

Vastaanottaja

NCC Industry Oy

Asiakirjatyyppi

Raportti

Päivämäärä

27.2.2025

HIRVIKALLION OTTOALU- EEN PÖLYMALLINNUS 2025

NCC INDUSTRY OY

Hirvikallion ottoalueen pölymallinnus 2025

NCC Industry Oy

Projekti **Hirvikallion YVA-selostus**
Projekti nro **1510067855-001**
Vastaanottaja **NCC Industry Oy**
Asiakirjatyyppi **Raportti**
Versio **1.0**
Päivämäärä **27.2.2025**
Laatija **Toni Keskitalo**
Tarkastaja **Mikko Happonen**

Ramboll
Ylistönmäentie 26
40500 JYVÄSKYLÄ

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

Sisältö

1.	Johdanto	2
2.	Aineisto ja menetelmät	2
2.1	Tutkimusalue	2
2.2	Leviämismalli	3
2.3	Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot	4
2.4	Mallinnuksen säätiedot	5
2.5	Hiukkasten poistuminen ilmasta	6
2.6	Taustapitoisuudet	6
2.7	Mallinnuksen päästölähteet	6
2.8	Pienhiukkaset	8
3.	Epävarmuustarkastelu	8
4.	Tulokset	10
4.1	Vaihtoehto VE0	10
4.1.1	VE0, lainvoimaiset raja- ja ohjearvot (2025)	10
4.1.2	VE0, tuleva raja-arvot (alkaen joulukuu 2026)	13
4.2	Vaihtoehto VE1 ja VE2, vaihe 1	15
4.2.1	VE1 ja VE2, vaihe 1, lainvoimaiset raja- ja ohjearvot (2025)	15
4.2.2	VE1 ja VE2, vaihe 1, tulevat raja-arvot (alkaen joulukuu 2026)	18
4.3	VE1, vaihe 3	20
4.3.1	VE1 ja VE2, vaihe 3, lainvoimaiset raja- ja ohjearvot (2025)	20
4.3.2	VE1 ja VE2, vaihe 3, tulevat raja-arvot (alkaen joulukuu 2026)	23
5.	Tulosten tarkastelu ja päätelmät	25
6.	Kirjallisuus	26

Työssä on hyödynnetty Maanmittauslaitoksen avoimia aineistoja (lisenssi CC-BY 4.0): Maastotietokanta, peruskarttarasteri 1:25000, maastokarttarasteri 1:50000 ja laserkeilausaineisto.

1. JOHDANTO

Tämä pölyn leviämismalliselvitys on tehty NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ja maanvastaanoton laajentamisen ympäristövaikutusten arviointia (YVA) varten. Hirvikallion ottoalue sijaitsee Lempäälässä, ja sinne on voimassa oleva vuonna 2021 myönnetty ympäristölupa. Kaavailuissa on laajentaa alueen toimintaa YVA-hankkeen mukaisin vaihtoehtoin.

Tässä selvityksessä on arvioitu nykyisestä (VE0) ja tulevasta toiminnasta (VE1 ja VE2) aiheutuvia hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksia ilmassa käyttäen leviämismallinnusta.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Tutkimusalue

Hankealue sijoittuu noin 7 km Lempäälän keskustasta koilliseen, Marjamäen yritysalueen koillispuolella. Alueella on tarkoitus kierrättää MARA-asetuksen mukaista betoni- ja tiilijätettä, EEJ-betonia, puujätettä sekä ylijäämämaita, loppusijoittaa kierrätyskelvottomia ylijäämämaita, vieraskasvilajeja sisältäviä maa-aineksia, ruoppausmassoja ja liejuista savea sekä Pirkanmaan alueelle tyyppilisiä arseenimaita.

Alueella on ollut kiviainesten ottotoimintaa ja maa-ainesten vastaanottoa vuodesta 2020 lähtien. Sitä ennen alue on ollut maa- ja metsätalouskäytössä. Hankealue sijoittuu kiinteistöille 418-437-2-121 (nykyinen ottoalue), 418-437-2-14 (ottoalueen laajentaminen) ja 418-423-2-102 (lounainen lisäalue). NCC on tehnyt maankäyttösopimuksen kiinteistöjen 418-423-2-102 ja 418-437-2-14 omistajien kanssa.

- **Vaihtoehdossa VE0** toiminta jatkuu nykyisen ympäristöluvan mukaisesti nykyisessä alue-laajuudessa. Nykyinen lupa on voimassa vuoteen 2033 asti.
- **Vaihtoehto VE1:** Vuosittainen maa- ja kiviainesten otto ja maisemointimäärät lisääntyvät sekä alueelle tuodaan betoni-, puu- ja tiilijätettä, sekä jatkojalostetaan ja kierrätetään maa-aineksia.
- **Vaihtoehto VE2:** Maa- ja kiviainesottomäärät ovat vastaavat kuin vaihtoehdossa VE1. Maisemointimäärät sekä alueelle tuotavien betoni- ja tiilijätteen sekä jatkojalostuksen ja kierrätyksen määrä lisääntyvät suhteessa vaihtoehtoon VE1.

Tässä työssä mallinnettiin **vaihtoehdon VE0** (nykyinen toiminta) päästöjen leviäminen sekä **vaihtoehdon VE1 toimintavaiheet 1 ja 3** (ks. YVA-selostuksen luku 3.4) Toimintavaiheiden toimintoina käytettiin samanlaista sijoittelua kuin Hirvikallion ottoalueen melumallinnuksessa (Ramboll 2025).

Vaihtoehdon VE2 eri tilanteiden pölyvaikutuksia ei mallinnettu. Vaihtoehtoisissa VE1 ja VE2 varsinaiset louhinta- ja murskausmäärät ovat yhtä suuria. Ylijäämämaiden vastaanoton sekä betoni- ja tiilijätteen määrät ovat suurempia VE2:ssa, mutta pölyämisen arvioidaan olevan likimain yhtä suurta. Vaihtoehdossa VE2 maisemoinnin korkeus on suurempi kuin VE1:ssä, mutta louhinta, murskaus ja kierrätys tapahtuvat samoilla koroilla. Siten päästökorkeudet ovat samat VE1:ssä ja VE2:ssa, ja ympäröivän läjityksen pois jättäminen vastaa pahinta tilannetta.

Taulukko 1. NCC Industry Oy:n Hirvikallion ottoalueen toiminnot ja käsiteltävät materiaalmäärät eri toteutusvaihtoehdoissa.

Toiminto/Materiaali	Yksikkö	VE0	VE1	VE2
louhinta kiviaines	m3	1 500 000	5 097 000	5 097 000
poisto, pintamaat	m3	267 500	613 000	613 000
louheen murskaus sis. muualta tuodun louheen	t/a	kesk. 260 000 max. 400 000	kesk. 500 000 max. 600 000	kesk. 500 000 max. 600 000
pilaantumattomien ylijäämämaiden vastaanotto	t/a	40 000	300 000	500 000
betoni- ja tiilijätteen vastaanotto ja kierrätys	t/a	–	100 000	250 000
puhdas jätemaa ja metsätähteet	t/a	–	50 000	50 000
puunmurskaus	t/a	–	50 000	50 000
puunmurskan lastaus	t/a	–	50 000	50 000
kierrätettävän materiaalin pesu-seulonta	t/a	–	100 000	100 000
neitseellisen materiaalin pesu-seulonta	t/a	–	150 000	150 000

2.2 Leviämismalli

Hiukkeasten leviämistä ympäristöön arvioitiin U.S. EPA:n suositteleman AERMOD-mallinnusohjelman (versio 23132) avulla käyttäen apuna graafista käyttöliittymää AERMOD View 12.0.0. AERMOD huomioi 3-ulotteisesti maastonmuodot, rakennusten aiheuttaman savukaasupainuman, sekä sääolosuhteet ja kaasujen lämpötilasta johtuvan nosteen. Malli on laajalti käytössä Yhdysvalloissa, Aasiassa ja Euroopassa, myös Suomessa.

Laskentamalli käyttää pitoisuuksien laskennassa meteorologisen tilanteen tuntikeskiarvoja (ulkoilman lämpötila, tuulen nopeus, tuulen suunta, pilvisuus, suhteellinen kosteus). Laskenta etenee tunnin aika-askeleella, kunnes koko säätietojen aikasarja, esimerkiksi vuoden mittainen, on käyty läpi.

Mallinnettavan alueen koko ja reseptoripisteiden tiheys suhteutetaan päästöihin ja niiden leviämiseen. Tässä työssä käytettiin 4 km × 4 km:n kokoista aluetta. Maastomalli muodostettiin Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston pohjalta.

Leviämismallit laskettiin käyttäen vuosien 2021–2023 yhdistettyä sääaineistoa Tampereen lentoaseman sääasemalta (Ilmatieteen laitos, avoin data). Esitetyissä karttakuvissa vuosittaiset mallien tulokset on yhdistetty. Ilmanlaadun raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet laskettiin vuosikohtaisesti, jonka jälkeen valittiin suurimmat arvot kuhunkin laskentapisteeseen.

Malli on lineaarinen siinä mielessä, että jos kaikkien päästölähteiden hajupäästö kaksinkertaistuisi, niin myös tiettyyn kohteeseen mallinnettava hajupitoisuus kaksinkertaistuisi. Mallin teknisiä tietoja on lueteltu seuraavassa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Hajumallinnuksen teknisiä tietoja.

Tekninen tieto	Arvo
leviämismalli	AERMOD 23132
reseptoripisteiden lukumäärä	1281
pitoisuuksien laskentakorkeus	1,5 m
interpolointimenetelmä	triangulaatio, B-spline-pehmenys

2.3 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot

Suomessa on lainvoimaiset ilmanlaadulle asetetut raja- ja ohjearvot. Raja-arvot on annettu valtioneuvoston asetuksessa VNa 79/2017 ja ohjearvot päätöksessä VNp 480/1996. Alla (Taulukko 3) on esitetty Suomessa voimassa olevat terveysperusteiset ilmanlaadun raja-arvot hengitettävälle hiukkasille. Kansalliset ohjearvot on tarkoitettu ensisijaisesti viranomaisten käyttöön suunnittelun ja päätöksenteon apuvälineiksi.

Taulukko 3. Ilmanlaadun raja- ja ohjearvoja hiukasmaisille epäpuhtauksille (VNa 79/2017, VNp 480/1996).

Epäpuhtaus	Raja/Ohje	Määritelmä	Arvo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	raja-arvo	vuorokausikeskiarvo (saa ylittyä 35 kertaa kalenterivuoden aikana)	50
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	raja-arvo	vuosikeskiarvo	40
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	ohjearvo	kuukauden 2. suurin vuorokausiarvo	70

Syksyllä 2024 Euroopan unioni antoi direktiivin (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 (EU 2024). Alla on esitetty uuden direktiivin mukaiset PM_{10} -raja-arvot (Taulukko 4).

