Vastaanottaja
Simo Karjalainen

Asiakirjatyyppi
Raporttiluonnos
Päivämäärä
3.2.2021
Projekti
1510060975

Versio
1.0

HEMSÖ SUOMI OY
RAKSILAN PALOASEMA-LIIKENTEEN PÖLYSEL-VITYS

RAMBOLL Bright ideas. Sustainable change.

HEMSÖ SUOMI OY
RAKSILAN PALOASEMALIIKENTEEN PÖLYSELVITYS

Projekti	**Raksilan paloasemaliikenteen pölyselvitys**
Projekti nro	**1510060975**
Vastaanottaja	**Simo Karjalainen**
Asiakirjatyyppi	**Raporttiluonnos**
Versio	**1.0**
Päivämäärä	**3.2.2021**
Laatijat	**Mikko Happo, Toni Keskitalo**

Ramboll
Ylistönmäentie 26
40500 JYVÄSKYLÄ

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
https://fi.ramboll.com

Ramboll Finland Oy
Y-tunnus 0101197-5, ALV rek.
Kotipaikka Espoo

SISÄLTÖ

1.	**JOHDANTO**	**2**
1.1	Työn kuvaus ja kohde	2
2.	**YLEISTÄ ILMANLAADUSTA ja katupölystä**	**3**
2.1	Ilmanlaatu Suomessa	3
2.2	Tieliikenteen lähipäästöt	3
2.2.1	Pakoputkipäästöt	3
2.2.2	Muut liikenneperäiset päästöt	4
2.3	Liikenteen päästöihin vaikuttavat tekijät	4
3.	**LIIKENTEEN PÄÄSTÖT kohteessa**	**5**
3.1	Lähtötiedot	5
3.1.1	Kadut ja liikennemäärät	5
3.1.2	Liikenteen päästöt	5
3.1.3	Sääaineisto	7
4.	**HIUKKASPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLI**	**9**
4.1	Suurimmat vuorokausipitoisuudet	9
4.2	Lyhytaikaiset pitoisuudet	12
5.	**Paloasemaliikenteen vaikutus ilmanlaatuun**	**14**
6.	**SUOSITUKSET**	**15**
7.	**YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET**	**16**

1. JOHDANTO

1.1 Työn kuvaus ja kohde

Tässä työssä tehtiin paloasemaliikenteestä aiheutuva lähiliikenteen pölyselvitys, joka koski Oulun Raksilassa sijaitsevaa Teuvo Pakkalan katua (Kuva 1). Tarkastelussa selvitettiin paloasemaliikenteestä aiheutuvaa pölyhaittaa kadun varren asuintaloille, sekä kaavamuutoksesta aiheutuvaa pölymäärien muutosta kohteen läheisyydessä. Työssä käytettiin saatavilla olevia tietoja nykyisistä hälytysajojen määristä, sekä arviota liikennemäärän muutoksesta kaavamuutoksen jälkeen. Paloasemaliikenteen pölypäästöä arvioitiin mallintamalla. Mallinnuksen lähtötietoina käytettiin tunnettuja pölyjen päästökertoimia, sekä Oulun lentokentän sääaseman aineistoa. Mallinnuksessa keskityttiin päästökertoimien osalta kesäolosuhteisiin.

Kuva 1. Raksilan paloaseman sijainti Teuvo Pakkalankadun ja Pikkukankaantien välissä. Paloaseman alue kuvassa punaisella.

Selvitystyö on tehty Hemsö Suomi Oy:n toimeksiannosta. Tilaajan yhteyshenkilönä on toiminut Simo Karjalainen. Pölyselvityksen on laatinut Ramboll Finland Oy, ja työstä ovat vastanneet ryhmäpäällikkö Mikko Happo, sekä tutkimuspäällikkö Toni Keskitalo.

2. YLEISTÄ ILMANLAADUSTA JA KATUPÖLYSTÄ

2.1 Ilmanlaatu Suomessa

Suomessa ilmanlaatu on keskimäärin hyvä. Tyypillisiä ilmanlaatua heikentäviä päästölähteitä pienhiukkasten osalta Suomessa on pienpoltto (46 %), ja muu energiantuotanto (16 %), liikenteen pakokaasut (12 %), katupöly (10 %), turvetuotanto (9 %) ja teollisuus (7 %) (YM 2016). Kaupunkien ilmanlaatuun vaikuttaa eniten liikenne, koska pakokaasut vapautuvat ilmaan matalalta, mutta myös mekaanisessa kulumisessa syntyneen katupölyn merkitys on suurimmillaan heti katutasolla. Katupölyn merkitys on suurinta vilkkaiden liikenneväylien läheisyydessä, sekä etenkin keväisin tienpintojen sulaessa ja kuivuessa. Tällöin talvikauden hiekoitushiekka ja nastarenkaiden aiheuttamasta tienpinnan kulutuksesta johtuva katupölymäärän lisääntyminen voivat ajoittain heikentää ilmanlaatua merkittävästi. Yleisesti ilmanlaatuun vaikuttavat eniten paikalliset päästölähteet, mutta myös kaukokulkeumalla on merkitystä. Ilmanlaatu vaihtelee kellonajoittain, päivittäin, vuodenajoittain, vuosittain sekä säätilan mukaan. Ilmanlaatua tietyssä pisteessä ei määritä pelkästään päästön määrä. Päästön kulkeutuminen sekä sen aikana tapahtuva epäpuhtauksien sekoittuminen, laimeneminen, muuttuminen ja poistuminen ilmakehästä määräävät lopulta paikallisen ilmanlaadun.

2.2 Tieliikenteen lähipäästöt

Tieliikenteestä syntyy niin suoria (pakokaasuhiukkaset) kuin epäsuoria (katupöly) hiukkaspäästöjä. Jälkimmäisiin kuuluvat myös jarrujen ja renkaiden kulumisesta vapautuneet hiukkaset, sekä tienpinnan kulumisesta syntyvät hiukkaset. Katupöly koostuu kiinteistä hiukkasista, jotka ovat muodostuneet mekaanisissa prosesseissa, joissa orgaaniset ja epäorgaaniset ainekset murskaantuvat, jauhautuvat tai hajoavat. Kun tämä pöly nousee ilmaan liikkuvan auton ja renkaan nostattamana, sitä kutsutaan katupölyksi.

Suurin osa katupölystä on suuria, maaperästä rapautuneita hiukkasia. Terveydelle haitallisia hiukkasia ovat kooltaan alle 10 µm halkaisijaltaan olevat ns. hengitettävät hiukkaset (PM_{10}) ja alle 2,5 µm halkaisijaltaan olevat pienhiukkaset ($PM_{2.5}$). Näiden lisäksi etenekin pakokaasuperäisen päästölähteen läheisyydessä olevat ultrapienet hiukkaset ($PM_{0.1}$) ovat terveydelle haitallisia. Halkaisijaltaan pienemmät hiukkaset kulkeutuvat syvemmälle hengitysteihin ja ovat näin ollen terveydelle haitallisempia kuin kaikkein suurimmat hiukkaset.

