



PÄIJÄT-HÄMEEN LIITTO



LAHTI
LAHDEN KAUPUNKI

LIIKENTEEN JA PISTELÄHTEIDEN TYPENOKSIDI- JA PM10-PÄÄSTÖJEN LEVIÄMINEN LAHDESSA

VUOSINA 2003 JA 2020

Tarja Tamminen, Ari Tamminen



Enwin
- Vision Keeper -

Lahti_liikennejapisteet_leviämismallit_16022006.pdf /

Lahti_leviämismallit_raportti_022006.pdf ja Lahti_leviämismallit_liitteet_022006.pdf

SISÄLLYSLUETTELO /

Tiivistelmä	6
0. Johdanto	8
1. Päästöjen leviämisen mallintaminen	8
1.1 Leviämismalli	8
1.2 Taustapitoisuus ja kaukokulkeutuminen	9
1.3 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot	10
1.4 Reseptoriverkosto	11
1.5 Sääaineisto	12
1.6 Tieliikenteen päästöt	14
1.7 Pistelähteiden päästöt	16
1.8 Mallin epävarmuuden arviointi	19
OSA I - LIIKENTEEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMINEN NYKYTILANTEESSA.....	21
JA V. 2020	21
2. Liikennepäästöjen leviäminen	22
2.1 Liikenteen typpidioksidin aluejakaumakuvat	22
2.2 Liikenteen aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet nykytilanteessa ja vuonna 2020	22
2.3 Kehätien linjausvaihtoehtojen vertailu – vaikutukset NO ₂ -pitoisuuksiin	23
2.4 Ajoneuvojen suorien hiukkaspäästöjen aluejakaumakuvat	26
2.5 Liikenteen suorat hiukkaspäästöt (PM10) nykytilanteessa ja v. 2020	27
2.6 Kehätien linjausvaihtoehtojen vertailu – Hengitettävä pöly, PM10	27
2.7 Liikennemallin johtopäätökset	28
OSA II - PISTELÄHTEIDEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMINEN, NYKYTILANNE	31
3. Pistelähteiden päästöjen leviäminen	32
3.1 Pistelähteiden NO _x -päästöjen leviäminen	32
3.2 Pistelähteiden PM10-päästöjen leviäminen	33
3.3 Johtopäätökset pistelähteiden päästöjen vaikutuksista ilman laatuun Lahdessa	34
OSA III – LIIKENTEEN JA PISTELÄHTEIDEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMINEN NYKYTILANTEESSA JA V. 2020	35
4. Liikenteen ja pistelähteiden päästöjen leviäminen v. 2003 ja v. 2020 - yhteisvaikutus	36
4.1 Liikenteen ja pistelähteiden NO _x -päästöjen leviäminen v. 2003	36
4.2 Mitattujen ja mallinnettujen typpidioksidipitoisuuksien vertailu	37
4.3 Lahden nykypäästöjen (v. 2003) leviämisen vertailu vuoden 1994 leviämismallinnukseen	40
4.4 Liikenteen ja pistelähteiden NO _x -päästöjen leviäminen v. 2020 kehätien eri linjauksilla	41
4.5 Johtopäätökset päästöjen vaikutuksista Lahden ilmanlaatuun	42
4.6 Lainsäädännön kehitysnäkymiä	43
KIRJALLISUUTTA	44

LIITTEET

Liite 1. NYKY 2000 – NO2.....	46
Liite 2. NYKY 2020 – NO2.....	48
Liite 3. RENKOMÄKI 2020 – NO2.....	50
Liite 4. LAUNE 2020 – NO2.....	52
Liite 5. NYKY 2000 – PM10.....	54
Liite 6. NYKY 2020 – PM10.....	56
Liite 7. RENKOMÄKI 2020 – PM10.....	58
Liite 8. LAUNE 2020 – PM10.....	60
Liite 9. Lahden pistelähteiden päästöt v. 2003.....	63
Liite 10. Pistelähteiden NO2:n mallinnustulokset	64
Liite 11. Pistelähteiden PM10-mallinnustulokset.....	67
Liite 12. Liikenne + pistelähteet, NO2-leviäminen v. 2003.....	70
Liite 13. Liikenteen ja pistelähteiden NOx-päästöjen leviäminen kehätien eri linjauksilla.....	73

LIITTEIDEN ALUEJAKAUMAKUVAT

- Kuva 1. NYKY 2000 / NO₂- tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 2. NYKY 2000 / NO₂-vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 3. NYKY 2000 / Siirtymäajan tuntiraja-arvoon verrannolliset NO₂-pitoisuudet
- Kuva 4. NYKY 2000 / NO₂-vuosikeskiarvopitoisuudet
- Kuva 5. NYKY 2020 / NO₂:n tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 6. NYKY 2020 / NO₂:n vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 7. NYKY 2020 / NO₂:n uuteen tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 8. NYKY 2020 / NO₂:n vuosikeskiarvopitoisuudet
- Kuva 9. RENKOMÄKI 2020 / NO₂:n tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 10. RENKOMÄKI 2020 / NO₂:n vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 11. RENKOMÄKI 2020 / NO₂:n uuteen tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 12. RENKOMÄKI 2020 / NO₂:n vuosikeskiarvopitoisuudet
- Kuva 13. LAUNE 2020 / NO₂:n tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 14. LAUNE 2020 / NO₂:n vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 15. LAUNE 2020 / NO₂:n uuteen tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 16. LAUNE 2020 / NO₂:n vuosikeskiarvopitoisuudet
- Kuva 17. NYKY 2000 / Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10:n vrk-ohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 18. NYKY 2000 Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10:n vrk-rajaa-arvoon verrann. pitoisuudet
- Kuva 19. NYKY 2000 Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10:n vuosikeskiarvopitoisuudet
- Kuva 20. NYKY 2020 Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10 vrk-ohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 21. NYKY 2020 / Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10 vrk-ohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 22. NYKY 2020 / Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10 vuosikeskiarvopitoisuudet
- Kuva 23. RENKOMÄKI 2020 / Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10:n vrk-ohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 24. RENKOMÄKI 2020/ Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10:n vrk-rajaa-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 25. RENKOMÄKI 2020/ Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10 vuosikeskiarvo-pitoisuudet
- Kuva 26. LAUNE 2020 / Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10:n vrk-ohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 27. LAUNE 2020 / Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10:n vrk-rajaa-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 28. LAUNE 2020 / Suorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat PM10:n vuosikeskiarvopitoisuudet
- Kuva 29. PISTELÄHTEET / Korkeimmat NO₂:n tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 30. PISTELÄHTEET / Korkeimmat NO₂:n vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 31. PISTELÄHTEET / Korkeimmat NO₂:n siirtymäajan tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 32. PISTELÄHTEET / Korkeimmat NO₂:n uuteen (v. 2010) tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 33. PISTELÄHTEET / Korkeimmat NO₂:n vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 34. PISTELÄHTEET V. 2003 / Korkeimmat PM10:n vrk-ohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 35. PISTELÄHTEET V. 2003 / Korkeimmat PM10:n vrk-rajaa-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 36. PISTELÄHTEET V. 2003 / Korkeimmat PM10:n vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 37. LIIKENNE+PISTEET / Korkeimmat NO₂:n tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 38. LIIKENNE+PISTEET / Korkeimmat NO₂:n vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 39. LIIKENNE+PISTEET / Korkeimmat NO₂:n siirtymäajan tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 40. LIIKENNE+PISTEET / Korkeimmat NO₂:n uuteen (v. 2010) tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet nykypäästöillä.
- Kuva 41. LIIKENNE+PISTEET / Korkeimmat NO₂:n vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 42. RENKOMÄKI2020_LIIKENNE+PISTEET / Korkeimmat NO₂:n tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 43. LAUNE2020_LIIKENNE+PISTEET / Korkeimmat NO₂:n tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 44. RENKOMÄKI2020_LIIKENNE +PISTEET / Korkeimmat NO₂:n vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet
- Kuva 45. LAUNE2020_LIIKENNE +PISTEET / Korkeimmat NO₂:n vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet

SANASTOA

Ohjearvo

Ohjearvot ilmaisevat ilmansuojelutyön päämääriä ja ilmanlaadun tavoitteita ja ne on tarkoitettu ensi sijassa ohjeeksi viranomaisille. Ohjearvot eivät ole luonteeltaan sitovia, vaan niitä sovelletaan mm. alueidenkäytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ne tulee ottaa huomioon ympäristölupaa koskevassa lupaharkinnassa.

Raja-arvo

Raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet, joita ei saa ylittää. Raja-arvoja on annettu sekä terveyshaittojen ehkäisemiseksi alueilla, joissa asuu tai oleskelee ihmisiä, että erikseen kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi laajoilla maa- ja metsätalousalueilla ja luonnonsuojelualueilla. Valtioneuvoston asetuksessa (VNA 701/2001) on säädetty uudet ilmanlaadun raja-arvot ihmisen terveyden suojelemiseksi. **Siirtymäajan raja-arvo** on raja-arvo, joka on voimassa siihen asti, kunnes uudet asetuksella määrättyt raja-arvot astuvat voimaan. Typpidioksidin siirtymäajan raja-arvo on voimassa vuoden 2009 loppuun.

PM10 (Particulate matter 10 µm)

PM10 tarkoittaa läpimitaltaan alle 10 µm (0.001 mm) hiukkasia. Tämän kokoluokan hiukkasia kutsutaan myös ns. hengitettäviksi hiukkasiksi, koska ne voivat päästä hengitysilman kautta ihmisen keuhkoihin asti. Pienhiukkasiksi kutsutaan läpimitaltaan alle 2.5 µm (PM2.5) hiukkasfraktiota. PM2.5 katsotaan olevan terveysvaikutuksiltaan vaarallisempia, koska ne voivat tunkeutua syvälle hengityselimiin. Arviolta n. puolet pienhiukkasista on peräisin kaukokulkeutumasta.

YHTEYSTIEDOT

Päijät-Hämeen liitto
Erkki Rope, puh. 03-8719434
erkki.rope@pajjat-hame.fi

Lahden kaupunki
Tekninen ja ympäristötoimiala
valvonta- ja ympäristökeskus
Johanna Saarola, puh. 03-8143522
Johanna.Saarola@lahti.fi

Enwin Oy
Kivipöytälanukuja 2, 33920 Pirkkala
Ari Tamminen, puh. 03-2664396
ari.tamminen@enwin.fi

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä tarkasteltiin Lahden kaupungin alueella typenoksidipäästöjen (NO_x) ja hengitettävien hiukkaspäästöjen (PM₁₀, hiukkaskoko <10 µm) leviämistä vuoden 2003 päästötietojen sekä v. 2020 arvioitujen liikenteen päästötietojen pohjalta. Työ jakautui kolmeen osaan: Liikenteen päästöjen (Osa I), pistelähteiden päästöjen (Osa II) ja liikenteen ja pistelähteiden päästöjen yhteisvaikutusten mallinnukseen (Osa III).

Liikennemallissa mallinnus tehtiin nykytieverkolla v. 2000 liikennetiedoilla (NYKY 2000) ja v. 2020 liikennetiedoilla kehätien eri linjausvaihtoehdoilla (NYKY 2020, RENKOMÄKI 2020 ja LAUNE 2020). Liikennetiedot on Strafica Oy:stä ja liikenteen päästötietojen määrittämisessä on käytetty VTT:n LIISA 2003 laskentajärjestelmän tietoja.

Nykytilanteessa autoliikenteen aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet Lahden keskustassa ovat melko korkeita ja ohjearvon ylittäviä tunti- ja vuorokausipitoisuuksia (tuntiohjearvo 150 µg/m³, vrk-ohjearvo 70 µg/m³) voi ajoittain esiintyä ruuhkaisimmilla tieosuuksissa. Sen sijaan nykyiset ilmanlaadun raja-arvot eivät mallin mukaan ylity keskustassa.

Autojen päästötekniinen kehittyminen ja uusien päästönormien voimaantulo tulee vähentämään tieliikenteen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia vuoteen 2020 mennessä Lahdessa enemmän kuin kehätien linjausvaihtoehtojen erot. Liikenteen typenoksidipäästöjen ilmanlaatuvaikutukset ovat mallin mukaan v. 2020 korkeimmillaan n. 13-40 % NO₂-tuntiohjearvosta ja 21-57 % NO₂-vuorokausiohjearvosta. Renkomäen linjausvaihtoehto ei muuta merkittävästi keskusta-alueen korkeimpia ulkoilman epäpuhtauspitoisuuksia verrattuna nykyiseen linjaukseen vuoden 2020 liikenne- ja päästötiedoilla. Tämä johtuu siitä, että Valtatie 12 liikennevähennys keskustassa on Renkomäen linjauksessa vain n. 200-2000 ajoneuvoa/vrk eli 1-6 %. Launeen linjausvaihtoehdossa typpidioksidin korkeimmat pitoisuudet v. 2020 ovat kokonaisuutena samaa suuruusluokkaa kuin nykyverkolla ja Renkomäen vaihtoehdossa. Launeen tielinjauksen ympärille muodostuu kuitenkin vaikutusalue, jossa tuntipitoisuus on korkeimmillaan 20-40 µg/m³, mikä merkitsee tuntiohjearvoon verrattuna 13-27 %. Launeen vaihtoehdossa nykyisen Valtatie 12 lähialueilla ilmanlaadun ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet ovat alhaisemmat kuin Renkomäen ja Nykyverkon linjauksissa v. 2020.

Liikenteen suorat hiukkaspäästöt aiheuttavat ilmanlaatuvaikutuksen, joka on korkeimmillaankin alle 10 % PM₁₀-vuorokausiohjearvosta riippumatta eteläisen kehätien linjausvaihtoehdoista. Tässä on huomattava, että liikenteen epäsuorat hiukkaspäästöt, kuten tien hiekoituksesta aiheutuva kevätpöly tai rengaspöly, eivät ole mukana mallinnuksessa, koska niiltä osin luotettavia lähtötietoja ei vielä ole olemassa riittävästi. Liikenteen epäsuorat hiukkaspäästöt aiheuttavat suuren osan korkeimmista mitatuista PM₁₀-pitoisuuksista kaupunkialueilla.

Pistelähteet eivät selvityksen mukaan osoittautuneet tällä hetkellä kriittisiksi tekijöiksi Lahden kaupungin ilmanlaadun kannalta. Pistelähteiden typenoksidien kokonaispäästöt olivat 2617 t/a ja hiukkaspäästöt 76 t/a, joista arviolta 68 t/a olisi PM₁₀ kokoluokkaa. Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitos (89%) ja Pilkington Lahden Lasitehdas Oy (6 %) tuottavat 95 % Lahden alueen pistelähteiden NO_x-päästöistä. Päästöt leviävät piippujen kautta korkeammalta ja laimentuvat samalla, kun taas liikenteen päästöt leviävät matalalta. Korkeimmat pistelähteistä aiheutuvat typpidioksidipitoisuudet sijoittuivat alueellisesti Salpausselän harjulle ja itä-koilliseen Lahden keskustasta. Pitoisuudet olivat korkeimmillaan n. 40-50 % tuntiohjearvosta ja 60 % vrk-ohjearvosta.

Pistelähteiden vaikutus keskustassa oli alhaisempi, 13-20 % tuntiohjearvosta ja 14-21 % vrk-ohjearvosta. Pitoisuudet jäivät selvästi alle nykyisin voimassa olevan NO₂:n siirtymääjan tuntiraja-arvon. Vuonna 2010 tilanne voi kuitenkin muuttua, sillä uusi tiukempi typpidioksidin tuntiraja-arvo tuo paineita myös pistelähteiden typenoksidipäästöjen vaikutusten vähentämiselle, jos päästöt pysyvät nykyisten suuruisina.

Liikenteen ja pistelähteiden nykypäästöillä (v. 2003) liikenteen vaikutus korostuu typpidioksidin korkeimmissa ulkoilmapitoisuuksissa varsinkin Lahden keskustan alueella. Pitoisuudet ovat korkeimmillaan 65-100 % tuntiohjearvosta vilkasliikenteisillä risteysalueilla ja vrk-ohjearvoylitykset (100-150 % vrk-ohjearvosta) ovat mahdollisia vilkasliikenteisillä teillä ja risteysalueilla (vrt. pelkkä liikenne). Voimassa oleva siirtymääjan tuntiraja-arvo sen sijaan ei ylity (korkeimmillaan risteysalueilla n. 50 % raja-arvosta). Vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet jäävät myös alle raja-arvon. Mallinnustulokset olivat hyvin yhtäpitäviä Lahden kaupungin v. 2003 ilmanlaadun mittaustulosten kanssa. Verrattaessa mallinnustuloksia v. 1994 mallinnukseen, voidaan todeta, että Lahden kaupungin ilmanlaatu on parantunut viimeisen kymmenen vuoden aikana nimenomaan liikenteen päästöjen vähenemisen seurauksena. Korkeimmat tuntipitoisuudet ovat alentuneet ja vuorokausiohjearvoylityksiä on huomattavasti suppeammilla alueilla kuin vuonna 1994.

Vuonna 2020 Renkomäen ja Launeen tielinjausten alueilla pistelähteiden lisäys ulkoilman typpidioksidipitoisuuksiin on pieni, koska pistelähteiden päästöt eivät pääsääntöisesti leviä tielinjausten alueille. Launeen linjauksessa tielinjan läheisyydessä on hieman korkeammat pitoisuudet kuin Renkomäen linjauksen tielinjalla. Tämä johtuu eroista eri linjausvaihtoehtojen liikennetiheyksissä, jolloin päästöt/tiekilometri jäivät Renkomäessä alhaisemmiksi. Korkeimmillaan Launeen tielinjalla pitoisuudet ovat 20-33 % tuntiohjearvosta (vrt. 13-27 % pelkkä liikenne) ja 29-50 % vrk-ohjearvosta (vrt. 29-43 % pelkkä liikenne). Leviämismallien tulosten perusteella Valtatie 12:n siirtäminen jommalle kummalle kehätietielinjalle on nykyistä tilannetta parempi keskustan ja nykyisen tielinjan lähialueen ilmanlaadun kannalta. Jos liikenteen päästövähennykset kehittyvät odotetun mukaisesti ja autokanta uudistuu, paranee Lahden ilmanlaatu kaiken kaikkiaan v. 2020 mennessä.

0. Johdanto

Tässä selvityksessä tarkasteltiin Lahden kaupungin alueella typenoksidipäästöjen (NO_x) ja hengitettävien hiukkaspäästöjen (PM₁₀, hiukkaskoko <10 µm) leviämistä vuoden 2003 päästötietojen sekä v. 2020 arvioitujen liikenteen päästötietojen pohjalta. Työ jakautui kolmeen osaan:

- I** Lahden katuverkon ja eteläisen kehätien vaihtoehtoisten linjausratkaisujen liikennepäästöjen vaikutukset ilman laatuun Lahdessa.
 - a. Autoliikenteen typenoksidipäästöjen (NO_x) ja pakokaasuista peräisin olevien ns. suorien hiukkaspäästöjen (PM₁₀, alle 10 µm:n hiukkaskoko) leviäminen NYKY 2000, NYKY 2020, RENKOMÄKI 2020, LAUNE 2020 liikennemäärillä ja päästöillä.
- II** Lahden alueella olevien pistemäisten päästölähteiden (energiantuotanto, teollisuus) vaikutukset ilman laatuun Lahdessa.
 - a. Pistelähteiden NO_x-päästöjen ja PM₁₀-päästöjen leviäminen vuoden 2003 päästötiedoilla.
- III** Liikenteen ja pistemäisten päästölähteiden yhteisvaikutus ilman laatuun Lahdessa.
 - a. Nykytilanteessa ja v. 2020 eri kehätien linjausvaihtoehdoilla (LAUNE 2020, RENKOMÄKI 2020)

Osasta I on ilmestynyt erillinen raportti ”*Lahden liikennepäästöjen leviäminen ja vertailu kehätien eri linjauksilla*”, 7.10.2005, *Enwin Oy*, (Lahti_liikenne_07102005.pdf). Osan I tulokset ovat mukana myös tässä osien I-III yhteisraportissa.