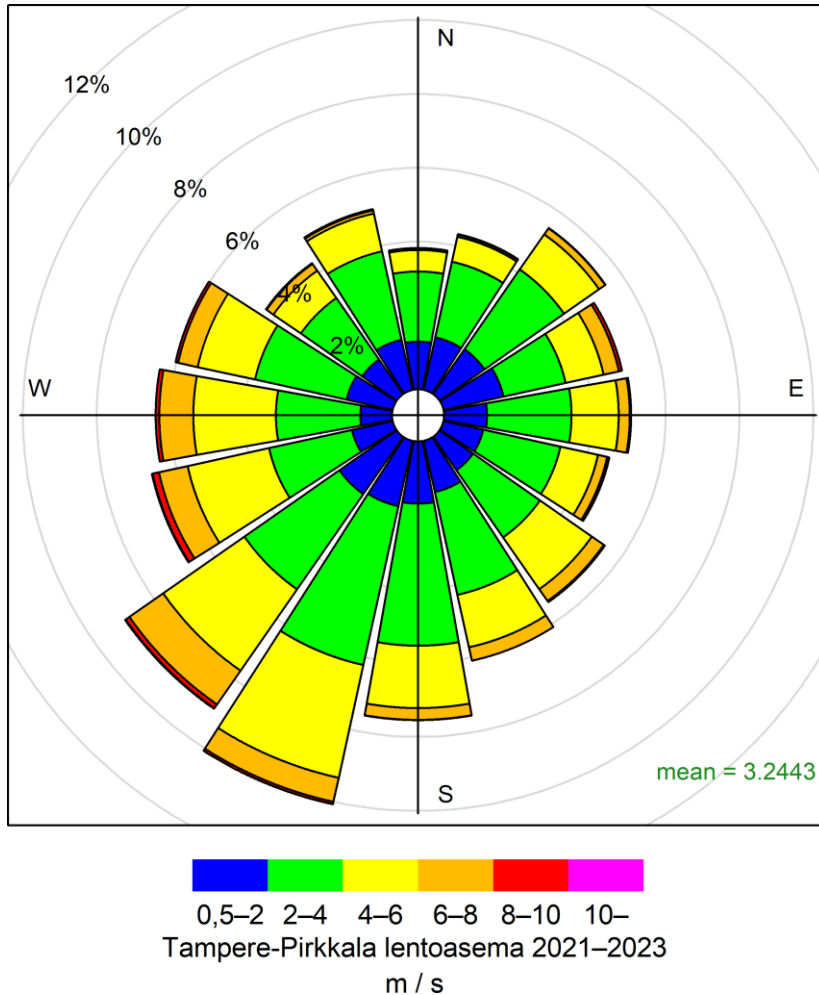
Taulukko 4. Euroopan unionin direktiivin 2024/2881 mukaiset hengitettävien hiukkasten raja-arvot, jotka tulee saavuttaa vuoden 2030 alkuun mennessä (EU 2024).

Epäpuhtaus	Raja/Ohje	Määritelmä	Arvo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	raja-arvo	vuorokausikeskiarvo (saa ylittyä 18 kertaa kalenterivuoden aikana)	45
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	raja-arvo	vuosikeskiarvo	20

Nykyisen PM_{10} -vuorokausiraja-arvon lukuarvo $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ saa ylittyä vuodessa 35 kertaa. Kun tarkastellaan kalenterivuoden 36. suurinta vuorokausipitoisuutta, niin sen ylittäessä $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuorokausiraja-arvo ylittyy. Toisin sanoen riittää tarkastella kolmanneksikymmenenneksikuudenneksi suurinta PM_{10} -vuorokausipitoisuutta, ja jos tämä suure ylittää $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, niin raja-arvo ylittyy. Vastaavasti tulevaan vuorokausiraja-arvoon tulosta voidaan verrata, kun otetaan vuoden vuorokausipitoisuuksien 19. suurin tulos. Tätä kutsutaan PM_{10} -vuorokausiraja-arvoon verrannolliseksi pitoisuudeksi.

2.4 Mallinnuksen säätiedot

Mallinnuksen säätietoina käytettiin Tampere-Pirkkalan lentoaseman säähavaintoja vuosilta 2021–2023 (Ilmatieteen laitos, avoin data). Lentoasemalla ympäristö on avointa, joten tuulet ovat luultavasti jonkin verran voimakkaampia kuin maastossa yleensä. Avoimella louhosalueella tuulen nopeudet voivat olla samalla tasolla. Tuntitasolla yleisimmät tuulen suunnat tarkastelujaksolla olivat etelälounas (10,1 % ajasta), lounas (9,0 %), etelä (7,6 %) ja länsilounas (6,7 %) (Kuva 1).



Kuva 1. Tuulen suuntien ja nopeuksien jakauma Tampere-Pirkkalan lentoaseman sääasemalla tuntitasolla vuosina 2021–2023. Kaavio kertoo, mistä suunnasta on tuullut.

2.5 Hiukkasten poistuminen ilmasta

Ilman hiukkasmaiset epäpuhtaudet poistuvat ilmasta laskeuman muodossa. Suurikokoiset hiukkaset putoavat maahan kaikkein nopeimmin, ja pienhiukkaset leijuvat ilmassa pitkään ja voivat kulkeutua tuhansien kilometrien matkoja.

Tässä selvityksessä tarkasteltiin hengitettävien hiukkasten eli PM₁₀-kokoluokan pitoisuuksia. Myös ne poistuvat ilmasta painovoiman sekä sateen vaikutuksesta. Hiukkasten poistuminen ilmasta ja laskeuma arvioitiin AERMODissa lisäämällä päästölähteille hiukkasten kokojakaumat PM₁₀-päästölle (Taulukko 5).

Taulukko 5. Käytetyt PM₁₀-hiukkasten kokojakaumat kuljetusreiteille ja muille toiminnoille (ENVI-ROK 2012, NIOSH 2005).

Kuljetukset			Muut lähteet		
Luokan alaraja [μm]	Luokan ylä- raja [μm]	Osuus	Luokan alaraja [μm]	Luokan ylä- raja [μm]	Osuus
0	1,55	10 %	0	2,5	30 %
1,55	3,5	14 %	2,5	5,0	27 %
3,5	6,0	33 %	5,0	7,5	23 %
6,0	9,8	43 %	7,5	10	20 %

2.6 Taustapitoisuudet

Mallinnuksen antamat PM₁₀-pitoisuudet ovat pitoisuuslisää taustapitoisuuteen. Hirvikallion ottoalueen ympäristössä vallitsevat taustapitoisuudet eivät ole varmuudella tiedossa. Tässä selvityksessä käytetyt taustapitoisuudet arvioitiin Tampereen Epilän, Kalevan, linja-autoaseman ja Pirkankadun sekä Hämeenlinnan Niittykadun ja Espoon Luukin havaintojen pohjalta. Käytetyt havainnot olivat vuosilta 2012–2023.

Mainitut asemat sijaitsevat eri ympäristöissä ja etäällä toisistaan. Tuntihavaintojen perusteella arvioitiin ilman PM₁₀-taustapitoisuus seuraavasti: Ensin kunkin aseman havainnoista otettiin keskiarvot kullekin vuoden tunnille kaikkien havaintovuosien 2012–2023 yli. Tämän jälkeen laskettiin vuoden tunneille keskiarvo kaikkien kuuden aseman lasketuista tuntikeskiarvoista.

Tavoitteena oli, että vuosien välinen vaihtelu tasaantuisi eikä viikonpäivällä olisi suurta vaikutusta. Tuloksena saatiin tuntikohtaiset taustapitoisuudet vuoden ajalle, joista voidaan johtaa taustapitoisuus eri raja- ja ohjearvoille (Taulukko 6).

Taulukko 6. Mallinnuksessa käytetyt, arvioidut PM₁₀-taustapitoisuudet.

PM ₁₀ -raja-arvo	Arvioitu PM ₁₀ -taustapitoisuus [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
vuorokausiraja-arvo (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15
vuorokausiraja-arvo (45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18
vuosiraja-arvo (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9,7
vuorokausiohjearvo (70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	26

2.7 Mallinnuksen päästölähteet

Malleissa käytetyt päästökertoimet perustuvat Yhdysvaltain ympäristövirasto EPA:n päästökerroin-kokoelman AP-42, MINERA-hankkeen loppuraportin ja Kanadan ympäristöviraston päästökertoimiin (EPA 2024, GTK 2013, Kanada 2017, Kanada 2023).

Pölypäästölähteet sijoiteltiin hankealueelle suunnitelmien mukaisesti samankaltaisesti kuin Hirvikallion melumallissa (ks. melun erillisraportti Ramboll 2025) ja YVA-selostus, kappale 16).

Aikataulun mukaisesti ottotoimintaa (räjäytys, poraus, rikotus) tehtäisiin vuoden talvipuoliskolla 16.9.–30.4. AERMODin rajoitusten vuoksi nämä toiminnot olivat käynnissä syyskuun alusta ja huhtikuun loppuun saakka. Pyhäpäiviä ei otettu huomioon käyntiajoissa.

Räjäytyksiä ei toiminnanharjoittajan mukaan tehdä viikoittain, ja niiden viikonpäivä vaihtelee maanantaista perjantaihin ja kellonaika 13–15. Mallinnuksessa räjäytykset täytyy sijoittaa tietyllä viikonpäivälle ja kellonajalle, ja tässä selvityksessä valinta oli tiistaisin klo 13–14 (päästöä joka viikko vuoden talvipuoliskolla).

Edellä mainittujen seikkojen vuoksi mallinnuksia voidaan pitää pahinta mahdollista tilannetta kuvaavina.

Taulukko 7. VE0, pölymallinnuksen päästölähteet PM₁₀-päästömäärineen ja osuuksineen.

Päästölähde	Toiminta-aika	PM ₁₀ -päästö sekunnissa [g/s]	PM ₁₀ -päästö vuodessa [kg/a]	Osuus kokonaispäästöstä
kuljetus, päällystetty	ma-pe 7–22	0,055	640	13,3 %
kuljetus, päällystämätön	ma-pe 7–22	0,14	1 600	32,8 %
räjäytys (kerran viikossa)	ti 13–14	13	1 600	32,9 %
poraus	ma-pe 7–20	0,0073	58	1,2 %
rikotus	ma-pe 8–18	0,0011	6,5	0,1 %
murskaus (kiviaines)	ma-pe 7–20	0,083	660	13,6 %
kuormaus	ma-pe 7–20	0,013	180	3,8 %
läjitys	ma-pe 7–22	0,0082	120	2,4 %
yhteensä	–	–	4 900	100,0 %

Taulukko 8. VE1 ja VE2, vaihe 1, pölymallinnuksen päästölähteet PM₁₀-päästömäärineen ja osuuksineen.

Päästölähde	Toiminta-aika	PM ₁₀ -päästö sekunnissa [g/s]	PM ₁₀ -päästö vuodessa [kg/a]	Osuus kokonaispäästöstä
kuljetus, päällystetty	ma-pe 6–22	0,082	970	11,7 %
kuljetus, päällystämätön	ma-pe 6–22	0,20	2 400	28,9 %
räjäytys (kerran viikossa)	ti 13–14	20	2 400	29,0 %
poraus	ma-pe 7–21	0,011	88	1,1 %
rikotus	ma-to 8–18	0,0016	12	0,1 %
murskaus (kiviaines sekä betoni- ja tiilijäte yhteensä)	ma-pe 7–22	0,12	1 100	13,8 %
kuormaus	ma-pe 6–22	0,020	290	3,5 %
puunmurskaus	ma-pe 7–22	0,037	530	6,3 %
puunmurskan lastaus	ma-pe 7–22	0,0060	90	1,1 %
läjitys	ma-pe 7–22	0,025	370	4,5 %
yhteensä	–	–	8 300	100,0 %

Taulukko 9. VE1 ja VE2, vaihe 3, pölymallinnuksen päästölähteet PM₁₀-päästömäärineen ja osuuksi-neen.

