6. HUHTIKUUTA 2018

Hämeenlinnan kaupunki

Kaavoitusyksikkö

LINJA-AUTOSEMAN KORTTELI - ILMANLAATUSELVITYS (KAAVA 2545)

HÄMEENLINNAN KAUPUNKI, KAAVOITUSYKSIKKÖ

ENWIN OY,2018

Kivipöytälänkuja 2

33920 Pirkkala

www.enwin.fi

TIIVISTELMÄ

Hämeenlinnassa on suunnitteilla asemakaavan muutos Paasikiventien varressa sijaitsevalle linja-autoaseman tontille (kaava 2545). Kaavamuutosalue sijaitsee Hämeenlinnan keskustassa rajautuen Wetterhoffinkatuun, Paasikiventiehen, Sibeliuksenkatuun ja Palokunnankatuun. Suunnitelmissa on uusi linja-autoasema sekä hotelli ja asuinrakennuksia vanhan linja-autoaseman eteläpuolelle. Tässä työssä selvitettiin suunnittelualueen ja myös Paasikiventien varren ilmanlaatua n. 540 metrin matkalta valtatie 3:lta kaavamuutosalueeseen.

Työssä mallinnettiin PM_{10}-hiukkasten (PM_{10} < 10 µm:n hiukkaskoko), katupöly ja pienhiukkasten ($PM_{2.5}$ <2.5 µm:n hiukkaskoko) sekä typpidioksidin (NO_2) vuorokausi- ja vuosipitoisuudet nykytilanteessa ja ennustevuonna 2040. Ennustevuoden ilmanlaatuvaikutuksia tarkasteltiin kahdessa Paasikiventien linjausvaihtoehdossa. Mallinnustuloksia verrattiin kansallisiin vuorokausipitoisuuden ohjearvoihin (*VNp 480/1996)* sekä Maailman terveysjärjestön (*WHO*) esittämiin pienhiukkasten vuorokausi- ja vuosiohjearvoihin sekä ilmanlaatuasetuksen vuosiraja-arvoihin (*VNA 79/2017*).

Ilmanlaadun ohje tai raja-arvot eivät ylity nykyliikenteellä suunnittelualueella. Alue on suhteellisen avointa, tuulettuvaa puistomaista aluetta. Suurin liikennevaikutus on Paasikiventiellä, joka on nelikaistainen leveä kokoojakatu.

Liikenteen on arvioitu kasvavan Paasikiventiellä 56 % vuoteen 2040 mennessä (15800 → 24700 ajon/vrk). Muualla keskustan katuverkossa kasvu on maltillisempaa. Leviämismallinnuksen perusteella katupöly (PM_{10}-hiukkaset) on merkittävin ilmanlaatutekijä suunnittelualueen asukkaille vuoden 2040 tilanteessa. Uuden linja-autoaseman vaikutus suunnittelualueen ilmanlaatuun on vähäinen verrattuna muuhun liikenteeseen.

Kahdesta Paasikiventien linjausvaihtoehdosta nykyinen linjaus on linja-autoaseman korttelin ilmanlaadun suhteen parempi vaihtoehto. Paasikiventien nykyisellä linjauksella PM_{10}-hiukkasten vrk-pitoisuudet olivat korkeimmillaan 66-74 % PM_{10}-hiukkasten ilmanlaadun vrk-ohjearvosta. Jos Paasikiventie siirretään lähemmäs suunnittelualuetta, ovat PM_{10}-vuorokausipitoisuudet korkeimmillaan Paasikiventien puoleisten rakennusten kohdalla n. 90-101 % vrk-ohjearvosta. PM_{10}-vuorokausipitoisuus voi ylittää paikoin PM_{10}-hiukkasten vuorokausiohjearvotason 70 µg/m^3, kun tie kulkee lähellä taloja. Vastaavasti Paasikiventien eteläpuolella PM_{10} vrk-ohjearvo ylittyy (107- 111 % ohjearvosta) uusien Engelinrannan kerrostalojen kohdalla. Muiden epäpuhtauksien, $PM_{2.5}$ ja NO_2 vuorokausipitoisuudet jäävät selvästi alle ilmanlaadun ohjearvojen vuonna 2040. Kaikkien mallinnettujen epäpuhtauksien vuosipitoisuudet olivat suunnittelualueella alle ilmanlaadun vuosiraja-arvojen vuonna 2040 molemmissa tienlinjausvaihtoehdoissa.

Ilmanlaatuvaikutukset eivät estä suunnittelualueen rakentamista, vaikka Paasikiventie siirrettäisiin lähemmäs suunnittelualuetta, koska vertikaalinen ilmanlaatu paranee kerrostalojen kerroksia ylöspäin mentäessä. Suunnitelmassa talojen ensimmäiseen kerrokseen ei ole sijoitettu asuintiloja.

PM_{10}-hiukkasten vrk-pitoisuudet olisivat suunnittelualueen asuintalojen 2-kerroksessa (= ensimmäinen asuinkerros) vanhalla Paasikiventien linjauksella 43-47 µgPM_{10}/m^3 (61-67 % ohjearvosta). Uudella tielinjauksella PM_{10}-pitoisuudet olisivat asuinkerrosten kohdalla korkeimmillaan 56-63 µgPM_{10}/m^3 (80-90% ohjearvosta) ja hotellin nurkalla (piste 3) pitoisuus voi saavuttaa PM_{10}-vrk-ohjearvotason myös toisessa kerroksessa. Jos tie siirretään lähemmäs suunnittelualuetta, suositellaan ensimmäisten asuinkerrosten parvekkeiden tai omien piha-alueiden sijoittamista talojen länsi- tai itäseinustoille parkkihallin kattotasolle, koska tienpuolen korkeimmat vrk-pitoisuudet ovat lähellä PM_{10}-ohjearvotasoa. Muissa kerroksissa parvekkeet voidaan ilmanlaadun puolesta sijoittaa Paasikiventien puolelle.

Tuloilma tulee suodattaa ja se tulisi ottaa mahdollisimman ylhäältä tai poispäin Paasikiventiestä. Piha-alueet oli suunnitelmassa sijoitettu kerrostalojen kattotasoille, terassipihoiksi.

Tulevaisuudessa ajoneuvojen pienhiukkas- ja NOx-päästönormien tiukentuminen ja mahdollisesti myös sähköautojen lisääntyminen liikenteessä pienentävät terveydelle haitallisimpien pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) suoria ajoneuvopäästöjä ja myös typenoksidipäästöjä.

Katupölypäästöjä ja niiden ilmanlaatuvaikutuksia voidaan vähentää liukkaudentorjuntakeinojen valinnalla ja tehostamalla tien puhdistustoimenpiteitä katupölyaikoina. Myös likaisen lumen poisajo tienvarsilta vähentää katupölyä. Alhaisimmilla nopeusrajoituksilla voidaan myös saada aikaan ulkoilman PM_{10}-pitoisuuksien pienenemistä katujen varsilla.

Työssä annettiin suosituksia ilmanlaadun ja ihmisten epäpuhtauksille altistumisen näkökulmasta.

2018©ENWIN OY

Sisältö

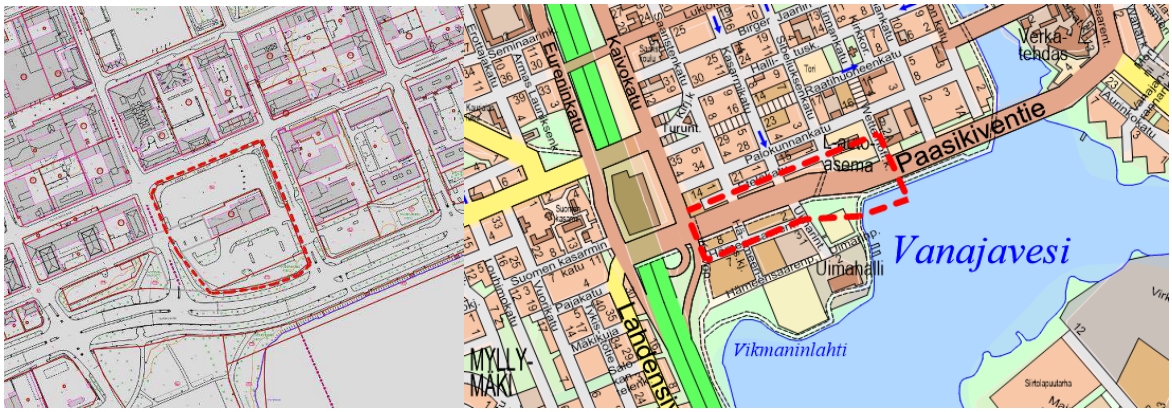
TIIVISTELMÄ 1
1. Johdanto 3
2. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot 4
2.1 Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksista 5
2.2 Mitattuja pitoisuuksia Hämeenlinnassa ja Tampereella 5
3. Lähtötiedot mallinnuksessa 7
3.1 Mallinnusohjelma ja sen lähtötiedot 7
3.2 Liikennetiedot ja päästöt – nykytilanne ja ennuste 2040 7
4. Mallinnustulokset 8
4.1 Nykytilanteen ilmanlaatu suunnittelualueella 9
4.2 Ilmanlaatu vuonna 2040 10
4.3 Vertikaalinen ilmanlaatu suunnittelualueella vuonna 2040 14
4.4 Johtopäätökset mallinnuksista 16
5. Suositukset ilmanlaatumallinnusten perusteella 19
6. Mallinnuksen kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat tekijät 20

LIITE 1. Ilmanlaadun vertailuarvoja 21
LIITE 2. AERMOD-leviämismalli 22
LIITE 3. Liikennepäästöt 23
LIITE 4. Liikenteen ilmanlaatuvaikutukset suunnittelualueella nykytilanteessa (PM_{10}, $PM_{2.5}$ ja NO_2) - vuorokausi- ja vuosipitoisuudet 27
LIITE 5. Suunnittelualueen ilmanlaatu vuonna 2040 – PM_{10}-hiukkaset (vuorokausi- ja vuosipitoisuudet) – vertailu Paasikiventie nykyisellä paikallaan ja Paasikiventien siirto– 30
LIITE6. Suunnittelualueen ilmanlaatu vuonna 2040 – $PM_{2.5}$-hiukkaset (vuorokausi- ja vuosipitoisuudet) – vertailu Paasikiventie nykyisellä paikallaan ja Paasikiventien siirto 32
LIITE 7. Suunnittelualueen ilmanlaatu vuonna 2040 – Typpidioksidi NO_2 (vuorokausi- ja vuosipitoisuudet) – vertailu Paasikiventie nykyisellä paikallaan ja Paasikiventien siirto 34

2018©ENWIN OY

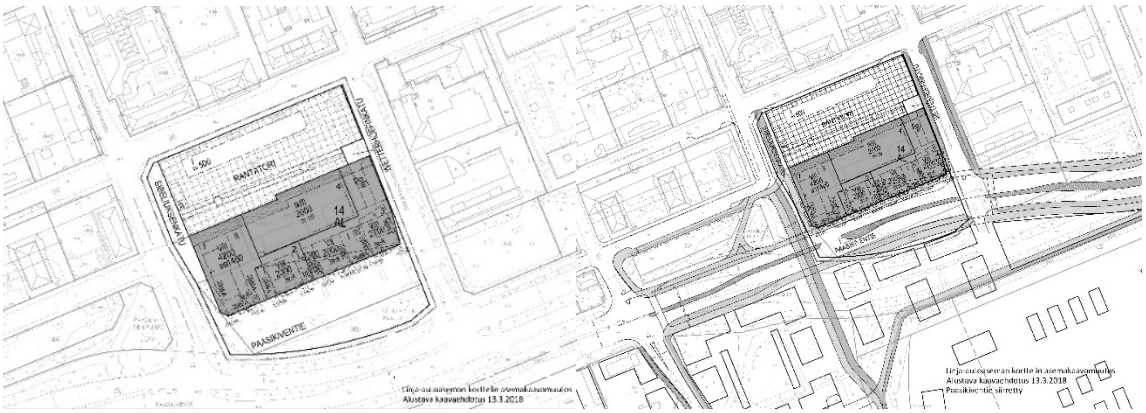
1. Johdanto

Hämeenlinnan kaupungilla on suunnitteilla asemakaavan muutos Paasikiventien varressa sijaitsevalle linja-autoaseman tontille (kaava 2545). Kaavamuutosalue sijaitsee Hämeenlinnan keskustassa kantakaupungin etelälaidalla. Suunnittelualueen kokonaispinta-ala on n. 1.28 ha. Suunnittelualue rajautuu Wetterhoffinkatuun, Paasikiventiehen, Sibeliuksenkatuun ja Palokunnankatuun. Kaava-alueella on linja-autoasema liikennöintialueineen ja pysäköintialueineen. Tässä työssä arvioidaan leviämismallinnuksen avulla liikenteen aiheuttamien päästöjen leviämistä ja ilmanlaatu- ja terveysvaikutuksia suunnittelualueella ja Paasikiventien ympäristössä n. 540 metrin matkalta valtatie 3:lta kaava-alueeseen (kuva 1).



Kuva 1. Linja-autoaseman suunnittelualue sekä ilmanlaadun selvitysalue. *(Lähde: 2545 kaava-aineisto, HML)*

Linja-autoaseman kortteliin on suunnitteilla uuden linja-autoaseman lisäksi 6-8-kerroksisia kerrostaloja ja kahdeksankerroksinen hotelli nykyisen linja-autorakennuksen eteläpuolelle. Rakennus säilytetään. Paasikiventien puolelle ensimmäiseen kerrokseen tulee autopaikkoja ja asuinkerrokset alkavat toisesta kerroksesta. Lisäksi talojen ulkoilualueet sijoitetaan kattoterasseille. Autopaikkojen päälle Paasikiventien puolelle voidaan sijoittaa joitakin asuntoja, joilla on ns. oma piha (toisen kerroksen korkeudella).



Nykyinen Paasikiventien linjaus ***Paasikiventien siirto***

Kuva 2. Linja-autoaseman korttelin asemakaavamuutos (*Kaava 2545 AMK kaava-aineisto, HML*).

Mallinnukset tehdään

1. Nykytilanteessa nykyisellä liikenteellä,
2. vuoden 2040 liikenne-ennusteessa nykyisellä Paasikiventien linjauksella suunnittelualueen kaavaehdotus huomioituna sekä,
3. vuoden 2040 liikenne-ennusteessa, jossa Paasikiventien siirto on toteutunut huomioituna suunnittelualueen kaavaehdotus sekä tien eteläpuolen Engelinrannan korttelin kerrostalot

Työssä mallinnetaan karkeampien hengittävien hiukkasten (PM_{10} < 10 µm:n hiukkaskoko, pääosin katupölyä) ja pienhiukkasten päästövaikutukset ($PM_{2.5}$ <2.5 µm:n hiukkaskoko, ajoneuvopäästöjä ja katupölyn pienhiukkasfraktio) sekä ajoneuvojen NOx-päästöistä aiheutuvat typpidioksidin vuorokausi- ja vuosipitoisuudet. Alueellinen tausta huomioidaan mallissa nykytilanteen mukaisesti. Mallinnustuloksia verrataan ilmanlaatuasetuksen PM_{10}- ja $PM_{2.5}$ -hiukkasten ja typpidioksidin vuosiraja-arvoihin (*VNA 79/2017*) sekä kansalliseen PM_{10}-hiukkasten ja NO_2:n vuorokausi-ohjearvoon (*VNp 480/1996*). Pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) pitoisuuksia verrataan myös Maailman terveysjärjestön (*WHO*) esittämiin pienhiukkasten vuorokausi- ja vuosiohjearvoihin.

Ilmanlaadun mallinnuksen tavoitteena on selvittää liikenteen ilmanlaatuvaikutukset suunnittelualueella 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.

Työn on tilannut Hämeenlinnan kaupunki. Päästölaskennan ja ilmanlaatumallinnukset on tehnyt Enwin Oy:ssä Tarja Tamminen ja Ari Tamminen.

2. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot

Ilmanlaadun vertailuarvoja ovat ns. ilmanlaadun raja-arvot (yhteiset EU:n alueella, *VNA 79/2017*) ja kansalliset 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 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. Raja-arvojen ylittyessä viranomaisten tulee ryhtyä toimenpiteisiin pitoisuuksien alentamiseksi. *VNA 79/2017*

2018©ENWIN OY

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 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 Suomessa.

2.2 Mitattuja pitoisuuksia Hämeenlinnassa ja Tampereella

Hämeenlinnan kaupungissa on yksi kiinteä ilmanlaadun mittausasema, joka sijaitsee osoitteessa Niittykatu 2. Paikka on kantakaupungin pohjoispuolella puistomaisessa metsässä n. 100 metriä valtatie 3:sta länteen. Mittauspiste edustaa ns. kaupunkitaustaa. Mitattavat komponentit ovat typpidioksidi NO_2 ja hengitettävät hiukkaset PM_{10}. Taulukossa 1 on mitattuja pitoisuuksia Hämeenlinnasta.

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

2018©ENWIN OY

Taulukko 1. PM_{10}-hiukkasten ja typpidioksidin (NO_2) mitattuja pitoisuuksia Hämeenlinnassa vuonna 2015-2016-2017.
Lähde: Hämeenlinnan ilmanlaaturaportit 2015-2016-2017, Hämeenlinnan kaupunki[2]

Mittauspiste 2014-2015-2016	PM_{10} vuosipitoisuus µg/m³	PM_{10} 2. korkein vuorokausi-pitoisuus µg/m³	NO_2 vuosipitoisuus µg/m³	NO_2 2. korkein vuorokausi-pitoisuus µg/m³
Niittykatu 2 2015-2016-2017	13-11-10	145-40-32	15-14-12	54-49-39
Ohje- tai raja-arvopitoisuus	*40 (raja)*	*70 (ohje)*	*40 (raja)*	*70 (ohje)*

Aiempien ja tulevien vuosien PM_{10} – mittaustuloksia vertailtaessa on huomioitava, että PM_{10} – mittauksissa otettiin 1.1.2018 käyttöön Ilmatieteenlaitoksen edellyttämä TEOM 1400 A – analysaattorin mittaustulosten korjauskerroin (0.788). Korjauskerroin alentaa PM_{10} – mittaustuloksia 21.2 %:lla.

Vertailuksi taulukkoon 2 on koottu Tampereen mittaustuloksia (2014-2015-2016) ulkoilman epäpuhtauspitoisuuksista. Tampereen kaupunki mittaa ilman epäpuhtauspitoisuuksia kiinteillä mittausasemilla Pirkankadulla, Epilässä, Linja-autoasemalla ja Kalevassa.