Mallinnustyön ja kehätien vaihtoehtojen vertailun ilmanlaadun osalta on tilannut Päijät-Hämeen liitto, yhteyshenkilönä maakuntainsinööri Erkki Rope. Pistelähteiden ja nykytilanteen yhteisvaikutusten mallinnuksen osalta työn tilaajana on myös Lahden kaupunki, tekninen ja ympäristötoimiala, valvonta- ja ympäristökeskus, yhteyshenkilönä ympäristönsuojelutarkastaja Johanna Saarola. Mallinnustyön on tehnyt Enwin Oy:ssä FM Ari Tamminen ja FM, TkL Tarja Tamminen.

1. Päästöjen leviämisen mallintaminen

1.1 Leviämismalli

Lahden liikennepäästöjen leviämisen mallinnus tehtiin epäpuhtauspäästöjen leviämistä kuvaavalla USEPAN matemaattis-fysikaalisella ISCST/AERMOD –kaupunkimallilla. Malli olettaa, että epäpuhtauksien leviäminen tuulen suunnassa noudattaa normaalijakaumaa sekä vaakatasossa että pystytasossa. Malli soveltuu sekä hiukkasmaisten että kaasumaisten epäpuhtauskomponenttien leviämisen tarkasteluun ja sillä voidaan tarkastella yhtä aikaa useamman päästölähteen yhteisvaikutusta alueen ulkoilmapitoisuuksiin. Malli soveltuu sekä pistemäisten päästölähteiden, aluelähteiden että viivamaisten päästölähteiden (tiet) päästöjen leviämisen mallinnukseen. Mallissa voidaan myös huomioida alueen taustapitoisuus niin haluttaessa.

Mallin avulla voidaan laskea tarkastelualueen havaintopistejoukkoon korkeimmat tunti-, vuorokausi- ja vuosikeskiarvopitoisuudet aluejakaumakuvina esim. 1-3 vuoden säätiedot huomioiden. Lisäksi voidaan laskea erilaisia tilastollisia määrittelyjä, kuten toiseksi korkeimmat pitoisuudet, tunti- tai

vuorokausiarvojen mediaani tai erilaisia prosenttipisteitä. Esimerkiksi **aineiston 99.prosenttipiste on se pitoisuusarvo, jota pienempiä tai yhtä suuria pitoisuusarvoja on aineistossa 99%:ia.** Malliin voidaan asettaa myös kynnsarvo, jonka ylittävät pitoisuudet malli taulukoi jokaisen reseptoripisteen osalta valitulla ajanjaksona.

Liikenteen ja pistelähteiden NO_x-päästöt on mallissa käsitelty NO₂:na ja liikenteen suorat hiukkaspäästöt PM₁₀:nä. Mallissa on noudatettu US EPAn ohjetta typenoksidien mallinnuksesta. Sen mukaan kaikki NO_x päästöt käsitellään ensisijaisesti typpidioksidina (NO₂). NO₂-OLM (ozone limiting method) käytetään ainoastaan silloin, jos ohje- ja raja-arvot ylittyvät reilusti ensisijaisessa mallinnuksessa. Jos otsonipitoisuus on alle typpimonoksidipitoisuuden voi otsoni olla rajoittava tekijä NO₂:n muodostumisessa. Toisaalta typenoksidien ilmakemia on monimutkaista, ja mm. pakokaasuissa olevat hiilivetyradikaalit hapettavat NO:ta NO₂:ksi. NO₂-OLM käytetään EPAn ohjeen mukaan vain tapauskohtaisesti (non-guideline screening technique).

Koko kaupunkialuetta koskevassa viivalähdemallissa ei voida kuvata katukuiluolosuhteista aiheutuvia päästöjen leviämiseen ja pitoisuuksien muodostumiseen vaikuttavia erityispiirteitä. Mallin epävarmuuden arviointi ja verifiointi mitattuihin pitoisuuksiin esitetään kohdassa 2.7.

1.2 Taustapitoisuus ja kaukokulkeutuminen

Mallinnukset tehtiin typenoksidien (NO₂, NO_x) ja hengitettävien hiukkasten (PM10) ilmanlaadun raja- ja ohje- arvojen vertailupitoisuuksiin. Malliin ei lisätty taustapitoisuuksia eikä kaukokulkeuman osuutta. Taustapitoisuuksien kehitys vuoteen 2020 mennessä voi muuttua nykypäivään verrattuna. Kaukokulkeuman osuus voi erityisesti pienhiukkasissa olla tällä hetkellä ajoittain merkittävää (Itä-Eurooppa, Venäjä), mutta voi uuden tekniikan käyttöönoton myötä vähentyä v. 2020 mennessä. Typenoksidien taustapitoisuuden oletetaan sisältyvän mallin lähtötietojen epävarmuuden sisään (vrt. liikennemäärät, päästökertoimet).

Lahtea lähinnä olevat typenoksidien taustapitoisuuden mittausasemat ovat Ähtärissä ja Virolahdella. Typpidioksidin taustapitoisuus¹ (vuosikeskiarvo) oli v. 2000 3-4 µgNO₂/m³ PM10 pitoisuuksia ei varsinaisilla tausta- asemilla ole mitattu. Taulukossa 1. on esitetty ko. tausta- asemien typpidioksidin vuosikeskiarvon lisäksi NO₂-pitoisuuden ohje- arvoihin verrannolliset korkeimmat mitatut pitoisuudet vuonna. 2000.

Taulukko 1. Tausta- asemien NO₂-pitoisuuksia Suomessa v. 2000. (Lähde: Ilmanlaatu Suomessa, Ilmanlaadun julkaisuja 33, Ilmatieteen laitos, 2003 ¹)			
	vuosikeskiarvo (RA 40 µg/m ³)	^{kk} _{h_{p99} tuntiohje- arvoon verrannollinen korkein mitattu arvo (OA 150 µg/m³)}	^{kk} _{vr_{k2.korkein} vuorokausiohje- arvoon verrannollinen korkein mitattu arvo (OA 70 µg/m³)}
Ähtäri	3	23	13
Virolahti	4	39	17

¹ Anttila P., et al.. Ilmanlaatu Suomessa- Mitatut pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja- arvoihin sekä vertailuja eurooppalaiseen pitoisuustasoihin, Ilmanlaadun julkaisuja 33, Ilmatieteen laitos 2003, p. 105

1.3 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot

Ilmanlaadun arvioinnissa on käytössä ns. ilmanlaadun raja- ja ohjearvoja.

- **Raja-arvot** määrittelevät suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet, joita ei saa ylittää. Raja-arvoja on annettu sekä terveyshaittojen ehkäisemiseksi alueilla, joissa asuu tai oleskelee ihmisiä, että erikseen kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi laajoilla maa- ja metsätalousalueilla ja luonnonsuojelualueilla.
- **Ohjearvot** ilmaisevat ilmansuojelutyön päämääriä ja ilmanlaadun tavoitteita ja ne on tarkoitettu ensi sijassa ohjeeksi viranomaisille. Ohjearvot eivät ole luonteeltaan sitovia, vaan niitä sovelletaan mm. alueidenkäytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ne tulee ottaa huomioon ympäristölupaa koskevassa lupaharkinnassa.

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (711/2001) tuli voimaan 15.8.2001, jolloin kumottiin vuodelta 1996 olevan valtioneuvoston päätöksen ilmanlaadun raja-arvot ja kynnysarvot (481/1996). Vanhassa päätöksessä säädetyt raja-arvot ovat siirtymäsäännöksen mukaan kuitenkin vielä voimassa typpidioksidin (NO₂) osalta vuoden 2009 loppuun. Uudet NO₂:n raja-arvot tulevat voimaan vuonna 2010. Hiukkasten osalta uudet raja-arvot tulivat voimaan v. 2005 alussa, jolloin ilmanlaadun tarkkailussa siirryttiin hiukkasten kokonaisleijuman (TSP) tarkkailusta hengitettävien hiukkasten (PM₁₀, alle 10 µm:n hiukkaskoko) pitoisuuksien seurantaan. Typpidioksidin siirtymäajan raja-arvot on esitetty taulukossa 2. Uudet terveydellisin perustein annetut ilmanlaadun raja-arvot (NO₂, PM₁₀) sekä ajankohdat, jolloin ne astuvat voimaan on esitetty taulukossa 3.

Kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi annetut raja-arvot laajoilla maa- ja metsätalousalueilla ja luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla koskevat rikkidioksidin ja typen oksidien pitoisuuksia ulkoilmassa. Nämä raja-arvot tulivat voimaan 15.8.2001 ja typen oksidien osalta ne on esitetty taulukossa 4.

Valtioneuvoston päätöksessä ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista (VNp 480/1996) on esitetty ilmanlaadun ohjearvot. Ohjearvojen tarkoituksena on ehkäistä ilman epäpuhtauksista aiheutuvat terveydelliset haitat ja luonnon vaurioituminen sekä vähentää viihtyisyyshaittoja. Lyhytaikaispitoisuuksien ohjearvot on annettu ensisijaisesti terveydellisin perustein. Niiden asettamisessa on pyritty ottamaan huomioon muun muassa ilman epäpuhtauksien vaikutukset herkkiin väestöryhmiin, kuten lapsiin, vanhuksiin ja hengityselinsairaisiin. Pitkäaikaispitoisuuksien ja laskeuman ohjearvojen tavoitteena on ensisijaisesti kasvillisuuteen ja muuhun luontoon kohdistuvien haittojen ehkäiseminen. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten ilmanlaadun ohjearvot on esitetty taulukossa 5.

Ilmanlaadun raja- ja ohjearvojen tilastolliset määrittelyt poikkeavat toisistaan mm. siirtymäsäännösten, ohjearvojen sekä uusien raja-arvojen osalta. Esimerkiksi aineiston 98.prosenttipiste on se pitoisuusarvo, jota pienempiä tai yhtä suuria pitoisuusarvoja on aineistossa 98%:ia. Uusissa terveyshaittojen ehkäisemiseksi annetuissa ilmanlaadun raja-arvoissa keskiarvon laskenta-aika on tunti, vuorokausi tai kalenterivuosi. Lyhytaikaisissa (tunti- tai vrk-keskiarvoissa) sallitaan tietty määrä ylityksiä kalenterivuoden aikana epäpuhtaudesta riippuen. Esim. PM₁₀ hiukkasten osalta sallitaan 35 vuorokausikeskiarvon raja-arvoylitystä, kun taas NO₂:n tuntiraja-arvon ylityksiä sallitaan kalenterivuodessa 18 kappaletta.

Taulukko 2. Typpidioksidin siirtymääjan ilmanlaadun raja-arvot. Lähde: VnA 711/2001		
Aine	Raja-arvo (20 °C, 1atm)	Tilastollinen määrittely
Typpidioksidi (NO ₂)	200 µg/m ³	vuoden tuntiarvojen 98. prosenttipiste (voimassa v. 2009 loppuun)

Taulukko 3. Uudet ilmanlaadun raja-arvot (NO₂, PM₁₀) terveyshaittojen ehkäisemiseksi. Lähde: VnA711/2001				
Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo, µg/m ³ (293 K, 101,3 kPa)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa	Ajankohta, jolloin pitoisuuksien vii- meistään tulee olla raja-arvoa pienemmät
Hiukkaset (PM ₁₀)	24 tuntia	50 µg/m ³ *	35	1.1.2005
	kalenterivuosi	40 µg/m ³	-	1.1.2005
Typpidioksidi (NO ₂)	1 tunti	200 µg/m ³	18	1.1.2010
	kalenterivuosi	40 µg/m ³	-	1.1.2010

*Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

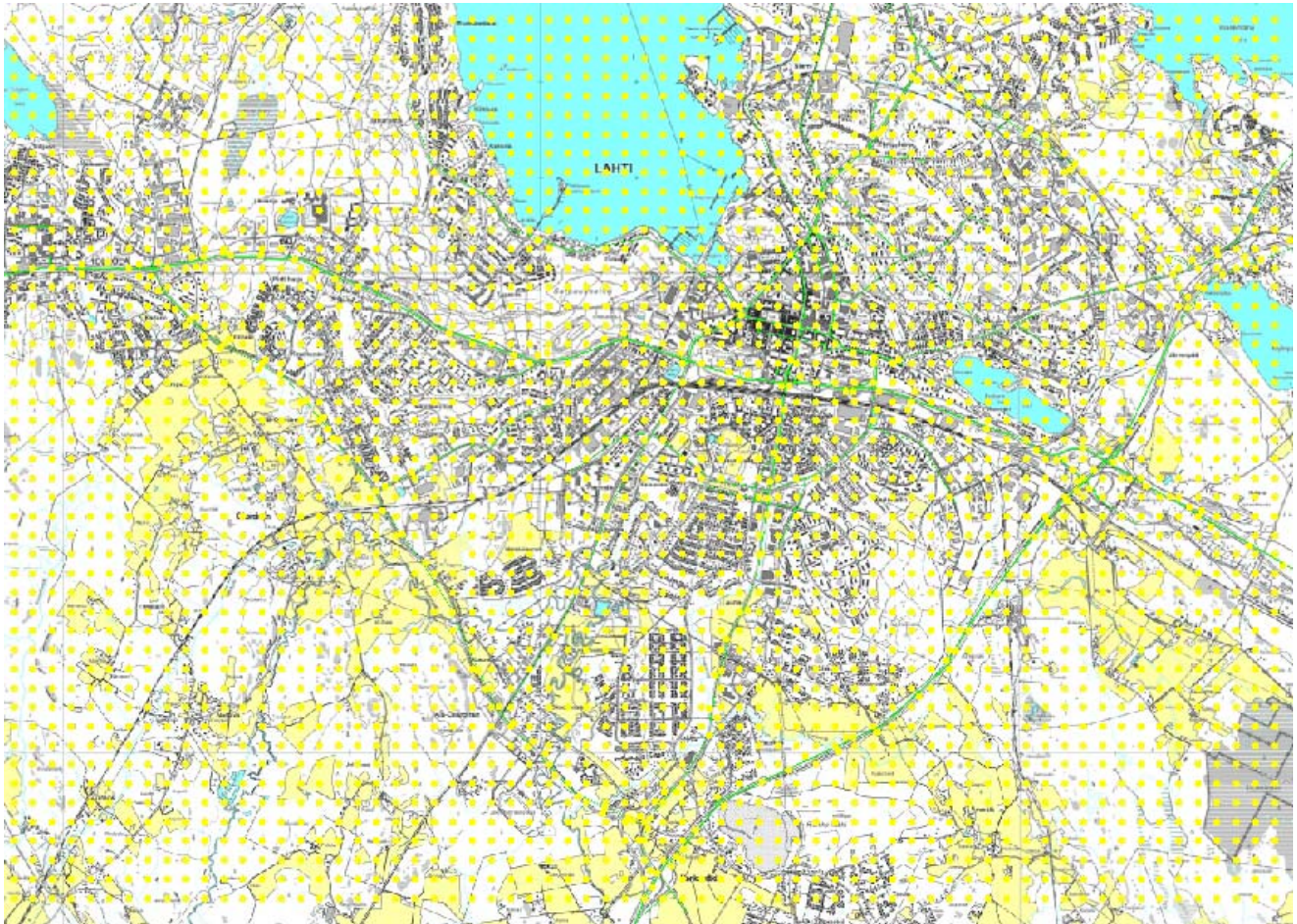
Taulukko 4. Ilmanlaadun typen oksidien (NO_x) raja-arvo kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi. Lähde: VnA 711/2001			
Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo, µg/m ³ (293 K, 101,3 kPa)	Ajankohta, jolloin pitoisuuksien viimeistään tulee olla raja-arvoa pienemmät
Typen oksidit (NO _x = NO+ NO ₂)	kalenterivuosi	30 µg/m ³	15.8.2001

Taulukko 5. Ilman laadun ohjearvot (hiukkaset, NO₂). Lähde: Vnp 480/1996		
Aine	Ohjearvo (20 °C, 1atm)	Tilastollinen määrittely
Hiukkaset, kokonaisleijuma (TSP)	120 µg/m ³	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
	50 µg/m ³	vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Typpidioksidi (NO ₂)	150 µg/m ³	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

1.4 Reseptoriverkosto

Liikennepäästöjen leviämistä ja ulkoilmapitoisuuksien muodostumista tarkasteltiin havaintopistejoukossa, joka ulottui n. 5-10 km:n säteelle tielinjauksista. Reseptoripisteet (yhteensä n. 4500 pistettä) sijoitettiin 200 m:n välein ja niiden korkeusasemat huomioitiin (korkeusmalli). Kehätien linjausvaihtoehdoissa lisättiin havaintopisteitä pääteiden varsille n. 50 metriä tien keskilinjan molemmin puolin 200-400 metrin välein.

Mallin reseptoriverkoston (x,y,z) havainnollistaa kuva 1. Reseptoripisteiden xyz-koordinaatit hankittiin Maanmittauslaitokselta. Kartta-aineiston ja korkeusmallin käyttöoikeus MYY/195/05©Maanmittauslaitos. Pohjakartan julkaisulupa ©Maanmittauslaitos lupa nro 671/MYY/05.



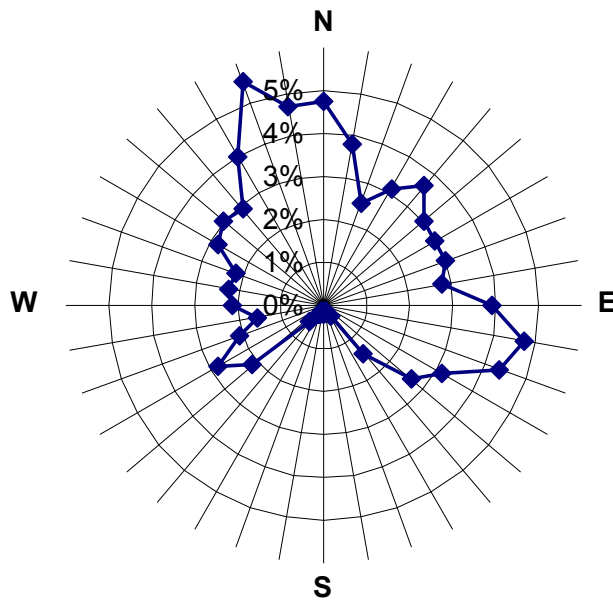
Kuva 1. Reseptoriverkosto. / Pohjakartta ©Maanmittauslaitos lupa nro 671/MYY/05.

1.1 Sääaineisto

Mallilaskelmien meteorologisena sääaineistona käytettiin tunnin välein kerättyä vuoden 2003 Helsinki-Vantaan lentosääaineistoa ja Lahden kaupungin ilmanlaadun mittausaseman (Vesku 11) vuoden 2003 tunneittaista sääaineistoa. Yhdistämällä aineisto saatiin paikallisesti edustava meteorologinen lähtöaineisto. Meteorologista lähtöaineistoa ja auringon säteilytietoja käyttäen laskettiin leviämislukot ja sekoittumiskorkeudet, jotka kertovat päästöjen leviämisen kannalta ilman sekoittumisolosuhteista. Leviämislukot (*Pasquill-Turner*) laskettiin erikseen lumisen ja lumettoman maan aikana. Leviämislukosta voidaan tehdä karkea jako labiiliin, stabiiliin ja neutraaliin ilmakehän sekoittumisolosuhteisiin. Labiilissa tilanteessa sekoittuminen on voimakasta ja stabiilissa sekoittuminen on vähäistä. Sekoituskorkeuksia laskettaessa on sovellettu julkaisun *Seibert P, et al., "Mixing Height Determination, COST Action 710, Preprocessing of Meteorological Data for Dispersion modelling", (1997)* tietoja.

