ASIAKAS: AA Sakatti Mining Oy (Anglo American Oy:n tytäryhtiö)

PROJEKTI: Sakatin kaivoshanke

Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnus

Valmistellut: AONA Environmental

Päivämäärä: Lokakuu 2024

RAPORTIN HALLINTA

Asiakas:	Anglo American
Projekti:	Sakatin kaivoshanke – Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnus
Työnumero:	ENV-5083
Asiakirjatarkistus:	
Tekijä:	Mervyn Keegan, B.Sc, M.Sc. Nimikirjaimet:
Tarkastaja:	Olivia Maguire, B.Sc, M.Sc. Nimikirjaimet:

Versio	**Päivämäärä**	**Tila**	**Tarkastanut julkaisua varten**
1	16.7.2024	Raakaversio	MK
2	30.9.2024	Raakaversio	MK
3	22.10.2024	Lopullinen versio	MK

AONA Environmental Consulting Limited
Unit 8
Northwest Business Park
Sligo

www.aonaenvironmental.ie

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO 3

2 ASIAANKUULUVA LAINSÄÄDÄNTÖ, STANDARDIT JA OHJEISTUKSET 4

2.1 Ympäristöön leviävän pölyn pitoisuuksien raja-arvot 4

2.2 Ohjeistukset ympäristöön leviävän pölyn pitoisuuksista 5

3 TUTKIMUSMENETELMÄT 9

3.1 Arviointimenetelmä 9

3.2 Häiriintyvät kohteet & suorakulmaiset ruudukot 14

3.3 Mahdollisten ympäristövaikutusten merkittävyys 18

4 PÄÄSTÖMÄÄRÄT 20

5 VAIKUTUSTEN ARVIOINTI 22

5.1 Pölyn vaikutusten arviointi 22

5.1.1 Arvioidut PM_{10}-vuosikeskiarvopitoisuudet häiriintyvillä kiinteistöillä 22

5.1.2 Arvioidut PM_{10}-vuorokausipitoisuudet häiriintyvillä kiinteistöillä 24

5.1.3 Arvioidut $PM_{2,5}$-vuosikeskiarvopitoisuudet häiriintyvillä kiinteistöillä 26

5.1.4 Arvio pölyn laskeumasta häiriintyvillä kiinteistöillä 28

5.1.5 Arvio pölylaskeumasta luonnonsuojelualueen tarkastelupisteillä 30

5.1.6 Arvio raskasmetallien vaikutuksista häiriintyvillä kiinteistöillä 33

6 JOHTOPÄÄTÖKSET 34

Liite A Leviämismallinnuksessa käytetyt hiukkaspäästöjen määrät

Liite B Pölyn leviämismallinnuskartat

1 Johdanto

AONA Environmental Consulting Ltd (AONA Environmental) on AA Sakatti Mining Oy:n (AASM, Anglo American Oy:n tytäryhtiön) toimeksiannosta laatinut Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnuksen.

Yhteenvetona leviämismallinnus sisältää seuraavat osat:

- Tarvekivilouhoksen uudelle sijainnille laaditun rakennusvaiheen pölyvaikutusten arvioinnin pölyn leviämismallinnuksella. Mallinnukseen on sisällytetty pölyn leviämismallinnukset toimintavuosille 2, 12 ja 21.
- Pölyn leviämisen vaikutukset tutkimusalueen virtoihin. Tämä voidaan arvioida pölyn leviämismallien sisältämien tutkimusalueen kattavien pölylaskeumakarttojen avulla toimintavuosille 2, 12 ja 21.
- Kuivaläjityksen pölypäästöt ja pölynhallinnan lähestymistapa. Pölyn leviämismallinnuksen arvio pölylaskeuman määrän vaikutuksista tutkimusalueella toimintavuosille 2, 12 ja 21 on arvioitu, sillä olettamuksella, että pölynhallintaan käytetään kasteluautoa, jolla saavutetaan 55 %:n pölynhallinnan tehokkuus. Arvioitaessa kokonaisleijumaa, PM_{10}:ä ja $PM_{2,5}$:a pölynhallinnan 55 %:n tehokkuusskenaariolla, vuosille 2, 12 ja 21 on käytetty meteorologista dataa kolmelta vuodelta (2019, 2020 ja 2021).
- Arvio pölyn laskeumasta luonnonsuojelualueilla perustuu seuraavaan viitearvoon pölylaskeumasta: 25 g/m^2/vuosi tai 0,07 g/m^2/vrk. Tämän perusteella pölylaskeuman viitearvo on 70 mg/m^2/vrk verrattuna aiempaan pölylaskeuman viitearvoon, joka on 1 000 mg/m^2/vrk.

Tämä päivitetty pölyn leviämismallinnus ja raportti perustuvat päivitettyyn aluesuunnitelmaan ja rikastusprosessiin, joiden tiedot on toimitettu AONA Environmental:ille vuonna 2024. Pölyn leviämismallinnus sisältää arvioinnin haja- ja pistepäästöjen pölylähteistä, muun muassa rikastushiekan kuivaläjitysalueen, kiviaineisten kuljetukset, sivukiven sijoitusalueen ja pistemäiset päästölähteet, mukaan lukien malmin murskauksen ja rikastamorakennuksen, malmin välivarastokasat ja kaivoksen ilmanvaihtokuilujen (poistoilman) ilmanpäästöt. Leviämismallinnus on mahdollistanut pölypitoisuuksien ja -laskeuman vaikutusten ennustamisen Sakatin kaivoshankkeen lähimpien häiriintyvien kiinteistöjen ja luonnonsuojelualueiden läheisyydessä. Päivitetty pölyn leviämismallinnus ja raportti perustuvat kaivoksen päivitettyyn aluesuunnitelmaan ja kaivostoiminnan vuosiin 2, 12 ja 21.

- Vuosi 2 edustaa kaivoksen rakentamisvaihetta, sisältäen rikastushiekka-alueen rakentamisen ja tarvekiven louhintaan liittyvät toiminnot.
- Vuosi 12 edustaa normaalia toimintavaihetta, jolloin rikastushiekka-alueen 1. lohko on toiminnassa. Lisäksi toteutetaan tarvekiven louhintaa.
- Vuosi 21 edustaa normaalia toimintavaihetta, jolloin rikastushiekka-alueen 2. lohko on toiminnassa.

Mahdollisten pölyvaikutusten osalta kuivaläjityksessä, rikastushiekan läjittämisen mahdollistamiseksi, tulee olla tarpeellinen määrä raskaiden ajoneuvojen ajokertoja rikastushiekka-alueelle, sieltä pois ja sen yli (raskaiden ajoneuvojen määrä vaihtelee vuosittain muodostuvan rikastushiekan määrän mukaan). Lisäksi rikastushiekka joudutaan levittämään ja tiivistämään käyttäen puskutraktoria ja jyrää, joiden lisäksi on käytössä yksi kasteluauto.

Sakatin kaivoshankkeen esiintymä ja siihen liittyvä infrastruktuuri sisältävät seuraavat osat:

- Maanalainen kaivos;
- Alaspäin viettävä vinotunneli, joka rakennetaan kaivoksen sisäänkäynniltä esiintymälle;
- Kaivoksen ilmanvaihtokuilut (poistoilma), joita käytetään maanalaisen kaivoksen tuuletukseen,
- Rikastamoalue, joka sisältää jälkimurskaimet;
- Rikastushiekan kuivaläjitysalue – rikastushiekka-alue pitää sisällään osan rikastamolla muodostuvasta matalarikkisestä rikastushiekasta, josta vesi on poistettu suodatusprosessilla (tavoitteena yli 80 %:n kiintoainepitoisuus),
- Louhinnassa muodostuvat sivukivet varastoidaan maanpinnalla sivukivien sijoitusalueille, joista toinen on tarkoitettu korkearikkiselle sivukivelle ja toinen matalarikkiselle sivukivelle,
- Korkearikkisen rikastushiekan varastoallas, joka koostuu korkearikkisen rikastushiekan väliaikaisesta varastoalueesta (ensimmäisten toimintavuosien aikana) siihen asti, kunnes maanalaiseen kaivokseen muodostuu tyhjiä louhostiloja, joihin rikastushiekka sijoitetaan pastatäyttönä.
- Maanalaisen kaivoksen pastalaitos, jossa yhdistetään korkearikkistä rikastushiekkaa, matalarikkistä rikastushiekkaa ja sementtisidosaineita ennen kuin ne pumpataan sementoituna pastana maanalaisiin tyhjiin louhostiloihin. Pastatäytön arvioidaan alkavan kaksi vuotta rikastamon käynnistämisen jälkeen.
- Tarvekivilouhos.
- Kaivoksen tukitoiminnot, lisäinfrastruktuurit ja -palvelut (toimistorakennukset, huoltohalli, varastotilat, kemikaali- ja räjähdevarastot, pysäköintialueet, tiet kaivosalueen sisällä, vedenkäsittely ja tietoliikenneyhteydet);
- Yhteydet kaivosalueen ulkopuoliseen infrastruktuuriin, mukaan lukien yhdystie ja liityntävoimajohto.

2 Asiaankuuluva lainsäädäntö, standardit ja ohjeistukset

2.1 Ympäristöön leviävän pölyn pitoisuuksien raja-arvot

Keskeiset Euroopan ilmanlaadun standardit (direktiivi 2008/50/EY) pienhiukkaspäästöille (mm. PM_{10} ja $PM_{2,5}$) linjaavat ihmisten terveyttä suojaavat raja-arvot, jotka esitetään taulukossa 1.

PM_{10} viittaa hiukkasiin, jotka ovat halkaisijaltaan alle 10 µm. Nämä voivat hengitettyinä läpäistä keuhkot ja aiheuttaa huomattavia haittavaikutuksia ihmisen terveydelle. PM_{10}-hiukkaset voivat koostua lukuisista erilaisista ainesosista ja voivat sisältää esimerkiksi haitallisia raskasmetalleja ja karsinogeenisiä hiilivetyjä. Pienhiukkasilla ($PM_{2,5}$) viitataan hiukkasiin, jotka ovat halkaisijaltaan alle 2,5 µm. Nämä hiukkaset voivat tunkeutua syvälle hengitysteihin ja ovat erittäin haitallisia terveydelle. $PM_{2.5}$-hiukkaset voivat koostua lukuisista eri ainesosista ja voivat sisältää esimerkiksi haitallisia raskasmetalleja ja karsinogeenisiä hiilivetyjä. Pienhiukkasia syntyy energiantuotannossa, erityisesti pienimuotoisesta puunpoltosta ja turvetuotannosta sekä myös fossiilisia polttoaineita käyttävästä liikenteestä, tie-eroosiosta sekä rengas- ja jarrukulumisesta.

Taulukko 1a: Euroopan ilmanlaatuasetuksen standardit hiukkaspäästöille (PM_{10} & $PM_{2,5}$)

Päästö	Pitoisuus	Keskiarvon laskenta-jakso	Sallitut ylitykset / vuosi
PM_{10}	50 µg/m^3	24 tuntia	35
	40 µg/m^3	1 vuosi	-
Pienhiukkaset ($PM_{2,5}$)	25 µg/m^3 Huomautus 1	1 vuosi	-

Huomautus 1: 31.12.2019 lähtien Suomen altistumispitoisuuden yläraja on ollut 20 µg/m^3.

Taulukko 1b: Euroopan ilmanlaatuasetuksen standardit arseenille, kadmiumille ja nikkelille.

Päästö	PM_{10}-hiukkasten kokonaispitoisuuden tavoitearvo kalenterivuoden keskiarvona
Arseeni	6 ng/m^3
Kadmium	5 ng/m^3
Nikkeli	20 ng/m^3

2.2 Ohjeistukset ympäristöön leviävän pölyn pitoisuuksista

Toukokuussa 2021 Euroopan komissio (EC) otti käyttöönsä EU:n toimintasuunnitelman 'Kohti ilman, veden ja maaperän saasteettomuutta' (EC, 2021) keskeisenä osana Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaa (EC, 2019). EU:n toimintasuunnitelma sisältää vision päästöttömyydestä vuodelle 2050; 'kaikille terveestä planeetasta', jossa ilman, veden ja maaperän saasteet on vähennetty niin alhaiselle tasolle, että niitä ei enää pidetä haitallisina terveydelle tai luonnon ekosysteemeille ja jotka kunnioittavat planeettamme kantokyvyn asettamia rajoja, luoden myrkyttömän ympäristön. Ohjatakseen EU:n kohti vuoden 2050 visiota, EU:n toimintasuunnitelmassa on määritelty vuodelle 2030 keskeiset tavoitteet, joilla nopeutetaan saastumisen vähentämistä. Ilmanlaadun osalta EU:n tulisi vähentää ilmansaasteiden terveyshaittoja (ennenaikaiset kuolemat) vuoteen 2030 mennessä yli 55 %:lla. EU:n toimintasuunnitelman päätavoite on luoda suunta, jonka avulla saastumisen ehkäisy otetaan osaksi kaikkia asiaankuuluvia EU:n politiikkoja. Vaikka toimintasuunnitelmassa todetaan, että EU:lla on vankka sääntelykehys ilman pilaantumisen rajoittamiseksi, ilmansaasteisiin liittyvien ennenaikaisten kuolemien ja sairauksien määrä on edelleen suuri. Tämän syyksi katsotaan se, että

tietyt EU:n standardit ovat yhä löyhemmät kuin Maailman terveysjärjestön (WHO) vuonna 2005 asettamat suositukset ja tapa, jolla ilmanlaatudirektiivien täytäntöönpano on toteutettu, on ollut vain osittain tehokasta. Toimintasuunnitelmassa todetaan, että EU suunnittelee ottavansa käyttöön raja-arvot, jotka ovat paremmin linjassa WHO:n ilmanlaatusuositusten kanssa. Tämä aikataulutettiin vuodelle 2022, jotta WHO ehtisi tehdä odotetun päivityksen ilmanlaatusuosituksiinsa. Syyskuussa 2021 Maailman terveysjärjestö (WHO) päivitti ilmanlaatusuosituksensa viimeisimmän tieteellisen tiedon pohjalta ihmisten ja ympäristön terveyden turvaamiseksi (WHO, 2021). Suositukset ovat tiukemmat kuin tämänhetkiset ilmanlaatustandardit.

Taulukossa 2 esitetään Maailman terveysjärjestön ilmanlaatusuositukset, jotka ovat näyttöön perustuvia suosituksia tiettyjen ilmansaasteiden raja-arvoista, jotka auttavat maita saavuttamaan kansanterveyttä suojaavan ilmanlaadun. Ensimmäiset WHO:n suositukset julkaistiin vuonna 1987. Tämän jälkeen on julkaistu useita päivityksiä, joista uusin, julkaistiin vuonna 2021. WHO päivittää ilmanlaatusuosituksiaan säännöllisesti pitääkseen ne ajankohtaisina ja tukeakseen laajaa joukkoa vaihtoehtoisia ilmanlaadun hallintaan liittyviä menettelytapoja eri puolilla maailmaa, ottaen erityisesti huomioon uudet ajanjakson aikana julkaistut terveystutkimukset. Vuoden 2021 WHO:n ilmanlaatusuositusten päivitys on vastaus todelliseen ja jatkuvaan ilmansaasteista syntyvään uhkaan kansanterveydelle. WHO:n ilmanlaatusuosituksissa määritellään tasot ja välitavoitteet yleisille ilmansaasteille, kuten PM_{10}, $PM_{2,5}$, O_3, NO_2, ja SO_2.

Taulukko 2: Asiaankuuluvat WHO:n ilmanlaatusuositukset (*Air Quality Guidelines*) vuodelta 2021 verrattuna WHO:n ilmanlaatusuosituksiin vuodelta 2005.

Päästö	Keskiarvon laskentajakso	2005 AQG (µg/m³)	2021 AQG (µg/m³)
PM_{10}	Vuosittain	20	15
	24 tuntia	50	45
$PM_{2.5}$	Vuosittain	10	5
	24 tuntia	25	15

2.3 Pölylaskeumiin liittyvät ohjeistukset

Pölyhiukkaset voi luokitella helposti laskeutuviin sekä ilmassa pitkiä aikoja leijuviin hiukkasiin. Jako on hyödyllinen, sillä pölyärsytystä aiheuttaa useimmiten laskeutuneen pölyn karkea osuus, kun taas leijuvat pölyhiukkaset vaikuttavat enemmän altistumisen myötä.

Leijuvat hiukkaset voivat olla halkaisijaltaan erikokoisia, nanohiukkasista ja ultrapienistä hiukkasista (halkaisijaltaan alle 0,1 µm) hyvin suuriin hiukkasiin kooltaan jopa 100 µm. Leijuvien ja laskeutuneiden hiukkasten kokojen välillä ei ole selkeää jakoa, vaikka kooltaan >50 µm olevat hiukkaset laskeutuvat pääosin nopeasti ja kooltaan <10 µm olevilla hiukkasilla (PM_{10}) on verrattain äärimmäisen alhainen laskeutumisnopeus. Leijuvien ja laskeutuvien pölyhiukkasten koko vaikuttaa

täten niiden levinneisyyteen, joten kyseisten osuuksien otanta edellyttää kahta erilaista lähestymistapaa. Kuten yllä todettiin, PM_{10}- ja $PM_{2,5}$-hiukkaset voivat tunkeutua syvälle hengityselimiin ja näin lisätä hengitystie- ja sydänsairauksien riskiä. Kokonaisleijumalla viitataan suurempiin hiukkasiin, joille ei ole asetettu tiettyä kokorajaa. Kokonaisleijuma mitataan usein samanaikaisesti PM_{10}:n ja $PM_{2,5}$:n mittaamisen kanssa erityisesti rakennustyömailla, joissa pölyä valvotaan.

Pienhiukkasia voi syntyä sekä luonnollisista lähteistä että ihmisen toiminnasta. Luonnollisia lähteitä ovat muun muassa merisuola, metsäpalot, siitepöly ja homeet. Luonnolliset lähteet eivät ole sääntelyn alaisia, ja niitä on vaikeampi hallita. Ihmisen toiminnan pölylähteet voivat olla säänneltyjä, ja pienhiukkaslähteiden ymmärtäminen onkin ensisijaisen tärkeää. PM_{10}-hiukkaset yhdistetään yleisimmin katupölyyn ja rakentamiseen. Kulkuvälineiden jarrujen ja renkaiden kuluminen sekä murskaustoimenpiteet rakennustyömailla voivat kaikki omalta osaltaan kasvattaa PM_{10}:n määrää. $PM_{2,5}$ yhdistetään polttoaineen polttamiseen, teollisiin polttoprosesseihin ja ajoneuvojen päästöihin. Suuremmat hiukkaset (halkaisijaltaan 100 µm) asettuvat todennäköisesti 5–10 metrin päähän lähteestään keskimääräisessä tuulen nopeudessa 4–5 m/s ja kooltaan 30–100 µm olevat hiukkaset asettuvat todennäköisemmin 100 metrin päähän lähteestä. Ilmakehän turbulenssilla on todennäköisemmin vaikutusta pienempien, erityisesti kooltaan <10 µm olevien hiukkasten kuten PM_{10}:n laskeutumisnopeuteen ja kulkeutumiseen kauemmas lähteestään. Kuiva sää ja korkea tuulen nopeus pahentavat pölypäästöjä. Täten pölyn vaikutukset ovat myös riippuvaisia tuulen suunnasta sekä pölyn lähteen ja häiriintyvän kohteen sijainnista.

Tällä hetkellä pölylaskeumalle ja sen aiheuttamille haitoille ei ole asetettu lakisääteisiä sitovia vaatimuksia tai raja-arvoja. Ilmanlaadulle ei myöskään ole asetettu sitovia kriteerejä Euroopan, kansallisella tai Maailman terveysjärjestön (WHO) tasolla, vaikka kirjallisuudesta löytyy viitteitä lukuisista vertailuperusteista eri maille. Suomen viranomaiset ovat asettaneet pölylaskeuman *'viihtyvyyshaitan'* kriteeriksi vuosittaisen keskiarvon 333 mg/m^2/vrk.

Pölyyn liittyvien vertailutietojen epäkohtien suhteen, aiemman mineraaliteollisuudessa käytetyn ohjeistuksen mukaan tyypillinen pölylaskeuman vaihtelu on 10–50 mg/m^2/vrk maaseudulla, 30–80 mg/m^2/vrk kaupunkialueilla ja 80–160 mg/m^2/vrk kaupunkikeskuksissa tai teollisilla alueilla [Waller Associates for Dept. of Environment (1991) *Environmental Effects of Surface Mineral Workings*]. Iso-Britanniassa toteutettu tutkimus *Controlling the Environmental Effects of Recycled and Secondary Aggregates Production Good Practice Guidance (*UK Office of Deputy Prime Minister, UK ODPM, 2002) sisältää arviot todennäköisistä pölylaskeumista tietynlaisissa ympäristöissä. Avoimessa maastossa tyypillinen taso on 39 mg/m^2/vrk, joka nousee kaupungin laitamilla tasolle 59 mg/m^2/vrk ja on korkeimmillaan 127 mg/m^2/vrk puhtaasti teollisilla alueilla.

United Kingdom Institute of Air Quality Management (IAQM) on linjannut ohjeistuksessaan *Guidance on the Assessment of Mineral Dust Impacts for Planning* (2020), että herkissä

ekosysteemeissä vaaditaan ammattilaisarviointi häiriintyvän kohteen herkkyysasteesta, jossa huomioidaan todennäköiset vaikutukset ja alueen luontoarvot. Luontotyyppi voi olla hyvinkin arvokas, muttei herkkä tai toisaalta vähemmän arvokas ja herkempi pölylaskeuman vaikutuksille. IAQM suosittelee, että arvioitaessa ekosysteemien herkkyyttä pölylaskeumalle, käytetään ekologia, joka määrittelee kasviyhdyskunnalle aiheutuvat mahdolliset vaikutukset. IAQM:n ohjeistus määrittelee korkean, keskitason ja alhaisen herkkyysasteen häiriintyville kohteille seuraavanlaisesti;

Korkean herkkyysasteen kohteet –

- sijainnit, joilla on kansainvälinen suojelustatus ja joiden suojeluperusteisiin pölysaaste voi vaikuttaa.
- sijainnit, joissa on pölylle erityisen herkkiä luontotyyppejä, kuten putkilokasveja.
- erityisistä suojelualueista (Special Area of Conservation eli SAC) yksi huomionarvoinen esimerkki on happamat nummet, jonka lähellä mineraalien tuotannon seurauksena syntyy alkalista pölyä.