Hengitettävät hiukkaset kulkeutuvat pääasiassa ylähengitysteihin, mutta pienhiukkaset voivat kulkea syvemmälle hengitysteihin, aina keuhkorakkuloihin asti. Keuhkorakkuloissa hiukkasten poistuminen elimistöstä on hitaampaa, koska siellä puhdistuminen perustuu pääasiassa hiukkasten liukoisuuteen tai veren valkosolujen toimintaan. Suuremmissa hiukkasissa, etenkin ilmakehässä ikääntyneempien hiukkasytimien pinnalle voi olla sitoutunut myös erilaisia haitallisia yhdisteitä kuten hiilivetyjä ja raskasmetalleja, jotka hiukkasen mukana voivat kulkeutua syvälle hengityselimistöön ja päätyä immuunijärjestelmän soluihin tai kulkeutua verenkierron mukana muualle elimistöön.

2.2.1 Pakoputkipäästöt

Pakokaasupäästöt koostuvat pääasiassa vedestä, hiilidioksidista, typen oksideista ja hiukkasmaisista päästöistä. Näistä etenkin typen oksidit ja hiukkasmaiset päästöt on tunnistettu terveydelle haitallisiksi. Uuden moottoriteknologian ja EURO 6 luokitusten täyttävien ajoneuvojen pakokaasupäästöjen hiukkaspitoisuus on merkittävästi alhaisempaa kuin aikaisemmin. Täysin päästöttömiä ne eivät siltikään vielä ole, vaan päästöjen hiukkaskoko on entistä pienempää, jolloin hiukkasten lukumäärä ja pinta-ala ovat suurempia kuin aikaisemmin. Samalla niiden kemiallinen koostumus on erilaista kuin aikaisemmin. Autoliikenteen päästöt tuottavat myös sekundaarisia hiukkasia eli aerosoleja (SOA), jotka muodostuvat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) hapettuessa ilmassa. Pakoputkesta peräisin olevat hiukkaspäästöt ovat tyypillisesti hyvin pieniä halkaisijaltaan,

alle 0,4 µm tai jopa vielä huomattavasti pienempiä. Tyypillisesti polttoperäisiä päästöjä kuvaillaan käyttämällä kokoluokkaa PM_1 (halkaisija alle 1 µm).

2.2.2 Muut liikenneperäiset päästöt

Muut liikenneperäiset päästöt muodostuvat pääasiassa jarrujen, renkaiden, sekä tienpinnasta kulumisesta sekä resuspensiosta. Resuspensio tarkoittaa tienpinnassa olevien hiukkasten päätymistä uudelleen ilmaan, esimerkiksi tuulen tai liikenteestä aiheutuvien ilmavirtauksien vuoksi. Resuspensio vaihtelee hyvin paljon riippuen säästä, tien pintamateriaalista, tienpinnalla olevasta aineksesta, auton massasta, ajonopeudesta, renkaista (kesä, kitka, nasta) ja ajotavasta. Suuret hiukkaset laskeutuvat nopeasti takaisin tielle, joten ne voivat resuspensoitua yhä uudestaan

Jarrujen kuluvista osista (jarrupalat, niiden kitkapinta sekä jarrulevyt) syntyy hiukkaspäästöjä. On arvioitu, että 10 – 20 % kaupunkiliikenteen päästöistä on jarruista peräisin, joidenkin arvioiden mukaan jopa 55 % PM_{10} päästöistä olisi jarruista lähtöisin. Jarrupölyn kokoluokka vaihtelee paljon, riippuen jarrupalojen materiaalista ja lämpötilasta. Osa hiukkasista on isoja, mutta toisaalta korkeissa lämpötiloissa syntyy hyvin pieniä, jopa nanokokoisia hiukkasia.

Samoin kuin jarrupalojen, myös renkaiden koostumus vaihtelee merkittävästi, millä on merkitystä hiukkasten syntyyn. Renkaat koostuvat käytännössä kumista, täyteaineista, vulkanisointiaineista, vanhentumista estävistä aineista ja pehmittimistä. On arvioitu, että yksi henkilöauton rengas kuluu 1,4 kg yhteensä 50 000km matkalla. Renkaiden kuluminen on suurimmillaan kiihdytysten aikaan ja kun sivuttaissuuntainen voima on maksimissaan. Näin tapahtuu erityisesti lähdettäessä liikkeelle liikennevaloista ja käännösten aikana. Huomattava osa rengasperäisistä hiukkasista syntyy siis taajamissa risteysten läheisyydessä.

Renkaiden kulumisesta muodostuu myös mikromuoveja. Suurin osa renkaiden kulumisen myötä muodostuvista mikromuoveista on halkaisijaltaan 50–100 µm, eivätkä ne siten kuulu hengitettäviin hiukkasiin. Tällaiset hiukkaset eivät kulkeudu ilmassa pitkiä matkoja, vaan ne laskeutuvat liikenneväylän läheisyyteen. On arvioitu, että enintään 30 % syntyneistä mikromuoveista kulkeutuu ilmateitse.

2.3 Liikenteen päästöihin vaikuttavat tekijät

Autojen pakokaasupäästöt vaihtelevat runsaasti. Päästöjen määrään vaikuttavat mm. käyttövoima, moottoriteknologia, päästöjen jälkikäsittely, ajonopeus, moottorin lämpötila ja lukuisat muut tekijät. Yleisesti henkilöautoliikenteen tuottamista leijuvista hiukkasista valtaosa aiheutuu muista kuin pakokaasun hiukkaspäästöstä. Sen lisäksi on myös odotettavissa, että pakokaasupäästöjen osuus hiukkaspäästöstä pienenee tulevaisuudessa pienempipäästöisten autojen ja autokannan sähköistymisen takia.

Muiden kuin pakokaasuperäisten päästöjen määriin vaikuttavat myös lukuisat tekijät. Välittömästi liikenneväylän läheisyydessä katupölyyn kohdistuvat turbulenttiset virtaukset ja niistä aiheutunut resuspensio ovat merkittävässä roolissa. Tähän voidaan vaikuttaa mm. nopeusrajoituksin sekä liikenteen ohjauksin. Etenkin runsaasti pölyävinä kausina, kuten keväisten katupölyjaksojen aikana, ajoneuvojen nopeuksia laskemalla voidaan vähentää leijuvan pölyn määrää ilmassa. Tämä koskee etenkin raskaampia ajoneuvoja, joista syntyvät virtaukset ovat voimakkaampia kuin henkilöautoista syntyvät. Raskaan liikenteen merkitys korostaa myös siinä, että sille arvioitu päästökorkeus on korkeampi kuin henkilöautoliikenteelle. Tämä vaikuttaa leijuvan pölyn leviämiseen kauemmaksi ilmavirtauksien mukana. Leijuvan pölyn määrän vähentäminen on tärkeää etenkin niillä alueilla, joissa ihmiset altistuvat sille eniten.

