

AA Sakatti Mining Oy
Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke

Meluselvitys 10/2024 (päivitetty 8/2026)

Projektinumero: 101013797-001
Dokumenttinumero: 101013797-E0004

AFRY

Copyright © AFRY Finland Oy

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

AFRY Finland Oy:n projektinumero on 101013797-001.

Kannen kuva: © AFRY

Päivämäärä 18.8.2026

Versio 5.0

AA Sakatti Mining Oy

Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke

Meluselvitys 10/2024 (päivitetty 8/2026)

Raportointihistoria

Versio	Kuvaus	Päivämäärä
1.0	Alkuperäinen raportti	26.11.2022
2.0	Layoutin päivitys	21.5.2024
3.0	Kuvien 2–2, 2–3 ja 2–4 päivitys	10.6.2024
4.0	Kaivoksen ilmanvaihdon päivitys, raportin päivitys	8.10.2024
5.0	Pohjoispuolen vaihtoehtoisen tulotien melu-vaikutukset huomioitu raportissa	18.8.2026

Sisällys

Tiivistelmä 5

1 Johdanto 7
1.1 Hanke ja sen sijoittuminen 7
1.2 Ympäristömelu 9
1.3 Ympäristömelun ohjearvot 10

2 Melumallinnus 11
2.1 Melumallinnuksen lähtötiedot ja arviointimenetelmät 11
2.2 Digitaalikartta-aineisto 11
2.3 Mallinnuksen vaiheistus 11
2.4 Mallinnetut kaivosmelun äänilähteet 16
2.5 Mallinnetut tieliikennemelun äänilähteet 20
2.6 Melumallinnuksen laskentaparametrit 21
2.7 Vertailu ulkomelun ohjearvoihin 22
2.8 Melumallinnuksen epävarmuus 22

3 Mallinnustulokset – Eteläinen tulotie 23
3.1 Melua vähentävät toimenpiteet ja niiden huomioiminen mallinnuksessa 23
3.1.1 Rakennusvaihe 1 ja 2 23
3.1.2 Tuotantovaihe 1 26
3.1.3 Tuotantovaihe 2 26
3.2 Kaivoksen eri toimintavaiheiden tuottama melu 27
3.3 Kaivoksen yhteismelu vt 4 liikennemelun kanssa 28

4 Vaihtoehtotarkastelu – Pohjoinen tulotien linjaus 29

5 Kaivoksen sulkeminen 31

6 Lähteet 32

Liitteet

Liite 1. Mallinnuksessa käytetyt äänilähteiden äänitehotaso- ja taajuustiedot

Eteläinen tulotie

Liite 2. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 1 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 3. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 A - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 4. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 B - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 5. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 C - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 6. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 1 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 7. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 1 - LAeq YÖ klo 22-07

Liite 8. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 2 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 9. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 2 - LAeq YÖ klo 22-07

Liite 10. Melumallinnuskartta – Yhteismelu: Tuotantovaihe 2 + vt 4 liikenne - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 11. Melumallinnuskartta – Yhteismelu: Tuotantovaihe 2 + vt 4 liikenne - LAeq YÖ klo 22-07

Vaihtoehtotarkastelu – Pohjoinen tulotie

Liite 12. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 1 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 13. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 A - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 14. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 B - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 15. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 C - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 16. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 1 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 17. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 1 - LAeq YÖ klo 22-07

Liite 18. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 2 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 19. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 2 - LAeq YÖ klo 22-07

Liite 20. Melumallinnuskartta – Yhteismelu: Tuotantovaihe 2 + vt 4 liikenne - LAeq PÄIVÄ klo 07-22

Liite 21. Melumallinnuskartta – Yhteismelu: Tuotantovaihe 2 + vt 4 liikenne - LAeq YÖ klo 22-07

Käytetyt yksiköt lyhenteet ja termit

Lyhenne/termi	Kuvaus
A, A-painotus	Taajuuspainotus, joka on tarkoitettu vastaamaan ihmisen kuuloaistia ja se on kaikkein yleisimmin käytetty painotus.
dB	Desibeli, logaritminen tehosuhteiden vertailusuure, äänenpainetaso ref. 20 µPa (=0 dB)
”eos”-alue	Mittaus/mallinnustulos on ”eos”-alueella, kun saadusta keskiäänituloksesta ei voida sanoa ylittääkö vai alittaako tarkasteltavan ohjearvon. Tarkastelu tehdään ympäristöministeriön ohjeen 1/1995 mukaisesti mallinnuksen/mittauksen epävarmuus huomioiden.
F	Aikapainotus (fast), aikavakion 125 ms ja integrointiaika 250 ms. Äänitasomittaukset tehdään aina F-aikapainotuksella, ellei toisin mainita.
G	Mallinnuksessa käytettävä maanpinnan heijastavuutta kuvaava kerroin. Kova (vesi, kallio, tienpinta) =0, Pehmeä (metsä, suoalue) = 1
Hz	Hertsi, taajuuden yksikkö, jaksoa sekunnissa. Ihmisen kuuloalue on noin 20 Hz … 20 kHz.
km^2	Neliökilometri
KVL	Keskimääräinen vuorokausiliikenne
L_0	Ohjearvo
L_{Aeq}	A-taajuuspainotettu ekvivalenttiäänitaso eli keskiäänitaso.
LpA	Lp = Äänenpainetaso [dB]. Melulähteiden tuottama äänienergian mitta. Äänenpainemittarilla mitattavissa oleva ominaisuus
L_{WA}	Äänitehotaso [dB], Melulähteen melupäästöarvoa kuvaava suure
m	metri
MP	Mittauspiste, tarkastelupiste
Rw	Rakenteen ilmaääneneristävyys
ΔL	Tulosten epävarmuus

Tiivistelmä

AA Sakatti Mining Oy suunnittelee Sakatin monimetalliesiintymän hyödyntämistä. Hankkeeseen liittyvät maanpäälliset tehdastoiminnot ja kaivannaisjätteiden varastointiin ja sijoitukseen liittyvät rakenteet sijoitetaan Kuusivaaran rakennettavalle tehdasalueelle. Tehdasalueen itäpuolella sijaitsevat Viiankiaavan Natura 2000- ja soidensuojelualueet. Lähimmillään suojelualueet ovat 110 m etäisyydellä rikastushiekka-alueesta ja noin 1,6–2 km etäisyydellä kaivoksen sisäänkäynnistä ja rikastamoalueesta. Tässä työssä määritettiin mallinnuksien avulla kaivoksen eri rakennus- ja tuotantovaiheiden aiheuttama ympäristömelu perustuen tämänhetkisiin suunnittelun tietoihin. Lisäksi tarkasteltiin kahden vaihtoehtoisen tulotielinjauksen aiheuttamia vaikutuksia.

Melumallinnus toteutettiin käyttäen tietokoneavusteista melulaskentaohjelmistoa SoundPlan v8.2, missä äänilähteestä lähtevä ääniaalto lasketaan digitaaliseen karttapohjaan äänenpaineeksi vastaanottopisteessä *raytracing* -menetelmällä. Mallinnusalgoritmeina käytettiin pohjoismaisia teollisuus- ja tieliikennemelumalleja, joiden parametrisointi on ohjeistettu Ympäristöministeriön melumallinnusohjeessa (Ympäristöministeriö, 2007). Mallinnus suoritettiin kahdelle eri tulotievaihtoehdolle, joissa molemmissa tarkasteltiin kahta rakennusajan vaihetta ja kahta tuotantoajan vaihetta sekä alueelle vaikuttavan liikennemelun (vt 4) ja kaivoksen toimintojen yhteismelua.

Mallinnuksissa rakentamisen ja tuotannon oletetaan olevan normaalilla tasolla ja kaikki mallinnetut laitteet toiminnassa 100 %:n teholla. Todellisuudessa melua aiheuttavat toiminnat sisältävät tehontarpeen vaihtelua ja taukoja. Lisäksi melumallinnuksen laskenta olettaa melun leviämisen kannalta mallinnetun tilanteen optimaaliseksi (esim. kevyt tuuli melulähteeltä kuhunkin laskentapisteeseen). Mallinnetut melutulokset kuvaavat siten merkittävintä mahdollista melutilannetta ja käytännössä toteutuvat keskiäänitasot jäävät suurella todennäköisyydellä pienemmiksi.

Melumallinnuksen avulla on määritetty tarvittavat meluntorjuntatoimenpiteet. Melua hallitaan meluvaimentimin ja myös työn suunnittelun ja työtapojen keinoin. Melunhallintakeinot ovat esitetty tässä raportissa luvussa 2.6.

Suurin osa lähialueen rakennuskannan käyttötarkoituksesta on asuinrakennuksia, mutta Maanmittauslaitoksen dataan pohjautuvan käyttötiedon mukaan alueella on yksittäisiä lomarakennuksia. Loma-asumiseen käytettävillä alueilla melutason ohjearvot ovat pienemmät kuin asumiseen käytettävillä alueilla: 45 dB päivällä klo 7–22 ja 40 dB yöllä klo 22–07. Vaikka alue ei ole tyypillistä loma-asuinaluetta, kaikkia reseptoripisteiden tuloksia on verrattu loma-asumiseen käytettävien alueiden ohjearvoihin, joiden alittaminen asuinrakennustenkin alueella on ollut kaivoksen toiminnan suunnittelun lähtökohtana.

Eteläisen tulotien vaihtoehdossa kaivoksen tuottama ympäristömelu hankkeen eri vaiheessa alittaa ohjearvot tai ovat ”eos”-alueella kaikkien lähialueen asuin- tai lomarakennusten luona, kun tuloksia verrataan loma-asumiseen käytettävien alueiden matalampiin päivä- ja yöajan ohjearvoihin YM:n ohjeen 1/1995

mukaisesti. Tuloksia verrattaessa asumisalueiden ohjearvoihin (55 dB päivällä ja 50 dB yöllä) ohjearvot alitetaan kaikissa tarkastelupisteissä mallinnusepävarmuus huomioiden.

Eteläisen tulotien meluselvityksessä tarkasteltiin myös kaivoksen tuotantovaiheen aikaisen melun ja valtatie 4 (vt 4) liikennemelun yhteisvaikutusta. Liikennemelun mallintamisessa käytettiin vuodelle 2040 ennustettuja liikennemääriä. Mallinnuksen perusteella kaivoksen toiminta lisää melun keskiäänitasoa lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona 0–4 dB päivä- ja yöaikaan. Kaivoksen toiminnan ja tieliikenteen yhteismelu ylittää ohjearvot kolmessa tarkastelupisteessä (MP4-MP6). Kohteet sijaitsevat lähellä valtatietä ja kaivoksen vaikutus ohjearvon ylittäviin tuloksiin on vähäinen (0–1 dB).

Pohjoisen tulotien vaihtoehdossa lähellä liikennereittiä sijoittuvien asuinrakennusten luona ohjearvot ylittyvät. Liikennereitti kulkee Sattasen taajaman ohitse ja kun huomioidaan pelkästään kaivoksen liikenne, melutasot lähimpien asuinrakennusten luona on 53-58 dB päivä- ja yöaikaan. Yhteismelumallinnuksen (kaivos ja valtatie 4) perusteella kaivoksen tuoma lisäys keskiäänitasoon on lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona 0–5 dB päivä- ja yöaikaan riippuen tarkastelupisteiden sijainnista. Kaivoksen toiminnan ja tieliikenteen yhteismelu ylittää ohjearvot kolmessa tarkastelupisteissä (MP4-MP6). Kohteet sijaitsevat lähellä valtatietä ja kaivoksen vaikutus ohjearvon ylittäviin päiväajan tuloksiin on vähäinen 0–1 dB. Yöaikaan kaivoksen liikenteen vaikutus on selkeämpi ja tieliikenteen melu kasvaa 3-4 dB verrattuna nykytilan mukaisen vt4 liikenteen aiheuttamaan meluun. Vastaavat meluvaikutukset toteutuvat Sattasen taajaman lähellä tietä sijoittuvien asuinrakennusten luona.

Luonnonsuojelualueella pysytään pääosin kokonaan keskiäänitasolle asetettujen ohjearvojen alapuolella. Poikkeuksena on rakennusvaihe, jossa luonnonsuojelualueen lähelle tulevan rikastushiekka-alueen reunapenkereen rakentamisen aikana ohjearvo ylitetään pienellä osalla luonnonsuojelualueella n. 4 kk työskentelyjakson ajan. Melutason ohjearvoista annetun Valtioneuvoston päätöksen (993/1992) perustelumuistion (26.10.1992) mukaan ohjearvojen ei tarvitse alittua koko luonnonsuojelualueella. Melumallinnusten tulokset luonnonsuojelualueille ovat vastaavat tulotien eri linjauksilla eli luonnonsuojelualueen meluvaikutukset eivät ole riippuvaisia tulotien eteläisestä tai pohjoisesta linjauksesta.

Kaivoksen sulkemisen aiheuttama melu koostuu liikenteestä ja purkutoiminnoista. Lisäksi melua voi aiheutua maanmuokkaustöistä ja maisemoinneista. Sulkemisen meluavat toiminnot ovat vastaavia kuin rakennus- ja käytönaikaiset toiminnot, mutta meluvaikutusten arvioidaan olevan vähäisemmät. Sulkemisen jälkeen toiminta-alueelle ei jää merkittäviä melulähteitä.

1 Johdanto

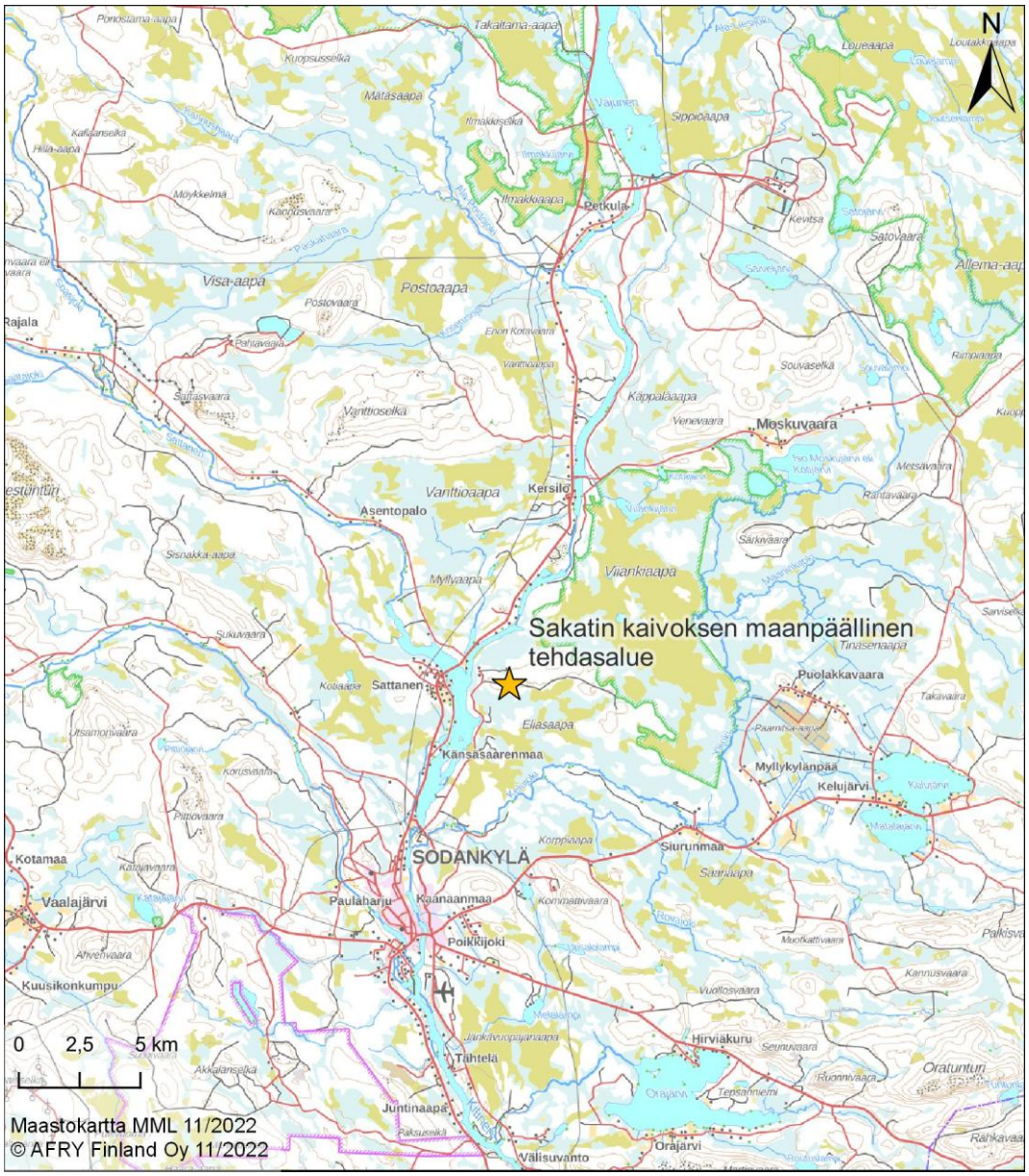
1.1 Hanke ja sen sijoittuminen

Anglo American -konserniin kuuluva AA Sakatti Mining Oy (jäljempänä AASM) selvittää mahdollisuuksia Sodankylässä sijaitsevan Sakatin monimetalliesiintymän hyödyntämiseen (Sakatin kaivoshanke). Esiintymä sijoittuu Viiankiaavan Natura 2000 -alueen ja soidensuojelualueen länsilaidalle ja sijaitsee maan alla Natura-alueen alapuolella. Hankkeessa on tarkoitus louhia malmi maanalaisesta kaivoksesta ja rikastaa se maan päällä, Kuusivaaraan rakennettavalla tehdasalueella. Maan päälle rakennettava infrastruktuuri sijoittuu kokonaisuudessaan Viiankiaavan suojelualueen ulkopuolelle. Malmin suunniteltu louhintamäärä on noin 1,25–2,2 miljoonaa tonnia vuodessa ja kaivoksen toiminta-aika on tämänhetkisten arvioiden mukaan noin 23 vuotta. Rikasteiden arvioitu tuotantomäärä tulee olemaan yhteensä keskimäärin 250 000 tonnia vuodessa. Kaivoksen päätuotteita ovat erilliset kupari- ja nikkelirikasteet tai yhteisrikaste. Rikasteet sisältävät myös platinaa, palladiumia, kobolttia, kultaa ja hopeaa.