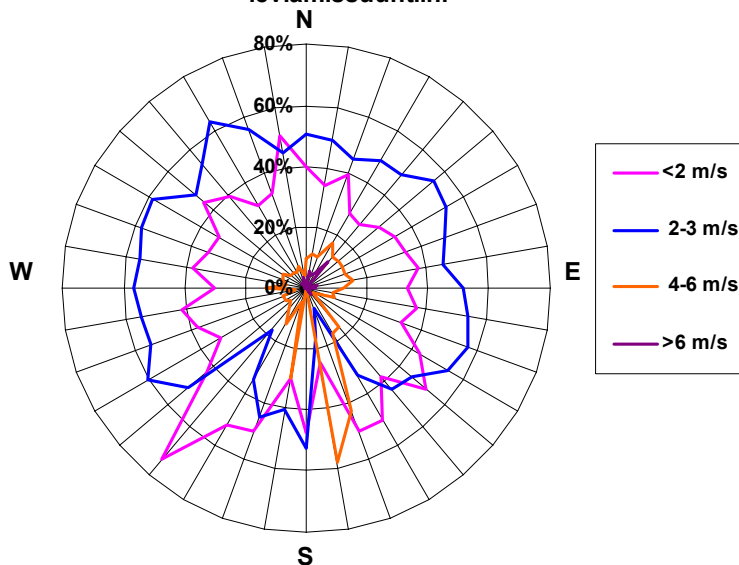
Päästöjen pääasialliset leviämissuunnat vuoden 2003 Lahden tuulitietojen mukaan olivat pohjoiseen, koilliseen ja itään (Kuva 3). Tyyntä säätä oli noin 10 % tuntiarvoista. Tavanomaisin tuulen nopeus oli 1-2 m/s. Yli 6 m/s tuulta esiintyi hyvin vähän, pääasiassa koilliseen puhaltavan tuulen aikana (tuulee lounaasta =lounaistuuli). Kuvassa 2 on päästöjen leviämissuunnat tuulitietojen perusteella Lahdessa. Kuvassa 3. on tuulen nopeus eri ilmansuuntiin ja kuvassa 4. tuulen nopeusjakauma tyyntä säähuomioiden.

**Päästöjen leviämissuunnat v. 2003
tuulitietojen perusteella**



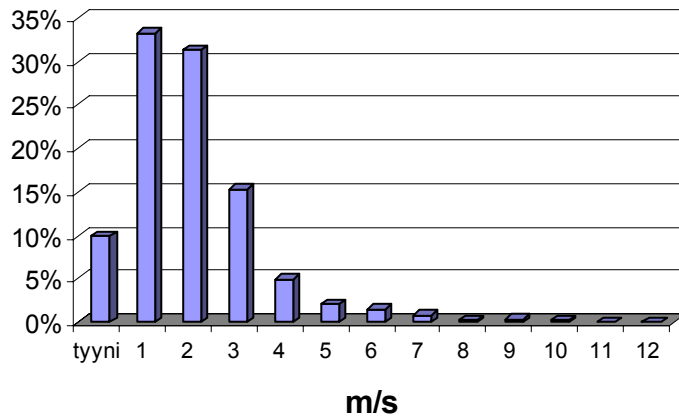
Kuva 2. Päästöjen leviämissuunnat v. 2003 Lahden tuulitietojen perusteella.

**Tuulen nopeus Lahdessa v. 2003 päästöjen
leviämissuuntiin.**



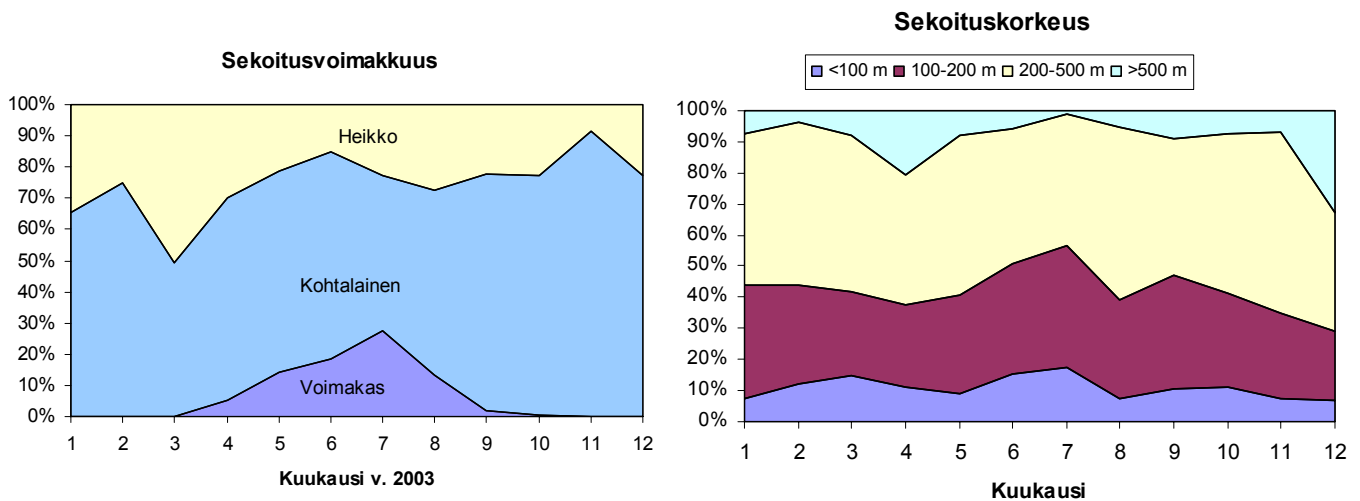
Kuva 3. Tuulen nopeus päästöjen leviämissuunnissa v. 2003. Vuoden sääaineistossa oli n. 10 % tyyntä säätä.

Tuulen nopeusjakauma v. 2003.



Kuva 4. Tuulen nopeusjakauma v. 2003 Lahdessa.

Kuvassa 5a ja b. on esitetty mallinnuksessa käytetyt laskennalliset sekoitusvoimakkuudet ja sekoituskorkeudet v. 2003 tammikuusta joulukuuhun.



Kuva 5a/5b. Sekoitusvoimakkuuden ja sekoituskorkeuden jakautuminen kuukausittain Lahdessa v. 2003 mallinnuksessa.

1.6 Tieliikenteen päästöt

Lahden eteläisen kehätien eri linjausvaihtoehtojen (NYKY 2000, NYKY 2020, RENKOMÄKI 2020, LAUNE 2020) liikennemäärätiedot saatiin Strafica Oy:stä. Eri linjausvaihtoehtojen liikennepäästöjen mallinnuksessa huomioitiin tiet, joiden keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) ylitti 5000 autoa vuorokaudessa. Renkomäen linjausvaihtoehdossa huomioitiin myös kehätien osa, jossa liikennetiheydeksi oli arvioitu alle 5000 autoa vuorokaudessa. Liikennemäärissä huomioitiin Strafica Oy:n ennusteet henkilöauto- ja raskasliikenneosuuksista.

Liikenteen yksikköpäästöjä laskettaessa lähtötietoina käytettiin VTT:n Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan osaston julkaisua: *Mäkelä K., Laurikko J., Kanner H. "Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt - LIISA 2003 laskentajärjestelmä" Tutkimusraportti RTE 2814/04, Espoo 2004.* LIISA-laskentajärjestelmä on vakiinnuttanut asemansa tärkeimpänä lähteenä tieliikenteen päästöjen määrittämisessä aluetasolla Suomessa. LIISA-laskentajärjestelmä laskee autoliikenteen päästöt nykyisellä versiolla vuosille 2003 – 2023 (<http://vtt.lipasto.fi>).

Liisa 2003 laskentajärjestelmässä on käytetty v. 2001 uusittua laskentajärjestelmää, jolloin mm. tieliikenteen päästökertoimet on kokonaan uusittu. Verrattaessa vanhempiin laskelmiin mm. typenoksidien ja hiukkasten päästökertoimet ovat laskeneet huomattavasti, eikä uudella ja vanhalla LIISA-järjestelmällä laskettuja kokonaispäästöjä voida suoraan verrata (Liisa 2001.1, <http://vtt.lipasto.fi>). Autojen typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen odotetaan edelleen laskevan ainakin muutamia vuosia autojen tekniikan edelleen kehittyessä. Kertoimet osoittavat autojen teknisen kehittymisen muutoksen suhteessa auton vuosimalliin ja koskevat uutta autoa. Tämän takia mallilaskelmissa päästökertoimiin lisättiin auton vanhenemisesta aiheutuva kerroin, mikä saatiin VTT:n LIISA 2003 julkaisusta auton ikään ja päästökertoimiin liittyviä tietoja soveltamalla. Auton keskimääräiseksi iäksi arvioitiin vuonna 2020 n. 8 vuotta, kun auton keski-ikä nykyisin on n. 10 vuotta (www.autoalantieto.fi). Tässä huomioitiin se, että ajosuorite on hyvin vanhoilla autoilla yleensä pienempi, eli niillä ajetaan vähemmän.

Autojen yksikköpäästöjä laskettaessa huomioitiin myös em. julkaisussa esitetyt Lahden kaupungin katusuoritejakaumat eri autotyypeille (henkilöautot, pakettiautot, linja-autot, kuorma-autot ilman perävaunua ja perävaunulliset kuorma-autot) vuonna 2003. Käytetyt suoritteet perustuvat Tiehallinnon katusuoritelaskelmiin. Myös vuoden 2020 katusuoritejakauma arvioitiin julkaisussa esitettyjen Tiehallinnon katusuorite-ennusteiden pohjalta. Taulukossa 6. on esitetty vuoden 2003 ja 2020 Lahden tieliikenteen päästöille käytetyt katusuoritejakaumat

Taulukko 6. Katusuoritejakauma Lahdessa v. 2003 ja 2020.			
	Kaikista autoista (Lähde: Liisa 2003).	Kevyet ajoneuvot v. 2003	Kevyet ajoneuvot v. 2020
Henkilöautot	84.3 %	88 %	88 %
Pakettiautot	11.3 %	12 %	12 %
		Raskaat ajoneuvot v. 2003	Raskaat ajoneuvot v. 2020
Linja-autot	1.5 %	46.6 %	39.85 %
Kuorma-autot	2.1 %	37.3 %	42.35 %
Perävaunulliset kuorma-autot	0.86 %	16 %	17.8 %

Eri ajoneuvotyyppien päästökertoimet valittiin ns. pääkaduille esitetyistä keskimääräisistä kertoimista. Henkilöautojen yksikköpäästöjä laskettaessa huomioitiin katusuoritejakauman (henkilöautot/pakettiautot) lisäksi ei-katalysaattoriautojen, katalysaattoriautojen ja dieselautojen katusuoriteosuudet v. 2003 ja v. 2020 (Taulukko 7). Pakettiautot luokiteltiin kaikki dieselautoiksi, koska bensiinikäyttöisten osuus on suhteessa pieni. Raskaan liikenteen yksikköpäästöt laskettiin huomioden erilaisten raskaiden ajoneuvotyyppien ajosuoriteosuudet ja päästökertoimet. Eri autotyyppien päästökertoimien ja katusuoritejakaumien sekä tieosuuksien keskimääräisen henkilöauto- ja raskaan liikenteen määrien mukaan laskettiin kunkin tieosuuden typenoksidipäästöt sekä autoliikenteen suorat hiukkaspäästöt vuosille 2003 ja 2020. Päästöissä huomioitiin myös ns. ikäkerroin, koska autojen ikä

vaikuttaa varsinkin typenoksidipäästöihin. Hiukkaspäästöihin auton iällä on arvioitu olevan huomattavasti pienempi vaikutus (*LIISA 2003*).

Tieliikenteen aiheuttamia epäsuoria hiukkaspäästöjä (kuten renkaiden nostattamaa tiepölyä, hiekan jauhautumista, jne.) mallissa ei huomioitu. Katupölyn päästömäärät riippuvat käytössä olevista liukkaudentorjuntamenetelmistä (mm. hiekoitushiekan rakenteesta) ja nastarenkaista sekä tienpinnan materiaalista. Katupölyn päästötietoa on vähän ja sitä tuotetaan tällä hetkellä meneillään olevassa VIPEN-hankkeessa liikkuvalla katupölypäästöjen mittausjärjestelmällä TEKESin FINE-ohjelmassa.

Taulukko 7. Laskelmissa käytetyt henkilöautojen katusuoriteosuudet.		
	2003	2020
Ei-kat-autot	25 %	-
Kat-autot	57 %	78.5 %
Diesel-autot	18 %	21.5 %

NYKY 2000 ja NYKY 2020 vaihtoehdot ovat pääpiirteissään samalla tieverkolla, mutta vuoden 2020 tilanteessa mukana on kuitenkin mm. Heinolan moottoritie ja Uudenmaankadun nelikaistaistaminen. Yksittäisiä tieosuuksia on mallissa n. 280-350 kpl riippuen kehätien linjausvaihtoehdosta. Osa teistä on hyvin pieninä pätkinä, mikä lisää tieosuuksien kokonaismäärää mallissa. Jokaiselle tieosuudelle on laskettu omat päästöt riippuen tieosuuden keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä, henkilö- ja raskaan liikenteen osuudesta, tieosuuden pituudesta ja kaistamäärästä. Taulukossa 8. on esitetty mallissa mukana olevien kehätien linjausvaihtoehtojen kokonaispäästöt vuodessa (tiet yli 5000 ajoneuvoa/vrk). Taulukosta nähdään, että typenoksidien kokonaispäästöjen arvioidaan laskevan huomattavasti vuoteen 2020 mennessä johtuen päästökertoimien kehitysnusteesta ja huolimatta mukana olevasta autojen ikääntymiseen liittyvästä päästölisästä ja liikenteen kasvusta. Henkilöautoissa ei-katalysaattoriautot poistuvat liikenteestä ja uusien autojen päästöt tekninen kehitys vähentää typenoksidipäästöjä. Lisäksi raskaan liikenteen päästöjen odotetaan pienenevän merkittävästi typenoksidien päästövähennystekniikan (SCR-katalysaattorien) kehittyessä (*vrt. LIISA 2003, päästökertointaulukot*) ja tiukempien päästönormien astuessa voimaan (Euro-4 10/2006, Euro-5 10/2009). Ajoneuvojen suorissa hiukkaspäästöissä kokonaispäästökehitys ei kuitenkaan ole yhtä suuri, sillä henkilöautojen määrän lisääntyminen vuoteen 2020 näyttäisi kompensoivan raskaan liikenteen teknisen päästövähennyksen (Taulukko 8).

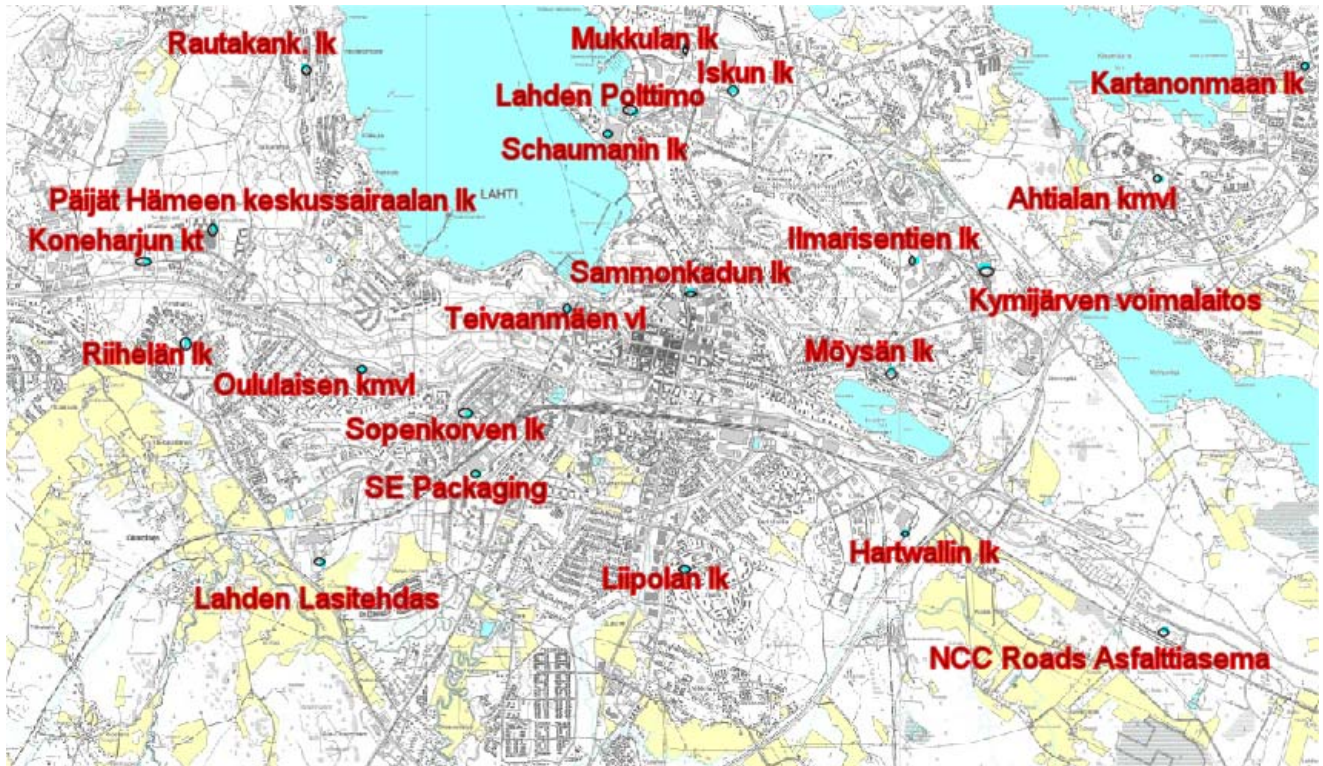
Taulukko 8. Lahden kehätien linjausvaihtoehtojen kokonaispäästöt. (mukana tiet yli 5000 ajoneuvoa/vrk).			
	NOx (t/a)	Hiukkaset PM10 (t/a) Suorat ajoneuvopäästöt	Kilometrimäärä mallissa (km)
NYKY 2000	590	27	152
NYKY 2020	234	30	184
RENKOMÄKI 2020	230	30	196
LAUNE 2020	223	29	190

1.7 Pistelähteiden päästöt

Lahden kaupungin alueelta malliin kerättiin yhteensä 24 pistelähteen (kuva 6) vuoden 2003 päästötiedot. Osassa pistelähteistä on useampi kattila samassa lämpökeskuksessa, joten malli kuvaa

yhteensä 45 kattilan/moottorin päästöjen leviämistä. Pistelähteiden päästötiedot on toiminnanharjoittajilta koonnut Lahden kaupungin ympäristötoimisto.

Liitteessä 9. on esitetty pistelähteiden päästötiedot. Mallinnuksessa on huomioitu tavanomaisten mallinnusparametrien lisäksi mm. kattiloiden käyttökuukaudet ja -tunnit. Taulukossa 9 on esitetty pistelähteiden yhteenlasketut vuosipäästöt. Kuvassa 7 on Lahden pistelähteiden NO_x-päästöt (t/a) v. 2003 päästökorkeusluokittain.

