

Vastaanottaja  
**Hollolan kunta**  
**Pentti Klemetti**

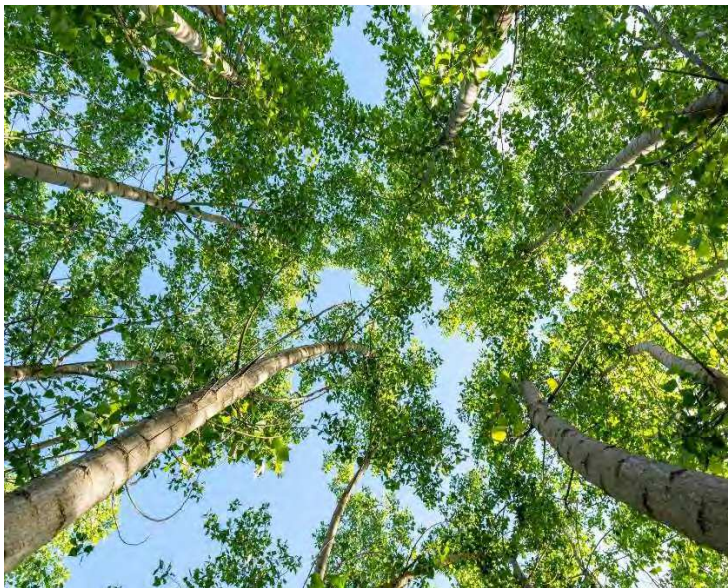
Asiakirjatyyppi  
**Raporttiluonnos**

Päivämäärä  
**6.2.2026**

Projektinumero  
**1510095485**

# Kierrätysalueen ilmanlaatumallinnus

## Hollolan kunta



# Kierrätysalueen ilmanlaatumallinnus

## Hollolan kunta

Projekti **Kierrätysalueen osayleiskaavahankkeen ilmanlaatumallinnus**  
Projekti nro **1510095485**  
Vastaanottaja **Pentti Klemetti**  
Asiakirjatyyppi **Raporttiluonnos**  
Versio **0.2**  
Päivämäärä **6.2.2026**  
Laatija **Heikki Lamberg**  
Tarkastaja **Mikko Hoppo**

## Sisältö

1.	Johdanto	2
2.	Aineisto ja menetelmät	3
2.1	Vaiheiden kuvaukset ja päästölaskenta	4
2.2	Leviämismallinnus	7
2.3	Raja- ja ohjearvot	8
2.4	Hajupitoisuus	9
2.4.1	Hajufrekvenssi	9
2.4.2	Hajupitoisuuden vertailuarvot	10
2.5	Laskentaan liittyviä epävarmuustekijöitä	10
3.	Tulokset	10
3.1	Pölyn leviämismallinnus	12
3.1.1	Vaihe 1 – PM <sub>10</sub>	12
3.1.2	Vaihe 1 – PM <sub>2.5</sub>	16
3.1.3	Vaihe 2	18
3.1.4	Vaihe 2 – PM <sub>10</sub>	18
3.1.5	Vaihe 2 – PM <sub>2.5</sub>	22
3.1.6	Vaihe 3	24
3.1.7	Vaihe 3 – PM <sub>10</sub>	24
3.1.8	Vaihe 3 – PM <sub>2.5</sub>	28
3.2	Hajujen leviämismallinnus	30
4.	Tulosten tarkastelu	38
4.1	Vaihe 1	38
4.2	Vaihe 2	38
4.3	Vaihe 3	38
4.4	Hajujen leviäminen	38
5.	Yhteenveto ja johtopäätökset	40
6.	Lähteet	41

Selvityksessä on käytetty Maanmittauslaitoksen avointa dataa (CC-BY 4.0): maastotietokanta, laserkeilausaineisto, peruskartta, maastokarttarasteri.

## 1. Johdanto

Hollolan kunta suunnittelee Nostavan alueelle kiertotalousaluetta. Alueen rakentaminen käynnistyy alueella tehtävillä kiviaineksen otolla ja alueen tasausten tekemisellä. Lainvoimaisen jätteenkäsittelyalueen maakuntakaavan kaavaselostuksen mukaan alueella on tavoitteena vastaanottaa ja käsitellä vuodessa enintään noin 740 000 tonnia jätteitä. Tästä määrästä noin kaksi kolmasosaa (noin 500 000 tonnia) on pilaantumattomia maa- ja kiviaineksia, joita syntyy esimerkiksi rakentamisessa. Näistä aineksista suurin osa pyritään kierrättämään ja maksimitilanteessa vajaa kolmannes (150 000 tonnia) loppusijoitettaisiin. Loppusijoitettava materiaali on sellaista, jota ei vielä toistaiseksi osata hyödyntää muilla tavoin, kuten osa pilaantuneista maa-aineksista, vaarallisiksi jätteiksi luokiteltavista rakennus- ja teollisuusjätteistä, jätteenkäsittelystä muodostuneista hyödyntämiskelvottomista loppujakeista sekä hyödyntämiskelvottomista tuhista. Käsiteltävien jätteiden vuoden maksimimäärästä reilu neljännes (200 000 tonnia) on pysyviä ja tavanomaisia jätteitä, joilla tarkoitetaan muun muassa lasia, betonia, tuhkaa, pilaantuneita maa-aineksia, nestemäisiä jätteitä, sekä erilaisia materiaali- ja energiahyötykäyttöön toimitettavia raaka-aineita ja jätteenkäsittelyprosesseissa syntyviä hyödyntämiskelvottomia jakeita. Myös näistä jätteistä suurin osa päättyy kiertoon ja vain neljäsosa loppusijoitukseen kierrätyspuiston alueelle.

Kolmantena kokonaisuutena alueella vastaanotetaan, käsitellään ja loppusijoitetaan vaarallisia jätteitä, joita on vuodessa 5 % (40 000 tonnia) kaikista käsiteltävistä jätteistä. Vaarallisia jätteitä ovat tuhkat, joissa haitta-aineiden pitoisuudet ylittyvät, sekä pilaantuneet maa-ainekset sekä vaarallisiksi luokiteltavat rakennus- ja teollisuusjätteet. Vaarallisiksi jätteiksi luokiteltavat rakennus- ja teollisuusjätteet toimitetaan lähtökohtaisesti vaarallisen jätteen polttoon, eikä niitä loppusijoiteta alueelle. Kierrätyspuiston alueella vastaanotetaan ja käsitellään vuodessa maksimissaan noin 200 000 tonnia metsätähteitä ja vastaavia energiajakeita, kuten risuja ja kantoja. Kerrallaan näitä varastoidaan enintään 100 000 tonnia. Tämän ohella huoltovarmuuspolttainetta (esim. pelletti tai kivihiihi) varastoidaan enintään 50 000 tonnia kerrallaan.

Tässä työssä tarkasteltiin yhteensä neljää eri tilannetta. Kolmessa niistä tarkasteltiin pölyn leviämistä ja yhdessä hajun leviämistä. Ensimmäisessä tilanteessa mallinnettiin pölypäästöt ja tehtiin leviämismallinnus tilanteessa, jossa alueella tehdään kiviaineksen ottoa ja murskausta. Toisessa tilanteessa selvitettiin maa-aineksen välivarastoinnin ja loppusijoituksen aiheuttamia pölypäästöjä vaiheessa, jossa alue on tasaussuunnitelman mukaisesti louhittu ja tasattu. Kolmannessa tilanteessa selvitettiin pölyn leviämistä maa-aineksen läjitystoiminnan loppuvaiheessa, jossa läjitystä tehdään enää pienemmälle alueelle, mutta alueet ovat suunnitelman mukaisessa enimmäiskorossa.

Hajujen leviämismallinnuksessa selvitettiin alueelle mahdollisesti sijoitettavien toimintojen ja siellä käsiteltävien jakeiden aiheuttamia hajupäästöjä ja hajujen leviämistä ympäristöön.

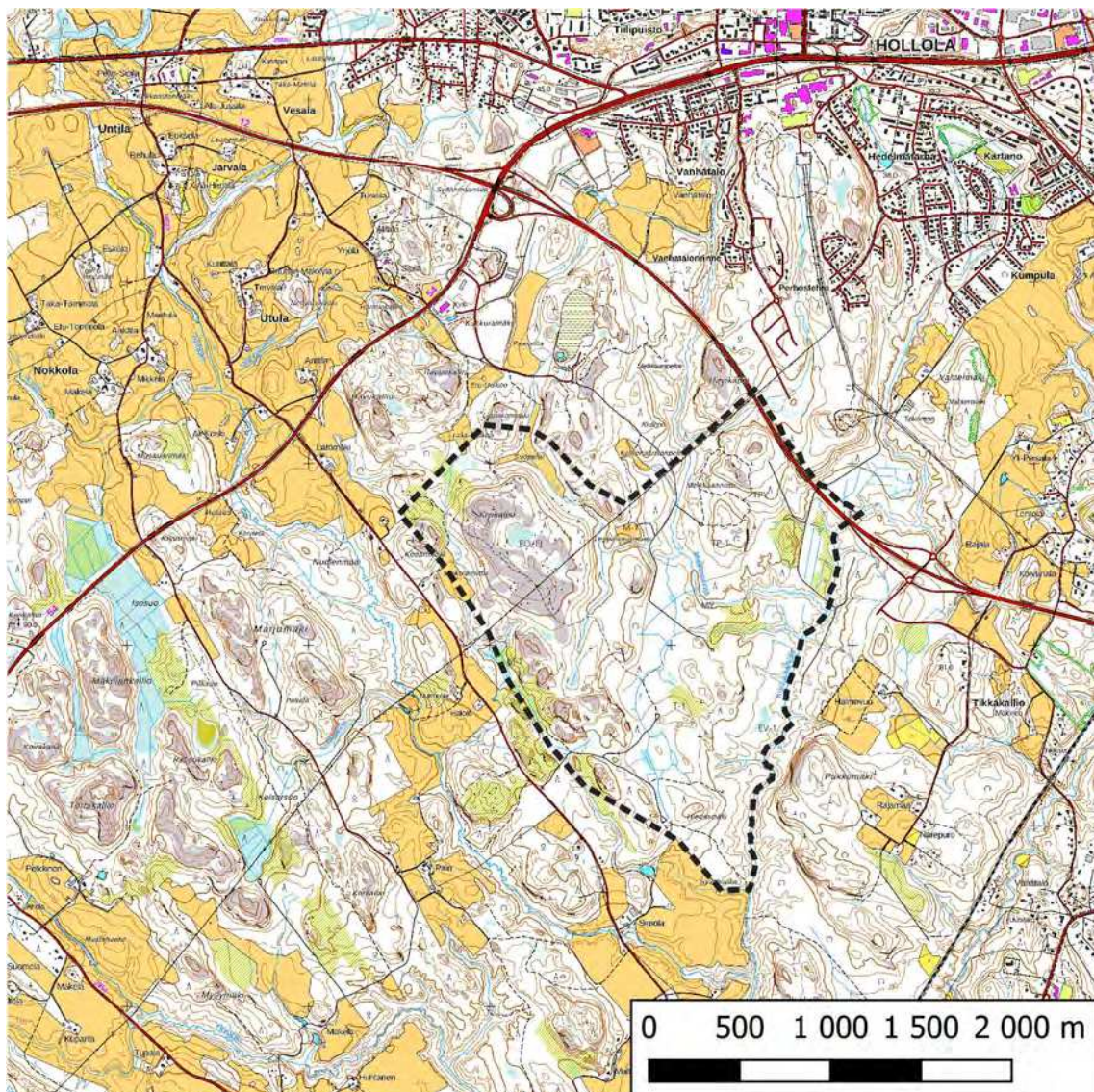
Työssä käytettiin niitä tilaajan toimittamia suunnittelu- ja lähtötietoja, jotka olivat saatavilla tammikuussa 2026. Toiminnasta aiheutuvat pölypäästöt laskettiin eri päästökerroinkokoelmista löytyvien päästökertoimien ja toiminnan laajuuden, eli pinta-alojen ja massamäärien perusteella. Lähtötiedot on tarkemmin kuvattu raportin myöhemmässä vaiheessa, kappaleessa 2.1.



## 2. Aineisto ja menetelmät

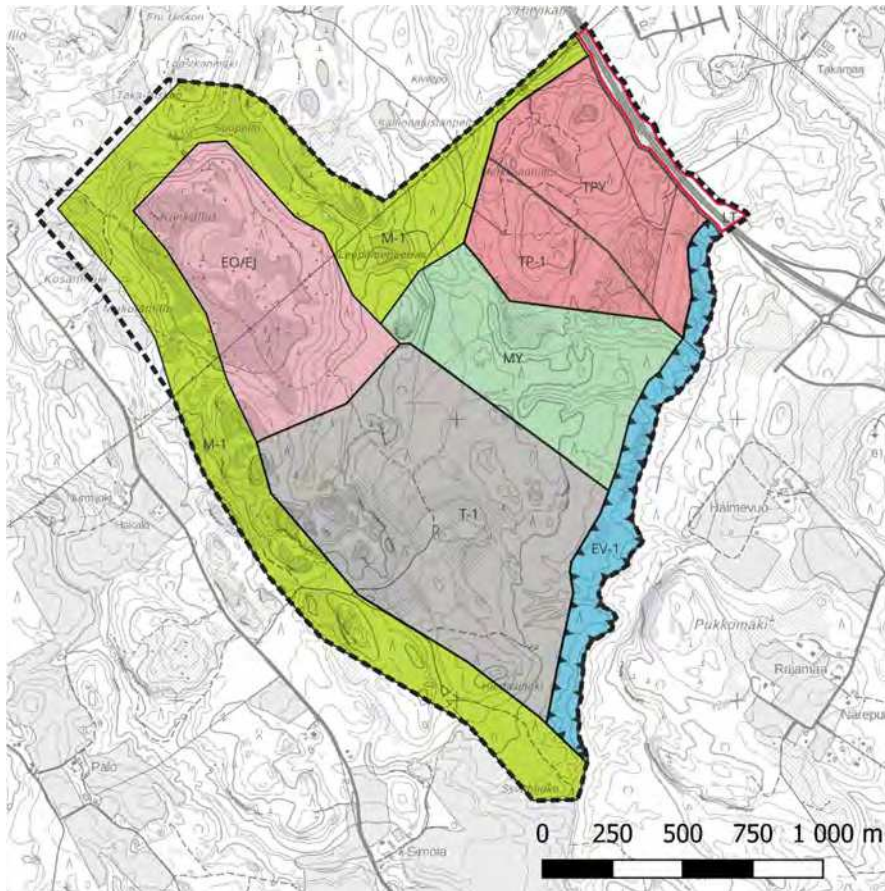
Tarkastelun kohteena oleva alue sijaitsee noin 2,7 km Hollolan keskustaajaman lounaispuolella. Alueelle suunnitellaan kierrätysaluetta ja toiminnan mahdollistamiseksi alueelle luodaan osayleiskaava. Alueen sijainti on esitetty Kuvassa 1 ja osayleiskaavaluonnos Kuvassa 2.

Työssä tarkasteltiin kolmen eri toimintavaiheen pöly- eli hiukkaspäästöjä ja neljännessä tilanteessa hajupäästöjä aiheuttavien toimintojen hajujen leviämistä ympäristöön. Työssä selvitettiin sekä hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ , aerodynaaminen halkaisija alle  $10\ \mu m$ ) että pienhiukkasten ( $PM_{2.5}$ , aerodynaaminen halkaisija alle  $2,5\ \mu m$ ) päästöjä ja leviämistä.



Kuva 1. Tarkastelun kohteena olleen alueen sijainti Hollolan kunnassa.





Kuva 2. Kierrätysalueen osayleiskaavaluonnoksen mukainen alueen suunnitelma.

## 2.1 Vaiheiden kuvaukset ja päästölaskenta

**Vaiheessa 1** mallinnettiin kierrätysalueen toiminnan aloitusvaihetta, jossa kalliokiviaineksen otto aloitetaan, eli maanpinnan on oletettu olevan nykyisellä tasolla. Toiminta sijoittuu EO/EJ-alueelle (Maa-ainesten ottoalue, jota käytetään ottamisen päätyttyä läitysalueena). Mallissa murskain sijoitettiin EO/EJ-alueen keskivaiheille. Päästölähteet, mallissa käytetyt päätöt ja toiminta-aja on esitetty Taulukossa 1. Päästöt on laskettu sillä oletuksella, että koko alueen louhinta tehdään 15 vuoden aikana ja näin vuositasolla louhittaisiin noin 213 000 m<sup>3</sup> kiviainesta. Kokonaislouhintamäärä on peräisin Taratest Oy:n tekemästä selvityksestä. Porausien osalta on oletettu, että porausvaunun pölynpoisto poistaa 75 % syntyvästä pölystä. Vaikka räjäytykset ovat luonteeltaan lyhytaikaisia, käytettiin mallinnuksessa niistä aiheutuvan päästön kestona 1 h ohjelmiston rajoitteista johtuen. Murskauksen päästökertoimia arvioitaessa oletettiin, että murskauksen yhteydessä käytetään pölyntorjuntaa. Murskauksen, porauksen, räjäytysten, lastauksen ja purun aiheuttamien päästöjen laskemisessa käytetyt päästökertoimet saatiin MINERA-loppuraportista (Kauppila ym. 2013). Raskasta liikennettä on arvioitu kulkevan alueella noin 300 ajoneuvoa vuorokaudessa jokaisena arkipäivänä, eli noin 250 vuorokautena vuodessa (Päijät-Hämeen jätehuolto Oy, YVA-selostus). Laskennassa käytettiin kestopäällistetyille tielle määriteltyjä päästökertoimia. Tieliikennepäästöjen laskenta on kuvattu MINERA-loppuraportissa (Kauppila ym. 2013), mutta sen sisältämät lähtötiedot on alun perin julkaissut USEPA (2011). PM<sub>2.5</sub>-päästöt arvioitiin oletuksella, että PM<sub>2.5</sub>-päästöt ovat 10 % PM<sub>10</sub>-päästöistä. Vastaavaa oletusta oli käytetty Lahden kierrätysalueen YVA-selostuksessa (2019), jossa oletus oli tehty mittaustuloksiin pohjautuen. Sama PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>-suhde on mainittu mm. MINERA-loppuraportissa purkamisen ja lastauksen päästöjen yhteydessä.

**Taulukko 1. Leviämismallinnuksessa käytetyt päästölähteet, päästöt ja toiminta-ajat vaiheen 1 mallissa.**

	Päästö PM <sub>10</sub> (g/s)	Päästö PM <sub>2.5</sub> (g/s)	Toiminta-aika
Murskain, 1 kpl	1,9	0,19	arkena 7–17
Kaivinkone, 2 kpl	0,0014	0,00014	arkena 7–17
Louheen lastaus ja kippaus	0,77	0,077	arkena 7–17
Poraus	0,072	0,0072	8 h/päivä, 2 krt viikossa
Räjätys	61	6,1	1 h/viikossa
Raskas liikenne	2,2	0,22	arkena 7–22

**Vaiheessa 2** tarkasteltiin kierrätysalueella maa-aineksen varastoinnin ja loppusijoituksen tilannetta, jossa toiminta on Taratest Oy:n alueelle tekemän tasaussuunnitelman mukaisessa alimmassa vaiheessa, eli louhinta ja alueen taso on saatu valmiiksi. Vuosittaiset määrät maa-aineksen käsittelylle saatiin Lahden kierrätyspuiston YVA-selostuksesta (2019). Laskennassa käytettiin YVA-selostuksessa arvioitujen massojen maksimimääriä. Maa-aineksen lastaus ja kippaus, sekä raskaan liikenteen aiheuttamat pölypäästöt laskettiin vastaavalla tavalla kuin Vaiheessa 1.