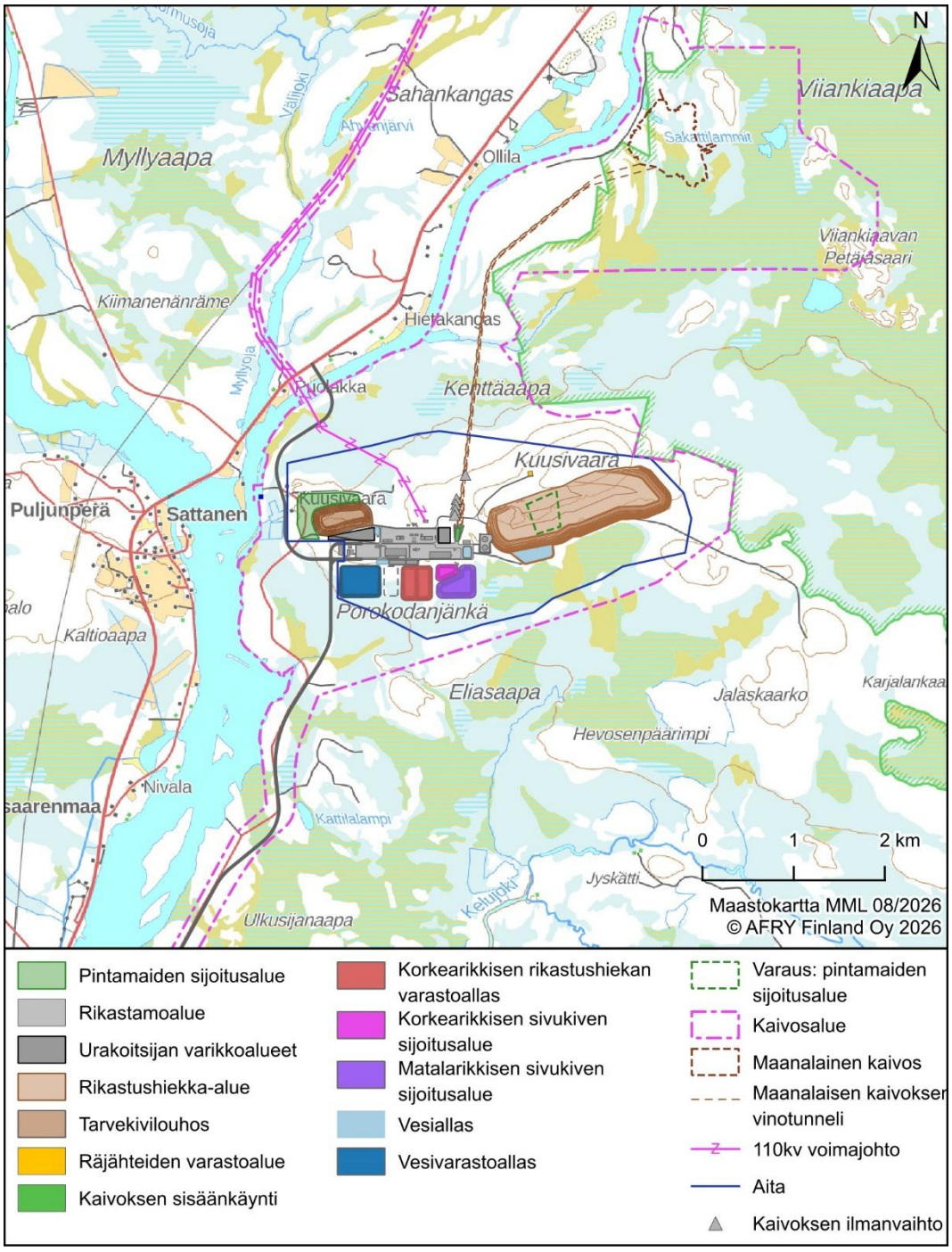
Suunniteltu Sakatin kaivos sijaitsee Sodankylän kunnassa noin 15 kilometriä kuntakeskuksesta koilliseen pohjoiseteläsuuntaisen valtatien 4 ja Kemijoen sivujokiin kuuluvan Kitisen itäpuolella (kuva 1-1). Sattasen kylä on noin kahden kilometrin etäisyydellä kaivosalueesta länteen, Kitisen länsipuolella.

Kaivoksen maanpäälliset tehdastoiminnot ja kaivannaisjätteiden varastointiin ja sijoitukseen liittyvät rakenteet sijoitetaan Kuusivaaraan rakennettavalle alueelle (kuva 1-2). Tulotie kaivosalueelle rakennetaan joko pohjoisesta tai etelästä.

Tässä työssä on määritetty mallinnusten avulla kaivoksen aiheuttama ympäristömelu kaivoksen rakennus- ja tuotantovaiheiden aikana. Mallinnus suoritettiin kahdelle eri tulotievaihtoehdolle, joissa molemmissa tarkasteltiin kahta rakennusajan vaihetta ja kahta tuotantoajan vaihetta sekä alueelle vaikuttavan liikennemelun (vt 4) ja kaivoksen toimintojen yhteismelua.



Kuva 1-1. Kaivoksen maanpäällisen tehdasalueen sijainti.



Kuva 1-2. Kaivoksen toiminnot Kuusivaaran alueella ja sen lähiympäristössä sekä kaivoksen vaihtoehtoiset tulotiet (etelä ja pohjoinen) harmaalla.

1.2 Ympäristömelu

Melu on subjektiivinen käsite, jolla viitataan äänen negatiivisiin vaikutuksiin. Sitä käytetään puhuttaessa ei-toivotusta äänestä, josta seuraa ihmisille haittaa ja jonka havaitsemisessa kuulijan omilla tuntemuksilla ja äänenerotuskyvyllä on suuri merkitys. Melua voidaan mitata sen fysikaalisten ominaisuuksien perusteella.

Ympäristömelu koostuu ihmisen toiminnan aiheuttamasta melusta, joka vaihtelee ajan ja paikan mukaan. Äänen (melun) voimakkuutta mitataan käyttäen logaritmista desibeliasteikkoa (dB), jossa äänenpaineelle (eli hyvin pienelle paineenmuutokselle ilmassa) käytetään referenssipainetta 20 µPa ilmalle sekä 1 µPa muille aineille. Tällöin 1 Pa paineenmuutos ilmassa vastaa noin 94 dB:ä. (ISO 226:2003)

Kuuloaistin herkkyys vaihtelee eri taajuisille äänille, jolloin vaihtelevat myös melun haitallisuus, häiritsevyys sekä kiusallisuus. Nämä tekijät huomioidaan äänen taajuuskomponenttien painotuksella. Yleisin ja tässä työssä käytetty taajuuspainotus on A-painotus, joka perustuu kuuloaistin taajuusvasteen mallintamiseen.

Melun ekvivalenttitaso, minkä symboli on Leq ja A-taajuuspainotettuna LAeq, tarkoittaa samanarvoista jatkuvaa äänitasoa kuin vastaavan äänienergian omaava vaihteleva äänitaso.

1.3 Ympäristömelun ohjearvot

Valtioneuvoston on päättänyt melutason ohjearvoista 993/1992 ja ne koskevat ulko- ja sisämelua keskiäänitasolla LAeq (taulukko 1-1). Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä. Päätös ei koske ampuma- ja moottoriurheiluratojen aiheuttamaa melua. Päätöstä ei myöskään sovelleta teollisuus-, katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla.

Taulukko 1-1. VNp 993/1992 ohjearvot ulkona, LAeq.

Alue	LAeq päiväajalle (klo 7–22)	LAeq yöajalle (klo 22–7)
Asumisalueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB [1),2)]
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, taajamien ulkopuolella olevat virkistysalueet ja luonnonsuojelualueet. [4)]	45 dB	40 dB [3)]

Poikkeukset	
1)	Uusilla alueilla melutason yöajan ohjearvo on 45 dB(A)
2)	Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöajan ohjearvoja
3)	Yöajan ohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä
4)	Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan soveltaa asumiseen käytettävien alueiden ohjearvoja

Jos melu on impulssimaista tai kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 säädettyihin arvoihin.

Melutason ohjearvoista annetun Valtioneuvoston päätöksen (993/1992) perustelumuistion (26.10.1992) mukaan ohjearvojen ei tarvitse alittua koko luonnonsuojelualueella.

2 Melumallinnus

2.1 Melumallinnuksen lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Melun leviämislaskennan lähtötiedot on koottu AASM:n vahvistamista hankesuunnitelmista, Maanmittauslaitoksen digitaalikartta-aineistosta, kirjallisuudesta ja vastaaville melulähteille suoritetuista melupäästömittauksista. Rakennusten käyttötarkoitusluokittelu (asuinrakennus/loma-asuinrakennus) perustuu Maanmittauslaitoksen tietokantaan (02/2022). Kaivoksen sulkemisen aiheuttama meluvaikutukset on arvioitu sanallisesti.

2.2 Digitaalikartta-aineisto

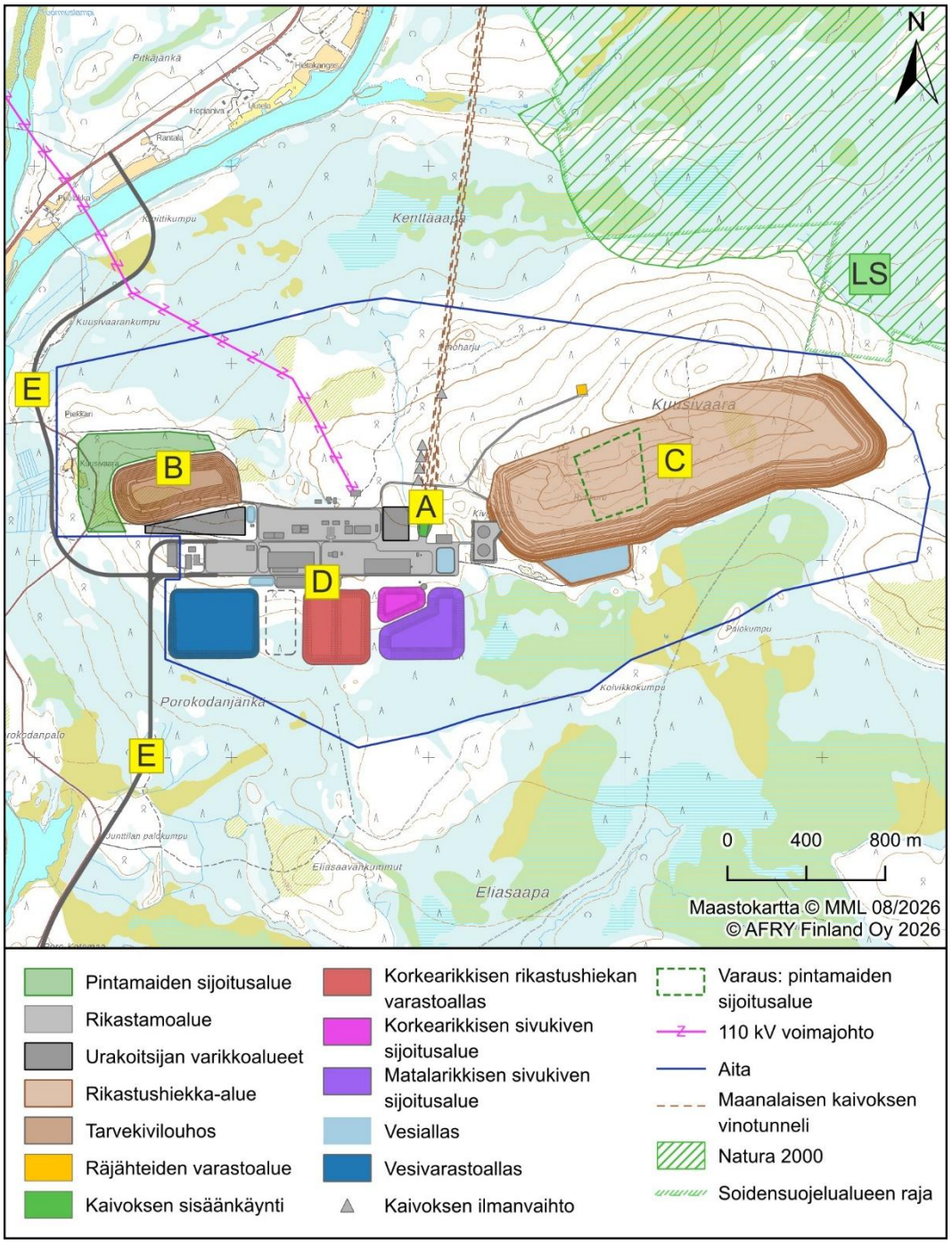
Melumallinnus on suoritettu 3D-digitaalikartalle, jonka topografian korkeusväli kahden pisteen välillä on enintään 0,5 m. Korkeusvälin muutokset vaikuttuvat korkeuspisteaineiston tiheyteen, joka kasvaa niissä kohdin, joissa digitaaliaineiston korkeusmuutokset ovat suuria. Kartassa on kuvattu topografian ja melulähteiden paikkatiedon lisäksi rakennusten paikkatiedot. Hankealueen ympäristön tiedot perustuvat Maanmittauslaitoksen tietokantaan (02/2022) sekä hankealueen tiedot suunnittelun mukaisiin rakennussijainteihin ja muutoksiin maanpinnan topografiassa. Maa-alueille akustinen kovuuskerroin on Ympäristöministeriön ohjeen (2007) mukaisesti 1 ja vesialueille, tasaisille ja koville maanpinnoille (kaivoksen toiminta-alueet) sekä laajemmille kallioalueille 0.

2.3 Mallinnuksen vaiheistus

Mallinnuksen tarkoitus on kuvata meluvaikutuksiltaan merkittävimmät kaivoksen rakentamisen ja tuotantoajan vaiheet. Rakentamis- ja tuotantovaiheista on mallinnettu molempien osalta kaksi eri tilannetta: rakennusvaiheet 1 ja 2 sekä tuotantovaiheet 1 ja 2. Rakentamisvaiheessa merkittävin melua aiheuttava toiminta on louhinta ja siihen liittyvät työt kuten poraus ja lohkareiden rikotus. Rakentamisvaiheen alussa louhinta tapahtuu lähellä maanpintaa, ja melulähteillä ei ole louhoksen tuomaa luonnollista meluestettä. Rakentamisvaihe 1 sijoittuu ajanhetkeen, jolloin ensimmäiset rakentamistyöt kaivosalueella ovat käynnissä. Rakentamisvaiheen 1 melumallinnus kuvaa tilannetta, jossa kaivoksen sisäänkäynnin ja vinotunneleiden louhinta aloitetaan. Louhinta tapahtuu perinteisellä poraus-räjäytysmenetelmällä. Rakentamisvaihe 2 kuvaa ajan hetkeä, jolloin vinotunneleiden louhinta on jo edennyt syvemmälle maan alle, tarvekivilouhoksen toiminta aloitetaan ja kaivosalueen rakentaminen, ml. rikastushiekan läjitysalueen rakentaminen, on käynnissä. Kaivoksen tuotannon

ajalle mallinnettiin tilanteet, joissa rikastushiekka-alueella tapahtuva läjitystoiminta tuottaa mahdollisimman suuren meluvaikutuksen luonnonsuojelualueelle läjitystason ollessa lähellä maanpinnan tasoa. Mallinnuksissa toiminnan oletetaan olevan täydessä kapasiteetissa ja kaikki mallinnetut laitteet ovat toiminnassa 100 %:n teholla.

Kuvassa 2-1 on esitetty eri toiminta-alueet, joihin mallinnuksen melulähteet ovat jaettu. Taulukossa 2-1 on kuvattu tarkemmin yksittäisessä mallinnustilanteessa toteutuvat melulähteet.



Kuva 2-1. Kaivoksen maanpäällisen tehdasalueen suunnitelma ja toiminnan tuottamaan meluun vaikuttavat toiminta-alueet. A) Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti, B) Tarvekivilouhos, C) Rikastushiekka-alue, D) Rikastamoalue, E) Vaihtoehtoinen (etelä/pohjoinen) tulotie kaivokselle (ulkoinen liikenne), LS) Luonnonsuojelualueet (Soidensuojelualue, Natura 2000-alue).

Taulukko 2-1. Mallinnettujen rakennus- ja tuotantovaiheiden kuvaus.

