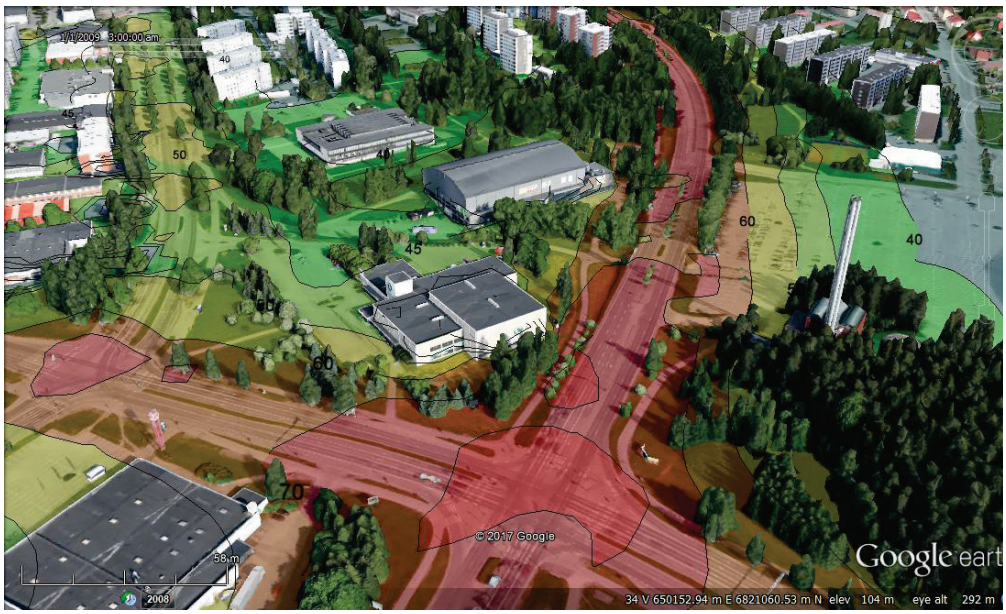
Enwin
- Vision Keeper -

26. LOKAKUUTA 2017

Tampereen kaupunki

Kaupunkiympäristön kehittäminen



ID 1 875 738

ISKUN JA TAMPEREEN AREENAN KORTTELIEN (8489) ILMANLAATUSELVITYS

TAMPEREEN KAUPUNKI, KAUPUNKIYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN

Enwin
- Vision Keeper -

ENWIN OY,2017
Kivipöytälänkuja 2
33920 Pirkkala
www.enwin.fi

TIIVISTELMÄ

Tampereella Iskun ja Tampereen Areenan kortteleihin on suunnitteilla liikerakennus ja asuinkerrostaloja (kaava-alue 8489). Myös Rieväkatua jatketaan suunnittelualueen läpi. Alue sijoittuu Hervannan valtaväylän ja Sammonkadun väliin Tässä työssä **(ID 1 875 738**) on arvioitu leviämismallinnuksen avulla liikenteen aiheuttamien epäpuhtauspäästöjen leviämistä nykytilanteessa sekä vuoden 2040 liikenne-ennustetilanteessa ja uuden korttelisuunnitelman mukaisessa rakennuskannassa. Työssä mallinnettiin karkeampien hengittävien hiukkasten (PM_{10} < 10 µm:n hiukkaskoko, pääosin katupölyä) ja pienhiukkasten ($PM_{2.5}$ <2.5 µm:n hiukkaskoko, ajoneuvopäästöjä ja katupölyn pienhiukkasfraktio) vuorokausi- ja vuosipitoisuudet nykytilanteessa ja ennustevuonna 2040. Lisäksi tarkasteltiin alueen nykytilanteen typpidioksidipitoisuuksia (NO_2). Mallinnustuloksia verrattiin Ilmanlaatuasetuksen vuosiraja-arvoihin (*VNA 79/2017*) sekä kansallisiin vuorokausipitoisuuden ohjearvoihin (*VNp 480/1996)* sekä Maailman terveysjärjestön (*WHO*) esittämiin pienhiukkasten vuorokausi- ja vuosiohjearvoihin. Työssä annettiin suosituksia ilmanlaadun ja ihmisten epäpuhtauksille altistumisen näkökulmasta.

PM_{10}-ja $PM_{2.5}$-hiukkasten pitoisuudet alittivat ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot Iskun ja Tampereen Areenan suunniteltuissa asuinkortteleissa. Myös nykytilannemalli typpidioksidipitoisuuksista alitti ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot korttelissa. Ilmanlaadun mallinnuksen perusteella Isku-Areenan alueelle voidaan rakentaa asuinkerrostaloalue, kun kerrostalot rakennetaan esitetyn korttelisuunnitelman mukaisesti vähintään n. 40 m etäisyydelle Hervannan valtaväylästä. Hervannan valtaväylän puoleisissa kerrostaloissa alimpaan maanpintatason kerrokseen tulee kuitenkin sijoittaa muuta kuin asuintiloja, koska valtaväylän puolella PM_{10}-pitoisuudet ovat lähellä ohjearvotasoa ainakin ns. katupölykuukausina, kun tuuli käy taloille päin ja työntää tiepäästöjä talojen seinustoille. Vertikaalisen mallinnuksen perusteella suositellaan, että valtaväylän varressa myös ainakin kahden alimman asuinkerroksen parvekkeet (2-3 krs) tulisi ilmanlaadun näkökulmasta sijoittaa talojen länsipuolelle sisäpihalle.

Kerrostalojen sisäpiha rakennetaan suunnitelman mukaan ns. pihakantena, jonka alle sijoittuu talojen parkkihallit. Hallit ovat yhteydessä toisiinsa. Näiden parkkihallien ilmanvaihto tulee suunnitella siten, että se ei vaikuta sisäpihan oleskelu- ja leikkipaikkojen ilmanlaatuun.

Asuinrakennusten ja vähittäiskaupparakennuksen tuloilmaan suositellaan pienhiukkassuodatusta, koska sillä voidaan parantaa sisäilman laatua ja vähentää hiukkasten pitoisuuksia ja terveysvaikutuksia esimerkiksi katupölykuukausina ja myös pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodien aikana. Rakennus- tai porraskohtaisessa koneellisessa ilmanvaihdossa tuloilma tulee ottaa mahdollisimman korkealta, koska epäpuhtauksien pitoisuudet ovat yläkerroksissa alhaisimmat (ks. vertikaalinen mallinnus).

Rieväkadun varteen on suunnitteilla aukioiden sarja. Aukiolle, joka sijoittuu valtaväylän puolelle ei suositella oleskelupaikkoja, vaan se olisi ainoastaan valtaväylän alitusta varten(jalankulku/pyörätie). Ko. aukio on alempana tienpintaa, jolloin päästövaikutus ja epäpuhtauspitoisuudet voivat olla siellä korkeampia.

Suunniteltujen kerrostalojen vertailupisteissä (Hervannan valtaväylän puoleinen sivu ja uuden Rieväkadun varsi) vuorokausiohjearvoon ja vuosiraja-arvoon verrannolliset hiukkaspitoisuudet olivat:				
	PM_{10} vrk-pitoisuus µgPM_{10}/m^3 (2. korkein)	PM_{10} vuosipitoisuus µgPM_{10}/m^3	$PM_{2.5}$ vrk-pitoisuus µg$PM_{2.5}$/m^3	$PM_{2.5}$ vuosipitoisuus µg$PM_{2.5}$/m
Nykytilanne	43-58 (61-83% ohjearvosta)	15-17 (38-43 % raja-arvosta)	13-14 (52-56 % ohjearvosta)	7.1-7.3 (71-73 % ohjearvosta)
Ennuste-tilanne	48-68 (69-97 % ohjearvosta)	17-22 (43-55 % raja-arvosta)	12-13 (48-52 % ohjearvosta)	6.9-7.0 (69-70 % ohjearvosta)

Liikennemäärät kasvavat vuoteen 2040 mennessä suunnittelualueen kohdalla lähinnä Hervannan valtaväylällä ja uuden Rieväkadun jatkeen takia (v. 2040 yhteisvaikutus alueen itäpuolella 36 000 ajon/vrk). Sammonkadun liikenne sen sijaan vähenee mm. raitiotien vaikutuksesta.

2017©ENWIN OY

Sisältö

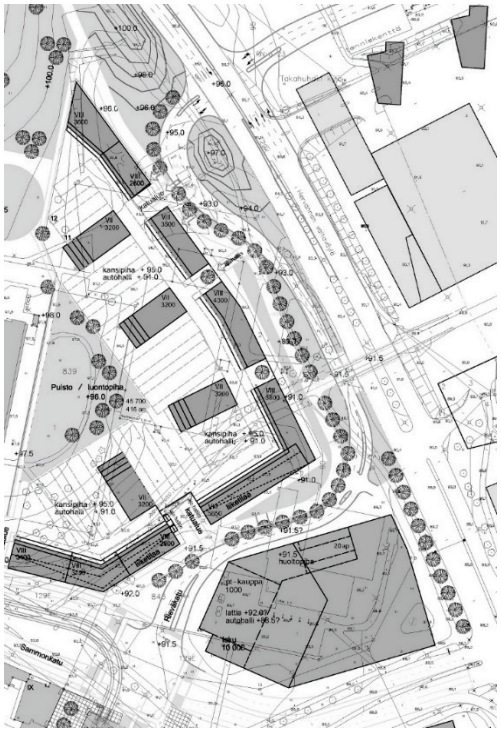
TIIVISTELMÄ 1
1. Johdanto 3
2. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot 4
2.1 Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksista 4
2.2 Mitattuja pitoisuuksia Tampereella vuonna 2016 5
3. Lähtötiedot mallinnuksessa 6
3.1 Mallinnusohjelma ja sen lähtötiedot 6
3.2 Liikennetiedot ja päästöt 6
3.2.1 Nykyliikenne 6
3.2.2 Liikenne-ennuste vuonna 2040 7
4. Mallinnustulokset 8
4.1 PM_{10}-vuorokausi- ja vuosipitoisuudet –nykytilanne ja v. 2040 9
4.1.1 Vertikaalinen ilmanlaatu vuonna 2040 13
4.2 $PM_{2.5}$ vuorokausi- ja vuosipitoisuudet –nykytilanne ja v. 2040 14
4.3 Nykytilanteen NO_2-pitoisuudet 18
4.4 Johtopäätökset mallinnuksista 18
5. Suositukset 20
6. Mallinnuksen kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat tekijät 21

LIITE 1. Ilmanlaadun vertailuarvoja 22
LIITE 2. AERMOD-leviämismalli 23
LIITE 3. Liikennepäästöt 25
LIITE 4. PM_{10}-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet – Nykytilanne ja ennustevuosi 2040 28
LIITE 5. $PM_{2.5}$-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet – Nykytilanne ja ennustevuosi 2040 30
LIITE 6. Nykytilanteen NO_2-pitoisuudet 32

Copyright2017©ENWIN OY

1. Johdanto

Tampereella Iskun ja Tampereen Areenan kortteleihin on suunnitteilla asuinkerrostaloja ja liikerakennus (kaava-alue 8489). Myös Rieväkatua jatketaan alueen läpi. Alue sijoittuu Hervannan valtaväylän ja Sammonkadun väliin (kuva 1).



Kuva 1. Iskun korttelin ja Tampereen Areenan suunnittelualue. *(Lähde: 8489 kaava-aineisto, Tampereen kaupunki*)

Leviämismallinnuksen avulla arvioidaan liikenteen aiheuttamien päästöjen leviämistä ja vaikutuksia nykytilanteessa sekä vuoden 2040 liikenne-ennustetilanteessa ja korttelisuunnitelman mukaisessa rakennuskannassa. Työssä mallinnetaan karkeampien hengittävien hiukkasten (PM_{10} < 10 µm:n hiukkaskoko, pääosin katupölyä) ja pienhiukkasten ($PM_{2.5}$ <2.5 µm:n hiukkaskoko, ajoneuvopäästöjä ja katupölyn pienhiukkasfraktio) vuorokausi- ja vuosipitoisuudet. Alueellinen tausta huomioidaan mallissa nykytilanteen mukaisesti. Mallinnustuloksia verrataan ilmanlaatuasetuksen PM_{10}- ja $PM_{2.5}$ -hiukkasten vuosiraja-arvoihin (*VNA 79/2017*) sekä kansalliseen PM_{10}-hiukkasten vuorokausi-ohjearvoon (*VNp 480/1996*) ja Maailman terveysjärjestön (*WHO*) esittämiin pienhiukkasten vuorokausi- ja vuosiohjearvoihin. Nykytilannemalli tehdään myös liikenteen typenoksidipäästöille ja typpidioksidin ulkoilman pitoisuuksia verrataan NO_2:n ilmanlaadun ohjearvoon ja vuosiraja-arvoon.

Ilmanlaadun mallinnuksen tavoitteena on selvittää suunnitelman toteutuskelpoisuus huomioitaessa alueelliset ilmanlaatuasiat pitkälle tulevaisuuteen. Hyvällä suunnittelulla ja erilaisten toimintojen harkitulla sijoituksella pyritään vähentämään ja välttämään ihmisten pitkäaikaista altistumista haitallisen korkeille ilman epäpuhtauspitoisuuksille sekä estämään ennakolta haitallisia terveysvaikutuksia. Työssä arvioidaan korttelisuunnitelman rakennussijoittelua ilmanlaadun ja ihmisten altistumisen kannalta sekä annetaan suosituksia asuinhuoneistojen ilmanvaihdosta ja piha-alueiden sijoittamisesta alueelle tulevaisuuden liikennetilanteessa.

Työn on tilannut Tampereen kaupunki. Ilmanlaatumallinnukset on tehnyt Enwin Oy:ssä Tarja Tamminen.

2017©ENWIN OY

2. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot

Ilmanlaadun vertailuarvoja ovat ns. ilmanlaadun raja-arvot (yhteiset EU:n alueella, *VNA 79/2017*) ja kansalliset vain Suomessa voimassa olevat ilmanlaadun ohjearvot (*VNp 480/1996*). Lisäksi Maailman terveysjärjestö WHO on antanut mm. terveysperusteiset vuorokausi- ja vuosipitoisuuden ohjearvot mm. pienhiukkasille (<2.5 µm:n hiukkaskoko). Ilmanlaadun vertailuarvot on esitetty **Liitteessä 1.**

Kansalliset ohjearvot on otettava huomioon mm. alueidenkäytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa. Tavoitteena on, että suunnittelun avulla ohjearvojen ylittyminen estetään ennakolta. Lyhytaikaispitoisuuksien (tunti ja vrk) ohjearvot on annettu ensisijaisesti terveydellisin perustein. Ohjearvojen asettamisessa on pyritty ottamaan huomioon muun muassa ilman epäpuhtauksien vaikutukset herkkiin väestöryhmiin, kuten lapsiin, vanhuksiin ja hengityselinsairaisiin. *VNp 480/1996*

EU:n yhteiset raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet, joita ei saa ylittää. Raja-arvot on pääosin annettu terveyshaittojen ehkäisemiseksi alueilla, joissa asuu tai oleskelee ihmisiä. Kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi on annettu ns. kriittiset arvot (vuosipitoisuudet) typenoksideille ja rikkidioksidille. Raja-arvojen ylittyessä viranomaisten tulee ryhtyä toimenpiteisiin pitoisuuksien alentamiseksi. *VNA 79/2017*

Hiukkasille ei ole annettu lyhytaikaisia esim. tuntipitoisuuden ohje- tai raja-arvoja vaan merkittäviä terveysvaikutuksia ilmenee yleensä vasta pitempiaikaisesta altistuksesta.

2.1 Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksista

Liikenne on merkittävä ilmanlaatuun vaikuttava tekijä taajamissa. Alueidenkäytön suunnittelussa tulee huomioida ilmanlaatuasiat ja pyrkiä vähentämään ihmisten pitkäaikaista altistusta mm. liikenteen päästöille myös suunnittelun keinoin. Liikenteen pakokaasupäästöjä pidetään haitallisina ihmisten terveydelle, erityisesti siksi, että ne muodostuvat matalalla ja purkautuvat suoraan hengityskorkeudelle. Hiukkaspäästöjen lisäksi muita kaupunki-ilman liikenneperäisiä ja suurina pitoisuuksina myös terveydelle haitallisia epäpuhtauksia ovat mm. typenoksidit (NOx= NO ja NO_2), joista typpidioksidi on typpimonoksidia haitallisempaa. Esimerkiksi henkilöautojen sähköistuminen tulevaisuudessa tulee todennäköisesti vähentämään typpidioksidin pitoisuuksia ja haittoja.

