

Vastaanottaja  
**Tampereen kaupunki**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**12.9.2018**

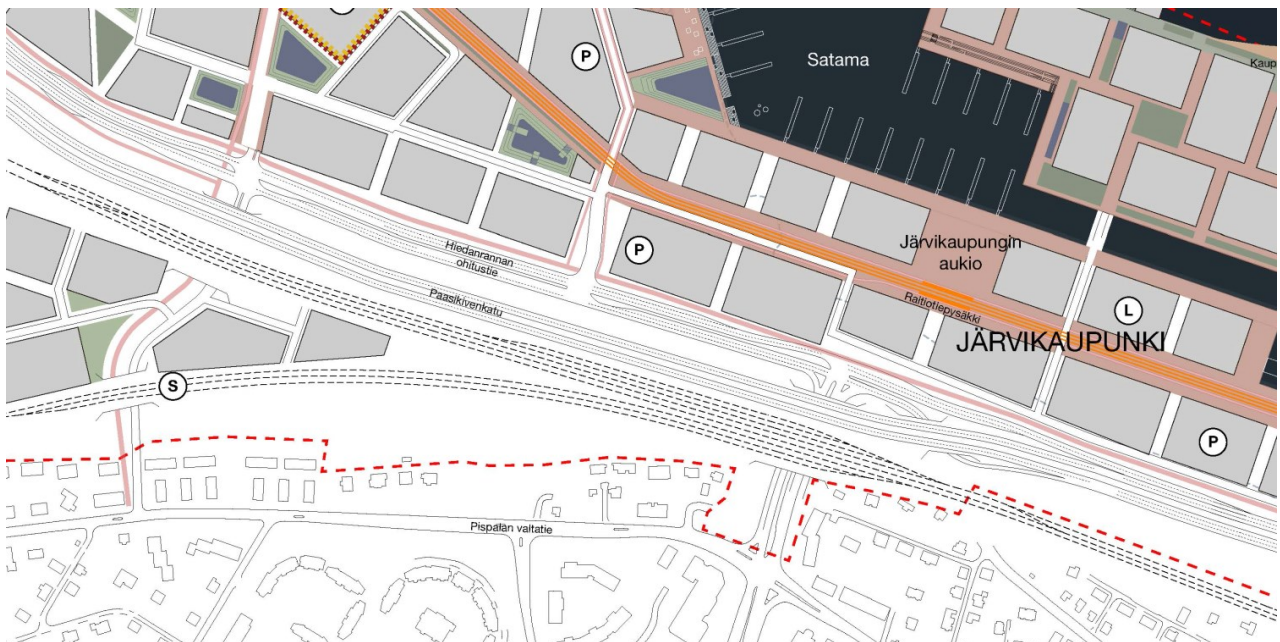
Projektinumero  
**1510042775**

Donna ID  
**2 640 548**

# TAMPEREEN KAUPUNKI

## HIEDANRANNAN

### YLEISSUUNNITELMA, ILMANLAATUSELVITYS



# TAMPEREEN KAUPUNKI HIEDANRANNAN YLEISSUUNNITELMA, ILMANLAATUSELVITYS

Projekti **Hiedanrannan yleissuunnitelma, ilmanlaatuselvitys**  
Projekti nro **1510042775**  
Vastaanottaja **Iina Laakkonen, Tampereen kaupunki**  
Asiakirjatyyppi **Raportti**  
Versio **1.1**  
Päivämäärä **12.9.2018**  
Laatija **Toni Keskitalo**  
Tarkastaja **Eerik Järvinen**  
Hyväksyjä **Eerik Järvinen**

Donna ID **2 640 548**

Ramboll  
Ylistönmäentie 26  
40500 JYVÄSKYLÄ

P +358 20 755 611  
F +358 20 755 6201  
[www.ramboll.fi](http://www.ramboll.fi)

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>AINEISTO JA MENETELMÄT</b>	<b>3</b>
2.1	Tutkimusalue	3
2.2	Mallin päästölähteet ja päästömäärät	3
2.3	Taustapitoisuudet	6
2.4	Sääaineisto	7
2.5	Leviämismalli	7
2.6	Pitoisuuksien korkeusprofiilin laskenta	9
<b>3.</b>	<b>TULOSTEN TARKASTELU</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>LÄHTEET</b>	<b>12</b>

LIITE 1: Mallin tulokartat

LIITE 2: Pitoisuuden korkeusprofiilit

LIITE 3: Mallin lähteet

## 1. JOHDANTO

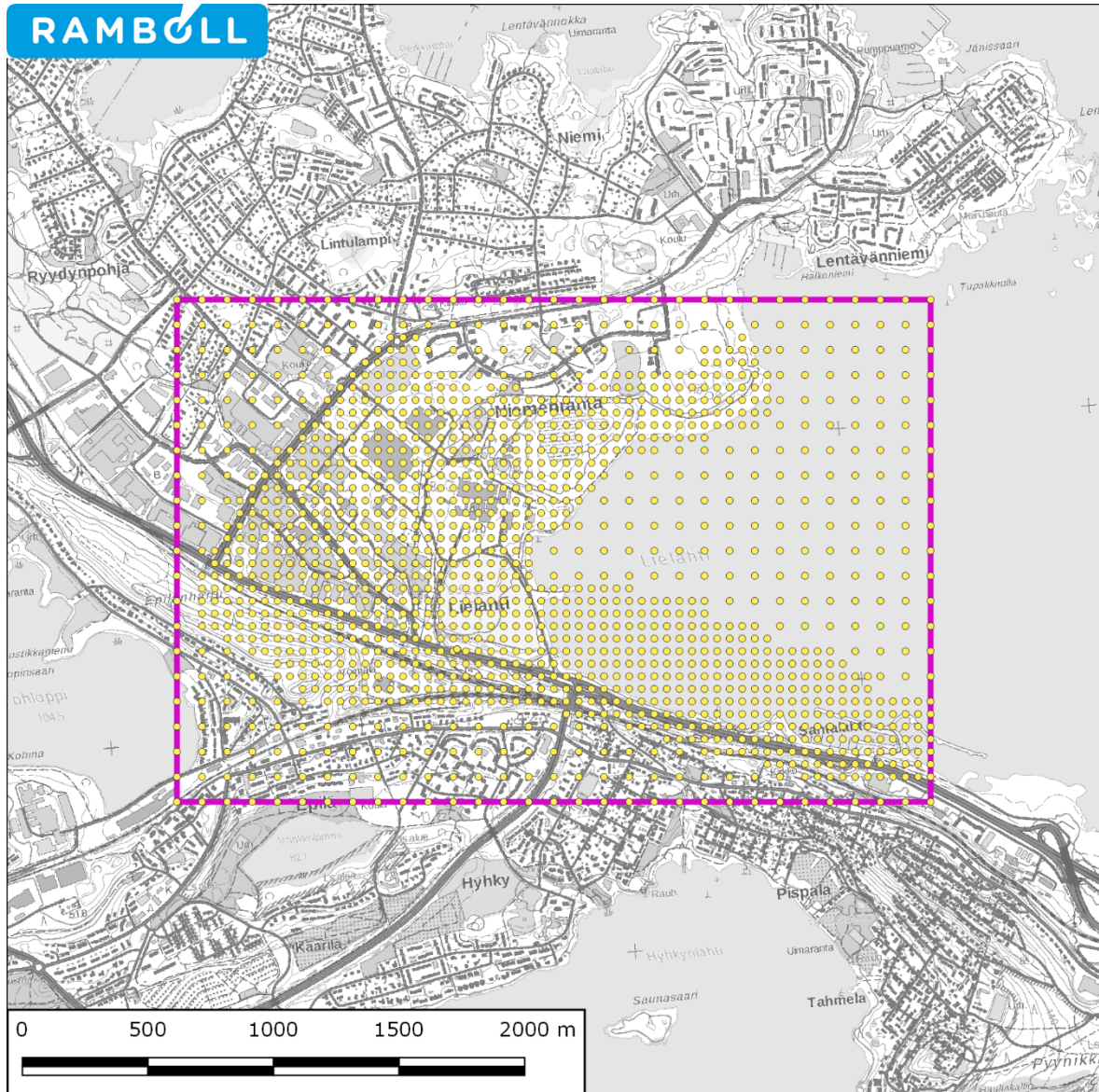
Käsillä oleva selvitys sisältää Tampereen kaupungin Hiedanrannan yleissuunnitelmaan liittyvän ilmanlaatuselvityksen. Tavoitteena oli selvittää, miten liikenteen aiheuttamat päästöt vaikuttaisivat ilmanlaatuun ennustetuilla liikennemäärillä ja päästöillä vuonna 2040. Liikennemäärät perustuvat liikenne-ennusteeseen yleissuunnitelmaan sisältyvällä katuverkostolla.

Selvitys toteutettiin laskennallisena leviämismallina, jolla tarkasteltiin liikenteen aiheuttamien typpidioksidin (NO<sub>2</sub>), hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) ja pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) pitoisuuksia Hiedanrannan alueella. Päästömäärät arvioitiin vuodelle 2040 käyttäen VTT:n LIPASTO-mallia. Väylien ruuhkatunnin liikennemäärät saatiin Ramboll Finland Oy:n laatimasta liikenne-ennusteesta.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Tutkimusalue

Liikenteen ilmapäästöjen leviämismalli laadittiin Hiedanrannan suunnittelualan ympäristöön. Laskentapisteitä oli yhteensä 1456 kpl.



