

**TAMPERE VALTATIE 3**  
**AUTOLIIKENTEN TYPENOKSIDI-**  
**JA HIUKKASPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISSELVITYS**

**Timo Rasila**  
**Harri Pietarila**

**ILMATIETEEN LAITOS – ILMANLAADUN ASiantuntijapalvelut**  
**Helsinki 06.07.2007**

# SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	3
2	TUTKIMUSMENETELMÄT.....	4
	2.1 Viivalähdemalli.....	4
	2.2 Typen oksidien ilmakemiamallit.....	5
	2.3 Meteorologisten tietojen käsittely leviämismalleissa .....	6
3	TUTKIMUKSEN SUORITUS .....	8
	3.1 Liikenteen päästötiedot .....	8
	3.2 Lasketut pitoisuudet .....	9
4	ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT .....	11
5	TULOKSET .....	13
	5.1 Pitoisuuksien maksimiarvot.....	13
	5.2 Typpidioksidipitoisuuksien aluejakaumat .....	15
	5.2.1 Typpidioksidipitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2006 .....	15
	5.2.2 Typpidioksidipitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2030 .....	16
	5.2.3 Typpidioksidipitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2030+ .....	17
	5.3 Hiukkaspitoisuuksien aluejakaumat.....	18
	5.3.1 Hiukkaspitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2006 .....	18
	5.3.2 Hiukkaspitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2030 .....	19
	5.3.3 Hiukkaspitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2030+ .....	20
	5.4 Ilmanlaadun mittaustuloksia Tampereella .....	21
6	TULOSTEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	22
	VIITELUETTELO.....	28
	LIITEKUVAT	

## 1 JOHDANTO

Selvityksen tavoitteena on ollut arvioida Tampereen eteläosaan valtatie 3:lle vuoden 2030 päästötilanteella lähiliikenteestä aiheutuvia typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksia, kun alueelle rakennettavaksi suunniteltu eritasoliittymä joko rakennetaan (2030+) tai ei rakenneta (2030). Leviämismallilaskelmat tehtiin vuodelle 2030 ennustettujen kahden eri päästötilanteen lisäksi nykytilannetta edustaneella vuoden 2006 päästötilanteella. Lähiliikenteen päästöjen aiheuttamia pitoisuuksia on tarkasteltu Lakalaivan, Särkijärven, Palokallion ja Peltolammin alueella. Lähiliikenteen päästöjen aiheuttamat typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet arvioitiin leviämismallilaskelmin tutkimusalueen maanpintatasolle.

Pitoisuusarviot on tehty Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä matemaattis-fysikaalisella leviämismallilla, ns. viivalähdemallilla, jolla voidaan kuvata autoliikenteen päästöjen aiheuttamien epäpuhtauksien leviämistä ulkoilmassa. Selvityksen tilasi Ilmatieteen laitokselta Destia (entinen Tieliikelaitos) ja selvityksen tilaaja toimitti myös leviämismallilaskelmissa tarvittavia lähtötietoja.

Mallilaskelmat on tehty 3 km x 2,5 km suuruiselle tutkimusalueelle maanpintatasolle. Laskentapisteyden lyhin etäisyys tutkimusalueella oli 50 m ja pisteiden lukumäärä oli 5 496 kappaletta. Mallilaskelmien meteorologisina tietoina käytettiin tutkimusalueen ilmastollisia olosuhteita edustavaa vuoden 2006 havainnoista muodostettua kolmen sääaseman etäisyyspainotettua yhdistelmäaineistoa. Päästöjen leviämistä ja pitoisuuksien muodostumista tarkasteltiin kaikissa vuoden 2006 aikana esiintyneissä tunneittaisissa meteorologisissa tilanteissa. Myös typen oksidien ilmakemiallinen muutunta päästöjen kulkeutumisen aikana otettiin huomioon laskelmissa. Saaduista tuntipitoisuuksien aikasarjoista muodostettiin kuhunkin tulostuspisteeseen tilastollisten määrittelyjen mukaiset korkeimmat vuosi-, vuorokausi- ja tuntikeskiarvot, joita on tässä työssä verrattu kotimaisiin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 2.1 Viivalähdemalli

Lähiliikenteen typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen aiheuttamia pitoisuuksia Tampereen Lakalaivan, Särkijärven, Palokallion ja Peltolammin alueella arvioitiin Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä viivalähdemallilla. Liikenteen päästöjen leviämistä voidaan tarkastella leviämismalleilla niin, että päästöjä käsitellään ruuduittain, mutta tarkempi pitoisuuksien kuvaus saadaan, kun liikenneväylien pakokaasupäästöjen leviämistä ympäristöön arvioidaan laskennallisesti viivalähdemalleilla. Viivalähdemalli perustuu leviämisen osalta analyyttiseen ratkaisuun (*LUHAR & PATIL, 1989*) ja päästöjen kemiallisen muutunnan osalta ns. 'discrete parcel'-menetelmään (*BENSON, 1984*), joka on samanlainen kuin amerikkalaisessa CALINE -mallissa. Käytetyllä viivalähdemallilla voidaan laskea mm. rikkidioksidin, hiilimonoksidin, hiukkasten, typpimonoksidin, typpidioksidin ja typen oksidien (kokonais- $\text{NO}_x$ ) pitoisuudet haluttuihin pisteisiin eri etäisyyksille liikenneväylästä.

Mallilaskelmissa käytettävä meteorologinen aikasarja sisältää tunneittaiset tiedot tuulen suunnista ja nopeuksista sekä ilmakehän stabiiliudesta laskenta-alueella, mikä mahdollistaa matemaattis-fysikaalisen mallin käytön. Viivalähdemallissa voidaan käyttää tarvittaessa meteorologisena perusaineistona esimerkiksi 1-3 vuoden pituista meteorologisten parametrien tunneittaisten arvojen aikasarjaa.

Viivalähdemallin laskentatuloksina saatavia pitoisuuden tuntikeskiarvoja analysoidaan tilastollisesti niin, että laskentapisteisiin voidaan tuottaa mm. kotimaisten ilmanlaadun ohjearvojen määrittelyjen mukaiset pitoisuudet eri epäpuhtauskomponenteille. Laskennallisista tunnusluvuista voidaan arvioida yksittäisen liikenneväylän vaikutus lähialueen pitoisuuksiin tai koko tutkimusalueen liikenneverkon päästöjen kokonaisvaikutus komponenteittain. Viivalähdemallilla ei voida kuvata katukuiluolosuhteista aiheutuvia päästöjen leviämiseen ja pitoisuuksien muodostumiseen vaikuttavia erityispiirteitä.

Viivalähdemallin sovellutuksiin käytettiin päästötietoja, joissa on otettu huomioon mm. viivalähteinä tarkasteltavien katuosuuksien sijainti, päästömäärät, päästöjen keskimääräinen vapautumiskorkeus ja päästöjen ajallinen vaihtelu. Lähiliikenteen päästöjen lähtötietoina käytettiin pääosin Destian toimittamaa aineistoa.

## 2.2 Typen oksidien ilmakemiamallit

Polttoaineiden palamisessa muodostuvat kiinteiden lähteiden ja liikenteen typenoksidipäästöt ovat pääasiassa typpimonoksidia (NO), kun taas mm. terveysvaikutuksiltaan haitallisempaa typpidioksidia (NO<sub>2</sub>) on päästöistä ainoastaan pieni osa. Oksidit hapetuvat ilmassa kaasufaasireaktioissa hapen, otsonin, hydroksyyliiradikaalin ja orgaanisten peroksiiradikaalien toimiessa hapettimina. Reaktionopeudet riippuvat vuoden- ja vuorokaudenajasta, leveyspiiristä (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 leviämislaskelmin voitaisiin kuvata erilaisten hapettuneiden typen yhdisteiden pitoisuudet ulkoilmassa, on mallisovelluksissa otettava huomioon ilmakehässä tapahtuvat kemialliset reaktiot. Pistemäisten päästölähteiden (piippujen) typenoksidipäästöjen muutunutta käsitellään Ilmatieteen laitoksella tehtävissä leviämisselvityksissä menetelmällä, jossa kaupunkimalliin on yhdistetty erilaisten meteorologisten tilanteiden ja otsonin taustapitoisuuden mukaan parametrisoituja funktioita. Näillä funktioilla kuvataan typen oksidien hapettumista ja NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-suhteen muuttumista poistokaasuvanassa eri etäisyyksillä päästölähteestä. Kemiallisen muutunnan malli perustuu hollantilaisiin, vuosina 1975–1985 suoritettuihin mittauksiin, joissa selvitettiin typenoksidipäästöjen hapettumista erilaisissa meteorologisissa olosuhteissa (*JANSSEN et al., 1988*).

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

- 1) Alueellinen tausta arvioidaan Ilmatieteen laitoksen perustason seuranta-asemien tai vastaavien tausta-asemien mittaustuloksista, joista määritetään kullekin vuoden kuu-kaudelle vuorokauden sisäistä vaihtelua kuvaavat typpidioksidi- ja otsonipitoisuuksien keskimääräiset tuntikeskiarvojen jakaumat.
- 2) Kaupunkimallilla määritetään laskennassa tarkasteltavalle yksittäiselle viivalähteelle piste- ja pintalähteiden aiheuttama typen oksidien taustapitoisuus, joka 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 kuluminen typen oksidien ilmakeiillisissä reaktioissa huomioidaan, ts. alueellisen otsonitaustan ei oleteta olevan muutunnassa ehtymätön otsonilähde.

Kemiallisissa muutuntamalleissa tarvittavat auringon säteilytiedot muodostettiin tässä tutkimuksessa Tampere-Pirkkalan lentosääaseman mittaustuloksista. Otsonin ja typen oksidien taustapitoisuustiedot saatiin Ilmatieteen laitoksen Ähtärin tausta-asemalta vuosilta 2002–2004.

### **2.3 Meteorologisten tietojen käsittely leviämismalleissa**

Ilman epäpuhtauksien leviämisen kannalta keskeisiä meteorologisia muuttujia ovat tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiiliutta kuvaava suure ja sekoituskorkeus. Tuulen suunta ja nopeus määräävät epäpuhtauden keskimääräisen kulkeutumisen. Ilmakehän stabiiliutta kuvaavalla suurella arvioidaan ilmavirtauksen pyörteisyyttä, joka tuulen nopeuden ohella vaikuttaa merkittävästi epäpuhtauksien sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemiseen kulkeutumisen aikana. Sekoituskorkeus ilmaisee sen alimman ilmakehän kerroksen paksuuden, jossa sekoittuminen tapahtuu.

Tässä leviämiselvityksessä on käytetty Ilmatieteen laitoksella kehitettyä meteorologisten tietojen käsittelymallia (ks. RANTAKRANS, 1990, KARPPINEN, 2001). Tämän ns. ilmakehän rajakerroksen (0–2000 m merenpinnasta) parametrisointimenetelmän avulla voidaan arvioida normaaleista meteorologisista rutiinihavainnoista ne rajakerroksen tilaan vaikuttavat muuttujat, joita tarvitaan epäpuhtauksien leviämismalleissa. Tarvittavat meteorologiset mittaustiedot saadaan Ilmatieteen laitoksen sää-, auringonpaiste- ja radioluotaushavaintojen tietokannoista.

Perinteisissä leviämismallisovellutuksissa on käytetty karkeaa ilmakehän stabiiliusluokitusta (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 paikallisia tekijöitä kuten leviämisalustan rosoisuus ja vuodenaikaiset albedoarvot (maanpinnan kyky heijastaa auringon säteilyä). Sääasemilta saatavat perushavainnot valitaan tutkimusaluetta lähimpänä olevalta asemalta. Tämän lisäksi tuulen suunta- ja nopeustiedot voidaan muodostaa myös usean aseman tilastollisena yhdistelmänä. Luotaushavainnot valitaan lähimmältä luotausasemalta. Lopputuloksena saadaan leviämismalleissa tarvittavien ilmakehän rajakerroksen parametrien ja meteorologisten tietojen tunneittaiset aikasarjat.

Leviämislaskelmia varten on määritettävä mallin koko sovellutusaluetta mahdollisimman hyvin edustavat ilmakehän rajakerrosta kuvaavat parametrit. Tässä tutkimuksessa on muodostettu Tampereen seudun ilmastollisia olosuhteita kuvaava meteorologinen etäisyyspainotettu yhdistelmäaineisto Tampere-Pirkkalan lentosääaseman sekä Kankaanpään sääaseman ja Jokioisten observatorion synoptisista havainnoista. Auringonpaistetiedot on saatu Tampere-Pirkkalan lentoaseman mittauksista. Sekoituskorkeuden määrittämiseen on käytetty Jokioisten luotaushavaintoja. Leviämismalliin tarvittavat ilmakehän rajakerroksen tilaa kuvaavat muuttujat on muodostettu vuoden tunneittaiseksi aikasarjaksi vuodelle 2006.

### 3 TUTKIMUKSEN SUORITUS

#### 3.1 Liikenteen päästötiedot

Autoliikenteen päästöt arvioitiin leviämismallilaskelmia varten viivalähteinä. Tutkimusalueen liikenteen päästöt laskettiin käyttämällä hyväksi Destian (entinen Tieliikelaitos) toimittamia tieosakohtaisia tietoja liikenteestä, joita täydennettiin soveltuvin osin vuonna 2002 valmistuneessa Tampereen seudun typenoksidipäästöjen leviämislaskelmien (*SALMI, ym., 2002*) aineistolla. Autoliikenteen typenoksidi- ja hiukkaspäästöt laskettiin käyttämällä hyväksi Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmän (LIISA 2005) tuloksista vuosille 2006 ja 2030 arvioituja päästökertoimia ja ajoneuvojakaumia (*MÄKELÄ, ym., 2006*).

Liikenteen päästöjen laskennassa käytetyt menetelmät olivat pääosin samoja kuin vuonna 2002 valmistuneessa Tampereen seudun typenoksidipäästöjen leviämislaskelmissa (*SALMI, ym., 2002*). Tutkimusalueen liikenteen lisäksi mallilaskelmissa otettiin huomioon sen ulkopuolella lähiympäristössä noin 3–4 km:n etäisyydellä tutkimusalueesta sijaitsevat tiet ja kadut. Tutkimusalueen ulkopuolella sijaitsevien katujen ja teiden tiedot autoliikenteestä saatiin em. Tampereelle vuonna 2002 valmistuneen typenoksidipäästöjen leviämismallilaskelmista (*SALMI, ym., 2002*). Mallilaskelmien taustapitoisuudet arvioitiin typenoksidien osalta Ilmatieteen laitoksen Ähtärin tausta-aseman ja hiukkasten osalta YTV:n Luukin ilmanlaadun mittausasemien tuloksista.

Tieosakohtaisten kokonaisajosuoritteiden ja raskaiden ajoneuvojen suoriteosuuden lisäksi mallilaskelmissa huomioitiin myös mm. tienosien alku- ja loppukoordinaatit, pituudet, tietyypit ja nopeusrajoitukset. Kunkin viivalähteen keskimääräinen päästö laskettiin eri ajoneuvotyyppien nopeusriippuvien päästökertoimien, keskimääräisen vuorokausiliikenteen ja raskaiden ajoneuvojen suoriteosuuden perusteella. Päästölaskennassa käytettiin VTT:n arviota eri ajoneuvotyyppien keskimääräisistä suoriteosuuksista Suomessa vuosille 2006 ja 2030. Lisäksi otettiin huomioon katalysaattoriajoneuvojen yleistymisen myötä lisääntyvä typpidioksidin (NO<sub>2</sub>) osuus typenoksidipäästöistä.



Leviämismallilaskelmissa oletettiin autoliikenteen typenoksidipäästöistä olevan keskimäärin 8 % typpidioksidia vuonna 2006 ja 14 % typpidioksidia vuonna 2030.

Viivalähteiden päästöt määritettiin leviämislaskelmia varten suhteessa tienosan todelliseen pituuteen (päästön yksikkö g/s/m). Viivalähteittäiset typenoksidipäästöt on esitetty liitekuviissa 1, 2 ja 3 sekä viivalähteittäiset hiukkaspäästöt liitekuviissa 4, 5 ja 6. Leviämislaskelmissa otettiin huomioon autoliikenteen päästöjen tunti-, viikonpäivä- ja kuukausivaihtelut käyttämällä hyväksi vuoden 2002 Tampereelle tehdyn typenoksidipäästöjen leviämisselvityksen (*SALMI, et al., 2002*) aineistoja. Taulukossa 1 on esitetty tutkittujen eri laskentavaihtoehtojen liikenneverkon mukaiset typenoksidien ja hiukkasten kokonaispäästöt.

Taulukko 1. Lähiliikenteen typenoksidien ja hiukkasten kokonaispäästöt eri päästövaihtoehdoilla.

Laskentavaihtoehto	typenoksidipäästö (t/vuosi)	hiukkaspäästö (t/vuosi)
2006	127	8
2030 (ei eritasoliittymää)	154	13
2030+ (eritasoliittymä)	173	15

### 3.2 Lasketut pitoisuudet

Liikenteen päästöjen aiheuttamat pitoisuudet laskettiin tutkimusalueelle maanpintatasoon noin 3 km × 2,5 km:n kokoiselle tulostusalueelle yhteensä 5 496 tulostuspisteeseen. Liikenteen päästöjen leviämislaskelmissa otettiin huomioon teiden ja katujen päästöt tutkimusalueen lisäksi noin 3–4 km:n etäisyydelle alueelta. Mallilaskelmissa huomioitiin myös typenoksidien ja hiukkasten taustapitoisuudet, jotka arvioitiin Ilmatieteen laitoksen Ähtärin ja YTV:n Luukin mittausasemien tuloksista.

Leviämismalleilla laskettiin kuhunkin tulostuspisteeseen vuoden 2006 tunneittaisia meteorologisia tilanteita vastaavat pitoisuuksien tuntikeskiarvojen aikasarjat. Saaduista

pitoisuuden aikasarjoista muodostettiin kuhunkin tulostuspisteeseen tilastollisten määrittelyjen mukaiset korkeimmat vuosi-, vuorokausi- ja tuntikeskiarvot, jotka on määritelty 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
- 36. korkein vuorokausikeskiarvo on suurin koko tarkastellun meteorologisen jakson vuosittaisista 36. korkeimmista vuorokausipitoisuuksista
- korkein tuntikeskiarvo on suurin koko tarkastellun meteorologisen jakson korkeimmista tuntipitoisuuksista
- korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus on suurin kalenterikuukauden 99 %:n rajapitoisuuksista koko tarkastellulla meteorologisen 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

Maanpintatason tulostuspisteisiin lasketut pitoisuuskeskiarvot esitetään aluejakaumakuvina, joissa kullakin alueella tietyn pitoisuuden ylittyminen on todennäköistä pitkän havaintojakson aikana. Tunti- ja vuorokausikeskiarvojen aluejakaumat eivät siis esitä ajallisesti yhtenäistä tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot saattavat esiintyä eri laskentapisteissä eri ajankohtina. Raportin aluejakaumakuvissa esitetyt pitoisuudet ovat kotimaisiin terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin verrannollisia. Leviämislaskelmien tuloksina esitetyissä, raportin lopussa olevissa pitoisuuksien aluejakaumakuvissa on tulostusalueen korkeimman pitoisuusarvon sijaintipaikka merkitty valkoisella tähdellä. Kunkin maksimin numeroarvo on luettavissa aluejakaumakuvan oikealta puolelta. Pitoisuuksien aluejakaumakuvissa on ilmoitettu myös vastaavat Suomessa nykyisin voimassa olevat terveysvaikutusperusteiset ohje- ja raja-arvot.

## 4 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.

Taulukossa 2 on esitetty maassamme nykyisin voimassa olevat typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuden ohjearvot (*Vnp 480/96*). Ilman typpidioksidipitoisuuden ja hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden vuorokausikeskiarvo voi ohjearvomäärittelyjen mukaan ylittää yhden kerran kuukaudessa taulukossa 2 esitetyn vuorokausiohjearvon. Ilman typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvoista voi yksi prosentti kuukauden jaksolla olla suurempia kuin taulukon tuntiohjearvo. Hiukkasten kokonaisleijuman (TSP) vuorokausikeskiarvoista voi 2 prosenttia vuoden jaksolla olla suurempia kuin taulukon vuorokausiohjearvo. Ohjearvomäärittelyjen mukaan ohjearvoihin verrattavat pitoisuudet ilmoitetaan lämpötilassa 20 °C.

Taulukko 2. Ulkoilman typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuden ohjearvot (*Vnp 480/96*).

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo	Tilastollinen määrittely
Typpidioksidi	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Hiukkaset, kokonaisleijuma (TSP)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	aritmeettinen vuosikeskiarvo vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
Hengitettävät hiukkaset ( $PM_{10}$ )	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Kokonaisleijumalla (TSP, Total Suspended Particles) tarkoitetaan hiukkasia, johon saattaa sisältyä kooltaan varsin suuriakin halkaisijaltaan jopa kymmenien mikrometrien hiukkasia. Tällaisten hiukkasten korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen ja aiheuttavat likaantumista mm. keväisin, kun hiekoitusmateriaalista peräisin oleva katupöly nousee ilmaan. Suurin osa kokonaisleijuman hiukkasista on niin isoja, että ne jäävät ihmisen ylähengitysteihin ja poistuvat terveillä henkilöillä elimistöstä melko tehokkaasti. Terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat pienet hiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syvälle ihmisten hengitysteihin. Näistä ns. hengitettäville hiukkasille (PM<sub>10</sub>, PM = Particulate Matter), joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10 mikrometriä, on annettu ohjearvo, joka on sopiva vertailukohde tässä tutkimuksessa mallilaskelmin saaduille pitoisuuksille.

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 ylittymisestä on tiedotettava väestölle ja on ryhdyttävä toimiin ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvojen ylitysten estämiseksi. Kyseeseen saattaa tällöin tulla esimerkiksi liikenteen päästöihin vaikuttaminen liikennettä rajoittamalla.

