

Typenoksidipäästöjen rajoittaminen päästöverolla

Roland Magnusson

Typenoksidipäästöjen rajoittaminen päästöverolla

Roland Magnusson

Helsinki 2006

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ



YMPÄRISTÖMINISTERIÖN RAPORTTEJA 16 | 2006

Ympäristöministeriö
Ympäristönsuojeluosasto

Taitto: Aija Kojonen

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi > Ympäristöministeriö
> Julkaisut > Ympäristöministeriön raportteja -sarja

Edita Prima Oy, Helsinki 2006

ISBN 952-11-2378-8 (nid.) tai (sid.)
ISBN 952-11-2379-6 (PDF)
ISSN 1796-1696 (pain.)
ISSN 1796-170X (verkkokj.)



ESIPUHE

Käsillä oleva selvitys on tehty ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosastolla vuonna 2005. Selvityksen on laatinut DI ja valtiotieteiden yo. Roland Magnusson. Selvitys liittyy hallitusohjelman mainintaan ekologisesta verouudistuksesta, johon liittyen ympäristöministeriö on myös tehnyt joukon muitakin selvityksiä. Selvitys antaa pohjan keskusteluille nykyisistä ja tulevista ilmansuojelutavoitteista sekä niiden edellyttämistä toimenpiteistä.

Selvitys nojautuu pitkälti vuoden 2003 päästötietoihin, koska selvityksen tekohelellä tuoreimmat päästötiedot olivat tältä vuodelta. Vuosi 2003 oli energiantuotannon kannalta poikkeuksellinen vuosi, jolloin typenoksidipäästöt olivat suhteellisen korkealla tasolla. Tavallaan vuoden 2003 tilanne edustaa eräänlaista ääritilannetta, joka ei kovin todennäköisesti toistu, mutta joka on kuitenkin otettava huomioon arvioitaessa mahdollisuuksia saavuttaa asetettuja päästötavoitteita.

MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ

..	Tieto puuttuu tai on liian epävarma esitettäväksi
CO ₂	Hiilidioksidi
EU	Euroopan unioni
GWh	Gigawattitunti
KTM	Kauppa- ja teollisuusministeriö
MWh	Megawattitunti
MW _{pa}	Polttoainetehto megawateissa
N ₂ O	Dityppioksidi (ilokaasu)
NO	Typpimonoksidi
NO ₂	Typpidioksidi
NO _x	Typhen oksidit: NO ja NO ₂
Polttolaitos	Kattila, kaasuturbiini tai muu energiantuotantoyksikkö
SO ₂	Rikkidioksidi
SYKE	Suomen ympäristökeskus
WHO	World Health Organization
VM	Valtiovarainministeriö
VOC	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet
VTT	Valtion Tekninen Tutkimuskeskus
YM	Ympäristöministeriö
YTV	Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta

SISÄLLYS

Esipuhe	3
Määritelmiä ja käsitteitä	4
1 Johdanto	6
2 Typen oksidit ja niiden ympäristövaikutukset	8
2.1 Happamoituminen	8
2.2 Rehevöityminen.....	9
2.3 Ilman laadun heikkeneminen	10
3 Päästölähteet ja päästöjen kehitys	11
3.1 Tieliikenteen, muun liikenteen ja työkoneiden typenoksidipäästöt ..	12
3.2 Energiantuotannon ja teollisuusprosessien typenoksidipäästöt	14
4 Energiantuotannon typenoksidipäästöjen tekniset vähentämismahdollisuudet	20
4.1 Primääriset keinot	20
4.2 Sekundääriset keinot.....	21
5 Energiantuotannon typenoksidipäästöjen nykysäätely	23
6 Energiantuotannon typenoksidipäästöjen verotusvaihtoehdot	25
6.1 Veron kohde ja peruste.....	25
6.2 Verovelvolliset.....	25
6.3 Veron suuruus ja verokertymä	26
6.4 Ympäristövaikutukset	26
6.5 Taloudelliset vaikutukset	27
6.6 Hallinnolliset vaikutukset	27
6.7 Kansainväliset kytkennät.....	28
7 Johtopäätökset	29
Lähdeluettelo.....	30
Liite 1. EU-maiden typenoksidipäästöt suhteessa vuoden 2010 päästökattoihin.....	32
Kuvailulehti.....	33
Presentationsblad	34

1 Johdanto

Pääministeri Matti Vanhasen hallituksen yhtenä tavoitteena on verotuksen painopisteen siirtäminen työn verotuksesta kohti luonnonvarojen käytön sekä haitallisten päästöjen verotusta. Ekologiseksi verouudistukseksi kutsutun ohjelman taustalla on kaksoishyötyhypoteesi, jonka mukaan ympäristöverotuksen kiristäminen ja työn verotuksen samanaikainen löyhentäminen parantaa sekä ympäristön tilaa että työllisyyttä. Valtiovarainministeriön kestävä kehitystä ja ekologista verouudistusta käsittelevässä raportissa (VM, 2004) on selvitetty, miten hallitusohjelmaa voitaisiin ekologisen verouudistuksen osalta panna toimeen. Typenoksidipäästöt on yksi raportissa mainituista mahdollisista uusista verotuskohteista.

Käsillä olevan selvityksen tarkoituksena on selvittää typenoksidiveron tarpeellisuutta sekä kohdentumista. Pääpaino on typenoksidiveron tarkastelussa ympäristöpolitiikan välineenä suhteessa nykyiseen hallinnolliseen ohjaukseen. Osana ekologista verouudistusta päästöveroilla saattaa olla myös fiskaalisia tavoitteita, joita ei tosin tässä ympäristölähtökohdista laaditussa raportissa tarkastella kuin pintapuolisesti. Nämä fiskaaliset tavoitteet saattavat jossain määrin olla ristiriidassa ympäristönsuojellustavoitteiden kanssa johtuen siitä, että verotettavien päästöjen vähentyessä veropohja kapenee, minkä seurauksena verokertymä pienenee ellei veroastetta koroteta tai veron kattavuutta laajenneta.

Typenoksidivero kuuluu ympäristöverona laajempaan ns. Pigou-verojen ryhmään, joiden tavoitteena on negatiivisten ulkoisvaikutusten sisäistäminen. Haitallisten päästöjen tapauksessa ulkoisvaikutus syntyy siitä, että saastuttaja ei ota huomioon toiminnastaan muille aiheutuvaa haittaa. Asettamalla päästöille niistä aiheutuvaa haittaa vastaava vero, päästöistä aiheutuva ulkoisvaikutus sisäistetään.

Vastoin yleistä harhaluuloa optimaalinen päästöjen taso, jonka perusteella Pigou-veron pitäisi määräytyä ei ole nolla vaan se, jolla päästöjen rajahaitta on yhtä suuri kuin päästöjen vähentämisen rajakustannus yhteiskunnan tasolla. Käytännössä päästöistä aiheutuvien haittojen rahalliseen arvottamiseen liittyvät epävarmuudet ovat kuitenkin niin suuret, että monesti ympäristöpolitiikassa on turvauduttava muihin keinoihin päästöjen tavoitetason määrittelyssä. Tyypillisesti tavoite määräytyy kustannuksia punniten, poliittisen päätöksenteon tuloksena. Tällöin ympäristöpolitiikan tehtäväksi jää päästövähennyksen toimeenpaneminen mahdollisimman pienin kustannuksin. Kustannustehokkuuden ehto on, että sääntelyn tuloksena syntyvillä päästötasoilla kuormittajien rajapuhdistuskustannukset ovat yhtä suuret. Rajapuhdistuskustannusten tasaaminen on sisäänrakennettu siihen mekanismiin, jolla ympäristöverot kannustavat saastuttajia leikkaamaan päästöjään. Tästä syystä vero-ohjaus on aina vähintään yhtä kustannustehokasta kuin hallinnollinen ohjaus.

Päästöjen kaukokulkeutumisen vuoksi typen oksidien ympäristövaikutukset ulottuvat kansallisten rajojen ulkopuolelle. Kansainvälinen yhteistyö on siten välttämätöntä typenoksidipäästöjen rajoittamisessa. Päästöjen yksipuoleinen rajoittaminen ei välttämättä vähennä kokonaispäästöjä eikä paranna ympäristön tilaa, jos saastuttava

tuotanto sääntelyn kiristymisen seurauksena siirtyy naapurivaltioihin. Euroopan unionissa kaukokulkeutumisongelma on ratkaistu sopimalla jäsenvaltioiden kesken tietyille ilman epäpuhtauksille (SO₂, NO_x, VOC ja ammoniakki) asetettavista kansallisista päästökatoista, jotka eivät saa ylittyä vuodesta 2010 lähtien (EU, 2001). Lokakuussa 2001 annetun päästökattodirektiivin (2001/81/EY) määrittelemät kansalliset katot typenoksidipäästöille on esitetty liitteessä 1. Liitteessä on myös toukokuussa 2004 unionin jäseniksi liittyneille maille määritellyt tilapäiset päästökatot, joita tullaan täsmentämään vuoden 2006 aikana.

Verotusmahdollisuuksien tarkastelu tässä raportissa perustuu lähtökohtaisesti päästökattodirektiivin Suomelle asettamaan typenoksidipäästöjen vähennysveloitteeseen sekä luvussa 2 tarkasteltaviin typenoksidipäästöjen ympäristövaikutuksiin. Veron kohdentamiseksi luvussa 3 selvitetään suurimmat typenoksidipäästöjen aiheuttajat Suomessa sekä päästöjen kehitysnäkymiä näiden sektoreiden osalta.

Luvun 3 johtopäätös on, että suurin typenoksidipäästöjen aiheuttaja Suomessa on energiantuotanto, josta vuonna 2003 aiheutui kolmasosa Suomesta peräisin olevista typenoksidipäästöistä. Vuoteen 2010 mennessä energiantuotannon osuuden arvioidaan nousevan lähemmäs puoleen. Tästä syystä selvityksen luvut 4 ja 5 keskittyvät energiantuotantoon.

Luvussa 4 tarkastellaan energiantuotannosta syntyvien typenoksidipäästöjen teknisiä vähentämismahdollisuuksia ja luvussa 5 päästöjen nykysäätelyä. Selvityksen viimeisessä luvussa 6 tarkastellaan energiantuotannon typenoksidipäästöjen verotusvaihtoehtoja.

2 Typen oksidit ja niiden ympäristövaikutukset

Fossiilisten polttoaineiden, kuten kivihiilen ja öljyn, palaessa syntyy savukaasuja, jotka sisältävät rikin ja typen oksideja. Typellä on yhteensä kuusi oksidia mutta vakiintuneen käytännön mukaisesti typen oksideilla (NO_x) tarkoitetaan ainoastaan typpimonoksidia (NO) ja typpidioksidia (NO_2).¹ Niinpä esimerkiksi dityppioksidia (N_2O) eli ilokaasua ei tässä yhteydessä lueta kuuluvaksi typen oksideihin (VTT, 2003a). Yksi syy tähän on se, että sen haittavaikutukset ovat erilaiset kuin typpimonoksidilla ja -dioksidilla.

Ilokaasu vaikuttaa kasvihuoneilmiön voimistumiseen toisin kuin typenoksidit, jotka vaikuttavat happamoitumisen, rehevöitymisen ja ilman laadun heikkenemisen kautta elinympäristöömme. Ilokaasu eroaa typpimonoksidista ja typpidioksidista myös siinä suhteessa, että se on globaali saaste toisin kuin typen oksidit, jotka ovat alueellisia tai paikallisia riippuen siitä, tarkastellaanko niiden aiheuttamaa luonnon happamoitumista ja rehevöitymistä vai hengitysilman laadun heikkenemistä.

2.1

Happamoituminen

Happamoitumisella tarkoitetaan sitä, että maaperän ja vesistöjen kyky neutraloida hapanta laskeumaa ei riitä, minkä seurauksena niiden pH-arvo laskee (Rosenström ym., 2000, 22). Neutraloimiskyky vaihtelee muun muassa geologisten olojen mukaan. Pohjoisessa neutraloimiskyky on heikompi kuin muualla Euroopassa. Tästä syystä happamoitumisongelma on koskettanut erityisesti Suomea, Ruotsia ja Norjaa (SYKE, 2004c).

Happaman laskeuman pääasialliset aiheuttajat ovat rikin ja typen oksidit, jotka ilmassa tapahtuvan kemiallisen reaktion seurauksena muuntuvat hapoiksi, jotka huuhtoutuvat sateen mukana alas maan pinnalle happamoittaen maaperää ja vesistöjä (SYKE, 2004b). Rikin ja typen ohella myös ammoniakki aiheuttaa happamoitumista. Ammoniakkipäästöt ovat pääosin peräisin maataloudesta (Rosenström ym., 2000, 23).

Ensimmäiset merkit ympäristön happamoitumisesta havaittiin Euroopassa 1960-luvulla. Tuolloin ei vielä tiedetty, että ilmiö johtui lisääntyneistä rikin ja typen oksidipäästöistä, joita teollistuminen sekä energiantuotannon voimakas kasvu aiheuttivat. Euroopan rikkipäästöt olivat suurimmillaan 1970-luvun puolivälissä, jolloin ilmaan päästettiin lähes 60 miljoonaa tonnia rikkidioksidia vuodessa. Suomen osuus tästä kuormasta oli yhden prosentin luokkaa (SYKE, 2004c). Päästöjen vähentämiseen havahduttiin kansainvälisesti kuitenkin vasta 1970-luvun loppupuolella, jolloin

¹ Typen oksidien päästöt ilmoitetaan yleensä kiloina, tonneina tai kilotonneina typpidioksidia. Yhteismitallistaminen tehdään muuntamalla typpimonoksidina ilmoitetut päästöt typpidioksidiksi muun- tokertoimen 1,533 avulla (SYKE, 2004a, 22).