Ulkoilman hiukkaspitoisuudet ovat yksi ilman epäpuhtauspitoisuuksista, joilla on merkitystä paitsi ihmisten viihtyvyyteen (karkeimmat hiukkaset) myös terveyteen (pienemmät hiukkaset). Hiukkasten haitallisuus riippuu paitsi hiukkasten koosta ja muista fysikaalisista ominaisuuksista myös kemiallisesta koostumuksesta; orgaanisesta ja epäorgaanisesta aineksesta. Yhdyskuntailman hiukkaset muodostuvat mm. sulfaateista, nitraateista, ammoniakista, mustasta hiilestä ja mineraalipölystä. Niissä on yleensä vähemmän esim. raskasmetalleja kuin teollisuusperäisissä hiukkasissa.

Suuret näkyvät pölyhiukkaset vaikuttavat erityisesti viihtyvyyteen ja aiheuttavat näkyvää likaantumista. Niiden terveysvaikutukset jäävät vähäisiksi, koska ne eivät pääse pitkälle ihmisen hengityselimissä. Myös ns. hengitettävistä hiukkasista (PM_{10}, < 10 µm hiukkaskoko) kokoluokan suurimmat hiukkaset jäävät yleensä ylempiin hengitysteihin ja ovat siten vähemmän haitallisia kuin pienemmät hiukkaset. PM_{10}-hiukkaset ovat pääosin peräisin katupölystä (renkaat, jarrut ja liukkaudentorjunta, tien pinnan kuluminen). Ne voivat myös aiheuttaa ylempien hengitysteiden sairauksia, sekä erilaisten hengityselinsairauksien mm. astman pahenemista esim. kevätpölyaikaan. PM_{10}-hiukkasissa on mukana

2017©ENWIN OY

myös kokoluokaltaan pienempiä hiukkasia. Terveydelle haitallisempi hiukkasfraktio ns. $PM_{2.5}$ hiukkaset kuuluvat osana PM_{10}-hiukkasiin.

Pahimmat terveyshaitat liittyvät erityisesti pienhiukkasiin ($PM_{2.5}$ < 2.5 µm:n kokoluokka), joista osa voit päätyä hengitysilman mukana syvälle keuhkoihin aina keuhkorakkuloihin saakka. Ne voivat lisätä sairastuvuutta akuutteihin tai kroonisiin tauteihin, kuten hengityselinsairauksiin sekä sydän- ja verisuonitauteihin. Pienhiukkasten osalta täysin haitatonta kynnyspitoisuutta ei ole voitu osoittaa. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ihmisten kuolleisuus korreloi kaupunki-ilman pienhiukkaspitoisuuksien kanssa[1].

Liikenteen ja teollisuuden lisäksi myös pienpoltto pientaloalueilla sekä kaukokulkeuma aiheuttavat merkittävän osan alueellisista episodimaisista pienhiukkaspitoisuuksista.

2.2 Mitattuja pitoisuuksia Tampereella vuonna 2016

Tampereen kaupunki mittaa ilman epäpuhtauspitoisuuksia kiinteillä mittausasemilla Pirkankadulla, Epilässä, Linja-autoasemalla ja Kalevassa. Taulukkoon 1 on koottu viimeisimmän vuosiraportin (2016[2]) mittaustuloksia ulkoilman epäpuhtauspitoisuuksista.

Taulukko 1. PM_{10}-hiukkasten ja pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) ja typpidioksidin (NO_2) mitattuja pitoisuuksia Tampereella vuonna 2016. ***Lähde: Tampereen ilmanlaatu 2016, Tampereen kaupunki 1/2017.***

Mittauspiste	**PM_{10}** vuosipitoisuus µg/m³	**PM_{10}** 2. korkein vuorokausi-pitoisuus µg/m³	**$PM_{2.5}$** vuosipitoisuus µg/m³	**$PM_{2.5}$** korkein vuorokausi-pitoisuus µg/m³	**NO_2** vuosipitoisuus µg/m³	**NO_2** 2. korkein vuorokausi-pitoisuus µg/m³
Pirkankatu	14	95			17	64
Epilä	11	67	6.7	31.5		
Linja-autoasema			6.9	21.3	22	49
Kaleva			6.3	19.7	11	37
Ohje- tai raja-arvopitoisuus	*40 (raja)*	*70 (ohje)*	*10 (ohje)* *25 (raja)*	*25 (ohje)*	*40 (raja)*	*70 (ohje)*

PM_{10}-vuorokausiohjearvo ylittyi Pirkankadulla maalis- ja huhtikuussa, Epilän mittauspisteessä ohjearvo ei ylittynyt. PM_{10}-hiukkasten vuorokausiraja-arvon numeroarvo 50 µg/m³ ylittyi vuonna 2016 muutamina päivinä sekä Pirkankadulla että Epilässä. Ylityksiä saa vuodessa esiintyä 35 kertaa ennen kuin varsinainen vuorokausiraja-arvo katsotaan ylittyneen. $PM_{2.5}$-hiukkasten WHO:n vuorokausiohjearvo 25 µg/m³ ylittyi Epilässä kerran vuoden aikana. Kalevassa ja Linja-autoasemalla ylityksiä ei todettu. WHO:n vuosiohjearvo 10 µg/m³ ei ylittynyt. Typpidioksidin ohje- ja raja-arvot eivät mittauspisteissä ylittyneet vuonna 2016.

[1] ESCAPE - European Study of Cohorts for Air Pollution Effects, http://www.escapeproject.eu/
[2] Tampereen kaupunki, Tampereen ilmanlaatu 2016. Päästöt ja ilmanlaadun mittaustulokset, Tampere, Ympäristönsuojelun julkaisuja 1/2017.

2017©ENWIN OY

3. Lähtötiedot mallinnuksessa

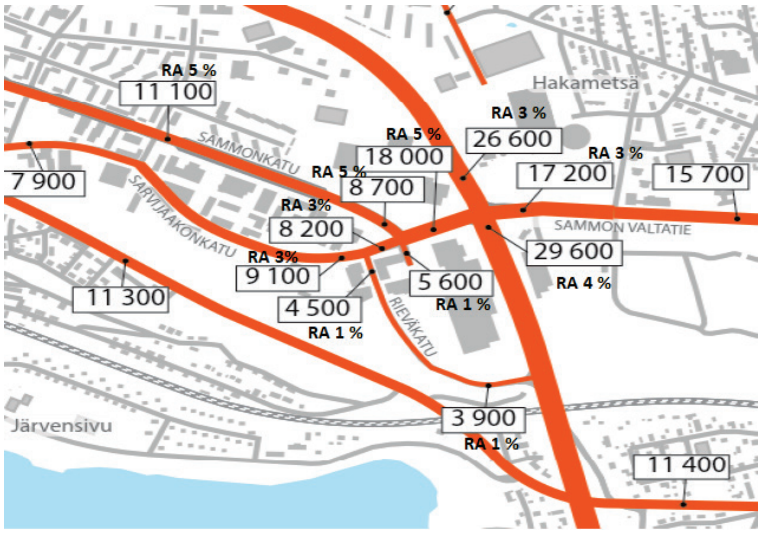
3.1 Mallinnusohjelma ja sen lähtötiedot

Tässä ilmanlaatuselvityksessä ilman epäpuhtauksien mallinnettiin käyttäen AERMOD-leviämismallinnusohjelmistoa. Malliohjelman yleiset lähtötiedot, mm. meteorologinen aineisto on esitetty **Liitteessä 2.**

3.2 Liikennetiedot ja päästöt

3.2.1 Nykyliikenne

Iskun ja Tampereen Areenana lähialueen tieliikenne nykytilanteessa on kuvassa 2. Hervannan valtaväylän nopeusrajoitus on 50-70 km/h etelässä ennen Sammon valtatien risteysaluetta ja sen jälkeen 50-60 km/h. Muilla pääteillä 50 km/h, Rieväkadulla 40 km/h.



Kuva 3. Nykyliikennemäärät suunnittelualueen lähialueella.

Ajoneuvokohtaiset nykytilanteen NOx- ja pienhiukkaspäästöt laskettiin uusimpien heinäkuussa 2017 päivitettyjen VTT LIPASTO yksikköpäästökertoimien perusteella. Yksikköpäästökertoimissa on huomioitu ajosuoritteissa erilaisten ajoneuvojen tyypilliset jakaumat eri EURO-päästöluokkiin Suomessa. Vuonna 2017 VTT:n ALIISA 2016 tietokannan mukaan keskimäärin Suomessa henkilöautoista 71.5 % on bensiinikäyttöisiä, 28 % dieselkäyttöisiä ja 0.6 % muita vähäpäästöisiä autoja (sähkö kaasu, hybridi, vety). VTT LIPASTO yksikköpäästökertoimien (07/2017) mukaan dieselhenkilöautojen ajosuorite on kuitenkin nykytilanteessa keskimäärin 41 %. Raskas liikenne jakautui kuorma-autoihin, busseihin ja ajoneuvoyhdistelmiin.

Katupölyn määrään vaikuttaa myös ajonopeus[3]. PM_{10}-hiukkaspäästöjen laskennassa huomioitiin alueen teiden nopeusrajoitukset Nordtrip-raportissa esitettyjen arvioiden perusteella. Liikenteen pienhiukkaspäästöihin laskettiin mukaan katupölyn pienhiukkasfraktio. Katupölyn päästölaskenta

[3] NORDTRIP Non-Exhaust Road Traffic Induced Particle Emissions

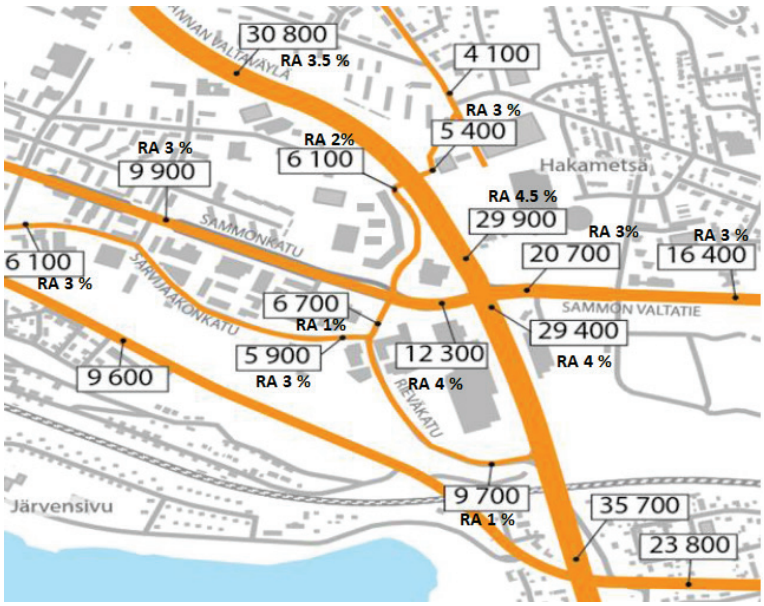
2017©ENWIN OY

perustuu THL:n *Piltti*-projektin[4] ja pääkaupunkiseudun *Redust*-[5] -hankkeiden tuloksiin sekä aiempiin mittausten ja mallinnusten vertailuihin. Katupölyn määrään vaikuttaa myös mm. käytetyt rengastyypit sekä erityisesti katujen puhdistus vuoden aikana.

Liikennepäästöt alueen lähiteillä nykytilanteessa on esitetty **liitteessä 3.**

3.2.2 Liikenne-ennuste vuonna 2040

Liikenne-ennuste vuoden 2040 tilanteesta saatiin Tampereen kaupungilta (*Rieväkadun liikenne.pdf*). Raskaan liikenteen osuudet on saatu liikennekonsultilta.



Kuva 3. Vuoden 2040 liikenne-ennuste suunnittelualueen ympäristössä.

Vuonna 2040 liikennesuorite arvioidaan tapahtuvan vähintään nykyiset EURO 6 päästökriteerit täyttävillä ajoneuvoilla. Liikenteen pienhiukkaspäästöt on laskettu VTT:n LIPASTO LIISA-laskentajärjestelmästä perustuen pääosin VTT:n esittämiin eri ajoneuvoluokkien EURO 6-päästökertoimiin. Ajoneuvojen suorat pienhiukkaspäästöt pienevät merkittävästi, koska vanhempi EURO-autokanta jää pois käytöstä ja EURO-6 tason autojen pienhiukkaspäästöt ovat huomattavasti matalammat verrattuna nykyisen autokannan $PM_{2.5}$-hiukkaspäästöihin eri ajoneuvoluokissa.

Viimeaikaisen julkisen keskustelun ja tulevaisuuden liikennepolitiikan seurauksena mm. sähköautojen ja muiden vähäpäästöisten autojen (mm. etanoli, biodiesel, kaasu, vety) suoriteosuus voi kasvaa huomattavasti vuoteen 2040 mennessä. Sähköautojen ALIISA ennustetta voimakkaampi lisääntyminen voi vähentää kokonaisuutena ajoneuvojen suoria pakokaasuperäisiä typenoksidi- ja pienhiukkaspäästöjä, mutta ei vaikuta erityisesti katupölypäästöihin. Raskasliikenne tulee todennäköisesti vielä käyttämään dieseliä, vaikkakin mm. biodieselin osuus voi kasvaa. *ALIISA* ennuste on ns. baseline-ennuste, jossa otetaan huomioon vain jo toteutuneet ja päätetyt toimenpiteet. Tässä selvityksessä tarkasteltiin hiukkaspäästöjen lisäksi liikenteen NOx-päästöjen vaikutuksia ilmanlaatuun nykytilanteessa uusien Lipasto-päästökertoimien mukaisesti. Myös liikenteen NOx-päästöt alenevat tulevaisuudessa

[4] Ahtoniemi, P.; et al, Health risks from nearby sources of fine particulate matter : Domestic wood combustion and road traffic (PILTTI)
[5] www.redust.fi

2017©ENWIN OY

puhdistustekniikan ja päästöttömien autojen ansiosta. Typenoksidien ilmakemia vaikuttaa päästöjen ohella ulkoilman typpidioksidipitoisuuksiin.

Kokonaisuutena liikenteen päästöihin vaikuttaa myös esim. ajotapa, tieosuuden ruuhkaisuus, nopeudet sekä mm. ajoneuvojen vanhenemisen tuoma päästölisäys. Pienhiukkaspäästöissä ($PM_{2.5}$) on huomioitu ajoneuvopäästöjen lisäksi katupölyn pienhiukkasosuus nykyarvioiden perusteella. Katupölypäästöön vaikuttaa eniten tien pintamateriaalien kehitys, kitka/nastarenkaiden käyttö ja rengaskulumat sekä liukkaudentorjunta ja tienpinnan puhdistusmenetelmät.

Raitiotien hiukkaspäästöt

Raitiotielle laskettiin vuoden 2040 skenaariossa PM_{10}-päästöjä liikennetiheyden (pääosin 5 min vuoroväli, n. 400 vuoroa/vrk molemmat suunnat yhteensä [6]) ja raitiotielle julkaistujen PM_{10}-päästökertoimien mukaisesti[7]. Raitiovaunujen hiukkaspäästökertoimista on hyvin vähän julkaisuja. Osa raitiotien hiukkaspäästöstä on itse raitiotiekiskoista tai vaunujen jarruista irtoavaa metalli/hiilikuitu hiukkasia ja osa raitiovaunun ilmavirran mukanaan nostattamaa ns. katupölyä. Huomioitava on myös, että raitioteillä käytetään ns. jarruhiekkaa jarrutusten apuna. Esimerkiksi Helsingissä raitiovaunut käyttävät jarrutuksessa jarruhiekkana noin 2 mm raekoon mursketta, mikä jää katuympäristöön ja on mukana katupölypäästöissä.

Raitiotien PM_{10}-hiukkaspäästöksi arvioitiin 0.05 kg/m/a, josta n. puolet arvioitiin pienhiukkasiksi (0.025 kg/m/a). Barcelonassa tehdyissä testimittauksissa on todettu, että suuri osa hiukkaspäästöstä on todennäköisesti pienhiukkasta, mutta kuitenkin kokonaisuutena raitiotiestä tuleva asukkaiden hiukkasaltistus on pienin kaikista joukkoliikennemuodoista, busseihin ja myös metroon verrattuna.

