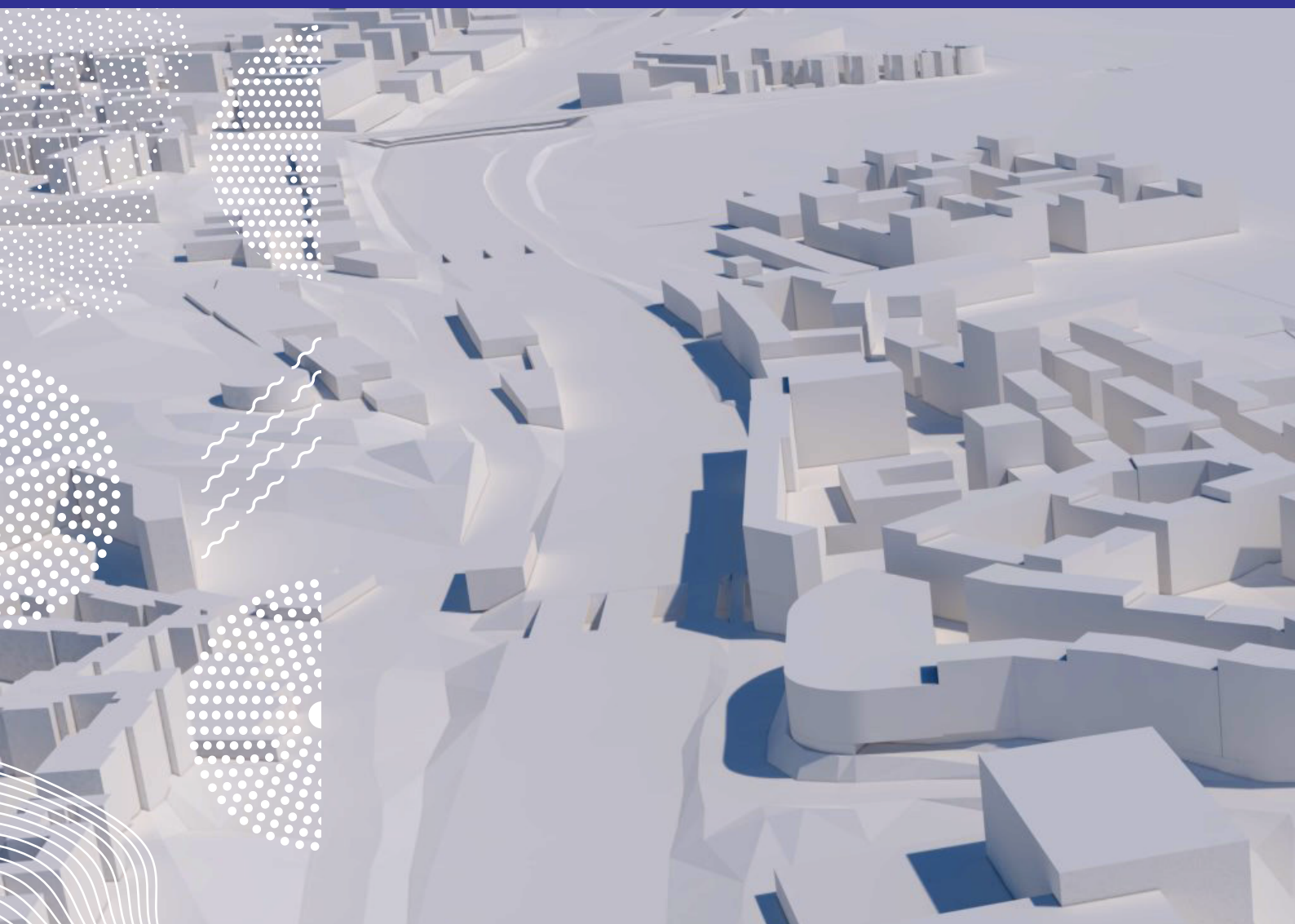




ASiantuntija-arvio

Lahdenväylän nopeusrajoituksen vaikutukset ilmanlaatuun



ASiantuntija-Arvio

Lahdenväylän nopeusrajoituksen vaikutukset ilmanlaatuun

Jenni Latikka

Katja Lovén

Timo Rasila

Ilmatieteen laitos

Asiantuntijapalvelut – Ilmanlaatu ja energia

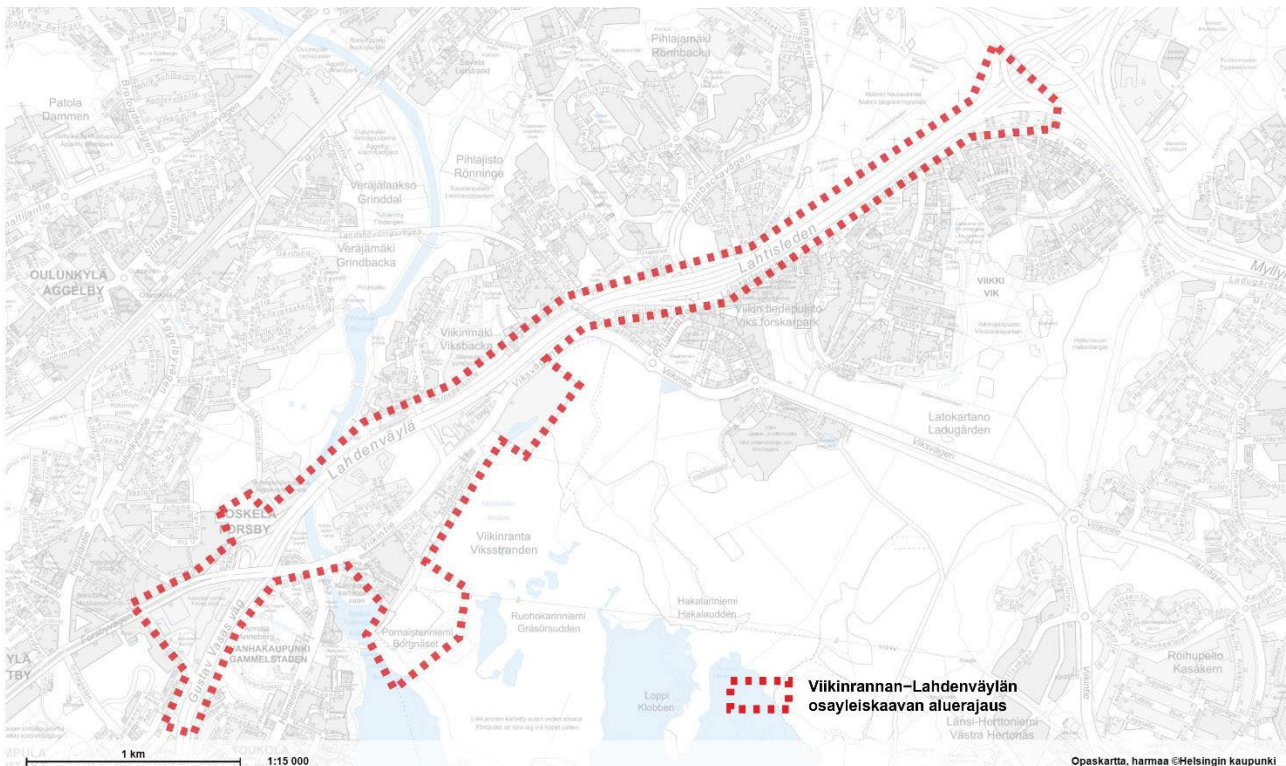
Helsinki 21.9.2023

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	2
2	ILMANLAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	4
3	LAHDENVÄYLÄN ILMANLAATU NYKYTILANTEESSA	5
4	LIIKENTEEN PÄÄSTÖT	6
4.1	Suorat pakokaasuperäiset päästöt	6
4.2	Katupöly (PM ₁₀).....	8
5	AJONOPEUDEN VAIKUTUS KATUPÖLYYN	11
6	MAANKÄYTÖN KEINOT ILMANLAADUN PARANTAMISEKSI	13
7	YHTEENVETO	14
8	LÄHTEET	17
9	LIITE 1	18

1 JOHDANTO

Tässä asiantuntija-arvioissa tarkastellaan Viikin rannan-Lahdenväylän osayleiskaavan (kuva 1) vaikutusmahdollisuuksia alueen ilmanlaatuun keskittyen Lahdenväylä ajonopeuden vaikutuksiin. Osayleiskaavan tavoitteena on laajentaa kantakaupunkia kehittämällä Lahdenväylää kaupunkimaisena moottoritienä sisältäen mm. tiivistä kaupunkirakennetta, pikaraitiotien sekä pyöräliikenteen ja jalankulun yhteyksien parantamisen.