Aikaisemmassa tarkastelussa (Sweco 2019) tarkasteltiin betonin murskauksesta vapautuvan pölyn leviämistä. ”Kiertotaloutta palvelevan jätteenkäsittelyalueen vaihemaakuntakaavan” kaavaselostuksessa (2021) kuvataan kierrätyspuiston suunniteltua toimintaa. Betonin murskauksen voidaan katsota olevan vain pieni osa koko toiminnasta, kun taas maa- ja kiviainesten käsittely muodostaa massamääräisesti merkittävimmän osan ja sen on myös tunnistettu muodostavan pölypäästöjä. Näin ollen betonimurskauksessa muodostuvia päästöjä ja niiden leviämistä ei ole tässä työssä huomioitu leviämismallinnuksissa. Vaiheessa 1 tarkasteltiin kiviaineksen louhinnan ja murskauksen pölypäästöjä. Vaikkakin kiviaineksen ja betonin murskaukset ovat jokseenkin erityyppisiä ja murskattavat materiaalit voivat tuottaa erilaiset pölypäästöt, ovat ne kuitenkin samankaltaisia pölylähteitä ja kuvaavat samankaltaista toimintaa. Maa-aineksen käsittely, joka on tehty Vaiheessa 2, sen sijaan edustaa täysin erityyppistä pölyävää toimintaa.

**Taulukko 2. Leviämismallinnuksessa käytetyt päästölähteet, päästöt ja toiminta-ajat vaiheen 2 mallissa.**

	Päästö PM <sub>10</sub> (g/s)	Päästö PM <sub>2.5</sub> (g/s)	Toiminta-aika
Kaivinkone, 4 kpl	0,0014	0,00014	arkena 7–17
Maa-aineksen lastaus ja kippaus	1,1	0,11	arkena 7–22
Raskas liikenne	2,2	0,22	arkena 7–22

**Vaiheessa 3** tarkasteltiin tilannetta, jossa maa-ainesten loppusijoitusta tehtiin aikaisempaa pienemmällä alueella, eli loppusijoitusvaiheen lopussa. Mallissa hyödynnettiin Taratest Oy:n

suunnitelmaa ja vaiheeseen suunniteltuja korkotietoja. Vaiheessa 3 loppusijoitusta tehdään pienemmällä alueella kuin mitä Vaiheessa 2, mutta molemmissa päästökerroin pinta-ala kohden ( $\text{g/s} \times \text{m}^2$ ) pidettiin samana. Päästökertoimet ja laskenta tehtiin vastaavalla tavalla kuin Vaiheissa 1 ja 2.

**Taulukko 3. Leviämismallinnuksessa käytetyt päästölähteet, päästöt ja toiminta-ajat vaiheen 3 mallissa.**

	Päästö PM <sub>10</sub> (g/s)	Päästö PM <sub>2,5</sub> (g/s)	Toiminta- aika
Kaivinkone, 2 kpl	0,0014	0,00014	arkena 7–17
Maa-aineen lastaus ja kippaus	0,21	0,021	arkena 7–22
Raskas liikenne	2,2	0,22	arkena 7–22

**Hajujen leviämismallinnuksessa** käytettävät lähtötiedot olivat samoja kuin mitä oli käytetty Lahden kierrätyspuiston YVA:iin liittyvässä Ilmapäästö- ja hajuselvityksessä (Sweco, 2019). Swecon työssä hajumallinnuksessa oli mukana myös jätevesien käsittelyallas. Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan alueelle ei ole tulossa vastaavaa allasta, vaan jokainen toimija käsittelee mahdollisesti muodostuvat jätevedet itse, ennen jätevesiverkkoon laskemista. Alueelle on suunnitteilla allas hulevesille, mutta siitä ei katsota muodostuvan mainittavia hajuhaittoja. Alueella ei tulla käsittelemään biojätettä. Mahdollinen yhdyskuntajätteen käsittely tehtäisiin hallissa.

Hajujen pinta-alalähteet, eli jätteiden ja vaarallisten jätteiden käsittelyalueet sijoitettiin mallissa T-1-alueen luoteiskulmaan ja jätteiden käsittelyhalli T-1-alueen keskivaiheille. Sijoittelu seuraa Taratestin tekemää suunnitelmaa toimintojen sijoittelusta kierrätysalueelle.

Hajujen leviämismallinnuksessa ei oteta kantaa hajun luonteeseen, vaan siinä huomioidaan vain hajupitoisuus eli hajun voimakkuus. Miellyttävä ja epämiellyttävä haju leviävät samalla tavalla, jos niiden voimakkuus on sama.

**Taulukko 4. Leviämismallinnuksessa käytetyt päästölähteet, päästöt ja toiminta-ajat hajumallinnuksen pinta-alalähteissä.**

	Hajupäästö (HY/s $\times$ m <sup>2</sup> )	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Hajupäästö (HY/s)	Toiminta- aika
Jätteiden käsittelyalue	0,8	10 000	8 000	arkena 6–22
Vaarallisten jätteiden käsittelyalue	0,5	10 000	5 000	arkena 6–22

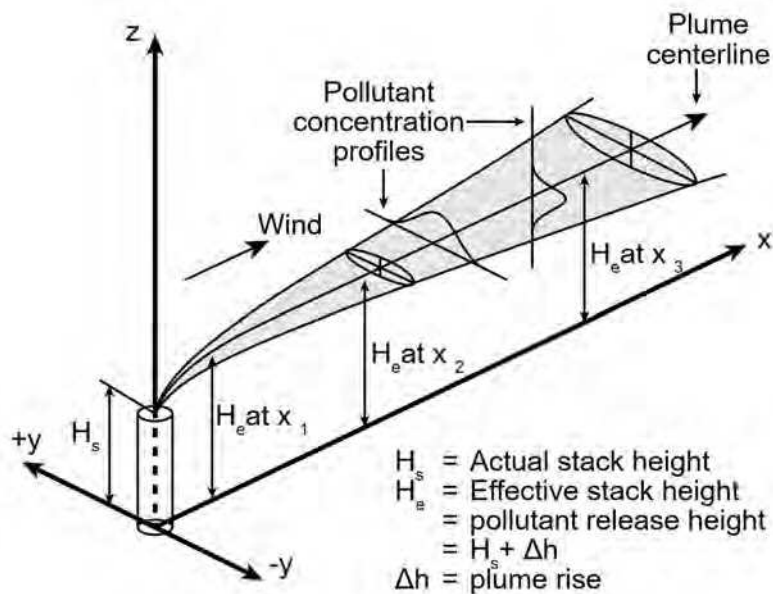
**Taulukko 5. Leviämismallinnuksessa käytetyn jätteiden käsittelyhallin päästö ja toiminta-aika hajumallinnuksen pistelähteessä.**

	Hajupäästö (HY/s)	Päästökorkeus (m)	Poiston halkaisija (m)	Poistokaasun virtausnopeus (m/s)	Toiminta- aika
Jätteiden käsittelyhalli	4 000	10	0,3	28	arkena 6–22



## 2.2 Leviämismallinnus

Päästöjen leviämismallinnuksessa käytettiin 3-ulotteista mallia, joka huomioi maastonmuodot, rakennusten aiheuttaman kaasupainuman, kaasujen lämpötilasta johtuvan nosteen ja sääolosuhteet. Mallinnukseen käytetty ohjelmisto oli U.S. EPA:n AERMOD-mallinnusohjelman versio 24142, jossa käytettiin apuna sen graafista käyttöliittymää AERMOD View 13.0.0. Malli on laajalti käytössä Yhdysvalloissa ja Euroopassa. Leviämismallin perustana on gaussilainen leviämissyhtälö, joka olettaa päästön laimenevan Gaussin jakauman mukaisesti pysty- ja vaakasuunnassa (Kuva 3). Leviämismallinnuksessa käytettiin taustapitoisuuksina  $PM_{10}$   $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja  $PM_{2.5}$  taustapitoisuutena  $7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Taustapitoisuudet olivat keskiarvoja Hollolan Kansankadulta vuosina 2022 ja 2024, sekä Hollolan Kuntotiellä vuonna 2023 tehdyistä mittauksista.

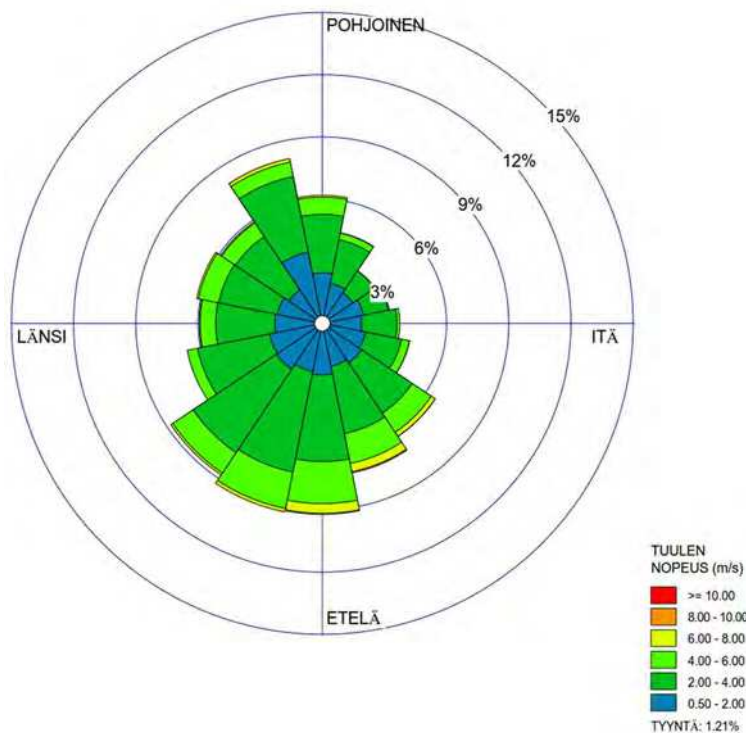


**Kuva 3. Päästövanan leviäminen ja hajoaminen gaussilaisen leviämissyhtälön mukaan.**

Mallissa käytetyt hajontaparametrit ovat tilastollisia ja ne on saatu empiirisesti. Vaaka- ja pystysuunnan standardipoikkeamat luonnollisesti kasvavat, kun etäisyys lähteestä kasvaa. Malli huomioi päästövanan korkeutta laskiessaan päästökorkeuden ( $H_s$ ), päästön virtausnopeuden ja lämpösisällön. Tuulennopeuden oletetaan edustavan savuviuhkan kulkeutumisenopeutta ja se määritetään savuviuhkan keskiakselin korkeudelle ( $H_e$ ). Gaussin vanamallin lisäksi malli sisältää osamalleja esim. päästöjen vaihteluiden ja rakennuksista aiheutuvien virtaushäiriöiden käsittelemiseksi.

Sää tietoina mallinnuksissa käytettiin Mäntsälän Hirvivaaran (Ilmatieteen laitos, avoin data) sää tietoja vuosilta 2022–2024, joka oli kierrätysaluetta lähin sääasema, josta oli saatavilla kaikki leviämismallinnuksessa tarvittavat parametrit. Asema sijaitsee noin 40 km selvitysalueelta etelälounaaseen. Kuvassa 4 on esitetty tuuliruusu vuosilta 2022–2024, joka kuvaa ajanjaksolla vallinneet tuulen suunnat. Laskentamalli käyttää epäpuhtauspitoisuuksien leviämisen ja laimennemisen laskennassa meteorologisen tilanteen tuntikeskiarvoja (ulkoilman lämpötila, tuulen nopeus, tuulen suunta, pilvisuus, pilvien korkeus). Laskenta etenee tunnin aika-askeleella, kunnes koko vuoden pituinen sää tietojen aikasarja on käyty läpi. Malli lasketaan kolmen vuoden sääaineistolla, ja lopuksi eri vuosien tulokset yhdistetään. Tuloksena saadut pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Laskennasta saadut pitoisuudet kuvaavat tilannetta maanpinnan läheisyydessä, hengitysilman korkeudella (1,5 m). Työssä lasketulla leviämismallilla arvioitiin päästöjen leviäminen kokonaisuudessaan 6 km × 6 km kokoisella alueella, jonne laskentapistet sijoitettiin 100 m välein.



**Kuva 4. Tuuliriisuus Mäntsälän Hirvivaaran sääasemalta vuosilta 2022–2024. Tuuliriisuus kuvaa, mistä suunnasta on tuullut. Tyyntä (<0,5 m/s) oli 1,2 % ajanjakson havainnoista.**

### 2.3 Raja- ja ohjearvot

Leviämislaskelmilla saatuja tuloksia on verrattu asetettuihin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot on laadittu puhtaan ympäristön takaamiseksi ja terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Ilmanlaadulle olevat säädökset ovat vuonna 1996 annetut ohjearvot terveyden suojelemiseksi (Vnp 480/1996), ja vuonna 2017 voimaan tullut ilmanlaatuasetus (79/2017, Taulukko 6). Raja-arvot määrittelevät ilmansaasteille korkeimmat sallitut pitoisuudet, joiden ylittyessä viranomaisten on ryhdyttävä toimenpiteisiin pitoisuuksien alentamiseksi. Ohjearvon ovat ensisijaisesti ympäristöviranomaisten käytössä suunnittelun ja päätöksenteon apuvälineenä. Ohjearvot ovat raja-arvoja tiukemmat, ja pitoisuuksien ollessa niiden alapuolella myös raja-arvot alittuvat.

**Taulukko 6. Ilmanlaadun ohjearvot ja raja-arvot hengitettävillä hiukkasilla [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (Valtioneuvoston päätös 480/1996; Ilmanlaatuasetus 79/2017).**

Epäpuhtaus	Raja tai ohjearvo	Ohjearvon tarkastelu-aika	Tilastollinen määritelmä	Ohjearvot [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	Ohje	vuorokausi	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	70
Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	Raja	vuorokausi	raja-arvon lukuarvo saa ylittyä 35 kertaa vuodessa	50
Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	Raja	vuosi	vuosikeskiarvo	40

Syksyllä 2024 Euroopan unioni antoi uuden ilmanlaatudirektiivin (2024/2881), jossa on annettu tarkennettuja ilmanlaadun raja-arvoja terveyden suojelemiseksi. Direktiivin liitteessä on lueteltu ilmanlaadun raja-arvot, jotka tulee saavuttaa vuoden 2030 alkuun mennessä. Unionin

jäsenvaltioiden tulee kirjata uudet raja-arvot lakiin vuoden 2026 lopulla. Direktiivin mukaiset raja-arvot on esitetty Taulukossa Taulukko 7.

**Taulukko 7. Uuden EU ilmanlaatudirektiivin mukaiset raja-arvot.**

Epäpuhtaus	Raja-arvon tarkastelu-aika	Tilastollinen määritelmä	Raja-arvopitoisuus [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	vuorokausi	raja-arvon lukuarvo saa ylittyä 18 kertaa vuodessa	45
Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	vuosi	vuosikeskiarvo	20

## 2.4 Hajupitoisuus

Hajupitoisuuden yksikkö, *hajuyksikkö*, määritellään siten, että kun puolet väestöstä haistaa tietyn hajun, on sen hajupitoisuus  $1 \text{ HY}/\text{m}^3$  (SFS-EN 13725:2022). Tämä luetaan ”yksi hajuyksikkö kuutiometrissä”. Suuremmat hajupitoisuudet saadaan laimennuskertoimen avulla. Esimerkiksi hajupitoisuus  $150 \text{ HY}/\text{m}^3$  tarkoittaa, että näytettä voi laimentaa puhtaalla ilmalla suhteessa 1:150, ja saadaan vielä juuri aistittava haju puolelle väestöstä. Epämiellyttävän hajun pitoisuuden ollessa  $5\text{--}10 \text{ HY}/\text{m}^3$  se yleensä koetaan häiritsevänä (VTT 1995).

Tietystä kohteesta peräisin oleva haju, jonka hajupitoisuus on ulkoilmassa  $3 \text{ HY}/\text{m}^3$ , on selvästi aistittava ja tunnistettava. Hajupitoisuus  $5 \text{ HY}/\text{m}^3$  on melko voimakas ja tunnistettava (Taulukko 8) (Schauberger ym. 2000, Ilmatieteen laitos 2014). Ulkona ympäristön muut hajut voivat kuitenkin vaikeuttaa pienien hajupitoisuuksien (kuten  $1\text{--}3 \text{ HY}/\text{m}^3$ ) aistimista. Hajupitoisuus ei ole riippuvainen hajun miellyttävyydestä.

**Taulukko 8. Hajupitoisuuksien luonnehdinta (Schauberger ym. 2000, IL 2014).**

Hajupitoisuus	Luonnehdinta
<b>1 <math>\text{HY}/\text{m}^3</math></b>	juuri havaittava puolelle väestöstä
<b>3 <math>\text{HY}/\text{m}^3</math></b>	selvä, tunnistettava haju
<b>5 <math>\text{HY}/\text{m}^3</math></b>	melko voimakas, tunnistettava haju

*Hajutunti* tarkoittaa sitä, että kyseisenä tuntina hajun voimakkuus ylittää tietyn tarkastelun kohteena olevan hajupitoisuuden.

Hajujen luokittelussa erotellaan lyhytkestoiset (esim. 30 s, muutama hengenveto) ja pitkäkestoiset (1 tunti, jatkuvaa) hajut. Lyhytkestoinen hajupitoisuus vaihtelee nopeasti. Tämän takia yhden lyhytkestoisen hajun hajutunnin aikana voi olla jaksoja, jolloin hajua ei havaita (eli pitkäkestoisen, tunnin kestävän hajun pitoisuus on pienempi kuin  $1 \text{ HY}/\text{m}^3$ ).

### 2.4.1 Hajufrekvenssi

Jos esimerkiksi tietyssä kohteessa on vuoden aikana yhteensä 88 hajutuntia, jolloin hajupitoisuus on vähintään tasolla  $5 \text{ HY}/\text{m}^3$ , niin melko voimakkaan *hajun esiintyvyyden* sanotaan olevan kyseisessä kohteessa 1 % vuodesta. Asian voi ilmaista myös siten, että hajupitoisuuden  $5 \text{ HY}/\text{m}^3$  *hajufrekvenssi* on tarkastellussa kohteessa 1 %.

### 2.4.2 Hajupitoisuuden vertailuarvot

Suomessa ei ole voimassa olevia hajupitoisuuden vertailuarvoja ulkoilmassa. VTT:n julkaisu ”Hajuohjearvojen perusteet” esittää, että ohjearvoina voitaisiin käyttää selvän viihtyvyyshaitan osalta hajufrekvenssejä 3–9 %. Tällöin alaraja 3 % koskisi hyvin epämiellyttäviä hajuja. Ylärajaa 9 % voitaisiin taas käyttää hajuille, jotka ovat vain vähän epämiellyttäviä. (VTT 1995). Kyseiset ohjearvot ovat Suomessa yleisesti käytössä vertailuarvoina tarkasteltaessa hajumallinnustuloksia.