Mallinnusvaihe	Selite
Rakennusvaihe 1	Rakennusvaiheen alussa louhitaan sisäänkäynti (A) vinotunneleille, jotka johtavat maanalaiseen kaivokseen. Vinotunneleiden alkuosat louhintaan perinteisellä poraus-räjäytysmenetelmällä. Louhinnan aikana melua tuottavat poraus ja rikotus sekä hetkellisesti räjäytykset. Kaivoksen sisäänkäynnin läheisyydessä toimivat murskain, pyöräkuormaaja ja kaivinkone. Kiviaines kuljetetaan ja kaadetaan sisäänkäynnin lähialueille – mallinnuksessa sivukiven sijoitusalueelle, jossa toimii myös pyöräkuormaaja. Toiminta ajoittuu noin 3 vuoden ajalle ennen tuotannon aloittamista. Rakentaminen tapahtuu päiväsaikaan.
Rakennusvaihe 2	Kaivoksen sisäänkäynti (A) on rakennettu ja vinotunnelit ovat edenneet syvemmäksi, jolloin niiden louhintaa tehdään tunneliporalaitteistolla (TBM). Vinotunneleiden louhinnasta ei aiheudu melua maanpinnalle. Melulähteenä alueella toimivat tunnelin väliaikaiset ilmanvaihtopuhaltimet sekä lastaus- ja kuljetustoiminnot sivukiven sijoitusalueelle. Prosessialueen, altaiden ja sijoitusalueiden rakentaminen alkaa (D). Alueiden rakentamisessa on huomioitu pyöräkuormaajan ja kiviaineskaatojen tuottama melu. Tarvekivilouhoksen (B) toiminta alkaa, jolloin melulähteet sijaitsevat maanpinnalla ilman kalliorintauksen suojaa. Melua alueella tuottaa hetkittäin räjäytykset ja jatkuvammin poraus, rikotus, kiviaineksen murskaus ja näihin toimintoihin liittyvät pyöräkoneet ja kaivinkoneet. Rikastushiekka-alueen (C) rakentaminen alkaa. Rikastushiekka-alueen rakentamisessa merkittävin melu lähimpien häiriintyvien kohteiden kannalta toteutuu tilanteessa, kun reunapengertä rakennetaan alueen koillisreunaan lähelle luonnonsuojelualuita (LS). Rakentamisessa huomioidaan kiviaineksen kuljetustoiminnot kiviaineskaadot sekä pyöräkuormaajan toiminta. Reunapenkereen rakentamisen meluvaikutuksista on kerrottu kappaleessa 3.1.1. Toiminta ajoittuu noin kolmen vuoden ajalle ennen tuotannon aloittamista. Rakentaminen tapahtuu päiväsaikaan.
Tuotantovaihe 1	Mallinnettu kaivoksen tuottama melu normaalissa aktiivisessa toiminnassa. Kaivoksen sisäänkäynnin (A) luona melua tuottavat maanalaisen kaivoksen ilmanvaihtopuhaltimet ja kiviaineksen hihnakuljettimet. Kuljettimet kuljettavat kiviaineksen rikastamoalueen (D) murskaus- ja seulontarakennukseen, josta eteenpäin malmin

Mallinnusvaihe	Selite
	välivaraston kautta hienomurskaukseen (HPGR). Murskausrakennusten sisämelu on huomioitu mallinnuksessa. Prosessien tasaisten melulähteiden (puhaltimien, pumppujen, ilmanvaihtokoneiden) melu on huomioitu ja mallinnus sisältää yli 120 ulkona sijaitsevan toimilaitteen tuottaman melun. Rikastamoalueen läheisyydessä mallinnus huomioi kiviaineksen kaadot ja pyöräkuormaajan toiminnot sivukiven sijoitusalueilla. Maanalaisen kaivoksen ja rikastamoalueen toiminta on ympärivuorokautista. Rikastushiekka-alueen (C) täyttö aloitetaan alueen itäpäästä lohkosta 1. Aluetta täytetään kerroksittain. Täytössä käytetään täryjyrää, puskutraktoria ja kaivinkonetta. Myös kiviaineksen kuljetukset ja kaadot ovat huomioitu mallinnuksessa. Mallinnuksessa on kuvattu tilanne, kun tiivistettyä rikastushiekaa on läjitetty 4 m kerros ja rikastushiekan tiivistystyö on lähellä luonnonsuojelualuetta (LS). Tämä tilanne arvioidaan luonnonsuojelualueelle tuotetun melun kannalta merkittävimmäksi, kun sijainti on lähellä häiriintyvää kohdetta ja melulähteet ovat hieman normaalia maanpintaa ylempänä. Mallinnuksessa on käytetty meluntorjuntaratkaisua, joka on esitetty kappaleessa 3.1.2. Rikastushiekka-alueen täyttöä tehdään päiväaikaan 7-22. Mallinnuksessa on huomioitu tarvekivilouhos, joka on edennyt alkutilanteesta tasolle +188 (syvyyttä n. 15 metriä). Melua alueella tuottaa hetkittäin räjäytykset ja jatkuvammin poraus, rikotus, kiviaineksen murskaus ja näihin toimintoihin liittyvät pyöräkoneet ja kaivinkoneet. Tarvekivilouhosta ei ole välttämättä tarpeen käyttää tuotantoaikana. Jos tarvetta sen käytölle kuitenkin tulee, vaikutukset on huomioitu melumallinnuksessa.
Tuotantovaihe 2	Tuotantovaiheessa 2 toiminnot ovat vastaavat kuin Tuotantovaiheessa 1, mutta rikastushiekka-alueen toiminta toteutuu myös yöaikaan 22–07. Tulosten avulla määritetään etäisyys luonnonsuojelualueesta, jossa rikastushiekka-alueella läjitys- ja tiivistystoimintaa voidaan työskennellä siten, että yöajan ohjearvot eivät ylity. Tästä syystä rikastushiekka-alueen meluavat toiminnot sijoittuvat kauemmaksi luonnonsuojelualueesta kuin Tuotantovaiheessa 1.
Yhteismelu	Mallinnettu kaivoksen toiminnasta aiheutuva melu tuotantovaiheessa 2 yhdessä valtatien 4 (vt 4) tuottaman liikennemelun kanssa. Yhteismelu on mallinnettu päivä- ja yöaikaisille tilanteille.

2.4 Mallinnetut kaivosmelun äänilähteet

Äänilähdetiedoissa on käytetty Suomen ympäristökeskuksen raportin 25/2010 *Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa* tietoja melulähteiden äänipäästöjen kokonaistasoista niille äänilähteille, joita raportissa on esitetty. Suomen ympäristökeskuksen raportissa 5/2014 *Parhaat ympäristökäytännöt luonnonkivituotannossa* on esitetty yleisimpien koneiden tuottaman melun taajuustiedot. Melumallinnuksessa käytettyjen äänilähteiden tiedot, joita ei ole edellä mainituissa raporteissa esitetty, pohjautuvat AFRY Finland Oy:n vastaaville melulähteille tehtyihin mittauksiin ja Sakatin kaivoshankkeen YVA-selostuksen (FCG 2020) meluraportissa esitettyihin arvoihin. Mallinnuksessa käytetyt äänipäästöjen kokonaistasot sekä taajuustiedot ovat esitetty raportin liitteessä 1. Akustiset tiedot on syötetty mallinnusohjelmaan 1/3 oktaaveittain taajuusalueella 25 Hz – 10 kHz. Alla olevassa taulukossa 2-2 on esitetty kunkin äänilähteen A-taajuuspainotettu kokonaisäänipäästö L_{WA}. Mikäli koko rakennus on äänilähde, on sisämelulle asetettu äänenpainetaso LpA sekä seinälle ilmaääneneristys Rw 1/3 oktaaveittain.

Äänilähteet ovat mallinnettu 100 %:n käyttöasteella esitetylle toiminta-ajalle. Räjäytysten tuottama melu on hetkellisesti voimakasta ja niiden vaikutus lähistön häiriintyvien kohteiden luona toteutuvaan keskiäänitasoon on vähäinen. Raportin SY 5/2014 mukaisesti räjäytysten tuottamaa melua ei ole huomioitu melumallinnuksessa.

Kaivoksen yksittäiset melulähteet tuottavat iskumaista ääntä (esim. rikotus), kun melua havainnoidaan toiminnon lähialueella. Yleisesti tiedetään, että yli 500 m etäisyydellä etäisyysvaimennus ja kaiut vähentävät melussa havaittavaa impulssimaisuutta. Lisäksi korkeat taajuudet vaimenevat nopeasti etäisyyden kasvaessa. Lähimmät asuin- ja lomarakennukset sijaitsevat 1,5–2,5 km etäisyydellä ja monet sijaitsevat lähellä tieliikenteen laajakaistaista melulähdettä. Edellä esitetyistä syistä johtuen äänilähteille tai mallinnustuloksiin ei ole tehty impulssimaisuuskorjauksia + 5 dB.

Kuusivaarassa, aivan kaivosalueen tuntumassa on myös asuin- ja lomarakennuksia, jotka on esitetty liitekartoilla. Lähimmät kiinteistöt tulevat kuitenkin sijoittumaan suunnitellulle kaivosalueelle, mistä syystä meluvaikutuksia ko. kiinteistöihin ei ole arvioitu.

Taulukossa 2-2 on esitetty kaivoksen eri toimintojen mallinnuksessa käytetyt teollisuusmelulähteiden perustiedot, jotka on saatu tämän hetken suunnittelutiedoista, SYKE:n ohjeista sekä vastaavien mitattujen äänilähteiden taajuusjakaumista. Mallinnuksessa käytetyn äänitehotasoarvon lisäksi taulukossa on esitetty vastaavan laitteen/toiminnon arvo, jota on käytetty YVA-menettelyn aikana laaditussa meluselvityksessä. Tässä melumallinnuksessa käytetyt äänipäästöarvot ovat pääosin samoja tai suurempia kuin YVA-menettelyn aikaisessa selvityksessä käytetyt.

Taulukko 2-2. Mallinnetut teollisuusmelun äänilähteet. YVA-menettelyn aikaisessa meluselvityksessä käytetyt äänitehotasot on esitetty sulkeissa.

Äänilähde ja lkm	Äänitehotaso L_{WA} (YVA arvo [dB])	Äänilähde-tyyppi	Toiminta-aika
Rakennusvaihe 1			
Sisäänkäynti – Poraus	123 dB (123)	Pistelähde	7–22
Sisäänkäynti – Rikotus	115 dB (108)	Pistelähde	8–18
Sisäänkäynti – Pyöräkuormaaja	108 dB (104)	Aluelähde	7–22
Sisäänkäynti – Kaivinkone	110 dB (97)	Aluelähde	7–22
Sisäänkäynti – Murskaus	124 dB (124)	Pistelähde	7–22
Maansiirtoauto (Sisäänkäynti -Sivukivien sijoitusalue)	112 dB, 10 km/h (112)	Viivalähde	7–22, 8 ajoa/h
Sivukiven sijoitusalue – Kiviaineksen kaato	107 dB (107)	Pistelähde	7–22, 4 kaatoa/h
Sivukiven sijoitusalue – Pyöräkuormaaja	108 dB (104)	Pistelähde	7–22
Rakennusvaihe 2			
Sisäänkäynti – Ilmanvaihtopuhaltimet **2 kpl**	115 dB (115)	Pistelähde	00–24
Sisäänkäynti – Pyöräkuormaaja	108 dB (104)	Aluelähde	7–22
Sisäänkäynti – Kaivinkone	110 dB (97)	Aluelähde	7–22
Maansiirtoauto (Sisäänkäynti - Sivukivien sijoitusalue)	112 dB, 10 km/h (112)	Viivalähde	7–22, 8 ajoa/h
Sivukiven sijoitusalue ja altaiden rakennus – Kiviaineksen kaato **6 kpl**	107 dB (107)	Pistelähde	7–22, 4 kaatoa/h
Sivukiven sijoitusalue ja altaiden rakennus – Pyöräkuormaaja **6 kpl**	108 dB (104)	Pistelähde	7–22
Tarvekivilouhos – Poraus	123 dB (123)	Pistelähde	7–22
Tarvekivilouhos – Rikotus **2 kpl**	115 dB (108)	Pistelähde	8–18
Tarvekivilouhos - Murskaus	124 dB (124)	Pistelähde	7–22

Äänilähde ja lkm	Äänitehotaso L_{WA} (YVA arvo [dB])	Äänilähde-tyyppi	Toiminta-aika
Tarvekivilouhos – Pyörä-kuormaaja **2 kpl**	108 dB (104, 1 kpl)	Aluelähde	7–22
Tarvekivilouhos – Kaivin-kone **2 kpl**	110 dB (97)	Aluelähde	7–22
Kiviaineksen kuljetus (Tar-vekivilouhos – Rikastus-hiekka-alue)	112 dB, 10 km/h (112)	Viivalähde	7–22, 30 ajoa/h
Rikastushiekka-alue – Ki-viaineksen kaato	107 dB (107)	Pistelähde	7–22, 15 kaatoa/h
Rikastushiekka-alue – Ki-viaineksen kaato **2kpl**	107 dB (107)	Pistelähde	7–22, 4 kaatoa/h
Rikastushiekka-alue – Pyö-räkuormaaja **3kpl**	108 dB (104)	Pistelähde	7–22
Tuotantovaihe 1			
Sisäänkäynti – Ilmanvaihto-puhaltimet **5 kpl**	112 dB (115)	Pistelähde	00–24
Sisäänkäynti ja rikastamo-alue – Kuljettimet (kote-loitu)	73 dB/m (73)	Viivalähde	00–24
Rikastamoalue – Murskaus ja seulonta rakennuksessa	116 dB sisä-tiloissa, ra-kennuksen julkisivun eristävyys 30 dB (116 dB)	Aluelähde (seinät)	00–24
Rikastamoalue – Hieno-murskaus rakennuksessa	116 dB sisä-tiloissa, ra-kennuksen julkisivun eristävyys 30 dB (116 dB)	Aluelähde (seinät)	00–24
Rikastamoalue – Murskaus-rakennusten pölynpoisto **2 kpl**	93 dB (93)	Pistelähde	00–24
Rikastamoalue – puhaltimet, pumput, ilmanvaihtokoneet (rikastamo,	93 dB (93)	Pistelähde	00–24

Äänilähde ja lkm	Äänitehotaso L_{WA} (YVA arvo [dB])	Äänilähde-tyyppi	Toiminta-aika
vesienkäsittelylaitos, toimisto, huoltohalli) **122 kpl**			
Sivukiven sijoitusalue – Kiviaineksen kaato **2 kpl**	107 dB (107)	Pistelähde	00–24, 4,2 kaatoa/h
Sivukiven sijoitusalue – Pyöräkuormaaja **2 kpl**	108 dB (104)	Pistelähde	00–24
Sivukiven sijoitusalue – Kaivinkone **2 kpl**	110 dB (97)	Pistelähde	00–24
Tarvekivilouhos – Poraus	123 dB (123)	Pistelähde	7–22
Tarvekivilouhos – Rikotus **2 kpl**	115 dB (108)	Pistelähde	8–18
Tarvekivilouhos - Murskaus	124 dB (124)	Pistelähde	7–22
Tarvekivilouhos – Pyöräkuormaaja **2 kpl**	108 dB (104 1 kpl)	Aluelähde	7–22
Tarvekivilouhos – Kaivinkone **2 kpl**	110 dB (97)	Aluelähde	7–22
Maansiirtoauto (Tarvekivilouhos – Rikastushiekka-alue)	112 dB, 10 km/h (112)	Viivalähde	7–22, 30 ajoa/h
Maansiirtoauto (Rikastamo-alue – Rikastushiekka-alue)	112 dB, 10 km/h (112)	Viivalähde	7–22, 8,4 ajoa/h
Rikastushiekka-alue – Pyöräkuormaaja	108 dB (104)	Aluelähde	7–22
Rikastushiekka-alue – Kaivinkone	110 dB (97)	Aluelähde	7–22
Rikastushiekka-alue – Puskutraktori	116 dB, 4 km/h (116)	Viivalähde	7–22
Rikastushiekka-alue – Täryjyrä	103 dB, 4 km/h (103)	Viivalähde	7–22
Rikastushiekka-alue – Kiviaineksen kaato	107 dB (107)	Pistelähde	7–22, 4,2 kaatoa/h
Tuotantovaihe 2			
Tuotantovaihe 1 melulähteet, rikastushiekka-alueen melulähteiden toiminta-ajat muuttuvat alla esitetyn mukaisiksi			
Maansiirtoauto (Rikastamo-alue – Rikastushiekka-alue)	112 dB,	Viivalähde	00–24, 8,4 ajoa/h

Äänilähde ja lkm	Äänitehotaso L_{WA} (YVA arvo [dB])	Äänilähde-tyyppi	Toiminta-aika
	10 km/h (112)		
Rikastushiekka-alue – Pyöräkuormaaja	108 dB (104)	Aluelähde	00–24
Rikastushiekka-alue – Kaivinkone	110 dB (97)	Aluelähde	00–24
Rikastushiekka-alue – Puskutraktori	116 dB, 4 km/h (116)	Viivalähde	00–24
Rikastushiekka-alue – Täryjyrä	103 dB, 4 km/h (103)	Viivalähde	00–24
Rikastushiekka-alue – Kiviaineksen kaato	107 dB (107)	Pistelähde	00–24, 4,2 kaatoa/h
Yhteismelu - Tuotantovaihe 2 + vt 4 tieliikenne			
Tuotantovaihe 2 esitetyt tiedot			
Vt 4 tieliikenne 2040 ennusteen mukaisesti (kappale 2.5)			

2.5 Mallinnetut tieliikennemelun äänilähteet

Mallinnuksessa käytetyt tieliikenteen määrät ovat samat kuin YVA-menettelyn aikana laaditussa meluselvityksessä (FCG 2020) käytetyt määrät (taulukko 2-3), jotka perustuivat tehtyyn logistiikkaselvitykseen (Sitowise 2019). Esitetyt luvut kuvaavat kunkin toimintavaiheen liikenteellisesti vilkkainta ajanjaksoa. Ulkoiselle liikenteelle on kaksi reittivaihtoehtoa etelä ja pohjoinen, joiden linjaus näkyy kuvassa 2-1. Linjaukset ovat vaihtoehtoisia ja mallinnustulokset ovat laskettu molemmille vaihtoehdoille.

Taulukko 2-3. Kaivoksen aiheuttamat liikennemäärät (FCG 2020).

Tieliikennelähde	Ajoneuvomäärä (edestakainen liikenne)	
Rakennusvaihe	Päivä 07-22	Yö 22–07
Kevyt	500	-
Raskas	41	-
Tuotantovaihe	Päivä 07-22	Yö 22–07
Kevyt	300	300
Raskas	30	20

Yhteismelumallinnuksessa on huomioitu vt 4:n ennustevuoden 2040 mukaiset liikennemäärät. Liikennemääräennuste pohjautuu Liikenneviraston 2014 tekemiin ennustekertoimiin (taulukko 2-4).

Taulukko 2-4. Vt 4 liikennemääräennuste vuodelle 2040 (FCG 2020).