Päästölähde	Toiminta-aika	PM ₁₀ -päästö sekunnissa [g/s]	PM ₁₀ -päästö vuodessa [kg/a]	Osuus kokonaispäästöstä
kuljetus, päällystetty	ma-pe 6-22	0,082	970	10,9 %
kuljetus, päällystämätön	ma-pe 6-22	0,20	2 400	26,9 %
räjäytys (kerran viikossa)	ti 13-14	20	2 400	27,0 %
poraus	ma-pe 7-21	0,011	88	1,0 %
rikotus	ma-to 8-18	0,0016	12	0,1 %
murskaus (kiviaines sekä betoni- ja tiilijäte yhteensä)	ma-pe 7-22	0,12	1 100	12,9 %
kuormaus	ma-pe 6-22	0,020	290	3,3 %
puunmurskaus	ma-pe 7-22	0,037	530	5,9 %
puunmurskan lastaus	ma-pe 6-22	0,0060	90	1,0 %
pesuseulonta	ma-pe 7-22	0,016	230	2,6 %
läjitys	ma-pe 6-22	0,049	740	8,3 %
yhteensä	–	–	8 900	100,0 %

2.8 Pienhiukkaset

Mallinnuksissa tarkasteltiin PM₁₀-kokoluokan hiukkasten leviämistä ilmassa. Pienehkö osuus hiukkasista (massan perusteella tarkasteltuna) on halkaisijaltaan enintään 2,5 µm eli pienhiukkasten kokoluokkaa (PM_{2.5}).

Pienhiukkaspäästöt ovat pääasiassa peräisin polttoperäisistä prosesseista, mutta jossain määrin myös muista pölypäästöistä. Suurin osa niistä on kuitenkin peräisin kaukokulkeutuneista ilmakehässä ikääntyneistä hiukkasista. Louhinnan hengitettävien hiukkasten terveysriskin arvio tehdään ensi sijassa PM₁₀-tiedon perustella. Tämän kokoiset hiukkaset kulkevat hengitysilman mukana ihmisen keuhkoputkiin asti. (GTK 2013) Pienhiukkaset voivat kulkeutua syvemmälle keuhkoihin, jopa keuhkorakkuloihin (alveoleihin) saakka.

Päästökerroinkokoelmista saadaan likimääräiset osuudet sille, kuinka suuri osuus päästöstä mas-saperusteisesti on eri kokoluokkia. EPA:n AP-42-päästökertoimissa eri murskausvaiheissa PM_{2.5}-osuus on 6–20 % PM₁₀:stä (EPA 2024). PM_{2.5}-osuuden arviota 20 % voidaan pitää konservatiivisena. Puunmurskauksen osalta PM_{2.5}-osuus oli noin 9 % PM₁₀:stä (Kanada 2023). Kallion räjäytyksille Kanadassa käytettävä päästökerroin perustuu EPA:n tietoihin, ja niissä PM_{2.5}:n osuus oli 6 % PM₁₀:stä (Kanada 2017).

3. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Yleisesti leviämislaskelmien kokonaisepävarmuus koostuu pääosin päästötietojen epävarmuuksista (10–40 %), sääaineiston ja sen edustavuuden epävarmuuksista (10–30 %) ja laskennan epävarmuuksista (10–20 %). Lopputuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on heikoimmillaan tun-tipitoisuuksia laskettaessa ja sen edustavuus paranee laskettaessa pitemmän aikavälin pitoisuuksia.

Päästömäärät perustuvat esityksiin käytettävistä päästöistä ja arvioihin. Tarkasteltujen toimintojen tuottama hiukkasten kokojakauma ei ole tiedossa. Käytetyt jakaumat perustuvat muualla tehtyihin selvityksiin. Päästöjen muutosten arviointi tulevassa tilanteessa on arvio.

Toimintojen tarkat sijainnit voivat olla jonkin verran erilaiset kuin mallinnuksessa.

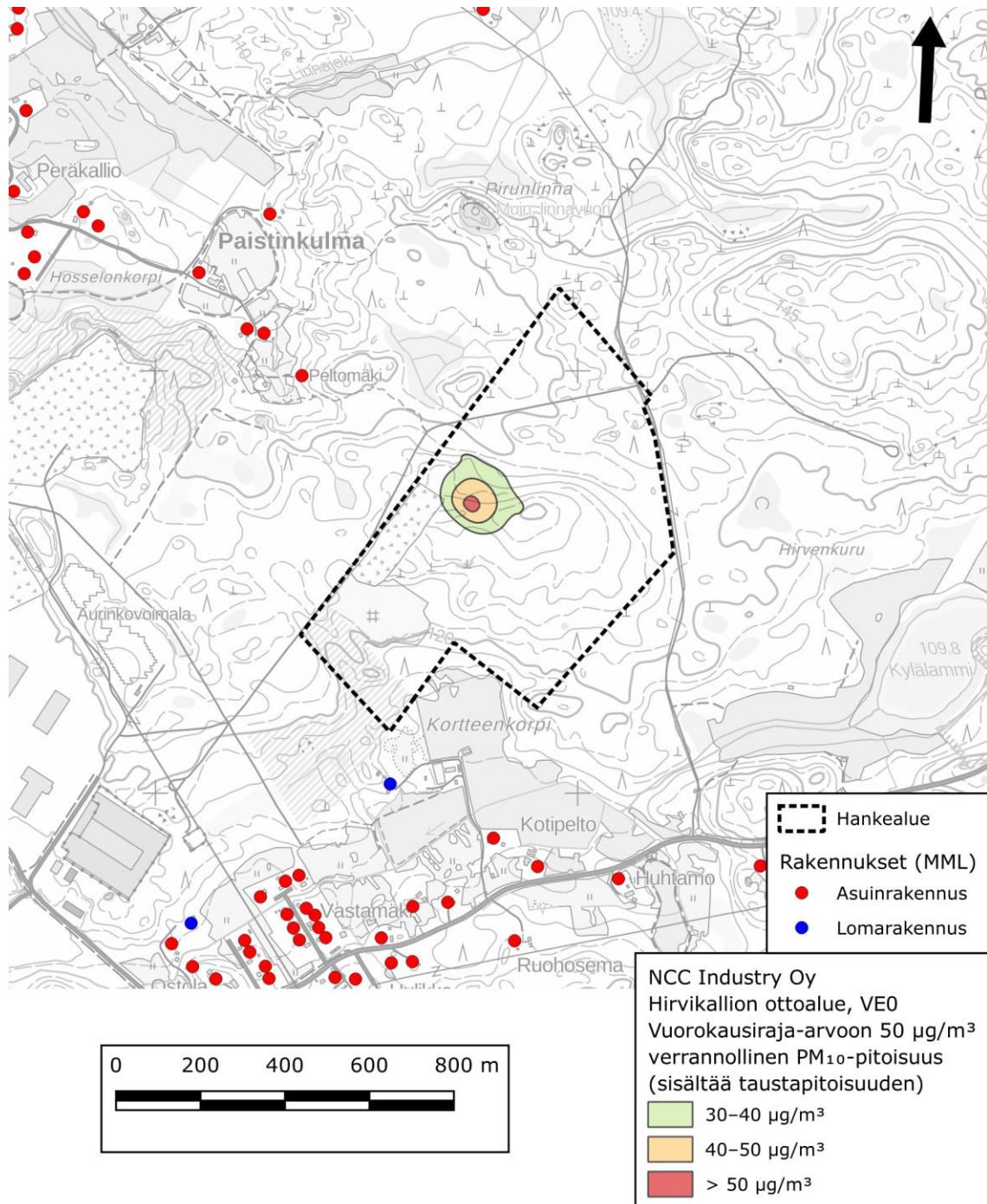
Malleissa ei otettu huomioon sateen ja lumipeitteen vaikutusta pölyn muodostumiseen. Sateen vaikutus oli mukana, kun hiukkasten poistumista ilmasta arvioitiin.

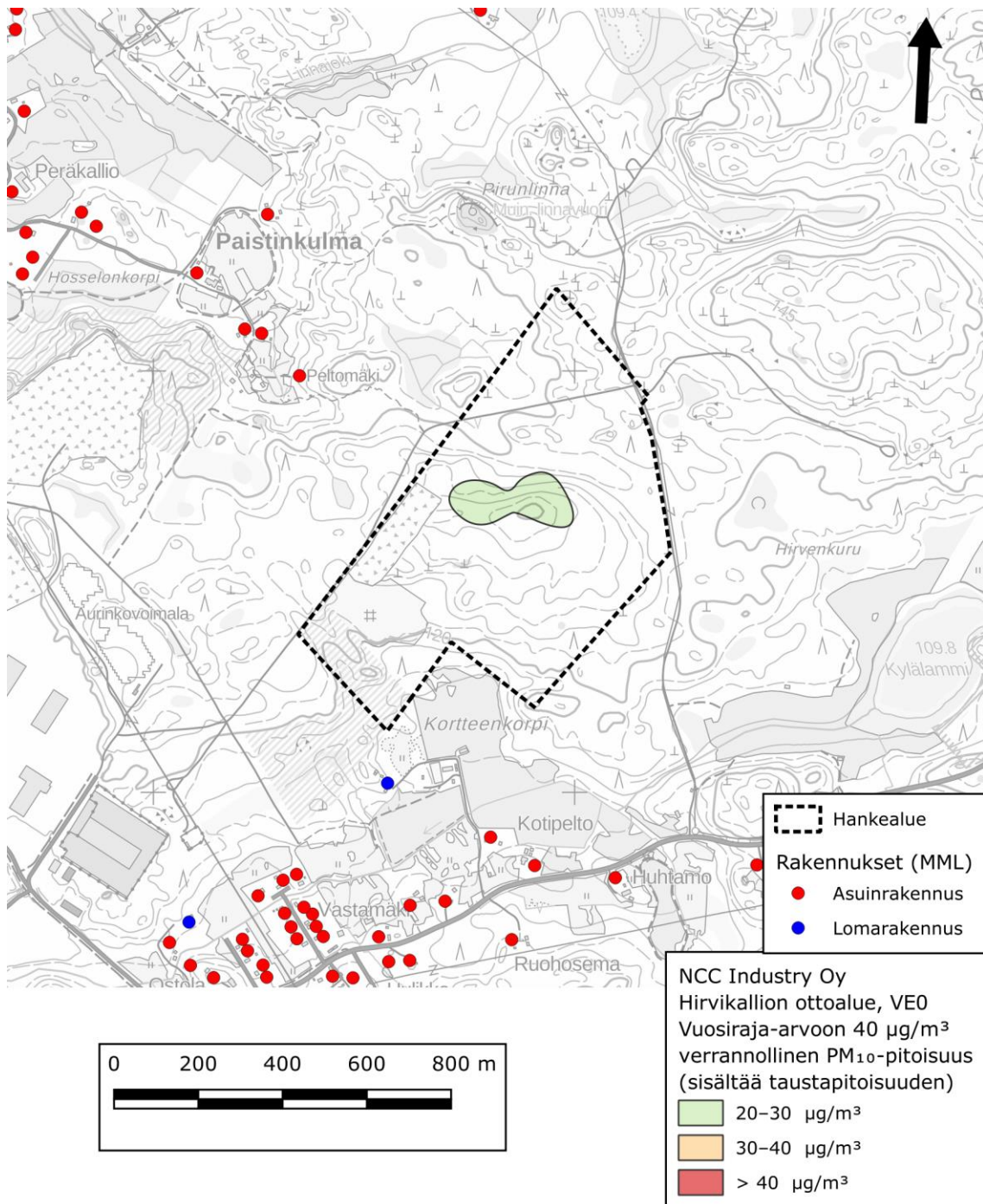
Epävarmuutta laskentatuloksiin aiheuttaa lisäksi mallin stationaarisuus eli se, että päästön ja sää-tietojen oletetaan olevan vakiot tunnin ajan. Mallilla lasketaan päästölähteestä etenevän epäpuh-
tauspilven keskimääräistä jakautumista ympäristöön tunnin aika-askelin, olettaen sääolosuhteen ja
päästön pysyvän vakiona koko ajan. Tyynissä olosuhteissa pöly voi leijailla ilmassa pitempään,
seuraavienkin tuntien aikana. Ääriolosuhteissa päästö voi vaihdella paljonkin esim. tuulen nopeuden
ja puuskittaisuuden mukaan.