### 2.5 Laskentaan liittyviä epävarmuustekijöitä

Leviämismallin epävarmuustekijöitä ovat sääaineiston ja sen edustavuuden epävarmuudet (10–40 %) ja laskennan epävarmuudet (10–20 %). Lopputuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on heikoimmillaan tuntipitoisuuksia laskettaessa ja sen edustavuus paranee pitempiaikaispitoisuuksia laskettaessa. Leviämismallin kokonaisepävarmuutena on pidetty 10–40 % pitoisuuksia, kun tarkastellaan suurimpia päästöarvoja ([https://www3.epa.gov/ttn/scram/appendix\\_w/2016/AppendixW\\_2017.pdf](https://www3.epa.gov/ttn/scram/appendix_w/2016/AppendixW_2017.pdf)).

Epävarmuutta laskentatuloksiin aiheuttaa myös mallin stationaarisuus. Mallilla lasketaan päästölähteeltä etenevän epäpuhtauspilven keskimääräistä jakautumista ympäristöön tunnin aika-askelin, olettaen sääolosuhteen ja päästön pysyvän vakiona koko ajan. Tyynissä olosuhteissa päästöjen leviäminen poikkeaa mm. inversion ansiosta, ja etenkin pölymäiset päästöt voivat leijailta ilmassa pitempään, seuraavienkin tuntien aikana. Ääriolosuhteissa päästö voi vaihdella paljonkin esim. tuulen nopeuden ja puuskittaisuuden mukaan.

Kasvillisuus, erityisesti puusto, vaikuttavat ilmanlaatuun suoraan pidättämällä ja emittoimalla hiukkasia ja kaasuja sekä epäsuoraan muuttamalla meteorologisia olosuhteita. Meteorologisilla tekijöillä on vaikutusta epäpuhtauksien kulkeutumiseen sekä sen aikana tapahtuvaan epäpuhtauksien sekoittumiseen, laimenemiseen, depositioon ja muutuntaan. Malli huomioi päästöalueen ympäröivän maaston karkealla tasolla (kaupunki/maaseutu) dispersiokertoimella. Puusto tehostaa kuitenkin ilmavirtojen sekoittumista ja laimentaa näin kaikkien epäpuhtauksien pitoisuuksia ilmassa.

## 3. Tulokset

Taulukoissa Taulukko 9 ja Taulukko 10 on esitetty Vaiheiden 1–3 hiukkasmallinnuksen mukaan toiminta-alueen ulkopuoliset korkeimmat lasketut ilman PM<sub>10</sub> raja- ja ohjearvot verrannolliset pitoisuudet. Toiminta-alueella, samoin kuin esim. tehdasalueilla, ei sovelleta ilmanlaadun raja- ja ohjearvoja, jotka on annettu väestön terveyshaittojen ehkäisemiseksi. Mallinnetut tilanteet on kuvattu raportin aikaisemmassa vaiheessa kappaleessa 2.1.

Kuvissa 5–22 on esitetty hiukkasmaisten päästöjen leviämismallinnuksen tulokset karttakuvina. Kuvissa 23–30 on esitetty hajupäästöjen leviämismallinnuksen tulokset. Toiminta-alueen ulkopuoliset korkeimmat pitoisuudet olivat kaavaluonnoksen M-1-alueella (maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on erityisiä ympäristöarvoja).

**Taulukko 9. Korkeimmat PM<sub>10</sub>-pitoisuudet mallinnetuissa tilanteissa toiminta-alueen ulkopuolella. Mallinnuksessa on käytetty 8,8 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub>-taustapitoisuutta.**

	Aika	Raja- tai ohjearvo (µg/m <sup>3</sup> )	Vaihe 1 (µg/m <sup>3</sup> )	Vaihe 2 (µg/m <sup>3</sup> )	Vaihe 3 (µg/m <sup>3</sup> )
PM <sub>10</sub>					
Ohjearvo	Vrk	70	130	68	30
Raja-arvo	Vuosi	40	18	15	13
Raja-arvo	Vrk	50	38	25	20



**Taulukko 10. Korkeimmat PM<sub>10</sub>-pitoisuudet mallinnetuissa tilanteissa uuden EU direktiivin (2024/2881) mukaisissa tilanteissa toiminta-alueen ulkopuolella. Mallinnuksessa on käytetty 8,8 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub>-taustapitoisuutta.**

Aika		Raja- tai ohjearvo (µg/m <sup>3</sup> )	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3
PM <sub>10</sub>					
Raja-arvo	Vuosi	20	18	15	13
Raja-arvo	Vrk	45	50	30	21

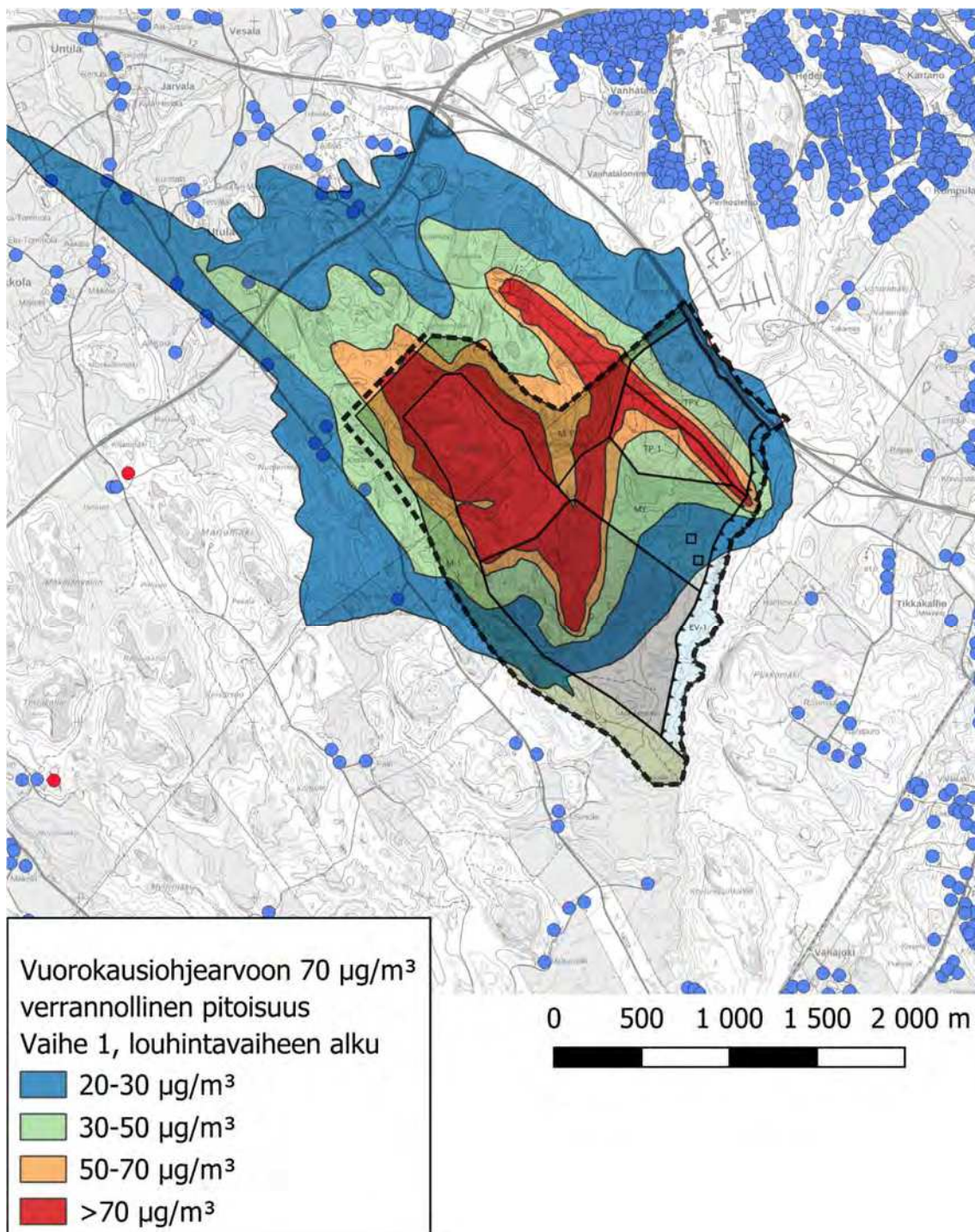
**Taulukko 11. Korkeimmat PM<sub>2.5</sub>-pitoisuudet mallinnetuissa tilanteissa toiminta-alueen ulkopuolella. Huom. mallinnuksessa on käytetty 7,0 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub>-taustapitoisuutta.**

Aika		Raja- tai ohjearvo (µg/m <sup>3</sup> )	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3
PM <sub>2.5</sub>					
Raja-arvo	Vuosi	25	8,2	7,7	7,4
Raja-arvo	Vrk*	25	11	9,1	8,5
Raja-arvo	Vuosi*	10	8,2	7,7	7,4

\*Uuden EU ilmanlaatudirektiivin (2024/2881) mukaiset raja-arvot.

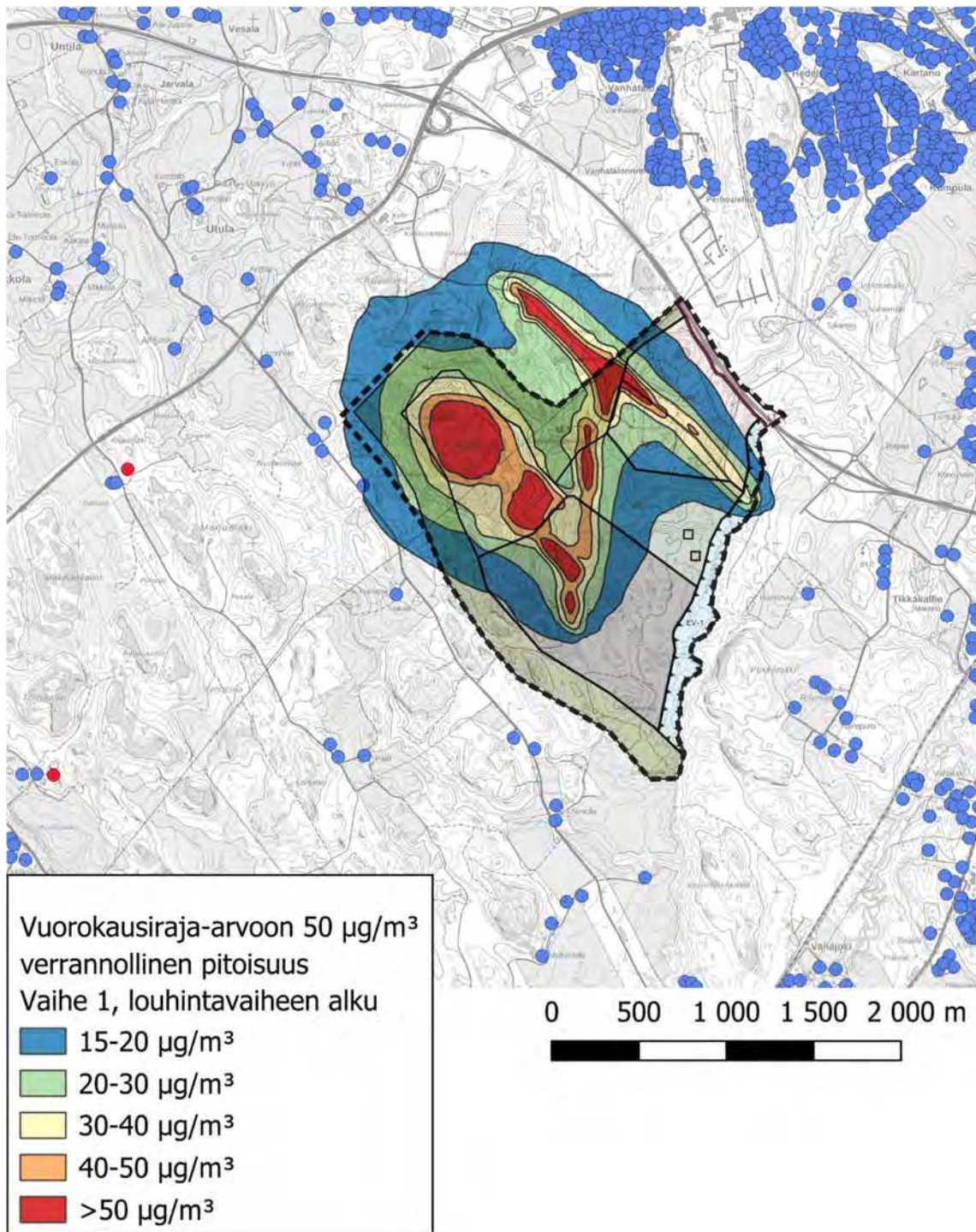
### 3.1 Pölyn leviämismallinnus

#### 3.1.1 Vaihe 1 – PM<sub>10</sub>

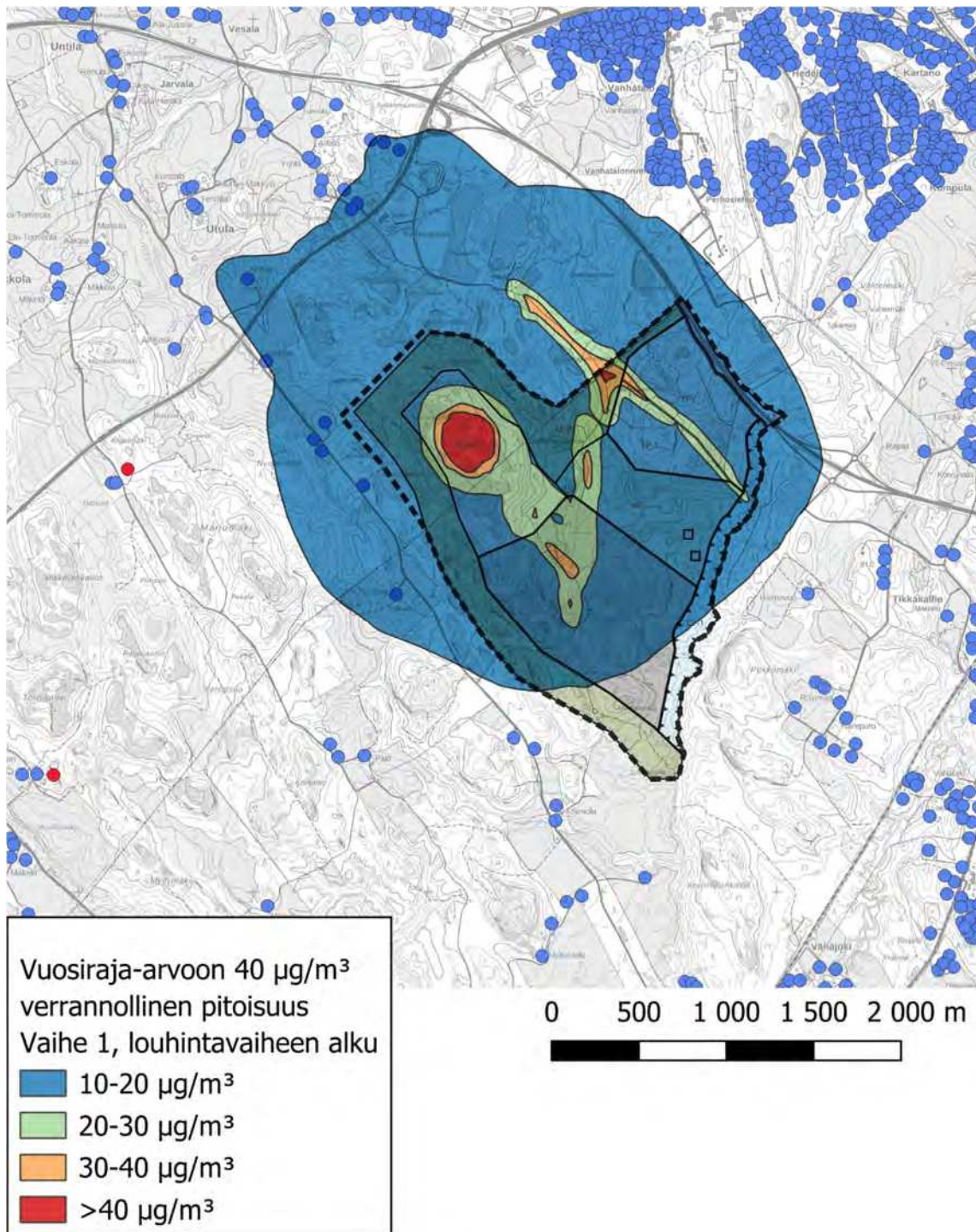


Kuva 5. PM<sub>10</sub>-pitoisuudet vaiheessa 1. Vuorokausi-ohjearvoon  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.



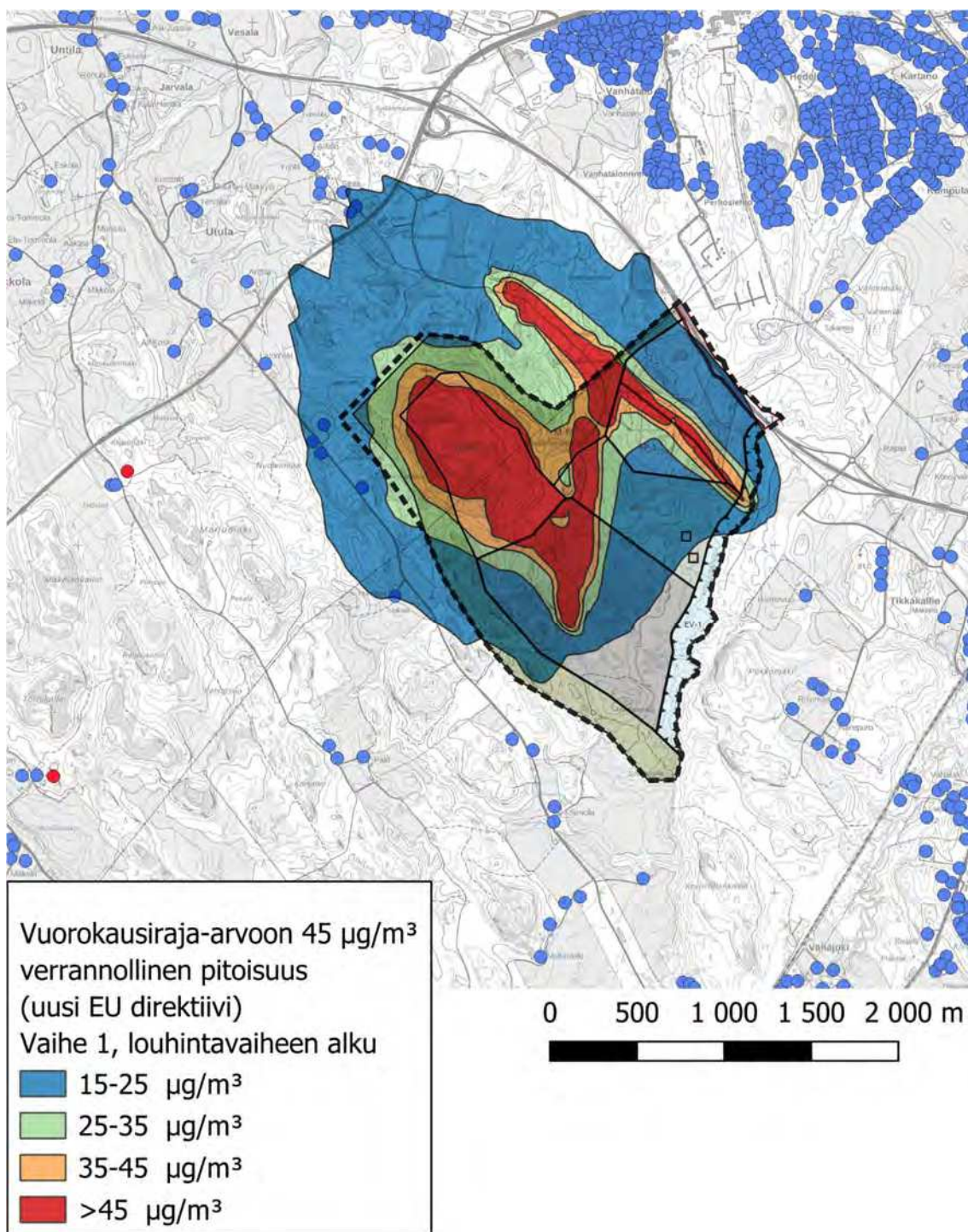


Kuva 6. PM<sub>10</sub>-pitoisuudet vaiheessa 1. Vuorokausiraja-arvoon 50 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen pitoisuus.



