



# **Valtatien 7 parantaminen moottoritieksi välillä Hamina – Vaalimaa**

**Liikenteen päästöselvitys ja  
ilmanlaatuvaikutukset välillä  
Virojoki – Vaalimaa**

**VALTATIEN 7 PARANTAMINEN MOOTTORITIEKSI  
VÄLILLÄ HAMINA – VAALIMAA**

**LIIKENTEEN PÄÄSTÖSELVITYS JA  
ILMANLAATUVAIKUTUKSET VÄLILLÄ VIROJOKI –  
VAALIMAA**

**Birgitta Alaviippola  
Sari Lappi  
Harri Pietarila**

**ILMATIETEEN LAITOS – ILMANLAADUN ASIANTUNTIJAPALVELUT  
Helsinki 26.2.2008**

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli hankkia leviämismallilaskelmien avulla tietoa Vaalimaan alueen ilmanlaadusta ja sen alueellisesta vaihtelusta nykytilanteessa sekä tulevassa tilanteessa vuonna 2015. Tutkimuksessa arvioitiin valtatie 7 autoliikenteen typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen ilmanlaatuvaikutuksia nykytilanteessa sekä neljässä valtatie 7 parantamista tai uudelleenlinjausta koskevassa YVA-vaihtoehdossa Virojoen ja Vaalimaan välisellä 11 km tieosuudella. Tielinjausvaihtoehdossa VE 0+ nykyistä tietä parannettaisiin. Vaihtoehdossa VE 1 moottoritie rakennettaisiin noin 0,5 km nykyisen valtatie 7 pohjoispuolelle. Vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4 tienlinjaus kulkisi kauimpana Virojoen taajamasta. Vaihtoehdoissa VE 3 ja 4 tienlinjaus on Virojoen ja Vaalimaan välisellä osuudella samanlainen. Ennustetilanteen laskelmissa huomioitiin myös Vaalimaan rekkaparkin ilmanlaatuvaikutukset.

Päästöjen leviämislaskelmiin käytettiin Ilmatieteen laitoksella kehitettyä matemaattis-fysikaalista tietokonemallia, ns. viivalhdemallia. Leviämismallin avulla laskettiin autoliikenteen ja rekkaparkin päästöjen aiheuttamat ulkoilman typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuudet Virojoen ja Vaalimaan alueella. Leviämismallin lähtötietoina käytettiin kolmen lähimmän Ilmatieteen laitoksen sääaseman meteorologisia tietoja vuosilta 2004–2006. Typpidioksidin ja pienhiukkasten taustapitoisuudet saatiin Ilmatieteen laitoksen Virolahden taustamittausasemalta. Valtatie 7 autoliikenteen ja Vaalimaan rekkaparkin aiheuttamat typenoksidi- ja hiukkaspäästöt arvioi Trafix Oy. Päästöjen laskennassa hyödynnettiin VTT:n kehittämiä päästökertoimia ja huomioitiin rekkaliikenteen jonoutuneisuus ja rekkojen tyhjäkäynti valtatie 7 varrella. Rekkaparkin päästöissä otettiin huomioon rekkojen tyhjäkäynti, lisälämmittimien (Webasto) käyttö ja siirtyvien rekkojen moottorien käynnistykset.

Keskimääräinen vuorokausiliikenne on Virojoen ja Vaalimaan välillä nykyisin noin 5 000 autoa. Raskaiden ajoneuvojen osuus on noin kolmannes kokonaisliikennemäärästä. Henkilöautojen määrän oletetaan kasvavan vuoteen 2015 mennessä noin 35 % ja raskaan liikenteen noin 80–100 %, jolloin keskimääräinen vuorokausiliikenne olisi arvion mukaan yli 7 000 autoa vuonna 2015. Nykyisin valtatie 7 liikenteen nopeusrajoitus on Vaalimaan ja Virojoen välillä 80 km/h. Tulevaisuudessa nelikaistaisen moottoritien nopeusrajoitus on 120 km/h. Liikenteen ollessa jonoutunutta ajonopeus on alhaisempi. Liikennemäärien kasvusta huolimatta Venäjälle suuntautuvan liikenteen typpidioksidipäästöjen on arvioitu vähenevän tulevassa tilanteessa noin 40–50 % nykytilanteeseen verrattuna. Päästöt pienenevät, koska VTT:n päästökertoimissa autojen ja moottoreiden teknisen kehityksen on oletettu pienentävän päästöjä merkittävästi. Hiukkaspäästöjen on oletettu pysyvän nykyisellä tasolla. Liikennemäärä ja päästöt kuitenkin lisääntyvät rakennettavan Vaalimaan rekkaparkin alueella.

Leviämislaskelmien tuloksina saadut korkeimmat typpidioksidin- ja pienhiukkaspitoisuudet muodostuivat valtatie 7 varrelle ja rekkaparkin läheisyyteen. Eri YVA-vaihtoehtojen väliset pitoisuuserot olivat melko pieniä. Pitoisuustuloksia verrattiin terveyshaittojen ehkäisemiseksi annettuihin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Valtatie 7 autoliikenteen päästöt aiheuttavat typpidioksidipitoisuuksia, jotka korkeimmillaan voivat ylittää typpidioksidin vuorokausiohjearvon nykyisessä ja tulevassa tilanteessa epäedullisten meteorologisten olosuhteiden vallitessa. Vuorokausiohjearvo voi ylittyä nykytilanteessa paikoittain valtatie 7 välittömässä läheisyydessä ja tulevassa tilanteessa rekkaparkin alueella. Pitoisuudet kuitenkin pienenevät merkittävästi etäisyyden kasva-

essa liikenneväylästä ja ohjearvotaso alittuu liikennealueiden ulkopuolella. Typpidioksidipitoisuuden tuntiohjarvo sekä tunti- ja vuosiraja-arvo alittuvat Vaalimaan alueella sekä nyky- että ennustetilanteissa. Autoliikenteen suorat pienhiukkaspäästöt aiheuttavat laskelmien mukaan pitoisuuksia, jotka alittavat pienhiukkasille esitetyn vuosiraja-arvon  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nykytilanteessa ja ennustetilanteissa. WHO:n pienhiukkaspitoisuuksille määrittämät vuosi- ja vuorokausiohjarvot alittuvat Vaalimaan alueella nykytilanteessa, mutta voivat tulevassa tilanteessa ylittyä rekkaparkin alueella. Tutkimuksessa tarkasteltiin erikseen neljälle asuinalueelle (Virojoki, Pajulahti, Kurkela, Mattila) muodostuvia korkeimpia pitoisuuksia. Asuinalueilla korkeimmat typpidioksidin vuorokausiohjarvoon verrannolliset pitoisuudet olivat noin 20–60 % ohjearvosta ja pienhiukkaspitoisuudet noin 40–60 % WHO:n vuorokausiohjarvosta.

Kasvillisuuden suojelemiseksi annettu typen oksidien vuosiraja-arvo on voimassa laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla. Vaalimaan alueella raja-arvopitoisuus saattaa ylittyä liikenneväylillä, joihin raja-arvoa ei sovelleta. Etäämmällä valtatie 7:stä typenoksidien pitoisuus on alle kolmasosan raja-arvopitoisuudesta. Tulosten mukaan Vaalimaan alueen liikennemuutosten aiheuttamat typenoksidipitoisuudet ovat sen tasoisia, että niiden ei voida olettaa aiheuttavan merkittäviä luonto- tai kasvillisuusvaikutuksia.

Tutkimuksessa verrattiin uusien tielinjausten ilmanlaatuvaikutuksia YVA-vaihtoehdon 0+ ilmanlaatuilanteeseen, jossa tietä parannetaan, mutta sen linjaus säilyy nykyisenä. Vertailussa tarkasteltiin typpidioksidin ja pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien muutosta. Tielinjausvaihtoehtojen vaikutus ilmanlaatuun on erilainen tutkimusalueen eri osissa. Uuden nelikaistaisen moottoritien ympäristössä ilmanlaatu heikkenee, mutta nykyisen valtatie 7 varrella ilmanlaatu paranee kun raskas liikenne siirtyy käyttämään uutta moottoritietä. Suuressa osassa tutkimusaluetta ilmanlaadun muutokset ovat vähäisiä: ilmanlaatu parantuu tai heikentyy alle 10 %.

Liikennemuutosten asukkaille aiheuttamaa typpidioksidialtistusta arvioitiin vertaamalla Väestörekisterikeskuksesta saatuja asukastietoja mallinnettuihin ilmanlaatuvaikutuksiin. Tutkimusalueella asuu vakituisesti yhteensä 1 770 asukasta, joista 2/3 asuu Virojoen taajamassa. Ilmanlaatu pääosin paranee valtatie 7 varrella ja sen eteläpuolisella alueella. Tielinjausvaihtoehdossa VE 1 tutkimusalueen asukkaista 80 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Vaihtoehdossa VE 2 asukkaista 89 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Vaihtoehdossa VE 3 (ja VE 4) asukkaista 92 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Ilmanlaatu paranee eniten nykyisen tien varrella alle 100 m etäisyydellä tiestä asuvien asukkaiden asuinympäristössä. Vaihtoehdoissa VE 2 ja 3/4 ilmanlaatu paranee 57–68 tienvarsiasukkaan asuinympäristössä 40–50 %. Vaihtoehdossa VE 1 ilmanlaatu paranee viidellä valtatie 7 varrella asuvalla asukkaalla 40–50 %.

Ilmanlaatu heikentyy valtatie 7 pohjoispuolisella alueella, jossa suunniteltu moottoritie tulisi kulkemaan. YVA-vaihtoehdossa VE 1 ilmanlaatu heikkenee nykyisen tien pohjoispuolella alueella, jossa asuu 20 % tutkimusalueen asukkaista (358 asukasta). Kauppana taajaan asutusta alueesta kulkevissa tielinjausvaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3 vastaaville typpidioksidipitoisuuksille altistuu 11 % ja 8 % asukkaista. Kaikissa vaihtoehdoissa alle 1 % asukkaista (10–16 asukasta) asuu tielinjauksen läheisyydessä, jossa

ilmanlaatu heikkenee 20–50 %. Typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuus kohoaa näillä alueilla korkeintaan 2–4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nykyiseen tiehen (VE 0+) verrattuna 80–92 % alueen asukkaista saa uuden tielinjauksen myötä parannusta asuinympäristönsä ilmanlaatuun. Tielinjausvaihtoehdossa VE 3/4 ilmanlaadun paraneminen kohdistuu suurimpaan asukasmäärään. Vastaavasti typpidioksidipitoisuuksille altistuu selvästi vähemmän asukkaita YVA-vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4 kuin vaihtoehdossa VE 1. Lisäksi Virojoen taajamassa ilmanlaatu paranee eniten vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4. Tielinjauksen siirtäminen kauemmaksi taajaan asutulta alueelta parantaisi selvästi Virojoen taajaman ja valtatie 7 varrella asuvien asukkaiden asuinympäristön ilmanlaatua. Olisi suositeltavaa ohjata valtatie 7 liikenne kulkemaan kauempana asutuksesta, sillä raskaan liikenteen osuus tiellä on huomattava ja liikennemäärä tulee jatkossa kasvamaan. Rekkaparkkien käyttöönotosta huolimatta rekkajonoja saattaa muodostua tien varrelle jatkossakin.

Rekkaparkin päästöjen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia verrattiin mallinnettuun Vaalimaan alueen nykyiseen ilmanlaatuun. Rekkaparkin päästöt heikentävät ilmanlaatua rekkaparkin alueella yli 50 % ja rekkaparkin eteläpuolisella Kurkelan asuinalueella noin 10 %. Alueella, jossa ilmanlaatu heikentyy, asuu noin 1 % alueen asukkaista (19 asukasta). Rekkaparkin käyttöönotto kuitenkin parantaa ilmanlaatua suurimmassa osassa tutkimusaluetta.

## TIIVISTELMÄ

# SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO .....	5
1 TUTKIMUSMENETELMÄT .....	7
1.1 Viivalähdemalli .....	7
1.2 Typenoksidipäästöjen ilmakemiamalli .....	7
1.3 Meteorologisten tietojen käsittely leviämismalleissa .....	9
2 TUTKIMUKSEN SUORITUS .....	10
2.1 Meteorologiset tiedot .....	10
2.2 Liikennemäärät ja päästöt valtatie 7:llä .....	11
2.3 Leviämislaskelmat .....	17
3 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT .....	19
4 TULOKSET .....	22
4.1 Typenoksidi- ja typpidioksidipitoisuudet .....	22
4.2 Pienhiukkaspitoisuudet .....	24
5 TULOSTEN ARVIOINTI .....	26
5.1 Raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet .....	26
5.1.1 Tutkimusalueen suurimmat pitoisuudet .....	26
5.1.2 Asuinalueiden suurimmat pitoisuudet .....	28
5.2 Tielinjausten ilmanlaatuvaikutukset .....	30
5.2.1 Typpidioksidipitoisuuksien muutos .....	30
5.2.2 Pienhiukkaspitoisuuksien muutos .....	32
5.3 Rekkaparkin ilmanlaatuvaikutukset .....	33
5.4 Asukkaiden altistuminen ilman epäpuhtauksille .....	34
5.4.1 Typpidioksidialtistus .....	34
5.4.2 Pienhiukkasaltistus .....	36
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	37
VIITELUETTELO .....	42
LIITEKUVAT	

## JOHDANTO

Tutkimuksen tarkoituksena oli hankkia Ilmatieteen laitoksella kehitetyillä leviämismalleilla tietoa Vaalimaan alueen ilmanlaadusta ja sen alueellisesta vaihtelusta nykytilanteessa sekä tulevan tilanteen tielinjausvaihtoehdoissa rekkaparkin käyttöönoton jälkeen. Tutkimuksessa arvioitiin valtatie 7 autoliikenteen typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen ilmanlaatuvaikutuksia nykytilanteessa sekä neljässä valtatie 7 parantamisvaihtoehdossa Virojoen ja Vaalimaan välisellä tieosuudella. Autoliikenteen ilmanlaatuvaikutuksia arvioitiin laskennallisesti leviämismallin avulla vuosien 2006 ja 2015 päästötilanteissa. Tutkimus on osa ympäristövaikutusten arviointimenettelyä, joka käsittelee valtatie 7 parantamista välillä Hamina–Vaalimaa.

Ilmanlaatuvaikutukset arvioitiin seuraaville YVA-vaihtoehdoille:

Nykytila	Nykyinen valtatie 7
VE 0+	Nykyisen tien parantaminen
VE 1	Nykyiseen tiekäytävän rakennettaisiin nelikaistainen moottoritie
VE 2	Moottoritie ohittaisi Virojoen taajaman sen pohjoispuolelta ja liittyisi nykyiseen tiehen Vaalimaan kylän länsipuolella
VE 3 ja 4	Moottoritie ohittaisi Virojoen taajaman sen pohjoispuolelta ja liittyisi nykyiseen tiehen Vaalimaan raja-aseman tuntumassa

YVA-vaihtoehtojen tielinjaukset on esitetty kartalla liitekuvassa 3. Nykytilanteessa ja vaihtoehdossa VE 0+ autoliikenne käyttää nykyistä valtatie 7:ää, jolla ajonopeus on jonoutuneisuudesta riippuen 60–80 km/h. Tielinjausvaihtoehdossa VE 1 moottoritie rakennettaisiin noin 0,5 km nykyisen valtatie 7 pohjoispuolelle. Vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4 tienlinjaus kulkee kauimpana Virojoen taajamasta, jossa asuu 2/3 tutkimusalueen asukkaista. Vaihtoehtojen VE 3 ja 4 tielinjaus on Virojoen ja Vaalimaan välisellä osuudella samanlainen. Vaihtoehdoissa VE 1, VE 2 ja VE 3/4 valtaosa autoliikenteestä siirtyisi käyttämään moottoritietä, jolla nopeustaso on 100–120 km/h.

Tulevassa tilanteessa huomioitiin myös Vaalimaan raja-aseman eteläpuolella sijaitsevan laajan rekkojen pysäköintialueen ilmanlaatuvaikutukset. Laajan rekkaparkin oletettiin olevan jatkuvasti täynnä (1 000 rekkaa).

Päästöjen leviämislaskelmiin käytettiin Ilmatieteen laitoksella kehitettyä matemaattis-fysikaalista tietokonemallia, ns. viivalähdemallia. Typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuudet laskettiin Virojoen taajaman ja Vaalimaan kylän väliselle noin  $11 \times 6$  km:n kokoiselle tulostusalueelle noin 4 000 tulostuspisteeseen. Pitoisuudet laskettiin maanpintatasoon. Valtatie 7 autoliikenteen ja Vaalimaan rekkaparkin aiheuttamat typenoksiidi- ja hiukkaspäästöt arvioi Trafix Oy. Mallilaskelmien meteorologisina tietoina käytettiin kolmen lähimmän Ilmatieteen laitoksen sääaseman vuosien 2004–2006 havainnoista muodostettua etäisyyspainotettua yhdistelmäaineistoa. Päästöjen leviämistä ja pitoisuuksien muodostumista tarkasteltiin kaikissa kolmen vuoden aikana esiintyneissä tunneittaisissa meteorologisissa tilanteissa. Myös typen oksidien ilmakemiallinen muutonta päästöjen kulkeutumisen aikana otettiin huomioon laskelmissa. Typpidioksidin ja pienhiukkasten taustapitoisuudet saatiin Ilmatieteen laitoksen Virolahden taustamittausasemalta.

Saaduista tuntipitoisuuksien aikasarjoista muodostettiin kuhunkin tulostuspisteeseen tilastollisten määrittelyjen mukaiset korkeimmat vuosi-, vuorokausi- ja tuntikeskiarvot, joita on tässä työssä verrattu ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Tutkimuksessa arvioitiin autoliikenteen lähimmille asuinalueille aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia ja ilman epäpuhtauksille altistuvien asukkaiden määrää eri tielinjausvaihtoehdoissa. Tulevan tilanteen tielinjausvaihtoehtojen vaikutuksia arvioitiin vertaamalla YVA-vaihtoehtoon VE 0+, jossa tietä parannetaan, mutta tien linjaus noudattaa nykyistä valtatie 7:ää. Rekkaparkin päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia verrattiin mallinnettuun Vaalimaan alueen nykyiseen ilmanlaatuun.

Tutkimuksen tilasi Kaakkois-Suomen tiepiiri. Trafix Oy ja YVA-konsultti Ramboll Finland Oy toimittivat leviämismallilaskelmissa tarvittavia lähtötietoja.

# 1 TUTKIMUSMENETELMÄT

## 1.1 Viivalähdemalli

Tieliikenteen päästöjen aiheuttamat pitoisuudet arvioitiin Ilmatieteen laitoksen viivalähdemallilla. Viivalähdemallilla laskettiin typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuudet haluttuihin pisteisiin eri etäisyyksille liikenneväylästä. Ilmatieteen laitoksella kehitetty viivalähdemalli perustuu leviämisen osalta analyttiseen ratkaisuun (*LUHAR & PATIL, 1989*) ja päästöjen kemiallisen muutunnan osalta ns. 'discrete parcel' -menetelmään (*BENSON, 1984*), joka on samanlainen kuin amerikkalaisessa CALINE-mallissa.

Viivalähdemallissa käytetään meteorologisenä perusaineistona 1–3 vuoden pituista parametrien tunneittaisten arvojen aikasarjaa, joka sisältää tiedot tuulen suunnista ja nopeuksista sekä ilmakehän stabiilisuudesta laskenta-alueella. Päästötietojen aikasarjassa huomioidaan mm. tarkasteltavien viivalähteiden sijainti, päästökorkeus sekä päästömäärät ja niiden ajallinen vaihtelu. Laskenta etenee tunnin aika-askeleella kunnes koko meteorologisten tietojen aikasarja ja päästötietojen aikasarja on käyty läpi. Viivalähdemallin laskentatuloksina saatavia pitoisuuden tuntikeskiarvoja analysoidaan tilastollisesti niin, että laskentapisteisiin voidaan tuottaa mm. kotimaisten ilmanlaadun ohjearvojen ja EU:n raja-arvojen määrittelyjen mukaiset tilastoarvot eri epäpuhtauskomponenteille. Laskennallisista tunnusluvuista voidaan arvioida yksittäisen viivalähteen vaikutus lähialueen pitoisuuksiin tai kaikkien tutkimusalueen viivalähteiden päästöjen kokonaisvaikutus komponenteittain. Viivalähdemallilla tehtävät sovellutukset voidaan yhdistää Ilmatieteen laitoksen kaupunkimalliin. Kaupunkimallilla saadaan laskettua tarvittavat taustapitoisuudet viivalähdemallin sovellutuskohteisiin.

## 1.2 Typenoksidipäästöjen ilmakemiamalli

Polttoaineiden palamisessa muodostuvat kiinteiden lähteiden ja liikenteen typenoksidipäästöt ovat pääasiassa typpimonoksidia (NO), kun taas typpidioksidia (NO<sub>2</sub>), joka on mm. terveysvaikutuksiltaan haitallisempaa, on päästöistä ainoastaan pieni osa. Oksidit hapettuvat ilmassa kaasufaasireaktioissa hapen, otsonin, hydroksyyliiradikaalin ja orgaanisten peroksidiradikaalien toimiessa hapettimina. Reaktionopeudet riippuvat muun

muassa vuoden- ja vuorokaudenajasta, auringon säteilyn määrästä ja lämpötilasta. Valokemialliset reaktiot, joissa molekyylit hajoavat, ovat tärkeitä päivänvalossa. Myös päästöjen leviäminen ja niiden sekoittuminen ilmaan vaikuttavat typen oksidien muutunnan tehokkuuteen. Jotta leviämismallilaskelmilla voitaisiin kuvata erilaisten hapettuneiden typen yhdisteiden pitoisuuksia ulkoilmassa, on mallisovellutuksissa otettava huomioon ilmakehässä tapahtuvat kemialliset reaktiot. Kemiallisen muutunnan malli perustuu hollantilaisiin, vuosina 1975–1985 suoritettuihin mittauksiin, joissa selvitettiin typenoksidipäästöjen hapettumista erilaisissa meteorologisissa olosuhteissa (*JANSSEN ym., 1988*).

Liikenneväylien päästöjen leviämistä kuvaavaan viivalähdemalliin on kehitetty Ilmatieteen laitoksella typen oksidien muutuntaa arvioiva malli, jolla voidaan huomioida erilaisten taustapitoisuuksien ilmakemiallinen vaikutus kunkin viivalähteen päästöön seuraavasti:

- 1) Alueellinen taustapitoisuus arvioidaan Ilmatieteen laitoksen perustason seuranta-asemien tai vastaavien tausta-asemien mittaustuloksista, joista määritetään kullekin kuukaudelle vuorokauden sisäistä vaihtelua kuvaavat typpidioksidi- ja otsonipitoisuuksien keskimääräiset tuntikeskiarvojen jakaumat.
- 2) Kaupunkimallilla määritetään laskennassa tarkasteltavalle yksittäiselle viivalähteelle piste- ja pintalähteiden aiheuttama typen oksidien taustapitoisuus. Tämä jaetaan typpidioksidi- ja typpimonoksidipitoisuuksiksi ns. steady-state-approksimaatiolla, jossa huomioidaan auringon säteilyn, lämpötilan ja otsonipitoisuuden vaikutus.
- 3) Muiden viivalähteiden aiheuttamat typpidioksidi- ja typpimonoksidipitoisuudet otetaan huomioon järjestämällä viivalähteet pitoisuuksia laskettaessa tuulen suunnan mukaan. Näin jokaisen viivalähteen kemiallista muutuntaa arvioitaessa on typpidioksidi- ja typpimonoksidipitoisuuksissa huomioitu kaikkien tuulen yläpuolella olevien, aiemmin laskennassa mukana olleiden viivalähteiden vaikutus tarkasteltavaan viivalähteeseen. Otsonin kulumisen typen oksidien ilmakemiallisissa reaktioissa

huomioidaan, toisin sanoen alueellisen otsonitaustan ei oleteta olevan muutunnassa ehtymätön otsonilähde.

### 1.3 Meteorologisten tietojen käsittely leviämismalleissa

Ilman epäpuhtauksien leviäminen tapahtuu pääosin ilmakehän alimmassa osassa, jota kutsutaan rajakerrokseksi. Rajakerroksen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometri, mutta varsinkin kesällä se voi nousta yli kahteen kilometriin. Rajakerroksen tuuliolosuhteet määräävät karkeasti ilman epäpuhtauksien kulkeutumissuunnan, mutta rajakerroksen ilmavirtausten pyörteisyys ja kerroksen korkeus vaikuttavat merkittävästi epäpuhtauksien sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemiseen kulkeutumisen aikana. Leviämisen kannalta keskeisiä meteorologisia muuttujia ovat siis tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiilisuutta kuvaava suure ja sekoituskorkeus.

Tässä leviämiselvityksessä on käytetty Ilmatieteen laitoksen ilmanlaatuosastolla kehitettyä meteorologisten tietojen käsittelymallia, eli ilmakehän rajakerroksen parametrisointimenetelmää (*RANTAKRANS, 1990, KARPPINEN, 2001*). Mallin avulla voidaan normaalien meteorologisten rutiinihavaintojen ja fysiikan perusyhtälöiden avulla arvioida ne rajakerroksen tilaan vaikuttavat muuttujat, joita tarvitaan epäpuhtauksien leviämismallilaskelmissa. Tarvittavat mittaustiedot saadaan Ilmatieteen laitoksen havaintotietokantaan talletetuista sää-, auringonpaiste- ja radioluotaushavainnoista.

Perinteisissä leviämismallisovellutuksissa on käytetty karkeaa ilmakehän stabiilisuusluokitusta (Pasquill-Turner) ja mallien muuttujille on annettu luokittaiset vakioarvot. Rajakerroksen parametrisoinnin avulla on mahdollista ilmaista leviämismalleissa käytetyt muuttujat jatkuvina rajakerroksen tilan funktioina, joissa voidaan ottaa paremmin huomioon myös päästölähteisiin liittyvä fysiikka. Menetelmässä huomioidaan tutkimusalueen paikalliset tekijät, kuten leviämisalustan rosoisuus ja vuodenaikaiset albedoarvot (maanpinnan kyky heijastaa auringon säteilyä) eri maanpinnan laaduille. Sääasemilta saatavat perushavainnot valitaan tutkimusaluetta lähimpänä olevalta asemalta. Tämän lisäksi tuulen suunta- ja nopeustiedot muodostetaan kahden tai useamman aseman havaintojen etäisyyspainotettuna tilastollisena yhdistelmänä. Luotaus-

havainnot valitaan lähimmältä luotausasemalta. Lopputuloksena saadaan leviämismalleissa tarvittavien meteorologisten tietojen tunneittaiset aikasarjat.

## **2 TUTKIMUKSEN SUORITUS**

### **2.1 Meteorologiset tiedot**

Leviämislaskelmia varten määritettiin ilmakehän rajakerrosta kuvaavat parametrit, jotka edustavat tutkimusaluetta mahdollisimman hyvin. Tuulitietojen etäisyyspainotettu yhdistelmäaineisto muodostettiin Kotkan Rankin sääaseman sekä Valkealan Utin ja Lappeenrannan lentosääasemien vuosien 2004–2006 havainnoista. Tarvittavat auriongonpaistetiedot saatiin Kotkan Rankin sääaseman säteilymittausaineistoista ja sekoituskorkeuden määrittämiseen käytettiin Jokioisten observatorion radioluotaushavaintoja. Leviämismalliin tarvittavat ilmakehän rajakerroksen tilaa kuvaavat muuttujat muodostettiin tunneittaiseksi aikasarjaksi vuosille 2004–2006. Aikasarjasta laskettiin tilastolliset tuulen suunta- ja nopeusjakaumat sekä sekoitusvoimakkuuden ja sekoituskorkeuden kuukausittaiset jakaumat. Vuosille 2004–2006 muodostettua meteorologista aikasarjaa käytettiin sekä nyky- ja ennustetilanteen laskelmissa.

Tuulensuuntien ja -nopeuksien suhteellinen jakautuminen tuuliaineistossa on esitetty tuuliruusuna liitekuvassa 1. Prosenttiarvo ympyrän kehällä kuvaa kunkin tuulensunnan (suuntasektorin) osuutta koko aineistosta. Tehdyn tilastollisen tarkastelun mukaan tutkimusalueella olivat vallitsevia lounaasta käyvät tuulet, joiden osuus koko aineistosta oli yli 20 %. Vähiten esiintyi koillisen puoleisia tuulia, noin 8 % kaikista tuulista. Nopeusjakauma kunkin suuntasektorin sisällä on esitetty viitenä luokkana (prosenttiasteikot sektoreiden sisällä 10 %:n välein). Tuulten nopeusjakaumassa heikkotuulisimpaan luokkaan (alle 2 m/s) jäävien tuulten osuus oli suuntasektorista riippuen noin 15–25 % kaikista tuulista. Eniten heikkoja tuulia esiintyi luoteen, pohjoisen ja koillisen puoleisilla tuulilla. Suurimpia, yli 8 m/s tuulen nopeuksia esiintyi eniten lounaan puoleisilla tuulilla.

Sekoitusvoimakkuuden ja sekoituskorkeuden kuukausittainen esiintymistäajuus vuosina 2004–2006 on esitetty liitekuvasa 2. Sekoitusvoimakkuudet on luokiteltu karkeasti kolmeen luokkaan: voimakas, kohtalainen ja heikko sekoittuminen. Voimakasta sekoittumista (labiileja tilanteita) esiintyy eniten kesällä, jolloin päiväaikaan maanpinnan lämpeneminen aiheuttaa alimpaan ilmakerrokseen turbulენტtista pyörteisyyttä. Labiileissa tilanteissa esiintyvät epäpuhtauspitoisuudet ovat pääsääntöisesti pieniä, mutta pitoisuudet voivat lyhytaikaisesti kohota myös korkeiden päästökohdeiden lähellä. Käytetyssä aineistossa näiden labiilien tilanteiden suhteellinen osuus oli toukoheinäkuussa 30–40 %, kun vastaavia tilanteita esiintyi talvella joko hyvin vähän tai ei lainkaan. Heikkoa sekoittumista (stabiileja tilanteita) esiintyi käytetyssä aineistossa eniten tammi-maaliskuussa, jolloin niiden suhteellinen osuus oli 40–50 %. Heikoissa sekoittumistilanteissa pitoisuudet voivat kohota voimakkaasti varsinkin matalalta lähtevien päästöjen vaikutuksesta.