YK:n Euroopan talouskomission yleissopimus ilman epäpuhtauksien kulkeutumisen rajoittamiseksi allekirjoitettiin.

Kansainvälinen yhteistyö on ollut avainasemassa happamoittavien päästöjen rajoittamisessa, sillä rikin ja typen oksidit kulkeutuvat ilmapvirtausten mukana satoja kilometrejä päästölähteestään. Esimerkiksi Suomeen kohdistuvasta typpilaskeumasta vain noin 16 prosenttia on kotimaista alkuperää (taulukko 1).

Taulukko 1.

Happamoittavien yhdisteiden kaukokulkeutuminen Suomen ja muiden valtioiden välillä vuonna 2002. Lähde: Klein et al. (2004, 11-13).

Happamoittava yhdiste	Kaukokulkeutuman osuus Suomeen kohdistuvasta laskeumasta	Ulkomaille kulkeutuva osuus kotimaisista päästöistä
Rikin oksidit	86 %	65 %
Typen oksidit	84 %	77 %
Ammoniakki	72 %	50 %

Kansainvälisten ilmansuojelusopimusten vaatimien toimenpiteiden ansiosta rikkioksidipäästöt kääntyivät jyrkkään laskuun 1980-luvulla pienentäen Euroopan maihin kohdistuvaa rikkilaskeumaa. Näin kävi myös Suomessa, kuten kuvio 1a jäljempänä sivulla 11 osoittaa. Rikkilaskeuman pienentyminen on ilmennyt happamoituneiden vesistöjen toipumiskehityksenä niin Suomessa kuin Ruotsissa ja Norjassakin (SYKE, 2004c). Typen oksidien päästöt eivät sitä vastoin ole pienentyneet samassa tahdissa, eivät ulkomailla eivätkä Suomessa kuten kuvio 1b, sivulla 11, osoittaa.

Luonnon kykyä vastustaa hapanta laskeumaa ilmaistaan kriittisellä kuormituksella. Kriittinen kuormitus ylittyy edelleen laajoilla alueilla Keski-Euroopassa, rikki-päästöjen voimakkaasta laskusta huolimatta. Suomessa kriittinen kuormitus ylittyy päästöjen nykytasolla herkimmillä alueilla Lounais-Suomessa, itärajan tuntumassa sekä Lapissa (Karvosenoja ym., 2004, 5). Päästökattodirektiivistä laadittujen vaikutusarvioiden mukaan kriittisen kuormituksen ylittävien alueiden osuus Suomen kokonaispinta-alasta laskee 17 prosentista runsaaseen 4 prosenttiin ajanjaksolla 1990-2010, jos direktiivin määrittelemät päästökatot saavutetaan. Vastaavasti rehevöitymiselle altistuvan pinta-alan osuuden arvioidaan laskevan 45 prosentista runsaaseen 13 prosenttiin päästönvähennystavoitteiden toteutuessa (YM, 2002, 32).

2.2

Rehevöityminen

Rehevöitymisellä tarkoitetaan kasvien, kuten vedessä elävien levien, kasvun kiihtymistä. Kasvun kiihtyminen on seuraus ravinnepitoisuuksien kohoamisesta. Ravinteita leviää luontoon muun muassa jätevesien, pelloilta valuvien lannoitteiden ja ilmasta tulevan laskeuman mukana. Luonnon rehevyys ei sinänsä ole ongelma mutta ihmisen aiheuttama vesistöjen rehevöityminen aiheuttaa ongelmia. Vesien rehevöityessä monet ei-toivotut eliöt, kuten rantakasvillisuus ja myrkylliset sinilevät, lisääntyvät. Rehevöityminen saattaa näin ollen haitata muun muassa vedenottoa, vesistöjen virkistyskäyttöä ja kalastusta. (SYKE, 2004e).

Merkittävimmät rehevöittävät aineet ovat fosfori ja typpi. Niitä kulkeutuu vesistöihin sekä pistemäisenä kuormituksena että hajakuormituksena. Pistemäistä ravinnekuormitusta aiheuttavat teollisuuden ilmapäästöt, teollisuuden ja yhdyskuntien jätevedet sekä kalankasvatus. Hajapäästöjä syntyy maataloudesta, haja-asutuksen jätevesistä sekä liikenteen typenoksidipäästöistä. Maatalous on suurin vesistöjen kuormittaja. Yli puolet ihmisen toiminnan vuoksi vesistöihin kulkeutuvista ravinteista on peräisin maataloudesta. (SYKE, 2004f).

Ilman laadun heikkeneminen

Ilmakehä sisältää runsaan joukon erilaisia kaasumaisia ja hiukkasmaisia epäpuhtauksia. Osa epäpuhtauksista on peräisin luonnollisista lähteistä, mutta merkittävä osa on peräisin ihmisen toiminnasta. Suurimmat päästölähteet ovat liikenne, energiantuotanto ja teollisuusprosessit. Tästä syystä epäpuhtauksien pitoisuudet ja siten myös terveysvaikutukset ovat yleensä suurimmillaan kaupunkien läheisyydessä (Ilmatieteen laitos, 2004).

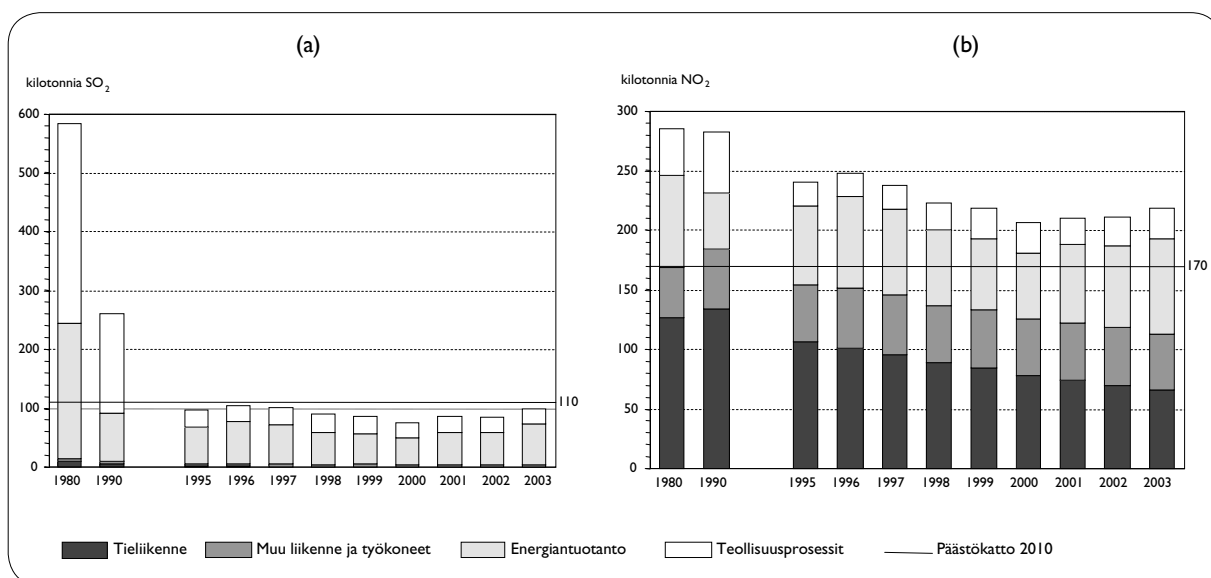
Pienhiukkaset, otsoni ja typenoksidit ovat viimeaikaisissa tutkimuksissa osoittautuneet pahimmiksi ihmisen terveyttä uhkaaviksi hengitysilman laadun epäpuhtauksiksi (WHO, 2003). Maailman terveysjärjestön (WHO) mukaan näiden epäpuhtauksien pitoisuudet ovat huomattavista päästönvähennyksistä huolimatta edelleen liian korkeat monissa Euroopan kaupungeissa. Erityisesti pienhiukkasten on todettu olevan merkittävästi haitallisempia kuin aiemmin on luultu. Arvioiden mukaan pienhiukkasta aiheutuva eliniän lyheneminen on Euroopan unionin alueella keskimäärin yhdeksän kuukautta. Suomessa pienhiukkasten elinaikaa lyhentävä vaikutus on arvioitu kolmeksi kuukaudeksi (SYKE, 2004g). Typpidioksidin ja otsonin, jota syntyy ilmassa typpidioksidin vaikutuksesta, on myös todettu olevan yhteydessä hengitystiesairastuvuuteen, ja niitä pidetään nykyään pienhiukkasten ohella yhdyskuntailman tärkeimpinä terveysriskeinä.²

Suurin osa typenoksidien pitoisuuksista taajamissa aiheutuu tieliikenteen päästöistä, joista dieselkäyttöisen raskaan tavaraliikenteen osuus on merkittävä. Esimerkiksi pääkaupunkiseudun typen oksidien päästöistä noin puolet aiheutuu liikenteestä ja noin kolmasosa energiantuotannosta. Koska pakokaasut vapautuvat matalalta, hengitysilman typen oksideista kuitenkin lähes kaikki on peräisin liikenteestä (YTV, 2000, 7). Valtaosa pakokaasujen typen oksideista vapautuu typpimonoksidina, joka vasta ilmassa hapettuu otsonin vaikutuksesta haitalliseksi typpidioksidiksi (YTV, 2000, 7). Typpidioksidi aiheuttaa keuhkoputkien supistumista ja aiheuttaa siten hengityselinoireita erityisesti lapsilla ja astmaatikoilla (WHO, 2003).

² Otsonia ei sellaisenaan esiinny päästöissä, vaan sitä syntyy auringon ultraviolettivalon aikaansaamassa reaktiossa, jossa typpidioksidista ja hapestä syntyy typpimonoksidia ja otsonia. (Koulu ym., 2001, 1099).

3 Päästölähteet ja päästöjen kehitys

Merkittävimpiä typenoksidipäästöjen aiheuttajia ovat fossiilisia polttoaineita, pääasiassa kivihiiltä ja öljyä, käyttävät liikenne, työkoneet, energiantuotanto ja teollisuusprosessit (kuvio 1b). Näiden lisäksi typenoksidipäästöjä aiheutuu maataloudesta.³ Ympäristöohjausta käsittelevässä kirjallisuudessa (esim. Hanley et al., 2001) päästölähteet jaetaan yleensä pistemäisiin kuormittajiin ja ei-pistemäisiin kuormittajiin eli hajakuormittajiin. Energiantuotanto ja teollisuusprosessit kuuluvat pistemäisiin kuormittajiin, maatalous hajakuormittajiin. Toisinaan liikkuvat pistemäiset kuormittajat, johon liikenne ja työkoneet kuuluvat, erotetaan omaksi ryhmäkseen. Oinaista pistemäisille kuormittajille on se, että niiden aiheuttamien päästöjen monitorointi on helppoa. Yksittäisen ei-pistemäisen kuormittajan aiheuttamaa päästö määrää on sitä vastoin lähes mahdotonta mitata, ainakaan suoraan.



Kuvio 1. Rikin (a) ja typen (b) oksidien päästöt, ilman ulkomaanliikennettä, Suomessa 1980-2003. Lähde: Tilastokeskus (2004, 142).

Tilastokeskuksen (2004, 141-142) julkaisemien tietojen mukaan rikkioksidipäästöt ovat vähentyneet Suomessa vuosien 1980 ja 2003 välillä 86 prosenttia ja typenoksidipäästöt

³ Ympäristöministeriön vuonna 1989 asettaman typenoksiditoimikunnan arvion mukaan 30 prosenttia tyyppiyhdisteiden kokonaispäästöistä on peräisin maataloudesta (Ympäristöministeriö, 1990, 19). Maatalouden typenoksidipäästöt on jätetty tämän selvityksen ulkopuolelle.

päästöt noin 24 prosenttia (kuviot 1a ja 1b).⁴ Kannustimina Suomen ja muiden maiden rikkioksidipäästöjen rajoittamiselle ovat toimineet kansainväliset päästönvähennyssitoumukset sekä puhdistusteknologia, joka rikin osalta on osoittautunut melko yksinkertaiseksi ja ennakoitua halvemmaksi (SYKE, 2004h). Typenoksidipäästöjen vähentäminen on sitä vastoin osoittautunut ennakoitua vaikeammaksi.

Vuonna 1988 allekirjoitetun Sofian typenoksidipöytäkirjan velvoite NO_x-päästöjen vähentämisestä alle vuoden 1987 tason saavutettiin Suomessa vuonna 1992 (YM, 2002, 11). Pöytäkirjan yhteydessä allekirjoitetun julistuksen 30 prosentin päästövähennystavoitetta Suomi ei sitä vastoin saavuttanut annettuun määräaikaan mennessä (YM, 1998, 146). Julistuksessa 12 Länsi-Euroopan maata, Suomi mukaan lukien, ilmoittivat pyrkivänsä vähentämään typenoksidipäästöjään 30 prosenttia vuosien 1980-1986 tasosta vuoteen 1998 mennessä (YM, 1990, 22). Tuorein kansainvälisistä päästörajoitustoumuksista on johdantoluvussa esitelty Euroopan unionin päästökattodirektiivi, joka velvoittaa Suomen vähentämään vuotuiset typenoksidipäästönsä 170 kilotonniin vuoteen 2010 mennessä.