Kuva 7.  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuudet vaiheessa 1. Vuosiraja-arvoon  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Uuden EU direktiivin mukainen vuosikeskiarvon raja-arvo on  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

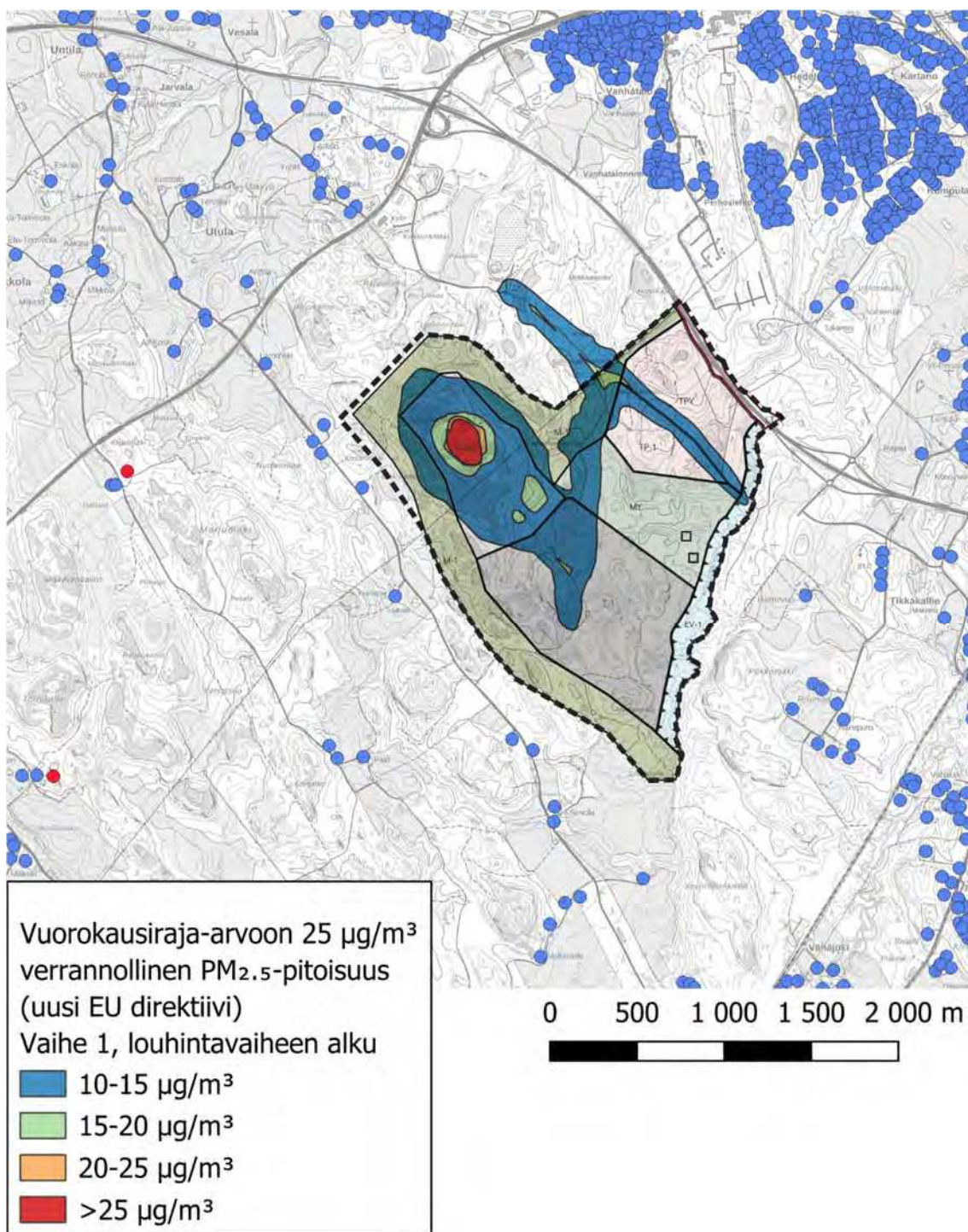




Kuva 8.  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuudet vaiheessa 1. Uuden EU direktiivin mukainen vuorokausiraja-arvoon  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.



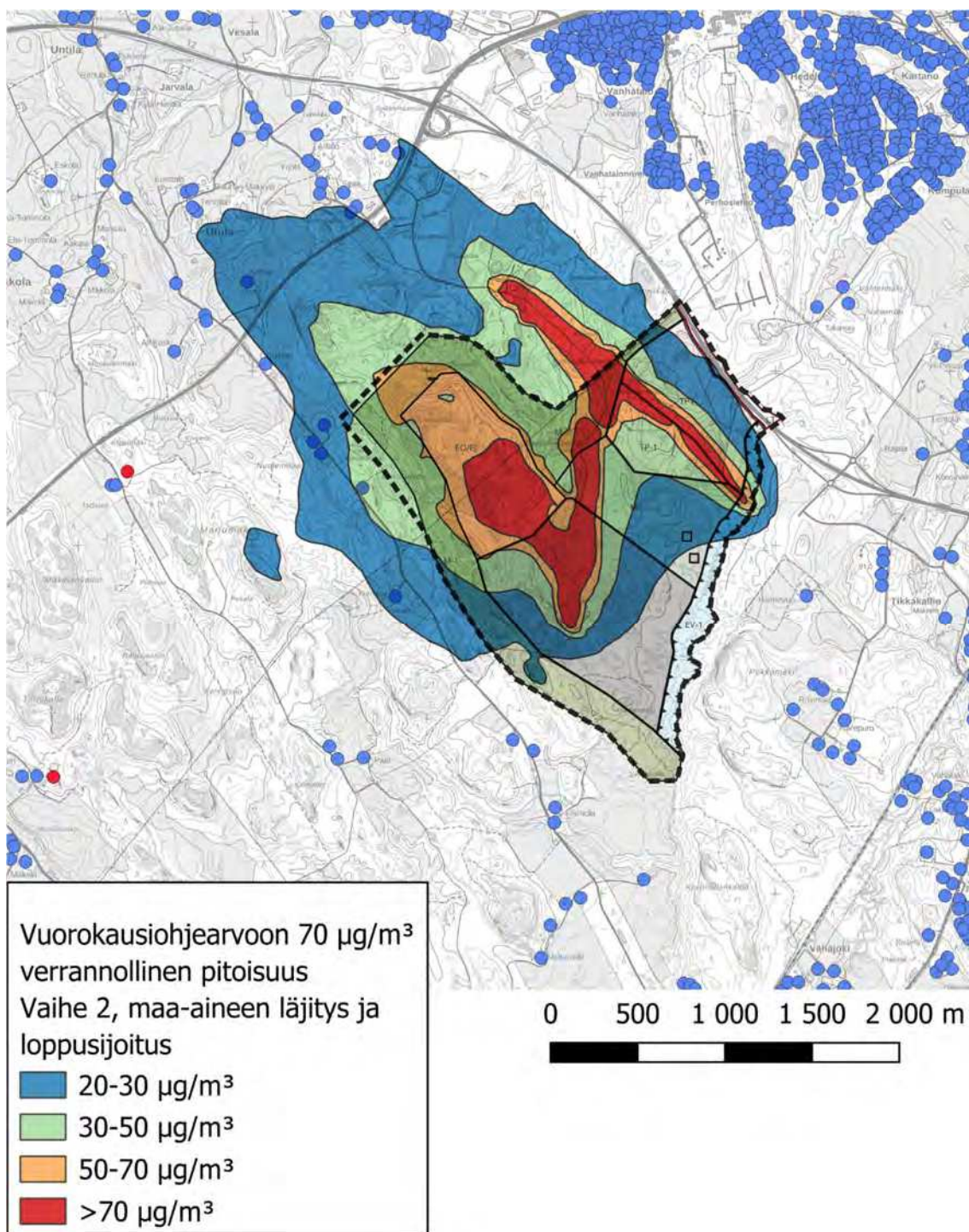




Kuva 10.  $\text{PM}_{2.5}$ -pitoisuudet Vaiheessa 1. Uuden EU direktiivin mukainen vuorokausiraja-arvoon  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.

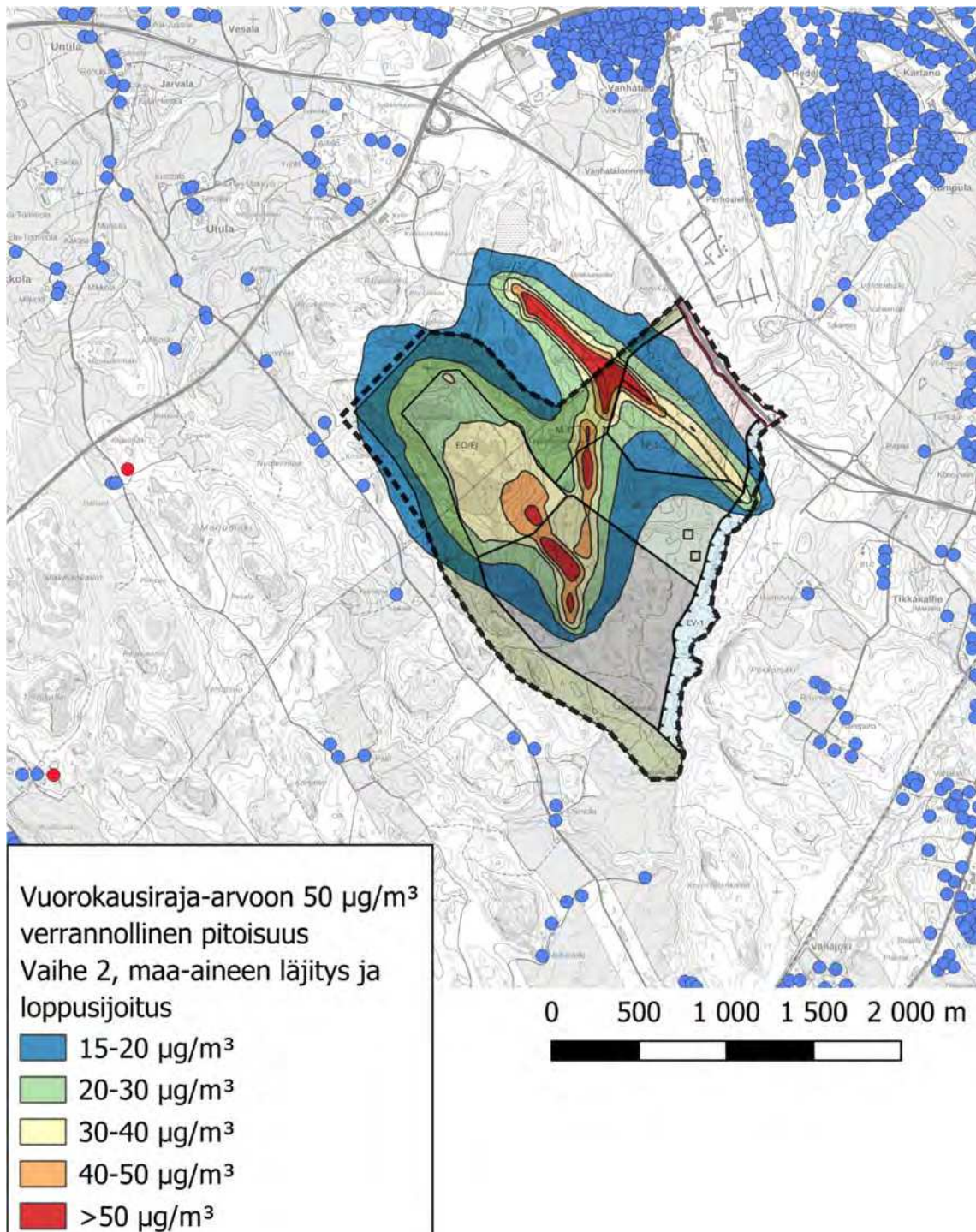
### 3.1.3 Vaihe 2

### 3.1.4 Vaihe 2 – PM<sub>10</sub>

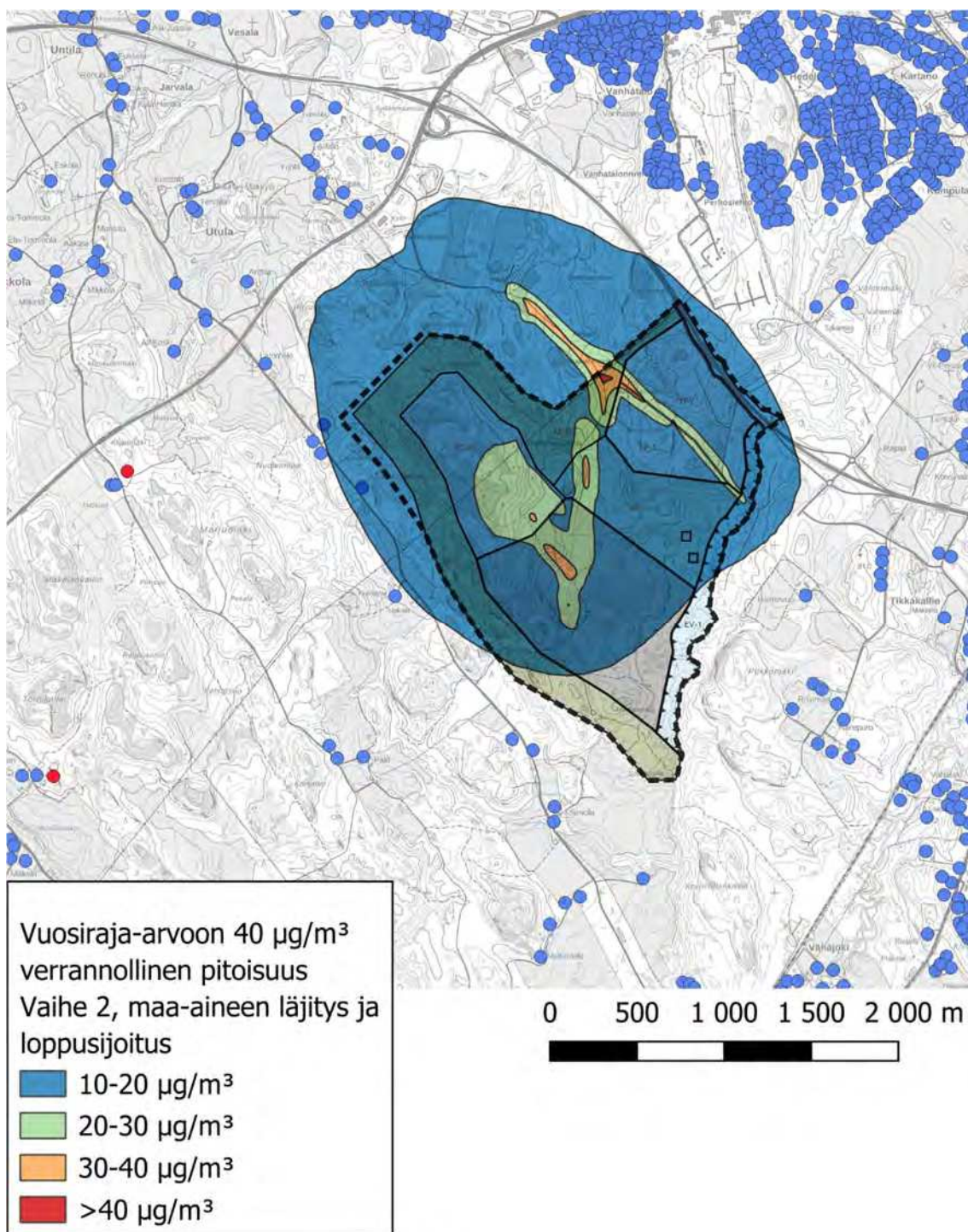


Kuva 11. PM<sub>10</sub>-pitoisuudet vaiheessa 2. Vuorokausiohjearvoon 70 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen pitoisuus.



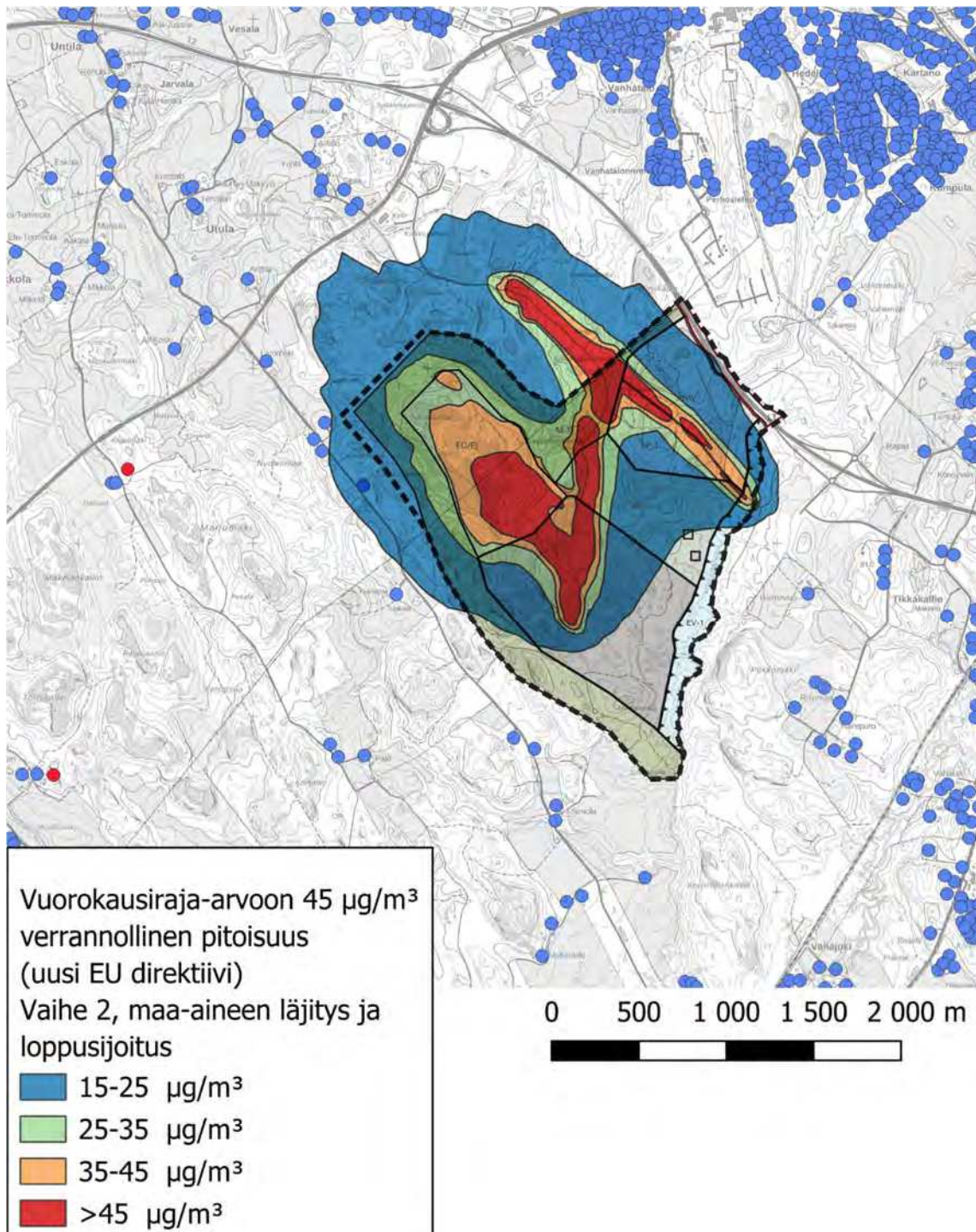


Kuva 12.  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuudet vaiheessa 2. Vuorokausiraja-arvoon  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.