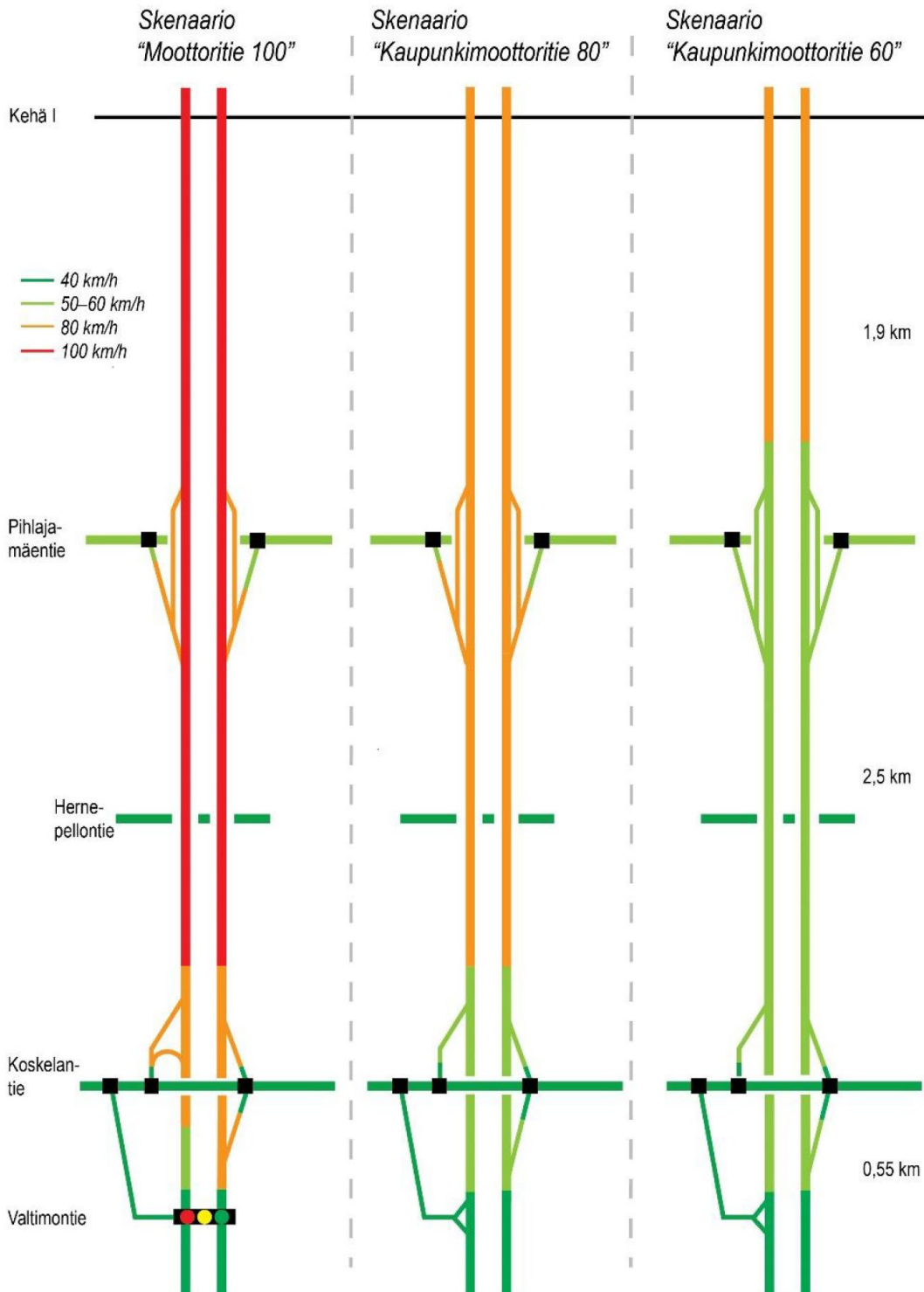


Kuva 1. Viikinrannan-Lahdenväylän osayleiskaavan suunnittelualue. *Kuva: Helsingin kaupunki, Yleiskaavoituspalvelu*

Suunnittelualueella sijaitseva Lahdenväylä toimii valtakunnallisena joukko- ja tavaraliikenteen väylänä aiheuttaen alueelle ilmastollisia haasteita. Ilmanlaatuun vaikuttavat mm. väylän liikennemäärä ja mahdollinen ruuhkautuminen, raskaan liikenteen ja nastarenkaiden osuus, ajonopeus, katujen kunnossapitotoimet ja päästöjen leviämisympäristö (katugeometria). Lahdenväylän keskimääräinen arkivuorokauden liikennemäärä on nykyisin noin 55 000 ajoneuvoa ja sen ennustetaan nousevan noin 67 000 ajoneuvoon 2030-luvulla, raskaan liikenteen osuus on 8 %.

Osayleiskaavan mukaisella maankäytöllä ja liikennetarkoituksilla ei ole merkittäviä vaikutuksia Lahdenväylän liikennemäärään tai raskaan liikenteen osuuteen, ja siten alueen ilmanlaatuun. Niin ikään nastarenkaiden osuuteen ja paikallisiin katujen kunnossapitotoimiin ei voida osayleiskaavatyössä vaikuttaa. Sen sijaan ajonopeuteen ja päästöjen leviämisympäristöön voidaan vaikuttaa osayleiskaavatyössä. Siten osayleiskaavan suunnittelun pohjaksi on laadittu kolme eri skenaariota (kuva 2), jotka poikkeavat toisistaan nopeusrajoituksen ja poikkileikkauksen osalta.

”Moottoritie 100” skenaariossa nopeusrajoitus pysyy nykyisellään, ”kaupunkimoottoritie 80” ja ”kaupunkimoottoritie 60” nopeusrajoitusta laskettaisiin.



Kuva 2. Lahdenväylän eri skenaariot. Kuva: Helsingin kaupunki, Yleiskaavoituspalvelu

Tieliikenteen päästövähennystavoitteiden ja ajoneuvotekniikan kehityksen myötä pakokaasuperäisten päästöjen; typen oksidien (NO_x) ja pienhiukkaspäästöjen ($\text{PM}_{2,5}$) on ennustettu laskevan edelleen merkittävästi nykytasosta. Liikenteen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) päästöt tulevat pysymään kuitenkin lähes entisellään myös tulevaisuudessa, joten tässä työssä keskitytään etenkin Lahdenväylän ajonopeuden laskemisen vaikutuksiin katupölyyn ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin. Työ perustuu kirjallisuuteen ja Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän (HSY) pääkaupunkiseudulla tuottamiin ilmanlaatumittausten tuloksiin. Työ on Helsingin kaupungin liikenne- ja katusuunnittelupalvelun tilaama osana Lahdenväylän osayleiskaavan esiselvityksiä. Työ toteutettiin Ilmatieteen laitoksen Asiantuntija-palvelut yksikössä.

2 ILMANLAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Ilmanlaatua heikentävien ilman epäpuhtauksien suurimpia päästölähteitä Suomessa ovat liikenne, energiantuotanto, teollisuus ja asuinrakennusten puunpoltto. Ilmansaasteita kulkeutuu Suomeen myös kaukokulkeutena maamme rajojen ulkopuolelta.

Typen yhdisteitä vapautuu päästölähteistä ilmaan typen oksideina (NO_x) ja typpidioksidina (NO_2). Näistä yhdisteistä terveysvaikutuksiltaan haitallisempaa on typpidioksidi, jonka pitoisuuksia ulkoilmassa säädellään ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoilla. Ulkoilman typpidioksidipitoisuuksille altistuminen on suurinta kaupunkien keskustojen ja taajamien liikenneympäristöissä. Typpidioksidipitoisuudet kohoavat tyypillisesti ruuhka-aikoina. Taajamien ja kaupunkien korkeimmat typpidioksidipitoisuudet aiheuttavat pääasiassa ajoneuvoliikenne, vaikka energiantuotannon ja teollisuuden aiheuttamat päästöt olisivat määrällisesti jopa suurempia autoliikenteeseen verrattuna. Ihmiset altistuvat helposti liikenteen päästöille, sillä autojen pakokaasupäästöt vapautuvat hengityskorkeudelle.

Ulkoilman hiukkaset ovat nykyisin merkittävimpiä ilmanlaatuun vaikuttavia tekijöitä Suomen kaupungeissa. Pienhiukkasia pidetään haitallisimpana ilmaperäisenä ympäristötekijänä ihmisten terveydelle. Ulkoilman hiukkaset ovat taajamissa peräisin autojen pakokaasuista, energiantuotannon ja teollisuuden prosesseista ja puunpoltosta. Lisäksi kaukokulkeuma nostaa pitoisuustasoa merkittävästi. Nämä hiukkaspäästöt ovat pääasiassa pieniä hiukkasia ($\text{PM}_{2,5}$). Etenkin keväisin ja syksyisin hiukkaspitoisuuksia kohottaa katupöly eli epäsuorat hiukkaspäästöt (ns. resuspensio). Katupölyaikaan hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuudet nousevat hetkittäin varsin korkeiksi. Katupölyn määrään ja sen aiheuttamiin hiukkaspitoisuuksiin voidaan vaikuttaa katujen kunnossapidolla, oikea-aikaisella puhdistamisella ja pölyn sidonnalla. Myös pienhiukkaspitoisuudet ($\text{PM}_{2,5}$) voivat kohota katupölyaikaan.

Taulukko 1. Terveyshaittojen ehkäisemiseksi annetut raja-arvot (Vna 79/2017) ja liikenteen ensisijaiset päästölähteet

		Raja-arvo	
Typpidioksidi (NO_2)	Suorat pakokaasupäästöt	40	Kalenterivuosi
Pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$)	Suorat pakokaasupäästöt	24	Kalenterivuosi
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	Katupöly	40	Kalenterivuosi
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	Katupöly	50*	Vuorokausi, *sallitaan 35 ylitystä

Hiukkasiin on sitoutunut myös erilaisia haitallisia yhdisteitä, kuten hiilivetyjä ja raskasmetalleja. Liikenteen vaikutukset korostuvat matalan päästökorkeuden vuoksi. Ulkoilman hiukkasten koko on yhteydessä niiden aiheuttamiin erilaisiin vaikutuksiin. Suurempien hiukkasten korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen ja aiheuttavat likaantumista. Terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat ns. hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syväälle ihmisten hengitysteihin.