Vaikka kotimaiset typenoksidipäästöt eivät edellisen 25 vuoden aikana ole vähentyneet yhtä voimakkaasti kuin rikkidioksidipäästöt, on kokonaispäästöjen jakautumisessa tapahtunut merkittäviä muutoksia kuten kuvioista 1b voidaan havaita. Vuosien 1980 ja 2003 välillä tieliikenteen osuus kokonaispäästöistä on pudonnut 45 prosentista 30 prosenttiin. Samanaikaisesti energiantuotannon osuus kokonaispäästöistä on kasvanut 27 prosentista 37 prosenttiin. Seuraavassa tarkastellaan typenoksidipäästöjen mennyttä sekä ennakoitua tulevaa kehitystä kuormituslähteittäin.

3.1

Tieliikenteen, muun liikenteen ja työkoneiden typenoksidipäästöt

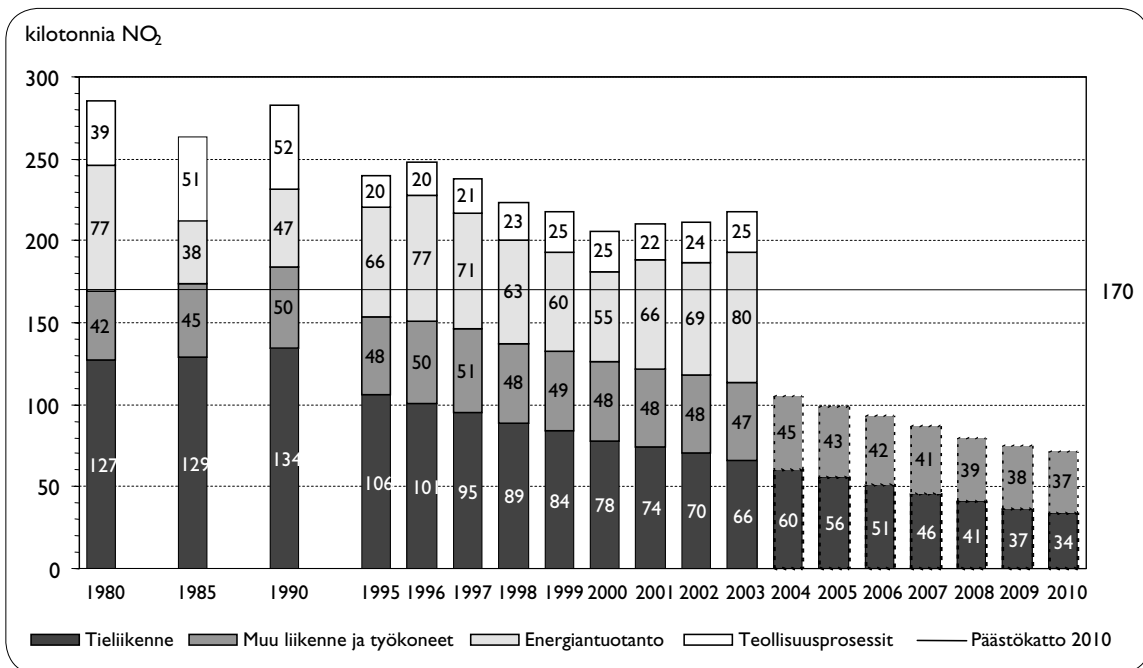
Yleinen piirre tieliikenteen pakokaasupäästöjen kehityksessä on päästöjen kokonaisuuden lisääntyminen aina vuoteen 1990 saakka, jolloin katalysaattorit tulivat pakollisiksi uusissa henkilöautoissa ja dieselajoneuvojen päästönormeja kiristettiin (Mäkelä ym., 2004, 4). Tämä kehitys näkyy myös tieliikenteen typenoksidipäästöissä, jotka kasvoivat vielä 1980-luvulla, mutta kääntyivät laskuun 1990 ja ovat siitä lähtien pienentyneet tasaisesti kuten kuvioista 1b voidaan havaita.⁵ Katalysaattoritekniikan yleistymisen on ollut ratkaisevassa asemassa tässä kehityksessä johtuen siitä, että katalysaattori vähentää uuden bensiinikäyttöisen henkilöauton typenoksidipäästöjä noin 90 prosenttia (VTT, 2003b).⁶ Autokannan uudistumisen myötä liikenteen typenoksidipäästöjen alentumisen oletetaan jatkuvan aina vuoteen 2010 asti, jolloin lähes kaikki bensiinikäyttöiset henkilöautot Suomessa on VTT:n arvion mukaan varustettu katalysaattorilla.⁷ VTT:n LIPASTO-laskentamallin tuottaman arvion mukaan tieliikenteen vuotuiset NO_x-päästöt laskevat nykyisestä (2003) 66 kilotonnista 34 kilotonniin vuoteen 2010 mennessä kuvion 2 osoittamalla tavalla.

⁴ Typen oksidien vuotuiset kokonaispäästöt vaihtelevat jonkin verran tilastolähteestä riippuen. Esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksen päästöraporteissa on esitetty eri lukuja kuin Tilastokeskuksen julkaisuissa, joiden välillä on myös eroja. Tästä syystä on perusteltua olettaa, että päästölukuihin sisältyy ainakin muutaman prosentin virhe.

⁵ Vuonna 2003 henkilöautojen osuus tieliikenteen NO_x-päästöistä oli 52 prosenttia, kuorma-autojen 33 prosenttia ja muiden tieajoneuvojen (linja-autojen, pakettiautojen, moottoripyörien ja mopojen) osuus 15 prosenttia (Mäkelä ym., 2004, 36).

⁶ Katalysaattorilla varustetun auton dityppioksidipäästöt ovat sitä vastoin noin kymmenkertaiset verrattuna autoon, jossa ei ole katalysaattoria (VTT, 2003a).

⁷ Vuonna 2003 noin 70 prosenttia bensiinikäyttöisten henkilöautojen ajosuoritteista Suomessa tehtiin katalysaattorilla varustetulla autolla (Mäkelä ym., 2004, 16).



Kuvio 2. Suomen typenoksidipäästöjen kehitys sektoreittain 1980-2003 sekä ennuste tieliikenteen sekä muun liikenteen ja työkoneiden päästöjen kehitymisestä vuosille 2004-2010. Vuosien 1980-2003 tiedot ovat samat kuin kuviossa 1b. Arvio liikenteen ja työkoneiden päästöjen kehitymisestä 2004-2010 perustuu VTT:n LIPASTO ja TYKO-laskentamalleihin.

Tieajoneuvojen lisäksi polttomoottoria käytetään voimaanalähteenä muun muassa laivoissa, veneissä, vetureissa, lentokoneissa sekä erityyppisissä työkoneissa kuten traktoreissa ja ruohonleikkureissa. Tilastokeskuksen tuottamissa energiatilastoissa päästöt näistä muista liikkuvista pistemäisistä lähteistä muodostavat yhden tilastoluokan. Merkittävin päästöjen aiheuttaja tässä kategoriassa on vesiliikenne. Vuonna 2002 Suomen talousalueella tapahtuneesta vesiliikenteestä syntyi 71 kilotonnia typenoksidipäästöjä, josta kansainvälisen laivaliikenteen osuus oli noin 63 kilotonnia (Mäkelä ym., 2003, 25). Samana vuonna rautatieliikenteestä ja ilmaliikenteestä Suomen talousalueella aiheutui kummastakin noin 3 kilotonnia typenoksidipäästöjä (Mäkelä ym., 2003, 25; Tilastokeskus, 2004, 142).⁸ Vallitsevan käytännön mukaisesti kansainvälisen liikenteen päästöjä ei lasketa eri maiden kokonaispäästöihin vaan ne ilmoitetaan erikseen (Mäkelä ym., 2003, 26). Tämä johtuu siitä, että kansainvälisen liikenteen päästöt on jätetty päästönvähennyssitoumusten, kuten päästökattodirektiivin, ulkopuolelle eivätkä siten sisälly minkään maan vähennystavoitteisiin.

Laskentakäytännöstä seuraa, että esimerkiksi vesiliikenteen Suomessa aiheuttamista 71 kilotonnin typenoksidipäästöistä vain 8 kilotonnia lasketaan kotimaan liikenteen aiheuttamaksi ja siten maamme kokonaispäästöihin. Tällä tavalla laskien muun liikenteen ja työkoneiden yhteenlasketut NO_x-päästöt olivat 48 kilotonnia vuonna 2002 ja 47 kilotonnia vuonna 2003 (Tilastokeskus, 2004, 142). VTT:n TYKO-laskentamallin tuottaman arvion mukaan nämä päästöt vähenevät 37 kilotonniin vuoteen 2010 mennessä kuvion 2 osoittamalla tavalla.

Liikenteen ja työkoneiden NO_x-päästöjen alentuminen 1990-luvun alkupuolelta lähtien osoittaa, että toteutetulla sääntelyllä, erityisesti ajoneuvojen päästönormien kiristämisen avulla, on ollut haluttu vaikutus. Lähiaikoina yhteisöläisä sääntelyä määrättyjen pakokaasujen päästömääräysten toimeenpano tulee edelleen kiristämään liikennesektorin päästösääntelyä, minkä johdosta päästöjen laskun odotetaan jatkuvan kokonaissuorituksen kasvusta huolimatta (YM, 2002, 16). VTT:n arvion mukaan

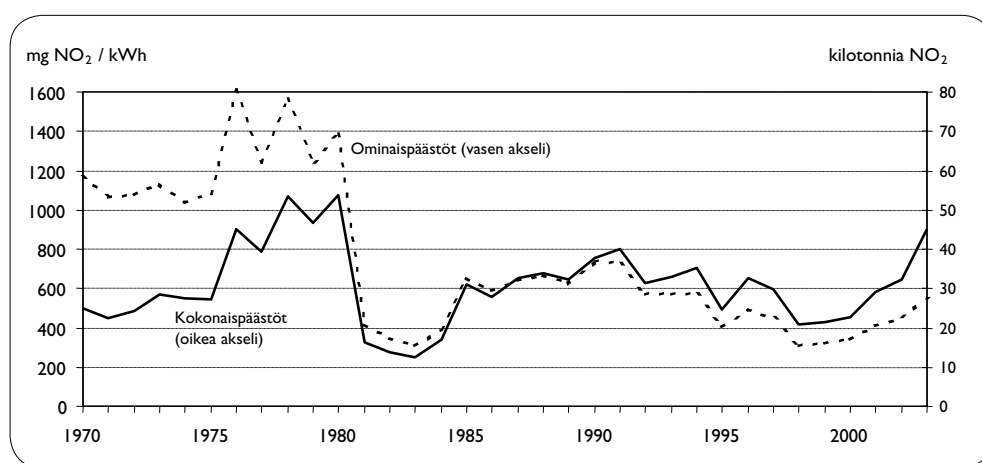
⁸ Diesellä käytettävät ajoneuvot aiheuttavat yli 90 prosenttia työkoneiden yhteenlasketuista NO_x-päästöistä (Mäkelä ym., 2000, 42).

liikenteen ja työkoneiden yhteenlasketut NO_x-päästöt laskevat 99 kilotonniin vuoteen 2010 mennessä, kuten kuviossa 2 on havainnollistettu.

3.2

Energiantuotannon ja teollisuusprosessien typenoksidipäästöt

Edellisen viiden vuoden aikana Suomen energiantuotannon typenoksidipäästöt ovat kasvaneet 59,9 kilotonnista 80,4 kilotonniin.⁹ Hieman yli puolet energiantuotannon päästöistä on peräisin sähköntuotannosta. Vuonna 2003 sähköntuotannosta aiheutui 45,0 kilotonnia NO_x-päästöjä kuten kuvioista 3 havaitaan. Vaikka sähköntuotannon ominaispäästöt ovat laskeneet 1970-luvun tasolta eivät kokonaispäästöt ole vähentyneet, mikä johtuu siitä, että samanaikaisesti sähkön tuotanto ja kulutus ovat nelinkertaistuneet Suomessa.¹⁰



Kuvio 3. Sähköntuotannon NO_x-ominaispäästöt tuotettua sähköyksikköä kohden sekä sähköntuotannon typenoksidien kokonaispäästöt kilotonneissa Suomessa 1970-2003. Lähde: Energiateollisuus ry:n toimittama laskelma.

Energiantuotannon päästöiksi lasketaan kaikki sähkön ja lämmön tuotannossa käytettyjen polttoaineiden aiheuttamat päästöt. Siten myös teollisuuden polttoaineiden käytöstä, mustalipeää lukuun ottamatta, syntyvät NO_x-päästöt lasketaan energiantuotannon päästöiksi siltä osin kun ne syntyvät lämmön ja sähkön tuotannossa (YM, 1990, 29).

Raskaan ja kevyen polttoöljyn käytöstä syntyvät typenoksidipäästöt eivät ole muuttuneet merkittävästi edellisen viiden vuoden aikana kuten taulukosta 2 voidaan havaita. Maakaasun, turpeen sekä puun ja kuoren poltosta syntyvät päästöt ovat lisääntyneet noin viidenneksellä. Merkittävin muutos on tapahtunut kivihiilen poltossa syntyvissä typenoksidipäästöissä, jotka ovat kaksinkertaistuneet edellisen viiden vuoden aikana. Päästöjen lisääntyminen johtuu kulutuksen kasvusta: vuosien 1999 ja 2003 välillä kivihiilen käyttö Suomessa kasvoi 4,0 megatonnista 7,6 megatonniin (Tilastokeskus, 2004, 26). Kivihiilen polton lisääntymien näkyy myös energiantuotannon rikkidioksidipäästöissä, jotka ovat pitkään jatkuneen päästöjen pienentymisen jälkeen kääntyneet uuteen kasvuun (Tilastokeskus, 2004, 141).