Renkaiden, jarrujen ja tienpinnan kulumisen aiheuttamat hiukkaspäästöt pienenevät, kun nopeusrajoitukset ovat järkevästi asetettuja ja niistä aiheutuvat kiihdytykset ja jarrutukset vähenevät.

Tähän voidaan myös vaikuttaa ennakoivalla ajotavalla. Kun jarrutukset jäävät vähemmälle, niin jarrupalat luonnollisesti kuluvat vähemmän. Kun jarrutukset ovat kevyempiä, niin jarrupalat ja -levyt kuumenevat vähemmän eikä nanohiukkasia muodostu yhtä paljon. Lisäksi renkaan ja tienpinnan väliset voimat pienenevät jarrutusten ja kiihdytysten vähetessä, jolloin hiukkasia muodostuu vähemmän renkaiden ja tienpinnan kulumisesta.

Katupölyn määrään vaikuttaa myös nastarenkaiden käyttö. Nastarenkaat tuottavat enemmän hiukkaspäästöjä tienpinnan kulumisen takia kuin nastattomat. Mahdollinen lisäys riippuu nopeudesta ollen taajamanopeuksissa noin 1,5-kertainen. Suuremmilla nopeuksilla kerroin kasvaa vielä suuremmaksi. Nastarenkaiden aiheuttama katupölyn pitoisuuslisä voi näkyä jo syksyllä sopivissa sääolosuhteissa, mutta on korkeimmillaan keväisin katupölyjakson aikana. Katupölyjaksojen aikana ilmanlaatua heikentää myös talvella tehty hiekoitus. Hiekoituksen määrä on verrannollinen sääolosuhteisiin, joten sen määrä voi vaihdella vuosittain huomattavasti.

3. LIIKENTEEN PÄÄSTÖT KOHTEESSA

3.1 Lähtötiedot

3.1.1 Kadut ja liikennemäärät

Työssä tehtiin pölyjen leviämismallinnus, jossa arvioitiin paloasemaliikenteen aiheuttamaa katupölyn pitoisuuslisää ennen ja jälkeen kaavoitusmuutoksen. Kaavamuutoksen jälkeen uuden paloaseman rooli on pienempi kuin nykyisellä. Keskuspaloaseman toimintojen siirtyessä Linnanmaalle, Raksilaan jää nykyinen ambulanssien määrä, mutta raskaiden paloautojen määrä vähenee.

Lähtötietoina nykyiselle paloasemaliikenteen liikennemäärille käytettiin asiakkaan toimittamia tietoja (Taulukko 1).

Taulukko 1. Paloaseman hälytysajoneuvojen määrät ja hälytysajojen osuudet.

Ajoneuvotyyppi	Nykyinen asema: Lähtöjä/vuorokausi	Uusi asema: Lähtöjä/vuorokausi	Nykyinen asema: Hälytysajojen osuus	Uusi asema: Hälytysajojen osuus
ambulanssit	60	60	40 %	40 %
paloautot	4–5	3–4	> 90 %	> 90 %

3.1.2 Liikenteen päästöt

Päästökertoimet saatiin Euroopan ympäristövirasto EEA:n päästökäsikirjasta (EEA 2019, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019, osio Road Transport) ja sen liitetaulukosta 1.A.3.b.i-iv. Autojen suoritejakaumat eri Euro-luokkien kesken saatiin VTT:n ALIISA-autokantamallista (http://lipasto.vtt.fi/aliisa/index.htm).

Tienpinnan pölyäminen arvioitiin Yhdysvaltain ympäristövirasto EPAn AP-42-päästökertoimilla (https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors) käyttäen päällystettyjen teiden laskentamenetelmää. Hienoaineksen määrä tiellä arvioitiin New Yorkin osavaltion ympäristöviraston julkaisun periaatteella (Redesignation request and maintenance plan for the 1997 annual and 2006 24-hour $PM_{2.5}$ NAAQS: New York–Northern New Jersey–Long Island, NY–MJ–CT nonattainment area, 2014). Sen mukaan kyseinen arvo on 0,03 g/m^2, kun päivittäinen liikennemäärä on yli 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Kun ajoneuvomäärä on 5 000–10 000 vuorokaudessa (tämän selvityksen liikennemäärät Teuvo Pakkalan kadulla), arvo on

0,06 g/m^2. Talviaikaan näillä jälkimmäisillä teillä arvon pitäisi olla 0,12 g/m^2, jolloin katupölyn kokonaispäästö on alueella suurempi. Kun liikennemäärä on vuorokaudessa alle 500 ajoneuvoa, niin saman lähteen mukaan pitäisi käyttää tienpinnan pölylle arvoa 0,6 g/m^2. Tätä arvoa käytettiin mallissa Pikkukankaantiellä.

Pölyävyyteen vaikuttaa suuresti vallitsevat olosuhteet, kuten tienpinnan lumisuus ja kosteus, jolloin pölyäminen on alhaisempaa, kun taas kuivina jaksoina ilmanlaatu voi ajoittain olla vilkkaiden väylien varrella heikkoa.

Oletuksena on käytetty, että hälytykseen lähtevän paloauton paino on 18 t ja ambulanssin massa 2,5 t. Lähtöä kohti yhden ambulanssin aiheuttama pölyn määrä on paljon pienempi kuin paloauton, koska ambulanssi on kevyempi. Vuorokaudessa ambulanssien lähdöt tuottavat noin puolet tai enemmän pölyä kuin verrattuna paloautojen nostattamaan pölyyn, koska ambulanssien hälytysajoja on vuorokaudessa 24 kpl. (Taulukko 2, Taulukko 3)

Leviämismalliin on syötettävä päästömäärä yksiköissä g/s. Yhden tunnin aikana on laskennallisesti alle yksi paloauton lähtö ja 2,5 ambulanssin lähtöä. Malliin sijoitettiin päästömääriksi arvot, jotka saatiin käyttämällä yhtä paloauton lähtöä ja kolmea ambulanssin lähtöä tunnissa. Tällöin voidaan laskea vuorokautisia pitoisuuslisiä muuhun hiukkaspitoisuuteen. Ambulanssien määränä tunnissa käytettiin arvoa kolme eikä kaksi, jotta saataisiin laskettua pahinta mahdollista tilannetta.

Lyhytaikaiset pitoisuuspiikit arvioitiin siten, että päästön oletettiin muodostuvan minuutin aikana. Tätä varten päästömäärä syötettiin malliin 60-kertaisena. Tuloksista voidaan tarkastella, millaisia pitoisuuksia voi suurusluokaltaan lyhytaikaisesti, noin minuutin ajan tai vielä lyhytaikaisemmin, esiintyä Teuvo Pakkalan kadun välittömässä läheisyydessä. Esitetyt tilanteet eivät ole jatkuvia, eikä niistä voi päätellä jatkuvia pitoisuuksia. Lyhytaikaisten huippupitoisuuksien mallinnuksessa on voimassa useita oletuksia, joiden takia tilannetta voidaan pitää pahimpana, lyhytaikaisena tilanteena:

- Saman minuutin aikana lähtee hälytysajoon yksi paloauto ja kolme ambulanssia;
- Paloauto ja ambulanssit ajavat samaan suuntaan (pohjoiseen tai etelään) Teuvo Pakkalan kadulla;
- Kaduilla on merkittävä määrä pölyä;
- Tuuliolot sopivat levittämään ilmaan noussutta pölyä.