Valtioneuvoston asetuksessa 9.8.2001 (*Vna 711/2001*) annetut EU:n ilmanlaadun ensimmäisen tytärdirektiivin (*1999/30/EY*) typpidioksidia ja hengitettäviä hiukkasia koskevat **raja-arvot** on esitetty taulukossa 3. Ensimmäisessä tytärdirektiivissä on lisäksi annettu hengitettäville hiukkasille suuntaa-antavat ns. 2. vaiheen raja-arvot (vuosikeskiarvo 20 µg/m<sup>3</sup> ja 24 tunnin keskiarvo 50 µg/m<sup>3</sup>, enintään 7 ylitystä vuodessa), joita pienempiä pitoisuuksien tulee olla viimeistään 1.1.2010.

Taulukko 3. Ulkoilman typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien raja-arvot (*Vna 711/2001*).

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

\*) pitoisuudet ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

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. Taulukossa 3 on lisäksi esitetty ajankohdat, jolloin pitoisuuksien viimeistään tulee olla raja-arvoa pienemmät. Ihmisten terveyden suojelemiseksi annetut hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) raja-arvot ovat olleet voimassa 1.1.2005 alkaen.

## 5 TULOKSET

### 5.1 Pitoisuuksien maksimiarvot

Leviämislaskelmien tuloksena vuoden 2006 ja vuodelle 2030 ennustetuilla päästötilanteilla, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030) ja kun eritasoliittymä rakennetaan (2030+), saadut tutkimusalueen korkeimmat typpidioksidipitoisuudet ja hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuudet maanpintatasolla on esitetty taulukoissa 4 ja 5. Taulu-

koiden 4 ja 5 pitoisuusarvot sisältävät myös kaukokulkeutuneiden päästöjen aiheuttaman taustapitoisuuden. Typpidioksidin taustapitoisuus on arvioitu Ilmatieteen laitoksen Ähtärin mittausaseman tuloksista ja hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) taustapitoisuus YTV:n Luukin mittausaseman tuloksista.

Taulukko 4. Leviämismallilla arvioidut tutkimusalueen suurimmat ulkoilman typpidioksidipitoisuudet maanpintatasolla vuoden 2006 ja vuodelle 2030 ennustetuilla päästötilanteilla, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030) ja kun eritasoliittymä rakennetaan (2030+). Pitoisuuksissa on huomioitu alueellinen tausta.

Tilastollinen tunnusluku	Ohje-/ raja-arvo (µg/m <sup>3</sup> )	Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> )		
		2006	2030	2030+
Vuosikeskiarvo	40**	46	56	60
Korkein vuorokausikeskiarvo		84	111	120
2. korkein vuorokausikeskiarvo	70*	81	96	98
Korkein tuntikeskiarvo		183	313	350
Korkein tuntiarv. 99 %:n rajapit.	150*	129	195	197
19. korkein tuntikeskiarvo	200**	129	181	188

\*) terveysvaikutusperusteinen ohjearvo

\*\*\*) terveysvaikutusperusteinen raja-arvo

Taulukko 5. Leviämismallilla arvioidut tutkimusalueen suurimmat ulkoilman hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuudet (µg/m<sup>3</sup>) maanpintatasolla vuoden 2006 ja vuodelle 2030 ennustetuilla päästötilanteilla, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030) ja kun eritasoliittymä rakennetaan (2030+). Pitoisuuksissa on huomioitu alueellinen hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) tausta.

Tilastollinen tunnusluku	Ohje-/ raja-arvo (µg/m <sup>3</sup> )	Hiukkaspitoisuus (µg/m <sup>3</sup> )		
		2006	2030	2030+
Vuosikeskiarvo	40** (PM <sub>10</sub> )	27	38	41
Korkein vuorokausikeskiarvo		80	129	136
2. korkein vuorokausikeskiarvo	70* (PM <sub>10</sub> )	61	88	98
36. korkein vuorokausikeskiarvo	50** (PM <sub>10</sub> )	40	57	61
Korkein tuntikeskiarvo		266	444	480
Korkein tuntiarvojen 99 %:n rajapit.		144	255	268

\*) terveysvaikutusperusteinen ohjearvo

\*\*\*) terveysvaikutusperusteinen raja-arvo

## 5.2 Typpidioksidipitoisuuksien aluejakaumat

### 5.2.1 Typpidioksidipitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2006

Leviämislaskelmin määritetty tutkimusalueen ja sen lähialueen liikenteen vuoden 2006 päästöjen aiheuttama laskennallisten typpidioksidipitoisuuksien alueellinen vaihtelu maanpintatasolla käy ilmi liitekuvista 7–10. Suurimmat liikenteen päästöjen aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet muodostuivat valtatie 3:n, valtatie 9:n ja Lempääläntien varsille sekä näiden vilkkaimpien teiden risteysalueille.

Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo ylittäisi tulosten mukaan raja-arvon  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  korkeimmillaan noin 1,1 -kertaisesti pienellä alueella valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä (liitekuva 7). Suurimmassa osassa tulostusaluetta typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo olisi kuitenkin alle  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja alittaisi vuosiraja-arvon selvästi. Etäisyyden kasvaessa valtaväyliltä pitoisuustasot laskevat nopeasti ja esim. Palokallion omakotialueella typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo olisi laskelmien mukaan alle  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo ylittää tulosten mukaan ilmanlaadun ohjearvon  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  noin 1,2 -kertaisesti pienellä alueella valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä (liitekuva 8). Typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo sen sijaan alittaisi tuntiohjearvon (ohjearvo  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kaikkialla tutkimusalueella (liitekuva 9). Suurimmillaan typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrannolliset vuorokausi- ja tuntikeskiarvot olisivat valtatie 3:lla ja valtatie 9:llä. Palokallion omakotialueen kohdalla alle 100 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi noin  $45\text{--}50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yli 100 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta korkeimmillaankin alle  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi Palokallion omakotialueella korkeimmillaankin alle  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Typpidioksidipitoisuuden raja-arvoon verrannollinen tuntikeskiarvo alittaisi tulosten mukaan raja-arvon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kaikkialla tulostusalueella (liitekuva 10). Suurimmillaan

pitoisuus ( $129 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olisi valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteysalueella ja Palokallion omakotitaloalueella typpidioksidipitoisuuden raja-arvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi laskelmien mukaan korkeimmillaankin alle  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 5.2.2 Typpidioksidipitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2030

Leviämislaskelmin määritetty tutkimusalueen ja sen lähialueen liikenteen vuoden 2030 päästöjen (eritasoliittymää ei rakenneta) aiheuttama laskennallisten typpidioksidipitoisuuksien alueellinen vaihtelu maanpintatasolla käy ilmi liitekuvista 11–14. Suurimmat liikenteen päästöjen aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet muodostuivat valtatie 3:n, valtatie 9:n ja Lempääläntien varsille sekä näiden vilkkaimpien teiden risteysalueille.

Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo (liitekuva 11) ylittäisi tulosten mukaan raja-arvon  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  korkeimmillaan noin 1,4 -kertaisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä. Etäisyyden kasvaessa valtaväyliltä pitoisuudet laskevat nopeasti. Suurimmassa osassa tulostusaluetta typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo olisi alle  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja alittaisi vuosiraja-arvon selvästi ja esim. Palokallion omakotialueella typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo olisi laskelmien mukaan korkeimmillaankin alle  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Typpidioksidipitoisuuden korkeimmat ohjearvoihin verrannolliset vuorokausikeskiarvo ja tuntikeskiarvo ylittävät tulosten mukaan vastaavat ilmanlaadun ohjearvot (vuorokausiohjearvo  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja tuntiohjearvo  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) korkeimmillaan noin 1,4 -kertaisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä (liite kuvat 12 ja 13). Suurimmillaan typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo ja tuntikeskiarvo olisivat valtatie 3:n ja valtatie 9:n varrella. Palokallion omakotialueella korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi alle 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta noin  $45\text{--}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo noin  $100\text{--}110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Palokallion omakotitaloalueella yli 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:lta ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi korkeimmillaankin alle  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo alle  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Typpidioksidipitoisuuden raja-arvoon verrannollinen tuntikeskiarvo alittaisi tulosten mukaan raja-arvon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kaikkialla tulostusalueella (liitekuva 14). Suurimmillaan pitoisuus ( $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olisi valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteysalueella. Palokallion omakotitaloalueella typpidioksidipitoisuuden raja-arvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi laskelmien mukaan alle 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta noin  $100\text{--}110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yli 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:lta korkeimmillaankin alle  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 5.2.3 Typpidioksidipitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2030+

Leviämislaskelmin määritetty tutkimusalueen ja sen lähialueen liikenteen vuoden 2030 päästötilanteessa (eritasoliittymä rakennetaan) aiheuttama laskennallisten typpidioksidipitoisuuksien alueellinen vaihtelu maanpintatasolla käy ilmi liitekuvista 15–18. Suurimmat liikenteen päästöjen aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet muodostuivat Valtatie 3:n, valtatie 9:n ja Lempääläntien varsille sekä näiden vilkkaimpien teiden risteysalueille.

Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo ylittäisi tulosten mukaan raja-arvon  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  korkeimmillaan noin 1,5 -kertaisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä (liitekuva 15). Etäisyyden kasvaessa valtaväyliltä pitoisuudet laskevat nopeasti. Suurimmillaan typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo ja tuntikeskiarvo olisivat tulostusalueella valtatie 3:n ja valtatie 9:n varrella. Suurimmassa osassa tulostusaluetta typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo olisi alle  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja alittaisi vuosiraja-arvon selvästi. Palokallion omakotialueella typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo olisi laskelmien mukaan korkeimmillaankin alle  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo ylittäisi tulosten mukaan ilmanlaadun vuorokausiohjearvon  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  korkeimmillaan noin 1,4 -kertaisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä (liitekuva 16). Vastaavasti korkein ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo ylittäisi tulosten mukaan ilmanlaadun tuntiohjearvon  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  korkeimmillaan noin 1,3 -kertaisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksestä noin 500 m itään valtatie 9:n varrella (liitekuva 17). Suurimmillaan typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo ja tuntikes-

kiarvo olisivat valtatie 3:n ja valtatie 9:n varrella. Palokallion omakotialueella korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi alle 300 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta noin 45–60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo noin 100–120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Palokallion omakotitaloalueella yli 300 m:n etäisyydellä valtatie 3:lta olisi ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo korkeimmillaankin alle 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo alle 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Typidioksidipitoisuuden raja-arvoon verrannollinen tuntikeskiarvo (liitekuva 18) alittaisi tulosten mukaan raja-arvon 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  kaikkialla tulostusalueella. Suurimmillaan pitoisuus (188  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olisi valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteysalueella. Palokallion omakotialueella typidioksidipitoisuuden raja-arvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi laskelmien mukaan alle 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta 100–110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yli 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta korkeimmillaankin alle 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **5.3 Hiukkaspitoisuuksien aluejakaumat**

#### **5.3.1 Hiukkaspitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2006**

Leviämislaskelmin määritetty tutkimusalueen ja sen lähialueen liikenteen vuoden 2006 päästöjen aiheuttama hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuksien alueellinen vaihtelu maanpintatasolla käy ilmi liitekuvista 19–21. Suurimmat autoliikenteen päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuudet muodostuivat valtatie 3:n, valtatie 9:n ja Lempääläntien varsille sekä näiden vilkkaimpien teiden risteysalueille.

Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden vuosikeskiarvo alittaisi tulosten mukaan kaikkialla tulostusalueella raja-arvon 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (liitekuva 19). Korkeimmillaan hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden vuosikeskiarvo (maksimipitoisuus 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olisi valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä. Suurimmassa osassa tulostusaluetta hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden vuosikeskiarvo olisi kuitenkin alle 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja alittaisi vuosiraja-arvon selvästi. Palokallion omakotialueella hengitettävien hiukkasten

(PM<sub>10</sub>) pitoisuuden vuosikeskiarvo olisi laskelmien mukaan korkeimmillaankin alle 14 µg/m<sup>3</sup>.

Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo alittaa tulosten mukaan ilmanlaadun raja-arvon 70 µg/m<sup>3</sup> kaikkialla tulostusalueella (liitekuva 20). Korkeimmillaan ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo (maksimipitoisuus 61 µg/m<sup>3</sup>) olisi pienellä alueella valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä. Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuden ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi Palokallion omakotialueella korkeimmillaankin alle 30 µg/m<sup>3</sup>.

Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuden raja-arvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo alittaisi tulosten mukaan raja-arvon 50 µg/m<sup>3</sup> kaikkialla tulostusalueella (liitekuva 21). Suurimmillaan pitoisuus (maksimipitoisuus 40 µg/m<sup>3</sup>) olisi valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteysalueella. Palokallion omakotitaloalueella hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuden raja-arvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi laskelmien mukaan korkeimmillaankin alle 20 µg/m<sup>3</sup>.

### 5.3.2 Hiukkaspitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2030

Leviämislaskelmin määritetty tutkimusalueen ja sen lähialueen liikenteen vuoden 2030 päästöjen (eritasoliittymää ei rakenneta) aiheuttama laskennallisten hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuksien alueellinen vaihtelu maanpintatasolla käy ilmi liitekuvista 22–24. Suurimmat autoliikenteen päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuudet muodostuivat valtatie 3:n, valtatie 9:n ja Lempääläntien varsille sekä näiden vilkkaimpien teiden risteysalueille.

Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuden vuosikeskiarvo alittaisi tulosten mukaan kaikkialla raja-arvon 40 µg/m<sup>3</sup> (liitekuva 22). Korkeimmillaan hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuden vuosikeskiarvo (maksimipitoisuus 38 µg/m<sup>3</sup>) olisi valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä. Suurimmassa osassa tulostusaluetta hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuden vuosikeskiarvo olisi kuitenkin alle 17 µg/m<sup>3</sup> ja pitoisuus alittaisi

vuosiraja-arvon selvästi. Palokallion omakotialueella hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden vuosikeskiarvo olisi laskelmien mukaan pääsääntöisesti alle  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo ylittäisi tulosten mukaan ilmanlaadun raja-arvon  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  suurimmillaan noin 1,3 –kertaisesti pienellä alueella valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä (liitekuva 23). Palokallion omakotialueella hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden vuosikeskiarvo olisi laskelmien mukaan alle 150 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta  $30\text{--}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yli 150 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta korkeimmillaankin alle  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden raja-arvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo ylittäisi tulosten mukaan raja-arvon  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  suurimmillaan noin 1,1 –kertaisesti pienellä alueella valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteysalueella (liitekuva 24). Palokallion omakotitaloalueella hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden raja-arvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi laskelmien mukaan korkeimmillaankin alle  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **5.3.3 Hiukkaspitoisuudet laskentavaihtoehdolla 2030+**

Leviämislaskelmin määritetty tutkimusalueen ja sen lähialueen liikenteen vuoden 2030 päästöjen (eritasoliittymä rakennetaan) aiheuttama laskennallisten hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuksien alueellinen vaihtelu maanpintatasolla käy ilmi liitekuvista 25–27. Suurimmat autoliikenteen päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuudet muodostuivat valtatie 3:n, valtatie 9:n ja Lempääläntien varsille sekä näiden vilkkaimpien teiden risteysalueille.

Hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden vuosikeskiarvo (liitekuva 25) ylittäisi tulosten mukaan raja-arvon  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  suurimmillaan noin 1,02 –kertaisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä (liitekuva 25). Suurimmassa osassa tulostusaluetta hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden vuosikeskiarvo olisi kuitenkin alle  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja alittaisi vuosiraja-arvon selvästi. Palokallion omakotialueella hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden vuosikeskiarvo olisi laskelmien mukaan alle 150 m:n etäisyydellä

valtatie 3:sta noin 14–17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yli 150 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta korkeimmillaankin alle 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo ylittäisi tulosten mukaan ilmanlaadun ohjearvon 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  noin 1,4-kertaisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä (liitekuva 26). Suurimmillaan hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi Palokallion omakotialueella alle 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta noin 30–40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yli 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta korkeimmillaankin alle 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden raja-arvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo (liitekuva 27) ylittäisi tulosten mukaan raja-arvon 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  noin 1,2-kertaisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteyksessä (liitekuva 27). Palokallion omakotitaloalueella hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden raja-arvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi laskelmien mukaan alle 150 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta noin 20–25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yli 150 m:n etäisyydellä korkeimmillaankin alle 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### **5.4 Ilmanlaadun mittaustuloksia Tampereella**

Jatkuvatoimisia ilmanlaadun typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuksien seurantamittauksia on vuonna 2006 tehty Tampereella Pirkankadulla. Tampereen Pirkankadun mittausasema sijaitsee noin 5 km:n etäisyydellä tutkimusalueesta pohjoiseen noin 15 m:n etäisyydellä lähimmistä kaduista.

Tampereen Pirkankadulla vuonna 2006 tehtyjen mittausten tulosten mukaan typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo on ylittänyt ohjearvon (ohjearvo 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) suurimmillaan noin 1,2-kertaisesti (81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja korkein ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo on ylittänyt ohjearvon (ohjearvo 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) suurimmillaan noin 1,03-kertaisesti (155  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Pirkankadulla vuonna 2006 tehtyjen mittausten tulosten mukaan typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo on ollut suurimmillaan noin 65 % (26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vuosiraja-arvosta (raja-arvo 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja korkein raja-arvoon verrannollinen tuntikeskiarvo on suurimmillaan noin 70 % (139  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tuntiraja-arvosta (raja-arvo 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Tampereen Pirkankadulla vuonna 2006 tehtyjen mittausten tulosten mukaan hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) vuosikeskiarvo on ollut suurimmillaan noin 40 % ( $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vuosiraja-arvosta (vuosiraja-arvo  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja korkein raja-arvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo on ollut suurimmillaan noin 60 % ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vuorokausiraja-arvosta (vuorokausiraja-arvo  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Pirkankadulla vuonna 2006 tehtyjen mittausten tulosten mukaan hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo on ollut suurimmillaan noin 1,3 –kertaa suurempi ( $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ohjearvoa (ohjearvo  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

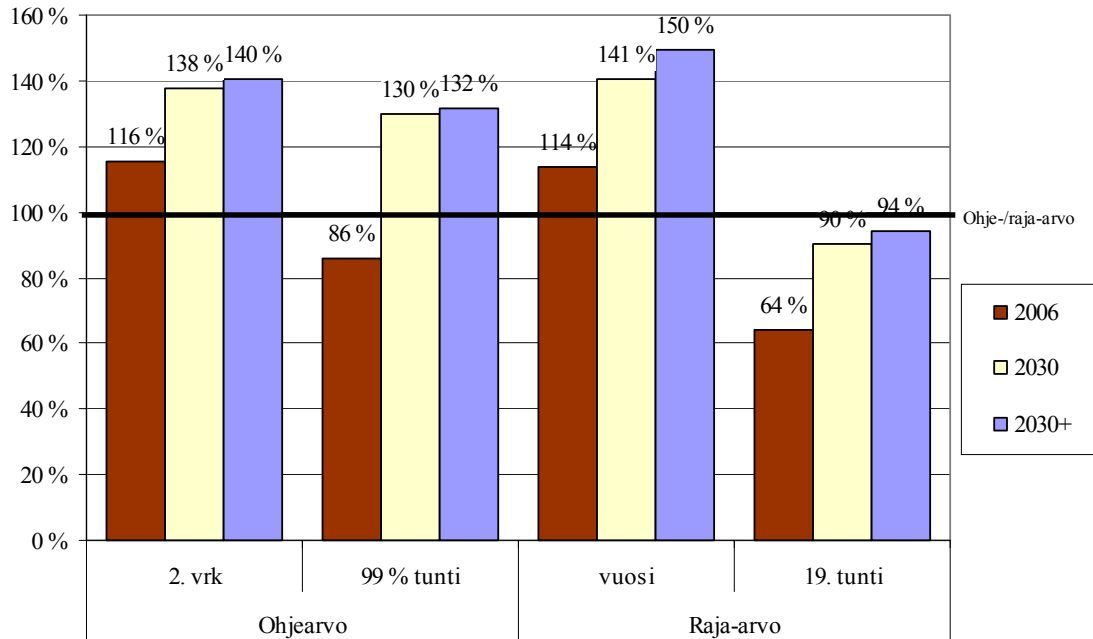
Mallilaskelmin saadaan yleensä liikenneväylille ja risteyksiin suurempia tuloksia kuin mittauksissa, koska mittausasemat eivät sijaitse liikenneväylillä eivätkä risteyksissä. Karkeasti voidaankin siis arvioida, että nykytilannetta edustaneella vuoden 2006 päästötilanteella saatiin mallilaskelmin samaa suuruusluokkaa olevia tuloksia mittausten kanssa.

## 6 TULOSTEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa arvioitiin leviämismallilaskelmin Tampereen eteläosaan valtatie 3:lle vuoden 2030 päästötilanteessa lähiliikenteestä aiheutuvia typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksia, kun alueelle rakennettavaksi suunniteltu eritasoliittymä joko rakennetaan (2030+) tai ei rakenneta (2030). Lähiliikenteen päästöjen aiheuttamia pitoisuuksia on tarkasteltu Lakalaivan, Särkijärven, Palokallion ja Peltolammin alueella. Leviämismallilaskelmat tehtiin vuodelle 2030 ennustettujen kahden eri päästötilanteen lisäksi nykytilannetta edustaneella vuoden 2006 päästötilanteella. Lähiliikenteen päästöjen aiheuttamat typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet arvioitiin leviämismallilaskelmin tutkimusalueen maanpintatasolle

Kuvassa A esitetään mallilaskelmien tuloksena saatujen lähiliikenteen päästöjen aiheuttamien tutkimusalueen korkeimpien typpidioksidipitoisuuksien suhde (%) ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin vuoden 2006 päästötilanteella ja vuodelle 2030 ennustetuilla kahdella eri päästötilanteella, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030) tai eritasoliittymä

rakennetaan (2030+). Kuvassa A esitetyt typpidioksidipitoisuuden korkeimmat arvot syntyvät pääsääntöisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteykseen tai risteysalueelle.