⁹ Vuoden 2003 energiantuotannon, 80,4 tuhannen tyypidioksiditonniin päästöistä 68,5 kilotonnia on Tilastokeskuksen antamien tietojen mukaan peräisin luvanvaraisista ympäristöhallinnon valvonta- ja kuormitustietojärjestelmään (VAHTI) rekisteröidyistä laitoksista. Tästä summasta 0,6 kilotonnia on laskennallisia päästöjä sellaisille VAHTI-laitoksille, joiden polttoaineenkulutus on raportoitu mutta päästöjä ei.

¹⁰ Vuosien 1970 ja 2003 välillä sähkön kokonaiskulutus on nelinkertaistunut Suomessa; 21,8 terawattitunnista 86,8 terawattituntiin. (Adato, 2005)

Taulukko 2.

Energiantuotannon typenoksidipäästöt polttoaineittain 1999-2003. Päästöjen yksikkö on tuhat tonnia typpidioksidia. Lähde: Tilastokeskus (2004, 142).

Vuosi	Kivihiili	Raskas polttoöljy	Kevyt polttoöljy	Maa-kaasu	Turve	Puu ja kuori	Muut	Yhteensä
1999	15,7	5,8	5,4	7,9	11,3	12,1	1,7	59,9
2000	16,1	4,6	4,8	7,5	7,9	13,3	1,0	55,2
2001	19,7	5,7	4,9	8,7	12,5	13,5	1,2	66,2
2002	22,9	5,6	5,0	8,2	12,0	14,0	1,3	69,0
2003	30,9	5,7	5,0	9,2	13,3	14,9	1,4	80,4

Prosessiperäiset vuotuiset typenoksidipäästöt ovat pysyneet edellisen viiden vuoden aikana suhteellisen muuttumattomina, noin 25 kilotonnin tasolla vuodessa.¹¹ Prosessipäästöiksi lasketaan raaka-aineista ja apuaineista aiheutuvien päästöjen lisäksi myös niin sanotusta polttoaineiden erikoispoltosta sekä selluteollisuuden jäteliemien poltosta aiheutuvat päästöt. Erikoispolton päästöillä tarkoitetaan teollisuusprosessien polttoaineiden käytöstä aiheutuvia päästöjä, jotka eivät ole peräisin tavanomaisista kattiloista ja kaasuturbiineista (YM, 1990, 32). Noin puolet prosessiperäisistä typenoksidipäästöistä on peräisin metsäteollisuudesta kuten taulukko 3 osoittaa.

Taulukko 3.

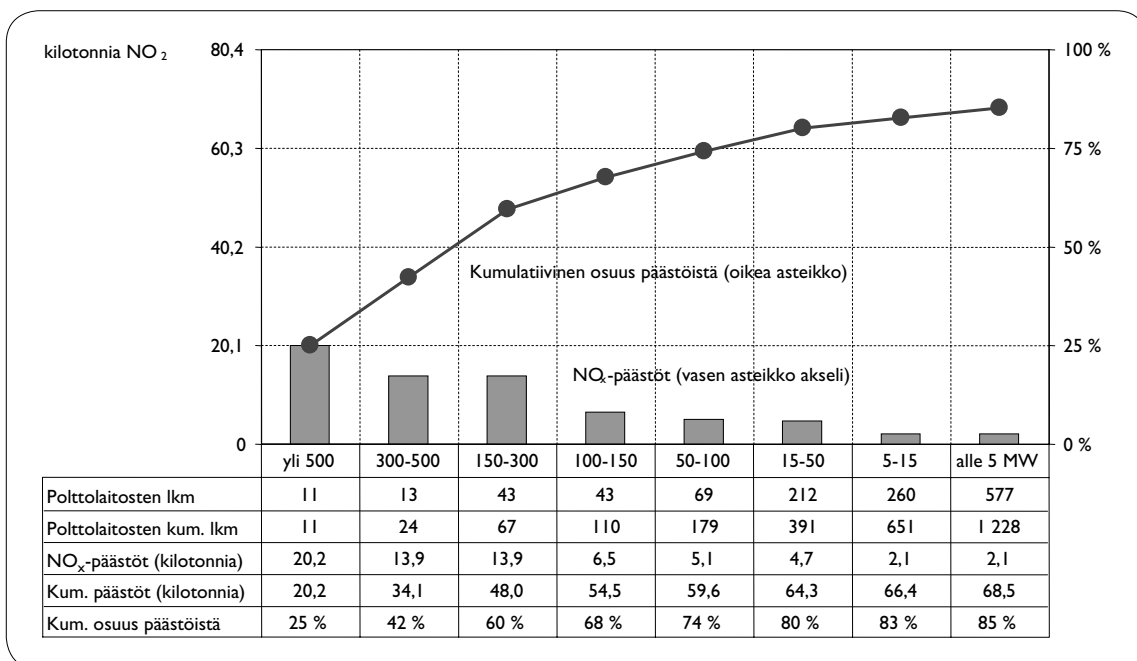
Prosessiperäiset typenoksidipäästöjen toimialoittain 1999-2003. Päästöjen yksikkö on tuhat tonnia typpidioksidia. Lähde: Tilastokeskus (2004, 142).

Vuosi	Metsäteollisuus	Metalliteollisuus	Öljynjalostus	Muu kemiateollisuus	Muut toimialat	Yhteensä
1999	11,0	3,5	2,5	2,1	5,6	24,7
2000	11,4	4,0	2,6	2,0	4,7	24,7
2001	10,6	3,9	2,6	1,1	4,1	22,3
2002	11,4	4,0	2,9	1,5	4,1	23,9
2003	11,5 ^a	4,5	2,8	1,3	4,4	24,5

a. Soodakattiloiden osuus metsäteollisuuden (vuoden 2003) 11,5 kilotonnin typenoksidipäästöistä on 8,9 kilotonnia.

Energiantuotannosta vuonna 2003 syntyneistä 80,4 tuhannesta typpidioksiditonista 20,2 kilotonnia eli 25 % on peräisin suurista, polttoteholtaan yli 500 MW, polttoyksiköistä (kuvio 4 ja taulukko 4). 48,3 kilotonnia (60 %) on peräisin pienemmistä, alle 500 MW_{pa} voimalaitosyksiköistä ja 11,9 (15 %) kilotonnia tuntemattomista pistemäisistä lähteistä. Tilastokeskus on polttoaineen kulutuksen perusteella arvioinut, että tästä yksilöimättömästä 11,9 kilotonnin typenoksidipäästöistä 8,6 kilotonnia on peräisin kiinteistöjen lämmityksestä ja 1,5 kilotonnia maatalouden lämpökattiloista ja kuivureista. Jäljelle jäävä 1,8 kilotonnia on peräisin muista sekalaisista ja tuntemattomista lähteistä.

¹¹ Tilastokeskuksen toimittamien tietojen mukaan vuoden 2003 teollisuusprosessien, 24,5 tuhannen typpidioksiditonin päästöistä 24,3 kilotonnia on peräisin luvanvaraisista VAHTI-laitoksista. Tästä summasta 1,4 kilotonnia on laskennallisia päästöjä.



Kuvio 4. Luvanvaraisten lämmön- ja sähkötuotantoyksiköiden osuus energiantuotannon 80,4 kilotonnin kokonaispäästöistä vuonna 2003. Kuvio perustuu Tilastokeskuksen toimittamiin tietoihin.

Taulukko 4.

Teholtaan yli 500 MWpa polttolaitokset Suomessa vuonna 2003. Lauhdelaitekset on merkitty lihavoidulla kirjaintyyppillä. Lähde: VAHTI-tietojärjestelmä.

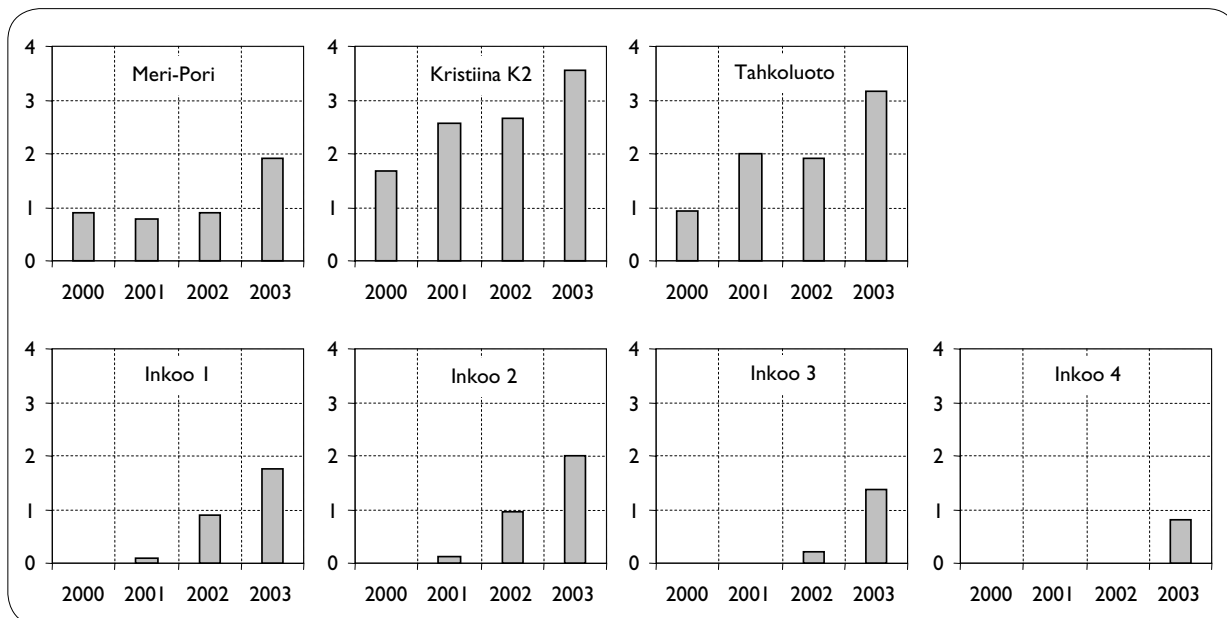
Yhtiö ja paikkakunta	Polttolaitos	Pääpoltt- aine	Teho (MWpa)	Käyttötietoja vuodelta 2003			
				Käyttö- aika (h)	NO _x - päästöt (tonnia)	Poltto- aineiden energia (TJ)	Ominais- päästöt (mg/TJ) ^a
Fortum Oyj, Pori	Meri-Pori ^b	Kivihiili	1300	6751	1898	28319	67
Fortum Oyj, Inkoo	Inkoo 1	Kivihiili	650	4707	1992	9805	203
Fortum Oyj, Inkoo	Inkoo 2	Kivihiili	650	4309	1750	8291	211
Fortum Oyj, Inkoo	Inkoo 3	Kivihiili	650	4123	1367	8176	167
Fortum Oyj, Inkoo	Inkoo 4	Kivihiili	650	2301	791	4613	172
Vaskiluodon voima Oy, Vaasa	Vaskiluoto VL2	Kivihiili	615	7947	3482	15645	223
Pohjolan Voima Oy, Kristiinankaupunki	Kristiina K2	Kivihiili	605	7492	3562	15813	225
Alholmens Kraft Oy, Pietarsaari	Alholm AK2	Biopoltto- aineet	600	7873	643	16764	38
Pohjolan Voima Oy, Pori	Tahkoluoto	Kivihiili	570	..	3168	15680	202
Pohjolan Voima Oy, Kristiinankaupunki	Kristiina K1 ^c	Öljy	561	324	88	476	185
Helsingin energia, Helsinki	Salmisaari K1	Kivihiili	510	7713	1443	12740	113
Yhteensä			7361	8037	20184		

a. Ominaispäästöt on ilmoitettu milligrammoissa typpidioksidia vuoden 2003 aikana käytettyjen polttoaineiden sisältämää energia (TJ) kohden.

b. Meriporin 1300 megawatin voimalaitoskattila on ainoa katalyyttisellä typenpoistolaitteistolla varustettu polttolaitos Suomessa.

c. LCP-direktiivin (1017/2002) päästöarvot eivät kosketa voimalaitoskattilaa Kristiina K1 sillä toiminnanharjoittaja on sitoutunut käyttämään laitosta enintään 20 000 tuntia 1.1.2008 ja 31.12.2015 välisenä aikana.

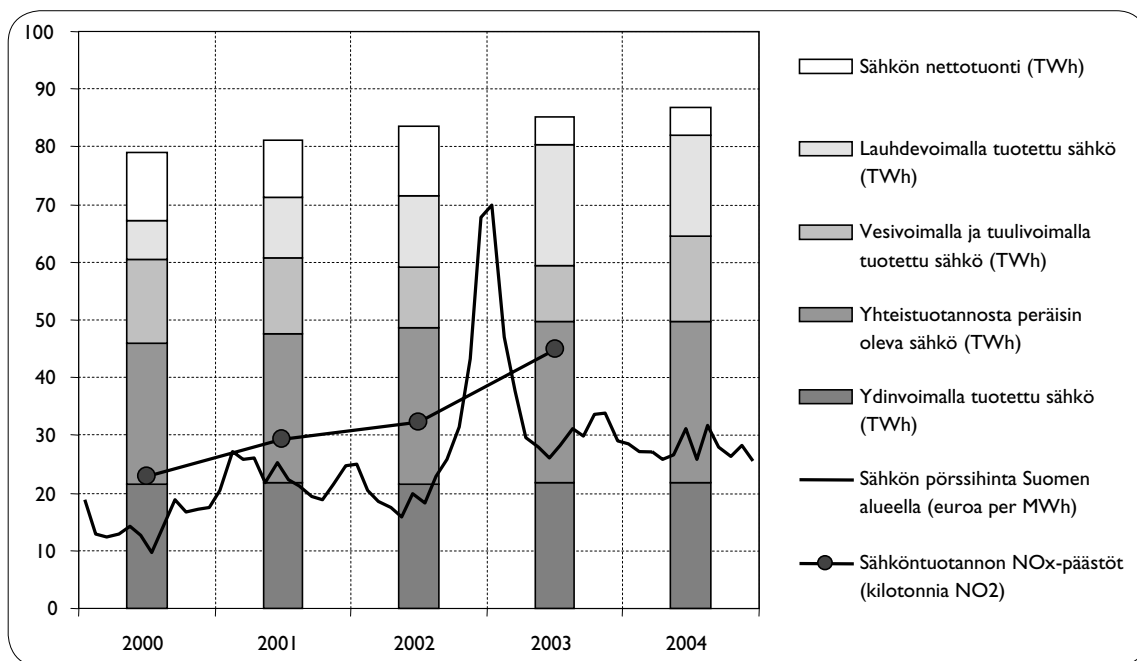
Suomen yhdestätoista yli 500 MW_{pa} voimalaitoskattilasta osa toimi peruskuorman tuotannossa, osa vara- ja huipputuotannossa. Näistä yhdestätoista kattilasta seitsemän, eli Meri-Pori, Inkoo 1-4, Kristiina K2 sekä Tahkoluoto, ovat kivihiiltä käyttäviä lauhdelaitoksia ja tuottavat siten ainoastaan sähköä. Vuotuisten NO_x-päästöjen viimeaikaista kehitystä näiden seitsemän kattilan osalta on havainnollistettu kuviossa 5.



