

Vastaanottaja

**Yara Suomi Oy**

Asiakirjatyyppi

**Raportti**

Päivämäärä

**03/2024**

# Yara Suomi Oy

Siilinjärven kaivoksen laajennuksen pöly-  
mallinnus

## Yara Suomi Oy

### Siilinjärven kaivoksen laajennuksen pölymallinnus

Projekti **YVA-selostus - Yara Siilinjärven kaivoksen laajentamisen YVA**  
Projekti nro **1510067332-002**  
Vastaanottaja **Yara Suomi Oy**  
Asiakirjatyyppi **Raportti**  
Versio **1.0: Lisätty Ansanmäen pölyämisen arvio VE1:een ja VE2:een  
0.2: VE2:n vaiheen 2 mallinnustulos ja kartat korjattu**  
Päivämäärä **03/2024**  
Laatija **Toni Keskitalo**  
Tarkastaja **Mikko Happo**

Ramboll  
Ylistönmäentie 26  
40500 JYVÄSKYLÄ

P +358 20 755 611  
F +358 20 755 6201

## Sisältö

|      |                                                        |    |
|------|--------------------------------------------------------|----|
| 1.   | JOHDANTO                                               | 2  |
| 2.   | AINEISTO JA MENETELMÄT                                 | 2  |
| 2.1  | Hiukkaspäästöjen muodostuminen                         | 2  |
| 2.2  | Pölyäminen                                             | 2  |
| 2.3  | Lähtötiedot                                            | 3  |
| 2.4  | Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot                         | 5  |
| 2.5  | Pölypäästöjen leviämismalli                            | 5  |
| 2.6  | Päästölähteet ja päästölaskenta                        | 5  |
| 2.7  | Päästötaulukot                                         | 7  |
| 2.8  | Taustapitoisuudet                                      | 11 |
| 2.9  | Sääaineisto                                            | 11 |
| 2.10 | Epävarmuustekijöitä                                    | 12 |
| 3.   | TULOKSET                                               | 13 |
| 3.1  | Vaihtoehto VE1                                         | 13 |
| 3.2  | Vaihtoehto VE2                                         | 21 |
| 3.3  | Vaihtoehto VE3                                         | 29 |
| 3.4  | Vaihtoehto VE4                                         | 37 |
| 4.   | TULOSTEN TARKASTELU                                    | 45 |
| 4.1  | Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen | 45 |
| 4.2  | Yhteisvaikutukset                                      | 45 |

## 1. JOHDANTO

Osana Yara Suomi Oy:n Siilinjärven louhoksen laajentamisen YVA-selvitystä tehtiin pölyn leviämismallinnus. Tämä työ on erillisraportti tästä mallinnustyöstä. Mallinnus tehtiin alueelle, jonka koko oli kaikkiaan 10 km × 18,5 km. Mallinnusalue ulottui etäisimmillään noin 2 km kaivoksen laajennushankealueen ulkopuolelle. Työssä otettiin huomioon kuljetusten, louhosten, kippauksien, kaivinkoneiden ja räjäytysten aiheuttamat hengitettävien hiukkasten päästöt.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Hiukkaspäästöjen muodostuminen

Yleisesti louhinnasta aiheutuu ilmapäästöjä useista eri lähteistä, joilla on myös vaikutusta alueen ilmanlaatuun. Pölymäisiä päästöjä muodostuu pääasiassa rakentamisen, toiminnan ja sulkemisen aikana eri pölyämistä aiheuttavista toiminnoista, sekä vähäisemmissä määrin liikenteen ja työkohteiden pakokaasupäästöistä. Toiminnan päätyttyä ilmapäästöjen määrä vähenee ja lakkaa. Räjäytyskaasuja vapautuu louhinnan yhteydessä, mutta niiden osuus toiminnasta aiheutuvasta kokonaisilmapäästöstä on vähäinen.

Toiminnasta aiheutuvat ilmanlaatuvaikutukset johtuvat pääasiassa eri toimintojen pölymäisistä hiukkaspäästöistä, joiden kokoluokka on yli 10 µm tai välillä 2,5–10 µm. Pölyämistä aiheuttaviksi toiminnoiksi on tunnistettu malmin ja sivukivien louhiminen, joka tehdään poraamalla ja räjäyttämällä, murskaus, kuljetuksista aiheutuvat tienpinnan pölyäminen, kuljetettavan materiaalin lastaus ja purkaminen, sekä louhosalueiden pölyäminen tuulen vaikutuksesta. Myös rikastamosta vapautuu ilmaan pölypäästöjä. Apatiittirikastetta tuotetaan nykyisin noin 1,0 Mt/a. Suunnitelmissa on nostaa tuotantokapasiteettia asteittain arviolta tasolle 1,3 Mt/a.

Tässä selvityksessä pakokaasupäästöissä olevat hiukkaset on jätetty pois pölymälleista, koska niiden pienestä kokoluokasta johtuva hiukkasmassa ja siten osuus kokonaispäästöstä on vähäinen.

### 2.2 Pölyäminen

Merkittävimmät ilmapäästöt aiheutuvat louhoksilla tehtävistä räjäytyksistä, materiaalin siirtoon liittyvistä lastauksesta ja kippauksesta, sekä kuljetuksista. Lähimmät asuin- ja lomakiinteistöt sijaitsevat hankealueen sisäpuolella.

Pölypäästöt muodostuvat pääosin käsiteltäessä kiviaineksia sekä liikenteen ja tuulen nostamana erityisesti toimintavaiheen aikana. Louhostoiminnan pölypäästölähteitä ovat kallioporaukset, louhintaräjäytykset, malmin ja sivukiven murskaus, kiviainesten varastointi, lastaus, kippaus ja kuljetukset sekä varastokasojen ja läjitysalueiden pölyäminen. Murskaustoimintaan liittyy useita pölyäviä vaiheita ja se on jatkuvaa murskauksen ajan. Murskaustoiminnan pääasiallisia pölyäviä kohteita ovat kiviaineksen syöttö, kuljettimien päät ja seulastot. Rikastushiekka-alue voi pölytä sopivissa oloissa lyhytaikaisesti.

Kuljetukset ovat usein suuri pölypäästöjen lähde. Liikennemäärä ja sen pölypäästöt vaihtelevat toimintojen määrän ja malmitarpeen mukaan. Kaivosalueilla tiet ovat pääsääntöisesti päällystämättömiä. Tiestön rakentamisessa on hyödynnetty syntynyttä sivukiveä, ja se voi jauhautua raskaan liikenteen vaikutuksesta hienojakoiseksi mineraalipölyksi, joka aiheuttaa pölypäästöjä alueella. (GTK 2013)

Louhinnan räjäytyksissä aiheutuu pölypäästöjä. Räjäytykset aiheuttavat lyhytkestoisen pölypäästön ja räjäytyksen aiheuttama pöly jää pääsääntöisesti leijumaan räjäytyspaikan lähiympäristöön. Suurimmat pölypäästöt avolouhoksen ulkopuolelle muodostuvat louhinnan alkuvaiheessa. Louhinnan edetessä räjäytyksessä muodostunut pölypäästö jää yhä enenevässä määrin louhoksen sisälle.

Toiminnoissa muodostuvat pölypäästöt ovat pääosin suhteellisen suurikokoista kiviainespölyä (halkaisijaltaan yli 30 µm). Yleensä tämän kokoluokan hiukkasten kulkeutumismatka on luokkaa 30–90 m, joten ne poistuvat ilmakehästä todennäköisesti toiminta-alueella. Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) ja pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) osuudet muodostuvasta pölystä ovat pieniä. Pienempien hiukkasten kokoluokkien (halkaisija alle 2,5 µm) hiukkaspäästöt ovat peräisin liikenteen ja koneiden pakokaasuista.

Pölypäästöjen määrään vaikuttavat mm. louhittavan ja käsiteltävän kiviaineksen kovuus, raekoko, tiheys ja kosteus, käytettävä laitteisto, pudotuskorkeudet, kuormausajoneuvojen määrä ja ajonopeudet, varastokasojen ikä ja hienoaineksen määrä käsiteltävässä materiaalissa. Lähes kaikkien toimintojen pölypäästön suuruuteen vaikuttaa sadanta tai toiminta-alueiden pölynsidonta (esim. kastelu).

### 2.3 Lähtötiedot

Eri toimintojen vaikutuksia lähialueen ilmanlaatuun tarkasteltiin asiantuntija-arviona perustuen toiminnan ja asuinalueiden välisiin etäisyyksiin, toimintamääriin ja pölypäästöjen leviämislaskelmiin. Arvioinnissa hyödynnettiin lisäksi vastaavista kohteista saatuja kokemuksia pölyn leviämisestä ja pölyntorjunnasta.

Tässä hankkeessa keskityttiin kaivoksen laajenemissuunnitelmien mukaisten uusien toimintojen hiukkaspäästöihin käyttäen leviämismallinnusta apuna. Päästölaskennassa huomioitiin malmin ja sivukivien louhinnasta (poraus ja räjäytys), malmin ja sivukiven lastauksesta ja kippauksesta ja kuljetuksista aiheutuvat pölypäästöt sekä sivukivialueilla että louhoksilla, sisältäen eri työvaiheissa käytettävät pölypäästöjä aiheuttavat koneet.

Pölyvaikutuksia arvioitiin toiminnoista muodostuvien pölypäästöjen avulla, jotka perustuivat hankkeen suunnittelutietoihin ja mallinnuksen lähtötietoina käytettäviin päästökerroinkokoelmiin. Pölypäästöjen perusteella tehdyn mallinnuksen avulla arvioitiin pölyn leviämistä ympäristöön sekä yhteisvaikutusta muun kaivostoiminnan pölyvaikutuksen kanssa, huomioiden kuljetusreittien aiheuttama pölyvaikutus. Vaikutusten tarkastelualue kattoi hankealueen sekä sen lähiympäristön.

Mallintamisen kannalta soveltuvia karkean kokoluokan sekä PM<sub>10</sub>-päästöjen (sisältää myös PM<sub>2,5</sub>-kokoluokan) päästölähteitä ovat mm. kaivosten päästöt, pölisevät kohteet (maantiet, maaperä, hiekkakentät), varastokasat ja läjitysalueet, murskaus ja katupöly. Pienhiukkasille soveltuvia mallinnuskohteita ovat mm. teollisuuden päästöt sekä piippupäästöt, liikenteen pakoputkipäästöt, pienpoltto (esim. puunpoltto, biomassan poltto), sekä satamapäästöt. Tässä työssä on katsottu, että PM<sub>10</sub>-mallinnus antaa riittävän kokonaiskuvan alueen pölymäisistä päästöistä.

Rikastushiekka-alueen pinnasta kovalla tuulella voi irrota pölyä, kun rikastushiekkan pintaa kuivuu. Tämä voi tapahtua myös talvella, jos rikastushiekka-alueella ei ole lumipeitettä. PM<sub>10</sub>-päästön arviointi ajoittain kuivuvalta rikastushiekka-alueelta on vaikeaa, ja siihen sisältyisi merkittäviä epävarmuuksia. Tässä selvityksessä päädyttiin siihen, että rikastushiekka-aldaiden PM<sub>10</sub>-päästöä ei arvioida eikä leviämistä mallinneta. Väliaikaiset korkeat pitoisuudet eivät vaikuta merkittävästi raja-arvoihin verrattaviin tuloksiin.

Päästöjen raja- ja ohjearvot perustuvat pitkälti olettamukseen, että kaikki hiukkasmaiset päästöt ovat yhtä haitallisia. Tämän vuoksi esim. PM<sub>10</sub>-raja-arvot ja ohjearvot, joita tässäkin työssä tarkasteltiin, ovat massaperusteisia. Pienemmän kokoluokan hiukkasissa kemiallinen koostumus, sekä hiukkasten muut ominaisuudet (pinta-ala, huokoisuus, liukoisuus, reaktiivisuus, jne.) vaihtelevat

enemmän ja samoin myös niiden haitallisuus. Kaikkien hiukkasten pitoisuudet ilmakehässä vaihtelevat suuresti mm. vuodenajan, vallitsevan sään (tuuli, sade) ja maantieteellisen sijainnin mukaisesti. Esimerkiksi karkean kokoluokan hiukkasia on kaikkein eniten ilmassa keväisin, jolloin lumien sulettua maanpinta kuivuu ja tuuli nostattaa katupölyä ilmaan. Keväällä ja alkukesästä myös siitepölyn määrät alentavat ilmanlaatua. Pienhiukkasten osalta talvisin pitkät ja kylmät inversiojaksot voivat heikentää ilmanlaatua, puun pienpolton lisääntyessä ja ilman vaihtuvuuden vähentyessä. Vastaavasti kesäisin tyyvien ja kuumien jaksojen aikana ilmanlaatu voi heiketä esimerkiksi kaukokulkeutuneiden metsäpalosavun ja kulottamisen ansiosta. Hiukkasepisodioiden aikana voi ilmanlaatu olla hetkellisesti huonoa, kun useista eri lähteistä peräisin olevia hiukkasia on ilmassa normaalia enemmän, esimerkiksi kuivan ja tuulisen sään aikaan.

Pölymallinnus tehtiin vaihtoehdoille VE1, VE2, VE3 ja VE4. Vaihtoehtojen kuvaukset löytyvät ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta. Mallinnuksessa käytettiin tilanteita, joissa arvioitu pölyvaikutus on laajimmillaan. Jokaisesta vaihtoehdosta pölymallinnus tehtiin kolmelle eri vaiheelle (1–3), jotka kuvaavat vaihtoehtojen eri toimintavaiheita. Eri vaiheissa tapahtuvat toiminnot on avattu alle (Taulukko 1). Kaikki mallinnetut tilanteet kuvaavat tulevaisuuteen sijoittuvaa toimintaa.

**Taulukko 1. Pölymallinnus tehtiin kolmelle eri vaiheelle. Kyseisiä vaiheita on avattu tässä taulukossa.**

| Vaihe 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vaihe 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vaihe 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Louhintaa Särkijärven ja Jaa-konlammen louhoksilla</li> <li>Laukansalon louhoksen alueella tehdään pintamaiden poistoa</li> <li>Rikastushiekkaa läjitetään Mustin eteläosaan</li> <li>Mustin eteläosan tukipenke-reisiin ajetaan sivukiviä noin tasolle +160 m mpy</li> <li>Mustin laajennusalueen tukipenkereisiin ajetaan sivukiviä lähelle maanpinnan tasoa</li> <li>Kaikissa toteutusvaihtoehdoissa sivukiviä läjitetään An-sanmäen laajennusalueelle; läjitys on noin tasolla +130...+140 m mpy</li> <li>Kaikissa toteutusvaihtoehdoissa sivukiviä läjitetään Saarisen läjitysalueelle; läjitys on noin tasolla +180 m mpy</li> <li>Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Laukansalon sivukivien läjitysaluetta valmistellaan</li> <li>Vaihtoehdoissa VE3 ja VE4 sivukiviä läjitetään Itäläjäityksen laajennusalueelle; läjitys on noin maanpinnan tasolla</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Louhintaa Särkijärven ja Jaa-konlammen louhoksilla</li> <li>Louhintaa Laukansalon louhoksella lähellä nykyistä maanpintaa (noin tasolla +90...+100 m mpy)</li> <li>Rikastushiekkaa läjitetään Mustin laajennusalueelle</li> <li>Mustin laajennusalueen tukipenkereisiin ajetaan sivukiviä noin tasolle +180 m mpy</li> <li>Kaikissa toteutusvaihtoehdoissa sivukiviä läjitetään An-sanmäen laajennusalueelle; vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 läjitys on noin tasolla +180 m mpy, vaihtoehdoissa VE3 ja VE4 läjitys on noin tasolla +230 m mpy</li> <li>Kaikissa toteutusvaihtoehdoissa sivukiviä läjitetään Saarisen läjitysalueelle; läjitys on noin tasolla +180 m mpy</li> <li>Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sivukiviä läjitetään Laukansalon läjitysalueelle; läjitys on noin tasolla +90...+100 m mpy</li> <li>Vaihtoehdoissa VE3 ja VE4 sivukiviä läjitetään Itäläjäityksen laajennusalueelle; läjitys on noin tasolla +230 m mpy</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Louhintaa Särkijärven louhoksella</li> <li>Louhintaa Laukansalon louhoksella noin tasolla -40...-60 mpy</li> <li>Louhintaa Saarisen louhoksella lähellä maanpintaa (noin tasolla +120 m mpy)</li> <li>Rikastushiekkaa läjitetään Mustin laajennusalueelle</li> <li>Mustin laajennusalueen tukipenkereisiin ajetaan sivukiviä noin tasolle +200 mpy</li> <li>Kaikissa toteutusvaihtoehdoissa sivukiviä läjitetään An-sanmäen laajennusalueelle; vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 läjitys on noin tasolla +200 m mpy, vaihtoehdoissa VE3 ja VE4 läjitys on noin tasolla +230 m mpy</li> <li>Kaikissa toteutusvaihtoehdoissa sivukiviä läjitetään Saarisen läjitysalueelle; läjitys on noin tasolla +180 m mpy</li> <li>Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sivukiviä läjitetään Laukansalon läjitysalueelle; läjitys on noin tasolla +180 m mpy</li> <li>Vaihtoehdoissa VE3 ja VE4 sivukivien läjittämistä Itäläjäityksen laajennusalueelle ei enää tehdä</li> </ul> |

## 2.4 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot

Leviämislaskelmien tuloksia verrattiin hengitettävien hiukkasten osalta ilmanlaadulle annettuihin raja- ja ohjearvoihin. Raja-arvot on annettu valtioneuvoston asetuksessa VNa 79/2017 ja ohjearvot valtioneuvoston päätöksessä VNp 480/1996. Alla (Taulukko 2) on esitetty Suomessa voimassa olevat ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot hengitettävälle hiukkasille. Raja-arvot ovat terveysperusteisia, ja ohjearvot ovat osa ilmansuojelun hallinnollista ohjausta.