Liitteessä 3 on vuoden 2040 arvioidut liikennepäästöt suunnittelualueen ympäristössä.

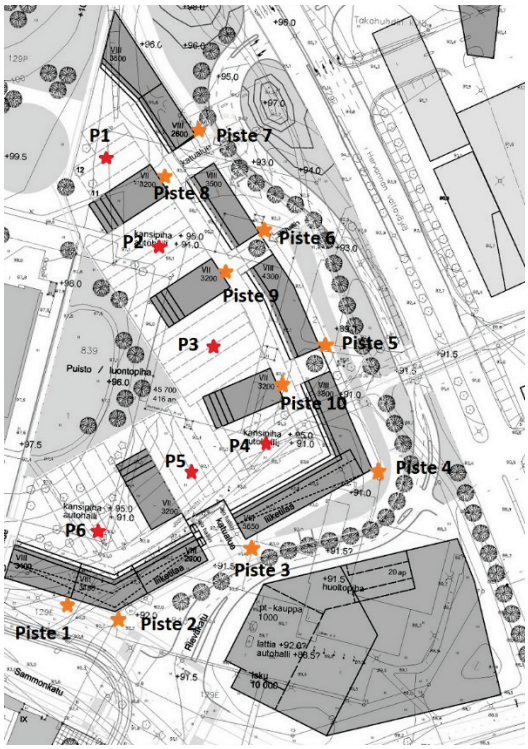
4. Mallinnustulokset

PM_{10} ja $PM_{2.5}$-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet laskettiin lähialueen havaintopisteisiin ja niistä piirrettiin aluejakaumakuvat liikenteen nykytilanteessa ja vuoden 2040 ennustetilanteessa (Liitteet 4-5). Nykytilanteen typpidioksidipitoisuudet on esitetty aluejakaumina liitteessä 6.

Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset hiukkaspitoisuudet taulukoitiin suunnittelualueen korttelisuunnitelman mukaisten kerrostalojen sisäpihojen ja uuden Rieväkadun ja Hervannan valtaväylän puoleisten sivujen vertailupisteisiin nykytilanteessa ja vuoden 2040 liikennetilanteessa. Vertailupisteiden numerot ja sijainti on korttelisuunnitelman mukaisessa kuvassa (Kuva 4), jossa pohjalla hahmottuu myös alueen nykyiset rakennukset. Pisteiden sijainti on sama molemmissa malleissa. P1-P6 pisteet ovat pihakannen pisteitä.

[6] Tampereen kaupunki, Petri Hakala 31.5.2017
[7] IIASA, PM Emission factors

2017©ENWIN OY



Kuva 4. Ilmanlaadun vertailupisteet suunnittelualueella. Pisteet on valittu korttelisuunnitelman pohjalta talojen tien puoleisilta sivuilta ja pihakannelta sisäpihoilta.

4.1 PM_{10}-vuorokausi- ja vuosipitoisuudet –nykytilanne ja v. 2040

PM_{10}-hiukkasten ulkoilmapitoisuuksien aluejakaumakuvakuvat nykytilanteessa ja ennustevuonna 2040 ovat **liitteessä 4.**

Taulukossa 3 on PM_{10}-hiukkasten vuorokausiohjearvoihin ja vuosiraja-arvoihin verrannolliset korkeimmat pitoisuudet suunnittelualueen vertailupisteissä.

Suunniteltujen kerrostalojen tien puoleisilla sivuilla PM_{10}-hiukkasten vuorokausipitoisuudet ovat

- Rieväkadun varressa
  - Nykytilanteessa 45-46 µgPM_{10}/m^3 (64-66 % vrk-ohjearvosta)
  - Ennustevuonna 48-55 µgPM_{10}/m^3 (68-79 % vrk-ohjearvosta)
- Hervannan valtaväylän varressa
  - Nykytilanteessa 56-57 µgPM_{10}/m^3 (80-81 % vrk-ohjearvosta)
  - Ennustevuonna 63-68 µgPM_{10}/m^3 (90-97 % vrk-ohjearvosta)

Korkein kerrostalojen lähialueen vrk-pitoisuus (68 µgPM_{10}/m^3, 97 % ohjearvosta) sijoittui suunnittelualueen pohjoisosaan Hervannan valtaväylän ja uuden Rieväkadun risteysaluetta lähimpänä olevan kerrostalon kohdalle (piste 7). PM_{10}-vuorokausipitoisuus on Hervannan valtaväylän puolella lähellä PM_{10}-vuorokausiohjearvoa ja tuulen suunnan käydessä tieltä taloille päin voi pitoisuudet kadun varressa talojen kohdalla lähestyä ohjearvotasoa. Katupölykuukausina kadun puhdistus ja mm. likaisen lumen poiskuljetus keväällä voi vähentää pitoisuuksia.

Suunniteltujen kerrostalojen sisäpihoilla ja oleskelualueilla ns. pihakannella sijaitsevissa vertailupisteissä (P1-P6) ohjearvoon verrannolliset vrk-pitoisuudet olivat

2017©ENWIN OY

- Nykytilanteessa 45-50 µgPM_{10}/m^3 (64-71% vrk-ohjearvosta)
- Ennustevuonna 46-54 µgPM_{10}/m^3 (66-77 % vrk-ohjearvosta)

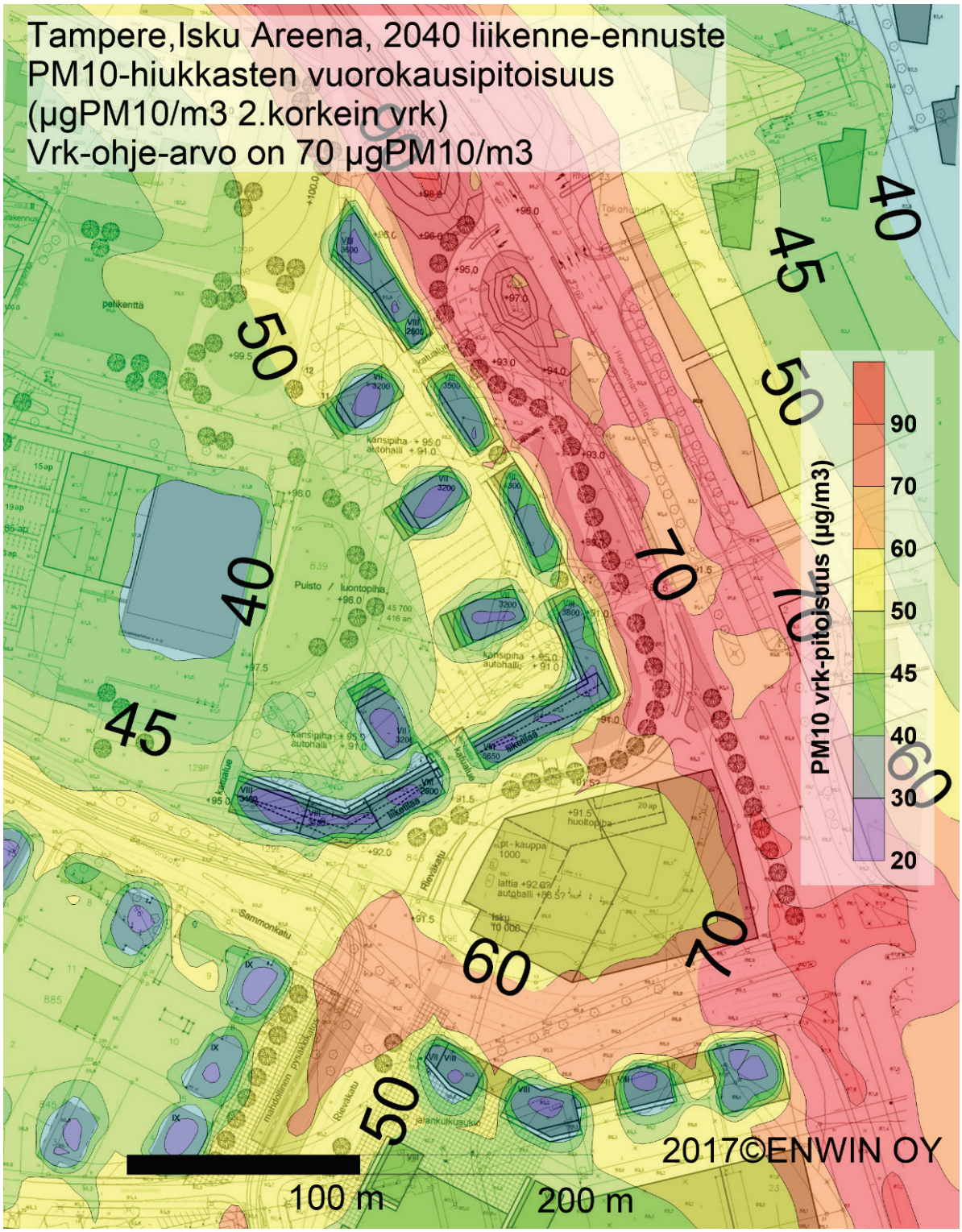
PM_{10}-hiukkasten vuosipitoisuudet jäävät alle PM_{10}-hiukkasten vuosiraja-arvon 40 µg/m^3. PM_{10}-vuosipitoisuudet ovat vertailupisteissä korkeimmillaan Hervannan valtaväylän varrella nykytilanteessa 16-17 µg PM_{10}/m^3 (n. 40 % vuosi-raja-arvosta) ja ennustevuonna 17-22 µgPM_{10}/m^3 (43-55 % vuosiraja-arvosta).

Kuvassa 5 on suurennos suunnittelualueelta (v. 2040) PM_{10}-hiukkasten vuorokausipitoisuuden aluejakaumakuvasta (vrt. Kuvat Liitteessä 4 laajemmalta alueelta). Kuvassa 6 on vastaavasti PM_{10}-vuosipitoisuus alueelta vuonna 2040.

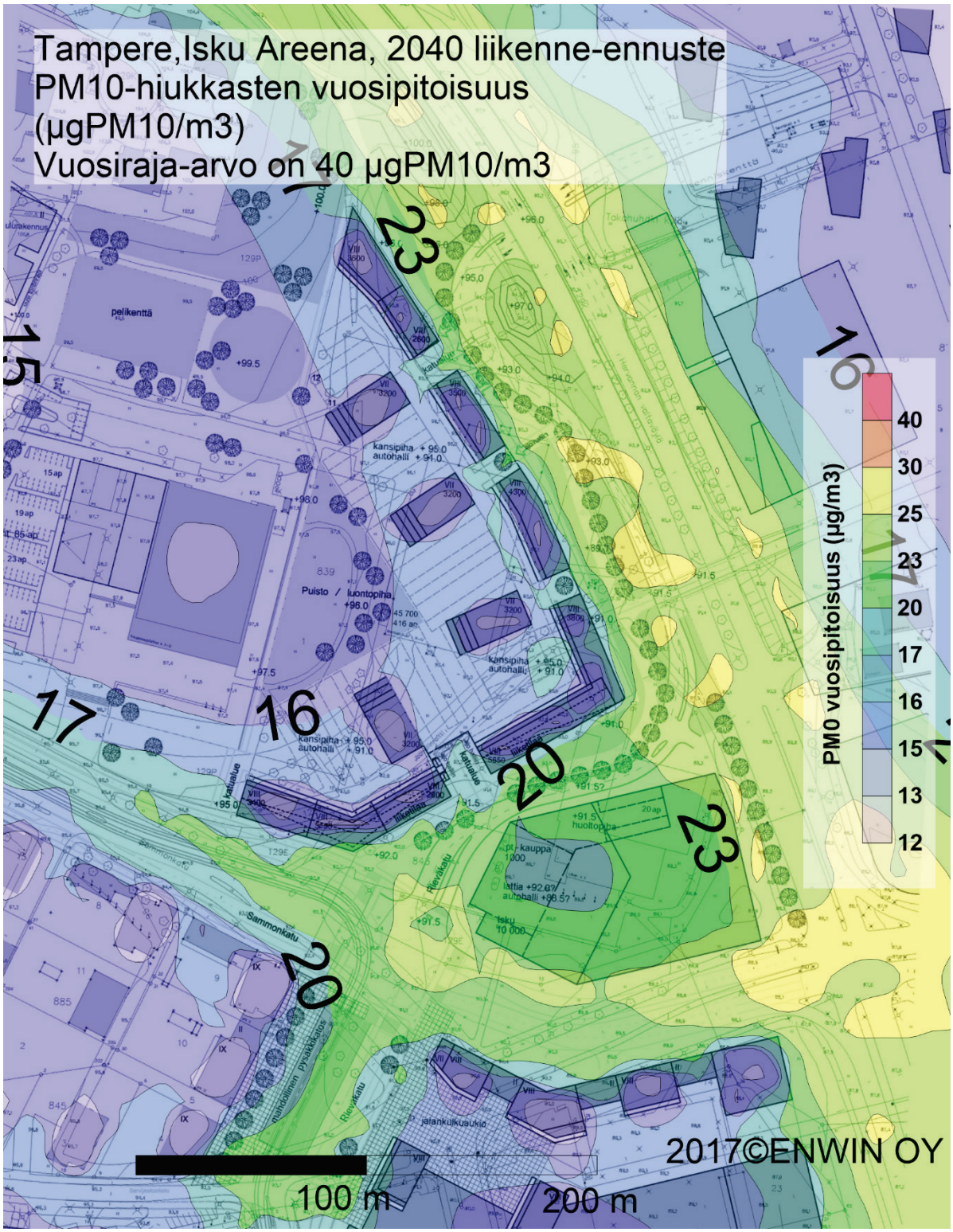
Taulukko 3. PM_{10}-hiukkasten pitoisuudet vertailupisteissä nykytilanteessa ja ennustevuonna 2040. (vrk- ohjearvoon ja vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet)

Ohje- ja raja-arvot	Vrk- ohjearvo on70 µgPM_{10}/m^3		Vuosiraja-arvo on40 µgPM_{10}/m^3	
TIENVARREN VERTAILUPISTEET (1-3 Rieväkatu, 4-7 Hervannan valtaväylä)				
vertailupiste	**PM_{10} 2. vrk nyky**	**PM_{10} 2. vrk 2040**	**PM_{10} vuosi nyky**	**PM_{10} vuosi 2040**
1	46	48	16.7	17.4
2	46	55	16.6	22.0
3	45	53	16.2	17.4
4	56	65	17.4	22.3
5	57	63	17.4	21.8
6	56	64	17.2	21.8
7	56	68	17.2	22.0
PIHAN KERROSTALOJEN VALTAVÄYLÄN PUOLEINEN REUNA				
vertailupiste	**PM_{10} 2. vrk nyky**	**PM_{10} 2. vrk 2040**	**PM_{10} vuosi nyky**	**PM_{10} vuosi 2040**
8	49	55	16.2	16.7
9	51	55	16.3	16.8
10	52	55	16.4	16.8
PIHAKANNEN PISTEET				
vertailupiste	**PM_{10} 2. vrk nyky**	**PM_{10} 2. vrk 2040**	**PM_{10} vuosi nyky**	**PM_{10} vuosi 2040**
P1	47	51	15.9	16.2
P2	48	51	15.9	16.2
P3	49	53	16.0	16.3
P4	50	54	16.2	16.6
P5	48	50	15.8	16.2
P6	45	46	15.8	16.2

2017©ENWIN OY



Kuva 5. PM_{10}-hiukkasten vuorokausiohjearvoon 70 µgPM_{10}/m^3 (2. korkein vrk-pitoisuus) verrannolliset pitoisuudet ennustetilanteessa vuonna 2040. Rakennukset korttelisuunnitelman mukaiset.



