

16X124912.WP2.200
15.10.2013

GOLD FIELDS ARCTIC PLATINUM OY
Suhangon kaivoshankkeen laajennuksen YVA-menettely

**KAIVOSTOIMINNASSA MUODOSTUVA PÖLY JA
SEN LEVIÄMINEN**

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Sisältö

1	JOHDANTO	4
2	KAIVOSTOIMINNASSA MUODOSTUVAT PÖLYPÄÄSTÖT	5
2.1	Yleistä	5
2.2	Kaivoksen rakentamisen aikaisten pölypäästöjen muodostuminen	5
2.2.1	Pintamaan poiston aiheuttama pölypäästö	5
2.2.2	Muut rakennusaikaiset pölypäästöt	6
2.3	Toiminnan aikaisten pölypäästöjen muodostuminen	6
2.3.1	Louhinta	6
2.3.2	Murskaus	8
2.3.3	Ajoneuvokuljetuksen pölypäästöt	9
2.3.4	Hihnakuuljetus	10
2.3.5	Jauhatus	12
2.3.6	Tuotteiden kuljetus ja lastaus	12
2.3.7	Vaahdotuksen rikastushiekka-alueen pölypäästö	12
2.3.8	Hydrometallurgisen jäännössakka-altaan pölypäästöt	14
2.3.9	Sivukivialueiden pölypäästöt	14
2.3.10	Pintamaiden läjitysalueiden pölypäästöt	16
2.3.11	Marginaalimalmialueiden pölypäästöt	16
2.4	Pölypäästöt vaihtoehtoittain	17
2.5	Sulkemis- ja jälkihoitovaiheen pölypäästöt	21
3	MUODOSTUVAN PÖLYN LAATU	21
4	PÖLYN LEVIÄMISLASKELMAT	24
4.1	Taustaa	24
4.2	Mallinnus ja lähtötiedot	25
4.3	Mallinnetut toiminnot ja laskentaperusteet	27
4.4	Jakaumakuvat	28
4.4.1	Erillistilanteet	28
4.4.2	Kaivoksen elinkaaren mukaiset tarkastelutilanteet	29
4.4.3	TSP vuorokausiarvojen aikasarjat	30
4.5	Pölyn leviäminen YVA-menettelyn päävaihtoehtoille	35
4.5.1	Vaihtoehto VE1	35
4.5.2	Vaihtoehto VE2	36
4.5.3	Vaihtoehto VE2+	36
5	YHTEENVETO	36
6	LÄHDELUETTELO	37

LIITTEET

1	TSP-pitoisuudet eri vuorokaudenaikoina
2	Mallinnuksen sääaineisto
3	Pölyn leviämisen jakaumakuvat yksittäisille toiminnoille
4	Pölyn leviämisen jakaumakuvat tarkastelutilanteissa

1 JOHDANTO

Kaivoksen toiminnassa muodostuu ilmaan johdettavia päästöjä sen kaikissa elinkaaren vaiheissa. Rakennusaikaiset päästöt ilmaan ovat enimmäkseen maarakennuksesta aiheutuvaa pölyä sekä kuljetusten ja työkoneiden pöly- ja pakokaasupäästöjä. Pakokaasun ohella muita kaasumaisia päästöjä ei rakennusaikana muodostu ainakaan merkittäviä määriä.

Kaivoksen normaalitoiminnan huomattavimmat päästölähteet ilmaan ovat mineraalipölypäästöt malmin ja sivukivien louhinnasta ja käsittelystä kaivosalueella. Räjähdyksissä muodostuu pölyn ohella kaasumaisia päästöjä. Lisäksi prosesseista sekä mahdollisista lämmityskattiloista aiheutuu kaasumaisia päästöjä, jotka ovat kuitenkin hajanaisia pölypäästöjä helpommin hallittavissa ja käsiteltävissä. Myös toiminta-aikana muodostuu pakokaasupäästöjä työkoneista sekä kuljetuksista alueen sisällä ja sen ulkopuolelta.

Aktiivisen sulkemisvaiheen päästöt ilmaan vastaavat pitkälti rakennusvaiheen päästöjä. Jätealueiden peittokerrosten tekemiseen liittyvät maarakennustyöt voivat aiheuttaa pölyn muodostumista. Vastaavasti alueiden tasauksessa ja siistimisessä muodostuu pölyä. Rakennusten ja rakenteiden purkamisessa muodostuu pölyä, jonka koostumus osin poikkeaa maarakennustyössä muodostuvasta, koska rakenteissa on betonia, puuta ja metallia. Varsinainen rakennusten purku kestää kuitenkin lyhyen aikaa, mikä vähentää muodostuvien pölypäästöjen merkitystä. Myös purkuvaiheessa syntyy työkoneista ja kuljetuksista pöly- ja pakokaasupäästöjä.

Asianmukaisesti suljetun kaivoksen päästöt ilmaan ovat merkityksettömiä. Alkuvaiheessa, kun kasvillisuus on vielä niukkaa, saattaa tuulierosio irrottaa ja kuljettaa hienoainesta. Pölyn muodostuminen vähenee ajan myötä kasvillisuuden levitessä alueelle. Suljetulta kaivosalueelta ei muodostu kaasumaisia päästöjä ilmaan.

Kaivoksen rakennusvaihe kestää arviolta kaksi vuotta. Myös tämän jälkeen maarakennustyöt jatkuvat, kun uusia louhoksia otetaan käyttöön ja niiden sivukivialueet, pintamaiden läjitysalueet ja marginaalimalmialueet suljetaan. Vastaavasti sulkemistyöt aloitetaan ensimmäisten louhosten osalta jo siinä vaiheessa kun seuraavat louhokset ovat tuotannossa ja viimeisiä louhoksia vasta otetaan käyttöön. Kaivoksella voi siten muodostua samanaikaisesti osalla alueesta rakennusvaiheeseen liittyviä päästöjä, osalla toiminnasta aiheutuvia päästöjä ja osalla sulkemistöihin liittyviä päästöjä ilmaan.

Koska kaikissa vaiheissa pöly on merkittävin ilmaan aiheutuva päästö, on päästöjen ja niiden leviämisen arvioinnissa asetettu suurin painoarvo pölylle. Toisaalta päästöjä aiheuttavista tekijöistä on painotettu toimintavaiheen päästöjä, jotka ovat ajallisesti merkittävimmät. Päästöjen arvioinnissa on nojaututtu pääasiassa GTK:n Minera-hankkeessa tuotettuun aineistoon.

2 KAIVOSTOIMINNASSA MUODOSTUVAT PÖLYPÄÄSTÖT

2.1 Yleistä

Pölyllä tarkoitetaan ilmassa hiukkasmuodossa olevaa ainesta. Kaivoksiin liittyvä pöly on jaoteltu tyypillisesti seuraaviin fraktioihin:

- TSP (kokonaisleijuma)
- PM₁₀ (halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (µm) hiukkaset)
- PM_{2,5} (halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometrin (µm) hiukkaset)

Hengitettävillä hiukkasilla tarkoitetaan hiukkasfraktiota PM₁₀ ja pienhiukkasilla fraktiota PM_{2,5}.

Varsinainen kaivostoiminta (malmin käsittely) tuottaa pääasiassa isokokoisia hiukkasia ilmaan, kooltaan yli 10 µm. Polttoperäiset prosessit ja pakokaasupäästöt tuottavat PM_{2,5} fraktioita.

Minera-aineistossa ei kaikkien toimintojen osalta ole esitetty ominaispäästölukuja PM_{2,5}-fraktiolle. Näissä tapauksissa tässä raportissa arvioidaan PM_{2,5}-fraktioiden määrän olevan 10 % PM₁₀:sta.

2.2 Kaivoksen rakentamisen aikaisten pölypäästöjen muodostuminen

Kaivoksen rakentamiseen liittyy laajoja maa- ja pohjarakennustöitä, joissa muodostuu pölypäästöjä. Laaja-alaisinta on pintamaan poistosta aiheutuva pölyäminen. Pintamaa poistetaan louhosten alueilta, rakennusten ja rakenteiden kohdilta, rikastushiekka-altaan, hydrometallurgisen jäännössakka-altaan ja vesivarastoaltaan patorakenteiden kohdalta sekä tarvittaessa, maaperän laadusta riippuen, kaivannaisjätteiden varasto-alueilta laajemminkin.

Lisäksi rakennusaikana aiheutuu pölypäästöjä rakennusmassojen ja -materiaalien kuljetuksista kaivosalueen sisällä ja ulkopuolelta, kaivannaisjätealueiden pato- ja pohjarakenteiden tekemisestä sekä rakennusten ja muun infrastruktuurin rakentamisesta. Tarvekiven louhinta ja murskaus aiheuttaa sekin pölypäästöjä.

2.2.1 Pintamaan poiston aiheuttama pölypäästö

Pintamaan poiston pölypäästö koostuu pintamaan kaivusta (irrotuksesta), lastauksesta kuljetettavaksi ja purkamisesta varastokasaan. Pintamaan poiston pölypäästöjä on kansainvälisesti useimmiten arvioitu puskutraktoriyöskentelyn aiheuttamien pölyvaiikutusten perusteella. Suomessa puskutraktori soveltuu kuitenkin vain joidenkin kaivoskohteen apualueiden raivaamiseen tai maan pintaosan eloperäisen aineksen poistamiseen. Laajemmat maansiirtotyöt, joiden tarkoituksena on poistaa irtomaakerros louhittavan esiintymän päältä, tehdään kuitenkin useimmiten kaivamalla ja kuljettamalla maamassat varastokasoihin tai suoraan hyötykäyttöön kuorma-autoilla tai kaivoskuorma-autoilla. Tällaisessa tapauksessa rakentamisvaiheen pölypäästöjä voidaan ar-

vioida yhdistämällä kauhakuormaajalastauksen, maamassojen kuorma-autolla tapahtuvan siirtämisen ja aineiden auton lavalta purkamisen aiheuttamat arvioidut päästöt.

Suhangossa pintamaan poisto on suunniteltu toteutettavan ainoastaan kesäaikana. Pintamaan sijoitusalueet sijaitsevat louhosten välittömässä läheisyydessä, näin kuljetusten aiheuttamat pölypäästöt jäävät mahdollisimman pieniksi. Pintamaan poistosta muodostuu louhoksittain pölypäästöjä arviolta seuraavasti:

	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
Ahmavaara	131	21	2,1
Konttijärvi	55	49	4,9
Tuumasuo	61	44	4,4
Suhanko-Pohjoinen	119	23	2,3
Vaaralampi	66	24	2,5
Pikku-Suhanko	58	21	2,2

Töiden on kunkin louhoksen osalta arvioitu kestävän kaksi vuotta. Laskennassa on huomioitu lastauksen, maamassojen siirtämisen ja lavalta purkamisen aiheuttamat päästöt.

Louhosalueiden lisäksi rakennusvaiheessa poistetaan pintamaa rakennusten ja rakenteiden kohdilta, patorakenteiden kohdalta sekä tarvittaessa kaivannaisjätteiden varastoalueilta. Tehdasalueelta ja patojen kohdalla poistettava ala on arviolta noin 200 ha. Työt ajoittuisivat kokonaan kaivoksen ensimmäiselle toimintavuodelle ja arvioitu pölypäästö olisi:

TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
96	32	3,2

2.2.2 Muut rakennusaikaiset pölypäästöt

Rakennusaikana pölypäästöjä aiheutuu kaivannaisjätealueiden pato- ja pohjarakenteiden tekemisestä sekä rakennusten ja muun infrastruktuurin rakentamisesta. Pintamaan poistotoihin verrattuna päästöjä voidaan kuitenkin pitää pieninä, eikä niitä ole tässä yhteydessä arvioitu. Rakennusmassojen ja -materiaalien kuljetusten aiheuttamien pölypäästöjen voidaan arvioida olevan samaa tasoa kuin rikaste- ja kemikaalikuljetusten (kohta 2.3.6).

2.3 Toiminnan aikaisten pölypäästöjen muodostuminen

2.3.1 Louhinta

Louhinnan aiheuttamat pölypäästöt koostuvat louhintaräjätysten aiheuttamista pölyvaikutuksista ja räjäytyskentän valmisteluun liittyvän kallion porauksen pölyvaikutuksista. Louhintatavasta riippuen syntyy pölyä myös louheen rikotuksesta. Louheen riko-

tukselle ei kuitenkaan ole päästöarviointimenetelmiä ja se saattaa myös olla varsin pieni mineraalipölyn lähde.

Räjähdyksen pölypäästöjen arviointimenetelmät perustuvat kolmeen muuttujaan: keralla räjäytettävä vaakasuora pinta-ala, räjäytysreikien syvyys ja käytetty räjähdysainemäärä. Erityisen suuri vaikutus pölypäästön suuruuteen on porauskaluston ja siihen liittyvän pölynvaimennustekniikan oikealla käytöllä, jolla porauksen pölypäästö voidaan saada hyvinkin pieneksi.

Räjähdytysten pölymäärää voidaan arvioida Commonwealth of Australian (2001) esittämällä yksinkertaistetulla, räjäytettävän rintausten vaakasuoraan pinta-alaan perustuvalla menetelmällä. Arviointitavalla saadaan pölypäästöistä karkea arvio, joka ei ota huomioon esimerkiksi räjäytysteknisiä keinoja pölyvaikutuksien vähentämiseksi. Laskentatapa on kokonaisleijumalle (TSP), josta PM₁₀ ja PM_{2.5} saadaan kertoimilla 0,52 ja 0,03.

Suhangon kaivoksella louhinta on suunniteltu toteutettavan kaikilta osin avolouhintana. Louhinnassa kiviaines rikotaan kuljetukseen ja murskaukseen soveltuvan kokoiseksi poraus- ja räjäytystekniikalla. Poraus suoritetaan uppoporakone- tai iskuvasarakalustolla. Porattavat reiät ovat noin 9 m syviä. Malmia louhittaisiin 10 Mt vuodessa hankevaihtoehdosta riippuen kaikkiaan kolmesta (VE1), viidestä (VE2) tai kuudesta (VE2+) louhoksesta, jotka eivät kuitenkaan olisi tuotannossa samanaikaisesti. Arviolta räjäytyksiä tehdään noin kymmenisen kertaa viikossa. Louhosten syventyessä räjäytyksissä muodostuva pöly jää louhoksen sisälle, pölypäästöjä syntyy siten käytännössä vain louhinnan alkuvaiheessa.

Laskennassa on arvioitu suurimman pölypäästön muodostuvan 5 ensimmäisen viikon aikana ja 10 viikon louhinnan jälkeen ei oleteta louhoksen ulkopuolelle enää leviävän merkittävää pölyhaittaa. Edellä mainitulla tavalla arvioidut räjäytyksessä muodostuvat pölypäästöt Suhangon louhoksille olisivat seuraavat:

TSP	PM10	PM2.5
t/a	t/a	t/a
5,8	3,0	0,2

Räjähdyksenttien valmisteluun liittyvän pölypäästön arviointiin Mojave desert Air Quality Management District, Antelope Valley Air Pollution Control District (2000) on määritellyt laskentamallin keskimääräisen räjäytysreikien määrän perusteella seuraavasti:

TSP Ef = 0,59 kg/räjäytysreikä
 PM₁₀ Ef = 0,31 kg/räjäytysreikä
 PM_{2.5} Ef = 0,31 kg/räjäytysreikä

Arvio ei ota huomioon esimerkiksi reikien syvyyttä ja halkaisijaa tai kivilajia. Porauskaluston ja siihen liittyvän pölynvaimennustekniikan oikealla käytöllä pölypäästö voidaan saada arvioitua pienemmäksi. PM₁₀- ja PM_{2.5}-arvioiden summa on suurempi kuin TSP-arvio, mutta päästökertoimien käyttö on kuitenkin suositeltavaa paremman arviointimenetelmän puuttuessa.

Suhangossa kaikessa porauskalustossa käytetään pölynkeräystekniikkaa. Porauksessa syntyy siten lähinnä suurempia lastuja, koska pienijakoisempi pöly pyritään keräämään talteen. Koska porauksesta aiheutuva pölypäästö on ominaiskuormituslukujen perusteella ilman vähennystoimiakin muuhun kaivostoimintaan verraten melko pieni, ei porauksesta Suhangon tapauksessa arvioida muodostuvan merkittävää pölyhaittaa.

2.3.2 Murskaus

Louhittu malmi murskataan, jotta se saadaan rikottua raekooltaan jatkokäsittelyyn sopivaksi. Murskattaessa kiviainesta siihen kohdistuu suuria voimia, jotka irrottavat kiviaineksesta pölyhiukkasia. Kallioainesta murskattaessa iskemällä, puristamalla tai räjäyttämällä kiviaineksesta lohkeaa tai hankautuu irti hiukkasia. Mitä enemmän kiviainesta murskataan, sitä enemmän hienoainesta ja siten myös pölypäästöjä syntyy. Syntyneiden hiukkasten määrä on myös verrannollinen murskaamisessa käytettyyn energiamäärään. Murskauksen ja seulonnan pölypäästöt riippuvat oleellisesti laitteiston sijainnista eli siitä, tehdäänkö toiminta maan alla, sisätiloissa vai ulkona. Pölypäästöjen määrä ja laatu riippuvat kivilajista ja malmin laadusta sekä käytetystä tekniikasta. Hiukkasten syntymiseen kallioainesta murskattaessa vaikuttavat kiviaineksen kovuus, tiheys ja kosteus. Lisäksi syötteen koko ja mineraalirakenne vaikuttavat pölynmuodostukseen murskauksessa. Eri mineraalit rikkoutuvat eri tavalla, joten kivi-pölyn mineraalisuhteet eivät ole samat kuin murskattavan kiven.

Käytetyssä tekniikassa pölyämiseen vaikuttavia asioita ovat murskaimen tyyppi, syötteen koon pienennysuhde, läpäisyaste, kosteusprosentti ja hienoainespitoisuus. Iskuun perustuva murskaaminen tuottaa enemmän pölyhiukkasia kuin puristukseen perustuva. Sääolosuhteissa vaikuttavia asioita ovat tuulen nopeus, vuodenaika ja ilman kosteus. Kokonais- ja pienhiukkasten määrä kasvaa esimurskauksesta jälkimurskaukseen.

Ensimmäistä murskausvaihetta nimitetään esi- tai karkeamurskaukseksi ja Suhangossa siihen käytetään karamurskaimia. Tarvittaessa karamurskaimelle syötettävä kiviaines rikotaan ennen esimurskausta pienempään raekokoon siirrettävillä kivimurskaimilla. Murske kuljetetaan hihnakuljettimella katettuun murskevarastoon. Murskevarastosta esimurskattu kiviaines kuljetetaan hihnakuljettimella semiautogeenimyllylle jauhatukseen.

Suhangon kaivoksen suunnittelussa perusratkaisu kaikkien louhosten osalta on louhitun ja rikotun malmin kuljetus rikastamoalueelle sijoittuvaan murskaamoon. Murskaamo on katettu ja varustettu pölynestolaitteistoilla, joita ovat veden suihkutuslaitteistot, kuljettimien ja välivaraston kattaminen sekä pussisuodattimet. Suodattimien poistoilman hiukkaspitoisuus on enintään 10 mg/m³ (n). Suihkutuslaitteistoilla pienennetään pölypäästöjä murskan syöttö- ja purkupäästä sekä louhekentältä ja murskevarastosta. Suodattimilla kerätty pöly syötetään takaisin prosessiin.

Koska murskaamo on katettu ja pölynpoistosta on huolehdittu, itse murskaamolta ei aiheudu pölypäästöjä ympäristöön. Mahdollisia pölylähteitä ovat murskan syöttö ja purku. Niissä suihkutuslaitteistolla saadaan pölypäästöä merkittävästi vähennettyä.

Etäämpänä sijaitsevien louhosten osalta vaihtoehtona on myös esimurskauksen sijoittaminen louhokseen ja murskatun malmin siirto katetulla hihnakuljettimella välivarastoon.

Mikäli esimurskaus Suhanko-Pohjoisen osalta suoritettaisiin jo louhoksessa, toiminnasta aiheutuva arvioitu vuosittainen pölypäästö olisi suurimmillaan:

TSP	PM10	PM2.5
t/a	t/a	t/a
70	28	2,8

Päästöt olisivat suurimmillaan louhinnan alkuvaiheessa, koska louhoksen syventyessä pölyn leviäminen ympäristöön vähenee. Esimurskattu aines kuljetetaan murskaamolle hihnakuljettimilla, joiden pölypäästöt on arvioitu kohdassa 2.3.4.

2.3.3 Ajoneuvokuljetuksen pölypäästöt

Avolouhoksissa malmi kuljetetaan kuorma-autoilla, dumppereilla ja kiviautoilla, ”kumi-pöyräjunilla” tai vaihtoehtoisesti etäämpää sijaitsevilta louhoksilta hihnakuljettimella.

Malmin kuljetuksesta aiheutuu mineraalipöly- ja pakokaasupäästöjä ympäristöön. Kaivosalueilla tiet ovat päällystämättömiä. Malmikuljetusten mukana päällystämättömästä tiestä irtoaa malmi- ja sivukiveä, joka jauhautuu hienojakoiseksi mineraalipölyksi raskaan liikenteen alla ja aiheuttaa pölypäästöjä alueelle. Mineraalipöly saattaa sisältää hiukkasten lisäksi terveydelle haitallisia metalleja. Ajoneuvoliikenteen aiheuttamiin pöly- ja pakokaasupäästöjen määrään vaikuttavat lastaus- ja purkamismäärät sekä kuljetusmatkan pituus (Kauppila et al. 2011). Pakokaasupäästöt on kuvattu ja arvioitu erikseen YVA-selostuksen kohdassa 7.14 ”Liikennevaikutukset”.

Malmikuljetusten aiheuttamaa pölypäästöä voidaan vähentää lastattavan kuorman ja ajoteiden kastelulla, pölynsidonta-aineiden käytöllä ja kuormien peittämisellä. Pitkillä kuljetusmatkoilla pölypäästöjä voidaan vähentää pesemällä ajoneuvon renkaita (Kauppila et al. 2011). Kuljetuskaluston lavalta aiheutuvista pölypäästöistä ei ole juurikaan ulkomaista tai kotimaista kirjallisuutta saatavilla. Kuormasta irtoavan pölyn haittaa pidetään lähinnä esteettisenä etenkin talvikautena pölyn erottuessa lumesta. Ajoneuvokuljetusten pölyämisvaikutusta arvioidaan erikseen kaivosalueiden päällystämättömille teille ja maantiekuljetuksessa päällystetyille teille (USEPA 2009).

Arvio kiviautoilla tehtävien malmikuljetusten aiheuttamista pölypäästöistä louhoksittain vuositasolla (t/a) ja koko toiminnan aikana (t, tot) on esitetty alla olevassa taulukossa:

	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a	TSP t (tot)	PM10 t (tot)	PM2.5 t (tot)
Ahmavaara	11	3,7	0,4	184	59	5,9
Konttijärvi	8,1	2,6	0,3	48	16	1,6
Tuumasuo	10	3,2	0,3	60	19	1,9
Suhanko-Pohjoinen	20	6,6	0,7	266	85	8,5
Vaaralampi	14	4,6	0,5	100	32	3,2
Pikku-Suhanko	5,7	1,8	0,2	5,7	1,8	0,2

”Kumipyöräjunia” käytettäessä edestakaiset ajomäärät vähenisivät, kun materiaalia voitaisiin kuljettaa kerralla suurempia määriä. Samalla kuljetuksen paino kasvaisi, mikä puolestaan lisää tiestä irtoavaa pölyä. ”Kumipyöräjunalla” tapahtuvasta malmikuljetuksesta Suhanko-Pohjoisen louhokselta aiheutuvat pölypäästöt ovat arviolta seuraavat:

	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
Suhanko-Pohjoinen	29	9,4	0,9

Malmilouheen purkamisesta rekan lavalta aiheutuu pölyämistä. Pölyämisvaikutusta voidaan arvioida lastattavaan määrään perustuvilla ominaispäästöluvuilla (USEPA 2011 ja Commonwealth of Australia 2011) tai keskimääräisen tuulen nopeuden ja lastattavan aineksen kosteuden perusteella lasketuilla ominaiskuormitusluvuilla.

Jälkimmäisellä menetelmällä arvioidut malmilouheen lastaamisesta ja purkamisesta muodostuvat pölypäästöt ovat arviolta seuraavat:

TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
16	7,3	1,1

2.3.4 Hihnakuljetus

Hihnakuljetuksessa syntyy pölypäästöjä hihnalle lastaamisesta, materiaalin ohjaimista, hinnan ohjainpyörästä sekä hihnalta purkamisesta (Mody & Jakhete, 1987). Pölypäästöjen lähteet voidaan jakaa kahteen kategoriaan: prosessilähteisiin, joista pöly voidaan kerätä talteen, ja karkaavan pölyn lähteisiin, joista pöly voi lähteä liikkeelle tuulen tai koneiden tärinän ja liikkeen vaikutuksesta (USEPA 2009). Prosessilähteiden päästöjä tulee pitää karkaavan pölyn lähteen päästönä, jos lähde ei ole tuuletettu letkusuodatuskammioon tai suljettu tuuletettuun koteloon (USEPA 2009). Päästöihin vaikuttavat raekoko ja materiaalin koostumus, kosteus, käsitelty materiaalin määrä, laitteisto ja niiden suojarakenteet, laitteiden käyttö, maaston muodot sekä ilmastotekijät (USEPA 2009). Suojarakenteettomia hihnakuljettimia pidetään pääsääntöisesti karkaavan pölyn lähteinä.

Materiaalin kosteudella on suuri vaikutus pölypäästöihin. Tästä syystä, sekä yllä mainittujen vaikuttavien tekijöiden suuren määrän vuoksi, ei yksiselitteisiä päästökertoimia eri tekijöiden yhdistelmille pystytä antamaan (USEPA 2009a). Suurin osa pölypäästöistä tapahtuu kuljettimen lastaamisessa, vaihtamisessa ja purkamisessa.

Materiaalin kosteuden lisäksi teknisin keinoin voidaan rajoittaa pölypäästöjen syntyä ja leviämistä. Tällaisia keinoja ovat mm. kuljettimien kotelointi, pölyverhot, hihnan puhdistimet ja elektrostaattiset suodattimet (Mody & Jakhete 1987, Sandvik Mining & Construction 2010). Lisäksi hihnan oikeanlainen lastaaminen ja lastauksessa käytetty suojaus vähentävät pölyn muodostumista, kun taas hihnan käyttäminen ylikapasiteetilla lisää pölypäästöjä (Mody & Jakhete 1987).

Rikastamosta etäämpänä sijaitsevilta louhoksilta malmi voitaisiin siirtää rikastukseen myös hihnakuljettimilla. Lisäksi hihnakuljettimia käytetään Suhangon murskaamalla murskeen kuljettamisessa katettuun murskevarastoon ja sieltä eteenpäin jauhatukseen, sekä rikasteen kuljettamisessa vaahdotuksesta varastoalueelle. Hihnakuljettimien vaihtokohdissa käytetään pussisuodattimia. Rikasteen kosteus on suotonauhapuristimen jälkeen noin 6-8 %. Mikäli rikasteen kosteutta joudutaan pienentämään edelleen, prosessiin tullaan lisäämään rikasteen kuivain ja tarvittaessa pölynpoistojärjestelmä.

Murskevarastosta jauhatukseen johtavan hihnakuljettimen lastaus- ja purkupiste on sisätiloissa, jolloin pöly ei leviä ympäristöön. Vaahdottamosta tuleva rikaste puolestaan on kosteaa, mikä ehkäisee tehokkaasti pölyämistä. Siten hihnakuljettimen pölypäästöjä on arvioitu vain murskaamon lastauspisteessä. Arvioitu pölypäästö murskaamalla tapahtuvasta hihnakuljettimen lastauksesta on:

TSP	PM10	PM2.5
t/a	t/a	t/a
1,0	1,2	0,1

Suhanko-Pohjoisen esiintymä sijaitsee noin 6 km etäisyydellä rikastamosta. Yhtenä vaihtoehtona malmin siirtämiselle on rakentaa katettu hihnakuljetinlinja louhokselta malmin varastoalueelle. Toinen hihnakuljetin sijaitsisi louhoksessa. Katetuista hihnakuljettimista aiheutuvat pölypäästöt ovat pieniä ja pölyn leviämistä hihnan vaihtokohdissa estetään pussisuodattimilla. Louhoksen sisältä lastauspöly ei pääse leviämään ympäristöön. Pölypäästöjä on siten arvioitu varastointialueelle johtavan hihnakuljetuslinjan lastaus- ja purkukohdista. Hihnakuljetuksen pölypäästöt Suhanko-Pohjoisesta ovat arviolta:

TSP	PM10	PM2.5
t/a	t/a	t/a
6,5	2,4	0,2

Lastattavan materiaalin kastelulla pölypäästöjä voidaan vielä merkittävästi pienentää arvioidusta.

2.3.5 Jauhatus

Jauhatuksen tarkoituksena on hienontaa malmi sellaiseen raekokoon, että malmin sisältämät arvomineraalit esiintyvät riittävän puhtaina itsenäisinä rakeina, jotta ne saadaan erotettua sivukivirakeista rikastusprosessissa.

Jauhatuksen pölypäästöön vaikuttavat jauhattava kivilaji, syötteen raekoko, kosteusprosentti, malmityyppi, jauhautumissuhde ja hienoainemäärä. Koska jauhatusta tehdään sisätiloissa, vesilietteessä ja suljetussa jauhinpiirisysteemissä, hiukkaspäästökeroin on nolla tai hyvin lähellä sitä.

Suhangon kaivoksella jauhatusta tapahtuu märkäprosessina semiautogeenimyllyssä, kahdessa rinnakkaisessa kuulamyllyssä ja hydrosykloneissa. Jauhatuksen aiheuttamat pölypäästöt ovat siten merkityksettömän pienet. Myöskään jauhatusta seuraavista vaahdotus- ja hydrometallurgisista prosesseista ei aiheudu pölypäästöjä.

2.3.6 Tuotteiden kuljetus ja lastaus

Tuotteiden lastauksesta ja kuljetuksesta aiheutuu ilmaan pöly- ja pakokaasupäästöjä. Koska tuotteet varastoidaan sisätiloissa, vähäisiä pölypäästöjä esiintyy lähinnä lastausalueella. Lastauksen aiheuttamat pölypäästöt ovat siten lähinnä pakokaasupäästöjä, jotka on arvioitu erikseen YVA-selostuksen kohdassa 7.14 "Liikennevaikutukset". Tuotesakkojen kuljetuksissa lavalta pölyämistä voidaan estää peittämällä kuormat ja levittämällä pölynsidonta-aineita kuorman päälle (Kauppila et. al 2011). Kuljetuksissa päällystetyllä tiellä tiestä nousevaa hiukkaspäästöä voidaan arvioida samoin kuin malmikuljetuksissa.