Taulukko 2. PM_{10}-hiukkasten ja pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) ja typpidioksidin (NO_2) mitattuja pitoisuuksia Tampereella vuonna 2014-2015-2016.
Lähde: Tampereen ilmanlaaturaportit 2014-2015-2016, Tampereen kaupunki [3])

Mittauspiste 2014-2015-2016	**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	19-17-14	91-100-95			19-18-17	59-46-52
Epilä	17-12-11	139-136-67	9.2-6.6-6.7	39-31-31.5		
Linja-autoasema			8.3-7.3-6.9	28-25--20.5	21-23-22	62-55-49
Kaleva kaupunkitausta			7.6-6.0-6.3	28-20-19.7	11-11-11	52-34-37
Ohje- tai raja-arvopitoisuus	*40 (raja)*	*70 (ohje)*	*10 (ohje)* *25 (raja)*	*25 (ohje)*	*40 (raja)*	*70 (ohje)*

[2] JP Pulkkisen Kalibrointi Ky, Hämeenlinnan ilmanlaadun mittaustulokset vuonna 2015
JP Pulkkisen Kalibrointi Ky, Hämeenlinnan ilmanlaadun mittaustulokset vuonna 2016
JP Pulkkisen Kalibrointi Ky, Hämeenlinnan ilmanlaadun mittaustulokset vuonna 2017

[3]Tampereen kaupunki, Tampereen ilmanlaatu 2016. Päästöt ja ilmanlaadun mittaustulokset, Tampere, Ympäristönsuojelun julkaisuja 1/2017. Tampereen Kaupunki, Tampereen Ilmanlaatu 2015. Päästöt ja ilmanlaadun mittaustulokset, Tampere, Ympäristönsuojelun julkaisuja 1/2016. Tampereen Kaupunki, Tampereen Ilmanlaatu 2014. Päästöt ja ilmanlaadun mittaustulokset, Tampere, Ympäristönsuojelun julkaisuja 2/2015.

2018©ENWIN OY

3. Lähtötiedot mallinnuksessa

3.1 Mallinnusohjelma ja sen lähtötiedot

Tässä ilmanlaatuselvityksessä ilman epäpuhtauksien mallinnettiin käyttäen AERMOD-leviämismallinnusohjelmistoa. Malliohjelman yleiset lähtötiedot ja mm. tuuliruusu meteorologisessa aineistossa vuosilta 2015-2017 (Katinen, Hämeenlinna) on esitetty **Liitteessä 2.**

3.2 Liikennetiedot ja päästöt – nykytilanne ja ennuste 2040

Suunnittelualueen läheisten teiden tieliikenne nykytilanteessa ja vuoden 2040 ennustetilanteessa on taulukossa 3. Liikennemäärät on saatu Hämeenlinnan KKYK liikenneselvityksen aineistosta vuodelta 2016 (*Sito Oy, 2016*). Raskaan liikenteen prosenttiosuudet liikenteestä on ennustetilanteessa samat kuin nykytilannemallissa. Työssä on huomioitu suunnittelualueen (linja-autoaseman kortteli) lähiteiden liikenne, kuten Sibeliuksenkatu, Wetterhoffinkatu ja Palokunnantie sekä Paasikiventie, mutta myös laajemmalta alueelta tiepäästöjä sekä alueellinen taustapitoisuus (liite 2).

Liikennepäästöjen laskentatapa ja tieosuuskohtaset liikennepäästöt mallinnuksissa on esitetty **liitteessä 3.**

Taulukko 3 Liikenne alueella nykytilanteessa ja vuonna 2040 ennustetilanteessa. (Lähde:Sito 2016)

Hämeenlinna	**NYKY 2015 ajon/vrk**	**raskas %**	**v. 2040 ajon/vrk**	**kasvukerroin**
Paasikiventie	15800	4.0%	24690	1.56
Palokunnankatu (itään Sibeliuskadusta)	6610	10.0%	7100	1.07
Palokunnankatu (Sibeliusk-Kasarmik)	10910	10.0%	11878	1.09
Palokunnankatu (Kasarmik-Saaristenk)	9220	10.0%	9830	1.07
Palokunnankatu (Saaristenk- Kaivokatu)	3390	10.0%	3630	1.07
Wetterhoffinkatu	2000	10.0%	2142	1.07
Sibeliuksenkatu	5000	10.0%	5444	1.09
Helsinki-Tampere valtatie VT3 etelä	28500	11.1%	33500	1.18
Tunneli VT 3	23180	11.1%	26910	1.16
Ramppi kaupunkiin VT3 :lta	2650	4.0%	3440	1.30
Ramppi kaupungista etelään VT 3	2800	4.0%	3160	1.13
Kaivokatu eteläosa	5200	4.0%	5668	1.09
Raatihuoneenkatu	1030	4.0%	1780	1.73
Kirjastokatu	5130	4.0%	3380	0.66
Pikkutorinkuja- Saaristenkatu	5830	4.0%	6200	1.06
Kasarmikatu	3400	4.0%	3706	1.09
Hallituskatu --> Sibeliuksenkatuun asti	980	4.0%	1080	1.10
Hallituskatu (Sibeliuksenk-Kasarmik)	3150	4.0%	3380	1.07
Hallituskatu (Kasarmik-Saaristenk)	5130	4.0%	3380	0.66

2018©ENWIN OY

Liikenteen kasvu on voimakkainta ennusteen mukaan Paasikiventiellä, jossa liikenteen kasvukerroin nykytilanteeseen verrattuna on 1.56. Kantakaupungin kaduilla liikenne kasvaa n. 7-10 % ja valtatie 3 n. 18 %. Kokonaisuutena kantakaupungin liikenne on suhteellisen vähästä, paitsi tietyillä ns. läpiajoteillä (vrt. Palokunnankatu ja Paasikiventie). Linja-autoasemalla käy noin 150 linja-autoa /vrk. Tulevaisuudessa linja-autoliikenteen arvioitiin kasvavan samassa suhteessa kuin muu liikenne.

4. Mallinnustulokset

Työssä tehtiin seuraavat mallinnukset, joista on **pitoisuuksien aluejakaumakuvat liitteissä 4-7:**

LIITE 4. Liikenteen ilmanlaatuvaikutukset suunnittelualueella nykytilanteessa (PM_{10}, $PM_{2.5}$ ja NO_2) - vuorokausi- ja vuosipitoisuudet

LIITE 5. Suunnittelualueen ilmanlaatu vuonna 2040 – PM_{10}-hiukkaset (vuorokausi- ja vuosipitoisuudet) – vertailu Paasikiventie nykyisellä paikallaan ja Paasikiventien siirto

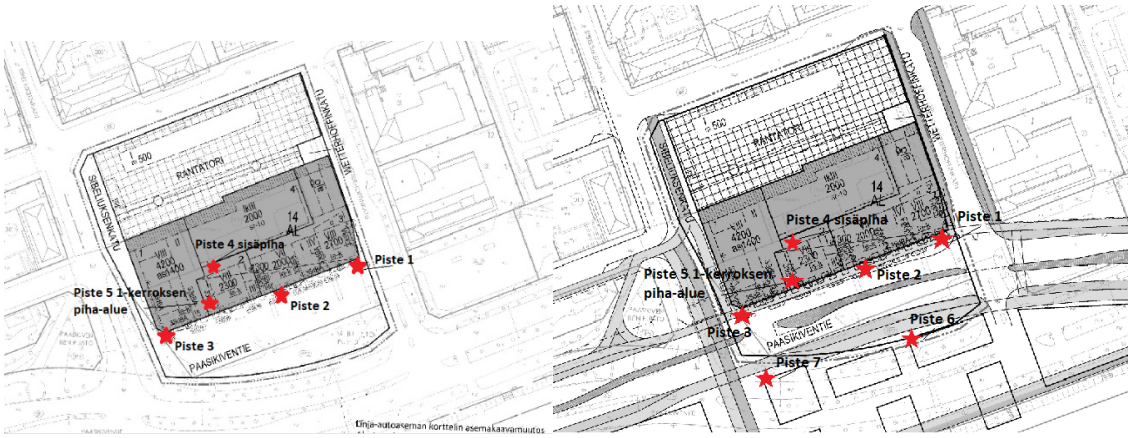
LIITE6. Suunnittelualueen ilmanlaatu vuonna 2040 – $PM_{2.5}$-hiukkaset (vuorokausi- ja vuosipitoisuudet) – vertailu Paasikiventie nykyisellä paikallaan ja Paasikiventien siirto

LIITE 7. Suunnittelualueen ilmanlaatu vuonna 2040 – Typpidioksidi NO_2 (vuorokausi- ja vuosipitoisuudet) – vertailu Paasikiventie nykyisellä paikallaan ja Paasikiventien siirto

Aluejakaumakuvat osoittavat pitoisuuden, joka voi käyrän sisäpuolisilla alueilla ajoittain ylittyä. Aluejakaumakuvat eivät kuitenkaan esitä aina ajallisesti yhtenäistä tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot esiintyvät eri laskentapisteissä eri ajankohtina vuoden aikana (mm. tuulen suunnasta ja sekoitusolosuhteista riippuen). Pitoisuuksien aluejakaumia tulkittaessa on myös huomattava, että suurimman osan ajasta pitoisuudet voivat olla laskentapisteissä esitettyjä korkeimpia vertailuarvoja pienempiä.

Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset ilman epäpuhtauksien pitoisuudet taulukoitiin suunnittelualueen lähiympäristön vertailupisteisiin. Vertailupisteiden numerointi ja sijainti on esitetty kuvissa 3 ja 4. Pisteiden sijainti on sama kaikissa malleissa. Paasikiventien siirto -vaihtoehdossa taulukoitiin myös tien eteläpuolelta kaksi pistettä (pisteet 6 ja 7). Kuvissa myös uudet lähirakennukset.

2018©ENWIN OY



Nykyinen Paasikiventien linjaus *Paasikiventien siirto*

Kuva 3. Ilmanlaadun vertailupisteet suunnittelualueen ympäristössä Kuvassa vuoden 2040 kaksi eri tielinjausvaihtoehtoa. Vertailupisteet ovat samat joka mallissa, myös nykytilannemallissa. Paasikiventien siirto -vaihtoehdossa taulukoitiin myös tien eteläpuolelta kaksi pistettä (pisteet 6 ja 7).

4.1 Nykytilanteen ilmanlaatu suunnittelualueella

Nykytilanteen ilmanlaatu on aluejakaumakuvissa liitteessä 4. Nykytilanteessa ilman epäpuhtauspitoisuudet (PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2) alittavat epäpuhtauksien ilmanlaadun ohje-ja raja-arvot suunnittelualueen ympäristössä.

Viiteen vertailupisteeseen lasketut PM_{10}-hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin vuorokausiohjearvoihin ja vuosiraja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet on taulukossa 4. Pienhiukkaspitoisuuksia on arvioitu myös WHO:n vuosiohjearvon perustella.

Kuva 4. Vertailupisteet nykytilanteessa suunnittelualueella.

<u>Pitoisuudet vertailupisteissä nykytilanteessa:</u>

- PM_{10}-vrk-pitoisuudet 39-45 µgPM_{10}/m^3 (56-64 % vrk-ohjearvosta)
- PM_{10} vuosipitoisuudet 15-16 µgPM_{10}/m^3 (38-40 % vuosiraja-arvosta)

- $PM_{2.5}$ vrk-pitoisuudet 12.3-12.8 µg$PM_{2.5}$/m^3 (49-51 % WHO:n vrk-ohjearvosta)
- $PM_{2.5}$ vuosipitoisuudet 6.7-6.9 µg$PM_{2.5}$/m^3 (67-69 % WHO:n vuosiohjearvosta ja 27-28 % vuosiraja-arvosta)

- NO_2-vrk-pitoisuudet 34-45 µgNO_2/m^3 (49-64 % vrk-ohjearvosta)
- NO_2-vuosipitoisuudet 17-19 µgNO_2/m^3 (43-48 % vuosiraja-arvosta)

2018©ENWIN OY

Taulukko 4. Nykyliikenteen ilmanlaatuvaikutukset vertailupisteissä (PM_{10}- ja $PM_{2.5}$ hiukkaset ja NO_2)		
	PM_{10} vrk-pitoisuus	**PM_{10} vuosipitoisuus**
	$\mu gPM_{10}/m^3$	**$\mu gPM_{10}/m^3$**
Piste 1	41	15
Piste 2	39	15
Piste 3	45	16
Piste 4 sisäpiha	40	15
Piste 5 1.kerroksen piha	40	15
Ohje- tai raja-arvo	***70***	***40***
	$PM_{2.5}$ vrk-pitoisuus	**$PM_{2.5}$ vuosipitoisuus**
	$\mu gPM_{2.5}/m^3$	**$\mu gPM_{2.5}/m^3$**
Piste 1	12.8	6.7
Piste 2	12.3	6.7
Piste 3	13.4	6.9
Piste 4 sisäpiha	12.4	6.7
Piste 5 1.kerroksen piha	12.4	6.7
Ohje- tai raja-arvo	***25***	***10 / 25***
	NO_2 vrk-pitoisuus	**NO_2 vuosipitoisuus**
	$\mu gNO_2/m^3$	**$\mu gNO_2/m^3$**
Piste 1	39	17
Piste 2	34	17
Piste 3	45	19
Piste 4 sisäpiha	36	17
Piste 5 1.kerroksen piha	36	17
Ohje- tai raja-arvo	***70***	***40***

4.2 Ilmanlaatu vuonna 2040

Vuoden 2040 liikenteen ilmanlaatuvaikutuksia mallinnettiin suunnittelualueella ja Paasikiventien ympäristössä kahdessa erilaisessa suunnittelutilanteessa:

- Paasikiventien nykyinen linjaus säilytetään tai
- Paasikiventien linjausta siirretään lähemmäs linja-autoaseman suunnittelualuetta ja samalla rakennetaan asuinkerrostaloja tien eteläpuolelle (ns. Engelinranta)

Aluejakaumakuvat epäpuhtauksien mallinnetuista pitoisuuksista on esitetty vertailukuvina liitteissä 5-7.

Taulukossa 5 on vertailupisteisiin lasketut epäpuhtauspitoisuudet molemmilla Paasikiventien linjauksilla. Paasikiventien siirto -tilanteessa on vertailupisteiksi otettu myös tien eteläpuolelle suunniteltujen kerrostalojen lähipisteet (pisteet 6 ja 7).

2018©ENWIN OY

Taulukko 5.Liikenteen ilmanlaatuvaikutukset hengitysvyöhykkeellä vertailupisteissä vuonna 2040 (PM_{10}- ja $PM_{2.5}$ hiukkasten vrk- ja vuosipitoisuudet 2040).

2040	PM_{10} vrk-pitoisuus Paasikiventie nykyisellä paikalla	PM_{10} vrk-pitoisuus Paasikiventien siirto	PM_{10} vuosipitoisuus Paasikiventie nykyisellä paikalla	PM_{10} vuosipitoisuus Paasikiventien siirto
	µgPM_{10}/m³	µgPM_{10}/m³	µgPM_{10}/m³	µgPM_{10}/m³
Piste 1	46	62	16	22
Piste 2	46	65	16	20
Piste 3	52	71	20	22
Piste 4 sisäpiha	43	53	15	17
Piste 5 1.kerroksen piha	44	56	16	19
Piste 6		75		21
Piste 7		78		22
Ohje tai raja-arvo	***70***	***70***	***40***	***40***
2040	**$PM_{2.5}$ vrk-pitoisuus Paasikiventie nykyisellä paikalla**	**$PM_{2.5}$vrk-pitoisuus Paasikiventien siirto**	**$PM_{2.5}$ vuosipitoisuus Paasikiventie nykyisellä paikalla**	**$PM_{2.5}$ vuosipitoisuus Paasikiventien siirto**
	µg$PM_{2.5}$/m³	µg$PM_{2.5}$/m³	µg$PM_{2.5}$/m³	µg$PM_{2.5}$/m³
Piste 1	11.3	12.3	6.5	6.6
Piste 2	11.2	12.6	6.4	6.6
Piste 3	11.8	13.1	6.5	6.7
Piste 4 sisäpiha	11.2	11.5	6.4	6.5
Piste 5 1.kerroksen piha	11.3	11.7	6.4	6.5
Piste 6		12.8		6.5
Piste 7		13.3		6.6
Ohje tai raja-arvo	***25***	***25***	***10/25***	***10/25***
2040	**NO_2 vrk-pitoisuus Paasikiventie nykyisellä paikalla**	**NO_2 vrk-pitoisuus Paasikiventien siirto**	**NO_2vuosipitoisuus Paasikiventie nykyisellä paikalla**	**NO_2 vuosipitoisuus Paasikiventien siirto**
	µgNO_2/m³	µgNO_2/m³	µgNO_2/m³	µgNO_2/m³
Piste 1	23	27	13	15
Piste 2	22	29	13	16
Piste 3	24	31	14	16
Piste 4 sisäpiha	21	24	12	14
Piste 5 1.kerroksen piha	22	25	13	14
Piste 6		32		14
Piste 7		35		15
Ohje tai raja-arvo	***70***	***70***	***40***	***40***

Huom. Pisteet 6 ja 7 uuden Paasikiventien linjauksen eteläpuolella

2018©ENWIN OY

Pitoisuudet vertailupisteissä vuonna 2040 nykyisellä Paasikiventien linjauksella:

- PM_{10}-vrk-pitoisuudet 43-52 µgPM_{10}/m^3 (61-74 % vrk-ohjearvosta)
- PM_{10} vuosipitoisuudet 15-20 µgPM_{10}/m^3 (38-50 % vuosiraja-arvosta)

- $PM_{2.5}$ vrk-pitoisuudet 11.2-11.8 µg$PM_{2.5}$/m^3 (45-47 % WHO:n vrk-ohjearvosta)
- $PM_{2.5}$ vuosipitoisuudet 6.4-6.5 µg$PM_{2.5}$/m^3 (64-65 % WHO:n vuosiohjearvosta ja 25-26 % vuosiraja-arvosta)

- NO_2-vrk-pitoisuudet 21-24 µgNO_2/m^3 (30-34 % vrk-ohjearvosta)
- NO_2-vuosipitoisuudet 12-14 µgNO_2/m^3 (30-35 % vuosiraja-arvosta)

Pitoisuudet vertailupisteissä vuonna 2040, kun Paasikiventie on siirretty lähemmäs suunnittelualuetta:

- PM_{10}-vrk-pitoisuudet 53-78 µgPM_{10}/m^3 (76-111 % vrk-ohjearvosta)
- PM_{10} vuosipitoisuudet 17-22 µgPM_{10}/m^3 (43-55 % vuosiraja-arvosta)

- $PM_{2.5}$ vrk-pitoisuudet 11.5-13.3 µg$PM_{2.5}$/m^3 (46-53 % WHO:n vrk-ohjearvosta)
- $PM_{2.5}$ vuosipitoisuudet 6.5-6.7 µg$PM_{2.5}$/m^3 (65-67 % WHO:n vuosiohjearvosta ja 26-27 % vuosiraja-arvosta)

- NO_2-vrk-pitoisuudet 24-35 µgNO_2/m^3 (34-50 % vrk-ohjearvosta)
- NO_2-vuosipitoisuudet 14-16 µgNO_2/m^3 (35-40 % vuosiraja-arvosta)

Maanpinnan hengitysvyöhykkeen epäpuhtauspitoisuuksien vuorokausipitoisuudet (PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2) ovat alle ohjearvojen Paasikiventien nykyisellä linjauksella kaikissa vertailupisteissä vuoden 2040 liikennetilanteessa. Paasikiventien siirto nostaa epäpuhtauspitoisuuksia linja-autoaseman suunnittelualueen vertailupisteissä, koska tien linjaus tulee lähemmäs uusia alueen asuinkerrostaloja. Maanpinnan hengitysvyöhykkeen korkeimmat PM_{10}-hiukkasten pitoisuudet voivat nousta lähelle ohjearvotasoa pisteissä 1-3 (65-71 µg/m^3, 93%-101% vrk-ohjearvosta). Tien eteläpuolelle (pisteet 6-7) suunniteltujen talojen maanpintapitoisuudet voivat myös nousta yli PM_{10}-hiukkasten vrk-ohjearvotason 70 µg/m^3 (107-111%). Muiden epäpuhtauksien osalta ($PM_{2.5}$ ja NO_2) vrk-pitoisuudet jäävät alle ilmanlaadun ohjearvojen myös tietä siirrettäessä, vaikka ovatkin korkeampia kuin tilanteessa, jossa Paasikiventien säilyy nykyisellä paikallaan. Pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet ovat kokonaisuutena alle WHO:n vrk-ohjearvotason 25 µg/m^3 kaikissa vertailupisteissä.