**Taulukko 2. Ilmanlaadun terveysperusteiset raja- ja ohjearvot hengitettävälle hiukkasille (PM<sub>10</sub>) (VNa 79/2017, VNp 480/1996).**

| Aine                                        | Raja/Ohje | Määritelmä                                                         | Arvo [µg/m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> ) | raja-arvo | vuorokausikeskiarvo (saa ylittyä 35 kertaa kalenterivuoden aikana) | 50                        |
| Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> ) | raja-arvo | vuosikeskiarvo                                                     | 40                        |
| Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> ) | ohjearvo  | kuukauden 2. suurin vuorokausiarvo                                 | 70                        |

## 2.5 Pölypäästöjen leviämismalli

Päästöjen leviämismallinnuksessa käytettiin 3-ulotteista mallia, joka huomioi maastonmuodot, kaasujen lämpötilasta johtuvan nosteen ja sääolosuhteet. Mallinnukseen käytettiin U.S. EPA:n AERMOD mallinnusohjelman versiolla 21112 käyttäen apuna graafista käyttöliittymää AERMOD View 11.09.1 (Lakes Environmental). Malli on laajalti käytössä Yhdysvalloissa ja Euroopassa. Mallinnettavan alueen koko (neliökilometreistä satoihin neliökilometreihin) ja reseptoripisteiden tiheys suhteutetaan päästöihin ja niiden leviämiseen. Lähialueella sekä lähimmissä häiriintyvissä kohteissa voidaan käyttää tiheämpää reseptoriverkkoa, minimissään 20 m. Leviämismallin perustana on gaussilainen leviämisytälö, joka olettaa päästön laimenevan Gaussin jakauman mukaisesti pysty- ja vaakasuunnassa.

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, päästön virtausnopeuden ja lämpösisällön. Tuulennopeuden oletetaan edustavan savuviuhkan kulkeutumisenopeutta ja se määritetään savuviuhkan keskiakselin korkeudelle. Gaussilaisen vanamallin lisäksi malli sisältää osamalleja esim. päästöjen vaihteluiden ja rakennusten virtaushäiriöiden käsittelemiseksi.

Säätietoina mallinnuksissa käytettiin Kuopion lentoaseman sääaseman (Ilmatieteen laitos, avoin data) säätietoja vuosilta 2019–2021. Laskentamalli käyttää epäpuhtauspitoisuuksien leviämisen ja laimenemisen laskennassa meteorologisen tilanteen tuntikeskiarvoja. Laskenta etenee tunnin aika-askeleella, kunnes koko vuoden pituinen säätietojen aikasarja on käyty läpi. Malli laskettiin kolmen vuoden sääaineistolla, ja lopuksi eri vuosien tulokset yhdistettiin. Tuloksena saatavat pitoisuudet ilmoitettiin ulkoilman lämpötilassa ja paineessa. Saadut tulokset kuvaavat pitoisuuksia ilmassa lähellä maan pintaa hengitysilman korkeudella (1,5 m). Tulokset tulkitaan pitoisuuslisänä alueen luontaisiin taustapitoisuuksiin.

Leviämismallinnuksen tuloksena saatavat pitoisuudet ovat lisäys alueen vallitsevaan hengitettävien hiukkasten taustapitoisuuteen.

## 2.6 Päästölähteet ja päästölaskenta

Leviämismalleihin sijoitettiin pölypäästölähteiksi räjäytykset louhoksilla, porauslaitteistot, malmin ja sivukiven lastaus ja kippaus, kuljetukset, murskaus sekä louhosalueiden pölyäminen.

Leviämismalleissa käytetyt päästölähteet ovat enimmäkseen peräisin MINERA-hankkeen loppuraportista (GTK, 2013), jonka kertoimet puolestaan perustuvat käytännössä Yhdysvaltain ympäristövirasto EPAn AP-42-päästökerroinkokoelmaan. Malliin syötetyt päästökertoimet on laskettu jokaisessa työvaiheessa käsiteltä massamäärää, tai esim. porausreikämäärää, kohden. Toimintamäärät saatiin alueen toimijalta.

Malleissa ei otettu huomioon kuljetusreittien pölyntorjuntaa (esim. reittien kastelua) eikä sateen tai lumipeitteen vaikutusta. Päästömääriä voidaan pitää pahimman mahdollisen tilanteen mukaisena. Kuljetusreitit ja niiden pituudet syötettiin malliin toimijalta saatujen tietojen mukaan.

## 2.7 Päästötaulukot

Seuraavassa on esitetty eri vaihtoehtojen päästömäärät sekä lähteiden päästöt ja osuudet kokonaispäästöistä (Taulukko 3–Taulukko 6).

**Taulukko 3. Vuorokausipäästöt, VE1 eri mallinnusvaiheet. Yksikkö kg/d. Osuudet ja kokonaispäästö on laskettu niinä päivinä, kun tehdään räjäytyksiä.**

|                                              | VE1, Vaihe 1 |         | VE1, Vaihe 2 |         | VE1, Vaihe 3 |         |
|----------------------------------------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| <b>räjäytys</b>                              | 56           | 2,2 %   | 71           | 2,0 %   | 71           | 1,8     |
| <b>poraus</b>                                | 0,05         | < 0,1 % | 0,08         | < 0,1 % | 0,08         | < 0,1   |
| <b>Särkijärven louhos *</b>                  | 69           | 2,7 %   | 69           | 1,9 %   | 69           | 1,7     |
| <b>Jaakonlammen louhos *</b>                 | 33           | 1,3 %   | 33           | 0,9 %   | –            | –       |
| <b>Laukansalon louhos *</b>                  | –            | –       | 36           | 0,9 %   | 36           | 0,9 %   |
| <b>Saamisen louhos *</b>                     | –            | –       | –            | –       | 22           | 0,5 %   |
| <b>lastaus Särkijärven louhoksella</b>       | 32           | 1,2 %   | 28           | 0,8 %   | 28           | 0,7 %   |
| <b>lastaus Jaakonlammen louhoksella</b>      | 24           | 0,9 %   | 18           | 0,5 %   | –            | –       |
| <b>lastaus Laukansalon louhoksella</b>       | –            | –       | 18           | 0,5 %   | 18           | 0,5 %   |
| <b>lastaus Saamisen louhoksella</b>          | –            | –       | –            | –       | 18           | 0,5 %   |
| <b>kaivinkoneet</b>                          | 26           | 1,0 %   | 26           | 0,7 %   | 26           | 0,6 %   |
| <b>kipkaus</b>                               | 200          | 7,7 %   | 190          | 5,4 %   | 200          | 5,0 %   |
| <b>malmi: Särkijärvi =&gt; karkeamurska</b>  | 240          | 9,1 %   | 250          | 6,9 %   | 250          | 6,2 %   |
| <b>malmi: Jaakonlampi =&gt; karkeamurska</b> | 170          | 6,4 %   | 180          | 5,1 %   | –            | –       |
| <b>malmi: Laukansalo =&gt; karkeamurska</b>  | –            | –       | 340          | 9,3 %   | 410          | 10,1 %  |
| <b>malmi: Saaminen =&gt; karkeamurska</b>    | –            | –       | –            | –       | 500          | 12,5 %  |
| <b>sivukivi: Särkijärvi =&gt; Ansanmäki</b>  | 880          | 34,2 %  | 880          | 24,4 %  | 870          | 21,9 %  |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Ansanmäki</b> | 280          | 10,8 %  | 280          | 7,8 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Musti</b>     | 290          | 11,1 %  | 300          | 8,3 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Saaminen</b>  | 240          | 9,5 %   | 260          | 7,1 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Laukansalo =&gt; Laukansalo</b> | –            | –       | 370          | 10,3 %  | 490          | 12,2 %  |
| <b>sivukivi: Saaminen =&gt; Saaminen</b>     | –            | –       | –            | –       | 120          | 2,9 %   |
| <b>sivukivi: Saaminen =&gt; Musti</b>        | –            | –       | –            | –       | 180          | 4,4 %   |
| <b>sivukivi: Mustin laajennuksen pengeri</b> | –            | –       | 260          | 7,2 %   | 700          | 17,5 %  |
| <b>pintamaat: Laukansalo</b>                 | 46           | 1,8 %   | –            | –       | –            | –       |
| <b>YHTEENSÄ</b>                              | 2 600        | 100,0 % | 3 600        | 100,0 % | 4 000        | 100,0 % |

\* Keskimäärin, päästö vaihtelee tuulen mukaan.

**Taulukko 4. Vuorokausipäästöt, VE2 eri mallinnusvaiheet. Yksikkö kg/d. Osuudet ja kokonaispäästö on laskettu niinä päivinä, kun tehdään räjäytyksiä.**

|                                              | VE2, Vaihe 1 |         | VE2, Vaihe 2 |         | VE2, Vaihe 3 |         |
|----------------------------------------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| <b>räjäytys</b>                              | 56           | 2,2 %   | 71           | 1,9 %   | 71           | 1,8 %   |
| <b>poraus</b>                                | 0,05         | < 0,1 % | 0,08         | < 0,1 % | 0,08         | < 0,1 % |
| <b>Särkijärven louhos *</b>                  | 69           | 2,7 %   | 69           | 1,8 %   | 69           | 1,8 %   |
| <b>Jaakonlammen louhos *</b>                 | 33           | 1,3 %   | 33           | 0,9 %   | –            | –       |
| <b>Laukansalon louhos *</b>                  | –            | –       | 36           | 1,0 %   | 36           | 0,9 %   |
| <b>Saarisen louhos *</b>                     | –            | –       | –            | –       | 22           | 0,6 %   |
| <b>lastaus Särkijärven louhoksella</b>       | 32           | 1,2 %   | 28           | 0,7 %   | 28           | 0,7 %   |
| <b>lastaus Jaakonlammen louhoksella</b>      | 24           | 0,9 %   | 18           | 0,5 %   | –            | –       |
| <b>lastaus Laukansalon louhoksella</b>       | –            | –       | 18           | 0,5 %   | 18           | 0,5 %   |
| <b>lastaus Saarisen louhoksella</b>          | –            | –       | –            | –       | 18           | 0,5 %   |
| <b>kaivinkoneet</b>                          | 26           | 1,0 %   | 26           | 0,7 %   | 26           | 0,7 %   |
| <b>kipkaus</b>                               | 200          | 7,7 %   | 190          | 5,1 %   | 200          | 5,2 %   |
| <b>malmi: Särkijärvi =&gt; karkeamurska</b>  | 240          | 9,1 %   | 250          | 6,6 %   | 250          | 6,6 %   |
| <b>malmi: Jaakonlampi =&gt; karkeamurska</b> | 170          | 6,4 %   | 180          | 4,9 %   | –            | –       |
| <b>malmi: Laukansalo =&gt; karkeamurska</b>  | –            | –       | 340          | 9,0 %   | 410          | 10,6 %  |
| <b>malmi: Saarinen =&gt; karkeamurska</b>    | –            | –       | –            | –       | 500          | 13,1 %  |
| <b>sivukivi: Särkijärvi =&gt; Ansanmäki</b>  | 880          | 34,2 %  | 880          | 23,4 %  | 870          | 22,9 %  |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Ansanmäki</b> | 280          | 10,8 %  | 280          | 7,5 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Musti</b>     | 290          | 11,1 %  | 300          | 7,9 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Saarinen</b>  | 240          | 9,5 %   | 260          | 6,8 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Laukansalo =&gt; Laukansalo</b> | –            | –       | 370          | 9,9 %   | 490          | 12,8 %  |
| <b>sivukivi: Saarinen =&gt; Saarinen</b>     | –            | –       | –            | –       | 120          | 3,1 %   |
| <b>sivukivi: Saarinen =&gt; Musti</b>        | –            | –       | –            | –       | 180          | 4,7 %   |
| <b>sivukivi: Mustin laajennuksen pengeri</b> | –            | –       | 410          | 11,0 %  | 510          | 13,4 %  |
| <b>pintamaat: Laukansalo</b>                 | 46           | 1,8 %   | –            | –       | –            | –       |
| <b>YHTEENSÄ</b>                              | 2 600        | 100,0 % | 3 800        | 100,0 % | 3 800        | 100,0 % |

**Taulukko 5. Vuorokausipäästöt, VE3 eri mallinnusvaiheet. Yksikkö kg/d. Osuudet ja kokonaispäästö on laskettu niinä päivinä, kun tehdään räjäytyksiä.**

|                                              | VE3, Vaihe 1 |         | VE3, Vaihe 2 |         | VE3, Vaihe 3 |         |
|----------------------------------------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| <b>räjäytys</b>                              | 56           | 2,0 %   | 71           | 1,8 %   | 71           | 1,6 %   |
| <b>poraus</b>                                | 0,05         | < 0,1 % | 0,08         | < 0,1 % | 0,08         | < 0,1 % |
| <b>Särkijärven louhos *</b>                  | 69           | 2,4 %   | 69           | 1,7 %   | 69           | 1,6 %   |
| <b>Jaakonlammen louhos *</b>                 | 33           | 1,1 %   | 33           | 0,8 %   | –            | –       |
| <b>Laukansalon louhos *</b>                  | –            | –       | 36           | 0,9 %   | 36           | 0,8 %   |
| <b>Saarisen louhos *</b>                     | –            | –       | –            | –       | 33           | 0,8 %   |
| <b>lastaus Särkijärven louhoksella</b>       | 32           | 1,1 %   | 23           | 0,6 %   | 23           | 0,5 %   |
| <b>lastaus Jaakonlammen louhoksella</b>      | 24           | 0,8 %   | 21           | 0,5 %   | –            | –       |
| <b>lastaus Laukansalon louhoksella</b>       | –            | –       | 21           | 0,5 %   | 21           | 0,5 %   |
| <b>lastaus Saarisen louhoksella</b>          | –            | –       | –            | –       | 21           | 0,5 %   |
| <b>kaivinkoneet</b>                          | 26           | 0,9 %   | 26           | 0,6 %   | 26           | 0,6 %   |
| <b>kippaus</b>                               | 170          | 6,0 %   | 150          | 3,8 %   | 150          | 3,5 %   |
| <b>malmi: Särkijärvi =&gt; karkeamurska</b>  | 230          | 8,2 %   | 250          | 6,3 %   | 250          | 5,7 %   |
| <b>malmi: Jaakonlampi =&gt; karkeamurska</b> | 210          | 7,5 %   | 180          | 4,6 %   | –            | –       |
| <b>malmi: Laukansalo =&gt; karkeamurska</b>  | –            | –       | 360          | 9,1 %   | 360          | 8,4 %   |
| <b>malmi: Saarinen =&gt; karkeamurska</b>    | –            | –       | –            | –       | 500          | 11,5 %  |
| <b>sivukivi: Särkijärvi =&gt; Ansanmäki</b>  | –            | –       | 880          | 22,0 %  | 870          | 20,1 %  |
| <b>sivukivi: Särkijärvi =&gt; Itäläjitys</b> | 670          | 23,6 %  | –            | –       | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Ansanmäki</b> | 290          | 15,2 %  | 280          | 7,0 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Musti</b>     | 520          | 18,1 %  | 300          | 7,5 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Saarinen</b>  | 430          | 15,2 %  | 260          | 6,4 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Laukansalo =&gt; Ansanmäki</b>  | –            | –       | –            | –       | 560          | 12,9 %  |
| <b>sivukivi: Laukansalo =&gt; Itäläjitys</b> | –            | –       | 690          | 17,4 %  | 350          | 8,0 %   |
| <b>sivukivi: Saarinen =&gt; Saarinen</b>     | –            | –       | –            | –       | 120          | 2,7 %   |
| <b>sivukivi: Saarinen =&gt; Musti</b>        | –            | –       | –            | –       | 180          | 4,1 %   |
| <b>sivukivi: Mustin laajennuksen pengeri</b> | –            | –       | 330          | 8,4 %   | 700          | 16,1 %  |
| <b>pintamaat: Laukansalo</b>                 | 78           | 2,7 %   | –            | –       | –            | –       |
| <b>YHTEENSÄ</b>                              | 2 900        | 100,0 % | 4 000        | 100,0 % | 4 300        | 100,0 % |

**Taulukko 6. Vuorokausipäästöt, VE4 eri mallinnusvaiheet. Yksikkö kg/d. Osuudet ja kokonaispäästö on laskettu niinä päivinä, kun tehdään räjäytyksiä.**

|                                              | VE4, Vaihe 1 |         | VE4, Vaihe 2 |         | VE4, Vaihe 3 |         |
|----------------------------------------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| <b>räjäytys</b>                              | 56           | 2,0 %   | 71           | 1,7 %   | 71           | 1,7 %   |
| <b>poraus</b>                                | 0,05         | < 0,1 % | 0,08         | < 0,1 % | 0,08         | < 0,1 % |
| <b>Särkijärven louhos *</b>                  | 69           | 2,4 %   | 69           | 1,7 %   | 69           | 1,7 %   |
| <b>Jaakonlammen louhos *</b>                 | 33           | 1,1 %   | 33           | 0,8 %   | –            | –       |
| <b>Laukansalon louhos *</b>                  | –            | –       | 36           | 0,9 %   | 36           | 0,9 %   |
| <b>Saamisen louhos *</b>                     | –            | –       | –            | –       | 33           | 0,8 %   |
| <b>lastaus Särkijärven louhoksella</b>       | 32           | 1,1 %   | 23           | 0,6 %   | 23           | 0,6 %   |
| <b>lastaus Jaakonlammen louhoksella</b>      | 24           | 0,8 %   | 21           | 0,5 %   | –            | –       |
| <b>lastaus Laukansalon louhoksella</b>       | –            | –       | 21           | 0,5 %   | 21           | 0,5 %   |
| <b>lastaus Saamisen louhoksella</b>          | –            | –       | –            | –       | 21           | 0,5 %   |
| <b>kaivinkoneet</b>                          | 26           | 0,9 %   | 26           | 0,6 %   | 26           | 0,6 %   |
| <b>kippaus</b>                               | 170          | 6,0 %   | 150          | 3,8 %   | 150          | 3,8 %   |
| <b>malmi: Särkijärvi =&gt; karkeamurska</b>  | 230          | 8,2 %   | 250          | 6,2 %   | 250          | 6,1 %   |
| <b>malmi: Jaakonlampi =&gt; karkeamurska</b> | 210          | 7,5 %   | 180          | 4,5 %   | –            | –       |
| <b>malmi: Laukansalo =&gt; karkeamurska</b>  | –            | –       | 360          | 9,0 %   | 360          | 8,9 %   |
| <b>malmi: Saaminen =&gt; karkeamurska</b>    | –            | –       | –            | –       | 500          | 12,3 %  |
| <b>sivukivi: Särkijärvi =&gt; Ansanmäki</b>  | –            | –       | 880          | 21,7 %  | 870          | 21,4 %  |
| <b>sivukivi: Särkijärvi =&gt; Itäläjitys</b> | 670          | 23,6 %  | –            | –       | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Ansanmäki</b> | 290          | 15,2 %  | 280          | 6,9 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Musti</b>     | 520          | 18,1 %  | 300          | 7,4 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Jaakonlampi =&gt; Saaminen</b>  | 430          | 15,2 %  | 260          | 6,3 %   | –            | –       |
| <b>sivukivi: Laukansalo =&gt; Ansanmäki</b>  | –            | –       | –            | –       | 560          | 13,8 %  |
| <b>sivukivi: Laukansalo =&gt; Itäläjitys</b> | –            | –       | 690          | 17,1 %  | 350          | 8,5 %   |
| <b>sivukivi: Saaminen =&gt; Saaminen</b>     | –            | –       | –            | –       | 120          | 2,9 %   |
| <b>sivukivi: Saaminen =&gt; Musti</b>        | –            | –       | –            | –       | 180          | 4,4 %   |
| <b>sivukivi: Mustin laajennuksen pengeri</b> | –            | –       | 400          | 9,8 %   | 440          | 10,7 %  |
| <b>pintamaat: Laukansalo</b>                 | 78           | 2,7 %   | –            | –       | –            | –       |
| <b>YHTEENSÄ</b>                              | 2 900        | 100,0 % | 4 100        | 100,0 % | 4 100        | 100,0 % |

## 2.8 Taustapitoisuudet

Kuopiossa ja Siilinjärvellä mitataan ilman epäpuhtauksia usealla asemalla. Taustapitoisuuksien arviointia varten tarkasteltiin neljän edellisen vuoden mittaustuloksia Siilinjärven alueella.