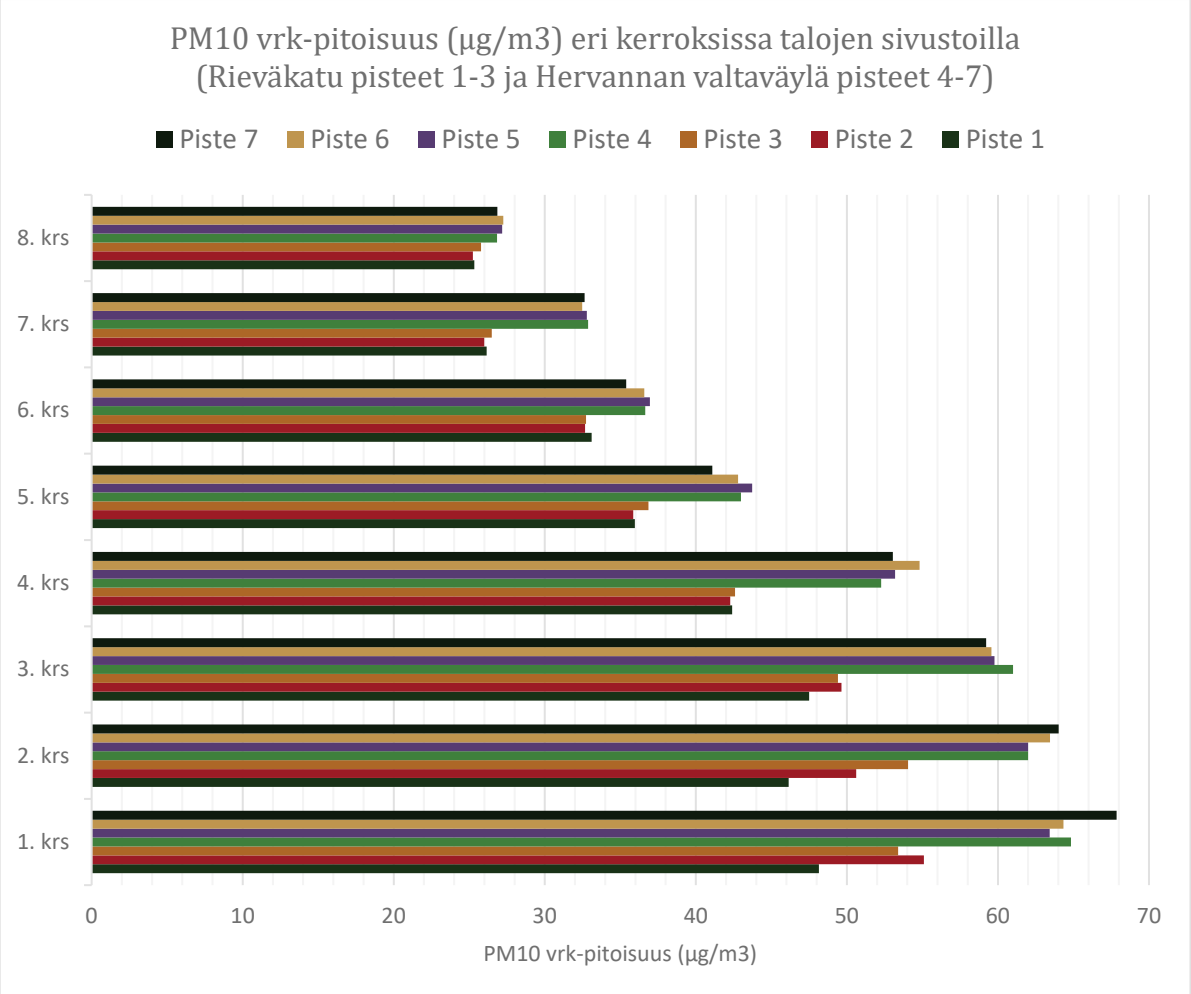
Kuva 6. PM_{10}-hiukkasten vuosiraja-arvoon 40 µgPM_{10}/m^3 verrannolliset pitoisuudet ennustetilanteessa vuonna 2040. Rakennukset korttelisuunnitelman mukaiset.

4.1.1 Vertikaalinen ilmanlaatu vuonna 2040

Vertikaaliset PM_{10}-vuorokausipitoisuudet talojen eri kerroksiin laskettiin vertailupisteisiin1-7 Rieväkudun ja Hervannan valtaväylän puoleisilla sivuilla ennustetilanteessa 2040 (Kuva 7).

Hiukkaspitoisuudet laskevat yläkerroksia kohti mentäessä siten, että ylimmissä kerroksissa pitoisuudet ovat alle puolet ensimmäisen kerroksen vuorokausipitoisuudesta.

Hervannan valtaväylän puolella alimpien kerrosten (1-3 krs) PM_{10}-pitoisuudet olivat korkeimmillaan 61--68 µg/m^3. Aluejakaumakuvasta 6 näkyy, että ohjearvokäyrä 70 µg/m^3 menee hyvin lähellä taloja. Hiukkaspitoisuuksien takia näiden kerrostalojen Hervannan valtaväylän puoleisille sivuille ei suositella sijoitettavan asuinhuoneistoja ensimmäiseen maanpinnan tason kerrokseen ja lisäksi seuraaviin kahteen asuinkerrokseen (2-3 krs) ei suositella parvekkeita valtaväylän puoleiselle sivulle.



Kuva 7. Vertikaaliset ohjearvoon verrannolliset PM_{10}-vuorokausipitoisuudet vertailupisteissä 1-7 vuonna 2040. Kuvassa Piste 1 on alin ja piste 7 ylin.

2017©ENWIN OY

4.2 $PM_{2.5}$ vuorokausi- ja vuosipitoisuudet –nykytilanne ja v. 2040

$PM_{2.5}$-hiukkasten ulkoilmapitoisuuksien aluejakaumakuvakuvat nykytilanteessa ja ennustevuonna 2040 ovat **liitteessä 5.**

Pienhiukkasten WHO:n vuorokausiohjearvoihin ja vuosiarvoihin verrannolliset korkeimmat pitoisuudet suunnittelualueen vertailupisteissä on taulukossa 4.

Suunniteltujen kerrostalojen tien puoleisilla sivuilla $PM_{2.5}$-hiukkasten vuorokausipitoisuudet ovat

- Rieväkadun varressa
  - Nykytilanteessa 13 µgPM_{10}/m^3 (52 % WHO:n vrk-ohjearvosta)
  - Ennustevuonna 12 µgPM_{10}/m^3 (48 % WHO:n vrk-ohjearvosta)
- Hervannan valtaväylän varressa
  - Nykytilanteessa 14 µgPM_{10}/m^3 (56 % WHO:n vrk-ohjearvosta)
  - Ennustevuonna 13 µgPM_{10}/m^3 (52 % WHO:n vrk-ohjearvosta)

Pihakannen vertailupisteissä WHO:n ohjearvoon verrannolliset vrk-pitoisuudet ovat nykytilanteessa 13-14 µgPM_{10}/m^3 (52-56 % vrk-ohjearvosta) ja ennustevuonna 12 µgPM_{10}/m^3 (48 %:n vrk-ohjearvosta).

Vuosipitoisuudet alittavat WHO:n vuosipitoisuuden ohjearvon 10 µg/m^3 sekä nykytilanteessa että ennustevuonna. Myös Ilmanlaatu-asetuksen (*79/2017*) mukainen pienhiukkasten vuosiraja-arvo 25 µg/m^3 alittuu siten selvästi. Kerrostalojen kohdalla vuosipitoisuudet ovat 6.8-7.0 µg/m^3 ennustevuonna. Suorien pienhiukkaspitoisuuksien väheneminen vuoteen 2040 mennessä näkyy ilmanlaadussa eniten tiealueiden ja aivan tien lähialueen pitoisuuksien alenemisena. Osa pienhiukkaspäästöstä on mallissa katupölyn pienhiukkasfraktiota, mikä osaltaan nostaa pitoisuuksia ympäristössä liikenteen kasvaessa tai uusia katuja rakennettaessa.

Kokonaisuutena katupölyn määrä ja sen pienhiukkasfraktio voi vaihdella riippuen mm. tulevaisuudessa rengasvalinnoista, tienpintamateriaaleista ja tien puhdistuksesta erityisesti kevätpölyaikaan. Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodien (esim. metsäpalot Euroopassa tai Venäjällä) aikana pienhiukkasten vuorokausiohjearvot voivat myös satunnaisesti ylittyä. Tällöin ylityksiä voi tapahtua laajemmin alueellisesti muuallakin Tampereen alueella. Pienhiukkaset ovat terveydelle haitallisia, koska ne voivat päästä hengitysilman mukana syvälle keuhkoihin.

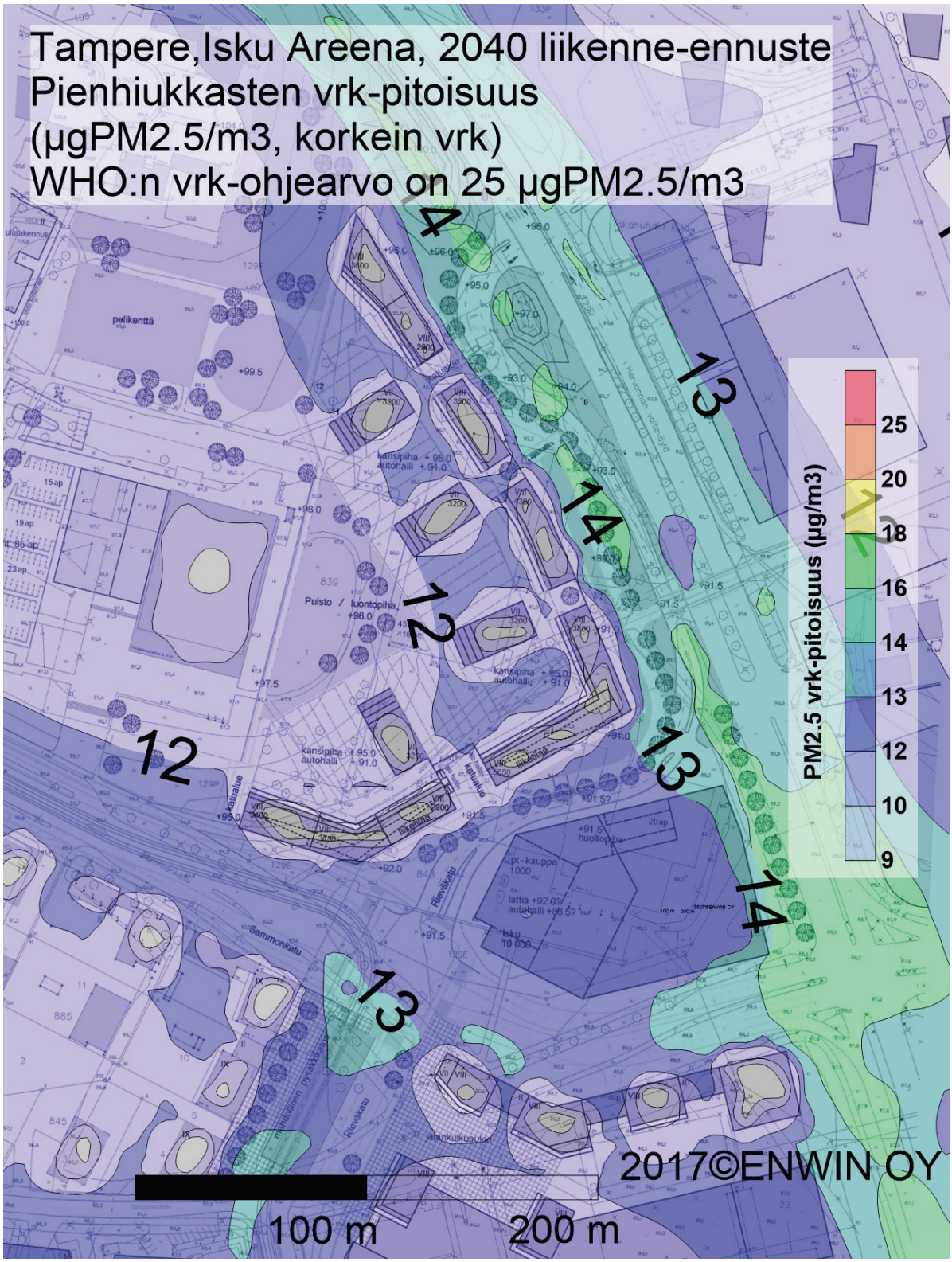
Kuvissa 9 ja 10 on korttelilluonnoksen mukaiset rakennukset ja $PM_{2.5}$ vuorokausi- ja vuosipitoisuudet suunnittelualueella ennustevuonna 2040.

2017©ENWIN OY

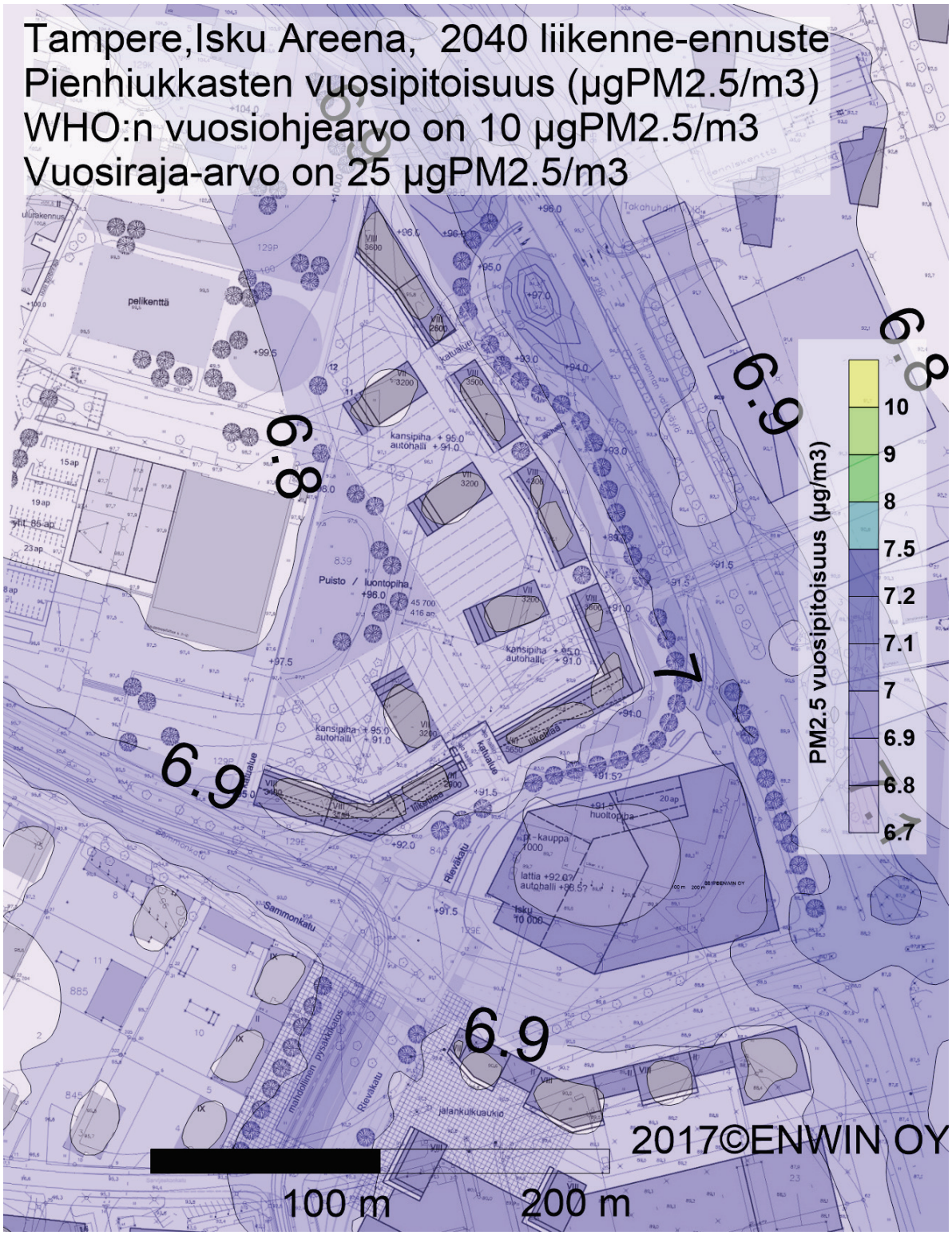
Taulukko 4. $PM_{2.5}$-hiukkasten pitoisuudet vertailupisteissä nykytilanteessa ja ennustevuonna 2040. (WHO:n ohjearvoihin verrannolliset vrk- ja vuosipitoisuudet sekä vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet)

Ohje- ja raja-arvot	WHO:n vrk- ohjearvo on 25 µg$PM_{2.5}$/m^3		Vuosiohjearvo 10 µg$PM_{2.5}$/m^3 Vuosiraja-arvo on 25 µg$PM_{2.5}$/m^3	
TIENVARREN VERTAILUPISTEET (1-3 Rieväkatu, 4-7 Hervannan valtaväylä)				
vertailupiste	**$PM_{2.5}$ 1. vrk nyky**	**$PM_{2.5}$ 1. vrk 2040**	**$PM_{2.5}$ vuosi nyky**	**$PM_{2.5}$ vuosi 2040**
1	13.0	12.3	7.2	6.9
2	13.0	12.6	7.2	7.0
3	12.9	12.4	7.1	6.9
4	14.2	13.1	7.3	7.0
5	14.2	13.0	7.3	6.9
6	14.1	13.1	7.3	6.9
7	14.0	13.3	7.3	6.9
PIHAN KERROSTALOJEN VALTAVÄYLÄN PUOLEINEN REUNA				
vertailupiste	**$PM_{2.5}$ 1. vrk nyky**	**$PM_{2.5}$ 1. vrk 2040**	**$PM_{2.5}$ vuosi nyky**	**$PM_{2.5}$ vuosi 2040**
8	13.3	12.3	7.1	6.9
9	13.6	12.4	7.1	6.9
10	14.0	12.3	7.2	6.9
PIHAKANNEN PISTEET				
vertailupiste	**$PM_{2.5}$ 1. vrk nyky**	**$PM_{2.5}$ 1. vrk 2040**	**$PM_{2.5}$ vuosi nyky**	**$PM_{2.5}$ vuosi 2040**
P1	13.0	12.0	7.1	6.8
P2	13.2	12.1	7.1	6.8
P3	13.5	12.1	7.1	6.8
P4	13.9	12.3	7.1	6.9
P5	13.2	12.0	7.1	6.8
P6	12.8	12.0	7.1	6.8

2017©ENWIN OY



Kuva 9. $PM_{2.5}$ vuorokausipitoisuudet suunnittelualueella ennustevuonna 2040. Korttelisuunnitelman mukaiset rakennukset.