Molemmissa vaihtoehdoissa typpidioksidin vrk- pitoisuudet laskevat vertailupisteissä verrattuna nykytilanteeseen, koska ajoneuvojen typenoksidipäästöjen arvioidaan vähenevät vuoteen 2040 mennessä päästömääräysten tiukentuessa ja autokannan uusiutuessa. Typenoksidien ilmakemia ($NO \rightarrow NO_2$) ja päästön NO/NO_2-osuuden muutokset vaikuttavat kuitenkin myös ulkoilman pitoisuuksiin eikä päästövähennys välity suoraan ulkoilmapitoisuuksiin.

Tulevaisuudessa myös autojen pienhiukkaspäästöt vähenevät, joskin niiden vaikutusarvioon vaikuttaa mm. katupölyn pienhiukkasosuus. Liikennepolitiikalla on myös merkitystä mm. sähköautojen mahdollinen merkittäväkin lisääntyminen kaupunkiliikenteessä voi osaltaan vähentää vielä lisää mm. liikenteen typenoksidipäästöjä ja myös suoria ajoneuvojen pienhiukkaspäästöjä.

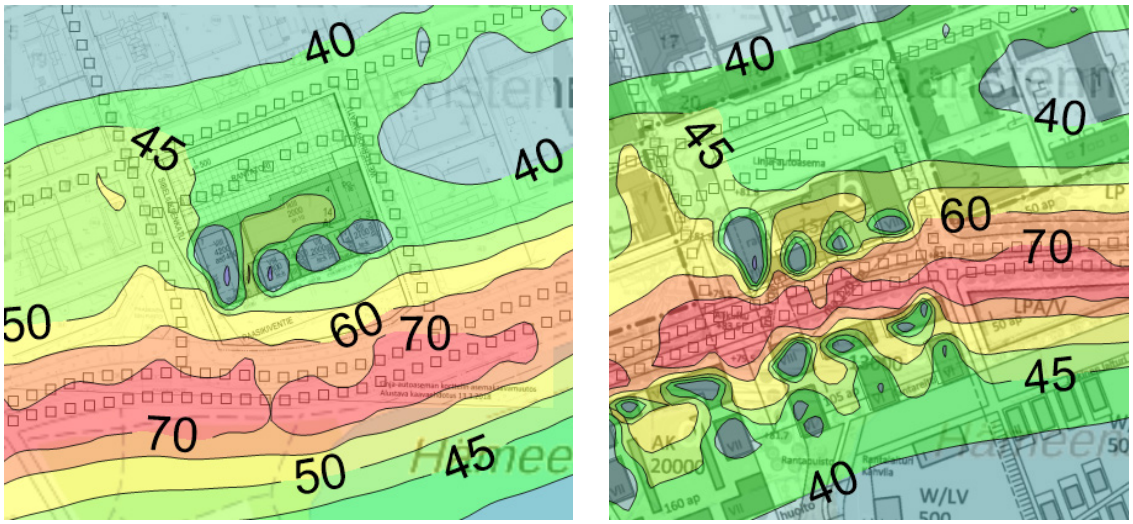
Vuosipitoisuuksissa tien linjauserojen aiheuttama ero pienenee, vaikkakin tien nykylinjauksella suunnittelualueen vertailupisteiden vuosipitoisuudet ovat vertailupisteissä kautta linjan hieman pienemmät. Epäpuhtauksien vuosipitoisuudet ovat kuitenkin myös uudessa Paasikiventien linjausvaihtoehdossa selvästi alle vuosiraja-arvojen.

2018©ENWIN OY

Katupöly on ilmanlaadun kannalta merkittävin haitta suunnittelualueen asukkaille vuoden 2040 tilanteessa. Katupölyä voidaan vähentää tehostamalla tien puhdistustoimenpiteitä katupölyaikoina ja myös liukkaudentorjuntakeinojen valinnalla. Myös likaisen lumen poisajo tienvarsilta vähentää keväistä katupölyä. Alhaisimmilla nopeusrajoituksilla voidaan myös saada aikaan ulkoilman PM_{10}-pitoisuuksien pienenemistä katujen varsilla.

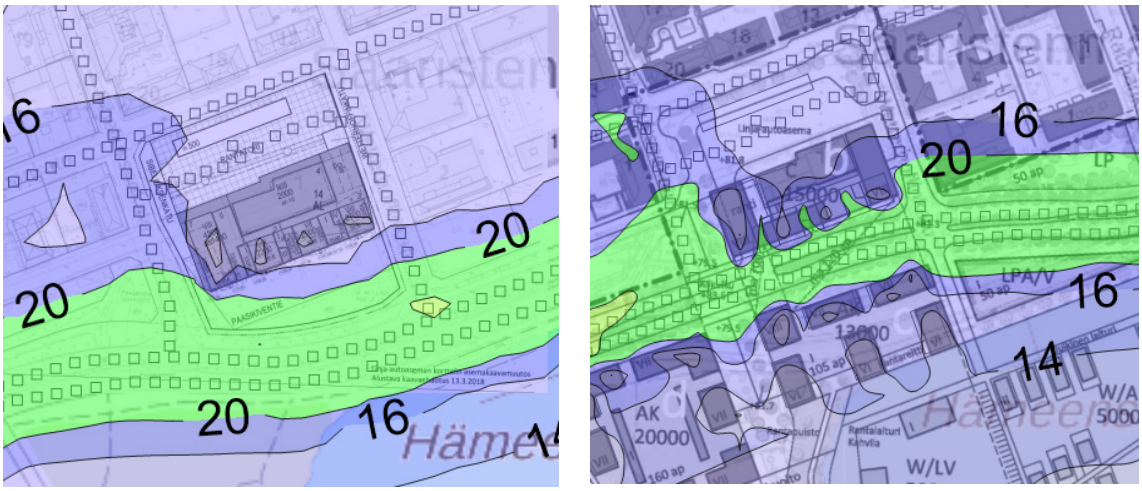
Luonnollisesti nykyinen Paasikiventien linjaus on suunnittelualueen ilmanlaadun kannalta parempi, koska Paasikiventien siirto toisi tielinjauksen selvästi lähemmäs suunnittelualueen asuintaloja. Kuitenkaan pienhiukkasten tai typpidioksidin pitoisuudet eivät ylitä ilmanlaadun ohjearvoja vuonna 2040 siinäkään tapauksessa, että tie siirretään. Katupölyn PM_{10}-hiukkasten vuorokausiohjearvo voi sen sijaan maanpinnantason hengitysvyöhykkeellä ylittyä kadun ja rakennusten välissä, mm. pyörätiellä.

Alla on lähikuvat PM_{10} vuorokausipitoisuuksista (Kuva 5) ja vuosipitoisuuksista (Kuva 6) linja-autoaseman korttelin suunnittelualueella v. 2040 – nykinen Paasikiventien linjaus ja Paasikiventien siirto.



Nykyinen Paasikiventien linjaus ***Paasikiventien siirto***

Kuva 5. PM_{10}-vrk-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus (µg/m^3) suunnittelualueella ja lähiympäristössä – *Nykyinen Paasikiventien linjaus ja Paasikiventien siirto* (Liite 5).



Nykyinen Paasikiventien linjaus ***Paasikiventien siirto***

Kuva 6. PM_{10}-vuosiraja-arvoon verrannollinen vuosipitoisuus (µg/m^3) suunnittelualueella ja lähiympäristössä – *Nykyinen Paasikiventien linjaus ja Paasikiventien siirto* (Liite 5).

2018©ENWIN OY

4.3 Vertikaalinen ilmanlaatu suunnittelualueella vuonna 2040

Hiukkasten korkeimmat ohjearvoon verrannolliset vuorokausipitoisuudet mallinnettiin vertailupisteissä rakennusten eri kerroksiin (vertikaalisesti), osa myös yli rakennuskorkeuden. Linja-autoaseman korttelin kuusikerroksisten kerrostalojen ylimpien kerrosten kattotasoille on suunniteltu ns. kattoterassit, jossa sijaitsisi kerrostalojen ulkoilutiloja. Vastaavasti kahdeksankerroksisen hotellin katolla on myös kattoterassi. Suunnittelukorttelissa maanpinnantasolle ei ole suunniteltu lainkaan piha-alueita. Kokonaisuudessaan ensimmäinen kerros Paasikiventien varressa olisi autojen parkkipaikkatiloja ja asuinkerrokset alkaisivat toisesta kerroksesta. Kerrostalojen välissä olisi ensimmäisen kerroksen parkkihallin päällä osittain mahdollisuus myös ns. omiin pihoihin. Vertailupiste 5 on sijoitettu tällaiselle piha-alueelle. Vertailupiste 4 on sijoitettu talojen pohjoispuolelle.

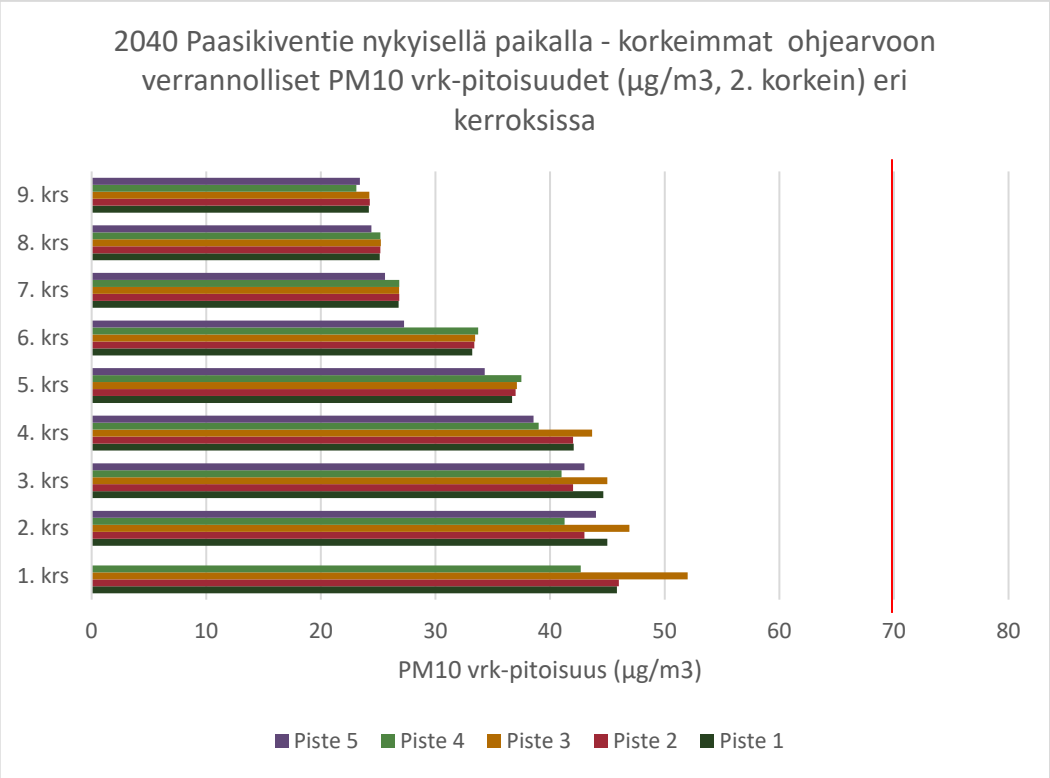
Kuvissa 7-8 on PM_{10}-hiukkasten korkeimmat vuorokausipitoisuudet eri kerroksissa kahdessa Paasikiventien linjausvaihtoehdossa.

Tässä kohteessa PM_{10}-pitoisuudet laskevat maanpinnalta ylöspäin etäännyttäessä. Paasikiventien vanhalla linjauksella PM_{10}-pitoisuudet ovat alimmissa kerroksissa selvästi alhaisemmat kuin tilanteessa, jossa Paasikiventie on siirretty uudelle linjaukselle. Ensimmäiseen kerrokseen ei ole suunnitelmassa sijoitettu asuintiloja.

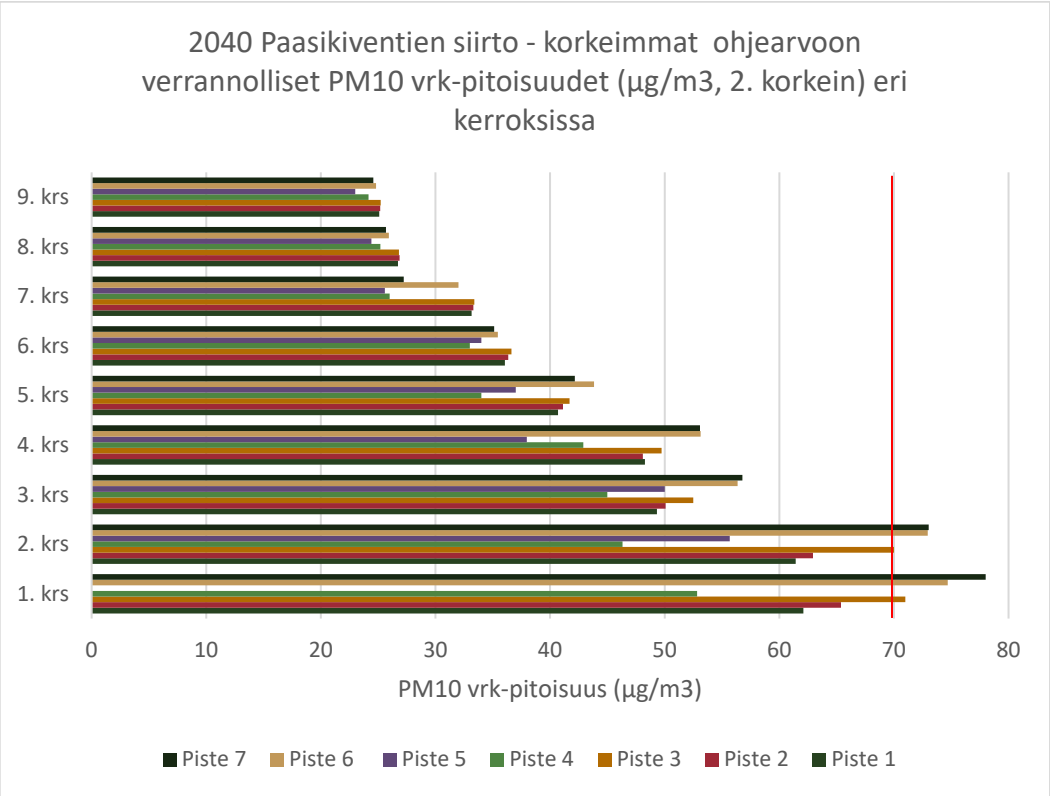
Pitoisuudet olisivat suunnittelualueen asuintalojen 2-kerroksessa (= ensimmäinen asuinkerros) vanhalla tien linjauksella 43-47 $\mu gPM_{10}/m^3$ (61-67 % ohjearvosta). Uudella tielinjauksella PM_{10}-pitoisuudet olisivat asuinkerrosten kohdalla korkeimmillaan 56-63 $\mu gPM_{10}/m^3$ (80-90% ohjearvosta) ja hotellin nurkalla (piste 3) vuorokausipitoisuus voi saavuttaa PM_{10}-vrk-ohjearvotason myös toisessa kerroksessa. Jos tie siirretään lähemmäs suunnittelualuetta, suositellaan 2- kerroksen parvekkeiden/ ns. ensimmäisen asuinkerrosten omien piha-alueiden sijoittamista talojen länsi- tai itäseinustoille parkkihallin kattotasolle, koska tienpuolen korkeimmat PM_{10}-hiukkasten vrk-pitoisuudet ovat lähellä PM_{10}-ohjearvotasoa. Muissa kerroksissa parvekkeet voidaan ilmanlaadun puolesta sijoittaa Paasikiventien puolelle.

Paasikiventien eteläpuolella (Engelinrannan kerrostalot) PM_{10}-ohjearvo ylittyi asuintalojen seinustalla myös toisen kerroksen kohdalla (vertailupisteet 6 ja 7). Tätä aluetta eteenpäin suunniteltaessa tulee ilmanlaatu ottaa huomioon asuntojen sijoittelussa. Ensimmäiseen ja toiseen kerrokseen ei suositella asuntoja. Jos toiseen kerrokseen sijoitetaan asuntoja, tulee ne avautua eteläpuolelle ja niiden tuloilman tulee varustaa tehokkailla hiukkassuodattimilla. Yhtenä vaihtoehtona olisi sijoittaa porraskäytävät talojen pohjoispuolelle, jolloin asunnot avautuisivat vain eteläpuolelle. Tulisi myös arvioida, voiko näitä taloja siirtää hieman kauemmas vilkasliikenteisestä Paasikiventiestä, jolloin pitoisuudet ehtisivät laimeta alle ohjearvotason.

2018©ENWIN OY



Kuva 7. Vertikaaliset ohjearvoon verrannolliset PM_{10}-vuorokausipitoisuudet vertailupisteissä 1-5 nykyisellä Paasikiventien linjauksella vuonna 2040.



Kuva 8. Vertikaaliset ohjearvoon verrannolliset PM_{10}-vuorokausipitoisuudet vertailupisteissä 1-7 uudella Paasikiventien linjauksella (Paasikiventien siirto) vuonna 2040. Vrk-ohjearvo on 70 µgPM_{10}/m^3.