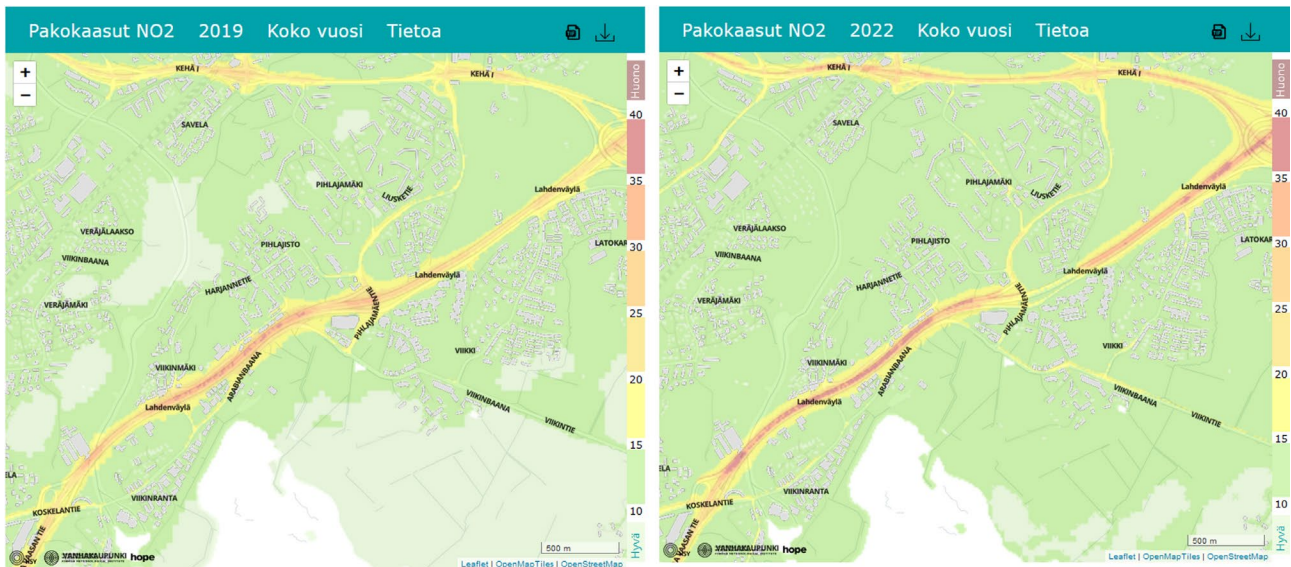
Ilmansaasteiden terveyshaitat ovat seurausta altistumisesta ulkoilmassa oleville haitallisille aineille. Altistuminen on sitä suurempaa mitä korkeampia hengitysilman pitoisuudet ovat ja mitä kauemmin ihminen hengittää saastunutta ilmaa. Pitkäaikainen altistuminen ilmansaasteille on terveysvaikutusten kannalta haitallisempaa kuin lyhytaikainen altistuminen.

Ilmansaasteiden arvioidaan aiheuttavan Suomessa noin 1 600 ennaenaikaista kuolemantapausta vuodessa (*Hänninen ym. 2016*). Ilmansaasteet aiheuttavat merkittävästi suuremmalle määrälle ihmisiä lievempiä terveyshaittoja esim. sairaalakäyntejä voinnin äkillisen huononemisen vuoksi, lisääntynyttä lääkityksen tarvetta, sydän- ja hengityselinoireita sekä aiheuttavat ärsytysoireita, kuten nuhaa ja yskää sekä kurkun ja silmien kutinaa ja kirvelyä (*Aarnio ym., 2016*). Haitallisia vaikutuksia ilmenee siitä huolimatta, että ilmanlaadun raja- tai ohjearvot eivät Suomessa ylity laajassa mitassa. Terveyshaitat aiheutuvat suurelta osin pienhiukkasista ja pienemmältä osin hengitettävistä hiukkasista sekä typpidioksidista. Yksilöiden herkkyys ilmansaasteille vaihtelee. Herkkiä väestöryhmiä ovat kaikenikäiset astmaatit, ikääntyneet, sepelvaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastavat sekä lapset. Talvisin pakkana voi pahentaa ilmansaasteista aiheutuvia oireita.

3 LAHDENVÄYLÄN ILMANLAATU NYKYTILANTEESSA

Lahdenväylän nykytilanteen ilmanlaatua voidaan arvioida HSY:n vastaavissa kohteissa tehtyjen ilmanlaatumittausten ja ilmanlaatukartan (mallinnustulos) pohjalta. Mittauksia pääkaupunkiseudun pääväylien läheisyydestä on kuitenkin hyvin rajallisesti.

Typpidioksidin vuosikeskiarvo Kehä 1:sen lähimmissä mittauspisteissä Länsi- ja Itä-Pakilassa avoimessa mittausympäristössä on viime vuosina ollut 29–33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liikennemäärän ollessa 70 000–100 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. HSY:n ilmanlaatuvoosikartan (kuva 3) mukaan typpidioksidipitoisuudet Lahdenväylän ympäristössä (noin 50 m väylästä) ovat yli 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nousten väylällä lähelle raja-arvotaso (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pääväyliltä hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittauksia on ainoastaan Hämeenlinnan väylältä, jossa vuosikeskiarvo oli 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2022 ja raja-arvotaso hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvolle (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi 29 kertaa vuoden 2022 aikana. Raja-arvo sallii 35 ylityskertaa.

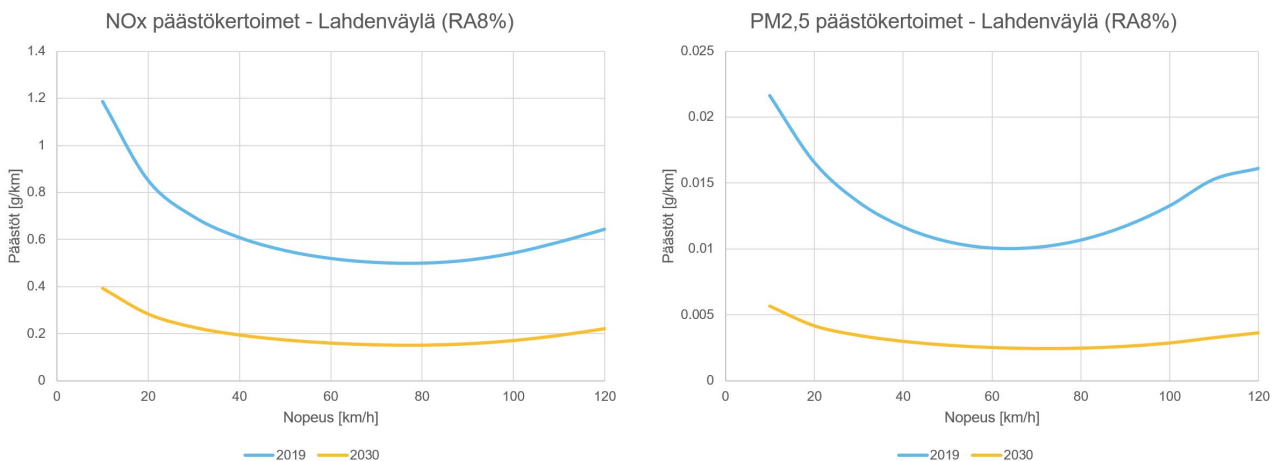


Kuva 3. HSY:n ilmanlaadun vuosikartassa esitetty typpidioksidin vuosikeskiarvo vuonna 2019 ja 2022. Kuva: HSY

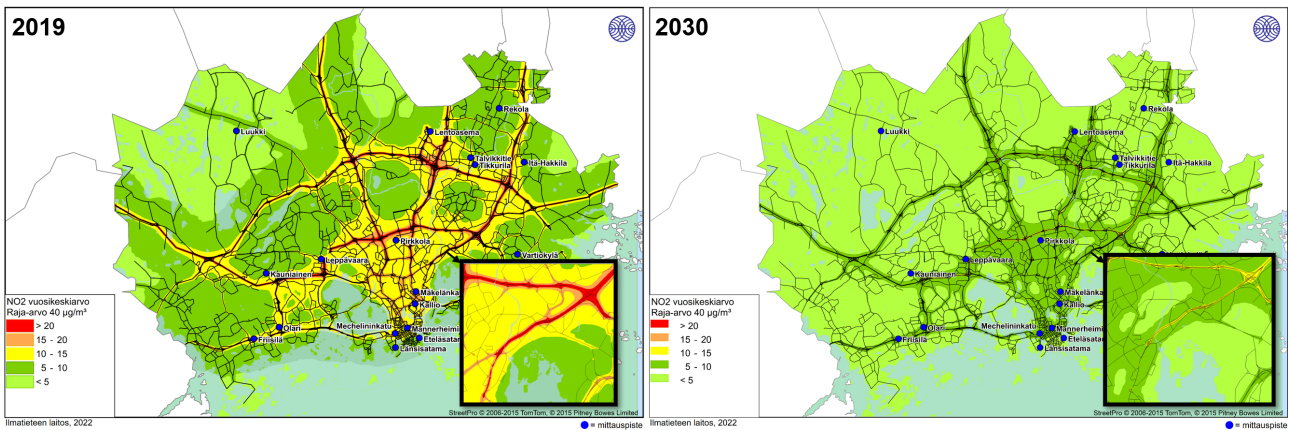
4 LIIKENTEEN PÄÄSTÖT

4.1 Suorat pakokaasuperäiset päästöt

Autoliikenteen pakokaasupäästöjen, typen oksidien (NO_x) ja pienhiukkasten ($\text{PM}_{2.5}$) on ennustettu laskevan merkittävästi tulevien vuosien aikana autokannan uudistumisen ja tekniikan kehityksen myötä. Esimerkiksi Lahdenväylän osayleiskaavan olosuhteisiin lasketuissa nopeusriippuvaisissa päästökertoimissa typen oksidipäästöjen on ennustettu vähenevän noin 70 % nykyisestä vuoteen 2030 mennessä nopeuden ollessa 80 km/h ja pienhiukkasten laskevan 75 % nopeuden ollessa 60 km/h (kuva 4). Lahdenväylällä raskaan liikenteen osuudella on huomattava vaikutus päästöjen tasoon. Tulevaisuudessa ajonopeuden vaikutus pakokaasuperäisiin päästöihin ennustetaan pienevän sähköautokannan lisääntyessä.