Kuvio 5. Polttoaineteholtaan yli 500 MW lauhdelaitosten typenoksidipäästöt vuosina 2000-2003. Päästöjen yksikkö pystyakselilla on 1000 tonnia tyypidioksidia. Lähde: VAHTI-tietojärjestelmä.

Kuten kuvioista 5 havaitaan, näiden suurten lauhdelaitosten typenoksidien tonnimääräiset päästöt ovat kasvaneet voimakkaasti vuosien 2000 ja 2003 välillä. Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla lauhdesähkön tuotanto vaihtelee merkittävästi vesivoiman tuotannosta riippuen (KTM, 2004, 23). Vuodet 2002 ja 2003 olivat erityisen kuivat, mikä supisti vesivoimalla tuotetun sähkön tarjontaa, nosti sähkön hintaa sekä kasvatti lauhdesähkön tuotantoa.

Vesitilanteen parantuminen vuonna 2004 poikkeuksellisen suurten sateiden ansiosta lisäsi vesivoimalla tuotetun sähkön tarjontaa, minkä seurauksena sähkön hinta ja siten myös lauhdesähkön tuotanto laskivat. Tietoja sähköntuotannosta vuonna 2004 syntyneistä typenoksidipäästöistä ei tämän selvityksen laatimishetkellä ollut vielä käytettävissä, mutta lauhdesähkön tuotannon pienentymisen johdosta on perusteltua olettaa, että ne ovat enintään vuoden 2003 tasolla.



Kuvio 6. Sähkön kulutus Suomessa tuotantolajeittain, sähkön hinta sekä sähköntuotannon typenoksidipäästöt vuosina 2000-2004. Sähköntuotannon typenoksidipäästöt ovat samat kuin kuviossa 3. Muut lähteet: Adato Energia (2005), Nord Pool –sähköpörssin Elspot-tilastopalvelu.

Potentiaalinen energiantuotannon typenoksidipäästöjä lisäävä tekijä on sähkön kysynnän kasvu pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla tilanteessa, jossa CO₂-päästökauppa ja nykyiset päästöraja-arvot ovat ainoat typenoksidipäästöjä rajoittavat tekijät. Kysynnän kasvu nostaa sähkön hintaa erityisesti kuivina vuosina, vesivoiman supistumisen vuoksi. Mikäli sähkön hinta nousee riittävän korkealle, saattaa sähkön tuottaminen suomalaisissa lauhdevoimalaitoksissa olla kannattavaa CO₂-päästöoikeuksien hankkimisesta aiheutuvista lisäkustannuksista huolimatta. Karvosenoja ja Hildén (2004) ovat tutkineet tämän mahdollisuuden vaikutusta typenoksidipäästöihin Suomen talousalueella kauppaja- ja teollisuusministeriön WAM-skenaarioon perustuvissa CO₂-päästöoikeuksien ostoskenaarioissa, joissa kotimaiset sähköntuottajat hankkivat lisää CO₂-päästöoikeuksia voidakseen lisätä kivihiiilen käyttöä sähköntuotannossa.¹²

Ostoskenaarioissa oletetaan, että CO₂-päästönlisäys tapahtuu olemassa olevien suurten hiililauhdelaiteiden (Meri-Pori, Inkoo 1-4, Kristiina K2 sekä Tahkoluoto) vuotuisia käyttöaikoja pidentämällä. Tarkastelussa on otettu huomioon käytössä olevien energiantuotantolaitosten nykyiset päästötasot sekä kansallisen ja kansainvälisen lainsäädännön, muun muassa LCP-direktiivin, asettamat vaatimukset uusille ja vanhoille laitoksille. Karvosenojan ja Hildénin esittämät arviot energiantuotannon ja teollisuuden NO_x-päästöistä CO₂-päästöoikeuksien ostoskenaarioissa sekä WM- ja WAM-vertailuskenaarioissa on esitetty taulukossa 5.

¹² Kansallisen ilmastostrategian päivityksen yhteydessä tuotettu With Measures -skenaario (pääteylin toimenpitein) kuvaa Suomen energiankulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä vuoteen 2020 asti. WM-skenaariossa on otettu huomioon päätetyt energiansäästö- ja päästöjen vähentämiseen liittyvät toimenpiteet sekä viidennen ydinvoimalaitoksen käyttöönotto vuonna 2009. Kasvihuonekaasujen päästöt WM-skenaariossa ylittävät selvästi EU:n taakanjaossa Suomelle hyväksytyyn tavoitteeseen vuosille 2008-2012. Tämän vuoksi on ollut tarpeellista arvioida, mihin toimiin on aihetta ryhtyä, jotta tavoitteeseen päästäisiin. Skenaariota, joka pitää sisällään arviot näistä lisätoimenpiteistä, kutsutaan With Additional Measures (WAM) -skenaarioksi. (KTM, 2004b, 5)

Taulukko 5.

NO_x-päästöt Suomessa vuonna 2010 viidessä eri päästöskenaariossa. Päästöjen yksikkö on tuhat tonnia typpidioksidia.

Skenaario	Liikenne ja työ-koneet ^a	Energian-tuotanto ^b		Teollisuus-prosessit ^b	Yhteensä	Päästö-katon ylitys
		Kivihiili	Muut			
2003 toteutunut	113	31	50	25	218	28,5 %
2010 WM ^c	71	21	51	28	171	0,4 %
2010 WAM ^d	71	17	50	28	166	- 2,3 %
2010 WAM 6000 h/a ^e	71	27	50	28	176	3,6 %
2010 WAM 7000 h/a ^f	71	32	50	28	181	6,5 %
2010 WAM 7000 h/a SCR ^g	71	22	50	28	171	0,6 %

a. Liikenteen ja työkonoiden päästöt vuonna 2010 perustuvat VTT:n LIPASTO ja TYKO-laskentamallien tuottamiin ennusteisiin.

b. Energiantuotannon ja teollisuusprosessien päästöt perustuvat Karvosenojan ja Hildénin (2004) laskelmiin.

c. Inkoon voimalaitoksessa 2 kattilaa käytössä. Hiililauhdelaiteiden käyttötunnit 3800 h/a.

d. Inkoon voimalaitoksessa 1 kattila käytössä. Hiililauhdelaiteiden käyttötunnit 2900 h/a.

e. Inkoon voimalaitoksessa 3 kattilaa käytössä. Hiililauhdelaiteiden käyttötunnit 6000 h/a.

f. Inkoon voimalaitoksessa 4 kattilaa käytössä. Hiililauhdelaiteiden käyttötunnit 7000 h/a.

g. Inkoon voimalaitoksessa 4 kattilaa käytössä. Hiililauhdelaiteiden käyttötunnit 7000 h/a. Hiililauhdelaiteet varustettu katalyyttisellä typenoksidien vähennyslaitteistolla (SCR), mikä vähentää typenoksidipäästöjä noin 10 kilotonnia vuodessa verrattuna tilanteeseen, jossa savukaasuja ei puhdisteta.

Taulukosta 5 nähdään, että mikäli vuoden 2003 kaltainen tilanne pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla toistuu eikä energiantuotannon päästösäätelyä Suomessa lähivuosina kiristetä niin päästökattodirektiivin Suomelle määrittelemä typenoksidikatto saattaa ylittyä.

4 Energiantuotannon typenoksidipäästöjen tekniset vähentämismahdollisuudet

Energiantuotannossa syntyy, käytetystä polttoaineesta riippuen, vaihtelevia määriä rikkidioksidia, typpimonoksidia ja –dioksidia, hiukkaspäästöjä sekä hiilidioksidia. Palamisvaiheessa syntyvät hiili- ja rikkidioksidimäärät ovat riippuvia ainoastaan polttoaineen ominaisuuksista. Typen oksidien ja hiukkasten määrään vaikuttavat sitä vastoin myös muut tekijät, kuten polttotekniikka ja palamisolosuhteet (YM, 1998, 63-65). Typenoksidipäästöjä voidaan siten rajoittaa sekä primäärisin eli polttoteknisin että sekundäärisin eli savukaasujen puhdistukseen perustuvain keinoin.

4.1

Primääriset keinot

Polttoaineen sisältämän typen ohella palamisolosuhteilla, erityisesti lämpötilalla, on huomattava vaikutus palamisen yhteydessä syntyviin typenoksidipäästöihin. Mitä korkeammassa lämpötilassa palaminen tapahtuu sitä suurempi osa sekä polttoaineen että palamisilman sisältämästä tpeestä hapettuu. Aiemmin kattiloiden ja kaasuturbiinien suunnittelussa tähdättiin siihen, että palaminen olisi mahdollisimman täydellistä (YM, 1990, 31). Tämä johti siihen, että palamislämpötilat olivat korkeita ja typenoksidipäästöt suuret. Nykyään typenoksidien muodostuminen muiden ilmaan johdettavien epäpuhtauksien ohella pyritään ottamaan huomioon polttolaitosten suunnittelussa. Polttoprosessin optimointi typenoksidin vähentämiseksi saattaa kuitenkin kasvattaa muiden ilmaan johdettavien epäpuhtauksien päästöjä (YM, 1995, 14).

Polttotekniset keinot typenoksidipäästöjen vähentämiseen perustuvat joko palamislämpötilan alentamiseen tai pelkistävien olosuhteiden aikaansaamiseen tulipesässä tai polttimessa. Näiden avulla typenoksidipäästöjä voidaan tyypillisesti vähentää joitain kymmeniä prosentteja. Esimerkiksi savukaasujen kierrätyksellä maakaasun ja kevyen polttoöljyn poltossa on saavutettu noin 40 prosentin typenoksidipäästöjen vähenemä (Komppula ym., 1995, 37).

Polttotekniset mahdollisuudet energiantuotannosta syntyvien typenoksidipäästöjen vähentämiseksi on jo suurelta osin hyödynnetty Suomessa, ainakin suurempien laitosyksiköiden osalta (YM, 1998, 75). Tästä seuraa, että mikäli nykyisten toiminnassa olevien energiantuotantolaitosten typenoksidipäästöjä halutaan oleellisesti vähentää, on otettava käyttöön sekundäärisiä typenpoistomenetelmiä.

Sekundääriset keinot

Savukaasujen sisältämän rikin puhdistamiseksi on olemassa useita varteenotettavia menetelmiä. Savukaasujen sisältämän typen poistamiseksi ei sitä vastoin ole kuin yksi varteenotettava menetelmä, selektiivinen katalyyttinen pelkistys (Selective Catalytic Reduction). SCR-menetelmä perustuu typenoksidien pelkistämiseen ammoniakkin ja katalyytin avulla. Selektiivisyys tarkoittaa sitä, että vaikutukset prosessissa kohdistuvat vain typenoksideihin mikä tarkoittaa sitä, että sivureaktioita ei tapahdu. Täysin selektiivinen prosessi ei kuitenkaan ole, sillä SO₂ voi hapettua SO₃:ksi, joka reagoi edelleen ammoniakkin kanssa muodostaen haitallisia ammoniumsulfaattiyhdistelmiä (YM, 1998, 70 ja 75).

SCR-menetelmän erotusaste riippuu käytetystä katalyytistä, pelkistimen määrästä sekä reaktiolämpötilasta. Tyypillinen NO_x-päästöjen vähenemä on 50-70 prosenttia, parhaimmillaan jopa 90 prosenttia. (Komppula ym., 1995, 37).

Eniten SCR-laitteistoja on käytössä Saksassa, jossa niitä on lähes jokaisessa suuressa hiilivoimalaitoksessa (YM, 1995, 58). Suomessa SCR-laitteistolla varustettuja voimalaitoskattiloita on ainoastaan yksi: Meri-Porissa sijaitseva, vuonna 1993 valmistunut kivihiililauhdelaite. Taulukon 4 viimeisestä sarakkeesta käy ilmi, että SCR-puhdistuslaitteistolla varustettu Meri-Porin polttoaineen sisältämää energiaa kohden lasketut ominaispäästöt ovat noin kaksi kolmasosaa pienemmät kuin muiden hiililauhdelaiteiden ominaispäästöt.

Suomessa on kokeiltu myös typen oksidien selektiivistä ei-katalyyttistä vähentämismenetelmää (Selective Non-Catalytic Reduction), mutta se ei ole jatkuvassa käytössä yhdessäkään voimalaitoksessa tällä hetkellä (KTM, 2004a, 20).