4. TULOKSET

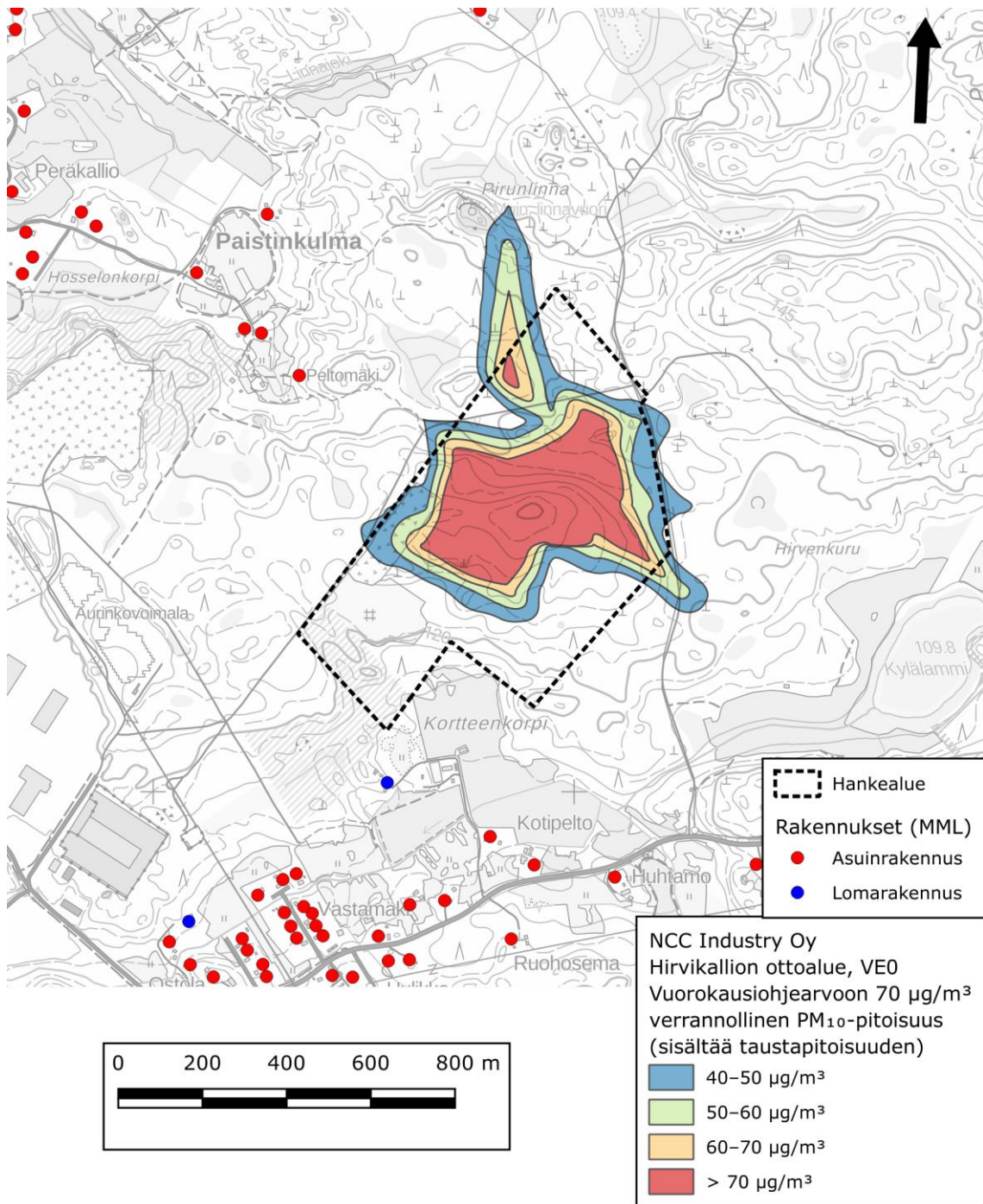
4.1 Vaihtoehto VE0

4.1.1 VE0, lainvoimaiset raja- ja ohjearvot (2025)



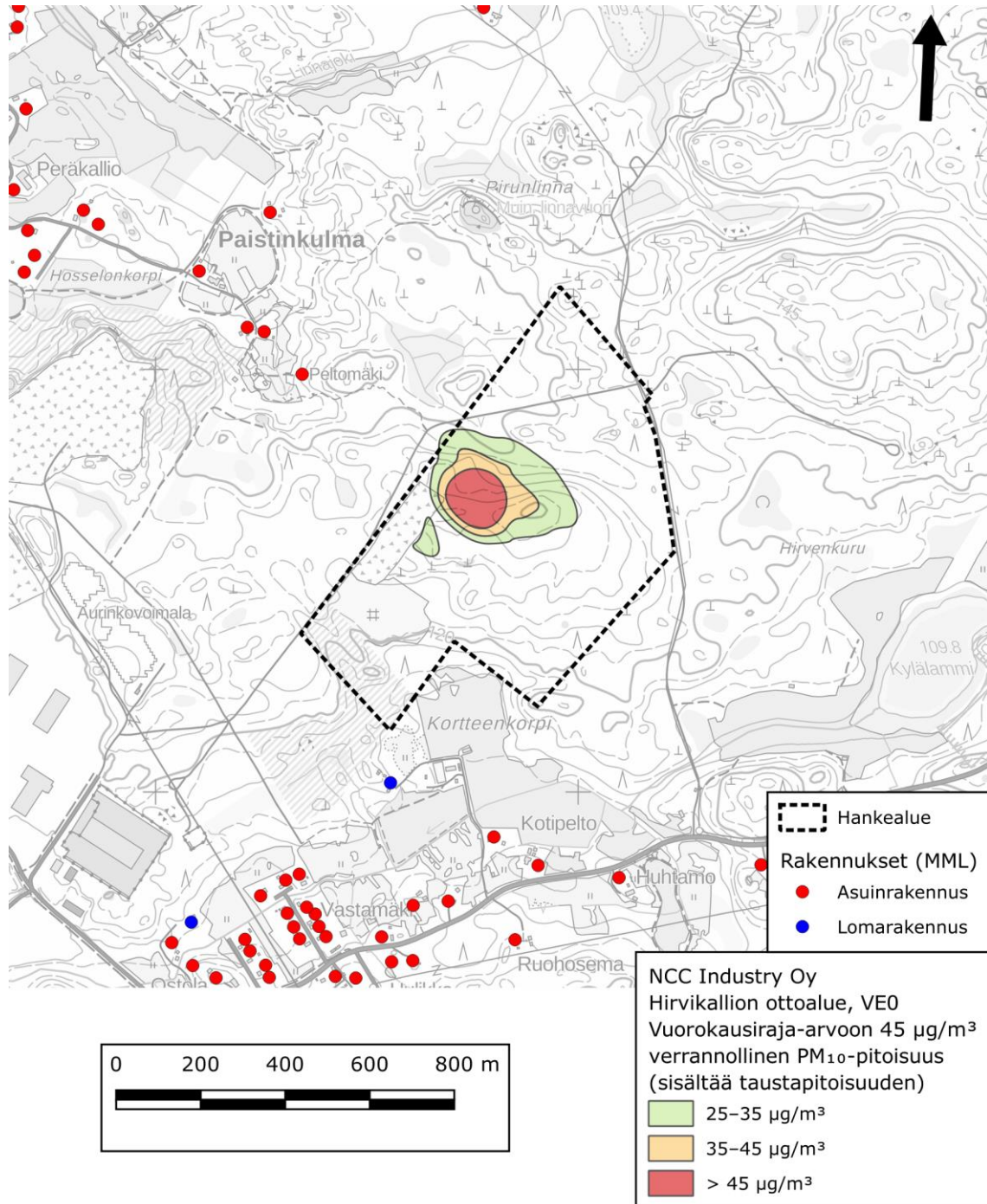


Kuva 3. VE0: Vuosiraja-arvoon 40 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (vuosikeskiarvo) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

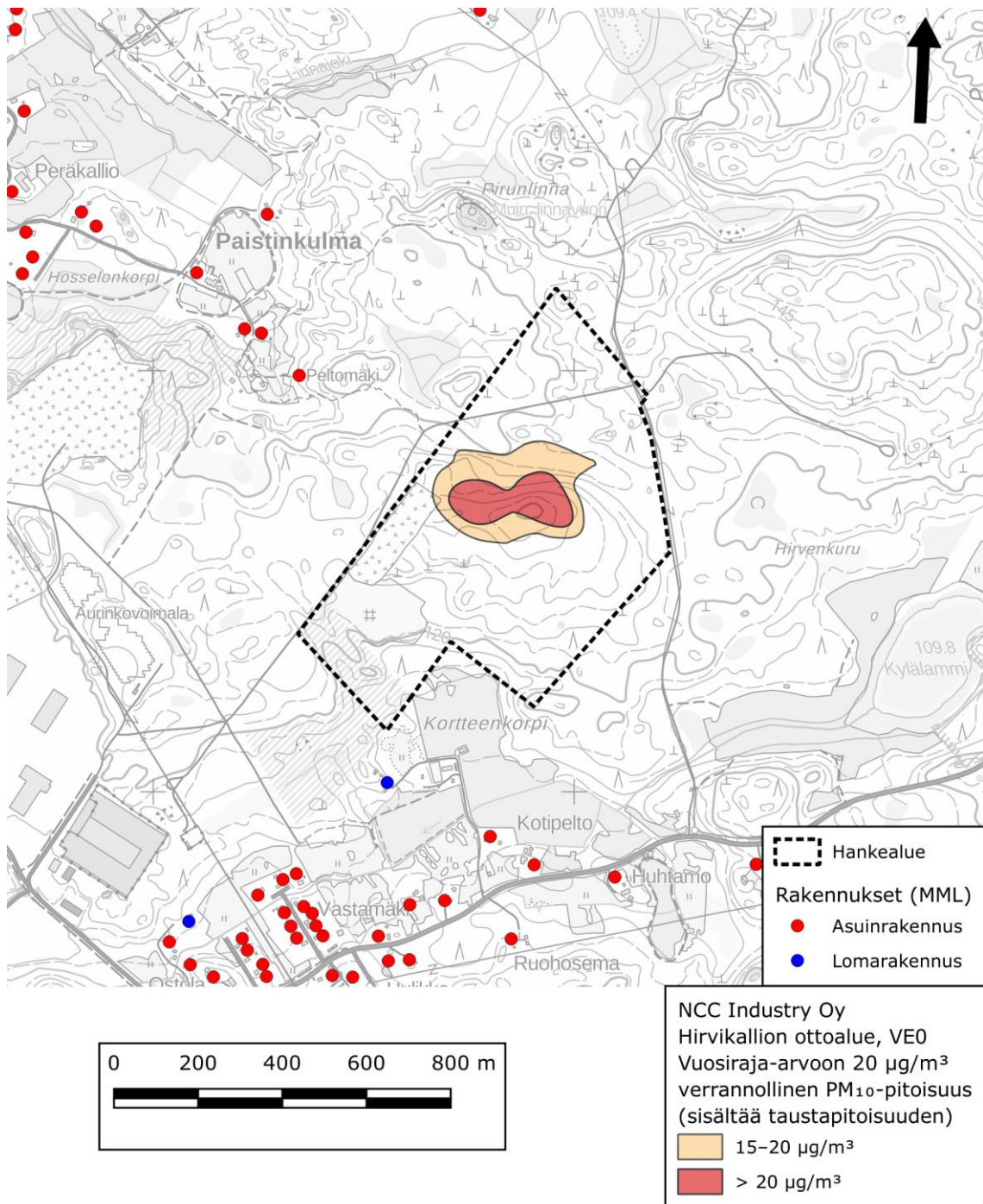


Kuva 4. VE0: Vuorokausiohjeeseen 70 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

