

Enwin

- Vision Keeper -

1. SYYSKUUTA 2017

Tampereen kaupunki

Kaupunkiympäristön kehittäminen

ID 1 848 427

LAMMINPÄÄN NAUHATEHDAS (8585), TAMPERE -ILMANLAATUSELVITYS TAMPEREEN KAUPUNKI, KAUPUNKIYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN

Enwin
- Vision Keeper -

ENWIN OY, 2017

Kivipöytälankuja 2

33920 Pirkkala

www.enwin.fi

TIIVISTELMÄ

Tampereen Lamminpään Nauhatehtaan alueelle on suunniteltu asuinkerrostaloja (kaava-alue 8585). Alue sijoittuu Paasikiventien länsipuolelle ja Myllypuronkadun pohjoispuolelle. Tässä työssä (ID 1 848 427) on arvioitu leviämismallinnuksen avulla liikenteen aiheuttamien hiukkaspäästöjen leviämistä nykytilanteessa sekä vuoden 2040 liikenne-ennustetilanteessa ja uuden viitesuunnitelman mukaisessa rakennuskannassa. Työssä mallinnettiin karkeampien hengittävien hiukkasten ($PM_{10} < 10 \mu\text{m}$:n hiukkaskoko, pääosin katupölyä) ja pienhiukkasten ($PM_{2.5} < 2.5 \mu\text{m}$:n hiukkaskoko, ajoneuvopäästöjä ja katupölyn pienhiukkasfraktio) vuorokausi- ja vuosipitoisuudet. Mallinnustuloksia verrattiin 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. Työssä annettiin suosituksia ilmanlaadun ja ihmisten epäpuhtauksille altistumisen näkökulmasta.

Hiukkasmallinnuksen perusteella Lamminpään Nauhatehtaan alueelle voidaan rakentaa asuinkerrostaloalue, sillä PM_{10} - ja $PM_{2.5}$ -hiukkaspitoisuudet jäävät alle vuosiraja-arvojen eikä hiukkasten vuorokausipitoisuudet ylitä ilmanlaadun ohjearvo- tai raja-arvoja suunnittelualueen asuinrakennusten kohdalla. Viitesuunnitelmassa on huomioitu vilkasliikenteinen Paasikiventie sijoittamalla parkkipaikat tien ja asuinrakennusten väliin ja oleskelu- ja leikkipihat rakennusten länsipuolelle sisäpihoille puhtaamman ilman alueille. Pienhiukkaspitoisuudet pienenevät tulevaisuudessa mm. autokannan uusiutumisen ja sähköistumisen seurauksena. Katupölypäästöjen on arvioitu kuitenkin kasvavan liikenteen kasvun myötä.

Alueen pohjoisosan tontin AB Paasikiventien puoleisten kerrostalojen alimman kerroksen PM_{10} -vuorokausipitoisuudet ovat ennustemallin mukaan hyvin lähellä PM_{10} -ohjearvotasoa (68 $\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$, 97 % ohjearvosta). Tässä kohteessa ensimmäiseen kerrokseen Paasikiventien puolelle tulee sijoittaa esim. varastotiloja tai muita yleisiä tiloja. Alueen eteläpäähän suunniteltu market sijaitsee ilmanlaadun kannalta kuormittuneimmalla alueella Myllypuronkadun ja Paasikiventien (KT65) risteysalueen läheisyydessä. Tontille voidaan suunnitella vähittäistavarakauppaa tai muuta toimistotilaa, mutta ei asuntoja. Erikseen tarkasteltiin alueen PM_{10} -hiukkasten vuorokausipitoisuuksien raja-arvoon verrannolliset pitoisuudet eikä raja-arvo ylity ennustetilanteessakaan tässä ilmanlaadun kannalta kuormittuneimmassa kohteessa.

Asuinrakennusten ja marketin tuloilmaan suositellaan hiukkassuodatusta, koska sillä voidaan parantaa sisäilman laatua ja vähentää hiukkasten pitoisuuksia ja terveysvaikutuksia esimerkiksi pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodioiden aikana tai katupölykuukausina. Rakennus- tai porraskohtaisessa koneellisessa ilmanvaihdossa tuloilma on hyvä ottaa mahdollisimman korkealta, koska epäpuhtauksien pitoisuudet ovat yläkerroksissa alhaisimmat (ks. vertikaalinen mallinnus). Myös parvekkeet tulisi sijoittaa sisäpihojen puolelle.

Suunniteltujen kerrostalojen vertailupisteissä (Paasikiventien puoleinen sivu ja sisäpihat) vuorokausiohjearvoon ja vuosiraja-arvoon verrannolliset hiukkaspitoisuudet olivat:

	PM_{10} vrk-pitoisuus $\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$ (2. korkein)	PM_{10} vuosipitoisuus $\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$	$PM_{2.5}$ vrk-pitoisuus $\mu\text{gPM}_{2.5}/\text{m}^3$	$PM_{2.5}$ vuosipitoisuus $\mu\text{gPM}_{2.5}/\text{m}^3$
Nykytilanne	43-58 (61-83% ohjearvosta)	15-17 (38-43 % raja-arvosta)	11-18 (44-72 % ohjearvosta)	6.9-7.1 (69-71 % ohjearvosta)
Ennustetilanne	49-68 (70-97 % ohjearvosta)	15-22 (38-55 % raja-arvosta)	10-14 (40-56 % ohjearvosta)	6.7-6.9 (67-69 % ohjearvosta)

Suunnittelualueen marketin tontilla pitoisuudet olivat taulukon pitoisuuksia korkeampia johtuen risteysalueen läheisyydestä. Tälle tontille ei ole suunnitteilla asuntoja.

Liikennemäärät kasvavat Lamminpään Nauhatehtaan alueen lähiteillä vuoteen 2040 mennessä, minkä on arvioitu lisäävän katupölypäästöjä ja PM_{10} -pitoisuuksia ympäristössä sekä katupölyn pienhiukkasfraktiota. Sen sijaan suorat pakokaasujen pienhiukkas-päästöt pienenevät vuoteen 2040 mennessä. Kokonaisuutena pienhiukkasten pitoisuustrendi on laskeva.

Sisältö

TIIVISTELMÄ	1
1. Johdanto.....	3
2. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot hiukkasille	4
2.1 Hiukkasten 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 hiukkaspäästöt	7
3.2.1 Nykyliikenne	7
3.2.2 Liikenne-ennuste vuonna 2040	8
4. Mallinnustulokset.....	9
4.1 PM ₁₀ -vuorokausi- ja vuosipitoisuudet –nykytilanne ja v. 2040.....	11
4.1.1 Vertikaalinen ilmanlaatu v. 2040.....	15
4.1.2 PM ₁₀ vuorokausiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet v. 2040	15
4.2 PM _{2,5} vuorokausi- ja vuosipitoisuudet –nykytilanne ja v. 2040	17
4.2 Johtopäätökset mallinnoista.....	21
5. Suositukset	22
6. Mallinnuksen kokonaispävarmuuteen vaikuttavat tekijät.....	23
LIITE 1. Ilmanlaadun vertailuarvoja	24
LIITE 2. AERMOD-leviämismalli	25
LIITE 3. Liikennepäästöt.....	26
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

1. Johdanto

Tampereen Lamminpään Nauhatehtaan suunnittelualueelle on tulossa asuinkerrostaloja (kaava-alue 8585). Alue sijoittuu Paasikiventien länsipuolelle ja Myllypuronkadun pohjoispuolelle (kuva 1).



Kuva 1. Lamminpään ns. Nauhatehtaan alue Tampereen ja Ylöjärven rajalla. (Lähde: 8585 kaava-aineisto, Tampereen kaupunki)

Leviämismallinnuksen avulla arvioidaan liikenteen aiheuttamien hiukkaspäästöjen leviämistä ja vaikutuksia nykytilanteessa sekä vuoden 2040 liikenne-ennustetilanteessa ja uuden viitesuunnitelman mukaisessa rakennuskannassa. Työssä mallinnetaan karkeampien hengittävien hiukkasten ($PM_{10} < 10 \mu\text{m}$:n hiukkaskoko, pääosin katupölyä) ja pienhiukkasten ($PM_{2.5} < 2.5 \mu\text{m}$: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 ja Maailman terveysjärjestön (WHO) esittämiin pienhiukkasten vuorokausi- ja vuosiohjarvoihin.

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 ja estämään ennakolta haitallisia terveysvaikutuksia. Työssä arvioidaan viitesuunnitelman rakennussijoittelua ilmanlaadun ja ihmisten altistumisen kannalta sekä annetaan suosituksia asuinhuoneistojen ilmanvaihdesta ja piha-alueiden sijoittamisesta alueelle tulevaisuuden liikennetilanteessa.

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

2. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot hiukkasille

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) typenoksidielle 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 Hiukkasten 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 (NO_x= NO ja NO₂), joista typpidioksidi on typpimonoksidia haitallisempaa. Esimerkiksi henkilöautojen sähköistuminen tulevaisuudessa tulee 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 (PM₁₀, < 10 µm hiukkaskoko) kokoluokan suurimmat hiukkaset jäävät yleensä ylempiin hengitysteihin ja ovat siten vähemmän haitallisia kuin pienemmät hiukkaset. PM₁₀-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. PM₁₀-hiukkasissa on mukana

myös kokoluokaltaan pienempiä hiukkasia. Terveydelle haitallisempi hiukkasfraktio ns. PM_{2.5} hiukkaset kuuluvat osana PM₁₀-hiukkasiin.

Pahimmat terveyshaitat liittyvät erityisesti pienhiukkasiin (PM_{2.5} < 2.5 µm:n kokoluokka), joista osa voit päätyä hengitysilman mukana syväälle 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 kanssa¹.

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 (2016²) mittaustuloksia ulkoilman hiukkas- ja pienhiukkaspitoisuuksista.

Taulukko 1. PM₁₀-hiukkasten ja pienhiukkasten (PM_{2.5}) mitattuja pitoisuuksia Tampereella vuonna 2016. Lähde: Tampereen ilmanlaatu 2016, Tampereen kaupunki 1/2017.				
Mittauspiste	PM₁₀ vuosipitoisuus µg/m³	PM₁₀ 2. korkein vuorokausipitoisuus µg/m³	PM_{2.5} vuosipitoisuus µg/m³	PM_{2.5} korkein vuorokausipitoisuus µg/m³
Pirkankatu	14	95		
Epilä	11	67	6.7	31.5
Linja-autoasema			6.9	21.3
Kaleva			6.3	19.7

PM₁₀-vuorokausiohjearvo ylittyi Pirkankadulla maalisi- ja huhtikuussa, Epilän mittauspisteessä ohjearvo ei ylittynyt. PM₁₀-hiukkasten vuorokausiraja-arvon numeroarvo 50 µg/m³ ylittyi Pirkankadulla 9 kertaa ja Epilässä 5 kertaa. 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.

Hiukkasten mitatut epäpuhtauspitoisuudet Tampereella ovat viime vuonna pienentyneet verrattuna aikaisempien vuosien mittaustuloksiin. Syynä voivat olla mm. päästövähennykset, sääolosuhteet sekä parantunut katujen puhtaanapito.