Kuva 10. $PM_{2.5}$ vuosipitoisuudet suunnittelualueella ennustevuonna 2040. Korttelisuunnitelman mukaiset rakennukset.

4.3 Nykytilanteen NO_2-pitoisuudet

Suunnittelualueelle mallinnettiin myös nykyliikenteen typenoksidipäästöjen leviäminen uusimpiin kesällä 2017 julkaistujen VTT Lipasto:n päästökertoimiin perustuen. Mallinnuksella haluttiin tarkastella laajan risteysalueen typpidioksidipitoisuuksia nykytilanteessa. Tulevaisuusskenaariota ei tehty, koska ns. päästöttömien autojen suhteellinen osuus vuoden 2040 autokannasta ei vielä ole ennustettavissa. Mm. VTT:n Lipaston ns. perusennuste ottaa huomioon vain jo toteutuneet valtakunnalliset toimenpiteet. Vuonna 2040 on kuitenkin oletettavaa, että typenoksidipäästöjä muodostuu suurimmaksi osaksi vain raskaasta liikenteestä, jos liikenteen sähköistuminen etenee suunnitellusti. Typpidioksidipitoisuuksien aluejakaumat nykytilanteessa on esitetty **liitteessä 6**.

Nykytilanteessa suunnittelualueella typpidioksidin vuorokausipitoisuudet ovat 39-45 $\mu gNO_2/m^3$ (56-64 % vrk-ohjearvosta 70 $\mu gNO_2/m^3$) ja vuosipitoisuudet ovat 15-17 $\mu gNO_2/m^3$ (38-43 % vuosiraja-arvosta 40 $\mu gNO_2/m^3$). Tie- ja risteysalueilla pitoisuudet voivat nousta vuorokausiohjearvotasoon 70 $\mu gNO_2/m^3$.

Tulevaisuudessa on oletettavaa, että liikenteen typenoksidipäästöt jatkavat laskuaan autojen päästövähennysten ja sähköautojen käytön lisääntyessä. Typpidioksidipitoisuuteen vaikuttaa kuitenkin myös typenoksidien ilmakemia. Tällöin mm. otsonipitoisuus ei ehkä tulevaisuudessa olekaan merkittävästi rajoittava tekijä typpimonoksidin hapettumisessa vaan yhä suurempi osuus päästöjen typpimonoksidista pääsee hapettumaan typpidioksidiksi jo tien lähialueilla.

4.4 Johtopäätökset mallinnuksista

Ennustevuoden 2040 liikennemäärien muutokset verrattuna nykytilanteeseen ovat pääosin suhteellisen maltillisia suunnittelualueen ympäristössä. Hervannan valtaväylän liikenne kasvaa risteysalueesta pohjoiseen n. 12 %. Suunnittelualueen läpi rakennetaan kuitenkin uusi Rieväkadun jatko valtaväylän rinnalle, jolloin kokonaisliikenne suunnittelualueen itäpuolella kasvaa n. 36 000 ajoneuvoon vuorokaudessa (kokonaislisäys n. +9400 ajon/vrk eli kasvukerroin 1.35). Sammonkadun alun (nykyisen Sarvijaakonkadun alku) liikennemäärä putoaa n. -30 % eikä Hervannan valtaväylän eteläinen liikenne tule ennusteen mukaan kasvamaan, pikemminkin hieman laskemaan. Sammonkadun autoliikennettä vähentää raitiotien valmistuminen. Hervannan valtaväylän liikennemääriin risteysalueesta etelään vaikuttaa Rieväkatu, jonne osa valtaväylän eteläisestä liikenteestä suuntautuu. Siellä Rieväkadun liikenne kasvaa n. 2.5-kertaiseksi.

Tehtyjen mallinnusten mukaan PM_{10}-ja $PM_{2.5}$-hiukkasten pitoisuudet alittavat ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot Iskun ja Tampereen Areenan asuinkortteleissa, kun kerrostalot rakennetaan esitetyn korttelisuunnitelman mukaisesti vähintään n. 40 m etäisyydelle Hervannan valtaväylästä. Myös typpidioksidipitoisuudet nykytilanteessa alittivat ohje- ja raja-arvot suunnittelualueella. Liikennekehitys ennakoi tulevaisuudessa pieneneviä typenoksidipäästöjä. Typenoksidien ilmakemia vaikuttaa kuitenkin muodostuviin typpidioksidipitoisuuksiin eikä päästövähenemä ole suoraan verrannollinen ulkoilman pitoisuuksiin.

Korkeimmat asuinrakennusten kohdalle mallinnetut PM_{10}-vuorokausipitoisuudet esiintyivät Hervannan valtaväylän kerrostalojen kohdalla, pohjoisosassa suunnittelualuetta (68 $\mu gPM_{10}/m^3$, 97 % vrk-ohjearvosta). Myös muiden valtaväylän varren kerrostalojen kohdalla PM_{10}-vuorokausipitoisuus oli ennustevuonna korkeimmillaan yli 60 $\mu g/m^3$, mutta alle ilmanlaadun vrk-ohjearvon 70 $\mu g/m^3$. Uuden Rieväkadun varrella PM_{10}-hiukkasten vuorokausipitoisuudet jäivät alhaisemmiksi (48-55 $\mu g/m^3$).

2017©ENWIN OY

Vuosipitoisuudet olivat ennustevuonna suunnittelualueella 17-22 µg/m^3 eli noin puolet vuosiraja-arvosta (40 µgPM_{10}/m^3).

Pienhiukkaspitoisuudet ($PM_{2.5}$-hiukkaset) alittivat suunnittelualueella WHO:n vuorokausi – ja vuosiohjearvot sekä nykytilanteessa että vuoden 2040 ennusteessa. Liikenteen suorat pienhiukkaspäästöt tulevat pienenemään tulevaisuudessa autojen hiukkassuodattimien ja henkilöautojen sähköistymisen myötä. Kokonaisuutena, huolimatta liikenteen kasvun aiheuttamasta katupölyn pienhiukkasfraktion kasvusta, $PM_{2.5}$-hiukkasten ulkoilmapitoisuuksien arvioidaan hieman laskevan ennustevuoteen mennessä. Raitiotien hiukkaspäästöstä suuri osa on pienhiukkasta, mutta sen osuus kokonaisliikennepäästöstä on kuitenkin hyvin pieni.

Selvityksen perusteella annetaan alla suosituksia (kohta 5).

Suunnittelun tavoitteena tulee olla, että kansallisten ilmanlaadun ohjearvojen *(VNp 480/1996*) ja WHO:n ilmanlaadun ohjearvojen ylittyminen estetään ennakolta asuinalueilla. Ilmanlaadun ohjearvot on annettu ensisijaisesti terveydellisin perustein ja niiden asettamisessa on pyritty ottamaan huomioon muun muassa ilman epäpuhtauksien vaikutukset herkkiin väestöryhmiin, kuten lapsiin, vanhuksiin ja hengityselinsairaisiin. Pienhiukkasten osalta noudatetaan yleisesti WHO:n asettamia ohjearvoja.

Mallinnuksen epävarmuuteen vaikuttaa eniten tulevaisuuden liikenne-ennusteen epävarmuus ja ajoneuvojakaumat (mm. eri polttoainevaihtoehdot ja päästökertoimien kehitys). Pitoisuuksien epävarmuuteen vaikuttaa myös mm. ilmastonmuutoksen tuomat muutokset sääolosuhteisiin tulevaisuudessa, mikä mm. vaikuttaa tuulisuuteen, liukkaudentorjuntaan ja rengasvalintoihin ja sitä kautta mm. katupölyn muodostumiseen. Liikennepolitiikan kehitys ja mm. henkilöautoliikenteen sähköistuminen vuoteen 2040 mennessä voi osaltaan vähentää suoria ajoneuvopäästöjä ennustettua enemmän. Katupölyn määrään sen sijaan vaikuttaa eniten liikenteen määrä, nopeudet sekä liukkaudentorjuntatavat sekä katujen ja teiden puhtaanapito, kuten hiekoitus- ja jarruhiekan poistotavat ja mm. likaisen lumen poiskuljetus keväisin.

Yksittäisiä kaukokulkeumasta aiheutuvia pienhiukkasten vuorokausiohjearvon ylityksiä voi esiintyä mm. metsäpalojen takia.

2017©ENWIN OY

5. Suositukset

Suositukset alueen ilmanlaatumallinnuksen perusteella:

1. Ilmanlaatumallinnuksen perusteella Isku-Areenan alueelle voidaan rakentaa asuinkerrostaloja korttelisuunnitelmassa esitetylle alueelle, kun kerrostalot rakennetaan esitetyn korttelisuunnitelman mukaisesti vähintään n. 40 m etäisyydelle Hervannan valtaväylästä. Ilmanlaadun nykyiset PM_{10}- ja $PM_{2.5}$- -ohjearvot alittuvat asuinkerrostalojen kohdalla sekä nykytilanteessa että vuoden 2040 ennustetilanteessa.
2. Hervannan valtaväylän puoleisten kerrostalojen ensimmäiseen kerrokseen tulee sijoittaa varastotiloja tai muita yleisiä tiloja, koska ennustemallin mukaan PM_{10}-vuorokausipitoisuus oli lähellä ohjearvotasoa talojen ensimmäisessä kerroksessa. Vertikaalisen mallinnuksen perusteella suositellaan, että valtaväylän varressa ainakin kahden alimman asuinkerroksen parvekkeet (2-3 krs, PM_{10}-vrk-pitoisuudet olivat n. 85 % ohjearvosta) tulisi ilmanlaadun näkökulmasta sijoittaa talojen länsipuolelle sisäpihalle.
3. Oleskelupihat ja leikkialueet voidaan sijoittaa korttelisuunnitelman mukaisesti kerrostalojen sisäpihoille parkkihallien päälle rakennettavalle ns. pihakannelle.
4. Pihakannen alle sijoitettavan suurehkon parkkihallin/hallien ilmanvaihto tulee suunnitella niin, että hallin pakokaasut ja hiukkaspäästöt eivät purkaudu pihakannelle, mm. oleskelupihojen ja leikkipaikkojen ilmanlaadun varmistamiseksi. Hallin poistoilma tulee johtaa riittävän ylös.
5. Rakennusten tuloilma tulee suodattaa (esim. F8/F9, HEPA; *SFS-EN 779:2012*), koska sillä voidaan parantaa sisäilman laatua ja vähentää pienhiukkasten terveysvaikutuksia myös esimerkiksi ns. katupölykuukausina keväisin sekä pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodien aikana.
6. Rakennus- tai porraskohtaisessa koneellisessa ilmanvaihdossa tuloilma tulee ottaa mahdollisimman korkealta, koska epäpuhtauksien pitoisuudet ovat yläkerroksissa alhaisimmat.
7. Koneellinen ilmanvaihto voidaan ilmanlaadun puolesta toteuttaa myös huoneistokohtaisena ilmanvaihtona, erityisesti, jos tuloilma voidaan ottaa rakennusten sisäpihan puolelta. Hervannan valtaväylän puoleisten kerrostalojen alimmissa kerroksissa (1-3) raitisilma tulee aina ottaa joko rakennusten länsipuolelta tai korkeammalta porraskohtaisena ilmanvaihtona. Tuloilma tulee varustaa pienhiukkassuodatuksella.
8. Suunnitelman mukaan nykyiselle Iskun tontille tulee vähittäistavarakauppoja. Kaupparakennuksen tuloilma tulisi myös suodattaa (pienhiukkassuotimet) läheisen vilkasliikenteisen risteysalueen takia.
9. Uuden Rieväkadun varteen on suunniteltu ns. aukioiden sarjaa oleskelualueineen. Hervannan valtaväylän ja Rieväkadun kulmassa pyörätie sukeltaa Hervannan valtaväylän ja Rieväkadun ali Hakametsän suuntaan. Tämä aukio on alempana kuin tiealueet. Pakokaasut ja tiepäästöt laskeutuvat helposti tiealueelta alemmalle tasolle, joten ko. aukiolle ei suositella oleskelualueita, vaan se olisi pelkästään läpikulkua varten.
10. Katupölyn leviämistä tiealueilta pihoille voidaan hieman pienentää myös matalalla kasvillisuudella tien/tontin reunassa. Ilmanlaadun kannalta paras ilman epäpuhtauksia pidättävä ja suurempien hiukkasten diffuusiota ja depositiota lisäävä kasvillisuus sijoittuu lähelle päästölähteitä. Tällöin kasvillisuuden tulisi olla suhteellisen matalaa, jolloin se ei ole estämässä epäpuhtauksien laimenemista ja sekoittumista ympäröivään puhtaampaan ilmaan. Kasvillisuus myös sitoo hiilidioksidia ja tuottaa happea. Kasvillisuudella on myös yleistä viihtyvyyttä lisäävä vaikutus.
11. Katupölyn ilmanlaatuvaikutuksia voidaan paikallisesti vähentää pihojen, tiealueiden ja parkkipaikkojen/ parkkihallien puhtaanapidolla ja pesulla erityisesti keväisin katupölyaikaan. Myös likaisten lumikasojen poiskuljetus vähentää katupölyn määrää keväällä.

2017©ENWIN OY

6. Mallinnuksen kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat tekijät

Mallinnuksessa eri tekijät on pyritty huomioimaan nykyisen parhaan käyttökelpoisen tietämyksen perusteella. Eniten mallinnustuloksiin vaikuttaa liikenteen määrä ja liikenteen laatu lähiteillä, meteorologia. taustapitoisuudet sekä maaston muoto.

Tulevaisuuteen pohjautuvien mallinnusten epävarmuuteen vaikuttavat erityisesti lähiteiden liikennemäärätiedot ja liikenteen ajosuoritteiden jakautuminen erityyppisten ajoneuvojen kesken sekä näiden ajoneuvojen päästökertoimien kehitys tulevaisuudessa. Myös tulevaisuuden sääolosuhteet (tuulisuus, sateisuus, pakkaskaudet) voivat muuttua nykytilanteesta, mikä voi vaikuttaa mm. inversiotilanteiden yleisyyteen, liukkaudentorjuntatarpeisiin ja myös päästöjen leviämiseen, mm. katupölyn hiukkaspäästöjen osalta.