Vt 4 osuus	KVL	KVL raskas	Nopeus km/h
Pohjoisesta – Rajalantien risteys	2060	336	100
Rajalantien risteys - Erola	3760	415	80
Erola - Etelään	3760	415	100

2.6 Melumallinnuksen laskentaparametrit

Kaivoksen toimintojen ja tieliikenteen melumallinnus toteutettiin käyttäen tietokoneavusteista melulaskentaohjelmistoa SoundPlan v8.2, missä äänilähteestä lähtevä ääniaalto lasketaan digitaaliseen karttapohjaan äänenpaineeksi vastaanottopisteessä *raytracing* -menetelmällä. Mallinnusalgoritmeina käytettiin pohjoismaisia teollisuus-, tieliikennemelumalleja, joiden parametrisointi on ohjeistettu Ympäristöministeriön melumallinnusohjeessa (Ympäristöministeriö, 2007). Leviämislaskennassa käytetyt parametrit on esitetty taulukossa 2-5.

Mallinnuksessa otetaan huomioon kunkin äänilähteen äänipäästö 1/3 oktaavikaistan resoluutiolla, äänen geometrinen leviämisvaimentuminen, maaston korkeuserot sekä maanpinnan ja ilmakehän melun vaimennusvaikutukset. Rakennusten aiheuttamaa äänen varjostusvaikutus sekä äänen diffraktio (sironta) rakennuksista on huomioitu mallinnuksessa.

Taulukko 2-5. Melun leviämislaskennan parametrit.

Lähtötieto	Parametrit
Laskentalogiikka	Pohjoismaiset teollisuus- ja tieliikennemallit
Topografiakartta	Maanmittauslaitos, laserkeilausaineisto (© Maanmittauslaitos 2021), topografian pystyresoluutiona on 0,5. Laskentaohjelmassa muodostetaan maanpinta erillisen kolmioverkkolaskennan kautta.
Sääolosuhteet	Ilman lämpötila 15 °C, ilmanpaine 101,325 kPa, ilman suhteellinen kosteus 70 prosenttia.
Tuulennopeus	Kevyt myötätuuli joka suuntaan.
Äänilähde	Pistelähde, viivalähde, aluelähde ja vertikaalinen aluelähde
Mallinnuksen äänipäästöt	1/3 oktaaveittain 25 Hz – 10 000 Hz
Laskentaverkko	Laskentapiste 5x5 m:n välein laskentaverkolla 2 m:n korkeudella seuraten digitaalikartan maanpintaa
Maanpinnan akustinen kovuus	1 (maa-alueet), 0 (vesialueet, teollisuusalueet)

2.7 Vertailu ulkomelun ohjearvoihin

Tulosten vertailu Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaisiin ohjearvoihin on tehty Ympäristöministeriön ohjeen 1/1995 mukaisesti (ohjeen kappale 6.2). Alla on esitetty raja-arvovertailutavat (taulukko 2-6).

Taulukko 2-6. Ohjeistettu vertailutapa ulkomelun raja-arvoihin (Ympäristöministeriön ohje 1/1995).

Vertailu ohjearvoon	Laskenta	Epävarmuus
Alitus	mallinnustulos ≤ (ohjearvo (L0) – epävarmuus (ΔL))	huomioitu
Ylitys	mallinnustulos > (ohjearvo (L0) + epävarmuus (ΔL))	huomioitu
Raja-/Ohjearvolla	(ohjearvo – epävarmuus) < mallinnustulos ≤ (ohjearvo + epävarmuus)	≤ 2 dB
eos (”ei osaa sanoa”)	(ohjearvo – epävarmuus) < mallinnustulos ≤ (ohjearvo + epävarmuus)	> 2dB

2.8 Melumallinnuksen epävarmuus

Mallinnuksen epävarmuus kasvaa etäisyyden kasvaessa äänilähteen ja reseptoripisteen välillä. Laskennan epävarmuus on ± 2 dB 500 metriin asti ja yli 500 metrin etäisyyksillä se on ± 3 dB kasvaen edelleen kauemmaksi mentäessä.

Epävarmuuteen vaikuttavat myös arviot melupäästöistä ja -lähteiden sijainneista. Mallintajan arvion mukaan lähtötietojen arvioista johtuva epävarmuus mallinnustuloksissa +2 dB - -8dB. Tässä työssä melulähteiden äänipäästöt, sijainnit ja käyttöajat ovat oletettu varovaisuusperiaatteen mukaisesti konservatiivisiksi, joten mallinnetut tulokset ovat keskiäänitasoltaan todennäköisesti toteutuvaa tilannetta korkeammat.

Eri epävarmuuslähteiden summana kokonaisepävarmuutena mallinnustuloksille on ± 3 dB 500 metriin asti ja yli 500 metrin etäisyyksillä se on ± 4 dB. Tällöin tässä raportissa esitetyistä reseptoripisteistä MP2-MP7 pisteille sovelletaan epävarmuutta ± 4 dB ja MP1 pisteelle ± 3 dB. Reseptoripisteitä on kuvattu tarkemmin kappaleessa 3.2 ja reseptoripisteet on esitetty liitekartoissa.

3 Mallinnustulokset – Eteläinen tulotie

Tässä kappaleessa on esitetty mallinnustulokset tilanteesta, jossa kaivoksen ulkoinen liikenne käyttää eteläistä tulotietä. Mallinnuksien avulla lasketut melun leviämiskartat on esitetty liitteissä 2-11. Yksittäiset reseptoripistetulokset käsitellään luvuissa 3.2 ja 3.3. Pohjoisen tulotien tulokset ovat esitetty kappaleessa 4.

3.1 Melua vähentävät toimenpiteet ja niiden huomioiminen mallinnuksessa

3.1.1 Rakennusvaihe 1 ja 2

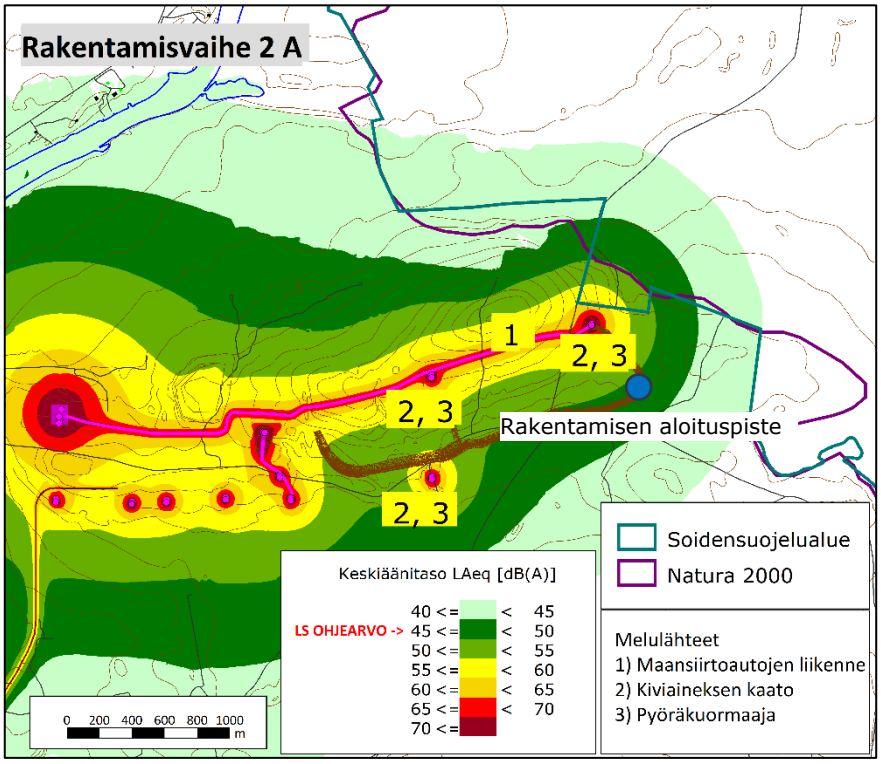
Murskaustoimintojen meluvaikutusten minimoimiseksi toteutettavassa toiminnassa noudatetaan Valtioneuvoston asetusta 800/2010. Asetuksen mukaan: "*Melulähteet on sijoitettava teknisten mahdollisuuksien mukaan toiminta-alueen alimmalle kohdalle. Raaka-aine-, pintamaa- ja tuotevarastokasat on pidettävä melun leviämisen estämisen kannalta riittävän korkeina ja ne on sijoitettava siten, että melun leviäminen melulle alttiisiin kohteisiin estyy.*" Rakennusvaiheiden 1 ja 2 mallinnukset on tehty ilman edellä kuvattuja maa- tai kiviaineskasoja ja kuvaa vaikutuksiltaan merkittävimmän mahdollisen melun leviämistilanteen ilman meluntorjuntaa.

Mallinnetussa rakennusvaiheessa 2 rakennetaan rikastushiekka-alueen laidoille reunapengerrakenne. Reunapenkereen rakentamisessa melua aiheutuu kiviaineskuljetuksista sekä niiden kaadoista ja pyöräkuormaajan toiminnasta. Melun kannalta kriittisin alue on lähellä Viiankiaavan luonnonsuojelualuetta sijaitseva rikastushiekka-alueen koilliskulma, mistä syystä koilliskulman rakentaminen on haluttu mallintaa erikseen. Mallinnusvaiheen tuloksista nähdään, missä kohtaa rikastushiekka-alueen rakentamista rakentamismelu ei enää ylitä ohjearvoja luonnonsuojelualueella. Rakentaminen aloitetaan alimmasta maastonkohdasta eli lähellä luonnonsuojelualuetta itäreunan rakentaminen aloitetaan kaakkoiskulmasta (kuva 3-1, sininen piste).

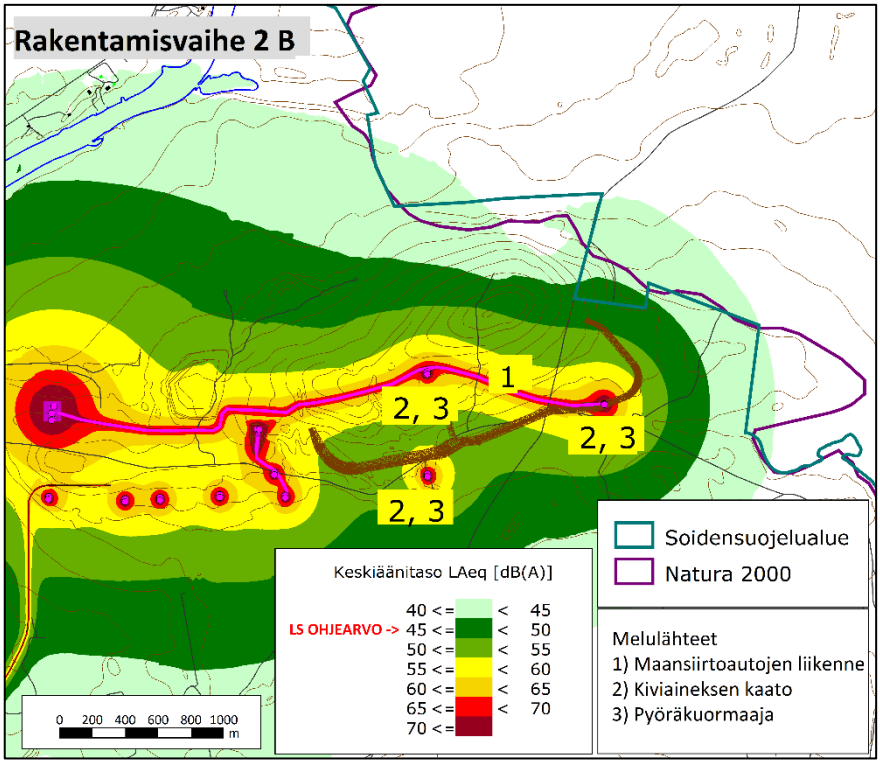
Seuraavissa kuvissa (kuvat 3-1, 3-2 ja 3-3) ja liitteissä (3-5) on esitetty reunapenkereen rakentamisen aikaiset vaikutukset:

- Rakentamisvaihe 2 A
    - Itäreunan rakentaminen on päättymässä ja toiminnan sijainti on lähellä Viiankiaavan luonnonsuojelualuetta. Vaihe on suojelualueelle leviävän melun kannalta merkittävin reunapenkereen rakentamisen aikana.
- Rakentamisvaihe 2 B
    - Reunapenkereen rakentaminen on sijainniltaan kaakkoiskulman alueella.
- Rakentamisvaihe 2 C
    - Reunapenkereen rakentaminen on sijainniltaan lohkon 1 keskivaiheella.

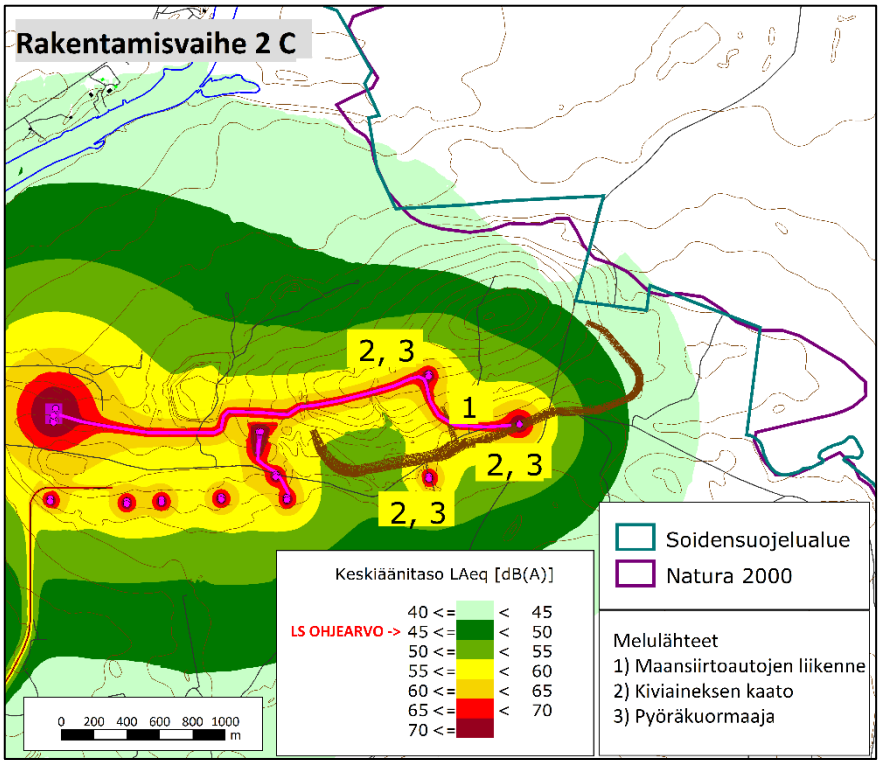
Reunapenkereen rakentamisen vaiheiden melumallinnuksessa ei ole huomioitu itse penkereen tuomaa meluestevaikutusta. Itäreuna joudutaan rakentamaan siten, että reunapenkereen tuomasta suojasta ei ole hyötyä luonnonsuojelua-alueiden suuntaan (vaihe A). Eteläreunan rakentamisessa (vaiheet B ja C) todennäköisesti reunapenger tuo suojaa, jolloin toteutuvat meluarvot luonnonsuojelualueilla ovat esitettyjä pienemmät. Mallinnetuissa tilanteissa alueelle suuntautuu 15 kiviaineskuljetusta ja -kaatoa tunnissa, joten tulokset kuvaavat rakentamisen ajan erittäin vilkasta tilannetta. Luonnonsuojelualueiden päiväajan ohjearvo on 45 dB, joka on kuvissa tumman vihreä alue.



Kuva 3-1. Reunapenkereen rakentamisen tuottama ympäristömelu, kun itäreunan rakentaminen on päättymässä ja toiminnan sijainti on lähellä Viiankiaavan luonnonsuojelualuetta. Vaihe on luonnonsuojelualueelle leviävän melun kannalta merkittävin rikastushiekka-alueen rakentamisen aikana.



Kuva 3-2. Reunapenkereen rakentamisen tuottama ympäristömelu tilanteessa, jossa rakentamista suoritetaan kaakkoiskulman alueella.



Kuva 3-3. Reunapenkereen rakentamisen tuottama ympäristömelu tilanteessa, jossa rakentamista suoritetaan lohkon 1 eteläreunan puolivälissä.

Itäreunan rakentamisen päättymisen aikana (vaihe A) tuotetun melun ohjearvot ylittävät luonnonsuojelualueille asetetun päiväajan 7–22 mukaisen ohjearvon Viiankiaavan soidensuojelu- ja Natura 2000 -alueella. Ylitys tapahtuu varsin rajatulla alueella, kun melualue ulottuu noin 500 m etäisyydelle soidensuojelualueen rajasta. Soidensuojelualueella melualueen pinta-ala on 0,3 km^2. Natura 2000 -alueella melualueen pinta-ala on 0,2 km^2 ja melualue ulottuu noin 300 m etäisyydelle. Itäreunan ja koilliskulman rakentamisen kestoksi on arvioitu 2 kuukautta.

Rakentamisen ollessa reunapengerrakenteen koilliskulmalla (vaihe B) ohjearvon mukainen melutaso alittuu Natura 2000 -alueella. Soidensuojelualueella melualue yltää noin 200 m etäisyydelle (0,05 km^2). Molemmilla luonnonsuojelualueella ohjearvo alitetaan tilanteessa, kun rakentaminen on edennyt lohkon 1 puoliväliin (vaihe C). Vaiheiden B ja C välisen rakenteen rakentaminen kestää noin 2 kuukautta.

Reunanpenkereen rakentamisvaiheessa luonnonsuojelualueille asetetut ohjearvot voivat ylittyä väliaikaisesti. Natura 2000 -alueella melutasot ylittyvät noin 2 kuukauden rakentamisen aikana ja vastaavasti soidensuojelualueella noin 4 kuukauden ajan. Mallinnetut tilanteet kuvaavat erityisen vilkkaan (15 kiviaineskuormaa tunnissa) rakentamisajan melutason ja lisäksi mallinnuksessa ei ole huomioitu reunapenkereen tuomaa omaa luonnollista suojaa melulähteille. Todennäköisesti toteutuva melu on mallinnuksessa esitettyä vähäisempää.