Mallissa otettiin huomioon hiukkasten poistuminen ilmasta laskeuman muodossa. Tätä varten malliin syötettiin arvioitu hiukkaskokojakauma. (Taulukko 4)

Taulukko 2. Paloautojen nostattaman katupölyn arvioitu määrä lähtöä kohden (nykytilanne: 5 hälytysajoa, tuleva tilanne: 4 hälytysajoa) sekä päästö vuorokaudessa.

Suunta	Nykytilanne: Kadun pölyäminen [g/lähtö]	Tuleva tilanne: Kadun pölyäminen [g/lähtö]	Nykytilanne: Kadun pölyäminen [g/d]	Tuleva tilanne: Kadun pölyäminen [g/d]
lähtö pohjoiseen	0,82	0,66	4,1	3,3
lähtö etelään	1,09	0,87	5,4	4,3

Taulukko 3. Ambulanssien nostattaman katupölyn arvioitu määrä lähtöä kohden (nykytilanne: 24 hälytysajoa, tuleva tilanne: 24 hälytysajoa) sekä päästö vuorokaudessa.

Suunta	Nykytilanne: Kadun pölyäminen [g/lähtö]	Tuleva tilanne: Kadun pölyäminen [g/lähtö]	Nykytilanne: Kadun pölyäminen [g/d]	Tuleva tilanne: Kadun pölyäminen [g/d]
lähtö pohjoiseen	0,09	0,09	2,1	2,1

lähtö etelään	0,12	0,12	2,8	2,8

Taulukko 4. Hiukkaskokoluokkien 2,5 µm ja 10 µm osuudet kokonais-PM_{10}-hiukkaspäästöstä.

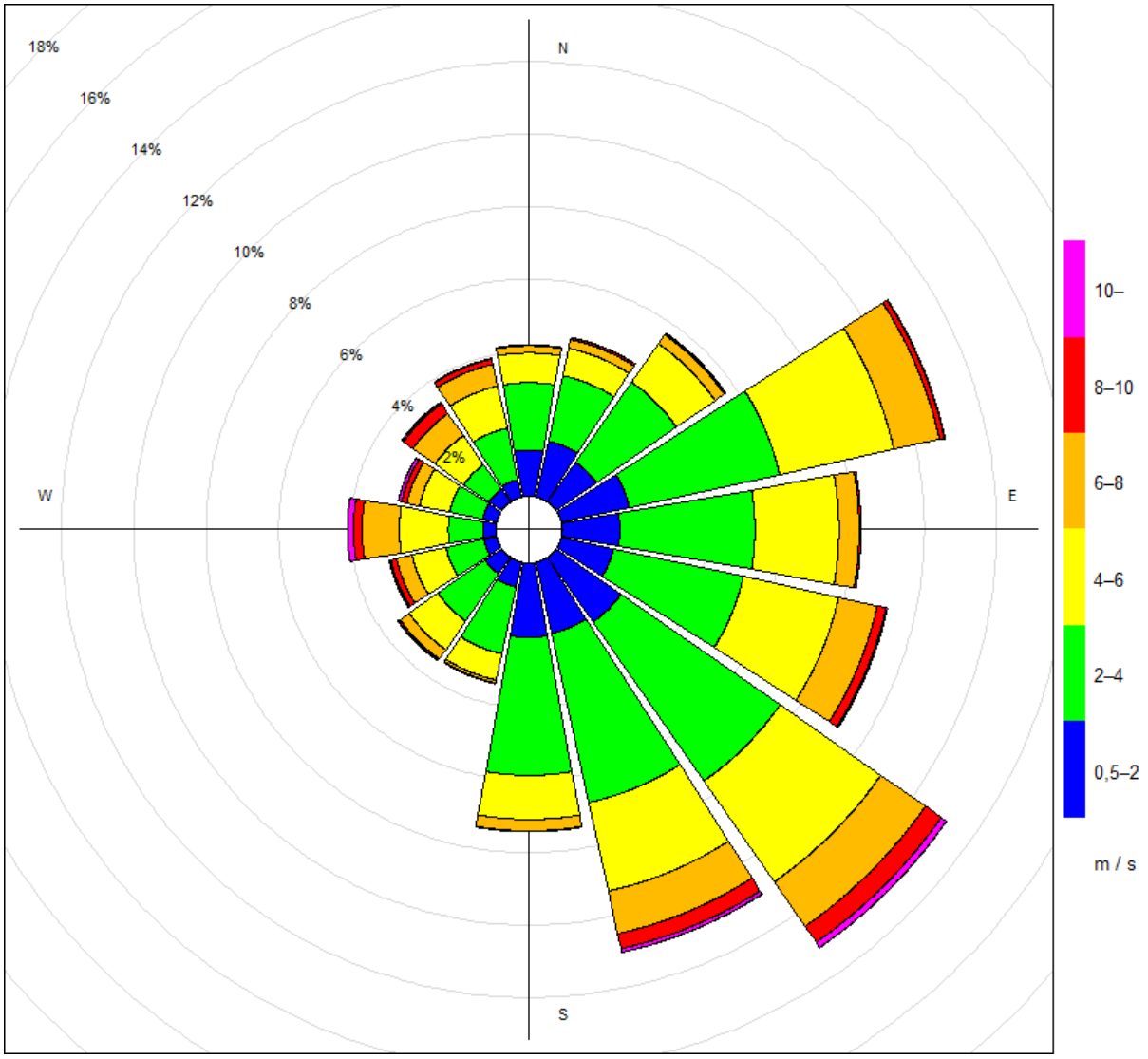
Hiukkaskoko-luokka	Osuus koko-nais-PM_{10}-hiukkaspääs-töstä
2,5 µm	24 %
10 µm	76 %

Lähdöt mallinnettiin erikseen sekä pohjoisen että etelän suuntaan. Mallien ajon jälkeen tulokset yhdistettiin siten, että joka laskentapisteessä otettiin tulosten suurempi arvo. Näin saatiin kartalle vyöhykkeet, jotka näyttävät suurimman arvioidun pitoisuuslisän PM_{10}-pitoisuuteen. Tuloskarttoja ei pidä tulkita siten, että tulos voisi toteutua yhtäaikaisena kartan näyttämällä tavalla.

Laskennassa ei huomioitu alueen ilmanlaadun taustapitoisuuksia, eikä muusta lähiliikenteestä aiheutuvaa pölypäästöä. Tarkastelu on tehty paloasemaliikenteestä johtuvina pitoisuuslisinä Teuvo Pakkalan kadulle ja sen lähiympäristöön. Mallissa ei ole mukana rakennusten vaikutusta hiukkasten leviämiseen. Tämän vuoksi tuloksia tulee tarkastella vain Teuvo Pakkalan kadun välittömässä läheisyydessä, eikä niitä voi soveltaa sellaisinaan esimerkiksi sisäpihoille.