Keskitason herkkyysasteen kohteet –

- erityisesti suojeltavia kasvilajeja sisältävät alueet, joissa pölyherkkyys on epävarmaa tai tuntematon;
- kansallisen suojelutason omaava alue ja pölyn laskeutuminen voi vaikuttaa suojeluperusteisiin; huomionarvoisia esimerkkejä ovat maisemansuojelualueet (Sites of Special Scientific Interest eli SSSI) tai paikalliset luontokohteet, joissa on alueellisia suojeluarvoja.

Alhaisen herkkyysasteen kohteet –

- sijainnit, joilla on paikallinen suojelustatus ja joiden ominaisuuksiin pölylaskeuma voi vaikuttaa.
- huomionarvoisena esimerkkinä paikalliset luontokohteet, joissa esiintyy pölyherkkyyttä.

Interim Advice Note (IAN), joka on lisäys Iso-Britannian Design Manual for Roads and Bridges -oppaaseen (nide 11, osa-alue 3, osa 1 Design Manual for Roads and Bridges , joka on nyt sisällytetty osaksi HA207/07), viittaa siihen, että 1 000 mg/m^2/vrk:n ylittävät pölylaskeumat todennäköisesti vaikuttavat ekologisesti herkkiin kohteisiin. Liite F:ssä, joka on arvio valikoiduista kohteesta (Assessment of Designated Sites) todetaan: *"F1.5 hiukkasten, ammoniakin, metallien ja suolan laskeumat lisääntyvät myös teiden lähellä. Tämä saattaa vaikuttaa kasvillisuuteen monin eri tavoin: i) Kasveille laskeutuva pöly tai hiukkaset saattavat fyysisesti tukahduttaa lehdet vaikuttaen fotosynteesiin, hapettumiseen ja haihtumiseen. Tutkimustiedot viittaavat siihen, että 1 000 mg/m^2/vrk ylittävä pölylaskeuma vaikuttaa herkimpiin lajeihin viisi kertaa voimakkaammin kuin taso, jolla suurin osa pölylaskeumasta voi alkaa aiheuttaa havaittavaa haittaa (viihtyvyyshaitta) ihmisille. Valtaosa lajeista ei havaittavasti koe vaikutuksia ennen kuin pölyn laskeumat ovat huomattavasti tätä korkeammalla tasolla." UK Highways Agency Guideline (2005)* -ohjeistusta on päivitetty tämän jälkeen useamman kerran. Vuoden 2005 versiota ei ole käytetty 16 vuoteen. Viimeisin ohjeistus vuodelta 2019 ei enää sisällä raja-arvoja pölylaskeumalle. Artikkeli *The Effects Of Dust On Vegetation* (Farmer, 1993) arvioi kattavasti tutkimuskirjallisuutta pölyn vaikutuksista kasveihin ja niiden

eliöyhteisöihin. Artikkelissa todetaan, että ”Spatt & Miller (1981) havaitsivat, että tien läheisyydessä sijaitsevalla ja pölylle altistuneella *Sphagnum lenense:lla* oli alentunut yhteyttämistehokkuus ja klorofylli-a:n pitoisuus. Laji oli taantunut tien vieressä, missä laskeuma oli 1,0–2,55 g/m^2/vrk. Kuitenkin pölyn vaikutuksia pystyttiin havaitsemaan kauempana tiestä, missä pölylaskeuma oli vain 0,07 g/m^2/vrk”. [Tämä vastaa laskeumaa, joka on 70 mg/m^2/vrk tai 25 g/m^2/vuosi].

Tästä syystä seuraavia rajoja on käytetty aluesuunnitelman perusteella ennustettujen pölypitoisuuksien ja -laskeuman arvioinnissa kaivoksen toimintavuosille 2, 12 ja 21;

- Hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) 24 tunnin raja-arvo = 50 µg/m^3 raja-arvo ei saa ylittyä yli 35 kertaa kalenterivuoden aikana
- Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) = 40 µg/m^3
- Vuosiraja-arvo pienhiukkasille ($PM_{2,5}$) = 20 µg/m^3
- Viihtyvyyshaittaa aiheuttava pölylaskeuma = 333 mg/m^2/vrk
- Herkkiin ekologisiin kohteisiin vaikuttava pölylaskeuma = 70 mg/m^2/vrk

3 Tutkimusmenetelmät

3.1 Arviointimenetelmä

3.1.1 Leviämisen mallintamismenetelmä:

Suunnitellun Sakatin kaivoksen (2024 kohteen aluesuunnitelma) toimintojen mahdollisten pölyvaikutusten määrityksessä käytettiin *Aermod*-leviämismallinnusohjelmaa. Leviämismallinnus on laadittu Iso-Britannian UK DEFRA Local Air Quality Management Technical Guidance LAQM.TG(22) -ohjeistuksen (2022) sekä Irlannin Irish EPA Air Dispersion Modelling from Industrial Installations Guidance Note (AG4) -ohjeistuksen (2020) mukaisesti.

Arvio ilmakehässä tapahtuvasta pölyn leviämisestä sekä tuulen mukana syntyvistä pölypäästöistä voidaan ennustaa hyödyntämällä matemaattisia malleja leijuvista hiukkasista seuraavien parametrien mukaisesti;

- Päästölähteen ominaisuudet, joita ovat mm. epäpuhtauksien päästöaste, päästöjen purkautumisnopeus, -korkeus ja -lämpötila,
- Ilmakehässä vallitsevat olosuhteet, kuten tuulen nopeus ja suunta, pilvipeite, sade, lämpötila ja sekoittumiskerroksen paksuus sekä
- Pinnanmuodot ja paikalliset pintaolosuhteet

Aermod on laajalti tunnustettu ja hyväksytty leviämismalli, jota käytetään ennustamaan useiden teollisuuden päästölähteiden epäpuhtauksien pitoisuuksia. *Aermod*-malli hyödyntää tunnittaista meteorologista aineistoa, jonka avulla se määrittelee ilman epäpuhtauksien vuon nousun, kulkeutumisen, leviämisen ja laskeutumisolosuhteet. Hyödyntämällä meteorologista dataa se arvioi

jokaista tuntia kohden jokaiselle päästölähteen ja reseptorin yhdistelmälle pitoisuuden tai laskeuma-arvon ja laskee käyttäjän valintojen mukaiset lyhytaikaiset keskiarvot. Valtaosa ilmanlaatua koskevista vaatimuksista määritellään keskiarvoina tai prosenttipisteinä ja *Aermod* mahdollistaakin tulosten jatkoanalyysin vertailutarkoituksia varten.

Päästöille lasketaan maksimikeskiarvot prosenttipisteanalyysin avulla käyttämällä *Aermodin* prosentin jälkiprosessointiominaisuutta. Työkalu laskee kaikista häiriintyvistä kohteista epäpuhtauksien maksimipitoisuuden tietylle prosenttipisteelle ja tietylle ajanjaksolle. Prosenttimenetelmän käyttöönotto helpottaa epätavallisten lyhytaikaisten meteorologisten tapahtumien poisjättämistä, jotka voivat aiheuttaa kohonneita pitoisuuksia ja kuvaa siten tarkemmin todennäköisten epäpuhtauspitoisuuksien keskiarvoa keskimääräisellä aikavälillä. *Aermodin* merkittävimmät rajoitukset ovat seuraavat:

1. Muuttumaton pysyvä olotila (Steady-State) – ei sovellu hyvin tilapäisiin olosuhteisiin, ja toimintasäde rajoittuu 50 kilometriin.
2. Homogeeninen meteorologinen alue – ei sovellu hyvin alueisiin, joissa meteorologiset olosuhteet muuttuvat nopeasti.
3. Ei mallinna ilmakehän kemiallista koostumusta.

Todettakoon, että yksikään mainituista rajoituksista ei vaikuta pölyn leviämisen mallinnustuloksiin Sakatin kaivosalueen toimintojen arvioinnin kannalta.

Pölyn vaikutusarvioinnissa on hyödynnetty oletettuja pahimman skenaarion hiukkaspitoisuuksia (PM_{10} & $PM_{2,5}$), ja leviämisen mallinnustuloksia on verrattu asiaankuuluviin ilmanlaatustandardeihin.

Aikakeskiarvot ja prosenttipisteet

Asianmukaiset aikakeskiarvot ja prosenttipisteet on laskettu PM_{10}-pitoisuuksien raja-arvojen sekä ilmanlaatustandardien yksityiskohtien mukaisesti, kuten taulukossa 1 on esitetty. Esimerkiksi lyhytaikaiset PM_{10}:n vaikutukset on laskettu ja esitetty maksimivuorokausikeskiarvon 90,41:n prosenttipisteenä, eli vuodessa sallitaan 35 ylitystä. Pölyn leviämismallinnuksen tutkimustuloksia on verrattu asiaan kuuluviin ilmanlaadun raja-arvoihin.

Rakennusten vaikutus ilmavirran alas taittumiseen

Rakennukset voivat vaikuttaa mekaaniseen turbulenssiin paikallisesti purkautumispisteen ympärillä. Rakennusten yli liikkuvan ilman nopeus kasvaa ja se voi aiheuttaa ilmavirran alas taittumisen päästölähteen myötätuulen puolella. Päästö voi ajautua täysin tai osittain rakennuksen imuvirtaukseen, mistä voi johtua ajoittaista pitoisuuksien kasvua maanpinnan tasolla, kun tuulensuunta kasvattaa lähistöllä olevien rakennusten vaikutusta epäpuhtauksien leviämiseen.

Tästä syystä savupiippujen korkeudet sekä rakennusten mittasuhteet, muoto ja suunta on sisällytetty malliin. *Aermod* sisältää algoritmeja, joilla voi mallintaa rakennusten alas taitteen vaikutuksia päästöihin läheisistä tai rinnakkaisista pistekuormituslähteistä. Oletetut rakennukset eli aluesuunnitelma korkeustasoineen on toimitettu AONA Environmental:ille. Piippukorkeudet on mallinnettu 3 metrin korkeuteen asiaan kuuluvan tuotantorakennuksen harjakorkeudesta noudattamalla suunnittelun parhaiden käytäntöjen vähimmäisvaatimuksia.

Pinnan karkeus & maankäytön ominaisuudet

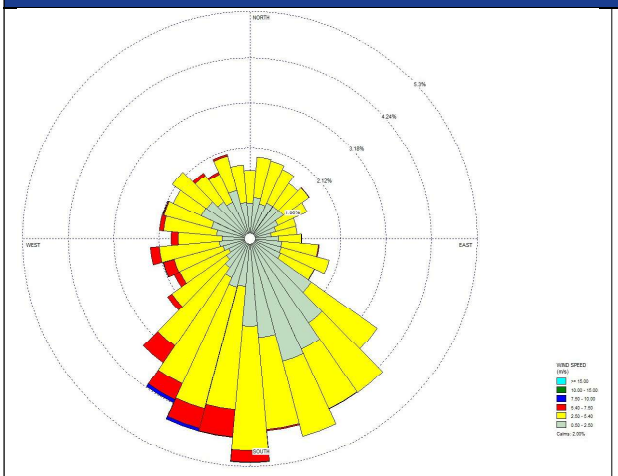
Kaivoshankealueen pinnan karkeusolosuhteita on säädetty vastaamaan *Aermod*-mallin maaseudun olosuhteita vastaavaksi. Mallia varten on määritelty sopivat Albedo- ja pintakarkeusarvot sekä Bowen Ratio -suhde vastaamaan paikallista maankäyttöä.

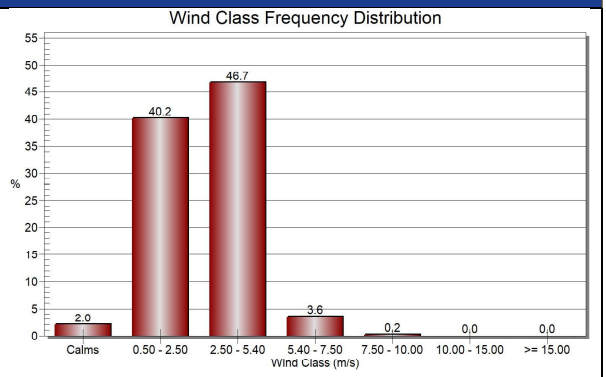
Meteorologinen data

Leviämismallissa hyödynnettiin lähimmältä sääasemalta (Tähtelä) tuntikohtaisesti saatavaa meteorologista dataa peräkkäisiltä vuosilta 2019, 2020 ja 2021. Meteorologinen data on päivitetty viimeisimpien saatavilla olevien meteorologisten data-aineistojen pohjalta. Kyseinen meteorologinen data soveltuu tähän käyttötarkoitukseen, koska ne on mitattu Sodankylässä edustaen siten olosuhteita alueella, jonne Sakatin kaivoshanke sijoittuu. Tuntikohtainen meteorologinen data vuosilta 2019, 2020 ja 2021 on valittu käytettäväksi, jotta tulosten tarkka vertailu hankkeen vaihtoehtojen ja -suunnitelmien välillä olisi mahdollista.

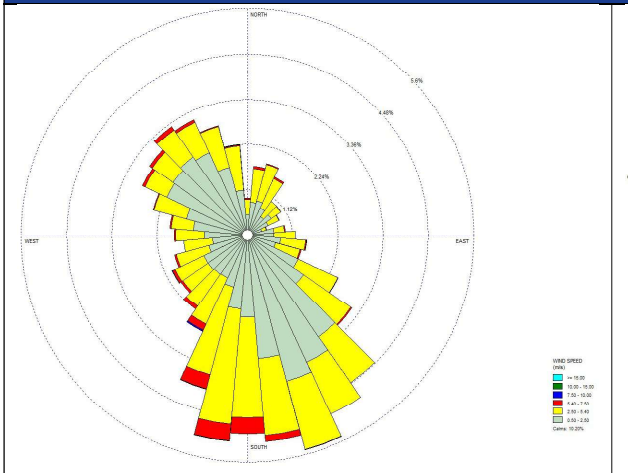
Kuva 1a: Graafinen esitys alkuperäisissä vuoden 2020 leviämismalleissa käytetyistä säätiedoista vuosilta 2015, 2016 ja 2017.

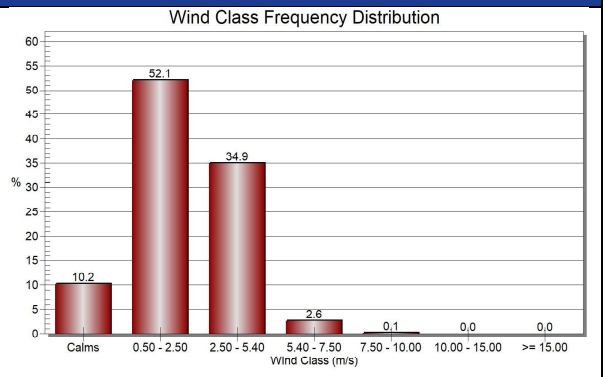
2015



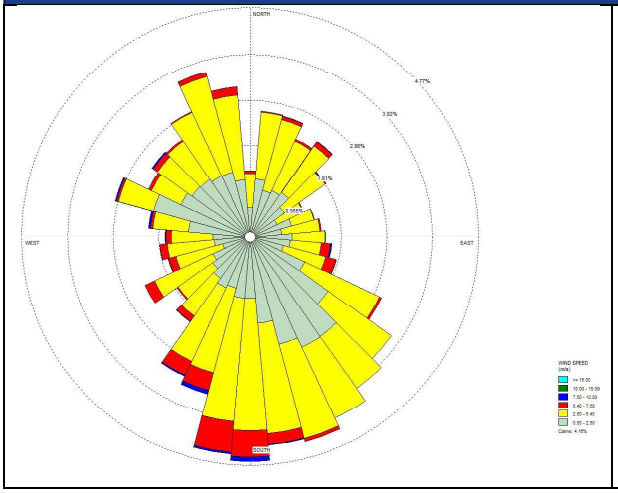


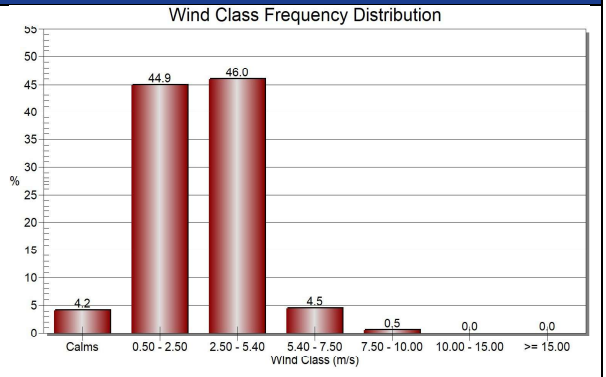
2016



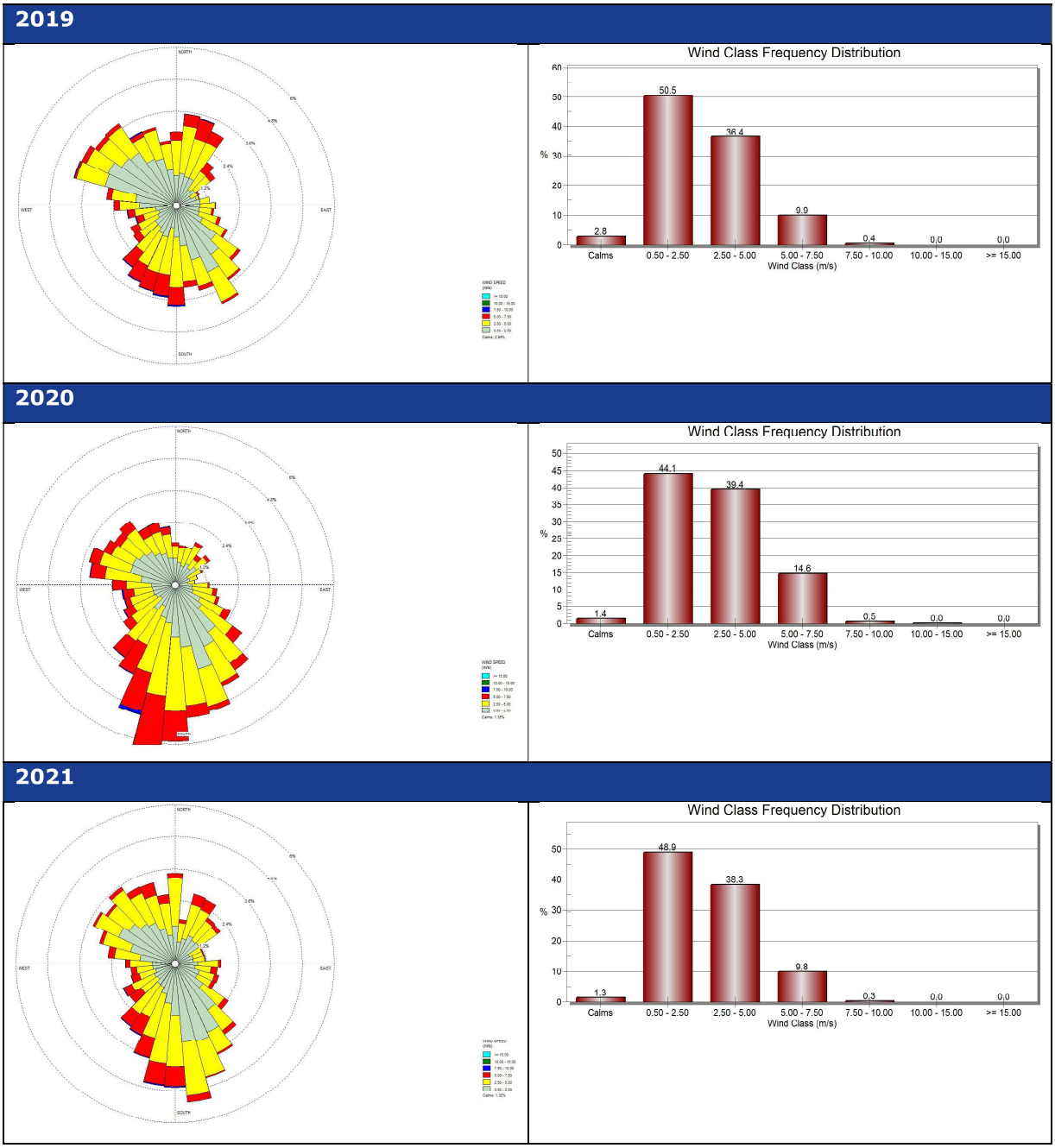


2017





Kuva 1b: Graafinen esitys leviämismallissa käytetyistä säätiedoista vuosilta 2019, 2020 ja 2021.