Kaivosalueen ulkopuolisen raskaan liikenteen kokonaismäärä olisi arviolta noin 40 ajoneuvoa vuorokaudessa sisältäen sekä kemikaali- että rikastekuljetukset. Tehdasalueelta Rovaniemi-Raunua tielle (kt 78) on matkaa 11 km ja tie on päällystetty. Rikasteen ja kemikaalien kuljetuksista välillä rikastamo - kt 78 aiheutuvat hiukkaspäästöt ovat arviolta seuraavat:

TSP	PM10	PM2.5
t/a	t/a	t/a
22	6,6	0,7

2.3.7 Vaahdotuksen rikastushiekka-alueen pölypäästö

Vaahdotuksen rikastushiekka on vaahdotusprosessissa syntyvää jätettä, joka koostuu hienoksi jauhetuista malmi- ja sivukivimineraaleista sekä rikastuskemikaalien jäämistä. Sen koostumus riippuu siten louhittavasta malmista sekä rikastusprosessista ja siinä käytetyistä rikastuskemikaaleista. Rikastushiekka pumpataan lietteenä vaahdotuksen rikastushiekka-altaaseen loppusijoitusta varten. Altaassa rikastushiekasta erotetaan selkeyttämällä vesi, joka johdetaan takaisin rikastusprosessiin tai tarvittaessa ylijoukstuksena vesistöön.

Rikastushiekka-alueelta voi aiheutua ilmaan mineraalipäästöjä sekä kaasumaisia päästöjä, josta voi aiheutua hajuhaittoja. Rikastushiekka läjitetään rikastushiekka-altaaseen

prosessiveden kanssa lietteenä. Liete levitetään joko reikäputkimenetelmällä useista pisteistä rikastushiekka-altaan reunoilta tai purkamalla yhdestä pisteestä putkella. Mo-lemmissa menetelmissä karkein aines jää lähelle purkupisteitä/-pistettä ja hienempi aines kulkeutuu altaan keskiosiin. Toiminnan aikana altaan keskiosat ovat usein vedellä kyllästyneitä, mutta patojen läheiset reunaosat voivat päästä kuivamaan. Kuivumisen seurauksena reunaosat altistuvat pölyämislle. Varsinaisen rikastushiekan ohella myös patopenkoista voi aiheutua pölyämistä, etenkin, jos patojen korotus on tehty rikastushiekasta. Työkoneiden liikkuminen patovalleilla olevilla teillä lisää penkkojen pölyämistä.

Rikastushiekka-alueen pölypäästöihin vaikuttavat mm. rikastushiekan kosteus, kuivillaan olevan rikastushiekan määrä ja raekokojakauma, käytettävät pölyntorjuntakeinot, rikastushiekan koostumus, rikastushiekka-altaan rakenne ja korkeus, patopenkkojen materiaali ja korkeus, ilmasto-olot, rikastuskemikaalien jäämät ja koostumus rikastushiekassa sekä työkoneiden liikkuminen rikastushiekka-alueella.

Mineraaliaineksen varastoinnista aiheutuvia pölypäästöjä voidaan vähentää rakentamalla tuuliesteitä. Arvioiden mukaan täydellinen tuulenpuoleinen suoja vähentää pölyämistä 75 %. Pölypäästöjä voidaan vähentää myös ainesta kastelemalla.

Suhangossa patopengerten rakennuksessa käytetään sivukiveä. Rikastushiekka-altaan koko vaihtelee päävaihtoehtoittain 570 hehtaaria (VE1) 870 hehtaariin (VE2). Mikäli vaahdotuksen rikastushiekkaa myöhemmin varastoidaan myös tyhjäksi louhittuun Konttijärven louhokseen, tavanomaisen rikastushiekka-altaan pinta-ala voi jäädä suunniteltua pienemmäksi. Louhokseen varastoidusta rikastushiekasta ei aiheudu pölypäästöjä.

Altaan keskiosat ovat vedellä kyllästyneitä, joten mahdollista pölyämistä tapahtuu ainoastaan altaan reunaosista. Laskenta on tehty olettaen, että 3 % altaan pinta-alasta altistuu tuulieroosiolle. Todellisuudessa pölypäästöt lienevät tätä pienemmät, koska altaan täyttö tapahtuu vaiheittain usean vuoden aikana. Allasta ympäröivät mäet suojaavat allasta tuulen vaikutukselta, joskin niistä saattaa myös alkuvaiheessa irrota pölyä. Mikäli kaikki rikastushiekka varastoidaan perinteiseen maanpäälliseen altaaseen, (alavaihtoehto A) arvion mukaiset pölypäästöt rikastushiekka-altaalta ovat seuraavat:

	TPM t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
VE1	9,4	4,7	1,9
VE2	11	5,3	2,1
VE2+	11	5,5	2,2

Jos osa rikastushiekasta varastoidaan Konttijärven louhokseen (alavaihtoehto B), ovat rikastushiekka-altaan arvioidut pölypäästöt seuraavat:

	TPM t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
VE1	6,9	3,5	1,4
VE2	10	5,1	2,1
VE2+	10	5,1	2,1

Kaasumaisia päästöjä voi aiheutua joko rikastuskemikaalien jäännöksistä rikastushiekassa tai rikastushiekassa tapahtuvien kemiallisten ja biologisten reaktioiden seurauksena (Kauppila et. al 2011).

2.3.8 Hydrometallurgisen jäännössakka-altaan pölypäästöt

Hydrometallurgisissa prosesseissa muodostuu erilaisia ympäristölle haitallisia sakkvoja. Näitä ovat esimerkiksi metallien talteenottoprosesseissa syntyvät sakat, kuten neutraalointisakka. Prosesseissa käytetään useita kemikaaleja, joista sakkoihin saattaa kertyä erilaisia aineita.

Painehapetuksessa rikasteeseen lisätään jalometallien liukenemisesta edistämään pieniä määriä suolahappoa ja tarvittaessa rikkihappoa.

Jalometallien talteenottovaiheessa saostetaan kulta, hopea, platina, palladium ja rodium kuparisulfidirakeilla (CuS). Alkuvaiheessa lisätään myös rikkidioksidia pelkistämään ferrorauta (Fe(III)). Neutralointiin käytetään jauhattua kalkkikiveä (CaCO₃). Elektrolyysipiirissä voidaan tarvittaessa käyttää pieniä määriä kobolttisulfaattia (CoSO₄). Kuparin uuttopiiristä poistuva raffinaatti sisältää uuttoprosessissa muodostunutta rikkihappoa, joka neutraloidaan hydroksidilietteellä ja kalkkikivilietteellä. Neutraloinnissa muodostuu kipsisakkaa.

Jäännöskupari poistetaan pelkistämällä natriumvetysulfidilla (NaHS), nikkeli ja koboltti saostetaan magnesiumoksidilla (MgO) ja poltetulla kalkilla (CaO). Magnesium poistetaan saostamalla kalkkimaidolla, jonka jälkeen voimakkaasti alkalinen liete yhdistetään muiden prosessivaiheiden jäännössakkoihin ja pumpataan hydrometallurgisen prosessin jäännössakka-altaaseen läjitettäväksi.

Erittäin pienipartikkeliset sakat saattavat kuivuessaan kulkeutua ympäristöön pölynä ja kuljettaa mukanaan haitallisia aineita. Vaikka pöly ei sisältäisikään haitallisia aineita, pienet pölypartikkelit aiheuttavat yleensä vakavampia terveyshaittoja kuin suuremmat rakeet, sillä ne tunkeutuvat syvemmälle keuhkoihin.

Normaalitilanteessa sakka-altaista ei aiheudu pölypäästöjä, koska altaat ovat aina veden alla, eikä sakka näin ollen pääse kuivumaan. Pölypäästöjen riski liittyy ainoastaan poikkeustilanteisiin, kuten mahdollisiin reunapadon sortumiin.

2.3.9 Sivukivialueiden pölypäästöt

Malmikiven louhinnassa joudutaan varsinaisen malmin saavuttamiseksi ja hyödyntämiseksi poistamaan myös rikastukseen kelpaamatonta sivukiveä. Metallien ja sulfidimine-

raalien pitoisuudet ovat sivukivessä yleensä sitä korkeampia, mitä lähempää malmia sivukivet on louhittu.

Sivukivet läjitetään lohkareina ja suurina kivenmurikoina, minkä vuoksi sivukivikasojen pölyämistä ei usein pidetä merkittävänä. Lohkareiden pinnoilla voi kuitenkin olla louhinnassa hienoksi jauhautunutta herkästi pölyävää mineraaliainesta. Sivukiviaineksen mahdollinen rapautuminen pintakerroksen puuttumisen vuoksi sekä kasojen suuri korkeus lisäävät tuulieroosion riskiä ja mahdollisia pölyhaittoja.

Sivukivikasojen pölypäästöt (kokonaispölypäästö, sekä raekoot PM₁₀ ja PM_{2.5}) on laskettu USEPA:n (1983) kaavan muokatulla versiolla (MDAQMD 2000) ja laskennassa on käytetty Ilmatieteen laitoksen toimittamaa säädädataa. Sademäärät on mitattu Ranuan kirkonkylässä vuosina 1993-2008 ja Ranuan lentokentällä 2008-2012. Tuuliolosuhteet on mitattu Ranuan lentokentällä vuosina 2009-2012.

Laskennassa on oletettu sivukivialueiden täytön ja alueiden peiton tapahtuvan vaihteittain, niin ettei koko sivukivelle varattu alue ole yhtäaikaaisesti alttiina tuulieroosiolle. Laskennassa on huomioitu myös talviaika, jolloin lumipeite estää pölyämistä. Erikokoisten ja erilaisella nopeudella täyttyvien sijoitusalueiden vuoksi pölypäästöjen määrä on arvioitu erikseen kullekin louhokselle. Arvio sivukivialueilta tuulieroosion seurauksena muodostuvasta pölystä louhoksittain vuositasolla (t/a) ja koko toiminnan aikana (t/tot) on esitetty seuraavassa taulukossa:

	TPM t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a	TPM t (tot)	PM10 t (tot)	PM2.5 t (tot)
Ahmavaara	18	9,1	3,6	292	146	58
Konttijärvi	34	17	6,9	207	103	41
Tuumasuo	39	19	7,7	231	116	46
Suhanko-pohjoinen	34	17	6,7	438	219	88
Vaaralampi	14	6,9	2,8	97	49	19
Pikku-Suhanko	24	12	4,7	24	12	4,7

Mineraalipölyä irtoaa sivukivien pintojen lisäksi kuljetusten yhteydessä ajoteiltä, pihoilta ja kentiltä, renkaista ja kuorma-autojen lavoilta. Sivukivialueet on Suhangolla sijoitettu louhosten välittömään läheisyyteen. Näin kuljetusmatkat pysyvät lyhyinä, mikä puolestaan vähentää kuljetusten aiheuttamaa pölyämistä. Kuljetusmatkoissa ei louhosten välillä ole merkittäviä eroja, mutta malmin ja sivukiven suhde vaihtelee louhoksittain. Siten myös kuljetusmäärissä on eroa ja pölypäästöt on arvioitu kunkin louhoksen osalta erikseen. Arvio sivukiven kuljetuksessa syntyvistä pölypäästöistä louhoksittain vuositasolla (t/a) ja koko toiminnan aikana (t/tot) on esitetty seuraavassa taulukossa:

	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a	TSP t (tot)	PM10 t (tot)	PM2.5 t (tot)
Ahmavaara	6,7	2,1	0,2	107	34	3,4
Konttijärvi	6,4	2,0	0,2	38	12	1,2
Tuumasuo	9,5	3,1	0,3	57	18	1,8
Suhanko-Pohjoinen	7,6	2,4	0,2	99	32	3,2
Vaaralampi	5,8	1,9	0,2	41	13	1,3
Pikku-Suhanko	6,3	2,0	0,2	6,3	2,0	0,2

2.3.10 Pintamaiden läjitysalueiden pölypäästöt

Louhosten kohdilta poistettava pintamaa, turve ja moreeni, varastoidaan erillisille läjitysalueille louhosten läheisyyteen ja sivukivialueiden yhteyteen. Pintamaiden läjitysalueiden luiskat muotoillaan riittävä loiviksi eroosion estämiseksi. Maa-ainekset tullaan hyödyntämään viimeistään kaivoksen sulkemisvaiheessa toiminta-alueiden maisemointiin. Läjitysalueen arvioitu kokonaispinta-ala vaihtoehdossa VE1 on 324 ha, vaihtoehdossa VE2 433 ha ja vaihtoehdossa VE2+ 450 ha.

Laskennassa on oletettu pölypäästöjä syntyvän pääasiassa kolmen ensimmäisen vuoden aikana. Pintamaan läjitysalueen pölypäästöjen voidaan siten katsoa olevan ennemminkin rakennusajan kuin toiminnan aikaisia päästöjä. Alueiden pölypäästöjä on arvioitu samaan tapaan kuin sivukivialueiden päästöjä ja arviolta keskimääräiset pölypäästöt louhoksittain ovat seuraavat:

	TPM t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
Ahmavaara	26	13	5,3
Konttijärvi	19	9,3	3,7
Tuumasuo	32	16	6,4
Suhanko-pohjoinen	37	19	7,4
Vaaralampi	13	6,5	2,6
Pikku-Suhanko	22	11	4,5

2.3.11 Marginaalimalmialueiden pölypäästöt

Marginaalimalmi on malmia, jossa arvomineraalien pitoisuudet ovat niin pienet, ettei sen rikastus ole louhintahetkellä kannattavaa. Marginaalimalmi tullaan kuitenkin rikastamaan viimeistään toiminnan loppuvaiheessa. Alustavassa teknisessä suunnitelmassa marginaalimalmille on kaavailtu erillisiä sijoitusalueita jokaisen louhoksen yhteyteen. Vaihtoehtoisesti marginaalimalmi voidaan sijoittaa keskitetysti yhdelle laajemmalle alueelle rikastamon läheisyyteen. Marginaalimalmin varastoalueiden pinta-ala vaihtelee tarkastelutilannekohtaisesti, mutta on vaihtoehdossa VE1 yhteensä noin 102 ha, vaihtoehdossa VE2 yhteensä 154 ha ja vaihtoehdossa VE2+ yhteensä 189 ha (varastointialueet hajautettu).

Laskennassa on oletettu, että marginaalimalmia rikastetaan vasta toiminnan päättyessä ja marginaalimalmialueiden kokonaispinta-ala kasvaa toiminnan laajetessa. Alueiden

pölypäästöjä on arvioitu samaan tapaan kuin sivukivialueiden päästöjä. Arvioiden mukaan keskimääräiset päästöt louhoksittain vuositasona (t/a) ja ovat:

	TPM t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a	TPM t (tot)	PM10 t (tot)	PM2.5 t (tot)
Ahmavaara	6,6	3,3	1,3	106	53	21
Konttijärvi	4,0	2,0	0,8	24	12	4,8
Tuumasuo	6,5	3,3	1,3	39	20	7,8
Suhanko-pohjoinen	9,8	4,9	2,0	127	64	25
Vaaralampi	4,2	2,1	0,8	29	15	5,8
Pikku-Suhanko	3,0	1,5	0,6	3,0	1,5	0,6

2.4 Pölypäästöt vaihtoehtoina

Suhangon kaivoshankkeen laajennuksen YVA-menettelyssä tarkastellaan kolmea erilaista hankevaihtoehtoa. Tuotantokapasiteetti on kaikissa hankevaihtoehtoissa sama, 10 Mt malmia vuodessa, ja louhosten lukumäärän kasvattaminen jatkaisi kaivoksen toiminta-aikaa. Vaihtoehdossa VE1 tarkastellaan Konttijärven ja Ahmavaaran louhosten laajennusta ja Suhanko-Pohjoinen louhoksen käyttöönottoa, jolloin kaivoksen ja rikastamon arvioitu toiminta-aika olisi 26 vuotta. Vaihtoehdossa VE2 tarkastellaan Konttijärven ja Ahmavaaran louhosten laajennusta, sekä Suhanko-Pohjoinen, Vaaralammen ja Tuomasuon louhosten käyttöönottoa. Tällöin kaivoksen ja rikastamon arvioitu toiminta-aika olisi 32 vuotta. Vaihtoehdossa VE2+ tarkastellaan edellisten lisäksi Pikku-Suhangon louhoksen käyttöönottoa, jolloin arvioitu toiminta-aika olisi 33 vuotta.

Koska vuosittainen tuotantomäärä pysyy koko toiminnan ajan vakiona, muodostuvan pölymäärän osalta eroa edetessä suppeimmasta vaihtoehdosta VE1 ja sen louhoksista laajemman alueen kattaviin vaihtoehtoihin VE2 ja VE2+ on vuositasona vain vähän. Pientä eroa syntyy johtuen malmin ja sivukiven kuljetusmatkoista, sivukiven, pintaan ja marginaalimalmin läjitysalueiden laajuuksista ja läjitysnopeudesta, sivukiven suhteellisesta osuudesta sekä rikastushiekka-altaan laajenemisesta.

YVA-menettelyssä tarkasteltavista alavaihtoehtoista (YVA-selostuksen kappale 4) muodostuvan pölyn määrään vaikuttaa rikastushiekan sijoitustapa (A ja B) sekä malmin kuljetusmenetelmä Suhanko-Pohjoinen louhoksesta rikastamolle (M1, M2 ja M3). Muilla YVA-menettelyyn sisällytetyillä alavaihtoehtoilla ei ole merkitystä muodostuvan pölyn määrään. Sivukivialueen sijaintipaikoilla sen sijaan on merkitystä pölyn leviämiseen.

Kaivoksen elinkaaren vaiheet, joiden osalta pölyn leviämistä on tarkasteltu mallinnuksella, ovat seuraavat:

**TILANNE 1: VE1, VE2 ja VE2+ (Rikastushiekka-allas A)****Vaihe:** Toiminnan aloitus**Toiminnassa olevat louhokset:** Konttijärvi ja Ahmavaara louhinnan alkuvaiheessa**Muut toiminta:** Konttijärven ja Ahmavaaran pintamaan läjitys, sivukivialueet ja marginaalimalmialueet, rikastushiekka-allas A**Vuosittainen pölypäästö laskettu seuraavissa tilanteissa:**

- Tuotannossa vain Konttijärven louhos, tuotantomäärä 10 Mt/a
- Tuotannossa Konttijärven ja Ahmavaaran louhokset, tuotanto molemmissa 5 Mt/a

TILANNE 3: VE1, VE2 ja VE2+ (Rikastushiekka-allas A, malminkuljetus M1 ja M2)**Vaihe:** Toimintavuosi 10...11**Toiminnassa olevat louhokset:** Ahmavaara louhinnassa, Suhanko-Pohjoinen louhinnan alkuvaiheessa**Muut toiminta:** Ahmavaaran ja Suhanko-Pohjoisen sivukivialueet ja marginaalimalmialueet, Suhanko-Pohjoisen pintamaan läjitys, rikastushiekka-allas A**Vuosittainen pölypäästö laskettu seuraavissa tilanteissa:**

- Tuotannossa Ahmavaaran ja Suhanko-Pohjoisen louhokset, tuotanto molemmissa 5 Mt/a

TILANNE 4: VE2 ja VE2+ (Rikastushiekka-allas A, malminkuljetus M1 ja M2)**Vaihe:** Toimintavuosi 23...24**Toiminnassa olevat louhokset:** Suhanko-Pohjoinen louhinnan loppuvaiheessa, Vaaralammen louhos louhinnan alkuvaiheessa**Muut toiminta:** Suhanko-Pohjoisen ja Vaaralammen sivukivialueet ja marginaalimalmialueet, Vaaralammen pintamaan läjitys, rikastushiekka-allas A**Vuosittainen pölypäästö laskettu seuraavissa tilanteissa:**

- Tuotannossa vain Suhanko-Pohjoisen louhos, tuotantomäärä 10 Mt/a
- Tuotannossa Suhanko-Pohjoisen ja Vaaralammen louhokset, tuotanto molemmissa 5 Mt/a

TILANNE 6: VE2 ja VE2+ (Rikastushiekka-allas A ja B, sivukiven läjitys VAA1, VAA2 ja VAA3)**Vaihe:** Toimintavuosi 28**Toiminnassa olevat louhokset:** Tuomasuo louhinnassa ja Vaaralampi louhinnan alkuvaiheessa**Muut toiminta:** Tuomasuon ja Vaaralammen pintamaan läjitys, sivukivialueet ja marginaalimalmialueet, rikastushiekka-allas A ja B

Vuosittainen pölypäästö laskettu seuraavissa tilanteissa:

- Tuotannossa Vaaralammen ja Tuomasuon louhokset, tuotanto molemmissa 5 Mt/a

TILANNE 7: VE2+ (Rikastushiekka-allas A, sivukiven läjitys PIK1, PIK2 ja PIK3)

Vaihe: Toimintavuosi 33...34

Toiminnassa olevat louhokset: Pikku-Suhanko (lopullinen jalanjälki)

Muut toiminta: Pikku-Suhangon pintamaan läjitys, sivukivialue ja marginaalimalmialue, rikastushiekka-allas A

Vuosittainen pölypäästö laskettu seuraavissa tilanteissa:

- Tuotannossa vain Pikku-Suhangon louhos, tuotantomäärä 5 Mt/a

Taulukoissa 1-7 on esitetty pölypäästöjä eri hankevaihtoehtoissa kaivoksen elinkaaren ajalle sekä yksittäisten louhosten osalta että yhdistelmätilanteita, joissa malmia louhitetaan kahdesta louhoksesta yhtäaikaaisesti. Yhdistelmätapauksissa louhintamäärän on oletettu olevan sama molemmissa tarkasteltavissa louhoksissa.

Taulukko 1. Arvioidut pölypäästöt eri hankevaihtoehtoissa Konttijärven louhoksella

Konttijärvi 10 Mt/a	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
VE1	106	47	12
VE2	108	47	12
VE2+	108	47	12

Taulukko 2. Arvioidut pölypäästöt Konttijärven ja Ahmavaaran louhoksilla

Konttijärvi 5 Mt/a + Ahmavaara 5 Mt/a	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
VE1	133	60	17
VE2	134	60	17
VE2+	135	61	17

Taulukko 3. Arvioidut pölypäästöt Ahmavaaran ja Suhanko-Pohjoisen louhoksilla

Ahmavaara 5 Mt/a + Suhanko-Pohjoinen 5 Mt/a	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
VE1			
Malmin kuljetus kiviautoilla	145	64	18
Malmin kuljetus "kumipyöräjünillä"	149	66	18
Malmin esimurskaus louhoksessa ja hihnakuljetus	164	71	19
VE2			
Malmin kuljetus kiviautoilla	146	65	19
Malmin kuljetus "kumipyöräjünillä"	151	66	19
Malmin esimurskaus louhoksessa ja hihnakuljetus	166	72	19
VE2+			
Malmin kuljetus kiviautoilla	146	65	19
Malmin kuljetus "kumipyöräjünillä"	151	67	19
Malmin esimurskaus louhoksessa ja hihnakuljetus	166	72	19

Taulukko 4. Arvioidut pölypäästöt eri hankevaihtoehtoissa Suhanko-Pohjoisen louhoksella

Suhanko-Pohjoinen 10 Mt/a	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
VE1			
Malmin kuljetus kiviautoilla	125	54	14
Malmin kuljetus "kumipyöräjünillä"	134	56	14
Malmin esimurskaus louhoksessa ja hihnakuljetus	175	74	17
VE2			
Malmin kuljetus kiviautoilla	126	54	14
Malmin kuljetus "kumipyöräjünillä"	135	57	14
Malmin esimurskaus louhoksessa ja hihnakuljetus	165	69	15
VE2+			
Malmin kuljetus kiviautoilla	127	54	14
Malmin kuljetus "kumipyöräjünillä"	136	57	14
Malmin esimurskaus louhoksessa ja hihnakuljetus	166	70	15

Taulukko 5. Arvioidut pölypäästöt Suhanko-Pohjoisen ja Vaaralammen louhoksilla

Suhanko-Pohjoinen 5 Mt/a + Vaaralampi 5 Mt/a	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
VE2			
Malmin kuljetus kiviautoilla	140	62	17
Malmin kuljetus "kumipyöräjünillä"	145	63	17
Malmin esimurskaus louhoksessa ja hihnakuljetus	160	70	18
VE2+			
Malmin kuljetus kiviautoilla	141	62	17
Malmin kuljetus "kumipyöräjünillä"	145	64	17
Malmin esimurskaus louhoksessa ja hihnakuljetus	160	70	18

Taulukko 6. Arvioidut pölypäästöt Vaaralammen ja Tuomasuon louhoksilla

Vaaralampi 5 Mt/a + Tuumasuo 5 Mt/a	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
VE2	137	61	17
VE2+	138	61	17

Taulukko 7. Arvioidut pölypäästöt Pikku-Suhangon louhoksella

Pikku-Suhanko 5 Mt/a	TSP t/a	PM10 t/a	PM2.5 t/a
VE2+	60	27	7,7

Laskenta on tehty olettaen että kaikki rikastushiekka varastoitaisiin tavanomaisesti rikastushiekka-altaisiin. Mikäli osa rikastushiekasta varastoidaan louhokseen, jäävät päästöt hieman näitä arvioita pienemmäksi.

2.5 Sulkemis- ja jälkihoitovaiheen pölypäästöt

Suhangon kaivoshankkeessa sulkemistyöt aloitetaan ensimmäisten louhosten osalta jo siinä vaiheessa, kun seuraavat louhokset ovat tuotannossa ja viimeisiä louhoksia vasta otetaan käyttöön. Aktiivinen sulkemisvaihe vastaa työnä pitkälti rakennusvaihetta ja myös pölypäästöt ovat pitkälti samantyyppisiä ja samaa suuruusluokkaa. Lisäksi mahdollisissa rikastamorakennusten purkutöissä voi muodostua pölyä, jonka koostumus osin poikkeaa maarakennustyössä muodostuvasta, koska rakenteissa on betonia, puuta ja metallia. Varsinainen rakennusten purku kestää kuitenkin lyhyen aikaa, mikä vähentää muodostuvien pölypäästöjen merkitystä.

Asianmukaisesti suljetun kaivoksen päästöt ilmaan ovat merkityksettömiä. Alkuvaiheessa, kun kasvillisuus on vielä niukkaa, saattaa tuulieroosio irrottaa ja kuljettaa hie-noainesta. Pölyn muodostuminen vähenee ajan myötä kasvillisuuden levitessä alueelle.

3 MUODOSTUVAN PÖLYN LAATU

Kaivostoiminnassa syntyvän pölyn laatu on verrannollinen louhittavan malmin, sivukiven ja alueen maa-ainesten laatuun. Rikastehiekasta irtoavan pölyn koostumus riippuu lisäksi prosesseissa käytetyistä kemikaaleista. Suhangossa edellä mainittujen ainesten laatua on tutkittu ja tulosten perusteella voidaan arvioida pölyn mukana leviäviä alku-ainepäästöjä.

Louhinnasta aiheutuvan pölyn laatu vastaa louhittavan malmin ja sivukiven laatua. Sivukiven louhintamäärä on louhoksesta ja louhintavaiheesta riippuen 3–7-kertainen malmimäärään verrattuna, joten myös pölyn laatu on lähempänä sivukiven geokemiaa.

Murskauksessa muodostuvan pölyn laatu ei ole suoraan verrannollinen malmin geokemiaan, koska eri mineraalit rikkoutuvat eri tavalla. Tässä yhteydessä pölyn laatu on kuitenkin arvioitu karkeasti malmin laadun perusteella.

Kuljetuksissa aiheutuu ajoneuvokuljetusten osalta teiden pölyämistä. Pölyn laatu vastaa lähinnä sivukiveä. Hihnakuljetuksista syntyy murskepölyä, jonka laatua voidaan arvioida malmin geokemian perusteella.

Rikastushiekan koostumus riippuu louhittavasta malmista sekä rikastusprosessista ja siinä käytetyistä rikastuskemikaaleista. Metallimalmikaivoksilla rikastushiekat sisältävät tyypillisesti rikastusprosessin tehokkuuden mukaan vaihtelevia määriä malmimineraaleja, jotka ovat ensisijaisia ympäristölle haitallisten metallien lähteitä mineraalipölyssä. Rikastushiekka-altaan pölyn laatu vastaa rikastushiekan laatua.

Sivukivestä irtoava mineraalipöly vastaa koostumukseltaan pääasiassa hienoksi jauhautunutta sivukiveä ja voi sisältää terveydelle haitallisia metalleja, puolimetalleja tai rikin yhdisteitä.

Marginaalimalmin pöly vastaa lähinnä malmia. Laatu ei ole täysin verrannollinen, koska mineraalit rapautuvat eriasteisesti, mutta suurien lohkareiden kyseessä ollessa ero ei liene kovin suuri.

Pölyn mukana leviävien alkuaineiden määrät vaihtelevat hieman louhoksittain johtuen malmin ja sivukiven pitoisuusvaihteluista sekä muodostuvista pölymääristä. Myös yksittäisen louhoksen osalta alkuainepäästöt muuttuvat louhoksen elinkaaren aikana. Taulukoissa 8 ja 9 on esitetty arvio Suhangon kaivoksen toiminnoissa muodostuvan pölyn mukana leviävistä alkuainepäästöistä. Rikastushiekan, malmin ja sivukiven ominaisuuksia on tutkittu pääasiassa Ahmavaaran ja Konttijärven louhoksilla, jonka vuoksi alkuainepäästöt on tässä laskettu näiden louhosten päästöillä ja aineiden pitoisuuksilla.

Määrällisiä eroja alkuainepäästöissä eri louhosten välillä syntyy lähinnä kuljetusten sekä erikokoisten sivukiven ja marginaalimalmin sijoitusalueiden koon vuoksi. Sivukiven ja malmin tutkimustulosten perusteella analysoidut alkuainepitoisuudet ovat pääsääntöisesti pienimmät Suhanko-Pohjoisen louhoksella ja suurimmat Vaaralammen ja Tuomasuon louhoksilla. Pikku-Suhangon louhoksen osalta malmin ja sivukiven geokemiaa ei ole tutkittu.

Näiden tietojen perusteella voidaan olettaa Tuomasuon ja Vaaralammen louhoksilta syntyvien alkuainepäästöjen olevan jonkin verran esitettyjä Konttijärven ja Ahmavaaran louhosten päästöjä suuremmat. Suhanko-Pohjoisen louhokselta päästöt puolestaan olisivat todennäköisesti samaa tasoa kuin Konttijärven ja Ahmavaaran louhoksilta. Jos Pikku-Suhangosta pölyn mukana leviäviä alkuainepäästöjä tarkastellaan viereisen Ahmavaaran malmin ja sivukiven geokemian perusteella, päästöt ovat arviolta 20 -40 % pienemmät kuin Ahmavaaran louhoksessa johtuen lyhyemmästä louhinta-ajasta.