Ajoneuvokannan uudistuminen ja EURO-päästönormien tiukentuminen eri ajoneuvoluokissa tulee pienentämään suoria ajoneuvojen pienhiukkaspäästöjä ja typenoksidipäästöjä. Henkilöautojen sähköistuminen myös vähentää suoria pienhiukkaspäästöjä. Pienhiukkaspäästöjä muodostuu myös katupölyn hienofraktiosta. Typenoksidien ilmakemia vaikuttaa muodostuviin typpidioksidipitoisuuksiin eikä päästövähenemä ole suoraan verrannollinen ulkoilman pitoisuuksiin.

Katupölyn määrään vaikuttaa tulevaisuudessa paitsi ajoneuvojen määrä ja laatu myös ilmaston kehitys ja tarve liukkaudentorjuntaan. Myös ajonopeuksilla on vaikutusta resuspension määrään. Katujen siivoustekniikat ja pölynsidontatoimet kehittyvät ja ylipäätään katujen puhdistamista ja mm. lumenajoa voidaan kaupungeissa tehostaa, jolloin pölyn vaikutuksia ja pitoisuuksia teiden lähiympäristössä voidaan vähentää. Koulujen ympäristöt ja vilkkaat kadut, joissa on jalankulkuosuudet, tulee puhdistaa ensimmäisinä.

Pienhiukkaspitoisuuksien episodimaisiin korkeimpiin lyhytaikaisiin pitoisuuksiin vaikuttaa eniten kaukokulkeuma mm. maan rajojen ulkopuolelta ja pitempiaikaisiin pitoisuuksiin vaikuttaa yleinen taustapitoisuus Suomessa. Kaukokulkeuma vaikuttaa ilmanlaatuun myös vähäliikenteisillä alueilla. Pientaloalueiden pienpoltto vaikuttavat pienhiukkaspitoisuuksiin paikallisesti.

2017©ENWIN OY

LIITE 1. Ilmanlaadun vertailuarvoja

Taulukko 1/L1. Ilmanlaadun ohjearvot hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) ja typpidioksidille (NO_2). Lähde*: VNp 480/1996*

Aine	Ohjearvo, (20 ^{0}C, 1atm)	Tilastollinen määrittely
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	70 µg/m^3	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Typpidioksidi (NO_2)	150 µg/m^3 70 µg/m^3	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Taulukko 2/L1. Hengittävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin (PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2) ilmanlaadun raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi. NOx:n kriittinen taso on annettu kasvillisuuden suojelemiseksi. Lähde: *VNA 79/2017*

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo, µg/m^3 *	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa	Ajankohta, josta lähtien raja-arvot ovat olleet voimassa
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	24 tuntia kalenterivuosi	50 µg/m^3 * 40 µg/m^3	35 -	1.1.2005 1.1.2005
Pienhiukkaset ($PM_{2.5}$)	kalenterivuosi	25 µg/m^3	-	1.1.2010
Typpidioksidi (NO_2)	1 tunti kalenterivuosi	200 µg/m^3 40 µg/m^3	18 -	1.1.2010 1.1.2010
Typen oksidit (NOx=NO+NO_2) kasvillisuus	kalenterivuosi	30 µg/m^3	-	15.8.2001

***Kaasumaisilla yhdisteillä tulokset ilmaistaan 293 K lämpötilassa ja 101,3 kPa paineessa. Hiukkasten tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa**

Taulukko 3/L1. Pienhiukkasten (PM2.5) WHO:n ohjearvot. Lähde: *Maailman terveysjärjestö, WHO*

	Pitoisuus
WHO / $PM_{2.5}$ vuorokausiohjearvo	25 µg/m^3
WHO $PM_{2.5}$ vuosiohjearvo	10 µg/m^3

2017©ENWIN OY

LIITE 2. AERMOD-leviämismalli

Päästöjen leviämisen mallinnus tehtiin epäpuhtauspäästöjen leviämistä kuvaavalla US EPAn matemaattis-fysikaalisella **AERMOD** –mallilla. Malli soveltuu sekä hiukkasmaisten että kaasumaisten epäpuhtauskomponenttien sekä hajujen leviämisen tarkasteluun ja sillä voidaan tarkastella yhtä aikaa useamman päästölähteen yhteisvaikutusta alueen ulkoilmapitoisuuksiin. Mallia käytetään laajasti ilmanlaadun selvityksissä USA:n lisäksi myös muualla Euroopassa ja mm. Ruotsissa. AERMOD on myös hyväksytty FAIRMODE-mallinnusyhteisön mallinnusohjelmien listalle. AERMOD-mallinnusohjelmisto on avoin dokumentoitu ohjelmisto, josta saa ajantasaista tietoa mm. www.epa.gov sivuilta. AERMOD on myös Ruotsin ilmatieteen laitoksen SMHI:n ilmanlaadun vertailulaboratorion hyväksymä ja Pohjoismaisiin olosuhteisiin suositeltu leviämismalli (www.smhi.se).

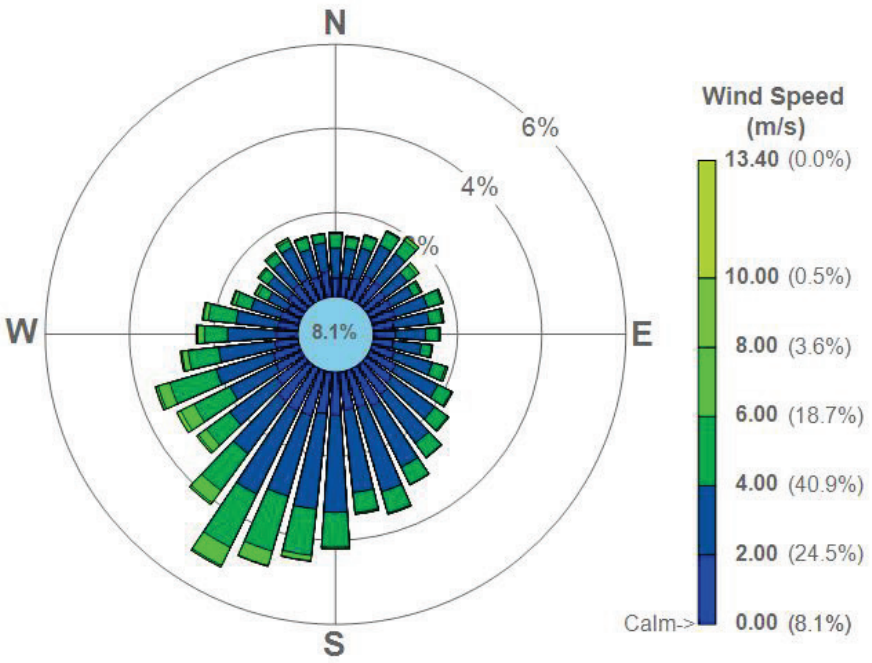
AERMOD-mallissa otetaan huomioon mm:

- Maaston muoto todellisten maastokoordinaattien mukaisesti (korkeusmalli)
- Typpidioksidin mallinnuksissa typenoksidien ilmakemiallinen muutunta, otsonipitoisuudet ja NO_2/NO_x suhde päästöissä
- Päästölähteiden lähellä olevat korkeimmat rakennukset, jotka saattavat vaikuttaa päästöjen leviämiseen
- 1-3 vuoden pintasääaineisto tuntitietoina (8760-->n. 26 000 tuntia) ja vertikaalinen luotauksiin perustuva mittaustieto tuulen nopeudesta ja lämpötilasta
- Sääaineiston käsittelyssä huomioidaan vuodenajat, kuten lehdetön ja luminen vuodenaika Suomessa
- Alueellinen taustapitoisuus
- Katupölyn pienhiukkasfraktio on huomioitu $PM_{2.5}$-mallinnuksissa.
- Hengitettävien hiukkasten PM_{10} (katu- ja asfalttipöly) päästökertoimissa käytetään tutkimustietoa THL:n PILTTI-projektista, pääkaupunkiseudun REDUST-hankkeesta sekä pohjoismaisesta NORDTRIP-projektista.

AERMOD -mallissa huomioidaan maaston muoto todellisien maastokoordinaattien mukaisesti (©Maanmittauslaitos, korkeusmalli). Suunnittelualueelle luotiin tiheä havaintopisteverkosto tiealueiden ja suunnittelualueen ympäristöön. Suunnittelualueen rakennukset huomioitiin mallissa maastoesteinä.

Säätietoina käytettiin Tampere-Pirkkala lentosääaseman kolmen vuoden tuntisäätietoja vuosilta 2014-2016 (Kuva 1/L2) sekä vertikaalisia tuulen nopeuden ja lämpötilan luotaustietoja Jokioisista samoilta vuosilta.

2017©ENWIN OY

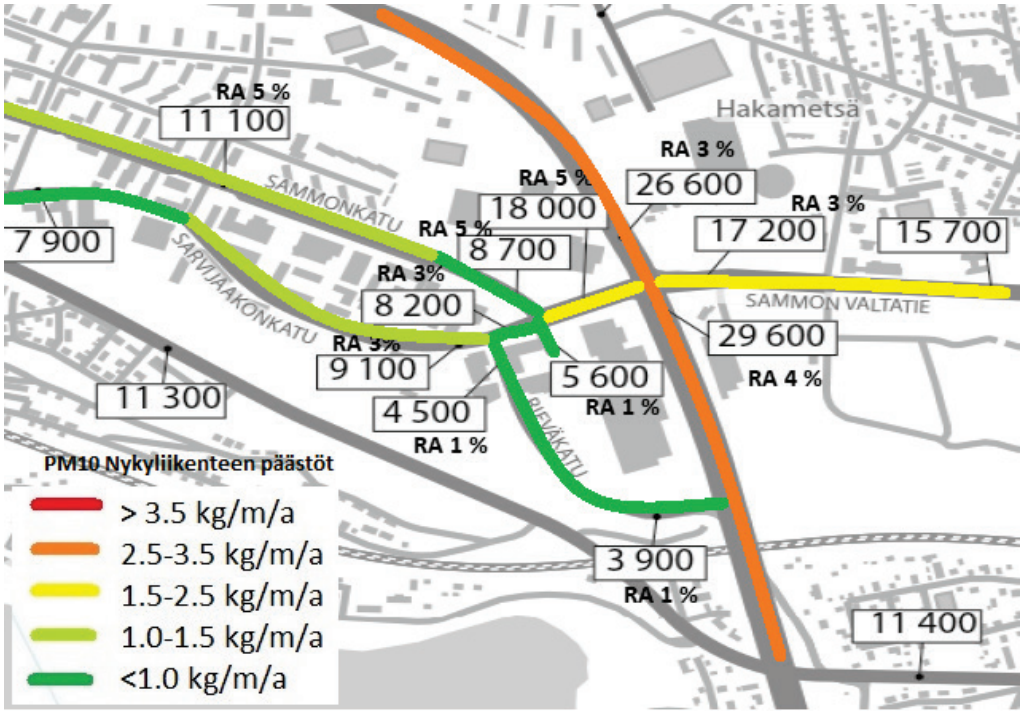


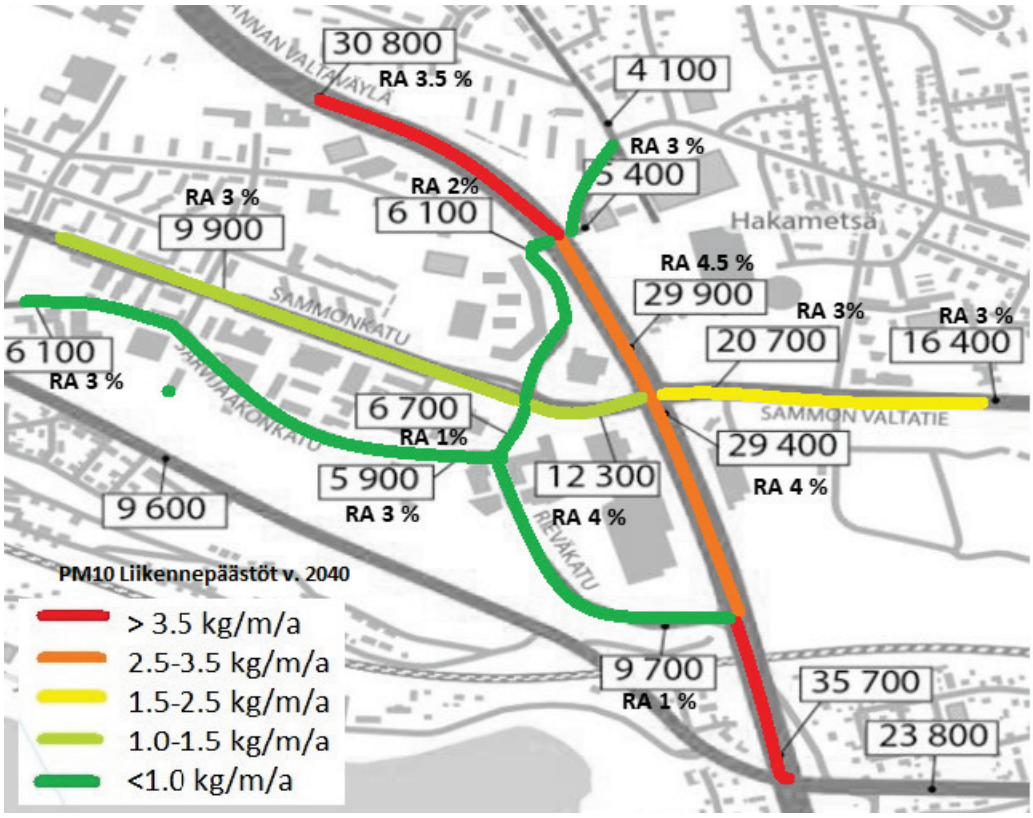
Kuva 1/L2. Tuuliruusu (=mistä tuulee) Tampere-Pirkkala tuntisäätietojen mukaan vuosina 2014-2016.

Epäpuhtauksien alueellinen tausta on huomioitu nykytilanteen mukaisesti ilmanlaatumallinnuksissa kansainvälisesti ohjeistettujen taustapitoisuuskäytäntöjen mukaisesti. PM_{10}-hiukkasten vuosipitoisuuden tausta on n. 6 µg/m^3 ja kuukausiarvoista määritetty vrk-tausta 9 µg/m^3. $PM_{2.5}$ hiukkasten alueellinen vuositausta on n. 5 µg/m^{3}ja kuukausiarvoista määritetty vrk-tausta 7 µg/m^3. Kaupunkialueella taustapitoisuudet voivat nousta jonkin verran mm. teollisuuden päästöjen ja pienpolton seurauksena.