2018©ENWIN OY

4.4 Johtopäätökset mallinnuksista

Paasikiventien liikennemäärä kasvaa vuoteen 2040 mennessä n. +56 % nykytilanteeseen verrattuna (15800→ n. 24700 ajon/vrk). Paasikiventie on nelikaistainen liikenteen kokoojakatu. Muuten kantakaupungin liikennemäärien arvioidaan kasvavan maltillisesti, n. 7-10 % nykytilanteesta. Kantakaupungin liikennemäärät ovat kokonaisuutena suhteellisen alhaiset lukuun ottamatta Palokunnankatua, jossa myös läpiajoliikennettä on enemmän kuin muilla kantakaupungin kaduilla. Nykytilanteessa linja-autoasemalla liikkuu n. 150 linja-autoa/vrk. Linja-autoaseman linja-autoliikenteen arvioidaan kasvavan samassa suhteessa kuin muu liikenne kaupungissa. Osa pitkän matkan linja-autoista saattaa tulevaisuudessa pysähtyä myös valtatie 3 kauppakeskuksen kohdalla.

Tehtyjen nykytilamallinnusten mukaan PM_{10}-ja $PM_{2.5}$-hiukkasten sekä typpidioksidin (NO_2) pitoisuudet alittavat ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot suunnittelualueella. Alue on suhteellisen avointa, tuulettuvaa puistomaista aluetta.

Linja-autoaseman kortteliin on suunnitteilla uuden linja-autoaseman lisäksi pääosin 6-8 kerroksisia kerrostaloja ja kahdeksankerroksinen hotelli. Paasikiventien puolelle ensimmäiseen kerrokseen tulee autopaikat, asuinkerroksen alkavat toisesta kerroksesta. Lisäksi talojen ulkoilualueet sijoitetaan kattoterasseille. Autopaikkojen päälle Paasikiventien puolelle voidaan sijoittaa asuntoja, joille on suunniteltu ns. oma piha toisen kerroksen korkeudelle parkkihallin katolle.

Vuoden 2040 liikenne-ennusteen mukaiset suunnittelualueen ilman epäpuhtauspitoisuudet mallinnettiin kahdella erilaisella Paasikiventien linjauksella: nykyinen tielinjaus ja Paasikiventien siirto lähemmäs suunnittelualueen kerrostaloja.

Kuvassa 9 on vertailupisteisiin maanpinnan hengitysvyöhykkeelle lasketut PM_{10}-. $PM_{2.5}$- ja NO_2-vuorokausipitoisuudet prosentteina ilmanlaadun vuorokausiohjearvoista nykytilanteessa ja vuoden 2040 kahdessa eri mallinnustilanteessa.

Vuoden 2040 tilanteessa:

- Paasikiventien nykyisellä linjauksella PM_{10}-hiukkasten vrk-pitoisuudet ovat korkeimmillaan 66-74 % PM_{10}:n vrk-ohjearvosta.

- Suunnittelualueella korkeimmat PM_{10}-vuorokausipitoisuudet ovat 80-101 % vrk-ohjearvosta Paasikiventien puoleisten rakennusten kohdalla, jos Paasikiventie siirretään lähemmäs suunnittelualuetta. PM_{10}-vuorokausipitoisuus voi ylittää paikoin PM_{10}-hiukkasten vuorokausiohjearvotason 70 µg/m^3 suunnittelualueella hotellin nurkalla (piste 3).

- Muiden epäpuhtauksien $PM_{2.5}$ ja NO_2 vuorokausipitoisuudet jäävät selvästi alle ilmanlaadun ohjearvojen vuonna 2040 molemmilla tielinjauksilla.

- Engelinrannan puolella Paasikiventien eteläpuolella PM_{10} vrk-ohjearvo ylittyy tienpuolella (pisteet 6 ja 7).

- Vertikaalinen ilmanlaatu paranee kerrostalojen kerroksia ylöspäin mentäessä (vert. Kuvat 7 ja 8), joten ilmanlaadun puolesta asuinrakentaminen on mahdollista toisesta kerroksesta ylöspäin. Alueen viitesuunnitelman mukaan ensimmäiseen kerrokseen ei olekaan suunniteltu asuintiloja.

2018©ENWIN OY

- Myöskään piha- ja leikkialueita ei ole suunniteltu tontille maanpintatasoon. Talojen ulkoilualueet on sijoitettu kattoterasseille.

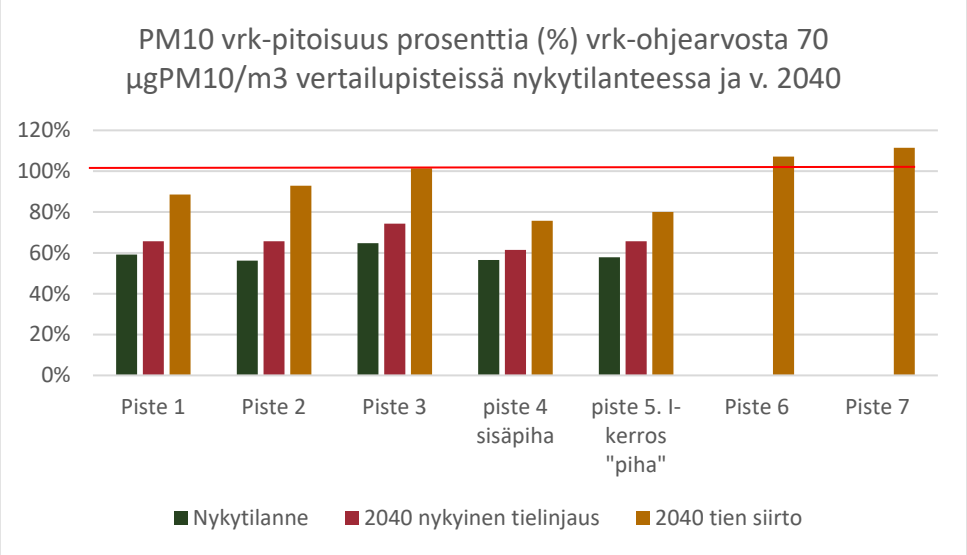
- Kaikkien epäpuhtauksien vuosipitoisuudet olivat suunnittelualueella alle ilmanlaadun vuosiraja-arvojen vuonna 2040:
    - PM_{10} vuosipitoisuudet 38-50 % vuosiraja-arvosta nykyisellä tielinjauksella ja 43-55 % vuosiraja-arvosta, kun tie siirretään.
    - $PM_{2.5}$ vuosipitoisuudet 25-26 % vuosiraja-arvosta nykyisellä tielinjauksella ja 26-27 % vuosiraja-arvosta, kun tie siirretään.
    - NO_2-vuosipitoisuudet 30-35 % vuosiraja-arvosta nykyisellä tielinjauksella ja 35-40 % % vuosiraja-arvosta, kun tie siirretään.

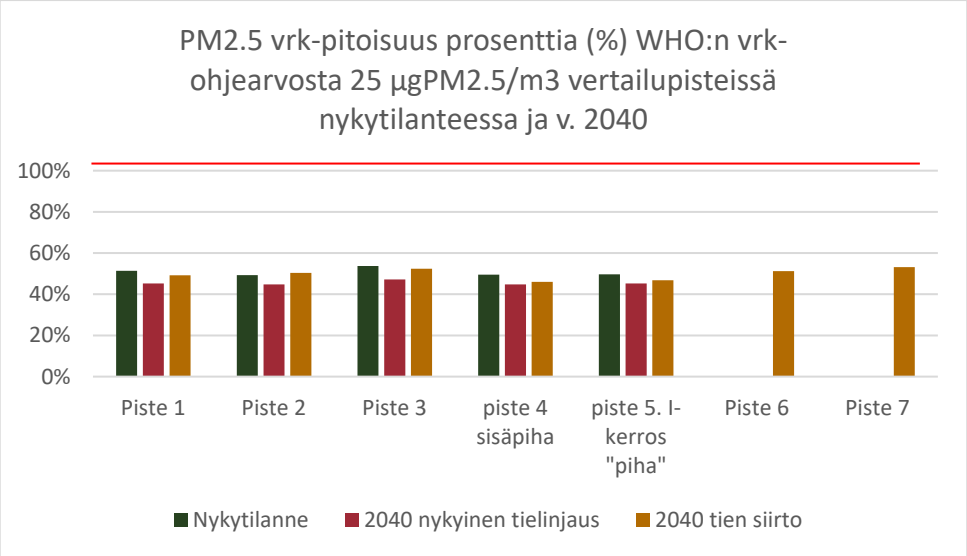
Liikenteen suorat pienhiukkaspäästöt tulevat pienenemään tulevaisuudessa hiukkasnormien kiristyessä ja autokannan uusiutuessa ja mahdollisesti henkilöautojen sähköistymisen myötä. Kokonaisuutena, huolimatta liikenteen kasvun aiheuttamasta katupölyn pienhiukkasfraktion kasvusta, $PM_{2.5}$-hiukkasten ulkoilmapitoisuuksien arvioidaan hieman laskevan ennustevuoteen mennessä.

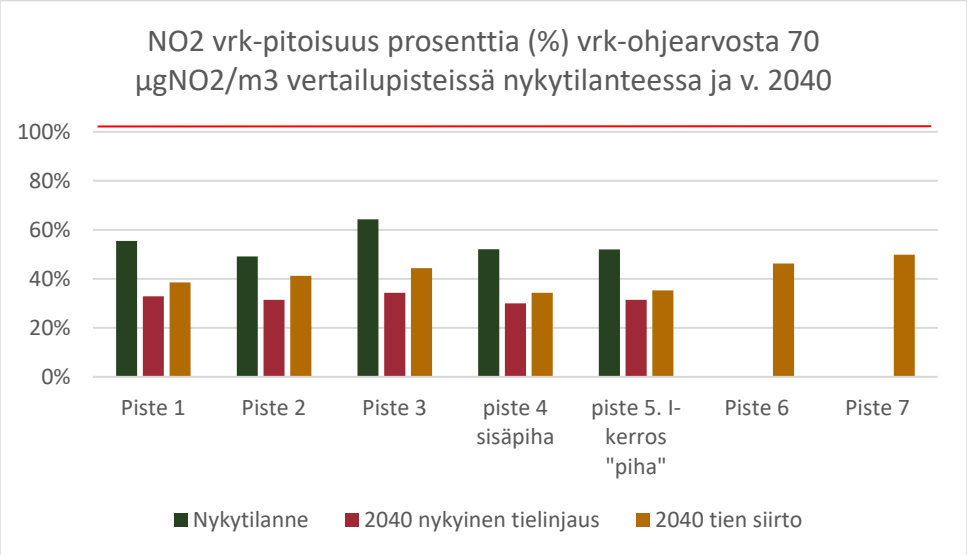
Ajoneuvojen kehitys ja tulevaisuuden liikennepolitiikan linjaukset ennakoivat myös pieneneviä typenoksidipäästöjä. Päästövähenemä ei ole suoraan verrannollinen ulkoilman pitoisuuksiin, koska typenoksidien ilmakemia vaikuttaa muodostuviin typpidioksidipitoisuuksiin. Ennustemallien mukaan typpidioksidipitoisuudet kuitenkin laskevat suunnittelualueella huolimatta Paasikiventien liikennelisäyksestä.

Selvityksen perusteella annetaan alla suosituksia kaavoittajalle (kohta 5).

2018©ENWIN OY







Kuva 9. Vuorokausipitoisuudet vertailupisteissä prosenttia ohjearvosta.

2018©ENWIN OY

5. Suositukset ilmanlaatumallinnusten perusteella

1. 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.
2. Ilmanlaatumallinnuksen perusteella linja-autoaseman kortteliin voidaan rakentaa asuinkerrostaloja korttelisuunnitelmassa esitetylle alueelle.
3. Paasikiventien nykyinen vanha linjaus on suunnittelualueen Ilmanlaadun kannalta parempi, joskaan ilmanlaatu ei toisesta kerroksesta ylöspäin ylitä ilmanlaadun ohjearvoja asuintalojen kohdalla myöskään tilanteessa, jossa Paasikiventie on siirretty.
4. Asuinkerrokset suositellaan rakennettavaksi esitetyn suunnitelman mukaisesti toisesta kerroksesta ylöspäin. Paasikiventien puoleisten kerrostalojen ensimmäiseen kerrokseen voidaan sijoittaa autojen parkkitiloja tai muita yleisiä tiloja.
5. Parkkihallin Paasikiventien puoleinen seinä tulisi olla umpinainen, jotta sen kautta ei kulkeutuisi liikenteen epäpuhtauksia talojen pohjoispuolen sisäänkäynneille, erityisesti tilanteessa, jossa Paasikiventien siirretään lähemmäs taloja.
6. Ilmanlaadun vertikaalisen mallinnuksen mukaan parvekkeita voidaan sijoittaa suunnittelualueella Paasikiventien puolelle 2- kerroksesta ylöspäin, jos tien nykyinen linjaus säilytetään.
7. Jos Paasikiventie siirretään lähemmäs suunnittelualuetta, suositellaan 2-kerroksen asuntojen parvekkeiden /pihoja sijoittamista parkkihallin katolle ilmansuunnassa länteen tai itään. Ilmanlaadun puolesta kolmannesta kerroksesta ylöspäin parvekkeet voidaan sijoittaa myös Paasikiventien puolelle.
8. Talojen ulkoilupihat voidaan sijoittaa kattoterasseille, jossa ilmanlaatu on hyvää.
9. Ensimmäisen kerroksen parkkihallin ilmanvaihto tulee suunnitella niin, että hallin pakokaasut ja hiukkaspäästöt eivät purkaudu 1. kerroksen pihakansille/parvekkeille. Parkkihalli voi olla esim. avoin pohjois- ja itäpuoleltaan, mutta ei Paasikiventien puolelta.
10. Rakennus- tai porraskohtaisessa koneellisessa ilmanvaihdossa tuloilma tulee ottaa mahdollisimman korkealta, koska epäpuhtauksien pitoisuudet ovat yläkerroksissa alhaisimmat.
11. Koneellinen ilmanvaihto voidaan ilmanlaadun puolesta toteuttaa myös huoneistokohtaisena ilmanvaihtona, erityisesti, jos tuloilma voidaan ottaa rakennusten pohjoispuolelta tai poispäin Paasikiventiestä.
12. 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.
13. Jos Paasikiventie siirretään ja tien eteläpuolelle rakennetaan suunnitelmassa olevat kerrostalot, tulisi näiden talojen Paasikiventien puoleiset 1-2.kerrosta jättää yleisiä tiloja varten. Vaihtoehtoisesti mm. porraskäytävät voisivat sijaita talojen pohjoispuolella. Talojen siirtämistä hieman kauemmas tiestä voisi myös harkita. Tällöin PM_{10}-pitoisuudet ehtisivät laimeta alle ohjearvotason.
14. Kokonaisuutena Engelinrannan Paasikiventien varteen (540 m) suunniteltujen talojen osalta ainakin ensimmäinen kerros tulisi olla talojen varasto- ym. yleistiloja. Myös korttelisuunnitelmissa olisi hyvä tarkastella mahdollisuuksia suojaisempiin sisäpihoihin, jos talojen sisäpihoille sijoitetaan mm. leikkipaikkoja. Tällöin Paasikiventien epäpuhtaudet, erityisesti katupöly, ei pääsisi erillisten talojen välistä sisäpihoille.
15. PM_{10}-hiukkasten ja muun karkeamman pölyn leviämistä tiealueilta pihoille voidaan hieman pienentää myös matalalla kasvillisuudella tien/tontin reunassa. Ilmanlaadun kannalta paras

2018©ENWIN OY

ilman epäpuhtauksia pidättävä ja suurempien hiukkasten diffuusiota ja depositiota lisäävä kasvillisuus sijoittuu lähelle päästölähteitä. Tällöin kasvillisuuden tulisi olla suhteellisen matalaa, jolloin se ei kuitenkaan olisi estämässä epäpuhtauksien laimenemista ja sekoittumista ympäröivään puhtaampaan ilmaan. Kasvillisuus myös sitoo hiilidioksidia ja tuottaa happea. Kasvillisuudella on myös yleistä viihtyvyyttä lisäävä vaikutus.

16. Katupölyn ilmanlaatuvaikutuksia voidaan paikallisesti vähentää pihojen, tiealueiden ja parkkipaikkojen/ parkkihallien puhtaanapidolla ja säännöllisellä pesulla erityisesti keväisin katupölyaikaan. Myös likaisten lumikasojen poiskuljetus vähentää katupölyn määrää keväällä.

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 tulevaisuuden 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 jalankulku- ja pyöräilyosuudet, tulee puhdistaa ensimmäisinä. Myös parkkihallien säännöllinen puhdistaminen vähentää pölyämistä.

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.

2018©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 ($PM_{2.5}$) 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

2018©ENWIN OY

LIITE 2. AERMOD-leviämismalli

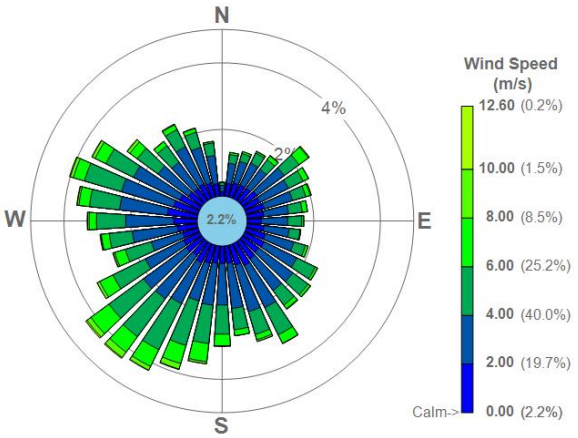
Päästöjen leviämisen mallinnus tehtiin epäpuhtauspäästöjen leviämistä kuvaavalla US EPAn matemaattis-fysikaalisella **AERMOD** –mallilla. Malli soveltuu sekä hiukkasmaisten että kaasumaisten epäpuhtauskomponenttien sekä hajujen leviämisen tarkasteluun ja sillä voidaan tarkastella yhtä aikaa useamman 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 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. Katupölyssä huomioidaan nopeusrajoitusten vaikutuksia.

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

Säätietoina käytettiin yhdistelmäaineistona kahden vuoden tuntisäätietoja Hämeenlinnan Katisen mittausasemalta ja Tampere-Pirkkala lentosääasemalta 2016-2017 (Kuva 1/L2) sekä vertikaalisia tuulen nopeuden ja lämpötilan luotaustietoja Jokioisista samoilta vuosilta.



Kuva 1/L2. Tuuliruusu (=mistä tuulee) Hämeenlinnan Katisen tuntisäätietojen mukaan vuosina 2016-2017.

Epäpuhtauksien alueellinen tausta on huomioitu nykytilanteen mukaisesti ilmanlaatumallinnuksissa kansainvälisesti ohjeistettujen taustapitoisuuskäytäntöjen mukaisesti. Typpidioksidin vuosipitoisuuden tausta on n. 3 $\mu g/m^3$, PM_{10}-hiukkasten n. 6 $\mu g/m^3$ ja $PM_{2.5}$ hiukkasten alueellinen vuositausta on n. 5 $\mu g/m^3$. Kaupunkialueella taustapitoisuudet voivat nousta jonkin verran mm. teollisuuden päästöjen ja pienpolton seurauksena.