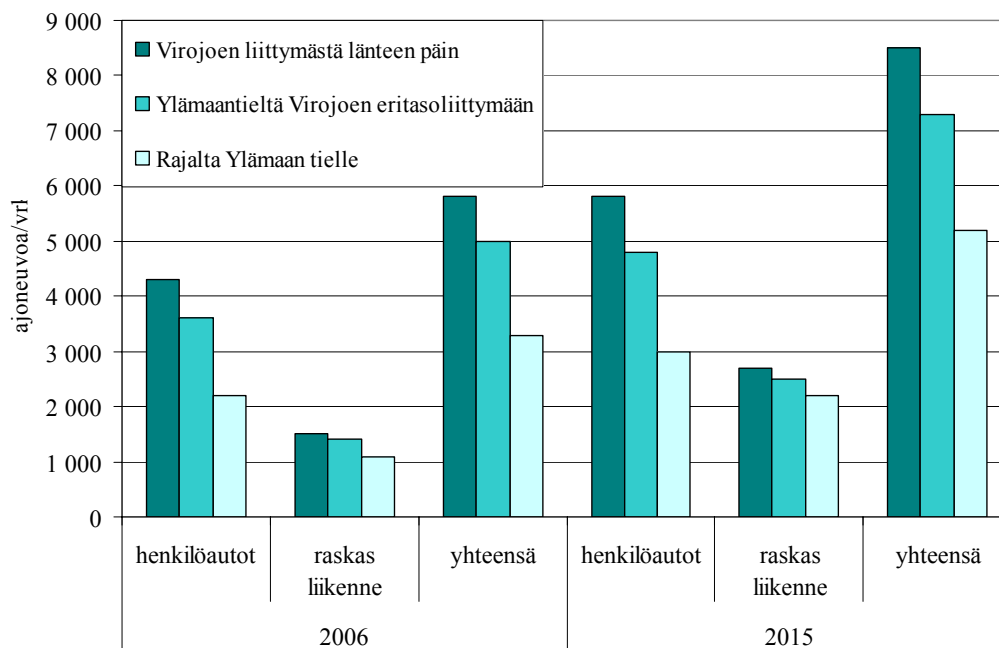
Sekoituskerroksen korkeus määrää pystysuunnassa päästöjen laimenemistilavuuden rajan. Kun sekoituskorkeus on pieni, pitoisuudet voivat kohota voimakkaasti matalien lähteiden päästöjen vaikutuksesta. Matalia, alle 100 ja 100–200 metrin sekoituskorkeuksia esiintyi tutkimuksessa käytetyssä meteorologisessa aineistossa eniten maaliskuussa (ks. liitekuva 2). Yli 500 metrin sekoituskorkeus ei vaikuta enää merkittävästi pitoisuuksien kohoamiseen lähileviämisen mittakaavassa.

## **2.2 Liikennemäärät ja päästöt valtatie 7:llä**

Valtatie 7 autoliikenteen ja rakennettavan rekkaparkin typenoksidi- ja hiukkaspäästöt arvioitiin leviämismallilaskelmia varten viivalähteinä. Mallilaskelmia varten muodostettiin 140–180 viivalähdettä YVA-vaihtoehdosta riippuen. Leviämismallinnuksen lähtötietoina käytettiin Trafix Oy:n tuottamaa vuosien 2006 ja 2015 tilanteita edustavaa päästöaineistoa. Tulevassa tilanteessa on mukana rekkaparkin päästöt. Hiukkaspäästöjen osalta mallinnuksessa huomioitiin ainoastaan ajoneuvojen suorat pienhiukkaspäästöt eli esimerkiksi tienpinnan pölyämisestä johtuvia hiukkaspäästöjä ei mallilaskelmissa ole huomioitu. On huomioitava, että ennustetilanteen päästöjen arviointiin liittyy paljon epävarmuuksia liittyen mm. liikennemäärien, moottoritekniikoiden sekä lainsäädännön kehittymiseen.

Päästöjen laskennassa käytetyt valtatie 7 henkilöautojen ja raskaiden ajoneuvojen liikennemäärät on esitetty kuvassa A. Nykytilanteessa keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) on Virojoen länsipuolella 5 800 autoa ja raja-alueella 3 300 autoa. Henkilöautoliikenteen oletetaan kasvavan tulevassa tilanteessa noin 35 % ja raskaan liikenteen noin 80–100 %. Vuonna 2015 keskimääräisen vuorokausiliikenteen oletetaan olevan 5 200–8 500 autoa. Nykyisin raskaiden ajoneuvojen osuus kokonaisliikennemäärästä on Virojoen ja Vaalimaan välisillä tieosuuksilla 26–33 % ja tulevassa tilanteessa raskaan liikenteen osuuden on arvioitu kasvavan 32–42 %:iin.

Nykytilanteen liikennemäärät on saatu Kaakkois-Suomen tiepiirin liikennelaskennoista. Tulevan tilanteen liikennemäärät perustuvat ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä laadittuun liikenne-ennusteeseen. Päästöt on laskettu maksimiennusteen mukaiselle tilanteelle. Ennustetut liikennemäärät kuvaavat koko vuoden keskimääräistä liikennettä vuonna 2015. Keskimääräiset liikennemäärät on hajautettu tuntiliikennemääräksi käyttäen hyväksi liikenteen ns. LAM-aineistoista saatuja kuukausi-, viikonpäivä- ja tuntijakaumatietoja. LAM aineisto on Tiehallinnon liikennelaskentapisteistä keräämää aikasarjamaista liikennetietoa (LAM=Liikennemäärä Automaattisissa Mittauspisteissä).



Kuva A. Henkilöautojen ja raskaiden ajoneuvojen lukumäärät nykytilanteessa ja vuonna 2015 valtatie 7 eri tieosuuksilla.

Trafix Oy on laskenut liikkuvien autojen päästöt käyttämällä Juhani Laurikon (VTT) kehittämiä ajoneuvotyypittäisiä päästökertoimia. Päästöjen laskennassa on huomioitu ajoneuvokannan kehitys ja moottoreiden uusien päästönormien (EURO 4–5) vaikutus yksikköpäästökertoimiin. Päästöt on laskettu erikseen Venäjälle ja Suomeen suuntautuvalle autoliikenteelle kolmelle Virojoen ja Vaalimaan välillä sijaitsevalle tieosuudelle.

Nykytilanteessa nopeusrajoitus on valtatie 7:llä Vaalimaan ja Virojoen välillä 80 km/h. Virojoelta Haminaan päin nopeusrajoitus on 100 km/h. Rekkajonojen aikana ajonopeus laskee 60 km/h. Vuonna 2015 nopeusrajoitus on nelikaistaisella moottoritillä 120 km/h. Liikenteen ollessa jonoutunutta ajonopeus on 80 km/h. Ajonopeudet huomioidtiin päästötarkastelussa arvioitaessa rekkajonojen vaikutusta päästöihin. Jonossa olevien rekkajonon osalta arvioitiin jonojen osuus tiejaksoittain ja tyhjäkäynnin osuus (% ajasta) (taulukko 1). Tarkasteltujen tiejaksojen oletettiin olevan pääosin jonoutuneita ja rekkajonojen oletettiin vaihtelevan kuukausien mukaan. Tiejakson ollessa jonoutunut rekkajonon oletettiin ulottuvan koko tiejaksolle. Tyhjäkäynnin osuus ajasta on talvella suurempi kuin kesällä. Tyhjäkäynnin aiheuttamien päästöjen laskennassa on käytetty vuoden 2006 tyhjäkäynnin päästökerrointa (g/h), joka on puolitettu vuoden 2015 tilanteessa kuvaamaan moottoritekniikan kehitystä myös tyhjäkäynnin osalta.

Taulukko 1. Jonoutuneen rekkaliikenteen ja joutokäynnin osuus ajasta (TRAFIX OY, 2008).

Kuukausi	Joutokäynnin osuus %	Jonoutuneen rekkaliikenteen osuus tiejaksottain (%)		
		Virojoen liittymästä lähteen päin	Ylämaantieltä Virojoen eritasoliittymään	Rajalta Ylämaantielle
1	30	50	60	70
2	30	50	60	70
3	25	55	65	75
4	20	55	65	75
5	10	55	65	75
6	5	60	70	80
7	5	60	70	80
8	10	65	75	85
9	15	65	75	85
10	20	70	80	90
11	25	70	80	90
12	30	75	85	95

Päästöjen laskennassa on käytetty taulukon 1 mukaisia oletuksia sekä nykytilanteelle että tulevalle tilanteelle. Rekkaparkin käyttöönoton ei siis ole oletettu vähentävän jonoutuneisuutta. Rekkaparkin vaikutusta valtatie 7 liikennemääriin ja päästöihin on käsitelty erillisessä selvityksessä, jossa on tarkasteltu laajan rekkaparkin käyttöönoton jälkeistä tilannetta vuonna 2009 (*ALAVIIPPOLA & LAPPI, 2008*).

Rekkaparkissa olevien rekkojen päästöt aiheutuvat normaalista tyhjäkäynnistä, lisälämmittimen/jäähdyttimien (Webasto) käytöstä sekä siirtyvien rekkojen moottorien käynnistyksestä. Rekkaparkin päästöjen laskennassa on käytetty edellä kuvattuja tyhjäkäynnin päästökertoimia ja lisäksi seuraavia oletuksia:

- Rekkaparkki on aina täynnä (1 000 rekkaa).
- Parkkialueella olevista rekoista 20 % on tyhjäkäynnillä maksimissaan 30 % ajasta. Tyhjäkäynnin osuus vastaa taulukon 1 joutokäynnin kuukausittaista osuutta
- 50 rekkaa tunnissa siirtyy pois alueelta
- Rekat, jotka eivät ole joutokäynnillä, käyttävät erillistä polttoainelämmittintä/jäähdytintä. Laite kuluttaa polttoainetta ja aiheuttaa päästöjä. Laitteen aiheuttaman päästömäärän arvioitiin olevan enintään 7 % moottorin tyhjäkäyntipäästöistä, kun laite on koko ajan päällä. Lämmittimen käyttö vaihtelee kuukausittain (taulukko 2).

Taulukko 2. Erillislämmittimen/jäähdyttimen päästöjen osuus normaalista tyhjäkäyntimäärästä eri kuukausina (*TRAFIX OY, 2008*).

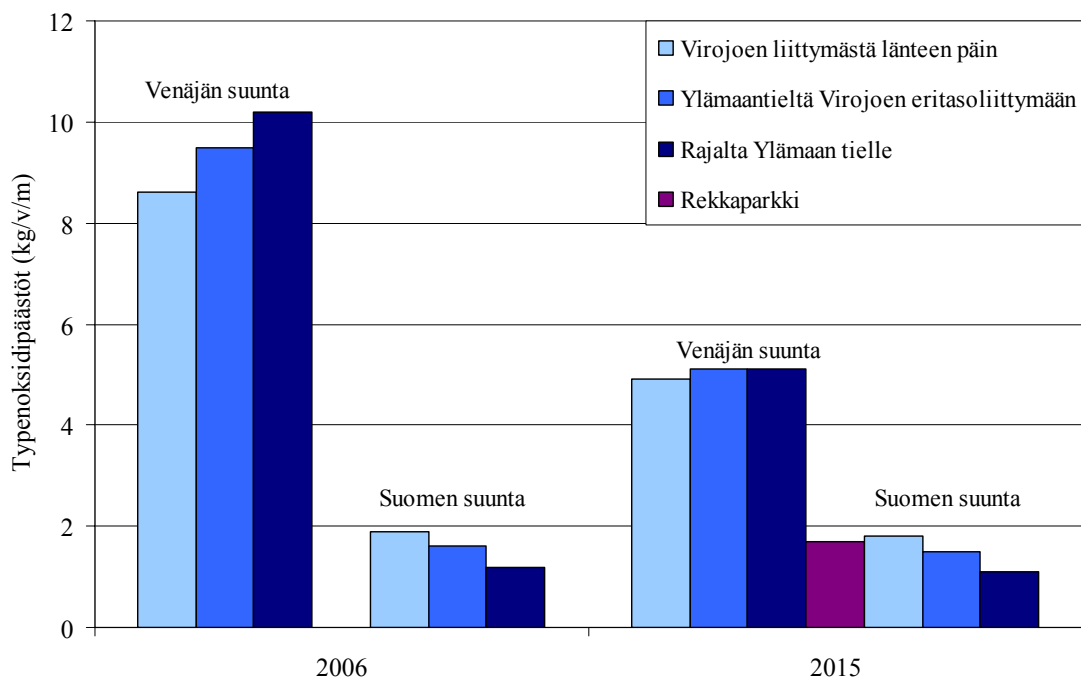
Kuukausi	Lämmittimen/jäähdyttimen päästöosuus (%)
1	6
2	7
3	5
4	4
5	2
6	1
7	1
8	1
9	3
10	4
11	5
12	6

Taulukossa 3 sekä kuvissa B ja C on esitetty Virojoen ja Vaalimaan välisten tieosuuk-  
sen typenoksidien ja hiukkasten keskimääräiset päästöt nyky- ja ennustetilanteessa.  
Venäjälle suuntautuvan liikenteen typpidioksidipäästöt vähenevät valtatie 7:llä tulevassa  
tilanteessa keskimäärin 40–50 % nykytilanteeseen verrattuna. Päästöt pienenevät, koska  
VTT:n päästökertoimissa autojen ja moottoreiden teknisen kehityksen on oletettu  
pienentävän päästöjä merkittävästi. Hiukkaspäästöt pysyvät likimain samana. Liiken-  
nemäärät ja päästöt kuitenkin lisääntyvät rakennettavan rekkaparkin alueella, jossa  
nykyinen liikenne on vähäistä.

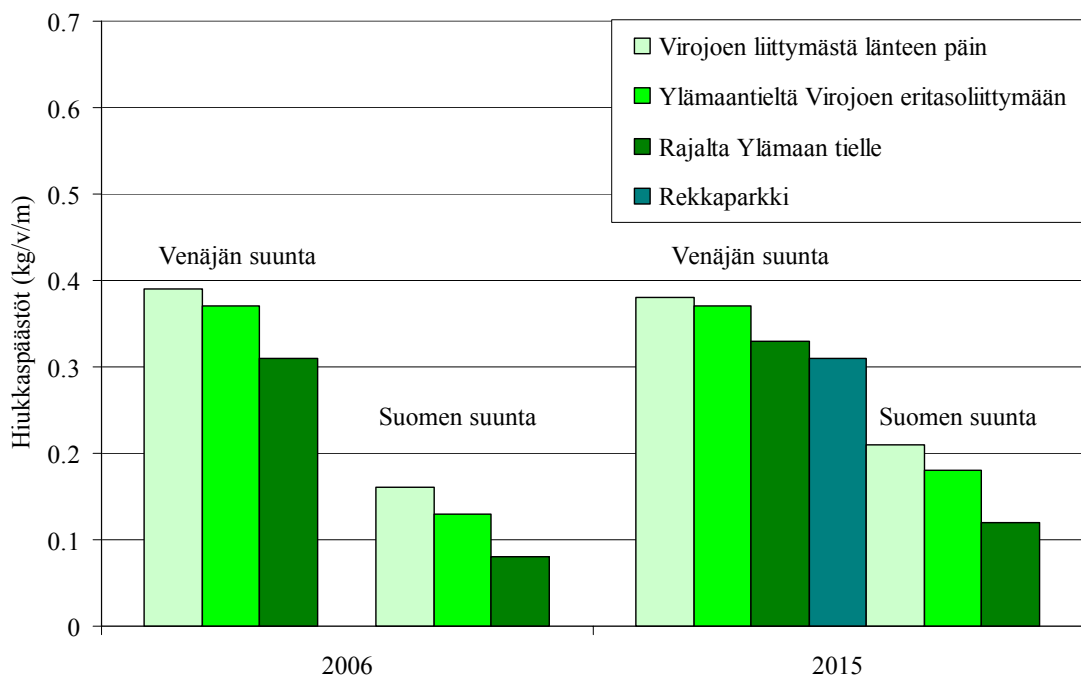
Taulukko 3. Valtatien 7 autoliikenteen ja rekkaparkin aiheuttamat keskimääräiset typenoksidi- ja  
hiukkaspäästöt eri tieosuuksilla nyky- ja ennustetilanteissa (TRAFIX OY, 2008).

Tieosuus	Suunta	Typenoksidipäästöt (kg/v/m)		Hiukkaspäästöt (kg/v/m)	
		2006	2015	2006	2015
Virojoen liittymästä länteen päin	Venäjä	8,6	4,9	0,39	0,38
Ylämaantieltä Virojoen eritasoliittymään	Venäjä	9,5	5,1	0,37	0,37
Rajalta Ylämaan tielle	Venäjä	10,2	5,1	0,31	0,33
Virojoen liittymästä länteen päin	Suomi	1,9	1,8	0,16	0,21
Ylämaantieltä Virojoen eritasoliittymään	Suomi	1,6	1,5	0,13	0,18
Rajalta Ylämaan tielle	Suomi	1,2	1,1	0,08	0,12
Rekkaparkki	Venäjä		1,7		0,31

Tieosakohtaisten päästöjen lisäksi mallilaskelmissa huomioitiin myös mm. tienosien  
alku- ja loppukoordinaatit, tietyyppit sekä päästöjen tunti-, viikonpäivä- ja kuukausivaih-  
telu. Lisäksi otettiin huomioon katalysoittorijoneuvojen yleistymisen myötä lisääntyvä  
typpidioksidin (NO<sub>2</sub>) osuus typenoksidipäästöistä. Leviämismallilaskelmissa oletettiin  
autoliikenteen typenoksidipäästöistä olevan keskimäärin 15 % typpidioksidia vuonna  
2006 ja 20 % typpidioksidia vuonna 2015.



Kuva B. Valtatien 7 autoliikenteen ja rekkaparkin aiheuttamat keskimääräiset typenoksidipäästöt eri tieosuuksilla nyky- ja ennustetilanteissa (TRAFIX OY, 2008).



Kuva C. Valtatien 7 autoliikenteen ja rekkaparkin aiheuttamat keskimääräiset hiukkaspäästöt eri tieosuuksilla nyky- ja ennustetilanteissa (TRAFIX OY, 2008).

### 2.3 Leviämislaskelmat

Päästöjen aiheuttamat pitoisuudet laskettiin noin 11 × 6 km:n kokoiselle tulostusalueelle yhteensä noin 4 000 tulostuspisteeseen. Nykyisellä valtatiellä ja ennustetilanteen tielinjauksissa tulostuspisteitä oli 100 metrin välein. Tulostusalueen laskentapisteikköä tihennettiin 100 metriin Virojoen ja Vaalimaan taajamien ja muiden asutuskeskittymien kohdalla sekä rekkaparkin alueella. Muualla tulostusalueella pisteet sijaitsivat 500 metrin etäisyydellä toisistaan. Pitoisuudet laskettiin maanpintatasoon. Mallilaskelmien taustapitoisuudet arvioitiin Ilmatieteen laitoksen Virolahden tausta-aseman vuosien 2004–2006 mittaustuloksista. Samaa taustamittausaineistoa käytettiin sekä nyky- ja ennustetilanteen laskelmissa.

Leviämislaskelmissa määritettiin valtatie 7 autoliikenteen päästöjen aiheuttamat typpi-dioksidi- ja pienhiukkaspitoisuudet nykyisessä tilanteessa (vuosi 2006) ja neljässä vaihtoehtoisessa valtatie 7 parantamista tai uudelleenlinjausta koskevassa tilanteessa Virojoen ja Vaalimaan välillä (vuosi 2015):

VE 0+	Nykyisen tien parantaminen
VE 1	Nykyiseen tiekäytävän rakennettaisiin nelikaistatie moottoritie
VE 2	Moottoritie ohittaisi Virojoen taajaman sen pohjoispuolelta ja liittyisi nykyiseen tiehen Vaalimaan kylän länsipuolella
VE 3 ja 4	Moottoritie ohittaisi Virojoen taajaman sen pohjoispuolelta ja liittyisi nykyiseen tiehen Vaalimaan raja-aseman tuntumassa

YVA-vaihtoehtojen tielinjaukset on esitetty kartalla liitekuvassa 3. Kuvaan on merkitty myös vakituisten asukkaiden määrät tutkimusalueen asuintaloissa. Valtaosa (2/3) tutkimusalueen asukkaista asuu Virojoen taajamassa.

Leviämismallilla laskettiin kuhunkin tulostuspisteeseen vuosien 2004–2006 tunneittaisia meteorologisia tilanteita vastaavat pitoisuuksien tuntikeskiarvojen aikasarjat. Saaduista pitoisuuden aikasarjoista muodostettiin kuhunkin tulostuspisteeseen tilastol-

listen määrittelyjen mukaiset korkeimmat vuosi-, vuorokausi- ja tuntikeskiarvot, jotka on määriteltä seuraavasti:

- korkein vuosikeskiarvo on suurin meteorologisen aineiston pohjana olevien tarkasteluvuosien pitoisuuskeskiarvoista
- korkein vuorokausikeskiarvo on suurin koko tarkastellun meteorologisen jakson vuorokausipitoisuuksista
- 2. korkein vuorokausikeskiarvo on suurin koko tarkastellun meteorologisen jakson kalenterikuukausien toiseksi korkeimmista vuorokausipitoisuuksista
- korkein tuntikeskiarvo on suurin koko tarkastellun meteorologisen jakson tuntipitoisuuksista
- korkein tuntikeskiarvojen 99 % rajapitoisuus on suurin kalenterikuukauden 99 %:n rajapitoisuuksista koko tarkastellulla meteorologisella jaksolla (99 %:n rajapitoisuus on se pitoisuus, jonka vain 1 % tarkastelukuukauden tuntikeskiarvoista ylittää, käytännössä siis yleensä pahimman kuukauden kahdeksanneksi korkein tuntikeskiarvo)
- 19. korkein tuntikeskiarvo on suurin koko tarkastellun meteorologisen jakson vuosittaisista 19. korkeimmista tuntipitoisuuksista

Leviämislaskelmien tuloksina on tutkimusraportin tulostaulukoissa esitetty tutkimusalueen pitoisuuksien maksimi-arvot ja liitekuviissa laskentapisteittäisistä keskiarvoista samanarvonviivoin muodostetut korkeimpien pitoisuuksien aluejakaumat. Aluejakaumakuviissa on tulostusalueen korkeimpien pitoisuusarvojen sijaintipaikat merkitty valkoisilla tähdillä. Maksimin numeroarvo on luettavissa oikealta aluejakaumakuvan oikeasta reunasta. Kuvissa on lisäksi ilmoitettu Suomessa voimassa olevat ilmanlaadun ohje-arvot tai raja-arvot.

Korkeimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen aluejakaumat eivät edusta koko tulostusalueella yhtä aikaa vallitsevaa pitoisuustilannetta, vaan ne kuvaavat eri päivinä ja tunteina esiintyvien pitoisuuksien tasoa tutkimusalueen eri osissa. Asian voi yksinkertaistaa karkealla esimerkillä: tuulen käydessä päästölähteiden eteläpuolelta poistokaasut etenevät piipuista pohjoisuuntaan, jolloin päästöt eivät vaikuta lähteen eteläpuoleisiin pitoisuuksiin. Pitoisuuksien aluejakaumissa esiintyy lähinnä alueellisesta tuulen

suuntajakaumasta ja paikallisesta topografiasta johtuen kohonneiden pitoisuuksien kielekkeitä ja erillisiä suppeita, ympäristön arvoja korkeampien tai matalampien pitoisuuksien alueita. Lyhytaikaispitoisuuksien maksimialueiden ja -arvojen sijaintiin vaikuttaa varsinkin tuulen pysyvyys pitkällä tarkastelujaksolla tietyssä ilmansuunnassa.

### **3 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT**

Mittauksilla tai leviämismallilaskelmilla saatuja ilman epäpuhtauspitoisuuksia voidaan arvioida vertaamalla niitä ilmanlaadun ohje-, raja- ja suositusarvoihin. Ohjearvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ympäristölupaharkinnassa. Ohjearvojen soveltamisen avulla pyritään ehkäisemään epäpuhtauksien aiheuttamia terveysvaikutuksia. Tavoitteena on, että ohjearvojen ylittyminen estetään ennakolta hyvän suunnittelun avulla.

Raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia ja ne määrittelevät ilmansaasteille sallitut korkeimmat pitoisuudet. Raja-arvot ovat samat kaikissa EU-maissa. Terveysvaikutusperusteisesti annetut raja-arvot eivät saa ylittyä alueilla, missä asuu ja oleskelee ihmisiä ja missä ihmiset saattavat altistua ilman epäpuhtauksille. Raja-arvojen ylittyessä on tiedotettava väestölle ja on ryhdyttävä toimiin ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvon ylitysten estämiseksi. Kyseeseen saattaa tällöin tulla esimerkiksi liikenteen päästöihin vaikuttaminen liikennettä rajoittamalla.

Taulukossa 4 on esitetty maassamme nykyisin voimassa olevat typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuden ohjearvot (*Vnp 480/96*). Ilman typpidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvo sekä hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) vuorokausikeskiarvo voi ohjearvomäärittelyjen mukaan ylittää yhden kerran kuukaudessa taulukossa 4 esitetyn vuorokausiohjearvon. Ilman typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvoista voi yksi prosentti kuukauden jaksolla olla suurempia kuin taulukon tuntiohjearvo.

Taulukko 4. Ulkoilman typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuden ohjearvot (*Vnp 480/96*).

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tilastollinen määrittely
Typpidioksidi	70 150	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	70	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Hiukkasista terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat ns. hengitettävät ja pienhiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syväälle ihmisten hengitysteihin. Näistä hengitettävälle hiukkasille ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}$ =Particulate Matter), joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10 mikrometriä, on annettu ohje- ja raja-arvoja. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan pienhiukkasia ( $\text{PM}_{2,5}$ , halkaisija alle 2,5  $\mu\text{m}$ ), joille ei toistaiseksi ole voimassa olevia raja-arvoja. EU:ssa on kuitenkin valmisteilla uusi ilmanlaatudirektiivi, jonka mukaan pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuden raja-arvo tulisi olemaan 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (*COUNCIL OF EUROPEAN UNION, 2007*). WHO:n ohjearvo pienhiukkasten vuorokausipitoisuudelle on 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja vuosipitoisuudelle 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (*WHO, 2006*).

Valtioneuvoston asetuksessa 9.8.2001 (*Vna 711/2001*) annetut EU:n ilmanlaadun ensimmäisen tytärdirektiivin (*1999/30/EY*) mukaiset typpidioksidia, typen oksideja ja hengitettäviä hiukkasia ( $\text{PM}_{10}$ ) koskevat raja-arvot on esitetty taulukossa 5. Typpidioksidille on annettu lisäksi varoituskyynnys, joka on 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  kolmen peräkkäisen tunnin aikana mitattuna. Varoituskyynnys ylittymisestä on tiedotettava väestölle. Annetuilla raja-arvoilla pyritään välttämään ja ehkäisemään terveydelle ja ympäristölle haitalliset vaikutukset tai vähentämään niitä. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvot on annettu ihmisten terveyden suojelemiseksi. Typen oksidien vuosiraja-arvo on annettu kasvillisuuden suojelemiseksi. Kasvillisuuden suojelemiseksi annettu raja-arvo on voimassa laajoilla maa- ja metsätalousalueilla ja luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla.

Taulukko 5. Ulkoilman typpidioksidi- ja typenoksidipitoisuuden sekä hengitettävien hiukkasten pitoisuuden raja-arvot (*Vnp 711/2001*).

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (293 K, 101,3 kPa)	Sallitut ylitykset kalenterivuodessa	Ajankohta, jolloin pitoisuuksien viimeistään oltava raja-arvoa pienemmät
Ihmisten terveyden suojelemiseksi annetut raja-arvot:				
Typpidioksidi	1 tunti	200	18 krt/vuosi	1.1.2010
	Kalenterivuosi	40	–	1.1.2010
Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	24 tuntia	50*	35 krt/vuosi	1.1.2005
	Kalenterivuosi	40*	–	1.1.2005
Kasvillisuuden suojelemiseksi annettu raja-arvo:				
Typen oksidit	Kalenterivuosi	30	–	15.8.2001

\* tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

## 4 TULOKSET

### 4.1 Typenoksidi- ja typpidioksidipitoisuudet

Leviämislaskelmien tuloksena saadut valtatie 7 autoliikenteen ja rekkaparkin päästöjen aiheuttamat tutkimusalueen maanpintatason suurimmat ulkoilman typenoksidi- ja typpidioksidipitoisuudet nykytilanteessa ja ennustetilanteen eri tielinjausvaihtoehdoissa on esitetty taulukossa 6. Tuloksissa on huomioitu typpidioksidin alueellinen taustapitoisuus, joka on vuosikeskiarvona Virolahden seudulla noin 5–6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Taulukko 6. Leviämislaskelmin saadut valtatie 7 autoliikenteen ja rekkaparkin päästöjen aiheuttamat tutkimusalueen korkeimmat typenoksidi- ja typpidioksidipitoisuudet nykytilanteessa (2006) ja ennustetilanteen (2015) eri tielinjausvaihtoehdoissa. Pitoisuudet sisältävät typpidioksidin taustapitoisuuden.

NO <sub>x</sub> / NO <sub>2</sub> pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Ohje-/ raja-arvo	VT7 YVA-vaihtoehdot				
		Nyky	VE 0+	VE 1	VE 2	VE 3
NO <sub>x</sub> vuosikeskiarvo	30*	46	33	33	33	32
NO <sub>2</sub> vuosikeskiarvo	40***	24	24	25	25	24
NO <sub>2</sub> korkein vuorokausikeskiarvo		86	102	102	102	103
NO <sub>2</sub> 2. korkein vuorokausikeskiarvo	70**	81	97	97	96	98
NO <sub>2</sub> korkein tuntikeskiarvo		187	147	147	148	145
NO <sub>2</sub> kork. tuntiarv. 99 %:n rajapit.	150**	142	129	126	125	125
NO <sub>2</sub> 19. korkein tuntikeskiarvo	200***	128	119	119	120	118

\*) kasvillisuusvaikutusperäinen raja-arvo

\*\*\*) terveystaustapitoisuus

\*\*\*) terveystaustapitoisuus

Leviämislaskelmien perusteella autoliikenteen päästöjen aiheuttamiksi tutkimusalueen maanpintatason korkeimmiksi vuorokausiohjeeseen verrannolliseksi typpidioksidipitoisuuksiksi saatiin nykytilanteessa 81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ennustetilanteissa vähän alle 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ohjeeseen 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Tuntiohjeeseen verrannollinen korkein pitoisuus oli nykytilanteessa 142  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ennustetilanteissa 125–129  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ohjeeseen 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Tuntiraja-arvoon verrannolliseksi tutkimusalueen korkeimmaksi pitoisuudeksi muodostui nykyti-

lanteessa  $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ennustetilanteen tielinjausvaihtoehdoissa  $118\text{--}120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (raja-arvo  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja vuosiraja-arvoon verrannolliseksi korkeimmaksi pitoisuudeksi nykytilanteessa  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ennustetilanteissa  $24\text{--}25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (raja-arvo  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Leviämislaskelmin saatujen valtatie 7 autoliikenteen päästöjen aiheuttamien typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuksien alueelliset vaihtelut käyvät ilmi liitekuvista 4–8. Nykytilanteessa typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuus  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (50 % raja-arvosta) saattaa ylittyä paikoittain vain itse liikenneväylällä. Alle 50 metrin etäisyydellä valtatie 7:stä vuosikeskiarvopitoisuus on noin  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yli 300 metrin etäisyydellä pitoisuustaso laskee alle  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ennustetilanteissa vuosikeskiarvopitoisuus  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ylittyy rekkaparkin alueella ja saattaa ylittyä rekkaparkkiin johtavilla teillä. Tulevassa tilanteessa moottoritiellä typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuus voi paikoin ylittää  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja pitoisuus laskee alle  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  noin 150 metrin etäisyydellä tiestä. Ennustetilanteissa typpidioksidipitoisuudet muodostuvat valtatie läheisyydessä nykytilannetta alhaisemmiksi oletettujen pienempien pakokaasupäästöjen takia.