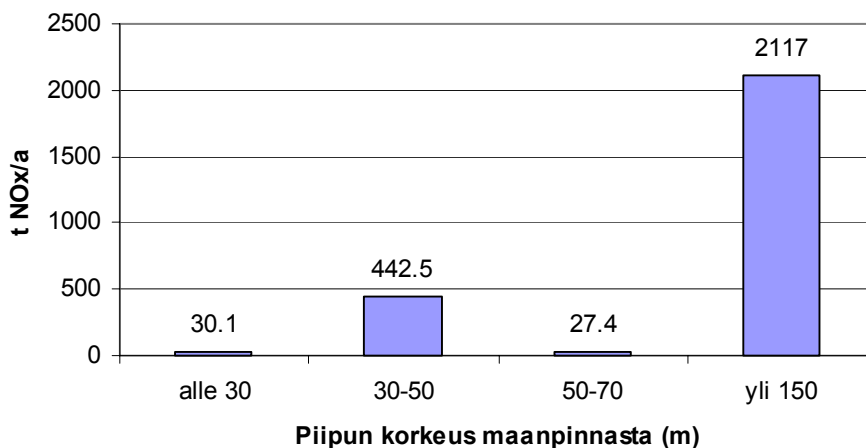


Kuva 6. Mallinnuksessa mukana olevat pistelähteet.

Taulukko 9. Lahden pistelähteiden kokonaispäästöt v. 2003.

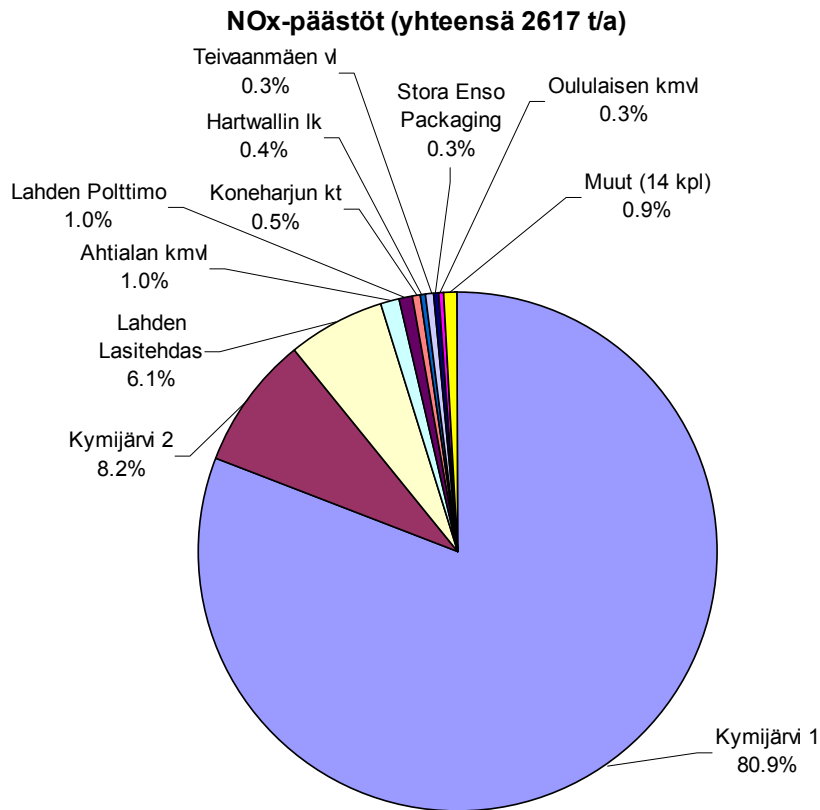
	NO _x (t/a)	Hiukkaset (t/a)	PM10* (t/a)
Pistelähteet	2617	76	68

*Päästökertoimet: SYKE, PM10-kertoimet www.ymparisto.fi

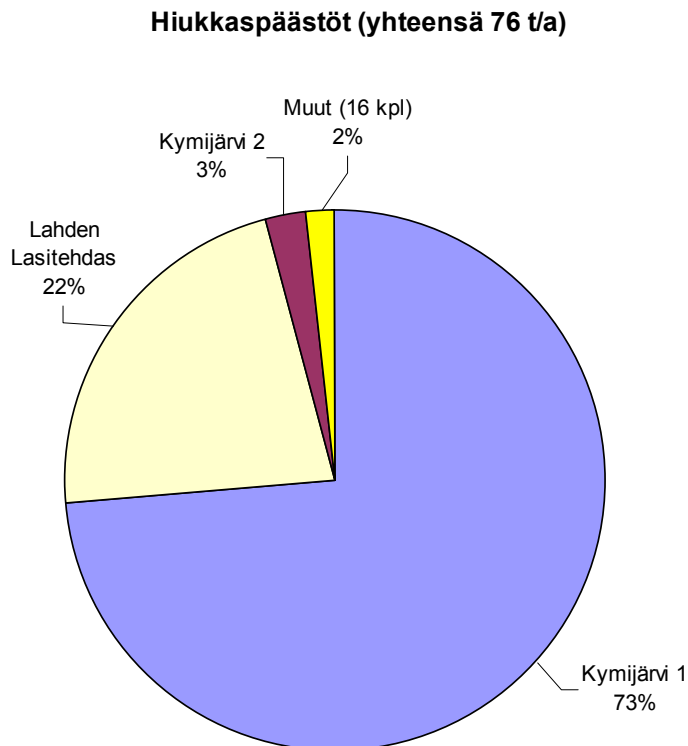


Kuva 7. Lahden pistelähteiden NO_x-päästöt (t/a) v. 2003 päästökorkeusluokittain.

Kuvassa 8. on esitetty NOx-päästöjen ja kuvassa 9. hiukkaspäästöjen jakautuminen eri päästölähteiden kesken.



Kuva 8. NOx-päästöjen jakautuminen Lahdessa v. 2003.



Kuva 9. Hiukkaspäästöjen jakautuminen Lahdessa v. 2003.

Lahden typenoksidipäästöistä 95 % muodostui Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitoksen (Kymijärvi 1-hiili/maakaasu ja Kymijärvi 2-kaasuturbiini, yht. 89%) ja Pilkington Lahden Lasitehdas Oy:n (6 %) päästöistä. Vastaavasti hiukkaspäästöistä 98 % muodostui näistä laitoksista (Kymijärvi 1 ja 2 76% ja Lahden 22 %). Kymijärvi 1 voimalaitoksen päästökorkeus on suuri, 154 m maanpinnasta, kun Kymijärvi 2 ja Lahden lasitehtaan päästökorkeus on 30-40 m.

1.8 Mallin epävarmuuden arviointi

Tavallisesti leviämismallinnuksen epävarmuusarviointi voidaan tehdä vertaamalla saman ajankohdan ulkoilmapitoisuuksien mittausdataa ja mittauspisteeseen mallilla laskettuja pitoisuuksien aikasarjoja keskenään silloin, kun kaikki suurimmat ulkoilmapitoisuuksiin vaikuttavat päästölähteet ovat mallissa mukana. Tehtäessä mallinnuksia ennustetuilla tulevaisuuden päästötiedoilla ei vastaavaa vertailua tietenkään voida tehdä.

Valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta (VNA 711/2001, *asetuksen Liite 4*) on esitetty laatutavoitteet eri ilmanlaadun seurantamenetelmille. Typpidioksidin ja typen oksidien mallintamisen sallittu epävarmuus on tuntiarvoille 50-60 %, 24 tunnin arvoille 50 % ja vuosiarvoille 30 %. Hiukkasten mallintamisen vuosiarvojen sallittu epävarmuus on 50 %.

Tässä selvityksessä tehtyjen mallinnusten suurimmat epävarmuustekijät liittyvät mallin liikenteen lähtötietojen epävarmuuteen:

- liikennemäärien tulevaisuuden kehitykseen Lahdessa,
- henkilö- ja raskaan liikenteen osuuksiin
- sekä toisaalta autojen yksikköpäästötietojen kehittymiseen (päästökertoimet).

Mallinnuksessa NO₂-taustapitoisuuden (vuosikeskiarvo 3-4 µg/m³) on oletettu sisältyvän mallin lähtötietojen epävarmuuteen (liikennetiedot, päästökertoimet) eikä sitä ole erikseen lisätty malliin. Liikennemalleissa lähtötietoihin liittyvät epävarmuudet ovat yleensä suuremmat kuin piippulähdemalleissa, koska pistelähteiden päästöjä mitataan joko jatkuvatoimisesti tai ainakin vuosittain tehtävissä päästömittauksissa. Liikennepäästötiedot sen sijaan perustuvat päästökertoimiin ja keskimääräisiin ajoneuvojakaumiin.

Laaja liikennemalli ei ota huomioon ns. katukuiluefektiä eikä se mallinna mm. liikennevalojen aiheuttamia lyhyiden tyhjäkäyntitilanteiden vaikutuksia. Hiukkasmallissa ei ole huomioitu liikenteen epäsuoria hiukkaspäästöjä, koska niiltä osin luotettavia lähtötietoja ei vielä ole olemassa. Tekesin FINE-ohjelmassa on meneillään hanke, jossa mitataan katupölypäästöjä auton renkaan vierestä (STADIA, Nuuskija-auto).

Yleisesti leviämismallinnuksen tuloksen epävarmuus riippuu seuraavista osatekijöistä:

- päästödatan mittausepävarmuus (10 – 30 %)
- tuulen suunnan mittausepävarmuus (10 %)
- aineiston ajallinen edustavuus (10 –30 %)

Leviämismallinnuksessa lopullisen tuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on 10 – 40 % kunkin yksittäisen tuntipitoisuuden osalta ja edustavuus paranee pitempiaikaispitoisuuksia laskettaessa².

Typpidioksidin mallinnuksen tuloksia on verifioitu vertaamalla niitä Lahden vuoden 2003 ilmanlaadun mittaustuloksiin raportin kohdassa 4.4 *Mitattujen ja mallinnettujen typpidioksidipitoisuuksien vertailu*.

² Viite: U.S.Environmental Protection Agency Pt. 51, App. W
APPENDIX W TO PART 51—GUIDELINE ON
AIR QUALITY MODELS, 2001 (www.epa.gov)

**OSA I - LIIKENTEEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMINEN NYKYTILANTEESSA
JA V. 2020**

(Raportti Lahti_liikenne07102005.pdf)

2. Liikennepäästöjen leviäminen

2.1 Liikenteen typpidioksidin aluejakaumakuvat

Lahden kehätien eri linjausvaihtoehtojen liikenteen typenoksidipäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuarvoihin:

- **NO₂-tuntipitoisuuden ohje-arvo** (OA 150 µg/m³); ohje-arvo koskee kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipistepitoisuutta - vertailuarvoina vuoden korkeimmat tuntiarvojen 99. prosenttipistepitoisuudet
- **NO₂-vuorokausipitoisuuden ohje-arvo** (OA 70 µg/m³), ohje-arvo koskee kuukauden 2. korkeinta vuorokausiarvoa – vertailuarvoina vuoden toiseksi korkeimmat vuorokausiarvot
- **NO₂- tuntipitoisuuden siirtymäkauden raja-arvo** (RA 200 µg/m³), raja-arvo koskee vuoden tuntiarvojen 98. prosenttipistepitoisuutta – vertailuarvoina vuoden tuntiarvojen 98. prosenttipistepitoisuudet (laskettu NYKY 2000 –tilanteessa)
- **NO₂-tuntipitoisuuden uusi raja-arvo** (RA 200 µg/m³, sallitaan 18 ylitystä vuodessa)- raja-arvo tulee voimaan vuonna 2010 – vertailuarvoina vuoden 19. korkeimmat tuntipitoisuudet
- **NO₂-pitoisuuden vuosiraja-arvo** (RA 40 µg/m³, voimaan 2010) ja **NO_x:n vuosiraja-arvo** kasvillisuuden suojelemiseksi (RA NO_x 30 µg/m³)

Liitteissä 1-4 on esitetty typpidioksidin ulkoilmapitoisuuksien aluejakaumakuvat Lahden eteläisen kehätien eri linjausvaihtoehdoilla.

Liite 1. NYKY 2000 – NO₂

Liite 2. NYKY 2020– NO₂

Liite 3. RENKOMÄKI 2020– NO₂

Liite 4. LAUNE 2020– NO₂

Aluejakaumakuvat osoittavat pitoisuuden, joka voi käyrän sisäpuolisilla alueilla ajoittain ylittyä. Huomioitavaa on, että aluejakaumakuvat eivät esitä ajallisesti yhtenäistä tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot esiintyvät todennäköisesti eri laskentapisteissä eri ajankohtina vuoden aikana (mm. tuulen suunnasta ja sekoitusolosuhteista riippuen). **Pitoisuuksien aluejakautumia tulkittaessa on huomattava, että suurimman osan ajasta tunti- ja vuorokausipitoisuudet ovat kaikissa laskentapisteissä esitetyjä korkeimpia vertailuarvoja pienempiä.**

2.2 Liikenteen aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet nykytilanteessa ja vuonna 2020

NYKY 2000 tilanteessa ulkoilman NO₂-pitoisuudet voivat ylittää tuntiohje-arvon (150 µg/m³, Liite 1, kuva 1) ja vuorokausiohje-arvon (70 µg/m³, Liite 1, kuva 2) ajoittain kaupunkialueella, torin ympäristössä ja toisaalta risteysalueilla, mm. Mytjäisissä, Launeella, Joutjärvellä ja Kymijärven liittymässä. Vuorokausikeskiarvon ylitys osoittaa, että tuntiarvot voivat olla koholla useana tuntina vuorokaudessa eikä vain hetkellisesti. Lahden kaupungin tekemän *Ilmanlaatu Lahdessa vuonna 2003* -raportin mukaan vuorokausiohje-arvon ylityksiä on mitattu Vesku 11 –mittausasemalla. Myös Launeen ja Kisapuiston mittausasemilla on mitattu lähellä tuntiohje-arvoa olevia pitoisuuksia.

NYKY 2000 mallinnuksessa ilmanlaadun voimassa olevan siirtymäajan tuntiraja-arvo $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ei ylity kaupunkialueella, mutta suppeilla alueilla vilkasliikenteisissä risteyksissä pitoisuus voi ajoittain nousta n. 50-75 %:iin tuntiraja-arvosta eli $100\text{-}150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Liite 1, kuva 3). Vuosikeskiarvopitoisuus on keskustassa Aleksanterinkadun ympäristössä mallin mukaan $30\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -pitoisuusalueella (yli 90 % raja-arvosta). Vesku 11 mittauspisteessä mittauksiin perustuva vuosikeskiarvopitoisuus oli vuonna 2003 $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä on 90 % vuosiraja-arvosta (*Ilmanlaatu Lahdessa vuonna 2003, Lahden kaupunki, 2003*). Kymijärven liittymän ympäristössä vuosikeskiarvo voi mallin mukaan hyvin paikallisesti ylittyä nykypäästöillä ja liikennemäärillä.

Verrattaessa NYKY 2000 ja NYKY 2020 typpidioksidin ulkoilmapitoisuuksia (Liitteet 1 ja 2) nähdään, että vuonna 2020 liikenteen aiheuttamat NO_2 -pitoisuudet ulkoilmassa ovat huomattavasti pienemmät kuin nykypäivänä. Vuoden 2020 ennustetuilla liikennemäärillä ja päästöillä ulkoilman tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet ovat kaupunkialueella 13-40 % tuntiohjearvosta (n. $20\text{-}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet 21-57 % vrk-ohjearvosta (n. $15\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Liite 2. kuvat 5 ja 6). Liikennepäästöjen aiheuttamat typpidioksidin ulkoilmapitoisuudet putoavat alle puoleen nykyisestä. Raja-arvopitoisuudet eivät myöskään ylity, koska pitoisuudet jäävät jo ohjearvopitoisuuksien alle.

Huolimatta liikenteen määrän kasvusta vuoteen 2020, ajoneuvojen päästöjen vähennystekniikan kehittyminen tulee siis vähentämään liikenteen aiheuttamia NO_x -kokonaispäästöjä huomattavasti ja siten pienentämään ulkoilman NO_2 -pitoisuuksia ja parantamaan ilmanlaatua. Päästönormien voimaantulo (Euro-4 10/2006 ja Euro-5 10/2009) tulee vähentämään varsinkin raskaasta liikenteestä aiheutuvia typenoksidipäästöjä.

Päästökertoimien kehitys perustuu VTT:n Liisa 2003 laskentajärjestelmän tietoihin. Lahden alueella arvioitu liikenteen kasvu vuoteen 2020 mennessä vaihtelee katuosuuksittain. Liikennemääristä on tehty erillinen selvitys, josta yhteenvetokuvat löytyvät mm. Tiehallinnon www-sivuilta (www.tiehallinto.fi/vt12/lahtikeha/). Tässä selvityksessä on käytetty samoja Strafica Oy:ltä saatuja liikennetietoja.

2.3 Kehätien linjausvaihtoehtojen vertailu – vaikutukset NO_2 -pitoisuuksiin

NYKY 2020 liikenteen päästöistä aiheutuvat ulkoilman ohjearvoihin verrannolliset NO_2 -pitoisuudet jäisivät mallin mukaan siis huomattavasti alhaisemmiksi kuin liikenteen nykyisten päästöjen vaikutukset. Raja-arvopitoisuudet eivät luonnollisesti ylity, jos pitoisuudet jäävät jo ohjearvopitoisuuksien alapuolelle. RENKOMÄKI 2020 ja LAUNE 2020 vaihtoehtoisten linjausratkaisujen aiheuttamat typpidioksidin ulkoilmapitoisuudet noudattavat samaa suuruusluokkaa, kuin NYKY 2020 mallinnuksen tulokset. Kokonaisuutena liikenneperäiset NO_2 -pitoisuudet ulkoilmassa olisivat korkeimmillaan Lahden kaupungissa v. 2020 luokkaa (Liitteet 2, 3 ja 4):

- 13-40 % NO_2 :n tuntiohjearvosta eli n. $20\text{-}60 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$
- 21-57 % NO_2 :n vrk-ohjearvosta eli n. $15\text{-}40 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$.

RENKOMÄKI 2020 linjausvaihtoehdon aiheuttamat ulkoilman NO_2 -pitoisuuksien aluejakaumakuvat (Liite 3) noudattavat pitkälle samaa linjaa kuin NYKY 2020 vaihtoehdon (Liite 2) typpidioksidin aluejakaumat. Tämä johtuu siitä, että Renkomäen vaihtoehdossa on arvioitu vain pienen osan Lahden ohikulkuliikenteestä valitsevan Renkomäen kiertotien. Osassa Renkomäen linjausta oli

keskimääräinen vuorokausiliikenne arvioitu alle 5000 ajoneuvoksi vuorokaudessa (ks. *Lahden eteläinen kehätie – vaihtoehtojen vertailu 2005, Tiehallinto, Lahden kaupunki, Päijät-Hämeen liitto*). Renkomäen vaihtoehto vähentää em. vertailun mukaan nykyisen VT 12 liikennettä Lahden keskustassa vain n. 200-2000 ajoneuvoa /vrk eli 1-6 %. Tällainen liikenteen siirtymä ei suuresti vaikuta Lahden keskustassa liikenteestä aiheutuviin ulkoilman typpidioksidipitoisuuksiin.

LAUNE 2020 linjausvaihtoehto vähentää nykyisen Valtatie 12 liikennettä keskustan tuntumassa 20-40 %:lla riippuen tieosuudesta (ks. *Lahden eteläinen kehätie – vaihtoehtojen vertailu 2005, Tiehallinto, Lahden kaupunki, Päijät-Hämeen liitto*). Typenoksidien leviämismallinnuksessa liikenteen väheneminen näkyy mm. siten, että aluejakaumakuvissa esim. keskusta-alueella NO₂:n tuntiohjearvoon verrannollisen pitoisuusalueen 20 µg/m³ -samanarvokäyrän alue supistuu verrattuna NYKY 2020 ja RENKOMÄKI 2020 vaihtoehtoihin (Liite 4, kuva 13 vert. Liite 2 kuva 5 ja Liite 3 kuva 9). Toisaalta kuvasta 13 näkyy uutena ns. Launeen tielinjauksen mukainen vaikutusalue, jossa tuntipitoisuudet ovat n. 20-40 µg/m³ (13-27 % tuntiohjearvosta). Myös vuorokausiohjearvoihin verrannollisessa aluejakaumakuvassa (Liite 4, kuva 14) näkyy aivan Launeen tielinjauksen mukainen suppea vaikutusalue, jossa vuorokausipitoisuudet ovat 29-43 % vrk-ohjearvoista.