¹ ESCAPE - European Study of Cohorts for Air Pollution Effects, <http://www.escapeproject.eu/>

²Tampereen kaupunki, Tampereen ilmanlaatu 2016. Päästöt ja ilmanlaadun mittaustulokset, Tampere, Ympäristönsuojelun julkaisu 1/2017.

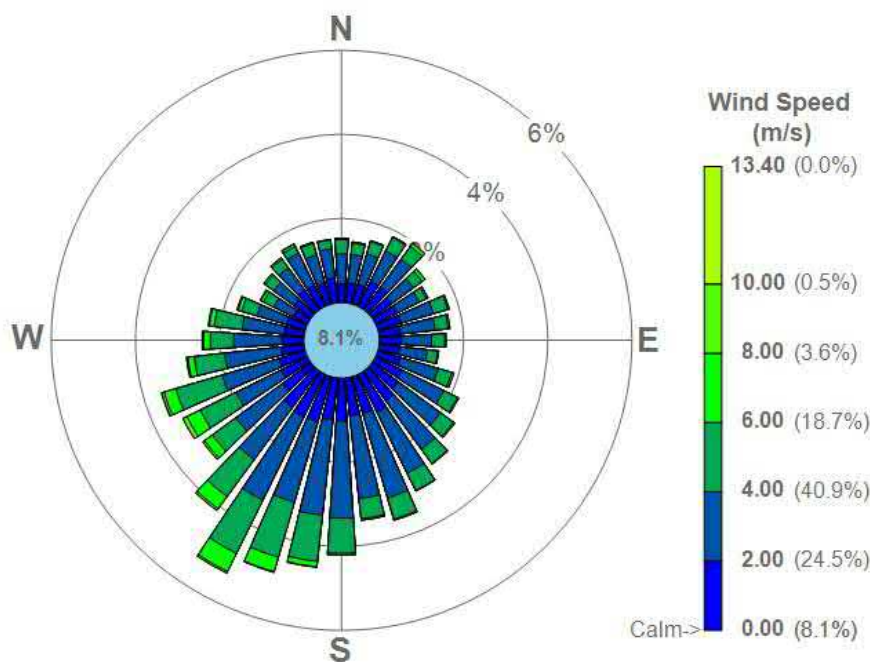
3. Lähtötiedot mallinnuksessa

3.1 Mallinnusohjelma ja sen lähtötiedot

Tässä ilmanlaatuselvityksessä ilman hiukkaspitoisuudet mallinnettiin käyttäen AERMOD-leviämismallinnusohjelmistoa. Tietoja mallinnusohjelmasta on **Liitteessä 2**.

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

Sää tietoina käytettiin Tampere-Pirkkala lentosääaseman kolmen vuoden tuntisää tietoja vuosilta 2014-2016 (Kuva 2) sekä vertikaalisia tuulen nopeuden ja lämpötilan luotauksetietoja Jokioisista samoilta vuosilta.



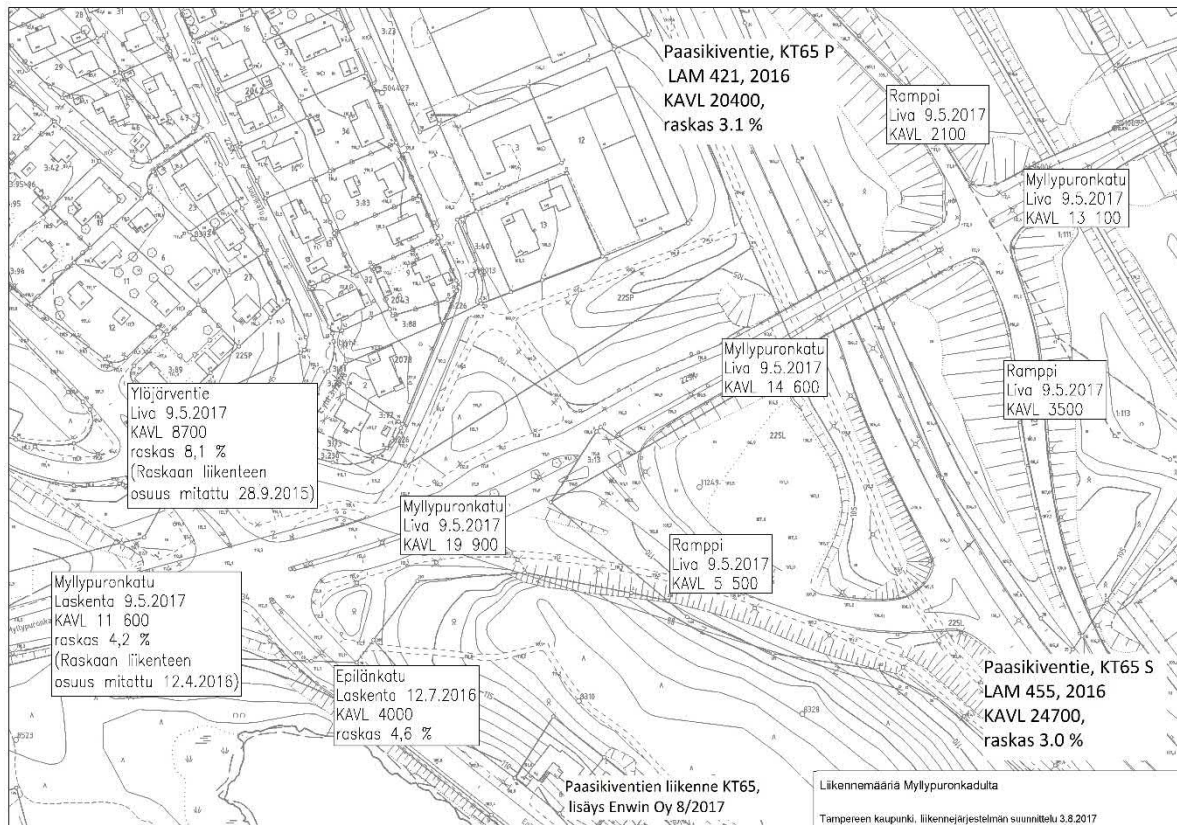
Kuva 2. Tuuliruusu (=mistä tuulee) Tampere-Pirkkala tuntisää tietojen mukaan vuosina 2014-2016.

Epäpuhtauksien alueellinen tausta on huomioitu nykytilanteen mukaisesti ilmanlaatumallinnuksissa kansainvälisesti ohjeistettujen taustapitoisuuskäytäntöjen mukaisesti. PM₁₀-hiukkasten vuosipitoisuuden tausta on n. 6 µg/m³ ja kuukausiarvoista määritetty vrk-tausta 9 µg/m³. PM_{2.5} hiukkasten alueellinen vuositausta on n. 5 µg/m³ ja kuukausiarvoista määritetty vrk-tausta 7 µg/m³. Kaupunkialueella taustapitoisuudet voivat nousta jonkin verran mm. teollisuuden päästöjen ja pienpolton seurauksena.

3.2 Liikennetiedot ja hiukkaspäästöt

3.2.1 Nykyliikenne

Lamminpään Nauhatehtaan alueen ympäristön tieliikenne nykytilanteessa on kuvassa 3. Nykyliikenteen tiedot on saatu Tampereen kaupungilta ja kantatie 65 osalta LAM-kirjasta (2016). Paasikiventien nopeusrajoitus on 80 km/h, Epilänkadun ja Ylöjärventien 50 km/h ja Myllypuronkadun nopeusrajoitus on 50-60 km/h eri osuuksilla.



Kuva 3. Nykyliikennemäärät Lamminpään nauhatehtaan lähialueella.

Ajoneuvoikohtaiset 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 %. Raskaan liikenteen jakautuminen eri tyyppisiin ajoneuvoihin huomioitiin Paasikiventien osalta LAM 421 ja LAM 455 tiedoista. Muilla kokoojakaduilla linja-autojen ja kuorma-autojen arvioitiin olevan suurimmat raskasajoneuvoryhmät.

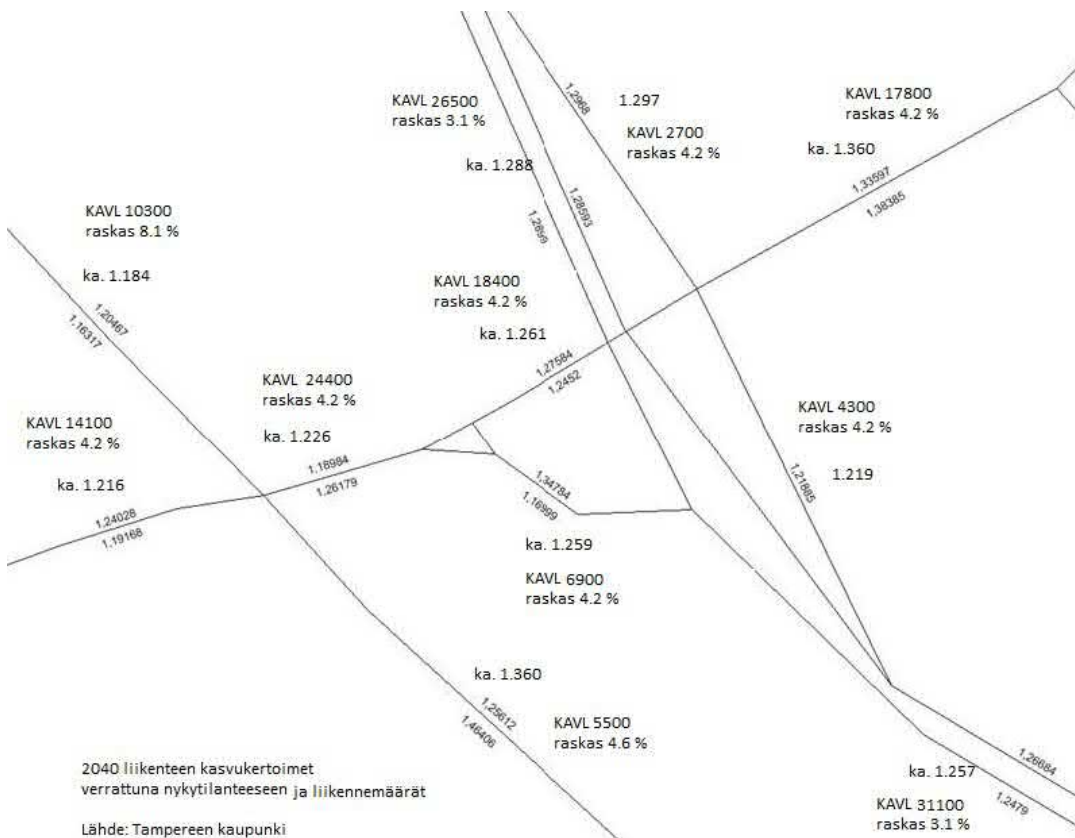
Katupölyn määrään vaikuttaa myös ajonopeus³. PM₁₀-hiukkaspäästöjen laskennassa huomioitiin alueen teiden nopeusrajoitukset Nordtrip-raportissa esitettyjen arvioiden perusteella. Liikenteen

³ NORDTRIP Non-Exhaust Road Traffic Induced Particle Emissions
2017©ENWIN OY

pienhiukaspäästöihin laskettiin mukaan katupölyn pienhiukkasfraktio. Katupölyn päästölaskenta perustuu THL:n *Piltti*-projektin⁴ ja pääkaupunkiseudun *Redust*-⁵ -hankkeiden tuloksiin sekä aiempiin mittauksien ja mallinnusten vertailuihin. Katupölyn määrään vaikuttaa myös mm. käytetyt rengastyypit sekä erityisesti katujen puhdistus vuoden aikana. Liikennepäästöt alueen lähteillä on esitetty **liitteessä 3**.