Valtatie 7 autoliikenteen päästöjen aiheuttamien typpidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannollisten pitoisuuksien alueelliset vaihtelut käyvät ilmi liitekuvista 9–13. Nykytilanteessa typpidioksidipitoisuuden vuorokausiohjeeseen saattaa ajoittain ylittyä valtatie 7 välittömässä läheisyydessä. Mallilaskelmien mukaan korkein vuorokausiohjeeseen verrannollinen pitoisuus  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ohjeeseen  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) muodostui Venäjän rajan tuntumaan. Tulevan tilanteen tielinjausvaihtoehdoissa typpidioksidin vuorokausiohjeeseen ylittyy rekkaparkin alueella ja saattaa ylittyä rekkaparkkiin johtavilla teillä, mutta alittuu tielinjausten läheisyydessä Virojoen ja Vaalimaan välillä.

Valtatie 7 autoliikenteen päästöjen aiheuttamien typpidioksidin tuntiohjeeseen verrannollisten pitoisuuksien alueelliset vaihtelut käyvät ilmi liitekuvista 14–18. Typpidioksidin tuntiohjeeseen alittuu sekä nykyisin että ennustetilanteissa. Korkeimmat tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet ovat nykytilanteessa 95 % ohjeeseen tasosta ja ennustetilanteissa noin 85 % ohjeeseen tasosta. Nykytilanteessa tuntikeskiarvopitoisuus  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ohjeeseen  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ylittyy noin 100–150 metrin etäisyydellä valtatiestä. Tulevan tilanteen tapauksissa pitoisuustaso  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ylittyy rekkaparkin ympäristössä

enintään 400 metrin etäisyydellä, rekkaparkkiin johtavilla teillä sekä Vaalimaalta rajalle kulkevan tien varrella.

## 4.2 Pienhiukkaspitoisuudet

Leviämislaskelmien tuloksena saadut valtatie 7 autoliikenteen ja rekkaparkin pakokaasupäästöjen aiheuttamat tutkimusalueen maanpintatason suurimmat ulkoilman pienhiukkaspitoisuudet nykytilanteessa ja ennustetilanteen eri tielinjausvaihtoehdoissa on esitetty taulukossa 7. Tuloksissa on huomioitu pienhiukkasten alueellinen taustapitoisuus, joka on vuosikeskiarvona Virolahden alueella noin  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Taulukko 7. Leviämislaskelmin saadut valtatie 7 autoliikenteen ja rekkaparkin päästöjen aiheuttamat tutkimusalueen korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet nykytilanteessa (2006) ja ennustetilanteen (2015) eri tielinjausvaihtoehdoissa. Pitoisuudet sisältävät pienhiukkasten taustapitoisuuden.

PM <sub>2,5</sub> pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Ohje-/ raja- arvo	VT7 YVA-vaihtoehdot				
		Nyky	VE 0+	VE 1	VE 2	VE 3
vuosikeskiarvo	25*	9	12	12	12	12
korkein vuorokausikeskiarvo	25**	18	35	35	35	35
2. korkein vuorokausikeskiarvo		17	32	32	32	33
korkein tuntikeskiarvo		35	64	64	64	63
korkein tuntiarvojen 99 %:n rajapit.		25	51	51	51	50

\*) terveysvaikutusperusteinen raja-arvo (EU direktiivi vahvistetaan kesällä 2008)

\*\*\*) WHO ohjearvo

Leviämislaskelmien perusteella autoliikenteen pakokaasupäästöjen aiheuttamaksi tutkimusalueen maanpintatason korkeimmaksi pienhiukkasten vuosikeskiarvoksi saatiin nykytilanteessa  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ennustetilanteissa  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pitoisuudet alittavat EU:ssa valmisteilla olevan pienhiukkasten vuosiraja-arvon  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maailman terveysjärjestö (WHO) on määritellyt pienhiukkasten vuosikeskiarvolle tiukemman ohjearvon  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , joka alittuu Vaalimaan alueella nykytilanteessa, mutta ylittyy tulevan tilanteen YVA-vaihtoehdoissa rekkaparkin alueella.

Pienhiukkasten taustapitoisuus on vuosikeskiarvona Virolahden seudulla noin  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , joten autoliikenteen suorat päästöt valtatie 7:llä aiheuttavat nykyisin melko pienen lisän pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksiin. On huomattava, että näissä laskelmissa on huomioitu ainoastaan liikenteen suorat savukaasupäästöt ja niiden vaikutus ilman pienhiukkaspitoisuuksiin. Liikenne aiheuttaa myös epäsuorasti päästöjä liikennevirran nostaessa hiukkasia ilmaan ja kohottaessa hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia esimerkiksi kevätpölykaudella. Epäsuorien päästöjen määrää on vaikea arvioida eikä niitä ole huomioitu leviämismallilaskelmissa.

Leviämislaskelmin saatujen valtatie 7 autoliikenteen pakokaasupäästöjen aiheuttamien pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien alueelliset vaihtelut käyvät ilmi liitekuvista 19–23. Nykytilanteessa pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuus on valtatie 7 läheisyydessä noin 50 metrin etäisyydellä tiestä  $8\text{--}9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja muualla tutkimusalueella taustapitoisuustasoa. Ennustetilanteissa pitoisuudet ovat tielinjausten varrella samantasoisia kuin nykytilanteessakin, mutta rekkaparkin alueella pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo on  $10\text{--}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Valtatie 7 autoliikenteen päästöjen aiheuttamien pienhiukkasten vuorokausiohjearvoon (WHO) verrannollisten pitoisuuksien alueelliset vaihtelut käyvät ilmi liitekuvista 24–28. Nykytilanteessa typpidioksidipitoisuuden korkein vuorokausiarvo  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alittaa ohjearvon  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tulevan tilanteen tapauksissa pienhiukkasten vuorokausiohjearvo ylittyy rekkaparkin alueella maksimipitoisuuden ollessa  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 5 TULOSTEN ARVIOINTI

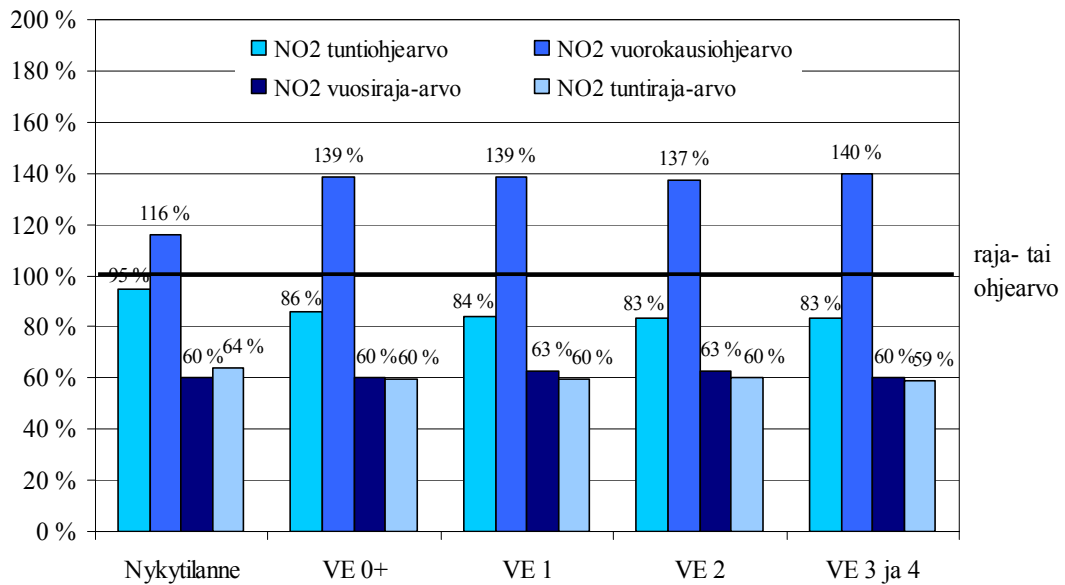
### 5.1 Raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet

#### 5.1.1 Tutkimusalueen suurimmat pitoisuudet

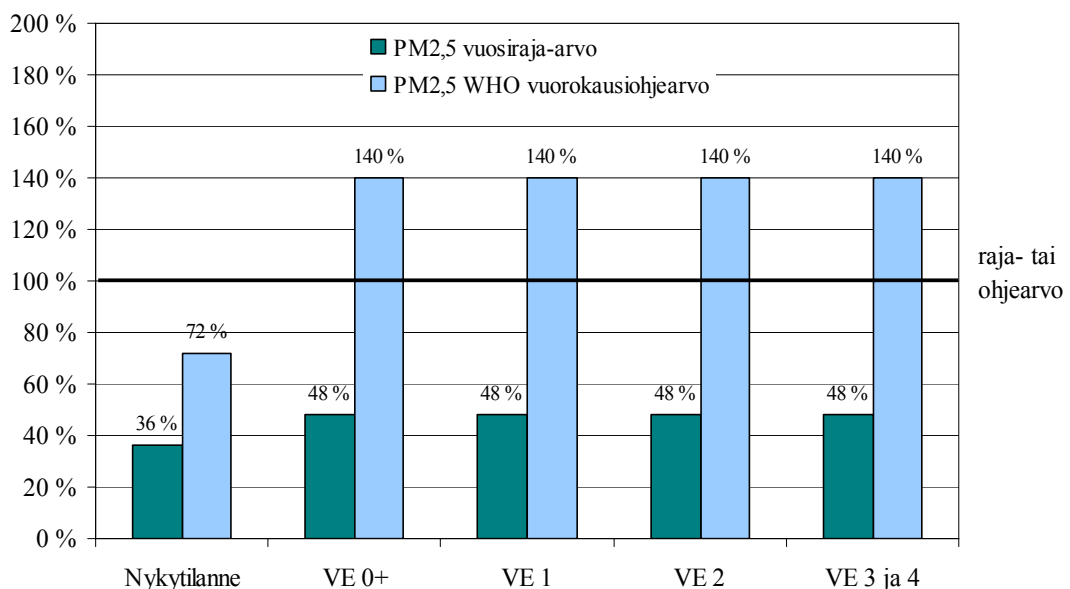
Leviämismallilaskelmilla saatuja pitoisuustuloksia voidaan verrata ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Kuvissa D ja E valtatie 7 autoliikenteen ja rekkaparkin päästöjen aiheuttamia yksittäisiin laskentapisteisiin muodostuneita tutkimusalueen korkeimpia pitoisuuksia on verrattu raja- ja ohjearvoihin. Korkeimmat pitoisuudet muodostuivat valtatie 7 välittömään läheisyyteen ja rekkaparkin alueelle. Huomattava on, että suurimman osan ajasta pitoisuuksien tunti- ja vuorokausiarvot ovat koko tutkimusalueella sekä näissä yksittäisissä laskentapisteissä selvästi pienempiä kuin esitetyt korkeimmat arvot.

Valtatie 7 autoliikenteen päästöt aiheuttavat tutkimusalueella typpidioksidipitoisuuksia, jotka ovat nykytilanteessa korkeimmillaan 95 % ja ennustetilanteissa noin 80–90 % typpidioksidipitoisuuksille määritetystä tuntiohjearvosta. Autoliikenteen päästöjen vaikutuksesta typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyy nykytilanteessa valtatie 7 välittömässä läheisyydessä ja tulevassa tilanteessa rekkaparkin alueella. Valtatie 7 liikenteen päästöjen aiheuttama tutkimusalueen korkein typpidioksidipitoisuus on nykytilanteessa 60 % ja ennustetilanteissa 60–63 % vuosiraja-arvosta. Korkeimmat typpidioksidin tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet olivat nykytilanteessa 64 % ja tulevan tilanteen tapauksissa noin 60–65 % tuntiraja-arvosta.

Valtatie 7 liikenteen päästöjen aiheuttamat tutkimusalueen korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet ovat nykytilanteessa 36 % ja ennustetilanteissa 48 % pienhiukkasten vuosiraja-arvosta, joka vahvistetaan kesällä 2008 voimaantulevassa EU:n ilmanlaatudirektiivissä. Nykytilanteessa korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet ovat 90 % WHO:n vuosiohjearvosta ja 72 % vuorokausiohjearvosta, mutta tulevan tilanteen tapauksissa WHO:n ohjearvot ylittyvät rekkaparkin alueella.



Kuva D. Valtatien 7 autoliikenteen ja rekkaparkin päästöjen aiheuttamat korkeimmat typpiidioksidipitoisuudet suhteessa ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin nykytilanteessa ja tulevan tilanteen tielinjausvaihtoehdoissa. Tutkimusalueen korkeimmat pitoisuudet muodostuivat liikenneväylälle ja rekkaparkin alueelle.

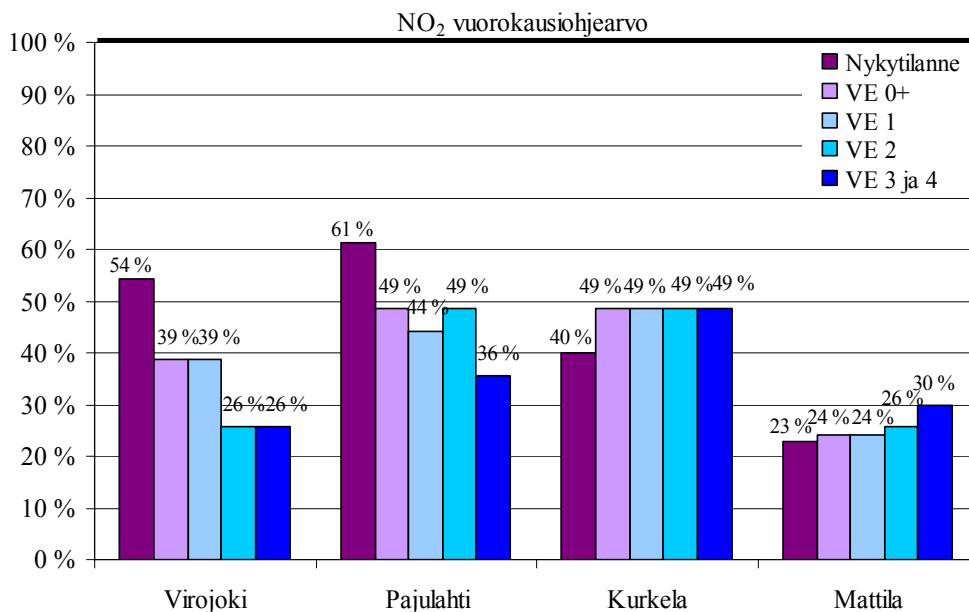


Kuva E. Valtatien 7 autoliikenteen ja rekkaparkin päästöjen aiheuttamat korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet suhteessa ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin nykytilanteessa ja tulevan tilanteen tielinjausvaihtoehdoissa. Tutkimusalueen korkeimmat pitoisuudet muodostuivat liikenneväylälle ja rekkaparkin alueelle.

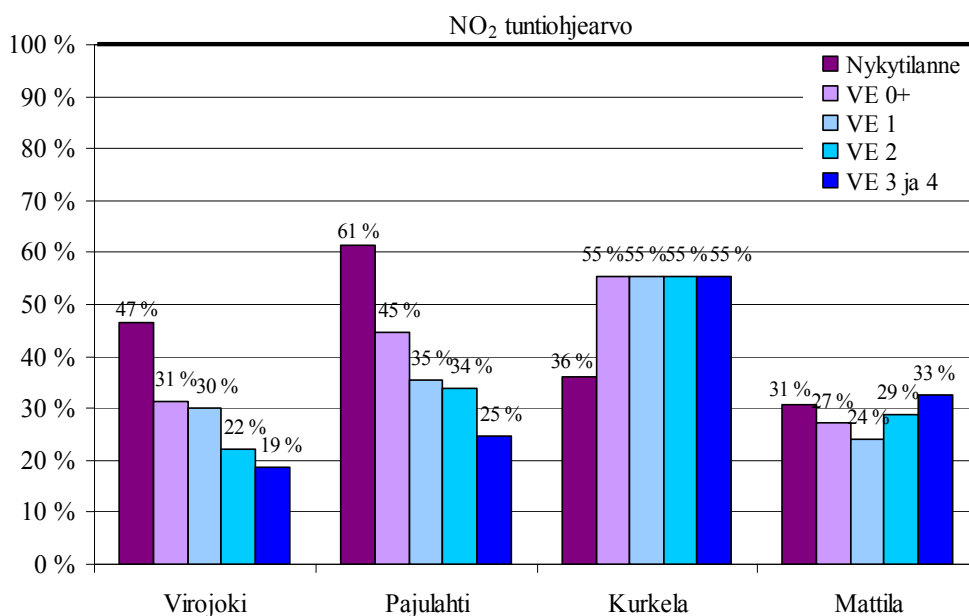
### 5.1.2 Asuinalueiden suurimmat pitoisuudet

Kuvissa D ja E esitetyt tulokset kuvaavat tutkimusalueen yhteen pisteeseen muodostuneiden suurimpien pitoisuuksien suhdetta ohje- ja raja-arvoihin. Suurimmat pitoisuudet muodostuivat mallilaskelmien mukaan liikenneväylälle tai pysäköintialueelle. Kuvissa F ja G on havainnollistettu autoliikenteestä aiheutuvien typpidioksidi- ja pienhiukkaspitoisuuksien ilmanlaatuvaikutuksia neljällä asuinalueella Virojoen ja Vaalimaan välillä. Kuvissa on verrattu typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuuksia vuorokausiohjearvoihin. Ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia on tarkasteltu Virojoen taajamassa, Pajulahdessa nykyisen valtatie 7 varrella, Kurkelassa rekkaparkin eteläpuolella sekä Mattilassa tutkimusalueen pohjoisosassa. Tarkastelualueiden sijainnit on esitetty liitekuvassa 3. Samassa kartassa on esitetty myös tutkimusalueella vakituisesti asuvien asukkaiden määrät.

Nykytilanteessa korkein typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus muodostuu Pajulahden asuinalueelle, joka sijaitsee lähimpänä valtatie 7:ää. Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus on 61 % ohjearvosta. Virojoen taajamassa korkeimmat pitoisuudet ovat 54 %, Kurkelassa 40 % ja Mattilassa 23 % typpidioksidin vuorokausiohjearvosta. Tulevan tilanteen tapauksissa korkeimmat typpidioksidipitoisuudet pienenevät Virojoen ja Pajulahden asuinalueilla. Korkeimmat vuorokausiohjearvoon verrannolliset typpidioksidipitoisuudet ovat Virojoella ennustetilanteissa noin 25–40 % ja Pajulahdessa noin 35–50 % vuorokausiohjearvosta. Pitoisuudet ovat pienimpiä YVA-vaihtoehdossa VE 3/4, jossa tienlinjaus kulkee kauimpana Virojoesta ja Pajulahdesta. Ilman typpidioksidipitoisuudet kasvavat Kurkelassa rekkaparkin eteläpuolella sekä hieman myös Mattilassa. Kurkelassa korkein typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus on kaikissa tulevan tilanteen vaihtoehdoissa 49 % ohjearvosta. Mattilassa korkein typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus on ennustetilanteissa 24–30 % ohjearvosta. Pienimmillään pitoisuudet ovat nykytilanteen lisäksi YVA-vaihtoehdoissa VE 0+ ja VE 1 sekä suurimmillaan vaihtoehdossa VE 3/4. Ero vuorokausipitoisuuksissa ovat kuitenkin alle  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Kuva F. Valtatien 7 autoliikenteen ja rekkaparkin päästöjen aiheuttamat korkeimmat typpidioksidin vuorokausiohjarvoon verrannolliset pitoisuudet nyky- ja ennustetilanteissa neljällä asuinalueella Virojoen ja Vaalimaan välillä.



Kuva G. Valtatien 7 autoliikenteen ja rekkaparkin päästöjen aiheuttamat korkeimmat pienhiukkasten WHO vuorokausiohjarvoon verrannolliset pitoisuudet nyky- ja ennustetilanteissa neljällä asuinalueella Virojoen ja Vaalimaan välillä.

Pienhiukkasten WHO:n vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet ovat nykytilanteessa korkeimmillaan Virojoen ja Pajulahden asuinalueilla (48 % ohjeesta). Kauempana valtatie 7:stä sijaitsevilla Kurkelan ja Mattilan asuinalueilla korkein vuorokausiohjeeseen verrannollinen pitoisuus on 44 % ohjeesta. Mallinnetuissa pienhiukkaspitoisuuksissa taustapitoisuuden osuus on huomattava, jonka vuoksi ero nykytilanteen ja ennustetilanteiden välillä on pieni lukuun ottamatta rekkaparkin ympäristöä ja Kurkelan asuinalueita. Virojoella pienimmät pienhiukkaspitoisuudet muodostuvat vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4, Pajulahdessa puolestaan vaihtoehdossa VE 3/4. Kurkelassa ja Mattilassa pitoisuudet ovat pienimmillään nykytilanteessa. Tulevan tilanteen tielinjauvaihtoehtojen välillä ei ole eroa.

## 5.2 Tielinjausten ilmanlaatuvaikutukset

### 5.2.1 Typpidioksidipitoisuuksien muutos

Eri tielinjauvaihtojen autoliikenteen ilmanlaatuvaikutuksia on arvioitu vertaamalla mallilaskelmin saatuja ennustetilanteiden (VE 1, VE 2 ja VE 3/4) typpidioksidipitoisuuksia vaihtoehtoon VE 0+, jossa valtatie parannetaan, mutta se säilyy kaksikaistaisena. Taulukossa 8 on esitetty tutkimusalueen suurimmat typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuksien muutokset. Osassa tutkimusaluetta ilmanlaatu parantuu ja osassa huonontuu. On huomattava, että esitetyt arvot ovat tutkimusalueen ilmanlaadussa havaittuja suurimpia muutoksia ja suurimmassa osassa tutkimusaluetta ilmanlaatu muuttuu vähemmän kuin esitetyt ääriarvot.

Taulukko 8. Tutkimusalueen suurimmat typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuksien muutokset ennustetilanteiden ja vaihtoehdon VE 0+ välillä.

NO <sub>2</sub> vuosipitoisuuden maksimuutos	Ilmanlaatu paranee µg/m <sup>3</sup>	Ilmanlaatu heikkenee µg/m <sub>3</sub>
<i>Tielinjausten vaikutus:</i>		
VE 1 vs. VE 0+	7	10
VE 2 vs. VE 0+	10	11
VE 3/4 vs. VE 0+	10	12

Liitekuviissa 29–31 on esitetty aluejakaumakuvina typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuden prosentuaalinen muutos suunniteltujen tielinjausten ja VE 0+ vaihtoehdon välillä.

YVA-vaihtoehdossa VE 1 nykyiseen tiekäytävään rakennettaisiin moottoritie. Tien linjaus olisi Virojoen ja Vaalimaan välillä noin 0,5 km nykyistä tietä pohjoisempaan. Verrattaessa vaihtoehtoa VE 1 vaihtoehtoon VE 0+ ilmanlaatu heikentyy alle 10 % laajalla alueella valtatie 7 pohjoispuolella ja 20–50 % moottoritiele suunnitellun tielinjauksen läheisyydessä Virojoen ja Vaalimaan välillä. Ilmanlaatu parantuu eniten (20–50 %) nykyisen kaksikaistaisen valtatie varrella mm. Pajulahden ja Kuokanmäen kylissä.

YVA-vaihtoehdossa VE 2 moottoritie linjattaisiin kulkemaan Virojoen taajaman pohjoispuolelta ja liittymään nykyiseen tiehen Pajulahden ja Kuokanmäen kylien välissä. Verrattaessa vaihtoehtoa VE 2 vaihtoehtoon VE 0+ ilmanlaatu heikentyy eniten VE 2 tielinjauksen länsipäässä Kotosenmäen ja Pajulahden pohjoispuolella. Alueella on vain muutamia asuintaloja. Ilmanlaatu heikentyy myös alueella, jossa moottoritie yhtyy nykyiseen valtatiehen. Laajalla alueella tutkimusalueen pohjoisosassa ilmanlaatu heikentyy alle 10 %. Valtatie 7 eteläpuolella ilmanlaatu pääosin parantuu, eniten Virojoen taajamassa. Valtatie välittömässä läheisyydessä ilmanlaatu paranee yli 50 % ja alle 0,5 km etäisyydellä tiestä 20–50 %.

YVA-vaihtoehdossa VE 3/4 moottoritie linjattaisiin kulkemaan Virojoen taajaman pohjoispuolelta ja liittymään nykyiseen tiehen rekkaparkin kohdalla. Verrattaessa vaihtoehtoa VE 3/4 vaihtoehtoon VE 0+ ilmanlaatu heikentyy eniten moottoritiele suunnitellun tielinjauksen ympäristössä tutkimusalueen pohjoisosassa. Vaalimaanjoen varrella sijaitsevissa Häkälän ja Mattilan kylissä ilmanlaatu heikentyy noin 10–20 %. Tällä alueella on vapaa-ajan asutusta lähimmillään 150 m etäisyydellä moottoritien tielinjauksesta. Ilmanlaatu paranee nykyisen kaksikaistaisen valtatie 7 varrella koko matkalla Virojoen ja Vaalimaan välillä. Ilmanlaatu parantuu yli 50 % alle 50 metrin etäisyydellä tiestä ja 20–50 % noin 300–500 metrin etäisyydellä.

### 5.2.2 Pienhiukkaspitoisuuksien muutos

Leviämislaskelmien tuloksena saatuja valtatie 7 autoliikenteen pakokaasupäästöjen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia eri tielinjausvaihtoehdoissa on verrattu vaihtoehtoon VE 0+. Taulukossa 9 on esitetty tutkimusalueen suurimmat pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien muutokset. Pitoisuusmuutokset ovat suurimmillaankin vain 1–2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Taulukko 9. Tutkimusalueen suurimmat pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien muutokset ennustetilanteiden ja vaihtoehdon VE 0+ välillä.

PM <sub>2,5</sub> vuosipitoisuuden maksimimuutos	Ilmanlaatu paranee $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ilmanlaatu heikkenee $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Tielinjausten vaikutus:</i>		
VE 1 vs. VE 0+	1	1
VE 2 vs. VE 0+	2	1
VE 3/4 vs. VE 0+	2	1

Liitekuviissa 32–34 on esitetty aluejakaumakuvina pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuden prosentuaalinen muutos suunniteltujen tielinjausten ja vaihtoehdon 0+ välillä. Verrattaessa vaihtoehtoa VE 1 vaihtoehtoon VE 0+ ilmanlaatu heikentyy alle 10 % valtatie 7 pohjoispuoleisella alueella Vaalimalta länteen. Suuressa osassa tutkimusalueelta ilmanlaatu paranee alle 10 % tai pysyy nykytasolla. Nykyisen valtatie 7 varrella Virojoen ja Vaalimaan välillä ilmanlaatu parantuu enintään 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Verrattaessa vaihtoehtoa VE 2 vaihtoehtoon VE 0+ ilmanlaatu heikentyy vähän tutkimusalueen pohjoisosassa ja parantuu hieman tutkimusalueen eteläosassa. Pitoisuusmuutokset ovat niin pieniä, että käytännössä tutkimusalueen ilmanlaatu ei merkittävästi muutu. Valtatien läheisyydessä Virojoella ilmanlaatu paranee enintään 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Verrattaessa vaihtoehtoa VE 3/4 vaihtoehtoon VE 0+ ilmanlaatu heikentyy alle 10 % alueen pohjoispuolella ja paranee vähän eteläosissa. Ilmanlaatu paranee eniten nykyisen valtatie 7 lähialueella Virojoella. Käytännössä pitoisuusmuutokset ovat vähäisiä.

### 5.3 Rekkaparkin ilmanlaatuvaikutukset

Rekkaparkin ilmanlaatuvaikutuksia on arvioitu vertaamalla mallilaskelmin vaihtoehdolle VE 0+ saatuja pitoisuuksia mallinnettuun nykyiseen ilmanlaatuun. Taulukoissa 10–11 on esitetty tutkimusalueen suurimmat typpidioksidin ja pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien muutokset. On huomattava, että esitetyt arvot ovat tutkimusalueen ilmanlaadussa havaittuja suurimpia muutoksia ja suurimmassa osassa tutkimusaluetta ilmanlaatu muuttuu vähemmän kuin esitetyt ääriarvot.

Taulukko 10. Tutkimusalueen suurimmat typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuksien muutokset vaihtoehdon VE 0+ ja nykytilan välillä.

NO <sub>2</sub> vuosipitoisuuden maksimimuutos	Ilmanlaatu paranee µg/m <sup>3</sup>	Ilmanlaatu heikkenee µg/m <sub>3</sub>
<i>Rekkaparkin vaikutus:</i> VE 0+ vs. nykytilanne	8	16

Taulukko 11. Tutkimusalueen suurimmat pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien muutokset vaihtoehdon VE 0+ ja nykytilan välillä.

PM <sub>2,5</sub> vuosipitoisuuden maksimimuutos	Ilmanlaatu paranee µg/m <sup>3</sup>	Ilmanlaatu heikkenee µg/m <sub>3</sub>
<i>Rekkaparkin vaikutus:</i> VE 0+ vs. nykytilanne	0	4

Liitekuvassa 35 on esitetty aluejakaumakuvana typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuksien prosentuaalinen muutos YVA-vaihtoehdon VE 0+ ja nykytilan välillä. Verrattaessa vaihtoehdon VE 0+ mukaisia typpidioksidipitoisuuksia nykytilanteeseen ilmanlaatu heikentyy rekkaparkin ympäristössä raja-aseman, Värrinpään ja Kurkelan välisellä alueella. Ilmanlaatu heikentyy rekkaparkin alueella enimmillään 16 µg/m<sup>3</sup>. Rekkaparkin

ulkopuolella ilmanlaatu heikkenee vähemmän, esimerkiksi Kurkelan alueella alle 10 %. Muissa osissa tutkimusalueella ilmanlaatu parantuu. Ilmanlaatu parantuu eniten (20–50 %) valtatie 7 varrella Virojoen taajaman ja Pajulahden kylän välillä (enintään  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ilmanlaatu parantuu valtatie varrella, koska Venäjälle suuntautuvan autoliikenteen typenoksidipäästöjen on arvioitu vähenevän tulevassa tilanteessa noin 40–50 %.

Liitekuvassa 36 on esitetty aluejakaumakuvana pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien prosentuaalinen muutos YVA-vaihtoehdon VE 0+ ja nykytilan välillä. Verrattaessa vaihtoehdon VE 0+ mukaisia pienhiukkaspitoisuuksia nykytilanteeseen ilmanlaatu heikentyy rekkaparkin alueella enimmillään yli 40 % ja muualla tutkimusalueella alle 10 %. Hiukkaspäästöt ja muodostuvat pienhiukkasten pitoisuudet ovat nykytilanteessa ja valtatie parantamista koskevassa YVA-vaihtoehdossa samaa suuruusluokkaa rekkaparkin aluetta lukuun ottamatta, joten myös muutokset ilmanlaadussa ovat pieniä. Ilmanlaatu ei parane vaan pysyy suuressa osassa tutkimusalueella samalla tasolla. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuus kasvaa tulevassa tilanteessa rekkaparkin alueella  $2\text{--}4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja muualla tutkimusalueella pitoisuuslisäys on alle  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### **5.4 Asukkaiden altistuminen ilman epäpuhtauksille**

Liikennemuutosten aiheuttamaa altistumista ilman epäpuhtauksille arvioitiin vertaamalla Väestörekisterikeskuksesta saatuja asukastietoja mallinnettuihin ilmanlaatuvaikutuksiin. Tutkimusalueella asuu vakituisesti yhteensä 1 770 asukasta, joista 2/3 asuu Virojoen taajamassa.