Kuva 1. Mallinusalue rajattuna ja mallin laskentapisteet.

### 2.2 Mallin päästölähteet ja päästömäärät

Mallin päästölähteiden tiedot on lueteltu yksityiskohtaisesti liitteessä 2.

Mallinnuksen liikennemäärät saatiin Hiedanrannan yleissuunnitelman liikennetarkasteluista (Ramboll Finland Oy 2018). Tiedot olivat ruuhkatunnin liikennemääriä ja kuvasivat vuoden 2040 ennustetta. Näistä arvoista laskettiin liikennemäärä jokaiselle tunnille käyttämällä tuntijakaumaa automaattisessa liikennelaskentapisteessä 438 (VT12, Paasikiventie) perjantaina 11.5.2018.

Taulukko 1. Liikennemäärät Paasikiventiellä 11.5.2018.

tunnin alku	liikennemäärä (kumpikin suunta yhteensä)	osuus ruuhkatunnin määrästä
0	116	0,0508
1	64	0,0282
2	46	0,0200
3	53	0,0231
4	78	0,0341
5	259	0,1138
6	931	0,4099
7	1550	0,6824
8	1452	0,6392
9	1330	0,5855
10	1367	0,6016
11	1497	0,6590
12	1577	0,6943
13	1682	0,7405
14	2007	0,8833
15	2272	1,0000
16	2061	0,9073
17	1711	0,7532
18	1621	0,7134
19	1237	0,5446
20	963	0,4239
21	770	0,3388
22	785	0,3456
23	339	0,1492
<b>yhteensä</b>	<b>25763</b>	

Liikenteen päästöistä olivat mukana pakokaasupäästöt sekä renkaiden tiestä nostattaman pölyn päästöt. *Pakokaasupäästöjen* lähteenä käytettiin VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmän yksikköpäästöjä siten, että raskaan liikenteen päästöjä approksimoitiin puoliperävaunuyhdistelmien yksikköpäästöillä. Uusin LIPASTO sisältää vuoden 2016 tiedot. Tämä muunnettiin vuoden 2040 ennustetuiksi päästöiksi käyttämällä LIPASTOon sisältyvää taulukkoa ennustetusta suoritteesta. Tämän avulla saadaan muuntokertoimet vuoden 2016 päästöistä vuoden 2040 päästöihin. Pakokaasupäästöistä ei laskettu erikseen PM<sub>10</sub>-osuutta, koska niiden osuus kokonaispäästöstä oli vähäinen.

Taulukko 2. Pakokaasupäästöjen muuntokertoimet 2016 =&gt; 2040 sekä pakokaasupäästöt.

	kerroin hiukkaset	kerroin NOx	päästö hiukkaset [mg/km/ajon]	päästö NOx [mg/km/ajon]
<b>puoliperävaunuyhdistelmä</b>	0,066	0,054	9,9	520
<b>henkilöauto</b>	0,193	0,406	2,9	180

*Renkaiden tiestä nostattaman pölyn* päästökertoimet johdettiin HSY:n selvityksestä (HSY 2015). Siinä oli tarkasteltu eräiden Helsingin pääkatujen ei-pakokaasuperäisiä hiukkaspäästöjä ja johdettu päästökertoimet PM<sub>10</sub>-päästölle.

**Taulukko 3. PM<sub>10</sub>-päästökertoimien (mg/km/ajoneuvo) kuukausikeskiarvot kevyille ja raskaille ajoneuvoille. (HSY 2015)**

vuosi	tie/katu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2008	Mannerheimintie	149	149	174	176	90	64	59	41	37	33	100	124
2008	Kaisaniemenkatu	31	23	35	71	44	27	28	18	21	14	26	40
2008	Sörnäisten rantatie	134	164	216	192	76	47	48	32	38	28	65	133
2009	Mannerheimintie	71	110	192	173	76	49	45	40	33	39	84	82
2009	Kaisaniemenkatu	62	30	21	53	39	26	23	22	19	25	32	23
2009	Sörnäisten rantatie	130	189	280	245	72	49	42	41	36	52	90	94
2012	Kehä I	103	221	443	250	62	52	50	53	39	94	280	176

Tähän malliin lähtötietojen perustaksi valittiin Sörnäisten rantatien päästömäärät, koska sen arvioitiin vastaavan lähinnä tarkastelualueetta, muun muassa ajonopeuden (55 km/h) osalta. Sörnäisten rantatietä hiekoitettiin 18 krt/a ja suolattiin 81 krt/a.

Katupölypäästöt (PM<sub>10</sub>) suhteutettiin joulukuun keskimääräiseen tulokseen. Raportissa todetaan, että raskaan liikenteen päästömääräksi arvioitiin 10-kertainen määrä kevyen liikenteen päästöön verrattuna. Kun tiedetään raskaan liikenteen osuus (4 %), niin voidaan laskea päästökertoimet. Tulokseksi saatiin PM<sub>10</sub>-päästökertoimet renkaiden nostattamalle pölylle: 83,5 mg/km/ajoneuvo kevyelle liikenteelle ja 835 mg/km/ajoneuvo raskaalle liikenteelle.

**Taulukko 4. Kuukausittaiset päästökertoimet sekä mallissa käytetyt suhdeluvut**

kuukausi	Sörnäisten rantatie keskimäärin [mg/km/ajon]	kuukausi-päästön osuus maksimi-kuukaudesta	päästömäärä suhteessa joulukuun päästöön
1	132	0,532	1,163
2	176	0,712	1,555
3	248	1,000	2,185
4	218	0,881	1,925
5	74	0,298	0,652
6	48	0,194	0,423
7	45	0,181	0,396
8	36	0,147	0,322
9	37	0,149	0,326
10	40	0,161	0,352
11	77	0,313	0,683
12	113	0,458	1,000
keskimäärin	103	0,415	0,908

Mallissa PM<sub>10</sub>-päästö vaihteli sekä kuukausittaisen kertoimen että vuorokautisen kertoimen mukaan vaihtelun. Mallissa kaikille teille asetettiin samanlainen vaihtelu. Kaikilla reiteillä raskaan liikenteen osuus oli 5 %, paitsi Porintiellä (VT 12) se oli 5,8 %.

Katupölyn sisältämien pienhiukkasten PM<sub>2,5</sub> osuus arvioitiin THL:n vuoden 2010 valmistuneen PILTTI-raportin pohjalta. Siinä mainittiin, että kesäenkailla tienpinnan kulumisesta ja resuspensiosta muodostuvan pölyn PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> suhde oli 0,19 (THL 2010). Suhteen oletettiin pätevän vuoden ympäri.

Typen oksidien muutunutta arvioitiin AERMODin OLM-algoritilla. Algoritmin lähtöarvona käytettiin pakokaasun NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-suhdetta 0,3. Tällä pyrittiin arvioimaan tulevaisuudessa mahdollisesti



kasvavan NO<sub>2</sub>-osuuden vaikutusta päästöihin. Muutunnan lopputilannetta kuvaavan tasapainotilan NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-suhteeksi syötettiin 0,8.

## 2.3 Taustapitoisuudet

Malliin lisättiin taustapitoisuudet. Kaikki taustapitoisuudet muodostettiin siten, että joka kuukaudelle laskettiin vuorokautinen vaihtelu (tuntitasolla) kolmen vuoden mittaustulosten perusteella. NO<sub>2</sub>-taustapitoisuus saatiin Juupajoen Hyytiälän mittausasemalta. Kyseessä on maaseututausta-asema, ja pitoisuudet olivat varsin pieniä.

Edustavan PM<sub>10</sub>-taustapitoisuuden valinta on perinteisesti haasteellista. Etelä-Suomessa ei ole saatavilla maaseutuasemilta PM<sub>10</sub>-tuloksia viime vuosilta. Mallissa päädyttiin siihen, että Pirkankadun ja Kalevan tuloksista valittiin pienempi. Kuten edellä, myös PM<sub>10</sub> -taustapitoisuudet laskettiin siten, että kuukausittain eri päivien vaihtelu on ollut sama, mutta joka kuukaudella on ollut oma vaihteluprofilinsa.

Typen oksidien muutunutta varten käytettiin otsonimittausten tuloksia Juupajoen Hyytiälästä.