3.2.2 Liikenne-ennuste vuonna 2040

Liikenne-ennuste vuoden 2040 tilanteesta saatiin Tampereen kaupungilta. Arvio perustuu TALLI2015 ja TALLI2040 malleihin. Liikennemäärät perustuvat tieosuuskohtaisiin liikenteen kasvukertoimiin nykytilanteesta vuoteen 2040. Kuvassa 4 on kasvukertoimet ja niiden perusteella lasketut liikennemäärät 2040 ennustetilanteessa. Raskaan liikenteen osuudet on arvioitu samoiksi kuin nykytilanteessa.



Kuva 4. Vuoden 2040 liikenne-ennuste Lamminpään suunnittelualueen ympäristössä.

Vuonna 2040 liikennesuorite arvioidaan tapahtuvan vähintään nykyiset EURO 6 päästökriteerit täyttävillä ajoneuvoilla. Liikenteen pienhiukaspäästöt on laskettu VTT:n LIPASTO LIISA-laskentajärjestelmästä perustuen pääosin VTT:n esittämiin eri ajoneuvoluokkien EURO 6-päästökertoimiin. Ajoneuvojen suorat pienhiukaspäästöt pienevät merkittävästi, koska vanhempi EURO-autokanta jää pois käytöstä ja EURO-6

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

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 suorita pakokaasuperäisiä pienhiukkaspäästöjä, mutta ei vaikuta erityisesti katupölypäästöihin. Raskasliikenne tulee todennäköisesti vielä käyttämään dieselä, vaikkakin mm. biodieselin osuus voi kasvaa. ALIISA ennuste on ns. baseline-ennuste, jossa otetaan huomioon vain jo toteutuneet ja päätetyt toimenpiteet.

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.

Liitteessä 3 on vuoden 2040 arvioidut liikennepäästöt Lamminpään Nahkatehtaan lähialueella. Kokonaisuutena liikenteen pienhiukkaspäästöt (pakokaasupäästöt ja katupölyn pienhiukkasfraktio yhteensä) pienenevät vähintään n. -50 %. Katupölypäästöjen oletetaan ennustemallissa kasvavan liikenteen kasvun myötä, jos muut katupölyyn vaikuttavat tekijät pysyvät suhteellisen samankaltaisina kuin nykyisin (nasta/kitka ja kesärenkaiden käyttöajat, tienpintamateriaalit, teiden puhdistus, nopeudet jne).

4. Mallinnustulokset

PM₁₀ ja PM_{2.5}-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet laskettiin lähialueen havaintopisteisiin ja niistä piirrettiin aluejakaumakuvat liikenteen nykytilanteessa ja vuoden 2040 ennustetilanteessa (**Liitteet 4-5**).

Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet taulukoitiin suunnittelualan viitesuunnitelman mukaisten kerrostalojen sisäpihojen ja Paasikiventie (KT 65) puoleisten sivujen vertailupisteisiin nykytilanteessa ja vuoden 2040 liikennetilanteessa. Vertailupisteiden sijainti näkyy kuvasta 5 nykytilanteessa ja uuden viitesuunnitelman mukaisessa asemakaavassa. Pisteiden sijainti on sama molemmissa malleissa. Pisteiden nimet ja numerot ovat taulukossa 2.



Kuva 5. Ilmanlaadun vertailupisteet suunnittelualueella nykytilanteessa ja uudessa suunnitelmassa. Pisteet ovat samoja molemmissa kuvissa ja ne on valittu uuden viitesuunnitelman pohjalta talojen Paasikiventien puoleisilta sivuilta ja korttelien sisäpihoilta.

Taulukko 2. Vertailupisteiden nimet nimetty viitesuunnitelman mukaan, ks. Kuva 5 pisteiden sijainti.

nro	nimi	nro	nimi
1	Market	15	C -tontti N
2	I- tontti S	16	B -tontti S
3	I- tontti N	17	B -tontti N / A -tontti S
4	H- tontti S	18	A -tontti N
5	H- tontti N	19	AB PIHA
6	G- tontti S	20	C PIHA
7	G -tontti N	21	D PIHA
8	F -tontti S	22	E PIHA
9	F -tontti N	23	F PIHA
10	E -tontti S	24	G PIHA
11	E -tontti N	24	H PIHA
12	D -tontti S	25	I PIHA
13	D -tontti N	26	VTS PIHA
14	C -tontti S		S= south, N=North

4.1 PM₁₀-vuorokausi- ja vuosipitoisuudet –nykytilanne ja v. 2040

PM₁₀-hiukkasten ulkoilmapitoisuuksien aluejakaumakuvakuvat nykytilanteessa ja ennustevuonna 2040 ovat **liitteessä 4**.

Taulukossa 3 on PM₁₀-hiukkasten vuorokausiohjearvoihin ja vuosiraja-arvoihin verrannolliset korkeimmat pitoisuudet suunnittelualueen vertailupisteissä.

Suunniteltujen kerrostalojen Paasikiventien puoleisilla sivuilla PM₁₀-hiukkasten vuorokausipitoisuudet (2. korkein) olisivat

- Nykytilanteessa 47-58 µgPM₁₀/m³ (67-83% vrk-ohjearvosta)
- Ennustevuonna 53-68 µgPM₁₀/m³ (76-97 % vrk-ohjearvosta)

PM₁₀-vuorokausipitoisuudet ovat pääosin korkeampia suunnittelualueen eteläosan talojen (I, H) itäpuolen ja sisäpihan vertailupisteissä eli lähempänä Paasikiventien ja Myllypuronkadun risteysaluetta. Myös alueen pohjoisosan tontin AB Paasikiventien puoleisten kerrostalojen alimman kerroksen PM₁₀-vuorokausipitoisuudet ovat ennustemallin mukaan hyvin lähellä PM₁₀-ohjearvotasoa (68 µgPM₁₀/m³, 97 % ohjearvosta).

Suunniteltujen kerrostalojen sisäpihoilla ja oleskelualueilla sijaitsevissa vertailupisteissä ohjearvoon verrannolliset vrk-pitoisuudet olisivat

- Nykytilanteessa 43-50 µgPM₁₀/m³ (61-71% vrk-ohjearvosta)
- Ennustetilanteessa 49-57 µgPM₁₀/m³ (70-81 % vrk-ohjearvosta)

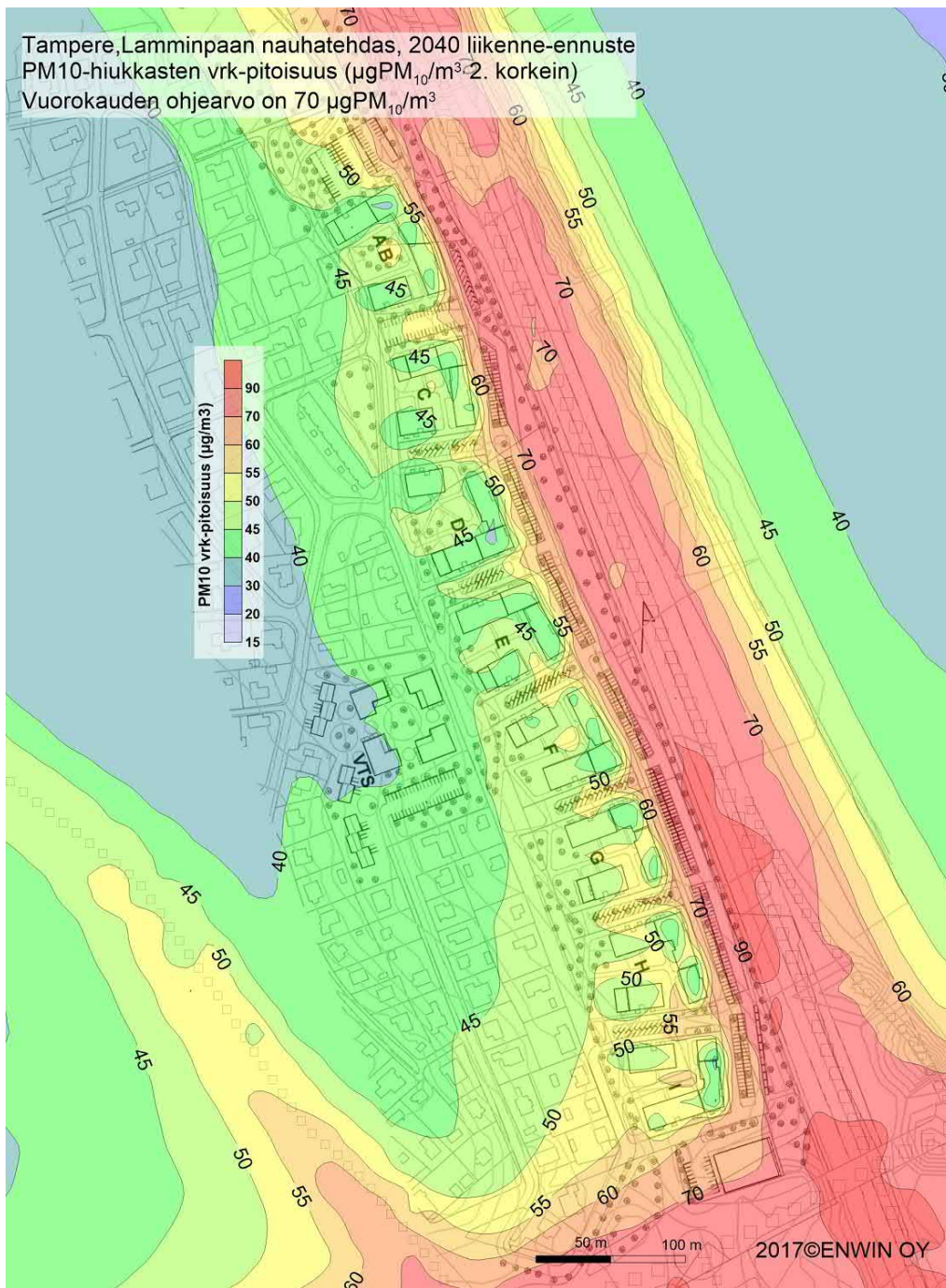
Alueen lähimarket sijoittuu hyvin lähelle Myllypuronkadun ja Paasikiventien risteysaluetta ja sen alueella PM₁₀-hiukkasten vuorokausipitoisuus on nykytilanteessa ohjearvotasoa ja ennustetilanteessa ylittää sen selvästi.

