

**Euroopan ympäristö:  
Toinen arviointi**

Raportti Euroopan ympäristön muutoksista raportin 'Euroopan ympäristö: Dobris-arviointi' (1995) seuranta, jota kaikki Euroopan ympäristöministerit ovat pyytäneet kesäkuussa 1998 Århusissa, Tanskassa järjestettävän neljännen ministerikonferenssin valmisteleiseksi.

Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto  
Elsevier Science Ltd

Euroopan ympäristö

**OIKEUDELLINEN HUOMAUTUS**

Tämän raportin sisältö ei välttämättä vastaa Euroopan komission tai muiden yhteisön toimielimien virallisia kantoja. Euroopan ympäristökeskus tai sen nimissä toimiva henkilö tai yritys eivät vastaa tämän raportin sisältämän tiedon mahdollisista käyttötarkoituksista. Tämän julkaisun sisältö ei välttämättä heijasta Euroopan yhteisön, sen instituutioiden tai raportin laatimiseen osallistuneiden kansainvälisten instituutioiden ja yksittäisten maiden virallisia mielipiteitä. Tässä julkaisussa tehdyistä valinnoista ja siinä esitetystä aineistosta ei seuraa, että Euroopan yhteisö tai Euroopan ympäristökeskus olisivat ilmaisseet mitään kantaa koskien minkään maan, alueen, kaupungin tai pienemmän alueen tai sellaisen viranomaisten oikeudellista asemaa taikka sen rajojen määrittämistä.

**KAIKKI OIKEUDET PIDÄTETÄÄN.** Mitään osaa tästä julkaisusta ei saa kopioida missään muodossa eikä millään elektronisella tai mekaanisella tavalla mukaan lukien valokopioimalla, tallentamalla tai tietojenkahujärjestelmällä ilman tekijänoikeuden haltijan ja julkaisijan kirjallista lupaa.

(c) Euroopan ympäristökeskus, 1998

Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto  
2, rue Mercier,  
L-2985 Luxemburg  
ISBN xxxxx  
Luettelonumero xxxxx

Elsevier Science Ltd.  
The Boulevard,  
Langford Lane,  
Kidlington,  
Oxford OX5 1GB, UK  
ISBN xxxxx

Eurostat on tuottanut  
tämän raportin tilastoliitteen  
Tilastoliite  
ISBN xxxxx

Kansi ja layout:  
Folkmann Design &  
Promotion

Euroopan ympäristökeskus  
Kongens Nytorv 6  
DK-1050 Kööpenhamina K  
Tanska  
Puhelin (+45) 33 36 71 00  
Faksi (+45) 33 36 71 99  
Sähköposti: eea@eea.eu.int  
Kotisivu: <http://www.eea.eu.int>

**Sisältö**

<b>Esipuhe</b>	7
<b>Johdanto</b>	9
<b>Kiitokset</b>	12
<b>Tiivistelmä</b>	16
<b>1. Taloudellinen kehitys</b>	24
1.1. Johdanto	24
1.2. Kansantalouden kehitys	24
1.3. Tuotanto	26
1.4. Kulutus	31
<b>2. Ilmastonmuutos</b>	37
2.1. Johdanto	38
2.2. Ilmastonmuutoksen ilmentymät ja vaikutukset	39
2.3. Maapallon lämpenemisen ja kasvihuonekaasujen pitoisuuksien syitä	42
2.4. Kasvihuonekaasujen päästöjen kehitys	46
2.5. Aiheuttajat: energia	49
2.6. Toimintalinjat ja niiden tavoitteet	52
2.7. Kehitys ja näkymät	54
<b>3. Yläilmakehän otsonin väheneminen</b>	60
3.1. Johdanto	60
3.2. Vaikutukset	60
3.3. Otsonikerroksen tila	62
3.4. Pitoisuudet ilmakehässä	65
3.5. Tuotanto ja päästöt	66
3.6. Muut otsonin vähentymistä aiheuttavat lähteet	68
3.7. Montrealin pöytäkirja ja seurantatoimet	68

## 4 Euroopan ympäristö

<b>4. Happamoituminen</b>	72
4.1. Johdanto	73
4.2. Vaikutukset	74
4.3. Mitattujen ilmassa olevien pitoisuuksien kehitys	76
4.4. Happamoittavien aineiden laskeumat	77
4.5. Päästöt	81
4.6. Aiheuttajat: liikenne	82
4.7. Vastatoimet	90
<b>5. Alailmakehän otsoni</b>	94
5.1. Johdanto	94
5.2. Vaikutukset terveyteen ja ympäristöön	96
5.3. Otsonipitoisuuksien kehitys verrattuna ilmanlaatuavoitteisiin	97
5.4. Otsonia muodostavien aineiden päästöt	103
5.5. Toimintalinjat ja kehitys	104
<b>6. Kemikaalit</b>	109
6.1. Johdanto	109
6.2. Tuotannon kehittyminen	111
6.3. Raskasmetallit	111
6.4. Hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet	115
6.5. Kemikaalien vaikutukset ihmisten terveyteen	120
6.6. Vastatoimet ja mahdollisuudet	124
<b>7. Jätteet</b>	130
7.1. Johdanto	130
7.2. Jätteiden tuottamisen kehitys	131
7.3. Jätehuolto: lähestymistavan muutokset	134
7.4. Vastatoimet ja mahdollisuudet	140
<b>8. Biologinen monimuotoisuus</b>	144
8.1. Johdanto	145
8.2. Biologisen monimuotoisuuden muuttuva tila Euroopassa	145
8.3. Biologisen monimuotoisuuden muuttumisen aiheuttajat: maatalous, metsätalous, liikenne, infrastruktuuri	164
8.4. Vastatoimet biologisen monimuotoisuuden muutoksiin	169

## Sisältö

<b>9. Sisävedet</b>	179
9.1. Johdanto	180
9.2. Vesivarat	180
9.3. Veden otto ja käyttö	184
9.4. Pohjaveden laatu	187
9.5. Jokien laatu	191
9.6. Luonnonjärvien ja tekoaltaiden veden laatu	196
9.7. Päästöjen kehitys	197
9.8. Toimintalinjat ja toimenpiteet Euroopan vesivarojen suojelemiseksi ja hoitamiseksi	202
<b>10. Meri- ja rannikkoympäristö</b>	209
10.1. Johdanto	209
10.2. Rehevöityminen	210
10.3. Saastuminen	215
10.4. Kalastus ja kalankasvatus	221
10.5. Rannikkoalueiden ja niiden hoidon muutokset	225
<b>11. Maaperän laadun huononeminen</b>	231
11.1. Johdanto	231
11.2. Saastuneet maa-alueet	232
11.3. Veden ja tuulen aiheuttama maaperän eroosio	238
11.4. Aavikoituminen	239
11.5. Suolautuminen	241
11.6. Muut syyt maaperän laadun huonontumiseen	242
11.7. Maaperää koskeva politiikka, lainsäädäntö ja sitä koskevat sopimukset	243
11.8. Toimintanäkymät	245
<b>12. Kaupunkiympäristö</b>	247
12.1. Johdanto	248
12.2. Ympäristön laatu	249
12.3. Kaupunkien materiaalivirrat ja vaikutukset	255
12.4. Kaupunkimallit	259
12.5. Vastatoimet ja mahdollisuudet	263

## 6 Euroopan ympäristö

<b>13. Teknologiset riskit ja luonnonriskit</b>	268
13.1. Johdanto	268
13.2. Vaikutukset ja kehityslinjat	269
13.3. Onnettomuuksien paremman torjunnan ja luonnononnettomuuksien vähentämisen näkymät	274
<b>14. Ympäristöpolitiikan ja ympäristötoimien yhdentäminen talouden sektoreihin</b>	279
14.1. Johdanto	279
14.2. Eri alojen vaikutukset	279
14.3. Yhdentymisen kehittyminen	283
<b>Lyhenteet</b>	286
<b>Hakemisto</b>	289

## Esipuhe

Tässä raportissa esitetään Euroopan ympäristökeskuksen koko Euroopan tasolla tekemän toisen ympäristön tilan arvioinnin tulokset. Ensimmäinen raporttimme, Dobris-arviointi, julkaistiin vuonna 1995 ja siinä tuotiin esille 12 Euroopan tärkeintä ympäristöongelmaa. Siinä annettiin hätkähdyttävä kuva siitä, kuinka laajalti monet ympäristöongelmat kuten kesäajan savusumujaksot, happamuuden lisääntyminen, maaperän laadun huononeminen, saastuneet alueet ja suuret jätemäärät ovat yhteisiä kaikille Euroopan maille.

Tätä toista raporttia varten saimme Sofian ministerikokoukselta toimeksiannon laatia raportti ensimmäisessä arvioinnissa yksilöityjen keskeisten kysymysten kehityksestä. Uudesta raportista ilmenee hyvin selvästi, että toimenpiteet, joihin on ryhdytty, eivät vielä ole merkittävästi parantaneet ympäristön yleistilaa. Liian monet ympäristöpolitiikan toimintalinjat ovat johtaneet 'piipunpäätoimiin', joiden seurauksena joissakin asioissa on tapahtunut jonkin verran, mutta ei riittävästi parannusta, jotta selviydyttäisiin lisääntyvästä infrastruktuurin kehityksestä, tuotannosta ja kulutuksesta. Emme saisi unohtaa, että ympäristövaikutukset ovat pääasiassa taloudellisen toiminnan seurausta ja että ympäristön laadun paraneminen ja kehitys kohti kestävästä kehitystä voi pääasiassa syntyä vain taloudellisen toiminnan ja sosioekonomisten menettelytapojen muutoksista.

Selvintä kehitystä ympäristöön kohdistuvien paineiden vähentämisessä on tapahtunut aloilla, joilla on luotu tehokas kansainvälinen toimintakehys (kuten otsonikerroksen suojelua koskeva Wienin yleissopimus, YK/ECE:n valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskeva yleissopimus ja niiden pöytäkirjat). Tällaisen yleiseurooppalaisen kehityksen puuttuminen esimerkiksi maaperän laadun huononemisen, jätteiden (muiden kuin vaarallisten jätteiden) ja kemikaalien osalta on hidastanut kehitystä jopa näiden ongelmien arvioinnissa.

Raportissa vahvistetaan se Dobris-arvioinnissa tehty havainto, että luonnollisten elinympäristöjen huononeminen Länsi-Euroopassa ja vähäisemmässä määrin Etelä-Euroopassa on ollut hyvin vakavaa ja että palauttaminen olisi erittäin kallista ellei jopa mahdotonta. Tätä taustaa vasten, kun kustannustenkin odotetaan olevan pienemmät, olisi nähtävä mahdollisuutena ja haasteena koko Euroopalle huolehtia Euroopan itäosissa vielä olevien suurten, lähes koskemattomien, luonnonalueiden riittävästä suojelusta näiden alueiden luonnonarvon ja tehtävän säilyttämiseksi Euroopan luonnonpääoman merkittävänä osina.

Raportissa vahvistetaan myös, että ympäristön laadun paraneminen Keski- ja Itä-Euroopassa ja Itsenäisten valtioiden yhteisössä liittyy todennäköisesti enemmän näiden maiden välttämättömään sosioekonomiseen kehitykseen kuin ympäristöpolitiikkaan ja -ohjelmiin tai EU:n jäsenyyttä hakeneiden maiden osalta siihen, kuinka nopeasti ja hyvin ne pystyvät mukautumaan EU:n ympäristölainsäädäntöön.

Tässä suhteessa on lannistavaa, että monissa EU:n hakijamaista tehdyissä arvioissa oletetaan, että ympäristön paraneminen perustuu pikemminkin "piipunpääpolitiikkaan" kuin ennakoivampaan lähestymistapaan. Haluamatta epäillä julkaistuja arvioita, joissa esitetään, että EU:n ympäristölainsäädännön noudattamisesta aiheutuvat kustannukset voisivat olla jopa 30 - 40 prosenttia liittymisen kokonaiskustannuksista, ihmettelen, miksi niin harvoin valitaan johdonmukaisempi menettely eli kestävämpien sosioekonomisten kehitysmallien tutkiminen ja kehittäminen. Miksi oletetaan, että Keski-Euroopan maiden täytyy seurata läntistä mallia, ehkä jopa toistaen niiden virheet?

Ympäristöhaastet tarjoavat myönteisen mahdollisuuden ennakoivaan lähestymistapaan talouspolitiikan suuntaamiseksi uudelleen niin, että se täyttää laajentuneen Euroopan unionin tarpeet. Vaikka olen tässä viitannut EU:n jäsenyyttä hakeneissa maissa tapahtuneisiin ympäristöparannuksiin, sama periaate koskee *kaikkia* Euroopan maita. Kuten Sofian kokouksessa todettiin vuonna 1995: "kestävän kehityksen osalta olemme kaikki siirtymävaiheessa olevia maita". Euroopan ympäristöohjelma, Rio ja Rio +5, Agenda 21 -prosessi ja Kioton ilmastoa koskevan yleissopimuksen pöytäkirja korostavat kaikki Euroopan maailmanlaajuisista vastuuta, ja niissä kaikissa vaaditaan merkittäviä tuotanto- ja kulutustapojen muutoksia koko Euroopassa.

## 8 Euroopan ympäristö

Uskon, että tarvittava muutos on mahdollinen edellyttäen, että me kaikki olemme yhtä mieltä menetelmistä ja mekanismeista. Meidän on ensin tehtävä kehityksestä vähemmän kestäväntöntä esimerkiksi lisäämällä energia- ja ympäristötehokkuutta, kysynnän hallinnalla ja suunnittelemalla vähemmän häiritseviä infrastruktuurirakenteita. Sen jälkeen meidän on tehtävä kehityksestä yhä kestävämpää yhdistämällä talous- ja ympäristöpolitiikkaa ja vähentämällä talouden materialistisuutta pyrkien saavuttamaan korkea elämänlaatu kaikille eurooppalaisille vähemmällä voimavarojen käytöllä.

Euroopan ympäristökeskus perustettiin jakamaan tällaisen koko Eurooppaa koskevan muutoksen tukemisessa tarvittavia tietoja, joita me jo tässä annamme. Koska uudessa toimeksiannossamme painotetaan kestävä kehitystä, meidän on nyt mukautettava omaa työtämme niin, ettemme seurannassa ja tietojen kokoamisessa keskity vain ympäristön ja sen ongelmien kuvaamiseen vaan myös kerromme myös tuotanto- ja kulutustapojen kehityssuunnista, niihin liittyvistä ympäristömuutoksista ja niiden toimien tehokkuudesta, joihin on ryhdytty tai ryhdytään. Kaikkeen tähän pitäisi sisältyä katsauksia, jotka auttavat strategisten toimintalinjojen kehittämisessä.

Koska toimeksiantomme on rajallinen, tämä raportti ei sisällä yksityiskohtaisia tietoja esimerkiksi melusta, geneettisesti muunnelluista organismeista, säteilystä ja useista muista aiheista, joita tämä tuottemme ei kata. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteivät nämä aiheet olisi tärkeitä. Olisi harkittava vakavasti myös näiden asioiden säännöllisen ympäristöraportoinnin kehittämistä joko tulevien laajojen ympäristön tilaraporttien osana tai erityisesti näihin kysymyksiin keskittyvinä arviointina. –Erityisesti radionuklidi- ja kemikaalipäästöihin johtavista teknologisista riskeistä ei ole kattavaa ja helposti saatavissa olevaa Euroopan yleiskatsausta. Tämän raportin ulkopuolelle jäi myös yksityiskohtainen raportti Euroopan ympäristöohjelman tai eri kansainvälisten yleissopimusten toteutuksesta ja tehokkuudesta. Niiden asioiden samoin kuin talouden eri sektoreiden toimintalinjojen, raportointia on kehitettävä osana kattavaa ja johdonmukaista raportointijärjestelmää, jota Euroopan ympäristökeskus parhaillaan luo. Vaikka keskus tällä hetkellä keskittyy pääasiassa Euroopan unionin alueeseen, pyrimme yhteen koko Euroopan kattavaan raportointijärjestelmään.

Tämä raportti johtaa toivottavasti laajaan poliittiseen keskusteluun ohjelmista ja tavoitteista tässä käsiteltyjen keskeisten kysymysten käsittelemiseksi. Suoritusarviointien luominen ja raporttien laatiminen kehityksestä kohti asetettuja tavoitteita on väistämätön mukana tuleva haaste. Tämä raportti on yksi askel tähän suuntaan. Seuraavien askelten olisi autettava lujittamaan tähänastisia saavutuksia ja varmistamaan tuki ja rahoitus, joita tarvitaan kehitettäessä edelleen säännöllistä, moneen tarkoitukseen sopivaa, kattavaa seuranta- ja raportointijärjestelmää Euroopan ympäristöpolitiikan tueksi. Uskon vakaasti, että toteuttamalla tällaista ympäristöpolitiikkaan kytkeytyvää aiheellista raportointistrategiaa keskus pystyy ratkaisevasti edistämään niin kipeästi kaivattua ennakoivampaa lähestymistapaa ympäristönsuojelussa.

Domingo Jiménez-Beltrán  
Johtaja  
Euroopan ympäristökeskus



## 9 Johdanto

**Johdanto**

Tässä raportissa, jonka Euroopan ympäristökeskus on laatinut kesäkuussa 1998 Århusissa järjestettävää ministerikokousta varten, käsitellään Euroopan ympäristöä - lähes 800 miljoonan ihmisen kotia. He asuttavat hyvin monimuotoista mannerta, jolla on tiheästi asutettuja taajamia lännessä ja harvaan asuttuja alueita pohjoisessa ja idässä, tasankoja ja vuoria, voimaperäisen maatalouden alueita ja lähes koskemattomia erämaata. Tämän mantereen eri osilla on kuitenkin myös paljon yhteistä, koska sillä on useita kaikille sen asukkaille yhteisiä ympäristöongelmia.

Vuonna 1991 kaikkien Euroopan maiden ympäristöministerit kokoontuivat Dobrisin linnassa Tšekin tasavallassa ja aloittivat uuden prosessin Euroopan ympäristö ( Environment for Europe), jonka tavoitteena on innoittaa, määrittellä ja yhteensovittaa ympäristönsuojelupolitiikkaa koko Euroopassa. Ministerit vahvistivat Keski- ja Itä-Euroopan ympäristöohjelman toisessa kokouksessaan Luzernissa vuonna 1993 ja hyväksyivät virallisesti Euroopan ympäristöohjelman (EPE) ja yleiseurooppalaisen maisemaa ja biologista monimuotoisuutta koskevan strategian kokouksessaan Sofiassa vuonna 1995. Århusin kokouksen pääteemoja ovat Euroopan ympäristöohjelman tulevaisuus sekä yleissopimus tiedon saannista, kansalaisten osallistumisoikeudesta sekä muutoksenhaku- ja vireillepano-oikeudesta ympäristöasioissa (Convention on Access to Information and Public Participation).

Euroopan ympäristökeskus esitti Sofian kokouksessa ensimmäisen koko Euroopan ympäristön tilaa koskevan raportin Euroopan ympäristö, Dobris-arviointi. Tuossa raportissa, joka laadittiin EPE:n kehityksen perustaksi, yksilöitiin ja tarkasteltiin 12 erityisesti Euroopan kannalta tärkeää ympäristöongelmaa. Sofiassa kokoontuneet ministerit pyysivät keskusta laatimaan seurantaraportin Dobrisin kokouksen jälkeen tapahtuneesta kehityksestä Århusin kokousta varten.

Tässä raportissa, joka on keskuksen vastaus tuohon pyyntöön, keskitytään jälleen näihin 12 ympäristöongelmaan. Dobris-arvioinnin jälkeen tapahtunutta sosioekonomista kehitystä käsittelevän johdantoluvun jälkeen 12 luvussa käsitellään vuorotellen kutakin ongelmaa. Niissä tarkastellaan kehitystä, joka on tapahtunut Euroopan ympäristöohjelman käynnistyttyä vuonna 1991<sup>1</sup>, hahmotellaan ympäristön tilassa tapahtuneita muutoksia ilman, veden ja maaperän saastepitoisuuksien avulla sekä näiden saasteiden vaikutusta, käsitellään tärkeimpiä saastelähteitä ja saasteita aiheuttavaa ihmisen toimintaa (aiheuttajia eli taustatekijöitä) sekä päästömääriä (kuormituksia) ja kuvataan toimintalinjoja, joita on kehitetty tai kehitetään ongelman käsittelemiseksi (vastatoimia). Niissä tarkastellaan myös näiden toimintalinjojen toteuttamisen tilaa ja joissakin tapauksissa niiden riittävyyttä EPE:n tavoitteiden

<sup>1</sup> Käytännössä vertailuvuotena pidetään yleensä vuotta 1990.

**Kuvio I.1**

Aiheuttajat -Paineet-Tila-Vaikutus-Vastatoimet (DPSIR)-kehys

Voimat Vastatoimet Paineet Vaikutus Tila

Aiheuttajat kuten väestönkasvu ja talouskasvu, kaupungistuminen ja maatalouden voimaperäistyminen aiheuttavat saastepäästöjä ja muita paineita, jotka vaikuttavat ympäristön tilaan ja voivat vuorostaan vaikuttaa ihmisten terveyteen, muihin elinmuotoihin ja itse fyysiseen ympäristöön. Vastatoimet voivat suuntautua suoraan taustatekijöihin, ja niillä voidaan pyrkiä vähentämään niiden vaikutusta tai parantamaan ympäristön tilaa.

## 10 Euroopan ympäristö

kannalta. Viimeisessä luvussa on yleiskatsaus ympäristökysymysten yhdentämisestä Euroopan talouden tärkeimpien alojen politiikkaan ja toimenpiteisiin. Analyysin yleinen kehys (DPSIR) esitetään kuviossa 1.1.

Yleiskatsaus eri luvuissa käsiteltyihin aiheisiin sekä kunkin näissä luvuissa korostetun ympäristöongelman taustatekijöihin ja vaikutuksiin on esitetty laatikossa 1.1.

Raportti perustuu suurelta osin kansainvälisten järjestöjen, esimerkiksi YK:n, OECD:n, WHO:n, Euroopan komission ja Euroopan yhteisöjen tilastotoimiston (Eurostat) kokoamiin tietoihin. Lisäksi Euroopan ympäristökeskus on koonnut lisää tietoja Euroopassa sijaitsevien aihekeskustensa kautta ja käyttänyt suoria yhteyksiä kanssaan tyhteistyössä oleviin laitoksiin, kyselyjä ja kansallisia kertomuksia. Tietojen vähäinen yhdenmukaistaminen, viestintäongelmat, voimavarojen ja ajan rajallisuus sekä Itä-Euroopan tiedonkeruun yksityistäminen ovat johtaneet siihen, että Euroopan itäosien maiden kattavuus on vähäisempi kuin Keski- ja Länsi-Euroopan maiden. Useiden aiheiden (kuten jätteiden, kemikaalien, maaperän laadullisen huononemisen) osalta tietojen saatavuus on vielä huonoa koko Euroopassa.

<b>LAATIKKO I.1: Luvun sisältö, aiheuttajat ja tärkeimmät vaikutukset</b>			
<b>Luvussa korostetut aiheuttajat</b>	<b>Vaikutus:</b>		
		<b>Ihmisten terveyteen</b>	<b>Luontoon</b>
		<b>Ihmisen luomaan ympäristöön</b>	
1 luku: Talouden kehitys teollisuus kotitaloudet matkailu			
2 luku: Ilmastonmuutokset energia		ekosysteemin reaktiot	sadon määrä rannikoiden suojele
3 luku: Yläilmakehän otsonikato	ihosyöpä	vesiekosysteemit	
4 luku: Happamoituminen liikenne		metsät	*
5 luku: Alailmakehän otsonikato	hengityselin- sairaudet	*	sadon väheneminen
6 luku: Kemikaalit	monenlaisia	monenlaisia	*
7 luku: Jätteet	*	*	
8 luku: Biologinen monimuotoisuus maatalous		luvun aihe	
9 luku: Sisävedet	*	*	
10 luku: Meri- ja rannikkoympäristö	*	kalat	
11 luku: Maaperän huononeminen	monenlaisia	*	*
12 luku: Kaupunkiympäristö	lähinnä hengi- tyselinsairaudet	*	*
13 luku: Teknologiset riskit ja luonnonriskit	kuoleman- tapaukset	*	*
14 luku: Yhteiskunnan alat: kohti yhdentämistä			

Huomautus: Dobris-arviointiin verrattuna metsien huononeminen on sisällytetty luontoa koskevaan lukuun, kun sitä vastoin maaperän huononemista on käsitelty omana lukunaan, koska siihen kiinnitetään erityistä huomiota EPE:ssä.  
\*: = Vaikutuksia on, mutta niihin ei tässä raportissa kiinnitetä erityistä huomiota, koska Dobris-arvioinnin jälkeiseltä ajalta ei ole uusia tietoja tai kehitystä ei ole tapahtunut.

## 11 Johdanto

Paremmen pohjan tarjoamiseksi tiedonvaihdolle Euroopan ympäristösäännösten yhdenmukaistamista, seuranta ja ympäristöä koskevien raporttien laatimista on parannettava. Euroopan ympäristökeskus on tehnyt aloitteen tällaisen parannuksen saavuttamiseksi jäsenmaissaan (EU:n lisäksi Norja, Islanti ja Liechtenstein), ja tätä aloitetta laajennetaan Phare-tukea saaviin Keski- ja Itä-Euroopan maihin.

Tämä raportti ja sen edeltäjä, Dobris-arviointi, ovat tärkeitä askelia kohti Euroopan ympäristön tilaa koskevien raporttien säännöllisen laatimisrutiinin luomista. Tähän sisältyvät täydelliset DPSIR-arvioinnit, joissa on pitkän tähtäimen näkökulma, mikä yleisesti tunnustetaan strategisen ympäristösuunnittelun tärkeimmäksi vaatimukseksi. Tämän kehityksen seuraava vaihe on raportti, jossa keskitytään pääasiassa ympäristön tilaa koskeviin tulevaisuudennäköymiin Euroopan unionissa, mutta joka kattaa myös EU:n jäsenyyttä hakeneet maat. Raportin on tarkoitus olla valmis vuoden 1999 alussa. Euroopan ympäristökeskus suunnittelee myös säännöllistä indikaattoriraporttien sarjaa, jonka avulla yleisön pitäisi olla mahdollista seurata erityisten ympäristötoimien toteuttamista. Ensimmäisen tällaisen raportin odotetaan valmistuvan vuoden 1999 loppupuolella.

Tämä raportti on Euroopan ympäristökeskuksen ja Euroopan komission Phare- ja Tacis-ohjelmien rahoittama. Koska Tacis-ohjelman rahoitustuki oli käytettävissä vasta vuoden 1997 lopussa, Uusille itsenäisille valtioille annettavan avun määrä oli rajoitettu, ja nämä maat osallistuivat tämän raportin laatimiseen omilla varoillaan samoin kuin Kroatia, Jugoslavia, Turkki, Kypros ja Malta. Sveitsi antoi panoksensa raporttiin tarjoamalla käyttöömmme konsultin auttamaan tietojen keruussa. Olemme kiitollisia tästä lisärahoituksesta ja monien henkilöiden ja laitosten innostuneesta avusta ja tuesta (katso Kiitokset).

#### **Laatikko I.2: Tässä raportissa käytetty maiden ryhmittely**

Ensimmäisen Dobris-arvioinnin tavoin tämä raportti kattaa Euroopan Irlannista lännessä Uralin vuoristoon idässä. Tekstissä ja kaavioissa käytetään seuraavaa maiden ryhmittelyä:

##### **Länsi-Eurooppa**

(EU + EFTA + Sveitsi) Alankomaat, Belgia, Espanja, Irlanti, Italia, Itävalta, Kreikka, Luxemburg, Portugali, Ranska, Ruotsi, Saksa, Suomi, Tanska, Yhdistynyt kuningaskunta + Islanti, Liechtenstein, Norja + Sveitsi

##### **Keski- ja Itä-Eurooppa (KIE)**

(kaikki Keski-Euroopan maat, Baltian maat, Turkki, Kypros ja Malta). Albania, Bosnia ja Hertsegovina, Bulgaria, entinen Jugoslavian tasavalta Makedonia, Jugoslavian liittotasavalta, Kroatia, Latvia, Liettua, Puola, Romania, Slovakian tasavalta, Slovenia, Tšekin tasavalta, Unkari ja Viro + Turkki, Kypros ja Malta. Tekstissä käytetään toisinaan lyhyden vuoksi käsitettä 'Itä-Eurooppa' tarkoittamaan sekä Keski- ja Itä-Euroopan maita että Uusia itsenäisiä valtioita.

##### **Euroopan uudet itsenäiset valtiot (NIS)**

(lukuun ottamatta Baltian maita) Armenia, Azerbaidzan, Georgia, Moldova, Ukraina, Valko-Venäjä, Venäjän federaatio.

##### **OECD-Eurooppa**

Alankomaat, Belgia, Espanja, Irlanti, Islanti, Italia, Itävalta, Kreikka, Liechtenstein, Luxemburg, Norja, Portugali, Puola, Ranska, Ruotsi, Saksa, Suomi, Sveitsi, Tanska, Tšekin tasavalta, Turkki, Unkari, Yhdistynyt kuningaskunta.

**9 luvussa** käytetään erityistä maiden ryhmittelyä. Katso 9 luku, laatikko 9.1.

## 12 Euroopan ympäristö

**Kiitokset**

Tämän raportin kirjoittivat yhteistyössä useat henkilöt. Seuraavassa luettelossa annetaan kiitos heidän työnsä. Vastuu arvioinnista kuuluu kuitenkin Euroopan ympäristökeskukselle. Toimittajat pyytävät anteeksi, jos jonkun raporttiin myötävaikuttaneen nimi on vahingossa jäänyt pois luettelosta.

**Kansalliset tietokeskukset  
ja muut kansalliset kirjoittajat**

Albania:

Ariana Koca;

Armenia:

Simon R Papyan, Julietta Gabrielyan;

Itävalta:

Johannes Mayer;

Azerbaidzan:

A Gasanov, Fikret Djafarov;

Valko-Venäjä:

Alla Metelitsa;

Belgia:

Jan Voet, Anne Teller, Alain Derouane,

Daniel Rasse;

Bosnia ja Hertsegovina:

Ahdin Orahovac;

Bulgaria:

Nikola Matev;

Kypros:

Nicos Georgiades;

Kroatia:

Ante Kutle;

Tšekin tasavalta:

Jaroslav Benes;

Tanska:

Torben Moth Iversen;

Viro:

Leo Saare;

Jugoslavian liittotasavalta: Jadaranko Simic;

Suomi:

Tapani Säynätkari;

Entinen Jugoslavian tasavalta Makedonia:

Strahinja Trpevski;

Ranska:

Cécile Rechatin, Françoise Nirascou;

Saksa:

Karl Tietmann;

Georgia:

Ketevan Tsereteli;

Kreikka:

Mata Aravantinou; Hungary:

Györgyi Vékey;

Islanti:

Hugi Ólafsson;

Irlanti:

Larry Stapleton;

Italia:

Paolo Soprano, Rita Calicchia, Maria Concetta Giunta, Manlio Maggi,

Claudio Maricchiolo, Angela Spagnoletti, Marco Valentini;

Latvia:  
Ieva Rucevska;  
Liechtenstein:  
Petra Bockmühl;  
Liettua:  
Gintaras Jodinskas;  
Luxemburg:  
JeanPaul Feltgen;  
Malta:  
Joseph Callus, Lawrence Micallef;  
Moldova:  
Petru Cocirta, Arcadie Capcelea, Victor Plângâu, Constantin  
Bulimaga;  
Alankomaat:  
Adriaan Minderhoud;  
Norja:  
Berit Kvæven;  
Puola:  
Anna Bobińska;  
Portugali:  
Maria Leonor Gomes;  
Romania:  
Radu Cadariu;  
Venäjän federaatio:  
Sergey N Kuraev;  
Slovakian tasavalta:  
Tatiana Plesnikova;  
Slovenia:  
Anita Velkavrh;  
Espanja:  
Juan Martínez Sánchez, Francisco Cadarso, Maricruz Anegón;  
Ruotsi:  
Ebbe Kvist, Stig Norström;  
Sveitsi:  
Peter Grolimund, Patrick Ruch †;  
Turkki  
Kumru Adanali, Güzin Abis;  
Yhdistynyt kuningaskunta:  
Paul Swallow;  
Ukraina:  
Anatol Shmurak

**Raportin laatimiseen osallistuneet luvuittain****1 luku Taloudellinen kehitys**

Yhteensovittaminen

Keimpe Wieringa, Martin Büchele (EYK)

Kirjoittaja

Sibout Nooteboom (DHV Ympäristö &amp; Infrastrukturi, NL)

Asiantuntija-arvioinnit

Nick Robins (IIED, UK); Patrick Point (Université de Bordeaux, FR); Rob Maas (RIVM, NL)

**2 luku Ilmastonmuutos**

Yhteensovittaminen

André Jol (EYK)

Kirjoittaja

Simon Eggleston (ETC-AE/AEA National Environment Technology Centre, UK)

Asiantuntija-arvioinnit

Pier Vellinga (Vrije Universiteit Amsterdam, NL); Mike Hulme (University of East Anglia, UK); Rolf Sartorius (Liittovaltion ympäristövirasto, GE); Knut Alfsen (Kansainvälisen ilmasto- ja ympäristötutkimuksen keskus, Oslon yliopisto, NO)

**3 luku Yläilmakehän otsonin väheneminen**

Yhteensovittaminen

Gabriel Kielland (EYK)

Kirjoittajat

Guus Velders (ETC-AQ/RIVM, NL); Geir Braathen (ETC-AQ/NILU, NO); Michael Petrakis (ETC-AQ/NOA, GR);

M Kassomenos (ETC-AQ/NOA, GR)

Asiantuntija-arviointi

Paul Crutzen (Max-Planck-Institut für Chemie, GE)

**4 luku Happamoituminen**

Yhteensovittaminen

Gabriel Kielland (EYK)

Kirjoittajat

Erik Berge (ETC-AQ/DNMI, NO); Arne Semb (ETC-AQ/NILU, NO); Espen Lydersen (NIVA, NO); Simon Eggleston (ETC-AE/AEA National Environment Technology Centre, UK)

Asiantuntija-arviointi

Per-Inge Grennfeldt (IVL, Ruotsin ympäristöntutkimusinstituutti)

## 5 luku Alailmakehän otsoni

Yhteensovittaminen

Gabriel Kielland (EYK)

Kirjoittajat

Jeannette Beck (ETC-AQ/RIVM, NL);

Michal Krzyzanowski (WHO-ECEH, NL);

Frank de Leeuw (ETC-AQ/RIVM, NL);

Maria Tombrou (ETC-AQ/Ateenan yliopisto, GR); Dimitra Founda

(ETC-AQ/NOA, GR); Michael Petrakis

(ETC-AQ/NOA, GR); David Simpson (ETC-AQ/DNMI, NO)

Asiantuntija-arvioinnit

Peter Builtjes (TNO, NL); Andreas Volz-

Thomas (Forschungszentrum Jülich GmbH, GE)

## 6 luku Kemikaalit

Yhteensovittaminen

Ingvar Andersson (EYK)

Kirjoittajat

David Gee (EYK); Han Blok (BKH Consulting Engineers, NL)

Asiantuntija-arvioinnit

Finn Bro-Rasmussen (DTU, DK); Bo Jansson

(Tukholman yliopisto, SW); Philippe

Bourdeau (Université Libre de Bruxelles, BE)

## 7 luku Jätteet

Yhteensovittaminen

Anton Azkona (EYK)

Kirjoittajat

Christine Hunter (Golder Associates, UK);

Sion Edwards (Golder Associates, UK)

Avustaja Julian Morris (IEA, UK)

Asiantuntija-arvioinnit

Cees van Beusekom (Statistics Netherlands);

Leif Mortensen (EPA, DK); Jan-Dieter

Schmitt-Tegge (Liittovaltion

ympäristövirasto, GE)

## 8 luku Biologinen monimuotoisuus

Yhteensovittaja/kirjoittaja

Ulla Pinborg (EYK)

Avustajat

Graham Tucker (Ecoscope Applied Ecologists, UK); Karen Mitchell (IEEP, UK); Luis

Diego (INIMA, SP); Risto Päivinen (EFI, FI)

Asiantuntija-arvioinnit

Antonio Machado (SP); Eileen Buttle (UK);

Gilbert Long (IARE, FR); Edit Kovacs-Lang

(Unkarin tiedeakatemia, HU);

Peder Agger (Roskilden yliopisto, DK)



## **9 luku Sisävedet**

Yhteensovittaminen

Niels Thyssen (EYK)

Kirjoittajat

Jens Bøgestrand (ETC-IW/NERI, DK);

Steve Nixon (ETC-IW/WRc plc, UK); Philippe

Crouzet (ETC-IW/IOW, FR); Gwyn Rees

(ETC-IW/IH, UK); Johannes Grath (ETC-

IW/AWW, A)

Asiantuntija-arvioinnit

Michel Meybeck (Université Pierre et Marie

Curie, FR);

Poul Harremoës (Tanskan teknillinen

yliopisto, DK);

Igor Liska (Vesientutkimusinstituutti, Slovakian  
tasavalta)

## 14 Euroopan ympäristö

**10 luku Meri- ja rannikkoympäristö**

Yhteensovittaminen

Evangelos Papathanassiou (EYK)

Kirjoittajat

Tor Bokn (ETC-MC/NIVA, NO); Hein-Rune Skjoldal (IMR, NO); Jens Skei (ETC-MC/NIVA, NO); Norman Green (ETC-MC/NIVA, NO); Torgeir Bakke (ETC-MC/NIVA, NO); Gunnar Severinsen (ETC-MC/NIVA, NO)

Asiantuntija-arvioinnit

Ben van Wetering (OSPARCOM, UK); Eeva-Liisa Poutanen (HELCOM, FI); Gabriel Gabrielidis (MAP, GR); Janet Pawlak (ICES, DK); Michel Scoullou (Ateenan yliopisto, GR)

**11 luku Maaperän huononeminen**

Yhteensovittaminen

Anna-Rita Gentile (EYK)

Kirjoittajat

Sue Armstrong Brown (ETC-S/SSLRC, UK); Irene Edelgaard (ETC-S/GEUS, DK); Peter Loveland (ETC-S/SSLRC, UK); Gundula Prokop (ETC-S/UBA, A); José Luis Rubio (ETC-S/CIDE, SP); Martin Schamann (ETC-S/UBA, A)

Asiantuntija-arvioinnit

Angelo Aru (Cagliarin yliopisto, IT); Winfried Blum (Maatalouden ja luonnonvarojen yliopisto, A); Godert van Lynden (ISRIC, NL) Michael Hamell (CEC, PO XI/D/1); Nicholas Yassoglou (NAGREF, GR)

**12 luku Kaupunkiympäristö**

Yhteensovittaminen

Ronan Uhel, Sanni Manninen (EYK)

Kirjoittajat

Marina Alberti (Ambiente Italia); Frank de Leeuw (ETC-AQ/RIVM, NL); Nicolas Moussiopoulos (ETC-AQ/Aristotle University of Thessaloniki, GR); Sophia Papalexioiu (ETC-AQ/Aristotle University of Thessaloniki, GR); Evelina Turlou (ETC-AQ/Aristotle University of Thessaloniki, GR); Rob Sluyter (ETC-AQ/RIVM, NL); Steinar Larssen (ETC-AQ/NILU, NO)

Asiantuntija-arvioinnit

Voula Mega (Euroopan elin- ja työolojen kehittämissäätiö, IRL); Liz Mills, (CEC, PO XI/D/3); Christoph Erdmenger (ICLEI, GE)

### **13 luku Teknologiset riskit ja luonnonriskit**

Yhteensovittaminen  
David Stanners, (EYK)  
Kirjoittajat  
Christian Kirchsteiger (CEC/JRC)  
Asiantuntija-arvioinnit  
Alessandro Barisich (CEC, PO XI/C/4);  
Serge Orłowski (BE)

### **14 luku "Talouden sektorit " ja muiden lukujen avustajat**

Yhteensovittaminen  
Ronan Uhel (EYK)  
Kirjoittajat  
David Gee (EYK); David Wilkinson (IEEP,  
UK)  
Asiantuntija-arvioinnit  
Nick Robins (IIED, UK); Patrick Point  
(Université de Bordeaux, FR); Rob Maas  
(RIVM, NL)

Tietojenkeruu ja -käsittely,  
kartat ja kuvat

#### **EYK:**

Sofia Vaz, Sanni Manninen, Frederik  
Frydenlund, Patrick Ruch †

#### **EYK/Phare:**

Adriana Gheorghe

#### **ETC/Luonnonsuojelu:**

Juan Manuel de Benito, Sophie Condé

#### **ETC/Meri- ja rannikkoympäristö:**

Tor Bokn, Hein-Rurne Skjodal, Giulio Izzo,  
Frank van der Valk, Riccardo Ceccarelli,  
Antonella Signorini

#### **ETC/Päästöt ilmaan:**

Dietmar Koch, Tim Murrells

#### **ETC/Sisävedet:**

Jens Bøgestrand, Philippe Crouzet, Steve  
Nixon, Gwyn Rees, Claudia Koreimann

#### **ETC/Maanpeite:**

Rolf Bergström

#### **ETC/Maaperä:**

José Luis Rubio, Andreas Scheidleder, Peter  
Loveland

#### **ETC/Ilmanlaatu:**

Roel van Aalst, Sofia Papalexioiu, Evelina  
Tourelou, Rob Sluyter, Inga Fløysand,  
Jozef Pacyna, Jerzy Bartnicki

**Euroopan metsäinstituutti (Suomi):**

Risto Päivinen

**Luonnonympäristö**

Tutkimuslaitos (Tanska):

Peter Kristensen

**UNEP/GRID Varsova:**

Marek Baranowski, Maria Andrzejewska

15 Kiitokset

**YK/ECE, Sveitsi:**

Dimitra Ralli

**OECD:**

Myriam Linster

**Eurostat:**

John Allen, Leo Vasquez, Theo van Cruchten

**ICES:**

Jan René Larsen, Harry Dooley, Janet Pawlak

**WHO:**

Alexander Kuchuk, Kees Huysmans

**Planistat, Ranska:**

Arnaud Comolet, Tatiana Kadyshevskaya

**Yhteensovittaminen ja toimittaminen**

Peter Bosch; Peter Saunders; Ronan Uhel;  
David Stanners; David Gee; Ebbe Hindahl;  
Jock Martin; Paddy Smith; Lois Williamson;  
Julia Tierney

**Tiivistelmä****ONGELMAT**

Taulukossa 1 esitetään yleisarvio kunkin Dobris-arvioinnissa yksilöidyn ja tässä raportissa tarkastellun 12 Euroopan tärkeimmän ympäristöongelman kehityksestä noin viiden viimeisen vuoden aikana.

Taulukossa ympäristöpoliittisten toimenpiteiden kehityksen edistyminen erotetaan edistymisestä ympäristön laadun parantamisessa - mikä joskus on toimenpiteiden kehityksestä jäljessä. Tämän arvioinnin tietopohja on toisissa asioissa väistämättä luotettavampi kuin toisissa. Tietopohja on erityisen heikko kemikaalien, biologisen monimuotoisuuden ja kaupunkiympäristön osalta. Siten esimerkiksi alailmakehän otsonia koskevien ympäristötoimien kehitystä kuvaava ”neutraali” merkki perustuu vahvemmalle pohjalle ja tietämykselle kuin vastaavat kemikaaleille annetut merkit, joiden kohdalla muuttuvat käsitykset siitä, mistä pohjimmiltaan on kyse, samoin kuin vakavat tiedonpuutteet ovat hankaloittaneet arviointiyrityksiä.

**TAULUKKO 1**

Keskeinen ympäristöongelma	KEHITYS toimenpiteet	KEHITYS ympäristön tila
ilmastonmuutos		
yläilmakehän otsonin väheneminen		
happamoituminen		
alailmakehän otsoni		
kemikaalit		
jätteet		
biologinen monimuotoisuus		
sisävedet		
meri- ja rannikkoympäristö		
maaperän laadun huononeminen		
kaupunkiympäristö		
teknologiset ja luonnon-		
onnettomuuksien riskit		

**Symbolit:**

toimenpiteiden tai ympäristön tilan kehityssuunta on myönteinen

jonkinlaista kehitystä toimenpiteissä, mutta riittämättömästi koko ongelman ratkaisemiseksi (mukaan lukien riittämätön maantieteellinen kattavuus). Ympäristön tilassa vain vähän tai ei ollenkaan muutoksia. Voi kuvata myös epävarmaa tai vaihtelevaa kehitystä eri alueilla.

vain vähän kehitystä toimenpiteissä tai epäsuotuisaa kehitystä ympäristön tilassa. Voi kuvata myös jatkuvaa suurta kuormitusta tai ympäristön heikkoa tilaa.

**ilmakehää koskevat kysymykset**

Useiden vuosien ajan on toimittu voimakkaasti ympäristöpolitiikan toimenpiteiden yhteensovittamiseksi koko Euroopassa ja sen ulkopuolella tavoitteena haitallisten päästöjen vähentäminen ja ilmakehän laadun parantaminen. Tämä on johtanut useimmissa Euroopan maissa merkittäviin ympäristöä ja ihmisten terveyttä

## 17 Tiivistelmä

**Taulukko 2: Kehitys kohti tavoitteita**

Tilanne:		Tavoite	Tavoiteindeksi (vuosi)	Kehitys
1990=100	1985	1990	1995	
Ilmastonmuutos CO <sub>2</sub> -päästöt Länsi-Eurooppa KIE NIS		UNFCCC:n tavoite CO <sub>2</sub> - päästöjen vakiinnuttamiseksi vuoden 1990 tasolle vuoteen 2000 mennessä (ennen Kiotoa). Katso Kioton kokouksen tavoitteet		Tavoitt. muk., ks. teksti Tavoitteen mukaisesti Tavoitteen mukaisesti
Otsonikerroksen oheneminen CFC-tuotanto EU		CFC:t 11, 12, 113, 114, 115 otsonia vähentävinä aineina. Tavoite: CFC-yhdisteistä luopuminen 1.1.1995 lukuun ottamatta välttämätöntä käyttöä ja tuotantoa kehitysmaiden käyttöön niiden perustarpeiden tyydyttämiseksi. Arvo v. 1996: 12.		Tavoitteen mukaisesti
Happamoitumi- nen SO <sub>2</sub> -päästöt Länsi-Eurooppa KIE NIS		Toisen CLRTAP- rikkipöytäkirjan tavoite.		Saavut. todennäk. Tavoitteen mukaisesti Tavoitteen mukaisesti
NO <sub>x</sub> -päästöt Länsi-Eurooppa KIE NIS		Ensimmäisen CLRTAP-NO <sub>x</sub> - pöytäkirjan tavoite: vakiinnuttaminen v:n 1987 tasolle, EU:n tavoite - 30 prosenttia v:n 1990 tasoista.		Ei todennäk. saavut. Tavoitteen mukaisesti Tavoitteen mukaisesti
VOC-päästöt Länsi-Eurooppa KIE NIS		CLRTAP-VOC-pöytäkirjan tavoite, luonnollisia päästöjä lukuun ottamatta.		Ei todennäk. saav. Ei todennäk. saav. Tavoitteen mukaisesti

Huomautus: NIS-maiden tiedot koskevat ainoastaan neljää maata (Moldova, Ukraina, Valko-Venäjä ja Venäjän federaatio).  
CLRTAP= YK:n Euroopan talouskomission valtiosta toiseen kaukokulkeutuvia ilman epäpuhtauksia koskeva yleissopimus (UN-ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution). Vaikka tämä arviointi on tehty koko alueen osalta, tavoitteet koskevat ainoastaan maita, jotka ovat sopimusten sopimuspuolia.

uhkaavien aineiden päästöjen vähennyksiin. Näitä aineita ovat rikkidioksidi, lyijy ja otsonia vähentävät aineet. Pienempiä vähennyksiä on tapahtunut typen oksidien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (muiden kuin metaanin) (NMVOC-yhdisteet) päästöissä.

Länsi-Euroopassa nämä muutokset ovat seurausta pääasiassa päästövähennyksiä koskevien toimien toteuttamisesta, teollisuustuotannon rakennemuutoksista sekä puhtaampiin polttoaineisiin siirtymisestä. Keski- ja Itä-Euroopassa vähentämistoimenpiteiden vaikutuksia ovat peittäneet taloudellisesta rakennemuutoksesta seuranneet jyrkät energian käytön ja teollisuustuotannon vähennykset, joiden seurauksena sekä käyttömäärät että päästöt ovat vähentyneet merkittävästi.

Kehitys ilmapäästöjen vähennystavoitteisiin nähden esitetään taulukossa 2. Ainoastaan tässä taulukossa mainituille saasteille on yleissopimuksissa ja pöytäkirjoissa asetettu määrälliset tavoitteet koko Euroopan tasolla.

Taulukossa 2 näkyvästä kehityksestä huolimatta monien saasteiden päästöjä on vielä vähennettävä, jotta jo sovitut tavoitteet - sekä uudet suunnitellut tavoitteet - voidaan saavuttaa. Suurin osa tähän mennessä saavutetuista päästövähennyksistä on ollut taloudellisten muutosten sekä teollisuus- ja energia-alojen suuriin päästölähteisiin kohdistettujen toimenpiteiden seurausta. Bensiinin sisältämää lyijyä lukuun ottamatta saavutukset hajakuormituslähteiden kuten liikenteen ja maatalouden päästöjen vähennyksissä ovat olleet vaatimattomampia. Niiden luonteesta johtuen valvonta on vaikeampaa ja edellyttää ympäristöpolitiikan parempaa yhdentämistä muiden alojen toimintalinjoihin.



## 18 Euroopan ympäristö

### **ilmastonmuutos**

Vaikka kasvihuonekaasujen päästöissä onkin saavutettu jonkin verran vähennystä (hiilidioksidipäästöt vähenivät koko Euroopassa 12 prosenttia ja Länsi-Euroopassa kolme prosenttia vuosina 1990 - 1995), monet näistä vähennyksistä johtuivat taloudellisista muutoksista kuten esimerkiksi siitä, että Itä-Euroopassa valtaosin luovuttiin raskaasta teollisuudesta ja että eräiden Länsi-Euroopan maiden sähköntuotannossa siirryttiin kivihieilestä kaasuun.

Energiantuotanto on suurin hiilidioksidipäästöjen aiheuttaja (noin 35 prosenttia vuonna 1995); teollisuuden, liikenteen ja kotitalouksien sekä kaupallisen alan päästöt ovat suunnilleen yhtä suuret (kunkin noin 20 prosenttia), ja liikenteen päästöt kasvavat. Euroopan unionin osalta Euroopan yhteisöjen komission uusimmassa ”tätä menoa” (”business as usual”) -vaihtoehdossa ennustetaan hiilidioksidipäästöjen kasvavan kahdeksan prosenttia vuosina 1990 - 2010, mikä on silmiinpistävä vastakohta nykyiselle kahdeksan prosentin vähennystavoitteelle (kuuden kaasun muodostaman ”korin” osalta hiilidioksidi mukaan lukien), josta sovittiin Kiotossa joulukuussa 1997. Kaikilla tasoilla tarvitaan selvästi kaikkiin talouden aloihin vaikuttavia toimia, mikäli Kioton tavoitteet aiotaan saavuttaa.

### **otsonikerroksen oheneminen**

Montrealin pöytäkirjan ja sen myöhempien lisäysten täytäntöönpano on laskenut otsonia vähentävien aineiden tuotantoa ja päästöjä maailmanlaajuisesti 80 - 90 prosenttia. Vastaavia vähennyksiä on saavutettu myös Euroopassa.

Yläilmakehän otsonipitoisuuksien ennallistuminen kestää kuitenkin useita vuosikymmeniä, sillä otsonia vähentävät aineet säilyvät yläilmakehässä. Tämä osoittaa, kuinka tärkeätä on pienentää jäljellä olevien otsonia vähentävien aineiden (HCFC-yhdisteet, metyylibromidi) päästöjä ja varmistaa, että nykyiset toimet pannaan asianmukaisesti täytäntöön otsonikerroksen ennallistumisen nopeuttamiseksi.

### **happamoituminen**

Dobris-arvioinnin jälkeen on jonkin verran edistytty happamoitumisongelman saamisessa hallintaan pääasiassa rikkidioksidipäästöjen jatkuvan vähentämisen seurauksena (50 prosenttia vuosina 1980 - 1995 koko Euroopassa). Typen oksidien ja ammoniakkin päästöt ovat pudonneet noin 15 prosenttia. Noin 10 prosentilla Euroopan maa-alueesta happaman laskeuman taso on kuitenkin yhä liian korkea. Liikenteen aiheuttamien NO<sub>x</sub>-päästöjen osalta ympäristöpolitiikka ei ole pysynyt liikenteen kasvun mukana - autojen lukumäärän ja käytön kasvu syrjäyttää teknisten parannusten tuomat edut kuten puhtaampien moottoreiden lisääntyneen käytön ja henkilöautojen pakokaasukatalysaattoreiden tuomat edut. Tämä on johtanut siihen, että liikenteestä on tullut typen oksidipäästöjen tärkein aiheuttaja. Yksityisautoilun mahdollinen voimakas kasvu KIE- ja NIS-maissa pahentaa todennäköisesti ongelmaa.

### **alailmakehän otsoni ja kesäajan savusumu**

Koko Euroopan alueella tapahtuneesta liikennemäärän kasvusta huolimatta Euroopassa saavutettiin huomattava vähennys (14 prosenttia) otsonia muodostavien aineiden kokonaispäästöissä vuosina 1990 - 1995. Tämä tapahtui eri alojen rajoitustoimien sekä Itä-Euroopan taloudellisten muutosten seurauksena. Kaikesta huolimatta ihmisten terveyttä ja kasvillisuutta uhkaavaa alailmakehän otsonin korkeista pitoisuuksista johtuvaa savusumua esiintyy yhä usein kesäisin monissa Euroopan maissa.

NO<sub>x</sub>- ja NMVOC-päästöjä on edelleen vähennettävä tuntuvasti koko pohjoisen pallonpuoliskon alueella, jotta alailmakehän otsonipitoisuuksia voitaisiin alentaa merkittävästi. Seuraava vaihe vuoden 1988 YK:n Euroopan talouskomission valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevan yleissopimuksen (CLRTAP) NO<sub>x</sub>-pöytäkirjassa on monisaastuke-monivaikutuspöytäkirja, joka koskee erityisesti valokemiallista saastumista, happamoitumista ja rehevöitymistä. Sen oletetaan olevan valmis hyväksyttäväksi

## 19 Tiivistelmä

vuonna 1999, ja siinä tähdätään todennäköisesti entistä tiukempiin päästövähennyksiin. Nopeasti kasvavan liikenteen päästöihin, jotka ovat NO<sub>x</sub>-päästöjen tärkein osatekijä koko Euroopassa, sekä NMVOC-päästöihin Länsi-Euroopassa on erityisen vaikea vaikuttaa. Teollisuus on Itä-Euroopassa yhä tärkein NMVOC-päästöjen lähde, mutta tilanne saattaa muuttua liikenteen odotetun lisääntymisen myötä.

**kemikaali**

Kemikaalien ympäristölle ja ihmisten terveydelle aiheuttaman uhan laajuus on yhä epäselvä, koska yleisessä käytössä olevien kemikaalien määrä on valtava ja koska ei tiedetä tarkasti, kuinka nämä kemikaalit kulkeutuvat ja kerääntyvät ympäristössä. Myös niiden ekologiset vaikutukset ja vaikutukset ihmisiin ovat epäselviä.

Monien käytössä olevien tai myytäväksi hyväksytyjen, mahdollisesti haitallisten kemikaalien (ja niiden seosten) toksisuuden arvioimisvaikeuksien vuoksi eräät nykyiset rajoitusstrategiat suunnataan nyt ympäristön ”kemikalisoitumisen” vähentämiseen (ja näin ollen niille altistumisen vähentämiseen) vähentämällä kyseisten kemikaalien käyttöä ja päästöjä tai kieltämällä niiden käyttö kokonaan. Uusiin toimintatapoihin kuten vapaaehtoiisiin vähennysohjelmiin sekä toksisten päästöjen luetteloihin (Toxic Release Inventories) ja saastepäästörekestereihin (Pollutant Emission Registers) kiinnitetään yhä enemmän huomiota.

**jätteet**

Ilmoitettujen tietojen perusteella tuotettujen jätteiden kokonaismäärän on arvioitu kasvaneen lähes kymmenen prosenttia vuosina 1990 - 1995. Osa havaitusta kasvusta voi kuitenkin johtua jätteiden parantuneesta seurannasta.

Monissa maissa jätehuollossa turvaututaan yhä enimmäkseen halvimpaan käytettävissä olevaan vaihtoehtoon: kaatopaikkoihin. Jätteiden tuottamisen estäminen ja niiden määrän minimointi tunnustetaan yhä laajemmin parhaimmiksi ratkaisuksi jätehuoltoon, vaikka tämänsuuntaista yleiskehitystä ei ole vielä nähtävissä. Kierrätys näyttää onnistuvan paremmin maissa, joissa on vahva jätehuollon infrastruktuuri.

KIE- ja NIS-maiden tärkeimpiin tehtäviin kuuluvat yhdyskuntien jätehuollon parantaminen tehostamalla jätteiden lajittelua ja hoitamalla kaatopaikkoja paremmin, paikallisten kierrätysaloitteiden tekeminen sekä tärkeimpien kaatopaikkahaittojen vähentäminen ja ympäristön suojaaminen pienin kustannuksin.

**biologinen****monimuotoisuus**

Ihmisten toimista (voimaperäisestä maataloudesta, metsätaloudesta, kaupungistumisesta ja infrastruktuurien kehittämisestä sekä saastumisesta) johtuva biologiseen monimuotoisuuteen kohdistuva kuormitus on yleisesti ottaen kasvanut Dobris-arvioinnin jälkeen.

Tämä kuormitus johtuu yhdenmukaisesta ja yhä laajamittaisemmasta maa- ja metsätaloudesta, maiseman pirstoutumisesta (mikä johtaa luonnollisten elinympäristöjen ja lajien eristäytymiseen), kemikaalikuormituksesta, vedenotosta, häiriöistä ja vieraiden lajien ilmaantumisesta. Monia kansallisia ja kansainvälisiä luonnonsuojelualoitteita on tehty, mutta niiden toteuttaminen on ollut hidasta. Joillakin kohdennetuilla luonnonsuojelutoimenpiteillä on ollut paikallisesti myönteisiä vaikutuksia, mutta kehitys kohti kestävästä maataloutta on ollut vähäistä.

Joillakin Keski- ja Itä-Euroopan mailla ja NIS-mailla on rikkautenaan suuria alueita suhteellisen koskematonta metsää ja muita luontotyyppejä. Taloudellisista muutoksista ja kehityksestä aiheutuva paine voi olla kuitenkin

## 20 Euroopan ympäristö

uhkana, ellei ryhdytä riittäviin toimiin niiden suojelemiseksi. Suojelu on sisällytettävä Euroopan ympäristöohjelmaan, kansallisesti talouden kehittämistoimiin ja niitä koskeviin rahoitusjärjestelyihin samoin kuin Euroopan unioniin liittyvien maiden liittymissopimuksiin.

### **sisävedet ja merivedet**

Euroopan ympäristöohjelmassa kiinnitetään erityistä huomiota luonnonvarojen kestävään hallintaan sisävedet, rannikkovedet ja merivedet mukaan lukien. Niitä kaikkia uhkaavia tekijöitä esiintyy yhä edelleen.

Vaikka viimeisen vuosikymmenen aikana vedenotto on pysynyt samana tai se on jopa pienentynyt eräissä Länsi- ja Itä-Euroopan maissa, mahdollinen vesipula uhkaa yhä, erityisesti kaupunkialueilla. Eräiden maiden jakeluverkostojen vuodot sekä kaikkien maiden epätaloudellinen vedenkäyttö ovat yhä ongelmia.

Pohjaveden laatua - ja vastaavasti ihmisten terveyttä - uhkaavat maataloudesta peräisin olevat korkeat nitraattipitoisuudet. Pohjavesien torjunta-ainepitoisuudet ylittävät yleisesti EU:n korkeimmat sallitut pitoisuudet, ja monet maat ilmoittavat raskasmetallien, hiilivetyjen ja kloorattujen hiilivetyjen pilaamista pohjavesistä. Pohjavesien laadun paraneminen kestää monia vuosia, sillä pohjavesiin joutuneiden saasteiden kulku kierron läpi vie aikaa.

Euroopan jokien laadussa ei ole tapahtunut yleistä paranemista vuoden 1990 jälkeen. Fosforipäästöjen väheneminen 40 - 60 prosenttia viiden vuoden aikana on tulosta teollisuuden toteuttamista toimista, jätevesien käsittelystä sekä fosfaatittomien pesuaineiden käytön lisääntymisestä kotitalouksissa. Siitä huolimatta jokien, järvien, altaiden sekä rannikko- ja merivesien rehevöitymisongelma on pysynyt sellaisena, kuin se on Dobris-arvioinnissa esitetty. Ravinnetaso on monilla alueilla liian korkea.

Monilla Euroopan merialueilla liikalastus on yhä runsasta, ja useat kalakannat ovat uhkaavasti heikentyneet, mikä jälleen korostaa Euroopan ympäristöohjelmassa todettua kiireellistä tarvetta edistää kestävä kalastusta.

### **maaperän laadullinen huononeminen**

Maaperän eroosio ja suolautuminen ovat edelleen vakava ongelma monilla alueilla, erityisesti Välimeren ympäristössä. Jonkin verran kehitystä on saavutettu maaperän suojelussa, joka on yksi Euroopan ympäristöohjelmassa erityishuomiota saavista kohteista. Monia saastuneita alueita on kunnostettava. Tällä hetkellä on tunnistettu 300 000 saastuneeksi epäiltyä maa-alueita, jotka sijaitsevat pääasiassa Länsi-Euroopassa ja erityisesti alueilla, joilla on pitkät raskaan teollisuuden perinteet.

Itä-Euroopassa, jossa on monia saastuneita sotilasalueita, tarvitaan entistä parempaa tietoa ongelman laajuuden selville saamiseksi.

### **kaupunkiympäristö**

Kaupunkiväestön määrä Euroopassa on kasvanut yhä, ja Euroopan kaupungeissa näkyy edelleen merkkejä ympäristön kuormittumisesta, josta ovat osoituksena huono ilmanlaatu, liiallinen melu, liikenneuhkat, vihialueiden häviäminen sekä historiallisten rakennusten ja muistomerkkien rappeutuminen.

Vaikka Dobris-arvioinnin jälkeen onkin tapahtunut jonkin verran parannusta (esimerkiksi kaupunki-ilman laadussa), monet, erityisesti liikenteestä aiheutuvat kuormittavat tekijät huonontavat yhä enemmän ihmisten elämänlaatua ja terveyttä. Yksi myönteinen kehityssuunta on ollut kaupunkien kasvava kiinnostus paikalliseen Agenda 21 -liikkeeseen. Yli 290 eurooppalaista kaupunkia on allekirjoittanut

## 21 Tiivistelmä

Euroopan kaupunkien ja kuntien kestäväan kehitykseen tähtäävän Aalborgin asiakirjan. Paikallisten Agenda 21 -ohjelmien ja -asiakirjojen toteuttamisesta sekä niiden tarjoamista merkittävistä parannuksista, jotka saavutetaan paikallisen yhteistoiminnan avulla, on tulossa nopeasti tärkein kehitystekijä kaupungeissa.

**Teknologiset riskit ja luonnonri**

Ihmisten jokapäiväisen toiminnan aiheuttaman jatkuvan kuormituksen lisäksi Euroopan ympäristöön vaikuttavat satunnaisesti suuret ympäristövahingot ja luonnonmullistukset. Tietoja tällaisista onnettomuuksista on tällä hetkellä saatavana ainoastaan joiltakin EU:n alueilta; vielä vähemmän tietoa on saatavissa KIE- ja NIS-maista. Ilmoitettujen tapausten perusteella ympäristövahinkojen lukumäärä toimintayksikköä kohden EU:ssa näyttäisi vähenevän.

Tulvien ja muiden ilmastosta johtuvien suuronnettomuuksien aiheuttamat tuhot lisääntyvät Euroopassa. Nämä tuhot johtuvat mahdollisesti ihmisten toiminnasta, kuten maisemaan kohdistuvista muutoksista (mukaan lukien maan peittyminen rakentamisen ja infrastruktuurin takia) samoin kuin äärimmäisten ilmasto-olojen kasvaneesta esiintymistiheydestä.

**ALAT**

Edellä esitetty arviointi osoittaa, että vaikka ympäristöön kohdistuvaa kuormitusta on joiltain osin vähennetty, se ei yleensä ole johtanut ympäristön tilan tai laadun paranemiseen Euroopassa. Tämä johtuu joissakin tapauksissa luonnollisista aikaviiveistä (sellaisissa prosesseissa kuin yläilmakehän otsonin vähenemisessä tai fosforipitoisuuksien kasvussa järvissä). Monissa tapauksissa toteutetut toimenpiteet ovat kuitenkin olleet liian vähäisiä ongelman laajuuteen ja monimutkaisuuteen nähden (esimerkiksi kesäajan savusumu tai torjunta-aineet pohjavesissä).

Euroopan ympäristötoimet ovat perinteisesti kohdistuneet saastelähteiden valvontaan sekä tiettyjen ympäristön osa-alueiden suojeluun. Vasta viime aikoina ovat nousseet etualalle ympäristönäkökohtien yhdistäminen muiden alojen politiikkaan ja kestäväan kehityksen edistäminen.

Liikenne, energia, teollisuus ja maatalous ovat avainasemassa olevia aloja, aiheuttajia, jotka vaikuttavat Euroopan ympäristöön. Ympäristötoimien kehitys ja niiden tehokas toteuttaminen on hyvin erilaista näillä aloilla. Toimet kattavat teollisuuden ja energia-alan kohtuullisen hyvin, mutta joihinkin osa-alueisiin (esimerkiksi energian hyötysuhde, uusiutuvat energialähteet) on yhä kiinnitettävä huomiota; maataloudessa kattavuus on muita aloja huonompi, ja siksi maatalous onkin erityisen tarkastelun alaisena. Liikenteen tilanne on yhä epätydyttävä.

**biologinen****onnettomuudet**

**Liikenne:** Maanteiden tavaraliikenne on lisääntynyt koko Euroopassa 54 prosenttia vuodesta 1980 (tonnikilometreinä mitattuna), maanteiden henkilöliikenne on lisääntynyt 46 prosenttia vuodesta 1985 (henkilökilometrit, ainoastaan EU:n osalta), ja lentomatrustajien määrä on kasvanut 67 prosenttia vuodesta 1985.

Eryteisesti liikenteen alalla ympäristötoimet eivät pysy kasvuvauhdin mukana. Ruuhka-, ilmansaaste- ja meluongelmat lisääntyvät. Viime aikoihin saakka liikenteen kasvu on nähty laajalti perustavanlaatuisena talouskasvun ja kehityksen osana: hallitukset ja EU:n komissio ovat ottaneet tehtäväkseen tarvittavien infrastruktuurien kehittämisen, kun taas ympäristöön kohdistuvissa toimissa on rajoitettu varmistamaan, että ajoneuvojen päästörajat ja polttoaineiden laatua parannetaan asteittain ja että ympäristövaikutuksia arvioidaan liikenneväylien suunnittelun yhteydessä.

Tämä raportti osoittaa, että näiden vähäisten tavoitteiden osalta

**ilmastonmuutos, happamoituminen, kesäajan savus**

**monimuotoisuus, kaupunkiongelmat, kemikaalit,**

## 22 Euroopan ympäristö

on tapahtunut jonkin verran kehitystä suurimmassa osassa Eurooppaa. Liikenteen ja liikenteen infrastruktuurien jatkuva kasvu on kuitenkin yleisesti ottaen lisännyt liikenteeseen liittyviä ympäristöongelmia, ja niitä kohtaan tunnetaan yhä suurempaa huolta. Tämä johtaa nyt entistä perusteellisempaan taloudellisen kehityksen ja liikenteen kasvun välisen yhteyden tarkasteluun.

Viime aikoina on yritetty hillitä liikenteen kysynnän kasvua, edistää julkisen liikenteen käyttöä ja tukea uusia liikenteen tarvetta vähentäviä asumis- ja tuotantomalleja. Kestävämpään liikennemalliin siirtyminen ei ole helppoa, sillä infrastruktuurin kehittämiseen liittyvien perinteisten lähestymistapojen taustalla on merkittäviä poliittisia voimia. Lisäksi julkinen liikenne menettää jalansijaa yksityiselle liikenteelle kaikkialla Euroopassa.

### **ilmastonmuutos, happamoituminen, kesäajan savusumu, rannikko- ja meriympäristö, kaupunkiongelmat**

**Energian** käyttö, joka on ilmastonmuutoksen sekä lukuisten ilmansaasteongelmien tärkein aiheuttaja, on pysynyt Länsi-Euroopassa jatkuvasti korkeana Dobris-arvioinnin jälkeen.

KIE- ja NIS-maissa energiankulutus on laskenut 23 prosenttia vuodesta 1990 taloudellisen rakennemuutoksen seurauksena, mutta sen oletetaan lisääntyvän uudelleen talouden elpymisen myötä. Tehokkuuden lisääminen energian tuotannossa ja käytössä on kestävämmän energiapolitiikan tärkeä edellytys.

Suhteellisen alhaiset energian hinnat eivät ole tarjonneet riittävää kannustinta energian hyötysuhteen parantamiseksi Länsi-Euroopassa. Tällä hetkellä energian hyötysuhde paranee noin yhden prosentin vuodessa, vaikka BKT kasvaa edelleen noin kahden-kolmen prosentin vuosivauhtia.

Energian hyötysuhteessa on edelleen huomattavasti parantamisen varaa Länsi-Euroopassa, erityisesti liikenteen ja kotitalouksien osalta. Kokemuksesta tiedetään kuitenkin, että fossiilisten polttoaineiden hintojen pysyessä alhaisina näiden parannusten saavuttamiseksi tarvitaan entistä voimakkaampia poliittisia toimenpiteitä.

Itä-Euroopan läheneminen länttä taloudellisessa mielessä saattaisi kääntää nykyisen kohti alhaisempaa energiankulutusta kulkevan suunnan, mikä johtaisi kasvihuonekaasujen ja muiden ilmaa pilaavien aineiden päästöjen kasvun jatkumiseen erityisesti teollisuudessa, liikenteessä ja kotitalouksissa. Todennäköisesti tarvitaan siis jälleen uusia toimenpiteitä energiantuotannon ja -kulutuksen tehokkuuden lisäämiseksi.

### **ilmastonmuutos, yläilmakehän otsoni, happamoituminen, kesäajan savusumu, kemikaalit, jätteet, vesi, rannikko- ja meriympäristö, kaupunkiongelmat, onnettomuudet**

**Teollisuus:** Teollisuuden suhteellinen osuus ilmastonmuutosta, happamoitumista, alailmakehän otsonia ja vesien pilaantumista koskeissa ongelmissa on pienentynyt Dobris-arvioinnin jälkeen.

Länsi-Euroopassa ympäristötavoitteet otetaan yhä enemmän huomioon teollisuuden päätöksenteossa, mikä johtaa teollisuuden ilmaan ja veteen kohdistuvien kokonaispäästöjen vähenemiseen. Tällainen huomioon ottaminen ei ole kuitenkaan yleistä Itä-Euroopassa, mikä korostaa tarvetta hyvin suunniteltuihin ja voimavaroiltaan riittäviin hallintorakenteisiin näissä maissa ympäristölainsäädännön täytäntöönpanemiseksi ja sen noudattamisen valvomiseksi sekä ympäristön huomioon ottamiseksi entistä laajemmin liiketoiminnassa. Teknistä hyppäyksellistä kehitystä voi tapahtua, kun merkittävä osa tuotantojärjestelmää uudistetaan.

Koko Euroopassa pienten ja keskisuurten yritysten vaikutukset ympäristöön ovat merkittäviä kuten myös niiden mahdollisuudet parannuksiin.

## 23 Tiivistelmä

Yleisesti ottaen näihin yrityksiin ei vielä kohdisteta tehokkaita ympäristöön liittyviä toimia.

**ilmastonmuutos, yläilmakehän otsoni, happamoituminen, kemikaalit, biologinen monimuotoisuus, jätteet, vesi, rannikko- ja meriympäristö, maaperä**

**Maatalous:** Euroopan maatalouspolitiikka suuntautui aikaisemmin yleensä elintarviketuotannon maksimointiin ja tilojen toimeentulon turvaamiseen. Vasta viime aikoina siinä on alettu kiinnittää enemmän huomiota ympäristövaatimuksiin sekä kestävämmän maatalouden tarpeeseen. Raportti osoittaa kuitenkin, että tehtävää on vielä paljon.

Länsi-Euroopassa sadot ovat edelleen kasvaneet viimeisten viiden vuoden aikana viljelymenetelmien kehityksen seurauksena. Kuormittavien aineiden, kuten epäorgaanisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö (vaikuttavien aineiden painoyksikköinä mitattuna) on tasaantunut (vaikka, kuten edellä mainittiin, tämä ei johda pohjaveden laadun välittömään paranemiseen), mutta vedenkäyttö on edelleen lisääntynyt.

Karjantuotannon, lannan ja pelkistyneiden tyyppiyhdisteiden päästöjen lisääntymisen myötä rehevöitymisestä on tullut Luoteis-Euroopassa suuri ongelma. Rehevöitymisen merkitys kasvaa myös Etelä-Euroopassa. Tehomaatalouden ja uusien asuinalueiden aiheuttama kuormitus kohdistuu monin paikoin luontotyyppeihin ja biologiseen monimuotoisuuteen.

Yksittäiset maat ovat ryhtyneet tukemaan ympäristön entistä enemmän huomioon ottavaa maataloutta, mutta ympäristönäkökohdat ovat yhä vain pieni osa Euroopan unionin yhteistä maatalouspolitiikkaa (CAP). GATT- ja CAP-uudistusten toteuttaminen voi johtaa maataloustuotannon lisäjärkeistämiseen ja erikoistumiseen sekä vähäarvoisimmista maa-alueista luopumiseen. Maankäytöstä luopumisen ja sen biologiseen monimuotoisuuteen kohdistuvien vaikutusten välillä ei kuitenkaan ole yksinkertaista riippuvuussuhdetta.

Itä-Euroopassa maatalouden rakennemuutos, uudenaikaistaminen ja monipuolistaminen ovat edelleen ensisijaisia tavoitteita. Epävarman ja monimutkaisen tilanteen vuoksi on kuitenkin vaikeata tehdä kokonaisarviota tämän kehityksen vaikutuksista.

Kaiken kaikkiaan kestävien ympäristön kuormitustasojen ja kestävä luonnonvarojen käytön saavuttaminen vaatii todennäköisesti merkittävää teknologista kehitystä sekä laajaa siirtymistä vähemmän luonnonvaroja kuluttavaan ja ympäristölle vähemmän haitalliseen toimintaan.

Vaikka kansallisella tasolla on edistytty jonkin verran toimintalinjojen kehittämisessä siten, että ympäristövaatimukset liitetään päätöksentekoon (kuten ympäristöä koskevat toimintasuunnitelmat tai vaatimukset strategisten ympäristöarviointien tekemisestä), niiden toteuttamiseen koko Euroopan tasolla on vielä pitkä matka. Tuotannon ja kulutuksen kasvun ympäristölle aiheuttamat vaikutukset kumoamaan riittävien parannusten toteuttamisala on huomattavan laaja erityisesti KIE- ja NIS-maissa. Näissä maissa talouden rakennemuutokset ja tekniset uudistukset mahdollistavat sen, että eräät Länsi-Euroopassa käytössä olleet epätaloudelliset tekniikan menetelmät voidaan välttää.

## 1. Taloudellinen kehitys

### Tärkeimmät havainnot

**Länsi-Euroopassa talouskasvu jatkuu kohtalaisena. Kaupan vapauttaminen hyödyttää Euroopan talouselämää, ja yksityinen kokonaiskulutus kasvaa väestönmuutosten (väestönkasvun, talouksien määrän lisääntymisen) ja tulojen kasvun seurauksena. Lisätulot kulutetaan etupäässä matkailuun, liikenteeseen ja ylläpysytavaroihin. Yhtenäismarkkinat edistävät talouskasvua, teollisen toiminnan keskittymistä, kaupungistumista ja kansainvälistymistä. Näiden seurauksena liikenne puolestaan kasvaa nopeammin kuin itse talous.**

**Useimmat siirtymävaiheessa olevat maat toipuvat selvästi 1990-luvun alun mullistuksista. palveluala ja kevyt teollisuus toipuvat ensimmäisinä. Voimme odottaa dramaattisia muutoksia maatalouden ja mahdollisesti raskaan teollisuuden edelleen vapauttamisen seurauksena. Teollisuuden kasvun odotetaan jatkuvan.**

#### 1.1. Johdanto

Eurooppa muuttuu nopeasti. Maiden välinen kauppa kasvaa yhä vapaampien ja yhä laajenevien yhtenäismarkkinoiden puitteissa. Maataloustuotantoa järjestetään uudelleen. Toisin kuin 1970-luvun lopulla energian hinnat eivät ole riittävän korkeat, jotta ne kannustaisivat voimakkaasti energian taloudelliseen käyttöön, ja pitkän aikavälin suuntaus on yhä laskeva raakaöljyn laskevien reaalihintojen ja yksityistämisen kannustaman energiantuotannon lisääntyneen tehokkuuden vuoksi. Uudet nopeat liikennemuodot kuljettavat ihmisiä ja tavaroita halki Euroopan. Tietotekniikka laajenee yhä kasvavalla vauhdilla; elämme "maailmanlaajuisessa kylässä".

Nämä ovat joitakin tärkeimmistä tekijöistä, jotka aiheuttavat paineita Euroopan ympäristölle. Jotkin muutokset kuten siirtyminen lentokoneista nopeisiin juniin keskipitkillä matkoilla saattavat olla hyödyllisiä; toiset kuten autojen lisääntyneen käyttö ovat todennäköisemmin haitallisia. Ovatko Euroopan ympäristöpolitiikan toimintalinjat riittäviä katkaisemaan talouskasvun ja ympäristöpaineiden välisen yhteyden? Käyttävätkö markkinatalouteen siirtymässä olevat maat hyväkseen mahdollisuudet ympäristön parantamiseen? Keski- ja Itä-Euroopan ympäristötoimintaohjelma (EAP) (Maailmanpankki, 1994) sisältää useita taloudellisia ja ympäristöön liittyviä odotuksia (katso laatikko 1.1). Toteutuvatko ne?

Tässä tilannetta kartoittavassa luvussa hahmotellaan joidenkin näistä pääasiassa taloudellisista tekijöistä joidenkin kehitystä, ja siinä tarkastellaan Dobris-arvioinnin jälkeen tapahtuneita muutoksia.

Luvussa kuvataan tuotannon ja kulutuksen yleisiä muutoksia ympäristönmuutosten taustatekijöinä ja keskitytään etupäässä teollisuuteen alana, joka on eniten vastuussa monista erilaisista päästöistä ja jätteistä, ja matkailuun kasvavia ympäristöhuolia aiheuttavana alana. Joidenkin muiden alojen kehitystä käsitellään tarkemmin myöhemmissä luvuissa, erityisesti energia-alaa (2 luku, 2.5 jakso), liikennettä (4 luku, 4.6 jakso), kemianteollisuutta (6 luku, 6.2 jakso) ja maataloutta (8 luku, 8.3 jakso).

#### 1.2. Kansantalouden kehitys

##### Länsi-Eurooppa

EU:n talous toipuu 1990-luvun alun lamasta. Talouskasvu on tällä hetkellä maltillista (reaali-BKT kasvoi 2,5 prosenttia vuonna 1995 (OECD, 1996)). Yksi kasvua määrittäneistä tekijöistä on ollut yhteismarkkinat. Arvioidaan, että ilman yhteismarkkinaohjelmaa EU:n kokonaistuotanto olisi ollut yhden prosentin alhaisempi (Buchan, 1996). Tärkeä nykyinen EU:n kansantalouksien kehitystä edistävä tekijä on valmistautuminen Euroopan rahaliittoon. Pyrkimään vähentämään valtion velkaa ja budjettivajetta vaadituille tasoille maiden on pakko vähentää menojaan enemmän kuin ne muutoin olisivat tehneet. Tämä voi olla tuskallista, kuten esimerkiksi Saksassa on koettu.

Myönteinen taloudellinen tekijä on, että inflaatio on

**Laatikko 1.1: Keski- ja Itä-Euroopan ympäristötoimintaohjelma (EAP)**

EAP (Maailmanpankki, 1994), jolla pyritään auttamaan KIE-maiden hallituksia vastaamaan ympäristöongelmiinsa, hyväksyttiin Luzernin ministerikokouksessa huhtikuussa 1993. Tuolloin EAP:ssa todettiin, että tärkeimmät edistysaskeleet olisivat:

"Toiminnan väheneminen KIE-maissa on aiheuttanut päästöjen huomattavaa vähenemistä. Markkinoita uudistamalla olisi tehtävä mahdolliseksi ylläpitää näitä ympäristöparannuksia edistämällä siirtymistä vähemmän voimavaravaltaisiin ja puhtaampiin toimintoihin ja tekniikoihin."

"Kun yritysten on vastattava todellisista pääoman kokonaiskustannuksista, pääpaino siirtyy raskaan teollisuuden tuotteita käyttävistä suurista pääomainvestoinneista kohti jatkuvaa prosessia, jossa uusitaan nykyisiä pääomalaitteita ja sovelletaan uutta teknologiaa. Tämän seurauksena yksikköä kohti tuotetut keskimääräiset saastemäärät vähenevät."

"Yleisesti ottaen talouden muutos vaikuttaa todennäköisesti KIE-maiden talouksien muutokseen kahdella tavalla. Ensiksikin rakennemuutokset vähentävät ympäristöön kohdistuvia vaatimuksia. Näihin muutoksiin kannustavat energiatukien poistaminen ja energian asianmukainen hinnoittelu sekä yksityistäminen. Toiseksi kasvun elpymässä syntyy uusia ympäristöpaineita. Tärkeimmät rakenteelliset vaikutukset ympäristönäkymiin lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä ovat:

- raskaan teollisuuden tuotanto (suhteessa kansantuloon) alenee pysyvästi;
- teollisen tuotannon kasvu laahaa kaukana talouden kokonaiskasvun jäljessä; ilmansaasteita aiheuttavista toimista siirrytään vesien saastumista aiheuttaviin toimiin;
- yksityisen liikenteen ja pakkausteollisuuden kasvu aiheuttaa kaupungeille uusia ongelmia niiden pyrkiessä selviytymään liikennesaasteista ja yhdyskuntajätteistä;
- yksinkertaiset muutokset tuotannon organisoinnissa antavat yrityksille mahdollisuuden vähentää voimavarojen, työvoiman ja pääoman tuhlausta; suurten laitosten tarkastuksissa KIE-maissa on yksilöity erittäin paljon (usein hyvin) tuottavia mahdollisuuksia vähentää panosten häviöitä tai ottaa talteen arvokkaita raaka-aineita jätevirroista;
- vanhojen laitosten ja laitteiden uusiminen uudella pääomateknologialla antaa mahdollisuuden ympäristön "ilmaiseen lounaaseen". Puhtaampaa teknologiaa käytetään jo pelkästään taloudellisista syistä esimerkiksi tekstiili-, paperi-, kemikaali- ja metalliteollisuudessa."

alhaisimmillaan sitten 1960-luvun. Korot ovat alhaiset ja valuuttamarkkinat melko vakaat. Työttömyys on kuitenkin yhä korkea. Vuosina 1990 - 95 työttömyys kasvoi Länsi-Euroopassa 7,8 prosentista 10,2 prosenttiin (YK/ECE, 1996). Julkinen vaje on myös korkea. Työvoiman heikko kysyntä yhdessä valtion budjetin tasapainottamisen vuoksi tarpeellisen sosiaaliturvajärjestelmien uudelleenjärjestelyn kanssa on johtanut siihen, että käytettävissä olevat tulot ovat kasvaneet vain vähän, jos lainkaan. Tämän aiheuttama kulutuksen vakautuminen (katso kuvio 1.6) voisi olla hyödyllistä ympäristöpaineiden kannalta.

**KIE- ja NIS-maat**

Itä-Euroopan entiset suunnitelmatalousmaat alkavat toipua vuoden 1990 paikkeilla tapahtuneesta talouden romahtamisesta. Useimpien maiden talous kasvaa keskimäärin jopa viisi prosenttia vuodessa, mutta maiden välillä on suuria eroja. Tämä kasvu on aiheutunut kaupan ja hintojen vapauttamisesta, monopolien purkamisesta sekä verotus-, oikeus- ja rahoitusjärjestelmien uudistamisesta (Maailmanpankki, 1996a, EBRD, 1996 ja 1997). Kansainvälinen kauppa ymmärretään tärkeäksi talouskasvun moottoriksi. KIE-maat, jotka ovat laajentaneet kauppansa lännen kanssa, ovat hyötynneet tästä kasvupotentiaalista enemmän kuin Uudet itsenäiset valtiot (NIS), jotka yhä käyvät suurelta osin kauppaa keskenään (USAID et al., tulossa).

Yksi talouspolitiikan tärkeä tavoite on inflaation saaminen yhtä alhaiselle tasolle kuin se on EU:ssa. Koska tuonti on tärkeitä talouden jälleenrakennuksessa ja kilpailukykyyn luomisessa, monien maiden on tultava toimeen kauppavajeiden kanssa. Kansalliset investoinnit ovat edelleen alhaiset, mutta ne kasvavat. Koska kulutuksen painopiste on ollut talouden jälleenrakennuksessa ja rakenneuudistuksessa, henkilökohtainen kulutus on pidetty alhaisena. Suurten yhteiskunnallisten ongelmien välttämiseksi monia hyödykkeitä, erityisesti alkutuotteita mukaan lukien kaikki polttoaineet, tuetaan yhä voimakkaasti tai niitä verotetaan hyvin vähän.



Joitakin maatalouden ja teollisuuden aloja, kuten monet raskaan teollisuuden alat, tuetaan yhä voimakkaasti kansantalouden suojelemiseksi. Valtionyhtiöiden yksityistäminen on vielä pahasti kesken, ja teollisuuden rakenteissa on yhä merkkejä vanhoista järjestelmistä. Useissa maissa markkinavoimat toimivat vain rajoitetusti, joten vakaa ja tasapainoinen talouskasvu estyy yhä jossain määrin. Herkässä siirtymävaiheessa työllisyys on yksi tärkeimmistä uhanalaisista tekijöistä. Työttömyysluvut vaihtelevat osittain siksi, että siirtymävaihe kehittyy eri tavoin eri maissa. Maissa, joissa siirtymävaihe on käynnissä, työttömyys on useimmissa tapauksissa laskenut vuodesta 1993 lähtien ja on nyt noin kymmenen prosenttia, joskin joissakin maissa se on

## 26 Euroopan ympäristö

paljon alhaisempi (esim. kolme prosenttia Tšekin tasavallassa maaliskuussa 1997).

Laatikko 1.2 sisältää yhteenvedon BKT:n viimeaikaisesta kehityksestä Euroopassa. BKT ei kuitenkaan ole hyvinvoinnin indikaattori; sen suurimmat puutteet hyvinvoinnin indikaattorina on tiivistetty laatikossa 1.3.

### 1.3. Tuotanto

#### 1.3.1. *Talouden pääalat*

##### Länsi-Eurooppa

Taloutta on yleensä ensin hallinnut maatalous, sen jälkeen teollisuus ja sitten yhä enemmän palveluala. Kaikissa Länsi-Euroopan maissa palveluala kehittyi tällä hetkellä suhteellisen nopeasti (kuvio 1.2). Ensi näkemältä lähinnä palvelualan aiheuttaman BKT:n kasvun odottaisi johtavan alhaisempiin ympäristöpaineisiin kuin teollisuuden aiheuttaman samanlaisen kasvun. Tästä palveluihin siirtymisestä aiheutuva ympäristöpaineiden odotettu nettovähenneminen saattaa kuitenkin olla vähäisempää kuin taloudelliset indikaattorit antavat aiheen olettaa. Palveluihin kuuluvat liikenne, matkailu ja muita toimintoja, jotka saattavat aiheuttaa merkittäviä ympäristöpaineita, ja palvelutalouteen saattaa liittyä maatalous- ja teollisuustuotteiden tuonnin lisääntymistä -

#### **Laatikko 1.2: BKT:n kehitys Euroopassa**

Länsi-Eurooppa. Länsi-Euroopan bruttokansantuote (BKT) kasvoi keskimäärin kaksi prosenttia vuodessa vuosina 1990 - 1995. Dobris-arvioinnissa odotettua kasvun hidastumista ei ole tapahtunut: sen jälkeen kun BKT tilapäisesti laski vuosina 1992 ja 1993 (-0,5 prosenttia EU:ssa vuonna 1993), kasvu nousi 2,9 prosenttiin vuonna 1994 ja noin kahteen prosenttiin vuonna 1995. Vuosina 1990 - 95 kaikki Länsi-Euroopan kansantaloudet kasvoivat (Irlannin yli 30 prosenttia). Ainoa poikkeus oli Suomi, jossa laskua oli 2,7 prosenttia. Kasvun ennustetaan lisääntyvän EU:ssa 2,7 prosenttia vuodessa vuosina 1997 - 98 (OECD, 1996).

KIE/NIS. Talouskasvu on melko korkeaa Albaniassa, Armeniassa, Puolassa, Slovakian tasavallassa, Sloveniassa, Tšekin tasavallassa ja Unkarissa. Kasvu alkoi äskettäin uudelleen, Georgiassa, Kroatiaassa, Latviassa, Liettuassa ja Virossa. Joissakin maissa tuotanto laskee yhä: Bulgaria, Ukraina ja Venäjän federaatio.

#### **Kuvio 1.1. BKT henkeä kohti, 1986 - 94**

Huomautukset: BKT esitetään maaryhmittäin, joissa BKT henkeä kohti oli erilainen vuonna 1994: 1) korkein BKT henkeä kohti (Länsi-Eurooppa); 2) korkein BKT henkeä kohti KIE-maissa (Kroatia, Puola, Slovakian tasavalta, Slovenia, Tšekin tasavalta, Turkki ja Unkari, Koska BKT henkeä kohti laski Turkissa vuonna 1994, käyrä ei osoita tämän ryhmän muiden maiden suhteellisen suurta kasvua; 3) keskitason BKT henkeä kohti KIE-maissa ja NIS-maissa (Bosnia ja Hertsegovina, Bulgaria, Jugoslavian liittotasavalta, entinen Jugoslavian tasavalta Makedonia, Latvia, Liettua, Romania, Venäjän federaatio ja Viro,); 4) alhaisin BKT henkeä kohti KIE-maissa ja NIS-maissa (Albania, Armenia, Azerbaidzan, Georgia, Ukraina, Valko-Venäjä)

Lähteet: YK, OECD, EBRD.

Tuhat US\$ henkeä kohti

Länsi-Eurooppa

Itä-Eurooppa - korkea BKT/henki

Itä-Eurooppa - keskikorkea BKT/henki

Itä-Eurooppa - alhainen BKT/henki

**Laatikko 1.3: BKT ei ole hyvinvoinnin indikaattori**

Vaikka BKT:tä käytetään yleisesti taloudellisen kehityksen indikaattorina, sillä mitataan pohjimmiltaan tavaroiden ja palvelujen tuotantoa. Raportissa Rooman klubille (Dieren, 1995) käsiteltiin BKT:n suurimpia puutteita hyvinvoinnin mittarina:

- ei-rahallista tuotantoa kuten vapaaehtoista työtä tai palkatonta kotitaloustyötä ei oteta huomioon;
- inhimillisen, yhteiskunnallisen ja organisatorisen pääoman muutoksia ei oteta huomioon;
- BKT:ssä ei oteta huomioon luonnonvarojen niukkuuden lisääntymistä, mikä voi olla vakava kestävän taloudellisen tuotannon uhka;
- ympäristön laadun vaikutukset ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin otetaan vain rajoitetusti huomioon;
- ympäristönsuojelun julkiset menot otetaan huomioon BKT:n lisäyksenä eikä yhteiskunnallisina ympäristön laadun ylläpitokuluina.

Viime vuosina on esiintynyt useita kansallisia ja kansainvälisiä aloitteita, joilla on pyritty kehittämään vaihtoehtoisia indikaattoreita, jossa otettaisiin huomioon nämä puutteet. Voidaan erottaa kaksi yleistä lähestymistapaa. Ensimmäisessä pyritään kehittämään vaihtoehtoinen makroindikaattori ('vihreä' BKT, kestävä kansallinen tulo, kestävä taloudellisen hyvinvoinnin indeksi (Index of Sustainable Economic Welfare). Näitä koskevia menetelmiä ei kuitenkaan ole vielä läheskään hyväksytty, eivätkä ne ole sovellettavissa Euroopan laajuisesti. Toisella lähestymistavalla pyritään kehittämään johdonmukainen kehys, jossa BKT:tä täydennetään useissa indikaattoreilla, jotka antavat tietoja asioista, joita ei ole lainkaan tai jotka on riittämättömästi otettu huomioon BKT:tä laskettaessa.

maailman muista osista, mikä lisää ympäristöpaineita muualla. Lisääntynyt maailmanlaajuinen kilpailu ei ole aiheuttanut minkään tärkeiden perinteisten teollisuudenalojen täydellistä katoamista EU:sta, mutta sen vaikutukset tuntuvat tietyillä aloilla kuten vaatetusteollisuudessa ja laivanrakennuksessa (ERECO, 1994a). Tuotannon siirtyminen Euroopan ulkopuolisiin maihin johtaa luonnollisesti myös vastaavien ympäristöpaineiden siirtymiseen. Maatalouden osalta Eurooppa on yhä edelleen suurimmaksi osaksi joko omavarainen tai sellaisilla aloilla kuten meijeri- ja lihatuotteet nettoviejä (Alexandratos, 1995). Ei ole mitään merkkejä siitä, että maatalouden kokonaistuotanto Länsi-Euroopassa sitä vastaavine ympäristöpaineineen joko lisääntyisi tai vähenisi.

**KIE ja NIS**

Monissa siirtymävaiheen maissa on vielä maatalouden ja teollisuuden hallitsema talous. Tällä hetkellä palveluala, erityisesti liikenne ja matkailu, kehittyvät nopeimmin kuten Länsi-Euroopassa (katso kuvio 1.2). Esimerkiksi Puolassa palvelualan osuus kasvoi 35 prosentista BKT:stä 53 prosenttiin seitsemän vuoden aikana vuoteen 1996 mennessä, kun sitä vastoin maatalouden osuus laski 13 prosentista kahdeksaan prosenttiin (Anon., 1997). Teollisuuden alat toipuvat osittain. Yksi tärkeä siirtymäkauden tekijä on kaupan lisääntyminen lännen kanssa, mitä on jo tapahtunut. Se lisääntyy vielä paljon erityisesti maissa, jotka pyrkivät EU:n jäseniksi. Laatikossa 1.4 on tiivistetty kaupan vapauttamisen tärkeimmät ympäristöseuraukset.

Maataloustuotanto laski merkittävästi useimmissa siirtymävaiheen maissa, ja elpyminen on hädin tuskin alkanut (Nichols, 1997). Puolalla ja Romaniassa on erityisongelmia, jotka johtuvat useimpien maatalousyritysten pienestä koosta. Useimmat siirtymävaiheen maat ovat jokin aika sitten nostaneet tuontitullejaan suojellakseen suurta maatalouden työväestöään. Nämä esteet on poistettava EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (CAP) vaatimusten täyttämiseksi, millä saattaa olla suunnattomia vaikutuksia näiden maiden maaseudulle.

**Kuvio 1.2 BKT:n rakenne, 1985 - 95**

Länsi-Eurooppa

- palvelut
- teollisuus
- maatalous

KIE + NIS

- palvelut
- teollisuus
- maatalous

<p><b>Laatikko 1.4: Kaupan vapauttamisen ympäristövaikutukset</b></p> <p>Kaupan vapauttamisen ympäristövaikutuksia Euroopassa on käsitelty kahdessa viimeaikaisessa tutkimuksessa (Oosterhuis &amp; Kuik, 1997 ja OECD, 1997a). Tärkeimmät johtopäätökset ovat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eri maiden väliset ympäristönormien erot eivät vaikuta merkittävästi yhtiöiden laajenemisstrategioihin, mutta pelko siitä, että kilpailukyky voisi kärsiä, ellei ympäristönormeja lievennetä, on omiaan vähentämään ympäristöpolitiikan aggressiivisuutta;</li> <li>• yleismaailmallistuminen vähentää hallitusten kykyä vaikuttaa yksipuolisesti ympäristökäyttäytymiseen omilla maissaan (esimerkiksi ympäristöverojen avulla). Monenvälisiin järjestelyihin kohdistuva paine kasvaa kuitenkin - kansainväliset liikeyritykset ovat valmiimpia toteuttamaan ympäristötoimenpiteitä, jos niille annetaan oikeat (kansainväliset) kannustimet;</li> <li>• saastuttavien tuotteiden ja aineiden tuonti Itä-Euroopasta Länsi-Eurooppaan on tuskin suuri ongelma; eivät myöskään tuotantolaitosten ympäristöpaineet. Molemmissa tapauksissa vaaditaan EU:n normien noudattamista (siirtymäkauden jälkeen);</li> <li>• Itä-Euroopan maatalous muuttuu luultavasti ympäristön kannalta haitallisemmaksi ja maisema-arvoja menetetään, kuten Länsi-Euroopassa on tapahtunut;</li> <li>• liikenteen kasvu on väistämätöntä, mikä luultavasti johtaa uuden infrastruktuurin rakentamiseen;</li> <li>• ongelmajätteiden laitton vienti voi muodostua ongelmaksi;</li> <li>• vapauttamisen odotetaan lisäävän talouskasvua, mistä on ristiriitaisia ympäristöseurauksia. Asianmukaista ympäristöpolitiikkaa toteutettaessa tämä kasvu voisi hyödyttää ympäristöä. Toisaalta ympäristön kannalta haitallisten tuotteiden kokonaistuotanto ja -kulutus voisivat kasvaa huolimatta voimakkaammista toimenpiteistä voimavarojen voimaperäisen käytön vähentämiseksi.</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Markkinatalouden avautumisen odotetaan johtavan suuriin maiseman muutoksiin Itä-Euroopassa. Puolaa ja Sloveniaa lukuun ottamatta maalaismaisemaa hallitsivat suuret valtion maatilat ja osuustoimintatilat. Alueellisista eroista huolimatta tilat olivat suuria verrattuna yksityisellä maalla oleviin tiloihin, ja ne olivat usein kooltaan 1 000 - 3 000 ha. Muutoksen jälkeen kaikissa maissa aloitettiin yksityistämishjelmat, joiden seurauksena tilojen koko on yleisesti korkeintaan 30 - 50 ha (katso kuvio 8.7).

Nämä muutokset vaikuttavat todennäköisesti tilojen raaka-ainetasapainoon. Vaikka tuotannontekijöiden kuten lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttöä tällä hetkellä rajoittavatkin rahoitukselliset tekijät,

**Kuvio 1.3 Tuotantoteollisuuden tuotanto, 1980-95**

indeksi (1980=0)

- OECD-Eurooppa
- Baltian maat
- Itä-Eurooppa

Huomautus: perustuu indeksiin 1980 = 100

Lähde: OECD, Maailmanpankki

voimaperäisempien viljelymenetelmien uskotaan leviävän. Toisaalta vaikuttaa siltä, että jotkut maanviljelijät käyttävät hyväkseen mahdollisuuksia kehittää luomuviljelyjärjestelmiä tyydyttääkseen eräiden Länsi-Euroopan maiden kasvavan kysynnän. Maiden liittyminen EU:hun edistää edelleen tätä kehitystä.

**1.3.2. Tuotantoteollisuus**

Länsi-Eurooppa

Euroopan tuotantoteollisuuden tuotannon yleinen kehitys on yhä nouseva, mutta kasvu keskittyy alueille, joilla on perinteisesti ollut teollista toimintaa, eri teollisuuksien välistä synergiaa ja suotuisat etäisyydet voimavaroihin ja markkinoille (EY:n aluepolitiikat, 1994; ERECO, 1994a). Kasvun keskittymistä ennestään teollisille alueille edistävät edelleen kasvavien yhteismarkkinoiden ja liikenteen lisääntyneen tehokkuuden tuomat mittakaavaedut.

Nämä alueet liittyvät pikemminkin suuriin kaupunkikeskuksiin kuin maihin. EU:n teollisuuskaupungit, jotka todennäköisesti kasvavat edelleen taloudellisesti, ovat Lyon, Milano, München, Stuttgart, Bordeaux, Barcelona, Strasbourg ja Berliini. Monissa tapauksissa kehitystä rajoittavat kuitenkin liikenteen ruuhkautumiseen ja saastumiseen liittyvät ongelmat (ERECO, 1994b).

KIE ja NIS

Useimmissa siirtymävaiheen maissa elpymistä on havaittavissa etupäässä kevyessä tuotantoteollisuudessa. Vanhojen energiavaltaiten, saastuttavien raskaiden teollisuudenalojen merkitys vähenee. Monet näistä

## 29 Taloudellinen kehitys

tuotantolaitoksista toimivat yhä, mutta ne saattavat osoittautua kilpailukyvyttömiksi markkinoiden vapautuessa edelleen. Sielläkin, missä laitokset ovat yhä kilpailukykyisiä, niissä käytetään useimmiten tekniikan ja ympäristön kannalta vanhentunutta teknologiaa. Teollinen elpyminen edellyttää olemassa olevien tehtaiden uudistamista tai niiden toiminnan parantamista taikka uusien tehtaiden perustamista. Ulkomaisten sijoitusten seurauksena on tavallista, että ympäristöseikkoihin kiinnitetään riittävästi huomiota vastuusriskien välttämiseksi (Klavens & Zamparutti, 1995).

Tuotantoteollisuuden yleinen kehitys OECD:hen kuuluvissa Euroopan maissa, 12:ssa Itä-Euroopan maassa lukuun ottamatta Baltian maita ja vain Baltian maissa on esitetty kuviossa 1.3. Suuntauksia eräillä ympäristön kannalta erityisen tärkeillä aloilla, joita ovat tutkineet ERECO (1994a) ja Euroopan komissio (1997), ovat muun muassa seuraavat:

- Paperin ja sellun tuotanto hidastui vuonna 1993, mutta se on nyt nopeata. Tuotanto on keskittynyt suuriin tehtaisiin Länsi-Euroopassa, ja päästöt tuotettua tonnia kohti ovat pienentyneet päästöjen valvonnan tehostuttua. Uusiopaperin osuus kasvoi 1990-luvun alussa, erityisesti Tanskassa, Kreikassa ja Alankomaissa.
- EU:n kemian teollisuus kasvaa nopeasti (katso kuvio 6.1). Länsi- ja Itä-Euroopan välillä vallitsee kova kilpailu kemian perustuotteiden kuten lannoitteiden tuotannossa, ja Itä-Eurooppa on kuronut eroa kiinni Dobris-arvioinnin jälkeen. Päästöt ja energian käyttö tuotettua tonnia kohti ovat vähentyneet.
- Alumiiniteollisuudessa vallitsee kova kilpailu Länsi-Euroopan ja Itä-Euroopan, erityisesti Venäjän välillä. Tuotanto laskee EU:ssa, mutta kasvaa KIE- ja NIS-maissa. Vuonna 2000 odotetaan, että 40 prosenttia Länsi-Euroopan tuotannosta käyttää raaka-aineena alumiinijätettä bauksiitin asemesta, ja sen osuus kasvaa noin 60 prosenttiin pitkällä aikavälillä (Gielen & van Dril, 1997).
- Raudan ja teräksen tuotanto laski EU:ssa vuosina 1990 - 1993, lisääntyi vuonna 1994, ja sen odotetaan kasvavan noin kaksi prosenttia vuodessa vuoteen 1998 asti. Tuotteiden paremman tason odotetaan yleisesti antavan nykyaikaisille länsi- ja keski-eurooppalaisille yrityksille ratkaisevan kilpailuedun verrattuna entisen Neuvostoliiton vanhoihin tehtaisiin.
- Sähköllä tapahtuva teräksen tuotanto Keski- ja Länsi-Euroopassa valtaa nopeasti yhä suuremman osuuden teräksen kokonaistuotannosta (Gielen & van Dril, 1997), ja odotetaan, että olemassa olevat terästehtaat korvataan asteittain sähköllä toimivilla tehtailla. Tämä suuntaus sai alkunsa siitä, että raaka-aineen (romun) hinta oli halvempi kuin rautamalmin, mutta investoinnit tähän prosessiin jatkuvat yhä. Syyt tähän ovat: tuotantoyksiköt ovat pienempiä ja joustavampia, romun saatavuus paranee, sähkön avulla tuotetun teräksen markkinat ovat kasvaneet merkittävästi tuotteiden laadun parannuttua - se on nykyisin lähes sama kuin masuuneista saatava laatu - ja, mikä on tämän raportin yhteydessä tärkeintä, ympäristöseuraukset (erityisesti CO<sub>2</sub>-päästöt) ovat vähäisemmät kuin masuuneista.

### 1.3.3. Ekoteollisuus

Ympäristönsuojelun ja ympäristön elvyttämisen tarpeiden entistä parempi ymmärtäminen on johtanut käytännöllisesti katsoen uuden teollisuudenalan, niin kutsutun ekoteollisuuden kehittymiseen. Siihen sisältyy laitteiden kehittäminen ja markkinointi ilmansaasteiden valvontaa, jätevesien käsittelyä, jätehuoltoa, saastuneen maan puhdistamista sekä melun ja värinän valvontaa varten sekä tutkimus- ja kehitystyö, ympäristön seuranta ja ympäristöä koskevat konsulttipalvelut.

EU:ssa ekoteollisuus tuotti noin 41,7 miljardia US\$ lisäarvoa vuonna 1994 (noin 0,5 prosenttia BKT:stä), mikä jakautui suunnilleen tasaisesti jäsenvaltioiden välille (Ecotec et al., 1997). Käytettävissä ei ole tietoja muilta vuosilta kuin 1994 eikä EU:n ulkopuolisista maista. Ekoteollisuuden reaalikasvun oletetaan ylittävän muun talouden kasvun seuraavien viiden vuoden aikana. Syitä tähän ovat nousevat Itä-Euroopan nousevat markkinat ja EU:n ympäristöpolitiikan jatkuva kehittyminen, joka on aikanaan toteutettava EU:n jäsenyyttä hakeneissa maissa.

Jokin aika sitten suoritettussa tutkimuksessa todettiin, että joissakin siirtymävaiheen maissa, erityisesti niissä, jotka ovat tarmokkaasti käyneet ympäristöongelmiensa kimppuun (kuten Puola ja Tšekin tasavalta), ympäristöön liittyvä

liiketoiminta on kasvanut nopeasti, kun sitä vastoin KIE-maiden ja NIS-maiden kyvyt tarjota tarvittavia ympäristöhyödykkeitä ja -palveluja ovat yhä hyvin rajalliset (USAID et al., tulossa). OECD:n tulevassa tutkimuksessa arvioidaan, että vuonna 1995 ympäristöhyödykkeiden ja -palvelujen markkinat olivat noin

**Kuvio 1.4 Eurooppaan saapuvat kansainväliset matkailijat, 1980 - 96**  
miljoonaa matkailijaa

Lähde: Maailman matkailujärjestö (WTO)

viisi miljardia US\$ KIE-maissa (mukaan lukien Baltian maat ja Venäjä mutta lukuun ottamatta muita NIS-maita).

**1.3.4. Matkailu**

Huolet matkailun, kaikkialla Euroopassa nopeasti kasvavan alan ympäristöseurauksista lisääntyvät. Vain Eurooppaa koskevat tiedot ovat vähäisiä, mutta Maailman matkailujärjestö (WTO) on kirjannut yli 600 miljoonaa rajojen ylitse tapahtuvaa matkailu- ja liikematkaa (joihin sisältyy vähintään yksi yöpyminen) vuodessa koko maailmassa. Lisäksi arvioidaan, että maiden kansallisten rajojen sisällä tehdään vähintään kaksi miljardia matkaa vuodessa. Noin puolet tästä kokonaisuudesta koskee Eurooppaa, suurin osa siitä Välimeren maita ja alppimaita.

**Kuvio 1.5 Saapuvat kansainväliset matkailijat maittain, 1996**

muut  
Ranska  
Espanja  
Italia  
Yhdistynyt kuningaskunta  
Unkari  
Puola  
Itävalta  
Tšekin tasavalta  
Saksa  
Venäjän federaatio  
Sveitsi  
Portugali  
Kreikka  
Turkki

Lähde: Maailman matkailujärjestö (WTO)

Ulkomaalaisten Eurooppaan saapuvien matkailijoiden määrä kasvaa jatkuvasti, ja kasvu oli keskimäärin lähes kolme prosenttia vuodessa vuosina 1992 - 96 verrattuna Dobris-arvioinnissa odotettuun 3 - 5 prosenttiin (kuvio 1.4). Kotimaisesta matkailusta ei ole käytävissä kansainvälisesti vertailukelpoisia tietoja. Ulkomaisen matkailun kasvu on suurinta Välimeren itäosan maissa, Keski-Euroopassa, Mustanmeren alueella ja tietyissä kaupungeissa Euroopan eri puolilla (kuvio 1.5). Maahan tulevien matkailijoiden kirjattujen yöpymisten määrä lisääntyi yli kymmenen prosenttia vuosina 1990 - 1994 Kyproksella, Ranskassa, Kreikassa, Irlannissa, Italiassa, Norjassa, Slovakian tasavallassa, Sloveniassa ja Espanjassa. Se väheni yli kymmenen prosenttia Bulgariassa, Kroatiaassa, Saksassa, Unkarissa ja Romaniassa (WTO, 1996).

Kasvuun vaikuttavat erityisesti Keski- ja Etelä-Euroopassa matkailijoiden lisääntyvät tulot ja matkailupalvelujen halpenevat hinnat, mikä johtuu osittain kehitysmaiden kilpailusta (Eurostat/CEC, PO XXIII, 1995). Yhä enemmän matkailijoita tulee muilta mantereilta, joskin heidän määränsä on yhä vain noin 12 prosenttia kaikista saapuvista kansainvälisistä matkailijoista. Myös Euroopan yhdentymisen, muuttuvat sosioekonomiset olosuhteet sekä liikenteen ja matkailun parempi infrastruktuuri vaikuttavat kansainvälisen matkailun kasvuun. Lentoliikenteen osuus kasvaa jatkuvasti (katso 4.7 jakso), ja lentoliikenteen ruuhkautumisesta on tulossa suuri pullonkaula (WTO, 1994).

Matkailun ympäristölle aiheuttama paine ei ehkä kasva samassa suhteessa kuin kansainvälisten matkailijoiden määrä. Voidaan havaita useita toisiinsa liittyviä suuntauksia (WTO, 1994; Lanquar, 1995; WTO, 1996):

- EU:n ja kansallisten ympäristöpolitiikan toimintalinjojen tavoitteena on vähentää matkailun ympäristövaikutuksia esimerkiksi välttämällä ekologisesti herkkien alueiden käyttöä, ja matkailualan ympäristötietoisuus lisääntyy jatkuvasti. Kehitys on samankaltaista Itä-Euroopassa;



- kansainvälisten matkailijoiden lukumäärät eivät ole hyvä kotimaisen matkailun ja vapaa-ajanvieton indikaattori, koska nämä ovat tekijöitä, joiden kasvuvauhti voi olla erilainen;
- ulkoiluun ja luontoon suuntautuneen toiminnan suosio kasvaa, ja se vaikuttaa suurempiin alueisiin.

## 1.4. Kulutus

Kun tuotteita käytetään kulutus on ympäristökuormitusta suoraan aiheuttava tekijä, ja epäsuora niitä tuottaessa, kuljetettaessa tai hävitettäessä. Tämä kuormitus määräytyy väestön koon sekä tavaroiden ja palvelujen kulutustapojen mukaan. Euroopassa kulutetaan eniten Euroopassa valmistettuja tavaroita, joten loppukulutuksen kehitys osoittaa likimääräisesti Euroopan ympäristöön kohdistuvan kuormituksen muuttumista. Tässä raportissa ei ole otettu huomioon Euroopan ulkopuolella tapahtuvasta tuotannosta ja liikenteestä aiheutuvia tuontitavaroihin liittyviä ympäristöön kohdistuvia lisävaikutuksia.

### 1.4.1. Tavaroiden ja palvelujen kulutus

Vuosina 1990 - 1994 kotitalouksien kokonaiskulutus (vakioiduilla hinnoilla) lisääntyi keskimäärin 1,1 prosenttia vuodessa EU:ssa. Väestönkasvun vuoksi (keskimäärin 1,6 prosenttia vuodessa) kulutus henkeä kohti laski keskimäärin 0,5 prosenttia vuodessa (kuvio 1.6). KIE- ja NIS-maissa kulutus on jälleen alkanut lisääntyä, ja osalla väestöstä ostokyky on kasvanut. Vuonna 1995 kulutuskysyntä Puolassa ja Venäjällä lisääntyi kuusi prosenttia vuoteen 1994 verrattuna; sitä vastoin se kasvoi vain 0,2 prosenttia Saksassa (The Economist, 1997).

Ympäristökuormitukseen vaikuttaa hyvin paljon se tapa, jolla ihmiset kuluttavat tulonsa. Ensiksikin tärkeätä on se, millaisia tuotteita ostetaan: lentomatkoja, lihaa, voimavaravaltaisia kulutushyödykkeitä vai rautatiematkoja, vihanneksia, oopperaesityksiä. Toiseksi samantyyppiset eri tuotteet voivat aiheuttaa erilaista ympäristökuormitusta.

EU:ssa yksityinen kulutus on kasvanut hitaammin kuin väestö, joten kulutus henkeä kohti laskee. Kun ravinnon, terveyden, vaatetuksen ja asumisen perustarpeet on tyydytetty, tulojen lisääntyminen johtaa siihen, että kulutetaan suhteellisesti enemmän kestokulutushyödykkeisiin, matkoihin ja matkailuun. Taloudellisen kulutuksen mallit

### Kuvio 1.6 Yksityinen kulutus henkeä kohti EU:ssa, 1980-94 ecua/henki

Lähde: Eurostat

### Laatikko 1.5: Kulutustavat Alankomaissa

Alankomaissa tehdyssä tutkimuksessa (Slob et al., 1996) todettiin, että vuosina 1950 - 95 suora ja epäsuora energian ja veden kysyntä, lihan kulutus ja jätteiden tuotanto kaikki kolminkertaistuivat. Tämä vastasi kokonaiskulutuksen kasvua. Tutkimuksessa tultiin siihen tulokseen, että Alankomaissa, jossa tulot henkeä kohti olivat jo korkeat, tulevat lisätulot käytettäisiin yleisesti samalla tavoin kuin aikaisemmin (ihmiset ostaisivat enemmän samaa). Suuntauksia ovat (Slob et al., 1996; Central Planning Bureau, 1996):

- tulojen kasvaessa ylellisyyselintarvikkeiden kuten lihan osuus kasvaa;
- talojen koko kasvaa, ja niistä tulee ylellisempiä;
- talot eristetään paremmin, ja ihmiset ovat aikaisempaa enemmän huolissaan sisäilman tilasta;
- vaikka autojen omistus lähestyy kyllästymispistettä, henkilökohtaisen kuljetuksen (työ- ja vapaa-ajan) kysyntä kasvaa edelleen;
- raideliikenteen käyttö on lisääntynyt huomattavasti joillakin kaupunkialueilla. Lentoliikenteen (pääasiassa matkailuun liittyvä) kysyntä on kasvanut merkittävästi;
- sähkölaitteiden määrä kasvaa yhä. Ihmiset uusivat laitteitaan saadakseen parempaa laatua, eivät siksi, että laitteet ovat kuluneet loppuun.



## 32 Euroopan ympäristö

muuttuvat myös tavaroiden ja palvelujen suhteellisten hintojen muuttuessa. Monissa maissa asuminen ja terveydenhoito ovat kallistuneet, kun sitä vastoin vaatetus ja ravinto ovat halventuneet. Alankomaiden kokemukset (laatikko 1.5) kuvaavat tärkeimpiä monissa Länsi-Euroopan maissa tapahtuvia kulutustapojen muutoksia.

Yleisesti voidaan olettaa, että Itä-Euroopan kulutus noudattaa samoja malleja, jotka ovat toteutuneet lännessä. Käytävissä on yhä kehittyneempää teknologiaa, ja on mahdollista ostaa ympäristöä säästävempiä tuotteita. On kuitenkin joitakin pullonkauloja:

- käytössä on yhä vanhoja ja energiankäytöltään tehottomia kotitalouslaitteita;
- monilla Itä-Euroopan alueilla lämmitysjärjestelmät ovat tehottomia. Tämän tilanteen parantaminen vaatisi luultavasti miljoonien talojen rakentamista tai miljoonien vanhojen talojen peruskorjausta.

Laatikossa 1.6 kuvataan tapoja, joilla hallitukset voivat vaikuttaa kulutustapoihin ympäristökuormituksen vähentämiseksi.

### 1.4.2. Väestö

Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että Länsi-Euroopan väestönkasvu on nopeampaa kuin Dobris-arvioinnissa odotettiin. Itä-Euroopassa kasvu on odotettua vähäisempää.

Vuonna 1995 Euroopan väestö oli 806 miljoonaa (kuvio 1.7). Vuosina 1992 - 1995 Länsi-Euroopan keskimääräinen kasvuvauhti oli 0,34 prosenttia; KIE- ja NIS-maissa väestö väheni vuosittain keskimäärin 0,11 prosenttia. Euroopan väestönkasvun ennustetaan jatkuvan, ja se saattaa lisääntyä huomattavastikin: Maailman väestöennusteen (Global Environment Outlook) mukaan Euroopan väestö on 862 miljoonaa vuonna 2015 (UNEP, 1997).

Euroopan kotitalouksien määrä lisääntyi 267 miljoonasta vuonna 1992 274 miljoonaan vuonna 1995. Kehitys on ollut kohti pienempiä kotitalouksia: 3,5 henkilöstä 2,6 henkilöön

**Laatikko 1.6: Kulutustapohin vaikuttaminen**

Vuonna 1995 Euroopan ympäristöohjelmassa (EPE) katsottiin, että kotitalouksien kulutuksen vähentäminen vaatisi valtion tukea kannustimien kuten ympäristömerkintöjen ja verojen muodossa.

Ympäristömerkinnät ovat suhteellisen uusi ja onnistunut esimerkki; joissakin maissa ekologisten maatalousyritysten tuotteet ovat niiden johdosta lisänneet merkittävästi markkinaosuuttaan. Julkista tukea tälle politiikalle voidaan lisätä käyttämällä käsitteeseen ”elinkaari” tai ”kehdestä hautaan” perustuvaa lähestymistapaa, mikä on suhteellisen objektiivinen menetelmä eri tuotteiden elinkaarensa aikana aiheuttaman ympäristökuormituksen vertaamiseksi.

Pelkästään Euroopassa on yksi alueellinen ja kuusi kansallista ekotuotemerkkijärjestelmää. Kroatian järjestelmää lukuun ottamatta EU-maat ovat kehittäneet ne kaikki, ja niitä käytetään EU:n vuonna 1992 perustaman oman ekotuotemerkkijärjestelmän rinnalla. Lisäksi yksityisen alan aloitteiden pohjalta on joissakin maissa luotu ekotuotemerkkejä, erityisesti tiettyjen tuotteiden markkinointikeinona.

Näiden järjestelmien suuri määrä hämmentää kuluttajaa, ja tämän vuoksi Kansainvälinen standardointijärjestö (ISO) työstää ohjelmaa standardien kehittämiseksi, joilla yhdenmukaistetaan ekotuotemerkkejä koskevat periaatteet ja menettelyt. Osa nykyisestä hämmennyksestä vähenisi, jos EU:n ekotuotemerkkijärjestelmällä asteittain korvattaisiin erilliset kansalliset järjestelmät. Vaikka järjestelmä on ollut käytössä viisi vuotta, vain 160 tuotteelle 12 tuoteryhmässä on annettu EU:n ekotuotemerkki. Kuluttajat tuntevat EU:n ekotuotemerkin myös hyvin huonosti, esimerkiksi vuonna 1996 UK:ssa vain yhdeksän prosenttia aikuisista tunsi sen.

Ympäristöverojen käyttö ja tehokkuus on lisääntynyt (EYK, 1996), mutta monet näistä veroista on suunniteltu pikemminkin tulojen lisäämiseksi kuin käyttäytymisen muuttamiseksi (OECD, 1997b). Yhä enemmän keskitytään kuitenkin työvoimaan kohdistuvien verojen vähentämiseen ja energiaan ja raaka-aineisiin kohdistuvien verojen lisäämiseen (’ekologinen verouudistus’) sekä niihin liittyvään ympäristöä vahingoittavia tukia koskevaan ongelmaan.

Nämä välineet eivät todennäköisesti yksin riitä ainakaan lyhyellä tai keskipitkällä aikavälillä kestävien tuotanto- ja kulutustapojen saavuttamiseksi. Ympäristömerkinnän kehittyminen on luultavasti jatkossakin hidasta, koska on vain harvoin mahdollista ristiriidattomasti osoittaa, että jokin tuote aiheuttaa vähemmän ympäristöongelmia kuin toinen, koska ei ole sovittu mitattavissa olevista ja vertailukelpoisista ympäristötavoitteista. Yhdentyvässä maailmassa on yhä vaikeampi toteuttaa yksipuolisesti toimenpiteitä, jotka saattavat vääristää markkinoita. Tähän mennessä ei juurikaan ole esimerkkejä sellaisten suorien taloudellisten välineiden monenvälisestä käyttöön otosta, joilla on ympäristötavoitteita.

vuosina 1950 - 1990 Länsi-Euroopassa 3,7:stä 2,9 henkilöön Itä-Euroopassa. Sitä vastoin kehitysmaissa kotitalouksien koko pysyi suunnilleen samana ja oli noin viisi henkilöä (IIASA, 1995). Kotitalouksien koon pieneneminen jatkuu todennäköisesti Euroopassa, koska väestö ikääntyy, avioerojen määrä on suuri ja nuoret ihmiset muuttavat pois kotoa.

Tällä suuntauksella, jota esiintyy tietyssä määrin useimmissa maissa, on huomattava merkitys ympäristöön ja kulutustapoihin. Pienemmät kotitaloudet kuormittavat yleensä ympäristöä enemmän, koska lämmitettävien rakennusten ja käytettävien laitteiden määrä on suurempi. Valojen ja laitteiden osuus on noin 20 prosenttia kotitalouksien energiankulutuksesta Pohjois-Euroopassa, kun sitä vastoin tilojen lämmityksen osuus on noin 50 prosenttia. Yhä pienempi määrä ihmisiä käyttää samaa taloa ja samoja kestopulutusvälineitä kuten autoa ja jääkaappia, ja siksi niitä tarvitaan enemmän, mikä lisää uusiutuvia ja uusiutumattomiin luonnonvaroihin kohdistuvia paineita.

Tämä kehitys osoittaa, että ympäristöongelmia analysoitaessa yksikkönä on syytä käyttää ”kotitaloutta” verrattuna ”yksilöllisiin” lähestymistapoihin. Esimerkiksi teollisuusmaissa tehdyssä tutkimuksessa yhden kolmasosan energiankäytön vuotuisesta kasvusta vuosina 1970 - 1990 katsottiin johtuvan väestönkasvusta käytettäessä ”yksilöllistä” lähestymistapaa, kun sitä vastoin ”kotitalouslähestymistapaa” käytettäessä noin kolmen neljäsosan kasvusta katsottiin johtuvan kotitalouksien määrän lisääntymisestä. Lisäksi jos ensi vuosikymmenen CO<sub>2</sub>-ennusteet perustetaan kotitalouksiin, ne ovat paljon suuremmat (kaksin- tai kolminkertaiset) ja näin vaikeammat saavuttaa, kuin jos käytetään ”yksilöllistä” analyysiä (IIASA, 1995).

#### Alueelliset erot

Väestö kasvaa eri vauhtia Euroopan eri osissa. Joissakin KIE- ja NIS-maissa väestö väheni vuosina 1990 - 1995. EU-maissa 1960-luvun alkupuolen jälkeen (CEC, aluepolitiikat, 1994) kehitys oli seuraava:

- Monilla alueilla ihmiset ovat muuttaneet maaseudulta kaupunkiin erityisesti Etelä-Euroopassa (katso 12 luku, 12.4 jakso). Tämän syynä on ollut työvoiman lisääntynyt tuottavuus maataloudessa ja siirtyminen palvelutalouteen. Viime aikoina maaseudun autioituminen on hidastunut lukuun ottamatta joitakin syrjäisiä maaseutu- ja vuoristoalueita kuten Saksan itäisiä osavaltioita, Portugalia ja osia Espanjasta.
- Monet ihmiset ovat muuttaneet suurkaupunkien keskustoista esikaupunkiin erityisesti suurissa kaupunkikeskuksissa Ranskassa, Portugalissa, Espanjassa, Belgiassa ja Kreikassa (katso 12.4 jakso). Pohjois-Euroopassa tämä kehitys näyttää hidastuvan.
- Väestötiheys rannikkoalueilla on kasvanut erityisesti Etelä-Euroopassa. Pohjois-Euroopassa suurin osa näistä alueista on pitkään ollut tiheästi asuttuja.
- Väestötiheys on kasvanut suurkaupunkien välisissä käytävissä. Tämä on pitkäaikainen ilmiö Saksassa, Ranskassa ja Italiassa, mutta suhteellisen uutta Espanjassa ja Portugalissa. Suuntaus toistuu todennäköisesti uusissa käytävissä, joilla on Euroopan laajuista merkitystä.
- Luonnonkauniiden alueiden väestötiheys kasvaa.

Näiden kehityslinjoiden oletetaan yleisesti jatkuvan. Saattaa kuitenkin olla mahdollista kääntää väestökato kasvuksi useilla maaseutualueilla asianmukaisen politiikan avulla, esimerkiksi sellaisen, jota Euroopan unionin aluesuunnittelun ministerit ehdottivat Noordwijkin kokouksessaan kesäkuussa 1997. Itä-Euroopan maatalouden uudistamisen vaikutukset maaseutuväestöön ovat luultavasti yhtä suuria kuin ne ovat olleet Länsi-Euroopassa.

#### **Kuvio 1.7 Euroopan väestö, 1950 - 95**

miljoonaa asukasta

-NIS

-KIE

-Länsi-Eurooppa

Lähde: YK

## 34 Euroopan ympäristö

**Kartta 1.1 Väestötiheys, 1992**

Väestötiheys  
yli 500  
asukasta/km<sup>2</sup>  
ei tietoja  
alle 5

Lähde: WHO

Kartta 1.1 (väestötiheys) ja kartta 1.2 (BKT/ km<sup>2</sup>) antavat yhdessä likimääräisen kuvan ympäristöön kohdistuvien kuormitusten voimakkuuden maantieteellisestä jakautumasta sen olettamuksen perusteella, että ympäristöön kohdistuva kokonaiskuormitus on väestön funktio (kartta 1.1) ja sen taloudellisten toimintojen funktio (yleistettynä kartassa 1.2); tässä ei ole otettu huomioon näiden toimien luonnetta, joka myös vaikuttaa kuormitukseen.

Molemmissa kartoissa erottuu selvästi Euroopan keskus eli karkeasti ottaen ketju maita Yhdistyneestä kuningaskunnasta Italiaa kohti alueena, jossa ympäristökuormitus on suuri ihmisen toiminnan kasaantumisen vuoksi.

## Viitteet

Alexandratos, N. (toim.) (1995). World Agriculture: towards 2010; FAO:n tutkimus. FAO, Rooma, Italia.

Anon. (1997). The World Bank Streamlines its Strategy for Transition Countries. Varapresidentti Johannes F. Linnin haastattelu. Julkaisussa Transition newsletter, nide 8, n:o 1, s. 1 - 3.

Buchan, D. (1996). The Single Market and Tomorrow's Europe. Euroopan komission kehityskertomus. Mario Montin esittämä. Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto.

**Kartta 1.2 BKT/km<sup>2</sup>, 1996**

Bruttokansantuote

1:30000000

BKT tuhat US\$/km<sup>2</sup>

yli 500

alle 200

ei tietoja käytettävissä

Lähteet: YK, OECD, EBRD

Central Planning Bureau (1996). Omgevingsscenario's Lange Termijn verkenning 1995 - 2020. Haag, Alankomaat.

CEC, Regional Policies (1994). Europe 2000+. Cooperation for European territorial development. Euroopan yhteisöjen komissio, Luxemburg.

CEC (1997). PO III/Eurostat, Panorama of EU Industry 1997. Euroopan yhteisöjen komissio, Luxemburg.

Dieren, W. van. (Toim.) (1995). Taking Nature into Account - Towards a Sustainable National Income. Raportti Rooman klubille. New York, Copernicus.

EBRD (1996). Transition Report 1996. Lontoo, UK.

EBRD (1997). Transition Report Update 1997. Lontoo, UK.

Ecotec, BIPE & IFO (1997). An Estimate of Eco-Industries in the European Union 1994. Summary Report. Laadittu POXI:lle ja Eurostatille. Euroopan komission valmisteluasiakirja n:o 2/1997/B/1.

**Kartta 1.2 BKT/km<sup>2</sup>, 1996**

Bruttokansantuote

1:30000000

BKT tuhat US\$/km<sup>2</sup>

yli 500

alle 200

ei tietoja käytettävissä

Lähteet: YK, OECD, EBRD



## 36 Euroopan ympäristö

- EYK (1995). Ympäristö Euroopan unionissa 1995. Viidennen ympäristöä koskevan toimintaohjelman tarkastelu. Euroopan ympäristökeskus, Kööpenhamina, Tanska.
- EYK, Euroopan ympäristökeskus (1996). Environmental Taxes Implementation ja Environmental Effectiveness. Environmental Issues series n:o 1, EYK, Kööpenhamina, 1996, ISBN 92-9167-000-6.
- ERECO (1994a). Europe in 1998. Economic Analysis and Forecasts.
- ERECO (1994b). European Regional Prospects.
- Eurostat/CEC PO XXIII (1995). Tourism in Europe. Euroopan yhteisöjen komissio, Luxemburg.
- Gielen, D.J & van Dril, A.W.N. (1997). The basic metal industry and its energy use prospects for the Dutch energy intensive industry. ECN, Petten.
- IIASA (1995). Population, Number of Households and Global Warming. Julkaisussa Popnet, n:o 27, IIASA, Itävalta.
- Klavens, J. & Zamparutti, A. (1995). Foreign Direct Investment and Environment in Central and Eastern Europe: a Survey. Maaailmanpankin julkaisuja, Washington.
- Lanquar, R., et al. (1995). Tourisme et Environnement en Méditerranée. Enjeux et prospective. Les fascicules du Plan Blue, Pariisi, Economica.
- Euroopan unionin jäsenvaltioiden aluesuunnitteluministereiden kokous, Noordwijk, 9. ja 10.6.1997. European Spatial Development Perspective. First Official Project. Dutch Ministry of VROM, Haag, Alankomaat.
- Nichols, Ana (1997). Subsidised subsistence. Business Central Europe 1997(2): s. 29-30.
- OECD (1996). OECD:n talouskatsaus. Pariisi, Ranska.
- OECD (1997a). Economic globalisation and the environment. Pariisi, Ranska.
- OECD (1997b). Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy. Pariisi, Ranska.
- OECD (tulossa). Building Capacity in the Environmental Goods and Services Industry in Central and Eastern European Countries, An Agenda for Action, Pariisi, Ranska.
- Oosterhuis, F. & Kuik, O. (1997). Environmental impacts of trade liberalisation between the EU and the new market economies in Europe. Euroopan ympäristöministeriön tilaama tutkimus. IVM, Amsterdam, Alankomaat.
- Slob, A.F.L. et al. (1996). Trendanalyse Consumptie en Milieu. Tutkimus Alankomaiden aluesuunnittelu-, asunto- ja ympäristöministeriölle.
- The Economist (1997). Europe in Figures. Profile Books Ltd.
- YK/ECE (1996). Economic Bulletin for Europe, nide 48 (1996). Euroopan talouskomission sihteeristö, Geneve, Sveitsi.
- UNEP (1997). Global Environment Outlook. Oxford University Press.
- USAID et al. (tulossa). ENI Region State of the Environment Report.

Maailmanpankki (huhtikuu 1994). Environmental Action Programme for central and Eastern Europe. Abridged version of the document endorsed by the Ministerial Conference "Environment for Europe". Lucerne, Sveitsi.

Maailmanpankki (1996). Annual Report 1996. Washington.

WTO (1994). Global Tourism Forecasts to the Year 2000 and beyond. Nide 5: Europe. Maailman matkailujärjestö, Madrid, Espanja.

WTO (1996). Compendium of tourism statistics 1990 - 1994. Maailman matkailujärjestö, Madrid, Espanja.

## 2. Ilmastonmuutos

### Tärkeimmät

Euroopan ilman vuotuinen keskilämpötila on noussut  $0,3^{\circ}\text{C}$  -  $0,6^{\circ}\text{C}$  vuodesta 1900. Ilmastomallit ennustavat nousun lisääntyvän vuoden 1990 tasoon verrattuna  $2^{\circ}\text{C}$  vuoteen 2100 mennessä niin, että nousu on suurempi Pohjois- kuin Etelä-Euroopassa. Mahdollisia seurauksia ovat merenpinnan nousu, tiheämmät ja voimakkaammat myrskyt, tulvat ja kuivuudet sekä eläin- ja kasvikunnan sekä ravinnontuotannon muutokset. Se, kuinka vakavia seuraukset ovat, riippuu osittain siitä, missä määrin tulevana vuosina ja vuosikymmeninä toteutetaan sopeutustoimenpiteitä.

Huolehtiminen siitä, että lämpötila nousee edelleen korkeintaan  $0,1^{\circ}\text{C}$  vuosikymmenessä ja että merenpinta kohoaa korkeintaan 2 cm vuosikymmenessä (alustavat kestäväälle kehitykselle asetetut oletusrajat), vaatisi, että teollistuneet maat vähentävät kasvihuonekaasujen (hiilidioksidin, metaanin, typpioksidien ja eri halogeeniyhdisteiden) päästöjä vähintään 30 - 55 prosenttia vuoteen 2010 mennessä vuoden 1990 tasoista.

Nämä päästöt ovat paljon suuremmat kuin kehittyneiden maiden tekemät sitoumukset Yhdistyneiden Kansakuntien ympäristönmuutoksen puitesopimuksen (UNFCCC) sopimuspuolten kolmannessa kokouksessa Kiotossa joulukuussa 1997, jossa sitouduttiin vähentämään kasvihuonekaasujen päästöjä useimmissa Euroopan maissa kahdeksan prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2010 mennessä. Jotkut KIE-maat sitoutuivat vähentämään kasvihuonekaasujaan viisi - kahdeksan prosenttia vuoteen 2010 mennessä verrattuna vuoteen 1990, kun taas Venäjän federaatio ja Ukraina sitoutuivat vakiinnuttamaan päästönsä vuoden 1990 tasolle.

On epävarmaa, saavuttaako EU alkuperäistä vuonna 1992 asetettua UNFCCC-tavoitetta hiilidioksidin (tärkeimmän kasvihuonekaasun) päästöjen vakiinnuttamisesta vuonna 2000 vuoden 1990 tasolle, koska tällä hetkellä vuoden 2000 päästöjen ennustetaan olevan viisi prosenttia vuoden 1990 tason yläpuolella. Lisäksi verrattuna Kioton kahdeksan prosentin tavoitteeseen kasvihuonekaasujen vähentämisessä vuonna 2010 (kuuden kaasun muodostaman ”korin” osalta mukaan lukien hiilidioksidi) Euroopan komission uusin ”tätä menoa” (”business as usual”) (ennen Kiotoa) -vaihtoehto merkitsee hiilidioksidipäästöjen lisääntymistä kahdeksan prosenttia vuosina 1990 - 2010, jolloin kasvu olisi suurinta (39 prosenttia) liikenteen alalla.

Yhtä tärkeimmistä yhteisön tason toimenpiteistä, energia/hiiliveroa, koskevaa ehdotusta ei ole vielä hyväksytty, mutta jotkin Länsi-Euroopan maat ovat jo ottaneet käyttöön tällaiset verot (Alankomaat, Itävalta, Norja, Ruotsi, Suomi ja Tanska). Lisäksi voidaan käyttää muunlaisia toimenpiteitä  $\text{CO}_2$ -päästöjen vähentämiseksi, joista joitakin käyttävät tällä hetkellä Euroopan eri maat ja EU. Näihin sisältyvät energian hyötysuhteen parantamista koskevat ohjelmat, yhdistetyt lämpö- ja sähkövoimalat, polttoaineen vaihtaminen hiilestä maakaasuksi tai puuksi, eri liikennemuotojen osuuden muuttamiseen tähtäävät toimenpiteet sekä toimenpiteet, joiden tavoitteena on hiilen absorbointi (hiilinielujen lisääminen) metsityksen avulla.

Fossiilisten polttoaineiden hallitsema energiankäyttö vaikuttaa eniten hiilidioksidipäästöihin. Länsi-Euroopassa fossiilisten polttoaineiden käytön aiheuttamat hiilidioksidipäästöt laskivat kolme prosenttia vuosina 1990 - 1995. Tähän olivat syynä taloudellinen lama, teollisuuden uudelleenjärjestely Saksassa sekä siirtyminen hiilestä maakaasuun sähköntuotannossa. Länsi-Euroopan energianhinnat ovat viimeisen vuosikymmenen ajan olleet vakaat ja suhteellisen alhaiset verrattuina aikaisempiin hintoihin, mikä ei juurikaan kannusta tehokkuuden lisäämiseen. Energiaintensiteetti (energian loppukäyttö BKT-yksikköä kohti) on pudonnut vain yhden prosentin vuodessa vuodesta 1980 lähtien.

Energiankäyttömallit muuttuivat merkittävästi vuosina 1980 - 1995. Energiankäyttö liikenteen alalla lisääntyi 44 prosenttia, teollisuuden energiankäyttö väheni kahdeksan prosenttia ja muu polttoaineiden käyttö lisääntyi seitsemän prosenttia, mikä heijastaa etupäässä tieliikenteen lisääntymistä ja siirtymistä pois energiavaltaisesta raskaasta teollisuudesta. Energian kokonaiskulutus on lisääntynyt kymmenen prosenttia vuosina 1985 - 1995.

**Ydinenergian osuus energian kokonaistuotannosta lisääntyi 5 - 15 prosenttia Länsi-Euroopassa vuosina 1980 - 1994; Ruotsissa ja Ranskassa noin 40 prosenttia niiden energian kokonaistarpeesta tyydytettiin ydinenergialla.**

**Itä-Euroopassa fossiilisten polttoaineiden aiheuttamat hiilidioksidipäästöt laskivat 19 prosenttia vuosina 1990 -1995 pääasiassa talouden rakennemuutosten seurauksena. Liikenteen energiankäyttö aleni kolme prosenttia KIE-maissa tänä ajanjaksona ja 48 prosenttia NIS-maissa. Teollisuuden energiankäyttö aleni 28 prosenttia KIE-maissa ja 38 prosenttia NIS-maissa. KIE-maiden energiaintensiteetit ovat noin kolme kertaa korkeammat kuin Länsi-Euroopassa ja NIS-maissa luultavasti viisi kertaa korkeammat, joten mahdollisuudet energiansäästöön ovat huomattavat. Perusvaihtoehtona olevassa ”tätä menoa” -vaihtoehdossa energiankäytön oletetaan vuonna 2010 olevan 11 prosenttia alaisempi kuin vuonna 1990 NIS-maissa ja neljä prosenttia korkeampi kuin vuonna 1990 KIE-maissa.**

**Ydinenergian osuus energian kokonaistuotannosta lisääntyi kahdesta kuuteen prosenttia NIS-maissa ja yhdestä viiteen prosenttia KIE-maissa vuosina 1980 - 1994. Bulgariassa, Liettussa ja Sloveniassa ydinenergialla tuotetaan noin neljännes energian kokonaistarpeesta.**

**KIE- ja NIS-maiden metaanipäästöt laskivat 40 prosenttia vuosina 1980 - 1995. Niitä voidaan kuitenkin laskea edelleen huomattavasti koko Euroopassa erityisesti kaasunjakelujärjestelmistä ja hiilikaivosteollisuudesta. Teollisuuden ja mineraalilannoitteiden käytön aiheuttamia typpioksidipäästöjä voitaisiin myös vähentää edelleen koko Euroopassa.**

**CFC-päästöt ovat vähentyneet nopeasti huippuarvoistaan niiden tuotannon ja käytön asteittain loppuessa. Niiden korvikkeiden eli HCFC-yhdisteiden (jotka ovat myös kasvihuonekaasuja) käyttö ja päästöt kuitenkin lisääntyvät samoin kuin melko äskettäin yksilöityjen kasvihuonekaasujen kuten SF<sub>6</sub>:n, HFC:n ja PFC:n käyttö ja päästöt; nämä kaasut sisältyvät niiden kaasujen ”koriin”, joiden päästötavoitteiden alentamisesta sovittiin Kiotossa.**

## 2.1. Johdanto

Ilmastonmuutos tunnustetaan laajalti vakavaksi mahdolliseksi uhaksi maailman ympäristölle. Ongelmaa käsitellään Yhdistyneiden Kansakuntien ilmastonmuutosta koskevan puiteyleissopimuksen (UNFCCC) avulla, viimeksi sopimuspuolien kolmannessa kokouksessa Kiotossa joulukuussa 1997. EU on yksilöinyt sen yhdeksi tärkeimmistä ympäristöaiheista, jota on käsiteltävä viidennessä ympäristöohjelmassa.

Ilmastoon vaikuttavat suuresti muutokset useiden maapallon pinnalta tulevaa infrapunasäteilyä sitovien kaasujen ilmakehässä olevissa pitoisuuksissa (”kasvihuoneilmiö”). Ilmakehässä oleva vesihöyry ja hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) aiheuttavat luonnollisen kasvihuoneilmiön, jota ilman maapallon pinta olisi noin 33°C kylmempi kuin se nykyisin on (IPCC, 1990). Muita tärkeitä kasvihuonekaasuja ovat metaani (CH<sub>4</sub>), typpioksidi (N<sub>2</sub>O) ja halogenoituiden yhdisteet kuten CFC- ja PFC-yhdisteet.

Viimeisten sadan vuoden aikana ihmisen toiminta on aiheuttanut kasvihuonekaasujen ja muiden saasteiden pitoisuuksien lisääntymistä ilmakehässä. Saman ajanjakson kuluessa on havaittu aikaisempaan verrattuna suuri maapallon keskilämpötilan nousu. Vaikka onkin epävarmaa, minkä osan tästä lämpenemisestä voidaan katsoa johtuvan kasvihuonekaasuista, on kuitenkin todisteita siitä, että ihmisen toiminta lisää kasvihuoneilmiötä eli maapallon lämpenemistä (IPCC 1996a).

Fossiilisten polttoaineiden polttaminen on tärkein kasvihuoneilmiön lisääntymisen aiheuttaja. Muita sitä edistäviä tekijöitä ovat maatalous ja maankäytön muutokset mukaan lukien metsien hävittäminen, tietyt teolliset prosessit kuten sementintuotanto, kaatopaikat ja jäähdytys, vaahdottaminen ja liuottimien käyttö.

Lisääntyvän kasvihuoneilmiön aiheuttamalla ilmastonmuutoksella odotetaan olevan laajoja seurauksia, jotka aiheuttavat:

- merenpinnan nousua ja mahdollista alavien maiden peittymistä veteen;
- jäätiköiden ja meren jääpeitteen sulamista;
- sademallien muuttumista, mikä aiheuttaa tulvia ja kuivuutta;

- muutoksia ilmaston ääriolosuhteiden, erityisesti korkeimpien lämpötilojen esiintymistiheydessä.

Nämä ilmastomuutoksen vaikutukset vaikuttaisivat ekosysteemeihin, terveyteen, tärkeisiin talouden aloihin kuten maatalouteen ja vesivarantoihin.

Mahdollisten vaikutusten ankaruudesta on epävarmuutta, joskin viime vuosina kansainvälinen tiedeyhteisö on edistynyt merkittävästi esimerkiksi kasvihuonekaasujen päästöjen, ilmakehän pitoisuuksien, lämpötilan ja ilmastomuutoksen taloudellisten kustannusten välisten suhteiden ymmärtämisessä. Hallitusten välinen ilmastopaneeli (IPCC) on käyttämällä useita vuoteen 2100 ulottuvia malleja arvioinut, mitä mahdollisia seurauksia on siitä, että ihmisen toiminta jatkuvasti lisää kasvihuonekaasujen pitoisuuksia. Nämä mallit vaihtelevat "tätä menoa" -vaihtoehdosta sellaisiin, joissa oletetaan, että kasvu on vähäistä ja erityisesti että siirrytään laajamittaisesti käyttämään muita kuin fossiilisia energialähteitä ja lisäämään suuresti energian hyötysuhdetta.