Taulukko 8. Arvioidut alkuainepäästöt ilmaan Konttijärven louhoksella

Alkuaine	Louhinta kg/a	Malmi- kuljetukset kiviautoilla kg/a	Hihna- kuljetus kg/a	Rikaste- ja kemikaali- kuljetukset kg/a	Rikastus- hiekk- allas kg/a	Sivukivi- alue kg/a	Marginaali- malmin sijoitusalue kg/a
koboltti	0,19	0,23	0,05	0,62	0,33	1,0	0,19
kromi	1,7	2,3	0,29	6,1		9,8	1,16
kupari	4,1	2,1	2,4	5,7	1,6	9,1	9,3
nikkeli	2,0	1,8	0,80	4,9	3,7	7,8	3,2
rikki	9,4	6,2	4,7	16		26	18,7
sinkki	0,37	0,41	0,11	1,1	0,58	1,7	0,45
lyijy	0,11	0,10	0,04	0,27	0,18	0,4	0,16
kadmium	0,004	0,01	0,001	0,01	0,001	0,02	0,004
arseeni	0,07	0,09	0,011	0,25	0,003	0,40	0,04
antimoni	0,06	0,08	0,010	0,21	0,001	0,34	0,04

Taulukko 10. Arvioidut alkuainepäästöt ilmaan Ahmavaaran louhoksella

Alkuaine	Louhinta kg/a	Malmi- kuljetukset kiviautoilla kg/a	Hihna- kuljetus kg/a	Rikaste- ja kemikaali- kuljetukset kg/a	Rikastus- hiekk- allas kg/a	Sivukivi- alue kg/a	Marginaali- malmin sijoitusalue kg/a
koboltti	0,28	0,41	0,10	0,76	0,42	0,65	0,63
kromi	1,4	2,7	0,23	5,0		4,3	1,5
kupari	5,4	3,6	3,3	6,8	0,82	5,8	21
nikkeli	2,6	2,8	1,2	5,3	3,8	4,5	8,1
rikki	25	20	14	38		32	94
sinkki	0,41	0,67	0,12	1,3	0,49	1,1	0,78
lyijy	0,10	0,16	0,03	0,30	0,10	0,25	0,20
kadmium	0,003	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,005
arseeni	0,055	0,11	0,010	0,20	0,003	0,17	0,06
antimoni	0,059	0,12	0,011	0,22	0,001	0,18	0,07

Suhanko-Pohjoisen louhoksen osalta on tutkittu malmin ja sivukiven, mutta ei rikastushiekan laatua. Taulukossa 11 on esitetty alkuainepäästöt eri malminkuljetusvaihtoehdoille. Kiviautokuljetuksen päästöt eivät arvion mukaan ole merkittävästi suuremmat kuin Konttijärven ja Ahmavaaran louhoksilla, vaikka kuljetusmatka Suhanko-Pohjoisesta rikastamolle on pidempi.

Taulukko 11. Arvioidut alkuainepäästöt (kg/a) ilmaan Suhanko-Pohjoinen louhoksella muodostuvilla pölypäästöillä.

Alkuaine	Malmi- kuljetukset kiviautoilla kg/a	Malmi- kuljetukset "kumipyöräjunilla" kg/a	Malmi- kuljetukset Hihnakuljettimilla kg/a
koboltti	0,59	0,85	0,38
kromi	3,1	4,5	1,0
kupari	4,7	6,7	13
nikkeli	5,6	8,0	6,9
rikki	11	16	35
sinkki	1,0	1,5	0,68
lyijy	0,18	0,26	0,10
kadmium	0,01	0,01	0,005
arseeni	0,08	0,11	0,021
antimoni	0,13	0,18	0,036

Rakennusaikaiset pölypäästöt syntyvät pääasiassa pintamaan poistosta ja ovat siten riippuvaisia maaperän (moreeni) ja pinta-aineksen (turve) koostumuksesta. Suhangon kaivosalueen maaperän (moreenin) geokemiallista laatua on tarkasteltu Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) vuosina 1982 – 1994 keräämästä koko Suomen kattavasta aineistosta. Moreeniaineisto sisältää geokemian analyysitiedot kaivosalueelta kaikkiaan 30 eri kairauspisteestä. Alkuaineiden kokonaispitoisuudet alittivat yleensä valtioneuvoston asetuksessa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007) annetut kynnsarvot. Kynnsarvot kuvaavat keskimääräistä taustapitoisuustasoa Suomessa. Kynnsarvon ylityksiä havaittiin vain koboltin ja kuparin osalta. Kynnsarvon ylittyminen ei kuvaa luonnontilaisella alueella pilaantuneisuutta, vaan keskimääräistä korkeampi luontaisia pitoisuuksia.

Turpeen ominaisuuksia ei ole Suhangossa tutkittu. TuKos-hankkeen loppuraportissa "Turvetuotannon valumavesien ympärivuotinen käsittely" (Suomen ympäristökeskus 2011) on esitetty turpeenpitoisuusanalyysien tuloksia. Tulosten perusteella turve sisältää runsaasti typpeä. Rikin pitoisuudet ovat tutkituissa näytteissä olleet 1 000 – 3 000 mg/kg välillä. Alumiini- ja kalsiumpitoisuudet ovat vaihdelleet 5 000 mg/kg molemmin puolin. Mangaania näytteissä esiintyi pääsääntöisesti alle 500 mg/kg ja kaliumia vain hieman enemmän. Magnesiumin osalta näytteissä oli suurta vaihtelua välillä 0 – 3 000 mg/kg. Tulokset perustuvat suhteellisen pieneen aineistoon ja niitä voidaan pitää suuntaa antavina.

4 PÖLYN LEVIÄMISLASKELMAT

4.1 Taustaa

Valtioneuvoston päätöksessä VNp 480/1996 ilmanlaadun ohjearvoista on esitetty riittävän hyvän ilmanlaadun tavoitearvot terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Ohjearvot eivät ole sitovia, mutta niitä sovelletaan mm. maankäytön ja liikenteen suunnittelussa, rakentamisen muussa ohjauksessa sekä ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa ja lupakäsittelyssä.

Valtioneuvoston antaman asetuksen VNa 38/2011 mukaiset ilmanlaadun raja-arvot määrittelevät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet, joita ei saa ylittää. Raja-arvot on annettu ilman epäpuhtauksien aiheuttamien terveyshaittojen ehkäisemiseksi alueilla, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä ja joilla ihmiset saattavat altistua ilman epäpuhtauksille. Raja-arvojen ylittyessä useammin kuin säädös sallii, kunnan tai alueellisen ympäristökeskuksen on ryhdyttävä ilmansuojelulain mukaisiin toimiin ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvojen ylitysten rajoittamiseksi.

Hiukkasten kokonaisleijuman (TSP) ja hengitettävien hiukkasten (PM10) ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Ilmanlaadun ohjearvot (VNp 480/1996) ja raja-arvot (Vna 38/2011) hiukkasille.

Epäpuhtaus	Ohjearvo (20°C, 1 atm)	Raja-arvo (293 K, 101,1 kPa)	Keskiarvon laskenta-aika ja sallittujen ylitysten määrä vertailujaksolla
Hiukkaset, kokonaisleijuma (TSP)	120 µg/m ³ vuoden vuorokausiarvojen 98. %-piste	-	-
Hengitettävät hiukkaset (PM10)	70 µg/m ³ kuukauden 2. suurin vuorokausiarvo	50 µg/m ³ 40 µg/m ³	24 tuntia, 35 ylitystä kalenterivuosi, ei ylityksiä

Malinnuksessa laskennat on tehty Kokonaisleijumalle (TSP). Osassa toimia päästömäärät hengitettävälle hiukkasille PM₁₀:lle ja PM_{2,5}:lle on kertoimella laskettu TSP:n päästöistä, koska ne ovat suoraan verrannollisia TSP:n päästöihin. Mallin laskemat hiukkaspitoisuudet ovat puolestaan suoraan verrannollisia päästömäärään, joten PM₁₀:n ja PM_{2,5}:n pitoisuudet saadaan TSP:n pitoisuuksista samoilla kertoimilla.

Esimerkiksi louhinnassa räjähdysten synnyttämät PM₁₀- ja PM_{2,5}-määrät saadaan kertoimilla 0,52 (PM₁₀) ja 0,03 (PM_{2,5}), jolloin PM₁₀-pitoisuudet ovat 0,52-kertaiset mallinuskuvissa esitettyihin. Kertoimet kokonaispäästömäärille toiminnoittain, sisältäen toimintaan liittyvät eri vaiheet ovat seuraavat:

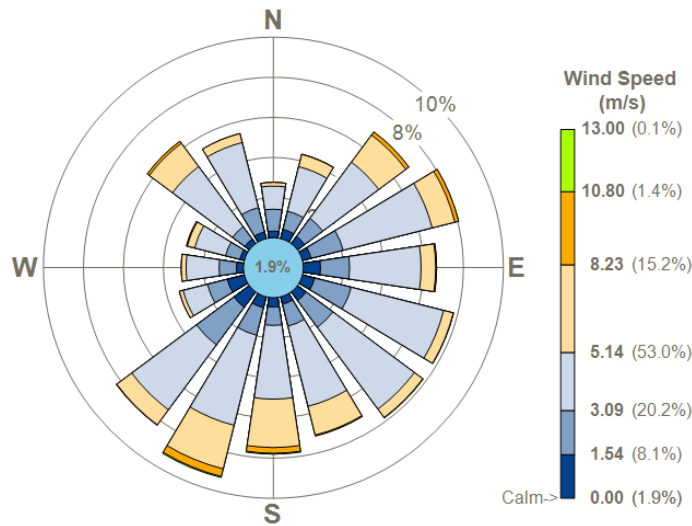
	TSP	PM10	PM2.5
Louhintaa	1	0,52	0,03
Tuulieroosio	1	0,5	0,2
Pintamaan poisto	1	0,37	0,037

4.2 Mallinnus ja lähtötiedot

Kaivostoiminnasta syntyvän pölyn leviämistä arvioitiin kaasumaisten epäpuhtauksien ja leijailevan pölyn leviämisen mallintamiseen kehitetyllä Breezen AERMOD-tietokonemallilla. Ohjelmiston on kehittänyt ja sitä ylläpitää Yhdysvalloissa U.S. EPA, liittovaltion ympäristönsuojeluviranomainen. Malli soveltuu yksi- ja monipiippu- sekä viiva- ja pintalähteiden päästöjen mallintamiseen ja se ottaa huomioon sää- ja maasto-olosuhteet. Leviämismallin perustana on gaussilainen leviämisyhtälö, joka olettaa päästön laimenevan pysty- ja vaakasuunnassa Gaussin jakauman mukaisesti. Ohjelmisto ja sen ominaisuudet on esitelty yksityiskohtaisemmin verkkosivustolla <http://www.breeze-software.com/aermod/>.

Sääaineistona mallinnuksessa käytettiin Rovaniemen lentoaseman havaintoja vuodelta 2012 ja niistä edelleen muokattuja ilmankehän stabiilisuuteen, sekoittuneen kerroksen korkeuteen ja muihin ilmasto-olosuhteisiin liittyviä parametreja. Tuulen suunta on varsin tasaisesti jakautunut koillis-lounaissektorissa. Sen sijaan länsi-pohjoissektorin tuulet ovat selvästi harvinaisempia. Tuulen jakaumatiedot on esitetty kuvassa 1. Liitteessä 2 on esitetty tarkemmin mallinnuksessa käytetty sääaineisto.

Mallin maaston korkeuksina ja maastotyyppinä käytettiin alueen nykytilan mukaisia tietoja. Maastotyytit voivat toiminnan aikana muuttua siten, että maaston vaikutus lähinnä tuulen vertikaalijakaumaan maan pinnan läheisyydessä muuttuu tuulikitkan eli rosoisuuden vaikutuksesta. Näitä muutoksia ei ole arvioitu eikä niitä otettu huomioon mallinnuksessa.



suunta (°)	nopeus (m/s)						yht.
	<= 1.54	<= 3.09	<= 5.14	<= 8.23	<= 10.80	> 10.80	
0.0	0.33	1.09	1.15	0.18	0.00	0.00	2.75
22.5	0.48	0.93	2.29	0.63	0.01	0.00	4.34
45.0	0.44	1.13	3.48	1.68	0.19	0.00	6.92
67.5	0.44	1.65	4.59	1.17	0.19	0.00	8.04
90.0	0.85	1.46	3.57	0.73	0.05	0.00	6.66
112.5	0.63	1.88	4.77	0.50	0.01	0.00	7.79
135.0	0.54	1.66	5.08	0.52	0.02	0.00	7.82
157.5	0.38	1.13	4.12	1.48	0.05	0.00	7.16
180.0	0.46	0.92	3.68	2.41	0.28	0.05	7.80
202.5	0.56	1.41	4.63	2.24	0.39	0.06	9.29
225.0	0.96	2.33	4.03	0.93	0.02	0.00	8.27
247.5	0.88	1.02	1.25	0.19	0.00	0.00	3.34
270.0	0.35	0.87	1.65	0.24	0.00	0.00	3.11
292.5	0.23	0.74	1.59	0.38	0.05	0.00	2.99
315.0	0.28	0.76	3.73	1.45	0.13	0.00	6.35
337.5	0.34	1.25	3.35	0.46	0.00	0.00	5.40
Yht	8.15	20.23	52.96	15.19	1.39	0.11	98.03
Tyyntä							1.95
Puuttuvia							0.02
Yht							100.00

KUVA 1. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma Rovaniemen sääasemalla 2012.
4.3 Mallinnetut toiminnot ja laskentaperusteet

Leviämismallilla laskettiin louhinnan ja tuulieroosion yhteisvaikutuksia kohdassa 2.4 esitetyissä tarkastelutilanteissa huomioiden kaivoksen elinkaari. Lisäksi laskettiin erikseen pitoisuusvaikutukset louhinnalle (räjäytykset), tuulieroosiolle sivukivialueilta ja pintamaan poistolle louhoksittain ja alueittain. Suhanko-Pohjoisen osalta tarkasteltiin myös louhokseen sijoittuvaa esimurskausta tarkastelutilanteessa 4 Suhanko-Pohjoisen ja Vaaralammen louhosten ollessa tuotannossa. Osaa toiminnoista, kuten rikastushiekaltaan tuulieroosio, louheen purkaminen ja hihnakuljetus ei mallinnettu johtuen ko. toimintojen pienistä päästömääristä.

Sivukivialueiden vaihtoehtoisten sijaintien osalta mallinnukseen valittiin ne, joilla katsottiin olevan suurimmat vaikutukset lähialueen asutukseen.

Louhinta:

Louhinnasta aiheutuvan pölyn leviäminen mallinnettiin erikseen kaikille alueen louhoksille sijoittamalla räjäytykset siihen louhoksen osaan, jonka ajateltiin olevan pölyn leviämisen kannalta kriittisin. Esimerkiksi Tuumasuon louhinta sijoitettiin louhoksen pohjoislaidalle, lähelle Palovaaran kylää. Laskennat tehtiin erillistarkasteluina Suhanko-Pohjoinen, Tuomasuo, Vaaralampi ja Konttijärvi louhoksille sekä elinkaaren mukaisille yhdistelmille huomioiden kaikki louhokset.

Kerralla louhittavaksi alaksi on arvioitu 5000 m² eli 200 x 25 m² (77,8 kg/kerta). Mallin lyhin tarkastelujakso on tunti, joten päästö on 'jaettu' tunnin mittaiseksi (TSP-päästö 0,004322 g/sm²). Räjäytyksiä oli mallissa kerran päivässä.

Aiheutuneet pitoisuudet olivat selvästi (noin 7 kertaa) pienemmät kello 7 – 14 tehdyillä räjäytyksillä kuin yöllä/illalla tehdyillä (Liite 1). Syy pitoisuuksien suureen eroon ei ole selvä eikä yksikäsitteistä tekijää pysty sääaineiston perusteella päättelemään. Liitteessä 2 on esitetty eräitä, lähinnä ilmakehän stabiilisuuteen ja sekoittuneen kerroksen korkeuteen liittyviä parametreja, joissa ei ole havaittavissa selitystä eroon. Tästä syystä laskentoja tehtiin kaksi – toisessa räjäytyksen oletettiin tapahtuvan kello 12 ja toisessa kello 18 joka päivä läpi vuoden. Laskennat tehtiin kaikille louhoksille erikseen toiminnan alkuvaiheelle, jolloin räjäytys tapahtuu maanpinnan nykyisessä tasossa. Laskennat tehtiin erikseen kaikille louhoksille. Lisäksi laskettiin Tuumasuon ja Vaaralammen louhoksille louhinnan myöhemmän vaiheen leviämislaskelmat, joissa louhoksen syvyytenä oli 100 metriä.

Koska mallin edellyttämä lyhin päästön tarkastelujakso on tunti, edellyttää se räjäytyksen irrottaman ainemäärän jakamista tasaisesti kyseiselle tunnille. Näin ollen, mallissa käytetty päästön intensiteetti on pienempi kuin todellisuudessa, jolloin räjäytyksen irrottama massamäärä vapautuu ilmakehään 'hetkessä'. Hetkelliset pitoisuudet louhinnasta voivat kuitenkin olla suuria. Teoreettisesti 77,8 kg jaettuna tilavuuteen 5000 m² x 20 m (pölypilven esimerkinomainen korkeus) antaa hetkelliseksi keskipitoisuudeksi 778 000 µg/m³ eli noin 0,8 g/m³, joten hetkellinen pitoisuus räjäytyksen jälkeen voi olla selvästi mallinnettua tuntiarvoa (tunnin keskipitoisuus) suurempi.

Tuulieroosio (sivukivialueilta):

Sivukivialueilta tapahtuvaa tuulieroosiota laskettaessa oletettiin eroosiolle alttiina olevan kerrallaan kahden vuoden läjitykseen tarvittava pinta-ala eli 250 ha (Suhanko-pohjoinen) ja 90 ha (Pikku-Suhanko). Päästö pinta-alaa kohti oli tuulieroosiolle $1,93 \times 10^{-6} \text{ g/sm}^2$.

Sivukivialueet huomioitiin tarkastelutilanteiden mukaan (kohta 2.4). Erikseen laskettiin pölyn leviäminen sivukivialueilta Suhanko-pohjoisen ja Pikku-Suhangon louhosten osalta, koska niissä tapahtuvalla toiminnalla arvioitiin ennalta olevan suurimmat vaikutukset lähistön asutukselle

Pintamaan poisto:

Pintamaan poiston aiheuttama pölyn leviäminen laskettiin Tuumasuon ja Vaaralammen louhoksille tarkoituksena selvittää toiminnan vaikutus läheisyyden asutuksille (Palovaara ja Suhankojärvi). Pinta-alana laskennassa käytettiin likimain puolta kokonaisalasta (rakennusaika noin 2 vuotta). Päästöiksi saatiin näissä tapauksissa $4,9 \cdot 10^{-6} \text{ g/sm}^2$ ja $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ g/sm}^2$. Pintamaan poistoa ei ole huomioitu elinkaaren mukaisissa tarkastelutilanteissa.

4.4 Jakaumakuvat

4.4.1 Erillistilanteet

Liitteessä 3 on esitetty aluejakaumakuvina arvio pölyn leviämisestä louhoksittain sekä erikseen tarkasteluille sivukivialueille ja pintamaan poistolle. Jakaumakuvissa (Liite 3) esitetyt tilanteet ovat:

Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), louhos nykyisen maanpinnan tasossa:

- Suhanko-Pohjoinen, 2. korkein tunti- ja vuorokausipitoisuus
- Tuomasuo, 2. korkein tunti- ja vuorokausipitoisuus
- Vaaralampi, 2. korkein tunti- ja vuorokausipitoisuus
- Konttijärvi, 2. korkein tunti- ja vuorokausipitoisuus

Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), 100 metriä syvä louhos:

- Tuomasuo, 2. korkein vuorokausiarvo
- Vaaralampi, 2. korkein vuorokausiarvo

Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 18), louhos nykyisessä tasossa:

- Suhanko-Pohjoinen, 2. korkein vuorokausiarvo
- Konttijärvi, 2. korkein vuorokausiarvo
- Tuomasuo, 2. korkein vuorokausiarvo
- Vaaralampi, 2. korkein vuorokausiarvo

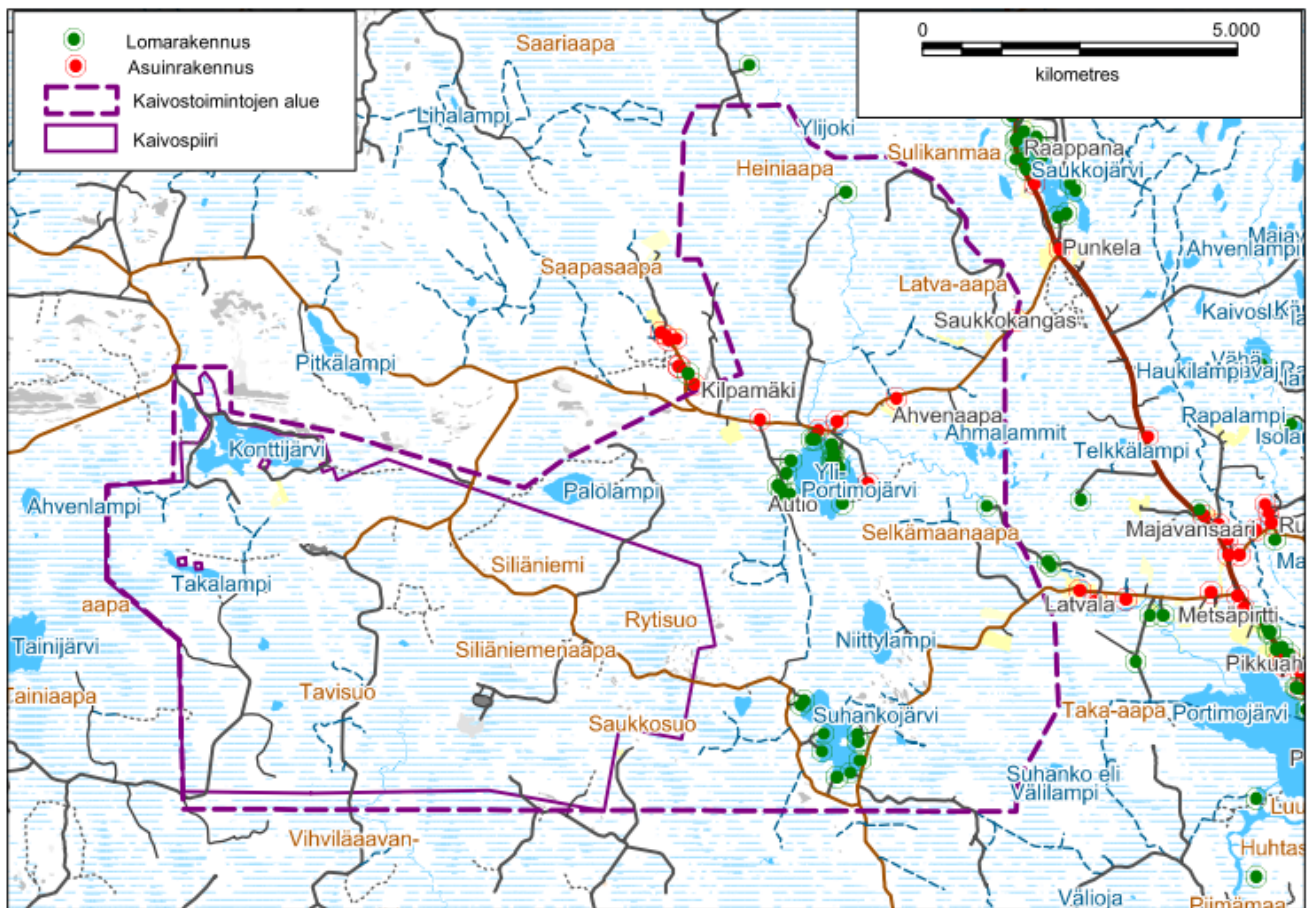
Tuulieroosio sivukivialueilta:

- Suhanko-Pohjoinen, 2. korkein vuorokausiarvo
- Pikku-Suhanko, 2. korkein vuorokausiarvo

Pintamaan poisto:

- Tuumasuo, 2. korkein vuorokausiarvo
- Vaaralampi, 2. korkein vuorokausiarvo

Kaikissa mallinnetuissa erillistilanteissa sekä kokonaisleijuman että hengitettävien hiukkasten osalta ohje- ja raja-arvojen ylitykset rajoittuvat pienelle alueelle toiminnan läheisyydessä kaivosalueen rajojen sisällä, eikä ylityksiä tapahdu asutuksen (Palovaara, Yli-Portimojärvi, Suhankojärvi) lähistöllä. Mikäli louhintaräjähdyksiä tehtäisiin Tuumasuon louhoksessa iltaisin, saattaisivat ilmanlaadun raja- ja ohjearvot mallinnuksen perusteella ylittyä Palovaaran alueella. Kuvan 2 kartassa on esitetty Suhangon kaivos-toimintojen raja- ja läheisen loma- ja vakituisen asutuksen sijainti.



KUVA 2. Suhangon lähialueen asutus

4.4.2 Kaivoksen elinkaaren mukaiset tarkastelutilanteet

Liitteessä 4 on esitetty jakaumakuvin pölyn leviämistä eri tarkastelutilanteissa (kohta 2.4). Tehtyjen mallinnusten perusteella raja- ja ohjearvojen ylityksiä ei tapahdu kaivosalueen ulkopuolella. Myöskään lähiseudun asutuksen alueilla ei kyseisiä ylityksiä tapahdu. Suhanko-pohjoisen alueella mahdollisesti suoritettava esimurskaus iltaisin voisi

hetkittäin kohottaa pölyn vuorokausipitoisuuksia Saukkojärven alueella. Vaikutusalueen voidaan muiden toimintojen osalta katsoa rajautuvan kaivosalueelle.

Jakaumakuvissa (Liite 4) esitetyt tilanteet ovat:

<u>VE1:1</u>	Konttijärven ja Ahmavaaran louhokset ja niihin liittyvät läjitykset
<u>VE1:2</u>	Ahmavaaran ja Suhanko-Pohjoisen louhokset ja niihin liittyvät läjitykset
<u>VE2:3</u>	Suhanko-Pohjoisen ja Vaaralammen louhokset ja niihin liittyvä läjitys
<u>VE2:3M</u>	Kuten VE2:3, lisäksi esimurskaus
<u>VE2:4</u>	Vaaralammen ja Tuumasuon louhokset ja niihin liittyvät läjitykset
<u>VE2+:5</u>	Pikku-Suhangon louhos ja siihen liittyvät läjitykset

Louhinnan ajankohdalla on suuri merkitys mallinnettuihin maksimipitoisuuksiin mahdollisesti havaintoaineistosta laskettujen ilmakehän stabiilisuuteen vaikuttavien tekijöiden kautta. Mallinnuksessa on pyritty valitsemaan laskentatilanteet siten, että maksimivaikutus tulee huomioiduksi. Tämä saattaa johtaa liian suuriin vaikutusarvioihin. Louhinta on kuitenkin vaihtoehtotilanteiden mallinnuksessa ajoitettu päiväsaikaan tahtuvaksi.

Tuulen aiheuttama pölyäminen on laskettu lumettomalle ajalle tuulen nopeudesta riippumattomana vakiosuuruisena päästönä perustuen arvioituihin vuotuisiin erodoituihin pölymääriin. Vuotuisten määrien arvioinnissa on kuitenkin huomioitu mm. läjitysalueelle sijoitetun aineksen laatu (silttipitoisuus), sadanta ja tuuliolosuhteet.

Rovaniemen säähavaintoaseman vuoden 2012 sääaineiston käyttö aiheuttaa epävarmuutta sijaintinsa takia (asema sijaitsee noin 50 km Suhangosta pohjoisluoteeseen). Tuulen suuntajakauma on kuitenkin varsin samanlainen kuin Suhangossa 2103 tehdyissä mittauksissa. Rovaniemen tuulitiedot käsiteltiin lisäksi kuvaamaan mahdollisimman hyvin laitoksen sijaintipaikkaa määrittämällä alueen paikalliset tekijät, kuten maankäyttö, leviämisalustan rosoisuus ja vuodenaikaiset albedoarvot (maan pinnan kyky heijastaa auringon säteilyä) eri maanpinnan laaduille. Paikallisten tekijöiden määrittäminen lisää käytetyn aineiston soveltuvuutta kohdealueelle. Meteorologisen aineiston voidaan ajatella kuvaavan alueen olosuhteita riittävällä tarkkuudella.