Kuva A. Lähiliikenteen päästöjen aiheuttamien tutkimusalueen korkeimpien typpidioksidipitoisuuksien suhde (%) ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin vuoden 2006 päästötilanteella ja vuodelle 2030 ennustetuilla kahdella eri päästötilanteella, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030) tai eritasoliittymä rakennetaan (2030+). Typpidioksidipitoisuuden korkeimmat arvot syntyvät pääsääntöisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteykseen tai risteysalueelle.

Leviämismallilaskelmien tulosten mukaan liikenteen päästöjen aiheuttamat korkeimmat ohjearvoihin verrannolliset typpidioksidipitoisuudet ylittäisivät maanpintatasolla tutkimuksessa tarkasteluilla eri laskentavaihtoehdoilla noin 1,1–1,5 –kertaisesti vuorokausi- ja tuntiohjearvot sekä vuosiraja-arvon lukuun ottamatta vuoden 2006 päästötilannetta, jossa typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo jää 86 %:iin tuntiohjearvosta. Typpidioksidipitoisuuden tuntiraja-arvo alittuisi kaikilla tarkastelluilla laskentavaihtoehdoilla. Typpidioksidipitoisuuden korkeimmat arvot syntyisivät pääsääntöisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteykseen tai risteysalueelle tai em. valtateiden varsille, josta pitoisuudet laskelmien mukaan nopeasti laskisivat etäisyyden kasvaessa valtateiltä (liitekuvat 7–18).

Valtatie 3:a lähellä olevalla Palokallion omakotitaloalueella typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo olisi kaikilla tutkituilla eri laskentavaihtoehdoilla alle 50 % raja-arvosta

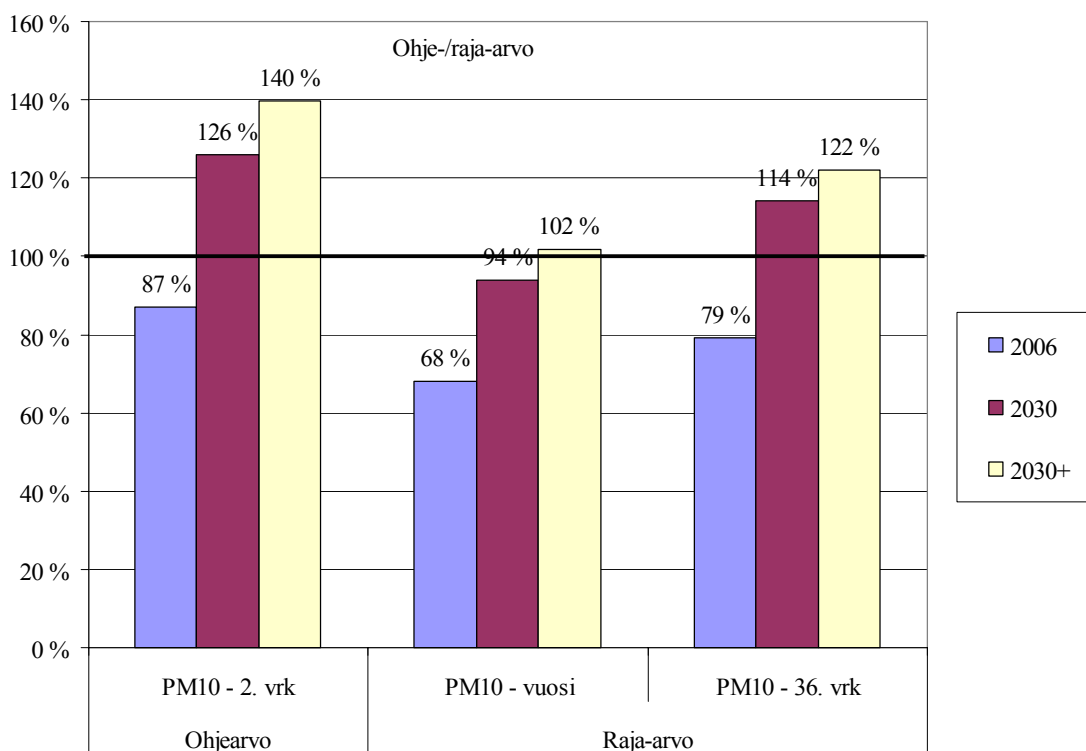
(vuosiraja-arvo  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Typpidioksidin raja-arvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi Palokallion alueella korkeimmillaankin alle 50 % raja-arvosta (raja-arvo  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vuoden 2006 päästötilanteessa. Vuoden 2030 laskentavaihtoehdoilla, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030) tai kun eritasoliittymä rakennetaan (2030+) olisi raja-arvoon verrannollinen tuntikeskiarvo Palokallion alueella korkeimmillaankin alle 55 % vuosiraja-arvosta.

Typpidioksidin ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi vuoden 2006 päästötilanteella Palokallion omakotialueella korkeimmillaan noin 65–70 % ohjearvosta (ohjearvo  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) noin 100 m etäisyydellä valtatie 3:sta. Vuoden 2030 laskentavaihtoehdolla, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030), ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi Palokallion alueella korkeimmillaan noin 70–85 % ohjearvosta 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta. Yli 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi alle 70 % ohjearvosta. Vuoden 2030 laskentavaihtoehdolla, kun eritasoliittymä rakennetaan (2030+), ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi Palokallion alueella korkeimmillaan noin 70–85 % ohjearvosta 300 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta. Yli 300 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi alle 70 % ohjearvosta.

Typpidioksidin ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi vuoden 2006 päästötilanteella Palokallion omakotialueella korkeimmillaankin alle 70 % ohjearvosta (ohjearvo  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Vuoden 2030 laskentavaihtoehdolla, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030), ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi Palokallion alueella korkeimmillaan noin 70–80 % tuntiohjearvosta 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta. Yli 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi alle 70 % ohjearvosta. Vuoden 2030 laskentavaihtoehdolla, kun eritasoliittymä rakennetaan (2030+), ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi Palokallion alueella korkeimmillaan noin 70–80 % tuntiohjearvosta 300 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta. Yli 300 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo olisi alle 70 % ohjearvosta.



Kuvassa B esitetään mallilaskelmien tuloksena saatujen lähiliikenteen päästöjen aiheuttamien tutkimusalueen korkeimpien hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuksien suhde (%) ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin vuoden 2006 päästötilanteella ja vuodelle 2030 ennustetuilla kahdella eri päästötilanteella, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030) tai eritasoliittymä rakennetaan (2030+). Kuvassa B esitetyt hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden korkeimmat arvot syntyivät valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteykseen tai risteysalueelle.



Kuva B. Lähiliikenteen päästöjen aiheuttamien tutkimusalueen korkeimpien hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuksien suhde (%) ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin vuoden 2006 päästötilanteella ja vuodelle 2030 ennustetuilla kahdella eri päästötilanteella, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030) tai eritasoliittymä rakennetaan (2030+). Hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuden korkeimmat arvot syntyivät valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteykseen tai risteysalueelle.

Leviämismallilaskelmien tulosten mukaan vuoden 2006 laskentavaihtoehdolla liikenteen päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuudet alittaisivat ohje- ja raja-arvot kaikkialla tutkimusalueella. Vuoden 2030 päästötilanteella, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030), hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuus ylittäisi vuorokausiohjearvon noin 1,3 -kertaisesti (ohjearvo  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sekä vuorokausiraja-

arvon noin 1,1 –kertaisesti (raja-arvo  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mutta pitoisuuden vuosikeskiarvo olisi korkeimmillaan noin 70 % vuosiraja-arvosta (raja-arvo  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Vuoden 2030 päästötilanteella, kun eritasoliittymä rakennetaan (2030+), hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuus ylittäisi ohje- ja raja-arvot korkeimmillaan noin 1,4 –kertaisesti. Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuksien korkeimmat arvot tutkituilla eri laskentavaihtoehdoilla syntyisivät pääsääntöisesti valtatie 3:n ja valtatie 9:n risteysalueelle tai em. valtateiden varsille, josta pitoisuudet laskelmien mukaan nopeasti laskisivat etäisyyden kasvaessa valtateiltä (liitekuvat 19–27).

Valtatie 3:a lähellä olevalla Palokallion omakotialueella hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden vuosikeskiarvo olisi kaikilla tutkituilla eri laskentavaihtoehdoilla korkeimmillaankin noin 40 % raja-arvosta (vuosiraja-arvo  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden raja-arvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi Palokallion alueella korkeimmillaankin noin 50 % raja-arvosta (raja-arvo  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kaikilla tutkituilla laskentavaihtoehdoilla.

Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi Palokallion omakotialueella vuoden 2006 päästötilanteella noin 100 m etäisyydellä valtatie 3:sta korkeimmillaankin alle 45 % ohjearvosta (ohjearvo  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Vuoden 2030 laskentavaihtoehdolla, kun eritasoliittymää ei rakenneta (2030), hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi Palokallion alueella 100 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta korkeimmillaan noin 45–60 % ohjearvosta. Yli 100 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta Palokallion alueella ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi alle 45 % ohjearvosta. Vuoden 2030 laskentavaihtoehdolla, kun eritasoliittymä rakennetaan (2030+), hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuden ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi Palokallion alueella 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta korkeimmillaan noin 45–60 % ohjearvosta. Yli 200 m:n etäisyydellä valtatie 3:sta Palokallion alueella ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo olisi alle 45 % ohjearvosta.

Liitekuvassa 28 on esitetty typpidioksidipitoisuuden korkeimman ohjearvoon verrannollisen vuorokausikeskiarvon ja liitekuvassa 29 hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) kor-

keimman ohjearvoon verrannollisen vuorokausikeskiarvon suhteellinen muutos laskentavaihtoehtojen 2030 (eritasoliittymää ei rakenneta) ja 2030+ (eritasoliittymä rakennetaan) välillä. Liitekuvista 28 ja 29 nähdään, että sekä vuorokausiohjearvoon verrannollinen typpidioksidipitoisuus että vuorokausiohjearvoon verrannollinen hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuus kasvaisi korkeimmillaan noin 20 %, jos eritasoliittymä rakennettaisiin vuoden 2030 päästötilanteella. Suhteellisesti eniten pitoisuudet kasvaisivat rakennettavaksi suunnitellun eritasoliittymän alueella ja läheisellä Palokallion omakotialueella.

Leviämismallilaskelmin saatujen tulosten mukaan valtatie 3:a lähellä olevalle Palokallion omakotialueelle saadut korkeimmatkin typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuudet alittavat kaikilla tutkituilla laskentavaihtoehdoilla ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot. Korkeimmat mallilaskelmin saadut typpidioksidipitoisuudet olisivat Palokallion omakotialueella korkeimmillaankin noin 70–85 % ohjearvoista ja alle 55 % raja-arvoista. Vastaavasti korkeimmat mallilaskelmin saadut hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuudet olisivat noin 45–60 % ohjearvosta ja alle 60 % raja-arvoista kaikilla tutkituilla laskentavaihtoehdoilla Palokallion omakotialueella.

Ennustetuilla vuoden 2030 päästötilanteilla saadut korkeimmat pitoisuudet ylittäisivät leviämismallilaskelmin saatujen tulosten mukaan typpidioksidipitoisuudelle annetut ohje- ja raja-arvot korkeimmillaan noin 1,3–1,5 -kertaisesti ja hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuudelle annetut ohje- ja raja-arvot korkeimmillaan noin 1,02–1,4 -kertaisesti. Mallilaskelmin saadut tulokset todennäköisesti yliarvioivat jonkin verran em. pitoisuustuloksia, koska mallilaskelmissa on epävarmuuksia mm. autoliikenteen liikennemäärien, ajoneuvojakauman ja päästökertoimien kehityksen ennustamisessa. Lisäksi mallilaskelmissa on käytetty samoja typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) taustapitoisuusarvoja vuoden 2006 päästötilanteelle ja vuodelle 2030 ennustetuille päästötilanteille. Em. taustapitoisuuksien tulevien vuosien kehitys on oletettavasti laskeva. Vuodelle 2030 ennustettujen päästötilanteiden (rakennetaan eritasoliittymä tai ei) välille syntyviä pitoisuusmuutoksia on kuitenkin pidettävä keskenään vertailukelpoisina, koska laskentavaihtoehdot eroavat toisistaan lähinnä vain liikennemäärien ja teiden sijaintipaikkojen suhteen.

## VIITELUETTELO

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.

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.

MÄKELÄ, K., LAURIKKO, J. & KANNER, H., 2006. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt. LIISA 2005 laskentajärjestelmä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Rakennus- ja yhdyskuntateknikka. Tutkimusraportti VTT-R-00108-07.

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

SALMI, J., PIETARILA, H. & RASILA, T., 2002. Tampereen seudun typenoksidipäästöjen leviämislaskelmat. Ilmatieteen laitos, ilmanlaadun tutkimus, Helsinki.

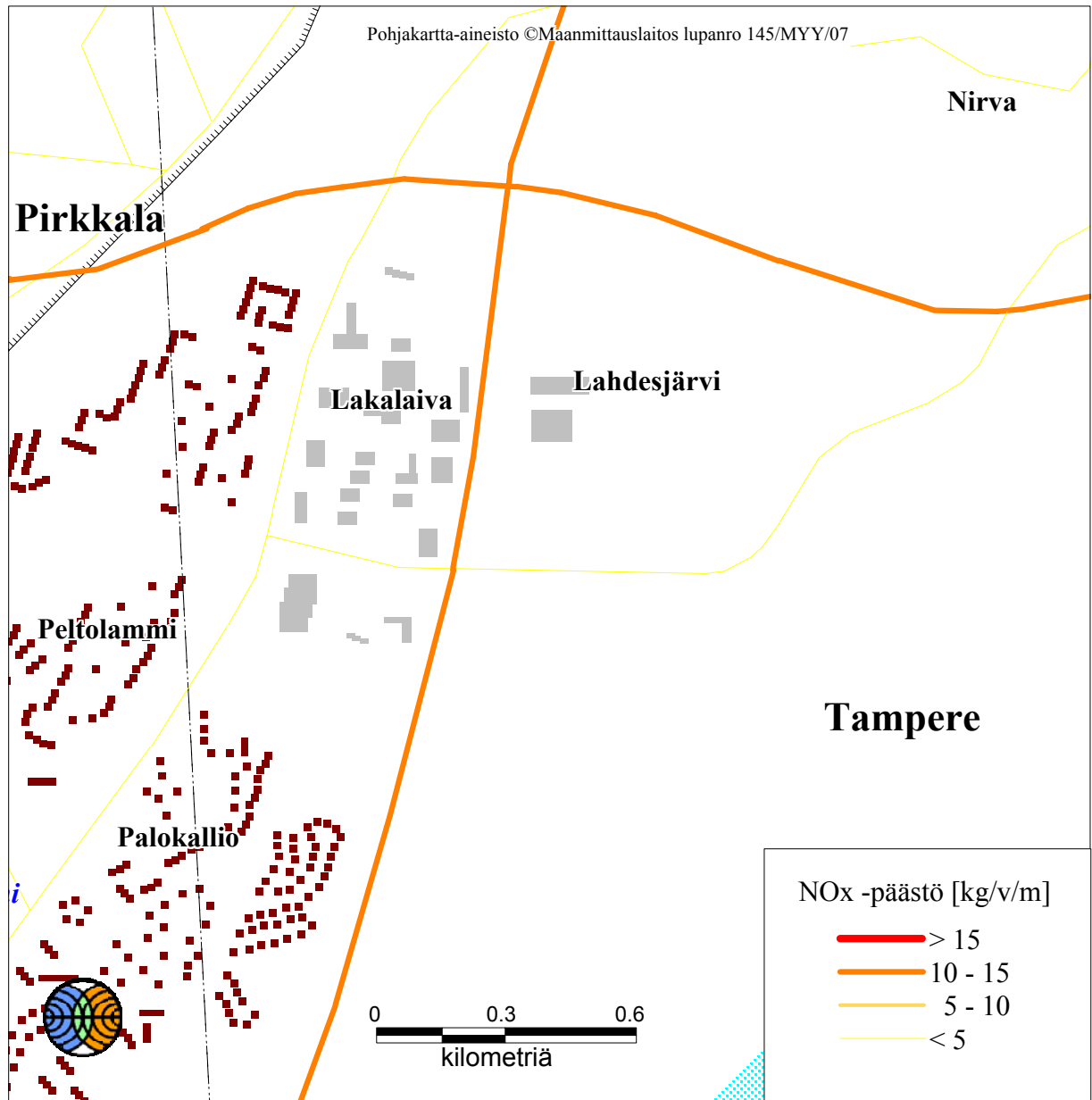
Vnp 480/96. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista. Annettu Helsingissä 19.6.1996.

Vna 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.

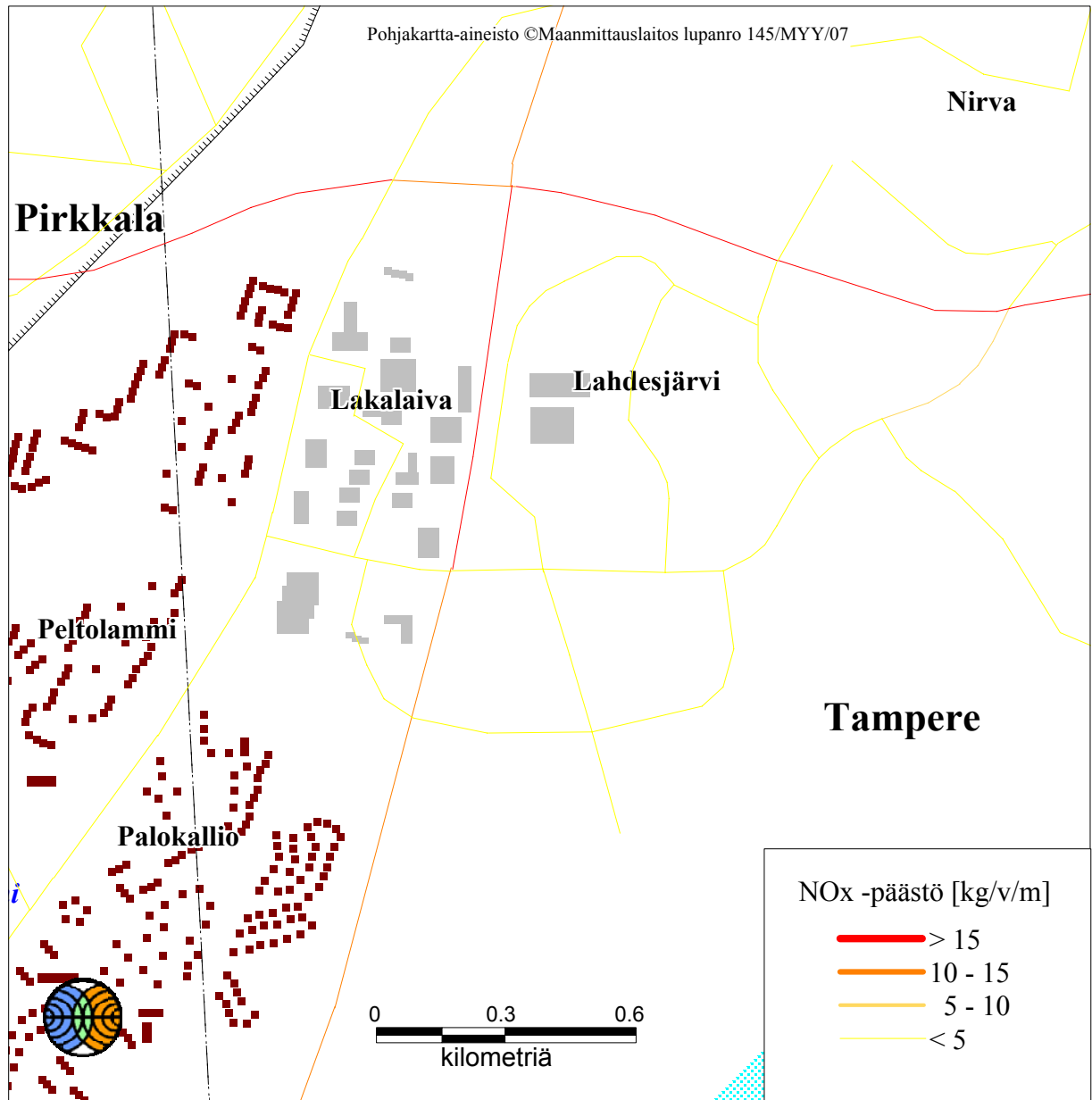
## **LIITEKUVAT**

# VALTATIE 3 TAMPERE 2006



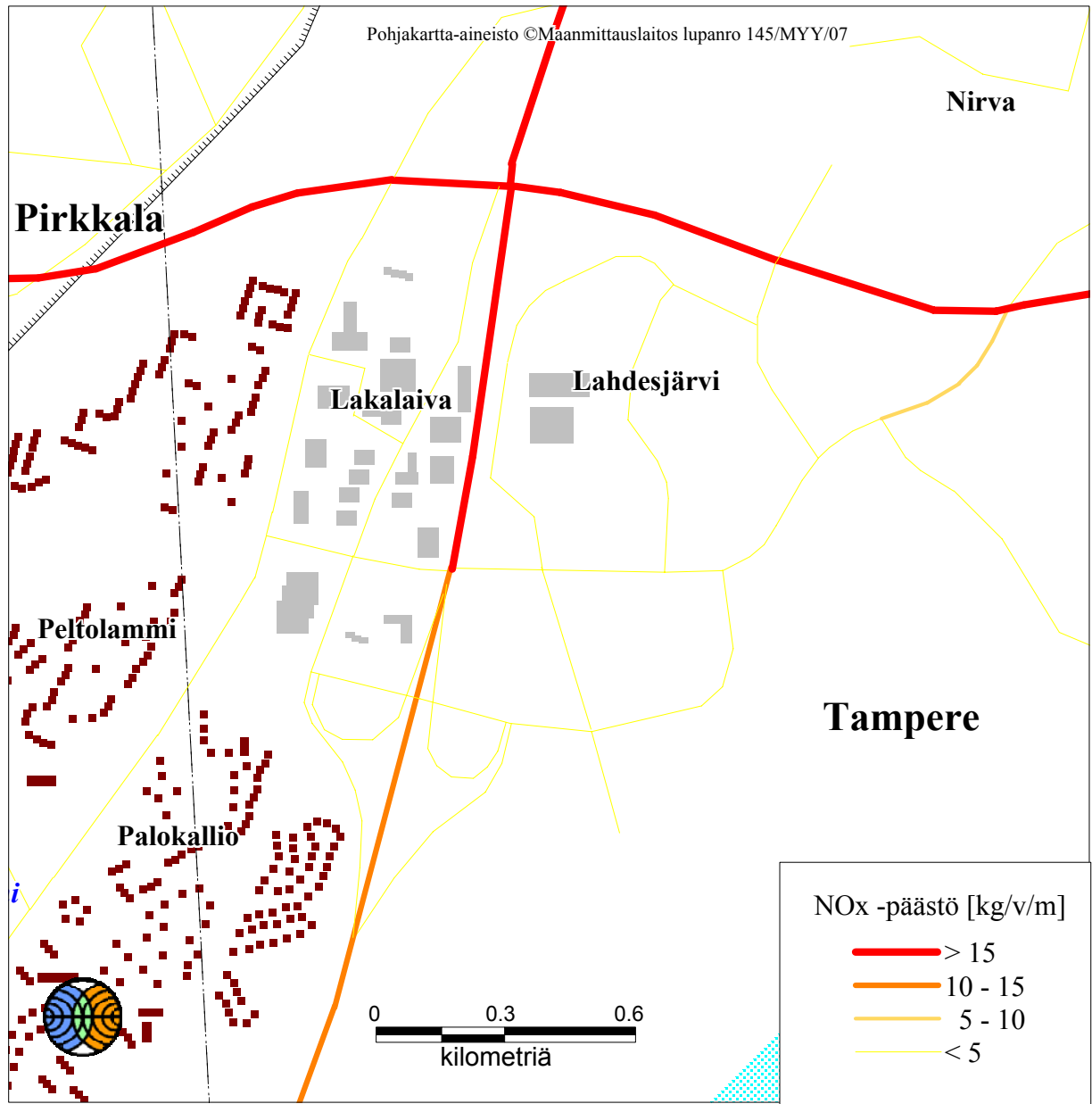
Kuva 1. Autoliikenteen viivalähteiden typenoksidipäästö [kg/m/vuosi].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



Kuva 2. Autoliikenteen viivalähteiden typenoksidipäästö [kg/m/vuosi].