IPCC:n havainnot (IPCC, 1996a) vaihtelevat hyvin suuresti, ja esimerkiksi maapallon keskilämpötilan arvioidaan nousevan 1 - 3,5°C vuoteen 2100 mennessä. Monet ilmastomuutoksen tekijät ovat epävarmoja erityisesti alueellisella ja paikallisella tasolla. Euroopassa tehty tutkimus on osaltaan vähentänyt tätä epävarmuutta, mutta lisää tutkimustyötä tarvitaan esimerkiksi ilmastomallien parantamiseksi alueellisessa mittakaavassa.

Vaikka onkin epävarmaa, minkä suuruista ilmastomuutosta voidaan pitää kestäväenä, tulokset kokonaisuudessaan tukevat sitä käsitystä, että poliittiset toimenpiteet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja maapallon lämpenemisen hallitsemiseksi ovat välttämättömiä. Tunnustetaan myös, että on tärkeää yksilöidä, missä määrin ilmastomuutoksen haitallisia seurauksia voitaisiin vähentää sopeutuksen avulla. Poliittisten toimien ajoitus on erittäin tärkeä kysymys, koska kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämisen ja ilmakehän pitoisuuksien vakiintumisen välillä on pitkä viive.

Tässä luvussa on tietoja ja analyyskejä joistakin ilmastomuutoksen tärkeimmistä indikaattoreista, kasvihuonekaasujen päästöistä ja pitoisuuksista sekä energiankäytöstä tärkeimpinä ilmastomuutosta aiheuttavina tekijöinä. Sen päättää tiivistelmä Euroopan kannalta tärkeistä politiikan kehityslinjoista.

## 2.2. Ilmastonmuutoksen ilmentymät ja vaikutukset

### Lämpötila

Maapallon pintalämpötila on noussut noin 0,3°C - 0,6°C 1800-luvun lopun jälkeen (IPCC, 1996b). Vuonna 1997 (maailmanlaajuisesti lämpimin kirjattu vuosi) maapallon keskimääräinen pintalämpötila oli 0,43°C vuosien 1961 - 90 keskiarvon yläpuolella. Kuviosta 2.1 ilmenevät maapallon keskimääräiset pintalämpötilat vuodesta 1900 lähtien verrattuina vuosien 1961 - 90 keskiarvoon.

Euroopan yleinen kehitys (kuvio 2.2) on samanlainen kuin yleismaailmallinen suuntaus, ja 1990-luku on lämpimin kausi. Vuosittaiset vaihtelut Euroopassa ovat suuremmat kuin koko maailmassa, koska aikasarjan keskiarvo on laskettu pienemmän alueen osalta.

Vaikka IPCC:n keskeinen arvio on, että vuoteen 2100 mennessä maapallon keskilämpötila on 2°C korkeampi kuin se oli vuonna 1990 (vaihteluväli on 1°C - 3,5°C), alueelliset vaihtelut voivat olla suurempia. Euroopan osalta ilmastomallit osoittavat, että lämpötilan keskimääräiset nousut vastaavat arvioitua nousuja koko maailmassa, ja pohjoiset leveysasteet lämpenevät enemmän kuin eteläiset.

### Merenpinta

Maapallon lämpeneminen saa valtameret lämpenemään ja sen vuoksi laajenemaan ja lisää jäätiköiden ja meren jääpeitteen sulamista. Ilmastonmuutos voi tämän vuoksi vaikuttaa merenpinnan korkeuteen, ja se nousee tällä hetkellä: merenpinnan korkeus on noussut 10 - 20 cm viimeisten 100 vuoden aikana, ja vaihteluväli heijastaa eroja maailman eri osissa. Nousuvauhti ei näytä muuttuvan. Vaikka ei tiedetäkään, milloin nykyinen nousu alkoi, nousuvauhti on merkittävästi suurempi kuin sen on keskimäärin laskettu olleen muutaman edellisen tuhannen vuoden aikana (IPCC, 1996b).

IPCC:n malliarvioiden mukaan merenpinta voi vuoteen 2100 mennessä kohota 50 cm (vaihteluväli 15 - 95 cm) nykyisestä (IPCC, 1996b). Mallintamisen tuloksista vallitsee yhä huomattavaa epävarmuutta erityisesti sen osalta, mikä on napa-alueiden jääkenttien osuus ja miten ne käyttäytyvät (IPCC, 1996b).

Merenpinnan noususta voisi aiheutua useita seurauksia, kuten:

- kosteikkojen ja alankojen joutumista veden alle ja niiden siirtymistä;
- suistoalueiden suolapitoisuuden nousua;
- makean veden vesialtaiden vahingoittumista.

40 Euroopan ympäristö

**Kuvio 2.1 Maapallon keskilämpötila, 1900 - 97**

Vuotuinen poikkeama vuosien 1961 - 1990 vuotuisesta keskilämpötilasta  
normaali keskiarvo  
normaalisuodatettu

Lähde: WMO

**Kuvio 2.2 Euroopan keskilämpötila, 1900 - 96**

Vuotuinen poikkeama vuosien 1961 - 1990 vuotuisesta keskilämpötilasta  
normaali keskiarvo  
normaalisuodatettu

Lähde: ECSN Euroopan ilmaston tukiverkko



Eniten vaaralle alttiina olisivat vuorovesialueiden jokisuut, rannikkotasangot, hiekkarannat, sulkusaaret, rannikkojen kosteikot ja suistoalueet. Euroopan uhanalaisimmat alueet ovat Alankomaiden, Saksan, Baltian maiden, Ukrainan ja Venäjän rannikot sekä eräät Välimeren suistoalueet (IPCC, 1997).

Vuonna 1990 noin 30 miljoonaa henkilöä Euroopassa eli 1 000-vuotisen myrskyvesirajan alapuolella. Merenpinnan keskikorkeuden nousu yhdellä metrillä lisäisi tämän noin 40 miljoonaa (IPCC, 1997). Tällaisen merenpinnan nousun arvioidaan myös vähentävän Euroopan suolaniittyjen aluetta 45 prosenttia ja muita vuorovesialueita 35 prosenttia. Muut näihin alueisiin kohdistuvat paineet lisäisivät kokonaisvaikutusta, josta voisi olla vakavia seurauksia biologiselle monimuotoisuudelle ja erityisesti lintupopulaatioille (IPCC, 1997).

Ilmastonmuutos voi vaikuttaa rannikkoalueisiin muillakin tavoin kuin merenpinnan nousun kautta. Esimerkiksi Alankomaissa kymmenen prosentin lisäys myrskyjen voimakkuudessa, joista huippuvoimakkuus on tärkein, yhdessä tuulen suunnan muutosten kanssa voisi aiheuttaa enemmän vahinkoa kuin 60 cm:n merenpinnan kohoaminen (Bijlsma et al., 1996, Peerbolte et al., 1991).

Merenpinnan nousun aiheuttaman uhan torjumiseksi voitaisiin käyttää seuraavien keinojen yhdistelmää:

- hallittu vetäytyminen - maan ja rakennusten jättäminen ja siirtyminen sisämaahan;
- sopeutuminen - sopeutuminen uhkaan mutta alueiden käytön jatkaminen;
- suojautuminen - uhanalaisten alueiden puolustaminen.

Sopeutumisesta ja suojautumisesta merenpinnan yhden metrin nousua vastaan aiheutuvien kustannusten on arvioitu olevan 12 300 miljoonaa US\$ Alankomaiden, 1 400 miljoonaa US\$ Puolan ja 23 500 miljoonaa US\$ Saksan osalta (kaikki vuoden 1990 US\$:ina) (Bijlsma et al., 1996).

Vahinkojen ja suojautumisten vaikutuksista ja kustannuksista Yhdistyneessä kuningaskunnassa on suoritettu laajoja tutkimuksia (UK CCIRG, 1996). Noin 40 prosenttia UK:n tuotantoteollisuudesta on rannikolla tai sen läheisyydessä. Englannissa ja Walesissa 31 prosenttia rannikosta on ihmisen muokkaamaa ja 26 miljoonaa ihmistä asuu rannikolla olevissa kaupunkikeskityksissä, ja kahdeksan prosenttia hyvästä maatalousmaasta ("luokat 1 - 3") on alle viisi metriä merenpinnan yläpuolella ja näin alttiina rannikoiden joutumiselle veden alle (Whittle 1990). Tästä maasta 198 000 hehtaaria muodostaa 57 prosenttia parhaasta ("luokan 1") maatalousmaasta Englannissa ja Walesissa. Vaikka tämä maa onkin suojattu paremmin tulvia vastaan, se voi silti joutua veden alle äärimmäisissä olosuhteissa, ja korkeampi merenpinta huonontaa veden poisvalumista ja lisää maaperän suolapitoisuutta; kaikki tämä heikentää maatalouden tuottavuutta. Samankaltaisia vaikutuksia voidaan odottaa muualla.

Vaikka ei olekaan arvioitu koko Yhdistyneen kuningaskunnan suojelemisesta aiheutuvia kustannuksia, yhden alueen, Itä-Anglian, suojeleminen 80 cm:n nousua vastaan (joka aiheuttaisi 2 300 miljoonan US\$:n vahingot) arvioidaan olevan kustannuksiltaan 800 miljoonaa US\$.

#### Sademäärät

Sademäärät ja sateen jakautuminen Euroopassa ovat muuttuneet tämän vuosisadan aikana. On kuitenkin vaikeata määrittellä selkeitä suuntauksia suurten luonnollisten vaihteluiden vuoksi. Sateet ovat yleisesti lisääntyneet Euroopan pohjoisella puoliskolla ja vähentyneet eteläisellä. Vuodesta 1900 lähtien Pohjois-Skandinavian sateet ovat lisääntyneet noin viisi prosenttia 100 vuodessa, ja noin kahden prosentin lisäyksiä 100 vuodessa on kirjattu Pohjois-Euroopan muista osista (IPCC, 1996b). Italian ja Kreikan eteläosissa sateet ovat vähentyneet noin viisi prosenttia 100 vuodessa. Skotlannissa vuosina 1757 ja 1992 tehtyjen kirjausten tutkimus osoitti merkittävää lisäystä vuotuisessa sademäärässä erityisesti 1970-luvun lopun jälkeen samalla kun kesän sateet vähenivät (Smith, 1995).

Kaikki ilmastonmuutoksen mallit viittaavat siihen, että maapallon keskimääräinen sademäärä lisääntyy ja että lisääntyminen on Euroopassa vähäisempää kuin maapallolla keskimäärin. Vaikka sateen suora vaikutus kasveihin

onkin suuri, maaperän kosteus voi olla tärkeämpi kasvien kasvun ja eloonjäämisen sääntelijä. Maapallon lämpeneminen vaikuttaa maaperän kosteuteen lisäämällä haihtumista ja muuttamalla veden poistvirtausta, ja näiden prosessien mallintaminen viittaa siihen, että Euroopan maaperän kosteus voi vähetä.

#### Hydrologia ja vesivarat

Alppien jäätiköt ovat vetäytyneet 1800-luvun puolivälistä lähtien (Haerberli ja Hoelzle 1995), mikä on vaikuttanut erityisesti jokien virtauksen vuodenaikamalleihin. Samanaikaisesti ihminen on kuitenkin yhä enemmän vaikuttanut hydrologiseen kiertoon, mikä peittää ilmastomuutoksen vaikutusta. Muutaman viime vuosikymmenen aikana jokien virtaamat ovat lisääntyneet Pohjois-Euroopassa (McMichael et al., 1996), mikä on yhdenmukaista havaitun sademäärän lisäyksen kanssa (Dai et al., 1997).

## 42 Euroopan ympäristö

Muuttuva ilmasto lisää todennäköisesti veteen liittyvää kuormitusta sellaisilla alueilla Euroopassa, joiden hydrologia on jo herkkää: Välimeren alue, Alpit, Pohjois-Skandinavia, rannikkovyöhykkeet sekä Keski- ja Itä-Eurooppa (IPCC, 1997).

Maapallon lämpeneminen saattaa johtaa siihen, että Euroopan Alpit menettävät 95 prosenttia jäätiköidensä massasta seuraavien 100 vuoden aikana (Haerberli ja Hoelzele, 1995). Lisäksi kukin 1°C:n paikallinen lämpötilan nousu siirtäisi lumirajaa 150 metriä ylöspäin. Nämä muutokset vaikuttaisivat veden virtaukseen ja jokien virtaamaan sekä ajoituksen että vesimäärän osalta. Tästä aiheutuvia hydrologisen kierron muutoksia on vaikeata arvioida; niihin sisältyy tulvien esiintymistiheyden ja ankaruuden mahdollinen lisääntyminen sekä veden laadun mahdollinen huononeminen sen vuoksi, että suolavettä tunkeutuu rannikon pohjavettä johtaviin kerroksiin ja että vesien virtaamat hidastuvat. Vaikutus veden laatuun on suurin siellä, missä suolaisuus on jo ongelma pohjavesivarastojen liikakäytön vuoksi (IPCC, 1997).

#### *Ekosysteemit, maa- ja metsätalous*

On vaikeata ennustaa, miten ekosysteemit yleisesti reagoivat lämpötilan, sademäärien ja maaperän kosteuden, ilmakehän hiilidioksidin ja muiden ilmaston myötä muuttuvien tekijöiden muutoksiin. Ilmastomuutoksen vaikutukset luonnon kasvillisuuteen ja eläimistöön sekä maa- ja metsätalouteen Euroopassa ovat monimutkaisia. Ei ole olemassa mitään selkeitä tilastoja aikaisempien muutosten liittymisestä ilmastomuutukseen, ja kaikki arviot ovat alustavia ja hyvin epävarmoja.

Arvioidaan, että tärkein vaikutus yksittäisiin luonnonvaraisiin lajeihin ovat muutokset niiden maantieteellisessä jakaumassa (Huntley, 1991). Vuotuisen keskilämpötilan 1°C:n nousu vastaa 200 - 300 km:n siirtymistä pohjoiseen tai korkeuden lisääntymistä 150 - 200 metriä.

Jos Euroopan lämpötila nousee 2°C 50 vuoden aikana, ilmastovyöhykkeet siirtyvät pohjoiseen nopeammin kuin monet kasvilajit pystyvät siirtymään. Lisäksi vuoristoalueilla kasvien olisi pakko siirtyä ylöspäin, mutta siellä ei ehkä ole niille tilaa. Euroopan monissa osissa siirtymismahdollisuudet olisivat rajoitettuja maankäytön voimaperäisyyden vuoksi.

Ilmastomuutoksella voisi olla useita vaikutuksia maa- ja metsätalouteen: lajivalikoimiin, kasvukausiin ja tuottavuuteen. Ilmastovaihteluiden lisääntyminen voisi saattaa jotkut sadot alttiiksi esimerkiksi hallalle. Eräät tutkimukset osoittavat, että maapallon lämpeneminen voi aiheuttaa maataloustuotannon lisääntymistä suurissa osissa Eurooppaa (Peris et al., 1996). Jotkin tuhohyönteiset ja sairaudet voivat kuitenkin lisääntyä (UK CCIRG, 1991).

Ilmastomuutoksen mahdolliset haitalliset vaikutukset voitaisiin minimoida sopeutumalla niihin useilla tavoin (IPCC, 1997). Luonnonvaraiset kasvit ja eläimet voitaisiin tehdä vähemmän haavoittuviksi vähentämällä muita niihin kohdistuvia kuormituksia tai tekemällä niiden siirtyminen mahdolliseksi. Maataloudessa voitaisiin sopeutua muuttamalla kylvöaikoja tai käyttämällä lajikkeita, joiden kypsyminen kestää kauemmin. Voitaisiin käyttää myös lämpimämmistä ilmastoista peräisin olevia kasveja. Metsätalouden sopeutumistoimenpiteitä voisivat olla parempi tulopalojen, tuhohyönteisten ja sairauksien hallinta sekä uudelleen metsittäminen.

### 2.3. Maapallon lämpenemisen ja kasvihuonekaasujen pitoisuuksien syitä

Kasvihuonekaasujen aiheuttama maapallon lämpeneminen ja siten niiden vaikutus merenpinnan korkeuteen, sademääriin ja ekosysteemeihin riippuu niiden ilmakehässä olevista pitoisuuksista, siitä, kuinka kauan ne viipyvät ilmakehässä, ja niiden kyvystä pysäyttää säteilyä. Vaikka esimerkiksi CFC-yhdisteitä on ilmakehässä vain hyvin pieninä

#### **Taulukko 2.1 Kasvihuonekaasut - lähteet ja maapallon lämpenemisen edistäminen**

Kaasu	Tärkeimmät ihmisten tuottamat lähteet	Osuus (%)
CO <sub>2</sub>	Energiankäyttö, metsien hävittäminen ja maankäytön muutokset, sementtiteollisuus	65

CH <sub>4</sub>	Energiantuotanto ja -käyttö, eläimet, riisipellot, jätteet, kaatopaikat, biomassan poltto, kotitalouksien viemärijäte	20
Halogenoidut yhdisteet	Teollisuus, jäähdytys, aerosolit, vaahdotus, liuottimet	10
N <sub>2</sub> O	Maan lannoitus, maan raivaaminen, happojen tuotanto, biomassan poltto, fossiilisten polttoaineiden poltto	5

## 43 Ilmastonmuutos

pitoisuuksina, ne ovat tärkeitä, koska ne pysyvät siellä yleensä noin 100 vuotta ja koska jokaisen molekyylin kasvihuonevaikutus on tuhansia kertoja suurempi kuin hiilidioksidimolekyylin. Eri kaasujen vaikutuksen vertaamisessa käytetään usein maailmanlaajuista lämpöpotentiaalia (GWP) verrattuna CO<sub>2</sub>:een, jolloin CO<sub>2</sub>:n arvo on yksi. GWP-arvot riippuvat suuresti tarkastellusta aikajaksosta. Esimerkkejä 100 vuoden jakson GWP-arvoista ovat 21 CH<sub>4</sub>:n, 310 N<sub>2</sub>O:n ja useita tuhansia useiden halogenoitujen yhdisteiden osalta (IPCC, 1996b). Päästöyksiköistä, joissa otetaan huomioon GWP-arvot, käytetään nimitystä "CO<sub>2</sub>-ekvivalentit".

Tärkeimpien ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen nykyinen prosentuaalinen vaikutus maapallon lämpenemiseen ja niiden tärkeimmät lähteet (joita kuvataan tarkemmin 2.4 jaksossa) on esitetty taulukossa 2.1.

Taulukossa 2.1 olevien kaasujen lisäksi alailmakehän otsoni (O<sub>3</sub>) voi lisätä maapallon lämpenemistä. IPCC:ssä arvioidaan, että se lisää nykyisin tärkeimpien ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen tähänastisten päästöjen aiheuttamaa kokonaislämpenemistä 16 prosenttia.

Aerosoleilla, jotka koostuvat pienistä hiukkasista tai pisaroista, joiden päästöt ovat joko suoria (primääriaerosolit) tai jotka muodostuvat ilmakehässä SO<sub>2</sub>:sta, NO<sub>2</sub>:sta ja ammoniakista (sekundaariaerosoli), voi olla viilentävä vaikutus sekä suoraan niiden hajoittaessa auringonvaloa että epäsuorasti niiden muuttaessa pilvien ominaisuuksia. Vaikutuksen suuruudesta ei ole varmuutta. IPCC:ssä käytetyn mallintamisen avulla oletetaan, että aerosolit ovat tähän mennessä estäneet noin 50 prosenttia tärkeimpien kasvihuonekaasujen aiheuttamasta kokonaislämpenemisestä. Toisin kuin tärkeimpien kasvihuonekaasujen, näiden aerosolien elinikä ilmakehässä on kuitenkin lyhyt, joten ne eivät ehdi levitä koko planeetan ympärille. Niiden vaikutus on näin alueellista ja lyhytaikaista, ja sitä esiintyy pääasiassa Euroopan, USA:n ja Kiinan kaltaisten alueiden yllä. SO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-päästöt Euroopassa ja näin ollen sekundaariaerosolien tuotanto vähenevät kuitenkin (katso 4 luku, 4.5 jakso), joten aerosolien viilentävä vaikutus voi olla paljon pienempi Euroopassa kuin muilla alueilla kuten Kiinassa.

Kasvihuonekaasujen elinajan suuret vaihtelut ilmakehässä tarkoittavat, että aikajaksot, jolloin ne edistävät maapallon lämpenemistä, voivat vaihdella 20:stä useaan tuhanteen vuoteen. Päästön vähenemisen ja ilmakehän pitoisuuden vakiintumisen välillä on huomattava aikaviive. Kun ilmastonmuutos on kerran ilmennyt, kestää kauan, ennen kuin sitä kääntävät toimet alkavat vaikuttaa.

**Kuvio 2.3 CO<sub>2</sub>-pitoisuudet, 1958-95**

Schauinsland (Saksa)

Mauna Loa (Havaiji)

Lähde: Thoning et al., 1994, Fricke &amp; Wallasch, 1994

## 44 Euroopan ympäristö

**Kuvio 2.4 CH<sub>4</sub>-pitoisuudet, 1983-96**

Mauna Loa (Havaiji)

Mace Head (Irlanti)

Lähde: Dlugokencky et al. 1993, Prinn et al. 1983, Prinn et al. 1997

**Kuvio 2.5 N<sub>2</sub>O-pitoisuudet, 1978-96**

Point Matatula, Amerikan Samoa

Adrigole, Irlanti

Mace Head, Irlanti

Lähde: Prinn et al. 1983, Prinn et al. 1990,  
Prinn et al. 1997.

CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-pitoisuudet ilmakehässä ovat nousseet merkittävästi teollistumista edeltäneistä ajoista. Halogenoituja yhdisteitä ei esiinny ilmakehässä luonnostaan, mutta niiden pitoisuudet siellä ovat nousseet nopeasti muutaman viime vuosikymmenen aikana, koska näitä yhdisteitä on käytetty laajalti (katso 3 luku, kuvio 3.4). Halonien, CFC-yhdisteiden, 1,1,1-trikloorietaanin ja hiilitetrakloridin pitoisuudet ovat laskussa.

Hiilidioksidipitoisuudet lisääntyivät 30 prosenttia teollisuutta edeltäneestä 280 ppmv:n tasosta 358 ppmv:aan vuonna 1995, ja ne lisääntyvät noin 1,5 ppmv/vuosi. Kuviossa 2.3 esitetään pitoisuuksien kuukausittaiset keskiarvot kirjattuina Mauna Loalla Havaijilla ja Schauinslandin vuorella Saksassa. Mauna Loa sijaitsee syrjässä, ja paikalliset lähteet vaikuttavat siihen vain vähän, joten siltä saadaan hyvä arvio maailmanlaajuisista pitoisuuskeskiarvoista. Vuodenaikavaihtelut johtuvat siitä, että kasvit sitovat kasvukautena hiiltä.

Vuoden 1995 maailmanlaajuinen metaanipitoisuuden keskiarvo oli noin 1720 ppbv; se oli noin 2,5-kertainen verrattuna teollistumista edeltäneeseen pitoisuuteen 700 ppbv, ja se kasvaa tällä hetkellä kahdeksan ppbv vuodessa. Kuviossa 2.4 esitetään Mauna Loalla ja Irlannissa sijaitsevilla havaintopaikoilla saadut mittausten tulokset. Irlannin korkeammat pitoisuudet heijastavat suurempia alueellisia päästöjä.

Vuonna 1995 typpioksidin ilmakehässä olevan pitoisuuden keskiarvoksi arvioitiin noin 312 ppbv, eli se oli 15 prosenttia teollistumista edeltänyttä tasoa korkeampi. Nykyinen kasvuvauhti on 0,5 ppbv vuodessa. Kuviossa 2.5 esitetään Point Matatulalla Amerikan Samoalla ja Irlannissa tehtyjen mittausten tulokset.

Samankaltaiset aineet ja vaikutukset muihin asioihin

Joillakin kasvihuonekaasuilla ja kasvihuonekaasuja muodostavilla aineilla voi olla muitakin ympäristövaikutuksia kuin maapallon lämpeneminen. Monia näistä vaikutuksista kuvataan muissa luvuissa, joten niitä ei käsitellä lähemmin tässä. Nämä ongelmat voivat kuitenkin liittyä toisiinsa, ja toimilla yhden ongelman hallitsemiseksi voi hyvinkin olla vaikutuksia, jotka voivat olla toisen kannalta joko hyödyllisiä tai haitallisia. Esimerkiksi:

- CFC-päästöjen vähentäminen yläilmakehän otsonin vähentämiseksi vähentää myös näiden kaasujen suoraan aiheuttamaa maapallon lämpenemistä (mutta ei yläilmakehän otsonin vähenemisen epäsuorasti aiheuttamaa jäähtymistä),
- metaanipäästöjen vähentäminen maapallon lämpenemisen vähentämiseksi vähentää myös alailmakehän otsonin yleistä taustatasoa;

#### **Kuvio 2.6 Yleismaailmalliset CO<sub>2</sub>-päästöt**

Oseania  
 Pohjois-Amerikka  
 Keski-itä  
 Kauko-itä  
 Aasian keskusjohtoinen suunnitelmatalous  
 Keski- ja Etelä-Amerikka  
 Afrikka  
 Itä-Eurooppa  
 Länsi-Eurooppa

Lähde: Marland & Boden, 1997

## 46 Euroopan ympäristö

- SO<sub>2</sub>- , NO<sub>x</sub>- ja ammoniakkipäästöjen vähentäminen vähentää happamoitumista. Toisena vaikutuksena on kuitenkin se, että samalla vähenee alueellisesti viilentävien sulfaatti- ja nitraattiaerosolien tuotanto;
- kun vähennetään fossiilisten polttoaineiden savua (nokea), joka lisää kasvihuoneilmiötä, sekä maapallon lämpeneminen että kaupunkien ilmansaasteet vähenevät.

## 2.4 Kasvihuonekaasujen päästöjen kehitys

### Hiilidioksidi

Suurin ihmisen tuottama hiilidioksidin lähde on fossiilisten polttoaineiden polttaminen sähköntuotannossa, lämmöntuotannossa, liikenteessä ja teollisuudessa. Muita tärkeitä lähteitä ovat maankäytön muutokset ja sementin tuotanto. Luonnon järjestelmät päästävät ja sitovat hyvin paljon hiilidioksidia hiilen luonnollisen kiertokulun kuluessa yhteytyksen ja hengityksen kautta. Nämä ovat tavallisesti tasapainossa, eivätkä näin aiheuta nettopäästöjä. Ihmisen toiminta voi saattaa nämä järjestelmät pois tasapainosta ja aiheuttaa nettopäästöjä (esimerkiksi hävittämällä metsää) tai nettositomista tai nettonielun (esimerkiksi antamalla uuden metsän kasvaa).

Maailmanlaajuisesti tärkeimmät lähteet ovat fossiilisten polttoaineiden palaminen (77 prosenttia), teolliset menetelmät kuten sementintuotanto (kaksi prosenttia) sekä maankäytön muutokset (21 prosenttia). Euroopassa näiden lähteiden osuus on erilainen: fossiilisten polttoaineiden poltto (98 prosenttia), teolliset prosessit (kaksi prosenttia), kun sitä vastoin maankäytön muutokset voivat itse asiassa toimia hiilinieluna, joka todennäköisesti absorboi noin 13 prosenttia Euroopan CO<sub>2</sub>-päästöistä. Arviot maankäytön muutoksista syntyvistä päästöistä ovat paljon epävarmemmat kuin muita lähteitä koskevat arviot. Kuviossa 2.6 esitetään yleismaailmalliset päästöt (vain fossiilisten polttoaineiden polttamisesta ja sementtiteollisuudesta) vuodesta 1950 lähtien. Tällä hetkellä Eurooppa aiheuttaa noin 29 prosenttia maailman ihmisen tuottamista, polttamisesta ja teollisuudesta aiheutuvista CO<sub>2</sub>-päästöistä.

Kuviossa 2.7 esitetään Euroopan hiilidioksidin kokonaispäästöjen kehitys vuodesta 1980 lähtien yksityiskohtaisemmin. Päästöjen merkittävä väheneminen Keski- ja Itä-Euroopassa sekä NIS-maissa (20 prosenttia vuosina 1990 - 1995) aiheutuu talouden rakennemuutoksista.

Kolmen prosentin päästöjen väheneminen Länsi-Euroopassa vuosina 1990 - 1995 aiheutui pääasiassa teollisuuden ja talouden kasvuvauhdin hidastumisesta, teollisuuden rakennemuutoksesta Saksassa ja siirtymisestä hiilestä maakaasuun sähköntuotannossa.

### **Kuvio 2.7 CO<sub>2</sub>-päästöt Euroopassa; 1980 - 94**

miljoonaa tonnia

Uudet itsenäiset valtiot

Keski- ja Itä-Eurooppa

Länsi-Eurooppa

Lähde: EYK-ETC/AE, 1997



**Kuvio 2.8 Euroopan CO<sub>2</sub>-päästöt henkeä kohti vuonna 1994**

Uudet itsenäiset valtiot  
Keski- ja Itä-Eurooppa  
Länsi-Eurooppa

Luxemburg  
Tanska  
Belgia  
Suomi  
Alankomaat  
Saksa  
Yhdistynyt kuningaskunta  
Irlanti  
Norja  
Islanti  
Kreikka  
Itävalta  
Liechtenstein  
Ruotsi  
Italia  
Ranska  
Sveitsi  
Espanja  
Portugali  
Viro  
Malta  
Tšekin tasavalta  
Puola  
Bulgaria  
Slovakian tasavalta  
Slovenia  
Unkari  
Liettua  
Latvia  
Romania  
Entinen Jugoslavian tasavalta Makedonia  
Kroatia  
Turkki  
Bosnia ja Hertsegovina  
Albania  
Venäjän federaatio  
Ukraina  
Valko-Venäjä  
Azerbaidžan  
Moldova  
Georgia  
Armenia

Tuhansia tonneja henkeä kohti

Lähde: EYK-ETC/AE, 1997

## 47 Ilmastonmuutos

CO<sub>2</sub>-päästöt henkeä kohti esitetään kuviossa 2.8. Maiden väliset vaihtelut ovat karkeasti ottaen samanlaiset kunkin kolmen maaryhmän osalta (Luxemburgissa on korkeat päästöt henkeä kohti, koska siellä on pieni väestö ja paljon terästeollisuutta, ja polttoaine on suhteellisen halpaa).

Tärkeä viite päästöjen todennäköisestä tulevasta kehityksestä on vertailu, jossa otetaan huomioon vaurauden erot. CO<sub>2</sub>-päästöt BKT-yksikköä kohti vuonna 1994 esitetään kuviossa 2.9. Lukuun ottamatta entisen Jugoslavian joitakin osia ja Albaniaa päästöt BKT-yksikköä kohti ovat huomattavasti korkeammat Keski- ja Itä-Euroopassa (3,3 tonnia/\$) ja NIS-maissa (2,4 tonnia/\$) kuin Länsi-Euroopassa (0,55 tonnia/\$). Tämä heijastaa Itä-Euroopan tehotonta energiankäyttöä ja energiavaltaisen raskaan teollisuuden valta-asemaa.

Länsi-Euroopassa suurin ala vuodesta 1990 lähtien on ollut energiantuotanto, erityisesti sähköntuotanto (kuvio 2.10). Teollisuuden päästöt vähenivät ja liikenteen päästöt kasvoivat, minkä johdosta päästöt ovat suurelta osin toisiinsa verrattavia tällä hetkellä. Tärkeimmät Länsi-Euroopan ja Keski- ja Itä-Euroopan väliset erot ovat liikenteen pienempi osuus ja teollisuuden energiantuotannon suurempi osuus Keski- ja Itä-Euroopassa. Vuosina 1990 -1995 kaikkien alojen päästöt vähenivät Keski- ja Itä-Euroopassa. Voidaan kuitenkin olettaa, että tieliikenteen päästöt lisääntyvät samankaltaisesti kuin Länsi-Euroopassa.

## Metaani

Ihmisen tuottamat metaanipäästöt ovat koko maailmassa noin 375 miljoonaa tonnia vuodessa, josta noin 27 prosenttia aiheutuu fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Euroopan päästöt ovat noin 11 prosenttia kokonaismäärästä. Tärkeimmät lähteet ovat vuodot maakaasun jakeluverkoista, hiilikaivosteollisuus ja maatalous - erityisesti märehitjät ja riisipellot. Luonnon lähteet kuten kosteikot ovat myös merkittäviä, ja ne voivat aiheuttaa jopa 20 prosenttia koko maailman päästöistä (IPCC, 1996b).

Kuvio 2.11 osoittaa päästöjen kehittymisen Euroopassa vuodesta 1980 lähtien. Nämä tiedot eivät ole yhtä varmoja kuin CO<sub>2</sub>-päästöjä koskevat tiedot, koska tärkeää lähdeä maataloutta koskevat tiedot ovat määrällisesti epävarmemmat. Itä-Euroopan tiedot eivät ole yhtä varmoja kuin Länsi-Euroopan tiedot, eikä vuotta 1990 edeltäneitä tietoja ehkä voi verrata myöhempisiin tietoihin.

**Kuvio 2.9 CO<sub>2</sub>-päästöt BKT-yksikköä kohti vuonna 1994**  
katso kuvio 2.8

Huomautus: Vuoden 1994 US\$:eina  
Lähde: EYK-ETC/AE, 1997

**Kuvio 2.10 Eri alojen CO<sub>2</sub>-päästöt**

Länsi-Eurooppa  
KIE  
Muut  
Kotitaloudet  
Liikenne  
Teollisuus  
Energia

Lähde: EYK-ETC/AE, 1997

## 48 Euroopan ympäristö

Kuvio 2.12 osoittaa, miten eri alojen prosentuaalinen vaikutus metaanipäästöihin on muuttunut vuosina 1980 - 1995. Eri alojen päästöjen suhteet ovat muuttuneet vain vähän vuoden 1980 jälkeen. Energiantuotannon päästöt aiheutuvat pääasiassa hiilikaivoksista ja kaasunjakelujärjestelmien vuodoista. Tässä teollisuuteen sisällytetty jätteidenkäsittely on merkittävä lähde, jossa syntyy suuria päästöjä kaatopaikoilta. Maatalous on myös suuri lähde, ja eniten vaikuttavat lehmien metaanipäästöt.

## Typpioksiduuli

Ihmisen tuottamat  $N_2O$ -päästöt ovat koko maailmassa kolme-kahdeksan miljoonaa tonnia vuodessa. Tämä suuri epävarmuus aiheutuu siitä, että ymmärrämme huonosti asiaan liittyviä prosesseja ja sitä, miten ne maailmanlaajuisesti vaihtelevat. Yleismaailmallisesti suurimmat päästöt ovat peräisin lannoitetusta maatalousmaasta. Joitakin suuria teollisuuspäästöjä syntyy tietyistä prosesseista kuten adipiinihapon valmistuksesta (osa nailonin valmistusta) ja typpihapon valmistuksesta (mikä voi olla merkittävää joissakin maissa erityisesti Euroopassa). Fossiilisten polttoaineiden poltosta aiheutuvat päästöt ovat vähäisiä.

Kuvio 2.13 osoittaa päästöjen kehittymisen Euroopassa vuoden 1980 jälkeen. Metaania koskevat tiedot ovat epävarmempia kuin  $CO_2$ -päästöjä koskevat tiedot, koska tärkeiden maatalouslähteiden päästöjen määrät tunnetaan huonommin.

Keski- ja Itä-Euroopassa maatalouden typpioksiduulipäästöt ovat vähentyneet lannoitteiden käytön vähenemisen johdosta (kuvio 2.14). Teollisuuden päästöt - pääosin typpihapon ja nailonin valmistuksesta - ovat myös vähentyneet, joskin vähemmän, talouden rakennemuutosten seurauksena. Länsi-Euroopassa teollisuuden päästöt ovat hieman vähentyneet, kun sitä vastoin maatalouden päästöt ovat pysyneet ennallaan. Tieliikenteen päästöt ovat lisääntyneet Länsi-Euroopassa. Vaikka liikenne on lisääntynyt, päästöt aiheutuvat suurelta osin kolmitoimisten katalysaattoreiden käyttöönotosta. Nämä aineet vähentävät typpioksidin-, hiilimonoksidin ja hiilivetypäästöjä, mutta aiheuttavat vähäisiä typpioksiduulipäästöjä.

## Halogenoidut kaasut

Halogenoitujen kaasujen päästöjen kuten CFC-päästöjen kehitystä käsitellään 3 luvussa. Vaikka CFC-päästöt laskevat nopeasti, koska niiden käyttö lopetetaan asteittain Montrealin pöytäkirjan ehtojen nojalla (katso 3 luku), korvaavien kaasujen, erityisesti HCFC- ja HFC-yhdisteiden, päästöt lisääntyvät, ja molemmat ryhmät ovat kasvihuonekaasuja. Muita mahdollisesti tärkeitä kasvihuonekaasuja kuten PFC-yhdisteitä (esimerkiksi  $CF_4$  ja  $C_2F_6$ ) sekä rikkiheksafluoridia ( $SF_6$ ) päästyy vain vähäisiä määriä, joten niillä on vain vähäinen vaikutus maapallon lämpenemiseen. Näiden kaasujen päästöjä koskevat tiedot ovat liian vähäiset, jotta niiden kehitys voitaisiin määrittellä, mutta niiden pitkät elinajat ilmakehässä ja suuri yleismaailmallinen lämpöpotentiaali voivat lisätä niiden merkitystä, jos päästöt edelleen lisääntyvät. Kuviossa 3.4. on esitetty useiden näiden kaasujen pitoisuuksien kehittyminen ilmakehässä.

**Kuvio 2.11  $CH_4$ -päästöt Euroopassa, 1980 - 95**

Uudet itsenäiset valtiot  
Keski- ja Itä-Eurooppa  
Länsi-Eurooppa  
miljoonaa tonnia

Lähde: EYK-ETC/AE, 1997

**Kuvio 2.12 Eri alojen CH<sub>4</sub>-päästöt**

muut  
kotitaloudet  
maatalous  
liikenne  
teollisuus  
energia  
Länsi-Eurooppa  
KIE

Lähde: EYK-ETC/AE, 1997

## Ilmastonmuutos 49

Tiivistelmä kasvihuonekaasujen päästöistä Euroopassa

Kuviossa 2.15 esitetään CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-päästöt CO<sub>2</sub>-ekvivalentteina Länsi-Euroopasta sekä Keski- ja Itä-Euroopasta sekä absoluuttisina arvoina että arvoina henkeä kohti. Vaikka Keski- ja Itä-Euroopan kokonaispäästöt ovat pienemmät kuin Länsi-Euroopan, päästöt henkeä kohti ovat samankaltaiset.

Yhteensä Euroopan päästöt vastasivat vuonna 1994 noin 30 prosenttia (vaihteluväli 24 - 38 prosenttia) maapallon lämpenemistä edistävästä ihmisen aiheuttamasta kokonaisvaikutuksesta, kun CO<sub>2</sub>-ekvivalenttien laskemisessa käytetään 100-vuoden aikajaksoa.

### 2.5. Aiheuttajat

Energiankäyttö, maatalous, jätteiden sijoittaminen ja teollinen toiminta ovat tärkeimmät ilmastonmuutoksen aiheuttajat. Ratkaiseva ongelma on hiilidioksidipäästöjen vakiinnuttaminen, ja tämän vähentämisen avain piilee fossiilisten polttoaineiden polttamisessa. Metaanipäästöjä voidaan luultavasti vähentää esimerkiksi kierrättämällä jätteitä enemmän (pikemminkin kuin viemällä niitä kaatopaikalle) ja vähentämällä putkistovuotoja. CFC-yhdisteiden käyttö loppuu vähitellen, mutta otsonikatoa aiheuttavia aineita korvaavien aineiden käyttö, joista jotkin ovat kasvihuonekaasuja, lisääntyy (katso 3 luku, 3.4 jakso). Koska fossiilisten polttoaineiden käytön kehittyminen on keskeistä ilmastonmuutosta koskevien kysymysten kannalta, tässä luvussa keskitytään energiaan ja energian hyötysuhteeseen. Vastaavat liikennettä koskevat tiedot löytyvät 4 luvun 4.6 jaksosta.

#### 2.5.1. Energiankäyttö - hallitseva tekijä

Energiankäyttö on lisääntynyt koko maailmassa ennennäkemättömän nopeasti lähes koko tämän vuosikymmenen ajan, ja huolimatta uusiutuvien luonnonvarojen ja ydinlähteiden lisääntyvästä osuudesta muutaman viime vuosikymmenen aikana fossiilisista polttoaineista saadaan yhä yli 90 prosenttia maailman energiantarpeesta (UNEP, 1994). Vuoden 1990 jälkeen maailman energiankysynnän kasvu on hidastunut, mikä on etupäässä johtunut energiankulutuksen vähenemisestä Itä-Euroopassa.

Kuvio 2.16 osoittaa, miten energian loppukulutus (kuluttajien käyttämä energia ilman tuotanto- ja jakeluhäviöitä) on vähitellen kasvanut Länsi-Euroopassa; kasvu oli kymmenen prosenttia vuosina 1985 - 1995. Energiankulutus väheni 18 prosenttia KIE-maissa ja 26 prosenttia NIS-maissa vuosina 1990 - 1995. Energian kokonaiskulutus Euroopassa laski 11 prosenttia vuosina 1990 - 1995.

Kuvio 2.17 osoittaa, miten energian loppukulutus Euroopassa muuttui eri aloilla vuosina 1980 - 1995. Suurin muutos Länsi-Euroopassa tapahtui liikenteen alalla, jossa energiankäyttö lisääntyi 44 prosenttia. Samana aikana teollisuuden energiankäyttö laski kahdeksan prosenttia ja muu polttoaineenkäyttö lisääntyi seitsemän prosenttia. Tämä heijastaa pääasiassa tieliikenteen kasvua ja siirtymistä pois energiavaltaisesta raskaasta teollisuudesta.

Keski- ja Itä-Euroopassa energiankäyttö on laskenut vuodesta 1990 lähtien kolme prosenttia liikenteessä, 28 prosenttia teollisuudessa ja 15 prosenttia muilla aloilla. NIS-maissa muutokset olivat selvemmat, ja lasku liikenteessä oli 48 prosenttia ja teollisuudessa 38 prosenttia sekä 30 prosenttia muussa käytössä. Jotkut NIS-maiden osalta näkyvät muutokset voivat aiheutua käytettyjen määritelmien erosta, mutta

#### **Kuvio 2.13 N<sub>2</sub>O-päästöt Euroopassa, 1990 - 94**

miljoonaa tonnia

Keski- ja Itä-Eurooppa

Länsi-Eurooppa

Huomautus: Länsi-Eurooppa lukuun ottamatta Espanjaa, KIE: vain Bulgaria, Kroatia, Tšekin tasavalta, Unkari, Romania ja Slovakia.

Lähde: EYK-ETC/AE, 1997

**Kuvio 2.14 Eri alojen N<sub>2</sub>O-päästöt**

muut  
kotitaloudet  
maatalous  
liikenne  
teollisuus  
energia  
Länsi-Eurooppa  
KIE

Lähde: EYK-ETC/AE, 1997

## 50 Euroopan ympäristö

energian kokonaiskäyttö on todella vähentynyt suuresti näissä maissa, mikä heijastaa vuoden 1990 jälkeen tapahtuneita taloudellisia muutoksia.

Kuvio 2.18 osoittaa erityyppisten polttoaineiden prosentuaalista osuutta energian primaarituotannosta kaikkiin eri tarkoituksiin mukaan lukien sähköntuotanto. Yleisesti on siirrytty hiilestä ja öljystä maakaasuun, ydinvoimaan ja uusiutuviin energiamuotoihin. Maakaasun CO<sub>2</sub>-päästöt tuotettua energiayksikköä kohti ovat pienemmät kuin hiilen tai öljyn, eivätkä ydinenergia ja uusiutuvat energialähteet toiminnan aikana aiheuta lainkaan näitä päästöjä, joten tämän muutoksen seurauksena CO<sub>2</sub>-päästöt ovat pienentyneet. Selvin muutos ja se, joka eniten vaikuttaa ilmastonmuutokseen, on hiilen ja öljyn prosentuaalisen osuuden väheneminen energian primaarituotannossa vuosina 1980 - 1995, jolloin hiilen käyttö vähentyi 24 prosentista 22 prosenttiin ja öljyn 52 prosentista 44 prosenttiin. Ydinenergian määrä kolminkertaistui Länsi-Euroopassa ja NIS-maissa, ja se lisääntyi kuusinkertaiseksi Keski- ja Itä-Euroopassa vuosina 1980 - 1994. Belgiassa, Sveitsissä, Liettuassa, Bulgariassa ja Sloveniassa ydinenergialla tuotetaan yli 20 prosenttia energian (brutto)kulutuksesta ja Ranskassa ja Ruotsissa yli 40 prosenttia.

### 2.5.2. Energian hinnat

Hinta vaikuttaa suuresti energian kysyntään, eri polttoaineiden suhteelliseen osuuteen ja energiansäästöinvestointeihin sekä energian hyötysuhteeseen. Kehitysmaissa energiankulutuksen ja energianhintojen välillä on voimakas negatiivinen korrelaatio. Energian hinnan muutokset vuodesta 1978 lähtien esitetään kuviossa 2.19. Raakaöljyn hintaa voidaan hyvin käyttää osoittamaan energian hintoja yleensä, koska muiden energialähteiden kuten maakaasun, öljytuotteiden ja hiilen hinnat riippuivat yleensä öljyn hinnasta. Energiankulutukseen vaikuttavat myös sellaiset seikat kuten kansainvälisen kilpailukyvyn tarve, mikä edellyttää teollisuuden tuotantokustannusten laskemista.

### 2.5.3. Energian hyötysuhde

Kun energia on halpaa, on vähemmän kannustimia sen käytön hyötysuhteen lisäämiseksi silloinkin, kun tähän on käytettävissä selkeitä keinoja. Ei ole mitään yksinkertaista indikaattoria, joka osoittaisi energian hyötysuhdetta kansallisella tasolla tai Euroopan tasolla, mutta energiantensiteetti (energian kulutus BKT-yksikköä kohti) liittyy energiatehokkuuteen, joskin siihen vaikuttavat merkittävästi myös sellaiset tekijät kuin energian korvaaminen työvoimapanoksilla sekä talouselämän rakenne.

Kuvio 2.20 osoittaa, miten energiantensiteetti Euroopassa on muuttunut vuoden 1986 jälkeen. Länsi-Euroopassa energiantensiteetin asteittainen aleneminen, joka on ollut noin yksi prosentti vuodessa, johtuu sekä energiankulutuksen vähäisestä laskusta (katso kuvio 2.16), että BKT:n hieman sitä nopeammasta kasvusta. Kauden aikana energian hyötysuhde on välillä hieman kasvanut, ja samoin on tapahtunut rakennemuutoksia, joilla on siirrytty hyvin energiavaltaisista perinteisistä teollisuudenaloista vähemmän energiavaltaisiin palvelualoihin. Viimeaikaiset todisteet osoittavat kuitenkin, että energiantensiteetin heikkenemisvauhti hidastuu. Monet kustannustehokkaimmista energian hyötysuhdetta lisäävistä toimenpiteistä on jo toteutettu (OECD/IEA, 1996 ja 1997),

#### **Kuvio 2.15 Euroopan kasvihuonekaasujen päästöt CO<sub>2</sub>-ekvivalentteina, 1994**

tonnia CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia  
henkeä kohti

Lähde: EYK-ETC/AE, 1997

#### **Kuvio 2.16 Energiankulutus Euroopassa, vuosina 1980 - 95**

miljoonaa toe  
Länsi-Eurooppa  
NIS  
KIE

Lähde: Eurostat, IEA

## Ilmastonmuutos 51

ja useimmissa maissa on jo toteutettu suuria rakennemuutoksia energiavaltaisista teollisuudenaloista palvelualoihin.

Itä-Euroopassa energiaintensiteetti on korkeampi useista syistä, joihin kuuluvat suhteellinen tehoton energiantuotanto, energian intensiivinen käyttö perinteisesti alhaisten energianhintojen vuoksi, taloudellisen tuotannon yleisesti alhainen lisäarvo ja energiavaltaiten teollisuuksien suuri suhteellinen osuus. Keski- ja Itä-Euroopassa energiaintensiteetti laskee, kun se sitä vastoin NIS-maissa lisääntyi noin vuoteen 1992 asti ja pysyi sen jälkeen lähes vakiona. KIE- ja NIS-maiden ero johtuu NIS-maiden BKT:n suuremmasta laskusta vuoden 1990 jälkeen. Energian kokonaiskulutus henkeä kohti muistuttaa Länsi-Euroopan kulutusta, mutta BKT on paljon alhaisempi. Tästä johtuen KIE-maissa energian hyötysuhde on noin neljä kertaa suurempi ja NIS-maissa noin kuusi kertaa suurempi kuin Länsi-Euroopassa. Maiden väliset vaihtelut Keski- ja Itä-Euroopassa ja NIS-maissa ovat paljon suuremmat kuin Länsi-Euroopassa. Itä-Euroopassa energiaintensiteetti voisi selvästikin laskea vielä huomattavasti.

On monia tapoja parantaa energian hyötysuhdetta käyttämällä teknistä kehitystä kuten polttoainetta tehokkaammin käytettäviä ajoneuvoja ja kotitalouskoneita ja eristämällä rakennukset paremmin. Nämä parannukset eivät välttämättä aiheuta energian kokonaissästöjä. Esimerkiksi autojen tehon lisääntymisen (mitattuna km/l) vaikutus voi mitätöityä, jos autoja käytetään enemmän, ja se voi jopa kannustaa auton käyttöön, koska kustannukset kilometriä kohti laskevat.

Vaikka energiaintensiteetti on yleisesti vähentynyt Länsi-Euroopassa, sitä vastaan vaikuttaa kehitys eräillä tärkeillä energiankulutuksen aloilla, erityisesti kolmella seuraavalla alalla (IEA, 1997). Keski- ja Itä-Euroopasta sekä NIS-maista on käytettävissä vain vähän vertailukelpoisia tietoja.

## Yksityisautot

Autojen omistus on lisääntynyt noin 40 prosenttia Euroopassa (lukuun ottamatta Venäjän federaatiota) vuoden 1980 jälkeen. Tuona aikana keskimääräinen polttoainekulutus on muuttunut vain vähän; se on ollut noin kahdeksan-kymmenen litraa bensiiniekvivalenttia 100 km kohti. Vuosittainen ajomatka autoa kohti on kuitenkin hieman lisääntynyt. Ihmiset matkustavat enemmän, mikä lisää kasvihuonekaasujen päästöjä, ja he siirtyvät tehokkaammista liikennemuodoista (kävely, pyöräily, linja-autot ja junat) yksityisautoihin. Tämä heijastuu lisääntyneinä kotimaan matkustamisen CO<sub>2</sub>-päästöinä kaikissa IEA-maissa ja siinä, että autojen energiankäyttö Euroopassa on yli kaksinkertaistunut vuoden 1973 jälkeen. Tämä yhdistelmä viittaa siihen, että kotimaisen matkustamisen energian hyötysuhde on yleisesti vähentynyt viimeisten 20 vuoden aikana.

**Kuvio 2.17 Eri alojen energiankäyttö Euroopassa, 1980 - 95**

Teollisuuden energiankulutus

Liikenteen energiankulutus

Muu energiankulutus

miljoonaa toe

Länsi-Eurooppa

NIS

KIE

Lähde: Eurostat, IEA



## 52 Euroopan ympäristö

**Kotitaloudet**

Länsi-Euroopan talojen koko kasvaa mitattuna lattiapinta-alalla asukasta kohti. Yhä useammissa kodeissa on keskuslämmitys, joka on kotitalouksien tärkein energiankäytön lähde (kuvio 2.21). Lukumäärä lähestyy nyt luultavasti kyllästymisastetta. Astianpesukoneiden omistus, joka heijastaa yleistä sähkölaitteiden omistusta, on lisääntynyt merkittävästi, lähes nollasta keskimäärin yhteen talouteen neljästä.

Kotitalouksiin on kohdistettu enemmän energiansäästötoimia kuin muihin aloihin. Useimmissa maissa talojen lämmittämiseen käytetyn energian suhde lattiapinta-alaan on laskenut jakson aikana, mihin ovat vaikuttaneet energian korkeammat hinnat, entisten rakennusten parempi eristäminen ja tiukemmat uusia rakennuksia koskevat säännökset. Vaikka käytetäänkin enemmän sähkölaitteita, niiden energian hyötysuhde on yleensä parempi.

Keskuslämmityksellä ja kotitalouslaitteilla varustettujen talojen prosentuaalisen osuuden lisääntyminen näyttää yleisesti korvanneen ne teknologiset ja muut energian hyötysuhteeseen vaikuttavat parannukset, joita Länsi-Euroopan maissa on saavutettu.

**Tuotantoteollisuus**

Tuotantoteollisuus oli aikaisemmin Euroopan tärkein energiankäyttäjä, mutta sen osuus on vähentynyt jatkuvasti. Useimpien Länsi-Euroopan maiden teollisuustuotanto on laskenut, mutta eri maiden ja eri alojen välillä on yhä suuria vaihteluita (katso 1.3.2 jakso). Kuvio 2.22 osoittaa, että tuotantoteollisuuden useimpien alojen energiaintensiteetti Länsi-Euroopassa on laskenut. Tuotannon lisääntymisen ja energiaintensiteetin vähenemisen nettovaikutuksena on ollut energian kokonaiskulutuksen pieni yleinen väheneminen.

**2.6. Toimintalinjat ja niiden tavoitteet****2.6.1. Ympäristöpolitiikan tavoitteet**

Hallitukset kaikkialta maailmasta reagoivat ilmastonmuutosta koskeviin huoliin YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssissa vuonna 1992 (Rio de Janeirossa) hyväksymällä ilmastonmuutoksen puitesopimuksen (UNFCCC). Yli 160 maata tai maaryhmää on nyt ratifioinut yleissopimuksen mukaan lukien Euroopan yhteisö ja kaikki sen 15 jäsenvaltiota sekä useimmat muut Euroopan maat. Kehitysmaat

**Kuvio 2.18 Primaarinen energiantuotanto Euroopassa polttoaineittain, 1980, 1990 ja 1995**

hiili  
raakaöljy  
maakaasu  
ydinenergia  
vesivoima  
muu

Lähde: Eurostat, IEA

**Kuvio 2.19 Loppukäyttäjien energian reaalihintojen indeksit Euroopan OECD-maissa**

öljytuotteet  
maakaasu  
raakaöljy  
hiili

Huomautus: hinnat sisältävät verot mutta eivät käteisalennuksia

Lähde: OECD

## Ilmastonmuutos 53

(lueteltu yleissopimuksen liitteessä 1) sitoutuivat pyrkimään kasvihuonekaasupäästöjensä (joita Montrealin pöytäkirja ei koske) vakiinnuttamiseen vuoden 1990 tasolle vuoteen 2000 mennessä.

UNFCCC:n sopimuspuolten kolmas istunto pidettiin Kiotossa (Japanissa) joulukuussa 1997. Vuoden 1997 maaliskuussa EU:n ympäristöministereiden neuvosto esitti ennen Kioton kokousta neuvottelukantanaan, että kehitysmaiden olisi vähennettävä kasvihuonekaasujen päästöjä 15 prosenttia vuoden 1990 tasoista vuoteen 2010 mennessä (CEC, 1997a ja 1997b). Tavoite perustuu tärkeimpien kasvihuonekaasujen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) yhteiseen vähentämiseen ottaen huomioon niiden maailmanlaajuinen lämmityspotentiaali 100 vuoden aikana. Jotkin EU:n jäsenvaltiot saisivat lisätä päästöjään, koska muiden jäsenvaltioiden päästöjen väheneminen korvaisi tämän.

Kiotossa kehitysmaat (liite I) sopivat vähentävänsä kuuden kasvihuonekaasun (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC ja SF<sub>6</sub>) päästöjä yhteensä viisi prosenttia vuoden 1990 tasoista (UNFCCC, 1997b). Näiden kuuden kasvihuonekaasun yhteiset CO<sub>2</sub>-ekvivalenttipäästöjen vähennykset pitäisi saavuttaa vuosina 2008 - 2012. Sopimuspuolet sitoutuivat erilaisiin vähennyksiin (taulukko 2.2). EU sitoutui yhteisesti vähentämään päästöjä kahdeksan prosenttia. Keski- ja Itä-Euroopan maat sitoutuivat vähentämään päästöjään viisi-kahdeksan prosenttia, kun sitä vastoin Venäjän federaatio ja Ukraina sitoutuivat vakiinnuttamaan päästönsä vuoden 1990 tasolle. Jokaisen sopimuspuolen on vuoteen 2005 mennessä osoitettava edistytävänsä sitoumustensa täyttämässä.

Tulevissa UNFCCC:n konferensseissa, erityisesti Buenos Airesissa marraskuussa 1998 pidettävässä, on käsiteltävä joitakin tärkeitä kysymyksiä yksityiskohtaisemmin:

- hiilidioksidinieluja ja -varastoja koskevien tietojen määrittäminen ja todentaminen. Näiden nielujen ja varastojen nettomuutoksia voitaisiin käyttää päästöjen vähentämissitoumusten täyttämiseen, kun ne aiheutuvat ”suorista ihmisten aiheuttamista maankäytön muutosta ja metsätaloutta koskevista toimenpiteistä, jotka rajoittuvat metsittämiseen, uudelleen metsittämiseen ja metsien kaatamiseen vuoden 1990 jälkeen”;
- suuntaviivat päästöjä koskevan kaupan ja yhteisen toteuttamisen todentamiseksi, siitä kertomiseksi ja sen laskemiseksi liitteessä I mainittujen maiden välillä;
- ehdotetun ”puhtaan kehityksen mekanismin” määritelmät sekä sen organisatoriset menetelmät ja rahoitusmenetelmät;

**Kuvio 2.20 Energian hyötysuhde, 1986 - 95**

toe/miljoona US\$

NIS

KIE

Länsi-Eurooppa

Lähde: Eurostat, IEA

**Kuvio 2.21 Keskuslämmitystalojen prosentuaaliset osuudet**

Ruotsi

Tanska

Suomi

Saksa

Ranska

Yhdistynyt kuningaskunta

Italia

Lähde: Eurostat, IEA

**Kuvio 2.22 Tuotantoteollisuuden energian hyötysuhde, 1971 - 91**

rautametallit  
paperi ja sellu  
ei-rautametallit  
ei-metalliset mineraalit  
kemikaalit  
ruoka ja juoma  
muu tuotantoteollisuus

Lähde: Kansalliset energia- ja teollisuustilastot, (jotka on analysoinut Lawrence Berkeley National Laboratory) Tanskan, Suomen, Ranskan, entisen Länsi-Saksan, Italian, Ruotsin ja UK:n osalta.

## 54 Euroopan ympäristö

tämän tavoitteena on auttaa muita kuin liitteessä I mainittuja sopimuspuolia saavuttamaan kestävä kehitys, mihin sisältyy se mahdollisuus, että liitteessä I mainittujen maiden vähennystavoitteisiin luetaan mukaan vähennykset muissa kuin liitteessä I luetelluissa maissa toteutetuista hankkeista.

### 2.6.2. Poliittikka ja toimenpiteet

Euroopan ympäristöpolitiikka ja -toimenpiteet EU:n tasolla ja kansallisella tasolla on esitetty tiivistetysti laatikossa 2.1.

Yhtä avainasemassa olevaa EU:n tason ehdotusta, energia-/hiiliveroa, ei ole vielä hyväksytty, mutta eräissä maissa (Itävalta, Tanska, Suomi, Ruotsi, Alankomaat ja Norja) nämä verot on jo otettu käyttöön. Äskettäisessä tutkimuksessa energiaverojen tehokkuudesta (EYK, 1996) tultiin siihen tulokseen, että tarkastelluista hiiliveroista (Ruotsissa ja Norjassa) oli tiettyä hyötyä, esimerkiksi päästöjen vähäinen pieneneminen Norjassa, mutta että näitä vaikutuksia olisi tutkittava enemmän ja yksityiskohtaisemmin. Yleisesti energian hinnat ovat liian alhaiset, jotta ne kannustaisivat vähentämään energiankäyttöä yksityisautoiluun ja asuntojen lämmittämiseen.

## 2.7. Kehitys ja näkymät

### 2.7.1. Kehitys kohti vuotta 2000

Kuten jaksossa 2.4 mainittiin, Länsi-Euroopan CO<sub>2</sub>-päästöt vähenivät noin kolme prosenttia vuosina 1990 - 1995 etupäässä talouskasvun tilapäisen heikkenemisen, Saksan teollisuuden rakennejärjestelyn ja maakaasulla toimivien voimaloiden kehittämisen seurauksena. On kuitenkin epävarmaa, saavutetaan viidennen ympäristöohjelman tavoite CO<sub>2</sub>-päästöjen vakiinnuttamisesta vuoden 1990 tasolle vuoteen 2000 mennessä, kuten EU:n tutkimukset osoittavat (CEC, 1996a ja 1996b). Onnistuminen edellyttäisi jäsenvaltioiden ilmoittamien kansallisten toimenpiteiden enimmäismahdollisuuksien toteuttamista. Monet näistä toimenpiteistä vaikuttavat vasta vuoden 2000 jälkeen. Jos energian hinnat pysyvät alhaisina ja BKT kasvaa nopeammin kuin tällä hetkellä oletetaan, vuoden 2000 päästöt voivat ylittää vuoden 1990 tason jopa viidellä prosentilla.

Toisin kuin Länsi-Euroopassa, kasvihuonekaasujen päästöt ovat laskeneet merkittävästi Itä-Euroopassa vuoden 1990 jälkeen. Energiankulutus ei todennäköisesti ylitä vuoden 1990 tasoa edes vuoteen 2010 mennessä (YK/ECE, 1996). Lisäksi siirrytään todennäköisesti käyttämään polttoaineita, joiden kasvihuonekaasupäästöt ovat alhaisemmat (IIASA, 1997). Jopa ilman polttoainemuutosta tai energiaintensiteetin vähenemistä vuoden 2000 päästöjen arvioidaan olevan 22 prosenttia alhaisemmat kuin vuonna 1990.

### 2.7.2. Tätä menoa -vaihtoehdot vuoteen 2010 asti

Komission ”tätä menoa” -vaihtoehdossa vuosille 1990 - 2010 (CEC, 1997c) oletetaan, että ei toteuteta mitään uusia toimenpiteitä CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämiseksi, että BKT kasvaa kaksi prosenttia vuodessa ja energiaintensiteetti alenee 1,3 prosenttia vuodessa, mikä johtaisi CO<sub>2</sub>-päästöjen lisääntymiseen kahdeksan prosenttia vuosina 1990 - 2010. Lisäys olisi suurinta liikenteen alalla (+39 prosenttia), ja seuraavana olisi energia-ala (sähkön ja lämmön tuotanto, +12 prosenttia). Päästöt vähenisivät vain teollisuudessa (-15 prosenttia). UNFCCC:lle annettujen kansallisten tietojen perusteella (1997a) nykyinen politiikka johtaisi jopa korkeampiin tätä menoa -päästöihin vuonna 2010 verrattuna vuoteen 1990 Norjan (+33 prosenttia) ja Islannin (+35 prosenttia) osalta.

Tiettyjä NIS-maita (Moldovan tasavalta, Ukraina, Valko-Venäjä ja Venäjän federaatio) koskevat arviot viittaavat siihen, että energiankulutus on 11 prosenttia alhaisempi vuonna 2010 kuin vuonna 1990 (YK/ECE, 1996) ja että BKT on kymmenen prosenttia alhaisempi. Toisessa vaihtoehdossa (IIASA 1997), jossa oletetaan, että näiden maiden energiaintensiteetti laskee Länsi-Euroopan tasolle, energiankulutus olisi 27 prosenttia alhaisempi vuonna 2010 kuin vuonna 1990. Vaikka tämä vaihtoehto ei ehkä olekaan realistinen, se osoittaa, millaista energiansäästöä ja kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämistä näissä maissa voitaisiin saavuttaa.

Keski- ja Itä-Euroopan tilanne on toinen. Vuonna 2010 BKT voi olla 31 prosenttia korkeampi kuin vuonna 1990 ja energiankulutuksen nousu vain neljä prosenttia (YK/ECE, 1996).

**Taulukko 2.2 UNFCCC:n Kioton pöytäkirjan päästötavoitteet**

Maa	Määrällinen päästöjen rahoitus- tai vähennyssitoumus (prosentteina perusvuodesta)
EU (Euroopan yhteisö) ja sen kukin jäsenvaltio	92
KIE- ja NIS-maat Bulgaria, Latvia, Liettua, Romania, Slovakian tasavalta, Slovenia, Tšekin tasavalta, Viro	92
Kroatia	95
Unkari, Puola	94
Venäjän federaatio	100
Ukraina	100
Muut Euroopan maat	
Islanti	110
Liechtenstein, Sveitsi	92
Norja	101

## Ilmastonmuutos 55

IIASA-vaihtoehto (energiaintensiteetti lähestyy Länsi-Euroopan energiantensiteettiä) osoittaa energiankulutuksen lisääntyvän tänä jaksona vain yhden prosentin.

## 2.7.3. Kestävät vaihtoehdot vuoteen 2100

Jotta ilmakehän CO<sub>2</sub>-pitoisuudet voitaisiin vakiinnuttaa vuoden 1990 tasolle vuoteen 2100 mennessä, koko maailman vuotuisia ihmisen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä olisi heti alennettava 50 - 70 prosenttia ja sen jälkeen alennettava lisää (IPCC, 1996b).

UNFCCC:n 2 artiklan tavoitteena ovat sellaiset ilmakehän pitoisuudet, jotka estäisivät ihmisen vaarallisen vaikutuksen ilmastojärjestelmään, mutta tekisivät mahdolliseksi kestävän talouskehityksen (IPCC,

1996a). Väliaikaiseksi raja-arvoiksi, jotka vastaisivat tätä tavoitetta, on ehdotettu seuraavia: 0,1°C:n lämpötilan nousu vuosikymmentä kohti (Krause et al., 1989), kahden senttimetrin nousu merenpinnan tasossa vuosikymmentä kohti (Rijsberman ja Swart, 1990) sekä maapallon korkeintaan 1°C:n keskilämpötilan nousu vuoden 1990 tasoista (Vellinga ja Swart, 1991). Näitä raja-arvoja suuremmat nousut aiheuttaisivat suuria ja mahdollisesti korvaamattomia vaaroja ekosysteemeille, ravinnontuotannolle ja herkille rannikkoalueille (2.2 jakso).

Jotta nämä raja-arvot eivät ylittyisi, on sovittava seuraavista asioista:

- Ihmisten aiheuttamien CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-kokonaispäästöjen jakaminen teollisuusmaiden (UNFCCC:n

**Laatikko 2.1: Poliitiikka ja toimenpiteet****Hiilidioksidi**

EU:n toimien tila:

Neuvoston päätös (93/389) yhteisön CO<sub>2</sub>-päästöjen ja muiden kasvihuonekaasujen valvontajärjestelmästä.

Energian hyötysuhde (EU):

- SAVE-ohjelma energiatehokkuuden lisäämiseksi;
- Direktiivit energiatehokkuudesta (kuumavesiboilerit, kotitalouskoneiden ja jäädytyslaitteiden merkitseminen);
- Tiedonanto strategiasta henkilöautojen CO<sub>2</sub>-päästöjen rajoittamiseksi (tavoite polttoaineen kulutus 5 l/100 km bensiiniautoissa ja 4,5 l/100 km dieselautoissa);
- uusi säästävä ja tehokas energiatekniikka: JOULE-THERMIE -ohjelmat (T&K ja demonstraatiot);
- uusiutuvan energian edistäminen (ALTENER). Kansalliset toimenpiteet EU:n jäsenvaltioissa ja kolmansissa maissa (esimerkit):
- vapaaehtoiset/neuvotellut sopimukset teollisuuden ja energiantuottajien kanssa;
- energia-/hiilivero;
- yhdistetyt lämpö- ja sähkövoimalat (teollisuus- ja asuinkäyttöön);
- siirtyminen hiilestä maakaasuun tai puuhun polttoaineena (teollisuus, energiantuotanto);
- liikkuvuutta ja ajokäyttäytymistä koskevat toimenpiteet (esimerkiksi teiden hinnoittelu);
- (uudelleen-) metsittäminen.

**Metaani**

EU:n toiminnan tila:

- Tiedonanto strategiasta metaanipäästöjen vähentämiseksi (mahdolliset toimenpiteet: eläinten lannan hallinnan parantaminen, ehdotus direktiiviksi jätteiden viennistä kaatopaikoille, biologisesti hajoavien jätteiden metaanipäästöjen valvonnan vaatimisesta, maakaasun poraamisesta ja jakelusta aiheutuvien vuotojen vähentämiseksi);
- CAP-uudistus vähentää karjan lukumäärää ja alentaa metaanipäästöjä. Kansalliset toimenpiteet EU:n jäsenvaltioissa ja kolmansissa maissa (esimerkit) :
- jätteiden kaatopaikalle viemisen vähentäminen ehkäisemällä jätteiden tuottamista, niitä kierrättämällä ja lisäämällä niiden polttamista;
- hiilen louhinnasta syntyvän metaanin vähentäminen (soveltamalla parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa).

### **Typpioksiduuli**

EU:n toiminnan tila:

CAP-uudistus aiheuttaa lannantuotannon sekä mineraalilannoitteiden ja lannan käytön vähenemistä ja vähentää näin typpioksiduulipäästöjä. Kansalliset toimenpiteet EU:n jäsenvaltioissa ja kolmansissa maissa (esimerkit):

- eräitä teollisia tuotantoprosesseja koskevat tekniset toimenpiteet.

## 56 Euroopan ympäristö

liitteen I maiden), joiden tuottamat päästöt olivat 5,8 Gt C (CO<sub>2</sub>-ekvivalenteina) vertailuvuonna 1990 (55 prosenttia kokonaispäästöistä), ja kehitysmaiden (muiden kuin liitteen I maiden) välillä, joiden päästöt olivat 4,4 Gt C (45 prosenttia). UNFCCC:n Berliinin toimeksiannon nojalla liitteessä 1 luettelemattomien maiden ei tarvitse vielä vähentää päästöjään.

- Ilmastonmuutoksen vähentämiseen tähtävien toimien ajoitus.

Kokonaispäästöjen vähentämisen ja niiden ajoituksen lisäksi on kehitettävä strategioita kutakin yksittäistä kasvihuonekaasua varten. CFC-yhdisteiden käytön pitäisi jo loppua vuoteen 2010 mennessä Montrealin pöytäkirjan nojalla, mutta eräisiin niitä korvaaviin aineisiin on ehkä kiinnitettävä lisää huomiota (katso luku 3). Vaikka hiilidioksidi on tärkein kasvihuonekaasu, metaani- ja typpioksiduulipäästöjen kohtuullisilla vähennyksillä voi olla suhteellisen suuri merkitys, koska niiden yleismaailmallinen lämmityspotentiaali on suuri. Näiden kaasujen päästöjen vähentäminen voi olla teknisesti ja taloudellisesti helpompaa kuin hiilidioksidipäästöjen vähentäminen, ja se toisi myös lisäetuja, koska ne eivät edistä alailmakehän otsonin (kesäsumun) muodostumista.

### Päästökäytävät

IPCC on laatinut useita päästösuunnitelmia, jotka perustuvat olettamuksiin väestönkasvusta, maankäytöstä, teknologian muutoksista, energian saatavuudesta ja polttoaineseikoituksesta, mutta joihin ei sisälly nimenomaisia päästönvähennystoimenpiteitä. IPCC:n suunnitelmissa ihmisten aiheuttamat CO<sub>2</sub>-ekvivalenttipäästöt ovat koko maailmassa vuonna 2010 11,5 - 15,3 Gt C (6,2 - 8,3 Gt C teollisuusmaiden ja 5,3 - 7,0 Gt C teollistumattomien maiden osalta) Ylempi luku edellyttää suhteellisen suurta talouskasvua ja väestönkasvua ja suurta riippuvuutta fossiilisista polttoaineista. Alempi luku edellyttää alhaista väestönkasvua, suotuisaa taloudellista ja teknistä kehitystä, metsäkadon pysäyttämistä, suurempaa uusiutuvien energiamuotojen käyttöä ja Montrealin pöytäkirjan täysimääräistä noudattamista (Leggett et al., 1992).

Sallitut yleismaailmalliset päästörajat voidaan asettaa käyttämällä ”päästökäytävien” käsitettä (Alcamo ja Kreileman, 1996). Näiden käytävien laajuus riippuu valitusta pitkän tähtäimen ilmastonsuojelun tavoitetasosta, ja niissä määritellään päästöjen sallitut rajat. Taulukossa 2.3 esitetään päästökäytävät vuoteen 2010 mennessä, jotta saavutettaisiin EU:n tavoite, joka on lämpötilan kohoaminen korkeintaan 1,5°C vuosina 1990 - 2100, kun päästöjen arvioidaan vähenevän vuodessa korkeintaan kaksi prosenttia. Kuvioissa esitetään 0,1°C:n ja 0,15°C:n nousu vuosikymmenessä. Edellisessä (tiukemmassa) tapauksessa päästökäytävän yläraja vuonna 2010 olisi 9,5 Gt C (CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia).

Edellyttäen, että muut kuin liitteessä 1 luetellut maat jatkavat päästöjensä lisäämistä IPCC:n edellä kuvatun vaihtoehdon mukaisesti (eli 5,3 - 7,0 Gt C vuonna 2010), teollisuusmaiden (liitteen I maiden) päästöjen olisi vuonna 2010 laskettava 2,5 - 4,2 Gt C verrattuna vuoden 1990 tasoon, joka oli 5,8 Gt C, eli niiden olisi vähennettävä noin 30 - 55 prosenttia. Tämä vähennys merkitsisi keskimääräisten henkeä kohti laskettujen CO<sub>2</sub>-päästöjen vähenemistä Länsi-Euroopassa 8,8 tonnista vuonna 1990 noin 5,8 - 3,7 tonniin vuonna 2010 (jolloin väestö voisi edelleen jossain määrin kasvaa). Jotta tätä voitaisiin tarkastella maailmanlaajuisessa yhteydessä, todettakoon, että nykyiset keskimääräiset yleismaailmalliset CO<sub>2</sub>-päästöt henkeä kohti fossiilisista polttoaineista ovat neljä tonnia (1,8 tonnia teollistumattomissa maissa).

Vähemmän ankara mutta kestävä vaihtoehto, jonka mukaan lämpötila nousisi 1,5°C vuosikymmenessä, on lisätty osoittamaan, että kolmen tärkeimmän ympäristönsuojelun indikaattorin (lämpötilan nousu korkeintaan 0,1°C/kymmenen vuotta, merenpinnan nousu korkeintaan 2 cm/kymmenen vuotta ja maapallon keskilämpötilan nousu korkeintaan 0,1°C vuoden 1990 tasoista) kestävyysrajoitteilla on tärkeä vaikutus liitteessä I luetelluilta mailta vaadittuihin päästöjen vähentämisiin ja tämän vuoksi tärkeä poliittinen vaikutus. Jos käytetään samaa IPCC:n vaihtoehtoa kuin ankarammassa 0,1°C:n lämpötilannousussa kymmentä vuotta kohti, liitteen I maissa olisi mahdollista vain rajoitettu päästöjen vähentäminen tai jopa pieni päästöjen kasvaminen.



**Taulukko 2.3 Suurimmat sallitut CO<sub>2</sub>-ekvivalenttipäästöt liitteen 1 maissa vuonna 2010**

Valittu lämpötilan nousuvauhti vuosina 1990-2100

Maapallon päästökäytävä vuonna 2010

Suurimmat sallitut päästöt liitteen 1 maissa vuonna 2010b

Huomautukset:

Sisältää (väistämättömän) lämpötilan ylittymisen vuosina 1990 - 2010. Lämpötilan nousun 0,1°C 10 vuodessa voitaisiin katsoa merkitsevän vaikutusten rajallista riskiä. 0,15°C:n nousu 10 vuodessa ylittää tämän tason huomattavasti. Vaihteluväli edustaa liitteeseen 1 kuulumattomien maiden perustason päästöjä 5,3 - 7,0 Gt C CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia vuonna 2010, ja se sisältää vain päästökäytävän ylärajan (sarake 2).

Lähde: RIVM

## 57 Ilmastonmuutos

Tämä osoittaa, että kestävien rajoitteiden asettamisella kolmelle tärkeimmälle ilmastonsuojelun indikaattorille on tärkeä vaikutus liitteessä I mainituilta mailta vaadittuihin päästöjen vähentämiseen ja sen vuoksi tärkeitä poliittisia vaikutuksia.

## Toimenpiteiden ajoitus

Ilmastonmuutoksen vaaran vähentämiseen tähtäävien toimenpiteiden ajoituksesta teollisuusmaissa keskustellaan parhaillaan. Toiset ovat sitä mieltä, että toimenpiteiden lykkääminen antaa enemmän aikaa lujemman tieteellisen perustan luomiseksi ja että päästöjen vähentämistoimenpiteiden kustannukset voisivat aleta, jos käytettäisiin enemmän aikaa paremman (mahdollisesti halvemman) teknologian kehittämiseen. Suuren yleisön tietoisuuden nostamiseen sekä poliittisten toimenpiteiden kehittämiseen ja täytäntöönpanoon väistämättä liittyvät yhteiskunnalliset viiveet samoin kuin pääomahyödykkeiden suhteellisen vähäinen vuotuinen liikevaihto puoltavat myös lykkäämistä. Toisaalta kasvihuonekaasujen pitkä elinikä ilmakehässä tarkoittaa, että alentamistoimenpiteiden käyttöönoton lykkääminen aiheuttaa ilman muuta sen, että myöhemmässä vaiheessa tarvitaan huomattavasti suurempia toimenpiteitä. Vaara, että vaikutukset ekosysteemeihin ja yhteiskuntaan ovat palautumattomat, lisäänty myös, jos toimenpiteisiin ei ryhdytä ja kasvihuonekaasujen pitoisuuksien annetaan edelleen nousta.

Näiden viivästysten vaikutuksia voidaan arvioida päästökäytävien avulla. Jos ennustetut päästötasot vuonna 2010 ovat käytävän sisällä, vuoteen 2100 mennessä on olemassa ainakin yksi hyväksyttävä päästövaihtoehto, joka vastaa valittuja ilmastonsuojelutavoitteita. Toimenpiteiden lykkäämisen seurauksena päästötasot olisivat vuonna 2010 korkeammat, kun sitä vastoin ennaltavaraantumisen periaatetta noudattamalla saavutettaisiin alhaisemmat tasot. Seurauksia voidaan arvioida tarkastelemalla päästövaihtoehtoja vuoden 2010 jälkeen. Alhaisemmat päästötasot vuonna 2010 antaisivat tuleville sukupolville enemmän mahdollisuuksia valita hyväksyttävät tulevat päästövaihtoehdot. Korkeammat vuoden 2010 tasot edellyttäisivät, että tulevat sukupolvet (myös niissä maissa, joita ei ole lueteltu liitteessä 1) noudattavat hyvin kapeata alaspäin suuntautuvaa vaihtoehtoa saavuttaakseen valitut ympäristönsuojelutavoitteet.

## Viitteet

Alcama, J. ja Kreileman, E. (1996). Emission scenarios and global climate protection. Julkaisussa *Global Environmental Change - Human and Policy Dimensions*, nide 6, s. 305-334.

Bijlsma, L., Ehler, C.N., Klein, R.J.T., Kulshrestha, S.M., McLean, R.F., Mimura, N., Nicholls, R.J., Nurse, L.A., Perez Nietro, H., Stakhiv, E.Z., Turner, R.K., Warrick, R.A. (1996). *Coastal Zones and Small Islands. Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis - Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the IPCC*. Cambridge, Cambridge University Press.

CEC (1996a). Komission kertomus neuvoston päätöksen 93/389/ETY nojalla. Toinen arviointikertomus yhteisön CO<sub>2</sub>-päästöjen ja muiden kasvihuonekaasupäästöjen valvontajärjestelmästä. Edistyminen yhteisön CO<sub>2</sub>-päästöjen vakauttamista koskevan tavoitteen saavuttamisessa. KOM(96) 91 lopullinen.

CEC (1996b). Yhdistyneiden Kansakuntien ilmastonmuutosta koskevaan puitesopimukseen liittyvä komission tiedonanto. KOM(96) 217 lopullinen. CEC (1997a). Kertomus yhteisön ilmastonmuutosta koskevasta strategiasta. Neuvoston päätelmät, 3.3.1997.

CEC (1997b). Kertomus yhteisön ilmastonmuutosta koskevasta strategiasta. Neuvoston päätelmät, 19.-20.6.1997.

CEC (1997c). Tiedonanto: Ilmastonmuutos ja energiapolitiikka. KOM(97) 196.

Dai, A., Fung, I.Y. ja Del Genie, A.D. (1997). Surface Observed Global Land Precipitation Variation during 1900-88. Julkaisussa *Journal of Climate*, nide 10, s. 2943-2962.

Dlugokencky, E.J., Lang, P.M., Masarie, K.A. ja Steele, L.P. Atmospheric Methane Mixing Ratios - The NOAA/CMDL Global Co-operative Air Sampling Network (1983-1993). Julkaisussa *Trends 93: A Compendium of Data on Global Change*. ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., USA.

Dlugokencky, E.J., Masarie, K.A., Lang, P.M., Tans, P.P., Steele, L.P., Nibs, E.G. (1994). A dramatic decrease in the growth rate of atmospheric methane in the Northern Hemisphere during 1992. Julkaisussa *J Geophys. Res.*, nide 99, s. 17021-17043.

EYK (1996). *Environmental Taxes: Implementation and Environmental Effectiveness*, Euroopan ympäristökeskus, Kööpenhamina, 1996. ISBN 92-9167-000-6.

Eurostat (1997). *Carbon dioxide emissions from fossil fuels 1985-1995*. Eurostat, Luxemburg.

## 58 Euroopan ympäristö

- Fricke, W. ja Wallasch, M. (1994). Atmospheric CO<sub>2</sub> records from sites in the UBA air sampling network. Julkaisussa Trends 93: A Compendium of Data on Global Change. Toim: T.A. Boden, D.P. Kaiser, R.J. Sepanski, ja F.W. Stoss. ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., USA.
- Haeberli, W. ja Hoelzle, M. (1995). Application of inventory data for estimating characteristics of and regional climate change effects on mountain glaciers - a pilot study of the European Alps. Julkaisussa Ann. Glaciol. nide 21, s. 206-212.
- Huntley, B. (1991). How plants respond to climate change: migration rates, individualism and the consequences for plant communities. Julkaisussa Annals of Botany nide 67 (Supplement 1), s. 15-22.
- IEA (1997). Indicators of Energy Use and Efficiency - Understanding the link between energy and human activity. ISBN 92-64-14919-8. IEA (1997). CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel combustion 1972-1995. OECD/IEA, Pariisi, Ranska.
- IIASA (1997). Integrated assessment of the environmental effects of application of the current EU air emission standards to CEECs. (Väli)raportti EYK:lle.
- IPCC (1990). Working Group II, 1990, Climate Change, The IPCC Impacts Assessment. Canberra, Australian Governments Publishing Service.
- IPCC (1996a). Second Assessment Climate Change 1995, Hallitusten välisen ilmastopaneelin raportti (sisältää tiivistelmän poliittisille päättäjille). WMO, UNEP, 1995.
- IPCC (1996b). Climate Change 1995: The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Toim: J.T. Houghton, L.G. Meira Filho B:A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg ja K. Maskell. Cambridge, Cambridge University Press. IPCC (1997). The Regional Impacts of Climate Change, An Assessment of Vulnerability, R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss. Cambridge, Cambridge University Press.
- Krause, F., Bach, W. ja Koomey, J. (1989). Energy Policy in the Greenhouse, nide 1: From Warming Fate to Warming Limit. Benchmarks for a Global Climate Convention. International Project for Sustainable Energy Paths. El Cerrito, Kalifornia.
- Leggett, J., Pepper, W.J. ja Swart, R.J. (1992). Emissions Scenarios for the IPCC: an Update. Toim: J.T. Houghton, B.A. Callander ja S.K. Varney. Julkaisussa Climate Change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, s. 71-95.
- Marland, G., ja Boden, T.A. (1997). Global, Regional, and National CO<sub>2</sub> Emissions. Julkaisussa Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., USA.
- McMichael, A.J., Haines, A., Sloof, R. ja Kovats, S. (toim.) (1996). Climate Change and Human Health. An assessment prepared by a Task Group on behalf of the World Health Organisation, the World Meteorological Organisation and the UNEP. WHO, Geneve, Sveitsi.
- OECD/IEA (1996). World Energy Outlook. OECD/IEA, Pariisi, Ranska.
- OECD/IEA (1997). Energy and climate change. OECD/IEA, Pariisi, Ranska.
- Peerbolte, E.B., de Ronde, J.G., de Vrees, L.P.M., Baarse, G. (1991). Impact of sea level rise on society: A Case Study for the Netherlands. Delft Hydraulics and Rijkswaterstaat, Delft ja Haag, Alankomaat, 404 sivua.

Peris, D.R., Crawford, F.W., Grashoff, C., Jeffries, R.A., Porter, J.R., Marshall, B. (1996). A simulation study of crop growth and development under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 79(4) s. 271-287.

Prinn R., Simmonds, P., Rasmussen, R., Rosen, R., Alyea, F., Cardelino, C., Crawford, A., Cunnold, D., Fraser, P. ja Lovelock, J. (1983). The Atmospheric Lifetime Experiment, I: Introduction, instrumentation and overview. *Julkaisussa J. Geophys. Res.*, nide 88, s. 8353-8368.

Prinn R., Cunnold, D., Rasmussen, R., Simmonds, P., Alyea, F., Crawford, A., Fraser, P. ja Rosen, R. (1990). Atmospheric emissions and trends of nitrous oxide deduced from 10 years of ALE/GAGE data. *Julkaisussa J. Geophys. Res.*, nide 95, s.18369-18385.

## 59 Ilmastonmuutos

- Prinn, R., Cunnold, D., Fraser, P., Weiss, R., Simmonds, P., Alyea, F., Steele, L. P. ja Hartley, D. (1997). The ALE/GAGE/AGAGE Network (Päivitetty huhtikuussa 1997) Julkaisussa Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., USA.
- Rijsberman, F.R. ja Swart, R.J. (toim.) (1990). Targets and Indicators of Climatic Change. Tukholman ympäristöinstituutti, Tukholma, Ruotsi, 166 sivua.
- Smith K. (1995). Precipitation over Scotland 1757-1992: Some aspects of temporal variability. Julkaisussa Int. J. Climatology, nide 15, s. 543-556.
- Thoning, K.W., Tans, P.P. ja Waterman, L.S. (1994). Atmospheric CO<sub>2</sub> records from sites in the NOAA/CMDL continuous monitoring network. Toim: T.A. Boden, D.P. Kaiser, R.J. Sepanski, ja F.W. Stoss. Julkaisussa Trends 93: A Compendium of Data on Global Change. ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., USA.
- UK CCIRG (1991). United Kingdom Climate Change Impacts Review Group, The Potential Effects of Climate Change in the United Kingdom. HMSO Lontoo, UK.
- UK CCIRG (1996). United Kingdom Climate Change Impacts Review Group, Review of the Potential Effects of Climate Change in the United Kingdom. HMSO Lontoo, UK.
- UNECE (1996). Energy Balances for Countries in Transition 1993, 1994-2010 and Energy Prospects in CIS-Countries.
- UNEP (1994). Environmental Data Report 1993-4. UNEP Blackwell, UK.
- UNFCCC (1997a). National Communications from Parties included in Annex I to the Convention. FCCC/SBI/1997/19 ja FCCC/SBI/1997/19/Addendum 1.
- UNFCCC. (1997b). Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/CP/1997/L.7/Add.1.joulukuu 1997.
- Vellinga, P. ja Swart, R.J. (1991). The greenhouse marathon: A proposal for a global strategy. Julkaisussa Climatic Change, nide 18, s. 7-12.
- Whittle, I.R. (1990). Lands at risk from sea level rise in the UK. Ed: J.C. Doornkamp. The Greenhouse Effect and rising sea levels in the United Kingdom. M1 Press, Long Eaton Notts., UK, s. 85-93.

### 3. Yläilmakehän otsonin väheneminen

#### Tärkeimmät havainnot

Toteutetut kansainväliset toimenpiteet otsonikerroksen suojelemiseksi ovat vähentäneet otsonia vähentävien aineiden vuosituotantoa koko maailmassa 80 - 90 prosentilla niiden enimmäisarvoista. Vuotuiset päästöt ovat myös pudonneet nopeasti. Ilmakehän prosesseissa aikaviiveet ovat kuitenkin sellaisia, ettei kansainvälisten toimenpiteiden vaikutuksia voida vielä nähdä yläilmakehän otsonipitoisuuksissa tai maanpinnalle tulevan ultravioletti-B-säteilyn (UV-B) määrässä.

Kaikkien klooria ja bromia sisältävien otsonia vähentävien yhdisteiden (CFC-yhdisteiden, halonien, jne.) vaikutuksen oletetaan olevan voimakkaimmillaan yläilmakehässä vuosina 2000 - 2010. Euroopan yläpuolella ilmakehän otsonimäärä putosi viisi prosenttia vuosina 1975 - 1995, minkä seurauksena alailmakehään ja maanpinnalle tuleva UV-B -säteily lisääntyi.

Suuria paikallisia vähennyksiä yläilmakehän otsonipitoisuuksissa on havaittu viime aikoina arktisilla alueilla keväisin. Esimerkiksi Pohjoisnavalla maaliskuussa 1997 otsonin kokonaismäärä laski 40 prosenttia tavanomaisesta arvostaan. Nämä vähennykset ovat samankaltaisia, mutta eivät yhtä vakavia kuin Etelämantereella havaitut, ja ne korostavat otsonikerroksen heikkenemiseen kohdistuvan jatkuvan poliittisen huomion tarvetta.

Vuosikymmeniä kestävä otsonikerroksen ennalleen palautumista voitaisiin nopeuttaa kiirehtimällä HCFC-yhdisteiden ja metyylibromidin käytöstä poistamista, varmistamalla varastoissa ja muualla olevien CFC-yhdisteiden ja halonien turvallinen hävittäminen sekä estämällä otsonia vähentävien aineiden salakuljetus.

#### 3.1. Johdanto

Otsonin (O<sub>3</sub>) määrä yläilmakehässä laskee edelleen useimmissa osissa maapalloa tropiikin ulkopuolella vauhdilla, joka ei ole muuttunut Dobris-arvioinnin jälkeen (McPeters et al., 1996a). Suurimmat vähennykset ovat tapahtuneet Etelämantereella ja Pohjoisnavan yläpuolella. Ei ole enää epäilystäkään siitä, etteivätkö ongelman syynä ole klooria ja bromia sisältävien yhdisteiden lisääntyneet määrät yläilmakehässä. Nämä yhdisteet syntyvät pääasiassa CFC-päästöistä, ja CFC-yhdisteitä käytetään jääkaappien ilmastointilaitteiden jäähdytysaineena, aerosolien ponneaineena sekä vaahdotus- ja puhdistusaineina, samoin kuin BFC-yhdisteistä (haloneista), joita käytetään palonsammuttimissa.

Otsonin väheneminen yläilmakehässä ei ole suotavaa, koska ohuempi otsonikerros aiheuttaa enemmän ultravioletti-B-säteilyä (UV-B) alailmakehään ja maanpinnalle. Satelliittimittaukset osoittavat, että keskimääräiset UV-B-tasot 40° - 50° pohjoista leveyttä lisääntyivät kymmenen prosenttia vuosikymmenessä vuosina 1979 - 1992 (Herman et al., 1996). Eteläisellä pallonpuoliskolla nousu leveysasteiden 40° ja 50° välillä oli 13 prosenttia vuosikymmenessä.

Kartta 3.1 osoittaa UV-B-säteilyn muutokset Euroopan yläpuolella taivaan ollessa pilvetön vuosina 1980 - 1991. Kasvu oli suhteellisesti suurinta Keski- ja Pohjois-Euroopassa ja vähäisempää Etelä-Euroopassa.

Yläilmakehän otsonin tehtävää auringosta tulevan UV-säteilyn suodattamisessa ja sitä, miten ihmisten toiminta vaikuttaa siihen, kuvataan yksityiskohtaisemmin laatikossa 3.1.

#### 3.2. Vaikutukset

UV-B-säteily voi saada aikaa useita kemiallisia ja biologisia prosesseja, jotka voivat vahingoittaa eläviä organismeja. Ihmiselle UV-B-säteilyn lisääntyminen voi aiheuttaa ihosyöpää, harmaakaihia, ihon palamista, lumisokeutta, ihon vanhenemista ja immuunijärjestelmän heikkenemistä. Ihosyöpä (paitsi melanooma) on yleisimpiä ihmisen syöpälajeja, ja sen yhteys UV-B-säteilyyn on todettu (Moan et al., 1989).

**Kuva sivulta 60**

Yläilmäkehän seuranta ALOMARin observatoriossa, Andøya, 69°N, Norja. Lähde: Kolbjørn Adolfsen, Andøya Rocket Range.



## 61 Yläilmakehän otsonin väheneminen

Näiden vaikutusten esiintymistiheyden ja säteilytason välillä ei kuitenkaan vallitse mitään yksinkertaista suhdetta, koska eri väestöjen herkkyys UV-säteilylle on erilainen.

UV-B-säteilyn on havaittu vaikuttavan vesien ekosysteemeihin rajoittamalla kasviplanktonin tuotantoa ja vahingoittamalla kalojen, äyriäisten, rapujen, sammakkoeläinten ja muiden eläinten varhaisia kehitysvaiheita (UNEP, 1995). Kasviplankton muodostaa valtameren ravintoketjun perustan: yli 30 prosenttia maailman ihmisten kuluttamasta eläinproteiinista on peräisin merestä ja kehitysmaiden osalta vieläkin suurempi osa. Yhdessä tutkimuksessa (Smith et al., 1992) on osoitettu, että kasviplanktonin tuotannon väheneminen 6 - 12 prosenttia, joka tapahtui Etelämantereen ympärillä olevissa vesissä, oli suorassa yhteydessä Etelämantereen otsonireiästä aiheutuneen UV-B-säteilyn lisääntymiseen. Koska kasviplankton muodostaa suuren ilmakehän CO<sub>2</sub>-nielun, tämä voi vaikuttaa myös ilmakehän CO<sub>2</sub>-pitoisuuksiin ja lisätä kasvihuoneilmiötä tulevaisuudessa.

UV-B-säteily voi myös vaikuttaa maanpäällisten kasvien kasvuun jopa nykyisinä määrinä. Eri lajit sietävät UV-B-säteilyä hyvin eri tavoin. Kasveilla on erilaisia mekanismeja UV-säteilyn vaikutusten korjaamiseksi, ja ne voivat tietyssä määrin ehkä sopeutua kohonneisiin säteilytasoihin.

Lisäksi UV-säteily vaikuttaa alemman ilmakehän kemiallisiin prosesseihin.

### **Kartta 3.1 UV-säteilyn tehon laskettu lisääntyminen Euroopassa vuonna 1991 verrattuna vuoteen 1980**

UV-säteilyn lisääntyminen

Vuotuinen UV-annos vuonna 1991 verrattuna vuoteen 1980

Huomautus: Laskettu mitatun kokonaisotsonin perusteella ilman pilvien vaikutusta. Laskelma perustuu ihosyöväillä painotettuihin UV-tietoihin. Menetelmä: Bordewijk ja van der Woerd, 1996. Lähde: Slaper et al., 1997.

## 62 Euroopan ympäristö

Se lisää alailmakehän otsonipitoisuuksia saastuneilla alueilla (luku 5) ja vaikuttaa useiden yhdisteiden, esimerkiksi useiden kasvihuonekaasujen, elinikään ja pitoisuuksiin ilmakehässä. Lisäksi CFC-yhdisteet ja eräät niitä korvaavista yhdisteistä ovat myös kasvihuonekaasuja (luku 2).

### 3.3. Otsonikerroksen tila

Yläilmakehän otsonin määrä on laskenut noin vuodesta 1979 lähtien. Vuoden 1960 jälkeen tapahtuneet muutokset otsonin kokonaismäärässä neljällä maailman eri alueella ilmenevät kuviosta 3.1. Taulukko 3.1 osoittaa, että otsonin kokonaismäärä on vähentynyt kaikilla leveysasteilla, joskin eniten napa-alueilla.

Kokonaisotsonin vuosittainen ja yleismaailmallisesti laskettu keskimäärä on vähentynyt yhteensä noin viisi prosenttia vuoden 1979 jälkeen. Kääntöpiirien lähellä olevilla leveysasteilla (molemmilla pallonpuoliskoilla) kokonaishäviö on noin seitsemän prosenttia. Tropiikissa otsonikato on vähäistä ja tilastollisesti merkityksetöntä. Kokonaiskato talvella ja keväällä pohjoisella kääntöpiirillä vuodesta 1979 lähtien on yhteensä noin 11 prosenttia (SORG, 1996).

#### Napa-alueet

UV-B-säteilyn on havaittu lisääntyneen suuresti Etelämantereella keväällä, jolloin otsonikerros heikkenee voimakkaasti useiden kuukausien ajan. Suurin kirjattu otsoniaukko esiintyi vuonna 1993, mutta sen jälkeiset aukot ovat olleet syvyydeltään ja maantieteelliseltä ulottuvuudeltaan siihen verrattavia.

#### Taulukko 3.1 Otsonin kokonaismäärän maailmanlaajuinen kehitys, marraskuu 1978 - lokakuu 1994

Alue  
Kehitys-%/10 vuotta

Huomautus: s-sarake ilmoittaa tilastollisen virheen 95%:n luotettavuudella ja siihen sisältyy mittauslaitteista aiheutuva 2 s -epävarmuus, jonka suuruus on 1,22%/10 vuotta. Perustuu TOMS -tietokannan versioon 7 (McPeters et al., 1996b). TOMS on satelliitti-instrumentti, spektrometri, jolla kartoitetaan kokonaisotsonia (Total Ozone Mapping Spectro- meter).

TOMS:n antamat kehityssuuntatiedot on varmistettu muiden laitteiden antamista mittaustuloksista.

Lähde: McPeters et al., 1996a. Region Trend 2 s

**Laatikko 3.1: Otsonikerros ja sitä uhkaavat prosessit**

Yläilmakehän otsonikerros koostuu harvasta otsonikaasukerroksesta, joka ulottuu noin 10 km:stä noin 40 km:iin maanpinnan yläpuolella. Otsonipitoisuus on korkeimmillaan noin 20 km maanpinnan yläpuolella, ja yläilmakehä sisältää noin 90 prosenttia ilmakehän otsonista, ja loput kymmenen prosenttia ovat alailmakehässä.

Otsonia muodostuu yläilmakehän yläosassa auringon lyhytaaltosäteilystä (<190 nm). Tämä voimakas säteily pystyy särkeämään happimolekyylit (O<sub>2</sub>) happiatomeiksi (O). Happiatomit reagoivat helposti, ja ne yhdistyvät helposti happimolekyyleihin, jolloin muodostuu otsonia (O<sub>3</sub>). Ultraviolettisäteily, jonka aaltopituus on hieman pitempi (<280 nm), voi hajottaa otsonimolekyylit happimolekyyleiksi ja edelleen happiatomeiksi ja molekyyleiksi, joten otsonin syntymisen ja häviön välillä vallitsee dynaaminen tasapaino.

Suurin osa yläilmakehän otsonista muodostuu tropiikin yläpuolella, jossa auringonvalo on kaikkein voimakkainta. Laaja-alainen kiertoliike kuljettaa otsonin kohti napoja. Tämä kulkeutuminen on kaikkein tehokkainta loppupalvella ja keväällä. Tämän vuoksi kokonaisotsonin määrä (otsonin määrä pylväessä, joka ulottuu maanpinnalta ilmakehän yläreunaan) on suurimmillaan keväällä ja pienimmillään syksyllä. Otsonin kokonaisuutena mitataan tavallisesti Dobsonin yksikköinä (Dobson Units, DU). Kun otsonikerroksen paksuus on 300 DU, se tarkoittaa, että otsonikerros olisi 3 mm paksu, jos se sisältäisi puhdasta otsonia yhden ilmakehän paineessa.

Ihmisen aiheuttama otsonin väheneminen johtuu kloorista ja bromista, mutta kaikki klooria ja bromia sisältävät yhdisteet eivät vahingoita otsonikerrosta. Suurin osa yhdisteistä reagoi muiden kaasujen kanssa alailmakehässä tai liukenee sadepisaroihin eikä yllä yläilmakehään. Mitä pitempi yhdisteen elinikä ilmakehässä on, sitä enemmän siitä pääsee yläilmakehään. Ne kloori- ja bromiyhdisteet, jotka aiheuttavat otsonikerroksen vähenemistä, ovat CFC:t, hiilitetrakloridi, metyylikloroformi, HCFC-yhdisteet ja halonit, jotka ovat kaikki alkuperältään täysin ihmisen tuottamia. Myös metyylikloridi ja metyylibromidi voivat vähentää otsonikerrosta. Ainoa tunnettu merkittävä metyylikloridin lähde ovat valtameret.

Metyylibromidilla on myös joitakin ihmisten aiheuttamia lähteitä (maaperän polttaminen maataloudessa, biomassan poltto, bensiinin lisäaineet), ja sitä haihtuu paljon luonnostaan valtameristä.

Erityisesti CFC-yhdisteiden ja halonien käyttö on aiheuttanut kloori- ja bromipitoisuuksien lisääntymisen ilmakehässä. Nämä yhdisteet ovat kemiallisesti hyvin vakaita, eivätkä ne hajoa alailmakehässä.

Yläilmakehässä auringon lyhytaaltosäteily rikkoo niitä hitaasti, ja niistä irtoaa klooria ja bromia, jotka sen jälkeen osallistuvat kemiallisiin otsonia tuhoaviin reaktioihin (laatikko 3.2). Tämän vuoksi otsonin tuottamisen ja häviön luontainen tasapaino muuttuu niin, että otsonipitoisuus alenee.

### 63 Yläilmakehän otsonin väheneminen

Tyypillisen otsoniaukon aikana suoritettujen otsoniprofiilin mittaukset osoittavat, että syyskuussa ja lokakuussa useiden Etelämantereen tarkkailuasemien yläpuolella lähes kaikki otsoni on tuhoutunut noin 15 - 20 kilometriä korkealla vyöhykkeellä, ja otsonin kokonaismäärä on vähentynyt noin yhteen kolmasosaan siitä, mitä havaittiin, ennen kuin otsoniaukkoja alkoi ilmestyä. Muutaman viime vuoden kuluessa Etelämantereen otsonikatokausi on yleensä alkanut aikaisemmin ja kestänyt pitempään.

Yläilmakehän otsonikato napa-alueella havaittiin ensimmäisen kerran talvella 1991 - 1992 (Braathen et al. 1994; von der Gathen et al., 1995), ja noin yksi kolmasosa Grönlannin yläpuolella yläilmakehän alaosaan olevasta otsonista hävisi vuonna 1993 (Larsen et al., 1994). Monilla havainnoilla ja mallintamiskokeilla on nyt todettu, että napa-alueilla on talven 1991 - 1992 jälkeen ollut merkittävää ja laajaa otsonikatoa, joka on kaikki liittynyt kloorin aktivoitumisjaksoihin (Isaksen et al., 1997).

Otsonin vähenemistä napa-alueilla aiheuttavat prosessit on hahmoteltu laatikossa 3.2. Muita otsonin vähenemistä edistäviä seikkoja sekä napa-alueilla että alhaisimmilla leveysasteilla käsitellään laatikossa 3.3.

Vaikka Pohjoisnavalla havaittu otsonin väheneminen ei ole yhtä rajua kuin Etelämantereella, etelän ja pohjoisen tilanteissa on tiettyjä yhtäläisyyksiä. Ensiksikin arktisen vortexin lämpötilat (katso laatikko 3.2) ovat laskeneet huomattavasti muutaman viime talven aikana, ja kolmena viime talvena (talvesta 1994 - 1995 talveen 1996 - 1997) lämpötilat ovat olleet ennätysalhaitset (esim. Labitzke ja van Loon, 1995; NOAA, 1996; SORG, 1996). Tämä on aiheuttanut merkittävää otsonikatoa kahden viime talven aikana (1995 - 1996 ja 1996 - 1997) (Müller et al., 1997, Rex et al., 1997).

Pienikin arktisen vortexin lämpötilan lasku vaikuttaa pitkällä aikavälillä merkittävästi otsonikerrokseen. Koska lämpötilat ovat jo lähellä kynnystä, jolloin muodostuu yläilmakehän napa-aluepilviä, pienikin lämpötilan lasku voi riittää lisäämään huomattavasti näiden pilvien esiintymistä.

Toiseksi arktinen vortex näyttää kestävän pitempään kevääseen. Pitkäaikaisia vortexeja on havaittu ennenkin, ja vortexin on joidenkin todisteiden mukaan todettu voimistuneen vuodesta 1979 lähtien (Zurek et al., 1996), mutta kylmän ja pitkäaikaisen vortexin yhdistelmä näyttää olevan uusi ilmiö. Indeksi, joka osoittaa sekä vortexin voimakkuuden että maantieteellisen laajuuden, on esitetty kuviossa 3.3 viimeisen yhdeksän talven ajalta marraskuun alusta toukokuun puoliväliin. Kuvio osoittaa, että muutamana viime talvena on ollut pitkäaikaisia vortexeja ja että pitkäaikaisin oli vuonna 1997.

#### **Kääntöpiirien leveysasteet**

Kääntöpiirien leveysasteilla pohjoisella pallonpuoliskolla vuotuinen kokonaisotsonin keskiarvo on alentunut lähes viisi prosenttia kymmenessä vuodessa

#### **Kokonaisotsonin väheneminen ennen vuotta 1980 edeltäneeltä tasolta**

Eurooppa

Pohjois-Amerikka

Kauko-itä

Australia ja Uusi-Seelanti

Huomautus: Kuukausittaiset poikkeamat on tasoitettu laskemalla 12 kuukauden juokseva keskiarvo. Mukailtu lähde: Bojkov et al., 1995.

Lähde: Vitali Fioletov

**Kuvio 3.2 Kokonaisotsonin kuukausittaiset keskiarvot maaliskuulta 1980 - 1997**

Dobsonin yksikköjä

Lähde: NASA:n Goddard Space Flight Centeristä saadut tiedot. Vuosien 1980 - 1993 tiedot ovat TOMS:n versio 7:stä. Vuoden 1997 luku on johdettu lähes reaaliaikaisista TOMS:n ADEOS I:sta saaduista tiedoista. Keskiarvot on laskettu ja käyrät piirretty NILU:ssa.

**Laatikko 3.2: Otsonin vähenemismekanismi napa-alueilla**

Yläilmakehän otsonin vähenemistä napa-alueiden leveyspiireillä aiheuttaa sarja kemiallisia reaktioita, jotka alkavat vakaiden halogeeniyhdisteiden (pääasiassa CFC-yhdisteistä peräisin olevan suolahapon ja kloorinitraatin) muuttumisesta kemiallisesti aktiivisemmiksi muodoiksi.

Vakaat yhdisteet reagoivat hyvin hitaasti kaasumaisina, mutta hyvin nopeita reaktioita voi esiintyä napa-alueiden yläilmakehän pilvien (PSC) hiukkasten pinnalla. PSC-pilviä voi muodostua yläilmakehän alaosassa (15 - 25 km), kun lämpötila on alle  $-78^{\circ}\text{C}$ , jota esiintyy yleisesti arktisen vortexin sisällä ja reunoilla. Arktinen vortex on yksittäinen ilmassa, jota esiintyy talvikuukausina napapiirin kylmän ilman ja lämpimämmän keskileveysasteiden ilman lämpötilaeron aiheuttaman voimakkaan syklonisen kierto liikkeen seurauksena.

PSC-pilvissä tapahtuvissa nopeissa reaktioissa vapautuvat klooriyhdisteet hajoavat helposti päivänvalossa vapauttaen klooriatomeja. Ne reagoivat nopeasti ja muodostavat kloorimonoksidia, joka tuhoaa otsonia kahden eri katalyyttikierron kautta. Toisen näistä kierroista arvellaan aiheuttavan 70 prosenttia Etelänavan otsonikadosta. Toisen kierron, johon liittyy reaktiivinen bromi, arvellaan aiheuttavan suuren osan otsonikadosta Pohjoisnapa-alueen lämpimämmässä yläilmakehässä (SORG, 1996).

**Laatikko 3.3: Muut otsonin vähenemiseen mahdollisesti vaikuttavat seikat**

Yläilmakehän vesihöyryn määrä on otsonin vähenemisen kannalta tärkeä muuttuja, koska veden määrän lisääntyminen aiheuttaa tiheämpää PSC-pilvien muodostumista.

Yläilmakehän alaosa on suhteellisen kuiva, ja suuri osa yläilmakehän vedestä on peräisin metaanin hapettumisesta, jonka pitoisuus kasvaa hitaasti mutta vakaasti ihmisen toiminnan seurauksena. Yläilmakehän alaosassa lentävät ilma-alukset vaikuttavat myös vesitalouteen. Boulderissa tehdyt mittaukset ( $40^{\circ}\text{N}$ ) (Oltmans ja Hofmann, 1995) osoittavat veden lisääntyvän nopeammin kuin metaanin lisääntymisellä voidaan selittää, ja tämä saattaa viitata pitkäaikaisiin yläilmakehän muutoksiin. Luotettavia pitkäaikaisia mittauksia on kuitenkin tehty vain tässä yhdessä paikassa, eikä yläilmakehän vesihöyryn maailmanlaajuisista jakaumaa tunneta.

Aerosolien esiintyminen yläilmakehässä voi aiheuttaa otsonikatoa sekä napa-alueilla että keskileveysasteilla. Pinatubo-vuoren purkautuminen kesäkuussa 1991 aiheutti yläilmakehän aerosolikuormituksen suurta lisääntymistä. Aerosolipitoisuus oli suurimmillaan vuonna 1992, ja se on nyt palautunut arvoihin, jotka ovat lähellä tulivuorenpurkausten väliaikoina havaittuja arvoja. El Chichónin vuonna 1982 ja Pinatubon vuonna 1991 tapahtuneissa purkauksissa vapautuneiden vulkaanisten aerosolien suuret määrät sattuivat samoihin aikoihin kuin otsonin jyrkät kuvassa 3.1 näkyvät vähimmäisarvot.

## 65 Yläilmakehän otsonin väheneminen

**Kuvio 3.3 Vortexien voimakkuusindeksi talvesta 1988 -19 89 talveen 1996 - 1997**

Marraskuu  
 Joulukuu  
 Tammikuu  
 Helmikuu  
 Maaliskuu  
 Huhtikuu  
 Toukokuu

Huomautus: Vortexin voimakkuus perustuu säätieteelliseen tekijään, josta käytetään nimitystä potentiaalinen pyörteisyys (potential vorticity, PV), joka osoittaa, missä määrin napa-alueen ilmassa on erillään keskileveysasteiden ilmasta. Vortexindeksi johdetaan kertomalla kunkin havaintoalueen ruudun PV ruudun pinta-alalla. Tämä tehdään kaikkien havaintoalan ruutujen kohdalla, joilla PV ylittää tietyn arvon, ja tulot lasketaan yhteen kaikkien näiden havaintoalan ruutujen osalta.

Lähde: ECMWF ja NILU.

vuodesta 1979 lähtien, ja lasku on ollut keväällä seitsemän prosenttia/kymmenen vuotta samana jaksona. Tutkimukset ovat osoittaneet, että vähäotsoninen ilma ja kloorin aktivoima arktisesta vortexista peräisin oleva ilma (katso laatikko 3.2) siirtyvät keskileveysasteille ja sekoittuvat siellä keskenään, mikä lisää havaittua laskua (Norton ja Chipperfield, 1995; Pyle et al. 1995). Tämä prosessi saattaa liittyä viime aikoina talvisin napapiirillä koettuihin hyvin alhaisiin lämpötiloihin. Nämä voivat tosin johtua luontaisesta vaihtelusta, mutta jos ne liittyvät johonkin kehityssuuntaukseen, joka kenties aiheutuu kasviuonekaasujen määrän muuttumisesta, keskileveysasteiden otsonin väheneminen voisi jatkua siinäkin tapauksessa, että yläilmakehän kloori- ja bromipitoisuudet alkavat laskea.

**3.4. Ilmakehän pitoisuudet**

Tärkeimpien otsonia vähentävien aineiden (CFC-yhdisteet ja halonit) pitoisuuksien lisääntyminen alailmakehässä hidastui tai väheni Montrealin pöytäkirjan ja sen myöhempien muutosten seurauksena (Montzka et al., 1996): CFC-11 -yhdisteen pitoisuus tasoittui noin vuonna 1991, ja CFC-12 -yhdisteen pitoisuus nousee nyt vain hitaasti. HCFC-yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä, mutta ne nousevat, kun niillä korvataan CFC-yhdisteitä (katso 3.4 jakso) (kuvio 3.4). Metyylikloroformin ja hiilitetrakloridin pitoisuudet ovat laskeneet merkittävästi: vuoden 1996 metyylikloroformi on 28 prosenttia vuoden 1992 enimmäisarvon alapuolella ja hiilitetrakloridin pitoisuus on neljä prosenttia enimmäisarvon alapuolella. Toisaalta halonipitoisuudet nousevat yhä, koska nykyisissä laitteissa olevista suurista määristä pääsee vuosittain vapaaksi vain pieni osa.

Ihmisen aiheuttamien alailmakehässä olevien kloori- ja bromiyhdisteiden mahdollisuus aiheuttaa otsonin vähenemistä oli suurimmillaan vuonna 1994, jonka jälkeen se hitaasti laski, mihin olivat syynä

**Kuvio 3.4 CFC-yhdisteiden ja halonien pitoisuudet alailmakehässä**

Kloori/Bromi

Huomautus: Havaitut pitoisuudet keskiarvona useiden molemmilla pallonpuoliskoilla sijaitsevien mittausasemien yläpuolella. Ylempi käyrä osoittaa reaktiokelpoisen kloori-/bromipitoisuuden kokonaismäärää.

Lähde: ALE/GAGE/AGAGE-verkko; Prinn et al., 1995; Cunnold et al., 1997. HCFC-22 -yhdistettä koskevien tietojen lähde on NOAA CMDL -verkko. Kloorin ja bromin kokonaispitoisuudet on laskenut RIVM.

**Kuvio 3.5 Yläilmakehässä olevat otsonia vähentävät aineet, 1900 - 2100**

Huomautus: Käyrä osoittaa niin kutsutun klooriekvivalentin ennustettu tilavuussuhde (esiintymistiheys). Se perustuu vuoden 1998 WMO/UNEP:in otsoniarvioinnin pöytäkirjasuunnitelmaan, jossa päästöjen oletetaan olevan suurimmat pöytäkirjojen sallimat päästöt.

Lähde: WMO:n vuoden 1998 otsoniarvion alustavat tiedot (Guus Velders, RIVM).

metyylikloroformin ja hiilitetrakloridin pitoisuuksien laskut. Kun otetaan huomioon se aika, joka näiltä aineilta kuluu siirtymiseen ylöspäin ilmakehässä, yläilmakehän otsonikadon odotetaan olevan suurimmillaan noin vuosisadan vaihteessa, jonka jälkeen sen pitäisi tasoittua ja sen jälkeen asteittain aleta. Otsonikerroksen oletetaan palautuvan kokonaan (ennen vuotta 1980 vallinneeseen tilanteeseen) vasta ensi vuosisadan puolivälissä (kuvio 3.5) edellyttäen, että nykyisiä kansainvälisiä sopimuksia noudatetaan täysimääräisesti, ja Etelämantereen yläpuolella kesäisin esiintyvien otsoniaukkojen odotetaan toistuvan siihen asti.

**3.5. Tuotanto ja päästöt****CFC-yhdisteet**

CFC-yhdisteiden ja muiden samankaltaisten yhdisteiden vuosituotanto koko maailmassa vuosina 1980 - 1994 esitetään taulukossa 3.2. Taulukko sisältää vain teollistuneiden maiden suurten valmistajien ilmoittamat tiedot. CFC-yhdisteiden tuotanto ei-teollistuneissa maissa, etupäässä Kiinassa ja Intiassa (ei sisälly taulukkoon 3.2), ei ole vähentynyt samassa määrin, ja tämän vuoksi näiden maiden suhteellinen osuus kasvaa.

**Taulukko 3.2 CFC-, HCFC- ja yhden HFC-yhdisteen vuosituotanto koko maailmassa 1980 - 1995**

Vuosi

1 000 tonnia

Lähde: AFEAS, 1997

## 67 Yläilmakehän otsonin väheneminen

CFC-yhdisteiden maailmanlaajuinen tuotanto vuonna 1995 oli vain 10 - 20 prosenttia huippuarvosta. Kuvio 3.5 osoittaa tuotannon laskun EU:ssa. CFC-yhdisteitä tuotetaan yhä EU:ssa ja muissa kehittyneissä maissa välttämättömiin käyttötarkoituksiin etupäässä lääketieteen alalla. Montrealin pöytäkirjan nojalla kehitysmaat saavat käyttää CFC-yhdisteitä vuoteen 2010 asti, ja sopimuspuolet ovat sopineet, että kymmenen prosenttia kehittyneiden maiden tuotannosta voidaan käyttää kehitysmaiden omien perustarpeiden täyttämiseen.

Tärkeimpien CFC- (ja HCFC-) -yhdisteiden päästöt koko maailmassa on esitetty käyrinä kuviossa 3.7 ja kuviossa 3.8. CFC-11 ja CFC-12 -yhdisteiden päästöt alkoivat laskea vuonna 1974, kun niiden käyttöä ponnaaneena aerosolipakkauksissa vähennettiin, mihin olivat syynä 1970-luvun alkupuolella esiin tuodut huolet siitä, että CFC-yhdisteet voisivat vähentää otsonikerrosta. Päästöt lisääntyivät uudelleen 1980-luvun alkupuolella; ne johtuivat etupäässä muusta kuin aerosolien käytöstä kuten vaahtomuovien valmistuksesta, jäädyttämisestä ja ilmastoinnista, ja laskivat vuoden 1987 jälkeen Montrealin pöytäkirjan seurauksena.

## Korvaavat yhdisteet

CFC-yhdisteiden tuotannon rajoittaminen sai aikaan HCFC- ja HFC-yhdisteiden käytön korvaavina yhdisteinä. HCFC-yhdisteet sisältävät klooria, ja ne voivat vaikuttaa otsonikerrokseen, mutta paljon vähemmän kuin niiden korvaamat CFC-yhdisteet. HFC-yhdisteet eivät tuhoa otsonia (mutta ne ovat kasvihuonekaasuja ja kuuluvat UNFCCC:n Kioton pöytäkirjassa sovittuun kasvihuonekaasujen ”koriin”; katso 2.6.1 jakso). HCFC-yhdisteiden tuotantoa sääntelee Montrealin pöytäkirja, ja niiden käytön on määrä loppua kokonaan kehitysmaissa vuonna 2030 (vuonna 2015 EU:ssa). Kehitysmaiden on jäädytettävä HCFC-yhdisteiden kulutuksensa vuonna 2016 vuoden 2015 tasolle ja lopetettava HCFC-yhdisteiden käyttö vuoteen 2040. Taulukko 3.2 sekä kuvio 3.7 ja kuvio 3.8 osoittavat, että HCFC-22 -yhdisteen tuotanto ja päästöt koko maailmassa lisääntyvät tasaisesti, kun sitä vastoin muiden HCFC-yhdisteiden ja HFC-134a -yhdisteen tuotanto ja päästöt ovat lisääntyneet nopeasti muutaman viime vuoden aikana.

## Metyylibromidi

Metyylibromidi on myös kaasu, joka voi vähentää yläilmakehän otsonia. Metyylibromidin päästöjä ja nieluja koko maailmassa ei ymmärretä kovin hyvin. Ihmisen aiheuttamat päästöt tulevat maatalouskäytöstä (etupäässä maaperän polttamisesta, 31 prosenttia kokonaispäästöistä), biomassan polttamisesta (22 prosenttia) ja bensiinin lisäaineista (seitsemän prosenttia) sekä vähäisinä määrinä sellaisista lähteistä kuin rakennusten ja rakennelmien polttaminen (kolme prosenttia) ja teollisuus (kaksi prosenttia). Suurin luonnollinen lähde ovat valtameret (35 prosenttia), mutta ne toimivat suurena nieluna, minkä vuoksi niiden kokonaisvaikutusta koko maailman metyylibromidivarastoon on vaikeata arvioida (SORG, 1996). Muita nieluja ovat ilmakehässä tapahtuva hapettuminen ja maaperään imeytyminen.

**Kuvio 3.6 Eräiden tärkeimpien otsonia vähentävien aineiden tuotanto EU:ssa, 1986 - 1996**

Halonit

1,1,1 trikloorietaani

Lähde: CEC PO XI

**Kuvio 3.7 Tärkeimpien otsonia vähentävien aineiden päästöt koko maailmassa, 1930 - 1995**

Lähde: AFEAS, 1997



## 68 Euroopan ympäristö

Ilmakehän metyylibromidipitoisuudessa ei ole ilmennyt mitään merkittäviä muutoksia viimeisten vuosikymmenien aikana. Luonnollinen ja ihmisen tuottama metyylibromidi kattaa noin 14 prosenttia kloorin/bromin kokonaispitoisuudesta yläilmakehässä. Metyylibromidipitoisuuden vakaus viittaa siihen, että sen lähteet ja nielut ovat tasapainossa, mutta tunnetut lähteet ja nielut eivät vastaa toisiaan. Nieluja tiedetään enemmän kuin lähteitä, mikä voisi tarkoittaa suurta tuntematonta lähettä, joka voi olla joko luonnollinen tai ihmisen aiheuttama.

Ainoa tunnettu metyylibromidin käyttö, johon valvontatoimenpiteillä voitaisiin vaikuttaa, on maaperän polttaminen maataloudessa. Kun otetaan huomioon metyylibromidivaraston epätasapaino, arvioidaan, että näillä valvontatoimenpiteillä voitaisiin vaikuttaa 16 - 28 prosenttiin kokonaispäästöistä (SORG, 1996).

### 3.6. Muut otsonin vähentymistä aiheuttavat lähteet

On joukko muita ihmisen aiheuttamia ja luonnollisia lähteitä, jotka voisivat muodostaa uhan otsonikerrokselle (SORG, 1996):

- Typpioksidi-, vesihöyry- ja rikkidioksidipäästöjen sekä ilma-alusten pakokaasusta tulevan noen oletetaan vaikuttavan otsonikerrokseen. Ilma-aluksista peräisin olevat typpioksidit ovat voineet jo aiheuttaa alailmakehän yläosassa usean prosentin otsonipitoisuuden lisäyksen, ja suurimmat arvot ilmenevät Pohjois-Atlantin lentokäytävässä. Mallintamistutkimukset viittaavat kuitenkin siihen, että uudet ääntä nopeammat yläilmakehän alaosassa lentävät lentokoneet voivat vähentää yläilmakehän otsonia. Ilma-alusten päästöjen aiheuttaman vesihöyryn ja typpioksidin lisääntyminen lisää napapiirien yläilmakehän pilvien muodostumistodennäköisyyttä ja täten lisää otsonin vähenemistä (Peter et al., 1991).
- Yläilmakehän lämpötilat voivat alentua useita asteita maapallon ilmastonmuutoksen seurauksena. Tämä voi aiheuttaa napapiirien yläilmakehän pilvenmuodostuksen lisääntymistä, mikä lisää otsonin vähenemistä napa-alueilla ja mahdollisesti myös korkeilla leveysasteilla.
- Kasvihuonekaasujen lisääntyneet pitoisuudet voivat aiheuttaa muutoksia yläilmakehän ilmassojen liikkeeseen, mikä saattaa ohentaa otsonikerrosta napa-alueilla.
- Suuret tulivuorenpurkaukset voivat aiheuttaa otsonikerroksen tilapäistä ohentumista, mikä aiheutuu rikkidioksidipäästöissä muodostuvista aerosolihiukkasista.

### 3.7. Montrealin pöytäkirja ja seurantatoimet

Kansainvälinen yhteisö heräsi ryhtymään toimenpiteisiin vähentääkseen yläilmakehän otsonin laajamittaista vähenemistä, kun yllättäen huomattiin Etelämantereen otsoniaukko

**Kuvio 3.8 HCFC-142b, HCFC-141b ja HFC-134a -yhdisteiden maailmanlaajuiset päästöt,**  
tuhansia tonneja  
HCFC  
HFC

Lähde: AFEAS, 1997

**Kuvio 3.9 Ihosyövän liiallinen esiintyminen Luoteis-Euroopan väestössä**  
tapauksia/miljoona asukasta/vuosi  
ei toimenpiteitä  
Montrealin pöytäkirja  
Kööpenhaminan muutokset

Lähde: Slaper et al., 1996.

## 69 Yläilmakehän otsonin väheneminen

vuonna 1985. Otsonikerroksen suojelua koskeva yleissopimus allekirjoitettiin Wienissä myöhemmin samana vuonna. Syyskuussa 1987 47 maata solmi Montrealin pöytäkirjan otsonikerrosta heikentävistä aineista, jonka nojalla tiettyjen CFC-yhdisteiden ja halonien maailmanlaajuinen käyttö jäädytettäisiin ja CFC-yhdisteiden kokonaiskulutusta vähennettäisiin 50 prosenttia vuoteen 2000 mennessä verrattuna vertailuvuoteen 1986.

Tähän mennessä 162 sopimuspuolta on ratifioinut Montrealin pöytäkirjan. Pöytäkirjaa tiukennettiin Lontoossa 1990 ja Kööpenhaminassa vuonna 1992, ja se ulotettiin kattamaan muut otsonia vähentävät aineet. Lisätavoitteista sovittiin vuonna 1995 Wienissä ja vuonna 1997 Montrealissa. Aikataulut otsonia vähentävien eri aineluokkien käytön lopettamiseksi on esitetty taulukossa 3.3.

Elokuun 1997 mennessä 72 sopimuspuolta ratifioi Kööpenhaminan muutokset ja 165 sopimuspuolta Wienin yleissopimuksen. Montrealin pöytäkirjan ja sen muutosten täytäntöönpano on vähentänyt suuresti otsonia vähentävien aineiden tuotantoa ja päästöjä ja viime aikoina myös hidastanut näiden aineiden pitoisuuksien lisääntymistä ja joissakin tapauksissa myös vähentänyt niitä alailmakehässä. Tuotannon ja päästöjen välillä on viiveitä, jotka riippuvat niistä sovelluksista, joihin aineita käytetään, sekä niitä käyttävien laitteiden elinajoista, samoin kuin päästön ja yläilmakehään pääsyn välillä. Kuten voidaan odottaa, vähennysten hyötyjä ei ole vielä nähty itse otsonikerroksessa tai UV-B-säteilyn tasoissa.

Kuviossa 3.9 esitetään ihmisten lisääntyneet ihosyöpätapaukset, joita olisi voitu odottaa, ellei olisi ryhdytty kansainvälisiin toimiin otsonia vähentävien aineiden päästöjen vähentämiseksi. Ihosyöpätapausten kokonaismäärä olisi nelinkertaistunut vuoteen 2100 mennessä ilman näitä toimenpiteitä ja kaksinkertaistunut, jos vain alkuperäinen Montrealin pöytäkirja olisi pantu täytäntöön. Edellyttäen, että tällä hetkellä voimassa olevat toimenpiteet toteutetaan täysimääräisesti, yläilmakehän otsonipitoisuuden pitäisi olla vähimmillään noin vuonna 2000, mutta ihosyöpätapausten liiallisen määrän oletetaan alkavan laskea vasta noin vuonna 2060 aikaviiveiden vuoksi.

Tilannetta voitaisiin parantaa edelleen nopeuttamalla HCFC-yhdisteiden ja metyylibromidin käytöstä poistamista erityisesti kehitysmaissa ja huolehtimalla liikkeissä ja muissa varastoissa (esimerkiksi vanhoissa jääkaapeissa ja palosammuttimissa) olevien CFC-yhdisteiden ja halonien turvallisesta tuhoamisesta.

<b>Taulukko 3.3 Kehitysmaiden otsonia vähentävien aineiden käytön lopetuspäivät</b>	
Aine	
Vuosi	
Montrealin pöytäkirja	
Halonit tuotannon lopetus	
CFC, CCl <sub>4</sub> , CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub> lopettaminen (CFC-yhdisteiden ja CCl <sub>4</sub> -yhdisteen lopettaminen EU:ssa vuoteen 1995 mennessä)	
HBFC lopettaminen	
HCFC 1996 lasketun kulutuksen jäädyttäminen 2,8 prosentiksi CFC-yhdisteiden kulutuksesta vuonna 1989 sekä HCFC-yhdisteiden kokonaiskulutuksesta vuonna 1989 (laskennan perusteena on 2,6 prosentin CFC-yhdisteiden kulutus EU:ssa)	
2020 lopettaminen niin, että käyttö on 0,5 prosenttia vuoteen 2030 mennessä entisten laitteiden huoltamiseksi (lopettaminen vuoteen 2015 mennessä EU:ssa)	
CH <sub>3</sub> Br 1995 tuotannon ja kulutuksen jäädyttäminen vuoden 1991 tasolle	
1999 25 prosentin vähennys edellä olevasta (25 prosentin vähennys vuoden 1998 aikana EU:ssa)	
2001 50 prosentin vähennys	
2005 lopettaminen, mahdollisine poikkeuksineen tärkeiden maatalouskäyttöjen osalta	

Huomautus: Metyylibromidin lopettamisaikataulu on päivitetty Montrealissa vuonna 1997 tehtyjen viimeisten sopimusten mukaiseksi.

Lähde: SORG, 1996

## 70 Euroopan ympäristö

On myös välttämätöntä ryhtyä tehokkaisiin toimenpiteisiin kansainvälisten sopimusten rikkomusten (esimerkiksi salakuljetuksen) rajoittamiseksi, alailmakehän otsonia vähentävien aineiden seurannan jatkamiseksi, jotta voidaan todentaa, että pöytäkirjoja noudatetaan, sekä otsonikerroksen ja UV-säteilyn tasojen seuraamiseksi, jotta varmistetaan, että toimenpiteillä on toivottu vaikutus.

## Viitteet

- AFEAS (1997). Production, sales and atmospheric release of fluorocarbons through 1995. AFEAS (Alternative Fluorocarbon Environmental Acceptability Study). Washington D.C., USA.
- Bojkov, R.D., Bishop, L. ja Fioletov, V.E. (1995). Total ozone trends from quality controlled ground-based data (1964-1994). Julkaisussa *J. Geophys. Res.*, nide 100, s. 25867-25876.
- Bordewijk, J.A. ja van der Woerd, H.J. (1996). Ultraviolet dose maps of Europe, a remote sensing/GIS application for public health and environmental studies. Julkaisussa BCRS Report n:o 96-30. Delft, Alankomaat.
- Braathen G., Rummukainen, M., Kyrö, E., Schmidt, U., Dahlback, A., Jørgensen, R., Fabian, T.S., Rudakov, V.V., Gil, M., ja Borchers, R. (1994). Temporal development of ozone within the arctic vortex during the winter of 1991/92. Julkaisussa *Geophys. Res. Lett.*, nide 21, s. 1407-1410.
- Cunnold, D.M., Weiss, R.F., Prinn, R.G., Hartley, D., Simmonds, P.G., Fraser, P.J., Miller, B., Alyea, F.N., Porter, L. (1997). GAGE/AGAGE measurements indicating reductions in global emissions of CCl<sub>3</sub>F and CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub> in 1992-1994. Julkaisussa *J. Geophys. Res.* nide 102, s. 1259-1269.
- Herman, J.R., Bhartia, P.K., Ziemke, J., Ahmed, Z., Larko, D. (1996). UV-B increases (1979-1992) from decreases in total ozone. Julkaisussa *Geophys. Res. Lett.* nide 23, s. 2117-2120.
- Isaksen, I., von der Gathen, P., Braathen, G., Chipperfield, M., Goutail, F., Harris, N.R.P., Müller, R. ja Rex, M. (1997). Ozone loss, Chapter 5 in European research in the stratosphere. The contribution of EASOE and SESAME to our current understanding of the ozone layer. CEC, Luxemburg., ISBN 92-827-9719-8.
- Labitzke, K. ja H. van Loon (1995). A note on the distribution of trends below 10hPa: The extratropical northern hemisphere. Julkaisussa *J. Met. Soc. Japan*, nide 73, s. 883-889.
- Larsen, N., Knudsen, B., Mikkelsen, I.S., Jørgensen, T.S. ja Eriksen, P. (1994). Ozone depletion in the Arctic stratosphere in early 1993. Julkaisussa *Geophys. Res. Lett.*, nide 21, s. 1611-1614.
- McPeters, R.D., Hollandsworth, S.M., Flynn, L.E. ja Hermann, J.R. (1996a). Long-term ozone trends derived from the 16-year combined Nimbus 7/Meteor 3 TOMS version 7 record. Julkaisussa *Geophys. Res. Lett.*, nide 23, s. 3699-3702.
- McPeters, R.D., Bhartia, P.K., Krueger, A.J., Herman, J.R., Schlesinger, B.M., Wellemeyer, C.G., Seftor, C.J., Jaross, G., Taylor, S.L., Swisler, T., Torres, O., Labow, G., Byerly, W. ja Cebula, R.P. (1996b). Nimbus-7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) Data Products User's Guide. Julkaisussa NASA Reference Publication Washington D.C.
- Moan, J., Dahlback, A., Henriksen, T. ja Magnus, K. (1989). Biological Amplification Factor for Sunlight-Induced Non-Melanoma Skin Cancer at High Latitudes. Julkaisussa *Cancer Res.*, nide 49, s. 5207-5212.
- Montzka, S.A., Butler, J.H., Myers, R.C., Thompson, T.M., Swanson, T.H., Clarke, A.D., Lock, L.T., Elkins, J.W. (1996). Decline in tropospheric abundance of halocarbons: Implications for stratospheric ozone. Julkaisussa *Science*, nide 272, s. 1318-1322.
- Müller R., Crutzen, P.J., Groß, J-U., Brühl, C., Russel III, J.M., Gernandt, H., McKenna, D.S. ja Tuck, A. (1997). Severe chemical ozone loss in the Arctic during the winter of 1995-96. Julkaisussa *Nature*, nide 389, s. 709-711.

NOAA (1996). Northern Hemisphere Winter Summary 1995/96: Selected indicators of stratospheric climate. NOAA Climate Prediction Centre, Washington D.C. Myös Internetissä:  
<http://cops.wwb.noaa.gov/products/stratosphere/winter-bulletins/nh-95-96/>

Norton, W.A. and Chipperfield, M.P. (1995). Quantification of the transport of chemically activated air from the northern hemisphere polar vortex. Julkaisussa Geophys. Res., nide 100, s. 25817-25840.

Oltmans, S.J. ja Hofmann, D. (1995). Increase in lower stratospheric water vapour at a mid-latitude northern hemisphere site from 1981-1994. Julkaisussa Nature, nide 374, s. 146-149.

## 71 Yläilmakehän otsonin väheneminen

Peter, T., Brühl, C. ja Crutzen, P.J. (1991). Increase in the PSC-formation probability caused by high-flying aircraft. Julkaisussa *Geophys. Res. Lett.*, nide 18, s. 1465-1468, 1991.

Prinn, R.G., Weiss, R.F., Miller, B.R., Huang, J., Alyea, F.N., Cunnold, D.M., Fraser, P.J., Hartley, D.E. ja Simmonds, P.G. (1995). Atmospheric trends and lifetime of CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub> and global OH concentrations. Julkaisussa *Science*, nide 269, s. 187-192.

Pyle, J.A., Chipperfield, M.P., Kilbane-Dawe, I., Lee, A.M., Stimpfle, R.M., Kohn, D., Renger, W., Walters, J.W. (1995). Early modelling results from the SESAME and ASHOE campaigns. Julkaisussa *Faraday Discuss., Royal Soc. of Chem.*, nide 100, s. 371-387.

Rex, M., Harris, N.R.P., von der Gathen, P., Lehmann, R., Braathen, G.O., Reimer, E., Beck, A., Chipperfield, M.P., Alfier, R., Allaart, M., O'Connor, F., Dier, H., Dorokhov, V., Fast, H., Gil, M., Kyrö, E., Litynska, Z., Mikkelsen, I.S., Molyneux, Nakane, H., Notholt, J., Rummukainen, M., Viatte, P., Wenger, J. (1997). Prolonged stratospheric ozone loss in the 1995-96 Arctic winter. Julkaisussa *Nature*, nide 389, s. 835-838.

Slaper, H., Velders, G.J.M., Daniel, J.S., de Gruijl, F.R., van der Leun, J.C. (1996). Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna Protocol achievements. Julkaisussa *Nature*, nide 384, s. 256-258.

Slaper, H., Velders, G.J.M., Matthijsen, J. (1997). Ozone depletion and skin cancer incidence: a source-risk approach, s. 73-76, Book of Papers. Toim: B.J.M. Ale, M.P.M. Janssen ja M.J.M. Pruppers. RISK97, International Conference "Mapping Environmental Risks and Risk Comparison". Smith, R.C, Prezelin, B.B., Baker, K.S., Bidigare, R.R., Boucher, N.P., Coley, T., Karentz, D., MacIntyre, S., Matlick, H.A., Menzies, D., Ondrusek, M., Wan, Z., Waters, K.J. (1992). Ozone depletion: Ultraviolet radiation and phytoplankton biology in Antarctic waters. Julkaisussa *Science*, nide 255, s. 952-959.

SORG (1996). Stratospheric ozone 1996. United Kingdom Stratospheric Ozone Review Group. Sixth report. DoE Reference number 96DPL0021. HMSO, Lontoo. Tämä raportti löytyy myös Internetistä osoitteessa: <http://www.ozone-sec.ch.cam.ac.uk/eorcu/>

UNEP (1995). Environmental effects of ozone depletion, 1994 assessment. Julkaisussa *Ambio*, nide 3, s. 138-196.

von der Gathen, P., Rex, M., Harris, N.R.P., Lucic, D., Knudsen, B.M., Braathen, G.O., De Backer, H., Fabian, R., Fast, H., Gil, M., Kyrö, E., St. Mikkelsen, I., Rummukainen, M., Stähelin, J., Varotsos, C. (1995). Observational evidence for chemical ozone depletion over the Arctic in winter 1991-92. Julkaisussa *Nature*, nide 315, s. 131-134.

Zurek, R.W., Manney, G.L., Miller, A.J., Gelman, M.E. ja Nagatani, R.M. (1996). Interannual variability of the north polar vortex in the lower stratosphere during the UARS mission. Julkaisussa *Geophys Res. Lett.*, nide 23, s. 289-292.

## 4. Happamoituminen

### Tärkeimmät havainnot

Rikkidioksidi- ja ammoniakkipäästöistä sekä typen oksidien päästöistä aiheutuvan happaman laskeuman vaikutukset makeisiin vesiin ovat vähentyneet jonkin verran Dobris-arvioinnin jälkeen, mistä on monin paikoin ollut osoituksena selkärangattomien lajistossa tapahtunut osittainen elpyminen. Monien metsien elinvoima heikkenee yhä, mikä voi osaltaan aiheutua happaman laskeuman pitkäaikaisista vaikutuksista maaperään, vaikka nämä vauriot eivät välttämättä liitykään happamoitumiseen. Herkillä alueilla happamoituminen johtaa alumiinin ja raskasmetallien lisääntyvään kulkeutumiseen, mikä aiheuttaa pohjavesien pilaantumista.

Happamoittavien aineiden laskeumat ovat vähentyneet noin vuodesta 1985 alkaen. Kriittiset kuormitukset (laskeumatasot, joiden ylittyessä on odotettavissa pitkäaikaisia haittavaikutuksia) ylitetään kuitenkin yhä noin kymmenellä prosentilla Euroopan maa-alueesta, pääasiassa Pohjois- ja Keski-Euroopassa.

Rikkidioksidipäästöt puolittuivat Euroopassa vuosien 1980 ja 1995 välillä. Typpipäästöjen kokonaismäärä (typen oksidit ja ammoniakki), joka pysyi suurin piirtein vakiona vuosina 1980 - 1990, putosi noin 15 prosenttia vuosina 1990 - 1995. Suurimmat vähennykset tapahtuivat KIE- ja NIS-maissa.

Liikenteestä on tullut suurin typen oksidien päästölähde; sen osuus oli 60 prosenttia kokonaismäärästä vuonna 1995. Vuosina 1980 - 1994 tavaraliikenne maanteilla kasvoi 54 prosenttia, vuosina 1985 - 1995 henkilöliikenne maanteilla 46 prosenttia ja lentomatkustus 67 prosenttia.

Länsi-Euroopassa pakokaasukatalysaattoreiden käyttöönotto on vähentänyt liikenteen päästöjä. Näiden toimenpiteiden vaikutukset näkyvät kuitenkin melko hitaasti, koska ajoneuvokanta vaihtuu hitaasti. Lisävähennykset edellyttävät todennäköisesti polttoaineiden ja ajoneuvojen verotusta koskevia toimia.

KIE- ja NIS-maissa yksityisautoilu voi lisääntyä merkittävästi, mutta näissä maissa voidaan myös parantaa huomattavasti liikenteen käyttämän energian hyötysuhdetta.

Happamoitumisen torjuntatoimet ovat onnistuneet vain osittain:

- Valtiosta toiseen kaukokulkeutuvia ilman epäpuhtauksia koskevan yleissopimuksen (CLRTAP) pöytäkirjaan kirjattu typen oksideja koskeva tavoite päästöjen vakauttamisesta vuoden 1987 tasolle vuoteen 1994 mennessä saavutettiin yleisesti Euroopassa, muttei kaikkien 21 sopimuspuolen osalta. Eräät näistä sopimuspuolista kuten myös eräät sopimuksen ulkopuolella olevat tahot saivat kuitenkin aikaan huomattavia vähennyksiä.
- Euroopan komission viidennessä ympäristöohjelmassa (SEAP) pyritään typen oksideissa 30 prosentin päästövähennykseen vuosina 1990 - 2000. Vuoteen 1995 mennessä saavutettiin vain kahdeksan prosentin vähennys, joten on epätodennäköistä, että vuoden 2000 tavoite saavutetaan. Monisaastuke-monivaikutuspöytäkirjan oletetaan valmistuvan vuonna 1999. Tarkoituksena on asettaa kustannustehokkuuden pohjalta uudet kansalliset päästökäytöt happamoittaville aineille ja NMVOC:ille.
- Ensimmäisen CLRTAP-pöytäkirjan tavoitteen rikin osalta - päästöjen vähentäminen 30 prosentilla vuonna 1993 vuoteen 1980 verrattuna - saavuttivat kaikki 21 pöytäkirjan sopimuspuolta sekä viisi sopimuksen piiriin kuulumatonta osapuolta. Monet Euroopan maat (esimerkiksi Portugali ja Kreikka) eivät kuitenkaan vähentäneet rikkipäästöjään tänä ajanjaksona niin paljon. Toisessa rikkipöytäkirjassa mainitun välitavoitteen saavuttaminen vuoteen 2000 mennessä on epätodennäköisempää, joten lisätoimia tarvitaan sen pitkän aikavälin tavoitteen saavuttamiseksi. Tällä tavoitteella tarkoitetaan sitä, ettei kriittisiä kuormituksia ylitetä.

## Happamoituminen 73

• Viidennen ympäristöohjelman tavoite rikkidioksidin osalta - 35 prosentin vähennys vuoden 1985 päästöistä vuoteen 2000 mennessä - saavutettiin koko EU:n osalta vuonna 1995 (40 prosentin kokonaisvähennys) samoin kuin useimmissa jäsenvaltioissa.

Toiseen CLRTAP-rikkipöytäkirjaan kirjatun pitkän aikavälin tavoitteen saavuttamiseen tähtäviä lisätoimenpiteitä kehitellään EU:ssa viidennen ympäristöohjelman mukaisesti. Toimenpiteisiin kuuluvat öljytuotteiden rikkipitoisuuden alentaminen, suurten polttolaitosten päästöjen vähentäminen sekä maantieajoneuvojen päästörajien asettaminen. Nyt tarkasteltavana olevan EU:n happamoitusstrategian välitavoite on 55 prosentin vähennys typen oksidien päästöissä vuosina 1990 - 2000. Erityistä huomiota on kiinnitettävä liikennesektorin päästöihin tämän tavoitteen saavuttamiseksi.