##### *5.4.1 Typpidioksidialtistus*

YVA-vaihtoehdossa VE 1 typpidioksidipitoisuudet kasvavat uuden moottoritien läheisyydessä ja ilmanlaatu heikkenee nykyisen tien pohjoispuolella alueella, jossa asuu 20 % tutkimusalueen asukkaista (358 asukasta). Kauempana taajaan asutusta alueesta kulkevissa tielinjausvaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4 vastaaville typpidioksidipitoisuuksille altistuu 11 % ja 8 % asukkaista. Kaikissa vaihtoehdoissa alle 1 % asukkaista (10–16 asukasta) asuu tielinjauksen läheisyydessä, jossa ilmanlaatu heikkenee 20–50 %. Typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuus kohoaa näillä alueilla korkeintaan

2–4 µg/m<sup>3</sup>. Ilmanlaatu pääosin paranee valtatie 7 varrella ja sen eteläpuolisella alueella. Tielinjausvaihtoehdossa VE 1 tutkimusalueen asukkaista 80 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Vaihtoehdossa VE 2 asukkaista 89 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Vaihtoehdossa VE 3/4 asukkaista 92 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Ilmanlaatu paranee eniten nykyisen tien varrella alle 100 m etäisyydellä tiestä asuvien asukkaiden asuinympäristössä. Vaihtoehdoissa VE 2 ja 3/4 ilmanlaatu paranee 57–68 tienvarsiasukkaan asuinympäristössä 40–50 %. Vaihtoehdossa VE 1 ilmanlaatu paranee viidellä valtatie varrella asuvalla asukkaalla 40–50 %. Tulosten mukaan typpidioksidipitoisuuksille altistuu vähemmän asukkaita YVA-vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4 kuin vaihtoehdossa VE 1. Lisäksi Virojoen taajamassa ilmanlaatu parantuu eniten vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4. Taulukossa 12 on esitetty asukkaiden lukumäärät alueilla, joissa ilmanlaatu paranee tai huononee liikennemuutosten seurauksena.

Rekkaparkin päästöjen aiheuttamia typpidioksidipitoisuuksia verrattiin mallinnettuun Vaalimaan alueen nykyiseen ilmanlaatuun. Rekkaparkin päästöt heikentävät ilmanlaatua rekkaparkin alueella yli 50 % ja rekkaparkin eteläpuolisella Kurkelan asuinalueella noin 10 %. Alueella, jossa ilmanlaatu heikentyy, asuu noin 1 % alueen asukkaista (19 asukasta). Rekkaparkin käyttöönotto kuitenkin parantaa ilmanlaatua suurimmassa osassa tutkimusaluetta.

Taulukko 12. Autoliikenteestä aiheutuville typpidioksidipitoisuuksille altistuvien asukkaiden määrät tutkimusalueella.

NO <sub>2</sub> -lle altistuvien asukkaiden lukumäärä	Ilmanlaatu paranee				Ilmanlaatu heikkenee			
	yli 50 %	20–50 %	0–20 %	Yht.	0–20 %	20–50 %	yli 50 %	Yht.
<i>Tielinjausten vaikutus</i>								
VE 1 vs. VE 0+	0	46	1 366	<b>1 412</b>	342	14	2	<b>358</b>
VE 2 vs. VE 0+	5	388	1 181	<b>1 574</b>	186	10	0	<b>196</b>
VE 3/4 vs. VE 0+	13	434	1 186	<b>1 633</b>	124	13	0	<b>137</b>
<i>Rekkaparkin vaikutus</i>								
VE 0+ vs. nykytilanne	0	35	1 716	<b>1 751</b>	19	0	0	<b>19</b>

#### 5.4.2 Pienhiukkasantistutus

YVA-vaihtoehdossa VE 1 pienhiukkaspitoisuudet kasvavat vähän ja ilmanlaatu heikkenee hieman tutkimusalueen pohjoispuolella, jossa asuu 21 % tutkimusalueen asukkaista (374 asukasta). Kauempana taajaan asutusta alueesta kulkevissa tielinjausvaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4 vastaaville pienhiukkaspitoisuuksille altistuu 11 % ja 8 % asukkaista. Ilmanlaatu pääosin paranee tutkimusalueen eteläosassa. Tielinjausvaihtoehdossa VE 1 tutkimusalueen asukkaista 79 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Vaihtoehdossa VE 2 asukkaista 89 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Vaihtoehdossa VE 3/4 asukkaista 92 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Tulosten mukaan pienhiukkaspitoisuuksille altistuu vähemmän asukkaita YVA-vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4 kuin vaihtoehdossa VE 1. Taulukossa 13 on esitetty asukkaiden lukumäärät alueilla, joissa ilmanlaatu paranee tai huononee liikennemuutosten seurauksena.

Rekkaparkin päästöjen aiheuttamia pienhiukkaspitoisuuksia verrattiin mallinnettuun Vaalimaan alueen nykyiseen ilmanlaatuun. Rekkaparkin päästöt heikentävät ilmanlaatua rekkaparkin alueella yli 40 % ja muualla tutkimusalueella alle 10 %. Tutkimusalueella autoliikenteen osuus pienhiukkaspitoisuuksista on alhainen ja taustapitoisuuden osuus on korkea, joten muutos YVA-vaihtoehtojen välillä on pieni, mutta ilmanlaatu heikkenee hieman koko tutkimusalueella.

Taulukko 13. Autoliikenteestä aiheutuville pienhiukkaspitoisuuksille altistuvien asukkaiden määrät tutkimusalueella.

PM <sub>2,5</sub> :lle altistuvien asukkaiden lukumäärä	Ilmanlaatu paranee			Ilmanlaatu heikkenee		
	yli 10 %	0–10 %	Yhteensä	0–10 %	yli 10 %	Yhteensä
<i>Tielinjausten vaikutus</i>						
VE 1 vs. VE 0+	3	1393	<b>1396</b>	374	0	<b>374</b>
VE 2 vs. VE 0+	19	1554	<b>1573</b>	197	0	<b>197</b>
VE 3/4 vs. VE 0+	19	1612	<b>1631</b>	139	0	<b>139</b>
<i>Rekkaparkin vaikutus</i>						
VE 0+ vs. nykytilanne	0	0	<b>0</b>	1770	0	<b>1770</b>

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli hankkia Ilmatieteen laitoksella kehitetyillä leviämismalleilla tietoa Vaalimaan alueen ilmanlaadusta ja sen alueellisesta vaihtelusta nykytilanteessa sekä tulevan tilanteen tielinjausvaihtoehdoissa rekkaparkin käyttöönoton jälkeen. Tutkimuksessa arvioitiin valtatie 7 autoliikenteen ja rekkaparkin typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen ilmanlaatuvaikutuksia Virojoen ja Vaalimaan välisellä noin 11 km pituisella tieosuudella. Leviämismallilaskelmilla arvioitiin typpidioksidi- ja pienhiukkaspitoisuudet nykytilanteessa sekä neljässä YVA-vaihtoehdossa, joissa nykyistä tietä parannettaisiin tai tien linjausta muutettaisiin. Nykytilanteen mallilaskelmat suoritettiin vuodelle 2006 ja ennustetilanteiden laskelmat vuodelle 2015. Tutkimuksen tuloksina saatuja korkeimpia typpidioksidi- ja pienhiukkaspitoisuuksia on verrattu terveyshaittojen ehkäisemiseksi annettuihin ilmanlaadun raja- ja ohjearvoihin. Tutkimuksessa arvioitiin myös neljälle asuinalueelle (Virojoki, Pajulahti, Kurkela, Mattila) muodostuvia korkeimpia pitoisuuksia. Tulevan tilanteen tielinjausvaihtoehtojen ilmanlaatuvaikutuksia arvioitiin vertaamalla YVA-vaihtoehtoon VE 0+, jossa tietä parannetaan, mutta tien linjaus noudattaa nykyistä valtatie 7:ää. Rekkaparkin päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia verrattiin mallinnettuun Vaalimaan alueen nykyiseen ilmanlaatuun. Mallilaskelmien pitoisuustulosten perusteella on arvioitu asukkaiden altistumista ilman epäpuhtauksille.

Mallilaskelmien lähtötietoina käytettiin kolmen lähimmän Ilmatieteen laitoksen sääaseman meteorologista aineistoa. Alueellinen taustapitoisuus huomioitiin Ilmatieteen laitoksen Virolahden tausta-aseamalla mitattujen pitoisuuksien mukaisesti. Vuosille 2004–2006 määritettyä meteorologista aikasarjaa ja taustamittausaineistoa käytettiin sekä nyky- ja ennustetilanteen laskelmissa. Leviämismallilaskelmissa ei pystytty huomioimaan maanpinnan korkeusvaihteluita.

Päästötiedot mallilaskelmia varten toimitti Trafix Oy. Päästöjen laskennassa hyödynnettiin VTT:n kehittämiä päästökertoimia ja huomioitiin rekkaliikenteen jonoutuneisuus ja rekkojen tyhjäkäynti valtatie 7 varrella. Päästölaskelmien mukaan Venäjälle suuntautuvan liikenteen typenoksidipäästöjen on laskettu vähenevän ennustetilanteissa 40–50 % nykytasosta. Hiukkaspäästöt pysyvät likimain nykyisellä tasolla. Rekkaparkin

päästöissä otettiin huomioon rekkojen tyhjäkäynti, lisälämmittimien (Webasto) käyttö ja siirtyvien rekkojen moottorien käynnistykset. Oletukset jonoutuneisuudelle olivat samanlaisia nyky- ja ennustetilanteissa eli rekkaparkin käyttöönoton ei oletettu vähentävän jonoutuneisuutta. Rekkaparkin vaikutusta valtatie 7 liikennemääriin ja päästöihin on käsitelty erillisessä selvityksessä, jossa on tarkasteltu laajan rekkaparkin käyttöönoton jälkeistä tilannetta vuonna 2009 (ALAVIIPPOLA & LAPPI, 2008).

Valtatien 7 autoliikenteen päästöt aiheuttavat typpidioksidipitoisuuksia, jotka korkeimmillaan voivat ylittää typpidioksidin vuorokausiohjearvon sekä nykytilanteessa että ennustetilanteissa epäedullisissa meteorologisissa olosuhteissa. Vuorokausiohjearvo voi ylittyä nykytilanteessa valtatie välittömässä läheisyydessä ja tulevassa tilanteessa rekkaparkin alueella. Etäisyyden kasvaessa liikenneväylästä pitoisuudet pienenevät merkittävästi ja ohjearvotaso alittuu. Typpidioksidipitoisuuden tuntiohjearvo on nykytilanteessa korkeimmillaan 95 % ja tulevassa tilanteessa 80–90 % ohjearvotasosta. Typpidioksidipitoisuuden tunti- ja vuosiraja-arvo alittuvat Vaalimaan alueella sekä nyky- että tulevassa tilanteessa.

Valituilla asuinalueilla korkeimmat typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet ovat nykytilanteessa noin 20–60 % ohjearvosta. Ennustetilanteissa typpidioksidipitoisuudet pienenevät Virojoen ja Pajulahden asuinalueilla. Ilman typpidioksidipitoisuudet kasvavat vähän Kurkelassa rekkaparkin eteläpuolella sekä hieman myös Mattilassa.

Kasvillisuuden suojelemiseksi annettu typen oksidien vuosiraja-arvo on voimassa laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla. Vaalimaan alueella raja-arvo saattaa ylittyä liikennealueilla, joilla se ei ole voimassa. Muutaman sadan metrin etäisyydellä valtatiestä 7:stä typenoksidien pitoisuus on alle kolmasosa raja-arvopitoisuudesta. Tulosten mukaan Vaalimaan alueen liikenne- ja muutosten aiheuttamat typenoksidipitoisuudet ovat sen tasoisia, että niiden ei voida olettaa aiheuttavan merkittäviä luonto- tai kasvillisuusvaikutuksia.

Autoliikenteen suorat pienhiukkaspäästöt aiheuttavat laskelmien mukaan pitoisuuksia, jotka alittavat pienhiukkasille esitetyn vuosiraja-arvon  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nykytilanteessa ja ennustetilanteissa. Tutkimusalueen korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet ovat nykytilanteessa 36 % ja ennustetilanteissa 48 % pienhiukkasten suunnitellusta vuosiraja-arvosta. Raja-arvo pienhiukkasille vahvistetaan kesällä 2008 voimaantulevassa uudessa EU:n ilmanlaatudirektiivissä. WHO on määrittänyt pienhiukkaspitoisuudelle tiukemman ohjearvon  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , joka alittuu Vaalimaan alueella nykytilanteessa, mutta voi ylittyä tulevassa tilanteessa rekkaparkin alueella. Myös WHO:n vuorokausiohjearvo voi ylittyä ennustetilanteissa rekkaparkin alueella. On kuitenkin huomattava, että pienhiukkaspitoisuuksista taustapitoisuuden osuus on korkea mm. kaukokulkeuman merkittävän vaikutuksen vuoksi ja autoliikenne aiheuttaa Vaalimaan alueella vain pienen lisän taustapitoisuuksiin. Lisäksi on huomattava, että tässä tutkimuksessa on huomioitu ainoastaan ajoneuvojen suorat pienhiukkaspäästöt ja autoliikenne aiheuttaa myös epäsuorasti pienhiukkasten ja erityisesti hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia esimerkiksi kevätpölykauden aikaan, joita on leviämismallilaskelmilla vaikea arvioida päästötietojen epäluotettavuuden takia.

Asuinalueilla pienhiukkasten WHO:n vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet ovat nykytilanteessa mallilaskelmien mukaan korkeimmillaan noin 40–50 % ohjearvosta. Mallinnetuissa pienhiukkaspitoisuuksissa taustapitoisuuden osuus on huomattava, jonka vuoksi ero nykytilanteen ja ennustetilanteiden välillä on pieni lukuun ottamatta rekkaparkin ympäristöä ja Kurkelan asuinalueita, joissa hiukkaspitoisuudet kasvavat vähän ennustetilanteissa.

Tutkimuksessa verrattiin uusien tielinjausten liikenteen päästöjen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia mallinnettuun YVA-vaihtoehtoon VE 0+. Vertailussa tarkasteltiin typpidioksidin ja pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien muutosta. Tulosten mukaan suunnitellut liikennemuutokset vaikuttavat enemmän typpidioksidipitoisuuksiin. YVA-vaihtoehtojen vaikutus ilmanlaatuun on erilainen tutkimusalueen eri osissa. Tutkimusalueen pohjoisosassa ilmanlaatu pääosin heikkenee ja eteläosassa paranee. Uuden nelikaistaisen moottoritien ympäristössä ilmanlaatu heikkenee, mutta nykyisen valtatie 7 varrella ilmanlaatu pääosin paranee kun raskas liikenne siirtyy käyttämään uutta

moottoritietä. Suuressa osassa tutkimusaluetta ilmanlaadun muutokset ovat vähäisiä: ilmanlaatu parantuu tai heikentyy alle 10 %.

Eri tielinjausvaihtoehtojen väliset pitoisuuserot olivat pieniä, mutta ilmanlaatuvaikutukset asukkaille vaihtelevat tielinjauksen sijainnin mukaan. Typpidioksidialtistuksen arvioimiseksi mallinnettuja ilmanlaatuvaikutuksia verrattiin alueen asukasmääriin. Ilmanlaatu pääosin paranee valtatie 7 varrella ja sen eteläpuolisella alueella. Tielinjausvaihtoehdossa VE 1 tutkimusalueen asukkaista 80 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Vaihtoehdossa VE 2 asukkaista 89 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Vaihtoehdossa VE 3/4 asukkaista 92 % asuu alueella, jossa ilmanlaatu parantuu. Ilmanlaatu paranee eniten (40–50 %) nykyisen tien varrella alle sadan metrin etäisyydellä asuvien asukkaiden asuinympäristössä.

Ilmanlaatu heikkenee vaihtoehdossa VE 1 nykyisen tien pohjoispuolella alueella, jossa asuu 20 % tutkimusalueen asukkaista. Kauempana taajaan asutusta alueesta kulkevissa tielinjausvaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4 vastaaville typpidioksidipitoisuuksille altistuu 11 % ja 8 % asukkaista. Vaihtoehdossa VE 2 ilmanlaatu heikkenee Virojoen ja Vaalimaan välillä alueella, jossa moottoritie liittyy nykyiseen valtatie 7:ään.

Nykyiseen tiehen (VE 0+) verrattuna 80–92 % alueen asukkaista saa uuden tielinjauksen myötä parannusta asuinympäristönsä ilmanlaatuun. Tielinjausvaihtoehdossa VE 3/4 ilmanlaadun paraneminen kohdistuu suurimpaan asukasmäärään. Vastaavasti typpidioksidipitoisuuksille altistuu selvästi vähemmän asukkaita YVA-vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4 kuin vaihtoehdossa VE 1. Lisäksi Virojoen taajamassa ilmanlaatu paranee eniten vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 3/4. Tielinjauksen siirtäminen kauemmaksi taajaan asutulta alueelta parantaisi selvästi Virojoen taajaman ja valtatie 7 varrella asuvien asukkaiden asuinympäristön ilmanlaatua. Olisi suositeltavaa ohjata valtatie 7 liikenne kulkemaan kauempana asutuksesta, sillä raskaan liikenteen osuus tiellä on huomattava ja liikennemäärä tulee jatkossa kasvamaan. Rekkaparkkien käyttöönotosta huolimatta rekkajonoja saattaa muodostua tien varrelle jatkossakin.

Rekkaparkin päästöjen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia verrattiin mallinnettuun Vaalimaan alueen nykyiseen ilmanlaatuun. Rakennettavan rekkaparkin läheisyydessä liikennemäärät ja päästöt kasvavat tulevassa tilanteessa. Rekkaparkin päästöt heikentävät ilmanlaatua rekkaparkin alueella yli 50 % ja rekkaparkin eteläpuolisella Kurkelan asuinalueella noin 10 %. Alueella, jossa ilmanlaatu heikentyy, asuu noin 1 % alueen asukkaista. Rekkaparkin käyttöönotto kuitenkin parantaa ilmanlaatua suurimmassa osassa tutkimusaluetta.

## VIITELUETTELO

ALAVIIPPOLA, B. & LAPPI, S., 2008. Valtatie 7. Raskaan liikenteen etäodotusalueen rakentaminen Vaalimaalla. Liikenteen päästöselvitys ja ilmanlaatuvaikutukset. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut.

BENSON, P., 1984. CALINE 4 – a dispersion model for predicting air pollutant concentrations near roadways. FHWA/CA/TL-84/15, California Department of Transportation, Sacramento.

COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2007. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe. Brussels, 19<sup>th</sup> December 2007.

JANSSEN, L.H.J.M., van WAKEREN, J.H.A., van DUUREN, H. & ELSHOUT, A.J., 1988. A classification of NO oxidation rates in power plant plumes based on atmospheric conditions. *Atmos. Environ.* 22:1, s. 43–53.

KARPPINEN, A., 2001. Meteorological pre-processing and atmospheric dispersion modeling of urban air quality and applications in the Helsinki metropolitan area. Contributions 33, Finnish Meteorological Institute, Helsinki.

LUHAR, K. L. & PATIL, R. S., 1989. A general finite line source model for vehicular pollution prediction. *Atmos. Environ.* 23, 555–562.

RANTAKRANS, E., 1990. Uusi menetelmä meteorologisten tietojen soveltamiseksi ilman epäpuhtauksien leviämismalleissa. *Ilmansuojelu-uutiset* 1/90, s. 18–20.

TRAFIX OY, 2008. Valtatien 7 kehittäminen Hamina – Vaalimaa: ilmanlaatuselvitys. Liikenteen päästötiedot. Matti Keränen 4.1.2008.

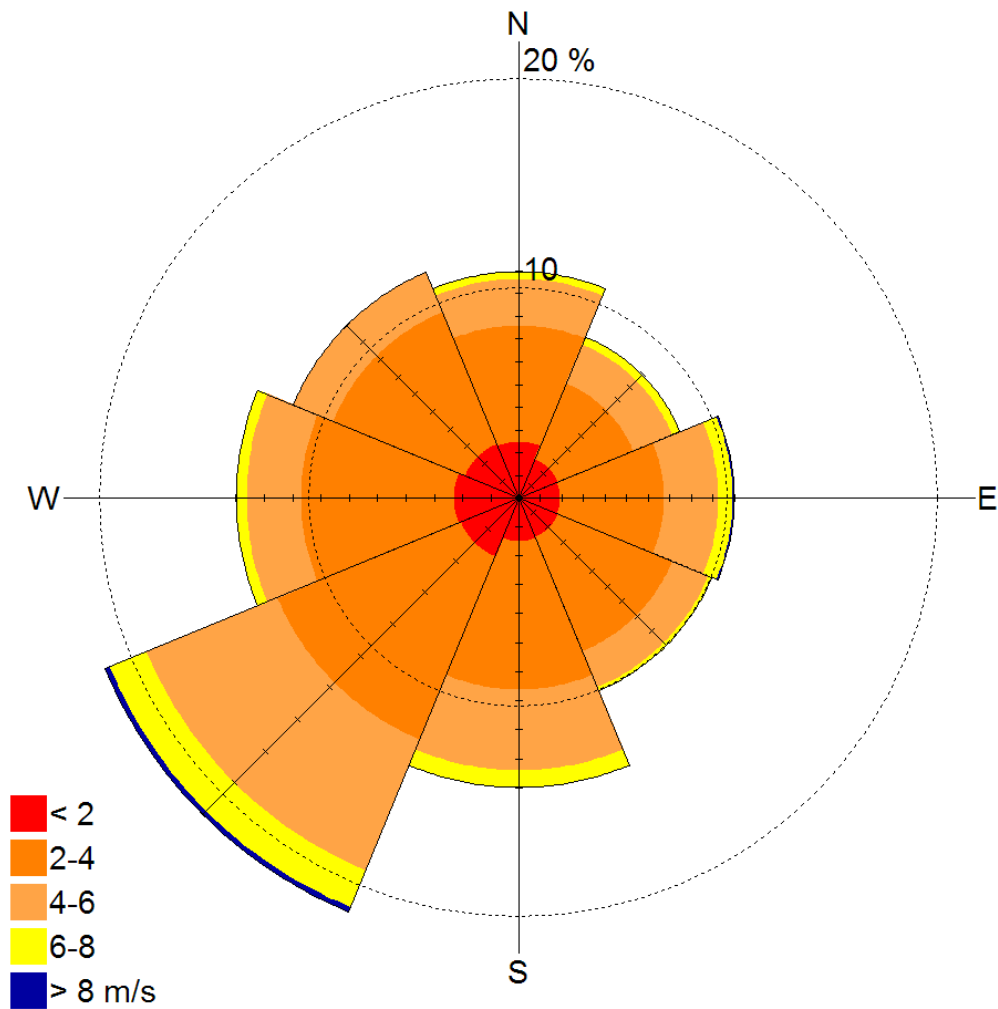
Vnp 480/96. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista. Annettu Helsingissä 19.6.1996.

Vnp 711/2001. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu Helsingissä 9.8.2001.

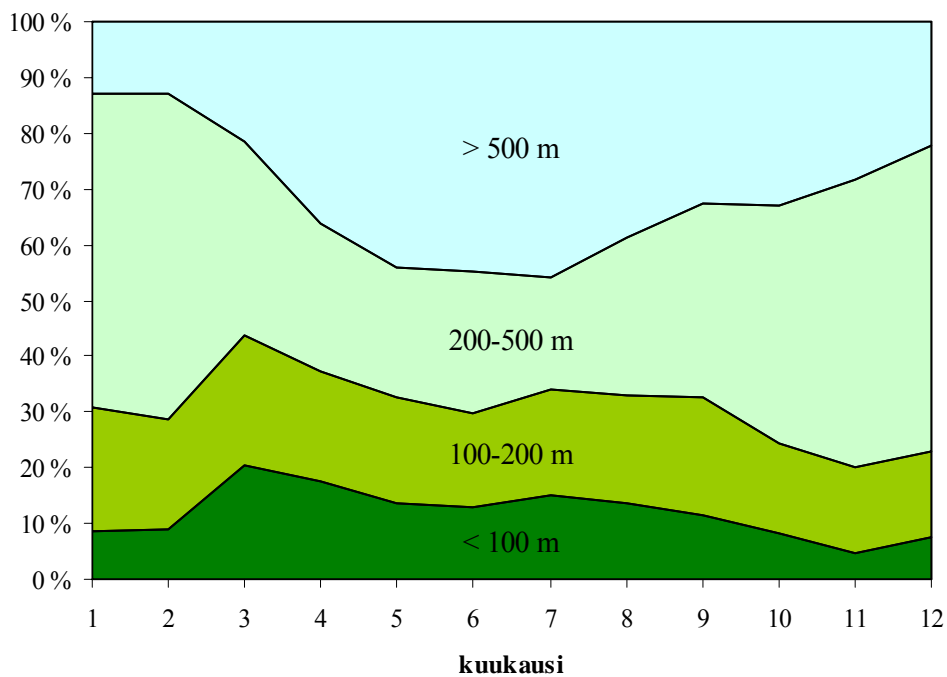
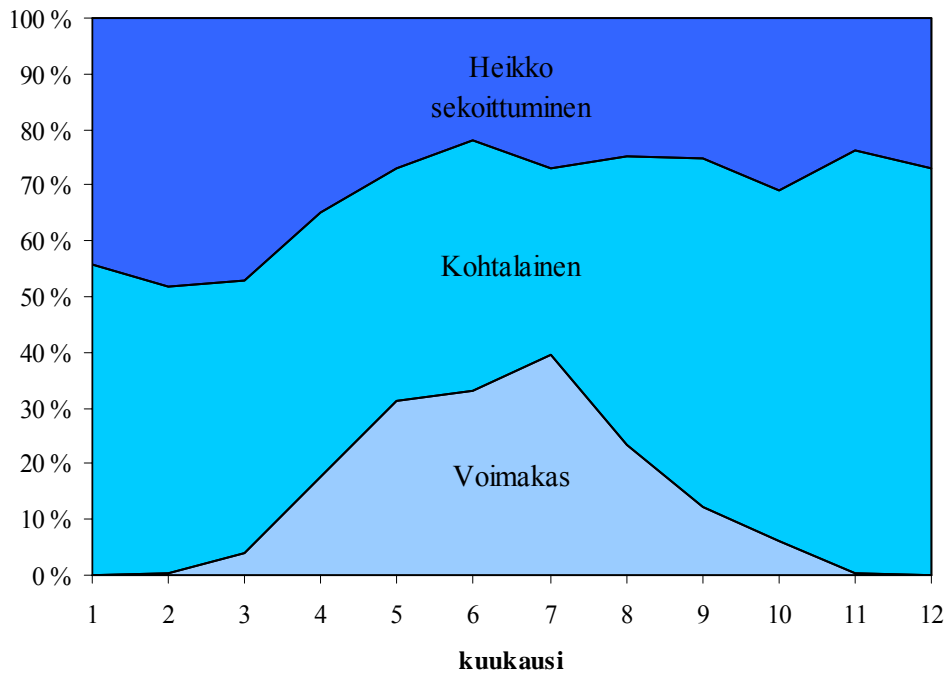
1999/30/EY. Neuvoston direktiivi ilmassa olevien rikkidioksidin, typpidioksidin ja typen oksidien, hiukkasten ja lyijyn pitoisuuksien raja-arvoista. Annettu 22.4.1999.

WHO, 2006. WHO Air quality guidelines. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.

## **LIITEKUVAT**

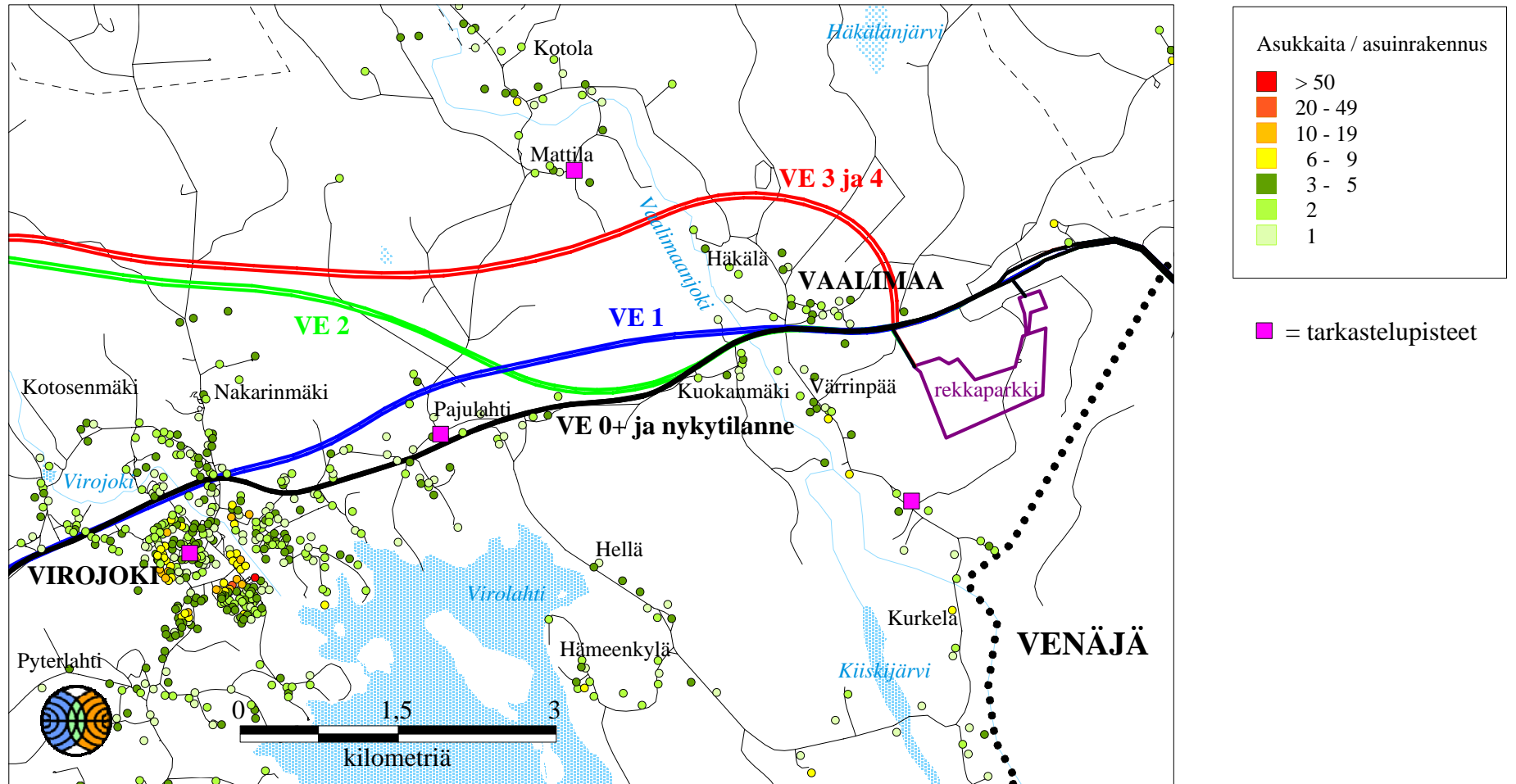


Kuva 1. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma Virolahden seudulla vuosina 2004–2006.