Kuva 4. Lahdenväylälle lasketut nopeusriippuvaiset päästökertoimet vuoden 2019 ja ennustetun vuoden 2030 tilanteessa.

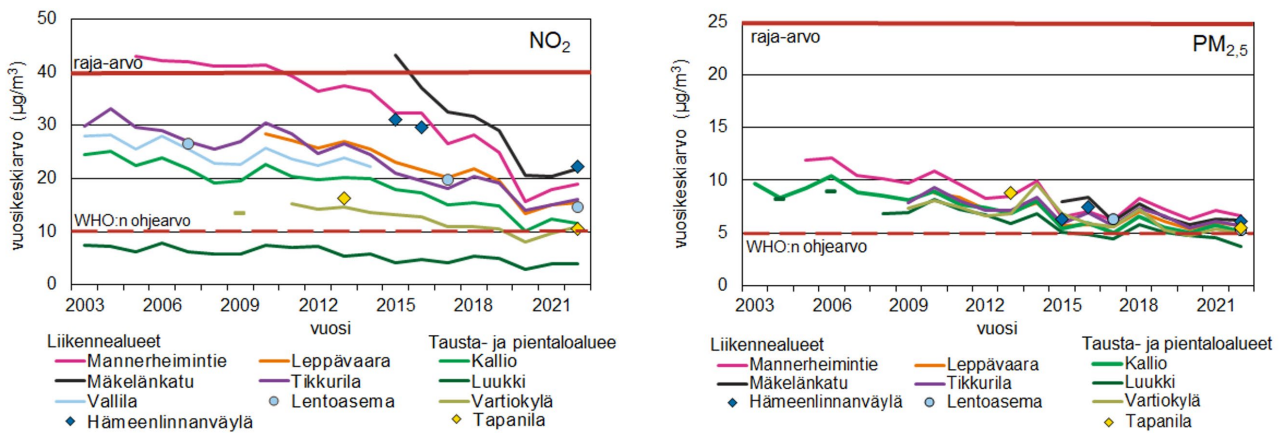


Kuva 5. Leviämismallinnuksella saatu typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuus pääkaupunkiseudulla vuonna 2019 ja 2030. Lahdenväylä ympäristö on tarkennettu oikeassa alareunassa oleviin pikkukuviin. Kuvat: Latikka, J., yms. 2023.

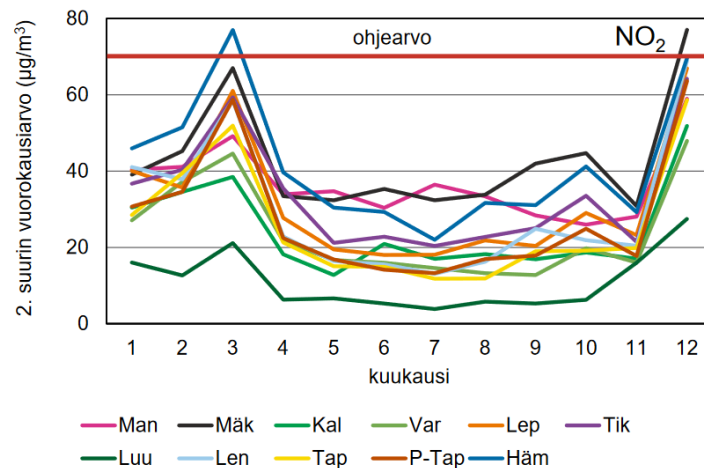
Päästöjen pienenemisen vaikutus ilmanlaadun pitoisuuksiin näkyy pääkaupunkiseudulle toteutussa liikenteen ilmanlaadun mallinnuksen tuloksissa (kuva 5). Mallinnuksessa huomiottiin autoliikenteen päästökehityksen lisäksi alueellisen typpidioksidin taustapitoisuuden laskuennuste (50 % nykytasosta). Leviämismallinnuksen tulosten perusteella typpidioksidin vuosikeskiarvo Lahdenväylällä nykytilanteessa olisi yli $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja ennustetussa vuoden 2030 tilanteessa $10\text{--}15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ajoneuvotekniikan kehityksen ja uudistumisen nopeuden ennustamiseen liittyy paljon epävarmuutta. HSY toteuttamien mittausten perusteella typpidioksidin ja pienhiukkasten raja-arvot alittuvat kaikilla pääkaupunkiseudun mittausasemilla ja niiden pitoisuustasot ovat selvästi laskeneet viimeisten kymmenen vuoden aikana (kuva 6). Suunnittelua ohjaava typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo sen sijaan ylittyi vuonna 2022 Hämeenlinnan väylällä ja Mäkelänkadulla (kuva 7 ja kuva 10).

Euroopan komissio neuvottelee parhaillaan uudesta ilmanlaadundirektiivistä (*Euroopan komissio, 2022*) Euroopan Unionin jäsenmaiden kesken. Nykyisellä ajoneuvoliikenteen päästötasolla typpidioksidin uusi ehdotettu vuosiraja-arvo ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) olisi vaarassa ylittyä vilkasliikenteisillä teillä ja katukuilumaisissa ympäristöissä, jos EU:n ilmanlaadudirektiivi tulisi sellaisenaan lainvoimaiseksi. Liikenteen typenoksidipäästöjen muodostumiseen voidaan vaikuttaa ajoneuvotekniikan edistymisen lisäksi liikennemäärää, raskasta liikennettä, ruuhkautumista ja ajonopeutta rajoittamalla.



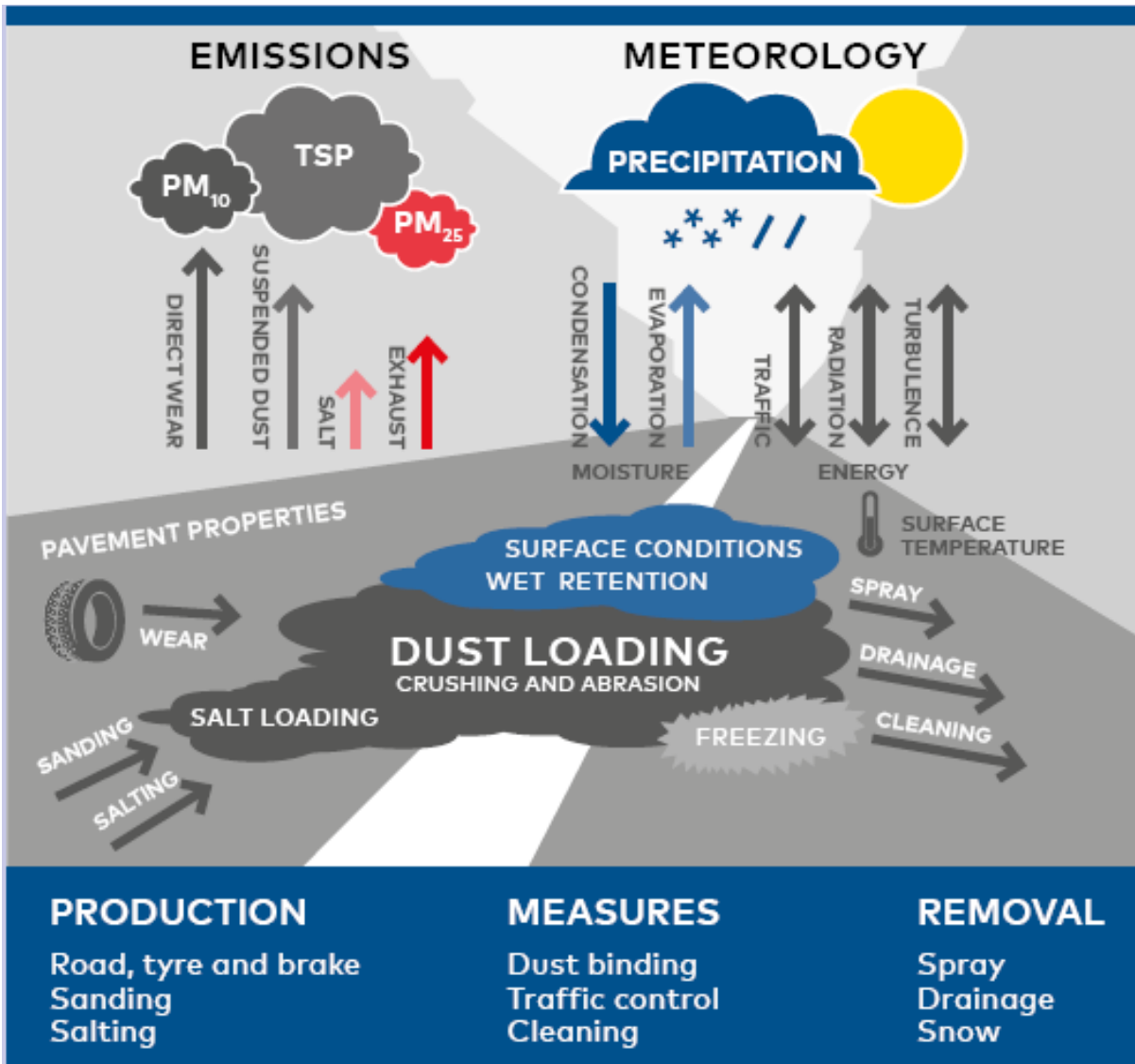
Kuva 6. Typpidioksidin ja pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien kehitys HSY:n mittausasemilla vuosina 2003–2022. Kuva: HSY, 2023



Kuva 7. Typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus HSY:n mittausasemilla vuonna 2022. Kuva: HSY, 2023

4.2 Katupöly (PM₁₀)

Katupölyä muodostuu tienpinnan ja ajoneuvojen osien (jarrut, renkaat) kulumisesta, hiekoituksesta ja suolauksesta, sekä pakokaasuista. Katupölyn määrään vaikuttavaa etenkin liikennemäärä, ajoneuvotyyppi, ajonopeus ja -tapa, nastarenkaiden osuus, teiden talvikauden kunnossapitotoimet ja tienpinnan laatu, kuten koostumus ja kunto (kuva 8). Katupöly nostaa hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien etenkin keväisin talvella kertyneen pölyn ja sääolosuhteiden vuoksi, sekä syksyllä talvirengaskauden alettua. Siten katujen tehokkaalla ja oikea-aikaisella kunnossapidolla (puhdistus, pölynsidonta) on merkittävä vaikutus pitoisuuksiin sääolosuhteiden lisäksi.