4.1.2 VE0, tuleva raja-arvot (alkaen joulukuu 2026)



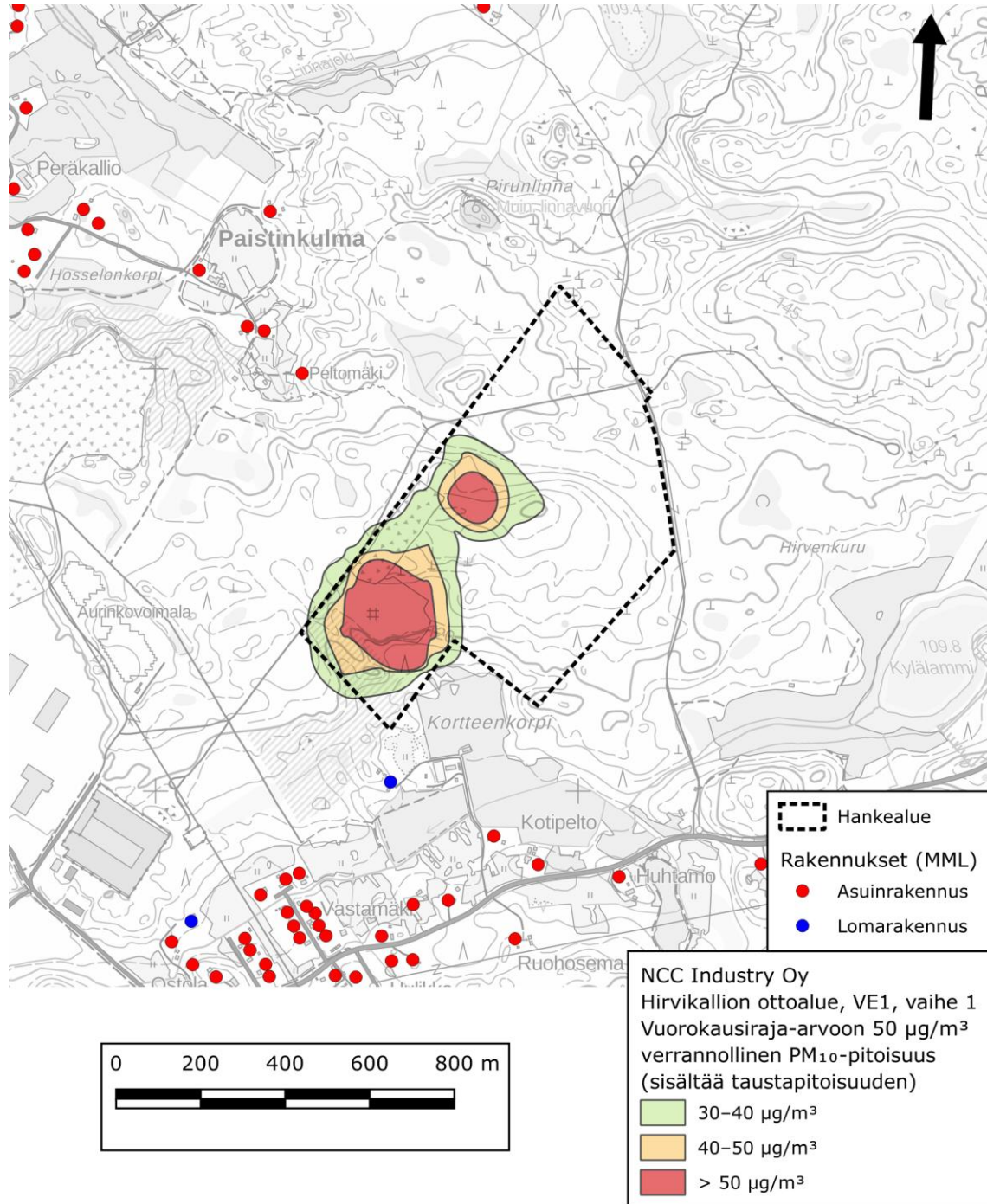
Kuva 5. VE0: EU-direktiivin 2024 mukaiset, vuorokausiraja-arvoon 45 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (vuoden 19. suurin vuorokausipitoisuus) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.



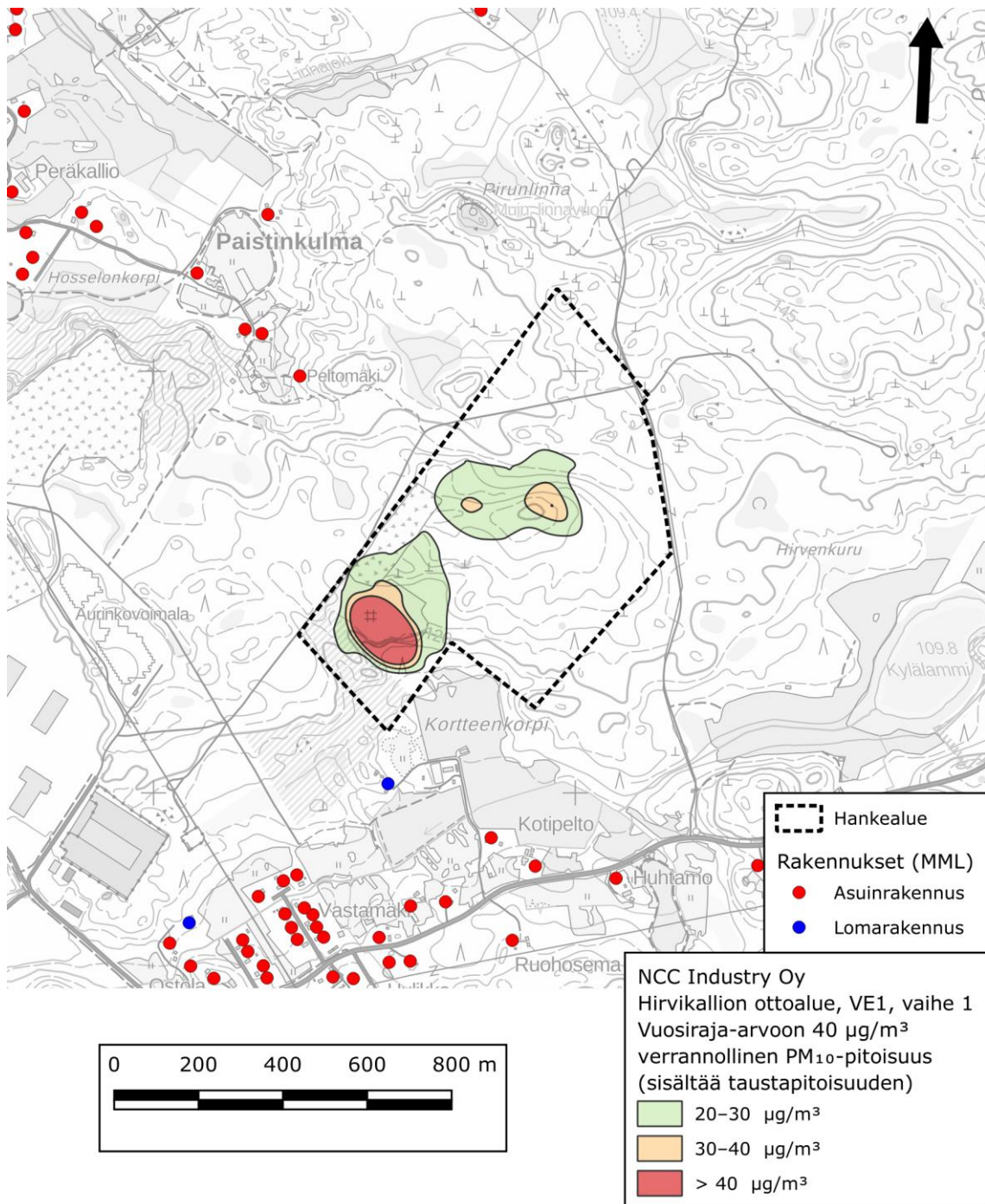
Kuva 6. VE0: EU-direktiivin 2024 mukaiset, vuosisrja-arvoon 20 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (vuosikeskiarvo) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

4.2 Vaihtoehto VE1 ja VE2, vaihe 1

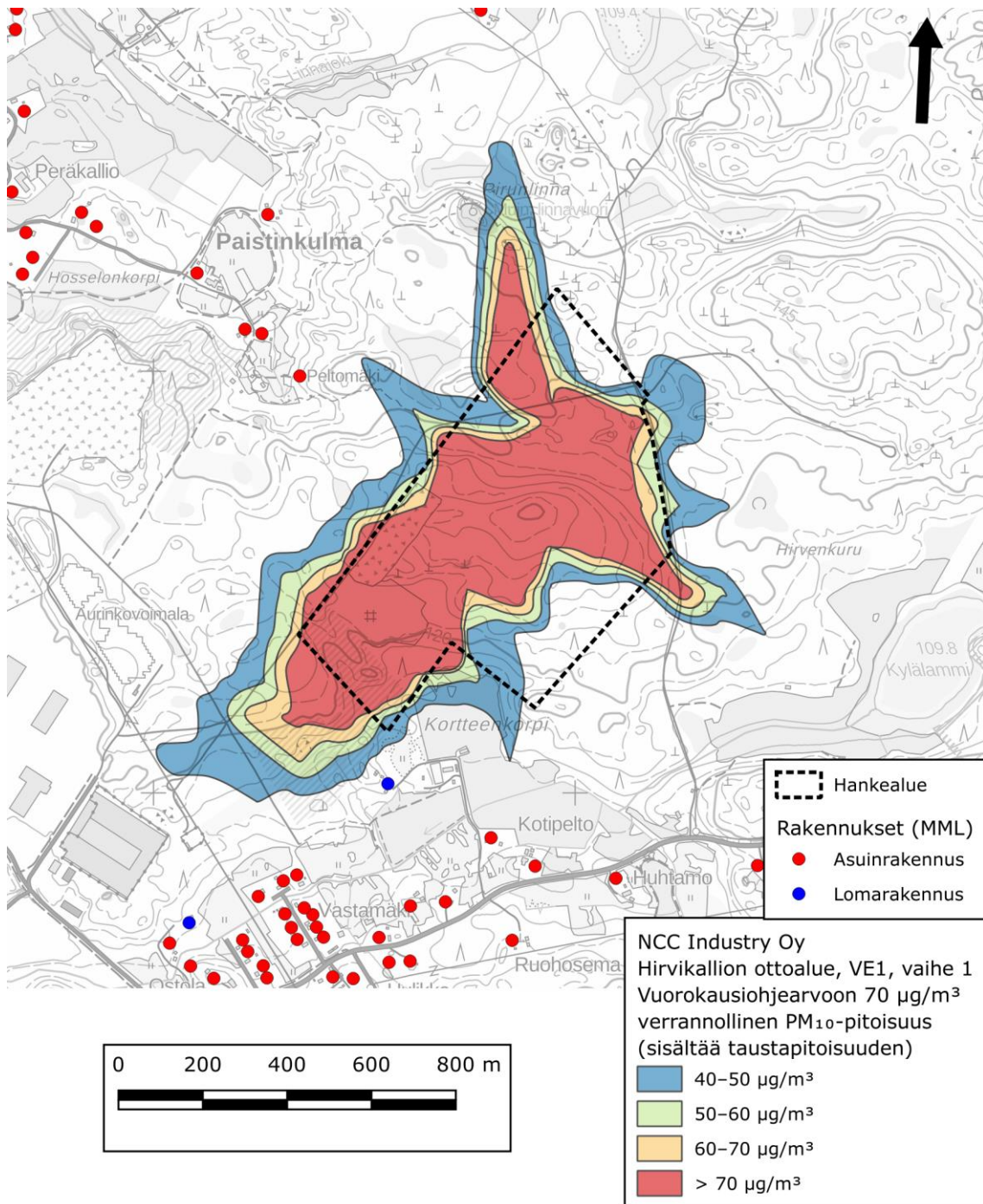
4.2.1 VE1 ja VE2, vaihe 1, lainvoimaiset raja- ja ohjearvot (2025)