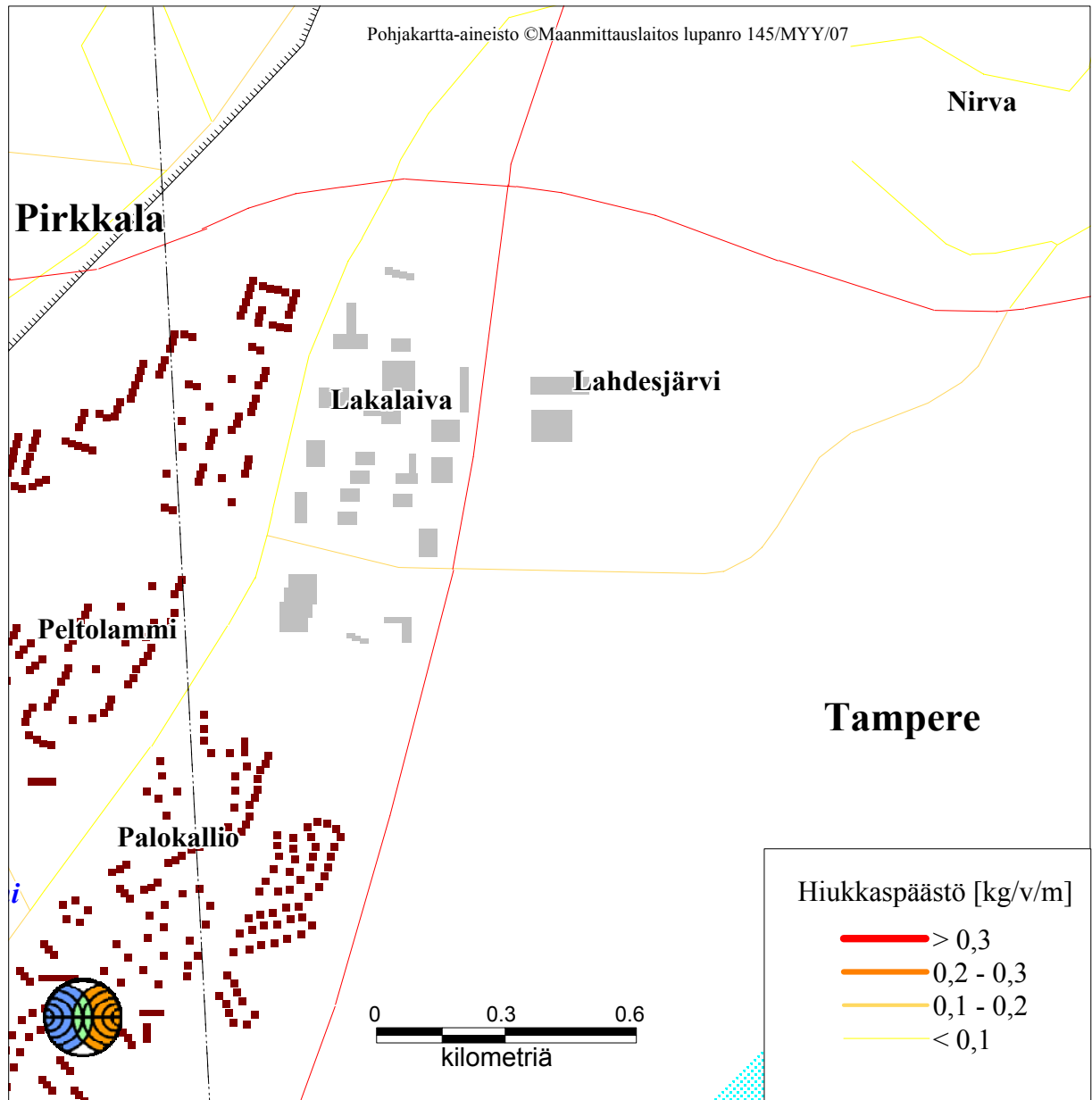
# VALTATIE 3 TAMPERE 2030+



Kuva 3. Autoliikenteen viivalähteiden typenoksidipäästö [kg/m/vuosi].

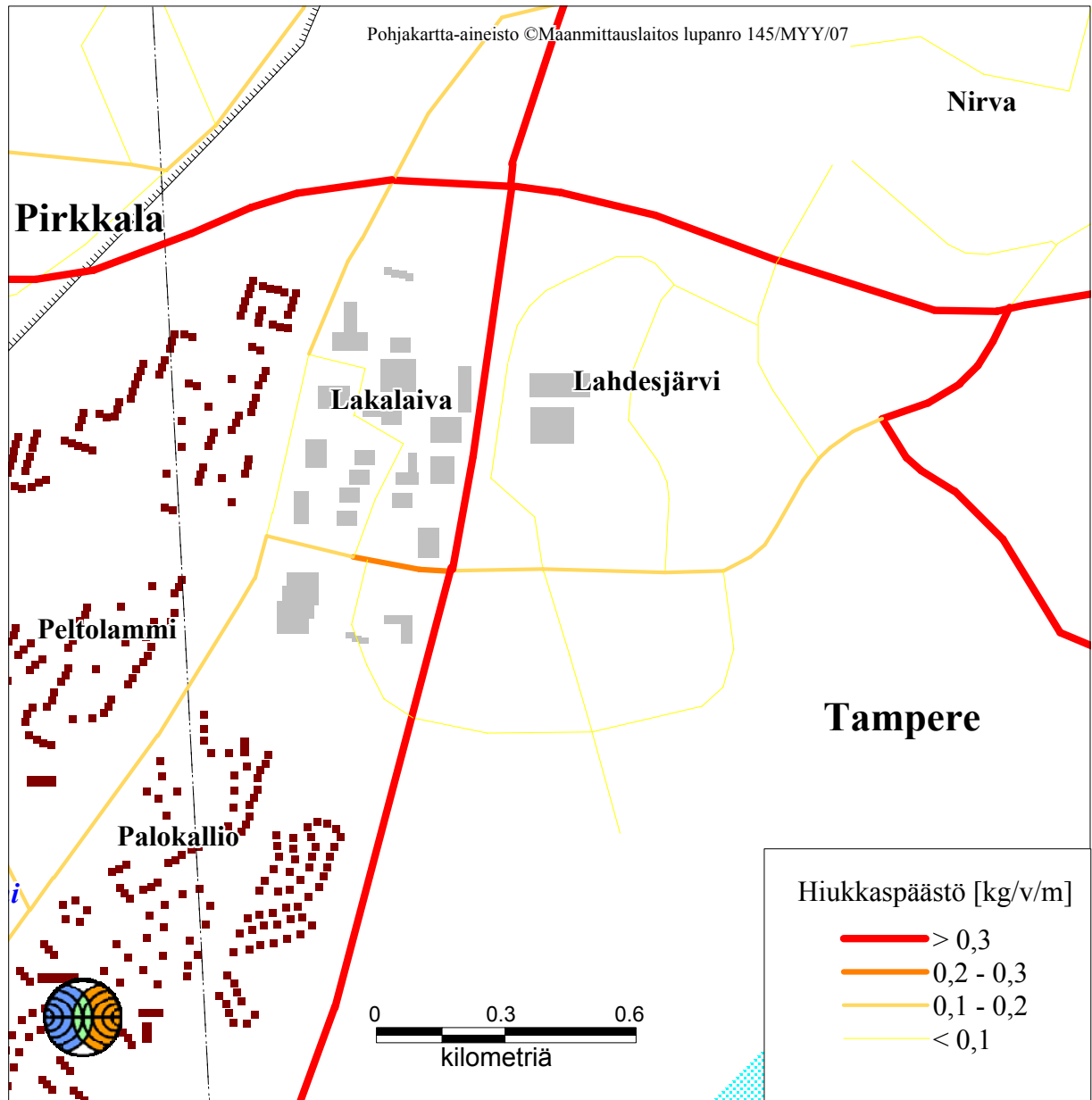


# VALTATIE 3 TAMPERE 2006



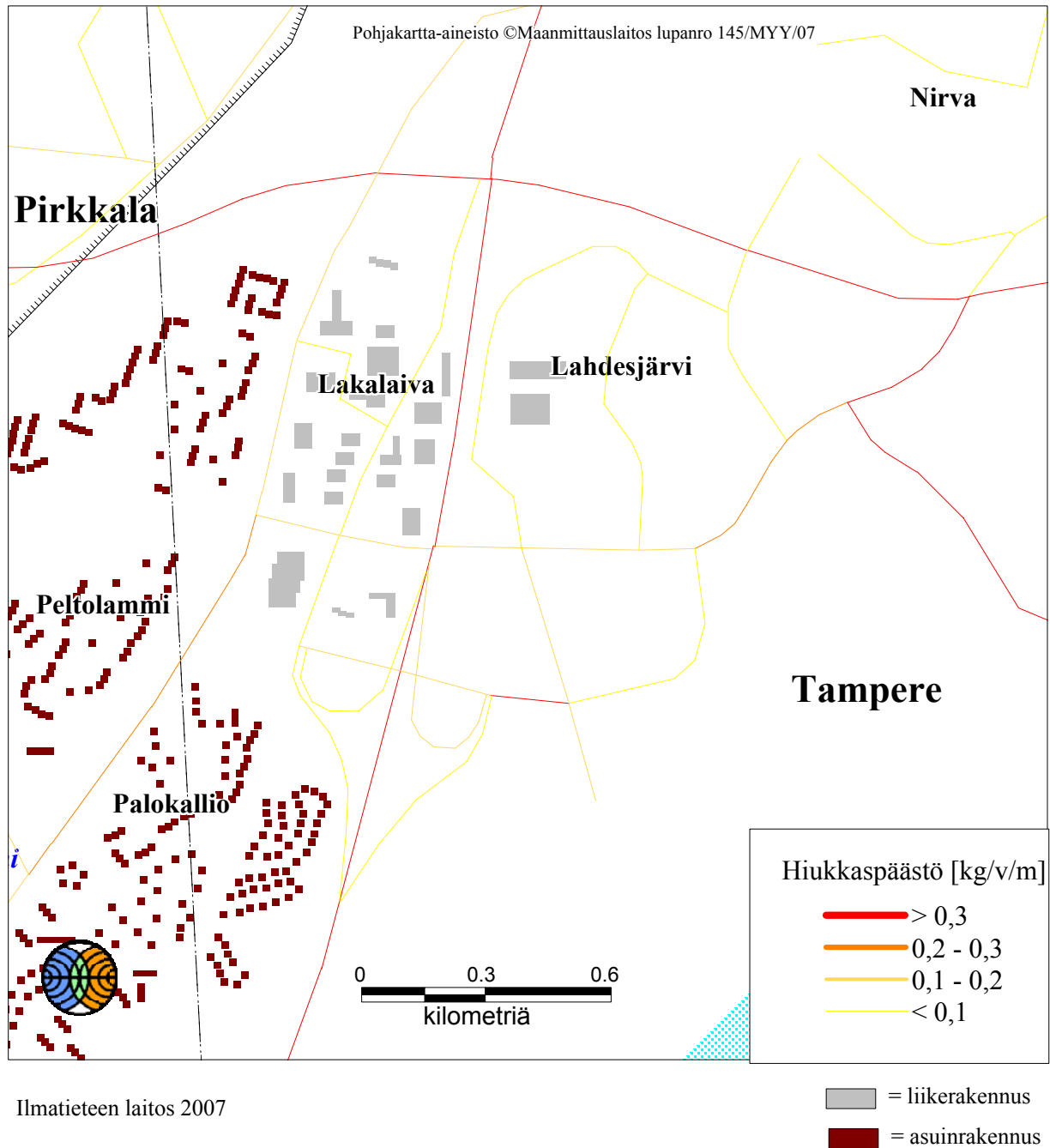
Kuva 4. Autoliikenteen viivalähteiden hiukkaspäästö [kg/m/vuosi].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



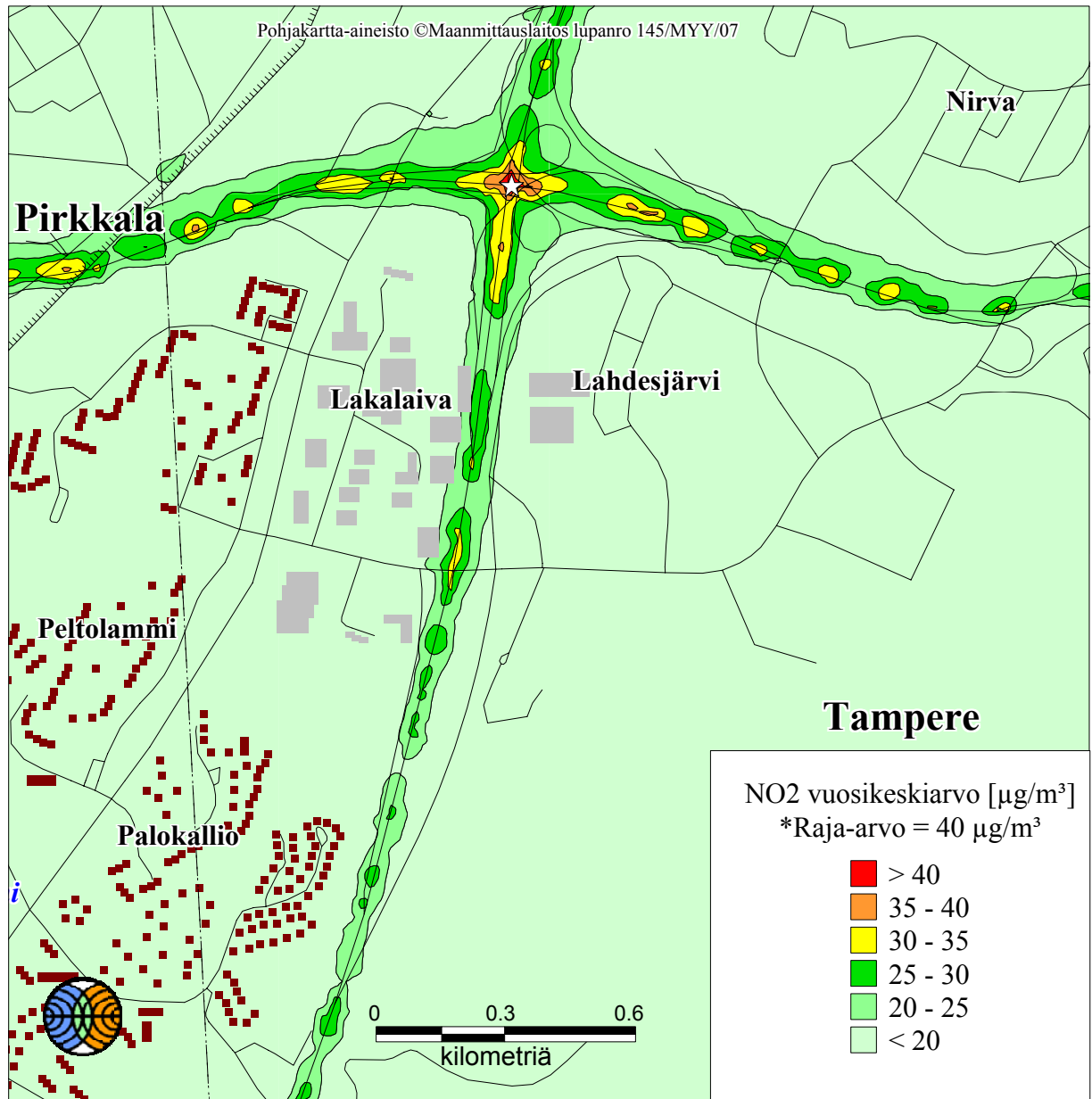
Kuva 5. Autoliikenteen viivalähteiden hiukkaspäästö [ $\text{kg/m/vuosi}$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030+



Kuva 6. Autoliikenteen viivalähteiden hiukkaspäästö [kg/m/vuosi].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2006

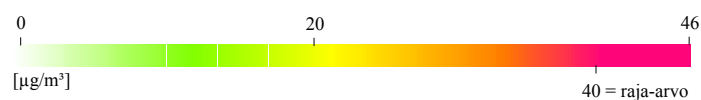


Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus  
 ■ = asuinrakennus

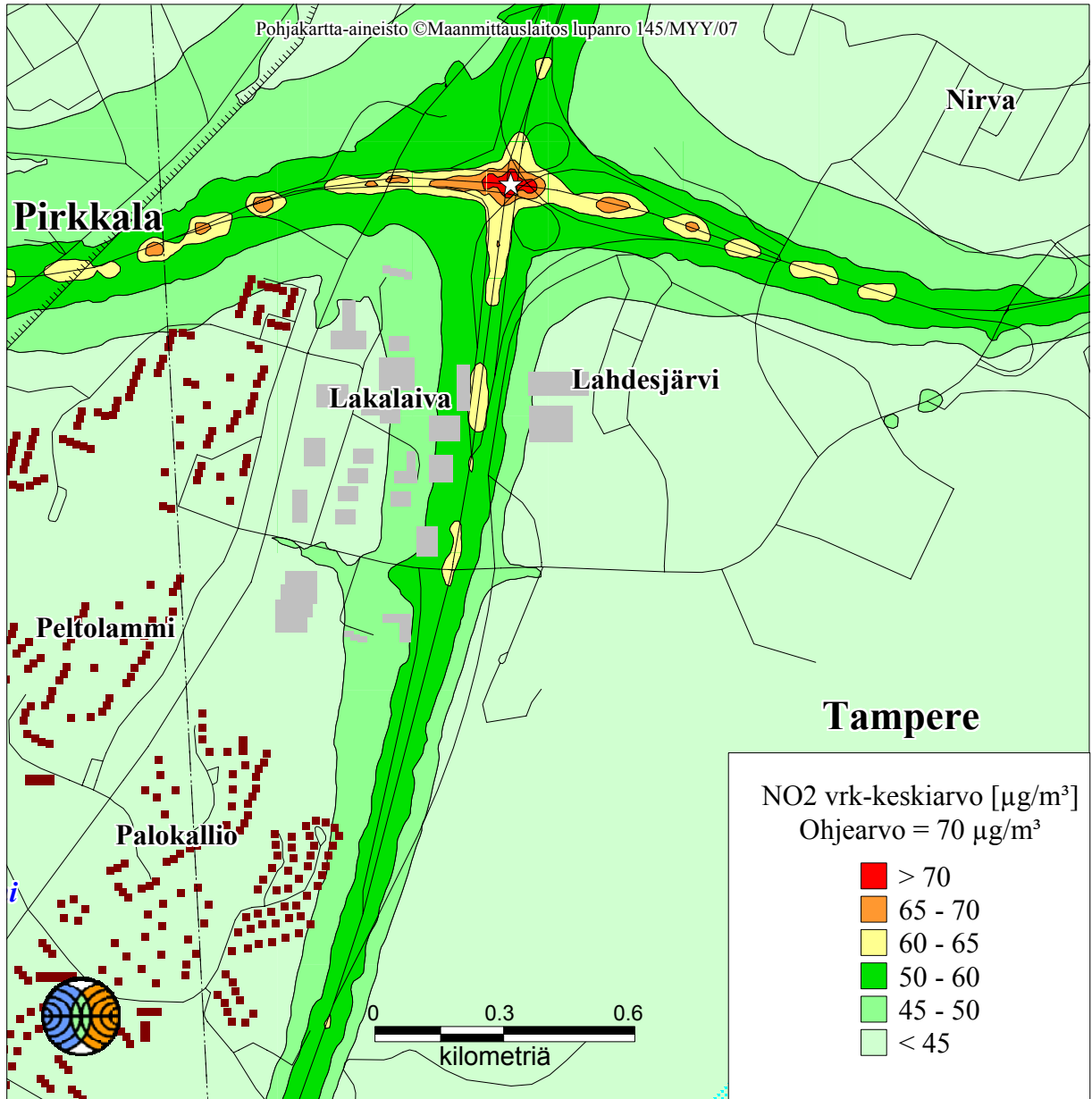
\*Raja-arvo alitettava viimeistään 1.1.2010