Oheisiin taulukoihin (Taulukot 10 ja 11) on koottu Lahden eteläisen kehätien eri linjausvaihtoehtojen autoliikenteen aiheuttamat ulkoilman typpidioksidipitoisuuksien vertailuarvot (vertailu ohjearvoihin) Lahden läpi kulkevan Valtatie 12:n risteysalueilla (yksittäisten reseptoripisteiden arvot risteysalueiden lähellä). Kuvissa 10 ja 11 on vastaava tielinjausvertailu keskustan osalta esitetty graafisesti vuoden 2020 liikennetilanteessa (NYKY 2020, RENKOMÄKI 2020, LAUNE 2020).

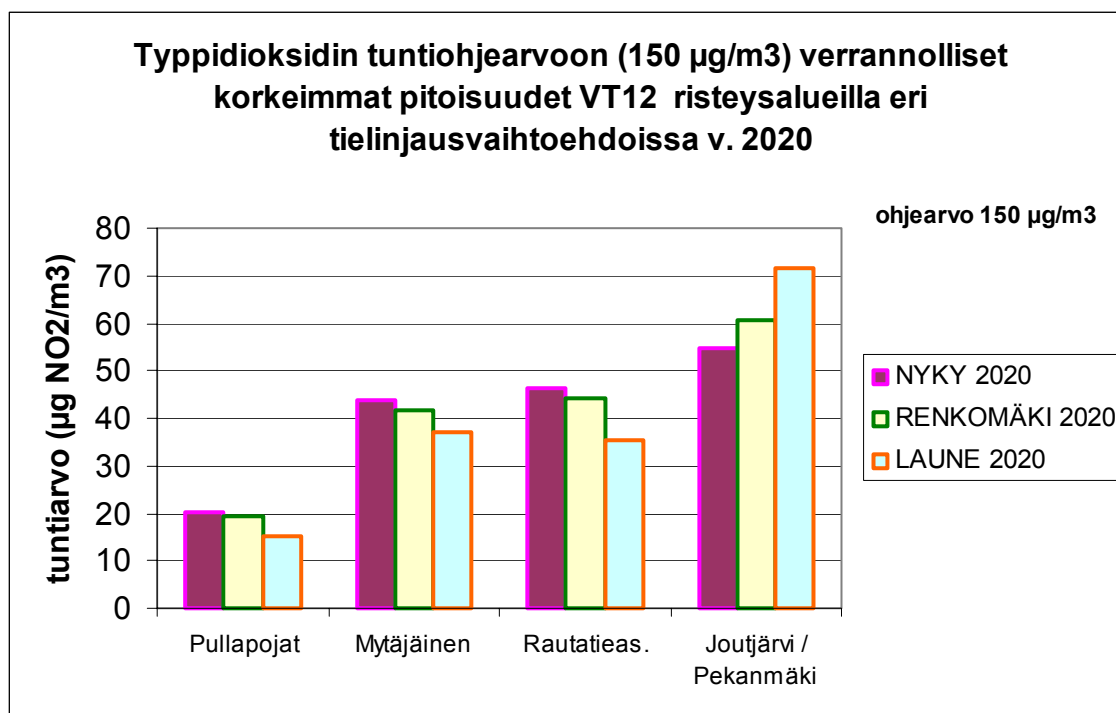
Taulukoista ja kuvista nähdään, että RENKOMÄKI 2020 linjaus vähentäisi VT12 risteysalueiden pistekohtaisia tunti- ja vuorokausipitoisuuksia noin 3-5 % ja LAUNE 2020 linjaus n. 14-25 % verrattaessa NYKY 2020 linjaukseen. Sen sijaan Joutjärven liittymässä RENKOMÄKI 2020 ja LAUNE 2020 linjaukset aiheuttaisivat pitoisuuksien kasvua verrattuna NYKY 2020 liikennetilanteeseen. RENKOMÄKI 2020 aiheuttama pitoisuuslisä Joutjärven liittymässä olisi 11%, kun se vastaavasti LAUNE 2020 linjauksessa olisi 26-31 %.

Taulukko 10. Korkeimmat typpidioksidin (NO₂) tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet (µg/m³) nykyisen VT12 risteysalueilla eri tielinjausvaihtoehdoissa (tuntiohjearvo 150 µg/m³)

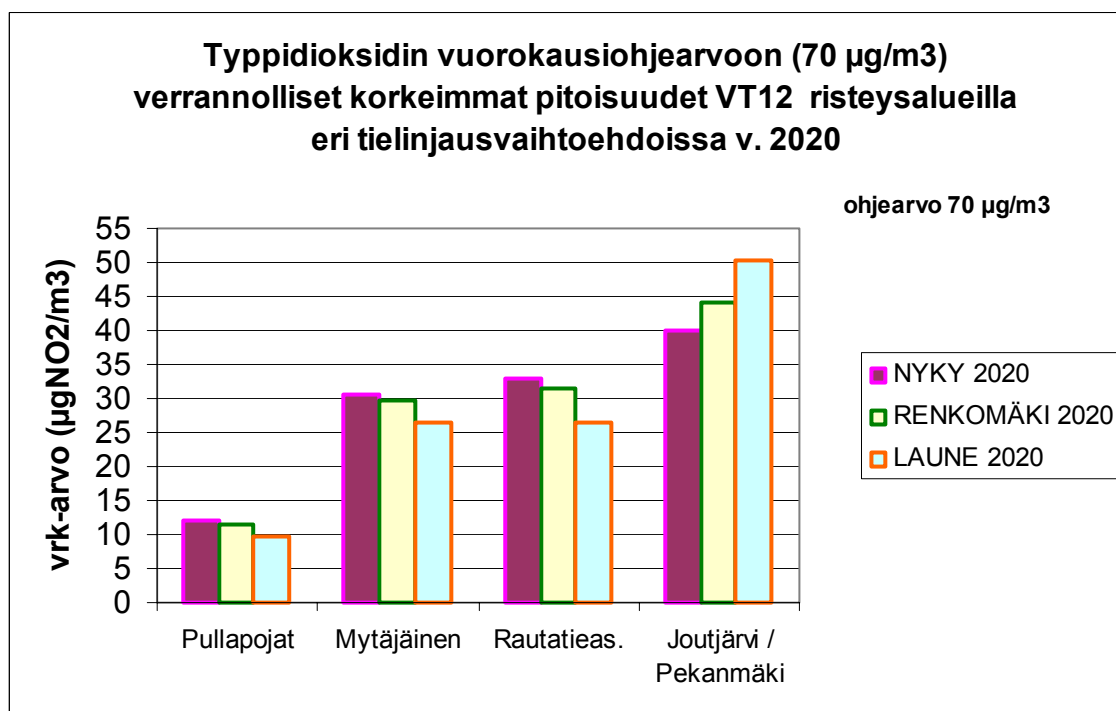
	NYKY 2000	NYKY 2020	RENKOMÄKI 2020	LAUNE 2020
Pullapojat	67.7	20	19	15
Mytäjäinen	139	44	42	37
Rautatieas.	137	46	44	36
Joutjärvi/ Pekamäki	137	55	61	71

Taulukko 11. Korkeimmat typpidioksidin (NO₂) vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet (µg/m³) nykyisen VT12 risteysalueilla eri tielinjausvaihtoehdoissa (vrk-ohjearvo 70 µg/m³)

	NYKY 2000	NYKY 2020	RENKOMÄKI 2020	LAUNE 2020
Pullapojat	31	12	11	9.7
Mytäjäinen	93	31	30	27
Rautatieas.	98	33	32	26
Joutjärvi / Pekamäki	99	40	44	50



Kuva 10. Korkeimmat tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet yksittäisissä pisteissä nykyisen VT 12 risteysalueilla Lahden keskustassa eri tielinjausvaihtoehdoissa v. 2020.



Kuva 11. Kuva 6. Korkeimmat vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet yksittäisissä pisteissä nykyisen VT 12 risteysalueilla Lahden keskustassa eri tielinjausvaihtoehdoissa v. 2020.

Typpidioksidipitoisuuden uuteen vuonna 2010 voimaan tulevaan raja-arvopitoisuuteen (RA 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sallitaan 18 ylitystä vuodessa) verrattavat pitoisuudet ovat n. 40-70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eli n. 20-35 % raja-arvosta eri tielinjausvaihtoehdoissa. NYKY 2020 vaihtoehtoon verrattuna RENKOMÄKI 2020 vaihtoehdossa tuntiraja-arvoon verrannollinen 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ samanarvokäyrän alue on laajempi kuin NYKY 2020 vaihtoehdossa, mutta 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alue ja sitä korkeammat pitoisuusalueet mm. nykyisen Valtatie 12 linjauksella keskustassa ovat hieman pienempiä kuin NYKY 2020 linjausvaihtoehdossa. LAUNE 2020 vaihtoehdossa tuntiraja-arvoon verrannollinen 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -pitoisuusalue (25 % raja-arvosta) muuttaa muotoaan siten, että keskusta-alueella ko. pitoisuusalue pienenee, mutta toisaalta muodostuu uusi 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -pitoisuusalue Launeen tielinjan mukaisesti (Liite 4, kuva 15).

Vuosikeskiarvopitoisuudet jäävät jokaisessa vuoden 2020 liikennepäästöjen mukaisissa linjausvaihtoehdoissa alhaisiksi, n. 4-14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 10-35 % vuosiraja-arvosta (RA 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Suurimmat vuosikeskiarvopitoisuudet sijoittuvat Joutjärven ja Kymijärven liittymien kohdalle, joiden läpi periaatteessa lähes kaikki pohjois-eteläsuunnassa tai itä-länsi suunnassa kulkeva ohikulkuliikenne kulkee riippumatta eteläisen kehätien linjauksesta.

2.4 Ajoneuvojen suorien hiukkaspäästöjen aluejakaumakuvat

Lahden kehätien eri linjausvaihtoehtojen liikenteen suorien hiukkaspäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuarvoihin:

- **PM10-vuorokausipitoisuuden ohjearvo** (OA 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ohjearvo koskee kuukauden 2. korkeinta vuorokausiarvoa – vertailuarvona vuoden toiseksi korkeimmat vuorokausiarvot
- **PM10-vuorokausipitoisuuden raja-arvo** (RA 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sallitaan 35 ylitystä vuodessa) – vertailuarvoina vuoden 36. korkeimmat vuorokausipitoisuudet
- **PM10-pitoisuuden vuosiraja-arvo** (RA 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Liitteissä 5-8 on esitetty suorista liikennepäästöistä aiheutuvat PM10 ulkoilmapitoisuudet aluejakaumakuvina Lahden eteläisen kehätien eri linjausvaihtoehdoilla.

Liite 5. NYKY 2000 – PM10 / suorat päästöt

Liite 6. NYKY 2020 – PM10 / suorat päästöt

Liite 7. RENKOMÄKI 2020 – PM10 / suorat päästöt

Liite 8. LAUNE 2020 – PM10 / suorat päästöt

Aluejakaumakuvat osoittavat pitoisuuden, joka voi käyrän sisäpuolisilla alueilla ajoittain ylittyä. Huomioitavaa on, että aluejakaumakuvat eivät esitä ajallisesti yhtenäistä tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot esiintyvät todennäköisesti eri laskentapisteissä eri ajankohtina vuoden aikana. Pitoisuuksien aluejakaumia tulkittaessa on huomattava, että suurimman osan ajasta tunti- ja vuorokausipitoisuudet ovat kaikissa laskentapisteissä esitettyjä korkeimpia vertailuarvoja pienempiä.

Hiukkasten aluejakaumakuvissa on lisäksi huomioitava, että ne koskevat ainoastaan ajoneuvojen suoria hiukkaspäästöjä.

2.5 Liikenteen suorat hiukkaspäästöt (PM10) nykytilanteessa ja v. 2020

NYKY 2000 tilanteessa (Liite 5, kuva 17) ajoneuvojen suorista hiukkaspäästöistä aiheutuvat PM10-ulkoilmapitoisuudet ovat korkeimmillaan alle 10 % PM10-vuorokausiohjearvosta (70 µg/m³). Korkeimmat pitoisuudet sijoittuvat keskustassa torin ympäristöön ja Vesijärvenkadulta Launeelle päin sekä Kymijärven liittymään. Vuorokausipitoisuuden raja-arvoon (50 µg/m³) verrannolliset korkeimmatkin pitoisuudet (Liite 5, kuva 18) jäävät n. 6 %:iin raja-arvosta. Vuosikeskiarvopitoisuus on korkeimmillaan torin ympäristössä, n. 5 % vuosiraja-arvosta (40 µg/m³).

Ulkoilman mitatut PM10-pitoisuudet ovat mallinnettuja huomattavasti korkeammat, johtuen siitä, että mitatuissa on mukana liikenteen epäsuorien hiukkaspäästöjen aiheuttamat hiukkaspitoisuudet. Epäsuorat hiukkaspäästöt syntyvät katupölystä, hiekoituspölystä ja renkaiden irrottamasta tienpintamateriaalista. Epäsuoria hiukkaspäästöjä ei ole mallinnettu johtuen nykypäivänä vähäisestä lähtötietoaineistosta. Lahdessa on ollut vuonna 2003 jatkuvatoimisten mittausten mukaan raja-arvon (50 µg/m³) ylittäviä vuorokausipitoisuuksia 2 kpl Torilla ja 9 kpl Launeella. Vuosikeskiarvo oli v. 2003 Torilla 16 µg/m³ (40 % raja-arvosta) ja Launeella 18 µg/m³ (45 % raja-arvosta) (*Lähde: Ilmanlaatu Lahdessa vuonna 2003, Lahden kaupunki*).

Lahden eteläisen kehätien linjausvaihtoehtojen vertailussa havaittiin edellä (taulukko 7), että huolimatta yksikköpäästöjen pienenemisestä vuoteen 2020 mennessä ajoneuvojen suorien hiukkaspäästöjen oletetaan kokonaisuudessaan hieman kasvavan nykyisestä johtuen varsinkin henkilöautoliikenteen kasvusta vuoteen 2020 mennessä. Henkilöautojen hiukkaspäästövähennys vuoteen 2020 ei ole niin merkittävää kuin mm. dieselautojen ja muun raskaan kaluston hiukkaspäästövähennyksen oletetaan olevan.

NYKY 2020 päästöillä tehty mallinnus (Liite 6) on hyvin samankaltainen kuin NYKY 2000 tilanteessa. Yhteenlasketut mallissa mukana olevat kokonaispäästöt ovat hieman suuremmat (taulukko 7), mutta päästöjen painotukset eri teillä voivat olla erisuuret. Näin ollen keskustan alueen korkeimmat pitoisuusalueet (alle 10 % vrk-ohjearvosta) ovat hieman suppeammat kuin NYKY 2000 päästöillä ja liikenteellä lasketut alueet.

2.6 Kehätien linjausvaihtoehtojen vertailu – Hengitettävä pöly, PM10

Autojen tekninen kehitys tulee vähentämään yksittäisten ajoneuvojen suoria hiukkaspäästöjä varsinkin dieselajoneuvojen ja raskaan liikenteen osalta seuraavan 20 vuoden aikana. Kokonaispäästövähennyksen ei odoteta kuitenkaan olevan yhtä merkittävä kuin esimerkiksi typenoksidipäästöjen kohdalla, koska bensiinikäyttöisten henkilöautojen suorat hiukkaspäästöt eivät pienene yhtä voimakkaasti.

Henkilöautojen suorat hiukkaspäästöt eivät ole tällä hetkellä kovin merkittävä hiukkaspäästöjen lähde, vaan enemmän on kiinnitetty huomiota ajoneuvojen epäsuoriin hiukkaspäästöihin (renkaiden nostattama pöly), minkä määrä ja laatu on yhteydessä käytettyihin liukkaudenestomenetelmiin, tienhoitoon ja liikeneruuhkiin. Hiukkaskokojakaumatutkimukset tosin voivat tuoda tähän asiaan lisää uutta tietoa mm. hienojakoisen pölyn osuudesta ja laadusta suorissa / epäsuorissa hiukkaspäästöissä ja pölyn terveydellisistä vaikutuksista. Vuoden 2005 alussa ovat hengitettävän pölyn (PM10, hiukkaskoko alle 10 µm) uudet raja-arvot astuneet voimaan. Myöhemmässä vaiheessa myös ns.

pienhiukkasille (PM2.5, hiukkaskoko alle 2.5µm) voidaan asettaa ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoja. Pakokaasupäästöt ovat suurimmaksi osaksi nimenomaan pienhiukkasia.

RENKOMÄKI 2020 tienlinjausvaihto (Liite 7) ei suuresti vaikuta ajoneuvojen suorista hiukkaspäästöistä aiheutuviin PM10 ulkoilmapitoisuuksiin verrattuna NYKY 2020 vaihtoehtoon (ks kohta 2.3). Edellä NO₂-pitoisuuksien yhteydessä mainittiin, että Renkomäen tielinjausvaihtoehdossa vain pienempi osa tienkäyttäjistä valitsee Renkomäen ohitustien ja suurimman osan oletetaan edelleen ajavan keskustan läpi nykyisen valtatie 12 linjauksen mukaisesti. Tämä näkyy myös PM10-pitoisuuksissa.

LAUNE 2020 vaihtoehdossa (Liite 8) näkyy pieni ero NYKY 2000 NYKY 2020 ja RENKOMÄKI 2020 vaihtoehtoihin. Tässä vaihtoehdossa keskusta-alueen 2 µg/m³ -pitoisuusalue (n. 3 % vrk-ohjearvosta) hieman pienenee ja vastaavasti siirtyy Launeen tienlinjauksen mukaisesti (Liite 8, kuva 26). Sama näkyy myös PM10:n raja-arvoihin verrannollisissa pitoisuuksissa (Liite 8, kuvat 27 ja 28).

Liikenteen siirtyminen pois keskustan linjaukselta (NYKY) tulee todennäköisesti vähentämään liikenteen aiheuttamia epäsuoria hiukkaspitoisuuksia keskusta-alueen ulkoilmassa, mutta toisaalta ne voivat lisääntyä siellä mihin liikenne siirtyy. Tähän tietysti tulee oleellisesti vaikuttamaan myös se, kuinka liukkaudenestotavat kehittyvät ja kuinka teitä hoidetaan ns. pölyävinä aikoina.

2.7 Liikennemallin johtopäätökset

Leviämismalliselvityksessä käy ilmi, että autojen päästötekniinen kehittyminen ja uusien päästönormien voimaantulo tulee vähentämään tieliikenteen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia v. 2020 Lahdessa enemmän kuin kehätien linjausvaihtoehtojen erot. Varsinkin typenoksidipäästöjen yksikköpäästöjen pieneneminen (mm. katalysaattoritekniiikan käyttöönotto) tulee vähentämään raskaan liikenteen aiheuttamia typenoksidipäästöjä. Toisaalta vuonna 2020 katalysaattorittomia autoja on liikenteessä enää hyvin vähän, lähinnä museoautoina. Päästöennusteissa on käytetty VTT:n LIISA 2003 laskentajärjestelmässä esitettyjä päästötietoja. Lahden v. 2000 liikennetiedot ja v. 2020 liikenneennusteet on saatu Strafica Oy:stä.