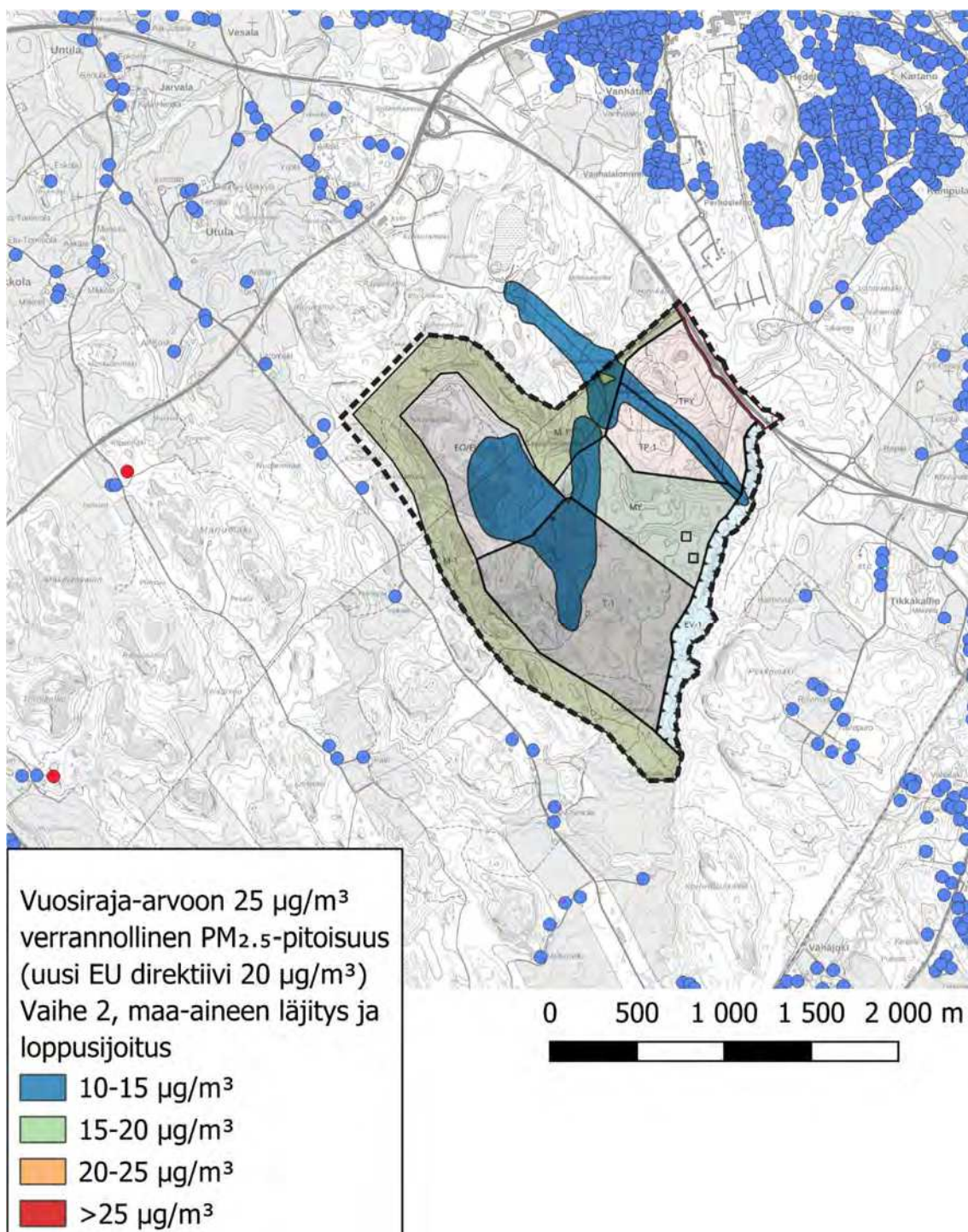
Kuva 13.  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuudet vaiheessa 2. Vuosiraja-arvoon  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Uuden EU direktiivin mukainen vuosikeskiarvon raja-arvo on  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .





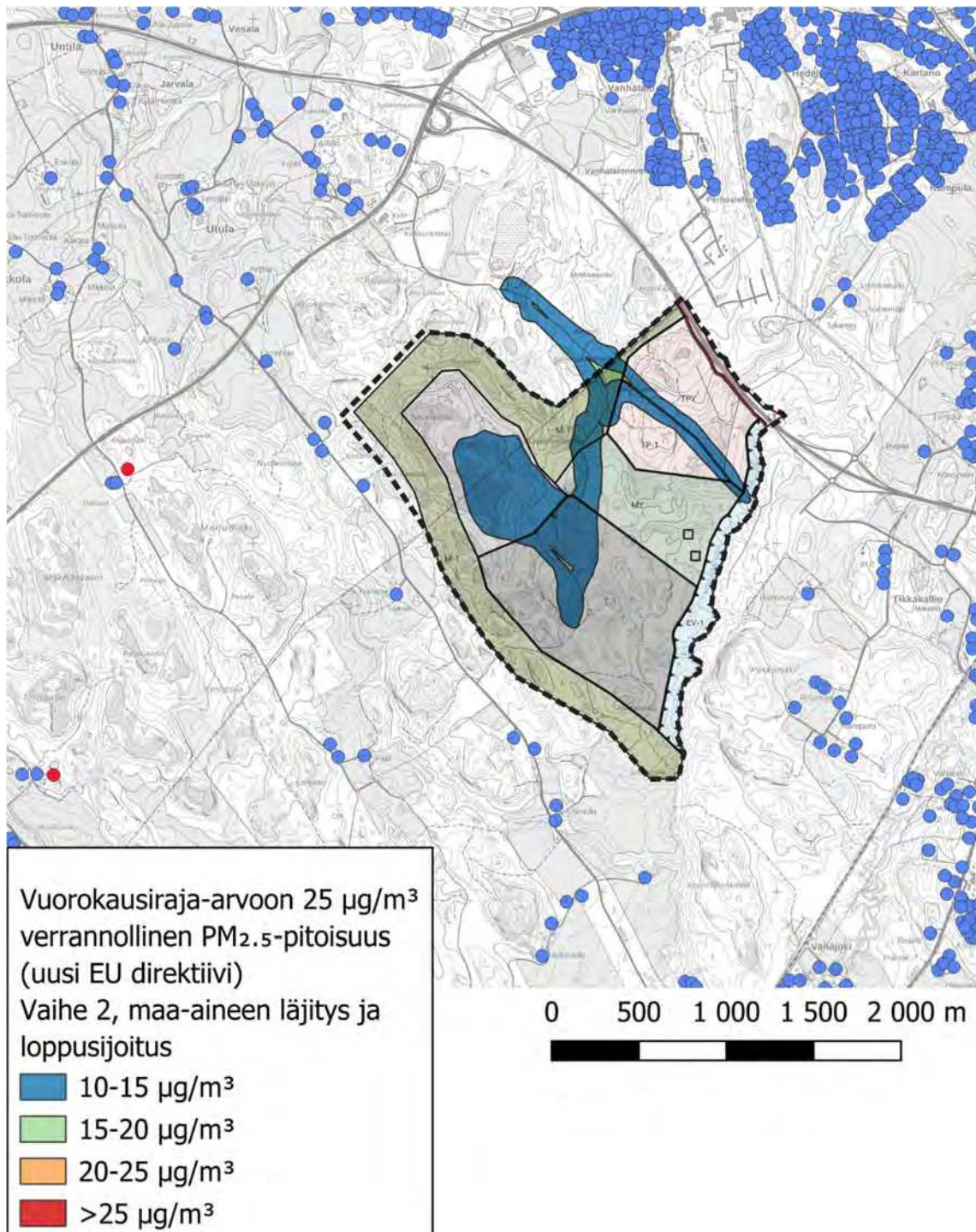
Kuva 14.  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuudet vaiheessa 2. Uuden EU direktiivin mukainen vuorokausiraja-arvoon  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.

3.1.5 Vaihe 2 – PM<sub>2.5</sub>



Kuva 15. PM<sub>2.5</sub>-pitoisuudet Vaiheessa 2. Vuosiraja-arvoon 25 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen pitoisuus, joka on uudessa EU direktiivissä 20 µg/m<sup>3</sup>.

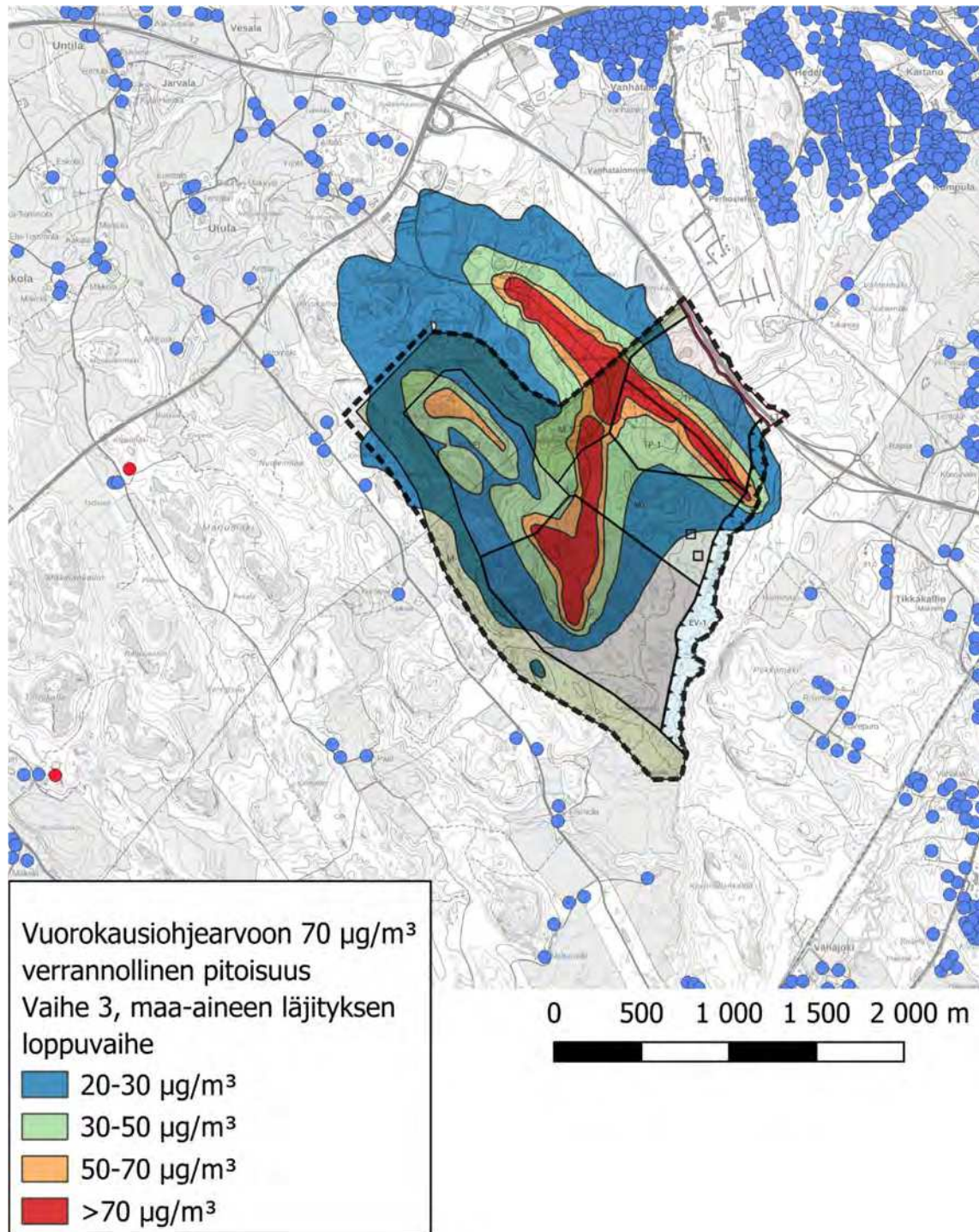




Kuva 16.  $\text{PM}_{2.5}$ -pitoisuudet Vaiheessa 2. Uuden EU direktiivin mukainen vuorokausiraja-arvoon  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.

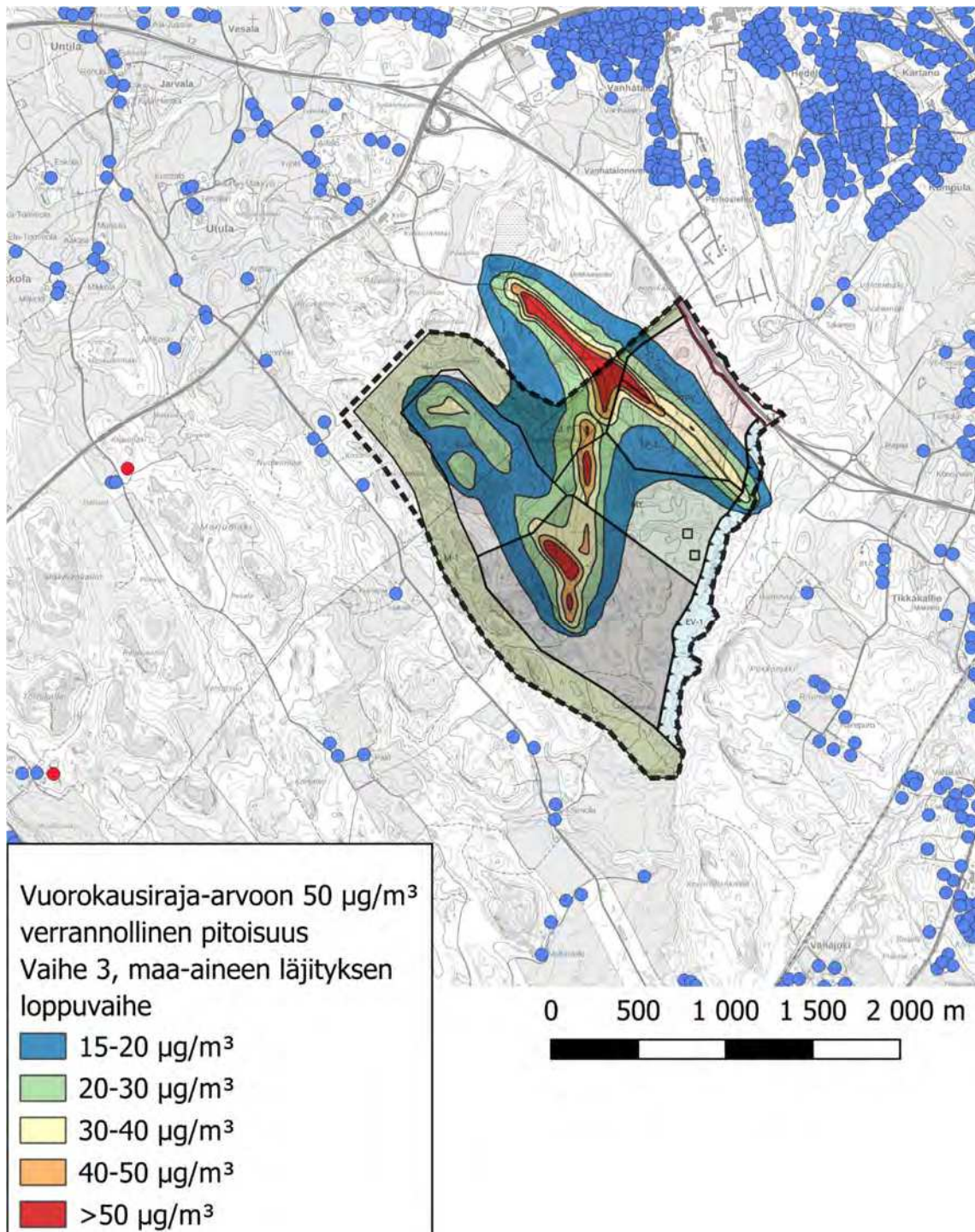
### 3.1.6 Vaihe 3

### 3.1.7 Vaihe 3 – PM<sub>10</sub>

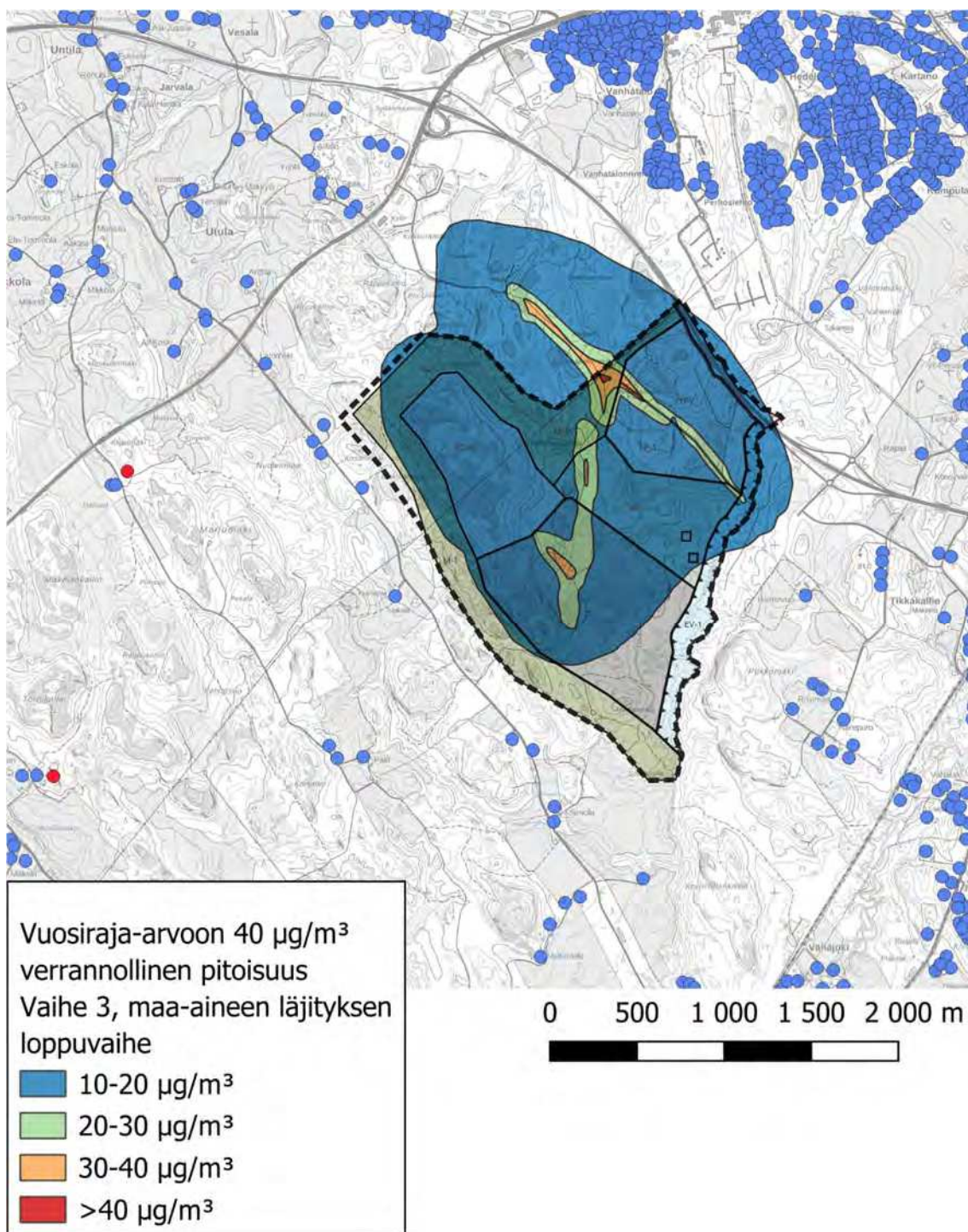


Kuva 17. PM<sub>10</sub>-pitoisuudet vaiheessa 3. Vuorokausiohjearvoon 70 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen pitoisuus.