★ = maksimi =  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 7. Typpidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2006

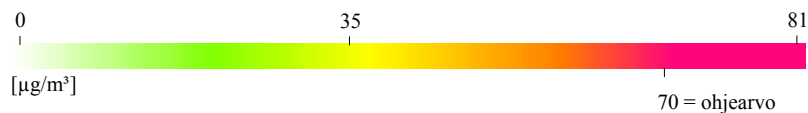


Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

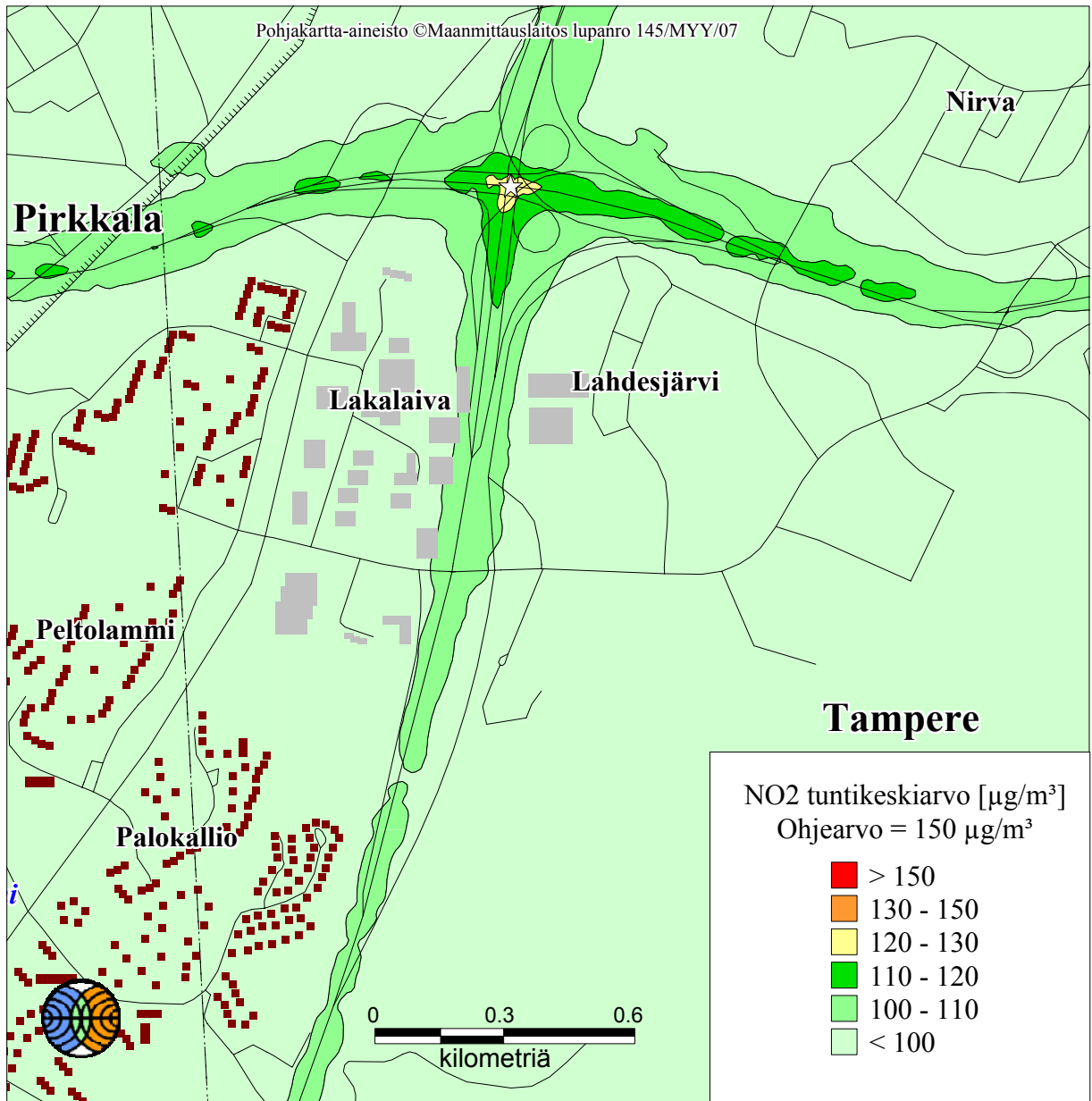
■ = asuinrakennus

★ = maksimi = 81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 8. Typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

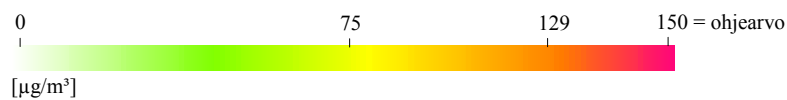
# VALTATIE 3 TAMPERE 2006



Ilmatieteen laitos 2007

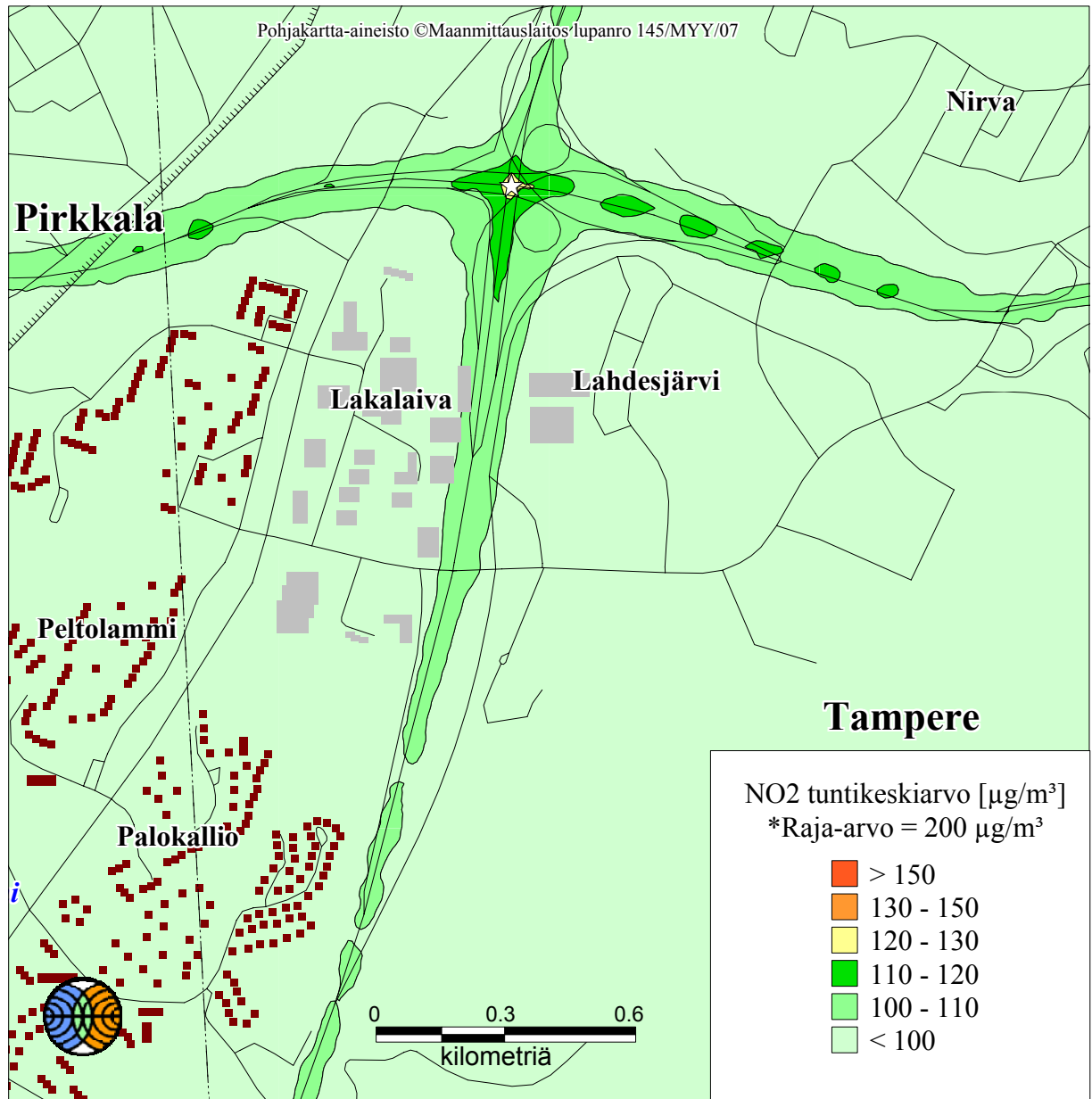
■ = liikerakennus  
■ = asuinrakennus

★ = maksimi = 129  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 9. Typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2006

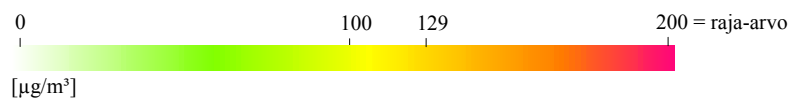


Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus  
 ■ = asuinrakennus

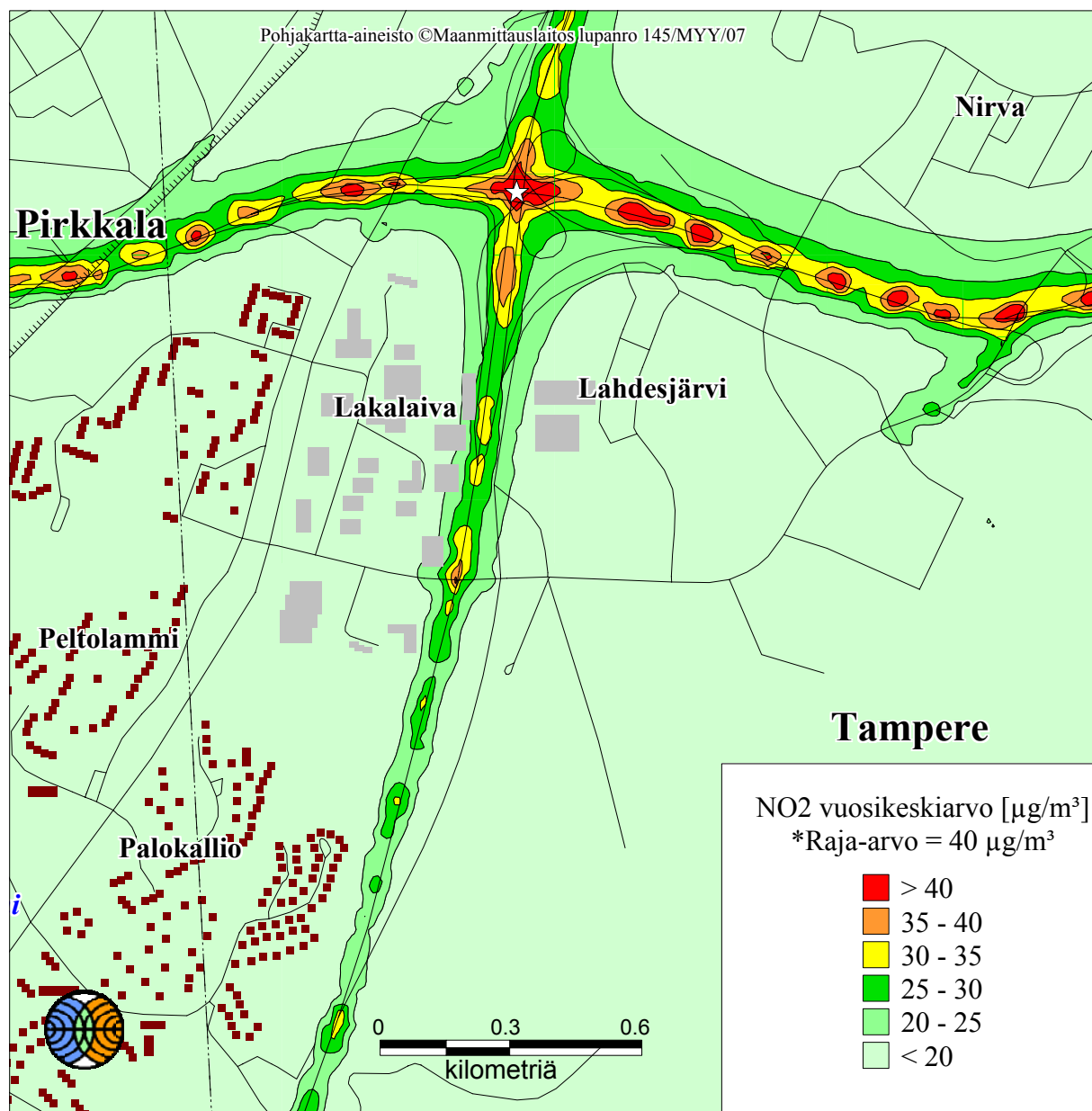
\*Raja-arvo alitettava viimeistään 1.1.2010

★ = maksimi = 129  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 10. Typpidioksidipitoisuuden 19. korkein tuntikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus  
 ■ = asuinrakennus

\*Raja-arvo alitettava viimeistään 1.1.2010

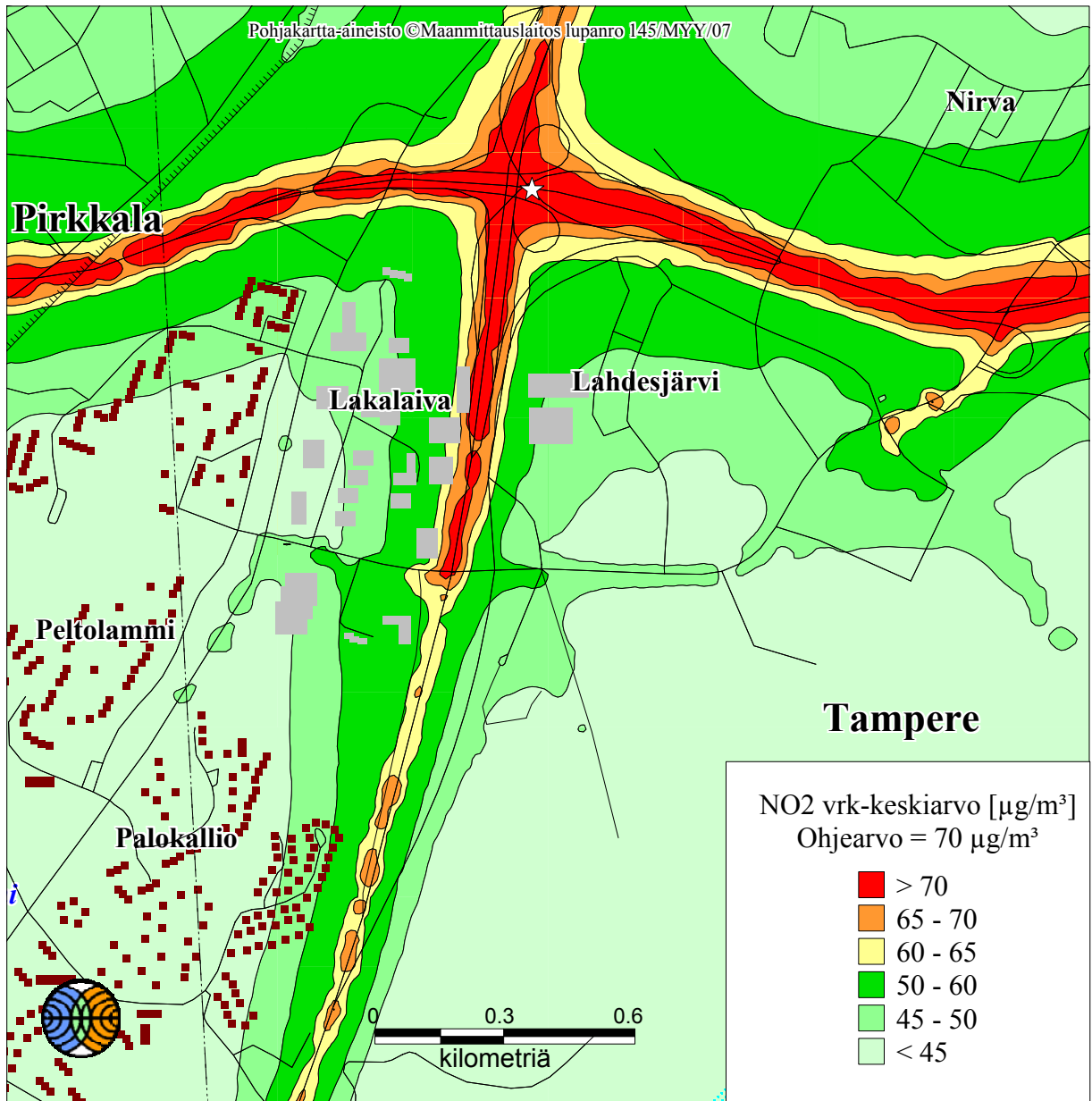
★ = maksimi = 56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 11. Typpidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].



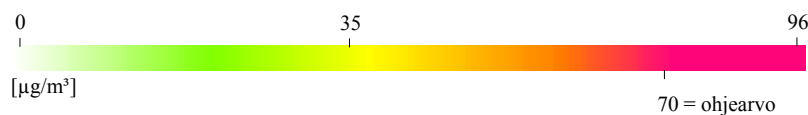
# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



Ilmatieteen laitos 2007

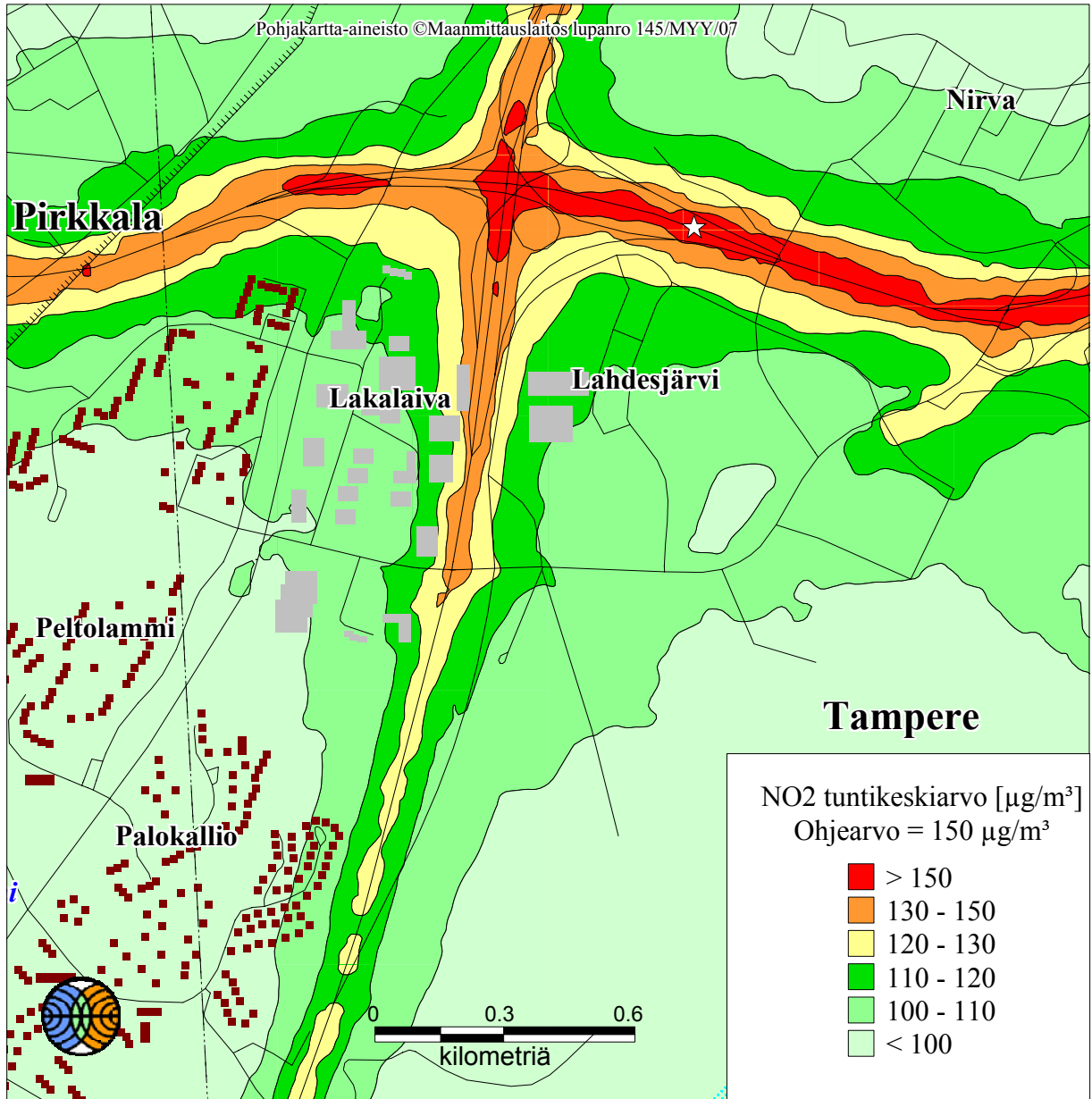
■ = liikerakennus  
■ = asuinrakennus

★ = maksimi =  $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 12. Typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