3.2 Häiriintyvät kohteet & suorakulmaiset ruudukot

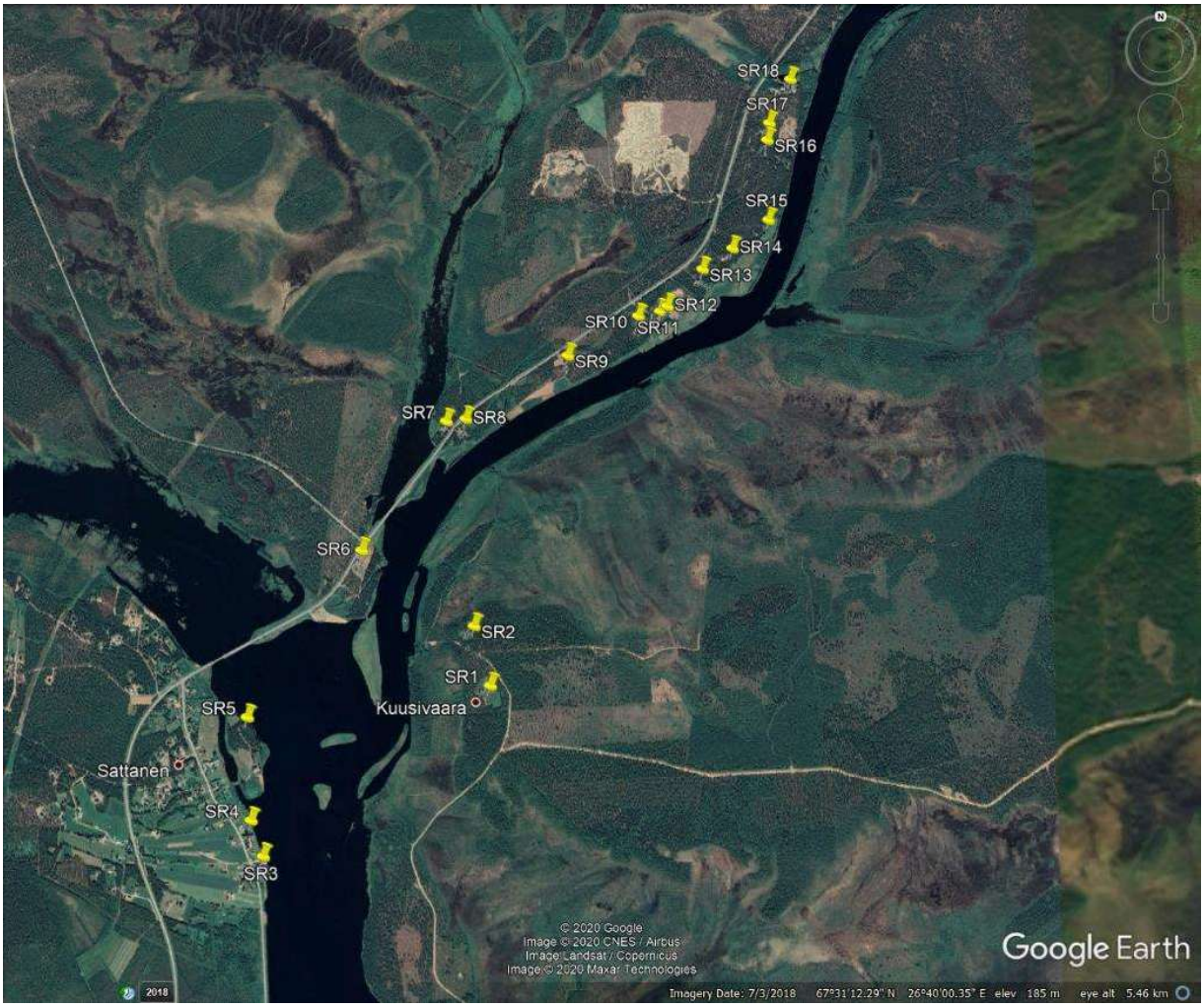
Aermod-malli laskee mallinnettujen päästöpisteiden läheisyydessä olevien häiriintyvien kohteiden epäpuhtauspitoisuudet. Ilman epäpuhtauspitoisuudet arvioitiin maanpinnan tasossa suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen lähimmillä asuinkiinteistöillä ja ekologisesti herkillä kohteilla (luonnonsuojelualueiden rajoilla).

Sakatin kaivoshankkeelle määritettiin lähimmät asuinkiinteistöt ja arviointiin sijaintien paikkatiedot. Mahdollisten pölyvaikutusten raportointia varten valittiin 18 lähimmän asuinkiinteistön paikkatiedot. Kyseiset asuinkiinteistöt sijaitsevat noin 2 kilometrin säteellä suunnitellusta Sakatin kaivoksesta ja sijaitsevat pääosin Sakatin kaivoksen länsi-, luoteis- ja pohjoispuolella. Voidaan olettaa, että kaikki Sakatin kaivoksesta kauempana sijaitsevat asuinalueiden häiriintyvät kohteet altistuvat vähäisemmille vaikutuksille kuin ne, jotka on listattu taulukossa 3.

Taulukko 3: Suunnitellun Sakatin kaivoksen lähellä sijaitsevat häiriintyvät kiinteistöt. Leviämismalliin syötetyt tiedot (ks. kuva 2).

Kuvaus	Ruudukon koordinaatit			
	Leveysaste	Pituusaste	X (m)	Y (m)
SR1	67.51136	26.65327	485248	7488621
SR2	67.51403	26.65129	485165.2	7488919
SR3	67.50379	26.62691	484118	7487784
SR4	67.50536	26.62539	484054	7487960
SR5	67.50994	26.62461	484023.9	7488470
SR6	67.51745	26.63776	484589.9	7489304
SR7	67.52339	26.64767	485016.6	7489964
SR8	67.5235	26.65004	485117.8	7489975
SR9	67.52649	26.6623	485642.9	7490306
SR10	67.52835	26.67087	486009.5	7490511
SR11	67.52858	26.67354	486123.3	7490536
SR12	67.52882	26.67438	486159.4	7490562
SR13	67.53057	26.67872	486345.4	7490757
SR14	67.53156	26.6824	486502.9	7490867
SR15	67.53292	26.68685	486693.7	7491018
SR16	67.53677	26.68684	486695.3	7491447
SR17	67.5376	26.68711	486707.2	7491539
SR18	67.53973	26.68977	486821.9	7491776

Kuva 2: Lähimmät häiriintyvät kiinteistöt suunnitellun Sakatin kaivoksen läheisyydessä. Tiedot on syötetty ilmanlaadun ennustemalliin.

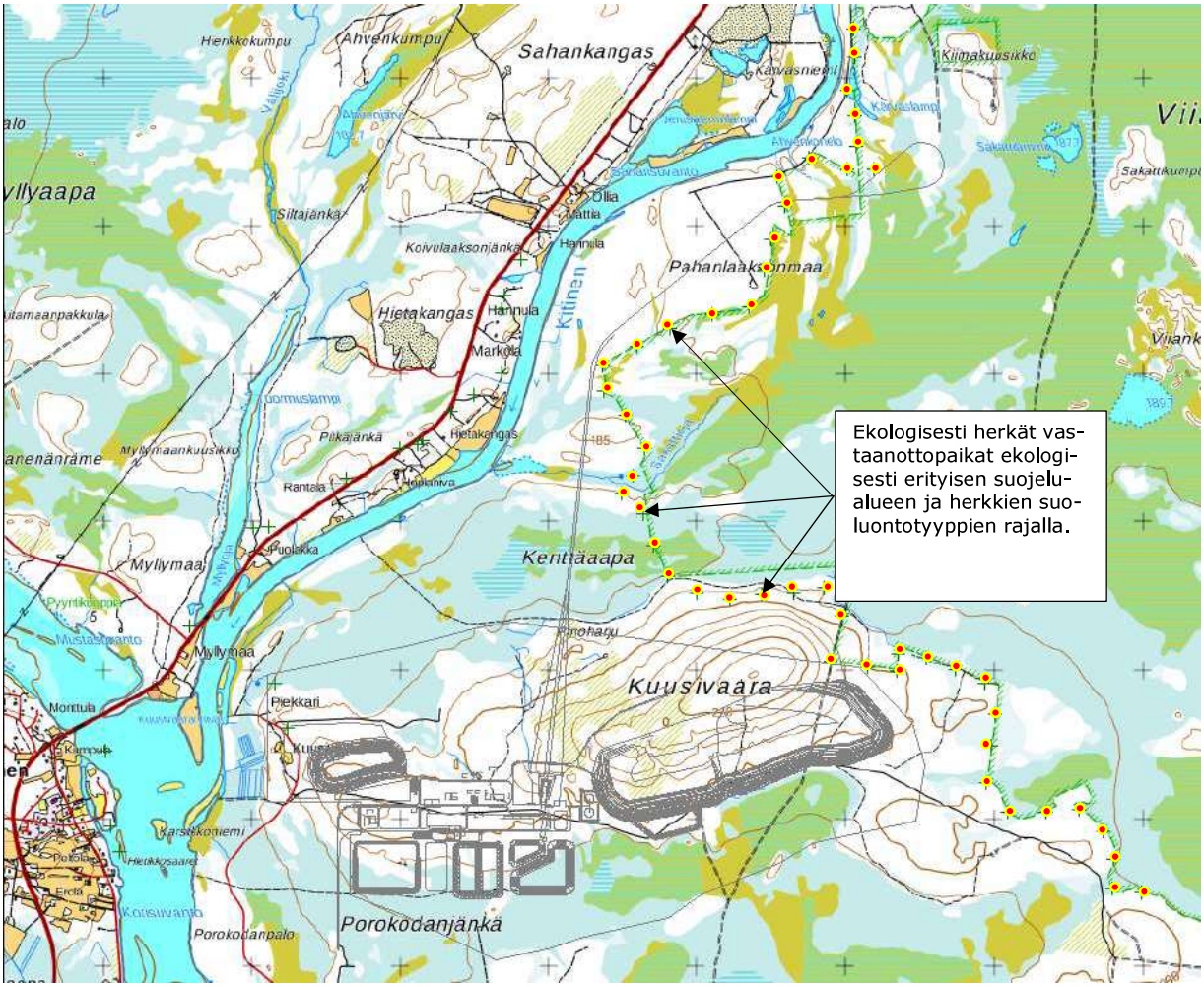


Pölylaskeuma on arvioitu myös ekologisesti herkillä kohteilla (Viiankiaavan Natura 2000-alue ja Viiankiaavan soidensuojelualue). Hankealueen läheisyydessä sijaitsevan suojelualueen lähin raja sekä herkät suoalueet on sisällytetty leviämismalleihin. Määrättyjen suojelualueiden ja herkkien suoalueiden rajalla kulkevat, noin 200 metrin välein sijoitetut tarkastelupisteet näkyvät taulukossa 4.

Taulukko 4: Suunnitellun Sakatin kaivoksen lähellä sijaitsevat luonnonsuojelualueen tarkastelupisteet. Leviämismalliin syötetyt tiedot.

Kuvaus	Ruudukon koordinaatit		Kuvaus	Ruudukon koordinaatit	
	X (m)	Y (m)		X (m)	Y (m)
ECO1	487521.4	7490733	ECO25	490360.5	7488053
ECO2	487651.7	7490507	ECO26	490578.8	7488075
ECO3	487579.3	7490323	ECO27	490745.7	7487925
ECO4	487502.1	7490198	ECO28	490812	7487739
ECO5	487642	7490063	ECO29	490799.2	7487542
ECO6	487714.4	7489846	ECO30	491000.4	7487516
ECO7	487806	7489643	ECO31	487382.6	7490895
ECO8	488008.6	7489532	ECO32	487373.1	7491066
ECO9	488225.6	7489489	ECO33	487598.1	7491193
ECO10	488447.4	7489523	ECO34	487826.3	7491317
ECO11	488654.8	7489532	ECO35	488111.5	7491405
ECO12	488867	7489566	ECO36	488355.5	7491462
ECO13	488982.8	7489373	ECO37	488456.9	7491713
ECO14	488910.4	7489069	ECO38	488501.2	7491919
ECO15	489151.6	7489036	ECO39	488596.3	7492141
ECO16	489349.3	7489007	ECO40	488545.6	7492340
ECO17	489359.9	7489121	ECO41	488757.9	7492467
ECO18	489548.5	7489090	ECO42	489014.6	7492388
ECO19	489749.5	7489012	ECO43	489202.1	7492388
ECO20	489949	7488917	ECO44	489081.7	7492540
ECO21	490012.4	7488716	ECO45	489072.2	7492752
ECO22	489984	7488497	ECO46	489018.3	7492923
ECO23	489953.7	7488252	ECO47	489072.2	7493139
ECO24	490102.3	7488051	ECO48	489062.7	7493335

Kuva 3: Suunnitellun Sakatin kaivoksen lähellä sijaitsevat ekologisesti herkän alueen tarkastelupisteet, jotka on syötetty ilmanlaadun ennustemalliin.



Maanpinnan tason epäpuhtauspitoisuudet ennustettiin myös jokaisen suorakulmaisen ruudukon solmun kohdalla seuraavasti;

- Suorakulmainen ruudukko 1 – 6 000m x 6 000m @ 100 m etäisyydet keskuskoordinaateilla 487000, 7488700
- Suorakulmainen ruudukko 2 – 11 600m x 9 600m @ 200 m etäisyydet keskuskoordinaateilla 487000, 7488700

3.3 Mahdollisten ympäristövaikutusten merkittävyys

Kuvaus vaikutuksesta:

Perusteet kaivoshankkeen pölyvaikutusten kuvaamiselle ovat peräisin seuraavista ohjeistuksista: the Environmental Protection UK (EPUK) and Institute of Air Quality Management (IAQM) Guidance -ohjeistus (EPUK & IAQM) sekä ”Land-Use Planning & Development Control: Planning for Air Quality” (tammikuu 2021). Arvioitaessa ilmanlaadun vaikutuksia lähimmillä häiriintyvillä asuinkiinteistöillä seurataan kaksivaiheista prosessia;

- laadullinen tai määrällinen kuvaus kehittämishankkeen vaikutuksista paikalliseen ilmanlaatuun; ja
- arvio vaikutusten kokonaismerkityksestä

Ehdotettu viitekehys vaikutusten kuvaamiseksi on esitetty EPUK & IAQM -ohjeistuksen taulukossa 6.3 sekä alla olevassa taulukossa 5. Termi ilmanlaadun arviointitaso (Air Quality Assessment Level eli AQAL) on otettu käyttöön, koska se kattaa kaikki ilman epäpuhtaudet ml. virallisten standardien mukaiset sekä muut ilmapäästöt. Ilmanlaadun arviointitaso, AQAL, pitää sisällään ilmalaatutavoitteet ja raja-arvot niiltä osin, kun niitä on olemassa. The Environment Agency käyttää lyhytaikaisen maksimivaikutuksen arvioinnissa lyhytaikaisen AQALin 10 %:n kynnyskriteeriä seulontakriteerinä. EPUK & IAQM-ohjeistus ottaa tämän lähtökohdaksi määritellessään vaikutuksen, mikä on riittävän pieni, jotta sitä voidaan pitää riittävän merkityksettömänä vaikutuksena.

Taulukko 5: Vaikutusten kuvaukset yksittäisille häiriintyville kohteille

Pitkän ajan keskiarvo Pitoisuus häiriintyvässä kohteessa arviointivuonna	**% pitoisuuden muutos suhteessa ilmanlaadun arviointitasoon (AQAL)**			
	1	**2–5**	**6–10**	**>10**
75 % tai vähemmän AQAL-arvosta	Merkityksetön	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen
76–94 % AQAL:sta	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen
95–102 % AQAL:sta	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen
103–109 % AQAL:sta	Kohtalainen	Kohtalainen	Merkittävä	Merkittävä
110 % tai enemmän AQAL:sta	Kohtalainen	Merkittävä	Merkittävä	Merkittävä

Selitys
1. AQAL = ilmanlaadun arviointitaso, joka voi olla ilmanlaatutavoite, EU:n raja- tai tavoitearvo tai ympäristöviraston ympäristöarviointitaso (EAL).
2. Taulukkoa on tarkoitus käyttää pyöristämällä epäpuhtauspitoisuuden prosentuaalinen muutos kokonaisluvuiksi, jolloin on selkeämpää, mihin soluun vaikutus kuuluu. Käyttäjää kehotetaan käsittelemään lukuja huomioiden niiden todellinen tarkkuus eikä olettaa väärää tarkkuutta. Muutokset, jotka ovat 0 % eli alle 0,5 %, kuvataan merkityksettömiksi.
3. Taulukko on suunniteltu käytettäväksi vain vuosikeskiarvopitoisuuksien kanssa.
4. Kuvaajat koskevat vain yksittäisiä häiriintyviä kohteita; kokonaismerkitys määritetään asiantuntijan arvion perusteella (ks. luku 7). Esimerkiksi ”kohtalainen” haitallinen vaikutus yhteen häiriintyvään kohteeseen ei välttämättä tarkoita, että kokonaisvaikutus olisi merkittävä otettaessa muut tekijät huomioon.
5. Määritettäessä pitoisuutta prosentteina AQAL-arvosta käytetään ”ilman järjestelmää” pitoisuutta, jos epäpuhtauspitoisuus vähenee, ja pitoisuutta ”järjestelmän kanssa”, jos pitoisuus kasvaa.
6. Kokonaispitoisuusluokat kuvastavat mahdollisen haitan astetta suhteessa AQAL-arvoon. Kun altistuminen on alle 75 prosenttia tästä arvosta ns. selvästi alle tämän arvon, haitta on todennäköisesti vähäinen. Kun altistuminen lähestyy ja ylittää AQAL-arvon, haitta kasvaa. Tämä muutos on luonnollisesti merkittävämpi, kun tuloksena on altistuminen, joka on suunnilleen yhtä suuri tai suurempi kuin AQAL-arvo.
7. Ei ole viisasta antaa liian suurta tarkkuutta vähittäisille muutoksille tai taustapitoisuuksille, ja tämä on erityisen tärkeää silloin, kun kokonaispitoisuudet ovat lähellä AQAL-arvoa. Tietylle tulevalle vuodelle on mahdotonta määritellä uutta kokonaispitoisuutta ilman, että tunnustetaan siihen sisältyvä epävarmuus, minkä vuoksi on olemassa luokka, jolla on vaihteluväli AQAL-arvon ympärillä, sen sijaan että se olisi täsmälleen sama kuin se.

Arviointi merkittävyydestä:

Merkittävyyden arvioinnin syyt pohjautuvat EPUK & IAQM Guidance -ohjeistukseen (kappaleet 7.1–7.12 liittyen taulukkoon 6.3) ja liittyy yllä olevaan taulukkoon 5.

Vaikutukset ilmanlaatuun, olivat se sitten haitallisia tai hyödyllisiä, vaikuttavat ne ihmisten terveyteen ja ne voidaan luokitella joko 'merkittäviksi' tai 'ei merkittäviksi'. 'Vaikutus' on häiriintyvän kohteen kokema muutos ilmapäästön pitoisuudessa. Tällä voi olla 'seurauksia' ihmisen terveydelle riippuen vaikutuksen voimakkuudesta ja muista huomioitavista tekijöistä. Taulukossa 5 olevat vaikutusten kuvaukset eivät itsessään tarjoa selkeää ja yksiselitteistä opasta merkittävyyden selvittämiseen. Kyseiset vaikutusten kuvaukset on tarkoitettu sovellettavaksi yksittäisten häiriintyvien kohteiden sarjoihin. Vaikka yhden tai useamman häiriintyvän kohteen vaikutukset voivat olla 'vähäisiä', 'kohtalaisia' tai 'merkittäviä', kokonaisseurausta ei voi välttämättä luokitella huomattavaksi tietyissä olosuhteissa.

Hankkeen kokonaismerkittävyyden arvioinneissa on aina huomioitava esimerkiksi seuraavat tekijät:

- olemassa oleva ja tulevaisuuden ilmanlaatu ilman hanketta;
- tämänhetkisen ja tulevan väestön altistumisen laajuus; ja
- vaikutusten ennakkoarvioinnissa käytettyjen olettamusten vaikutus ja paikkansapitävyys.
- Yksittäisissä tapauksissa voi olla muita asiaan vaikuttavia tekijöitä.

4 Päästömäärät

4.1 Pölynlähteiden päästömäärät

FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy on laskenut aiemmin vuonna 2020 Sakatin kaivoksen mahdollisten pölynlähteiden päästömäärät. Nämä päästömäärät on annettu AONA Environmentalille syyskuussa 2020 julkaistussa raportissa nimeltä ”Olettamuksia pienhiukkasten leviämismallinnuksesta”. Pölyn päästömäärät eri piste- ja aluelähteille on päivitetty, ja leviämismallinnuksen päästömäärät on esitetty liitteessä A.

Koska Suomesta tai Euroopasta ei löydy vertailukelpoisia pölypäästökertoimia vastaavanlaisille kaivoksille ja kuivaläjitykselle, Sakatin kaivoksen mahdollisten pölylähteiden päästömäärät on arvioitu Yhdysvaltojen United States Environmental Protection Agency AP-42 ‘Compilation of Air Pollutant Emission Factors’ (AP-42) -julkaisun sekä Australian Government Department of the Environment and Heritage National Pollutant Inventory ‘Emission Estimation Technique Manual for Mining’ (NPi) -oppaan perusteella. Kokokohtaiset päästökertoimet on laskettu kokonaisleijumalle (Total Suspended Particulate, TSP) PM_{10} ja $PM_{2,5}$ päästöille.

Pölynhallintamenetelmien vaikutusten määrittämisessä on käytetty useita menetelmiä, joilla vähennetään ajoneuvoliikenteen aiheuttamia pölypäästöjä teollisilla päällystämättömillä tienpinnoilla. Näitä menetelmiä ovat esimerkiksi kastelu tai kemikaalisten pölynsidonta-aineet. Kastelu on kaikista yleisin hallintakeino, jota käytetään päällystämättömillä tiepinnoilla tai mahdollisesti pölyisillä pinnoilla. Kastelun tehokkuus hallintakeinona riippuu kastelumääristä, kastelukertojen välisten ajanjaksojen pituuksista, liikenteen määrästä sekä sääolosuhteista. U.S. Environmental Protection Agencyn (USEPA) tutkimus on osoittanut, että ajoteiden kastelu kasteluautolla on huomattavan tehokas hallintakeino kokonaisleijuman (TSP) hallitsemiseksi. USEPA:n tulokset vaihtelivat kokonaisleijuman 74 %:n hallintatehokkuudesta kastelua seuranneen kolmen–neljän tunnin jälkeen kastelumäärällä 2,08 litraa/m^2 aina kokonaisleijuman 95 %:n hallintatehokkuuteen 0,5 tuntia kastelun jälkeen, kun kastelu toteutettiin 0,59 litraa/m^2 määrällä. NPi Emission Estimation Technique Manual for Mining -oppaassa (versio 3.1, tammikuu 2012) esitetään pääpiirteittäin arviot eri kaivostoimintojen hallintatehokkuudelle seuraavasti: *”50 %:ia kastelun tasolla 1 (2 litraa/m^2/h), 75 %:ia kastelun tasolla 2 (>2 litraa/m^2/h) ja 100 %:ia kastelun päällystetyillä tai suolatuilla teillä.”* ‘Road dust emissions from unpaved surfaces: guide to reporting’ -oppaassa [https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/national-pollutant-release-inventory/report/sector-specific-tools-calculate-emissions/road-dust-unpaved-surfaces-guide.html] on listattu eri pölynhallintamenetelmien tehokkuudet seuraavasti:

Pölynhallintamenetelmät	Hallintatehokkuus (Control Efficiency, CE)
Kastelu kaksi kertaa päivässä	55 %
Kastelu yli kaksi kertaa päivässä	70 %

Kemialliset pölynsidonta-aineet 80 %

Yllä olevan perusteella pölyn leviämismallit on laadittu seuraavan pölynhallintaskenaarion mukaisesti; kastelu 55 %:n pölynhallinnan tehokkuusasteella.