PM₁₀-hiukkasten vuosipitoisuudet jäävät selvästi alle PM₁₀-hiukkasten vuosiraja-arvon 40 µg/m³. Vuosipitoisuudet ovat korkeimmillaan marketin kohdalla 24-25 µg/m³ (n. 60 % vuosiraja-arvosta). Suunnittelualueen kerrostalojen kohdalla Paasikiventien puolella PM₁₀-vuosipitoisuus olisi nykytilanteessa 15-17 µg PM₁₀/m³ ja ennustetilanteessa 16-22 µgPM₁₀/m³. Kerrostalojen sisäpihoilla vuosipitoisuudet ovat pyöristettynä likimain samaa tasoa sekä nykytilanteessa että ennusteessa (15-17 µgPM₁₀/m³, 38-43 % vuosiraja-arvosta).

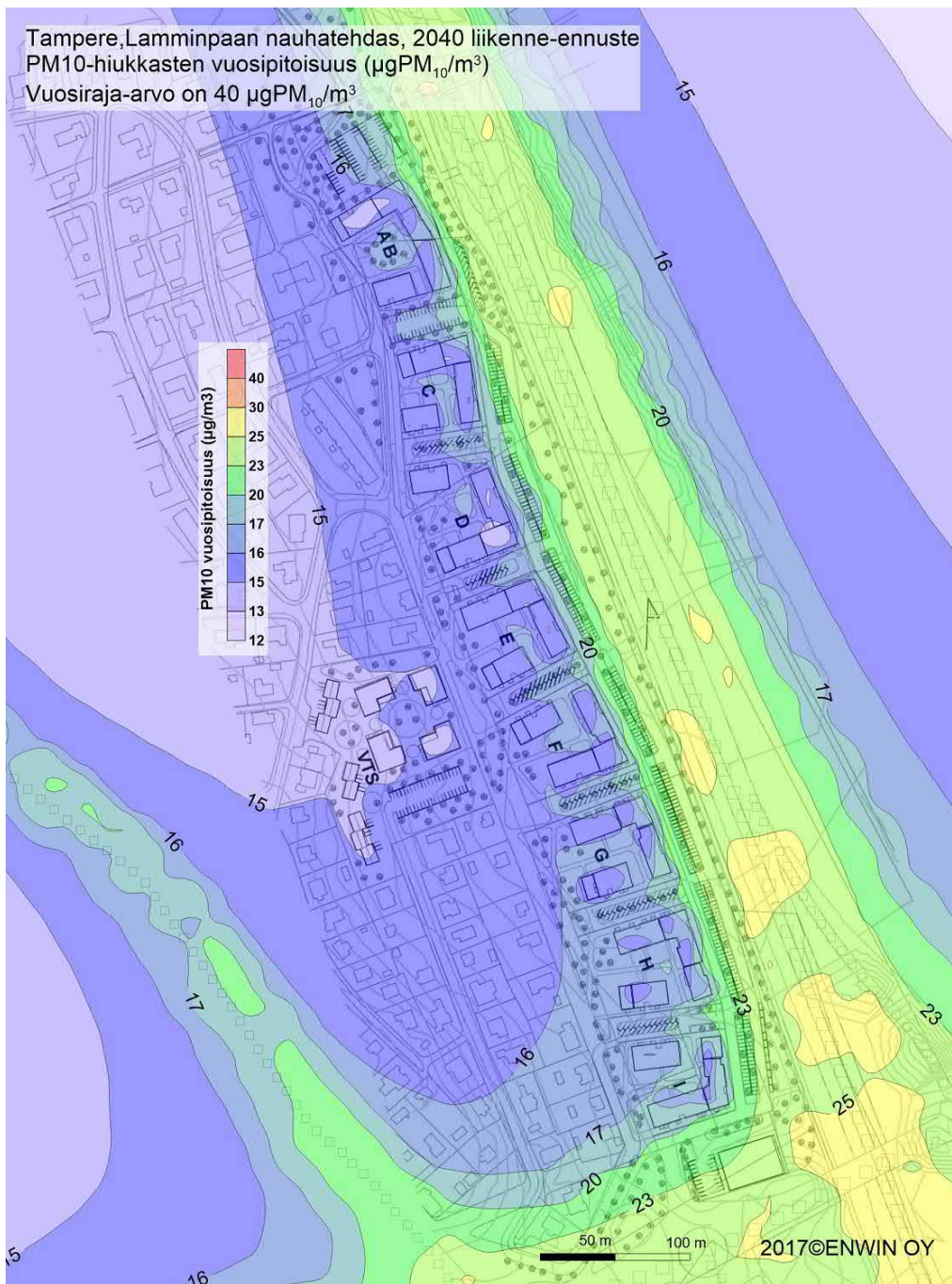
Kuvassa 6 on suurennos viitesuunnitelman alueelta (v. 2040) PM₁₀-hiukkasten vuorokausipitoisuuden aluejakaumakuvasta (vrt. Kuvat Liitteessä 4 laajemmalla alueelta). Kuvassa 7 on vastaavasti PM₁₀-vuosipitoisuus vuonna 2040 viitesuunnitelman alueelta.

Taulukko 3. PM₁₀-hiukkasten pitoisuudet vertailupisteissä nykytilanteessa ja ennustevuonna 2040. (ohjearvoon verrannolliset vrk-pitoisuudet ja vuosiraja-arvoon verrannolliset vuosipitoisuudet)

nro	vertailupiste	Vrk- ohjearvo on 70 µgPM ₁₀ /m ³		Vuosiraja-arvo on 40 µgPM ₁₀ /m ³	
		PM ₁₀ 2. vrk nyky	PM ₁₀ 2. vrk 2040	PM ₁₀ vuosi nyky	PM ₁₀ vuosi 2040
1	Market	72	86	24	25
2	I- tontti S	55	63	17	22
3	I- tontti N	54	63	17	22
4	H- tontti S	54	62	17	22
5	H- tontti N	53	62	17	22
6	G- tontti S	53	61	17	22
7	G -tontti N	53	61	17	21
8	F -tontti S	53	62	17	21
9	F -tontti N	51	59	16	17
10	E -tontti S	51	58	16	17
11	E -tontti N	48	55	16	17
12	D -tontti S	48	55	16	17
13	D -tontti N	47	53	16	17
14	C -tontti S	51	59	16	17
15	C -tontti N	54	62	17	22
16	B -tontti S	54	63	17	22
17	B -tontti N- A -tontti S	58	68	17	22
18	A -tontti N	54	63	17	21
19	AB PIHA	46	52	16	16
20	C PIHA	45	51	16	16
21	D PIHA	43	49	15	16
22	E PIHA	44	49	16	16
23	F PIHA	45	52	16	16
24	G PIHA	47	53	16	17
24	H PIHA	49	56	16	17
25	I PIHA	50	57	16	17
26	VTS PIHA	39	43	15	15



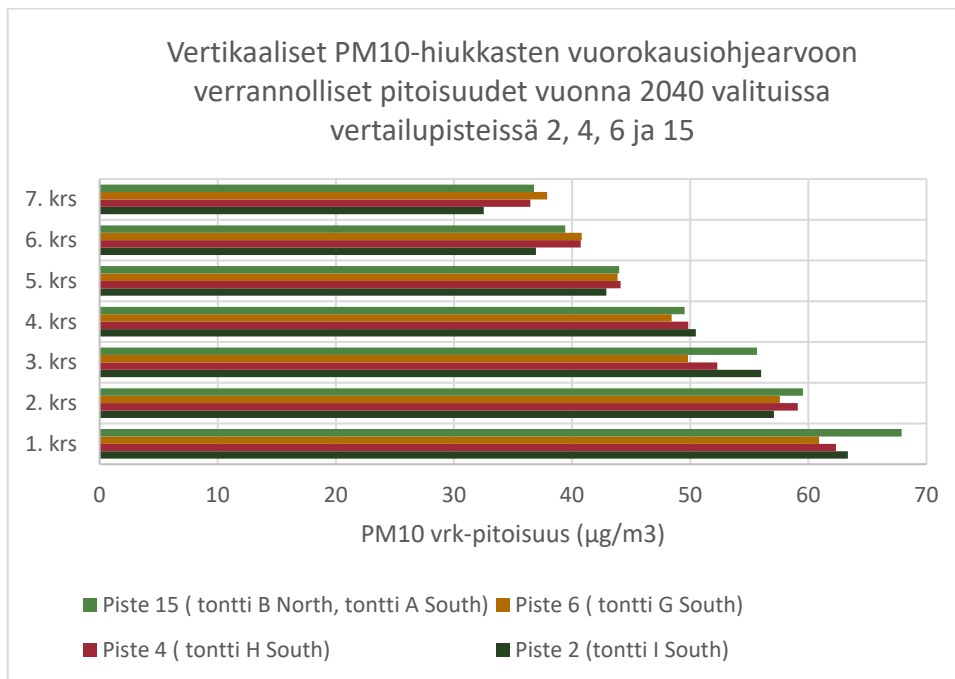
Kuva 6. PM₁₀-hiukkasten vuorokausiohjearvon $70 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$ (2. korkein vrk-pitoisuus) verrannolliset pitoisuudet ennustetilanteessa vuonna 2040. Rakennukset viitesuunnitelman mukaiset.



Kuva 7. PM₁₀-hiukkasten vuosiraja-arvoon $40 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$ verrannolliset pitoisuudet ennustetilanteessa vuonna 2040. Rakennukset viitesuunnitelman mukaiset.

4.1.1 Vertikaalinen ilmanlaatu v. 2040

Vertikaaliset PM₁₀-vuorokausipitoisuudet talojen eri kerroksiin laskettiin valittuihin vertailupisteisiin 2, 4, 6 ja 15 Paasikiventien puolella ennustetilanteessa 2040 (Kuva 8). Näiden asuintalojen (tontit I, H, G ja AB) Paasikiventien puoleisilla sivuilla oli taulukon 3 mukaan korkeimmat vrk-pitoisuudet.



Kuva 8. Vertikaaliset ohjeeseen verrannolliset PM₁₀-vuorokausipitoisuudet vertailupisteissä 2, 4, 6 ja 15 ennustevuonna 2040.