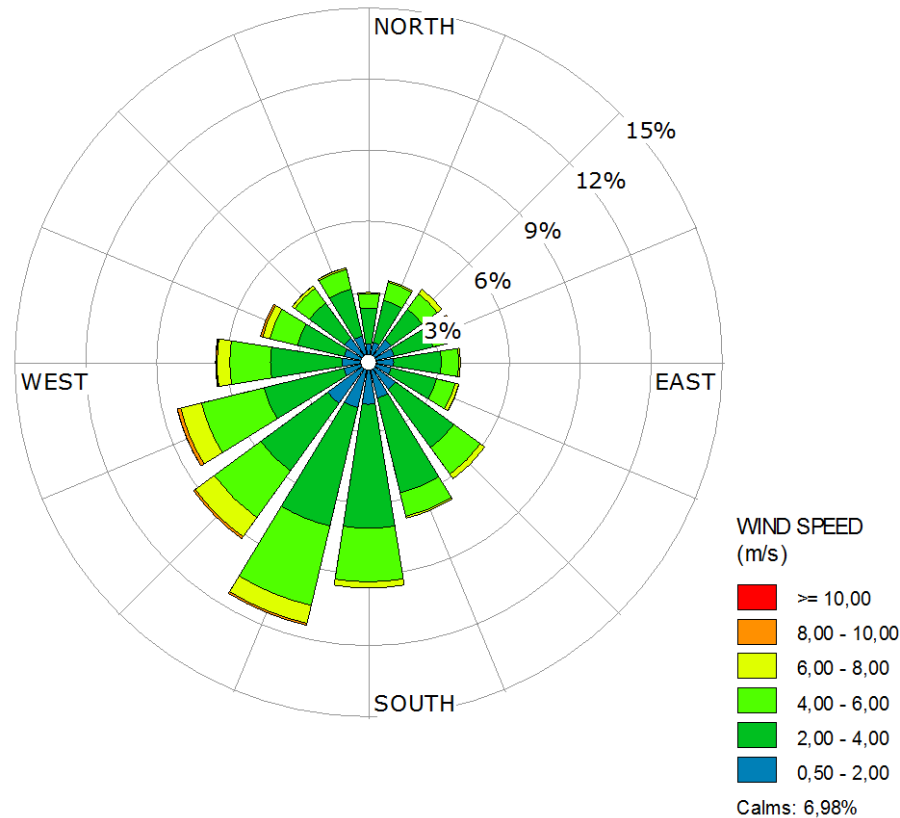
**Taulukko 5. Käytetyllä laskentamenetelmällä eri tarkastelujaksojen taustapitoisuudet muodostuivat seuraaviksi:**

		arvo [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>NO<sub>2</sub></b>	tuntiraja-arvo	9,3
<b>NO<sub>2</sub></b>	vuosiraja-arvo	1,7
<b>NO<sub>2</sub></b>	tuntiohje-arvo	10
<b>NO<sub>2</sub></b>	vuorokausiohje-arvo	3,8
<b>PM<sub>10</sub></b>	vuorokausiraja-arvo	23
<b>PM<sub>10</sub></b>	vuosiraja-arvo	10
<b>PM<sub>10</sub></b>	vuorokausiohje-arvo	32
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	vuorokausiohje-arvo (WHO)	6,5
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	vuosiraja-arvo, vuosiohje-arvo (WHO)	4,3



## 2.4 Sääaineisto

Mallin sääaineistona käytettiin Tampereen Härmälän sääaseman tuntitason havaintoja vuosilta 2015–2017. Eniten oli tuulia etelälounaasta, 11,4 %

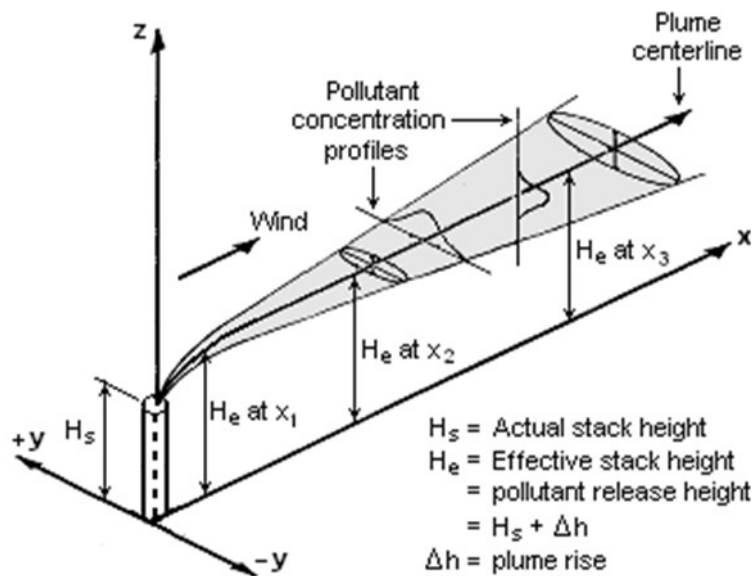


**Kuva 2. Tuulen suuntien jakauma Tampereen Härmälän sääaseman havainnoissa 2015–2017. Tyyniä havaintoja (tuulen nopeus alle 0,5 m/s) oli 7,0 % kolmen vuoden aikana. Kaavio osoittaa mistä suunnasta on tuullut.**

## 2.5 Leviämismalli

Leviämismallinnuksessa käytettiin 3-ulotteista mallia, joka huomioi maastonmuodot, rakennusten aiheuttaman kaasupainuman, kaasujen lämpötilasta johtuvan nosteen, sääolosuhteet. Mallinnukseen käytettiin U.S. EPA:n AERMOD-mallinnusohjelman versiolla 16216r käyttäen apuna graafista käyttöliittymää AERMOD View 9.5.0. Malli on laajalti käytössä Yhdysvalloissa ja Euroopassa, myös Suomessa. Mallinnettavan alueen koko (neliökilometreistä satoihin neliökilometreihin) ja reseptoripisteiden tiheys suhteutetaan päästöihin ja niiden leviämiseen. Lähialueella sekä lähimmissä häiriintyvissä kohteissa voidaan käyttää tiheämpää reseptoriverkkoa, minimissään 20 m.

Leviämismallin perustana on gaussilainen leviämisyhtälö, joka olettaa päästön laimenevan Gaussin jakauman mukaisesti pysty- ja vaakasuunnassa (Kuva 3).



**Kuva 3. Päästövanan hajoaminen gaussilaisen leviämisyhtälön mukaan.**

Mallissa käytetyt hajontaparametrit ovat tilastollisia ja ne on saatu empiirisesti. Vaaka- ja pystysuunnan standardipoikkeamat luonnollisesti kasvavat, kun etäisyys lähteestä kasvaa. Malli huomioi päästövanan korkeutta laskiessaan päästökorkeuden ( $H_s$ ), päästön virtausnopeuden ja lämpösisällön. Tuulenopeuden oletetaan edustavan päästöviuhkan kulkeutumisenopeutta ja se määritetään päästöviuhkan keskiakselin korkeudelle ( $H_e$ ). Gaussin vanamallin lisäksi malli sisältää osamalleja esim. päästöjen vaihteluiden ja rakennusten virtaushäiriöiden käsittelemiseksi.

Laskentamalli käyttää epäpuhtauspitoisuuksien laskennassa meteorologisen tilanteen tuntikeskiarvoja (ulkoilman lämpötila, tuulen nopeus, tuulen suunta, pilvisuus, pilvien korkeus). Laskenta etenee tunnin aika-askeleella, kunnes koko säätiotojen aikasarja, esimerkiksi vuoden mittainen, on käyty läpi.

Tuloksena saatavat pitoisuudet ilmoitetaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa. Pitoisuudet kuvaavat pitoisuuksia ilmassa lähellä maan pintaa hengitysilman korkeudella (1,5 m).

Yleisesti leviämislaskelmien kokonaisepävarmuus koostuu pääosin päästötietojen epävarmuuksista (10–40 %), sääaineiston ja sen edustavuuden epävarmuuksista (10–30 %) ja laskennan epävarmuuksista (10–20 %). Lopputuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on heikoimmillaan tuntipitoisuuksia laskettaessa ja sen edustavuus paranee pitempiä aikaispitoisuuksia laskettaessa.

Epävarmuutta laskentatuloksiin aiheuttaa myös mallin stationaarisuus. Mallilla lasketaan päästölähteeltä etenevän epäpuhtauspilven keskimääräistä jakautumista ympäristöön tunnin aika-askelin, olettaen sääolosuhteen ja päästön pysyvän vakiona koko ajan. Tyynissä olosuhteissa pöly voi leijaila ilmassa pitempään, seuraavienkin tuntien aikana. Ääriolosuhteissa päästö voi vaihdella paljonkin esim. tuulen nopeuden ja puuskittaisuuden mukaan.