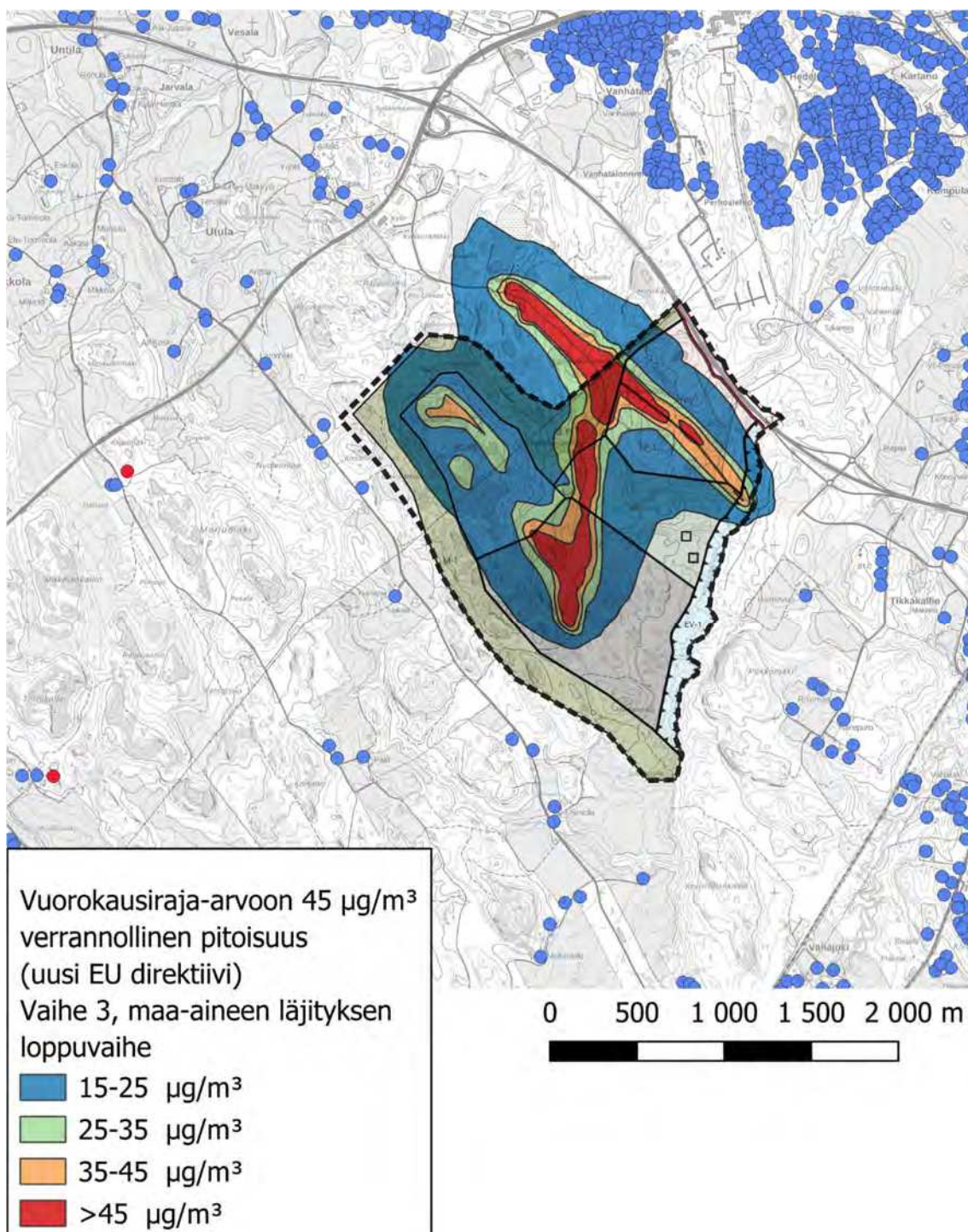


Kuva 18. PM<sub>10</sub>-pitoisuudet vaiheessa 3. Vuorokausiraja-arvoon  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.



Kuva 19.  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuudet vaiheessa 3. Vuosiraja-arvoon  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Uuden EU direktiivin mukainen vuosikeskiarvon raja-arvo on  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

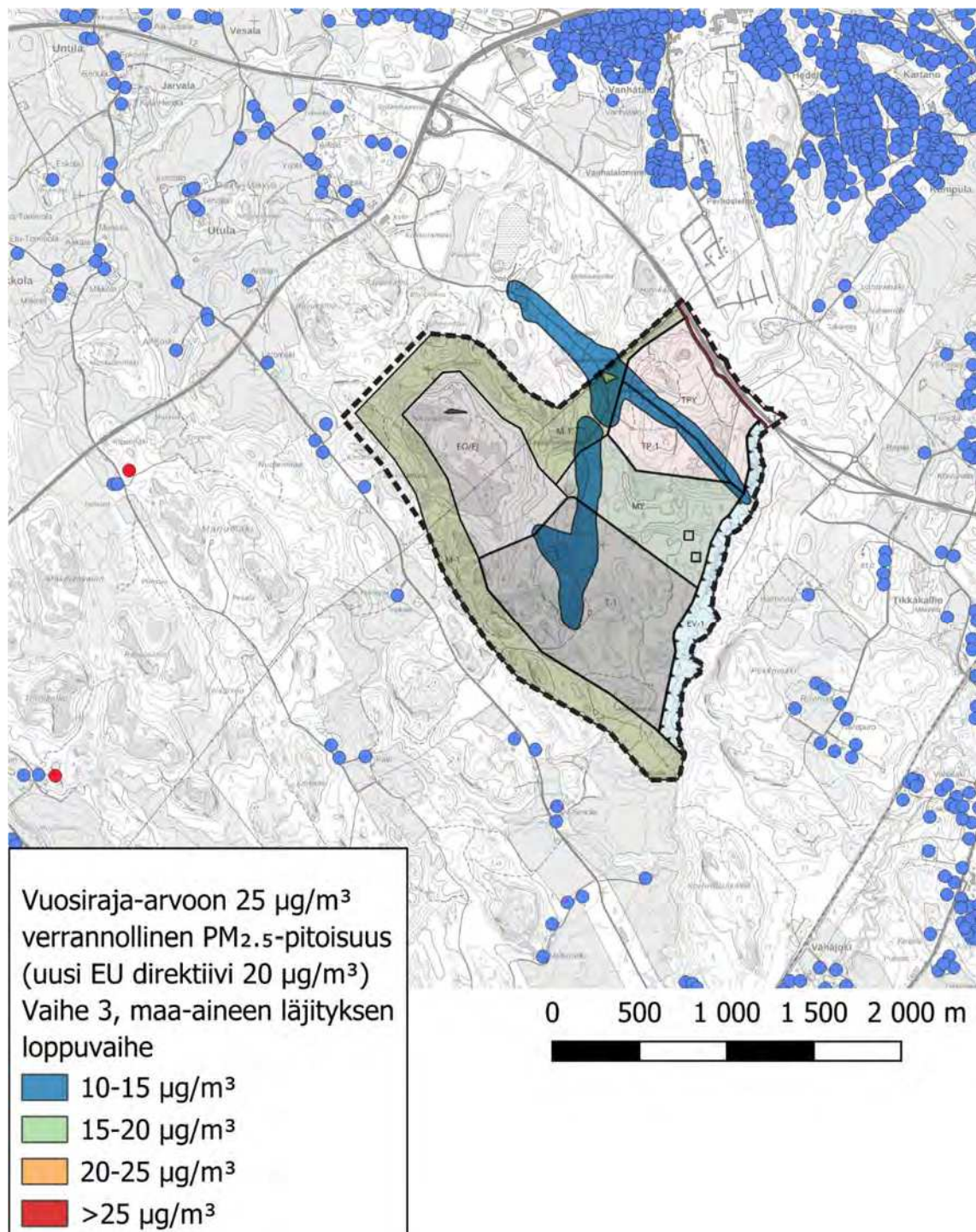




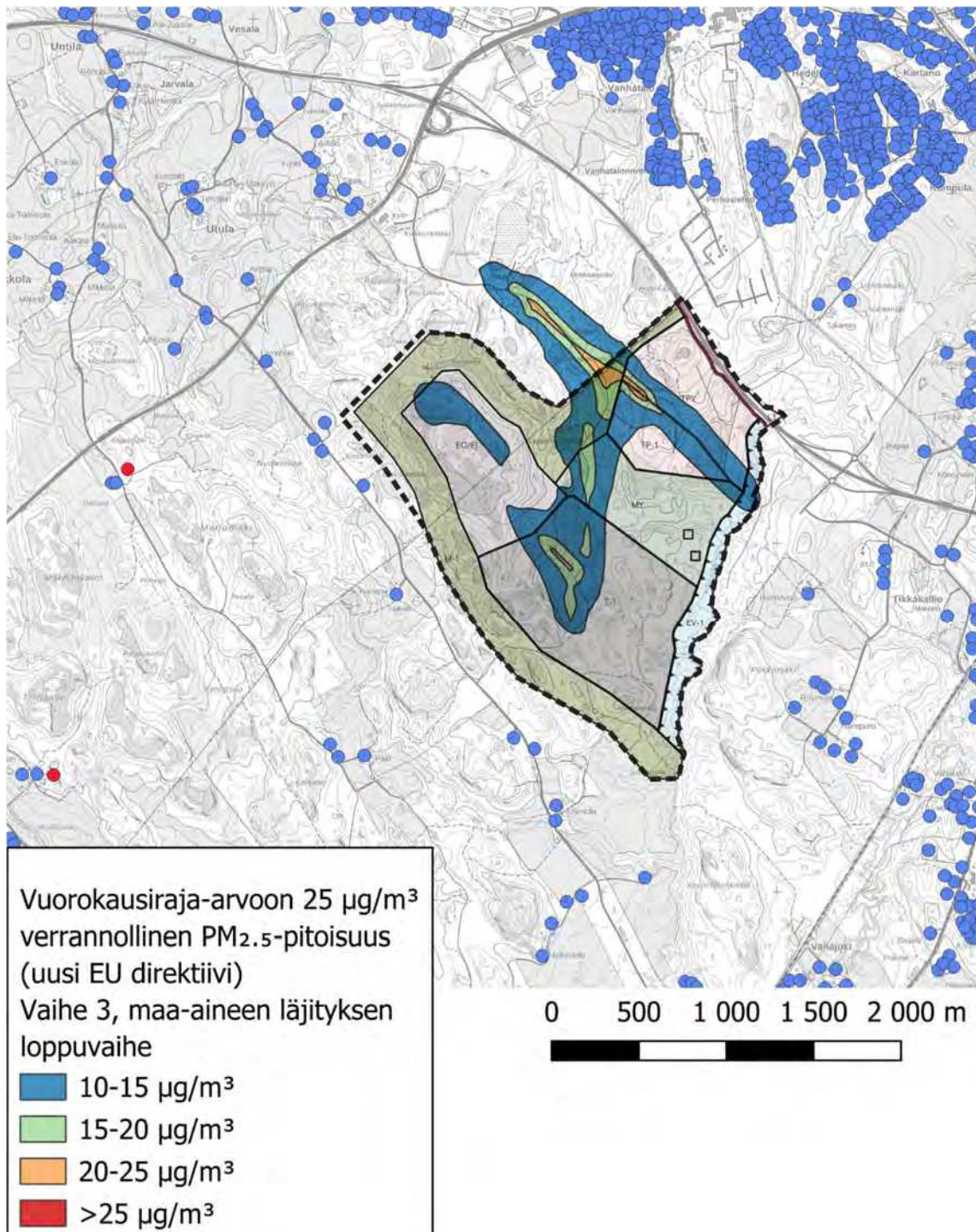
Kuva 20.  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuudet vaiheessa 3. Uuden EU direktiivin mukainen vuorokausiraja-arvoon  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.



3.1.8 Vaihe 3 – PM<sub>2.5</sub>



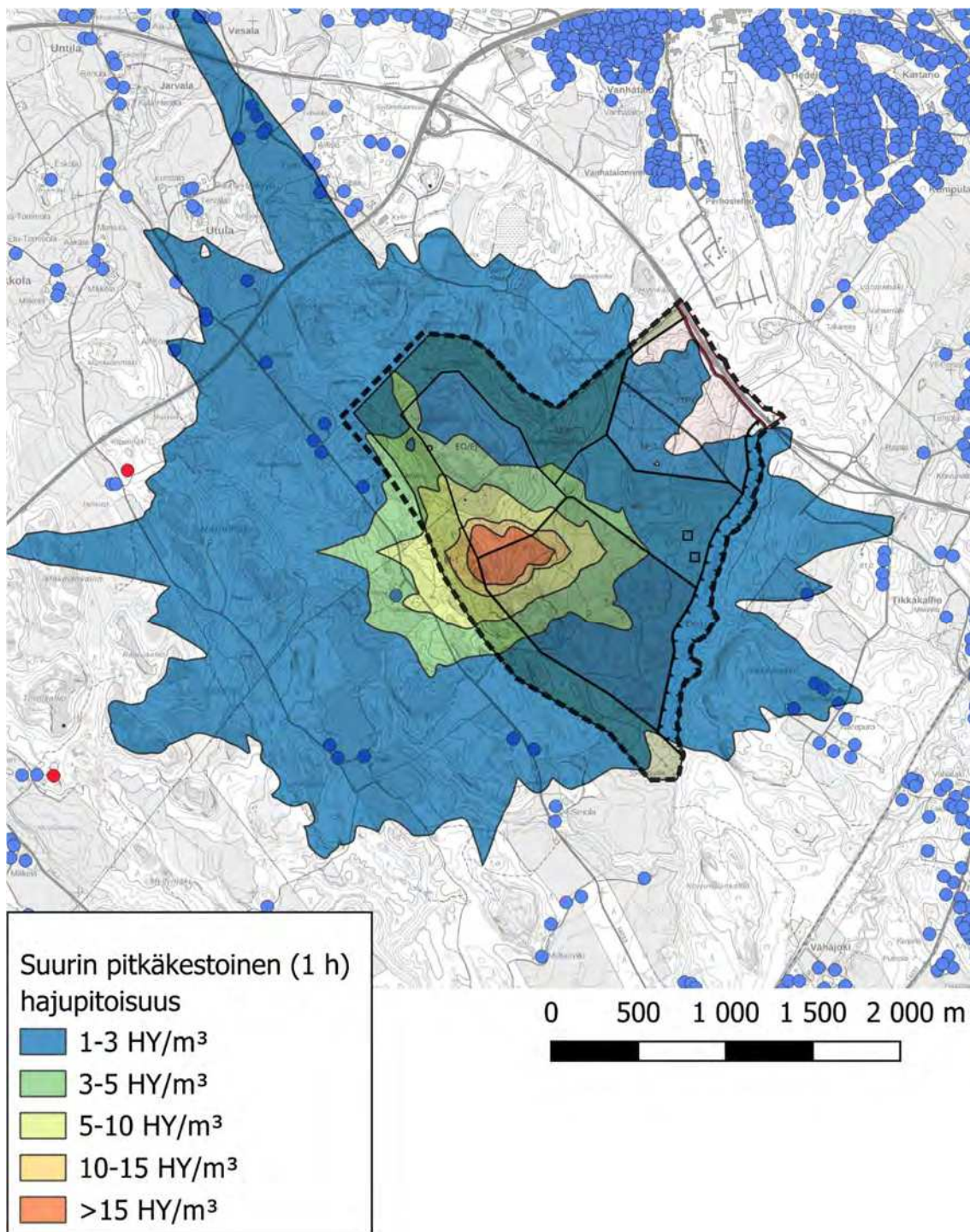
Kuva 21. PM<sub>2.5</sub>-pitoisuudet Vaiheessa 3. Vuosiraja-arvoon 25 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen pitoisuus, joka on uudessa EU direktiivissä 20 µg/m<sup>3</sup>.



Kuva 22.  $\text{PM}_{2.5}$ -pitoisuudet Vaiheessa 3. Uuden EU direktiivin mukainen vuorokausiraja-arvoon  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.