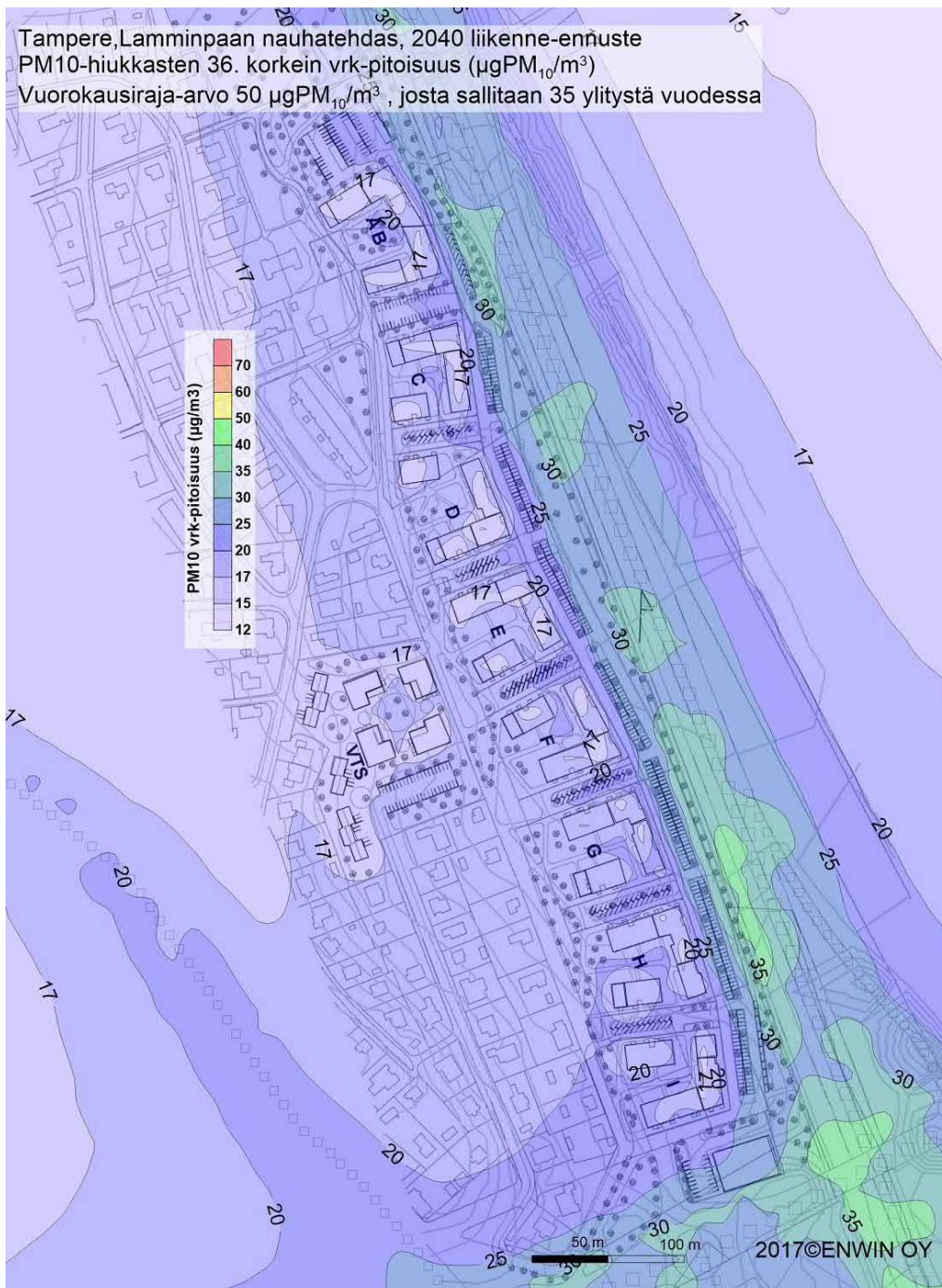
Hiukkaspitoisuudet laskevat yläkerroksia kohti mentäessä siten, että ylimmissä kerroksissa pitoisuudet ovat alle puolet ensimmäisen kerroksen vuorokausipitoisuudesta.

4.1.2 PM₁₀ vuorokausiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet v. 2040

Ennustetilanteessa liikenne kasvaa kaikilla ympäröivillä teillä ja PM₁₀ -pitoisuuksien arvioidaan kasvavan liikenteen kasvaessa. Vuoden 2040 liikenne-ennustetilanteessa laskettiin erikseen PM₁₀-hiukkasten vuorokausiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet suunnittelualueelle. PM₁₀-vuorokausiraja-arvon on 50 µgPM₁₀/m³, mutta siinä sallitaan 35 ylitystä vuodessa (VNA 79/2017) ennen kuin raja-arvon katsotaan ylittyneen. Yleensä yksittäisiä numeroarvon ylityksiä tapahtuu katupölykuukausina keväisin. Kuvassa 9. on PM₁₀-vuorokausiraja-arvoon verrannolliset PM₁₀-pitoisuudet aluejakaumakuvana suunnittelualueella (= 36.korkein vuorokausipitoisuus).

Kuvasta 9 nähdään, että pitoisuudet jäävät selvästi alle ilmanlaadun PM₁₀-hiukkasten vuorokausiraja-arvopitoisuuden. Vertailupisteiden raja-arvoon verrannolliset pitoisuudet olivat mallissa

- Paasikiventien puoleisella sivulla asuinkerrostalojen kohdalla 21-26 µg/m³ (43-52 % vrk-raja-arvosta)
- Asuintalojen sisäpihoilla 17-22 µg/m³ (34-45 % vrk-raja-arvosta)
- Marketin kulmalla 31 µg/m³ (62 % vrk-raja-arvosta)



Kuva 9. PM₁₀-hiukkasten vuorokausiraja-arvoon $50 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$ (36. korkein vrk-pitoisuus) verrannolliset pitoisuudet ennustetilanteessa vuonna 2040. Rakennukset viitesuunnitelman mukaiset.

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 Paasikiventien puoleisien sivujen vertailupisteissä WHO:n ohjearvoon verrannolliset PM_{2.5} vuorokausipitoisuudet olisivat

- Nykytilanteessa 12-18 µgPM_{2.5}/m³ (48-72% WHO:n vrk-ohjearvosta)
- Ennustevuonna 11-14 µgPM_{2.5}/m³ (44-56 % WHO:n vrk-ohjearvosta)

Suunniteltujen kerrostalojen sisäpihoilla ja oleskelualueilla sijaitsevissa vertailupisteissä WHO:n ohjearvoon verrannolliset vrk-pitoisuudet olisivat

- Nykytilanteessa 11-13 µgPM₁₀/m³ (44-52% WHO:n vrk-ohjearvosta)
- Ennustetilanteessa 10-12 µgPM₁₀/m³ (40-48 % WHO:n vrk-ohjearvosta)

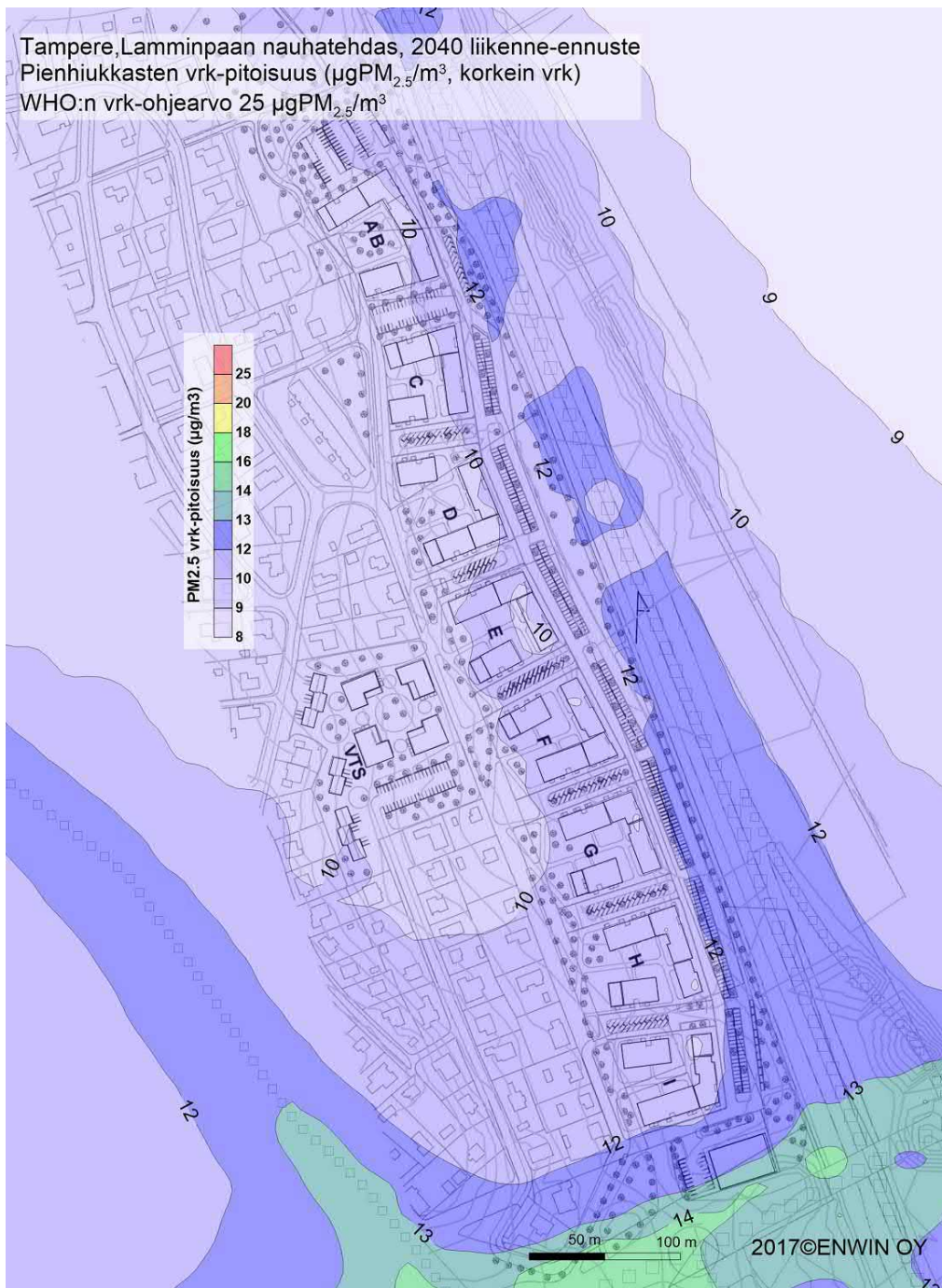
Vuosipitoisuudet alittavat WHO:n vuosipitoisuuden ohjearvon 10 µg/m³ sekä nykytilanteessa että ennustevuonna. Myös Ilmanlaatu-asetuksen (79/2017) mukainen pienhiukkasten vuosiraja-arvo 25 µg/m³ alittuu siten selvästi. Korkein vuosipitoisuus on marketin vertailupisteessä (nro 1) nykytilanteessa 8.0 µg/m³ ja ennustetilanteessa 7.0 µg/m³. Kerrostalojen kohdalla vuosipitoisuudet ovat 6.7-7.0 µg/m³. Suorien pienhiukkaspitoisuuksien väheneminen vuoteen 2040 mennessä näkyy ilmanlaadussa eniten tiealueiden ja tien lähialueen pitoisuuksien alenemisena. Osa pienhiukkaspäästöstä on mallissa katupölyn pienhiukkasfraktiota, mikä osaltaan nostaa pitoisuuksia ympäristössä liikenteen kasvaessa.

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 10 ja 11 on viitesuunnitelman mukaiset rakennukset ja PM_{2.5} vuorokausi- ja vuosipitoisuudet suunnittelualueella ennustevuonna 2040.