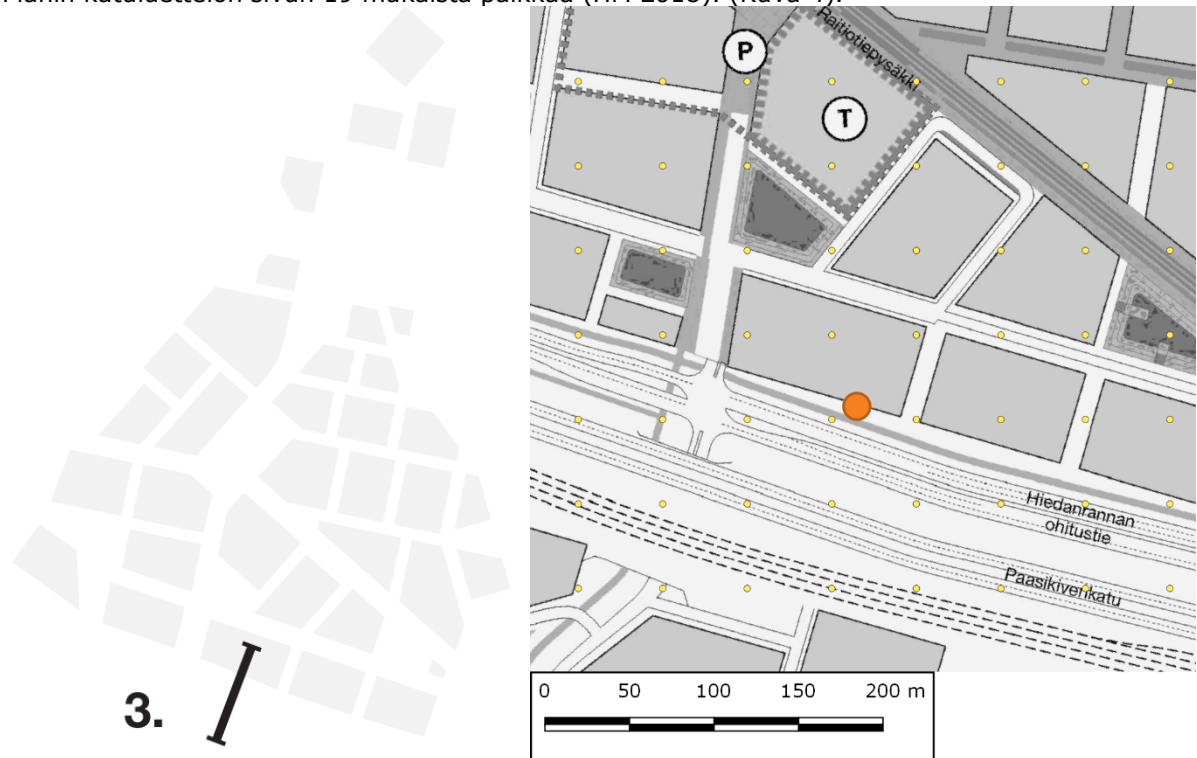
Kasvillisuus, erityisesti puusto, vaikuttavat ilmanlaatuun suoraan pidättämällä ja emittoimalla hiukkasia ja kaasuja sekä epäsuoraan muuttamalla meteorologisia olosuhteita. Meteorologisilla tekijöillä on vaikutusta epäpuhtauksien kulkeutumiseen sekä sen aikana tapahtuvaan epäpuhtauksien sekoittumiseen, laimenemiseen, deponointiin ja muutuntaan. Pienhiukkasten ( $PM_{2,5}$ ) ja monien kaasumaisten epäpuhtauksien pitoisuuksiin puustolla on ilmeisesti pienempi vaikutus, sillä kasvillisuus pidättää niitä heikommin. Malli huomioi päästöalueen ympäröivän

maaston karkealla tasolla (kaupunki/maaseutu) dispersiokertoimella. Puusto tehostaa kuitenkin ilmavirtojen sekoittumista ja laimentaa näin kaikkien epäpuhtauksien pitoisuuksia ilmassa.

## 2.6 Pitoisuuksien korkeusprofiilin laskenta

Pitoisuuksien vaihtelua suunnitellun rakennuksen seinustan kohdalla arvioitiin samalla leviämismallilla. Malli ei ota huomioon rakennusten vaikutusta.

Pitoisuudet laskettiin hengityskorkeudelle (1,5 m maanpinnasta) sekä ylempien kerrosten korkeudelle (5,4; 8,4; 11,4; 14,4; 17,4 ja 20,4 m). Tarkastelukohta oli lähellä Hiedanranta Master Planin katuluettelon sivun 19 mukaista paikkaa (HM 2018). (Kuva 4).



Kuva 4. Vasemmalla: Hiedanrannan katuluettelossa esitetyn poikkileikkauksen sijainti (HM 2018). Oikealla: paikka, johon pitoisuuksien vaihtelu korkeuden mukaan laskettiin (oranssi piste).

### 3. TULOSTEN TARKASTELU

Mallin tulostarkastus on esitetty liitteessä 1. Taustapitoisuudet on sisällytetty tuloksiin. Mallinnuksen mukaan vuosiraja-arvo ei ylitä millenkään komponentille NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>.

PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvoon ja NO<sub>2</sub>-tuntiraja-arvoon verrannollisten pitoisuuksien vyöhykkeet sijoittuvat mallinnuksen mukaan raja-arvoa välittömästi Hiedanrannan ohitustien varteen suunniteltujen rakennusten tienpuoleisella seinustalla, 1,5 metrin korkeudella maanpintatasosta.

PM<sub>10</sub>-vuorokausiohjearvon ylittävät pitoisuudet esiintyvät mallin mukaan laajimmalla. Pisimmillään ohjearvo ylityksiä voidaan arvioida tapahtuvan noin 100 metrin etäisyydellä vilkkaimmista reiteistä Paasikiventien ja Hiedanrannan ohitustien varsilla.

Pienhiukkasten PM<sub>2,5</sub> WHO:n vuosiohjearvo 10 µg/m<sup>3</sup> ylittyy mallissa ainoastaan keskellä ajorataa. Mallin mukaan PM<sub>2,5</sub>-vuorokausiohjearvo (WHO) ylittyy vilkasliikenteisten teiden välittömässä läheisyydessä. NO<sub>2</sub>-tuntiohjearvo ja -vuorokausiohjearvo ylittävät ajoväylien välittömässä läheisyydessä.

Pitoisuudet pienyvät nopeasti korkeuden kasvaessa. Välittömästi tien vierellä olevien rakennusten kohdalla kymmen metrin korkeudessa pitoisuudet ovat noin puolta pienemmät kuin 1,5 metrin hengityskorkeudella. On huomioitava, että käytetty malli ei huomioi rakennusten vaikutusta. Mallin tulosten korkeusprofiileita on esitetty liitteessä 2.

Mallinnustuloksia peilattiin Tampereen keskustatunnelin läntisen, Santalahdessa sijaitsevan mittausaseman tuloksiin vuosilta 2016 ja 2017 (IL 2016, IL 2017). Santalahden mittausasema sijaitsee Valtatie 12:n ja Näsijärven välissä Simppoonkadun läheisyydessä, noin 50 metrin etäisyydellä lähemmän kaistan keskiviivalta sekä noin 300 metrin etäisyydellä tunnelin läntisestä suuaukosta. Lähellä myös Paasikivenkatu ylittää valtatie.

Mittausasema ei sijainnut tämän mallin laskenta-alueella. Tämän vuoksi tarkastelu on suuntaa antava. Santalahden mittausaseman tuloksia verrattiin mallinnettuihin pitoisuuksiin, jotka esiintyivät noin 50 metrin etäisyydellä Paasikiventien pohjoispuoleisesta kaistasta (Taulukko 6) yleissuunnitelmaan merkityn Santalahden sataman länsipään kohdalla. Mallinnetut, ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet olivat tässä ennustetilanteessa suurempia kuin aikaisempien vuosien mittaustulokset. Tämä voi johtua ainakin liikennemäärästä (vuonna 2017 likimain 50 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, mallissa tarkastelukohdassa 80 000 ajon/vrk) ja mallin taustapitoisuuksista sekä siitä, että mallit yliarvioivat pitoisuuksia.

**Taulukko 6. Mallinnustulosten vertailua ohjearvojen osalta keskustatunnelin Santalahden mittausaseman tuloksiin vuosilta 2016 ja 2017. Ohjearvon ylitys tarkastellaan kuukausittain, minkä vuoksi mittaustuloksissa on vaihteluväli.**

mitattava suure	tämä selvitys (ennuste 2040)	Santalahden mittausasema 2016	Santalahden mittausasema 2017
<b>NO<sub>2</sub>-tuntiohjearvo</b>	100–120	26–57	29–72
<b>NO<sub>2</sub>-vuorokausiohjearvo</b>	40–50	11–29	11–33
<b>PM<sub>10</sub>-vuorokausiohjearvo</b>	70–90	8–72	10–36

Tampereen kaupungin ilmanlaatuselvityksessä (Enwin 2013) oli mallinnettu liikenteen päästöjen leviäminen vuosille 2011 ja 2030. Likimääräisesti tarkastellen voidaan mallien tuloksia vertailla. Eroja mallien välille aiheuttavat ainakin

- liikennemäärät;
- erilainen katuverkko;
- laskenta-alueen laajuus (ympäristön liikenteen vaikutus);
- säätiedot;
- päästölaskenta;
- taustapitoisuuksien laskenta ja
- mahdolliset erot NO<sub>2</sub>-muutunnan käsittelyssä.

Tarkastelukohdaksi valittiin Lielahdenkadun ja Enqvistinkadun risteyksen eteläpuolinen kortteli, koska siinä liikennemäärät olivat likimain vastaavia.