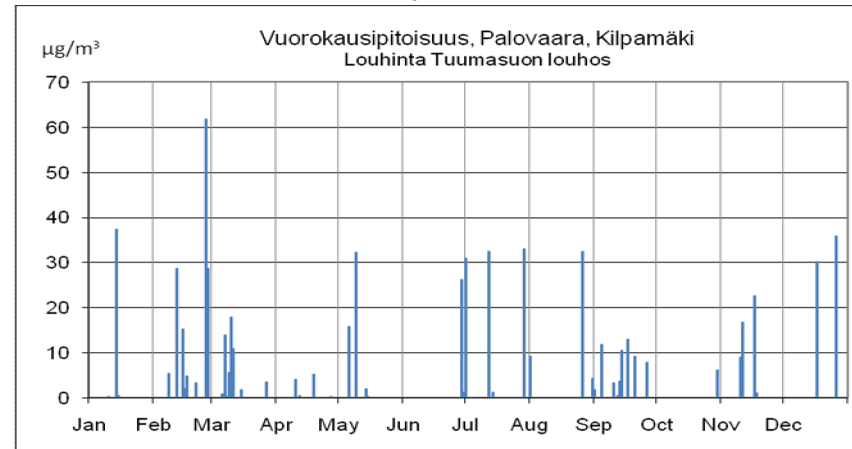
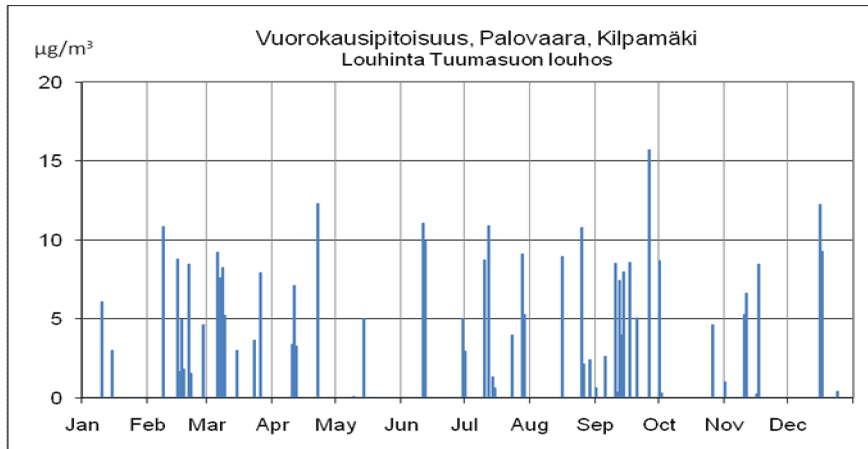
4.4.3 TSP vuorokausiarvojen aikasarjat

Aluejakaumakuvista käy ilmi pölyn leviämisen enimmäislaajuus, ei hetkellinen pitoisuustaso alueella eikä pitoisuuksien ajallinen vaihtelu. Jo yksittäinen korkea pitoisuus tarkastelukohdassa aiheuttaa jakaumakuvaan korkean pitoisuuden ko. kohdassa. Pitoisuuksien ajallisen esiintymisen havainnollistamiseksi on jakaumakuvien lisäksi esitetty aikasarjoina ne tilanteet, joilla voisi olla vaikutusta lähiasutukseen. Näiksi valittiin

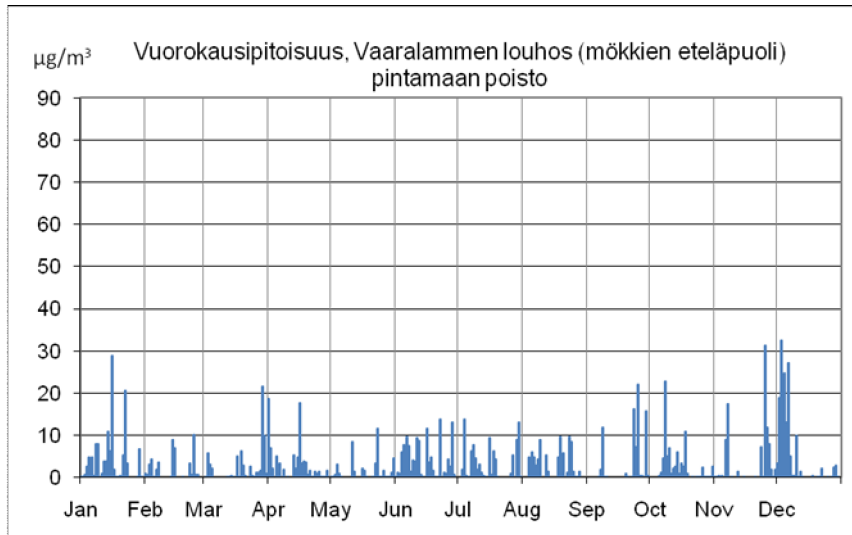
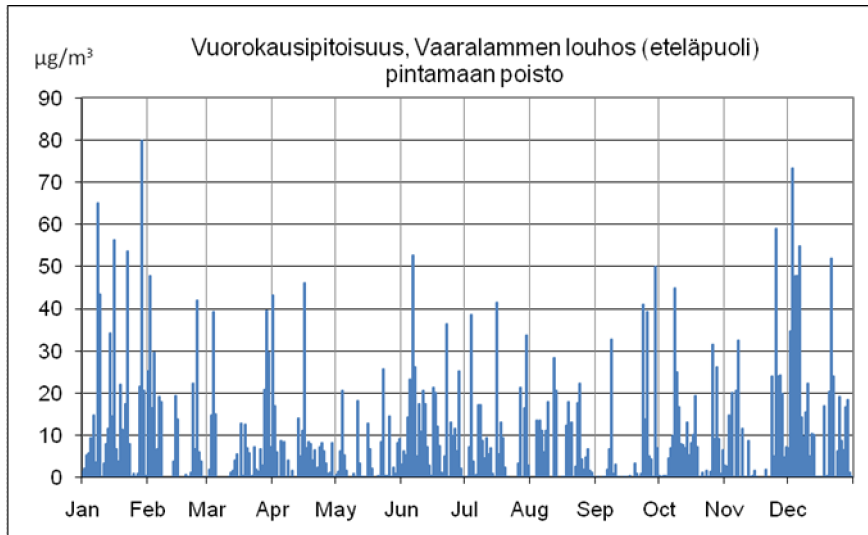
- Tuumasuolla tehtävä louhinta (päivä & ilta), jolla saattaisi olla vaikutusta Palo-vaaran Kilpamäen asutukseen ja

- b) pintamaan poisto Vaaralammella, jolla mahdollinen vaikutus Suhankojärven länsirannan mökkiasutukseen.

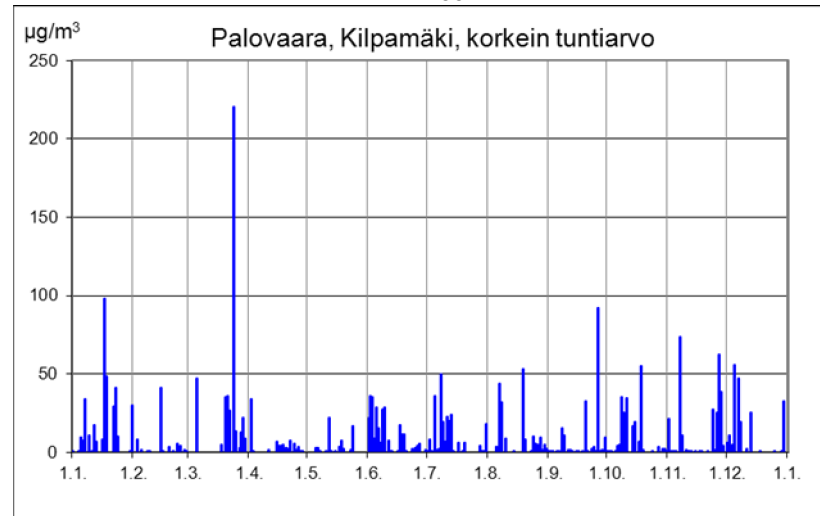
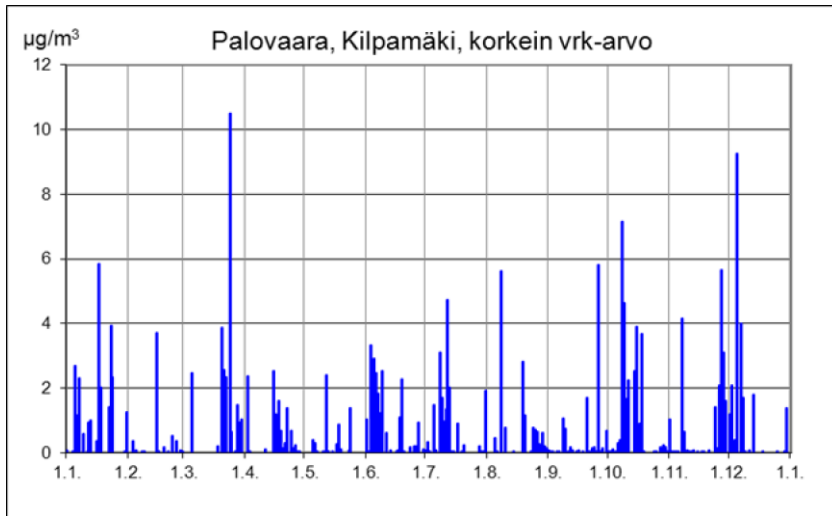
Vuorokausiarvojen aikasarjat näissä tilanteissa on esitetty kuvaajissa (kuvat 3-8). Valituissa tilanteissa vuorokausipitoisuudet eivät ylitä ilmanlaadulle asetettuja ohje- ja raja-arvoja (taulukko 11).



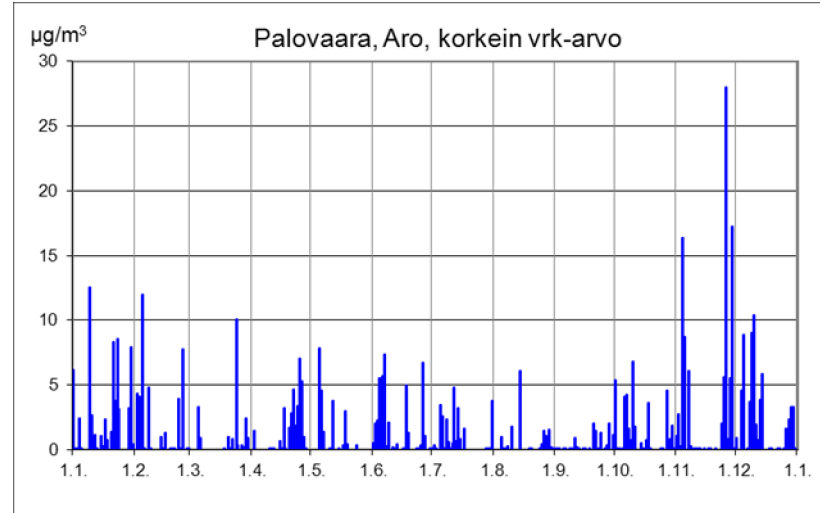
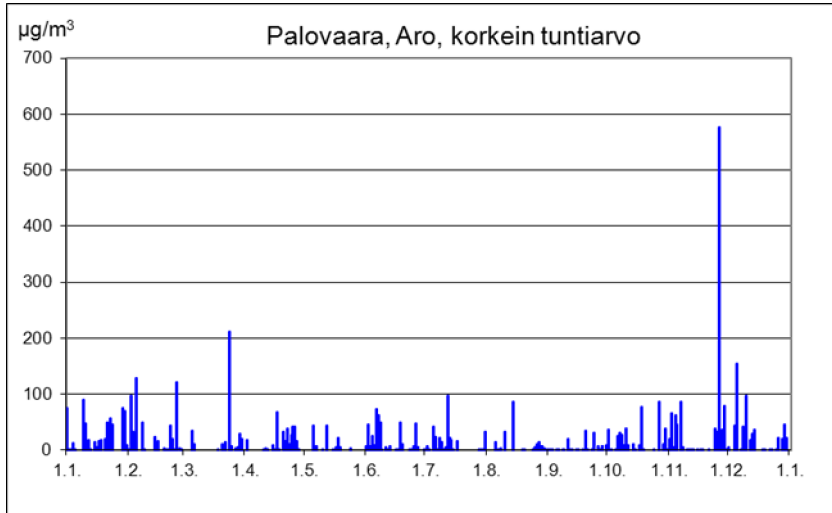
KUVA 3. TSP vuorokausipitoisuus Palovaaran Kilpamäessä. Louhinta maanpinnan tasossa Tuumasuon louhoksessa päivällä klo 12 (vas) ja illalla klo 18.



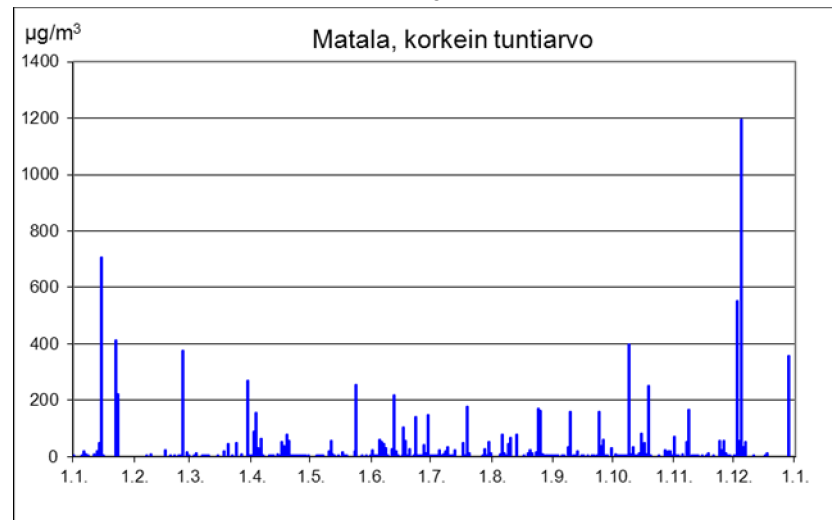
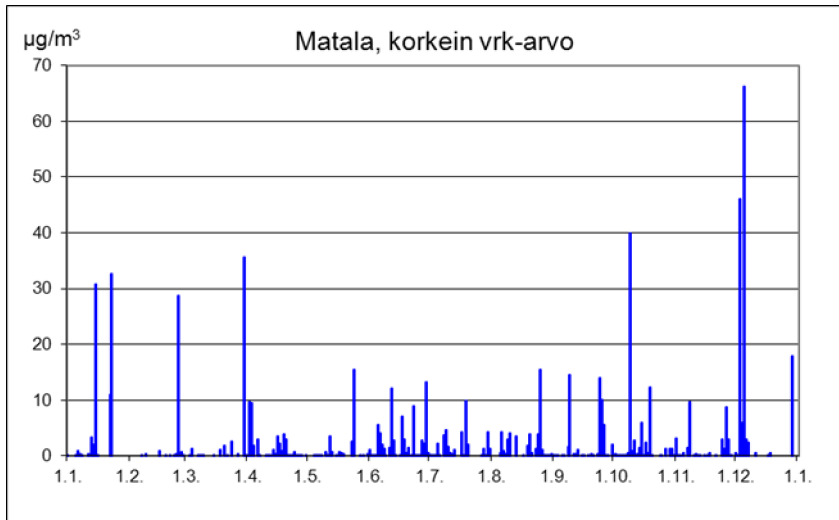
KUVA 4. TSP vuorokausipitoisuus Vaaralammen pintamaan poistolla louhoksen eteläpuolella (vas) ja Suhankojärven rannalla sijaitsevien mökkien eteläpuolella (oikea)



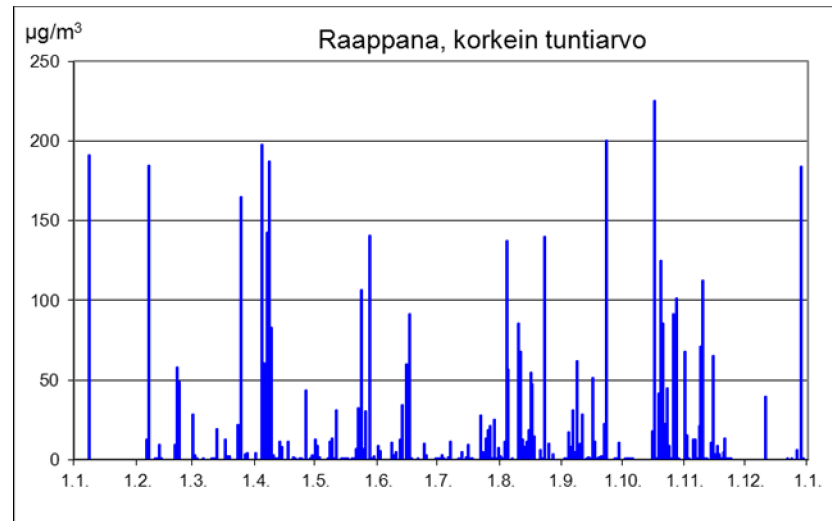
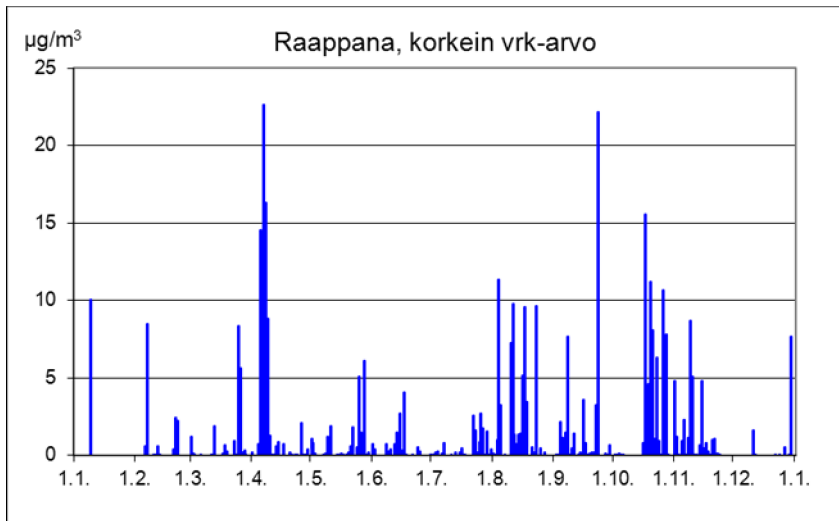
KUVA 5. Korkein TSP:n vuorokausi (vas.) ja tuntiarvo. Palovaara, Kilpamäki.



Kuva 6. Korkein TSP:n vuorokausi (vas.) ja tuntiarvo. Palovaara, Aro.



Kuva 7. Korkein TSP:n vuorokausi (vas.) ja tuntiarvo. Matala.



Kuva 8. Korkein TSP:n vuorokausi (vas.) ja tuntiarvo. Raappana.

Tuumasuon louhoksen louhintapölystä aiheutuvat metallipitoisuudet Palovaaran Kilpamäessä laskettiin aikasarjoista saatujen maksimipitoisuuksien sekä kappaleessa 3 esitettyjen pölyn laatutietojen perusteella. Pitoisuudet on laskettu kello 12 ja 18 tapahtuville räjäytyksille. Arvioidut metallipitoisuudet näissä tapauksissa ovat seuraavat:

Alkuaine	Pitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Palovaara Kilpamäki	
	Louhinta klo 12 TSP max. $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Louhinta klo 18 TSP max. $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$
koboltti	0,001	0,004
kromi	0,003	0,013
kupari	0,008	0,032
nikkeli	0,007	0,028
rikki	0,082	0,318
sinkki	0,005	0,019
lyijy	0,003	0,010
kadmium	0,000	0,000
arseeni	0,001	0,002
antimoni	0,000	0,002

4.5 Pölyn leviäminen YVA-menettelyn päävaihtoehdoille

4.5.1 Vaihtoehto VE1

Vaihtoehdossa VE1 Konttijärven ja Ahmavaaran louhoksia laajennetaan ja Suhanko-Pohjoinen louhos otetaan uutena käyttöön. Ensimmäisenä tuotantoon otetaan Konttijärven louhos ja seuraavaksi Ahmavaara. Louhokset sijaitsevat lähekkäin ja merkittävin pölypäästö kohdistuu vielä suhteellisen pienelle alueelle. Kokonaisleijuman ohjearvo $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja PM_{10} -hiukkasten raja-arvo $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eivät ylitä kaivosalueen ulkopuolella missään sääolosuhteissa.

Suhanko-Pohjoisen louhos otetaan käyttöön myöhemmin, Konttijärven louhinnan päätyttyä. Se sijaitsee noin 6 km etäisyydellä rikastamosta koilliseen ja louhoksen käyttöönotto lisää selvästi pölyvaikutusten laajuutta. Vuorokausiarvot eivät ylitä TSP- ja PM_{10} -hiukkasten ohje- ja raja-arvoja, mutta hetkellisesti arvot voivat ylittyä Suhanko-Pohjoisen itä- ja länsipuolella aivan kaivosalueen rajan tuntumassa. PM_{10} -hiukkasten osalta raja-arvo $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyy TSP-pitoisuuden ollessa $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kerroin 0,5 – 0,52). Raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia saa esiintyä 35. kertaa ennen kuin pitoisuus lasketaan ylitykseksi.

Mikäli malmin murskaus sijoitettaisiin Suhanko-Pohjoinen louhokseen, kasvaisi muodostuvan pölyn määrä ja leviämisen laajuus merkittävästi. Tässäkin tapauksessa ohjearvot ($\text{TSP } 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{10} 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eivät vuorokausitasolla ylitä. Sen sijaan hetkelliset hiukkaspitoisuudet saattavat ylittää Valtioneuvoston asettamat raja-arvot myös kaivosalueen ulkopuolella länsisuunnassa Saari- ja Saapasaavalla ja idässä Saukkojärven läheisyydessä. Kohonneita pitoisuuksia esiintyisi vain tuotannon alkuvaiheessa

murskauksen sijoituessa maanpinnan tasoon. Lisäksi asetus sallii 35 kohonnutta pitoisuutta vuoden aikana ennen kuin raja-arvon katsotaan ylittyneen.

4.5.2 Vaihtoehto VE2

Vaihtoehdossa VE2 toiminta jatkuu vaihtoehdon VE1 mukaisen toiminnan päätyttyä Vaaralammen ja Tuomasuon louhosten tuotantoon otolla. Vaihtoehdossa VE2 Ahmavaaran louhinnan päätyttyä, mutta Suhanko-Pohjoisen vielä ollessa tuotannossa, aloitetaan louhinta Vaaralammen louhoksesta. Vaaralammen louhos sijaitsee Suhankojärven pohjois- ja itäpuolella, osin järven kohdalla. Louhos ja sen sijoitusalueet laajentaisivat pölypäästöjen vaikutusalueita itäsuunnassa, etenkin Vaaralammen sivukiven läjitysalueella VAA3. Vaaralammen louhinnan pölypäästöt eivät aiheuta ilmanlaadun raja-arvojen ylityksiä kaivosalueen ulkopuolella.

Jatkettaessa louhintaa vaihtoehdon VE2 mukaisesti otetaan viimeisenä louhoksena tuotantoon Tuomasuo. Tuomasuon louhos sijoittuu rikastamon ja Suhanko-Pohjoisen väliin. Tuomasuon läheisyydessä on Palovaaran Kilpamäessä ja Yli-Portimojärven rannalla asutusta, joka tosin kaivoksen toimiessa tulee sijoittumaan toisaalle kaivosyhtiön pyrkiessä hankkimaan alueen maat omistukseensa tai hallintaansa. Pölyn leviämien laajuus alkaa tässä vaiheessa rajoittua jo hivenen suppeammalle alueelle. Louhinnan tapahtuessa päiväsaikaan ei ohje- ja raja-arvojen ylityksiä mallinnuksen tulosten perusteella tapahdu vuorokausipitoisuuksien osalta. Hetkellisten ylitysten mahdollisuus on sekä TSP:n ohjearvon $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ että PM_{10} -hiukkasten raja-arvon $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ osalta Tuomasuon pohjoispuolella aivan kaivosalueen rajan tuntumassa. Raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia saa esiintyä 35. kertaa ennen kuin pitoisuus lasketaan ylitykseksi. Mikäli Tuomasuon louhoksella räjäytyksiä tehtäisiin illalla TSP:lle ja PM_{10} :lle asetetut ohje- ja raja-arvot voisivat mallinnuksen mukaan ylittyä.

4.5.3 Vaihtoehto VE2+

Vaihtoehdossa VE2+ toiminta jatkuu edelleen tuotannolla Pikku-Suhangon louhoksesta. Kaivoksen ja rikastamon arvioitu toiminta-aika on 33 vuotta. Pikku-Suhanko sijaitsee välittömästi Ahmavaaran itäpuolella ja Vaaralammen louhoksen länsipuolella, jolloin se ei merkittävästi lisää pölyn leviämisaluetta edellisestä vaihtoehdosta. Pikku-Suhangossa louhintapotentiaali on noin 5 Mt ja louhinta-aika vain noin puoli vuotta, jolloin pölyvaikutus jää lyhytaikaiseksi.

Tehtyjen mallinnusten perusteella PM_{10} -hiukkasille asetettu raja-arvo $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ saattaa hetkellisesti ylittyä kaivosalueen ulkopuolella louhoksen eteläpuolella. Tälle alueelle ei kuitenkaan sijoitu asutusta. Raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia saa esiintyä 35. kertaa ennen kuin pitoisuus lasketaan ylitykseksi.

5 YHTEENVETO

Kaivostoiminnassa pölypäästöt muodostuu:

- louhinnan räjäytyksistä
- malmin ja sivukiven kuljetuksista

- malmin ja tarvekiven murskauksesta
- rikastushiekan ja sivukiven läjittämisestä

Pölypäästön määrä arvioitiin MINERA-hankkeessa tuotettujen päästökertoimien mukaisesti kaikille kaivoksen osatoiminnoille. Pölyn leviämistä arvioitiin mallinnuksella.

Päävaihtoehtojen VE1, VE2 ja VE2+ välillä pölypäästöissä ei ole suuria eroja, koska louhittava malmin määrä on vuositasolla sama. Louhoksien välillä pölypäästöissä on eroja mm. erikokoisten sijoitusalueiden ja sivukiven suhteellisen osuuden vuoksi. Toiminnan laajeneminen lisää pölypäästöjen vaikutusaikaa ja -aluetta.

Alavaihtoehtoina tarkasteltiin malminkuljetuksia kiviautoilla, "kumipyöräjunilla" ja Suhanko-pohjoisen louhoksen osalta hihnakuljetusta. Pienimmät pölypäästöt aiheutuvat kiviautokuljetuksesta.

Rakennusvaiheessa pölypäästöjä aiheutuu pääasiassa pintamaan kaivusta ja kuljetuksesta. Aktiivinen sulkemisvaihe vastaa pitkälti rakennusvaihetta, jolloin pölypäästöt ovat samantyyppisiä ja samaa suuruusluokkaa. Asianmukaisesti suljetulla kaivosalueella ei muodostu pölypäästöjä.

Tehtyjen mallinnusten perusteella ilmanlaadun raja-arvojen ylityksiä saattaa hetkellisesti tapahtua kaivosalueen ulkopuolella alueen rajan tuntumassa. Ohjearvojen ylityksiä ei tapahdu missään kaivosalueen ulkopuolella, ei myöskään lähiseudun asutuksen alueilla normaalitoiminnassa.

Mikäli louhintaräjähdyksiä tehtäisiin Tuomasuon louhoksessa iltaisin, saattaisivat ilmanlaadun raja- ja ohjearvot mallinnuksen perusteella ylittyä Pohjoispuolisella Palovaaran alueella. Lisäksi sijoitettassa esimurskaus Suhanko-Pohjoinen louhokseen, voi se hetimitäin iltaisin kohottaa pölyn vuorokausipitoisuuksia Saukkojärven alueella. Vaikutusalueen voidaan muiden tarkastelutilanteiden ja muiden toimintojen aiheuttamien pölypäästöjen osalta arvioida rajautuvan kaivosalueelle.

6 LÄHDELUETTELO

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

Geologian tutkimuskeskus, 2005. Lausunto: Suhangon kaivoshankkeen sivukivien ja rikastushiekan ympäristökelpoisuus sekä arvio läjitysalueiden maapohjan suotautumismuutoksista ja suositukset maapohjan tiiveydelle.

Kokko, J. 2012. Hiilijalanjälkiselvitys ja siihen käytettävän ohjelmiston valinta. Opinnäytetyö, Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Suomen ympäristökeskus, 2011. TuKos-hankkeen loppuraportti: Turvetuotannon valumavesien ympärivuotinen käsittely.

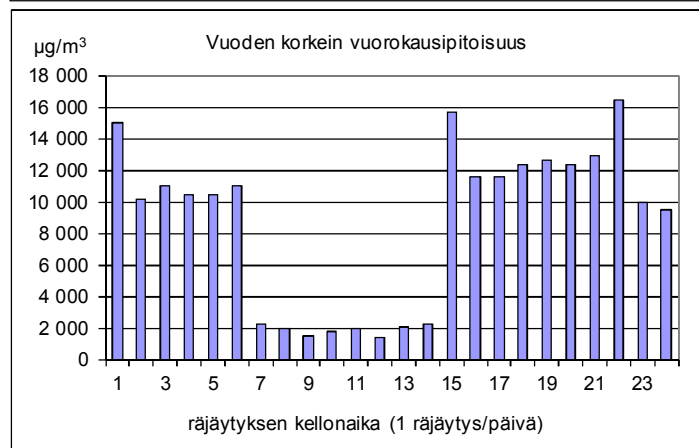
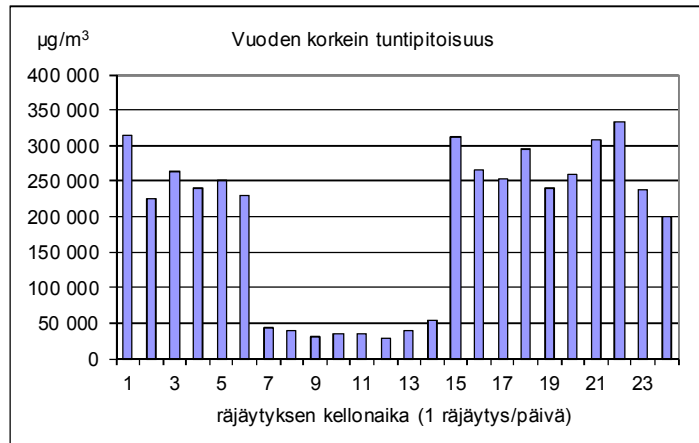
Liite 1. TSP-pitoisuudet eri vuorokaudenaikoina

klo	1h max	24h max	1h/24h
1	314 100	14 957	21.0
2	226 342	10 137	22.3
3	263 905	10 996	24.0
4	240 703	10 465	23.0
5	250 737	10 447	24.0
6	230 396	10 971	21.0
7	44 308	2 215	20.0
8	39 506	1 975	20.0
9	31 325	1 469	21.3
10	35 389	1 769	20.0
11	34 500	1 917	18.0
12	28 645	1 414	20.3
13	38 292	2 015	19.0
14	54 784	2 282	24.0
15	312 453	15 622	20.0
16	266 620	11 592	23.0
17	253 613	11 528	22.0
18	295 528	12 314	24.0
19	240 188	12 641	19.0
20	260 082	12 297	21.2
21	308 826	12 868	24.0
22	333 965	16 435	20.3
23	238 778	9 949	24.0
24	199 569	9 503	21.0