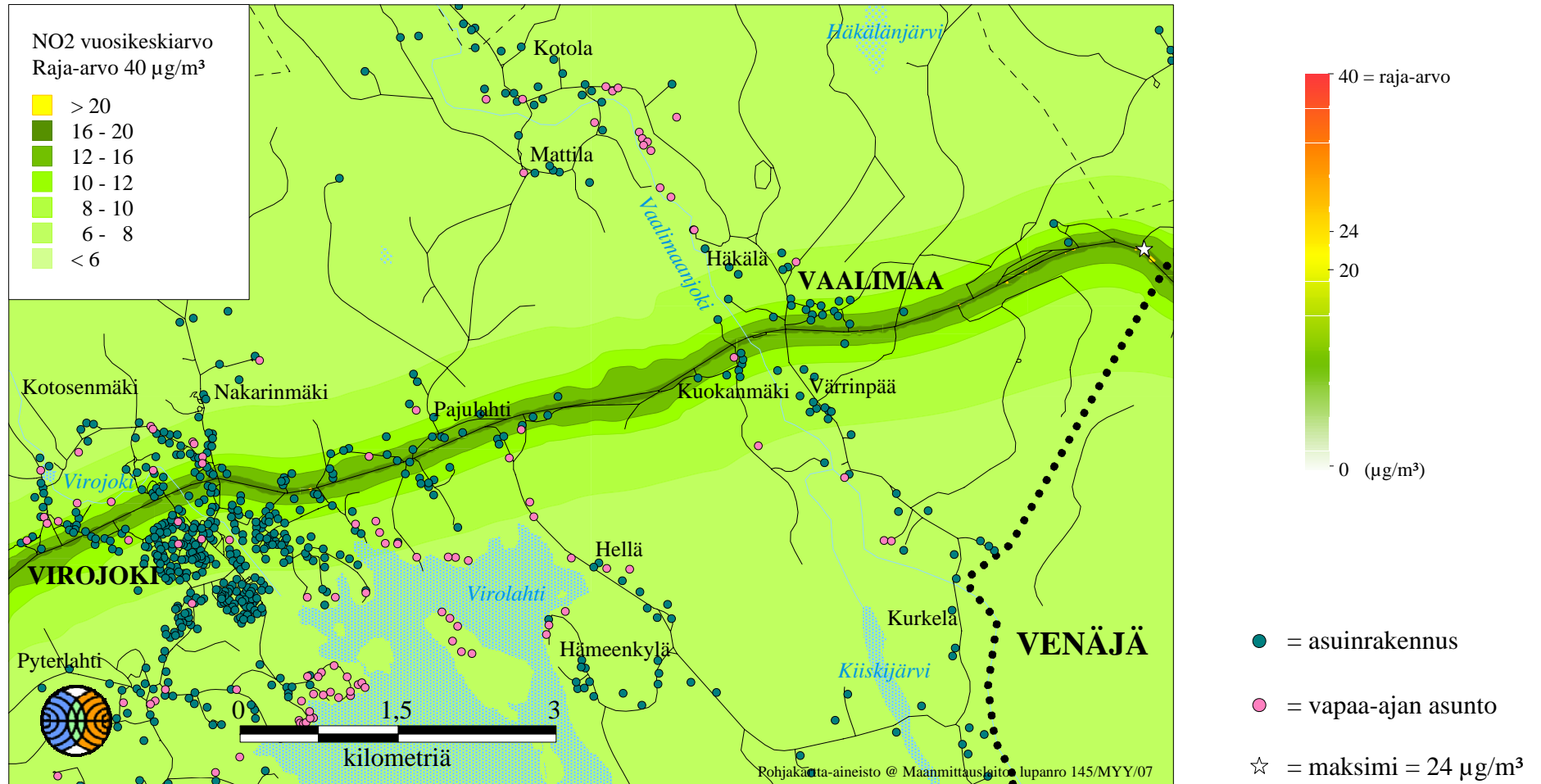
Kuva 2. Sekoitusvoimakkuuden (ylempi kuva) ja sekoituskorkeuden (alempi kuva) esiintymistäajuuksia kuukausittain Virolahden alueella vuosina 2004–2006.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA TIELINJAUKSET



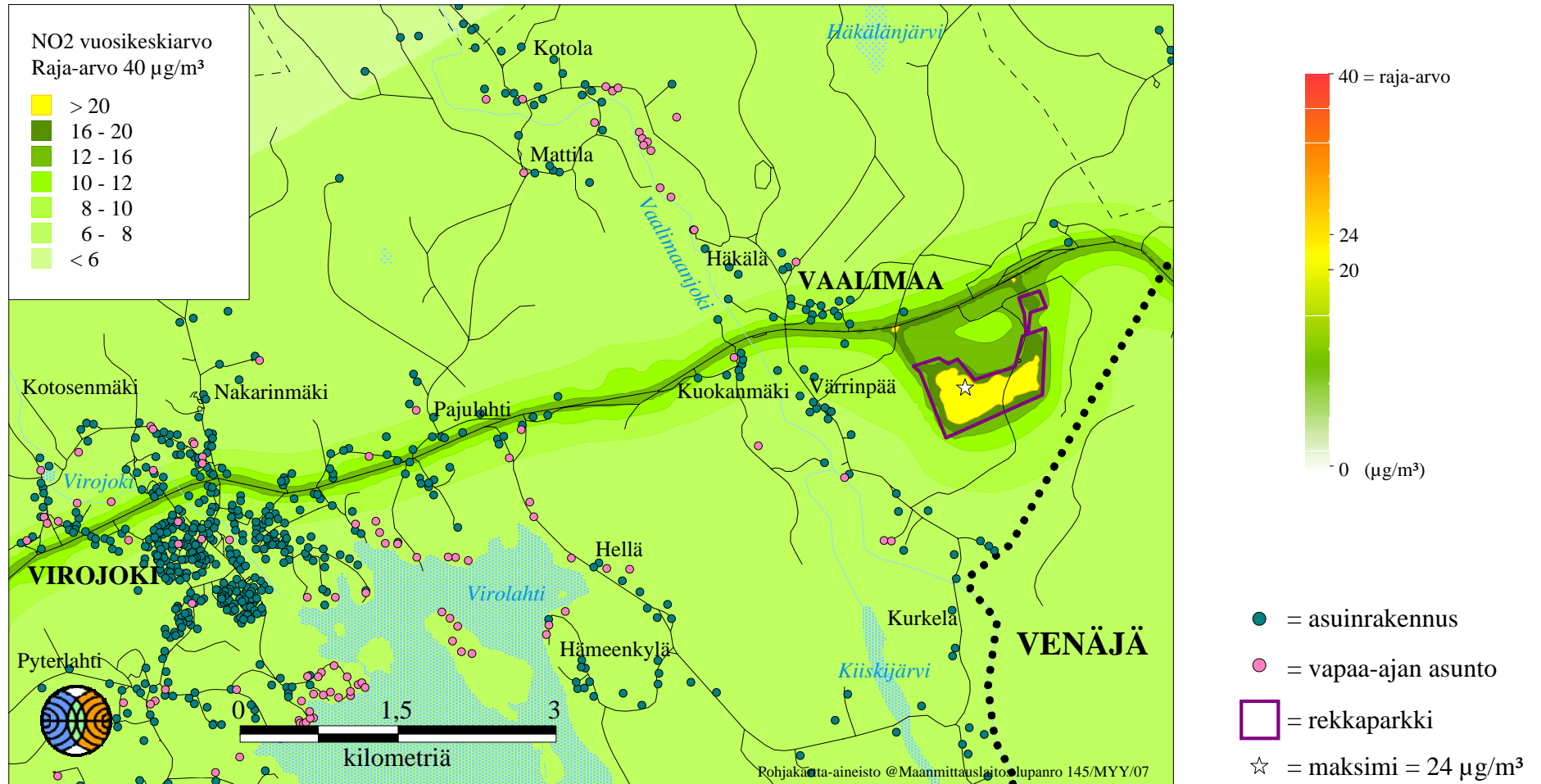
Kuva 3. YVA-vaihtoehtojen tielinjaukset ja vakituisten asukkaiden määrä.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA NYKYTILANNE



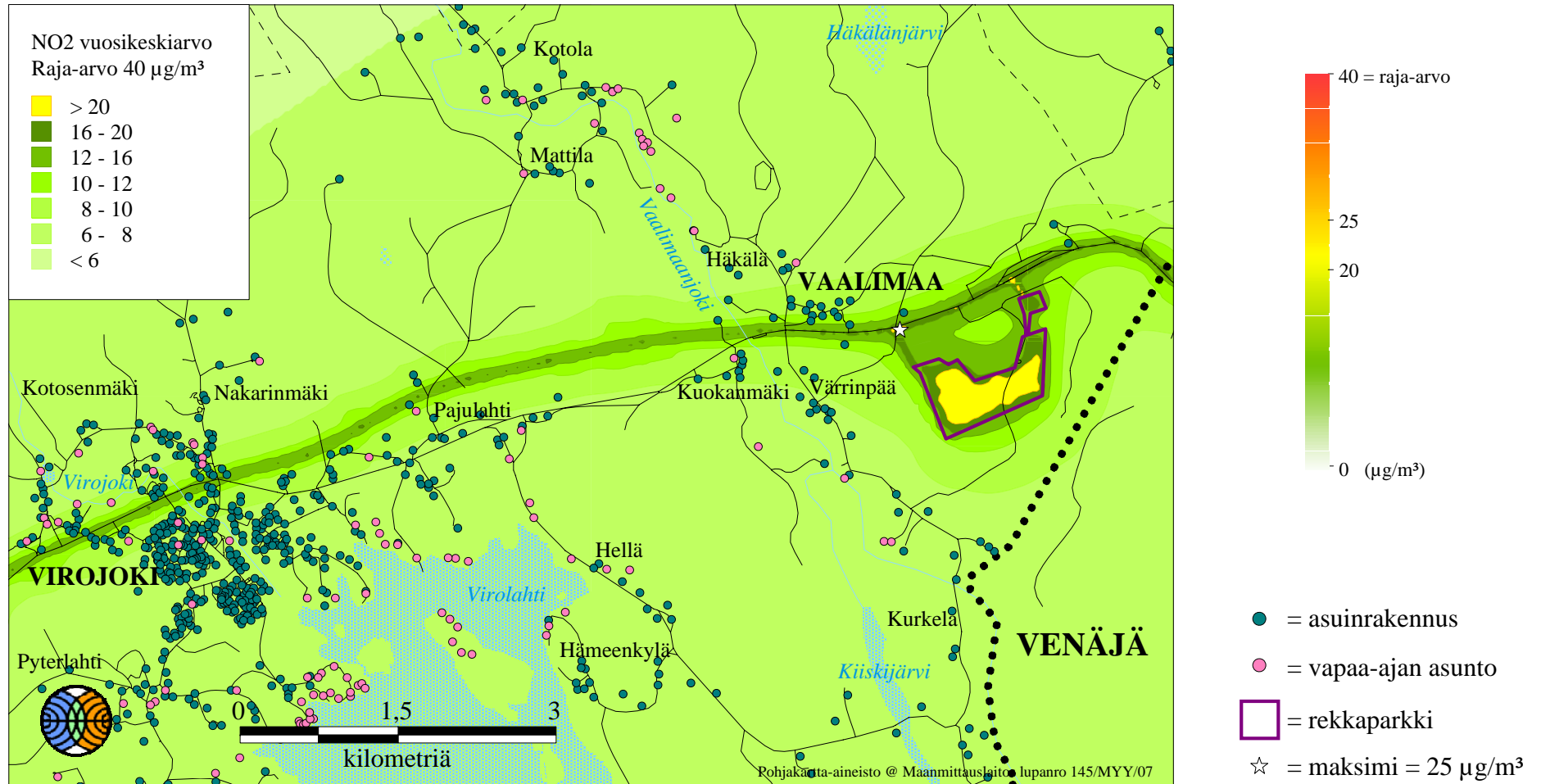
Kuva 4. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo (µg/m<sup>3</sup>) nykytilanteessa (vuosi 2006).

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 0+



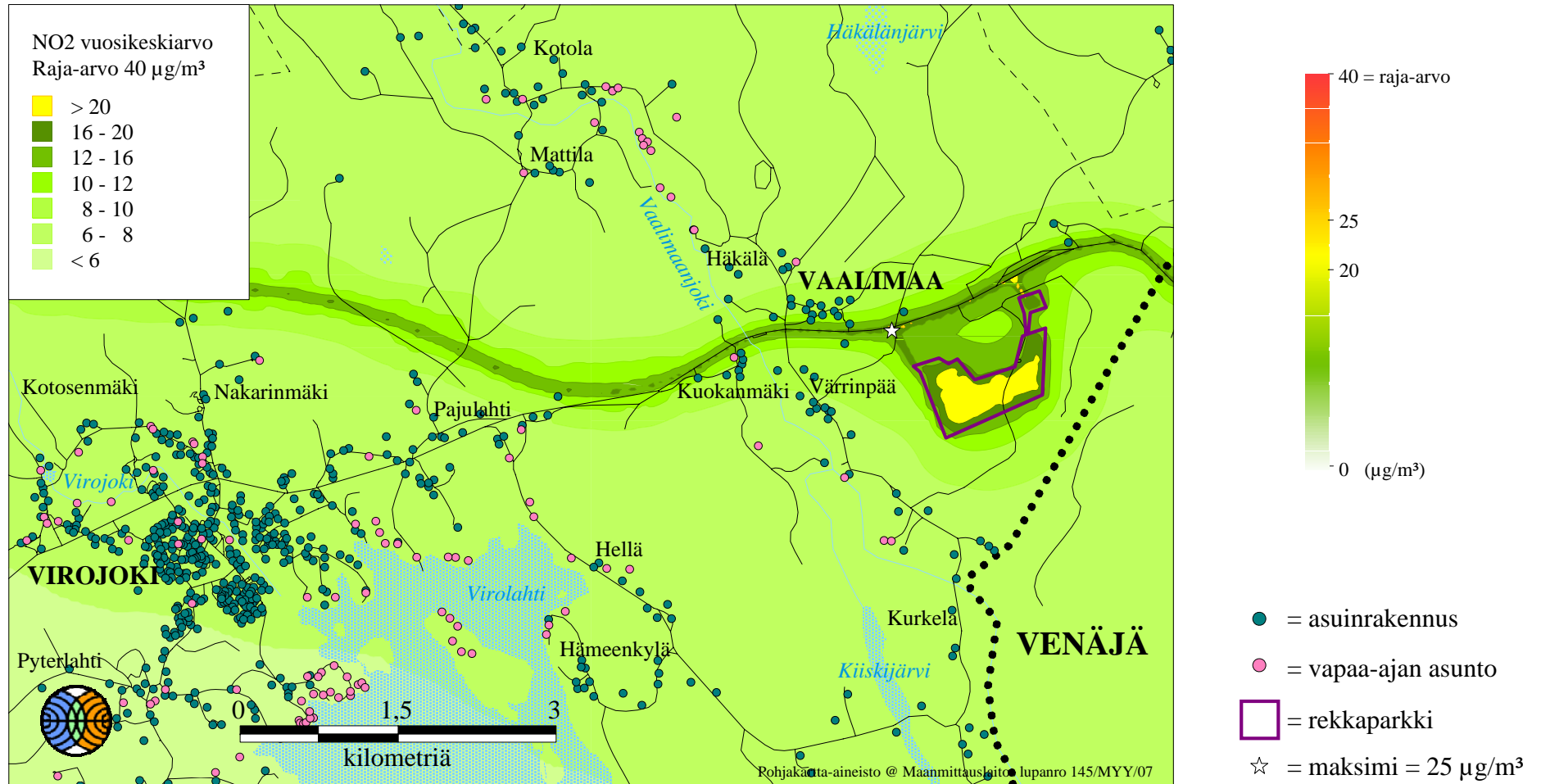
Kuva 5. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tielinjausvaihtoehdossa VE 0+ vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 1



Kuva 6. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 1 vuoden 2015 tilanteessa.

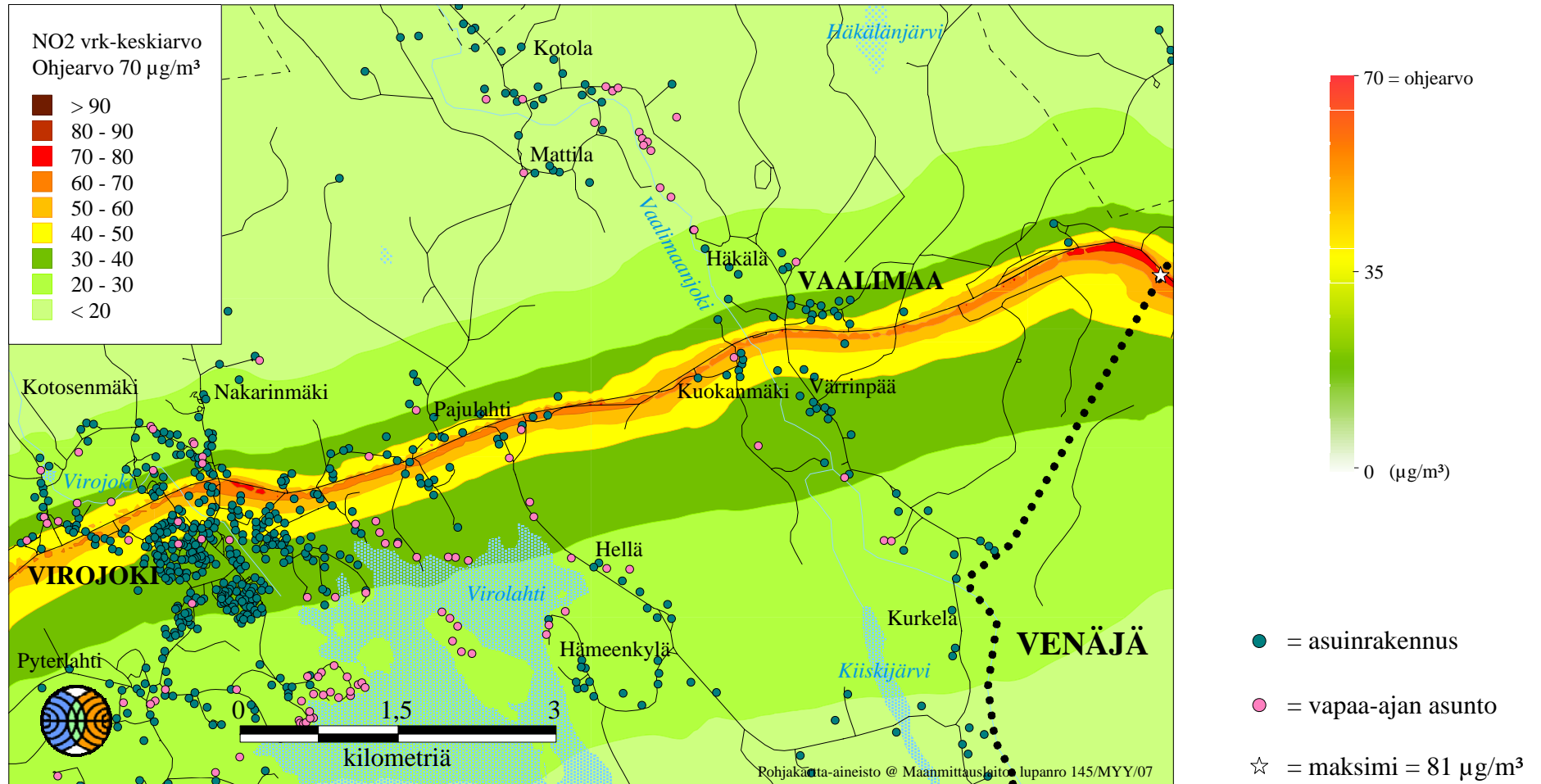
# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 2



Kuva 7. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 2 vuoden 2015 tilanteessa.

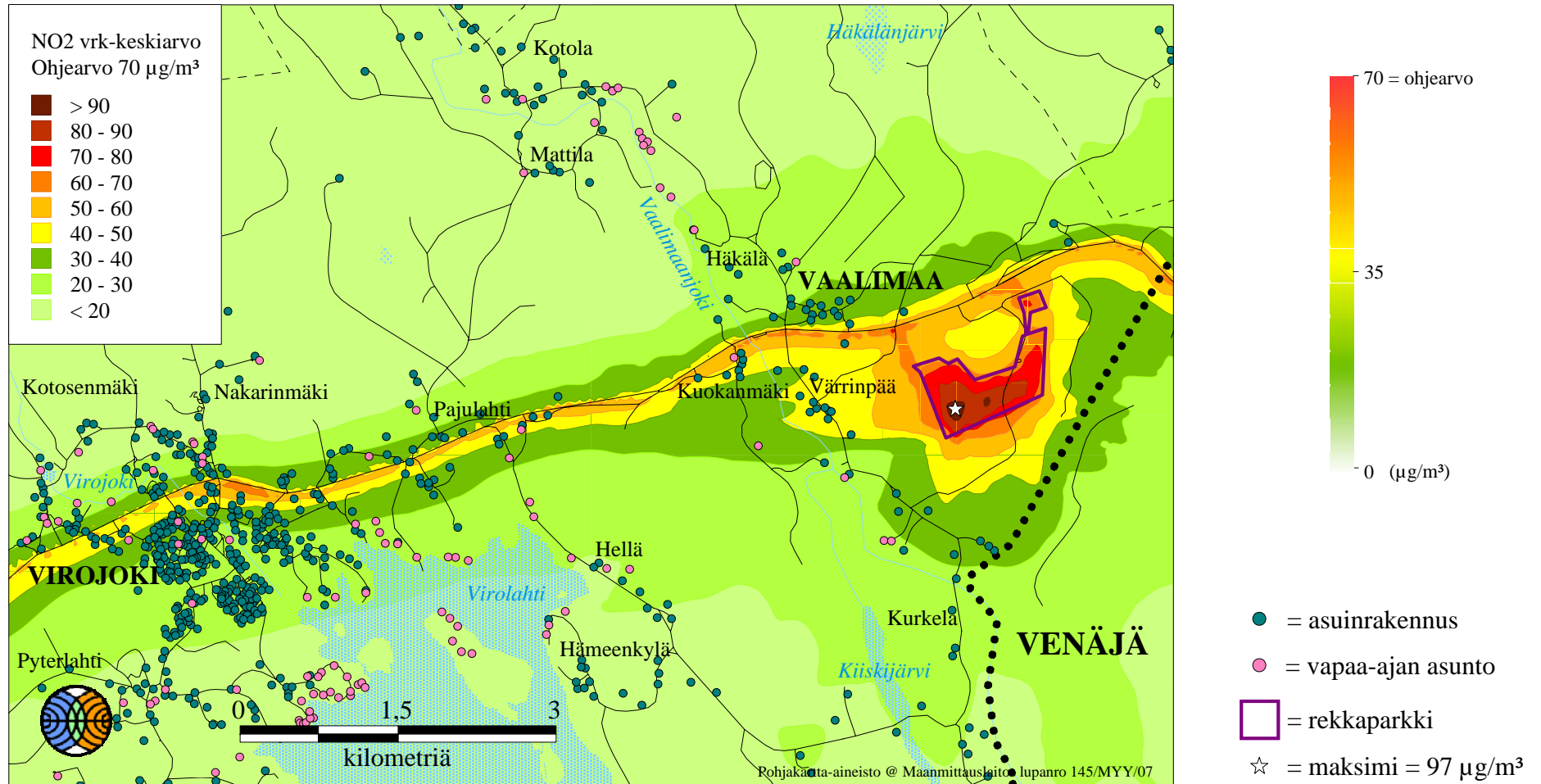


# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA NYKYTILANNE



Kuva 9. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nykytilanteessa (vuosi 2006).

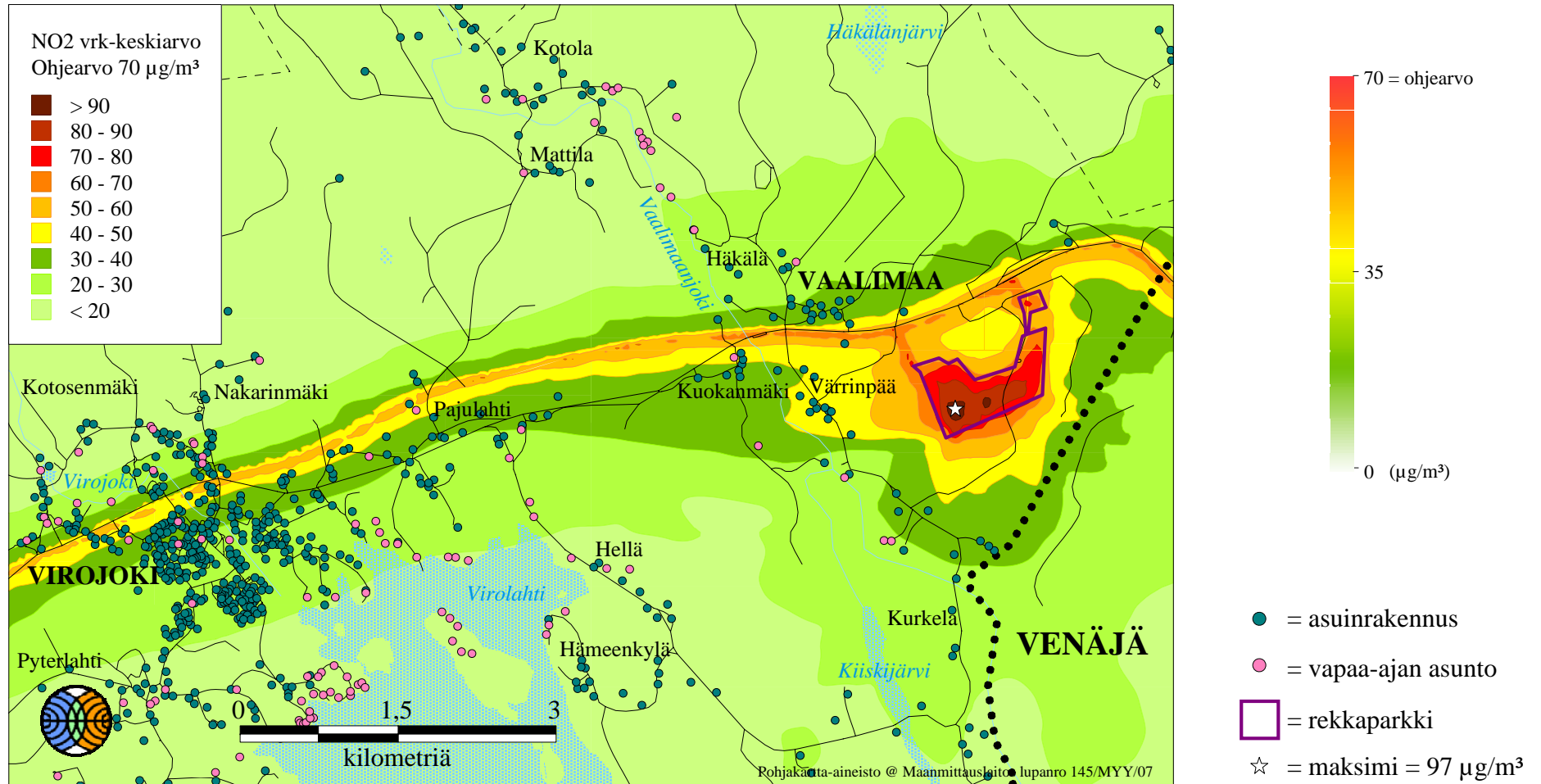
# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 0+



Kuva 10. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 0+ vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA

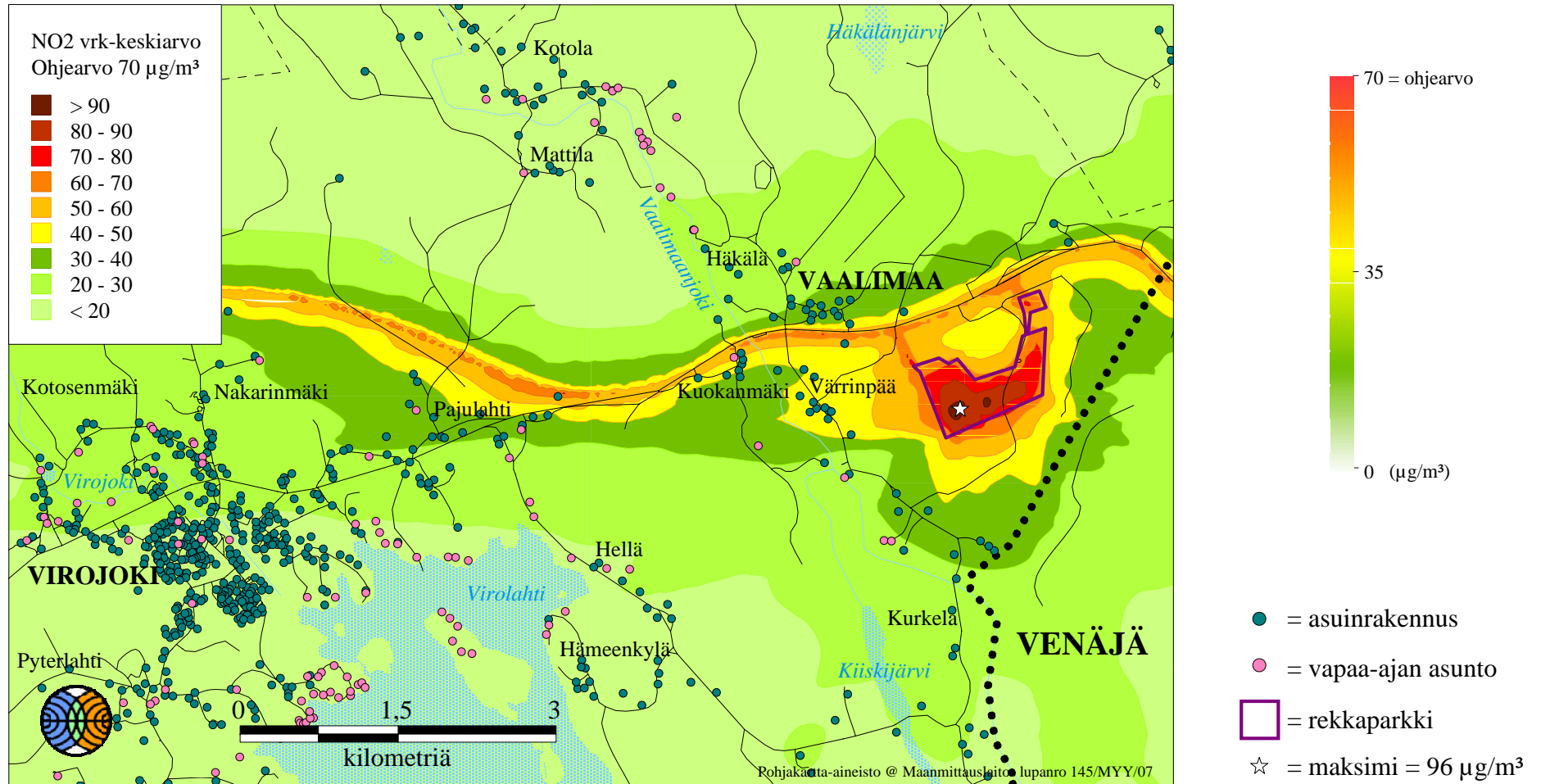
## VE 1



Kuva 11. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 1 vuoden 2015 tilanteessa.