Rakennusvaiheessa 2 tarvekivilouhoksen toiminta alkaa. Tarvekivilouhoksen merkittävimmät melulähteet ovat kallion poraus ja kiviaineksen murskaus.

3.1.2 Tuotantovaihe 1

Tuotantovaiheessa melun leviämistä rajoitetaan rikastushiekka-alueen täytön suunnittelulla ja vaiheistuksella. Tuotantovaiheessa 1 rikastushiekkaa läjitetään rikastushiekka-alueen itäpuolelle, lohkoon 1. Lohko täytetään kerroksittain aloittaen täyttö alueen itäpäästä. Melun leviämistä rajoitetaan siten, että alueen itälaitaa täytetään 4 m korkean rikastushiekkakerroksen verran edellä alueen muita osia. Tällöin itälaitaan muodostuu 4 m korkea melun leviämistä estävä rikastushiekkavalli. Esitetyssä mallinnuksessa on huomioitu tämä työskentelytapa, jossa rajoitetaan melun leviämistä luonnonsuojelualueen suuntaan. Toimenpiteellä on tarkoitus estää valtioneuvoston päätöksen mukaisten ohjearvojen ylittyminen luonnonsuojelualueella.

Tunnelin sisäänkäynnin lähistölle sijoittuvien tunnelin ilmanvaihtopuhaltimien melupäästöön kiinnitetään huomiota, jotta ohjearvot eivät ylity lähimpien asuin- ja lomarakennusten sekä luonnonsuojelualuiden luona. Yksittäisen puhaltimen melupäästö L_{WA} saa olla enintään 112 dB.

3.1.3 Tuotantovaihe 2

Mallinnus vastaa melulähteiltään tuotantovaiheen 1 mallinnusta. Melumallinnuksen tarkoituksena oli selvittää, millä etäisyydellä suojelualueesta voidaan toteuttaa rikastushiekan läjitystä myös yöaikaan niin, ettei

luonnonsuojelualuiden yöaikainen ohjearvo 40 dB ylity. Aluetta täytetään alkaen itäpäästä, joten rikastushiekka-alueelle tulevat kiviaineskuljetusten kippaukset tehdään aina rakennetun rikastushiekkatason suojassa. Työkoneiden osalta on oletettu, että ne toimivat kokoaikaisesti rikastushiekkatason päällä, jolloin melun leviäminen on esteetöntä.

Mallinnustulosten perusteella luonnonsuojelualueiden ohjearvot alittuvat myös yöaikaan, kun rikastushiekka-alueen täyttö on 700 m etäisyydellä itäreunan reunapengerrakenteesta.

3.2 Kaivoksen eri toimintavaiheiden tuottama melu

Yksittäiset reseptoripistetulokset altistuvien asuin- ja lomarakennuksien MP2-MP7 luota on listattu alla olevassa taulukossa 3-1. Suurin osa lähialueen rakennuskannasta on asuinrakennuksia, mutta Maanmittauslaitoksen dataan pohjautuvan käyttötiedon mukaan alueella on yksittäisiä loma-asuinrakennuksia. Loma-asumiseen käytettävillä alueilla ohjearvot ovat pienemmät kuin asumiseen käytettävillä alueilla. Loma-asumiseen käytettävillä alueilla ohjearvoina on 45 dB päivällä klo 7–22 ja 40 dB yöllä klo 22–07. Kaikkia reseptoripisteiden tuloksia on verrattu loma-asumiseen käytettävien alueiden ohjearvoihin, joiden alittaminen asuinrakennustenkin alueella on ollut kaivoksen toiminnan suunnittelun lähtökohtana. Lisäksi taulukossa on esitetty yksi Viiankiaavan soidensuojelu- ja Natura 2000 alueen reseptoripiste (MP1) kaivoksen itäpuolella, joka on sijoitettu aivan soidensuojelualueen reunalle lähimmäksi hankealuetta. Tulosruudun pohjaväri kuvaa vertailun ohjearvoon Ympäristöministeriön ohjeen mukaisesti kappaleessa 2.8 kuvatulla tavalla (vihreä = ohjearvon alitus, keltainen = tulos ”eos” alueella, punainen = ohjearvon ylitys).

Taulukko 3-1. Kaivoksen toiminnan tuottaman melun reseptoripistetulokset luonnonsuojelualueelta sekä asuin- ja lomarakennusten piha-alueilta hankkeen eri vaiheissa, keskiäänitaso LAeq [dB].

	Rakennus-vaihe 1	Rakennusvaihe 2			Tuotantovaihe 1		Tuotantovaihe 2	
	Päivä 07-22 [dB]	**Päivä 07-22 [dB]**			**Päivä 07-22 [dB]**	**Yö 22-07 [dB]**	**Päivä 07-22 [dB]**	**Yö 22-07 [dB]**
		A	**B**	**C**				
MP1 LS-alue	38	60	47	44	45	34	40	39
MP2 Pakkula	32	39	39	39	39	35	39	36
MP3 Sattanen, etelä	36	43	43	43	43	37	43	37
MP4 Sattanen, pohjoinen	36	44	44	44	44	37	44	37
MP5 Myllymaa	35	44	44	44	44	36	44	36
MP6 Puolakka	36	44	44	44	43	36	43	36
MP7 Hietakangas	32	37	37	37	37	33	37	34

Kaivoksen tuottama ympäristömelu hankkeen eri vaiheessa alittaa ohjearvot tai ovat ”eos”-alueella kaikkien lähialueen asuin- tai lomarakennusten luona, kun tuloksia verrataan loma-asumiseen käytettävien alueiden matalampiin

päivä- ja yöajan ohjearvoihin YM:n ohjeen 1/1995 mukaisesti. Luonnonsuojelualueella pysytään pääosin kokonaan keskiäänitasolle asetettujen ohjearvojen alapuolella. Poikkeuksena on rakennusvaihe 2 A, jossa luonnonsuojelualueen lähelle tulevan rikastushiekka-alueen reunapenkereen rakentamisen aikana ohjearvo ylitetään pienellä osalla luonnonsuojelualueella n. 4 kk työskentelyjakson ajan. Tuloksia verrattaessa asumisalueiden ohjearvoihin (55 dB päivällä ja 50 dB yöllä) ohjearvot alitetaan kaikkien lähialueen asuin- tai lomarakennusten luona mallinnusepävarmuus huomioiden.

Mallinnustulosten tarkempi tarkastelu osoittaa, että merkittävimmät melulähteet asumisalueiden ja loma-asumiseen käytettävien alueiden kannalta ovat tarvekivilouhoksen murskaus ja poralaite. Murskauksen melua voidaan rajoittaa tehokkaasti varastokasojen sijoittelulla siten, että murskaustoiminnot suojataan erityisesti Sattasen taajaman suuntaan. Poralaitteen melua voidaan rajoittaa louhintasuunnan valitsemisella niin, että louhintarintaus toimii melueste nä lähimpien häiriintyvien kohteiden suuntaan. Tarvekivilouhokselle ei ole jatkuvaa käyttötarvetta varsinkaan tuotantovaiheessa.

3.3 Kaivoksen yhteismelu vt 4 liikennemelun kanssa

Kaivoksen toimintojen ja vt 4 liikenteen tuottamat yhteismeluvaikutukset määritettiin mallinnuksen avulla. Kaivoksen tilanteeksi valittiin yöajan merkittävien melulähteiden takia Tuotantovaihe 2. Liikennemelun mallintamisessa käytettiin 2040 vuoden ennusteen liikennemäärätietoja. Alla olevassa taulukossa (taulukko 3-2) on esitetty tarkastelupisteiden MP1-MP7 luona toteutuva vt 4 liikenteen tuottama melu sekä kaivoksen ja tieliikenteen yhteismelu, jotta kaivoksen aiheuttamaa vaikutusta kokonaismeluun voidaan arvioida.

Yhteismelulaskennan tuloksen yhteydessä on ilmoitettu kaivoksen tuotantovaiheen tuoma lisäys tarkastelupisteen keskiäänitasoon (arvo sulkeissa). Tulosruudun pohjaväri kuvaa vertailun ohjearvoon Ympäristöministeriön ohjeen mukaisesti kappaleessa 2.7 kuvatulla tavalla (vihreä = ohjearvon alitus, keltainen = tulos ”eos” alueella, punainen = ohjearvon ylitys).

Taulukko 3-2. Tarkkailupisteiden MP1-MP7 luona toteutuva vt 4 liikenteen tuottama melu sekä kaivoksen ja tieliikenteen yhteismelu.

	vt 4 liikenne		vt 4 liikenne + Tuotantovaihe 2	
	Päivä 07-22 [dB]	**Yö 22-07 [dB]**	**Päivä 07-22 [dB]**	**Yö 22-07 [dB]**
MP1 LS-alue	29	21	41 (+12)	39 (+18)
MP2 Pakkula	40	33	43 (+3)	37 (+4)
MP3 Sattanen, etelä	42	35	46 (+4)	39 (+4)
MP4 Sattanen, pohjoinen	49	41	50 (+1)	43 (+2)
MP5 Myllymaa	63	55	63 (+0)	55 (+0)
MP6 Puolakka	64	57	64 (+0)	57 (+0)
MP7 Hietakangas	43	35	44 (+1)	38 (+3)

Kaivoksen tuoma lisäys keskiäänitasoon on lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona 0–4 dB päivä- ja yöaikaan riippuen tarkastelupisteiden sijainnista. Luonnonsuojelualueen raja-alueen melua kuvaavalla tarkastelupisteellä MP1 muutos on +12 dB päiväaikaan ja +18 dB yöaikaan, mikä selittyy luonnonsuojelualueen rajan sijainnilla suhteellisen kaukana tiestä, mutta lähellä kaivosta. Kaivoksen toiminnan ja tieliikenteen yhteismelu ylittää ohjearvot tarkastelupisteissä MP4-MP6. Kohteet sijaitsevat lähellä valtatietä ja kaivoksen vaikutus ohjearvon ylittäviin tuloksiin on vähäinen 0–1 dB.

4 Vaihtoehtotarkastelu – Pohjoinen tulotien linjaus

Edeltävien kappaleiden vaikutusarvioinneissa kaivoksen tulotie suuntautui etelän suunnasta Kitisen itäpuolelta. Vaihtoehtotarkastelussa arvioidaan pohjoisen tulotien meluvaikutuksia, joka kulkee kaivosalueen ja Kitisen välistä pohjoiseen ja ylittää Kitisen kaivosalueen luoteispuolella (Kuva 2-1). Valtatie 4:llä rakennusaikainen tieliikenne suuntautuu etelään eli liikenne kulkee Sattaman taajaman ohitse Sodankylän suuntaan. Pohjoisen tielinjauksen melumallinnuksissa kaikki mallinnetut melulähteet ja melutilanteet ovat muilta osin vastaavat kuin edellä esitetyissä kappaleissa. Mallinnuksien avulla lasketut melun leviämiskartat on esitetty liitteissä 12-21. Yksittäiset reseptoripistetulokset on esitetty taulukoissa 4-1 ja 4-2.

Kaivoksen rakentamisen ja käytönajan yksittäiset reseptoripistetulokset altistuvien asuin- ja lomarakennuksien MP2-MP7 luota on listattu alla olevassa taulukossa 4-1, kun kaivoksen liikenne käyttää pohjoista tulotietä. Lisäksi taulukossa on esitetty yksi Viiankiaavan soidensuojelu- ja Natura 2000 alueen reseptoripiste (MP1) kaivoksen itäpuolella. Tulosruudun pohjaväri kuvaa vertailun ohjearvoon Ympäristöministeriön ohjeen mukaisesti kappaleessa 2.8 kuvatulla tavalla (vihreä = ohjearvon alitus, keltainen = tulos ”eos” alueella, punainen = ohjearvon ylitys).

Taulukko 4-1. Kaivoksen toiminnan (pohjoinen tulotie) tuottaman melun reseptoripistetulokset luonnonsuojelualueelta sekä asuin- ja lomarakennusten piha-alueilta hankkeen eri vaiheissa, keskiäänitaso LAeq [dB].

	Rakennus-vaihe 1	Rakennusvaihe 2			Tuotantovaihe 1		Tuotantovaihe 2	
	Päivä 07-22 [dB]	**Päivä 07-22 [dB]**			**Päivä 07-22 [dB]**	**Yö 22-07 [dB]**	**Päivä 07-22 [dB]**	**Yö 22-07 [dB]**
		A	**B**	**C**				
MP1 LS-alue	38	60	47	44	45	34	40	39
MP2 Pakkula	32	39	39	39	39	35	39	35
MP3 Sattanen, etelä	38	43	43	43	43	38	44	39
MP4 Sattanen, pohjoinen	42	46	46	46	45	42	45	42
MP5 Myllymaa	54	55	55	55	53	54	53	54
MP6 Puolakka	58	58	58	58	56	58	56	58
MP7 Hietakangas	33	38	37	38	38	34	38	34

Pohjoisen tulotien linjauksen lähettyvillä sijaitsee useita rakennuksia ja näiden rakennusten luona melutasot ovat selkeästi korkeammat kuin eteläisen tulotien meluvaikutukset. Pohjoisen tulotien vaikutukset ovat korkeammat MP3-MP7 asuin- ja lomarakennusten luona. Verrattuna eteläiseen tulotievaihtoehtoon, melutaso on pohjoisella tulotievaihtoehdolla erityisesti korkeampi MP5 ja MP6 asuinrakennusten luona, joissa melutaso ylittää tavoitellun 45 dB ohjearvon.

Luonnonsuojelualueiden osalta pohjoisen tulotien meluvaikutuksilla ei ole eroavaisuutta verrattuna eteläisen tulotien vaikutuksiin. Luonnonsuojelualueiden osalta tehdään meluntorjuntatoimenpiteitä kappaleen 3.2 mukaisesti. Tulotien linjauksen eri vaihtoehdoilla ei ole vaikutusta meluntorjuntatoimenpiteisiin.

Taulukossa (taulukko 3-2) on esitetty tarkastelupisteiden MP1-MP7 luona toteutuva vt 4 liikenteen tuottama melu sekä kaivoksen ja tieliikenteen yhteismelu, jotta kaivoksen aiheuttamaa vaikutusta kokonaismeluun voidaan arvioida. Tuloksissa on huomioitu pohjoisen tulotien vaikutus. Yhteismelulaskennan tuloksen yhteydessä on ilmoitettu kaivoksen tuotantovaiheen tuoma lisäys tarkastelupisteen keskiäänitasoon (arvo sulkeissa).

Taulukko 4-2. Tarkkailupisteiden MP1-MP7 luona toteutuva vt 4 liikenteen tuottama melu sekä kaivoksen ja tieliikenteen yhteismelu, pohjoinen tulotie.

	vt 4 liikenne		vt 4 liikenne + Tuotantovaihe 2	
	Päivä 07-22 [dB]	**Yö 22-07 [dB]**	**Päivä 07-22 [dB]**	**Yö 22-07 [dB]**
MP1 LS-alue	29	21	41 (+12)	39 (+18)
MP2 Pakkula	40	33	43 (+3)	38 (+5)
MP3 Sattanen, etelä	42	35	46 (+4)	40 (+5)
MP4 Sattanen, pohjoinen	49	41	50 (+1)	45 (+4)
MP5 Myllymaa	63	55	63 (+0)	58 (+3)
MP6 Puolakka	64	57	65 (+1)	60 (+3)
MP7 Hietakangas	43	35	44 (+1)	38 (+3)

Kaivoksen tuoma lisäys keskiäänitasoon on lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona 0–5 dB päivä- ja yöaikaan riippuen tarkastelupisteiden sijainnista. Kaivoksen toiminnan ja tieliikenteen yhteismelu ylittää ohjearvot tarkastelupisteissä MP4-MP6. Kohteet sijaitsevat lähellä valtatietä ja kaivoksen vaikutus ohjearvon ylittäviin päiväajan tuloksiin on vähäinen 0–1 dB. Yöaikaan kaivoksen liikenteen vaikutus on selkeämpi ja tieliikenteen melu kasvaa 3-4 dB verrattuna nykytilan mukaisen vt4 liikenteen aiheuttamaan meluun. Sattasen taajaman lähellä tietä sijoittuvien asuinrakennusten luona liikenteen melu on samaa luokkaa kuin MP5 ja MP6 tarkkailupisteiden luona, koska rakennukset sijaitsevat vastaavalla etäisyydellä valtatie 4:stä.

Luonnonsuojelualueiden luona toteutuvan yhteismelun (kaivos ja vt4 liikenne) osalta pohjoisen tulotien meluvaikutuksilla ei ole eroavaisuutta verrattuna eteläisen tulotien vaikutuksiin.

Yhteenvetona tuloteiden vaihtoehtotarkastelun tuloksien mukaan eteläinen tulotie aiheuttaa vähemmän ympäristömelua lähimpien asuin- ja lomarakennusten luona. Pohjoisella tulotiellä on melua aiheuttavia vaikutuksia erityisesti yöaikaan, jolloin melun häiritsevyys koetaan suurempana. Luonnonsuojelualuiden kannalta tulotien linjauksella ei ole merkitystä.

5 Kaivoksen sulkeminen

Kaivoksen sulkemisen aiheuttama melu koostuu liikenteestä ja purkutoiminnoista. Lisäksi melua voi aiheutua maanmuokkaustöistä ja maisemoinneista. Sulkemisen meluvaikutukset arvioidaan olevan pienemmät kuin rakentamis- ja tuotantoaikana. Sulkemisen jälkeen toiminta-alueelle ei jää merkittäviä melulähteitä.

6 Lähteet

ISO 226:2003. Acoustics -- Normal equal-loudness-level contours. International Organization for Standardization, Geneva, 2003.

FCG (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy) 2020. AA Sakatti Mining Oy, Sakatin kaivoshakkeen meluselvitys, Erillisraportti, 23.11.2020, P34694P002.