**Taulukko 7. Mallinnettujen, raja- ja ohjearvoihin verrannollisten pitoisuuksien likimääräiset vaihtelut Lielahdenkadun ja Enqvistinkadun risteyksen eteläpuolella tässä selvityksessä sekä Tampereen ilmanlaatuselvityksessä 2013.**

raja- tai ohjearvo	tämä selvitys (ennuste 2040)	Enwin 2013 (ennuste 2030)
<b>NO<sub>2</sub>-tuntiraja-arvo</b>	50–100	(ei ilmoitettu)
<b>NO<sub>2</sub>-tuntiohjearvo</b>	70–150	75–100
<b>NO<sub>2</sub>-vuorokausiohjearvo</b>	40–60	50–60
<b>NO<sub>2</sub>-vuosiraja-arvo</b>	5–10	15–20
<b>PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvo</b>	30–40	(ei ilmoitettu)
<b>PM<sub>10</sub>-vuorokausiohjearvo</b>	50–70	60–70
<b>PM<sub>10</sub>-vuosiraja-arvo</b>	10–20	18–25
<b>PM<sub>2,5</sub>-vuorokausiohjearvo</b>	15–25	12–14
<b>PM<sub>2,5</sub>-vuosiraja-arvo</b>	5–10	6–7

Mallinnettuja hiukkastuloksia verrattiin myös Tampereen kaupungin Epilän mittausaseman tuloksiin. Vuonna 2017 mitattu PM<sub>10</sub>-vuosikeskiarvo oli 10 µg/m<sup>3</sup>, kun taas mallinnettu tulos oli kolmen vuoden sääaineistolla 12 µg/m<sup>3</sup>. Vastaavasti mitattu PM<sub>2.5</sub>-pitoisuus oli 5,2 µg/m<sup>3</sup> ja mallinnettu 4,8 µg/m<sup>3</sup>.

Suunnitelmassa rakennukset sijoittuvat hyvin lähelle vilkasliikenteisiä reittejä, eivätkä mallinnetut raja- ja ohjearvoja sivuavat pitoisuudet ole poikkeuksellisia. Tämä tulee ottaa huomioon suunnittelun seuraavissa vaiheissa, mm. suunniteltaessa lähirakennusten ilmanvaihtoa sekä muita rakenteita.

Jyväskylässä 12.9.2018

**RAMBOLL FINLAND OY**

Eerik Järvinen  
FM, yksikönpäällikkö

Toni Keskitalo  
FM, tutkimuspäällikkö

## 4. LÄHTEET

HM2018: Hiedanranta Masterplan. Street Types Catalogue 27.06.2018.

HSY 2015: Kupiainen, K., Stojiljkovic, A., Ritola, R., Niemi, J. & Kousa, A., Liikenteen ei-pakokaasuperäisten hiukkasten päästöinventaario pääkaupunkiseudulle.

IL 2016: Salmi, J. & Saari, H., Valtatie 12. Tampereen tunnelin ilmanlaadun seuranta. Mittaustulokset vuodelta 2016. Ilmatieteen laitos, Helsinki 2017.

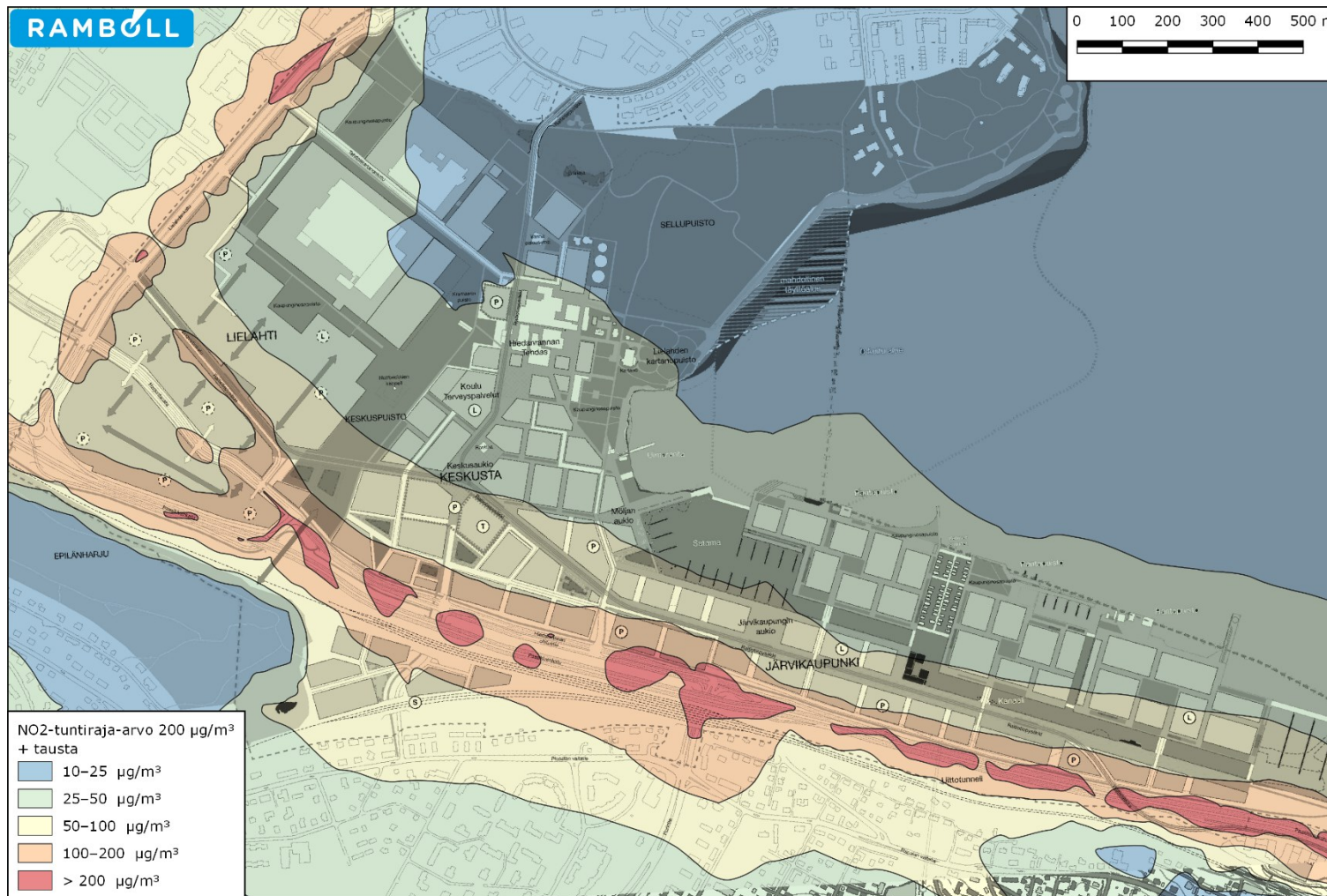
IL 2017: Salmi, J., Saari, H., Laakia, J., Lindgren, K. & Vestenius, M., Valtatie 12. Tampereen tunnelin ilmanlaadun seuranta. Mittaustulokset vuodelta 2017. Ilmatieteen laitos, Helsinki 2018.

THL 2010: Ahtoniemi, P., Tainio, M., Tuomisto, J. T., Karvosenoja, N., Kupiainen, K., Porvari, P., Karppinen, A., Kangas, L. & Kukkonen, J., Health Risks from Nearby Sources of Fine Particulate Matter: Domestic Wood Combustion and Road Traffic (PILTTI). Pienhiukkasten lähipäästöjen terveysriskit: puun pienpoltto ja tieliikenne (PILTTI). Helsinki 2010

VTT 2018: LIPASTO-järjestelmä, <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>