2018©ENWIN OY

LIITE 3. Liikennepäästöt

Nykyliikenteen päästölaskenta

Ajoneuvokohtaiset nykytilanteen NOx- ja pienhiukkaspäästöt laskettiin uusimpien 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 pääasiassa busseihin ja kuorma-autoihin, ajoneuvoyhdistelmiä liikkuu keskustassa vähän.

Katupölyn määrään vaikuttaa myös ajonopeus[4]. Nopeusrajoitukset huomioitiin PM_{10}-hiukkaspäästöjen laskennassa Nordtrip-raportissa esitettyjen päästöarvioiden perusteella. Liikenteen pienhiukkaspäästöihin laskettiin mukaan katupölyn pienhiukkasfraktio. Katupölyn päästölaskenta perustuu THL:n *Piltti*-projektin[5] ja pääkaupunkiseudun *Redust*-[6] -hankkeiden tuloksiin sekä aiempiin mittausten ja mallinnusten vertailuihin. Katupölyn määrään vaikuttaa kuitenkin myös mm. käytetyt rengastyypit sekä erityisesti katujen puhdistus vuoden aikana.

2040 liikennepäästöjen laskenta

Vuonna 2040 liikennesuorite arvioidaan tapahtuvan vähintään nykyiset EURO 6 päästökriteerit täyttävillä ajoneuvoilla. Liikenteen pienhiukkaspäästöt ja NOx-päästöt 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. Katupölypäästöissä on kuitenkin myös pienhiukkasfraktio.

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.

Myös liikenteen NOx-päästöt alenevat tulevaisuudessa puhdistustekniikan ja päästöttömien autojen ansiosta. Vuonna 2040 on oletettavaa, että typenoksidipäästöjä muodostuu suurimmaksi osaksi raskaasta liikenteestä, jos liikenteen sähköistuminen etenee merkittävästi. 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. Myös suoran NOx-päästön NO_2-osuus on arvioitu tulevaisuudessa suuremmaksi (NO_2/NOx n. 30 %) kuin nykyautoilla (n. 14-19 %).

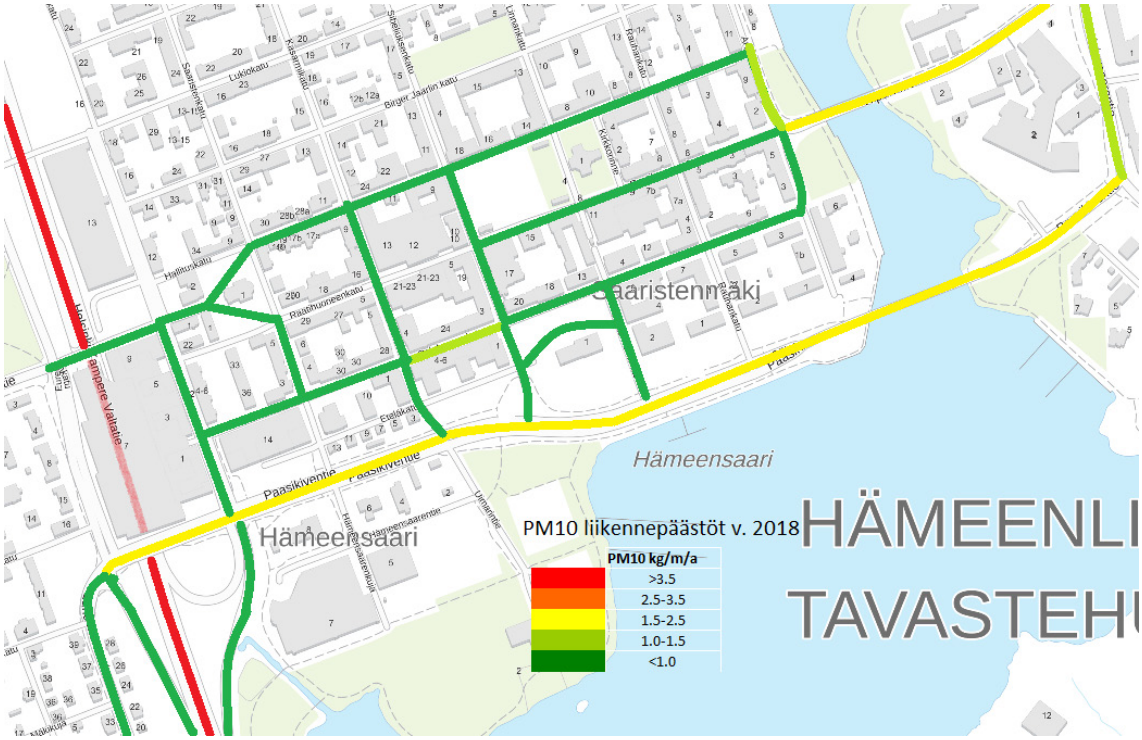
Kokonaisuutena liikenteen päästöihin vaikuttaa myös esim. ajotapa, tieosuuden ruuhkaisuus, ajonopeudet sekä mm. ajoneuvojen vanhenemisen tuoma päästölisäys. Pienhiukkaspäästöissä ($PM_{2.5}$) on huomioitu ajoneuvopäästöjen lisäksi katupölyn pienhiukkasosuus nykyarvioiden perusteella. Katupölypäästöön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

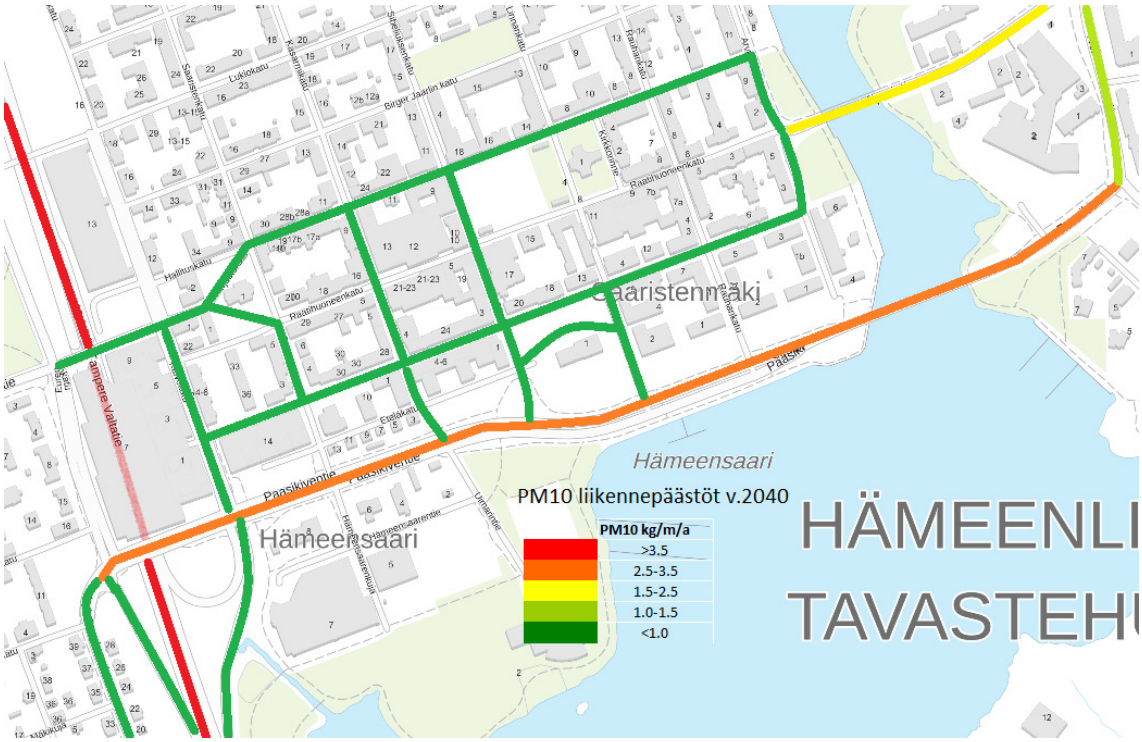
Mallissa huomioidut tieosuuskohtaiset PM_{10}-, $PM_{2.5}$- ja NO_x-päästöt on esitetty seuraavissa kuvissa v. 2018 ja v.2040.

---

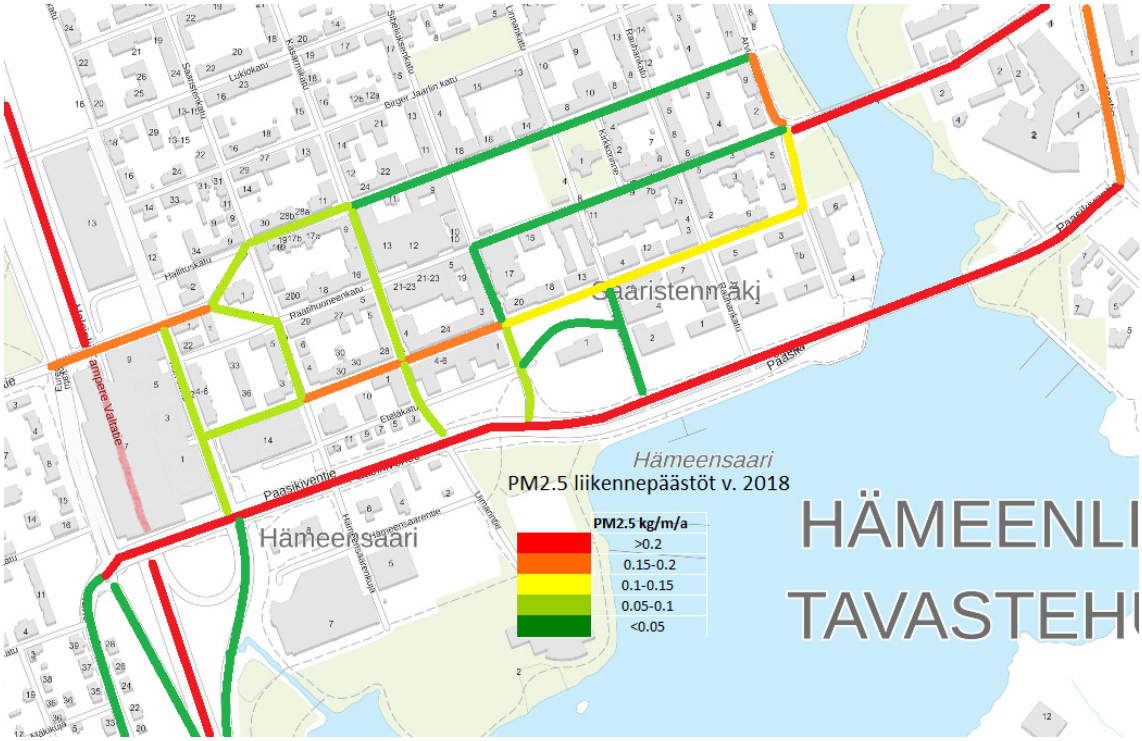
[4] NORDTRIP Non-Exhaust Road Traffic Induced Particle Emissions
[5] Ahtoniemi, P.; et al, Health risks from nearby sources of fine particulate matter : Domestic wood combustion and road traffic (PILTTI)
[6] www.redust.fi