Pölyn laskeumamäärät

Leviämismalleissa käytetyt pölyn laskeumamäärät perustuivat aiemmin olettamuksiin, jotka pohjautuvat SRK:n tuottamaan raporttiin nimeltä SAKATTI CU-NI-PGE PROJECT PRE-FEASIBILITY A STUDY TAILINGS ENGINEERING (30.6.2019), ja projektiryhmän kanssa käydyn keskustelun lopputulemaan rikastushiekan hiukkastiheydestä, kosteuspitoisuudesta ja hiukkasten kokojakaumasta.

Leviämismallissa on käytetty pahimman tilanteen mukaista hiukkastiheyttä 2,3 g/cm^3 [huom; pienin mitattu arvo on 2,67 g/cm^3, jonka on raportoinut WSP Golder (2024)].

Rikastushiekan kosteuspitoisuuden on oletettu olevan leviämismalleissa pahimman tilanteen mukainen 15 %. Realistisesti rikastushiekan kosteuspitoisuus on noin 18 %. Sivukiven kosteuspitoisuuden on oletettu olevan 4 %.

Aiemmin sekä FCG että AONA toimivat sillä olettamuksella, että *siltin osuus rikastushiekasta* oli 70 %. Silttipartikkeleiden on tunnistettu olevan kooltaan <75 µm. Uudet seulontatiedot osoittavat, että *siltin osuus rikastushiekassa* on 100 %, kuten on esitetty alla. Tämä tieto perustuu GTK Mintecin toteuttamaan partikkelikokoanalyysitaulukkoon.

Seulakoko (µm)	LCT11		
	Paino (g)	Läpäisy (%)	Jäljellä (%)
		100,0	0,0
63	1,61	96,0	4,0
45	3,58	87,3	8,8
32	5,83	73,0	14,3
20	7,92	53,5	19,4
-20	21,81		53,5
Yhteensä	*40,75*		*100,0*

5 Vaikutusten arviointi

5.1 Pölyn vaikutusten arviointi

Kuten yllä on mainittu, AONA Environmental on toteuttanut pölyn leviämismallit suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen päivitetylle aluesuunnitelmalle (2024 kohteen pohjapiirustus) ja päivitetylle prosessille. Ennustettujen hiukkaspitoisuuksien (PM_{10} & $PM_{2,5}$) ja pölylaskeuman (TSP) tulokset on esitetty ja käsitelty alla.

Tulevan kaivoksen suunnitelluista toiminnoista on tehty yksityiskohtainen arvio vuosille 2, 12 ja 21.

- Vuosi 2 edustaa kaivoksen rakentamisvaihetta, sisältäen rikastushiekka-alueen rakentamisen ja tarvekiven louhintaan liittyvät toiminnot.
- Vuosi 12 edustaa kaivoksen normaalia toimintavaihetta, jolloin rikastushiekka-alueen 1. lohko on toiminnassa. Lisäksi toteutetaan tarvekiven louhintaa.
- Vuosi 21 edustaa kaivoksen normaalia toimintavaihetta, jolloin rikastushiekka-alueen 2. lohko on toiminnassa.

5.1.1 Ennustetut PM_{10}-vuosikeskiarvopitoisuudet häiriintyvillä kiinteistöillä

Taulukossa 6 on esitetty arvioidut PM_{10}-vuosikeskiarvopitoisuudet suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä toimintavuosina 2, 12 ja 21 pölynhallinnan 55 %:n tehokkuusasteella.

Taulukko 6 osoittaa, että vuonna 2 muodostuu korkeimmat PM_{10}-vuosikeskiarvopitoisuudet Sakatin kaivoshankkeen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä. Vuonna 2, tulevan kaivoksen rakentamisvaiheessa muodostuu lyhytaikaisia 'kohtalaisia' vaikutuksia niillä kaivoksen lähellä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä, joihin kohdistuu eniten vaikutuksia. Kaivoksen rakentamisvaiheessa, vuonna 2, asiaankuuluvia ilmanlaatustandardeja ei kuitenkaan ylitetä suunnitellun Sakatin kaivoksen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä.

Taulukko 6 osoittaa, että vuonna 12, joka edustaa kaivoksen normaalia toimintavaihetta ja rikastushiekka-alueen 1. lohko on käytössä, muodostuu pahimmassa tilanteessa lyhytaikaisia 'vähäisiä' vaikutuksia niillä kaivoksen lähellä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä, joihin kohdistuu eniten vaikutuksia. Taulukko 6 viittaa siihen, että vuonna 21, joka edustaa kaivoksen normaalia toimintavaihetta ja rikastushiekka-alueen 2. lohko on käytössä, muodostuu pahimmillaan lyhytaikaisia 'merkityksettömiä' vaikutuksia niillä kaivoksen lähellä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä, joihin kohdistuu eniten vaikutuksia. Arvion mukaan toimintavuosina 12 ja 21 asiaankuuluvia ilmanlaatustandardeja ei ylitetä suunnitellun Sakatin kaivoksen läheisyydessä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä.

Taulukko 6: Ennustetut PM_{10}-vuosikeskiarvopitoisuudet suunnitellun Sakatin kaivoksen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä toimintavuosina 2, 12 ja 21, kun pölynhallinnan tehokkuusaste on 55 % (ks. liite B – kuvat 4, 5 & 6).

Vuosi 2 – PM_{10}:n vuosikeskiarvopitoisuus µg/m³ 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)									
AQSR Viite-nu-mero	Vuosi 2 (2019 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2020 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2021 meteo-rologi-set tie-dot)	Max	Oletettu ympäris-tön PM10-taustapi-toisuus µg/m3	AQS-raja-arvo µg/m³	PC pro-sentti-osuus raja-arvosta	PEC pro-sentti-osuus raja-ar-vosta	Vaikutuksen merkittävyys
SR1	4,14	4,14	3,38	4,14	10	40	10,3 %	35,3 %	Kohtalainen
SR2	4,28	3,54	4,26	4,28	10	40	10,7 %	35,7 %	Kohtalainen
SR3	0,58	0,46	0,62	0,62	10	40	1,4 %	26,4 %	Merkityksetön
SR4	0,64	0,43	0,62	0,64	10	40	1,6 %	26,6 %	Merkityksetön
SR5	0,77	0,52	0,57	0,77	10	40	1,9 %	26,9 %	Merkityksetön
SR6	1,64	1,11	1,40	1,64	10	40	4,1 %	29,1 %	Merkityksetön
SR7	1,50	1,69	1,81	1,81	10	40	3,7 %	28,7 %	Merkityksetön
SR8	1,39	1,80	1,92	1,92	10	40	3,5 %	28,5 %	Merkityksetön
SR9	1,09	1,49	1,55	1,55	10	40	2,7 %	27,7 %	Merkityksetön
SR10	0,89	1,45	1,38	1,45	10	40	2,2 %	27,2 %	Merkityksetön
SR11	0,85	1,35	1,29	1,35	10	40	2,1 %	27,1 %	Merkityksetön
SR12	0,84	1,31	1,27	1,31	10	40	2,1 %	27,1 %	Merkityksetön
SR13	0,80	1,11	1,13	1,13	10	40	2,0 %	27,0 %	Merkityksetön
SR14	0,79	0,95	0,94	0,95	10	40	2,0 %	27,0 %	Merkityksetön
SR15	0,75	0,83	0,78	0,83	10	40	1,9 %	26,9 %	Merkityksetön
SR16	0,59	0,71	0,70	0,71	10	40	1,5 %	26,5 %	Merkityksetön
SR17	0,57	0,69	0,68	0,69	10	40	1,4 %	26,4 %	Merkityksetön
SR18	0,52	0,62	0,60	0,62	10	40	1,3 %	26,3 %	Merkityksetön
Max.	4,28	4,14	4,26	4,28	10	40	10,7 %	35,7 %	Kohtalainen
Vuosi 12 – PM_{10}:n vuosikeskiarvopitoisuus µg/m³ 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)									
AQSR Viite-nu-mero	Vuosi 2 (2019 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2020 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2021 meteo-rologi-set tie-dot)	Max	Oletettu ympäris-tön PM10-taustapi-toisuus µg/m3	AQS-raja-arvo µg/m³	PC pro-sentti-osuus raja-arvosta	PEC pro-sentti-osuus raja-ar-vosta	Vaikutuksen merkittävyys
SR1	2,21	2,29	1,85	2,29	10	40	5,5 %	30,5 %	Merkityksetön
SR2	2,51	2,36	2,41	2,51	10	40	6,3 %	31,3 %	Vähäinen
SR3	0,58	0,46	0,64	0,64	10	40	1,4 %	26,4 %	Merkityksetön
SR4	0,65	0,44	0,62	0,65	10	40	1,6 %	26,6 %	Merkityksetön
SR5	0,76	0,55	0,61	0,76	10	40	1,9 %	26,9 %	Merkityksetön
SR6	1,41	1,03	1,18	1,41	10	40	3,5 %	28,5 %	Merkityksetön
SR7	1,48	1,56	1,63	1,63	10	40	3,7 %	28,7 %	Merkityksetön
SR8	1,44	1,63	1,76	1,76	10	40	3,6 %	28,6 %	Merkityksetön
SR9	1,37	1,55	1,57	1,57	10	40	3,4 %	28,4 %	Merkityksetön
SR10	1,22	1,57	1,52	1,57	10	40	3,0 %	28,0 %	Merkityksetön
SR11	1,23	1,49	1,49	1,49	10	40	3,1 %	28,1 %	Merkityksetön
SR12	1,22	1,47	1,50	1,50	10	40	3,1 %	28,1 %	Merkityksetön
SR13	1,23	1,38	1,51	1,51	10	40	3,1 %	28,1 %	Merkityksetön
SR14	1,24	1,31	1,42	1,42	10	40	3,1 %	28,1 %	Merkityksetön
SR15	1,20	1,27	1,33	1,33	10	40	3,0 %	28,0 %	Merkityksetön
SR16	1,03	1,10	1,19	1,19	10	40	2,6 %	27,6 %	Merkityksetön
SR17	1,01	1,08	1,17	1,17	10	40	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR18	0,95	1,03	1,07	1,07	10	40	2,4 %	27,4 %	Merkityksetön
Max.	2,51	2,36	2,41	2,51	10	40	6,3 %	31,3 %	Vähäinen

Taulukko 6: Jatkuu.

Vuosi 21 – PM_{10}:n vuosikeskiarvopitoisuus µg/m³ 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)									
AQSR Viite-nu-mero	Vuosi 2 (2019 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2020 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2021 meteo-rologi-set tie-dot)	Max	Oletettu ympäris-tön PM10-taustapi-toisuus µg/m3	AQS-raja-arvo µg/m³	PC pro-sentti-osuus raja-arvosta	PEC pro-sentti-osuus raja-ar-vosta	Vaikutuksen merkittävyys
SR1	1,52	1,60	1,25	1,60	10	40	3,8 %	28,8 %	Merkityksetön
SR2	1,45	1,51	1,36	1,51	10	40	3,6 %	28,6 %	Merkityksetön
SR3	0,40	0,31	0,41	0,41	10	40	1,0 %	26,0 %	Merkityksetön
SR4	0,44	0,29	0,39	0,44	10	40	1,1 %	26,1 %	Merkityksetön
SR5	0,46	0,38	0,43	0,46	10	40	1,2 %	26,2 %	Merkityksetön
SR6	0,79	0,72	0,68	0,79	10	40	2,0 %	27,0 %	Merkityksetön
SR7	0,99	1,02	1,01	1,02	10	40	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR8	0,99	1,09	1,10	1,10	10	40	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR9	1,08	1,15	1,14	1,15	10	40	2,7 %	27,7 %	Merkityksetön
SR10	1,00	1,20	1,23	1,23	10	40	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR11	1,00	1,17	1,27	1,27	10	40	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR12	1,00	1,16	1,27	1,27	10	40	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR13	0,97	1,09	1,23	1,23	10	40	2,4 %	27,4 %	Merkityksetön
SR14	1,00	1,05	1,17	1,17	10	40	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR15	1,01	1,05	1,09	1,09	10	40	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR16	0,81	0,92	0,94	0,94	10	40	2,0 %	27,0 %	Merkityksetön
SR17	0,77	0,90	0,91	0,91	10	40	1,9 %	26,9 %	Merkityksetön
SR18	0,67	0,85	0,84	0,85	10	40	1,7 %	26,7 %	Merkityksetön
Max.	1,52	1,60	1,36	1,60	10	40	3,8 %	28,8 %	Merkityksetön

5.1.2 Ennustetut 24 tunnin PM_{10}-pitoisuudet häiriintyvillä kiinteistöillä

Taulukossa 7 esitetään ennustetut 24 tunnin PM_{10}-pitoisuudet (90,41 % -piste) suunnitellun Sakatin kaivoksen lähellä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä vuosina 2, 12 ja 21 pölynhallinnan 55 %:n tehokkuusasteella. Taulukko 7 osoittaa, että vuonna 2 muodostuu korkein ennustettu 24 tunnin PM_{10}-pitoisuus (90,41 % -piste) Sakatin kaivoksen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä. Pahin mahdollinen meteorologinen data (2019) osoittaa, että toimintavuonna 2 muodostuu pahin ennustettu pitoisuus ympäristössä (Predicted Environmental Concentration, PEC), joka on 47 %:a ilmanlaatustandardin raja-arvosta, kohdistuen eniten häiriintyville kiinteistöille.

Suunnitellun Sakatin kaivoksen lähellä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä ei ylitetä asiaankuuluvia ilmanlaatustandardeja toimintavuosina 2, 12 ja 21.

Taulukko 7: Arvioidut 24 tunnin PM_{10}-pitoisuudet (90,41 % -piste) suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen lähellä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä toimintavuosina 2, 12 ja 21, kun pölynhallinnan tehokkuusaste on 55 % (ks. liite B – kuvat 10, 11 & 12).

Vuosi 2 – 24 tunnin PM_{10}-pitoisuuden 90,41 % -piste µg/m³ 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)								
AQSR Viitenumero	Vuosi 2 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2021 meteorologiset tiedot)	Max	Oletettu ympäristön PM10-taustapitoisuus µg/m3	AQS-raja-arvo µg/m³	PC prosenttiosuus raja-arvosta	PEC prosenttiosuus raja-arvosta
SR1	12,14	13,70	11,35	13,70	10	50	27,4 %	47,4 %
SR2	13,50	10,50	12,49	13,50	10	50	27,0 %	47,0 %
SR3	1,66	1,38	1,70	1,70	10	50	3,4 %	23,4 %
SR4	1,74	1,16	1,90	1,90	10	50	3,8 %	23,8 %
SR5	2,60	1,42	1,75	2,60	10	50	5,2 %	25,2 %
SR6	5,22	3,31	4,64	5,22	10	50	10,4 %	30,4 %
SR7	4,46	4,75	5,71	5,71	10	50	11,4 %	31,4 %
SR8	4,30	5,60	6,06	6,06	10	50	12,1 %	32,1 %
SR9	3,30	4,16	4,38	4,38	10	50	8,8 %	28,8 %
SR10	2,66	3,81	3,64	3,81	10	50	7,6 %	27,6 %
SR11	2,52	3,44	3,35	3,44	10	50	6,9 %	26,9 %
SR12	2,42	3,31	3,71	3,71	10	50	7,4 %	27,4 %
SR13	2,16	2,58	3,06	3,06	10	50	6,1 %	26,1 %
SR14	2,17	2,53	2,58	2,58	10	50	5,2 %	25,2 %
SR15	2,04	2,15	2,00	2,15	10	50	4,3 %	24,3 %
SR16	1,64	1,84	1,77	1,84	10	50	3,7 %	23,7 %
SR17	1,54	1,79	1,77	1,79	10	50	3,6 %	23,6 %
SR18	1,52	1,60	1,62	1,62	10	50	3,2 %	23,2 %
Max.	13,50	13,70	12,49	13,70	10	50	27,4 %	47,4 %
Vuosi 12 – 24 tunnin PM_{10}-pitoisuuden 90,41 % -piste µg/m³ 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)								
AQSR Viitenumero	Vuosi 2 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2021 meteorologiset tiedot)	Max	Oletettu ympäristön PM10-taustapitoisuus µg/m3	AQS-raja-arvo µg/m³	PC prosenttiosuus raja-arvosta	PEC prosenttiosuus raja-arvosta
SR1	6,48	6,26	5,52	6,48	10	50	13,0 %	33,0 %
SR2	7,50	7,10	7,40	7,50	10	50	15,0 %	35,0 %
SR3	1,56	1,08	1,65	1,65	10	50	3,3 %	23,3 %
SR4	1,82	1,09	1,68	1,82	10	50	3,6 %	23,6 %
SR5	2,42	1,50	2,01	2,42	10	50	4,8 %	24,8 %
SR6	4,07	3,07	3,83	4,07	10	50	8,1 %	28,1 %
SR7	4,32	4,17	4,64	4,64	10	50	9,3 %	29,3 %
SR8	3,99	3,98	5,01	5,01	10	50	10,0 %	30,0 %
SR9	3,66	3,88	3,85	3,88	10	50	7,8 %	27,8 %
SR10	3,13	3,70	3,83	3,83	10	50	7,7 %	27,7 %
SR11	3,30	3,46	3,74	3,74	10	50	7,5 %	27,5 %
SR12	3,35	3,33	3,84	3,84	10	50	7,7 %	27,7 %
SR13	3,17	2,95	3,82	3,82	10	50	7,6 %	27,6 %
SR14	3,29	2,77	3,51	3,51	10	50	7,0 %	27,0 %
SR15	3,01	2,73	3,31	3,31	10	50	6,6 %	26,6 %
SR16	2,78	2,34	2,78	2,78	10	50	5,6 %	25,6 %
SR17	2,75	2,35	2,69	2,75	10	50	5,5 %	25,5 %
SR18	2,59	2,28	2,48	2,59	10	50	5,2 %	25,2 %
Max.	7,50	7,10	7,40	7,50	10	50	15,0 %	35,0 %

Taulukko 7: Jatkuu.

Vuosi 21 – 24 tunnin PM_{10}-pitoisuuden 90,41 % -piste µg/m³ 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)								
AQSR Viitenumero	Vuosi 2 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2021 meteorologiset tiedot)	Max	Oletettu ympäristön PM10-taustapitoisuus µg/m3	AQS-raja-arvo µg/m³	PC prosenttiosuus raja-arvosta	PEC prosenttiosuus raja-arvosta
SR1	4,33	4,52	3,30	4,52	10	50	9,0 %	29,0 %
SR2	4,24	4,30	4,29	4,30	10	50	8,6 %	28,6 %
SR3	1,22	0,86	1,26	1,26	10	50	2,5 %	22,5 %
SR4	1,40	0,93	1,31	1,40	10	50	2,8 %	22,8 %
SR5	1,45	0,97	1,27	1,45	10	50	2,9 %	22,9 %
SR6	2,33	2,07	1,89	2,33	10	50	4,7 %	24,7 %
SR7	2,66	2,72	2,70	2,72	10	50	5,4 %	25,4 %
SR8	2,80	2,72	2,97	2,97	10	50	5,9 %	25,9 %
SR9	2,73	2,85	2,86	2,86	10	50	5,7 %	25,7 %
SR10	2,54	2,73	3,11	3,11	10	50	6,2 %	26,2 %
SR11	2,59	2,55	3,16	3,16	10	50	6,3 %	26,3 %
SR12	2,57	2,49	3,08	3,08	10	50	6,2 %	26,2 %
SR13	2,44	2,44	2,94	2,94	10	50	5,9 %	25,9 %
SR14	2,59	2,28	2,72	2,72	10	50	5,4 %	25,4 %
SR15	2,54	2,43	2,62	2,62	10	50	5,2 %	25,2 %
SR16	2,14	2,10	2,37	2,37	10	50	4,7 %	24,7 %
SR17	2,13	2,07	2,38	2,38	10	50	4,8 %	24,8 %
SR18	1,82	1,97	2,08	2,08	10	50	4,2 %	24,2 %
Max.	4,33	4,52	4,29	4,52	10	50	9,0 %	29,0 %

5.1.3 Arvioidut $PM_{2,5}$-vuosikeskiarvopitoisuudet häiriintyvillä kiinteistöillä

Taulukossa 8 on esitetty $PM_{2,5}$-vuosikeskiarvopitoisuudet suunnitellun Sakatin kaivoksen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä toimintavuosina 2, 12 ja 21 pölynhallinnan 55 %:n tehokkuusasteella. Taulukko 8 osoittaa, että toimintavuonna 2 (rakentamisvaihe) syntyy korkeimmat ennustetut $PM_{2,5}$-vuosikeskiarvopitoisuudet Sakatin kaivoksen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä. Kaivoksen suunnitelluista toiminnoista muodostuu rakentamisvaiheessa toimintavuonna 2 lyhytaikaisia 'kohtalaisia' vaikutuksia kaivoksen lähellä sijaitsevilla eniten häiriintyvillä kiinteistöillä. Kaivoksen rakentamisvaiheessa toimintavuonna 2 ei kuitenkaan ylitetä asiaankuuluvia ilmanlaatustandardeja Sakatin kaivoksen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä.

Taulukko 8 osoittaa, että toimintavuonna 12, joka edustaa kaivoksen normaalia toimintavaihetta ja rikastushiekka-alueen 1. lohko on käytössä, muodostuu pahimmillaan 'vähäisiä' vaikutuksia kohdentuen kaivoksen lähellä sijaitsevia eniten häiriintyviä kiinteistöjä. Taulukko 8 osoittaa, että toimintavuonna 21, joka edustaa kaivoksen normaalia toimintavaihetta ja rikastushiekka-alueen 2. lohko on käytössä, muodostuu pahimmillaan lyhytaikaisia 'vähäisiä' vaikutuksia Sakatin kaivoshankkeen lähellä sijaitsevilla eniten häiriintyvillä kiinteistöillä. Sakatin kaivoshankkeen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä ei kuitenkaan ylitetä asiaankuuluvia ilmanlaatustandardeja toimintavuosina 12 ja 21.

Taulukko 8: Ennustetut $PM_{2.5}$-vuosikeskiarvopitoisuudet suunnitellun Sakatin kaivoksen lähellä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä toimintavuosina 2, 12 ja 21 pölynhallinnan 55 %:n tehokkuusasteella (ks. liite B – kuvat 7, 8 & 9).