Alueella on tehty säännöllisesti hiukkasmittauksia. Vuonna 2022 mittauksia tehtiin Siilinjärven keskustassa Sorakujalla sekä Yara Suomi Oy:n ympäristössä Mustissa ja Rannassa (Kantatie 75:n itäpuolella). Aikaisempina vuosina mittauksia oli tehty myös Sulkavanniityllä. Siilinjärven mittauspisteissä vuosina 2019–2022 raja-arvoihin verrattavat pitoisuudet olivat suhteellisen matalia. Vuorokausiohjearvoihin verrattavissa pitoisuuksissa voi näkyä pölyepisodien vaikutus, kuten Mustissa vuonna 2020, jolloin leutona ja vähälumisena talvena Mustin rikastushiekka-allas pölysi merkittävästi. Tällöin lumipeite puuttui kokonaan rikastushiekka-alueelta. Sulkavanniityllä vuonna 2021 ja Sorakujalla vuonna 2022 suuret pitoisuudet esiintyivät huhtikuussa, jolloin katupölyllä voi olla vaikutusta mittaustuloksiin (Taulukko 7) (JPP-Kalibrointi 2022, Aeri 2023).

**Taulukko 7. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m³) ja vuosiraja-arvoon (40 µg/m³) verrattavat ilmanlaadun mittaustulokset Siilinjärven asemilla vuosina 2019–2022 (JPP-Kalibrointi 2022, Aeri 2023).**

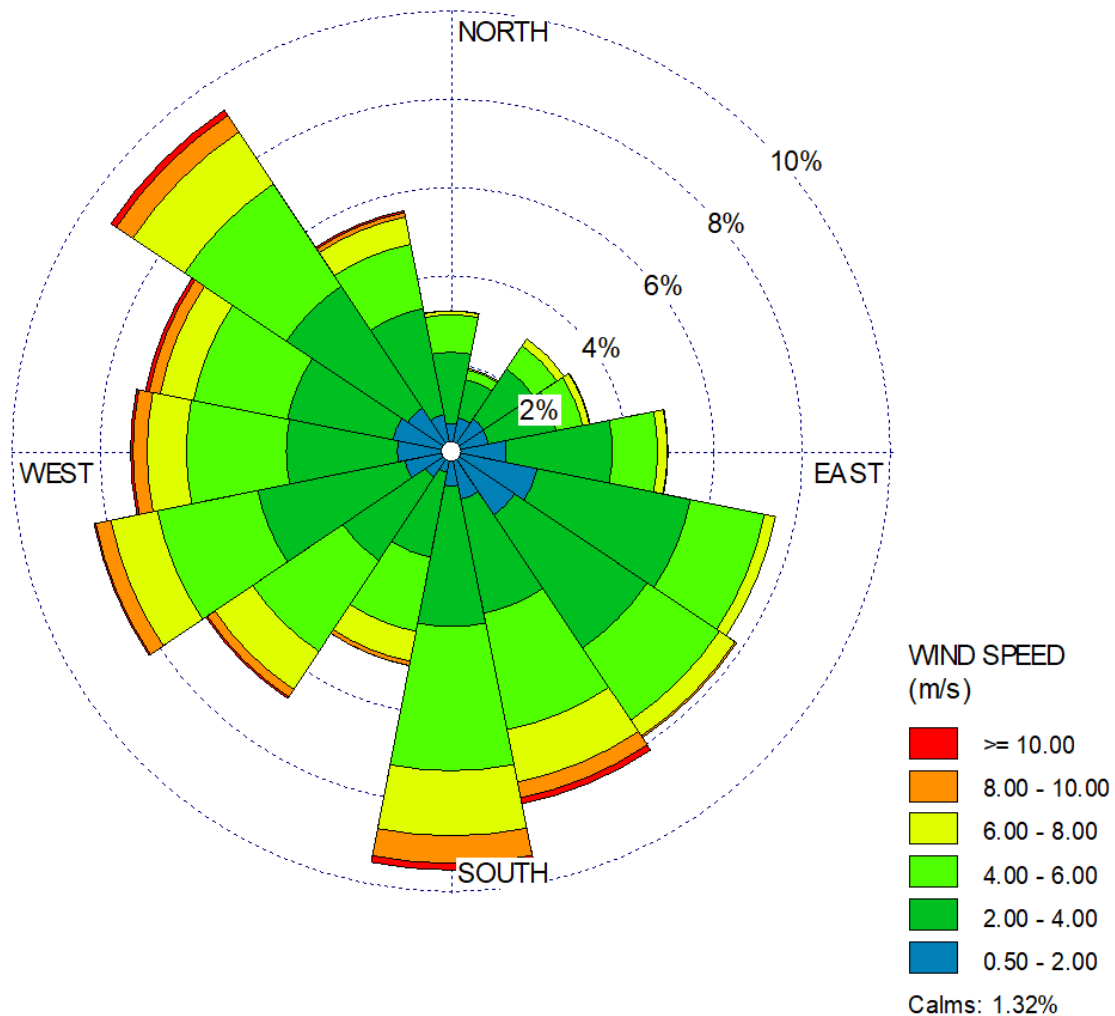
| Vuosi | Asema          | Vuorokausiraja-arvo<br>(50 µg/m³) | Vuosiraja-arvo<br>(40 µg/m³) | Vuorokausiohjearvo<br>(70 µg/m³) |
|-------|----------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 2019  | Musti          | 11                                | 6                            | 22                               |
| 2020  | Musti          | 12                                | 8                            | 180                              |
| 2021  | Musti          | 10                                | 7                            | 37                               |
| 2021  | Ranta          | 17                                | 10                           | 30                               |
| 2021  | Sulkavanniitty | 15                                | 8                            | 59                               |
| 2022  | Musti          | 6                                 | 6                            | 20                               |
| 2022  | Ranta          | 8                                 | 8                            | 36                               |
| 2022  | Sorakuja       | 11                                | 11                           | 93                               |

Ulkoilman mittaustulosten perusteella voidaan arvioida, kun poikkeuksellisia tuloksia ei oteta huomioon, että vuorokausiraja-arvoon verrattava taustapitoisuus on Yara Suomi Oy:n Siilinjärven louhoksen ympäristössä noin 10 µg/m³ ja vuosiraja-arvoon verrattava taustapitoisuus on noin 8 µg/m³. Vuorokausiohjearvoon verrattava taustapitoisuus on epävarmempi, mutta sen voidaan arvioida olevan noin 25–30 µg/m³.

Kuopion seudun ilmanlaaturaportin (2021) mukaan Siilinjärven alueen hiukkaspäästöistä 43 % on peräisin liikenteestä, 30 % kiinteistöjen lämmityksestä, 7 % maataloudesta ja jätehuollosta, sekä 20 % Yara Suomi Oy:n toiminnasta. Kaasumaisista päästöistä Yara Suomi Oy:n tuotantolaitosten osuudet olivat typenoksidien osalta 27 % ja rikkidioksidin 97 %. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet alittivat kansalliset ohjearvot, kun taas pienhiukkasten osalta WHO:n vuorokausiarvo ja vuosikeskiarvo ylittyi niin Mustin kuin Rannan mittauspisteissä. Pienhiukkasten päästöihin vaikutti kaukokulkeuma, puun pienpolton päästöt sekä Mustissa myös luontoperäiset päästöt (Kuopion seudun ilmanlaatu vuonna 2021).

## 2.9 Sääaineisto

Leviämismallien sääaineistona käytettiin Kuopion lentoaseman säähavaintoja vuosilta 2019–2021 (Ilmatieteen laitos, avoin data). Yleisimmät tuulen suunnat tänä aikana tuntitasolla olivat luode (9,5 % ajasta), etelä (9,3 %), länsilounas (8,2 %) ja eteläkaakko (7,8 %) (Kuva 1).



**Kuva 1. Tuulen suuntien ja nopeuksien jakauma Kuopion lentoasemalla (Ilmatieteen laitos, avoin data) tuntitasolla vuosina 2019–2021. Tyyniä tai lähes tyyniä tunteja (tuulen nopeus pienempi kuin 0,5 m/s) oli 1,3 % havainnoista. Kaavio osoittaa, mistä suunnasta on tuullut.**

## 2.10 Epävarmuustekijöitä

Ilmanlaatuvaikutusten mallinnuksissa oletettiin, että kaikki kyseisessä vaiheessa tapahtuvat alueelle suunnitellut ja pölyä aiheuttavat toiminnot ovat yhtä aikaa käynnissä. Kaikki mallinnetut tilanteet kuvaavat kyseisen toimintavaiheen maksimitoiminnan ja -päästöjen vaikutuksia.

Yleisesti leviämislaskelmien kokonaisepävarmuus koostuu pääosin päästötietojen epävarmuuksista (10–40 %), sääaineiston ja sen edustavuuden epävarmuuksista (10–30 %) ja laskentamallin epävarmuuksista (10–20 %). Lopputuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on heikoimmillaan tuntipitoisuuksia laskettaessa ja sen edustavuus paranee pitempiä aikapitoisuuksia laskettaessa. Epävarmuudet ovat pieniä verrattaessa eri toimintojen mallinnustuloksia keskenään.

Hajapölypäästöjen arvioinnissa suurimmat epävarmuudet liittyvät päästö määrään ja sen riippuvuuteen olosuhteista (vuodenaika, sää), käsiteltävän aineen laadusta ja toimintatapojen vaikutuksista. Pölypäästö määrät ja hiukkaskokojakauma vaihtelevat suuresti toiminnan aktiviteetin, pintojen kuivuuden ja olosuhteiden mukaan. Intensiivisimmät päästöjaksot ovat lyhyitä ja voivat olla hyvinkin korkeita verrattuna normaaliin tuotantotilanteeseen ja pidemmän ajan keskiarvoihin.

Epävarmuutta laskentatuloksiin aiheuttaa myös mallin stationaarisuus. Mallilla lasketaan päästölähteeltä etenevän hiukkaspilven keskimääräistä jakautumista ympäristöön tunnin aika-askelin,

olettaen sääolosuhteen ja päästön pysyvän vakiona koko tunnin ajan. Malli huomioi päästöalueen ympäröivän maastopinnan rosoisuuden karkealla tasolla (kaupunki/maaseutu) dispersiokertomella. Maanpinnan korkeuden vaihtelut mallinnuksessa huomioidaan.

Rikastushiekka-alueen pölyämistä ei otettu malleissa huomioon. Rikastushiekka voi kuivuessaan kovalla tuulella pölytä, millä voi olla vaikutusta alueen välittömässä läheisyydessä. Tämä voi aiheuttaa viihtyisyyshaittaa. Vaikutukset jäävät suhteellisen lyhytaikaisiksi, eikä suurillakaan pitoisuuksilla ole sen takia merkittävää vaikutusta pitoisuuksiin, joita verrataan terveysperusteisiin raja-arvoihin.

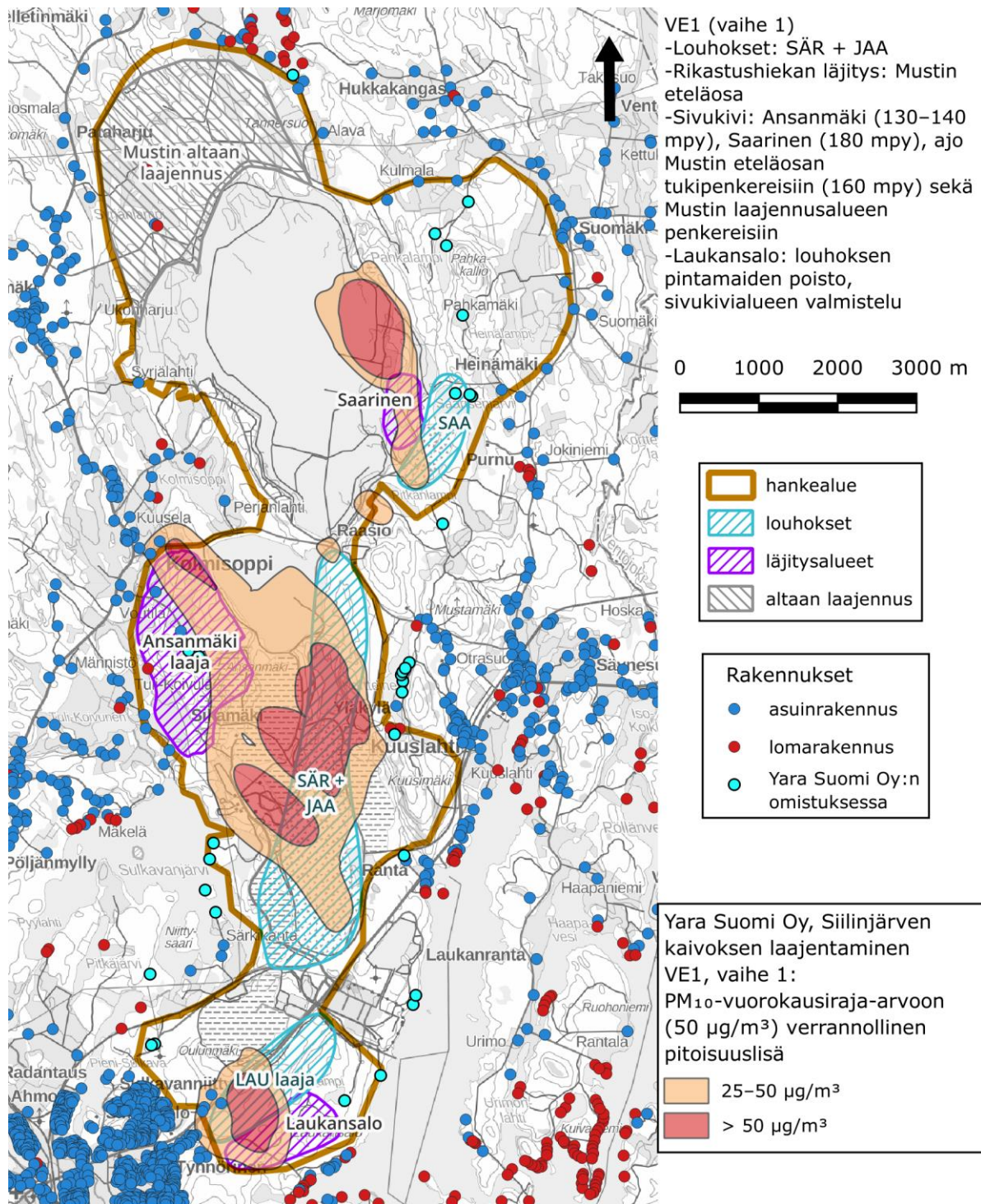
### 3. TULOKSET

Leviämismalleissa vaihtoehtoissa VE1, VE2 ja VE4 näkyy raja-arvon ylitysalue hankealueen sisällä Mustin rikastushiekka-altaan eteläosassa. Tämä on osittain mallinnuksen aikaansaama havainto, joka johtuu maastonmuodoista, tuulioloista sekä laskentapisteidien sijoittumisesta. Esimerkiksi kuljetusreittien sijoittaminen kauemmaksi hankealueen reunoista laskee hiukkaspitoisuuksia alueen ulkopuolella.