Kuva 7. VE1, vaihe 1: Vuorokausiraja-arvoon 50 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (vuoden 36. suurin vuorokausipitoisuus) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

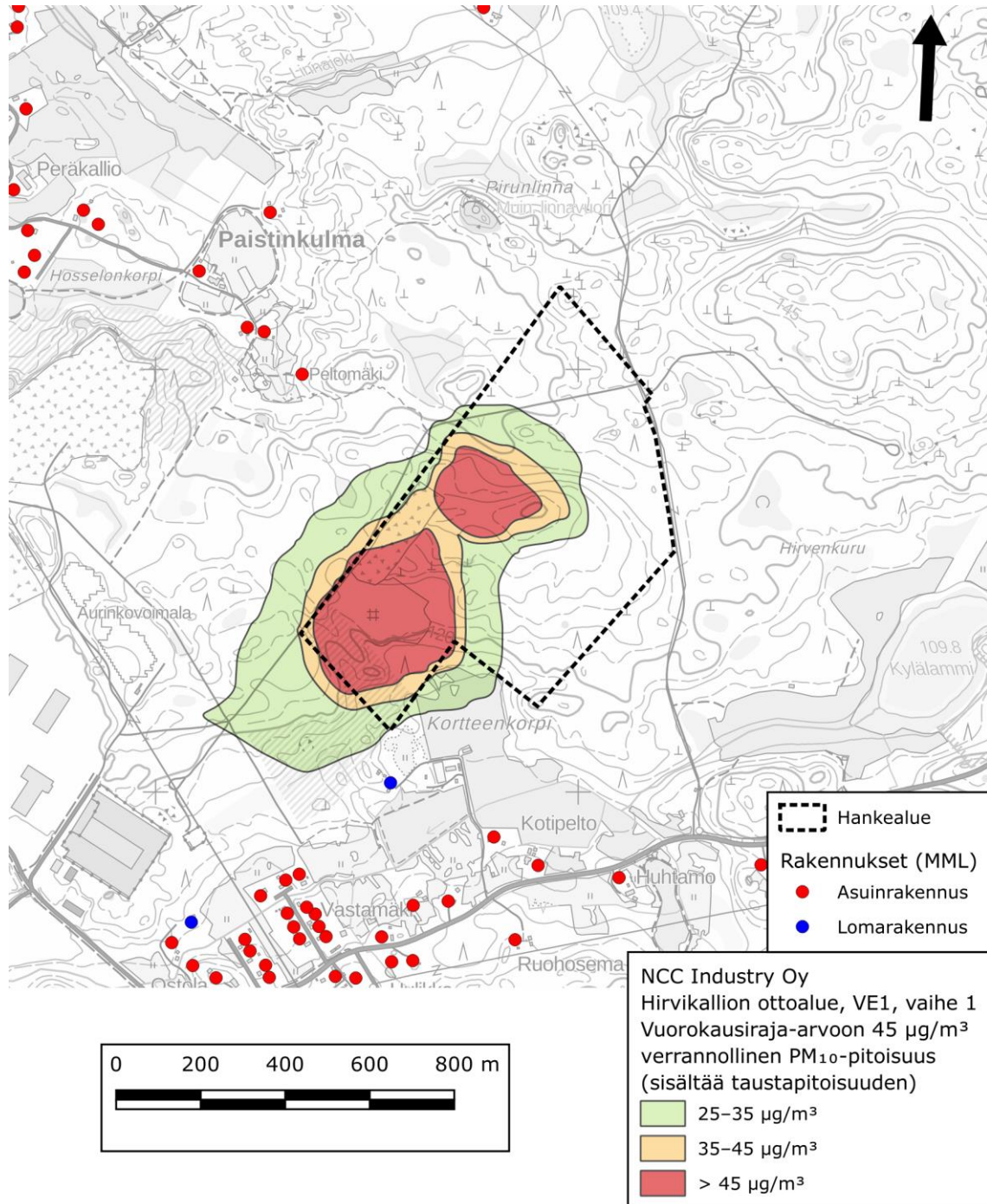


Kuva 8. VE1, vaihe 1: Vuosiraja-arvoon 40 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (vuosisikeskiarvo) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

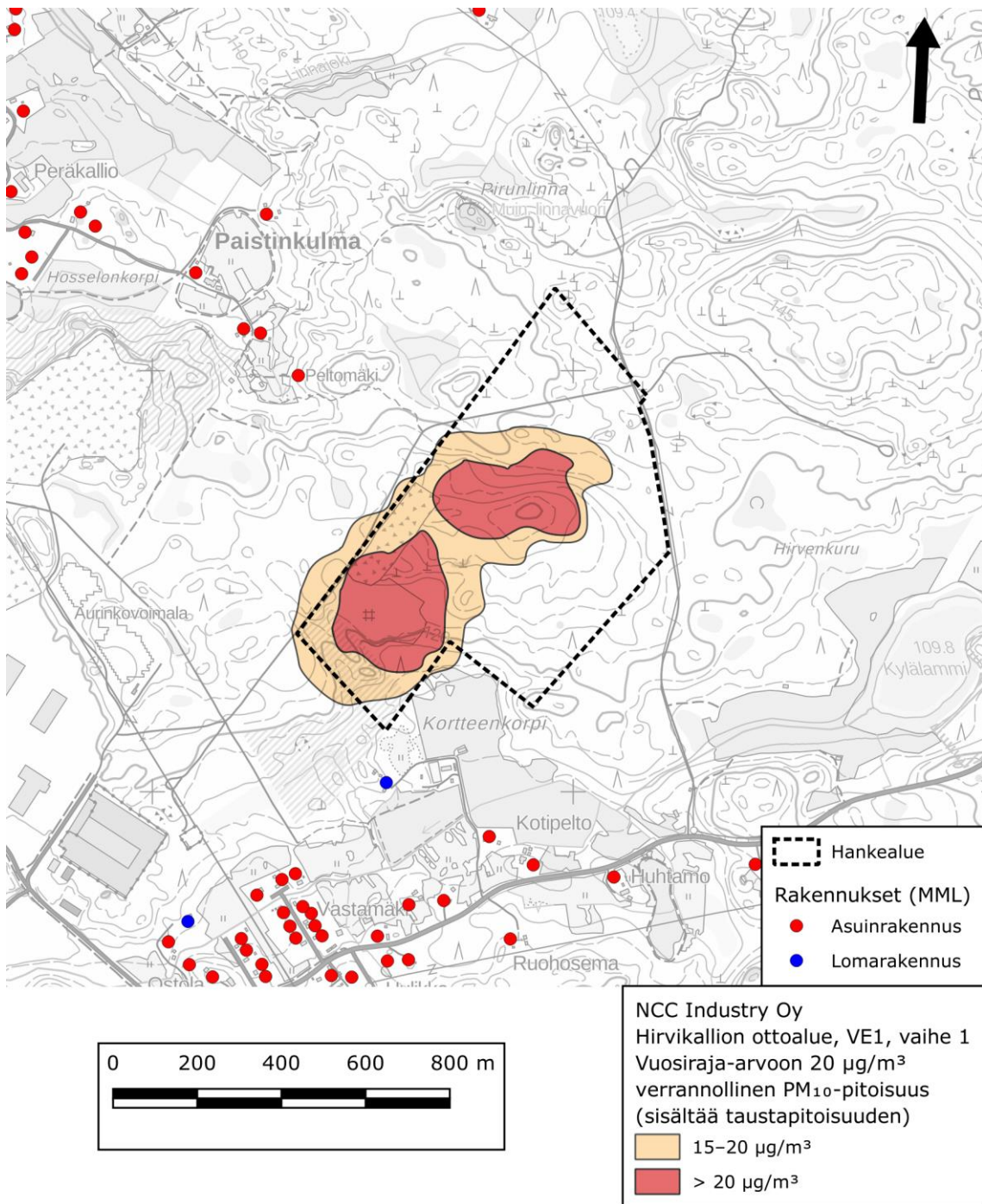


Kuva 9. VE1, vaihe 1: Vuorokausiohjeeseen 70 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