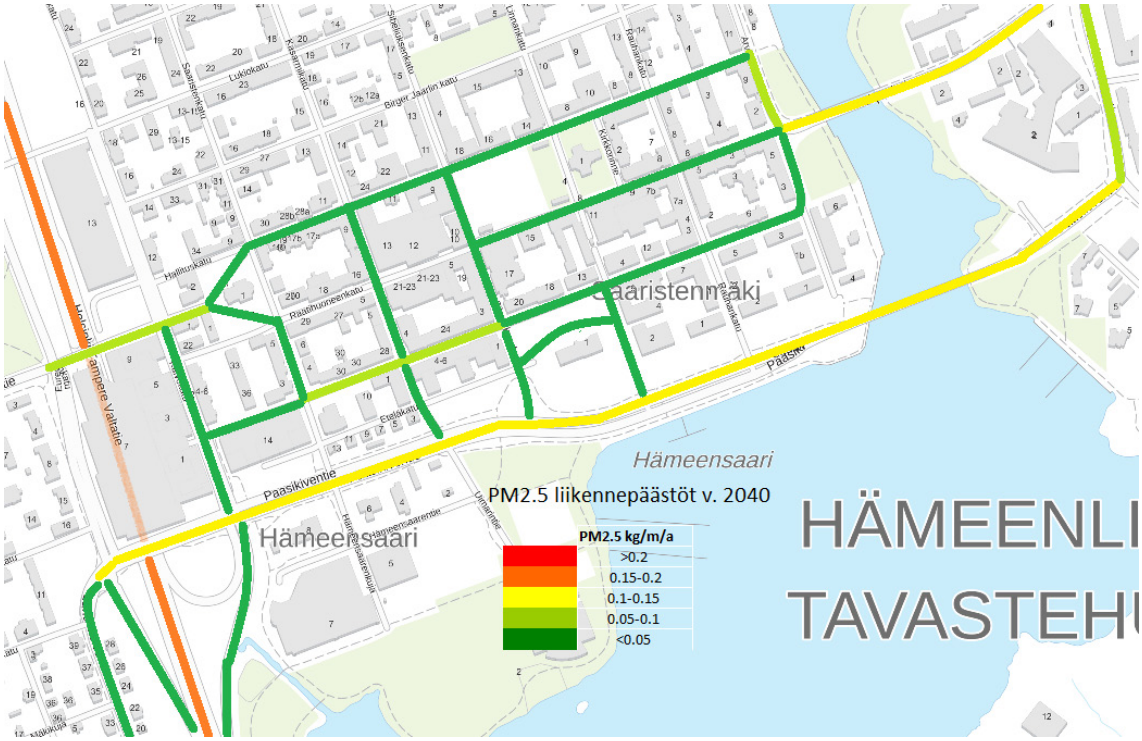
2018©ENWIN OY



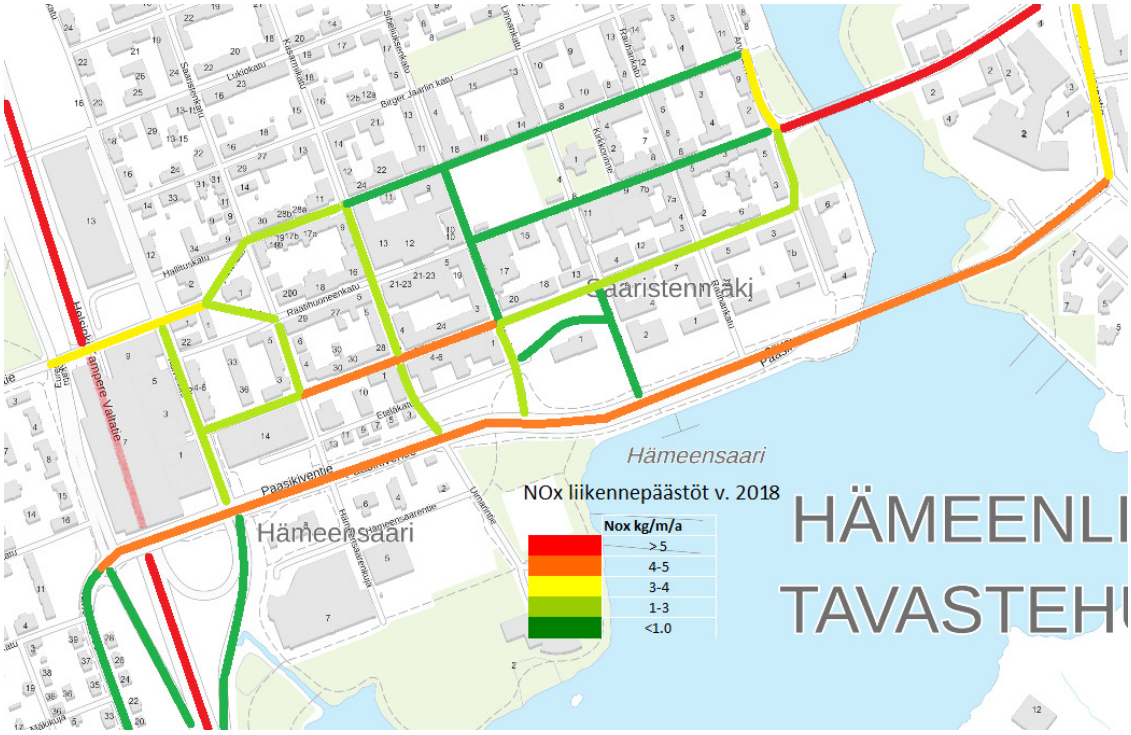


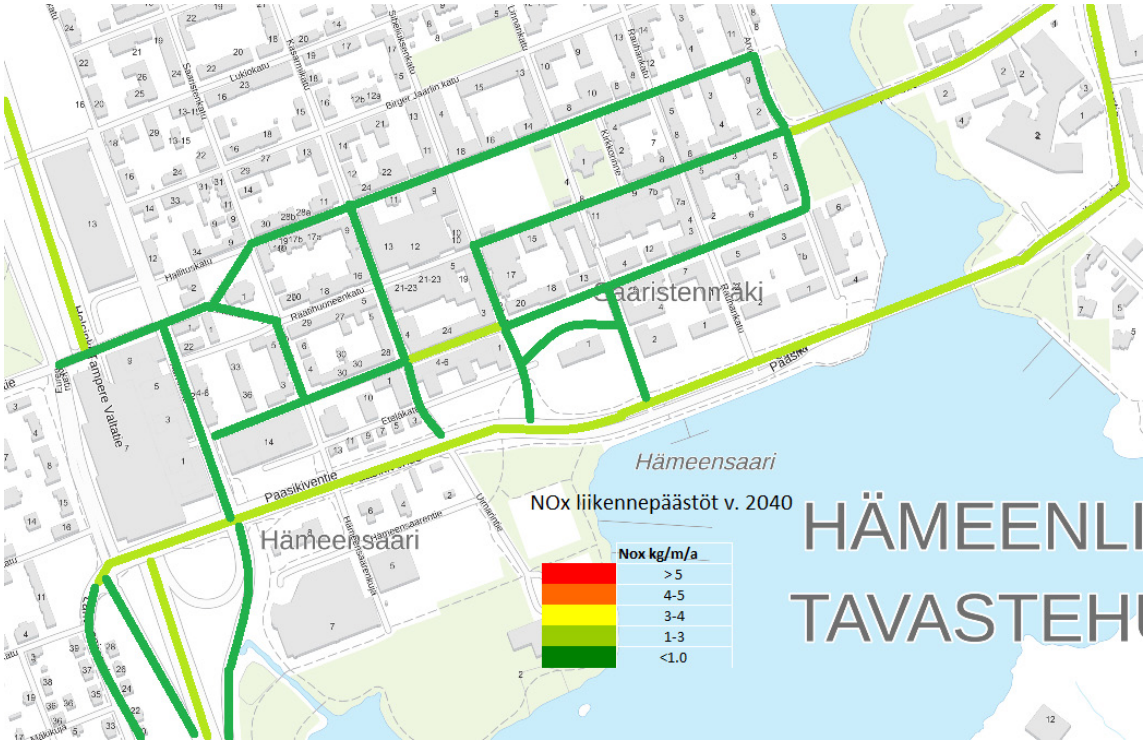
2018©ENWIN OY





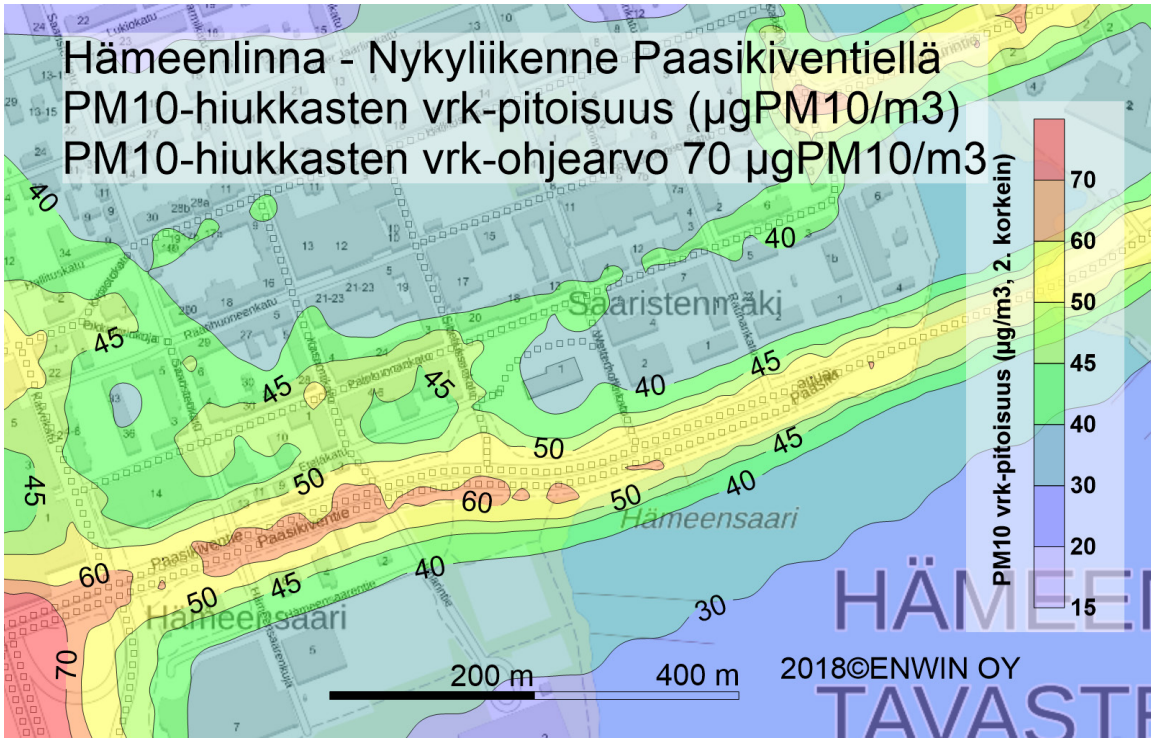
2018©ENWIN OY

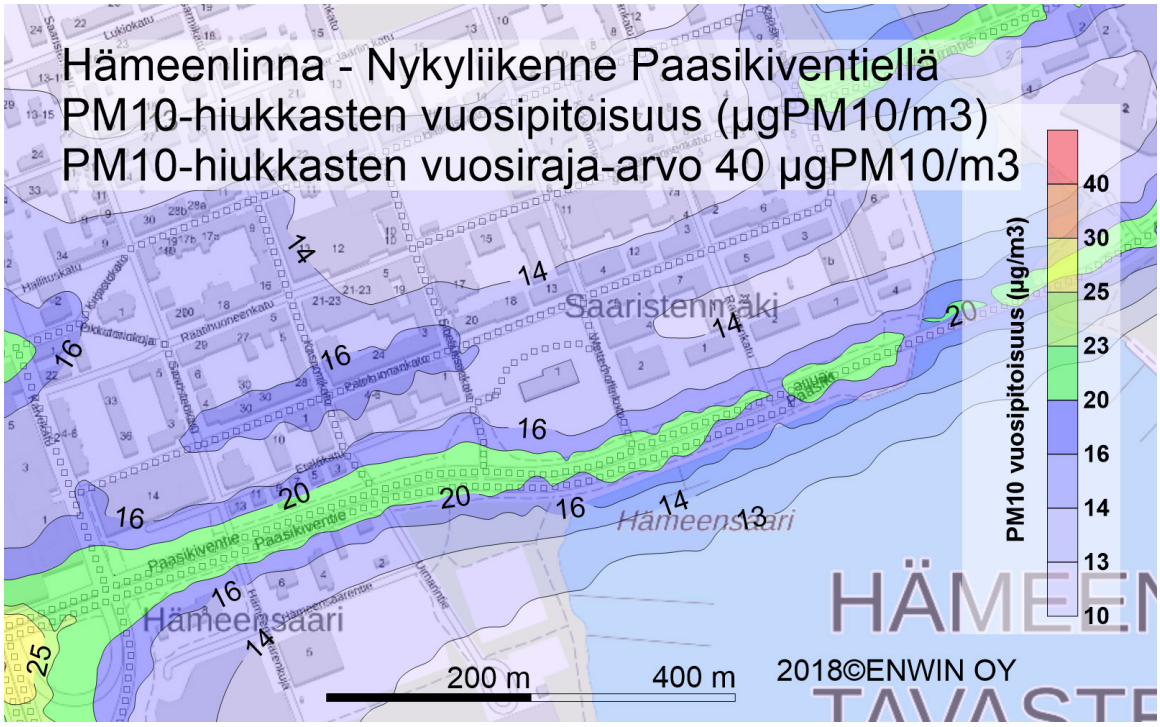


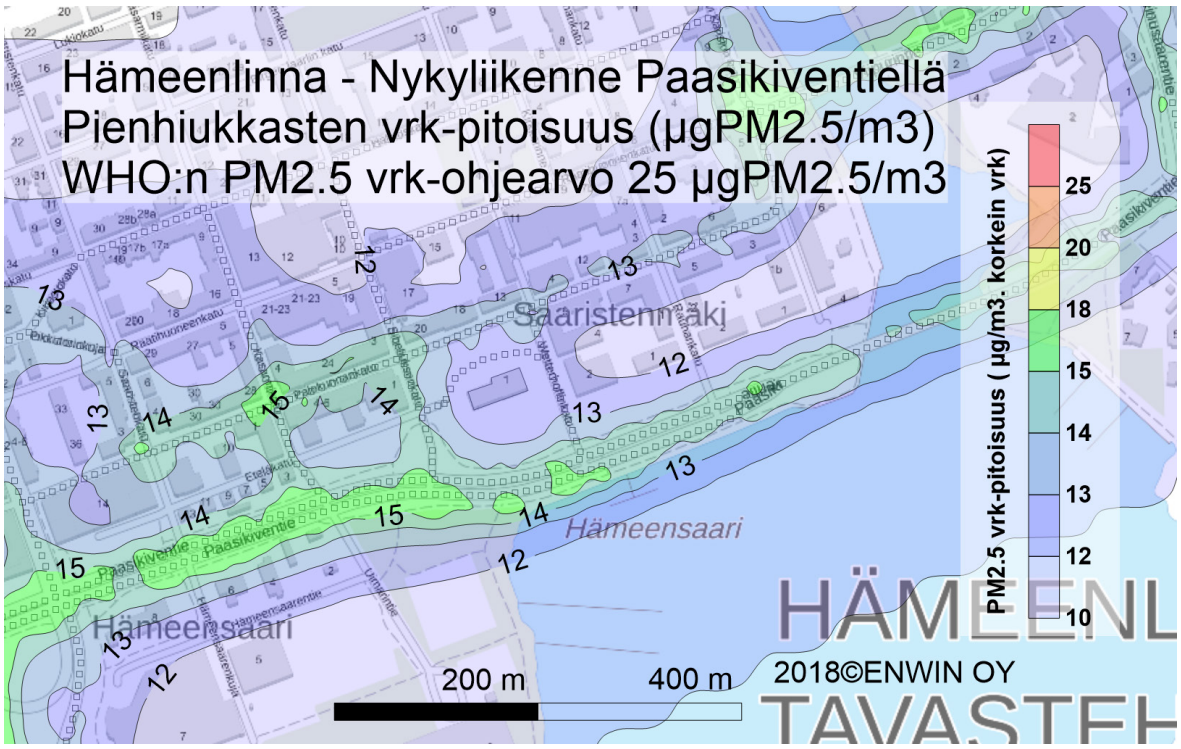


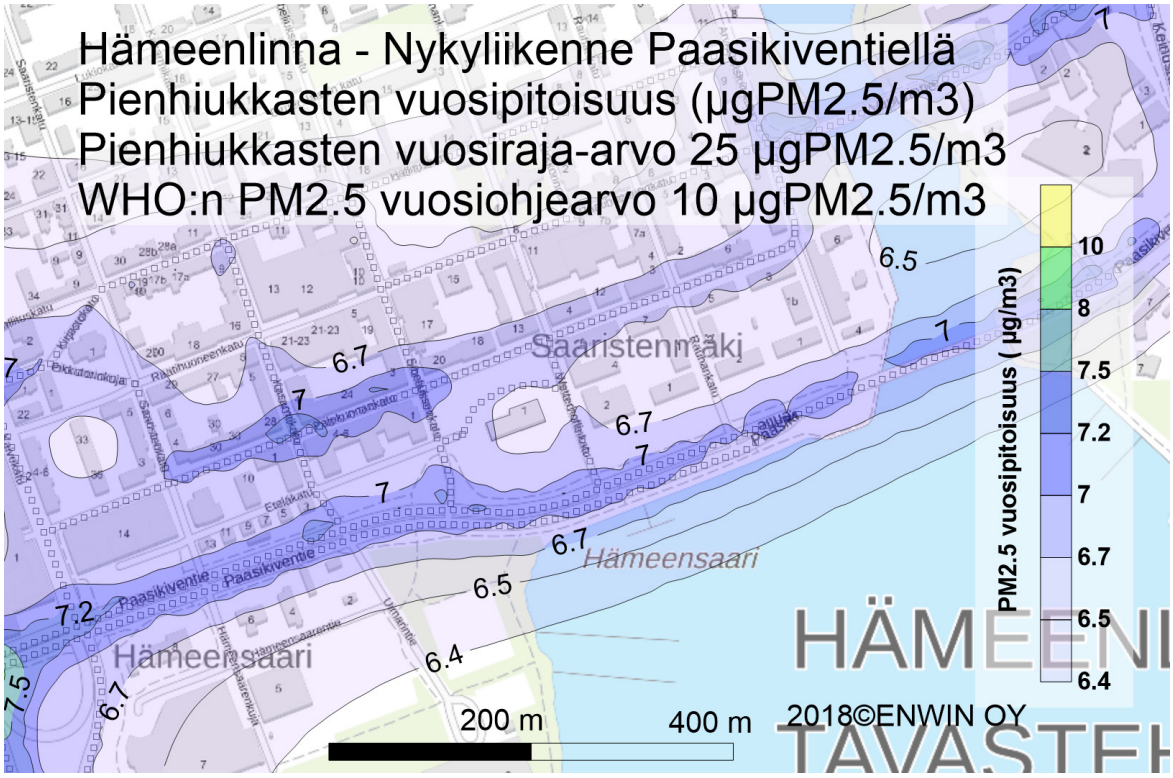
2018©ENWIN OY

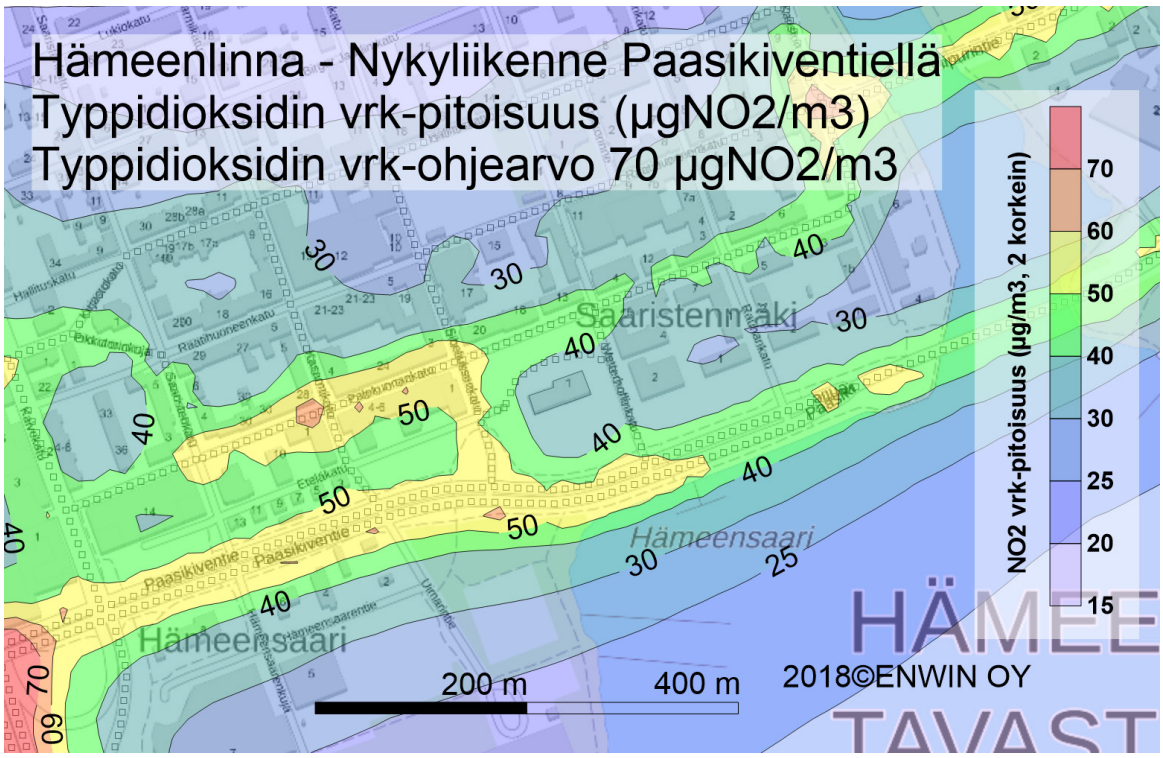
LIITE 4. Liikenteen ilmanlaatuvaikutukset suunnittelualueella nykytilanteessa (PM_{10}, $PM_{2.5}$ ja NO_2) - vuorokausi- ja vuosipitoisuudet

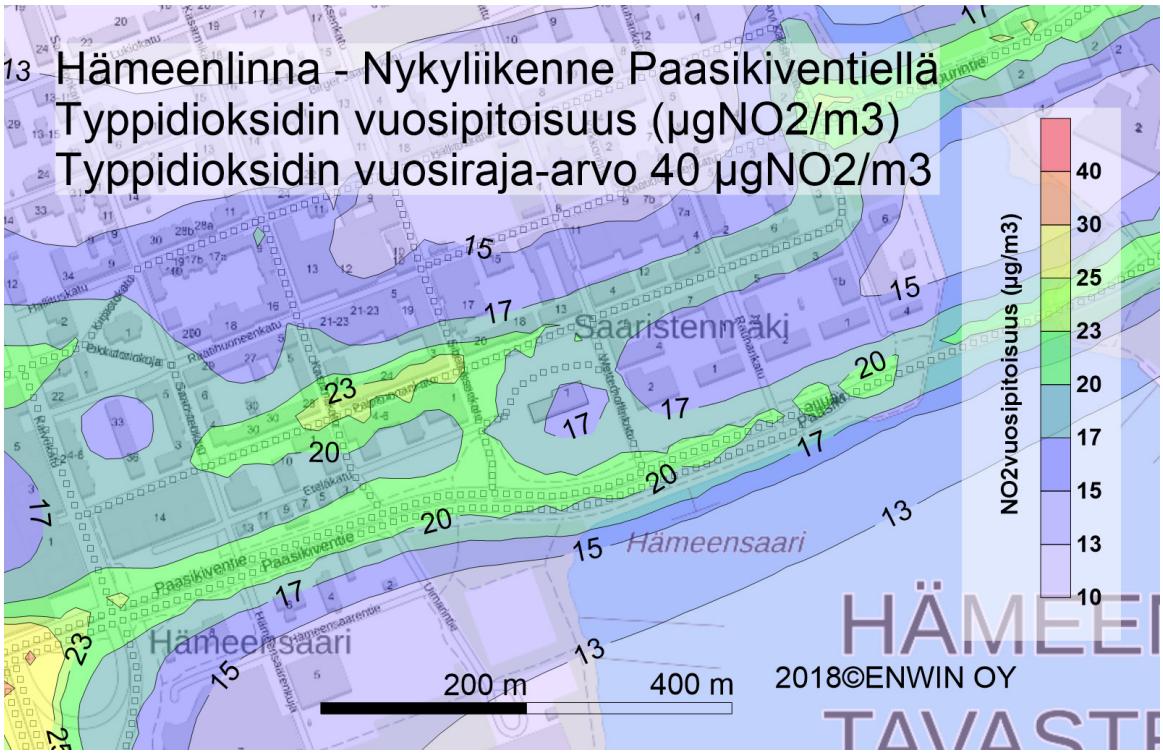




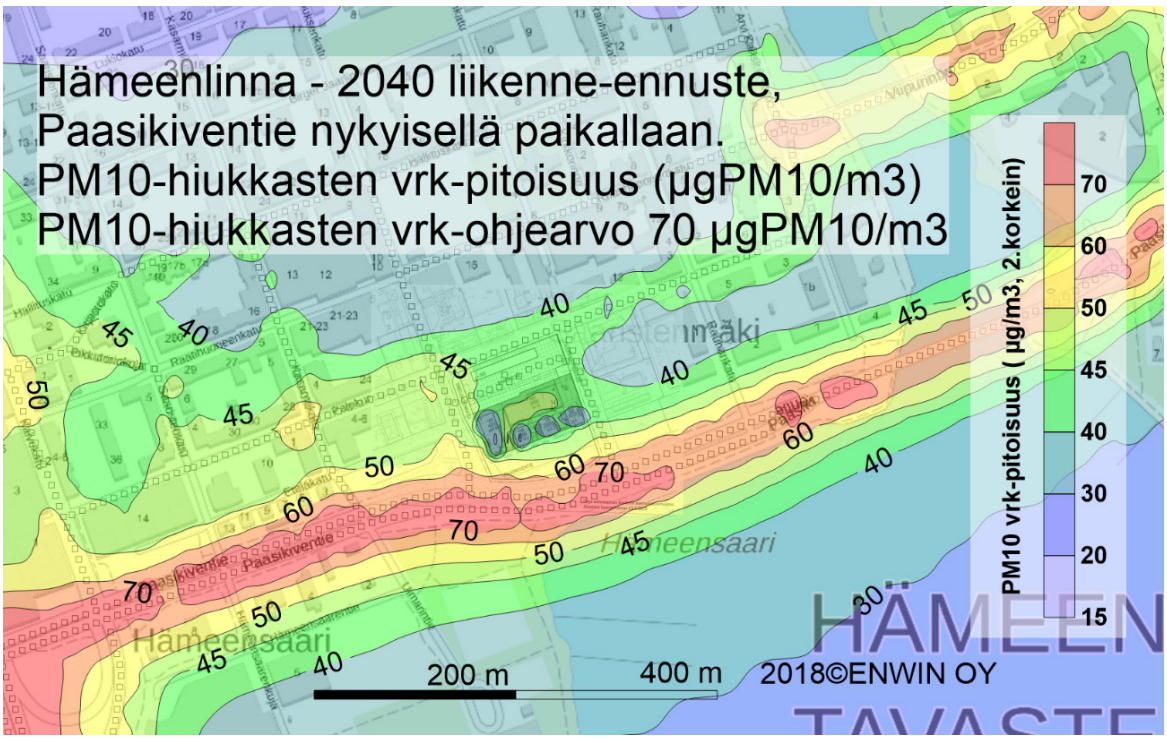

Hämeenlinna - Nykyliikenne Paasikiventiellä
Pienhiukkasten vrk-pitoisuus (µgPM2.5/m3)
WHO:n PM2.5 vrk-ohjearvo 25 µgPM2.5/m3
PM2.5 vrk-pitoisuus (µg/m3. korkein vrk)
25
20
18
15
14
13
12
10
Saaristenmäki
Hämeensaari
Paasikiventie
200 m
400 m
2018©ENWIN OY