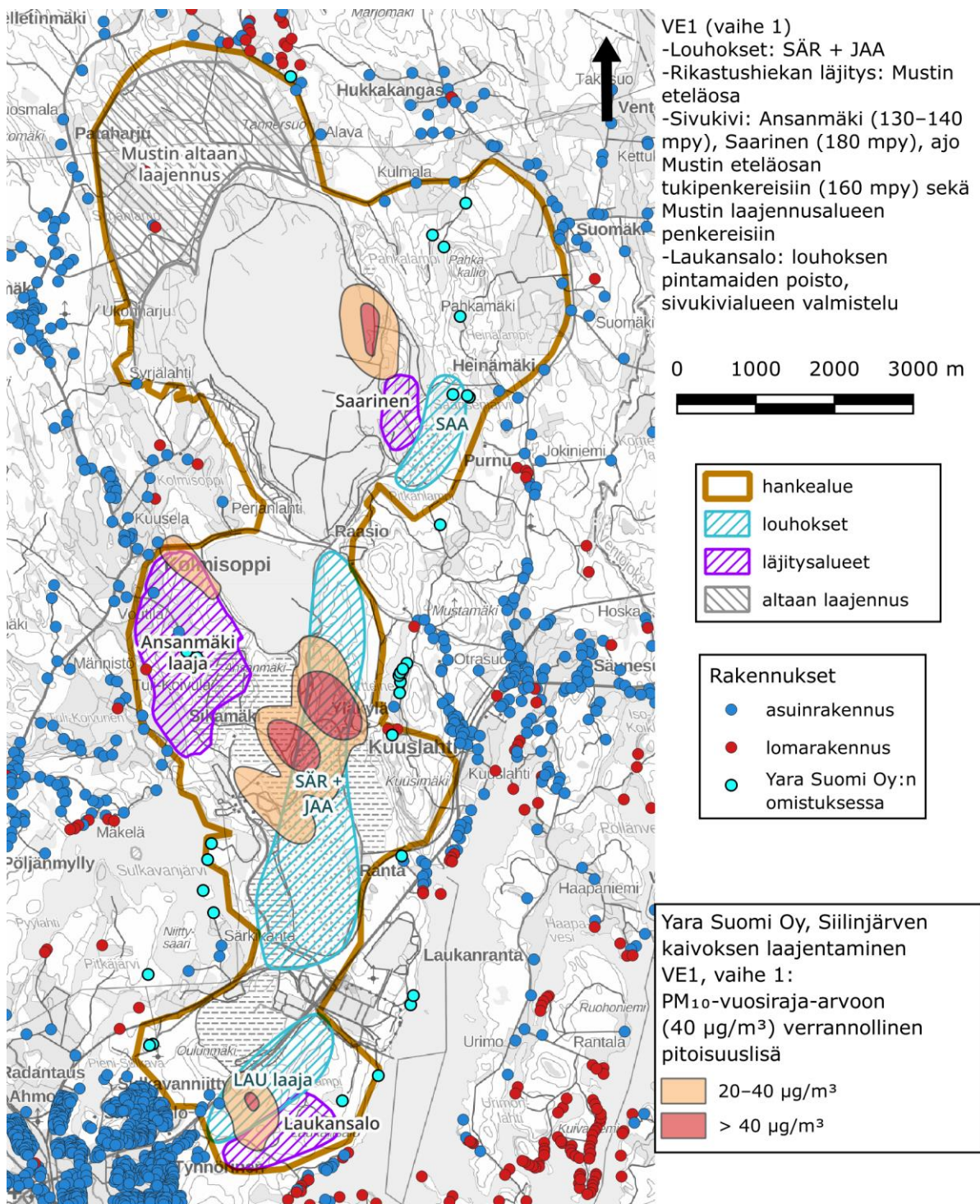
#### 3.1 Vaihtoehto VE1

Laukansalon osalta mallinnuksen vaihe 1 kuvaa rakentamisvaihetta, jolloin Laukansalon toiminnot eivät ole vielä täysin käynnissä. Maamassojen käsittely ja kuljetukset aiheuttavat rakentamisvaiheessa pölypäästöjä lähes ympäröivän maanpinnan tasolla. Päästöjä syntyy Laukansalon rakentamisvaiheessa vähemmän kuin toimintavaiheessa, joten muodostuvat pölypitoisuudet jäävät rakentamisvaiheessa jonkin verran alhaisemmiksi. (Kuva 2, Kuva 3)

Samaan aikaan kun Laukansalon toimintoja rakennetaan, Särkijärven ja Jaakonlammen louhoksilla on normaali toimintavaihe käynnissä. Näin ollen Särkijärven ja Jaakonlammen louhinta sekä malmin ja sivukiven kuljetukset aiheuttavat pölypäästöjä samaan aikaan Laukansalon rakentamisvaiheen kanssa, joskin kyseisten toimintojen vaikutukset kohdistuvat eri alueelle kuin Laukansalon rakentamisen vaikutukset. Mallinnuksen mukaan vaihtoehdossa VE1  $PM_{10}$ -vuorokausiraja-arvo ylittyy hankealueen ulkopuolella Ansanmäen läjitäysalueen pohjoispuolella (Kuva 2), kun kiviaineksen ajo ja kippaukset tapahtuvat lähellä hankealueen rajaa. Ylityksiä ei kuitenkaan tapahdu yhdenkään asuinrakennuksen tai loma-asunnon kohdalla. Koska korkeimmat mallinnetut pölypitoisuudet havaitaan pölyävän toiminnan läheisyydessä, on raja-arvojen ylittyminen hankealueen ulkopuolella todennäköisintä silloin, kun toiminta tapahtuu lähellä alueen rajaa. Mallinnuksessa pölyävä toiminta on sijoitettu niin, että se kuvaa toimintaa keskimääräisesti.



Kuva 2. VE1, vaihe 1. Vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 3. VE1, vaihe 1. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.

Mallinnetut vaiheet 2 ja 3 kuvaavat varsinaista toimintavaihetta. Pölypäästöjä aiheuttavat louhinta (porausta ja räjäytys), maamassojen siirto (lastaus ja kippaus), malmin ja sivukiven kuljetus ja louhosten pölyäminen sekä rikastushiekka-alueen ajoittainen pölyäminen. Merkittävimmät päästöt aiheutuvat kuljetuksista sekä lastauksesta ja kippauksesta. Toimintavaiheessa louhinta tapahtuu selvästi alempana kuin ympäröivä maanpinta, mikä osaltaan rajoittaa louhinnasta aiheutuvan pölyn leviämistä louhosalueen ulkopuolelle.

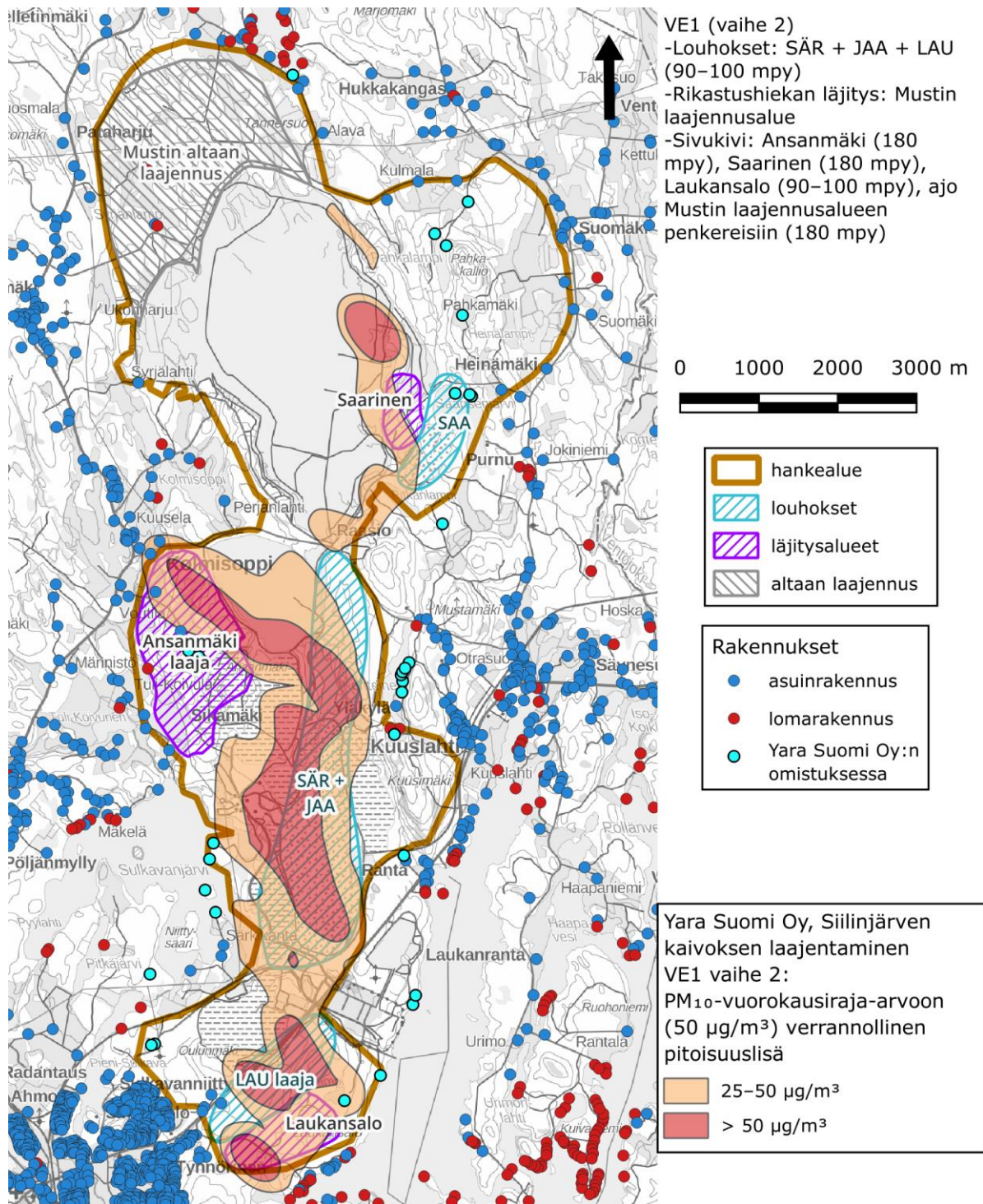
Laukansalon läjitysalueella ja louhoksella tapahtuvat toiminnot (malmin ja sivukiven kuljetus sekä malmin ja sivukiven lastaus ja kippaus) voivat aiheuttaa PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvon ylittymisen hankealueen eteläpuolella, mutta ei yhdelläkään asuinkiinteistöllä tai loma-asunnolla ([Kuva 4](#) ja [Kuva 6](#)). Koska korkeimmat pölypitoisuudet havaitaan pölyävän toiminnan läheisyydessä, on raja-arvojen ylittyminen hankealueen ulkopuolella todennäköisintä silloin, kun toiminta tapahtuu lähellä alueen rajaa. Mallinnuksessa pölyävä toiminta on sijoitettu niin, että se kuvaa toimintaa keskimääräisesti. Toimintojen sijoittelu vaikuttaa pölyjen leviämiseen ja hieman toisenlaisella sijoittamisella raja-arvojen ylitys on mahdollinen Laukansalon länsipuolella Sulkavanniityllä.

PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvon ylitys on potentiaalisesti mahdollinen myös Ansanmäen sivukiviläjityksen pohjoispuolella riippuen toimintojen sijoittumisesta. Vaikka mallinnetut pitoisuudet olivat pienempiä kuin VE3:ssa ja VE4:ssä, niin maastonmuodot vaikuttavat hiukkasmaisten epäpuhtauksien leviämiseen. Siten toimintojen toisenlainen sijoittuminen voi johtaa maastomuodoista johtuvaan tehokkaampaan leviämiseen alueen ulkopuolelle ja siten raja-arvojen ylityksiin.

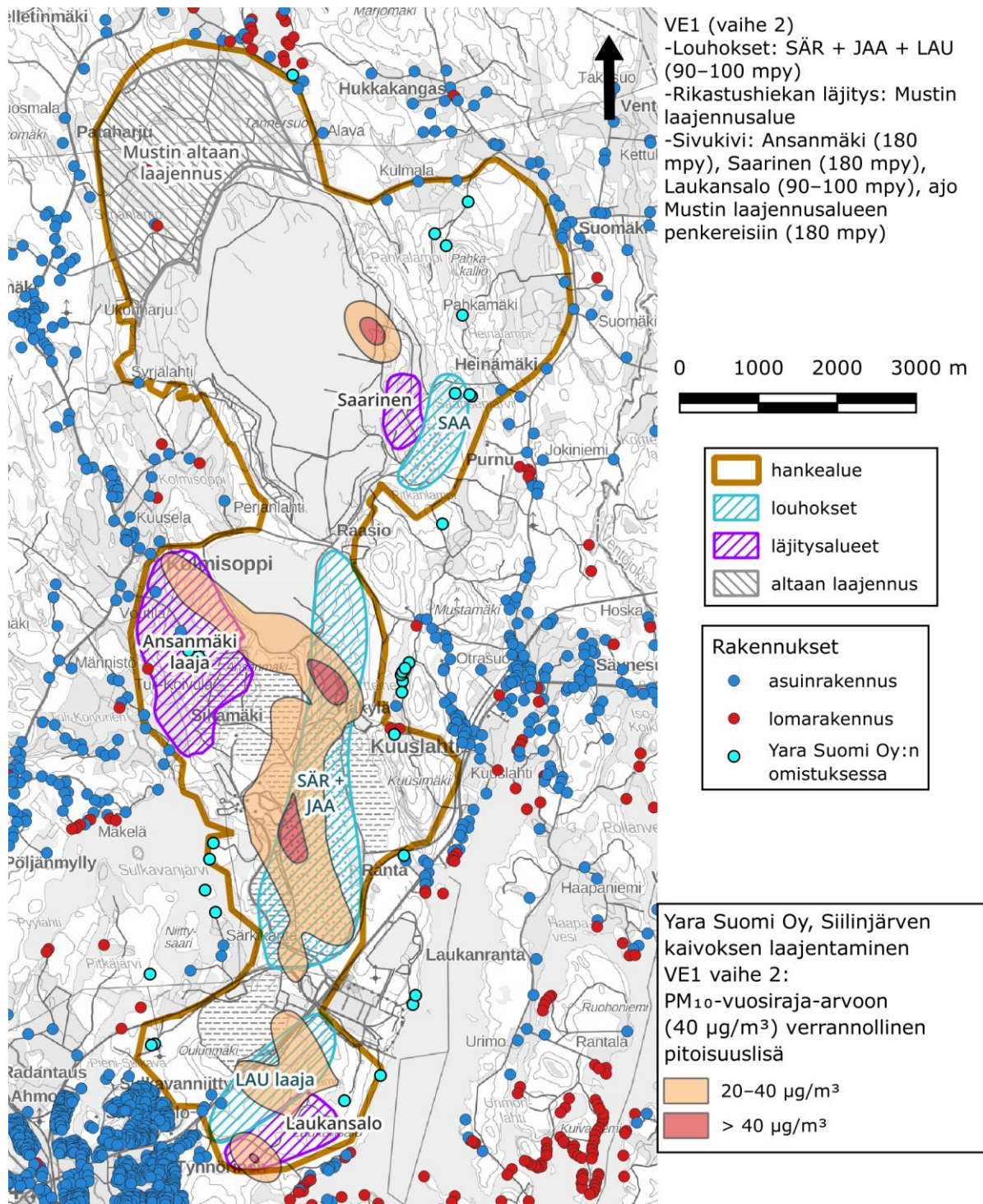
Sivukiven ajo Mustin laajennuksen tukipenkereisiin aiheuttaa pölyämistä ja heikentää ilmanlaatua hankealueen luoteisosassa, altaan läheisyydessä, mutta pitoisuudet pysyvät verrattain alhaisina. Sivukivien ajo Mustin laajennusalueen tukipenkereisiin ei aiheuta raja-arvojen ylityksiä. Rikastushiekka-alueen ajoittaisten pölypäästöjen vaikutusten arvioidaan rajoittuvan rikastushiekka-alueen lähiympäristöön. Runsas pölyäminen voi näkyä esimerkiksi kasvillisuuden päällä tai lumen pinnalla. Vaikutukset ilmanlaatuun arvioidaan vähäisiksi ja lyhytaikaisiksi, eivätkä lyhytkestoisina esiintyvien korkeiden pitoisuuksien vaikutukset todennäköisesti ole merkittäviä raja-arvoihin verrattavien tuloksien kannalta.

Malmin ja sivukiven lastaus ja kippaus sekä malmin ja sivukiven kuljetukset Saarisen louhos- ja läjitysalueilla aiheuttavat vuorokausiraja-arvon ylityksen lähellä hankealueen itäreunaa. Kun alueen taustapitoisuus otetaan huomioon, ylittyisi PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvo hankealueen ulkopuolella alueen itäreunalla, mutta ei lähimpien asuinkiinteistöjen tai loma-asuntojen alueilla ([Kuva 6](#)).

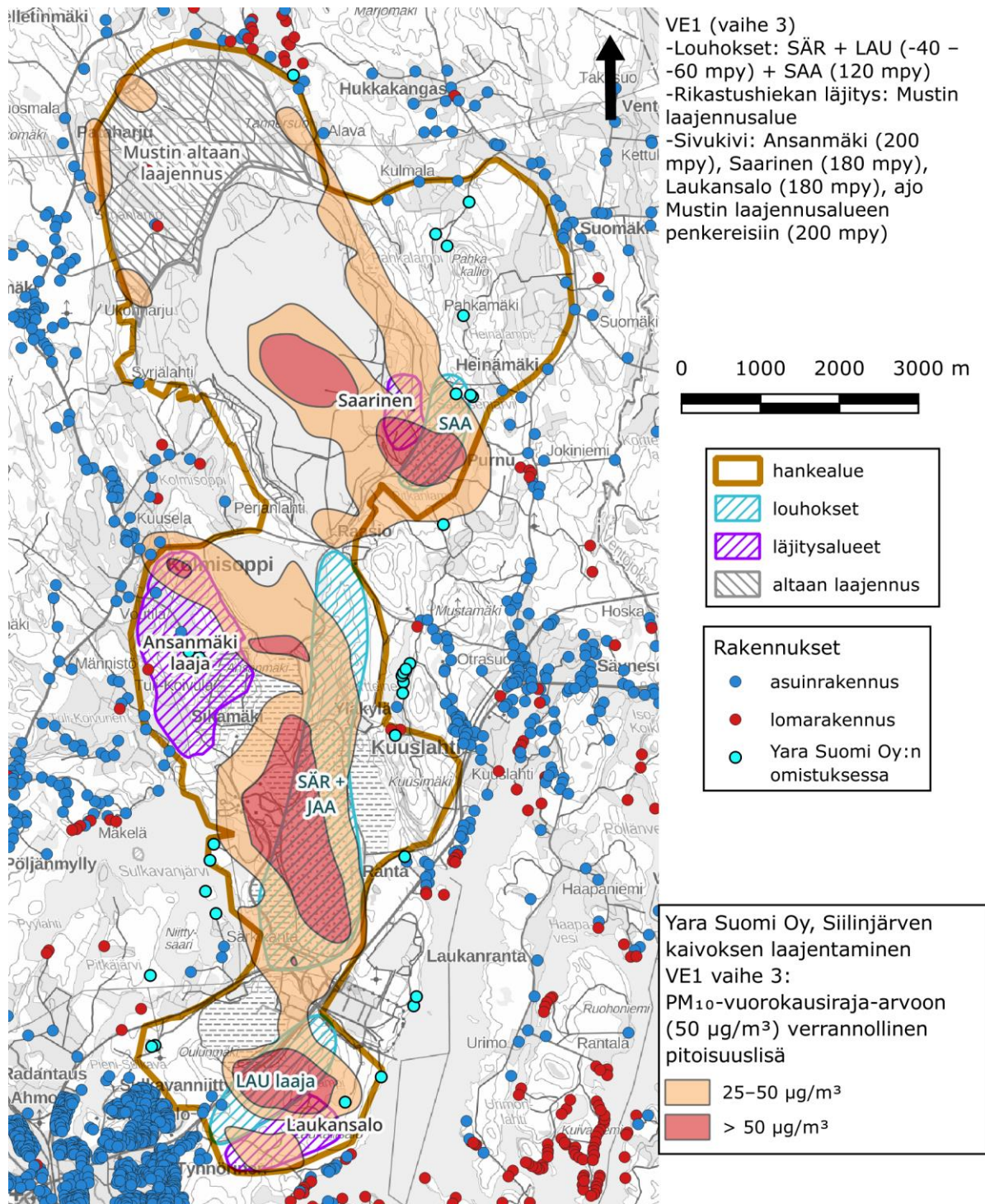
Mallinnettu PM<sub>10</sub>-vuosiraja-arvo ei ylitä toimintavaiheessa hankealueen ulkopuolella ([Kuva 5](#), [Kuva 7](#)).