4.2.2 VE1 ja VE2, vaihe 1, tulevat raja-arvot (alkaen joulukuun 2026)



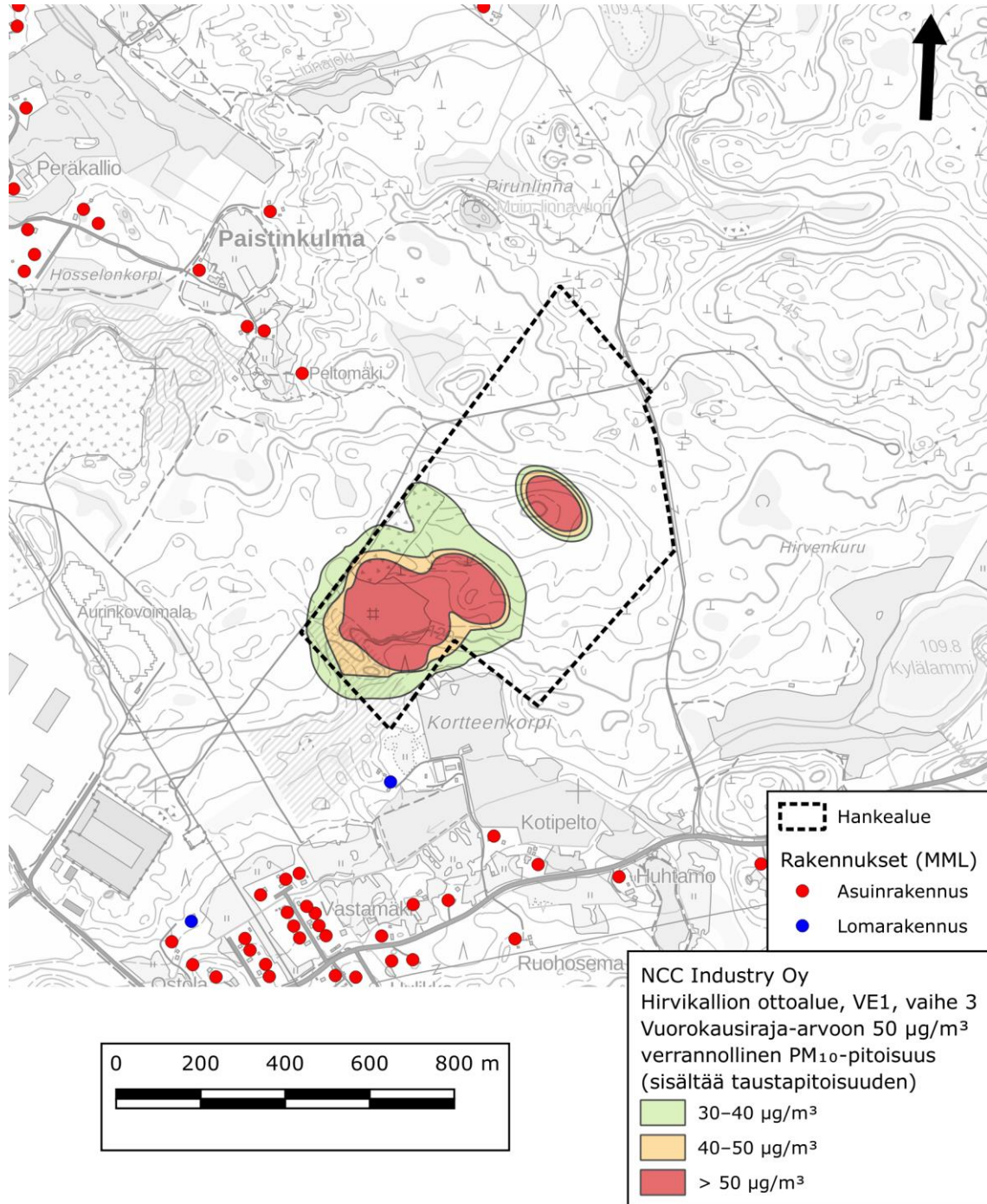
Kuva 10. VE1, vaihe 1: EU-direktiivin 2024 mukaiset, vuorokausiraja-arvoon 45 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (vuoden 19. suurin vuorokausipitoisuus) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.



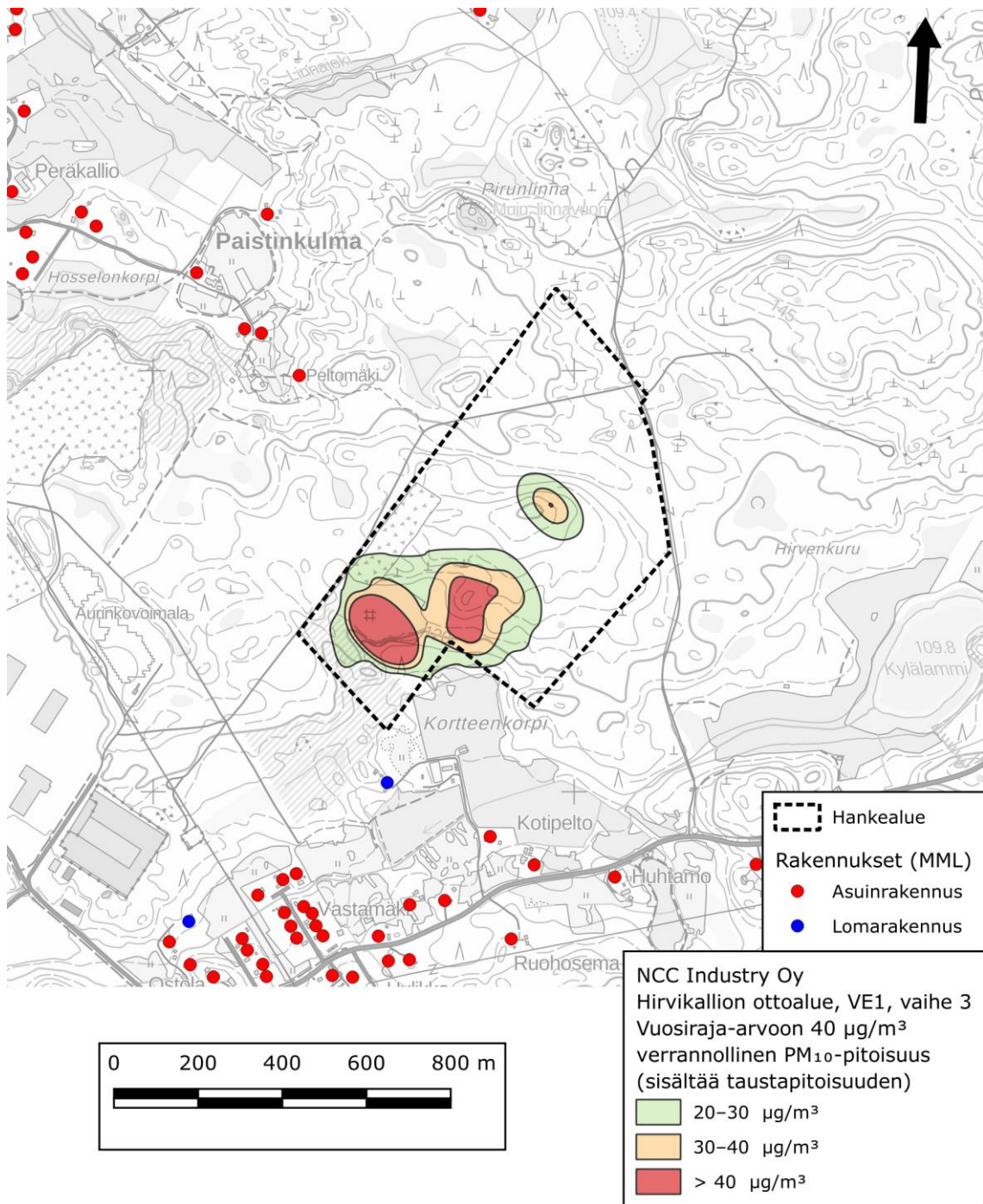
Kuva 11. VE1, vaihe 1: EU-direktiivin 2024 mukaiset, vuosiraja-arvoon 20 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (vuosikeskiarvo) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

4.3 VE1, vaihe 3

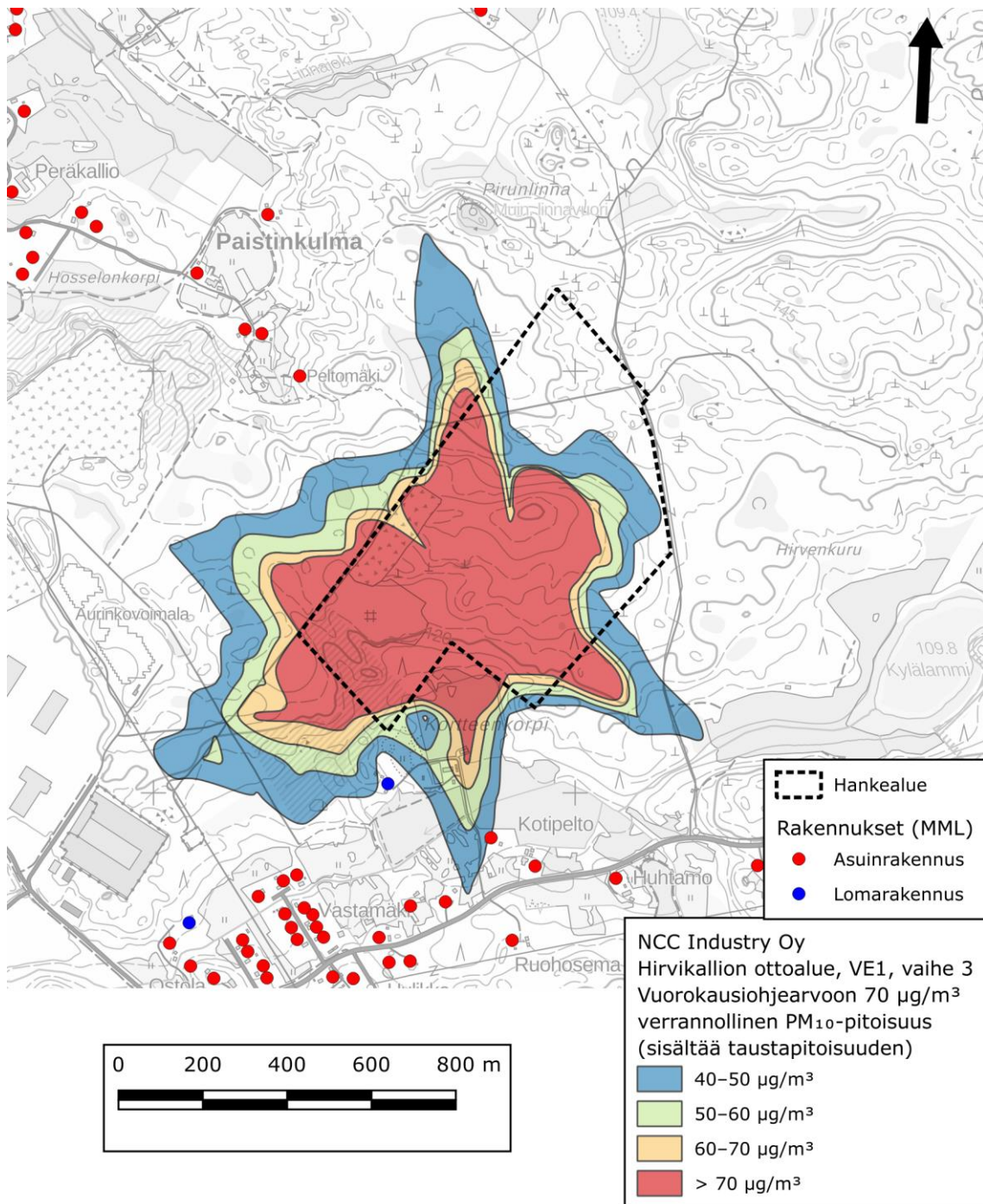
4.3.1 VE1 ja VE2, vaihe 3, lainvoimaiset raja- ja ohjearvot (2025)



Kuva 12. VE1, vaihe 3: Vuorokausiraja-arvoon 50 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (vuoden 36. suurin vuorokausipitoisuus) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