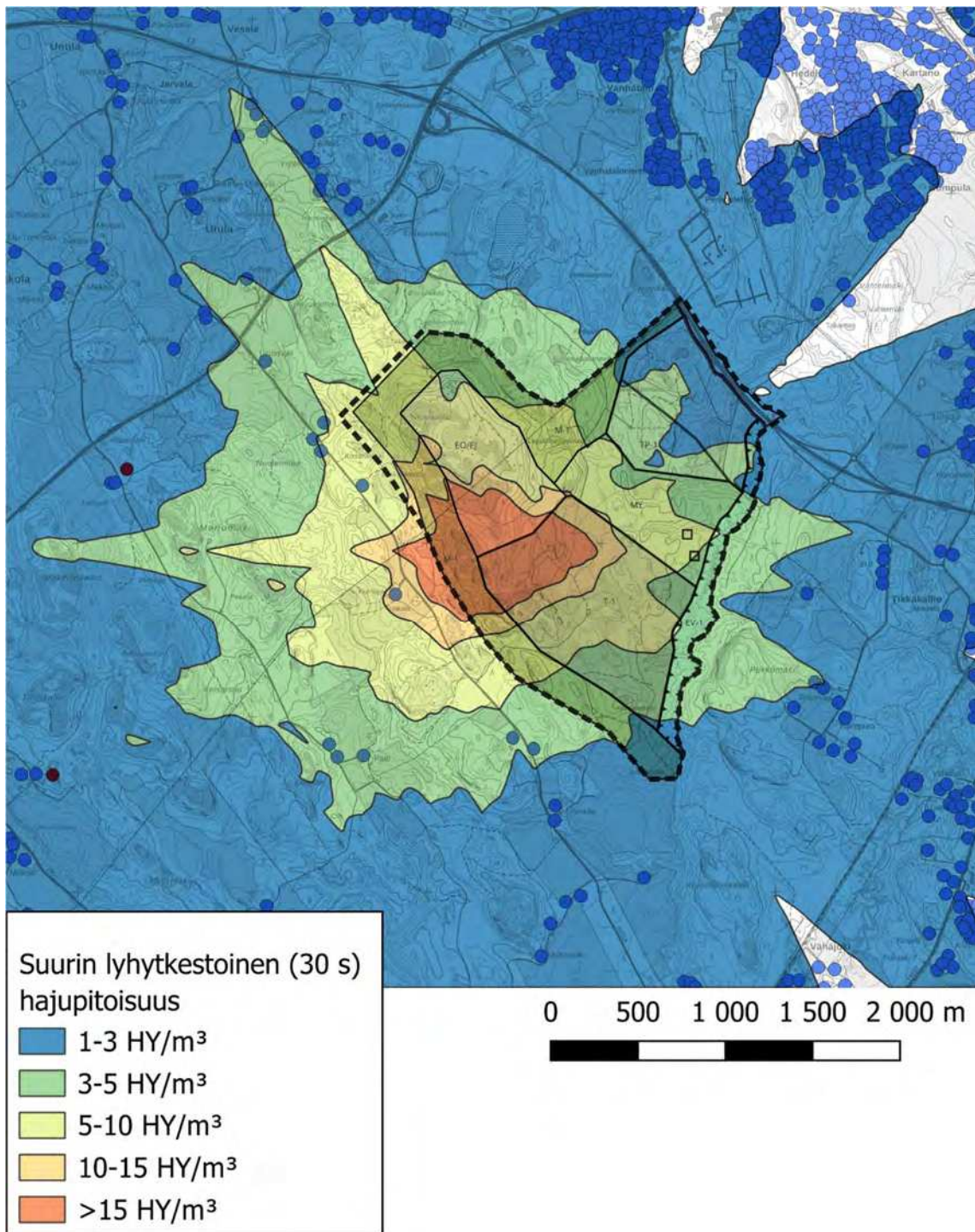


### 3.2 Hajujen leviämismallinnus

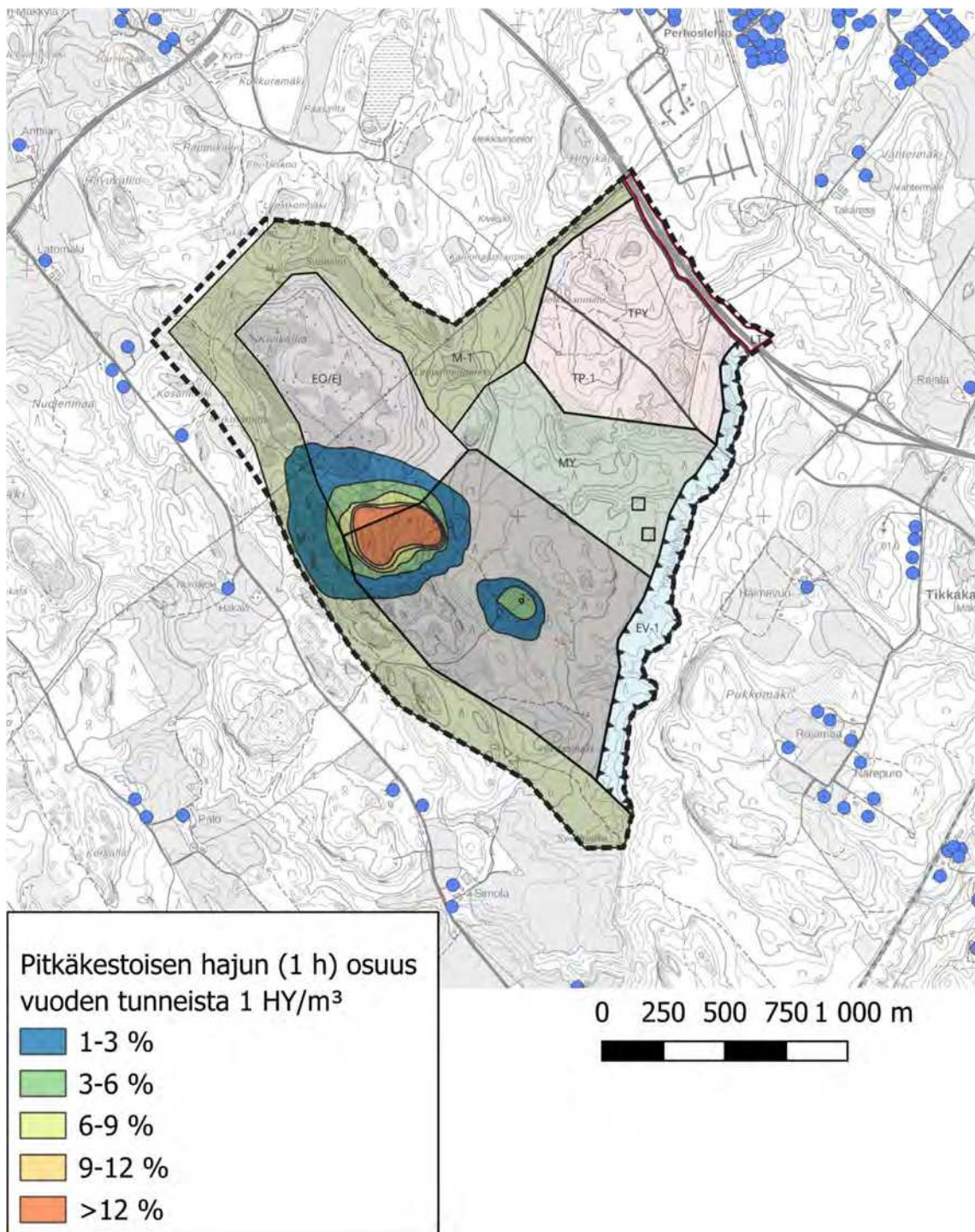


Kuva 23. Suurin pitkäkestoinen (1 h) hajupitoisuus mallinnuksen mukaan. Suurimman hajupitoisuuden vyöhykkeet eivät kuvaa yhtäaikaista ja jatkuvaa tilannetta vaan kunkin tarkastelupisteen suurinta pitoisuutta, joka voi joskus esiintyä.



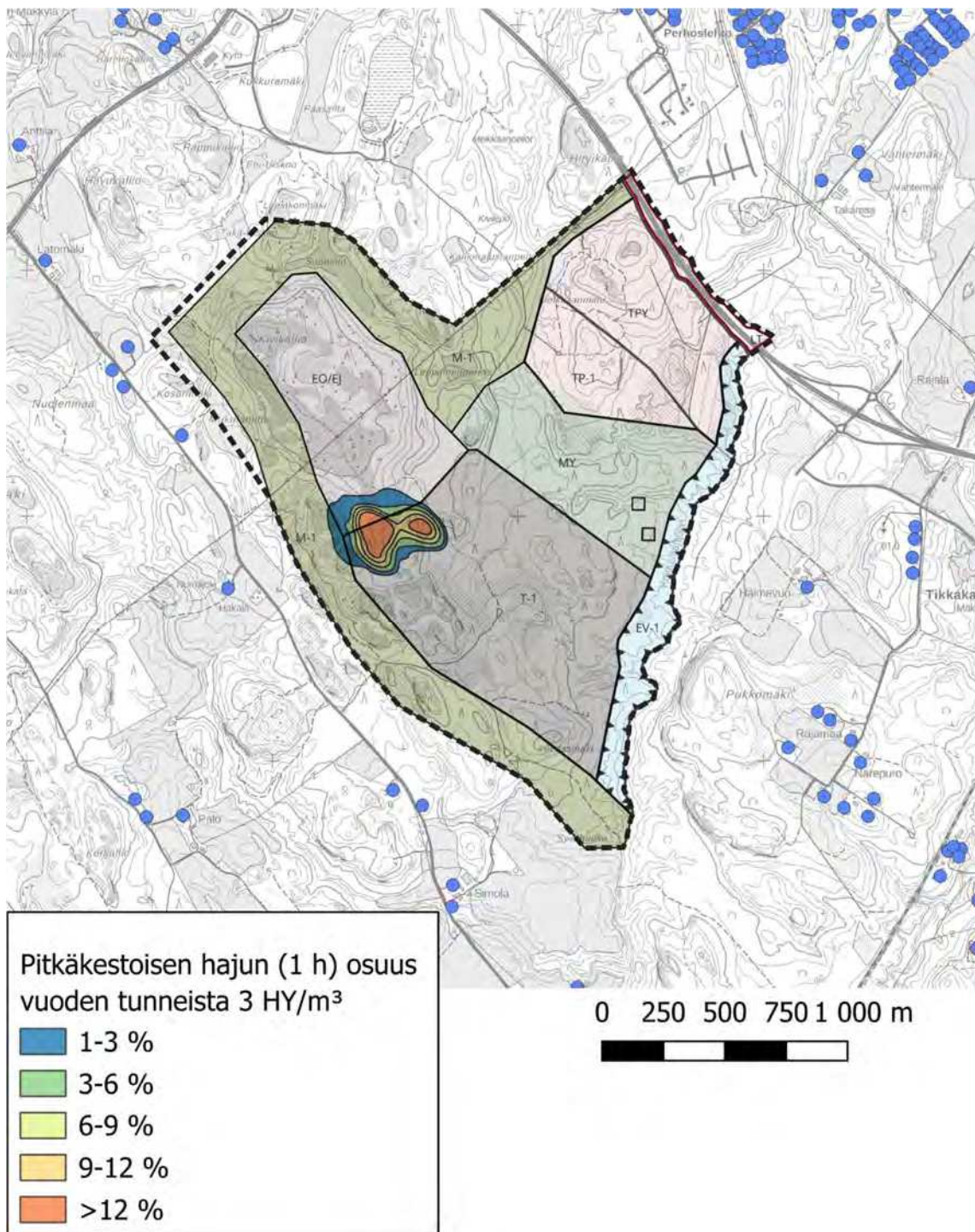


Kuva 24. Suurin lyhytkestoinen (30 s) hajupitoisuus mallinnuksen mukaan. Suurimman hajupitoisuuden vyöhykkeet eivät kuvaa yhtäaikaista ja jatkuvaa tilannetta vaan kunkin tarkastelupisteen suurinta pitoisuutta, joka voi joskus esiintyä.



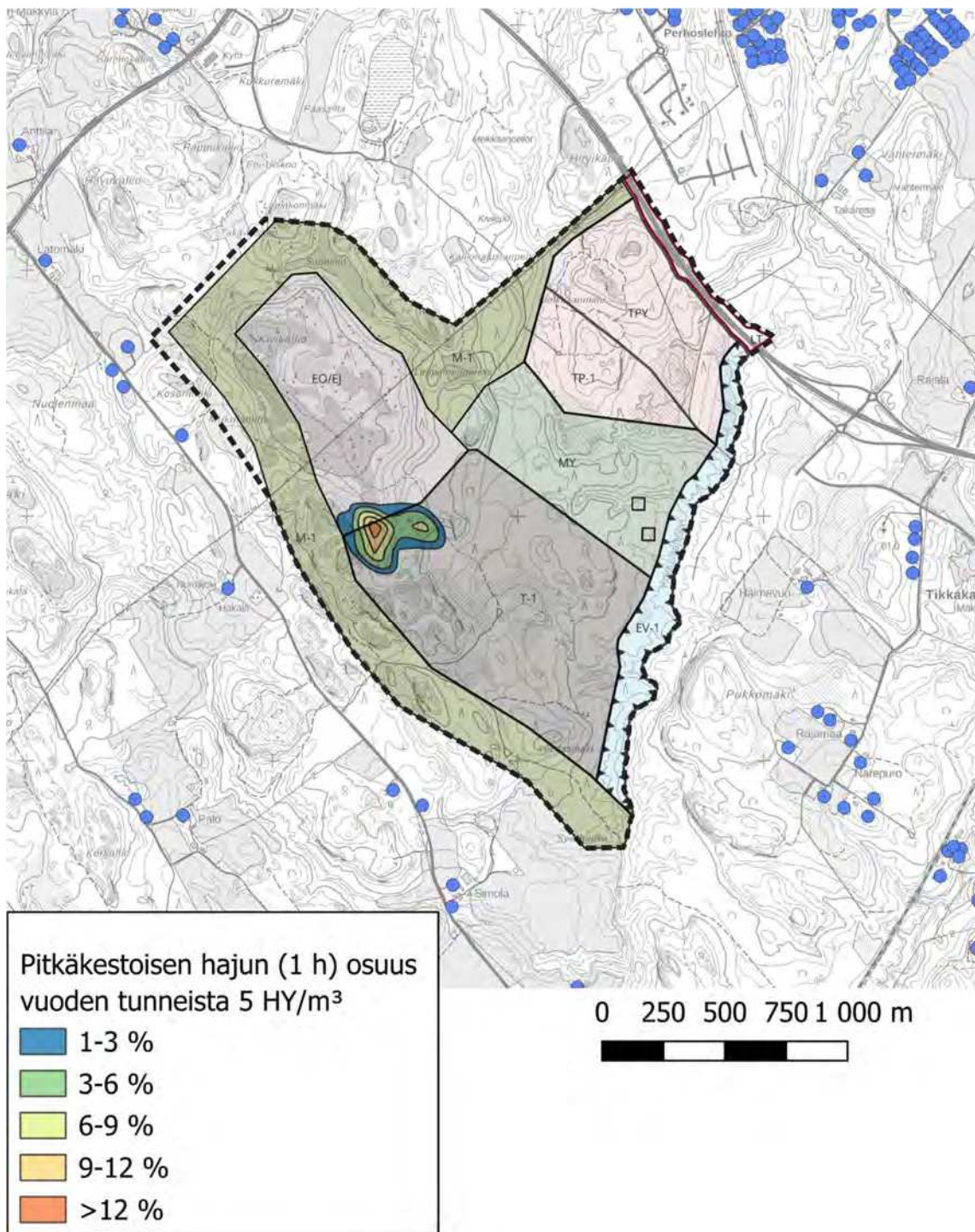
Kuva 25. Pitkäkestoisen (1 h) hajun frekvenssit pitoisuudella 1 HY/m<sup>3</sup> (puolet väestöstä aistii) mallinnuksen mukaan.



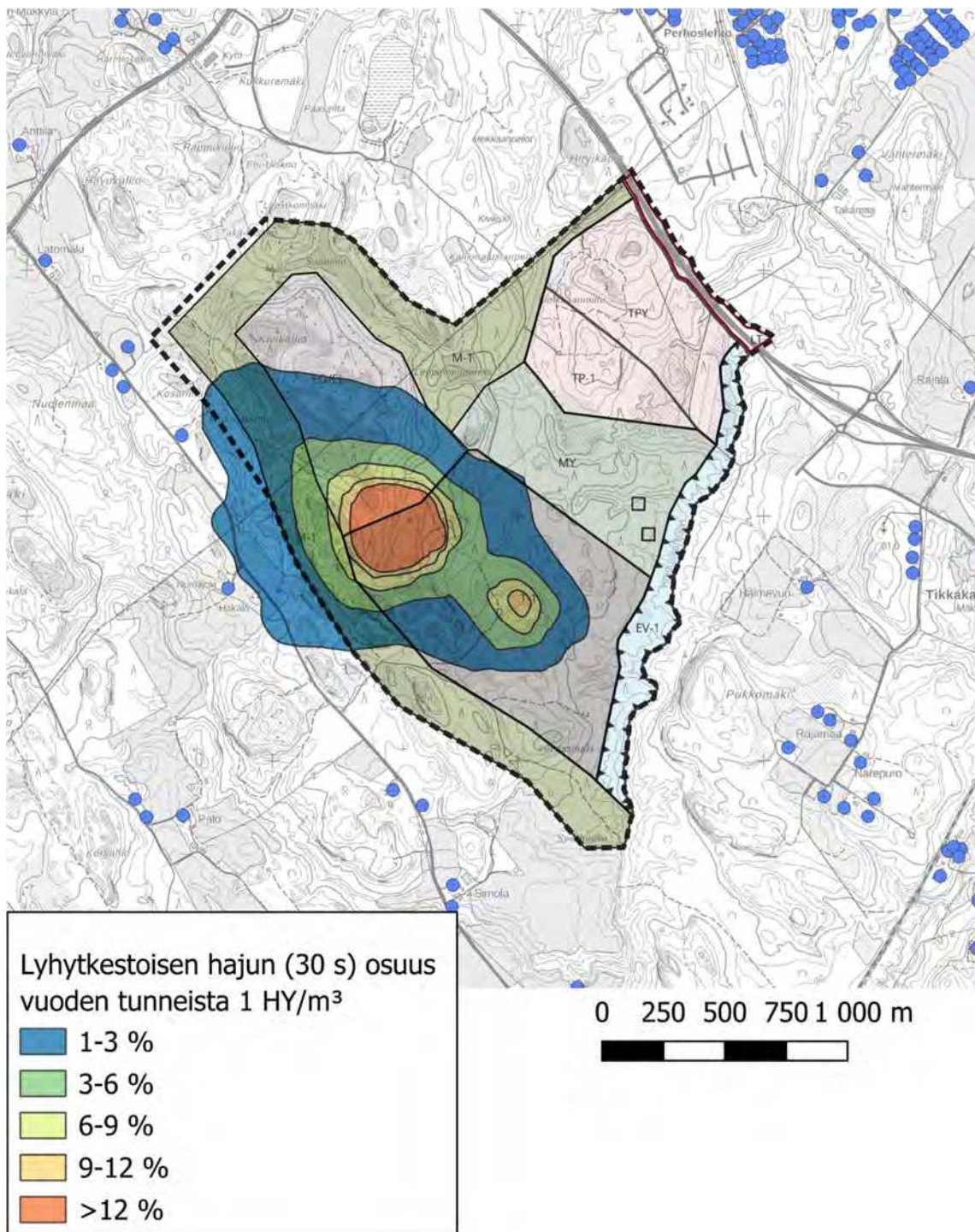


Kuva 26. Pitkäkestoisen (1 h) hajun frekvenssit pitoisuudella 3 HY/m<sup>3</sup> (selvä, tunnistettava haju) mallinnuksen mukaan.