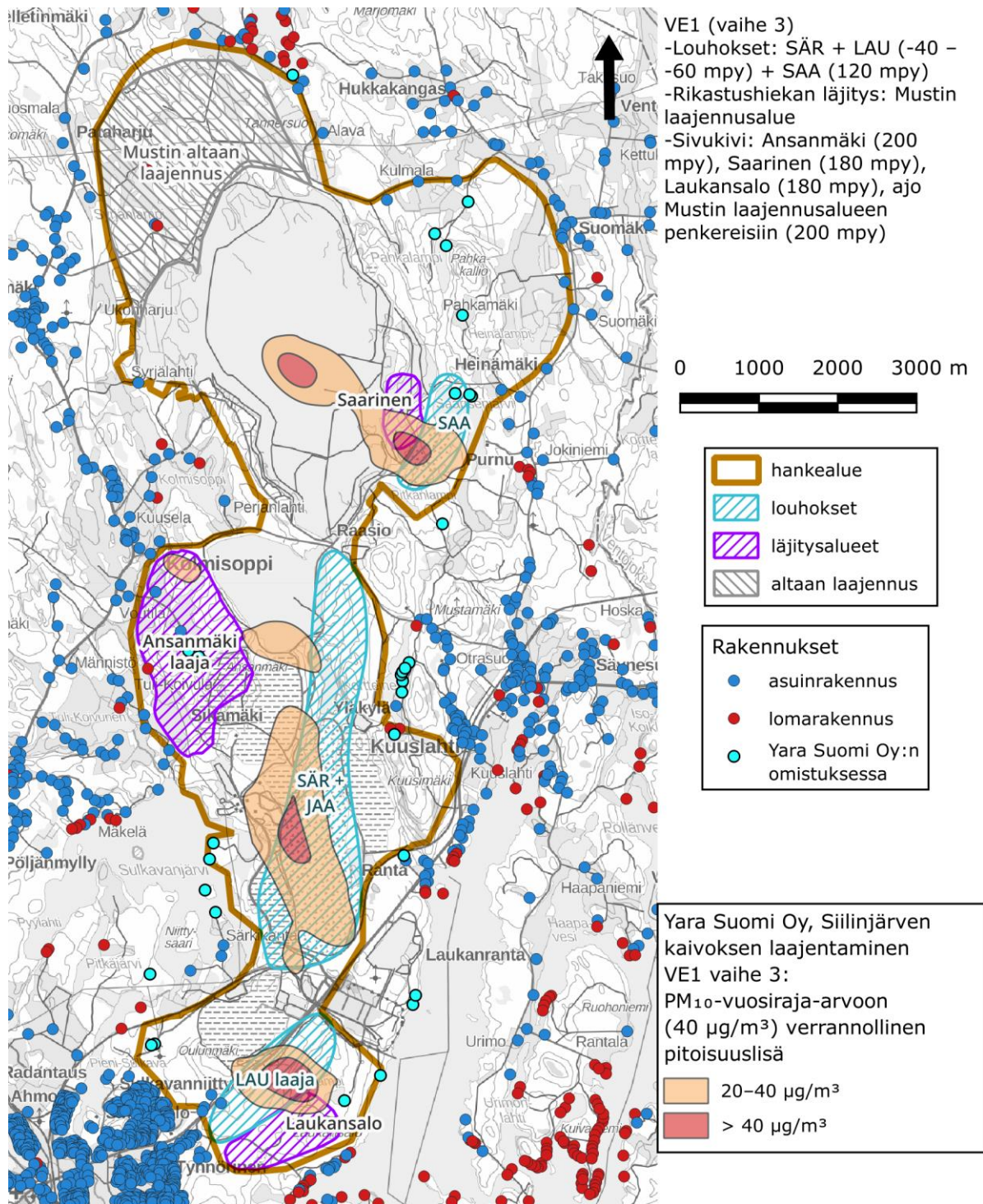
Kuva 4. VE1, vaihe 2. Vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 5. VE1, vaihe 2. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 6. VE1, vaihe 3. Vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 7. VE1, vaihe 3. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.

### 3.2 Vaihtoehto VE2

Laukansalon osalta mallinnuksen vaihe 1 kuvaa rakentamisvaihetta, jolloin Laukansalon toiminnot eivät ole vielä täysin käynnissä. Maamassojen käsittely ja kuljetukset aiheuttavat rakentamisvaiheessa pölypäästöjä lähes ympäröivän maanpinnan tasolla. Päästöjä syntyy rakentamisvaiheessa vähemmän kuin toimintavaiheessa, joten muodostuvat pölypitoisuudet jäävät rakentamisvaiheessa jonkin verran alhaisemmiksi ([Kuva 8](#), [Kuva 9](#)).

Laukansalon louhoksen toteuttaminen vaatii kantatien 75 (Nilsiantie) linjauksen muutoksen, ja kipsin nykyisen läjitysalueen eteläreunasta joudutaan siirtämään kipsiä läjitysalueen sisällä toiseen kohtaan. Toiminto ja siitä mahdollisesti aiheutuvat ilmanlaatuvaikutukset ovat vastaavat kuin vaihtoehdossa VE1.

Samaan aikaan kun Laukansalon toimintoja rakennetaan, Särkijärven ja Jaakonlammen louhoksilla on normaali toimintavaihe käynnissä. Näin ollen Särkijärven ja Jaakonlammen louhintaa sekä malmin ja sivukiven kuljetukset aiheuttavat pölypäästöjä samaan aikaan Laukansalon rakentamisvaiheen kanssa, joskin kyseisten toimintojen vaikutukset kohdistuvat eri alueelle kuin Laukansalon rakentamisen vaikutukset. Mallinnuksen mukaan vaihtoehdossa VE2 PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvo ylittyy hankealueen ulkopuolella Ansanmäen läjitysalueen pohjoispuolella ([Kuva 8](#)), kun kiviaineksen ajo ja kippaukset tapahtuvat lähellä hankealueen rajaa. Ylityksiä ei kuitenkaan tapahdu yhdenkään asuinrakennuksen tai loma-asunnon kohdalla. Koska korkeimmat pölypitoisuudet havaitaan pölyävän toiminnan läheisyydessä, on raja-arvojen ylittyminen hankealueen ulkopuolella todennäköisintä silloin, kun toiminta tapahtuu lähellä alueen rajaa. Mallinnuksessa pölyävä toiminta on sijoitettu niin, että se kuvaa toimintaa keskimääräisesti.

- Louhokset: SÄR + JAA
- Rikastushiekan läjitys: Mustin eteläosa
- Sivukivi: Ansanmäki (130–140 mpy), Saarinen (180 mpy), ajo Mustin eteläosan tukipenkereisiin (160 mpy) sekä Mustin laajennusalueen penkereisiin
- Laukansalo: louhoksen pintamaiden poisto, sivukivialueen valmistelu

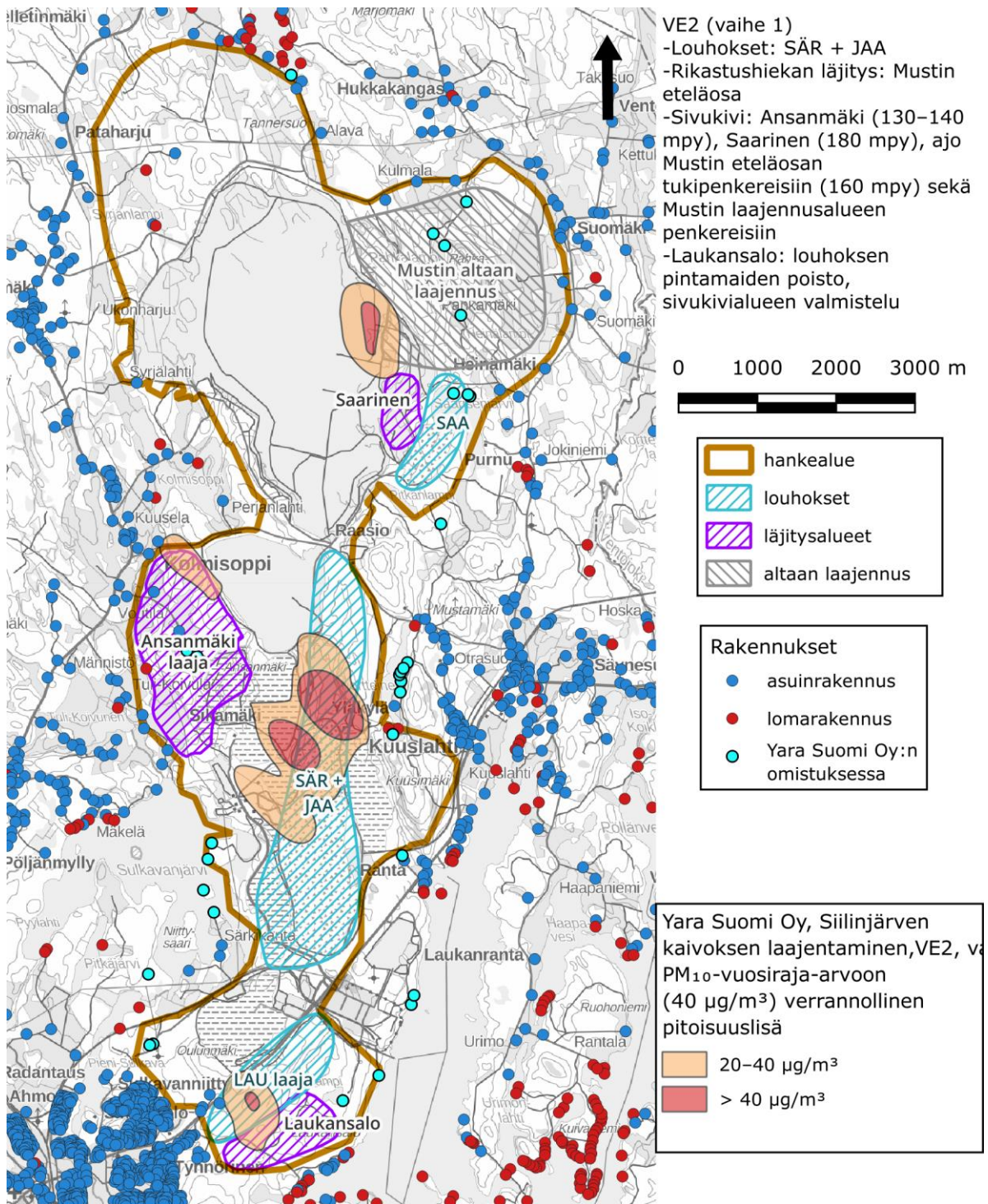
|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |

-  hankealue
-  louhokset
-  läjitysalueet
-  altaan laajennus

- asuinrakennus
- lomarakennus
- Yara Suomi Oy:n omistuksessa

 25-50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
 > 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

22/46



Kuva 9. VE2, vaihe 1. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.

Mallinnetut vaiheet 2 ja 3 kuvaavat varsinaista toimintavaihetta. Pölypäästöjä aiheuttavat louhinta (poraus ja räjäytys), maamassojen siirto (lastaus ja kippaus), malmin ja sivukiven kuljetus ja louhosten pölyäminen sekä rikastushiekka-alueen ajoittainen pölyäminen. Merkittävimmät päästöt aiheutuvat kuljetuksista sekä lastauksesta ja kippauksesta. Toimintavaiheessa louhinta tapahtuu selvästi alempana kuin ympäröivä maanpinta, mikä osaltaan rajoittaa louhinnasta aiheutuvan pölyn leviämistä louhosalueen ulkopuolelle.

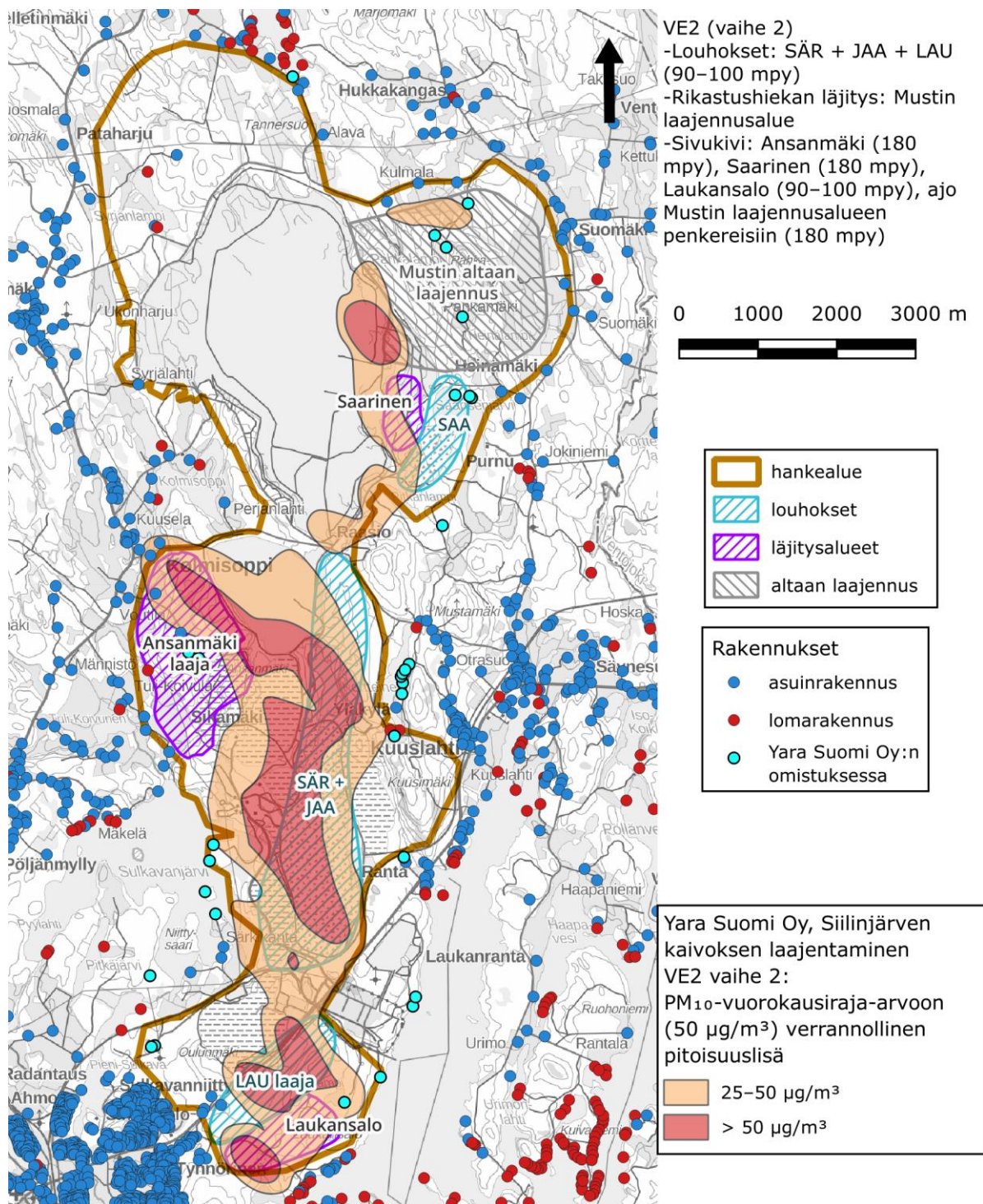
Laukansalon läjitysalueella ja louhoksella tapahtuvat toiminnot (malmin ja sivukiven kuljetus sekä malmin ja sivukiven lastaus ja kippaus) voivat aiheuttaa PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvon ylittymisen hankealueen eteläpuolella, mutta ei yhdelläkään asuinkiinteistöllä tai loma-asunnolla (Kuva 10 ja Kuva 12). Koska korkeimmat pölypitoisuudet havaitaan pölyävän toiminnan läheisyydessä, on raja-arvojen ylittyminen hankealueen ulkopuolella todennäköisintä silloin, kun toiminta tapahtuu lähellä alueen rajaa. Mallinnuksessa pölyävä toiminta on sijoitettu niin, että se kuvaa toimintaa keskimääräisesti. Toimintojen sijoittelu vaikuttaa pölyjen leviämiseen ja hieman toisenlaisella sijoittamisella raja-arvojen ylitys on mahdollinen Laukansalon länsipuolella Sulkavanniityllä.

PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvon ylitys on potentiaalisesti mahdollinen myös Ansanmäen läjityksen pohjoispuolella riippuen toimintojen sijoittumisesta. Vaikka mallinnetut pitoisuudet olivat pienempiä kuin VE3:ssa ja VE4:ssä, niin maastonmuodot vaikuttavat hiukkasmaisten epäpuhtauksien leviämiseen. Siten toimintojen toisenlainen sijoittuminen voi johtaa maastomuodoista johtuvaan tehokkaampaan leviämiseen alueen ulkopuolelle ja siten raja-arvojen ylityksiin.