Nykyisessä tilanteessa (NYKY 2000) autoliikenteen aiheuttamat typenoksidipitoisuudet Lahden keskustassa ovat huomattavat ja ohjearvon ylittäviä vuorokausipitoisuuksia (OA 70 µg/m³) voi ajoittain esiintyä ruuhkaisimmilla tieosuuksissa. Myös tuntiohjearvon ylityksiä voi tapahtua keskustan vilkasliikenteisillä risteysalueilla. Sen sijaan nykyiset ilmanlaadun raja-arvot eivät mallin mukaan ylity keskustassa.

Vuoteen 2020 mennessä autojen typenoksidipäästöjen ennustetaan pienenevän huomattavasti, johtuen mm. päästövaatimusten kiristymisestä. NYKY 2020 päästöillä mallinnetut typpidioksidin ulkoilman pitoisuudet ovat n. 13-40 % tuntiohjearvosta (20-60 µg/m³, tunti-OA 150 µg/m³) ja 21-57 % vrk-ohjearvosta (15-40 µg/m³, vrk-OA 70 µg/m³). Liikennepäästöjen aiheuttamat typpidioksidin ulkoilmapitoisuudet putoavat alle puoleen nykyisestä. Raja-arvopitoisuudet eivät myöskään ylity, koska pitoisuudet jäävät jo ohjearvopitoisuuksien alle. Huolimatta liikenteen määrän kasvusta vuoteen 2020, ajoneuvojen päästöjä vähennystekniikan kehittyminen tulee siis vähentämään liikenteen aiheuttamia NO_x-kokonaispäästöjä huomattavasti ja siten pienentämään ulkoilman NO₂-pitoisuuksia ja parantamaan ilmanlaatua.

RENKOMÄKI 2020 linjausvaihtoehto ei muuta merkittävästi keskusta-alueen ulkoilman epäpuhtauspitoisuuksia verrattuna nykyiseen linjaukseen vuoden 2020 liikenne- ja päästötiedoilla. Renkomäen linjauksessa oletetaan vain murto-osan tienkäyttäjistä valitsevan Renkomäen ohitustien ja suurimman osan edelleen jatkavan keskusta-alueen läpi nykyistä valtatie 12 linjaa pitkin (valtatie 12 liikennevähennys n. 200-2000 ajoneuvoa/vrk eli 1-6 %).

LAUNE 2020 linjausvaihtoehdossa typpidioksidin ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet ovat kokonaisuutena samaa suuruusluokkaa kuin NYKY 2020 ja RENKOMÄKI 2020 vaihtoehdoissa. Tällöin kuitenkin keskustan liikennemäärät pienenevät siinä määrin, että esimerkiksi tuntiohjearvoihin verrannollinen $20 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ -pitoisuusalue pienenee verrattuna Renkomäki ja Nykyverkko vaihtoehtoihin. Toisaalta Launeen tielinjauksen ympärille muodostuu uusi vaikutusalue, jossa pitoisuus on n. $20-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mikä merkitsee tuntiohjearvoon verrattuna 13-27 %. Launeen linjauksen kaksi tunnelia (Patomäen tunneli ja Liipolan tunneli) on mallissa käsitelty tavanomaisena tienä, koska tunnelien tuuletusjärjestelmällä on vain vähäinen merkitys alueen yleiseen ilmanlaatuun. Pakokaasu purkautuu joko tunneleiden päistä tai erillisistä tuuletusaukoista.

Tieliikenteen hiukkaspäästöt on mielletty erityisesti diesel-autojen ongelmaksi. Dieseltekniikan kehittyminen on vähentänyt merkittävästi päästöjä ja kehityksen oletetaan jatkuvan edelleen pienentäen yksikkökohtaisia päästökertoimia vuoteen 2020 mennessä. Nykyisin puolet päästöistä tulee kuitenkin bensiinikäyttöisestä kalustosta autojen suuren lukumäärän vuoksi, vaikka hiukkaset eivät varsinaisesti ole bensiinikäyttöisillä autoilla ongelma. Uudet tutkimukset hiukkasten kokojakaumasta ja hiukkasten laadusta saattavat muuttaa tilannetta hiukkaskoon ja pienhiukkasten mahdollisesti sisältämien haitta-aineiden ratkaistessa terveydellisen haitan.

Lahden eteläisen kehätien linjausvaihtoehtojen vertailussa havaittiin, että huolimatta yksikköpäästöjen pienenemisestä vuoteen 2020 mennessä ajoneuvojen suorien hiukkaspäästöjen oletetaan kokonaisuudessaan hieman kasvavan nykyisestä johtuen lähinnä henkilöautoliikenteen kasvusta vuoteen 2020 mennessä. Tästä huolimatta ajoneuvojen suorista hiukkaspäästöistä aiheutuvat PM10-ulkoilmapitoisuudet olivat korkeimmillaankin alle 10 % PM10-vuorokausiohjearvosta ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eri tielinjausvaihtoehdoissa. Liikenteen suorat hiukkaspäästöt aiheuttavat samaa suuruusluokkaa olevan ilmanlaatuvaikutuksen riippumatta eteläisen kehätien eri linjausvaihtoehdoista.

Liikenteen aiheuttamien suorien hiukkaspäästöjen lisäksi hetkellisiin ulkoilman hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat huomattavasti liikenteen epäsuorat hiukkaspäästöt, jotka voivat ajoittain olla suuretkin ruuhkaisilla teillä. Liikenteen mahdollinen siirtyminen pois keskustan linjaukselta voi vähentää myös liikenteen aiheuttamia epäsuoria hiukkaspitoisuuksia keskusta-alueen ulkoilmassa. Toisaalta epäsuorat hiukkaspäästöt voivat lisääntyä alueilla, jonne liikenne siirtyy. Tähän tietysti tulee oleellisesti vaikuttamaan se, kuinka liikkaudenestotavat kehittyvät ja kuinka teitä hoidetaan ns. pölyävinä aikoina. Koska suorien hiukkaspäästöjen osuus liikenteen aiheuttamista kokonaishiukkaspitoisuuksista on vain murto-osa, on tien hoidolla pölyävinä aikoina (mm. keväisin) merkittävä vaikutus ulkoilman hiukkaspitoisuuksiin.

On selvää, että teiden ja katujen tuntumassa autoliikenteestä peräisin olevien epäpuhtauksien ulkoilmapitoisuudet nousevat ympäristön arvoja suuremmiksi, koska autojen päästöt tulevat ilmaan matalalta. Toisaalta päästöt laimenevat suhteellisen nopeasti tieltä pois päin siirryttäessä. Autoliikenteellä on paikallisesti merkittävä vaikutus paitsi typpidioksidin ja hiukkasten pitoisuuksiin myös hiilimonoksidin (CO) ja hiilivetyjen (VOC) sekä kasvihuonekaasuihin lukeutuvan typpioksiduulin (N_2O) pitoisuuksiin. Typpioksiduulin tieliikenneperäisten päästöjen ennustetaan

kasvavan seuraavan 20 vuoden aikana lähinnä henkilöautojen määrän kasvun myötä (*LIISA 2003, VTT*).

Leviämismallien tulosten perusteella tarkastellut Valtatie 12:n linjausvaihtoehdot vuoden 2020 arvioiduilla tieliikenteen päästöillä eivät poikkea niin merkittävästi toisistaan, että niitä voitaisiin asettaa suoraan paremmuusjärjestykseen ilmanlaatuvaikutusten perusteella. Suunnittelussa huomioitavat ilmanlaadun ohjearvot eivät ylity. Voidaan todeta, että liikennepäästöjen ilmanlaatuvaikutukset v. 2020 eivät näyttäisi olevan este kummankaan esitetyn linjausvaihtoehdon toteuttamiselle. Leviämismallien tulosten perusteella Valtatie 12:n siirtäminen jommalle kummalle kehätien linjaukselle on kuitenkin nykyistä tilannetta parempi keskustan ja nykyisen Valtatie 12 tielinjan lähialueen ilmanlaadun kannalta. Jos liikenteen päästövähennykset kehittyvät odotetun mukaisesti ja autokanta uudistuu, paranee Lahden ilmanlaatu tässäkin suhteessa nykyisestä tilanteesta.

Tieliikenteen ja Lahden pistemäisten päästölähteiden (energiantuotanto, teollisuus) yhteisvaikutus Lahden kaupungin ilmanlaatuun on esitetty tämän raportin osassa III.

OSA II - PISTELÄHTEIDEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMINEN, NYKYTILANNE

3. Pistelähteiden päästöjen leviäminen

3.1 Pistelähteiden NO_x-päästöjen leviäminen

Pistelähteiden typenoksidipäästöjen leviäminen Lahdessa on esitetty **Liitteessä 10**. Typenoksidipäästöjen leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuarvoihin:

- NO₂-tuntipitoisuuden ohje-arvo (OA 150 µg/m³, ^{kk}h_{99.prosenttipiste})
- NO₂-vuorokausipitoisuuden ohje-arvo (OA 70 µg/m³ ^{kk}vrk_{2.korkeinvrk})
- NO₂- tuntipitoisuuden siirtymäkauden raja-arvo (RA 200 µg/m³, ^vh_{98.prosenttipiste}, → 2009)
- NO₂-tuntipitoisuuden uusi raja-arvo (RA 200 µg/m³, ^vh_{19.tunti} 2010→)t
- NO₂-pitoisuuden vuosiraja-arvo (RA 40 µg/m³, voimaan 2010) ja NO_x:n vuosiraja-arvo kasvillisuuden suojelemiseksi (RA NO_x 30 µg/m³)

Aluejakaumakuvat osoittavat pitoisuuden, joka voi käyrän sisäpuolisilla alueilla ajoittain ylittyä. **Pitoisuuksien aluejakaumia tulkittaessa on huomattava, että suurimman osan ajasta tunti- ja vuorokausipitoisuudet ovat kaikissa laskentapisteissä esitettviä korkeimpia vertailuarvoja pienempiä.**

Liitteen 10. kuvissa 29 ja 30 on esitetty pistelähteiden typenoksidipäästöjen leviämisen aluejakaumakuvat suhteessa **ilmanlaadun ohjearvoihin**. Ohjearvot ovat luonteeltaan suosituksia, ohjeellisia ja niitä käytetään mm. kaavoituksen ja muun kaupunkisuunnittelun apuna.

Korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet asettuvat länteen Salpausselän harjulle ja itä-koilliseen Lahden keskustasta. Pistelähteiden aiheuttamat pitoisuudet ovat korkeimmillaan 40-50 % tuntiohjearvosta (60–75 µgNO₂/m³) ja n. 60 % vrk-ohjearvosta (40 µgNO₂/m³) (kuvat 29 ja 30 Liite 10). Pistelähteiden aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet ovat Lahden ydinkeskustassa tätä alhaisemmat johtuen pistelähteiden sijainnista ja vallitsevista tuulen suunnista (lounais-etelätuuli). Korkeimmillaan pistelähteiden päästöistä aiheutuvat NO₂-pitoisuudet ovat keskustassa n. 13-20 % tuntiohjearvosta ja 14-21 % vrk-ohjearvosta.

Typpidioksidin tuntipitoisuuden ilmanlaadun raja-arvo on 200 µgNO₂/m³. Vuoden 2009 loppuun asti on voimassa ns. siirtymäajan raja-arvo, jossa tunti-raja-arvo määritellään siten, että vuoden tunneista 98.prosenttia pitää alittaa ko. raja-arvopitoisuus. Toisin sanoen 2 % vuoden tuntiarvoista (175 tuntia) saa ylittää pitoisuuden 200 µgNO₂/m³. Vuoden 2010 alusta lukien tuntiraja-arvo tiukentuu siten, että ainoastaan 18 tuntina vuodessa raja-arvo 200 µgNO₂/m³ saisi ylittyä. Raja-arvon luonne on ehdoton eli toimenpiteisiin tulisi ryhtyä välittömästi, jos raja-arvot ylittyvät.

Liitteen 10 kuvissa 31 ja 32 on esitetty pistelähteiden NO_x-päästöjen aluejakaumakuvat suhteessa **siirtymäajan tuntiraja-arvoon ja uuteen tuntiraja-arvoon**. Ilmanlaadun tuntiraja-arvoon verrannolliset korkeimmat pitoisuudet sijoittuvat Salpausselän harjulle. Pitoisuudet ovat korkeimmillaan n. 25 % siirtymäajan tuntiraja-arvosta (Kuva 31, Liite 10). Vuonna 2010 voimaan tulevaan tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet sen sijaan ovat korkeimmillaan harjulla 150-200 µgNO₂/m³ eli uusi tuntiraja-arvo voisi ylittyä pienellä alueella Salpausselän harjun laella, jos päästöt v. 2010 pysyvät nykyisten suuruisina ja vuoden sääoloissa ei tapahdu erityisiä muutoksia. Keskustassa pistelähteiden päästöistä aiheutuvat NO₂-pitoisuudet jäisivät 25-35 %:iin uudesta tuntiraja-arvosta.

Raja-arvovertailuista havaitaan, että typpidioksidin tuntiraja-arvo tiukkenee huomattavasti vuoteen 2010 mennessä aiheuttaen paineita myös pistelähteiden typenoksidipäästöjen vähentämiseksi tai piipunkorotuksille.

Liitteen 10 kuvassa 33 on esitetty pistelähteiden päästöistä aiheutuvat typpidioksidin **vuosiraja-arvoon** verrannolliset pitoisuudet. Vuosikeskiarvopitoisuuksissa korkeimmatkin mallinnetut pitoisuudet ($4-5 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$) jäävät selvästi alle vuosiraja-arvopitoisuuksien, $10-13 \%$ vuosiraja-arvosta ($RA 40 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$). Tarkastelemalla pitkäaikaisiin raja-arvoihin verrannollisia pitoisuuksia saadaan kuva siitä, kuinka yleisiä edellä mainitut korkeat lyhytaikaispitoisuudet ovat.

3.2 Pistelähteiden PM10-päästöjen leviäminen

Pistelähteiden PM10-päästöjen leviäminen on esitetty aluejakaumakuvina **Liitteessä 11**. Pistelähteiden hengitettävien hiukkasten leviäminen laskettiin seuraaviin vertailuarvoihin:

- **PM10-vuorokausipitoisuuden ohjearvo** ($OA 70 \mu\text{g}/\text{m}^3, \text{kk}_{\text{vrk}_{2\text{korkeinvrk}}}$)
- **PM10-vuorokausipitoisuuden raja-arvo** ($RA 50 \mu\text{g}/\text{m}^3, \text{vrk}_{36.\text{vrk}}$)
- **PM10-pitoisuuden vuosiraja-arvo** ($RA 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Vuoden 2005 alussa ulkoilman PM10-pitoisuuksien uudet raja-arvot astuivat voimaan. Energiantuotannon ja teollisuuden päästötiedot koskevat yleisesti vielä kokonaispölyä, joten PM10-päästöjä määritettäessä käytettiin Suomen ympäristökeskuksen määrittelemiä PM10-kertoimia³. PM10-kertoimet perustuvat eri polttoaineista syntyviin kokonaispölypäästöihin huomioituna erilaiset pölynerotustekniikat, kuten sähkösuotimet, kuitusuodattimet tai pesurit. Maakaasun pölypäästöt oletettiin kokonaisuudessaan PM10-kokoluokkaan, vastaavasti öljypolton hiukkaspäästöstä 86% ja Kymijärvi I:n (sähkösuodin) pölypäästöstä 85% laskettiin PM10-kokoluokkaan.

Liitteessä 11 kuvassa 34 on vuorokausiohjearvoon ja **kuvassa 35** vuorokausiraja-arvoon verrannolliset korkeimmat mallinnetut PM10-pitoisuudet. Korkeimmat vuorokausiohjearvoon verrannolliset PM10-pitoisuudet olivat n. 3% vrk-ohjearvosta ($OA 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja korkeimmat vuorokausiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet vain 1% vrk-raja-arvosta ($RA 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). **Liitteen 11. kuvassa 36** PM10:n vuosiraja-arvoon verrattavat pitoisuudet jäävät korkeimmillaankin alle prosenttiin vuosiraja-arvosta. Pistelähteiden päästöistä aiheutuvat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat Lahdessa hyvin matalat, johtuen alueen pääpolttoaineesta (maakaasu) ja suurimman pistelähteen (Kymijärvi 1) hiukkaserotuslaitteista (sähkösuodin) sekä korkeasta päästökorkeudesta.

³ Suomen ympäristökeskus, Päästötiedon tuottamismenetelmät – Energiantuotanto, 2004, Ympäristöhallinto-Energiantuottajat

3.3 Johtopäätökset pistelähteiden päästöjen vaikutuksista ilman laatuun Lahdessa

Kymijärven voimalaitos (89%) ja Lahden (6 %) tuottavat 95 % Lahden alueen pistelähteiden NO_x-päästöistä. Kymijärven voimalaitoksen kiertopetikattilan piippu on kuitenkin niin korkea (154 m maan pinnasta), että päästöt leviävät sitä kautta laajalle alueelle samalla laimentuen ennen kuin ne kohtaavat maanpinnan. Kymijärven voimalaitoksen kaasuturbiinin piippu sen sijaan on matalampi, 30 m maanpinnasta samoin kuin Lahden lasitehtaan piippu, 40 m maasta. Näiden päästölähteiden päästöt aiheuttavat korkeimmat mallinnetut pitoisuudet Salpausselän harjun alueella ja Kymijärven voimalaitoksen ympäristössä eli itä-koilliseen Lahden keskustasta tietyissä sääolosuhteissa. Muiden päästölähteiden päästöt olivat tarkasteluvuonna (2003) pienet. Osa alueellisista lämpökeskuksista on ns. huippu- tai varavoimaloita ja niiden käyttöaika rajoittui pääsääntöisesti yhteen kuukauteen vuodessa (tammikuu).

Pistelähteiden päästöistä aiheutuvat suurimmat typpidioksidipitoisuudet sijoittuivat Salpausselän harjun alueelle ja Lahden keskustan itä-koillispuolelle. Pitoisuudet olivat korkeimmillaan n. 40-50 % tuntiohjearvosta ja 60 % vrk-ohjearvosta. Pistelähteiden vaikutus keskustassa oli alhaisempi, 13-20 % tuntiohjearvosta ja 14-21 % vrk-ohjearvosta. Voimassa oleva NO₂:n siirtymääjan tuntiraja-arvo eivät ylittyneet (max. n. 25 % siirtymääjan tuntiraja-arvosta). Vuonna 2010 tilanne voi muuttua, sillä uusi tiukempi tuntiraja-arvo voi tuoda paineita myös pistelähteiden typenoksidipäästöjen vaikutusten vähentämiselle, jos päästöt pysyvät nykyisten suuruisina.

Kattiloiden käyttöajankohta, päästön lämpötila sekä päästökorkeus ja sääolosuhteet ovat niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat savukaasun leviämisessä ja päästöjen vaikutuksiin ympäristössä. Esimerkiksi Lahden Lasitehtaan savukaasun lämpötila on korkea (+228 °C), mikä kasvattaa ns. piippulisää tietyissä sääolosuhteissa huomattavasti. Toisaalta korkean harjun läheisyys (yli +150 m merenpinnasta) aiheuttaa sen, että otollisissa sää- ja tuuliolosuhteissa päästöt suuntautuvat suoraan harjulle aiheuttaen korkeammat pitoisuudet siellä. Myös muiden samalla suunnalla olevien päästölähteiden päästöt voivat voimistaa ko. olosuhteissa päästöjen yhteisvaikutusta. Vuosipitoisuuksia tarkasteltaessa havaitaan kuitenkin, että aluejakaumakuivissa esiintyneet ns. huonoimmat olosuhteet eivät esiinny vuoden aikana kovinkaan usein, koska vuosikeskiarvo jää korkeimmillaankin selvästi alle vuosiraja-arvon (max. 13 % vuosiraja-arvosta).