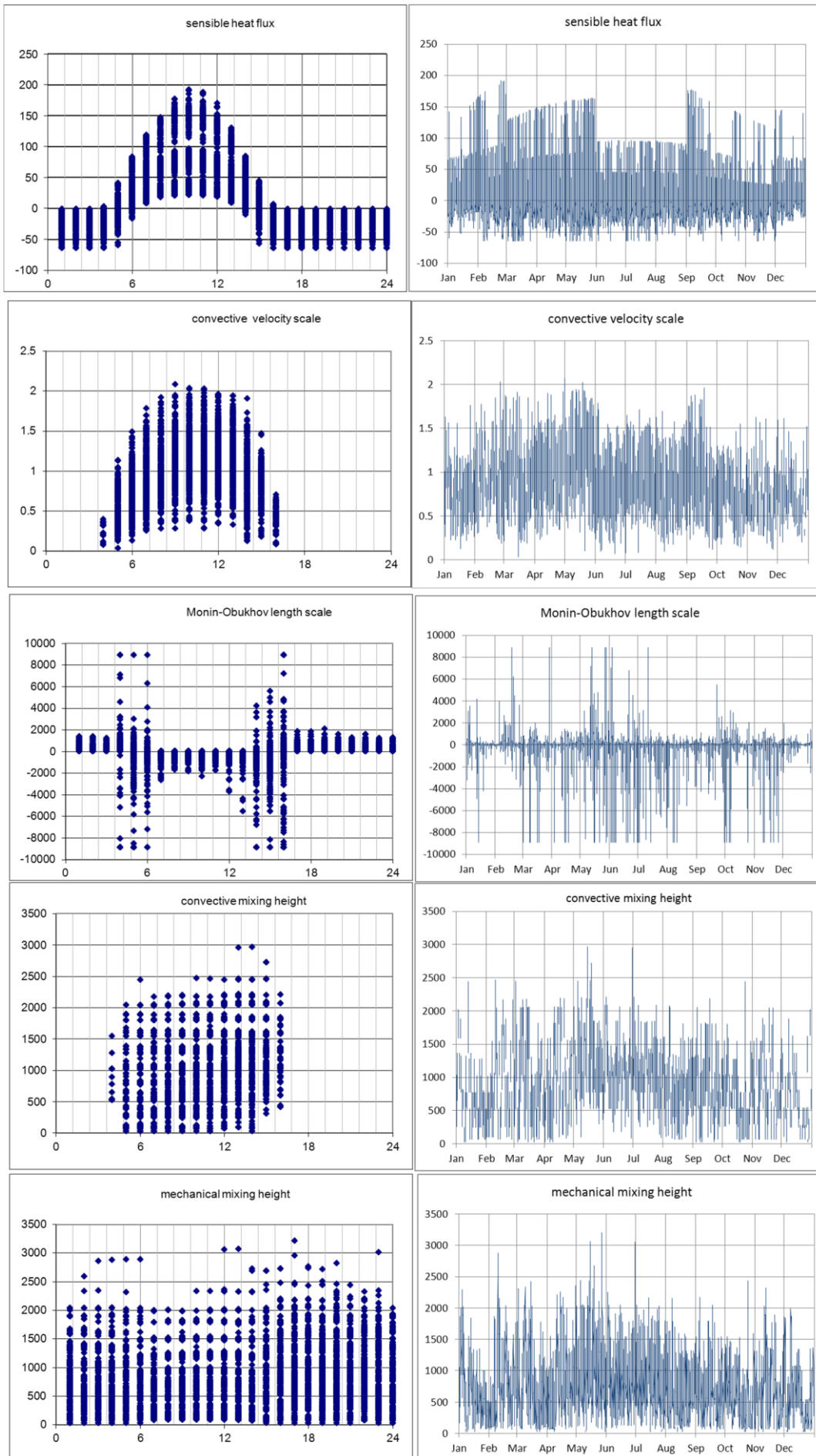
21.5

vuorokausiarvo on noin 1/21.5 tuntianosta

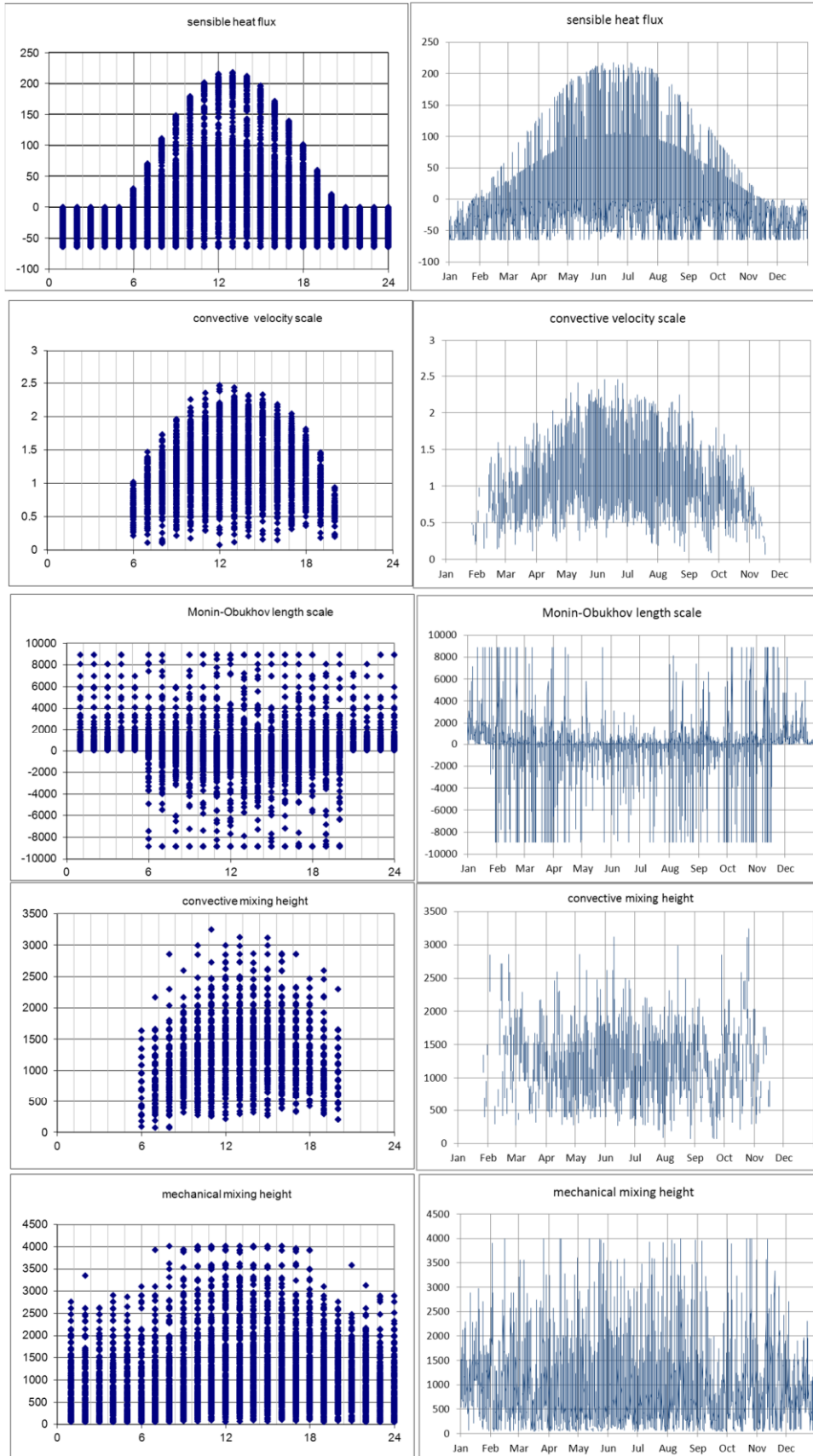
Koko vuoden laskenta



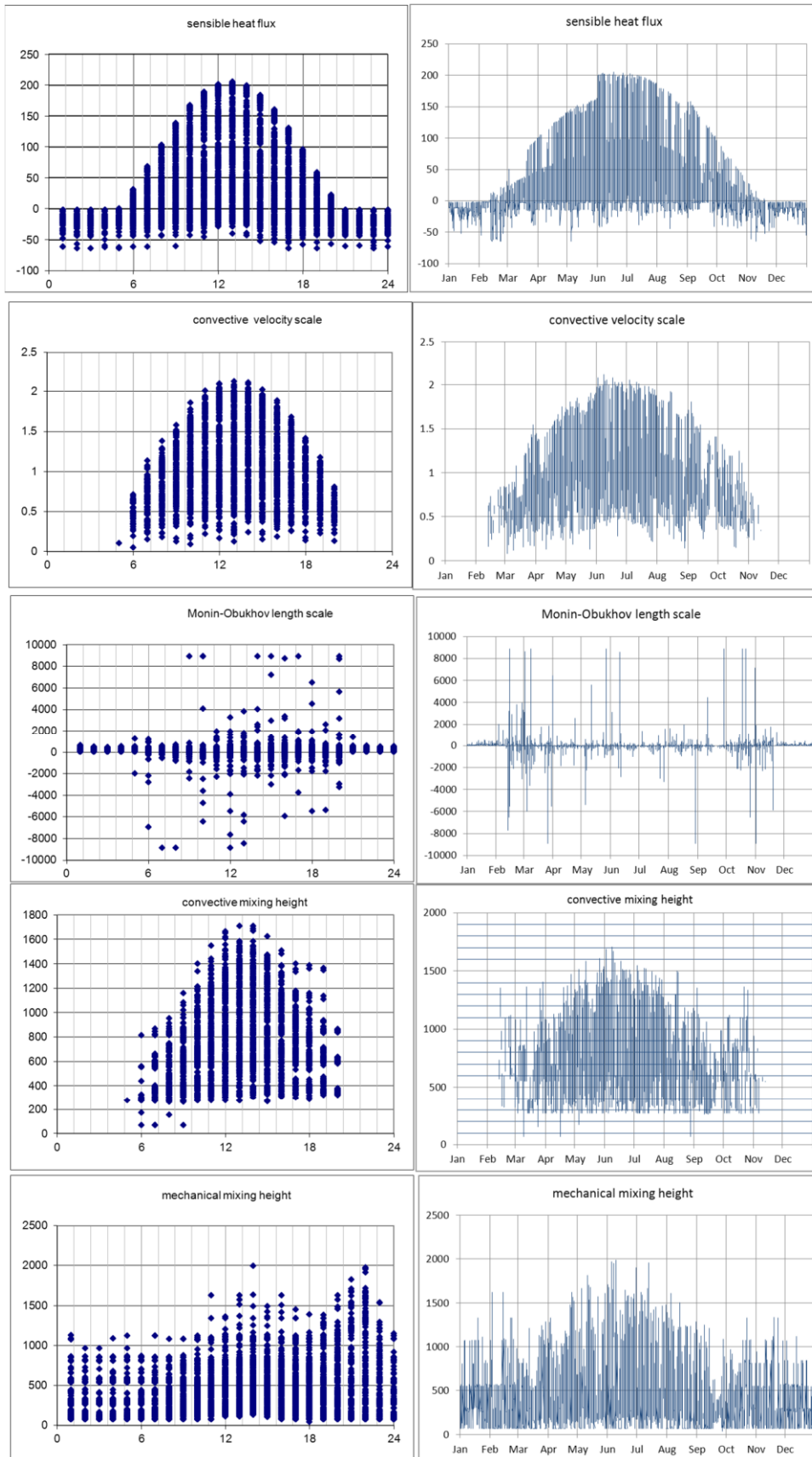
Suhangon pölymallinnus (säädäta, Rovaniemi 2012)



Helsinki-Vantaa (2008)

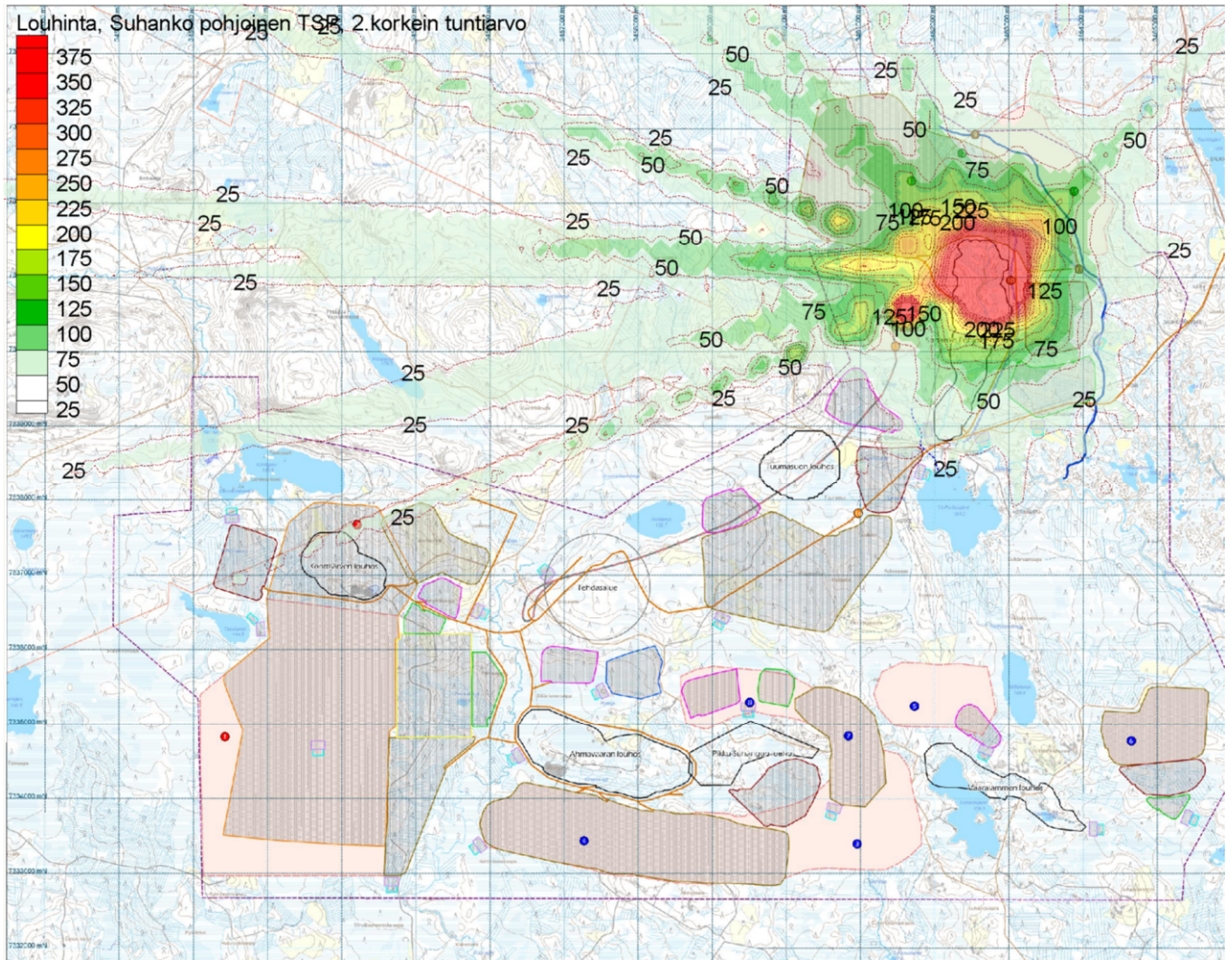


Lahti (2008)



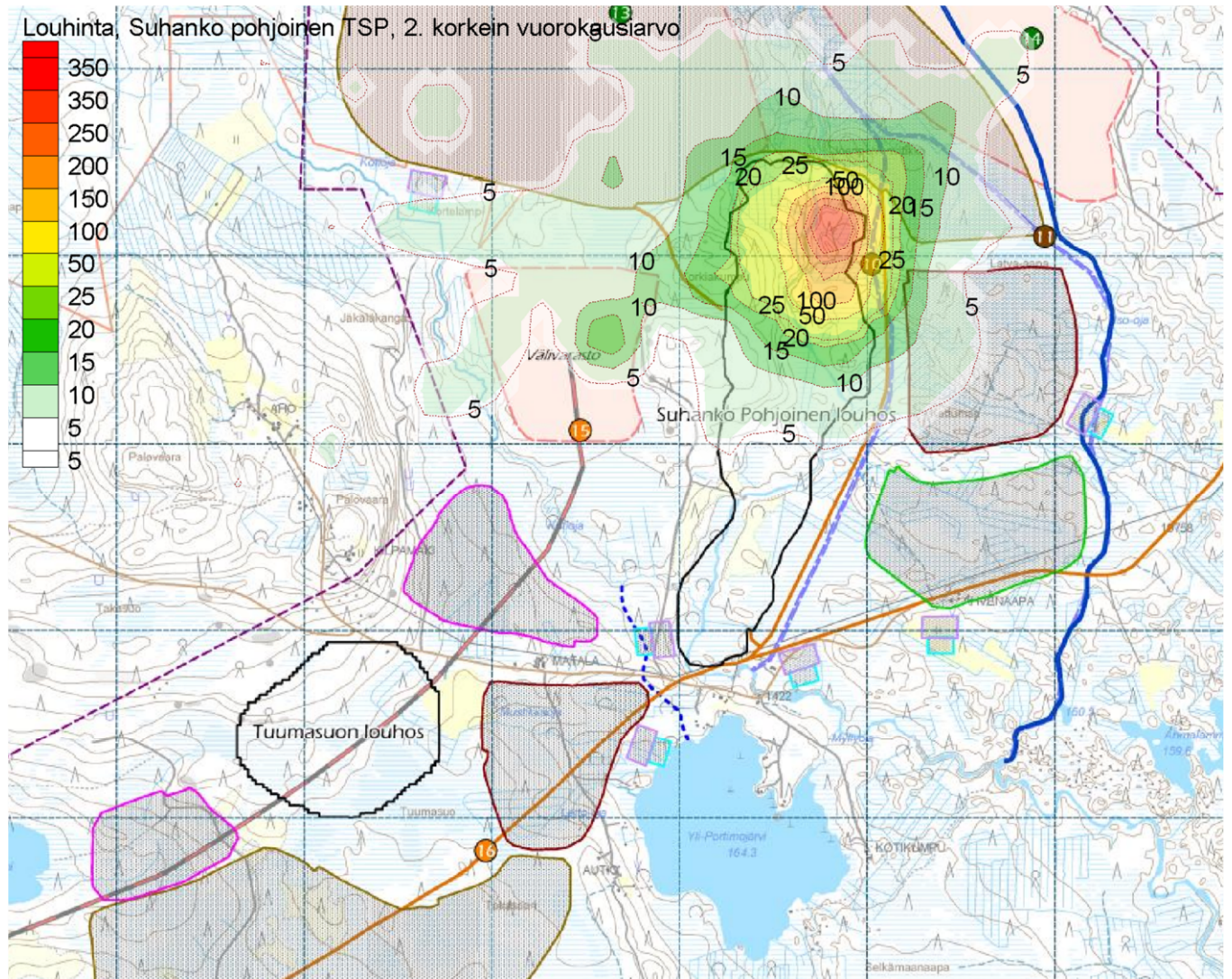
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), louhos nykyisessä tasossa:

Suhanko pohjoinen, toiseksi korkein tuntipitoisuus



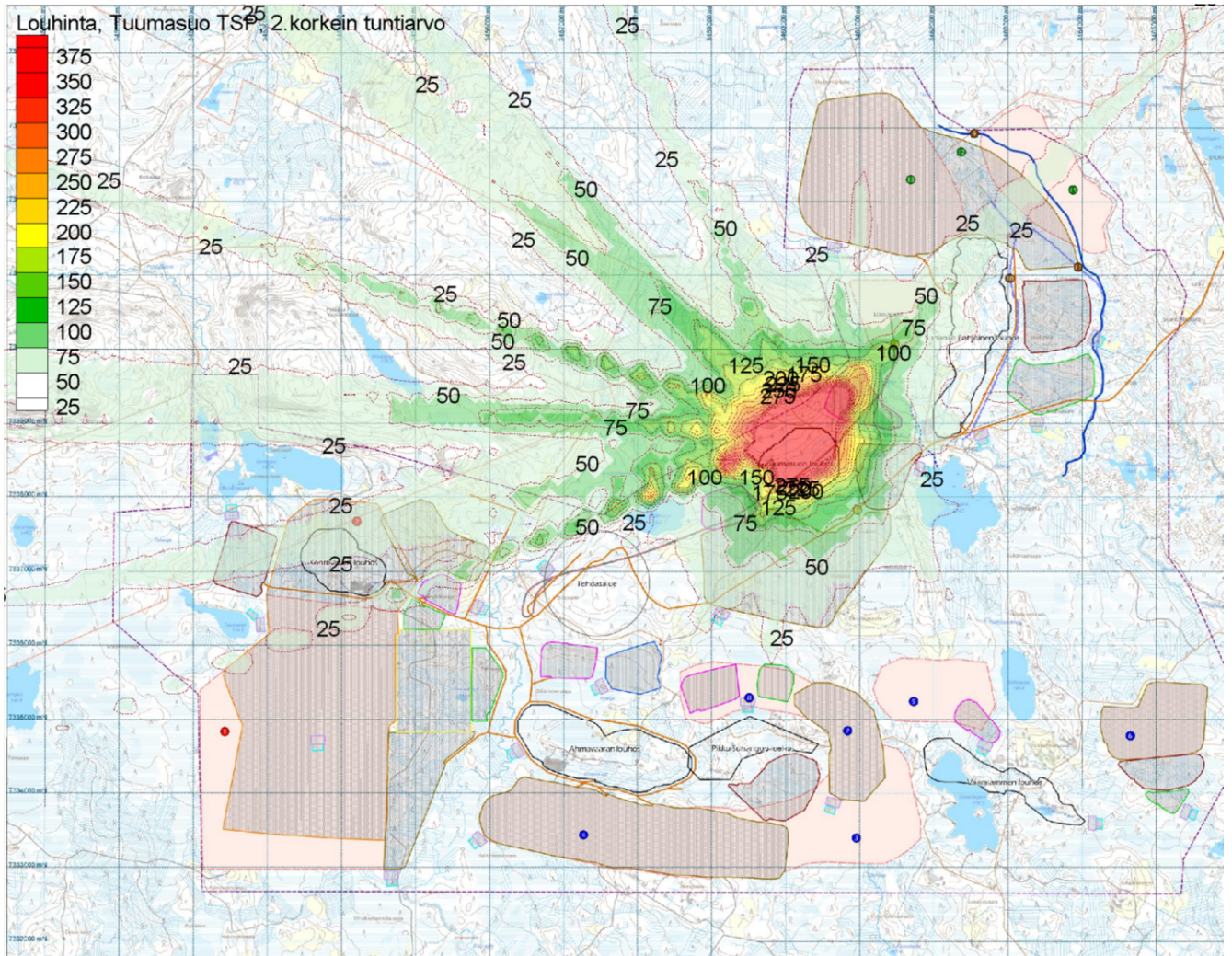
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), louhos nykyisessä tasossa:

Suhanko pohjoinen, toiseksi korkein vuorokausiarvo



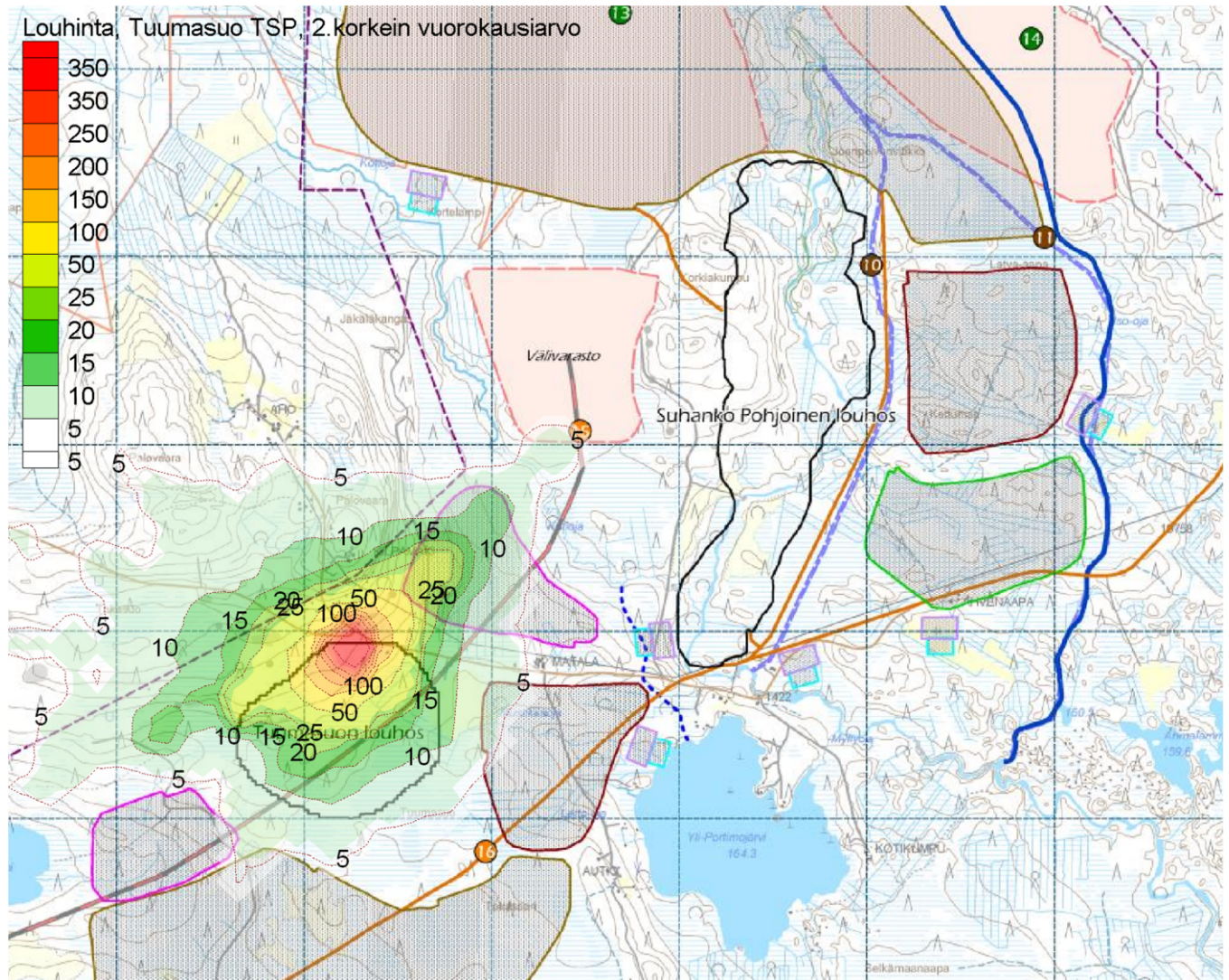
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), louhos nykyisessä tasossa:

Tuumasuo, toiseksi korkein tuntipitoisuus



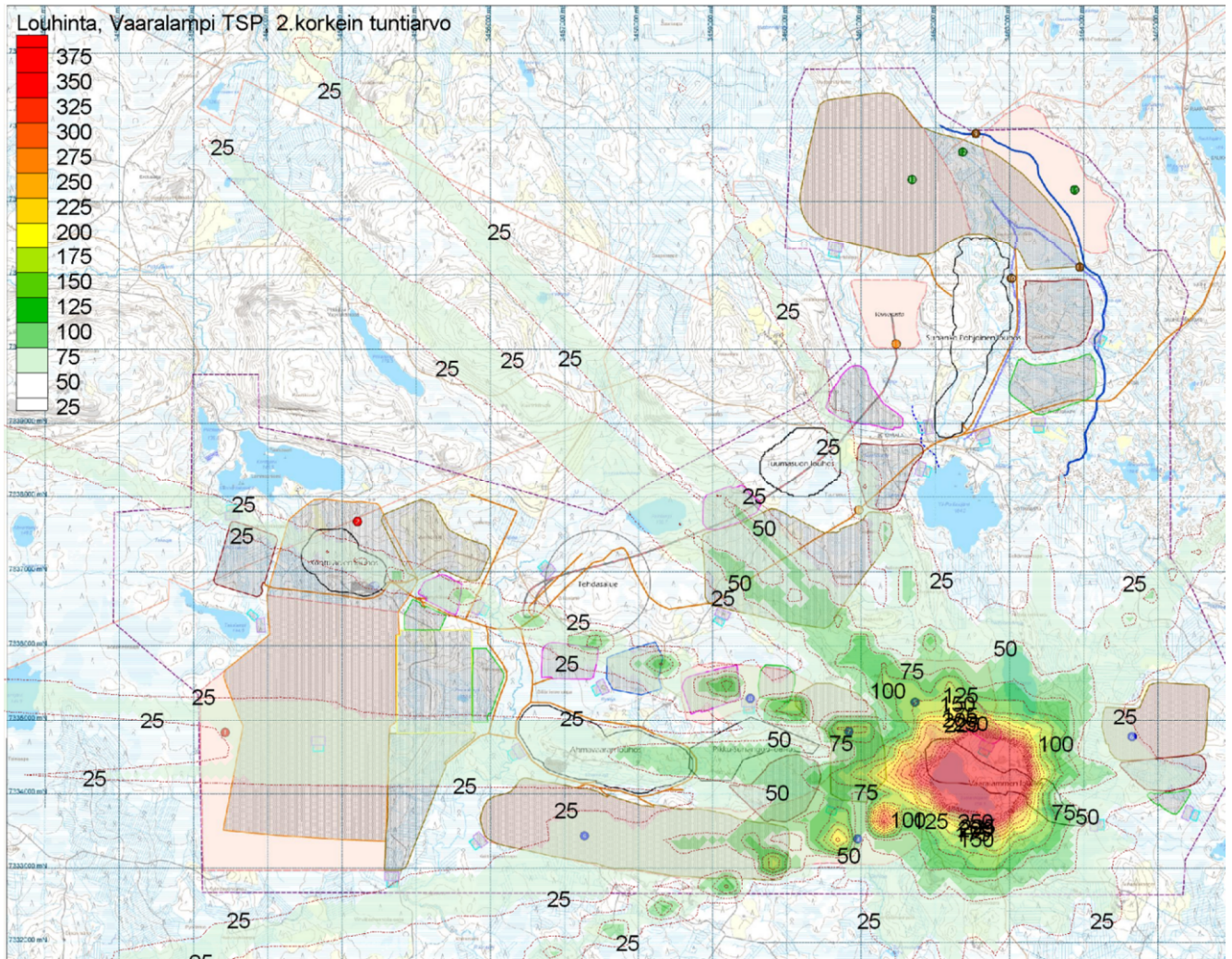
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), louhos nykyisessä tasossa:

Tuumasuo, toiseksi korkein vuorokausiarvo



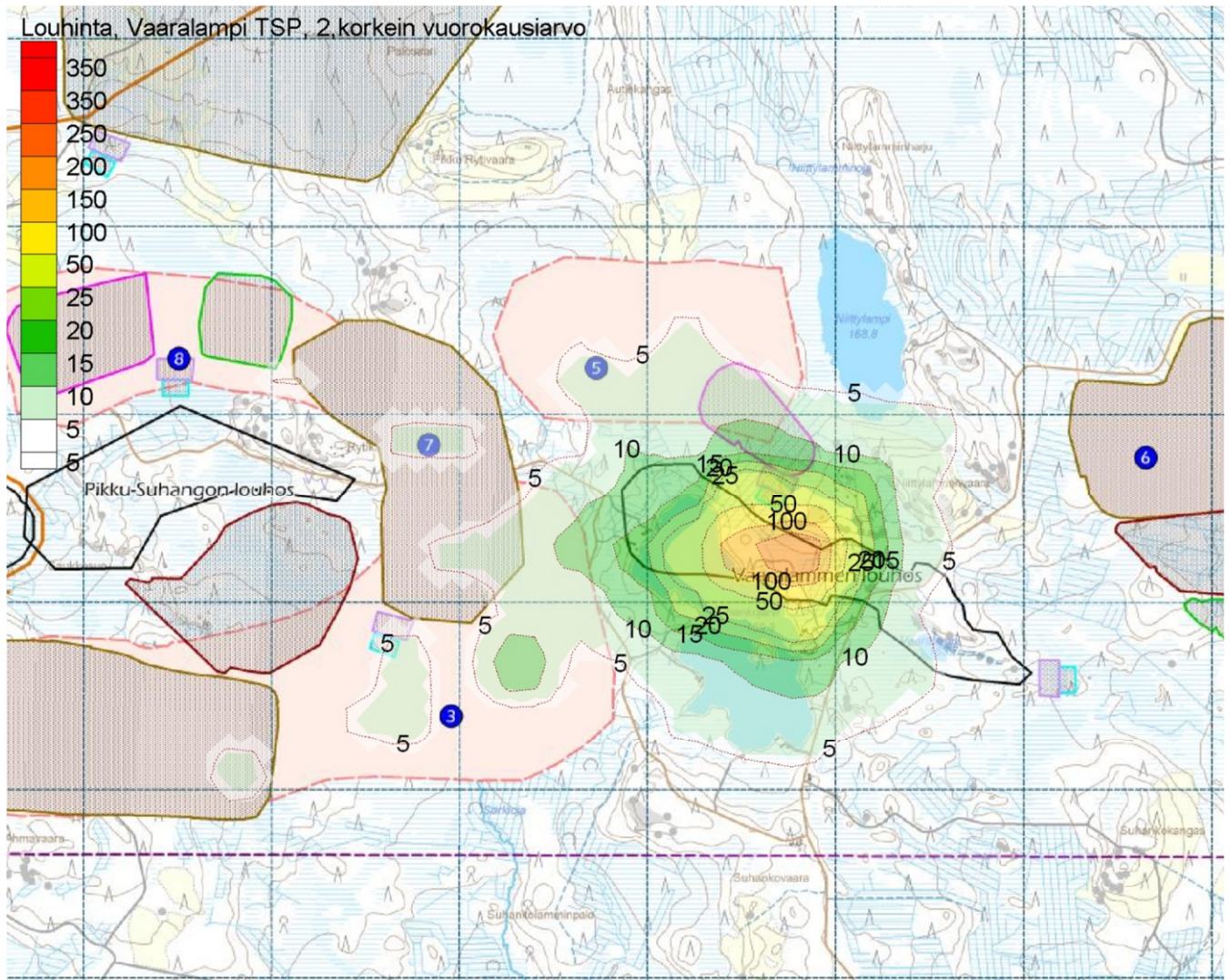
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), louhos nykyisessä tasossa:

Vaaralampi, toiseksi korkein tuntipitoisuus



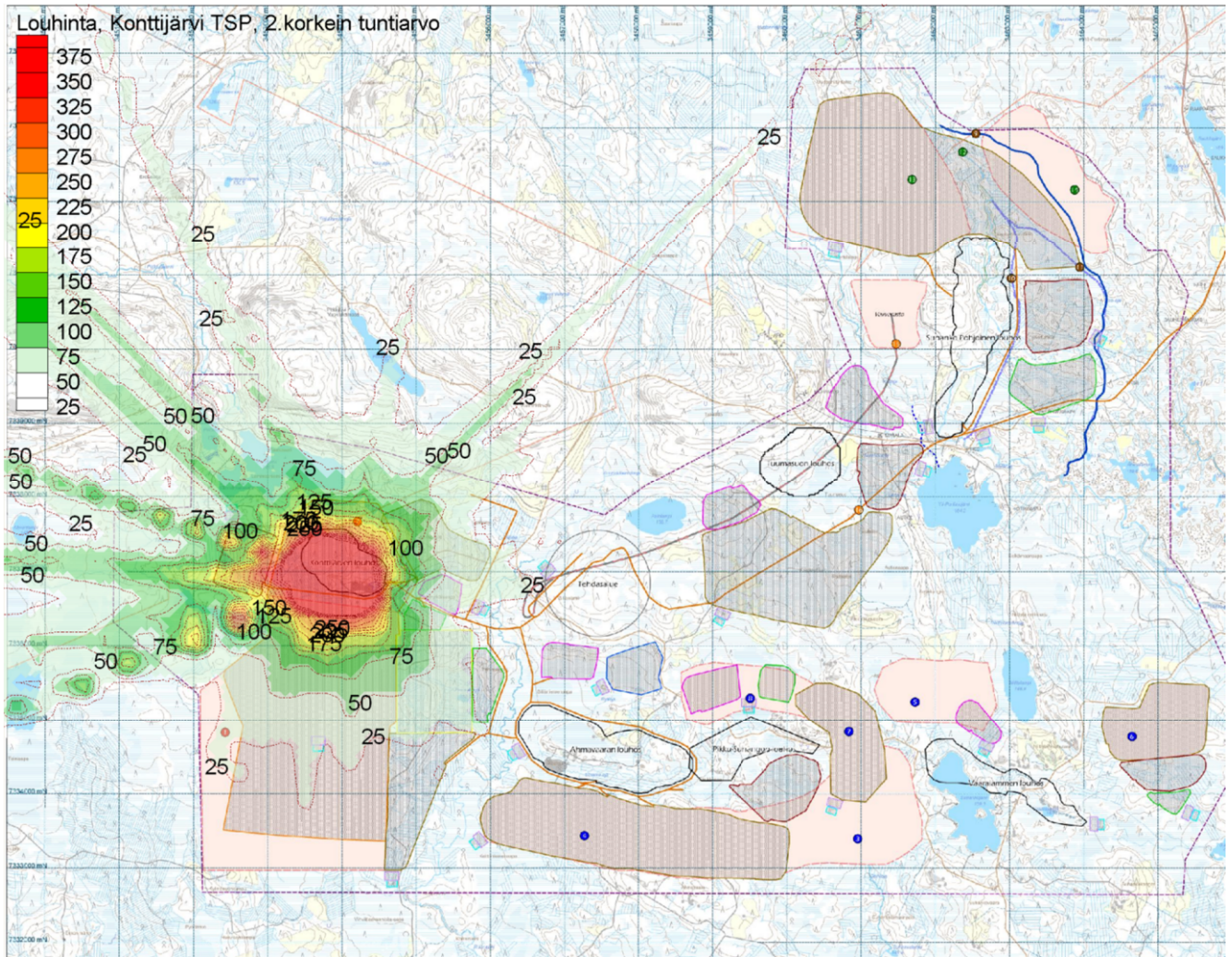
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), louhos nykyisessä tasossa:

Vaaralampi, toiseksi korkein vuorokausipitoisuus



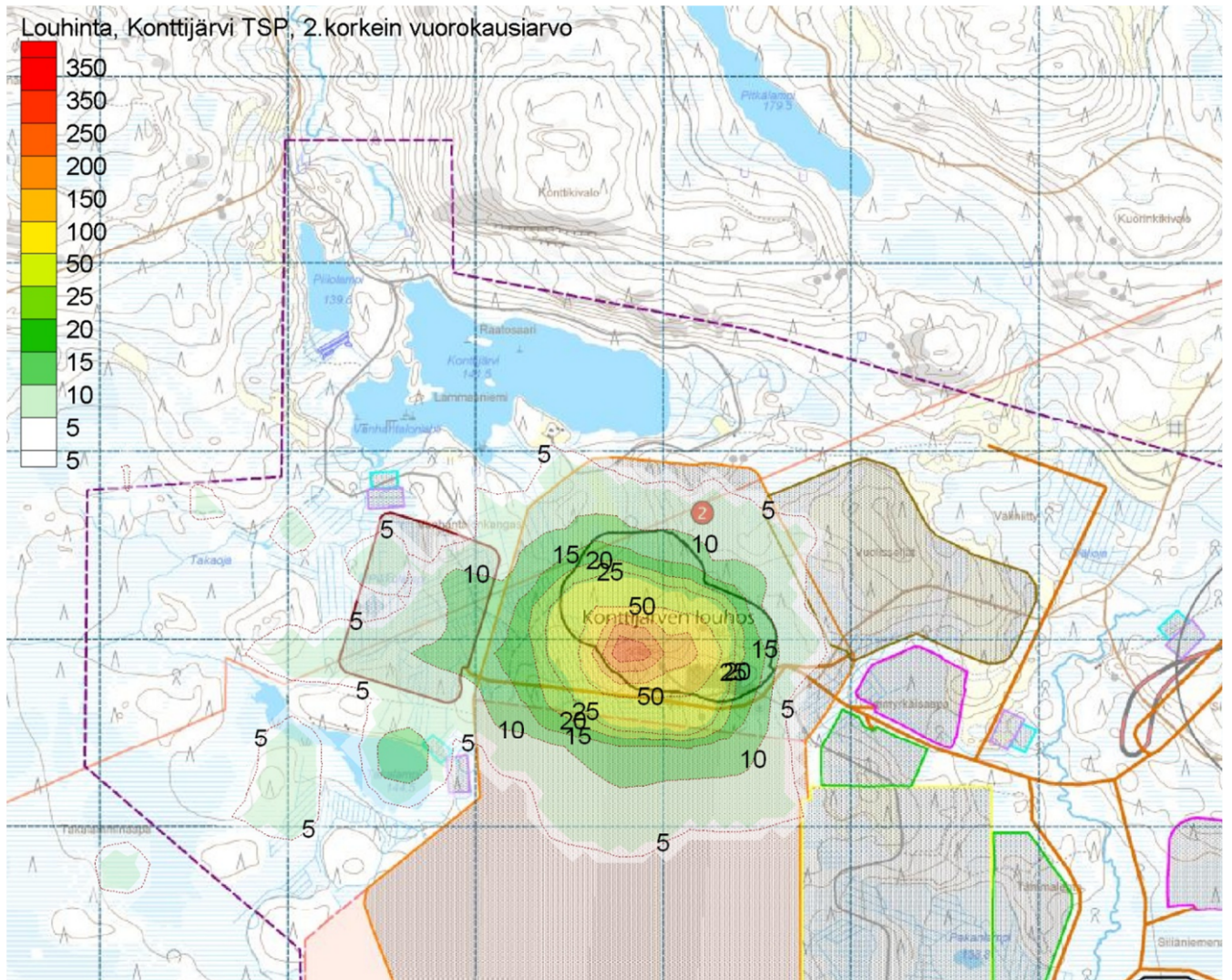
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), louhos nykyisessä tasossa:

Konttijärvi, toiseksi korkein tuntipitoisuus



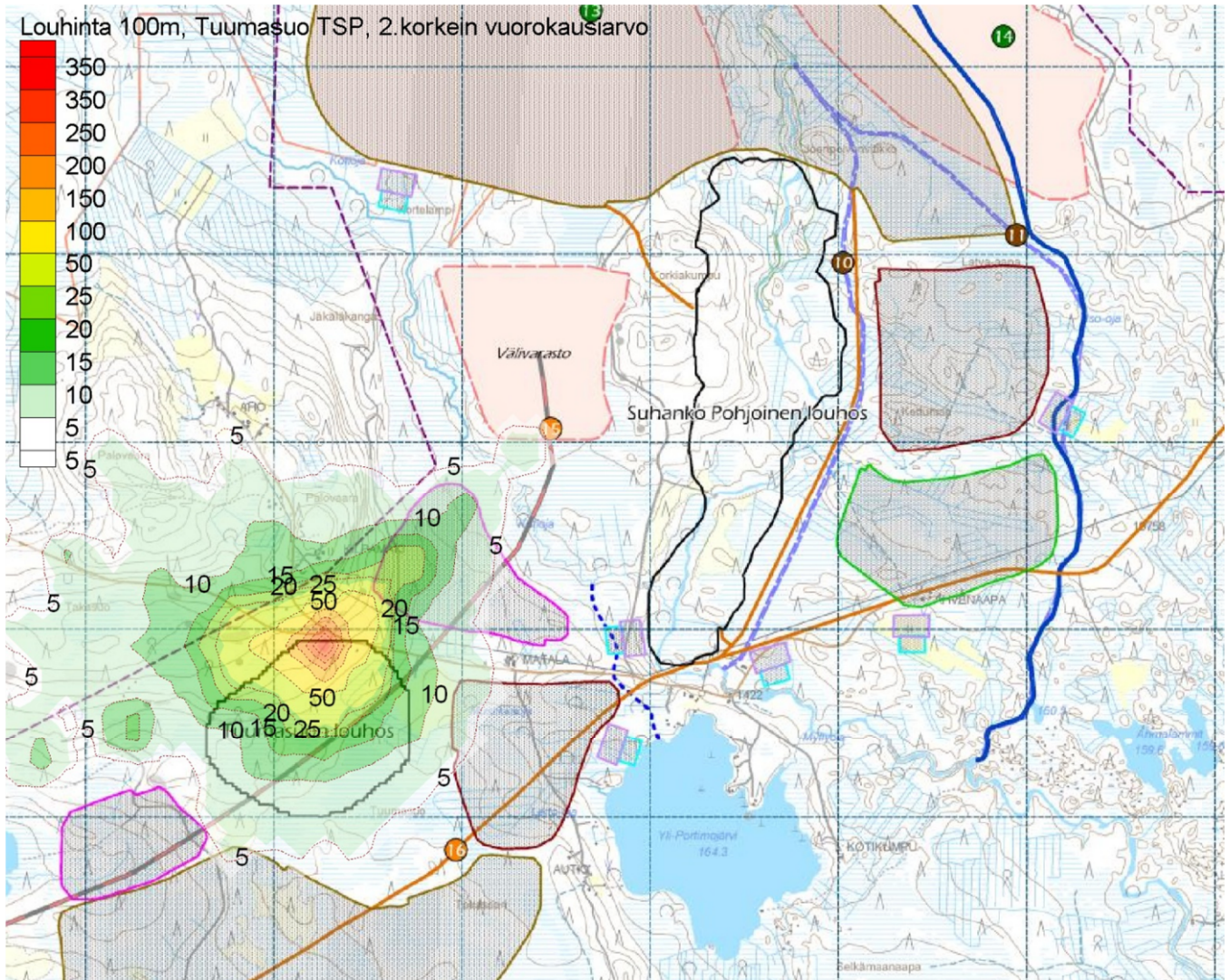
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), louhos nykyisessä tasossa:

Konttijärvi, toiseksi korkein vuorokausipitoisuus



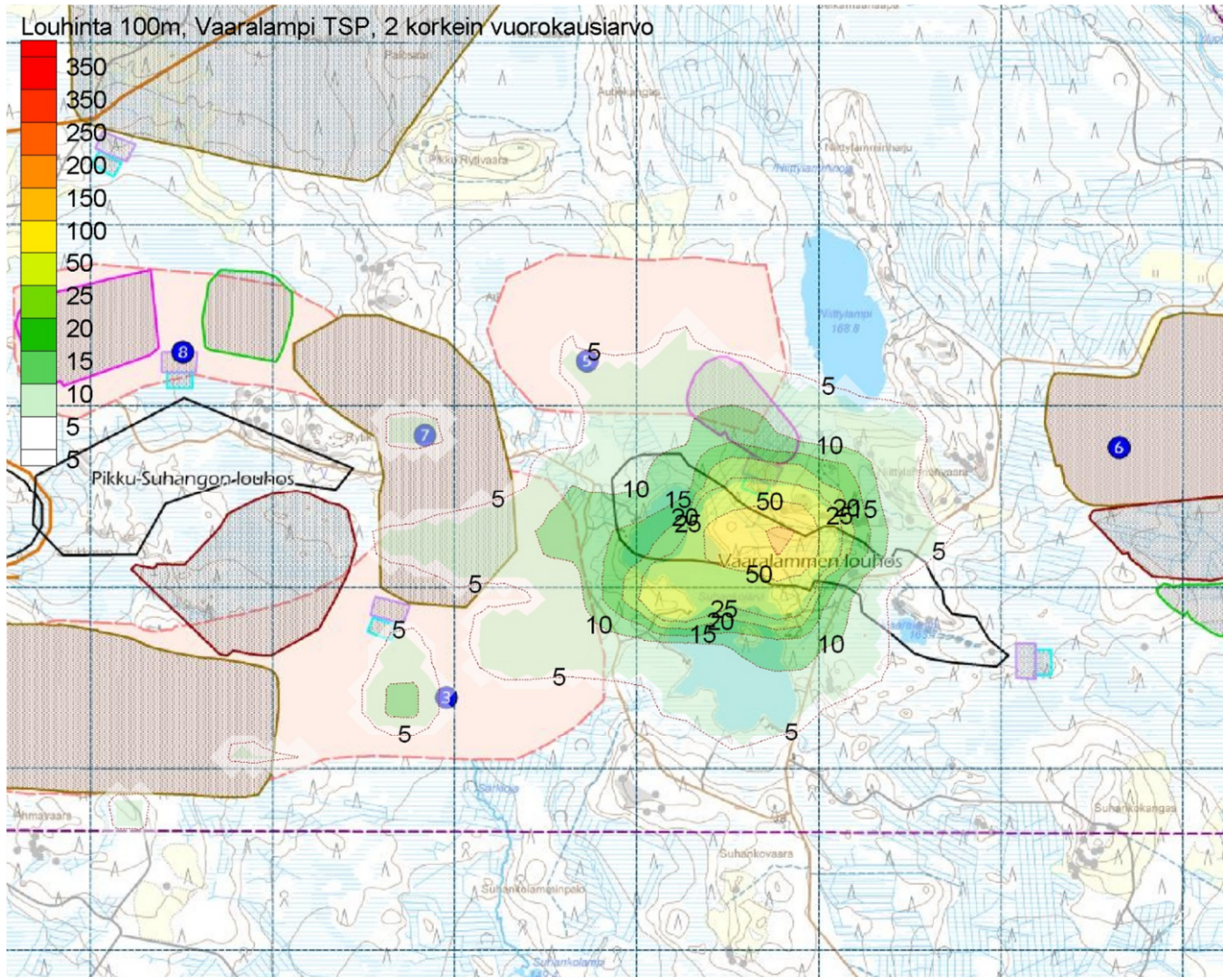
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), 100 metriä syvä louhos:

Tuumasuo



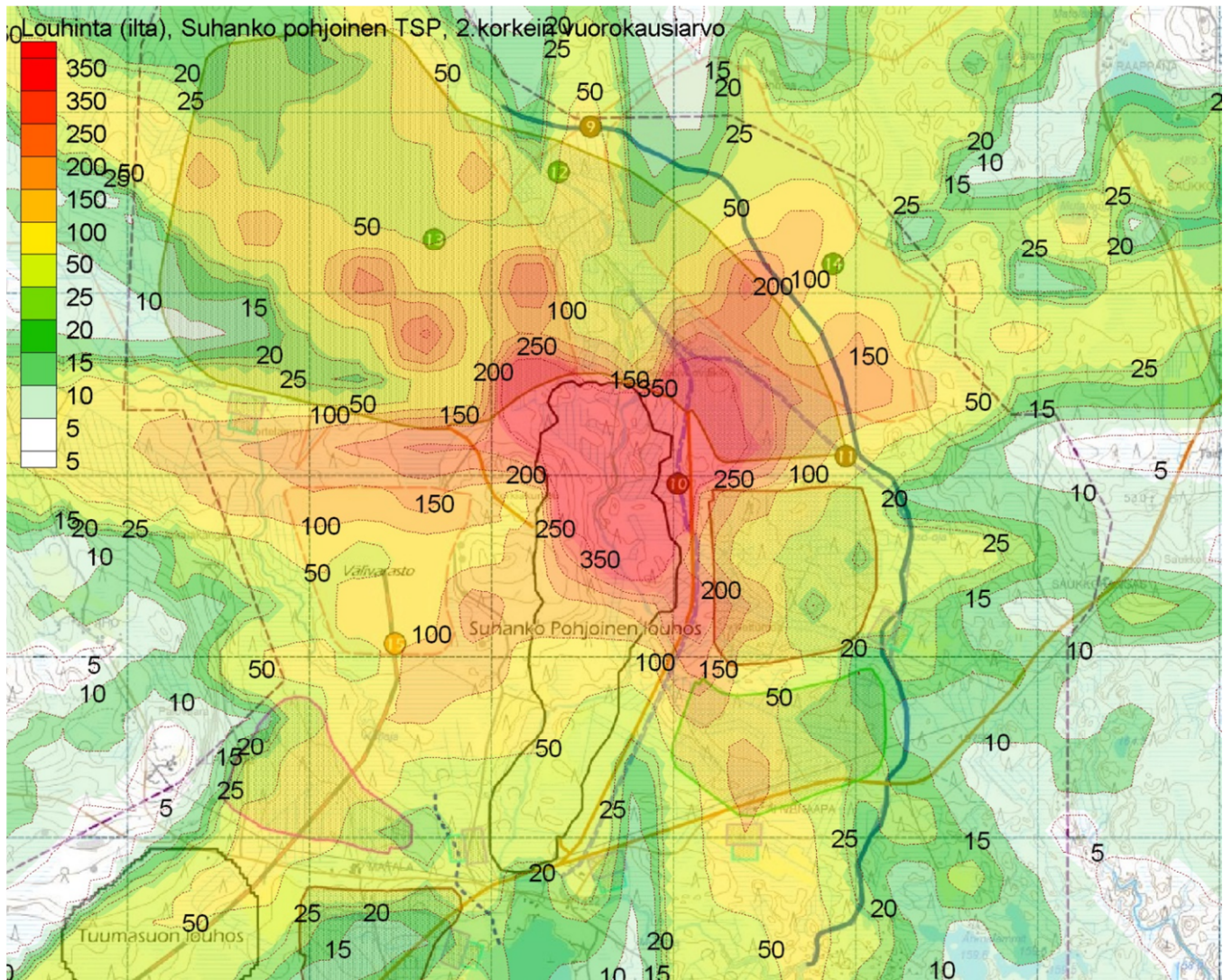
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 12), 100 metriä syvä louhos:

Vaaralampi



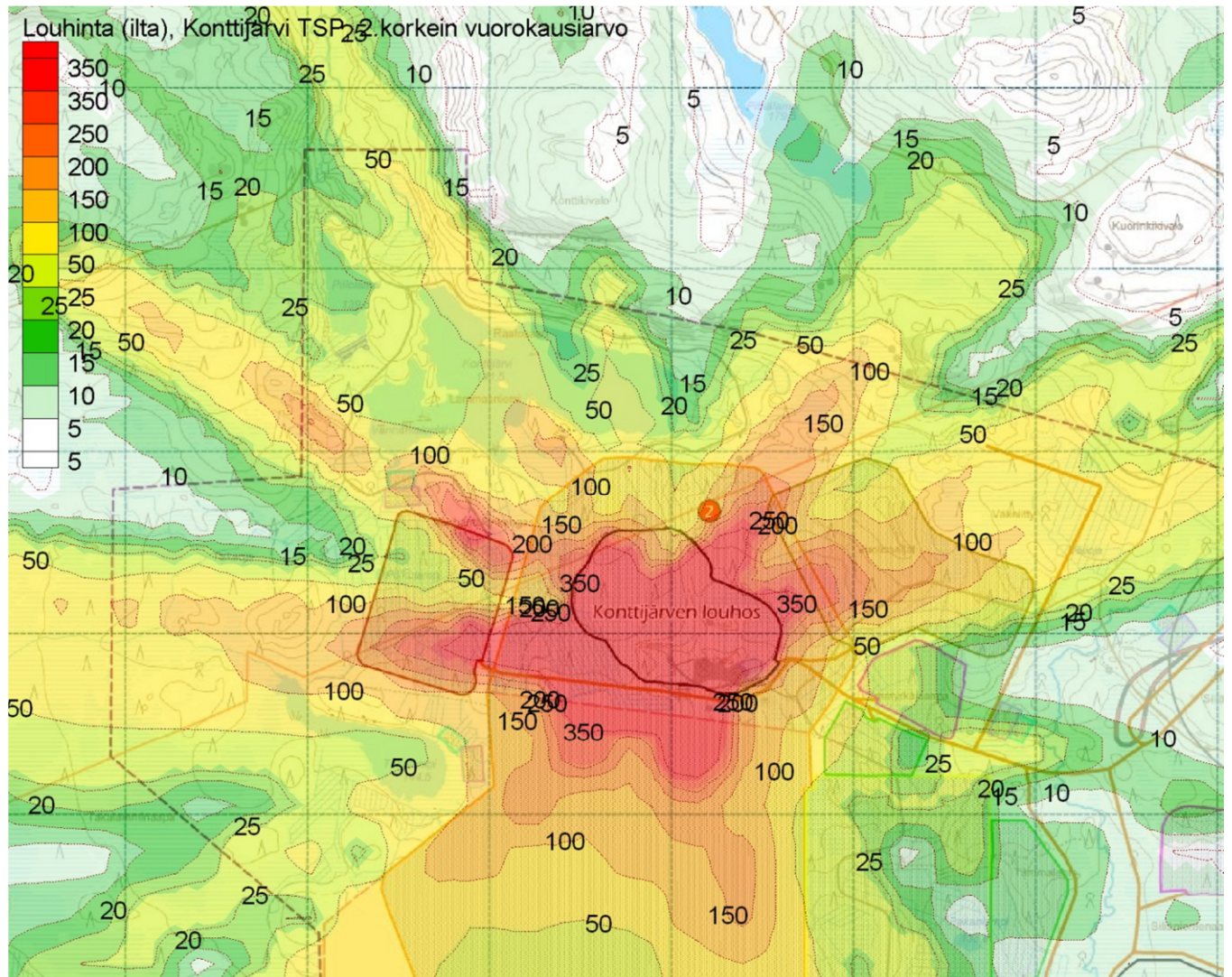
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 18), louhos nykyisessä tasossa

Suhanko-Pohjoinen



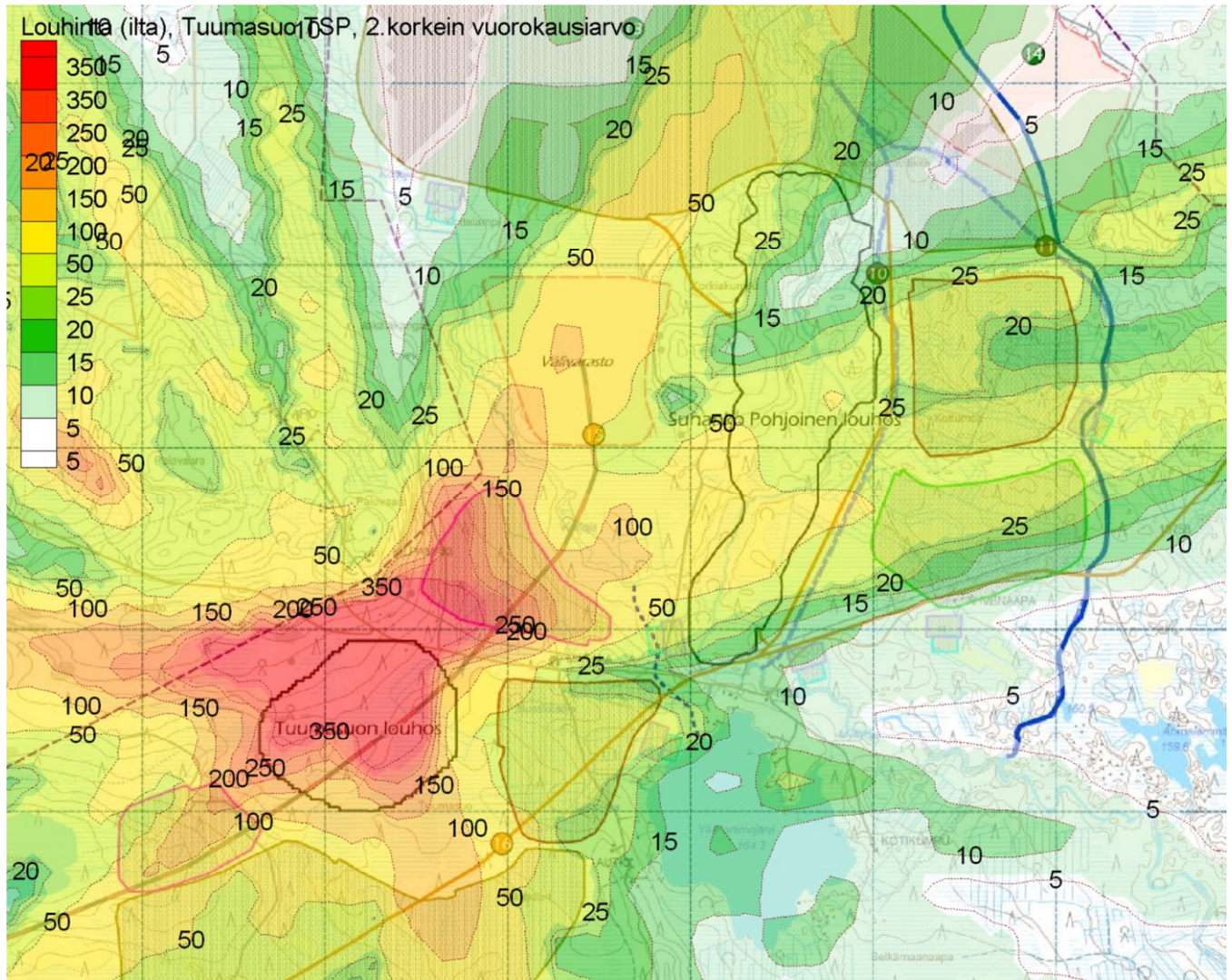
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 18), louhos nykyisessä tasossa

Konttijärvi



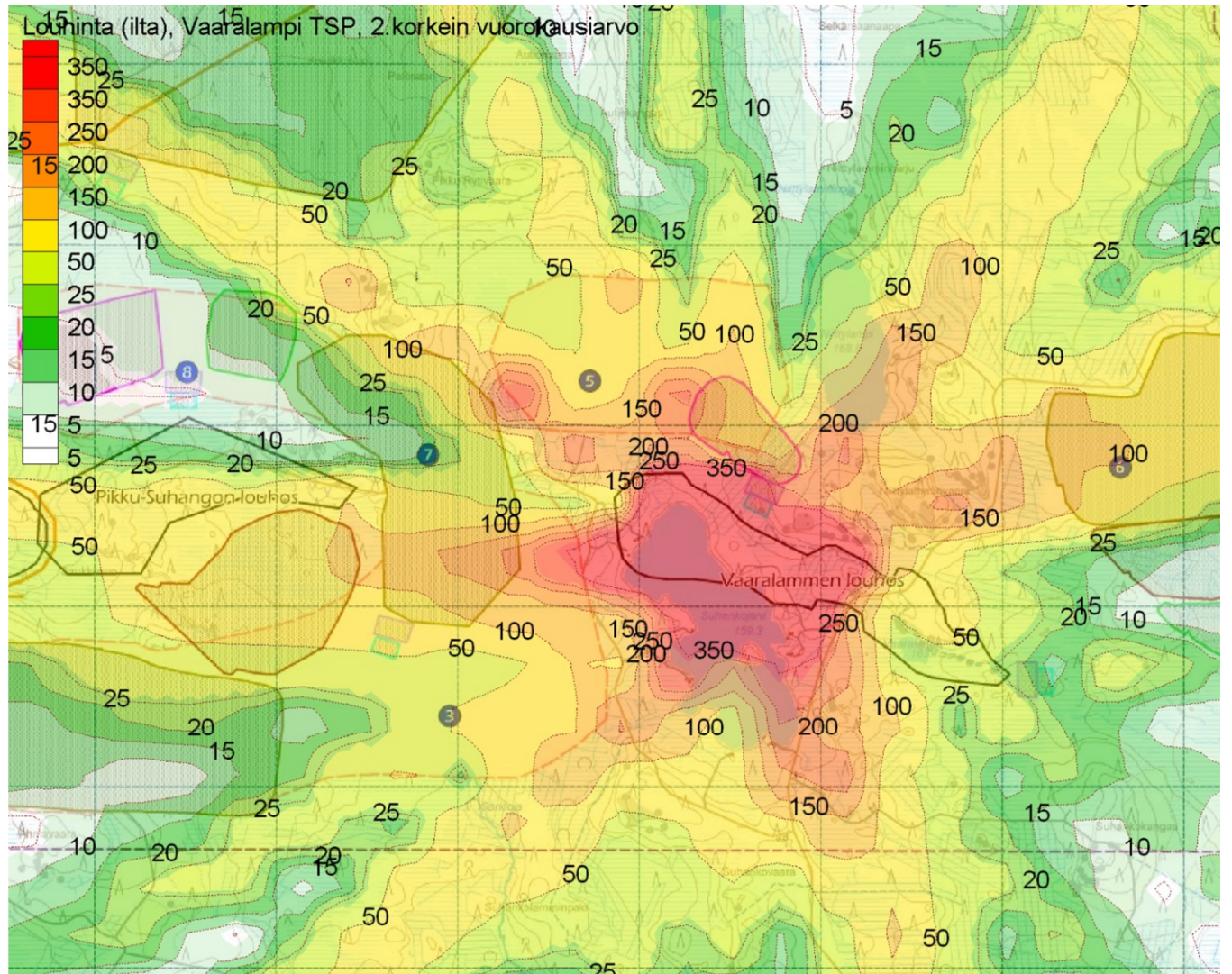
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 18), louhos nykyisessä tasossa