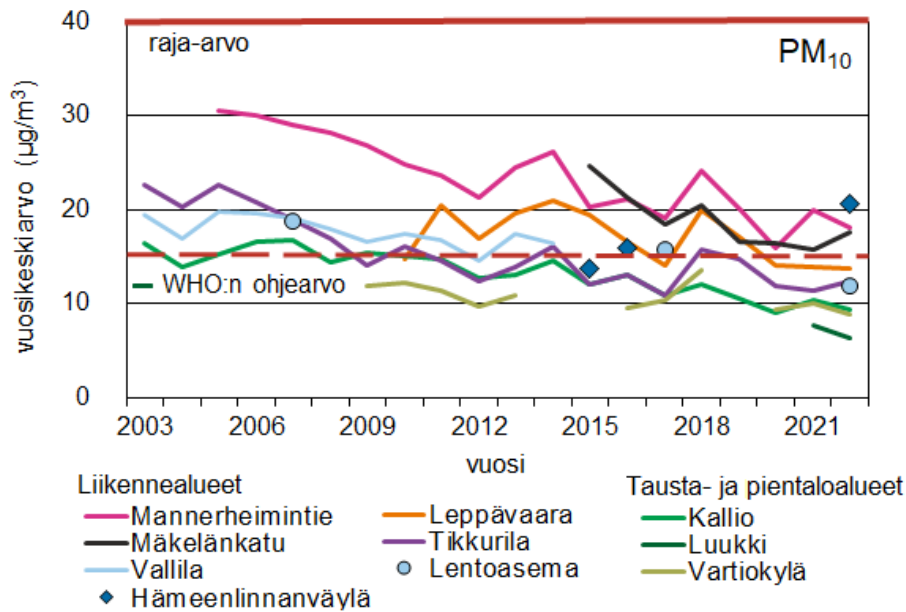


Kuva 8. Katupölypäästöjen muodostumiseen ja pitoisuuksiin vaikuttavat tekijät. Kuva: Kupiainen ym., 2017

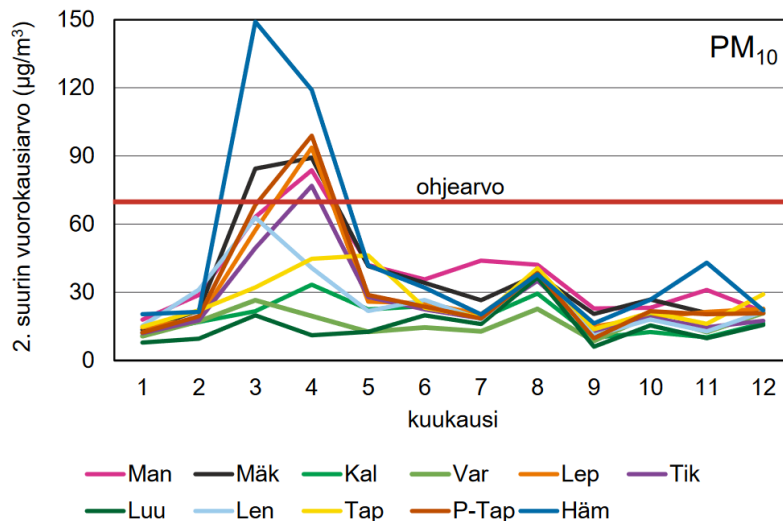
HSY:n ilmanlaatumittausten perusteella hengitettävien hiukkasten voimassa olevat raja-arvot alittuvat kaikilla mittausasemilla ja niiden taso on laskenut hieman viimeisen 20 vuoden aikana (kuva 9). Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat voimakkaasti riippuvaisia talven ja kevään sääolosuhteista sekä katuverkon kunnossapitotoimista, oikea-aikaisesta putsauksesta ja pölynsidonasta, joten pitoisuuksissa on ajoittain suurta vuosittaista vaihtelua.

Suunnittelua ohjaava kansallinen hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo ylittyy vuosittain useilla asemilla (kuva 10). Lahdenväylän osayleiskaavan olosuhteita lähinnä on Hämeenlinnaväylän (Häm) mittauspiste, jossa keskimääräinen vuorokausiliikenne on noin 52 000 ja nopeusrajoitus 80 km/h. Mikäli ehdotetun EU:n ilmanlaatudirektiivin mukaiset uudet raja-arvot saisivat sellaisenaan lainvoimaisuuden vuonna 2030, on hengitettävien hiukkasten vuosiraja-arvo (ehdotus 20 µg/m³) ja vuorokausiraja-arvon (ehdotus 19.korkein vuorokausikeskiarvo 45 µg/m³) ylittyminen todennäköistä pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisillä teillä ja katukuilumaisissa ympäristöissä ilman nykyisten katupölyn vähentämiseen tähtävien toimien tehostamista (kuvat 9, 16 ja 17). HSY:n sensorimittauspaikoista Lahdenväylää vastaavat parhaiten Helsingin Pirkkolan,

Kaivokselan ja Suutarilan mittauspisteet, joissa liikennemäärä on 48 000–64 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja ajonopeus 80 km/h, Espoon Vallikalliossa liikennemäärä on 75 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja ajonopeus 60 km/h. Vuonna 2023 näiden suunta-antavien sensorimittausten hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo oli 19–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 16) katutilan ollessa hyvin tuulettuva. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat yli 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ myös pienemmillä ajonopeuksilla vilkasliikenteisissä kaupunkiympäristöissä, joissa tuuletuvuus ei ole yhtä hyvä (Sörnäinen).

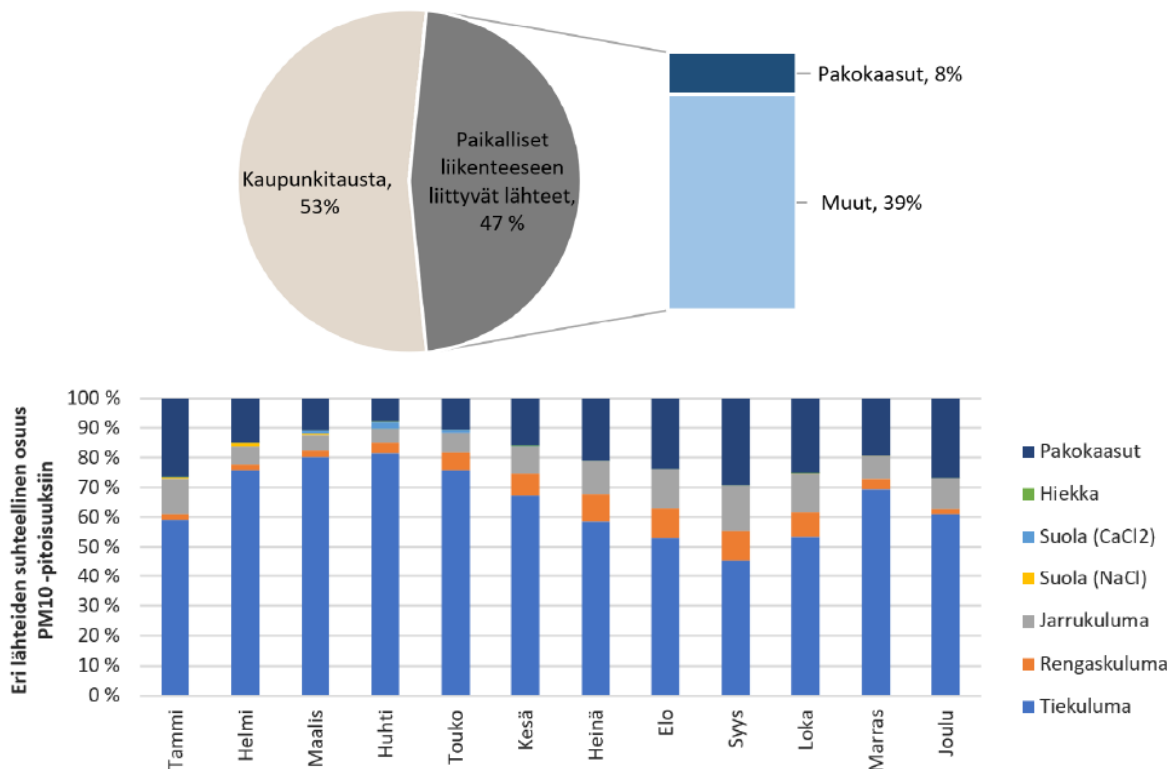


Kuva 9. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuuksien kehittyminen HSY:n mittausasemilla vuosina 2003–2022. Kuva: HSY, 2023



Kuva 10. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus HSY:n mittausasemilla vuonna 2022. Kuva: HSY, 2023

Helsingin Mäkelänkadulle tehdyn katupölymallinnuksen tulosten perusteella kaupunkitaustalla on merkittävä vaikutus hengitettävien hiukkasten pitkäaikaispitoisuuksiin (kuva 11) ja sen vaikutus on lähes yhtä suuri kuin lähiliikenteen tuottamilla päästöillä (*Ritola, R. ym, 2021*). Siten kaupunkitason toimenpiteiden, kuten nastarenkaiden osuuden, liikennemäärän ja ajonopeuden laskeminen sekä katujen laadun ja oikea-aikaisen kunnossapidon edistäminen yleisesti ovat tärkeitä.