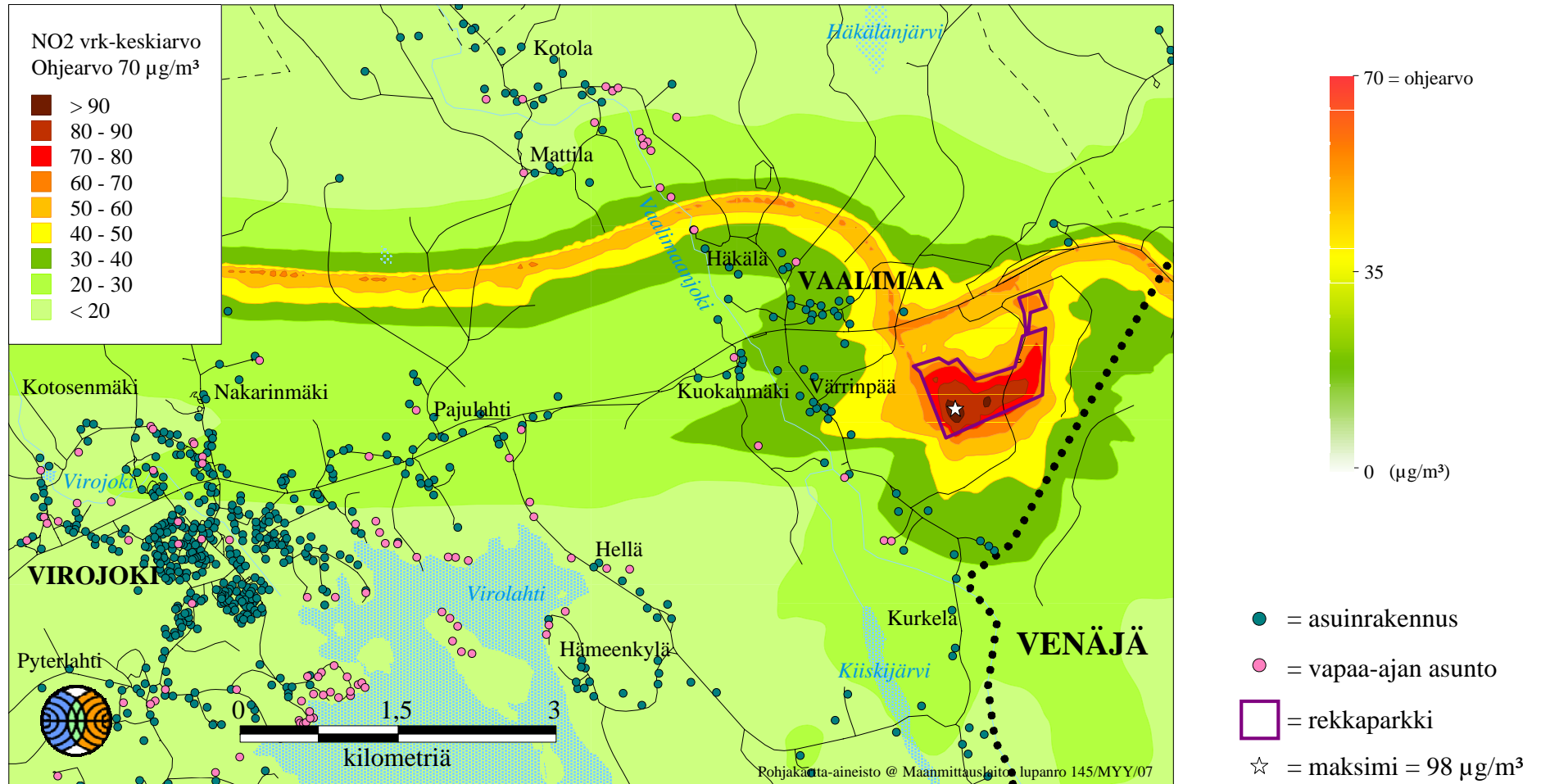
# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA

## VE 2



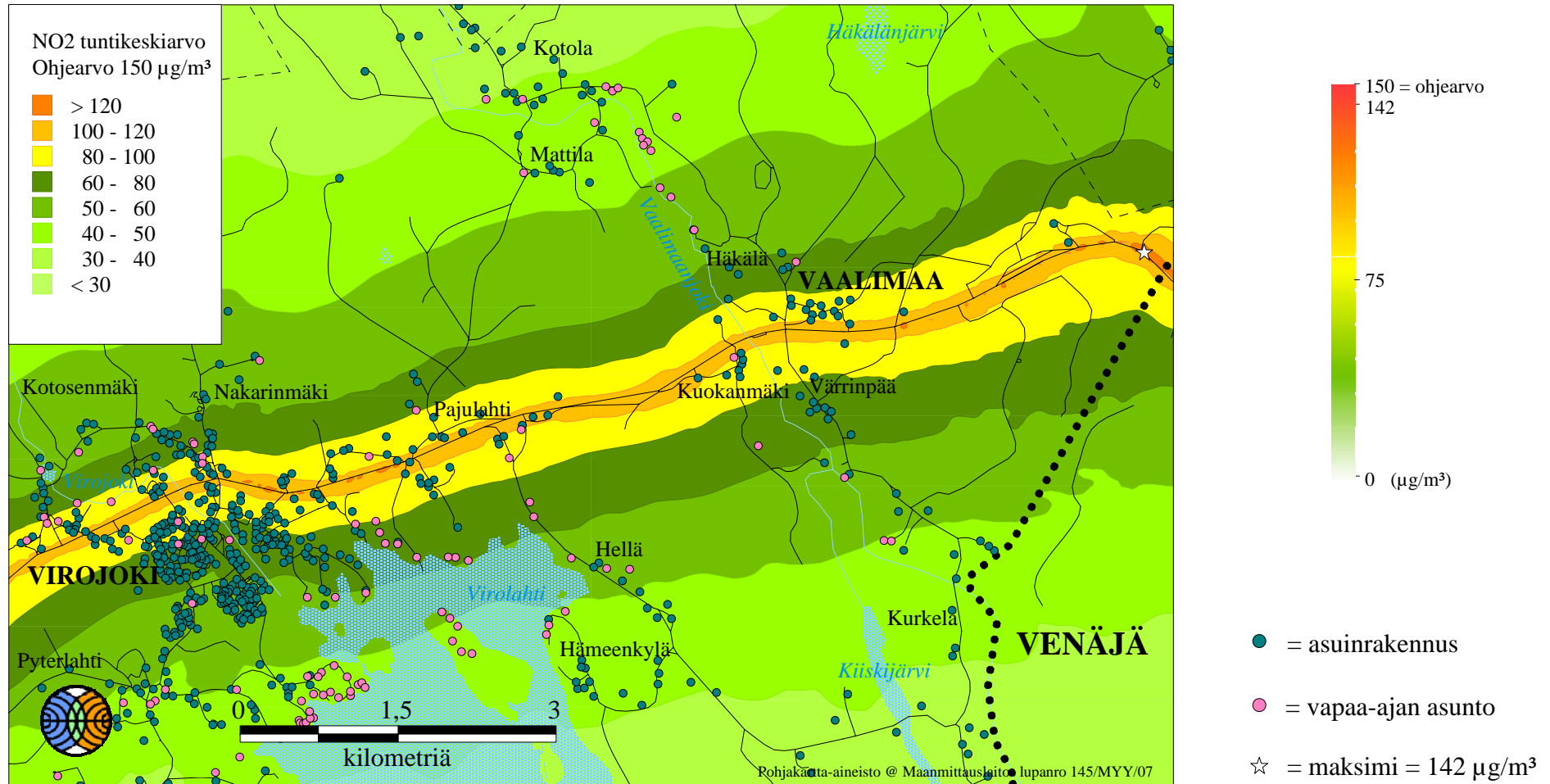
Kuva 12. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 2 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 3



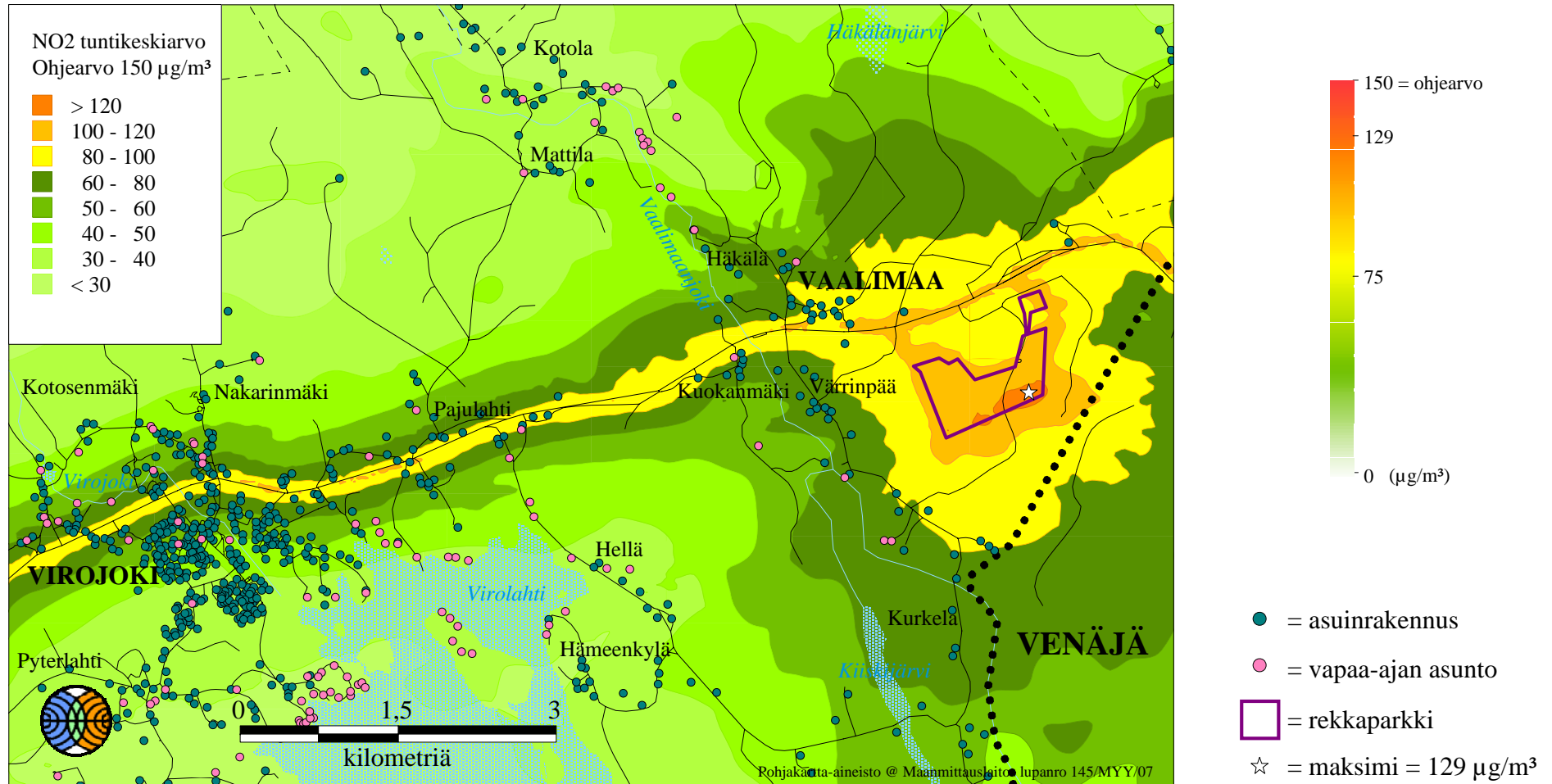
Kuva 13. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 3 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA NYKYTILANNE



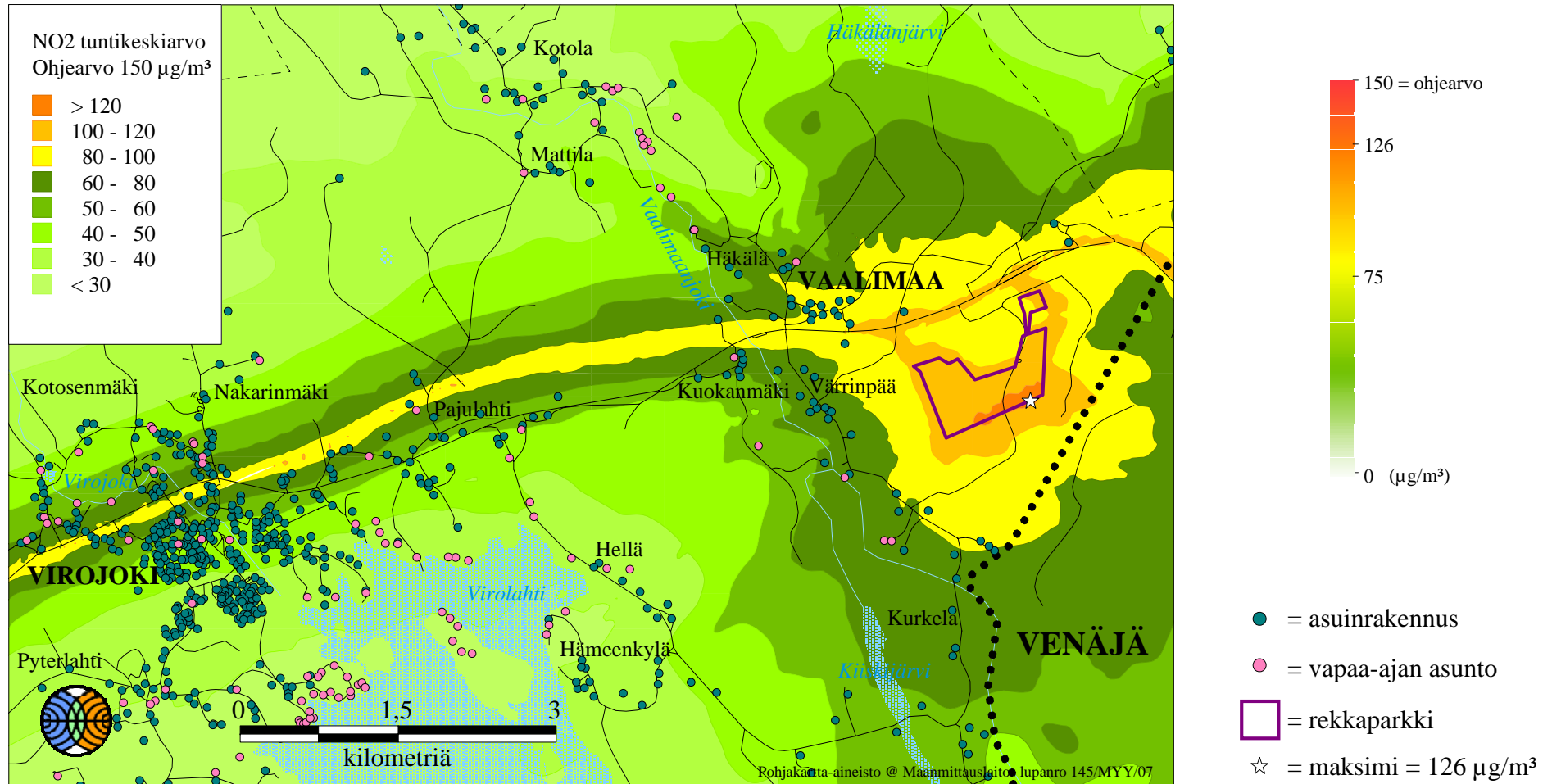
Kuva 14. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) nykytilanteessa (vuosi 2006).

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 0+



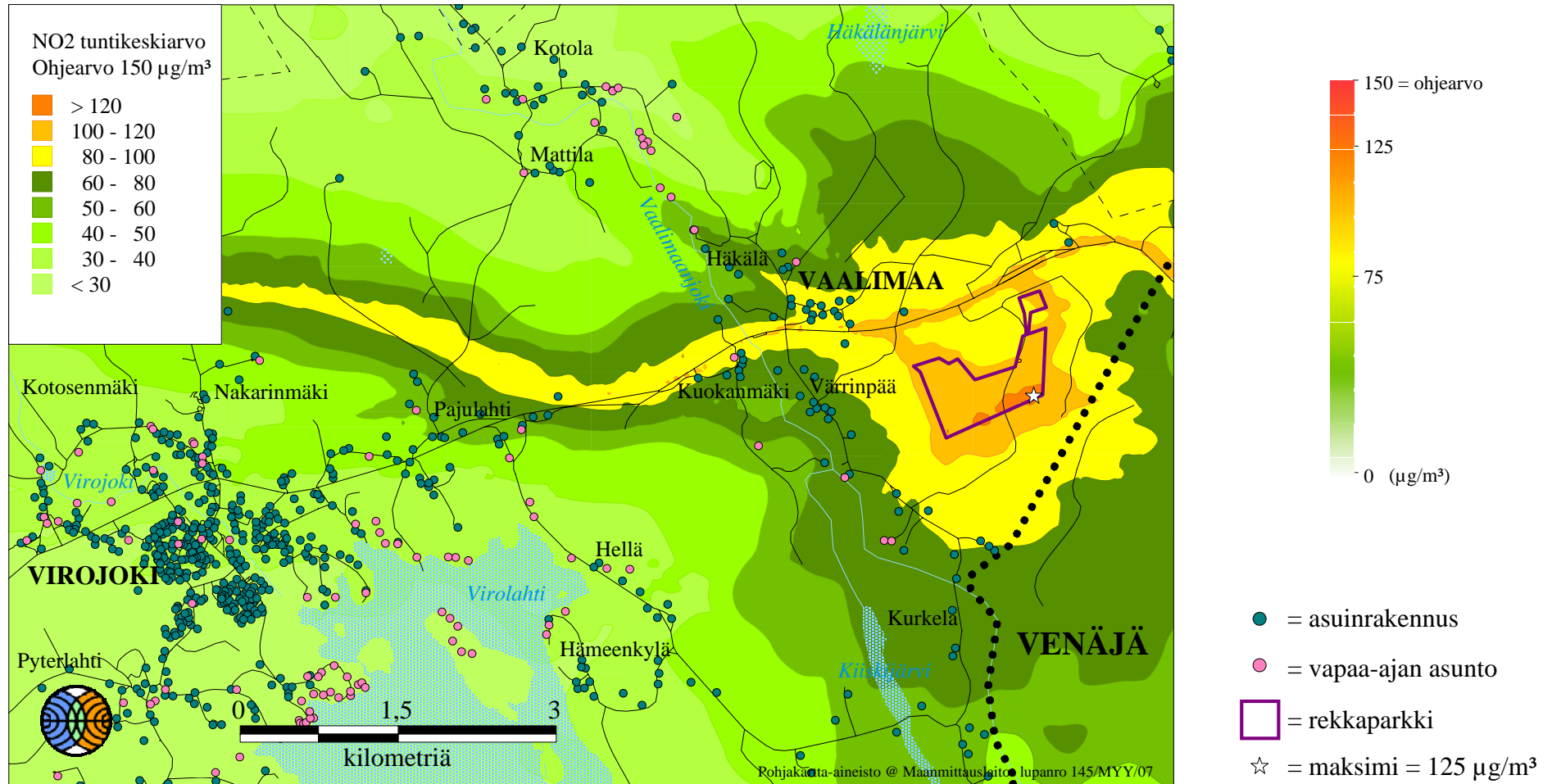
Kuva 15. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tielinjausvaihtoehdossa VE 0+ vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 1



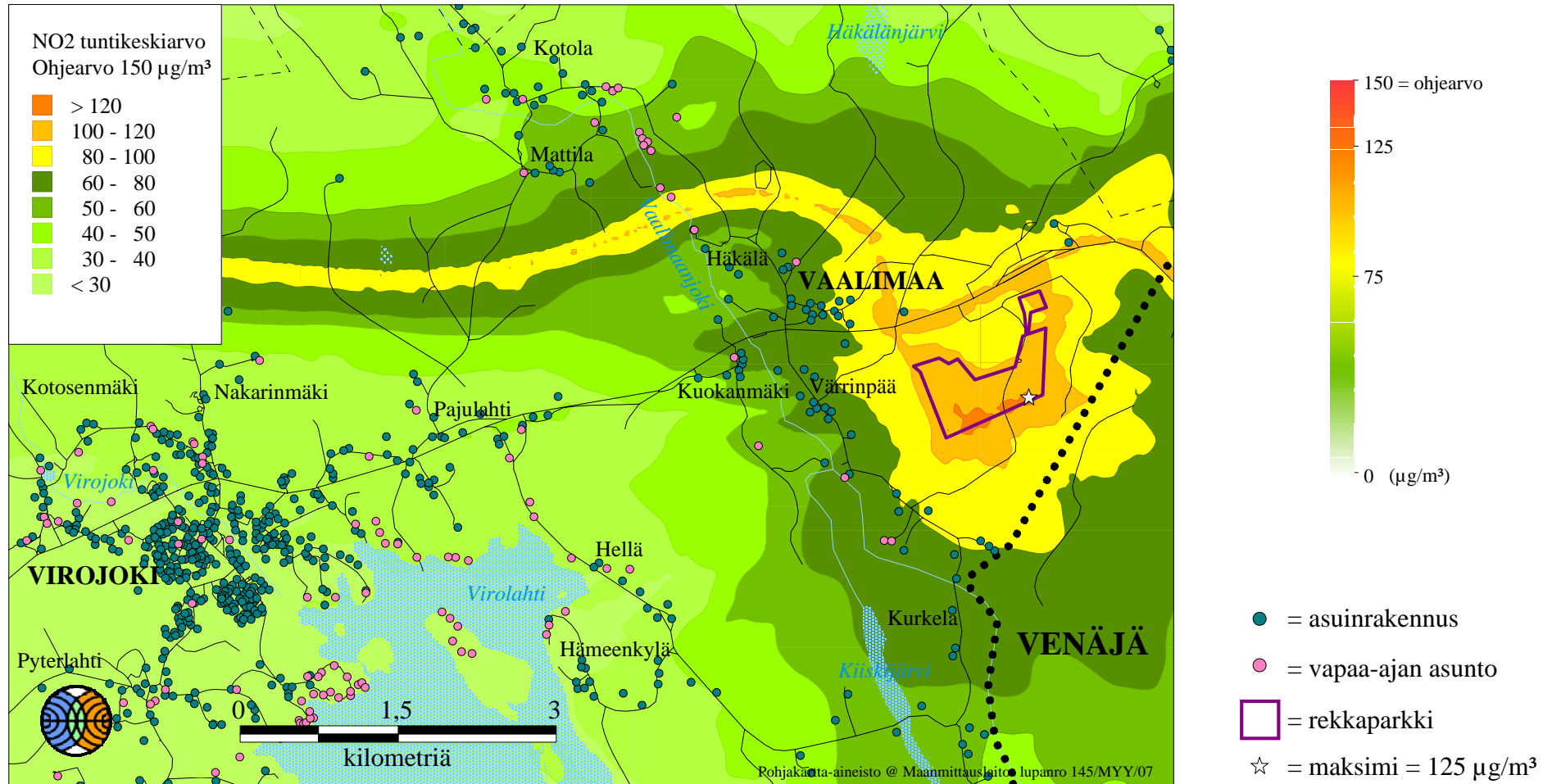
Kuva 16. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tielinjausvaihtoehdossa VE 1 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 2



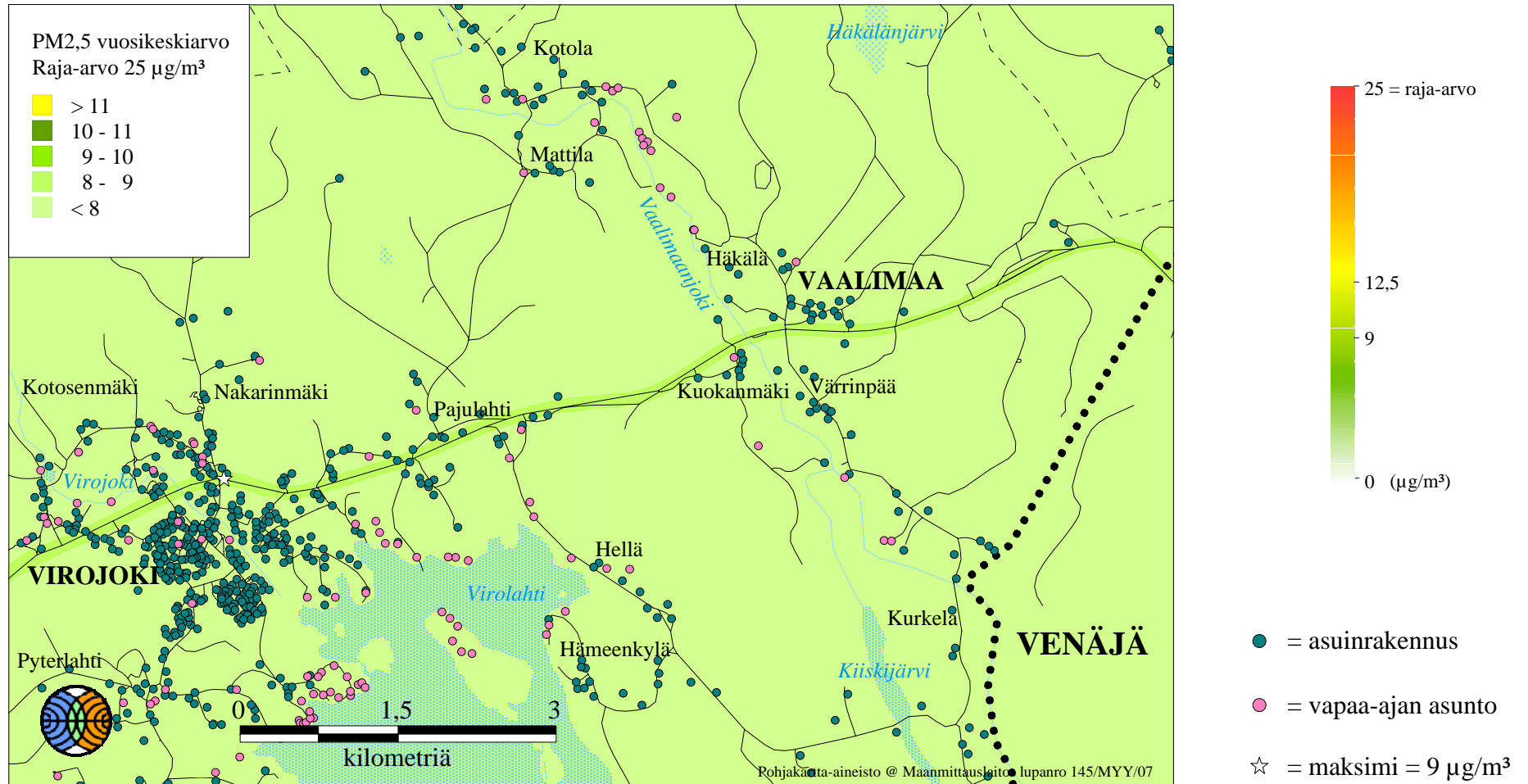
Kuva 17. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tielinjausvaihtoehdossa VE 2 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 3



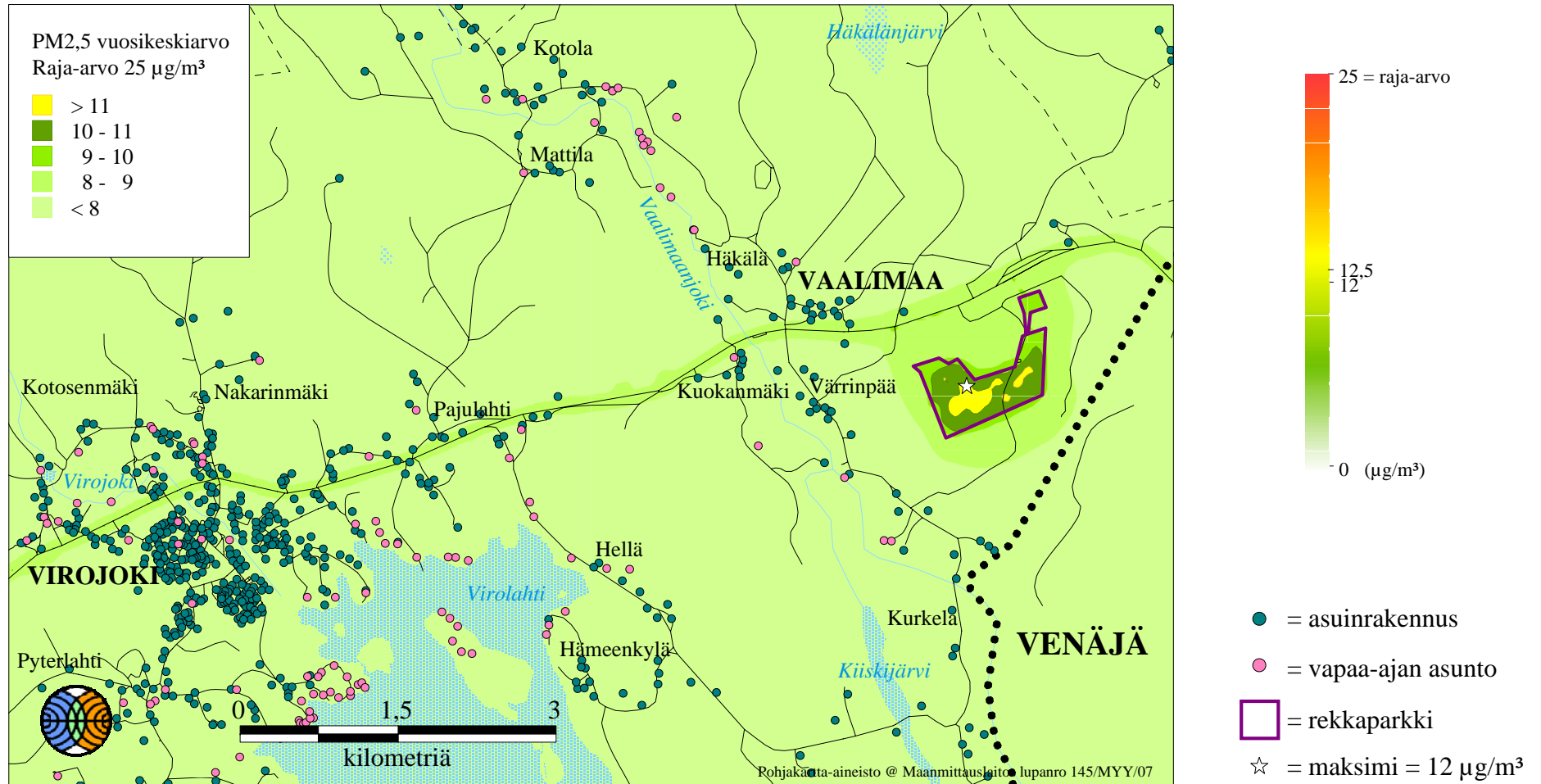
Kuva 18. Liikenteen päästöjen aiheuttama typpidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 3 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA NYKYTILANNE



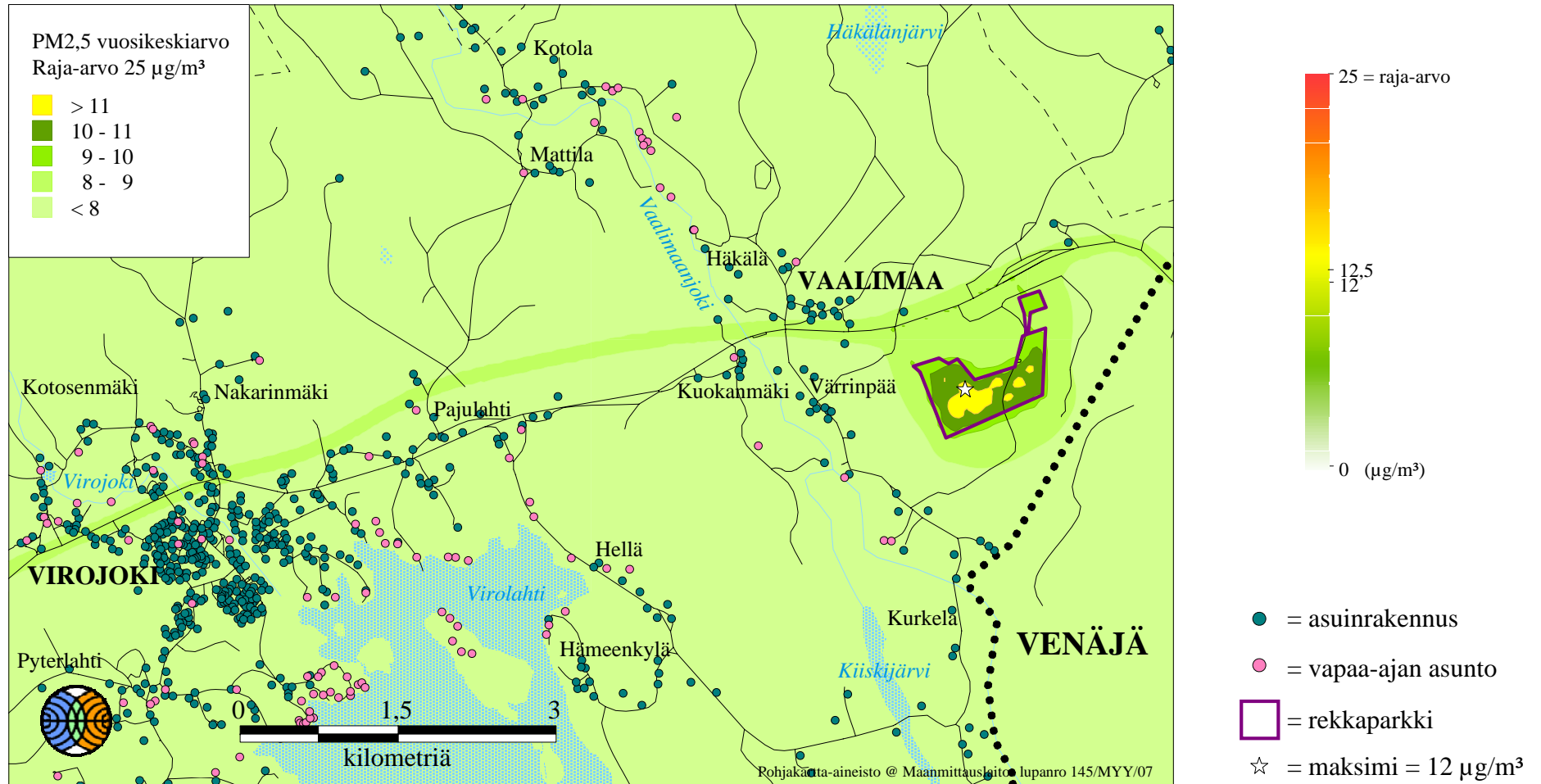
Kuva 19. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkaspitoisuuden korkein vuosikeskiarvo (µg/m<sup>3</sup>) nykytilanteessa (vuosi 2006).