Tuumasuo



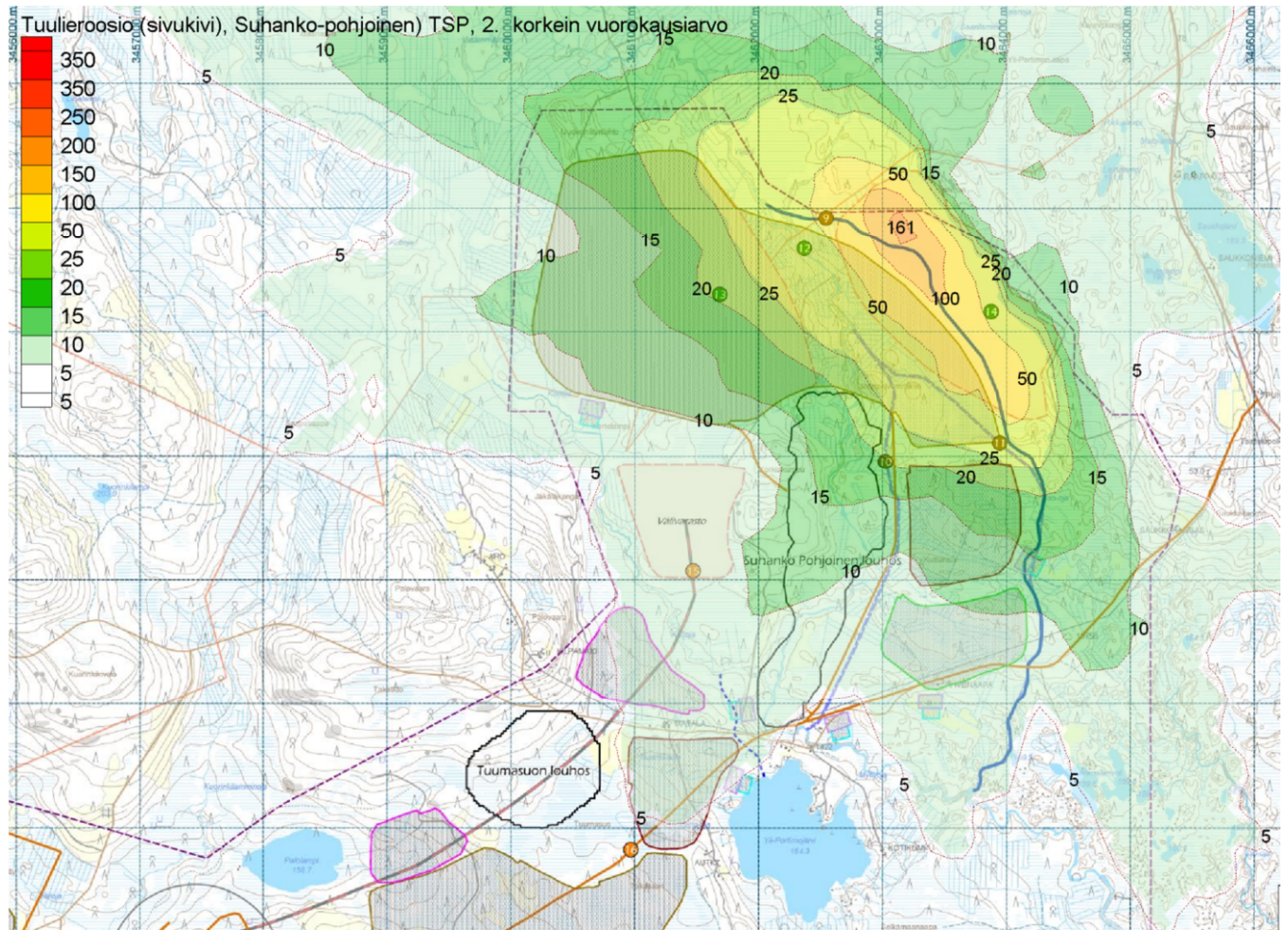
Louhinta (räjäytykset 1/vrk kello 18), louhos nykyisessä tasossa

Vaaralampi



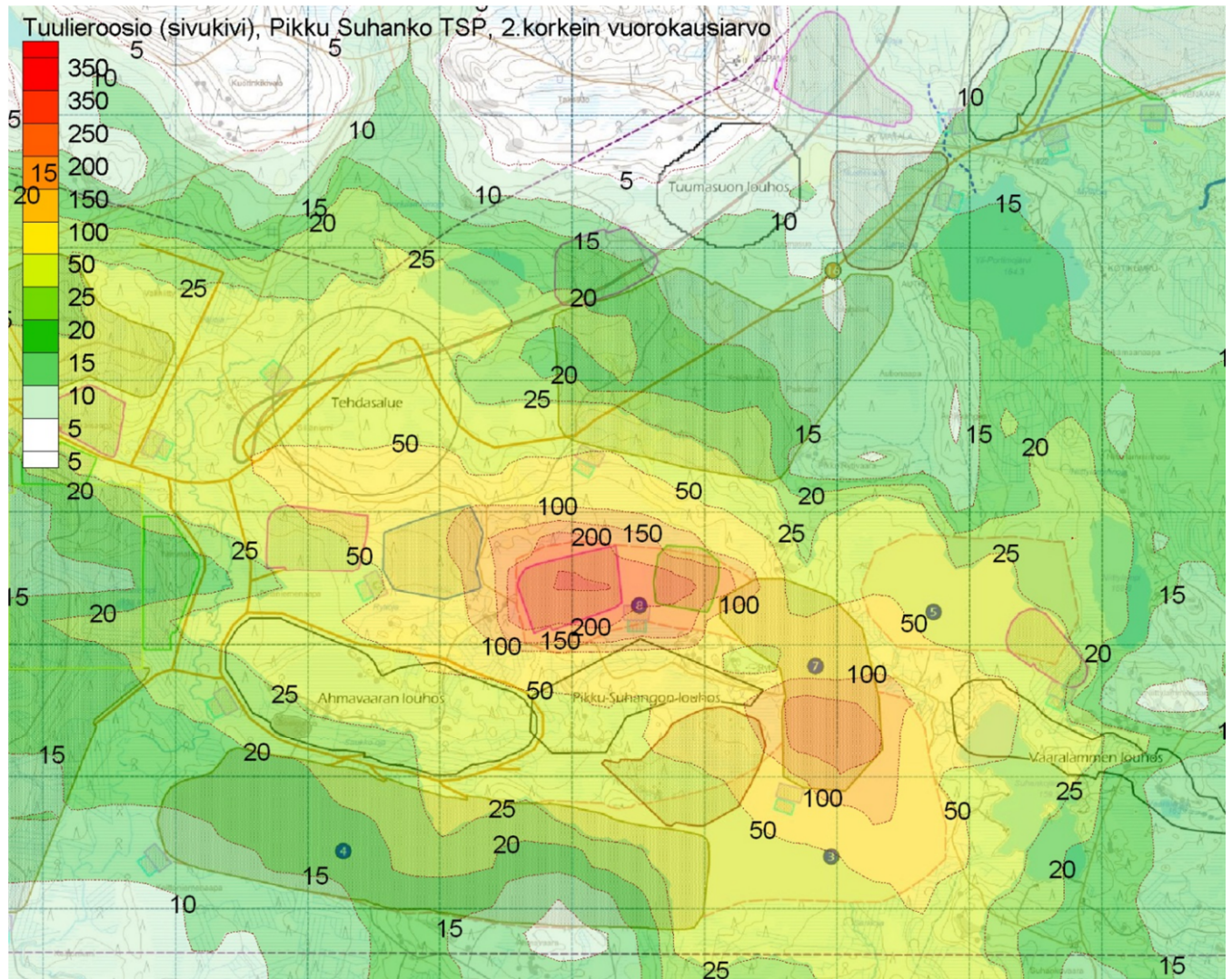
Tuulieroosio sivukivialueilta

Suhanko-Pohjoinen



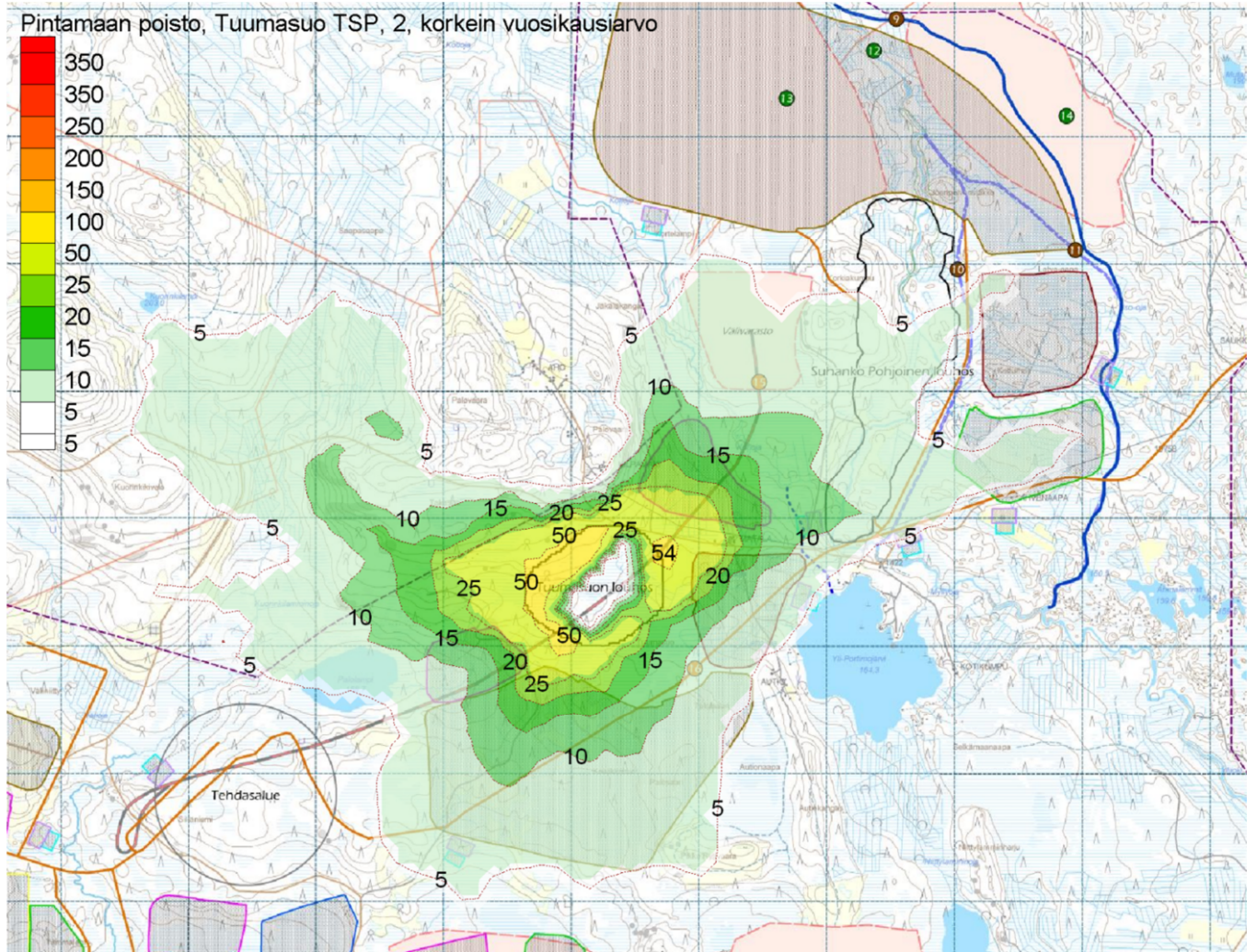
Tuulieroosio sivukivialueilta

Pikku-Suhanko



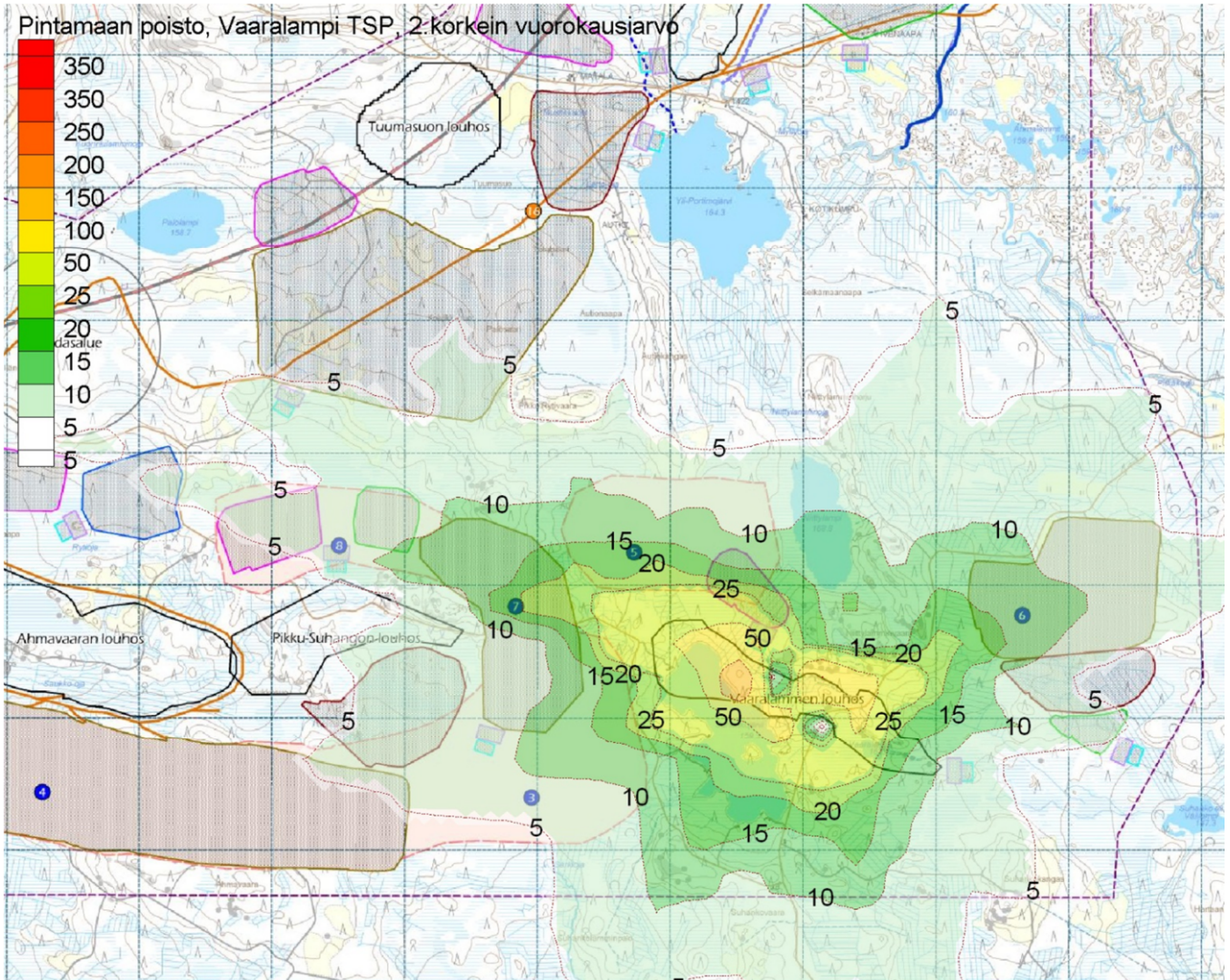
Pintamaan poisto

Tuumasuo



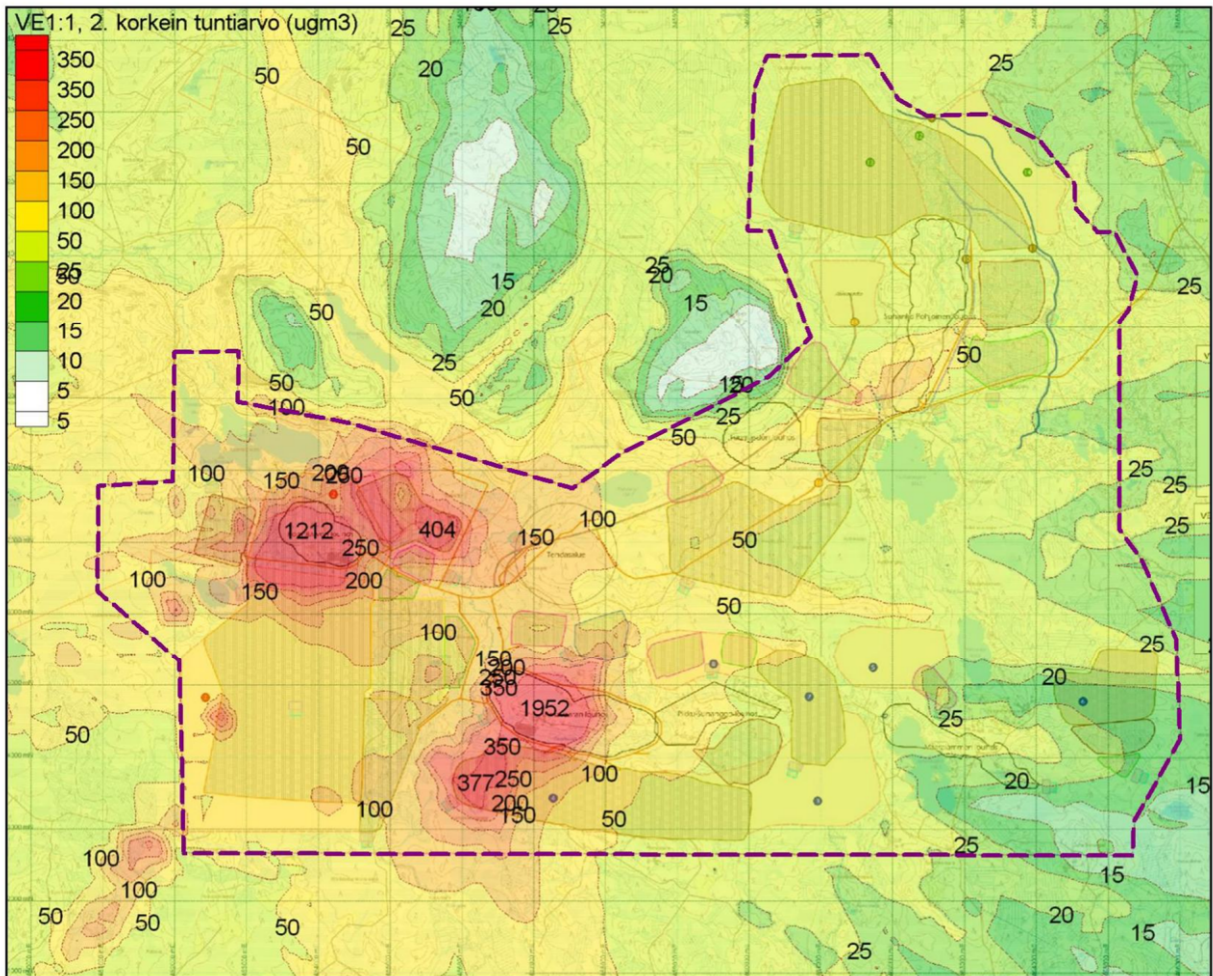
Pintamaan poisto

Vaaralampi



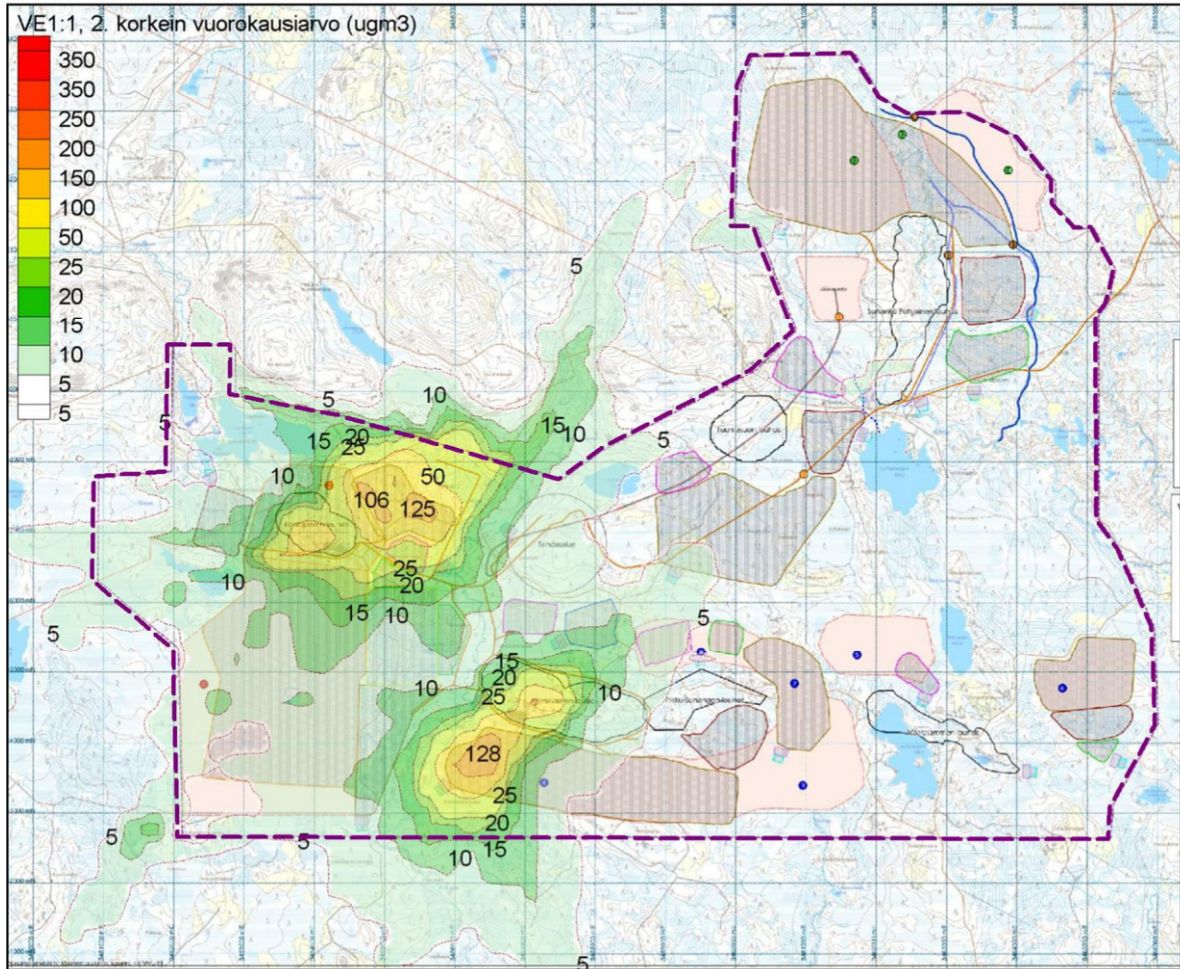
VE1:1, Konttijärven ja Ahmavaaran louhokset ja läjitykset

TSP, 2. korkein tunti-arvo



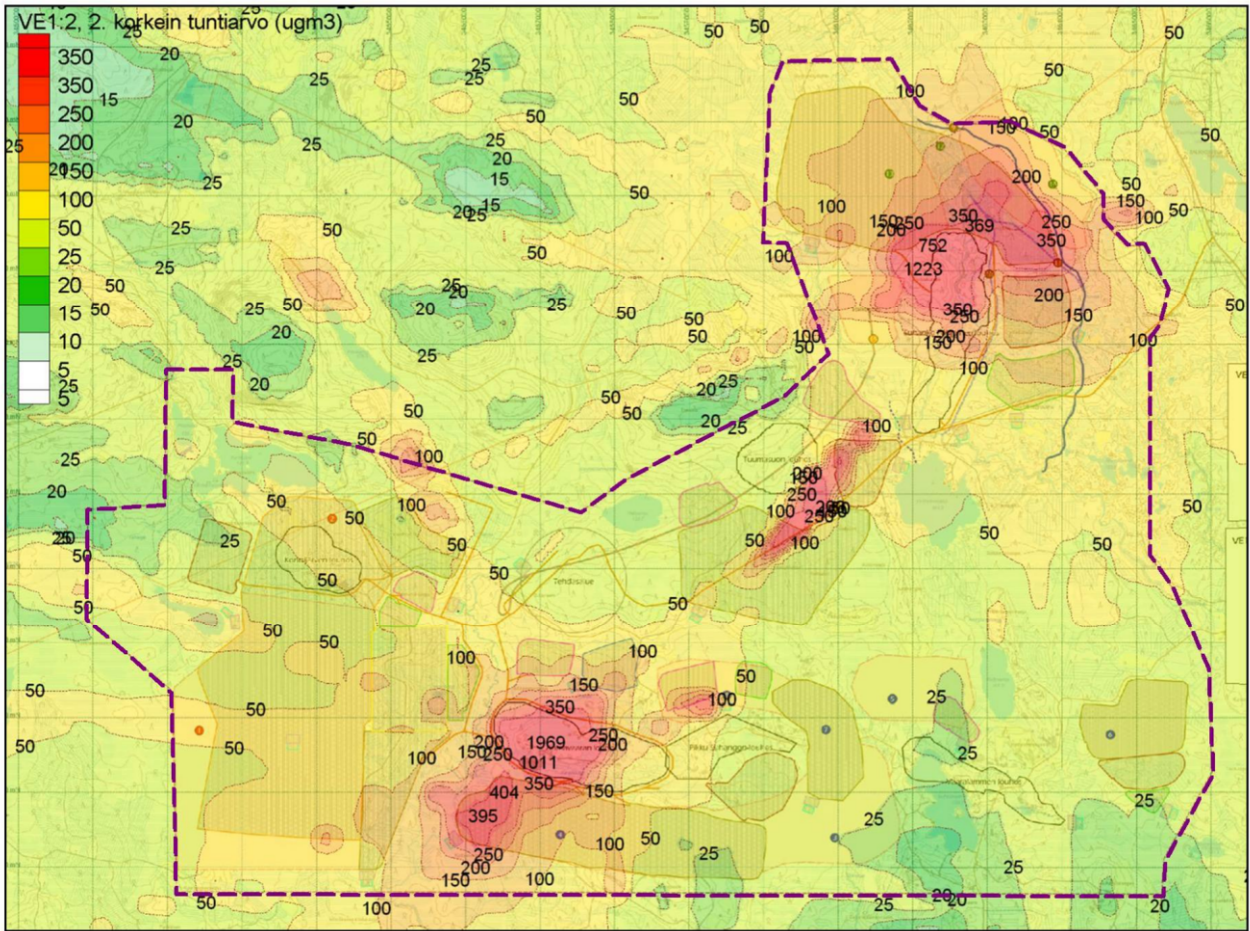
VE1:1, Konttijärven ja Ahmavaaran louhokset ja läjitykset

TSP, 2. korkein vuorokausiarvo



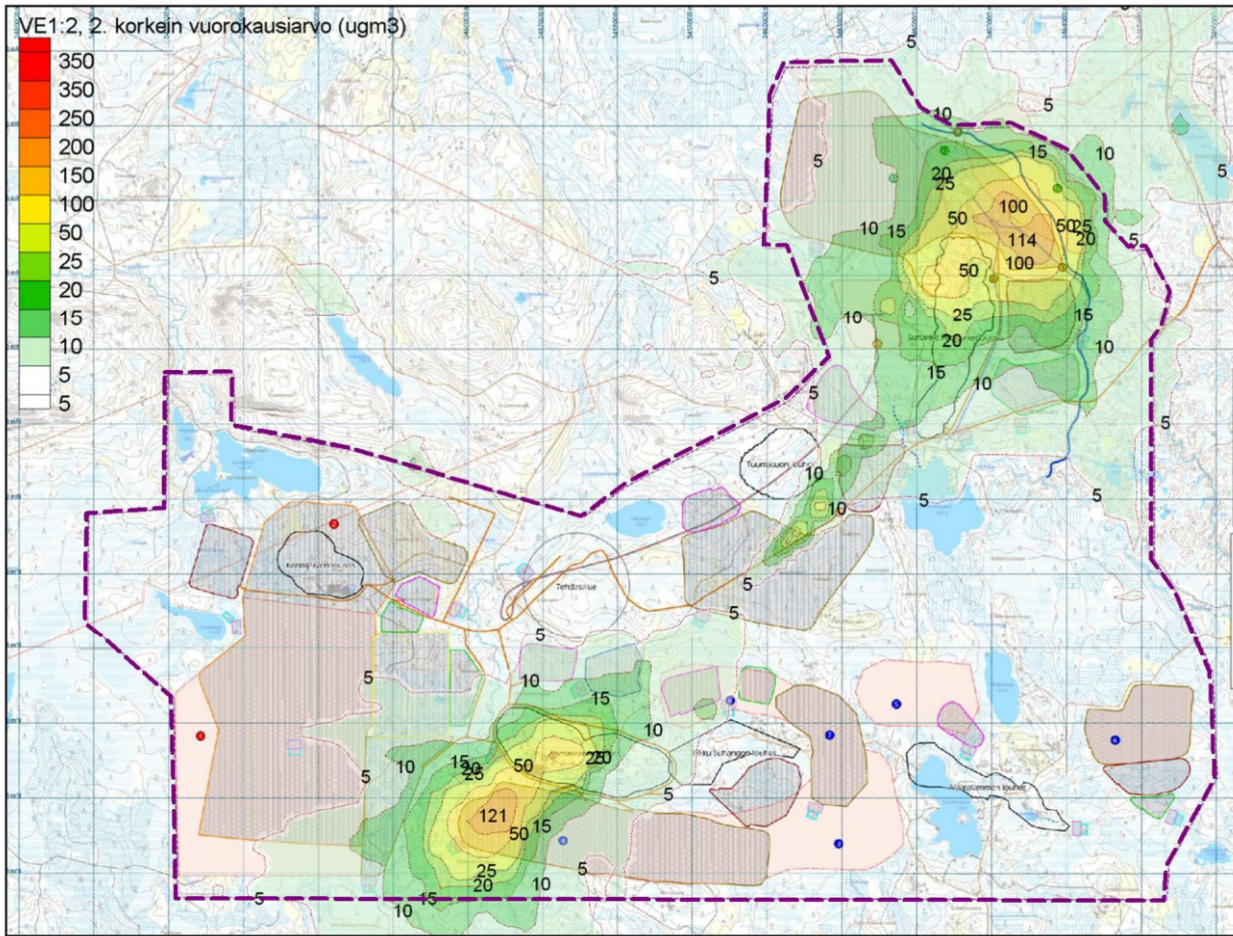
VE1:2, Ahmavaaran ja Suhanko-Pohjoisen louhokset ja läjitykset