Vuosi 2 – $PM_{2,5}$:n vuosikeskiarvopitoisuus µg/m³ 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)									
AQSR Viite-nu-mero	Vuosi 2 (2019 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2020 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2021 meteo-rologi-set tie-dot)	Max	Oletettu ympäristön PM10-taus-tapitoisuus µg/m3	AQS-raja-arvo µg/m³	PC pro-sentti-osuus raja-ar-vosta	PEC prosent-tiosuus raja-ar-vosta	Vaikutuksen merkittävyys
SR1	3,51	3,57	2,80	3,57	5	20	17,9 %	42,9 %	Kohtalainen
SR2	3,78	3,09	3,78	3,78	5	20	18,9 %	43,9 %	Kohtalainen
SR3	0,40	0,34	0,48	0,48	5	20	2,4 %	27,4 %	Merkityksetön
SR4	0,46	0,32	0,49	0,49	5	20	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR5	0,61	0,41	0,43	0,61	5	20	3,1 %	28,1 %	Merkityksetön
SR6	1,39	0,89	1,17	1,39	5	20	7,0 %	32,0 %	Vähäinen
SR7	1,24	1,42	1,51	1,51	5	20	7,5 %	32,5 %	Vähäinen
SR8	1,13	1,51	1,61	1,61	5	20	8,0 %	33,0 %	Vähäinen
SR9	0,83	1,19	1,21	1,21	5	20	6,1 %	31,1 %	Vähäinen
SR10	0,65	1,09	1,01	1,09	5	20	5,4 %	30,4 %	Merkityksetön
SR11	0,62	0,98	0,91	0,98	5	20	4,9 %	29,9 %	Merkityksetön
SR12	0,61	0,95	0,90	0,95	5	20	4,7 %	29,7 %	Merkityksetön
SR13	0,60	0,81	0,80	0,81	5	20	4,0 %	29,0 %	Merkityksetön
SR14	0,60	0,68	0,64	0,68	5	20	3,4 %	28,4 %	Merkityksetön
SR15	0,56	0,57	0,50	0,57	5	20	2,9 %	27,9 %	Merkityksetön
SR16	0,43	0,49	0,46	0,49	5	20	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR17	0,42	0,48	0,45	0,48	5	20	2,4 %	27,4 %	Merkityksetön
SR18	0,37	0,42	0,39	0,42	5	20	2,1 %	27,1 %	Merkityksetön
Max.	3,78	3,57	3,78	3,78	5	20	18,9 %	43,9 %	Kohtalainen
Vuosi 12 – $PM_{2,5}$:n vuosikeskiarvopitoisuus µg/m³ 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)									
AQSR Viite-nu-mero	Vuosi 2 (2019 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2020 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2021 meteo-rologi-set tie-dot)	Max	Oletettu ympäristön PM10-taus-tapitoisuus µg/m3	AQS-raja-arvo µg/m³	PC pro-sentti-osuus raja-ar-vosta	PEC prosent-tiosuus raja-ar-vosta	Vaikutuksen merkittävyys
SR1	1,60	1,80	1,34	1,80	5	20	9,0 %	34,0 %	Vähäinen
SR2	1,95	1,90	1,93	1,95	5	20	9,8 %	34,8 %	Vähäinen
SR3	0,31	0,29	0,40	0,40	5	20	2,0 %	27,0 %	Merkityksetön
SR4	0,38	0,27	0,39	0,39	5	20	2,0 %	27,0 %	Merkityksetön
SR5	0,50	0,36	0,37	0,50	5	20	2,5 %	27,5 %	Merkityksetön
SR6	1,05	0,73	0,88	1,05	5	20	5,2 %	30,2 %	Merkityksetön
SR7	1,03	1,19	1,21	1,21	5	20	6,0 %	31,0 %	Merkityksetön
SR8	0,97	1,25	1,31	1,31	5	20	6,6 %	31,6 %	Vähäinen
SR9	0,78	1,01	1,01	1,01	5	20	5,1 %	30,1 %	Merkityksetön
SR10	0,62	0,96	0,88	0,96	5	20	4,8 %	29,8 %	Merkityksetön
SR11	0,61	0,87	0,82	0,87	5	20	4,4 %	29,4 %	Merkityksetön
SR12	0,60	0,85	0,81	0,85	5	20	4,3 %	29,3 %	Merkityksetön
SR13	0,60	0,78	0,77	0,78	5	20	3,9 %	28,9 %	Merkityksetön
SR14	0,59	0,68	0,65	0,68	5	20	3,4 %	28,4 %	Merkityksetön
SR15	0,55	0,60	0,53	0,60	5	20	3,0 %	28,0 %	Merkityksetön
SR16	0,46	0,53	0,50	0,53	5	20	2,6 %	27,6 %	Merkityksetön
SR17	0,45	0,52	0,50	0,52	5	20	2,6 %	27,6 %	Merkityksetön
SR18	0,41	0,47	0,44	0,47	5	20	2,3 %	27,3 %	Merkityksetön
Max.	1,95	1,90	1,93	1,95	5	20	9,8 %	34,8 %	Vähäinen

Taulukko 8: Jatkuu.

Vuosi 21 – $PM_{2,5}$:n vuosikeskiarvopitoisuus µg/m³ 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)									
AQSR Viite-nu-mero	Vuosi 2 (2019 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2020 meteo-rologi-set tie-dot)	Vuosi 2 (2021 meteo-rologi-set tie-dot)	Max	Oletettu ympäristön PM10-taus-tapitoisuus µg/m3	AQS-raja-arvo µg/m³	PC pro-sentti-osuus raja-ar-vosta	PEC prosent-tiosuus raja-ar-vosta	Vaikutuksen merkittävyys
SR1	1,04	1,21	0,86	1,21	5	20	6,0 %	31,0 %	Vähäinen
SR2	1,01	1,14	1,00	1,14	5	20	5,7 %	30,7 %	Vähäinen
SR3	0,18	0,18	0,22	0,22	5	20	1,1 %	26,1 %	Merkityksetön
SR4	0,22	0,16	0,21	0,22	5	20	1,1 %	26,1 %	Merkityksetön
SR5	0,26	0,23	0,24	0,26	5	20	1,3 %	26,3 %	Merkityksetön
SR6	0,51	0,48	0,43	0,51	5	20	2,6 %	27,6 %	Merkityksetön
SR7	0,60	0,71	0,67	0,71	5	20	3,6 %	28,6 %	Merkityksetön
SR8	0,58	0,75	0,74	0,75	5	20	3,8 %	28,8 %	Merkityksetön
SR9	0,57	0,69	0,66	0,69	5	20	3,5 %	28,5 %	Merkityksetön
SR10	0,47	0,70	0,63	0,70	5	20	3,5 %	28,5 %	Merkityksetön
SR11	0,46	0,65	0,62	0,65	5	20	3,2 %	28,2 %	Merkityksetön
SR12	0,46	0,63	0,61	0,63	5	20	3,2 %	28,2 %	Merkityksetön
SR13	0,44	0,57	0,55	0,57	5	20	2,8 %	27,8 %	Merkityksetön
SR14	0,43	0,52	0,49	0,52	5	20	2,6 %	27,6 %	Merkityksetön
SR15	0,41	0,48	0,43	0,48	5	20	2,4 %	27,4 %	Merkityksetön
SR16	0,35	0,42	0,39	0,42	5	20	2,1 %	27,1 %	Merkityksetön
SR17	0,34	0,42	0,38	0,42	5	20	2,1 %	27,1 %	Merkityksetön
SR18	0,30	0,38	0,34	0,38	5	20	1,9 %	26,9 %	Merkityksetön
Max.	1,04	1,21	1,00	1,21	5	20	6,0 %	31,0 %	Vähäinen

5.1.4 Ennustettu pölylaskeumasta häiriintyvillä kiinteistöillä

Taulukossa 9 esitetään ennustettu pölylaskeuma (mg/m²/vrk) Sakatin kaivoksen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä 55 %:n pölynhallinnan tehokkuusasteella. Taulukko 9 osoittaa, että Suomen viranomaisten asettama pölylaskeuman 'viihtyvyyshaitan' kriteeri, eli vuosittainen keskiarvo 333 mg/m²/vrk, ei tule ylittymään 55 %:n pölynhallinnan tehokkuusasteella.

Toimintavuonna 2 korkein ennustettu pölylaskeuma on 55 % Suomessa asetetun 'viihtyvyyshaitan' kriteereistä. Toimintavuonna 12 korkein ennustettu pölylaskeuma kaivoksen aluesuunnitelmavaihtoehdolla on 26 % 'viihtyvyyshaitan' kriteereistä. Toimintavuonna 21 kaivoksen aluesuunnitelmavaihtoehdolla korkein ennustettu pölylaskeuma on 15 % 'haittarajan' kriteereistä.

Taulukko 9: Ennustetut pölylaskeumat (mg/m^2/vrk) suunnitellun Sakatin kaivoksen lähellä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä toimintavuosina 2, 12 ja 21 pölynhallinnan 55 %:n tehokkuusasteella (ks. liite B – kuvat 1, 2 & 3).

AQSR viitenumero	**Vuosikeskiarvo pölylaskeumista (mg/m^2/vrk) 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)**								
	Vuosi 2			**Vuosi 12**			**Vuosi 21**		
	Vuosi 2 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2021 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2021 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2021 meteorologiset tiedot)
SR1	184,8	159,9	151,1	78,6	69,1	61,3	47,9	42,6	35,8
SR2	173,6	136,0	156,8	85,4	71,3	73,3	47,0	41,7	38,5
SR3	39,4	26,4	33,7	25,4	17,2	23,6	15,5	10,3	13,7
SR4	40,6	25,1	30,7	27,2	16,7	22,5	16,5	9,9	12,5
SR5	40,7	26,6	31,6	29,7	20,0	23,4	16,3	12,2	14,4
SR6	77,6	55,8	63,0	50,3	35,2	38,8	27,1	22,6	21,5
SR7	76,5	74,8	82,3	56,1	49,3	54,1	36,4	30,6	32,5
SR8	74,1	79,1	86,8	56,4	51,6	57,7	37,2	32,7	34,7
SR9	68,8	75,7	82,4	61,8	57,9	59,9	44,1	39,8	40,8
SR10	57,1	81,0	79,2	59,4	63,3	63,4	42,5	43,3	46,7
SR11	55,5	79,3	77,8	61,3	63,1	65,0	43,0	44,2	48,6
SR12	54,4	77,5	76,8	61,4	62,7	65,7	42,9	44,3	49,1
SR13	50,4	65,0	69,4	61,2	59,1	67,3	41,2	42,5	49,1
SR14	49,3	57,4	61,6	61,3	58,4	66,4	43,3	41,2	48,6
SR15	48,1	54,2	55,9	60,5	58,7	64,7	45,1	42,4	46,7
SR16	39,2	46,4	47,6	51,8	50,5	56,8	35,1	36,9	39,0
SR17	37,6	44,9	46,0	50,9	49,4	55,5	33,2	35,9	37,7
SR18	35,0	42,0	42,7	49,2	48,3	52,5	28,2	34,4	35,0
MAX	**184,8**	**159,9**	**156,8**	**85,4**	**71,3**	**73,3**	**47,9**	**44,3**	**49,1**
% viitearvosta	**55 %**	**48 %**	**47 %**	**26 %**	**21 %**	**22 %**	**14 %**	**13 %**	**15 %**
Ihmisille aiheutuvan viihtyvyyshaitan viitearvo = 333 mg/m2/vrk kuukausikeskiarvona ilmaistuna									

5.1.5 Arvio pölylaskeumasta luonnonsuojelualueen tarkastelupisteillä

Taulukossa 10 esitetään ennustetut pölylaskeumat (mg/m^2/vrk) herkillä ekologisilla kohteilla Sakatin kaivoksen läheisyydessä 55 %:n pölynhallinnan tehokkuusasteella. Taulukko 10 osoittaa pölylaskeuman vertailuarvon 70 mg/m^2/vrk mahdollisen ylittymisen herkillä ekologisilla kohteilla.

Taulukko 10 osoittaa, että toimintavuoden 2 korkein pölylaskeuma 55 %:n pölynhallinnan tehokkuusasteella on 272,2 mg/m^2/vrk lähimmällä Natura 2000 -alueen ja suojelualueen rajoilla, mikä on 389 % ehdotetusta pölylaskeuman vertailuarvosta 70 mg/m^2/vrk herkillä ekologisilla kohteilla. Taulukko 10 osoittaa, että toimintavuoden 12 korkein pölylaskeuma 55 %:n pölynhallinnan tehokkuusasteella on 358,8 mg/m^2/vrk lähimmällä Natura 2000 -alueen ja suojelualueen rajoilla, mikä on 514 % ehdotetusta pölylaskeuman vertailuarvosta 70 mg/m^2/vrk herkillä ekologisilla kohteilla. Toimintavuoden 21 korkein pölylaskeuma 55 %:n pölynhallinnan tehokkuusasteella on 162,5 mg/m^2/vrk lähimmällä Natura 2000 -alueen sekä suojelualueen rajoilla, mikä on 234 % ehdotetusta pölylaskeuman vertailuarvosta 70 mg/m^2/vrk herkillä ekologisilla kohteilla. Tämä johtuu siitä, että operatiivinen toiminta rikastushiekka-alueella sijoittuu Natura 2000 -alueen ja suojelualueen rajoja lähimpänä olevalle rikastushiekka-alueen lohkolle 1. Tämän vuoksi pölylaskeuman vaikutukset herkkiin ekologisiin kohteisiin on selvästi yli ehdotetun vertailuarvon 70 mg/m^2/vrk.

Taulukko 10: Ennustetut pölylaskeumat (mg/m^2/vrk) suunnitellun Sakatin kaivoksen lähellä sijaitsevilla herkillä ekologisilla kohteilla toiminta-vuosina 2, 12 ja 21, kun pölynhallinnan tehokkuusaste on 55 % (ks. liite B – kuvat 2 & 3).

AQSR viitenumero	Vuosikeskiarvo pölylaskeumista (mg/m^2/vrk) 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)								
	Vuosi 2			Vuosi 12			Vuosi 21		
	Vuosi 2 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2021 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2021 meteorologiset tiedot)
ECO1	52,9	53,9	58,5	84,0	83,6	90,8	43,3	55,8	59,2
ECO2	56,4	55,0	56,7	96,5	96,8	102,6	48,1	60,6	66,3
ECO3	61,7	61,5	61,6	105,3	102,4	110,8	57,1	72,8	75,3
ECO4	65,6	66,1	66,3	107,3	106,4	115,2	66,6	83,0	83,5
ECO5	72,7	65,5	69,4	126,7	119,4	133,3	72,3	88,4	93,0
ECO6	80,6	69,0	72,9	150,8	140,9	155,6	88,2	105,5	112,3
ECO7	86,5	70,0	73,2	183,0	166,9	185,9	107,3	127,2	139,7
ECO8	85,7	63,0	72,0	233,5	211,1	240,3	122,1	150,4	156,9
ECO9	83,8	64,5	73,8	281,1	272,1	296,1	120,8	163,5	147,2
ECO10	88,0	69,2	80,9	225,4	269,2	293,4	116,7	110,1	99,5
ECO11	89,8	84,3	89,5	217,9	277,3	266,0	87,2	68,0	65,1
ECO12	69,9	82,1	90,5	187,9	196,6	184,8	60,7	48,3	48,0
ECO13	85,2	101,1	118,3	214,4	174,6	171,5	55,4	50,3	45,0
ECO14	170,8	197,0	205,1	359,6	285,0	283,7	70,6	71,1	64,3
ECO15	182,5	272,2	249,4	181,8	175,1	163,9	52,1	56,0	48,9
ECO16	179,0	152,0	147,0	132,9	132,9	122,0	45,1	45,8	40,3
ECO17	145,0	131,7	122,9	119,0	117,3	110,4	40,7	43,8	38,1
ECO18	88,3	69,0	71,7	96,2	96,0	88,0	36,2	37,1	32,5
ECO19	61,4	57,7	52,2	85,9	76,2	71,2	33,4	30,9	28,0
ECO20	47,9	50,9	45,1	76,3	64,3	55,3	31,0	27,4	22,1
ECO21	55,3	46,8	40,9	85,9	65,3	64,3	32,5	27,7	23,5
ECO22	80,7	56,5	56,0	112,9	82,9	76,4	41,8	30,2	29,8
ECO23	131,7	79,2	75,0	151,9	95,7	93,1	51,9	39,1	32,5
ECO24	107,5	59,9	64,6	140,5	84,3	85,6	53,5	36,8	32,7
ECO25	78,8	47,3	46,1	110,8	68,5	66,8	42,3	30,7	26,8
ECO26	62,8	38,9	37,1	91,1	57,6	55,7	35,7	26,8	23,0
ECO27	57,1	34,5	34,4	85,4	53,0	51,7	35,4	24,8	22,6
ECO28	56,5	32,3	36,5	85,3	51,4	52,5	40,5	25,2	24,1
ECO29	54,9	32,8	36,6	86,5	50,9	54,3	44,1	26,4	25,3
ECO30	51,3	29,8	32,6	77,9	46,0	48,5	40,0	24,0	22,9

Taulukko 10: Jatkuu.

AQSR viitenumero	Vuosikeskiarvo pölylaskeumista (mg/m²/vrk) 55 %:n hallintatehokkuudella (CE)								
	Vuosi 2			Vuosi 12			Vuosi 21		
	Vuosi 2 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 2 (2021 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2021 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2021 meteorologiset tiedot)
ECO31	50,8	54,1	55,2	75,9	74,9	79,9	40,4	53,5	54,1
ECO32	48,1	51,3	51,7	68,7	69,7	73,6	36,3	48,3	49,5
ECO33	46,9	45,9	47,9	60,1	68,8	70,7	31,9	40,8	45,0
ECO34	42,9	41,8	44,2	54,0	65,4	68,5	31,6	38,1	39,9
ECO35	38,6	37,8	39,3	49,8	58,6	65,4	31,7	40,8	39,2
ECO36	35,1	33,6	34,4	49,2	56,8	59,6	29,1	38,3	34,7
ECO37	31,2	29,3	31,7	44,7	52,1	53,2	25,8	33,2	30,2
ECO38	29,3	27,2	29,8	41,4	48,6	49,2	23,8	30,3	27,6
ECO39	27,6	25,0	27,1	38,2	45,9	45,5	21,6	27,0	24,6
ECO40	26,5	24,3	26,1	35,4	42,2	41,5	20,3	26,2	23,4
ECO41	25,1	22,3	23,1	33,8	41,6	40,2	18,9	22,8	20,9
ECO42	23,9	21,9	22,8	32,6	39,8	38,1	19,2	20,9	20,3
ECO43	22,6	22,5	22,8	30,9	36,3	34,8	19,2	19,3	18,4
ECO44	22,9	21,4	22,1	30,7	36,9	35,5	18,4	19,7	19,2
ECO45	22,2	20,5	21,0	29,1	35,1	33,7	17,3	18,9	18,3
ECO46	21,7	19,8	19,7	28,1	34,2	32,2	16,2	18,5	17,3
ECO47	20,6	19,1	18,7	26,0	31,6	29,4	15,1	17,3	15,9
ECO48	19,7	18,3	17,9	24,5	30,1	27,8	14,1	16,5	15,0
MAX	**182,5**	**272,2**	**249,4**	**359,6**	**285,0**	**296,1**	**122,1**	**163,5**	**156,9**
% viitearvosta	261 %	389 %	356 %	**514 %**	**407 %**	**423 %**	**174 %**	**234 %**	**224 %**
Ekologisen vaikutuksen vertailuarvo = 70 mg/m²/vrk									

5.1.6 Ennustetut raskasmetallien vaikutukset häiriintyvillä kiinteistöillä

Ilmanlaatuasetus sisältää tavoitearvot ympäristön arseeni- (As), kadmium- (Cd) ja nikkelipitoisuuksista (Ni). Tavoitearvot määritetään PM_{10} hiukkasten kokonaispitoisuudesta kalenterivuoden keskiarvona, ja tavoitearvo arseenilla (As) on 6 ng/m^3, kadmiumille (Cd) 5 ng/m^3 ja nikkelille (Ni) 20 ng/m^3. Geochemic Ltd. on toteuttanut tutkimukset rikastushiekan geokemiallisista ominaisuuksista. Taulukossa 11 esitetään rikastushiekan karakterisointitutkimuksen olennaiset löydökset.

Taulukko 11: Rikastushiekan karakterisointi [Lähde Sakatti Tailings Characterisation Static Testing, Geochemic Ltd. Raportti päivätty 14.5.2023]

Parametri	Yksiköt	Geochemicin rikastushiekan karakterisointitutkimus (31.3.2023)
Arseeni (As)	mg/kg	0,7 (0,00007 %)
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,13 (0,00013 %)
Nikkeli (Ni)	mg/kg	1490 (0,149 %)

Kuten taulukko 11 osoittaa, rikastushiekassa esiintyy arseenin (As) ja kadmiumin (Cd) alhaisia jäämiä.

Taulukossa 12 esitetään ennustetut metallijäämien pitoisuudet pohjautuen ennustettuihin PM_{10}-pitoisuuksiin, jotka ilmenevät eniten häiriintyvillä kiinteistöillä kunkin vaihtoehdon seurauksena. Näin ollen PM_{10}-jakeen arseenin (As), kadmiumin (Cd) ja nikkelin (Ni) vuosikeskiarvopitoisuudet eivät ylitä ilmanlaatuasetuksen tavoitearvoja.

Taulukko 12: Ennustetut pahimmat metallijäämien pitoisuudet rikastushiekassa (ng/m^3) 55 %:n pölynhallinnan tehokkuusasteella Sakatin kaivoksen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä.

Parametri	Vuosi 12 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 12 (2021 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2019 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2020 meteorologiset tiedot)	Vuosi 21 (2021 meteorologiset tiedot)	Rajaarvo
Pahin PM_{10}-pitoisuus häiriintyvillä kiinteistöillä	2,51	2,36	2,41	1,52	1,60	1,36	-
Arseeni (As)	0,0018	0,0017	0,0017	0,0011	0,0011	0,0010	6 ng/m^3
Kadmium (Cd)	0,0033	0,0031	0,0031	0,0020	0,0021	0,0018	5 ng/m^3
Nikkeli (Ni)	3,7465	3,5235	3,5866	2,2659	2,3885	2,0338	20 ng/m^3

Huomautus: Edellä esitetyt ennusteet perustuvat kaikista lähteistä peräisin olevaan PM_{10}-pitoisuuksien leviämismalliin, joka sisältää taulukossa 11 esitetyn rikastushiekan ominaisuudet, eli pahimman mahdollisen oletuksen.