### 4.1. Johdanto

Happolaskeuma, joka on suurelta osin peräisin ihmisen aiheuttamista kolmen kaasumaisen saasteen, rikkidioksidin (SO<sub>2</sub>), typpioksidien (NO<sub>x</sub>) ja ammoniakkin (NH<sub>3</sub>) päästöistä, vahingoittaa happamuudelle herkkiä makean veden järjestelmiä, metsiä, maaperää ja luonnon ekosysteemejä suurissa osissa Eurooppaa. Vaikutukset näkyvät useilla tavoin, esimerkiksi neulas- ja lehtikatona sekä puiden elinvoiman vähentymisenä, vähenevinä kalakantoina ja muiden vesieläinlajien moninaisuuden vähentymisenä haposateille herkissä järvissä, joissa ja puroissa sekä maaperän kemiallisina muutoksina. Vahinkoa aiheutuu myös Euroopan kulttuuriperinnön tärkeille osille, kuten kalkkikivi- ja marmorirakennuksille, muistomerkeille ja lasimaalausikkunoille. Typpiyhdisteiden laskeumat aiheuttavat myös maan ja merien ekosysteemien rehevöitymistä. Happamoitumisen vaikutus järviin on vähentynyt Dobris-arvioinnin jälkeen etupäässä vähentyneiden rikkipäästöjen johdosta. Maaperän happamoituminen jatkuu kuitenkin niin kauan kuin kriittiset kuormat ylittyvät, mitä tapahtuu yhä suurissa osissa Eurooppaa.

Suurin osa SO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-päästöistä on peräisin hiilen ja polttoöljyn polttamisesta erityisesti voimalaitoksissa, asuinrakennuksia sekä kaupallisen ja palvelualan rakennuksia lämmitettäessä, teollisuudessa sekä diesel- tai bensiinikäyttöisissä ajoneuvoissa, kuten esimerkiksi laivoissa ja ilma-aluksissa. NH<sub>3</sub>-päästöt ovat etupäässä

**Laatikko 4.1: Happamien yhdisteiden kulkeutuminen ja laskeumat**

Ilmakehään päässeet SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ja NH<sub>3</sub> palaavat maan pinnalle suoraan kuivana laskeumana kasveille tai muille pinnan osille tai märkälaskeumana sateessa, lumessa, rakeissa, sumussa ja kasteessa, tai epäsuorasti joko kuivana tai märkänä kemiallisen muuntumisen seurauksena. SO<sub>2</sub> ja NO<sub>x</sub> voivat hapettua rikkihapoksi ja typpioksidiksi joko ilmakehässä tai laskeuduttuaan. NH<sub>3</sub> voi reagoida rikkihapon ja typpioksidin kanssa ja muodostaa ammoniakki-sulfaatti- ja ammoniakkinitraattihiukkasia.

Happamoittavien kaasujen ja hiukkasten elinikä ilmakehässä riippuu meteorologisista ja kemiallisista olosuhteista. Keskimäärin rikkiyhdisteet laskeutuvat pääasiassa 2-4 päivän kuluessa päästöstä. Typpioksidit viipyvät ilmakehässä yleensä pitempään, mutta ne muuttuvat melko nopeasti typpihapoksi, ja typpihappo poistuu nopeasti ilmakehästä. Ammoniakki laskeutuu myös nopeasti, paitsi silloin, kun se on yhdistynyt rikki- ja typpihapon kanssa ammoniakki-sulfaatiksi ja -nitraatiksi. Nämä reaktiot ovat erityisen tärkeitä rikki- ja typpiyhdisteiden kaukokulkeutumisen kannalta; näitä yhdisteitä voi sen jälkeen kulkeutua useiden tuhansien kilometrien päähän.

Suurimpia rikkilaskeumia esiintyy alueilla, joilla on suurimmat päästöt, ja ne johtuvat suurelta osin rikkidioksidin kuivalaskeumista. Rikkilaskeumia on paljon myös alueilla, joilla sataa paljon, esimerkiksi rannikko- ja vuoristoalueilla. Samaa havaitaan hapettuneen typen laskeumien kohdalla (jotka ovat peräisin NO<sub>x</sub>-päästöistä), joskin huomattavasti pienempiä määriä (verrattuna rikkiin) laskeutuu lähelle päästölähdettä. Hapettunut typpi kulkeutuu pitkiä matkoja ja lisää alailmakehän otsoniongelmaa (5 luku), koska NO<sub>x</sub> on tärkeä otsonia muodostava aine. Redusoituneiden typpiyhdisteiden (jotka ovat peräisin ammoniakkipäästöistä) laskeumakuviolle ovat rikkiä enemmän tyypillistä suuret laskeumat lähellä lähteitä. Ammoniumin kaukokulkeutuminen on tämän vuoksi vähäisempää kuin rikki- ja typpioksidien. Esimerkiksi Ranskassa 33 prosenttia rikkilaskeumista ja 62 prosenttia typen kokonaislaskeumista on peräisin omassa maassa olevista lähteistä, 30 prosenttia rikistä ja 15 prosenttia typen kokonaismäärästä on peräisin naapurimaasta Saksasta, Espanjasta ja Yhdistyneestä kuningaskunnasta ja 37 ja 23 prosenttia on peräisin kauempaa.

Happamoittavien ilmansaasteiden laskeumia, pitoisuuksia, kaukokulkeutumista ja kulkeutumista rajojen ylitse koskevien tietojen tärkein lähde on Ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumisen tarkkailun ja arvioinnin Euroopan yhteistyöohjelma (EMEP), joka on perustettu vuoden 1979 YK/ECE:n valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevan Geneven yleissopimuksen (LRTAP) nojalla. EMEP:n alue näkyy kartassa 4.1.



## 74 Euroopan ympäristö

peräisin eläinten lannan tuottamisesta ja levittämisestä.

Kun happamoittavat kaasut ovat päässeet ilmakehään, ne hajoavat ja saattavat viipyä ilmassa useita päiviä ja kulkeutua pitkiä matkoja tuulen mukana ja vaikuttaa näin kaukana päästöpiisteestä. Prosessit, joilla happamat päästöt palautuvat maanpinnalle ja aiheuttavat maaperän ja veden happamoitumista, on esitetty tiivistetyssä muodossa laatikossa 4.1, ja kriittisen kuorman käsite on määritelty laatikossa 4.2.

Happamoituminen on rajat ylittävä ongelma, joka vaatii sekä kansallisia että kansainvälisiä aloitteita kuten toimenpiteitä, joilla kannustetaan siirtymistä puhtaampiin polttoaineisiin ja alhaisempiin päästöihin erityisesti ajoneuvoissa sekä hiili- ja öljykäyttöisissä voimalaitoksissa.

### 4.2. Vaikutukset

#### Metsät ja maaperä

Laajoista puille aiheutuneista vahingoista erityisesti neulas- ja lehtikadon sekä värivikojen muodossa on kerrottu Keski-Euroopassa vuoden 1986 jälkeen säännöllisesti suoritetuissa tutkimuksissa (Becher et al., 1996, Lorenz et al., 1997). Vahingot eivät kuitenkaan välttämättä liity happamoitumiseen. Muut ympäristöstressit kuten kuivuus, tuulen aiheuttama stressi tai pakkasvauriot samoin kuin metsikön normaali ikääntyminen aiheuttavat myös neulas- ja lehtikatoa sekä elinvoiman vähenemistä. Skandinaviassa kuusten neulaskadon havaitaan lisääntyvän korkeuden kasvaessa karujen ympäristöolojen ja pitkien talvien vuoksi. Kuivuuden vaikutukset nähdään selvästi eräillä alueilla esimerkiksi Espanjassa, joka kärsi ankarista kuivuuskausista vuosina 1990 - 1993. Asiaan saattavat vaikuttaa myös muut saastestressit kuten altistuminen otsonille ja ajoittaisille korkeille rikkidioksidipitoisuuksille. Tämän vuoksi ei voida määritellä syy-yhteyttä kriittisen kuorman ylittävän happolaskeuman (laatikko 4.2) ja havaitun lehti- tai neulaskadon välillä edes alueilla, joilla maaperän neutralointikyvyllä on todennäköisesti tärkeä vaikutus metsikköjen kasvuun ja ikääntymiseen. Päästöjen vähenemisestä huolimatta seurattutkimukset osoittavat puiden neulas- ja lehtikadon yleisesti lisääntyvän. Tämä saattaa osittain johtua seurattujen metsiköiden ikääntymisestä. Maaperän happamoituminen on kuitenkin hidas prosessi, ja se jatkuu alueilla, joilla kriittiset kuormat ylittyvät, ja sillä on mahdollisesti pitkäaikaisia vaikutuksia.

**Laatikko 4.2: Kriittiset kuormat**

Kriittinen kuorma määritellään ”korkeimmaksi happamoittavien yhdisteiden laskeumaksi, joka ei aiheuta sellaisia kemiallisia muutoksia, jotka johtavat pitkäaikaisiin haitallisiin ekosysteemin rakenteen ja toiminnan vaikutuksiin” (Gregor et al., 1996). Kriittiset kuormat on laskettu yhteen Euroopan osalta 50 x 50 km<sup>2</sup> olevalla havaintoalalla (Posch et al., 1997), jota voidaan verrata mitattuihin tai mallinnettuihin laskeumiin. Näiden kriittisten kuormien laskentaperusteita ei ole yleisesti hyväksytty, ja kokeet osoittavat, että tavalliset metsäpuulajit eivät ehkä ole erityisen herkkiä tietyille maaperän kemiallisille muutoksille. Vallitsee kuitenkin laaja yhteisymmärrys siitä, että kriittiset kuormat ylittävä happamoituminen aiheuttaa käytettävissä olevien kasviraavinteiden vähenemistä, ja tämä saattaa vaikuttaa puiden kasvuun ja elinvoimaan. Kriittisten kuormien ylittäminen on ainoa Euroopan mittakaavassa käytettävissä oleva tällaisen vähenemisen mitta.

Metsiin ja maaperään kohdistuvien vaikutusten yhteydessä käytetty kriittisten kuormien käsite soveltuu myös makeisiin vesiin, jolloin kriittisten kuormien tasot perustuvat vahinkoon, jota aiheutuu tietyille organismeille ja populaatioille (kalat ja selkärangattomat), jotka ovat herkkiä happolaskeuman aiheuttamille veden kemiallisille muutoksille.

Kriittiset kuormat lasketaan rikille, happamoittavalle typelle ja rehevöittäväälle typelle. Typen rehevöittävät vaikutukset liittyvät typen lisääntyneeseen suotumiseen pohjaveteen, jokiin ja järviin sekä metsien ekosysteemien muutoksiin. Kansallisella tasolla Euroopassa vaikutusten koordinoitikeskus (CCE) kokoaa tiedostoja kriittisestä kuormasta keskukseen toimitettujen tietojen perusteella, jotka keskus kokoaa ja yhdistää kartoiksi ja tietokannoiksi.

Uusimmat tiedot löytyvät julkaisusta Posch et al., 1997. YK/ECE käyttää niin kutsuttuja viidennen persentiilin ehdollisia kriittisiä kuormia EMEP:n 150 x 150 km:n havaintoalaluokilta työstäessään päästöjen vähentämisstrategioita. Viides persenttiili tarkoittaa, että viisi prosenttia kaikkein herkkimmät ekosysteemit kattavasta havaintoalaluokan alasta jää suojelematta. Koska happamoituminen aiheuttaa sekä rikki- että typpilaskeumia, ekosysteemin sietämän rikkilaskeuman määrä riippuu myös typpilaskeumasta ja päinvastoin. Jos typpilaskeuman määrä tunnetaan (esimerkiksi mallintamislaskelmien perusteella), voidaan johtaa ehdolliset kriittiset rikkikuormitukset, jotka saattavat vaihdella eri vuosina, jos typpilaskeumat vaihtelevat. Samoin johdetaan ehdolliset kriittiset typpikuormitukset, kun rikkikuormitus tunnetaan. Ehdolliset kriittiset kuormat ovat pienemmät kuin (tai teoreettisesti yhtä suuret kuin) vain rikkikuormitusten perusteella arvioidut kriittiset kuormitukset. Ylitys kirjataan aina, kun havaitaan tai lasketaan laskelma, joka ylittää kriittisen kuorman. Arvioidut ylitykset on esitetty 4.4.2 jaksossa.

Tärkeä rajoitus perustettaessa päästöjen vähentämisiä laajamittaisiin keskimääräisiin ylityksiin 150 x 150 km:n havaintoalaluokalla on se, että laajalla havaintoalalla laskeumat voivat paikallisesti vaihdella huomattavasti, joten paikallisten ekosysteemien todelliset ylitykset voivat poiketa huomattavasti keskimääräistä laskeumaa koskeviin arvioihin perustuvista kuormista.

## Happamoituminen 75

### ***Makeat vedet***

Happolaskeumat ovat vaikuttaneet vakavasti moniin tuhansiin järviin Euroopassa, erityisesti pohjoisilla alueilla. Vaikutukset vesien organismeihin voivat olla suoria toksisuuden vuoksi tai epäsuoria, jolloin ne aiheutuvat happamuudelle herkkien saaliseläinten tai ravintokasvien häviämisestä tai lisääntyneen happamuuden aiheuttamista veden monimutkaisista kemiallisista muutoksista. Monissa tapauksissa kokonaiset kalapopulaatiot ovat hävinneet (Hesthagen et al., 1995).

Tietojen vertaaminen 1980- ja 1990-luvuilta osoittaa, että rikkilaskeumien väheneminen aiheuttaa vesien kemiallisen tilan paranemista ja selkärangattoman elämistön osittaista palautumista monin paikoin (Lükewille et al., 1997). Alueellisella tasolla sulfaattipitoisuudet vähenevät paikoin, ja useimmissa tapauksissa vähennykset ovat 1990-luvulla suuremmat kuin ne olivat 1980-luvulla (kuvio 4.1). Poikkeus on Yhdistynyt kuningaskunta, josta on yhä vain vähän todisteita sulfaattipitoisuuksien vähenemisestä rikkilaskeumien vähenemisestä huolimatta.

Sulfaattipitoisuuksien muutokset muuttavat veden muiden osien koostumusta. Pohjoismaissa (Norja, Ruotsi, Suomi) alkalisuus väheni 1980-luvulla (lisäten happamoitumista), mutta lisääntyi 1990-luvulla (ennallistuminen). Monin paikoin Eurooppaa (Alankomaissa, Italiassa, Saksassa, Tanskassa) alkalisuus lisääntyi 1980-luvulla ja kasvu nopeutui 1990-luvulla. Jälleen on vain vähän todisteita alkalisuuden lisääntymisestä Yhdistyneen kuningaskunnan makeissa vesissä samana aikana.

Kuvio 4.2 osoittaa niiden järvien prosentuaalisen osuuden, joissa eri maissa on ylitetty rikin kriittinen kuorma. Norjan korkea luku johtuu sekä korkeista rikkilaskeumista että hyvin alhaisista kriittisistä kuormista erityisesti etelässä. Walesin luku on myös korkea huolimatta suhteellisen korkeista kriittisistä kuormista korkeiden laskeumatasojen vuoksi. Kuolan alueella Venäjällä olevat laskeumat ovat pääasiassa peräisin paikallisista sulatoista. Suomen ja Ruotsin luvut viittaavat siihen, että kriittinen kuorma ylittyi noin 3 000:ssa Suomen ja 6 000:ssa Ruotsin järvessä.

### ***Muut vaikutukset***

Happamoittavien yhdisteiden haitalliset vaikutukset eri aineisiin johtuvat lähes yksinomaan kaasumaisesta rikkidioksidista alueilla, joilla rikkidioksidipitoisuudet ovat korkeat. Rakennusten ja rakennelmien ylläpito- ja uudelleenrakennuskustannusten vähenemisen muodossa saavutettavat hyödyt korvaavat suurelta osin rikkidioksidipäästöjen vähentämisestä Euroopassa aiheutuvat kustannukset (Kucera ja Fitz, 1995). Yhä enemmän ollaan myös huolissaan hiukkasten (PM) haitallisista terveysvaikutuksista erityisesti kaupunkialueilla (katso 12 luku, 12.2.2 ja 12.3.2 jakso), missä happamoittava rikki ja typpi ovat pienten, halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometriä (PM<sub>2,5</sub>) olevien pienten hiukkasten lähde.

#### **Kuvio 4.1 Pintaveden sulfaattipitoisuuden ja alkalisuuden muutokset, 1980- ja 1990-luvut**

Pintaveden sulfaattipitoisuuden vuosittaiset muutokset 1980-luvulla ja 1990-luvulla Euroopan eri osissa sulfaatti  
Keski-Eurooppa  
Pohjoismaat

Huomautus: Tässä olevat negatiiviset arvot osoittavat sulfaattipitoisuuden tai alkalisuuden vähenemistä, kun sitä vastoin positiiviset luvut osoittavat sen lisääntymistä. Pylvään korkeus osoittaa muutoksen suuruutta. Lähde: Lükewille et al. (1997).

**Kuvio 4.2 Prosentuaalinen osuus eri maiden järvistä, joissa rikin (S) kriittinen taso on ylittynyt, syksy 1995**

Norja

Wales

Venäjä

Suomi

Ruotsi

Tanska

Venäjän Karjala

Skotlanti

prosentuaalinen osuus kaikista järvistä

Huomautus: Tanskan ja Karjalan luvut ovat epävarmoja, koska vain pieni määrä järviä on tutkittu.

Lähde: Henriksen et al. (1998)

**Kuvio 4.3 Sulfaattihiukkasten pitoisuudet maaseudun mittauspisteiden ilmassa, 1980 - 95**

Ispra, Italia  
Jarczew, Puola  
Suwalki, Puola  
Keldsnor, Tanska  
Tange, Tanska  
Birkenes, Norja  
High Muffles, UK  
Eskdalemuir, UK

Huomautus: Pystysuorat asteikot ovat erilaiset.

Lähde: EMEP/CCC

Ilmassa olevat sulfaatti- ja ammoniumnitraattihiukkaset voivat vaikuttaa näkyvyyteen ja toimia sumun- ja pilvenmuodostuksen tiivistysytiminä. Ilmassa olevat sulfaattihiukkaset voivat osittain estää kasvihuonekaasujen aiheuttamaa maapallon lämpenemistä alueellisella tasolla (katso 2 luku, 2.3 jakso).

**4.3. Mitattujen ilmassa olevien pitoisuuksien kehitys**

Ilmoitettu happolaskeuman vaikutusten väheneminen Euroopassa on seurausta rikkidioksidipäästöjen vähenemisestä viimeisten 15 vuoden aikana ja vastaavista ilmassa olevien rikkidioksidi- ja sulfaattiaerosolipitoisuuksien vähenemisestä sekä sateiden happamuuden vähenemisestä. Parannukset ovat selkeimmät sellaisilla alueilla Länsi- ja Pohjois-Euroopassa, missä on ryhdytty toimenpiteisiin päästölähteiden vähentämiseksi.

Rikkidioksidipitoisuuksiin vaikuttavat usein voimakkaasti suhteellisen lähellä mittauspisteitä olevat päästöt; näiden pitoisuuksien kehitystä on tämän vuoksi vaikeata tulkita. Rikkihappo- ja sulfaattiaerosolihukkaset viipyvät kauemmin ilmakehässä kuin rikkidioksidi, ja ne osoittavat tämän vuoksi paremmin pitkäaikaista kehitystä. EMEP:n tulosten tutkiminen mittauspaikoilta vuosilta 1980 - 93 (kuvio 4.3) osoittaa ilman rikkipitoisuuden merkittävää vähenemistä Pohjois-Euroopassa olevilla mittauspisteillä. Ilman rikkipitoisuuden on havaittu laskeneen myös Isprassa Pohjois-Italiassa. Havaitut vähennykset ovat suurelta osin yhdenmukaisia Länsi-Euroopassa 1970-luvun puolivälissä ja Itä-Euroopassa 1980-luvun lopussa aloitetun päästöjen vähentämisen kanssa.

## Happamoituminen 77

**4.4. Happamoittavien aineiden laskeumat****4.4.1. Kehitys**

Euroopan rikkipäästöt lisääntyivät tasaisesti vuodesta 1880 (poikkeuksena vain toinen maailmansota) aina 60 miljoonaan tonniin vuodessa vuonna 1980, mitä seurasi jyrkkä lasku (kuvio 4.4) (Mylona, 1996).

Laskeumien yleinen kehitys on samanlainen kuin kuviossa 4.5 yhden Etelä-Norjan ja yhden Etelä-Puolan mittauspisteiden osalta. Puolan mittauspiste edustaa niin kutsuttua Mustaa kolmiota, aluetta, jossa Saksan, Tšekin tasavallan ja Puolan rajat kohtaavat. Laskeumat alkoivat aleta paljon nopeammin Norjassa kuin Puolassa, koska Luoteis-Euroopan päästöt alkoivat vähentyä lähes 10 - 15 vuotta aikaisemmin kuin KIE- ja NIS-maissa, erityisesti entisessä Saksan demokraattisessa tasavallassa, Tšekin tasavallassa ja Puolassa.

Rikin, hapettuneen typen ja redusoituneen typen laskeumien kehitys eri alueilla vuosina 1985 - 1995 on esitetty kuviossa 4.6. Alueiden ilmasto-olot ovat erilaiset, ja niiden etäisyys suurista päästöalueista vaihtelee huomattavasti (katso kartat 4.4 ja 4.5). Laskeumakuviot ovat yleisesti yhdenmukaisia alueiden päästöissä tapahtuneiden muutosten kanssa. NO<sub>x</sub>-päästöjen väheneminen Länsi-Euroopassa tänä aikana on ollut vähäistä, kun parantuneen tekniikan tuomat edut sekä teollisuuden ja kotitalouksien päästöjen vähennys on korvautunut moottoriajoneuvojen lisääntyneestä käytöstä aiheutuvilla päästöillä (katso 4.6 jakso).

Kaikkialla Euroopassa typpipäästöjen suhteellinen merkitys kasvaa yhä verrattuna rikkipäästöihin.

Rikkidioksidipäästöjen vaikutukset voivat periaatteessa neutraloitua alkalisten aineiden kuten lentotuhkan ja eräiden teollisuuspölyjen laskeumilla. Näiden aineiden päästöt ovat laskeneet useiden vuosikymmenien ajan valvontatoimenpiteiden vuoksi (Hedin et al., 1994), ja nykyiset päästömäärät ovat luultavasti liian pieniä, jotta niillä olisi merkittävää neutralisoivaa vaikutusta (Semb et al., 1995). Alkalisten aavikkopölyjen määrä saattaa kuitenkin olla merkittävä Etelä- ja Kaakkois-Euroopassa.

**4.4.2. Kriittisen kuormituksen ylittyminen**

Kuvio 4.7 osoittaa vuosina 1985 - 1995 tapahtuneita muutoksia sen kokonais ekosysteemin alassa Euroopassa, jolta on kirjattu ylityksiä. Kuvio vastaa suurelta osin tapahtuneita päästöjen vähennyksiä. Suurten vuosittaisten muutosten voidaan katsoa johtuvan erilaisista ilmasto-oloista. Rikin laskeva suuntaus liittyy vähentyneisiin SO<sub>2</sub>-päästöihin (kuvio 4.8). Tämä vaikuttaa lisäksi sen kokonaisalueen suuruuteen, jolla happamoittavan typen kuormitus on ylittynyt, koska typen ehdollinen kriittinen kuormitus on korkeampi, kun rikkilaskeumat vähenevät. Typen kokonaispäästöt (NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub>) vaihtelivat kuitenkin vain vähän tänä jaksolla. Tätä osoittaa se lähes muuttumaton alue, jolla havaittiin rehevöittävän typen kuormituksen ylittymistä, joka ei riipu rikkilaskeumista.

Kartta 4.1 osoittaa rikin ehdollisen kriittisen kuormituksen ylittymisen alueellisen jakauman. Suurimpia arvoja havaitaan tärkeimpien päästölähteiden

**Kuvio 4.4 Euroopan rikkipäästöt, 1880 - 95**  
miljoonaa tonnia

Lähteet: Mylona (1996) ja EMEP/MS-CW (vuodelta 1980)

**Kuvio 4.5 Rikkilaskeumat Etelä-Norjassa ja Etelä-Puolassa, 1880 - 95**

Lähteet: Mylona (1996) ja EMEP/MS-CW (vuodelta 1985)

78 Euroopan ympäristö

**Kartta 4.1 Rikin 5. persentiilin ehdollisen kriittisen kuormituksen ylittyminen, 1995**

Rikin kriittisen kuormituksen ylittyminen

1:30 000 000

yli 2 000

1 000-2 000

Kuormat eq/ha EMEP150 -havaintoalalla

alueet ilman ylityksiä

200-400

40-200

alle 40

Lähteet: EMEP/MSC-W ja CEC

## Happamoituminen 79

**Kartta 4.2 Happamoittavan typen 5. persenttiin ehdollisen kriittisen kuormituksen ylittyminen, 1995**

Happamoittavan typen kriittisen kuormituksen ylittyminen

1:30 000 000

Kuormat eq/ha EMEP150 -havaintoalalla

Yli 1 000

400-1 000

alueet ilman ylityksiä

200-400

40-200

alle 40

Lähteet: EMEP/MSC-W ja CEC



80 Euroopan ympäristö

**Kartta 4.3 Rehevöittävän typen 5. persentiilin ehdollisen kriittisen kuormituksen ylittyminen, 1995**

Rehevöittävän typen kriittisen kuormituksen ylittyminen

1:30 000 000

Kuormat eq/ha EMEP150 -havaintoalalla

yli 1 000

400-1 000

alueet ilman ylityksiä

200-400

40-200

alle 40

Lähteet: EMEP/MSC-W ja CEC

## Happamoituminen 81

lähellä Keski-Euroopassa, Yhdistyneen kuningaskunnan itäosassa ja muutamissa muissa paikoissa. Osissa Skandinaviaa, jossa päästöt ovat hyvin kohtuullisia, ylitysten määrä on melko suuri, koska maaperän puskurikapasiteetti on vähäinen (arvo, jolla mitataan sen kykyä neutraloida happamuutta). Välimeren alueella maaperän puskurointikapasiteetti on paljon suurempi, joten ehdollinen kriittinen kuormitus ovat korkeampi ja ylityksiä on paljon vähemmän. Kartta 4.2 osoittaa happamoittavan tyypin ehdollisten kriittisten kuormien ylitykset. Kartta 4.3 osoittaa rehevöittävän tyypin kriittisen kuormituksen ylitykset.

### 4.5. Päästöt

#### 4.5.1. Kehitys 1980 - 95

Tämän jakson tiedot sisältävät kaikki EMEP:n alueilla olevat päästöt sellaisina, kuin ne esiintyvät EMEP:n päästöjä koskevassa tietokannassa (Olendrzynski, 1997). Kuviossa 8, 9 ja 10 osoitetaan, miten SO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- ja NH<sub>3</sub>-päästöt ovat muuttuneet vuosina 1980 - 1995. Kuvio osoittaa yleisesti SO<sub>2</sub>-päästöjen laskeneen suuresti ja tasaisesti koko jakson aikana ja typpipäästöjen vähentyneen yleisesti, mutta hitaammin, vasta noin vuodesta 1990 lähtien. SO<sub>2</sub>:n kokonaispäästöt alenivat noin 50 prosenttia vuosina 1980 - 1995 (kuvio 4.8). Lasku oli suurinta NIS-maissa ja EU:ssa eli 58 ja 57 prosenttia, kun sitä vastoin KIE-maissa lasku oli noin 40 prosenttia. Laskua KIE-maissa oli pääasiassa vuoden 1990 jälkeen. NO<sub>x</sub>-päästöt vähenivät vähemmän, mutta kokonaispäästöt vähenivät 15 prosenttia vuosina 1990 - 1995 (kahdeksan prosenttia EU:ssa, 29 prosenttia KIE-maissa ja 31 prosenttia NIS-maissa) (kuvio 4.9). NH<sub>3</sub>-päästöjä koskevat tiedot ennen vuotta 1990 ovat epätäydelliset ja epävarmat, mutta vuodesta 1990 lähtien käytettävissä on ollut luotettavampia virallisia arvioita koko Euroopasta. Vuodesta 1990 vuoteen 1995 NH<sub>3</sub>:n kokonaispäästöt Euroopassa alenivat 15 prosenttia (yhdeksän prosenttia EU:ssa, 32 prosenttia KIE-maissa ja 17 prosenttia NIS-maissa) (kuvio 4.10).

#### 4.5.2. Eri alojen päästöt

Kuvio 4.11 osoittaa, että rikkipäästöjen tärkein lähde on energia-ala, NO<sub>x</sub>-päästöjen liikenne ja NH<sub>3</sub>-päästöjen maatalous. Tiedot eri alojen päästöjen ajallisesta kehityksestä ovat melko epätäydelliset, mutta ne viittaavat siihen, että SO<sub>2</sub>-päästöjen teollisuudesta tuleva osuus on vähentynyt, energiasta tulevat päästöt ovat lisääntyneet ja NO<sub>x</sub>-päästöjen painopiste on siirtynyt teollisuudesta liikenteeseen. Maatalous on edelleen tärkein NH<sub>3</sub>-päästöjen lähde.

#### 4.5.3. Päästöjen alueellinen jakautuma

Rikkidioksidipäästöjen alueellinen jakauma (tonneina rikkiä vuodessa)

#### Kuvio 4.6 Vuotuinen laskelma, 1985 - 1995

Rikki  
Etelä-Puola  
Benelux-maiden alue  
Pohjois-Italia  
Etelä-Norja

Hapettunut typpi  
Benelux-maiden alue  
Etelä-Puola  
Pohjois-Italia  
Etelä-Norja

Redusoitunut typpi  
Benelux-maiden alue  
Pohjois-Italia  
Etelä-Norja

Lähde: EMEP/MSC-W

## 82 Euroopan ympäristö

ja typpioksid- ja ammoniakkipäästöt (tonneina typpeä vuodessa) Euroopassa vuonna 1995 on esitetty kartoissa 4.4 ja 4.5 käyttäen EMEP:n 50 x 50 km olevan havaintoalan päästöjä koskevaa tietokantaa (Olendrzynski, 1997).

Rikkipäästöt ovat valtaosin peräisin osista Yhdistynyttä kuningaskuntaa, Espanjasta, Italiasta, osista Balkanin aluetta, Ukrainasta ja Venäjältä. Kymmenen eniten rikkiä päästävää maata vuosina 1985 - 95 (1 000 tonneina S vuodessa) olivat Saksa (2 612), Venäjä (2 248), Yhdistynyt kuningaskunta (1 741), Puola (1 704), Ukraina (1 348), Espanja (1 022), Bulgaria (943), Tšekin tasavalta (894), Italia (827) ja Ranska (623).

Kukin kymmenestä eniten rikkiä päästävistä maasta on myös suurin yksittäinen kotimaisten rikkilaskeumien aiheuttaja, mikä johtuu SO<sub>2</sub>:n suuresta kuivalaskeumasta lähellä päästölähdettä. Joukko ympäröiviä maita (Itävalta, Belgia, Tanska, Luxemburg, Alankomaat, Norja, Sveitsi, Ruotsi, Valko-Venäjä, Latvia ja Liettua) saa yli puolet niiden alueelle laskeutuvasta rikistä näistä kymmenestä suurimmasta päästömaasta. Tätä osoittavat myös kriittisten kuormien ylitykset (kartta 4.1).

Typpipäästöjen kuvio on tasaisempi kuin rikkipäästöjen. Tämä on erityisen selvää Alankomaissa, Saksan länsiosissa ja Yhdistyneen kuningaskunnan eteläosissa. Kuten 4.4.1 jaksossa on todettu, typpipäästöjen merkitys happamoitumisen lähteenä lisääntyy jatkuvasti. Suurissa osissa Ranskaa, Espanjassa, Italiassa, Skandinaviassa, KIE- ja NIS-maissa typpipäästöt ovat nykyisin suuremmat kuin rikkipäästöt.

Kymmenen suurinta kokonaistypen päästömaata (NO<sub>x</sub> ja NH<sub>3</sub>, 1 000 tonneja N vuodessa) olivat Venäjä (1 610), Saksa (1 486), Yhdistynyt kuningaskunta (1 067), Ranska (1 064), Italia (938), Ukraina (880), Puola (793), Espanja (615), Romania (388) ja Alankomaat (355).

Bulgariassa, Tanskassa, Ranskassa, Saksassa, Irlannissa, Italiassa, Alankomaissa, Portugalissa, Romaniassa, Espanjassa, Turkissa, Yhdistyneessä kuningaskunnassa ja Ukrainassa kotimaiset päästöt ovat syynä yli puoleen kyseisten maiden typpilaskeumista. Muut maat saavat yli 50 prosenttia typpilaskeumastaan maan ulkopuolella olevista lähteistä.

Rikkiin verrattuna typen kokonaislaskeumat ovat hieman paikallisempia, mutta typen kaukokulkeutuminen on kuitenkin ilmeistä (katso laatikko 4.1). Kulkeutumisetäisyyksien eroja osoittavat kriittisten kuormien ylittymistä kuvaavat kartat 4.1 ja 4.2.

### 4.6. Aiheuttajat: liikenne

Happamoitumisen saamisessa hallintaan on edistytty etupäässä vähentämällä jatkuvasti rikkidioksidipäästöjä. Huomiota on nyt kiinnitetty enemmän liikenteeseen, jonka alalla ympäristöpolitiikka ei ole pysynyt liikenteen kasvun tasalla: liikenne aiheuttaa eniten typpioksidipäästöjä. Liikenne on myös tärkeä muiden ilmansaasteiden, esimerkiksi hiilimonoksidin, hiilidioksidin, hiukkasten ja muiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kuin metaanin (NMVOC) lähde. Osa orgaanisista yhdisteistä on myrkyllisiä, ja tällä hetkellä erityistä huolta aiheuttavat bentseeni ja 1,3-butadiini. Liikenteestä pääsee myös polyaromaattisia hiilivetyjä ja lyijyllistä bensiiniä käytettäessä lyijyä.

Tekijät, jotka aiheuttavat eri saastepäästöjen lisääntymistä liikenteestä Euroopassa, ovat seuraavat:

- tieliikenteen ja erityisesti kuorma-autojen ja henkilöautojen käytön jatkuva lisääntyminen ja siirtyminen pois raideliikenteestä;
- lentoliikenteen, Euroopan nopeimmin kasvavan liikennemuodon lisääntynyt käyttö;
- yksityisen liikenteen suuret kasvumahdollisuudet Itä-Euroopassa, jotka seuraavat Länsi-Euroopassa koettuja kasvun malleja.

**Kuvio 4.7 Osuudet Euroopasta, joilla kriittiset kuormat on ylitetty, 1985 - 95**  
 prosentteina EMEP:n kokonaismaa-alasta  
 happamoittava rikki  
 happamoittava typpi  
 rehevöittävä typpi

Huomautus: Arvioidut osuudet Euroopan kokonaisalueesta, jolla rikin ja typen ehdollinen kriittinen kuormitus (5. persenttiin) on ylittynyt, sekä rehevöittävän typen kriittinen kuorma (vakio). Laskettu EMEP:n 150 x 150 km:n havaintoalareidukoista käyttämällä arvioita ekosysteemien osuuksista, joihin ylitys on vaikuttanut havaintoalaneliöllä (Posch, 1997). Lähde: EMEP/MSC-W ja CEC

## Happamoituminen 83

**Kartta 4.4 Rikkipäästöt vuonna 1995 50 km:n tarkkuudella (tonneja S/vuosi)**

yli 50 000

10 000 - 50 000

1 000 - 5 000

Rikkipäästöt

1 : 30 000 000

Päästöt tonneina EMEP50 -havaintoalalla

500 - 1 000

100 - 500

1-100

Huomautus: Sisältää merenkulun päästöt Pohjanmereltä ja Koillis-Atlantilta (Lloyd's, 1995). Tietoja on käytettävissä vain vähän merenkulun päästöistä Itämerellä, tuskin lainkaan Välimerellä ja Mustallamerellä. Päästöjä näillä merillä on suuresti aliarvioitu. Lähde: EMEP

## 84 Euroopan ympäristö

**Kartta 4.5 Typpioksid- ja ammoniakkipäästöt vuonna 1995 50 km:n tarkkuudella (tonnia N/vuosi)**

yli 50 000

10 000 - 50 000

5 000 - 10 000

1 000 - 5 000

Typpioksid- ja ammoniakkipäästöt

1 : 30 000 000

Päästöt tonneina EMEP50 -havaintoalalla

500 - 1 000

100 - 500

1 - 100

Huomautus: Sisältää merenkulun päästöt Pohjanmereltä ja Koillis-Atlantilta (Lloyd's, 1995). Tietoja on käytettävissä vain vähän merenkulun päästöistä Itämerellä, tuskin lainkaan Välimerellä ja Mustallamerellä. Päästöjä näillä merillä on suuresti aliarvioitu. Lähde: EMEP

## Happamoituminen 85

**4.6.1. Liikenteen käyttö**

## Tavaraliikenne

- Tavaraliikenteen muutokset Euroopassa vuosina 1985 - 1995 on esitetty kuviossa 4.12. Tavaraliikenteen jatkuvaa kokonaiskasvua Länsi-Euroopassa hallitsee tieliikenteen kasvu. Raideliikenne aleni 20 prosenttia osittain Itä-Saksan taloudellisen rakennemuutoksen vuoksi; vain 17 prosenttia tavaraliikenteestä tapahtuu nyt rautateitse.

Vaikka rautateiden tavaraliikenne on suhteellisesti tärkeämpää KIE- ja NIS-maissa kuin Länsi-Euroopassa, sen käyttö on vähentynyt nopeasti samoin pääasiassa taloudellisen rakennemuutoksen seurauksena. Maanteiden tavaraliikenteen kasvu vuoden 1993 jälkeen viittaa siihen, että lähestytään Länsi-Euroopan malleja.

Kartta 4.6 osoittaa, mikä osa tavaraliikenteestä kuljetetaan maanteitse eri maissa.

## Henkilöliikenne

Euroopan henkilöliikenne kasvaa edelleen. EU:ssa lentoliikenne kasvoi 82 prosenttia ja henkilöautoliikenne 46 prosenttia vuotta 1994 edeltäneiden kymmenen vuoden aikana samalla kun linja-autojen käyttö lisääntyi 15 prosenttia ja rautateiden käyttö vain kolme prosenttia. Itä- ja Länsi-Euroopan välillä on tässä jälleen huomattavia eroja (kuvio 4.13).

Henkilöautoja omistetaan eniten Saksan, Sveitsin, Itävallan ja Italian kaltaisissa maissa, mikä heijastaa näiden maiden vaurautta. Tämä merkitsee kuitenkin sitä, että henkilöautojen lukumäärä Euroopan muissa maissa voi vielä kasvaa.

KIE-maissa siirrytään laajalti julkisesta yksityiseen liikenteeseen. Tämä lisää kaupunkien ruuhkautumista ja hallitsematonta pysäköintiä kaupungeissa, joita ei ole suunniteltu suuria yksityisautomääriä varten, sekä lisää saastumista. Seurauksena on ollut myös merkittävä julkisen liikenneverkon supistaminen tai rationalisointi. Esimerkiksi Puolasta ilmoitettiin, että 24 000 km rautateitä oli käytössä vuonna 1993, mutta arvioidaan, että suunnitellun tienrakennusohjelman päätyttyä niitä on jäljellä vain 14 000 km (Hall, 1993).

Tieliikenteen käytön kasvun myötä Euroopan tieverkko on laajentunut samalla kun rautatieverkko on pysynyt ennallaan tai pienentynyt. Yli koko mantereen on rakennettu moottoriteitä, joiden kokonaispituus on lisääntynyt suuresti (yli 200 prosenttia pelkästään EU:ssa vuodesta 1970). Kaikkien teiden kokonaispituus on myös pidentynyt 17 prosenttia EU:ssa ja 12 prosenttia KIE-maissa vuodesta 1970.

**Kuvio 4.8 SO<sub>2</sub>-päästöt Euroopassa, 1980 - 95**

miljoonaa tonnia  
Eurooppa yhteensä  
Länsi-Eurooppa  
KIE  
NIS

**Kuvio 4.9 NO<sub>x</sub>-päästöt Euroopassa, 1980 - 95**

miljoonaa tonnia  
Eurooppa yhteensä  
Länsi-Eurooppa  
KIE  
NIS

**Kuvio 4.10 NH<sub>3</sub>-päästöt Euroopassa, 1980 - 95**

miljoonaa tonnia  
Eurooppa yhteensä  
Länsi-Eurooppa  
KIE  
NIS

Lähde: EMEP/MSC-W



## 86 Euroopan ympäristö

Rautateiden kehitys on samansuuntaista kuin kuljetettavien tavaroiden kehitys. Rautatieverkko on pienentynyt kuusi prosenttia EU:ssa, kun sitä vastoin KIE- ja NIS-maissa se on enimmäkseen pysynyt ennallaan.

Edellä 2.7.2 jaksossa käsitellyt energiavaihtoehdot perustuvat etupäässä olettamuksiin, että liikenteen käyttö koko Euroopassa kasvaa edelleen (Amman, 1997). EU:ssa henkilöautojen energiankäytön oletetaan kasvavan 15 GJ:stä henkeä kohti 18 GJ:hin henkeä kohti vuosien 1990 ja 2010 välillä. KIE- ja NIS-maissa henkilöautojen energiankulutuksen oletetaan kasvavan 3,6:sta 5,4:ään GJ henkeä kohti ”perinteisen viisauden” vaihtoehdossa. Vaihtoehto, jossa oletetaan, että KIE- ja NIS-maiden energiankäyttö ja -tehokkuus lähenee Länsi-Euroopan tasoa, johtaa kuitenkin Euroopassa kulutusennusteeseen, joka on 12 GJ/henki. Suuren osan tästä lisäyksestä oletetaan tapahtuvan KIE-maissa. Tämä kasvu aiheuttaa näissä maissa henkilöautoista tulevien ilmansaasteiden päästöjen lisääntymistä.

Vaikka liikenteen energiankäytön oletetaan kasvavan, liikenteen energiaintensiteetti (liikenteen energiankäyttö BKT-yksikköä kohti) saattaa laskea. EU:ssa liikenteen energiaintensiteetin oletetaan laskevan 0,76:sta 0,64:ään MJ/ecu/BKT vuosina 1990 - 2010. KIE- ja NIS-maissa laskun oletetaan olevan 1,92:sta 1,61:een MJ/ecu/BKT ”perinteisen viisauden” vaihtoehdossa ja 1,11:een MJ/ecu/BKT ”energian lähentymisen” vaihtoehdossa (Amman, 1997). On selvää, että näissä maissa liikennejärjestelmien tehokkuus voi vielä kasvaa merkittävästi.

#### 4.6.2. Tieliikenteen päästöjen valvonta

Euroopassa on toteutettu sarja lainsäädäntötoimia, joiden tavoitteena on valvoa tieliikenteen päästöjä. EU:ssa direktiivillä 91/441/ETY vaadittiin kolmitoimikatalyysaattorien asentamista kaikkiin uusiin kipinäsytytysmoottoreihin vuodesta 1993. Henkilöautojen aiheuttamat NO<sub>x</sub>-, CO- ja NMVOC-päästöt ovat sen jälkeen laskeneet. Valvonnan oletetaan lisääntyvän vuonna 2001. Jos liikenne kuitenkin kasvaa, oletetaan, että päästöt alkavat kasvaa uudelleen noin 15 vuodessa.

Siirtyminen suurempiin autoihin aiheuttaa CO<sub>2</sub>-päästöjen kokonaismäärän lisääntymistä, mitä pahentavat ylimääräistä polttoainetta käyttävät lisälaitteet kuten ilmastointi. CO<sub>2</sub>:n kokonaispäästöjen odotetaan kasvavan liikenteen käytön lisääntyessä, joskin kasvun määrää on vaikea ennustaa.

Vähemmän saastuttavien polttoaineiden käyttöä voidaan edistää verotuksellisin toimenpitein. Kuvassa 4.14 esitetään tieliikenteen polttoaineiden hintojen kehitys vuodesta 1978. Diesel- ja bensiinipolttoaineet ovat kehittyneet samalla tavoin, ja bensiini on ollut kalliimpaa verokannustimien vuoksi. Lyijyttömän bensiinin keskimääräinen hinta Euroopassa vuonna 1996 oli sama kuin lyijyllisen bensiinin.

Euroopan komission vihreä kirja tasapuolisesta ja tehokkaasta hinnoittelusta on antanut lisäsysäyksen keskusteluun ulkoisten kustannusten sisäistämisestä. ”Eurovignetti-järjestelmä” on ollut käytössä EU:ssa vuodesta 1993, ja sen tavoitteena on luoda yhteinen maksujärjestelmä raskaille yhteisön teitä käyttäville kuorma-autoille. Ehdotuksista järjestelmän päivittämiseksi keskustellaan, esimerkiksi säännöksistä, joiden mukaan hinnat olisivat alhaisemmat ajoneuvoille, jotka täyttävät uudet Euro II -päästönormit.

#### **Kuvio 4.11 Happamoittavien aineiden päästöt aloittain, 1994/95**

SO<sub>2</sub>  
NO<sub>x</sub>  
NH<sub>3</sub>

Huomautus: Tiedot koskevat vain EU:ta, EFTA-maita ja KIE-maita. EU:n tiedot ovat vuodelta 1994, EFTA- ja KIE-maiden tiedot vuodelta 1995. Tietoja muista Euroopan maista ei ole käytettävissä. Lähteet: EYK ja ETC/AE

## Happamoituminen 87

**Kartta 4.6 Maanteiden tavaraliikenne suhteessa tavaraliikenteen kokonaismäärään maanteillä, rautateillä, sisävesillä ja putkikuljetuksena 1995**

Tavaraliikenne

1:30 000 000

Maanteiden tavaraliikenne

80-98%

60-80%

40-60%

20-40%

2-20%

Lähde: UNSTAT, ECMT

## 88 Euroopan ympäristö

Vuonna 1993 48 prosenttia kaikesta Euroopan tieliikenteessä käytetyssä polttoaineesta oli dieselöljyä, kun se oli 33 prosenttia vuonna 1980. Dieselöljyn lisääntynyt käyttö polttoaineena voi johtaa vähäiseen CO<sub>2</sub>-päästöjen alenemiseen, mutta se saattaa kaupunkialueilla lisätä hiukkaspäästöjä ja NO<sub>x</sub>-päästöjä, jotka on yhdistetty ihmisten terveysongelmiin. Vaikka dieselautot ovatkin parempia kuin ilman katalysaattoreita olevat bensiinautot NO<sub>x</sub>-, CO- ja NMVOC-päästöjen suhteen, etu häviää, kun niitä verrataan katalysaattoreilla varustettuihin bensiiniautoihin.

Toinen tieliikenteestä aiheutuva saaste on lyijy, jota lisätään bensiiniin nostamaan sen oktaanilukua ja joka voi olla tärkeä ilmakehän lyijypitoisuuden lähde kaupunkialueilla (katso kuvio 12.7). Monissa maissa on otettu käyttöön lyijytön bensiini näiden päästöjen vähentämiseksi (kartta 4.7). Joissakin Itä-Euroopan maissa moottoreita voidaan yleisesti käyttää oktaaniltaan alhaisella bensiinillä ilman lisälyijyä. Bensiinissä oleva lyijy tuhoaa katalysaattorit, joten katalysaattoreilla varustetuissa autoissa on käytettävä lyijytöntä bensiiniä. Happamien päästöjen vähentäminen katalysaattoreiden avulla edellyttää, että lyijytöntä polttoainetta on saatavilla.

Lyijytön bensiini on noin kaksi prosenttia kalliimpaa tuottaa kuin lyijyllinen, mutta eräät maat ovat ottaneet käyttöön verokannustimia lisätäkseen sen käyttöä. Nämä toimenpiteet yhdessä katalysaattoreiden käyttöönottoa koskevan vaatimuksen ja tietoisuuden lisäämistöimenpiteiden kanssa johtavat tieliikenteen lyijypäästöjen vähenemiseen (katso kuvio 6.4).

**Kuvio 4.12 Tavaraliikenne Euroopassa, 1985 - 1995**

Länsi-Eurooppa  
yhteensä  
sisävesiväylät  
raide liikenne  
putkistot  
maantiet  
Keski- ja Itä-Eurooppa

**Kuvio 4.13 Henkilöliikenne Euroopassa, 1995**

Länsi-Eurooppa  
Keski- ja Itä-Eurooppa  
Uudet itsenäiset valtiot

Lähde: UNSTAT, ECMT

## Happamoituminen 89

**Kartta 4.7 Lyijyttömän bensiinin käyttö Euroopassa, 1996**

Lyijyttömän bensiinin käyttö

1:30 000 000

lyijyttömän bensiinin osuus bensiinistä yhteensä

&gt;95%

75-95%

&lt;50%

ei tietoja

Lähde: Tanskan ympäristöministeriö, 1998

## 90 Euroopan ympäristö

**4.7. Vastatoimet**

Siihen luottamisessa, että Euroopan liikennepolitiikalla voidaan taistella happamoitumista vastaan, on kaksi perusehkekkoutta eli EU:n ja muiden ylikansallisten toimielinten rajoittunut toimivalta sekä se, että avoimien markkinoiden ja talouskehityksen edistäminen asetetaan niin voimakkaasti etusijalle, usein ympäristön kustannuksella. Viidennessä ympäristöohjelmassa tunnustetaan, että kestävä liikennejärjestelmän aikaansaaminen vaatisi yhteisiä toimia ei vain EU:n instituutioilta vaan myös kansallisilta ja paikallisilta hallituksilta, liike-elämältä ja yksityishenkilöiltä sekä muilta, joita asia koskee. Sen jälkeen on annettu viisivuotinen ohjelma Euroopan liikennepolitiikan kehittämiseksi ja valkoinen kirja rautatieverkkojen kilpailukyvyistä ja vapaasta pääsystä niihin. Toisessa aloitteessa, Auto-Öljy-ohjelmassa, jossa ovat mukana komissio sekä moottori- ja

**Kuvio 4.14 Euroopan tieliikenteen polttoaineen hinnat, 1978 - 96**

US\$ /litra  
lyijyllinen bensiini  
lyijytön bensiini  
dieselöljy

Lähde: IEA

**Taulukko 4.1 YK/ECE:n ja EU:n nykyiset ja suunnitellut päästöjen vähentämistavoitteet happamoitumisen ja rehevöitymisen osalta**

<b>Nykyiset YK/ECE:n pöytäkirjat</b>	<b>Vuosi</b>	<b>Päätavoite</b>
Ensimmäinen rikkipöytäkirja (Helsinki)	1985	Rikkipäästöjen tai kaukokulkeutuvien rikkivöiden vähentäminen 30 prosenttia vuoden 1980 tasosta vuoteen 1993 mennessä.
Toinen rikkipöytäkirja (Oslo)	1994	Kansalliset päästökätkat vuodeksi 2000 (ja joissakin tapauksissa myös vuosiksi 2005/2010) johdettuina välitavoitteesta, joka on kriittisten rikkiläsketumien 5. persentiilin ylitysten pienentäminen 60 prosenttia.
Ensimmäinen NO <sub>x</sub> -pöytäkirja (Sofia)	1988	NO <sub>x</sub> -päästöjen tai NO <sub>x</sub> :n kaukokulkeutuvien vöiden vakiinnuttaminen vuoden 1987 tasolle vuoteen 1994 mennessä.
<b>YK/ECE:n valmisteilla olevat pöytäkirjat Vuosi (arvio)</b>	<b>Päätavoite</b>	
Monisaastuke-monivaikutuspöytäkirja	1999	Kansallisten päästörajöjen asettaminen NO <sub>x</sub> -, NH <sub>3</sub> - ja VOC-päästöille käyttäen vaikutuksiin (kriittisiin kuormiin ja tasöihin) suuntautunutta ja kustannustehökästä lähestymistapaa, jonka tarkoituksena on vähentää happamoitumista, rehevöitymistä ja alailmakehän otsonia samalla kun vähennetään NMVOC-päästöjä (katso myös 5 luku).

<b>EU:n nykyinen politiikka</b>	<b>Vuosi</b>	<b>Päätavoite</b>
5EAP:n SO <sub>2</sub> -tavoite	1992	35 prosentin vähennys vuoden 1985 tasosta vuoteen 2000 mennessä. Useat direktiivit ovat tulleet voimaan tai niitä muutetaan tämän tavoitteen saavuttamiseksi.
5EAP:n NO <sub>x</sub> -tavoite	1992	Vakiinnuttaminen vuoteen 1994 mennessä ja 30 prosentin vähennys vuoteen 2000 mennessä, molemmat vuoden 1990 päästötasosta. Useita direktiivejä on tullut voimaan tai on käsiteltävinä tämän tavoitteen saavuttamiseksi.

<b>EU:n valmisteilla oleva strategia</b>	<b>Vuosi (arvio)</b>	<b>Päätavoite</b>
SO <sub>2</sub> -, NO <sub>x</sub> - ja NH <sub>3</sub> -päästöjen vähentäminen.	1998	SO <sub>2</sub> -, NO <sub>x</sub> - ja NH <sub>3</sub> -päästöjen vähentäminen vaikutuksiin (kriittisiin kuormiin) perustuvan ja kustannustehokkaan lähestymistavan pohjalta, jotta vuoteen 2010 mennessä saavutettaisiin välitavoite eli vähintään 50 prosentin eron pienentäminen (joka perustuu viitevaihtoehtoon, joka sisältää kaikki EU:n direktiivit - nykyiset ja valmisteilla olevat) ekosysteemin jokaisella alueella, jolla ylitetään kokonaishappamuuden kriittiset kuormat.

## Happamoituminen 91

öljyteollisuus, oli kyse tieliikenneajoneuvojen päästöistä ja ilmanlaadusta. Se käsitteli ajoneuvojen päästöjä ja polttoaineiden laatumormeja, haihtuvien päästöjen valvontaa sekä tarkastus- ja huolto-ohjelmia. ”Auto-Öljy II -ohjelmaa” kehitetään parhaillaan vuonna 2005 käyttöön otettavien standardien pohjalta.

Tieliikenteen päästöjen valvonta on osa useita strategioita, joiden tavoitteena on taistella Euroopan happamoitumisongelmaa vastaan kansallisella ja kansainvälisellä tasolla ja jotka ovat olleet seurausta YK:n Euroopan talouskomission (ECE) Geneven vuoden 1979 yleissopimuksesta, joka koskee maasta toiseen kaukokulkeutuvia ilman epäpuhtauksia (LRTAP), ensimmäisestä monenvälisestä ilmansaastumista koskevasta sopimuksesta ja EU:n viidennestä ympäristöohjelmasta (5EAP). YK/ECE:n eri pöytäkirjat ja EU:n toimintalinjat on esitetty tiivistettyinä taulukossa 4.1; kehitys niiden tavoitteiden täyttämiseksi on esitetty lyhyesti tämän raportin tiivistelmän taulukossa 1.

### Rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>)

LRTAP-yleissopimuksen nojalla tehdyn ensimmäisen rikkipöytäkirjan tavoitteena oli vähentää päästöjä vuoteen 1993 mennessä 30 prosenttia vuoden 1980 tasojen alapuolelle. Toisen vuonna 1994 allekirjoitetun rikkipöytäkirjan pitkän aikavälin tavoitteena on, että rikin kriittisiä kuormia ei ylitettäisi. Välitavoitteina on vähentää vuoden 1990 rikkilaskeumien tasojen ja rikin 5. persentiilin kriittisten kuormien välistä eroa eri osissa Eurooppaa vähintään 60 prosenttia vuoteen 2000 mennessä. Siinä asetettiin erilaiset päästöjenvähentämistavoitteet Euroopan eri maille kustannustehokkuusanalyysin pohjalta.

Ensimmäisen pöytäkirjan tavoite saavutettiin koko Euroopassa ja lähes kaikissa yleissopimuksen sopimusvaltioissa. Toisen pöytäkirjan välitavoitteen saavuttaminen vuoteen 2000 mennessä on epävarmempaa. Esimerkiksi koko EU:n osalta välitavoite merkitsee vuoden 1980 tasojen alentamista 62 prosenttia vuoteen 2000 mennessä. Vuoteen 1995 mennessä oli saavutettu 57 prosentin lasku vuoden 1980 tasoista - koko Euroopan osalta saavutettiin noin 50 prosentin lasku.

5EAP:ssä ilmaistu SO<sub>2</sub>-tavoite (vuoden 1985 päästöjen vähentäminen 35 prosenttia vuoteen 2000 mennessä) saavutettiin koko EU:ssa vuonna 1995 (40 prosentin kokonaisvähennys) ja useimmissa jäsenvaltioissa.

Euroopassa vuosina 1980 - 1995 saavutetut SO<sub>2</sub>-päästöjen vähennykset aiheutuvat etupäässä toimenpiteistä, jotka kohdistuivat suuriin pistelähteisiin (palokaasujen rikinpoisto ja vähärikkinen hiili), ja jonkin verran vähennystä aiheutui sellaisista toimenpiteistä kuin siirtymisestä hiilestä maakaasuun ja hiilen osuuden vähentämisestä, voimalaitosten uudistamisesta sekä talouden uudelleenjärjestelystä KIE- ja NIS-maissa.

LRTAP-yleissopimuksen sopimuspuolten on edelleen vähennettävä päästöjään, jotta ne täyttäisivät toisen pöytäkirjan pitkän aikavälin tavoitteen. EU:n tasolla käytössä olevia tai suunniteltuja lisäaloitteita rikkipäästöjen jatkuvan vähenemisen kannustamiseksi ovat muun muassa seuraavat:

- komissio hyväksyi maaliskuussa 1997 happamoitumisstrategian - tiedonannon yhteisön strategiaksi happamoitumisen torjumiseksi (KOM(97)88);
- suuria polttolaitoksia (LCP) koskevan direktiivin (88/609/ETY) muuttaminen suurten polttolaitosten SO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-päästöjen vähentämiseksi;
- direktiivi (93/12/ETY) dieselöljyn ja bensiinin rikkipitoisuusrajoista;
- ehdotettu uusi direktiivi, jolla rajoitetaan raskaan polttoöljyn rikkipitoisuutta;
- sarja direktiivejä, joilla asetetaan päästön raja-arvot erilaisille maantieajoneuvoille, ja useat ehdotukset uusiksi direktiiveiksi Auto-Öljy-ohjelman tulosten perusteella;
- direktiivi integroidusta saastumisen ehkäisemisestä ja valvonnasta.

EU:ssa kehitettävät päästöjentoijuntastrategiat liittyvät läheisesti YK/ECE:n piirissä kehitettäviin strategioihin (Amann et al., 1997).

#### Typpioksidit (NO<sub>x</sub>)

LRTAP-yleissopimuksen ensimmäisen NO<sub>x</sub>-pöytäkirjan tavoitteena oli vakiinnuttaa päästöt vuoden 1997 tasolle vuoteen 1994 mennessä. Tämä saavutettiin koko Euroopan tasolla, joskaan sitä ei saavutettu kaikissa pöytäkirjan allekirjoittajavaltioissa.

Tällä hetkellä yleissopimuksen tärkeinä tavoitteina on saattaa loppuun uutta NO<sub>x</sub>-pöytäkirjaa koskevat neuvottelut vuonna 1998. Tämän on määrä olla niin kutsuttu monisaastuke-monivaikutuspöytäkirja, eli sen on määrä kattaa happamoituminen, rehevöityminen ja alailmakehän otsoni sekä NO<sub>x</sub>- ja NH<sub>3</sub>-päästöt ja vaihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC)-päästöt. Toisen rikkipöytäkirjan tavoin siinä pyritään minimoimaan ja vähitellen poistamaan ympäristöön kohdistuvat haitalliset vaikutukset kustannustehokkaimmalla tavalla.



## 92 Euroopan ympäristö

Tämän uuden pöytäkirjan nojalla kustannusten optimointi on kuitenkin suoritettava tavoilla, jotka täyttävät vähintään happamoitumista, rehevöitymistä ja alailmakehän otsonia koskevat ympäristön laatutavoitteet.

Viidennen ympäristöohjelman tavoitteena on NO<sub>x</sub>-päästöjen vähentäminen 30 prosenttia vuosina 1990 - 2000. Vuonna 1995 saavutettiin kahdeksan prosentin vähennys, eikä näytä todennäköiseltä, että vuoden 2000 tavoite saavutetaan. Tieliikenteen odotetaan edelleen kasvavan; hyödyt useista toimenpiteistä, joihin on ryhdytty moottoriajoneuvojen päästöjen vähentämiseksi, kuten autojen päästöstandardien tiukentaminen, vaikuttavat täysimääräisesti vasta vuoden 2000 jälkeen, koska ajoneuvokanta uusiutuu hitaasti. Kiinteiden lähteiden NO<sub>x</sub>-päästöjen vähentäminen edelleen riippuu energiankysynnän tasosta, käytetyistä polttoaineista ja siitä, kuinka nopeasti jäsenvaltiot toteuttavat asiaan liittyvien direktiivien säännökset (esimerkiksi LCP- ja IPPC-direktiivit).

NO<sub>x</sub>-päästöjä on vähennettävä edelleen vuoden 2000 jälkeen happamoitumisen, rehevöitymisen ja alailmakehän otsonin vähentämiseksi. EU:n happamoitumista koskevat strategiat, tavoitteet ja toimenpiteet ovat todennäköisesti samankaltaisia kuin LRTAP:n toisen NO<sub>x</sub>-pöytäkirjassa ja yhtenäisiä niiden kanssa. EU:n happamoitumisstrategian väliaikaisena tavoitteena on NO<sub>x</sub>-päästöjen vähentäminen 55 prosenttia vuosina 1990 - 2010.

#### Ammoniakki (NH<sub>3</sub>)

Tällä hetkellä ei ole kansainvälisiä tavoitteita ammoniakkipäästöjen vähentämiseksi EU:ssa eikä LRTAP-yleissopimuksen nojalla. Päästöt vähenivät hiukan vuosina 1990 - 1995, mikä aiheutui maataloustoiminnan vähenemisestä (karjan vähentäminen). Ammoniakki on yksi saasteista, jotka kuuluvat LRTAP-yleissopimuksen nojalla neuvoteltavan uuden NO<sub>x</sub>-pöytäkirjan piiriin. Tulevassa EU:n happamoitumisstrategian nojalla annettavassa direktiivissä on tarkoitus ottaa käyttöön kansalliset ammoniakkin päästökäytöt.

*Viiiteet:* Amann, M., Bertok, I., Cofala, J., Gyarfas, F., Heyes, C., Klimont, Z., Schopp, W., Hettelingh, J.-P. ja Posch, M. (1997). Cost-effective control of acidification and ground level ozone. Second Interim Report. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Itävalta.

Becher, G., Förster, M., Lorenz, M., Minnich, M., Möller-Edzards, C., Stephan, K., van Ranst, E., Vanmechelen, L. ja Vel., e. (1996). Metsien tila Euroopassa, Vuoden 1995 tutkimuksen

tulokset. EY-YK/ECE, Bryssel, Belgia, Geneve, Sveitsi.

Tanskan ympäristöministeriö (1998). Fourth meeting of the task force on the phase-out of lead in gasoline. Country Assessment Report. Tanskan EPA.

Gregor, H.D., Werner, B. ja Spranger, T. (toim.) (1996). Manual on methodologies for mapping critical loads/levels and geographical areas where they are exceeded. Task Force on Mapping (TFM), UBA Texte 71/96. Umweltbundesamt (UBA), Berliini, Saksa.

Hall, D. R. (1993). Transport and Economic Development in New Central and Eastern Europe. Belhaven Press, Lontoo, UK.

Hedin, L.O., Granat, L., Likens, G.E., Buishand, T.A., Galloway, J.N., Butler, T.N., ja Rodhe, H. (1994). Steep declines in atmospheric base cations in regions of Europe and North America. Julkaisussa Nature, nide 367, s. 351-354.

Henriksen, A., Skjelkvåle, B.L., Mannio, J., Wilander, A., Harriman, R., Curtis, C., Jensen, J.P., Fjeld, E., Moiseenko, T. (1998). Northern Europe Lake Survey - 1995, Suomi, Norja, Ruotsi, Tanska, Venäjän Kuola, Venäjän Karjala, Skotlanti ja Wales. Ambio, painossa.

Hesthagen, T., Berger, H. M., Larsen, B.M. ja Saksgård, R. (1995). Monitoring fish stocks in relation to acidification in Norwegian watersheds. Julkaisussa Water, Air and Soil Pollution, nide 85, s. 641-646.

Kucera, V. ja Fitz, S. (1995). Direct and indirect air pollution effects on materials including cultural monuments. Julkaisussa Water, Air and Soil Pollution, nide 85, s. 153-165.

Lorenz, M., Augustin, S., Becher, G. ja Förster, M. (1997). Metsien tila Euroopassa. Vuoden 1996 latvustotutkimuksen tulokset. Liittovaltion metsätalouden ja metsätuotteiden tutkimuskeskus, Hampuri, Saksa. EY-YK/ECE, Bryssel, Belgia, Geneve, Sveitsi.

Lloyd's Register of Shipping (1995). Marine Exhaust Emission Research Programme. Lloyd's Register of Shipping, Lontoo, UK.

Lükewille, A., Jeffries, D., Johannessen, M., Raddum, G., Stoddard, J., Traaen, T. (1997). The Nine Year Report: Acidification of Surface Waters in Europe and North

## Happamoituminen 93

- America. Long-term Developments (1980s and 1990s). Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes, NIVA-raportti, Sarja n:o. 3637-97, 168 sivua.
- Mylona, S. (1996). Sulphur dioxide emissions in Europe 1880-1991 and their effect on sulphur concentrations and depositions. Julkaisussa *Tellus*, nide 48 B, s. 662-689.
- Olendrzynski, K. (1997). Emissions. Julkaisussa *Transboundary Air Pollution in Europe. MSC-W Status Report 1997*. Toim.: Berge, E.. EMEP/MSC-W Report 1/97. Norjan ilmatieteen laitos, Oslo, Norja.
- Posch, M., Hettelingh, J.-P., de Smet P.A.M. ja Downing, R.J. (toim.) (1997). Calculation and mapping of critical thresholds in Europe: Status Report 1997. Co-ordination Centre for Effects. National Institute of Public Health and the Environment. Kertomus n:o 2591101007, Bilthoven, Alankomaat.
- Posch, M. (1997). Personal Communication. Kansanterveys- ja ympäristöinsituutti. Bilthoven, Alankomaat.
- Semb, A., Hanssen, J.E., François, F., Maenhaut, W. ja Pacyna, J.M. (1995). Long range transport and deposition of mineral matter as a source for base cations. Julkaisussa *Water, Air, Soil Pollution*, nide 85, s. 1933-1940.
- Tsyro, S.G. (1997). Long-term source-receptor calculations for acidifying and eutrophying compounds. Julkaisussa *Transboundary Air Pollution in Europe. MSC-W Status Report 1997*, Berge, E. (toim.). EMEP/MSC-W Report 1/97. Norjan ilmatieteen laitos, Oslo, Norja.

## 5. Alailmakehän otsoni

### Tärkeimmät havainnot

Alailmakehän otsonipitoisuudet (maanpinnasta 10 - 15 kilometrin korkeuteen) ovat Euroopan yläpuolella tavallisesti kolmin- tai nelinkertaiset verrattuina ennen teollistumista vallinneeseen tilanteeseen. Tämä johtuu pääasiassa teollisuuden ja ajoneuvojen typen oksidipäästöjen hyvin suuresta kasvusta 1950-luvun jälkeen. Vuosittainen meteorologinen vaihtelu estää arvioimasta otsoniepisodien esiintymisen kehitystä.

Ihmisten terveyden, kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi asetettuja pitoisuuksien kynnysarvoja ylitetään jatkuvasti useimmissa Euroopan maissa. Terveydellisen kynnysarvon ylittävä otsonipitoisuus voi olla syynä noin 700 sairaalakäyntiin EU:n alueella vuoden 1995 maaliskuun ja lokakuun välisenä ajanjaksona (näistä 75 prosenttia Ranskassa, Italiassa ja Saksassa). Arviolta 330 miljoonaa ihmistä EU:n alueella voi altistua vähintään yhdelle kynnysarvon ylittymiselle vuodessa.

Kasvillisuuden suojelemiseksi asetettu kynnysarvo ylitettiin useimmissa EU-maissa vuonna 1995. Monet maat ilmoittivat yli 150 päivänä esiintyneistä arvojen ylityksistä joillakin alueilla. Samana vuonna lähes kaikilla EU:n metsäalueilla ja viljelysalueilla tapahtui ylittymiä.

Tärkeimpien otsonia muodostavien aineiden eli typen oksidien ja NMVOC:n päästöt lisääntyivät 1980-luvun lopulle saakka, kunnes ne sitten laskivat 14 prosenttia vuosina 1990 - 1994. Liikenne on typen oksidien tärkein aiheuttaja. Liikenne on myös tärkein NMVOC-päästöjen aiheuttaja Länsi-Euroopassa, kun taas KIE- ja NIS-maissa teollisuus on suurin osatekijä.

Maasta toiseen kaukokulkeutuvia epäpuhtauksia koskevassa yleissopimuksessa ja viidennessä ympäristöohjelmassa asetettujen typen oksidipäästöjä koskevien tavoitteiden saavuttaminen johtaisi vain 5 - 10 prosentin otsonin huippupitoisuuksien pienenemiseen. Pitkän aikavälin tavoitteen saavuttaminen, mikä tarkoittaa sitä, ettei kynnysarvoja ylitetä, riippuu ratkaisevasti yleisestä alailmakehän otsonipitoisuuksien pienenemisestä. Tämä edellyttää otsonia muodostavien aineiden (typen oksidien ja NMVOC:in) päästöihin vaikuttavien toimenpiteitä koko pohjoisella pallonpuoliskolla. Ensimmäiseksi on asetettava uuden monisaastuke-monivaikutuspöytäkirjan nojalla tiukemmat kansalliset päästökäytöt.

### 5.1. Johdanto

Valokemiallinen savusumu, josta tavallisesti käytetään nimitystä ”kesäinen savusumu”, on aiheuttanut hengitystieongelmia Euroopan väestölle useiden vuosikymmenien ajan. Se voi aiheuttaa vakavaa vahinkoa kasveille. Kesäisiä savusumukausia esiintyy suuressa osassa Eurooppaa joka vuosi.

Kesäinen savusumu muodostuu valokemiallisesti useista kaasuisista, joita on alailmakehässä eli 7 - 15 km:n korkeudelle maanpinnasta ulottuvassa ilmakehän osassa. Savusumua aiheutuu etupäässä typpioksidoista ( $\text{NO}_x$  eli NO ja  $\text{NO}_2$ ), haihtuvista orgaanisista yhdisteistä (VOC), metaanista ( $\text{CH}_4$ ) ja hiilimonoksidista (CO). Monet ihmisen toimet aiheuttavat näitä saasteita, esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden polttaminen pääasiassa liikenteessä ja orgaanisia liuottimia sisältävien tuotteiden käyttö.

Ihmisen aiheuttamat tärkeimpien otsonia muodostavien aineiden  $\text{NO}_x$ :n ja VOC:n päästöt Euroopassa ovat vähentyneet Dobris-arvioinnin jälkeen, mutta eivät riittävästi, jotta olisi saavutettu kansainvälisesti sovitut päästöjen alentamistavoitteet. Kun auringonvalo vaikuttaa otsonin muodostajana toimiviin saasteisiin, syntyy suuri joukko yhdisteitä, joista käytetään nimitystä valokemialliset oksidantit.

Tärkein valokemiallinen oksidantti on otsoni ( $\text{O}_3$ ), koska sitä on niin paljon ja se on niin myrkyllistä. Otsonipitoisuuksien kynnysarvot, jotka on asetettu

## Alailmakehän otsoni 95

ihmisten terveyden, kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi, ylittivät toistuvasti useimmissa Euroopan maissa. Muut valokemialliset oksidantit kuin otsoni näyttävät uhkaavan vain vähän terveyttä ja kasvillisuutta ympäristössä nykyisin havaituilla tasoilla. Peroksiasetyylinitraatin (PAN) tiedetään kuitenkin suurempina pitoisuuksina aiheuttavan hengityselinten ärsytystä ja lehvistövaurioita, jotka ovat samantapaisia kuin otsonin aiheuttamat (WHO, 1996a, 1996b).

Ajoittaiset otsonipitoisuudet tulevat taustapitoisuuksien lisäksi, jotka ovat noin kaksinkertaistuneet 1950-luvulta (Staehelin et al., 1994). Taustaotsonin lisääntyminen johtuu pääasiassa  $\text{NO}_x$ -pitoisuuksien lisääntymisestä koko maailmassa, ja niinpä Euroopan yläpuolella olevaan otsoniin vaikuttavat myös muilta mantereilta tulevat päästöt. Alailmakehän otsonilla on myös merkitystä ilmaston muutoksen kannalta. Tällä hetkellä arvioidaan, että alailmakehän otsoni lisää 16 prosenttia siihen kokonaislämpiämiseen, joka on aiheutunut tähän mennessä tapahtuneista tärkeimpien ihmisen aiheuttamien kasvihuonekaasujen päästöistä (katso 2.3 jakso).

Valokemiallisten oksidanttien muodostumisprosessi ja niiden vaikutukset ovat monimutkaisia, ja ne liittyvät muihin ympäristöongelmiin (katso laatikot 5.1 ja 5.2). Otsonin terveysvaikutuksia pahentavat muiden ilmassa olevien saasteiden vaikutukset. Koska valokemialliset oksidantit kulkeutuvat pitkiä matkoja ja kansallisten rajojen ylitse, tarvitaan kansainvälisiä ponnisteluja johdonmukaisen torjuntapolitiikan kehittämiseksi (Grennfelt et al., 1994). Uusi monisaastuke-monivaikutuspöytäkirja, joka solmitaan YK/ECE:n valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevan yleissopimuksen nojalla, on esimerkki tällaisesta laajasta lähestymistavasta.

### Laatikko 5.1 Otsonin muodostuminen

Otsonia muodostuu alailmakehässä ja saastuneessa rajakerroksessa, joka ulottuu maanpinnasta 100 - 3 000 m:n korkeudelle. Saasteet muodostuvat, kun VOC:t ja CO hapettuvat  $\text{NO}_x$ :n ja auringonvalon vaikutuksesta. Saastuneissa rajakerroksissa helpommin reagoivat VOC:t toimivat tämän prosessin tärkeimpänä ”polttoaineena”, kun sitä vastoin syrjäseuduilla prosessi aiheutuu pääasiassa  $\text{CH}_4$ :n ja CO:n hapettumisesta. Otsonin muodostusta rajoittaa tavallisesti katalyytin NO:n saatavuus.

Näitä otsonipitoisuuksien eri malleja aiheuttavat prosessit ovat hyvin monimutkaisia. Niiden esiintymistiheyden ja voimakkuuden vähentämiseen tähtäävillä toimenpiteillä voi olla täysin päinvastainen vaikutus, jos ne eivät perustu kyseisten valokemiallisten prosessien asianmukaiseen ymmärtämiseen. Esimerkiksi saastuneissa kaupunkiympäristöissä uudet NO-päästöt voivat heti yhdistyä otsoniin ja vähentää sen pitoisuutta. Näiden ja muiden kemiallisten reaktioiden vuoksi  $\text{NO}_x$ -päästöjen väheneminen voi johtaa otsonipitoisuuksien lisääntymiseen kaupungeissa (katso laatikko 5.2). Näissä olosuhteissa otsonipitoisuudet riippuvat VOC-pitoisuuksista, joita on valvottava otsonipitoisuuksien vähentämiseksi. Vähemmän saastuneilla alueilla on valvottava  $\text{NO}_x$ -päästöjä pikemminkin kuin VOC-päästöjä. Tilanne voi mutkistua entisestään, koska valokemiallinen ”keitto” voi vaihtua pääasiassa VOC:sta koostuvasta lähinnä  $\text{NO}_x$ :sta koostuvaan ilmakehän prosessien seurauksena, kun ilmamassat liikkuvat pois asutuskeskuksista.

On selvää, että VOC- tai  $\text{NO}_x$ -päästöjen valvonta voi sellaisenaan olla tehotonta alueellisessa ja rajat ylittävässä mittakaavassa; molempien valvontaa tarvitaan ongelman vähentämiseksi kaikissa olosuhteissa.  $\text{NO}_x$ -päästöjen vähentäminen on tarpeellista muutoinkin, kun otetaan huomioon  $\text{NO}_2$ :n ja PAN:n huomattavat terveysvaikutukset (WHO, 1996a) ja se rooli, joka  $\text{NO}_x$ :llä on happamoitumisongelmassa (4 luku) ja rehevöitymisongelmassa (9 ja 10 luku).

Otsonin lisäksi auringonvalon vaikutus VOC:hen ja  $\text{NO}_x$ :ään aiheuttaa useiden muiden valokemiallisten oksidanttien muodostumista. Näihin kuuluvat peroksisasetyylinitraatti (PAN), typpihappo, sekundaarialdehydit, muurahaishappo ja useat radikaalit. Näiden aineiden pitoisuuksista ja vaikutuksista on käytettävissä suhteellisen vähän tietoa. Koska nykyisillä pitoisuuksilla ei ole merkittäviä vaikutuksia, näitä muita valokemiallisia oksidantteja varten ei ole asetettu mitään kansainvälisiä suuntaviivoja (WHO, 1996a).

**Laatikko 5.2: Viikonloppuvaikutus**

NO<sub>x</sub>-päästöjen vähentämisen vastakkaista vaikutusta toivottuun tulokseen nähden otsonipitoisuuden kurissa pitämiseksi kaupungeissa kuvaa ”viikonloppuvaikutus”. Dumont (1996) totesi, että Belgian asutuskeskusten otsonipitoisuudet olivat huomattavasti korkeammat viikonloppuina kuin muina päivinä. Kesäisen savusumun aikana iltapäivän keskimääräiset otsonin huippuarvot olivat 20 prosenttia korkeammat lauantaina ja sunnuntaina kuin arkipäivinä. Viikonloppuvaikutus aiheutuu siitä, että NO<sub>x</sub>-päästöt Belgian kaupungeissa ovat viikonloppuna alhaiset (noin 30 prosenttia alhaisemmat kuin arkipäivinä). Sveitsiläisten tietojen analyysi antaa eriytyneemmän kuvan. Havaittiin sekä alhaisempia että korkeampia viikonloppun pitoisuuksia riippuen meteorologisista olosuhteista (Brönniman ja Neu, 1997).

Viikonloppujen korkeampia pitoisuuksia esiintyy vain silloin, kun NO<sub>x</sub>-päästöjä aletaan vähentää ja niitä vähennetään melko vähän eikä VOC-päästöjä vähennetä riittävästi. Jotta saavutettaisiin hyväksyttävät otsonitasot ja voitaisiin kumota tämä aluksi haitallinen vaikutus, olisi välttämätöntä vähentää suuri osa sekä NO<sub>x</sub>- että VOC-päästöistä.

96 Euroopan ympäristö

## 5.2. Vaikutukset terveyteen ja ympäristöön

Otsonille altistumisen tärkeimmät seuraukset ovat herkkien ihmisten hengitysvaikeudet sekä kasvillisuuden ja ekosysteemien vaurioituminen (WHO, 1996a; YK/ECE, 1996). Ihmisille aiheutuvia vaikutuksia ovat esimerkiksi keuhkojen toiminnan väheneminen, hengitystieoireiden lisääntyminen ja keuhkotulehdusten lisääntyminen. Käynnit ensiavussa ja astman tai muiden hengitystievaivojen vuoksi sairaalaan otettujen määrät kasvavat päivinä, jolloin otsonipitoisuudet ovat suuria. (WHO, 1987; WHO, 1995). Kiireelliset terveysongelmat ovat kuitenkin vain jäävuoren huippu. Hyvin saastuneina päivinä tuottavuus laskee selvästi, kun hengitystie- ja sydän- ja verisuonisairaudet aiheuttavat työpäivien menetyksiä ja toimintakyvyn alenemista.

Kasvillisuuden vauriot ilmenevät lehti- ja neulasvaurioina sekä sadon ja siementuotannon vähenemisenä. Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että altistuminen tietyn pitoisuuskynnyksen ylittävälle otsonille vaikuttaa kasveihin (Führer ja Achermann, 1994) ja että tämä kynnys vaihtelee lajeittain. Näyttää siltä, että vaikutuksia ilmenee jo ympäristön nykyisiä pitoisuuksia alhaisemmillä tasoilla.

Otsonin aiheuttama kasvun ja sadon väheneminen liittyy erityisesti pitkäaikaiseen altistukseen, joskin useat ilmastotekijät vaikuttavat kasvien vahingoittumisalttiuteen. Otsonin vaikutuksia kasveihin ja satoihin ei aina huomata, ja niiden voidaan katsoa aiheutuvan esimerkiksi hallasta. Kuivuus saattaa peittää tai jopa vähentää otsonin vaikutuksia kasvillisuuteen. Euroopassa kaupallisesti kasvatettuja otsonivaurioista kärsiviä kasveja ovat kesäkurpitsa, vesimeloni, tomaatti, viinirypäleet, vehnä, perunat, apila, pavut ja artisokka.

### 5.2.1. Otsonialtistuksen terveysvaikutukset

Otsonille altistumisen terveysvaikutukset ovat Euroopassa tavatuilla pitoisuuksilla jokseenkin epäspesifisiä, ja niihin voi monessa tapauksessa olla useita muitakin syitä kuin ilmansaasteet. Saasteiden vaikutuksen suuruuden suora määrittäminen ei tämän vuoksi ole mahdollista. Saasteiden aiheuttamaksi oletettu osuus tapauksista voidaan kuitenkin arvioida väestön altistumista koskevista tiedoista sekä altistumis-vastesuhdetta koskevien epidemiologisten tutkimusten antamista tiedoista.

Joissakin tapauksissa otsonialtistuksen oireet voivat edellyttää lääkitystä tai jopa sairaalahoitoa. Useissa tutkimuksissa on havaittu yhteys päivittäin sairaalaan otettujen potilaiden lukumäärän ja otsonipitoisuuksien välillä. APHEA-tutkimuksessa (lyhenne nimestä Air Pollution on Health - European Approach, ilmansaasteiden vaikutus terveyteen - eurooppalainen lähestymistapa), joka kattaa viisi suurta EU:n kaupunkia (Anderson et al., 1997), analysoitiin bronkiitin, emfyseeman ja hengitysteiden kroonisen ahtauman vuoksi sairaalaan otettuja päivystyspotilaita koskevia tietoja. Tämän tutkimuksen tulokset yhdessä otsonialtistuksen jakaumaa EU:ssa koskevien tietojen kanssa viittaavat siihen, että kaikista hengitysteiden vuoksi sairaalaan otetuista päivystyspotilaista 0,3 prosentissa syynä voitiin pitää altistusta otsonipitoisuuksille, jotka ylittivät EY:n komission terveydellisen kynnysarvon ( $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 55$  ppb) kahdeksan tunnin keskiarvona). Yli 80 prosentin näistä tapauksista voidaan katsoa johtuneen otsonipitoisuuksista välillä  $110$ - $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 55$ - $85$  ppb). Belgiassa, Ranskassa ja Kreikassa korkean otsonialtistuksen vuoksi sairaalaan otettujen osuus ylitti 0,5 prosenttia (kuvio 5.1).

Jotta voisimme laskea otsonialtistuksen vuoksi sairaalaan otettujen potilaiden absoluuttisen lukumäärän, meidän on tiedettävä väestön keskimääräisten sairaalapäivien lukumäärä ja tehtävä oletuksia lääketieteellisestä

**Kuvio 5.1 Korkeiden otsonipitoisuuksien vuoksi sairaalaan otettujen osuus EU:n jäsenvaltioissa, maaliskuu-lokakuu, 1995**

voidaan katsoa aiheutuvan otsonista

15 jäsenvaltion EU

Belgia

Kreikka

Ranska

Italia

Saksa

Alankomaat

Itävalta

Luxemburg

Tanska

Yhdistynyt kuningaskunta

Irlanti

Espanja

Suomi

Ruotsi

Portugali

Huomaus: Otsonipitoisuuksien arvio ylittää 110 µg/m<sup>3</sup> kahdeksan tunnin keskiarvona Lähde: EYK-ETC (AQ)



## Alailmakehän otsoni 97

lähestymistavasta akuuttien hengitystieoireiden hoidossa. Nämä voivat vaihdella eri väestönsissä ja ilman muuta eri maissa. Lontoossa sairaalaan otettujen määrä edusti viidessä APHEA-kaupungissa havaittujen arvojen keskiarvoa. Kun käytämme perusteena näitä Lontoossa tehtyjä havaintoja (20 hengitysteiden päivystyspotilasta päivässä 7,3 miljoonan väestöstä), arvioidaan, että hieman yli 80 päivystyspotilaana sairaalaan otetun tapauksen EU:ssa maaliskokuussa 1995 voidaan katsoa aiheutuneen altistuksesta otsonipitoisuudelle, joka ylitti  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 55$  ppb, kahdeksan tunnin keskiarvona) alueilla, joilla seurataan otsonipitoisuuksia (eli väestöstä, joka asuu kymmenen kilometrin säteellä havaintopisteestä). Jos havaintopisteiden ympäristön tilanne edustaa otsonipitoisuuksien yleistä jakautumaa kussakin maassa, koko EU:ssa maaliskokuussa 1995 yhteensä lähes 700 potilaan voidaan katsoa joutuneen sairaalahoitoon sen vuoksi, että otsonipitoisuudet ylittivät  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 55$  ppb) kahdeksan tunnin keskiarvona. Kokonaismäärästä yli 500 tapausta olisi ollut kolmessa maassa: Ranskassa, Italiassa ja Saksassa (kuvio 5.1). Tämä aiheutuu osittain näiden maiden väestön koosta.

Edellisten kappaleiden luvut koskevat vain altistumista otsonipitoisuuksille, jotka ylittävät  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 55$  ppb, kahdeksan tunnin keskiarvona). Epidemiologiset tutkimukset viittaavat kuitenkin siihen, että sairaalahoito lisääntyy myös alhaisemmissa pitoisuuksissa (Ponce de Leon, 1996). Varovaisen arvion mukaan, kun oletetaan, että otsonipitoisuudet ovat keskimäärin  $60 - 110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 30 - 55$  ppb, kahdeksan tunnin keskiarvona) 20 - 40 prosentissa henkilöpäivistä, vaikuttaa siltä, että niiden potilaiden osuus, jotka otetaan sairaalaan sen vuoksi, että otsonipitoisuudet ylittävät  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 30$  ppb, kahdeksan tunnin keskiarvona), voisi olla jopa 1,5 prosenttia kaikkien hengitystiesairauksien vuoksi sairaalaan otettujen potilaiden määrästä. Tämä tarkoittaisi seurannan kattamilla alueilla 400 potilasta, mistä voidaan päätellä, että näitä potilaita oli yli 3 000 koko EU:ssa maaliskokuussa 1995.

Arviot sairaalaan otettujen potilaiden määrästä ovat epävarmoja useista seuraaviin seikkoihin liittyvistä syistä:

- Altistumiskuviot havaintopisteiden ympärillä olevilla (sattumanvaraisesti valituilla) kymmenen kilometrin alueilla.
- Se, missä määrin kaupunkien seuranta riittää mittaamaan ihmisten todella hengittämää ilmaa. Todennäköisesti väestön altistumisen todellinen taso aliarvioidaan seurantaverkkojen jakauman vuoksi luultavasti erityisesti Etelä-Euroopassa. Tämä puolestaan voi aiheuttaa vaikutusten aliarvioimisen.
- Altistumisjakauman ekstrapoloinnin pätevyys seurantapisteen lähellä olevan väestön perusteella koko maahan. Yksittäisiä maita koskevia tuloksia on tämän vuoksi tulkittava varovasti erityisesti niiden maiden osalta, joissa ilmanlaadun valvonta kattaa vain väestön pienen osan.

Korkeiden otsonipitoisuuksien vuoksi sairaalaan joutuneiden potilaiden todellinen lukumäärä voi olla jopa kaksinkertainen edellä esitettyyn arvioon nähden. Kuten edellä on mainittu, sairaalahoito on kuitenkin vain vakavin merkki hengitystiesairauksista. Todellisuudessa niistä kärsivät paljon useammat ihmiset.

Jokin aika sitten suoritettu ranskalaisen ERPURS-ohjelman (kaupunkien saastumisen ihmisten terveydelle aiheuttamien riskien arviointi) tutkimus on antanut esimerkin liiallisen saastumisen syyksi luettavasta tuottavuuden laskusta, kun tutkittiin kansallisen energialaitoksen henkilöstö- ja terveystietoja. Kesäaikana hyvin saastuneet päivät vastasivat 22 - 27 prosentin lisäystä hengitystiesairauksien vuoksi menetetyissä työpäivissä ja 19 - 78 prosentin lisäystä sydän- ja verisuonisairauksien vuoksi menetetyissä sairauslomapäivissä (Medina et al., 1997).

Vastaavia tutkimuksia ei ole käytettävissä Itä-Euroopasta. Kartta 5.1 viittaa kuitenkin siihen, että tilanne on samankaltainen useissa Itä-Euroopan maissa.

### 5.3. Otsonipitoisuuksien kehitys verrattuna ilmanlaatuavoitteisiin

Ajoittaisia  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 100$  ppb) ylittäviä otsonipitoisuuksia havaitaan usein korkeapaineen vallitessa joka kesä suurimmassa osassa Eurooppaa, kun taivas on pilvetön, UV-säteily lisääntyy ja lämpötilat kohoavat (Cox et al., 1975; Guicherit ja van Dop, 1977). Monet näistä jaksoista kestävät useita päiviä ja ulottuvat samanaikaisesti useisiin maihin. Kaupunkien otsonipitoisuudet vaihtelevat yleensä enemmän sekä ajallisesti että paikallisesti.

Kaupunkien keskustoissa pitoisuudet ovat alhaisemmat kuin esikaupungeissa ja maaseudulla pääasiassa siksi, että liikenteestä peräisin oleva typpioksidi vähentää otsonia. Näiden jaksojen aikana otsonipitoisuudet

## 98 Euroopan ympäristö

voivat olla hyvin korkeita esikaupungeissa ja tuulen alapuolella kauempana kaupunkien otsonia muodostavien aineiden lähteistä (katso laatikot 5.1 ja 5.2). Näitä pitoisuuksia nostavat usein Etelä-Euroopassa pitkät kuuman sään kaudet ja auringonvalon suurempi määrä. Etelä-Euroopassa otsonin huipputasoja tavataan kuitenkin sekä kaupunkien keskustoissa että muilla alueilla.

Vallitseva pinnanmuodostus ja ilmasto voivat aiheuttaa monimutkaisia paikallisia ilmajärjelmän muutoksia kuten merituulia, jotka voivat tuoda saasteita takaisin kaupunkialueelle useina peräkkäisinä päivinä. Näitä ilmiöitä koskevia tapaustutkimuksia on suoritettu Ateenassa (katso myös 12 luku, kuvio 12.3), Lissabonissa ja Valenciassa (Moussiopoulos, 1994; Millán, 1993; Borrego et al., 1994). Seuraavassa jaksossa ei kuitenkaan käsitellä tiettyjä alueita tai kaupunkeja koskevia yksityiskohtaisia tietoja, vaan kuvataan yleistä kehitystä Euroopassa.

### 5.3.1. Ilmanlaatuavoitteet

EU:n otsonia koskevat ilmanlaadun kynnysarvot on asetettu neuvoston direktiivissä otsonin aiheuttamasta ilman pilaantumisesta (otsonidirektiivi 92/72/ETY). Taulukossa 5.1 luetellaan otsonidirektiivin ilmanlaadun kynnysarvot mukaan lukien kynnysarvo, jonka ylittyessä suurelle yleisölle on ilmoitettava korkeista saastetasoista. Taulukossa on myös YK/ECE:n valtiosta toiseen tapahtuvaa epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevassa yleissopimuksessa (CLRTAP), (YK/ECE, 1979, 1996) mainitut kriittiset tasot, jotka koskevat otsonin vaikutusta maatalouden satoihin ja metsiin, sekä WHO:n suuntaviivat ihmisten terveyden suojelemiseksi (WHO, 1996a).

Neuvoston direktiivi ilmanlaadun arvioinnista ja hallinnasta (puitedirektiivi 96/62/ETY) annettiin johdonmukaisen lähestymistavan luomiseksi ilmanlaadun hallintaan EU:n tasolla. Tämä direktiivi muodostaa perustan joukolle johdannaisdirektiivejä, joista kukin käsittelee yhtä saastetta tai tiettyjä saasteita, kuten esimerkiksi otsonia. Komissio esittää otsonia koskevan johdannaisdirektiivin vuonna 1998.

Valtiosta toiseen tapahtuvaa epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevassa yleissopimuksessa käytetään käsitettä ”kriittiset tasot” arvioitaessa otsonin vaikutusta maatalouden satoihin ja metsiin. Vaikutusmuuttujia lasketaan keräytyvänä otsonialtistuksena kynnysarvon 40 ppb ( $\approx 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) yläpuolella ilmaistuina yksikköinä ppb.h, ja siitä käytetään nimitystä AOT40.

### 5.3.2. Alailmakehän otsonipitoisuuksien kehitys

Ensimmäiset Euroopan otsonipitoisuuden määrälliset mittaukset tehtiin Pariisin lähellä vuosina 1876 - 1911. Tuolloin 24 tunnin keskimääräinen pitoisuus oli noin  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 10$  ppb) (Volz ja Kley, 1988). Nämä mittaukset osoittivat, että EU:n nykyinen kasvillisuuden suojelun kynnysarvo ( $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\approx 33$  ppb, 24 tunnin keskiarvo) ylittyi alle yhdessä prosentissa kokonaishavainnointiajasta (Volz-Thomas, 1993).

Tultaessa 1950-luvulle Länsi-Euroopan maaseudun 24 tunnin otsonin keskimääräinen pitoisuus oli jo 30 - 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 15 - 20$  ppb), ja se saavutti arvon  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 30$  ppb) 1980-luvulla (Feister ja Warmbt, 1987). Simpson et al. (1997) laskivat, että vähintään 50 prosenttia otsonin lisäyksestä tällä vuosisadalla aiheutuu suoraan Euroopan alueellisista ihmisen tuottamista päästöistä. Nykyään päivittäiset keskimääräiset pitoisuudet ovat kaksi kertaa korkeammat kuin 1950-luvulla (Staehelin et al., 1994). Suurin osa lisäyksestä on tapahtunut 1950-luvun jälkeen, koska  $\text{NO}_x$ -päästöt ovat kasvaneet niin valtavasti viime vuosikymmenien aikana. Mitattujen otsonipitoisuuksien kehityksen on viime vuosikymmeninä havaittu vaihtelevan merkittävästi (sekä suuruudeltaan että merkiltään) jopa lähellä toisiaan sijaitsevien mittauspisteiden välillä. Viimeaikaiset tutkimukset viittaavat siihen, että otsonin todellista kehitystä voivat peittää eri mittaussasemien väliset laitteistomuutokset ja mittausten menetelmien muutokset (Roemer, 1997). Joka tapauksessa vuotuinen säätieteellinen vaihtelu vaikeuttaa todennäköisesti myös päästöjen aiheuttamien suuntauksien analysointia, kunnes käytettävissä on mittauksia hyvin pitkältä aikajaksolta.

Kaupunkiympäristöistä on käytettävissä vain satunnaisesti aikaisempia tietoja otsonipitoisuuksista, jotka on saatu yksinkertaisin menetelmin suoritetuilla mittauksilla. ”Nykyaikainen” otsoninseuranta kaupunkialueilla aloitettiin 1970-luvulla Isossa-Britanniassa, Saksassa, Portugalissa ja Alankomaissa sekä eräissä Euroopan ulkopuolisissa maissa. Vuoden 1995 tilanne esitetään 12 luvussa taulukossa 12.2.

Viimeisten 25 vuoden aikana keski-Lontoon korkeimmat tunnitaiset otsonipitoisuudet olivat yleensä 60 - 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 30 - 70$  ppb). Pitoisuudet lisääntyivät noin 2,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 1,4$  ppb) vuodessa vuosina 1973 - 1992 (PORG, 1987; Bower et al. 1991, 1994). Muista Lounais-Euroopan kaupunkien mittauspisteistä saadut luvut viimeisten 5 - 10 vuoden aikana ovat samankaltaiset kuin keski-Lontoosta saadut luvut. Ateenan esikaupungissa Liossiassa olevan mittauspisteen kuukausittaiset keskipitoisuudet nousivat keskimäärin 15 prosenttia vuodessa vuosina 1984 - 1989.

## Alailmakehän otsoni 99

**EU:n otsonidirektiivin, YK/ECE/CLRTAP:n ja WHO:n kynnysarvot ja kriittiset arvot Taulukko 5.1**

Ohjearvot seuraavissa:	Kuvaus	Peruste	Arvo
Neuvoston direktiivi 92/72/ETY	Kynnysarvo ihmisten informoimiseksi	1 tunnin keskiarvo	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 90$ ppb
	Kynnysarvo ihmisten varoittamiseksi	1 tunnin keskiarvo	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 180$ ppb
	Terveydellinen kynnysarvo	Kiinteät 8 tunnin keski- arvot (jaksot 0:00-8:00, 8:00-16:00, 16:00-24:00, 12:00-20:00)	110 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 55$ ppb
YK/ECE/CLRTAP	Kasvillisuuden suoje- lun kynnysarvo	1 tunnin keskiarvo	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 100$ ppb
	Kasvillisuuden suoje- lun kynnysarvo	24 tunnin keskiarvo	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 33$ ppb
	Kriittinen taso satojen suojelemiseksi (nimeltään AOT40c)	valoist tunnit; toukokuu - heinäkuu	3 ppm.h
WHO	Kriittinen taso metsien suojelemiseksi (nimeltään AOT40f)	valoist tunnit; huhtikuu - syyskuu	10 ppm.h
	Ilmanlaadun ohjearvo ihmisten terveyden suojelemiseksi	Kelluva 8 tunnin enim- mäisarvo	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 60$ ppb

Vuonna 1987 tämän havaantoaseman kuukausittaiset keskiarvot alkoivat ylittää 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 55$  ppb) eli EU:n nykyisen kahdeksan tunnin keskimääräisen terveydellisen kynnysarvon, ja vuonna 1988 tämä kynnysarvo ylittyi 140 päivänä (Moussiopoulos, 1994). On kuitenkin syytä olla varovainen arvioitaessa kehitystä sellaisilla havaintoasemilla mitattujen otsonipitoisuuksien mukaan, jotka sijaitsevat lähellä NO-lähteitä eli esimerkiksi kaupungeissa.

Korkeita otsonipitoisuuskausia kaupunkiympäristössä osoittava kehitys voi olla hyvin tärkeää haitallisia vaikutuksia arvioitaessa. Vaikka monilla kaupunkien havaintoasemilla todetaankin vuosittain jaksoja, jolloin pitoisuudet ylittävät terveydelliset suuntaviivat ja kynnysarvot, eri vuosien suuret säävaihtelut voivat peittää muuttuvien otsonia muodostavien aineiden päästöjen aiheuttaman kehityksen.

### **5.3.3. Jakautuma Euroopassa**

Haitalliset otsonipitoisuudet ovat useimmille Euroopan maille yhteinen ongelma. Euroopan otsonipitoisuuksien mittauksissa näkyy kasvua Luoteis-Euroopasta Keski-Euroopan kaakkoisosiin (Grennfelt et al., 1987, 1988; Feister ja Pedersen, 1989). Kesällä päivittäiset keskimääräiset enimmäisarvot ovat 60-80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 30$ -40 ppb) luoteessa ja jopa 120-140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 60$ -70 ppb) Keski-Euroopassa (Beck ja Grennfelt, 1994). Valitettavasti mittausasemien jakauma on hyvin epätasainen. Niitä on enemmän Luoteis-Euroopassa, joten voidaan sanoa vain vähän otsonipitoisuuksista suurissa osissa Keski-Euroopan aluetta tai Itä-Eurooppaa.

Kartassa 5.1 esitetään mallintamalla saatu kuva otsonin keskimääräisen enimmäispitoisuuden lisääntymisestä Euroopassa kesällä (Simpson et al., 1997). Käytetty malli on suunniteltu erityisesti otsonin taustapitoisuuden laskemiseen maaseudulla, ei kaupungeissa. Taustapitoisuus Euroopan rajakerroksessa eli Atlantilta siirtyvän meri-ilman rajakerroksen pitoisuus on nykyisin keskimäärin 60 - 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\approx 30$  - 33 ppb) eli kolme kertaa se pitoisuus, joka mitattiin Pariisissa sata vuotta sitten.

### **5.3.4. Ilmanlaatukynnysten ylittyminen**

#### **Ihmisten terveyskynnysten ylittyminen**

Tässä jaksossa keskitymme Euroopan komission ihmisten terveyden suojelemiseksi kello 12.00 - 20.00 välillä asetetun kynnyksen ylittymisiin. Komission direktiivissä määritellyistä kahdeksan tunnin jaksoista suurinta osaa ylityksistä voidaan odottaa tämän jakson aikana. Tämä kynnyks (110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , (55 ppb, kahdeksan tunnin keskiarvo) ylitettiin kaikissa EU-maissa vuosina 1994 - 96 ja joissakin tapauksissa hyvin usein (katso kartta 5.2; de Leeuw et al., 1995; de Leeuw ja van Zantvoort, 1996, 1997). Jos oletetaan, että kaupunkien

## 100 Euroopan ympäristö

<b>Kartta 5.1 Otsonin päivittäiset enimmäispitoisuudet kesällä, mallinnettu viiden vuoden keskiarvo</b> Otsonin päivittäisen enimmäispitoisuuden keskiarvot kesällä (5 vuoden keskiarvo)	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Huomautus: laskennassa on käytetty vakiopäästöjä vuoden 1990 tasolla ja meteorologisia tietoja viideltä kesältä 1989, 1990, 1992, 1993 ja 1994.  $1 \text{ ppb O}_3 \approx 2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Lähde: Simpson et al., 1997

ja katujen seuranta antaa edustavia arvoja EU:n 41 miljoonan hengen kaupunkiväestön altistumisesta, yli 90 prosenttia heistä altistui kynnysarvon ylittävälle pitoisuuksille ainakin kerran vuonna 1995. Yli 80 prosenttia oli alttiina ylitykselle yli 25 päivän ajan. Jos näiden tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä EU:n koko väestöstä, noin 330 miljoonaa ihmistä saattaa altistua ainakin kerran vuodessa. Tämä luku on melko hyvin sopusoinnussa YK/ECE:n mallintamistulosten kanssa (Malik et al., 1996). Näitä vaikutuksia käsitellään jaksossa 5.2.

EU:ssa vuosina 1994 - 1996 terveyden suojelukynnys (kello 12.00 - 20.00) ylittyi kolme kertaa useammin kuin kynnys, jonka ylittyessä suurta yleisöä on informoitava (5.3.1 jakso) (Beck et al., 1998). On vaikeata päätellä, onko ihmisten informointikynnyksestä todellista hyötyä suurelle yleisölle.

#### Kasvillisuuden ja metsän kynnysten ylittyminen

Kasvillisuuden suojelemiseksi asetettu kynnys ( $65 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ,  $\approx 33 \text{ ppb}$ , vuorokauden keskiarvo) ylittyi useimmissa EU-maissa vuosina 1994 - 96 ja joissakin tapauksissa hyvin usein (de Leeuw et al., 1995; de Leeuw ja van Zantvoort, 1996, 1997). Kuvio 5.4 osoittaa, että useat maat ilmoittivat ylityksistä useampana kuin 150 päivänä joillakin havaintoasemilla vuonna 1995. Samana vuonna koko Euroopan lehtipuumetsien ja viljelymaan alueella

Alailmakehän otsoni 101

**Kartta 5.2 Ihmisten terveyden suojelemiseksi asetetun otsonipitoisuuskynnyksen ylitykset, 1995**

Otsonin 8 tunnin arvot

Huomautus: niiden päivien lukumäärä, jolloin  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ :n (kello 12.00 - 20.00) kynnyksarvo ylitettiin; havainnot kaupungeista/kaduilta tai muista/määrittelemättömistä mittauspisteistä koko vuoden 1995 aikana. Lähde: EYK-ETC/AQ



## 102 Euroopan ympäristö

**Kartta 5.3 Kasvillisuuden kynnysarvon otsonipitoisuuksien ylittymiset, 1995**

AOT 40

TOUKO-, KESÄ- ja HEINÄKUU 1995

(valoisat tunnit)

Huomautus: päivien lukumäärä, jolloin  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ :n 24 tunnin kynnysarvo ylittyi; havainnot tausta-asemilta koko vuodelta 1995. Lähde: EYK-ETC/AQ

## Alailmakehän otsoni 103

sekä yli 99 prosentilla lehtipuualueesta oli ylityksiä. Nämä havainnot vahvistavat yleisesti YK/ECE:n mallintamistulokset (Simpson et al., 1997). On huomattava, että viimeaikaisissa tutkimuksissa (WHO, 1996b) suositellaan kumulatiivisten altistumistasojen käyttöä pikemminkin kuin kynnyksipitoisuuksia otsonin kasvillisuudelle aiheuttamien mahdollisten vaikutusten arvioimiseksi.

AOT40:n mitatut ylitykset satokasvien osalta ilmenevät kartasta 5.3. Kuvio osoittaa, että 3 ppm.h:n kynnyks ylittyi useimmissa mittausverkon kattamissa maissa. Vain osissa Ruotsia ja Suomea sekä Yhdistyneen kuningaskunnan pohjoisosaa ei havaittu ylityksiä.

#### 5.4. Otsonia muodostavien aineiden päästöt

Otsonia aiheuttavat VOC- ja NO<sub>x</sub>-päästöt lisääntyivät Euroopassa 1980-luvun loppupuolelle, mutta nyt ne vähenevät (kuviot 5.2, Olendrzynski, 1997). Vuosina 1990 - 1994 VOC-päästöt laskivat EU:ssa noin yhdeksän prosenttia, kun sitä vastoin Euroopan kokonaispäästöt laskivat noin 14 prosenttia, koska lasku oli suurempaa KIE-maissa taloudellisen rakennemuutoksen seurauksena. NO<sub>x</sub>-päästöjen havaittiin vähenevän samantapaisesti: ne laskivat noin kahdeksan prosenttia vuosina 1990 - 1994 EU:ssa samalla kun koko Euroopan päästöt laskivat 14 prosenttia (EYK-ETC/AE, 1996, 1997). Näitä lukuja olisi tulkittava varovaisesti, koska vain harvat maat ovat tuottaneet johdonmukaisia

<b>Kartta 5.4 Mitattu kumuloitunut altistuminen otsonille (AOT40)</b>	
-----------------------------------------------------------------------	--

AOT 40 TOUKO-, KESÄ- ja HEINÄKUU 1995 (valoisat tunnit)	
---------------------------------------------------------------	--

Huomautus: valoisat tunnit touko-, kesä- ja heinäkuussa 1995 Lähde: Hjellbrekke, 1997

## 104 Euroopan ympäristö

aikasarjoja päästöistä, ja jotkut suuntaukset voivat heijastaa vain laskentamenetelmän muutoksia.

Vuotuisten VOC-päästöjen kehitys vuosien 1987/88 jälkeen on esitetty yksityiskohtaisemmin kuviossa 5.3. Tämä alkuajankohta on tärkeä YK/ECE:n päästöjen vähentämispöytäkirjojen kannalta (jakso 5.5). Tietoja NO<sub>x</sub>:n vuotuisista päästöistä ja eri alojen osuudesta niihin vuonna 1995 annetaan jaksossa 4.5.

Kuviossa 5.4 on esitetty tärkeimpien alojen osuus VOC-päästöistä Euroopan eri osissa. Suurin NO<sub>x</sub>-päästöjen aiheuttaja Länsi-Euroopassa oli liikenne (63 prosenttia) (katso kuvio 4.9). KIE-maissa energia- ja liikenneala aiheuttivat kumpikin noin 35 prosenttia. Liikenne oli myös VOC-päästöjen suurin aiheuttaja Länsi-Euroopassa (45 prosenttia); tärkein aiheuttaja KIE-maissa oli teollisuus (46 prosenttia).

Näihin päästölukuihin eivät sisälly luonnolliset lähteet, jotka edistävät VOC- ja NO<sub>x</sub>-pitoisuuksia ilmakehässä. Tällainen lähde on erityisesti biosfääri. EU:ssa niiden osuudet ovat noin 20 prosenttia VOC:n ja seitsemän prosenttia ihmisen aiheuttamista NO<sub>x</sub>:n kokonaispäästöistä vuoden keskiarvoina (Simpson, 1995; Stohl et al., 1996). Jaksoina, jolloin otsonipitoisuudet ovat korkeat, biogeeniset lähteet voivat vaikuttaa eniten ilmakehän VOC-kuormitukseen erityisesti Etelä-Euroopassa. Näillä alueilla kasvillisuudesta peräisin olevat päästöt eivät kuitenkaan riitä vaikuttamaan otsonikemiaan merkittävästi, koska NO<sub>x</sub>-pitoisuudet näyttävät rajoittavan sitä (Simpson, 1995). Tutkimus maaperästä olevien NO<sub>x</sub>-päästöjen merkityksestä viittaa siihen, että nämä päästöt voivat merkittävästi lisätä otsonipitoisuuksien päivittäisiä huippuarvoja Euroopan useissa osissa (Stohl et al., 1996).

### 5.5. Poliitiikka ja kehitys

Otsonia muodostavien aineiden päästöissä tapahtuneet vähenemiset johtuvat osittain YK/ECE:n valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevasta yleissopimuksesta, jolla hyväksyttiin pöytäkirja NO<sub>x</sub>-päästöjen vähentämiseksi vuonna 1988 ja VOC-päästöjen vähentämiseksi vuonna 1991. NO<sub>x</sub>-pöytäkirjassa vaaditaan sopimuspuolia vakiinnuttamaan kaukokulkeutuvat päästövuot vuoden 1987 tasolle joulukuuhun 1994 mennessä. VOC-pöytäkirjassa vaaditaan, että päästöt joko vakiinnutetaan tai niitä vähennetään vähintään 30 prosenttia perusvuoden (tavallisesti 1988) tasosta vuoteen 1999 mennessä. YK/ECE työstää parhaillaan

<b>Kuvio 5.2 Ihmisten aiheuttamat NO<sub>x</sub>-päästöt (NO<sub>2</sub>:na) ja NMVOC-päästöt Euroopassa, 1980 - 1995</b>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

tuhansia tonneja vuodessa

Lähde: YK/ECE

<b>Kuvio 5.3 NMVOC-päästöt, 1988 - 95</b>	
-------------------------------------------	--

prosentteja vuoden 1988 tasosta

Länsi-Eurooppa - Keski- ja Itä-Eurooppa - Uudet itsenäiset valtiot

Lähde: YK/ECE

<b>Kuvio 5.4 Ihmisten aiheuttamat VOC-päästöt aloittain, 1990</b>	
-------------------------------------------------------------------	--

Länsi-Eurooppa - Keski- ja Itä-Eurooppa

Lähde: ETC/AE

## Alailmakehän otsoni 105

monisaastuke-monivaikutuspöytäkirjaa, jonka oletetaan valmistuvan vuonna 1999. Sillä pyritään asettamaan NO<sub>x</sub>-päästöille ja kaikille VOC-päästöille kansalliset enimmäismäärät, joissa otetaan huomioon päästöjen vaikutukset ja niiden vähentämiseen liittyvät kustannukset. Se perustuu laaja-alaiseen lähestymistapaan, jonka avulla pitäisi pystyä vähentämään sekä happamoitumis- että rehevöitymisiongelmaa samoin kuin valokemiallisten oksidanttien aiheuttamaa ongelmaa.

EU:n viidennessä ympäristöohjelmassa asetettujen NO<sub>x</sub>- ja VOC-päästöjen vähentämistavoitteiden tarkoituksena on vakiinnuttaa NO<sub>x</sub>-päästöt vuonna 1994 vuoden 1990 tasolle ja sen jälkeen vähentää niitä 30 prosenttia vuoden 1990 tasojen alapuolelle vuoteen 2000 mennessä. Sama tavoite vuodelle 2000 asetettiin VOC-päästöille. EU työstää parhaillaan otsoninvähentämisstrategiaa, jolla pyritään kustannustehokkaisiin, vaikutuksiin suuntautuihin ja lähteisiin pohjautuviin ratkaisuihin, jotta löydetäisiin sarja otsonipitoisuuksia koskevia normeja. Normit otetaan käyttöön otsonia koskevan uuden johdannaisdirektiivin muodossa. Tämän strategian tavoitteena on tunnistaa tulevien toimenpiteiden tarve nykyisessä tai ehdotetussa lainsäädännössä jo esitettyjen toimenpiteiden lisäksi. Lopullisena tavoitteena on direktiiviehdotus, jolla asetetaan kansalliset SO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>-, VOC- ja NH<sub>3</sub>-päästöjen katot otsonin sekä happamoittavien ja rehevöittävien aineiden ilmakehässä olevien pitoisuuksien vähentämiseksi huomattavasti. Ympäristön pilaantumisen yhtenäiseksi ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi annetun IPPC-direktiivin tarkoituksena on edistää viidennen ympäristöohjelman tavoitteiden saavuttamista. Tämän direktiivin tarkoituksena on yhdenmääntä lähestymistapa kiinteistä lähteistä olevien ilmaan, veteen ja maaperään tulevien päästöjen vähentämiseksi. Siinä vaaditaan, että yrityksille lupia myöntävät viranomaiset perustavat lupien päästörajoitukset tasoihin, jotka voidaan saavuttaa parhaan käytettävissä olevan teknologian avulla.

Euroopan komissio on määritellyt useita tarkempia toimenpiteitä ympäristöohjelman päästövähennysten saavuttamiseksi:

- Kesäkuussa 1996 komissio hyväksyi päätöslauselman tulevasta strategiasta, jonka tarkoituksena on valvoa tieliikenteen päästöjä ilmakehään, samoin kuin kaksi direktiiviehdotusta. Ensimmäinen käsittelee henkilöautojen päästöjä, ja siihen sisältyy joukko pakollisia päästönormeja (vuodelle 2000) ja joukko ankarampia ohjeellisia päästönormeja (vuodelle 2005). Toinen käsittelee diesel- ja bensiinipolttoaineiden laatua, ja siinä asetetaan pakolliset normit, joiden on määrä tulla voimaan vuonna 2000.

Komissio on tehnyt ehdotuksen henkilöautojen päästönormien tiukentamiseksi entisestään ja uudet ehdotukset polttoaineiden laatonormeiksi vuoden 1998 lopulla. Komissio kehittää myös uusia ehdotuksia, jotka koskevat pakettiautoja ja kuorma-autoja, katsastusta ja huoltoa. Komissio on myös Auto-Öljy I -ohjelman yhteydessä todennut, että NO<sub>x</sub>- ja VOC-päästöjä olisi vähennettävä ainakin 70 prosenttia alailmakehän otsonitasojen vähentämiseksi pitoisuuskynnysten alapuolelle.

- Kiinteiden teollisuuslähteiden VOC-päästöjä käsitellään liuotindirektiivissä. Tässä marraskuussa 1996 hyväksytyssä direktiivissä asetetaan päästökattot kaikille kiinteille lähteille useissa teollisuuden sovelluksissa.
- Direktiivissä bensiinin varastoinnista ja jakelusta aiheutuvien päästöjen torjumisesta (vaihe 1) vaaditaan VOC-päästöjen vähentämistä kaikissa bensiinin varastoinnin, jakelun ja käytön vaiheissa.

Kuten kuvioista 5.7 ja 4.10 ilmenee, kehitys päästöjen vähentämistavoitteiden saavuttamiseksi on vaihdellut. VOC-päästöjen osalta vain NIS-maat ovat saavuttaneet uuden YK/ECE:n 30 prosentin päästöjen vähentämistavoitteen verrattuna vuoteen 1988. Muissa maissa päästöt ovat yhä 75 - 90 prosenttia niiden vuosien 1988 päästöistä vuonna 1995, ja on erittäin epätodennäköistä, että ne saavuttavat päästötavoitteensa vuoteen 1999 mennessä. Sama johtopäätös pätee EU:n jäsenvaltioihin. NO<sub>x</sub>-n osalta tavoite päästöjen vakiinnuttamisesta vuoden 1987 tasolle saavutettiin yleisesti vuonna 1994. KIE-maissa saavutettiin suurin vähennys (33 prosenttia). Joissakin Itä-Euroopan valtioissa vähennys on voinut johtua osittain talouden rakennemuutoksesta.

Tähän mennessä saavutetut päästöjen vähentämiset eivät ole vähentäneet kriittisten tasojen tai pitoisuuskynnysten ylittymistapausten määrää. Tämä voi osittain aiheutua vuotuisista ilmasto-olojen vaihteluista. Koska ympäristön

otsonipitoisuudet kuitenkin usein ylittävät myrkyllisen tason, päästöjen vähäinen vähentäminen ei ehkä riitä vähentämään ylitysten lukumäärää. Sovittujen YK/ECE:n/CLRTAP:n ja EU:n vähennysten saavuttaminen vähentää otsonin huippupitoisuuksia todennäköisesti 5 - 25 prosenttia. Päästötavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan ehdotettujen EU-direktiivien ja liikkuvista ja kiinteistä lähteistä tulevia päästöjä koskevan kansallisen lainsäädännön nopeampaa täytäntöönpanoa kaikissa Euroopan maissa.

## 106 Euroopan ympäristö

**Taulukko 5.2 AOT40:n (sato) ylitysten väheneminen NO<sub>x</sub>- ja VOC-päästöjen vähennyttyä 40 prosenttia vuoden 1990 tasosta**

40% päästöjen vähennys	NO <sub>x</sub> johtaa seuraavaan vähennykseen ylityksessä sadon suojelemiseksi koko Euroopassa		VOC johtaa seuraavaan vähennykseen ylityksessä sadon suojelemiseksi koko Euroopassa:	
	%	AOT40(ppb.h)	%	AOT40(ppb.h)
Länsi-Eurooppa	2	86	20	797
Keski- ja Itä-Eurooppa	4	160	3	117
Uudet itsenäiset valtiot	7	292	3	106
Koko Eurooppa	14	537	26	1020

Huomautus: Oletetaan, että AOT40:n satojen suojelelun kynnsarvo 3 000 ppb.h ylittyy keskimäärin 3 900 ppb.h:lla. Laskelmat perustuvat viiden vuoden säätietojen keskiarvoihin. Lähde: Simpson et al., 1997

Se, saavutetaanko kasvillisuuden suojelemiseksi asetetut alhaisemmat kynnykset ja kriittiset tasot, riippuu ratkaisevasti alailmakehän otsonin kokonaispitoisuuksien vähentämisestä, mikä vaatii koko pohjoisen pallonpuoliskon kattavia toimenpiteitä.

**5.5.1. Lähteiden ja reseptorien suhteet sekä päästöjen vähennysten teho**

Lähteiden ja reseptorien suhteet ovat osoittautuneet voimakkaaksi keinoksi vähentämisstrategioita kehitettäessä erityisesti happamoitumisen osalta (Alcamo et al., 1990). Tällöin lasketaan tietyn alueen kokonaislaskeuma laskemalla yhteen lähteistä ja yhdisteistä tulevat osuudet. Otsonin osalta tilanne on monimutkaisempi, koska otsonia aiheuttavien eri aineiden ja alailmakehän taustapitoisuuden vaikutuksen välinen suhde ei ole suoraviivainen.

Laajalti pätevien otsonilähteiden ja reseptorien suhteiden tarve on lisääntynyt, koska tarvitaan kustannustehokkaita ja paikallisesti optimoituja vähennysstrategioita. Lisäksi NO<sub>x</sub>:n osuus otsoniongelmassa on yhdistettävä sen happamoitumista ja rehevöitymistä lisäävään vaikutukseen, jotta saavutettaisiin optimaaliset päästöjen vähennykset, joiden avulla voidaan saavuttaa kaikkia näitä ongelmia koskevat tavoitteet. Otsonin lähteiden ja reseptorien välisiä suhteita (Heyes et al., 1996) sovelletaan nykyisin YK/ECE:n monisaastuke-monivaikutuspöytäkirjan tukemiseksi sekä komission tukemiseksi sen kehittäessä otsonin vähentämisstrategiaa.

Taulukossa 5.2 esitetään Euroopan keskiarvona ne satojen suojelemiseksi asetetun kriittisen tason (AOT40) ylittymistapausten vähennykset, joiden arvioidaan aiheutuneen siitä, että NO<sub>x</sub>- ja VOC-päästöjä on vähennetty 40 prosenttia vuoden 1990 tasoista. Vaikka päästöt eri maaryhmissä vaihtelivat merkittävästi, tiedot osoittavat, että VOC-päästöjä vähennetään tulevaisuudessa tehokkaimmin Länsi-Euroopassa, kun taas NO<sub>x</sub>:n osalta kriittisten tasojen ylittyminen vähenee eniten Itä-Euroopan päästöjen vähenemisen vuoksi. Tulokset osoittavat kuitenkin, että 40 prosentin vähennykset eivät suinkaan riitä otsonipitoisuuksien vähentämiseksi tasoille, joilla kriittiset tasot eivät enää ylity.

**Viitteet:**

Alcamo, J., Shaw, R. ja Hordijk, L (1990). The RAINS model of acidification. International Institute for Applied System Analysis. Kluwer, Academic Publishers, Dordrecht, Alankomaat.

Anderson, H. R., Spix C., Medina S., et al. (1997). Air pollution and daily admissions for chronic obstructive pulmonary disease in 6 European cities: results from the APHEA project. Julkaisussa Eur Respir J. nide 10, s.1064-71.

Beck, J.P. ja Grennfelt, P. (1994). Estimate of ozone production and destruction over north-western Europe. Atmospheric Environment, nide 28, s. 129-140.

Beck, J.P., Krzyzanowski, M. ja Koffi, B. (1998). Tropospheric Ozone in the European Union. The Consolidated Report. Raporttiluonnos Euroopan komissiolle, ETC/AQ-EYK.

Borrego, C., Countinho, M., ja Barros, N. (1994). Atmospheric pollution in the Lisbon airshed. Toim: Power, H., Moussiopoulos, N. ja Brebbia, C.A. Urban Air Pollution. Computational Mechanics Publications, Southampton, UK.

## Alailmakehän otsoni 107

- Bower, J.S., Stevenson, K.J., Broughton, G.F.J., Lampert, J.E., Sweeney, B.P., Wilken, J. et al. (1991). Ozone in the UK: A review of 1989/90 data from monitoring sites operated by Warren Spring Laboratory. Stevenage, UK.
- Bower, J.S., Stevenson, K.J., Broughton, G.F.J., Vallance-Plews, J., Lampert, J.E., Sweeney, B.P., Eaton, S.W., Clark, A.G., Willis, P.G., Stacey, B.R.W., Driver, G.S., Laight, S.E., Berwick, R. ja Jackson, M.S. (1994). Air Pollution in the UK: 1992/93. Warren Spring Laboratory, Stevenage, UK.
- Brönniman, S. ja Neu, U. (1997). Weekend-weekday differences of near-surface ozone concentrations in Switzerland for different meteorological conditions. *Atmospheric Environment*, nide 31, s. 1127-1135
- CEC (1996). Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviksi bensiinin ja dieselöljyn laadusta. Bryssel, Belgia.
- Cox, R.A., Eggleton, E.J., Derwent, R.G., Lovelock, J.E. ja Pack, D.H. (1975). Long-range transport of photochemical ozone in north-western Europe. *Julkaisussa Nature*, nide 255, s. 118-121.
- Dumont, G. (1996). Effects of short term measures to reduce ambient ozone concentrations in Brussels and in Belgium. Paper presented at the Ministerial Conference on Tropospheric Ozone in Northwest Europe. Lontoo, UK, toukokuu 1996.
- EYK (1995). Euroopan ympäristö, Dobris-arviointi. Toim: D. Stanners ja P. Bourdeau, Euroopan ympäristökeskus, Kööpenhamina, Tanska.
- EYK-ETC/AE (1997). CORINAIR 1994 Summary Report, EEA Draft Topic Report. EEA, Kööpenhamina.
- EYK-ETC/AE (1996). CORINAIR 1990 Summary Report 1, EEA Topic Report 7/1996. EEA, Kööpenhamina.
- Feister, U. ja Warmbt, W. (1987). Long-term measurements of surface ozone in the German Democratic Republic. *Julkaisussa J. Atmos. Chem.*, nide 5, s. 1-21.
- Feister, U. ja Pedersen, U. (1989). Ozone measurements January 1985 - December 1985. Report n:o 1. Potsdam/Lillestrøm, Meteorological Service of the GDR/ Norjan ilmantutkimusinstituutti. EMEP/CCC-raportti 3/89, Lillestrøm, Norja.
- Fuhrer, J. ja Achermann, B. (1994). Critical levels for ozone; a UN-ECE workshop report. FAC Report n:o16. Swiss Federal Research Station for Agricultural Chemistry and Environmental Hygiene, Liebefeld-Bern, Sveitsi.
- Grennfelt, P., Saltbones, J. ja Schjoldager, J. (1987). Oxidant data collection in OECD-Europe 1985-87 (OXIDATE). April-September 1985. NILU OR 22/87, NILU, Lillestrøm, Norja.
- Grennfelt, P., Saltbones, J. ja Schjoldager, J. (1988). Oxidant data collection in OECD-Europe 1985-87 (OXIDATE). Report on ozone, nitrogen dioxide and peroxyacetyl nitrate October 1985 - March 1986 and April-September 1986. NILU OR 31/88. NILU, Lillestrøm, Norja.
- Grennfelt, P., Hov, Ø., ja Derwent, R.G. (1994). Second generation abatement strategies for NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> and VOCs. *Julkaisussa Ambio*, nide 23, s. 7, 425-433.
- Guicherit, R. ja van Dop, H. (1977). Photochemical production of ozone in Western-Europe (1971-1975) and its relation to meteorology. *Julkaisussa Atmospheric Environment*, nide 11, s. 145-155.
- Heyes, C., Schöpp, W., Amann, M., Bertok, I., Cofala, J., Gyarmas, F., Klimont, Z., Makowski, M. ja Shibayev, S. (1996). A model for optimizing strategies for controlling ground-level ozone in Europe. IIASA, Laxenburg, Itävalta.



Hjellbrekke, A.-G. (1997). Ozone Measurements 1995. EMEP/CCC-Report 3/97. NILU, Kjeller, Norja. de Leeuw, F.A.A.M., Sluyter, R.J.C.F., van Zantvoort, E.D.G. ja Larssen, S. (1995). Exceedance of ozone threshold values in the European Community in 1994. EEA Topic Report 1995. EEA, Kööpenhamina.

de Leeuw, F.A.A.M ja van Zantvoort, E.D.G. (1996). Exceedance of ozone threshold values in the European Community in 1995. EEA Topic Report 29/1996, EEA, Kööpenhamina.

de Leeuw, F.A.A.M ja van Zantvoort, E.D.G. (1997). Exceedance of ozone threshold values in the European Community in 1996. EEA Topic Report 7/1997, EEA, Kööpenhamina.

Malik, S., Simpson, D., Hjellbrekke, A.-G. ja ApSimon, H. (1996). Photochemical model calculations over Europe for summer 1990.

#### 108 Euroopan ympäristö

Model results and comparison with observations. EMEP/MSC-W Report 2/96. DNMI, Oslo, Norja.

Medina, S., Le Tertre, M.A., Dusseux, E., Camard, J.-P. (1997). Analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique et santé. Résultats 1991-1995. ERPURS, ORS, Ile-de-France, Pariisi.

Millán, M.M. (1993). Photo-oxidation in the Mediterranean Region: Relevant Atmospheric Processes. Julkaisussa The Proceedings of EUROTRAC Symposium '92. Toim: P:M. Borrell. SPB Academic Publishing, Haag, Alankomaat.

Moussiopoulos, N. (1994). Air pollution in Athens. Julkaisussa Urban Air Pollution. Toim: H. Power, N. Moussiopoulos, ja C.A. Brebbia. Computational Mechanics Publications, Southampton, UK.

Olendrzynski, K. (1997). Emissions. Julkaisussa Transboundary Air Pollution in Europe. Toim: Berge E. EMEP/MSC-W Report 1/97. DNMI, Oslo, Norja.

Ponce de Leon, A., Anderson, H.R., Bland, J.M., Strachan, D.P., Bower, J. (1996). Effects of air pollution on daily hospital admissions for respiratory disease in London between 1987-88 and 1991-92. Julkaisussa J Epidemiol Comm Health, nide 50 (Supplement 1): S63-S70.

PORG; United Kingdom Photochemical Oxidants Review Group (1987). Ozone in the United Kingdom, Lontoo, UK.

Roemer M.G.M. (1997). Trend analysis of ground level ozone concentrations in Europe. EMEP/CCC-Note 1/97. NILU, Kjeller, Norja.

Simpson, D. (1995). Biogenic emission in Europe 2: Implications for ozone control strategies. Julkaisussa J. Geophys. Res., nide 100, n:o D11, s. 22891-22906.

Simpson, D., Olendrzynski, K., Semb, A., Storen, E. ja Unger, S. (1997). Photochemical oxidant modelling in Europe: multi-annual modelling and source-receptor relationships. EMEP/MSC-W Report 3/97. DNMI, Oslo, Norja.

Staehelin, J., Thudium, J., Buehler, R., Volz-Thomas, A. ja Graber, W. (1994). Trend in surface ozone concentrations at Arosa (Sveitsi). Julkaisussa Atmospheric Environment, nide 28, s. 75-87.

Stohl, A., Williams, E., Wotawa, G. ja Kromp-Kolb, H. (1996). A European inventory of soil nitric oxide emissions and the effect of these emissions on the photochemical formation of ozone. Julkaisussa Atmospheric Environment, nide 30, s. 3741-3755.

YK/ECE (1979). Valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskeva yleissopimus. YK, New York ja Geneve, 1979.

YK/ECE (1996). Toim: L. Kärenlampi. ja L. Skärby. Critical levels for ozone in Europe: testing and finalising the concepts. YK/ECE:n työryhmän raportti. Kuopion yliopisto, Suomi.

Volz, A. ja Kley, D. (1988). Evaluation of the Montsouris series of ozone measurements made in the nineteenth century. Julkaisussa Nature, nide 332, s. 240-242.

Volz-Thomas, A. (1993). Trends in photo-oxidant concentrations. Julkaisussa: Photo-oxidants: precursors and products, a contribution to sub-project TOR, Proceedings of the EUROTRAC Symposium 92. Toim: P. Borrell et al., SPB Academic Publishing, Haag, Alankomaat, s. 59-64.

WHO (1987). Air Quality Guidelines for Europe. Regional Publications, European Series n:o 23. Maailman terveysjärjestö, Kööpenhamina.

WHO (1995). Update and revision of the Air Quality Guidelines for Europe. Meeting of the Working Group "Classical" Air Pollutants. Maailman terveysjärjestö, Kööpenhamina.

WHO (1996a). Update and revision of the WHO air quality guidelines for Europe. Classical air pollutants; ozone and other photochemical oxidants. European Centre for Environment and Health, Bilthoven, Alankomaat.

WHO (1996b). Update and revision of the WHO air quality guidelines for Europe. Ecotoxic effects, ozone effects on vegetation. European Centre for Environment and Health, Bilthoven, Alankomaat.

## 6. Kemikaalit

Länsi-Euroopan kemianteollisuus on jatkanut kasvuaan Dobris-arvioinnin jälkeen; vuodesta 1993 tuotanto on kasvanut BKT:tä nopeammin. KIE- ja NIS-maissa tuotanto on laskenut merkittävästi vuoden 1989 jälkeen kuten BKT:kin, mutta vuoden 1993 jälkeen tuotanto on osittain elpynyt muutamissa maissa. Tästä on seurannut, että kemikaalivirtojen osuus taloudessa on kasvanut koko Euroopassa.

Tiedot päästöistä ovat niukat, mutta kemikaalit ovat levinneet kaikkialle ympäristöön, ihmis- ja eläinkudokset mukaan lukien. Euroopan kemiallisten aineiden luettelossa (European Inventory of Existing Chemical Substances) on yli 100 000 kemiallista yhdistettä. Aiheutuva uhka on monen kemikaalin osalta yhä epäselvä, sillä tiedot niiden pitoisuuksista, kulkeutumistavoista ja kertymistapumuksista ympäristössä ovat puutteelliset kuten myös tiedot niiden vaikutuksista ihmisiin ja muihin elämänmuotoihin.

Jonkin verran tietoa on kuitenkin saatavilla, esimerkiksi raskasmetalleista ja hitaasti hajoavista orgaanisista yhdisteistä (Persistent Organic Pollutants, POP). Vaikka näistä aineista joidenkin päästöt ovat vähenemässä, pitoisuudet ympäristössä aiheuttavat edelleen huolta erityisesti eräillä hyvin saastuneilla alueilla ja nielualueilla kuten arktiset alueet ja Itämeri. Vaikka joitakin hyvin tunnettuja hitaasti hajoavia orgaanisia yhdisteitä poistetaan jatkuvasti käytöstä, tuotetaan samanaikaisesti suuria määriä monia muita ominaisuuksiltaan vastaavia aineita.

Viime aikoina huolta ovat aiheuttaneet niin kutsutut "hormonitoimintaa häiritsevät aineet" - hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet ja eräät orgaaniset metalliyhdisteet - erityisesti siksi, että ne aiheuttavat mahdollisesti eläinten ja ihmisten lisääntymishäiriöitä. Vaikka esimerkkejä tällaisista vaikutuksista merieläimiin onkin, näiden vaikutusten perusteella ei toistaiseksi ole voitu osoittaa syy-seuraussuhdetta kyseisten kemikaalien ja niiden ihmisen lisääntymiseen liittyvien terveysvaikutusten välillä.

Koska on vaikeaa ja kallista arvioida lukuisten mahdollisesti vaarallisten käytössä olevien kemikaalien toksisuutta, erityisesti niiden kemikaalien osalta, joilla on mahdollisia lisääntymiseen liittyviä ja neurotoksikologisia vaikutuksia, muutamissa nykyisissä toimintastrategioissa – kuten Pohjanmeren suojelua koskevassa OSPAR-sopimuksessa – pyritään nyt vähentämään kemikaalien aiheuttamaa "keräytymistä" ympäristöön vähentämällä niiden käyttöä ja päästöjä tai lopettamalla niiden käyttö kokonaan. YK/ECE:n odotetaan viimeistelevän vuonna 1998 kaksi uutta pöytäkirjaa, jotka koskevat kolmen raskasmetallin ja 16 hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden päästöjä ilmaan valtiosta toiseen kaukokulkeutuvia ilman epäpuhtauksia koskevan yleissopimuksen mukaisesti.

Dobris-arvioinnin jälkeen on tehty muutamia uusia kansallisia ja kansainvälisiä aloitteita kemikaalien mahdollisten vaikutusten vähentämiseksi ympäristössä. Tällaisia ovat esimerkiksi vapaaehtoiset vähennysohjelmat ja tiettyjen kemikaalien verotustoimet sekä pääsyn tarjoaminen kaikille senkaltaisiin tietoihin kuin USA:n toksisten päästöjen rekisteri (Toxic Release Inventory) EU:n ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämisestä annetun direktiivin mukaisesti. Näitä välineitä voitaisiin käyttää laajemminkin Euroopan kaikissa osissa.

### 6.1. Johdanto

Hyvin monia uusia kemiallisia yhdisteitä on tehty synteettisesti laboratorioissa, ja kemian teollisuus on valmistanut niitä joissakin tapauksissa hyvinkin suurina määrinä teollisen vallankumouksen alkamisen jälkeen. Useita näistä käytetään tuottaessa hyvin monia tuotantoteollisuuden hyödykkeitä ja muita tuotteita.

Käytettävien kemiallisten aineiden lukumäärää ei tiedetä, mutta vuonna 1981 EU:n teollisuutta pyydettiin yksilöimään nykyisin markkinoilla olevat aineet. Näin syntyneessä Euroopan kemiallisten aineiden luettelossa (EINECS) on 100 116 kemiallista yhdistettä. Arviot todellisuudessa nykyisin myydyistä määrästä vaihtelevat 20 000:sta 70 000:een (Teknologi-Radet,

## 110 Euroopan ympäristö

1996). Useita satoja uusia aineita tulee myyntiin joka vuosi.

Merkittävä määrä käytössä olevista kemikaaleista päätyy miljooniin kulutushyödykkeisiin ja muihin tuotteisiin ja niistä ympäristöön. Monien joko tiedetään olevan tai ne saattavat olla vaarallisia ympäristön ja ihmisten terveydelle.

Jotkin dramaattisimmista kemikaalien valmistamiseen ja käyttöön liittyvistä vaaroista kuten räjähdykset, tulipalot ja äkilliset myrkytykset tunnetaan hyvin (13 luku), samoin kuin tietyt ongelmat, jotka liittyvät niiden päästöihin veteen (9 ja 10 luku), ilmaan (2, 3, 4, 5 ja 12 luku), maaperään (11 luku) ja näiden kemikaalien hävittämiseen (7 luku). Joidenkin harvojen kemikaalien osalta tiedetään melko paljon niiden kroonisista (pitkäaikaisista) terveysvaikutuksista ihmisiin, jotka työskentelevät niitä valmistavissa laitoksissa ja eräissä muissa ammateissa. Vielä ei kuitenkaan tiedetä paljonkaan siitä, mitä mahdollisia vaikutuksia ihmisiin ja ympäristöön on useimpien kemikaalien joutumisesta ympäristöön yleensä.

Tutkitut aiheet ja tapa, jolla poliittiset päättäjät ja tutkimusyhteisö tarkastelevat tärkeimpiä kysymyksiä, ovat muuttuneet monin tavoin sen jälkeen, kun kemikaalien ympäristövaikutukset ensimmäisen kerran aiheutti suurta yleistä huolta 1970-luvulla. Jotkin näistä muutoksista on esitetty taulukossa 6.1. Yksi suurimmista eroista verrattuna 1970-lukuun on lisääntynyt huomion kiinnittäminen kulutushyödykkeisiin, kuten ravintoon, koska nämä ovat useimpien ihmisten kohdalla vaarallisten aineiden altistuksen tärkein lähde.

Tässä luvussa käsitellään 1990-luvun tärkeimpiä aiheita, ja siinä pyritään vastaamaan tämän raportin neljään tärkeimpään yleiseen kysymykseen:

1. Mitkä ovat kemiallisten aineiden tuotannon kehityssuuntaukset Euroopassa?
2. Miten kemikaalit liikkuvat ympäristössä ja keräytyvät ympäristöön?
3. Mitkä ovat niiden vaikutukset ympäristöön ja ekologiaan?
4. Miten näihin vaikutuksiin vastataan? Tämän luvun alue on laaja, se kattaa kemikaalien lähteet sekä tuotantoteollisuudessa että käytössä. Kaksi vaarallisten aineiden ryhmää - raskasmetallit ja hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet (POP) - on valittu esimerkeiksi ongelmista ja niiden käsittelytavoista.

---

**Taulukko 6.1 Kemiallisia saasteita koskevat tutkimusaiheet ja kysymysten tarkastelu: 1970- ja 1990-luku**


---

1970-luku	1990-luku
yksittäiset välittäjät (etupäässä ilma ja pintavesi)	monivälittäjät (mukaan lukien maaperä, sedimentti ja pohjavesi)
saasteiden pistelähteet, esim. savupiiput	hajalähteet, esim. maatalous, tuotteet, hyödykkeet
ympäristön pitoisuudet	kokonaisaltistus ravinnon, ilman, veden, maaperän, tuotteiden kautta
työterveys	kuluttajien terveys, ekosysteemien terveys
paikallinen/alueellinen painotus	kansainvälinen/maailmanlaajuinen painotus
rajoitettu määrältään määrittämätön taloudellinen	suuri määrältään määritelty taloudellinen vahinko

vahinko

yhden vaikutuksen lähestymistapa, esim. leukemia	monivaikutukset, esim. vaikutus lisääntymiseen
yhden aineen lähestymistapa	monisaasteet/seokset
"putkenpää" -lähestymistapa	säästävä tuotanto ja yhdenmukainen saasteiden valvonta, LCA
merkintä- ja käyttöohjeet	yleisön informoiminen päästöistä ja siirroista
tuotantoprosessit	prosessit & tuotteet
kemialliset "myy ja unohda "-tuotteet"	tuotteista huolehtiminen koko niiden eliniän; kemialliset "palvelut"
erityismääräykset	"puitemääräykset", verot, vapaaehtoiset, sopimukset, "vastuu huomisesta", jne.

Lähde: EYK:n laajentama taulukko 3, sivu 248 teoksessa Van Leeuwen et al.(1996).

## Kemikaalit 111

### 6.2. Tuotannon suuntaukset

Maailman kemianteollisuuden tuotannon kasvu on vuoden 1945 jälkeen ollut erittäin suurta, ja vuonna 1995 se oli yli 400 miljoonaa tonnia. Koko maailman liikevaihdoksi arvioidaan 1 540 miljardia US\$ vuonna 1994, ja USA:n, Japanin ja Saksan osuus siitä on puolet. Eurooppa on maailman suurin kemikaaleja tuottava alue. Se tuottaa 38 prosenttia koko maailman liikevaihdosta (Länsi-Eurooppa tuottaa 33 prosenttia), ja sitä seuraa lähellä Aasian Tyynenmeren alue mukaan lukien Japani, joka tuottaa 31 prosenttia (YK/ECE, 1997).

Euroopan kemikaalien vienti vuonna 1996 oli 54,3 miljardia ecua: 19,5 miljardia Aasiaan, 5,7 miljardia Japaniin, 14,3 miljardia USA:han, 5,9 miljardia Latinalaiseen Amerikkaan ja 8,9 miljardia Itä-Eurooppaan. Kemikaalien tuonnin arvo vuonna 1996 oli 22 miljardia ecua (CEFIC, 1997). Tämän teollisuuden kehitys on perinteisesti seurannut BKT:n kasvua, mutta vuodesta 1993 kemianteollisuus on kasvanut nopeammin kuin BKT (kuvio 6.1).

Kasvu ei ole ollut yhtä suurta KIE-maissa, joissa BKT:n suuren laskun myötä (35 prosenttia vuosina 1989 - 1995) kemianteollisuus väheni huomattavasti. Vuoden 1993 jälkeen useissa näistä maista, kuten Bulgariassa, Kroatianssa, Tšekin tasavallassa, Virossa, Unkarissa, Puolassa ja Sloveniassa kemikaalien tuotanto on kuitenkin elpynyt.

Kemikaaleja käyttää eniten kemianteollisuus itse, muu tuotantoteollisuus, varsinkin kumi- ja muoviteollisuus, sekä palveluteollisuus, ja niitä käytetään myös lopullisiin kulutushyödykkeisiin (kuvio 6.2).

Kaksi tärkeintä tämän kemianteollisuuden kasvun taustalla olevaa aiheuttajaa ovat yhä uudempien kulutushyödykkeiden kysynnän tyydyttäminen, mikä saattaa vaatia innovatiivisia kemikaaleja, sekä tarve löytää käyttötarkoituksia ja markkinoita öljyteollisuuden tuotteille ja sivutuotteille - öljyteollisuutta puolestaan ylläpitää polttoaineiden kasvava kysyntä. Esimerkiksi tavanomainen öljynjalostamo, joka käsittelee noin 2,5 miljoonaa tonnia öljyä vuodessa, tuottaa joka vuosi tuhansia kiloja sivutuotteita kuten bentseeniä, etyleeniä ja propyleeniä, joita kemianteollisuus käyttää raaka-aineina (Friedlander, 1994). Samoin kloori, joka on natriumhydroksidin tuotannon sivutuote, ja kadmium, joka on sinkin jalostuksen sivutuote, ovat tärkeitä toisen asteen teollisen tuotannon kemiallisia raaka-aineita.

Koska kemianteollisuus on suurelta osin luonteeltaan sivutuotteita tuottavaa, kemikaalien tuotannon ympäristökysymyksiä voidaan käsitellä tyydyttävästi vain arvioimalla täysin yhdenmukaisesti sen vaikutukset ja niihin vastaaminen. Esimerkiksi myrkyllisen aineen kuten kadmiumin käytön vähentäminen paristoissa voi merkitä sitä, että kadmiumille, joka on etupäässä sinkin jalostuksen sivutuote, on löydettävä toiset markkinat tai siitä tulee jätettä, jolla voi olla enemmän ympäristövaikutuksia kuin kadmiumparistoilla (Stigliani ja Anderberg, 1994).

### 6.3. Raskasmetallit

Eniten huolta aiheuttavat raskasmetallit ovat kadmium, elohopea ja lyijy. Kadmiumia käytetään maaleissa ja

#### **Kuvio 6.1 Länsi-Euroopan kemianteollisuuden tuotanto ja BKT**

Indeksi

BKT EU (indeksi 1991=100)

kemiantuotanto (indeksi 1990=100)

Lähde: CEFIC, 1996

**Kuvio 6.2 Kemikaalien käyttäjät, 1991**

loppukulutus

palvelut

maatalous

tekstiilit ja vaatetus

metalliteollisuus, mekaaninen teollisuus ja sähköteollisuus

rakennusteollisuus

autoteollisuus

paperiteollisuus

muut

Lähde: CEFIC, 1996

## 112 Euroopan ympäristö

muovissa sekä paristoissa. Elohopeaa käytetään hammashoidossa ja myös paristoissa. Ympäristön kannalta tärkein lyijyn käyttö on sen käyttö bensiinin nakutusta vähentävänä lisäaineena. Kaikki kolme ovat ihmiselle myrkyllisiä, ja niillä voi olla taustapitoisuuksina haitallisia vaikutuksia. Niiden mahdolliset haittavaikutukset voivat lisääntyä niiden keräytyessä biologiseen ainekseen.