TSP, 2. korkein tuntiarvo



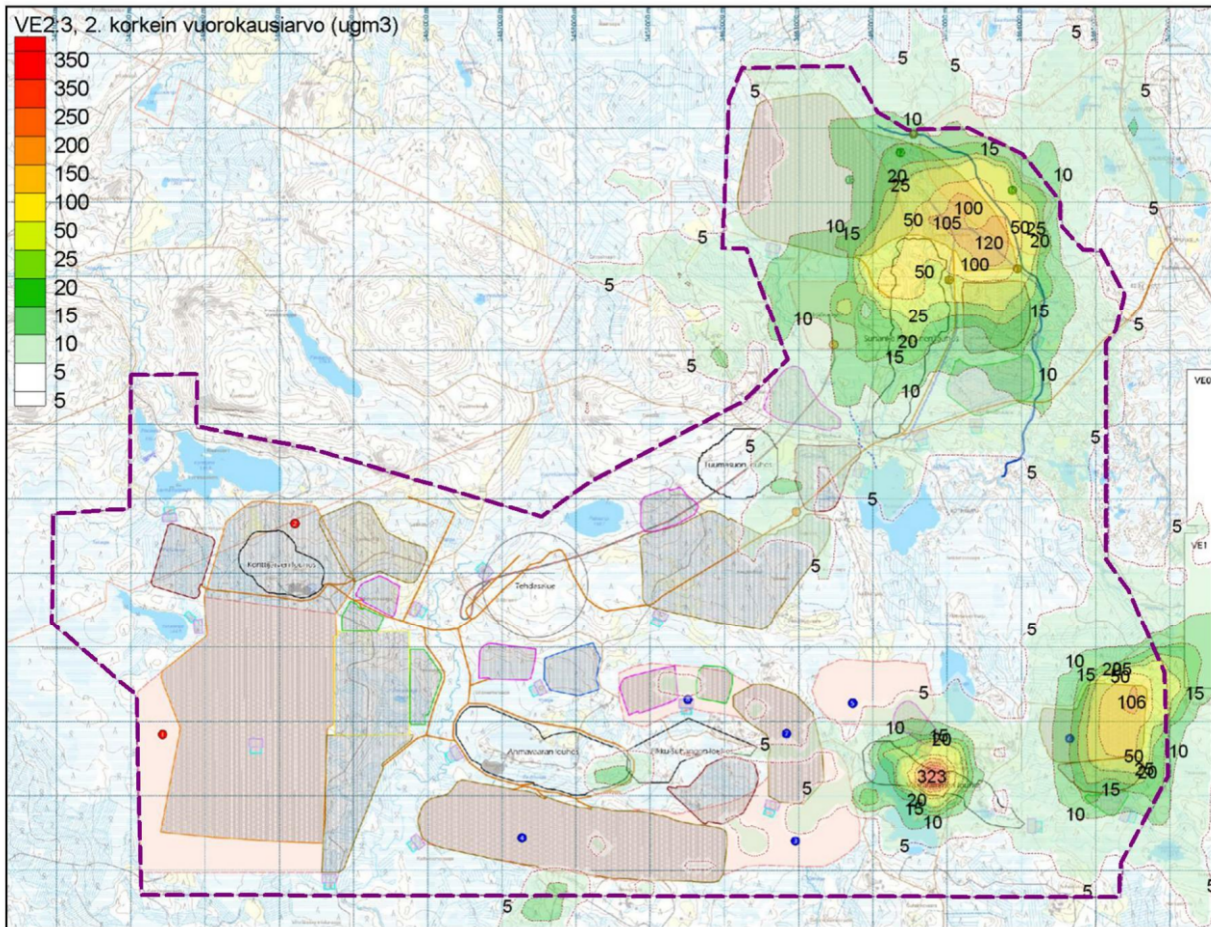
VE1:2, Ahmavaaran ja Suhanko-Pohjoisen louhokset ja läjitykset

TSP, 2. korkein vuorokausiarvo



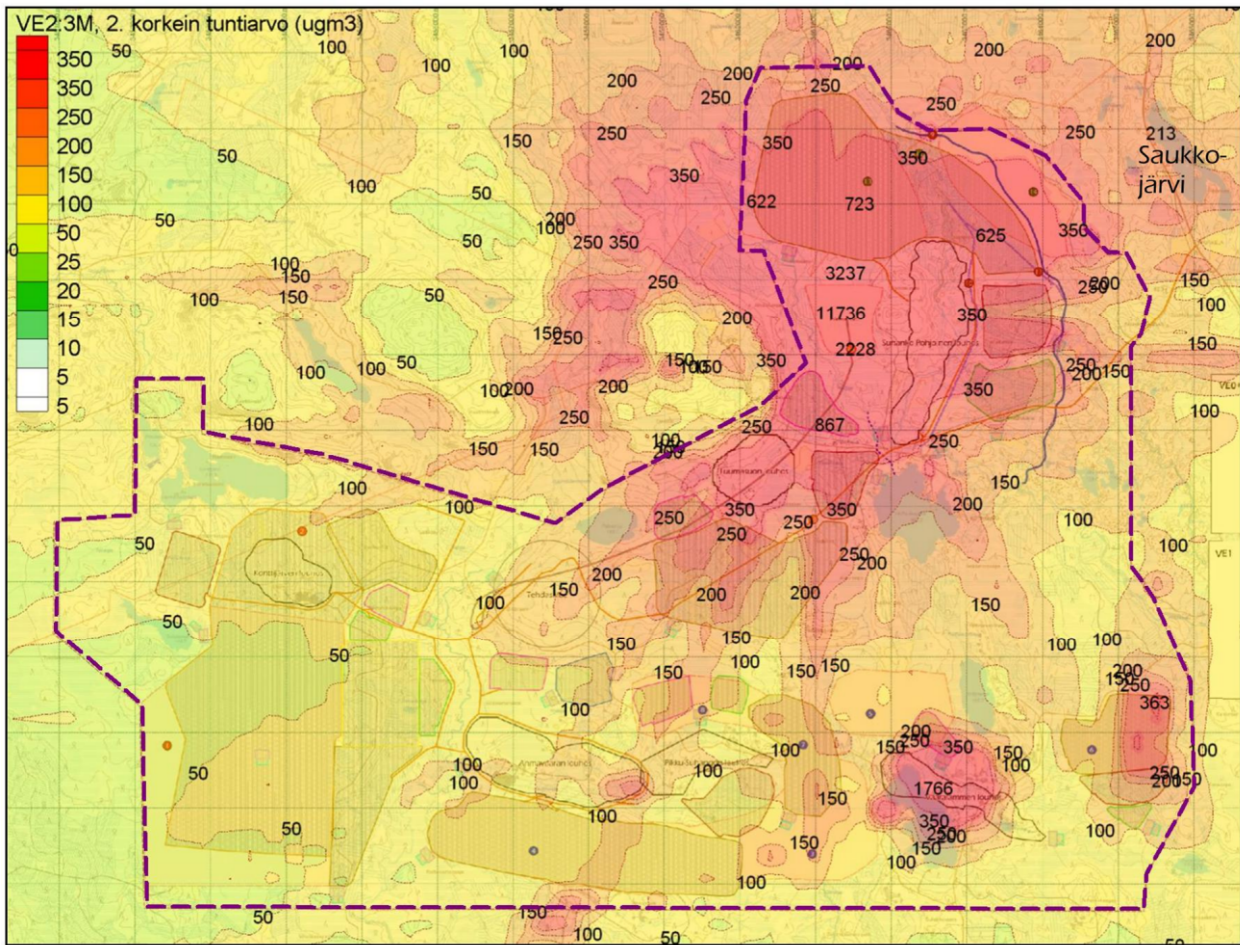
VE2:3, Suhanko-Pohjoisen ja Vaaralammen louhokset ja läjitykset

TSP, 2. korkein vuorokausiarvo



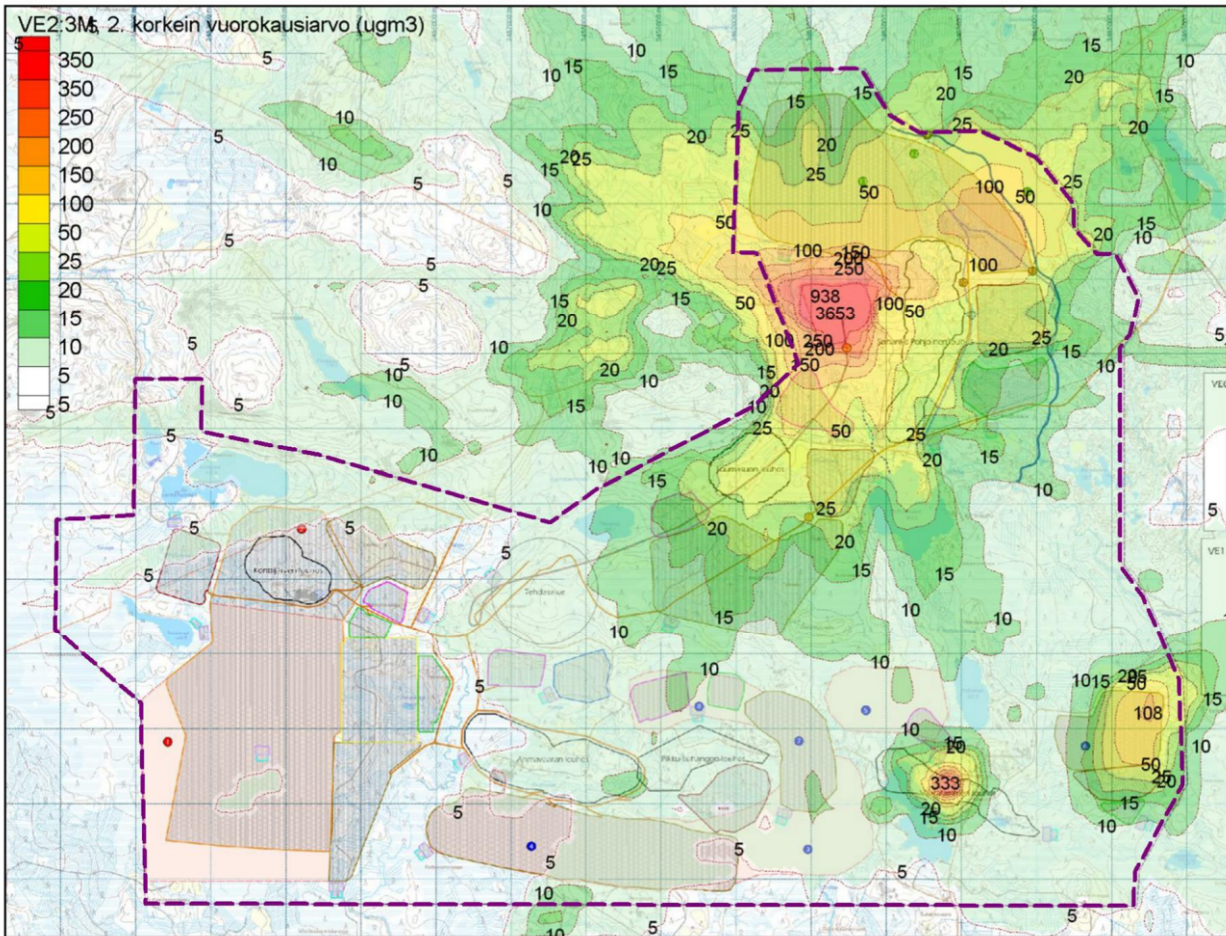
VE2:3M, lisänä esimurskaus

TSP, 2. korkein tunti-arvo



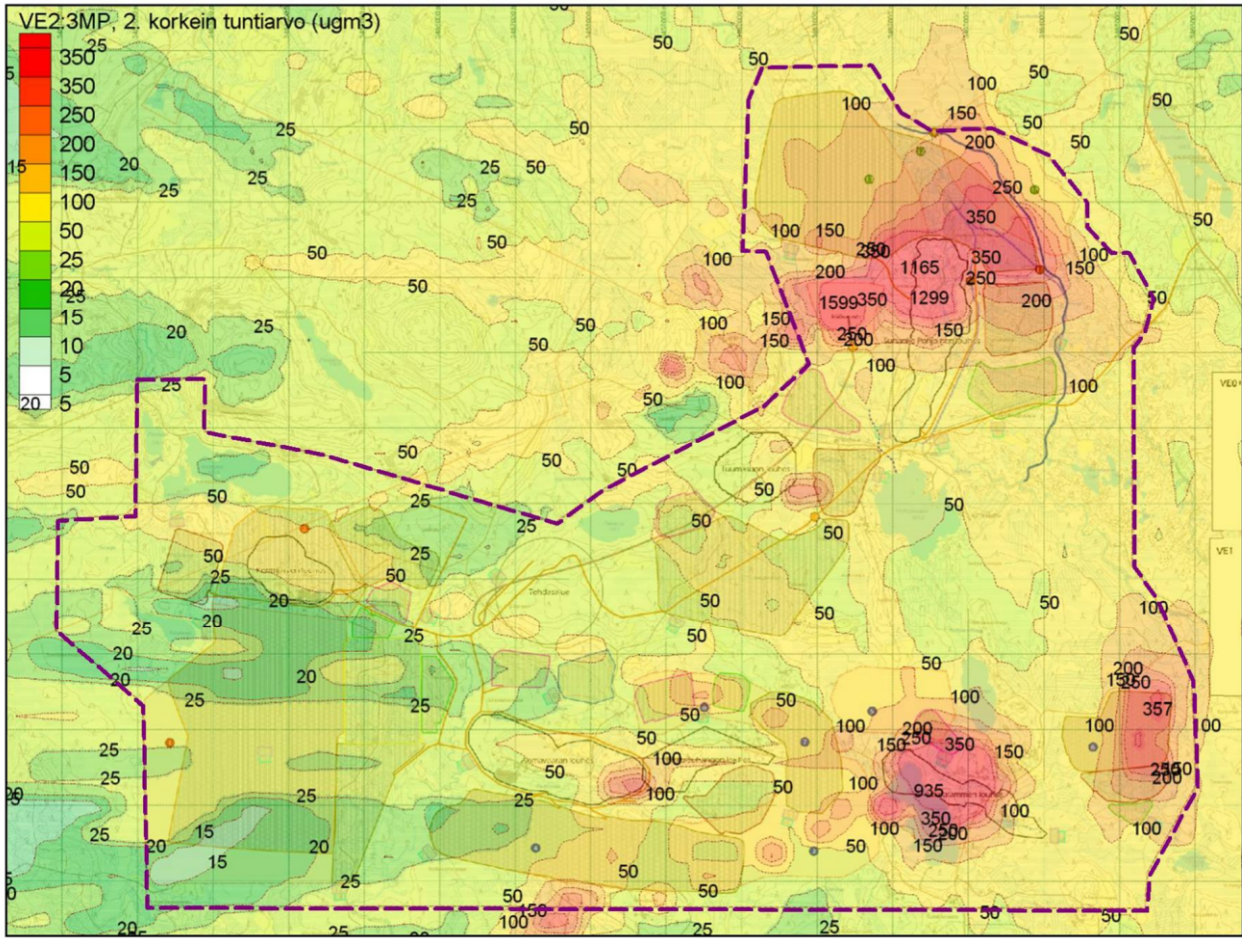
VE2:3M, lisänä esimurskaus

TSP, 2. korkein vuorokausiarvo



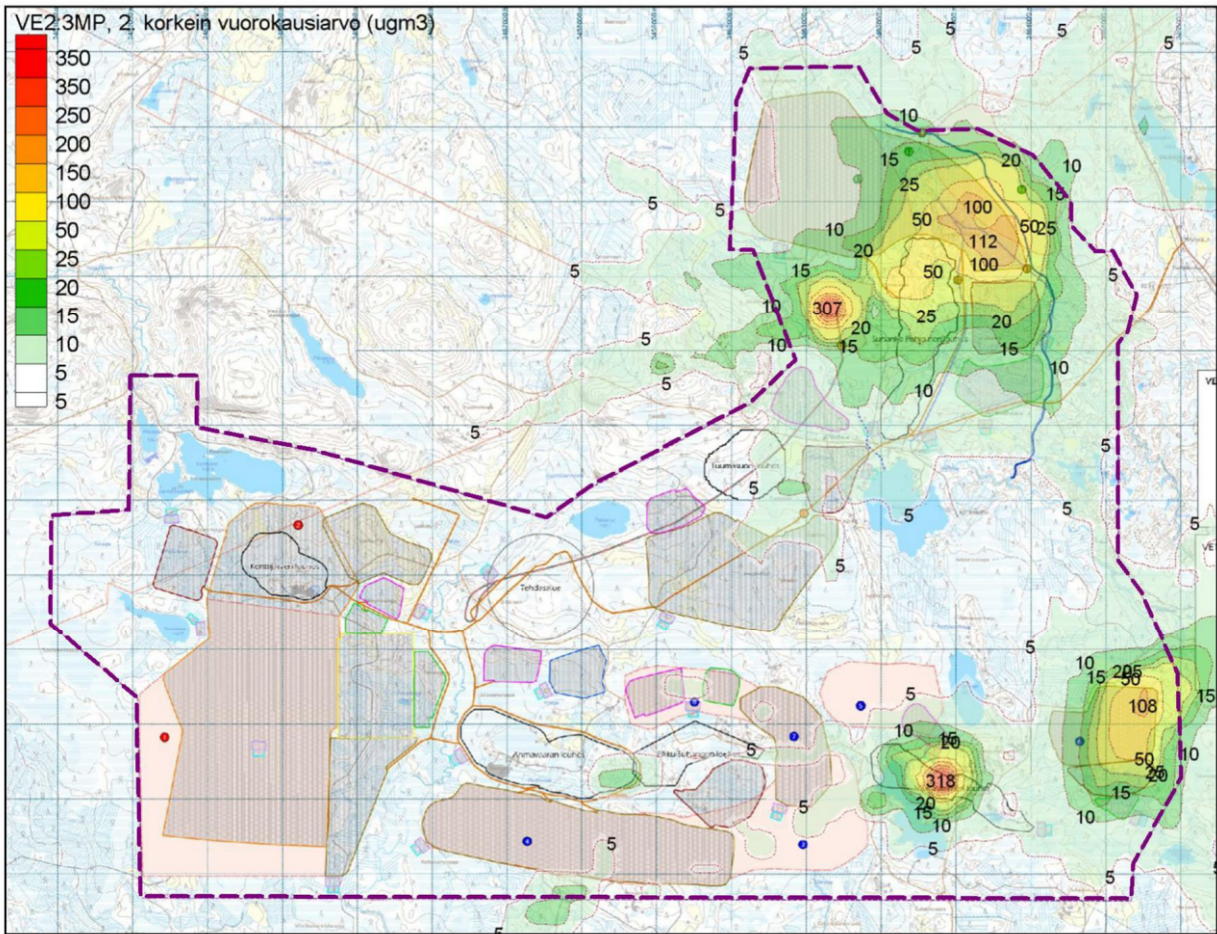
VE2:3MP, lisänä esimurskaus, murskaus päivisin (klo 7-14)

TSP, 2. korkein tunti-arvo



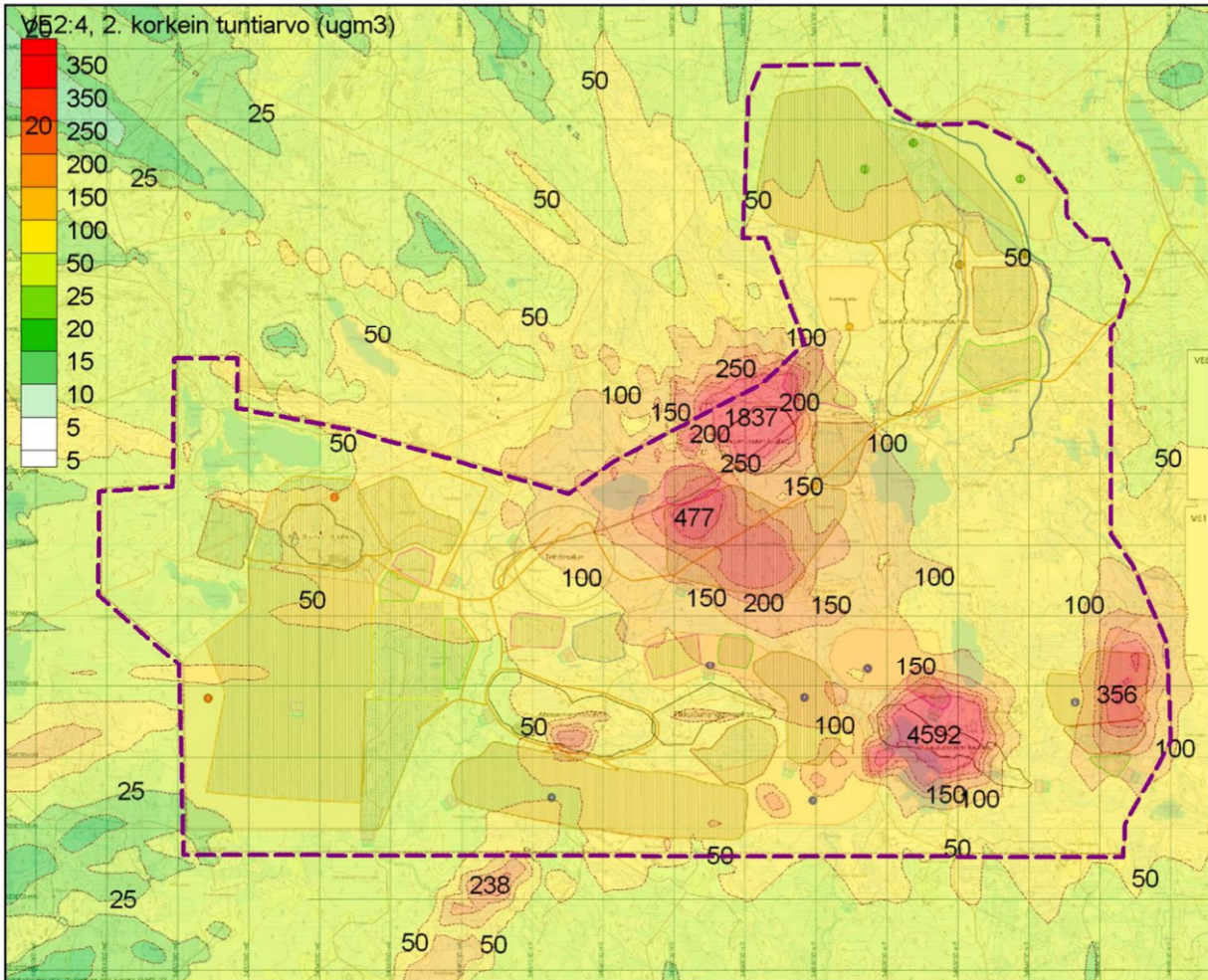
VE2:3MP, lisänä esimurskaus, murskaus päivisin (klo 7-14)

TSP, 2. korkein vuorokausiarvo



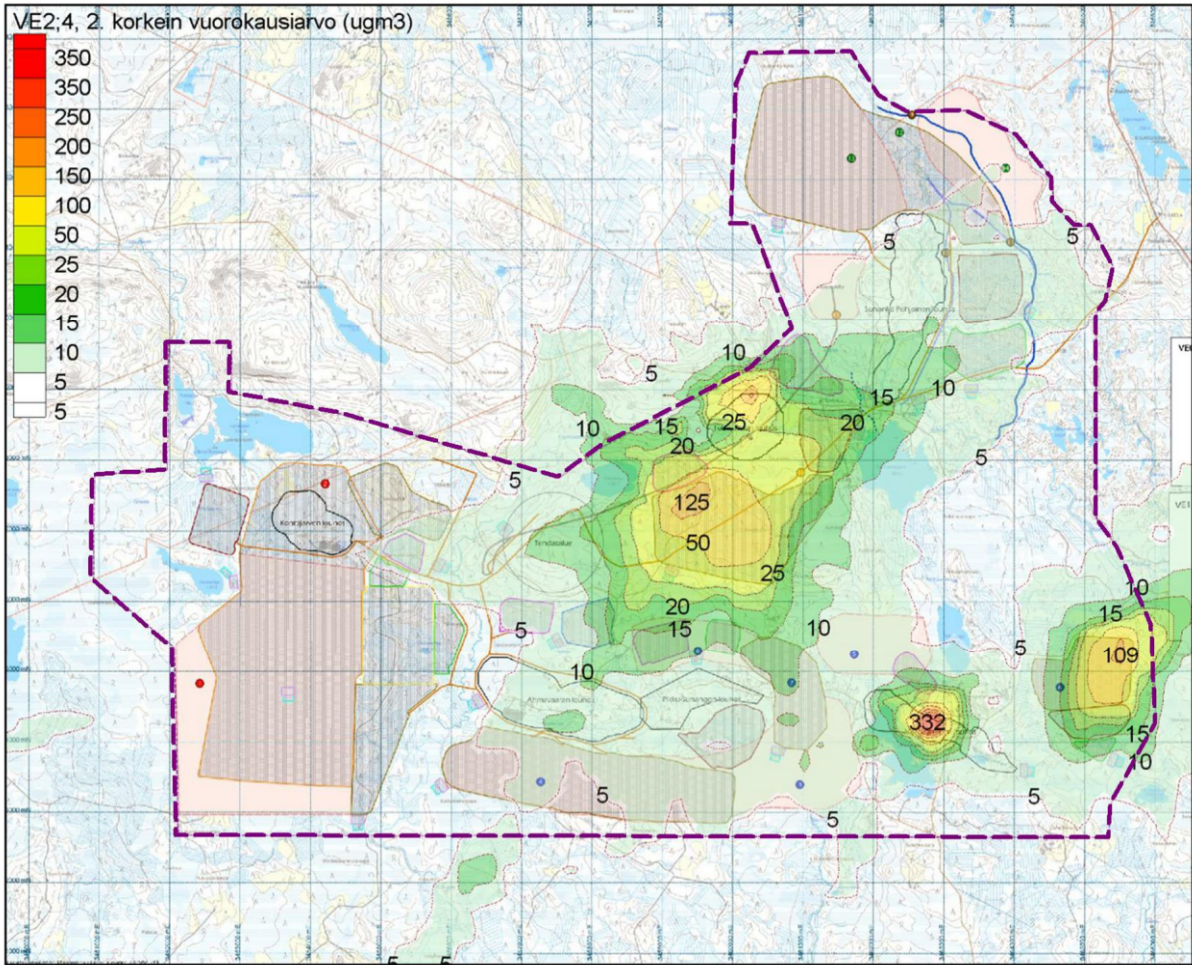
VE2:4, Vaaralammen ja Tuumasuon louhokset

TSP, 2. korkein tunti-arvo



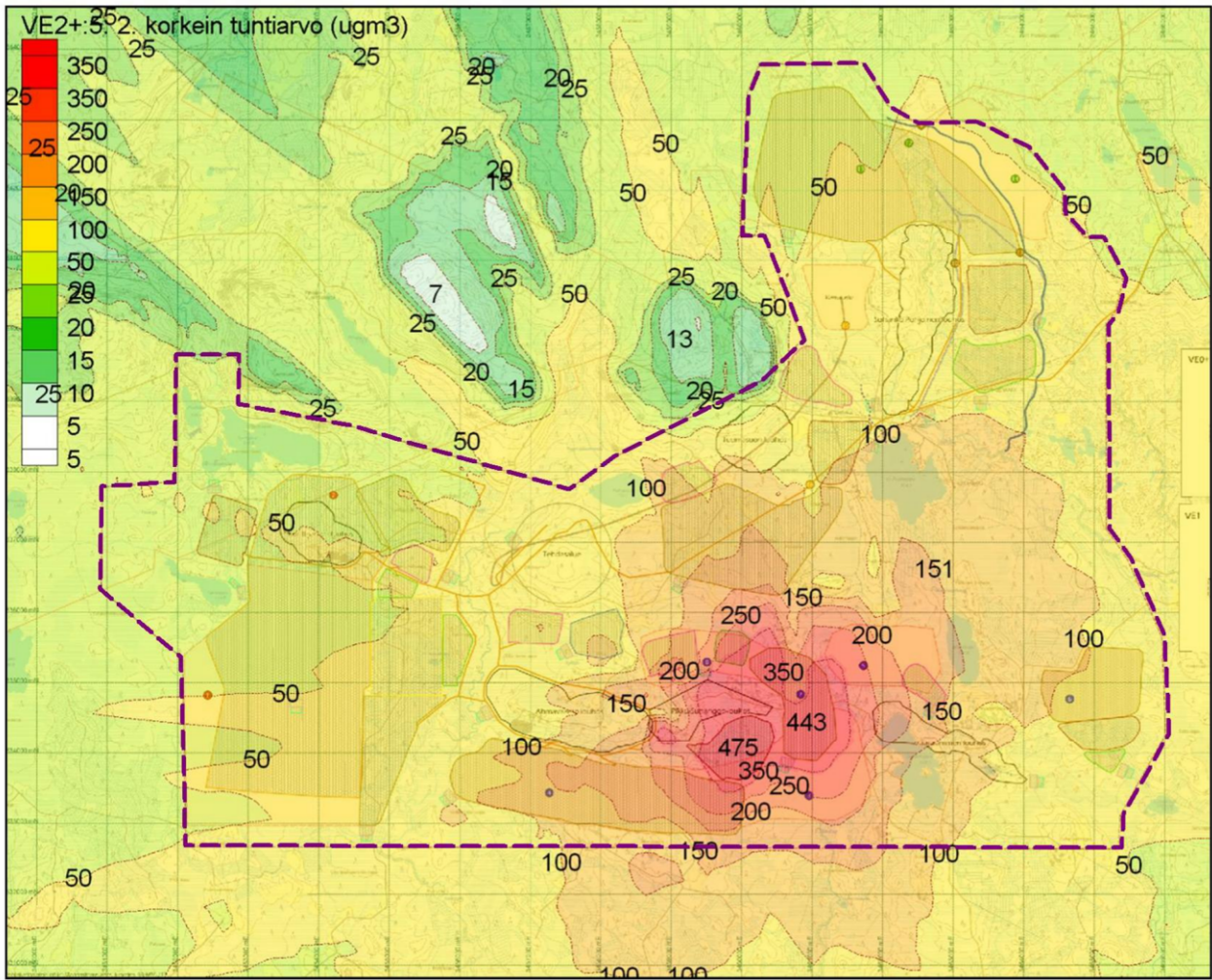
VE2:4, Vaaralammen ja Tuumasuon louhokset

TSP, 2. korkein vuorokausiarvo



VE2+5, Pikkusuhangon louhokset ja läjitykset

TSP, 2. korkein tuntiarvo



VE2+5, Pikkusuhangon louhokset ja läjitykset

TSP, 2. korkein vuorokausiarvo