Sitowise 2019. Logistics study PFS-A for the Sakatti Cu-Ni-Pte-Au deposit, Northern Finland. 12.4.2019.

Suomen ympäristökeskus 2010. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa. 25/2010.

Suomen ympäristökeskus 2014. Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) luonnonkivituotannossa. 5/2014.

Ympäristöministeriö 2007. Melutta -hankkeen loppuraportti. Ympäristöministeriön raportteja 20/2007. Helsinki, 2007.

Ympäristöministeriö 1995. Ympäristömelun mittaaminen, Ohje 1/1995, Helsinki, 1995.

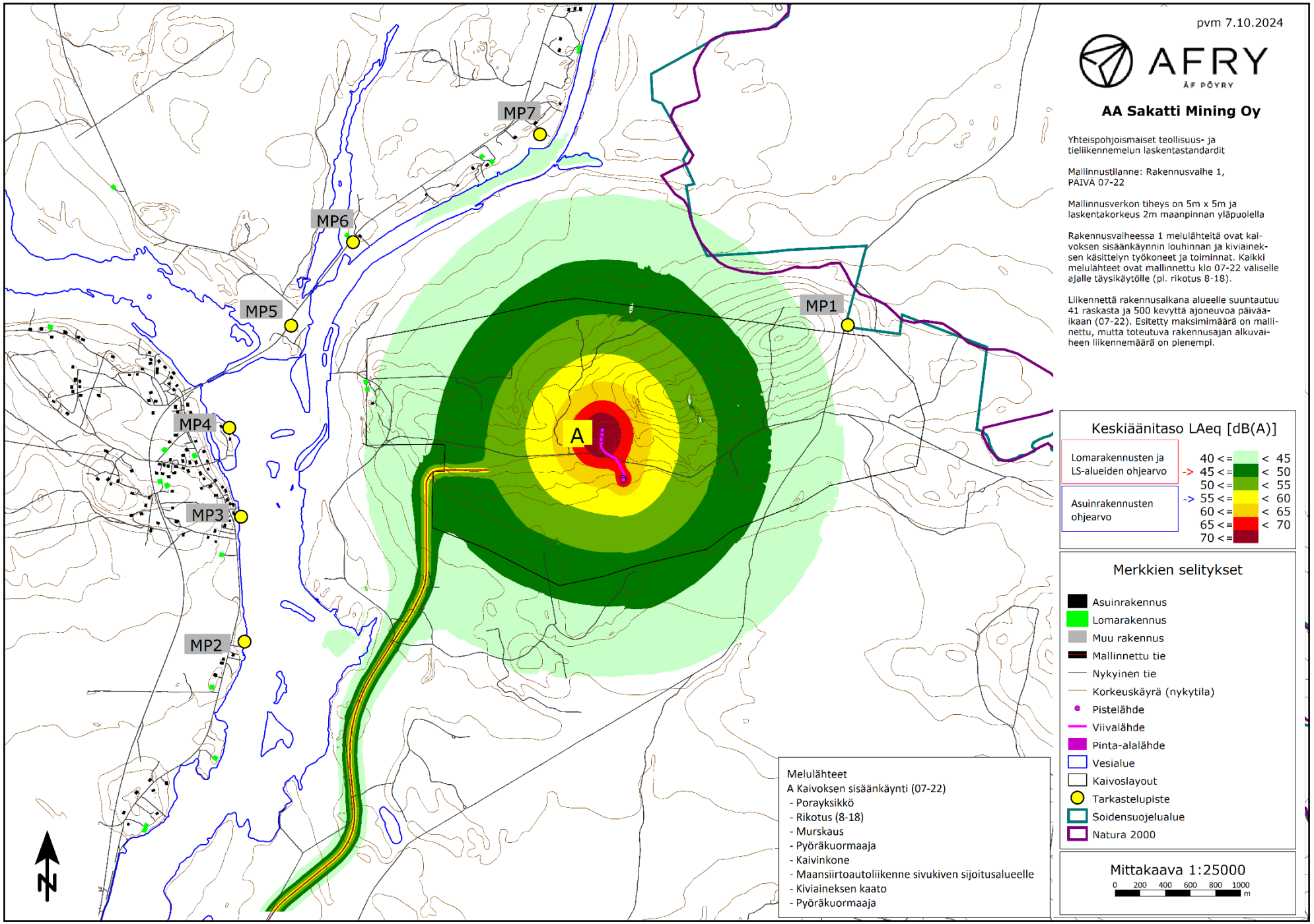
Liite 1. Mallinnuksessa käytetyt äänilähteiden äänitehotaso- ja taajuustiedot.

Melulähde	Mittaustieto: melulähteen äänitehotaso / taajuus	LWA [dB]	Taajuus terssikaistoittain [Hz]																											
			25	*32*	*40*	*50*	*63*	*80*	*100*	*125*	*160*	*200*	*250*	*315*	*400*	*500*	*630*	*800*	*1k*	*1,25k*	*1,6k*	*2k*	*2,5k*	*3,15k*	*4k*	*5k*	*6,3k*	*8k*	*10k*
Poraus	SY 2014/SY 2014	123	64	68	70	73	81	89	90	88	92	91	94	95	99	102	101	103	106	109	111	111	112	111	113	115	112	110	107
Rikotus	SY 2010 / AFRY*	115	52	58	66	70	71	79	79	84	88	94	95	96	101	101	103	106	105	107	105	104	104	103	99	96	91	86	77
Pyöräkuormaaja	SY 2010 / SY 2014	108	43	65	66	65	72	82	84	83	84	88	95	95	93	94	97	101	98	98	98	97	95	93	90	88	91	86	87
Murskaus	SY 2010 / AFRY*	124	69	73	81	86	89	97	107	99	103	104	107	110	113	112	113	114	114	115	114	114	111	110	109	105	103	101	98
Kaivinkone	SY 2010 / AFRY*	110	53	61	65	73	81	86	87	92	96	95	96	97	99	103	103	99	99	98	96	93	92	90	89	87	87	82	79
Maansiirtoauto	FCG 2020YVA / SY 2014	112	50	58	69	74	88	97	95	93	94	96	96	98	98	100	99	100	100	101	103	104	99	97	95	93	90	87	85
Kiviaineksen kaato	FCG 2020YVA / AFRY*	107	45	56	59	68	77	86	86	84	87	87	89	90	92	96	99	97	98	96	95	94	92	90	93	99	89	87	81
Kattopuhallin, pumppu, IV-kone	FCG 2020YVA / AFRY*	93	43	49	54	61	61	68	73	81	81	84	85	82	79	79	82	84	81	80	79	76	74	71	67	62	57	52	46
Kuljetin	FCG 2020YVA / AFRY*	73-/m	16	25	31	37	40	44	46	51	53	57	60	63	60	66	68	62	62	58	58	55	52	49	46	44	41	37	34
Kaivoksen ilmanvaihto puhallin Rakentamisvaihe/ Toimintavaihe	FCG 2020YVA / AFRY*	115/112	65	71	76	83	83	90	95	103	103	106	107	104	101	101	104	106	103	102	101	98	96	93	89	84	79	74	68
Murskauslaitos ja seula, hienomurskaus	FCG 2020YVA / AFRY*	116	54	60	77	80	83	95	94	91	100	99	98	100	102	108	107	105	107	106	104	105	102	101	99	97	94	91	89

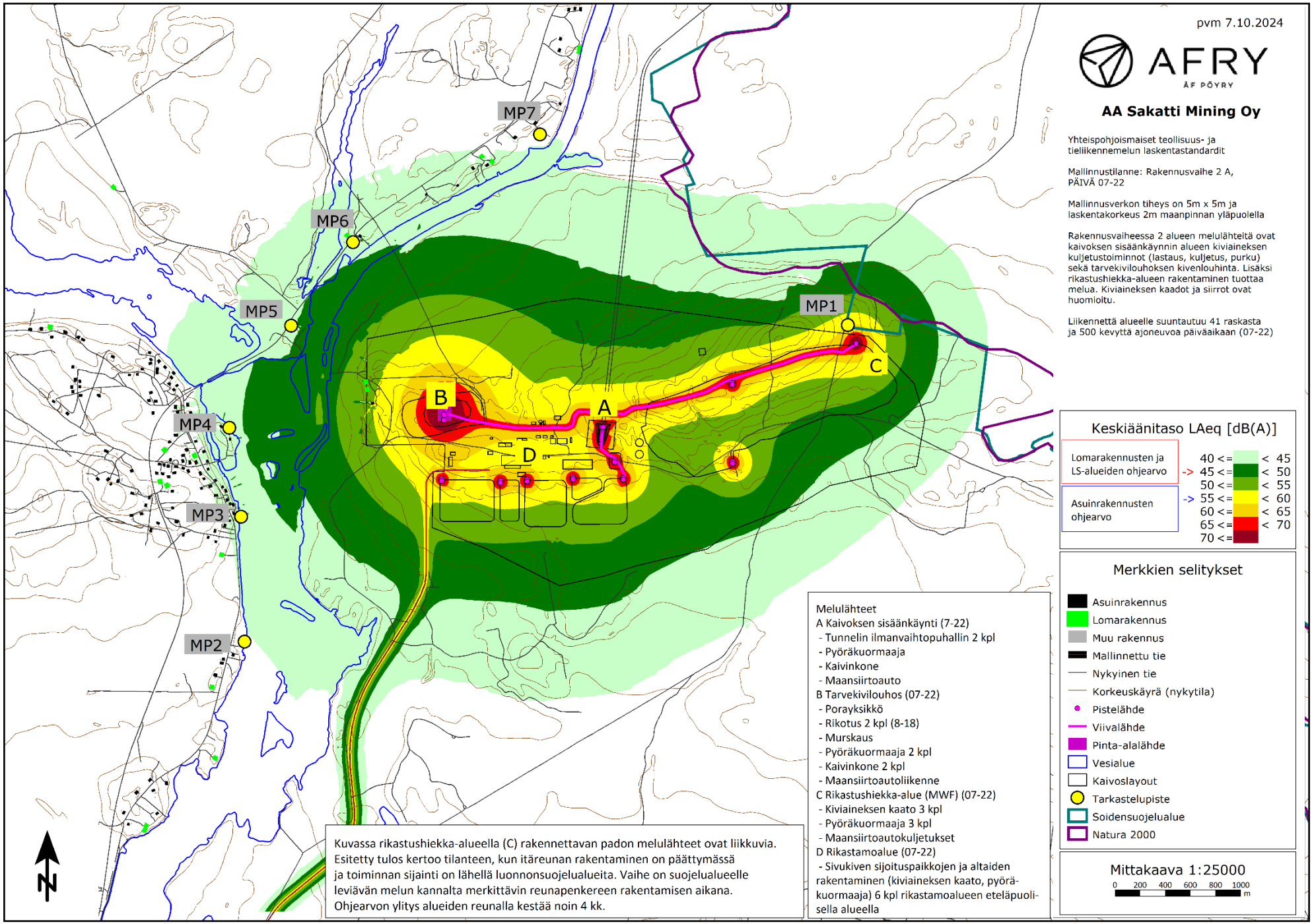
Melulähde	Mittaustieto: äänitehotaso / taajuus	LWA [dB]	Taajuus oktaavikaistoittain [Hz]								
			31	*63*	*125*	*250*	*500*	*1k*	*2k*	*4k*	*8k*
Puskutraktori/ täryjyrä	FCG 2020YVA /AFRY*	116/103	69	75	81	87	88	95	99	107	108

*Mallinnetun äänilähteen taajuustietona on käytetty AFRYn mittaustulosta vastaavalle äänilähteelle

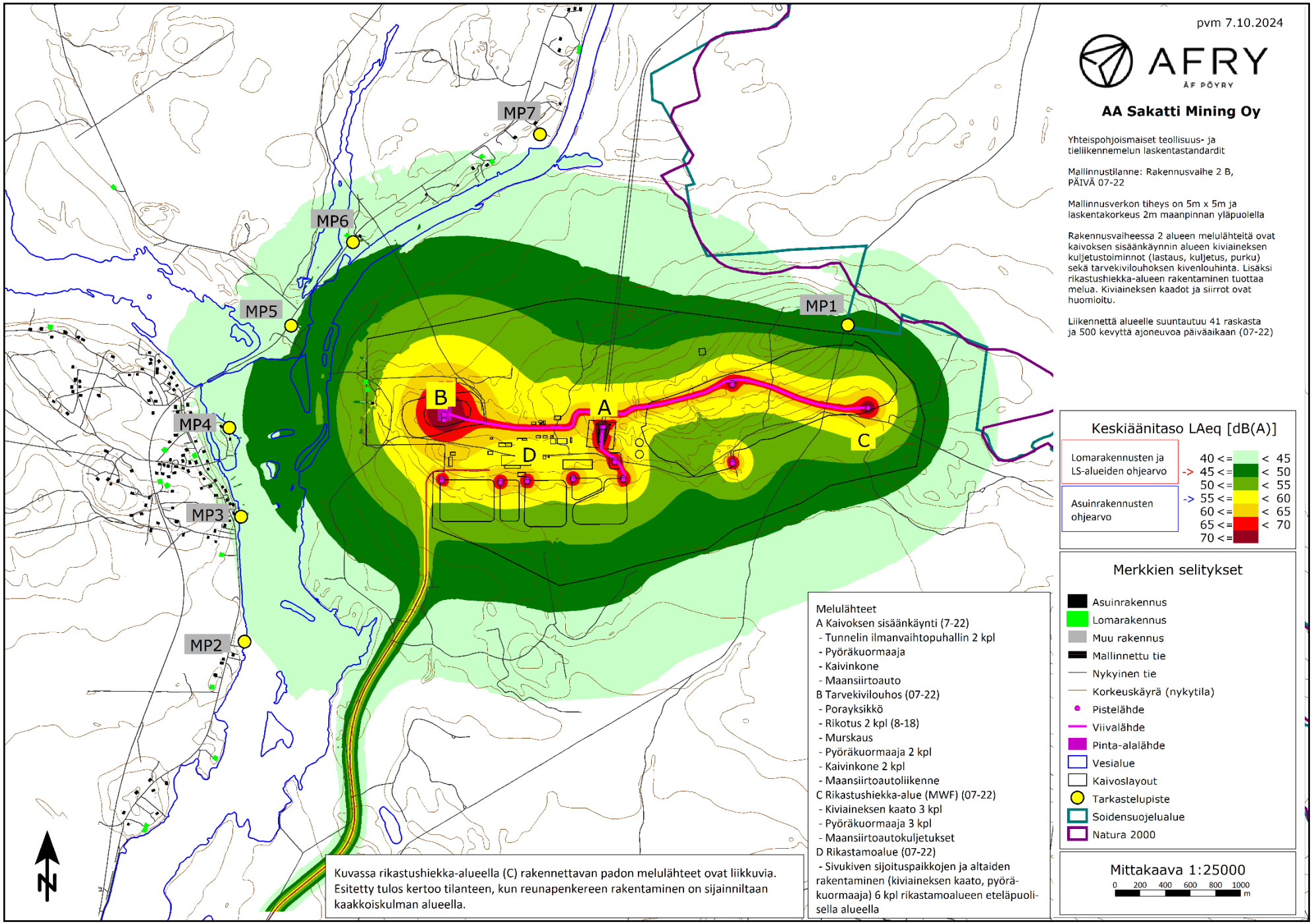
Liite 2. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 1 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



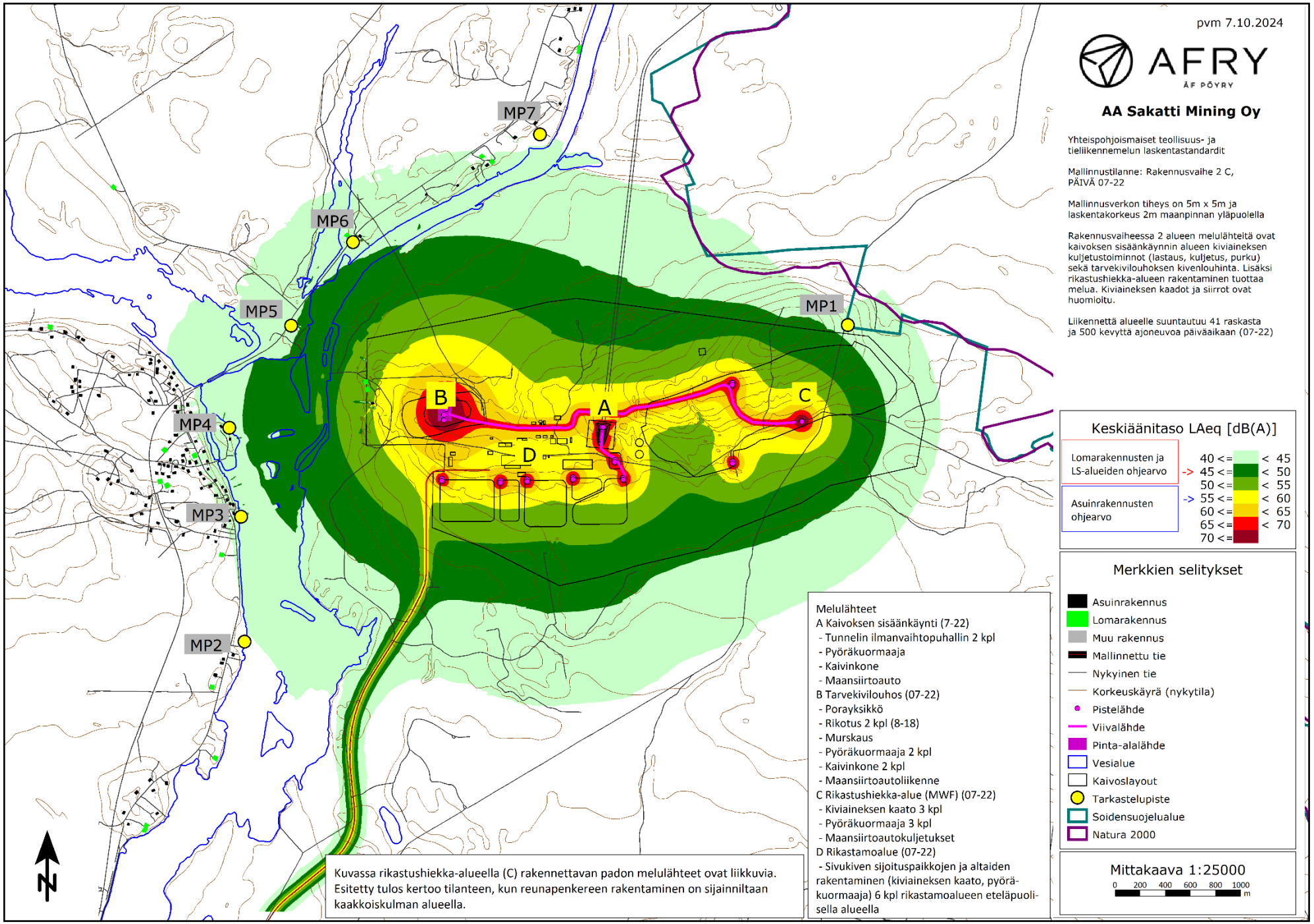
Liite 3. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 A - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