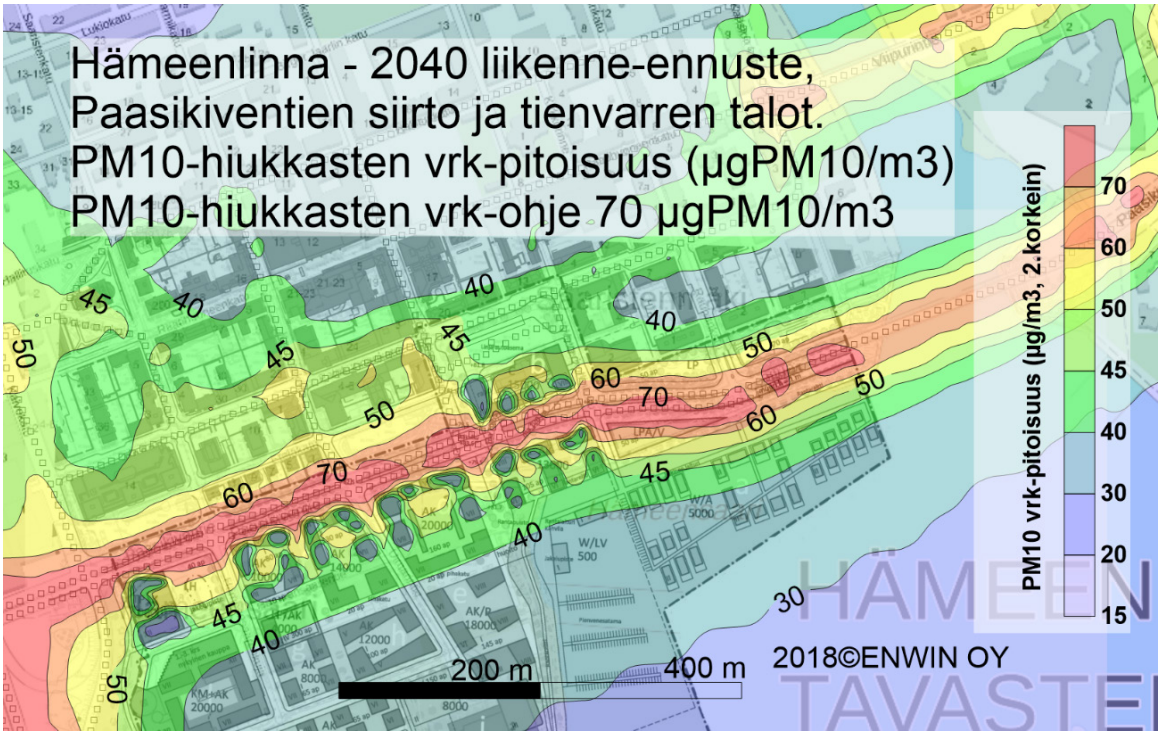

Hämeenlinna - Nykyliikenne Paasikiventiellä
Pienhiukkasten vuosipitoisuus (µgPM2.5/m3)
Pienhiukkasten vuosiraja-arvo 25 µgPM2.5/m3
WHO:n PM2.5 vuosiohjearvo 10 µgPM2.5/m3
PM2.5 vuosipitoisuus (µg/m3)
10
8
7.5
7.2
7
6.7
6.5
6.4
Saaristenmäki
Hämeensaari
Paasikiventie
200 m
400 m
2018©ENWIN OY

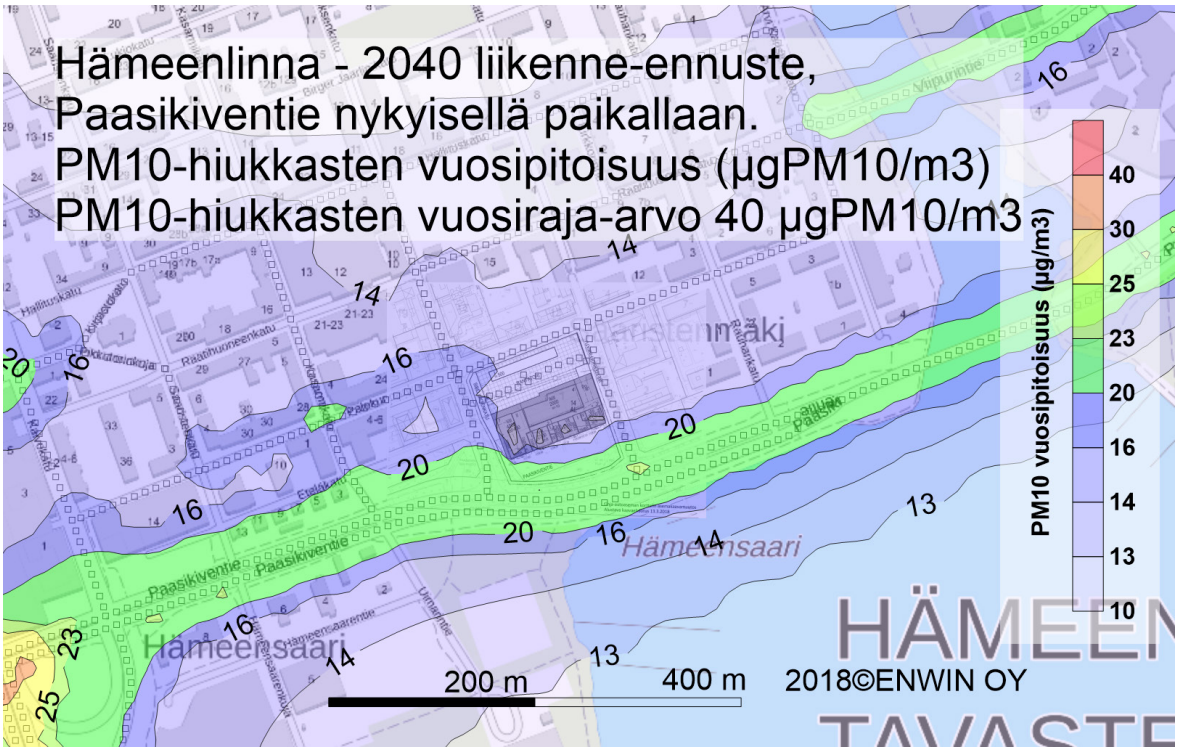

Hämeenlinna - Nykyliikenne Paasikiventiellä
Typpidioksidin vrk-pitoisuus (µgNO2/m3)
Typpidioksidin vrk-ohjearvo 70 µgNO2/m3
NO2 vrk-pitoisuus (µg/m3, 2 korkein)
70
60
50
40
30
25
20
15
Saaristenmäki
Hämeensaari
Paasikiventie
200 m
400 m
2018©ENWIN OY

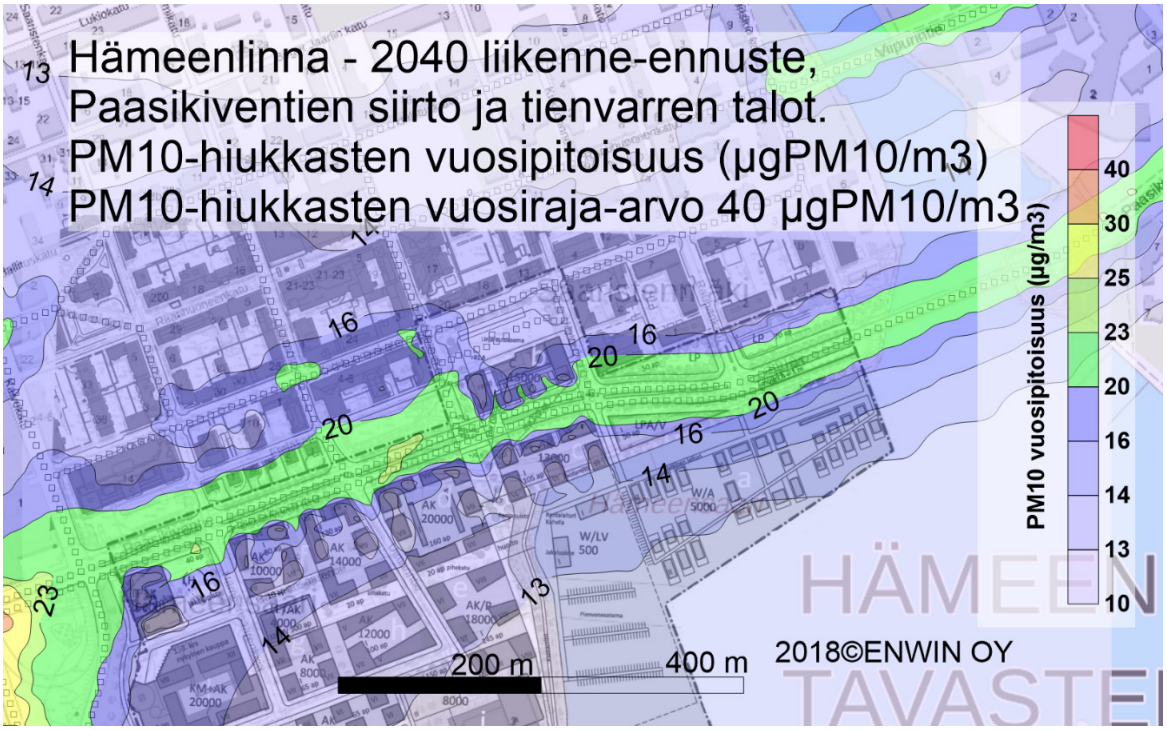

Hämeenlinna - Nykyliikenne Paasikiventiellä
Typpidioksidin vuosipitoisuus (µgNO2/m3)
Typpidioksidin vuosiraja-arvo 40 µgNO2/m3
NO2vuosipitoisuus (µg/m3)
40
30
25
23
20
17
15
13
10
Saaristenmäki
Hämeensaari
Paasikiventie
200 m
400 m
2018©ENWIN OY

LIITE 5. Suunnittelualueen ilmanlaatu vuonna 2040 – PM_{10}-hiukkaset (vuorokausi- ja vuosipitoisuudet) – vertailu Paasikiventie nykyisellä paikallaan ja Paasikiventien siirto–

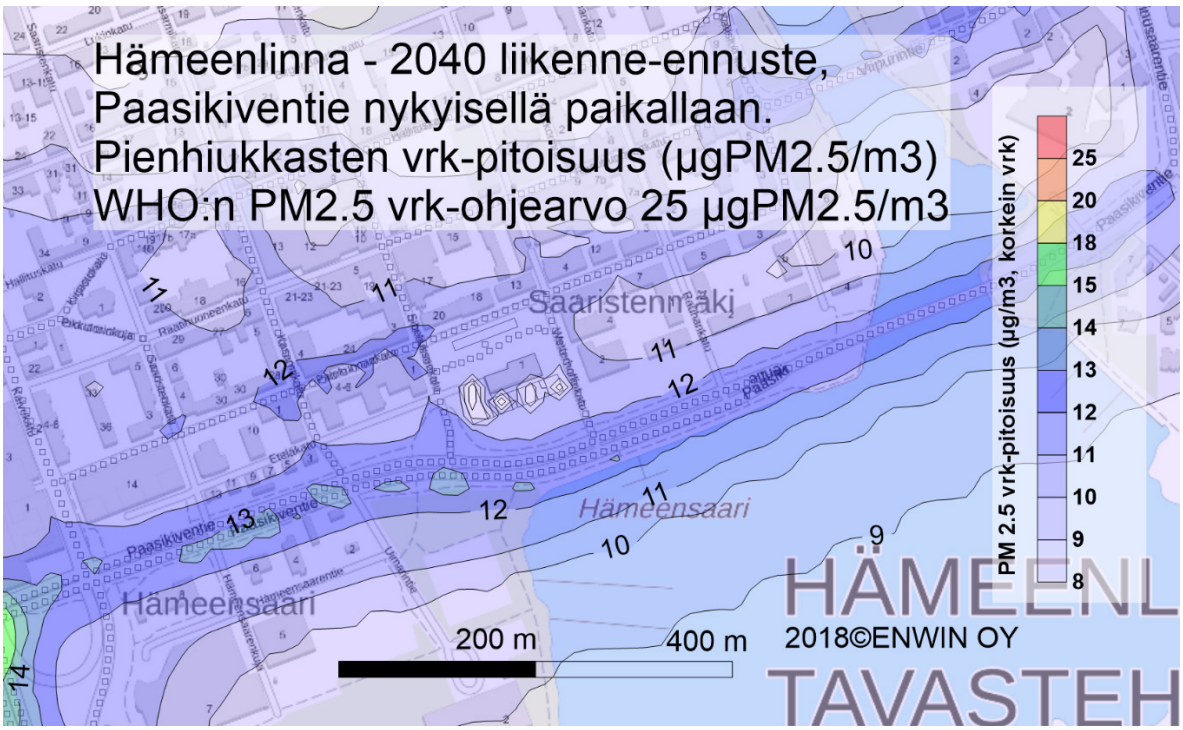


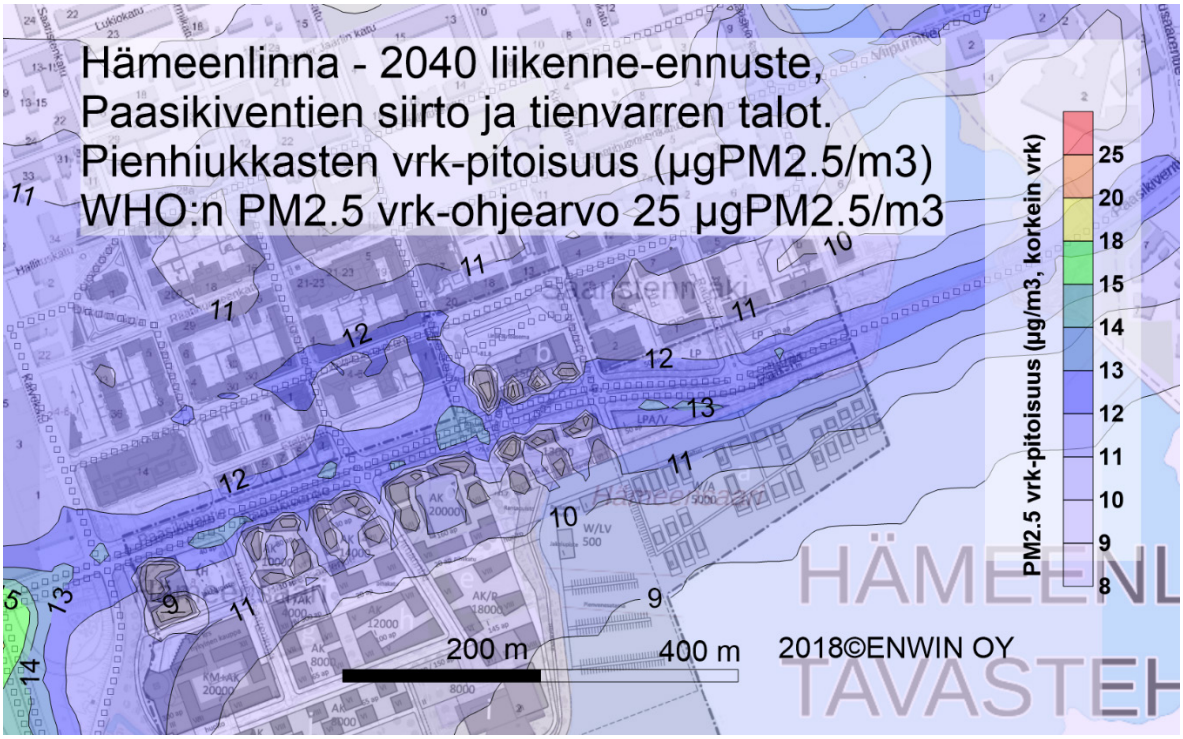


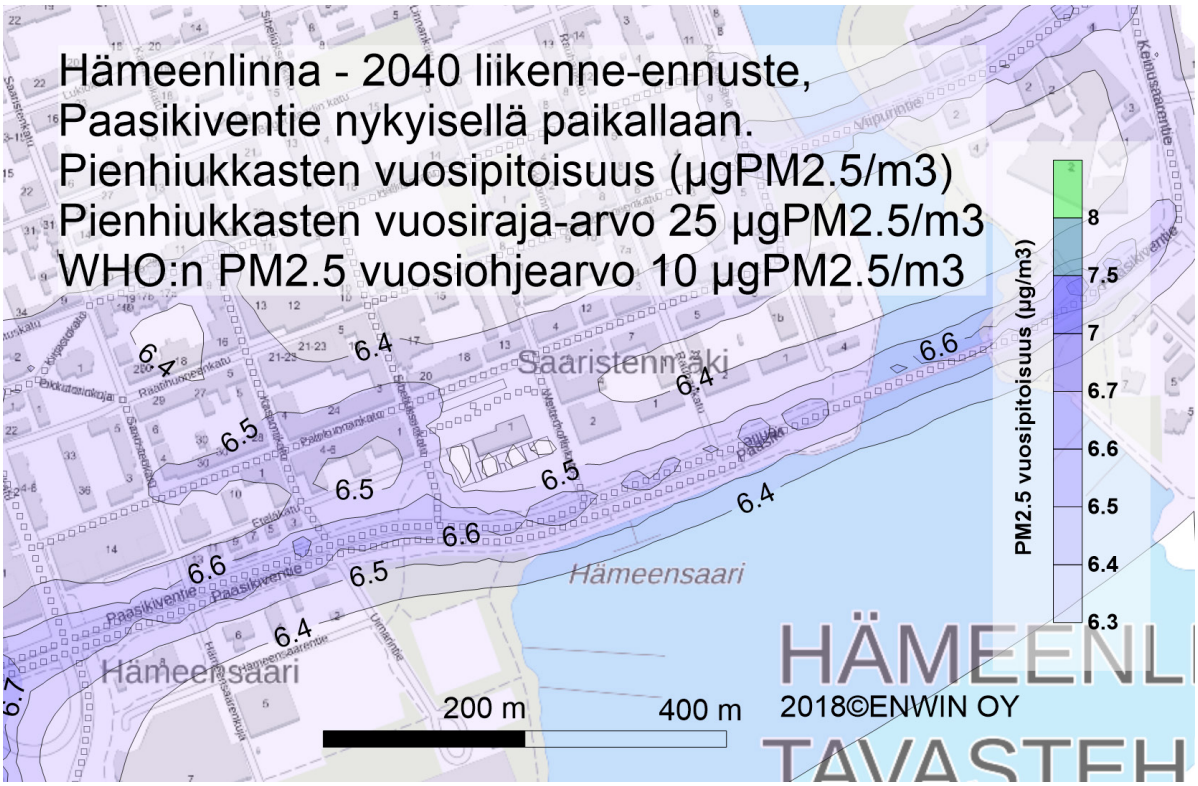

Hämeenlinna - 2040 liikenne-ennuste,
Paasikiventie nykyisellä paikallaan.
PM10-hiukkasten vuosipitoisuus (µgPM10/m3)
PM10-hiukkasten vuosiraja-arvo 40 µgPM10/m3
PM10 vuosipitoisuus (µg/m3)
40
30
25
23
20
16
14
13
10
200 m
400 m
2018©ENWIN OY
Hämeensaari
Paasikiventie