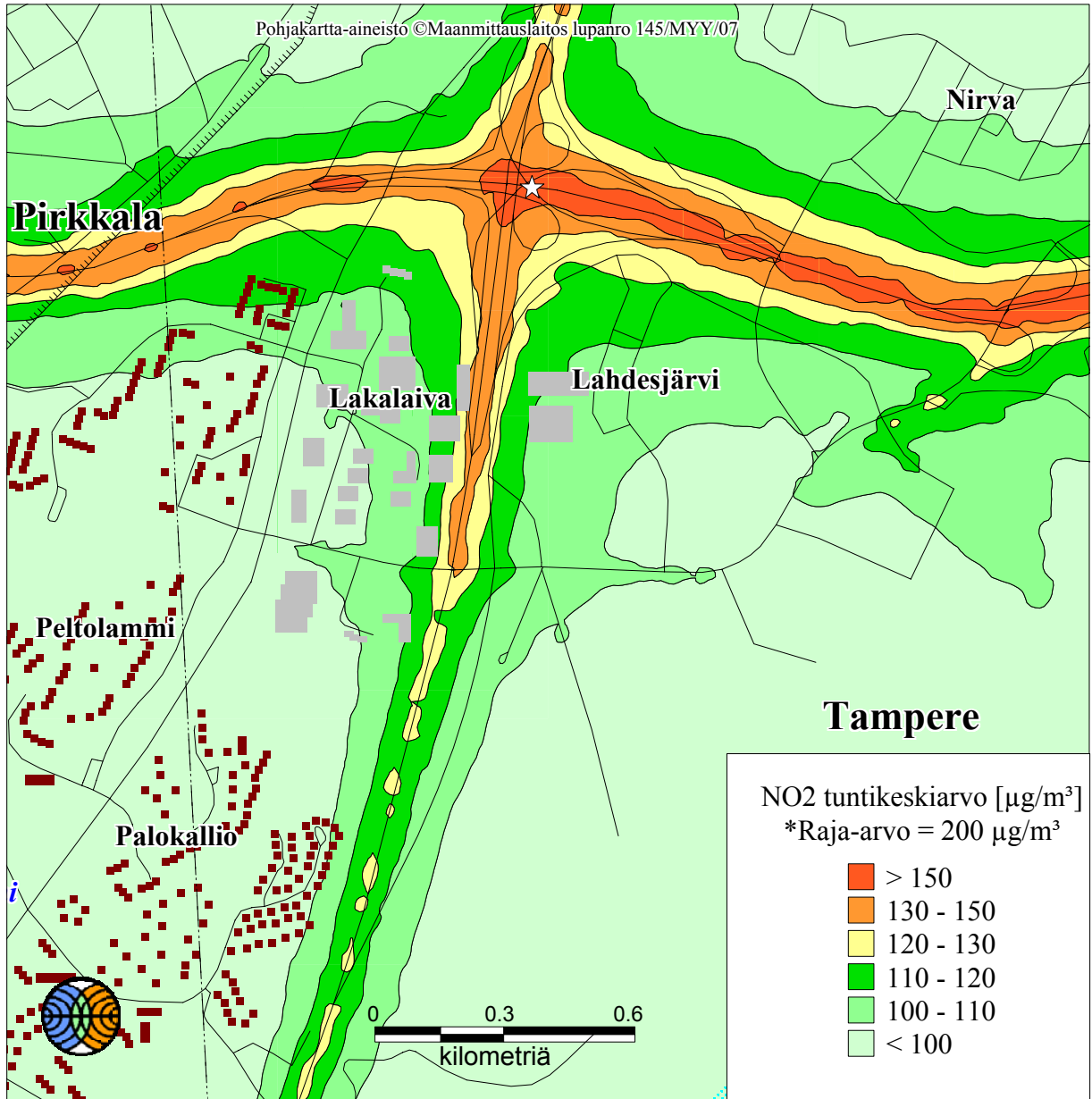
■ = asuinrakennus

★ = maksimi =  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 13. Typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus  
 ■ = asuinrakennus

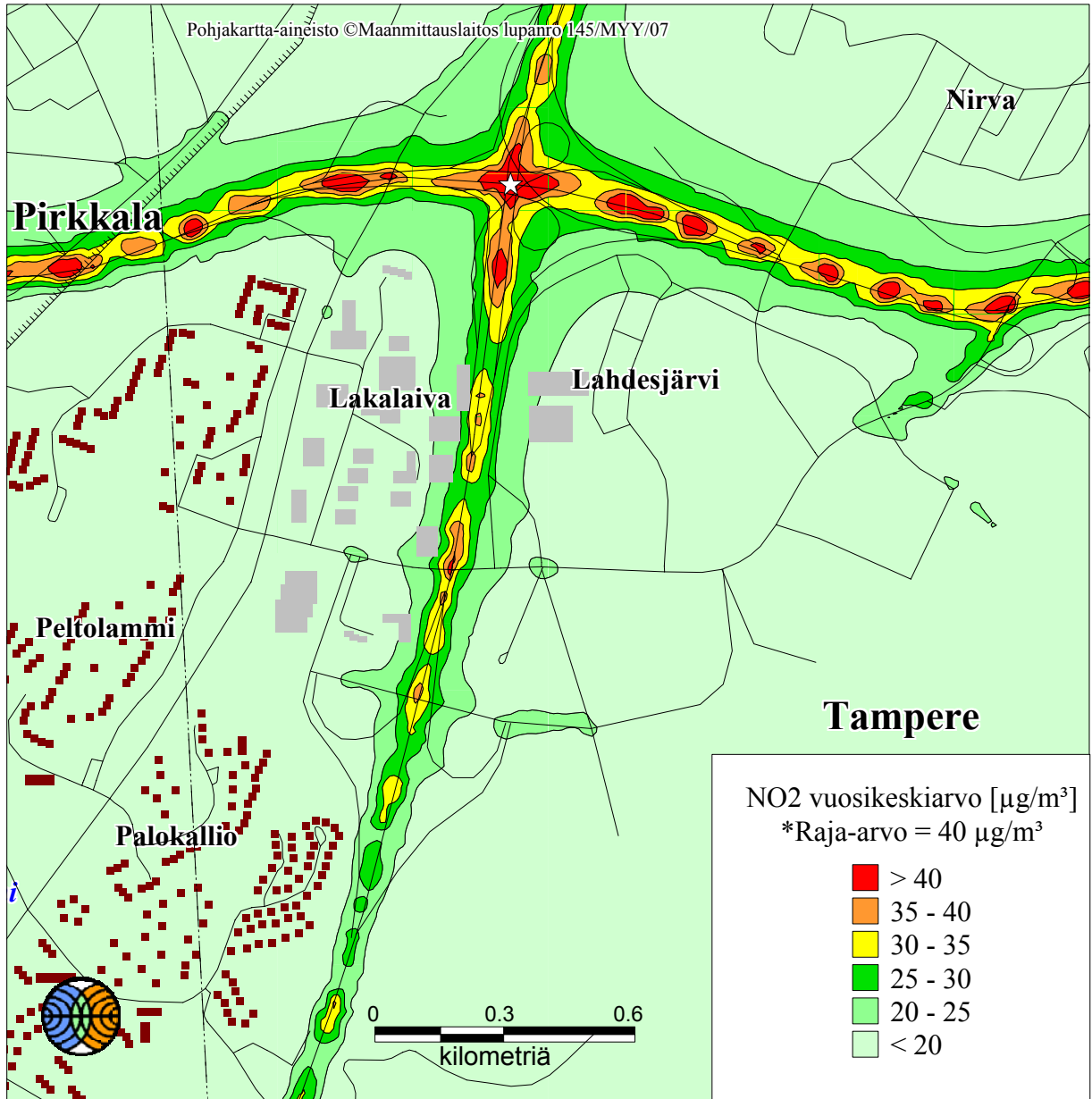
\*Raja-arvo alitettava viimeistään 1.1.2010

★ = maksimi = 181  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 14. Typpidioksidipitoisuuden 19. korkein tuntikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030+



Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

■ = asuinrakennus

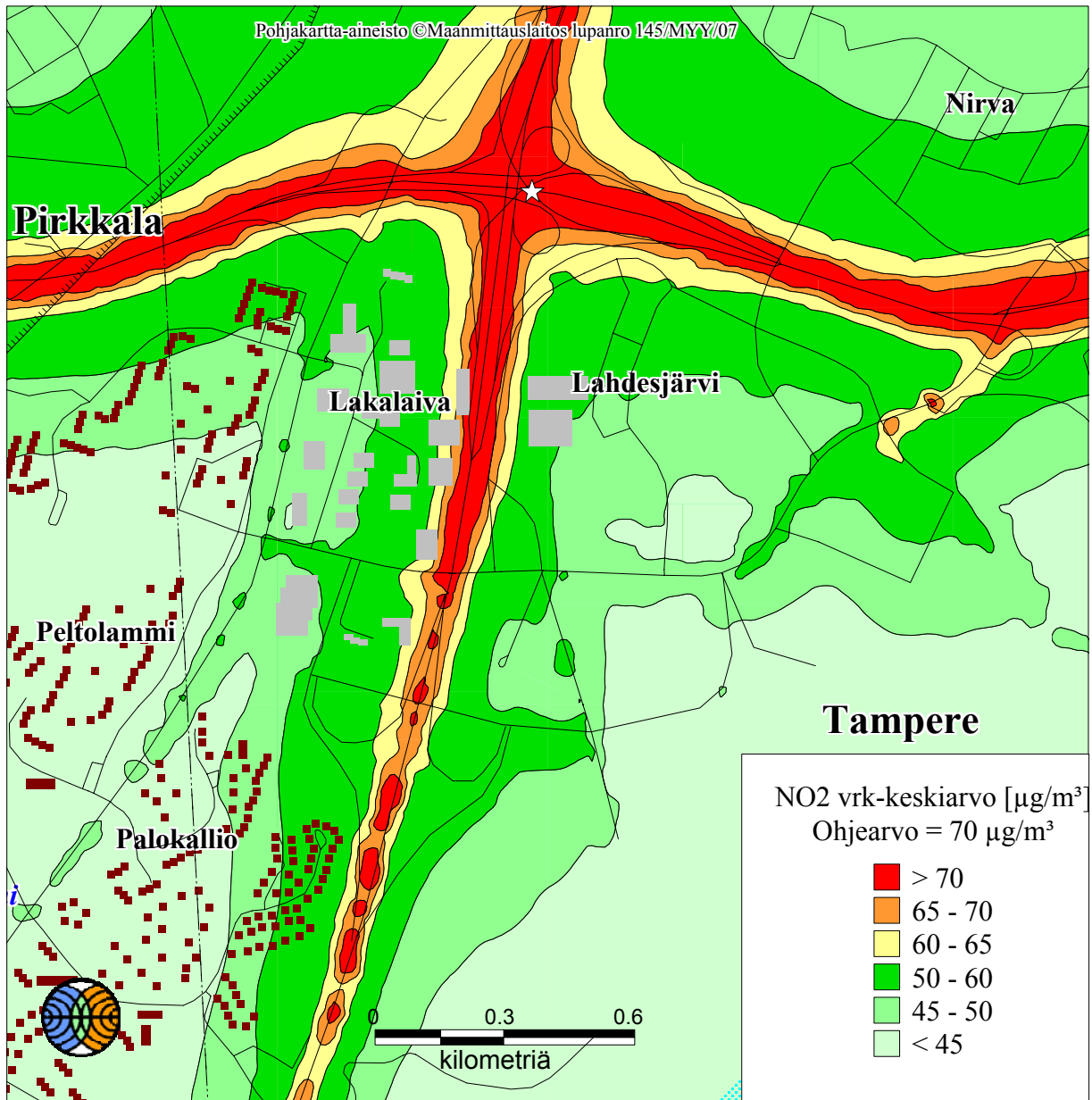
\*Raja-arvo alitettava viimeistään 1.1.2010

★ = maksimi = 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 15. Typpidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030+

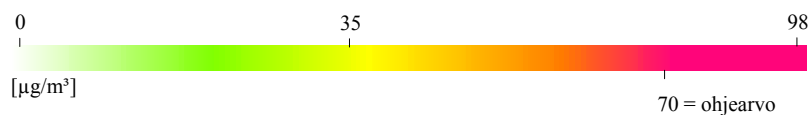


Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

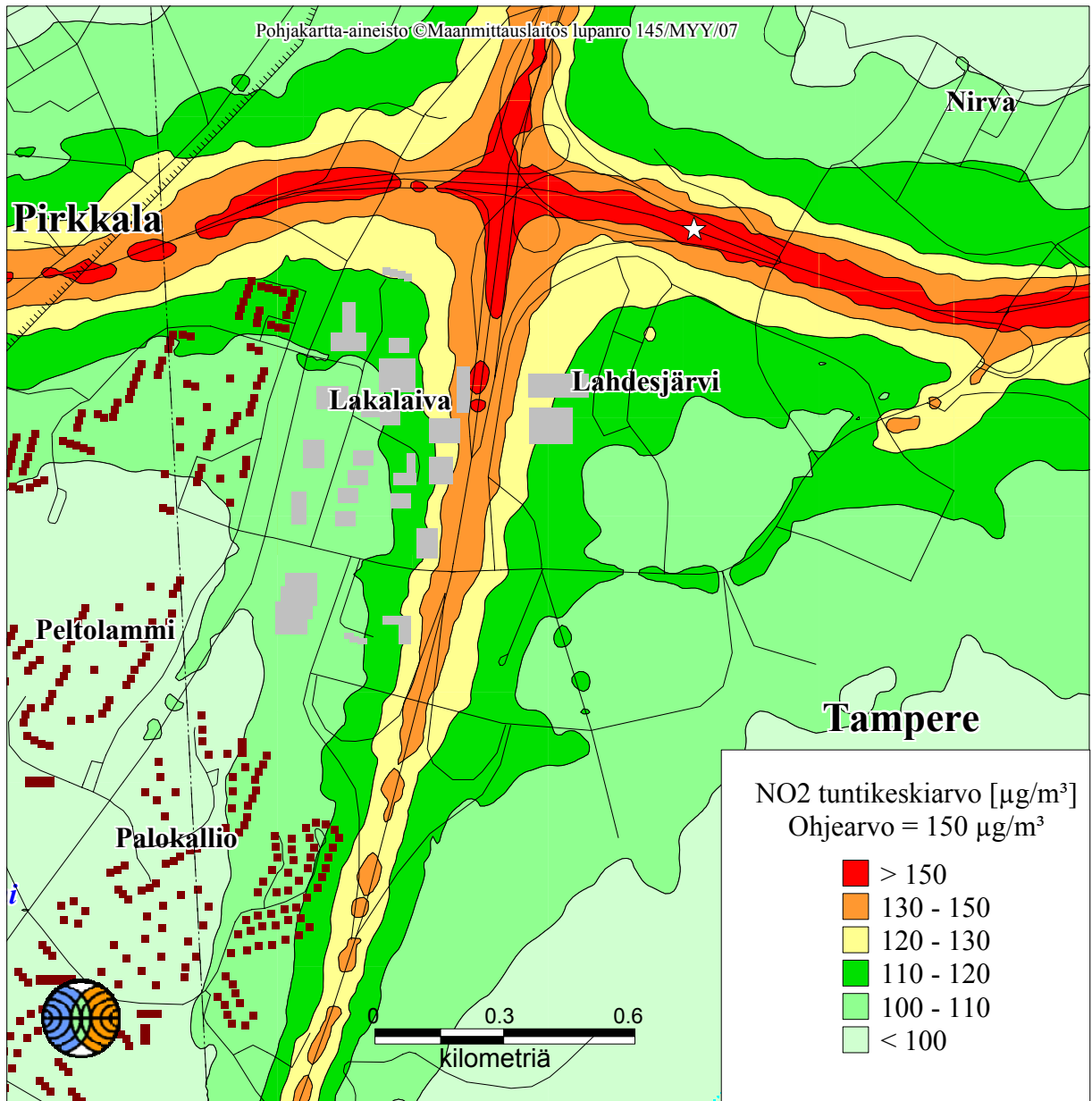
☆ = maksimi = 98  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

■ = asuinrakennus



Kuva 16. Typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030+



Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

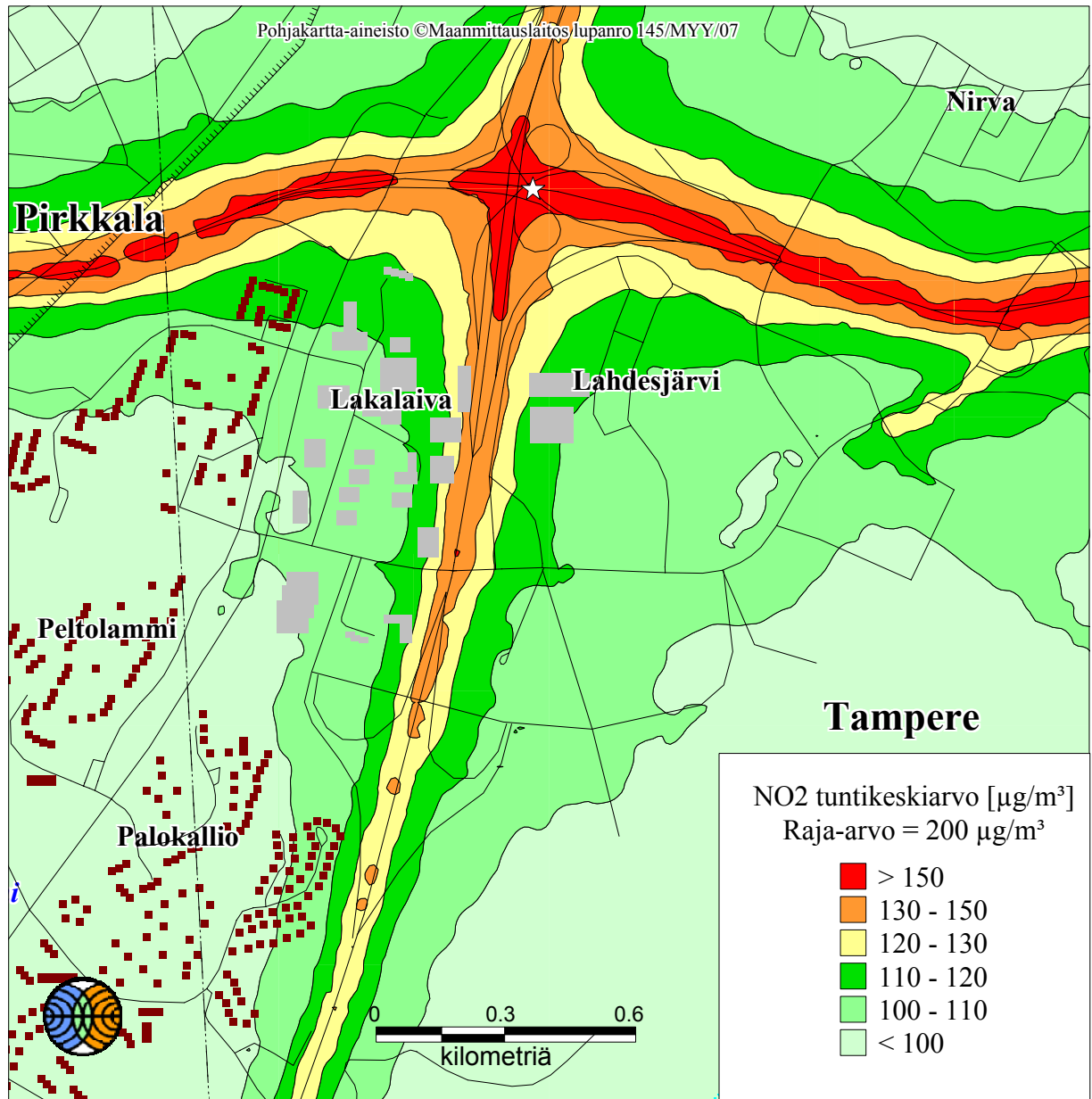
■ = asuinrakennus

☆ = maksimi = 191  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 17. Typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen tuntikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030+



Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

■ = asuinrakennus

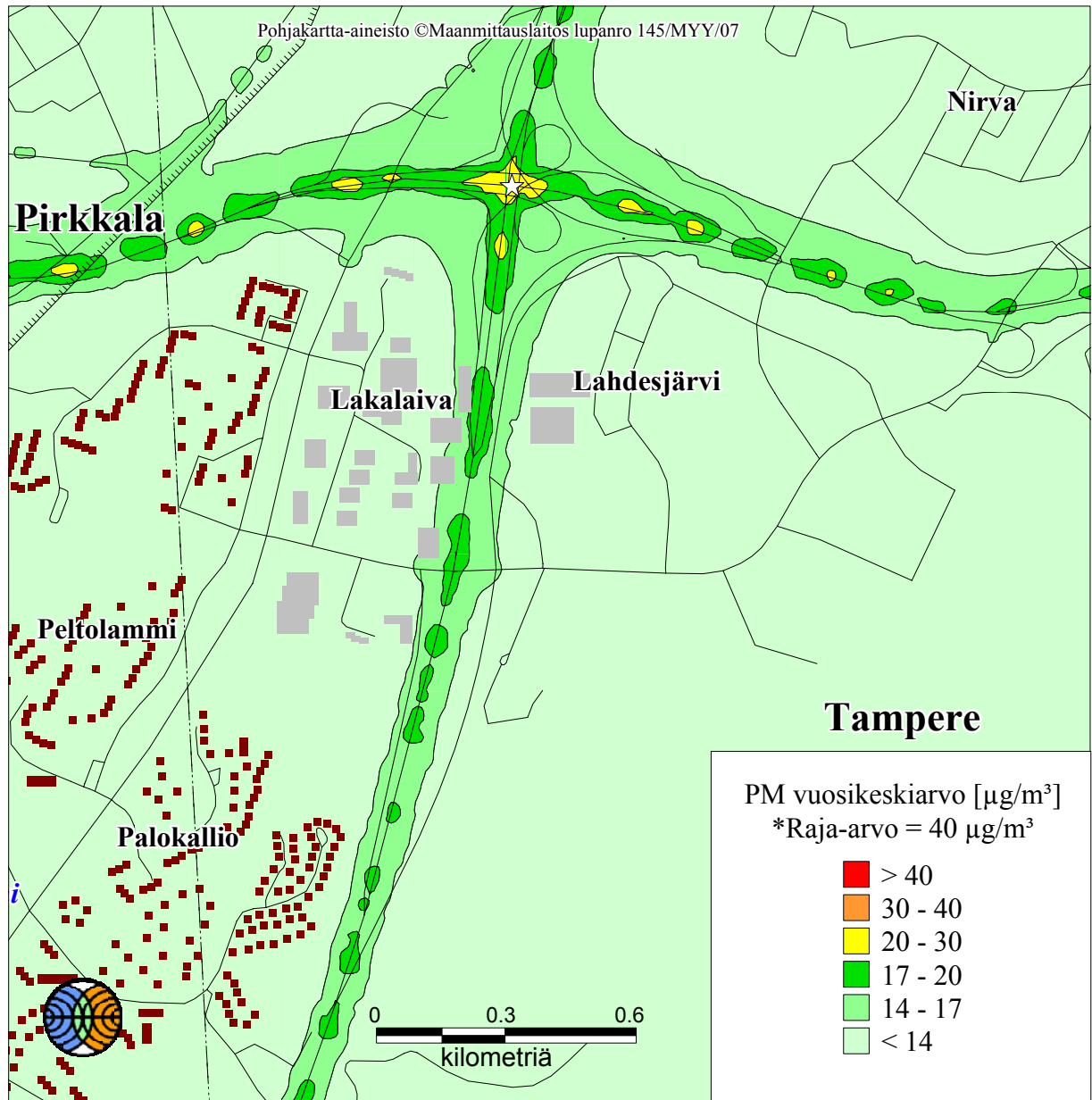
\*Raja-arvo alitettava viimeistään 1.1.2010