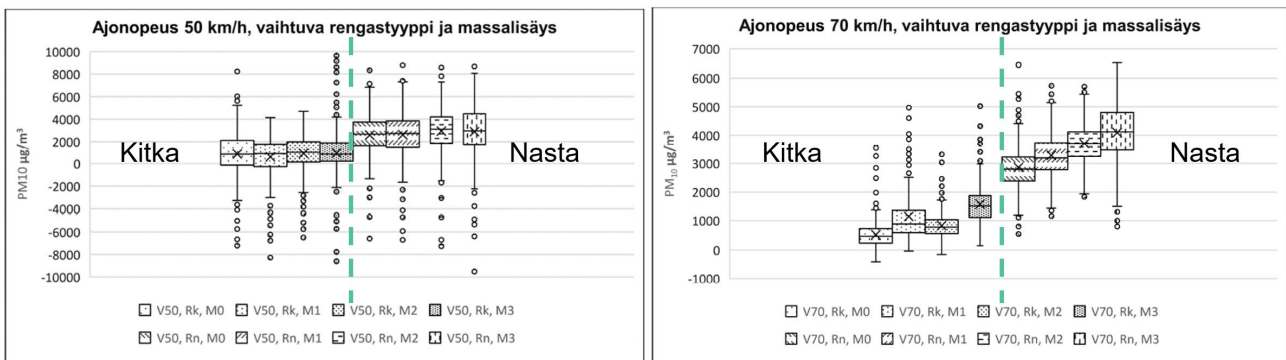
Kuva 11. Eri lähteiden suhteelliset osuudet PM₁₀-kokonaispitoisuudessa (ylempi kuva) ja paikallislähteiden suhteelliset osuudet kuukausittain (alempi kuva) Mäkelänkadulla vuonna 2015–2019 mallinnukseen perustuen. Kuva: *Ritola, R., yms., 2021*.

5 AJONOPEUDEN VAIKUTUS KATUPÖLYYN

Euroopan ympäristökeskuksen tuottaman päästökertoimien (*EEA, 2017*) mukaan pienhiukkaspäästöt pienenevät suurilla ajonopeuksilla (>100 km/h) laskemalla, joka pienentää myös pakokaasuperäisiä hiukkaspäästöjä. Ajoneuvotekniikan kehityksen ja liikenteen sähköistymisen myötä nopeuden vaikutuksen ennustetaan kuitenkin pienenevän. Sen sijaan polttomoottoriautoja painavampien sähköautojen lisääntyessä vaikutukset hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin on pieni tai jopa negatiivinen.

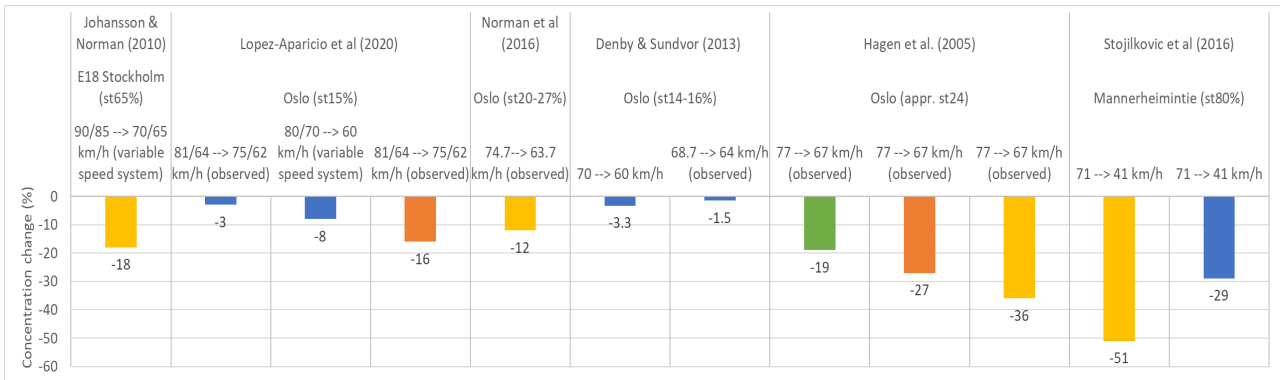
Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) päästökertoimien nopeusriippuvaisuus ei ole yhtä suoraviivainen kuin pienhiukkaspäästöjen (PM_{2,5}), sillä ajonopeudella on merkitystä mm. tienpinnan kosteuteen, tienpinnan, renkaiden ja jarrujen kulumiseen sekä ilmaan nousevan pölyn määrään. Ajonopeuden kasvaessa pölyä muodostuu ja nousee ilmaan enemmän, koska tien pinnan ja renkaiden kuluminen lisääntyy ja tien pinta kuivuu nopeammin. Ajonopeuden laskeminen laskee hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia, mikäli liikenne ei ruuhkaudu.

Eri katupölyyn liittyvät tutkimustulokset ovat aina paikka-, aika- ja olosuhdesidonnaisia, joten tuloksiin tulee suhtautua suuntaa-antavasti. Hämeenlinnantiellä kesäkuussa 2021 tehtyjen Nuuskija-mittausten perusteella hengitettävien hiukkasten päästöt nousivat ajonopeuden ja ajoneuvon massan kasvaessa tasaisesti nastarenkaita käytettäessä (kuva 12). Esimerkiksi ilman lisäpainoa hengitettävien hiukkasten päästö 30 km/h ajonopeudella oli $1294 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 50 km/h nopeudella $2590 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 70 km/h nopeudella $2861 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kitkarenkaita käytettäessä ajonopeuden vaikutus päästömäärään ei ollut yhtä selkeä kuin nastarenkailla, mutta siitä huolimatta ajonopeuden yhteys päästömäärään oli tilastollisesti merkitsevä myös kitkarenkailla. Ilman lisäpainoa hengitettävien hiukkasten päästöt olivat pienimmät 30 km/h ajonopeudella ($270 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja suurimmat nopeuden ollessa 50 km/h ($866 \mu\text{g}/\text{m}^3$), kun taas yhdellä lisäpainolla (+550 kg) päästöt olivat pienimmät ($364 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 30 km/h ja suurimmat 70 km/h ($1144 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ajonopeudella. Nastarenkaita käytettäessä päästöt olivat kaikissa mittauksissa kitkarenkaita suuremmat. Lisäksi hiukkaspäästöt olivat suurempia, kun ajoneuvon massaa kasvatettiin lisäpainoilla nastarenkaita käytettäessä. Tilastollinen yhteys ei kuitenkaan ollut yhtä vahva verrattuna nopeudesta ja rengastyypistä aiheutuvaan erittäin merkitsevään tilastolliseen yhteyteen.



Kuva 12. Nuuskija-mittauksen tulokset eri ajonopeuksilla, rengastyypeillä ja ajoneuvon massalla Hämeenlinnantiellä. V50 / V70 = nopeusrajoitus, Rk= kitkarengas, Rn= nastarengas, M0-M3= ajoneuvon eri massat. Pohjakuva: Korhonen, J., 2023

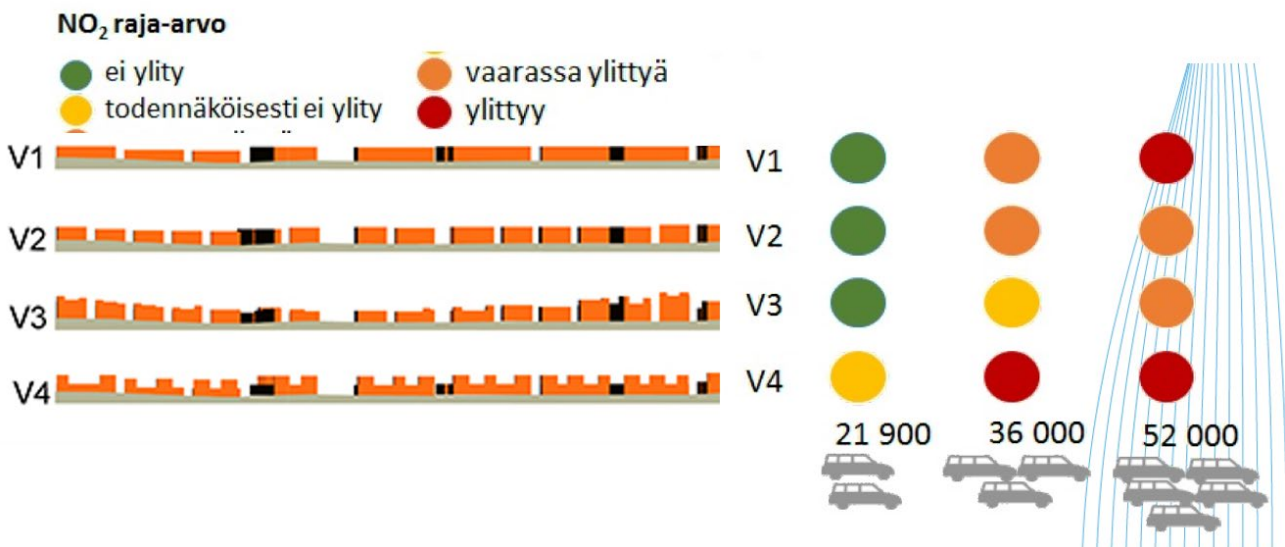
Kuopion valtatie 3:lle toteutetun katupölymallinnuksen tulosten perusteella nykyisen ajonopeuden (100 km/h) laskemisen 80 km/h:iin arvioitiin laskevan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia noin 20 %, kun nastarenkaiden osuus oli 80 % (Kauhaniemi, M., yms. 2021). Mallinnuksen ovat saman suuntaiset työssä kootun kirjallisuusselvityksen tulosten kanssa (kuva 13), joissa hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo pieneni 1,5–51 % tutkimuskohteesta riippuen. Osassa kohteista vuorokausihaarvoon verrannolliset pitoisuudet nousivat hieman (5 %) tai nopeuden alentamisella ei ollut vaikutusta hiukkaspitoisuuksiin. Useat kirjallisuusselvityksessä käytetyt julkaisut eivät kuitenkaan edusta Suomen olosuhteita tai moottoritieympäristöä. Ainut Suomessa tehty tutkimus oli Helsingin Mannerheimintieltä, jonka olosuhteet poikkeavat moottoritieolosuhteista. Tutkimuksessa ajonopeuden vaikutus hiukkaspitoisuuksiin oli suurempi kuin muissa tarkastelluissa tutkimuksissa, sillä nastarengasosuus on suurempi (80 %) ja nopeuden vaikutus vaikuttaa olevan kaupungin keskustassa suurempi kuin moottoritieympäristössä, jos jarrutustiheys ei lisäänty. Oslon seudulla tehdyissä tutkimuksissa nastarenkaiden osuus oli 14–27 %, ollen huomattavasti vähemmän kuin Helsingissä (65 %). Nastarenkaiden vaikutus kohdistuu enimmäkseen tien kulumiseen, kun taas kitkarenkailla vaikutus kohdistuu enemmän suspensioon. Tukholmassa tehdyssä tutkimuksessa joulukuuhuhtikuu pitoisuuskeskiarvo laski 4–18 %, kun nopeutta vähennettiin 2, 5, 10 ja 20 km/h. Nopeuden muutokset vähensivät myös vuorokausiraja-arvojen ylityksiä 0–12 päivää. Nastarenkaiden osuus tutkimuksessa oli 65 %.