## LIITE 1: MALLIN TULOSKARTAT

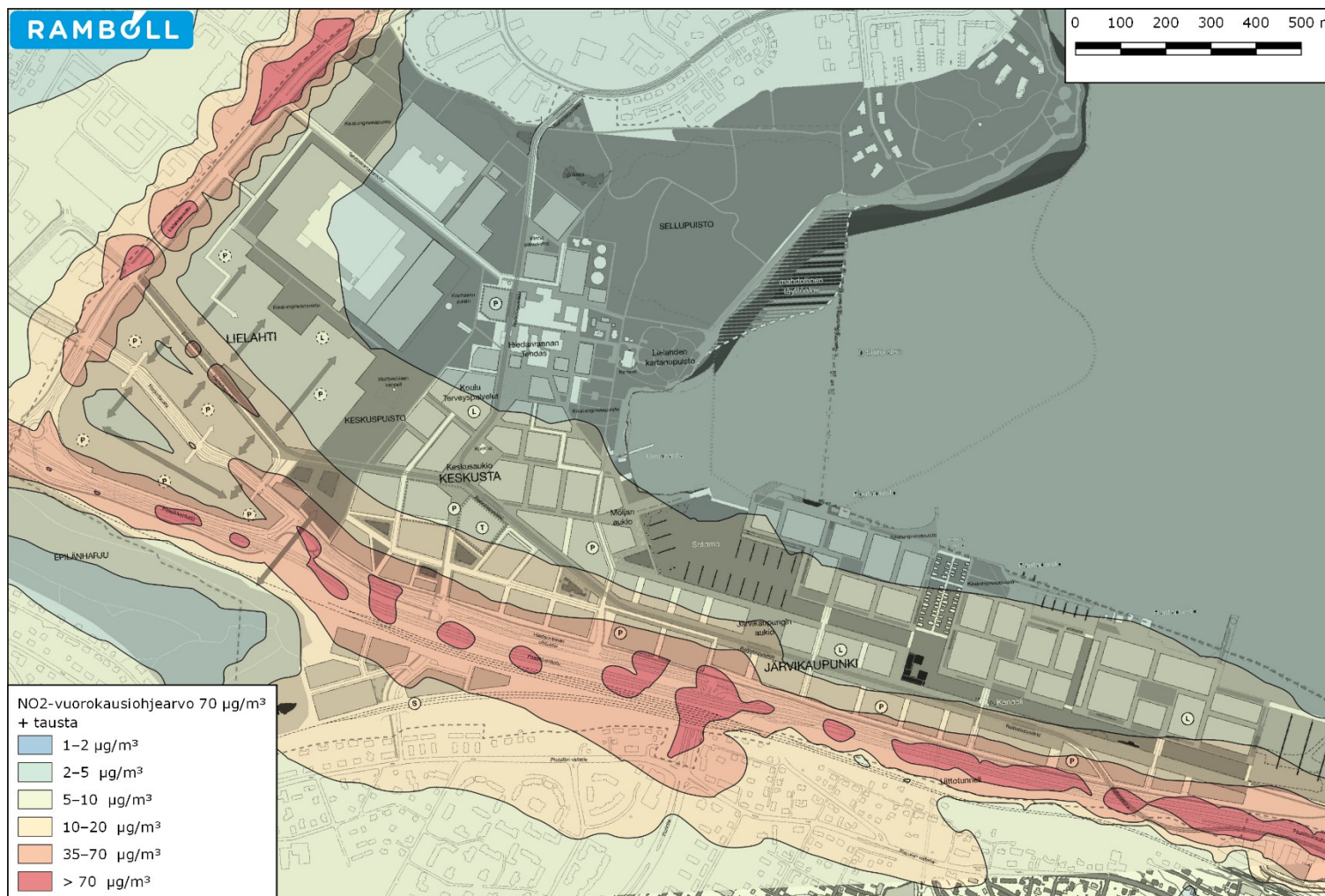


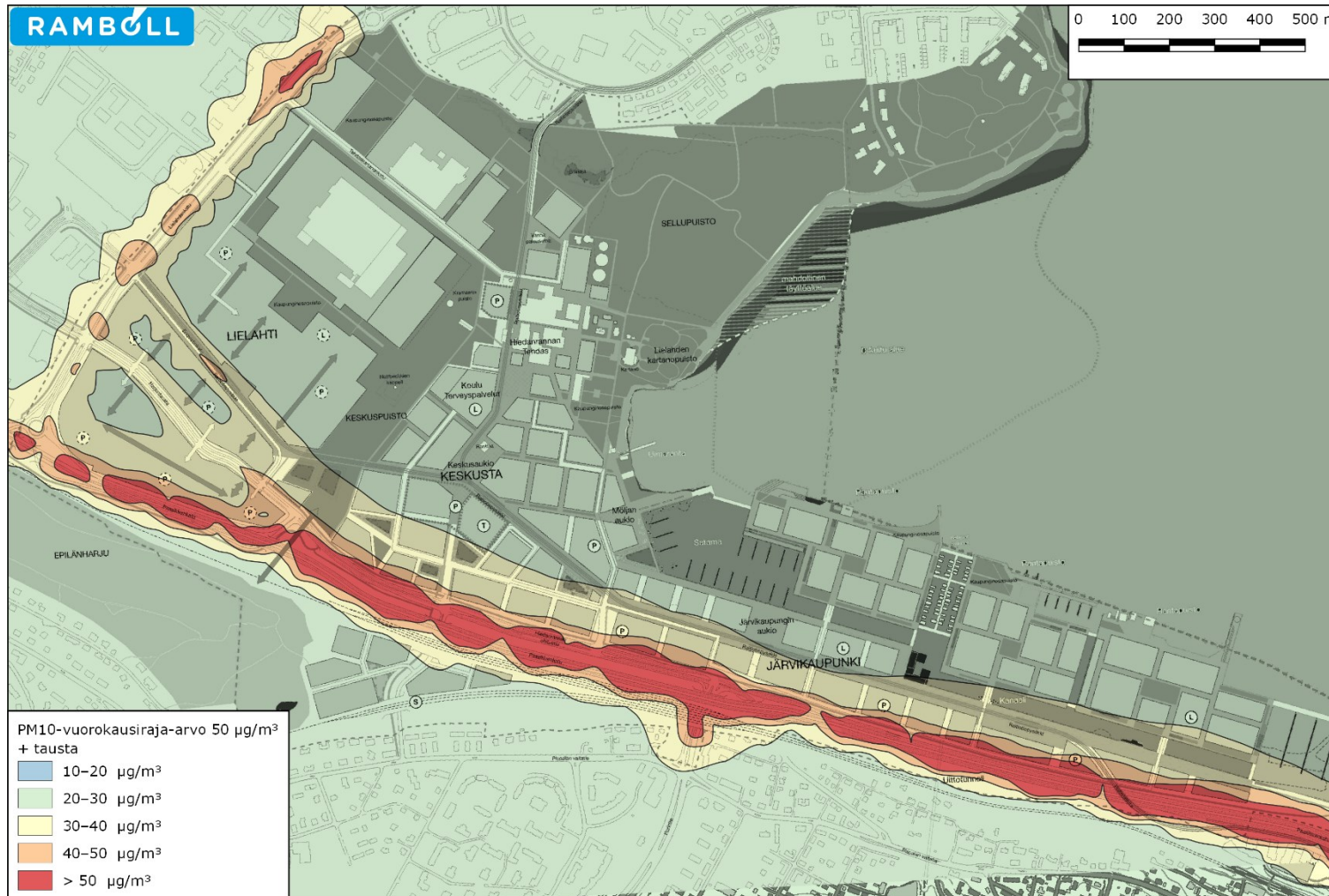






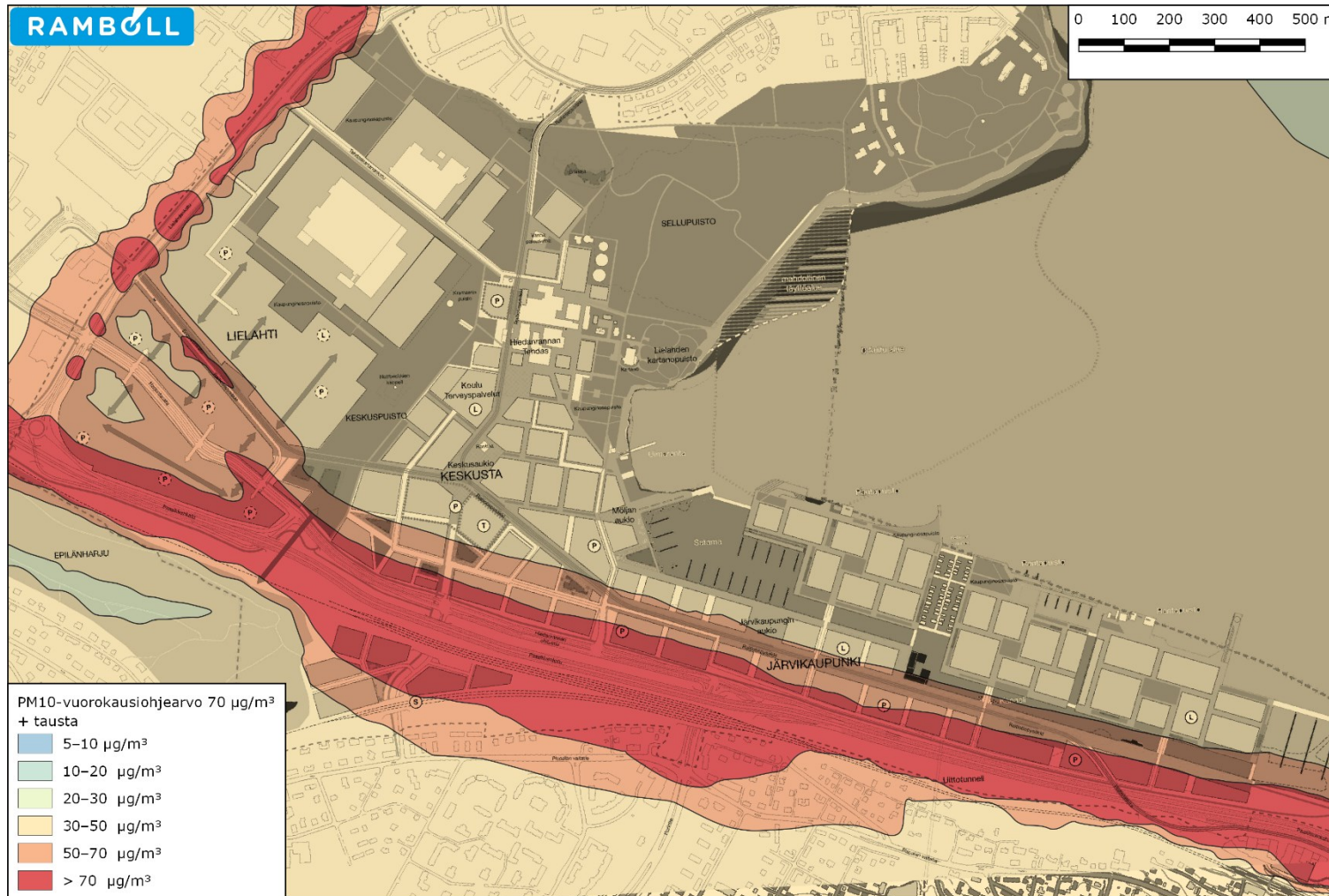














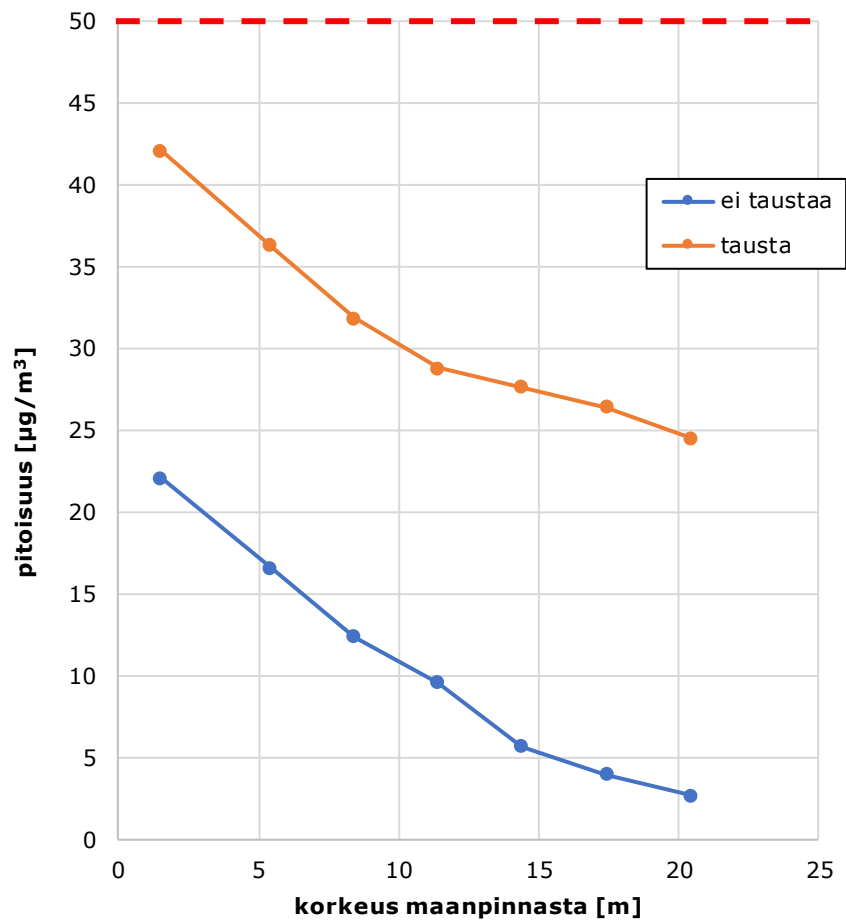




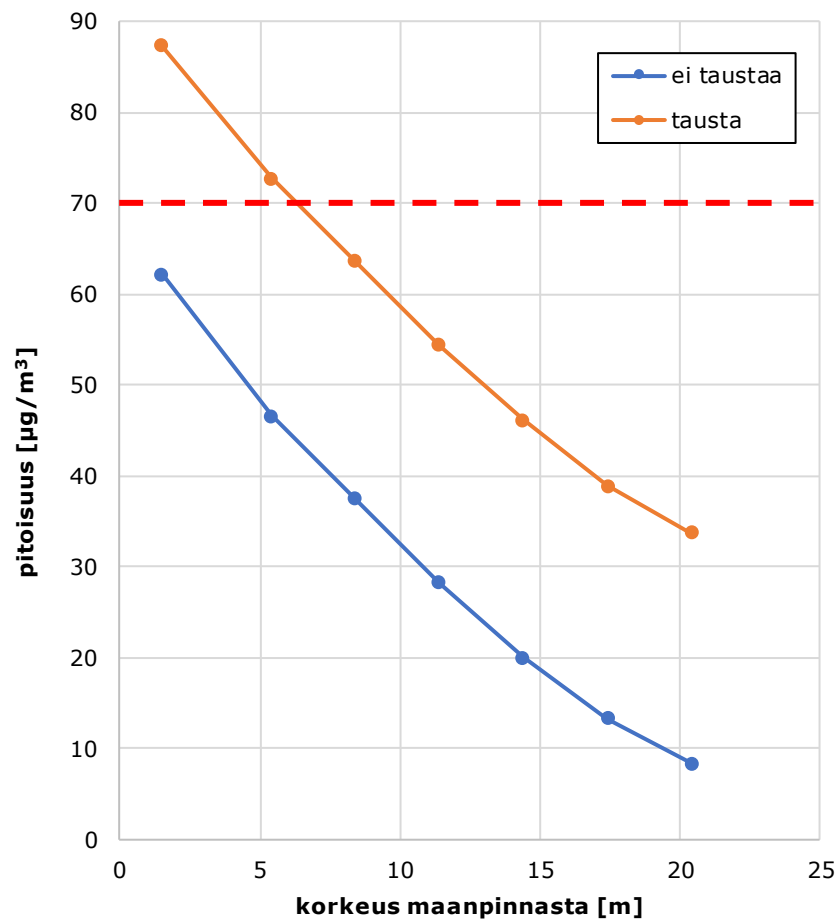


### LIITE 3: PITOISUUDEN KORKEUSPROFIILIT

**PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus**

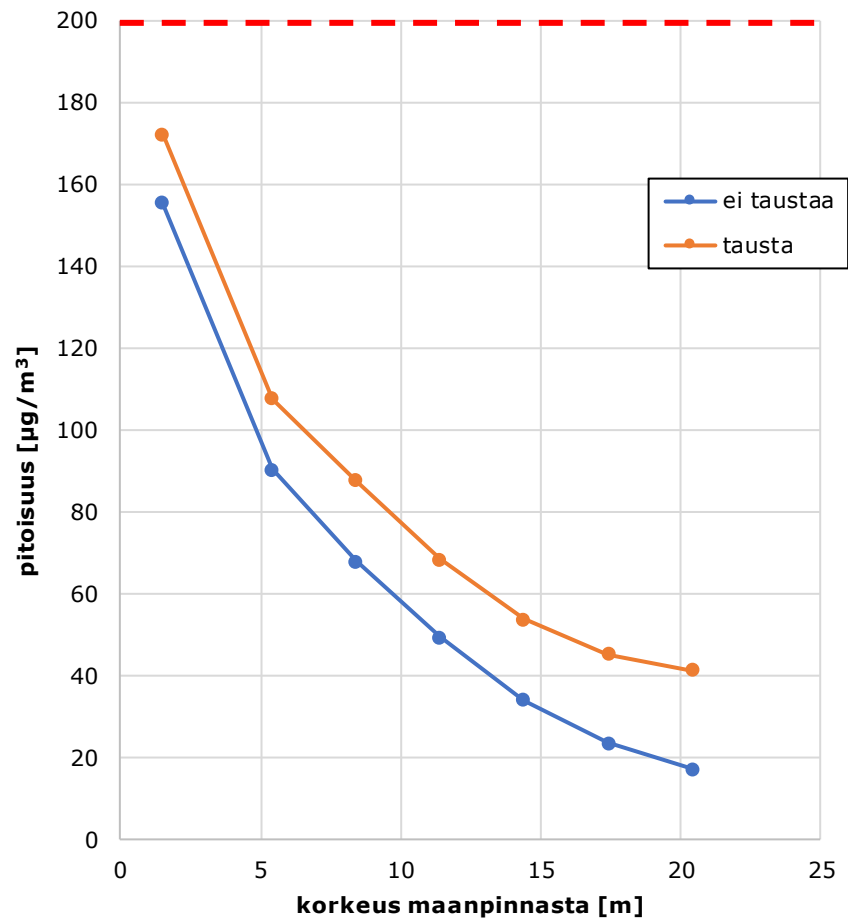


**PM<sub>10</sub>-vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus**

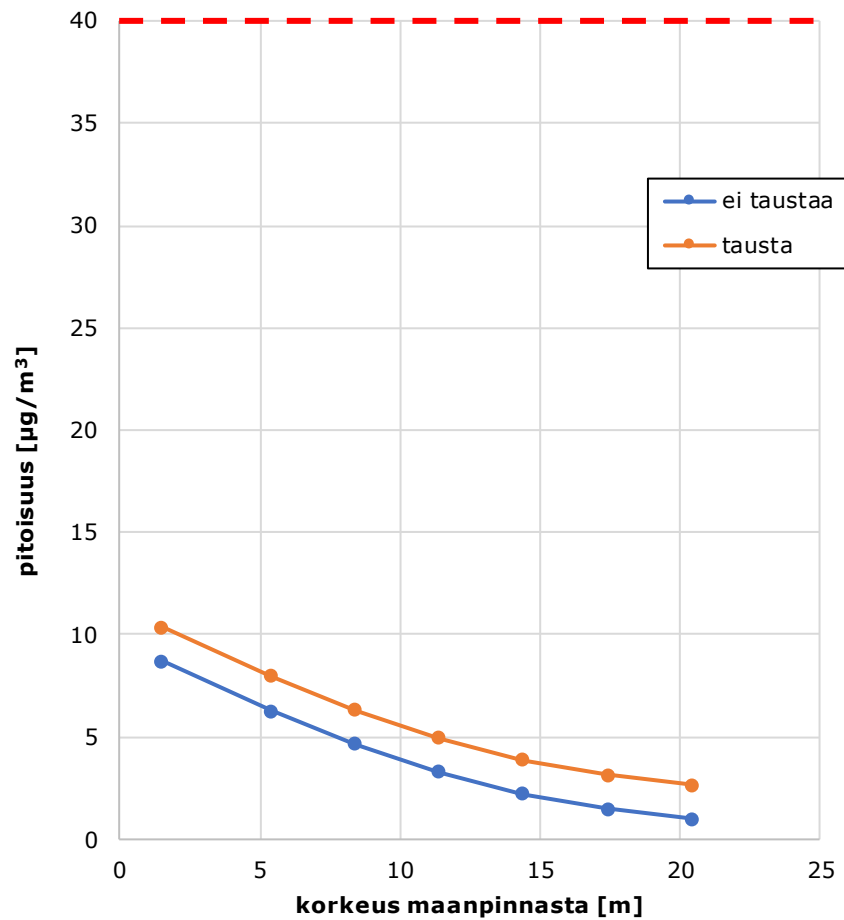


PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvoon ja -vuorokausiohjearvoon verrannollisten pitoisuuksien vaihtelu korkeuden funktiona tarkastelupisteessä ilman taustapitoisuutta ja taustapitoisuus huomioiden. Punainen katkoviiva on vastaava raja- tai ohjearvo.

**Tuntiraja-arvoon verrannollinen NO<sub>2</sub>-pitoisuus**

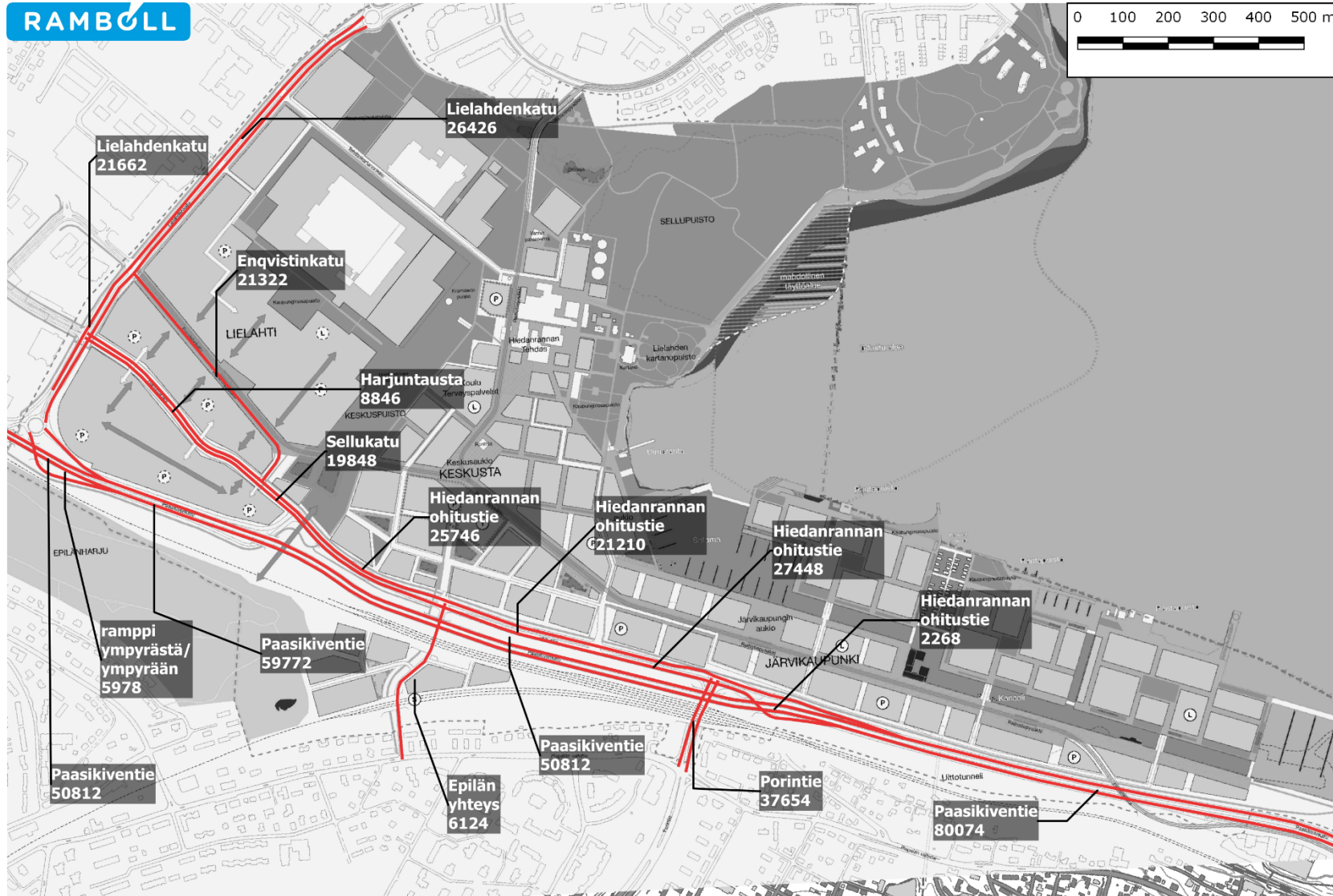


**Vuosiraja-arvoon verrannollinen NO<sub>2</sub>-pitoisuus**



## LIITE 2: MALLIN LÄHTEET

Mallissa mukana olleet reitit ja vuorokautiset liikennemäärät (kokonaismäärä, eri suuntien kaistat laskettu yhteen).