6 Johtopäätökset

Aermod-leviämismallinnusohjelmiston avulla ennustettiin päivitetyn aluesuunnitelman (2024 aluesuunnitelma) ja prosessin mukaisesti PM_{10}-pitoisuuden vuosikeskiarvo ja 24 tunnin PM_{10}-pitoisuus, $PM_{2,5}$-pitoisuuden vuosikeskiarvo sekä pölylaskeuma häiriintyvillä kiinteistöillä ja ekologisesti herkissä kohteissa suunnitellun Sakatin kaivoksen läheisyydessä. Keskeisimmät muutokset aluesuunnitelmaan johtuvat pääosin tarvekivilouhoksen uudesta sijainnista. Lisäksi prosessiin tehdyt muutokset ovat vaikuttaneet partikkelikokojakaumaan. Leviämismallinnus on toteutettu rakentamisvaiheelle sekä kaivoksen toimintavaiheelle.

Nyt leviämismallinnus sisältää pölyn leviämismallit rakennusvaiheen vuodella 2 sekä toimintavaiheen 12 ja 21. Leviämismallilla on arvioitu uudella tarvekivilouhoksen pölyvaikutukset vuosille 2 ja 12. Toiminnot, jotka sisältyvät leviämismalleihin pitävät sisällään kaikki tuotannon rakenteet (rakennukset ja rikastushiekka-alueet), päällystetyt ja päällystämättömät tiet, kuivaläjitystoiminnot ja uudelleen sijoitetun tarvekivilouhoksen. Lisäksi yhtiön edustajien kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta päätettiin leviämismallit ajaa seuraavalle skenaariolle; kastelu 55 %:n pölynhallinnan tehokkuudella.

Päivitetyn aluesuunnitelman perusteella suunniteltujen toimintojen korkein arvioitu PM_{10}-pitoisuuden vuosikeskiarvo Sakatin kaivoshankkeen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä muodostuu rakentamisvaiheessa toimintavuonna 2. Toimintavuonna 2 PM_{10}-pitoisuuden vuosikeskiarvojen vaikutukset ovat lyhytkestoisia ’kohtalaisia’, kohdistuen suunnitellun kaivoksen lähellä sijaitseville eniten häiriintyville kiinteistöille. Suunnitellun kaivoksen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä ei kuitenkaan ylitetä asiaankuuluvia ilmanlaatustandardeja rakentamisvaiheessa vuonna 2. Toimintavuonna 12, joka edustaa kaivoksen normaalia toimintavaihetta ja rikastushiekka-alueen 1. lohko on käytössä, muodostuu pahimmassa tapauksessa lyhytaikaisia ’vähäisiä’ vaikutuksia kaivoksen lähellä sijaitseville eniten häiriintyville kiinteistöille. Toimintavuonna 21 kaivoksen toiminnoista aiheutuu lyhytaikaisia ’merkityksettömiä’ vaikutuksia eniten häiriintyvillä kiinteistöillä. Sakatin kaivoshankkeen lähimpänä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä ei ylitetä asiaankuuluvia vuotuisia PM_{10}-ilmanlaatustandardeja toimintavuosina 12 ja 21.

Kuten vuosittaisten PM_{10}-pitoisuuskeskiarvojen kohdalla, ennustettu 24 tunnin PM_{10}-pitoisuudet (90,41 % -piste) eivät johda asianmukaisten ilmanlaatustandardin raja-arvojen ylittämiseen lähimmillä häiriintyvillä kiinteistöillä. Toimintavuoden 2 seurauksena syntyy korkein ennustettu 24 tunnin PM_{10}-pitoisuus (94,1 % -piste) suunnitellun kaivoksen lähimpänä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä. Pahin mahdollinen meteorologinen data osoittaa, että toimintavuonna 2 muodostuu pahin ennustettu pitoisuus ympäristössä (Predicted Environmental Concentration, PEC), joka on 47 % ilmanlaatustandardin raja-arvosta, kohdistuen eniten häiriintyville kiinteistöille. Sakatin kaivoksen lähellä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä ei ylitetä asiaankuuluvia ilmanlaatustandardeja toimintavuosina 2, 12 ja 21.

Kaivoksen suunniteltujen toimintojen perusteella, toimintavuonna 2 (rakentamisvaihe) syntyy korkein ennustettu $PM_{2,5}$- vuosikeskiarvopitoisuus Sakatin kaivoksen lähimpänä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä. Pahin mahdollinen meteorologinen data osoittaa, että vuonna 2 rakentamisvaiheessa aiheutuu $PM_{2,5}$-vuosikeskiarvopitoisuuksina lyhytkestoisia 'kohtalaisia' vaikutuksia kaivoksen läheisyydessä oleville eniten häiriintyville kiinteistöille. Toimintavuosina 12 ja 21, jotka edustavat kaivoksen normaaleja toimintavaiheita ja rikastushiekka-alueen 1. ja 2. lohkojen operointia, muodostuu pahimmassa tapauksessa lyhytaikaisia 'vähäisiä' vaikutuksia niillä kaivoksen läheisyydessä sijaitsevilla eniten häiriintyvillä kiinteistöillä. Sakatin kaivoshankkeen lähimpänä sijaitsevilla häiriintyvillä kiinteistöillä ei kuitenkaan ylitetä asiaankuuluvia ilmanlaatustandardeja toimintavuosina 2, 12 ja 21. Vuonna 21 kaivoksen toiminnoista muodostuu lyhytaikaisia 'merkityksettömiä' vaikutuksia eniten häiriintyvillä kiinteistöillä.

Ennustettu pölylaskeuma (mg/m^2/vrk) ei tule ylittämään Suomen viranomaisten asettamaa pölylaskeuman 'viihtyvyyshaitan' kriteeriä eli vuosittaista keskiarvoa 333 mg/m^2/vrk. Korkein ennustettu pölylaskeuma muodostuu kaivoksen toiminnoista vuonna 2, joka on 55 % pölylaskeuman 'viihtyvyyshaitan' kriteeristä. 'haittarajasta'. Toimintavuosina 12 ja 21 korkein ennustettu pölylaskeuma on 26 % ja 15 % pölylaskeuman 'viihtyvyyshaitan' kriteeristä, kun pölynhallinnan tehokkuusaste on 55 %.

Geochemic Ltd on tutkinut rikastushiekan geokemiallisia ominaisuuksia. Rikastushiekan karakterisoinnissa löydettiin pieniä määriä arseenia (As) ja kadmiumia (Cd) sekä korkeampana määränä nikkeliä (Ni). Ennustetut PM_{10}-jakeen arseenin (As), kadmiumin (Cd) ja nikkelin (Ni) vuosikeskiarvopitoisuudet eivät ylitä ilmanlaatuasetuksen tavoitearvoja toimintavuosina 2, 12 tai 21.

Toimintavuosina 2, 12 ja 21 pölylaskeuman on ennustettu olevan herkillä ekologisilla kohteilla korkeampi kuin niille esitetty vertailuarvo 70 mg/m^2/vrk. Toimintavuonna 12 kaivoksen toiminnoista syntyy korkein ennustettu pölylaskeuma herkillä ekologisilla kohteilla. Tämä johtuu siitä, että toimintavuonna 12 kuivaläjitysalue on merkittävästi lähempänä erityisen suojelualueen (SAC) rajaa kuin toimintavuonna 21.

7 Viitteet

National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Mining (versio 3.1) (tammikuu 2012)
Government of Canada, Road dust emissions from unpaved surfaces: guide to reporting [https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/national-pollutant-release-inventory/report/sector-specific-tools-calculate-emissions/road-dust-unpaved-surfaces-guide.html]

Unpaved Roads-Chapter 13.2.2, AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1, Stationary Point and Area Sources, 2006, USEPA, USA

Emission Control technologies and emission factors for unpaved road fugitive emissions, User's Guide, 1987, EPA/625/5-87/022, USEPA, USA

Fugitive Dust Control Measures Applicable for the Western Regional Air Partnership's (WRAP). Fugitive Dust Handbook, 2004, Western Governor's Association, Denver, Colorado, USA

LIITE A

Leviämismallissa käytetyt hiukkaspäästöjen määrät

Taulukko A1: Leviämismallinnuksessa käytetyt hiukkaspäästöjen määrät (g/s tai g/m²/s) – Skenaario. Kastelu 55 %:n pölynhallinnan tehokkuusasteella.

			VAIHEET			**2024 PÄÄSTÖMÄÄRÄT (g/s) (55%:n tehokkuusaste)**					
			Rakentaminen	Tuotanto	Tuotanto	Kesä			Talvi		
	KUVAUS	**LÄHDE**	*Vuosi 2*	*Vuosi 12*	*Vuosi 21*	$PM_{2,5}$	PM_{10}	TSP	$PM_{2,5}$	PM_{10}	TSP
Kaivos	Kaivoksen ilmanvaihtokuilu	Ilmanvaihto		x	x	0,054	0,106	0,214	0,054	0,106	0,214
Prosessialue	Murskaus- ja seulontarakennus	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0,028	0,056	0,111	0,028	0,056	0,111
	Malmin välivarasto	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Hienomurskaus (HPGR)	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0,028	0,056	0,111	0,028	0,056	0,111
	Rikastamon jauhatusalue	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0,039	0,078	0,155	0,039	0,078	0,155
	Rikasteen käsittely (sakeuttaminen)	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0,028	0,056	0,111	0,028	0,056	0,111
	Rikasteen varastointi ja lastaaminen	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0,028	0,056	0,111	0,028	0,056	0,111
	Vedenkäsittely	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Rikastushiekan suodatus	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Rikastushiekan välivarasto 1	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Rikastushiekan välivarasto 2	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Reagenssivarasto ja kemikaalien valmistus (rakennus)	Ilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
Lämmitys	Lämpölaitos (4 MW+2x3,5 MW), katso savukaasumalli	Savupiippu		x	x	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053
	Malmin välivaraston purkaminen	Alueellinen lähde	x	x	x	0,009962	0,009962	0,009962	0,009962	0,009962	0,009962
	Kaivoksen raitisilmalämmitys (kanavapoltin), vain talvella	Kanavapoltin		x	x	-	-	-	0,053	0,053	0,053
Jätealueet	Rikastushiekka-alueen rakentaminen	Kuorma-autot	x			0,038	0,384	1,134	0,019	0,192	0,567
	Rikastushiekka-alueen rakentaminen	Puskutraktori	x			0,0301	0,2151	0,8446	0,0301	0,2151	0,8446
	Vesivarastoaltaan rakentaminen	Kuorma-autot	x			0,038	0,384	1,134	0,019	0,192	0,567
	Vesivarastoaltaan rakentaminen	Puskutraktori	x			0,0301	0,2151	0,8446	0,0301	0,2151	0,8446
	Korkearikkisen sivukiven sijoitusalueen rakentaminen	Kuorma-autot	x			0,038	0,384	1,134	0,019	0,192	0,567
	Korkearikkisen sivukiven sijoitusalueen rakentaminen	Puskutraktori	x			0,0301	0,2151	0,8446	0,0301	0,2151	0,8446
	Matalarikkisen sivukiven sijoitusalueen rakentaminen	Kuorma-autot	x			0,038	0,384	1,134	0,019	0,192	0,567
	Matalarikkisen sivukiven sijoitusalueen rakentaminen	Puskutraktori	x			0,0301	0,2151	0,8446	0,0301	0,2151	0,8446
	Kuljetustie tarvekivilouhokselta rikastushiekka-alueelle	Kuorma-autot	x	x		0,015	0,15	0,345	0,015	0,15	0,345
	Sivukiven kuljetustie rikastushiekka-alueen varastoaltaalla 1	Kuorma-autot		x		0,0505	0,5052	1,4900			
	Sivukiven kuljetustie rikastushiekka-alueen varastoaltaalla 2	Kuorma-autot			x	0,0505	0,5052	1,4900			
	Kuljetustie matalarikkisen sivukiven sijoitusalueella	Kuorma-autot	x	x	x	0,0144	0,1439	0,4243			
	Kuljetustie korkearikkisen sivukiven sijoitusalueella	Kuorma-autot	x	x	x	0,0144	0,1439	0,4243			
	Kuljetustie rikastushiekka-alueen poikki	Kuorma-autot		x	x	0,0441	0,4409	0,9425			
	Puskutraktori rikastushiekka-alueella	Puskutraktori		x	x	0,1268	0,4760	1,2076	0,1268	0,4760	1,2076
	Puristin rikastushiekka-alueella	Puristin		x	x	0,0826	0,5904	0,7871	0,0030	0,0270	0,0880
	Puskutraktori matalarikkisen sivukiven sijoitusalueella	Puskutraktori	x	x	x	0,0550	0,1171	0,5192	0,0550	0,1171	0,5192
	Puskutraktori korkearikkisen sivukiven sijoitusalueella	Puskutraktori	x	x	x	0,0550	0,1171	0,5192	0,0550	0,1171	0,5192
	Hihnankuljettimen purkaminen sivukivialueella	Kuljettimen purkaminen		x	x			0,04			0,04
	Hihnakuljettimen lastaus sivukivialueella	Kuljettimen lastaus		x	x			0,04			0,04
Tuulieroosio	Rikastushiekka-alue, tuuli, kesä	Tuulieroosio g/m²/s		x	x	0,000007	0,000017	0,000035			
	Rikastushiekka-alue, tuuli, talvi (työskentelyalue)	Tuulieroosio g/m²/s		x	x				0,000007	0,000017	0,000035
	Korkearikkisen sivukiven sijoitusalue, tuuli, kesä	Tuulieroosio g/m²/s	x	x	x	0,000001	0,000003	0,000007			
	Korkearikkisen sivukiven sijoitusalue, tuuli, talvi (talven työskentelyalue)	Tuulieroosio g/m²/s	x	x	x				0,000001	0,000003	0,000007
	Matalarikkisen sivukiven sijoitusalue, tuuli, kesä	Tuulieroosio g/m²/s	x	x	x	0,000001	0,000003	0,000007			
	Matalarikkisen sivukiven sijoitusalue, tuuli, talvi (talven työskentelyalue)	Tuulieroosio g/m²/s	x	x	x				0,000001	0,000003	0,000007
Tarvekivilouhos	Poraaminen tarvekivilouhoksessa, maanpinnan taso	Pora	x			0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504
	Poraaminen tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 2. vaihe alkaa, syvyys +170	Pora		x		0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504
	Poraaminen tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 3. vaihe valmis, syvyys +120	Pora			x	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504
	Mobiilimurskain tarvekivilouhoksessa, maanpinnan taso	Murskain	x			0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361
	Mobiilimurskain tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 2. vaihe alkaa, syvyys +170	Murskain		x		0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361

	Mobiilimurskain tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 3. vaihe valmis, syvyys +120	Murskain			x	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361
	Rikottaminen tarvekivilouhoksessa, maanpinnan taso	Rikotuskone (Rammeri)	x			0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361
	Rikottaminen tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 2. vaihe alkaa, syvyys +170	Rikotuskone (Rammeri)		x		0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361
	Rikottaminen tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 3. vaihe valmis, syvyys +120	Rikotuskone (Rammeri)			x	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361	0,3361
	Kaivinkone tarvekivilouhoksessa, maanpinnan taso	Kaivinkone	x			0,0003	0,0020	0,0042	0,0003	0,0020	0,0042
	Kaivinkone tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 2. vaihe alkaa, syvyys +170	Kaivinkone		x		0,0003	0,0020	0,0042	0,0003	0,0020	0,0042
	Kaivinkone tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 3. vaihe valmis, syvyys +120	Kaivinkone			x	0,0003	0,0020	0,0042	0,0003	0,0020	0,0042
	Puskutraktori tarvekivilouhoksessa, maanpinnan taso	Puskutraktori	x			0,0003	0,0020	0,0042	0,0003	0,0020	0,0042
	Puskutraktori tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 2. vaihe alkaa, syvyys +170	Puskutraktori		x		0,0003	0,0020	0,0042	0,0003	0,0020	0,0042
	Puskutraktori tarvekivilouhoksessa, tarvekivilouhoksen 3. vaihe valmis, syvyys +120	Puskutraktori			x	0,0003	0,0020	0,0042	0,0003	0,0020	0,0042
Muut rakennukset	Näytteenkäsittely ja laboratorio	Paikallinen poistoilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Toimisto	Ilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Paloasema	Ilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Konekorjaamo	Ilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Kairasydännäytteiden käsittely	Ilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Päämuuntamo	Ilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0
	Kaivoksen konekorjaamo, pesuhalli ja varastot	Ilmanvaihto		x	x	0	0	0	0	0	0

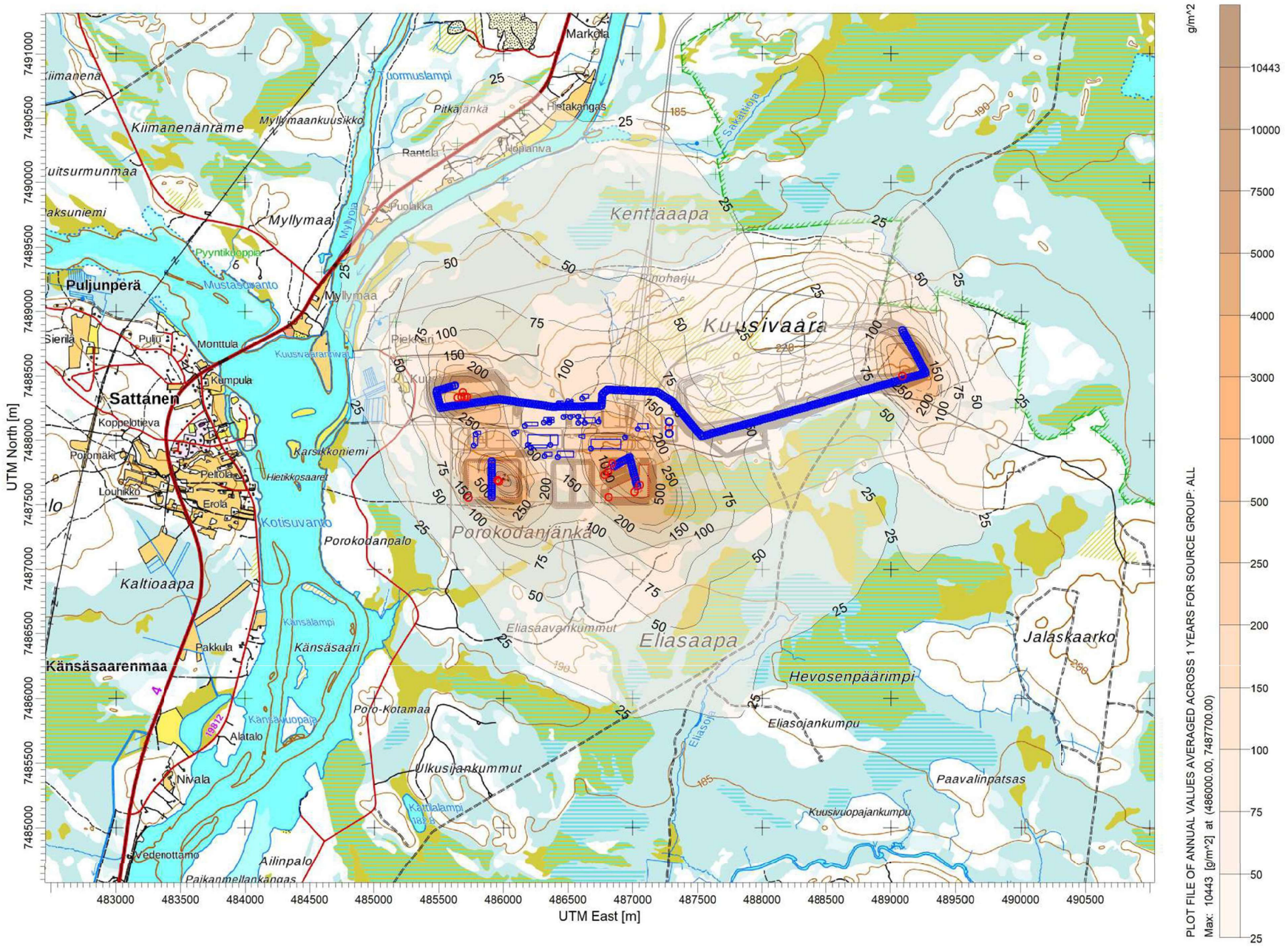
Liite B

Pölyn leviämismallinnus kartat

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 1: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 2 – Pölylaskeuman vuosikeskiarvo (g/m²) (2020 Met Data, 55 %:n tehokkussasteella) – kerro 1000/365 muunnettaessa yksikköön mg/m²/vrk (esim. 121,5 g/m² = 333 mg/m²/vrk).