☆ = maksimi = 188  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 18. Typpidioksidipitoisuuden 19. korkein tuntikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2006



Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus  
■ = asuinrakennus

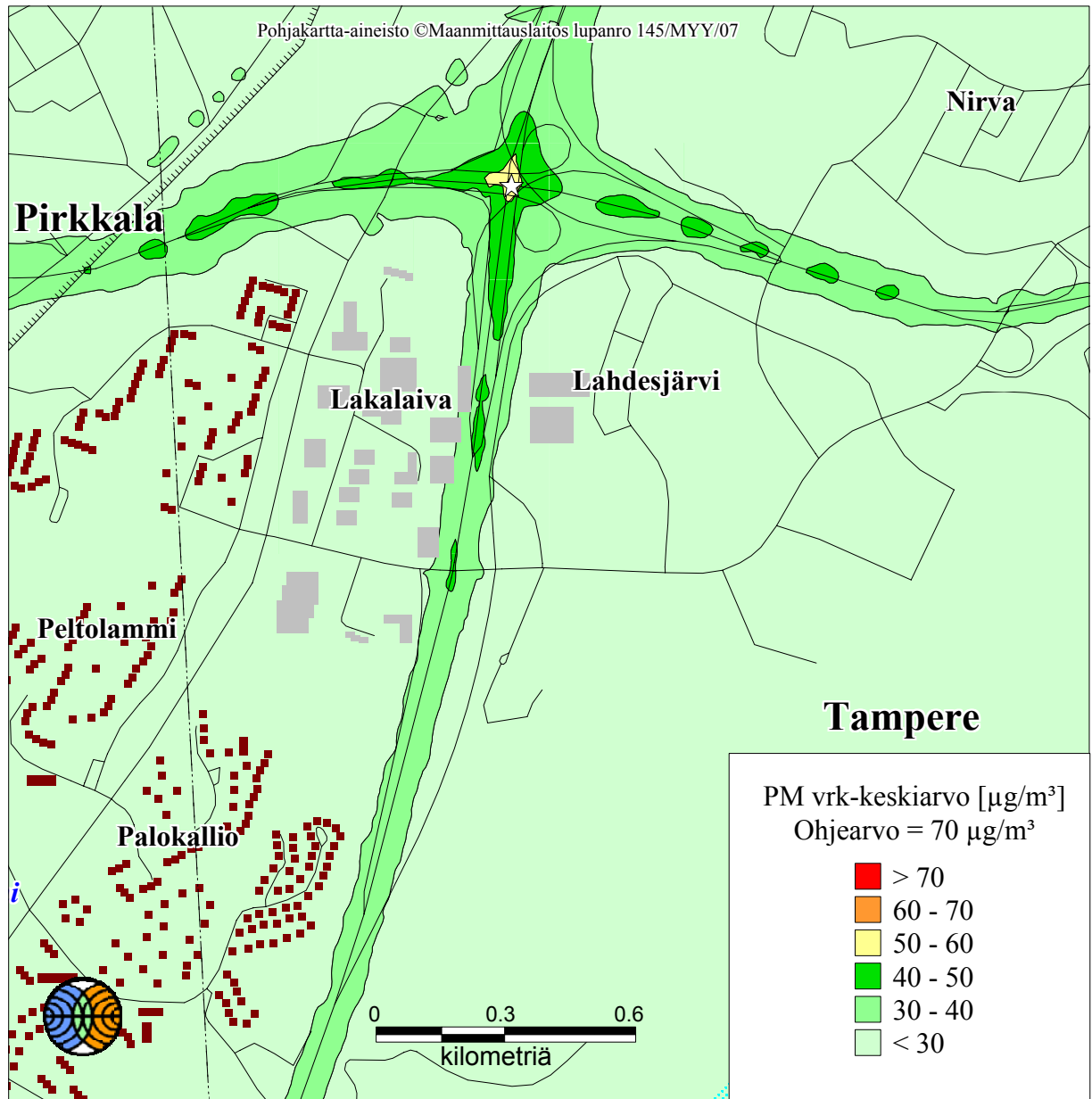
★ = maksimi =  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 19. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden vuosikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].



# VALTATIE 3 TAMPERE 2006

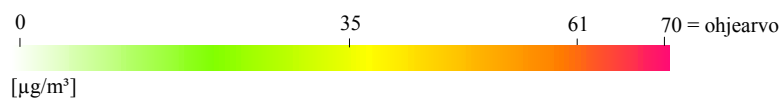


Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

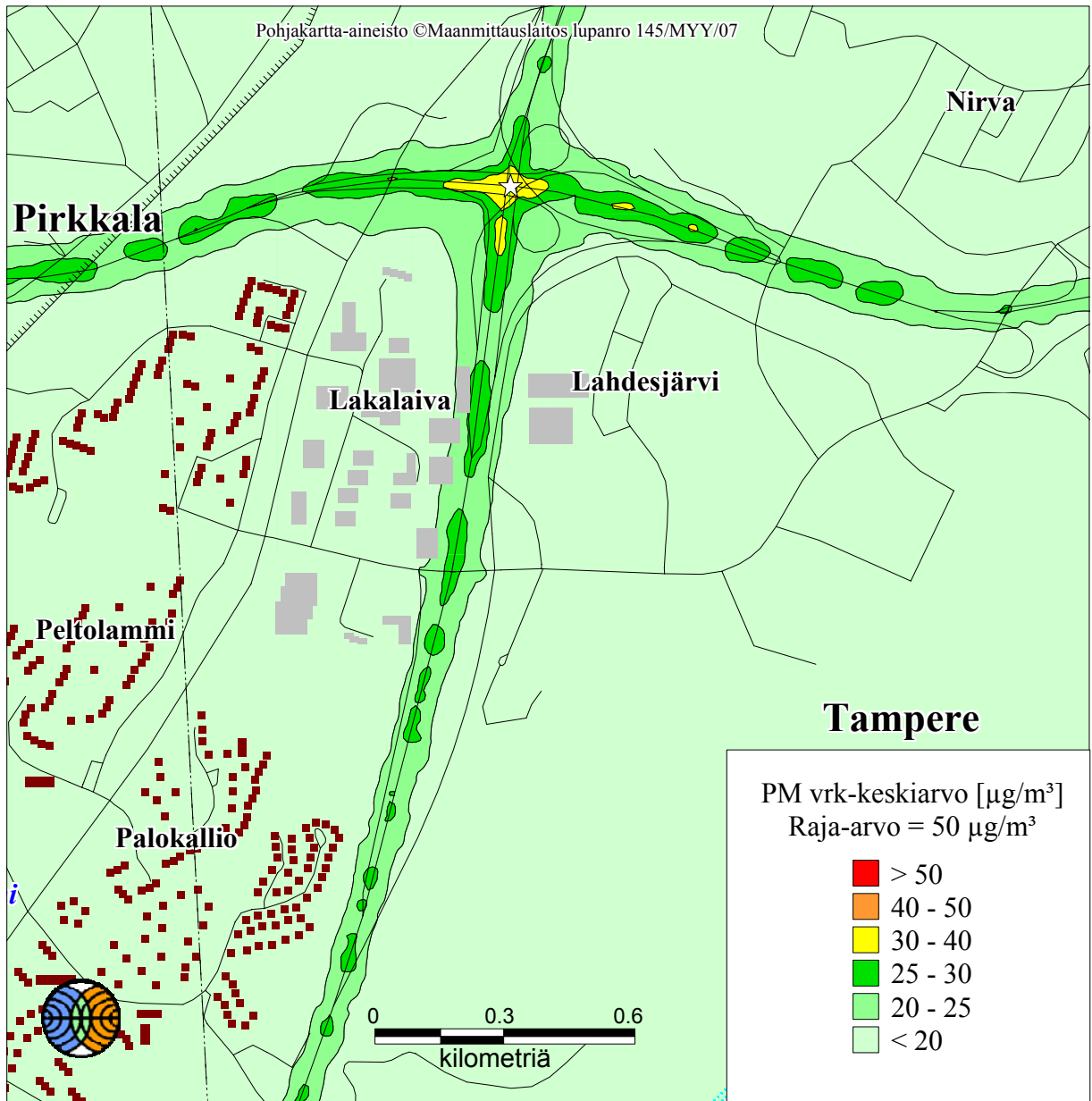
■ = asuinrakennus

★ = maksimi =  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 20. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2006

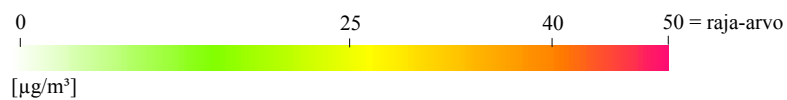


Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

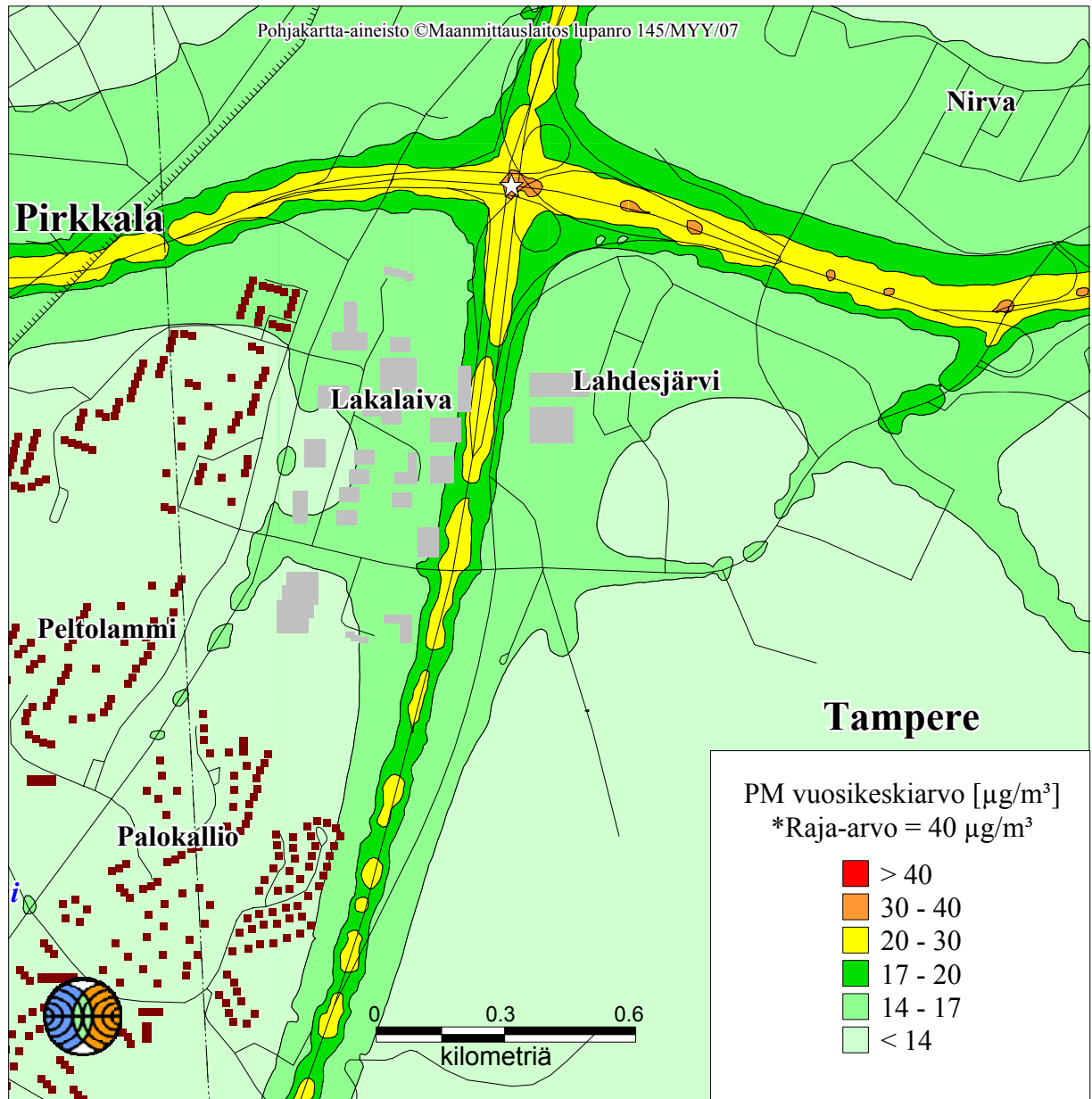
■ = asuinrakennus

★ = maksimi =  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 21. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden 36. korkein vuorokausikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

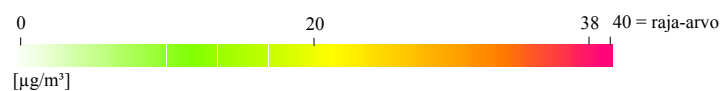
# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



Ilmatieteen laitos 2007

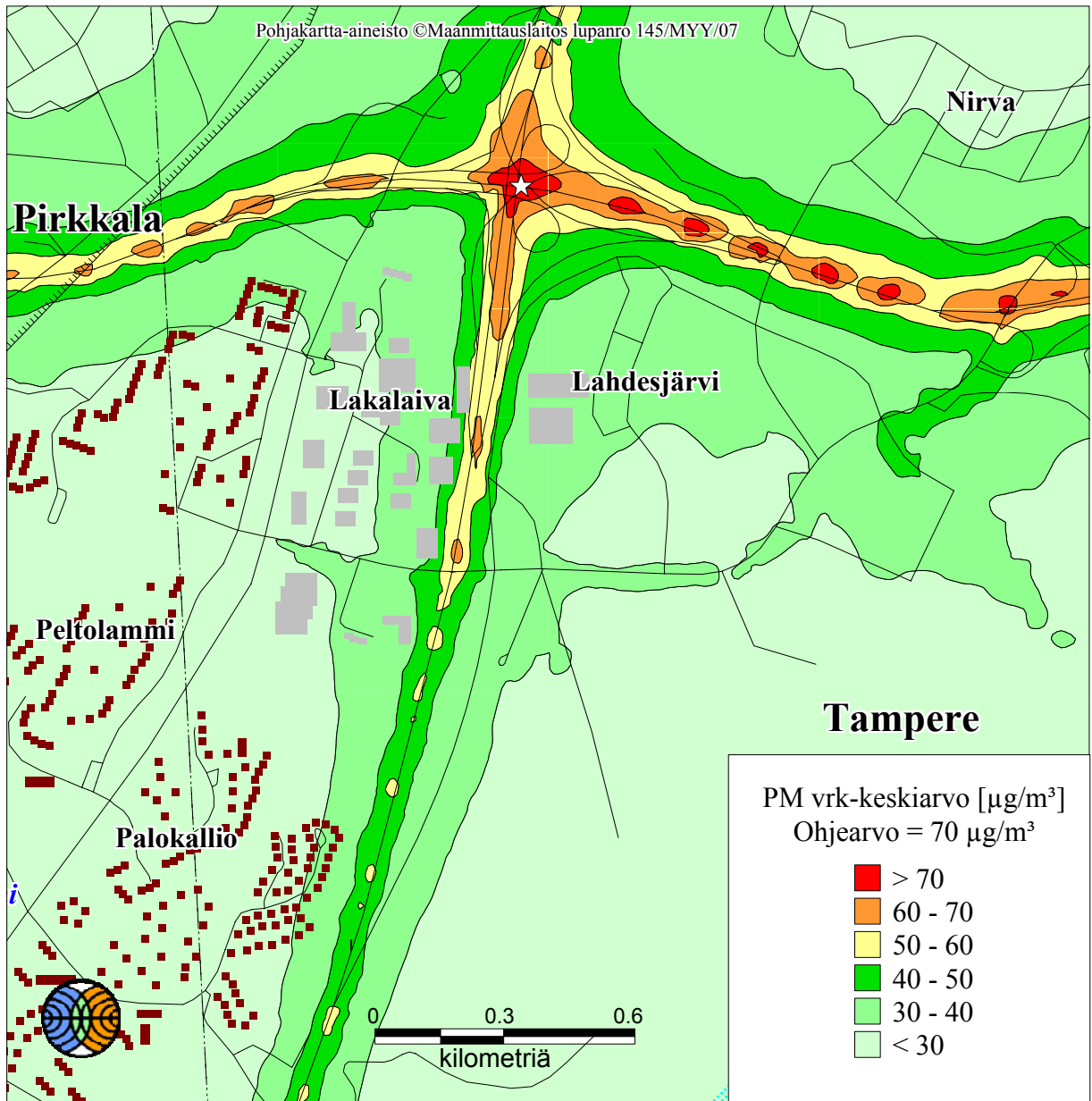
■ = liikerakennus  
■ = asuinrakennus

★ = maksimi =  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 22. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden vuosikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030

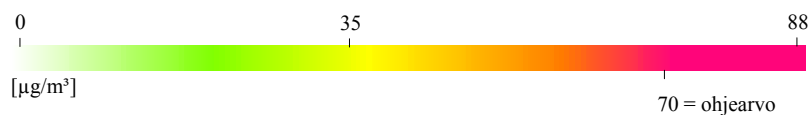


Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

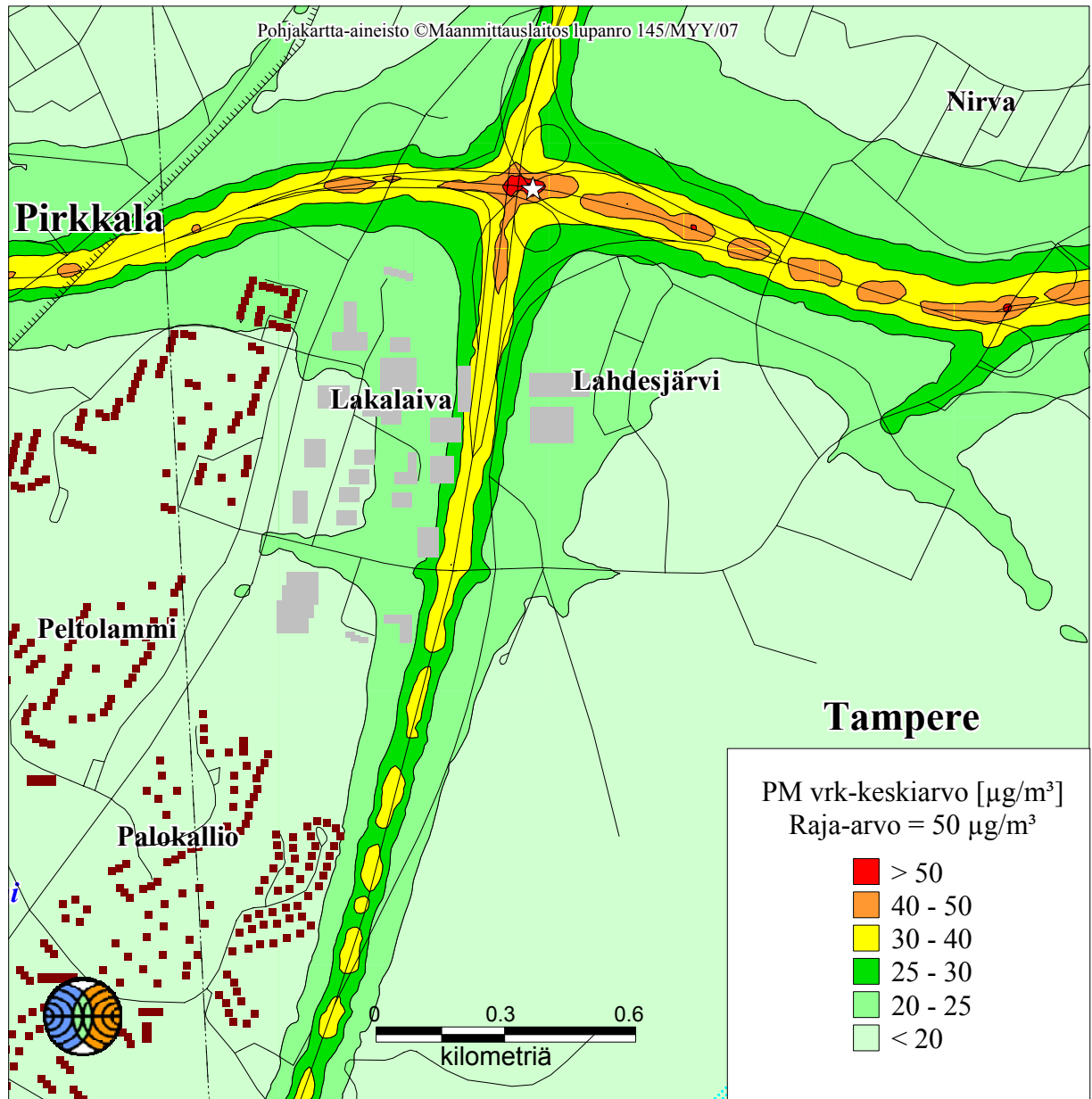
■ = asuinrakennus

★ = maksimi =  $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 23. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