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

nro	Ohje- ja raja-arvot vertailupiste	Vrk-ohjearvo 25 µgPM _{2.5} /m ³		Vuosiohjearvo 10 µgPM _{2.5} /m ³ Vuosiraja-arvo 25 µgPM _{2.5} /m ³	
		PM _{2.5} 1vrk nyky	PM _{2.5} 1vrk 2040	PM _{2.5} vuosi nyky	PM _{2.5} vuosi 2040
1	Market	18	14	8.0	7.0
2	I- tontti S	14	12	7.1	6.9
3	I- tontti N	13	12	7.1	6.9
4	H- tontti S	13	12	7.1	6.9
5	H- tontti N	13	12	7.0	6.9
6	G- tontti S	13	12	7.0	6.8
7	G -tontti N	13	12	7.0	6.8
8	F -tontti S	13	12	7.0	6.8
9	F -tontti N	12	11	7.0	6.8
10	E -tontti S	12	11	6.9	6.8
11	E -tontti N	12	11	6.9	6.8
12	D -tontti S	12	11	6.9	6.8
13	D -tontti N	12	10	6.9	6.8
14	C -tontti S	12	11	6.9	6.8
15	C -tontti N	12	12	7.0	6.8
16	B -tontti S	12	12	7.0	6.8
17	B -tontti N- A -tontti S	13	12	7.0	6.8
18	A -tontti N	12	11	6.9	6.8
19	AB PIHA	12	10	6.9	6.8
20	C PIHA	12	10	6.9	6.8
21	D PIHA	12	10	6.9	6.8
22	E PIHA	12	10	6.9	6.8
23	F PIHA	12	10	6.9	6.8
24	G PIHA	12	11	6.9	6.8
24	H PIHA	13	12	7.0	6.8
25	I PIHA	13	12	7.1	6.8
26	VTS PIHA	11	10	6.9	6.7



Kuva 10. PM_{2.5} vuorokausipitoisuudet suunnittelualueella ennustevuonna 2040. Viitesuunnitelman rakennukset.



Kuva 11. PM_{2.5} vuosipitoisuudet suunnittelualueella ennustevuonna 2040. Viitesuunnitelman rakennukset.

4.2 Johtopäätökset mallinnoista

Tehtyjen mallinnusten mukaan liikenteen aiheuttamat PM₁₀-ja PM_{2.5}-hiukkasten pitoisuudet alittavat ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot Nauhatehtaan alueella, kun asuinkerrostalot rakennetaan esitetyn viitesuunnitelman mukaisesti. Korkeimmat mallinnetut pitoisuudet kerrostalojen kohdalla sijoittuvat tonttien AB, I, H, ja G Paasikiventien puoleisille alueille. Sisäpihoilla korkeimmat vrk-pitoisuudet olivat tonteilla I ja H.

Korkeimmat asuinrakennusten kohdalle mallinnetut PM₁₀-vuorokausipitoisuudet esiintyivät tontin AB kohdalla (68 µgPM₁₀/m³, 97 % vrk-ohjearvosta). Kohteen vuosipitoisuus jäi ennusteessa noin puoleen vuosiraja-arvosta (22 µgPM₁₀/m³, 55% vuosiraja-arvosta).

Viitesuunnitelman mukaan alueen eteläreunaan lähelle Myllypuronkadun ja Paasikiventien risteystä sijoittuisi vähittäistavarakauppa (market). Hiukkasmallinnuksen mukaan marketin tontti sijoittuu ilmanlaadun kannalta eniten kuormittuvalle alueelle. Siellä PM₁₀-hiukkasten vuorokausipitoisuus on korkeimmillaan nykytilanteessa ohjearvotaso ja ennustetilanteessa ylittää sen selvästi. Erikseen mallinnettiin ennustetilanteen PM₁₀-hiukkasten vuorokausiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet ja ne alittuivat koko suunnittelualueella, myös marketin kohdalla. PM₁₀-vuosipitoisuus jää marketin tontilla alle vuosiraja-arvon (n. 60 % raja-arvosta).

Pienhiukkaspitoisuudet (PM_{2.5}-hiukkaset) alittivat suunnittelualueella WHO:n vuorokausi – ja vuosiohjearvot sekä nykytilanteessa että vuoden 2040 ennusteessa. Liikenteen suorat pienhiukkaspäästöt tulevat pienemmän tulevaisuudessa autojen hiukkassuodattimien ja henkilöautojen sähköistymisen myötä. Kokonaisuutena, huolimatta liikenteen kasvun aiheuttamasta katupölyn pienhiukkasfraktion kasvusta, PM_{2.5}-hiukkasten ulkoilmapitoisuuksien arvioidaan laskevan tulevaisuudessa.

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 mm. ilmastonmuutoksen tuomat muutokset sääolosuhteisiin tulevaisuudessa, mikä mm. vaikuttaa liikkautumiseen ja rengasvalintoihin ja sitä kautta mm. katupölyn muodostumiseen. Liikennepolitiikan kehitys ja mm. henkilöautoliikenteen sähköistuminen vuoteen 2040 mennessä voi osaltaan vähentää suoria pienhiukkaspäästöjä ennustettua enemmän. Katupölyn määrään sen sijaan vaikuttaa eniten liikenteen määrä, nopeudet sekä liikkautumisen ja katujen ja teiden puhtaanapito.

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

5. Suositukset

Suosituksset Tampereen Nauhatehtaan alueen hiukkaselvityksen perusteella:

1. Hiukkasmallinnuksen perusteella Tampereen Nauhatehtaan alueelle voidaan rakentaa asuinkerrostaloja. Ilmanlaadun nykyiset PM₁₀- ja PM_{2,5}-ohjearvot alittuvat asuinkerrostalojen kohdalla sekä nykytilanteessa että vuoden 2040 ennustetilanteessa.
2. Tontin AB Paasikiventien puoleisten kerrostalojen ensimmäiseen kerrokseen tulee sijoittaa kuitenkin varastotiloja tai muita yleisiä tiloja, koska ennustemallin mukaan PM₁₀-vuorokausipitoisuus oli lähellä ohjearvotasoa talon ensimmäisessä kerroksessa. Myös muidenkin KT65 lähelle sijoittuvien kerrostalojen ensimmäiseen Paasikiventien puoleiseen kerrokseen suositellaan ns. yleisiä varastotiloja, koska PM₁₀-vuorokausipitoisuudet voivat siellä nousta katupölykuukausina lähelle ohjearvotasoa.
3. Nykyisessä viitesuunnitelmassa on huomioitu Paasikiventien läheisyys mm. sijoittamalla autojen parkkipaikat KT 65 tien ja kerrostalojen väliin. Oleskelupihat ja leikkialueet on sijoitettu kerrostalojen sisäpihoille ilmanlaadun kannalta ns. paremmalle puolelle. Myös parvekkeet tulisi sijoittaa tälle puolelle.
4. Rakennusten tuloilman suodatusta suositellaan (esim. F8/F9, HEPA; *SFS-EN 779:2012*), koska sillä voidaan parantaa sisäilman laatua ja vähentää pienhiukkasten terveysvaikutuksia myös esimerkiksi pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodioiden aikana sekä ns. katupölykuukausina keväisin.
5. Rakennus- tai porraskohtaisessa koneellisessa ilmanvaihdossa tuloilma on hyvä ottaa mahdollisimman korkealta, koska epäpuhtauksien pitoisuudet ovat yläkerroksissa alhaisimmat.
6. Koneellinen ilmanvaihto voidaan ilmanlaadun puolesta toteuttaa myös huoneistokohtaisena ilmanvaihtona. Paasikiventien puoleisten kerrostalojen asuinkerroksissa raitisilma tulisi ottaa rakennusten länsipuolelta.
7. Viitesuunnitelman mukaan alueen eteläreunaan lähelle Myllypuronkadun ja Paasikiventien risteysaluetta sijoittuisi vähittäistavarakauppa (market). Siellä PM₁₀-hiukkasten vuorokausipitoisuus on nykytilanteessa ohjearvotasoa ja ennustetilanteessa ylittää sen. PM₁₀-hiukkasten vuorokausiraja-arvo ei kuitenkaan ylity. Kauppa voidaan sijoittaa viitesuunnitelman mukaisesti. Kaupparakennuksen tuloilma tulee suodattaa (pienhiukkashiukkasuotimet).
8. Katupölyn leviämistä tiealueilta pihoiden puolelle 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.
9. Katupölyn ilmanlaatuvaikutuksia voidaan paikallisesti vähentää pihojen, tiealueiden ja parkkipaikkojen puhtaanapidolla ja pesulla erityisesti keväisin katupölyaikaan.

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. Henkilöautojen sähköistuminen myös vähentää suoria pienhiukkaspäästöjä. Pienhiukkaspäästöjä muodostuu myös katupölyn hienofraktiosta.

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 ylipäättään 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.

LIITE 1. Ilmanlaadun vertailuarvoja

Taulukko 1/L1. Ilmanlaadun ohjearvot hengitettävälle hiukkasille (PM ₁₀) ja typpidioksidille (NO ₂). Lähde: VNP 480/1996		
Aine	Ohjearvo, (20 °C, 1atm)	Tilastollinen määrittely
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Typpidioksidi (NO ₂)	150 µg/m ³	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Taulukko 2/L1. Hengittävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin (PM ₁₀ , PM _{2.5} , NO ₂) ilmanlaadun raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi. NO _x :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 *	35	1.1.2005
		40 µg/m ³	-	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	18	1.1.2010
		40 µg/m ³	-	1.1.2010
Typen oksidit (NO _x =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 (PM _{2.5}) 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

LIITE 2. AERMOD-leviämismalli

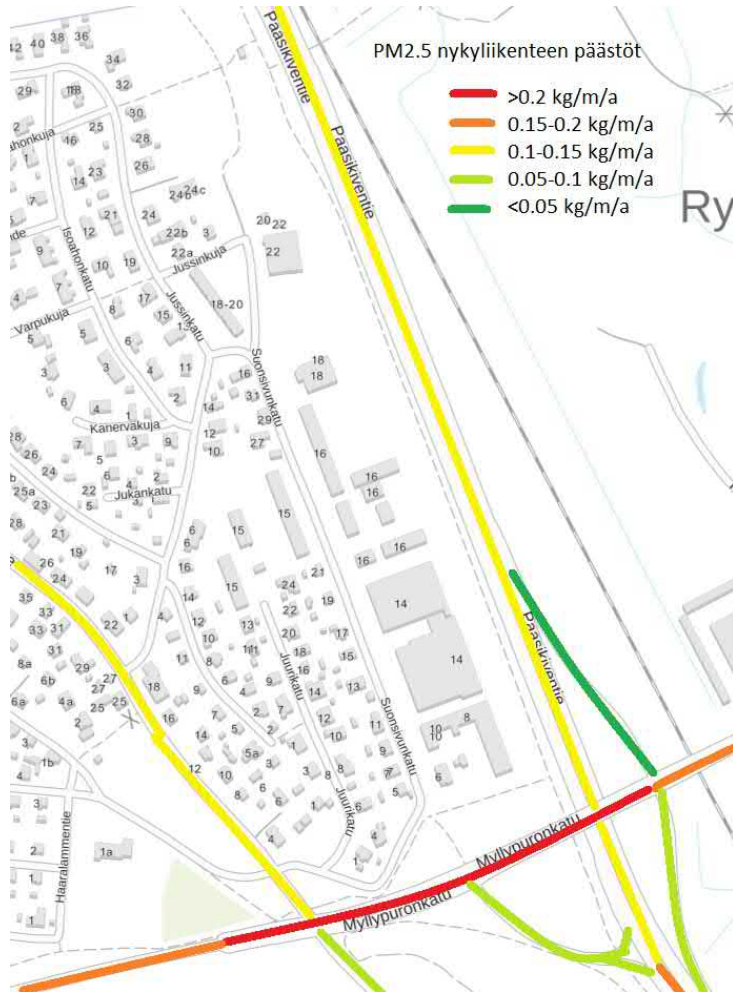
Päästöjen leviämisen mallinnus tehtiin epäpuhtauspäästöjen leviämistä kuvaavalla US EPA:n matemaattis-fysikaalisella **AERMOD** –mallilla. Malli soveltuu sekä hiukkasmaisten että kaasumaisten epäpuhtauskomponenttien sekä hajujen leviämisen tarkasteluun ja sillä voidaan tarkastella yhtä aikaa useamman päästölähteen yhteisvaikutusta alueen ulkoilmapitoisuuksiin. Malli soveltuu sekä pistemäisten päästölähteiden, aluelähteiden että viivamaisten liikennelähteiden päästöjen leviämisen mallinnukseen. 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:

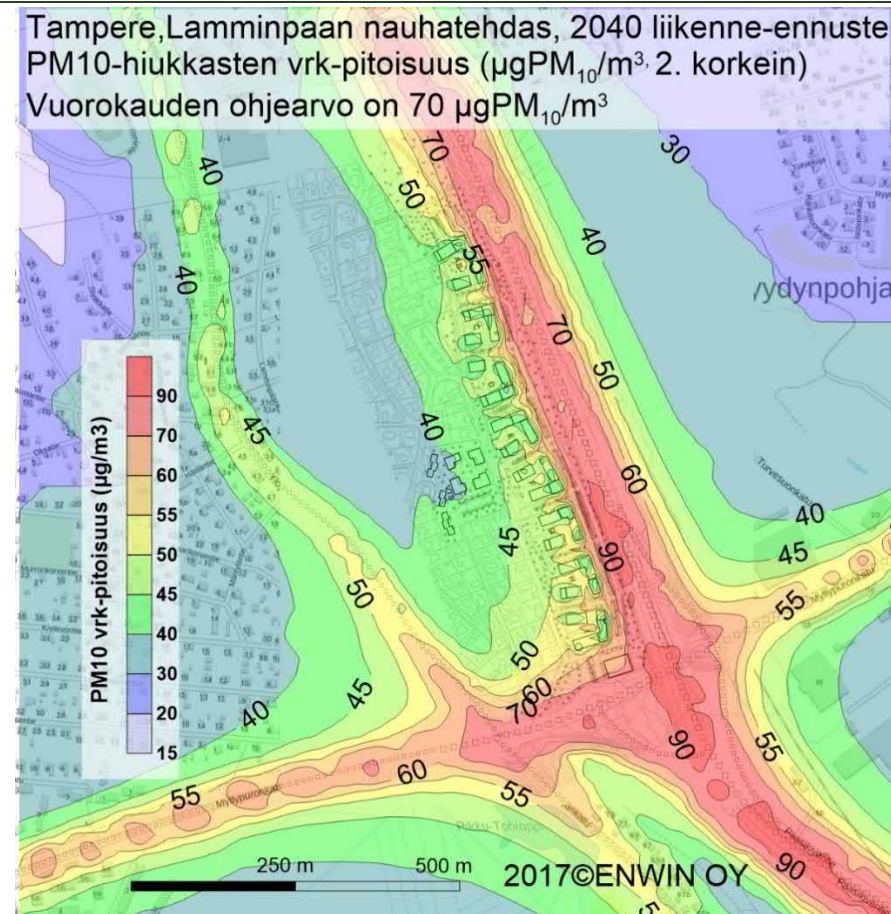
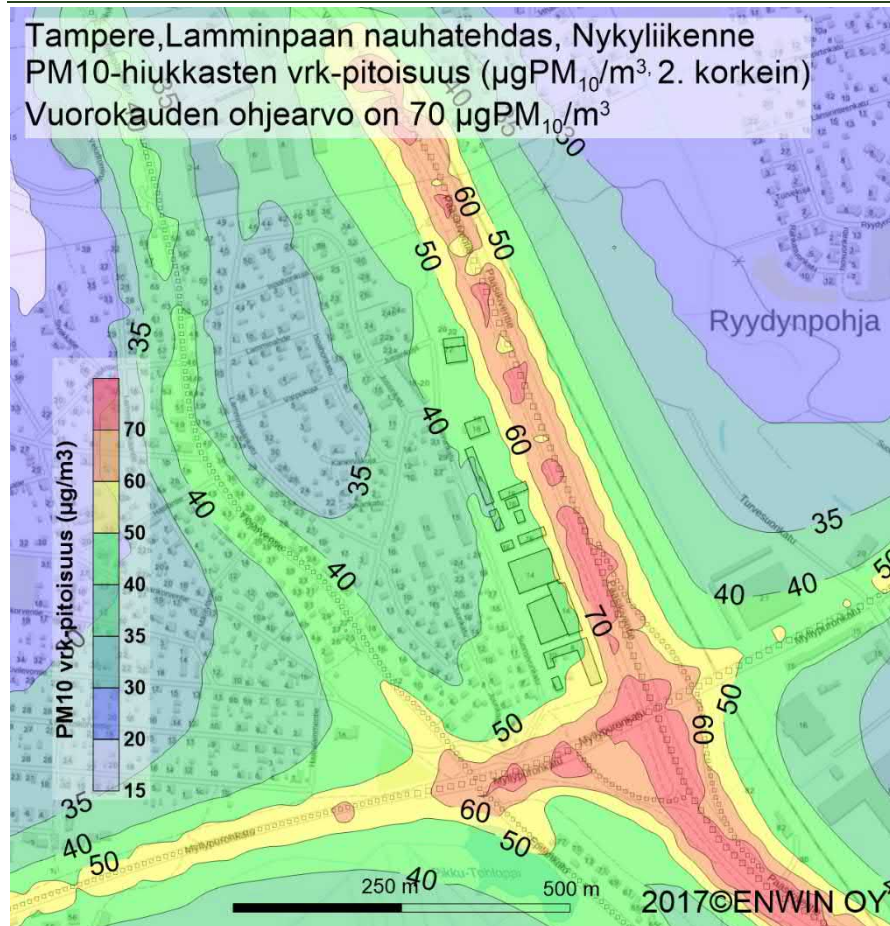
- Maaston muoto todellisten maastokoordinaattien mukaisesti (korkeusmalli)
- Typpidioksidin mallinuksissa typenoksidien ilmakemiallinen muutunta, otsonipitoisuudet ja NO_2/NO_x suhde päästöissä
- Päästölähteiden lähellä olevat korkeimmat rakennukset, jotka saattavat vaikuttaa päästöjen leviämiseen
- 1-3 vuoden pintasääaineisto tuntitietoina (8760-->n. 26 000 tuntia) ja vertikaalinen luotauksiin perustuva mittaustieto tuulen nopeudesta ja lämpötilasta
- Sääaineiston käsittelyssä huomioidaan vuodenaajat, kuten lehdetön ja lumisen vuodenaika Suomessa
- Alueellinen taustapitoisuus
- Katupölyn pienhiukkasfraktio on huomioitu $\text{PM}_{2,5}$ -mallinuksissa.
- Hengitettävien hiukkasten PM_{10} (katu- ja asfalttipöly) päästökertoimissa käytetään tutkimustietoa THL:n PILTTI-projektista, pääkaupunkiseudun REDUST-hankkeesta sekä pohjoismaisesta NORDTRIP-projektista.