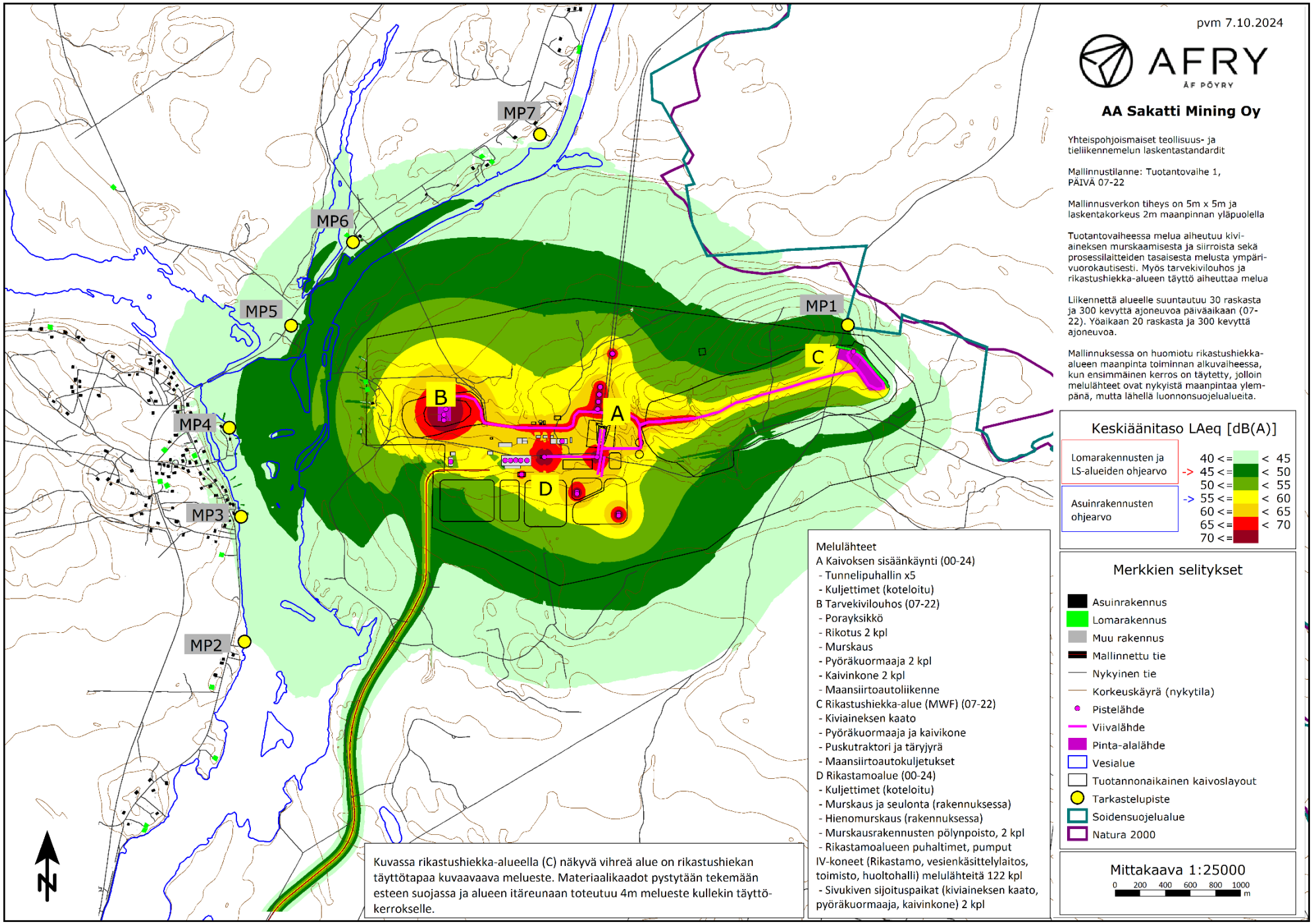
Liite 4. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 B - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



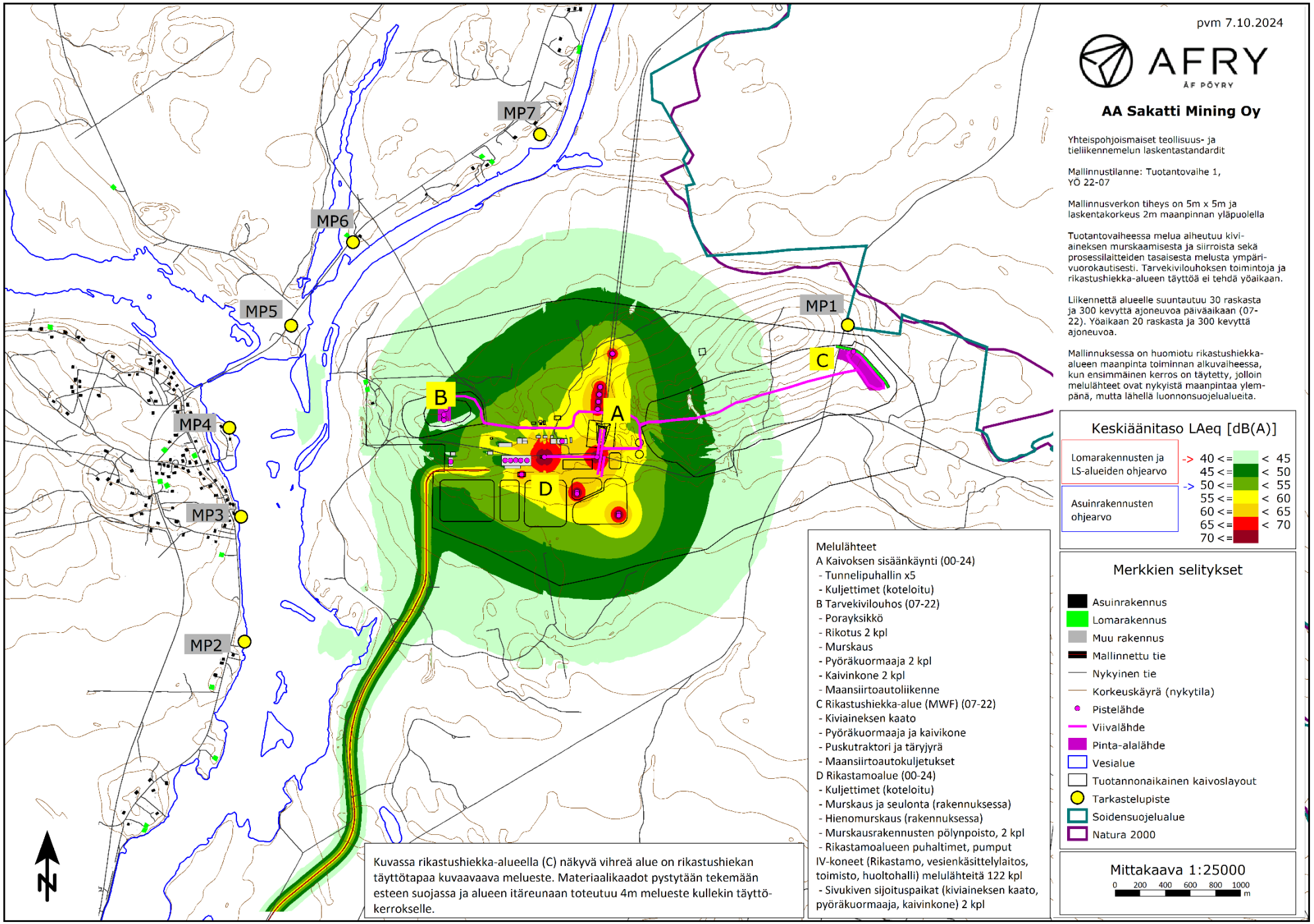
Liite 5. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 C - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



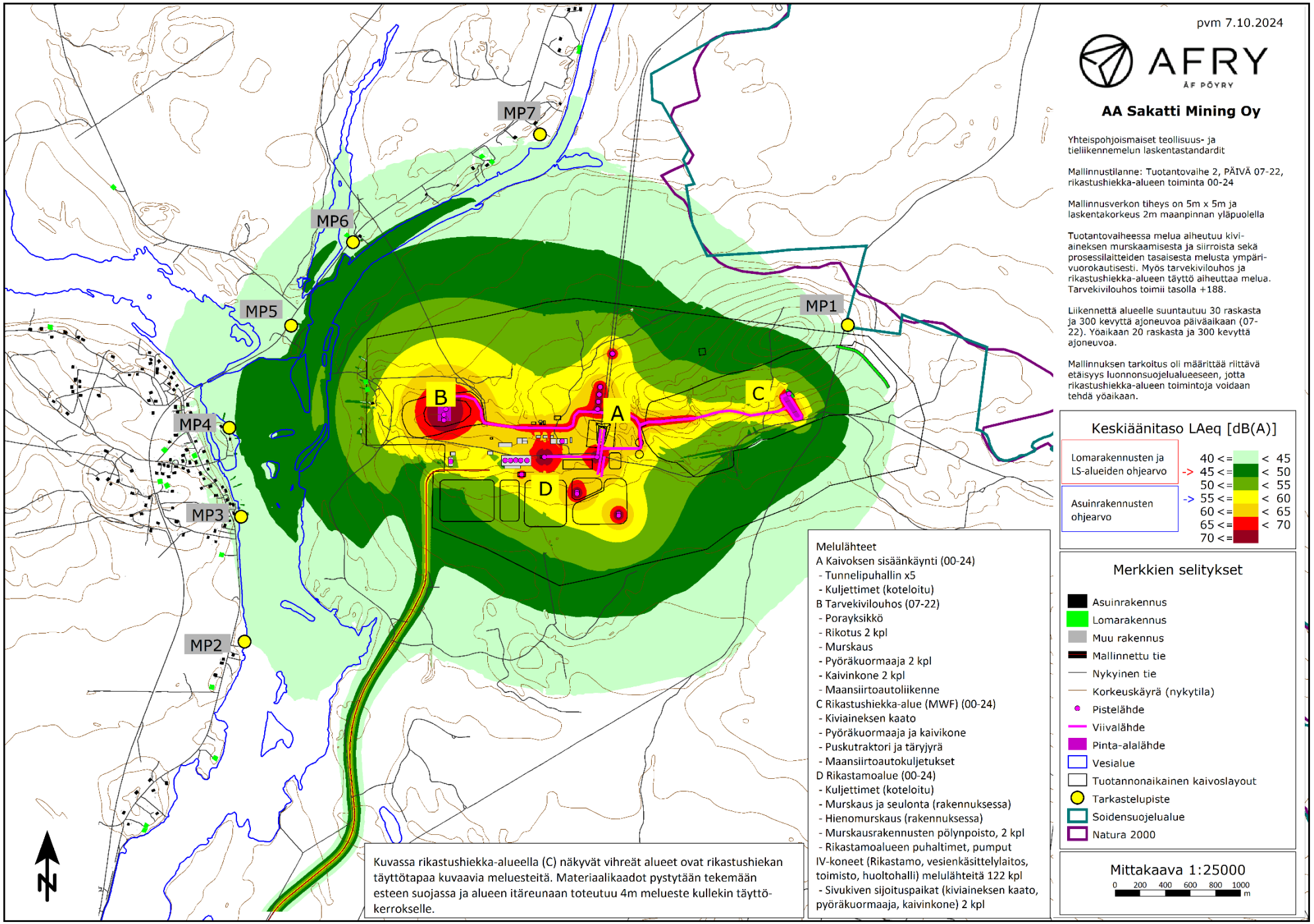
Liite 6. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 1 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



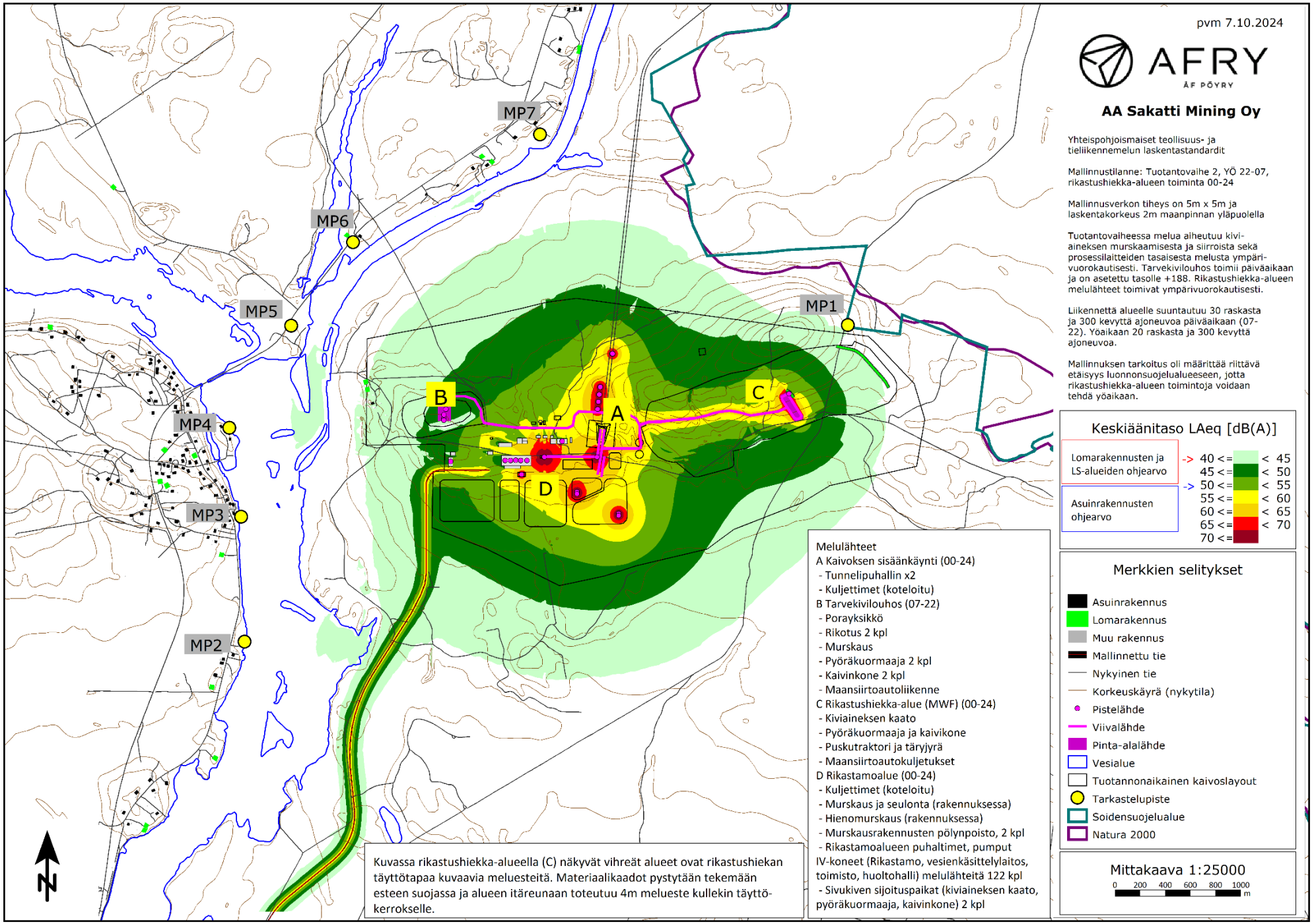
Liite 7. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 1 - LAeq YÖ klo 22-07