Malliin sijoitetut lähteet, liikennemäärät (yhteensä vuorokaudessa) ja päästömäärät. Lähteet ENQVIST ja EPILA kuvaavat koko kadun liikennettä, muut lähteet kuvaavat liikennettä yhteen suuntaan.

nimike	nimi	pituus [m]	ajon /vrk	raskaan osuus	PM <sub>10</sub> -päästö kg/m/a		NO <sub>x</sub> -päästö kg/m/a
ENQVIST	Enqvistinkatu	554	10661	5,0 %	0,48	0,10	0,76
EPILA	Epilän yhteys	353	3062	5,0 %	0,14	0,03	0,22
HARJU_I1	Harjuntausta	480	4423	5,0 %	0,20	0,04	0,32
HARJU_I2	Sellukatu	96	9924	5,0 %	0,45	0,10	0,71
HARJU_L1	Sellukatu	97	9924	5,0 %	0,45	0,10	0,71
HARJU_L2	Harjuntausta	482	4423	5,0 %	0,20	0,04	0,32
LIELA_E1	Lielahdenkatu	715	13213	5,0 %	0,60	0,13	0,94
LIELA_E2	Lielahdenkatu	302	10831	5,0 %	0,49	0,10	0,77
LIELA_P1	Lielahdenkatu	363	10831	5,0 %	0,49	0,10	0,77
LIELA_P2	Lielahdenkatu	710	13213	5,0 %	0,60	0,13	0,94
OHIT_I1	Hiedanrannan ohitustie	371	12873	5,0 %	0,58	0,12	0,92
OHIT_I2	Hiedanrannan ohitustie	332	10605	5,0 %	0,48	0,10	0,76