KOMMENTIT:

Viihtyvyyshaitta = 333 mg/m²/vrk.
Ekologinen vertailuarvo = 70 mg/m²/vrk

LÄHTEET:
20

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Kokonaispölylaskeuma

MAKSIMI:
10443 g/m²

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
22/10/2024

SKAALA: 1:30,000

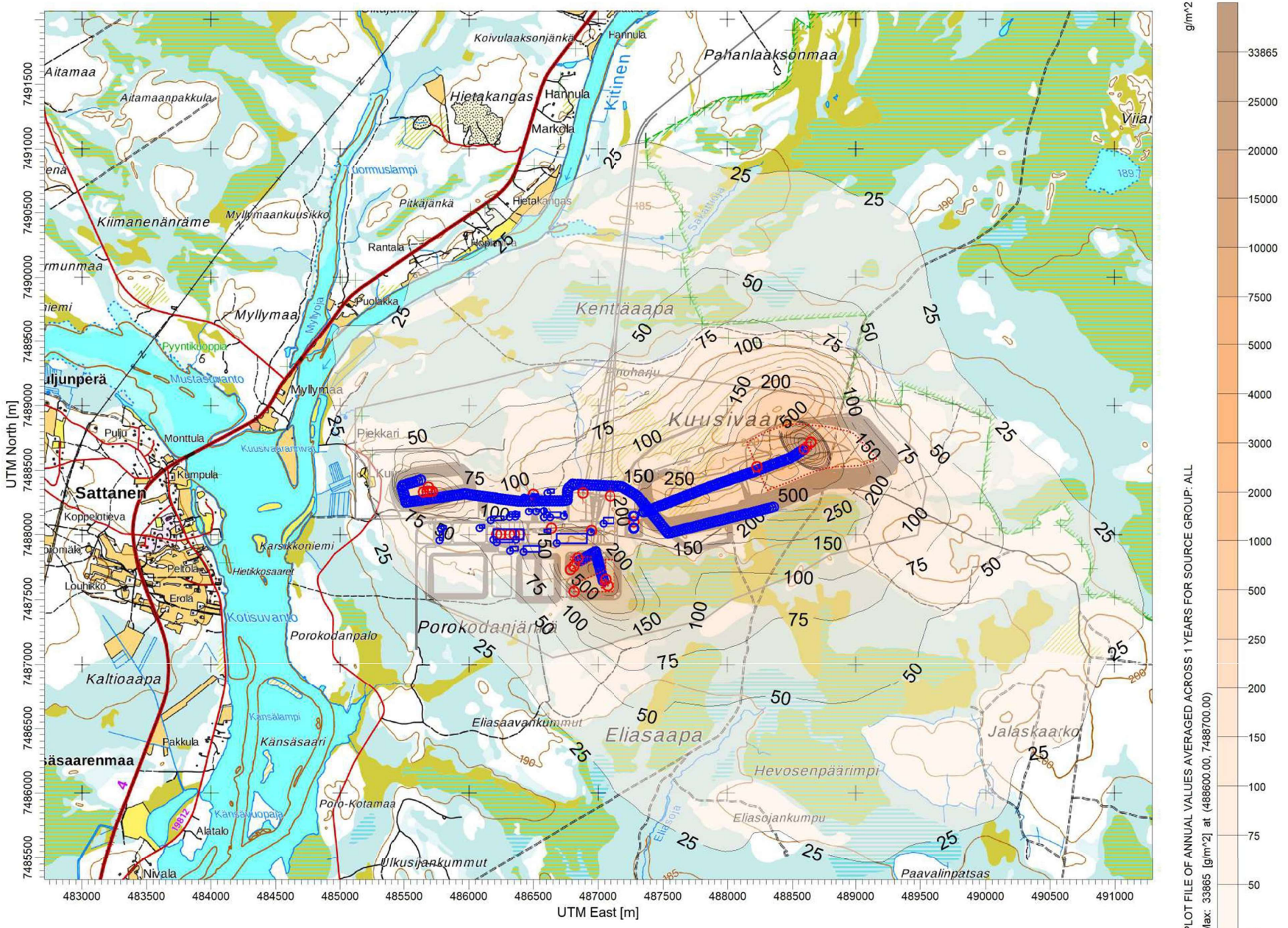
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 2: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 12 - Pölylaskeuman vuosikeskiarvo (g/m²) (2019 Met Data, 55 %:n tehokkussasteella) – kerro 1000/365 muunnettaessa yksikköön mg/m²/vrk (esim. 121,5 g/m² = 333 mg/m²/vrk).



KOMMENTIT:

Viihtyvyyshaitta = 333 mg/m²/vrk.
Ekologinen vertailuarvo = 70 mg/m²/vrk

LÄHTEET:
32

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Kokonaispölylaskeuma

MAKSIMI:
33865 g/m²

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
22/10/2024

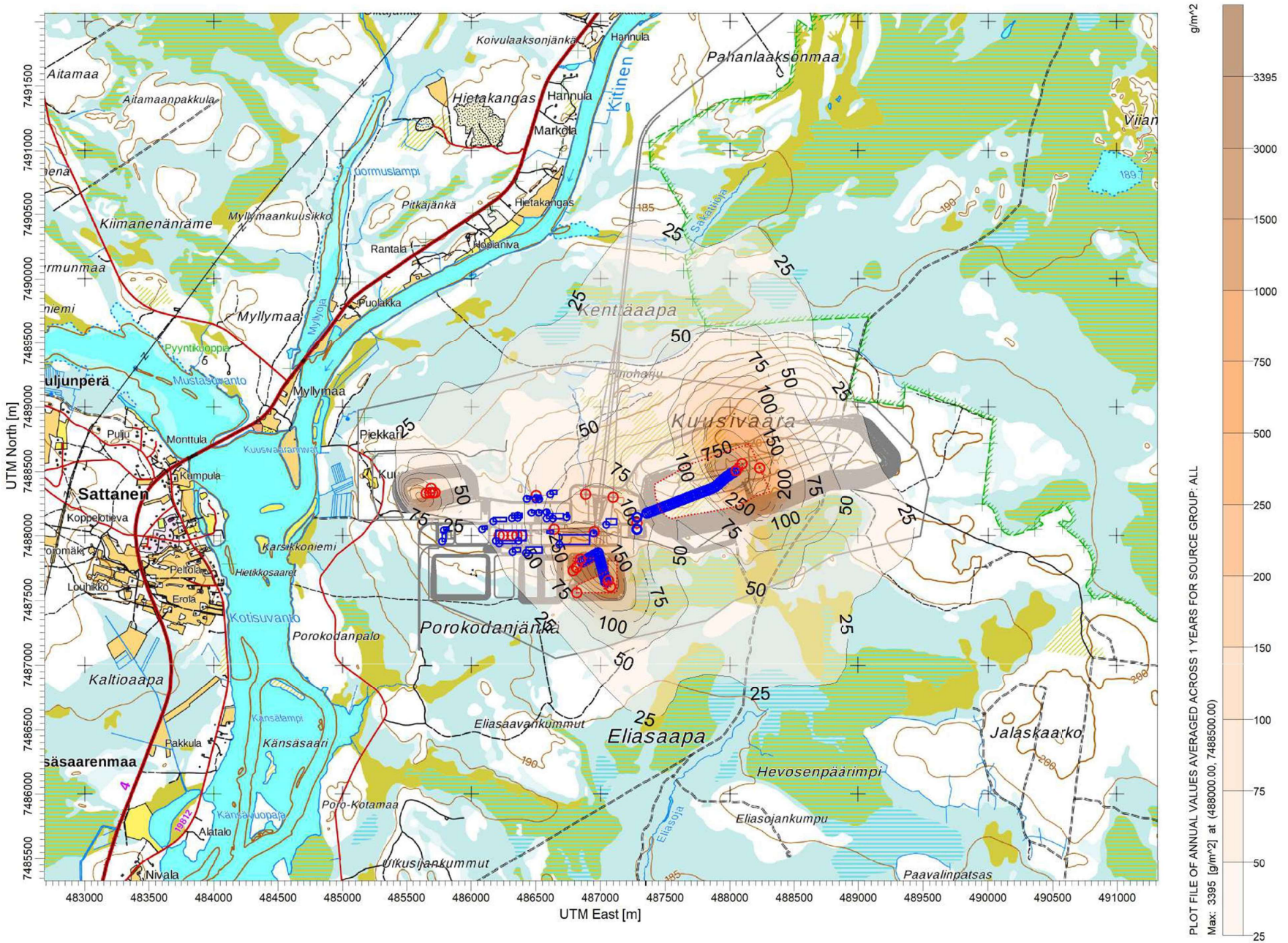
SKAALA: 1:30,000

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 3: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 21 – Pölylaskeuman vuosikeskiarvo (g/m²) (2020 Met Data, 55 %:n tehokkussasteella) – kerro 1000/365 muunnettaessa yksikköön mg/m²/vrk (esim. 121,5 g/m² = 333 mg/m²/vrk).



KOMMENTIT:

Viihtyvyyshaitta = 333 mg/m²/vrk.

Ekologinen vertailuarvo = 70 mg/m²/vrk

LÄHTEET:
30

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Kokonaispölylaskeuma

MAKSIMI:
3395 g/m²

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
22/10/2024

SKAALA: 1:30,000

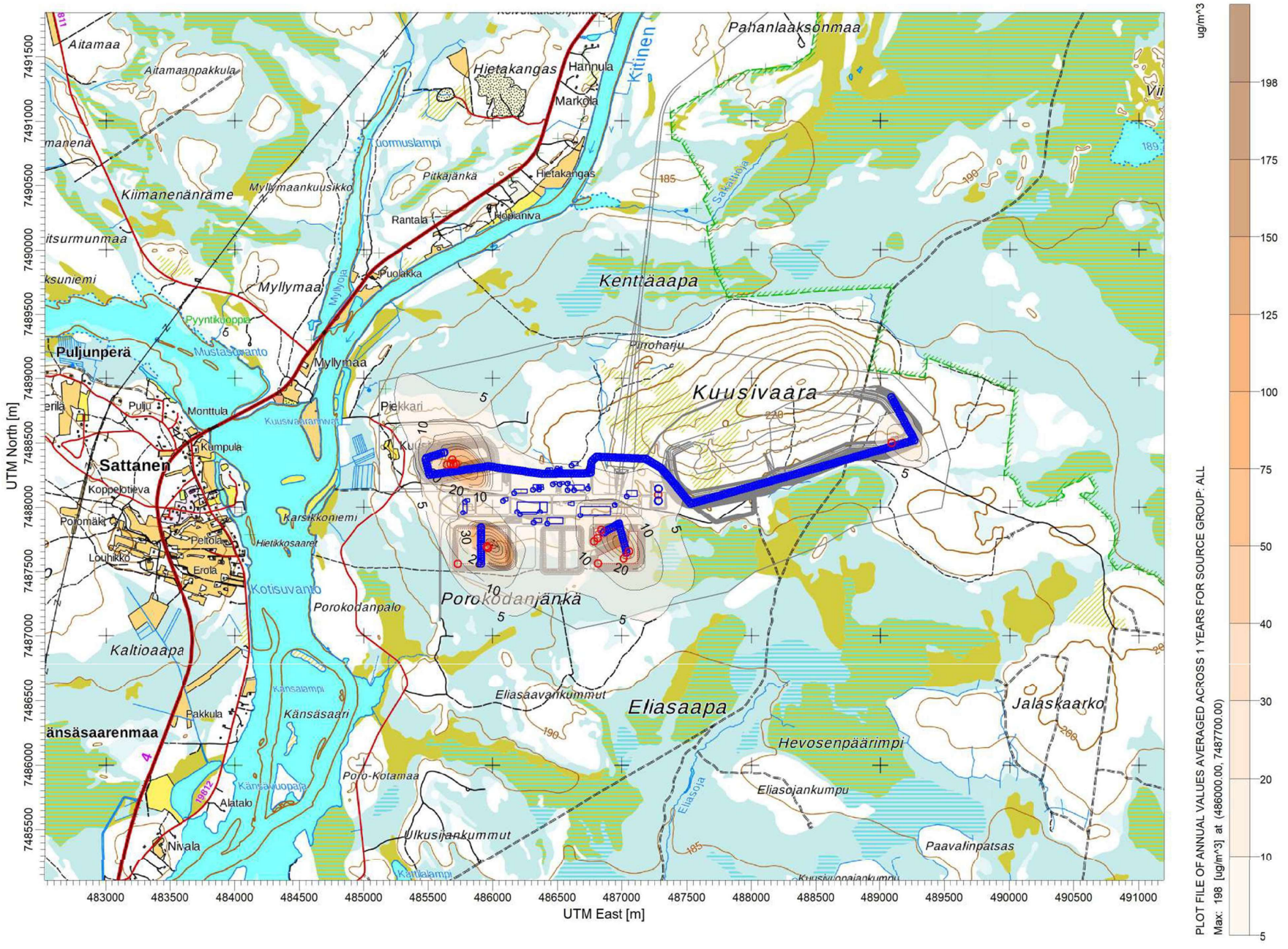
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 4: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 2 – PM_{10} pitoisuuksien vuosikeskiarvo (µg/m³) – Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille = 40 µg/m³ (2019 Met data)



KOMMENTIT:

LÄHTEET:
20

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Pitoisuus

MAKSIMI:
198 µg/m³

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
31/05/2024

SKAALA: 1:30,000

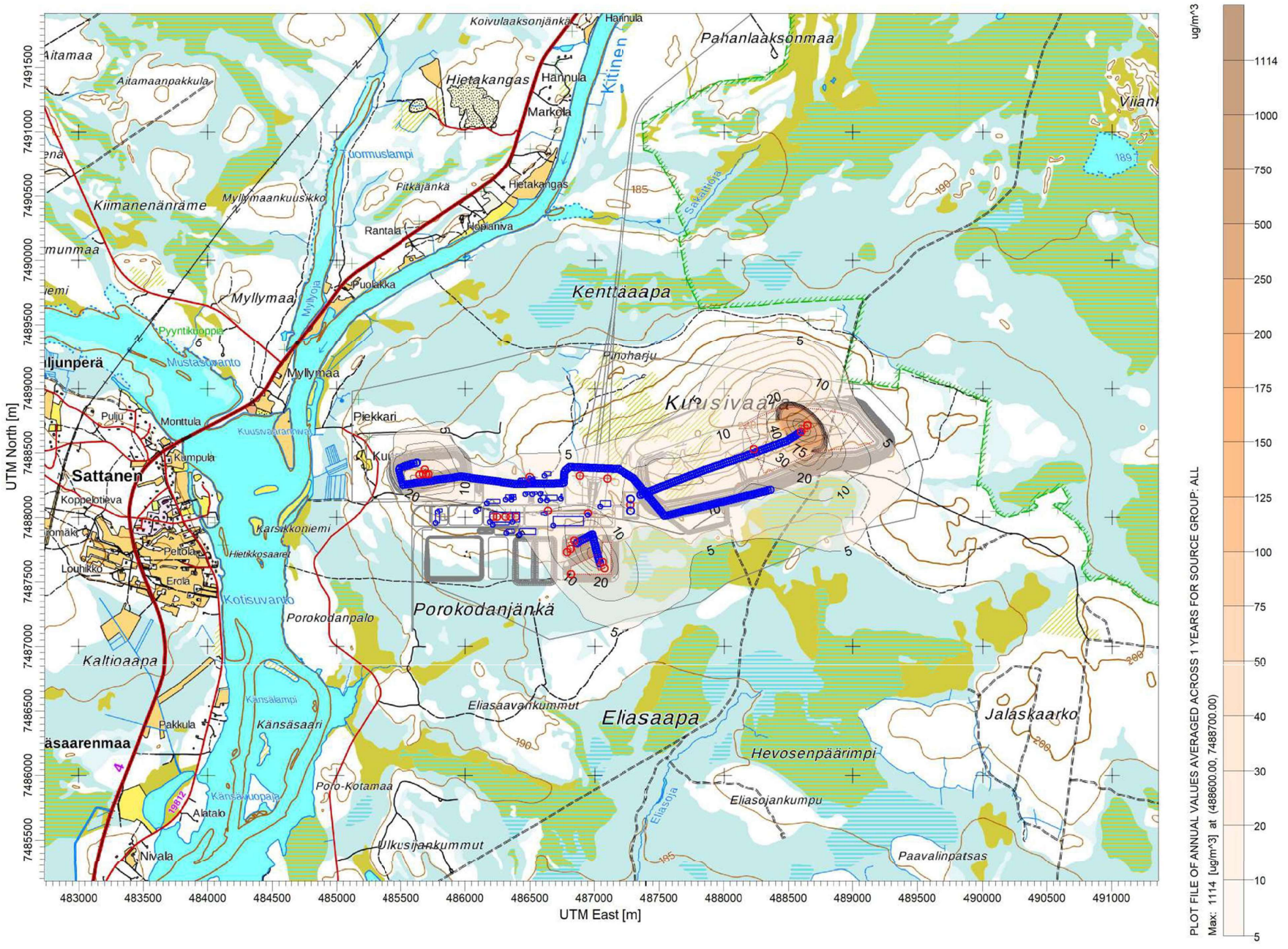
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 5: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 12 - PM_{10} pitoisuuksien vuosikeskiarvo (µg/m³) - Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille = 40 µg/m³ (2019 Met data)



KOMMENTIT:

LÄHTEET:
32

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Pitoisuus

MAKSIMI:
1114 µg/m³

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
31/05/2024

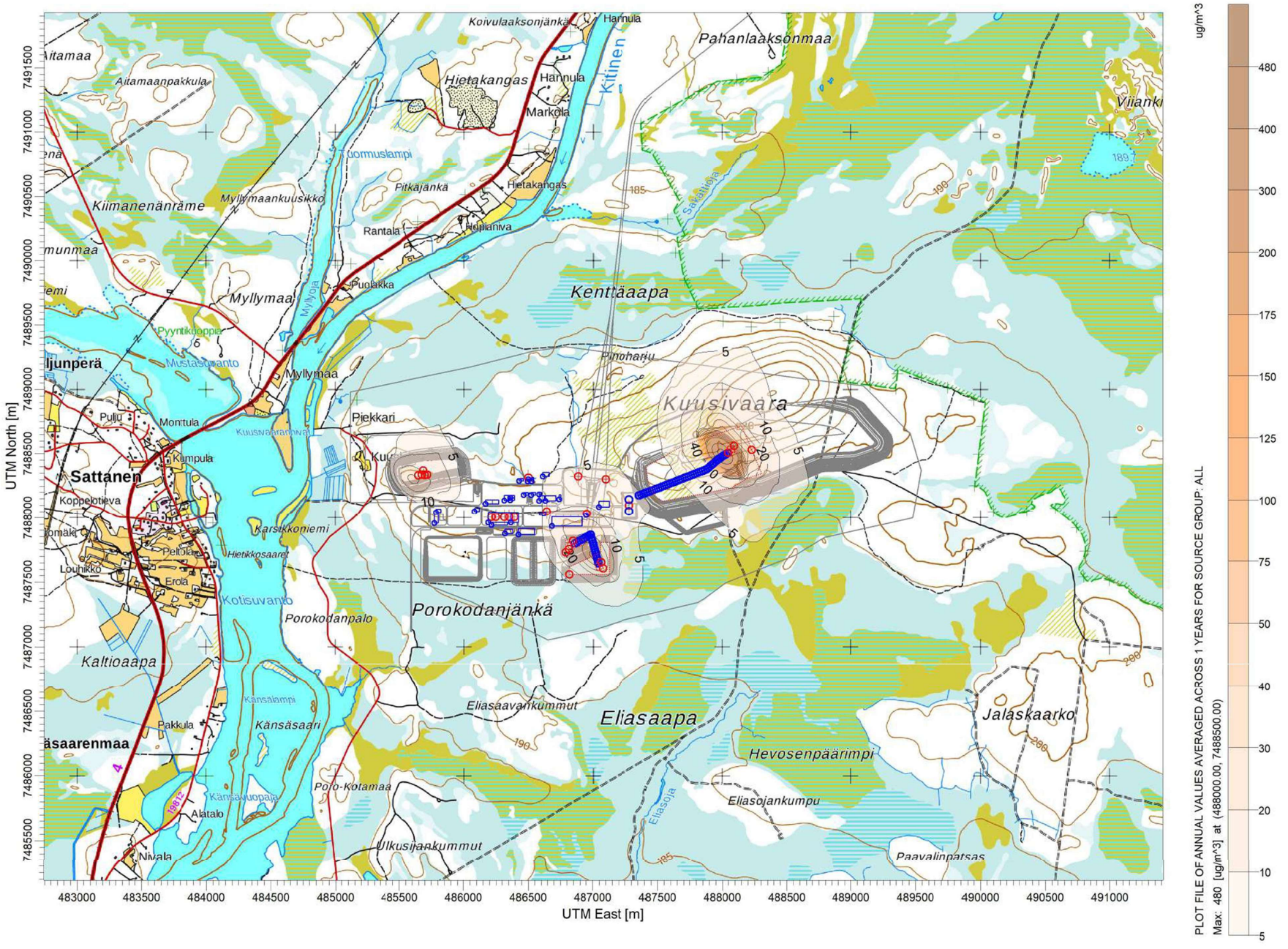
SKAALA: 1:30,000
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 6: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 21 - PM_{10} pitoisuuksien vuosikeskiarvo (µg/m³) - Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille = 40 µg/m³ (2020 Met data)



KOMMENTIT:

LÄHTEET:
30

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Pitoisuus

MAKSIMI:
480 µg/m³

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
31/05/2024

SKAALA: 1:30,000

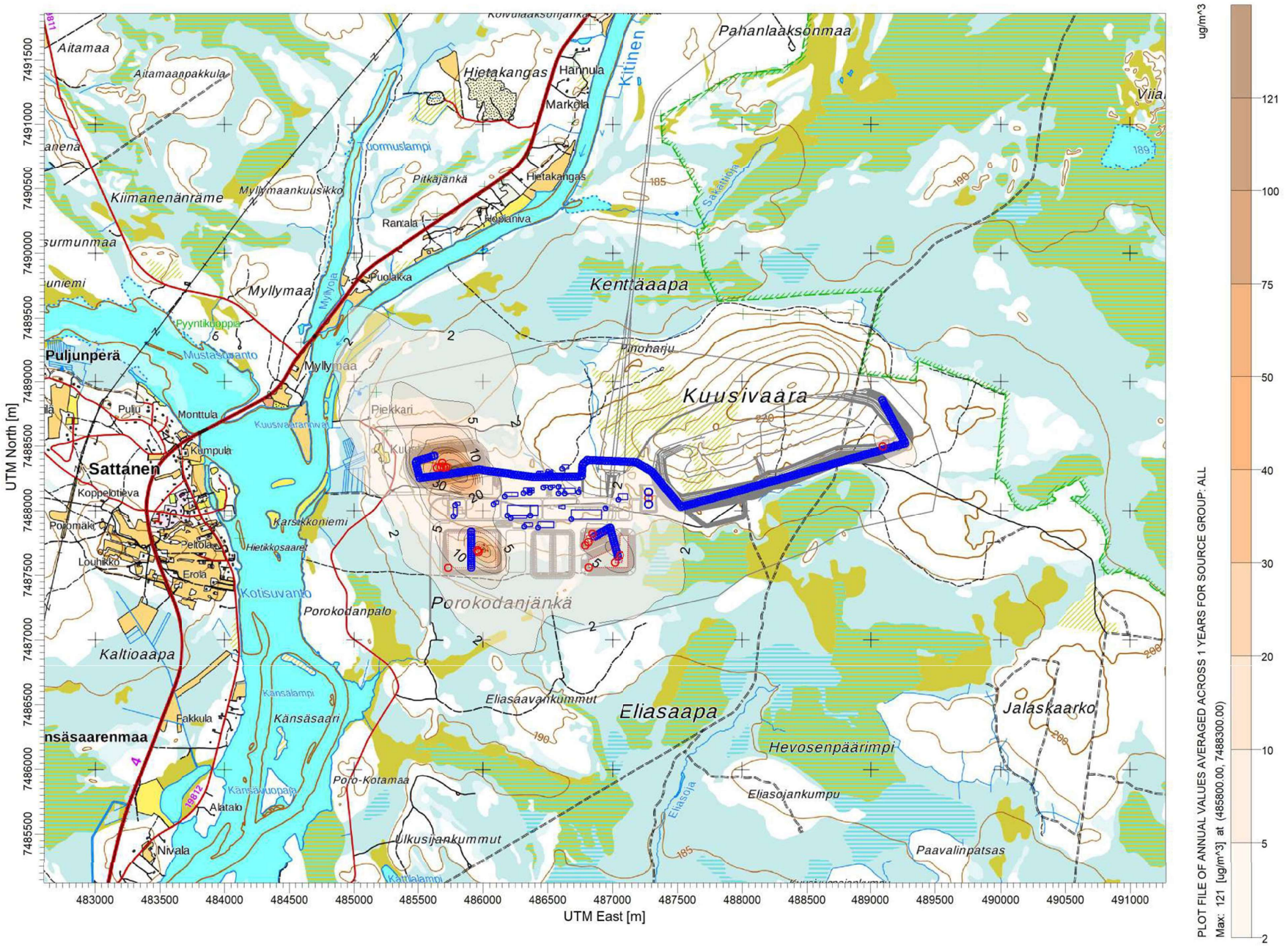
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 7: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 2 - $PM_{2,5}$ pitoisuuksien vuosikeskiarvo (µg/m³) - Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille = 20 µg/m³ (2019 Met data)



KOMMENTIT:

LÄHTEET:
20

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Pitoisuus

MAKSIMI:
121 µg/m³

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
31/05/2024

SKAALA: 1:30,000

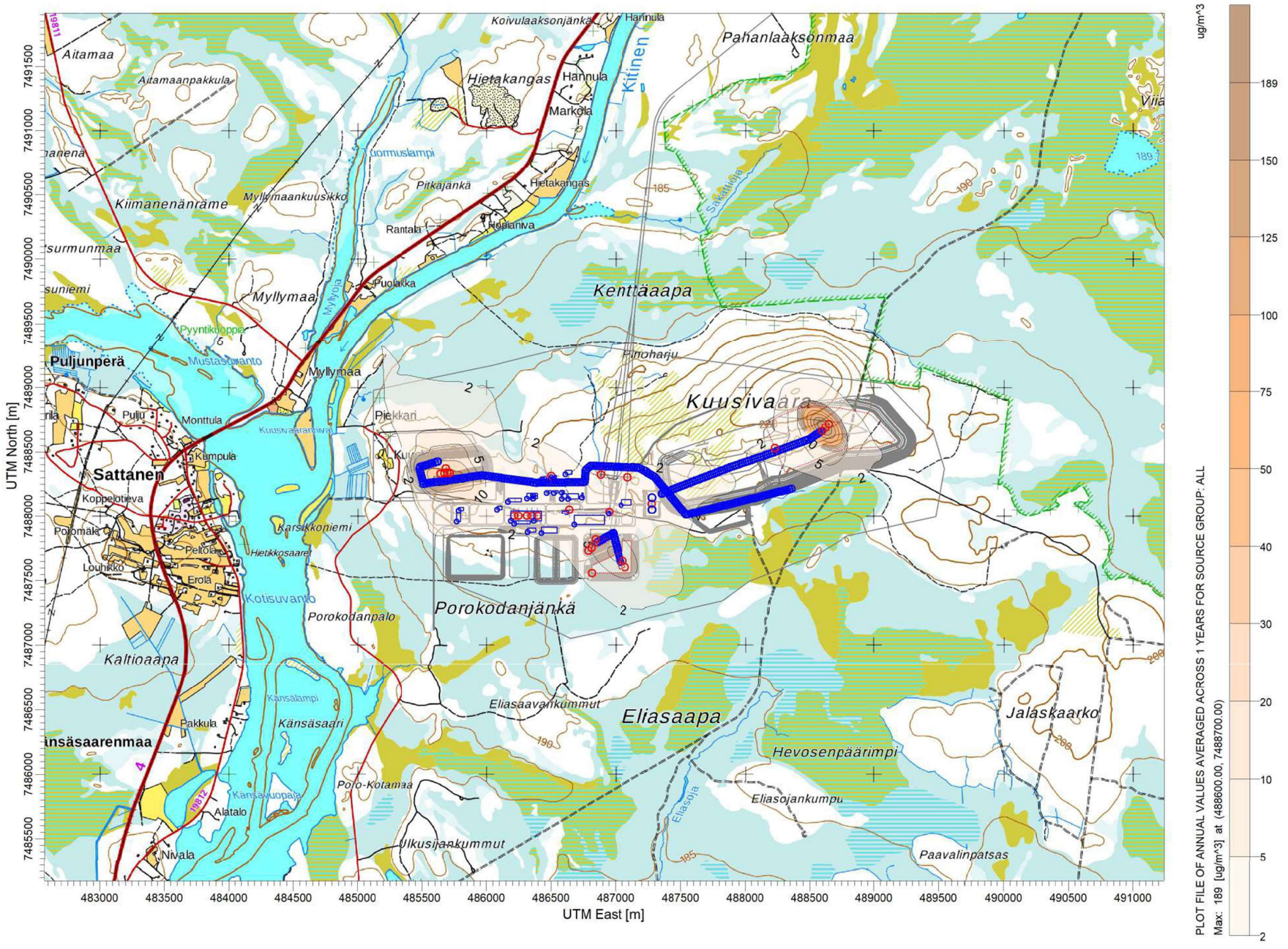
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 8: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 12 - PM_{10} pitoisuuksien vuosikeskiarvo (µg/m³) - Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille = 20 µg/m³ (2019 Met data)



KOMMENTIT:

LÄHTEET:
32

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Pitoisuus

MAKSIMI:
189 µg/m³

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
31/05/2024

SKAALA: 1:30,000

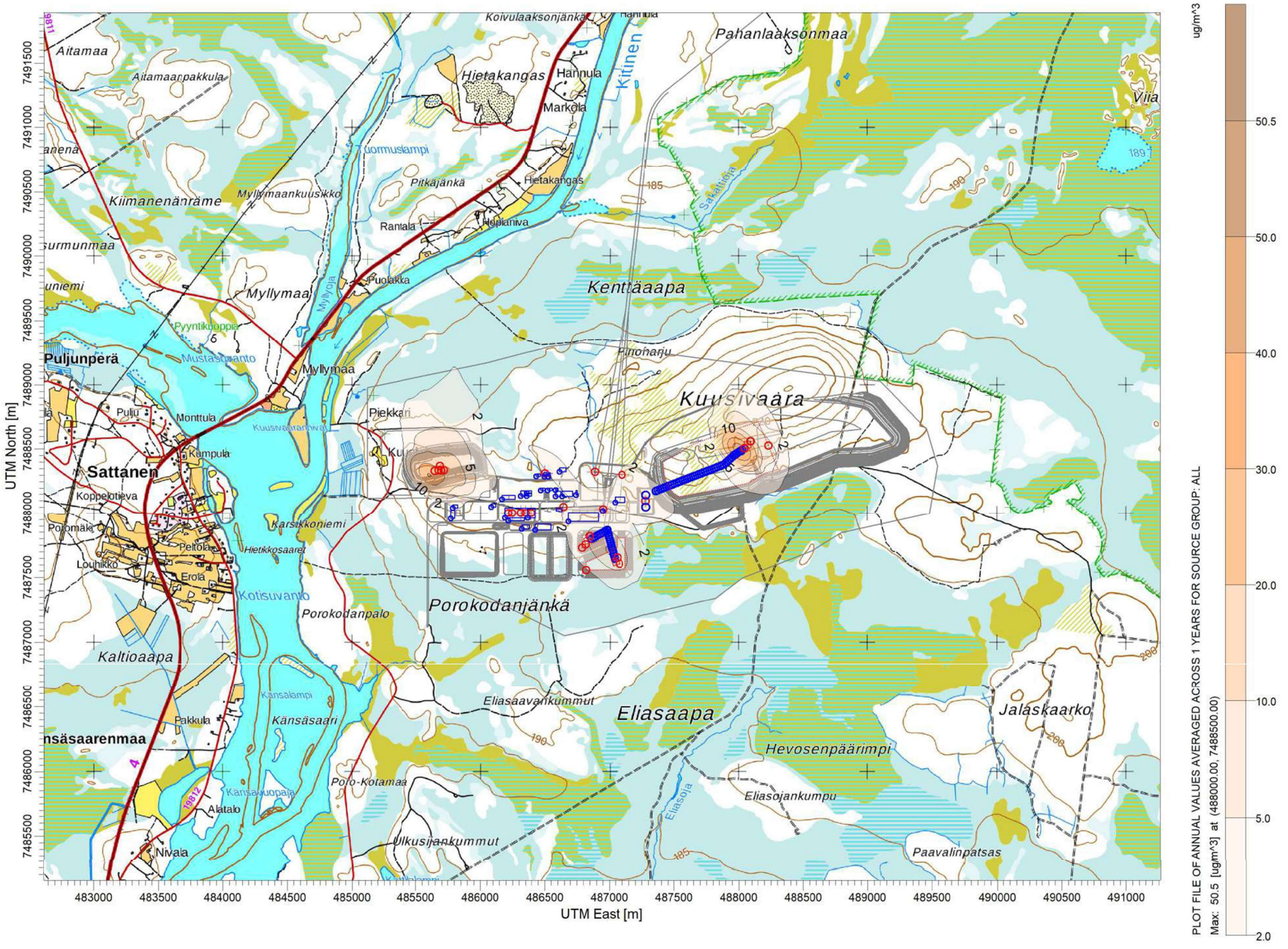
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 9: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 21 - PM_{10} pitoisuuksien vuosikeskiarvo (µg/m³) - Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille = 20 µg/m³ (2019 Met data)



KOMMENTIT:

LÄHTEET:
30

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Pitoisuus

MAKSIMI:
50,5 µg/m³

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
31/05/2024

SKAALA: 1:30,000

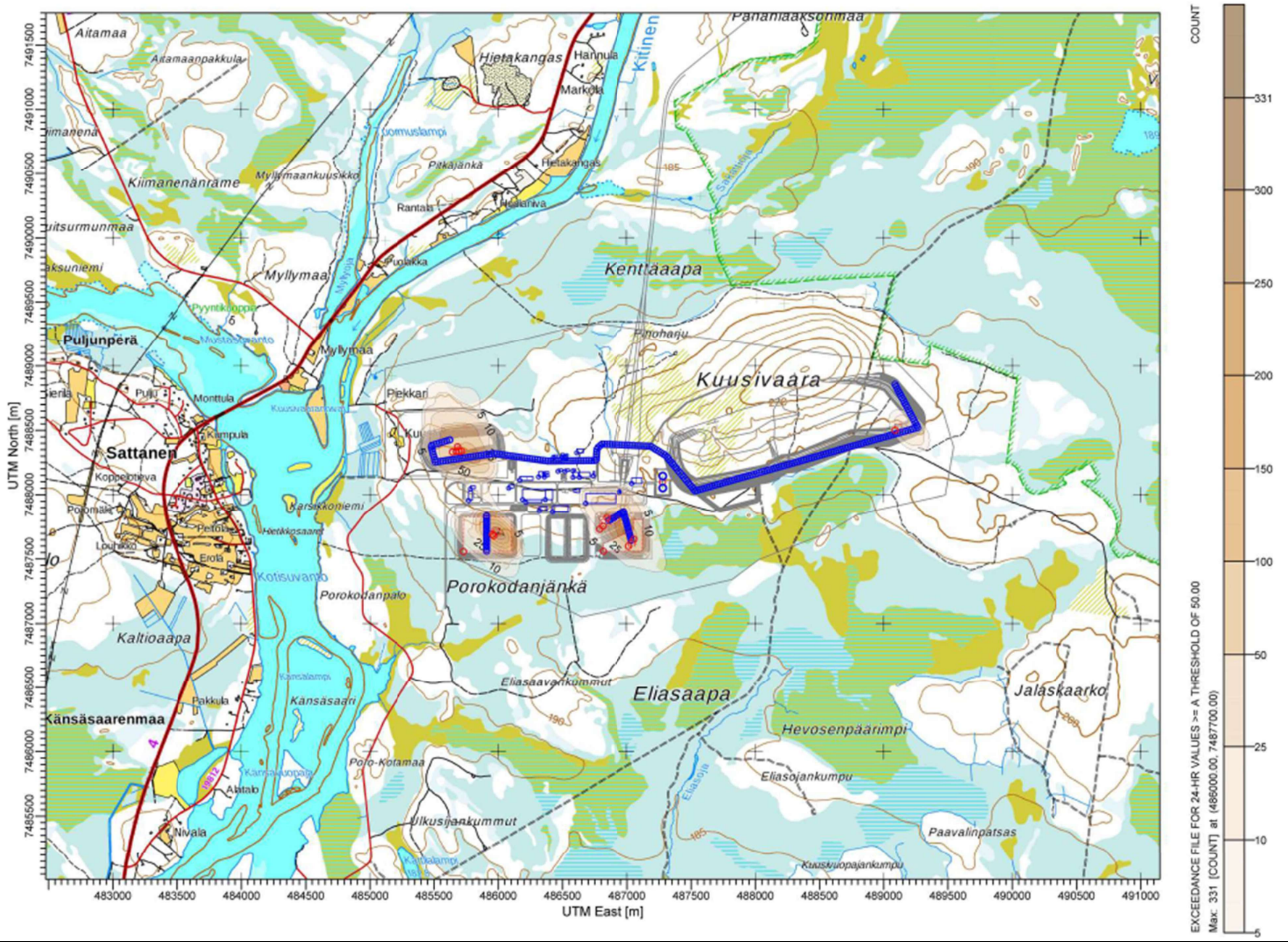
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 10: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 2 – PM_{10} vuorokausiraja-arvon 50 µg/m³ ylitysten määrä kalenterivuoden aikana (2020 Met data)



KOMMENTIT:

LÄHTEET:
20

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Pitoisuus

MAKSIMI:
331 määrä

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
31/05/2024

SKAALA: 1:30,000

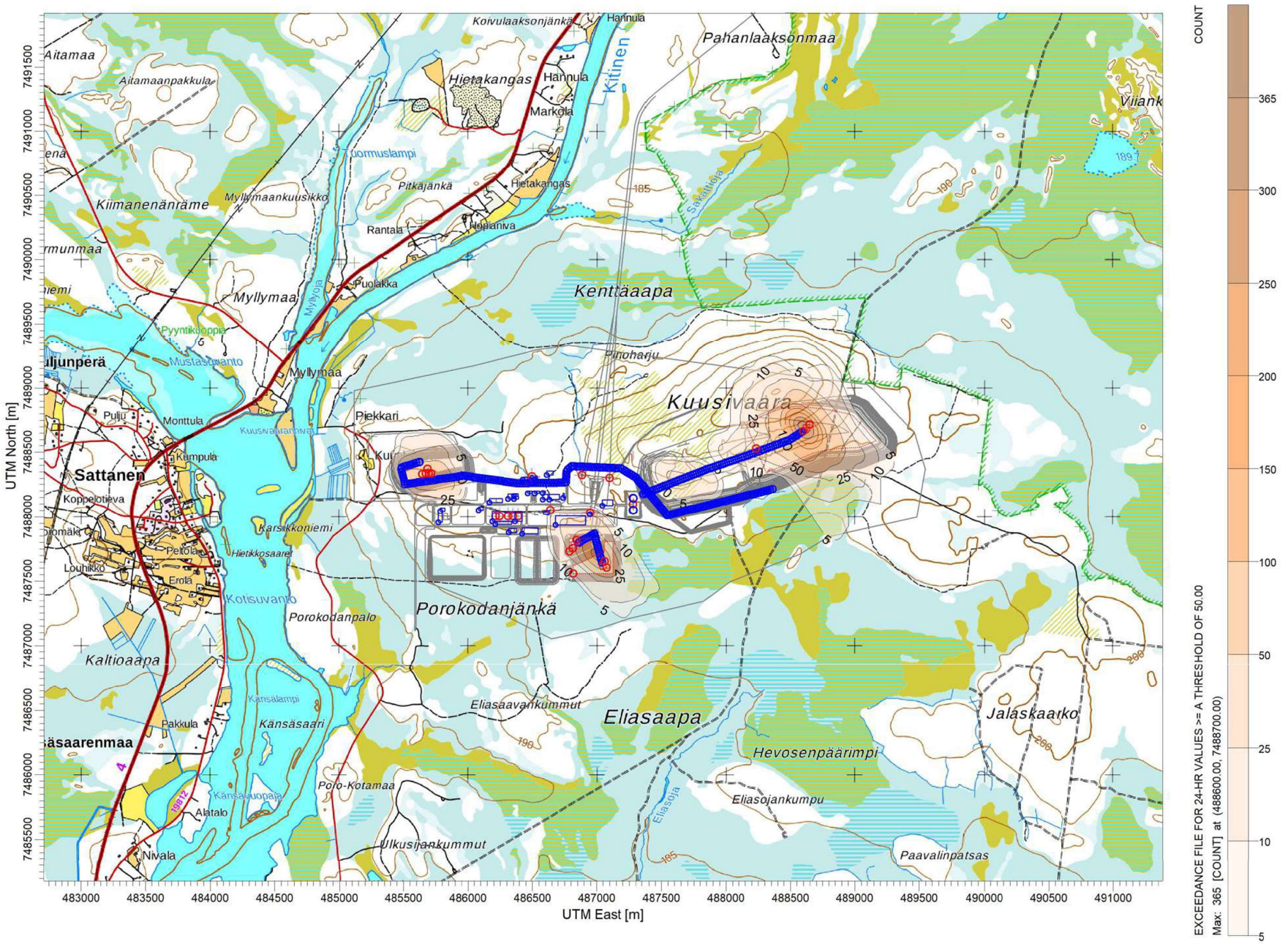
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 11: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 12 - PM_{10} vuorokausiraja-arvon 50 µg/m³ ylitysten määrä kalenterivuoden aikana (2019 Met data)



KOMMENTIT:

LÄHTEET:
32

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Pitoisuus

MAKSIMI:
365 määrä

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
31/05/2024

SKAALA: 1:30,000

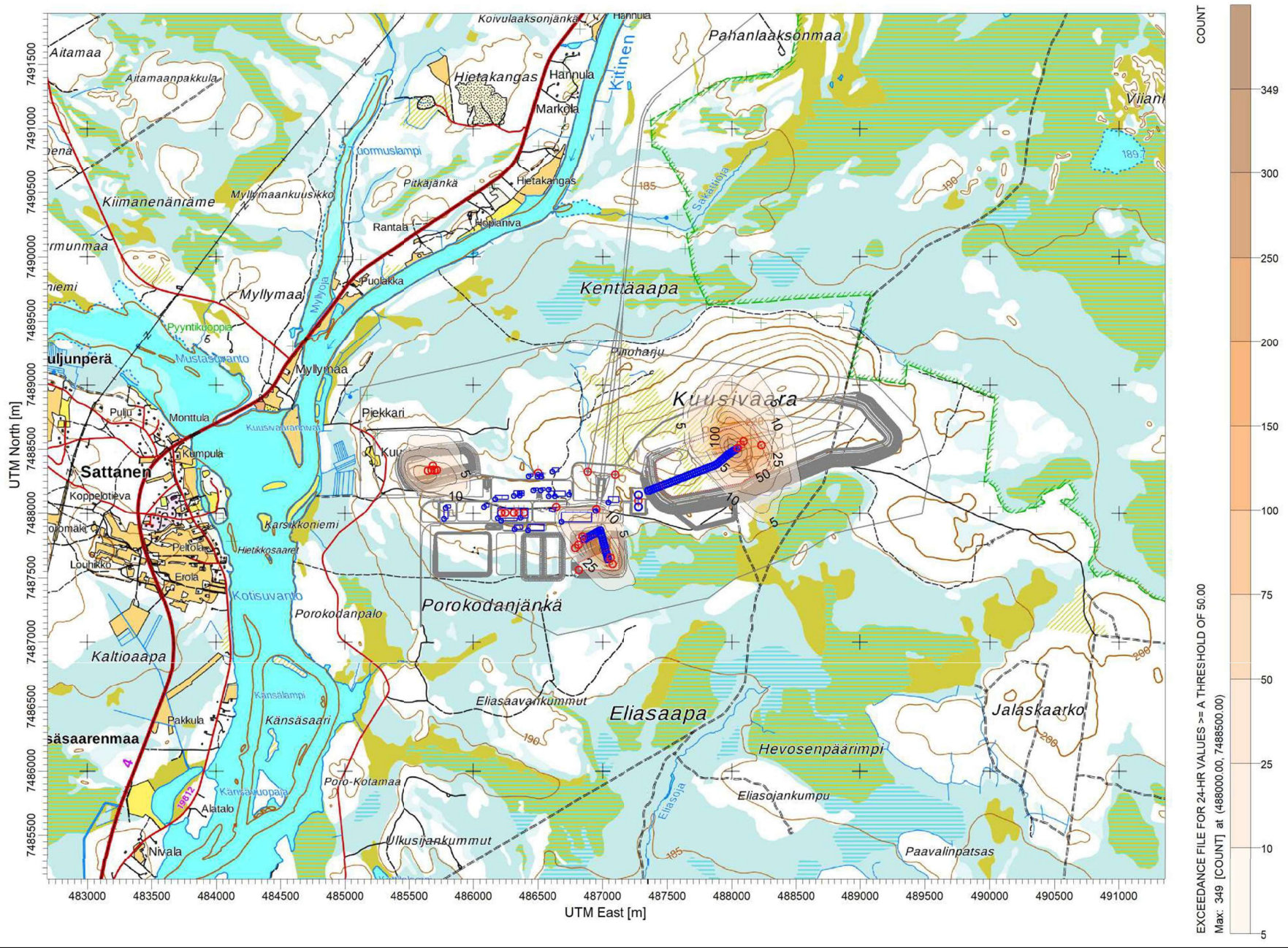
0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083

PROJEKTIN NIMI:

Kuva 12: Sakatin kaivoshanke. Suunnitellun Sakatin kaivoshankkeen pölypäästöjen leviämismallinnusvaihtoehdot.

Vuosi 21 - PM_{10} vuorokausiraja-arvon 50 µg/m³ ylitysten määrä kalenterivuoden aikana (2020 Met data)



KOMMENTIT:

LÄHTEET:
30

RESEPTORIT:
2957

TULOS:
Pitoisuus

MAKSIMI:
349 määrä

YRITYKSEN NIMI:
AONA Environmental Consulting Ltd.

MALLINTAJA:
MK

PÄIVÄMÄÄRÄ:
31/05/2024

SKAALA: 1:30,000

0 1 km

PROJEKTIN NRO.:
ENV-5083