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 0+



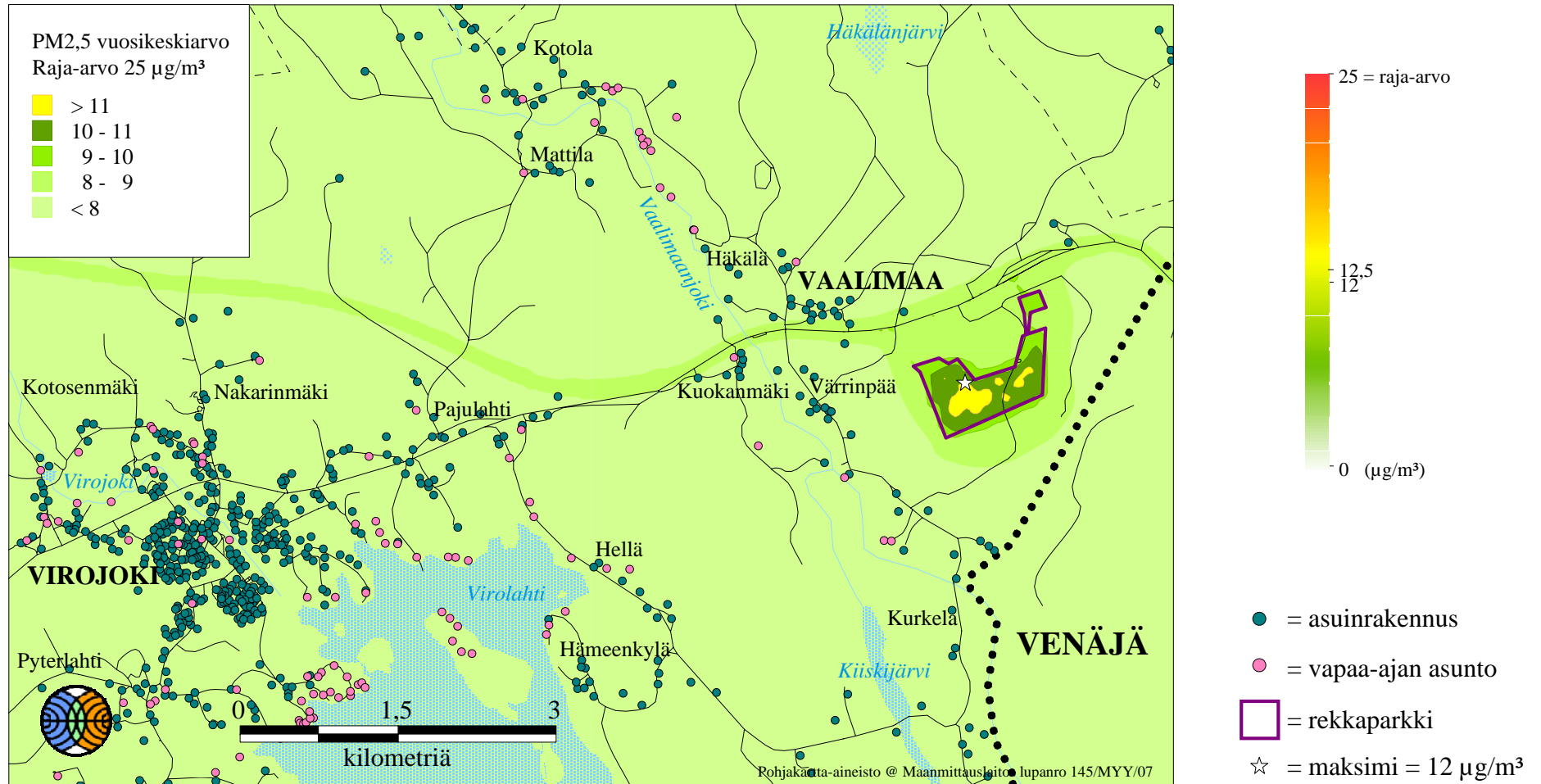
Kuva 20. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkaspitoisuuden korkein vuosikeskiarvo (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 0+ vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 1



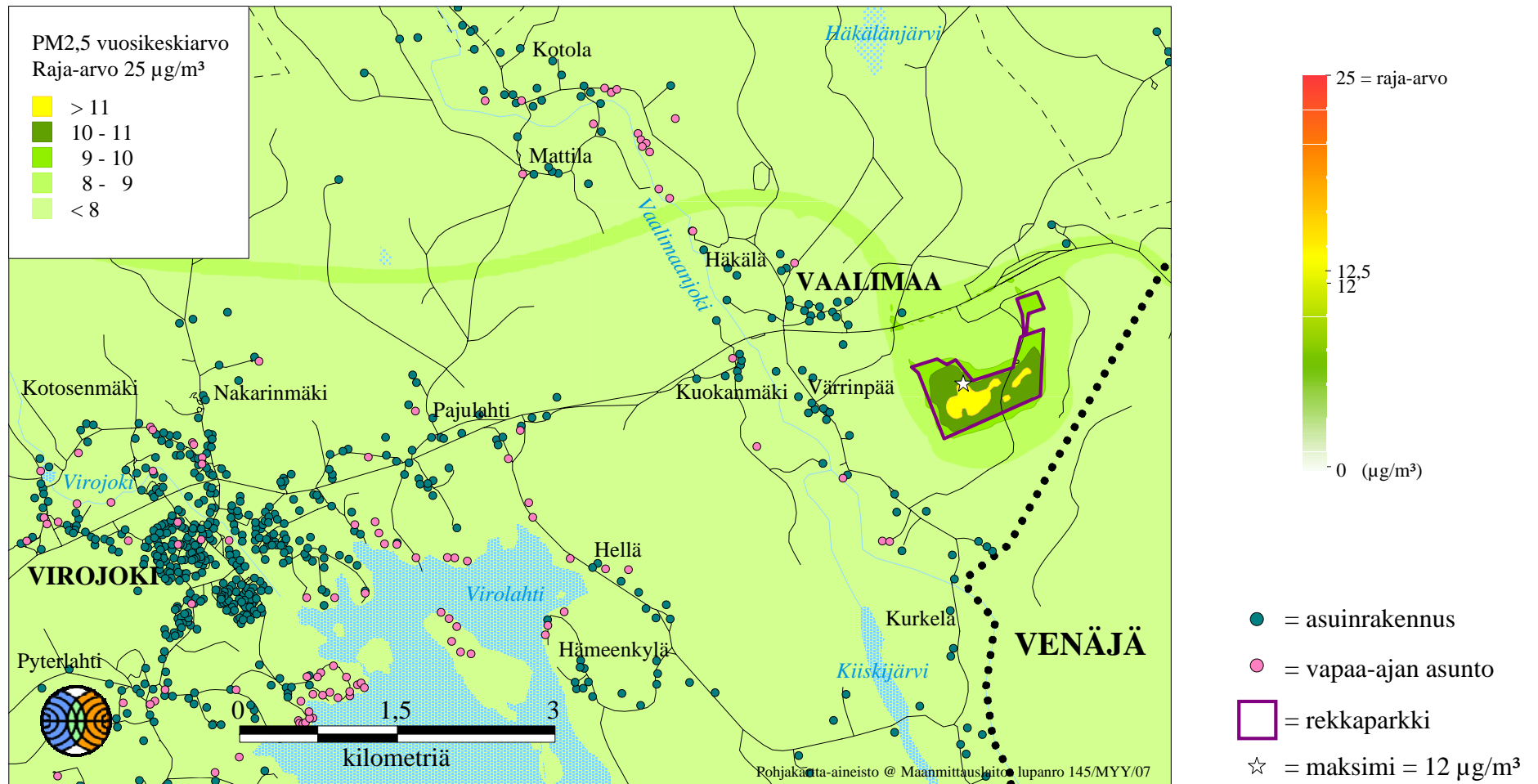
Kuva 21. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkaspitoisuuden korkein vuosikeskiarvo (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 1 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 2



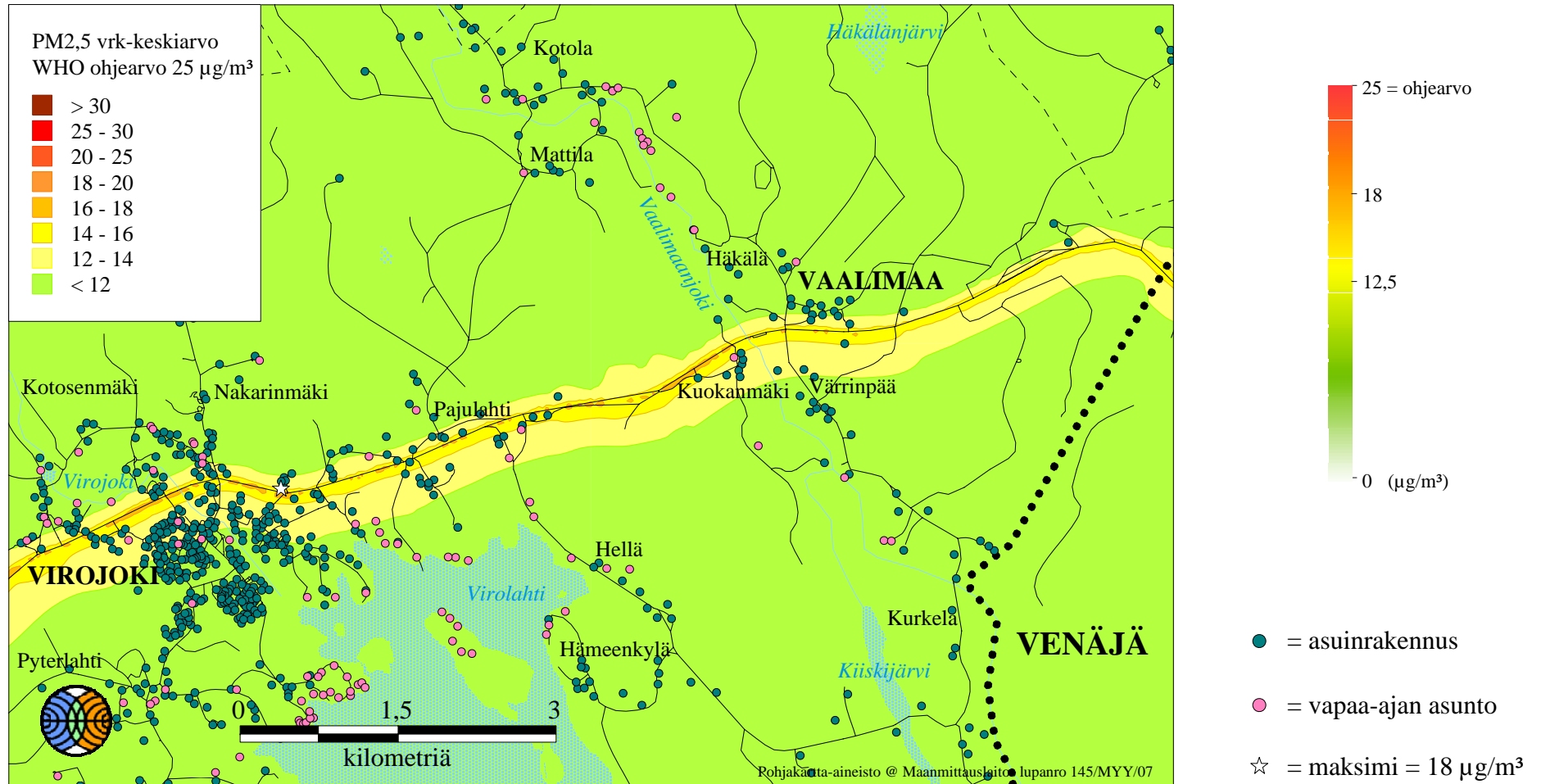
Kuva 22. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkaspitoisuuden korkein vuosikeskiarvo (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 2 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 3



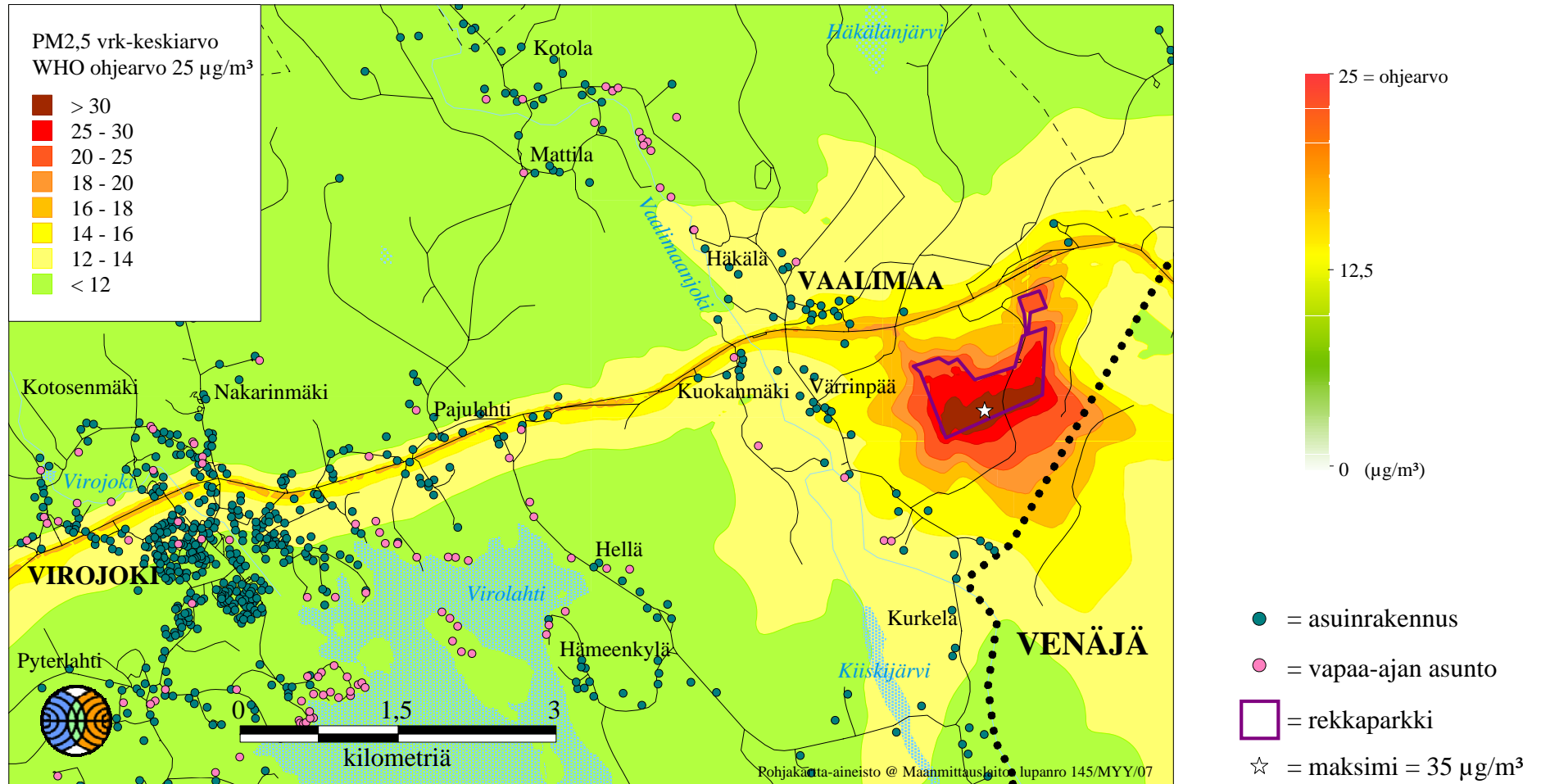
Kuva 23. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkaspitoisuuden korkein vuosikeskiarvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tielinjausvaihtoehdossa VE 3 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA NYKYTILANNE



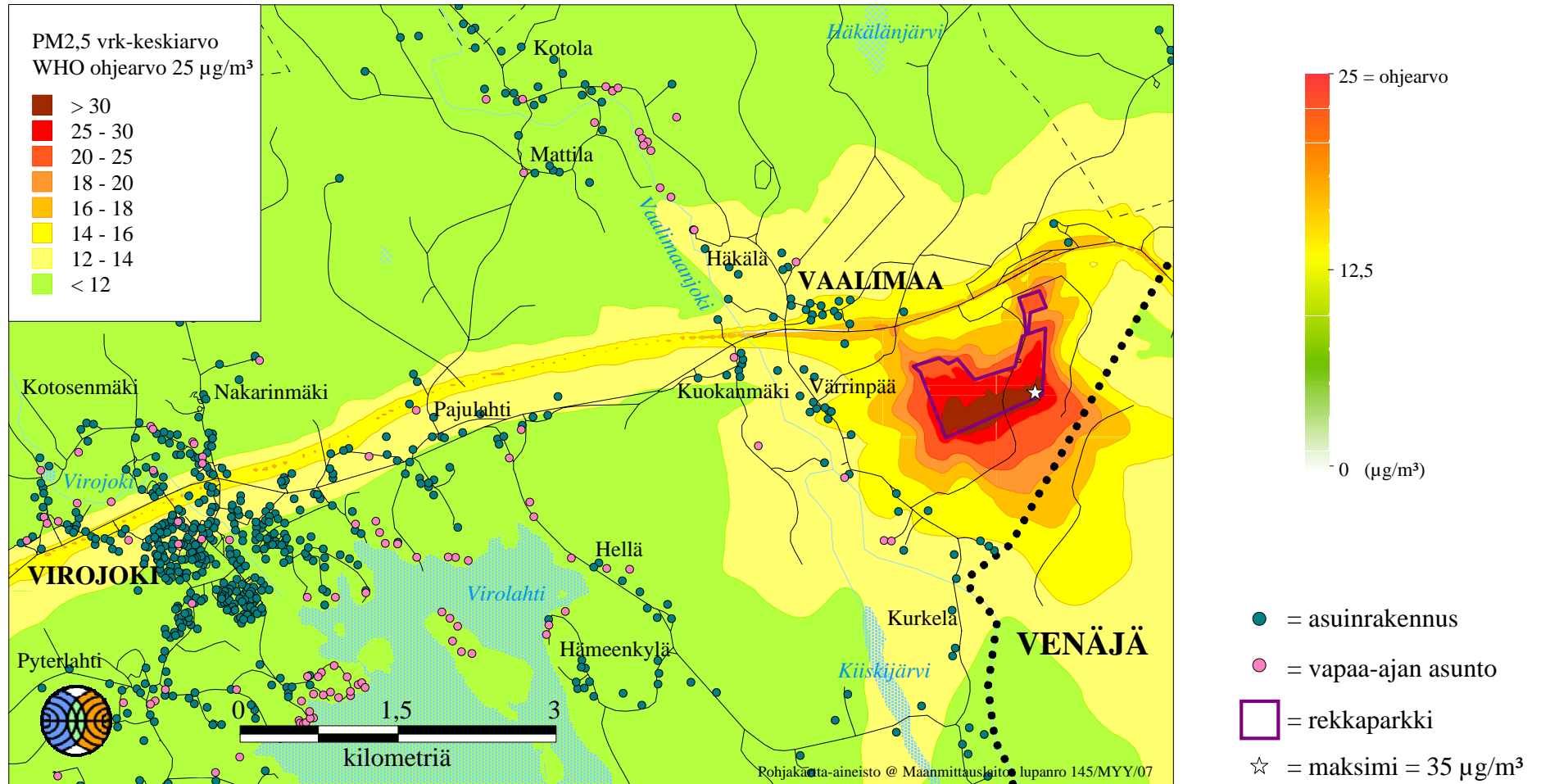
Kuva 24. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkasten korkein WHO:n vuorokausi-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nykytilanteessa (vuosi 2006).

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 0+



Kuva 25. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkasten korkein WHO:n vuorokausi-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 0+ vuoden 2015 tilanteessa.

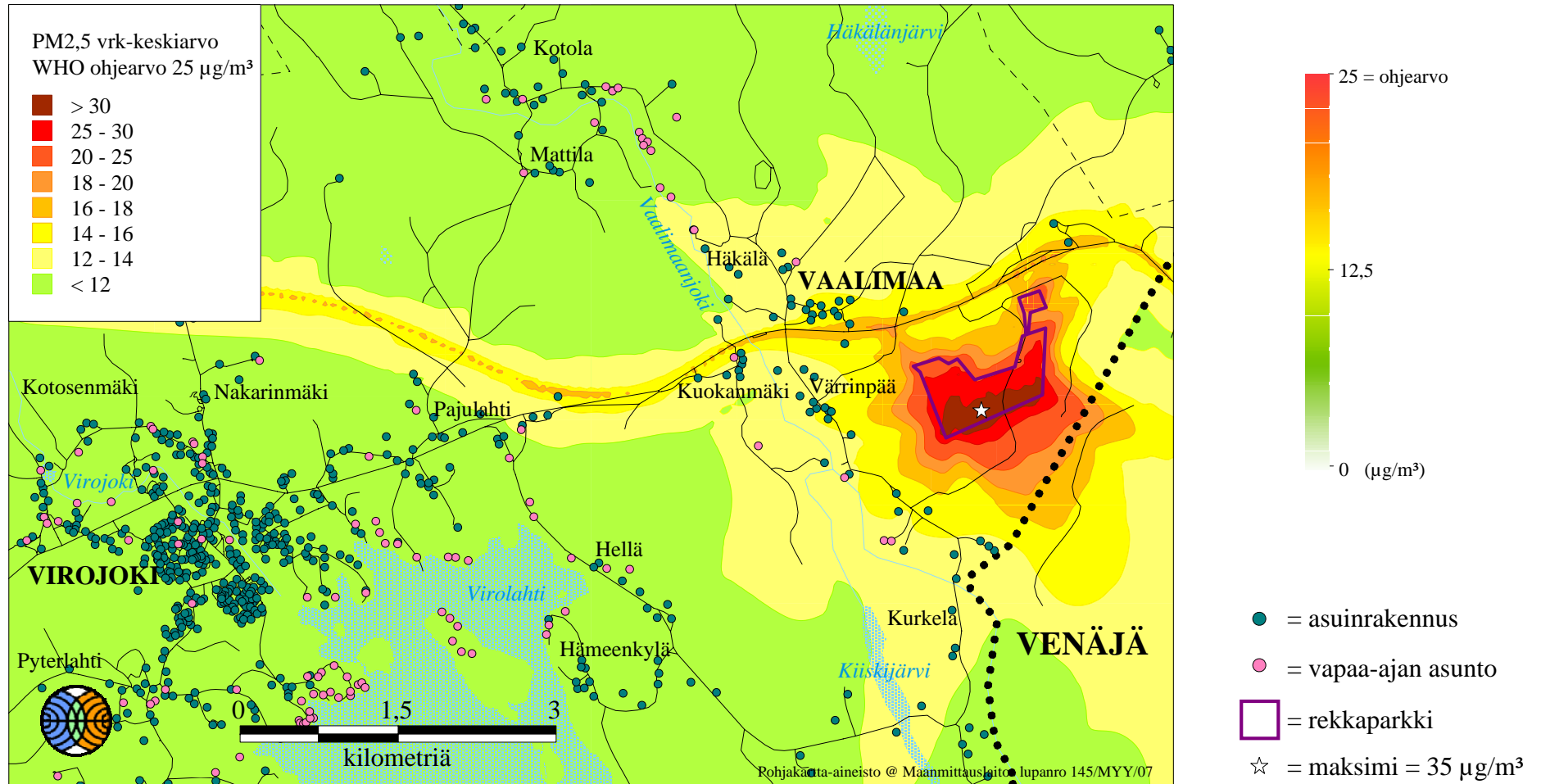
# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 1



Kuva 26. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkasten korkein WHO:n vuorokausi-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 1 vuoden 2015 tilanteessa.