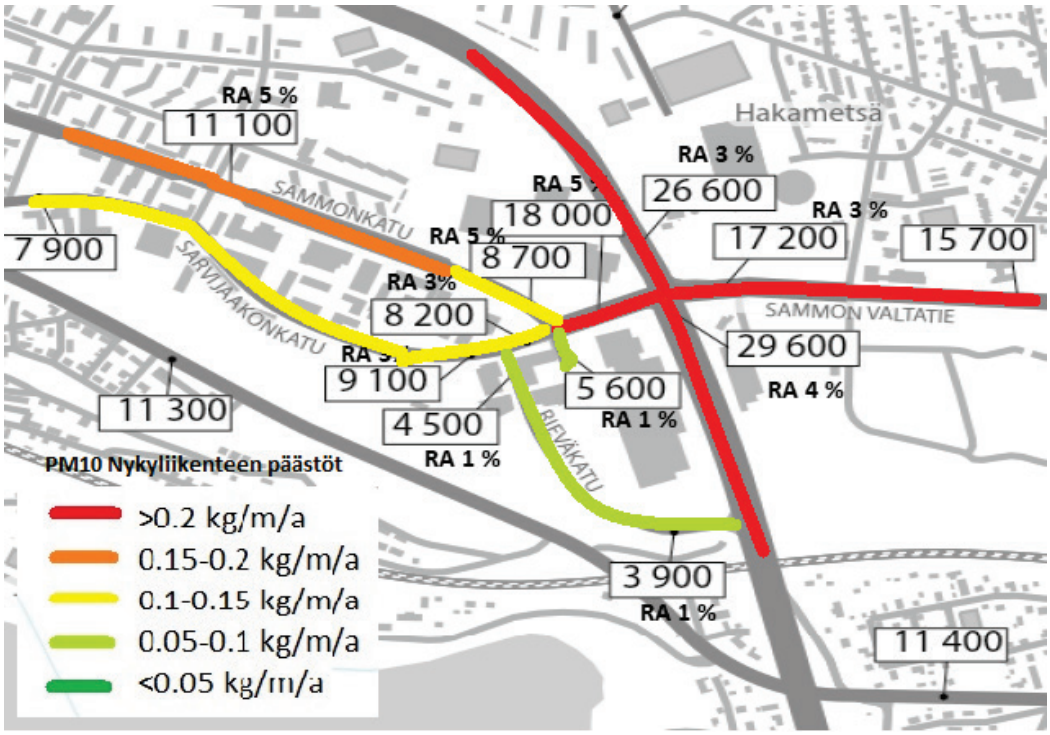
2017©ENWIN OY

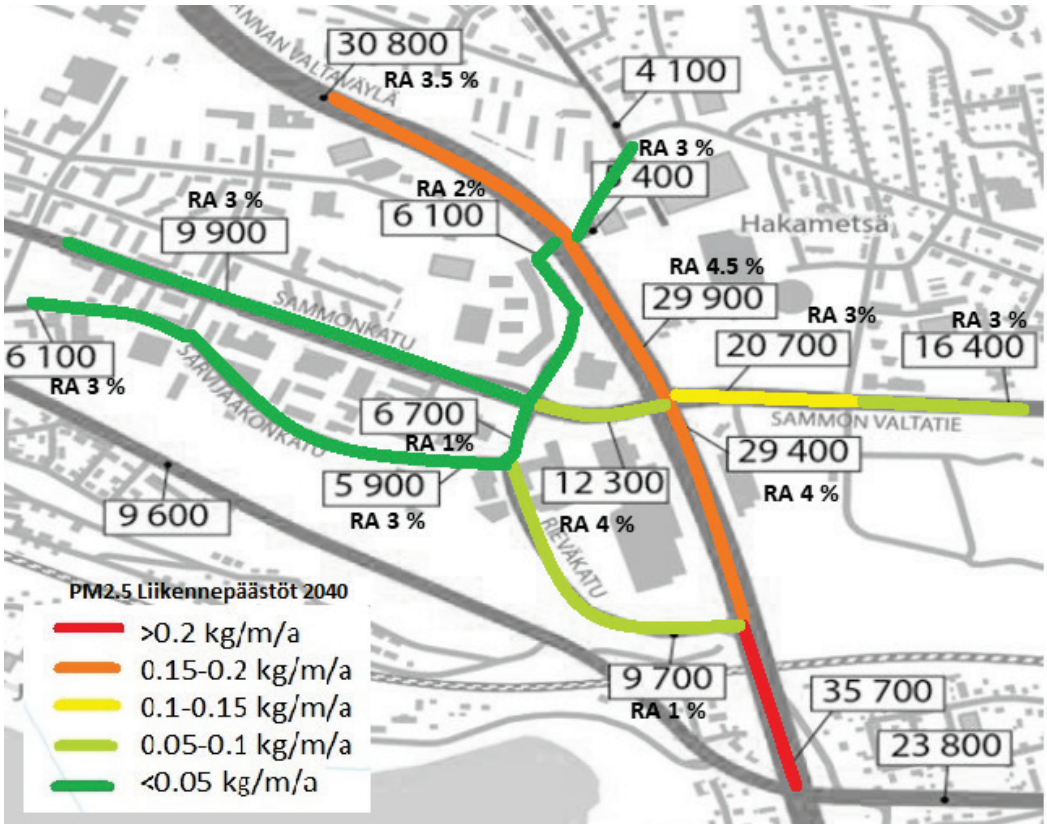
LIITE 3. Liikennepäästöt



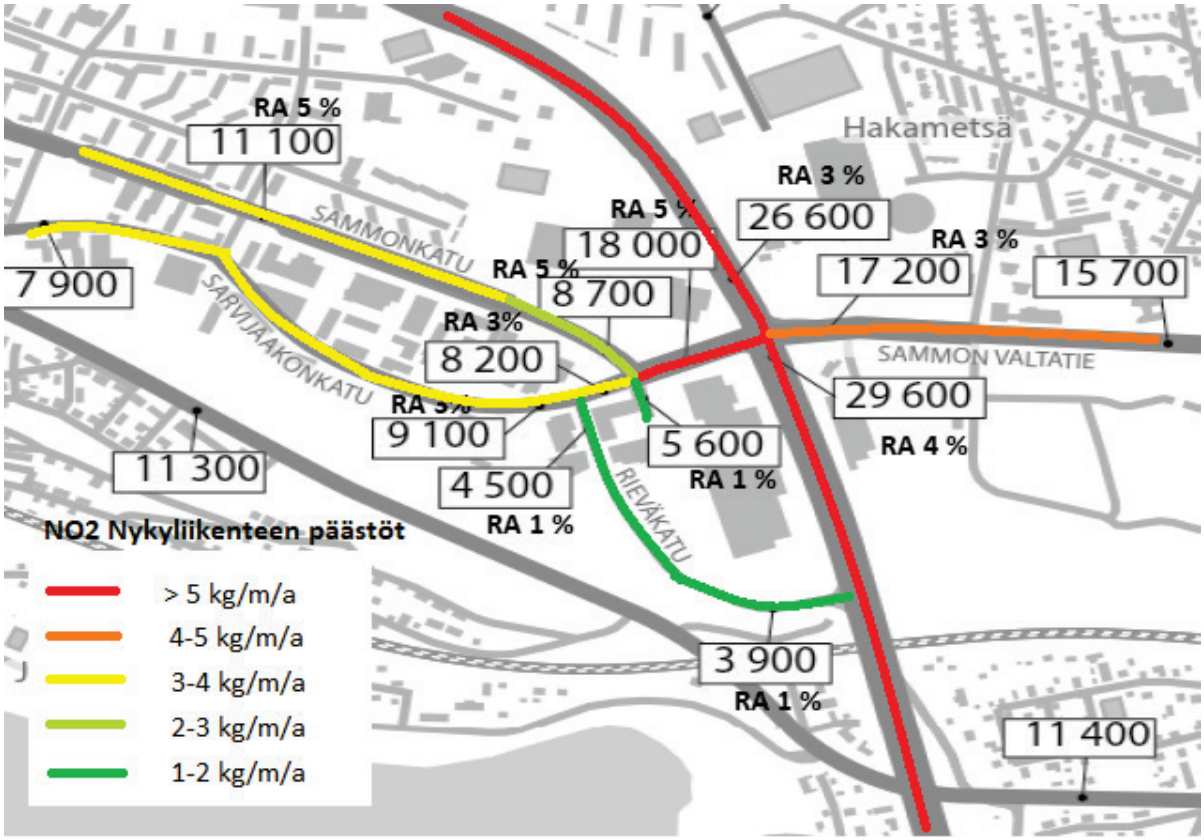


2017©ENWIN OY



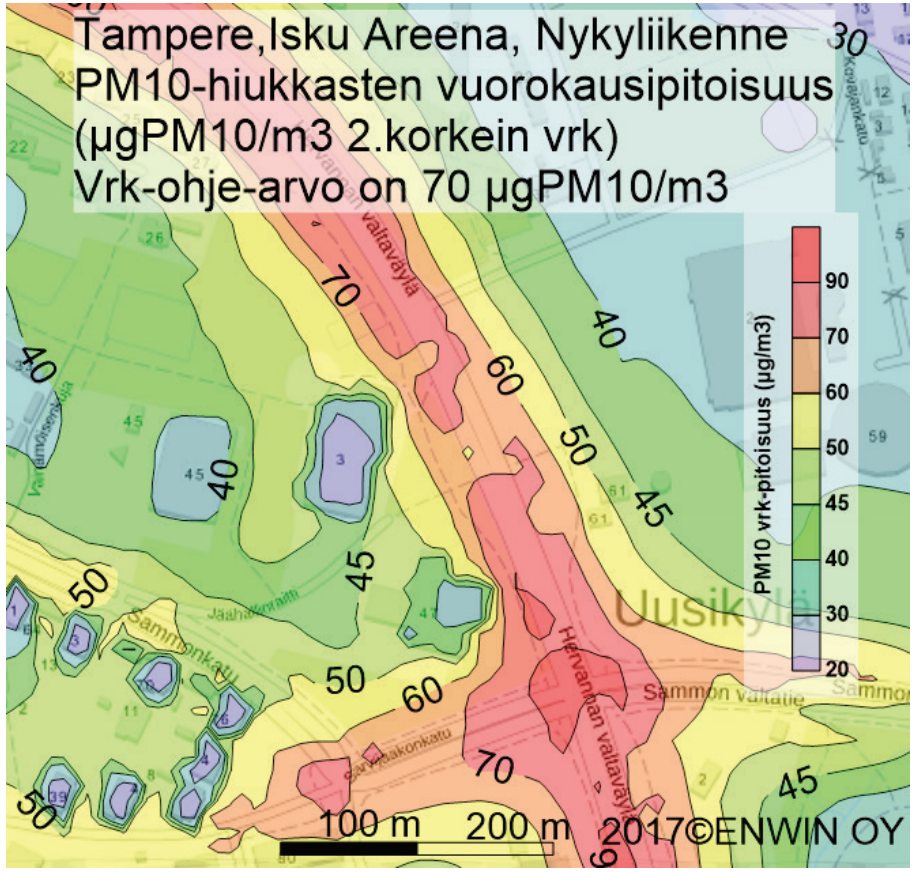


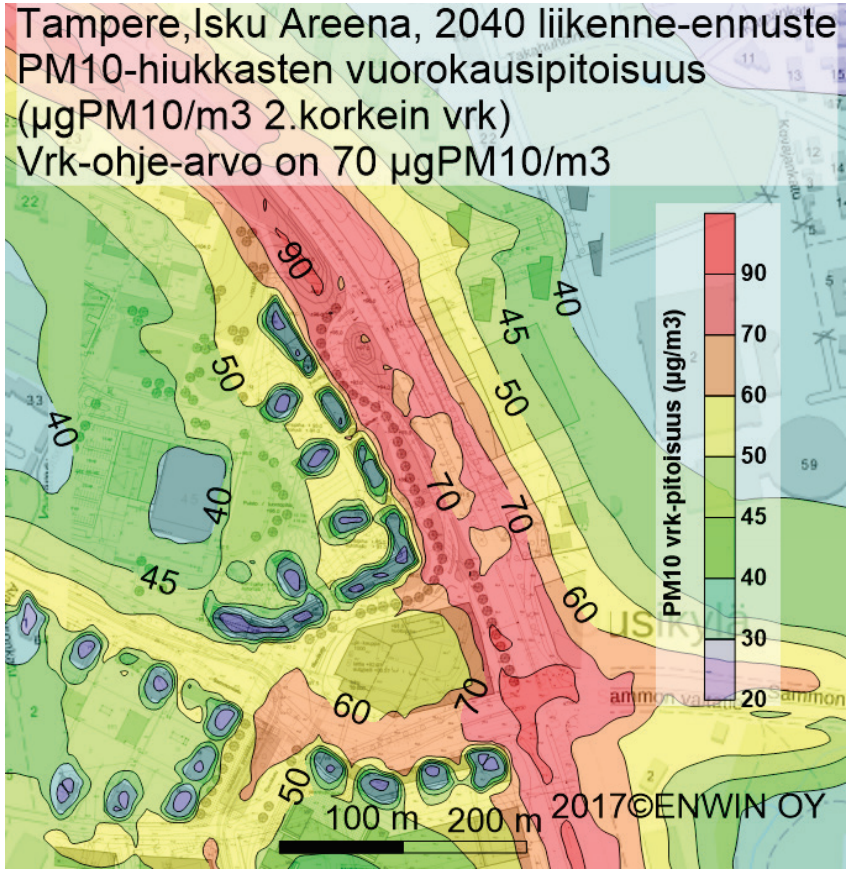
2017©ENWIN OY



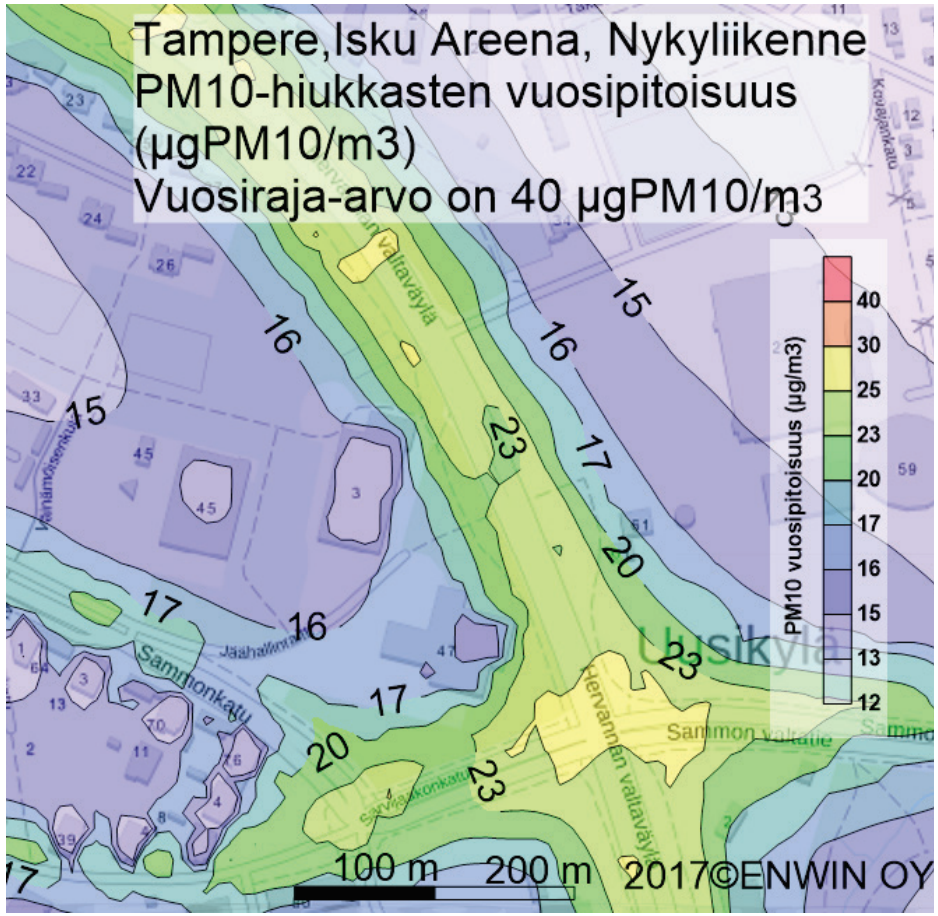
2017©ENWIN OY

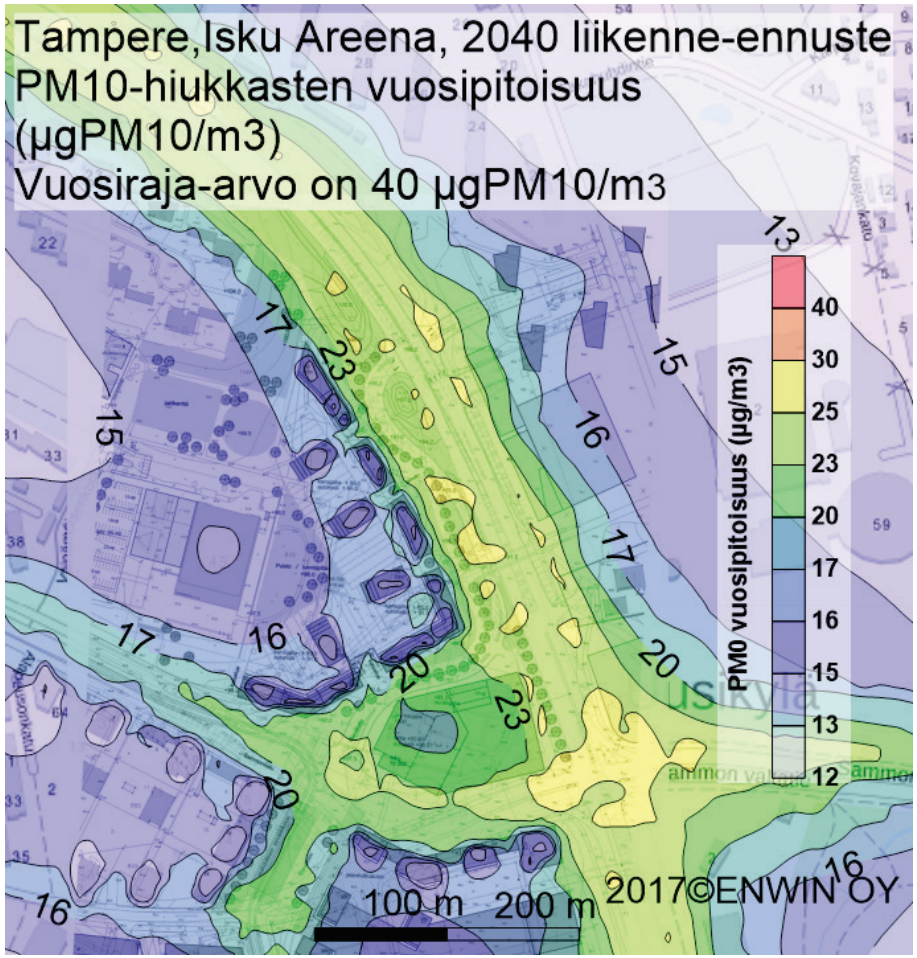
LIITE 4. PM_{10}-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet – Nykytilanne ja ennustevuosi 2040