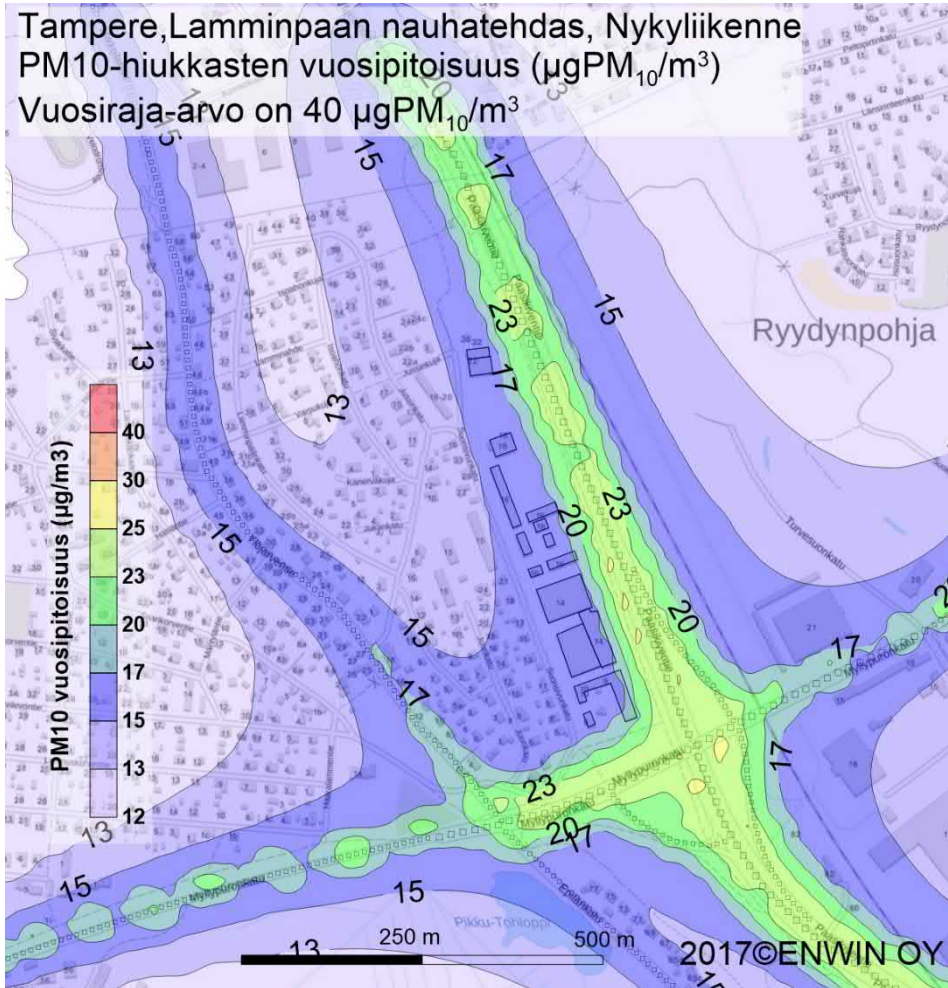
LIITE 3. Liikennepäästöt



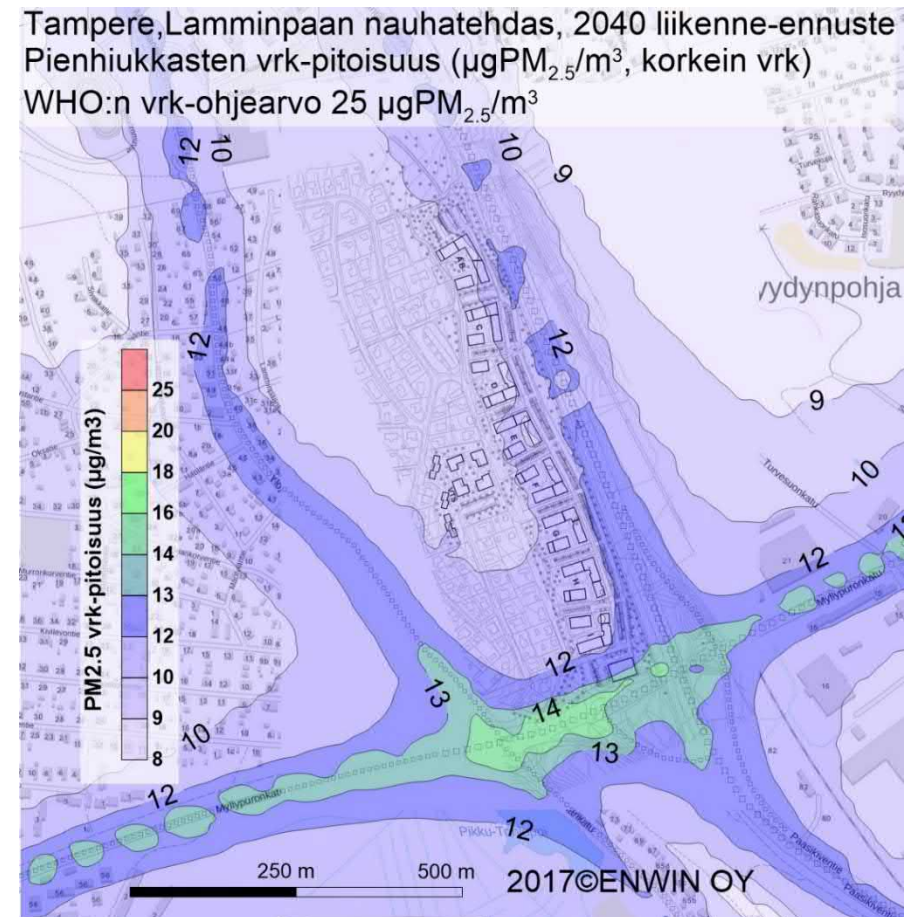
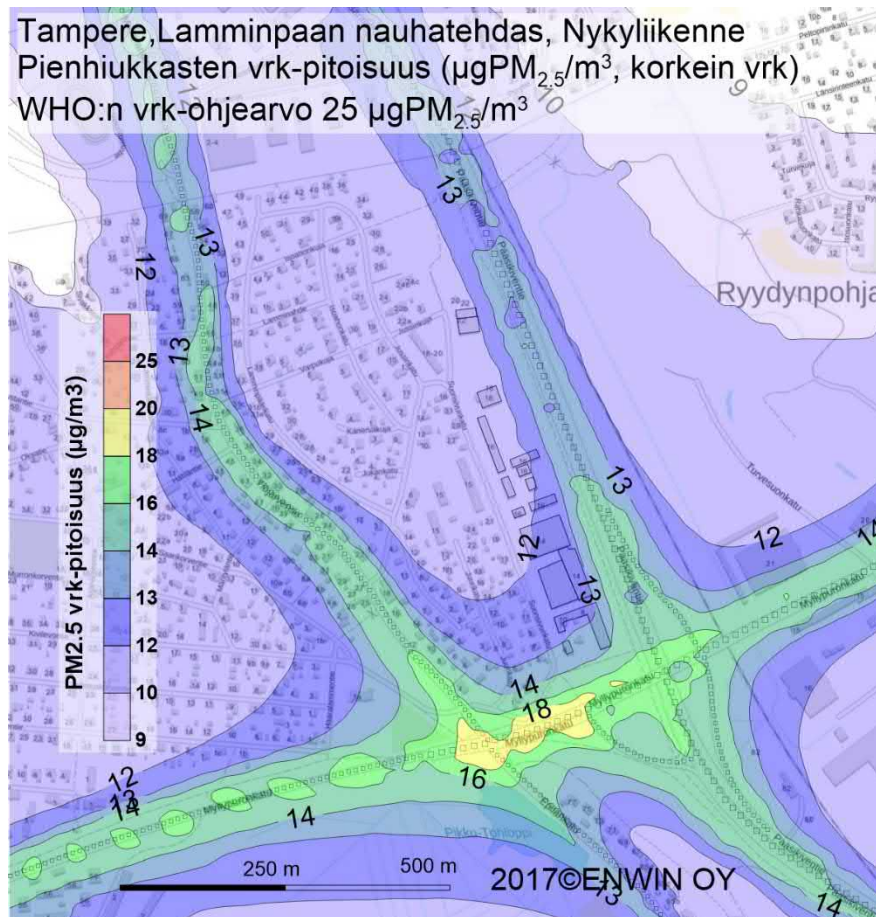


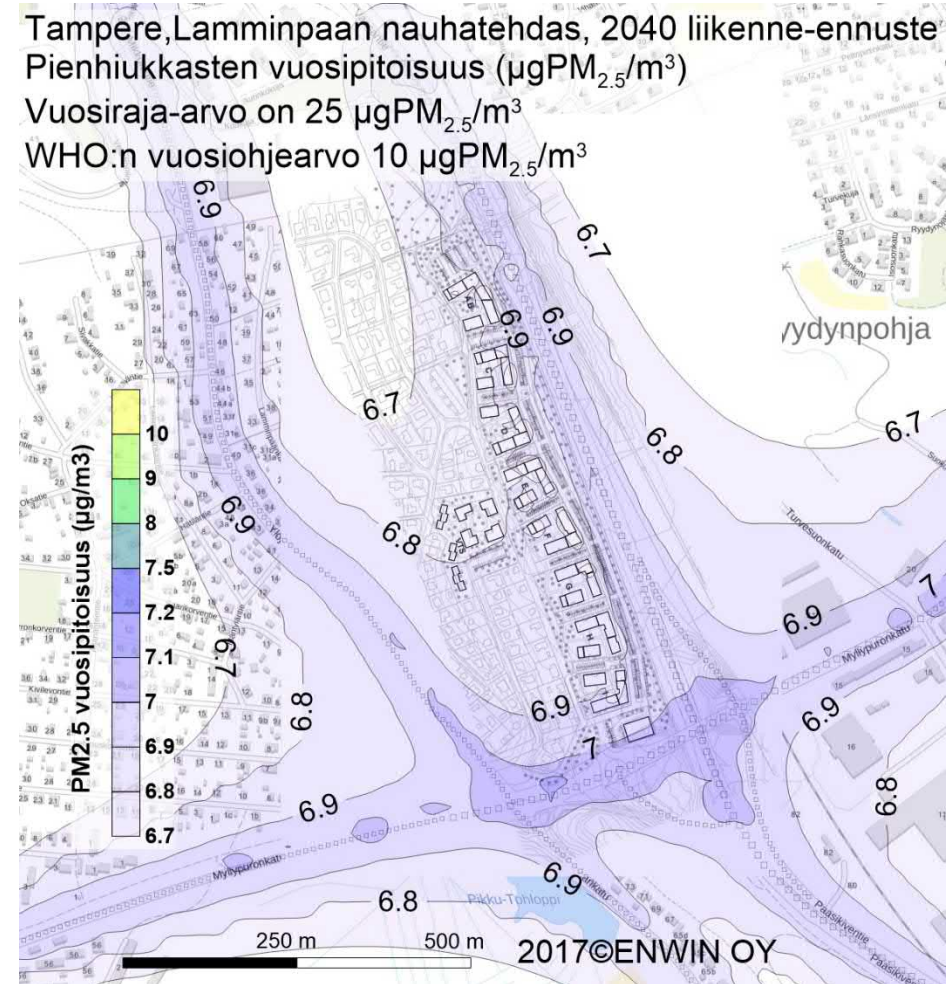
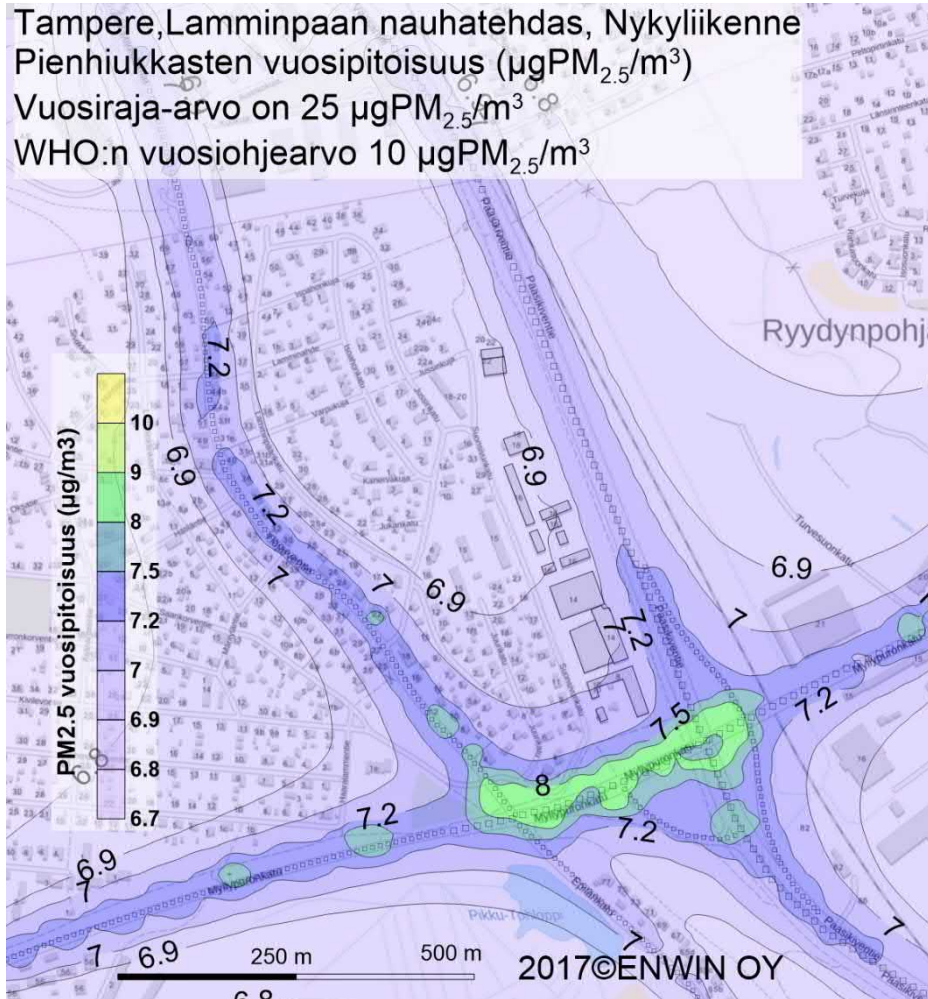
LIITE 4. PM₁₀-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet – Nykytilanne ja ennustevuosi 2040





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





Copyrights2017©ENWIN OY