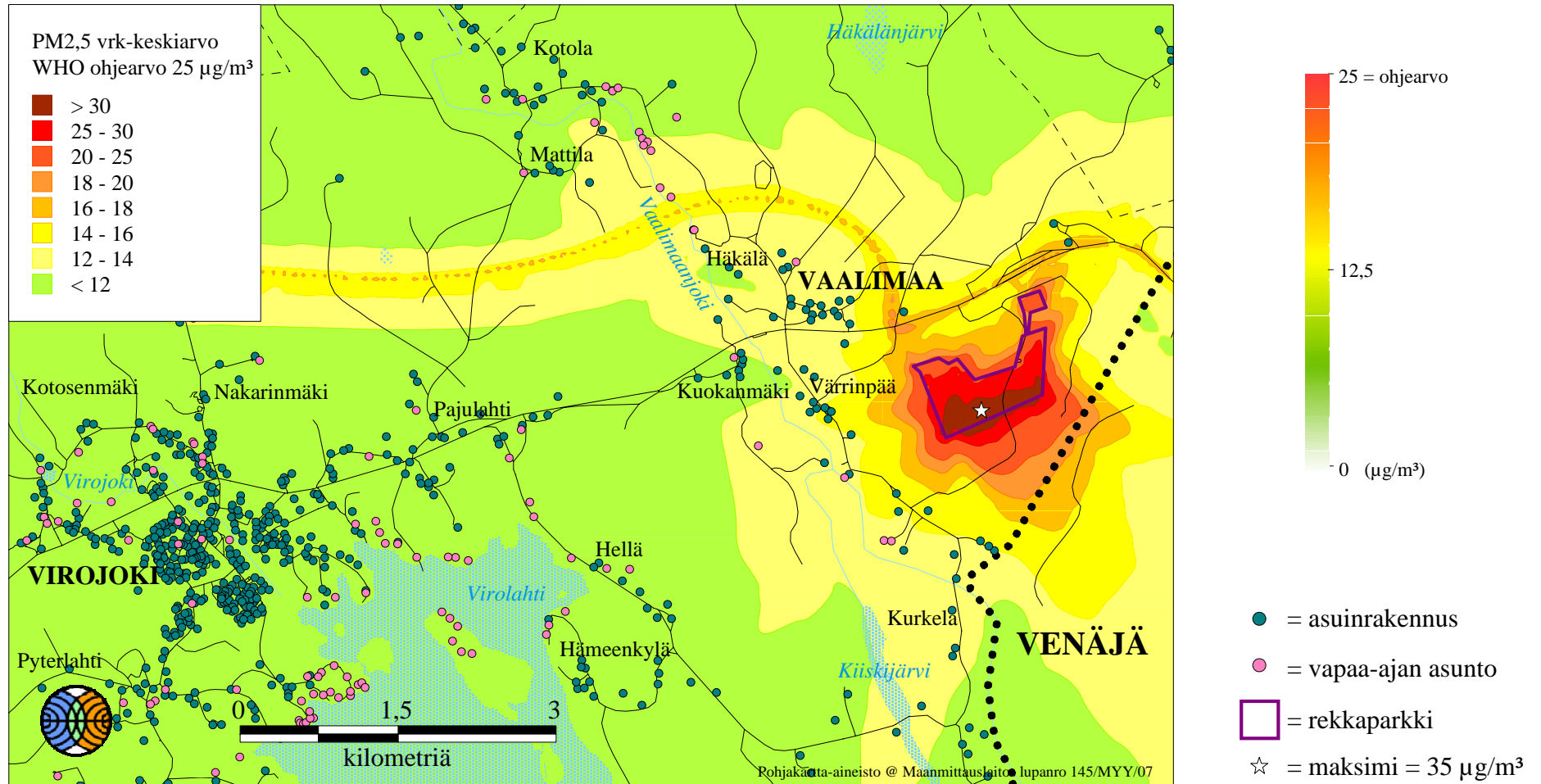
# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA

## VE 2



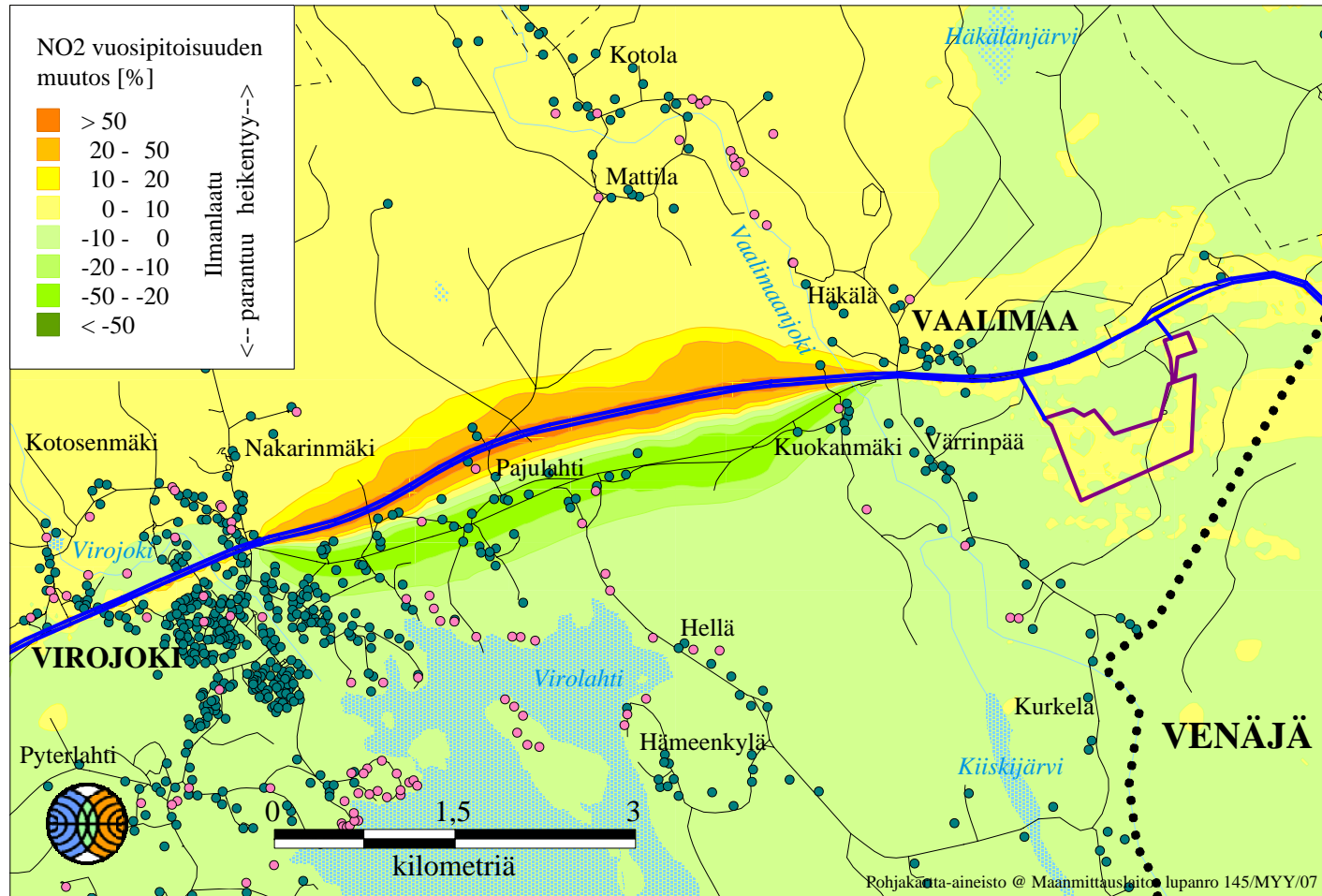
Kuva 27. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkasten korkein WHO:n vuorokausi-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 2 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 3



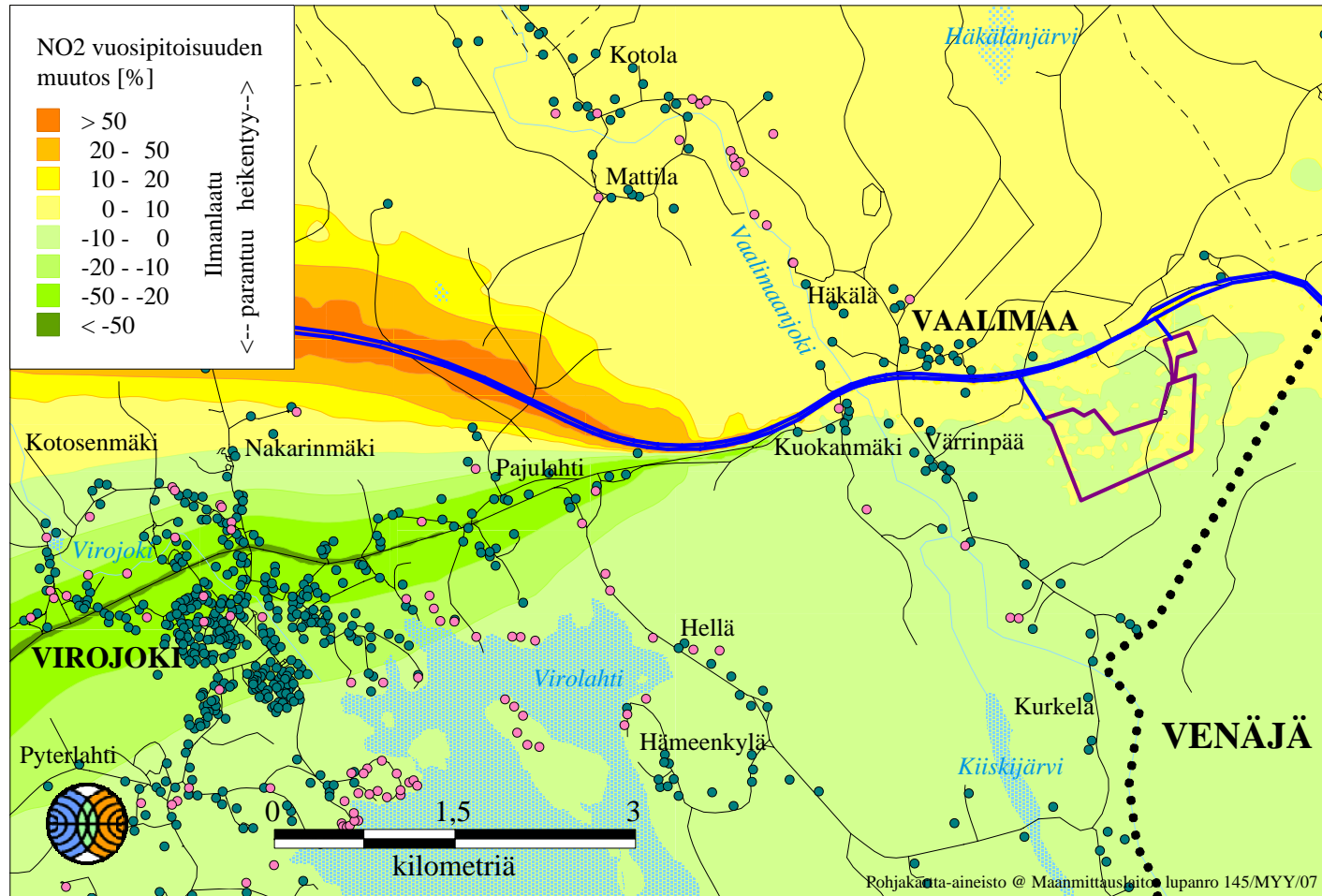
Kuva 28. Liikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkasten korkein WHO:n vuorokausi-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tielinjausvaihtoehdossa VE 3 vuoden 2015 tilanteessa.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 1 VS. VE 0+



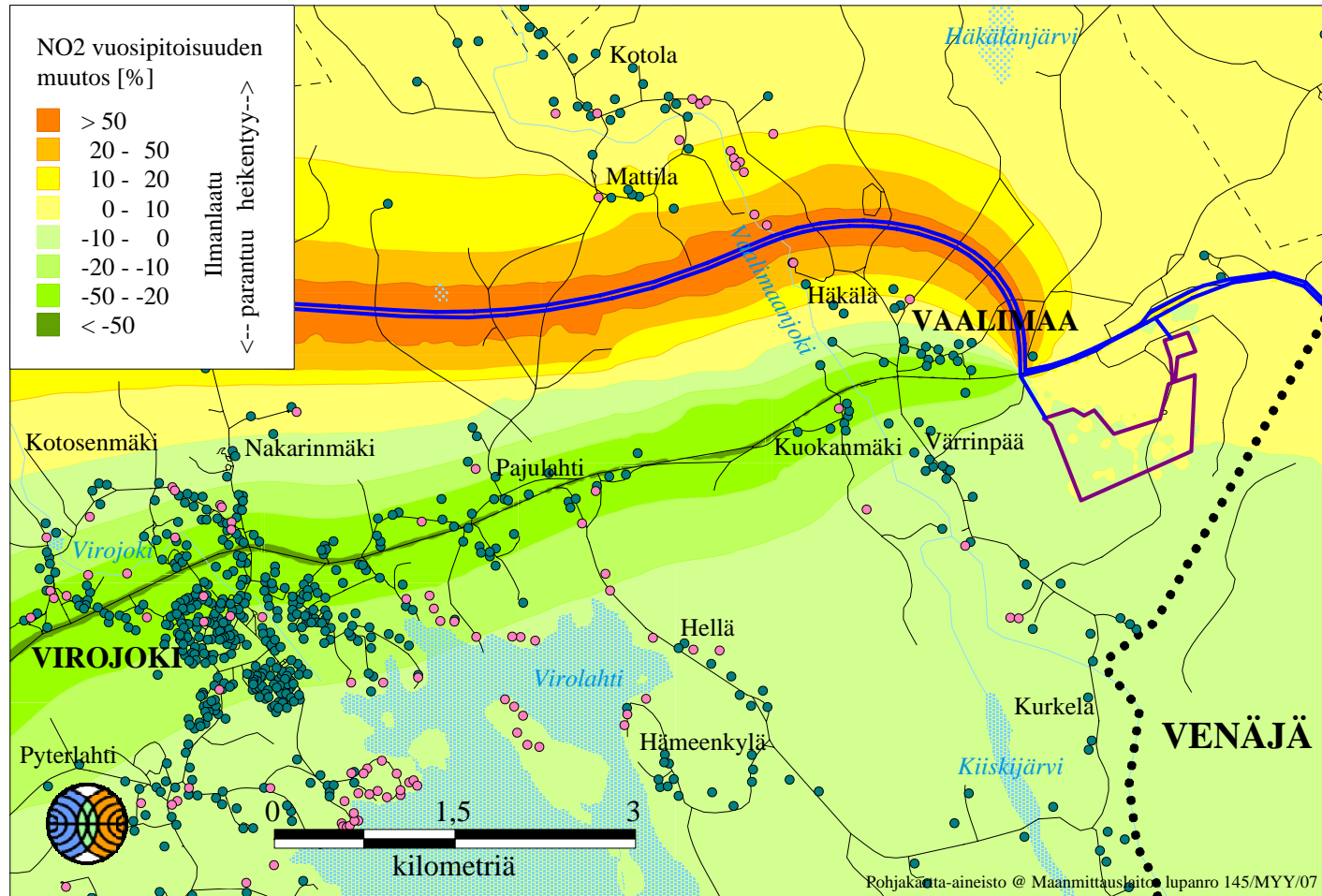
Kuva 29. Typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuden muutos (%) verrattaessa tielinjausvaihtoehtoa VE 1 YVA-vaihtoehtoon VE 0+.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 2 VS. VE 0+



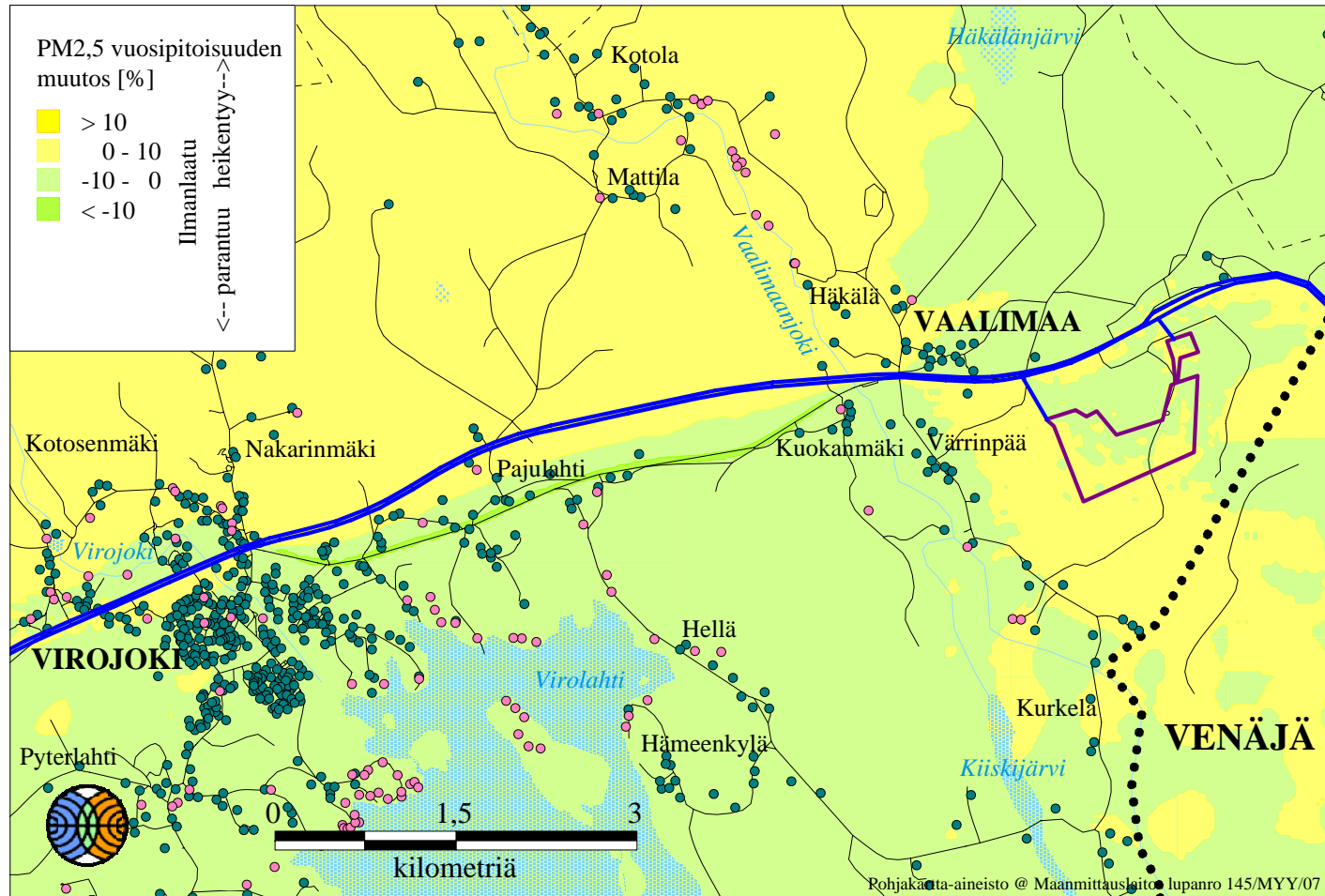
Kuva 30. Typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuden muutos (%) verrattaessa tielinjausvaihtoehtoa VE 2 YVA-vaihtoehtoon VE 0+.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 3 VS. VE 0+



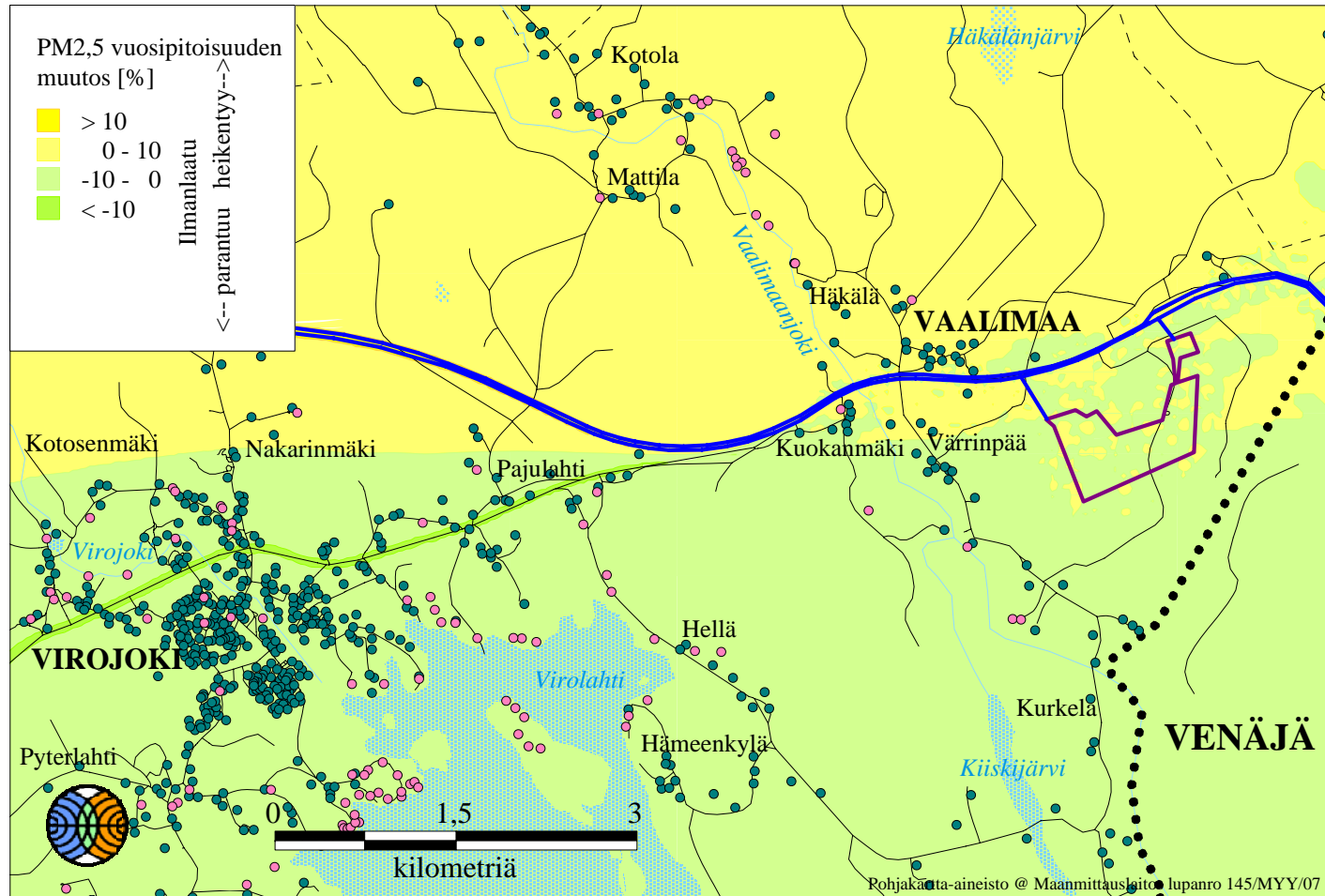
Kuva 31. Typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuden muutos (%) verrattaessa tielinjausvaihtoehtoa VE 3 YVA-vaihtoehtoon VE 0+.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 1 VS. VE 0+



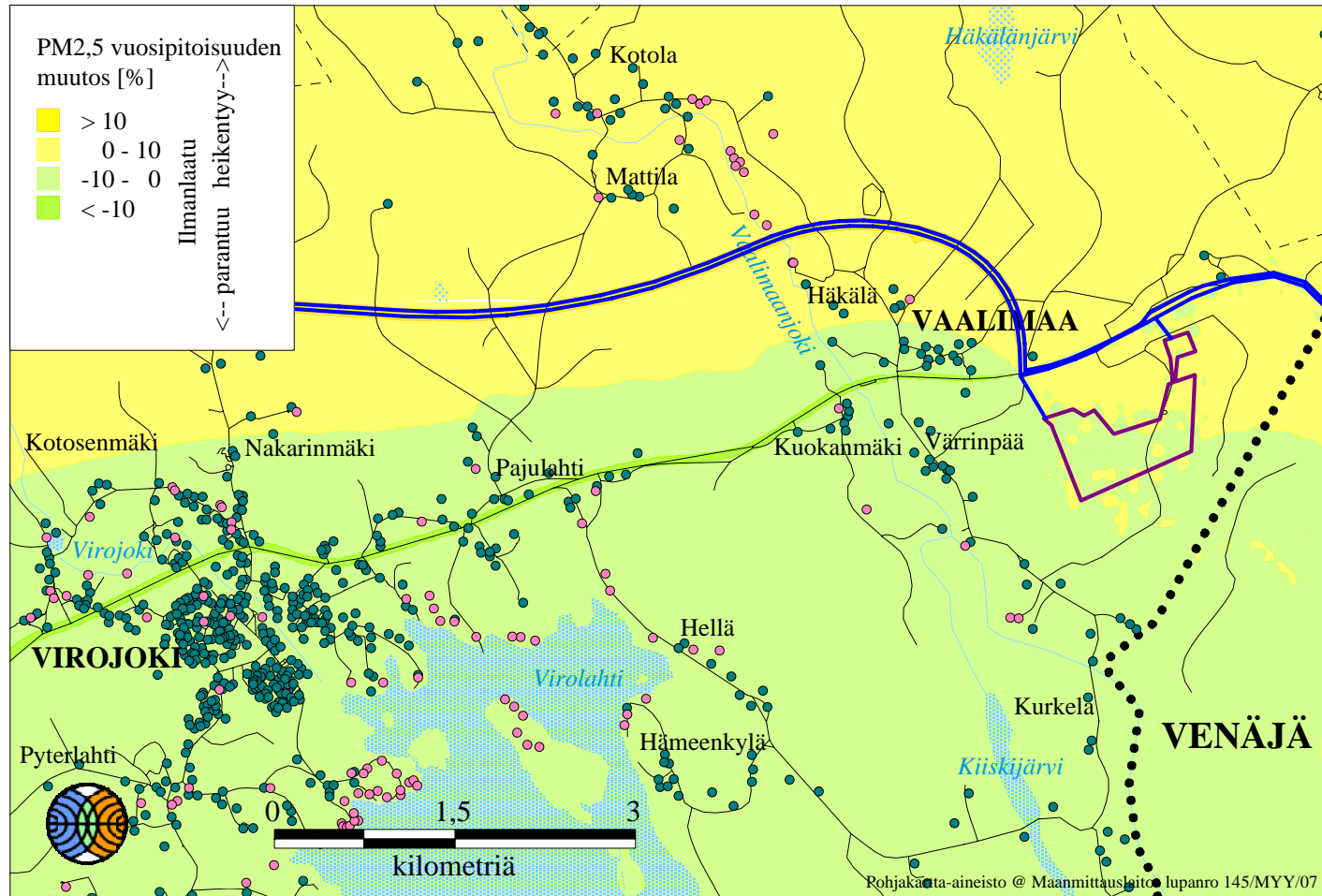
Kuva 32. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuden muutos (%) verrattaessa tielinjausvaihtoehtoa VE 1 YVA-vaihtoehtoon VE 0+.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 2 VS. VE 0+



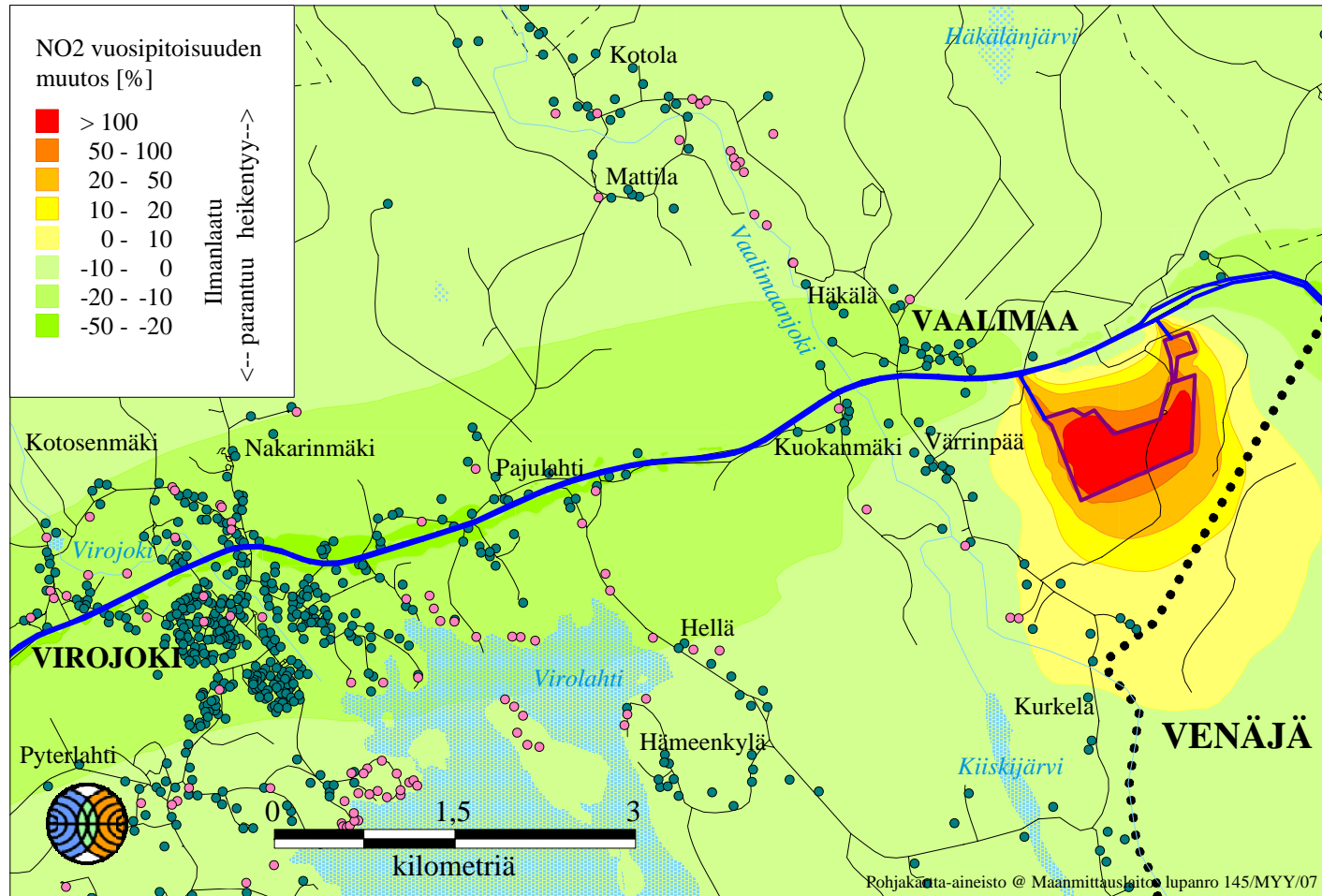
Kuva 33. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuden muutos (%) verrattaessa tielinjausvaihtoehtoa VE 2 YVA-vaihtoehtoon VE 0+.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 3 VS. VE 0+



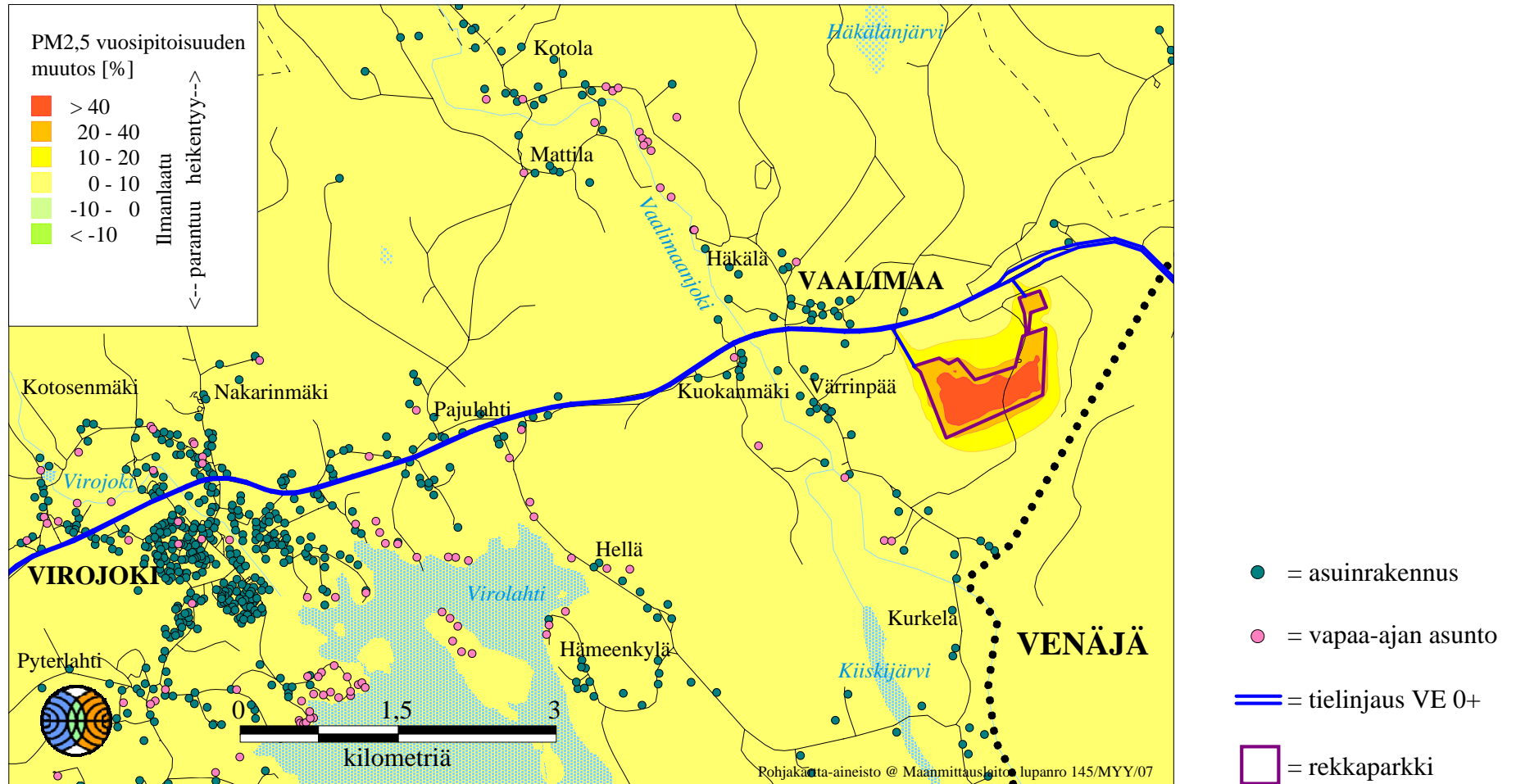
Kuva 34. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuden muutos (%) verrattaessa tielinjausvaihtoehtoa VE 3 YVA-vaihtoehtoon VE 0+.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 0+ VS. NYKYTILA



Kuva 35. Typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuden muutos (%) verrattaessa tielinjausvaihtoehtoa VE 0+ nykytilanteeseen rekkaparkin ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseksi.

# VALTATIE 7 VIROJOKI-VAALIMAA VE 0+ VS. NYKYTILA



Kuva 36. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuden muutos (%) verrattaessa tielinjausvaihtoehtoa VE 0+ nykytilanteeseen rekkaparkin ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseksi.