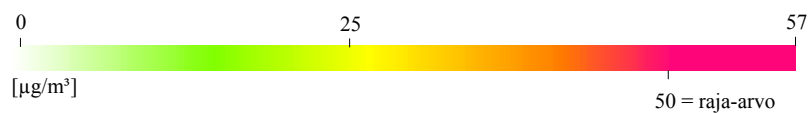
# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



Ilmatieteen laitos 2007

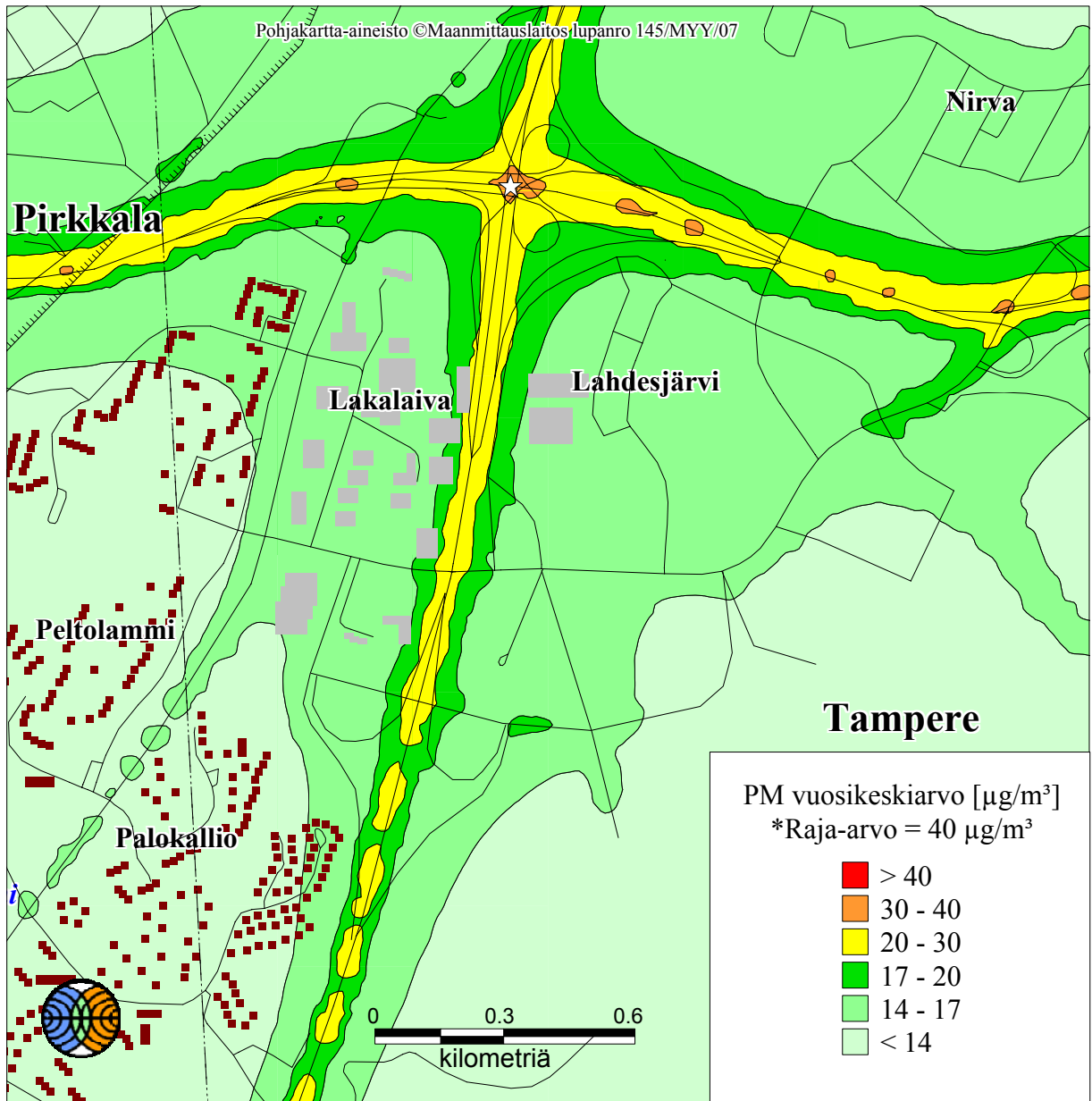
■ = liikerakennus  
■ = asuinrakennus

★ = maksimi =  $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 24. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden 36. korkein vuorokausikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

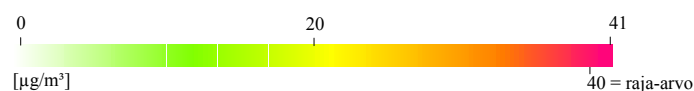
# VALTATIE 3 TAMPERE 2030+



Ilmatieteen laitos 2007

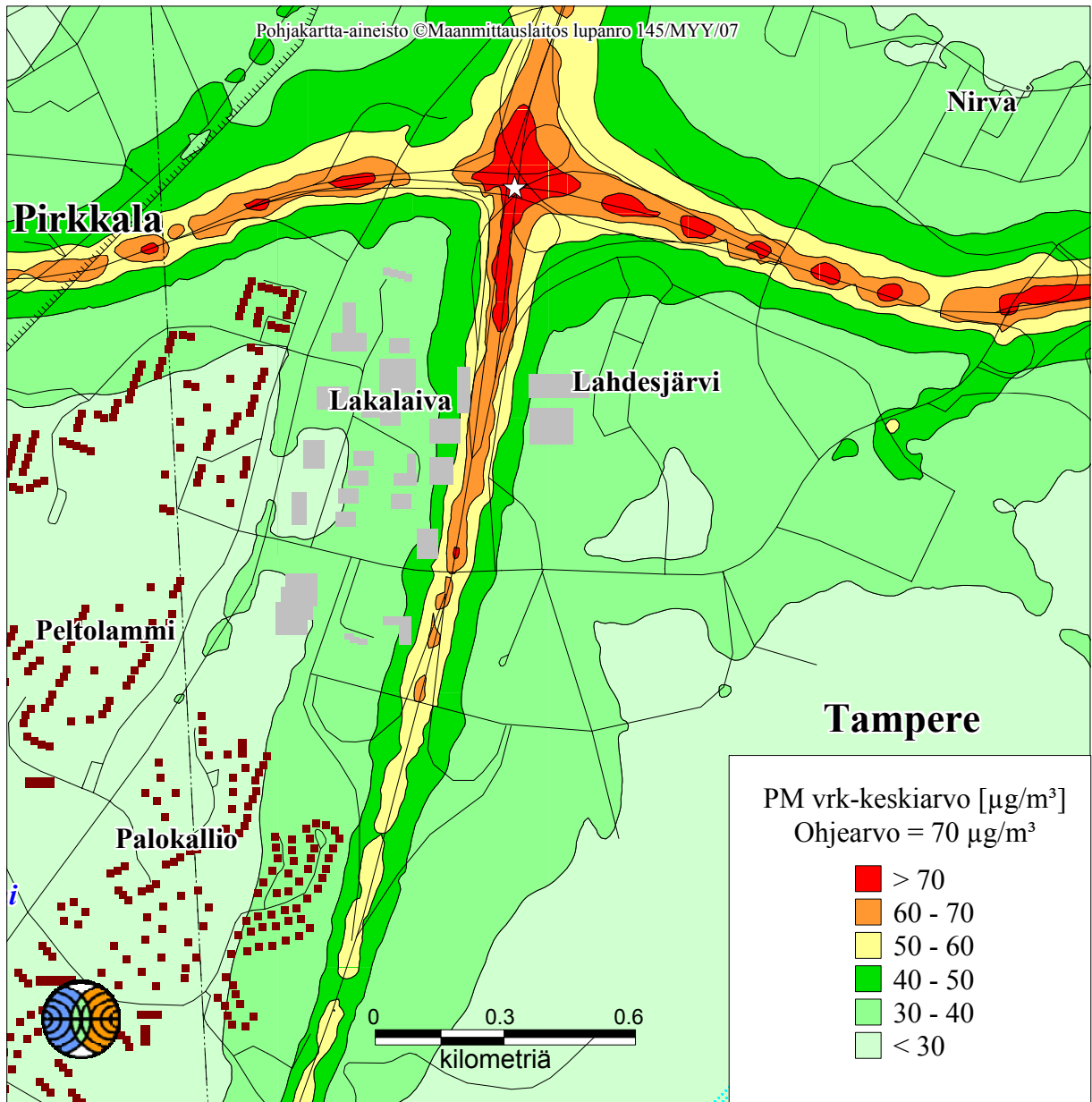
■ = liikerakennus  
 ■ = asuinrakennus

★ = maksimi =  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 25. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden vuosikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030+

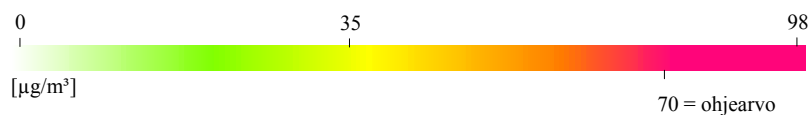


Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

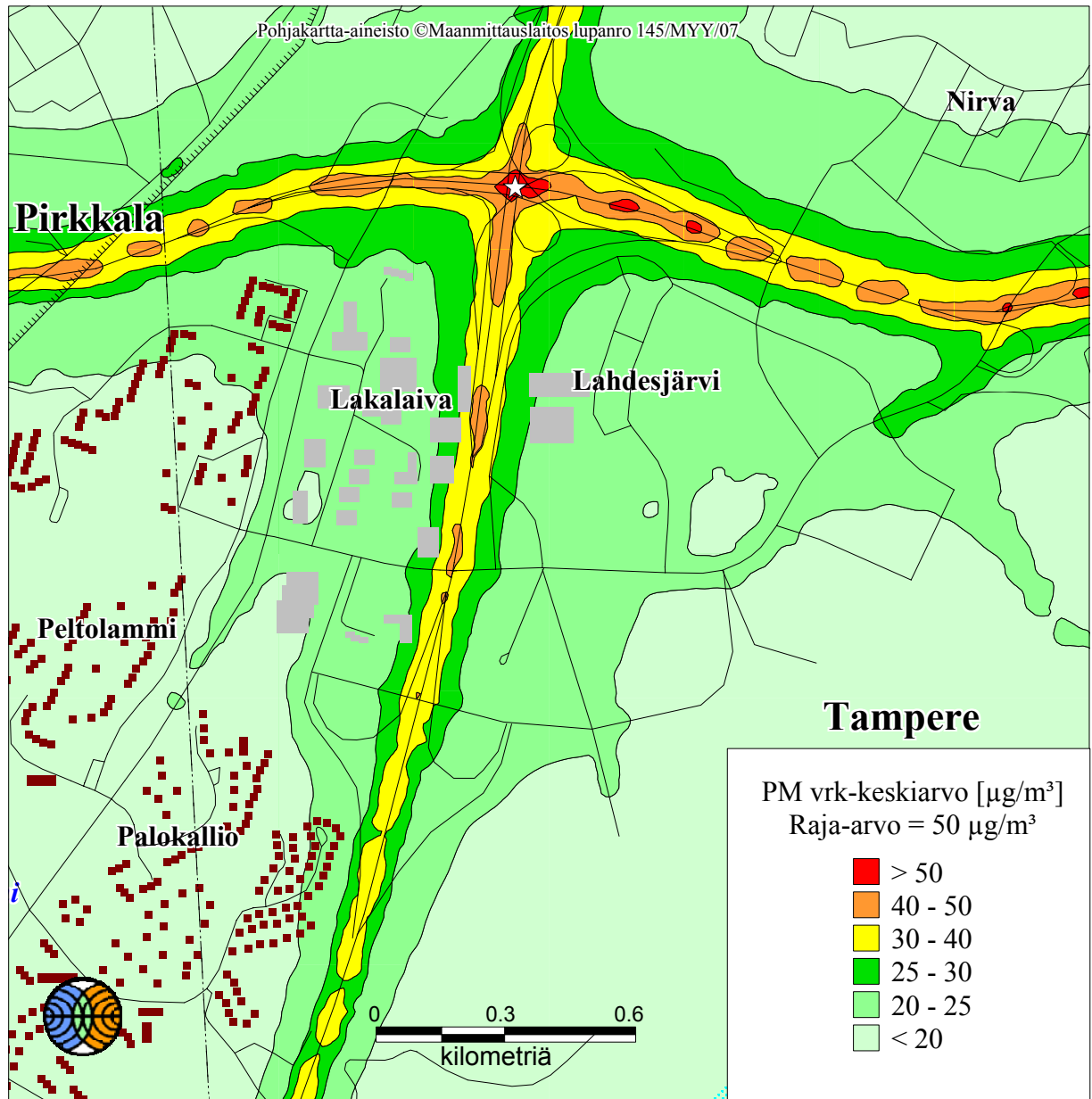
■ = asuinrakennus

★ = maksimi =  $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 26. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030+



Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus  
■ = asuinrakennus

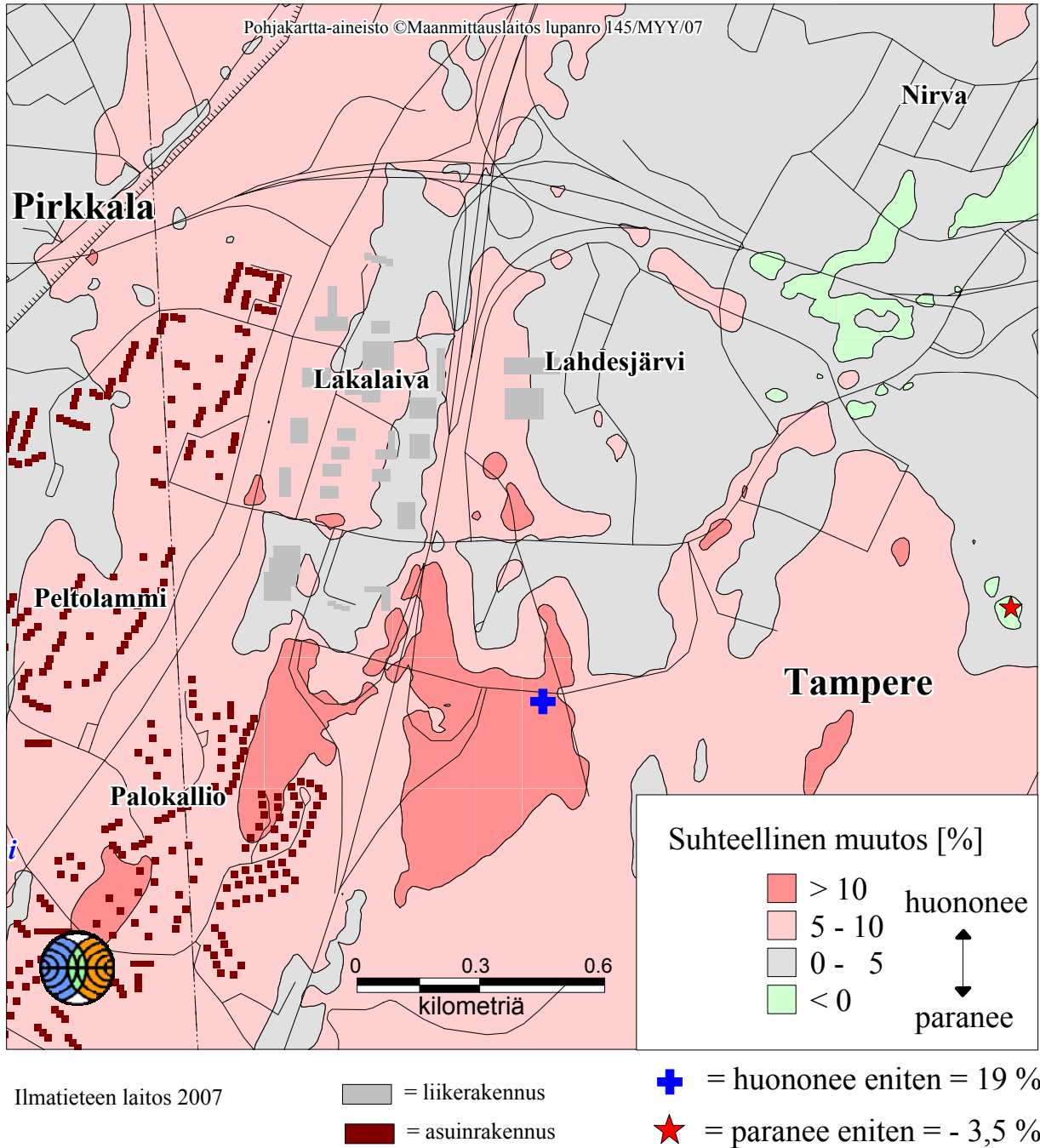
★ = maksimi =  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Kuva 27. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden 36. korkein vuorokausikeskiarvo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

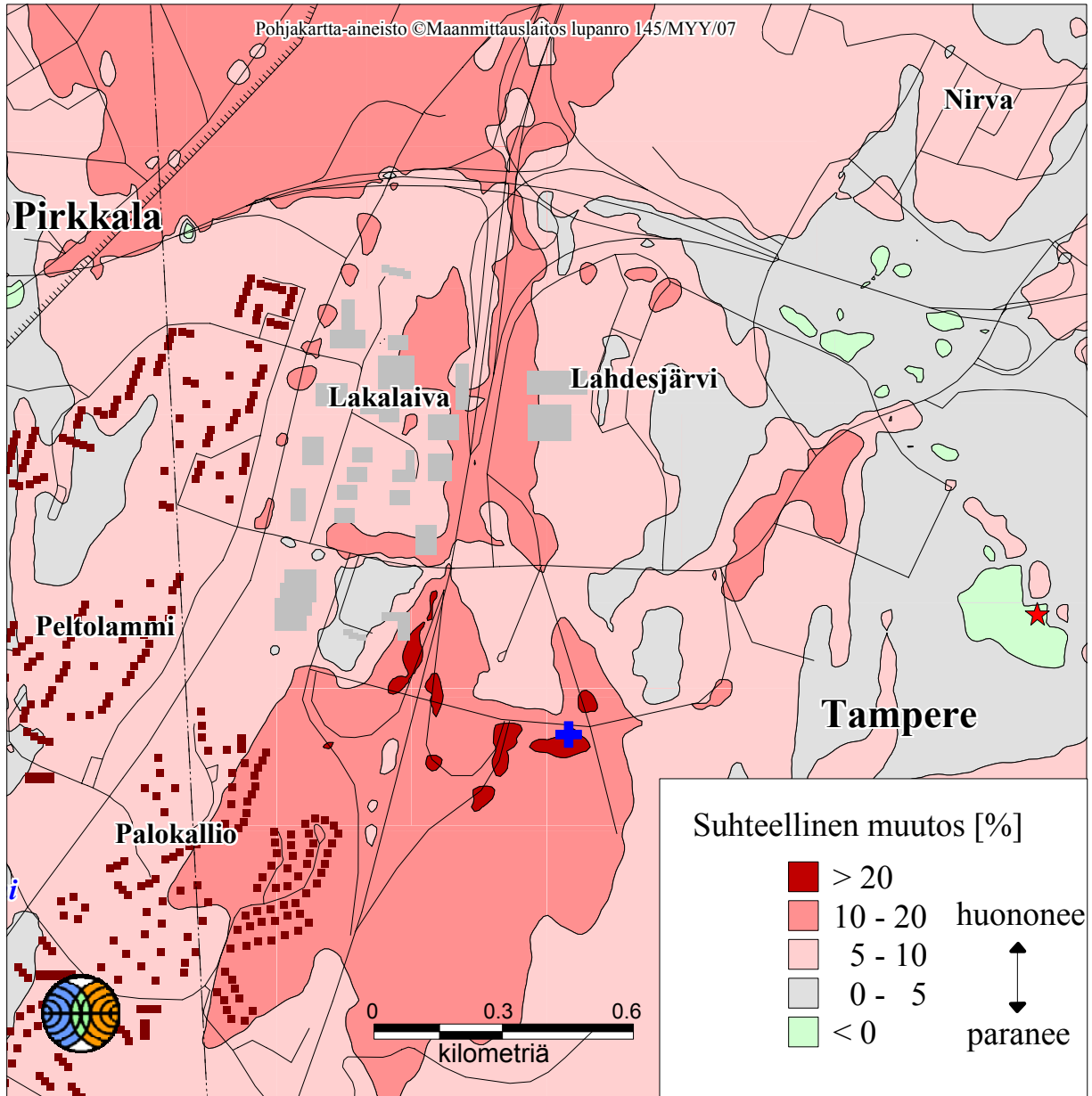


# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



Kuva 28. Typpidioksidipitoisuuden korkeimman ohjearvoon verrannollisen vuorokausikeskiarvon suhteellinen muutos laskentavaihtoehtojen 2030 ja 2030+ välillä.

# VALTATIE 3 TAMPERE 2030



Ilmatieteen laitos 2007

■ = liikerakennus

■ = asuinrakennus

■ = huononee eniten = 25 %

★ = paranee eniten = - 3,7 %

Kuva 29. Hengitettävien hiukkasten (PM10) korkeimman ohjearvoon verrannollisen vuorokausikeskiarvon suhteellinen muutos laskentavaihtoehtojen 2030 ja 2030+ välillä.