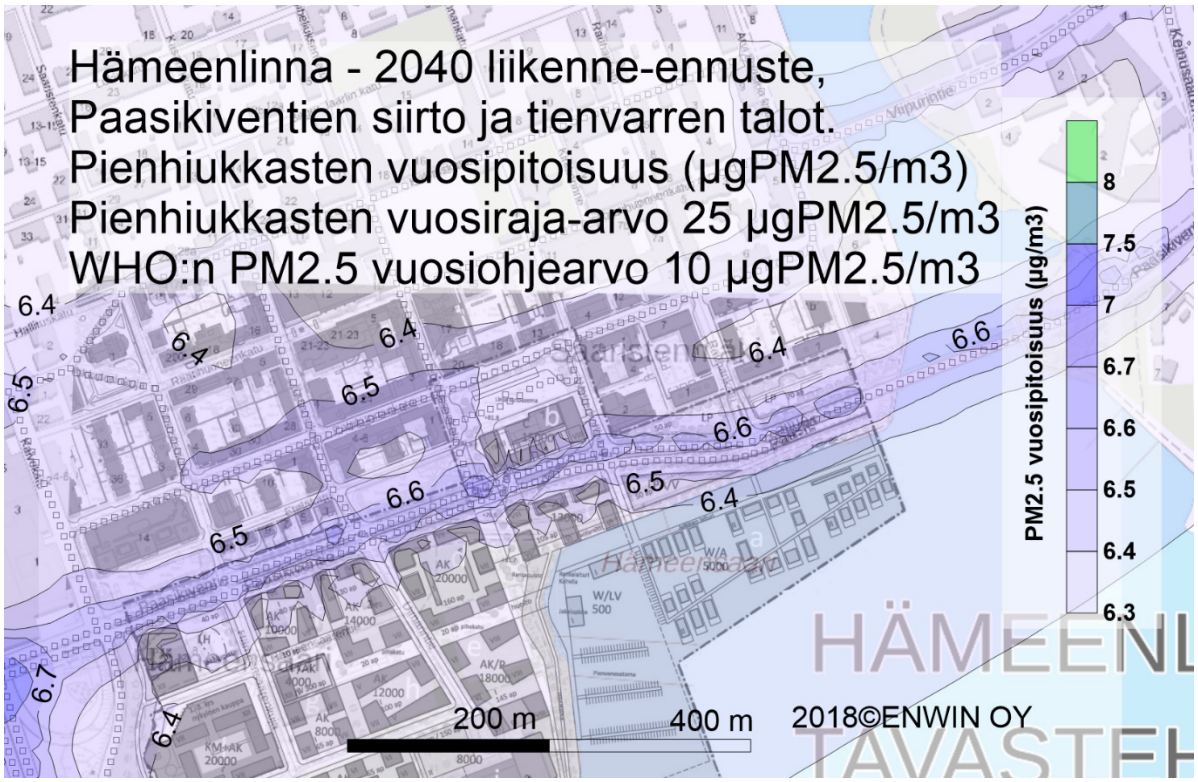

Hämeenlinna - 2040 liikenne-ennuste,
Paasikiventien siirto ja tienvarren talot.
PM10-hiukkasten vuosipitoisuus (µgPM10/m3)
PM10-hiukkasten vuosiraja-arvo 40 µgPM10/m3
PM10 vuosipitoisuus (µg/m3)
40
30
25
23
20
16
14
13
10
200 m
400 m
2018©ENWIN OY

LIITE6. Suunnittelualueen ilmanlaatu vuonna 2040 – $PM_{2.5}$-hiukkaset (vuorokausi- ja vuosipitoisuudet) – vertailu Paasikiventie nykyisellä paikallaan ja Paasikiventien siirto



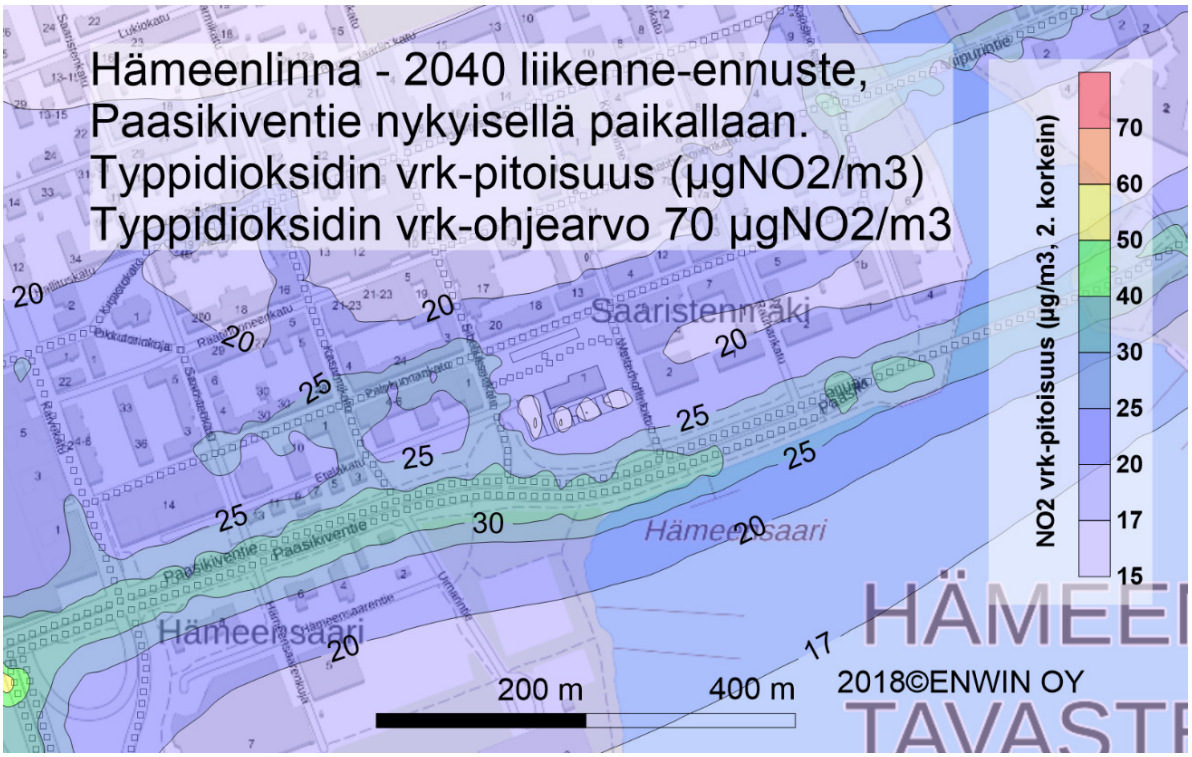


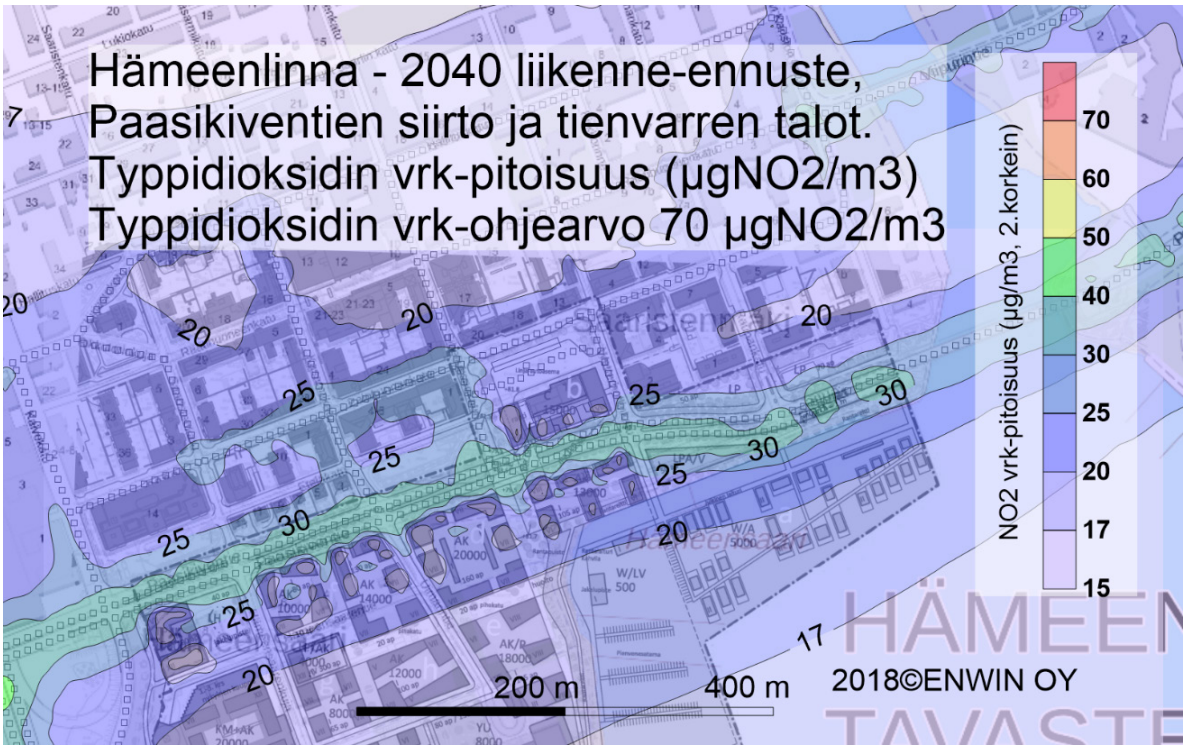


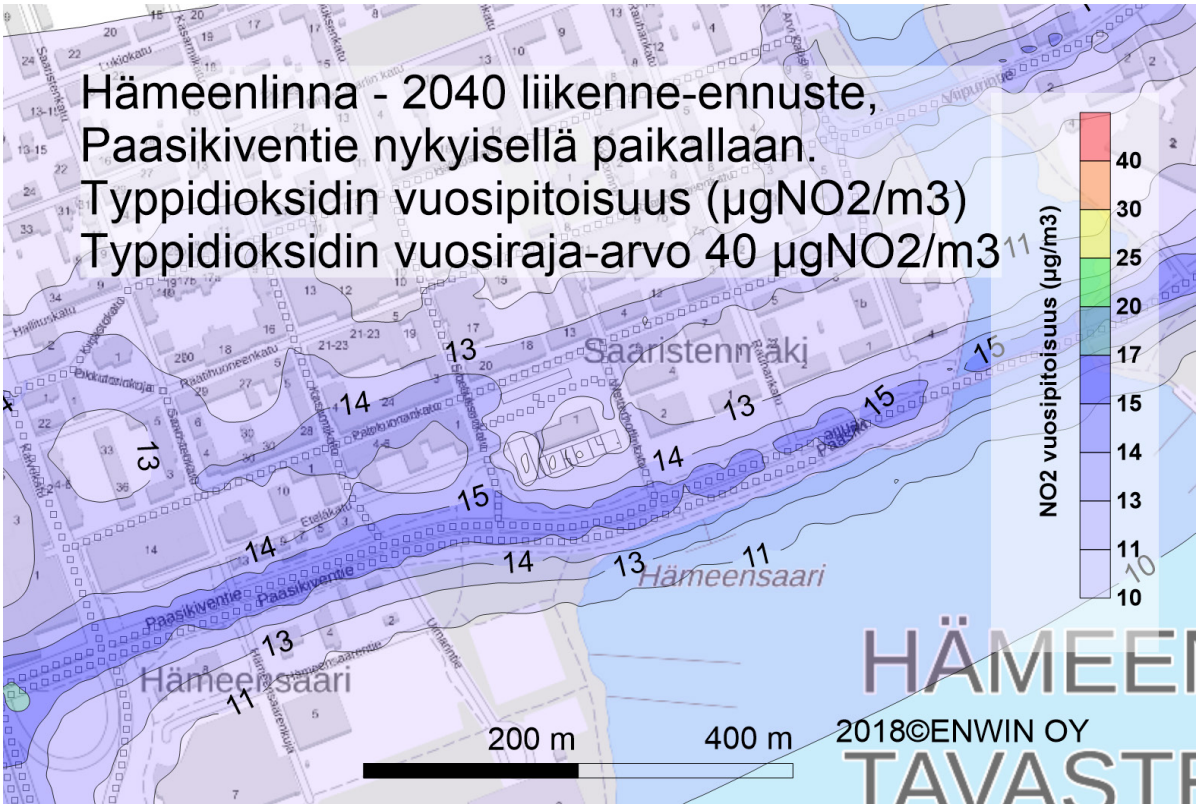


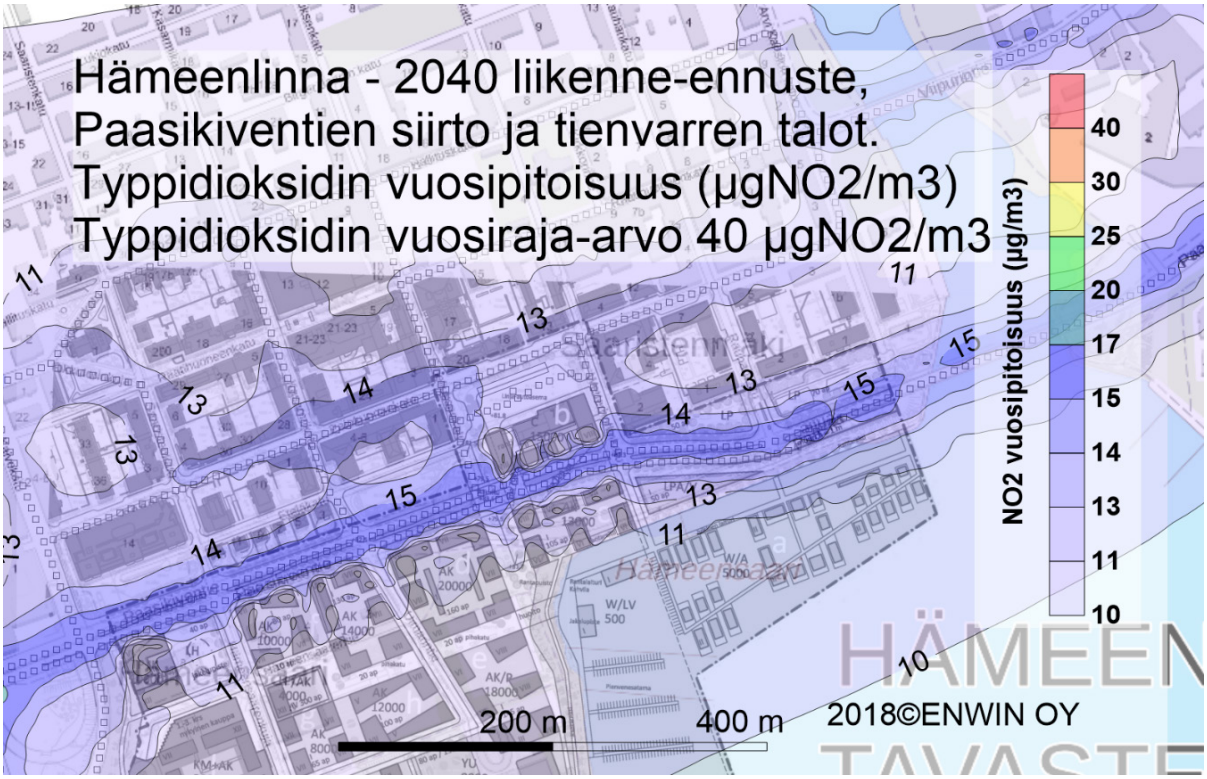
2018©ENWIN OY

LIITE 7. Suunnittelualueen ilmanlaatu vuonna 2040 – Typpidioksidi NO_2 (vuorokausi- ja vuosipitoisuudet) – vertailu Paasikiventie nykyisellä paikallaan ja Paasikiventien siirto






Hämeenlinna - 2040 liikenne-ennuste,
Paasikiventie nykyisellä paikallaan.
Typpidioksidin vuosipitoisuus (µgNO2/m3)
Typpidioksidin vuosiraja-arvo 40 µgNO2/m3
NO2 vuosipitoisuus (µg/m3)
40
30
25
20
17
15
14
13
11
10
Saaristenmäki
Hämeensaari
Paasikiventie
200 m
400 m
2018©ENWIN OY


Hämeenlinna - 2040 liikenne-ennuste,
Paasikiventien siirto ja tienvarren talot.
Typpidioksidin vuosipitoisuus (µgNO2/m3)
Typpidioksidin vuosiraja-arvo 40 µgNO2/m3
NO2 vuosipitoisuus (µg/m3)
40
30
25
20
17
15
14
13
11
10
Saaristenmäki
Hämeensaari
200 m
400 m
2018©ENWIN OY

Copyrights2018©ENWIN OY