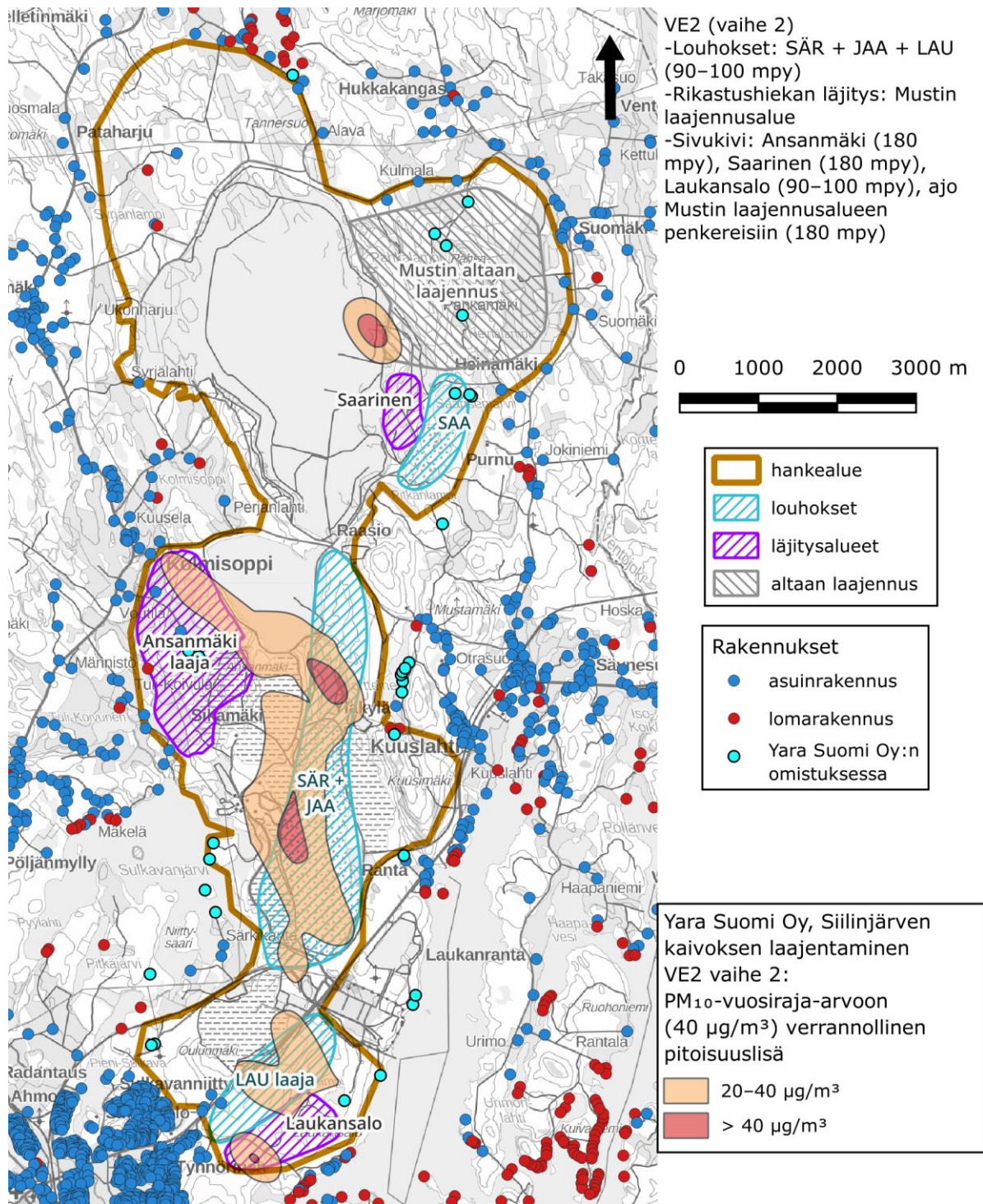
Sivukiven ajo Mustin laajennuksen tukipenkereisiin aiheuttaa pölyämistä ja heikentää ilmanlaatua hankealueen koillisosassa, altaan läheisyydessä, mutta pitoisuudet pysyivät verrattain alhaisina. Sivukivien ajo Mustin laajennusalueen tukipenkereisiin ei aiheuta raja-arvojen ylityksiä. Rikastushiekka-alueen ajoittaisten pölypäästöjen vaikutusten arvioidaan rajoittuvan rikastushiekka-alueen lähiympäristöön. Runsas pölyäminen voi näkyä esimerkiksi kasvillisuuden päällä tai lumen pinnalla. Vaikutukset ilmanlaatuun arvioidaan vähäisiksi ja lyhytaikaisiksi, eivätkä lyhytkestoisina esiintyvien korkeiden pitoisuuksien vaikutukset todennäköisesti ole merkittäviä raja-arvoihin verrattavien tuloksien kannalta.

Malmin ja sivukiven lastaus ja kippaus sekä malmin ja sivukiven kuljetukset Saarisen louhosalueella ja läjitysalueella aiheuttavat vuorokausiraja-arvon ylityksen lähellä hankealueen itäreunaa. Kun alueen taustapitoisuus otetaan huomioon, ylittyisi PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvo hankealueen ulkopuolella alueen itäreunalla, mutta ei lähimpien asuinkiinteistöjen tai loma-asuntojen alueilla (Kuva 12).

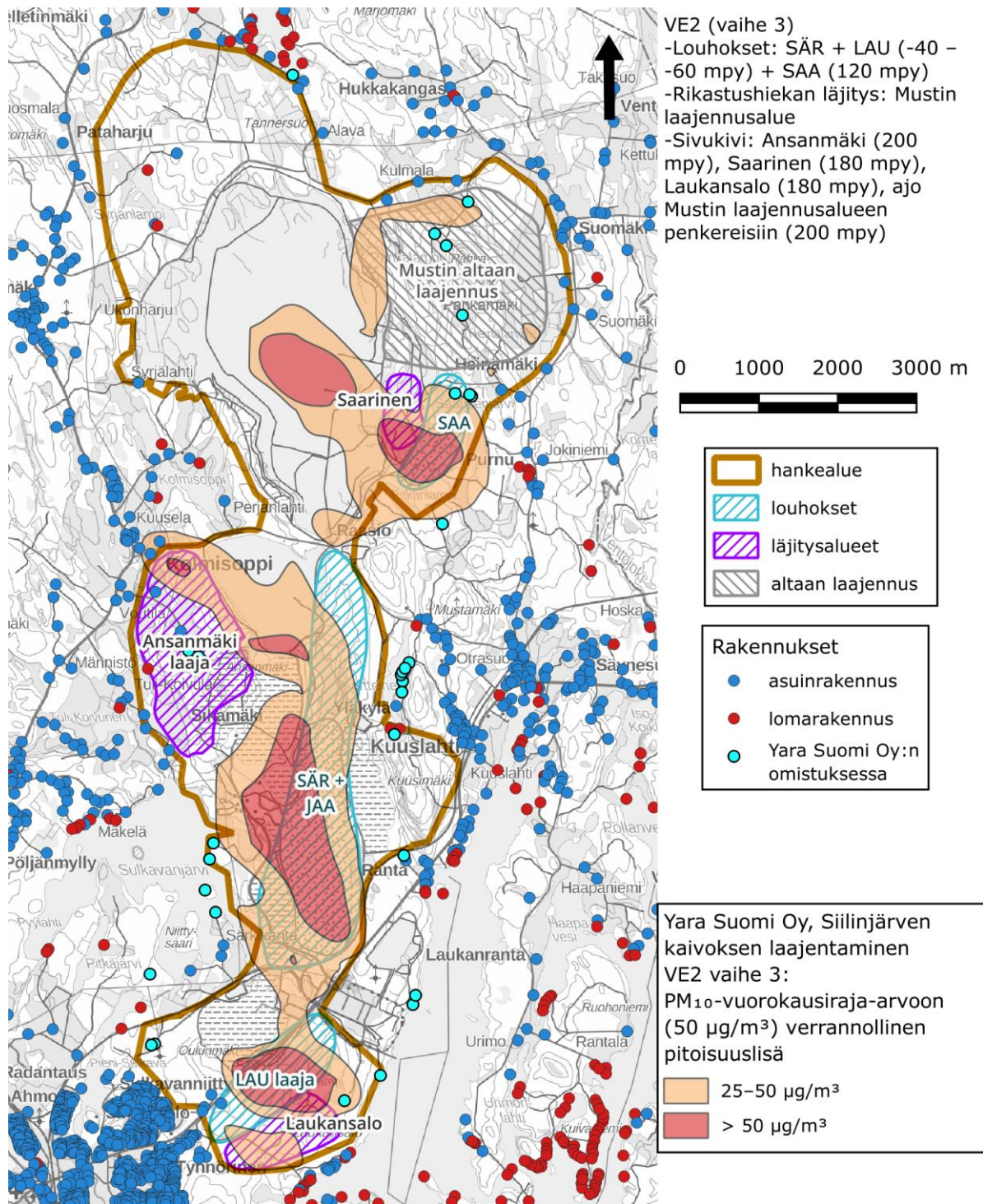
Mallinnettu PM<sub>10</sub>-vuosiraja-arvo ei ylitä toimintavaiheessa hankealueen ulkopuolella (Kuva 11, Kuva 13).



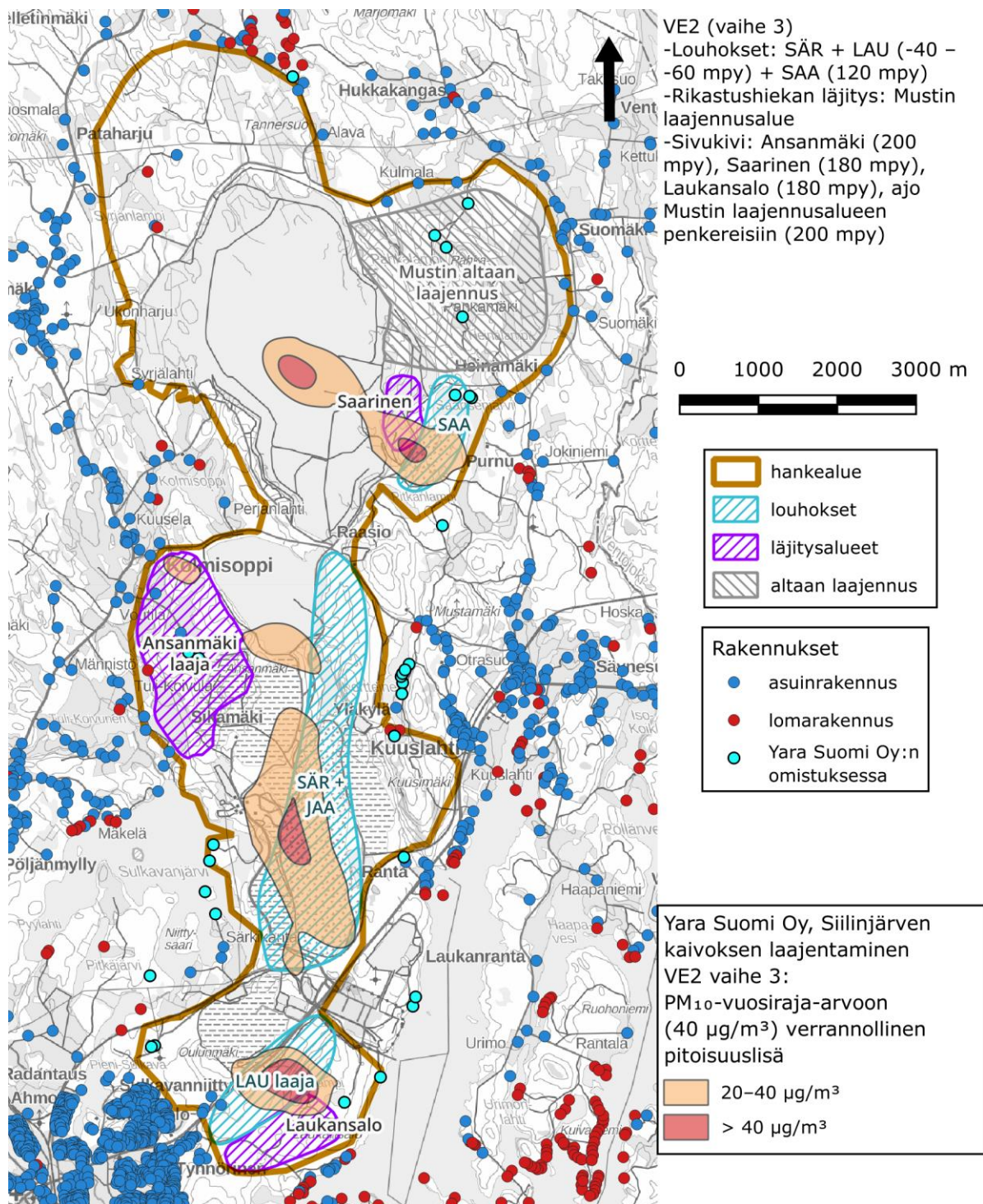
Kuva 10. VE2, vaihe 2. Vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 11. VE2, vaihe 2. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 12. VE2, vaihe 3. Vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 13. VE2, vaihe 3. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.

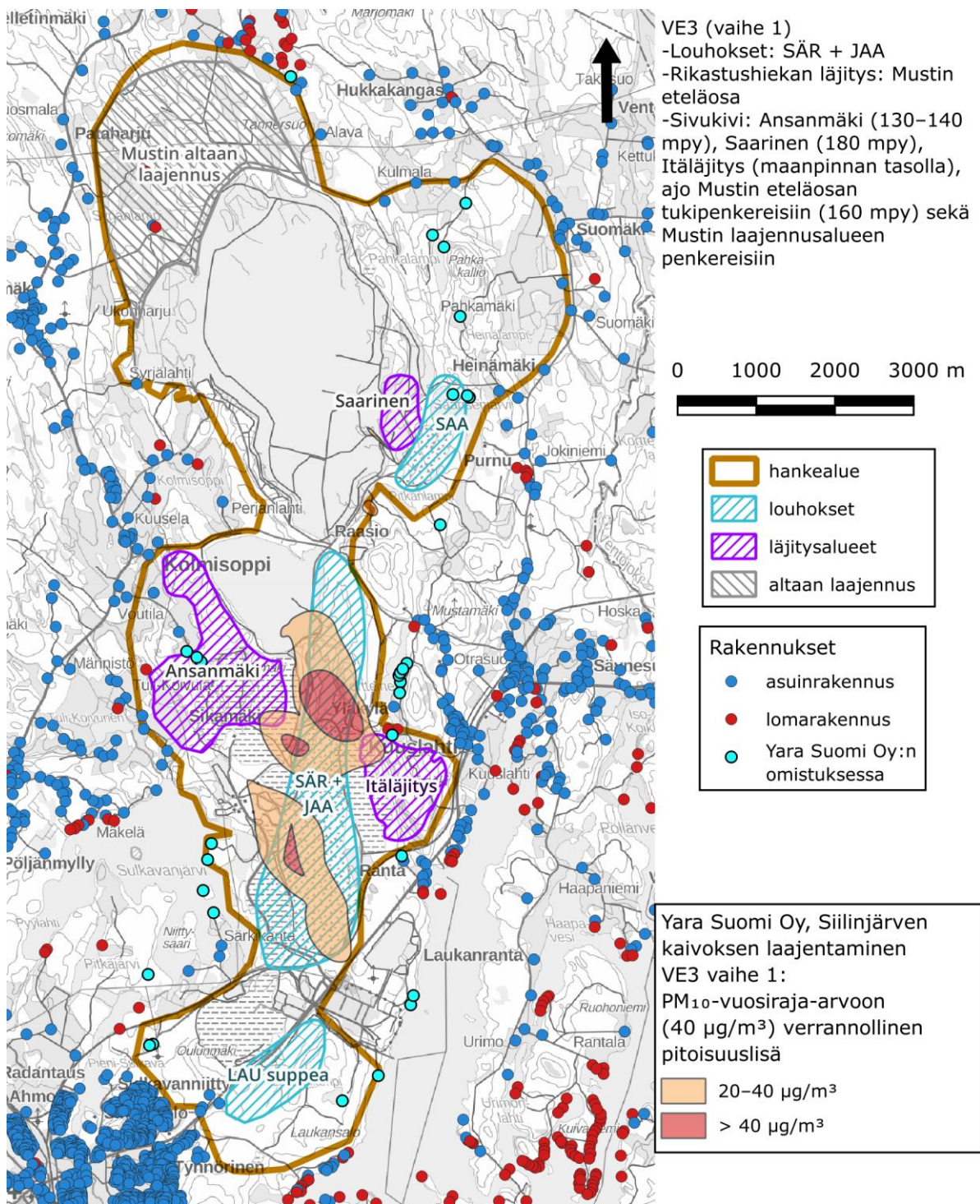
### 3.3 Vaihtoehto VE3

Laukansalon osalta mallinnuksen vaihe 1 kuvaa rakentamisvaihetta. Maamassojen käsittely ja kuljetukset Laukansalon louhoksen kohdalta eivät mallinnuksen mukaan aiheuta merkittäviä vaikutuksia ilmanlaatuun ([Kuva 14](#), [Kuva 15](#)).

Laukansalon louhoksen toteuttaminen vaatii kantatien 75 (Nilsiantie) linjauksen muutoksen, ja kipsin nykyisen läjitysalueen eteläreunasta joudutaan siirtämään kipsiä läjitysalueen sisällä toiseen kohtaan. Toiminto ja siitä mahdollisesti aiheutuvat ilmanlaatuvaikutukset ovat vastaavat kuin vaihtoehdossa VE1.

Samaan aikaan kun Laukansalon toimintoja rakennetaan, Särkijärven ja Jaakonlammen louhoksilla on normaali toimintavaihe käynnissä. Mallin mukaan PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvo ylittyy, alueen taustapitoisuus huomioiden hankealueen ulkopuolella, alueen kaakkoisosassa. Alueella, jolla ylitys tapahtuu, ei sijaitse asuinkiinteistöjä tai loma-asuntoja ([Kuva 14](#)). Ylitys johtuu Särkijärven louhoksen toiminnasta (louhinta, lastaus, työkoneet) sekä kuljetuksista. PM<sub>10</sub>-vuosiraja-arvo ei ylity ([Kuva 15](#)).

30/46



Kuva 15. VE3, vaihe 1. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.

Mallinnuksen vaiheet 2 ja 3 kuuluvat varsinaiseen toimintavaiheeseen, jossa pölypäästöjä aiheuttavat louhinta (poraus ja räjäytys), malmin ja sivukiven siirto (lastaus ja kippaus), kuljetus ja louhosten pölyäminen sekä rikastushiekka-alueen ajoittainen pölyäminen.

Laukansalon louhoksella tapahtuvat toiminnot (malmin ja sivukiven lastaus sekä kuljetus) voivat aiheuttaa PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvon ylittymisen hankealueen eteläpuolella, mutta ei yhdelläkään

asuinkiinteistöllä tai loma-asunnolla (Kuva 16, Kuva 18). Koska korkeimmat pölypitoisuudet havaitaan pölyävän toiminnan läheisyydessä, on raja-arvojen ylittyminen hankealueen ulkopuolella todennäköisintä silloin, kun toiminta tapahtuu lähellä alueen rajaa. Mallinnuksessa pölyävä toiminta on sijoitettu niin, että se kuvaa toimintaa keskimääräisesti. Toimintojen sijoittelu vaikuttaa pölyjen leviämiseen ja hieman toisenlaisella sijoittamisella raja-arvojen ylitys on mahdollinen Laukansalon lounaispuolella Sulkavanniityllä.

Särkijärven louhoksella tapahtuvat lastaus sekä malmin ja sivukiven kuljetus Itäläjäitykselle aiheuttavat  $PM_{10}$ -vuorokausiraja-arvon ylityksiä hankealueen ulkopuolella. Tätä havaitaan etenkin Rannan suunnalla kaakossa, mutta ei yhdelläkään asuinkiinteistöllä tai loma-asunnolla (Kuva 16, Kuva 18).  $PM_{10}$ -vuorokausiraja-arvon ylitys on mahdollinen myös Ansanmäen läjityksen pohjoispuolella riippuen toimintojen sijoittumisesta. Koska maastonmuodot vaikuttavat hiukkasmaisten epäpuhtauksien leviämiseen, voi toimintojen toisenlainen sijoittuminen johtaa maastomuodoista johtuvaan tehokkaampaan leviämiseen alueen ulkopuolelle ja siten raja-arvojen ylityksiin.

Saamisen louhoksen ja läjitysalueen toiminnot voivat taustapitoisuus huomioon ottaen aiheuttaa  $PM_{10}$ -vuorokausiraja-arvon ylittymisen hankealueen ulkopuolella mutta ei kuitenkaan asuinkiinteistöillä tai loma-asunnoilla (Kuva 18).