Pistelähteiden hiukkaspäästöt ovat alhaiset, johtuen osittain maakaasun suuresta osuudesta polttoaineena ja toisaalta suurimman päästölähteen, Kymijärven kiertopetikattilan pölynerotustekniikasta ja korkeasta piipusta. Pistelähteiden vaikutukset hengitettävän pölyn ulkoilmapitoisuuksiin jäävät vähäisiksi, muutamiin prosentteihin PM10:n ohje- tai raja-arvoista.

**OSA III – LIIKENTEEN JA PISTELÄHTEIDEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMINEN
NYKYTILANTEESSA JA V. 2020**

4. Liikenteen ja pistelähteiden päästöjen leviäminen v. 2003 ja v. 2020 - yhteisvaikutus

Liikenteen ja pistelähteiden typenoksidipäästöjen leviäminen ja päästöjen yhteisvaikutukset nykytilanteessa laskettiin samoihin vertailuarvoihin (ohje- ja raja-arvot) kuin pelkkä liikenne ja pelkät pistelähteet. Vuoden 2020 yhteistilanne (pisteet + liikenne) mallinnettiin sekä Launeen että Renkomäen tielinjausvaihtoehdoilla ilmanlaadun typenoksidien ohjearvoihin. V. 2020 tilannemallinnuksessa pistelähteiden päästöt pidettiin samana kuin nykyisin eikä niiden kehitystä lähdetty ennustamaan. Vaikka pistelähteiden typenoksidien päästöt saattavatkin pienentyä mm. ns. kansallisten päästökattojen (Euroopan komission ilmansuojelustrategia CAFE, 21.9.2005⁴) seurauksena v. 2020 mennessä, ennustetaan energian ja sähkön kulutuksen kuitenkin kasvavan, mikä voi nostaa kokonaispäästöä. Vuoden 2020 mallin päätarkoituksena oli kuitenkin arvioida kehätien eri linjausvaihtoehtojen vaikutuksia ilmanlaatuun yhdessä pistelähteiden päästöjen kanssa eikä varsinaisesti ennustaa pistelähteiden päästökehitystä.

PM10-hiukkaspäästöjen yhteisvaikutukset arvioitiin jo tehtyjen erillismallinnusten (liikenteen suorien PM10-päästöjen leviäminen ja pistelähteiden PM10-päästöjen leviäminen) perusteella hyvin alhaisiksi eikä yhteismallinnusta katsottu erikseen tarvittavan. Vuoteen 2020 mennessä liikenteen suorien hiukkaspäästöjen on arvioitu pienenevän merkittävästi uusien EURO-standardien voimaantulon myötä (EURO 4 ja EURO 5). Myös komission ilmansuojelustrategia keskittyy pitkälti pienhiukkasten (PM2.5) vaikutusten vähentämiseen⁴. Ulkoilman hetkellisiin hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat kuitenkin myös liikenteen epäsuorat hiukkaspäästöt, joita mallinnus ei tällä hetkellä huomii. Tulevaisuudessa epäsuorienkin hiukkaspäästöjen vaikutukset on mahdollista mallintaa, kun mittaustietoa niistä kertyy riittävästi mallinnuksen lähtötietojen pohjaksi.

4.1 Liikenteen ja pistelähteiden NOx-päästöjen leviäminen v. 2003

Liikenteen ja pistelähteiden NOx-päästöjen yhteisvaikutuksissa näkyy erityisesti liikenteen vaikutus Lahden keskustassa ulkoilman typpidioksidipitoisuuksissa. Pistelähteiden päästöt ainoastaan laajentavat hieman joitakin pitoisuusalueita verrattuna pelkän liikenteen mallinnuskuviin. Pistelähteiden päästöt leviävät piippujen takia laajemmalle alueelle samalla laimentuen, kun taas liikenteen päästöjen vaikutukset ovat korkeimmillaan paikallisesti, liikenteen solmukohdissa. Alla on yksityiskohtaisempi selvitys typpidioksidin erilaisista ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin verrannollisista korkeimmista NO₂-pitoisuuksista Lahdessa liikenteen ja pistelähteiden NOx-päästöjen yhteisvaikutuksesta.

Liitteessä 12 kuvassa 37 on esitetty liikenteen ja pistelähteiden NOx-päästöistä aiheutuvat korkeimmat typpidioksidin **tuntiohjarvoon** verrannolliset pitoisuudet. Pistelähteet laajentavat hieman 50 µgNO₂/m³ (n. 30 % tuntiohjarvosta) pitoisuusaluetta Salpausselän harjulla ja keskustan itä-koillispuolella, samoin jonkin verran myös 70 µgNO₂/m³ pitoisuusalue laajenee verrattuna pelkkään liikenteeseen. Korkeimmat pitoisuudet ovat edelleen liikenteen solmukohdissa keskustassa ja Kymijärven liittymässä, jossa nykypäästöillä typpidioksidin tuntiohjarvo voi paikoin ylittyä.

⁴ Euroopan komissio julkisti 21.9.2005 ehdotuksensa strategiaksi, joka pyrkii parantamaan merkittävästi EU:n ilmanlaatua vuoteen 2020 mennessä. "Puhdasta ilmaa Euroopalle" -strategia (CAFE, Clean Air for Europe).

Liitteen 12 kuvassa 38 on NO₂:n **vuorokausiohjearvoon** verrannolliset korkeimmat pitoisuudet. Tässäkin pistelähteet laajentavat hieman 40 ja 50 µgNO₂/m³ pitoisuusalueita (57%-71 % vrk-ohjearvosta), mutta korkeimmat vuorokausipitoisuudet esiintyvät liikenteen vaikutuksesta vilkasliikenteisten teiden ympäristössä, joissa vrk-ohjearvo (70 µgNO₂/m³) voi ylittyä vuoden aikana. Salpausselän harjun lähellä olevien pistelähteiden vaikutukset ovat nähtävissä vrk-arvoissa harjulla verrattuna pelkän liikenteen vastaavaan mallinnukseen (vrt. kuva 2, Liite 1).

Liitteen 12 kuvassa 39 on korkeimmat NO₂:n **siirtymääjan tuntiraja-arvoon** (200µgNO₂/m³) verrannolliset pitoisuudet (98.prosenttipiste, voimassa 2009). Mallinnustulos on hyvin samankaltainen kuin pelkillä liikennepäästöillä tehty mallinnus (vrt. kuva 3, Liite 1). Pistelähteet laajentavat hieman 50 µgNO₂/m³ pitoisuusaluetta keskustassa ja Salpausselän harjulla (25 % siirtymääjan tuntiraja-arvosta). Korkeimmat pitoisuudet ovat keskustan risteysalueilla n. 50 % raja-arvosta. Siirtymääjan tuntiraja-arvo sallii periaatteessa 175 tuntipitoisuuden ylitystä vuodessa (2 % vuoden tunneista).

Liitteen 12 kuvassa 40 sen sijaan on nykypäästöjen vaikutuksia arvioitu suhteessa **uuteen tuntiraja-arvoon** 200 µgNO₂/m³, joka sallii ainoastaan 18 tuntiraja-arvon ylitystä vuodessa. Raja-arvo tulee voimaan neljän vuoden päästä, vuonna 2010. Nykyisillä päästöillä 100 µgNO₂/m³ pitoisuusalue olisi suhteellisen laaja, lähes koko Lahden kaupunki olisi aluetta, jossa korkein tuntipitoisuus olisi ainakin 50 % tuntiraja-arvosta. Ruutukaava-alueella tuntipitoisuus olisi korkeimmillaan 150 µgNO₂/m³ eli 75 % tuntiraja-arvosta ja raja-arvon ylittäviä tuntipitoisuuksia voisi esiintyä liikenteen solmukohtissa ja Salpausselän harjulla.

Tuntipitoisuuden raja-arvovertailuista huomataan, että uusi v. 2010 voimaan tuleva typpidioksidin tuntipitoisuuden raja-arvo on siis nykyistä siirtymääjan raja-arvoa huomattavasti tiukempi. Liikenteen uusien päästönormien voimaantulo ennen vuotta 2010 tulee kuitenkin jatkuvasti vähentämään liikenteen typenoksidipäästöjä sitä mukaan kuin autokanta uusiutuu ja vanhempien autojen katusuoritteet pienenevät.

Liitteen 12 kuvassa 41 on typpidioksidin **vuosikeskiarvopitoisuudet** Lahdessa nykypäästöillä (liikenne + pistelähteet). Pistelähteet laajentavat hieman 10 µgNO₂/m³ pitoisuusaluetta (25 % vuosiraja-arvosta) keskustassa verrattuna pelkän liikenteen mallinnukseen (vrt. kuva 4. Liite 1). Myös 30 µgNO₂/m³ pitoisuusalueet (75 % vuosiraja-arvosta) laajenevat jonkin verran keskustan risteysalueilla, mutta sijoittuvat edelleen liikenteen solmukohtiin. Vuosiraja-arvo ei mallin mukaan ylity keskustassa, vaikka korkeimmat pitoisuudet lähentelevätkin vuosiraja-arvon pitoisuuksia (30-40 µg/m³ eli yli 90 % raja-arvosta).

4.2 Mitattujen ja mallinnettujen typpidioksidipitoisuuksien vertailu

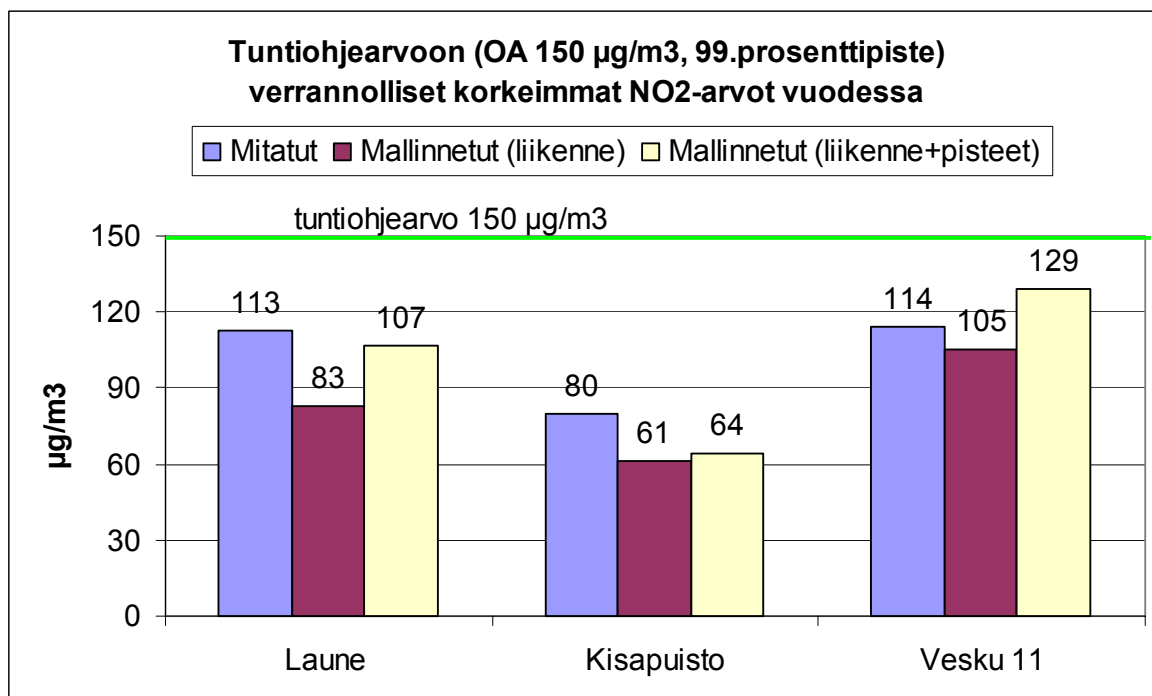
Lahden kaupungin ympäristötoimi mittaa jatkuvasti kaupungin ilmanlaatua useassa mittauspisteessä kaupungin alueella. Mitattavia yhdisteitä ovat hiukkaset, typen oksidit, häkä ja otsoni. Vuonna 2003 typenoksidien mittauksia tehtiin Vesku 11, Kisapuiston ja Launeen mittausasemilla⁵. Koska mallinnukset tehtiin vuoden 2003 sää- ja päästötietoihin perustuen, verrattiin mallinnettuja tuloksia ko. vuonna mittauspisteissä mitattuihin pitoisuuksiin. Mitattuja typpidioksidin pitoisuuksia on verrattu sekä pelkästään liikenteen että liikenteen ja pistelähteiden yhteismallinnuksen tuloksiin. Vertailut

⁵ Ilmanlaatu Lahdessa vuonna 2003, Lahden kaupunki, Tekninen ja ympäristötoimiala, Valvonta- ja ympäristökeskus, 2004

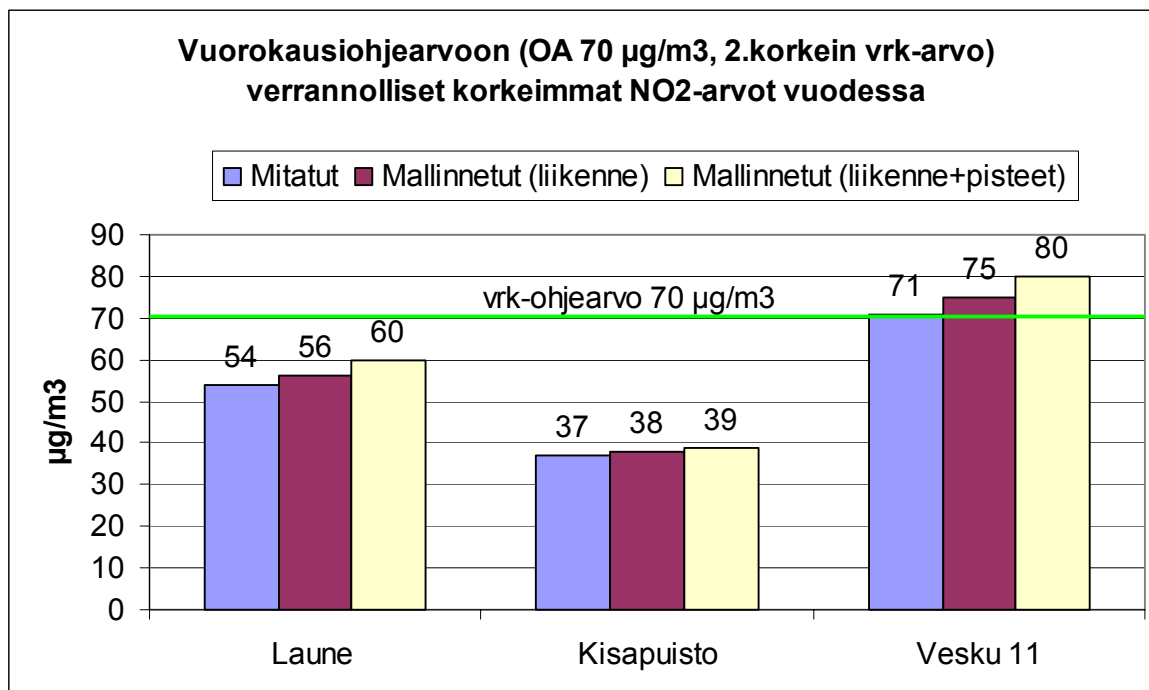
tehtiin lyhyt- ja pitkäaikaispitoisuuksiin eli tunti- ja vuorokausiohjarvoihin verrattavissa pitoisuuksissa ja vuosikeskiarvoihin.

Kuvassa 12 on NO₂:n tuntiohjarvoon verrannolliset v. 2003 mitatut ja mallinnetut pitoisuudet Lahden ilmanlaatuasemilla. Ero mallinnettujen ja mitattujen tuntipitoisuuksien välillä on korkeimmillaan ±20 %. Vastaavasti NO₂:n vuorokausiohjarvoon verrannollisissa pitoisuuksissa ero oli 5-13 % (Kuva 13). Vuosikeskiarvoissa ero oli 23 % Kisapuiston mittauspisteessä, mutta Launeen ja Vesku 11 mittauspisteissä mitatut ja mallinnetut vuosipitoisuudet olivat täysin samat. (Kuva 14).

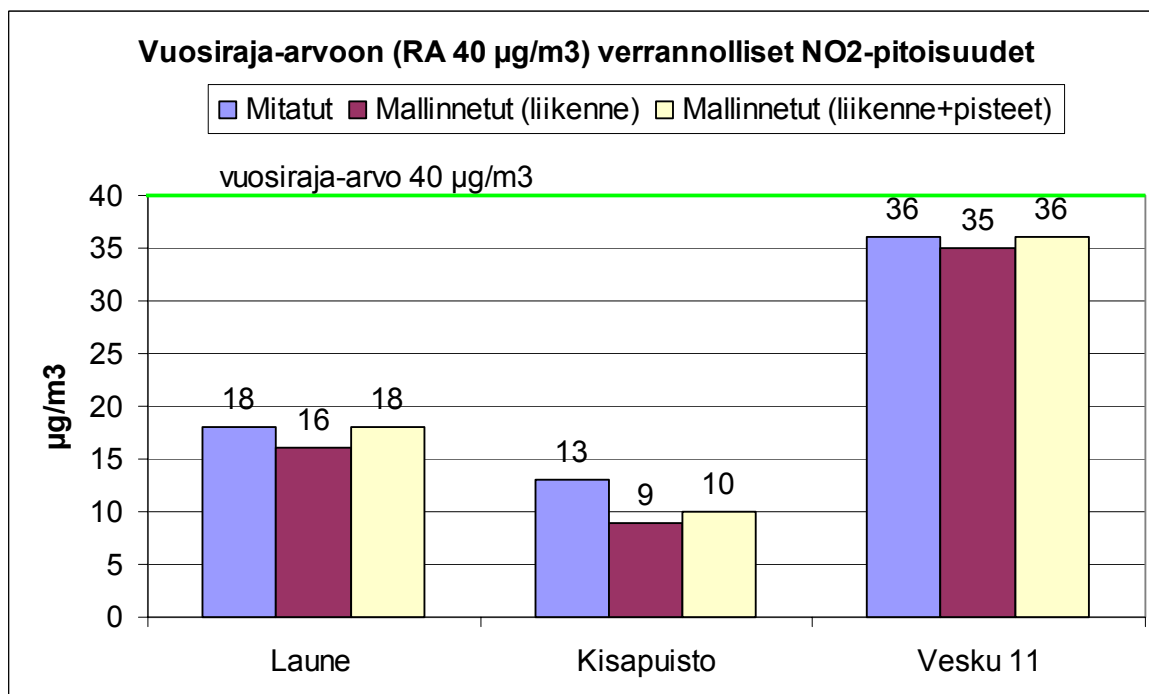
Valtioneuvoston ilmanlaatuasetuksessa (VNA 711/2001, asetuksen Liite 4) esitetyt laatuavoitteet typpidioksidin ja typhen oksidien mallintamiselle täytyivät tehdyssä mallinnuksessa erittäin hyvin. Asetuksen mukaan sallittu epävarmuus on tunti-arvoille 50-60 %, 24 tunnin arvoille 50 % ja vuosiarvoille 30 %. Eri puolille kaupunkia sijoittuvien vertailupisteiden tulosten valossa tehtyä mallinnusta voidaan pitää hyvin luotettavana.



Kuva 12. Mitatut ja mallinnetut typpidioksidin tuntiohjarvoon verrannolliset pitoisuudet kolmella ilmanlaatuasemalla Lahdessa v. 2003.



Kuva 13. Mitatut ja mallinnetut typpidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet kolmella ilmanlaatuasemalla Lahdessa v. 2003.