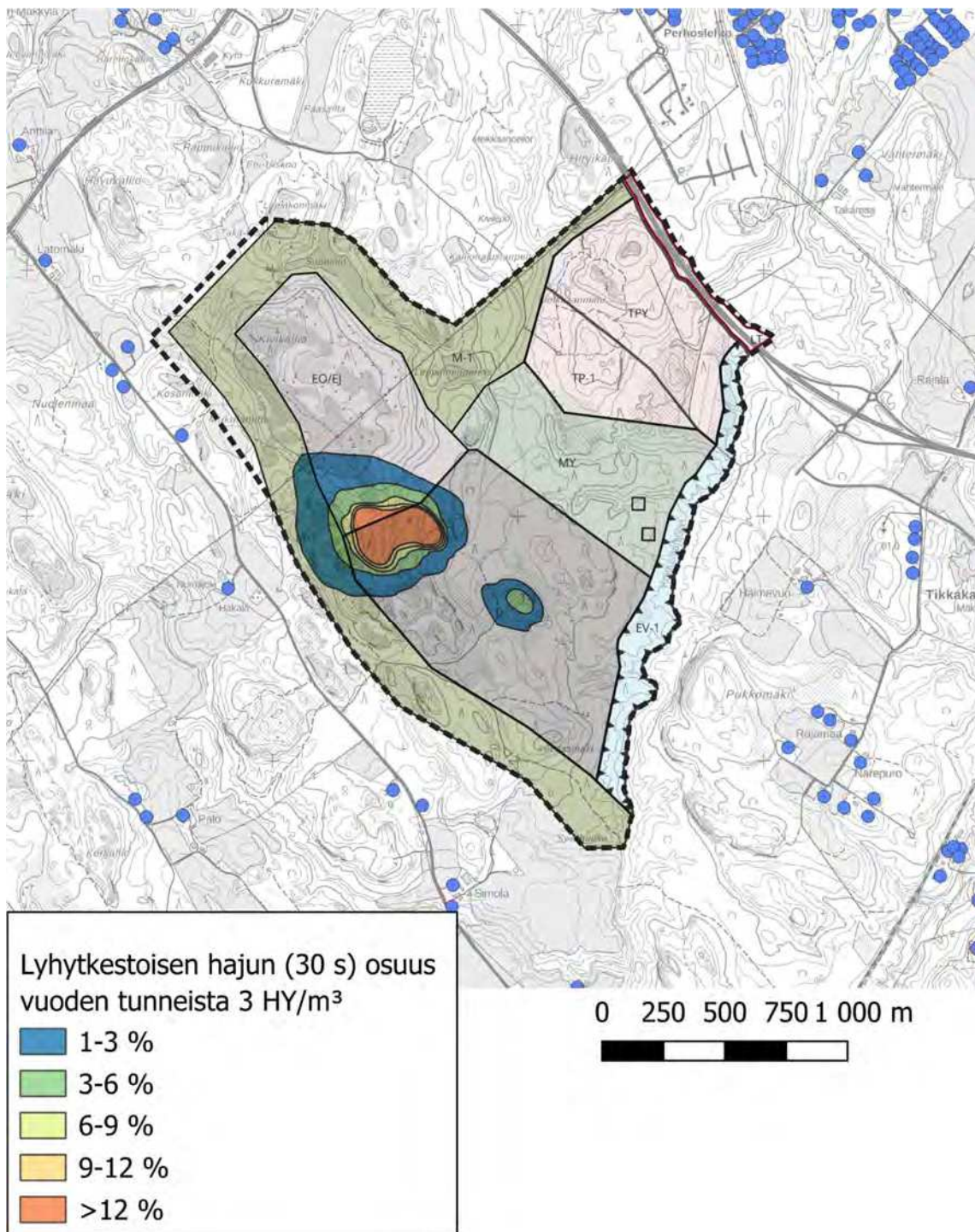


Kuva 27. Pitkäkestoisen (1 h) hajun frekvenssit pitoisuudella 5 HY/m<sup>3</sup> (melko voimakas, tunnistettava hajuu) mallinnuksen mukaan.



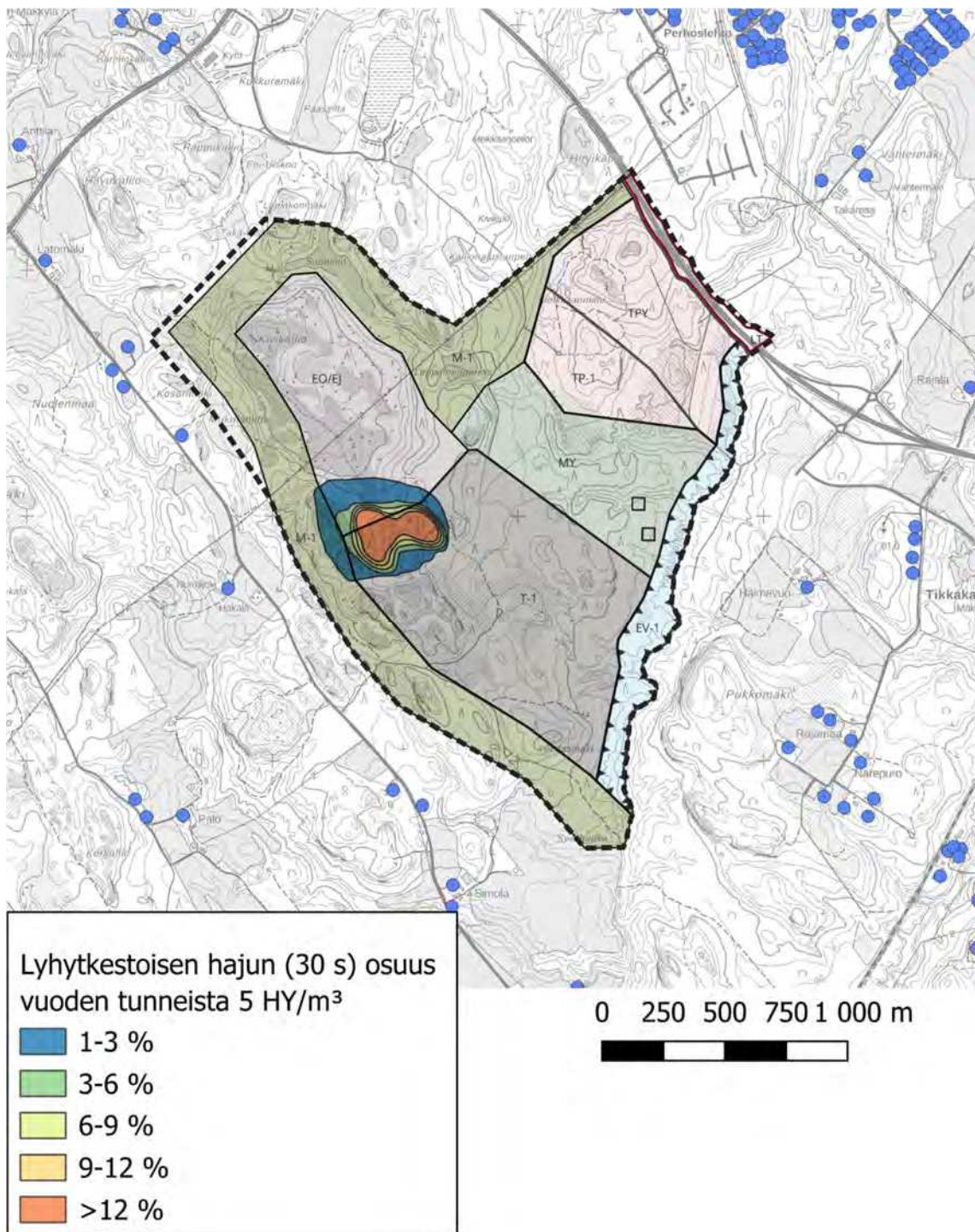
Kuva 28. Lyhytkestoisen (30 s) hajun frekvenssit pitoisuudella 1 HY/m<sup>3</sup> (puolet väestöstä aistii) mallinnuksen mukaan.





Kuva 29. Lyhytkestoisien (30 s) hajun frekvenssit pitoisuudella 3 HY/m<sup>3</sup> (selvä, tunnistettava haju) mallinnuksen mukaan.





Kuva 30. Lyhytkestoisen (30 s) hajun frekvenssit pitoisuudella 5 HY/m<sup>3</sup> (melko voimakas, tunnistettava haju) mallinnuksen mukaan.

## 4. Tulosten tarkastelu

### 4.1 Vaihe 1

Vaiheessa 1 toiminta sijoittuu alueen louhinnan alkuvaiheeseen, jolloin maanpinnankorkeus on nykyisessä tasossaan. PM<sub>10</sub>-vuorokausiohje-arvo ylittyi mallinnetussa tilanteessa vain toiminta-alueella, suojaviheralueella sekä kuljetusreiteillä ja niiden välittömässä läheisyydessä. Alue, jolla ohje-arvo ylittyy, on suurimmillaan kaavoitettavan alueen rajalla, alueen pohjois-luoteisnurkassa. Uuden EU direktiivin mukainen PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvo ylittyi vastaavalla alueella. Nykyinen PM<sub>10</sub>-vuosiraja-arvo ylittyi vain pienellä alueella toiminta-alueella, tulevan EU direktiivin mukainen PM<sub>10</sub>-vuosiraja-arvokin vain toiminta-alueella ja liikenneväylien läheisyydessä.

PM<sub>2.5</sub>-vuosiraja-arvo ja uuden EU direktiivin mukainen PM<sub>2.5</sub>-vuorokausiraja-arvo ylittyivät vain pienellä alueella toiminta-alueella.

### 4.2 Vaihe 2

Vaiheessa 2 mallinnettu toiminta on maa-aineksen välivarastointia ja loppusijoitusta. Alueen louhinta ja täyttö (eli tasaukset) on tässä vaiheessa saatu päätökseen. Liikenteen aiheuttamat PM<sub>10</sub>-pitoisuudet ovat samat kuin Vaiheessa 1, koska liikennemäärien oletetaan olevan molemmissa tilanteissa samanlaisia. Maa-aineksen välivarastoinnista ja loppusijoituksesta peräisin olevat pölypäästöt vaikuttavat mallinnuksen mukaan alueen PM<sub>10</sub>-pitoisuuksiin vähemmän kuin vaiheessa 1. Ohje- ja raja-arvopitoisuudet ylittyvät toiminta-alueilla ja teiden läheisyyksissä, mutta ylitykset tapahtuvat Vaiheeseen 1 verrattuna pienemmillä alueilla.

PM<sub>2.5</sub>-raja-arvot eivät ylittyneet mallinnetulla alueella.

### 4.3 Vaihe 3

Vaiheessa 3 mallinnettu tilanne sijoittui maa-aineksen loppusijoittamisen loppuvaiheeseen, jolloin läjitettävät kasat ovat korkeimmillaan, mutta toimintaa tehdään pienemmällä alueella. Mallinnuksessa huomioitiin alueen muuttuneet korkeudet. Vaikka pöly voi potentiaalisesti levitä laajemmalle alueelle kasojen päältä erityisesti tuulisina ja puuskaisina ajanjaksoina, pienenevä alue vähentää pölyn muodostumista niin paljon, että pölyjen leviäminen on mallinnuksen mukaan Vaiheessa 3 vähäisempää kuin Vaiheissa 1 ja 2. Raja- ja ohje-arvojen ylitykset tapahtuvat mallinnuksen mukaan vain teiden välittömässä läheisyydessä. Liikenteen on oletettu olevan samalla tasolla kuin Vaiheissa 1 ja 2, joten myös vaikutuksen ilmanlaatuun ovat samanlaiset.

PM<sub>2.5</sub>-raja-arvot eivät ylittyneet mallinnetulla alueella.

### 4.4 Hajujen leviäminen

Hajujen leviämismallinnuksessa otettiin huomioon alueelle suunnitellut hajupäästöjä aiheuttavat toiminnot ja niiden suunnitellut sijainnit.

Toiminnasta aiheutuvaa lyhytkestoista (30 s) hajua voidaan mallinnuksen mukaan havaita ainakin yhden kerran kolmen vuoden aikana lähes koko mallinnetulla alueella. Lähimmillä asuinkiinteistöillä voidaan havaita selvää, tunnistettavaa lyhytkestoista hajua kerran kolmen vuoden aikana. Sen sijaan pitkäkestoista hajua (1 h) voidaan mallinnuksen mukaan havaita selvänä 3–5 HY/m<sup>3</sup> vain yhdellä asuinkiinteistöllä pahimman mahdollisen tilanteen mukaisessa tilanteessa.

1 HY/m<sup>3</sup> on hajua, jonka puolet väestöstä aistii. 1 HY/m<sup>3</sup> havaitaan mallinnuksen mukaan harvemmin kuin 1 % vuoden tunneista lähimmällä asuinkiinteistöllä, ja 3–6 % vuoden tunneista vyöhyke ei yllä M-1-alueita kauemmaksi. Toiminnasta aiheutuvaa selvää tunnistettavaa hajua (3 HY/m<sup>3</sup>) tai melko voimakasta, tunnistettavaa hajua (5 HY/m<sup>3</sup>) ei mallinnuksen mukaan havaita M-1-alueen ulkopuolella.



Mallinnuksen mukaan pitkäkestoinen hajua (1 h) ei havaita M-1-alueen ulkopuolella yli 1 % vuoden tunneista edes 1 HY/m<sup>3</sup> voimakkuudella (puolet väestöstä aistii). Selvää tunnistettavaa (3 HY/m<sup>3</sup>) tai melko voimakasta tunnistettavaa (5 HY/m<sup>3</sup>) esiintyy yli 1 % vuoden tunneista vain toiminta-alueella ja aivan M-1-alueen laidassa.

## 5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Hollolan Nostavan alueelle suunnitellaan kiertotalousaluetta, jonne on suunniteltu kiviaineksen ottoa, maa-ainesten käsittelyä, välivarastointia ja loppusijoitusta, jätteiden käsittelyä sekä polttoaineiden, kuten metsätähteiden tai vastaavien tuotantoa. Tässä työssä tarkasteltiin kolmessa eri tilanteessa alueen toiminnoista syntyviä pölypäästöjä ja niiden leviämistä ympäristöön, sekä alueelle suunnitellun toiminnan hajupäästöjä ja niiden leviämistä yhdessä tilanteessa.

Alueelle suunniteltavista toiminnoista, kuten kiviaineksen otosta, maa-ainesten ja jätteiden käsittelystä sekä maa-ainesten loppusijoittamisesta syntyy pölypäästöjä, joiden suuruutta on tässä työssä selvitetty saatavilla olevien tietojen, kuten kirjallisuuden päästökertoimien ja suunnitellun toiminnan laajuuden perusteella. Päästötietoja käytettiin leviämismallinnuksen lähtötietoina ja leviämismallinnuksen tuloksena saatiin tietoa pölyjen leviämisestä toiminta-alueelta ympäristöön. Myös liikenteen tiedetään olevan tärkeä pölyn lähde ja se on huomioitu mallinnuksessa.

Mallinnustulosten mukaan pölyä syntyy eniten Vaiheessa 1, jolloin alueella tehdään kiviaineksen ottoa ja murskausta, sekä toiminta on nykyisen maanpinnantason korkeudella. Kaikissa selvitettyissä vaiheissa pölypitoisuudet ovat korkeimmillaan toiminta-alueella, mutta niiden pitoisuudet laskevat nopeasti siirryttäessä toiminta-alueesta etäälle. Pahimmissa tilanteessa (Vaihe 1) ilmanlaadun  $PM_{10}$ -vuorokausiohjearvo ylittyy toiminta-alueella, teiden välittömässä läheisyydessä ja alueen ympärille suunnitellulla M-1 alueella (maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on erityisiä ympäristöarvoja). Ei kuitenkaan näiden alueiden ulkopuolella.

Osayleiskaavassaluonnoksessa on alueen ympärille suunniteltu merkinnällä M-1. Alueella sijaitsee viljelyskäytössä oleva pelto EO/EJ (maa-ainesten ottoalue, jota käytetään ottamisen päätyttyä läjitysalueena) alueen pohjoispuolella. Mallinnuksen mukaan alueen toiminnasta leviää pölyä tälle alueelle. Pölypitoisuuksien voidaan katsoa olevan samankaltaisia kuin maanteiden laidoilla sijaitsevilla pelloilla ja metsäalueilla, vaikkakin pölyn koostumuksessa on eroja erityyppisten hiukkaslähteiden välillä. M-1-alueen pohjoisosassa sijaitseva pelto on kuitenkin niin lähellä EO-EJ-alueen rajaa, että pölyn leviämistä toiminnan alkaessa on syytä tarkkailla, erityisesti pellon kaakkoisosassa Vaiheessa 1. Käytetty mallinnustyökalu ei välttämättä ennusta riittävällä tarkkuudella pienelle alueelle tapahtuvaa pölyn leviämistä.

Suomessa kasvillisuuden suojelemiseksi on annettu raja- ja ohjearvoja, mutta ne koskevat vain otsonia, typen oksideja ja rikkidioksidia, eikä toiminnasta oleteta muodostuvan ilmaan näitä epäpuhtauksia. Kirjallisuuden perusteella metsien tiedetään vähentävän pölyn leviämistä. Vaikutuksen suuruutta ei kuitenkaan pystytty arvioimaan käytössä olevien menetelmin.

Sitkiä (2023) on tutkinut pölyn leviämistä kiviaineen otosta ja osoittanut mittausten avulla, että porauksessa ja murskauksessa syntyvä pöly laskee nopeasti siirryttäessä pölylähteestä kauemmaksi ja noin 100–350 m etäisyydellä pitoisuudet olivat taustapitoisuuden tasolla. Lähimmältä asuintalolta on noin 420 m EO/EJ-alueen laidalle.

Alueelle suunnitellaan myös toimintoja, joista muodostuu hajupäästöjä. Työn tulosten perusteella hajua voidaan joskus havaita laajallakin ympäröivällä alueella. Kuitenkin lyhytkestoista (30 s)  $1 \text{ HY/m}^3$  hajua, jonka aistii puolet väestöstä, esiintyy lähimmillä asuinkesteistöillä alle 1 % vuoden tunneista. Pitkäkestoisen haju (1 h)  $1 \text{ HY/m}^3$  vyöhyke ei yllä M-1-alueen ulkopuolelle.

Tämän työn perusteella kiertotalousalueen suunnitellulla toiminnoilla voi olla vähäistä vaikutusta lähialueen ilmanlaatuun ja viihtyvyyteen. Selvityksen tuloksena  $PM_{10}$ -,  $PM_{2.5}$ - ja hajupitoisuudet jäävät pääasiassa normaalitoiminnan aikana niin mataliksi, eikä niiden voida katsota heikentävän merkittävästi alueen ilmanlaatua ja viihtyvyyttä.



## 6. Lähteet

Ilmatieteen laitos, 2014: Salmi, J., Laukkanen, E. & Lovén, K., Naantalin ja Raision seudun hajupäästöjen leviämismallilaskelmat. Ilmatieteen laitos – asiantuntijapalvelut. Ilmanlaatu ja energia. Helsinki 15.12.2014. Saatavilla Internetistä (tilanne 4.2.2026).

[http://expo.fmi.fi/aqes/public/Raportti\\_Naantalin\\_ja\\_Raision\\_hajumallinnus\\_20141215\\_www.pdf](http://expo.fmi.fi/aqes/public/Raportti_Naantalin_ja_Raision_hajumallinnus_20141215_www.pdf)

Kauppila, T. (toim.), Komulainen, H. (toim.), Makkonen, S. (toim.), ja Tuomisto, J. (toim.). Metalliskaivoalueiden ympäristöriskinarviointisaamisen kehittäminen: MINERA-hankkeen loppuraportti. 2013. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 199.

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy, Lahden seudun kierrätyspuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus, 2019.

Schauberger ym. 2000: Schauburger, G., Piringner, M. & Petz, E., Diurnal and annual variation of the sensation distance of odour emitted by livestock buildings calculated by the Austrian odour dispersion model (AODM). *Atmospheric Environment* 34 (2000), 4839–4851.

Sitkiä, M. Dust dispersion in hard rock quarries. Aalto University publication series, Doctoral thesis 105/2023.

Sweco 2019. Mallinnusraportti, Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy, Lahden Seudun Kierrätyspuiston ilmapäästö- ja hajuselvitys.

USEPA 2011. Compilation of air pollutant emission factors. AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources.

USEPA 2017. Guideline on Air Quality Models. Appendix W, part 51. <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-51/appendix-Appendix%20W%20to%20Part%2051>.