Toiminnanharjoittajat ovat arvioineet, että Suomessa käytössä olevien kiinteää polttoainetta käyttävien yli 500 MWpa laitosten varustaminen katalyyttisillä typenpelkistyslaitteistoilla maksaisi noin 13 miljoonaa euroa laitosta kohden. Tilanpuute ja joissain tapauksissa esimerkiksi savukaasupuhaltimien uusimistarve johtaa 1,5 – 3 kertaa suurempiin investointikustannuksiin kuin uusissa laitoksissa. 13 miljoonan euron laitoskohtaisilla investointikustannuksilla typenoksidipäästöjen vähentämiskustannus, käyttökustannukset mukaan lukien, on 2,6 – 6 euroa per vähennetty typpidioksidikilo, vuotuisten käyttöaikojen vaihdellessa 2 000 ja 6 000 tunnin välillä. (Valtioneuvosto, 2004, 11)

Ruotsin ympäristövirasto on arvioinut, että typenoksidipäästöjen pelkistäminen SCR-tekniikalla maksaa 5,6 – 13,3 euroa kiloa kohden (Naturvårdsverket, 2003, 48). Arvio on edellistä arviota suurempi todennäköisesti siksi, että arvioon sisältyy myös pienempiä laitoksia, joiden kokonaispäästöt ovat pienemmät ja vähennyskustannukset päästöyksikköä kohden siten suuremmat.

Päästöjen laitoskohtainen tarkkailu ja päästö määrän määrittäminen

Päästöjen tarkkailulla tarkoitetaan ulkoilmaan johdettavien epäpuhtauksien laadun, määrän ja ajallisen vaihtelun selvittämistä. Päästöjä voidaan mitata jatkuvasti, määrajoin tai vain tarvittaessa.

Jatkuvassa päästömittauksessa mittalaite on asennettu kiinteästi savukanavaan tai sen ulkopuolelle ja pitoisuuden rekisteröinti tapahtuu jatkuvasti. Ympäristöministeriön arvion mukaan kiinteästi asennettavan rikki-, typpi- ja hiukkaspäästöjä mittaavan laitteiston investointikustannus on noin 100 000 euroa. Suomessa kaikilta polttoaineteholtaan yli 100 MW laitoksilta on 27.11.2004 lähtien edellytetty typenoksidipäästöjen jatkuvaa pitoisuusmittausta. Vaatimus perustuu LCP-asetukseen, jota käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa. Päästömäärä lasketaan kertomalla pitoisuusmittauksen tulos savukaasumäärällä, joka voidaan mitata tai saada prosessitiedoista.

Valtaosassa 50-100 MW_{pa} laitoksista päästöjen määrittäminen tapahtuu edelleen kertamittausten, päästökertoimien sekä polttoaineenkäyttötietojen perusteella.

Luvanvaraisilta laitoksilta edellytetään ympäristöluvan myöntämisen yhteydessä suunnitelman laatimista siitä, miten päästöraja-arvojen toteutumista seurataan sekä miten päästöt lasketaan ja raportoidaan ympäristöhallinnolle. Suuremmat laitokset raportoivat nykyään päästönsä sähköisesti TYVI-palvelun kautta kuukausittain ympäristöhallinnon valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä VAHTIIN.

5 Energiantuotannon typenoksidipäästöjen nykysäntely

Energiantuotannosta syntyvien typenoksidipäästöjen sääntely perustuu nykyisellään hallinnolliseen ohjaukseen, jota toteutetaan ympäristölupamenettelyn avulla. Ympäristölupa vaaditaan lämpö- ja sähköntuotantolaitoksilta, joiden polttoaineteho on yli 5 MW tai polttoaineiden käyttö vähintään 54 TJ vuodessa. Näiden laitosten typenoksidipäästöjä rajoitetaan määräämällä lupapäätöksessä suurin sallittu typenoksidipitoisuus, määritettynä polttoaineen sisältämää energiayksikköä kohden (mg/MJ) tai normaalikuutiometriä savukaasua kohden (mg/m³).

Teholtaan yli 50 MWpa polttolaitosten ja kaasuturbiinien päästöraja-arvot määräytyvät 9.12.2002 voimaan tulleen LCP-asetuksen (Large Combustion Plant) perusteella. LCP-asetuksella (1017/2002) pannaan toimeen tiettyjen suurista polttolaitoksista ilmaan joutuvien epäpuhtauspäästöjen (NO_x, SO₂ ja hiukkaset) rajoittamisesta annetun LCP-direktiivin (2001/80/EY) velvoitteet sekä kootaan yhteen ja uudistetaan kansallisessa lainsäädännössä aiemmin erillisinä valtioneuvoston päätöksinä annetut näitä laitoksia koskevat päästöraja-arvot. LCP-asetusta sovelletaan ainoastaan energiantuotantolaitoksiin. Näin ollen se ei kosketa soodakattiloista ja muista teollisuusprosesseista peräisin olevia typenoksidipäästöjä.

LCP-asetuksessa säädetään uusille, asetuksen voimaantulon jälkeen toimintansa aloittaville polttolaitoksille nykyistä tiukemmat päästöraja-arvot, jotka ilmastaan pitoisuuksina. Olemassa olevien laitosten päästöraja-arvoissa ei tapahdu muutoksia ennen vuotta 2008. Siihen asti päästöraja-arvot perustuvat vuodelta 1991 peräisin olevaan valtioneuvoston päätökseen typenoksidipäästöjen rajoittamisesta (527/1991). Vanhojen (ennen 9.12.2002 aloittaneiden) laitosten päästöraja-arvoja tiukennetaan joltain osin vuoden 2008 alussa. Näiden laitosten päästöraja-arvot tulevat kuitenkin jatkossakin olemaan löyhemmät kuin asetuksen voimaantulon jälkeen toimintansa aloittaneiden laitosten.

Vuoden 2016 alusta lähtien LCP-asetus kiristää huomattavasti suurten, yli 500 MWpa:n, kiinteitä polttoaineita käyttävien laitosten typenoksidipäästöjen raja-arvoja. Kriteerit täyttäviä laitoksia on Suomessa yhdeksän kappaletta, jotka kaikki käyttävät kivihiihtä pääpolttoaineenaan (taulukko 4, sivulla 16). Meri-Pori on laitoksista usuin ja se on jo varustettu katalyyttisellä typenpelkistyslaitteistolla. Jotta LCP-asetuksessa annettu normaalikuutiometriä savukaasua kohden annettu typpidioksidipitoisuus (200 mg NO₂ per m³(n)) alitettaisiin, myös loput kahdeksan laitosta on varustettava katalyyttisellä typenoksidien pelkistyslaitteistolla.

Nämä kahdeksan laitosta saattavat kuitenkin LCP-asetuksen osalta välttyä puhdistuslaitteistojen asentamiselta, sillä asetuksen puitteissa on mahdollista, että toimintalupansa ennen 1.7.1987 saaneiden laitosten ei tarvitse noudattaa asetuksen määrittelemiä päästöraja-arvoja, jos laitosten päästöjä rajoitetaan erikseen laadittavalla suunnitelmalla.

Käytännössä suunnitelma toimii päästökuplan tavoin siten, että suunnitelmasa mukana olevat 80 laitosta vastaavat yhteisesti päästönvähennysveloitteen saavuttamisesta. Päästönvähennyskuplan suuruus on määritelty arvioimalla, paljonko kyseisistä laitoksista aiheutuisi päästöjä jos ne noudattaisivat LCP-asetuksen päästöraja-arvoja. Vuonna 2003 suunnitelmaan sisältyvien laitosten yhteenlasketut typenoksidipäästöt olivat 42,3 kilotonnia (Valtioneuvosto, 2004, 2). Vuodesta 2008 lähtien noudatettava päästökupla on suuruudeltaan 34,2 kilotonnia vuodessa. Vuoden 2016 alusta päästökupla pienenee 29,8 kilotonniin vuodessa.

Euroopan komissio ei hyväksynyt alkuperäistä valtioneuvoston marraskuussa 2003 hyväksymää vanhojen laitosten päästöjen vähennyssuunnitelmaa, sillä rikki-dioksidi- ja hiukkaspäästöt eivät sisältyneet siihen. Täydennetty suunnitelma on toimitettu komission arvioitavaksi marraskuussa 2004.

6 Energiantuotannon typenoksidipäästöjen verotusvaihtoehdot

6.1

Veron kohde ja peruste

Luvussa 4 tarkastelluista neljästä sektorista energiantuotanto tulisi ensi sijassa kyseeseen veron kohteena. Energiasektori on nykyisillä noin 80 kilotonnin vuotuisilla typenoksidipäästöillään suurin päästöjen aiheuttaja (37 prosenttia Suomen kokonaispäästöistä vuonna 2003) ja vuoteen 2010 mennessä osuuden arvioidaan kasvavan lähemmäs puoleen liikenteen ja työkoneiden typenoksidipäästöjen laskun jatkuessa katalyysaattoritekniikan yleistymisen ja polttomoottoritekniikan kehittymisen myötä. Laajemmassa vaihtoehdossa veron kohteeksi tulisivat myös prosessiperäiset typenoksidipäästöt, joissa on tapahtunut lievää kasvua, 20 kilotonnista 25 kilotonniin, edellisen kymmenen vuoden aikana.

Veron peruste olisi ilmaan johdettu typenoksidikilo. Veron määrääminen edellyttäisi todennäköisesti jatkuvatoimista mittausta kaikilta veronalaisilta laitoksilta. Luvussa 4.3 todettiin, että kansallinen lainsäädäntö on 27.11.2004 lähtien edellyttänyt jatkuvatoimista päästömittausta yli 100 MW_{pa} laitoksilta. Mikäli verovelvollisuuden alaraja laskettaisiin alle 100 MW_{pa}, on mahdollista, että myös pienemmiltä pitäisi vaatia jatkuvatoimista päästömittausta.

Päästöjen määrittäminen pienissä laitoksissa voisi vaihtoehtoisesti perustua käytettyä energiayksikköä kohden määriteltyn pästökertoimeen. Ruotsin typenoksidimaksujärjestelmässä toiminnanharjoittajia kannustetaan investoimaan jatkuvatoimisen mittauksen päästökertoimilla, jotka yliarvioivat todellisia päästöjä (Naturvårdsverket, 2005).

6.2

Verovelvolliset

Ilmaan johdetun typenoksidikilon ympäristövaikutukset ovat samat riippumatta siitä, onko se peräisin pienestä vai suuresta laitoksesta. Tästä huolimatta pienet saastuttajat on hallinnollisista syistä tarkoituksenmukaista vapauttaa verosta.

Jos vero koskisi ainoastaan energiantuotantolaitoksia, verovelvollisuuden alaraja voitaisiin määrittellä laitoksen polttoainetehon mukaan. Luvussa 4.2 osoitettiin, että valtaosa energiantuotannon päästöistä on peräisin suurista polttolaitoksista. Vuoden 2003 päästöillä verovelvollisuuden alarajan asettaminen 100 MW_{pa}:n kattaisi 80 % luvanvaraisten laitosten päästöistä, 68 % energiantuotannon kokonaispäästöistä ja 25 % Suomen kokonaispäästöistä. 100 MW_{pa} alarajalla verovelvollisia laitoksia olisi yhteensä 110, kokonaisuudessaan ollessa 1228 (kuviot 4, sivulla 16).

Veropohjan laajentaminen koskemaan myös prosessiperäisiä päästöjä kasvattaisi veron kattavuutta typenoksidien kokonaispäästöistä noin kymmenellä prosenttiyksiköllä. Polttoainetehon määrittely monelle prosessiteollisuuden päästölähteelle ei kuitenkaan ole mahdollista, minkä vuoksi verovelvollisuuden alarajan pitäisi pe-

rustua johonkin muuhun kriteeriin, esimerkiksi vuotuisiin kokonaispäästöihin tai prosessiteollisuuden sisäiseen toimialakohtaiseen rajaukseen.

6.3

Veron suuruus ja verokertymä

Mikäli veron tarkoituksena on vähentää päästöjä, on sen oltava suurusluokaltaan sellainen, että sillä on vaikutusta typenoksidipäästäjien käyttäytymiseen. Sekundäärisiä typenoksidipäästöjen vähentämiskeinoja käsitelleessä luvussa 4.2 todettiin, että typpidioksidikiloa kohden laskettu vähentämiskustannus on suurusluokaltaan muutama euro. Tämän perusteella tarkasteltaviksi veron tasoiksi on valittu 2 ja 5 euroa. Verokertymät näillä kahdella typenoksidiveron tasolla on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6.

Laitosten lukumäärä, veropohja ja verokertymä energiantuotantolaitoksilta perittävällä typenoksidiverolla kolmella eri polttoainetehon alarajalla. Laskelmat perustuvat vuoden 2003 laitoskohtaisiin päästöihin. Päästötiedot ovat samat kuin kuviossa 4.

Veron taso	Laitosten lukumäärä			Veropohja (kilotonnia NO ₂)			Verokertymä (miljoonaa euroa)		
	100 MW _{pa}	50 MW _{pa}	15 MW _{pa}	100 MW _{pa}	50 MW _{pa}	15 MW _{pa}	100 MW _{pa}	50 MW _{pa}	15 MW _{pa}
2 euroa / kg NO ₂	110	179	391	54,5	59,6	64,3	109	119	129
5 euroa / kg NO ₂	110	179	391	54,5	59,6	64,3	273	298	322

Vuonna 2003 ympäristöön liittyvien verojen ja maksujen tuotto oli Suomessa 4 657 miljoonaa euroa (Tilastokeskus, 2004, 9). Noin 80 prosenttia tuotosta syntyi ajoneuvoperusteisista maksuista ja liikennepolttoaineiden veroista (KTM, 2004, 48). Kokonaisverokertymän perusteella voidaan päätellä, että energiantuotantolaitoksilta perittävän typenoksidiveron tuotto olisi suuruudeltaan 2 - 7 prosenttia ympäristöverojen ja -maksujen kokonaiskertymästä Suomessa.