### ***Päästöt ja pitoisuudet***

Arviot 32 Euroopan maan aikaisemmista ja todennäköisistä tulevista raskasmetallipäästöistä ilmakehään on esitetty kuviossa 6.3. Tulevia päästöjä koskevissa malleissa oletetaan, että asteittain otetaan käyttöön paras mahdollinen teknologia ja että bensiinin lyijyä edelleen vähennetään. Kadmiumin ja lyijyn nykyiset päästöt ovat noin 65 prosenttia vuoden 1965 huipputasojen alapuolella.

Elohopeapäästöt ilmakehään ovat etupäässä peräisin hiilenpoltosta, sementin tuotantoprosesseista sekä metalliteollisuudesta (muut kuin rauta) ja yhdyskuntajätteiden poltosta. Yhdyskuntajätteisiin heitetyistä tuotteista elohopeaa sisältävät eniten paristot, loistelamput, elohopealämpömittarit ja hammaslääkäreiden amalgaamijätteet (Umweltbundesamt ja TNO, 1997). Elohopean kokonaispäästöiksi ilmakehään (EMEP:n kartassa 6.1 näkyvältä alueelta) arvioitiin 462 tonnia vuonna 1990, josta puolet tuli energiantuotannosta ja 38 prosenttia teollisuuslähteistä. Länsi-Euroopan lähteet tuottivat hieman yli puolet kokonaismäärästä, ja KIE- ja NIS-maat kumpikin noin neljänneksen. Päästökuviot vastaavat suurin piirtein väestötiheyttä.

Lyijypäästöjen väheneminen, joka johtuu lyijyttömän bensiinin lisääntyvästä käytöstä (katso 4.6.2 jakso, kartta 4.7), on esitetty kuviossa 6.4.

Raskasmetallit voivat kulkeutua kansallisten rajojen ylitse ennen kuin ne päätyvät maaperään, meren sedimentteihin tai alueen eläin- ja kasvikuntaan. Kartassa 6.2 näkyvät sammalten bioseurannasta saadut kadmiumlaskeumien kuviot Pohjois-Euroopassa. Kadmium on etupäässä peräisin hajalähteistä, ja se on levinnyt laajalle. Pistelähteet ovat yleensä vähemmän tärkeitä kuin muiden raskasmetallien kohdalla. Pitoisuudet vähenevät yleensä etelästä pohjoiseen niin, että teollisuusalueiden ympärillä on joitakin "kuumia alueita" (Rühling, 1994).

Useimpien Euroopan jokien raskasmetallipitoisuus on kohonnut. Vuosina 1991 - 1993 kadmiumin keskimääräiset pitoisuudet olivat 50 kertaa korkeammat saastuneissa kuin puhtaissa joissa, lyijyn yhdeksän kertaa korkeammat, kromin 11 kertaa korkeammat ja kuparin neljä kertaa korkeammat (taulukko 6.2). Yleensä pitoisuudet ovat alentuneet vuodesta 1985. Kadmiumin väheneminen tietyissä joissa on aiheutunut tiukemmista säännöksistä; muiden metallien alentuneet pitoisuudet useissa joissa johtuvat jätevesien paremmasta käsittelystä. Niissäkin



**Kuvio 6.3 Joidenkin raskasmetallien arvioidut päästöt ilmaan Euroopassa, 1955 - 2010**

tuhansia tonneja  
lyijy  
sinkki  
tuhansia tonneja  
arsenikki  
kadmium

Lähde: Pacyna, 1996

**Kuvio 6.4 Bensiinin lyijypäästöjen väheneminen, 1990 - 96**

Norja  
Valko-Venäjä  
Ruotsi  
Suomi  
Tanska  
Saksa  
Alankomaat  
Slovenia  
Ukraina  
Viro  
Sveitsi  
Georgia  
UK  
Liettua  
Kroatia  
Bulgaria

Huomautus: \* tiedot viittaavat muutokseen vuosina 1990 - 1995.

Ajoneuvojen lyijypäästöt Turkissa kaksinkertaistuivat vuosina 1990 - 96.

Lähde: Tanskan EPA, 1998

## Kemikaalit 113

joissa, joissa tilanne on parantunut, pitoisuudet olivat yhä noin viisinkertaiset puhtaan joen pitoisuuksiin verrattuina. Ei ole selvää, ovatko saavutetut parannukset riittäviä näiden kemikaalien vaikutuksesta kärsivien ekosysteemien toipumiseksi, koska on vaikeata määrittellä tasoa, jonka alapuolella haitallisia vaikutuksia ei ole (OECD, 1996).

### *Vaikutukset*

Jotkin kaivokset, sulatot ja teollisuuslaitokset ovat aiheuttaneet vakavia paikallisia raskasmetallisaasteita. Esimerkiksi entisessä Neuvostoliitossa noin 50 vuotta sitten rakennetut sulatot ovat luoneet teollisia erämaita, joista kaikki tai lähes kaikki kasvillisuus on tuhoutunut 15 km:n säteellä. Jopa 200 km:n päässä näistä lähteistä sammalista löydetään kohonneita nikkeli-, kupari-, ja lyijypitoisuuksia. Kupari- ja nikkelipitoisuudet pintavesissä 30 km:n säteellä Murmanskin alueen suurista metallisulatoista voivat ylittää ihmiselle myrkylliset tasot; ainakin viiden vesistön ekosysteemit tuolla alueella ovat tuhoutuneet täydellisesti.

Raskasmetallien aiheuttamia vaikutuksia ekosysteemeissä havaitaan yleisesti sulattojen, louhintajätteiden säilytyspaikkojen ja muun saastuneen maan ympärillä. Usein on kuitenkin vaikeata määrittellä, aiheutuuko vaikutus happamoitumisesta vai raskasmetallilaskeumista.

Ei ole mitään selkeitä todisteita raskasmetallien laajamittaisesta vaikutuksesta metsien ekosysteemeihin.

### **Kartta 6.1 Elohopean päästöt ilmaan, 1990**

Elohopean päästöt ilmaan

Lähde: Umweltbundesamt ja TNO, 1997

## 114 Euroopan ympäristö

Lyijyn, kadmiumin ja elohopean pitoisuudet 50 prosentissa Ruotsin metsien maaperästä ovat kuitenkin lisääntyneet 3 - 10-kertaisiksi teollistumista edeltäneeltä ajalta; pitoisuudet laskevat mentäessä etelästä pohjoiseen (Ruotsin EPA, 1993).

Raskasmetallien laajamittaisia vaikutuksia makean veden ja rannikkovesien ekosysteemeihin on seurattu vain vähän. Happamoitumis- ja rehevöitymisongelma sekä raskasmetallien pääsy sisävesiin ja rannikkoalueille

**Kartta 6.2 Sammalten kadmium, 1990-luvun alkupuoli**

Sammalten kadmium

Lähde: Rühling, 1994

## Kemikaalit 115

liittyvät kuitenkin toisiinsa. PH:n lasku seitsemästä neljään lisää mangaanin, kadmiumin ja sinkin suodattumisen maaperään noin kymmenenkertaiseksi (Ruotsin EPA, 1993a). Näiden metallien hyötyosuus ja kerrostuminen vesistöön riippuu rehevöitymisen asteesta.

Suuret raskasmetallipitoisuudet voivat lisätä eläin- ja kasvikuntaan kohdistuvaa räsitusta, ja näistä voi tulla alttiimpia tartunnoille.

Kalojen elohopeapitoisuudet erityisesti Skandinaviassa ovat korkeampia kuin terveyden kannalta voidaan hyväksyä. Noin 40 000 Ruotsin järvessä arvioidaan olevan haukia, joiden elohopeapitoisuus ylittää kuluttajien terveyteen liittyvän 0,5 mg/kg:n tavoitearvon. Huolimatta Ruotsin kotimaisten päästöjen erittäin suuresta vähenemisestä kalojen elohopeapitoisuus ei laske luultavasti siksi, että elohopeaa kulkeutuu muualta ja suotuu paikallisesti (Ruotsin EPA, 1993a).

Hyvin dokumentoitu myrkyllisen kemikaalin vaikutus merten ekosysteemeihin on tributyyliin (TBT) ostereissa ja pähkinäkotiloissa havaittu vaikutus. 1980-luvulla havaittiin, että useiden paikkojen ostereissa oli merkkejä kasvuhäiriöistä, kuten kuoren paksunemista, ja että monet kotilot kärsivät imposeksista (uroksen sukupuolielimen muodostumisesta naaraisiin). Havaittiin, että osterit ja kotilot, joilla oli näitä oireita, elivät satamien ja huvivenesatamien läheisyydessä ja että niiden kudoksissa oli paljon tinaa, joka oli peräisin eliönestomaaleista. TBT:n aiheuttaman imposeksin laajuutta ja vakavuutta koskevassa tutkimuksessa on todettu vaikutuksia laajalla alueella Brittein saarten rannikoilla (UK:n ympäristövirasto, 1996).

**Päätelmät**

Raskasmetallipäästöt vähenevät, mikä johtuu lyijyn poistamisesta bensiinistä, parannuksista jätevesien käsittelyssä ja polttolaitoksissa, metalliteollisuuden säästävämmästä teknologiasta sekä kadmiumin ja elohopean käytön vähenemisestä kiinteissä lähteissä. Kadmiumin ja elohopean hajapäästöjä on kuitenkin vaikeampi hallita, ja ne ovat edelleen ongelma. Merkittäviä lisäparannuksia voitaisiin saavuttaa, jos käytettävissä oleva tekniikka otettaisiin käyttöön kaikissa maissa. Vaikutukset merten ekosysteemeihin, mahdolliset eläin- ja kasvikunnan pitoisuudet sekä joillakin alueilla löydetty korkeat pitoisuudet viittaavat siihen, että edelleen on kiinnitettävä huomiota raskasmetallien mahdollisiin vaikutuksiin ihmisten terveyteen.

<b>Taulukko 6.2 Joidenkin metallien keskimääräiset pitoisuudet jokivesissä 1995, µg/l</b>
-------------------------------------------------------------------------------------------

	<u>Kadmium</u>	<u>Lyijy</u>	<u>Kromi</u>	<u>Kupari</u>
Melko puhtaat joet				
Suomi	0,03	0,1	0,5	0,7
Luxemburg	0,1	5,8	1,0	2,5
Ruotsi	0,01 - 0,02	0,3	-	1,5 - 1,9
Sveitsi	0,02 <sup>1</sup>	1,3 <sup>3</sup>	0,5 <sup>1</sup>	1,3 <sup>3</sup>

Melko saastuneet joet

Portugali	5,0 <sup>2</sup>	30 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	5,0 <sup>2</sup>
Espanja	1,3	14 <sup>1</sup>	5,0 <sup>1</sup>	5 - 10 <sup>1</sup>
Puola	0,2	3 - 9	7,8 <sup>1</sup>	4

<sup>1</sup> Tiedot viittaavat vuoteen 1993. <sup>2</sup> Tiedot viittaavat vuoteen 1992. <sup>3</sup> Tiedot viittaavat vuoteen 1994. Lähde: OECD, päivitys 1997

#### 6.4. Hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet

Hitaasti hajoavia orgaanisia yhdisteitä (POP - katso taulukko 6.3) löydetään kaikkialta maapallolta. Ne voivat keräytyä ihmisten ja eläinten kudoksiin, koska niitä käytetään paljon ja koska niitä levittävät tuulet ja valtamerivirrat sekä eläin- ja kasvikunta. Jotkut hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet syntyvät ei-toivottuina sivutuotteina, ja niitä voi olla vaikea tunnistaa ja valvoa. Toisia tuotetaan tarkoituksella käytettäviksi tuhoeläinten torjunnassa tai teollisuuskemikaaleina. Joidenkin sellaisten aineiden tuotanto ja käyttö, joiden käyttö on lopetettu Euroopassa, jatkuu yhä joissakin kehitysmaissa. Nämä voivat uhata biosfääriä sekä näissä maissa että Euroopassa ja napa-alueilla, jotka voivat altistua kauppatavaroiden leviämisen ja näiden aineiden maailmanlaajuisen kulkeutumisen kautta.

Näiden saasteiden kaukokulkeutumisen ja ympäristöön kerääntymisen ymmärtäminen vaatii tietoa alueellisista ja maailmanlaajuisista ilmastoeroista, jotka edistävät kylmäkondensaatiota (global distillation). Esimerkiksi DDT:n ja DDE:n, lindaanin ja muiden tuholaismyrkkyjen pitoisuudet ilmakehässä ovat toisinaan suuremmat alueilla, joilla niitä käytetään vähän, kuin trooppisissa maissa, joissa niitä käytetään laajalti tuhoeläinten torjuntaan (Wania ja McKay, 1996). Jotkut alueet voivat toimia välillä hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden nieluina ja välillä niiden lähteinä. Näiden yhdisteiden laskeumia ja ajoittaisia uudelleenpäästöjä havaitaan esimerkiksi Pohjois-Amerikan suurilla järvillä (CCEC, 1997) ja mahdollisesti myös Itämerellä.

#### *Hitaasti hajoavat orgaaniset saasteet meriympäristössä*

Maailmanlaajuisesti on useita esimerkkejä hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden suurista pitoisuuksista meriympäristössä.

## 116 Euroopan ympäristö

**Taulukko 6.3 Joitakin hitaasti hajoavia orgaanisia yhdisteitä**

Lyhenne	Yhdiste	Käyttö
PAH	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt	Raakaöljyssä, polttoaineen ja puun epätäydellisestä palamisesta, kreosoottikäsittelyssä puussa, kivihiilitervassa
PAC	Polysykliset aromaattiset yhdisteet	Heterosykliset aromaattiset yhdisteet, PAH-johdannaiset (ml. nitro-, kloori- ja bromi-PAH)
HAC	Halogenoidut alifaattiset yhdisteet	Haihtuvat halogenoidut liuottimet kuten tri- ja tetrakloorietyleeni ja EDC-terva
CP	Klooratut parafiinit	C10 - C30 klooratut alkaanit, joissa on 30 - 70 % klooria
PCB	Polyklooratut bifenyylit	Yli 200 erilaista yhdistettä, eristeenä kondensaattoreissa ja muuntajissa, kaapeleissa, pehmittimenä, öljyn lisäaineena, maaleissa, kopiopaperissa, hydraulioöljyissä
PBB	Polyklooratut bifenyylit ja bifenyylieetterit	Kemianteollisuuden välituotteita. Bromattuja palamisenestoaineita
PCN	(Poly)Klooratut naftaleenit	Kondensaattoreiden eristenesteenä, palamisenestoaineina, öljyn lisäaineena, puunsuoja-aineena, torjunta-aineina, epätäydellisessä palamisessa syntyviä aineita
PCDE	Polyklooratut difenyylieetterit	Epäpuhtautena PCP:ssä, PCB:n korvaajana, lisäaineena torjunta-aineissa
PCS	Polyklooratut styreenit	Sivutuote/epäpuhtaus kemiallisissa prosesseissa
PCT	Polyklooratut terfenyylit	PCB:n korvaajana
ACB	Alkyloidut klooratut bifenyylit	PCB:n korvaajana

PCP	Pentakloorifenoli	Bakteerien ja sienien torjunta, puunsuojausaineissa
	Klooratut guajakolit	Sivutuote selluloosan kloorivalkaisussa
PCDD/F	Polyklooratut dibentso-p-dioksiinit/ dibentsofuraanit	Yli 200 yhdistettä. Epäpuhtautena/sivutuotteena monissa kemiallisissa prosesseissa, epäpuhtautena PCB-öljyssä ja kloorifenolituotteissa (fenoksiherbisideissä), muodostuu mm. epätäydellisissä palamisprosesseissa ja selluloosan kloorivalkaisussa.
PAE	Ftaalihapon esterit (ftalaatit)	Pehmittiminä muovituotteissa (PVC), maaleissa, lakoissa, kosmetiikassa, voiteluaineissa
	Organometalli-yhdisteet	Ensisijaisesti elohopea, lyijy ja tina, elohopea maaleissa, siementen peittauksessa, limanestoaineena, lyijy bensiinissä, tina laivojen eliöntorjuntamaaleissa
DDT	4,4'-dikloori-difenyylitrikloorietaani	Hyönteistorjunta-aine, käytössä kehitysmaissa tropiikissa
DDE	4,4'-Diklooridifenyylidikloorietaani	DDT:n hajoamistuote
HCH	Heksakloorisykloheksaani	Torjunta-aine hyönteisiä vastaan. Useita pysyviä isomeereja, 1 - 90 % lindaanissa (gamma isomeeri).
Syklodieenit	aldriini, endriini, dieldriini, endosulfaani, klordaani, heptakloori	Torjunta-aineita
PCC	Polyklooratut kamfeenit	Torjunta-aineita, kuten toksafeeni, kamfekloori
NPN	Nonyylifenoli	Nonyylifenolietoksyylaattien (NPEO) stabiili hajoamistuote NPEO:a käytetään laajasti detergenttinä (pinta-aktiivinen aine mm. pesuaineissa, emulgaattoreissa)

Huomautukset: Torjunta-aineet DDT ja sen hajoamistuote DDE, lindaani, aldrini, dieldriini ja endriini on kielletty tai niiden käyttöä on rajoitettu. On päätetty myös rajoituksista, jotka koskevat seuraavia: PCB, PBB (heksabromibifenyylit) PCT, PCP, PCDD/F ja PCC. Aldriini, klordaani, DDT, dieldriini, endriini, mireksi, pentakloorifenoli (PCP), toksafeeni, dioksiinit, furaanit, heksabromibifenyylit, HCB, PAH ja PCB sekä lyhytketjuiset klooratut parafiinit sisältyvät YK/ECE:n valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevan yleissopimuksen POP-pöytäkirjaan. Lähde: Ruotsin EPA, 1993b

## Kemikaalit 117

Esimerkiksi Pohjanmeressä (Greenpeace, 1993):

- Organokloriinia sisältäviä torjunta-aineita ja PCB:tä on löydetty suurina pitoisuuksina kalojen maksassa Pohjanmeren eteläosista, mutta pitoisuudet näyttävän laskevan. PCB-153:n pitoisuus turskan maksassa on laskenut 1 100 mg/kg:sta vuonna 1987 470 mg/kg:een vuonna 1991.
- Ankeriaiden PCB-pitoisuudet Rein- ja Meuse-joissa ylittivät kulutuksen sietokyvyn. Pitoisuuksien selkeää alenemista ei voida vielä havaita siitä huolimatta, että PCB:n tuotanto on lopetettu.
- Lindaanipitoisuudet ovat korkeammat Etelä-Englannista Norjaan ulottuvalla rannikkovyöllä, ja niitä voidaan todeta koko Pohjanmerellä. Lindaania on tavattu sedimenteistä erityisen korkeina pitoisuuksina Skagerrakissa.

Kun on verrattu kolmen hyljelajin rasvan saastepitoisuuksia Itämerellä, Skagerrakissa, Kattegatissa ja Pohjanmerellä, on todettu, että Itämeren satamien hylkeiden PCB-pitoisuudet ovat kaksi kertaa niin korkeat kuin samoissa lajeissa Skagerrakissa, kun sitä vastoin Itämeren hylkeiden sDDT-pitoisuudet (DDT:n, DDE:n ja DDD:n yhteismäärä) olivat noin neljä kertaa korkeammat kuin Skagerrakin hylkeiden. Itämeren norppien PCB-pitoisuudet ovat yhtä korkeat kuin Skagerrakin satamahylkeiden, mutta niiden DDT-pitoisuudet ovat kolme kertaa korkeammat. Itämeren harmaahylkeissä on korkeammat PCB- ja DDT-pitoisuudet (kuvio 6.5). Näiden tulosten vertaaminen aikaisempiin tutkimuksiin osoittaa huomattavaa DDT-pitoisuuden nousua, joka on tapahtunut 1970-luvun alkuvuosien jälkeen. Norpissa sekä DDT- että PCB-pitoisuudet ovat laskeneet. Koillis-Skotlannissa havaitut pitoisuudet ovat kuitenkin kymmenen kertaa alhaisemmat kuin Itämerellä (Blomkvist et al. 1992).

Euroopan meriympäristön hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksia käsitellään 10 luvun 10.3.2 jaksossa. Havainnot, joita on tehty yli 40 eri paikassa Itämerellä vuodesta 1967 lähtien, kattavat ajan, jolloin hitaasti hajoavia orgaanisia yhdisteitä käytettiin paljon, kauden, jolloin säädettiin kansainvälisiä lakeja ja ryhdyttiin toimenpiteisiin ympäristön suojelemiseksi, ja elpymisen ajanjakson (Bignert, 1997); tulokset osoittavat, että sDDT-pitoisuudet merien eläin- ja kasvikunnassa laskivat noin 11 prosenttia vuosina 1968 - 1996. PCB-pitoisuudet vähenivät hitaammin luultavasti PCB-vuotojen vuoksi. Kuviossa 6.6 esitetään kiislojen munien laskevat pitoisuudet. Useiden uhanalaisten lajien populaatiot - esimerkiksi saukot Skandinaviassa ja napa-alueilla - ovat elpyneet, ja hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden pitoisuus niiden rasvakudoksissa on vähentynyt (AMAP, 1997).

Hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden keräytymisvauhtia eri lajeihin sääntelee osittain niin kutsuttu ”biomagnifikaatio” eli rikastuminen, joka riippuu ruokavaliosta ja ruokailutottumuksista. PCB:n, DDTs:n ja muiden hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden rikastumista ravintoketjuun on havaittu useissa osissa maailmaa: Pohjois-Amerikan suurilla järvillä (1960-luku) ja Itämerellä (1970-luku). PCB:n ja DDT:n rikastumista on havaittu myös Euroopan napa-alueen nisäkkäissä. PCB:tä ja sDDT:tä löytyy hyvin korkeina pitoisuuksina ravintoketjun huipulla olevasta petoeläimestä, jääkarhusta (EYK, 1996).

Tonava ja sen laaja suistoalue ovat hyvin monien vesilintulajien parasta pesimäaluetta maailmassa.

### **Kuvio 6.5 Orgaaniset yhdisteet hylkeen rasvassa, 1980-luvun loppupuoli**

Lähde: Blomkvist et al. 1992

### **Kuvio 6.6 DDT ja PCB kiislojen munissa, 1969 - 95**

Lähde: Bignert et al., päivitys 1997



## 118 Euroopan ympäristö

<b>Taulukko 6.4 Tonavan suistoalueelta kerättyjen vesilintujen munien kloorattujen hiilivetyjen pitoisuudet</b>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ruokatavat	Laji	HCB	Lindaani	sDDT	PCB
g/g kuivaa painoa					
Primäärikuluttaja	HeinäSORSA	0,18	0,27	1,27	0,98
Sekundaarikuluttaja (selkärangattomat)	Pronssi-iibis	0,16	0,28	4,00	2,40
Sekundaarikuluttajat (selkärangattomat + kalat)	Harmaahaikara	0,17	0,65	7,35	2,04
	Yöhaikara	0,19	0,52	6,25	2,33
Tertiäärikuluttajat suistossa (kalat)	Kääpiömeri- metso	0,47	0,46	19,31	14,95
pinnalla	Valkopelikaani	0,32	1,15	18,75	5,38
	Tavallinen merimetso	Tavallinen merimetso	1,30	2,01	59,9

Lähde: Walker ja Livingstone, 1992

UNDP:n/UNEP:n aluetta koskevassa tutkimuksessa esiteltiin biomagnifikaatioprosessia, joka osoitti pitoisuuksien kasvavan primäärikuluttajista, esimerkiksi sinisorsista, kalaa ruokanaan käyttäviin sekundaarikuluttajiin kuten haikaroihin ja niistä tertiäärikuluttajiin, jotka käyttävät ravinnokseen yksinomaan kalaa, kuten esimerkiksi merimetsot ja pelikaanit (Walker ja Livingstone, 1992) (katso taulukko 6.4).

#### **Hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden ekologiset vaikutukset**

Hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden ekotoksisista vaikutuksista on paljon tietoja. Taulukossa 6.5 on yleiskatsaus näistä vaikutuksista, joka perustuu etupäässä Itämeren valuma-alueella tehtyihin havaintoihin.

Hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden tärkein dokumentoitu vaikutus näyttää olevan niiden vaikutus lisääntymiseen. Ruotsin EPA:n raporttiin on koottu Itämeren useiden kalalajien lisääntymishäiriöt. Hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden ja lisääntymishäiriöiden välillä epäillään olevan yhteyttä myös linnuissa ja merinisäkkäissä kuten hylkeissä ja delfiineissä, jotka ovat merten ravintoketjun loppukäyttäjiä. Esimerkki näistä häiriöistä on hylkeiden kohdunkurouma, jonka epäillään johtuvan myrkyistä ja jonka on havaittu lisääntyneen merkittävästi vuosina 1965 - 1979 ja sen jälkeen osittain vähentyneen (kuvio 6.7). Samanlaista vaikutusta on havaittu myös harmaahyljekannoissa Irlanninmeren saastuneilla alueilla (Baker, 1989) sekä Alankomaiden Waddenmerellä (Reijnders, 1986).

Vuosina 1990 ja 1991 raitadelfiinien Välimeren populaatiossa havaittiin erittäin suurta kuolleisuutta. Eläimet kuolivat virusinfektioon, mutta kuolleisuus liittyi myös erittäin korkeisiin PCB-pitoisuuksiin niiden rasvassa ja

maksassa. On luultavaa, että PCB vähensi eläinten kykyä vastustaa virusinfektioita ja ektoparasiitteja (Aguilar ja Borrell 1994, Borrell et al. 1996).

Kun on seurattu pohjassa eläviä kalojen alkioita Pohjanmerellä, on havaittu, että epämuodostumia on jopa 30 prosenttia Saksanlahden sisäosissa, ja niiden on havaittu vähenevän yhdeksään prosenttiin rannikon edustalla, mutta nousevan uudelleen 31 prosenttiin syrjäisellä Doggermatalikolla, joka luultavasti toimii ihmisen tuottamien aineiden nieluna (Stebbing et al. 1992).

**Kuvio 6.7 Kohdunkuromat Itämeren hylkeissä, 1965 - 95**

prosenttia kaikista ikäryhmän naaraista

Lähde: Helle, 1997

## Kemikaalit 119

**Taulukko 6.5 Ekologiset vaikutukset ja niitä mahdolliset aiheuttavat aineet**

Yhteyttä/syy-yhteyttä arvioidaan seuraavalla asteikolla: 1 = ei havaittua yhteyttä, 2 = epäilty yhteys, 3 = heikko yhteys, 4 = selvä yhteys, 5 = merkittävä yhteys.

Havainto/vaikutus	Herkät lajit	Aine	Yhteys/ syy-yhteys
Laaja-alainen			
Munankuorien oheneminen	kiisla, kotka, kalasääski, muuttohaukka	DDT	5
Lisääntyminen	hylje, saukko	PCB	4
Luuston epämuodostumat	harmaahylje	DDT, PCB	2
Patologiset muutokset	hylje	PCB, DDT aineenvaihdun tatuotteet	3
Lisääntyminen	minkki	PCB	5
Lisääntymishäiriöt	kalasääski	DDT, PCB	4-5
Lisääntymishäiriöt	kotka	DDT, PCB	2-3
Lisääntyminen (M74)	lohi	klooratut aineet	2
Laaja-alainen - sellu- ja paperiteollisuus			
Aineenvaihduntaentsyymien synteesi	ahven	kloorattu/ klooraamaton orgaaninen seos/ PCCD/F	3
Paikallinen/alueellinen -			

## sellu- ja paperiteollisuus

---

Aineenvaihduntaentsyymien synteesi	ahven	kloorattu/ klooraamaton orgaaninen seos/ PCCD/F	3-4
------------------------------------	-------	----------------------------------------------------------	-----

---

Selkärangan epämuodostumat	härkäsimppu	kloorattu/ klooraamaton orgaaninen seos/	3-4
----------------------------	-------------	------------------------------------------------	-----

---

## Paikallinen, metsäteollisuus

---

Aineenvaihduntaentsyymien synteesi	ahven	kloorattu/ klooraamaton orgaaninen seos/ PCCD/F	4-5
------------------------------------	-------	----------------------------------------------------------	-----

---

Selkärangan epämuodostumat	härkäsimppu	kloorattu/ klooraamaton orgaaninen seos	4-5
----------------------------	-------------	-----------------------------------------------	-----

---

Toukkavauriot	merisimpukka	kloorattu/ klooraamaton orgaaninen seos	3
---------------	--------------	-----------------------------------------------	---

---

Lähde: Ruotsin EPA, 1996

***Hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet ihmisen äidinmaidossa***

Jotkin hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet kuten PCB, DDT ja dioksiinit keräytyvät ihmisten rasvakudokseen ja erittyvät erityisesti äidinmaidossa. Nisäkkäille erittäin myrkylliset aineet kuten polyklooratut dibentso-p-dioksiinit (PCDD) ja dibentsofuraanit (PCDF) voivat sen vuoksi olla erittäin huolestuttavia imetettävien lasten kannalta. WHO:n tutkimuksessa havaittiin, että äidinmaidon PCDD- ja PCDF-pitoisuudet eivät yleisesti nouse. Joissakin maissa pitoisuudet ovat laskeneet, joissakin jopa 50 prosenttia verrattuna vuoteen 1988 (kuvio 6.8).

Saastepitoisuudet vaihtelevat eri maissa ja eri aikoina. Osa kirjatusta vaihtelusta aiheutuu otanta- ja analyysitekniikoiden eroista. Muita tekijöitä ovat maidon rasvapitoisuus, äidin ikä ja hänen ruokavalionsa ja ammattinsa.

## 120 Euroopan ympäristö

Ihmisen äidinmaidon hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden pitoisuus on yli kymmenkertainen lehmänmaitoon tai maidonkorvikkeisiin verrattuna. Kuviossa 6.9 on esitetty Euroopan maiden ihmisten äidinmaidon keskimääräinen DDT+DDE-pitoisuus. Yleensä DDT-pitoisuudet ovat korkeammat niiden maiden otoksissa, joissa nykyisin käytetään tai vielä jokin aika sitten on käytetty hitaasti hajoavia torjunta-aineita. (Jensen, 1996).

Dioksiinit kuuluvat aineryhmään, jolla saattaa olla useita vaikutuksia. Pienimmät havaittavat kehityshäiriöt, neuro-behavioraaliset häiriöt ja vaikutus lisääntymiseen voivat syntyä nykyisillä ihmisruumiiseen vaikuttavilla taustapitoisuuksilla väestön tietyissä osissa. WHO:n tutkimuksen tulosten perusteella imetystä olisi kuitenkin kannustettava sen yleisten terveysvaikutusten ja lasten kehityksen vuoksi.

### ***Päätelmät***

Vaikka onkin monia viitteitä siitä, että useiden hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden päästöt ovat laskeneet, kun niiden tuotanto ja käyttö on vähentynyt, ei ole saatavilla koko Eurooppaa koskevia tätä vahvistavia tietoja. Kartoitus PCB:n vuoden 1990 päästöistä ilmakehään on saatu valmiiksi vasta äskettäin, ja tulokset esitetään kartassa 6.1. PCB:n kokonaispäästöistä (EMEP:n kartalla näkyvällä alueella), joka on 119 tonnia, 80 prosenttia tuli länsi-eurooppalaisista lähteistä; 94 prosenttia kokonaismäärästä tuli sähkölaitteisiin liittyvistä lähteistä. Päästöistä veteen ei ole tietoja.

Jäänteitä aikaisemmasta maailmanlaajuisesta hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden käytöstä löytyy yhä suurimmasta osasta arktista aluetta, Itämeren aluetta ja muita alueita. DDT:tä käytettiin 2,6 miljoonaa tonnia vuosina 1948 - 1993. PCB:tä käytettiin laajalti muuntajissa ja kondensaattoreissa puolustusvoimien tutka-aseilla ja tilapäisissä sodanjälkeisissä voimalaitoksissa, joista PCB:tä sisältävät nesteet kaadettiin ympäristöön. Muihin aikaisempiin lähteisiin sisältyvät vuodot muuntajista, hydraulineesteet ja porausnesteet kaivoksista ja öljynporaustorneista sekä kaatopaikat, joille on viety PCB:tä sisältäviä jätteitä (AMAP, 1997). Hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden säilyminen ympäristössä merkitsee, että on tarvetta kiinnittää jatkuvaa huomiota tähän ongelmaan (katso 6.5 jakso).

### ***6.5. Kemikaalien vaikutukset ihmisten terveyteen***

Useita ihmisen valmistamia kemikaaleja esiintyy alhaisina pitoisuuksina koko ympäristössä, mutta on hyvin vaikeata tunnistaa niiden vaikutusta

#### **Kuvio 6.8 Ihmisten äidinmaidon dioksiinipitoisuudet, 1988/93**

Belgia - Liege  
 Belgia - Bryssel  
 Alankomaat - 17 eri otosta  
 Suomi - Helsinki  
 Belgia - Brabant  
 UK - Birmingham  
 Saksa - Berliini  
 UK - Glasgow  
 Tanska - 7 eri kaupunkia  
 Kroatia - Zagreb  
 Norja - Skien  
 Suomi - Kuopio  
 Itävalta - Tulln  
 Itävalta - Wien  
 Norja - Tromsp  
 Norja - Hamar  
 Unkari - Budapest  
 Kroatia - Krk  
 Unkari - Szentes

Lähde: WHO, 1996

**Kuvio 6.9 Euroopan maiden ihmisten äidinmaidon keskimääräinen DDT+DDE-pitoisuus**

Turkki 1987

Italia 1984

Ranska 1980

Tšekkoslovakia 1989

Puola 1986

Kroatia 1991

Saksa 1986

Norja 1988

Alankomaat 1988

Suomi 1988

Tanska 1987

Espanja 1991

Ruotsi 1988

Huomautus: Otoksen henkilömäärä on ilmoitettu suluissa. Lähde: Jensen, 1996

## Kemikaalit 121

**Kartta 6.3 PCB-päästöt ilmaan, 1990**  
PCB-päästöt ilmaan

ihmisten terveyteen lukuun ottamatta tiettyjä ammatillisia altistumia ja satunnaispäästöjä. Tämä johtuu etupäässä siitä, että ihmiset altistuvat hyvin monille erilaisille aineille ja niiden hajoamistuotteille useita eri teitä pitkin (ilma, vesi, ravinto, muut kulutushyödykkeet, jne.). Terveysvaikutukset voivat aiheutua myös altistumisesta ympäristössä oleville luonnollisille aineille. Lisäksi on yleensä suuria aukkoja sekä ajallisesti että tiedollisesti kemikaaleille altistumisen, sen mahdollisten haittavaikutusten toteamisen ja niiden yhdistämisen välillä toteamalla, että niiden välillä vallitsee yhteys tai syy-seuraussuhde (laatikko 6.1).

Vaikka kemialliset yhdisteet voivat vaikuttaa ihmisiin useilla tavoin aineenvaihdunnan kautta, suurin osa kemiallisesta ”kuormasta” kohdistuu vain muutamaani elimiin:

- maksaan, jossa monimutkaiset entsyymijärjestelmät pyrkivät poistamaan aineiden myrkyllisyyttä, mutta jossa PAH:n kaltaisista aineista voi syntyä esimerkiksi hyvin reaktiivisia vapaita radikaaleja, jotka voivat aiheuttaa syöpää;
- solukalvoihin, joihin lipofiiliset (rasvaliukoiset) aineet voivat keräytyä ja joissa ne voivat haitata solun toimintoja;
- hormonijärjestelmään, joka aktivoi monia ruumiin sääntelyjärjestelmiä sisäeritteiden ja muiden mekanismien kuten lisääntymisjärjestelmän kautta. Lähde: Umweltbundesamt ja TNO, 1997

**Laatikko 6.1: Yhteys ja syy-yhteys**

Toisinaan on melko helppoa osoittaa, että jonkin sairauden mitan, esimerkiksi sairaalaan vuorokaudessa otettujen potilaiden määrän, ja jonkin seikan, kuten ilmansaasteiden päivittäisen vaihtelun välillä vallitsee mahdollisesti syy-yhteys. Syy-yhteyden osoittamiseksi on kehitetty joukko suuntaviivoja tai testejä. Näihin kuuluu eri tutkimusten antamien tulosten yhtäpitävyys, se, sopivatko eri tutkimusten tulokset yhteen (yhtenäisyys), se, vallitseeko ehdotetun aiheuttavan tekijän ja vaikutuksen välillä ”annos-vastesuhde”, ja se, onko tapahtumien järjestys järkevä eli edeltääkö syy aina seurausta.

Syy-yhteyden todistaminen on usein hyvin vaikeata, mutta soveltamalla näitä ja muita kriteerejä asiantuntija voi usein päätellä, onko asioiden liittymisessä toisiinsa todennäköisesti kyseessä syy-yhteys. Jos seuraukset ovat todennäköisesti vakavia tai palautumattomia, alhainen todistetaso kuten ”ennaltavaraantumisen periaatteessa” voi riittää perusteeksi toimenpiteisiin mahdollisten syiden poistamiseksi tai vähentämiseksi (WHO ECEH & EYK, 1996)



**Laatikko 6.2: Ympäristön vaikutukset ihmisten terveyteen**

Tämä yleiskatsaus terveysvaikutuksista, jotka voidaan yhdistää kemikaaleihin ja saastumiseen, perustuu mekanistisiin toksikologisiin tutkimuksiin ja ympäristöepidemiologiaan altistumisen ollessa usein suuri. Sen, missä määrin syy-yhteys voidaan vahvistaa, vaihtelee tunnetuista syy-yhteyksistä esimerkiksi säteilyn ja syövän välillä muunlaisiin yhteyksiin, kun kyse on herkistymisestä kemikaaleille. Taulukko osoittaa myös, että on arvioitava kemikaalin osuus terveysvaikutukseen tai jopa sairauteen; on verrattava sen osuutta muihin aiheuttaviin tekijöihin ja arvioitava eri altistumisteiden osuutta. Useimmat haitalliset vaikutukset aiheutuvat useista yhdessä vaikuttavista syistä kuten genetiikasta, elämäntavasta, säteilystä, ruokavaliosta, lääkkeistä, kemikaaleista (ihmisen luomista tai luonnollisista), tupakoinnista ja ilmansaasteista ottaen huomioon altistumisen sisällä ja ulkona. Lopuksi on tärkeää ottaa huomioon herkät ryhmät kuten vanhukset ja lapset ja sairaat.

Terveysvaikutus	Herkät ryhmät	Tärkeimmät kemikaalit/saasteet
Syöpä	erityisesti vanhukset ja lapset (leukemia)	asbesti PAH bentseeni jotkut metallit radon luonnolliset myrkyt hormonitoimintaa häiritsevät aineet
Sydän- ja verisuonitaudit	erityisesti vanhukset	hiilidioksidi arsenikki lyijy kadmium koboltti
Hengityselin-sairaudet	lapset astmaatikot	sisäänhengitettävät hiukkaset rikkidioksidi typpidioksidi otsoni hiilivedyt liuottimet terpeenit
Allergiat ja yliherkkyydet	lapset	hiukkaset otsoni nikkeli kromi
Lisääntyminen	sikiöt, nuoret	PCB DDT Ftalaatit lyijy elohopea muut hormonitoim. häiritsevät aineet
Hermostolliset häiriöt	sikiöt, lapset	metyylielohopea lyijy mangaani alumiini orgaaniset liuottimet

Osteoporoosi	vanhukset	lyijy kadmium alumiini seleeni
Kemiallinen herkistyminen	30 - 40-vuotiaat?, naiset?	liuottimet?, torjunta-aineet?, lääkkeet?

Lähde: EYK, perustuu Ruotsin EPA:n raporttiin Ympäristö- ja kansanterveys; WHO Concern for tomorrow; Environmentally-mediated intellectual decline, Cambridge University, 1996; sekä Environmental Health Perspectives Supplement Chemical Sensitivity, päivitys 1997

## Kemikaalit 123

- immuunijärjestelmään, joka puolustaa ruumista ulkoisia tunkeutujia vastaan ja joka voi reagoida liian voimakkaasti ja aiheuttaa allergisen reaktion.

Ympäristön kemikaalisaasteiden aiheuttamia tai pahentamia terveysvaikutuksia ihmiseen ovat syöpä, sydän- ja verisuonisairaudet, hengitystiesairaudet, allergiat ja yliherkkyys, lisääntymishäiriöt, osteoporoosi sekä keskus- ja ääreishermoston sairaudet. Osa nykyisistä tiedoista, jotka koskevat herkkiä ryhmiä, syitä ja ympäristötekijöitä sekä ihmisille terveysvaikutuksia aiheuttavia kemikaalisaasteita, on lueteltu laatikossa 6.2.

Hengitystiesairaudet ja allergiat ovat lisääntyneet Euroopassa muutaman viime vuosikymmenen aikana, erityisesti astma, bronkiitti, emfyseema ja poskiontelotulehdukset. Syyksi on arveltu kemiallisia erityisesti ilmakehässä olevia saasteita (CEC, KOM(97) 266 lopullinen).

Useissa maissa on havaittu kivessyöpä- ja rintasyöpätapausten lisääntyneen. Useissa teollistuneissa maissa suoritetuissa tutkimuksissa on havaittu miesten sperman laadun heikentyneen. Tämän kehityksen syyt ovat vielä suurelta osin tuntemattomia, mutta niitä saattavat olla sekä ympäristön että elämäntavan muutokset (EU, WHO-ECEH ja EYK, 1996, Weybridgen raportti - katso laatikko 6.3). Saasteita, jotka voivat vaikuttaa lisääntymiskykyyn ja jälkeläisiin, ovat metallit (lyijy, metyyli, elohopea), liuottimet, torjunta-aineet sekä PCB, DDT ja muut aineet, jotka voivat siirtyä istukan läpi ja erityy rinta-aitoon. Nämä aineet voivat vaikuttaa henkiseen ja fyysiseen kehitykseen sekä sikiön ja vastasyntyneen kasvuun. Sikiökaudella tapahtuvalla altistumisella kemikaaleille, jotka häiritsevät hormonitoimintaa, ja täysikasvuisten miesten lisääntymiskyvyn muutoksilla saattaa olla yhteyttä toisiinsa. Useissa luonnonvaraisia eläimiä koskeneissa tutkimuksissa on havaittu sellaisia vaikutuksia lisääntymiskykyyn, jotka voidaan yhdistää altistumiselle hormonitoimintaa häiritseville aineille kuten joillekin PCB-aineille.

Neurotoksiset vaikutukset aiheuttavat yhä enemmän huolta, mutta nykyisissä riskiarvioinneissa ei mallinneta riittävästi hermomyrkyille altistumisen vaaroja (National Research Council, 1992). Puolasta, Tšekin tasavallasta ja entisen Neuvostoliiton kaupungeista on jonkin verran todisteita siitä, että erityisopetusta tarvitsevia ja henkisestä kehitysvammaisuudesta kärsiviä lapsia on enemmän saastuneilla alueilla kuin maaseudulla (Maailmanlaajuinen ympäristömuutosohjelma, 1997).

**Laatikko 6.3: Weybridgen raportti**

EYK on tiivistänyt Weybridgen raportin tulokset seuraavasti (Euroopan seminaari hormonitoimintaa häiritsevien aineiden vaikutuksesta ihmisten terveyteen ja luonnonvaraisiin eläimiin):

Todisteet ja huoli luonnonvaraisten eläinten ja ihmisten lisääntymiskyvyn heikkenemisestä kasvavat. Syyksi on arveltu joitakin aineita, mutta lisääntymiskyvyn heikkenemisen syistä ei olla varmoja. Tärkeimpiä päätelmiä ovat:

- On riittävästi todisteita siitä, että kivessyöpätapaukset yleistyvät.
- Joissakin maissa havaittu siittiöiden lasku spermassa oli todennäköisesti aitoa eikä aiheutunut menetelmällisistä eroista.
- Ei ole riittävästi todisteita, jotta voitaisiin lopullisesti todeta kemikaalialtistumisen ja sen terveysvaikutusten ihmiseen välinen syy-yhteys.
- Hormonitoimintaa häiritseville aineille altistuminen tapahtuu pääasiassa ravintoa ja vähemmässä määrin vettä nauttimalla. Tämä pätee maalla eläviin eläimiin, lintuihin ja nisäkkäisiin sekä ihmisiin.
- Verrattuna USA:n tilanteeseen EU:ssa luonnonvaraisten eläinten keskuudessa esiintyy vain vähän sellaista lisääntymiskyvyn heikkenemistä, joka voidaan varmasti yhdistää hormonitoimintaa häiritseviin aineisiin.
- EU:ssa on kuitenkin joitakin tapauksia, joissa lintujen ja nisäkkäiden hormonitoimintaa häiritsevien aineiden haitalliset vaikutukset tai lisääntymiseen liittyvät myrkytystilat ovat yhteydessä sellaisten ihmisten aiheuttamien aineiden korkeisiin pitoisuuksiin, joiden on tietyissä koejärjestelyissä havaittu häiritsevän hormonitoimintaa.
- Huomattavasti epävarmuutta ja tietoaukkoja voitaisiin vähentää suosittelemalla, että luonnonvaraisten eläinten ja ihmisten altistumista ja sen vaikutuksia tutkitaan ja seurataan.
- Nykyisiä ekotoksikologisia testejä, tutkimuksia ja riskiarviointeja ei ole suunniteltu antamaan tietoja hormonitoimintaa häiritsevistä aineista.
- Samanaikaisesti olisi harkittava, miten vähennetään ihmisten ja luonnonvaraisten eläinten altistumista hormonitoimintaa häiritseville aineille ”ennaltavaraantumisen periaatteen” mukaisesti.

Lähde: Weybridgen raportti, 1996

## 124 Euroopan ympäristö

Eläintutkimukset viittaavat siihen, että altistuminen pienille ympäristön aineiden annoksille (eli tasoille, jotka eivät vaikuta aikuisiin eläimiin) vastasyntyneen aivojen kehittyessä nopeasti voi johtaa palautumattomiin muutoksiin aikuisen aivotoiminnassa ja lisätä aikuisiällä vastasyntyneenä saadun vaarallisen aineen vaikutuksia (Eriksson, 1992). Kuten monien muidenkin terveysvaikutusten kohdalla, selviä yhteyksiä on moniin mahdollisiin syihin. Esimerkiksi ruokavaliosta puuttuvat aineet kuten raudan puute lisäävät joidenkin aineiden, esimerkiksi lyijyn, neurotoksisuutta (Williams, C. 1997).

### 6.6. Vastatoimet ja mahdollisuudet

Kemikaalien läsnäolo kaikkialla ja niiden erilaiset vaikutuksen ihmisiin ja ympäristöön ovat johtaneet monenlaisiin periaatteellisiin poliittisiin reaktioihin. Alunperin kemikaaleja koskeva politiikka oli suunnattu kiinteiden lähteiden akuuttia saastuttamista ja räjähdystä vastaan. Myöhemmin huomio siirtyi jatkuvaan saastuttamiseen ja muihin hajalähteiden ja kulkeutumisen vaaroihin. Tämän johdosta kemikaalien valvonnasta on toistakymmentä tärkeää EU-direktiiviä: taulukossa 6.6 on lueteltu niistä tärkeimmät. Ne pannaan täytäntöön ja niitä täydennetään jäsenvaltioiden lainsäädännöllä. Esimerkiksi katsauksessa Yhdistyneen kuningaskunnan kemikaalivalvontalainsäädäntöön (lukuunottamatta lääkkeitä ja myrkyjä) luetellaan 25 lakia, joita valvoo seitsemän ministeriötä ja joita täydentää yli 50 sarjaa määräyksiä, mikä on hyvin samankaltainen poliittinen vaste kuin monissa muissakin EU-maissa (Haigh, IEEP, 1995).

Monien näiden säännösten noudattaminen ja täytäntöönpano on epätasaista osittain niiden vaikeuksien vuoksi, joita joissakin tapauksissa liittyy mahdollisuuksiin noudattaa niitä. Esimerkiksi jokin aika sitten suoritettua uusien aineiden ilmoittamista koskevan direktiivin mukaisessa tutkimuksessa (NONS-hanke, 1996) todettiin, että väriaineteollisuudessa - voimakkaasti kilpailevassa teollisuudessa, jossa käytetään monia uusia ja mahdollisesti vaarallisia kemikaaleja - monia uusia käytössä olevia aineita ei ollut ilmoitettu tai edes yksilöity. Niiden käyttöä ei ollut kirjattu asianmukaisesti, ja joissakin tapauksissa niiden merkinnät olivat puutteellisia. Noin 45 prosenttia niistä 96 yhtiöstä, joissa käytiin, eivät noudattaneet direktiiviä.

#### *Riskien arviointi ja myrkyllisyyden testaus*

EU:n nykyinen kemikaalien riskinarviointia ja riskinhallintaa koskeva politiikka perustuu periaatteeseen, jonka mukaan sääntelyn tulisi kohdistua niihin kemikaaleihin, jotka aiheuttavat merkittäviä vaaroja ihmisille ja ympäristölle ja joita varten tämän vuoksi tarvitaan asianmukaisia seulontamenetelmiä. EU:n ja jäsenvaltioiden riskinarvioinnit ovat yhteiset, ja niihin vaaditaan kattavia tietoja, joita ei usein ole käytettävissä. Taulukossa 6.7 esitetään tietojen saatavuus noin 2 500:stä paljon käytetystä (HPV-) kemikaalista, joita Euroopan kemiallisten aineiden toimisto parhaillaan arvioi.

Riskinarvioinnin ja myrkyllisyyden testaus on ymmärrettävästi edistynyt hitaasti, kun otetaan huomioon tehtävän suuruus ja luonne. Kesäkuuhun 1995 mennessä Euroopan kemiallisten aineiden toimisto (ECB) oli koonnut noin 10 750 diskettillistä tietoa noin 2 500 HPV-aineesta, ja oletetaan, että kesäkuuhun 1998 mennessä on saatu koottua tiedot vielä 10 000 aineesta, joita tuotetaan EU:ssa tai tuodaan EU:hun yli kymmenen tonnia vuodessa. Kattavien riskinarviointien suorittaminen ja kansainvälisten sopimusten solmiminen näistä aineista vie kuitenkin kauemmin. EU:ssa käytettävien aineiden riskinarviointiohjelmassa oli joulukuussa 1997 saatu loppuun kymmenen aineen arviointi teknisellä tasolla ja 52 ainetta käsiteltiin yhä.

Torjunta-aineiden, kosmeettisten tuotteiden, elintarvikkeiden lisäaineiden ja lääkkeiden (noin 20 000 kemikaalia käsittävän ryhmän) osalta on edistytty hieman nopeammin, mutta sen jälkeen, kun kasvinsuojeluaineiden markkinoille saattamisesta annettu direktiivi 91/414 pantiin täytäntöön vuonna 1993, yhtään uutta aktiivista ainesosaa ei ole lisätty liitteeseen 1 eli sisällytetty EU:ssa sallittujen aineiden luetteloon. Lisäksi minkään entisen aktiivisen ainesosan tarkastelua ei ole saatettu loppuun virallisen 12-vuotisen meneillään olevan tarkasteluohjelman nojalla, joka kattaa ensimmäiset 90 entistä aktiivista ainesosaa.

Näiden tietoaukkojen täyttäminen on ensisijainen, mutta kallis tavoite. Kustannukset vaihtelevat 100 000 ecusta perustietojen osalta keskimäärin viiteen miljoonaan ecuun, kun kyseessä on yhden aineen kattava testaus, ja jopa 15 miljoonaan ecuun poikkeustapauksissa, kun tarvitaan kenttäkokeita ja -seurantaa (Teknologiradet, 1997).

Testien tehokkuutta tutkitaan myös; monet testattuja haittavaikutuksia koskevat tavoitteet eivät ehkä ole tällä hetkellä eniten huolta aiheuttavia seikkoja (Johnston et al. 1996).

***Aloitteet vaikutusten vähentämiseksi***

Kemikaalien vaikutusta voidaan vähentää toimilla eri vaiheissa, joissa ne kulkevat ympäristön lävitse. Puutteelliset tiedot myrkyllisyydestä ja riskinarviointien

## Kemikaalit 125

hidas kehitys (riskinarvioinnit on yleensä saatettava loppuun, ennen kuin riskien vähentämistoimenpiteistä sovitaan) ovat aiheuttaneet sen, että luodaan toimenpiteitä, joilla keskitytään yhä enemmän vaarallisten kemikaalien käytön ja niille altistumisen yleiseen torjuntaan pikemminkin kuin yksityiskohtaiseen valvontaan niitä käytettäessä ja hävitettäessä. Yhä enemmän keskitytään kemikaaliryhmien kemiallisiin ominaisuuksiin kuten niiden, jotka viipyvät ympäristössä kauan ja kerääntyvät eläin- ja kasvikuntaan, pikemminkin kuin yksittäisten aineiden nimenomaiseen myrkyllisyyteen.

EU:n direktiivillä ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi (96/61/EY, IPPC) kannustetaan tähän keskittymiseen ”ylävirran” ehkäisyyn pikemminkin kuin ”alavirran” valvontaan, kuten tehdään ympäristön elinkaariarvioinnissa ja -suunnittelussa.

Kansainvälisissä yleissopimuksissa on käytetty myös lähestymistapoja, joiden tavoitteena on vähentää altistumista ja jotka perustuvat ennaltavaraantumisen periaatteen punnitsemiseen yhtä ainetta koskevien riskinarviointien viemää aikaa, kustannuksia ja epävarmuutta vastaan. Niiden päätavoitteena on ollut kemiallisten kuormien vähentäminen, ja niissä on lähdetty liikkeelle ensisijaisen tärkeistä aineista, joiden myrkyllisyydestä on jo huomattavasti tietoja.

Esimerkiksi eräässä vuoden 1990 ministereiden julistuksessa hallitukset sitoutuivat vähentämään 36 myrkyllisen kemikaalin ryhmän päästöjä joista ja jokisuista Pohjanmereen alle 50 prosenttiin vuoden 1985 tasosta vuoteen 1995 mennessä. Dioksiinien, elohopean ja kadmiumin kokonaispäästöjä oli vähennettävä 70 prosenttia. Myöhemmin Esbjergissä vuonna 1995 Pohjanmeren suojelun neljännessä ministerikokouksessa allekirjoittajavaltiot sitoutuivat ”...vähentämään vaarallisten aineiden päästöjä ja häviöitä siirtyen näin kohti tavoitetta niiden käytön lopettamiseksi yhden sukupolven (25 vuoden) aikana lopullisena tavoitteena se, että ympäristöpitoisuudet olisivat lopulta lähellä tausta-arvoja luonnossa esiintyvien aineiden osalta ja lähellä nolaa keinotekoisien synteettisten aineiden osalta”. (Tanskan EPA, 1995)

YK/ECE hyväksyi vuonna 1979 valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevan yleissopimuksen (CLRTAP), joka kattoi Euroopan, USA:n ja Kanadan. Yleissopimukseen sisältyi toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on poistaa ja vähentää kemikaalien käyttöä, vähentää niiden kulutusta, vahingossa tapahtuvia päästöjä ja saastumista, poistaa jätteitä ja valvoa kemikaaleja. Yleissopimuksen nojalla on valmisteilla hitaasti hajoavia orgaanisia yhdisteitä koskeva pöytäkirja, jonka alustava luettelo käsittää 18 ainetta (mukaan lukien 11 torjunta-ainetta), jotka on valittu 105 ehdotetun aineen joukosta (katso

### **Taulukko 6.6 Tärkeät EU:n direktiivit ja välineet kemikaalien valvomiseksi**

Neuvoston direktiivi 76/769 tiettyjen vaarallisten aineiden ja valmisteiden markkinoille saattamisen ja käytön rajoituksia koskevien jäsenvaltioiden lakien, asetusten ja hallinnollisten määräysten lähentämisestä

---

- Neuvoston direktiivi 67/548 vaarallisten aineiden luokitusta, pakkaamista ja merkintöjä koskevien lakien, asetusten ja hallinnollisten määräysten lähentämisestä (sellaisena, kuin se on muutettuna direktiivillä 79/831 ja 92/32, 6. ja 7. muutos)

---

- Komission päätös 81/437 sellaisten perusteiden määrittelemisestä, joiden mukaan jäsenvaltiot toimittavat vaarallisten aineiden luetteloon liittyvät tiedot komissiolle

---

- EU/PO XI/IPS/syyskuu 1992 Epäviralliset ensisijaiset tavoitteet

---

• Neuvoston direktiivi 76/464 tiettyjen yhteisön vesiympäristöön päästettyjen vaarallisten aineiden aiheuttamasta pilaantumisesta

• Neuvoston asetus 793/93 olemassa olevien aineiden vaarojen arvioinnista ja komission asetus 1488/94 olemassa olevien aineiden ihmisille ja ympäristölle aiheuttamien riskien arviointia koskevien periaatteiden vahvistamisesta neuvoston asetuksen (ETY) N:o 793/93 mukaisesti

• Neuvoston direktiivi 91/414 kasvinsuojeluaineiden markkinoille saattamisesta

• Komission direktiivi 93/67 neuvoston direktiivin 67/548/ETY mukaisesti ilmoitettujen aineiden ihmisille ja ympäristölle aiheuttamien vaarojen arviointiperiaatteiden vahvistamisesta

• Tekniset ohjeet 16.4.1996 uusien ja nykyisten kemikaalien riskien arvioinnista

<b>Taulukko 6.7 ECB:lle 2 472 HPV-kemikaalista annettujen tietojen saatavuus, 1996</b>
----------------------------------------------------------------------------------------

Ominaisuudet ja myrkyllisyys	Käytettävissä olevat tiedot
Fysikaalis-kemialliset ominaisuudet	30-60%
Akuutti oraalinen myrkyllisyys	70%
Akuutti dermaalinen myrkyllisyys	45%
Akuutti myrkyllisyys hengitettäessä	30%
Krooninen myrkyllisyys	55%
Karsinogeenisuus	10%
Genotoksisuus/mutageenisuus	62%
Genotoksisuus in vivo	32%
Hedelmällisyys	20%
Teratogeenisuus	30%
Ekomyrkyllisyys	
Kalat ja äyriäiset - akuutti	30-50%
Levät - akuutti	25%
Maaeläimet - akuutti	5%
Krooninen vesien myrkyllisyys	5-20%



Biologinen huononeminen 30%  
Lähde: C. J. van Leeuwen et al. 1996

taulukon 6.3 huomautukset). Neuvotteilla on myös raskasmetallipöytäkirja, joka koskee elohopeaa, kadmiumia ja lyijyä.

Tiivistelmä näistä ja muista kansallisista ja kansainvälisistä kemikaalien vähentämisalotteista on taulukossa 6.8.

## 126 Euroopan ympäristö

**Vapaaehtoiset vähennysohjelmat**

Vaikutuksia vähennetään myös useilla monien maiden kemianteollisuuden vapaaehtoisilla aloitteilla. Esimerkiksi Alankomaissa yhtiöt ovat käynnistäneet vapaaehtoisia vähennysohjelmia sopimalla niistä sääntelyviranomaisten kanssa; vuonna 1989 Alankomaiden parlamentille esitettiin valvontastrategia VOC-päästöjen vähentämiseksi teollisuudesta, pienyrityksistä ja kotitalouksista (taulukon 6.3 huomautukset). Siinä suunniteltiin 63 prosentin päästöjen vähentämistä vuoteen 2000 mennessä verrattuna vuoteen 1981. EYK:n suorittamassa Alankomaiden kemianteollisuuden vapaaehtoisen sopimuksen tarkastelussa todettiin, että se on ollut ympäristön kannalta tehokas ja on edistänyt ympäristönhallintajärjestelmien kehitystä (EYK, 1997).

"Vastuu huomimisesta" -ohjelma on hyväksytty 21:ssä Euroopan maassa, ja se auttaa ajatusten ja parhaiden käytäntöjen vaihtoa (CEFIC, 1996). Tämän amerikkalaiseen aloitteeseen perustuvan ohjelman tarkoituksena on parantaa kemianteollisuuden suoriutumista terveyden, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta samoin kuin pitää yhteyttä suureen yleisöön tuotteiden ja toiminnan osalta.

**Ulkoisten kustannusten laskeminen**

Kemian yritykset vastaavat osasta kemikaalien aiheuttamia yhteiskunnallisia kustannuksia ja ympäristökustannuksia (niin kutsutut kemikaalien tuotannon ja käytön ”ulkoiset kustannukset”), eivätkä ne sisälly tuotteiden myyntihintoihin. Esimerkkinä laatikossa 6.4 on arvio joistakin kreosootin ulkoisista kustannuksista. Nämä ulkoiset kustannukset on joissakin maissa sisällytetty hintaan verojen kautta. Esimerkkejä näistä ovat torjunta-aineet, lannoitteet, otsonia vähentävät aineet, typpioksidi, fluoriliuottimet (esimerkiksi tetrakloorietyleni, trikloorietyleni ja dikloorimetaani

<b>Taulukko 6.8 Joitakin nykyisiä kemikaalien vähentämistä koskevia aloitteita</b>
------------------------------------------------------------------------------------

Väline/Ehdotus/ Paikka	Vuosi	Tavoitteet
Pohjanmeren Esbjerg-julistus	1995	Poistaa pysyvät alueen kasvi- ja eläinkuntaan kerääntyvät ja myrkylliset aineet Pohjanmerestä 25 vuoden aikana
Vaarallisia jätteitä koskeva Baselin yleissopimus	1997	Yksi tavoite on vähentää/minimoida vaarallisia jätteitä niiden lähteillä
YK/ECE:n POP-pöytäkirja	1998	Vähentää POP-päästöjä ilmaan
YK/ECE:n raskasmetallipöytäkirja	1998	Vähentää raskasmetallipäästöjä ilmaan
OSPAR-yleissopimus	1998	Esbjerg-tavoitteen toteuttaminen
UNEP:n ”POPS-yleissopimus”	1997-1998	Arvioida vastestrategiat päästöjen/häviöiden vähentämiseksi/poistamiseksi
Montrealin pöytäkirja	1987-2040	Lopettaa asteittain tiettyjen otsonia vähentävien aineiden käyttö

EU:n viides ympäristöohjelma	1991-1994	Saavuttaa ”merkittävä vähennys torjunta-aineiden käytössä maayksikköä kohti”
Tanskan ministerikertomus tulevista kemikaalialoitteista	1997	25 ainetta/aineryhmää yksilöity ensisijaisesti lopetettaviksi valittuina 100 ei-toivotusta aineesta
Ruotsin hallituksen kertomus kemikaalipolitiikasta	1997-2007	lopettaa kymmenen vuoden kuluessa kaikkien aineiden käyttö, jotka sisältävät pysyviä & eläin- ja kasvikuntaan keräytyviä aineita; aineita, joilla on vakavia/palautumattomia vaikutuksia tai jotka sisältävät lyijyä, elohopeaa, kadmiumia
Norjan ensisijaisia kemikaaleja koskevat tavoitteet	1996-2010	Vaarallisten kemikaalien päästöjen merkittävä vähentäminen vuoteen 2010 mennessä, esimerkiksi lyijy, kadmium, elohopea, dioksiinit, PAH; tai niiden käytön asteittainen lopettaminen vuoteen 2005 mennessä (esimerkiksi halonit, PCB, PCP:t)
Liettuan jätehoitolaki	1998	Jätehuoltolaki, sisältää kemikaalien vähentämisen

---

Lähde: Euroopan ympäristökeskus

## Kemikaalit 127

Tanskassa) sekä myrkylliset jätteet samoin kuin lyijyllinen bensiini ja ”likainen” dieselpolttoaine.

Ympäristöverot voivat olla tehokkaita, jos ne on suunniteltu hyvin ja jos ne muodostavat osan toimenpidepaketista, johon sisältyy verotulojen käyttö sellaisiin toimiin kannustamiseksi, joilla aineen käyttöä vähennetään (EYK, 1996). Tällä hetkellä ympäristöveroja harkitaan tietyille kemikaaleille, joita ovat raskasmetallit, klooratut tuotteet, hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet, lannoitteet ja torjunta-aineet.

Muita poliittisia toimenpiteitä, joita voidaan käyttää kemikaalien valvonnassa, ovat EU:n ympäristön hallinta- ja tarkastusjärjestelmä (EMAS), ympäristömerkinnät, saastunutta maata koskevat toimintalinjat sekä ympäristövastuulainsäädäntö ja kansalaistoimet.

### ***Tieto politiikan välineenä***

Tieto näyttelee yhä tärkeämpää osaa kemikaalisaasteiden valvonnassa sekä sellaisten politiikan välineiden kuin sääntelyn ja verojen lisäksi erillisenä politiikan välineenä. Esimerkiksi niin kutsuttu ”Seveso-direktiivi” vaarallisista laitoksista (13.3.1 jakso) velvoittaa työnantajat antamaan tietoja lähiympäristön asukkaille, ja luokitus- ja merkintädirektiiviin sisältyy tuotteita koskevan tiedon antaminen. Ehdotettu Euroopan yhdenmetyt päästöjen luettelo, joka tulee suuren yleisön käytettäväksi IPPC-direktiivin nojalla, määrää annettavaksi tietoja kemiallisista päästöistä tuotantolaitoksista. Joissakin Euroopan maissa (UK:ssa, Alankomaissa, Ruotsissa, Tanskassa ja Ranskassa) on jo säännöksiä kemikaalitietojen julkisuudesta.

OECD (OECD, 1996) kannustaa USA:n Toksisten päästöjen luetteloiden (Toxic Release Inventory) kaltaisiin aloitteisiin. Tämä luettelo on johtanut merkittäviin vapaaehtoiisiin vähennysaloitteisiin sekä tuotannossa käytettyjen myrkyllisten kemikaalien määrän yleiseen vähentämiseen (Naimon, 1996).

Toisenlainen tiedollinen väline on kemiallisten tuotteiden rekisteri Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Suomessa ja Ranskassa, joka voi olla erityisen hyödyllinen jäljitettäessä kulutushyödykkeissä olevia kemikaaleja (KEMI, 1994).

### ***Viitteet***

Aguilar, A., Borrell, A. (1994). Abnormally high PCB levels in striped dolphins affected by the 1990-1992 Mediterranean epizootic. Julkaisussa *The Science of the Total Environment*, nide 154, s. 237-247.

AMAP (1997). Persistent Organic Pollutants and Heavy Metals. Arctic Monitoring and Assessment Programme.

Baker, J.R (1989). Pollution - associated uterine lesions in grey seals from the Liverpool Bay area of the Irish Sea. Julkaisussa *Veterinary Record*, nide 125, s. 303.

Bignert, A., Litzen, K., Odsjo, T., Olsson, M., Persson, W. ja Reutergardh, L. (1995). Time-related factors influence the concentrations of sDDT, PCBs and shell parameters in eggs of Baltic Guillemot. Julkaisussa *Environmental Pollution*, nide 89, s. 27-36.

Bignert, A (1997). Comments concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in marine biota. Ruotsin luonnonhistoriallisen museon saastetutkimusryhmä.

Blomkvist, G. et al, (1992). Concentrations of sDDT and PCB in Seals from Swedish and Scottish waters. Julkaisussa *AMBIO*, nide 21, n:o 8.

Borrell, A., Aguilar, A., Corsolini, S. ja Focardi, S. (1996). Evaluation of toxicity and sex-related variation of PCB levels in Mediterranean striped dolphins affected by an epizootic. Julkaisussa *Chemosphere*, nide 32, n:o 12 s.2359-2369.

**Laatikko 6.4: Kreosootin saastuttamisen kustannukset**

Puunsuoja-aineet perustuvat tavallisesti kreosoottiin tai väriin, joka sisältää noin 30 prosenttia PAH:ta, tai kyllästämiseen raskailla metallisuoloilla. Molempien tuotelajien kohdalla käsittelystä puusta pääsee saasteita veteen ja maaperään ja sedimentteihin, mutta veroja ei tavallisesti käytetä näiden saastumisen kustannusten sisällyttämiseksi hintoihin. Nämä kustannukset voivat kuitenkin olla huomattavat.

Alankomaissa arvioidaan, että PAH- ja raskasmetallisaasteet lisäävät sedimenttien hävittämisestä aiheutuvia kokonaiskustannuksia noin 50 ecu/m<sup>3</sup> ruopattua sedimenttiä. Koko keräytyneen määrän poistaminen maksaisi 1,5 miljardia ecua tavanomaisten ylläpitokustannusten lisäksi. Kun pohjaksi otetaan raja-arvo 10 mg PAH/kg sedimenttiä, jokainen lisäkilo PAH:ta maksaa yhteisölle 5 000 ecua. Jos keräytynyt sedimentti poistetaan 20 vuoden aikana ja kustannuksia verotetaan vain kreosootin ja hiilitervan 10 000 kg:n vuotuisen käytön perusteella, veron määrä olisi 7 500 ecua/kilo näitä tuotteita. Vähäinenkin kreosoottivero auttaisi perimään osan näistä ”ulkoisista kustannuksista”, jolloin osa tuloista voitaisiin käyttää sen vaihtoehtojen kehittämisen edistämiseen. Puun kyllästyksen vaihtoehto (höyrytys korkeassa paineessa ja lämpötilassa) on kuitenkin kehitetty jokin aika sitten ilman tällaista tukea (Zuylen, 1995).

## 128 Euroopan ympäristö

CCEC, Continental Pollution Pathways (1997). An Agenda for Cooperation to address Long Range Transport of Air Pollution in North America. Council of the Commission for Environmental Cooperation, Montreal, Kanada.

CEC, Euroopan yhteisöjen komissio (1997). Komission tiedonanto saasteisiin liittyviä sairauksia koskevasta yhteisön toimintaohjelmasta kansanterveyden alan toimintakehyksen yhteydessä. Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston päätökseksi saasteisiin liittyviä sairauksia koskevan yhteisön toimintaohjelman hyväksymiseksi vuosille 1999-2003 kansanterveyden alan toimintakehyksen yhteydessä (komission esittämä). KOM(97) 226 lopullinen.

CEFIC, The European Chemical Industry Council (1996b). The European chemical industry in a worldwide perspective. Bryssel.

CEFIC, The European Chemical Industry Council (1996c) Basic economic statistics of the European Chemical Industry 1994-1995. Bryssel.

CEFIC, The European Chemical Industry Council (1997). Facts & figures - the European Chemical Industry in a Worldwide Perspective. Bryssel

Tanskan EPA (1998). Fourth Meeting of the Task Force on the Phase-out of Lead in Gasoline. Country Assessment Report. Final. Ympäristö- ja energiaministeriö. Tanskan EPA.

Tanskan EPA (1995). North Sea Conference, Esbjerg Declaration. 4th International Conference on the Protection of the North Sea. Esbjerg, Tanska, kesäkuu 1995.

EYK, Euroopan ympäristökeskus (1996). Environmental Taxes Implementation and Environmental Effectiveness. Environmental Issues series No 1. EEA, Kööpenhamina, ISBN 92-9167-000-6.

EYK, Euroopan ympäristökeskus (1996). The State of the European Arctic Environment. Environmental Monograph No 3. EEA, Kööpenhamina.

EYK, Euroopan ympäristökeskus (1997). Environmental Agreements, Environmental Effectiveness: Case Studies. Environmental Issues series No 3, nide 2, EEA, Kööpenhamina, ISBN 92-9167-055-3.

Environmental Health Perspectives Supplement Chemical Sensitivity, nide 105, Supplement 2, 1997

Eriksson, Per (1992). Neuroreceptor and Behavioural effects of DDT and pyrethroids in immature and adult animals. Julkaisussa The Vulnerable Brain and Environmental Risks. Toim: R.L. Iassacson ja K.F. Jensen. Plenum Press, New York.

European Workshop on the Impact of Endocrine Disrupters on Human Health and Wildlife, Report of Proceedings. Weybridge, UK, 24.12. 1996. EUR 17549, 1996.

Friedlander, S. (1994). The two faces of Technology: changing perspectives in design for the environment. Julkaisussa The Greening of Industrial Ecosystems. Toim: B.R. Allenby ja D.J. Richards. National Academy Press, Washington.

Global Environmental Change Programme Briefings, The Environmental Threat to Human Intelligence, C. Williams, n:o 13, kesäkuu 1997. University of Sussex, Brighton, UK.

Greenpeace (December 1993). The North Sea Invisible Decline - environmental problems in the North Sea. Greenpeace International European Unit, Bryssel, Belgia.

Haigh, N. (1994). Legislation for the control of chemicals. Institute for European Environment Policy, Lontoo, UK.

Helle, E. (1997). Numbers and reproduction of the ringed seal in the Bothnian Bay, Northern Baltic Sea. Baltic Seals 94 Conference, 1994. Henkilökohtaisesti saatuja päivitettyjä tietoja (1997).

Jensen, A.A. (1996). Environmental and occupational chemicals. Drugs and human lactation. Elsevier Science Publishers B.V.

Johnston, P.A., Stringer, R.L. ja Santillo, D. (1996). Effluent Complexity and Ecotoxicology: Regulating the variable within varied systems. Julkaisussa Toxicology and Ecotoxicology News, nide 3 (4), s. 115-120.

KEMI (1994). Chemical Substances Lists. The Swedish National Chemicals Inspectorate, Sunset project, Report n:o 10.

Naimon, J.S. (painossa). Toxic chemical information programs: Lessons from the USA Experience.

## 129 Kemikaalit

OECD (1996). Statistics Inland Water 1996.

Pacyna, J.M. (1996). Atmospheric emissions of heavy metals for Europe. International Institute for Applied Systems Analysis, Hagan, Norja.

Reijnders, P.J.H. (1986). Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. Julkaisussa Nature, nide 324, s. 457-457.

Rühling, Å. (toim) (1994). Atmospheric heavy metal deposition in Europe - estimations based on moss analysis. Pohjoismaiden ministerineuvosto. Nord 1994:9.

Stebbing, A.R.D. et al. (1992). Overall summary and some conclusions from the Bremerhafen workshop. Marine Ecology Progress Series 91.

Stigliani & Anderberg (1994). Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development. Toim: Ayres & Simonis, UK:n yliopisto.

Ruotsin EPA (1993a). Environment and Public Health. Report 4182.

Ruotsin EPA (1993b). Persistent organic pollutants and the environment. The environment in Sweden Status and trends. Solna, Ruotsi.

Ruotsin EPA (1996). POP Stabila Organiska Miljögifter, Stort eller litet problem, Report 4563.

Teknologi-radet (1997). The non-assessed chemicals in EU. Presentations from the conference 30 October 1996. Report of the Danish Board of Technology 1997/1. ISBN 87-90221-19-2.

UK Environment Agency (1996). Viewpoints on the Environment. Developing a national environmental monitoring and assessment framework.

Umweltbundesamt ja TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation (1997). The European Emission Inventory of Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants for 1990.

YK/ECE (1997). Annual Review - the Chemical Industry in 1995 Production and Trade Statistics 1992-1994.

van Leeuwen, J.C. et al. (1996). Risk assessment and management of new and existing chemicals. Julkaisussa Environmental Toxicology and Pharmacology 2.

Walker, C.H. ja Livingstone, D.R. (1992). Persistent pollutants in marine ecosystems. A special publication of SETAC. Pergamon Press, Oxford.

Wania, F. ja Mackay, D. (1996). Tracking the distribution of persistent organic pollutants. Julkaisussa Environmental Science & Technology News, nide 30, n:o 9.

WHO (1995a). Concern for Europe's tomorrow, health and the environment in the WHO European Region. Mailman terveystieteiden tutkimuskeskus, Euroopan ympäristö- ja kansanterveyskeskus, Wiss. Verl.-Ges., Stuttgart, Saksa.

WHO (1996b). Levels of PCBs, PCDDs and PCDFs in human milk. Environmental Health in Europe, n:o 3,

WHO (1996). Environment and Health 1 Overview and Main European Issues. Mailman terveystieteiden tutkimuskeskus, Euroopan ympäristö- ja kansanterveyskeskus sekä Euroopan ympäristökeskus, ISBN 92-890-1332-X.

Williams, C. (1997). Terminus Brain: the environmental threats to human intelligence. Cassel, Lontoo, UK.



130 Euroopan ympäristö

## 7. Jätteet

### Tärkeimmät havainnot

OECD:hen kuuluvalla Euroopan alueella ilmoitettu tuotettujen jätteiden kokonaismäärä kasvoi lähes kymmenen prosenttia vuosina 1990 - 1995. Osa näennäisestä kasvusta saattaa kuitenkin johtua jätteiden parantuneesta seurannasta ja ilmoitusmenettelystä. Epäyhtenäiset käytännöt ja epätäydellinen tietojen kerääminen vaikeuttavat jatkuvasti kehityksen seuranta ja jätepolitiikan aloitteiden kohdentamisen parantamista koko Euroopassa.

Yhdyskuntajätteiden määrän arvioidaan lisääntyneen 11 prosenttia Euroopan OECD-maissa vuosina 1990 - 1995. Yhdyskuntajätteitä tuotettiin vuonna 1995 noin 200 miljoonaa tonnia, mikä vastaa 420 kiloa henkeä kohden vuodessa. Tiedot KIE- ja NIS-maiden yhdyskuntajätteistä eivät ole riittävän tarkkoja, jotta vallitsevaa suuntausta voitaisiin määrittää.

Saksan ja Ranskan osuus oli suurin noin 42 miljoonan tonnin vaarallisen jätteen vuosittaisesta määrästä, jonka Euroopan OECD-maat ilmoittivat vuoden 1994 tienoilla. Venäjän federaation osuus oli noin kaksi kolmasosaa Itä-Euroopan alueella 1990-luvun alkupuoliskolla vuosittain tuotetusta 30 miljoonasta tonnista vaarallisia jätteitä. Määrittelyerojen takia nämä määrät ovat vain viitteellisiä.

Jätehuollossa on edelleen useimmissa maissa käytössä halvin mahdollinen vaihtoehto: kaatopaikat. Kaatopaikoista aiheutuvat kustannukset sisältävät kuitenkin harvoin kaikki kustannukset (sulkemisen jälkeiset kustannukset puuttuvat usein) eräissä maissa (esimerkiksi Itävallassa, Tanskassa ja Yhdistyneessä kuningaskunnassa) käytössä olevista jäteveroista huolimatta. Jätteiden tuottamisen ehkäiseminen ja niiden määrän minimoiminen tunnustetaan yhä laajemmin ympäristön kannalta kaatopaikkoja paremmiksi jätehuollon ratkaisuksiksi. Kaikissa jätevirroissa, erityisesti vaarallisten jätteiden kohdalla, olisi hyötyä säästävemmän teknologian laajemmasta soveltamisesta sekä jätteiden tuottamista estävistä toimenpiteistä. Kierrätys lisääntyy maissa, joiden jätehuollolla on vahva infrastruktuuri.

Monissa KIE- ja NIS-maissa ongelmana on heikko jätehuollon perinne ja jätteiden tuottamisen lisääntyminen. Jätehuolto edellyttää näissä maissa nykyistä parempaa strategista suunnittelua ja entistä enemmän investointeja. Painopisteisiin kuuluvat yhdyskuntajätehuollon parantaminen jätteiden lajittelu tehostamalla ja nykyistä paremmalla kaatopaikkojen hoidolla, kierrätysaloitteiden tekeminen paikallisella tasolla sekä kustannuksiltaan edullisten toimien toteuttaminen maaperän saastumisen estämiseksi.

Luonnonvarojen kestävään käyttöön sitoutumisen ja ympäristövahinkojen minimoimisen sekä "saastuttaja maksaa -periaatteen" ja "läheisyysperiaatteen" noudattamisen myötä EU on luonut laajalle ulottuvia lainsäädännöllisiä keinoja kansallisen jätteitä koskevan lainsäädännön yhdenmukaistamiseksi ja edistämiseksi. Eräissä Keski-Euroopan maissa on alettu noudattaa samanlaisia lähestymistapoja EU:hun jäseneksi liittymisen prosessin kannustamana. Jätelainsäädäntö on silti yhä heikosti kehittyntä useimmissa muissa KIE- ja NIS-maissa.

### 7.1. Johdanto

Teollisten yhteiskuntien tuottamien jätteiden määrä on valtava: neljä miljardia tonnia kiinteitä jätteitä pelkästään vuodessa eli noin viisi tonnia vuodessa jokaista miestä, naista ja lasta kohti. Jätteiden tuotanto on merkityksellinen asia kahdelta kannalta: se voi aiheuttaa ongelmia ympäristölle ja ihmisten terveydelle, ja se osoittaa, kuinka tehottomasti yhteiskunnat käyttävät voimavarojaan.

Euroopassa samoin kuin muualla ollaan huolissaan jätteiden lisääntyvän määrän mahdollisista ympäristövaikutuksista, erityisesti valvomattoman jätteiden hävittämisen mahdollisista vaaroista. EU:ssa 85 prosenttia kansalaisista sanoo, että he ovat huolissaan teollisuusjätteistä

## Jätteet 131

(Eurobarometer, 1995). Ihmiset ovat huolissaan erityisesti seuraavista asioista:

- Maan ja vesien saastuminen esimerkiksi niin, että kaatopaikoilta pääsee pintaveteen ja pohjaveteen suotovesiä, mikä voi vaikuttaa juomaveteen ja saastuttaa sisävesiä ja rannikkovesiä. Kunnallisilla kaatopaikoilla syntyy suotovesiä, jotka usein sisältävät orgaanisia aineita, ammoniakkia, raskasmetalleja ja muita myrkyllisiä aineita. Näiden suotovesien käsittely on teknisesti vaikeata ja kallista.
- Kaatopaikoilta tulevat metaanipäästöt ilmakehään, mikä edistää maapallon lämpenemistä. Räjähävän metaani- ja ilmaseoksen muodostuminen on aiheuttanut useita tulipaloja ja räjähdyksiä, joissa on menehtynyt paljon ihmisiä.
- Kaatopaikkojen vaikutus maisemaan.
- Jättemassojen itsestään tapahtuvien vyörymien aiheuttamat vaarat.
- Jätteiden poltosta syntyvät dioksiinipäästöt, ellei käytetä kallista teknologiaa.
- Polttolaitoksista tuleva lentotuhka, joka on tavallisesti vaarallista.
- Aikaisemmilla jätteiden säilytyspaikoilla aiheutunut saastuminen, mikä lisää kaupunkien rakennuskustannuksia, aiheuttaa monimutkaisia oikeudellisia kysymyksiä ja vastuuta sekä merkitsee vakavaa terveys- ja ympäristövaaraa (katso 11, luku 11.2).
- Luonnonvarojen väheneminen seurauksena ”poisheitto-asenteista” talouksissa, joissa materiaalivirrat ovat hyvin suuret.

Julkiset ja poliittiset paineet ympäristön suojelemisen ja voimavarojen kestävä käytön edistämiseksi ovat aiheuttaneet erilaisia paineita niille, jotka tuottavat ja hoitavat jätteitä. Jätteet ovat olennaisesti nykyaikaisen taloudellisen toiminnan tulosta, ja suurimmat jätemäärät tuotetaan tavallisesti maissa, joiden talouden tuotanto on suurin, joskin niiden määrä yleensä tasoittuu, kun BKT lähestyy vauraimpien maiden lukuja. Kuviossa 7.1 esitetään tämä yhdyskuntajätteiden yleinen malli, joskaan kirjattujen tietojen tarkkuuden perusteella ei voida määrittellä tarkkaa suhdetta. Mailla, joiden taloudet ovat siirtymävaiheessa, on edessään sekä huonon jätehuollon että jätteiden tuotannon lisääntymisen aiheuttamat ongelmat.

Kun jätteistä ei ole käytettävissä kattavia ja luotettavia tietoja ja kun ei ole sovittu parhaasta tavasta hyvin moninaisten ongelmien käsittelemiseksi, Euroopassa käytetään hyvin erilaisia lähestymistapoja, joita ei yleensä ole yhteensovitettu. Näitä ovat jätteiden ehkäisy, kierrätys, puhtaat teknologiat, polttaminen, esikäsittely ja vieminen kaatopaikalle. On kehitetty useita järjestelmiä jätteiden keräämistä, lajittelua ja käsittelyä varten, ja on otettu käyttöön suuri määrä oikeudellisia ja taloudellisia välineitä kuten vapaaehtoisia sopimuksia, maksuja, veroja ja sääntelyä. Kuitenkin vasta hyvin vähän aikaa sitten on alettu kehittää kattavia jätteitä koskevia kokonaisstrategioita.

Rinnan tämän kehityksen kanssa jätehuollosta on tullut usean miljardin euron itsenäinen liiketoiminta-ala, jolla on omat tavoitteensa ja tärkeysjärjestyksensä, jotka eivät aina keskity ympäristöön eivätkä kestävä kehityksen välttämättömyyteen.

Tässä luvussa ei käsitellä radioaktiivisia jätteitä, koska ne aiheuttavat useimmista muista jätteistä poikkeavia erityisongelmia ja niitä käsitellään eri tavoin kuin useimpia muita jätteitä.

### 7.2. Jätteiden tuottamisen kehitys

Dobris-arvioinnin jälkeen ilmoitettu jätteiden tuottaminen on lisääntynyt jokaisella päälallalla, jolta tietoja on

**Kuvio 7.1 Yhdyskuntajäte ja BKT, n. 1995**

Jätteet/henki

BKT/henki

Lähde: OECD

## 132 Euroopan ympäristö

käytettävissä. Tietojen puutteiden vuoksi on kuitenkin yhä mahdotonta antaa tarkkaa selvitystä koko Euroopassa tuotettujen jätteiden kokonaismäärästä.

Viimeinen julkaistu luku jätteiden kokonaistuotannosta vuodessa Euroopan OECD-maissa lukuun ottamatta radioaktiivista jätettä on 2 225 miljoonaa tonnia (OECD, 1997). Noin 40 prosentissa raportin kattavista maista kokonaismäärään eivät sisälly maatalouden eivätkä kaivosteollisuuden jätteet. Arviot näiden jätteiden määristä noissa maissa yhdessä muissa kuin OECD-maissa tuotettujen jätteiden määristä, joiden osalta tietoja on käytettävissä vain vähän, viittaavat varovasti arvioiden siihen, että koko Euroopassa tuotetaan nykyisin kiinteitä jätteitä 4 000 miljoonaa tonnia joka vuosi.

Ilmoitettu jätteiden tuottaminen viidellä suurimmalla alalla - maataloudessa, kaivosteollisuudessa, tuotantoteollisuudessa, yhdyskuntajätteissä ja energiantuotannossa - EU:ssa lisääntyi yhteensä 9,5 prosenttia noin vuodesta 1990 noin vuoteen 1995 (kuvio 7.2). Tämä heijastaa luultavasti sekä jätteiden tuottamista koskevan raportoinnin paranemista että vuosittaista lisäystä jätteiden tuottamisessa. Vuosina 1990 - 1995 lisäys oli paljon pienempi kuin vuosina 1985 - 1990. Eri alojen osuus on pysynyt lähes vakiona, ja maatalous on johdonmukaisesti tuottanut eniten jätettä. Määristä ollaan kuitenkin hyvin epävarmoja erityisesti tuotantoteollisuuden ja yhdyskuntajätteiden osalta, ja juuri nämä kaksi alaa aiheuttavat suurimmat jätehuolto-ongelmat. Kaikissa maissa kaivostoiminnasta syntyviä jäännöksiä ei pidetä jätteinä eikä maatalousjätteiden seuranta ole johdonmukaista eikä verrattavissa muunlaisten jätteiden seurantaan. Vertailukelpoisia tietoja ei ole käytettävissä kolmansista Euroopan maista.

### 7.2.1. Yhdyskuntajätteet

Yhdyskuntajätteet ovat se jätevirta, josta on käytettävissä luotettavimmat tiedot. Tästä huolimatta on yhä suuria aukkoja määrittäessä jopa näiden jätteiden tuottamisen peruskehitystä koko Euroopassa.

OECD:n Euroopan alueella ilmoitettiin noin 203 miljoonan tonnin yhdyskuntajätteen tuottamisesta vuonna 1995, mikä henkeä kohti merkitsi 420 kg/vuosi uusia jätteitä verrattuna 183 miljoonaan tonniin vuonna 1990 (kuvio 7.3). Vuoden 1995 kokonaismäärä oli noin kymmenen prosenttia kaikista ilmoitetuista jätteistä. Näissä luvuissa luultavasti aliarvioidaan todella tuotetut määrät, ja yhdyskuntajätteen osuus kokonaisjätteistä on luultavasti alle kymmenen prosenttia, koska muiden alojen suuret jätemäärät jäävät yleensä ilmoittamatta ja tiedot ovat vähemmän luotettavia. Euroopan OECD-maista ilmoitettu yhdyskuntajätteiden kokonaismäärä lisääntyi noin 4,9 miljoonaa tonnia vuodessa vuosina 1980 - 1995 eli 56 prosenttia eli 90 kg henkeä kohti tuona aikana (kuvio 7.4).

OECD:n yhdyskuntajätteen määritelmää ei sovelleta järjestelmällisesti edes OECD:n Euroopan maissa, ja määritelmässä on useita merkittäviä poikkeuksia. Saksan ja Sveitsin tulkinnan mukaan jätetään pois julkisen alan ulkopuolella erikseen kierrätykseen kootut jätteet kuten Duale System Deutschlandin keräämää pakkausmateriaali. Tämä luultavasti selittää näissä kahdessa maassa ilmoitetun yhdyskuntajätteen määrän vähenemisen vuosina 1990 - 1995 (kuvio 7.3). Useissa maissa osa jätevesilietteestä lasketaan yhdyskuntajätteeksi. UK ilmoittaa tiedot vain kotitalousjätteestä eikä yhdyskuntajätteestä kokonaisuudessaan.

Tätä taustaa vasten OECD:n Alankomaita koskeva ympäristösuoritusmiskatsaus viittaa siihen, että vuonna 1991 Alankomaissa tuotettiin 500 kg yhdyskuntajätettä henkeä kohti, kun EU:n keskiarvo oli 370 kg henkeä kohti. Tämä kiistettiin yksityiskohtaisessa tutkimuksessa (van Beek, 1997), jossa todettiin, että kun tiedot oli yhdenmukaistettu myöhemmän vuoden (1994) tietojen kanssa, Alankomaissa syntyi 566 kg yhdyskuntajätettä henkeä kohti verrattuna seitsemän maan keskiarvoon, joka oli 530 kg henkeä kohti. Lisäksi näiden maiden kotitalousjätteen

#### **Kuvio 7.2 Jätteiden tuottaminen aloittain vuosina 1985 - 1990 ja 1995**

miljoonaa tonnia

Maatalous (12) - Kaivosteollisuus (14) - Tuotantoteollisuus (17) - Yhdyskuntajäte (19) - Energia (10)

Huomautus: Suluissa olevat luvut osoittavat niiden maiden lukumäärän, joista tietoja oli käytettävissä. Useiden maiden/alojen osalta tiedot eivät ole peräisin ilmoitetuilta vuosilta. Lähde: OECD

## Jätteet 133

luvut vaihtelivat välillä 261 - 476 kg henkeä kohti, ja keskiarvo oli noin 390 kg henkeä kohti vuosina 1993 - 94 (kuvio 7.5).

Täydellisimmät KIE- ja NIS-maiden tiedot koskevat vuotta 1990: 12 maata ilmoitti syntyneen yhdyskuntajätteen kokonaismääräksi 65 miljoonaa tonnia (kuvio 7.3). Tiedot, joita on käytettävissä vain kuudesta KIE-/NIS-maasta vuosilta 1990 ja 1995, osoittivat syntyneen yhdyskuntajätteen lisääntyneen 2 - 70 prosenttia.

### 7.2.2. Tuotantoteollisuuden jätteet

Teollisuuden jätteisiin sisältyy monia eri materiaalivirtoja, joista osa luokitellaan vaarallisiksi.

Euroopan OECD-maat ilmoittivat, että ne tuottivat vuonna 1995 410 miljoonaa tonnia teollisuusjätettä verrattuna noin 377 miljoonaa tonniin vuonna 1990, ja keskimääräinen nousu oli 9,4 miljoonaa tonnia (2,5 prosenttia) vuodessa. Teollisuusjätteistä ei ilmoiteta yhtä kattavasti kuin yhdyskuntajätteistä. Tiedot ovat yleensä kokonaistietoja ja monissa tapauksissa arvioita.

Venäjän federaatio ja Ukraina ilmoittivat yhteensä 225 miljoonasta tonnista vuosina 1993/94, minkä perusteella ne ovat suurin ja kolmanneksi suurin tuotantoteollisuuden jätteiden tuottaja Euroopassa (kuvio 7.6).

#### **Kuvio 7.3 Yhdyskuntajätteiden tuottaminen, 1990 ja 1995**

Länsi-Eurooppa

Keski- ja Itä-Eurooppa + Uudet itsenäiset valtiot

Lähde: OECD, EYK, 1997

## 134 Euroopan ympäristö

**7.2.3. Vaaralliset jätteet**

Vaaralliset jätteet muodostavat vain pienen osan Euroopassa tuotettujen jätteiden kokonaismäärästä, mutta ne saattavat olla vaarallinen uhka ihmisten terveydelle ja ympäristölle, jos niitä ei hoideta ja hävitetä turvallisesti. Eniten niitä synnyttävät teollisuus, kaivosteollisuus ja saastuneiden maa-alueiden puhdistus, mutta myös eräät jokapäiväiset hyödykkeet - esimerkiksi nikkeli-kadmiumparistot, monet orgaaniset puhdistusliuottimet, maalit ja moottoriöljyt - sisältävät vaarallisia aineita. Näiden vaarallisten aineiden hajalähteiden tunnistaminen ja niiden määrien selvittäminen yhdyskuntajätteessä on vaikeata, mutta tärkeätä. Vaarallisia jätteitä koskevan puitelainsäädännön muuttamista harkitaan EU:ssa, jotta varmistettaisiin, että se kattaa myös vaarallisia aineita sisältävät yhdyskuntajätteet.

Vaarallisen jätteen määritelmät voivat vaihdella paljon eri maissa, ja eri aikoja koskevia vertailuja haittaavat yhä laajenevat määritelmät. Esimerkiksi tällä hetkellä harkitaan useiden satojen aineiden lisäämistä EU:n vaarallisten jätteiden luetteloon. Kuvio 7.7 osoittaa OECD:n Euroopan maiden tuottamat vaaralliset jätteet (Baselin yleissopimuksen määritelmää käyttäen). Huomattavia määriä tuotetaan Itä-Euroopassa, mutta käytettävissä ei juurikaan ole luotettavia kansainvälisiin määritelmiin perustuvia tietoja. EU:n tavoin näissä maissa vaarallisina pidettyihin jätteisiin sisältyvät yleensä liuottimet ja jättemaalit sekä raskasmetalleja, happoja ja öljyjäämiä sisältävät jätteet. Venäjän federaation arvioidaan tuottavan 20 - 25 miljoonaa tonnia vaarallisia jätteitä vuodessa KIE- ja NIS-maiden vuosittaisesta 31 - 36 miljoonan tonnin kokonaismäärästä (Hodalic et al., 1993).

**7.3. Jätehuolto: lähestymistavan muutokset**

Jätehuolto ei suinkaan ole tyydyttävää kaikilla aloilla, mikä aiheuttaa lisääntyviä paineita ympäristölle ja vaatii yhä kestävämpien jätehuoltoratkaisujen löytämistä. Jätehuoltomenetelmän yleisesti hyväksytyt tärkeysjärjestys on :

- jätteiden syntymisen ehkäisy
- jätteiden uusiokäyttö ja kierrätys
- talteenottokelvottomien jäämien hävittäminen

Vaikka tämä jätehuoltohierarkia hyväksyttiin OECD-maissa vuonna 1976, sen toteuttamisessa on kaiken kaikkiaan edistytty vain vähän, vaikka useat maat ovatkin edistyneet hyvin jätteiden kierrätyksen osalta. Hierarkia vakiinnutettiin EU:n jätestrategiaan vuoden 1989 jätestrategiaa koskevalla tiedonannolla (CEC, 1990).

Kaatopaikat ovat yhä halvin ja yleisimmin käytetty jätteiden hävittämismenetelmä kaikissa Euroopan maissa. Kuviossa 7.8 esitetään kaatopaikkojen ja jätteen polttamisen suhteelliset kustannukset. Ruotsia lukuun ottamatta polttamiskustannukset ovat suuremmat kuin kaatopaikkojen kustannukset, erityisesti maissa, joissa käytetään puhtaampaa mutta kalliimpaa polttotekniikkaa. Euroopassa nykyaikaiset ja hyvin hoidetut polttolaitokset ovat käytännöllisesti katsoen poistaneet dioksiinipäästöongelman.

Kiinteiden jätteiden hävittämistä mereen ei enää pidetä hyväksyttävänä vaihtoehtona, vaikkakin

**Kuvio 7.4 Yhdyskuntajätteen tuottaminen OECD:n Euroopan maissa, 1980 - 1995**

Jätteiden tuottaminen yhteensä - Tuottaminen/henki  
miljoonia tonneja                      kg/henki

Lähde: OECD

**Kuvio 7.5 Kotitalous- ja yhdyskuntajätteet VROM:n mukaan, 1994**

Ranska  
Alankomaat  
Itävalta  
Norja  
Tanska  
Belgia  
Ruotsi

Lähde: van Beek, 1997 (Saksan tiedot puuttuvat)

## 135 Jätteet

viemärijätettä päästetään yleisesti suoraan mereen useissa maissa. Viemärijätteen laskeminen sisä- ja rannikkovesiin kielletään EU:ssa 31 joulukuuta 1998 lähtien.

### **7.3.1. Ensisijaiset jätevirrat EU:ssa**

Euroopan komission ensisijaisia jätevirtoja koskevan ohjelman kannustimena ovat olleet Hollannin ”sopimukset” tietuustyypisistä jätteistä: hallituksen, talouden alojen ja mahdollisesti kansalaisjärjestöjen väliset sopimukset jätteiden vähentämistä tai niiden talteenottoa koskevista tavoitteista. Ohjelman toimenpiteissä keskitytään seuraaviin jätteisiin:

- käytetyt renkaat
- käytöstä poistetut ajoneuvot
- terveydenhuollon jätteet
- rakennus- ja purkujätteet
- sähkö- ja elektroniikkajätteet

Ensisijaisia jätevirtoja koskevan ohjelman menestys on vaihdellut, koska on saavutettu vain osittainen yhteisymmärrys eri jätevirtojen määrällisistä tavoitteista ja koska tietoja toimitetaan riittämättömästi ja EU:n laajuiset tilastotiedot puuttuvat. Aloite on kuitenkin aiheuttanut sen, että eri jätevirroista tiedetään enemmän. EU:n uudessa jätehuoltostrategiassa komissiota pyydetään kehittämään asianmukainen seuranta ja tutkimaan edelleen, pitäisikö muita jätevirtoja käsitellä yhteisön tasolla ja miten. Odotettavissa on käytöstä poistettuja ajoneuvoja koskeva EU:n direktiivi, ja eri maissa valmistellaan vapaaehtoisia ongelmia käytöstä poistettujen ajoneuvojen sekä sähkö- ja elektroniikkajätteen käsittelemiseksi.

Käytettyjen renkaiden ongelma, joka on merkittävä jätevirtaus useissa maissa, on esimerkki ensisijaisten jätevirtojen lähestymistavan mahdollisuuksista. Yli 250 000 tonnia käytettyjä renkaita heitetään pois Saksassa joka vuosi. Yhdistyneessä kuningaskunnassa poistettiin ajoneuvoista 37 miljoonaa rengasta (378 000 tonnia) vuonna 1995; näistä 74 prosenttia joko käytettiin uudelleen, pinnoitettiin, kierrätettiin tai poltettiin niin, että energia otettiin talteen. Tanskassa käytettyjen renkaiden kierrätystä tuetaan veronluonteisella maksulla. Alankomaissa ja Suomessa käytettyjen renkaiden vienti kaatopaikoille on jo kielletty, ja niissä on asetettu tavoitteet pinnoittamista, kierrätystä ja polttamista sekä energian talteenottoa varten. EU:n kaatopaikkadirektiiviluonnoksessa esitetään renkaiden kaatopaikalle viennin kieltäminen.

### **7.3.2. Jätteiden minimointi ja estäminen**

Ongelman ehkäiseminen on aina suotavampaa kuin sen ratkaiseminen. Jätteiden minimoinnin ja niiden syntymisen estämisen olisi oltava yksi kaikkien jätestrategioiden tärkeimmistä kysymyksistä. Vaikka aloitteita onkin tehty kaikkialla Euroopassa ja EU-maita on vaadittu edistämään tällaista lähestymistapaa vuodesta 1991 lähtien, tietoja niiden tehokkuudesta kansallisella tasolla ei juurikaan ole. Jätteiden ehkäisemiseen tai vähentämiseen voidaan päästä seuraavin keinoin:

- kehittämällä puhtaampaa teknologiaa;
- parantamalla tuotteiden suunnittelua;
- korvaamalla raaka-aineita;
- kehittämällä sopivaa tekniikkaa jätteissä olevien vaarallisten aineiden poistamiseksi ennen talteenottoa tai loppukäsittelyä;



- muuttamalla kulutustottumuksia (elämäntapoja). Jos yhdyskuntajätteet esimerkiksi on tarkoitus polttaa, sellaisten jätteiden kokoaminen erikseen, jotka saattavat sisältää raskasmetalleja ja klooriyhdisteitä, sekä näiden aineiden poistaminen vähentävät

**Kuvio 7.6 Tuotantoteollisuuden jätteet, n. 1995**

Venäjän federaatio

Ranska

Ukraina

Saksa

UK

Turkki

Puola

Italia

Tšekin tasavalta

Suomi

Espanja

Belgia

Ruotsi

Alankomaat

Itävalta

Unkari

Slovakian tasavalta

Norja

Tanska

Luxemburg

Sveitsi

Kreikka

Islanti

miljoonaa tonnia

Lähde: OECD 1997, Kansalliset SoE-raportit

## 136 Euroopan ympäristö

lentotuhkan myrkyllisyyttä sekä ilmakehään väistämättä pääsevien päästöjen dioksiinipitoisuutta.

Useissa maissa otetaan käyttöön puhtaampaa tekniikkaa ja puhtaampia tuotantokäytäntöjä, esimerkiksi sisäinen kierrätys tuotantoteollisuudessa, mutta tuloksia voidaan arvioida vain tapaustutkimuksista, koska välineitä tulosten arvioimiseksi kokonaisuutena ei ole.

### **7.3.3. Kierrätys**

Ulkoisesta kierrätyksestä on tullut houkutteleva vaihtoehto, kun sopivaa jätettä tuotetaan riittävän suuria määriä. Esimerkiksi romuraudan ja muiden metallien kierrätys on vakiintunutta ja markkinat ovat vakaat, eivätkä kierrätysmäärät ole juurikaan vaihdelleet viimeisten kymmenen vuoden aikana. Noin 50 prosenttia Euroopan tämänhetkisestä rauta- ja terästeollisuuden kaupasta koostuu kierrätysmateriaaleista. Tätä kierrätystä edistävät markkinavoimat, mutta tuotantoteollisuudessa on useita kierrätyskäytäntöjä, joiden kannustimena on tiettyjä jätevirtoja kuten valokaariuunituhkaa, valimohiekkaa, käytettyjä liuottimia ja metallijätettä (muuta kuin rautaa) koskeva ympäristölainsäädäntö. Lisääntyvät lasin, paperin ja pahvin kierrätysluvut (kuviot 7.9a ja 7.9b) osoittavat, mitä voidaan saavuttaa yhdistämällä suotuisat taloudelliset olosuhteet ja poliittiset päätökset.

Kierrätys on toteutettava sekä ympäristön kannalta että taloudelliselta kannalta optimaalisen suuruisena ja osana yhdenmukaista jätehuoltopolitiikkaa, johon kuuluu sellaisia vaihtoehtoja kuten jätteiden tuottamisen ehkäiseminen, niiden uusiokäyttö ja energian talteenotto. Tämä vaatii taloudellisten ja ympäristöön liittyvien kustannusten tasapainottamista tavalla, jota olisi jatkuvasti arvioitava teknisen kehityksen ja lisääntyneen ihmisen aiheuttamia ympäristövaikutuksia koskevan tiedon valossa. Uudet kierrätysteollisuuden yritykset liittyvät toisiin kuin niiden perinteiset vastineet jätehuoltoteollisuudessa joko tiettyihin monimutkaisiin jätevirtoihin kuten elektroniikan jätteisiin tai vähäarvoisiin jätevirtoihin kuten renkaisiin. Ne ovat aluksi usein taloudellisesti kannattamattomia, ja niissä on ratkaistava monia ongelmia, kuten:

- järjestettyjen keräysjärjestelmien puuttuminen niiden kierrättämille jätteille;
- tarve erotella ja käsitellä eri materiaalivirrat yhdestä jätetuotteesta;

**Kuvio 7.7 OECD:n Euroopan maista ilmoitettu vaarallisten jätteiden tuotanto, viimeisin vuosi, jolta tietoja on käytettävissä**

Saksa 1990  
Ranska 1994  
Unkari 1994  
Puola 1992  
Italia 1995  
Tšekin tasavalta 1994  
UK 1994  
Espanja 1987  
Alankomaat 1993  
Belgia 1994  
Portugali 1994  
Slovakian tasavalta 1995  
Itävalta 1995  
Sveitsi 1993  
Suomi 1992  
Ruotsi 1985  
Norja 1994  
Kreikka 1992  
Turkki 1989  
Tanska 1994  
Luxemburg 1995  
Irlanti 1990  
Islanti 1994

Lähde: OECD, 1997

**Kuvio 7.8 Muun kuin vaarallisen jätteen käsittely- ja hävittämiskustannukset joissakin Euroopan maissa**

Saksa  
Alankomaat  
Tanska  
Norja  
Irlanti  
Ranska  
Ruotsi  
Suomi  
UK  
Espanja

Lähde: FEAD, 1995

## Jätteet 137

**Kuvio 7.9a Lasin kierrätys, tietyt maat, 1980 - 95**

prosentteina todennäköisestä kulutuksesta

Lähde: OECD, 1997

**Kuvio 7.9b Paperin kierrätys, tietyt maat, 1980 - 95**

prosentteina todennäköisestä kulutuksesta

Lähde: OECD 1997

**Laatikko 7.1: Muovin kierrätys Länsi-Euroopassa**

Määrät: Länsi-Euroopassa kulutettiin 29 miljoonaa tonnia muovia ja tuotettiin 17,5 miljoonaa tonnia muovijätettä vuonna 1994. Vain 1,5 miljoonaa tonnia kotitalouksien/kuluttajien tuottamasta muovijätteestä kierrätettiin vuonna 1993. Pakkausten arvioidaan muodostavan 50 prosenttia kaikesta muovijätteestä ja edustavan suurinta osaa kierrätetystä muovista.

Ongelmat: Nykyiseen tekniikkaan perustuvat kierrätyskustannukset ovat korkeat, keskimäärin 1 400 ecua/tonni mukaan lukien keräys ja lajittelu. Kierrätysmuovin markkinahinnat ovat vain 70 prosenttia ensiöpolymeerien hinnoista, ja kierrätysmuovin hinnat ovat vaihdelleet suuresti, mikä on aiheutunut vaihtelevasta laadusta (saastuminen on käyttäjien kannalta tärkeä kysymys), saatavien määrien vaihteluista ja vaihtelevista markkinahinnoista, jotka eivät välttämättä heijasta tuotantokustannuksia.

Mahdollisuudet: Talteenoton läpimurrot, joiden ansiosta muovia voidaan käyttää öljynjalostamoissa, raudan ja teräksen tuotannossa sekä sementin uunipoltossa. On kehitetty uusia tuotteita ja korvaavia tuotteita, joissa käytetään kierrätysmuovia, esimerkiksi puun korvikkeita, ensiöpolymeerien korvikkeita sekä uusia eristys- ja rakennusmateriaaleja.

Lähteet: IPTS, 1996 ja Frost &amp; Sullivan, 1997

### 138 Euroopan ympäristö

- vaikeudet koota riittävästi raaka-ainetta, jotta kierrätyskustannukset peittyisivät;
- 'kierrätys suunnittelun' puuttuminen mahdollisesti kierrätettävistä tuotteista;
- erityisten kierrätystekniikoiden puute;
- kierrätystä suosivan kansallisen erityissääntelyn puuttuminen.

Kierrätettyjen raaka-aineiden on yleensä kilpailtava hinnaltaan alhaisten ensiömateriaalien kanssa. Kierrätyksestä, joka synnyttää kalliita toisioraaka-aineita ja vähentää jätteiden mahdollista haitallisuutta, voisi kuitenkin tulla kilpailukykyinen ensiömateriaalien kanssa, jos kehitettäisiin keinot sisällyttää ympäristökustannukset ja kestävä kehityksen käsite markkinatalouksiin. Laatikossa 7.1 kuvataan tilannetta Länsi-Euroopassa muoviraaka-aineen osalta.

#### **7.3.4. Kompostointi**

Kierrättämällä tapahtuva yhdyskuntajätteen kompostointi siellä, missä lopputuotteelle on markkinoita, näyttölee yhä tärkeämpää osaa ja auttaa hallituksia saavuttamaan kierrätystavoitteensa. Kompostointi on yleinen käytäntö esimerkiksi Alankomaissa, Itävallassa, Saksassa, Tanskassa ja Sveitsissä.

Alankomaissa biojätteiden vienti kaatopaikoille kiellettiin vuonna 1994. Sen jälkeen paikallisviranomaisia on vaadittu keräämään erikseen kotitalouksien orgaaniset jätteet kompostoitaviksi. Alankomaissa kerätyn biojätteen määrä kasvoi 57 kg:sta henkeä kohti vuonna 1993 95 kg:oon vuonna 1996, ja tuona vuonna 23 laitosta käsitteli 1 475 miljoonaa tonnia kotitalouksien biojätettä.

Itävallassa biojätteen kerääminen erikseen on ollut pakollista vuodesta 1995. Kerääminen lisääntyi 35 kg:sta henkeä kohti vuonna 1994 50 kg:oon vuonna 1996, ja oletetaan, että nykyisin toimivien 350 biojätelaitoksen määrän on lisääntynyt, jotta tyydytettäisiin Itävallan tavoite, jonka mukaan 0,7 miljoonaa tonnia tätä jätettä käsitellään vuonna 2004.

Saksassa, jossa orgaanisen jätteen kokoaminen ja käsittely erikseen on olennainen osa kunnallista jätehuoltoa, osallistuminen kompostointijärjestelmiin on lisääntynyt vuodesta 1993. Saksassa on nyt noin 400 toimivaa kompostointilaitosta (Waste Environment Today, 1996).

**OECD:n Euroopan maiden jätteiden käsittely- ja hävityslaitokset****Kaatopaikat**

Slovakian tasavalta  
 Kreikka  
 Saksa  
 UK  
 Unkari  
 Italia  
 Puola  
 Suomi  
 Ranska  
 Tšekin tasavalta  
 Portugali  
 Ruotsi  
 Norja  
 Tanska  
 Irlanti  
 Belgia  
 Alankomaat  
 Itävalta  
 Turkki  
 Sveitsi  
 Islanti

kaatopaikkojen lukumäärä

**Polttolaitokset**

Ranska  
 UK  
 Italia  
 Saksa  
 Tšekin tasavalta  
 Slovakian tasavalta  
 Tanska  
 Sveitsi  
 Itävalta  
 Ruotsi  
 Espanja  
 Norja  
 Belgia  
 Alankomaat  
 Islanti  
 Puola  
 Suomi  
 Luxemburg  
 Unkari  
 Kreikka  
 Irlanti  
 Portugali

polttolaitosten määrä

## 139 Jätteet

Norja suunnittelee kieltävänsä märkien orgaanisten jätteiden viemisen kaatopaikoille vuoteen 1999 mennessä.

Muissa maissa ponnistellaan edelleen kolmen tärkeän yhdyskuntajätteen kompostointia haittaavan esteen kanssa:

- orgaanisen jätteen sopivan erottelun ja keräämisen järjestäminen;
- kysynnän saaminen vastaamaan kompostoinnin tarjontaa kilpailevilla markkinoilla;
- kompostien asianmukaisen laadun ja terveysnormien varmistaminen.

Komposteissa saavutettu laatu on ratkaisevan tärkeää kompostoinnin menestymiselle jätehuoltomenetelmänä. Markkinoitavaa laatua ei aina voida saavuttaa kaikkien orgaanisten yhdyskuntajätteiden osalta.

Kaupunkien rakenne ja sääolot ovat tärkeimmät esteet biojätteen keräämiselle ja käsittelylle Etelä-Euroopan maissa. EU:n ehdotetun kaatopaikkadirektiivin on kuitenkin määrä rajoittaa biologisesti hajoavan aineksen sijoittamisesta kaatopaikoille, ja tällä saattaa olla suuri vaikutus kompostoinnin ja muiden biologisten käsittelytapojen tulevalle kysynnälle.

### **7.3.5. Jätehuoltolaitokset**

Tietoja Euroopan jätehuoltolaitoksista (kuvio 7.10) hämärtää se, että tietojen ilmoittamista ja määritelmiä ei ole standardoitu. Usein ei tehdä mitään eroa vaarallisia jätteitä ja muita jätteitä käsittelevien laitosten välillä, tai molemmat jätelajit hävitetään yhdessä samassa paikassa. Euroopan OECD-maista tällä hetkellä ilmoitetuista 26 169 kaatopaikasta vain 325 on yksilöity yksinomaan vaarallisten jätteiden käsittelylaitoksiksi. Samoin ilmoitetuista 1 258 polttolaitoksesta vain 152 on vaarallisia jätteitä varten. Itävallassa, Saksassa, Tanskassa, Luxemburgissa, Alankomaissa, Sveitsissä, Unkarissa ja Ruotsissa otetaan talteen jätteiden polttamisessa syntyvä energia yli 90 prosentissa polttolaitoksia, mutta muissa maissa näin tapahtuu alle 40 prosentissa laitoksista.

Siihen, minkä tyyppistä jätehuoltolaitosta käytetään, vaikuttavat monet, usein ristiriitaiset paineet. Polttolaitosten sijoittamisvaikeudet ja tiukempi ilmakehään tapahtuvia päästöjä koskeva valvonta yleensä lisäävät kaatopaikkojen käyttöä. Sitä vastoin kaatopaikkojen sijoittamisvaikeudet ja niiden ankarampi valvonta johtavat yleensä siihen, että enemmän jätteitä poltetaan ja kierrätetään. Tavat yhdentää ympäristökustannusten arviot taloudellisiin kustannuksiin osana politiikkaa voivat muuttaa kaatopaikkojen ja polttolaitosten käytön välistä tasapainoa.

Yhdyskuntajätteen jakautuminen eri tyyppisiin laitoksiin Euroopassa on muuttunut vain vähän viimeisen vuosikymmenen aikana. Kaatopaikat (73 prosenttia) ja polttaminen (17 prosenttia) ovat edelleen tärkeimmät, ja kierrätyksen

**Muut käsittelylaitokset**

Itävalta  
Saksa  
Tanska  
UK  
Italia  
Tšekin tasavalta  
Ranska  
Sveitsi  
Slovakian tasavalta  
Alankomaat  
Espanja  
Suomi  
Portugali  
Norja  
Ruotsi  
Belgia  
Islanti  
Puola  
Luxemburg  
Unkari  
Kreikka  
Irlanti

Lähde: OECD, 1997 & Kansalliset ympäristöntilaraportit

**Kuvio 7.11 Yhdyskuntajätteen jätehuolto OECD:n Euroopan maissa, 1984 - 90 ja 1991 - 95**  
miljoonaa tonnia/vuosi

Kaatopaikat - Polttolaitokset - Kierrätys - Kompostointi - Muu

Lähde: OECD



## 140 Euroopan ympäristö

ja kompostoinnin osuus on alle kymmenen prosenttia (kuvio 7.12). Eri maiden välillä on kuitenkin suuria eroja; esimerkiksi Puolassa ja Kreikassa ei polteta lainkaan yhdyskuntajätteitä, viidessä maassa poltetaan yli 40 prosenttia ja Luxemburgissa 75 prosenttia.

### 7.3.6. Jätteiden kuljettaminen

Tarve löytää asianmukaisin tai taloudellisin kierrätyslaitos tai käsittely- ja hävityslaitos eräille jätetyypeille, erityisesti vaarallisille jätteille, johtaa yleensä siihen, että tarvitaan merkittäviä jätteidenkuljetusmahdollisuuksia sekä maiden sisällä että niiden välillä. Ilmoitettu vaarallisen jätteen vienti talteenottoa tai hävittämistä varten oli noin miljoona tonnia Euroopan OECD-maissa vuonna 1993 (viimeisin vuosi, jolta tietoja on käytettävissä). Saksa on johdonmukaisesti vaarallisen jätteen suurin nettoviejä. Belgia ja Ranska ovat edelleen suuria nettotuojia (kuvio 7.12).

### 7.4. Vastatoimet ja mahdollisuudet

On monia tapoja kääntää jatkuvasti kasvava jätetuotannon määrä Euroopassa laskuun. Näitä ovat sen jätemäärän sääntely, jonka yritykset saavat tuottaa, kaatopaikkaverot ja muut toimenpiteet, jotka lisäävät jätteiden hävittämiskustannuksia, sekä tekninen kehitys, joka lisää voimavarojen käytön tehokkuutta. Esimerkiksi kuvio 7.13 osoittaa, kuinka pakkaustekniikan muutokset johtivat juoma-astioiden painon vähenemiseen 1960 - 90.

Toinen tärkeä lähestymistapa on asettaa tuottajat vastuuseen tuotteidensa käytön jälkeisistä jätteistä ja maat täysimääräisesti vastuuseen omien jätteidensä käsittelystä. Tämän seurausta on ollut vaarallisten jätteiden kuljettamisen talteenottoa varten kieltäminen Baselin yleissopimuksen nojalla. 1 päivästä tammikuuta 1998 lähtien vaarallisten jätteiden maan rajat ylittävien kuljetusten ja käsittelyn valvontaa koskevassa Baselin yleissopimuksessa kielletään vaarallisten jätteiden vienti OECD-maista talteenottoa tai kierrätystä varten, joskin tätä vientiä voidaan jatkaa OECD-maan ja kolmannen maan välisellä sopimuksella. Yleissopimuksen sopimuspuolet laativat parhaillaan luetteloita kiellon kattamista vaarallisista jätteistä.

#### Euroopan unionin komission toimet

Sitoutuminen voimavarojen kestäväan käyttöön, ympäristövahinkojen minimointiin, saastuttajien saamiseen maksamaan ja ympäristövaarojen käsittelemiseen niiden lähteillä on saanut EU:n luomaan laajan joukon lainsäädäntövälineitä, joiden tarkoituksena on edistää ja yhdentää kansallista jätelainsäädäntöä. Monissa Euroopan maissa on nyt ryhdytty omaksumaan samanlainen lähestymistapa. Taulukko 7.1 kuvaa EU:ssa ja muissa Euroopan maissa käytettävissä olevia valvontakeinoja.

Yhteisön jätelainsäädännön uusimmat tulokkaat ovat pakkausdirektiivi (94/62/EY), joka jäsenvaltioiden piti saattaa osaksi kansallista lainsäädäntöään 30 päivään kesäkuuta 1996 mennessä, mutta jota ei ole vielä täysimääräisesti pantu täytäntöön, ja maaliskuun 1997 ehdotus jätteiden kaatopaikalle vientiä koskevaksi direktiiviksi, jonka tarkoituksena on varmistaa, että kaatopaikat aiheuttavat mahdollisimman vähän ympäristövaurioita. Tähän direktiiviin sisältyvät seuraavat ehdotukset:

- kaatopaikkojen metaanipäästöjen alentaminen vähentämällä kaatopaikkojen biologisesti hajoavia jätteitä;
- eri jätteiden yhdessä tapahtuvan hävittämisen kieltäminen;
- tartuttavien kliinisten jätteiden ja renkaiden kaatopaikalle viennin kieltäminen;

**Kuvio 7.12 Vaarallisten jätteiden nettotuonti ja -vienti tietyissä OECD-maissa, 1989 - 93**  
tuhansia tonneja/vuosi

VAARALLISTEN JÄTTEIDEN NETTOTUONTI

VAARALLISTEN JÄTTEIDEN NETTOVIENTI

Lähde: OECD

## 141 Jätteet

- useita ympäristömuuttujia koskevien tietojen vaatiminen.

Direktiivissä suositellaan, että kaatopaikoilta vaadittaisiin lupa ja että niiden pitäisi täyttää tekniset vaatimukset, jotka liittyvät niiden sijoittamiseen, vesien valvontaan ja vuotojen hallintaan, maaperän ja veden suojelemaan, kaasujen valvontaan, naapuruushaittoihin ja vaaroihin. Vaadittaisiin, että kaatopaikkamaksut heijastavat kustannuksia, jotka aiheutuvat kaatopaikan perustamisesta ja toiminnasta sekä tulevista sulkemiskustannuksista ja jälkihoidosta ainakin 50 vuoden ajan.

Vuonna 1997 EU:n neuvosto hyväksyi päätöslauselman yhteisön jätehuoltostrategiasta, joka rakentuu aikaisemmille jätestrategioille. Neuvosto toisti vakaumuksensa, jonka mukaan jätteiden estämisen pitäisi olla etusijalla kaikessa jätepolitiikassa jätteiden määrien ja vaarojen vähentämiseksi. Erityisesti siinä kannustetaan:

- korvaamaan tuotteiden ympäristölle vaaralliset aineet vähemmän vaarallisilla;
- käyttämään ekotarkastusjärjestelmiä;
- edistämään kulutustottumusten muutoksia antamalla kuluttajille tietoa ja koulutusta;
- luomaan luotettava yhteisönlaajuinen jätetietojen keräysjärjestelmä;
- tunnistamaan ja kunnostamaan vanhat kaatopaikat ja muut saastuneet alueet.

Näissä ja monissa muissa aloitteissa tapahtuvasta kehityksestä on ilmoitettava neuvostolle vuoden 2000 loppuun mennessä. EYK:n lokakuussa 1997 perustama Euroopan jätteiden aihekeskus helpottaa tarvittavien tietojen keräämistä jätteiden tuottamisesta ja jätehuoltokäytännöistä. EU:ssa odotetaan, että Eurostatin (valmisteilla olevan) jätetilastoasetuksen nojalla keräämät tiedot parantavat huomattavasti käytettävissä olevia tietoja.

Kokemukset, joita on saatu yritettäessä saavuttaa viidennessä ympäristöohjelmassa olevat yhdyskuntajätteitä koskevat tavoitteet, osoittavat, mitä seuraa, kun tavoitteet on asetettu riittämättömien ja huonolaatuisten tietojen perusteella. Ohjelmassa tavoitteeksi asetettiin yhdyskuntajätteen tuottamisen vakiinnuttaminen henkeä kohti EU:ssa vuoden 1985 tasolle vuoteen 2000 mennessä. Vuonna 1985 tuotoksi henkeä kohti arvioitiin 330 kg; tämä on lisääntynyt 430 kiloon vuonna 1995, ja todelliset luvut saattavat olla suuremmat (katso VROM-tutkimusta käsittelevä 7.2.1 jakso ja kuvio 7.5). Kun jäljellä on alle kaksi vuotta, yritykset vähentää yhdyskuntajätteen tuottaminen tähän jokseenkin sattumanvaraisesti valittuun tavoitteeseen todennäköisesti epäonnistuvat.

Tietojen keräämistä jätteistä ja jätelainsäädännöstä mutkistaa edelleen jätteiden ja uusioraaka-aineiden välisen rajan siirtyminen. Esimerkiksi jätemetallin kierrättäjät ovat sitä mieltä, että he käsittelevät uusioraaka-aineita eivätkä jätteitä ja että jätelainsäädännön valvonta ei tämän vuoksi koske heitä - sääntö, jota jotkut maat soveltavat raaka-aineisiin, jotka hyödynnetään suoraan. Jos jätteiden ja muiden aineiden määritelmää ja luokittelua muutetaan, se voi muuttaa jätetilastojen lukuja, mutta jätehuolto-ongelma pysyy ennallaan.

### ***Jätehuolto KIE- ja NIS-maissa***

Maailmanpankin tutkimuksessa on tarkasteltu ympäristönsuojelun ja luonnonvarojen hoidon vaihtoehtoja Ukrainassa. Tutkimuksessa yksilöitiin ongelmia ja ratkaisuja, jotka ovat yhteisiä monille Itä-Euroopan maille:

- ei ole varaa suorittaa suuria investointeja nykyaikaistamiseen ja saasteiden valvontaan;
- suurin osa ympäristöinvestoinneista on rahoitettava liikeyritysten sisäisesti synnyttämällä varoilla tai rahoituskapasiteetilla ja määräämällä riittävät käyttömaksut energialle ja paikallisille julkisille palveluille, mukaan lukien jätehuolto;

**Kuvio 7.13 Tekniikan parannusten aiheuttama pakkausten painon väheneminen**  
Pakkauksen paino  
grammoja

Lähde: Incpen, 1995

142 Euroopan ympäristö

Taulukko 7.1 Viitteelliset tiedot jätelainsäädännön ja -politiikan tilasta 30:ssä Euroopan maassa



Hävitys- ja talteen-  
ottolaitosten  
ympäristölupajärjestelmä

## Tavoitteet

	Jätehoito- suunni- telmat	Ensisijai- nen tavoite on estää & vähentää jätehaittoja	Jätteiden eko- verot	Tuottajien vastuu	Estämi- nen	Talteen- otto/kier- rätys	Vaarallisten jätteiden valvonta	Baselin yleissopi- mus	Vaaralliset jätteet	Muut jätteet
Itävalta	3	3	3	3	3	3	3	R	3	3
Belgia	3	3	3P	3	3	3	3	R	3	3
Tanska	3	3	3L,P	3	-	3	3	R	3	3
Suomi	3	3	3L,P	3	x	3	3	R	3	-
Ranska	3	3	3L,W	3	-	3	3	R	3	3
Saksa	3	3	x <sup>1</sup>	3	3	3	3	R	3	3
Kreikka	3	3	x	3	3	3	3	R	3	3
Irlanti	3	3	x	3	x	3	3	R	3	3
Italia	3	x	3L,P	3	x	3	3	R	3	3
Luxemburg	3	3	x	3	x	-	3	R	3	3
Alankomaat	3	3	3L	3	3	3	3	R	3	3
Portugali	-	-	x	3	x	3	3	R	3	3
Espanja	3	x	x	3	x	-	3	R	3	3

Ruotsi	3	3	x	3	3	3	3	R	3	3
UK	3	3	3L	3	x	3	3	R	3	3
Islanti	-	x	3W	3	-	-	3	R	-	-
Norja	3	3	3P	3	-	3	3	R	3	3
Sveitsi	-	-	x	3	-	-	3	R	3	-
Bosnia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bulgaria	x	x	x	3	x	x	3	R	3	3
Tšekin tasav.	-	-	x	3	x	x	3	R	3	3
Viro	-	-	3P	3	x	3	3	R	3	3
Unkari	x	x	x	3	x	x	3	R	3	3
Latvia	-	3G	3	-	-	3	R	3	3	-
Liettua	3	-	x	3	x	-	3	x	3	3
Puola	-	-	x	3	x	x	3	R	3	3
Romania-	x	3	x	x	x	3	R	-	-	-
Slovakian tasav.	-	-	x	3	x	x	3	R	3	3
Venäjän fed.	x	x	x	3	x	x	3	R	3	3
Ukraina	x	x	-	x	x	-	x	-	-	-



## Symbolit

3 on  
 L kaatopaikkaveron x ei ole - ei tietoa R Baselin yleissopimus ratifioitu  
 P pakkausveron W jätteiden tuottamisveron G hyödykeveron

Huomautus: <sup>1)</sup> vain joissakin osavaltioissa (Länder) tai yhdyskunnissa.

Lähteet: OECD 1996, CEC 1997, Perchards 1997, ADEME 1996, EYK 1996, IPPR 1996, McKenna & Co 1996, EBRD 1994, Clifford Chance 1995, Maailmanpankki 1994, UK DTi/DoE JEMU -raportit 1993 - 96, Kansalliset tietokeskukset, kansalliset lähetystöt, Baselin yleissopimuksen sihteeristö, Geneve ja Golder Associates Europe.

## Jätteet 143

- yrityksillä, jotka menestyvät tai tarjoavat hyviä näkymiä yhteisyrityksille, on mahdollisuudet investoida nopeimmin uuteen teknologiaan;
- yhteisöt, jotka ovat halukkaita maksamaan uudesta infrastruktuurista, hyötyvät ensimmäisinä jätehuollon paranemisesta.

Seuraavien seikkojen tulisi tämän vuoksi olla ensisijaisia tavoitteita:

- kunnallisen jätehuollon parantaminen lajittelemalla jätteitä, parantamalla kaatopaikkojen hoitoa ja lisäämällä kaatopaikkamaksuja;
- paikallistason ohjelmien käyttöönotto, jolla kannustetaan vaarallisten ja kiinteiden jätteiden kierrätykseen;
- kaatopaikkojen inventoiminen ja niiden tärkeysjärjestyksen määrittäminen sillä perusteella, mitä terveysvaikutuksia niistä on työntekijöille ja ympäröiville yhteisöille;
- kustannusten alentaminen tai suojarakennelmien rakentaminen ensisijaisissa kohteissa;
- lainsäädäntö, jolla ohjataan kaatopaikkojen tärkeysjärjestyksen määrittämistä, määritellään tarvittavat uudistustoimenpiteet, ilmoitusvaatimukset sekä säännöt vaarallisten aineiden ja jätteiden varastoinnista ja kuljetuksesta (Maailmanpankki, 1994).

Lisäksi monissa Euroopan maissa käytetään taloudellisia välineitä kuten veroja ja veronluonteisia maksuja kaatopaikkojen käytön vähentämiseksi tai sellaisten jätteiden uusiokäyttö/kierrätys/talteenottojärjestelmien helpottamiseksi, joita käytetään renkaiden, pullojen ja jäteöljyn kohdalla.

### ***Vitteet***

ADEME (1996). Synthesis of the Knowledge of Non-Hazardous Industrial Waste in the European Union and the OECD. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Ranska.

CEC (1997). Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille direktiivien 75/439/ETY, 75/442/ETY, 78/219/ETYC ja 86/278/ETY soveltamisesta jätepolitiikassa. KOM(97) 23 lopullinen. Bryssel, helmikuu 1997.

Clifford Chance (1995). The European Environmental Law Guide.

EBRD (1994). Investors' Environmental Guidelines. Euroopan jälleenrakennus- ja kehityspankki.

EYK, Euroopan ympäristökeskus (1996). Environmental Taxes Implementation and Environmental Effectiveness. Environmental Issues series n:o 1. EEA, Kööpenhamina, 1996. ISBN 92-9167-000-6.

Frost & Sullivan (1997). European Market for Recycled Plastics.

Hodalic, J., Slokar, M. ja Gacesa, R. (1993). Hazardous Waste in Central and Eastern Europe. Case Study: Integrated Waste Management Concept. Julkaisussa Proceedings: Better Waste Management - a Global Challenge, International Solid Waste Association.

IPTS (1996). The Recycling Industry in the European Union: Impediments and Prospects. Institute for Prospective Technological Studies, Seville, s. 48.

IPPR (1996). Green Taxes in Europe. Institute of Public Policy Research, UK.

McKenna & Co. (1996). Study of Civil Liability Systems for Remedying Environmental Damage. Final report B4/3040/94/000665/ MAR/H1.

OECD (1995). Environmental Data Compendium 1995. Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö.

OECD (1996). Environmental Taxes in OECD Countries. Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö.

OECD (1997). Environmental Data Compendium 1997. Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö.

Perchards (1997). Packaging Legislation in Europe - An Update. UK.

UK DTi/DoE (1993-1996). Commercial Opportunity Briefs 1993-96. Joint Environmental Marketing Unit.

van Beek, R. (1997). Comparison of Household Waste Figures for Various European Countries. Asunto-, aluesuunnittelu- ja ympäristöministeriö, Alankomaat.

Waste Environment Today (1996). nide 9, s.7-8.

Maaailmanpankki (1994). Ukraine: Suggested Priorities for Environmental Protection and Natural Resource Management, niteet 1 ja 2.

## 8. Biologinen monimuotoisuus

### Tärkeimmät havainnot

Euroopan luonnonvaraisiin lajeihin kohdistuva uhka on edelleen vakava, ja vähenevien lajien lukumäärä kasvaa. Monissa maissa jopa puolet tunnetuista selkärankaisten lajeista on uhanalaisia.

Yli kolmanneksessa Euroopan lintulajeista on havaittu vähenemistä, vakavimmin Luoteis- ja Keski-Euroopassa. Tämä johtuu pääasiassa niiden asuinalueille kohdistuneista tuhoista, joita ovat aiheuttaneet muutokset maankäytössä erityisesti maa- ja metsätalouden tehostumisen, infrastruktuurien kehittymisen voimistumisen, vedenoton ja saastumisen seurauksena.

Ihmisen toimintaan sopeutuneiden eläinlajien kannat kuitenkin kasvavat, ja samoin eräät korkeita ravinne- tai happopitoisuuksia sietävät kasvilajit leviävät. Pesivien lintujen määrä on lisääntynyt alueilla, joilla harjoitetaan luonnonmukaista maataloutta. Vieraiden lajien istuttaminen aiheuttaa ongelmia merien, sisävesien ja maa-alueiden kasvuympäristöissä.

Kosteikkojen häviäminen on suurinta Etelä-Euroopassa, mutta huomattavaa häviämistä tapahtuu myös monilla maatalous- ja taajama-alueilla Luoteis- ja Keski-Euroopassa. Suurimpina syinä ovat maan otto viljelykseen tai muuhun käyttöön, pilaantuminen, maan kuivatus, virkistyskäyttö ja kaupungistuminen. Eräät suuret ja monet pienet jokien, järvien, suo- ja rämealueiden kunnostushankkeet ovat jossain määrin tasapainottaneet näitä menetyksiä.

Hiekkadyynialueet ovat pienentyneet 40 prosentilla tällä vuosisadalla, pääasiassa Euroopan länsirannoilta; kolmannes on kadonnut 1970-luvun puolivälin jälkeen. Suurimpia syitä ovat olleet kaupungistuminen, virkistyskäyttö ja metsänistutus.

Metsien kokonaisalueen osuus kasvaa samoin kuin puuaineksen määrä. "Laajaperäistä" metsänhoitoa, joka oli aikaisemmin yleisin metsänhoitomuoto, korvataan edelleen voimaperäisemmällä ja yhdenmukaisemmalla hoidolla. Eksoottisten lajien käyttö kasvaa. Vanhojen luonnontilaisten ja lähes luonnontilaisten metsämaiden häviäminen jatkuu voimakkaana. Suurin osa vanhoista ja lähes koskemattomista metsistä sijaitsee nykyisin KIE- ja NIS-maissa, vaikka pienempiä alueita on muuallakin. Metsäpalot ovat yhä ongelma Välimeren ympäristössä, vaikka palaneiden alueiden koko onkin pienentynyt. Metsänhoidossa ja metsän käytössä ollaan siirtymässä kestäväan metsätalouden mukaiseen käytäntöön, mutta sen yleisiä vaikutuksia biologiseen monimuotoisuuteen ei ole vielä nähtävissä.

Koska maataloudesta on tullut yhä voimaperäisempää ja metsänistutus on yhä jatkunut heikkosatoisilla alueilla, lähes luonnontilaiset maatalouden elinympäristöt, kuten niityt, katoavat tai muuttuvat nopeasti. Näitä elinympäristöjä esiintyi aikaisemmin Euroopassa hyvin laajalla alueella, jolloin maatalous oli laajaperäistä ja ravinteiden käyttö vähäistä. Nyt rasitteena on ylenmääräinen ravinteiden käyttö ja happamoituminen. Elinympäristöjen usein hyvin monipuolisen kasviston ja eläimistön hävitessä avointen maisema-alueiden luonnollinen biologinen monimuotoisuus on vähentynyt selkeästi.

Kaikissa maissa on toteutettu suuri määrä aloitteita ja otettu käyttöön lainsäädännöllisiä keinoja lajien ja elinympäristöjen suojelemiseksi kansainvälisesti ja kansallisesti. Nämä toimet ovat johtaneet huomattavien maa- ja merialueiden suojeeluun, ja lukuisia lajeja ja elinympäristöjä on pelastettu. Toimien toteuttaminen on usein vaikeata ja hidasta, eikä niiden avulla ole pystytty vastustamaan yleistä huononemista. Euroopan tasolla EU:n Natura 2000 -alueiden verkosto sekä muuta Eurooppaa koskeva Bernin yleissopimuksen mukainen EMERALD-verkosto ovat tällä hetkellä tärkeimmät aloitteet.

**Yleisesti ottaen biologisen monimuotoisuuden säilyttämistä on usein pidetty vähemmän tärkeänä kuin siihen eniten vaikuttavilla aloilla saavutettuja lyhyen aikavälin taloudellisia tai yhteiskunnallisia etuja. Suuri hankaluus suojelutavoitteiden turvaamisessa on edelleen tarve sisällyttää biologisen monimuotoisuuden huomioon ottaminen muiden alojen toimintaan. Toimenpiteiden ja ohjelmien strategiset ympäristöarvioinnit yhdessä luontoa suojelevien keinojen kanssa voivat olla tärkeitä välineitä edistettäessä biologisen monimuotoisuuden huomioon ottamista.**

Biologinen monimuotoisuus 145

## 8.1. Johdanto

Laatikossa 8.1 määritellystä biologisesta monimuotoisuudesta on tullut laajalti käytetty käsite sen jälkeen, kun maailmanlaajuinen biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus allekirjoitettiin maailman huippukokouksessa vuonna 1992 Rio de Janeirossa. Sen jälkeen biologisen monimuotoisuuden osatekijöiden kestävästä käytöstä ja suojelusta (ekosysteemeistä ja elinympäristöistä lajeihin ja geneettisiin voimavaroihin) on tullut tärkeitä kysymyksiä monissa maissa, kun on yhä enemmän tajuttu, että "biologinen monimuotoisuus on ihmisen olemassaolon perusta" (biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus, 1997. UNEP, 1995; katso laatikko 8.1). Yleissopimuksessa määritellyt perusperiaatteet ovat päättyneet hyvin moniin poliittisiin asiakirjoihin, mutta tälle periaatteelle pohjautuvan politiikan toteuttaminen on yleensä hidasta.

Vaikka biologisen monimuotoisuuden käsitteen määrittelyssä on eroa samoin kuin ensisijaisissa toimenpiteissä, keskinäiset riippuvuudet ja vastuut samoin kuin luonnonvarojen kestävä käytön tarve mukaan lukien biologiset ja geneettiset voimavarat ymmärretään yhä paremmin. Tässä yhteydessä biologista monimuotoisuutta koskevassa yleissopimuksessa asetetut velvoitteet tuovat vähitellen uudella tavalla yhteen maatalouden, metsätalouden, kalatalouden, voimavarojen käytön ja maankäytön sekä luonnonsuojelun.

Tässä luvussa käsitellään etupäässä luonnonvaraista elämää sekä luonnonvaraisia ja lähes luonnontilaisia elinympäristöjä ja ekosysteemejä käyttäen etupäässä maalla sijaitsevista ympäristöistä otettuja esimerkkejä.

Merien, rannikoiden ja makean veden biologista monimuotoisuutta ei käsitellä, koska tiedot ovat puutteellisia ja koskevat pääasiassa kalatalouslaitosten veden laatua.

Tässä luvussa kuvatut lajien ja elinympäristöjen esiintymät ja jakauma heijastavat useimpien muissa luvuissa käsiteltyjen ympäristöongelmien vaikutuksia.

## 8.2. Biologisen monimuotoisuuden muuttuva tila Euroopassa

### 8.2.1. Maankäyttö pohjimmaisena syynä

Suurin osa Euroopassa tapahtuvista biologisen monimuotoisuuden muutoksista johtuu pääasiassa tehomaataloudessa, metsätaloudessa, kaupungistumisessa, kalastuksessa, mineraalivarojen ja vesien hoidossa, liikenteessä ja matkailussa tapahtuneesta kehityksestä sekä tämän kehityksen maankäyttöön liittyvissä vaikutuksissa. Suurimmassa osassa Eurooppaa maankäytön muuttuminen on aiheuttanut suuria muutoksia sekä luonnonvaraisten ja lähes luonnontilaisten elinympäristöjen monimuotoisuuden vähenemistä ja häviämistä häiritsemällä niitä, huonontamalla niiden laatua ja saastuttamalla niitä (Baldock 1990; Pain ja Pienkowski 1997, Tucker ja Evans 1997) sekä tuomalla niihin uusia lajeja.

Taulukossa 8.1 esitetään osa kehityksen ja maankäytön muutosten vaikutuksista Euroopan tärkeimpiin elinympäristötyyppeihin.

Nykyään Euroopassa ei ole käytännöllisesti katsoen lainkaan koskemattomia luonnontilaisia alueita ja siellä on vain harvoja

**Laatikko 8.1: Biologisen monimuotoisuuden määritelmä**

Biologista monimuotoisuutta koskevassa kansainvälisessä yleissopimuksessa, joka allekirjoitettiin Rio de Janeirossa vuonna 1992, biologisen monimuotoisuuden määriteltiin koostuvan erilaisista biologisista osatekijöistä eri tasoilla eli "kaikista lähteistä peräisin olevien kaikkien elävien organismien vaihtelevuus mukaan lukien muun muassa maalla ja vedessä olevat sekä muut vesien ekosysteemit ja ne ekologiset kokonaisuudet, joista ne muodostavat osan; tähän sisältyy lajien sisäinen, lajien välinen ja ekosysteemien monimuotoisuus". Biologista monimuotoisuutta ei ole vain lajien välinen vaihtelevuus, vaan myös geneettinen vaihtelu lajin sisällä ja vaihtelu lajiyhdykskuntien, elinympäristöjen ja ekosysteemien välillä. Biologisen monimuotoisuuden osatekijät - ovatpa ne suuria tai pieniä, harvinaisia tai yleisiä - ovat kaikki osa maailmanlaajuisia elämän synnyttämisen-, ylläpito- ja säätelyprosesseja. Biologisen monimuotoisuuden suurilla muutoksilla, häviöillä tai heikkenemisellä voi näin olla taloudellisia, sosiaalisia ja kulttuurisia vaikutuksia ja kustannuksia sen lisäksi, että niillä on syvällisiä ekologisia, eettisiä ja esteettisiä merkityksiä. Tämä tunnustettiin laajalti maailman huippukokouksessa.

Yleissopimuksen tavoitteita ovat biologisen monimuotoisuuden suojeleminen, sen osatekijöiden kestävä käyttö sekä geneettisten voimavarojen hyödyntämisestä syntyvien etujen tasapuolinen jakaminen. Tämä jakaminen voisi toteutua tarjoamalla asianmukainen pääsy geneettisiin voimavaroihin ja siirtämällä tähän liittyvää tekniikkaa asianmukaisesti ottaen huomioon kaikki näihin voimavaroihin ja tähän tekniikkaan liittyvät oikeudet ja käyttäen sopivia rahoitusmenetelmiä.