OHIT_I3	Hiedanrannan ohitustie	255	13724	5,0 %	0,62	0,13	0,98
OHIT_I4	Hiedanrannan ohitustie	290	1134	5,0 %	0,05	0,01	0,08
OHIT_L1	Hiedanrannan ohitustie	416	1134	5,0 %	0,05	0,01	0,08
OHIT_L2	Hiedanrannan ohitustie	253	13724	5,0 %	0,62	0,13	0,98
OHIT_L3	Hiedanrannan ohitustie	333	10605	5,0 %	0,48	0,10	0,76
OHIT_L4	Hiedanrannan ohitustie	367	12873	5,0 %	0,58	0,12	0,92
PAASI_I1	Paasikivenkatu	324	25406	5,0 %	1,15	0,24	1,13
PAASI_I2	Paasikivenkatu	160	29886	5,0 %	1,36	0,29	1,33
PAASI_I3	Paasikivenkatu	1433	25406	5,0 %	1,15	0,24	1,13
PAASI_I4	Paasikivenkatu	1113	40037	5,0 %	1,82	0,38	1,78
PAASI_L1	Paasikivenkatu	1026	40037	5,0 %	1,82	0,38	1,78
PAASI_L2	Paasikivenkatu	1567	25406	5,0 %	1,15	0,24	1,13
PAASI_L3	Paasikivenkatu	190	29886	5,0 %	1,36	0,29	1,33
PAASI_L4	Paasikivenkatu	299	25406	5,0 %	1,15	0,24	1,13
PORIN_E1	Porintie	192	18827	5,8 %	0,90	0,19	1,36
PORIN_P1	Porintie	198	18827	5,8 %	0,90	0,19	1,36
YMP_I1	ramppi Paasikiventielle	167	2989	5,0 %	0,14	0,03	0,21
YMP_L1	ramppi Paasikiventieltä	247	2989	5,0 %	0,14	0,03	0,21