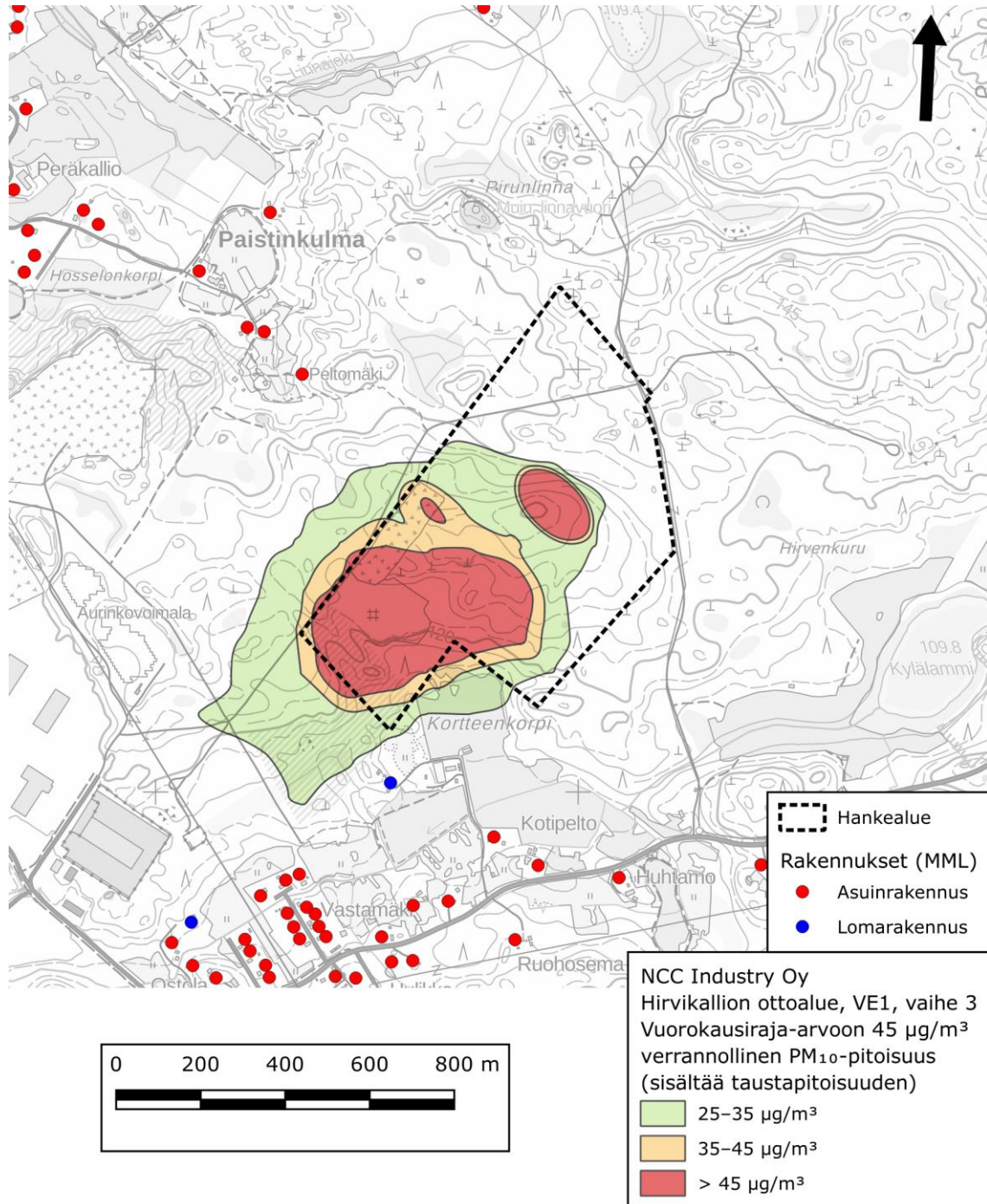


Kuva 13. VE1, vaihe 3: Vuosisarja-arvoon $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verrannolliset, mallinnetut PM_{10} -pitoisuudet (vuosikeskiarvo) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

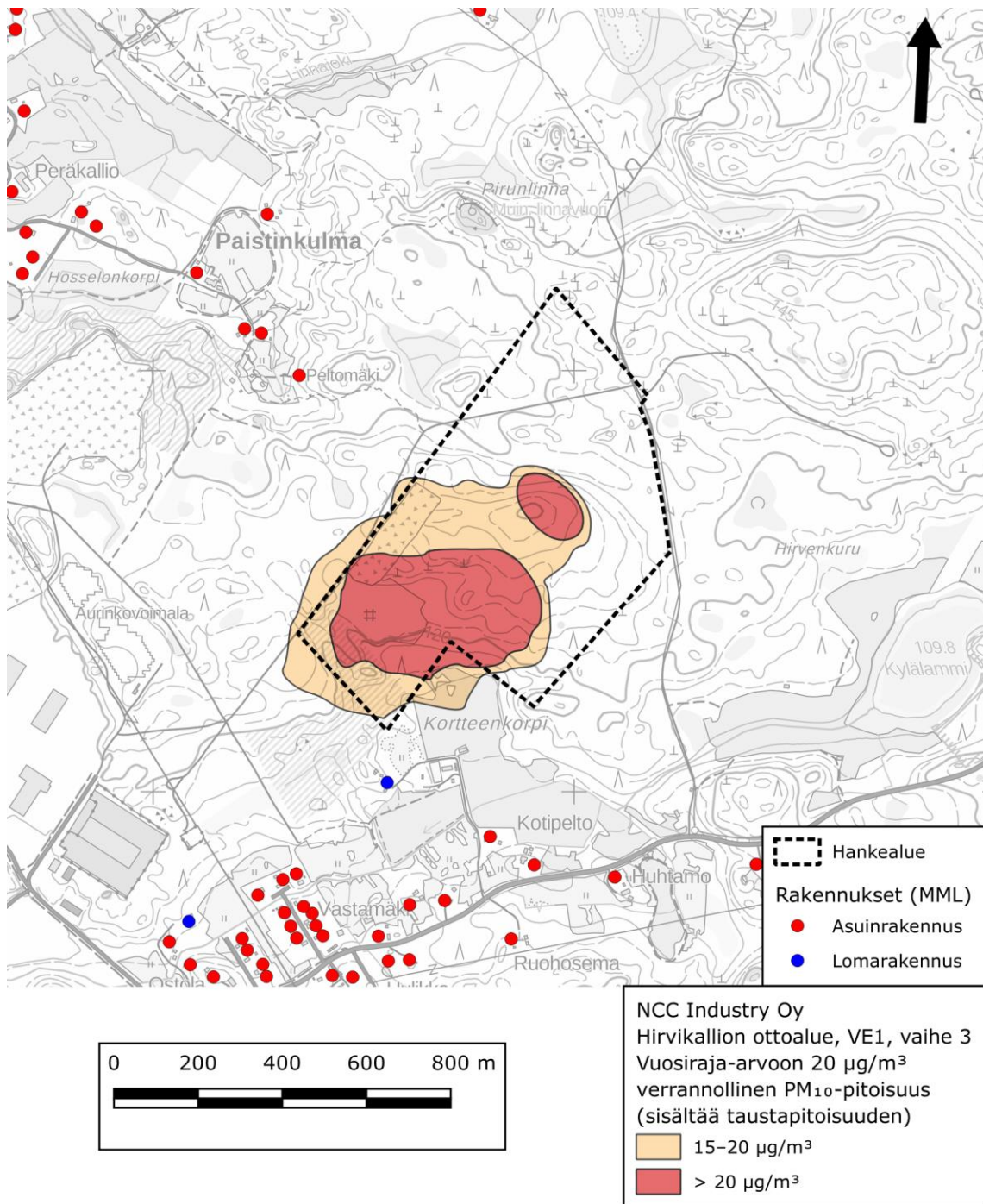


Kuva 14. VE1, vaihe 3: Vuorokausiohjearvoon $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verrannolliset, mallinnetut PM_{10} -pitoisuudet (kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

4.3.2 VE1 ja VE2, vaihe 3, tulevat raja-arvot (alkaen joulukuun 2026)



Kuva 15. VE1, vaihe 3: EU-direktiivin 2024 mukaiset, vuorokausiraja-arvoon 45 µg/m³ verrannolliset, mallinnetut PM₁₀-pitoisuudet (vuoden 19. suurin vuorokausipitoisuus) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.



Kuva 16. VE1, vaihe 3: EU-direktiivin 2024 mukaiset, vuosiraja-arvoon $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verrannolliset, mallinnetut PM_{10} -pitoisuudet (vuosikeskiarvo) NCC Industry Oy:n Hirvikallion kalliokiven ottoalueen ympäristössä. Tuloksissa on mukana arvioitu taustapitoisuus.

5. TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ilmanlaadun raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet mallinnuksen mukaan asuin- tai lomarakennuksilla missään mallinnustilanteessa. Taustapitoisuudet olivat mukana tässä tuloksessa. Tulos koskee vuonna 2025 lainvoimaisia raja- ja ohjearvoja sekä vuoden 2026 lopulla voimaan tulevia uuden EU-direktiivin mukaisia raja-arvoja. Vuosiraja-arvoihin verrattavat pitoisuudet jäivät selvimmin vertailuarvoja pienemmiksi.

Mallinnetuista tilanteista nykytilanteessa (VE0) vaikutukset ilmanlaatuun olivat pienimmät, koska päästöjäkin muodostui vähiten.

Vaihtoehdon VE1 ja VE2 vaiheiden 1 ja 3 malleissa suurin vaikutus raja-arvoihin etelän suuntaan oli puunmurskauksen ja murskatun puun lastauksen päästöillä, mikä johtui toimintojen sijoittumisesta hankealueen eteläosaan.

Raja- ja ohjearvot kuvaavat pidemmän aikavälin tilannetta. Väliaikaisesti PM₁₀-pitoisuudet ilmassa kohoavat selvästi suuremmiksi kuin tulokartoilla esitetyt. Räjäytysten vapauttaman pölyn leviämiseen vaikuttavat voimakkaasti samaan aikaan vallitsevat tuuliolot. Vaikutukset ovat lyhytkestoisia tuulisella säällä. Tyynellä säällä pölyä voi jäädä leijumaan ilmaan pidemmäksi ajaksi.

RAMBOLL FINLAND OY

Ympäristö ja terveys / Ilmanlaatu ja melu

Toni Keskitalo
Tutkimuspäällikkö

Mikko Happonen
Johtava asiantuntija

6. KIRJALLISUUS

ENVIRON 2012: Environ Australia Pty Ltd 2012. Lazarus, A., Particulate Modelling Assessment for Proposed Mining Operations. 15 Mtpa Scenario.

EPA 2024: AP-42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. Viimeinen päivitys 19.11.2024. <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors-stationary-sources>

EU 2024: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/2881, annettu 23. päivänä loka-kuuta 2024, ilmanlaadusta ja sen parantamista (uudelleenlaadittu).

GTK 2013: Metallikaivosalueiden ympäristöriskinarviointiosaamisen kehittäminen: MINERA-hankkeen loppuraportti. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 199, Espoo 2013.

Kanada 2017. Environment Canada, Pits and quarries reporting guide. Viimeksi muutettu 2017-05-02. <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/national-pollutant-release-inventory/report/pits-quarries-guide.html> (17.1.2025).

Kanada 2023: Environment Canada, Wood products operations. Viimeksi muutettu 2023-03-01. <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/national-pollutant-release-inventory/report/tools-calculating-emissions/wood-products-operations.html> (15.1.2025).

NIOSH 2005: Reed, W. R., Organiscak, J. A., Evaluation of dust exposure to truckdrivers following the lead haul truck. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Pittsburgh Research Laboratory, Pittsburgh, Pennsylvania, USA.

Ramboll 2025: Ramboll Finland Oy. Hirvikallio kalliokiven ottoalueen ja maanvastaanoton laajentaminen. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen meluselvitys. Päivätty 10.2.2025.

VNa 79/2017: Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. 26.1.2017.

VNp 480/1996: Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta. Annettu Helsingissä 19. päivänä kesäkuuta 1996.