Kuva 13. Yhteenvetotaulukko hiukaspitoisuuden muutoksesta (%) ajonopeuden alentamisen vuoksi Kuopion kirjallisuusselvityksessä tarkastelluissa eri julkaisuissa. Eriväriset palkit tarkoittavat seuraavia hiukaspitoisuuden muutoksia: vihreä palkki = keskimääräinen PM₁₀ pitoisuuden muutos (tammi-maalis), sininen palkki= PM₁₀ vuosipitoisuuden muutos, oranssi palkki = keskimääräinen karkeiden hiukkasten (PM_{2,5-10}) muutos (maalis-touko tai tammi-maalis), ja keltainen palkki = liikenneperäisen tai ei-pakokaasuperäisten PM₁₀ pitoisuuksien muutos (joulu-huhti, tammi-maalis, tammi-huhti tai maaliskuu). St. = Studded tires” (nastarengasosuus). Kuva: Kauhaniemi, M., 2021.

6 MAANKÄYTÖN KEINOT ILMANLAADUN PARANTAMISEKSI

Autoliikenteen päästöjen rajoittamisen lisäksi ilmanlaatuun voidaan pyrkiä vaikuttamaan maankäytön keinoin. Yleisesti epäpuhtauspitoisuudet laskevat etäisyyden (etäisyys, korkeus) kasvaessa päästölähteestä, tässä tapauksessa vilkasliikenteisestä tiestä. Katukuilumaisessa ympäristössä päästöjen sekoittumista ja laimenemista voidaan pyrkiä edistämään katutilan tuulettuvuutta lisäämällä, kuten vaihtelevalla massoittelulla ja riittävällä kadun leveydellä suhteessa rakennusten korkeuteen (kuva 14.). Toisaalta yhtenäinen rakennusmassa pienentää pitoisuuksia rakennusten takana, jota voidaan hyödyntää toimintojen sijoittelussa. Esimerkiksi Mäkelänkadulla tehtyjen hengittävien hiukkasten pitoisuusmittaukset olivat sisäpihalla 47 % kadun mittaustuloksiin verrattuna (kuva 15).



Kuva 14. Rakennusten massoittelun ja liikennemäärän vaikutus typpidioksidin vuorokausiraja-arvoon Hämeenlinnan väylälle toteutetun LES- ja OSPM-mallinnuksen tulosten perusteella. Kuva: Kurppa, 2016



Kuva 15. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien laimeneminen korkeussuunnassa ja sisäpihan puolella HSY:n Mäkelänkadulla toteuttamien mittausten perustella. Kuva: Kaski, N., 2020

7 YHTEENVETO

Ajoneuvotekniikan kehittyessä ja liikenteen sähköistyessä tieliikenteen suorat pakokaasupäästöt (NO_x ja PM_{2,5}) pienevät ja niiden osalta ilmanlaatu liikenneympäristöissä sen myötä paranee. Ajoneuvokannan uudistumisen nopeuteen liittyy kuitenkin epävarmuuksia ja ilmanlaatudirektiivin uudistuksen myötä typpidioksidin raja-arvot oletettavasti tiukkenee, jolloin raja-arvojen ylitykset ovat mahdollisia vilkasliikenteisillä teillä ja katukuilumaisissa ympäristöissä tulevaisuudessa etenkin autoliikenteen nykyisellä päästötasolla.

Katupöly ja siitä aiheutuvat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet säilyvät haasteena myös tulevaisuudessa, sillä ajoneuvotekniikan kehittyminen edistää vain vähän hengitettävien hiukkasten päästöjen pienemistä. Liikenteen sähköistymisen myötä päästöt voivat jopa lisääntyä painavamman ajoneuvokannan vuoksi.

Hengitettävien hiukkasten päästöihin ja pitoisuuksiin vaikuttavat monet tekijät, joihin voidaan vaikuttaa poliittisilla päätöksillä (esim. nastarenkaiden osuus) ja paikallisella suunnittelulla. Katujen tehokas ja oikea-aikainen kunnossapito on merkittävää, jota voidaan edistää myös katuprofiilin suunnittelussa esim. huomioiden kunnossapitotöiden helppous, välttämällä pölyn kerääntymispaikkoja (ml. raitiotie), kadun pintamateriaalin valinnoilla ja kunnostuksella.

Maankäytön suunnittelulla voidaan vaikuttaa hiukkasten leviämisolosuhteisiin rakennusten massoittelua hyödyntämällä ja liikenneväylien suunnittelulla, kuten risteysalueet tai ajonopeus. Rakennusten ja toimintojen suunnittelussa on tärkeää huomioida liikenteen päästöille altistumisen minimointi, kun rakennuksia ja toimintoja sijoitetaan Lahdenväylän läheisyyteen. Suunnittelukohteiden ilmanlaatu suositellaan tarkistettavan tarkemmin, kun osayleiskaavaa tarkempi rakennussuunnittelu etenee. Osaan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin ei voida vaikuttaa (sääolosuhteet) tai ne vaativat poliittisia päätöksiä, kuten kaupunkitaustan tasoon vaikuttaminen eri toimilla, liikennemäärä, raskaan liikenteen tai nastarenkaiden osuus.

			Tiepitäjän vaikutus-
Liikennemäärä	Merkittävä	Pieni	Ei voi vaikuttaa
Raskaan liikenteen osuus	Merkittävä	Ei voida vaikuttaa	Ei voi vaikuttaa
Nastarenkaiden osuus	Merkittävä	Ei voida vaikuttaa	Ei voi vaikuttaa
Sääolosuhteet	Merkittävä	Ei voida vaikuttaa	Ei voi vaikuttaa
Kadun kunnossapito (puhdistus, pölynsidonta)	Merkittävä	Ei voida vaikuttaa	Voi vaikuttaa
Ajonopeus	Kohtalainen /merkittävä	Ei voida vaikuttaa	Voi vaikuttaa
Liikenteen sähköistyminen	Kohtalainen	Ei voida vaikuttaa	Ei voi vaikuttaa
Leviämysympäristö (rakennusten massoittelu)	Kohtalainen	Voidaan vaikuttaa	Ei voi vaikuttaa

Tutkimustulosten mukaan ajonopeus ja nastarenkaiden käyttöaste ovat katujen kunnossapidon lisäksi merkittävimmät liikenteen hiukkaspäästöihin vaikuttavat tekijät, joihin voidaan vaikuttaa. Ajonopeus vaikuttaa tienpinnan pölyämiseen monin eri tavoin. Kovemmissa nopeuksissa tienpinnan ja renkaiden kulumisen on suurempaa aiheuttaen tienpinnan kulumista, kulumisen voimakkuus riippuu lisäksi ajoneuvotyyppijakaumasta. Jarrujen kulumisen on yhteydessä ajotapaan ja ajoneuvotyyppiin, jonka vaikutus risteyksettömällä /rampittomalla tiellä on pienempää. Kovemmat ajonopeudet yhdessä runsaan liikennemäärän kanssa kuivattavat tienpintaa nopeammin, jolloin katupöly vapautuu helpommin ympäröivään ilmaan, vastaavasti liikenne itsestään aiheuttaa pölyä nostavan ilmapirran. Raskas liikenne kuivattaa tienpintaa henkilöautoliikennettä nopeammin pidempien ajoneuvojen vuoksi. Siten ajonopeuden pienentäminen pienentää liikenteen aiheuttamia katupölypäästöjä, mikäli liikenne ei ruuhkaudu. Vaikutus on suurempi nastareнкаilla kuin kitkareнкаilla.