## 146 Euroopan ympäristö

**Taulukko 8.1 Tiivistelmä maankäytöstä Euroopan biologiseen monimuotoisuuteen vaikuttavana taustatekijänä ja kuormittajana**

Kuormit. elinympäristöt	Maatalous	Veden käyttö & hoito	Kaupunkien, teollisuuden ja matkailun kehitys ja infrastruktuuri	Metsien hoito	Muut
Meret, mukaan lukien jokisuut	Rehevöitym. ja torjunta-ainesaasteet suotumisen, valumien tai ilman-laskeumien vuoksi. Sedimentaatio	Merien, laguunien ja jokisuiden vesien vaihtumisen muutokset	Mereen lasketun öljyn, jäteveden, teollisuuden ja yhdyskuntajätteen aiheuttama saastuminen	Metsänhakka- hakuut jokien valuma-alueilla, jotka aiheuttavat maaperän eroosiota, sedimentaatiota ja rehevöitymistä	Liikakalastuksen vaikutus ravintoketjuun. Troolauksen ja ruoppauksen aiheuttama pohjaelinympäristöjen vahingoittuminen. Uusien lajien tulo. Vesiviljely
Rannikkojen elinympäristöt	Rehevöitym. ja torjunta-ainesaasteet suotumisen, valumien tai ilman-laskeumien vuoksi. Suolarämeiden ja hiekkadyynien huono hoito. Ruoikkojen valtaaminen mereltä	Vuorovesialueiden elinympäristön muuttuminen makean/suolaveden virtauksen muuttuessa/vähentyessä	Rakentamisen aiheuttama elinympäristöjen menetykset ja pirstoutuminen. Häiriöt vapaa-ajan viettämisestä, esim. vesiturheilusta, metsästäyksestä ja kalastuksesta. Moottoriliikenne. Voimaloiden lämmintä saasteet.	Hiekkadyynien metsittäminen.	Luontaisten geo-morfologisten prosessien häiriintyminen syynä esim. rannikon puolustus-rakenteet, vesiviljely ja ruoppaus
Sisävedet (joet ja järvet)	Rehevöitym. ja torjunta-ainesaasteet suotumisen, valumien tai ilman-laskeumien vuoksi.	Päästöjen muutokset. Jokien ja järvien sääntely kuivatusta, tulvien estoja ja laivaliikennettä	Teollisuuden ja yhdyskuntajätteen aiheuttama saastuminen. Häiriöt vapaa-ajanvietosta ja matkailusta.	Suotumisen ja valumien aiheuttama rehevöityminen tai happamoituminen, maaperän eroosio ja	Uusien lajien tulo, vesiviljely

	Sedimentoituminen. Suolautuminen.	varten. Jokien patoaminen ja kosteikkojen säilyttäminen.		sedimentaatio, erityisesti laajojen metsähakkuiden jälkeen.	
Sisämaan kosteikot (nevat ja rämeet)	Rehevöitym. ja torjunta-ainesaasteet suotumisen, valumien tai ilmanlaskeumien vuoksi. Ojitus maa- ja metsätaloutta varten. Niittyjen epäasiallinen hoito	Pohja- ja pintaveden otto	Ojitus sekä elinympäristöjen häviäminen ja pirstoutuminen. Jätevesien ja teollisuuden vesipäästöjen aiheuttama saastuminen. Makean veden happamoituminen.	Kosteikkojen ojitus ja metsitys	Saastuminen, voimaperäisen vesiviljelyn aiheuttamat häiriöt ja elinympäristöjen muuttuminen
Ylänkönummet, -rämeet ja tundrat	Rehevöitym., happamointuminen tai torjunta-ainesaasteet (ilmasta). Rämeiden ojitus, tundran ja nummien huono hoito/laiduntaminen	Luontaisten elinympäristöjen muuttaminen veden säilytyspaikoiksi	Teollisten lähteiden ja kaupunkilähteiden aiheuttamat happolaskeumat	Ylänköjen, nummien ja rämeiden ojitus ja metsitys	Tuhoeläinten hallinta, turpeenotto
Viljelyalueet	Lisääntynyt erikoistuminen ja voimaperäistäminen. Perint. Käytäntöjen, esim. pienimuotoisen sekaviljelyn korvautuminen ja vain yhden kasvin viljelyn lisääntyminen. Pienimuotoisten elinympäristöjen ja maaseman piirteiden häviäminen. Maaperän menettäminen/eroosio	Matalan intensiteetin kuivien alueiden kastelu. Pintamaan kuivuminen. Kosteusvaihteluiden katoaminen. Suolautuminen	Alueiden väheneminen	Metsitys. Maa- ja metsätalousjärjestelmien kehittyminen	



Lähes luonnontil. niityt ja laajat pellot (pseudo-erot)	Rehevöityminen, happamoituminen tai torjunta-ainesaasteet (ilmasta, paikallinen käyttö). Lisääntynyt erikoistuminen ja voimaperäistyminen. Perinteisten käytäntöjen esimerkiksi pienimuotoisen seka-tiljelyn, laajaperäisen eläinten laiduntamisen ja heinänteon korvautuminen. Pienimuotoisten elinympäristöjen ja maiseman piirteiden häviäminen. Korkeat alueet, laiduntamisen väheneminen ja sopimaton hoito joillakin laajemmilla alueilla	Tulvasankojen niittyjen katoaminen, koska jokia ja järviä säännellään tulvien torjumiseksi ja kulkukelpoisuuden lisäämiseksi	Elinympäristöjen pirstoutuminen ja avoimien alueiden katoaminen	Avoimien aroniittyjen ja laajojen peltojen (pseudo-eröjen) metsitys	
Nummet, pensaikot ja kallioidet elinympäristöt	Rehevöityminen, happamoituminen tai torjunta-ainesaasteet (pääasiassa ilmassa). Epäasiallinen hoito		Rakentamisen aiheuttama elinympäristöjen suora menettäminen ja pirstoutuminen	Nummien ja Välimeren pensaikkomaiden metsitys	Vallitsevat toistuvat tulipalot erityisesti Välimeren maissa
Metsät	Rehevöityminen tai happamoituminen ja torjunta-ainesaasteet (ilmasta, paikallisesta käytöstä). Epäasiallinen laiduntaminen laiduntaminen joillakin alueilla	Ojitus	Elinympäristöjen suora menettäminen ja pirstoutuminen ja yhdenmukaistuminen. Häiriöt vapaa-ajanvietosta. Happamoituminen ja muut ilmansaasteet	Hoidon voimistuminen tulipalot maaperän tiivistyminen, teiden rakentaminen, torjunta-aineiden käyttö, eksoottisten lajien istutus. Aarnimetsien kaataminen	Hallitsemattomat toistuvat Välimeren maissa, tulipalojen puute joissakin boreaalisissa ja lauhkeissa metsissä, korkeat peurakannat



Biologinen monimuotoisuus 147

**Kartta 8.1 Tärkeiden elinympäristöjen jakauma**

Lähteet: EYK ETC/LC ja EYK ETC/NC. EYK:n maanpeitetiedot, marraskuu 1997

## 148 Euroopan ympäristö

lähes luonnonvaraisia alueita. Metsät kattavat noin yhden kolmasosan maa-alueesta, ja niiden osuus vaihtelee noin kuudesta prosentista Irlannissa 66 prosenttiin Suomessa (EYK, 1995). Noin 40 prosenttia niistä kuuluu jonkinlaisen maatalouden piiriin, ja osuus vaihtelee alle kymmenestä prosentista Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa noin 60 prosenttiin Romaniassa ja Puolassa ja yli 70 prosenttiin Yhdistyneessä kuningaskunnassa ja Irlannissa.

Euroopan laajalla elinympäristöjen kirjolla on tärkeä tehtävä tekijänä, jolla on suuri vaikutus maiseman ja paikallisen ilmaston rakenteeseen ja toimintaan, ja ne muodostavat jokapäiväisen "luonnon" suurimmalle osalle Euroopan väestöä. Monet luonnontilaiset ja lähes luonnontilaiset metsäalueet metsä- ja maatalousmaan keskellä vähenevät, kun sitä vastoin kaupunkialueet sekä voimaperäisen maatalouden ja metsätalouden alueet lisääntyvät. Voimaperäisesti käytetyillä alueilla luonnontilaiset ja lähes luonnontilaiset elinympäristöt ovat hajallaan ja eristettyinä (kartta 8.1).

Itä-Euroopassa maatalousmaan kokonaisala on vähentynyt 1990-luvun alun jälkeen. Viljelymaa on vähentynyt hiukan useimmissa maissa, mutta tärkeämpiä muutoksia saattaa tapahtua marginaalisen maan osalta, josta hylätään monia sekä pieniä että suuria alueita. Perinteisen maatalouden ja vanhojen satokasvien ja eläinten käyttö on yhä merkittävää, mutta tulevina vuosina odotetaan tapahtuvan suuria muutoksia. Samaa kehitystä tapahtuu Välimeren alueella.

Länsi-Euroopassa jatkuu kehitys kohti maatalouden voimaperäistämistä ja erikoistumista samalla kun politiikan kannustama kesannointi on ollut merkittävä mutta epävakaa ja ajoittainen maankäyttömuoto viljelyalueilla vuodesta 1993 lähtien. Metsämaan laajeneminen johtuu osittain luonnollisesta uudistumisesta esimerkiksi hylätyillä maalla. Monissa maissa metsitystä tuetaan runsaasti, ja sillä pyritään puuntuotannon lisäämiseen, mutta myös ympäristöllisiin ja yhteiskunnallisiin tavoitteisiin kuten pohjaveden suodattamiseen, hiilidioksidin pidättämiseen, vapaa-ajan käyttöön ja paikallisen ilmaston lieventämiseen.

Metsäalue laajenee hitaasti erityisesti heikoilla tai marginaalisilla alueilla. Metsissä olevat avoimet alueet häviävät ja metsiä halkovat yhä useammat tiet, mikä vaikuttaa biologiseen monimuotoisuuteen. Tiet voivat aiheuttaa kasvu ympäristöjen haitallista pirstoutumista, vahingoittaa tärkeitä alueita ja tarjota helpomman pääsyn aikaisemmin syrjäisille seuduille, millä voi olla haitallisia pitkäaikaisia vaikutuksia ekosysteemien koskemattomuuteen. Tämä aiheuttaa erityistä huolta maissa, joissa on tähän asti ollut suuria yhtenäisiä metsäalueita, kuten Pohjoismaissa (Pohjoismaiden ministerineuvosto, 1997). Metsänhoidossa lisääntyy yleisesti voimaperäisyys, yhdenmukaisuus sekä eksoottisten puulajien käyttö, vaikkakin tietoisuus kestävän metsänhoidon käsitteestä mukaan lukien paikallisten puulajien käyttö lisääntyy.

Harvinaisten ja uhanalaisten elinympäristöjen ja lajien suojelusta on tullut keskeinen luonnonsuojelukysymys koko Euroopassa. Tärkeä merkitys annetaan alueille, jotka ovat koskemattomia tai joihin on koskettu vain vähän tai jotka ovat hyvin vanhoja. Näillä alueilla on usein enemmän luonnonvaraisia lajeja kuin muualla (Wiens, 1989; Fuller, 1995), ja ne ovat tämän vuoksi korvaamattomia sellaisinaan, geneettisinä varastoina ja lajien leviämiskeskuksina. Ne auttavat myös suuresti ymmärtämään Euroopan biologista evoluutiota.

Harvat ja tavallisesti pienet luonnontilaiset alueet samoin kuin alueet, joita on hoidettu vain vähän, sijaitsevat yleensä rannikolla, sisävesien lähellä, vuorilla tai alueilla, joiden pinnanmuodostus on karkea, kuten kartta 8.2 osoittaa. Makean veden elinympäristöihin sisältyy monia pieniä suhteellisen koskemattomia alueita usein vesistöjen alkulähteillä, mutta maa- ja metsätalous samoin kuin kaupunkien ja teollisuuden toiminta vaikuttavat suoraan tai epäsuorasti useimpiin makean veden elinympäristöihin. Euroopan rannikoilla ja merissä on paljon monimuotoisuutta, mutta ihmisen vaikutus on vahva. Jopa syrjäisimmille maa- ja vesialueille tulee tuulen ja vesien mukana ravinteita ja saasteita, ja niihin vaikuttavat ilmastomuutokset ja ihmisten tunkeutuminen niille.

Euroopan biomaantieteellisten alueiden käsite (laatikko 8.2) kehitettiin, jotta voitaisiin arvioida luonnonvaraista biologista monimuotoisuutta yleisesti käyttämällä yhteisön luetteloa Euroopan tärkeistä

elinympäristöistä ja lajeista (NATURA 2000 -verkko, katso 8.4 jakso). Alueet on esitetty kartassa 8.3, joka muodostaa taustan seuraavalle lajien ja elinympäristöjen kehityksen käsittelylle.

#### 8.2.2. Euroopan lajipopulaatioiden kehitys

Tiedot erityisesti kasveista ja selkärangaisista sekä joistakin hyönteisryhmistä kuten perhosista osoittavat Euroopan luonnontilaisten ja lähes luonnontilaisten elinympäristöjen jatkuvan köyhtymisen, mikä puolestaan on aiheuttanut vakavaa populaatioiden vähenemistä ja sen johdosta hyvin monien lajien levinneisyyden vähentymistä.

**Kartta 8.2 Alueet, joihin kaupungistuminen, liikenne tai voimaperäinen maatalous on vaikuttanut suhteellisen vähän**

Alueet, joihin kaupungistuminen, liikenne tai voimaperäinen maatalous on vaikuttanut suhteellisen vähän

Huomautus: Perustuu EYK:n maanpeitetietoihin marraskuulta 1997. Ison-Britannian, Suomen ja Ruotsin osalta on käytetty erilaista menetelmää, minkä vuoksi suora vertaaminen muuhun Eurooppaan on epävarmaa. Voimaperäisen metsätalouden, vapaa-ajan vieton ja matkailun vaikutus puuttuu. Kartassa 8.2 esitetty analyysi vaikutuksesta luontoon perustuu niiden maanpeiteluokkien summaan, joiden potentiaalinen luontosisältö on suuri, eli tiheiköt, nummet, luonnonniityt sekä sisävesien ja rannikoiden kosteikot. Siihen sisältyvät myös metsät niiden hoidosta tai tyypistä riippumatta. Nämä alueet ovat usein herkkiä sellaisten viereisten alueiden vaikutukselle, joiden käyttö on voimaperäistä tai jotka rajoittavat tai pirstovat luontaisia alueita, eli kaupunki- ja teollisuusalueet, liikenteen rakenteet ja voimaperäinen maatalous. Vesialueita (järviä, jokia), niittyjä ja monimutkaisia heterogeenisiä maatalousalueita pidettiin analyysissä neutraaleina = eivät vaikuta suuresti. Lähde: EYK ETC/NC-ETC/LC, 1997

**Kartta 8.3 Euroopan biomaantieteellisten alueiden kartta - hyväksytty vuonna 1997**

Lähde : CEC PO XI, Euroopan neuvosto, 1997

**Laatikko 8.2: Biomaantieteellisen alueen käsite ja kartan laatiminen**

Biomaantieteellisten alueiden kartta kehitettiin EU:n NATURA 2000 -verkon arviointityövälineeksi (EY:n neuvoston direktiivi 92/43/ETY). Viiteen alkuperäiseen alueeseen (alpiininen alue, Atlantin alue, manneralue, Makronesian alue ja Välimeren alue) lisättiin pohjoinen alue Suomen ja Ruotsin liittyessä Euroopan unioniin. Tästä syntynyt 15 EU:n jäsenvaltiota (EUR15) esittävä biomaantieteellisten alueiden kartta perustuu luontaisen kasvillisuuden karttaan (CEC ja Euroopan neuvosto, 1987). Tämä on ensimmäinen kerta, jolloin hallinnollisista rajoista eroava maantieteellinen kehys hyväksyttiin käytettäväksi maa-alueiden virallisessa arvioimisessa.

Nykyinen yleiseurooppalainen biomaantieteellisten alueiden kartta on Euroopan neuvoston (Bernin yleissopimuksen sihteeristön) laatima EUR15:n kartan laajennus käytettäväksi Emerald-verkon perustamisessa. EU:n ulkopuolisten alueiden osalta kartta on laadittu yhdistämällä Euroopan laajuisen luonnonkasvillisuuden kartan yksiköt (Bohn, 1996). Vain viisi aluetta lisättiin EUR15:n karttaan (Anatolia, arktinen alue, Mustameri, Pannonia ja aroalue). Tulkintaperiaatteet ovat samat kuin EUR15:n kartassa. Sillä on sama tarkoitus eli alueiden arvioiminen ja niistä kertominen koko Euroopan mittakaavassa (Euroopan neuvosto, 1997).

## Biologinen monimuotoisuus 151

## Laatikko 8.3: Esimerkkejä eurooppalaisista lajeista, joiden populaatioiden tila muuttuu

Monien lajien populaatiot muuttuvat. Jotkut näistä muutoksista ovat luontaista vaihtelua, kun taas toisten syynä on uusien lajien istuttamisen tai tulon aiheuttama kilpailu taikka elinolosuhteiden muutokset, joiden syynä ovat maankäytön muutokset tai muutokset kemikaali/ravinnetilanteessa (rehevöityminen, happamoituminen, torjunta-aineet). Uhanalaisten lajien piirissä ei vielä havaita suuria ilmastonmuutoksen seurauksia.

Lisääntyvät lajit:

- Endemiset, ongelmattomat lajit:

Yövilkka            Leviää havumetsien mukana. (Orkidea)

- Istutetut/tulleet lajit, ei vielä ongelmia:

Turkinkyhky            Aasiasta Turkin kautta, levinnyt laajalti vuodesta 1938 lähtien sopeutuen kylmille alueille ja kaupunkialueille.

- Endemiset, ristiriitoja:

Merimetso            Valtava lisääntyminen metsästyskieltojen jälkeen. Ristiriitoja kalatalouden kanssa. Metsästyksen palauttamisesta keskustellaan.

Harmaahaikara            Vähentyi aikaisemmin, mutta lisääntyy nykyään suojelun, sopeutumisen ja vesiviljelyn lisääntymisen vuoksi.

- Istutetut/tulleet lajit, ristiriitoja ihmisten toimien tai ekosysteemien kanssa:

Piisami            Pohjois-Amerikasta. Levinnyt laajasti 1920-luvulta lähtien tarhoista makean veden järjestelmiin. Syö kasvillisuutta, kaivaa koloja jokitormiin.

Kampamaneetti            Amerikasta 1980-luvulla. Vakava ekosysteemien ja kalatalouden uhka Mustallamerellä.

Tohvelikotilo            Pohjois-Amerikasta. Levinnyt useimmille rannikoille ostereiden mukana 1800-luvun lopulla. Kilpailee ravinnoista ja tilasta ostereiden ja simpukoiden kanssa.

Caulerpa taxifolia (levä)            Trooppisista meristä 1980-luvun puolivälissä. Tuhonnut vakavasti Posidoniaa (monipuolisin Välimeren meriekosysteemi).

Kaukasian-jättiputki            Vähä-Aasiasta. Levinnyt laajalti 1800-luvun puolivälistä laajaperäisesti käytettyihin elinympäristöihin. Hyvin kilpailukykyinen, vaikea torjua, aiheuttaa ihmisille iho-oireita.

Eukalyptus            Australiasta. Viime aikoina istutettu paljon Etelä-Eurooppaan. Muuttaa paikallisen ekosysteemin täydellisesti.

Lajit, joiden tilanne vaihtelee, vähäistä lisääntymistä, joitakin vakavia vähenemisiä:

- Endemiset lajit, jotka aikaisemmin vähenivät voimakkaasti ja joiden paikallinen tila nyt vaihtelee:

Muuttohaukka            Aikaisemmin laajalle levinnyt. Väheni 1900-luvun puolivälissä maatalou-



den hyönteismyrkkujen laajan käytön vuoksi. Nyt palautunut jossain määrin organokloriinien käytön vähennyttä.

Espanjankeisarikotka Lähellä sukupuuttoon kuolemista 1960-luvulla, toipuu nyt hitaasti tehokkaan elvytysohjelman tuloksena.

• Endeemiset lajit, jotka vähenivät aikaisemmin jyrkästi ja joiden paikalliset ongelmat nyt vaihtelevat:

Maakarhu Vähenytynyt jatkuvasti keskiajalta lähtien. Nyt kolme tärkeintä populaatioryhmää. Jotkut lisääntyvät, jotkut vähenevät ankarasti tai tarvitsevat elvytystä. LIFE-ohjelman luonnonsuojeluhankkeiden rahoitustuki (LIFE-Nature -rahoitus)

Susi Kattoi aikoinaan koko Euroopan, vähentynyt jyrkästi keskiajasta lähtien. Nyt erillisiä populaatioryhmiä, joiden tilanteet hyvin vaihtelevia.

Tikankontti Monia populaatioiltaan runsaita alueita, mutta lähellä sukupuuttoa muilla alueilla. Suojelun tulokset hyvin vaihtelevat.

Lajit, jotka vähenevät jyrkästi:

• Endeemiset lajit, jotka vähenevät jyrkästi:

Pantteri-ilves Lähellä sukupuuttoa Iberian niemimaalla.

Ruisräikkä Laajalle levinnyt lintu, alhaiset lukumäärät. Vähenytynyt voimakkaasti viimeisten 20 vuoden aikana maatalouden muutosten vuoksi. LIFE Nature -rahoitus

Sampi Aikoinaan hyvin laajalle levinnyt vaelluskala, nyt vain harvoja eristäytyneitä populaatioita. Saasteet, jokien esteet ja liikakalastus.

---

Lähteet: Kansainväliset ja kansalliset Uhanalaisten lajien kirjat, LIFE Nature -rahoitus (CEC POXI, 1997a), Bournerias, 1989, Dauvin, 1997, IMO/UNP, 1997, Lambinon, 1997, Leten, 1989, Meinesz, 1997, Ribera et al., 1996, Rodwell, 1991

## 152 Euroopan ympäristö

Vähenevät lajit ovat useimmiten alkuperäisiä lajeja, jotka liittyvät vanhoihin elinympäristöihin, puhtaaseen veteen ja ilmaan sekä vähäisiin ihmisten aiheuttamiin häiriöihin. Myös tähän asti hyvin yleiset lajit vähenevät kuitenkin nykyisin. Yleisten lajien kehitys osoittaa koko ympäristössä yleisiä ja perustavaa laatua olevia kokonaismuutoksia, jotka liittyvät vahvasti sosio-ekonomiseen kehitykseen. Viime aikoina Ruotsin maatalousalueen eteläosasta on kerrottu useiden aikaisemmin laajalti esiintyneiden kasvilajien yleisestä vähenemisestä kaikenlaisissa elinympäristöissä, mikä liittyy tyyppipitoisuuksien lisääntymiseen (Tyler ja Olsson, 1997).

Kaikki lajit eivät kuitenkaan vähene. Monien populaatioiden määrä vaihtelee melko vakaasti. Jotkin uhanalaiset tai vähenevät lajit lisääntyvät, joskin toistaiseksi vähäisessä määrin, luonnon elpymisen, metsästysrajoitusten ja vähemmän voimaperäiseen maanviljelyyn ja vähäisempään kemikaalien käyttöön siirtymisen vuoksi. Jotkut lajit ovat muuttaneet uusille alueille kuten moottoriteiden pientareille ja tulva-almaitiin, ja joidenkin lajien kuten merimetsojen määrä on lisääntynyt hyvin pienestä niin suureksi, että ne aiheuttavat ristiriitoja. Yhä enemmän ollaan huolissaan muualta tulleista lajeista tai rikkaruohoista, jotka eivät aiheuta ongelmia vain maataloudelle, metsätaloudelle tai kalantuotannolle, vaan myös luonnonsuojelulle. Laatikossa 8.3 on esitetty useita esimerkkejä lajeista, joiden tila muuttuu.

Euroopassa on 172 selkärangkaislajia (IUCN, 1996) ja 2 851 korkeampaa kasvilajia (IUCN, painossa), jotka ovat koko maailmassa uhanalaisia. Kansallisesti uhanalaisten eläinlajiryhmien prosentuaalisten osuuksien vertailu 24:ssä Euroopan maassa osoittaa, että huomattava osa niistä on uhanalaisia (kuvio 8.1). Useissa maaryhmissä ja useissa lajiryhmissä yli 45 prosenttia tunnetuista luonnonvaraisista selkärangkaisista lajeista on uhanalaisia.

BirdLife Internationalin ja European Bird Census Councilin (BCIS, 1997; Tucker ja Heath, 1994) tutkimuksessa havaittiin, että Euroopan linnuista 38 prosentin suojelussa ei ole onnistuttu hyvin, koska niiden eurooppalaiset populaatiot vähenevät merkittävästi. Tämä suuntaus on laaja koko Euroopassa (kartta 8.4).

Tutkimuksessa todettiin myös, että monet vähenevistä lintulajeista ovat tai olivat aikanaan yleisiä ja laajalti levinneitä. Ongelma ei täten rajoitu vain erityisiin harvinaisiin lajeihin - muutoksia tapahtuu suurimmassa osassa mannerta. Muiden kasvi- ja eläinryhmien muutokset voivat olla vakavampia, koska linnut eivät ehkä ole herkimpää ympäristöindikaattoreita (Furness et al., 1993). Vaikka ihmisen toiminnan vaikutus lintuihin todennäköisesti heijastaakin samanlaisia vaikutuksia muihin ryhmiin, on myös todennäköistä, että ihmisen toiminnan kokonaisvaikutus biologiseen monimuotoisuuteen on suurempi kuin lintuihin kohdistuvan vaikutuksen perusteella arvioitaisiin.

Kartassa 8.4 esitettyjen lintuja koskevien suuntausten tutkiminen viittaa siihen, että vaikka ne vähenevätkin laajalla alueella, ne vähenevät selvästi eniten Luoteis- ja Keski-Euroopassa.

Elinympäristöjen vertailu osoittaa, että useimmissa elinympäristöissä merkittävää osa linnuista ei ole suojeltu riittävästi (tähän sisältyy joitakin lajeja, jotka eivät vähene mutta jotka ovat harvinaisia tai paikallisia), joskin niiden osuus on suurin maatalouden elinympäristöissä (49 prosenttia) ja alhaisin pohjoisissa ja lauhkeissa metsissä (33 prosenttia) (Tucker ja Heath, 1994, Tucker ja Evans, 1997). Kuten edellä on kuvattu, monet näistä seurauksista heijastavat maankäytön ja muun ihmisen toiminnan erilaisten mallien vaikutusta Euroopan alueilla ja elinympäristöissä.

Monenlaiset vanhat tai melko suppeasti levinneet kotieläin- ja kasvilajit ovat myös uhanalaisia pääasiassa taloudellisten tekijöiden vuoksi. Sellaisten välineiden kuten maatalouden geneettisten voimavarojen säilyttämisestä, kuvauksesta, keräämisestä ja käytöstä annetun neuvoston asetuksen 1467/94 tarkoituksena on edistää näiden lajien suojelua. Useissa maissa on kansallisia ohjelmia geneettisen perinnön suojelemiseksi paikalla. Koko Euroopan tasolla

**Kuvio 8.1 Kansallisesti uhanalaiset lajit Euroopassa**

Huomautus: Kattaa seuraavat maat: Albania, Itävalta, Bulgaria, Bosnia ja Hertsegovina, Tanska, Viro, Suomi, Ranska, Saksa, Kreikka, Unkari, Islanti, Latvia, Liettua, Malta, Moldavia, Alankomaat, Norja, Puola, Portugali, Romania, Slovakia, Slovenia, Espanja, Ruotsi, Yhdistynyt kuningaskunta, Lähteet: EYK:n kansalliset tietokeskukset, 1997. Koonnut EYK ETC/NC

## 153 Biologinen monimuotoisuus

Euroopan metsien geneettisten voimavarojen ohjelman (EUFORGEN) avulla on vuodesta 1994 lähtien pyritty huolehtimaan eräiden puulajien metsien geneettisten voimavarojen tehokkaasta suojelusta ja kestävästä käytöstä. Tähän ohjelmaan osallistuu 26 maata (EUFORGEN, 1997).

***Lajien monimuotoisuus ja runsaus***

Lajien lukumäärää jollakin alueella käytetään usein yksinkertaisena osoituksena tuon alueen biologisen monimuotoisuuden tilasta ja arvosta, olipa alue pieni tai suuri. Lajien lukumäärä on kuitenkin merkityksellinen vain, jos se yhdistetään selkeästi paikallisen ekologian, ilmastovyöhykkeen ja alueen ominaispiirteisiin. Kuviossa 8.2 esitetään tiivistelmä kaloja lukuunottamatta useista selkärangkaisista lajeista, joita esiintyy kullakin Euroopan biomaantieteellisellä alueella, ja kuviossa 8.3 on esitetty lajien lukumäärä tärkeimmillä elinympäristötyypeillä. Välimeren ja Alppien alueet ovat tärkeitä alueita, joilla lajien monimuotoisuus on runsasta melko pienellä alueella.

Lajirunsaus on vain yksi useista biologisen monimuotoisuuden tilan mittareista. Sen suurin rajoitus on siinä, että siinä ei oteta huomioon tärkeitä yksittäisiä lajeja, niiden populaatioiden kokoa eikä niiden suhdetta sijaintipaikkaan tai elinympäristöön. Elinympäristöille, joissa on luontaisesti monia lajeja, annetaan yleensä korkea arvo, mutta elinympäristöt, joissa on vain vähän

**Kartta 8.4 Linnuston tila Euroopassa**

Linnuston tila

Lähde: BirdLife International/European Bird Census Council (EBCC):  
European Bird Database, toukokuu 1997; Tucker ja Heath, 1994



## 154 Euroopan ympäristö

lajeja, voivat olla hyvin tärkeitä pienille erityislajien tai avainpopulaatioiden ainutlaatuisille joukoille (esimerkiksi tarjoamalla muuttaville lajeille ravinnonsaantipaikkoja), tai ne voivat olla välttämättömiä tietyille ekologisille prosesseille (hiilidioksidin sitoutuminen takaisin puihin, veden suodattuminen).

Kun ymmärrämme paremmin biologisen monimuotoisuuden merkityksen, mielenkiinto keskittyy nykyisin myös muihin lajiryhmiin kuin harvinaisiin ja uhanalaisiin selkärangkaisiin, korkeampiin kasveihin ja tärkeisiin muuttolintupopulaatioihin kuten esimerkiksi tavallisempiin luonnonvaraisiin lajeihin ja viljeltyihin lajeihin ja niiden luonnonvaraisiin sukulaisiin.

Vaikka selkärangaiset ja korkeammat kasvit onkin dokumentoitu parhaiten, ne muodostavat vain pienen osan Euroopassa esiintyvien lajien kokonaismäärästä, joista useimmat ovat selkärangattomia, leviä ja sieniä, kuten muuallakin. Italiasta esimerkiksi on kirjattu 54 400 lajia ja alalajia, joista vain 1 253 on selkärangaisia ja joista linnut ovat yleensä lukuisimmat ja parhaiten dokumentoidut (Minelli, 1996). Muualla Euroopassa suhteet ovat samankaltaiset. Norjan noin 30 000 tunnetusta lajista 320 on selkärangaisia. Puolasta on kirjattu noin 33 000 eläinlajia, joista 25 000 on hyönteisiä, 5 000 sieniä ja 11 000 kasvilajia mukaan lukien 2 300 korkeampaa kasvia.

Kartta 8.5 osoittaa, että matelijoita on enemmän eteläisillä alueilla, joissa ilmasto on lämmin ja kuiva, samalla kun kartta 8.6 osoittaa, että sammakkoeläimiä, jotka ovat riippuvaisia märästä tai kosteista elinympäristöistä, on enemmän Keski-Euroopassa, Lounais-Iberiassa ja Balkanilla. Lintujen lajirunsauden (kartta 8.7) maantieteellinen vaihtelu on vähäisempää, ja sitä on vaikeampi tulkita mantereenlaajuisesti etupäässä siksi, että niin monet lajit muuttavat. Kartta 8.8 osoittaa, että KIE-maissa on eniten nisäkkäitä.

Etelä-Euroopassa on huomattavasti enemmän kasveja kuin Pohjois-Euroopassa pääasiassa ilmasto-olosuhteiden vuoksi, mutta myös

**Kuvio 8.2 Lajirunsaus Euroopan biomaantieteellisillä alueilla**

Nisäkkäät - Pesivät linnut - Matelijat - Sammakkoeläimet

Huomautus: Eri alueilla esiintyvä laji on laskettu mukaan jokaisella näistä eri alueista. Lähteet: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe - 1997, Atlas of European Mammals (painossa), EBCC Atlas of European Breeding Birds - 1997. Koonnut EYK ETC/NC, 1997

**Kuvio 8.3 Lajirunsaus tärkeimpien elinympäristötyyppien mukaan**

keinotekoiset alueet lukuun ottamatta viljelyalueita

merivedet

peltoviljelmät

sisävedet

paljaat tai niukkakasvustoiset alueet

nummet ja tiheiköt

niityt

kosteikot

metsät

lajien lukumäärä

Huomautus: Kaikkien kullakin alueella Euroopassa pesivien tai ruokailevien lajien lukumäärät. Useissa elinympäristöissä esiintyvä laji on laskettu mukaan kussakin eri elinympäristössä. Lähteet : Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe -1997, Atlas of European Mammals, (painossa), EBCC Atlas of European Breeding Birds - 1997. Koonnut EYK ETC/NC, 1997

## 155 Biologinen monimuotoisuus

jääkauden Pohjois-Euroopassa aiheuttamien vaikutusten vuoksi. Jo pelkästään Välimeren allas (mukaan lukien Magrebin alue Pohjois-Afrikassa) sisältää noin kymmenen prosenttia kaikista maailmassa esiintyvistä korkeammista kasveista, vaikka Välimeren ekosysteemi kattaa vain 1,5 prosenttia maapallon maalla olevien ekosysteemien kokonaisalasta (Ramade, 1997). Useimmat viljeltyjen kasvien eurooppalaiset luonnonvaraiset sukulaiset ovat myös lähtöisin tältä alueelta (kuvio 8.4). Ne ovat usein levinneet laajalle maaseudulle, ja ne ovat tärkeitä geneettisiä kasvien jalostamisen lähteitä tulevaisuudessa (Heywood ja Zohary, 1995, Valdes et al., 1997).

Korkeampien kasvilajien kokonaismääräksi maailmassa arvioidaan noin 300 000 - 350 000, josta noin 60 prosenttia katsotaan endeemiseksi. Euroopan noin 12 500 korkeammasta kasvista 3 500 (noin 28 prosenttia) pidetään endeemisinä (Davis et al. 1994).

Äskettäisissä tutkimuksissa (Davis et al., 1994) on määritelty 24 kasvien monimuotoisuuden ja endeemisuuden keskusta Euroopassa (kartta 8.9). Näistä suurin osa on Välimeren altaassa ja sitä ympäröivillä vuoristoalueilla seurauksena jääkaudesta, joka tyhjensi mantereen pohjoisosan suurimmasta osasta kasvillisuutta. Iberian, Italian ja Balkanin suurten eteläisten niemimaiden kasvillisuus muuttui runsaammaksi kasvien siirtyessä etelään päin, ja nämä alueet toimivat lämpimiä olosuhteita vaativien lajien turvapaikkoina. Ilmaston parantuessa monet

**Kartta 8.5 Matelijoiden lajirunsaus Euroopassa**

Matelijat

Lajien lukumäärä 50 km x 50 km:n havaintoalalla

Huomautus: Seuraavat maat sisältyvät osittain: Kreikka (Kreikan Turkin rannikon saaret), Azerbaidžan, Kazakstan, Venäjä. Ei tietoja Makronesiasta. Lähde: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe -1997

## 156 Euroopan ympäristö

lajeista eivät levinneet, ja ne ovat edelleen rajoittuneet jääkauden aikaisiin pakopaikkoihin (Pawłowski, 1970).

Toisaalta endeemisyyden aste Euroopan korkeampien, liikkuvampien eläinten keskuudessa on yleisesti alhainen. Esimerkiksi vain kolmella Euroopan alueella on kaksi tai useampia lintulajeja, joiden esiintymisalue on rajoittunut: Madeira ja Kanarian saaret, Kypros ja Kaukasus (BirdLife International, 1994).

Koska endeemiset lajit ovat riippuvaisempia ekologisista erityisoloista tai kilpailun puuttumisesta, monet niistä ovat erityisen alttiita ympäristönsä muutoksille ja alueelle tuleville uusille lajeille tai tuholaisille.

### **8.2.3. Elinympäristöjen muutokset**

Monet lajien populaatioissa ja niiden runsaudessa havaitut muutokset ovat seurausta elinympäristöjen muutoksista. Yleensä ne ilmentävät Euroopan elinympäristöjen jatkuvaa köyhtymistä. Jotkut niistä heijastavat yhä menneitä puhtaampia ja vähemmän häirittyjä ja vähemmän voimaperäisesti hoidettuja oloja. Kuten 8.2.1 jaksossa mainitaan, monilla näistä alueista, joista joitakin suojellaan huolellisesti, on eräitä Euroopan koskemattomimmista

**Kartta 8.6 Sammakkoeläinten lajirunsaus Euroopassa**

Sammakkoeläimet

Lajien lukumäärä 50 km x 50 km:n havaintoalalla

Huomautus: Seuraavat maat sisältyvät osittain: Kreikka (Kreikan Turkin rannikon saaret), Azerbaidžan, Kazakstan, Venäjä. Ei tietoja Makronesiasta. Lähde: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe - 1997



## 157 Biologinen monimuotoisuus

ja muuttumattomimmista ekosysteemeistä. Niillä elää yhä suuri osa niiden alkuperäisestä ja niille luonteenomaisesta eläimistöstä, ja ne ovat sen vuoksi hyvin arvokkaita luonnonsuojelun kannalta.

Niillä elinympäristöillä ja lajeilla, joita on ollut Euroopassa pitkän aikaa luonnonvaraisesti ja jatkuvasti, on läheinen keskinäinen vuorovaikutus, ja ne ovat usein korvaamattomia. Sama pätee elinympäristöihin, jotka ovat muodostuneet pitkän ajan kuluessa ei-voimaperäisen maa- ja metsätalouden ansiosta; ne ovat lähes luonnontilaisia alueita, joista jotkut ovat hyvin vanhoja. Niitä on ylläpidetty hyvin taitavasti ja niistä on tavallisesti saatu vain vähän tuloja. Luontaisesti dynaamiset elinympäristöt kuten dyynit katoavat monilla aloilla vakiinnuttamisen vuoksi (eroosion estämiseen tarkoitettut istutukset).

Kaikkien elinympäristötyyppien osalta rehevöitymisen tai ihmisen tuottamien liiallisten ravinteiden vaikutukset ovat laajalle levinneitä (EYK:n monografia, valmisteilla).

Neljän tärkeimmän elinympäristötyypin tärkeimpiä piirteitä ja suuntauksia ovat:

*Kosteikot*

- Kosteikot olivat ensimmäisiä elinympäristöjä, joita kansainvälisesti harkittiin suojeltaviksi, ja useimmat maat ovat

**Kartta 8.7 Pesivien lintujen lajirunsaus Euroopassa**

Pesivät linnut

Lajien lukumäärä 50 km x 50 km:n havaintoalalla

Lähde : EBCC Atlas of European Breeding Birds - 1997 (Hagemeijer ja Blair, 1997)

## 158 Euroopan ympäristö

suojelleet suuren osan kosteikoistaan (Ramsarin yleissopimus).

- Vaikka kosteikkojen tilaa ja kehitystä on usein kartoitettu ja niistä tiedetään paljon, useiden maiden osalta on yhä vaikea löytää tarkkoja ja vertailukelpoisia kansallisia tietoja. Kuviossa 8.15 esitetään viimeksi kootut tiedot useiden maiden suojelluista kosteikoista.
- Kosteikkojen merkittävä häviäminen viimeisten 100 - 150 vuoden aikana jatkuu, vaikka useissa maissa on nyt kosteikkojen suojelujärjestelmät. Vähenemisvauhti alenee kuitenkin useilla alueilla.
- Suomaata häviää ainakin pohjoisilla alueilla ja eniten Etelä-Euroopassa, jossa kosteikkoja on luonnostaan vähiten (Tucker ja Evans, 1997). Suurta häviämistä on tapahtunut kaikilla voimaperäisen maatalouden alueilla ja kaupunkialueilla Keski- ja Etelä-Euroopan alangoilla.
- Suurilla tai laajoilla muutoksilla jäljellä olevissa suurissa kosteikoissa voi olla suuria vaikutuksia kosteikkojen muuttolintuihin,

**Kartta 8.8 Nisäkkäiden lajirunsaus Euroopassa**

Nisäkkäät

Lajien lukumäärä 50 km x 50 km:n havaintoalalla  
ei tietoja alueilta, joilla ei ole pisteitä

Huomautus: Lukuihin eivät sisälly hylkeet. Ei tietoja Venäjän federaatiosta, Valko-Venäjältä, Ukrainasta, Moldaviasta eikä Kaukasian valtioista; Etelä-Baijeria, Portugalia, Espanjan keskiosaa ja Balkanin maita koskevat tiedot ovat puutteelliset. Lähde: Atlas of European Mammals, (painossa)

## 159 Biologinen monimuotoisuus

joilla on yhä vähemmän alueita muuttoreittiensä varrella ja pesimäalueillaan.

- Rannikkojen kosteikkoihin kohdistuu suurta kuormitusta matkailun, vapaa-ajanvieton ja kaupungistumisen seurauksena erityisesti Luoteis-Euroopan alankoalueilla.
- Makean veden kosteikkoja vahingoittavat jokien ja järvien sääntely sekä patoaminen.
- Suuret vesipäästöt ja vesien suotuminen maatalous- tai kaupunkialueelta aiheuttavat liiallista ravinnepitoisuutta (rehevöitymistä) sekä sen seurannaisvaikutuksia (happikatoa, kalakuolemia ja sedimentaatiota).

**Kuvio 8.4 Viljeltyjen lajien luonnonvaraiset sukulaiset Euroopassa**

Lajien, alalajien jne. Lukumäärä

Lähde: Koonnut EYK ETC/NC V. Heywoodin tietokannan tiedoista, 1997

**Kuvio 8.5 Kosteikot mukaan lukien kansallisesti suoraan suojellut alueet**

kansallisesti suojellut kosteikot  
suojelemattomat kosteikot

Huomautus: Kosteikon määritelmä: Vesi- ja rantaruohikoita ja soita tai vesiä, luonnollisia tai keinotekoisia, pysyviä tai tilapäisiä, seisovia tai virtaavia, makeita, murtovesiä tai suolaisia vesiä, mukaan luettuna merialueet, joiden syvyys laskuveden aikana ei ylitä kuutta metriä. (Ramsarin yleissopimuksen 1 artiklan 1 kohta). Toisin kuin Ramsarin yleissopimuksen 2 artiklan 1 kohdassa "vesiperäisiin maihin liittyviä joenranta- ja rannikkovyöhykkeitä, saaria tai vesiperäisten maiden sisäpuolella sijaitsevia laskuveden aikana kuutta metriä syvempiä merialueita" ei ole otettu mukaan. Yleiseen suojeluun kuuluvat kosteikot puuttuvat. \*arvioidut tiedot Lähteet: EYK:n kansalliset tietokeskukset, 1997. Koonnut ETC/NC

## 160 Euroopan ympäristö

- Monia rannikkovesien kosteikkoja vahingoittavat kalastus ja kalanviljely (rehevöityminen, tuhoeläimet, muualta tuodut tai paikkaan levinneet lajit) sekä mineraalien louhinta rannikolta tai meren pohjasta.
- Hieman lievitystä tuovat ihmisen tekemät vesialtaat, kalalammikot ja hiekkakuopat. Vaikutukset hyödyttävät laajalle levinneitä lajeja, mutta eivät yleensä kosteikoille ominaisia uhanalaisia lajeja.
- Useimmissa maissa on nyt kosteikkojen elvyttämisohjelmia. Elvyttämisessä on onnistuttu jossain määrin palautettaessa voimakkaasti säännösteltyjä jokia, järviä ja lampia ja niihin liittyviä kosteikkoja luonnonmukaisempaan tilaan, mikä on hyödyttänyt muuttolintuja ja sammakkoeläimiä ja mahdollisesti jossain määrin hidastanut tai vähentänyt rehevöitymistä. Elvyttäminen ei kuitenkaan vielä ole korvannut yleisiä menetyksiä.

## Hiekkadyynit

- Hiekkadyynejä esiintyy etupäässä merenrannalla,

**Kartta 8.9 Euroopan endeemisten kasvien keskukset**

## Kasvien endeemisyyys

Lähde: Davis et al., 1994

## 161 Biologinen monimuotoisuus

ja joitakin tärkeitä alueita on suurten järvien rannalla tai sisämaassa kuivalla maaperällä. Niillä elää pieni määrä lajeja, joista monet ovat vain niille ominaisia.

- Vaikka dyynialueet ovat pieniä, niistä on vaikea saada kansallisia vertailukelpoisia tietoja.
- Rannikkojen dyynien elinympäristöjen on arvioitu vähentyneen vuodesta 1900 lähtien 40 prosenttia; tästä yksi kolmasosa on hävinnyt vuoden 1977 jälkeen, mihin on liittynyt monien harvinaisten ja erityisesti sopeutuneiden kasvi- ja eläinpopulaatioiden väheneminen (EUCC, 1993).
- Dyynit ovat luonnostaan dynaamisia ja epävakaata ja alttiita mekaanisille vaikutuksille sekä ilman, maaperän ja veden kemiallisen tilan muutoksille, erityisesti liiallisille ravinteille.
- Moniin dyynien kasvuympäristöihin vaikuttavat hiekan kiinnittämiseksi suoritettut istutukset (Doody, 1991). Välimeren alueen menetykset ovat vähemmän vakavia kuin Länsi- ja Luoteis-Euroopan.
- Kesämökkit, loma-asunnot ja vapaa-ajankäyttö vahingoittavat tai tuhoavat suuria dyynialueita.
- Joitakin uusia ja ekologisesti menestyviä dyynialueita on perustettu otettaessa käyttöön uusia maa- tai merialueita tai rakennushankkeiden yhteydessä.

## Metsät

- Metsäalue on vaihdellut suuresti tämän vuosisadan aikana, ja sitä oli hyvin vähän noin 200 vuotta sitten, jolloin useissa maissa alkoi laaja metsittäminen ja parempi metsänhoito.
- Metsien arvellaan nyt kattavan noin yhden kolmanneksen Euroopasta. Luku riippuu siitä, miten tarkkaan määritellään se, mikä on metsää ja mikä on ”muuta metsäistä maata”. FAO:n metsävarojen arvioinnissa (Forest Resource Assessment) määritellään, että metsässä on vähintään kymmenen prosentin latvustopeitto pinta-alayksikköä kohti, kun sitä vastoin CORINE:n maanpeitteen metsäluokittelussa määritellään, että niissä on oltava noin 30 prosentin latvakate (YK/ECE/FAO, 1997; EYK Landcover 1998, valmisteilla) (kartat 8.10 ja 8.11).
- Nykyinen metsäkatte on seurausta viime vuosikymmenien vakaasta kasvusta erityisesti Espanjassa mutta myös muissa maissa kuten Tanskassa ja Baltian maissa pääasiassa suunnitellun metsittämisen ja lähes luonnontilaisilla alueilla niiden hylkäämisen jälkeen tapahtuneen luonnollisen kasvun seurauksena (CEC, 1995a ja b).
- Metsien elinympäristöjä muuttaa metsänhoidon voimaperäistyminen, lisääntyvä yhdenmukaisuus ja pirstoutuminen, eksoottisten puulajien laaja käyttö, uusien metsästettävien eläinlajien tuominen tai näiden lajien ylläpito, ojitus ja ilmansaasteet (happamoituminen, rehevöityminen). Välimeren alueella muutoksia aiheuttavat myös metsäpalot.
- Tuottavuus ja kokonaistuotanto lisääntyvät monilla alueilla siitä huolimatta, että metsien tila heikkenee ja että hyönteistuhot ovat ankaria. Kasvu johtuu luultavasti korkeatuottoisten lajien käytön ja hoidon, esimerkiksi lannoittamisen ja tuhoeläinvalvonnan, ilmakehän suuren CO<sub>2</sub>-pitoisuuden ja rehevöitymisen yhdistelmästä.
- Havupuut ja lehtipuut kärsivät ankaria ja monilla alueilla yhä suurempia vahinkoja, joita ilmeisesti aiheuttavat yhdessä ilmastoilmiot ja saasteet, mukaan lukien otsonin aiheuttama stressi (katso 4 ja 5 luku). Joistakin alueellisista parannuksista on saatu tietoa, ja ne ovat luultavasti seurausta paremmista ilmasto-oloista ja saastekuormituksen vähenemisestä (YK/ECE/CEC, 1997).
- Vain hyvin pieni osa luontaisesti kehittyneistä metsistä, jotka aikanaan peittivät suurimman osan Eurooppaa, on edelleen koskemattomia, etupäässä pieninä eristettyinä alueina, ja vanhojen luonnonvaraisten ja lähes luonnontilaisten lehtipuu- ja havupuumetsien väheneminen jatkuu. Länsi-

Euroopassa alle yksi kolmasosa metsien kokonaisalasta on lähes luonnontilaista (alle kymmenen prosenttia koko Euroopassa lukuun ottamatta Venäjän federaatiota), eikä luonnonvaraisia vanhoja metsiä ole juuri lainkaan jäljellä. Lehtipuumetsissä kuten Bialowiezan alueella Puolassa ja Kallugassa Venäjällä sekä Iitš-Petšoran havupuumetsässä ja Venäjän Karjalan havupuualueilla on suuria vanhojen metsien alueita.

- Lähes kaikki Euroopan joenvarsimetsät on tuhottu erityisesti Euroopan suurten jokien varsilta; jäljellä on vain 150 km<sup>2</sup> metsää Reinin varrella (josta alle 1,5 km<sup>2</sup> on lähes luonnontilaista), kun sitä alkuaan on ollut 2 000 km<sup>2</sup>.

162 Euroopan ympäristö

**Kartta 8.10 Euroopan metsien kartoitus: EYK:n suppeat maanpeiteluokat**

Eurooppa, paitsi Ruotsi, Ruotsi,  
Iso-Britannia, Sveitsi Iso-Britannia, Sveitsi  
ja Piemonte (NW) Italia ja Piemonte (NW) Italia

Lähde: EYK ETC/LC ja EYK ETC/NC

163 Biologinen monimuotoisuus

**Kartta 8.11 Euroopan metsien kartoitus: EYK:n laajat maanpeitteen, metsän ja metsämaan luokat**

Eurooppa, paitsi Ruotsi, Ruotsi,  
Iso-Britannia, Sveitsi Iso-Britannia, Sveitsi  
ja Piemonte (NW) Italia ja Piemonte (NW) Italia

Lähde: EYK ETC/LC ja EYK ETC/NC



## 164 Euroopan ympäristö

(Tucker ja Evans, 1997). Joenvarsimetsien määritelmien vaihtelut rajoittavat tietojen vertailukelpoisuutta.

- Merkittäviä muutoksia on tapahtunut metsiin liittyvien lajien alueellisessa levinneisyydessä, kun metsäalueet ovat laajentuneet ja metsät ovat muuttuneet lehtimetsistä havupuumetsiksi tai päinvastoin (Petty ja Avery, 1990; Fuller, 1995).
- Vanhat metsänhoitomenetelmät, esimerkiksi energiapuun viljely, ovat lähes hävinneet, mutta ennallistamishankkeita on meneillään. Metsissä laiduntaminen rajoittuu etupäässä vähäisiin vuoristoalueisiin.
- Joitakin uusia metsien elinympäristöjä syntyy, esimerkiksi elinympäristöjä, jotka liittyvät joulukuusien lyhyeen kasvukiertoon, energiametsikköihin tai uusien muualta tuotujen eksoottisten lajien kuten eukalyptuksen käyttöön. Joitakin näistä viljellään niin voimaperäisesti, että niitä voidaan verrata maanviljelyskasveihin; niiden biologinen monimuotoisuus on yleensä vähäistä.
- Metsämaaperän kemia on muuttunut ratkaisevasti monilla alueilla, mikä on aiheuttanut monimutkaisia (sekä hyödyllisiä että haitallisia) seurauksia metsien tuottavuudelle ja niiden sisältämille lajeille.

Lähes luonnontilaiset maatalouden elinympäristöt

- Lähes luonnontilaiset elinympäristöt muodostavat vaihtelevan ryhmän, joka riippuu kokonaan laajaperäisen maatalouskäytännön jatkumisesta. Ne ovat yleisesti valoisia aukeita alueita, joilla on vähän tai ei lainkaan puita. Jotkut niistä ovat lajeiltaan monimuotoisimpia elinympäristöjä siinä maisemassa, jossa niitä esiintyy.
- Oltuaan lähes yleisimpiä elinympäristöjä ne vähenevät nyt nopeasti, mikä johtuu maatalouskäytäntöjen muuttumisesta, perinteisen karjanhoidon voimaperäistymisestä tai laajaperäistymisestä, kun alueet jätetään kokonaan käyttämättä tai niitä ei käytetä maatalouteen tai ne metsitetään (Signal et al., 1992; Beaufoy et al., 1995, McCracken et al., 1995, Pain ja Pienkowski, 1997). Tämän vuosisadan aikana tätä vähentymistä on tapahtunut yli 90 prosenttia Euroopan useimmissa osissa (van Dijk, 1991 ja 1996).
- Väheneminen on nykyisin suurinta alueilla, joita hoidetaan vanhimmilla menetelmillä, tai alueilla, joita käytetään kaupunkien tai infrastruktuurin kehittämiseen. Alueilla, joilla käytetään vanhoja hoitomenetelmiä, on yleensä yhä suuri biologinen monimuotoisuus.
- Monet lähes luonnontilaiset elinympäristöt kärsivät suuresti maaperän ravinteiden lisääntymisestä ja vieläkin yleisemmin maaperän heikkenemisestä (11 luku).
- Ruohoaroilla, alppiniityillä, märissä ruohikoissa, laitumena käytettävissä metsissä ja nummilla on paljon Euroopan luonnonvaraisia lajeja, joista useimmat ovat sopeutuneet suureen valon määrään.
- Lajiston muutokset ovat yleisesti vähäisimpiä elinympäristöissä, jotka ovat kauimpana ihmisen vaikutuksesta.
- Rehevöityminen tai happamoituminen aiheuttavat suuria muutoksia elinympäristöissä, ja kehitys käy kohti voimakkaampia lajeja ja heikompien lajien häviämistä.

### 8.3. Biologisen monimuotoisuuden muuttumisen syyt

Edellä olevan yleiskatsauksen perusteella on selvää, että maatalouden, metsätalouden ja maankäytön muutokset voivat vaikuttaa merkittävästi elinympäristöjen kehitykseen sekä lajien vaihtelevuuteen ja menestykseen. Maa- ja metsätalous ovat myös tärkeimpiä toimia, joilla luonnon monimuotoisuutta voidaan hallita. Lisääntynyt voimaperäistäminen ja erikoistuminen ovat muuttaneet viljelykasvien ja

kotieläinten geneettistä monimuotoisuutta, ja niillä on myös suuri merkitys luonnonvaraisten lajien ja koskemattomien luonnonympäristöjen kannalta.

### **8.3.1. Maatalous**

Maatalouden mallit ovat Euroopassa monimutkaisia ja muuttuvat useilla tavoin. Samalla kuin yleinen tehokkuus ja yhdenmukaisuus lisääntyvät nykyisillä maatalousalueilla, suuria muutoksia on tapahtunut viljelylajikkeissa, viljelykierrossa, laiduntamisen määrässä ja tehokkuudessa, kesannoinnissa ja maan käyttämättä jättämisessä. Maanviljelyksessä on tapahtunut huomattavia rakennemuutoksia myös Itä-Euroopassa (kuvio 8.7). Kuten 8.2.3 jaksossa kuvataan, lähes luonnontilaiset alueet kuten pysyvät laitumet ovat biologiselta monimuotoisuudeltaan runsaimpia maatalouden elinympäristöjä, mutta niiden ala on vähentynyt kaikissa maissa useiden vuosikymmenien ajan. Yleensä paremmat laitumet muutetaan voimaperäisemmin hoidetuiksi laidunalueiksi, heinäpelloiksi tai viljelymaaksi, kun sitä vastoin heikommat tai syjäisemmät alueet jätetään käyttämättä tai niille istutetaan metsiä (Baldock et al., 1996). Laiduntaminen vähenee yleisesti, mutta sen ilmoitetaan viime aikoina lisääntyneen Itä-Euroopan korkeilla vuorilla. Metsätalous vähenee Välimeren alueella.

## 165 Biologinen monimuotoisuus

Samanaikaisesti Euroopan luonnonmukaisesti viljelty alue lisääntyy hitaasti, kun luonnonsuojelusopimusten nojalla hoidettujen laitumien ja muiden lähes luonnontilaisten maatalouden elinympäristöjen ala laajenee. EU:ssa vuosina 1990 - 95 luonnonmukaiseen viljelyyn otettujen alueiden määrä lisääntyi lähes 400 prosenttia; luonnonmukainen viljely kattaa nyt noin kuusi prosenttia maatalousmaasta.

## Tuoton ja kesannoinnin kehitys

Länsi-Euroopassa useimpien satokasvien ja kotieläintuotteiden tuotto on lisääntynyt tasaisesti viime vuosina. Sitä vastoin suurimmassa osassa Itä-Eurooppaa viljakasvien ja kotieläinten tuotto on vähentynyt; se kääntyy kuitenkin todennäköisesti nousuun, koska maatalouden oletetaan tehostuvan.

Tuoton kasvu osoittaa maatalouskäytäntöjen kehittymistä viime vuosikymmeninä - lisääntynyttä koneellistumista, lannoitteiden ja torjunta-aineiden tehokkaampaa käyttöä, kuivatusta, kastelua ja bioteknistä kehitystä sekä suurituottoisia kasvilajikkeita. Maatalouspolitiikka (CAP EU:ssa) ja maailmanmarkkinoiden antamat mahdollisuudet ovat edistäneet tuoton lisäämisen kannustimia (Rayment, 1996). Lisääntyminen on johtanut monien maataloustuotteiden ylituotantoon EU:ssa erityisesti viljakasvien osalta. Tämän vuoksi CAP:n nojalla voimaperäisissä viljelyjärjestelmissä otettiin käyttöön kesannointijärjestelmä aluksi vähentämään ylituotantoa mutta myöhemmin yhä enemmän ympäristönäkökohtien ottamiseksi huomioon (CEC, POVI, 1997).

Kesannoinnin ympäristöseuraukset ovat vaihtelevia ja paikkakohtaisia sekä riippuvat suurelta osin maanhoidosta ennen kesannointia ja sen aikana (Firbank et al., 1993). Jäsenvaltioilla on harkintavalta hoitoa koskevien erityissääntöjen määrittelemisessä (Ansell ja Vincent, 1994). Joillakin alueilla kesannointikierrolla on luotu uudelleen viljelytiloille olosuhteet, jotka suosivat lajeja, jotka muutoin vähenisivät (Campbell et al., 1997).

Kesannointialueen määrä on viime aikoina vähentynyt ja kesannoidun maan käyttö teollisten satojen voimaperäiseen kasvatukseen on lisääntynyt. Jatkuva pyrkimys tuoton lisäämiseen aiheuttaa todennäköisesti hyvin voimaperäisen ja tuottavan maatalouden keskittymistä joillekin alueilla ja samalla maatalouden voimaperäisyyden vähenemistä muualla ilman, että kokonaistuotanto laskee. Alueesta riippuen tämä sekä edistää että haittaa biologista monimuotoisuutta.

Maahan lisättävien aineiden käytön kehitys ja niiden vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen Epäorgaanisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö on tasoittunut viime vuosina. Itä-Euroopassa tämä johtuu suurelta osin tärkeiden maataloustuotteiden markkinoiden menettämisestä, maatalouden tuotteiden hintatason laskusta ja maahan lisättävien aineiden ostoon käytettävien varojen puutteesta. Länsi-Euroopassa tekninen muutos on ollut ratkaiseva tekijä, jonka ansiosta tuotto on voinut edelleen kasvaa, vaikka näiden aineiden käyttö on suurelta osin vakiintunut. Poikkeuksena on kasteluvien käyttö, joka on lisääntynyt (Eurostat, 1995) (katso 9 luku, kuvio 9.4).

Lannoitteiden käyttö yhdessä kotieläintilojen jätteiden kanssa lisää merkittävästi maaperän ja vesien ravinteiden ylikuormitusta (katso 9.7 ja 10.2 jakso). Ravinteiden keräytyminen maatalouden maaperään aiheuttaa saastumista ja muuttaa lähes luonnontilaisten elinympäristöjen luonnetta; monet lajit eivät siedä kohonneita typpi- ja fosfaattitasoja, tai niiden kilpailukyky häviää.

Vaikka lannoitteiden käytön ja keskimääräisen levittämisen absoluuttiset arvot eivät ole yksiselitteisiä ympäristöseurausten indikaattoreita, kaikkien tärkeiden epäorgaanisten lannoitteiden käyttö EU:ssa on laskenut

**Kuvio 8.6 Epäorgaanisten typpilannoitteiden käyttö, 1981 - 96, valituissa Euroopan maissa miljoonaa tonnia**

Huomautus: Vuoden 1996 luvut ovat arvioita

Lähde: EFMA, 1997



## 166 Euroopan ympäristö

noin 12 prosenttia typpilannoitteiden osalta vuosina 1988 - 1996 (kuvio 8.6) ja noin 29 prosenttia fosfaattilannoitteiden osalta (EFMA, 1997).

Lannoitteiden käytön tehokkuuden lisääntyminen ja noin 10 - 15 prosentin viljelymaasta muuttaminen kesannointialaksi EU:n suurilla tiloilla vähensi lannoitteiden käyttöä 1990-luvun keskivaiheilla, mutta niiden käyttö lisääntyy uudelleen joissakin maissa kesannointialan vähetessä ja teollisten viljelykasvien alan kasvaessa. Lannan ylituotannosta on tulossa tärkeä ongelma eräillä Luoteis-Euroopan alueilla.

Useissa Itä-Euroopan maissa lannoitteiden kulutus, joka lisääntyi usean vuosikymmenen ajan, aleni jyrkästi vuoden 1990 jälkeen (OECD, 1995). Viime aikoina lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö on kasvanut, mutta ei aikaisemmille tasoille.

Useissa Euroopan maissa torjunta-aineiden kokonaiskulutus mitattuna tonneina vuosittain ostettua aktiivista ainetta laskee, vaikkakaan ei yhdenmukaisesti. KIE-maissa torjunta-aineiden käyttö väheni jyrkästi vuoden 1989 jälkeen.

Torjunta-aineiden vaikutukset luonnonvaraiseen elämään ovat monimutkaisia, eikä niitä aina ole dokumentoitu hyvin. Monien petolintulajien populaatiot vähenivät vakavasti torjunta-aineiden laajan ja huonosti kohdennetun käytön johdosta 1950- ja 1970-luvun välillä. Osa näistä lajipopulaatioista elpyi, kun näiden torjunta-aineiden käyttö lopetettiin.

Monet viime aikoina kehitetyistä torjunta-aineista, joilla on korvattu aikaisemmat, on testattu perusteellisemmin, ja niillä on vähemmän välittömiä vaikutuksia sellaisiin yksittäisiin lajeihin, joihin ne eivät kohdistu, vaikkakaan niiden kokonaisvaikutuksia ei vielä tunneta (Tucker ja Heath, 1994; Pain ja Pienkowski, 1997; Campbell et al., 1997).

#### Karjatalouden kehitys

Vuosina 1987 - 1995 karjan kokonaispopulaatio EU:ssa oli vakaa, vaikka karjan määrä kasvoikin tilapäisesti Saksan yhdistyttyä vuonna 1990. EU:n maitokarjan kokonaispopulaation väheneminen 26,5 miljoonasta vuonna 1987 22,5 miljoonaan vuonna 1995 korvautui muun karjan lukumäärän kasvulla.

Karja lukumäärän lasku vähentää karjajätteiden ylituotanto-ongelmaa joillakin alueilla. Vaikka laiduneläinten lukumäärän väheneminen vähentääkin ylilaiduntamista joillakin alueilla, se voi vaikuttaa vakavasti perinteisiin laajaperäisiin maatalousjärjestelmiin ja tärkeisiin lähes luonnonlaisiin avoimiin elinympäristöihin, joita se ylläpitää,

#### **Kuvio 8.7 Tilojen keskikoon muutokset valituissa KIE-maissa**

Yksityiset tilat  
hehtaaria

Valtion tilat  
hehtaaria

Lähde: CEC, 1995

## 167 Biologinen monimuotoisuus

kuten laitumiin, nummiin ja avoimiin puita ja laidunalueita sisältäviin dehesa-alueisiin (niittyihin, joilla kasvaa jonkin verran puita).

Lampaat ovat useissa maissa suurilla alueilla tärkeimmät laiduneläimet. Niiden lukumäärä lisääntyi useimmissa EU:n maissa vuosiin 1990 - 1992, jolloin CAP:n tukijärjestelmän muutokset vähensivät maanviljelijöiden kannustimia laumojen lisäämiseksi, jotka tämän johdosta vähenivät 99,2 miljoonasta vuonna 1991 93,9 miljoonaan vuonna 1995 (Eurostat, 1996). Lampailla on suuri vaikutus maaseutuympäristöön monilla marginaalialueilla erityisesti ylänkö- ja vuoristovyöhykkeellä (Beaufoy et al., 1995). Porojen vaikutukset pohjoisiin ja arktisiin kasvuympäristöihin sekä vuohien vaikutukset Välimeren elinympäristöihin ovat suuret (vaikkakin ne vähenevät monilla alueilla), mutta niitä ei ole vielä täysimääräisesti arvioitu.

Maatilojen kotieläinten lukumäärä väheni ratkaisevasti suurimmassa osassa Itä-Eurooppaa vuoden 1989 jälkeen. Niissä kymmenessä KIE-maassa, jotka anoivat EU-jäsenyyttä vuonna 1997, karjan määrä laski 30,4 miljoonasta 18,6 miljoonaan vuosina 1989 - 1994 ja lampaiden määrä väheni 33,3 miljoonasta 18,8 miljoonaan samana aikana (CEC, 1995a).

Useimmissa Euroopan maissa karjataloudelle ovat nyt ominaista suhteellisen harvat rodut, joita kasvatetaan erikoiskäyttöön ja joiden geneettinen vaihtelu on hyvin vähäistä. Useimmat näistä eläimistä vaativat kehittyntä karjataloustekniikkaa, joihin sisältyy suuri ulkoisten panosten kuten suuren energiapitoisuuden omaavan rehun käyttö. Perinteiset rodut ovat sitä vastoin tavallisesti sitkeitä ja pienempiä, ja niillä on erilainen (ja usein runsaampi) geneettinen vaihtelu, ne vaativat vähemmän panoksia ja ovat usein sopeutuneet menestymään vaikeissa oloissa. Sen lisäksi, että näiden kotieläinten biologinen monimuotoisuus vähenee suoraan, perinteisen karjan korvautuminen valikoidusti jalostetuilla lajeilla marginaalisilla maatalousalueilla voi tuhota vakiintuneen lajirunsauden. On todisteita siitä, että perinteisten rotujen laiduntamistottumukset edistävät biologista monimuotoisuutta enemmän kuin monien uusien rotujen (Crofts ja Jefferson, 1994).

Euroopassa tilojen määrä ja maatalouden työllisyys laskevat samalla kun tilojen keskikoko kasvaa, millä on vaikutusta peltojen kokoon, aitoihin, ojiin ja muihin piirteisiin kuten lammikoihin ja hedelmätarhoihin. Kun maanviljelijät erikoistuvat karjanhoitoon tai maanviljelyyn, perinteisten sekataloustilojen perinteisesti suljetut ravintokierrot muuttuvat paljon avoimemmiksi.

Maatalouden keskittymistä tuottavimmille alueille tapahtuu koko Euroopassa samalla kun maataloudesta luovutaan vähemmän suotuisilla alueilla kuten vuoristoalueilla tai siellä, missä maaperä on heikointa, tai syrtäisimmillä alueilla. Monilla maaseutualueilla perinteiset maatalouskäytännöt ovat siirtyneet perintönä perheen sisällä tai paikallisessa yhteisössä pitkiä aikoja. Maatalouden työvoiman vähetessä elinkelpoisten maatalousyhteisöjen ylläpito vaarantuu, ja tämä saattaa johtaa asumusten ja maan hylkäämiseen marginaalialueilla ja arvokkaiden lähes luonnontilaisten maatalousympäristöjen heikkenemiseen.

Maatilojen tehokäyttö ja keskittyminen samoin kuin ojituksen voimaperäisyys on laajaa Luoteis-Euroopassa ja lisääntyy Etelä-Euroopassa, ja sen odotetaan lisääntyvän Itä-Euroopassa.

### 8.3.2. Metsätalous

#### Metsänhoito

Vaikka suurinta osaa Euroopan metsistä hoidetaan etupäässä puun tuottamiseksi, ymmärretään yhä paremmin, että metsillä on useita tehtäviä, muun muassa biologisen monimuotoisuuden suojelu. Metsänhoidon tavoitteet muuttuvat niin, että kestävästä hoidosta tulee keskeinen tavoite pikemminkin kuin perinteisemmästä kestävästä tuoton tavoitteesta. Näitä kahta käsitettä lähentävät yhä enemmän sellaiset aloitteet kuten kestävä kehitys metsänhoito ja todistusjärjestelmien käyttöönotto sellaisista metsistä otetulle puulle, joiden hoitojärjestelmät täyttävät ympäristökriteerit. Enemmän huomiota

kiinnitetään metsien muihin ympäristötehtäviin ja yhteiskunnallisiin tehtäviin kuten biologiseen monimuotoisuuteen, vesivaroihin, CO<sub>2</sub>:n sitoutumiseen takaisin puihin ja virkistyskäyttöön.

Monet metsänhoidon piirteet vaikuttavat siihen, millainen arvo metsien luonnonympäristöllä on luonnonvaraiselle elämälle, mutta hoito voidaan mukauttaa niin, että se lisää rakenteiden monimuotoisuutta ja biologista merkitystä edistämällä luontaista elpymistä, suojelualueiden luomista, aukkojen luomista metsiin erityisesti vesiväylien ja polkujen varrelle, paikallisesti sopeutuneiden endeemisten kasvilajien käyttöä sekä valikoivia hakkuita. Suurinta osaa Euroopan metsäalueesta hoidetaan yhä tavalla, jossa kiinnitetään vain vähän huomiota yleisiin biologista monimuotoisuutta koskeviin kysymyksiin.

## 168 Euroopan ympäristö

Jäljellä olevat vanhat lähes luonnontilaiset tai luonnontilaiset metsät ja metsämaat ovat erityisen tärkeitä biologisen monimuotoisuuden kannalta (katso 8.2.3 jakso). Nämä metsätyypit ovat vähentyneet hyvin pieneen osaan aikaisemmasta koostaan saattaen hyvin uhanalaisiksi useat erikoistuneet lajit, jotka ovat sopeutuneet luonnontilaisten puiden pitkiin elinkaariin. Vanhojen metsämaiden suojelussa edistytään, mutta ei ilman ristiriitoja. Yksi suurimmista Tonavan altaan tulvasangon metsistä on nyt rauhoitettu Tonavan-Dravan kansallispuistossa. Huomattavan suuri aarnimetsä Pohjois-Suomessa rauhoitettiin kesäkuussa 1996, ja useissa maissa otetaan nykyisin käyttöön aarnimetsien rauhoitusjärjestelmiä.

Metsätyyppien määritelmät vaihtelevat kuitenkin eri maissa ja eri kansainvälisissä järjestöissä, mikä aiheuttaa ongelmia niiden tilan ja kehityksen arvioimiseksi oikein. Lauhkean ja pohjoisen vyöhykkeen metsien arvioinnissa vuodelle 2000 (YK/ECE/FAO, 1997), joka kattaa suurimman osan Euroopasta, käytetään yhdenmukaisempia ja tarkempia määritelmiä, ja siihen odotetaan lisää vertailukelpoisia tietoja, vaikka määritelmät tulevat jonkin verran muuttumaan verrattuina uusimpaan arvioon.

Välimeren maissa metsämaan rakenne ja hoidon ensisijaiset tavoitteet eroavat selvästi Keski-, Itä- ja Pohjois-Euroopan vastaavista. Pohjoisen vyöhykkeen metsistä korjatun puun ja puun korvikkeiden aiheuttama kilpailu yhdessä lisääntyneiden työvoimakustannusten ja perinteisen metsämaan monien alueiden suhteellisen huonon puunlaadun kanssa ovat vähentäneet kannustimia perinteisten hoitotapojen ylläpitämiseksi. Tämä on luonut paineita laajojen alueiden metsittämiseen eksoottisilla lajeilla, varsinkin koska EY:n rakennerahastot ovat toimineet kannustimina. Seurannut metsitys on ollut tuhoisaa biologisen monimuotoisuuden kannalta, joskin kehitystä on tapahtunut ympäristön turvatoimien käyttöönotossa uusien istutusten ohjaamiseksi sopivampiin paikkoihin ja lajijhdistelmiin.

Armeniassa, Azerbaidžanissa ja Georgiassa sekä vähäisemmässä määrin Ukrainassa ja Moldovassa siirtymäkausi on merkinnyt halvan puuntuonnin loppumista Venäjältä. Joissakin näistä maista kotimaisen kysynnän jyrkkä kasvu yhdessä sotilaallisten ristiriitojen ja yhteiskunnan infrastruktuurin tuhoutumisen kanssa on johtanut nykyisten toisinaan jopa suojelualueilla sijaitsevien metsien liikkakäyttöön.

### Metsäpalot

Metsäpalojen vaikutus riippuu metsätyypistä ja vaihtelee suuresti Välimeren alueelta lauhkean ja pohjoisen vyöhykkeen metsiin. Yleensä Etelä-Euroopan metsäpalot aiheuttavat nettovahinkoa; yhä enemmän huomiota kiinnitetään sen arvioimiseen, miten metsäpalot edistävät pohjoisen ja lauhkean vyöhykkeen metsien elvyttämistä. EU:ssa otettiin käyttöön asetus metsien suojelemisesta tulipaloilta vuonna 1992.

Salaman aiheuttamat metsäpalot ovat harvinaisen mutta luonnollinen ilmiö. Nämä luonnolliset tulipalot edustavat vain pientä osaa Euroopan tulipalojen kokonaismäärästä, joiden tavallisimpia syitä ovat hoitokäytännöt, tuhopoltto, maankäyttöä koskevat ristiriidat ja huolimattomuus.

Polttamista käytetään niittyjen uudistamiseksi, peltojen tyhjentämiseksi ja maaperän lannoittamiseksi tuhalla. Nämä palot aiheutuvat erityisesti Välimeren maissa maatalouden ja muiden perinteisten hoitokäytäntöjen kuten roskien, kuorien, pihkan ja tanniinin keräämisen lopettamisesta sekä vesaikkojen polttopuiksi hakkaamisen lopettamisesta. Huolimattomuus on useissa Euroopan maissa toiseksi tärkein metsäpalojen syy.

Noin 57 prosenttia koko Euroopan metsäpaloista esiintyi EU:n Välimeren alueen jäsenvaltioissa vuosina 1983 - 85, mutta palaneen kokonaisalan osalta NIS-maiden osuus ylitti 73 prosenttia.

Metsäpalojen määrä on lisääntynyt jatkuvasti vuodesta 1983, ja kehitys käy kohti pieniä tulipaloja, jotka sammutetaan nopeasti, samalla kun tulipalon polttama keskimääräinen alue vähenee tehokkaan palontorjunnan ansiosta. Tämä kehitys on tärkeätä, koska palojen laajuus on usein tärkeämpi kuin niiden yhteismäärä. EU:n viidessä Välimeren alueen jäsenvaltiossa vuosina 1986 - 1995 vain 0,4



prosenttia kaikista tulipaloista aiheutti 40 prosenttia palaneesta kokonaisalasta. Yksittäiset metsäpalot muuttavat elinolosuhteita täydellisesti joksikin aikaa. Palon jälkeen tulevat kasvit kasvavat laikuittain, ja joukossa on siellä täällä pensaita ja nuoria puita, mikä suosii joitakin lintu- ja hyönteispopulaatioita, ja aluskasvillisuuslajien monimuotoisuus lisääntyy. Monet lajit säilyvät vain toistuvien palojen ansiosta. Toistuvat ja laajat metsäpalot voivat kuitenkin aiheuttaa maaperän heikkenemistä ja eroosiota sekä pensaikkojen muodostumista (EYK-EFI/INIMA, 1997).

## 169 Biologinen monimuotoisuus

**8.3.3. Liikenteen infrastruktuuri**

Viimeinen mutta tärkeä biologisen monimuotoisuuden muuttumisen syy on kaupunkialueiden ja liikenteen infrastruktuurin laajeneminen. EU:ssa yhteismarkkinat ovat kannustaneet jäsenvaltioiden välisen kaupan kasvua, johon on liittynyt monimutkaisia ja laajenevia liikennemalleja, joita hallitsee maanteiden tavaraliikenne (4.6.1 jakso). Useimmista maista moottoriteiden pituus on lisääntynyt yhteensä yli 300 prosenttia vuosina 1970 - 1994 (kuvio 8.8). Koko Euroopassa oli 77 700 km moottoriteitä vuonna 1994, joista 25 000 oli Venäjän federaatiossa. EU:n suunnittelemat Euroopan laajuiset verkot (TEN) merkitsivät noin 140 uuden tiehankkeen rakentamista ja parantamista. On ehdotettu noin 15 000 km uusia moottoriteitä samoin kuin rautatien solmukohtia, yhdistetyn liikenteen järjestelmiä ja vesiteitä. Näitä yhteyksiä on määrä laajentaa KIE-maihin kaupan lisääntyessä ja EU:n laajetessa.

Liikenteen infrastruktuurin kehitys voi vaikuttaa useilla tavoin biologiseen monimuotoisuuteen. Konkreettisimpia ovat suora uhka tärkeiden luonnonsuojelualueiden koskemattomuudelle, kun teitä, rautateitä, satamia, lentoasemia ja niihin liittyviä tiloja sijoitetaan epätarkoituksenmukaisesti. Tiet ja muut väylät voivat pirstoa elinympäristöjä ja näin vähentää lajien monimuotoisuutta ja avata tien muiden lajien tulolle, mutta tiet toimivat myös populaatioiden välisen liikkuvuuden ja geneettisen vuorovaikutuksen esteinä erityisesti selkärankaisten osalta. Jotkut eläinlajit ovat erityisen alttiita törmäyksille liikenteen kanssa (Bina et al., 1994).

Epäsuoriin vaikutuksiin elinympäristöihin ja lajeihin kuuluvat melu- ja valohaitat, jotka voivat vähentää joidenkin eläinlajien populaatioita ja lisääntymistä (van der Zande et al., 1980; Reijnen ja Foppen, 1994; Hill ja Hockin, 1992); ajoneuvojen päästöjen on osoitettu vaikuttavan haitallisesti joihinkin hyönteisiin (Przybylski, 1979); saasteita valuu teiden pinnasta ja ajoteiltä, joille on lisätty suolaa ja muita jääjä poistavia kemikaaleja (Bina et al., 1994), ja öljyä pääsee erityisesti jokiin ja meriin. Viime aikoina eri maissa toteutettuihin useisiin suuriin tiehankkeisiin on sisällynyt eläinten yli- ja alikulkureittejä, joiden tiedetään jo hyödyttävän saukkoja, mähryiä, sammakkoeläimiä, makean veden kaloja (lohia, taimenia) ja vesihyönteisiä. Joissakin maissa pystytetään pitkiä aitoja maanteiden varsille vähentämään törmäysvaaraa, mutta niiden vaikutuksia lajien liikkuvuuteen ja lajipopulaatioiden genetiikkaan ei tunneta.

**8.4. Vastatoimet biologisen monimuotoisuuden muutoksiin**

Vuosisadan alkupuoliskolla kukin maa kehitti oman luonnonsuojeluorganisaationsa ja -rakenteensa, vaikka kaikki noudattivatkin suurelta osin samaa mallia. Kuitenkin 1950-luvun jälkeen ongelmien ja vastuiden kansainvälistä luonnetta on ymmärretty paremmin. Kansainväliset velvoitteet määrittävät nyt yhä enemmän kansallisten ohjelmien puitteet joko silloin, kun direktiivejä ja yleissopimuksia pannaan kansallisesti täytäntöön, tai lisäämällä tietoisuutta kansainvälisistä ongelmista kansallisella tasolla.

Hyvin monet kansainväliset aloitteet edistävät biologisen monimuotoisuuden suojelua (laatikko 8.4). Ne on kehitetty useiden kymmenien vuosien aikana, ja ne kattavat eri osia Euroopasta.

Biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus tarjoaa yleisen maailmanlaajuisen kehityksen biologisen monimuotoisuuden suojelemiseksi pääasiassa asettamalla poliittiset tavoitteet, joita sopimuspuolten olisi noudatettava. Kesäkuuhun 1997 mennessä 169 maata mukaan lukien lähes kaikki Euroopan maat sekä KIE-maat olivat ratifioineet yleissopimuksen ja näin sitoutuneet laatimaan kansalliset strategiat ja toimintasuunnitelmat biologisen monimuotoisuuden suojelemiseksi ja kestäväksi käytöksi.

Euroopassa useat maat ovat laatineet kansallisia strategioita, ja niitä on valmisteilla lähes kaikissa muissa maissa, mutta prosessi on ollut hidask. Suurimmat esteet ovat liittyneet siihen, että biologisen monimuotoisuuden käsitteen laajuus ja yhtenäinen luonne

**Kuvio 8.8 Moottoriteiden pituuden muutokset tietyissä Euroopan maissa**

Ranska  
Italia  
Espanja  
Alankomaat  
Belgia  
Sveitsi  
Itävalta  
Tanska  
Unkari  
Portugali  
Puola  
Suomi

tuhat km

Lähde: EUROSTAT, 1995

**Laatikko 8.4: Tärkeät kansainväliset asiakirjat biologisen monimuotoisuuden suojelemiseksi Euroopassa. Asiakirjojen oikeudelliset vaikutukset ovat erilaiset.**

**Yleiset maailmanlaajuiset :**

- Biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus (CBD, biodiversiteettisopimus), Yhdistyneet Kansakunnat
- Merioikeusyleissopimus (UNCLOS III), Yhdistyneet Kansakunnat
- Yleissopimus muuttavien luonnonvaraisten eläinten suojelemisesta (Bonnin yleissopimus), alueellisine sopimuksineen
- Yleissopimus maailman kulttuuri- ja luonnonperinnön suojelemisesta (maailmanperintö-yleissopimus)
- MAB (UNESCO:n Man and Biosphere -ohjelman puitteissa perustettu suojelualue)

**Koko Eurooppaa koskevat:**

- Yleissopimus Euroopan luonnonvaraisen kasviston ja eläimistön sekä niiden elinympäristön suojelusta (Bernin yleissopimus lajeista ja elinympäristöistä tulevaisuudessa kohteiden EMERALD-verkkoa varten)
- Yleiseurooppalainen biologista ja maiseman monimuotoisuutta koskeva strategia (PEBLDS)

**Euroopan unionissa:**

- Euroopan yhteisön biologista monimuotoisuutta koskeva strategia (KOM(98)42)
- EY:n neuvoston direktiivi 79/409/ETY luonnonvaraisten lintujen suojelusta (lintudirektiivi)
- EY:n neuvoston direktiivi 92/43/ETY luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston suojelusta (elinympäristödirektiivi) (kaksi viimeksi mainittua muodostavat taustan EU:n NATURA 2000 -verkon perustamiselle luonnonsuojelullisesti merkittävälle kohteille.)
- EY:n neuvoston asetus 804/94/ETY tietyistä neuvoston asetuksen (ETY) N:o 2158/92 soveltamista koskevista yksityiskohtaisista säännöistä metsäpaloja koskevan tietojärjestelmän osalta
- LIFE Nature -rahoitus
- EY:n asetus 3528/86/ETY yhteisön metsien suojelusta ilmansaasteilta

**Erityisiin elinympäristötyyppeihin tai lajeihin vaikuttavat alueellisella tasolla, Euroopan tasolla tai maailmanlaajuisemmalla tasolla muun muassa:**

- Vesilintujen elinympäristönä kansainvälisesti merkittäviä vesiperäisiä maita koskeva yleissopimus (Ramsarin yleissopimus)
- CITES (kutsutaan myös Washingtonin yleissopimukseksi), Villieläimistön ja -kasviston uhanalaisten lajien kansainvälistä kauppaa koskeva yleissopimus ja siihen liittyvät EU:n säädökset
- Oslon, Pariisin, Barcelonan, Alppien, Helsingin ja Mustanmeren yleissopimukset • IWC (kansainvälinen valaanpyyntikomitea)
- Pohjanmeren ja Itämeren pikkuvalaiden suojelua koskeva yleissopimus (ASCOBANS) ja Mustanmeren, Välimeren ja sen viereisen Atlantin alueen pikkuvalaiden suojelua koskeva yleissopimus (ACCOBAMS)
- Arktisen ympäristön suojelustrategia (Arctic Environment Protection Strategy, AEPS)
- Euroopan metsien suojelua koskeva Helsinki-prosessi (The Helsinki Process for Protection of Forests in Europe)

Lähteet Euroopan parlamentti, 1997; IUCN, 1993; EYK-ETC/NC, 1995; Tucker ja Evans, 1997; Fridtjof Nansen Institute, 1997.

ei vastaa nykyisiä organisatorisia rakenteita ja vastuita (EYK, 1997). Euroopan yhteisön biologisen monimuotoisuuden strategia hyväksyttiin vuoden 1988 alussa (CEC, PO XI, 1998). Tuloksia suunnitelmien täytäntöönpanosta ei vielä ole.

Biologista monimuotoisuutta koskevan yleissopimuksen täytäntöönpanon edistämiseksi koko Euroopassa Euroopan ympäristöministerit hyväksyivät yleiseurooppalaisen biologista ja maiseman monimuotoisuutta koskevan strategian Sofian ministerikokouksessa lokakuussa 1995.

#### ***8.4.1. Uhanalaisten lajien luettelot (Red Data Lists) ja lajien suojelu***

Lajien suojelua on parannettu viimeisten 20 tai 30 vuoden aikana niin, että monia Euroopan lajeja ja lajiryhmiä suojellaan nyt jossain määrin kansallisella ja kansainvälisellä lainsäädännöllä tai tällaisilla ohjelmilla. Kattavin oikeudellisten tietojen lähde on IUCN:n lakitietokeskuksen (Law Data Centre) tietokanta Bonnissa.

Jotta lajeja voitaisiin suojella tehokkaasti, kaikkein uhanalaisimmat lajit olisi yksilöitävä luotettavasti. Useissa maissa tämä on tehty laatimalla uhanalaisten lajien kirjoja tai luetteloita (Red Data Books or Lists), joissa on lueteltu uhanalaiset lajit maailmanlaajuisella, kansainvälisellä/alueellisella (esimerkiksi Euroopan), kansallisella ja kansallis-alueellisella asteikolla. Suurin osa tästä työstä perustuu IUCN:n periaatteisiin (jotka on usein sopeutettu kansallisesti mittakaavan ja paikallisten olojen mukaan), joita on jokin aika sitten täsmennetty (Mace ja Stuart, 1994; Collar et al., 1994; IUCN, 1997). Kaikkien Euroopan maiden uhanalaisten lajien luetteloita tarkasteltaessa voidaan havaita paljon enemmän kansallista toimintaa kuin aikaisemmin yleisesti oletettiin, ja se kattaa lajiryhmiä, joita tähän asti ei ole otettu huomioon (EYK-ETC/NC b, valmisteilla) (taulukko 8.2). Jokin aika sitten on laadittu uhanalaisten lajien kirja Euroopan selkärangaisista kansainvälisen tason politiikan tueksi (Euroopan neuvosto 1997).

Uhanalaisten lajien luettelot ovat osoittautuneet korvaamattomiksi kehitettäessä liitteitä lajeista, jotka ovat erityisen tärkeitä kansallisten ja kansainvälisten oikeudellisten asiakirjojen kannalta. Lajit hyötyvät kuitenkin vain, jos oikeudellisten asiakirjojen tavoitteet toteutetaan.

## 171 Biologinen monimuotoisuus

**Taulukko 8.2 Kansalliset Uhanalaisten lajien kirjat Euroopan maissa**

MAA	Sammakkoeläimet	Matelijat	Nisäkkäät	Linnut	Kalat	Selkärangattomat	Kasvit
Albania						x	
Armenia							
Itävalta	x	x	x	x	x	x	x
Azerbaidžan							
Bosnia ja Hertsegovina							x
Belgia						x	
Bulgaria	x	x	x	x	x	x	x
Valko-Venäjä							x
Sveitsi	x	x	x	x	x	x	x
Kypros							
Tšekin tasav.	x	x	x	x	x	x	---
Saksa	x	x	x	x	x		x
Tanska	x	x	x	x		x	x
Viro	x	x	x	x	x	x	x
Espanja	x	x	x	x	x		x

Suomi						x		x
Ranska	x	x	x	x	x	x		x
Georgia								
Kreikka	x	x	x	x	x			x
Kroatia			x					x
Unkari	x	x	x	x	x	x		x
Irlanti	x		x	x	x			x
Islanti								
Italia								x
Liechtenstein				x				x
Liettua	x	x	x	x	x	x		x
Luxemburg								x
Latvia	x	x	x	x	x	x		x
Moldovan tasavalta								
Entinen Jugoslavian tasavalta Makedonia	---	---	---	---	---	---		---
Malta								
Alankomaat	x	x	x	x		x		x
Norja	---	---	---	x	---	x		x

Puola	x	x	x	x	x	x	x
-------	---	---	---	---	---	---	---

---

Portugali	x	x	x	x	x		
-----------	---	---	---	---	---	--	--

---

Romania						x	x
---------	--	--	--	--	--	---	---

---

Venäjäjän federaatio

---

Ruotsi	x	x	x	x	x	x	x
--------	---	---	---	---	---	---	---

---

Slovenia	x	x	x		x		x
----------	---	---	---	--	---	--	---

---

Slovakian tasav.	x	x	x	x	x	x	---
------------------	---	---	---	---	---	---	-----

---

Turkki					x		
--------	--	--	--	--	---	--	--

---

Ukraina							x
---------	--	--	--	--	--	--	---

---

Yhdistynyt kuningaskunta			x	x		x	
--------------------------	--	--	---	---	--	---	--

---

Jugoslavian tasavalta

---

Huomautus: --- valmisteilla. Kasvit: alemmat ja korkeammat kasvit  
Lähde: EYK ETC/NC 1.1.1998. Perustuu kansallisiin tietoihin



## 172 Euroopan ympäristö

Kaikkein ensisijaisimpien lajien osalta tämä merkitsee erityisten toimintasuunnitelmien laatimista tavallisesti Euroopan tasolla tai kansallisella tasolla kuten esimerkiksi EU:n lajien elvyttämissuunnitelmat, jotka koskevat muuttolintuja, joita saatetaan metsästä mutta joiden suojelutaso Euroopassa on suotuisa. EY:n neuvosto ja monet maat työskentelevät samalla tavoin (EY:n neuvosto, 1997 - 98).

Siirtyminen suunnitelmien kehittämisestä niiden täytäntöönpanoon osoittautuu usein vaikeaksi ja epätydyttäväksi pääasiassa kustannusten sekä hallinnollisten ja teknisten vaikeuksien vuoksi. Joihinkin tapauksiin on kuitenkin saatu kansainvälistä rahoitusta, esimerkiksi EU:n LIFE-rahoitustuen kautta (CEC, PO XI, 1998).

### **8.4.2. Elinympäristöjen suojelu ja kirjaaminen**

Elinympäristöjen yleistä suojelua tehostettiin useissa maissa vesilintujen elinympäristönä kansainvälisesti merkittäviä vesiperäisiä maita koskevan Ramsarin yleissopimuksen seurantana. Vähitellen alettiin korostaa myös muuntyyppisiä uhattuja elinympäristöjä ja ekosysteemejä, mikä johti virallisten asiakirjojen kuten Bernin yleissopimuksen ja EU:n lintu- ja elinympäristödirektiivin kehittämiseen tarkkaan kohdennettuine luonnonsuojelun kannalta huolta aiheuttavista elinympäristöistä. Lisäksi kehitettiin erilaisia kansallisia välineitä erityisten elinympäristötyyppien suojelemiseksi, jotta katettaisiin muitakin tyyppisiä kuin kosteikot: luonnontilaiset ja lähes luonnontilaiset elinympäristöt, nummet, runsaslajiset niityt, aarnimetsät, jne.

Koko Eurooppaa koskeva biologisen ja maiseman monimuotoisuuden strategia on keskittynyt tärkeimpiin elinympäristö- ja ekosysteemityyppeihin tai yhdistelmäalueisiin: kosteikot (rannikkojen ja merten ekosysteemit, joet, järvet ja sisävesiväylät), niityt (erityisesti luonnontilaiset tai lähes luonnontilaiset niityt), metsät (erityisesti aarnimetsät ja lähes koskemattomat metsätyypit), vuoret ja maatalous, ja siinä on korostettu pakottavaa tarvetta yhdistää muiden sektorien politiikan suojelu- ja parannustoimenpiteet. Ensimmäinen yleinen raportti kehityksestä julkaistaan vuonna 1998.

Maaailman huippukokouksen jälkeen, jossa ei onnistuttu sopimaan maailmanlaajuisesta metsäsopimuksesta, perustettiin valtioiden välinen metsiensuojelupaneeli jatkamaan keskustelua ja koordinoimaan metsäaloitteita ja mahdollisuuksia kuten metsien biologisen monimuotoisuuden, aarnimetsien ja perinteisen metsänhoidon suojelua. Euroopassa Helsinki-prosessin osallistujamaat työskentelevät tavoitteenaan kestävä metsänhoito Euroopassa mukaan lukien biologisen monimuotoisuuden suojelu.

Muutamissa maissa on alettu laatia elinympäristöjä koskevia uhanalaisten lajien luetteloita, jotta niiden perusteella ymmärrettäisiin kansallisen biologisen monimuotoisuuden tila kehitettäessä yleisiä toimintasuunnitelmia biologista monimuotoisuutta koskevan yleissopimuksen nojalla (EYK-ETC/NC b, valmisteilla).

Lainsäädännön kattamien tai ympäristön kehityksen kartoittamiseksi analysoitujen elinympäristötyyppien tilan ja kehityksen tulkinta ja niistä kertominen on vaikeata, koska määritelmiä ja luokitteluja on niin paljon. Yhteisiä välineitä kehitetään suurimpien ongelmien ratkaisemiseksi (EYK-ETC/NC, tulossa).

### **8.4.3. Suojellut ja suojeluohjelmiin kuuluvat alueet**

Alueiden osoittaminen luonnonsuojeluun on yksi vanhimpia ja tavallisimpia menetelmiä luonnon suojelemiseksi, ja joissakin maissa sitä on käytetty yli 150 vuotta kuten Tšekin tasavallassa. Kun kiinnostus elinympäristöjä kohtaan lisääntyy, alueiden suojelu suuntautuu nyt riittävien tilojen luomiseen elinympäristöjä varten niiden itsensä vuoksi samoin kuin elintilan antamiseen huolta aiheuttaville lajeille ja geneettisten voimavarojen suojelemiseksi.

Kuviossa 8.9 esitetään Euroopan suojellut ja suojeluohjelmiin kuuluvat alueet, joiden kokonaisala on lisääntynyt nopeasti vuodesta 1950 (IUCN CNPPA, 1994). Eri maiden välillä on kuitenkin hyvin suuria eroja, jotka riippuvat politiikasta, käytettävissä olevista oikeudellisista välineistä ja maan luonteesta.

Alueiden nimeäminen suojeltaviksi on pakollista EU:n direktiivien ja useiden kansainvälisten yleissopimusten ja muiden sopimusten nojalla (laatikko 8.4), vaikka alueiden suojelutaso vaihtelee suuressa. EU:n direktiiveillä annetaan vahvin oikeudellinen suoja.

Alueet (kohteet), jotka on nimetty suojeltaviksi EU:n lintudirektiivin ja EU:n elinympäristödirektiivin nojalla, muodostavat tulevan NATURA 2000 -verkon ytimen. Tämä verkko perustuu yhteisön luetteloon kohteista, joilla on yhteisön kannalta tärkeitä elinympäristötyyppejä ja lajeja. Kohteiden nimeämismenettely on ollut vaikeata, ja se on viivästynyt useita vuosia lähes kaikissa maissa. Suojellut ja suojeluohjelmiin kuuluvat alueet valitaan biomaantieteellisellä pikemminkin kuin maittaisella perusteella.

EMERALD-verkolla, joka on Bernin yleissopimukseen pohjaava aloite, pyritään laajentamaan

## 173 Biologinen monimuotoisuus

NATURA 2000 -verkkoa niin, että se kattaa koko Euroopan (Euroopan neuvosto, 1997). Vuosina 1985 - 1991 EU:n jäsenvaltiot toteuttivat Euroopan komission CORINE-ohjelman, biotooppien elinympäristö- ja lajialueiden pilottirekisteröintiohjelman (EYK-ETC/NC, 1996). Osa EU-maista käytti tämän rekisteröinnin tietoja tausta-aineiston osana yksilöidessään NATURA 2000 -kohteita. CORINE-biotooppihanketta laajennetaan parhaillaan kohteiden rekisteröinnin osalta kaikkiin Phare-maihin. Näitä hyvin tuoreita tietoja voidaan käyttää NATURA 2000 -kohteiden taustana unioniin liittyvissä maissa tai EMERALD-verkkoa varten muissa maissa.

Näiden eri prosessien oletetaan lisäävän suojelualueiden lukumäärää, vaikka monet maat nimeävätkin alueita, jotka ovat jo jonkinlaisen suojelun piirissä.

**Kuvio 8.9 Suojelualueiden kattama prosentuaalinen osuus maan pinta-alasta**

Liechtenstein  
Saksan liittotasavalta  
Itävalta  
Yhdistynyt kuningaskunta  
Luxemburg  
Ranska  
Islanti  
Italia  
Portugali  
Espanja  
Tanska  
Belgia  
Norja  
Ruotsi  
Alankomaat  
Kreikka  
Suomi  
Irlanti

Huomautus: Yleiset luonnonsuojelualueet eivät sisälly tietoihin. Lähteet: Suojeltaviksi ilmoitettuja alueita koskeva yhteinen tietokanta (Euroopan neuvosto, WCMC, EYK). NC:n toimittamana joulukuussa 1997 EYK-ETC/NC

## 174 Euroopan ympäristö

Oikeudellisten välineiden määrän lisääntyessä maanomistajat ovat haluttomampia suostumaan uusia alueita koskeviin ankariin luonnonsuojelumääräyksiin, mikä vaikeuttaa niiden nimeämistä ja myöhempiä suojelua. Muiden suojeluvälineiden kuten hoitosopimusten tai tukien käyttö on osoittautunut onnistuneemmaksi monissa maissa. Kansalaisjärjestöillä on useissa maissa huomattava asema alueiden suojelun edistäjänä samoin kuin joillakin yksityishenkilöillä ja säätiöillä, jotka omistavat arvokkaita alueita.

Suojelun nimeämisestä on vain vähän hyötyä, jos alueita ei todella suojella ja hoideta. Vaikka tiedot ovatkin epätäydellisiä, tiedetään, että useita suojelun alueita suojellaan tai hoidetaan riittämättömästi. Nimettyjen suojelun alueiden lukumäärä ei siis osoita sitä, kuinka paljon biologista monimuotoisuutta suojellaan. On välttämätöntä parantaa suojelua erityisesti kansallisilla toimilla, joita autetaan kansainvälisellä rahoitustuella esimerkiksi EU:n LIFE-Nature -rahoituksen kautta tai luomalla yhteyksiä maankäytön muita aloja koskeviin aloitteisiin.

#### **8.4.4. Laajempaa ympäristöä koskevat aloitteet**

Biologisen monimuotoisuuden suojelua ei saavuteta erillään muita talouden aloja koskevistä päätöksistä. Eivät edes parhaiten suojellut ja hoidetut lajit ja alueet ole riippumattomia ympäristöstään. Vaikka alueiden suojelu onkin erittäin tärkeää, sitä on tämän vuoksi täydennettävä laajemmilla toimenpiteillä, jotta voitaisiin ylläpitää lajien levinneisyyttä ja runsautta laajemmassa ympäristössä ja suojella biologista monimuotoisuutta kokonaisuutena. Se, että biologista monimuotoisuutta koskevia asioita ei liitetä politiikan muihin aloihin, on nykyisin suurimpia esteitä suojelun päämäärien saavuttamiselle. Biologisen monimuotoisuuden suojelua pidetään usein vähemmän tärkeänä kuin muiden alojen etunäkökohtia.

Biologisen monimuotoisuuden suojelua koskevien kysymysten liittäminen kansainvälisesti muiden alojen politiikkaan on käsite, joka ilmaistaan CEC:n kertomuksessa "Caring for our Future Action for Europe's Environment" [Huolenpito huomista - toimenpiteet Euroopan ympäristön puolesta] vuodelta 1997. Siinä todetaan, että "maatalous ja ympäristönsuojelu ovat jo määritelmänsä vuoksi kiinteästi nivoutuneet toisiinsa" (CEC, 1997a).

Ei ole olemassa katsausta kansainvälisten kehitysvarojen ja muiden varojen käytön vaikutukseen biologiseen monimuotoisuuteen. Tämä voisi olla tärkeä väline arvioitaessa biologisen monimuotoisuuden vaatimusten yhdistämistä alueiden ja maaseudun kehityssuunnitelmiin (BirdLife International, 1995; CEC, 1997b).

Ympäristövaikutusten arvioinnit (YVA) suoritetaan nykyisin rutiininomaisesti useiden kehityshankkeiden yhteydessä kansallisen lainsäädännön ja EU:n direktiivin 85/337 nojalla. Ympäristövaikutusten arviointeja ei kuitenkaan tällä hetkellä vaadita suurilta metsä- ja maataloushankkeilta; nämä arviot eivät ole pakollisia nykyisen kansainvälisen tai useimpien maiden kansallisen lainsäädännön nojalla. Lisäksi normit vaihtelevat, ja eräässä jokin aika sitten suoritettussa tarkastelussa todettiin, että ekologiset kysymykset otetaan harvoin riittävästi huomioon YVA:ssa (Trewick, 1996).

Monissa maissa on nykyisin aloitteita suuren yleisön saamiseksi tietoisiksi siitä, miten he voivat edistää biologisen monimuotoisuuden suojelua esimerkiksi ekotuotemerkkien ja tuotteiden sertifiointin avulla. Kestävän metsätalouden neuvosto (Forest Stewardship Council) on kehittänyt kymmenen peruseräatetta metsien sertifiointia varten ja tietojen antamiseen sertifioiduista metsistä peräisin olevista tuotteista.

#### **Viitteet**

Ansell, D.J. ja Vincent, S.A. (1994). An Evaluation of Set-aside in the European Union with Special Reference to Denmark, France, Germany and UK. Centre for Agricultural Strategy. Readingin yliopisto, UK.

Baldock, D. (1990). Agriculture and Habitat Loss in Europe. WWF International.

Baldock, D., Beaufoy, G., Brouwer, F., Godeschalk, F. (1996). Farming at the Margins: Abandonment or redeployment of agricultural land in Europe. Institute for European Environmental Policy. Lontoo/Agricultural Economics Research Institute, Haag, Alankomaat.

BCIS (Biodiversity Conservation Information System): <http://www.biodiversity.org/members.html>

Beaufoy, G., Baldock, D. ja Clark, J. (1995). The Nature of Farming: Low intensity farming systems in nine European countries. IEEP, Lontoo, UK.

Bigal, E.M., McCracken, D.I. ja Curtis, D.J. (1992). Nature Conservation and pastoralism in Europe. Proceedings of the third European Forum on Nature Conservation Pastoralism, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.

Bina, O., Briggs, B. ja Harley, D. (1994). Transport and Biodiversity : A discussion paper. Royal Society for the Protection of Birds, Sandy, UK.

## 175 Biologinen monimuotoisuus

- BirdLife International/European Bird Census Council (EBCC), European Bird Database. Tiedot toukokuulta 1997, Alankomaat.
- BirdLife International (1994). Putting biodiversity on the map, BirdLife International, Cambridge, UK.
- BirdLife International (1995). The Structural Funds and biodiversity conservation (julkaisematon), BirdLife International. Cambridge, UK.
- Bohn, U. (1996). Natürliche Vegetation Europas. Map, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Saksa.
- Bournerias, J. (1989). Problèmes relatifs à la conservation des orchidées de la flore française. Colloque sur les plantes sauvages menacées. Brest, 1989, Lavoisier, Ranska.
- Campbell, L.H., Avery, M.I., Donald, P., Evans, A.D., Green, R.E. ja Wilson, J.D. (1997). A review of the indirect effects of pesticides on birds. JNCC Report n:o 277. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.
- CEC ja Euroopan neuvosto (1987). Map of natural vegetation of the Member States of the European Communities. Luxemburg.
- CEC (1995a). Agricultural Position and Prospects in the Central and Eastern European Countries : Summary Report. PO VI, Bryssel, Belgia.
- CEC (1995b). The Agricultural Situation in the European Union: 1995 report. PO VI, Bryssel, Belgia.
- CEC (1997a). Caring for our Future - Action for Europe's Environment. Bryssel ja Luxemburg.
- CEC (1997b). The impact of structural policies on economic and social cohesion in the Union 1989-99. Regional policy and cohesion. Luxemburg.
- CEC (1998). Euroopan yhteisön biodiversiteettistrategia. KOM(98) 42 lopullinen. Luxemburg.
- CEC-PO VI, 1997: <http://europa.eu.int/en/comm/dg06/envir/> ja <http://europa.eu.int/en/comm/dg06/res/gen/> CEC-PO XI, 1998: <http://europa.eu.int/en/comme/dg11/dg11home.html>
- Collar, N.J., Crosby, M.J. ja Stattersfield, A.J. (1994). Birds to watch 2 : the world list of threatened birds. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Convention on Biological Diversity, 1997: <http://www.biodiv.org/convtext>
- Euroopa neuvosto (toim.) et al. (tulossa). Nature Conservation sites designated in application of international instruments at pan-European level (map and report). Strasbourg, Ranska.
- Euroopan neuvosto, WCMC, EYK (1997). Common Database on Designated Areas, tiedot joulukuulta 1997. EYK-ETC/NC
- Euroopan neuvosto (1997). The EMERALD Network - a network of Areas of Special Conservation Interest for Europe. TPV96\TPVS75SER.96. Bernin yleissopimuksen sihteeristö, Strasbourg, Ranska.
- Euroopan neuvosto (1997-8). Guidelines for Action Plans for Animal Species. T-PVS-(ACPLANS)(97) 8. Bernin yleissopimuksen sihteeristö, Strasbourg, Ranska.

Euroopan neuvosto (lopullinen luonnos, marraskuu 1997). Red Data Book of European Vertebrates, T-PVS (97) 61. Bernin yleissopimuksen sihteeristö. Strasbourg, Ranska.

Crofts, A. ja Jefferson, R.G. (toim.) (1994). The Lowland Grassland Management Handbook,. English Nature/The Wildlife Trusts.

Davis, S.D., Heywood, V.H. ja Hamilton, A.C. (1994). Centres of plant diversity. Nide 1 Eurooppa, Afrikka, Lounais-Aasia ja Lähi-itä. WWF ja IUCN.

Dauvin, J.C. (1997). Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes atlantique, Manche et Mer du Nord: synthèse, menaces et perspectives. Service du Patrimoine Naturel/IEGB/MNHN.

Doody, J.P. (toim.) (1991). Sand dune inventory of Europe. Joint Nature Conservation Committee/European Union for Coastal Conservation. Peterborough, UK.

## 176 Euroopan ympäristö

EYK-ETC/NC (1995). Biodiversity and Nature Conservation: a European general approach. (sisäinen kertomus).

EYK-ETC/NC (1996). CORINE Biotopes Sites. Database Status and Perspectives 1995. Topic Report 27.

EYK-ETC/NC (tulossa). Existing Red Books on Species and Habitats of European Concern.

EYK-EFI/INIMA (1997). Forest fire reports. Internal, EFI Euroopan metsäinstituutti, Suomi, INIMA, Espanja.

EYK-ETC/NC (tulossa). EUNIS Habitat classification.

EYK (1997). The UN Convention on Biological Diversity. Follow-up in EEA Member Countries 1996. Topic Report 9/1997, Euroopan ympäristökeskus, Kööpenhamina. ISBN 92-9167-062-6.

EYK (monografia, tulossa). Excessive Anthropogenic Nutrients in European Ecosystems. Euroopan ympäristökeskus - ETC/IW, Kööpenhamina, Tanska.

EYK (tulossa). EEA Landcover 1998. Euroopan ympäristökeskus - ETC/LC, Kööpenhamina, Tanska.

EFMA (1997). Tables of fertiliser consumption by country (julkaisematon). European Fertiliser Manufacturers' Association, Bryssel.

EUCC (1993). European Coastal Conservation Conference, 1991. Proceedings. EUCC, the European Union for Coastal Conservation, Haag/Leiden, Alankomaat.

EUFORGEN, 1997; European Forest Genetic Resources Programme:  
<http://www.cigar.org/ipgri/euforgen/>

Euroopan parlamentti (1997). Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin ympäristöpolitiikka. Tutkimuksen pääosasto, Luxemburg.

Eurostat (1995). Europe's Environment. Statistical compendium for the Dobris assessment. Luxemburg. ISBN 92-827-4713-1.

Eurostat (1996). Agriculture Statistical Yearbook: 1996. Luxemburg.

Firbank, L.G., Arnold, H.R., Eversham, B.C., Mountford, J.O., Radford, G.L., Telfer, M.G., Treweek, J.R., Webb, N.R.C. ja Wells, T.C.E. (1993). Managing Set-aside for Wildlife. ITE Research Publication 7, Institute for Terrestrial Ecology, UK.

Fridtjof Nansen Institute (1997). Green Globe Yearbook of International Co-operation on Environment and Development. Main Focus: Nature Conservation. Oxford, UK.

Fuller, R.J. (1995). Bird life of woodland and forest. Cambridge University Press, UK.

Furness, R.W., Greenwood, J.J.D. ja Jarvis, P.J. (1993). Can birds be used to monitor the environment? Birds as monitors of environmental change. Chapman & Hall, Lontoo, UK.

Hagemeijer ja Blair (toim.) (1997). EBCC (European Birds Census Council) Atlas of European Breeding Birds: their distribution and abundance. T & A.D. Poyser, Lontoo, UK.

Heywood, V.H. ja Zohary, M. (1995, päivitys 1997). A catalogue of the wild relatives of cultivated plants native to Europe. Flora Mediterranea 5.



Hill, D. ja Hockin, D. (helmikuu 1992). Can roads be bird friendly? Landscape Design.

IMO/FAO/UNESCO/WHO/IAEA/UN/UNEP (1997). Opportunistic settlers and the problem of the stenophore *Mnemiopsis leidyi* invasion in the Black Sea. Reports and Studies 58. IMO/UNEP. Lontoo, UK.

IUCN (1993). Biological Diversity Conservation and the Law - Legal Mechanisms for Conserving Species and Ecosystems. Julkaisussa Environmental Policy and Law Paper n:o 29, Bonn.

IUCN CNPPA (Commission on National Parks and Protected Areas) (1994). Parks for Life: action for protected areas in Europe. IUCN, Gland, Sveitsi ja Cambridge, UK.

IUCN (1996). IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland, Sveitsi.

IUCN (1997). Red List Categories. As approved by the 40th meeting of the IUCN Council, 1994, IUCN Species Survival Commission, Gland, Sveitsi.

IUCN (painossa). IUCN Red List of Threatened Plants (Europe). IUCN Species Survival Commission, Gland, Sveitsi.

## 177 Biologinen monimuotoisuus

- Lambinon, J. (1997). Les introductions de plantes non-indigènes dans l'environnement naturel. Julkaisussa Sauvegarde de la nature, n:o 87, Euroopan neuvosto. Strasbourg, Ranska.
- Leten, M. (1989). Distribution dynamics of orchid species in Belgium: Past and present distribution of thirteen species. Mém. Soc. Roy. Belg., 11 Belgia.
- Mace, G. ja Stuart, S. (1994). Draft IUCN Red List Categories. Version 2.2, species 21-22.
- McCracken, D.I., ja Bignal, E.M. (1995). Farming on the edge: the nature of traditional farmland in Europe. Proceedings of the 4th European Forum on Nature Conservation Pastoralism, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.
- Meinesz, A. (1997). L'implacable avancée de la Taxifolia. Julkaisussa La Recherche, 297. Ranska.
- Minelli, A., Ruffo, S. ja La Posta, S. (1996). Checklist delle specie della fauna d'Italia. Edizione Calderini, Bologna, Italia.
- Nordic Council of Ministers (1997). Indicators of the State of the Environment in the Nordic Countries. Kööpenhamina, Tanska.
- OECD (1995). Environmental Performance Reviews: Poland. OECD, Pariisi, Ranska.
- Pain, D.J. ja Pienkowski, M.W. (toim.) (1997). Farming and birds in Europe; the Common Agricultural Policy and its implications for bird conservation. Academic Press, Lontoo, UK.
- Pawlowski, B. (1970). Remarques sur l'endemisme dans la flore des Alpes et des Carpates. Julkaisussa Vegetatio, nide 21.
- Petty, S.J. ja Avery, M.I. (1990). Forest bird communities (occasional paper 26). Forestry Commission, Edinburgh, UK.
- Przybylski, Z. (1979). The effects of automobile gases on the antropods of cultivated plants, meadows and orchards. Julkaisussa Environmental Pollution, n:o 19.
- Ramade, F. et al. (1997). Conservation des écosystèmes méditerranéens: Enjeux et prospective. Economica.
- Rayment, M. (1996). The World Grain Market: Working Paper Two on arable policy. RSPB (The Royal Society for the Protection of Birds), UK.
- Reijnen, R. ja Foppen, R. (1994). The effects of traffic on breeding bird populations in woodland. 1, Evidence of reduced habitat quality for willow warblers *Physoscopus trochilus* breeding close to a highway. Julkaisussa J. Applied Ecology, n:o 31.
- Ribera, M.A. et al. (1996). Second International Workshop on *Caulerpa taxifolia*. Joulukuu 1994. Barcelona, Espanja.
- Rodwell, J. (1991). British Plant Communities: nide 1 - Woodland and scrub. Cambridge University Press. UK.
- Societas Europaea Herpetologica - Gasc, J.P. et al. (toim.) (1997). Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. Museum National d'Histoire Naturelle, IEGB, Service du Patrimoine Naturel. Pariisi, Ranska.
- Societas Europaea Mammologica (painossa). Atlas of European Mammals.

Treweek, J. (1996). Ecology and environmental impact assessment. Julkaisussa J. Applied Ecology, n:o 33.

Tucker, G.M. ja Evans, M. (1997). Habitats for birds in Europe: a conservation strategy for the wider environment. BirdLife International, BirdLife Conservation Series 6. Cambridge, UK.

Tucker, G.M. ja Heath, M.F. (1994). Birds in Europe: their Conservation Status. BirdLife International. Cambridge, UK.

Tyler, T. ja Olsson, K.A. (1997). Förändringar i Skånes flora under perioden 1938-1996. Julkaisussa Svensk Botanisk Tidskrift, n:o 91. Ruotsi.

YK/ECE/CEC (1997). Metsien tila Euroopassa, kertomus vuodelta 1997, laatija Liittovaltion metsätalouden ja metsätuotteiden tutkimuskeskus (BFH), Saksa.

YK/ECE/FAO (1997). UNECE/FAO Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000, section: enquiry, section: terms and definitions, Geneve, Sveitsi.

UNEP, Heywood, V.D. (toim.), Watson, R.T. (1995). Global Biodiversity Assessment. Cambridge University Press, UK.

Valdes et al. (1997). Conservation of the wild relatives of cultivated plants native to Europe. Julkaisussa *Bocconea* 7.

178 Euroopan ympäristö

van Dijk, G. (1991). The status of semi-natural grasslands in Europe, Goring et al., The conservation of lowland dry grassland birds in Europe. JNCC, UK.

van Dijk, G. (1996). The role of land ownership in nature conservation in the Netherlands and other countries. Toim.: K. Mitchell, L. Hart, D. Baldock ja K. Partridge. Agriculture and Nature Conservation in Central and Eastern European Countries: Proceedings of a seminar held at Debbie, Puola 1996, IEEP, Lontoo.

van der Zande, A.N., ter Keurs, W.J. ja van der Weijden, W.J. (1980). The impact of roads on the densities of four bird species in an open-field habitat - evidence of a long distance effect. Julkaisussa Biological Conservation, n:o 18.

Wiens, J.A. (1989). The ecology of bird communities: foundations and patterns 1. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

## 9. Sisävedet

### ärkeimmät havainnot

Veden kokonaisuus on yleisesti vähentynyt monissa maissa vuoden 1980 jälkeen. Useimmissa maissa teollisuuden vedenotto on vähentynyt hitaasti vuodesta 1980, kun on siirrytty pois paljon vettä käyttävästä teollisuudesta, tekniikka on kehittynyt ja kierrätys on lisääntynyt. Taajama-alueilla kysyntä voi yhä kuitenkin ylittää tarjonnan, ja lähitulevaisuudessa voi esiintyä vesipulaa. Myös ilmastonmuutokset voivat vaikuttaa tulevaisuuden vesivaroihin.

Pääasiassa kastelun vuoksi maatalous on tärkein vedenkäyttäjä Välimeren maissa. Kastelualan laajuus samoin kuin kasteluun tarvittavan veden määrä on kasvanut tasaisesti vuodesta 1980. Etelä-Euroopan maissa 60 prosenttia veden kokonaismäärästä käytetään kasteluun. Eräillä alueilla pohjaveden otto ylittää sen imeytymisnopeuden, mikä aiheuttaa pohjaveden pinnan laskua, kosteikkojen häviämistä ja meriveden tunkeutumista. Keinoja veden kysynnän rajoittamiseksi tulevaisuudessa ovat parannukset vedenkäytön tehokkuudessa, hintaohjaus ja maatalouspolitiikka.

EU:n vedenlaadulle asettamista tavoitteista ja Keski- ja Itä-Euroopan ympäristöohjelmassa vedenlaatuun kohdistetusta huomiosta huolimatta jokivesien laadussa ei ole tapahtunut yleistä paranemista vuosien 1989/1990 jälkeen. Euroopan maat raportoivat erilaisesta kehityksestä, jossa ei voida havaita mitään maantieteellistä yhtenäisyyttä. Vakavimmin saastuneissa joissa on tapahtunut kuitenkin jonkin verran paranemista 1970-luvun jälkeen.

Fosfori ja typpi rehevöittävät edelleen pintavesiä. Parannukset jätevesien käsittelyssä sekä vähennykset suurteollisuuden päästöissä vuosina 1980 - 1995 johtivat siihen, että fosforin kokonaispäästöt jokiin vähenivät 40 - 60 prosenttia useissa maissa. Pintavesien fosforipitoisuudet pienenevät merkittävästi erityisesti siellä, missä vaikutukset olivat aikaisemmin olleet pahimmat. Vedenlaadun odotetaan yhä paranevan, koska palautumisaika varsinkin järvien osalta voi olla useita vuosia.

Noin neljänneksessä jokien seuranta-alueista fosforipitoisuudet ovat yhä noin kymmenkertaiset hyvälaatuisen veteen verrattuna. Typpi, jonka päälähteenä on maatalous, ei ole yhtä suuri ongelma joissa, mutta se voi aiheuttaa ongelmia kulkeutuessaan mereen. Näin ollen tarvitaan päästöjen lisävalvontaa meriympäristön suojelemiseksi.

Maataloudesta peräisin olevien nitraatti- ja torjunta-ainepitoisuuksien nousu vaikuttaa pohjaveden laatuun. Nitraattipitoisuudet ovat alhaisia Pohjois-Euroopassa, mutta korkeita useissa Länsi- ja Itä-Euroopan maissa, joissa EU:n suurimmat sallitut pitoisuudet ylittyvät usein.

Torjunta-aineiden käyttö väheni EU:ssa vuosina 1985 - 1995. Tämä ei välttämättä merkitse niiden ympäristövaikutusten vähenemistä, sillä käytössä olevien torjunta-aineiden valikoima on muuttunut. Eräiden torjunta-aineiden pitoisuudet pohjavesissä ylittävät usein EU:n suurimmat sallitut pitoisuudet. Monet maat ovat ilmoittaneet myös merkittävästä raskasmetallien, hiilivetyjen ja kloorattujen hiilivetyjen aiheuttamasta pilaantumisesta.

Yhdenmukainen politiikka sisävesien suojelemiseksi on käytössä monilla Euroopan alueilla, esimerkiksi Pohjanmeren, Itämeren, Reinin, Elben ja Tonavan ympäristössä. Vaikka paljon on saavutettu, ympäristö- ja talouspolitiikan entistä parempi yhdistäminen jää tulevaisuuden haasteeksi.

Erityisesti maatalouspolitiikka on avainasemassa hajakuormituslähteistä peräisin olevan kuormituksen suhteen, mutta kuormitukseen vaikuttaminen on edelleen sekä teknisesti että

**poliittisesti vaikeata. Vaikka Euroopan unionin yhteisen maatalouspolitiikan mukaisia uudistuksia hyödynnetään ravinnekuormituksen vähentämistä koskevien toimien yhdentämiseksi, on tehtävä vielä enemmän.**

## 180 Euroopan ympäristö

**On esimerkiksi varmistettava, että toimenpiteistä, kuten maanviljelysmaan kesannoinnista, saadaan ympäristölle paras mahdollinen hyöty.**

**EU:n yhdyskuntajätevesien käsittelystä annetun direktiivin ja nitraattidirektiivin avulla pitäisi saada aikaan olennaisia laatuparannuksia, mutta niiden onnistuminen riippuu siitä, miten laajoja alueita jäsenvaltiot nimeävät herkiksi alueiksi ja pilaantumisalttiiksi vyöhykkeiksi. Ehdotus veden puitedirektiiviksi edellyttää hoito- ja parannusohjelmien yhdistämistä. Jos tämä toteutetaan koko EU:ssa riittävän yhtenäisesti, direktiivin pitäisi yhdessä kysynnän hallinnan kanssa johtaa merkittäviin vedenlaadun parannuksiin ja vesivarojen kestävään hoitoon.**

### 9.1. Johdanto

Euroopassa useimmilla ihmisillä on riittävästi raikasta, puhdasta vettä. Vesivaroja uhkaavat kuitenkin monet ihmisen toimet, ja useissa osissa mannerta ihmisten terveyttä, hyvinvointia ja taloudellista kehitystä rajoittaa riittävän hyvälaatuisen veden puute.

Satojen vuosien ajan Euroopan sisävesiä on käytetty juomavedeksi, kasteluun, jätevesien hävittämiseen, kalastukseen, energiantuotantoon ja liikenteeseen. Sisämaan pintavedet ovat myös tärkeä osa Euroopan maisemaa, ja niistä riippuvat ekosysteemit ovat erittäin tärkeitä biologisen monimuotoisuuden kannalta (katso luku 8). Viime vuosina väestönkasvu, teollistuminen, maatalouden voimaperäistyminen, kanavien ja vesialtaiden rakentaminen sekä vapaa-ajankäytön lisääntyminen ovat merkittävästi lisänneet Euroopan sisävesiin kohdistuvaa kuormitusta, ja yhä enemmän ristiriitoja kehittyi eri käyttötarkoitusten ja käyttäjien välille. Kuivuudet ja tulvat pahentavat ongelmia, sillä ne ovat yleisimpiä luonnononnettomuuksia (katso luku 13). Tarvitaan selvästi kestävää vesien hallintoa.

Tässä luvussa esitetään lukuja ja tietoja Euroopan vesien määrästä ja laadusta ja niihin vaikuttavista paineista. Happamoitumista, joka vaikuttaa merkittävästi jokien ja järvien laatuun suurissa osissa Eurooppaa, käsitellään luvussa 4.

Viimeisten 25 vuoden aikana on tehty useita poliittisia aloitteita, joiden tarkoituksena on ehkäistä vesien saastumista Euroopan tasolla. Dobris-arvioinnin jälkeen on tapahtunut jonkin verran kehitystä teollisuudesta ja kotitalouksista peräisin olevan pintavesien pilaantumisen vähentämisessä. Esimerkiksi useat maat ovat vähentäneet fosforipäästöjä 45 - 60 prosenttia 1980-luvun keskivälin jälkeen. Maatalous on kuitenkin edelleen tärkeä fosforisaasteiden lähde useissa maissa, ja nitraattien ja torjunta-aineiden aiheuttama saastuminen on yhä ongelma koko Euroopassa.

### 9.2. Vesivarat

Makean veden keskimääräinen vuotuinen virtaus Euroopassa on noin 3 100 km<sup>3</sup> eli noin 4 500 m<sup>3</sup> henkeä kohti vuodessa, kun väestö on 680 miljoonaa (EYK, 1995). Mantereen mittakaavassa vesivaranto näyttää tämän vuoksi runsaalta. Se on kuitenkin jakautunut epätasaisesti sekä alueellisesti että paikallisesti (Gleick, 1993), ja paikallinen kysyntä ylittää usein paikallisen saatavuuden, ja liikkakäytön ongelmia esiintyy usein alueilla, joilla asutus on tiheätä

**Laatikko 9.1. Euroopan alueiden määritelmä**

Tämän luvun alueelliset analyysit on tehty seuraavan ryhmittelyn mukaisesti:

**Pohjoinen (NO):** Islanti, Norja, Ruotsi, Suomi

**Itä (EA):** Bulgaria, Latvia, Liettua, Moldova, Puola, Romania, Slovakian tasavalta, Tšekin tasavalta, Ukraina, Unkari, Valko-Venäjä, Venäjän federaatio, Viro

**Etelä (SO):** Albania, Bosnia ja Hertsegovina, Entinen Jugoslavian tasavalta Makedonia, Espanja, Italia, Jugoslavian liittotasavalta, Kreikka, Kroatia, Kypros, Malta, Portugali ja Slovenia

**Länsi (WE):** Alankomaat, Belgia, Irlanti, Itävalta, Liechtenstein, Luxemburg, Ranska, Saksa, Sveitsi, Tanska, Yhdistynyt kuningaskunta



## 181 Sisävedet

ja sateet vähäisiä.

Euroopassa on melko tiheä veden mittauspisteiden (jokien mittauksen) ja sääasemien verkko, josta saadaan hyviä tietoja pitkän aikavälin vedenlaadusta (WMO, 1987; EYK-ETC/IW, 1996). Menetelmät makean veden varojen saatavuuden laskemiseksi vaihtelevat kuitenkin huomattavasti eri maissa, mikä vaikeuttaa vertailua. Kartta 9.1, jossa on käytetty johdonmukaista menetelmää uusiutuvien makean veden varojen arvioimiseksi, osoittaa suurta vaihtelua Euroopassa, jossa vuotuinen keskimääräinen valuma vaihtelee yli 3 000 mm:stä Länsi-Norjassa 100 mm:iin suurissa osissa Itä-Eurooppaa ja alle 25 mm:iin Espanjan sisäosissa.

Suurta osaa Euroopasta halkovat suuret jokivesistöt, jotka ylittävät useita kansainvälisiä rajoja. Maan makean veden kokonaisvarat koostuvat siitä vedestä, joka on eri aikoina varastoituna jokiin, järviin, vesialtasiin ja muihin vesiesiintymiin. Siihen sisältyy näistä varastoista naapurimaihin virtaava vesi. Kuten kuvio 9.1 osoittaa, rajat ylittävät virtaukset tuovat huomattavan lisän useiden maiden makean veden kokonaisvaroihin (ilmaistuina henkeä kohti). Esimerkiksi Unkarissa naapurimaista peräisin oleva makea vesi muodostaa noin 95 prosenttia kokonaisvaroista. Alankomaissa ja Slovakian tasavallassa tämä luku on yli 80 prosenttia, ja Saksa, Kreikka, Luxemburg ja Portugali saavat yli 40 prosenttia vesivaroistaan muualta tulevasta vedestä. Vaikka onkin kansainvälisiä sopimuksia

**Kartta 9.1 Keskimääräinen vuotuinen valuma Euroopassa****Keskimääräinen vuotuinen valuma**

Huomautus: Kartta on laadittu 10 km x 10 km olevan havaintoalan tarkkuudella, ja se osoittaa keskimääräisen valuman niin, että paikallisia eroja on jonkin verran tasoitettu. Perustuu hydrometristen verkkojen mitattuihin tietoihin. Alueilla, joita ei ole mitattu, valuma on arvioitu empiirisestä valuman ja sateen ja mahdollisen haihtuman välisestä suhteesta (Budyko ja Zubenok, 1961). Lähde: Rees et al., 1997, jossa on käytetty jokien virtaustietoja Euroopan vesiarkesta FRIEND (Gustard, 1993) sekä säätieteellisiä tietoja, joita on koontanut Itä-Anglian yliopiston sääntutkimusyksikkö (Hulme et al., 1995)

## 182 Euroopan ympäristö

**Kuvio 9.1 Makean veden saatavuus Euroopassa**

Unkari

Alankomaat

Belgia

Saksa

Tšekin tasavalta

Kypros

Bulgaria

Slovakian tasavalta

Kreikka

Luxemburg

Tanska

UK

Italia

Espanja

Ranska

Kroatia

Portugali

Turkki

Liettua

Sveitsi

Itävalta

Slovenia

Irlanti

Ruotsi

Suomi

Norja

Islanti

jokien virtaama muista maista  
maassa syntyvä vesi

Lähde: Eurostat; OECD, 1997.

**Kuvio 9.2 Makean veden otto Euroopassa 1980 - 95**

Länsi-Eurooppa

Pohjoismaat

Etelä-Eurooppa

Itä-Eurooppa

Lähde: OECD, 1997; Eurostat.

## 183 Sisävedet

toisesta maasta tulevan veden määrän ja laadun valvomiseksi (katso taulukko 9.3), jännitteitä syntyy väistämättä erityisesti silloin, kun vesivarat ovat vähäiset.

Kuviossa 9.1 esitetyn maailmanlaajuisen luokittelujärjestelmän mukaisesti yli puolella maista voidaan sanoa olevan alhainen veden saatavuus henkeä kohti. Näitä ovat eräät Länsi-Euroopan maat (Tanska, Saksa ja UK), joissa sateet ovat vain kohtuullisia mutta väestötiheys on suuri. Makean veden saatavuus on hyvin vähäistä Töekin tasavallassa, Puolassa ja Belgiassa. Vain harvaanasutuissa, runsassateisissa Pohjoismaissa (katso laatikko 9.1) veden saatavuus voidaan luokitella korkeaksi.

Pintavesi on tärkein makean veden lähde Euroopassa, ja kaksi kolmasosaa maista saa yli 80 prosenttia veden kokonaisotosta tästä lähteestä (OECD, 1997, ja Eurostatin tiedot). Suurin osa muusta vedestä tulee pohjavesilähteistä ja vain pieni osa poistamalla suola merivedestä (esimerkiksi Italia, Espanja ja Monaco). Kyproksella ja Maltalla suolanpoisto on merkittävämpää, ja näin niissä saadaan viisi ja 46 prosenttia veden kokonaismäärästä. Islannissa, jossa on laajat pohjavesivarat, 91 prosenttia vedestä otetaan kuitenkin pohjavedestä.

Pohjavedestä otettu vesi on yleisesti laadultaan paljon parempaa kuin pintavedestä otettu vesi, se vaatii vähemmän käsittelyä, ja se on aikaisemmin tarjonnut paikallisen ja halvan juomaveden lähteen. Maissa, joissa on riittävät pohjavesivarat (Itävalta, Tanska, Portugali, Islanti ja Sveitsi), yli 75 prosenttia julkisten vesilaitosten vedestä otetaan pohjavedestä, 50 - 75 prosenttia otetaan siitä Belgiassa (Flanders), Suomessa, Ranskassa, Saksassa ja Luxemburgissa ja alle 50 prosenttia Norjassa, Espanjassa, Ruotsissa ja Yhdistyneessä kuningaskunnassa (Eurostatin tiedot). Pohjavesilähteisiin kohdistuu lisääntyvää kuormitusta, ja joillakin alueilla on merkkejä sen liikakäytöstä (9.3 jakso jäljempänä).

**Kuvio 9.3 Eri alojen vedenkäyttö Euroopassa**

Portugali  
 Kreikka  
 Espanja  
 Italia  
 Ranska  
 Saksa  
 Turkki  
 Unkari  
 Alankomaat  
 Suomi  
 Puola  
 Norja  
 Itävalta  
 Töekin tasavalta  
 Slovakian tasavalta  
 Ruotsi  
 Irlanti  
 Tanska  
 Luxemburg  
 Sveitsi  
 UK  
 Islanti

Huomautus: Joissakin maissa tähän sisällytetään vedenotto energiantuotannon jäähdytysvedeksi teollisuudessa Lähde: OECD, 1997; Eurostat

184 Euroopan ympäristö

### 9.3. Vedenotto ja -käyttö

Makean veden otto

Maapallon vedenkäyttö on lisääntynyt seitsemänkertaiseksi 1900-luvun alun jälkeen (Kundzewicz, 1997). Vedenotto on perinteisesti noussut lisääntyvän kysynnän tyydyttämiseksi.

Kuten kuvio 9.2 osoittaa, suuresta vaihtelusta huolimatta veden kokonaisotto on yleisesti laskenut vuodesta 1980 lähtien monissa Euroopan maissa. Lasku on ollut selvintä vuoden 1990 jälkeen ja selvempää Itä-Euroopassa kuin muilla alueilla. Joissakin Länsi-Euroopan maissa laskun voidaan katsoa aiheutuvan siitä, että hallintostrategiassa on yleisesti siirrytty tarjonnan lisäämisestä vesivarastoja rakentamalla vedenkysynnän tehokkaampaan hallintoon (kysynnän hallinta) vähentämällä häviöitä, käyttämällä vettä tehokkaammin ja kierrättämällä sitä. Itä-Euroopassa vuosien 1989 - 90 poliittisilla mullistuksilla ja siirtymisellä keskusjohtoisesta taloudesta markkinatalouteen on ollut suuri merkitys kysynnän vähentäjinä.

Kun verrataan makean veden kokonaisottoa käytettävissä oleviin kokonaisvesivaroihin (OECD, 1997), havaitaan, että kaikilla Euroopan mailla on riittävä vesivaranto kansallisen kysynnän tyydyttämiseksi, kun otetaan huomioon niiden vesivarantojen täydentyminen. Yli 60 prosenttia tutkituista maista käyttää alle yhden kymmenesosan koko vesivarannostaan, ja muut (Belgiaa lukuun ottamatta) käyttävät alle yhden kolmasosan vesivarannostaan. Belgiassa vesivarannosta käytetään 40 prosenttia.

#### *Makean veden käyttö*

Kuvio 9.3 osoittaa, että makeaa vettä otetaan Euroopassa etupäässä julkisia vesilaitoksia, teollisuutta ja maataloutta varten sekä energiantuotannon jäähdytysvedeksi (OECD, 1997). Kansallinen vertailu on kuitenkin yleensä monimutkaista, koska vedenkäytön määritelmät vaihtelevat eri maissa.

Julkiset vesilaitokset toimittavat vettä moniin eri käyttötarkoituksiin. Kotitalouksien käyttö on yleensä suurinta. Se kattaa noin 44 prosenttia julkisen veden tarjonnasta Yhdistyneessä kuningaskunnassa, 57 prosenttia Alankomaissa ja 41 prosenttia Unkarissa (ICWS, 1996). Julkiset vesilaitokset ovat on suurin veden käyttäjä useissa Länsi-Euroopan maissa ja Pohjoismaissa, mutta niiden osuus on vähäisempi Itä- ja Etelä-Euroopassa. Vedenotto julkista vedentarjontaa varten nousi tasaisesti vuosina 1980 - 90 useimmissa maissa, mihin olivat syynä väestönkasvu sekä kulutuksen nousu henkeä kohti elintason parantuessa. Kotitalouskäytön odotetaan vakiintuvan tai jopa vähenevän tulevaisuudessa, mikä heijastaa väestötieteellistä kehitystä ja vedenkäytöltään tehostuneempien laitteiden käyttöä. Tämä kehitys voi kuitenkin muuttua, kun kotitalouksien määrä jatkuvasti kasvaa (katso 1 luku).

Useimmissa maissa kastelu selittää suurimman osan maatalouden veden kysynnästä. Välimeren maissa maatalous on tärkein veden käyttäjä. Sen osuus kokonaiskysynnästä on noin 80 prosenttia Kreikassa, 50 prosenttia Italiassa, 70 prosenttia Turkissa, 65 prosenttia Espanjassa ja 52 prosenttia Portugalissa (OECD, 1997). Tämä poikkeaa selvästi muusta Euroopasta, jossa keskimäärin alle kymmenen prosenttia vesivaroista käytetään kasteluun.

Kuvio 9.4 osoittaa, että kastelualueen määrä on lisääntynyt jatkuvasti vuodesta 1980 lähtien sekä koko Euroopassa että Välimeren ja Länsi-Euroopan maissa. Itä-Euroopassa se lisääntyi nopeasti vuoteen 1988 asti, mitä seurasi jyrkkä lasku. Vuonna 1994 hieman alle viittä prosenttia Itä-Euroopan maiden alueesta kasteltiin verrattuna yli kahdeksaan prosenttiin Välimeren ryhmän maissa ja hieman yli kahteen prosenttiin Länsi-Euroopan maiden ryhmässä. EU:n nykyiset maatalouskäytännöt perustuvat puhtaasti tarjontaan, ja niitä ohjaa yhteinen maatalouspolitiikka (CAP). Itä-Euroopassa maatalousveden kysyntä on vähentynyt talousongelmien ja maanomistuksen muutosten seurauksena (ICWS, 1996).

Veden teollinen käyttö vaihtelee suuresti eri maissa, ja vertailuja vaikeuttaa jäähdytysveden mahdollinen sisällyttäminen siihen. Jäähdytystä varten otetaan yleensä paljon

**Kuvio 9.4 Euroopan kastelualueet, 1980 - 94**  
prosentteja maa-alasta

Lähde: FAO

**Kartta 9.2 Kaupunkien kysyntä prosentuaalisena osuutena keskimääräisestä vuotuisesta valumasta**

Kaupunkien kysyntä prosentuaalisena osuutena keskimääräisestä vuotuisesta valumasta

Huomautus: Kartta perustuu pitkän aikavälin keskimääräisiin vuotuisiin valumatietoihin (kartta 9.1) ja Eurostatin GISCO:n kaupungistumisastetietoihin. Lähde: Rees et al, 1997

## 186 Euroopan ympäristö

enemmän vettä kuin teollisiin prosesseihin (esimerkiksi 95 prosenttia Unkarin kaikesta teollisesta vedenkäytöstä käytetään jäähdyttämiseen). Jäähdytysvesi palautetaan muuttumattomana lukuun ottamatta lämpötilan nousua ja suhteellisen vähäisen osan haihtumista. Sen käyttöä pidetään tämän vuoksi vettä ”kuluttamattomana” käyttönä.

Monissa Euroopan maissa teollinen vedenotto on vähentynyt hitaasti vuodesta 1980 lähtien. Tämä heijastaa teollisuustuotannon laskua tänä aikana samoin kuin yleistä siirtymistä raskaasta paljon vettä käyttävästä teollisuudesta kuten tekstiili-, rauta- ja terästeollisuudesta vähemmän vesivaltaisiin palveluteollisuuden aloihin sekä parannuksia veden käyttötehossa ja lisääntynyttä kierrätystä (ICWS, 1996). Teollisuuden vedenotto Bulgariassa ja Unkarissa (ICWS, 1996) on myös laskenut vuodesta 1990 lähtien teollisuustuotannon laskun ja talousongelmien seurauksena.

***Vesipulat***

Edellä esitetyt tilastotiedot kuvaavat vesivarojen ja vedenkäytön tilannetta kansallisella tasolla. Tällaiset tiedot peittävät yleensä kuitenkin alueellisen tai paikallisen tason ongelmat. Veden suurin kysyntä keskittyy yleensä suurten asutuskeskusten tiheästi asutuille alueille. Kartta 9.2 osoittaa, missä

**Kartta 9.3 Q90:n jakauma**

Huomautus: Kartta on laadittu 10 km x 10 km:n havaintoalan tarkkuudella. Q90-arvot on saatu mitatuista ja mallinnetuista tiedoista. Lähde: Gustard et al. 1997

## 187 Sisävedet

makean veden kysyntä kaupungeissa voi ylittää sen varojen paikallisen pitkäaikaisen saatavuuden, mikä on todennäköisintä Etelä-Euroopassa ja teollisuuskeskuksissa. Näillä alueilla nykyistä kysyntää ei voida ylläpitää lisäämättä paikallisia vesivaroja esimerkiksi siirtämällä vettä vesialtaasta toiseen ja varastoimalla sitä vesisäiliöihin.

Silloinkin, kun alueella on riittävät pitkäaikaiset vesivarat, veden saatavuuden kausittaiset tai vuosittaiset vaihtelut voivat toisinaan aiheuttaa pulaa. Vesivarojen suunnittelijoiden vesivaroja koskevat päätökset perustuvat usein siihen vesimäärään, jota he voivat odottaa kuivan sään ja jokien alhaisen virtaaman kausina. Tämä tärkeä indikaattori on 90. persenttiin virtauma (Q90), joka edustaa sitä makean veden määrää, jonka voidaan luottaa olevan saatavilla keskimäärin 90 prosenttia ajasta. Kartta 9.3 osoittaa Q90-arvojen jakauman Euroopassa, ja sitä voidaan käyttää niiden seutujen yksilöimiseksi, joilla mahdollisesti voisi esiintyä kausittaista vesipulaa, selvimmin Iberian niemimaalla.

Euroopassa tiedostetaan yhä paremmin tarve suojella vesivaroja tulevaisuutta varten. Vaikka tulevan kehityksen analyysi perustuukin oletuksiin ja vaikka kysyntään vaikuttavatkin usein ristiriitaiset tekijät, näyttää todennäköiseltä, että vedenotto vakiintuu edelleen erityisesti kotitalousten osalta. Vettä häviää jakelujärjestelmissä kaikissa Euroopan maissa, ja häviöt vaihtelevat hyvin suurista 50 prosentin häviöistä Moldovassa ja Ukrainassa vähäisiin noin kymmenen prosentin häviöihin esimerkiksi Itävallassa ja Tanskassa (EYK-ETC/IW, 1998). Monissa maissa, erityisesti Itä-Euroopassa, teollisuuden odotetaan kasvavan (ICWS, 1996), joskin veden lisääntynyt kysyntä korvautuu osittain kierrätyksellä, vedenkäytöltään tehokkaan teknologian kehittämisellä ja muilla suojelutoimenpiteillä kuten kysynnän hallinnalla. Maatalouden vedenkysyntään vaikuttavat kastelutehokkuuden paraneminen, maatalouspolitiikka ja hintavalvonta. Käyttöön otetaan todennäköisesti uusia hintarakenteita ja muita rahoituskannustimia, jotta vedenkäyttö saataisiin tehokkaaksi kaikilla aloilla. Pohjaveden runsas käyttö juomavedeksi monissa Euroopan maissa on tehnyt veden laatuksymyksestä yhä tärkeämmän noin vuodesta 1990 lähtien.

#### **9.4. Pohjaveden laatu**

Euroopan pohjavedet ovat uhanalaisia ja useilla tavoin saastuneita. Ongelmia ovat nitraattien, torjunta-aineiden, raskasmetallien ja hiilivetyjen aiheuttama pilaantuminen, mikä johtaa rehevöitymiseen, toksisiin vaikutuksiin vesiympäristön muissa osissa ja mahdollisiin terveysvaikutuksiin ihmisille. Muilla saastelähteillä ja veden liikaotolla voi myös olla tärkeä vaikutus pohjavesivaroihin. Vedenpinnan aleneminen voi saada suolaveden tunkeutumaan pohjaveteen rannikkoalueilla (11 luku, 11.5 jakso).

##### **9.4.1. Nitraatti**

Kartassa 9.4 esitetään tulokset pohjaveden nitraattipitoisuuksien seurannasta 17 maassa. Pitoisuusvälejä on valittu neljä. Korkeintaan 2,3 mg N/l -pitoisuuksien katsotaan olevan lähellä luonnollisia pitoisuuksia. Ohjearvo 5,6 mg N/l (25 mg NO<sub>3</sub>/l) ja ihmisten kulutukseen tarkoitettun veden suurin sallittu pitoisuus 11,3 mg N/l (50 mg NO<sub>3</sub>/l), jotka on asetettu juomavesidirektiivillä (80/778/ETY), määrittelevät kaksi seuraavaa pitoisuustasoa. Nitraattitason kohoaminen aiheutuu kokonaan ihmisen toiminnasta, erityisesti typpilannoitteiden ja lannan käytöstä, ja myös kunnallisista tai teollisista lähteistä oleva paikallinen saastuminen voi olla merkittävää. Tietoja toimittavien maiden osalta näyttää siltä, että Sloveniassa pohjaveden nitraattipitoisuus on korkein niin, että 50 prosentissa näytteenottoaikoista pitoisuudet ylittävät 5,6 mg N/l. Kahdeksassa maassa 5,6 mg N/l:n taso ylittyy noin 25 prosentissa kohteista; yhdessä maassa (Romania) 35 prosentissa ylittyi arvo 11,3 mg N/l.

Kartta 9.5 antaa yleiskäsityksen niistä Euroopan alueista, joissa korkeat nitraattipitoisuudet vaikuttavat pohjaveteen.

Seurantatiedot osoittavat, että kehitys on vaihdellut useissa Länsi-Euroopan maissa 1990-luvulla (taulukko 9.1). Näyttää siltä, että joissakin maissa nitraattipitoisuudet eivät ole enää lisääntyneet tämän lyhyen jakson aikana, mutta on luultavasti ennenaikaista päätellä, että tilanne vakiintuu.



**9.4.2. Torjunta-aineet**

Noin 800 aktiivista ainetta on rekisteröity käytettäväksi Euroopassa, vaikka käytännössä suurin osa käytöstä kohdistuu vain pieneen määrään niitä. Ympäristössä olevien torjunta-ainejäämien tehokas seuranta on monimutkaista ja kallista. Vaikka valmistajat toimittavat aineidensa analysointimenetelmät niitä rekisteröitäessä, rahoitus- ja analysointikapasiteetti rajoittaa yksityiskohtaisten määrällisten tietojen saantia monissa maissa.

## 188 Euroopan ympäristö

Monia torjunta-aineita ei löydetä pohjavedestä vain siksi, että niitä ei etsitä. Kun torjunta-ainetta etsitään, sitä löytyy usein (katso laatikko 9.2), vaikka sen pitoisuus saattaa olla pienempi kuin juomavesidirektiivissä (80/778/ETY) määrätty suurin sallittu pitoisuus eli 0,1 µg/l.

Yleisimmin pohjavedestä löytyvät torjunta-aineet ovat atratsiini ja simatsiini (taulukko 9.2). Atratsiinia on löytynyt 0,1 µg/l:ssa ylittävänä pitoisuuksina yli 25 prosentista näytekohteita Sloveniasta ja 5 - 25 prosentissa kohteista Itävallassa ja alueellisesti Ranskasta ja Yhdistyneestä kuningaskunnasta. Desetyyliatratsiinia (desethylatrazine) on löytynyt yli 0,1 µg/l:n pitoisuuksina 5 - 25 prosentista kohteita Itävallassa ja Saksassa sekä yli 25 prosentista Sloveniassa.