3.1.3 Sääaineisto

Mallit laskettiin vuosien Oulun lentoaseman vuosien 2018–2020 säätiedoilla (Ilmatieteen laitos, avoin data). Tämän aseman tuuliruusu on esitetty (kuva 2). Aineistossa yleisimmät tuulensuunnat olivat kaakko (13,8 % ajasta), eteläkaakko (11,3 %) ja itäkoillinen (11,2 %). Sääasemien mittaukset tehdään maanpintaa korkeammalta, eikä niitä voi soveltaa katukuiluihin.



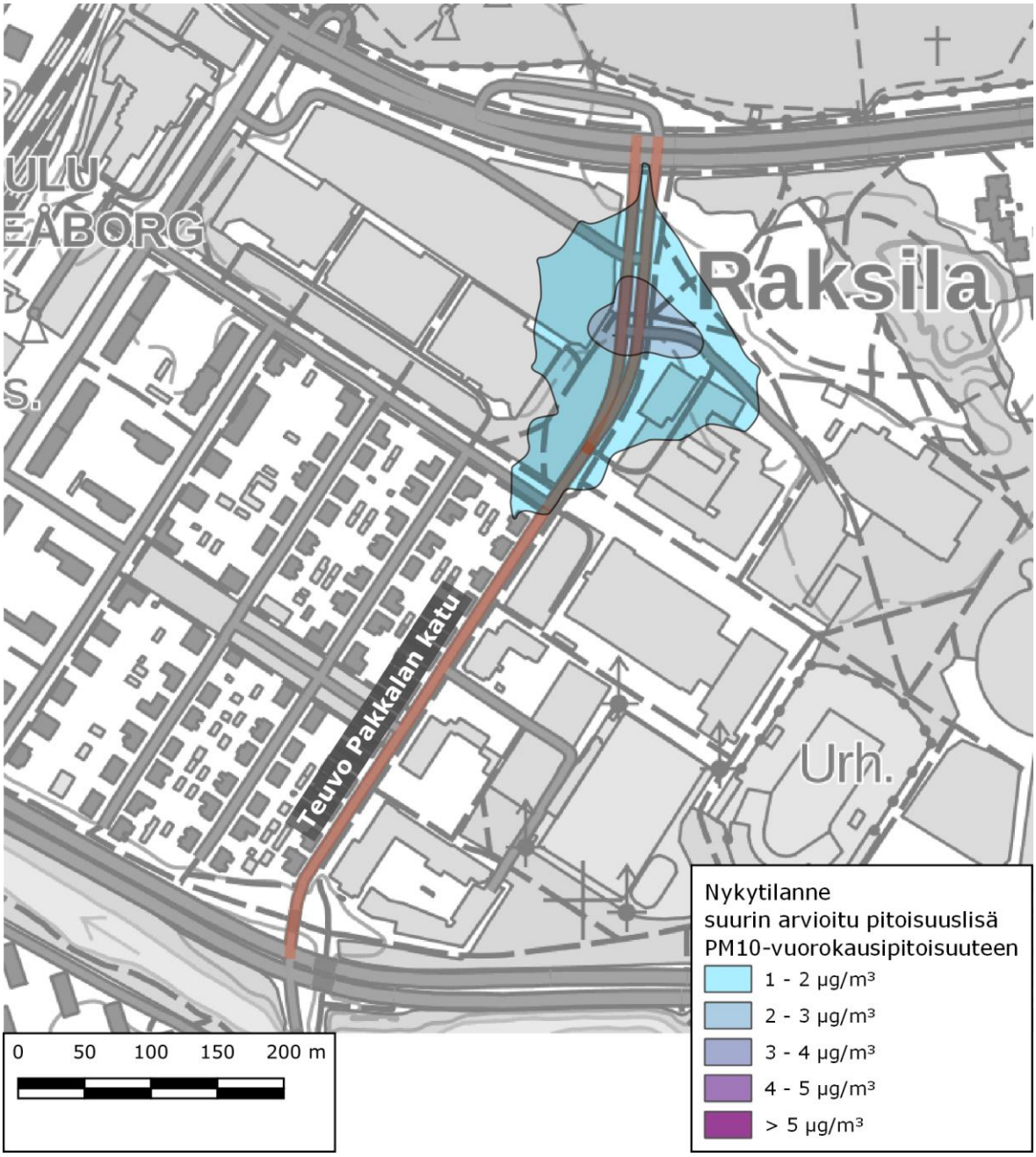
Kuva 2. Tuulen suuntien ja nopeuksien jakauma Oulun lentoasemalla vuosina 2018–2020 asteikko prosentteina kokonaisajasta. Kaavio kertoo, mistä suunnasta on tuullut. Tyyniä havaintoja (tuulen nopeus alle 0,5 m/s) oli noin 0,5 % ajasta. (Data: Ilmatieteen laitos, avoin data)

4. HIUKKASPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLI

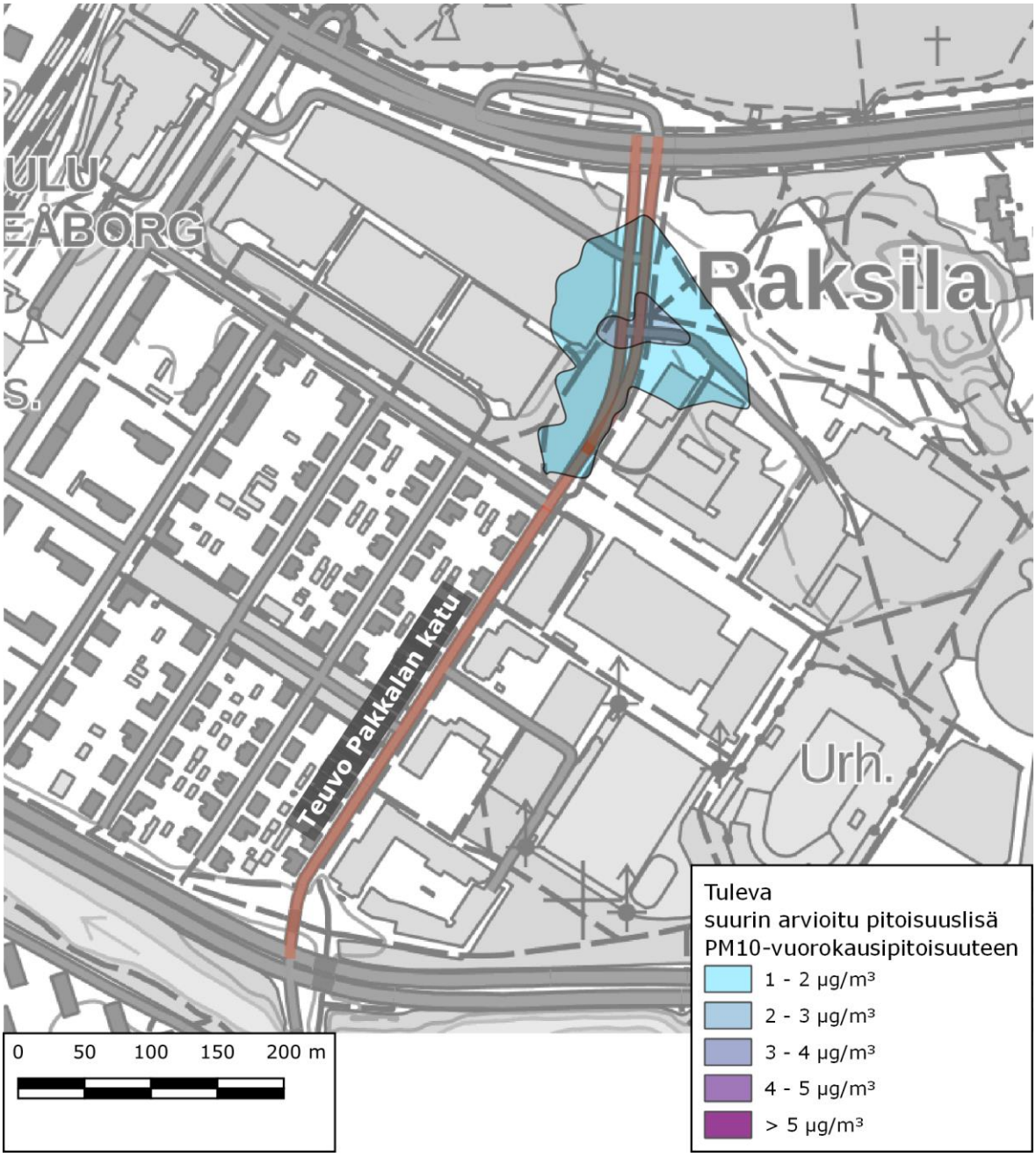
Arvion saamiseksi kohteen ympäristöön laadittiin liikenteen hiukkaspäästöjen leviämismalli. Mallinnusohjelmana käytettiin AERMODia, joka on Yhdysvaltain ympäristövirasto EPAn kehittämä leviämismalli ja joka on laajalti käytössä maailmalla. Leviämismallin lähtötiedot laskettiin käyttäen EPAn AP-42-päästökerroinkokoelmaa, jossa on ajoneuvojen massaan perustuvat laskentamenetelmät katupölylle. Malleissa on kuvattu suurimmat vuorokausikeskiarvon mukaiset hiukkaspitoisuudet (hengitettävät hiukkaset, PM_{10}) Teuvo Pakkalan kadulla liikkuvien hälytysajoneuvojen nostattaman pölyn aiheuttamina.

4.1 Suurimmat vuorokausipitoisuudet

Työssä tarkasteltiin paloasemaliikenteen pitoisuuslisiä vuorokausikeskiarvoina hengityskorkeudella (1,5 metriä maanpinnan yläpuolella). Suurin mallinnettu yhden vuorokauden aikainen pitoisuuslisä paloaseman nykyisillä paloautojen ja ambulanssien lähtömäärillä oli 3,0 µg/m^3 (Kuva 3). Uuden paloaseman paloautojen ja ambulanssien lähtömäärän aiheuttama suurin vuorokautinen pitoisuuslisä PM_{10}-pitoisuuteen oli 2,4 µg/m^3 (Kuva 4). Suurimmat pitoisuudet esiintyivät Pikkukankaantien ja Teuvo Pakkalan kadun risteyksessä.



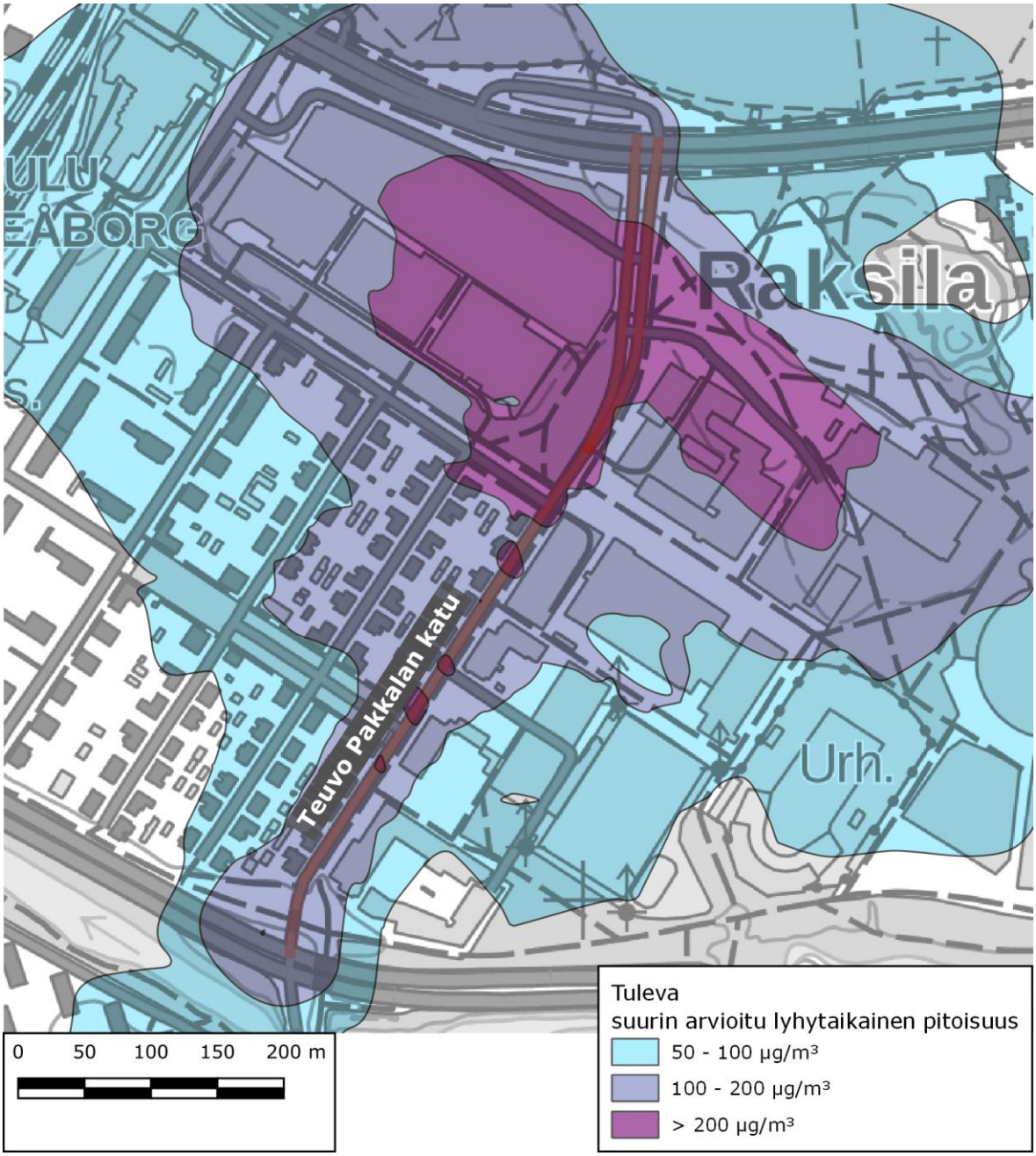
Kuva 3. Suurimmat paloasemaliikenteen nostattaman katupölyn aiheuttamat PM_{10}-vuorokausipitoisuuslisät hengityskorkeudella.