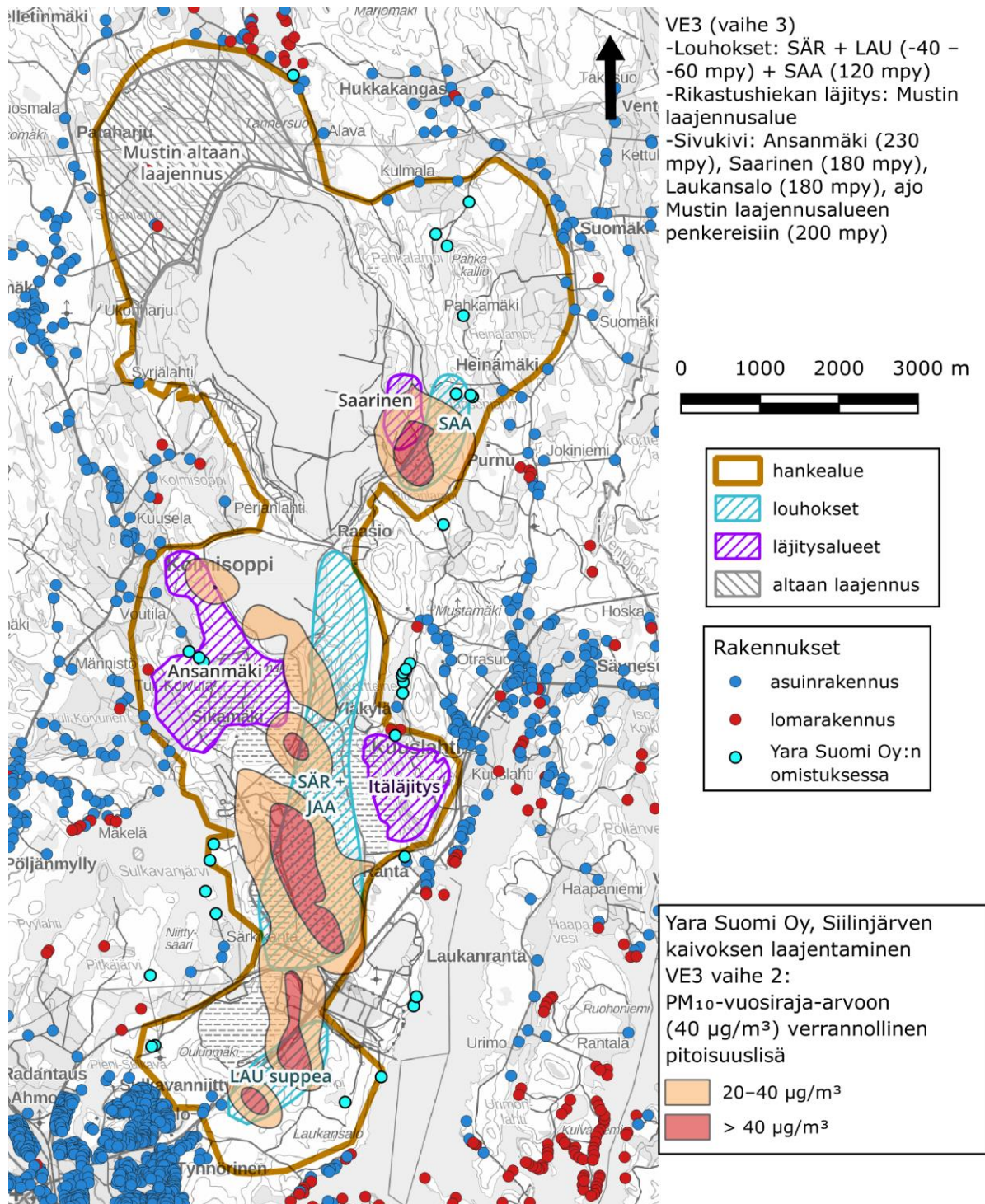
Vaihtoehtoon VE3 toimintavaiheen mallinnustuloksien mukaan sivukiven kuljetus Mustin tukipenkeisiin heikentää jonkin verran ilmanlaatua luoteessa, mutta raja-arvopitoisuudet eivät ylitä. Rikastushiekka-alueen ajoittaisten pölypäästöjen vaikutusten arvioidaan rajoittuvan rikastushiekka-alueen lähiympäristöön. Runsas pölyäminen voi näkyä esimerkiksi kasvillisuuden päällä tai lumen pinnalla. Vaikutukset ilmanlaatuun arvioidaan vähäisiksi ja lyhytaikaisiksi, eivätkä lyhytkestoisina esiintyvien korkeiden pitoisuuksien vaikutukset todennäköisesti ole merkittäviä raja-arvoihin verrattavien tuloksien kannalta.

$PM_{10}$ -vuosiraja-arvot eivät ylitä toimintavaiheessa hankealueen ulkopuolella (Kuva 17, Kuva 19).

33/46

34/46

35/46



Kuva 19. VE3, vaihe 3. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.

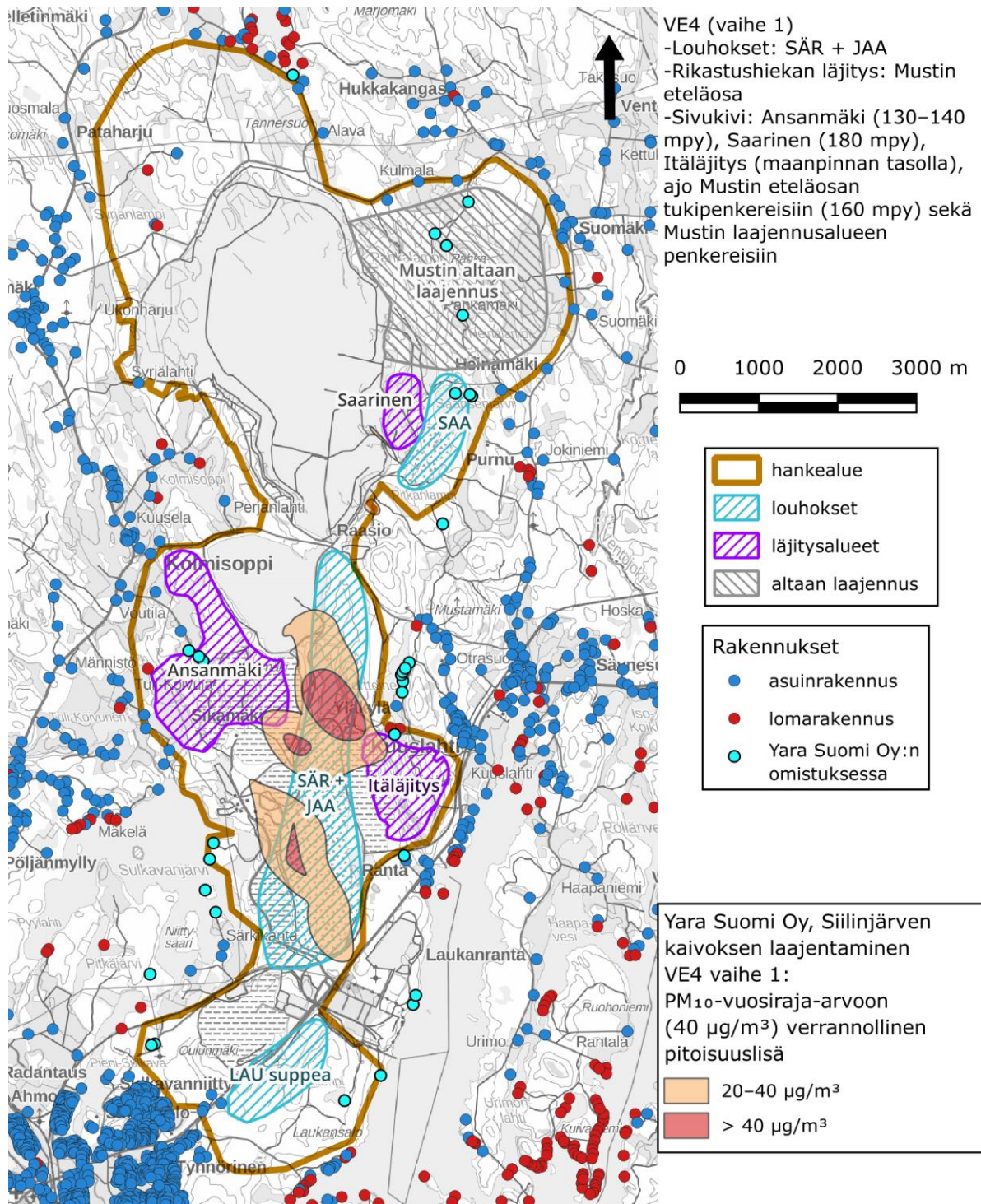
### 3.4 Vaihtoehto VE4

Laukansalon osalta mallinnuksen vaihe 1 kuvaa rakentamisvaihetta. Maamassojen käsittely ja kuljetukset Laukansalon louhoksen kohdalta eivät mallinnuksen mukaan aiheuta merkittäviä vaikutuksia ilmanlaatuun ([Kuva 20](#), [Kuva 21](#)).

Laukansalon louhoksen toteuttaminen vaatii kantatien 75 (Nilsiantie) linjauksen muutoksen, ja kipsin nykyisen läjitysalueen eteläreunasta joudutaan siirtämään kipsiä läjitysalueen sisällä toiseen kohtaan. Toiminto ja siitä mahdollisesti aiheutuvat ilmanlaatuvaikutukset ovat vastaavat kuin vaihtoehdossa VE1.

Samaan aikaan kun Laukansalon toimintoja rakennetaan, Särkijärven ja Jaakonlammen louhoksilla on normaali toimintavaihe käynnissä. Mallin mukaan PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvo ylittyy, alueen taustapitoisuus huomioiden, hankealueen ulkopuolella, alueen kaakkoisosassa. Alueella, jolla ylitys tapahtuu, ei sijaitse asuinkiinteistöjä tai loma-asuntoja ([Kuva 20](#)). Ylitys johtuu Särkijärven louhoksen toiminnasta (louhinta, lastaus, työkoneet) sekä kuljetuksista. PM<sub>10</sub>-vuosiraja-arvo ei ylity ([Kuva 21](#)).

**Kuva 20. VE4, vaihe 1. Vuorokausiraja-arvoon ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrannollinen pitoisuuslisä.**



Kuva 21. VE4, vaihe 1. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.

Mallinnuksen vaiheet 2 ja 3 kuvaavat vaihtoehtoon VE4 varsinaista toimintavaihetta, jossa pölypäästöjä aiheuttavat louhinta (porausta ja räjäytys), malmin ja sivukiven siirto (lastaus ja kippaus), kuljetus ja louhosten pölyäminen sekä rikastushiekka-alueen ajoittainen pölyäminen.

Laukansalon louhoksella tapahtuvat toiminnot (malmin ja sivukiven lastaus sekä kuljetus) voivat aiheuttaa PM<sub>10</sub>-vuorokausiraja-arvon ylittymisen hankealueen eteläpuolella, mutta ei yhdelläkään

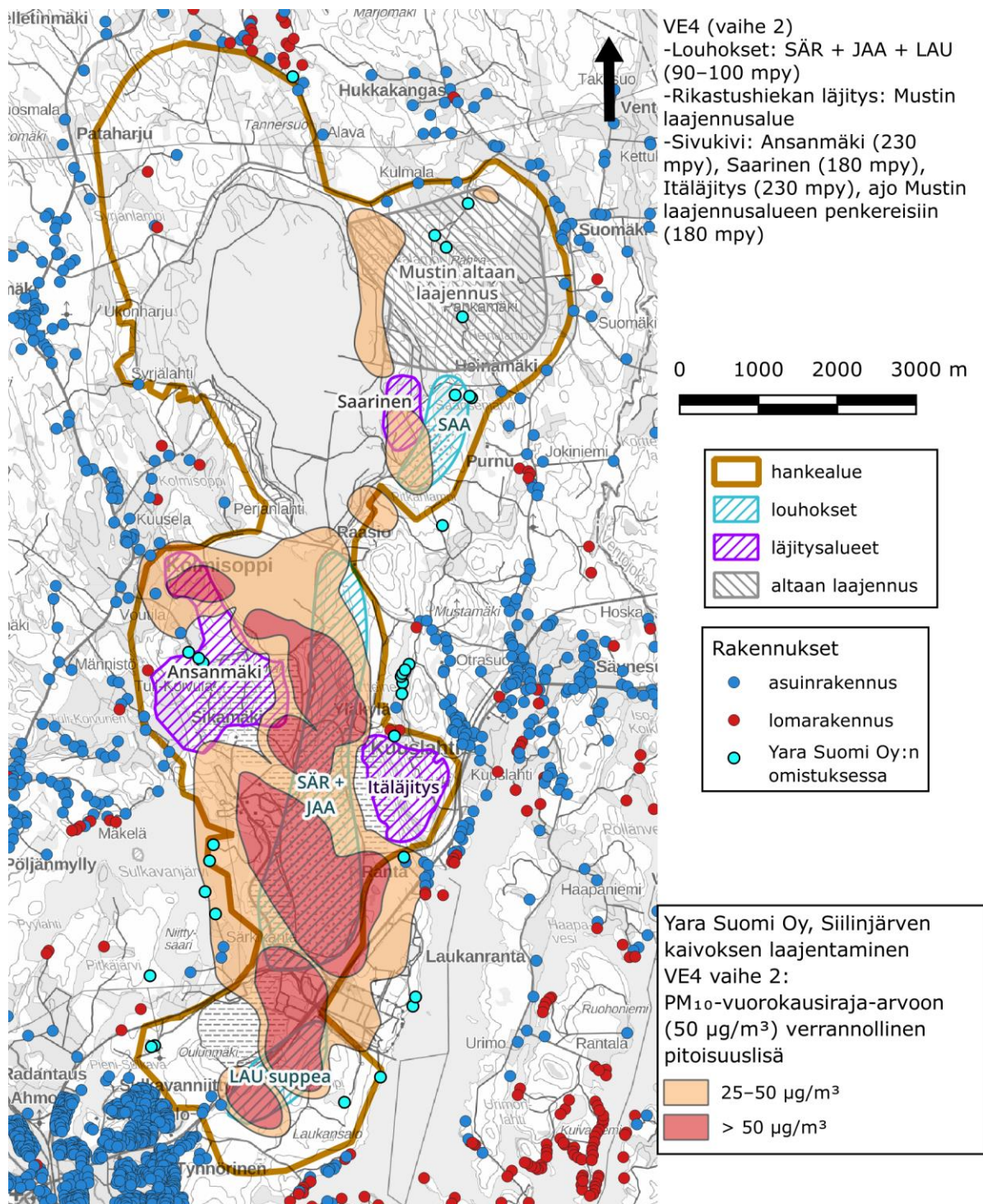
asuinkiinteistöllä tai loma-asunnolla (Kuva 22, Kuva 24). Koska korkeimmat pölypitoisuudet havaitaan pölyävän toiminnan läheisyydessä, on raja-arvojen ylittyminen hankealueen ulkopuolella todennäköisintä silloin, kun toiminta tapahtuu lähellä alueen rajaa. Mallinnuksessa pölyävä toiminta on sijoitettu niin, että se kuvaa toimintaa keskimääräisesti. Toimintojen sijoittelu vaikuttaa pölyjen leviämiseen ja hieman toisenlaisella sijoittamisella raja-arvojen ylitys on mahdollinen Laukansalon lounaispuolella Sulkavanniityllä.

Särkijärven louhoksella tapahtuva lastaus sekä malmin ja sivukiven kuljetus Itäläjäytykselle aiheuttavat  $PM_{10}$ -vuorokausiraja-arvon ylityksiä hankealueen ulkopuolella. Tätä tapahtuu etenkin Rannan suunnalla idässä, mutta ei yhdelläkään asuinkiinteistöllä tai loma-asunnolla (Kuva 22, Kuva 24).  $PM_{10}$ -vuorokausiraja-arvon ylitys on mahdollinen myös Ansanmäen läjityksen pohjoispuolella riippuen toimintojen sijoittumisesta. Koska maastonmuodot vaikuttavat hiukkasmaisten epäpuhtauksien leviämiseen, voi toimintojen toisenlainen sijoittuminen johtaa maastomuodoista johtuvaan tehokkaampaan leviämiseen alueen ulkopuolelle ja siten raja-arvojen ylityksiin.

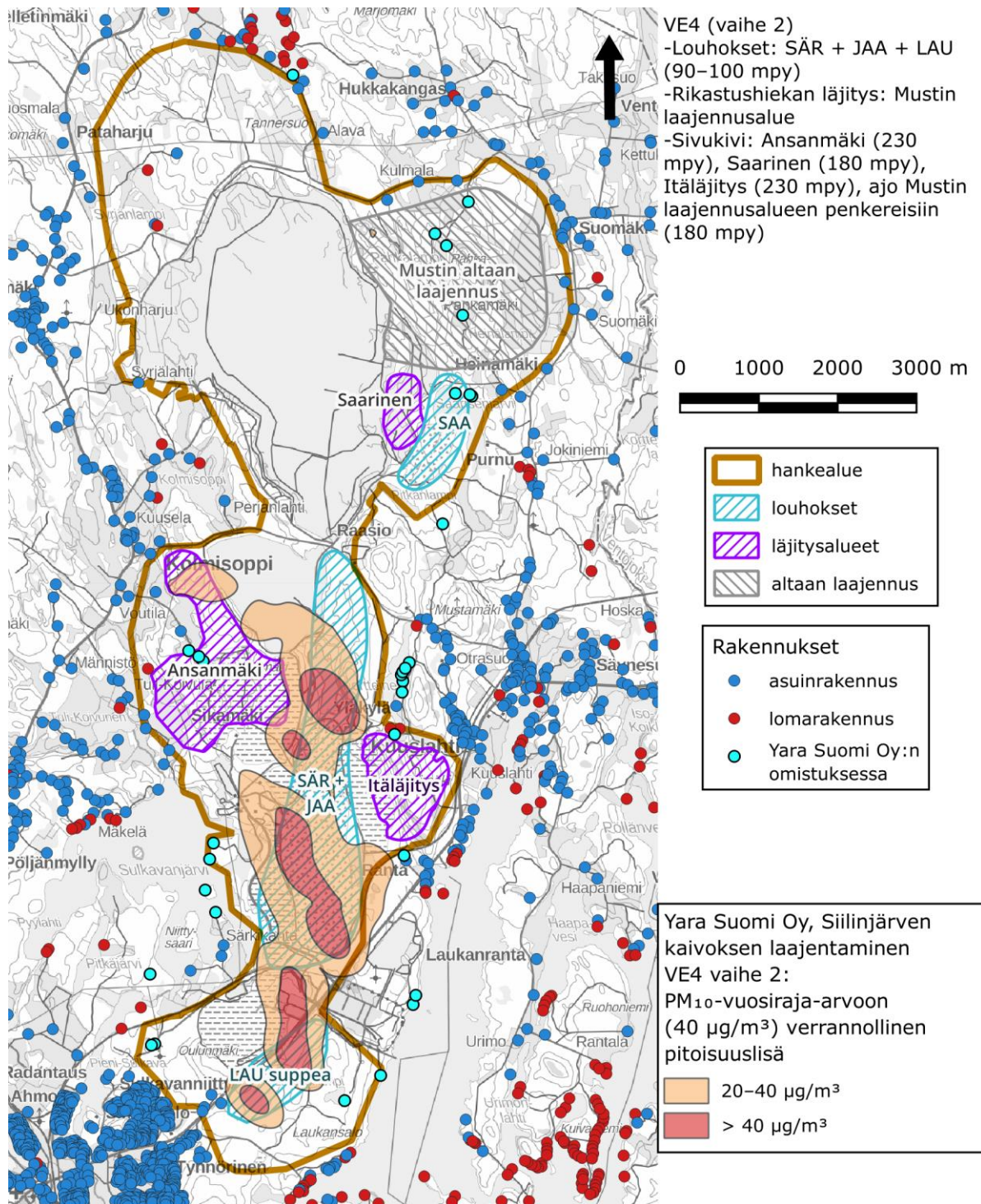
Saamisen louhoksen ja läjitysalueen toiminnot voivat taustapitoisuus huomioon ottaen aiheuttaa  $PM_{10}$ -vuorokausiraja-arvon ylittymisen hankealueen ulkopuolella, mutta ei kuitenkaan asuinkiinteistöillä tai loma-asunnoilla (Kuva 24).