Ajonopeuden vaikutus hengitettävien hiukkasten päästöihin ja pitoisuuksiin:

- Liikenteen ajonopeudella on tutkimustulosten mukaan selkeä vaikutus tieliikenteen hiukkaspäästöihin, katupölyyn ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin (PM₁₀)
- Ajonopeuden laskeminen parantaa ilmanlaatua vähentämällä katupölyä ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia ilmassa, mikäli liikenne ei ruuhkaudu ja katujen kunnossapito, puhdistus ja pölynsidonta, hoidetaan tehokkaasti ja oikea-aikaisesti
- Kuopioon toteutetun mallinnuksen mukaan hiukkaspäästöjen ja katupölypitoisuuksien on arvioitu vähenevän noin 20 % kun ajonopeutta laskettiin 100 km/h:sta 80 km/h:iin. Tulokset ovat samansuuntaiset kirjallisuusosion tutkimustulosten kanssa
- Ajonopeuden kasvaessa pölyä muodostuu ja nousee ilmaan enemmän, koska tien pinnan ja renkaiden kulumisen lisääntyä ja tien pinta kuivuu nopeammin
- Nastarenkailla nopeuden vaikutus katupölyn muodostumiseen on suurempi kuin kitka- renkailla

8 LÄHTEET

Aarnio, P., Kousa, A., Malkki, M. 2016. Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla vuosina 2006 – 2015. Ilmansuojelusuunnitelman taustaraportti. HSY:n julkaisuja 9/2016

EEA, 2017. Exhaust emissions from road transport. Kappale teoksessa: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, last update June 2017. EEA Report No 21/2016. European Environment Agency, Denmark. ISBN 978-92-9213-806-6

European Commission, 2022. Proposal for a revision of the Ambient Air Quality Directives. https://environment.ec.europa.eu/publications/revision-eu-ambient-air-quality-legislation_en

HSY, 2023. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2022. <https://julkaisu.hsy.fi/ilmanlaatu-paa-kaupunkiseudulla-vuonna-2022.pdf>

HSY, 2023. Ilmanlaadun vuosikartta. <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/ilmanlaatuvuosikartta/>

Hänninen, O., Korhonen, A., Lehtomäki, H., Asikainen, A., Rumrich, I., 2016. Ilmansaasteiden terveysvaikutukset. Ympäristöministeriön raportteja 16/2016. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74861/YMra_16_2016.pdf

Kaski, N., Mäkelä, T. ja Niemi, J., 2020. Ilmanlaatu vilkasliikenteisessä katukuilussa ja sen lähiympäristössä. Helsingin kaupunki. Kaupunkiympäristön aineistoja 2020:29. <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/aineistot/aineistoja-29-20.pdf>

Kauhaniemi, M., Komppula, B., Latikka, J., Lovén, K., 2021. Hiukkaspäästöjen muodostuminen moottoritieolosuhteissa eri ajonopeuksilla. Ilmatieteen laitos, Ilmakehänkoostumuksen tutkimus, Asiantuntijapalvelut, Helsinki 15.10.2021.

Korhonen, J., 2023. Ajoneuvon nopeuden, rengastyypin ja massan vaikutukset hiukkaspäästöihin. *Opinnäytetyö. Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto, 2023.*

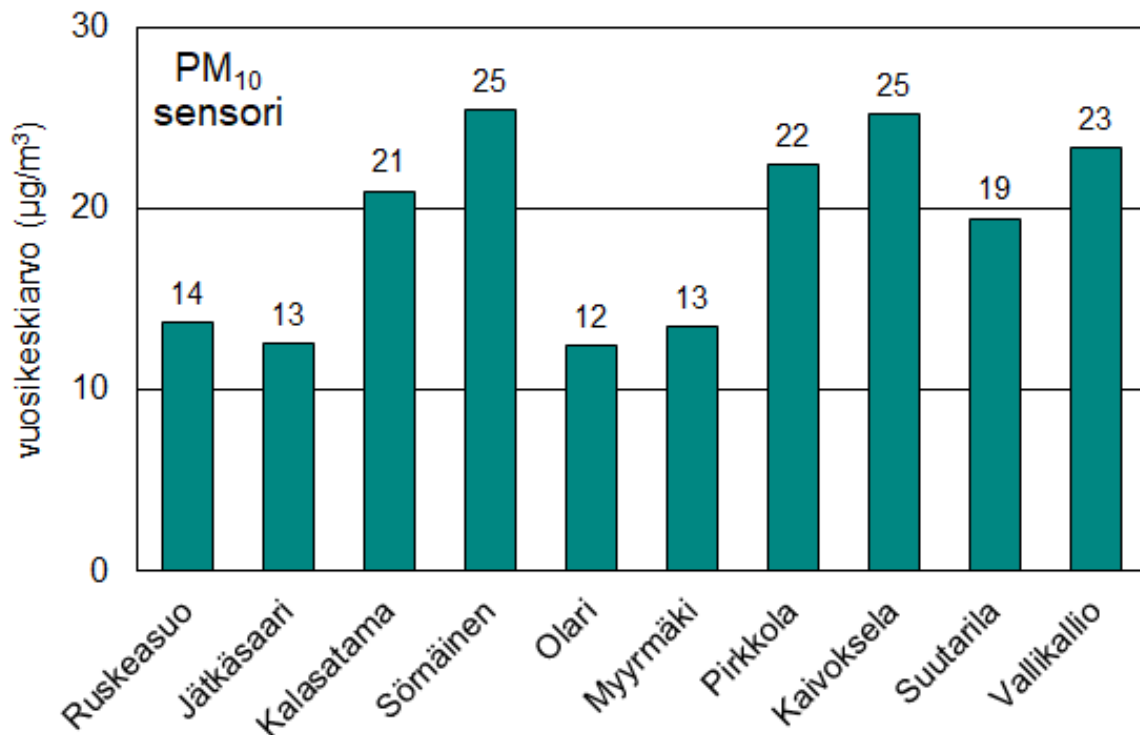
Kurppa, M., Hellsten, A., Auvinen, M., Kousa, A., Kauhaniemi, M., Kaski, N. 2016. LES-virtausmallitarkastelu kaupunkibulevardilla.

Niemi, J., 2023. Hengitettävien hiukkasten sääntely tiukentumassa – millaisia haasteita näköpiirissä kaupungeille? Katupölyseminaari 13.3.2023 (esitys)

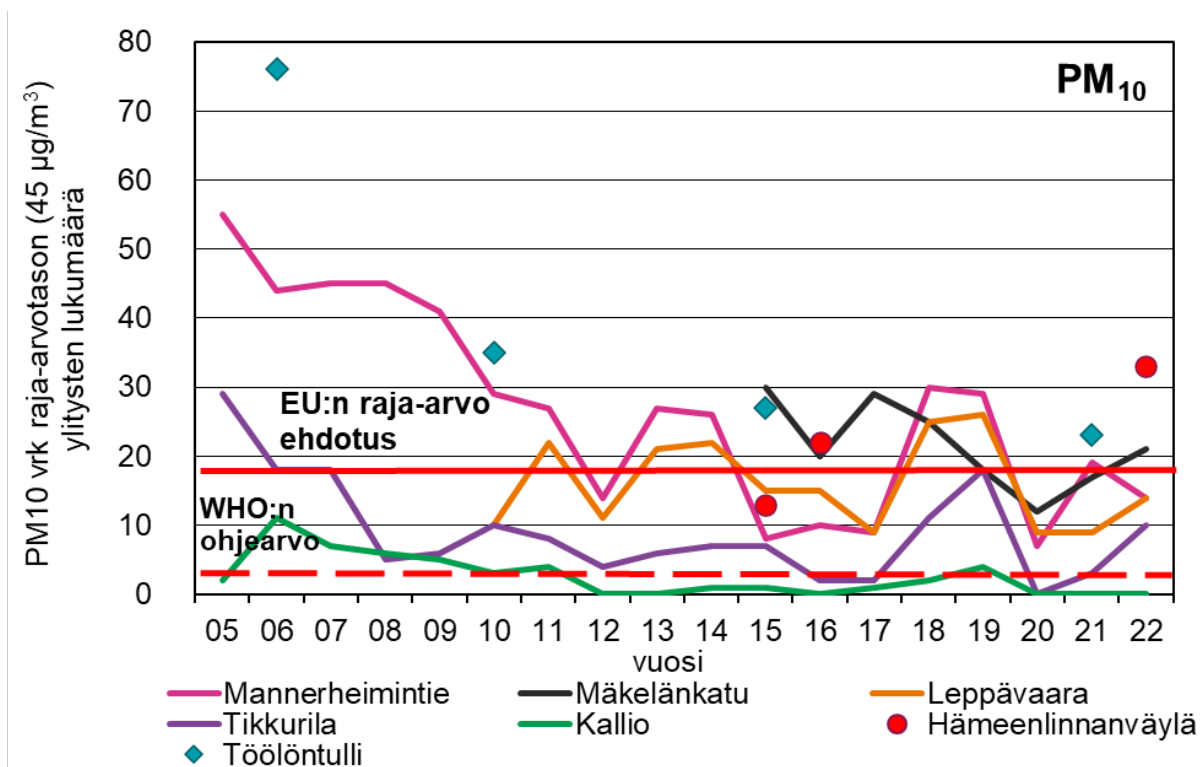
Latikka, J., Pykäri, S., Rasila, T., Ylinen, M. ja Lovén, K., 2023. Pääkaupunkiseudun ilmanlaatuselvitys. Autoliikenteen typen oksidipäästöjen leviämismallilaskelmat. Ilmatieteen laitos, Asiantuntijapalvelut, Helsinki 21.4.2023.

Ritola, R., Kulovuori, S., Stojiljkovic, A. ja Karvosenoja, N., 2021. Katupölyn lähteet, päästövähennyskeinot ja ilmanlaatuvaikutukset. KALPA3-tutkimushankkeen loppuraportti. SYKE raportteja 28/2021

9 LIITE 1



Kuva 16. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuosiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus suuntaa-antavilla sensorimittauksilla pääkaupunkiseudun pääväylillä ja -kaduilla vuonna 2022. Kuva: HSY, 2023.



Kuva 17. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausiraja-arvoehdotukseen verrannolliset pitoisuudet HSY:n mittausasemilla. Kuva: Niemi, J., 2023.



ILMATIETEEN LAITOS

ILMATIETEEN LAITOS

puh. 029 539 1000

Ilmanlaatu ja energia

ilmanlaatupalvelut@fmi.fi

www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatupalvelut

WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI