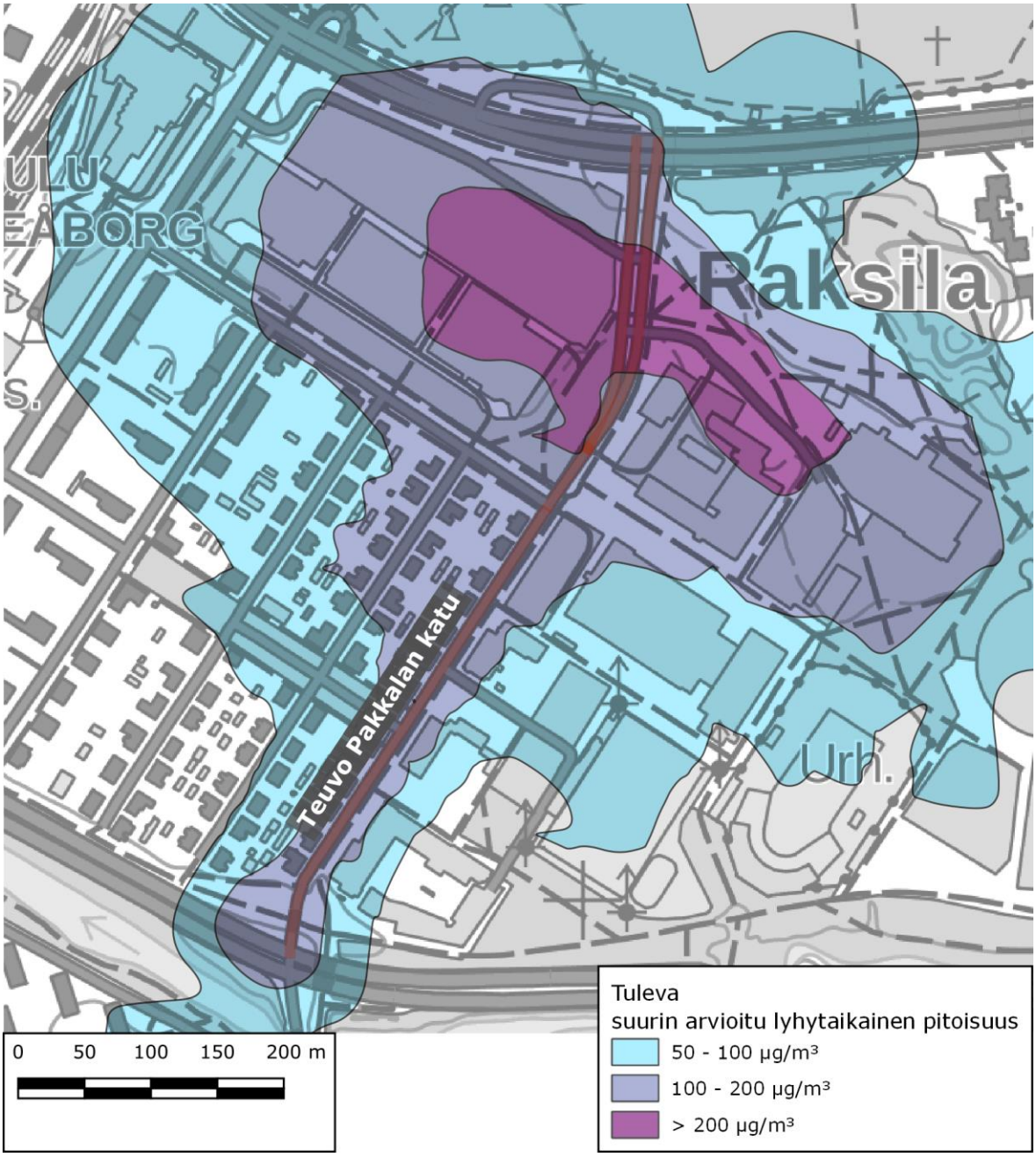
Kuva 4. Suurimmat uuden paloaseman liikenteen nostattaman katupölyn aiheuttamat PM_{10}-vuorokausipitoisuuslisät hengityskorkeudella.

4.2 Lyhytaikaiset pitoisuudet

Lyhytaikaiset, minuutin tai lyhyemmän ajanjakson suurimmat arvioidut pitoisuudet on esitetty seuraavassa (Kuva 5, Kuva 6). Suurimmat lyhytaikaiset pitoisuudet voivat kohota suuriksi Pikkukankaantien ja Teuvo Pakkalan kadun varrella. Esitettyjen lyhytaikaisten pitoisuuksien arvioidaan kuvaavan pahinta mahdollista tilannetta, jossa on useita taustaoletuksia (ks. kappale 3.1.2).



Kuva 5. Suurimmat arvioidut lyhytaikaiset (1 minuutti tai lyhyempi aika) paloasemaliikenteen nostattaman katupölyn aiheuttamat PM_{10}-vuorokausipitoisuuslisät hengityskorkeudella.



Kuva 6. Suurimmat arvioidut lyhytaikaiset (1 minuutti tai lyhyempi aika) uuden paloaseman liikenteen nostattaman katupölyn aiheuttamat PM_{10}-vuorokausipitoisuuslisät hengityskorkeudella.

5. PALOASEMALIIKENTEEN VAIKUTUS ILMANLAATUUN

Hälytysajoneuvojen lähtöjen yhteydessä ilmaan nousevan katupölyn arvioidaan nostavan vuorokauden keskimääräisiä PM_{10}-pitoisuuksia enintään 3 µg/m^3. Tämä lisäys esiintyy nykytilanteessa, ja tulevassa tilanteessa, jossa paloautojen lähtöjen lukumäärä vuorokaudessa on neljä viiden lähdön sijasta, lisäys oli 2,4 µg/m^3.

Vuorokausitasolla pitoisuuslisät olivat melko pieniä. Niiden voidaan arvioida olevan pienehkö osa muun liikenteen aiheuttamista katupölystä.

Lyhytaikaiset huippupitoisuudet voivat epäsuotuisissa oloissa nousta suuriksi mallinnuksen perusteella.

Pitoisuuslisien muutos nykytilanteesta tulevaan tilanteeseen oli melko pieni, koska ambulanssien lähtöjen määrä vuorokaudessa ei muutu nykyisestä tilanteesta tulevaan. Tämän laskennan perusteella vuorokautinen päästö vähenee 20 %. Tulevassa tilanteessa myös muu liikenne paloasemalle vähenee, arviolta 200 ajoneuvosta 100 ajoneuvoon vuorokaudessa. Tämä vähentää myös katupölyn resuspensiota, arviolta likimain saman verran kuin itse hälytysajosta tulee. Vaikutukset vuorokausipitoisuuksiin jäisivät pieniksi, koska kevyet ajoneuvot jakaantuvat vuorokauden ajalle.