Vaihtoehtoon VE4 toimintavaiheen mallinnustuloksien mukaan sivukiven kuljetus Mustin tukipenkeisiin heikentää jonkin verran ilmanlaatua koillisessa, mutta raja-arvopitoisuudet eivät ylitä. Rikastushiekka-alueen ajoittaisten pölypäästöjen vaikutusten arvioidaan rajoittuvan rikastushiekka-alueen lähiympäristöön. Runsas pölyäminen voi näkyä esimerkiksi kasvillisuuden päällä tai lumen pinnalla. Vaikutukset ilmanlaatuun arvioidaan vähäisiksi ja lyhytaikaisiksi, eivätkä lyhytkestoisina esiintyvien korkeiden pitoisuuksien vaikutukset todennäköisesti ole merkittäviä raja-arvoihin verrattavien tuloksien kannalta.

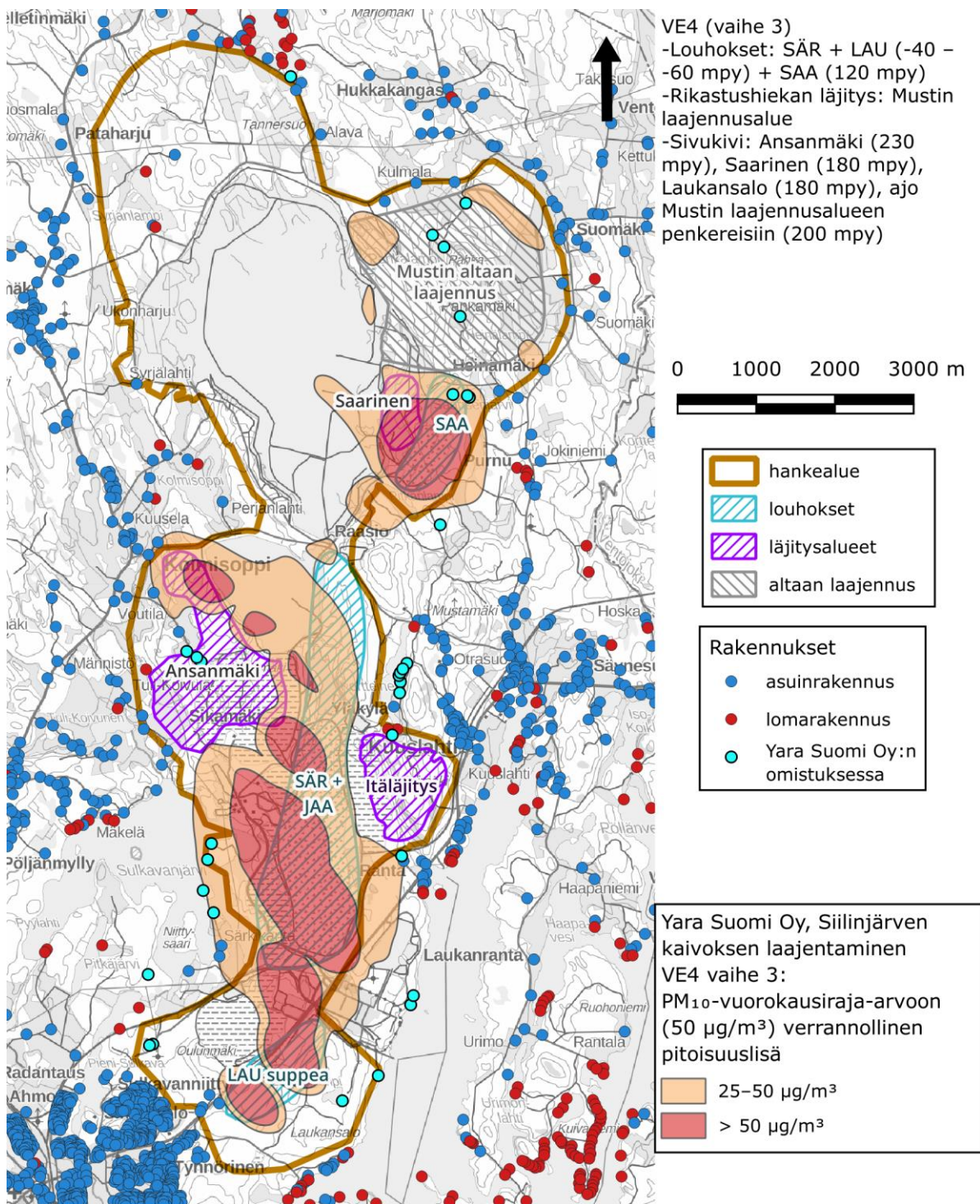
$PM_{10}$ -vuosiraja-arvot eivät ylittyneet toimintavaiheessa hankealueen ulkopuolella (Kuva 23, Kuva 25).



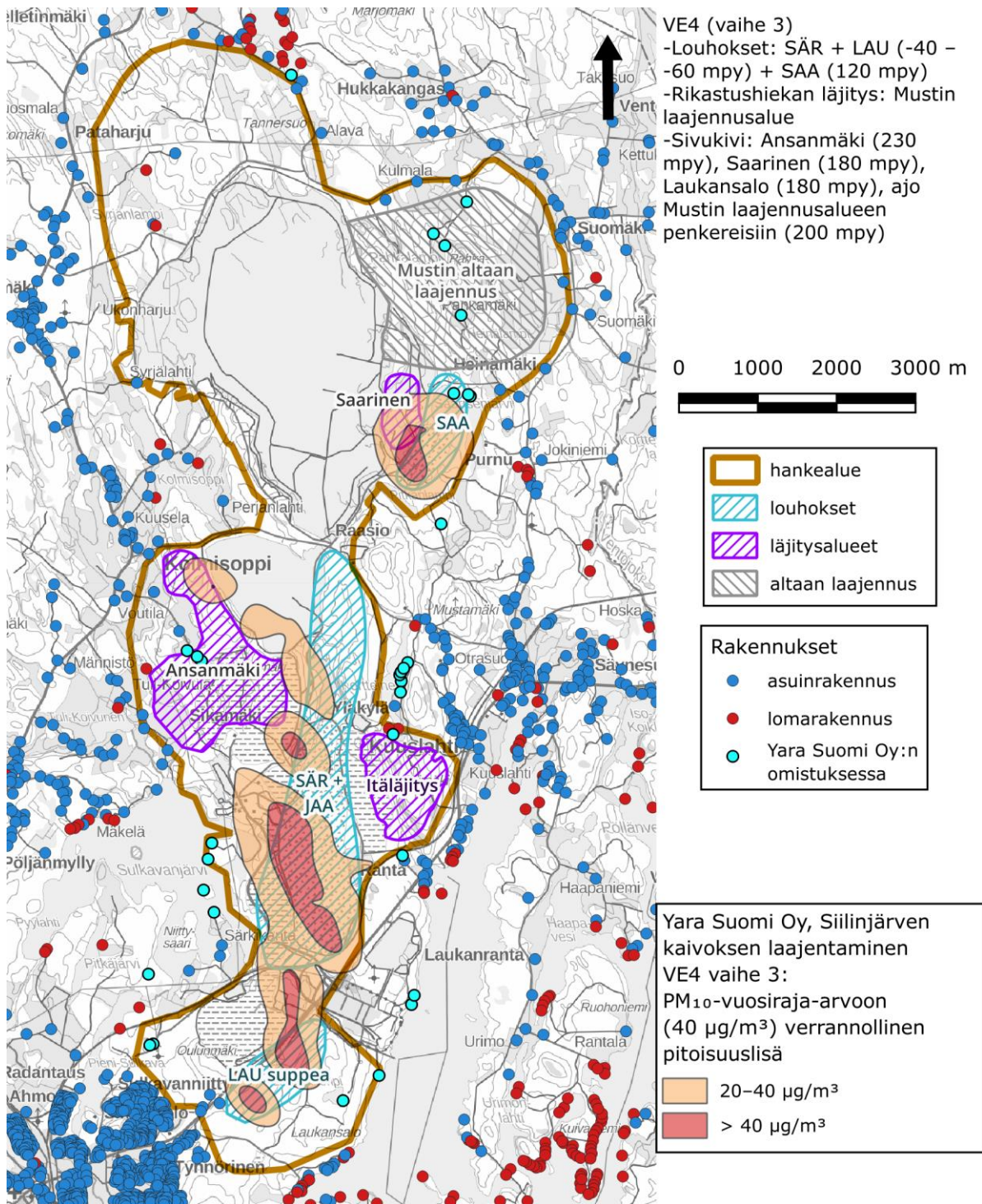
Kuva 22. VE4, vaihe 2. Vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 23. VE4, vaihe 2. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 24. VE4, vaihe 3. Vuorokausiraja-arvoon (50 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.



Kuva 25. VE4, vaihe 3. Vuosiraja-arvoon (40 µg/m<sup>3</sup>) verrannollinen pitoisuuslisä.

## 4. TULOSTEN TARKASTELU

Laukansalon louhos ja läjitys vaihtoehtojen VE1 ja VE2 malleissa heikensivät ilmanlaatua hankealueen eteläpuolella, verrattuna vaihtoehtoihin VE3 ja VE4, joissa louhos toteutetaan suppeampana. Laukansalon alue sijaitsee lähellä asuinalueita ja siellä muodostuva pöly voi heikentää läheisen asuinalueen (Sulkavanniitty) ilmalaatua erityisesti kuivalla ja tuulisella säällä.

Ansamäen laajennuksen eri vaihtoehtojen (VE1 ja VE2 verrattuna VE3 ja VE4) välillä ei näyttänyt olevan merkittävää eroa keskenään. Ansamäen toiminnot voivat heikentää ilmanlaatua hankealueen ulkopuolella riippuen niiden sijoittelusta. Itäläjäytyksen laajennuksella vaihtoehtoisissa VE3 ja VE4 ei mallinnuksen mukaan ollut merkittävää vaikutusta hankealueen itäosan ja välittömästi hankealueen ulkopuoliseen ilmanlaatuun.

Mustin rikastushiekka-altaan laajennus nykyisen altaan pohjoispuolelle (VE1 ja VE3) tai itäpuolelle (VE2 ja VE4) vaikutti jonkin verran uuden altaan ympäristön  $PM_{10}$ -pitoisuuksiin, mutta vaikutus hankealueen ulkopuoliseen ilmanlaatuun jäi vähäiseksi.

Ilmanlaadun kannalta hankealueen ulkopuolelle kohdistuvat vaikutukset ovat samankaltaisia eri vaihtoehtojen välillä. Merkittävimmät  $PM_{10}$ -hiukkaspitoisuudet havaitaan mallinnuksen mukaan hankealueella ja hiukkaspitoisuudet laskevat nopeasti siirryttäessä hankealueen ulkopuolelle. Yhdessä vaihtoehtoisessa  $PM_{10}$ -vuorokausiraja-arvo tai -vuosisiraja-arvo ei ylitä asuinalueiden tai loma-asunnon alueella.

### 4.1 Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen

Toiminnan vaikutuksia ilmanlaatuun voidaan vähentää esimerkiksi ajonopeuksia pienentämällä, kuljetusreittien ja muiden pölyävien alueiden kastelulla sekä muulla pölynhallinnalla. Pölyn leviämiseen kaivosalueen ulkopuolelle voidaan vaikuttaa myös sijoittamalla kuljetusreitit toisin. Kaivostoiminnoissa käytettäviä pölyntorjuntakeinoja ovat teiden ja kuljetusväylien kastelu, suolaus, mahdollisten asfalttipintojen puhtaanapito ja rikastushiekka-alueen kasvillisuuden kylvöt. Myös toimintojen jaksottaminen on tehokas keino rajoittaa pölypäästöjä ja ilmanlaatuvaikutuksia. Maainnituja pölyntorjuntakeinoja käytetään Siilinjärven kaivoksella jo nykyään.

Murskauksen pölypäästöjä voidaan pienentää kastelulla murskauksen kaikissa vaiheissa ja koteloiduilla kuljetinhienoilla. Tehokkaalla kastelulla murskauksen pölypäästöjä voidaan pienentää kirjallisuuden perusteella 80–90 % (GTK, 2013). Materiaalin siirron ja kuljetuksen pölypäästökertoimet ovat kostealla maa-aineksella noin 90 % pienempiä. Lisäksi hihnan oikeanlainen lastaaminen ja mahdollisimman matalat pudotuskorkeudet vähentävät pölyn muodostumista, kun taas hihnan käyttäminen ylikapasiteetilla lisää pölypäästöjä.

Kaivoksen kuljetusten aiheuttamia ilmapäästöjä vähennetään käyttämällä modernia kuljetuskalustoa, sekä vähentämällä kuljetussuoritteita kuljetuskalustoa suurentamalla. Louhoksella on käytössä toiminnanohjausjärjestelmä, jolla voidaan muun muassa optimoida kuljetuksiin käytettävien louheautojen määrää ja seurata koko ajan tilanteen kehittymistä ja reagoida tilanteeseen vastaavalla tavalla.

### 4.2 Yhteisvaikutukset

Ilmanlaatuun vaikuttavat kaikki alueen päästölähteet sekä kaukokulkeuman mukana jopa yli tuhannen kilometrin päästä kulkeutuneet hiukkaset. Ilmanlaadun yhteisvaikutuksilla tarkoitetaan näitä kaikkia ilman epäpuhtauksia yhdessä. Louhosalueet ja niillä toiminta ovat paikallisia päästölähteitä. Kaivostoiminnassa pölypäästöjä syntyy mm. louhinnasta, murskauksesta, kiviaineksen kuljetuksista, lastauksista ja purkamisesta, rikastushiekka-altaista ja liikenteestä. Muualta peräisin

olevat karkeamman kokoluokan hiukkaset ovat peräisin mm. katupölystä, maaperästä tai biologisista lähteistä kuten siitepölystä ja homesienten itiöistä. Sen sijaan pienemmät hiukkaset (halkaisija alle 2,5 µm) ovat peräisin mm. polttoprosesseista, kuten puun pienpoltosta, energiantuotannosta, liikenteen pakokaasupäästöistä sekä kaukokulkeumasta, mutta myös teollisuudesta. Suurempien hiukkasten vaikutus ilmanlaatuun on usein paikallinen ja rajautuu päästölähteen läheisyyteen, kun taas pienemmät hiukkaset kulkeutuvat ilmakehässä jopa tuhansien kilometrien matkan. Laajalle leviävien hiukkasten pitoisuuksiin on vaikea vaikuttaa paikallisesti, mutta niiden vähentämiseksi tulisi esimerkiksi suosia vähäpäästöisiä polttotekniikoita ja puhtaita, moderneja polttoaineita, sekä mahdollisia päästövähennystekniikoita, kuten suodattimia. Yara Suomi Oy:n kaivos- ja tehdasalueella päästöjä ilmaan syntyy useista eri lähteistä. Tehtaalta muodostuu sekä kaasumaisia että hiukkasmaisia päästöjä, kun taas kaivosalueella syntyvistä päästöstä hiukkasmaiset päästöt ovat merkittävämmät.

Kipsin läjityksen erillisselvityksessä (Ramboll Finland Oy 2023) on kuvattu kipsin läjityksen vaikutusta ilmanlaatuun. Kipsin läjitysalueelta voi muodostua pölypäästöjä erityisesti kuivissa ja tuulisissa olosuhteissa aiheuttaen viihtyvyshaittaa, mutta tällaisten olosuhteiden ei arvioida olevan säännöllisiä. Kipsiä kuljetetaan katetuilla kuljettimilla, joista ei vapaudu pölyä ulkoilmaan. Kipsin läjitysalueilla vapautuu fluorivetyä, mutta pitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin terveyshaittojen arvioinnissa käytetyt raja-arvot. Kaivoistoiminnoista (louhinta, rikastushiekan ja sivukivien läjitys, kuljetukset) ei aiheudu fluorivetyä. Kipsin läjitystä enemmän alueen ilmanlaatuun voidaan vaikuttaa rajoittamalla louhintaa, lastauksia ja kippauksia, kuljetuksia sekä kohdistamalla pölyntorjuntaa alueille, jotka ovat herkkiä pölyämislle.

Osa pölyävästä toiminnasta tapahtuu vain niinä aikoina, jolloin toimintaa on käynnissä. Kipsin läjitysalueilla, louhosalueilla ja sivukivialueilla pölyämistä tapahtuu samanaikaisesti, heikentäen alueen ilmanlaatua erityisesti kuivalla ja tuulisella säällä. Yhteysvaikutusta voi tapahtua erityisesti siellä, missä pölyävät alueet sijaitsevat lähellä toisiaan. Kipsin läjityksellä, louhinnalla ja sivukiven läjityksellä arvioidaan olevan jonkin verran yhteisvaikutuksia hankealueen rajan läheisyydessä, esimerkiksi Sulkavanniityllä.

## **RAMBOLL FINLAND OY**

Ympäristö ja terveys / Ilmanlaatu ja melu

Toni Keskitalo  
tutkimuspäällikkö

Mikko Hoppo  
ryhmäpäällikkö