6.4

Ympäristövaikutukset

Typenoksidivero, joka olisi vähintään kahden euron suuruinen, kannustaisi ainakin suurimpia typenoksidipäästäjiä investoimaan sekundäärisiin typen pelkistysmenetelmiin. Jos kaikki Suomen kuusi suurta hiililauhdelaitosta, joista sekundäärinen typenpuhdistus vielä puuttuu, investoisivat veron seurauksena SCR-tekniikkaan, typenoksidien kokonaispäästöt vähenisivät noin 10 kilotonnia laitosten käydessä 7 000 tuntia vuodessa. Pelkästään jo tämä vaikutus takaisi aivan ilmeisesti päästökattodirektiivin Suomelle määrittelemän 170 kilotonnin rajan alittamisen vuoteen 2010 mennessä.

Luvussa 3 tarkasteltiin typenoksidipäästöjen kehitystä sekä Suomen päästönvähennysveloitteiden toteutumista. Tarkastelun tuloksena päädyttiin siihen, että sähkön kysynnästä ja muun kuin lauhdevoimalla tuotetun sähkön tarjonnasta riippuen Suomen 170 kilotonnin päästökatto saattaa ylittyä lähemmäs seitsemällä prosentilla, ellei energiantuotannon typenoksidipäästöjen sääntelyä kiristetä nykyisestä. Johtopäätös eroaa jossain määrin vuonna 2002 Suomen ilmansuojeluohjelman valmistelleen työryhmän arviosta, jonka mukaan jo toteutetut ja toteutettavaksi päätetyt ilmansuojelua edistävät toimet riittävät päästökattodirektiivin veloitteiden täyttämiseksi.

Verolla aikaansaattava 10 kilotonnin typenoksidipäästöjen vähenemä vaikuttaisi Suomessa ensisijaisesti päästökattodirektiivin puitteissa sovittujen päästökattojen toteutumiseen. Välittömät ympäristövaikutukset jäisivät vähäisiksi, sillä 84 prosenttia Suomeen kohdistuvasta typpilaskeumasta on peräisin Suomen rajojen ulkopuolelta (taulukko 1 sivulla 9).

Luvussa 2.1 esitettiin, että ympäristön tila tulee happamoitumisen ja rehevöitymisen osalta paranemaan Suomessa merkittävästi vuoteen 2010 mennessä, jos päästökattodirektiivin määrittelemät kansalliset päästökatot alitetaan. Nykykehityksen valossa vaikuttaa kuitenkin siltä, että suurista jäsenvaltioista ainakaan Espanja ja Italia eivät nykyisellä päästöjen vähenemisvauhdilla tule saavuttamaan velvoitteitaan annettuun määräaikaan mennessä (liite 1).

Riippumatta siitä, saavutetaanko päästökatot vuoteen 2010 mennessä, Suomen intressissä on edelleen vähentää kaukokulkeutumisen aiheuttamaa rikki- ja typpi-kuormitusta huonosti happamoitumista sietävän maaperänsä ja vesistöjensä osalta myös rehevöitymisen takia. Käytännössä tämä tarkoittaisi alempia päästökattoja kaikille jäsenvaltioille, Suomi mukaan lukien. Näihin pääsemiseen edellyttää kansallisen sääntelyn kiristämistä, ellei päästöjen rajoittamista toteuteta yhteisötasolla esimerkiksi laajentamalla vuoden 2005 tammikuussa käynnistynyt hiilidioksidikauppa koskemaan myös rikki- ja typenoksidipäästöjä.

6.5

Taloudelliset vaikutukset

Taulukosta 6 käy ilmi, että jos vero kohdistetaan yli 100 MW:n polttolaitoksiin, verokertymä vaihtelee välillä 109 miljoonaa euroa (2 euroa per kg NO_x) ja 273 miljoonaa euroa (5 euroa per kg NO_x). Veron kohteena olevia laitoksia olisi tässä tapauksessa 110. Käytännössä suurimmat laitokset maksaisivat valtaosan verokertymästä. Tässä yhteydessä on muistettava, että laskelmien perustana on käytetty vuoden 2003 päästöjä, jotka olivat poikkeuksellisen korkeat.

Energiantuotantolaitoksilta perittävä typenoksidivero nostaisi todennäköisesti sähkön kuluttajahintaa. Typenoksidivero nostaisi energiantuotannon muuttuvia kustannuksia. Hintavaikutuksia voidaan arvioida monella tavalla ja ne riippuvat voimakkaasti niiden yhteydessä tehtävistä oletuksista. Periaatteessa kyse on samantyyppisestä vaikutuksesta kuin hiilidioksidin päästökaupassa. Veron vaikutuksia sähkön hintaan tulisi kuitenkin selvittää erikseen.

6.6

Hallinnolliset vaikutukset

Typenoksidipäästöjen rajoittaminen vero-ohjauksella olisi olemassa olevaa ympäristölupamenettelyyn perustuvaa hallinnollista ohjausta täydentävä väline. Vero-ohjauksen keinoin päästöt vähenevät kustannustehokkaammin kuin päästöraja-arvojen kiristämisen kautta. Tästä syystä vero-ohjausta on syytä priorisoida hallinnollisen sääntelyn edelle pohdittaessa vaihtoehtoisia säätelyn kiristämiskeinoja. Kustannustehokkuus voisi ilmetä esimerkiksi siten, että Inkoon neljästä hiililauhdelaitoksesta käytettäisiin pääasiassa vain kahta ja näihin kahteen laitokseen asennettaisiin savukaasujen puhdistuslaitteistot.

Ympäristöpolitiikan kustannustehokkuutta voitaisiin laajemminkin lisätä, jos nykyinen typenoksidipäästöjen hallinnollinen sääntely korvattaisiin vero-ohjauksella. Käytännössä tämä ei kuitenkaan ole mahdollista sillä nykyiset hallinnolliset ohjauskeinot, muun muassa LCP-asetus, ovat osa Euroopan unionin ympäristöpolitiikkaa, jota yksi jäsenmaa ei yksipuolisesti voi muuttaa. Typenoksidien alueellisista vaikutuksista johtuen hallinnollisesta ohjauksesta voitaisiin tuskin kokonaan luopua vaik-

ka typenoksidit sisällytettäisiin EU:n päästökauppajärjestelmään tai niille asetettaisiin vero EU-tasolla. Todennäköistä onkin, että typenoksidipäästöjen kontrolloimisessa käytetään vastaisuudessakin hallinnollisten ja taloudellisten ohjauskeinojen yhdistelmää.

6.7

Kansainväliset kytkennät

Ruotsissa on vuodesta 1992 lähtien ollut käytössä typenoksidimaksu, jonka tuotto palautetaan verovelvollisille tuotetun energiamäärän suhteessa. Vähäpäästöiset laitokset saavat siten ympäristötukea runsaspäästöisten laitosten kustannuksella, mikä ohjaa primääristen ja sekundääristen typenoksidipäästöjen vähentämiskeinojen käyttöön tuotannossa.

Maksun suuruus on 40 kruunua per ilmaan johdettu typpidioksidikilo (noin 4,5 euroa nykyisellä valuuttakurssilla) ja se koskee sähkön- ja lämmöntuotantolaitoksia, joiden tuottama energiamäärä on vähintään 25 GWh vuodessa. Vuonna 2003 maksun piiriin kuului 414 laitosta, joiden typenoksidipäästöt olivat yhteensä 15,8 kilotonnia. Järjestelmä kattaa siten noin 5 prosenttia Ruotsin typenoksidien kokonaispäästöistä. Vuonna 2003 maksun tuotto oli 633 miljoonaa kruuna, josta 568 miljoonaa kruunua palautettiin toiminnanharjoittajille suhteessa tuotettuihin energiamääriin (9,45 kruunua per MWh). (Naturvårdsverket, 2005).

Ruotsissa on käytössä vastaavanlainen päästöraja-arvoihin perustuva lupaohjaus kuin Suomessa. Vero-ohjaus on lupaohjausta täydentävä ohjauskeino ja sen väitetään vähentäneen verovelvollisten laitosten päästöjä kustannustehokkaasti noin 50 prosentilla sitten 1980-luvun lopun, jolloin veron käyttöönotosta päätettiin (Naturvårdsverket, 2005). Vuoden 2004 heinäkuussa julkaisemassaan ekologista verouudistusta käsittelevässä raportissa Ruotsin ympäristövirasto ehdottaa, että typenoksidiveron tasoa korotettaisiin 40 kruunusta 50 kruunuun ja että veropohjaa laajennettaisiin kattamaan myös prosessiperäiset typenoksidipäästöt (Naturvårdsverket, 2004).

7 Johtopäätökset

Käsillä olevan selvityksen johtopäätös on, että osana ekologista verouudistusta energiantuotannosta aiheutuvien typenoksidipäästöjen verottaminen on varteenotettava vaihtoehto. Ympäristöpoliittisesti veroa voidaan perustella sillä, että nykyinen päästöraja-arvoihin perustuva sääntely ei riittävässä määrin rajoita energiantuotannon typenoksidipäästöjä, jotta vuodelle 2010 määritelty typenoksidikatto alitettaisiin. Näköpiirissä olevat päästöraja-arvojen tiukennukset olemassa olevien suurten hiililauhdelaistosten astuvat voimaan vasta vuonna 2016 ja tämänkin jälkeen kyseiset laitokset saattavat jatkaa toimintaansa entiseen tapaan ilman savukaasujen puhdistuslaitteistoja, jos näitä laitoksia koskeva päästöjen vähennyssuunnitelma hyväksytään Euroopan komissiossa. Saattaa myös olla, että 170 kilotonnin päästökaton alittaminen ei riitä, jos kansallisia päästökattoja alennetaan kun päästökattodirektiiviä seuraavan kerran tarkistetaan ja saatetaan ajan tasalle vuonna 2006.

Näin ollen vaikuttaa siltä, että energiantuotannon typenoksidipäästöjen sääntelyn kiristäminen ympäristölupamenettelyn ja yhteisölainsäädäntöön perustuvien päästöraja-arvojen kautta ei ole mahdollista. Uusien ohjauskeinojen tarve on siten ilmeinen. Vaihtoehtoisista sääntelyn kiristämistä vaihtoehdoista typenoksidivero on hallinnollisia ohjauskeinoja kustannustehokkaampi ja myös toiminnanharjoittajien kannalta joustavampi, jättäen päätöksen puhdistuslaitteinvestoinneista laitostasolle.

Ohjausvaikutuksen aikaansaamiseksi typenoksidiveron pitäisi olla suuruudeltaan vähintään 2 euroa per ilmaan johdettu typenoksidikilo. Veron tuotto tällä veron vähimmäistasolla olisi 109-129 miljoonaa euroa veropohjan laajuudesta riippuen. Tuoton jättäminen valtiolle, palauttamatta sitä toiminnanharjoittajille kuten Ruotsin mallissa, loisi edellytyksiä työn verotuksen keventämiselle.

Keskeisiä jatkoselvitysten aiheita ovat ehdotetun veron kokonaistaloudelliset vaikutukset sekä mahdollisuudet laajentaa veropohja kattamaan myös prosessiperäiset typenoksidipäästöt. Sekä energiantuotannon että teollisuusprosessien päästöt sisältävä veropohja kattaisi arviolta puolet Suomen aiheuttamista typenoksidipäästöistä vuonna 2010. Veropohjan koostuessa ainoastaan energiantuotantolaitoksista veron kattavuus olisi noin kolmannes Suomen kokonaispäästöistä vuonna 2010.

LÄHDELUETTELO

- Adato Energia. 2005. Sähkön tuotanto ja ulkomaankauppa. URL: <http://www.energia.fi/page.asp?Section=2700>. Viitattu 18.01.2005.
- EU. 2001. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/81/EY tiettyjen ilman epäpuhtauksien kansallisista päästörajoista. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti nro L 309, 27.11.2001, sivut 22-30.
- EU. 2003. Euroopan unionin virallinen lehti L 236, 23.9.2003, sivu 705.
- Hanley, Nick; Shogren, Jason F.; White, Ben. 2001. Introduction to Environmental Economics. Oxford University Press, Oxford. 350 sivua.
- Ilmatieteen laitos. 2004. Ilman epäpuhtaudet ja ilmanlaatu. URL: http://www.fmi.fi/tutkimus_ilmakeha/ilmakeha_3.html. Viitattu 16.12.2004.
- Karvosenoja, Niko, Hildén, Mika. 2004. Päästöoikeuksien kaupan vaikutus ilmansuojeluun - herkkyyssanalyysi. Suomen ympäristökeskus, tutkimusosasto. 5 sivua.
- Klein, Heiko; Wind, Peter; van Loon, Maarten. 2004. Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O₃) and PM – Finland. EMEP MSC-W Data Note 1/2004. URL: http://www.emep.int/reports/2004/Country_Reports/report_FI.pdf. Viitattu 31.1.2005. 20 sivua.
- Komppula, Jarmo; Lahtinen, Tarja. 1995. Pienten ja kesisuurten energiantuotantolaitosten ilmansuojelu. Ympäristöministeriön muistio 1/1995. Edita, Helsinki. 102 sivua.
- Koulu, Markku (toim.); Tuomisto, Jouko (toim.). 2001. Farmakologia ja toksikologia. Medicina, Kuopio. 1184 sivua.
- KTM. 2004a. Kivihiilen käytön hallittu rajoittaminen sähkön ja lämmön tuotannossa - Toimikunnan mietintö. KTM Julkaisuja 32/2004. Edita, Helsinki. 106 sivua.
- KTM. 2004b. Jakosuunnitelmaesityksen liite 1 – Suomen kasvihuonekaasujen kehitys vuoteen 2002 ja vuosille 2005-2007 jaettavaksi aiottujen päästöoikeuksien laskentamenetelmä. URL: http://www.ktm.fi/chapter_files/Myontamisaatoksen_liite1.pdf. Viitattu 17.1.2005. 61 sivua.
- Mäkelä, Kari; Laurikko, Juhani; Kanner, Heikki. 2004. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt - LIISA 2003 laskentajärjestelmä. VTT-tutkimusraportti RTE 2814/04. URL: <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/liisa/liisa2003raportti.pdf>. Viitattu 30.12.2004. 50 sivua.
- Mäkelä, Kari; Tuominen, Anu; Pääkkönen, Esa. 2003. Suomen liikenteen päästöjen laskentajärjestelmä LIPASTO 2002. VTT-tutkimusraportti RTE 1378/03. URL: <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/lipasto2002raportti.pdf>. 30.12.2004. 35 sivua.
- Mäkelä, Kari; Tuominen, Anu; Rusila, Katja. 2000. TYKO 1999 - Työkoneiden päästömalli. VTT-tutkimusraportti 546/2000. URL: http://lipasto.vtt.fi/tyko/tyko1999raportti_b.pdf. 30.12.2004. 50 sivua.
- Naturvårdsverket. 2003. Kväveoxidavgiften - ett effektivt styrmedel. Naturvårdsverkets rapport 5335. 78 sivua.
- Naturvårdsverket. 2004. Fortsatt grön skatteväxling – förslag till utformning. Naturvårdsverkets rapport 5390. 119 sivua.
- Naturvårdsverket. 2005. Kväveoxidavgiften. URL: <http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/teknik/energipr/nox.html>. Viitattu 24.02.2005.
- SYKE. 2004a. Päästötietojen tuottamismenetelmät - Energiantuotanto. 103 sivua. URL: <http://www.energia.fi/attachment.asp?Section=507&Item=10307>. Viitattu 13.12.2004.
- SYKE. 2004b. Ympäristön tila > Happamoituminen. URL: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=101&lan=fi>. Viitattu 10.12.2004.
- SYKE. 2004c. Ympäristön tila > Happamoituminen > Vesistöjen happamoituminen. URL: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=665&lan=fi>. Viitattu 15.12.2004.
- SYKE. 2004d. Ympäristön tila > Happamoituminen > Kriittinen kuormitus. URL: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=670&lan=fi>. Viitattu 5.1.2005.
- SYKE. 2004e. Ympäristön tila > Rehevöityminen. URL: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=86535&lan=fi>. Viitattu 16.12.2004.
- SYKE. 2004f. Ympäristön tila > Rehevöityminen > Rehevöittävä kuormitus. URL: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1823&lan=fi>. Viitattu 16.12.2004.
- SYKE. 2004g. Tiedotteet 2004 > Pienhiukkaset ilmansuojelun uutena haasteena. URL: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=106541&lan=fi>. Viitattu 17.12.2004.
- SYKE. 2004h. Ympäristön tila > Happamoituminen > Happamoittavat päästöt ilmaan. URL: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=667&lan=fi>. Viitattu 27.12.2004.
- Tilastokeskus. 2004. Energiatilasto 2003. Yliopistopaino, Helsinki. 149 sivua.
- Tilastokeskus. 2004. Luonnonvarat ja ympäristö 2004. Hakapaino Oy, Helsinki. 83 sivua.
- Valtioneuvosto. 2004. Valtioneuvoston päätös olemassa olevien suurten polttolaitosten rikkidioksi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen rajoittamista koskevasta suunnitelmasta (1017/2002). 14 sivua.
- WHO. 2003. Health Aspects of Air pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. URL: <http://www.euro.who.int/document/e79097.pdf>. Viitattu 16.12.2004. 94 sivua.
- VM. 2004. Kestävä kehitys ja ekologinen verouudistus. 139 sivua.
- VTT. 2003a. Liisa 2003 laskentajärjestelmä - typpioksiduuli (N₂O). URL: <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/liisa/n2os.htm>. Viitattu 13.12.2004.
- VTT. 2003b. Liisa 2003 laskentajärjestelmä - Typen oksidit (NO_x). URL: <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/liisa/noxs.htm>. Viitattu 17.12.2004.
- YM. 1990. Typenoksiditoimikunnan mietintö. Valtion painatuskeskus, Helsinki. 211 sivua.
- YM. 1995. Energiantuotannon typenoksidipäästöjen vähentäminen. Selvitys 4/1995. Painatuskeskus, Helsinki. 182 sivua.

- YM. 1998. Happamoitumistoimikunnan mietintö. Suomen ympäristö 219. Edita, Helsinki. 182 sivua.
- YM. 2002. Ilmansuojeluohjelma 2010 - Valtioneuvoston 26.9.2002 hyväksymä ohjelma direktiivin (2001/81/EY) toimeenpanemiseksi. Suomen ympäristö 588. Edita, Helsinki. 38 sivua.
- YTV. 2000. Liikenteen jäljet - Tietoa liikenteen ilmanlaatu- ja meluvaikutuksista asuinympäristössä. URL: <http://www.ytv.fi/ilmanl/liikennet.pdf>. Viitattu 17.12.2004. 24 sivua.

LIITE I. EU-MAIDEN TYPENOKSIDIPÄÄSTÖT SUHTEESSA VUODEN 2010 PÄÄSTÖKATTOIHIN

Valtio	Vuotuiset NO _x -päästöt (kilotonnia)			Päästökatto (kilotonnia NO ₂)	
	1995	2000	2002	Vuodelle 2010	Ylitys 2002
Iso-Britannia	2 188	1 718	1 582	1 167	36 %
Saksa	2 000	1 639	1 500	1 051	43 %
Espanja	1 349	1 431	1 445	847	71 %
Ranska	1 704	1 431	1 352	810	67 %
Italia	1 785	1 360	1 317	990	33 %
Puola ^a	1 120	838	805	879	- 8 %
Alankomaat	497	423	406	260	56 %
Kreikka	296	321	331	344	- 4 %
Tšekin tasavalta ^a	368	398	318	286	11 %
Belgia	359	329	284	176	61 %
Portugali	263	261	279	250	12 %
Ruotsi	298	250	242	148	64 %
Suomi	258	236	208	170	22 %
Itävalta	189	190	204	103	98 %
Tanska	274	208	200	127	57 %
Unkari ^a	190	185	180	198	- 9 %
Irlanti	115	125	125	65	92 %
Slovakia ^a	174	107	102	130	- 22 %
Slovenia ^a	67	58	60	45	33 %
Liettua ^a	65	48	51	110	- 54 %
Latvia ^a	51	38	41	61	- 33 %
Viro ^a	42	47	40	60	- 33 %
Kypros ^a	19	23	22	23	- 4 %
Luxemburg	21	17	17	11	55 %
Malta ^a	8	..
EU-25	13 692	11 681	11 111	8 319	

a. Nämä kansalliset päästökattot ovat tilapäisiä.

Lähteet: Eurostat-tilastopalvelu sekä EU (2001) ja EU (2003).

KUVAILELEHTI

Julkaisija	Ympäristöministeriö Ympäristönsuojeluosasto			Julkaisu-aika Elokuu 2006
Tekijä(t)	Roland Magnusson			
Julkaisun nimi	Typenoksidipäästöjen rajoittaminen päästöverolla			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ympäristöministeriön raportteja 16/2006			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut				
Tiivistelmä	<p>Pääministeri Matti Vanhasen hallitusohjelmaan sisältyy maininta ekologisesta verouudistuksesta. Siihen liittyen ympäristöministeriö on laatinut selvityksiä taloudellisen ohjauksen soveltamismahdollisuuksista ympäristönsuojelun eri osa-alueilla.</p> <p>Tämän selvityksen tarkoituksena on tarkastella typenoksidipäästöjen kehitystä sekä niiden rajoittamistarvetta lähitulevaisuudessa. Tässä yhteydessä analysoidaan erityisesti typenoksidipäästöille asetettavan päästöveron tarvetta ja soveltamismahdollisuuksia. Lähtökohtana tarkastelussa oli nykyohjauksen toimivuus sekä sääntelyn tehostamistarve ottaen huomioon kansainväliset veloitteet päästöjen rajoittamisesta. Tarkoituksena on ollut keskustelun käynnistäminen taloudellisen ohjauksen soveltamisen mahdollisuuksista ilmansuojelussa.</p> <p>Selvityksen mukaan mahdollinen päästövero kohdentuisi ensisijaisesti energiatuotannon typenoksidipäästöihin. Selvityksen tulosten mukaan päästövero voisi nopeuttaa investointeja typenoksidipäästöjen vähentämiseksi. Päästövero olisi omiaan edistämään Suomen mahdollisuuksia vähentää typenoksidipäästöjä kustannustehokkaasti nykyisten ja tulevien kansainvälisten veloitteiden vaatimalle tasolle. Päästöveron vaikutuksia ei ole kuitenkaan kaikilta osin tässä yhteydessä selvitetty. Esimerkiksi päästöveron vaikutuksia sähkön hintaan on syytä selvittää tarkemmin.</p>			
Asiasanat	typenoksidit, happamoittuminen, päästökätköt, päästövero, ilmansuojelu			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Ympäristöministeriö			
	ISBN 952-11-2378-8 (nid.)	ISBN 952-11-2379-6 (PDF)	ISSN 1796-1696 (pain.)	ISSN 1796-170X (verkkok.)
	Sivuja 34	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis.alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja	Ympäristöministeriö			
Julkaisun kustantaja	Ympäristöministeriö			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2006			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Miljöministeriet Miljövårdsavdelningen	Datum Augusti 2006		
Författare	Roland Magnusson			
Publikationens titel	Typenoksidipäästöjen rajoittaminen päästöverolla (Begränsning av utsläpp av kväveoxider med en utsläppsskatt)			
Publikationsserie och nummer	Miljöministeriets rapporter 16/2006			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt				
Sammandrag	<p>Utredningen hänför sig till den ekologiska skattereform som nämns i Matti Vanhanens regeringsprogram. I anslutning till detta har miljöministeriet låtit utföra en rad utredningar om möjligheter att tillämpa ekonomisk styrning på miljövårdens olika delområden.</p> <p>Syftet med denna utredning är att granska kväveoxidutsläppens utveckling samt behovet att begränsa dem inom den närmaste framtiden. I detta sammanhang analyseras speciellt behovet av och tillämpningsmöjligheterna till en utsläppsskatt på kväveoxider. Utgångspunkten för analysen var hur den nuvarande styrningen fungerar och behovet att skärpa den med tanke på internationella förpliktelser om begränsning av utsläppen. Avsikten har varit att få igång en diskussion om möjligheterna att tillämpa ekonomisk styrning på luftvårdens område.</p> <p>Enligt utredningen skulle en utsläppsskatt i första hand gälla energiproduktionens utsläpp av kväveoxider. Enligt resultatet av utredningen kunde en utsläppsskatt påskynda investeringar för att begränsa utsläppen av kväveoxider. En utsläppsskatt skulle vara ägnad att förbättra Finlands möjligheter att på ett kostnadseffektivt sätt uppnå nu gällande och framtida internationella förpliktelser om begränsning av utsläppen. Verkningsarna av en utsläppsskatt har dock inte i detta sammanhang utretts till alla delar. Exempelvis utsläppsskattens inverkan på elpriset borde utredas mera i detalj.</p>			
Nyckelord	kväveoxider, försurning, utsläppstak, utsläppsskatt			
Finansiär/ uppdragsgivare				
	ISBN 952-11-2378-8 (hft.)	ISBN 952-11-2379-6 (PDF)	ISSN 1796-1696 (print)	ISSN 1796-170X (online)
	Sidantal 34	Språk finska	Offentlighet offentligt	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/ distribution	Miljöministeriet			
Förläggare	Miljöministeriet			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2006			

Tämän selvityksen tarkoituksena on tarkastella typenoksidipäästöjen kehitystä sekä niiden rajoittamistarvetta lähitulevaisuudessa. Tässä yhteydessä analysoidaan erityisesti typenoksidipäästöille asetettavan päästöveron tarvetta ja soveltamismahdollisuuksia. Lähtökohtana tarkastelussa on nykyohjauksen toimivisuus sekä sääntelyn tehostamistarve ottaen huomioon kansainväliset veloitteet päästöjen rajoittamisesta. Tarkoituksena on ollut keskustelun käynnistäminen taloudellisen ohjauksen soveltamisen mahdollisuuksista ilmansuojelussa.

Selvityksen mukaan mahdollinen päästövero kohdentuisi ensisijaisesti energiatuotannon typenoksidipäästöihin. Selvityksen tulosten mukaan päästövero voisi nopeuttaa investointeja typenoksidipäästöjen vähentämiseksi. Päästövero voisi olla omiaan edistämään Suomen mahdollisuuksia vähentää typenoksidipäästöjä kustannustehokkaasti nykyisten ja tulevien kansainvälisten veloitteiden vaatimalle tasolle.



YMPÄRISTÖMINISTERIÖ
MILJÖMINISTERIET
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT

ISBN 952-11-2378-8 (nid.)

ISBN 952-11-2379-6 (PDF)

ISSN 1796-1696 (pain.)

ISSN 1796-170X (verkoj.)