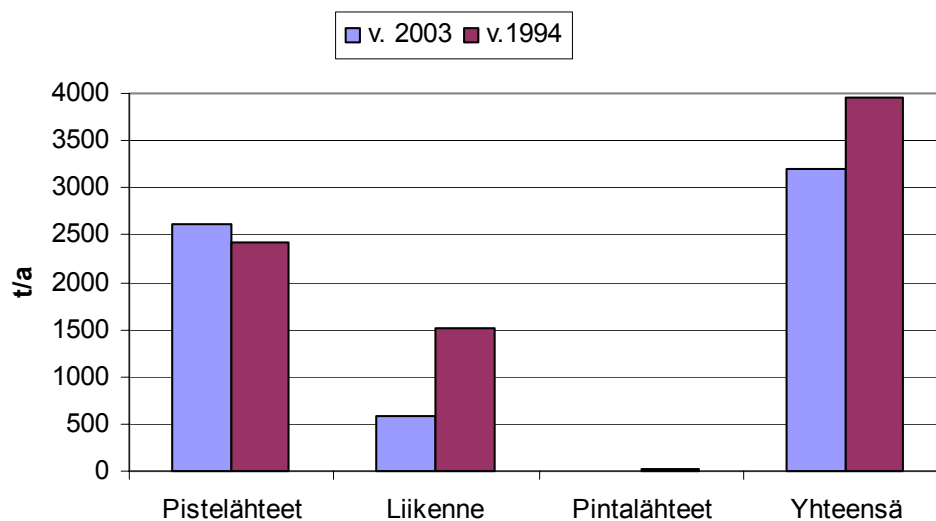
Kuva 14. Mitatut ja mallinnetut typpidioksidin vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet kolmella ilmanlaatuasemalla Lahdessa v. 2003.

4.3 Lahden nykypäästöjen (v. 2003) leviämisen vertailu vuoden 1994 leviämismallinnukseen

Typen oksidien päästöt ja pitoisuudet Lahdessa vuonna 1994 on Ilmatieteen laitoksen⁶ tekemä mallinnus Lahden piste- ja pintalähteiden sekä autoliikenteen NOx-päästöistä vuoden 1994 päästötiedoilla.

Nyt tehty mallinnus päivittää typenoksidien leviämismallinnuksen n. 10 vuoden aikavälillä. Pistelähteistä nykyisessä mallinnuksessa on mukana lähes samat pistelähteet kuin vuonna 1994, ainoastaan joitakin pistelähteitä on poistunut käytöstä, lähinnä Asko Oy:n kattilat ja Upon valimo. Kiinteistökohtaisia lämmityskattiloita (ns. pintalähteet) ei tässä mallinnuksessa huomioitu, koska niiden osuus kokonaispäästöistä on alle prosentin. Mallinnettaessa ns. korkeimpien pitoisuuksien aluejakautumia ei ko. pienien päästöjen vaikutus näy korkeimmissa lyhytaikaisissa tunti- ja vuorokausipitoisuuksissa. Oheisessa taulukossa 12 ja kuvassa 15 on verrattu Lahden alueen kokonaispäästöjä v. 1994 ja v. 2003 pistelähteiden ja liikenteen osalta toisiinsa.

	Pistelähteet	Liikenne	Pintalähteet	Yhteensä
v. 2003	2617	590	-	3207
v.1994	2432	1510	21	3963
muutos -/+	+8%	-61%		-19%



Kuva 15. Päästöt Lahdessa v. 2003 ja v. 1994

Vuoden 1994 mallinnuksessa pistelähteiden päästöjen oli ennustettu pienenevän vuoteen 2005 mennessä n. 17 % (2432 t/a → n. 2000 t/a)⁶. Pistelähteiden typenoksidipäästöt ovat kuitenkin kasvaneet n. 8 % vuodesta 1994 (→2617 t/a, kuva 15). Energian- ja sähkönkulutuksen kasvu on lisännyt kokonaispäästöjä, vaikka ominaispäästöt ovat jossain tapauksissa voineet pienentyäkin. Myös eri vuosien sääolosuhteet, pakkasjaksojen pituudet ym. voivat vaikuttaa kokonaisenergiankulutukseen ja siten vaikuttaa kokonaispäästöihin.

⁶ Pesonen R. et al., Typen oksidien päästöt ja pitoisuudet Lahdessa vuonna 1994, Ilmatieteen laitos, Ilmanlaatu, Hki 1996

Liikenteen päästökertoimia on uusittu v. 1994 ja 2003 välillä siten, että vuonna 2001 VTT:n LIISA-laskentajärjestelmä uusittiin kokonaan, minkä takia uusilla ja vanhoilla päästökertoimilla laskettuja päästöjä ei voida suoraan verrata keskenään (ks. Liisa 2001.1, vtt.lipasto.fi). Kehitys on kuitenkin ollut odotetun mukaisesti laskeva liikenteen päästöjen osalta. Vuoden 1994 selvityksessä oli arvioitu, että vuonna 2005 Lahden liikenteen päästöt olisivat kokonaisuudessaan n. 800 t/a, mikä on melko lähellä nykyisessä mallinnuksessa huomioituja liikenteen kokonaispäästöjä (590 t/a, tiet yli 5000 ajoneuvoa/vrk). Liikenteen kokonaispäästöjä enemmän ulkoilman laatuun vaikuttavat liikennepäästöjen tiekohtaiset jakautumat, liikennetiheydet per kilometri ja siten päästöt per kilometri. Liikenteen päästöt leviävät hyvin matalalta suoraan ihmisten hengitysvyöhykkeelle toisin kuin pistelähteiden päästöt, joissa päästökorkeus vaihtelee Lahdessa n. 20 – 150 metriin.

Vuonna 1994 oli voimassa erilaiset ilmanlaadun ohjearvot, mutta silloisessa mallinnuksessa on arvioitu ilmanlaatua myös v. 1996 voimaan tulleisiin ilmanlaadun ohjearvoihin, jotka nykyisinkin ovat edelleen voimassa. Vuonna 1994 mallinnuksessa nykyiset ilmanlaadun typpidioksidin tuntiohjearvot ylittyivät melko suurella osalla Lahden keskustaa - Kärpäsän mäestä Sopenkorpeen ja edelleen Mytjäisten liittymästä Hollolankadulle ja Lahdenkadulle. Vuorokausiohjearvo $70 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ ylittyi lähes koko Lahden keskustan alueella (*Kuvat 7 ja 8 Ilmatieteen laitos, 1996*). Vuosikeskiarvo oli koko keskustassa yli $30 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$, mikä on nykyisin voimassa oleva kasvillisuuden suojelemiseksi annettu raja-arvo laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelualueilla.

Vuoden 2003 päästöjen leviämismallinnuksen mukaan Lahden keskustan ilmanlaatu on parantunut johtuen nimenomaan liikenteen päästöjen vähenemisestä. Nykypäästöillä typpidioksidin tuntiohjearvo voi ylittyä paikoitellen liikenteen solmukohdissa keskustassa ja Kymijärven liittymässä, mutta kokonaisuutena tuntipitoisuudet ovat alentuneet. Korkeimmat vuorokausipitoisuudet esiintyvät keskustassa vilkasliikenteisten teiden lähiympäristössä, joissa vrk-ohjearvo voi ylittyä. Ylitysalueet ovat kuitenkin selkeästi suppeammat kuin vuonna 1994. Typpidioksidin vuosikeskiarvo on keskustassa pääasiassa n. $10 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ (25 % vuosiraja-arvosta). $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosipitoisuusalueita esiintyy jonkin verran keskustan risteysalueilla, liikenteen solmukohdissa. Vuoden 2009 loppuun voimassa oleva siirtymäajan tuntiraja-arvo ei ylity, mutta uusi tiukempi tuntiraja-arvo voi suppeilla alueilla liikenteen solmukohdissa keskustassa ja Salpausselän harjulla ylittyäkin, jos päästöt v. 2010 ovat edelleen nykyisen suuruiset.

Liikennepäästöt vapautuvat ilmaan lähellä ihmisen hengitysvyöhykettä, joten niillä on suhteessa suurempi vaikutus taajamien ilmanlaatuun, vaikka ne tonneina ilmaistuna ovatkin pienemmät kuin energiantuotannon ja teollisuuden päästöt, jotka laimentuen leviävät laajemmalle alueelle.

4.4 Liikenteen ja pistelähteiden NO_x-päästöjen leviäminen v. 2020 kehätien eri linjauksilla

Liitteessä 13 kuvassa 42 on esitetty RENKOMÄKI2020-liikenteen ja pistelähteiden NO_x-päästöistä aiheutuvat korkeimmat **typpidioksidin tuntiohjearvoon** verrannolliset pitoisuudet v. 2020. **Kuvassa 43** on vastaavat pitoisuudet LAUNE2020-liikenteen ja pistelähteiden päästöistä. Lisäksi **Liitteessä 13 kuvassa 44 ja kuvassa 45** on esitetty korkeimmat **vuorokausiohjearvoihin** verrannolliset pitoisuudet RENKOMÄKI2020-liikenteellä ja LAUNE2020-liikenteellä pistelähteiden kanssa.

Sekä Launeen että Renkomäen vaihtoehdoissa korkeimmat ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet sijoittuvat v. 2020 Salpausselän harjulle ja keskustan itä-koillispuolelle lähinnä pistelähteiden

päästöjen vaikutuksesta (vert. Liite 10 kuvat 29 ja 30). Vuoteen 2020 tieliikenteen päästöjen on ennustettu pienenevän Lahden alueella n. kolmannekseen nykyisestä, joten pistelähteiden vaikutukset tulevat näkyviin korkeimmissa mallinnetuissa pitoisuusarvoissa. Pitoisuudet ovat korkeimmillaan 40-50 % tuntiohjearvosta (kuvat 42 ja 43) ja 60-70 % vrk-ohjearvosta (kuvat 44 ja 45).

Renkomäen ja Launeen tielinjausten alueilla pistelähteiden lisäys ulkoilman typpidioksidipitoisuuksiin on pieni, johtuen pistelähteiden sijainnista (ks. kuva 6) ja päästöjen leviämiseen vaikuttavista vallitsevista tuulen suunnista (etelä-lounais). Pistelähteiden päästöjen pääleviämisalueet ovat poispäin tielinjausten alueista. Launeen linjauksessa tielinjan läheisyydessä on hieman korkeammat pitoisuudet kuin Renkomäen linjauksen tielinjalla. Tämä johtuu eroista eri linjausvaihtoehtojen liikennetiheydessä, jolloin päästöt/tiekilometri jäävät Renkomäen tielinjalla alhaisemmiksi, koska osan ohikulkijoista arvioidaan valitsevan edelleen keskustan läpi kulkevan nykyisen VT 12 tien. Valtatie 12 tielinjan korkeimmat ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet ovat molemmissa tievaihtoehdoissa samaa suuruusluokkaa, mutta sen sijaan RENKOMÄKI2020 vaihtoehdossa pitoisuudet voivat olla nykyisellä VT 12 linjalla korkeampia useampina tunteina tai vuorokausina vuoden aikana johtuen ohikulkuliikenteen aiheuttamasta päästölisästä (vert. liikennemalli – liikennevähennys vain 1-6 % Valtatie 12 tiellä Renkomäki-vaihtoehdossa). LAUNE2020 vaihtoehdossa on arvioitu, että suurempi osa Lahden ohikulkijoista valitsisi Launeen kehätien nykyisen VT 12 linjan sijaan. Korkeimmillaan Launeen tielinjalla pitoisuudet ovat 20-33 % tuntiohjearvosta (vert. 13-27 % pelkkä liikenne, Liite 4) ja 29-50 % vrk-ohjearvosta (vert. 29-43 % pelkkä liikenne, Liite 4).

4.5 Johtopäätökset päästöjen vaikutuksista Lahden ilmanlaatuun

Nykypäästöillä liikenteen vaikutus korostuu typpidioksidin korkeimmissa ulkoilmapitoisuuksissa varsinkin Lahden keskustan alueella. Pitoisuudet ovat max. 65-100 % tuntiohjearvosta vilkasliikenteisillä risteysalueilla ja vrk-ohjearvoylitykset ovat mahdollisia vilkasliikenteisillä teillä ja risteysalueilla. Voimassa oleva siirtymäajan tuntiraja-arvo sen sijaan ei ylitä (korkeimmillaan risteysalueilla n. 50 % raja-arvosta). Vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet jäävät myös alle raja-arvon. Vuonna 2010 voimaantuleva uusi typpidioksidin tuntiraja-arvo sen sijaan on huomattavasti tiukempi ilmanlaadun raja-arvo. Mallinnusten mukaan on mahdollista, että ko. tuntiraja-arvo ylittyy hyvin suppealla alueella Salpausselän harjulla, jos päästöt pysyisivät raja-arvon voimaantullessa v. 2010 nykyisten suuruisina.

Typpidioksidin mallinnustulokset olivat hyvin yhtäpitäviä Lahden kaupungin v. 2003 ilmanlaadun mittaustulosten kanssa. Verrattaessa mallinnustuloksia v. 1994 mallinnukseen, voidaan todeta, että Lahden kaupungin ilmanlaatu on parantunut viimeisen kymmenen vuoden aikana nimenomaan liikenteen päästöjen vähenemisen seurauksena. Korkeimmat typpidioksidin tuntipitoisuudet ovat alentuneet ja vuorokausiohjearvoylityksiä on huomattavasti suppeammilla alueilla kuin vuonna 1994. Sama trendi on odotettavissa edelleen.

Liikenteen suorien hiukkaspäästöjen ja pistelähteiden hiukkaspäästöjen vaikutukset hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin Lahdessa ovat kokonaisuutena melko pienet. Tämä johtuu osittain siitä, että Lahden alueella pääpolttoaineena on maakaasu, jonka poltosta muodostuu vain vähän hiukkaspäästöjä. Toisaalta liikenne aiheuttaa hiukkaspäästöjä myös epäsuorasti (rengaspöly, katupöly), minkä osuus ei ole mallissa mukana. Stadian rakentamalla ns. Nuuskija-autolla tehtävät liikenteen epäsuorien hiukkaspäästöjen mittaukset (Stadia, Tekes/Fine-ohjelma) tuovat lisätietoa eri

rengastyypien, tienpintamateriaalien ym. tekijöiden vaikutuksista liikenteen epäsuorien hiukkaspäästöjen määrään. Tältä osin hiukkasmallinnuksen lähtötiedot tarkentuvat tulevaisuudessa.

Leviämismallien tulosten perusteella Valtatie 12:n siirtäminen jommalle kummalle kehätien linjaukselle on nykyistä tilannetta parempi ilmanlaadun kannalta. Jos liikenteen päästövähennykset (EURO standardit, katalyysaattorikehitys) kehittyvät odotetun mukaisesti ja autokanta uudistuu, paranee Lahden ilmanlaatu kaiken kaikkiaan v. 2020 mennessä verrattuna nykyiseen tilanteeseen. Mallinnustulosten perusteella näyttää siltä, että vuonna 2020 Lahden alueen typenoksidipäästöjen ja suorien hiukkaspäästöjen vaikutukset alittavat selvästi ilmanlaadun nykyiset ohjearvot, joita käytetään yhdyskuntasuunnittelun apuvälineinä arvioitaessa päästöjen terveydellisiä ja ekologisia vaikutuksia.

4.6 Lainsäädännön kehitysnäkymiä

Euroopan komissio on julkistanut (21.9.2005) ehdotuksensa *ilmansuojelustrategiaksi*, joka pyrkii parantamaan EU:n ilmanlaatua vuoteen 2020 mennessä. "Puhdasta ilmaa Euroopalle" -strategia (CAFE, Clean Air for Europe) määrittelee tulevia ilmanlaatuavoitteita ja etsii kustannustehokkaita ratkaisuja ilmansaasteista johtuviin terveysongelmiin, jotka johtuvat erityisesti pienhiukkaskoko (hiukkaskoko $<2.5 \mu\text{m}$, PM_{2.5}) ja alailmakehän otsonista. Myös ilmansaasteiden haitallisten ympäristövaikutusten, kuten happamoitumisen ja rehevöitymisen vähentäminen kuuluvat strategian tavoitteisiin.⁷

Strategiassa on asetettu terveys- ja ympäristövaikutuksille välitavoitteet, jotka tulee saavuttaa vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteisiin pääsemiseksi Euroopan yhteisön rikkidioksidipäästöt tulee vähentää alle kolmasosaan ja typen oksidien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja pienhiukkasten päästöt alle puoleen nykyisestä.

Pienhiukkasten terveysvaikutusten vähentämistavoite konkretisoidaan ilmanlaatudirektiivin kahdella uudella elementillä. Näistä pienhiukkasten kattoarvo (vuosikeskiarvo PM_{2.5} $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vastaa suurin piirtein jo voimassaolevaa hengittävien hiukkasten sitovaa raja-arvoa (PM₁₀ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)⁸. Se vaikuttaa sitovasti kaikkein likaisimmilla alueilla, mutta vähennystoimien vaikutukset heijastuvat kaukokulkeuman takia pitoisuuksiin myös muualla. Toisena tavoitteena on alentaa väestön kuormitusta pienhiukkaspitoisuuksille 20 prosentilla aikavälillä 2010-2020 kaikkialla kaupunkitausta-alueilla, missä pitoisuus on vähintään $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tavoite pohjautuisi todellisiin vuonna 2008 alkaviin pitoisuusmittauksiin. Tässä otettaisiin huomioon mm. eri jäsenvaltioiden erilainen ilmanlaatu ja niiden erilaiset edellytykset vaikuttaa alueensa ilmanlaatuun.

Kansalliset päästövähennykset on tarkoitus ratkaista tarkemmin *päästökattodirektiivillä*. Komission ehdotus vuoden 2020 kansalliset päästökattot sisältäväksi direktiiviksi saataneen käsittelyyn vuoden 2007 alussa. Periaatteessa kukin maa voi valita itse keinonvalikoimansa päästökattoon pääsemiseksi.

⁷ <http://www.ymparisto.fi>

⁸ <http://www.hengitysliitto.fi/terveysinfo/hengitysilma/ulkoilma/EUn%20ilmansuojelustrategia.pdf>

KIRJALLISUUTTA

Anttila P., et al., Ilmanlaatu Suomessa- Mitatut pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja-arvoihin sekä vertailuja eurooppalaiseen pitoisuustasoihin, Ilmanlaadun julkaisuja 33, Ilmatieteen laitos 2003, p. 105

Ilmanlaatu Lahdessa vuonna 2003, Lahden kaupunki, Tekninen ja ympäristötoimiala, Valvonta- ja ympäristökeskus, 2004

Ilmanlaatu Lahdessa vuonna 2004, Lahden kaupunki, Tekninen ja ympäristötoimiala, Valvonta- ja ympäristökeskus, 2005

Lahden eteläinen kehätie - Vaihtoehtojen vertailu 2005, Valtatie 12, Tiehallinto, Lahden kaupunki, Päijät-Hämeen liitto, 2005

Lahden eteläinen kehätie – Renkomäen linjausvaihtoehto, Valtatie 12, Tiehallinto, Lahden kaupunki, Päijät-Hämeen liitto, 2005

Mäkelä K., Laurikko J., Kanner H. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt - LIISA 2003 laskentajärjestelmä, Tutkimusraportti RTE 2814/04, Espoo 2004

Pesonen R. et al., Typen oksidien päästöt ja pitoisuudet Lahdessa vuonna 1994, Ilmatieteen laitos, Ilmanlaatu, Hki 1996

<http://lipasto.vtt.fi>

www.tiehallinto.fi/vt12/lahtikeha/

www.ymparisto.fi / "Puhdasta ilmaa Euroopalle" -strategia (CAFE, Clean Air for Europe).

<http://www.hengitysliitto.fi/terveysinfo/hengitysilma/ulkoilma/EUn%20ilmansuojelustrategia.pdf>