Samankaltainen tulos havaittiin jokin aika sitten neljässä EU-maassa suoritetussa tutkimuksessa (Isenbeck- Scröter et al. 1997). Atratsiinia havaittiin jälleen olevan melko yleisesti kaikista neljästä maasta otetuissa näytteissä, ja sitä oli 22 prosentissa Ranskasta otettuja näytteitä ja yhdeksässä prosentissa Yhdistyneestä kuningaskunnasta otettuja näytteitä. Bentatsonia löydettiin myös suhteellisen suurina pitoisuuksina Yhdistyneestä kuningaskunnasta otetuista näytteistä (15 prosenttia). Atratsiini, simatsiini ja bentatsoni ovat laajakirjoisia rikkaruohomyrkkijä, joita käytetään paljon maataloudessa, teollisuudessa ja kotitalouksissa. Monissa maissa niiden käyttöä rajoitetaan nykyisin tiukasti tai ne on kielletty.

**Kartta 9.4 Pohjaveden nitraattipitoisuus**

Lähde: EYK-ETC/IW

189 Sisävedet

**Kartta 9.5 Alueet, joilla pohjaveden nitraattipitoisuudet ovat korkeita**

Huomautus: Kartta perustuu kansallisten tietokeskusten toimittamiin karttoihin. Lähde: EYK-ETC/IW

## 190 Euroopan ympäristö

**Taulukko 9.1 Pohjaveden nitraatti, 1900-luvun alusta 1990-luvun puoliväliin**

	Kohteiden lukumäärä	Lisäys %	Ennallaan %	Vähennys %
Itävalta	979	13	72	15
Tanska	307	26	61	13
Suomi	40	27	43	30
Saksa	3 741	15	70	15
Yhd. kun.	1 025	8	80	12

Lähde: EYK-ETC/IW

**Taulukko 9.2 Torjunta-ainenäytteiden tulokset eräistä Euroopan maista**

	AT	DK	FR	DE	ES	LU	NO	UK	CZ	SK	SL	yht.
Prosentuaalinen osuus näytekohdista, joiden torjunta-ainepitoisuudet > 0,1 µg/l. (Suluissa: näytekohtien lukumäärä)												
Atratsiini	16,3 (1 666)	0,9 (1 006)	8,2* (85)	4,3 (12 101)		0 (28)		13* (355)			32,1 (84)	7
Simatsiini	0,2 (1 248)	0,5 (1 006)	0* (81)	0,9 (11 437)		0 (28)					4,8 (84)	6
Lindaani			0* (72)	0,2* (994)	0* (116)				0 (215)	25 (8)		5
Desetyliatratsiini	24,5 (1 666)	1,4 (292)		7,5 (10 972)							47,6 (84)	3
Heptakloori			0* (72)		0* (4)					0 (12)		3
Metolakloori	1,1 (1 248)					0 (28)					4,8 (84)	3
Bentatsoni						0 (28)	80 (5)					2
DDT									0 (215)	0 (12)		2
Diklorproppi		1,4 (1 006)					83,3 (6)					2
Metoksylylikloori									0 (206)	8,3 (12)		2
MCPA		0,2 (1 006)					100 (2)					2

Desisopropylat- ratsiini	1,3 (1 666)	1,4 (292)	2
Heksatsinoni		0,4 (277)	2,6* (2 234)

---

Huomautus: \* Tiedot kattavat vain joitakin kyseisen maan alueita  
Lähde: EYK-ETC/W

Vaikka prosentuaalisesti vain pienessä osassa kohteita ylitetään suurin sallittu pitoisuus, useissa kohteissa voi olla alempia pitoisuuksia. Suurin sallittu pitoisuus on toiminnallinen indikaattori, joka on määrätty aikaisemmillä analyysimenetelmillä havaittujen rajojen perusteella. Se ei anna tietoja kansanterveydelle tai ympäristölle aiheutuvista vaaroista.

Analysointimenetelmien parantuessa torjunta-aineet voidaan havaita yhä pienempinä pitoisuuksina. Tiedot alhaisista pitoisuuksista voivat auttaa saamaan yksityiskohtaisemman kuvan ja luotettavan analyysin kehityksestä. Torjunta-aineiden jatkuva suotuminen pohjaveteen antaa aiheen kiinnittää niihin jatkuvasti huomiota, jotta varmistettaisiin tämän elintärkeän luonnonvaran suojeleminen.

### **Laatikko 9.2. Torjunta-aineet Tanskan pohjavedessä ja pintavedessä**

Tanskan pohjaveden seurantaohjelma sisältää kahdeksan torjunta-aineen rutiininomaisen tutkimuksen. Yksi tai useampia torjunta-aineita on löydetty 12 prosentissa tutkittuja näytteitä, ja suurin sallittu pitoisuus (MAC) on ylitetty niistä neljässä prosentissa (GEUS, 1997). Tavallisimmin löydetyt aineet olivat atratsiini, simatsiini, dikloropropi ja mekloropropi.

Koska torjunta-aineita on levinnyt laajalti Tanskan pohjavesiin, seurantaohjelmaa laajennettiin jokin aika sitten kattamaan 105 torjunta-ainetta. Tuloksissa 517 näytteestä, jotka edustivat koko Tanskaa, löytyi 35 näistä torjunta-aineista tai niiden aineenvaihduntatuotteista, ja niistä 22:n pitoisuuksien havaittiin ylittävän suurimman sallitun pitoisuuden 13 prosentissa tutkituista näytteistä.

Pohjavesitietoihin verrattuna torjunta-aineiden aiheuttamasta pintavesien saastumisesta on vain vähän tietoja. Tanskalaisella Funenin saarella, jossa maatalous on hyvin voimaperäistä, vuotuinen jokien laadunarviointi noin 900 kohteessa todisti, että joen eläimistön äkilliset myrkytystapaukset lisääntyivät merkittävästi vuodesta 1984 vuoteen 1995.

Tämän tutkimiseksi tarkemmin vuosina 1994 - 1995 otettiin 85 vesinäytettä kuudesta joesta, joiden valuma-alueiden maankäyttö jakaantuu kolmeen ryhmään (metsätalous, maanviljelys ja maanviljelys yhdistettynä karjatalouteen) (Pedersen, 1996). Tällöin löytyi 25 ainetta pitoisuuksina, jotka ylittivät havaintorajan, joka useimpien aineiden kohdalla on 0,05-0,1 µg/l. Suurimmat pitoisuudet havaittiin keväällä ja syksyllä, mikä vastasi torjunta-aineiden käyttöä pelloilla. Torjunta-ainepitoisuudet olivat korkeammat puroissa, jotka tulivat maanviljelyksen sekä karjatalouden ja maanviljelyksen yhdistelmän valuma-altaalta, kuin metsäpuroissa. Korkein yksittäisen aineen pitoisuus oli 7 µg/l, ja torjunta-aineiden ja niiden jäämien kokonaismäärän suurin sallittu pitoisuus 0,5 µg/l, joka on asetettu neuvoston direktiivillä 80/778/ETY, ylittyi 35 prosentissa näytteistä, jotka oli otettu valuma-alueelta, jossa harjoitettiin maanviljelystä sekä karjataloutta ja maanviljelystä yhdessä.

#### **9.4.3. Muunlainen saastuminen**

Raskasmetallien aiheuttaman pohjaveden saastumisen on kerrottu olevan ongelma kymmenessä maassa (Bulgaria, Espanja, Moldova, Ranska, Romania, Ruotsi, Slovakian tasavalta, Slovenia, Unkari ja Viro) niistä yhteensä 22 maasta, joista tietoja on saatu (EYK, 1998a). Raskasmetalleja syntyy suurimmaksi osaksi pistelähteistä kuten kaatopaikoilta, kaivostoiminnasta ja teollisuuden päästöistä (tarkempia tietoja saastuneesta maaperästä on jaksossa 11.2).

Hiilivedyt ovat tärkeitä pohjaveden saastuttajia Liettuassa, Moldovassa, Ranskassa, Romaniassa, Saksassa, Slovakian tasavallassa, Unkarissa, Virossa ja Yhdistyneessä kuningaskunnassa ja klooratut hiilivedyt Espanjassa, Itävallassa, Ranskassa, Romaniassa, Saksassa, Slovakian tasavallassa, Sloveniassa, Unkarissa ja Yhdistyneessä kuningaskunnassa. Kloorattuja hiilivetyjä tavataan laajalti pohjavedessä Länsi-Euroopassa, kun sitä vastoin hiilivedyt ja erityisesti mineraaliöljyt aiheuttavat vakavia ongelmia Itä-Euroopassa. Saastelähteet ovat suurelta osin samantyyppisiä pistelähteitä kuin raskasmetallien kohdalla. Petrokemian tehtaat ja sotilaskohteet ovat myös syynä pohjavesien hiilivetyasaasteisiin. Saasteiden pistelähteet vaarantavat yleensä vain rajoitettuja pohjavesialueita.

### **9.5. Jokien ja purojen laatu**

#### **9.5.1. Jokien laadun arviointi**

Monissa Euroopan maissa suoritetaan jokien laatuarviointeja, ja tulokset ilmoitetaan luokittelun muodossa. Käytettyjen luokkien lukumäärä, mitattujen parametrien lukumäärä, laskentatapa ja laskentaperuste (fysikaalis-kemiallinen tai biologinen tai fyysiset ominaisuudet) voivat kaikki vaihdella eri maissa. Koska koko Euroopassa ei ole mitään yhtenäistä seurantajärjestelmää,



**Laatikko 9.3. Jokien laadun luokitteluperusteet**

Hyvä laatu: jokialueet, joilla vedessä on vain vähän ravinteita ja vähän orgaanista ainesta; liuenneen hapen kyllästämiä; runsaasti selkärangattomia eläimiä; sopivia lohikalojen kutupaikkoja.

Kohtuullinen laatu: jokialueet, joiden orgaanisten saasteiden ja ravinteiden pitoisuus on kohtuullinen; hyvät happiolot; runsas kasvisto ja eläimistö; suuri kalapopulaatio.

Heikko laatu: jokialueet, joilla on runsaasti orgaanista saastetta; happipitoisuus on yleensä alhainen, sedimentit ovat paikoittain anaerobiset; siellä täällä esiintyy paljon organismeja, joihin happikato ei vaikuta; kalapopulaatio on pieni tai puuttuu; ajoittaisia kalakuolemia.

Huono laatu: jokialueet, joilla on hyvin paljon orgaanista saastetta; pitkiä jaksoja, jolloin happipitoisuus on hyvin alhainen tai happikato täydellinen; anaerobista sedimenttiä, paljon toksisia aineita; kalat puuttuvat.

Huomautus: Biologista luokittelua käytettiin hankittaessa tietoja Itävallasta, Belgiasta (Flanderi), Tanskasta, Saksasta ja Irlannista sekä fysikaalis-kemiallista luokittelua useimpien maiden osalta. Joissakin tapauksissa kuten Slovakian tasavallan ja Norjan osalta käytettiin sekä fysikaalis-kemiallista että mikrobiologista luokittelua.

## 192 Euroopan ympäristö

kansallisten arviointien tulokset on koottu käyttäen laatikossa 9.3 määriteltyä neljää luokkaa.

Vähintään 70 prosenttia havaintoasemista tai tutkituista tai luokitelluista jokialueista luokitellaan hyväksi Irlannissa, Itävallassa, Norjassa ja Yhdistyneessä kuningaskunnassa. Ranskassa ja Romaniassa yli 50 prosenttia joista kuuluu hyvälaatuisiin, kun sitä vastoin Bosniassa ja Hertsegovinassa, Liettuassa, Saksassa ja Sloveniassa yli 50 prosenttia joista on luokiteltu laadultaan kohtuullisiksi. Joista yli 25 prosentin laatu on keho tai huono Belgiassa, Bosniassa ja Hertsegovinassa, Bulgariassa, entisessä Jugoslavian tasavallassa Makedoniassa, Liettuassa, Puolassa, Slovakian tasavallassa, Tanskassa ja Tšekin tasavallassa.

Huonointa jokien laatu näyttää olevan Slovakian tasavallassa, jossa yli 90 prosenttia joista on luokiteltu huonoiksi. Ei ole mitään johdonmukaista jokien paranemisen tai heikkenemisen maantieteellistä mallia, ja kansallisen kehityksen suuret erot estävät havaitsemasta mitään selkeää kehitystä yleistilanteessa.

**9.5.2. Orgaaninen aines joissa**

Veden orgaanisten aineiden pitoisuutta mitataan tavallisesti biologisella hapenkulutuksella (BHK) ja/tai kemiallisella hapenkulutuksella (KHK). Nämä käsitteet, BHK ja KHK, eivät ole suoraan vertailukelpoisia; KHK:hon sisältyy orgaanista ainesta, joka ei hapetu helposti biologisten mekanismien seurauksena.

**Kartta 9.6 Orgaaninen aines Euroopan joissa 1994 - 96**  
Vuotuinen keskimääräinen orgaanisen aineen pitoisuus joissa

Lähde: EYK-ETC/IW

## Sisävedet 193

Häiriöttömissä joissa BHK:n tyypillinen arvo on alle 2 mg O<sub>2</sub>/l ja KHK:n alle 20 mg O<sub>2</sub>/l. Vuosina 1992 - 96 35 prosentissa kaikista jokien tutkimusasemista vuotuinen keskimääräinen BHK oli alle 2 mg O<sub>2</sub>/l, kun sitä vastoin 11 prosentissa keskimääräinen BHK ylitti 5 mg O<sub>2</sub>/l, mikä osoitti huomattavaa orgaanista saastumista. Pohjoismaissa orgaanista ainesta mitataan tavallisesti KHK:lla, ja se on yleensä alhainen. Muualla Euroopassa esiintyy yli 5 mg O<sub>2</sub>/l olevia BHK-arvoja erityisesti joissa, joita ihmiset ja teollisuus käyttävät voimaperäisesti.

Jokien orgaanisen aineksen tärkein lähde on jätevesi. Jäteveden orgaaninen aines hajoaa helposti, ja tähän vaaditaan happea. Voimakas happikato voi vaikuttaa vedessä esiintyvään elämään. Hajoaminen vapauttaa myös ammoniumia, joka on myrkyllistä kaloille, jos se muuttuu ammoniakiksi. Orgaanisen aineksen, hapen ja ammoniumin pitoisuudet ovat tämän vuoksi hyviä orgaanisen saasteen indikaattoreita.

Orgaanisen aineksen pitoisuudet Euroopan joissa ovat laskeneet vuosien 1975 - 81 jälkeen erityisesti kaikkein saastuneimmissa joissa (kartta 9.6). Vähennykset ovat olleet merkittäviä maissa, joissa pitoisuudet olivat aikaisemmin suurimmat, kuten Belgiassa, Bulgariassa, entisessä Jugoslavian tasavallassa Makedoniassa, Latviassa, Ranskassa, Tšekin tasavallassa, Unkarissa ja Virossa. Tämä heijastaa kotitalouksien jätevesien ja teollisuusjätteiden käsittelyn paranemista. Euroopan jokien happipitoisuuden paraneminen erityisesti joissa, joiden happiolot ovat huonoimmat, noudattaa johdonmukaisesti orgaanisen aineksen pitoisuuksien alenemista.

Yleinen sekä orgaanisen aineksen pitoisuuden että liuenneen hapen pitoisuuden paraneminen kätkevät taakseen monimutkaisia paikallisia malleja, joita EYK on kuvannut yksityiskohtaisesti (EYK, 1998b). Euroopan eri osissa (katso laatikko 9.1) kehitys on erilaista ja riippuu niiden lähtötilanteesta, kuten kuviossa 9.5 osoitetaan. Länsi-Euroopan maissa huonoa laatua osoittavien havaintojen määrä laski ja hyvän laadun havaintojen lukumäärä lisääntyi. Pohjoismaissa on yhä vain vähän laadultaan huonoja kohteita. Etelä-Euroopassa tilanne on melko vakaa, ja useiden jokien laatu on yhä huono. Yleinen tilanne Itä-Euroopassa on samankaltainen, mutta huonolaatuisten kohteiden osuus on jossain määrin vähentynyt.

Häiriintymättömien jokien ammoniumpitoisuus on tavallisesti alle 0,05 mg N-NH<sub>4</sub>/l. Tämä arvo ylittyy suurimmassa osassa Euroopan jokikohteita: 92 prosentissa kohteista vuotuinen keskimääräinen pitoisuus on korkeampi, ja 78 prosentissa kohteista enimmäispitoisuus on korkeampi.

Ammoniumpitoisuuksien kehitys on hyvin lähellä orgaanisen aineksen ilmoitettua kehitystä. Länsi-Euroopassa ja Pohjoismaissa (katso kuvio 9.6) kohteet, joiden ammoniumpitoisuus on korkea, paranevat ja pitoisuudeltaan alhaiset kohteet heikkenevät. Etelä-Euroopassa yleinen tilanne huononee hitaasti, ja Itä-Euroopassa sekä hyvälaatuisten että huonolaatuisten kohteiden osuus laskee.

### 9.5.3. Jokien ravinteet

Joissa oleva fosfori ja typpi voivat aiheuttaa rehevöitymistä, jolloin vesiheinä, kasviplankton ja varrettomat levät kasvavat liikaa,

#### **Kuvio 9.5 Orgaaninen aines Euroopan joissa prosentteina havaintoasemista pitoisuuksien mukaan**

Länsi-Eurooppa Pohjoismaat  
Etelä-Eurooppa Itä-Eurooppa

Lähde: EYK-ETC/IW

## 194 Euroopan ympäristö

ja tämän vuoksi aiheutuu happikatoa sisävesissä ja merissä. Typpiyhdisteet voivat myös olla suoraan vahingollisia: nitraatti vaikuttaa veden juomakelpoisuuteen, ja ammoniakki kuluttaa happea ja on myrkyllistä vesikasvillisuudelle. Koskemattomilla alueilla fosfori- ja typpipitoisuudet ovat alhaisia ja määräytyvät pääasiassa maaperän, alla olevan kivilaadun ja sateiden perusteella.

**Fosfori**

Vedessä oleva fosfori mitataan joko kokonaisfosforina tai liuenneena fosforina. Vaikka kasvit käyttävätkin fosforia vain liuenneessa muodossa, fosforin kokonaispitoisuus osoittaa hyvin fosforin pitkäaikaisen saatavuuden. Koskemattomien jokien fosforin kokonaispitoisuus on yleensä alle 25 µg P/l. Luonnonmineraalit voivat joissakin tapauksissa aiheuttaa korkeampia pitoisuuksia. Pitoisuuksien, jotka ylittävät 50 µg P/l, oletetaan yleisesti aiheutuvan ihmisen toiminnasta; runsaasti yli puolet jokialueista ylitti tämän tason. Jos liuenneen fosforin pitoisuus ylittää 100 µg P/l, vesi voi sen johdosta kyllästyä levillä ja ruo'oilla, jotka aiheuttavat sekundaarista orgaanista saastumista. Tiedot noin 1 000:sta Euroopan jokialueesta osoittavat, että vain kymmenessä prosentissa kaikista joista fosforin kokonaispitoisuuden keskiarvo on alle 50 µg P/l (EYK, 1998b).

Alhaisimmat fosforipitoisuudet ovat Pohjoismaissa, joissa 91 prosentissa näytekohteista vuotuiset keskiarvot ovat alle 30 µg P/l ja 50 prosentissa alle 4 µg P/l (kartta 9.7), mikä ilmentää ravinneköyhää maaperää ja peruskalliota, alhaista väestötiheyttä ja suurta sademäärää. Korkeita fosforipitoisuuksia on alueella, joka ulottuu Etelä-Englannista Keski-Euroopan kautta Romaniaan (ja Ukraina). Länsi- ja Itä-Euroopan maissa jakaumakuviot ovat samankaltaiset. Etelä-Euroopan maissa arvot ovat alhaisemmat kuin Itä-Euroopassa, mikä voi johtua siitä, että suhteellisen suuri osuus Etelä-Euroopan väestöstä laskee jätevetensä suoraan mereen.

Euroopan jokien fosforipitoisuudet laskivat yleensä merkittävästi vuosina 1987 - 91 ja 1992 - 96 (kuvio 9.7). Kokonaisfosforin ja liuenneen fosforin vuotuiset keskiarvot ja enimmäisarvot osoittavat samaa kehitystä. Enimmäisarvojen kehitys viittaa kuitenkin siihen, että liiallisia pitoisuuksia voidaan kirjata jopa yleisesti paranevissa kohteissa. Keski-Euroopassa ja joissakin Itä-Euroopan maissa havaittiin merkittävää parannusta 1990-luvulla. Pohjoismaissa pitoisuudet ovat yleisesti hyvin alhaiset. Etelä-Euroopassa tapahtunut yleinen paraneminen aiheutuu fosforipäästöjen vähenemisestä, mikä johtuu erityisesti jätevesien paremmasta käsittelystä (kuvio 9.17) ja fosforin käytön vähentämisestä pesuaineissa. Pistelähteistä tulevien saasteiden vähentämisen lisäksi on kuitenkin vähennettävä maatalouden osuutta, jonka suhteellinen merkitys kasvaa.

**Nitraatti**

Liuennut epäorgaaninen typpi, erityisesti nitraatti ja ammonium, muodostaa suurimman osan jokiveden typen kokonaismäärästä, ja nitraatin osuus on noin 80 prosenttia (EYK, 1995). Koskemattomien jokien keskimääräinen

**Kuvio 9.6 Ammonium Euroopan joissa prosentteina näyteasemista pitoisuuksien mukaan**

Länsi-Eurooppa Pohjoismaat  
Etelä-Eurooppa Itä-Eurooppa

Lähde: EYK-ETC/IW

## 195 Sisävedet

nitraattipitoisuus on noin 0,1 mg N/l (Meybeck, 1982), mutta suhteellisen saastumattomien Euroopan jokien typpipitoisuudet ovat 0,1-0,5 mg N/l ilmakehän suurten typpilaskeumien vuoksi (EYK, 1995).

Lukuun ottamatta Pohjoismaiden jokia, joissa 70 prosentissa kohteista pitoisuudet ovat alle 0,3 mg N/l, 68 prosentissa kaikkien Euroopan jokien kohteista keskimääräinen vuotuinen nitraattipitoisuus ylitti 1 mg N/l vuosina 1992 - 96. Huippupitoisuuksia, jotka ylittävät 7,5 mg N/l, havaittiin noin 15 prosentissa kohteista. Suurimmat pitoisuudet löydettiin Länsi-Euroopan pohjoisosasta, mikä heijastaa näiden seutujen voimaperäistä maataloutta. Korkeita pitoisuuksia esiintyy myös Itä-Euroopassa, kun taas Etelä-Euroopassa pitoisuudet ovat yleensä alhaisemmat.

Nitraattien tärkein lähde ovat tavallisesti maatalouden hajapäästöt (kuvio 9.15). Suotuminen maataloudesta riippuu suuresti sateista. Nitraattipitoisuudet vaihtelevat vuosittain säätekijöiden vuoksi, ja 1990-luvulla havaitut muutokset eivät välttämättä heijasta ihmisen toiminnan muutoksia.

Noin vuosina 1970 - 1985 nitraattipitoisuudet lisääntyivät 25 - 50 prosentissa näytekohteita 1 - 10 prosenttia vuodessa. Vuosien 1987 - 91 jälkeen niiden kohteiden määrä,

**Kartta 9.7 Euroopan jokien fosfori, 1994 - 96**  
Jokien vuotuinen keskimääräinen fosforipitoisuus

Lähde: EYK-ETC/IW

## 196 Euroopan ympäristö

joissa laatu on parantunut, on sama kuin niiden lukumäärä, joissa se on huonontunut.

Käytetyt tiedot viittaavat siihen, että vuotuisten suurimpien pitoisuuksien noustua nopeasti kahden vuosikymmenen ajan ne lähestyvät nyt vakaata tasoa tai jopa paranevat Länsi-Euroopan joissa. Samanaikaisesti vähimmäisarvot yleensä kasvavat kaikissa Euroopan joissa mukaan lukien Pohjoismaiden joet (EYK, 1995), mikä viittaa aikaisemmin laadultaan kohtuullisten vesistöjen mahdolliseen yleiseen huononemiseen. Tätä pitkäaikaista kehitystä kuvataan kuviossa 9.8.

Huolimatta orgaanisen saastumisen yleisestä vähenemisestä ja sitä seuranneesta happitilanteen paranemisesta useiden Euroopan jokien tila on edelleen heikko. Ravinteiden, erityisesti fosforin liiallinen pitoisuus voi olla ongelma suurissa ja hitaasti virtaavissa joissa. Jopa nopeasti virtaavissa joissa korkeat fosforipitoisuudet ilmentävät mahdollisia ongelmia, koska vesi kulkeutuu alavirran jokiin tai järviin, jotka voivat rehevöityä herkemmin. Noin 25 prosentissa jokikohteista fosforipitoisuuksia olisi vähennettävä noin kymmeneen prosenttiin nykyisistä pitoisuuksista luontaisten veden laatuolojen saavuttamiseksi (< 25 µg P/l). Typpi on kiusallista pienessä osassa jokia, koska se estää niiden käyttämisen juomavedeksi. Typpi on yleensä vähemmän vaarallista sisävesien rehevöitymisen kannalta, mutta suuret pitoisuudet voivat aiheuttaa ongelmia vesien laskiessa meriin. Typpipäästöjä olisi tämän vuoksi vähennettävä, jotta sisävesien laatu voitaisiin turvata ja meriympäristöä voitaisiin suojella (katso 10 luku, 10.2 jakso).

Tiedot pitkäaikaisista havainnoista Euroopan kuuden suurimman joen alajuoksulla olevilla näyteasemilla (kuvio 9.9) vahvistavat sen yleiskuvan, että fosforin kokonaismäärä ja orgaaniset ainekset vähenevät, mutta nitraattien osalta kehitys ei ole selkeä.

### 9.6. Luonnonjärvien ja keinojärvien veden laatu

Tärkeimmät Euroopan järvien ja vesialtaiden ekologiseen laatuun vaikuttavat ongelmat aiheutuvat happamoitumisesta, jonka synnä ovat ilmakehän laskeumat (luku 4) ja lisääntynyt ravinnepitoisuus, jotka aiheuttavat rehevöitymistä.

Järvien rehevöityminen tiheään asutuilla alueilla aiheutui useiden vuosien ajan lähes yksinomaan jätevedestä, ja maatalous vaikutti siihen vain vähän. Tilanne muuttuu, kun kaupunkien jätevesien aiheuttama saastutus vähenee, ja nykyisin kiinnitetään enemmän huomiota maatalouden osuuteen (katso myös jäljempänä oleva jakso maatalouden fosforista).

Fosforipitoisuuden osoittamissa ravinnetasoissa on suuria eroja Euroopan eri osissa (kartta 9.9). Vähäravinteisia järviä on pääasiassa harvaanasutuilla alueilla kuten Pohjois-Skandinaviassa tai vuoristoalueilla kuten Alpeilla, missä monet järvet sijaitsevat kaukana asutuilta alueilta tai missä niiden vesi tulee puhtaista joista. Tiheään asutuilla alueilla

#### **Kuvio 9.7 Liuenneen fosforin keskimääräinen pitoisuus prosentteina näyteasemista pitoisuuksien mukaan**

Länsi-Eurooppa Pohjoismaat  
Etelä-Eurooppa Itä-Eurooppa

Huomautus: Tiedot 25 maasta.

Lähde: EYK-ETC/IW

## 197 Sisävedet

etupäässä Länsi- ja Keski-Euroopassa ihmisen toiminta vaikuttaa suureen osaan järviä, ja sen vuoksi niissä on melko runsaasti fosforia.

Järvien ympäristönlaatu on yleisesti parantunut viimeisten vuosikymmenien aikana (kuvio 9.10). Niiden järvien osuus, joiden fosforipitoisuus on korkea, on laskenut samalla kun laadultaan lähes luonnontilaisten järvien lukumäärä (alle 25 µg P/l) on lisääntynyt.

Vaikka Euroopan järvien laatu näyttääkin asteittain paranevan, vesien laatu monissa järvissä suuressa osassa Eurooppaa on yhä huono ja paljon huonompi kuin luonnontilaisissa järvissä tai ekologiselta tilaltaan hyvissä järvissä. Tarvitaan lisää toimia kokonaistilanteen parantamiseksi, esimerkiksi toimenpiteitä ekologiselta laadultaan hyvien järvien suojelemiseksi fosforipäästöiltä maataloudesta, metsätaloudesta ja huonoista maanhoitokäytännöistä.

**9.7. Päästöjen kehitys**

Sisävesiin vaikuttavat saasteet - orgaaninen aines, joka kuluttaa vedessä olevaa happea, rehevöitymistä aiheuttavat ravinteet, raskasmetallit, torjunta-aineet ja muut myrkylliset aineet - aiheutuvat useista ihmisen toimista. Yhdyskuntien jätevesillä, myrskyvesien ylivirtaamilla, teollisuudella ja maataloudella on kaikilla suuri merkitys. Suuri osa päästöistä pintavedeen on peräisin helposti tunnistettavista

**Kartta 9.8 Nitraatti Euroopan järvissä, 1994 - 96**

Jokien vuotuinen keskimääräinen kokonaisnitraattipitoisuus

Lähde: EYK-ETC/IW

## 198 Euroopan ympäristö

pistelähteistä kuten jätevesien käsittelylaitoksista tai teollisuuden viemäreistä. Maatalous on tärkein pohjaveden saasteiden hajalähde. Osa saasteesta tulee vesiympäristöön ilmakehän laskeumina.

**9.7.1. Fosfori**

Fosforisaasteita tulee yleensä eniten pistelähteistä, joista tulee usein yli 50 prosenttia fosforipäästöistä (kuvio 9.11). Näitä ovat teollisuuslähteet ja kaupunkien jätevedet. Ihmisten tuottamissa jätteissä on paljon fosforia ja typpeä, ja monissa kotitalouksissa käytetyissä pesuaineissa on paljon fosforia.

Fosforipäästöt vähenevät suurissa osissa Eurooppaa. Tulokset suurilta jokien valuma-altailta tai kansallisista päästöinventoinneista osoittavat yleensä 30 - 60 prosentin vähenemistä 1980-luvun puolivälin jälkeen (kuvio 9.13). Teollisuuden päästöt Tanskassa ja Alankomaissa ovat laskeneet 70 - 90 prosenttia. Ihmisen aiheuttamien fosforipäästöjen osuus on kuitenkin yleensä paljon suurempi kuin luonnollisten lähteiden osuus suurimmassa osassa Eurooppaa. Fosforipäästöjä olisi vähennettävä edelleen sekä piste- että hajalähteistä rehevöitymisen estämiseksi.

**Pesuaineiden fosfori**

Pesuaineet ovat yhdyskuntajätevesien merkittävä fosforinlähde. Päästöjen vähentämiseksi pesuaineiden fosforipitoisuutta on vähennetty korvaamalla se osittain muilla aineilla. Fosforin käyttö on kielletty lailla Italiassa ja Sveitsissä, ja muissa maissa pesuaineteollisuuden kanssa on tehty vapaaehtoisia sopimuksia fosfaatteja sisältävien pesuaineiden käytön lopettamisesta (esimerkiksi Alankomaat, Saksa, Skandinavian maat) (EYK, 1997). Esimerkiksi entisessä Länsi-Saksassa pesuaineiden fosforia on vähennetty 94 prosenttia vuoden 1975 jälkeen. Näiden toimenpiteiden tuloksena pesuaineista vesiympäristöön tulevan fosforin määrä on vähentynyt huomattavasti.

**Teollisuuden fosfori**

Yksittäisten suurten teollisuuslaitosten, erityisesti fosforilannoitteiden tuotantolaitosten, fosforipäästöt ovat usein yhtä suuria kuin pienten maiden kokonaispäästöt. Näiden laitosten päästöt vähenivät huomattavasti vuosina 1990 - 1996 (kuvio 9.13) parantuneen teknologian ja jätevesien käsittelyn seurauksena.

**Maatalouden fosfori**

Maatalous on tärkeä fosforisaasteiden lähde monissa maissa. Vaikka fosforilannoitteiden kulutus on alentunut 42 prosenttia EU:ssa vuodesta 1972, maaperän fosforipitoisuus lisääntyy yhä. Maatalouden ylijäämäfosforin määräksi (panosten ja tuotannon määrän välinen ero) on arvioitu noin 13 kg P/ha/vuosi EU:ssa (Sibbesen & Runge-Metzger, 1995). Suurimmat ylijäämät ovat Alankomaissa, Belgiassa, Luxemburgissa, Saksassa ja Tanskassa. Ylijäämäfosfori lisää mahdollisuutta, että fosforia kulkeutuu maatalousmaasta vesiympäristöön. Karjapihojen fosforihävikki ja märällä ilmalla tai sitä ennen levitetyn eläinlannan huuhtoutuminen ovat myös tärkeä fosforisaasteiden lähde. Eroosion

**Kuvio 9.8 Nitraatin keskiarvo prosentteina näyteasemista pitoisuuksien mukaan**

Länsi-Eurooppa Pohjoismaat  
Etelä-Eurooppa Itä-Eurooppa

Huomautus: Tiedot 30 maasta

Lähde: EYK-ETC/IW



## 199 Sisävedet

osuus voi myös olla merkittävä joillakin alueilla.

**9.7.2. Typpi**

Typpisaasteet aiheutuvat pääasiassa hajalähteistä, varsinkin maataloudesta (kuvio 9.14). Nitraatti on hyvin liikkuvaa maaperässä, ja se voi helposti suotua pohja- tai pintaveteen.

Maatalousmaasta suotunut nitraatti on tärkeä merivesien rehevöittäjä (katso 10.2 jakso). Maatalouden voimaperäistyessä typen kokonaiskäyttö lannoitteissa ja lannassa on lisääntynyt (katso kuvio 8.6). Suuri osa käytetystä typestä ei poistu korjatun sadon mukana; osa siitä pääsee harmittoman  $N_2$ :n muodossa ilmakehään, mutta osa suotuu pääasiassa nitraattina pohja- tai pintaveteen ja saattaa aiheuttaa ongelmia vesiympäristölle.

Mahdollinen suotuminen riippuu eniten typpitasapainosta eli kokonaispanoksen (kaupalliset lannoitteet, lanta, ilmakehän laskeumat, typen kiinnittyminen) ja kokonaistuoton (kootut sadot) välisestä erosta.

**Orgaaninen aines, nitraatti ja fosforin kokonaismäärä Euroopan suurissa joissa Kuvio 9.9**

Veiksel Oder

Rein Tonava

Po Duero

Lähde: EYK-ETC/IW ja Pharen Topic Link

## 200 Euroopan ympäristö

EU:n maatalousmaalla suoritettujen typpitasapainotutkimukset osoittivat, että ylijäämä (panoksen ja tuoton välinen ero) vaihtelee yli 200 kg:sta N/ha/vuosi Alankomaissa alle 10 kg:aan N/ha/vuosi Portugalissa (kuviot 9.15). Yleensä panoksen lisääminen lisää myös ylijäämää ja mahdollisesti myös suotumista. Monet muut tekijät kuten maaperän ominaisuudet, ilmasto ja maatalouskäytännöt (otostyyppi, lannan määrä ja käsittely, kesannoitinta, jne.) ovat myös tärkeitä typpisuotumisen kannalta.

Monilla alueilla pistelähteet edistävät myös merkittävästi typpisaasteita. Nykyaikaisen jätevesien käsittelytekniikan lisääntyvä käyttö voi parantaa typen poistamista, jos käytettävissä on tähän suunniteltuja laitoksia. Silloin maataloudesta tulee yhä hallitsevämpi typpisaasteiden tärkeimpänä lähteenä. Typpisaasteiden vähentäminen vaatisi maatalouden saastuttavan osuuden huomattavaa pienentämistä.

### Yhdyskuntien jätevesien käsittely

Perinteiset jätevesien käsittelylaitokset suunniteltiin etupäässä orgaanisen aineksen vähentämiseksi; ne eivät juurikaan muuttaneet ravinnepitoisuutta. Jätevesien nykyaikainen käsittely parantaa yleensä

### **Kartta 9.9 Fosforipitoisuudet Euroopan järvissä ja vesialtaissa**

Huomautus: Järvien lukumäärä maittain: AT(26), BG(4), CH(22), DE(~300), DK(28), EE(156), ES(96), FI(70), FR(27), HU(4), IE(18), IT(7), IV(10), MK(3), NL(112), NO(401), PL(290), PT(18), RO(33), SE(2992), SL(4), UK(66).

Lähde: EYK-ETC/IW

## 201 Sisävedet

ravinteiden poistamista. Jätevesien käsittelyn piirissä on väestöstä nykyään noin 50 prosenttia Etelä- ja Itä-Euroopassa ja noin 80 prosenttia Pohjois- ja Länsi-Euroopassa (kuvio 9.16).

Yhdyskuntien jätevesien käsittely Euroopassa on parantunut merkittävästi viimeisten 10 - 15 vuoden aikana erityisesti Etelä-Euroopassa. Käsittelylaitosten toiminta kattaa entistä suuremman osuuden väestöstä, ja käsittelyn taso on muuttunut. Itä- ja Etelä-Euroopassa on siirrytty merkittävässä määrin (mekaanisesta) primäärikäsittelystä (biologiseen) sekundaarikäsittelyyn. Länsi- ja Pohjois-Euroopassa kolmannen asteen käsittelylaitosten käyttöönotto, joissa tavallisesti poistetaan myös fosfori, on lisääntynyt viimeisten kymmenen vuoden aikana.

### 9.7.3. Raskasmetallit ja muut myrkylliset aineet

Raskasmetallien ja muiden myrkyllisten aineiden aiheuttama saasteongelma on tunnettu useita vuosia (katso 6 luku).

Pohjoismaissa ja Länsi-Euroopassa suoritettavat toimenpiteet ovat merkittävästi vähentäneet raskasmetallien päästöjä sisävesiin ja meriin (kuvio 9.17).

Vesiympäristöön pääsevät torjunta-aineet voivat vaikuttaa biologisiin yhteisöihin ja rajoittaa veden käyttöä juomavetenä.

Torjunta-aineiden käyttö viljeltyä hehtaaria kohti vaihtelee suuresti Euroopan maissa. Vuosina 1985 - 91 niitä käytettiin vähiten Pohjoismaissa, enemmän Itä-Euroopassa ja eniten Etelä- ja Keski-Euroopassa (EYK, 1995). Niiden käyttö oli suurinta Alankomaissa. Käytetyn torjunta-aineen tyyppi riippuu ilmasto-oloista ja satokasveista. Pohjois- ja Keski-Euroopassa käytetään eniten kasvinsuojeluaineita (mitattuna aktiivisten ainesosien määrällä), kun sitä vastoin Etelä- ja Keski-Euroopassa käytetään eniten hyönteis- ja sienimyrkkyjä.

Torjunta-aineiden myynti on yleisesti laskenut viimeisten kymmenen vuoden aikana (kuvio 9.18). Tänä aikana on kehitetty uusia ja tehokkaampia torjunta-aineita, joilla on sama biologinen vaikutus paljon pienempinä annoksina. Torjunta-aineiden myynnissä havaittu lasku ei tämän vuoksi välttämättä merkitse satojen suojelun tehon vähenemistä, ja ympäristövaikutukset ovat saattaneet alentua vähemmän kuin myyntilukujen aleneminen antaa ymmärtää. Viime aikoina

#### **Kuvio 9.10 Ajalliset muutokset fosforiluokkien jakaumissa valituissa Euroopan järvisä** Fosforin pitoisuusluokat

Huomautus: Jotta Tanskan ja Suomen järvet eivät vaikuttaisi kohtuuttoman voimakkaasti, ne on painotettu kertoimilla 0,25 ja 0,1. Järvien määrä maittain: AT(3), CH(2), CZ(1), DE(4), DK(20), FI(70), FR(1), HU(3), IE(3), LT(1), LV(2), NL(2), NO(3), PO(1), SE(9), SL(1).  
Lähde: EYK - ETC/IW

#### **Kuvio 9.11 Fosforipäästöjen lähteiden osuudet**

Huomautus: Ilmakehän laskeumat on otettu huomioon vain joillakin valuma-alueilla. Alimmissa tapauksissa pistelähteet aiheuttavat eniten saastumista.  
Lähde: koonnut EYK-ETC/IW valtioiden ympäristökertomuksista: Windolf, 1996; Ruotsin EPA, 1994; Umweltbundesamt, 1994; BMLF, 1996; Ibrenk et al., 1991; Italian ympäristöministeriö, 1992.

## 202 Euroopan ympäristö

kehitetyt aineet kohdistuvat kuitenkin valikoivammin kohdeorganismeihin, ja tämän vuoksi niillä on yleensä pienempi vaikutus ympäristöön.

Useissa maissa mikrobiologisia eliöitä kuten bakteereita, sieniä tai viruksia käytetään yhä enemmän tuholaiistorjunnassa kemiallisten aineiden, erityisesti kasvihuonekaasujen, asemesta. Näitä menetelmiä ei kuitenkaan vielä käytetä kovin laajalti (esimerkiksi Tanskassa alle yksi prosentti kaikista satojen suojeluun käytetyistä aineista on mikrobiologisia), mutta niiden käyttö luultavasti lisääntyy tulevaisuudessa.

Lisääntyvän luomuviljelyn, jossa vältetään tuhoeläintorjunnassa kaikkia synteettisiä kemikaaleja, oletetaan edistävän torjunta-aineiden ympäristöön joutumisen vähenemistä.

### 9.8. Euroopan vesivarojen suojelemisen ja hoitamisen politiikka ja menetelmät

Viimeisten 25 vuoden aikana on kehitetty useita laajoja poliittisia aloitteita ja toimenpiteitä vesivarojen suojelemiseksi ja hoitamiseksi koko Euroopassa. Niitä ovat EU:n viides ympäristötoimintaohjelma, Tonavan toimintaohjelma, Reinin toimintaohjelma ja yleissopimus rajat ylittävien vesistöjen ja kansainvälisten järvien suojelemisesta ja käytöstä.

Taulukossa 9.3 on esitetty näiden ohjelmien päätavoitteet, ja siinä osoitetaan, miten toimenpiteet liittyvät tavoitteisiin (silloin kun niitä on) ja mitä kehitystä on saavutettu Dobris-arvioinnin jälkeen. Useilla kansainvälisillä sopimuksilla, toimintasuunnitelmilla ja yleissopimuksilla, jotka koskevat Itämerta, Pohjanmerta, Mustaamerta ja Välimerta (katso 10 luku), on tärkeä merkitys näihin meriin virtaavien jokien hoidossa.

Kuten muillakin tässä kertomuksessa käsitellyillä aloilla, sisävesiä koskevan politiikan onnistuminen riippuu sen toimien toteuttamisen tehokkuudesta. Jos ehdotettu vesien puitedirektiivi (katso jäljempänä) pannaan johdonmukaisesti täytäntöön koko EU:ssa, sen pitäisi merkittävästi parantaa veden laatua ja vesivarojen kestävä hoitoa. Tässä viimeisessä jaksossa käsitellään lisäksi useita erityisaloitteita EU:ssa sekä KIE- ja NIS-maissa.

#### Kuvio 9.12 Fosforipäästöjen muutokset 1980-luvun puolivälin jälkeen

Lähteet: RIVM, 1995; Miljøstyrelsen, 1996; Windolf, 1996; SFT, 1996;  
WRc on toimittanut Yhdistyneen kuningaskunnan tiedot.

#### Kuvio 9.13 Eräiden suurten teollisuuslaitosten fosforipäästöt

Huomautus: Tanskan kokonaiskuormitus lisätty vertailun vuoksi.  
Lähteet: yritysten WWW-kotisivut, Windolf, 1996.

#### Kuvio 9.14 Typpipäästöjen eri lähteet

Huomautus: Ilmakehän laskeumat on otettu huomioon vain joillakin valuma-alueilla.  
Luonnollinen kuormitus sisältyy maatalouteen Hollannin jokien osalta.  
Alemmat palkit osoittavat maatalouden suurinta osuutta saasteista.  
Lähteet: Windolf, 1996; Ruotsin EPA, 1994; Umweltbundesamt, 1994;  
BMLF, 1996; Ibrek et al., 1991; Italian ympäristöministeriö,  
1992; RIVM, 1992; Löfgren & Olsson, 1990.

## 203 Sisävedet

***Euroopan unionin politiikka****a) Vesien käyttö*

Vain harvoissa EU:n toimintalinjoissa käsitellään nimenomaisesti veden kulutusta. Yhteisön ympäristömerkin myöntämisyjärjestelmällä (asetus 880/92), jonka yksi tavoite on minimoida luonnonvarojen kulutusta, ja toimintaohjelmalla pohjavesien yhdenmukaisuus suojeluksi ja käyttöksi pitäisi saavuttaa parempi pohjaveden käytön ja saatavuuden välinen tasapaino.

Yksi ehdotetun vesien puitedirektiivin (KOM(97) 49 lopullinen) tavoitteista on varmistaa, että veden hinta heijastaa tarkemmin taloudellisia kustannuksia mukaan lukien ympäristökustannukset ja resurssien vähenemisestä aiheutuvat kustannukset sekä tarvittavien palvelujen tarjoamisen aiheuttamat kustannukset.

*b) Veden laatu*

Juomavesidirektiivissä (80/778/ETY) asetetaan jaksossa 9.4 kuvatut normit. Veden laadun parantamisen politiikka keskittyy paitsi päästöjen valvomiseen kotitalouksista, maataloudesta ja teollisuudesta myös veden erityiskäyttötarkoitusten suojelemiseen. Erityisiä toimintalinjoja ja ehdotuksia (vuosina 1992 - 95), joiden kohteena ovat tärkeimmät vesien saastumisesta vastuussa olevat alat, ovat seuraavat:

- Yhdyskuntajätevesien käsittelystä annettu direktiivi (91/271/ETY), jossa asetetaan vähimmäisnormit kaupunkien jäteveden (jäteveden ja teollisuuden jätevesien) keräämiselle, käsittelylle ja hävittämiselle. Sen vaatimukset on pantava täytäntöön asteittain vuosina 1998 - 2005.
- Vesien suojelemisesta maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta annettu direktiivi (91/676/ETY), jolla pyritään vähentämään tai estämään vesien saastuminen maatalousmaalla käytetyistä ja varastoiduista epäorgaanisista lannoitteista ja lannasta. Jäsenvaltioiden on yksilöitävä nitraatille herkäät alueet ja suunniteltava ja toteutettava toimenpideohjelmaa niiden suojelemiseksi vuoteen 1995 mennessä. Euroopan komissio on jokin aika sitten julkaissut kertomuksen, jossa korostetaan sitä, että jäsenvaltiot eivät juurikaan ole edistyneet direktiivin täytäntöönpanossa.
- Ehdotus Euroopan unionin pohjaveden yhdenmukaisuus suojelua ja käyttöä koskevaksi toimintaohjelmaksi (KOM(96) 315 lopullinen), jonka komissio hyväksyi elokuussa 1996, ja ehdotus vettä koskevaksi puitedirektiiviksi (KOM(97) 49 lopullinen), joka annettiin helmikuussa 1997. Näiden tavoitteena on suojella pohjavettä, sisämaan pintavesiä, suistoalueita sekä rannikon vesiä

**Kuvio 9.15 EU:n maatalousmaan maaperän pintakerroksen typpitasapaino, 1993**

Alankomaat  
Belgia  
Luxemburg  
Tanska  
Italia  
Saksa  
Ranska  
Kreikka  
Irlanti  
UK  
Espanja  
Portugali

Huomautus: Panokseen sisältyvät lannoitteet ja lanta. Tuottoon sisältyy sato.

Taulukon yläosan maissa on suurin vuotuinen ylijäämä hehtaaria kohti.

Lähde: Eurostat, 1997

**Kuvio 9.16 Euroopan alueiden jätevesien käsittely vuosina 1980/85 ja 1990/95**

väestön prosentuaalinen osuus

Pohjoismaat    Länsi    Itä    Etelä

Huomautus: Analyysiin sisältyvät vain maat, joista on tietoa molemmilta ajanjaksoilta; maiden lukumäärä ilmoitettu suluissa.

Lähde: EYK-ETC/IW

## 204 Euroopan ympäristö

ja pohjavettä ja ne luovat puitteet koko vesipolitiikalle. Vettä koskevalla puitedirektiivillä vaadittaisiin jäsenvaltioita laatimaan toimintaohjelma ”hyvän” pintavesien ja pohjaveden tilan saavuttamiseksi vuoden 2010 loppuun mennessä.

- Yhteisön maatalouspolitiikan viimeaikaisten uudistusten odotetaan vaikuttavan lannoitteiden käyttöön ja näin veden laatuun. Ravinteiden kokonaismäärä ei ehkä suhteessa kuitenkaan vähene, vaan se saattaa jopa lisääntyä, kun nitraatteja suotuu viljelemättömistä ja voimaperäisimmin viljellyistä maista.
- Ekotuotemerkin myöntämisjärjestelmän (katso edellä) pitäisi kannustaa vähentämään fosfaatin käyttöä pesuaineissa.

## KIE- ja NIS-maat

Keski- ja Itä-Euroopan ympäristön toimintaohjelmassa (1993) yksilöitiin tärkeimmät ongelmat ja asetettiin seuraavia kymmentä vuotta varten ensisijaiset tavoitteet, jotka heijastavat käytössä olevien voimavarojen vähyyttä. Huolestuttavinta oli huonon vedenlaadun ihmisten terveydelle aiheuttama vahinko mukaan lukien vedessä olevan nitraatin vaikutukset, jotka johtuvat riittämättömästi hoidetuista ja suunnitelluista teuraseläinten kasvattamoista ja maatalousyrityksistä, epätarkoituksenmukaisesta lannoitteiden käytöstä ja maaseudun sakokaivoista.

Edellä jaksossa 8.3 käsitellyt maatalouden muutokset ovat johtaneet maatalouskemikaalien käytön merkittävään laskuun. Lannoitteiden käyttö väheni Puolassa lähes 70 prosenttia vuosina 1989 - 1992. Romaniassa ravinnepanos on vähentynyt yli 50 prosenttia vuodesta 1989.

**Kuvio 9.17 Eri lähteistä peräisin olevien raskasmetallipäästöjen muutokset noin vuodesta 1980 noin vuoteen 1990**

eri metallit yhteensä  
elohopea  
kadmium

Lähteet: Teollisuusyritysten WWW-kotisivut;  
IKSR, 1994; RIVM, 1995;  
Ruotsin EPA, 1993; SFT,  
1996; DoE, 1997.

**Kuvio 9.18 Torjunta-aineiden kokonaismyynti EU:ssa, 1985 - 95 indeksi 1991=0-0**

Huomautus: Indeksiperustuu torjunta-aineen sisältämien aktiivisten aineiden määrään. EU-maat lukuun ottamatta Belgiaa ja Luxemburgia  
Lähde: ECPA, 1996

<b>Taulukko 9.3 Nykyiset toimet veden määrän ja veden laadun alalla 1992 - 97</b>
-----------------------------------------------------------------------------------

**Tavoitteet****Suoritettut toimet**

a) **Euroopan unionin viides ympäristöohjelma**

## Laadulliset piirteet

• Pohjavesi ja makea pintavesi - vesivarojen suojelun ja kestävä käytön perusteiden yhdistäminen sellaisten alojen politiikkaan kuin maatalouden, maankäytön, suunnittelun ja teollisuuden

## Laadulliset piirteet

• Makea pintavesi - kohti ekologisen laadun ja nykyisen korkean laadun turvaamista  
 • Tutkitaan, tarvitaanko direktiiviä fosfaatin vähentämiseksi  
 • Erityisten päästönormien kehittäminen, jotta kannustettaisiin sellaisten prosessien ja normien kehittämiseen, joilla estetään kielteiset vaikutukset veteen (käyttäen parasta saatavilla olevaa teknologiaa ja tavoitenormeja).  
 • Ehdotukset haitallisten torjunta-aineiden asteittaiseksi rajoittamiseksi ja korvaamiseksi

b) *Kansainväliset sopimukset*

**Tonavan toimintasuunnitelma**

Vuoteen 1997 mennessä:

• kansallisten toimintasuunnitelmien laatiminen  
 Tonavan toimintasuunnitelman täytäntöönpanemiseksi  
 • päästörajojen hyväksyminen lannoitetehtaille, uusille teollisuuslaitoksille ja karjajaksikoille  
 • kansallisten päästöjä vähentämistavoitteiden asettaminen ensisijaisen tärkeitä jokia varten  
 • Tonavasta Mustaanmereen joutuvien ravinnepäästöjen arviointi

• Komissio hyväksyi ehdotuksen toimintaohjelmaksi pohjavesien yhdenmukaisuudesta suojelusta ja hoidosta. Suunnitelma kattaa vesien hoidon sekä laadullisia että määrällisiä piirteitä. Yksi ohjelman tärkeimmistä aiheista on pohjaveden suojeluvaatimusten yhdistäminen politiikan muille aloille keskittyen erityisesti yhteiseen maatalouspolitiikkaan ja aluepolitiikkaan.  
 • Ehdotukset vesidirektiiviksi (KOM(97) 49, lopullinen) makean veden, suistoalueiden, rannikkovesien ja pohjaveden suojelemiseksi.  
 • Pintaveden ekologista laatua koskevien ehdotusten (KOM(93)680) sisällyttäminen vesipuitte-direktiiviin.  
 • Uimavesidirektiivin muuttaminen.  
 • Ei ole kehitetty direktiivejä; pyrkimyksiä kaupunkien jätevesien fosforipitoisuuden vähentämiseksi pidetään riittävinä.  
 • Hyväksytyt direktiivit ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi (IPPC) (96/61/ETY). Komissio tutkii, miten vaarallisia aineita koskevaa direktiiviä voitaisiin parhaiten muuttaa muiden kuin IPPC-laitosten päästöjen valvomiseksi.

• Tähän mennessä on laadittu vain yksi kansallinen toimintasuunnitelma.  
 • Yhtään yhdenmukaisia hoitosuunnitelmaa ei ole laadittu  
 • Ravinnepäästöjen arviointia ei ole suoritettu.



Vuoteen 2005 mennessä:

- lannoitteiden varastoinnin, käsittelyn ja käytön sääntely
- ympäristön kannalta tarkoituksenmukaiset maatalouspolitiikan uudistukset
- paras ympäristökäytäntö lannoitteiden ja torjunta-aineiden käytössä
- pilotti- ja esittelyhankkeiden laatiminen ja soveltaminen lannan käsittelyyn, varastointiin ja hävittämiseen
- fosfaatteja sisältävien pesuaineiden kieltäminen
- investoinnit tärkeisiin jätevesien käsittelylaitteisiin

Reinin toimintasuunnitelma

---

- 50 prosentin vähennys fosforin ja typen aiheuttamien ja muiden merkittävien saasteiden kokonaismäärässä vuoteen 1995 mennessä
- 90 prosenttia yhteisöistä liitetään viemärinti-järjestelmään ja jätevedet käsitellään biologisesti vuoteen 2000 mennessä
- Joissa aikaisemmin olleiden korkeampien vesilajien kuten lohen palauttaminen vuoteen 2000 mennessä - "Lohi 2000" -hanke

- 50 prosentin vähennys fosforissa saavutettu kolme vuotta etuajassa.
- Odotettavissa on vain 20 - 30 prosentin typen vähennys vuoteen 2000 mennessä.
- Erityisesti typen hajalähteisiin on vaikea vaikuttaa, minkä vuoksi 50 prosentin vähennystavoitetta ei saavuteta.
- aineista 50 prosentin hajalähdepäästöt vähenivät 80 - 100 prosenttia vuoteen 1992 mennessä.
- Kustannusten oletetaan ylittävän 25 miljardia DM, ja päästöt Pohjanmereen vähenevät.
- Kehitystä tapahtuu, mutta paljon on vielä tehtävä.

## 206 Euroopan ympäristö

**Tavoitteet****Suoritetut toimet**

## Elben toimintaohjelmat

- Ensimmäinen toimintaohjelma 1992 - 1995, jonka tavoitteena on vähentää huomattavasti Elben valuma-alueelta Pohjanmereen tulevaa kuormitusta, luoda lähes luonnontilainen veden ekosysteemi ja tehdä joki soveliaaksi kalastukseen, virkistyskäyttöön, jne.
- Pitkän aikavälin toimintaohjelma vuodesta 1996 eteenpäin tavoitteena vähentää Elben saasteita edelleen.

- Huomattava parannus Elben veden laadussa ja Pohjanmereen valuman kuormituksen väheneminen

**Yleissopimus maasta toiseen ulottuvien vesistöjen ja kansainvälisten järvien suojelusta ja käytöstä**

- Estää, valvoo ja vähentää veden saastumista, joka aiheuttaa tai voi aiheuttaa rajat ylittävää saastumista
- Huolehtia siitä, että rajat ylittävien vesistöjen käytössä tavoitteina ovat ekologisesti tarkoituksenmukainen ja järkevä vesien hoito, vesivarojen suojelu ja ympäristön suojelu
- Huolehtia siitä, että rajat ylittäviä vesistöjä käytetään kohtuullisesti ja tasapuolisesti ottaen erityisesti huomioon niiden rajat ylittävä luonne, kun kyseessä ovat toimet, joista aiheutuu tai voi aiheutua rajat ylittäviä vaikutuksia
- Huolehtia ekosysteemien suojelusta ja tarvittaessa niiden ennallistamisesta

- Veden saastumisen ehkäisemiseksi, valvomiseksi ja vähentämiseksi tarvittavat toimenpiteet
- Allekirjoittajina on 15 Länsi-Euroopan maata (lukuun ottamatta Islantia, Irlantia ja Liechtensteinia) sekä 10 KIE-maata. Lisäksi Kroatia ja Moldova ovat ratifioineet sopimuksen mutta eivät ole allekirjoittaneet sitä
- Sopimus tuli voimaan 6.10.1996
- Tietoja kehityksestä ei ole käytettävissä

**Strateginen toimintasuunnitelma Mustanmeren elvyttämiseksi ja suojelemiseksi (lokakuu 1996)**

- Jokien (erityisesti Tonavan) ravinne päästöjen vähentäminen, kunnes Mustanmeren veden laatu-tavoitteet täytetään
- Pistelähteiden aiheuttaman saastumisen vähentäminen vuoteen 2006 mennessä; ensimmäinen kertomus edistyksestä laadittava vuoteen 2001 mennessä
- Jokaisen Mustanmeren valtion on kehitettävä kansallinen ja strateginen suunnitelma pistelähteiden vähentämiseksi
- Suurten kaupunkialueiden riittämättömästi käsiteltyjen jätevesipäästöjen huomattava vähentäminen vuoteen 2006 mennessä

- Ei tietoa; ehdotettu alaanlaajuista strategiaa (liittymäkohtia Tonavan toimintasuunnitelmaan)
- Kehitetty luettelo ensisijaisista kohteista ”kuumat kohdat”)
- Ei tietoja kehityksestä
- Ei tietoa siitä, miten kattavat kansalliset tutkimukset ovat kehittyneet

**Helsingin sopimus - Itämeren ympäristönsuojeluohjelma**

**(1993 - 2012)**

---

- Kaikkien saastumisen tärkeiden pistelähteiden ("kuumien kohtien") yksilöiminen
- Korjaavat (ehkäisevät ja parantavat) toimenpiteet "kuumissa kohdissa"

- Aluksi yksilöity 132 "kuumaa kohtaa", joista 47 luokiteltiin ensisijaisiksi toimintakohteiksi; 66 prosenttia siirtymäkaudeksi maissa
- Edistyminen on epätasaista; hyvässä vauhdissa Skandinavian maissa, Suomessa ja Saksassa ja voimakasta tukea myös Baltian maissa ja Puolassa
- "Kuumien kohtien" toimien oletetaan vähentävän päästöjä noin 40 prosenttia fosforin ja 30 prosenttia typen osalta vuosina 1991 - 2000

**Helsingin yleissopimuksen ministerijulistus 1988**

---

- 50 prosentin vähennys ravinteiden, raskasmetallien sekä toksisten, hitaasti hajoavien ja biologisiin aineksiin keräytyvien orgaanisten yhdisteiden päästöissä Pohjanmereen vuoteen 1995 mennessä

- Vaikka jotkut maat ovat saavuttaneet tavoitteen, 50 prosentin kokonaisvähennys saavutetaan vasta vuonna 2020
- Joissakin KIE-maissa ravinnepäästöjen vähennys on saavutettu pääasiassa lannoitteiden käyttöä vähentämällä ja rakennemuutosten ja talousvaikutusten aiheuttaman maataloustuotannon vähenemisen vuoksi. Talouden elpyminen saattaa johtaa uudelleen maatalouspäästöjen lisääntymiseen

**Oslon ja Pariisin komission (OSPAR) - Pohjanmeren ministerikokoukset. Haagin kokous 1990**

---

- Vaarallisimpien aineiden (dioksiinien, kadmiumin, elohopean ja lyijyn) panoksen vähentäminen 70 prosenttia vuoteen 1995 mennessä.

- Vuoteen 1995 mennessä Esbjergin ministerikokouksessa saavutettu merkittävää kehitystä vaarallisimpia aineita koskevan tavoitteen saavuttamisessa
-

## 207 Sisävedet

**Tavoitteet**

- 36 ensisijaisen aineen panoksen vähentäminen 50 prosenttia vuoteen 1995 mennessä
- Tiettyjen torjunta-aineryhmien käytön asteittainen lopettaminen
- Typpi- ja fosforipanoksen vähentäminen alueilla, jotka todennäköisesti aiheuttavat saastumista, noin 50 prosenttia vuoteen 1995 mennessä

**Suoritettut toimet**

- Useiden jäsenvaltioiden odotetaan saavuttavan tämän tavoitteen vuonna 1995
- Vuoteen 1995 mennessä todisteita siitä, että 16 yksilöidystä torjunta-aineryhmästä kolmen käyttö oli lopetettu jäsenvaltioissa
- Useimpien maiden odotetaan pystyvän vähentämään fosforipanosta 50 prosenttia ja typpipanosta 20 - 30 prosenttia vuoteen 1995 mennessä.
- Typpipanoksen yleistä vähentämistavoitetta ei ole saavutettu pääasiassa siksi, että maatalouden päästöihin vaikuttaminen on ollut oletettua vaikeampaa ja että suoritettujen toimenpiteiden on olleet riittämättömiä tai ne on toteutettu riittämättömästi

**Välimeren toimintasuunnitelma**

- Kaikkien asianmukaisten toimenpiteiden suorittaminen Välimeren alueen saastumisen ehkäisemiseksi, vähen- on vaikea arvioida tämmiseksi ja torjumiseksi
- Tietoja edistymisestä ei ole käytettävissä tai niitä

**Arktisen ympäristön seuranta- ja arviointiohjelma**

- Ilman ja veden saasteiden, esimerkiksi raskasmetallien, kasvihuonekaasujen, PCB- ja DDT-yhdisteiden sekä kloorattujen hiilivetyjen vähentäminen ja viime kädessä poistaminen
- Raportti arktisen ympäristön tilasta (A State of the Arctic Environment report) julkaistiin vuonna 1997
- Liian aikaista arvioida edistymistä

***Viitteet***

BMLF (1996). Gewässerschutzbericht 1996. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

Budyko, M.I. ja Zubenok, L.I. (1961). The determination of evaporation from the land surface. Izv. Akad. Nauk SSSR. Julkaisussa Ser. Geogr., n:o 6, s. 3 - 17.

DoE (1997). The Environment in your Pocket 1997. Department of the Environment, Transport and the Regions, Lontoo.

ECPA (1996). European Crop Protection: Trends in Volumes Sold, 1985-95. Report from the European Crop Protection Association to the European Environment Agency. ECPA, Bryssel.

EYK (1995). Euroopan ympäristö, Dobriš-arviointi. Toim: D. Stanners & P. Bourdeau. Euroopan ympäristökeskus, Kööpenhamina.

EYK (1997). Environmental Agreements - Environmental Effectiveness. Environmental Issues series n:o 3, nide 1. 93 sivua, ISBN 92-9167-052-9.

EYK (1998a). Groundwater Quality and Quantity. Julkaistaan EYK:n ympäristömonografiasarjassa. Euroopan ympäristökeskus, Kööpenhamina.

EYK (1998b). Effects of Excessive Anthropogenic Nutrients in European Ecosystems. Julkaistaan EYK:n ympäristömonografiasarjassa. Euroopan ympäristökeskus, Kööpenhamina.

EYK-ETC/IW (1996). Surface Water Quantity Monitoring in Europe. EYK:n Topic Report n:o 3/1996, 72 sivua, EYK, Kööpenhamina, ISBN 92-9167-002-2.

EYK-ETC/IW (1998). Sustainable Water Use in Europe: Part 1: Sectoral Use of Water. Julkaistaan EYK:n Topic Report -sarjassa. Euroopan ympäristökeskus, Kööpenhamina.

Eurostat (1997). Meetings of the Sub-group on Nitrogen Balances of the Working Group "Statistics on the Environment". Luxemburg 13. - 14.2.1997.

GEUS (1997). Grundvandsovervågning 1997. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Miljø- og Energiministeriet, 101 sivua, Kööpenhamina.

Gleick, P.H. (1993). An introduction to global freshwater issues. Julkaisussa Water in Crisis - A Guide to the World's Fresh Water Resources. Toim: P. H. Gleick, 1993. Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security, Tukholman ympäristöinstituutti.

Gustard, A. (toim.) (1993). Flow Regimes from International Experimental and Network Data (FRIEND). Julkaisussa Hydrological Studies, nide 1. Institute of Hydrology, Wallingford, UK.

Gustard, A., Rees, H.G., Croker, K.M., ja Dixon, J.M. (1997). Using regional hydrol

## 208 Euroopan ympäristö

ogy for assessing European water resources. Julkaisussa FRIEND 97: Regional Hydrology - Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management. IAHS proceedings of the 3rd International FRIEND Conference, Postojna, Slovenia.

Hulme, M., Conway, D., Jones, P.D., Jiang, T., Barrow, E. ja Turney, C. (1995). Construction of a 1961-90 European climatology for climate change modelling and impact implications. Julkaisussa Int. Jnl. Clim., nide 15, s. 1333 - 1363.

Ibrekk, H.O., Molvær, J. & Faafeng, B. (1991). Nutrient loading to Norwegian coastal waters and its contribution to the pollution of the North Sea. Julkaisussa Wat. Sci. Tech., nide 24, s. 239 - 249.

IKSR (1994). Aktionsprogramm Rein - Bestandsaufnahme der punktuellen Einleitungen prioritärer Stoffe 1992. Internationale Kommission zum Schutze des Rheins, Koblenz.

ICWS (1996). Long-range study on water supply and demand in Europe - Integrated Report. International Centre of Water Studies, Amsterdam, Alankomaat. Raportti 96.05 Euroopan komission Tulevaisuuden tutkimusyksikölle (Forward Studies Unit).

Isenbeck-Scröter, M., Bedbur, E., Kofod, M., König, B., Schramm, T. ja Mattheß (1997). Occurrence of pesticide residues in water: assessment of the current situation in selected EU countries. Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen, n:o 91.

Italian ympäristöministeriö (1992). Report on the state of the Environment. Rooma.

Kundzewicz, Z.W. (1997). Water resources for sustainable development. Julkaisussa: Hydrological Sciences - Journal -des Sciences Hydrologiques, nide 42(4), s. 467 - 497.

Löfgren, S. ja Olsson, H. (1990). Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. Kertomus n:o 3692, Naturvårdsverket, Tukholma.

Meybeck, M. (1982). Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. Julkaisussa American Journal of Science, nide 282, s. 402 - 450.

Miljøstyrelsen (1996). Punktkilder 1995. Orientering fra Miljøstyrelsen n:o 16/1996. Tanskan ympäristönsuojeluvirasto, Kööpenhamina.

Morris, D.G. ja Kronvang, B. (1994). Report of a study into the state of river and catchment boundary mapping in the EC and the feasibility of producing an EC-wide river and catchment boundary database. Kertomus EYK-TF:lle, tammikuu 1994.

OECD (1997). OECD Environmental Data Compendium 1997. OECD, Pariisi.

Pedersen, S.E. (1996). Pesticidundersøgelser i fynske vandløb 1994-1995. Tidsskrift for Landøkonomi, nide 183, s.122 - 128.

Rees, H.G., Croker, K.M., Reynard, N.S. ja Gustard, A. (1997). Estimating the renewable water resource. Julkaisussa Estimation of renewable water resources in the European Union. Toim: H.G: Rees, ja G.A. Cole, 1997. Institute of Hydrology, Wallingford, UK. Lopullinen kertomus Eurostatille (SUP-KOM95, 95/5-441931EN).

RIVM (1992). National Environmental Outlook 1, 1990-2010. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, Alankomaat.

RIVM (1995). Milieubalans 95. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, Alankomaat.

SFT (1996). Pollution in Norway. Norjan saastevalvontaviranomainen, Oslo.

Shiklomanov, I.A. (1991). The World's Water Resources. Julkaisussa International Symposium to commemorate the 25 years of IHD/IHP. UNESCO, Pariisi, 1991, s. 93-126.

Sibbesen, E. ja Runge-Metzger (1995). Phosphorus balance in European agriculture - Status and policy options. Julkaisussa SCOPE, nide 54, s. 43 - 60.

Swedish EPA (1993). Metals and the environment. Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, Tukholma.

Swedish EPA (1994). Eutrophication of soil, fresh water and the sea. Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, Tukholma.

WMO (1987). Hydrological Referral Service INFOHYDRO Manual. WMO Operational Report n:o 28, WMO-N:o 683.

Windolf., J. (toim.) (1996). Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 228 sivua. Faglig rapport fra DMU nr 177, Kööpenhamina.

Umweltbundesamt (1994). Daten zur Umwelt 1992/93. Erich Schmidt Verlag, Berliini.

209 Meri- ja rannikkoympäristö

## 10. Meri- ja rannikkoympäristö

### Tärkeimmät havainnot

Uhanalaisimmat meret ovat Pohjanmeri (liikakalastus, korkeat ravinne- ja saastepitoisuudet), Pyreneiden merialue (eli Atlantin valtameri Itä-Atlantin mannerjalustan kohdalla mukaan lukien Biskajanlahti: liikakalastus, raskasmetallit), Välimeri (paikallisesti korkeat ravinnepitoisuudet, rannikoihin kohdistuva kova paine, liikakalastus), Mustameri (liikakalastus, ravinnepitoisuuksien nopea nousu) ja Itämeri (korkeat ravinnepitoisuudet, saasteet, liikakalastus).

Rehevöityminen, joka johtuu pääasiassa maatalouden liiallisista ravinteista, on suuri huolenaihe monien Euroopan merien joillakin alueilla. Ravinnepitoisuudet ovat yleisesti ottaen samalla tasolla kuin 1990-luvun alussa. Typpipäästöjen lisääntyminen ja niiden pitoisuudet merivedessä eräillä Euroopan länsirannikon alueilla näyttävät vastaavan vuosien 1994 - 1996 korkeita sademääriä ja tulvia. Useimmissa muissa merissä ei voitu todeta selvää ravinnepitoisuuksien kehitystä. Mustanmeren ravinnepitoisuudet, jotka olivat peräisin pääasiassa Tonavan valuma-alueelta, kylläkin nousivat noin kymmenkertaisiksi vuosina 1960 - 1992.

Ihmisen tuottamien kemikaalien aiheuttama sedimenttien sekä eläin- ja kasvikunnan saastuminen näyttää olevan yleistä lähes kaikissa Euroopan merissä. Tietoja on ollut vain rajoitetusti saatavilla, ja saadut tiedot ovat koskeneet pääosin Länsi- ja Luoteis-Eurooppaa. Kohonneita (luonnollisten tausta-arvojen yläpuolella olevia) raskasmetallien ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksia on löydetty kaloista ja sedimenteistä, ja arvot ovat olleet korkeita pistelähteiden lähellä. Näiden aineiden kertyminen voi uhata ekosysteemejä ja ihmisten terveyttä (kuten kemikaaleja koskevassa luvussa esitettiin).

Kokonaiskuva öljyn aiheuttamasta saastumisesta on hyvin hajanainen, eikä luotettavaa arviota yleisistä kehityslinjoista voida tehdä. Pääasialliset lähteet sijaitsevat maa-alueilla, joista öljy kulkeutuu meriin jokien välityksellä. Vaikka öljyvahinkojen vuosittainen määrä väheneekin, pienet vahingot ja satunnaiset suuret vahingot vilkkailla vesiliikennevyöhykkeillä aiheuttavat merkittävää paikallista vahinkoa pääasiassa siten, että rannat ja merilinnut likaantuvat ja äyriäis- ja nilviäissaaliit sekä kalansaaliit pienenevät. Mitään todisteita ei kuitenkaan ole suurien tai jatkuvien öljyvahinkojen meriekosysteemeille aiheuttamista peruuttamattomista haitoista.

Monia meriä liikakalastetaan voimakkaasti. Erityisen vakavia ongelmia esiintyy Pohjanmerellä, Pyreneiden merialueilla, Välimerellä ja Mustallamerellä. Kalastusalusten ylikapasiteetti on huomattava, ja tähän kapasiteettiin tarvittaisiin 40 prosentin vähennys, jotta se vastaisi olemassa olevia kalakantoja.

### 10.1. Johdanto

Euroopan meret ja rannikkoympäristö ovat tärkeä taloudellinen ja ekologinen voimavara. Satojen vuosien ajan suuri määrä ihmisen toiminnasta aiheutuvia jätteitä ja saasteita on päätenyt meriin: upottamalla, suorina päästöinä, vuotoina joista ja ilmakehän laskeumista. Suuri osa tästä aineksesta on laimentunut ja levinnyt laajalle syviin valtameriin. Tämä aines vaikuttaa todennäköisesti kuitenkin enemmän rannikkovesiin ja sellaisiin merialueisiin, joilla on vain vähän tai ei lainkaan yhteyttä avomeriin. Noin kolmasosa Euroopan väestöstä asuu 50 km:n säteellä rannikkovesistä; kaupunkien, teollisuuden ja matkailualueiden kehitys huonontaa merkittävästi näitä jo kovien paineiden alaisena olevia alueita ja lisää edelleen niihin kohdistuvia paineita.

Dobris-arvioinnissa korostettiin useita ongelmia, kuten valuma-alueiden tehokkaan sääntelyn, valvonnan ja hoidon puutetta, saasteiden, kaupungistumisen ja elinympäristöjen tuhoamisen aiheuttamaa rannikkoalueiden huononemista, käyttöristiriitoja, voimavarojen liikakäyttöä, biologisen monimuotoisuuden katoamista ja ilmastonmuutoksen mahdollisia seurauksia. Yleisesti nämä ongelmat ovat edelleen olemassa huolimatta joistakin Euroopan tasolla suoritetuista toimenpiteistä



## 210 Euroopan ympäristö

meri- ja rannikkoympäristön suojelemiseksi.

Tästä kattavasta huononemisen ja hoidon ongelmien luettelosta tällä hetkellä aiheuttavat eniten huolta seuraavat seikat, joita käsitellään tässä luvussa:

- rehevöityminen;
- saastuminen, erityisesti raskasmetallien, hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden (POP) ja öljyn aiheuttama;
- liikkakalastus;
- rannikkoalueiden huononeminen.

Rannikkoalueiden eroosio, rannikoiden mineraalivarojen käytön vaikutukset ja offshore-toimien aiheuttamat häiriöt ovat yleensä paikallisia ongelmia, eikä niitä käsitellä tässä. Ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia merenpinnan korkeuteen käsitellään 2 luvun 2.2 jaksossa.

Tässä luvussa mainittujen merien sijainti näkyy sisäkannessa olevasta kartasta.

### 10.2. Rehevöityminen

Merien rehevöitymistä on kuvattu ”yhdeksi suurimmista meriympäristöä koskevista huolenaiheista” (GESAMP 1990). Vaikka sitä koskevat tiedot eivät olekaan täydelliset, se on yhä laaja ilmiö Euroopan merissä, ja sen vaikutuksista on kerrottu useilta alueilta.

Tärkeimpiä meren kasviraavinteita, jotka voivat aiheuttaa rehevöitymistä, ovat typpi ja fosfori, mutta myös muut ravinteet kuten piidioksidi ja hivenaineet ovat myös merkittäviä. Ravinnepitoisuuden lisääntyminen aiheuttaa levien primäärikasvun lisääntymistä pintakerroksissa ja merenpohjassa, mitä seuraa merieläinten sekundaarisen lisääntymisen kasvu. Vaikka osa ravinteiden lisääntymisestä voikin näin olla hyödyllistä, liiallinen ravinnepitoisuus voi johtaa suuriin leväkukintoihin ja merilevääksuvustoihin sekä happikatoon ja aiheuttaa vetysulfidin muodostusta, joka on myrkyllistä merien elämälle ja voi suuresti lisätä kuolleisuutta. Rehevöitymisilmiöt vaikuttavat myös ihmisten terveyteen ja merien rannikkovyöhykkeiden virkistyskäyttöön.

Se ravinteiden kynnyspitoisuus, jonka yläpuolella rehevöitymisestä tulee ympäristöongelma, riippuu meren pinnanmuodostuksesta ja sen fysikaalisesta ja kemiallisesta luonteesta. Yleensä pitoisuudet ovat hyvin korkeita talvella ja lähellä nollaa keväällä.

Rehevöitymisen vaikutuksista ja kynnysarvoista on käynnistetty useita tutkimushankkeita pääasiassa EU:n meritieteiden ja -teknologian ohjelman MAST III:n nojalla. Kuvioissa 10.1 ja 10.2 on yleiskatsaus veden pintakerroksen nitraatti-/nitriitti- ja fosfaattipitoisuuksia (biologisesti leville käyttökelpoisia ravinteita) koskeviin tietoihin pääasiassa Pohjanmereltä ja Itämereltä. Vähän tietoa on käytettävissä Atlantin valtameren koillisosista (laatikko 10.1). Ravinnepitoisuuksia koskevia tietoja ei näytä olevan lainkaan Kaspianmereltä eikä Pohjoiselta Jäämereltä.

Nitraatti/nitriittipitoisuudet pintavesissä suurimmassa osassa Pohjanmeren koalueita näyttävät olleen korkeampia vuosina 1995/96 kuin vuonna 1980 ehkä sen vuoksi, että useimmat Pohjanmeren valuma-altaan joet tulvivat poikkeuksellisen paljon vuonna 1995. Itämeren pitoisuuksissa ei havaittu samaa kehitystä. Joiltakin Ison-Britannian alueilta kirjattiin korkeita pitoisuuksia, mutta vuonna 1996 pitoisuudet olivat alhaisempina vuosina.

**Rehevöityminen Itämerellä, Pohjanmerellä ja Kaakkois-Atlantilla****Laatikko 10.1: Rehevöitymiskausia:**

Englannin kanaali & Atlantin rannikot:

1975 - 88, Seinen lahti (Ranska): 46 leväkukintaa

ja joitakin `punaisia vuorovesiä`;

1978 - 91, St. Brieuclin lahti (Ranska): merileväkukintoja;

1978 - 88 ja 1991, Lannionin lahti (Ranska);

merileväkukintoja;

1983 - 95, Ranskan Atlantin rannikko: myrkyllisiä merileväkasvustoja;

Vuosittain keväällä ja kesän alussa monet Brittanin lahdet:

suuria vihreitä merilevälauttoja

(Graneli et al., 1990, Belin et al., 1989, Belin

1993, Belin et al., 1995).

Pohjanmeri:

Säännöllisesti suuria vaikutuksia rannikkovesissä,

esimerkiksi Belgian ja Skagenin

(Tanska) välisellä rannikolla, Tanskan lahdissa,

Ruotsin länsirannikolla ja Osloonvuonon

ulommissa osissa; makrolevien kasvun vaikutuksia

eräissä Yhdistyneen kuningaskunnan

jokisuissa (North Sea Task Force, 1993)

Itämeri:

Happikatoa Itämeren useimmissa

syvänteissä;

Muutoksia kasviyhdyksunnissa kalojen tärkeillä

kutualueilla;

Ei poikkeuksellisia leväkukintoja Itämerellä

vuonna 1995 ja toksisten lajien esiintyminen

satunnaisempaa vuonna 1995 kuin aikaisempina

vuosina

Lähteet: Rosenberg et al., 1990; Baden et al., 1990; Ambio 1990a;

HELCOM 1996; Leppänen et al., 1995

## 211 Meri- ja rannikkoympäristö

Pohjanmeren pohjoisosassa ja Thamesin suulla fosfaattipitoisuudet näyttävät olleen hieman korkeammat 1990-luvun puolivälissä kuin 1980-luvun alussa. Reinin jokisuun ja Saksan lahden Helgoland Reeden kohdalla pitoisuudet laskivat vuosina 1985 - 1994, kun sitä vastoin Pohjanmeren ja Itämeren sekä Kaakkois-Atlantin muilla alueilla havaittiin vain vähän tai ei lainkaan muutoksia.

Koska vesi pysyy pitkään Mustanmeren altaassa, meri rehevöityy erittäin helposti (laatikko 10.2). Yksisoluiset levät ovat suurelta osin korvautuneet muilla lajeilla, mikä luultavasti liittyy piidioksidin ja typhen huomattavasti laskeneeseen suhteeseen. Mustanmeren keskimääräinen nitraattipitoisuus lisääntyi noin seitsenkertaiseksi ja fosfaattipitoisuus noin 18-kertaiseksi talvikuukausina 1960 - 1992 luultavasti Tonava-,

**Kuvio 10.1 Nitriitin/nitraatin vuotuiset keskipitoisuudet Pohjanmeren, Itämeren ja joidenkin Luoteis-Atlantin alueiden pintavedessä; 1980 - 96**

Lähde: ICES/OSPARCOM/HELCOM

**Laatikko 10.2: Rehevöitymiskaudet:**

1970-luvun alun jälkeen: leväkukintojen toistuva laaja lisääntyminen ja matalan veden lajien huomattava väheneminen;

1980 - 90: kirjattu 42 kukintaa ja muiden kuin yksisoluisien levien kukinnat lisääntyivät huomattavasti;

Vähennystä joissakin matalan veden kasvipopulaatioissa ja pitkäikäisten ankeriasruoholajien, monivuotisten ruskeiden ja punaisten levien sekä kaikkien niihin liittyvien eläinten levinneisyysalueissa, mutta joidenkin opportunistilajien lisääntymistä;

Useiden merenpohjan lajien joukkokuolemia;

Maneettien (jelly-fish) runsasta kehittymistä, samoin hyytelömäisten petolajien runsasta kehittymistä;

Joka kesä: kirjattu hypoksia- ja anoksiailmiöitä, joiden vaikutukset ovat olleet vakavimmat luoteisella alueella.

Lähteet: Mee, 1992; Gomoiu 1992; Bodenau, 1992; Cociasu et al., 1996; Leppäkoski ja Mihnea, 1996

## 212 Euroopan ympäristö

Dnepr- ja Dnestr-jokien tuomien saasteiden vuoksi (Cociasu et al., 1996).

Arvioidaan, että Gibraltarin salmen kautta ravinteita tulee Välimereen paljon vähemmän kuin niitä virtaa pois, minkä vuoksi Välimeri on yksi maailman vähäravinteisimmista meristä. Rehevöitymisongelmia esiintyy kuitenkin puolittain suljetuissa lahdissa pääasiassa huonon vesihallinnon vuoksi (laatikko 10.3). Useisiin rannikoiden lahtiin tulee yhä paljon käsittelemättömiä jätevesiä. Välimeren itäosissa kalankasvatuksen valvomaton laajeneminen saattaa aiheuttaa ongelmia. Uhanalaisimpia alueita ovat kuitenkin Adrianmeren pohjois- ja länsirannikko, jonne Po-joen ravinnekuorma valuu. Tiedot ovat yleisesti heikkoja, ja vain muutamia ”kuumia pisteitä” seurataan jatkuvasti. Fosfaatti- ja nitraattipitoisuudet ovat hyvin alhaiset lähellä pintaa, ja ne lisääntyvät yleensä voimakkaasti 200 metrin alapuolella (Bethoux et al., 1992).

### 10.2.1. Ravinnepäästöt

Näitä rehevöitymisongelmia Euroopan merissä aiheuttavien ravinteiden tärkeimpiä lähteitä kuvataan luvun 9 jaksossa 9.7. Ravinteet päätyvät mereen teollisuuden, maatalouden ja jäteveden suorina päästöinä, jokien tuomina ja

**Kuvio 10.2 Fosfaatin vuotuiset keskimääräiset kokonaispitoisuudet Pohjanmeren, Itämeren ja joidenkin Luoteis-Atlantin alueiden pintavedessä; 1980 - 96**

Lähde: ICES/OSPARCOM/HELCOM

### Välimeren rehevöityminen

#### Laatikko 10.3: Rehevöitymiskaudet:

1970-luvun alun jälkeen: rehevöitymistä puolittain suljetuissa lahdissa: 34 tapausta rannalla, 21 laguuneissa, mutta tiedot ovat epätäydelliset;  
1975 - 97, Adrianmeri: flagellaattikukintoja ja niiden jälkeen anoksiaa ja kalakuolemia;  
Vuodesta 1975 vuosittain ja yhä useammin; 15 nilviäislajia ja kolme äyriäislajia on hävinnyt.

Lähteet: Montanari et al., 1984; Margottini & Molin 1989; Rinaldi et al., 1993; UNEP (OCA)/MED, 1996

laskeumina ilmakehästä. Näitä päästöjä mitataan tai arvioidaan useissa seurantaohjelmissa. Tietojen täydellisyys ja tarkkuus vaihtelee eri maiden ja merien osalta.

On vain harvoja pitkäaikaisia tietosarjoja, joista voidaan päätellä kehityssuuntia (kuvio 10.1 ja taulukko 10.1). Näyttää siltä, että Belgiasta, Alankomaista ja Saksasta tulevien ravinteiden määrä (vuotuisina kokonaispäästöinä) oli suhteellisen korkea vuosina 1994 - 1995 (kuvio 10.3). Tämä lisääntyminen korreloi niiden vuosien suuren sademäärän ja suurten jokien virtaaman kanssa. Muihin meriin tulneiden typpiyhdisteiden vuotuisessa kokonaismäärässä ei tapahtunut muutoksia. Ilmakehän laskeumina vuodesta 1990 lähtien tulleen typen määrässä ei myöskään ole tapahtunut muutosta Pohjanmerellä, Välimerellä ja Mustallamerellä suoritetuissa mittauksissa (kuvio 10.4). Koillis-Atlantiin tulneiden ravinteiden määrät ovat vaihdelleet, kun sitä vastoin Mustaanmereen näyttää tulleen vähemmän ravinteita kuin vuosina 1990 - 91. Muista neljästä merestä ei ole käytettävissä tietoja.

Pohjanmerta koskevat tiedot osoittavat fosfori- ja nitraattipäästöjen lisääntyneen pääasiassa maatalouden ravinneylijäämien valumisen seurauksena. Päästöt Iberian rannikolle ovat vaihdelleet, päästöt Keltti- ja Irlanninmereen ovat pysyneet ennallaan vuodesta 1991 lähtien, eivätkä päästöt kolmeen alueen pohjoisimpaan mereen ole merkittävästi muuttuneet. Välimeren ja Mustanmeren osalta voidaan arvioida vain typen ja fosforin kokonaispäästöt, koska tiedoissa on katkoksia.

Kuvioissa 10.3 ja 10.4 esitetään kokonaispäästöt kuhunkin mereen, ja taulukoissa 10.2 - 10.4 esitetään niitä ympäröivien maiden päästöt. Pohjanmereltä on käytettävissä tietoja vain kokonaispäästöistä, kun taas muiden merien osalta tunnetaan vain jokien mukana tulevat päästöt. Typen kokonaispäästöt Itämereen vuonna 1995 olivat 260 000 tonnia, ja päästöt ilmakehästä näyttivät vähentyneen.

Typpi- ja fosforipäästöt ovat suuruudeltaan 270 000 ja 24 000 tonnia vuodessa Adrianmeren alueella, mihin sisältyvät päästöt Italiasta, Kroatiaasta ja Sloveniasta (UNEP, 1996). Polat & Turgul (1995) arvioivat, että Egeanmeren pohjoisosaan tulee vuosittain 180 000 tonnia typpeä ja 11 000 tonnia fosforia Mustallamereltä, mitä voidaan verrata Välimeren kaakkoisosaan maalta tuleviin päästöihin (Yilmaz et al., 1995).

Mustanmeren alueella pelkästään Tonavan vuotuisiksi päästöiksi arvioitiin 230 000 tonnia typpeä yhteensä ja 40 000 tonnia fosfaattia (GEF/BSEP, 1997). Typen ja fosforin vuotuiset kokonaispäästöt kaikista Mustanmeren aluetta ympäröivistä maista ovat alle puolet kansainvälisten jokien (Tonava, Dnepr, Dnestr, Coruh, Don) kokonaispäästöistä (taulukko 10.3).

### **10.2.2. Rehevöitymisongelmaan vastaaminen**

Rehevöityminen vaikuttaa merien biologiseen monimuotoisuuteen ja kalakantoihin sekä ihmisten terveyteen ja merien rannikkoalueiden virkistyskäyttöön. Vaikutus kohdistuu suurimpana Mustanmeren alueeseen, jossa on voimakkaita koko altaan laajuisia anoksiavaikutuksia, joiden syitä ovat pääasiassa Tonavan virtaamasta tulevien ravinnepäästöjen lisääntyminen; Itämeri liiallisten ravinteiden, pinnanmuodostuksen sekä fysikaalisen ja kemiallisen luonteensa vuoksi; Pohjanmeri korkeiden ravinnepäästöjen, erityisesti fosforipäästöjen vuoksi; Välimeri, mutta vain

**Kuvio 10.3 Typpi- ja fosforipäästöt suorina päästöinä ja jokien tuomina**

Norjanmeri	Barentsinmeri
Suur-Pohjanmeri	Keltimeri
Skagerrak ja Kattegat	Arktisen alueen meret
Biskajan lahti ja Iberian rannikko	

Lähde: ICES/OSPARCOM/HELCOM

## 214 Euroopan ympäristö

”kuumissa pisteissä” matalissa vesissä ja rannikkovesissä, joissa ravinnepäästöt ovat suuret ja fyysikaalis-kemialliset olot ovat suotuisat; sekä koko altaan laajuisesti Adrianmeri.

Rehevöitymistä vastaan on ryhdyttävä toimenpiteisiin kansainvälisellä tasolla, koska ilmiö on luonteeltaan rajat ylittävä. Tämä vaatii yhdenmukaisia määritelmiä sekä raportoinnin ja rehevöitymisen arviointiperusteiden yhdenmukaistamista. Oslon ja Pariisin komissio (OSPARCOM), jonka alue kattaa Kaakkois-Atlantin, Pohjanmeren, Norjanmeren ja osia Barentsinmerestä, on käynnistänyt menettelyn Pohjanmeren piste- ja hajalähteistä tulevien ravinnepitoisuuksien raportoinnin yhdenmukaistamiseksi. EY:n komissio (CEC) ja Euroopan ympäristökeskus tukevat tätä toimenpidettä, jotta menetelmää voitaisiin mukauttaa myös muita jäsenvaltioita varten.

Itämeren kattamien OSPAR-alueiden ja Helsingin komission (HELKOM) alueiden poliittisena tavoitteena on vähentää ravinnepäästöjä 50 prosentilla siellä, missä nämä päästöt todennäköisesti aiheuttavat rehevöitymistä joko suoraan tai epäsuorasti.

Välimerellä joidenkin alueiden (”kuumien pisteiden”/puolittain suljettujen lahtien) rehevöityminen aiheuttaa huolta. Välimeren toimintasuunnitelman ensisijaisia tavoitteita on inventoida maalla sijaitsevat lähteet ja kannustaa toimenpiteisiin, joilla valvotaan rehevöitymistä ja jotka perustuvat ekosysteemin toimintaa koskeviin tieteellisiin tietoihin.

Mustanmeren ympäristöohjelman ensisijaisena tavoitteena on valvoa ravinnepäästöjä, erityisesti jokien valumia.

**Kuvio 10.4 Hapettuneet typpilaskeumat ilmakehästä**

Itämeri Pohjanmeri  
Kaakkois-Atlantti Välimeri  
Mustameri

Lähde: EMEP.

**Taulukko 10.1 Vuotuiset päästöt Pohjanmereen ja Kaakkois-Atlantiin**

	Typen kokonaismäärä					Fosforin kokonaismäärä				
	1991	1992	1993	1994	1995	1991	1992	1993	1994	1995
1 000 tonnia/vuosi										
Belgia <sup>1)</sup>	28/38	36/43	35/49	41/47	47/52	2,0	2/3	2,0	2,0	4/5
Belgian rannikko	16,2	15,3	13,2	-	10,1	2,0	1,6	2,0		1,8
Tanska	63,3	61,6	56,9	74,1	57,7	2,3	1,6	1,5	2,2	2,0
Ranska <sup>2)</sup>	67	67	67	67	67/120	-	-	-	-	-
Saksa	159,3	230,3	237,3	355,0	284,6	11,6	11,1	15,5	12,5	11,5
Irlanti <sup>3)</sup>	172,1	127,1	165,0	179,1	151,2	6,3	6,4	7,8	10,5	7,3
Alankomaat <sup>4)</sup>	310,0	400,0	360,0	490,0	580,0	17,0	20,1	21,1	27,5	34,1
Norja	88,5	101,1	93,8	97,2	105,6	3,3	3,8	3,6	4,1	3,9
Portugali	17,9	8,4	17,7	15,7	9,7	3,1	3,0	5,8	14,2	3,1
Ruotsi <sup>5)</sup>	6,1	5,9	32,5	6,9	40,1	0,2	0,2	0,7	0,3	1,3
Yhd. kuningask. <sup>6)</sup>	321/323	383/391	358/370	376	356/358	39/40	38	33	35/36	36

Huomautus: Päästöt suoraan mereen sekä jokien tuomat päästöt <sup>1)</sup> Alhainen/korkea arvio. <sup>2)</sup> Vain jokipäästöt ja samat arviot vuosittain. <sup>3)</sup> Samat epäsuorien päästöjen vuosittaiset arviot. <sup>4)</sup> Ei tietoja suorista päästöistä vuosina 1993/94. Arvioitu taso on noin 5 000 tonnia/vuosi (N) ja 1 000 tonnia/vuosi. (P) <sup>5)</sup> Ei tietoja jokipäästöistä vuosina 1990/91/92/94. Arvioitu taso on noin 30 000 tonnia/vuosi (N) ja 1 000 tonnia/vuosi (P). Tiedot vain OSPAR-alueelta. <sup>6)</sup> Fosforipäästöt ovat ortofosfaattifosforia. Tiedot koskevat kaikkia Yhdistynyttä kuningaskuntaa ympäröiviä meriä. Kanaalin osalta ei ole tietoja. Lähde: OSPARCOM Typen kokonaismäärä Fosforin kokonaismäärä



## 215 Meri- ja rannikkoympäristö

**10.3. Saastuminen**

Lähes kaikkia 6 luvussa kuvattuja kemiallisia saasteita löytyy Euroopan merien vesistä, sedimenteistä sekä kasvi- ja eläinkunnasta. Erityistä huolta aiheuttavia saasteita ovat raskasmetallit, hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet (POP) ja öljy. Näiden saasteiden vaikutukset ekosysteemiin ja niiden mahdolliset terveysvaikutukset merestä peräisin olevaa ravintoa käyttäviin ihmisiin ovat monimutkaisia, eikä niitä ymmärretä kovin hyvin. Seurantaohjelmissa keskitytään yleensä saastepitoisuuksiin eläin- ja kasvikunnassa - erityisesti kaloissa, äyriäisissä ja merinisäkkäissä - osittain, jotta saastetasot voitaisiin suhteuttaa meriin tulevien saasteiden määrään, ja osittain, jotta ravinnoksi käytettävien merenelävien saastepitoisuuksia voitaisiin verrata terveyden raja-arvoihin.

Jäljempänä esitettyjen saasteiden lisäksi Euroopan meriä kuormittavat radionuklidit. Ydinjätteen käsittelylaitoksista Yhdistyneessä kuningaskunnassa (Sellafield) ja Ranskassa (La Hague) tulevat päästöt mereen ovat yleisesti ottaen vähentyneet huomattavasti vuodesta 1990. Kestää useita vuosia, ennen kuin mereen päässeet radionuklidit ovat kulkeutuneet Skandinavian ja arktisen alueen rannikkovyöhykkeille. Jokin aika sitten Norja pyysi kiinnittämään huomiota Sellafieldin lisääntyneisiin Technetium-99:n päästöihin, jotka viipyvät ympäristössä pitkään ja joita ei poisteta tehokkaasti Sellafieldin puhdistuslaitoksessa. Technetium-99:ää on löydetty meressä elävistä lajeista Norjan rannikolta (Brown et al., 1998). Merellä käytettävät reaktorit ja muut arktisen alueen meriin ja Kaakkois-Atlantiin upotetut jätteet voivat tulevaisuudessa aiheuttaa radioaktiivista saastumista (EYK, 1996).

Tärkeimmät tietolähteet saasteiden määrästä merivedessä sekä Länsi-Euroopan monien jokisuiden ja rannikkovesien sedimenteissä, simpukoissa ja kaloissa ovat kansalliset ja kansainväliset seurantaohjelmat, sellaiset tietokannat kuten OSPARCOM ja HELCOM ja merten tutkimuksen kansainvälinen neuvosto (International Council for Exploration of the Seas, ICES). Välimeren saasteohjelman (The Mediterranean Pollution Programme, MEDPOL) tietokantaan sisältyy tietoja raskasmetalleista Välimeren eläin- ja kasvikunnassa; tietoja näyttää olevan käytettävissä hyvin vähän sedimenteistä eikä lainkaan itse vedestä. Vain hyvin vähän tietoja on käytettävissä Mustanmeren tai Kaspianmeren kalojen, äyriäisten ja sedimenttien saasteista. Kansainvälisten seurantaohjelmien tiedot ennen vuotta 1992 ovat liian hajanaisia, jotta niistä näkyisi sedimenttien saastumisen kehittymistä.

**10.3.1. Raskasmetallit**

Kuten luvussa 6 kuvataan, raskasmetallit kerääntyvät ravintoketjuun ja voivat uhata ravintoketjun huipulla olevia lajeja mukaan lukien ihmiset. Tämän vuoksi suoritetaan toimenpiteitä ympäristöön tulevien päästöjen vähentämiseksi, esimerkiksi raskasmetallien käytön asteittainen lopettaminen tuotteissa ja teknologian muutokset kuten elohopean käytön lopettaminen kloorialkaliteollisuudessa (katso myös luku 6, jakso 6.3).

Raskasmetallipitoisuuksia on mitattu simpukoista (kuvio 10.5), kaloista (kuvio 10.6) ja sedimenteistä (kuvio 10.7) sekä puhtailla että saastuneilla alueilla sijaitsevissa mittauspisteissä.

<b>Taulukko 10.2 Vuotuiset päästöt Itämeren alueella, 1990 - 95</b>
---------------------------------------------------------------------

	Typen kokonaismäärä			Fosforin kokonaismäärä		
	1990	1992	1995	1990	1992	1995
1 000 tonnia/ vuosi						
Tanska	83	70	66,5	5,3	3,9	2,3
Viro	59	51	46,5	2,8	1,6	1,3
Suomi	72	85	66,1	3,4	4,7	3,6
Saksa	14	16	21,4	1,2	1,6	0,6
Latvia	94	89	91,1	3,2	1,8	2,2
Liettua	19	20	36,8	1,7 <sup>1)</sup>	1,6	1,4
Puola	120	140	214,7	15	12	14,2
Venäjä	81	32	84,6	9,5	6,5 <sup>2)</sup>	7,1
Ruotsi	119	134	130,9	4,0	4,3	4,7
Yht.	661	637	758,6	46,1	38	37,4

<sup>1)</sup> jokien fosforin kokonaismäärää koskevat tiedot Liettuasta puuttuvat; laskennassa käytettiin vuoden 1987 lukua <sup>2)</sup> jokien fosforin kokonaismäärää koskevat tiedot Venäjältä ovat epätäydelliset vuodelta 1992 Lähde: HELCOM

**Taulukko 10.3 Vuotuiset päästöt Mustanmeren alueella, 1990-luvun puoliväli**

	Typen kokonaismäärä	Fosforin kokonaismäärä
	1 000 tonnia/vuosi	
Bulgaria	4,5	1,12
Georgia	1,6	0,43
Romania	89,7	0,51
Turkki	18,7	3,97
Venäjä	13,5	1,04
Ukraina	41,8	5,43
Kansainväliset joet	236,2	43 274
Yhteensä	406	54,93

Lähde: Mustanmeren ympäristöohjelma

## 216 Euroopan ympäristö

*Kadmium*

Simpukoiden kadmiumpitoisuudet olivat 10 - 1 700 µg/kg ww (märkää painoa, wet weight), eikä niissä ollut selkeää ajallista kehitystä. Jopa 300 µg/kg:n pitoisuuksia voi esiintyä kaukanakin päästölähteistä, joten tulokset osoittavat saastumisasteen olevan alhaista tai keskinkertaista. Korkeimmat pitoisuudet löydettiin Reinin suun läheltä kerätyistä simpukoista.

Kalojen kadmiumpitoisuus vaihteli hyvin alhaisesta, korkeintaan 15 µg/kg:sta ww Suomenlahdessa, Pohjanlahdessa ja Välimeren keskiosan avoimilla vesillä 560 µg/kg:hen Kreikan rannikon otoksissa.

Sedimenttien kadmiumpitoisuuksien vaihtelu oli 10 - 9 000 µg/kg dw (kuivaa painoa, dry weight). Lukuun ottamatta joitakin hyvin läheltä pistelähteitä otettuja näytteitä suurimmat pitoisuudet mitattiin Reinin suun läheltä. Yleensä alle 200 µg/kg olevia pitoisuuksia voidaan pitää taustapitoisuuksina.

*Lyijy*

Simpukoiden lyijypitoisuus vaihteli merkittävästi erittäin alhaisesta arvosta 15 µg/kg ww Islannissa 1 200 µg/kg:hen Reinin suulla ja jopa 3 300 µg/kg:hen Espanjan Välimeren rannikolla. Taustapitoisuudet ovat yleensä alle 500 µg/kg.

Merien eläin- ja kasvikunnan lyijypitoisuus laskee yleensä noin viisi prosenttia vuodessa, mikä on yhdenmukaista lyijyllisen bensiinin käytön vähenemisen kanssa.

Sedimenttien lyijypitoisuuksien vaihtelu oli 1 700 - 167 000 µg/kg dw. Lyijyn luontainen pitoisuus sedimenteissä on yleensä korkeintaan 30 000 µg/kg, mikä viittaa siihen, että useimmilla havaintopaikoilla havaitut pitoisuudet ovat lähellä taustatasoja. Kohonneita arvoja havaittiin Osloonvuonossa ja Göteborgin lähellä.

*Elohopea*

Elohopea aiheuttaa erityistä huolta suuren myrkyllisyytensä vuoksi (merieliöissä olevana orgaanisena metyylielohopeana). Simpukoiden elohopeapitoisuudet olivat seitsemästä noin 900:ään µg/kg ww, ja taustapitoisuudet yleensä alle 30 - 40 µg/kg. Pitoisuudet olivat lähellä taustapitoisuuksia useimmilla paikoilla, mutta ne olivat 120 µg/kg Espanjan Atlantin rannikolla, jopa 420 µg/kg Adrianmeren itäosissa ja jopa 910 µg/kg Luoteis-Välimerellä.

Kalojen elohopeapitoisuus vaihteli kohtalaisesta vähäiseen eli noin 20 - 100 µg/kg ww, mutta Reinin suulta todettiin 135 µg/kg:n pitoisuus ja Välimereltä jopa pitoisuus 200 µg/kg.

Välimeressä oleva tonnikalapopulaation suuri elohopeapitoisuus, joka oli jopa 4 300 µg/kg eli neljä tai viisi kertaa korkeampi kuin Atlantin tonnikaloissa, voi aiheutua luonnollisista syistä, koska tonnikalat vaeltavat ja ruokailevat laajoilla alueilla kaukana mahdollisista ihmisen aiheuttamista saastelähteistä (Bernhard, 1988) ja koska Välimeri on osa Tyynenmeren ympäristön, Välimeren ja Himalajan vyötä, jonka peruskalliossa on elohopeaa ja rautaa (Moore ja Ramamoorthy, 1984).

Sedimenttien elohopeapitoisuudet olivat 10 - 1 180 µg/kg dw. Taustapitoisuudet ovat yleensä alle 100 µg/kg. Korkeimmat pitoisuudet löydettiin näytteistä, jotka oli koottu Osloonvuonon sisäosista (luultavasti läheltä pistelähdettä), Reinistä, Thamesista ja Saksanlahdesta.

Kaiken kaikkiaan kadmium-, lyijy- ja elohopeapitoisuudet simpukoissa ja kaloissa Luoteis-Euroopassa poikkeavat yleensä vain vähän ”puhtaiden” (eli kaukana saastelähteistä olevien) kohtien pitoisuuksista, eivätkä ne näytä vaihtelevan ajan myötä. Pitoisuuksiin näyttää pääasiassa vaikuttavan etäisyys päästöjen pistelähteisiin, eikä merkittävää ajallista kehitystä ole. Raskasmetallit eivät ole suuri huolenaihe Itämerellä. Välimerellä ei ilmene merkittäviä

vaikutuksia, mutta elohopeaa koskevaa erityisongelmaa olisi seurattava erityisesti rajoitetuilta, lähellä tunnettuja ihmisten aiheuttamia lähteitä olevilta alueilta otetuissa merieläinnäytteissä. Mustanmeren raskasmetallipitoisuudet ovat yleensä alhaiset ja lähellä tausta-arvoja, mutta on joitakin alueita, joilla on kohonneita voimakkaaseen teolliseen toimintaan liittyviä pitoisuuksia, ja tarkempia tutkimuksia tarvitaan (GEF/BSEP, 1997).

### ***10.3.2. Hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet***

Hitaasti hajoavia orgaanisia saasteita (POP) tavataan kaikkialla Euroopan merissä pääasiassa ilmakehän laskeumien johdosta, ja toisinaan ne ovat kulkeutuneet kauas alkulähteestään. Niissä aiheuttavat erityistä huolta niiden myrkyllisyys, niiden elimistöön vaikuttava osuus ja pysyvyys ympäristössä. Tietoja yhdestä PCB-tyypistä sisältyy kuvioon 10.6.

## 217 Meri- ja rannikkoympäristö

PCB-pitoisuudet Euroopan rannikkovesissä, eläin- ja kasvikunnassa sekä sedimenteissä ovat yleensä alhaisia, eikä niissä ole havaittu selkeää ajallista kehitystä. Barentsinmeren pohjoisosissa Svalbardin jääkarhujen PCB-pitoisuudet ovat kuitenkin korkeimmat alueelta ilmoitetut. Itämerellä organismien PCB-pitoisuudet ovat laskeneet vuodesta 1970 lähtien, mutta määrät ovat kaksinkertaiset verrattuina Ruotsin länsirannikon organismien pitoisuuksiin (HELCOM, 1996). Korkeita PCB-pitoisuuksia on todettu Itämereltä ja Barentsinmereltä ravintoketjun huipulla olevista merinisäkkäistä (Ambio, 1990b; Olsson et al., 1992).

Jokin aika sitten sopimuspuolten ympäristöministerit pyysivät OSPARCOMia ja Euroopan komissiota käynnistämään tutkimuksia ja riskinarviointeja tietojen parantamiseksi sellaisten aineiden, kuten hitaasti hajoavien orgaanisten yhdisteiden seurauksista, joiden epäillään vaikuttavan sisäeritykseen tai hormonitoimintaan, sekä hyväksyvän ja toteuttavan tarpeellisia toimenpiteitä viimeistään vuoteen 2000 mennessä (POP-yhdisteiden ekologisista vaikutuksista, katso luku 6, jakso 6.4).

### *10.3.3 Öljysaasteet*

Merien öljysaasteiden tärkeimmät lähteet ovat:

- valumat ja päästöt maalta;
- merenkulku;
- öljyn etsintä- ja tuotantotoimet;

**Kuvio 10.5 Raskasmetallit sinisimpukoiden pehmeissä kudoksissa, 1980 - 96**  
Kadmium, elohopea ja lyijy sinisimpukoiden pehmeissä kudoksissa

Lähde: EYK-ETC/MC kansainvälisten seurantatietokantojen (ICES) perusteella

## 218 Euroopan ympäristö

- ilmakehän laskeumat;
- vahingossa tapahtuneet öljypäästöt;
- öljyn luontainen suotuminen.

Näiden lähteiden suhteellinen merkitys vaihtelee eri merissä. Esimerkiksi Pohjanmerellä jokien valumat aiheuttavat 45 - 60 prosenttia sen hiilivetyjen vuotuisesta kokonaissaannista; offshore-etsintä ja -tuotanto noin 20 - 30 prosenttia; ja ilmakehän laskeumat noin kymmenen prosenttia (GESAMP, 1993; OLF, 1991). Viereiseen Itämereen tulee noin 90 prosenttia hiilivedyistä maalta pääasiassa jokien ja ilmakehän laskeuman kautta ja kymmenen prosenttia merellä olevista lähteistä (HELCOM, 1996).

Merien organismit tuottavat ja käyttävät luontaisesti hiilivetyjä, mikä aiheuttaa merien hiilivetyjen luontaisen tason, joka voi kohota merenpohjan lävitse tapahtuvan luonnollisen suotumisen tuloksena. Tyypilliset taustapitoisuudet ovat alle 0,005 mg/l merivedessä ja 10 mg/kg sedimenteissä.

Tiedot Pohjois-Euroopan alueen vesien ja sedimenttien öljypitoisuudesta ovat melko kattavat, mutta tietojen puuttuminen muista meristä johtaa hajanaiseen kuvaan Euroopan tasolla. Lisäksi yleisen kehityksen arviointia ja vertausten tekoa vaikeuttavat erot tutkimus- ja analyysimenetelmissä, laitteissa, käytetyissä mitoissa ja raportoinnissa.

**Kuvio 10.6 Elohopea ja eräs PCB-yhdiste kaloissa, 1980 - 96**

Elohopea ja PCB-153 kaloissa

Lähde: EYK-ETC/MC kansainvälisten seurantatietokantojen (ICES) tietojen perusteella.

## 219 Meri- ja rannikkoympäristö

*Vienanmeri*

Vienanmeressä veden öljypitoisuus oli vuonna 1995 verrattavissa Dobris-arvioinnissa vuodelta 1989 ilmoitettuihin tasoihin. Vuonna 1995 pohjasedimenttien tasot olivat 4 - 23 mg/kg verrattuna pitoisuuksiin 50 - 320 mg/kg vuosina 1987 - 92 (AMAP, 1997), mikä voidaan yhdistää sotilaallisen toiminnan vähenemiseen alueella. Kaiken kaikkiaan Vienanmeren öljyasaastetilanne näyttää paranevan.

*Barentsinmeri*

Barentsinmeren avomerialueilla pohjasedimenttien vuosina 1987 - 92 sekä vuonna 1995 otettujen näytteiden pitoisuudet olivat samankaltaiset kuin Vienanmerellä (AMAP, 1997), ja tilanne näyttää yleisesti paranevan. Näyttää kuitenkin siltä, että satama-alueet kuten Kuolanlahti ovat yhä voimakkaasti hiilivetyjen saastuttamia: pintavesistä löydetään jopa 0,75 mg/l:n pitoisuuksia ja pohjan läheltä jopa korkeampia pitoisuuksia talvikausina (AMAP, 1997). Monet muut Barentsinmeren satamat ovat öljyn pahoin saastuttamat, ja sedimentin pitoisuudet ylittävät 1 000 mg/kg viidessä yhteensä 14:stä Norjan Jäämeren rannalla olevasta tutkimuspisteestä (AMAP, 1997).

*Pohjanmeri*

Öljyntuotantolaitosten saastuneiden vesien kokonaispäästöt lisääntyvät, kun kentät vanhenevat ja tuotantoon otetaan lisää kenttiä. Veden öljypitoisuudet ovat kuitenkin alhaiset (<40 mg/l), ja hajoaminen ja laimeneminen on nopeata ja erittäin suurta: liiallisia hiilivetypitoisuuksia on havaittu vain hyvin lähellä öljyntuotanto-

**Kuvio 10.7 Raskasmetallit ja eräs PCB-tyyppi pintasedimenttinäytteissä, 1991**  
**- 94**

Raskasmetallit ja PCB-153 pintasedimenteissä

Lähde: EYK-ETC/MC kansainvälisten seurantatietokantojen tietojen perusteella (ICES)



## 220 Euroopan ympäristö

laitoksia. Sedimenttien korkeimmat öljypitoisuudet löytyvät offshore-porausalusten ympäriltä, jonne on upotettu öljypohjaista porausmutaa. Pitoisuuksien oletetaan laskevan näiden päästöjen vähitellen loppuessa. Norjan offshore-alueiden lähellä olevien sedimenttien maksimipitoisuudet olivat <30 - 2 500 mg/kg vuonna 1994 ja <50 - 1 600 mg/kg vuonna 1995 (SFT, 1996;1997), mutta pitoisuudet laskevat yleensä lähelle taustatasoja 2 - 6 km päässä laitoksista.

Merien saastumista aiheuttavien suurien onnettomuuksien ja öljyvuotojen kehitystä maailmanlaajuisesti käsitellään luvun 13 jaksossa 13.2.3. Vuosina 1992 - 1996 sekä onnettomuudet että vuotaneen öljyn määrä vähenivät.

Noin 150 000 tonnia öljyä vuoti Välimerellä vuonna 1991, mutta lukuun ottamatta kahta tapausta Pohjois-Atlantilla (vuonna 1992 71 457 tonnia, vuonna 1996 71 429 tonnia) ja yhtä Norjanmerellä (vuonna 1993: 89 286 tonnia) (kartta 10.1) onnettomuuksien määrä kaikilla alueellisilla merillä laskee (kuvio 10.8).

Joillakin merillä öljyvuotoja seurataan ilmasta käsin. Öljylauttojen lukumäärä Pohjanmerellä oli suurimmillaan 1 104 vuonna 1989, ja se on laskenut tasaisesti vuodesta 1992 lähtien (kuvio 10.9). Tapausten suurimmat lukumäärät vuosina 1995 ja 1996 - lähellä Belgian, Alankomaiden ja Saksan rannikkoja (BAWG, 1997) - liittyvät näiden alueiden tiheään liikenteeseen. Öljylauttoja on enemmän kuin onnettomuuksia luultavasti laittomien öljypäästöjen vuoksi.

Itämeren öljyasaasteita lisäävät merkittävästi tiheän laivaliikenteen aiheuttamat pienet ja keskisuuret vuodot (määrältään alle yksi m<sup>3</sup>). Ilmavalvonnalla havaittiin 600 - 700 vuotoa vuodessa vuosina 1988 - 93. Vuonna 1994 niiden määrä lisääntyi 30 prosenttia (HELCOM, 1996). Nämä vuodot rajoittuvat pääasiassa laivaväyliin, ja ne aiheuttavat merkittävän uhan talvehtiville linnuille.

Hiilivetyasaasteista ei ole käytettävissä tietoja Kaakkois-Atlantilta. Vedessä olevasta öljystä ei ole tietoja Välimereltä, jonka alueilla on noin 40 öljyyn liittyvää kohdetta (putkiterminaaleja, puhdistuslaitoksia, offshore-lauttoja, jne.) ja jolla lastataan joka vuosi arviolta 0,55 ja puretaan 0,15 miljardia tonnia raakaöljy- ja bensiinituotteita.

Öljy on saastuttanut vakavasti suuren osan Mustamerta erityisesti satamien ja jokisuiden lähellä, ja saastumista on eniten Tonavan suun lähellä (Bayona ja Maldonado, tulossa). Avomerellä pitoisuudet ovat noin kymmenen kertaa suuremmat kuin Välimeren länsiosissa, mihin on luultavasti syynä Mustanmeren suuri laivaliikenne. Sedimenttimittaukset viittaavat siihen, että Tonava ja Odessa ovat tärkeitä lähteitä. Laittomien päästöjen arvellaan olevan merkittäviä.

Vaikka öljy on saastuttanut Kaspianmerta jo kauan, ei näytä olevan käytettävissä viimeaikaisia tietoja sen hiilivety- tai PAH-tasoista.

Yleiskuva Euroopan merien öljyasaasteista on hajanainen, eikä yleisestä kehityksestä voida esittää luotettavaa arviota. Suuri osa öljystä tulee jatkuvasti maalta jokien mukana.

**Kuvio 10.8 Onnettomuuksien määrä eri aluemerillä**

Kaspianmeri 1,1.%  
Välimeri 32,2 %  
Koillis-Atlantti 25,6 %  
Pohjanmeri 21 %  
Mustameri 8,9%  
Itämeri 6,6 %  
Norjanmeri 4,4 %  
Lähde: ITOPF, 1997

**Kuvio 10.9 Ilmavalvonnalla vuosittain havaittujen öljylauttojen lukumäärä Pohjanmeressä**

Lähde: BAWG, 1997

## 221 Meri- ja rannikkoympäristö

Lisäksi monet pienet ja satunnaiset suuremmat tiheän merenkulun alueilla tapahtuvat vuodot voivat aiheuttaa merkittävää paikallista vahinkoa (pääasiassa uimarantojen likaantumista, kala- ja äyriäissaaliiden huononemista sekä lintupopulaatioiden vähenemistä), ja on syytä ryhtyä toimenpiteisiin merellä tapahtuvien laittomien öljypäästöjen estämiseksi. Ei ole todisteita sen paremmin suurien öljyvuotojen kuin jatkuvien öljynlähteidenkään aiheuttamista peruuttamattomista vahingoista merien luonnonvaroilta (GESAMP, 1993).

### **10.4. Kalastus ja kalankasvatus**

Euroopan kalastuslaivastossa on vakavassa määrin ylikapasiteettia. Hiljattain ilmestyneestä kertomuksesta (ICES, 1996) ilmenee, että tarvitaan 40 prosentin kapasiteetin väheneminen, jotta määrä vastaisi käytettävissä olevia kalavaroja.

Liikakalastuksella voi olla suuri vaikutus merien ekosysteemeihin. Esimerkiksi Pohjanmerellä se vaikuttaa meren elämän vakauteen ja kestävyYTEEN. Vaikutukset voivat olla suoria taikka epäsuoria siten, että merenpohjan elinympäristöjä vahingoitetaan puomitroolauksen kaltaisen tekniikan kautta. Epäsuorat vaikutukset voivat kohdistua myös muihin lajeihin kuten merilintuihin ja merinisäkkäisiin.

Kalankasvatus, jota kehitetään osittain liikakalastusongelman voittamiseksi, voi aiheuttaa meriympäristössä korkeita ravinnepitoisuuksia ja mikrobiologista saastumista.

### **Kartta 10.1 Suuret säiliölaivavuodot, 1970 - 96**

Lähde: ITOPI, 1997

## 222 Euroopan ympäristö

Useimmissa tapauksissa kalankasvatusaltaat kelluvat merellä alueilla, jotka muodostavat suojeltuja puolittain suljettuja alueita, joiden pinnanmuodostus yleensä merkitsee veden huonoa vaihtuvuutta. Tällaiset alueet ovat erityisen herkkiä kalankasvatuslaitosten ravinne- ja antibioottiymp. päästöille. Kalankasvatus voi aiheuttaa luonnollisen ekosysteemin geneettistä häiriintymistä, vieraiden lajien tuloa alueelle, tautien ja loisten siirtymistä sekä kemikaalisäasteitä.

Vaikka joitakin kalastuksen vaikutuksia onkin vaikea ilmasta määrällisesti, on riittävästi tietoja vakavista ja peruuttamattomista vahingoista, jotta voitaisiin vaatia ennaltavaraantumisen periaatteen soveltamista merien hoitoon, kuten Rion julistuksessa ja Agenda 21:ssä korostetaan.

### **10.4.1. Kalansaaliit ja kalavarannot**

Vuotuinen kokonaismäärä on viimeiset 15 vuotta ollut vakiintuneesti noin 10 - 12 miljoonaa tonnia (kuvio 10.10). Tässä kuviossa näkyvät 17 maata vastaavat noin 96 prosentista Euroopan merikalansaaliiden yhteismäärästä.

Saaliiden kannalta suurimpia maita ovat Norja, Tanska, Islanti, Venäjä, Espanja, Yhdistynyt kuningaskunta ja Ranska. Kalastaminen kaukovesillä on vähentynyt suuresti entisessä Neuvostoliitossa, Puolassa, Romaniassa ja Bulgariassa, minkä johdosta saaliit ovat pienentyneet suuresti. Näissä maissa kaukokalastuksen osuus kokonaissaaliista on vähentynyt noin 40 prosentista vuonna 1983 noin 20 prosenttiin vuonna 1993. Näiden maiden laivastot ovat yleensä vanhoja ja kipeästi nykyaikaistamisen tarpeessa. Kuvio 10.10 Kalansaaliit ja vesiviljelyn tuotanto, 1980 - 95 Lähteet: ICES, FAO

## 223 Meri- ja rannikkoympäristö

Kalankasvatus on suurinta Ranskassa, Norjassa, Espanjassa, Alankomaissa ja Yhdistyneessä kuningaskunnassa. Kasvu on ollut suurinta Norjassa (etupäässä lohenviljelyssä). Tuotanto vähenee Espanjassa, mutta kasvaa useimmissa muissa maissa. Merien kalankasvatuksen kokonaistuotanto Euroopassa lisääntyi noin 0,6:sta noin 0,9:ään miljoonaan tonniin vuosina 1980 - 1994, mutta sen osuus Euroopan kalansaaliiden kokonaismäärästä on yhä vain noin kahdeksan prosenttia.

Euroopan tärkeiden merialueiden vuotuiset kalansaaliit ja kalojen määrät näkyvät kuvioista 10.11. Tiedot perustuvat ICES:in ja FAO:n saalistilastoihin ja kalakantoja koskeviin arvioihin.

### *Barentsinmeri*

Barentsinmeressä elää suhteellisen harvoja lajeja (pääasiassa villakuore, silli ja turska), ja joidenkin kannat ovat hyvin suuret. Kantoihin ei näytä liittyvän ongelmia. Villakuorekanta ja Pohjoisen Jäämeren turskakanta ovat mahdollisesti näiden lajien suurimmat kannat maailmassa. Villakuorekanta romahti kaksi kertaa lisääntymisen epäonnistuttua vuosina 1985 - 1995, mutta kannan menestyessä saaliit ovat suuria (yli viisi miljoonaa tonnia vuodessa).

### *Pohjoiset meret ja Islanninmeret*

Pohjoiset meret (Norjan-, Islannin- ja Grönlanninmeri) muodostavat suuren alueen, jolla on useita syviä altaita. Atlantin lämpimien vesimassojen sekoittuminen arktiselta alueelta peräisin olevaan kylmään veteen aiheuttaa suurta biologista tuottavuutta. Vallitsevia alueella ovat suuret vapaan veden kalakannat, silli-, villakuore- ja mustakitaturskakannat. Pohjakalojen kantoja on pääasiassa Islantia ympäröivältä jalustalla ja Norjan jalustalla.

Vapaan veden kalalajien lisääntyneet kannat ovat koostuneet viime vuosina etupäässä sillistä, jonka kanta on toipunut 1960-luvun lopun suuresta romahduksesta. Sillinyntyä on rajoitettu voimakkaasti, ja saaliit olivat lähes olemattomia 1970-luvulla. Vuotuinen kiintiö on nyt 1,5 miljoonaa tonnia. Tärkeimpien kalastusalan osapuolten sallitusta kokonaissaaliista ja kiintiöistä tekemät viimeaikaiset sopimukset (ICES, 1997) antavat toivoa siitä, että sillikantaa hoidetaan nyt vastuullisemmin.

Vapaan veden kalakannat ovat erittäin hyvässä kunnossa myös Islannin vesillä (ICES, 1997). Eräät Islannin jalustan pohjakalojen kannat olivat alhaisimmillaan viimeisen vuosikymmenen aikana, mutta voimakas sääntely näyttää onnistuvan, koska turskakanta ja eräät muut kannat lisääntyvät jälleen (ICES, 1996).

### *Pohjanmeri*

Pohjanmeressä on hyvin monia kalalajeja, joita käytetään ihmisen ravinnoksi tai teollisiin tarkoituksiin (kalajauheeksi ja -öljyksi). Vuotuinen kokonaissaalis lisääntyi noin miljoonasta tonnista vuosisadan alussa 1,8 - 2,8 miljoonaan tonniin viimeisten 15 vuoden aikana. Vallitsevia saalislajeja ovat nykyisin teollisiin tarkoituksiin käytettävät lajit. Vapaan veden kalalajien saaliit vaihtelevat suuresti, ja pohjakalojen saaliit vähenevät (ICES, 1996).

Useimpien kaupallisesti hyödynnettyjen kalakantojen tilanne on vakava. Makrillikanta on romahtanut eikä osoita mitään elpymisen merkkejä. Tärkein poikkeus ovat teolliset lajit, jotka luultavasti kestävät nykyiset hyödyntämistasot. Muiden kuin hyötykalojen väheneminen aiheutuu kaupallisen kalastuksen sivutuotteena tulevista saaliista. Kalastuslaivasto on vähentynyt jonkin verran vuosina 1995 ja 1996.

### *Itämeri*

Itämeren olosuhteita hallitsee suuri makean veden virtaus ympäröivistä maista ja suuri, mutta harvoin tapahtuva, meriveden vaihtuminen pääasiassa talvisaikaan. Suuri ravinteiden saanti yhdessä veden seisomisen ja suurten Pohjanmereltä tulevien virtausten puuttumisen kanssa vaikuttaa koko mereen, ja suurin osa

**Kuvio 10.11 Tärkeimpien aluemerialueiden kutevan kannan biomassa ja saaliit, 1980 - 95**

Itämeri	Barentsin meri	Mustameri	Välimeri
Pohjanmeri	Norjanmeri	Yhd. kuningask.	Länsiosa

saaliit  
kuteva kanta

Huomautus: kuteva kanta tärkeimpien arvioitavien kaupallisten kalalajien biomassojen summana  
Lähteet: ICES, FAO

## 224 Euroopan ympäristö

syivistä altaista on hapettomia. Tämä uhkaa turskakantoja, joita myös liikakalastus heikentää. Itämeren lohi on uhanalainen, koska sen lisääntyminen on epäonnistunut suuresti 1970-luvulta lähtien luultavasti orgaanisten kloorisaasteiden vuoksi (ICES, 1994).

### *Brittein saarten länsipuolinen merialue*

Tämä on kahden vapaan veden kalalajin, mustakitatorskan ja makrillin kutualueetta, jotka molemmat käyttävät Norjanmerta ja Pohjanmerta ravintoalueinaan. Yli miljoona makrillia pyydetään vuosittain. Makrillikanta on pudonnut noin neljästä miljoonasta tonnista 1970-luvun alkupuolella noin puoleen tuosta määrästä, ja sen arvioidaan nyt olevan alhaisimmillaan sitten vuoden 1972. Arviot mustakitatorskakannasta vaihtelevat noin kahdesta miljoonasta noin viiteen miljoonaan tonniin, ja kutevan kannan oletetaan lisääntyvän (ICES, 1997). Turska- ja kummeliturskakannat ovat lähellä turvallista biologista raja-arvoa.

### *Biskajanlahti ja Iberianmeret*

Itä-Atlantin jalustaa myötäilevä Iberian alue on hyvin tuottava, koska pintaan tulee lämpimiä ja runsaasti ravinteita sisältäviä vesimassoja. Alueella on useita sekä kaupallisia että muita kalalajeja. Kummeliturskakannat ovat hälyttävän alhaiset, eivätkä todennäköisesti elvy nykyisillä kalastusmäärillä. Sardiinikanta, joka on vähentynyt useiden vuosien ajan, on nyt hyvin pieni ja turvallisen biologisen rajan alapuolella. Makrillisaalit ja -kannat ovat olleet suhteellisen vakaita viimeiset kymmenen vuotta (ICES, 1996).

### *Välimeri*

Puutteellisten tilastotietojen vuoksi on vaikeata seurata tämän meren saastumista ja arvioida kalakantoja. On jonkin verran todisteita siitä, että pohjakalakantoja kalastetaan liikaa. Vapaan veden kalojen pieniä kantoja kalastetaan myös liikaa, mutta pienten vapaan veden kalojen kuten sardiinin ja anjoviksen kalastuksen Välimeren itäosissa arvellaan olevan turvallisten biologisten rajojen sisällä. Huolta aiheuttaa suurempien vapaan veden lajien kuten tonnikalan ja miekkakalan tilanne. Saaliissa on suuria määriä keskenkasvuisia kaloja, ja on merkkejä siitä, että kannat vähenevät.

### *Mustameri*

Mustanmeren kalansaaliit lisääntyivät vuosiin 1985 - 86 asti, jolloin ne vähenivät jyrkästi. Luoteisella jalustalla anjovissaaliit vähenivät ainakin kymmenkertaisesti, ja anjoviksen kalastus loppui kokonaan Azovinmerellä vuoden 1989 jälkeen.

Tämä kalastuksen romahdus liittyi liikakalastukseen - laivaston lisääntyttä 1 800 aluksesta vuonna 1976 4 000 alukseen vuonna 1995 (GEF/BSEP, 1997) - sekä veden heikkenevään laatuun. Useimpien pienten vapaan veden kalojen kuten anjoviksen kannat ovat elpyneet osittain 1990-luvun alun jälkeen (GEF/BSEP, 1997).

### **10.4.2. Vastatoimet ja näkymät**

EU:n yhteinen kalatalouspolitiikka (CFP) on Euroopan tärkein kalatalouspolitiikka, jonka päätavoitteena on kalastuskapasiteetin saattaminen tasapainoon olemassa ja käytettävissä olevien voimavarojen kanssa. EU:n kalastuslaivaston ylikapasiteettia pidetään suurimpana yksittäisenä seikkana, joka estää siirtymistä kestäväan kalatalouteen. Ongelmaa käsitellään sarjalla monivuotisia ohjauksjärjestelmiä (MAGP), joiden tuloksena laivaston vetoisuus on vähentynyt 15 prosenttia vuosina 1991 - 1996. Uusista tavoitteista vuoteen 2002 mennessä sovittiin vuonna 1997: 30 prosentin vähennys kalastuksen kohteena olevissa kannoissa, jotka ovat ”vaarassa huveta” (esimerkiksi Pohjanmeren turska), 20 prosentin vähennys ”liikakalastetuissa” kannoissa (esimerkiksi Välimeren miekkakala) ja kalastuksen säilyttäminen ennallaan muiden kantojen osalta muutamin poikkeuksin.

Suurimmat sallitut saaliit kalastuksen rajoittamiseksi on CFP:n tärkein hallintaväline. Näitä sovelletaan yhdessä teknisten toimenpiteiden kanssa, joiden tavoitteena on vaikuttaa

kalastusmenetelmiin esimerkiksi rajoittamalla verkkojen silmäkokoa. Näiden toimenpiteiden käyttö sekalaisten lajien kalastuksessa ja monien kantojen (erityisesti Välimeren pohjakalojen ja pienten vapaan veden kalakantojen ) tilaa koskevien tietojen puute vähentää niiden tehokkuutta. Kiintiöillä rajoitetaan vain laillisia saaliita; niillä ei vältetä muiden kuin toivottujen kalojen taikka muiden lajien satunnaisia saaliita, eivätkä ne estä niin kutsuttujen ”mustien kalojen” laitonta pyyntiä. Kun otetaan huomioon nykyisten järjestelyjen puutteet, kiinnitetään enemmän huomiota alusten suorittaman kalastuksen määrän rajoittamiseen, josta käytetään nimitystä ”ponnistusten valvonta” (effort control).

Itämerellä sallituista kokonaissaaliista ja kansallisten kiintiöiden myöntämisestä sopii kansainvälinen Itämeren kalastuskomissio. Vuonna 1997 Helsingin komissio korosti nykyisten parhaaseen käytettävissä olevaan teknologiaan ja parhaisiin ympäristökäytäntöihin tähtäävien säännösten jatkuvaa lujittamista ja uudisti useita suosituksiaan lisävaatimusten tai ankarampien vaatimusten sisällyttämiseksi niihin.



## 225 Meri- ja rannikkoympäristö

Välimeren rannikkomailla on oma kansallinen kalatalouspolitiikkansa. EU yhteensovittaa jäsenvaltioidensa politiikkaa ja ottaa huomioon Välimeren kalastusneuvoston (General Fisheries Council for the Mediterranean) kannat. Kansallisella ja kansainvälisellä tasolla hallinta keskittyy lupien ja tukien valvontatoimiin pikemminkin kuin kiintiöiden valvontaan. Kantojen tilaa koskevissa tiedoissa on vakavia puutteita, mikä johtuu pääasiassa puutteellisista tilastoista ja yhteensovittamisen puutteesta.

Pohjanmerellä ei ole käytössä kiintiöiden eikä ponnistelujen valvontaa, eikä kalastuksen asianmukaisesta tasosta ole sovittu kansainvälisesti. Vaikka laivaston koko on pienentynyt Mustanmeren pohjoisosissa ylläpitoon käytettävien varojen puutteen vuoksi, investoinnit kalastuslaivastoon (joka nykyisin toimii tappiolla) ovat jatkuva uhka. Pelätään myös, että kalankasvatus laajenee nopeasti kysynnän tyydyttämiseksi ilman, että käytössä on riittäviä varoimenpiteitä.

Muita vastatoimia ovat sopimus hajanaisista ja laajalti vaeltavista kalakannoista, jonka pitäisi auttaa suojelemaan noin kymmentä prosenttia valtameristä pyydettyjen kalojen maailmanlaajuisesta kannasta samoin kuin eri maiden alueilla parveilevista kannoista. Vuonna 1995 YK:n FAO:n konferenssi hyväksyi vapaaehtoisen Vastuuntuntoisen kalastuksen käyttäytymissäännösten (Code of Conduct on Responsible Fisheries).

Kalateollisuuden kuluttajien edustajat ovat yhdessä kansalaisjärjestöjen kanssa kiinnittäneet huomiota kalatalouden kestävään hallintoon. Kuluttajien huoli kalakannoista on lisääntynyt kansalaisjärjestöjen, erityisesti Greenpeacen, kampanjoiden seurauksena. Vuonna 1996 WWF ja Unilever perustivat riippumattoman 'Kestävän meritalouden neuvoston' (Marine Stewardship Council). Yksi sen tavoitteista on edistää markkinapohjaisia ratkaisuja ottamalla käyttöön kalataloustuotteiden merkinnät.

Edellä esitetyn katsauksen perusteella on kaiken kaikkiaan selvää, että nykyinen kalatalouden valvontapolitiikka ja sen toimenpiteet ovat joko riittämättömiä tai niitä ei toteuteta riittävän tehokkaasti, ja että enemmän on tehtävä kestävä kalatalouden aikaansaamiseksi Euroopassa.

### 10.5. Rannikkoalueiden ja rannikkoalueiden hoidon muutokset

Euroopan rannikkovyöhykkeet ovat suuria taloudellisia ja ekologisia voimavaroja, ja ne vetävät puoleensa hyvin monenlaista ihmisten toimintaa. Rannikoilla olevien kaupunkikeskittymien väestö on noin 120 miljoonaa, ja se kasvaa koko ajan, mikä lisää kilpailua rajallisista voimavaroista samoin kuin saastumista, elinympäristöjen tuhoutumista ja rannikoiden eroosiota. Lisääntyvät paineet rannikkoalueiden kehittämiseksi asuntoja, teollisuutta, matkailua, kalataloutta ja muita käyttötarkoituksia varten pahentavat näitä ongelmia. Taulukossa 10.4 on yleiskatsaus sosioekonomisten alojen kehitykseen Euroopan rannikkoalueilla.

Teollisuudella, liikenteellä (mukaan lukien merenkulku ja satamat) ja kaupungistumisella on suuria ympäristövaikutuksia kaikilla seuduilla (kartta 10.2). Matkailulla ja vapaa-ajankäytöllä on merkittäviä vaikutuksia Välimerellä ja Itämeren luoteisosissa. Elinympäristöjä ja kasvillisuutta tuhoutuu ja eläimet häiriintyvät Välimeren alueen jokien suistoalueilla (kartta 10.3).

Rannikkomaiseman herkkyys tälle kehitykselle riippuu rannikon luonteesta, erityisten elinympäristöjen olemassaolosta ja vaikutusten luonteesta. Rannikkotasangot ovat yleensä herkempiä kuin kalliorannat, ja rannikot, joilla vuoroveden vaihtelut ovat pieniä, ovat herkempiä kuin ne, joilla vuoroveden vaihtelut ovat suuret, erityisesti kun kyseessä ovat saasteet sekä pinnan hydrologian ja pohjaveden muutokset (CZM Centre, EUCC, 1997).

Rannikkoseudut ovat luonteeltaan dynaamisia ja usein alttiita eroosiolle (Bird, 1986). Ne ovat myös alueita, joihin todennäköisimmin vaikuttavat

**Taulukko 10.4 Yleiskatsaus sosioekonomisten alojen kehityksestä Euroopan unionin rannikoilla**

Alat	Teollisuus	Energia	Kaupungistuminen	Matkailu & virkistys	Liikenne	Merenkulku & satamat	Kalastus	Maatalous
Rannikkoseutu								
Itämeri	0	+	+	++	++	++	-	0
Pohjanmeri	0	+	++	+	++	+++	--	-
Atlantin kaari	0	+	+	+	++	0	--	-
Välimeri	0	0	+++	+++	+++	++	--	-

+ ++ +++ vähäinen, kohtuullinen, suuri kasvu

0 vakiintuva tai vaihteleva kehitys - - - vähäinen, kohtuullinen väheneminen Lähde: EYK, ETC/MC

## 226 Euroopan ympäristö

muutokset (Watson, et al., 1995), erityisesti hydrologisen kierron muutokset ja selvästi merenpinnan korkeuden nousu. Eräitä muita rannikkoalueiden ympäristöongelmia kuvataan laatikossa 10.4.

Se, saavutetaanko rannikkoalueilla kestävä kehitys samalla, kun niihin vaikuttaa rannikkojärjestelmän fysikaalinen, biologinen ja kemiallinen dynamiikka, riippuu suuresti maankäytön suunnittelusta ja aluekehityksestä. Edellisissä kappaleissa kuvatulla

**Kartta 10.2 Kaupungistumisen oletettu uhka rannikkojen maisematyypeille**  
Kaupunkisektorin oletettu uhka rannikon maisematyypeille

Lähde: EYK, ETC/MC

## 227 Meri- ja rannikkoympäristö

ympäristön laadun ja kalakantojen kehityksellä sekä mahdollisilla poliittisilla vastatoimilla näihin voi olla merkittäviä seurauksia paikallisille yhteisöille, jotka voivat olla hyvin riippuvaisia matkailusta tai kalataloudesta. Lisäksi monet rannikoiden ongelmat ovat luonteeltaan rajat ylittäviä (veden laatu ja makean veden määrä, kalatalous, matkailu, elinympäristöjen heikkeneminen ja saasteet), mikä vaatii strategista suunnittelua. Tämä on johtanut käsitteeseen Rannikkovyöhykkeiden yhdenmenny hallinto (Integrated Coastal Zone Management, ICZM). Vaikka tällaisen

**Kartta 10.3 Matkailun ja virkistyskäytön odotettavissa oleva uhka rannikkojen maisematyypeille**

Matkailu- ja virkistyskäyttösektorin oletettu uhka rannikkojen maaseututyypeille

Lähde: EYK, ETC/MC

## 228 Euroopan ympäristö

yhdentämisen tarve hyväksytäänkin laajalti, ICZM-ohjelmien toteuttaminen edistyy useimmissa Euroopan maissa hyvin hitaasti. Näitä ohjelmia varten tarvittavat tiedot ovat niukkoja, eivätkä ne useinkaan sovellu vertailuun (WCC'93, 1993). Itämeren ympärillä olevien maiden ministerit hyväksyivät 4. ministerikokouksessaan lokakuussa 1996 joukon yhteisiä suosituksia rannikkovyöhykkeiden kehittämisestä. Muilta alueilta (esimerkiksi Mustaltamereltä, Välimereltä) puuttuu johdonmukainen ICZM-strategia.

Useiden EU:n aloitteiden tarkoituksena on toteuttaa rannikkovyöhykkeiden kestävä kehitys. Eräissä EU:n demonstraatio-ohjelmassa (PO XI) tutkitaan yhdennettyjen hallinto- ja yhteistyömenettelyjen toimintaa 35 rannikkovyöhykkeellä. LACOAST-hankkeen tarkoituksena on tuottaa määrällinen arvio rannikkoalueiden maanpinnan ja maankäytön muutoksista vuosina 1975 - 95 kaukokartoitustietojen avulla.

Kun otetaan huomioon eräillä Euroopan rannikkovyöhykkeillä tapahtuvat nopeat muutokset, ei kuitenkaan olisi viisasta lykätä rannikkovyöhykkeiden yhdennetyn hallinnon aloitteita siihen asti, kun kaikki tiedot ovat käytettävissä samassa muodossa. Rannikkovyöhykkeiden suunnittelun parantaminen kansallisella tasolla voisi heti merkittävästi edistää rannikkovyöhykkeiden yhdennettyä hallintoa.

***Viitteet***

AMAP (1997). A State of the Arctic Environment Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Assessment Report, Chapter 10, Petroleum hydrocarbons. s. 145-158.

Ambio (1990a). Special Issue n:o 3: Marine Eutrophication, nide 19, 1990.

Ambio (1990b). Special Issue n:o 7: Current Status of the Baltic Sea, 1990.

Baden S.P., Loo, L.O., Phil, L., Rosenberg, R. (1990). Effects of eutrophication on benthic communities including fish: Swedish west coast. Julkaisussa *Ambio*, n:o. 19(3), s.113-122.

BAWG (1997). Annual report on aerial surveillance 1996. Bonn Agreement for Cooperation in dealing with Pollution of the North Sea by Oil and other Harmful Substances. Report 97/3/2-E.

Bayona, J.M., ja Maldonado, C. (tulossa). State of knowledge of petroleum hydrocarbons in the Black Sea region. (Julkaisematon käsikirjoitus).

Belin, C. (1993). Distribution of *Dinophysis* spp. and *Alexandrium minutum* along French coasts since 1984 and their DSP and PSP toxicity levels. Julkaisussa *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Toim: T.J. Smayda ja Y. Shimizu, Y. Amsterdam, Alankomaat, Elsevier 1993, nide 3, s. 469-474.

**Laatikko 10.4: CoastWatch Europe -tutkimukset**

Laaja-alaisella rannikkoja koskevalla tutkimuksella, jota on joka syksy vuodesta 1989 lähtien suorittanut CoastWatch Europe (CWE) -verkko, hankitaan tietoja rannikoista, jokien päästöistä, roskista, saastumisesta ja elinympäristöjen tuhoutumisesta. Tuloksia ovat seuraavat:

**Öljyä ja tervaa rannalla**

Tiedot öljystä (kaikista nestemäisistä hiilivetytuotteista) vuosilta 1989 - 1995 osoittavat, että tutkituista yksiköistä 10,8 - 15,0 prosenttia niiden alasta on saastunut (yksi yksikkö = 500 metriä pitkä ranta matalanveden rajasta takamaahan) ja 8,6 - 16,4 prosenttia on tervan (minkä tahansa kiinteän hiilivetytuotteen) saastuttamaa; mitään selkeää ajallista kehitystä ei voida havaita.

**Öljyyntyneet linnut**

Öljyyntyneiden lintujen keskimääräinen lukumäärä 50 rannikkokilometriä kohti kirjattiin 14 maassa. Vuonna 1994 lukumäärä oli suurin Espanjassa (28), seuraavina olivat Liettua (20), Puola (15) Alankomaat ja Portugali (kymmenen kumpikin), ja muualla luvut olivat 6 - 0. Öljyyntyneiden lintujen lukumäärän ja rannikolla havaitun öljyn ja tervan välillä ei ole mitään korrelaatiota luultavasti siksi, että merilintuja ei ehkä ole suurina määrinä paikalla paikallisten vuotojen sattuessa.

**Suuret roskat**

Roskien suurin lähde meri- ja rannikkoympäristössä on luultavasti merenkulun jätteiden hävittäminen (IMPACT, 1997). Monien maiden ratifioimat kansainväliset sopimukset eivät näytä parantaneen tilannetta. Havaitusta aineksesta suuri osa on kaatopaikkatavaraa (esimerkiksi rakennusjätettä), jota ovat tuoneet rannikolle joet ja sisävesiväylät tai joka on sijoitettu sinne tarkoituksella yksityisesti tai virallisesti hoidettujen eroosionhallintatoimien osana. Myös vanhoja renkaita käytetään eroosion hallintaan, mistä voi osittain johtua se, että käytettyjä renkaita esiintyy 12 - 18 prosentilla tutkimuskohteista. Mitään selvää ajallista kehitystä ei ole havaittavissa.

## 229 Meri- ja rannikkoympäristö

- Belin, C., Berthome, J.P., Lassus, P. (1989). Dinoflagelles toxiques et phenomenes d'eaux colorees sur les cotes francaises: Evolution et tendances entre 1985 et 1988. Julkaisussa Hydroecol. Appl. n:o 1-2, s. 3-17.
- Belin, C., Beliaeff, B., Raffin, B., Rabia, M., Ibanez, F., Lassus, P., Arzul, G., Erard Le Denn, E., Gentien, P., Marcaillou Le Baut, C. (Toim.) (1995). Phytoplankton time-series data of the French phytoplankton monitoring network: Toxic and dominant species. Proliferation d'Algues Marines Nuisibles. Pariisi, Ranska, Lavoisier, 1995, s. 771-776.
- Bernhard, M. (1988). Mercury in the Mediterranean. UNEP-REG.-SEAS-REP.-STUD. 1988, n:o 98, 147 sivua, J. P. Bethoux, P. Morin, C. Madec, B. Gentili, 1992. Phosphorus and nitrogen behaviour in the Mediterranean Sea. Julkaisussa Deep Sea Res., n:o 39, s. 1641-1654.
- Bird, Eric C.F. (1986). Coastline Changes - a Global Review, J. Wiley & Sons. ISBN 0-471-90646-8.
- Bodenau, N. (1992). Algal blooms and the development of the main phytoplanktonic species at the Romanian Black Sea littoral in conditions of intensification of the eutrophication process. Marine Coastal Eutrophication. Toim: Vollenweider, R.A., Marchetti, R. ja Viviani, R. Elsevier, 1310 sivua.
- Brown, J., Kolstad, A.K, Lind, B., Rudjord, A.L., Strand, P., (1998). Technetium-99, Contamination in the North Sea and in Norwegian Coastal Areas 1996 and 1997. NRPA report 1998:3. Norjan säteilyturvakeskus, Østerås, Norja.
- Cociasu A., Dorogan, L., Humborg, C., ja L. Popa (1996). Long Term Ecological Changes in Romanian Coastal Waters of the Black Sea. Marine Pollution Bulletin, n:o 32, s. 32-38.
- CZM Centre, EUCC, R.A. (1997). Threats and Opportunities in the Coastal Areas of the European Union, 1997. Asunto-, aluesuunnittelu- ja ympäristöministeriön kansallinen aluesuunnitteluvirasto, Alankomaat.
- GEF/BSEP (1997). Global Environment Facility Black Sea Environment Programme. Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis. United Nations Development Programme. New York, 1997, 142 sivua.
- GESAMP (1990). The State of the Marine Environment. IMCO/FAW/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Julkaisussa Reports and Studies n:o 39.
- GESAMP (1993). Impact of oil and related chemicals and wastes on the marine environment. IMCO/FAW/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Julkaisussa Reports and Studies n:o 50.
- Gomoiu, M.T. (1992). Marine eutrophication syndrome in the north-western part of the Black Sea. Julkaisussa Marine Coastal Eutrophication. Toim: R.A. Vollenweider, R. Marchetti and R. Viviani. Elsevier, 1310 sivua.
- Graneli, E., Wallstrom, K., Larsson, U., Graneli, W., Elmgren, R. (1990). Nutrient limitation of primary production in the Baltic sea area. Julkaisussa Ambio, n:o 19(3), s. 142-151.
- HELCOM (1996). Third Periodic Assessment of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1989-1993. Background document. Balt. Sea Environ. Proc., n:o 64B.

ICES (1994). Report on the study group on occurrence of M-74 in fish stocks. International Council for Exploration of the Seas, Report C.M. 1994/ENV, n:o 9.

ICES (1996). The 1996 Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management. International Council for Exploration of the Seas, Coop. Res., Rep. n:o 221.

ICES (painossa). The 1997 Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management. International Council for Exploration of the Seas.

IMPACT (1997). Litter in the marine environment: a serious international problem where joint action is urgently needed. Overview document submitted by Sweden. OSPAR for the prevention of marine Pollution Working Group on Impacts on the Marine Environment (IMPACT), Berlin, 22. - 24.10.1997, 30 sivua.

Leppakoski, E., Mihnea, P.E. (1996). Enclosed Seas under man-induced Change: a Comparison between the Baltic and Black Seas. Julkaisussa Ambio, n:o. 25, s. 380-389.

Leppänen, J.M., Hällfors, S. ja Rantajärvi, E. (1995). Phytoplankton blooms in the Baltic Sea in 1995. HELCOM EC6 Document.



## 230 Euroopan ympäristö

- Margottini, C. and Molin, D. (1989). Fenomeni algali nel Mar Adriatico in epoca storica. R.T. Amb., ENEA.
- Mee, L.D. (1992). The Black Sea in Crisis: a Need for Concerted International Action. Julkaisussa *Ambio*, n:o 21, s. 278-285.
- Montanari, G., Nespoli, G., Rinaldi, A. (1984). Formazione di condizioni anossiche nelle acque marine costiere dell'Emilia-Romagna dal 1977 al 1982. Julkaisussa *Inquinamento*, n:o 11, s. 33-39.
- Moore, J.W. ja Ramamoorthy, S. (1984). *Heavy Metals in Natural Waters. Applied Monitoring and Impact Assessment*. Springer-Verlag. Berliini. 268 sivua.
- North Sea Task Force (1993). *North Sea Quality Status Report 1993*. Osion ja Pariisin komissiot, Lontoo. Olsen & Olsen, Fredensborg, Tanska, 132+vi sivua.
- OLF (1991). *Discharges to the Sea. The Norwegian Oil Industry Association (OLF) Environmental Program, Report Phase I, Part B*, Stavanger, Norja, 72 sivua.
- Olsson, M., Andersson, O., Bergman, A., Blomkvist, G., Frank, A., Rappe, C. (1992). Contaminants and diseases in seals from Swedish waters. Julkaisussa *Ambio*. 1992, n:o 21(8), s. 561-562.
- Polat ja Turgul (1995). Chemical exchange between the Mediterranean and the Black Sea via the Turkish straits. *Bull. Inst. Ocen. Monaco, ICSEM vol. on Dynamics of the Mediterranean straits*.
- Rinaldi, A., Montari, G., Ghetti, A. ja Ferrari, C.R. (1993). Anossie nelle acque costiere dell'Adriatico Nord-occidentale. Loro evoluzione e conseguenze sull'ecosistema bentonico. *Biologia Marina, Suppl. Notiziario SIBM*, n:o 1, s. 79-89.
- Rosenberg, R., Elmgren, R., Fleischer, S., Jonsson, P., Persson, G., Dahlin, H. (1990). Marine eutrophication, Case Studies in Sweden. Julkaisussa *Ambio*, n:o 19(3), s.102-108.
- SFT (1996). Environmental surveys in the vicinity of petroleum installations on the Norwegian shelf. Report for 1994. State Pollution Control Authority, Norja, raportti n:o 96:15, 72 sivua.
- SFT (1997). Environmental surveys in the vicinity of petroleum installations on the Norwegian shelf. Report for 1995. State Pollution Control Authority, Norja, raportti n:o 97:13, 60 sivua.
- UNEP (OCA)/MED (1996). Assessment of the state of Eutrophication in the Mediterranean Sea. UNEP(OCA)/MED WG. n:o 104, 210 sivua.
- UNEP (1996). The state of the Marine and Coastal Environment in the Mediterranean Region. MAP Technical Report Series 100. UNEP, Ateena. 142 sivua.
- Watson, M.C., Zinyowera, R., Moss (toim.) (1995). *Climate Change, Impacts, Adaptation and Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the IPCC*. R. T. ISBN 0-521-56437-9.
- WCC '93 (1993). *Preparing to Meet the Coastal Challenges of the 21st Century. Report of the World Coast Conference, Noordwijk 1. - 5.11.1993*. Liikenteen, yleisen töiden ja vesihallinnon ministeriö, Haag, Alankomaat.

Yilmaz, A., Yemenicioglu, S., Saydam, C., Turgul, S. Basturk, O. ja Salihoglu, I. (1995). Trends of pollutants in the north-eastern Mediterranean southern coast of Turkey. (Jätetty FAO:lle vuonna 1995 tulossa olevan teoksen luvuksi).

Maaperän huononeminen

## 11. Maaperän huononeminen

### Tärkeimmät havainnot

Länsi-Euroopassa on todettu yli 300 000 saastuneeksi epäiltyä aluetta, ja arvioitu kokonaismäärä Euroopassa on paljon suurempi.

Vaikka Euroopan ympäristöohjelmassa edellytetään saastuneiden alueiden selvittämistä, täydellinen kokonaiskuva monista maista puuttuu yhä. Ongelman laajuutta on vaikeata arvioida, sillä sovitut määritelmät puuttuvat. Euroopan komissio valmistelee valkoista kirjaa oikeudellisesta vastuusta ympäristökysymyksissä (White Paper on environmental liability), jonka seurantatoimet saattavat edellyttää sovittuja määritelmiä. Useimmat Länsi-Euroopan maat ovat ottaneet käyttöön säännöstyöjä, joiden tarkoituksena on tulevien tapausten ehkäiseminen ja nykyisten saastuneiden alueiden puhdistaminen.

Itä-Euroopassa maaperän saastuminen hylättyjen sotilastukikohtien ympäristössä aiheuttaa vakavimman vaaran. Useimmat tämän alueen maat ovat aloittaneet näiden ongelmien arvioinnin. Monien KIE- ja NIS-maiden on kuitenkin yhä kehitettävä tarvittavaa säännöstöä ja taloudellista kehystä saastuneiden alueiden käsittelemiseksi.

Toinen vakava ongelma on maaperän käytöstä poistuminen rakentamisen vaikutuksesta, esimerkiksi teollisuusalueiden ja liikenteen infrastruktuurin takia, mikä vähentää tulevien sukupolvien maankäyttömahdollisuuksia.

Maaperän eroosio lisääntyy. Noin 115 miljoonan hehtaarin alue kärsii vesieroosiosta ja 42 miljoonan hehtaarin alue tuulieroosiosta. Ongelma on suurin Välimeren alueella herkkien ympäristöolosuhteiden takia, mutta ongelmia esiintyy useimmissa Euroopan maissa. Maa-alueen hylkääminen ja metsäpalot tehostavat maaperän eroosiota, erityisesti reuna-alueilla. Strategioiden, kuten metsänistutus maaperän kiihtyvän eroosion voittamiseksi, puuttuvat monilta alueilta.

Maaperän suolautumista tapahtuu lähes neljän miljoonan hehtaarin alueella pääasiassa Välimeren ja Itä-Euroopan maissa. Suurimpia syitä ovat vesivarojen liikakäyttö maataloudessa käytetyn kastelun seurauksena, väestönkasvu, teollisuuden ja yhdyskuntien kehitys sekä matkailun lisääntyminen rannikkoalueilla. Tärkeimmät vaikutukset viljelyalueilla näkyvät pienempinä satoina ja jopa täydellisinä katoina. Monista maista puuttuu strategia maaperän suolautumisen estämiseksi.

Maaperän eroosio ja suolautuminen ovat lisänneet aavikoitumisen vaaraa haavoittuvimmilla alueilla, erityisesti Välimeren seudulla. Aavikoitumisen laajuutta ja vakavuutta koskevat tiedot ovat rajalliset; lisätyötä tarvitaan ehkäisevien strategioiden luomiseksi mahdollisesti Yhdistyneiden Kansakuntien aavikoitumisen estämistä koskevan yleissopimuksen puitteissa.

### 11.1. Johdanto

Euroopassa kuten monissa muissakin maapallon osissa maaperää huonontaa ihmisen toiminta, kuten maatalous, teollisuus, kaupunkien kehitys ja matkailu.

Vaikka maaperä on periaatteessa uusiutuva luonnonvara, luonnolliset maaperää muodostavat prosessit ovat hyvin hitaita. Liikakäytön seurauksena tai muilla tavoin huonontuneen maaperän täydellinen elpyminen voi viedä

tuhansia vuosia. Vaikka maaperän ongelmat ovatkin Euroopassa yleensä vähemmän vakavia kuin eräissä maapallon muissa osissa, laajoilla alueilla tapahtuu maan paikallista saastumista, suolautumista, tiivistymistä, vesieroosiota ja tuulieroosiota.

Esimerkkinä Euroopan maaperän peruuttamattoman menettämisen nopeudesta on, että 1970-luvulla kaupunkien kehitys aiheutti sen, että mahdollisesti tuottavaa maata menetettiin

## 232 Euroopan ympäristö

Saksassa 120 ha päivässä, Itävallassa 35 ha päivässä ja Sveitsissä 10 ha päivässä (Van Lynden, 1995).

Länsi-Euroopassa on yksilöity yli 300 000 mahdollisesti saastunutta kohdetta. Maaperän suolapitoisuus ja alkalisuus on lisääntynyt lähes neljällä miljoonalla hehtaarilla pääasiassa Välimeren alueella ja Itä-Euroopan maissa. Euroopassa noin 115 miljoonaa hehtaaria uhkaa vesieroosio ja 42 miljoonaa hehtaaria tuulieroosio. Aavikoitumista tapahtuu erityisesti Välimeren alueella alueen herkkien ympäristöolojen vuoksi.

### 11.2. Saastuneet maa-alueet

Jätteiden suunnaton lisääntyminen ja kemikaalien laaja käyttö viimeisten 40 vuoden aikana on johtanut useisiin maaperäongelmiin. Maaperän saastumisen tärkeimpiä lähteitä ovat:

- riittämätön tai luvaton jätteiden sijoittaminen;
- vaarallisten aineiden asiaton käsittely (muun muassa hävikit, riittämätön varastointi);
- teollisten ja sotilaallisten kohteiden sekä kaivoskohteiden hylkääminen;
- onnettomuudet.

Joitakin esimerkkejä vaikutuksista esitetään laatikossa 11.1.

#### 11.2.1. Ongelman laajuus

Saastuneita alueita koskevat tiedot Euroopan eri maista ovat epäyhtenäisiä, eikä niitä voida yhdistää luotettavasti tai johdonmukaisesti. Joistakin Euroopan maista ei edes pystytä antamaan kansallisia tietoja, koska yhteensovittaminen rajoittuu alueelliseen tasoon (esimerkiksi Saksassa ja Belgiassa). Kun saastuneiden alueiden määrittelmistä ei ole sovittu Euroopan tasolla, on vaikeata arvioida saastunutta maata koskevan ongelman koko laajuutta. Koska EU harkitsee osallistumista puhdistustoimien tukemiseen, tarvitaan kiireellisesti yhteisesti sovittuja määritelmiä.

Taulukossa 11.1 esitetään ongelman laajuus sekä selvästi saastuneiden ja mahdollisesti saastuneiden alueiden lukumäärä 14:ssä Länsi-Euroopan maassa ja neljässä KIE-maassa.

**Laatikko 11.1: Saastuneiden maa-alueiden vaikutukset - tietyt tapaukset Euroopassa**

Itävalta: Vuonna 1993 todettiin, että Carinthian maakunnassa sijaitseva perinteinen metallinjalostus- ja kierrätyslaitos aiheutti vakavaa vaaraa ihmisten terveydelle ja ympäristölle ja että oli heti ryhdyttävä toimenpiteisiin. Tämä laitos oli toiminut ja käsitellyt vaarallisia aineita yli 100 vuoden ajan. Toiminnassa käytettiin useita suuria uuneja ja jätealueita. Huomattavia vaikutuksia oli raskasmetallien suuri määrä pohjavedessä, mikä aiheutui riittämättömästä jätteiden hävittämisestä, sekä suojaamattomista jätteiden sijoituspaikoista tulevien raskasmetallipölyhiukkasten joutuminen elimistöön. Puhdistustoimet aloitettiin vuonna 1995. Ne jatkuvat vuoteen 2002 ja maksavat noin 37 miljoonaa ecu (UBA, 1997).

Viro: Entisessä Neuvostoliiton meritukikohdassa Paldiskissa hylätty sukellusvenekoulutuskeskus ja torpedotehdas on yksilöity kahdeksi useista suurista vakavaa saastumista aiheuttavista lähteistä. Satama-altaasta on löydetty paljon erilaisia jätteitä ja uponneita laivoja, ja sedimenteissä on paljon radioaktiivista saastetta. Satama-alue on erilaisten varastoitujen raaka-aineiden, erityisesti polttoaineiden, kemikaalien ja torpedojen pahoin saastuttama. Sukellusvenekoulutuskeskus, johon sisältyy kaksi ydinreaktoria, boilerirakennus ja jäteveden käsittelylaitos, aiheuttaa erityisen ydinsaasteongelman. Kustannusten toimenpiteistä vain ydinreaktorien poistamiseksi on arvioitu olevan 55 - 90 miljoonaa ecua (UBA Berliini, 1997).

Suomi: Vuonna 1987 Etelä-Suomessa sijaitsevan Järvelän vesijohtovedestä löydettiin suuria (70 - 140 µg/l) kloorifenolipitoisuuksia. Myöhemmin havaittiin 56 - 190 µg/l olevia kloorifenolipitoisuuksia syvässä pohjavedessä vedenottolaitoksen ja vaneria, lastulevyä ja puutavaraa valmistavan sahan välillä. Tetrakloorifenolia käytettiin 1940-luvulta vuoteen 1984 tärkeimpänä aktiivisena aineena estämään sinistäjäsiemen kasvua puutavarassa. Pohjaveden saastuminen vaikutti myös läheiseen järveen. Henkilöillä, jotka söivät järven kaloja, havaittiin merkittävästi kohonnut riski sairastua lymfosarkoomaan (Lampi P., et al, 1992).

Norja: Vuonna 1993 ja sitä seuraavina vuosina havaittiin, että noin 600 000 m<sup>2</sup>:n sedimenttialue lähellä Hokonsvernin laivastoasemaa Bergenissä sisälsi suuria PCB-, PAH- ja raskasmetallipitoisuuksia (elohopeaa, lyijyä, kuparia ja sinkkiä). Suuria määriä PCB-yhdisteitä löydettiin kaloista ja ravuista, minkä johdosta suositeltiin alueelta tulevien kalojen ja äyriäisten syönnin välttämistä. Puhdistustoimenpiteisiin sisältyy saastuneiden alueiden saastepitoisuuksien puolittaminen vuoteen 1998 mennessä. Kalojen käyttöä koskevat rajoitukset pidetään voimassa vielä kymmenen vuotta vuodesta 1998 lähtien (Forsvarets Bygningstjeneste, 1996).

## 233 Maaperän huononeminen

Ilmeisesti useimmissa maissa alueiden yksilöinti ja kirjaaminen on alkuvaiheissa. Vain muutamissa maissa, esimerkiksi Tanskassa, Sveitsissä ja Saksassa, on toistaiseksi yksilöity yli kaksi kolmasosaa kaikista saastuneiksi oletetuista alueista.

Monilla Itä-Euroopan mailla on samanlaisia ongelmia kuin lännessä, erityisesti alueilla, joilla on pitkään ollut raskasta teollisuutta tai joilla on hylättyjä sotilastukikohtia. Tähän mennessä on korostettu eniten ympäristövahinkojen arviointia

<b>.1 Käytettävissä olevat tiedot saastuneista ja saastuneiksi epäillyistä maa-alueista</b>
---------------------------------------------------------------------------------------------

	Teollisuusalueet		Kaatopaikat		Sotilasalueet	Saastuneiksi epäillyt alueet		Saastun. alueet	
	luo- vuttu	käy- tössä	luov.	käyt.		todettu	arvio yht.	todettu	arvio yht.
Albania	•	•	•	•				78	
Itävalta	•	•	•	•	•	28 000	~80 000	135	~1 500
Belg/Fland.	•	•	•	•	•	4 583	~9 000		
Belg/Wall.	•	•	•	•		1 000	5 500	60	
Tanska	•	•	•		•	37 000	~40 000	3 673	~ 14 000
Viro	•	•	•	•	•	~755			
Suomi	•	•	•	•	•	10 396	25 000	1 200	
Ranska	•	•	•	•	•		300 000	895	
Saksa	•	•	•		•	191 000	~240 000		
Unkari	•	•	•	•	•			600	10 000
Italia	•	•	•	•		8 873		1 251	

Liettua	•	•	•	•	•	~1 700		
Luxemb.			•	•		616		175
Alankom.	•	•	•	•	•	110 000-120 000		
Norja	•	•	•	•	•	2 300		
Espanja	•	•	•	•		4 902		370
Ruotsi	•	•	•	•	•	7 000		2 000
Sveitsi	•	•	•	•	•	35 000	50 000	~3 500
Yhd. kuningask.							~100 000	~10 000

• alueet on yksilöity tässä kategoriassa

Lähde: EYK - ETC/S, 1997

**Taulukko 11.2 Arvio entisen Neuvostoliiton sotilastukikohdista**

Maa	Entisen Neuv. tukikohdat	Alue (ha)	Järjestelm. arvioon sisältyvät	Muut tukikohdat
Tšekin tasavalta	70		kaikki tukik.	2 400 kansallista
Viro	1 565	81 000	kaikki tukik.	
Unkari	171	46 000	kaikki tukik.	100 kansallista
Latvia	850	100 000	kaikki tukik.	
Liettua	275	67 762	kaikki tukik.	
Puola	59	70 000	kaikki tukik.	
Venäjän fed.		12 800 000	eräät valik. tukik.	



---

Slovakia	18	eräät valik. tukik.
----------	----	---------------------

---

Lähde: UBA Berliini, 1997

## 234 Euroopan ympäristö

entisen Neuvostoliiton sotilastukikohdissa. Taulukossa 11.2 on tiivistetty nykyiset arviointitoimet. Laatikossa 11.1 kuvataan tyypillisiä saasteongelmia entisessä laivastotukikohdassa Virossa.

Tiedot tärkeimmistä saastuttavista toimista ja saasteista 11:ssä Itä-Euroopan maassa on tiivistetty taulukkoon 11.3. Useimmissa näistä maista öljytuotteet ja raskasmetallit ovat tärkeimmät saasteet, ja sotilaslähteet ja öljyteollisuus ovat tavallisesti tärkeimmät lähteet.

**11.2.2. Vaikutukset**

Maaperän saastumisella voi olla erilaisia vaikutuksia ihmisten terveyteen, ekosysteemeihin ja talouteen, ja näiden syynä ovat seuraavat:

- saastepäästöt maanpinnalle, pohjaveteen tai pintaveteen;
- saasteiden sitoutuminen kasveihin;
- ihmisten suora kosketus saastuneeseen maaperään;
- pölyhiukkasten tai haituvien aineiden hengittäminen;
- kaatopaikkakaasujen palaminen tai räjähtäminen;
- maanalaisten putkistojen ja rakennusten muiden osien ruostuminen suotuneiden saasteiden tai epäsuotuisten maaperäolosuhteiden vuoksi;
- sekundaaristen vaarallisten jätevirtojen syntyminen;
- ristiriidat aiotun maankäytön kanssa.

Vaikutukset pohja- ja pintavesiin

Maaperän vesiliukoiset ja haihtuvat saasteet voivat joutua pohjaveteen maaperän huokosissa olevan veden ja pohjaveden vaihtuessa keskenään. Liikkuvuuden ja altistuksen määrät vaihtelevat huomattavasti riippuen saasteista,

**Taulukko 11.3 Tärkeimmät saastuttavat toimet ja tärkeimmät saasteet 11 KIE-maassa**

Keskeisimmät saastuttavat toimet			Keskeisimmät saasteet
Maa	Teollisuus	Jätteiden hävittäminen	Sotilaskohteet
Albania	öljyteollisuus, kemian teollisuus (PVC)	kemian teollisuuden ja metalliteollisuuden jätteiden sijoituspaikat	öljytuotteet, PVC, raskasmetallit
Bosnia ja Hertsegovina			miinakentät, sotatoimet, raskasmetallit
Tšekin tasavalta			polttoaine-säiliöiden vuodot, kaikenlaiset saasteet
Viro	öljyliusketeollisuus		ent. Neuvostol. tukikohtien kiitoradat, haaksirikkoutuneet alukset ja polttoainevarastot

Unkari	kaasulaitokset, benssiiniteollisuus		entisen Neuvostoliiton tukikohdat yleensä	öljytuotteet, raskasmetallit, haihtuvat orgaaniset yhdisteet
Latvia	benssiinin kuljetus maanteitse ja rautateitse		entisen Neuvostoliiton tukikohdat yleensä	raskasmetallit, haihtuvat orgaaniset yhdisteet öljytuotteet
Liettua	benssiiniteollisuus, torjunta-aineiden varastointipaikat	kaatopaikat yleensä	entisen Neuvostoliiton tukikohdat yleensä	öljytuotteet, raskasmetallit, orgaaniset jätteet ja bakteerijätteet, eri kemikaalit
Puola			sotilastukikoh- tien polttoainevarastot	öljytuotteet
Romania		vaarallisten jätteiden sijoituspaikat		
Venäjän federaatio			entisen Neuvostoliiton tukikohdat yleensä	öljytuotteet, PCB-yhdisteet
Slovakia	teollisuuden päästöt	jätepankit	sotilastukikohtien polttoainevuodot	öljytuotteet, raskasmetallit

Lähde: EYK - ETC/S, 1997

## 235 Maaperän huononeminen

**Taulukko 11.4 Saastuneissa kohteissa olevien tyypillisten yhdisteiden ominaisuudet**

Yhdiste	Toksisuus	Liikkuvuus ja saanti	Tärkeimmät käyttötark.	Tärkeimmät lähteet
Bentseeni	T C	erittäin haihtuva ja vesiliukoinen, pohjavesivaara, voi joutua elimistöön suun ja hengityksen kautta	aromaattisten yhdisteiden synteesi	kemian teollisuus
Trikloorietylenei	Xn C		tärkeä rasvanpoistoaine	metalliteollisuus, tekstiilien kuivapesu
Fenoli	T		orgaanisten yhdisteiden synteesi	kemian teollisuus, öljynjalostusteollisuuden kaasulaitokset
Kadmium	C	liukenee huonosti veteen, voi metabolisoitua ja keräytyä kasveihin, nauttiminen suun kautta	paristot, ruostesuojaus, muovien väriaineet	kaivokset, jätteiden sijoituspaikat
Lyijy	T	liukenee huonosti veteen, lyijypölyn hengittäminen	autojen akut	kaivokset, jätteiden sijoituspaikat

Huomautus: Lyhenteet: T = toksinen, XN = vähän toksinen, C = karsinogeeninen Lähde: ROEMPP, 1996; EYK-ETC/S, 1997

maaperän paikallisista olosuhteista, kohteena olevista reseptoreista tai ekosysteemistä ja ilmastosta. Monet lajit ovat herkempiä saasteille kuin ihmiset, ja niihin voivat vaikuttaa tiettyjen saasteiden sellaiset pitoisuudet, jotka ovat alhaisemmat kuin ihmisten turvallista kulutusta varten asetetut juomaveden raja-arvot. Eräiden tärkeiden saasteiden liikkuvuutta ja tietoja niiden suurimmista vaaroista esitetään taulukossa 11.4.

Liikkuvimpia maaperän saasteita ovat klooratut hiilivedyt ja öljytuotteet. Raskasmetallien kaltaisten saasteiden liikkuvuus on vähäisempää, mutta ne voivat lähteä liikkeelle tietyissä olosuhteissa: esimerkiksi lyijy on liikkuvampaa happamassa kun neutraalissa tai emäksisessä ympäristössä. Mutta aikanaan kaikki saasteet voivat päätyä pohjaveden syvempiin kerroksiin, joita käytetään juomaveden lähteenä useissa maissa (katso 9.2. jakso).

Usein vedenottolaitosten on ollut pakko lopettaa toimintansa saasteiden vuoksi. Yleiset tiedot saastuneiden alueiden vaikutuksesta juomaveteen ovat hajanaiset. Monien Itä-Euroopan alueiden juomavesivarantoihin vaikuttavat entisten sotilastukikohtien polttoainevuodot. Tanskalaisessa suojattuja vedenottolaitoksia koskeneessa tutkimuksessa paljastui, että 17 prosenttia 600 kaivosta oli suljettu, koska maaperä oli saastunut teollisen toiminnan vuoksi, 60 prosenttia

maataloustoiminnan vuoksi ja 23 prosenttia pohjaveden liikakäytön vuoksi. Maaseudulla suurin sulkemisen syy olivat nitraatit ja kaupunkialueilla orgaaniset liuottimet. (katso myös taulukko 11.1 - Suomi).

#### *Suora altistus*

Maankäytön muutokset voivat aiheuttaa lisääntynyttä altistumista saastuneelle maaperälle. Aikaisemmin monia teollisuuden ja kaatopaikkojen alueita käytettiin myöhemmin muihin tarkoituksiin kuten asunnoiksi, kouluiksi ja vapaa-ajankeskuksiksi. Riski maaperän aineiden joutumisesta elimistöön tai kosketuksiin ihon kanssa kasvaa altistumistiheyden myötä ja riippuu saastetyypistä ja sen myrkyllisyydestä. Leikkikentillä olevia lapsia pidetään herkimpinä ja altteimpina kohteina.

Saastuneilta paikoilta peräisin olevia haihtuvia aineita ja (pölyn kuljettamia) maaperähiukkasia saatetaan hengittää. Tyypillisiä haihtuvien aineiden lähteitä ovat entiset öljynjalostus- tai varastopaikat samoin kuin hiukkasten osalta jätteiden säilytyspaikat, joissa on läheisiltä kaivosalueilta ja metallinkäsittelylaitoksista peräisin olevia raskasmetallijätteitä (katso laatikko 11.1 - Itävalta).

Muita vaaroja ovat entisiltä kaatopaikoilta peräisin olevan metaanin räjähdykset ja altistuminen kuivapesulaitoksista tulevalle tetrakloorietyleenille.

Määrällisiä tietoja suoran altistuksen vaikutuksista on käytettävissä vain harvoin, koska maaperän aineiden elimistöön joutumisen ja ihokontaktin vaikutukset eivät useimmissa tapauksissa ilmene heti eikä niitä voida mitata ja koska tiedetään vain vähän annos-vastesuhteista.

#### *Keräytyminen ravintoon*

Raskasmetalleja, erityisesti kadmiumia ja kuparia, voi keräytyä hyvin paljon kasveihin. Näin käy usein, kun entisiä kaatopaikkoja aletaan uudelleen viljellä ja niitä käytetään maataloustarkoituksiin.

## 236 Euroopan ympäristö

Pintavesien saastuminen voi aiheuttaa saasteiden kerääntymiseen kaloihin. Klooratut orgaaniset yhdisteet sitoutuvat erityisen herkästi kalojen rasvakudoksiin (laatikko 11.1 - Norja) samoin kuin tietyt metallit kuten elohopea.

### **11.2.3. Korjaavat toimenpiteet**

#### Strategia ja lainsäädäntö

Useimmissa Euroopan maissa saastuneita kohteita hoidetaan aluetasolla. Viime vuosina tiedot saastuneiden kohteiden aiheuttamista vaaroista ovat lisääntyneet, ja useissa maissa on käynnistetty kansallisia ohjelmia kattavan hoitostrategian luomiseksi.

Useimmissa Euroopan maissa on viime aikoina otettu käyttöön sääntelykehys, joiden tarkoituksena on estää tulevia ongelmia ja puhdistaa aikaisempia saasteita. Saastuneiden alueiden hoitoa varten on monentyyppistä lainsäädäntöä, joka koskee esimerkiksi jätteitä, pohjaveden suojelua, ympäristönsuojelua yleensä ja maaperän suojelua. Vain muutamissa maissa on erityistä puhdistukseen velvoittavaa lainsäädäntöä: Belgia/Flanderi, Tanska, Alankomaat, useimmat Saksan osavaltiot (Länder) ja Sveitsi. Joissakin maissa toimitaan ympäristötoimintaohjelmien kautta (esimerkiksi Espanjassa, Ruotsissa ja Suomessa), eikä niissä joko ole erityistä sääntelykehystä tai niissä lainsäädäntö on valmisteilla.

KIE-maissa entisen Neuvostoliiton tukikohtien ympäristövahinkojen arviointi on ollut ja on yhä erittäin tärkeätä, ja sen seurauksena on aloitettu useita kansallisia ohjelmia. Useimmissa maissa maaperän suojele- ja kunnostustarvetta käsitellään yleisessä ympäristölainsäädännössä. Erityshankkeita on käynnistetty useissa maissa. Esimerkiksi Unkarissa käynnistettiin jokin aika sitten kansallinen puhdistusohjelma sen jälkeen, kun entisen Neuvostoliiton sotilastukikohtien tutkimista oli vuodesta 1991 lähtien käsitelty ensisijaisia tavoitteita koskevan ohjelman avulla. Liettuassa jätteiden sijoituspaikkoja on tutkittu ja luokiteltu järjestelmällisesti vuodesta 1991 lähtien Liettuan viranomaisten ja Tanskan ympäristönsuojeluviraston yhteisen hankkeen avulla. Albaniassa toteutettiin kansallinen jätehuoltosuunnitelma vuonna 1996 EU:n ja Phare-ohjelman nojalla.

#### *Teknologia*

Korjaavissa toimenpiteissä käytetään useimmiten perinteisiä teknisiä lähestymistapoja kuten saastunutta aluetta ympäröiviä suojaesteitä tai maaperän kaivamista ja sen hävittämistä muualle (Visser et al., 1997). Kohteen peittäminen suhteellisen läpäisemättömällä aineksella ihokontaktin välttämiseksi ja maaperään suotumisen vähentämiseksi on myös yleinen lähestymistapa useissa maissa. Pohjaveden puhdistus edellyttää yleensä pumppausta ja paikalla tapahtuvaa veden käsittelyä. Edistyneempää teknologiaa kuten paikalla käytettävää tekniikkaa käytetään harvoin, koska niiden myönteisistä tuloksista ei olla varmoja.

Maaperän kaivaminen ja sen hävittäminen muualle, mikä on yleisin lähestymistapa, aiheuttaa erittäin suuria määriä usein vaarallista jätettä. Kun otetaan huomioon saastuneiden kohteiden suuri määrä, on tarpeen kehittää vaihtoehtoisia puhdistustapoja tällaisen sekundaarijätteen tuottamisen vähentämiseksi, koska se voi todellisuudessa lisätä altistumisvaaraa. Yksi Saksassa kehitetty lähestymistapa on luokitella kaivettu maaperä erilaisiin uudelleenkäytön luokkiin silloin, kun se on mahdollista (Hämman et al., 1997).

Monissa tapauksissa pumppauksesta ja käsittelystä koostuva tekniikka pohjaveden puhdistamiseksi saasteista on osoittautunut riittämättömäksi etenkin silloin, kun kyseessä on orgaanisia liuottimia kuten tetrakloorietyleenä. Nykyisin tutkimus- ja kehitystyö keskittyy paikalla käytettävän tekniikan kuten biologisen puhdistuksen, ilmapuhalluksen ja maaperän lämmittämisen kehittämiseen, joiden avulla odotetaan osittain voitettavan perinteisten menetelmien puutteet.

*Kustannukset*

Monissa Euroopan maissa on yritetty laskea puhdistuskustannuksia kansallisesti (taulukko 11.5). Luvut perustuvat kuitenkin erilaisiin oletuksiin: toisissa maissa on laskettu puhdistamisen kokonaiskustannukset, kun taas toisissa vain välittömien ensisijaisten tapausten kustannukset. Useimmissa KIE-maissa keskitytään laskemaan entisen Neuvostoliiton tukikohtien puhdistustoimenpiteiden kustannuksia. Vaikka käytettävissä olevat luvut ovatkin hyvin epävarmoja, ne antavat viitteitä ongelman suuruusluokasta ja siihen liittyvistä suunnattomista kustannuksista.

*Rahoitus*

Useimmissa Länsi-Euroopan maissa puhdistustoimenpiteet rahoitetaan yleisistä veroista. Itävallassa, Belgiassa/Flanderissa, Suomessa, Ranskassa ja Unkarissa on otettu käyttöön erityisiä jäte- tai polttoaineveroja julkisen sektorin saastuneiden alueiden puhdistukseen käytettävissä olevien varojen lisäämiseksi (Visser et al., 1997). Yhdistyneessä kuningaskunnassa on perustettu julkisessa omistuksessa olevien maa-alueiden kehittämissijärjestö, joka tarjoaa matalakorkoisia lainoja puhdistustoimenpiteisiin pyrkimyksenä edistää

## 237 Maaperän huononeminen

käyttämättömän, rappeutuneen ja saastuneen maan ja rakennuskannan uudelleenkehittämistä (English Partnerships, 1995). Erityisaloitteita ovat teollisuuden ja julkisten viranomaisten väliset sopimukset. Esimerkiksi Alankomaissa teollisuus on suostunut itse puhdistamaan teollisuusalueet, ja hallitus on luvannut olla puuttumatta asiaan 25 vuoteen (Ulrici, 1995). Tanskassa, Alankomaissa, Ruotsissa ja Suomessa öljyteollisuus on luvannut puhdistaa saastuneet alueet, mikä rahoitetaan pienellä bensinin hintaan sisältyvällä maksusuudella.

KIE-maissa, Tšekin tasavallassa, Virossa, entisessä Jugoslavian tasavallassa Makedoniassa, Liettuassa, Bulgariassa ja Slovakiassa on käytettävissä erityisiä ympäristörahoja, joista tuetaan osittain saastuneiden kohteiden puhdistustoimia. Tšekin tasavalta rahoittaa osittain maaperän puhdistustoimia entisissä sotilaskohteissa yksityistämistoimien yhteydessä.

*Ehkäiseminen vai puhdistus?*

Useimmissa Euroopan maissa on sääntelykehyksiä tulevan saastumisen ehkäisemiseksi. Menneisyyden perintö on kuitenkin yhä olemassa, ja suuri määrä alueita on yksilöitävä, arvioitava ja puhdistettava. Tähän prosessiin on uhrattava huomattavasti rahoitusta, ja siinä tarvitaan suuria määriä taitavia ihmisiä. Monia alueita ei todennäköisesti koskaan käsitellä varojen puutteen vuoksi.

Aikaisemmat kokemukset ovat korostaneet, kuinka tärkeätä on rajoittaa tai välttää maaperän saastumista ehkäisemällä saasteita esimerkiksi parantamalla jätehuoltoa ja jätteiden käsittelyprosesseja, valvomalla paremmin

<b>Taulukko 11.5 Arvioidut puhdistuskustannukset maittain tai alueittain</b>
------------------------------------------------------------------------------

Maa	Kustannukset (milj. ecua)	Erittely/kokonaiskustannukset	Viitevuosi
Alankomaat	23 000 - 46 000	arvioidut puhdistuksen kokonaiskustannukset	1995
Belgia - Flan.	6 900	puhdistuksen kokonaiskustannukset	1997
Espanja	800	38Mm <sup>3</sup> :n maaperän ja 9Mm <sup>3</sup> :n pohjaveden puhd.	1996
Italia	510	viittaa 1 250 valittuun ensisijaiseen kohteeseen	1997
Itävalta	1 500	300 valittua ensisijaista kohdetta	1994
Liettua	970	puhdistuksen kokonaiskustannukset	1997
Norja	375 - 500	700 valittua ensisijaista kohdetta	1997



Puola	2 100	entisten Neuvostoliiton tukikohtien puhdistaminen	1997
Ruotsi	3 532	arvioidut puhdistuksen kokonaiskustannukset	1996
Unkari	440	20 % 600 yksilöidystä saastuneesta kohteesta	1998
Saksa/Baijeri	2 500	arvioidut puhdistuksen kokonaiskustannukset	1997
Saksa/Saksi-A.	1 000 - 1 300	laajat puhdistukset	1995
Saksa/Schleswig Hol.	100	26 ensisijaista kohdetta	1995
Saksa/Thüringen	178	3 suurta hanketta	1995
Slovakia	40	9 ensisijaista sotilaallista tukikohtaa	1997
Suomi	1 000	1 200 valittua ensisijaista kohdetta	1997
Sveitsi	3 000 - 3 600	arvioidut puhdistuksen kokonaiskustannukset	1997
Tanska	1 138	arvioidut puhdistuksen kokonaiskustannukset	1996
Tšekin tasavalta	70 - 185	entisen Neuvostoliiton tukikohtien puhdistaminen	1997
Yhd. kuningask.	13 000 - 39 000	viittaa 10 000 ha:iin saastunutta maata	1994
Venäjän fed.	34	vuodessa ent. Neuvostoliiton tukikohtien toimenpit.	1997
Viro	4 400	ent. Neuvostoliiton tukikohtien puhdistaminen	1997

Lähde: EYK-ETC/S, 1997; UBA Berliini, 1997

## 238 Euroopan ympäristö

teollisten prosessien päästöjä ja parantamalla turvajärjestelmiä onnettomuuksien estämiseksi.

### 11.3. Veden ja tuulen aiheuttama maaperän eroosio

Eroosio on merkittävä ja kasvava maan huononemisen syy Euroopan monissa osissa (Ernstsen et al., 1995; Blum, 1990). Maatalouden voimaperäistäminen viimeisten 50 vuoden aikana on lisännyt suuresti tätä kehitystä erityisesti Länsi-Euroopassa. Lisääntyneellä koneistumisella, jyrkkien rinteiden aurauksella, kesannointikierron lopettamisella joissakin maatalousjärjestelmissä, ylilaiduntamisella ja maan kuivatuksella on ollut suuria vaikutuksia. Sitä on edistänyt myös pensasaitojen, muurien ja muiden aitojen hävittäminen peltojen suurentamiseksi ja maatalouden tehostamiseksi.

Tämä on jossain määrin vaikuttanut kaikkiin Euroopan maihin (Van Lynden, 1995), ja vesieroosio on vaikuttanut noin 115 miljoonaan hehtaariin eli 12 prosenttiin Euroopan kokonaisuus-alueesta ja tuulieroosio noin 42 miljoonaan hehtaariin eli neljään prosenttiin kokonaisuus-alueesta (Oldeman et al., 1991) (kartta 11.1). Koko Venäjän federaatiossa mukaan lukien Aasian osuus 15 prosenttia kaikesta kastellusta maasta ja 16 prosenttia ojitetusta maasta on huonontunut vakavasti (soistumisen, suolautumisen ja eroosion vuoksi), mihin syynä on ollut riittämätön vesien hoito (Venäjän federaation luonnonsuojeluministeriö, 1996). Ongelma on vakavin Välimeren alueella, jossa vesieroosiota on eniten.

Välimeren alueen vesieroosio voi hävittää 20 - 40 tonnia maaperää hehtaarilta yhdessä ainoassa myrskyssä, ja määrä voi olla jopa 100 tonnia/ha ääritapauksissa (Morgan, 1992). Tätä voivat pahentaa monet alueen piirteet, kuten seuraavat tekijät:

- jyrkät rinteet;
- toistuvat myrskysateet;
- kasvipeitteen väheneminen voimaperäisen maatalouden, kestäättömän metsätalouden, ylilaiduntamisen, tulipalojen ja muiden tekijöiden (esimerkiksi teollisuuden ja kaupunkien kehityksen) vuoksi;
- runsas määrä huonoa maaperää, joka on hyvin herkkää eroosiolle;
- sadekaudet osuvat eri aikoihin kuin kaudet, jolloin maaperä on kasvillisuuden peitossa;
- laajaperäisen kestävä maatalouden väheneminen;
- sosioekonomisten muutosten aiheuttama maaperän hylkääminen.

Maaperän herkkien olosuhteiden vuoksi vesieroosiosta on tullut palautumaton joillakin Välimeren alueilla (Sanroque, 1987; Rubio, 1987; Van Lynden, 1995). Vesieroosio on paikallisesti tärkeää myös Euroopan muilla alueilla (esimerkiksi Islannissa, Irlannissa, Venäjän federaatiossa), joilla useiden tekijöiden kuten ilmaston, maaperän olosuhteiden ja maatalouskäytäntöjen yhdistelmä edistää maaperän katoamista. Irlannissa turvemaiden ylilaiduntaminen aiheuttaa turpeen ja muun aineksen eroosiota silloin, kun sataa ja tuulee voimakkaasti. Islannissa metsien aikaisempi hävittäminen lähes kokonaan ja ylilaiduntaminen tuliperäisillä rinteillä aiheuttaa maaperän voimakasta eroosiota kovien sateiden ja tuulten aikana sekä tulivuorenpurkausten aikana tapahtuvasta jääkenttien sulamisesta syntyvien tulvien aikana. Maaperän eroosio on autioittanut suuria osia maasta.

Maaperän alttius tuulieroosiolle määräytyy samantapaisten tekijöiden perusteella kuin sen alttius vesieroosiolle (Prendergast, 1983). Lisäksi tuulieroosiota suosivat yleensä liiallisesta ojituksesta aiheutuvat olosuhteet (Van Lynden, 1995). Euroopassa tuulieroosio aiheuttaa etupäässä pintamaan häviämistä (Van Lynden, 1995).

Tuulieroosion jakauma Euroopassa (kartta 11.2) viittaa siihen, että fyysiset tekijät, erityisesti ilmasto, ovat tärkeämpiä kuin ihmisen vaikutus, joka on yleensä hallitseva vesieroosion osalta. Kaakkois-Euroopan ja erityisesti Venäjän tasankojen laaja ja ankara tuulieroosio johtuu luultavasti sekä kuivasta mannerilmastosta että herkästä maaperästä ja epäasianmukaisista

maatalouskäytännöistä (Karavayeva et al., 1991). Tuulieroosio aiheuttaa ongelmia myös tietyissä osissa Lappia, missä herkkään maaperään vaikuttaa osittain ihmisen toiminta kuten porolaumojen yllilaiduntaminen, metsätalous tai matkailu.

Tuulieroosiolla voi olla myös useita epäsuoria vaikutuksia, esimerkiksi seuraavat;

- eroosion hävittämän maan alapuolella olevien satoalueiden peittyminen;
- pinta- ja pohjaveden saastuminen sedimentillä ja kemikaaleilla (lannoitteilla ja torjunta-aineilla);
- pohjavesialtaiden väheneminen;
- eroosion irrottaman aineksen laskeutuminen jokiuomiin, järviin tai

## 239 Maaperän huononeminen

keinoaltaisiin, mikä lisää tulvien mahdollisuutta ja muuttaa järvien pH-arvoa, mikä haittaa kaloja;

- viereisten ekosysteemien rehevöityminen
- infrastruktuurille kuten teille, rautateille ja ilmajohdoille aiheutuvat vahingot.

Tärkeimmät vesi- ja tuulieroosion aiheuttajat Euroopassa on tiivistetty laatikossa 11.2.

### 11.4. Aavikoituminen

Riossa vuonna 1992 sovitun ja YK:n aavikoitumisen torjuntaa koskevaan yleissopimukseen otetun määritelmän mukaan aavikoituminen on ”maan huononemista kuivilla, puolikuivilla ja vähävetisillä alueilla useiden tekijöiden, kuten ilmastonvaihteluiden ja ihmisen toiminnan johdosta” (UNCCD:n väliaikainen sihteeristö, 1997). Se, että maaperän kyky ylläpitää kasvi- ja eläinyhteisöjä, maa- ja metsätaloutta vähenee vähitellen ja jatkuvasti, uhkaa joitakin Euroopan eteläosia,

#### **Kartta 11.1 Vesieroosio Euroopassa, 1993**

Vesieroosio

Lähde: ISRIC

## 240 Euroopan ympäristö

kuten Espanjaa, Kreikkaa, Portugalia, Italiaa, Ranskaa (Korsikaa), Maltaa ja Kyprosta. Näillä alueilla on yleensä vain vähäiset makean veden varastot, ja niiden sademäärä vaihtelee suuresti sekä paikallisesti että ajallisesti usein toistuvine kuivuuskausineen.

Välimeren alueella suuret alueet, joita on viljelty pitkiä aikoja, ovat huonontuneet niin vakavasti, että niillä ei voida enää tuottavasti viljellä mitään, mikä johtaa maan hylkäämiseen ja väestökatoon.

Aavikoitumisen tärkeimmät seuraukset Etelä- ja Kaakkois-Euroopassa ovat seuraavat:

- maaperän kyky kestää luonnon ja ihmisten aiheuttamaa kuormitusta vähenee;
- kasvien kasvu hidastuu;
- pinta- ja pohjavesivarat vähenevät pintaveden poisvaluman lisääntyessä ja pinta- ja pohjavedet huononevat herkemmin (saastuminen, happamoituminen, suolautuminen);
- maiseman laatu heikkenee;
- biologinen monimuotoisuus vähenee.

Aavikoitumisella voi olla myös välillisiä vaikutuksia alueen ilmastoon ja lintujen muuttoliikkeeseen.

**Kartta 11.2 Tuulieroosio Euroopassa, 1993**

Tuulieroosio

Lähde: ISRIC

## 241 Maaperän huononeminen

Aavikoitumista Etelä- ja Kaakkois-Euroopassa aiheuttavat seikat ovat monin tavoin samanlaiset kuin maaperän eroosiota aiheuttavat seikat. Aavikoitumisen tärkeimpiä syitä ovatkin yleisesti juuri eroosio sekä ihmisten aiheuttamasta kuormituksesta johtuva maaperän fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien heikkeneminen yhdessä ilmastoon liittyvien tekijöiden kanssa. Tilanteen ei kuitenkaan voida katsoa johtuvan vain viimeaikaisesta teknisestä ympäristön hyväksikäytöstä, vaikka sen voimaperäistymisestä viime vuosikymmeninä onkin voimakkaita todisteita (Pérez-Trejo, 1992). Perusongelmia ovat kasvillisuuden pitkäaikainen ja toistuva tuhoutuminen, jota ovat aiheuttaneet ihmisen toiminta ja luonnonvoimat kuten tulipalot, maan väärä käyttö, ylilaiduntaminen, metsän ja maan voimavarojen liikkakäyttö sekä etenkin viime aikoina maatalouden lisääntynyt voimaperäistyminen, mineraalivarojen käyttö, kaupungistuminen, liiallinen matkailu ja väestölliset muutokset.

Toinen aavikoitumista lisäävä tekijä on useiden sosiaalisten ja taloudellisten toimintojen aiheuttama suuri vedentarve (katso 9.3 jakso). Tämä on aiheuttanut pohjaveden pinnan huomattavaa laskua, mikä lisää maatalousmaan kastelukustannuksia, johtaa sen hylkäämiseen silloin, kun kastelu ei enää ole kannattavaa, ja luo suotuisat olosuhteet meriveden tunkeutumiselle, mikä edelleen vähentää maaperän hedelmällisyyttä (katso 11.5 jakso). Tällaiset olosuhteet ovat syntyneet entisen Karla-järven alueelle (Thessalia, Kreikka) sekä Espanjan itä- ja kaakkoisrannikon läheisyyteen, jossa vesivarastojen liikkakäyttö on alentanut pohjaveden pinnan lähelle merenpinnan tasoa ja tehnyt meriveden tunkeutumisen mahdolliseksi.

### 11.5. Suolautuminen

Suolaveden käyttö kasteluun heikentää maaperää ja kasveja. Suolojen keräytyminen maaperään estää kasvien juurien absorbointia. Tämän vuoksi sadot vähenevät merkittävästi, vaikka maaperässä onkin vettä. Luonnontilaisilla alueilla alkuperäinen kasvillisuus korvautuu suurilla suolapitoisuuksia sietävällä kasvillisuudella. Tällaisen kasvillisuuden taloudellinen arvo on yleensä vähäinen esimerkiksi rehuna.

Suolautumisen vaikutukset maaperään ilmenevät hitaammin kuin sen vaikutukset kasvillisuuteen, mutta ne voivat olla merkittävämpiä ja vaarallisempia. Toistuva kastelu suolapitoisella vedellä lisää maaperän suolapitoisuutta erityisesti alueilla, joilla ojitus on huonoa ja joilla on suuri kosteusvaje. Pitkälle edenneessä vaiheessa tapahtuu alkalisaaatiota, erityisesti maaperän rakenteen huononuttua vakavasti.

Euroopan osalta suolautuminen ja alkalisaaatio vaikuttavat pääasiassa Välimeren ja

<b>Laatikko 11.2: Vesi- ja tuulieroosiota aiheuttavat tekijät Euroopassa</b>
<b>Maatalouden voimaperäistyminen</b>
Kestämättömät maatalouskäytännöt rinteillä kuten tehokkaiden eroosionhallintatoimenpiteiden puuttuminen, sadonkorjuujärjestelmät, jotka jättävät maanpinnan paljaksi sadekaudena, sopimattomat kastelujärjestelmät, sadon jäänteiden polttaminen ja maaperää suojaamaton yhden lajin viljely nopeuttavat maaperän eroosiota. Rinteiden tasoittaminen alaspäin lisää pintakerroksen valumaa ja sedimenttien kulkeutumista.
<b>Raskaiden koneiden käyttö voi tiivistää maata, mikä lisää maaperän alttiutta eroosiolle. Liiallinen muokkaus samoin kuin muokkaus maaperän kosteuden ollessa vähäinen voi aiheuttaa maaperän rakenteen huononemista ja lisätä sen alttiutta eroosiolle. Ylilaiduntaminen voi nopeuttaa eroosiota harventamalla suojaavaa kasvillisuutta ja vähentämällä maaperän orgaanisen aineksen pitoisuutta. Skandinaviassa syyskynöt lisäävät eroosion vaaraa sateisina kausina ja lumien sulassa.</b>
<b>Maatalousmaan hylkääminen</b>
Heikkojen satoalueiden hylkääminen ja sitä seuraava ylilaiduntaminen aiheuttaa vakavaa eroosiota. Maaperän eroosion havaitaan lisääntyvän merkittävästi pengerrysten murtuessa. Marginaalisten maatalousalueiden hylkääminen on vaikuttanut suuriin alueisiin Välimeren seudulla (Sanroque, 1987; Rubio, 1995).
<b>Metsien hävittäminen</b>
Metsien hävittäminen muuttaa maaperän ominaisuuksia (orgaanisen aineksen pitoisuutta, läpäisevyyttä jne.) ja vähentää kasvillisuuden maaperälle antamaa suojaa. Nämä muutokset voivat lisätä maaperän eroosiovaaraa. Metsäpalot (katso 8 luku, 8.3.2 jakso) ovat myös tärkeä syy kasvillisuuden häviämiseen, mikä aiheuttaa maaperän eroosiota monissa osissa Eurooppaa, etupäässä Välimeren alueella.
<b>Maaperään kajoaminen</b>
Kaivostoiminta, louhintaa ja kaivuutyöt kaatopaikkoja varten voivat aiheuttaa maaperän eroosiota rikkomalla pintakasvillisuuden ja muuttamalla pinnanmuodostusta.
<b>Teollisuuden ja kaupunkien laajeneminen</b>
Teollisuuden ja kaupunkien laajeneminen voi aiheuttaa maaperän eroosiota pääasiassa siksi, että ne tuhoavat suojakasvillisuuden ja että niiden ja muun infrastruktuurin suunnittelu on riittämätöntä.

## 242 Euroopan ympäristö

Euroopan kaakkoisosien maiden (Unkari, Romania) maaperään (kartta 11.3), ja ne aiheutuvat sosioekonomisista paineista (esimerkiksi väestönkasvusta) ja luonnollisista syistä (esimerkiksi ilmastosta). Satunnaiset kuivat olosuhteet näissä maissa suosivat tätä kehitystä. NIS-maissa suuret kastelualueet ovat suolautuneet voimakkaasti entisten maatalousrakenteiden romahtamisen ja väärän hoidon vuoksi (CIS:n tilastokomitea, 1996). Koko Euroopassa on suolautunut lähes neljä miljoonaa hehtaaria (Oldeman et al., 1991; Szabolcs, 1991). Näin suuren alueen ennallistamiskustannukset olisivat hyvin korkeat.

### 11.6 Muut syyt maaperän huonontumiseen

#### Orgaanisen aineksen häviäminen

Maaperän laatuun vaikuttaa suuresti sen orgaanisen aineksen pitoisuus, joka on dynaamista ja reagoi nopeasti maaperän hoidon muutoksiin. Lukuun ottamatta alueita, joilla on enemmän kuin tarpeeksi eläinlantaa, monien viljeltyjen alueiden maaperän orgaanisen aineksen pitoisuus laskee Euroopassa nykyisen voimaperäisen maatalouden seurauksena. Vallitsee suuri huoli siitä, että orgaanisen aineksen määrä laskee sen määrän alle, jota tarvitaan ylläpitämään vakaata, hedelmällistä ja tervettä maaperää, vaikka näyttö tällaisista kriittisistä tasoista onkin epävarmaa.

#### **Kartta 11.3 Suolautuminen Euroopassa, 1993**

Suolautuminen

Lähde: ISRIC



## 243 Maaperän huononeminen

Kuviossa 11.1 on osoitettu Englannin ja Walesin viljelyn pintamaan suhteelliset osuudet suhteessa orgaanisen hiilen pitoisuuteen vuosina 1980 ja 1995. Voidaan havaita, että viimeisten 15 vuoden aikana niiden alueiden määrä on hieman laskenut, joilla orgaanisen hiilen pitoisuus ylittää neljä prosenttia, ja samanaikaisesti niiden alueiden määrä on lisääntynyt, joilla orgaanisen hiilen pitoisuus on alle neljä prosenttia.

Orgaanisen aineksen määrän lasku vaikuttaa maaperän rakenteeseen ja vakauteen, sen kykyyn pidättää vettä, sen puskurikapasiteettiin, biologiseen toimintaan sekä ravinteiden pidättämiseen ja vaihtoon. Se voi keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä tehdä maaperän myös alttiimmaksi eroosiolle, tiivistymiselle, happamoitumiselle, suolautumiselle, ravinnevajeeille ja kuivuudelle.

### ***Maaperän rakenteen tiivistyminen, vettyminen ja heikkeneminen***

Orgaanisen aineksen häviäminen ja sen aiheuttama maaperän rakenteen heikkeneminen lisäävät suuresti maaperän tiivyyttä. Tämä on yleisin fysikaalisen heikkenemisen muoto Euroopassa, ja se koskee noin 90 prosenttia fysikaalisesti heikentyneestä kokonaisalueesta (Van Lynden, 1995). Sitä aiheuttaa toistuva raskaiden koneiden käyttö maaperällä, jonka rakenteellinen vakaus on heikko, sekä ylilaiduntaminen ja liian suuret karjat. Tiivistyminen vaikuttaa maaperän pintakerrokseen, joissa se vaikuttaa kasvien ravinteiden ottoon, sekä syvempiin pinnan alla oleviin kerroksiin, joissa se voi johtaa maaperän rakenteen palautumattomiin muutoksiin (Van Lynden, 1995).

Vettyminen on seurausta jokien tulvimisesta, kastelun aiheuttamasta vedenpinnan noususta sekä sadevesien valumamäärän lisäyksestä ja veden imeytymisnopeuden pienemisestä. Se voi aiheutua ihmisen toiminnasta, kuten Pohjois-Venäjällä ja Tonavanlaakson alaosassa, tai itsestään. Se aiheuttaa maaperän rakenteen heikkenemistä. Kartassa 11.4 esitetään tämän kehityksen vakavuus (laajuus ja voimakkuus) Euroopassa.

### **11.7. Maaperää koskeva politiikka, lainsäädäntö ja sitä koskevat sopimukset**

Maaperää koskeva kansallinen ja kansainvälinen lainsäädäntö on heikosti kehittyntä, kun sitä verrataan esimerkiksi ilmaa ja vettä koskevaan lainsäädäntöön. Vain muutamia suoraan maaperään liittyviä aloitteita on toteutettu. Useissa tapauksissa lainsäädäntö koskee terveysnäkökohtia tai muita näkökohtia, ja siinä käsitellään maaperän ominaisuuksia epäsuorasti ihmisen toimintaan liittyvien ekologisten seikkojen tai maaperää koskevien seikkojen kautta.

### ***Maaperän saastumisen estäminen***

EU:n tasolla nitraattidirektiivillä rajoitetaan juomavedeksi käytettävän pohjaveden nitraattipitoisuutta ja määrätään nitraatille herkkien alueiden maaperään käytettävien orgaanisten ja epäorgaanisten typpilannoitteiden määrä ja arvot. Tämän direktiivin mukaisesti kaikissa maissa on vesilait pohjaveden suojelemiseksi ja valvonnan varmistamiseksi. Jätevesilietedirektiivin tarkoituksena on säännellä jätevesilietteen käyttöä maataloudessa, jotta vältettäisiin sen haitalliset vaikutuksen maaperään, kasvillisuuteen, eläimiin ja ihmisiin. Joissakin maissa kuten Tanskassa tällainen lainsäädäntö on laajennettu koskemaan kaikkien jätetuotteiden käyttöä maataloustarkoitukseen. Muihin direktiiveihin kuten elinympäristöjä, pohjavettä, vaarallisia aineita ja jätteitä koskeviin direktiiveihin sisältyy maaperää koskevia osia.

### ***Ympäristövastuu***

Euroopan yhteisöjen komissio valmistelee parhaillaan valkoista kirjaa ympäristövastuusta. Siinä määritellään yhteisön ja järjestelmän ydinkohdat, ja se johtaa todennäköisesti puitedirektiiviin. Tärkeimpinä tavoitteina on saastuneiden kohteiden tehokas puhdistaminen ja luonnonvaroilte aiheutuneiden vahinkojen korjaaminen sekä tulevien vahinkojen estäminen ennaltavarautumisen periaatteen ja ”saastuttaja maksaa” -periaatteen mukaisesti. Järjestelmään sisältyisivät yhteiset puhdistusnormit ja -tavoitteet sekä puhdistusvelvoitetta koskevat vähimmäisvaatimukset.

***Maaperän eroosio/aavikoituminen***

Joissakin maissa maankäyttöä on rajoitettu maan suojelemiseksi eroosiolta. Tähän tarkoitukseen käytetään myös fyysistä suunnittelua. Joissakin maissa eroosiota on torjuttu istuttamalla puita ja ruohoa (esimerkiksi Ranskassa, Itävallassa ja Islannissa).

Useissa maissa on lakisääteisiä maan ojitusta koskevia rajoituksia, jotka pohjautuvat useisiin perusteisiin kuten ekologisen tasapainon ja vesivarojen suojelemiseen sekä eroosion estämiseen.

**Kuvio 11.1 Viljelysmaan pintakerroksen orgaanisen hiilen pitoisuus (%) Englannissa ja Walesissa, 1980 ja 1995**

Lähde: Maaperänkartoitus- ja maantutkimuskeskuksen tiedot, UK, 1997, jotka on toimittanut maatalous-, kalatalous- ja elintarvikeministeriö, Lontoo.

## 244 Euroopan ympäristö

Aluetasolla YK:n aavikoitumisen torjuntaa koskeva yleissopimus velvoittaa sopimuspuolina olevat pohjoisen Välimeren maat (Portugali, Espanja, Ranska, Italia, Malta ja Kreikka) laatimaan kansalliset toimintaohjelmat. Tämä tarkoittaa kaikkien kyseisten maiden toimenpiteiden yhteensovittamista. Toistaiseksi on tehty vasta jonkin verran tiettyjä alueita koskevaa tutkimusta, mutta ongelman laajuutta on jossain määrin arvioitu ja joitakin yhdenmukaistettuja seurantaohjelmia on laadittu.

***Seurantaohjelmat***

Joissakin maissa on maaperän seurantaverkkoja, joilla kirjataan maaperän olosuhteet erityisesti raskasmetallien ja orgaanisen aineksen osalta. Joissakin maissa jo toteutettavia kansallisia seurantaohjelmia harkitaan yhä useammassa maissa. Seurantajärjestelmiä on toistaiseksi kuitenkin suunniteltu etupäässä nimenomaisia tutkimusohjelmia tai erityisiä tavoitteita kuten raskasmetallien ja jätevesilietteen valvontaa tai maatalouden ravinneohjelmia varten, ja ne ovat harvoin yhdenmukaisia.

**Kartta 11.4 Fysikaalinen heikkeneminen Euroopassa, 1993**

Fysikaalinen heikkeneminen

Lähde: ISRIC

## 245 Maaperän huononeminen

**11.8. Toimintanäkymät**

Vaikka on vain vähän suoraa lainsäädäntöä, jolla valvottaisiin ihmisen toimien ja maankäytön vaikutusta maaperään, jonkin verran suojelua toteutetaan epäsuorasti veden ja ilman saastumista valvovien toimenpiteiden kautta. Mahdollisessa strategiassa tilanteen parantamiseksi olisi otettava huomioon seuraavat seikat:

- maaperää on käsiteltävä erillisenä ympäristön osana, ja siihen on kiinnitettävä samanlaista huomiota kuin ilmaan ja veteen;
- yhteensovittamista ja yhteistyötä tarvitaan sekä Euroopan tasolla että kansainvälisellä tasolla, koska maaperää koskevia kysymyksiä ei voida ratkaista vain paikallisilla toimenpiteillä (vaikka ne ovatkin etupäässä paikallinen ongelma);
- on luotava yhdenmukaisia maaperän seurantaohjelmia, jotka ovat samankaltaisia kuin ilmaa ja vettä koskevat ohjelmat ja joiden tarkoituksena on arvioida maaperän tilaa laajoilla alueilla useiden muuttujien osalta.

Toimia voidaan suunnitella seuraavilla aloilla:

- ongelmien analysointi ja arviointi sekä niiden syiden ja vaikutusten määrittäminen;
- muutosten ajallinen seuranta;
- ongelmien hallinta ottamalla käyttöön ehkäiseviä toimenpiteitä (esimerkiksi koulutusta, ekologista sopeuttamista ja kestävämpiä maatalouskäytäntöjä sekä maankäytön suunnittelua);
- korjaavia toimenpiteitä silloin, kun ne ovat tarpeellisia ja mahdollisia.

***Viitteet***

Blum, W.E.H. (1990). The challenge of soil protection in Europe. Julkaisussa *Environmental Conservation*, n:o 17, s. 72-74.

Ernstsen, V., Jensen, J., Olesen, S.E., Sidle, R. (1995). Scoping study on establishing a European Topic Centre for Soil. Geological Survey of Denmark, Service Report n:o 47.

English Partnerships (1995). *Investment Guide*. English Partnerships, Lontoo, UK.

Forsvarets Bygningstjeneste (1996). Opprydding av forurensede sjøsedimenter og forurenset grunn på Håkonsvern, Orlogsstasjon i Bergen kommune, Statusrapport pr. 31.12.1996. Norja.

Hämman M., Hohl R., et al. (1997). Evaluation plan for the Reuse of Excavated Soil, R'97 Recovery, Recycling, Re-integration 3rd International Congress and Exhibition, 4-7.2.1997, Geneve, Sveitsi.

Karavayeva, N.A., Nefedova, T.G., Targulian, V.O. (1991). Historical Land Use Changes and Soil Degradation on the Russian Plain. In *Land Use Changes in Europe. Processes of Change, Environmental Transformations and Future Patterns*. Toim: F.M. Brouwer, A.J. Thomas ja M.J. Chadwick. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Alankomaat.

Lampi, P., et al (1992). *Archives of Environmental Health*, nide. 47 (n:o 3).

Venäjän federaation luonnonsuojeluministeriö (1996). National report on the State of the Environment in Russian Federation in 1995. Moskova.

Morgan, R.P.C. (1992). Soil Erosion in the Northern Countries of the European Community. EIW Workshop. Elaboration of a Framework of a Code of Good Agricultural Practices, Bryssel, 21. - 22.5.1992.

Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., Sombroek, W.G. (1991). World Map of the status of human-induced soil degradation, an explanatory note (second revised edition), Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), ISRIC, Wageningen; UNEP, Nairobi.

Pérez-Trejo, F. (1992). Desertification and land degradation in the European Mediterranean, Euroopan yhteisöjen komissio, Environment and Quality of Life.

Rubio, J.L. (1987). La Desertificación del territorio valenciano. Julkaisussa El Medio Ambiente en la Comunidad Valenciana. Toim: Generalitat Valenciana. Valencia, Espanja.

Rubio, J.L. (1995). Soil erosion effects on burned areas. Julkaisussa: R. Fantechi, D. Peter, P. Balabanis ja J.L. Rubio (toim.), Desertification in a European context: Physical and socio-economic aspects. Euroopan yhteisöjen komissio, ECSC-EC-EAEC, Bryssel, Belgia.

Sanroque, P. (1987). La erosión del suelo. Julkaisussa El Medio Ambiente en la Comunidad Valenciana. Toim: Generalitat Valenciana. Valencia, Espanja.

Soil Survey and Land Research Centre (UK) et al. (1997). Further analysis on presence of

## 246 Euroopan ympäristö

residues and impact of plant protection products in the EU. Possibilities for future EC environment policy on plant protection products, PES-A/Phase 2. raportti Euroopan yhteisöjen komissiolle ja Alankomaiden ympäristöministeriölle.

Szabolcs, I. (1991). Salinisation potential of European soils. Julkaisussa Land use changes in Europe: processes of change, environmental transformations and future patterns. Toim: F.M. Brower, A. Thomas, M.J. Chadwick. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Alankomaat, s. 293-315.

Statistical Committee of the CIS (1996). Environment in CIS countries. Moskova.

UBA (1997). Atlantenatlas/Register on Contaminated Sites according to the Law for the Clean-up of Contaminated Sites. Umweltbundesamt, Wien, Itävalta, 1997.

Ulrici, W. (1995). International Experience in Remediation of Contaminated Sites, Synopsis, Evaluation and Assessment of Applicability of Methods and Concepts. Liittovaltion koulutus-, tiede-, tutkimus- ja teknologiaministeriö; Saksa.

UNCCD Interim Secretariat (1997). United Nation Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. Text with Annexes. Geneve, Sveitsi.

Van Lynden, G.W.J. (1995). European soil resources. Current status of soil degradation, causes, impacts and need for action. Council of Europe Press. Nature and Environment, n:o 71, Strasbourg, Ranska.

Visser W., Elkenbracht E. et al. (1997). Analysis of the Amsterdam Questionnaire, Tauw Milieu (NL), Nottingham Trent University (UK), A&S Associates (UK), R<sup>3</sup> Environmental Technology Ltd. (UK), Asunto-, aluesuunnittelu- ja ympäristöministeriö, Haag, Alankomaat.

## 12. Kaupunkiympäristö

### Tärkeimmät havainnot

Kaupungistuminen jatkuu siitä huolimatta, että noin kolme neljännessä Länsi-Euroopan ja NIS-maiden väestöstä ja hieman alle kaksi kolmannelle KIE-maiden väestöstä asuu jo kaupungeissa.

Yksityisautoilun nopea kasvu ja luonnonvaroihin painottuva kulutus ovat suuria uhkia kaupunkiympäristölle ja sen seurauksena ihmisten terveydelle ja hyvinvoinnille. Monissa kaupungeissa autoilla suoritetaan nykyisin 80 prosenttia kuljetuksista. Liikenteen kasvuennusteet Länsi-Euroopassa osoittavat, että "tätä menoa" ("business as usual") -vaihtoehdossa maantieliikenteen osuus henkilöliikenteestä ja tavaraliikenteestä saattaa lähes kaksinkertaistua vuosina 1990 - 2010 samalla kun autojen määrä lisääntyy 25 - 30 prosenttia ja vuosittainen kilometrimäärä autoa kohti lisääntyy 25 prosenttia. Nykyisen kaupunkiliikenteen ja autojen omistuksen kasvun ennakoitaan kiihtyvän KIE-maiden kaupungeissa seuraavan vuosikymmenen aikana. Tämä johtaa vastaavasti energiankulutuksen kasvuun ja liikennepäästöjen lisääntymiseen.

Kaiken kaikkiaan ilmanlaatu on parantunut useimmissa Euroopan kaupungeissa. Lyijyn vuosipitoisuudet putosivat jyrkästi 1990-luvulla, koska bensiinin lyijypitoisuutta alennettiin. Lisäksi näyttäisi olevan todisteita siitä, että myös muiden saasteiden pitoisuudet pienenevät. Muutamit KIE-maiden kaupungit ovat kuitenkin ilmoittaneet lyijypitoisuuksien pienestä kasvusta viimeisten viiden vuoden aikana. Tämä johtuu liikenteen kasvusta. Ennakoitu lyijyllisen bensiinin käytön lopettaminen ratkaisisi tämän ongelman.

Otsoni on kuitenkin edelleen tärkeä ongelma joissakin kaupungeissa, koska pitoisuudet ovat korkeita koko kesäkauden. WHO:n ohjearvojen ylittymisistä rikkidioksidin, hiilimonoksidin, typen oksidien ja hiukkaspäästöjen osalta ilmoitti suurin osa tietoja antavista kaupungeista. Bentseenistä saatiin vain vähän tietoja, mutta WHO:n ilmanlaadun ohjearvojen ylittymiset näyttävät olevan yleisiä.

Ilmoitettujen tulosten pohjalta tehty kaikki Euroopan 115 suurta kaupunkia kattava arviointi osoittaa, että noin 25 miljoonaa ihmistä altistuu talviajan savusumun olosuhteille (ilmanlaadun ohjearvojen ylittyminen SO<sub>2</sub>:n ja hiukkaspäästöjen osalta). Vastaavasti kesäajan (otsoniin liittyvälle) savusumulle altistuvien ihmisten lukumäärä on 37 miljoonaa, ja lähes 40 miljoonaa ihmistä altistuu vähintään kerran vuodessa WHO:n ohjearvon ylittävälle pitoisuudelle.

Länsi-Euroopassa tärkeimmät ilman saastumista aiheuttavat lähteet olivat aiemmin teolliset prosessit sekä hiilen ja hyvin rikkiä sisältävien polttoaineiden poltto ja nykyään moottoriajoneuvot ja kaasumaisten polttoaineiden poltto. Koska liikenteen ennakoitaan kasvavan merkittävästi, liikenteeseen liittyvien päästöjen oletetaan myös lisääntyvän ja voimistavan ilman saastumista kaupungeissa. KIE- ja NIS-maissa tapahtuu samanlaisia muutoksia, mutta hitaammin.

Noin 450 miljoonaa ihmistä Euroopassa (65 prosenttia väestöstä) altistuu voimakkaalle ympäristömelulle (joka ylittää ekvivalentin äänipainetason (Leq) 24 h 55 dB (A)). Noin 9,7 miljoonaa ihmistä altistuu melutasoille (yli (Leq) 24 h 75 dB (A)), joita ei voida hyväksyä.

Vedenkulutus on kasvanut lukuisissa Euroopan kaupungeissa: noin 60 prosentissa Euroopan suurista kaupungeista vedenkulutus ylittää pohjavesivarat. Veden laatu voi hillitä yhdyskuntien kehitystä yhä enemmän maissa, joissa esiintyy vesipulaa, erityisesti Etelä-Euroopassa. Monet Pohjois-Euroopan kaupungit ovat kuitenkin vähentäneet

**vedenkulutustaan. Yleisesti ottaen vesivaroja voitaisiin käyttää entistä tehokkaammin, sillä prosentuaalisesti vain pieni osa talousvedestä käytetään juomiseen ja ruoanvalmistukseen ja suuria määriä (5 - yli 25 prosenttia) häviää vuotojen seurauksena.**

**Kaupunkiympäristön ongelmat eivät rajoitu vain itse kaupunkeihin. Yhä laajempia maa-alueita tarvitaan suurien kaupunkien väestön kaikkiin tarpeisiin sekä syntyvien päästöjen ja jätteiden käsittelyyn.**



## 248 Euroopan ympäristö

**Euroopan kaupunkien ympäristönhoidon kehittymisestä huolimatta monet ongelmat ovat yhä ratkaisematta. Viimeisten viiden vuoden aikana yhä useammat kaupunkien viranomaiset ovat tutkineet keinoja kestävän kehityksen aikaansaamiseksi paikallisten Agenda 21 -ohjelmien yhteydessä. Näihin voisivat kuulua toimet veden, energian ja materiaalien käytön vähentämiseksi, entistä parempi maankäytön ja liikenteen suunnittelu sekä taloudellisten keinojen hyödyntäminen. Yli 290 kaupunkia on jo liittynyt Euroopan kaupunkien ja kuntien kestävän kehityksen kampanjaan.**

**Kaupunkiympäristön monia eri puolia - esimerkiksi vedenkulutusta, yhdyskuntajätteen syntymistä, jätevesien käsittelyä, melua ja ilman saastumista - koskevat tiedot ovat yhä epätäydellisiä ja riittämättömiä, jotta Euroopan kaupunkiympäristössä tapahtuneita muutoksia voitaisiin arvioida tyhjentävästi.**

### 12.1. Johdanto

Yli kaksi kolmasosaa Euroopan väestössä asuu kaupunkialueella. Kaupunkien vaikutus ulottuu laajalti niiden rajojen ulkopuolelle; niillä on merkittäviä alueellisia ja maailmanlaajuisia vaikutuksia, joiden syynä ovat kaupunkien tarvitsemat luonnonvarat, niiden saasteet ja niiden päästöt maaperään, veteen ja ilmaan. Kaupungin ”ekologinen jalanjälki” voi olla yli 100 kertaa kaupungin varsinaisen alueen kokoinen (laatikko 12.1).

Dobris-arvioinnissa ehdotettu kaupungin ekosysteemin käsite (EYK, 1995) tarjoaa kehyksen Euroopan kaupunkiympäristön arvioimiselle (katso kuvio 12.1). Tässä luvussa analysoidaan kaupunkiympäristön laatua, voimavaravirtoja, jotka ylläpitävät kaupunkien toimintaa, ja kaupunkien kehittämisen malleja, jotka vaikuttavat kaupungin laatuun ja voimavaravirtoihin. Siinä tarkastellaan myös paikallisella, kansallisella ja aluetasolla toteutettuja toimenpiteitä sekä strategioita, joiden tarkoituksena on kestävien kaupunkimallien saavuttaminen.

Tiedot Euroopan kaupunkiympäristön tilasta ovat vähäisiä. Euroopan mittakaavassa on käytettävissä vertailukelpoisia tietoja vain niistä kaupunkiympäristön puolista, joita varten on luotu Euroopan seurantaverkko, kuten esimerkiksi ilmanlaadusta. Tietoja muista ympäristölaadun indikaattoreista, voimavaravirroista ja kaupunkimalleista on saatavilla

### Kuvio 12.1 Kaupunkiympäristön arviointikehys

#### Kaupunkiympäristön laatu

- Ilmanlaatu
- Akustinen laatu
- Viheralueet
- Biologinen monimuotoisuus
- Tieliikenne

#### Kaupunkimallit

- Väestörakenne
- Maankäyttömuodot
- Liikkuvuus
- Infrastrukturi
- Elämäntavat

### **Kaupunkien virrat**

- Raaka-aineet
- Energia
- Päästöt
- Jätevesi
- Kiinteät jätteet

### **Poliittiset vastatoimet**

- Paikallinen Agenda 21 -liike
- Kaupunkisuunnittelu
- Ympäristöhallinto
- Taloudelliset välineet
- Seuranta/Raportointi

## 249 Kaupunkiympäristö

yhä enemmän useista Euroopan kaupungeista, mutta niitä on vaikeata verrata. Vaikka monet Euroopan kaupungit käyttävätkin valtavasti energiaa ja voimavaroja ympäristötietojen kokoamiseen, ei Euroopan tasolla vielä ole luotu yhteistä kehystä kaupunkiympäristön yleisten kehityssuuntien mittaamiseksi ja tulkitsemiseksi.

Monet kaupunkien ongelmat liittyvät läheisesti muissa luvuissa käsiteltyihin asioihin, erityisesti valokemialliseen sumuun (5 luku) ja jätteisiin (7 luku), mutta myös ilmastonmuutokseen (2 luku), happamoitumiseen (4 luku), sisävesiin ja rannikkovesiin (9 ja 10 luku) sekä saastuneisiin alueisiin (11 luku).

Kyselykaavake jaettiin kaikille Euroopan kaupungeille, joissa on yli 500 000 asukasta. Niissä asuu yhteensä noin 165 miljoonaa ihmistä eli 24 prosenttia Euroopan väestöstä. Kyselykaavakkeen tarkoituksena oli koota erityistietoja kaupunkialueista. Tämä luku perustuu pääasiassa saatuihin vastauksiin.

### 12.2. Ympäristön laatu

Euroopan kaupunkiympäristön laatua koskevia tärkeitä huolenaiheita ovat ilman saastuminen, melu ja liikenneuhkat, ja näiden ongelmien tärkein syy on lisääntyvä tieliikenne. Ruuhkautumisen, joka määritellään ”matkustamiseen käytetyksi lisäajaksi”, arvioidaan olevan kustannuksiltaan kaksi prosenttia BKT:stä OECD:n kaupungeissa (Quinet, 1994). Se lisää myös päästöjä ja polttoaineen kulutusta. Jokin aika sitten suoritettussa suurkaupunkiliikennettä koskeneessa tutkimuksessa osoitettiin, että liikenteen keskinopeus laskee suurimmassa osassa OECD:ssä olevia kaupunkeja (OECD/ECMT, 1995).

Kaupunkien kehitys uhkaa yhä enemmän viheralueita ja biologista monimuotoisuutta.

Elämänlaatuun Euroopan kaupungeissa vaikuttaa myös historiallisen rakenteen muuttuminen ja kaupunkimaiseman huononeminen. Näiden molempien ongelmien syynä on kaupunkien nykyinen levittäytyminen laajemmalle alueelle ja kaupunkitoimintojen erottaminen toisistaan.

#### 12.2.1. Ilmanlaatu

Ilman saastuminen on yhä tärkeä ongelma useimmissa Euroopan kaupungeissa, vaikka joitakin tiettyjä saasteita onkin onnistuttu vähentämään. Eri saasteiden ja saastelähteiden suhteellinen merkitys on muuttunut. Länsi-Euroopan kaupungeissa merkittävimmät ilmansaasteiden lähteet ovat nykyään moottoriajoneuvot ja kaasumaisten polttoaineiden poltto, kun taas aikaisemmin hiilen ja hyvin rikkiä sisältävien polttoaineiden poltto oli niiden suurin lähde. Monissa Keski- ja Itä-Euroopan kaupungeissa tämä muutos on tapahtunut melko äskettäin, ja joissakin kaupungeissa alkuperäiset saastelähteet ovat yhä merkittävimpiä.

Kun tässä luvussa arvioidaan, vaikuttavatko ympäröivät pitoisuudet todennäköisesti ihmisten terveyteen ja tarvitaanko lisätutkimuksia, ilmanlaadun viitearvoina käytetään Maailman terveysjärjestön ilmanlaadun ohjearvoja (WHO-AQG) (WHO, 1987; WHO, 1998; EYK, 1997). Nämä ohjearvot ja vaikutukset, joita niillä on tarkoitus estää, esitetään taulukossa 12.1. Olisi otettava huomioon, että taulukon lukuarvot ovat ohjeellisia terveys- tai ympäristövaikutuksiin perustuvia arvoja eivätkä laatunormeja. Kansallisia normeja asetettaessa otetaan yleensä huomioon myös muita seikkoja kuten lähteiden valvontatoimenpiteet, vähentämisstrategiat ja taloudelliset ja yhteiskunnalliset olosuhteet.

Kaupunkiväestön todellista altistumista ilmansaasteille on vaikeata arvioida, koska pitoisuudet vaihtelevat eri aikoina ja eri paikoissa ja koska niiden vaikutus riippuu myös sellaisista seikoista kuten altistuneen väestön sijainti ja heidän

**Laatikko 12.1: Ekologiset jalanjäljet**

Kaupungin ekologinen jalanjälki on se ekologinen tuotantoalue, joka tarvitaan kaupungin väestön ylläpitämiseksi (Rees, 1992). Siihen sisältyvät kaikki uusiutuvat ja uusiutumattomat voimavarat, joita tarvitaan, jotta kaupunki saa ravintoa, energiaa, vettä ja raaka-aineita, ja jotka tarvitaan sen päästöjen ja jätteiden sijoittamiseen. Kaupungit ovat historiallisesti olleet riippuvaisia muiden alueiden voimavaroista. Nykyään kaupungin ekologinen jalanjälki on kooltaan valtava. Vaikka ekologisten jalanjälkien mittaaminen onkin monimutkaista ja vaikeata, joitakin arvioita on tehty Itämeren kaupungeista ja Lontoosta.

Itämeren alueen 14:ssä eri maassa sijaitsevilla 29 kaupungissa asuu 22 miljoonaa ihmistä. Näiden ihmisten tarpeiden tyydyttäminen vaatii arviolta noin 200 kertaa suuremman alueen kuin kaupunkien kokonaispinta-ala (Folke et al., 1996).

Lontoo vaatii 125 kertaa aluettaan suuremman alueen, kun otetaan huomioon vain sen kuluttama ravinto ja metsätaloustuotteet ja sen kyky assimiloida hiilidioksidipäästöjä. Lontoon näin määritelty ekologinen jalanjälki vastaa kaikkiaan 94 prosenttia Ison-Britannian tuottavasta maa-alasta eli 81,5 prosenttia Ison-Britannian kokonaispinta-alasta (IIED, 1995).

## 250 Euroopan ympäristö

fyysisen toimintansa määrää. Koska näitä tietoja ei ole käytettävissä, Euroopan kaupunkien ilmanlaatua arvioidaan ilmassa olevien saasteiden pitoisuuksilla ja näille pitoisuuksille altistuneiden ihmisten määrällä.

Taulukossa 12.2 esitetään ilmansaasteindeksit, jotka on saatu vertaamalla 45:n yhteensä 80 miljoonaa henkeä käsittävän Euroopan kaupungin pitoisuuksia WHO:n AQG-ohjearvoihin. Noin 28 miljoonaa (35 prosenttia) tästä väestöstä asuu kaupunkien välittömässä ympäristössä, ja heistä noin 12 miljoonaa (43 prosenttia) altistui tasoille, jotka ylittivät SO<sub>2</sub>:n tai hiukkasten (PM) lyhyen aikavälin ilmanlaadun ohjearvot (talviajan savusumuolosuhteet) ainakin kerran vuonna 1995. Tulosten ekstrapolointi 115 Euroopan kaupunkiin johtaa arvioon, jonka mukaan 25 miljoonaa ihmistä altistui talviajan savusumuolosuhteille ainakin kerran vuodessa. Vastaava kesäajan savusumuolosuhteille altistuneiden määrä (katso 5 luku) on 37 miljoonaa, ja 39,5 miljoonaa ihmistä altistui ainakin yhdelle ohjearvojen ylitykselle.

Keski- ja Itä-Euroopan kaupungeissa asuvat kokevat usein WHO:n ohjearvot ylittäviä ilmansaastepitoisuuksia. Viimeaikaiset tutkimukset viittaavat siihen, että Puolan ja Tšekin tasavallan kaupunkialueiden asukkaiden odotettu elinikä on huomattavasti alhaisempi kuin koko näiden maiden keskiarvo (Herzman, 1995). Suurta huolta tunnetaan myös Venäjän federaation kaupunkilaisten odotetusta eliniästä. Vaikka tämän syyt eivät olekaan selviä, näiden maiden kaupunkien ilmansaasteet voivat edistää ilmiötä.

Sen lisäksi, että ilmansaasteet vaikuttavat ihmisten terveyteen, ne vaikuttavat Euroopan kaupunkien rakennuksiin ja rakennusmateriaaleihin. Erään tutkimuksen tulosten ekstrapolointi viittaa siihen, että rikkidioksidin rakennuksille ja rakennusmateriaaleille koko Euroopassa aiheuttamien vahinkojen kustannukset saattavat olla noin kymmenen miljardia eua vuodessa (Kucera et al., 1992). Tärkeä huolenaihe useimmissa Euroopan kaupungeissa on ilmansaasteen vaikutus erityisesti marmorista, kalkkipitoisesta hiekkakivestä tai muista herkästi vahingoittuvista materiaaleista tehtyihin historiallisiin muistomerkkeihin ja rakennuksiin. Monet näistä sijaitsevat joko hyvin saastuneilla tai melko saastuneilla alueilla, ja ne voivat sen vuoksi vahingoittua vakavasti. Esimerkkejä ovat Ateenan Akropolis, Kölnin tuomiokirkko ja kokonaiset kaupungit kuten Krakova ja Venetsia, jotka kuuluvat UNESCO:n kulttuuriperintöluetteloon.

### ***12.2.2. Talviajan ja kesäajan savusumut***

WHO:n ilmanlaadun ohjearvojen (WHO-AQG) lyhytaikaista ylittymistä SO<sub>2</sub>:n ja hiukkaspäästöjen osalta on käytetty talviajan savusumun indikaattorina. Vuonna 1995 SO<sub>2</sub>:n lyhytaikainen ilmanlaadun ohjearvo (125 µg/m<sup>3</sup>) ylittyi 37 prosentissa niistä 41:stä Euroopan kaupungista, joista tiedot ovat käytettävissä (taulukko 12.2). Vuonna 1990 43 prosenttia 76 kaupungista ilmoitti, että arvot ylittyivät vain

**Taulukko 12.1 Joukko WHO:n ilmanlaadun ohjearvoja ja vaikutustasoja**

Saastelaji/ Ohjearvo Indikaattori	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Keskimääräinen aika	Vaikutustaso	Vaikutukset
Lyhytaikainen $\text{O}_3$	120	8 h	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; luokitus: lievä	Keuhkojen toiminnan heikkeneminen, hengitys- elinoireet, tulehdukset
$\text{SO}_2$	500 125	10 min 24 h	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; luokitus: keskinkertainen	Keuhkojen toiminnan heikkeneminen; lääkkeiden lisääntynyt käyttö herkille lapsille
$\text{NO}_2$	200	1 h		
$\text{CO}$	100 000 60 000 30 000	15 min 30 min 1 h		
Pitkäaikainen $\text{NO}_2$	40	1 vuosi		
Lyijy	0,5	1 vuosi		Vaikutukset veren koostumukseen, munuaisvauriot; neurologiset, kognitiiviset vaikutukset
$\text{SO}_2$	50	1 vuosi		Hengityselinoireet, krooniset hengitystiesairaudet

Huomautus: Tässä esitetään vain tässä luvussa arvioitujen saasteiden ohjearvot.

Lähde: WHO, 1998

## 251 Kaupunkiympäristö

<b>Taulukko 12.2 Ilmansaasteindeksit Euroopan suurissa kaupungeissa vuonna 1995</b>
-------------------------------------------------------------------------------------

	Ylitys <sup>1</sup>		Altistus <sup>2</sup>		
	Talviajan savusumu	Kesäajan savusumu	Talviajan savusumu	Kesäajan savusumu	Ainakin yksi perinteisten saasteiden ylittyminen
	SO <sub>2</sub> + Pm	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub> + PM	O <sub>3</sub>	
Antwerpen					
Ateena					
Barcelona					
Berliini					
Birmingham					
Bremen					
Bryssel <sup>3</sup>					
Budapest					
Kööpenhamina					
Dublin					
Frankfurt					
Glasgow					
Hampuri					
Hannover					
Istanbul					
Katowice					
Kharkow					
Krakova					
Leeds					
Lille <sup>3</sup>					
Lissabon					

Liverpool

Ljubljana

Lodz

Lontoo

Lyon

Manchester

Milano<sup>3</sup>

München

Nürnberg<sup>4</sup>

Oslo

Praha

Riika

Sarajevo

Sofia

Tukholma

Stuttgart

Thessaloniki

Tirana<sup>4</sup>

Torino<sup>3</sup>

Valencia

Wien

Vilna

Varsova

Zürich

---

<sup>1</sup> **Ylitys**

Pitoisuudet alle puolet WHO:n ohjearvosta

Pitoisuudet 0,5 - 1 kertaa WHO:n ohjearvo

Pitoisuudet 1 - 2 kertaa WHO:n ohjearvo

Pitoisuudet 2 - 3 kertaa WHO:n ohjearvo



Pitoisuudet 3 - 4 kertaa WHO:n ohjearvo

Pitoisuudet 4 - 5 kertaa WHO:n ohjearvo

Pitoisuudet yli viisi kertaa WHO:n ohjearvo

<sup>2</sup> **Altistuminen**

Alle 5 % väestöstä

5 - 33 % väestöstä

33 - 66 % väestöstä

Yli 66 % väestöstä

<sup>3</sup> Käytävissä olevat tiedot koskevat vuotta 1996

<sup>4</sup> Käytävissä olevat tiedot koskevat vuosia 1992 - 1993

Huomautukset: Indeksit on saatu vertaamalla pitoisuuksia WHO:n ilmanlaadun ohjearvoihin

\* = tiedot epävarmoja

Lähde : EYK-ETC/AQ

## Euroopan ympäristö

muutamana päivänä vuodessa. Korkeimmat SO<sub>2</sub>-pitoisuudet todettiin Katowicessa ja Sofiassa (374 ja 373 µg/m<sup>3</sup>).

### **Kuvio 12.2 Kaupunkien SO<sub>2</sub>-pitoisuudet 1976 - 95**

Ateena  
Barcelona  
Aalborg  
Zagreb  
Praha  
Minsk  
Amsterdam  
Lontoo

Lähde: APIS, AIRBASE

### **Kuvio 12.3 Typpioksidit ja otsoni Ateenassa 1984 - 95**

Kaupungin keskusta, teollinen alue, esikaupunki  
O<sub>3</sub> kaupungin keskustassa  
maaseutumainen alue  
esikaupunki  
kaupungin keskusta

Huomautus: Otsonikäyrä osoittaa kokonaisaltistuksen O<sub>3</sub>:lle kynnyksarvon 60 ppb (ppb.h:na) yläpuolella. Maaseutumaisella alueella ja esikaupungeissa olevia mittauspisteitä vastaavat käyrät viittaavat vasempaan akseliin, ja kaupungin keskustaa vastaava käyrä viittaa oikeaan akseliin.

Lähde: EYK-ETC/AQ

Lontoo on esimerkki kaupungista, jossa oli toistuvia ankaria talviajan savusumuja. Nykyisin niitä esiintyy paljon harvemmin, koska SO<sub>2</sub>-päästöt vähenivät merkittävästi lainsäädäntötoimilla, polttoaineseoksen muutoksilla sekä monien saastuttavien toimien siirtämisellä muualle tai niiden lakkauttamisella. Vuotuiset SO<sub>2</sub>-pitoisuuksien keskiarvot ovat pudonneet merkittävästi 300 - 400:stä µg/m<sup>3</sup> 1960-luvulla, 20 - 30:een µg/m<sup>3</sup> eli selvästi alle WHO:n ohjearvojen. Korkeita saastepitoisuuksia (500 µg/m<sup>3</sup> kymmenen minuutin keskiarvona ja 350 µg/m<sup>3</sup> tunnin keskiarvona) esiintyy kuitenkin yhä talvella.

Vuotuisten SO<sub>2</sub>-pitoisuuksien keskiarvojen aleneva kehitys havaittiin 1980-luvun lopulla, ja se jatkui vuosina 1990 - 1995 useimmissa Euroopan kaupungeissa. Vuonna 1995 WHO:n pitkän ajan ohjearvo (50 µg/m<sup>3</sup>) ylittyi vain Katowicessa ja Istanbulissa (verrattuna ylityksiin kymmenessä kaupungissa vuonna 1990). Vuotuisten SO<sub>2</sub>-pitoisuuksien keskiarvot ovat yleensä alhaisimmat Pohjois-Euroopassa, ja korkeimpia arvoja tavataan Keski-Euroopan kaupungeissa ja joissakin Etelä-Euroopan kaupungeissa. Keskimääräiset 24 tunnin SO<sub>2</sub>-pitoisuudet laskevat myös. Vuonna 1995 lyhyen ajan ohjearvo ylitettiin 71 prosentissa kaupungeista, mutta vuonna 1990 se ylittyi 86 prosentissa kaupungeista. Useiden kaupunkien SO<sub>2</sub>-pitoisuuksien pitkäaikainen kehitys esitetään kuviossa 12.2 yhdessä WHO:n ohjearvojen kanssa.

Ilmassa olevien hiukkassaasteiden osalta tilanne paranee myös - se on toinen talviajan savusumun tärkeimmistä aiheuttajista, eikä WHO:n pitkän ajan mustan sumun ohjearvo (50 µg/m<sup>3</sup>) eikä EU:n ilmassa olevien hiukkasten kokonaismäärän raja-arvo (150 µg/m<sup>3</sup>) ylity missään seuratuista kaupungeista. Keskimääräiset 24 tunnin tausta-arvojen enimmäismäärät ylittivät kuitenkin WHO:n lyhytaikaisen ilmanlaadun ohjearvon 69 prosentissa kaupungeista (86 prosentissa vuonna 1990). Tämä arviointi ei kuitenkaan riitä terveysongelmien käsittelemiseksi. Pienimpien hiukkasten mahdolliset haittavaikutukset ja uudet mittausmenetelmät otetaan huomioon Euroopan komission

ehdotuksessa ympäröivän ilman uusiksi raja-arvoiksi (CEC, 1997a). Nämä arvot ylittyvät yleisesti useimmissa Euroopan kaupungeissa (EYK, 1997) ja maaseudulla.

Kesäajan savusumua esiintyy joka vuosi useissa Euroopan kaupungeissa. Vertailut aikaisempiin tietoihin viittaavat siihen, että otsonin (kesäajan savusumun tärkeimmän aiheuttajan) pitkäaikaiset keskiarvot Euroopassa ovat kaksinkertaistuneet vuosisadan vaihteen jälkeen ja että suurin osa lisäyksestä on tapahtunut 1950-luvun jälkeen (Borrell et al., 1995).

Kyselylomakkeen palauttaneista 62 kaupungista (katso 12.1 jakso) 41 toimitti tietoja otsonipitoisuuksista (taulukko 12.2). Vuonna 1995 WHO:n otsonipitoisuuksien ohjearvo  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ylittyi 27:ssä näistä kaupungeista. Vaikutukset

## Kaupunkiympäristö

olivat vakavimmat Ateenassa, Barcelonassa, Frankfurtissa, Krakovassa, Milanossa, Prahassa ja Stuttgartissa, ja Ateenassa ja Barcelonassa mitattiin jopa  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ :n pitoisuuksia.

Ateenassa usein koetut korkeat otsonipitoisuudet (Moussiopoulos et al., 1995) aiheutuvat sekä tiheästä liikenteestä ja teollisuuden päästöistä että epäsuotuisista pinnanmuodostus- ja ilmasto-oloista. Parannukset, joita havaittiin 1990-luvulla (kuvio 12.3), voivat ainakin osittain johtua katalyysaattoreilla varustettujen uudempien ajoneuvojen suhteellisen osuuden lisääntymisestä, toimenpiteistä autojen päästöjen valvomiseksi, polttoaineiden rikkipitoisuuden alentamisesta ja kiinteiden lähteiden valvonnan parantamisesta. Vuonna 1995 Ateenan ilman saastuminen luokiteltiin alhaisesta keskinkertaiseksi 95 prosenttia ajasta verrattuna 89 prosenttiin vuosina 1993 - 1994. Vuosi 1995 oli myös ensimmäinen vuosi vuoden 1984 jälkeen, jolloin koko kaupungin alueella ei kertaakaan ylitetty  $\text{NO}_2$ :n P98-persentiilin rajaa  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Otsoni on kuitenkin edelleen merkittävä ongelma, ja sen pitoisuudet ovat korkeat koko kesän ajan.

### 12.2.3. Muut ilmansaasteet

Kaupunkien ilmansaastetasoja seurataan useimpien Euroopan kaupunkien tietyillä kaduilla, ja tulokset osoittavat, että  $\text{NO}_2$ :n,  $\text{SO}_2$ :n ja ilmassa olevien hiukkasten kokonaismäärän (TSP) lyhytaikaiset enimmäispitoisuudet ylittävät ajoittain ilmanlaadun ohjearvot kaksin - nelinkertaisesti riippuen liikenteestä ja leviämisolosuhteista.

#### Typpidioksidi

Vuosina 1990 - 1995  $\text{NO}_2$ :n yhden tunnin enimmäispitoisuudet alenivat lukuun ottamatta Helsinkiä, Lontoota ja Wieniä (kuvio 12.4). WHO:n lyhytaikainen ohjearvo (joka vastaa  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tunnin enimmäisarvona) ylittyi kaupungin taustapitoisuuden mittauspisteissä vuosina 1990 - 1995 15:ssä niistä 27 kaupungista, jotka toimittivat tietoja tunnitaisista arvoista.

Tämä laskeva kehitys näkyy myös kuviosta 12.5, jossa esitetään kaupunkien prosentuaalinen jakauma, kun  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet on jaettu kolmeen pitoisuusryhmään. Typpidioksidin vuotuiset keskipitoisuudet eivät kuitenkaan osoita selkeää kehitystä. Vuonna 1995 pitkäaikainen ilmanlaadun ohjearvo ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ylittyi 16:ssä niistä 38 kaupungista, jotka ilmoittivat  $\text{NO}_2$ :n vuosipitoisuudet. Vaikuttaa siltä, että Etelä-Euroopan kaupungeissa keskimääräiset vuosipitoisuudet ovat merkittävästi korkeammat kuin muualla Euroopassa.

### Kuvio 12.4 Yhden tunnin $\text{NO}_2$ :n enimmäispitoisuudet tietyissä Euroopan kaupungeissa

Lissabon  
 Manchester  
 Helsinki  
 Sofia  
 Milano  
 Lontoo  
 Wien  
 Torino  
 Ateena  
 Vilna  
 Barcelona  
 Leeds  
 Katowice  
 Tessaloniki  
 Hampuri  
 Liverpool  
 Krakova  
 Glasgow  
 Bryssel

Oslo  
Stuttgart  
Berliini  
Zürich  
Varsova  
Tukholma

Huomautus: Milanon ja Torinon pitoisuusarvot koskevat vuotta 1996

Lähde: EYK-ETC/AQ

**Kuvio 12.5 Kaupunkien NO<sub>2</sub>:n vuotuiset keskipitoisuudet, 1990 ja 1995**

Ohjearvo ylittyi vähintään kaksinkertaisesti (80 µg/m<sup>3</sup> tai enemmän)

Ohjearvo ylittyi hiukan (40 - 79 µg/m<sup>3</sup>)

Alle ohjearvon

Huomautus: Kunkin NO<sub>2</sub>-pitoisuusluokan kaupunkien prosentuaalinen osuus (WHO:n ohjearvo = 40µg/m<sup>3</sup>)

Lähde: EYK-ETC/AQ

## Euroopan ympäristö

**Kuvio 12.6 8 tunnin CO:n enimmäispitoisuudet tietyissä Euroopan kaupungeissa**

Zaratoga  
 Torino  
 Ateena  
 Kharkov  
 Krakova  
 Porto  
 Lissabon  
 Lontoo  
 Helsinki  
 Ljubljana  
 Barcelona  
 Sofia  
 Reykjavik  
 Wien  
 Manchester  
 Stuttgart  
 Riika  
 Hampuri  
 Bryssel  
 Katowice  
 Berliini  
 Varsova  
 Kööpenhamina  
 Glasgow  
 Zürich  
 Tessaloniki  
 Tukholma

Huomautus: Reykjavikin ja Torinon arvot koskevat vuotta 1996. Berliinin pitoisuusarvo koskee vuotta 1994.

Lähde: EYK-ETC/AQ

**Hiilimonoksidi**

Tiedot hiilimonoksidin keskimääräisistä vuosipitoisuuksista Euroopan kaupungeissa (kuvio 12.6) osoittavat yleistä laskevaa kehitystä vuosina 1990 - 95. Vuonna 1995 WHO:n lyhyen ajan ohjearvo (kahdeksan tunnin keskiarvo  $10 \text{ mg/m}^3$ ) ylittyi 13:ssa niistä 27 kaupungista, jotka ilmoittivat kahdeksan tunnin arvot; useimmissa CO-pitoisuudet olivat kuitenkin alhaisemmat vuonna 1995 kuin vuonna 1990 lukuun ottamatta Ljubljanaa, Reykjavikia, Sevillaa, Stuttgartia ja Varsovaa. WHO:n kahdeksan tunnin ohjearvon ylitysten määrä on huolestuttava useissa kaupungeissa.

**Lyijy**

Ilman lyijyosaasteiden tärkein lähde useimmilla kaupunkialueilla on lyijyllinen bensiini (katso luku 4, jakso 4.6.2 ja luku 6, jakso 6.3). Useimmissa Euroopan maissa lyijyllisen bensiinin lyijyn enimmäispitoisuus on vähennetty 0,15:een g/l, ja lyijyttömän bensiinin markkinaosuus kasvaa nopeasti. Tämän johdosta lyijyn keskimääräiset vuosipitoisuudet useimmissa niistä Euroopan kaupungeista, joilta seurantatietoja on käytettävissä, laskivat jyrkästi vuoden 1986 jälkeen ja loivemmin vuosina 1990 - 95 (kuvio 12.7).

Muutamissa Keski- ja Itä-Euroopan kaupungeissa (esimerkiksi Vilnassa) pitoisuudet ovat kuitenkin lisääntyneet hiukan viimeisten viiden vuoden aikana pääasiassa sen vuoksi, että liikenne on kasvanut ja lyijyllisten polttoaineiden käyttöä on jatkettu useimmissa KIE-maissa. Kuumien kohtien (useimmiten vilkkaiden katujen) vuotuiset keskipitoisuudet ovat WHO:n ohjearvojen

alarajan alapuolella, eikä ohjearvo  $0,5 \text{ mg/m}^3$  ole ylittynyt missään kaupungissa vuoden 1993 jälkeen.

#### Bentseeni

Kaupunkien bentseenipitoisuuksista näyttää olevan käytettävissä vain vähän tietoja. Vain kymmenen niistä 62 kaupungista, jotka palauttivat kyselykaavakkeen, ilmoitti tietoja bentseenistä. Antwerpeniä lukuun ottamatta WHO:n ilmanlaadun pitkän ajan ohjearvo (joka vastaa  $2,5 \text{ mg/m}^3$  keskimääräisenä vuotuisena arvona) ylittyi kaikissa tiedossa olevissa kaupungeissa.

#### **12.2.4. Kaupunkien melu**

Monet tutkimukset melun vaikutuksista ihmisten terveyteen viittaavat siihen, että melutaso ulkona ei saisi päivällä ylittää ekvivalenttia äänipainetasoa (Leq) 65 dB (A) eli tasoa, jolla voidaan havaita melun vakavia vaikutuksia (EYK, 1995). Jopa kaupunkialueita, joilla melutaso on Leq 55 dB (A) - Leq 65 dB (A) pidetään "harmaina alueina". Altistumista melutasolle, joka ylittää Leq 75 dB (A), ei pidetä hyväksyttävänä, koska se voi aiheuttaa kuulon menetyksen.

Noin 113 miljoonaa ihmistä Euroopassa (17 prosenttia väestöstä) altistuu kuitenkin ympäristömelulle, joka ylittää Leq 65 dB (A), ja 450 miljoonaa ihmistä (65 prosenttia väestöstä) altistuu melulle Leq 24 h 55 dB (A) (OECD/ECMT, 1995). Noin 9,5 miljoonaa ihmistä altistuu hyväksyttävän rajan Leq 24 h 75 dB (A) ylittävälle melulle. Suurissa kaupungeissa tällaiselle melulle altistuvien ihmisten prosentuaalinen osuus on kaksi tai kolme kertaa suurempi kuin kansallinen keskiarvo (OECD:n tiedot). Tietojen vähäisyyden vuoksi ei ole

## Kaupunkiympäristö

mahdollista määrittää eri melutasoille altistumisen kehitystä Euroopan suurimmissa kaupungeissa. Useimmissa kaupungeissa ihmisiä kuitenkin altistuu hyväksyttävän enimmäisarvon 65 dB (A) ylittävälle melulle (kuvio 12.8).

### 12.2.5. Viheralueet

Viheralueet parantavat kaupunkien ilmastoa, imevät ilmansaasteita ja antavat asukkaille mahdollisuuden nauttia liikunnasta ja virkistyksestä. On arvioitu, että kaupunkien puut parantavat ilman laatua poistamalla jopa 0,7 tonnia hiilimonoksidia, 2,1 tonnia hiilidioksidia, 2,4 tonnia typpidioksidia, 5,5 tonnia PM<sub>10</sub>-hiukkasia ja kuusi tonnia otsonia viheraluehehtaaria kohti vuodessa (McPherson ja Nowak, 1994). Ne ovat tärkeitä myös koulutuksen ja tutkimuksen kannalta sekä esteettiseltä kannalta.

Euroopan kaupunkien viheralueet vaihtelevat suuresti kooltaan, tyypiltään ja jakaumaltaan kaupunkirakenteessa. Viheralueiden määrä vaihtelee kahdesta prosentista kaupungin kokonaispinta-alasta Bratislavassa ja Genovassa 68 prosenttiin Oslossa ja Göteborgissa. Oslossa ja Göteborgissa on myös suurimmat viheralueet asukasta kohti, noin 650 m<sup>2</sup>, kun sitä vastoin Genovassa (2,3 m<sup>2</sup>) ja Ateenassa (4,5 m<sup>2</sup>) ne ovat pienimmät (kuvio 12.9). Näihin lukuihin olisi kuitenkin suhtauduttava varovasti, koska viheralueiden ja kaupunkien rajojen määritelmät ovat erilaiset eri kaupungeissa. EYK:n tutkimukseen saadut vastaukset viittaavat siihen, että useimmissa Euroopan kaupungeissa ihmiset asuvat korkeintaan 15 minuutin kävelymatkan päässä vähintään yhdestä viheralueesta.

Viheralueiden ja erityisesti kaupunkien puiden merkitys lisääntyy kaupunkien kasvaessa. Monissa kaupungeissa kaupungistumisen kasvu ja sen aiheuttama saastekuormitus uhkaavat tärkeitä viheralueita. Viherkäytävien eli kaupungissa olevia viheralueita ja maaseutua yhdistävien käytävien kehittämistä pidetään parhaana lähestymistapana ekologisten tavoitteiden ja virkistystavoitteiden yhdistämiseksi.

Monissa Euroopan kaupungeissa, esimerkiksi Roomassa, kehitetään strategioita, joiden tavoitteena on suojella biologista monimuotoisuutta paikallisten ympäristötoimintaohjelmien osana. Berliinissä maisemansuunnittelulla on saavutettu tärkeitä tuloksia nykyisten avoimien viheralueiden suojelussa ja uusien luomisessa. Useimmissa Alankomaiden eri kokoisissa kaupungeissa on edistytty huomattavasti viheralueiden ekologisessa hoidossa ja kehittämisessä. Aarhusin kaupungin ekologisessa suunnitelmassa painotetaan voimakkaasti kaupunkirakenteen sisällä olevien viheralueiden suojelua ja vihreiden käytävien kehittämistä niiden yhdistämiseksi ympäröivään maaseutuun. Tämän lähestymistavan tärkeä osatekijä on metsäalueen luominen kaupungin läheisyyteen, jotta se toimii luonnon eläinten ja kasvien käytävänä ja imee ilmansaasteita sekä suojelee kaupunkia tulvilta. Nykyisin vakiokäytäntönä on myös luontaisesti esiintyvien kasvien istuttaminen ja viheralueiden hoito ilman torjunta-aineita. Monissa Euroopan erikokoisissa kaupungeissa on hyväksytty puiden istutussuunnitelmia.

### **Kuvio 12.7 Vuotuiset lyijypitoisuudet eräissä Euroopan kaupungeissa, 1982 - 96**

Antwerpen

Ateena

Barcelona

Bryssel

Kööpenhamina

Dublin

Helsinki

Katowice

Valencia

Torino

Lähde: EYK-ETC/AQ



**Kuvio 12.8 Melutasojen ylittyminen eräissä Euroopan kaupungeissa**

Barcelona  
Lissabon  
Porto  
Stuttgart  
Dresden  
Bryssel  
Wien  
Genova  
Budapest  
Amsterdam  
Haag  
Zürich  
Kööpenhamina  
Oslo  
Ateena  
Düsseldorf  
% väestöstä  
yli 65 dB (A)  
yli 70 dB (A)  
65 - 70 dB (A)  
alle 70 dB (A)  
alle 65 dB (A)

Huomautus: Mittausmenetelmien erojen vuoksi eri kaupunkien tiedot eivät aina ole vertailukelpoiset.

Lähde: EYK

**12.3. Kaupunkien materiaalivirrat ja niiden vaikutukset**

Ilmansaastetasot, melutasot ja viheralueiden määrä osoittavat suorimmin kaupunkiympäristön laatua. Mutta kaupunkien useimpien ympäristöongelmien pohjimmaisena syynä on kaupunkien valtava energian ja raaka-aineiden tarve ja tästä

## Euroopan ympäristö

aiheutuvat kaupunkijärjestelmän lävitse kulkevat materiaalivirrat. Useimmissa Euroopan kaupungeissa energian hyötysuhde paranee merkittävästi ja tämän vuoksi ilmansaastepäästöt toimintayksikköä kohti vähenevät. Viimeisten kymmenen vuoden aikana luonnonvarojen kokonaiskulutus, päästöt ja jätteiden tuottaminen ovat kuitenkin lisääntyneet kaupunkien yleisen toimintatason lisääntyessä ja elämäntapojen muuttuessa.

### *12.3.1. Energia*

Kaupungit vastaavat useimmissa maissa suurimmasta osasta energian kokonaiskulutusta. Noin kolme neljäsosaa Euroopan koko energiasta kulutetaan teolliseen ja taloudelliseen toimintaan, lämmitykseen ja liikenteeseen kaupunkimaisissa asutuskeskuksissa. Kun energian kokonaiskulutus on vuodesta 1990 lähtien pysynyt vakaana (Länsi-Euroopassa) tai laskenut (Itä-Euroopassa), kehitys eri aloilla on ollut erilaista. Länsi-Euroopan kaupungeissa energiaa käytetään eniten asumiseen.

Energian käyttö liikenteeseen on lisääntynyt sekä absoluuttisina arvoina että osuutena kokonaiskulutuksesta, kun sitä vastoin energian käyttö teollisuuden aloilla on vähentynyt huomattavasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Energian käyttöä hallitsevat yhä fossiiliset polttoaineet.

Useat Euroopan kaupungit, jotka osallistuvat ICLEI:n (Ympäristöä koskevien aloitteiden kansainvälisen neuvoston) kaupunkien ilmastosuojeluohjelmaan, ovat kehittäneet toimintasuunnitelmia vähentääkseen CO<sub>2</sub>-päästöjä useilla strategioilla, joihin sisältyy uusiutuvien energialähteiden lisääntyvä käyttö, kunnallisten jätteenpolttolaitosten energian talteenotto, yhdistetyt lämpö- ja sähkövoimalat, julkinen liikenne ja puiden istutus. Useissa Euroopan kaupungeissa on jo onnistuttu erittäin hyvin. Esimerkiksi Saarbrücken on vähentänyt CO<sub>2</sub>-päästöjä 15 prosenttia vuoden 1990 jälkeen kymmenvuotisen kattavan energia-aloitteen avulla, ja siitä on tullut kansallisen ohjelman mallikaupunki Saksassa (ICLEI, 1997).

### **Kuvio 12.9 Tiettyjen Euroopan kaupunkien viheralueet**

Göteborg  
Oslo  
Dresden  
Bryssel  
Zürich  
Düsseldorf  
Nürnberg  
Bremen  
Vilna  
Helsinki  
Tukholma  
Riika  
Berliini  
Stuttgart  
Köln  
Varsova  
Amsterdam  
Hannover  
Barcelona  
Pariisi  
Dublin  
Haag  
Lissabon  
Torino

Porto  
Reykjavik  
Ateena  
Budapest  
Tirana  
Kavage  
Wien  
Genova  
Bratislava  
Setubal  
Prosentuaalinen osuus kokonaispinta-alasta  
m<sup>2</sup>/henki

## Kaupunkiympäristö

### 12.3.2. Muut päästöt

Kuten jaksossa 12.2.1 todettiin, useimpien Euroopan kaupunkien ilmansaasteet ovat nykyisin peräisin moottoriajoneuvoista ja kaasumaisten polttoaineiden poltosta, vaikkakin hiilenpolton aiheuttama savu on yhä ongelma eräissä Keski- ja Itä-Euroopan kaupungeissa. Kuvassa 12.10 esitetään tärkeimmät SO<sub>2</sub>- ja NO<sub>2</sub>-päästöjen lähteet joidenkin Euroopan yli 0,5 miljoonan asukkaan kaupunkien osalta.

#### Rikkidioksidi

Suuret pistelähteet (voimalaitokset, suuret teollisuuslaitokset) ja muu teollisuus ovat suurin SO<sub>2</sub>-päästöjen lähde EU:n useimmilla kaupunkialueilla. Liikenteen osuus näistä päästöistä on EU:n eteläisillä alueilla kuitenkin paljon keskimääräistä suurempi dieselpolttoaineen suhteellisesti korkeamman rikkipitoisuuden vuoksi. Teollisuudessa kaasuunuttaminen ja muu teollisuudessa tapahtuvasta polttamisesta tulevien päästöjen vähentämiseksi käytettävä tekniikka (esimerkiksi vähärikkinen öljy) ovat vähentäneet teollisuuden SO<sub>2</sub>-päästöjä monissa Euroopan kaupungeissa viimeisen vuosikymmenen aikana (esimerkiksi Prahassa, Sofiassa, Ljubljanassa, Leipzigiissä, Berliinissä, Tukholmassa ja Helsingissä). Teollisen toiminnan väheneminen on saattanut myös edistää tätä vähenemistä joissakin näistä kaupungeista samoin kuin Bukarestissa. Eräissä kaupungeissa (esimerkiksi Ljubljanassa ja Leipzigiissä) asuntojen lämmittäminen aiheuttaa yhä huomattavia SO<sub>2</sub>-päästöjä.

#### Typpioksidit

Kaupunkikohtaiset NO<sub>x</sub>-päästöjä koskevat tiedot vaihtelevat vähemmän kuin SO<sub>2</sub>-päästöjä koskevat tiedot, mutta eräät teollisuuskaupungit erottuvat, koska niissä teollisuuden ja energiantuotannon päästöt ovat korkeat (esimerkiksi Bratislava, Rotterdam, Antwerpen, Helsinki). Useimmissa muissa kaupungeissa päästöjä tulee eniten liikenteestä, ja liikenteen NO<sub>x</sub>-päästöt henkeä kohti ovat yleensä noin 10 - 20 kg/a. Rotterdamin kaltaisissa satamakaupungeissa laivaliikenne aiheuttaa osan suurista NO<sub>x</sub>-päästöistä.

NO<sub>x</sub>-päästöt ovat vähentyneet jonkin verran viimeisten 5 - 10 vuoden aikana useimmissa kaupungeissa etupäässä sen vuoksi, että asuntojen lämmittämisestä ja teollisuudesta tulevat päästöt ovat vähentyneet. Liikenteen päästöt ovat yleensä vähentyneet vain vähän, mutta merkittävää vähennystä on saavutettu joissakin kaupungeissa mahdollisesti onnistuneiden liikenteen vähentämisiongelmiä tuloksena (esimerkiksi Zürichissä) tai parantamalla henkilöautojen, kuorma-autojen ja linja-autojen pakokaasujen puhdistamista sekä käyttämällä ympäristövyöhykkeitä (esimerkiksi Tukholmassa). Ateenassa ja Pariisissa on kirjattu merkittävä liikenteen NO<sub>x</sub>-päästöjen väheneminen. Esimerkiksi Pariisissa erityisen korkea NO<sub>x</sub>-pitoisuus lokakuussa 1997 johti siihen, että otettiin käyttöön liikennettä koskevia erityistoimenpiteitä vähän aikaisemmin annetun ilmansaastelainsäädännön täytäntöönpanemiseksi. Savusumuhälytyksen jälkeen vain tietyn rekisterinumeron omaavilla ajoneuvoilla (parillinen/pariton) sai ajaa vuoropäivinä, ja julkinen liikenne oli ilmaista.

#### Hiukkaspäästöt

Tietoja hiukkaspäästöistä (PM) ilmaan ei ole käytettävissä useista kaupungeista, mutta asiantuntija-arvioihin perustuvia epävirallisia PM<sub>10</sub>-päästöjä koskevia tietoja (hiukkaset, joiden halkaisija on alle kymmenen µm ja joiden uskotaan vaikuttavan eniten ihmisten terveyteen) on käytettävissä kansallisessa mittakaavassa 25 Euroopan maasta (Berdowski et al., 1996). Tärkeimmät ihmisen aiheuttamat lähteet ovat kiinteät polttolähteet, teolliset prosessit ja liikenne (mukaan lukien maanteiden pölyn uudelleen liettyminen).

Keski- ja Itä-Euroopassa kiinteät polttolähteet ovat yleensä PM-päästöjen tärkein lähde. Tiedoista saa vain yleisen kuvan, mutta niiden mukaan PM<sub>10</sub>-pitoisuudet ovat korkeat Keski- ja Itä-Euroopan teollisuuskaupungeissa; PM<sub>10</sub>-päästöt ovat vähentyneet huomattavasti vuosina 1990 - 1993 joissakin maissa, erityisesti Saksassa (vähennykset entisessä Itä-Saksassa), Bulgariassa ja Unkarissa ja lisääntyneet merkittävästi toisissa, esimerkiksi Tšekin tasavallassa/Slovakiassa ja

Puolassa. EU:ssa PM<sub>10</sub>-päästöt muuttuivat vain vähän vuosina 1990 - 1993 lukuun ottamatta Irlantia, jossa päästöt vähenivät jyrkästi.

Hiukkasten sekundaarinen muodostuminen (sulfaatti- ja nitraattihiukkasina) alueellisessa mittakaavassa tarkoittaa, että alueelliset PM<sub>10</sub>-pitoisuudet voivat olla korkeat ja jopa ylittää kaupunkien suoraan aiheuttamat PM<sub>10</sub>-pitoisuudet erityisesti Euroopan keskiosissa. Tällä on merkitystä näiden alueiden torjuntatoimille, koska tällöin on valvottava sekä alueellisia päästöjä että kaupunkien suoria päästöjä.

### ***12.3.3. Vesi***

Vesijohtoveden kulutus henkeä kohti on viimeisten 15 vuoden aikana lisääntynyt 30 prosentista 45 prosenttiin veden kokonaiskulutuksesta. Noin 60 prosentissa Euroopan suurista kaupungeista veden kulutus ylittää pohjavesivarat (EYK, 1998), ja veden saatavuus voi yhä enemmän rajoittaa kaupunkien kehittymistä maissa, joissa vedestä on pulaa, erityisesti Etelä-Euroopassa (katso myös luku 9, jakso 9.3). Veden kulutus henkeä kohti Euroopan kaupungeissa vaihtelee 60 litrasta päivässä Kölnissä 440 litraan päivässä Torinossa. Veden kulutus Euroopassa on lisääntynyt elintason noustessa ja kotitalouksien

## Euroopan ympäristö

**Kuvio 12.10 SO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-päästöt henkeä kohti tietyissä Euroopan kaupungeissa 1985 - 95**

Antwerpen

Ateena

Berliini

Bratislava

Bremen

Bryssel

Bukarest

Budapest

Duisburg

Essen

Frankfurt a.M.

Hampuri

Helsinki

Kharkov

Köln

Leipzig

Ljubljana

Lontoo

Milano

Oslo

Pariisi

Praha

Reykjavik

Riika

Rotterdam

Sofia

Pietari

Tukholma

Stuttgart

Tessaloniki

Wien

Zaratoga

Zürich

Antwerpen

Ateena

Berliini

Bratislava

Bremen ei tietoja

Bryssel

Bukarest

Budapest

Duisburg

Essen

Frankfurt a.M. ei tietoja

Hampuri

Helsinki

Kharkov ei tietoja

Köln

Leipzig

Ljubljana

Lontoo

Milano

Oslo  
Pariisi  
Praha  
Reykjavik  
Riika  
Rotterdam  
Sofia  
Pietari           ei tietoja  
Tukholma  
Stuttgart  
Tessaloniki  
Wien  
Zaratoga  
Zürich

Lähde: EYK-ETC/AQ

## Kaupunkiympäristö

koon pienetessä. Useissa kaupungeissa parannetaan menestyksellä vedenkäytön tehokkuutta (kuvio 12.11). Jotkut näistä kaupungeista, kuten Reykjavik, Tukholma ja Zürich, ovat kuitenkin sellaisia, joissa vettä käytetään yli 350 l henkeä kohti päivässä (EYK, 1998). Euroopan kaupunkien vedenkäytön tehokkuutta voidaan parantaa huomattavasti, koska vain pieni osuus kotitalouksien käyttämästä vedestä käytetään juotavaksi tai ruoanlaittoon ja suuria määriä (esimerkiksi 27 prosenttia Yhdistyneessä kuningaskunnassa, viisi prosenttia Alankomaissa) menee hukkaan vuotojen vuoksi, ennen kuin vesi tulee kotitalouksiin.

### **12.3.4. Jätevedet**

Suuri osa Euroopan pintavesien liiallisesta fosforikuormasta on peräsin kunnallisista jätevesilaitoksista. Vaikka käsittely on parantunut useissa maissa, Euroopan kaupungit eroavat toisistaan hyvin paljon. Pohjois-Euroopan maissa yli 80 prosenttia väestöstä asuu nykyisin viemäröidyissä taloissa tai kerrostaloasunnoissa, kun taas etelässä tällaisen väestön osuus on vain 50 prosenttia; tosin 80 prosenttia käsitellystä vedestä käsitellään nykyisin biologisesti tai jälkikäsitellään tavalla, johon sisältyy tehokas orgaanisen aineksen hajottaminen bakteerien avulla (EYK, 1998).

Vieläkään ei tiedetä, kuinka suuri osuus Keski- ja Itä-Euroopan kaupunkien jätevedestä käsitellään. Joissakin kaupungeissa esimerkiksi Albaniassa ei ole lainkaan jäteveden käsittelylaitoksia, ja käsittelemättömät yhdyskuntien ja teollisuuden jätevedet johdetaan suoraan Välimeren.

Useimmissa Euroopan kaupungeissa jätevesi kootaan yhä yhdessä sadeveden kanssa, ja se johdetaan vesistöihin puhdistamattomana. Liiallisten ravinnekuormien aiheuttama rehevöityminen on erityisen voimakasta kaupunkien edustoilla, joissa päästöt ovat suuria. Yli 70 miljoonan ihmisen ja heihin liittyvien toimintojen päästöt johdetaan Itämereen, ja meri osoittaa lisääntyvän kuormituksen merkkejä (katso myös jaksot 9.7 ja 10.2).

### **12.3.5. Jätteet**

Vuonna 1995 pelkästään OECD:hen kuuluvissa Euroopan maissa tuotettiin noin 195 miljoonaa tonnia yhdyskuntajätettä. Tämä tarkoittaa, että henkeä kohti jätteitä tuotettiin 425 kg vuodessa eli 38 prosenttia enemmän kuin vuonna 1980 (katso myös 7 luku). Jätteiden tuotanto Euroopan kaupungeissa vaihtelee 260 kg:sta henkeä kohti vuodessa Nürnbergissä ja Osllossa 500 kg:oon henkeä kohti Göteborgissa, Vlnassa, Brysselissä, Tukholmassa ja Leipzigissä (kuvio 12.12). Useat kaupungit (Sarajevo, Berliini, Krakova, Riika, Düsseldorf, Bremen, Dresden ja Varsova) ilmoittavat yli tonnin henkeä kohti vuodessa olevia lukuja, mikä viittaa siihen, että ilmoitettuihin määriin voi sisältyä muitakin kuin yleisesti yhdyskuntajätteiksi määriteltyjä jätteitä.

Keskimäärin Euroopassa suurin osa jätteistä (72 prosenttia) päättyy kaatopaikoille, 17 prosenttia poltetaan, viisi prosenttia kompostoidaan ja neljä prosenttia kierrätetään. Kaupunkien välillä on kuitenkin suuria eroja (kuvio 12.13). Joissakin Pohjois-Euroopan kaupungeissa on viimeisen vuosikymmenen aikana lisätty yhdyskuntajätteen hyödyntämis- ja kierrätysohjelmia erityisesti paperin, lasin, muovin ja orgaanisen jätteen osalta.

Esimerkiksi Suur-Helsingin alueella jätteiden lajittelu käyttökelpoisiksi materiaalivirroiksi ja orgaanisen jätteen suuren osan kompostointi ovat huomattavasti vähentäneet kaatopaikoille vietävän jätteen määrää ja tuottaneet käyttökelpoista maata. Noin 11 000 tonnia biojätettä vuodessa kootaan alueilta, joilla jätteet lajitellaan, ja 50 prosenttia tästä käytetään hyödyksi. Tavoitteena on laajentaa biojätteen keräämistä erikseen niin, että se kattaa koko Suur-Helsingin alueen vuoteen 1998 mennessä, ja kierrättää 60 prosenttia kotitalouksien tuottamasta biojätteestä ja muista hyödykkeistä vuoteen 2000 mennessä.



**Kuvio 12.11 Veden käyttö eräissä Euroopan kaupungeissa noin vuosina 1993 ja 1996**

Reykjavik

Zürich

Budapest

Krakova

Riika

Kööpenhamina

Amsterdam

Helsinki

Hannover

Bryssel

Wien

Ljubljana

Barcelona

Berliini

Tirana

Pariisi

muutos noin 1993 - 1996

likimääräinen kulutus 1996

Lähde: EYK

**12.4. Kaupunkimallit**

Kaupunkiympäristön laatuun vaikuttavat yhtä paljon väestötiheys, kaupunkien rakenne ja kaupunkimallit kuin edellisessä jaksossa käsitellyt kaupunkien aiheuttamat materiaalivirrat.

## Euroopan ympäristö

Nämä tekijät ovat erityisen tärkeitä määritettäessä väestön liikkuvuutta ja liikennetarpeita, jotka aiheuttavat niin monia kaupunkien ympäristöongelmia.

Euroopan kaupungit kasvavat edelleen, vaikka noin kolme neljäsosaa Länsi-Euroopan ja Itsenäisten valtioiden yhteisön väestöstä ja hieman alle kaksi kolmasosaa Keski- ja Itä-Euroopan väestöstä asuu jo kaupunkikeskuksissa (YK:n tiedot). Länsi-Eurooppa ja KIE-maat ovat kuitenkin kaupungistumiskehityksen hyvin eri vaiheissa (kuviot 12.14 ja 12.15). Näitä eroja ovat korostaneet KIE-maissa vuoden 1989 jälkeen tapahtuneet poliittiset muutokset (katso myös luku 1).

Viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana väestönkasvu ja kaupungistumisen lisääntyminen on ollut Länsi-Euroopassa maailman kaikista alueista vähäisintä, ja paljon ihmisiä on muuttanut suurista kaupungeista ja suurkaupunkien alueilta pienempiin kaupunkikeskuksiin. KIE-maissa sitä vastoin kaupunkien kasvu ja muutto maalta kaupunkiin ovat jatkuneet, joskin paljon hitaammin kuin maailman muilla alueilla. Suurkaupunkialueiden ja kaupunkien väestönkasvu aiheuttaa suurta paikallista työttömyyttä, köyhyyttä ja kaupunkien rappioitumista. Tähän liittyy monia yhteiskunnallisia ongelmia ja ympäristöongelmia, joiden vuoksi kestävän kehityksen saavuttaminen on yhä vaikeampaa.

Suurkaupunkien laita-alueilla palvelualojen kehitys on lisääntynyt, ja niille on muuttanut dynaamisia yrityksiä ja kansainvälisiä palveluorganisaatioita. Nämä muutokset vastaavat useissa maissa tapahtuvaa siirtymistä perinteisistä teollisuudenaloista tietopohjaiseen tuotantoteollisuuteen ja palveluihin. Rahoitusalan nopea kasvu auttaa elvyttämään talouselämää useissa kaupungeissa, jotka ovat pystyneet tällä tavoin muuttamaan. Kaupunkien pieneneminen tuntuu erityisesti raskaasta teollisuudesta ja satamista riippuvaisissa kaupungeissa, joskin jotkin näistä kaupungeista kehittävät nyt uutta taloudellista pohjaa.

### **Kuvio 12.12 Yhdyskuntajätteen tuottaminen Euroopan kaupungeissa**

Tukholma

Wien

Bryssel

Tirana

Göteborg

Budapest

Kööpenhamina

Barcelona

Pariisi

Zürich

Amsterdam

Bratislava

Oslo

Hannover

muutos noin 1993 - 1996

likimääräinen kulutus 1996

Lähde: EYK

### **Kuvio 12.13 Yhdyskuntajätteen hävittäminen Euroopan kaupungeissa**

Dublin

Ljubljana

Leipzig

Berliini

Köln

Budapest  
Hannover  
Göteborg  
Bratislava  
Dresden  
Bryssel  
Bremen  
Haag  
Wien  
Tukholma  
Nürnberg  
Zürich  
Kööpenhamina  
kaatopaikka  
poltto  
kierrätys  
muu  
Lähde: EYK

#### ***12.4.1. Väestörakenne***

Tärkeimmät väestötieteelliset seikat, jotka vaikuttavat luonnonvarojen käyttöön ja muihin ympäristöpaineisiin Euroopan kaupunkialueilla, ovat kotitalouksien koon ja koostumuksen muutokset. Kotitalouksien määrä Euroopassa lisääntyi 263 miljoonasta 270 miljoonaan vuosina 1990 - 1995 (YK:n tiedot). Noin kaksi kolmasosaa tästä kasvusta aiheutuu väestönkasvusta ja noin yksi kolmasosa kotitalouksien koon ja koostumuksen muutoksista.

Suurimmassa osassa Eurooppaa kotitalouden keskimääräinen koko on nyt alle kolme henkeä. Yli neljänneksessä kaikista kotitalouksista on vain yksi henkilö, ja vähintään yhdessä perheessä kymmenestä on vain yksi huoltaja (YK/CHS, 1996).

## Kaupunkiympäristö

Kotitalouksien lukumäärän oletetaan lisääntyvän jatkuvasti seuraavien 50 vuoden ajan kokonaisväestön odotetusta vähenemisestä huolimatta. Pieniä talouksia on eniten kaupunkialueilla. Esimerkiksi Norjassa, jossa talouden keskikoko on 2,4, kaupungeissa talouksien keskikoko on 2,3 ja maaseudulla 2,7. Puolassa, jossa talouden keskikoko on 3,2, kaupunkien talouksien keskikoko on 2,9 ja maaseudulla se on 3,6. Kotitalouksien määrän lisääntyminen vaikuttaa asuntomarkkinoihin ja kulutustottumuksiin. Pienemmät taloudet käyttävät vettä ja energiaa vähemmän tehokkaasti ja tarvitsevat enemmän maata, minkä vuoksi voimavaroja käytetään enemmän henkeä kohti.

### **12.4.2. Kaupunkien maankäyttömallit**

Suurta huolta aiheuttaa se nopeus, jolla maata, rajallista luonnonvaraa, käytetään kaupunkien kehittämiseen Euroopassa. Englannissa arvioidaan, että 1,3 prosenttia maa-alueesta siirtyy kaupunkikäyttöön vuoteen 2016 mennessä (Yhdistyneen kuningaskunnan ympäristö-, liikenne- ja alueiden ministeriö, 1996).

Rakennusten ja kaupunkitoimintojen tiheys ja sijainti vaikuttavat kaupungeissa käytetyn energian määrään sekä suoraan että vaikuttamalla liikkuvuuteen ja näin polttoaineen kulutukseen. Maankäyttömallit vaihtelevat huomattavasti Euroopan eri kaupungeissa (EYK, 1995). Kuviossa 12.16 esitetään kaupunkien väestötiheyden vaihtelu tietyissä kaupungeissa. Näihin lukuihin voivat tosin vaikuttaa kaupunkien rajojen erilaiset määritelmät. Dobris-arvioinnin jälkeen esille on kuitenkin noussut joukko yhteisiä piirteitä, jotka vaikuttavat kaupungin elämänlaatuun ja sen ympäristövaikutuksiin. Näitä ovat:

- kaupunkien keskustoissa perinteisesti sijainneiden taloudellisten toimintojen hajasijoitus;
- väestön siirtyminen esikaupunkeihin, mikä liittyy yksityisautojen omistuksen lisääntymiseen;
- kaupunkien toimintojen eriytyminen sekä asuinalueiden, kaupallisten alueiden, teollisten alueiden ja viihdealueiden lokeroituminen.

### **Kuvio 12.14 Kaupunkiväestön osuus eräissä Euroopan maissa**

Belgia  
 Islanti  
 Yhdistynyt kuningaskunta  
 Alankomaat  
 Saksa  
 Ruotsi  
 Ranska  
 Norja  
 Latvia  
 Valko-Venäjä  
 Turkki  
 Italia  
 Unkari  
 Itävalta  
 Puola  
 Suomi  
 Entinen Jugoslavian tasavalta Makedonia  
 Kreikka  
 Georgia  
 Irlanti  
 Jugoslavia  
 Kroatia  
 Albania

Portugali  
Liechtenstein  
Lähde: EYK, 1997

**Kuvio 12.15 Kaupunkiväestö Euroopassa 1950 - 2030**

Uudet itsenäiset valtiot  
Keski- ja Itä-Eurooppa  
Länsi-Eurooppa  
Lähde: YK

Maankäytön suunnittelujärjestelmiä pidetään avainmenetelmänä maavarojen kestävämpään käyttöön kannustamiseksi Euroopassa. Monet kaupungit edistävät kaupunkialueen käyttöä uudelleen asunto- ja kaupallisten alueiden kehittämiseksi vähentääkseen uuden kehityksen johdosta maaseutuun kohdistuvia paineita. Joissakin kaupungeissa esimerkiksi Yhdistyneessä kuningaskunnassa maan uudelleenkäyttö muodostaa 40 - 50 prosenttia kaupunkien kaikista maankäytön muutoksista. Joissakin kaupungeissa

## Euroopan ympäristö

maaperän saastuminen ja tarvittava puhdistus hidastaa kuitenkin tätä kehitystä.

**Kuvio 12.16 Asukastiheys Euroopan kaupungeissa, 1995**

Pariisi  
 Vilna  
 Ateena  
 Barcelona  
 Tirana  
 Genova  
 Kavage  
 Lissabon  
 Porto  
 Torino  
 Bryssel  
 Haag  
 Dublin  
 Wien  
 Zürich  
 Berliini  
 Tukholma  
 Budapest  
 Amsterdam  
 Varsova  
 Helsinki  
 Stuttgart  
 Riika  
 Nürnberg  
 Düsseldorf  
 Hannover  
 Dresden  
 Bremen  
 Köln  
 Bratislava  
 Oslo  
 Göteborg  
 Reykjavik  
 Satubal  
 Leipzig  
 Lähde: EYK

**12.4.3. Kaupunkiväestön liikkuvuus**

Viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana tapahtunut kaupunkien kehittyminen ja siirtyminen enemmän voimavaroja vaativaan elämäntapaan on lisännyt väestön liikkuvuutta ja autojen omistusta, ja Euroopan kaupunkien liikenne on lisääntynyt sekä lukumääräisesti että matkojen pituudella mitattuna (katso luku 4, jakso 4.6.1). Monissa kaupungeissa konevoimalla tapahtuvasta liikenteestä yli 80 prosenttia tapahtuu nykyisin henkilöautoilla (OECD/ECMT, 1995). Vaikka pyöräilyä pidetäänkin vaihtoehtoisena liikennemuotona joissakin kaupungeissa - polkupyöräily edustaa yli 30 prosenttia kaikista matkoista tietyissä pyöräily-kaupungeissa kuten Gröningenisissä (NL), Münsterissä (G) ja Västeråsissa (S) (Eurostat, 1997) - sitä ei suosita yleisesti. Polkupyöräily käyttö on vähentynyt jonkin verran EU:n kaupungeissa 1980-luvun puolivälin jälkeen, ja Keski- ja Itä-Euroopassa pyöräilläään vähemmän kuin Länsi-Euroopassa (CEC, 1997b). Taulukossa 12.3 korostetaan joitakin tärkeitä maankäytön ja väestön liikkuvuuden välisiä suuntauksia ja yhteyksiä

tietyissä Länsi-Euroopan kaupungeissa (Newman ja Kenworthy, 1991; Kenworthy ja Laube, 1996; Car Free City Network, 1997).

Yksityisautojen ja hyötyajoneuvojen lukumäärä on lisääntynyt useimmissa Euroopan kaupungeissa, ja sen odotetaan lisääntyvän edelleen. Länsi-Euroopan liikenteen kasvuennusteet viittaavat siihen, että ”tätä menoa” -vaihtoehdossa tieliikenteen osuus sekä matkustajien että tavaroiden osalta voisi lähes kaksinkertaistua vuosina 1990 - 2010, henkilöautojen lukumäärä lisääntyisi 25 - 30 prosenttia ja henkilöautolla kuljettujen kilometrien vuotuinen määrä 25 kasvaisi prosenttia (EU:n tiedot). Kaupunkiväestön liikkuvuuden ja autojen omistuksen nykyisen kasvun KIE-maiden kaupungeissa odotetaan nopeutuvan seuraavan kymmenen vuoden aikana taloudellisen toiminnan lisääntyessä ja elintason noustessa, ja energiankulutuksen ja liikennepäästöjen odotetaan nousevan vastaavasti.

Yksi tärkeimpiä elämäntavan ja kaupunkirakenteen muutoksen seurauksia on työmatkojen pituus ja liikennemuodon valinta. Työmatkat Euroopan kaupungeissa ovat lisääntyneet jyrkästi viimeisten kymmenen vuoden aikana, ja niiden odotetaan lisääntyvän edelleen. Kotitalouksien pieneneminen, työvoiman lisääntyminen ja tulojen nousu ovat myös lisänneet yksityisautojen käyttöä. Työpaikkojen ja taloudellisen toiminnan hajasijoittaminen on lisännyt eri paikkojen välillä

## Kaupunkiympäristö

kuljettavien matkojen pituutta, ja monien välillä ei ole julkista liikennettä (OECD/ECMT, 1995).

Esimerkiksi Yhdistyneessä kuningaskunnassa työmatkan keskimääräinen pituus lisääntyi 5,3 mailista vuosina 1975/76 7,5 mailiin vuosina 1992/94 eli noin 40 prosenttia. Yhä useammat näistä matkoista tehdään yksityisautolla. Keskimääräisen ostosmatkan pituus lisääntyi 2,6 mailista vuosina 1975/76 3,5 mailiin vuosina 1992/94 eli 35 prosenttia. Tämä lisäys johtui etupäässä kaupunkien ulkopuolella olevien ostoskeskusten ja vähittäismyyntikeskusten kasvusta (UK-DOE, 1997).

### 12.5. Vastatoimet ja mahdollisuudet

Viimeksi kuluneiden viiden vuoden aikana yhä useammat Euroopan paikallisviranomaiset ovat etsineet tapoja kestävän kehityksen saavuttamiseksi vähentämällä voimavarojen käyttöä, päästöjä ja jätteitä ja parantamalla samalla asukkaidensa elinoloja. Joitakin näistä uusista käytännöistä on palkittu elinympäristöjen toisessa kaupunkien huippukokouksessa (Habitat II City Summit conference) (laatikko 12.2) ja Euroopan kestävät kaupungit -kampanjassa.

Periaatteessa tämän kehityksen mahdollisuudet ovat erittäin suuret, koska kaupunkiin keskittyy ihmisiä ja taloudellista toimintaa, ja niiden suuri tiheys antaa mahdollisuuden vähentää maankäyttöä ja moottoriajoneuvojen käyttöä, lisätä luonnonvarojen tehokkaampaa käyttöä sekä materiaalien uusiokäyttöä ja kierrätystä. Se luo myös mahdollisuudet tehostaa liikennettä, energiantuotantoa ja jätehoitojärjestelmiä sekä alentaa välttämättömän infrastruktuurin aiheuttamia kustannuksia (CEC, 1996).

### Taulukko 12.3 Maankäytön ja liikenteen kehitys tietyissä Euroopan kaupungeissa

	1980	1990	muutos %
Maankäyttö			
Asukastiheys (henkilöä/ha)			
CBD-tiheys (henkilöä/ha)			
Keskustan tiheys (henkilöä/ha)			
Yksityisliikenteen infrastruktuuri			
Teiden pituus/henki (metrejä)			
CBD-parkkipaikat/1 000 työpaikkaa			
Yksityisliikenteen ominaisuudet			
Henkilöautot/1 000 henkeä			
Ajoneuvot yhteensä/1 000			
Vuotuiset ajoneuvokilometrit/henki			
Vuotuinen henkilöliikenne autoilla km/henki			
Työntekijät (%) jalkaisin ja pyörällä			
Julkisen liikenteen ominaisuudet			
Vuotuinen palvelu km/henki			
Vuotuiset matkat/henki			
Vuotuiset matkustajat/km/henki			
Yksityisen/julkisen liikenteen tasapaino			
Motorisointi joukkohenkilöliikenne (%)			
Huomautukset: Euroopan kaupunkien otokseen sisältyvät: Hampuri, Frankfurt, Zürich, Tukholma, Bryssel, Pariisi, Lontoo, Kööpenhamina, Wien ja Amsterdam			
CBD = liikekeskusta			
Lähde Kenworthy ja Laube, 1997			



**Laatikko 12.2: Palkitut käytännöt (\*) ja parhaat käytännöt (●), jotka on nimetty elinympäristöjen II:ssa kaupunkien huippukokouksessa, Euroopan kaupungit**

- \* Lublin, Puola      Luotu puitteet, joilla helpotetaan julkisten ja yksityisten tahojen osallistumista kustannustenjakoperiaatteella toimiviin hankkeisiin infrastruktuurin kehittämiseksi ja ympäristöparannusten rahoittamiseksi.
  
- \* Tilburg, Alankomaat      Tilburgin malli: strateginen tulevaisuuden visio, joka antaa avaimet kaupungin kehittämiseksi ja kaupungin hallinnon organisoimiseksi.
  