Itse Teuvo Pakkalan kadun liikennemäärä vuorokaudessa on 6500–7200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tämä on huomattavasti suurempi määrä kuin hälytysajoneuvojen tai paloasemalla suuntautuvan muun liikenteen määrä. Todennäköisesti Teuvo Pakkalan kadun liikenne dominoi päästöissä ja sen vaikutus vuorokausipitoisuuksiin on suurempi. Vaikutusta huippupitoisuuksiin on vaikea mallintaa, mutta muun liikenteen vaikutuksen niihin arvioidaan olevan pienempi kuin nopeiden ja raskaiden hälytysajoneuvojen.

Katupölyn vaikutus Teuvo Pakkalan kadulla lähimpien rakennusten alueella voi olla hetkittäin huomattava. Tämä johtuu pääasiassa kadun normaalista päivittäisestä henkilöautoliikenteestä, mutta myös hälytysajoneuvojen suurempi koko ja ajonopeus hälytysajojen aikana aiheuttavat turbulenttisia virtauksia ja katupölyn resuspensiota. Ilman PM_{10}-pitoisuuteen vaikuttavat suuresti vallitsevat sääolosuhteet. Kuivina, aurinkoisina jaksoina, etenkin syksyllä ja keväällä, PM_{10}-pitoisuus voi olla hetkittäin korkealla tasolla. Katupölyn vaikutus on suurempi kadun puolella, kuin sisäpihan puolella. Tällä voi olla vaikutusta myös sisäilman laatuun, mikäli painovoimaisella ilmanvaihdolla varustettua asuntoa tuuletetaan pitämällä ikkunoita auki. Uuden paloaseman myötä hälytysajoneuvojen liikenne Teuvo Pakkalan kadulla vähenee, mikä myös parantaa ilmanlaatua ja vähentää meluhaittaa.

6. SUOSITUKSET

Katupölylle ja kaupunki-ilman saasteille ei ole voitu määrittää terveysperusteisesti alinta haitallista pitoisuutta, joten suositus on vähentää sille altistumista mahdollisuuksien mukaan.

Katupölylle altistumisen määrään voi vaikuttaa niin liikennesuunnittelun kuin asunnon ilmanvaihdoin keinoin. Teuvo Pakkalan kadulla talojen läheisyys kadusta ja liikenteestä on merkittävin yksittäinen tekijä katupölypitoisuuksille altistumisessa. Katujen puhdistaminen riittävän aikaisin keväisin vähentää leijuvan katupölyn määrää. Siksi katupölyn poistoon on ryhdyttävä heti säiden niin salliessa, eikä sen tule olla kalenteriin sidottu päivämäärä. Puhdistustoimien aloittamisen viivästyttäminen voi lisätä huomattavasti huonon ilmanlaadun päiviä.

Katupölyn määrään voidaan vaikuttaa myös rajoittamalla ajonopeutta ja raskaan liikenteen määrää, mutta myös muun läpiajoliikenteen määrää. Talvisin on myös mahdollista ohjata nastarenkailla tapahtuva liikennöinti toisille reiteille.

Mikäli kadunreunassa kiinni olevissa rakennuksissa on painovoimainen ilmanvaihto, suositellaan tuuletuksen tapahtuvan sisäpihan puolelta. Ilmavirtaukset kuljettavat hiukkasia myös sisäpihan puolelle, joten tuulettamisen ajankohdaksi esimerkiksi katupölyjaksojen aikana suositellaan hiljaisemman henkilöautoliikenteen ajankohtia. Hälytysajojen ajankohtia ei voi ennakoida. Ilmanvaihdossa suositellaan koneellista ilmanvaihtoa. Sisäilma tulee ottaa mahdollisimman kaukaa sisäpihan puolelta ja korkealta. Kadun läheisyyden vuoksi myös liikenneperäisten <PM_1 kokoluokan hiukkasten merkitys on hyvä huomioida ilmanvaihtokoneiston suodattimien tasoa valitessa. Sisäilmanlaadun takaamiseksi ikkunoita ei tule pitää auki ja taata ilmanvaihto sekä jäähdytys koneellisesti.

Kasvillisuuden lisäämistä esitetään usein keinona liikenteen päästöjen vaikutuksen vähentämiseksi. Rakennusten läheisyyden vuoksi tämä vaihtoehto ei todennäköisesti ole mahdollisesti toteuttavissa kohteessa.

7. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä laadittiin Raksilan paloasemaliikenteen pölyselvitys, joka koskee Teuvo Pakkalan katua ja sen lähiympäristöä. Työssä laskettiin paloasemaliikenteen aiheuttamat liikenneperäiset päästölisät nykyiseen tilanteeseen, sekä ja tehtiin arvio tulevasta tilanteesta, sekä havainnollistettiin tilannetta leviämismallinnuksin.

Työssä ei selvitetty sitä, ylittyvätkö kohteessa PM_{10} pitoisuuksille määritetyt raja- ja ohjearvot. Niitä varten tarvittaisiin tietoja vuorokautisen liikenteen jakautumisesta tunneittain ja myös läheisten katujen liikennetietoja, jotta niidenkin vaikutus tulisi otettua huomioon.

Työssä nähtiin, että Raksilan paloasemaliikenteen vaikutus lähiympäristöön oli vuorokausitasolla melko pieni. Arvioidut lyhytaikaset huippupitoisuudet tosin voivat olla varsin suuria.

Keskuspaloaseman sijainnin vaihtumisen vuoksi Teuvo Pakkalan kadun pölytilanne tulee paranemaan jonkin verran tulevaisuudessa, koska etenkin raskaiden hälytysajoneuvojen liikennöinnin määrä vähenee. Henkilöautoliikenne Teuvo Pakkalan kadulla ei vähene tulevaisuudessa merkittävästi, joten sen aiheuttamat pölyvaikutukset eivät muutu oleellisesti. Henkilöautoliikenteen osuus Teuvo Pakkalan kadun koko liikenteestä on vähintään noin 95 %.

Työssä ei otettu huomioon nastarenkaiden vaikutusta talvikaudella. Nastarenkaat kuluttavat tienpintaa ja nostattavat ilmaan enemmän pölyä kuin kesärenkaat, joten niiden huomioon ottaminen lisäisi jonkin verran raportissa esitettyjä hiukkaspitoisuuksia.

Rakennusten katuun nähden läheisen sijainnin vuoksi katupölyyn tulee kiinnittää huomiota ja rakennuksen ympäristöön on suositeltavaa tehdä erillinen hiekotushiekkojen hallintasuunnitelma, jossa määritellään mm. normaali tiheämpi hiekoitushiekkojen keräämisaikataulu.

Kuopiossa 3.2.2021

RAMBOLL FINLAND OY
Ilmanlaatu ja melu

Mikko Happo
Ryhmäpäällikkö, FT, Dos.

Toni Keskitalo
Tutkimuspäällikkö, FM