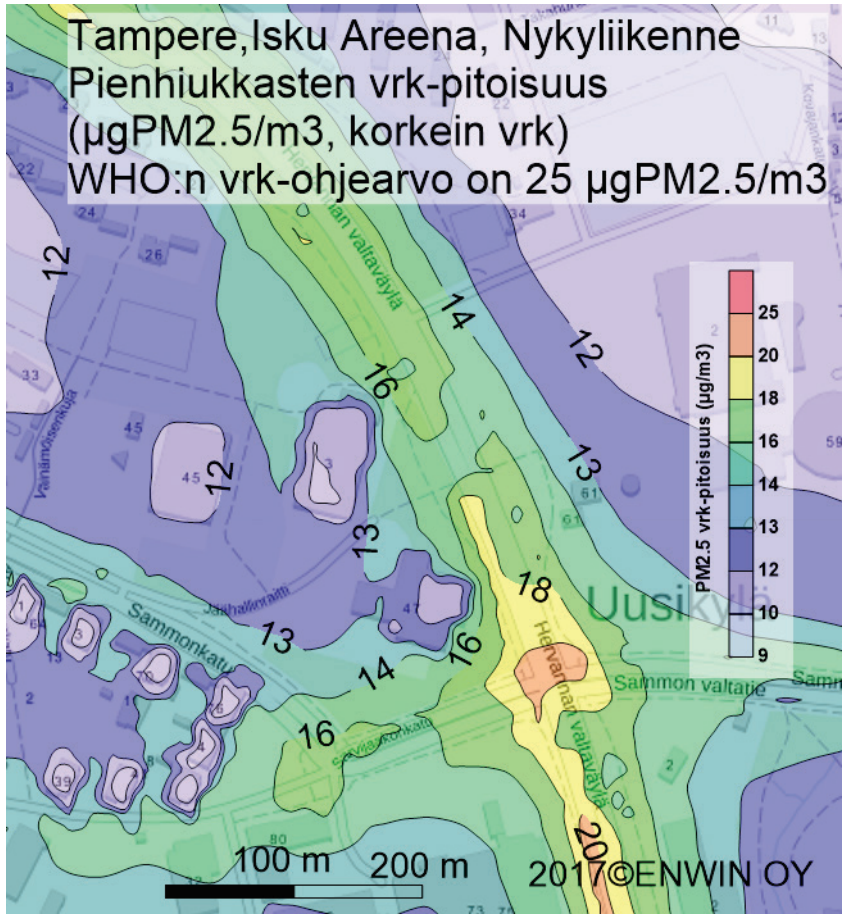
2017©ENWIN OY

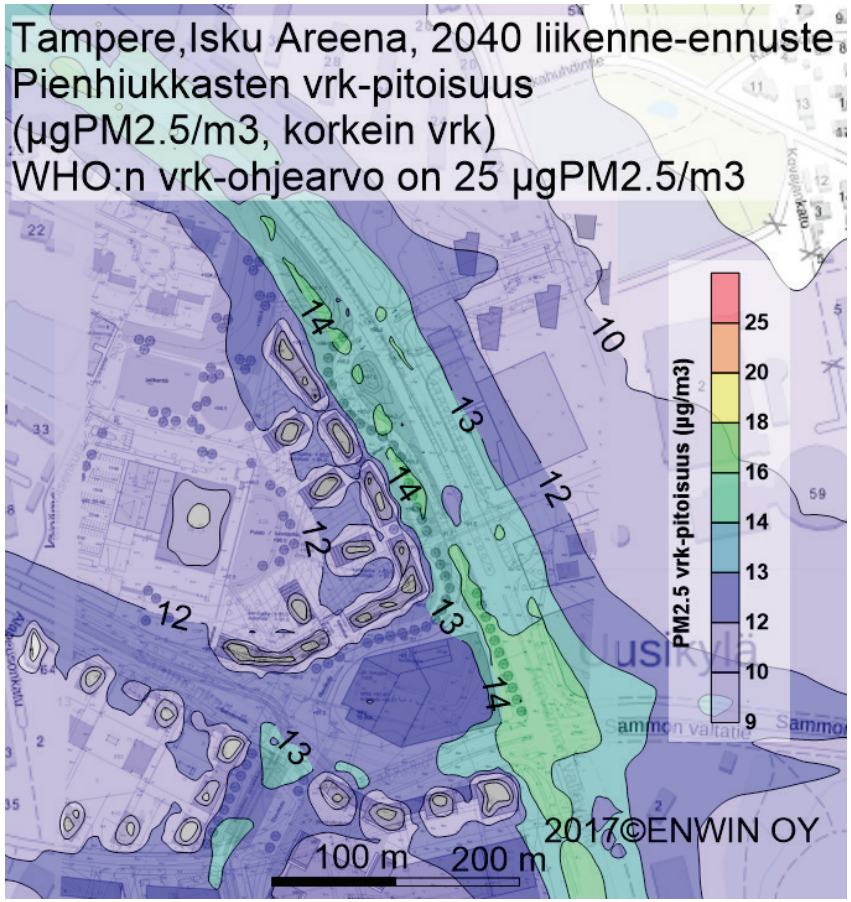




2017©ENWIN OY

LIITE 5. $PM_{2.5}$-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet – Nykytilanne ja ennustevuosi 2040



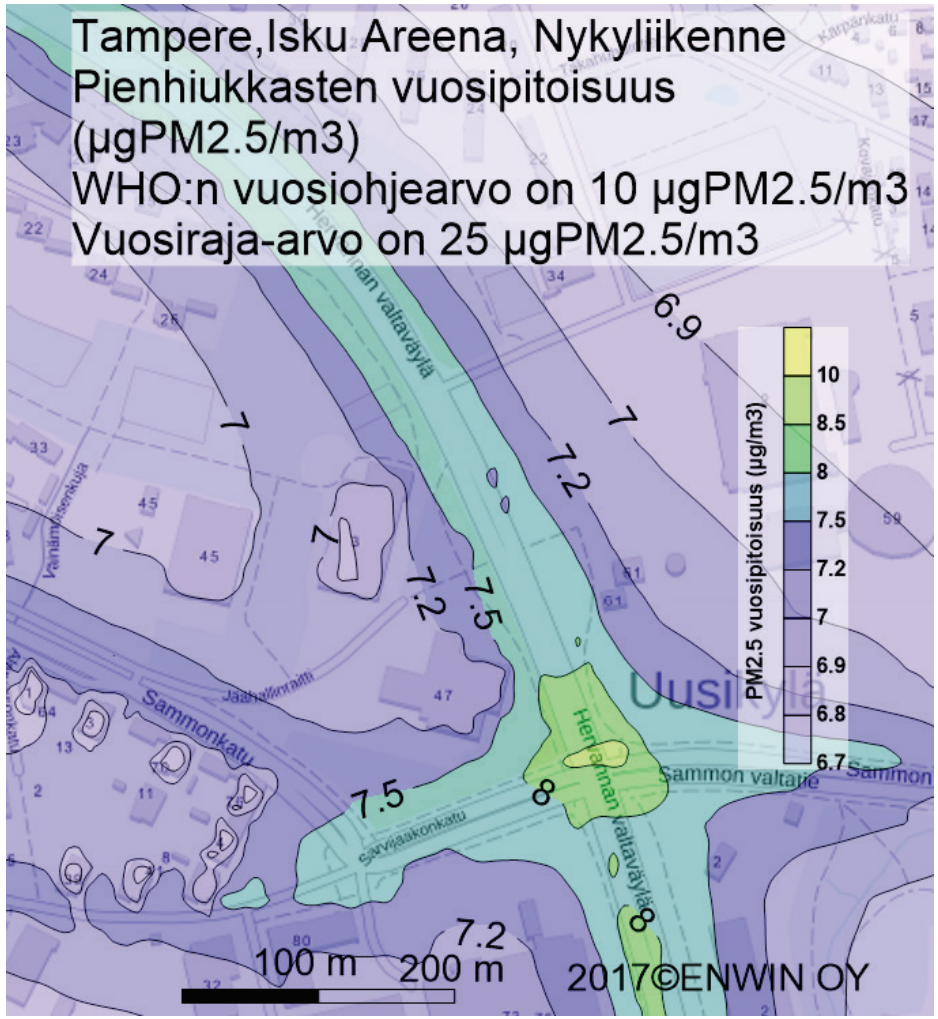


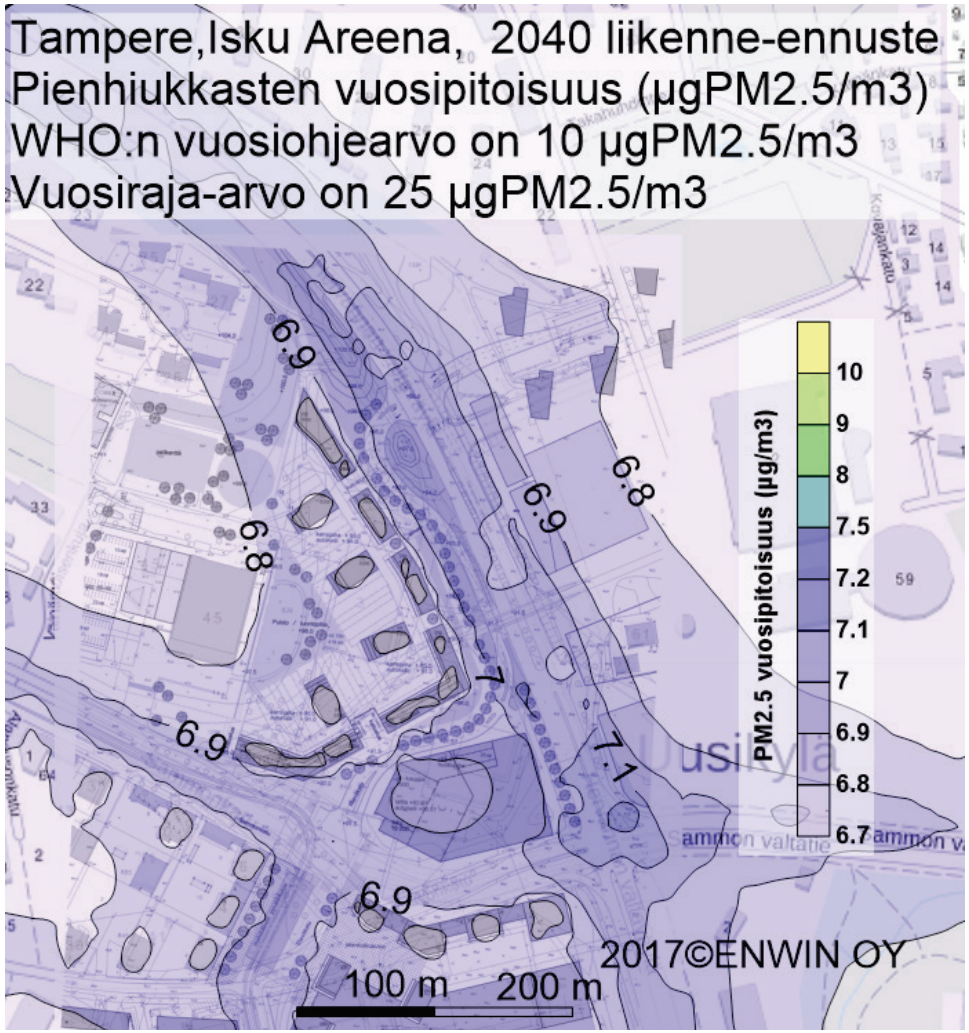
2017©ENWIN OY

Enwin
- Vision Keeper -

28.8.2017

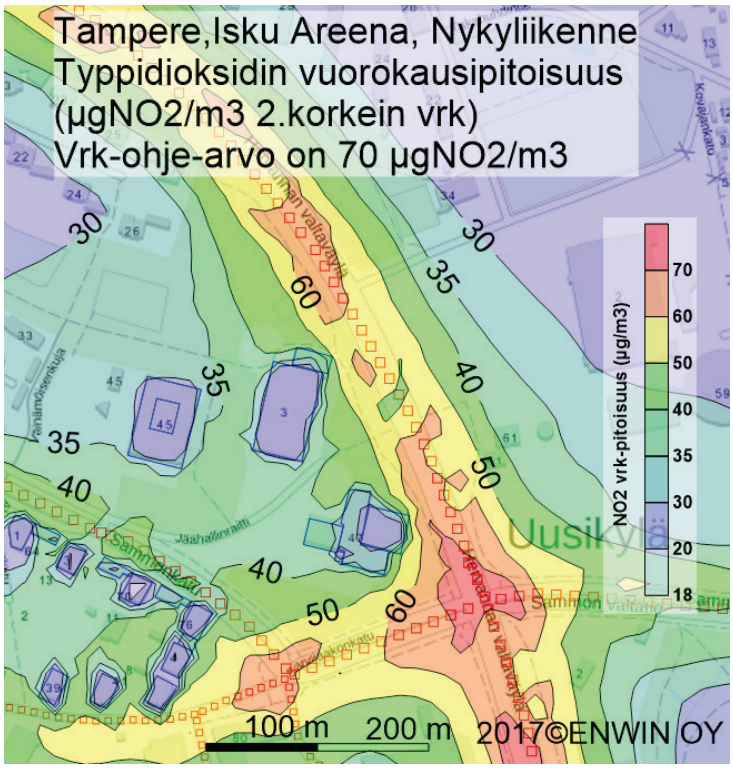
LIITE 5

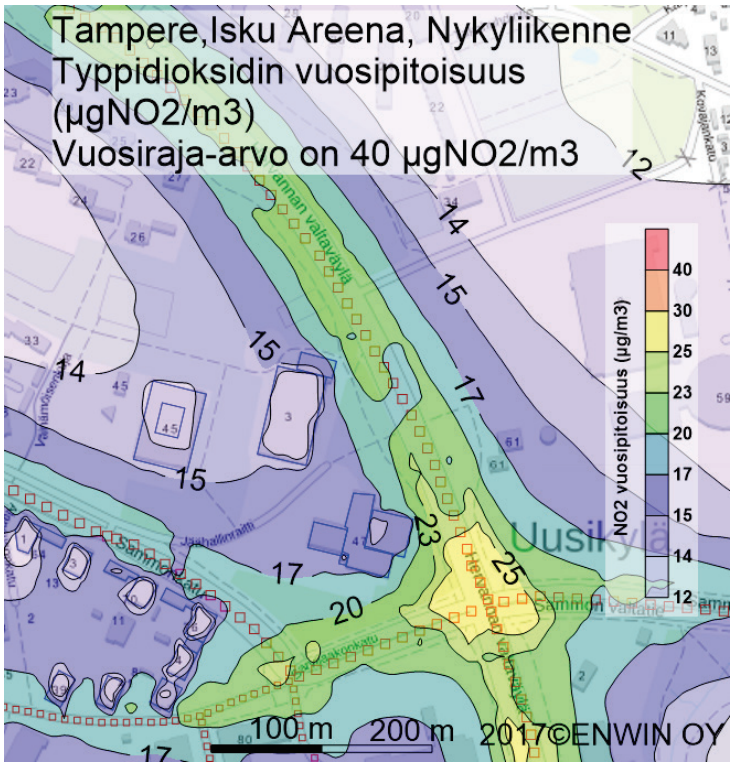




2017©ENWIN OY

LIITE 6. Nykytilanteen NO_2-pitoisuudet





Copyrights2017©ENWIN OY