- Tampere, Suomi      Kansalaisjärjestöjen yhteenliittymä TAMPERE 21 aloitti kansalaisten ja päättäjien välisen vuoropuhelun paikallisista toimista ilmastonmuutoksen estämiseksi. Tämä työ on johtanut Tampereen kaupungin uuteen ympäristöpolitiikkaan.
  
- Oslo, Norja      Oslon Vanhaa kaupunkia koskeva suunnitelma, jossa kaupunkilaisten osallistumisen sekä kansallisten, kunnallisten ja paikallisten viranomaisten ja yhteisön järjestöjen välisen yhteistyön avulla parannetaan ympäristöä ja asuin- ja terveysoloja sekä luodaan uusia työpaikkoja.
  
- Katowice, Puola      Hankkeella edistetään kestävästä yhteiskunnallista, taloudellista ja fyysistä kehitystä ja luodaan uutta Katowicen asutuskeskusta.
  
- Glasgow, Skotlanti      'Lämpimien asuntojen toimintaohjelma', jossa keskitytään kunnallisten asuntojen energian hyötysuhdeinvestointeihin ja jonka tarkoituksena on järjestää koko talon lämpö ja energia korkeintaan kymmenellä prosentilla kotitalouden nettotuloista.
  
- Gordoba, Espanja      Kierrätys- ja kompostituotantolaitoksen perustaminen. Jätetuotteet palautetaan tuotantoketjuun yritysten kautta kaupunginvaltuuston taloudellisella tuella, ja komposteja käytetään paikallisessa maataloudessa.
  
- Göteborg, Ruotsi      Hanke elinympäristöjen parantamiseksi kattavan paikallisen politiikan avulla.

Paikallinen Agenda 21 -liike  
Rio de Janeirossa vuonna 1992 allekirjoitetun

## Euroopan ympäristö

Agenda 21:n 28 luvussa 179 allekirjoittajavaltiota sitoutui kehittämään paikalliset toimintasuunnitelmat kestävän kehityksen aikaansaamiseksi:

”Koska niin monien Agenda 21:ssä käsiteltyjen ongelmien ja ratkaisujen juuret ovat paikallisissa toimissa, paikallisviranomaisten osuus on ratkaiseva tekijä sen tavoitteiden saavuttamisessa. Paikallisviranomaiset luovat, toteuttavat ja pitävät yllä taloudellista, yhteiskunnallista ja ympäristöön liittyvää politiikkaa ja sääntelyä ja auttavat panemaan täytäntöön kansallista ja alueellista ympäristöpolitiikkaa. Kansalaisia lähinnä olevana hallinnon tasona niillä on erittäin tärkeä tehtävä suuren yleisön valistamisessa ja kannustamisessa toimimaan kestävän kehityksen edistämiseksi” (UNCED 1992).

Vuosi 1996 asetettiin tavoitteeksi, johon mennessä paikallisviranomaisten enemmistön oli määrä aloittaa neuvottelut paikallisen Agenda 21 -liikkeen kehittämiseksi. Näissä puitteissa monet Euroopan kaupungit hyväksyivät Euroopan kaupunkien peruskirjan ”Kohti kestävää kehitystä” toukokuussa 1994 pidetyssä Kestävän kehityksen kaupunkien ensimmäisessä Euroopan kokouksessa Aalborgissa (laatikko 12.3). Toinen kokous pidettiin Lissabonissa lokakuussa 1996, ja siinä arvioitiin Euroopan kaupunkien kehittymistä Aalborgin peruskirjan täytäntöönpanossa ja toimintasuunnitelman kehittämisessä.

Jokin aika sitten suoritettua paikallisviranomaisten edistymistä koskeneessa tutkimuksessa (ICLEI, 1996; 1997) osoitetaan, että 1 579 Euroopan paikallisviranomaista on ryhtynyt toimenpiteisiin paikallisen Agenda 21:n toteuttamiseksi. Suurin osa näistä aloitteista (87 prosenttia) keskittyy niihin kuuteen maahan, joihin on luotu kansallinen kampanja, erityisesti Norjaan (415 aloitetta) ja Ruotsiin (307 aloitetta). Yhdistyneen kuningaskunnan paikallisviranomaiset ovat myös olleet erittäin aktiivisia: yli 70 prosenttia Yhdistyneen kuningaskunnan paikallisviranomaisista on

### **Laatikko 12.3: Euroopan kaupunkien peruskirjan ”Kohti kestävää kehitystä”**

Euroopan kaupunkien peruskirjan ”Kohti kestävää kehitystä” hyväksyi 80 Euroopan kaupunkien kokoukseen osallistunutta kaupunkia Aalborgissa, Tanskassa toukokuussa 1994. Peruskirja käsittää kolme pääosaa, jotka ovat:

a) yhteisymmärrysjulistus, jossa todetaan Euroopan kaupunkien tärkeä tehtävä kestävän kehityksen saavuttamisessa. Siinä määritellään kestävän kehityksen periaatteet ja paikalliset strategiat näiden periaatteiden yhdistämiseksi kaupunkien politiikkaan. Julkilausuman avainkohtia ovat seuraavat:

- investoinnit luonnonpääomaan;
- kaupunkiyhteisöjen kestävää kehitystä edistävien työpaikkojen luominen;
- siirtyminen kohti kestävää kaupunkien maankäyttöä ja liikkuvuusmalleja;
- vastuu maapallon ilmastosta;
- myrkyllisten ja vaarallisten aineiden päästöjen estäminen;
- itsemääräämisoikeuden varmistaminen toissijaisuusperiaatteen mukaisesti.

b) paikallinen Agenda 21 -aloite, jolla allekirjoittajakaupungit sitoutuvat pyrkimään yhteisöissään yhteisymmärrykseen paikallisesta Agenda 21 -ohjelmasta vuoden 1996 loppuun mennessä Agenda 21:ssä annettujen valtuuksien mukaisesti. Tämän prosessin tärkeimmät osat ovat:

- ensisijaisten ongelmien yksilöiminen;
- laaja kuuleminen ja osallistuminen;
- hyvin monien strategisten vaihtoehtojen harkinta;
- mitattavien tavoitteiden asettaminen;

- täytäntöönpanosuunnitelman laatiminen; seuranta- ja raportointijärjestelmien ja -menettelyjen luominen.

c) Euroopan kestävien kaupunkien kampanja, jossa paikallisviranomaisia pyydetään liittymään kestäväan kehitykseen tähtäävään kampanjaan. Tähän sisältyy:

- Euroopan kaupunkien keskinäisen tuen helpottaminen paikallisen kestäväan kehityksen politiikan suunnittelussa ja toteuttamisessa;
- hyviä käytäntöjä koskevien tietojen kokoaminen ja levittäminen;
- toimintalinjoja koskevien suositusten muotoileminen Euroopan komissiolle;
- toimien yhteensovittaminen EU:n kanssa kaupunkiympäristön alalla ja kaupunkiympäristön asiantuntijaryhmän kanssa;
- paikallisten poliittisten päättäjien tukeminen EY:n lainsäädännön täytäntöönpanossa;
- vuotuisen ”kestävän kehityksen kaupungin palkinnon” järjestäminen;
- kampanjan tiedotuslehden toimittaminen.

Kampanjan loivat sen osanottajina Aalborgin peruskirjan allekirjoittaneet kunnat. Sitä tukevat suurimmat eurooppalaiset paikallisviranomaisten verkot ja yhdistykset mukaan lukien Euroopan kuntien ja alueiden neuvosto (CEMR), Eurocities, ICLEI, United Town Organisation (UTO) sekä Terveet kaupungit (Healthy Cities), jotka yhteensovittavat ponnistelunsa koordinaatorkomitean kautta.

Tähän mennessä 289 Euroopan kaupunkia ja maakuntaa on allekirjoittanut Aalborgin peruskirjan ja näin liittynyt kampanjaan.

## Kaupunkiympäristö

sitoutunut paikalliseen Agenda 21 prosessiin (LGMB, 1997). Välttämättömien voimavarojen muodossa annettu kansallinen tuki on ollut ratkaisevaa kehitykselle näissä maissa. Kaupunkien välistä kokemusten ja asiantuntemuksen vaihtoa helpottaa Kaupunkiväestön kestävä liikkuvuuden eurooppalainen verkko (European Network for Sustainable Urban Mobility; Autottomat kaupungit, Car Free Cities), jolla autetaan sellaisten hankkeiden toteuttamista kuten autojen yhteiskäyttö ja työmatkaliikennettä koskevat suunnitelmat.

### Kaupunkisuunnittelu

Maankäytön ja rakenteiden suunnittelu tunnustetaan yhä useammin tehokkaiksi apukeinoiksi kaupunkien kestävä kehityksen parantamiseksi. Useat Euroopan kaupungit tutkivat eri tapoja yhdentää ekologiset periaatteet maankäytön ja liikenteen suunnitteluun. Hyviä esimerkkejä ovat Amsterdam, Berliini, Kööpenhamina, Leicester, Tukholma ja Solingen. Amsterdamin ympäristöasioiden osasto esimerkiksi kehittää yhdenmukaista aluepohjaista politiikkaa. Kaupunkisuunnittelun tasolla strategioilla on:

- minimoitava tilan ja luonnonvarojen käyttö ja suojeltava avoimia tiloja;
- rationalisoitava ja hoidettava tehokkaasti kaupunkien materiaalivirtoja;
- suojeltava kaupunkiväestön terveyttä;
- huolehdittava yhtäläisestä voimavarojen ja palvelujen saannista;
- ylläpidettävä kulttuurista ja yhteiskunnallista monimuotoisuutta.

Euroopan unionin viidennessä ympäristöohjelmassa maankäytön ja rakenteiden suunnittelulla on tärkeä osa luotaessa kehystä ja pelisääntöjä sosioekonomista kehitystä ja ekologista terveyttä varten. Ohjelmassa todetaan, että suunnittelussa on huolehdittava teollisuuden, energian, liikenteen, ihmisten asumisen, vapaa-ajan ja matkailun, liitännäispalvelujen ja tuki-infrastruktuurin mahdollisimman hyvästä yhdistelmästä, joka vastaa ympäristön kantokykyä ja jossa pyritään löytämään asuntojen, työpaikkojen ja palvelujen välisen tasapaino jokaisessa kaupunginosassa erilaisten kaavoitus- ja maankäyttöjärjestelmien avulla.

Kaupunkien maankäyttö on yksi tärkeimmistä yhteisön aluepolitiikassa nyt huomioon otetuista ulottuvuuksista, kun laaditaan Euroopan alueellisen kehityksen suunnitelmaa (European Spatial Development Perspective), jossa käsitellään unionin yhdenmukaista maasuunnittelupolitiikan kysymystä. Euroopan kestävä kehityksen kaupunkien asiantuntijaryhmän raportissa korostetaan samansuuntaisesti tarvetta yhdentää ympäristökysymykset suunnittelujärjestelmiin ja laajentaa ympäristövaikutusten arviointien soveltamista kaupunkien kehityshankkeiden kestävyys arvioimiseksi (tästä on esimerkki laatikossa 12.4).

### **Laatikko 12.4: Yhdenmukaista ympäristö- ja maankäyttösuunnittelu, Reggio Emilia, Italia**

Reggio Emilian kaupungissa Italiassa on kehitetty ainutlaatuinen lähestymistapa aluesuunnitteluun ympäristökysymysten yhdistämiseksi maankäytön suunnitteluun paikallistasolla. Lähestymistavassa käytetään ympäristöanalyysimenetelmää, jolla luokitellaan kaupunkialueet sen mukaan, miten ne voivat tuottaa uudelleen vettä, maaperää ja ilmaa.

Ympäristöanalyysihankeen seurauksena yksilöitiin ja hyväksyttiin seuraavat ympäristökriteerit ja -strategiat sovellettaviksi maankäytön suunnittelussa:

- vesi- ja viemärijärjestelmän laajentaminen ja kaksiputkisen verkon toteuttaminen;
- pyöräteiden ja julkisen liikenteen kaistojen lisääminen;

- ympäristökaavoituksessa rajattujen ja luokiteltujen alueiden laajentaminen ja yhdistäminen;
- yhteyksien säilyttäminen kaupungin ja maaseudun viheralueiden välillä;
- ”lieventämiseen” pystyvien alueiden suojelu (erityisesti vesistöjen varrella);
- rakennushankkeiden estäminen ympäristöltään herkillä alueilla ja läpäisevillä alueilla;
- sellaisten maaseutualueiden yksilöiminen, joille voidaan sijoittaa voimaperäisen karjatalouden jätteitä;
- alhaisen rakennustiheysindeksin määrittäminen uudistettaville ja uusille alueille;
- sellaisten ympäristönormien määrittely, joissa täsmennetään ”läpäisevien” ja rakentamattomien alueiden vähimmäisosuus käytettävissä olevasta kokonaisalueesta, puiden määrä teiden varsilla ja pysäköintipaikoiksi osoitetut tilat.

Hanke on todistanut, että innovatiivisilla menetelmillä voidaan onnistua yhdentämään ympäristön ja maankäytön suunnittelu paikallisella tasolla.

Lähde: EURONET/ICLEI 1997

#### Ympäristöhallinto

Kaupunkien tehokkaiden ympäristöhallintojärjestelmien suunnittelu on myös tärkeä osa paikallishallinnon ympäristöpolitiikassa Euroopassa. Kaupunkien vesi-, energia- ja liikennevirtojen hallinta antaa mahdollisuuden toteuttaa ekosysteemiin perustuvaa lähestymistapaa. Euroopassa Tanskan kaupungeista löytyvät

## Euroopan ympäristö

innovatiivisimmat esimerkit energian hajautetusta tuotannosta ja hajautetuista hallintojärjestelmistä. Kunnat omistavat usein joko yksin tai yhdessä toisten kanssa energialaitoksia, joiden avulla on mahdollista rakentaa suljettuja energiaverkkoja kuten yhdistettyjä lämpö- ja sähkövoimaloita (CHP) ja aluelämmitysjärjestelmiä. Muita esimerkkejä paikallisten ympäristöhallintojärjestelmien kokeiluista on syntymässä eri kaupungeissa. Bredassa, Dortrechtissa ja Zwollessa Alankomaissa ekologisten hallintoperiaatteiden kehittäminen muodostaa kaupunkien kehityksen puitteet. Italiassa monet paikallisviranomaiset kehittävät paikallisia energiasuunnitelmia. Ranskassa ja Yhdistyneessä kuningaskunnassa keskushallinto kehittää energiapolitiikkaa, mutta sen toteuttavat julkiset ja yksityiset laitokset, mikä antaa kunnallisille aloitteille vain vähän mahdollisuuksia.

### Taloudelliset välineet

Oikeiden signaalien lähettämistä markkinapohjaisten toimenpiteiden kautta pidetään yhä enemmän suorimpana lähestymistapana, jolla kannustetaan kaupunkeja siirtymään kestäväan kehitykseen. Euroopan kestävän kehityksen kaupunkien toimintalinjaraportissa (1996) yksilöidään kuusi taloudellista välinettä:

- paikalliset ympäristöverot ja -maksut;
- hinnoittelurakenteet;
- yleisten laitosten sääntely;
- investointien arviointi;
- ympäristönäkökohtien ottaminen huomioon talousarvioissa;
- ympäristöperusteet osto- ja tarjouspyyntötoiminnassa.

Monissa Euroopan kaupungeissa toteutetaan hinnoittelumenetelmiä eri aloilla kuten energian, veden ja liikenteen alalla. Hyvä esimerkki energia-alalta on niin kutsuttujen ”progressiivisten energiamaksujen” käyttäminen Wienissä, Saarbrückenissä ja Zürichissä. Progressiivinen energiamaksu on lineaarinen maksu, jossa hyvin alhaisten kulutustasojen perushinta on hyvin alhainen ja jossa on lisämaksu tietyn määrän, esimerkiksi noin 6 000 kWh vuodessa, ylittävästä kulutuksesta. Se, että näissä kaupungeissa on onnistuttu vähentämään sähkönkulutusta, osoittaa, että hintarakenteilla voidaan vaikuttaa myönteisesti kuluttajien käyttäytymiseen.

Kaupunkien liikennettä koskevat taloudelliset välineet vaihtelevat pysäköintimaksuista kaupunkien tietulleihin. Niiden hinnoittelujärjestelmiä on toteutettu onnistuneesti Bergenissä ja Oslossa, ja niiden toteuttamista harkitaan Tukholmassa ja joissakin Sveitsin ja Alankomaiden kaupungeissa. Myös Euroopan komissio on ryhtynyt toimenpiteisiin kehittääkseen taloudellisia kannustimia kaupunkiympäristön parantamiseksi. EU:n uudet tähän tähtäävät aloitteet vaihtelevat maksujärjestelmien yhdenmukaistamisesta erittäin kunnianhimoiseen vihreään verouudistukseen.

### Viitteet

Berdowski, J.J.M., Mulder, W., Veldt, C., Vissechedijk, A.J.H., Zandveld, P.Y.J. (1996). Particulate emissions (PM<sub>10</sub> -PM<sub>25</sub> PM<sub>0,1</sub>) in Europe in 1990 and 1993. Ensimmäinen luonnos, elokuva.

Borrell P., Builtjes P., Grennfelt P., Hov O., van Aalst R., Fowler D., Mégie G., Moussiopoulos N., Warneck P., Volz-Thomas A. ja Wayne R. (1995). Photo-oxidants, Acidification and Tools: Policy Applications of EUROTRAC Results. Julkaisussa Air Pollution III. Toim: H. Power, N. Moussiopoulos ja C.A. Brebbia. Computational Mechanics Publications, Southampton, nide 1, s. 19 - 26.

Car Free Cities (1997). Car Free Cities Report. Bryssel.

CEC (1996). Euroopan kestävän kehityksen kaupungit. Kaupunkiympäristön asiantuntijaryhmän kertomus.

CEC (1997a). Ehdotus neuvoston direktiiviksi ilmassa olevien rikkodihydrokseen, typen oksidien, hiukkasten ja lyijyn pitoisuuksien raja-arvoista. KOM(97) 500 lopullinen, 08/10/97.

CEC (1997b). Transport demand of modes not covered by international transport statistics. UITP PO VII:lle.

EYK (1995). Euroopan ympäristö: Dobris-arviointi. Toim: D. Stanners ja P. Bourdeau. ISBN 92-826-5409-5. EEA, Kööpenhamina.

EYK (1997). Air Pollution in Europe 1997. Report prepared by the European Topic Centre on Air Quality and the European Topic Centre on Air Emissions. ISBN 92-9167-059-6. EEA, Kööpenhamina.

EYK (1998 monografia, tulossa). Groundwater Quality and Quantity. Julkaistaan EYK:n ympäristömonologiasarjassa.

Eurostat (1997). European Transport in Figures. Luxemburg.

## Kaupunkiympäristö

Folke, C., Larsson, J., et al. (1996). Renewable Resource Appropriation by Cities. Getting Down to Earth: Practical Applications of Ecological Economics. R. Costanza, O. Segura ja J. Martinez-Alier. Island Press, Washington D.C., s. 201 - 221.

Herzman, C. (1995). Environment and Health in Central and Eastern Europe. Maailmanpankki, Washington D.C.

ICLEI (1996). Report on Local Agenda 21. The International Council for Local Environmental Initiative. Toronto.

ICLEI (1997). Cities for Climate Protection. The International Council for Local Environmental Initiative. Toronto.

IIED (1995). Citizens Action to Lighten Britain's Ecological Footprint. International Institute for Environment and Development, Lontoo.

Kenworthy, J.R., ja Laube, F.B. (1996). Automobile Dependence in Cities: An International Comparison of Urban Transport and Land Use Patterns with Implications for Sustainability. EIA Review, nide 16, n:o 4 - 6, s. 279 - 308.

Kucera, V., Henriksen, J., Knotkova, D., Sjoström, Ch. (1992). Model for Calculations of Corrosion Cost Caused by Air Pollution and its Application in Three Cities, in Progress in the Understanding and Prevention of Corrosion. Toim: Costa, J.M. ja Mercer, M.D. The Institute of Materials, Lontoo, s. 24 - 32.

LGMB (1997). Local Agenda in the UK - The First 5 Years. The Local Government Management Board. Lontoo, UK.

McPherson, E.G., Nowak, D.J., et al. (1994). Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. Radnor, PA, Northeastern Forest Experiment Station.

Moussiopoulos, N., Sahm, P., Kessler, Ch. (1995). Numerical simulations of photochemical smog formation in Athens, Greece - A case study. Julkaisussa Atmos. Environ. n:o 29, s. 3619 - 3632.

Newman, P.W.G. ja Kenworthy, J.R. (1991). Transport and Urban Form in Thirty-Two of the World's Principal Cities. Julkaisussa Transport Reviews, nide 11, n:o 3, s. 249 - 272.

OECD/ECMT (1995). Urban Travel and Sustainable Development, Pariisi.

Quinet, E. (1994). The Social Cost of Transport: Evaluation and Links with International Policies. OECD, Pariisi.

Rees, W: (1992). Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out. Environment and Urbanization, nide 4, n:o 2, s. 121 - 130.

UK Department of the Environment, Transport and the Regions (1996). Indicators of Sustainable Development for the United Kingdom. DETR, Lontoo.

UN/CHS (1996). An Urbanizing World: Global Report on Human Settlements. Oxford University Press, UK.

UNEP/WHO (1992). Urban Air Pollution in Megacities of the World, Blackwell, Oxford, UK.



WHO (1987). Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series n:o 23. Maailman terveysjärjestö, Kööpenhamina.

WHO (1998). Revised WHO Air quality guidelines for Europe. Toinen painos 6.2.1998. WHO:n Euroopan ympäristö- ja terveyskeskus, Bilthoven, Alankomaat.

## 13. Teknologiset riskit ja luonnonriskit

### Tärkeimmät havainnot

EU:ssa vuosittain ilmoitettujen suurten teollisuusonnettomuuksien määrä on pysynyt karkeasti ottaen vakiona vuodesta 1984. Koska sekä onnettomuuksista ilmoittaminen että teollinen toiminta on lisääntynyt tämän jälkeen, on todennäköistä, että onnettomuuksien lukumäärä toimintayksikköä kohti on pienentynyt. Tietokannat eivät tällä hetkellä kata KIE- ja NIS-maiden onnettomuuksia.

Kansainvälisen atomienergiajärjestön ydinlaitostapahtumien kansainvälisen vakavuusasteikon (International Nuclear Event Scale, INES) perusteella Euroopassa ei ole tapahtunut "onnettomuuksia" (INES-tasot 4 - 7) vuoden 1986 (Tšernobyl – INES-taso 7) jälkeen. Ilmoitetuista tapauksista useimmat ovat olleet "poikkeuksellisia turvallisuuteen vaikuttavia tapahtumia" (INES-taso 1) ja muutamat ovat olleet "merkittäviä tai vakavia turvallisuuteen vaikuttaneita tapahtumia" (INES-tasot 2 - 3).

Suurten öljyvahinkojen vuosittainen määrä maailmassa on vähentynyt merkittävästi viimeisten kymmenen vuoden aikana. Muutamana viime vuotena Länsi-Euroopassa on kuitenkin sattunut kolme maailman kaikkien aikojen suurinta öljyvahinkoa. Kyseiset suurvahingot olivat synnä öljyvahinkojen korkeaan prosenttiosuuteen.

Monien toimintojen jatkuva tehostuminen voi yhä helpommin johtaa suuriin onnettomuuksiin ja näistä eräiden toimintojen ja infrastruktuurien lisääntyvään haavoittuvuuteen luonnononnettomuuksien sattuessa. Koska Seveso II -direktiivin soveltamisala on laaja ja se painottuu onnettomuuksien torjuntaan, se muodostaa tärkeän osan paremman riskienhallinnan edellyttämää kehystä. Teollisuuden sekä valvonta- ja suunnitteluviranomaisten on nyt sovellettava sitä. Se toimii myös mallina Itä-Euroopalle, jossa ei ole tällaisia laajoja kansalliset rajat ylittäviä kehyksiä.

Tällä vuosikymmenellä on esiintynyt poikkeuksellisen runsaasti tulvia, jotka ovat aiheuttaneet paljon tuhoa ja monia kuolemantapauksia. Vaikka todennäköisimpänä selityksenä ovat vesien virtaamien luonnolliset vaihtelut, ihmisen vaikutukset hydrologiseen kiertoön ovat voineet lisätä tulvien seurauksia.

### 13.1. Johdanto

Suurin osa tässä kertomuksessa kuvatuista ympäristövaikutuksista aiheutuu ihmisten rutiinitoiminnoista kuten energian tuotannosta ja käytöstä, teollisuudesta, liikenteestä ja maataloudesta. Ihmisten terveyteen ja ympäristöön voivat kuitenkin vaikuttaa myös suuret tekniset onnettomuudet ja äärimmäiset luonnonilmiöt.

Tällaiset onnettomuudet ja ilmiöt muodostavat ainutlaatuisen ympäristöongelmien ryhmän. Ne aiheuttavat erityistä huolta, koska niiden mahdolliset vaikutukset voivat olla niin moninaiset (tästä aiheutuu niiden herättämä kiinnostus tiedotusvälineissä ja suuren yleisön keskuudessa), ne ovat ennalta arvaamattomia (tästä aiheutuu näennäinen hallinnan puute ja vaikeus varmistaa riittävä valmiustaso) ja koska niiden seurauksista ei ole varmuutta. Usein tiedetään vain vähän onnettomuuksissa mahdollisesti tapahtuvien ainepäästöjen kulkeutumisesta ympäristössä ja niiden vaikutuksesta ympäristöön ja terveyteen, ja näiden tapahtumien aikana voi olla myös odottamatonta vuorovaikutusta ympäristön kanssa, mikä lisää epävarmuutta.

Vaikka menneitä tapahtumia koskevat tilastotiedot voivatkin tarjota viitteitä mahdollisista tulevista tapahtumista, näitä tapahtumia aiheuttavien seikkojen monimutkaisuus (jotka liittyvät yhteiskunnallisiin tekijöihin ja monimutkaiseen ympäristöongelmiin kuten ilmastonmuutokseen) tekee mahdottomaksi ennustaa, sattuuko niitä tulevaisuudessa ja milloin tai missä. Nämä epävarmuustekijät yhdessä seurausvaikutusten luonteeseen ja suuruuteen liittyvien epävarmuustekijöiden kanssa tarkoittavat, että suuriin teknisiin onnettomuuksiin ja äärimmäisiin luonnononnettomuuksiin on suhtauduttava tärkeinä "riskinä" lähteinä arvioinnin ja hallinnon kannalta.

Tässä luvussa tarkastellaan neljää näiden tapahtumien ryhmää:

- teollisuuslaitosten suuronnettomuuksia;

## 269 Teknologiset riskit ja luonnonriskit

- ydinlaitosten onnettomuuksia;
- meriliikenteen ja offshore-laitosten onnettomuuksia;
- luonnonvaarojen aiheuttamia katastrofeja ja niiden mahdollista lisääntymistä ihmisten toimien vuoksi.

Luvussa luodaan yleiskatsaus tällaisiin Euroopassa viimeksi kuluneiden kymmenen vuoden aikana sattuneisiin tapahtumiin, ja siinä käsitellään suuntauksia niiden tapahtumisessa, niiden syitä ja niiden seurauksia ihmisten terveydelle ja ympäristölle.

### 13.2. Vaikutukset ja suuntauksset

Onnettomuudet ja luonnollisista syistä aiheutuvat katastrofit ilmenevät suurelta osin odottamattomina yksittäisinä tapahtumina (laatikko 13.1). Joillakin suurilla teknisillä onnettomuustyypeillä ja joillakin luonnonkatastrofeilla voi olla suunnattomia lyhytaikaisia vaikutuksia paikallisille populaatioille ja ekosysteemeille, ja ne voivat aiheuttaa näille joskus korvaamatonta vahinkoa esimerkiksi erittäin myrkyllisten aineiden akuutteina vaikutuksina tai räjähdysvaikutuksina taikka niin, että suuria määriä saasteita pääsee ympäristöön lyhyessä ajassa. Useimmissa tapauksissa tällaisten onnettomuuksien vaikutukset vesiin aiheuttavat todennäköisesti eniten ekologista vahinkoa; mahdolliset vaikutukset ihmisten terveyteen ja kuolemantapaukset ovat todennäköisemmin seurausta päästöistä ilmaan. Vähäisten onnettomuuksien kuten vaarallisten aineiden kuljetuksessa tapahtuvien onnettomuuksien keräytyvä vaikutus ympäristöön, jota ei käsitellä tässä luvussa tietojen puutteen vuoksi, saattaa kuitenkin olla paljon suurempi kuin suuronnettomuuksien vaikutus.

Suurten teknisten onnettomuuksien aiheuttamia vaikutuksia ihmisten terveyteen ovat akuutit vaikutukset kuten vammat, palovammat ja myrkytykset sekä pitkäaikaiset tai myöhemmin ilmenevät seuraukset kuten kasvainten lisääntymisvaara tai synnynnäisten epämuodostumien vaaran lisääntyminen altistuneiden vanhempien lapsilla.

Vaikka tässä kertomuksessa ei nimenomaisesti käsitelläkään tieliikenneonnettomuuksia, ne ovat ihmisille terveysvaikutuksia aiheuttaneiden onnettomuustilastojen kärjessä, ja koko Euroopassa niissä kuoli noin 105 000 henkilöä ja loukkaantui 2,2 miljoonaa henkilöä vuonna 1996 (YK/ECE:n tiedot). Teollisuuden onnettomuudet ja tunnetut mutta ennalta arvaamattomat onnettomuudet kuten ruuan tai juomaveden saastuminen aiheuttavat satoja kuolemantapauksia ja tuhansia vammoja tai sairauksia Euroopassa joka vuosi. Lisäksi nämä onnettomuudet voivat vaikuttaa ympäristöön samalla tavoin kuin saasteiden tavanomaiset päästöt esimerkiksi vahingoittamalla alttiiksi joutuneiden ekojärjestelmien eri osia ravintoketjujen kautta.

Koska ilmoittamisperusteet ja näin ollen tulkinnat siitä, mikä on suuronnettomuus, vaihtelevat (lukuun ottamatta säteilytapauksia/onnettomuuksia, joiden osalta on olemassa ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (International Nuclear Event Scale, INES), suuronnettomuuksien osalta ei voida johtaa yleisiä määrällisiä suuntauksia. Vaikka onnettomuuksien johdonmukainen ymmärtäminen ja raportointi on parantunut sen jälkeen, kun käyttöön otettiin suuronnettomuuksien raportointijärjestelmän (MARS) tietokanta vuonna 1984 ja INES vuonna 1992 (katso jäljempänä), joihinkin maantieteellisiin alueisiin (esimerkiksi Itä-Eurooppaan) kiinnitetään edelleen vähemmän huomiota kuin muihin. Tietyn tyyppisiä tapauksia (esimerkiksi ”läheltä piti” -tilanteita) ei usein ilmoiteta lainkaan. Suuntauksia voidaan kuitenkin seurata laadullisesti, ja seuraavissa jaksoissa kuvataan Euroopassa viimeksi kuluneiden kymmenen vuoden aikana tapahtunutta kehitystä tärkeiden teknologisten riskien ja luonnonriskien osalta.

#### 13.2.1. Suuret teollisuus onnettomuudet

Tietoja teollisuuden onnettomuuksista Euroopassa on käytettävissä johdonmukaisesti vain EU:sta. Keski- ja Itä-Euroopasta ei ole mitään yhdenmukaista luotettavaa tietolähdettä. Tämän vuoksi tässä jaksossa keskitytään käytettävissä oleviin EU:n tietoihin, joiden pohjalta voidaan joissakin tapauksissa tehdä samansuuntaisia päätelmiä muun Euroopan osalta.

**Laatikko 13.1: Mikä on onnettomuus?**

Onnettomuus on tahaton tapahtuma, josta on haitallisia seurauksia, jotka voivat vaihdella vähäisistä erittäin suuriin. Kun otetaan huomioon ne monenlaiset tapahtumat, joista voidaan käyttää nimitystä onnettomuus, tarvitaan selkeitä määritelmiä, jotta voitaisiin esittää tietoja teknisistä onnettomuuksista ja luonnonriskeistä aiheutuvista onnettomuuksista ja keskustella niiden luonteesta ja seurauksista. Ei kuitenkaan ole olemassa mitään yhtä suuronnettomuuden määritelmää. Määritelmät perustuvat yleensä erityyppisiin haitallisiin seurauksiin (kuolleiden ja haavoittuneiden määrä, evakuoitujen määrä, ympäristövaikutukset, kustannukset, jne.) ja kunkin seuraustyypin kynnystasoon.

Euroopan unionissa suuronnettomuudet ovat ”äkillisiä, odottamattomia, suunnittelemattomia tapahtumia, joiden syynä on teollisen toiminnan hallitsematon kehitys, joka aiheuttaa tai voi aiheuttaa vakavia välittömiä tai myöhemmin ilmeneviä haitallisia vaikutuksia (kuolemantapauksia, vammoja, myrkytyksiä tai sairaalaaan joutumista) useille ihmisille joko laitoksen sisällä tai sen ulkopuolella.” (EY:n neuvosto, 1982; CEC, 1988).

## 270 Euroopan ympäristö

Seveso I ja II -direktiiveissä (EY:n neuvosto, 1982, 1997) jäsenvaltioiden toimivaltaisista viranomaisista vaaditaan ilmoittamaan omassa maassaan tapahtuneet vaarallisiin aineisiin liittyvät suuronnettomuudet Euroopan komissiolle lukuun ottamatta onnettomuuksia, jotka liittyvät ydinlaitoksiin, puolustusvoimiin, kaivosteollisuuteen, liikenteeseen tai kaatopaikkoihin. Vuodesta 1984 lähtien nämä suuronnettomuudet on ilmoitettu MARS-ohjelman nojalla, jota hoitaa ja ylläpitää Euroopan komission yhteinen tutkimuskeskus (Ispra).

Vaikka tällä hetkellä ei ole vastaavaa tietokantaa, joka kattaisi Keski- ja Itä-Euroopan maat sekä NIS-maat, tilanne saattaa muuttua Euroopan komission yhteistyöohjelmien (Phare ja Tacis) sekä sen työn seurauksena, jota YK/ECE:n alueelliset koordinaatiokeskukset suorittavat teollisuuden onnettomuuksien torjumiseksi (Budapest) ja teollisuusonnettomuuksia koskevan koulutuksen ja harjoitusten järjestämiseksi (Varsova).

Vuodesta 1984 huhtikuun loppuun 1997 mennessä MARS-tietokantaan ilmoitettiin yhteensä 293 teollisuuden suuronnettomuutta Seveso-direktiivin pakollisten vaatimusten nojalla; näistä onnettomuuksista 190 on tapahtunut vuoden 1990 jälkeen. Taulukossa 13.1 on tiivistetty vuodesta 1984 lähtien ilmoitettujen onnettomuuksien seuraukset. Noin kaksi kolmasosaa ekologista vahinkoa aiheuttaneista onnettomuuksista koski veden saastumista (makean veden varastot, joet) ja noin puolessa näistä saastuminen aiheutui tulipalon sammuttamiseen käytetyn veden päästöistä.

Vaikka eniten julkista huomiota kiinnitetäänkin tavallisesti suhteellisen harvinaisiin suuronnettomuuksiin, joilla on selvimmät ja dramaattisimmat vaikutukset, EU:n jäsenvaltioiden toimivaltaiset viranomaiset katsoivat kuitenkin sellaiset 43 onnettomuutta (17 prosenttia) ”suuronnettomuuksiksi”, joista ei ollut lainkaan seurauksia tai joiden seuraukset olivat vain vähäisiä, ja tämän vuoksi niistä ilmoitettiin.

Suuronnettomuuksia koskevien ilmoitusten määrä EU:ssa on ollut melko vakaa viimeiset 13 vuotta (kuvio 13.1). Näiden tietojen pohjalta ei kuitenkaan voida vetää johtopäätöksiä onnettomuuksien määrän ajallisesta kehityksestä, koska ilmoituksia tekevien maiden määrä on muuttunut (jakson jälkimmäisellä puoliskolla ilmoittaneita maita on ollut enemmän) ja koska muutoksia on tapahtunut ilmoitusten kattavuudessa (kun järjestelmä on hyväksytty paremmin). Suuronnettomuuksien melko vakaa kehitys näissä olosuhteissa viittaa kuitenkin siihen, että niiden määrä toimintayksikköä kohti laskee, koska Länsi-Euroopan teollinen toiminta, joka aiheuttaa suurimman osan suuronnettomuuksista, lisääntyy (katso 1 luku, 1.3.2 jakso). Tarvittaisiin lisää todisteita tämän päätelmän varmentamiseksi, ja se voisi antaa myös hyödyllisiä lisätietoja hallinto- ja estotoimenpiteiden tehosta ja johtaa menettelytapoihin, joiden avulla tilannetta voitaisiin parantaa edelleen.

Seveso II -direktiiviin (EY:n neuvosto, 1997), joka korvaa Seveso I -direktiivin ja vahvistaa sitä, sisältyy ilmoituksia varten tiivis ja yksiselitteinen määritelmä siitä, mikä on ”suuronnettomuus”. Se perustuu määrällisiin kynnysperusteisiin (katso laatikko 13.2). Se johtaa todennäköisimmin onnettomuudesta tapahtuvan ilmoituksen kynnysperusteiden yleiseen alenemiseen, ja sen odotetaan lisäävän merkittävästi ilmoitettujen tapausten määrää. Tämä ei kuitenkaan välttämättä heijasta onnettomuuksien määrän lisääntymistä. Seveso II -direktiivissä vaaditaan ilmoittamaan myös onnettomuudet tai ”läheltä piti” -tilanteet, jotka jäsenvaltioiden mielestä ovat teknisesti erityisen kiinnostavia suuronnettomuuksien torjumisen tai niiden seurausten rajoittamisen kannalta mutta jotka eivät täytä määrällisiä perusteita.

MARS-järjestelmän nojalla ilmoitettujen onnettomuuksien analysointi osoittaa, että suurin osa niistä on tapahtunut petrokemian teollisuudessa, jalustus- ja prosessiteollisuudessa ja että keraaminen teollisuus, sementtiteollisuus, pinnoitusteollisuus ja maaliteollisuus olivat vähiten alttiita onnettomuuksille. Useimmiten kyseessä olevia aineita olivat herkästi syttyvät kaasut; usein kyse oli myös kloori- ja ammoniakkipäästöistä.

Tiedot osoittavat, että teollisuuden vaarallisia aineita koskevat suuronnettomuudet aiheutuvat usein monista syistä kuten

<b>Taulukko 13.1 EU:ssa sattuneiden ja MARS-tietokantaan vuodesta 1984 lähtien ilmoitettujen onnettomuuksien seuraukset (tilanne lokakuussa 1996)</b>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Seuraukset	Onnettomuuksien lukumäärä <sup>1</sup>
Ei lainkaan tai vähäiset	43
Kuolemantapaukset	
- paikalla <sup>2</sup>	47
- muualla	16
Vammautumiset <sup>3</sup>	
- paikalla	94
- muualla	26
Ekologinen vahinko	21
Kansallisperinnön vahingoittuminen	0
Aineelliset vahingot <sup>4</sup>	
- paikalla	5
- muualla	9
Yhteisön elämän häiriintyminen	121

<sup>1</sup> Kullakin onnettomuudella voi olla useita seurauksia, ja tämän vuoksi tässä ilmoitettu yhteismäärä ylittää kyseisenä aikana ilmoitettujen onnettomuuksien kokonaismäärän.

<sup>2</sup> Paikalla sattuneet kuolemantapaukset ja vammautumiset ovat kohdistuneet laitoksen henkilökuntaan, urakoitsijoihin ja pelastushenkilökuntaan onnettomuuspaikalla tai sen läheisyydessä.

<sup>3</sup> Vammautumisiin sisältyvät vähäiset vammat sekä vammat, jotka ovat vaatineet sairaalahoitoa vuorokauden tai pitempään.

<sup>4</sup> Aineelliset vahingot tarkoittavat vain tapauksia, joissa on esitetty uskottavat kustannusarviot.

Lähde: MARS-tietokanta

## 271 Teknologiset riskit ja luonnonriskit

käyttäjän virheestä, osan pettämisestä, kemiallisista reaktioista ja muualla sattuneista tapahtumista. Yleensä on tärkeämpää selvittää tapahtumaketju kuin etsiä yhtä ainoata perussyitä, jota useimmissa tapauksissa ei ole. Jokin aika sitten suoritettujen suuronnettomuuksien kuvausten yksityiskohtaiset analyysit (Drogaris 1993, Rasmussen 1996) osoittavat, että osien pettäminen ja käyttäjän virhe olivat kaksi suuronnettomuuksien yleisintä välitöntä syytä ja että yleisimmät perimmäiset syyt olivat organisaation tai hallinnon laiminlyönnit (67 prosenttia onnettomuuksista).

Vaikka onnettomuuksien määrä toimintayksikköä kohti näyttääkin laskevan, kuten edellä on todettu, ei yleensä ole havaittavissa selkeää kehitystä suuronnettomuuksien lähteissä, syissä tai seurauksissa viimeisten kymmenen vuoden aikana. Tämä viittaisi siihen, että monia usein vähäpätöisiltä näyttäviä aikaisemmista onnettomuuksista ”opittuja läksyjä” ei ole riittävästi toteutettu teollisuuden käytännöissä ja normeissa.

### 13.2.2. Ydinonnettomuudet

Ydinonnettomuuksia voi tapahtua monenlaisissa laitoksissa, kuten sotilaallisissa ja lääketieteellisissä laitoksissa ja tutkimuslaitoksissa samoin kuin laitoksissa, jotka liittyvät sähköntuotantoon ydinvoimaloissa. Radioaktiivisen aineksen (esimerkiksi ydinpolttoaineen, radioisotooppien lähteiden ja jätetuotteiden) kuljettaminen voi myös aiheuttaa säteilyonnettomuuksia. Tällä hetkellä (vuoden 1996 lopussa) koko maailmassa toimii 442 ydinreaktoria (218 Euroopassa) ja 36 on rakenteilla (18 Euroopassa). Euroopassa on myös 99 ydinpolttoaineen käsittelylaitosta (IAEA:n tiedot).

Vuonna 1992 kansainvälinen atomienergiajärjestö (IAEA) virallisti ydinlaitostapahtumien kansainvälisen vakavuusasteikon (International Nuclear Event Scale) keinoksi, jolla viipymättä ilmoitetaan suurelle yleisölle johdonmukaisesti ydinvoimaloissa sattuneiden tapahtumien turvallisuuden vaikuttavista seikoista. Vain ydin- tai säteilyturvallisuuteen liittyvät tapahtumat luokitellaan asteikolla 0-7. Nolla-tason tapahtumasta käytetään nimitystä ”poikkeama”, tasot 1 - 3 ovat ”tapahtumia” ja tasot 4 - 7 ”onnettomuuksia”. Vain tasojen 5 - 7 tapahtumat aiheuttavat riskejä laitoksen ulkopuolella.

INES-määritelmien perusteella lähes kaikki IAES:lle vuodesta 1990 lähtien ilmoitetut tapahtumat ovat olleet ”poikkeamia” ja joukossa on ollut muutamia ”tapahtumia” (IAEA:n tiedot). Euroopassa ei ole ollut ”onnettomuuksia” vuoden 1986 jälkeen (Tšernobyl - INES-taso 7). Entisestä Neuvostoliitosta on kirjattu kaksi erittäin vakavaa onnettomuutta aikaisemmin: Tšernobyl ja Kyotyn onnettomuus vuonna 1957 sotilaallisessa käsittelylaitoksessa (INES-taso 6). Tiedot tapahtumista entisessä Neuvostoliitossa voivat kuitenkin olla epätäydellisiä useiden laitosten ja alusten sotilaallisen luonteen vuoksi. Venäjän federaation uuden tiedotuspolitiikan nojalla tiedot poikkeuksista ja tapahtumista annetaan nykyisin viipymättä (esimerkiksi Pietarin ydinvoimala,

### Kuvio 12.1 Ilmoitettujen suuronnettomuuksien kumulatiivinen määrä Euroopan unionissa (1984 - 05/97)

Lähde: MARS-tietokanta

#### Laatikko 13.2: Perusteet onnettomuuden ilmoittamiseksi Euroopan komissiolle (MARS-tietokanta)

Onnettomuuden ilmoittamisperusteet liittyvät seuraaviin seikkoihin:

- vaarallisten aineiden päästöjen määrä;
- ihmisille aiheutuneet vammat;
- evakuoinnin ja palvelujen keskeytymisen laajuus ja kesto;
- esinevahingot;
- vahingot maalla, makeassa vedessä ja merissä oleville elinympäristöille ja pohjavedelle;
- rajat ylittävät vahingot.

Lähde: EY:n neuvosto, 1997

## 272 Euroopan ympäristö

1991, INES-taso 2 ja Tomskin sotilaallinen jälleenkäsittelylaitos, 1993, INES-taso 3).

Useimmat Euroopan ydinlaitoksissa viime aikoina sattuneet epänormaali tapahtumat (poikkeamat ja tapahtumat) ovat aiheutuneet ihmisten käyttövirheistä, ja niiden jälkeen on automaattisesti palattu turvallisiin reaktoriolosuhteisiin.

Tšernobylin onnettomuuden seurauksia on kuvattu Dobris-arvioinnissa ja muualla (CEC, 1996; EY/IAEA/WHO, 1996; CEC, 1998). Välittömät terveysvaikutukset olivat 31 kuollutta ja noin 140 ihmistä, jotka kärsivät eriasteisista säteilytauteista ja terveyshaitoista - ketkään heistä eivät olleet suuren yleisön keskuudesta. Sosioekonomisen hajaannuksen ja psykologisen stressin muodossa seuraukset (mukaan lukien 120 000 henkilön evakuointi) ovat olleet vakavia, ja niiden oletetaan kestävänsä kauan.

Mitä tulee myöhäisiin terveysvaikutuksiin (syöpiin), entisen Neuvostoliiton saastuneilla alueilla elävien lasten keskuudessa on ollut todellista ja merkittävää kilpirauhassyövän lisääntymistä, ja kilpirauhassyöpätapaukset ovat mahdollisesti lisääntyneet myös noilla alueilla asuvilla aikuisilla. On mahdollista, että ylimääräisten kilpirauhassyöpätapausten esiintymisen huippua ei ole vielä saavutettu. Kuolleisuus tähän syöpään on alhainen verrattuna muihin syöpiin eli noin yksi tapaus sadasta.

Sitä vastoin sen paremmin entisessä Neuvostoliitossa kuin sen ulkopuolella asuvan tavallisen väestön keskuudessa ei ole havaittu muiden syöpien, leukemian, synnynnäisten epämuodostumien, raskausvaurioiden tai muidenkaan säteilyn aiheuttamien sairauksien lisääntymistä, jonka voitaisiin katsoa johtuvan Tšernobylin onnettomuudesta. Meneillään on suuria epidemiologisia ohjelmia lisätietojen saamiseksi mahdollisista tulevista terveysvaikutuksista. On kuitenkin epätodennäköistä, että koettu säteilyaltistus johtaa tavallisessa väestössä havaittaviin säteilyvaikutuksiin, jotka ylittäisivät samojen sairauksien luonnolliset tapaukset lukuun ottamatta kilpirauhassyöpää. Pelastustöihin paikalla ja myöhempiin puhdistustöihin osallistuneen henkilöstön, pääasiassa sotilashenkilöstön, osalta saatavilla olevat vähäiset tiedot ovat vähemmän selkeitä.

### 13.2.3. Suuronnettomuudet merellä

Merionnettomuuksien aiheuttamat ympäristövahingot voivat vaihdella huomattavasti sen mukaan, missä ne sattuvat. Suuret öljyvuodot kiinnittävät yleisön huomiota, mutta vuodon määrä ei kerro mitään lopullisista vaikutuksista. Todelliset vaikutukset voivat vaihdella huomattavasti sen mukaan, pääseekö öljyä rannikkovesiin, jotka ovat ekologisesti herkkiä, tai sen mukaan, millaiset sääolot paikalla vallitsevat ja millaista öljyä on vuotanut (katso myös luku 10, jakso 10.3.3).

Viimeisin vahinkoa aiheuttanut öljyvuoto Euroopan vesillä (vuoden 1997 loppuun mennessä) oli Sea Empress-aluksen vuoto helmikuussa 1996, joka tapahtui lähellä Milford Havenia Yhdistyneessä kuningaskunnassa. Aluksesta pääsi noin 72 000 tonnia raakaöljyä, joka saastutti 200 km rannikkoa. Vaikka sekä merellä että rannikolla käynnistettiin laaja puhdistusoperaatio, tuhansia lintuja kuoli. Kalastus alueella kiellettiin, ja vaikka rannikot olivat näennäisen puhtaat virkistyskauden alkaessa, jäännösöljyn aiheuttamaa saastumista aiheutui koko vuoden ajan, kun myrskyt siirsivät maahan peittyneitä öljyä.

Koko maailmassa ilmoitettiin vuosina 1970 - 1996 yhteensä 1 082 öljyvuotoa, joiden määrä oli 7 - 700 tonnia vuotanutta öljyä, ja 384 yli 700 tonnin vuotoa (ITOPF, 1997). Tiedot osoittavat seuraavaa:

- Kaikkiaan noin 10 000 ilmoitetusta tapauksesta ylivoimaisesti suurin osa (83 prosenttia) kuuluu pienimpään luokkaan eli < 7 tonnia.
- Suurten öljyvuotojen (> 700 tonnia) lukumäärä on vähentynyt merkittävästi: 1980-luvun loppuun mennessä vuotuisten suurten öljyvuotojen keskimääräinen lukumäärä putosi yhteen kolmannekseen edellisen vuosikymmenen luvuista.
- Niissä harvoissa hyvin laajoissa öljyvuodoissa, joita sattui, pääsi vuotamaan suuri osa öljyvuotojen kokonaismäärästä (esimerkiksi vuoden 1986 jälkeen 366 suuresta yli seitsemän tonnin vuodosta 74 prosenttia koko öljymäärästä vuoti vain kymmenessä hyvin suuressa vuodossa).
- Vuotuisten suurten öljyvuotojen määrä on vähentynyt huomattavasti koko maailmassa viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana.



Euroopan tasolla suurten öljyvuotojen vuotuinen määrä laskee, mutta ei yhtä nopeasti kuin koko maailmassa. Kuviossa 13.2 esitetään Euroopan vesillä tapahtuneet yli 700 tonnin öljyvuodot, joiden syynä ovat olleet säiliöaluksia, yhdistelmäaluksia ja proomuja kohdanneet onnettomuudet vuosina 1970 - 1996. Euroopan aluemerillä vuoden 1987 jälkeen tapahtuneiden merionnettomuuksien lukumäärä on esitetty 10 luvussa kuviossa 10.7, ja niiden maantieteellinen jakauma näkyy kartasta 10.1.

## 273 Teknologiset riskit ja luonnonriskit

Merellä tapahtuvilla suuronnettomuuksilla (esimerkiksi säiliöaluksia tai öljynporauslauttoja koskevilla onnettomuuksilla, purkauksilla ja öljyjohto-onnettomuuksilla) voi olla suoria vaikutuksia ihmisten terveyteen, ja ne saattavat aiheuttaa kuolemantapauksia; Piper Alphan räjähdys Pohjanmerellä vuonna 1988 vaati 167 ihmishenkeä.

Monilla pienillä sekä ilmoitetuilla että ilmoittamatta jääneillä onnettomuuksilla ja vuodoilla voi olla merkitystä pitkällä aikavälillä riippuen siitä, kuinka kauan vuotanut aine säilyy luonnossa. Kuten luvun 10 jaksossa 10.3.3 todettiin, ei ole todisteita suurten öljyvuojojen eikä jatkuvien öljynlähteiden merien luonnonvaroilta aiheuttamista palautumattomista vahingoista. Öljyn biologisia vaikutuksia merien elämän eri muotoihin on kuitenkin pitkällä aikavälillä tutkittu vain vähän. Tiedetään, että pienetkin vuodot voivat epäsuotuisissa oloissa aiheuttaa merkittävää vahinkoa herkille alueille (esimerkiksi pohjan eläimistöille ja kasvistolle sekä sedimenteille), ja että monien myrkyllisten kemikaalien - esimerkiksi raskasmetallien ja kloorattujen hiilivetyjen - vaikutusta meriympäristöön ei juurikaan tunneta. Tarvitaan laajempaa seuranta ja tutkimusta, jotta opittaisiin tuntemaan öljyvuojojen mahdolliset pitkäaikaiset vaikutukset (ITOPF, 1997).

#### 13.2.4. Luonnonriskien aiheuttamat onnettomuudet

Luonnonriskejä, jotka voivat uhata ympäristöä ja ihmisten terveyttä, ovat myrskytuulet, hirmumyrskyt, puolimyrskyt, tulvat, pyörremyrskyt, syklonit, pakkasvauriot, lämpöaallot, suuret tulipalot, lumimyrskyt, taifuunit, raemyrskyt, maanjäristykset ja vulkaaninen toiminta. Eräät ympäristön huononemisen muodot kuten metsien häviäminen ja aavikoituminen voivat edistää näistä luonnonriskeistä joidenkin syntymistä tai laajenemista (katso luku 11).

Toisin kuin onnettomuudet luonnonriskit ovat ympäristön muutosprosessin tärkeä ”dynaaminen voima”. Niistä on vaikeata esittää tarkkoja määritelmiä, koska niiden laajuus ja seuraukset muodostavat jatkumon. Samoin kuin teknisten onnettomuuksien ollessa kyseessä niiden vaikutuksen luonne ja määrä riippuu itse tapahtuman luonteesta sekä ihmisiin liittyvistä tekijöistä kuten väestötiheydestä, katastrofien torjuntatoimista ja pelastussuunnitelmista. Luonnonriskit voivat myös kiihdyttää tai voimistaa teknisten onnettomuuksien vaikutuksia.

Kuten kuvioista 13.3 (OECD, 1997) voidaan nähdä, niiden luonnononnettomuuksien vuotuinen kirjattu lukumäärä, joihin ihmisen toiminta voi periaatteessa vaikuttaa ilmaston tai maiseman muuttumisen kautta (eli lukuun ottamatta tulivuorenpurkauksia ja vulkaanista toimintaa), on lisääntynyt maapallolla. Lisääntynyt väestötiheys herkillä alueilla kuten rannikoilla ja jokialtaissa yhdessä näillä alueilla lisääntyneen teollisen toiminnan

#### **Kuvio 13.2 Öljyvuoovahinkojen lukumäärä Euroopan merillä ja vuotaneen öljyn määrä, 1970 - 96**

öljyvuojojen lukumäärä vuotaneen öljyn määrä vuodessa 1 000 tonneina

Huomautus: Vain yli 700 tonnin vuodot

Lähde: ITOPF, 1997

#### **Kuvio 13.3 Luonnononnettomuuksien lukumäärä, 1980 - 1996**

onnettomuuksien lukumäärä

Huomautus: Mukaan lukien myrskytuulet, hirmumyrskyt, puolimyrskyt, tulvat, pyörremyrskyt, syklonit, pakkasvauriot, lämpöaallot, suuret tulipalot, lumimyrskyt, taifuunit ja raemyrskyt. Maanjäristykset ja vulkaaninen toiminta puuttuvat.

Lähde: OECD, 1997

## 274 Euroopan ympäristö

kanssa on lisännyt ihmisiä kohdanneiden katastrofien lukumäärää.

Vaikka useimmat kuviossa 13.3 esitetyistä tapahtumista sattuivatkin kehitysmaissa, samanlaista kehitystä on havaittavissa tietyissä osissa Eurooppaa, erityisesti etelässä ja idässä.

Niin Euroopassa kuin koko maapallollakin myrskyt ja tulvat ovat yleisimmät luonnononnettomuudet ja taloudellisten vahinkojen ja vakuutettujen vahinkojen mukaan mitattuina kalleimmat (katso taulukko 13.2). Tulvien aiheuttama vahinko riippuu tulvan kestosta ja vedenpinnan korkeudesta, tulva-altaan pinnanmuodostuksesta ja käytöstä, tulvantorjuntatoimenpiteistä sekä tulvan vaikutuksille mahdollisesti alttiiksi joutuvan väestön tietoisuudesta. Ihmisen toiminta voi vaikuttaa sekä tulvien esiintymistiheyteen että niiden seurauksiin, sillä esimerkiksi kosteikkojen ojittaminen ja jokien kanavointi lisäävät vesien huippuvirtaaman määrää, ja tiet voivat ohjata vesivirtoja niin, että aiheutuu maanvyörymiä. Monet näistä syistä aiheuttivat laatikossa 13.3 esitetyt vuoden 1997 tulvat Oderin ja Veikselin valuma-alueilla.

Luonnonriskien vaikutukset näyttävät lisääntyneen 1980-luvun loppupuolen jälkeen (Swiss Re, 1993). Esimerkiksi eräässä Saksan ja Ranskan rajalla olevassa kaupungissa (Kehl) Reinin tulvavedet nousivat vuosina 1900 - 1977 seitsemän metriä tulvarajan yläpuolelle vain neljä kertaa eli noin kerran 20 vuodessa. Sen jälkeen vedet ovat nousseet tuolle korkeudelle kymmenen kertaa eli keskimäärin joka toinen vuosi (UWIN, 1996). Tämä aiheuttaa taloudellisten menetysten moninkertaistumisen.

München Re:n tiedot (1997) osoittavat, että Euroopassa vuosina 1990 - 96 tulvien ja maanvyörymien aiheuttamat taloudelliset menetykset olivat neljä kertaa niin suuret kuin vuosina 1980 - 89 ja 12,5 kertaa niin suuret kuin 1960-luvulla. Tulvien aiheuttamat vakuutetut menetykset ovat nousseet 608 miljoonasta US\$:sta vuosina 1980 - 89 1 815 miljoonaan US\$:iin kaudella 1990 - 96. Luonnonriskien aiheuttamat taloudelliset vahingot ja niiden aiheuttama yhteiskunnan toimintojen laaja keskeytyminen osoittavat, kuinka tärkeätä on kiinnittää enemmän huomioita luonnonriskeihin ja niiden vuorovaikutukseen ihmisten ympäristölle aiheuttamien vaikutusten kanssa.

### **13.3. Onnettomuuksien paremman torjunnan ja luonnononnettomuuksien vähentämisen näkymät**

Ihmisyhteiskunnan ja luonnonympäristön välinen vuorovaikutus näyttää olevan yhä alttiimpi luonnonriskien aiheuttamille onnettomuuksille: luonnononnettomuuksien aiheuttamat taloudelliset menetykset ja vakuutustappiot näyttävät jatkuvasti lisääntyvän (jakso 13.2.4). Seuraavissa jaksoissa käsitellään strategioita, joita teolliset toimijat sekä sääntely- ja suunnitteluviranomaiset kehittävät Euroopassa hallitakseen edellä käsiteltyjä erityyppisiä suuria riskejä.

**13.3.1. Teollisuuden suuronnettomuudet**

Suuronnettomuuksilla, jotka paljastivat, että tarvitaan mahdollisesti vaarallisten teollisuudenalojen sääntelemisen politiikkaa (esimerkiksi Flixborough vuonna 1974, Seveso vuonna 1976), oli useita yhteisiä piirteitä:

<b>Taulukko 13.2 Vakavat tulvat 1990-luvulla</b>
--------------------------------------------------

<b>Tulvat (joki/vuosi)</b>	<b>Kuolemantapaukset</b>	<b>Vahinkojen kustannukset (miljardeina ecuina)*</b>	<b>Huomautukset</b>
Tazlau (Romania) 1992	107	0,05	Tazlaun padon murtuminen
Ouveze 1992	41		leirintäalue
Rein/Meuse 1993/94	10	1,1	
Po 1994	63	10	valuma-alue peittyi jopa 60 cm:n mutakerrokseen
Rein 1995		1,6	240 000 asukkaan evakuointi Alankomaissa
Glomman ja Trysilin jokiuomat (Norja) 1995		0,3	
Pyreneittenjoki 1996	85		leirintäalue
Oder ja Veiksel 1997	105	5,9	195 000 ihmistä evakuoitiin, suuret aineelliset vahingot

\* arvio

Lähde: EYK-ETC/IW

## 275 Teknologiset riskit ja luonnonriskit

paikalliset viranomaiset eivät tienneet, mistä kemikaaleista ja mistä määristä oli kyse, eivätkä he tunteneet prosesseja riittävän hyvin ymmärtääkseen, mitä kemikaaleja tai millaista energiaa voisi syntyä ja päästä ympäristöön onnettomuusoloissa, eikä pelastustoimia ollut suunniteltu. Tämän taustan vuoksi ensimmäinen Seveso-direktiivi keskittyi paljolti oikean tiedottamisen järjestelmän luomiseen ja hallintaan riskinhallintaprosessin eri toimijoiden välillä. Seveso II -direktiiviin sisältyy tärkeitä uusia vaatimuksia (Amendola, 1997) kuten:

- toimivaltaisen viranomaisen lisääntyneet velvollisuudet;
- yritysten suuronnettomuuksien torjuntapolitiikan kehittäminen tietyissä olosuhteissa;
- uusi luokka vaarallisia aineita, jotka ovat ”vaarallisia ympäristölle”;
- pelastussuunnitelmien testaus;
- tarkemmin muotoillut perusteet onnettomuuksista ilmoittamiseksi;
- suuren yleisön parempi tietojen saanti.

### Laatikko 13.3: Vuoden 1997 tulva

#### Mitä tapahtui?

Heinäkuussa 1997 Eurooppa koki yhden historiansa tuhoisimmista tulvista. Suuret osat Etelä-Puolaa, Tšekin tasavallan itäosia ja Länsi-Slovakiaa tulvivat poikkeuksellisen voimakkaiden sateiden jälkeen. Pahiten koetelluilla alueilla tuli muutamassa päivässä yhtä paljon vettä kuin tavallisesti koko vuoden aikana (esimerkiksi 585 mm viidessä päivässä eräässä tšekkiläisessä seurantapisteessä). Monet Oderin, Laben, Veikselin ja Moravan valuma-alueiden joet tulvivat yli äyräidensä. Hyökkyvedet liikkui alavirtaan, yhteisöt joutuivat tulvan valtaan, ja vedet tuhosivat taloja ja siltoja. Tulvaveteen sekoittui teollisuusjätteitä ja jätevettä, jotka saastuttivat kaiken tielle osuneen: maatalousmaat, kaupat, toimistot ja kodit.

Neljäsosa Puolasta oli tulvan vallassa (alue, jolla asui 4,5 miljoonaa ihmistä ja jolla sijaitsi lähes 1 400 kaupunkia ja kylää. Opolen, Klodzkon ja Wroclawin kaupungit tuhoutuivat. Pelkästään Puolassa tulvan valtaan joutui 400 000 hehtaaria maatalousmaata, 50 000 kotia tuhoutui, yli 5 000 sikaa ja miljoona kanaa menehtyi, 170 000 puhelinyhteyttä katkesi, 162 000 henkilöä evakuoitiin ja 55 kuoli. Infrastruktuurivahinkoihin sisältyi 480 siltaa, 3 177 kilometriä tietä ja 200 kilometriä rautatietä. Puolan kokonaisvahingoiksi arvioitiin neljä miljardia US\$.

Tšekin tasavallassa tulva aiheutti 2,1 miljardin US\$:n vahingot, 40 ihmistä kuoli tulvaveteen ja kymmenen ihmistä kuoli tulvan seurauksiin (sydänkohtauksiin, tulehduksiin). Noin 2 150 kotia tuhoutui, 18 500 vahingoittui ja yhteensä 26 500 ihmistä evakuoitiin. Saksassa noin 6 500 ihmistä oli evakuoitava kodeistaan. Saksan pahimmin kärsineellä alueella Brandenburgissa kustannuksiksi arvioitiin 361 miljoonaa US\$. Monissa tulvan kohteiksi joutuneissa maissa kyseessä oli kansallinen tragedia, joka aiheutti tiedonvälityksen kaaoksen, vaati kiireellistä humanitaarista apua ja paljasti vakavia puutteita pelastustoimien suunnittelussa ja vaaraan varautumisessa.

Ekologisia seurauksia olivat Oderin suistoalueen lisääntynyt ravinne- ja saastepitoisuus. Tulvavesi kuljetti mukanaan raskasmetalleja, mineraaliöljyjä ja orgaanisia hivenaineita kuten simatsiinia ja atratsiinia. Oderin typpipitoisuus oli 6 - 8 kertaa suurempi kuin vuoden 1996 keskiarvo ja fosfaattipitoisuus 16 kertaa vuoden 1996 keskiarvo.

#### Pohjimmaiset aiheuttajat

Tulva aiheutui erittäin kovista sateista, mutta sen vaikutusta voimistivat ihmisten ympäristöön tekemät muutokset. Erityisesti monien tulvineiden vesialtaiden vedenpidätyskyky oli vähentynyt ihmisen toiminnan vuoksi. Metsien ja jokien kosteikkojen tuhoaminen, vuoristopurojen ja -jokien rakentaminen, rantojen kasvillisuuden tuhoaminen, luonnollisten vettä pidättävien maiseman piirteiden (pensasaitojen, pienten metsiköiden ja kasvillisuusryhmien) poistaminen sekä maatalousmaan ojitus ovat kaikki vähentäneet veden imeytymistä. Oderin ja Veikselin suoristaminen ja lyhentäminen viimeksi kuluneiden kymmenen vuoden aikana on saanut ne tulvimaan herkemmin. Tämän vuoksi ankarat tulvat ovat olleet lähes säännöllinen ilmiö alueella yli kymmenen vuoden ajan, mutta näihin varoitusmerkkeihin ei ole kiinnitetty huomiota.

#### Mitä on opittu?

Vuoden 1997 tulva paljasti useita puutteita tulva-alueella noudatetussa riskientorjunnassa. Tehottoman maankäytön valvonnan vuoksi asuntoja ja teollisuuslaitoksia oli voitu rakentaa tulvavaarassa oleville alueille, mikä lisäsi vahinkoja entisestään. Pengerrykset ja tulvavallit olivat huonossa kunnossa. Poliisin, palolaitosten, väestönsuojeluviranomaisten ja armeijan väliset tehottomat viestintäjärjestelmät ja koordinoinnin puute häitäsivät pelastustoimia. Toimivaltaristiriidat paikallishallinnon ja keskushallinnon välillä pelastustoimien aikana paljastivat, että byrokraattinen tulvienhallintajärjestelmä sekä käsky- ja valvontalähestymistapa eivät olleet asianmukaisia. Käytännössä paikallishallinnolla, kansalaisjärjestöillä ja yhtiöillä oli ratkaiseva asema autettaessa ihmisiä auttamaan itseään ja pääsemään alkuun tuhottujen yhteisöjensä jälleenrakentamisessa.

Tämä tulvakokemus pakottaa kyseisten alueiden valtiot arvioimaan uudelleen lähestymistapaansa tulvien torjuntaan ja ympäristöturvallisuuteen. Tunnustetaan, että asennemuutosta tarvitaan: riskien torjuntaa ja niihin reagoimista ei saa pitää pohjimmiltaan teknisenä ongelmana, vaan ne on nähtävä osana ihmisten ja luonnon välistä dynaamista vuorovaikutusta - lähestymistapa, joka vaatii, että

ihmisten toimien ja luonnonjärjestelmien vuorovaikutuksista tiedetään enemmän ja että ne ymmärretään paremmin.

Lähteet: REC, 1997; Christine Bismuth & Marian Pohl, Umweltbundesamt; Bismuth et al., 1998.; Tšekin tasavallan, Puolan ja Slovakian tasavallan kansalliset aihekeskukset.

## 276 Euroopan ympäristö

Seveso II -direktiivissä vaaditaan myös maankäyttöpolitiikkaa, jossa otetaan huomioon suuronnettomuuksien vaarat. Tällä voi olla tärkeitä yhteiskunnallisia ja organisatorisia seurauksia erityisesti maissa, joissa ei nykyisin ole näitä vaatimuksia:

- enemmän viranomaisia, erityisesti paikallisia suunnitteluviranomaisia, on mukana tehtäessä päätöksiä siitä, ovatko uudet hankkeet sopusoinnussa nykyisen maankäytön kanssa;
- suuren yleisön odotetaan osallistuvan päätöksentekomenettelyyn ja osallistuvan yleiseen riskinhallintapolitiikkaan paljon aktiivisemmin.

Se, että teolliseen käyttöön tai muihin käyttötarkoituksiin liittyvillä kemikaalisasteilla voi olla rajat ylittäviä vaikutuksia, heijastuu YK/ECE:n teollisuusonnettomuuksien rajat ylittäviä vaikutuksia koskevassa yleissopimuksessa (Helsinki, 1992), joka on äskettäin uudistettu (Geneve, 1997). Tämä yleissopimus auttaa sopimuspuolia torjumaan teollisuusonnettomuuksia, joilla voi olla vaikutuksia rajojen ylitse, sekä varautumaan niihin ja toimimaan niiden johdosta. Se edistää myös kansainvälistä yhteistyötä näillä aloilla. Siinä veloitetaan sopimuspuolet perustamaan ja ylläpitämään yhteensopivia ja tehokkaita onnettomuuksien ilmoitusjärjestelmiä, joilla saadaan ja välitetään tietoja rajat ylittävien vaikutusten torjumiseksi.

Seveso II -direktiivi on malli Itä-Euroopalle, koska se on luonteeltaan kattava, perustuu pakollisiin vaatimuksiin, antaa valtuudet kieltää toiminta, jota ei hyväksytä, ja siihen sisältyy valvontajärjestelmä, johon osallistuvat jäsenvaltioiden teolliset toimijat ja toimivaltaiset viranomaiset sekä Euroopan komissio. Samanlaisia ylikansallisia järjestelmiä ei ole muualla.

### **13.3.2. Ydinlaitostapahtumat/onnettomuudet**

Vaikka Tšernobylin onnettomuus ei olekaan opettanut mitään erityisen merkittävää ydinlaitosten suunnittelusta tai sääntelykehyksistä lukuun ottamatta samantyyppisiä (RMBK) reaktoreita, onnettomuus merkitsi Euroopalle uutta haastetta, joka korosti esimerkiksi tarvetta varautua sekä kansallisesti että kansainvälisesti paremmin suuren ydinonnettomuuden varalta.

Tällä hetkellä ydinturvallisuuden alalla pyritään kahteen päätavoitteeseen:

- Pientämään edelleen vakavien onnettomuuksien todennäköisyyttä uusissa ydinvoimaloissa ja onnettomuuden sattuessa rajoittamaan sen vaikutukset kyseiseen laitokseen.
- Laatimaan yleiset turvallisuusperiaatteet, jotka kaikki maat hyväksyvät ja joita ne noudattavat. Tämän osana olisi kaikilla tasoilla edistettävä yleistä ja pysyvää tietoisuutta ydinturvallisuuteen ja ympäristönsuojeluun liittyvistä seikoista.

KIE-maiden, NIS-maiden ja muun Euroopan välillä 1990-luvun alkupuolella luotu uusi suhde on luonut suotuisat olosuhteet ydinturvallisuuden kansainvälisen ulottuvuuden kehittämiseksi edelleen. Ydinturvallisuutta koskeva kansainvälinen yleissopimus, jonka tavoitteena on pääasiassa saavuttaa maailmanlaajuinen yhtenäinen - ja korkeampi - ydinvoimaloiden turvallisuustaso, hyväksyttiin vuonna 1994. Itä-Euroopan ydinturvallisuuden erityisongelmia käsittelee 24 maan ryhmä, joihin sisältyy Länsi-Euroopan maita, Kanada, USA ja Japani ja jota rahoitetaan Euroopan komission Tacis- ja Phare-ohjelmista sekä EURATOMin ja EBRD:n myöntämällä korottomilla lainoilla.

IAEA:n vuonna 1983 perustetun OSART-ohjelman (Operational Safety Review Team) puitteissa kansainväliset asiantuntijaryhmät suorittavat yksittäisten ydinvoimaloiden toiminnallisen turvallisuustason asiantuntija-arviointeja sijaintimaan hallituksen pyynnöstä. Syyskuun 1997 loppuun mennessä oli suoritettu 89 tarkastusta (joista 53 oli eurooppalaisten reaktoreiden tarkastuksia) 62 ydinvoimalassa 30 maassa. OSART-tarkastukset ovat osoittautuneet erityisen tehokkaiksi KIE-maiden ydinvoimaloissa.

Jos näistä eri toimenpiteistä huolimatta tapahtuu ydinonnettomuus, tarvitaan nopeita, luotettavia ja asianmukaisia tietoja. Tätä varten IAEA ja Euroopan komissio ovat perustaneet tiedotusjärjestelmiä kiireellisten säteilytietojen välittämiseksi IAEA:n, Euroopan komission ja niiden jäsenvaltioiden välillä.



### ***13.3.3. Suuronnettomuudet merellä***

Monien kansainvälisten sopimusten tarkoituksena on vähentää onnettomuusriskejä merellä ja onnettomuuksien mahdollisesti aiheuttamia ympäristövahinkoja. Näitä kysymyksiä käsittelevien yleismaailmallisten yleissopimusten (kuten öljyn aiheuttaman meren saastumisen ehkäisemistä koskeva kansainvälinen yleissopimus, 1954) lisäksi on useita alueellisia yleissopimuksia, jotka koskevat esimerkiksi Itämeren aluetta, Kaakkois-Atlantia ja Mustaamerta.

## 277 Teknologiset riskit ja luonnonriskit

Öljyvahinkojen torjuntavalmiutta, torjuntaa ja torjuntayhteistyötä koskevassa kansainvälisessä yleissopimuksessa, josta jäljempänä käytetään nimitystä OPRC-yleissopimus ja jolla pyritään estämään öljyvuotojen aiheuttama merien saastuminen, vaaditaan jäsenvaltioita luomaan kansalliset järjestelmät öljyvahinkojen torjumiseksi ennaltavarautumisen periaatteen mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että niillä on oltava valmiina tietyt vähimmäisvarusteet öljyvahinkojen puhdistamiseksi. Sopimuspuolten on autettava toisiaan äkillisessä saastumistilanteessa. Myös muita maita, esimerkiksi kehitysmaita, voidaan auttaa torjuntajärjestelmien laatimisessa. Kansainvälinen merenkulkujärjestö (IMO) antaa teknistä yhteistyötukea, jotta kehitysmaat voivat liittyä OPRC-yleissopimukseen. Tammikuuhun 1998 mennessä yleissopimukseen oli liittynyt 35 sopimuspuolta (joista 11 eurooppalaisia).

Säiliöalusten turvallisuus on tärkeällä sijalla IMO:n meriensuojeluohjelmassa. Maailman säiliölaivasto vanhenee, ja iän ja onnettomuustiheyden välillä vallitsee suhde. Suurin osa maailman säiliölaivoista rakennettiin 1970-luvulla, joten niiden ei tarvitse täyttää monia sen jälkeen käyttöön otettuja tiukempia normeja. Tällä hetkellä vain 251:ssä maailman 3 500 säiliölaivasta on kaksoisrunko. Seuraavien muutaman vuoden kuluessa suurin osa maailman säiliölaivatonnistosta on varustettava kaksoisrungolla tai romutettava. IMO:n mukaan tämä on kuitenkin porrastettava useille vuosille osaksi telakoiden rajoitetun kapasiteetin vuoksi.

### **13.3.4. Luonnonriskien aiheuttamat onnettomuudet**

Edellä jaksossa 13.2.4 kuvattu ihmisen toiminnan ja luonnonriskien vuorovaikutus on lisännyt luonnonriskien mahdollisuutta vaikuttaa ihmisten terveyteen ja ympäristöön ja korostanut maankäytön suunnittelun ratkaisevaa asemaa näiden vaikutusten vähentämisessä tai välttämässä.

Yhdistyneet Kansakunnat aloitti Kansainvälisen luonnonkatastrofien torjunnan vuosikymmenen (IDNDR, 1990 - 2000) lisätäkseen ihmisten tietoa siitä, kuinka paljon he voivat tehdä suojatakseen itseään luonnononnettomuuksilta. Yokohamassa vuonna 1994 järjestetty maailmankokous luonnononnettomuuksien vähentämiseksi oli tärkeä vaihe IDNDR:n tietoisuudenlisäämisprosessissa, ja siellä laadittiin suuntaa antavat periaatteet luonnonkatastrofien torjumiseksi, niihin varautumiseksi ja niiden vähentämiseksi. Näitä ovat seuraavat:

- riskien arviointi;
- onnettomuuksien torjuminen ja varautumistoimenpiteet kehittämissä politiikan ja suunnittelumenettelyjen olennaisena osana;
- varhaisen varoituksen järjestelmät;
- ehkäisevät toimenpiteet, joihin osallistuvat kaikki tasot paikallisyhteisöstä kansallisiin hallituksiin ja alueelliseen ja kansainväliseen tasoon;
- kasvatusta ja koulutusta;
- teknisten tietojen jakaminen onnettomuuksien torjumiseksi, vähentämiseksi ja lieventämiseksi.

IDNDR:n suuntaviivat luovat maille kehyksen ja mahdollisuuden edistää maailmanlaajuisia strategioita luonnonriskien hallitsemiseksi. Monissa maissa, esimerkiksi useissa Euroopan maissa, on laadittu kansallisia suunnitelmia useista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on vähentää luonnononnettomuuksien vaikutuksia seuraavan vuosisadan aikana.

Edellä luvussa 2 käsitellään sitä, että kasvihuoneilmiö saattaa aiheuttaa toistuvampia ja mittavampia äärimmäisilmiöitä kuten hirmumyrskyjä ja tulvia. Tämä edustaa mahdollisesti tärkeintä vuorovaikutusta ihmisen toiminnan ja luonnononnettomuuksien välillä. Tämä uhka yhdessä viimeaikaisten tulvien kanssa on saanut monet Euroopan maat laatimaan ”tulvatoimintasuunnitelmia” useimmiten jokien valuma-alueiden hallintoa koskevien nykyisten ohjelmien erityisinä osina. Tärkeimmissä suosituksissa ja suuntaviivoissa käsitellään tulvaveden pidätystä, tulvien ennustustapojen parantamista ja mahdollisten vahinkojen vähentämistä (esimerkiksi rakentamisrajoituksia tulva-alueilla). On ryhdytty toimenpiteisiin suuren yleisön tietoisuuden lisäämiseksi tulvariskeistä ja ohjeiden antamiseksi tulvien varalta.

### **Viitteet**

Amendola, A. (1997). Approaches to risk analysis in the European Union. Séminaire Euroforum: Analyse Quantitative des Risques. Pariisi, Ranska.

Bismuth, C., Schmitz, E., Wiemann, A. (1998). Das Oderhochwasser. Umweltbundesamt. Saksu.

CEC (1988). Report on the Application in the Member States of Directive 82/501/EEC of 24 June 1982 on the Major Accident Hazards of Certain Industrial Activities. COM(88) 261. Bryssel, Belgia

## 278 Euroopan ympäristö

- CEC (1996). Proceedings of the first international conference: The radiological consequences of the Chernobyl accident. Minsk, 18. - 22.3.1996. EUR:n kertomus 16544, 1192 sivua. Euroopan yhteisön virallisten julkaisujen toimisto, Luxemburg.
- CEC (1998). Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident. EUR:n kertomus 16733. Euroopan yhteisön virallisten julkaisujen toimisto, Luxemburg.
- Drogaris, G. (1993). Learning from Major Accidents Involving Dangerous Substances. Safety Science, n:o 16.
- EC/IAEA/WHO (1996). Proceedings of an International Conference: One Decade after Chernobyl - Summing up the Consequences of the Accident. Wien, 8. - 12.4.1996. IAEA Wien, Itävalta.
- EY:n neuvosto (1982). Neuvoston direktiivi 82/501/ETY tietyn teollisen toiminnan suuronnettomuuden vaarasta ("Seveso I"). Euroopan yhteisöjen virallinen lehti.
- EY:n neuvosto (1997). Neuvoston direktiivi 96/82/EY vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjunnasta ("Seveso II"). Euroopan yhteisöjen virallinen lehti.
- ITOPF (1997). International Tanker Owners Pollution Federation, www-page <http://www.itopf.com/>, Lontoo, UK.
- Munich Re Insurance Company (1997). Personal communication and Munich Re - Topics, Annual review of natural catastrophes 1996.
- OECD (1997). OECD Environmental Data Compendium 1997. OECD, Pariisi, Ranska.
- Rasmussen, K. (1996). The Experience with the Major Accident Reporting System from 1984 to 1993. CEC, EUR 16341 EN.
- REC (1997). The Bulletin: Quarterly Newsletter of the Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, n:o 2, nide 7, kesä 1997.
- Swiss Re Insurance Company (1993). Natural Catastrophes and Major Losses in 1992: Insured Damage Reaches New Record Level. Julkaisussa Sigma Economic Studies. Toim: E. Rudolph.
- UWIN (1996). Worldwatch Paper on River and Wetland Development. Universities Water Information Network, Southern Illinois University, Carbondale, USA.

## 14. Ympäristöpolitiikan ja -toimien liittäminen talouden aloihin

### 14.1. Johdanto

EU:n ympäristöstä vastaava komission jäsen Ritt Bjerregaard totesi jokin aikana sitten (5.2.1998), kuinka suuri ero on siinä tavassa, jolla kadun ihminen kokee ympäristöongelmat, ja siinä tavassa, jolla lainsäätäjät käsittelevät niitä:

"Jaamme ongelmat hallittaviksi paloiksi, jotka heijastavat eri ministeriöiden ja osastojen perinteistä toimivallan ja vastuun jakoa... . Kansalaiset odottavat meidän varmistavan puhtaan ilman, veden, terveellisen ravinnon ja luonnonvaraisen elämän suojelun ja maaseudun ja turvaavan nämä arvot tulevaisuutta varten: tämä on laajempi yhdenmukainen visio... . Me olemme tähän mennessä edistyneet vain vähän sopeuttaessamme politiikkaamme ja päätöksentekoamme niin, että siihen sisältyisi tämä laajempi yhdenmukainen visio."

Tähän mennessä tässä arvioinnissa on tarkasteltu etupäässä saastumisen ympäristön tilalle aiheuttamia paineita ja sen vaikutuksia ihmisten terveyteen ja ekosysteemeihin. Kunkin ongelman kohdalla yksilöitiin tärkeimmät aiheuttajat (ihmisen toiminta) ja kertomuksen joissakin kohdissa käsiteltiin näiden syiden kehityssuuntauksia. Monia ympäristöongelmia aiheuttavat kuitenkin samat syyt. Näiden ympäristöön kohdistuvan kokonaisvaikutuksen ymmärtäminen ja niiden käsitteleminen yhdenmukaisella tavalla ovat tärkeitä askeleita kohti onnistuneen politiikan kehittämistä ja täytäntöönpanoa.

Tämä luku perustuu arvioinnissa jo muualla esitettyihin tietoihin. Se on tiivistelmä tärkeimpien sosioekonomisten alojen suurimmista ympäristövaikutuksista, ja siinä arvioidaan kehitystä, jota on tapahtunut ympäristönäkökohtien liittämisessä näiden alojen politiikkaan ja toimenpiteisiin.

Taulukossa 14.1 sosioekonomisten avainalojen tärkeimmät ympäristövaikutukset esitetään tiivistetysti. Taulukon tarkoituksena on antaa yleisvaikutelma siitä, missä eri aloilla on merkittävimmät ympäristövaikutukset ja olla ympäristöongelmien alakohtaisen analyysin lähtökohtana.

Aikaisemmin useimmat lainsäätäjät ja tiedemiehet keskittyivät taulukon 14.1 yläosassa olevien ympäristöongelmiin erillisinä "lokeroina". Syyt moniin näistä ongelmista ovat kuitenkin sosioekonomisten alojen toiminnassa (ensimmäinen sarake) - tämä painopisteen muutos näkyi esimerkiksi vuoden 1995 koko Eurooppaa koskevassa Euroopan ympäristöohjelmassa, vuoden 1992 EU:n viidennessä ympäristöohjelmassa ja vuoden 1997 Amsterdamin sopimuksessa (katso laatikko 14.1).

Koska jokainen talouden sektori vaikuttaa useisiin ympäristöongelmiin, tavallisesti vain muutaman saasteen välityksellä, yhdellä ainoalla alalla suoritettavat ympäristötoimet voivat hyödyttää useita aloja. Esimerkiksi liikenteen typpioksidipäästöt lisäävät alailmakehän otsonia, happamoitumista ja kaupunkien ilmansaasteita, ja energia-alan rikkidioksidipäästöt lisäävät happamoitumista ja kaupunkien ilmansaastumista. Lisäksi jos liikenteen pakokaasuja vähennetään rajoittamalla liikenteen kasvua, lisäetuja saadaan melun, onnettomuuksien ja ruuhkautumisen vähenemisestä, joka aiheutuu liikenteen määrän pienenemisestä. Jos nämä "monivaikutusaasteet" ja toissijaiset edut otetaan huomioon, ympäristötoimien havaittu kustannustehokkuus paranee huomattavasti (katso esimerkiksi jaksossa 4.7 YK/ECE:n valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevaan yleissopimukseen perustuva uusi monisaastuke-monivaikutuspöytäkirja). Yhdentyneempi lähestymistapa saastumisen valvontaan voi myös laajentaa näiden toimenpiteiden saamaa poliittista tukea ja hyödyttää siten Etelä-Eurooppaa (kesäajan savusumun väheneminen) ja myös Pohjois-Eurooppaa (happamoitumisen väheneminen).

### 14.2. Eri alojen vaikutukset

Tiivistetty analyysi eri alojen tärkeimmistä ympäristövaikutuksista esitetään jäljempänä. Yksityiskohtia eri alojen kehityksestä on tämän arvioinnin luvuissa 1 - 13, erityisesti luvussa 1 ja jaksossa 2.5 (energia), jaksossa 4.6 (liikenne), jaksossa 6.2 (kemianteollisuus) ja jaksossa 8.3 (maatalous).

#### Liikenne

Ilmansaasteet, melu, ruuhkautuminen ja maankäyttö ovat liikenteen

## 280 Euroopan ympäristö

ja lisääntyvien liikennemäärien merkittävimmät seuraukset. Maanteiden tavaraliikenne koko Euroopassa on lisääntynyt 54 prosenttia (tonnikilometreinä) vuodesta 1980, henkilöautoilla tapahtuva henkilöliikenne 46 prosenttia (matkustajakilometreinä) vuodesta 1985 (yksinomaan EU:ssa), ja lentomatrustajien lukumäärä 67 prosenttia samana aikana. Tämän johdosta liikenteestä on tullut suurin NO<sub>x</sub>-päästöjen aiheuttaja (60 prosenttia vuonna 1995). Ympäristötoimenpiteissä on keskitytty ajoneuvojen päästönormien ja polttoaineen laadun parantamiseen sekä maanteiden ja rautateiden ympäristövaikutusten minimoimiseen.

Viime aikoina seurauksena on ollut parannuksia: NO<sub>x</sub>-, CO-, lyijy- ja NMVOC-päästöt laskevat. Tulevina vuosina ympäristötoimenpiteiden käyttöönotto saattaa kuitenkin jäädä jälkeen liikennemäärän lisääntymisestä. Kasvun mahdollisuus on suurin Itä-Euroopassa, jos nämä maat noudattavat Länsi-Euroopan kulutustapoja. Jos liikennemäärät kasvavat edelleen, päästöjen odotetaan koko Euroopassa kääntyvän uudelleen nousuun noin 15 vuoden kuluessa.

### ***Energia***

Energian käyttö, joka on tärkein syy ilmastonmuutokseen ja useisiin ilmansaasteongelmiin, on pysynyt jatkuvasti korkeana Länsi-Euroopassa

**Laatikko 14.1: Vuoden 1995 Euroopan ympäristöohjelman (EPE), Euroopan komission vuoden 1992 viidennen ympäristöohjelman ja vuoden 1997 Amsterdamin sopimuksen tärkeimmät suositukset**

**Euroopan ympäristöohjelma**

Varmistaa ympäristönäkökohtien liittäminen kaikkeen päätöksentekoon ottaen huomioon ympäristökustannukset, edut ja vaarat; ennaltavaraantumisen periaatteen ja "saastuttaja maksaa" -periaatteen soveltaminen; yhteistyön edistäminen hallitusten, parlamenttien, liikeyritysten ja kansalaisjärjestöjen välillä.

Huolehtia siitä, että kaikissa Euroopan maissa on korkea energian hyötysuhde vuoteen 2010 mennessä.

Sitoumuksia kasvihuonekaasujen vähentämisestä ilmastonmuutosta koskevan puiteyleissopimuksen nojalla olisi lujitettava, ja ne olisi saavutettava käyttämällä useita keinoja kuten taloudellisia välineitä, parempaa energian hyötysuhdetta, edistämällä uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä ja tehostamalla maa- ja metsätalouden hiilinielua.

Teollisuudessa olisi ryhdyttävä toimenpiteisiin, joilla edistettäisiin elinkaariarviointeja, ympäristöä suosivia hankintoja ja ympäristötuotteiden ja -palvelujen parempaa markkinoillepääsyä.

Olisi edistettävä tuotteista huolehtimista "kehdosta hautaan", tuottajien vastuuta ja ulkoisten kustannusten sisäistämistä.

Liikenteen alalla olisi harkittava liikennemäärien vähentämistä. Muita edistettäviä toimia ovat julkisen liikenteen vahvistaminen, maankäytön suunnittelun parantaminen, ympäristöarviointien ja taloudellisten välineiden käytön laajentaminen ja teknisten standardien lujittaminen.

Maataloudessa olisi kehitettävä, toteutettava ja levitettävä hyviä maatalouskäytäntöjä koskevia sääntöjä.

Biologisen ja maisemallisen monimuotoisuuden suojele olisi liitettävä talouden kaikkiin aloihin.

**Euroopan komission viides ympäristöohjelma**

"Toivotun tasapainon saavuttaminen ihmisen toiminnan ja ympäristönsuojelun välillä... merkitsee ympäristönäkökohtien liittämistä talouspolitiikan ja eri alojen politiikan muotoiluun ja toteuttamiseen..."

"keskittyminen toimijoihin ja toimiin, jotka kuluttavat luonnonvaroja ja muulla tavoin vahingoittavat ympäristöä, pikemminkin kuin ongelmien ilmaantumisen odottaminen"

keskittyminen "todellisiin ongelmiin, jotka aiheuttavat ympäristömenetyksiä ja -vahinkoja, ihmisten kulutuksen ja käyttäytymisen nykyisiin malleihin..."

kaikkien toimijoiden, myös suuren yleisön "jaettu vastuu" sekä kansalaisina että kuluttajina...

"poliittisten välineiden valikoiman laajentaminen..."

"markkinahinnat", jotka "heijastavat yhteiskunnalle tuotannosta ja kulutuksesta aiheutuvia kokonaiskustannuksia, esimerkiksi ympäristökustannuksia..."

tämän uuden lähestymistavan menestyminen "riippuu suuresti sekä ympäristöä koskevien että eri toimijoiden, myös suuren yleisön välisten tietojen kulusta ja laadusta".

**EU:n Amsterdamin sopimus**

"Ympäristönsuojeluvaatimukset on liitettävä yhteisön politiikan ja toimien määrittämiseen ja toteuttamiseen... . Erityisesti on otettava huomioon kestävä kehityksen edistäminen".

## 281 Ympäristöpolitiikan ja -toimien liittäminen talouden aloihin

**Taulukko 14.1 Eri alojen tärkeimmät vaikutukset ympäristöongelmiin**

Dobris-arvioinnin jälkeen. Koko Euroopassa energian käyttö väheni 11 prosenttia vuosina 1990 - 1995, koska sen käyttö väheni 23 prosenttia Itä-Euroopassa taloudellisen rakennemuutoksen seurauksena. Energiantuotannon aiheuttamat kasvihuonekaasujen päästöt ja muut ilmansaasteet ovat myös laskeneet vuodesta 1990 lähtien suurelta osin Länsi-Euroopassa tapahtuneen polttoainemuutoksen vuoksi (öljyn ja hiilen osuuden väheneminen) ja Itä-Euroopan taloudellisen taantuman vuoksi. On suoritettu toimenpiteitä energian hyötysuhteen parantamiseksi (ottamalla käyttöön lämpövoimaloita, merkitsemällä kotitalouskoneita) ja uusiutuvan energian edistämiseksi.

Energiaintensiteetti vähenee kuitenkin vain hitaasti, noin yhden prosentin vuodessa. Länsi-Euroopan energian hyötysuhdetta voidaan yhä teknisesti parantaa huomattavasti erityisesti liikenteen ja kotitalouksien piirissä. Kokemukset viittaavat kuitenkin siihen, että niin kauan kuin fossiilisten polttoaineiden hinnat ovat alhaiset, tarvitaan tehokkaampia poliittisia toimenpiteitä tällaisen parannuksen aikaansaamiseksi. Itä-Euroopassa talouden läheneminen länteen voisi kääntää nykyisen energiankulutuksen alenevan suuntauksen ja johtaa kasvihuonekaasujen ja muiden ilmansaasteiden päästöjen lisääntymiseen uudelleen erityisesti teollisuudessa, liikenteessä ja kotitalouksissa.

***Teollisuus***

Euroopan teollisuuden tärkeimmät ympäristövaikutukset - kasvihuonekaasut ja happamoitumista, alailmakehän otsonia ja vesien saastumista aiheuttavat saasteet - ovat vähentyneet vuodesta 1990 lähtien pääasiassa Länsi-Euroopan ympäristötoimenpiteiden ja Itä-Euroopan taloudellisen taantuman seurauksena. Huolestuttavia aloja on kuitenkin edelleen. Esimerkiksi teollisuusjätteitä tuotetaan yhä enemmän: vuosina 1990 - 1995 keskimääräinen kasvu oli 2,5 prosenttia vuodessa. Käyttöön on otettu yhdennetty ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja valvonta (IPPC) teollisuuden ympäristövaikutusten vähentämiseksi koko Euroopassa. "Ekotehokkuutta" täytyy ja sitä voidaan kuitenkin yhä parantaa merkittävästi erityisesti energian, veden ja raaka-aineiden osalta ja pienissä ja keskisuurissa yrityksissä, joiden osuus teollisuuden saastekuormasta EU:ssa on huomattava ja joita direktiivi pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämistä ei koske.

***Maatalous***

Lannoitteiden ja torjunta-aineiden kokonaiskäyttö Euroopassa on vähentynyt 1980-luvun lopun jälkeen läntisen Euroopan parantuneiden käyttömenetelmien ja Itä-Euroopan maataloustuotannon ja -tulojen vähenemisen seurauksena. Nautakarjan ja sikojen kokonaismäärä Euroopassa on laskenut, joskin lanta on yhä saasteongelma Luoteis-Euroopassa ja aiheuttaa lisääntyviä ongelmia Etelä-Euroopassa. Veden käyttö kasteluun on lisääntynyt, mikä aiheuttaa kosteikkojen häviämistä ja veden puutetta joillakin alueilla. Maatalouskäytäntöjen aiheuttama maaperän tiivistyminen ja muu maaperän laadullinen huononeminen (esimerkiksi aavikoituminen ja suolautuminen) ovat yhä yleisiä erityisesti Etelä-Euroopassa ja NIS-maissa.



Ympäristö- ongelmat muot.	Ilmaston- muutos	Yläil- makehän otsoni	Happa- moitu- minen	Alail- mak. otsoni	Kemi- kaalit	Jätteet	Biolog. moni- muotoisuus	Sisäve- det	Meri-, rann. ympäristö	Maaperä	Kaup. ympä- ristö	Teki luonr risk
Ala Teolli- suus	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Energia	3		3	3		3			3		3	
Maa- ja metsätalous	3			3	3	3	3	3	3	3	3	
Kalatalous							3		3			
Liikenne	3	3	3				3				3	
Kotitaloudet/ kuluttajat	3		3	3	3		3		3			3
Matkailu							3	3	3	3		
Puolustusvoimat				3		3					3	

Huomautus: Tämän taulukon tarkoituksena on antaa vain yleisvaikutelma eri alojen merkittävimmistä välittömistä ympäristövaikutuksista. Lähde: EYK

## 282 Euroopan ympäristö

Voimaperäinen maatalous uhkaa yhä enemmän elinympäristöjä ja lajeja kaikkialla Euroopassa, mutta erityisesti EU:ssa nykyisten yhteisen maatalouspolitiikan ensisijaisten tavoitteiden vuoksi, joissa edelleen korostetaan satojen lisäämistä. Osassa KIE-maita elintarviketuotanto on lisääntynyt taloudellisista syistä. EU:ssa luomuviljelyn osuus kasvoi ideologisista syistä 1,5 prosentista kuuteen prosenttiin maatalouden kokonaismaa-alasta vuosina 1990 - 1995.

### ***Kotitaloudet***

Kotitalouksilla on hajanaisia, mutta merkittäviä ja lisääntyviä ympäristövaikutuksia sekä suoraan että epäsuorasti siten, että ne kuluttavat tavaroita ja palveluita. Esimerkiksi 10 - 40 prosenttia kasvihuonekaasuista, 15 - 60 prosenttia VOC-päästöistä, 5 - 50 prosenttia rehevöittävästä tyydestä ja fosforista sekä 40 - 60 prosenttia veden kysynnästä on sellaista, jonka voidaan eri EU-maissa suoritettujen tutkimusten mukaan katsoa aiheutuvan kotitalouksista.

Kotitalouksien lukumäärän kasvamisen Euroopassa voidaan katsoa aiheutuvan vähemmän väestönkasvusta ja enemmän väestön ikääntymisestä, avioerojen suuremmasta määrästä ja siitä, että yhä useammat ihmiset haluavat asua yksin.

Nämä suuntaukset lisäävät ympäristöpaineita, koska maan, lämmitetyn tilan ja laitteiden kysyntä kasvaa. Valot ja laitteet vievät noin 20 prosenttia kotitalouksien energiankulutuksesta Pohjois-Euroopassa ja tilojen lämmitys noin 50 prosenttia.

Ympäristö voisi parantua huomattavasti, jos sitä koskevissa toimintalinjoissa keskityttäisiin kotitalouksiin ja niiden käyttäytymiseen ja tällainen politiikka hyväksyttäisiin sekä kansallisessa tasolla että Euroopan tasolla. On esimerkiksi havaittu, että Yhdistyneen kuningaskunnan kotitaloudet voisivat säästää 2,7 MtC vuoteen 2010 mennessä pelkästään kotitalouskoneiden ja valojen tehokkuutta parantamalla ilman taloudellisten kustannusten lisääntymistä, jos käytössä olisi tätä tukevaa EU:n politiikkaa energian hyötysuhteenormeista, ympäristömerkinnöistä ja muista toimenpiteistä (Boardman, B., 1997). Tarvittaisiin huomattavia ponnisteluja talojen energian hyötysuhteen parantamiseksi niissä Euroopan osissa, joissa lämpötilat voivat olla alhaisia ja joissa talot ovat huonosti eristettyjä, kuten osassa KIE-maita.

Suuren yleisön saaminen mukaan kuluttajina ja kansalaisina on välttämätöntä kotitalouksien ympäristövaikutusten vähentämiseksi, koska sellaisiin ympäristöpolitiikan toimenpiteisiin kuten veden, energian ja liikenteen "kysynnän hallintaan", ympäristömerkintään ja ympäristöveroihin vaaditaan heidän aktiivista yhteistyötään.

### ***Matkailu***

Merkittävät vaikutukset rannikkojen ja Alppien elinympäristöihin ja merien saastumiseen, jätejärjestelmiin ja vesijohtojärjestelmiin jatkuvat matkailun kasvaessa Euroopassa, jonne tulee 60 prosenttia maailman kaikista kansainvälisistä matkailijoista. Lisääntynyt tietoisuus näistä vaikutuksista on johtanut joihinkin etupäässä vapaaehtoihin ympäristötoimenpiteisiin.

Matkailuteollisuus on itse laatinut vapaaehtoisia suuntaviivoja ja ensisijaisia tavoitteita valtioiden sekä matkailualan toimenpiteitä varten, esimerkiksi matkailun ympäristövaikutusten arvioimiseksi, kestävien matkailuohjelmien luomiseksi ja pohjimmiltaan kestävien matkailutuotteiden kehittämiseksi. On kuitenkin vain harvoja lähestymistapoja, joissa matkailun taloudellinen kehitys liitetään ympäristötoimiin asianmukaisilla suunnittelun tasoilla.

### ***Sotilaalliset toimet***

Sodan seuraukset voivat 1900-luvun loppupuolella olla sekä ympäristön että ihmisten kannalta kauhistuttavia, kuten Persianlahden sekä Bosnian ja Hertsegovinan tapahtumat ovat osoittaneet (katso laatikko 14.2). Myös muilla kuin sodan aiheuttamilla sotilaallisilla toimilla voi kuitenkin olla vakavia ympäristöseurauksia.

Hallitukset ovat esimerkiksi vasta äskettäin alkaneet ymmärtää kylmän sodan ympäristöseuraukset. Vanhojen sotilaskohteiden ja hylättyjen varusteiden kuten ydinsukellusveneiden aiheuttama saastuminen on laajaa erityisesti Itä-Euroopassa, ja se aiheuttaa vakavaa uhkaa terveydelle ja ympäristölle. Saksan itäisissä osavaltioissa (Länder) entisen Neuvostoliiton joukot jättivät vetäytyessään yli 1 000 entistä sotilastukikohtaa ja jopa 6 000 saastunutta kohdetta (katso jakso 11.2). Ukrainassa on yhä hävittämättä ja purkamatta suuret varastot ydinaseita ja perinteisiä aseita.

Monissa Euroopan maissa suuri osa ympäristösääntelystä ei koske sotilaallisia laitoksia eikä toimia, joten puolustusvoimien aiheuttaman saastumisen määrää Euroopassa ei useinkaan tunneta. Joillakin sotilastoimilla voi kuitenkin olla hyödyllisiä seurauksia. Esimerkiksi tiheään asutuissa ja kaupunkimaisissa maissa kuten Yhdistynyt kuningaskunta ja Alankomaat sotilaallisilla harjoitusalueilla on joitakin runsaimmista ja vähiten pilatuista elinympäristöistä, ja viime vuosina on nähty paljon vaivaa näiden alueiden parantamiseksi ja niiden suojelemiseksi sotilasmanöövereiltä.

Vuonna 1995 29 Euroopan maan edustajat sopivat UNEP:n/YK/ECE:n sotilaallisia toimia ja ympäristöä koskevasta julkilausumasta,

## 283 Ympäristöpolitiikan ja -toimien liittäminen talouden aloihin

jossa korostetaan, että sotilaallisten laitosten olisi noudatettava kansallisia ympäristönormeja erityisesti vaarallisten jätteiden käsittelyn ja hävittämisen osalta. NATO on käynnistänyt useita puolustukseen liittyviä ympäristöongelmia koskevia pilottitutkimuksia, joiden piiriin kuuluu 23 Itä-Euroopan eri maata.

### **Rahoitus**

Rahoitusala on tärkeä kestävä kehityksen kannalta, koska se voi vaikuttaa ympäristöhallinnon huononemiseen pyrkimällä vähentämään ympäristövastuita, ja myös koska se voi vaikuttaa myönteisesti kestäväan kehitykseen ohjaamalla pääomaa pois kestävämmistä taloudellisista toimista kuten fossiilisista polttoaineista kohti ”ekologisesti tehokkaampia” toimia. Eläke- ja vakuutusvarojen käyttö kestäväan kehityksen edistämiseksi on kuitenkin ollut vähäistä, mihin on pääasiassa ollut syynä ”riittävien tietojen puute yritysten ja investointien arvioimiseksi” (Schmidheiny, 1992; Schmidheiny ja Zorraquin, 1996). Tämä päätelmä vahvistettiin melko äskettäin eräässä Euroopan komissiolle tehdyssä kertomuksessa (CEC, 1997).

Pankkien, vakuutusyhtiöiden ja eläkerahastojen suorat ympäristövaikutukset ovat vähäisiä, mutta niiden epäsuorat vaikutukset taloudellisen toiminnan kaikkien alojen rahoittamisen kautta ovat suuret. Julkiset investointituet kuten rakennerahastot, koheesiorahastot ja PHARE-varat, Euroopan investointipankki ja Euroopan jälleenrakennus- ja kehityspankki vaikuttavat välillisesti erittäin paljon tukemalla liikenteen, veden ja energian infrastruktuuria. Rakennerahaston vuoden 1993 ympäristötoimenpiteet ja samankaltainen muun julkisen investointirahoituksen ”vihertyminen” on johtanut yhdentymisen lisääntymiseen ympäristövaikutusten arviointien ja politiikan arviointien kautta. Ympäristötoimet ovat käynnistyneet hitaasti yksityisellä rahoitusosalalla lukuun ottamatta pankki- ja vakuutusalan sellaisia osia, joihin UNEP on kannustanut. Jälleenvakuutusala on ollut aktiivinen maapallon lämpenemistä koskevissa kysymyksissä.

”Vihreät” investointirahastot ovat yhä hyvin vähäisiä, mutta ne kasvavat ja ovat olleet hyvin menestyksellisiä silloin, kun niitä on tuettu verokannustimilla kuten Alankomaissa. Jotta ympäristöpolitiikan liittämisessä talouden alaan saavutettaisiin merkittävää kehitystä, tarvitaan luultavasti uusia tapoja yhtiöiden ja julkisten laitosten ympäristösuoriutumisen mittaamiseksi, tapoja, joissa korostetaan voimavarojen tehokasta käyttöä, saasteiden torjuntaa ja tuotteista huolehtimista niiden koko eliniän (WRI, 1997).

### **14.3. Yhdentämisestä johtuva kehitys**

Tarve liittää ympäristöä koskevat näkökohdat tärkeimpien sosioekonomisten alojen taloudellista toimintaa koskeviin päätöksiin tarkoittaa, että ympäristön parantamisponnistelujen painopiste siirtyy itse ympäristöongelmista niiden syihin, joiden osalta voidaan ryhtyä kustannustehokkaisiin ympäristötoimiin. Aivan kuten aikaisempien ”putken pää” -ympäristötoimien tilalle tulee puhtaampi tuotanto ja vihreämpi suunnittelu, politiikan teon painopiste siirtyy ”putken pää” -ympäristöministeriöistä ”aiheuttavien” alojen ministeriöihin.

On vaikeampi mitata ympäristöpolitiikan

**Laatikko 14.2: Bosnian ja Hertsegovinan sodan ympäristöseuraukset**

Bosnia ja Hertsegovina on Euroopan pienimpiä maita. Se on pinta-alaltaan 51 000 km<sup>2</sup> ja väestöltään 4,4 miljoonaa. Siihen mennessä, kun joulukuussa 1995 solmittiin Daytonin sopimus, jolla lopetettiin Bosnian ja Hertsegovinan kolmivuotinen sota, inhimilliset menetykset olivat olleet traagiset: 250 000 kuollutta ja kolme miljoonaa pakolaista. Aineelliset vahingot olivat olleet hyvin korkeat: 80 prosenttia voimalakapasiteetista oli tuhottu tai sen toiminta oli keskeytynyt; teollinen tuotanto oli rajoittunut 13 prosenttiin siitä, mitä se oli ollut, ja 60 prosenttia asunnoista oli vahingoittunut. Maatalouden tuotantojärjestelmä, joka on keskeinen Bosnian ja Hertsegovinan väestölle, oli katkennut kokonaan, ja lisäongelmina oli 5 - 6 miljoonaa maahan upotettua miinaa.

Sodan ympäristölle aiheuttamat suorat ja epäsuorat vaikutukset olivat moninkertaiset. Kaikki kunnalliset palvelut (vesi, vesienkäsittely) ovat vaurioituneet vakavasti, ja jakelujärjestelmän veden hävikin kokonaismäärä on yli kaksinkertaistunut. Eroosio on lisääntynyt kaupunkia ympäröineiden metsien hävittyä: Sarajevossa on kaadettu 40 000 puuta lämmityksen lisäpolttoaineeksi.

Mittausten puuttumisen vuoksi ei ole mahdollista arvioida sitä todellista merkitystä, joka aiheutuu uusien kaatopaikkojen suuresta määrästä ja vesienkäsittelylaitosten tuhoutumisesta tai niiden sulkemisesta, mutta niiden vaikutukset veteen ja maaperään ovat luultavasti huomattavat.

Energiaan, teollisuuteen ja liikenteeseen liittyvän toiminnan merkittävä väheneminen (tai jopa sen puuttuminen) suurissa kaupungeissa kuten Sarajevossa, Senicassa ja Tuzlassa on luonnollisesti parantanut ilmanlaatua. Sarajevossa, jossa toimi havaintoasema ristiriitojen aikana, vuotuinen keskimääräinen SO<sub>2</sub>-pitoisuus väheni arvoon 12µg/m<sup>3</sup> oltuaan ennen ristiriitaa 81µg/m<sup>3</sup>.

Lähde: CEDRE, 1998.

## 284 Euroopan ympäristö

yhdentämisen edistystä kuin seurata itse ympäristön huononemista tai paranemista. Se pitkä viive, joka kuluu esimerkiksi otsonikerrosta koskevan ympäristöpoliittisen toimenpiteen ja sen muutaman vuosikymmenen jälkeen ilmenevien seurauksien välillä, merkitsee, että pitävien todisteiden saamiseen kyseisen toimenpiteen tehosta voi mennä liian kauan aikaa. Tämän vuoksi ympäristöpolitiikan kehitystä on tarkasteltava "yhdentämistavoitteen" kannalta. Tämä edellyttäisi sovittuja perusteita "yhdentymisen" tehokkuuden arvioimiseksi. Taulukossa 14.2 on esitetty tiivistetyksi asiaan liittyvät viidennestä ympäristöohjelmasta, EPE:stä ja Agenda 21:stä johdetut perusteet.

Tietoja ja tutkimusta, joita tarvitaan näiden perusteiden soveltamiseksi avainaloihin, ei ole vielä käytettävissä varsinkaan KIE- ja NIS-maiden osalta. Lisää tietoa KIE-maista voitaisiin saada YK/ECE:n ympäristösuoriutumisen tarkastelusta ja joidenkin maiden osalta Euroopan komission suorittamasta kehityksen seuraamisesta maiden siirtyessä kohti EU-normeja niiden liittymistä edeltävässä vaiheessa. Vaikka nämä tiedot olisivatkin käytettävissä, on kuitenkin hyvin vaikeata arvioida yleistä kehitystä yhdentymisen kaltaisen yleisen tavoitteen osalta. Tällainen arviointi vaatisi, että analysoidaan, miten taulukossa 14.2 esitettyjen kaltaisia perusteita on sovellettu jonkin alan kaikkiin puoliin, ja että tuloksista esitetään tiivistelmänä yleiskatsaus, josta nähdään kyseisen sektorin joillakin aloilla tapahtunut kehitys (esimerkiksi erikokoisten yritysten tai Euroopan eri osien osalta) vääristämättä yleiskuvaa.

Taulukossa 14.3 esitetään ensimmäinen yritys antaa yleiskuva kehityksestä kohti yhdentymistä Euroopassa ottaen huomioon ne yleiset vaihtelut ja erityiset vaihtelut, jotka ovat olennaisia kaikille kolmelle taulukossa 14.3 käytetylle ja alla kuvatulle yhdentymisprosessin vaiheelle:

- (1) Ympäristövaikutusten yksilöiminen/kvantifioiminen - Kuinka pitkälle taulukon 14.2 kahta ensimmäistä "yhdentämisperustetta" on sovellettu kyseiseen alaan ja onko ala yleisesti hyväksynyt tulokset?
- (2) Poliittiset toimenpiteet - Missä määrin ne ovat vapaaehtoisia ja missä määrin pakollisia? Ovatko ne asianmukaisia ympäristövaikutusten laajuuden ja voimakkuuden kannalta? Kattavatko ne alan riittävästi? Riittävätkö ne ratkaisemaan ympäristöongelmat ja muut niihin liittyvät ongelmat?
- (3) Poliitiikan toteuttaminen - Onko se osittaista vai kattavaa asiaan liittyvillä poliittisilla ja maantieteellisillä tasoilla?

Taulukon tiedot on johdettu tämän kertomuksen aikaisemmista luvuista sekä useista muista asiakirjoista.

Yhdentämisprosessin myöhempi vaihe olisi poliittisten toimenpiteiden tehon arvioiminen. Varsinkin tästä ratkaisevasta vaiheesta puuttuu kuitenkin tietoja, eikä siihen viitata taulukossa 14.3. OECD on suorittanut jonkin verran tutkimustyötä ja julkaissut kertomuksia poliittisten toimenpiteiden, erityisesti taloudellisten välineiden tehokkuudesta (OECD, 1997), mutta poliittisten toimenpiteiden tehoa on arvioitava enemmän, jotta yhdentymisen onnistumista voitaisiin seurata.

### ***Päätelmät***

Taulukossa 14.3 esitetty arviointi on alustava, ja tarvitaan enemmän tietoja/tutkimusta. Arvio on kuitenkin

**Taulukko 14.2 Perusteita, joilla voidaan arvioida ympäristötoimien yhdentämistä eri alojen politiikkaan**

1 Onko kaikki ympäristökustannukset/edut määritetty laadullisesti?

---

2 Onko ympäristökustannukset/edut määritelty määrällisesti?

---

3 Onko kaikki ulkoiset kustannukset sisällytetty markkinahintoihin (osa saastuttaja maksaa -periaatetta)?

---

4 Onko taloudelliset välineet suunniteltu käyttäytymisen muuttamiseksi eikä vain tulojen hankkimiseksi?

5 Poistetaanko ympäristön kannalta haitalliset tuet?

---

6 Arvioidaanko hankkeiden ympäristövaikutukset ennen niiden toteuttamista?

---

7 Suoritetaanko toimintalinjoille, suunnitelmille ja ohjelmille strateginen ympäristöarviointi eri tasoilla?

---

8 Ovatko ympäristöä säästävät hankinnat ostostrategian peruskivi?

---

9 Suoritetaanko alalla ympäristöhallintatoimenpiteitä ja seurataanko niiden toteuttamista?

---

10 Onko kehittymisen seuraamiseksi kehitetty ja käytetty ekotehokkuustavoitteita ja -indikaattoreita?

---

Lähde: EYK

## 285 Ympäristöpolitiikan ja -toimien liittäminen talouden aloihin

niin selvä, että se tukee yleistä päätelmää, jonka mukaan on tehtävä enemmän ympäristötoimien liittämiseksi tehokkaasti talouden sektoreiden aiheuttajiin.

**Viitteet**

CEC (1997). The Role of the Financial Institutions in Achieving Sustainable Development. Euroopan yhteisöjen komissio, Bryssel.

CEDRE (1998). Assessment report on war impacts on Bosnia Herzegovina. Report commissioned by the EEA. Centre de Documentation de Recherche et d'Experimentations sur les Pollutions Accidentales des Eaux, Brest, Ranska.

Boardman, B. (1997). Decades: 2 Million Tons of Carbon. Energy and Environment Programme, Environmental Change Unit, Oxford University.

OECD (1997). Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy. Pariisi, Ranska.

Schmidheiny, S. (1992). Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment. Business Council on Sustainable Development, Geneve.

Schmidheiny, S. and Zorraquin, F. (1996). Financing Change. MIT press.

WRI (1997). Measuring Up. World Resources Institute, Washington DC.

<b>Taulukko 14.3 Edistyminen ympäristötoimien liittämisessä Euroopan talouden avainaloihin</b>
------------------------------------------------------------------------------------------------

Selitykset: • edistytty vain vähän, + edistytty hieman, ++ edistytty hyvin

Mahdollisuuksien mukaan on esitetty alueelliset tiedot: Länsi-Eurooppa /KIE/NIS

	<b>Vaikutusten yksilöiminen/kvantifioiminen</b>	<b>Nykyiset poliittiset toimet</b>	<b>Politiikan toteuttaminen</b>
Energia	++/++/•	+/+•	+/+•
Teollisuus	++/++/+	++/++	++/++
Liikenne	+/••	+/••	+/••
Kotitaloudet	•	•	•
Matkailu	•	•	•
Maatalous	+/+•	+/••	+/••



Kalastus	++/+•	++/+•	++/+•
<hr/>			
Puolustusvoimat	•/+•	•	•
<hr/>			
Rahoitus	•	•	•
<hr/>			
Lähde: EYK			

## 286 Euroopan ympäristö

**Lyhenteet**

AOT	Tietyn kynnysarvon ylittävä otsonialistuksen kertymä (otsonin vaikutuksia ilmaiseva muuttuja)
AQG	Ilmanlaadun ohjearvot
BAT	paras käytettävissä oleva tekniikka
BHK	biologinen hapenkulutus
CAP	Yhteinen maatalouspolitiikka (EU)
CEC	Euroopan yhteisöjen komissio (eli Euroopan komissio)
KIE	Keski- ja Itä-Eurooppa (katso johdannon laatikko 1.2)
CEFIC	Euroopan kemianteollisuuden liitto
CFC	kloorifluorihilivedyt
CFP	Yhteinen kalatalouspolitiikka (EU)
CH <sub>4</sub>	metaani
CLRTAP	Valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskeva yleissopimus (YK/ECE)
CO	hiilimonoksidi
CO <sub>2</sub>	hiilidioksidi
KHK	kemiallinen hapenkulutus
Corinair	Päästöjä ilmaan koskevien tietojen koordinointi (CooRdination of Information on the Environment AIR emissions) (entinen EY:n ohjelma), vuodesta 1995 EYK/ETC-AE:n ohjelma CORE Inventory of AIR emissions (Ilmanpäästöjen inventointiohjelma CORAIR)
POXI	EY:n komission pääosasto XI (Ympäristö, ydinturvallisuus ja väestönsuojelu)
DPSIR	Aiheuttajat, paineet, tila, vaikutus, vastatoimet
dw	kuiva paino
EAP	Ympäristöohjelma (SEAP on Euroopan unionin viides ympäristötoimintaohjelma)
EY	Euroopan yhteisö
ECU	Euroopan rahayksikkö
EYK	Euroopan ympäristökeskus
EFTA	Euroopan vapaakauppa-alue
YVA	ympäristövaikutusten arviointi
EINECS	Eurooppalainen kemiallisten aineiden luettelo
EMEP	Yhteistyöohjelma valtiosta toiseen kaukokulkeutuvien ilman epäpuhtauksien seuraamiseksi ja arvioimiseksi Euroopassa (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollution in Europe)
EPE	Euroopan ympäristöohjelma
ETC/AE	Euroopan ilmapäästöjen aihekeskus (EYK)
ETC/AQ	Euroopan ilmanlaadun aihekeskus (EYK)
ETC/IW	Euroopan sisävesien aihekeskus
ETC/LC	Euroopan maanpeitteen aihekeskus
ETC/MC	Euroopan meri- ja rannikkoympäristön aihekeskus
ETC/NC	Euroopan luonnonsuojelun aihekeskus
ETC/S	Euroopan maaperän aihekeskus
ETC/W	Euroopan jätteiden aihekeskus
EU	Euroopan unioni
Eurostat	Euroopan unionin tilastotoimisto (Luxemburg)
FCCC	Ilmastonmuutosta koskeva puiteyleissopimus (YK)
FYROM	Entinen Jugoslavian tasavalta Makedonia
BKT	bruttokansantuote
HCFC	osittain halogenoidut kloorifluorihilivedyt
IAEA	Kansainvälinen atomienergiajärjestö
ICES	Kansainvälinen merentutkimusneuvosto (International Council for Exploration of the Seas)
ICZM	rannikkovyöhykkeiden yhdennetty hallinta
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
IPCC	Hallitusten välinen ilmastopaneeli

IPPC  
INES  
ktonnia

Ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistäminen (EU-direktiivi)  
Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko  
tuhansia tonneja

## 287Lyhenteet

Leq	Ekvivalentti äänenpainetaso
LRTAP	Valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskeva yleissopimus (YK/ECE)
MAC	Suurin hyväksytty pitoisuus
MARS	Suuronnettomuuksien raportointijärjestelmä
MEDPOL	Välimeren saastumisen seuranta- ja tutkimusohjelma
N <sub>2</sub> O	typpioksiduuli, dityppioksidi
NH <sub>3</sub>	ammoniakki
NIS	Itsenäisten valtioiden yhteisö (katso johdannon laatikko 1.2)
NM VOC	haihtuvat orgaaniset yhdisteet (muut kuin metaani)
NO	typpioksidi
NO <sub>2</sub>	typpidioksidi
NO <sub>x</sub>	typen oksidit
NO <sub>3</sub>	nitraatti
O <sub>3</sub>	otsoni
OECD	Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö
PAH	polysykliset aromaattiset hiilivedyt
Pb	lyijy
PCB	polykloorattu bifenyylä
PFC	PFC-yhdisteet (perfluorihiihivedyt)
PHARE	Puola, Unkari - EU:n apu talouksien uudistamiseksi (tällä hetkellä laajentunut 13:een Keski- ja Itä-Euroopan maahan), Euroopan unionin aloite, jolla myönnetään rahoitusta sen kumppanuusmaille siihen asti, kunnes ne ovat valmiit kantamaan Euroopan unionin jäsenyyden tuomat velvoitteet
PM	hiukkaset
POP	hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet
ppb	miljardisosa
ppm	miljoonasosa
PPP	Saastuttaja maksaa -periaate
RIVM	Alankomaiden kansanterveyden ja ympäristönsuojelun kansallinen instituutti
SO <sub>2</sub>	rikkidioksidi
TACIS	Tekninen apu IVY-maille (EY:n ohjelma)
toe	öljyekvivalenttitonneja
YK	Yhdistyneet Kansakunnat
YK/ECE	Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissio
UNEP	Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelma
VOC	haihtuvat orgaaniset yhdisteet
WHO	Maailman terveysjärjestö
WTO	Maailman matkailujärjestö
ww	märkä paino

288 Euroopan ympäristö

## **Tilastoliite julkaisuun Euroopan ympäristö, toinen arviointi**

Eurostatin, Euroopan yhteisöjen tilastotoimiston julkaisema Tilastoliite liittyy julkaisuun Euroopan ympäristö, toinen arviointi. Tilastoliitteen tarkoituksena on antaa lisätietoja useista pääraporttiin sisältyvistä yhteenvetotaulukoista, kuvioista ja kartoista.

Noin 60 taulukossa esitetään hyvin erilaisia tilastotietoja, jotka kuvaavat ympäristöongelmien ja niistä aiheutuvien ympäristöpaineiden taustalla olevien tärkeimpien aiheuttajien kehitystä.

Taulukot sisältävät kansallisen tason aikasarjat 44:stä Euroopan maasta, joista tietoja ollut käytettävissä.

Tilastoliitteessä on myös selittävää tietoa, jossa kuvataan yksittäisten tiedostojen menetelmiä, määritelmiä ja lähteitä, jotta lukija voi ymmärtää tiedot ja tietää tietojen luotettavuuden ja vertailukelpoisuuden rajat tietyn alueen osalta.

Näistä syistä Tilastoliite on ainutlaatuinen ympäristöä koskevien tilastotietojen lähde koko Euroopassa.

Tilastoliitettä voi tilata Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimiston myyntiedustajilta tai Eurostatin myyntipisteistä Luxemburgista ja Brysselistä.

Eurostatista on saatavissa lisätietoja internet-palvelimessa ”Eurooppa” (<http://europa.eu.int>).

## Hakemisto

Tässä hakemistossa viitataan raportin lukuihin 1 - 14, ja numerot viittaavat sivunumeroihin.

Kursivoidut sivunumerot tarkoittavat havainnollistavaa aineistoa (taulukoita, kuvia, karttoja) silloin, kun ne ovat eri sivuilla kuin teksti.

Kun sivunumeron perässä on `b', kyseessä on laatikoitu teksti.

Termit on aakkostettu niin, että sanavälit on otettu huomioon.

- onnettomuudet 268-273
  - määritelmä 269b
  - torjunta 274-277
- happamoituminen 72-93
- Pohjaveden yhdennettyä suojelua ja käyttöä koskeva toimintaohjelma 203-204
- aerosolit 43, 64b
- maatalous 27
  - vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 146, 148, 164-167
  - vaikutus ilmastonmuutokseen 42
  - päästöt 47, 48, 67, 68, 198-200
  - ympäristövaikutukset 281-282
  - maaperän eroosio 241b
  - veden käyttö 184
- ilmanlaatu
  - tavoitteet ja kynnysarvot 97-103
  - kaupunkiympäristö 249-255
- ilman lämpötilat, nousu 39, 40
- lentoliikenne, vaikutus otsonikerrokseen 68
- leväkukinnat, katso rehevöityminen
- ammoniakki
  - päästöt 73-74, 84, 85
  - vähentämisstrategiat 90, 92
- ammonium, joissa 193, 194
- eläimet
  - POP-yhdisteiden vaikutus 117, 118
  - populaatio ja monimuotoisuus 151b, 152, 153-156, 158
  - katso myös elinympäristöt
- Arktisen ympäristön seuranta- ja arviointiohjelma 207
- bentseeni, kaupunki-ilman saastuminen 254
- pyöräily, kaupungeissa 262
- biologinen hapenkulutus (BHK, BOD) 192-193)
- biologinen monimuotoisuus 144-178
  - määritelmä 145b
- Biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus 145, 169
- biomaantieteelliset alueet 148, 150, 150b
- biomagnifikaatio, rikastuminen 117-118
- linnut, populaatio- ja lajirunsaus 151b, 152, 153, 154, 157
- lintudirektiivi 172
- Musta kolmio 77
- bromifluorihilivedyt (halonit), vaikutus otsoniin 65-66, 69

kadmiumpäästöt 111-113, 114, 216  
katso myös raskasmetallit

syöpä  
kemikaalien vaikutus, 122b, 123  
ydinonnettomuuksien vaikutus 272  
UV-B -säteilyn vaikutus 60-61, 68, 69

hiilidioksidi  
osuus maapallon lämpenemisessä 42, 43, 45  
politiikka ja toimenpiteet 55b  
päästölähteet 46-47, 86

hiilimonoksidi, kaupunki-ilman saastuminen 254

henkilöautot  
päästönormit 105  
energiatehokkuus hyötysuhde 51  
omistus ja käyttö 85, 86, 262-263

Euroopan kaupunkien peruskirja 'Kohti kestävä kehitystä' 264b

kemiallinen hapenkulutus (KHK, COD) 192-193

kemikaalit 109-129

Tšernobylin onnettomuus 272

klooratut hiilivedyt, pohjaveden saastuminen 191

CFC-yhdisteet 65-67  
Montrealin pöytäkirja 69

kromi, katso raskasmetallit

luokitus- ja merkintädirektiivi 127

puhdistuskustannukset, saastuneet alueet 236, 237

säästävä tekniikka 136

ilmastonmuutos 37-59

rannikkoympäristö 209-230  
ilmastonmuutoksen vaikutukset 41  
kosteikot, biologinen monimuotoisuus 160

yhteinen kalastuspolitiikka (CFP) 224

työmatkat, kaupunkiväestön liikkuvuus 262-263

kompostointi, yhdyskuntajäte 138-139

kulutus 31-34

saastuneet alueet 232-238

Yleissopimus jätteiden maan rajan ylittävistä siirroista 140

## 290 Euroopan ympäristö

Yleissopimus otsonikerroksen suojelusta 69

Maasta toiseen ulottuvien vesistöjen ja  
kansainvälisten järvien käyttöä ja suojelua  
koskeva yleissopimus 206

kupari, katso raskasmetallit

CORINE-biotooppihanke 173

kriittiset kuormat, määritelmä 74b

sadot, katso kasvillisuus

pyöräily, katso kaupunkiliikenne 262

Tonavan toimintasuunnitelma 205

metsien hävittäminen, maaperän eroosio 241b

väestörakenne 32-34, 260-261

aavikoituminen 239-241

määritelmä 239

politiikka 243-244

suojellut ja suojeluohjelmiin kuuluvat alueet, luonnonsuojelu 172-174

pesuaineet, fosforipäästöt 198

dioksiinit katso hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet

direktiivi otsonin aiheuttamasta ilman pilaantumisesta 98

direktiivi ilmanlaadun arvioinnista

ja hallinnasta 98

Direktiivi pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi (IPPC) 105, 125

Direktiivi bensiinin varastoinnin ja jakelun aiheuttamien päästöjen vähentämiseksi 105

luonnononnettomuudet 273-274

vähentäminen 277

sairaudet katso terveys

juomavesidirektiivi 188, 203

dyynit, biologinen monimuotoisuus 160-161

ekoteollisuus 29-30

ympäristömerkintä 32, 203

ekologiset jalanjäljet, kaupungit 249b

taloudellinen kehitys 24-36

ympäristöverot 54, 127

Elben toimintaohjelmat 206

sähköntuotanto katso energia, tuotanto

EMERALD-verkko 172-173

päästökäytävät 56-57

käytöstä poistetut ajoneuvot, jätehuolto 135

hormonitoimintaa häiritsevät aineet 123

energia

ympäristövaikutukset 280-281

hinnat 50, 52, 266

tuotanto

päästöt 47, 48, 81

prosentuaalinen osuus polttoaineista 50, 52

käyttö

vaikutus ilmastonmuutokseen 49-50, 54-55

kaupunkiympäristö 256

energian hyötysuhde ja energiantensiteetti 50-52, 53, 54-

55, 86, 281

Keski- ja Itä-Euroopan

ympäristöohjelma 25b, 204



## Ympäristöohjelma (viides)

- päästöjen vähentämistavoitteet 90-92, 105
- tärkeimmät suositukset 280b
- yhdyskuntajätetavoite 141
- kaupunkisuunnittelu 265
- veden määrä ja laatu 205
- ympäristövaikutusten arvioinnit (YVA) 174
- ympäristövastuu 243
- ympäristöhallinto, kaupungit 265-266
- Euroopan ympäristöohjelma (EPE),  
tärkeimmät suositukset 280b
- ympäristöverot 54, 127
- erosio, maaperän 238-239, 240
- rehevöityminen
  - sisävedet 196
  - meri- ja rannikkoympäristö 210-214
- ulkoiset kustannukset, kemikaalit 126-127
  
- maanviljely, katso maatalous
- lannoitteet, vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 165-166
- rahoitusala, ympäristövaikutukset 283
- tulipalot (metsät), vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 168
- kalat, kemialliset saasteet 115, 117, 118, 232b
- kalastus ja kalankasvatus 221-225
- tulvat 274, 275b
  - merenpinnan kohoaminen 39, 41
- elintarvikkeet, raskasmetallien keräytyminen 235-236
- metsätalous, vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 146, 148, 167-168
- metsät
  - ilmanlaadun kynnyksarvot 100, 103
  - biologinen monimuotoisuus 161-164
  - määritelmä 161
  - happamoitumisen vaikutukset 74
  - ilmastonmuutoksen vaikutukset 42
- fossiilisten polttoaineiden päästöt 46-47
- rahti- (tavara-) liikenne 85, 87, 88
- makea vesi
  - veden otto 182, 184
  - happamoitumisen vaikutukset 75
  - vesivarat 180-183
  - käyttö 184-186
- polttoaineet
  - energiantuotantoon 46-47, 50, 52
  - tieliikenteeseen 86, 88-90
  
- bensiini, lyijytön 88, 89, 90
- jäätiköt, ilmastonmuutoksen vaikutus 41-42
- lasi, kierrätys 137
- maapallon lämpeneminen 38-46
- tavaraliikenne 85, 87, 88
- viheralueet, kaupunkiympäristö 255, 256
- 'vihreät' investointirahastot 283
- kasvihuoneilmiö 38-39
- kasvihuonekaasut 42-49, 55-57
- bruttokansantuote (BKT) 26, 27
- pohjavesi
  - veden otto 183
  - maaperän saastumisen vaikutukset 234-235
  - laatu 187-191

elinympäristöt

muutokset 156-164

jakauma 147, 148

liikenteen infrastruktuurin vaikutukset 169

## Hakemisto 291

- suojelu ja rekisteröinti 172
- lajirunsaus 154
- Elinympäristödirektiivi 172
- halogenoidut kaasut 48
  - katso myös CFC-yhdisteet
- halonit (bromifluorihiiilivedyt) 65-66, 69
- vaaralliset jätteet
  - tuottaminen 134, 136
  - tuonti ja vienti 140
  - käsittelylaitokset 139
- riskit, teknologiset riskit ja luonnonriskit 268-278
- terveys
  - ilmanlaatutavoitteet ja ilmanlaadun vaikutukset 99-100, 249-250
  - kemikaalien vaikutukset 120-124
  - ydinonnettomuuksien vaikutukset 272
  - alailmakehän otsonin vaikutukset 96-97
- raskasmetallit 111-115
  - pohjavedessä 191
  - meriympäristössä 215-216, 217, 219
  - maaperän saastuminen 232b, 235-236
- Helsingin yleissopimus, veden määrää ja laatua koskevat toimet 206
- kasvintorjunta-aineet, katso torjunta-aineet
- kotitaloudet
  - energian hyötysuhde 52
  - ympäristövaikutukset 282
  - lukumäärä ja koko 32-33, 260-261
  - jätteet, katso yhdyskuntajätteet
  - veden käyttö 184
- äidinmaito, hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet 119-120
- hiilivedyt
  - pohjavedessä 191
  - meriympäristössä 218
- osittain halogenoidut kloorifluorihiiilivedyt (HCFC) 66, 67
- fluorihiiilivedyt (HFC) 66, 67
- hydrologia, ilmastonmuutoksen vaikutus 41-42
- imposex, sukuelinten häiriöt, tributyyliinän vaikutus 115
- jätteiden poltto 136, 138, 139-140
- teollisuusonnettomuudet 269-272
  - torjunta 274-276
- teollisuus 28-30
  - vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 146
  - vaikutus maaperän eroosioon 241b
  - päästöt 46, 47, 48, 198
  - energian käyttö 49-50, 51
  - ympäristövaikutukset 281
  - veden käyttö 184, 186
- sisävedet 179-208
- yhdennetty rannikkovyöhykkeiden hoito (ICZM) 227-228
- yhdennetty maankäytön suunnittelu 265
- yhdennetty saastumisen torjunta ja valvonta (IPPC) 281
- yhdentäminen, politiikan ja toimien 279-285

Hallitusten välinen ilmastopaneeli  
(IPCC) 39

Hallitusten välinen metsäpaneeli 172

Biologista monimuotoisuutta koskeva kansainvälinen  
yleissopimus (1992) 145, 169

Ydinturvallisuutta koskeva kansainvälinen yleissopimus  
276

Kansainvälinen yleissopimus öljyvahinkojen torjuntavalmiudesta,  
torjumisesta ja torjuntayhteistyöstä  
(OPRC-yleissopimus) 277

Kansainvälinen luonnonkatastrofien torjunnan vuosikymmen  
(IDNDR) 277

Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES) 271

kastelu 184

LACOAST-hanke 228

järvet, veden laatu 75, 196-197, 200, 201

maankäyttö ja sen häiriöt  
biologisen monimuotoisuuden aiheuttajana 145-148  
vaikutus maaperän eroosioon 241b  
maaperän saastuminen 235  
kaupungit 261-262, 263, 265

Kaatopaikkadirektiivi 135, 140-141

kaatopaikat, jätteiden vieni 134, 136, 138, 139, 140-141

lyijypäästöt  
tieliikenteestä 88-89, 112  
meriympäristössä 216  
kaupunkien ilmansaasteet 254, 255  
katso myös raskasmetallit

karjankasvatus, vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 166-167

Paikallinen Agenda 21 -liike, kestävä kehitys 263-264

nisäkkäät, katso eläimet

tuotantoteollisuus 28-29  
energian hyötysuhde 52  
jätteiden tuottaminen 133-134, 135

merionnettomuudet 272-273  
torjunta 276-277

meriympäristö 209-230  
merenpinnan kohoaminen 39, 41  
hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet (POP) 115,  
117-118

Välimeren toimintasuunnitelma 207

elohopeapäästöt 112, 216, 218  
katso myös raskasmetallit

metallit, kierrätys 136

metaanipäästöt 47, 48  
politiikka ja toimenpiteet 55b

metyylibromidipäästöt 67-68

sotilassektori, ympäristövaikutukset 232b, ?  
233, 282-283, 283b

liikkuvuus, kaupunkiväestö 262-263

Montrealin pöytäkirja otsonikerrosta  
heikentävistä aineista 68-69

yhdyskuntajätteet 133  
määritelmä 132  
sijoittaminen 138-140, 259, 260  
tuottaminen 132-133, 134, 259, 260  
vaaralliset 134  
suhde BKT:hen 131

yhdyskuntajätevedet 200-201, 203, 259

NATURA-verkko 172-173  
luonnontilaiset alueet 148, 149

## 292 Euroopan ympäristö

- luonnonriskit 268-278
- Nitraattidirektiivi 203, 243
- nitraattipäästöt
  - pohjavedessä 187, 188, 189, 243
  - meriympäristössä 210, 211
  - joissa 194-196, 197, 198
- typpi- ja typpioksidipäästöt 44,
  - 45, 48, 73-74, 81, 82, 84, 85
  - ilmassa 252, 253, 257, 258
  - lannoitteista 165-166
  - sisävesissä 199-200, 202, 203
  - meriympäristössä 213, 214, 215
  - vähentämisstrategiat 55b, 90, 91-92, 104-106
- melu, kaupungit 254-255
- haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (muun kuin metaanin)
  - päästöt (NMVOC) 103-104
  - vähennystavoitteet 104-106
- ydinonnettomuudet 271-272
  - torjunta 276
- ydinsaaste 232b, 282
- ydinenergia 38, 50
- öljysaasteet, meriympäristö 217-221, 272-273
- OPRC-yleissopimus 277
- Oslon ja Pariisin komissio (OSPARCOM),
  - veden laatua ja määrää koskevat toimenpiteet 206, 214
- liikakalastus 221, 224
- otsoni
  - yläilmakehässä 60-71
  - alailmakehässä 94-108
  - kaupunkien ilmansaasteet 252-253
- Otsonidirektiivi 98
- otsoniaukot 62-63
  
- pakkaukset, jätteet 140-141
- pakkausdirektiivi 140
- Yleiseurooppalainen luonnon ja maiseman
  - monimuotoisuuden strategia 170, 172
- paperi, kierrätys 137
- hiukkaset (PM) 257
- henkilöliikenne 85-86, 88
- hitaasti haihtuvat orgaaniset yhdisteet (POP) 115-
  - 120, 216-217
- torjunta-aineet
  - vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 166
  - pohjavedessä 187-188, 190-191
  - sisävesissä 201-202
- benssiini, lyijytön 88, 89, 90
- fosforipäästöt 198-199, 201, 202
  - sisävesissä 194, 195, 196-197, 200, 201, 202
  - meriympäristössä 211-214
- kasviplankton, UV-B -säteilyn vaikutus 61
- kasvit
  - levinneisyys, ilmastonmuutoksen vaikutus 42

kasvu, UV-B -säteilyn vaikutus 61  
populaatioiden tilan muutokset 151b  
lajirunsaus ja endeemisyytys 153-156, 159, 160  
katso myös kasvillisuus

muovit, kierrätys 137b

napa-alueet, otsonin väheneminen 62-65

toimintalinjat

- ilmastonmuutos 52-54, 55b
- liittäminen taloussektoreihin 279-285
- vesivarojen suojeleminen ja hoito 202-207
- maaperän laadullinen huononeminen 243-244
- alailmakehän otsoni 104-106

"saastuttaja maksaa -periaate", ympäristövastuu 243

polyklooratut bifenyylit (PCB)

- saastuneet maa-alueet 232b
- meriympäristössä 217, 218, 219

populaatio 32-34, 260-261

sademäärä, ilmastonmuutos 41

keskeisiä jätevirtoja koskeva ohjelma 135

tuotetiedot, kemikaalit 127

tuotanto 26-30

- kemianteollisuus 111

suojelealueet 172-174

elämänlaatu, kaupunkiympäristö 249

radioaktiivinen saastuminen

- meritukikohta 232b
- meriympäristö 215

sateet (sademäärä) 41

kierrätys 136-138

Uhanalaisten lajien luettelot, Uhanalaisten lajien kirjat 170-172

lisääntymiskyky, hormonitoimintaa häiritsevien aineiden vaikutus 123

hengityselinsairaudet, kemikaalisaasteiden vaikutus 96-97, 122b, 123

Reinin toimintasuunnitelma 205

riskien arviointi, kemikaalit 124

jokien laatu 112, 115, 191-196

teiden hinnoittelujärjestelmät 266

tieliikenteen päästöt 82, 85-86

- vähennysstrategiat 87-92, 105

suolautuminen, vaikutukset maaperään 241-242

hiekkadyynit, biologinen monimuotoisuus 160-161

romumetalli, kierrätys 136

meri, katso merionnettomuudet, meriympäristö

lähes luonnontilaiset maatalouden elinympäristöt

- biologinen monimuotoisuus 164

palveluala 26, 27

kesannointi, vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 165

Seveso-direktiivit 127, 270, 274-276

jätevesiliete, päästöt vesiin 135

ihosyöpä, UV-B -säteilyn vaikutus 60-61, 68, 69

savusumu, valokemiallinen 94, 250-253

maaperä

- huononeminen 231-246
- happamoitumisen seuraukset 74

liuotindirektiivi 105

lajit

monimuotoisuus ja runsaus 153-156



## Hakemisto 293

- populaatiot 148, 151b, 152-153
- suojelu 170-172
- yläilmakehän otsoni 60-71
- rikki- ja rikkidioksidipäästöt 73-74, 75-77, 78, 81, 82, 83, 85
- vähennysstrategiat 90, 91
- kaupunkiympäristö 250-252, 257, 258
- pintavedet
  - veden otto 183
  - vaikutus maaperän saastumiseen 234-235
  - laatu 191-197
- kestävä kehitys
  - rannikkovyöhykkeet 228
  - kaupunkiympäristö 264-265
- säiliölaivojen turvallisuus 277
- verot, ympäristöverot 54, 127
- teknologiset riskit 268-278
- lämpötilat, nousu 39, 40
- matkailu 30, 282
  - vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 146
  - vaikutus rannikkovyöhykkeisiin 225, 227
- myrkyllisyyden testaaminen, kemikaalit 124
- kaupan vapauttaminen, vaikutukset 28
- liikenneuhkat, määritelmä 249
- Euroopan-laajuiset verkot (TEN) 169
- liikenne
  - happamoitumisen aiheuttajana 82, 85-90
  - vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 169
  - energian käyttö 49, 51
  - ympäristövaikutukset 279-280, 281
  - kaupunkiväestön liikkuvuus 262-263
- Amsterdamin sopimus (1997), tärkeimmät suositukset 280b
- alailmakehän otsoni 94-108
- renkaat (käytetyt), jätehuolto 135
- UV-B -säteily 60-61
- Sopimus hajanaisten ja laajalti vaeltavien kalakantojen säilyttämistä ja hoitoa koskevien YK:n merioikeusyleissopimuksen määräysten täytäntöönpanosta 225
- Yhdistyneiden Kansakuntien yleissopimus aavikoitumisen estämiseksi 244
- YK/ECE:n valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskeva yleissopimus (CLRTAP) 91, 98, 99, 104, 125
- YK/ECE:n yleissopimus maan rajan ylittävistä teollisuusonnettomuuksien vaikutuksista 276
- YK/ECE:n monisaastuke-monivaikutuspöytäkirja 90, 91-92, 104-105
- UNEP/YK/ECE:n Sotilaallisia toimia ja ympäristöä käsittelevä julistus 282-283
- Yhdistyneiden Kansakuntien ilmastonmuutoksen puitesopimus (UNFCCC) 38, 52-53

lyijytön bensiini 88, 89, 90  
asukastiheys 261, 262  
kaupunkiympäristö 247-267  
kaupunkien materiaali- ja energiavirrat 248, 255-259  
kaupunkiväestön liikkuvuus 262-263  
kaupunkien melu 254-255  
kaupunkimallit 248, 259-263  
kaupunkisuunnittelu 265  
Kaupunkien jätevesien käsittelydirektiivi 203  
kaupungistuminen  
    veden kysyntä 185, 186-187  
    vaikutus maaperän eroosioon 241b  
    vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 146  
    vaikutus rannikkovyöhykkeisiin 225-226

kasvillisuus, alailmakehän otsonin vaikutukset 96,  
    100, 102, 103, 106  
käytetyt ajoneuvot, jätehuolto 135  
Otsonikerroksen suojelua koskeva Wienin  
    yleissopimus 69

jätteet 130-143  
    tuottaminen 131-134, 259, 260  
    jätehuolto, käsittely ja sijoittaminen 134-  
    143, 259, 260

jätestrategia 134  
jätevedet 200-201, 203, 259  
vesi  
    veden otto 184  
    maaperän saastumisen vaikutukset 234-235  
    maaperän eroosio 238-239  
    laatu 187-197  
    politiikka 203-204  
    vesivarat 180-183  
    ilmastonmuutoksen vaikutus 41-42  
    vesipula 186-187  
    käyttö 183, 184-186, 257, 259  
    vaikutus biologiseen monimuotoisuuteen 146  
    politiikka 203

vesiä koskeva puitedirektiivi 203-204  
maaperän vettyminen 243, 244  
viikonloppuvaikutus 95b  
kosteikot  
    biologinen monimuotoisuus 157-160  
    määritelmä 159

Weybridgen raportti 123b  
luonnonvaraiset eläimet ja kasvit, katso eläimet; linnut; kalat; kasvit  
tuulen aiheuttama maaperän eroosio 238-239, 240  
Maailman terveysjärjestön ilmanlaadun  
    ohjeavot 249, 250