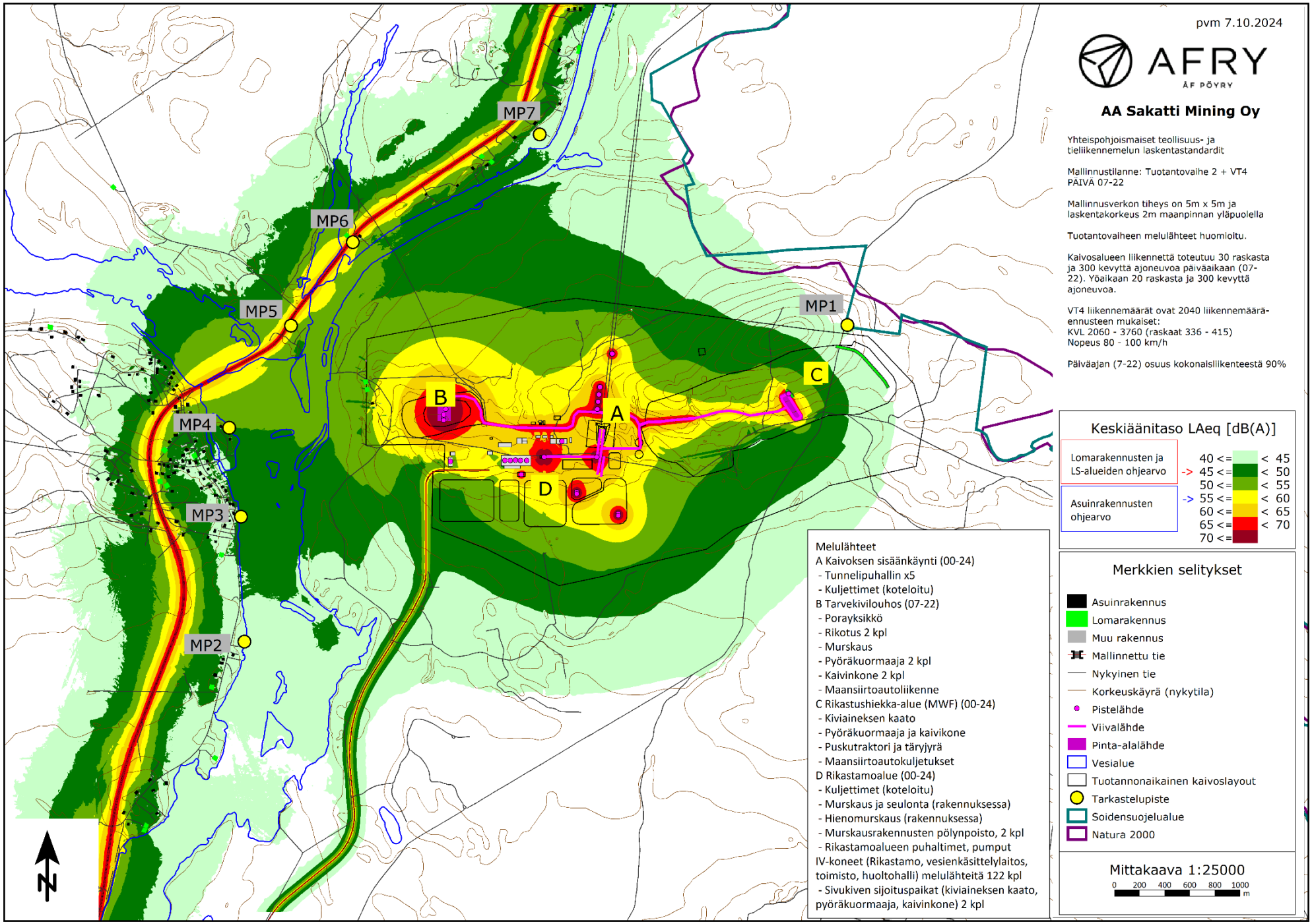
Liite 8. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 2 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



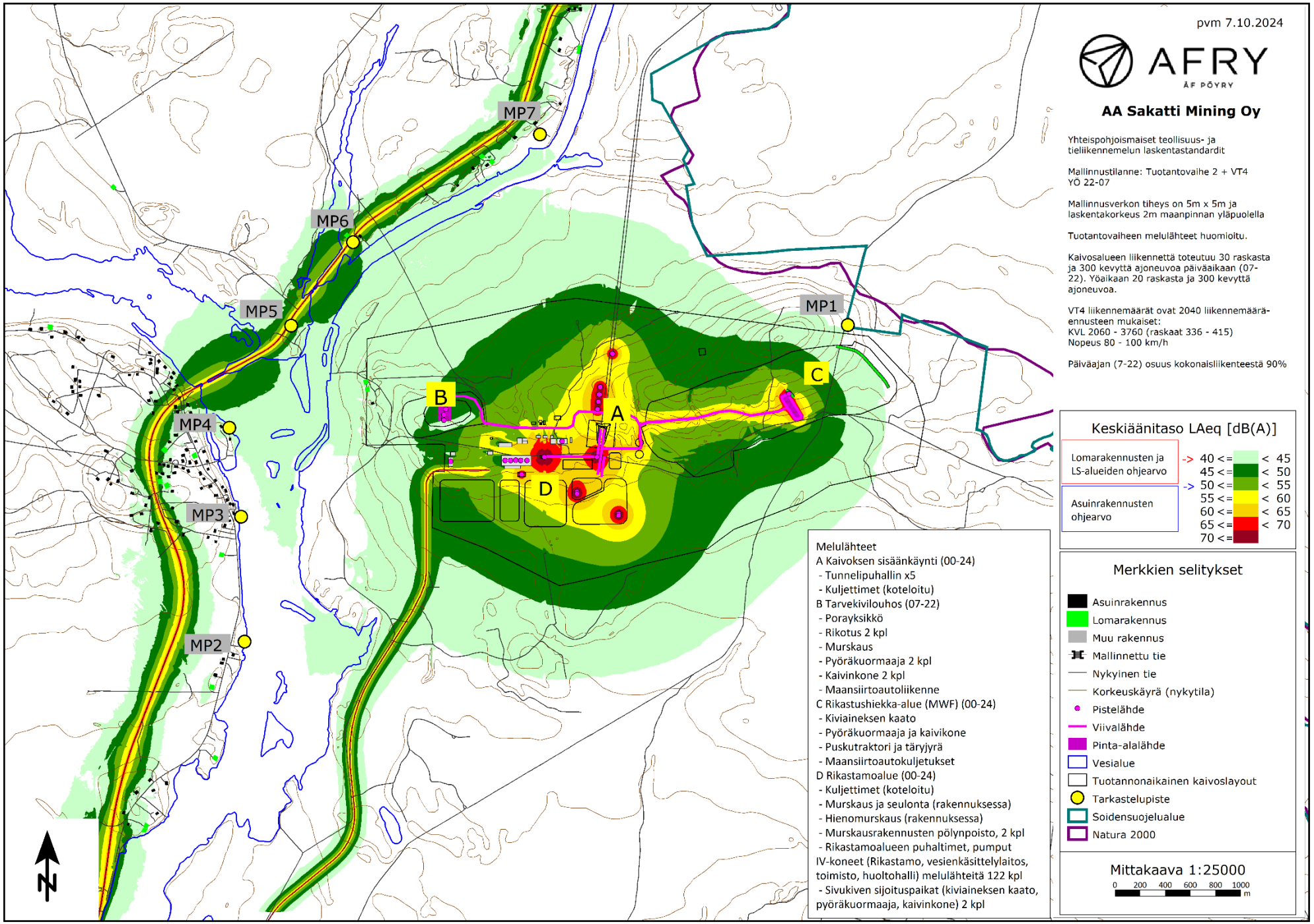
Liite 9. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 2 - LAeq YÖ klo 22-07



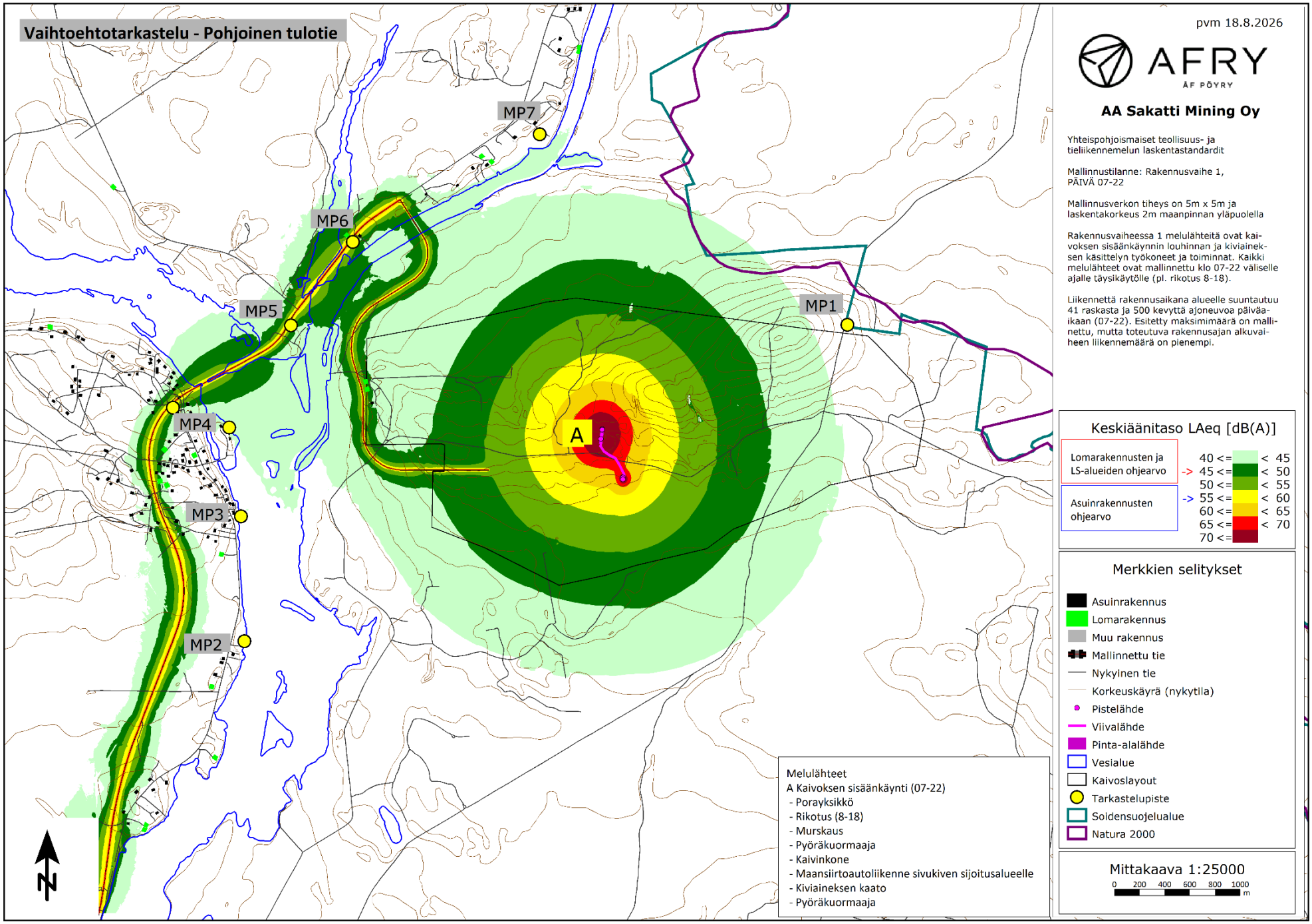
Liite 10. Melumallinnuskartta – Yhteismelu: Tuotantovaihe 2 + vt4 liikenne - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



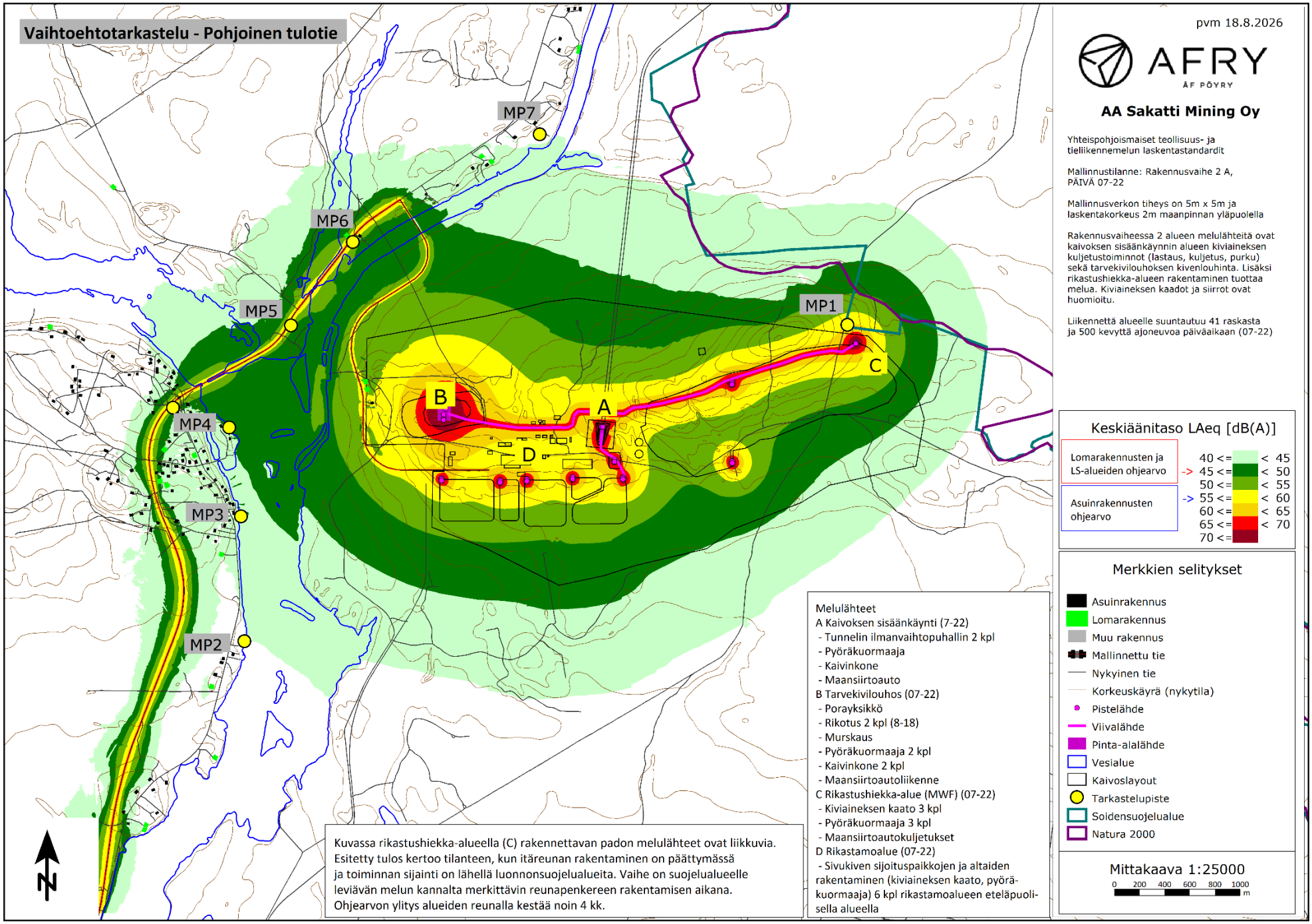
Liite 11. Melumallinnuskartta – Yhteismelu: Tuotantovaihe 2 + vt4 Liikenne - LAeq YÖ klo 22-07



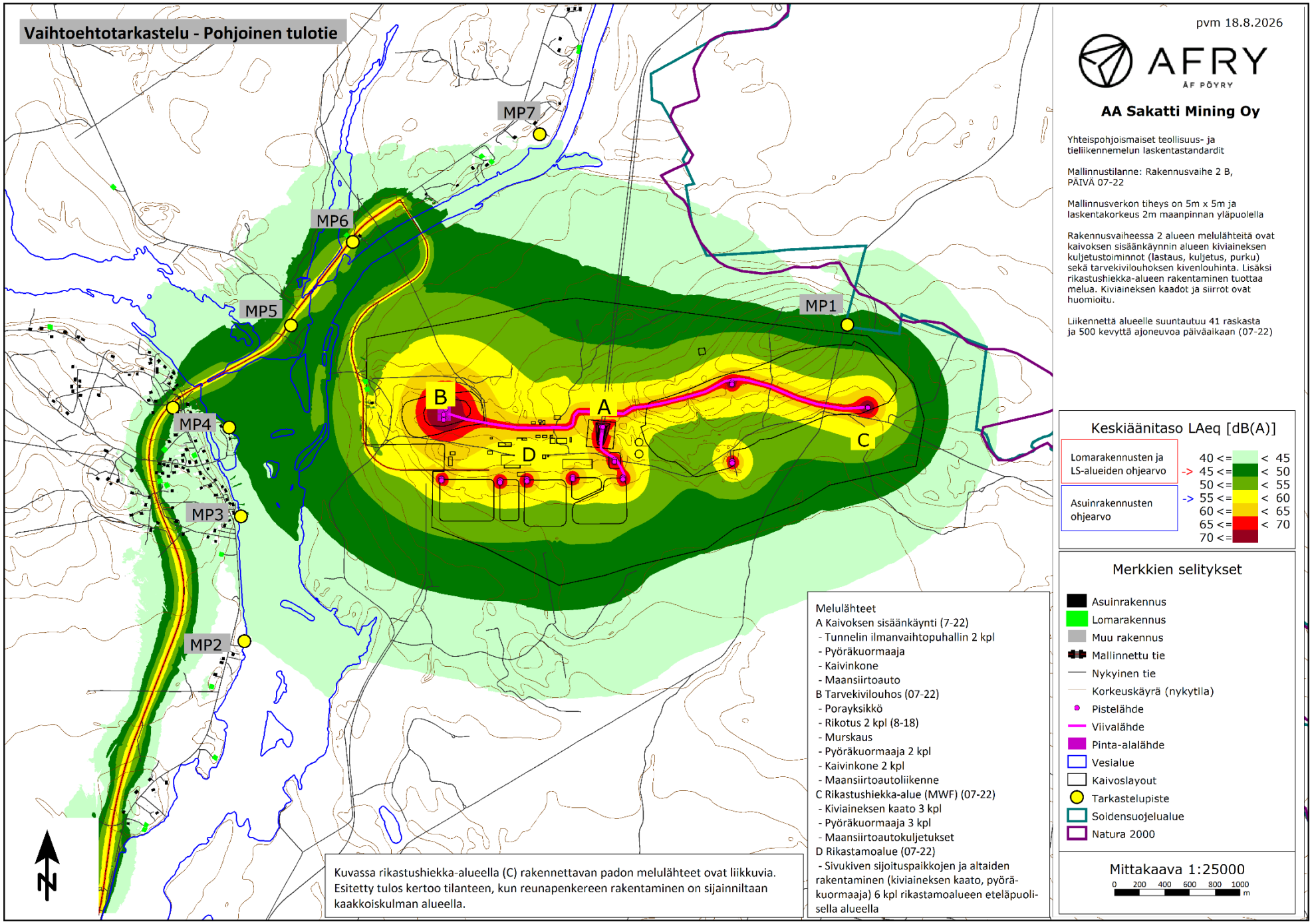
Liite 12. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 1 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



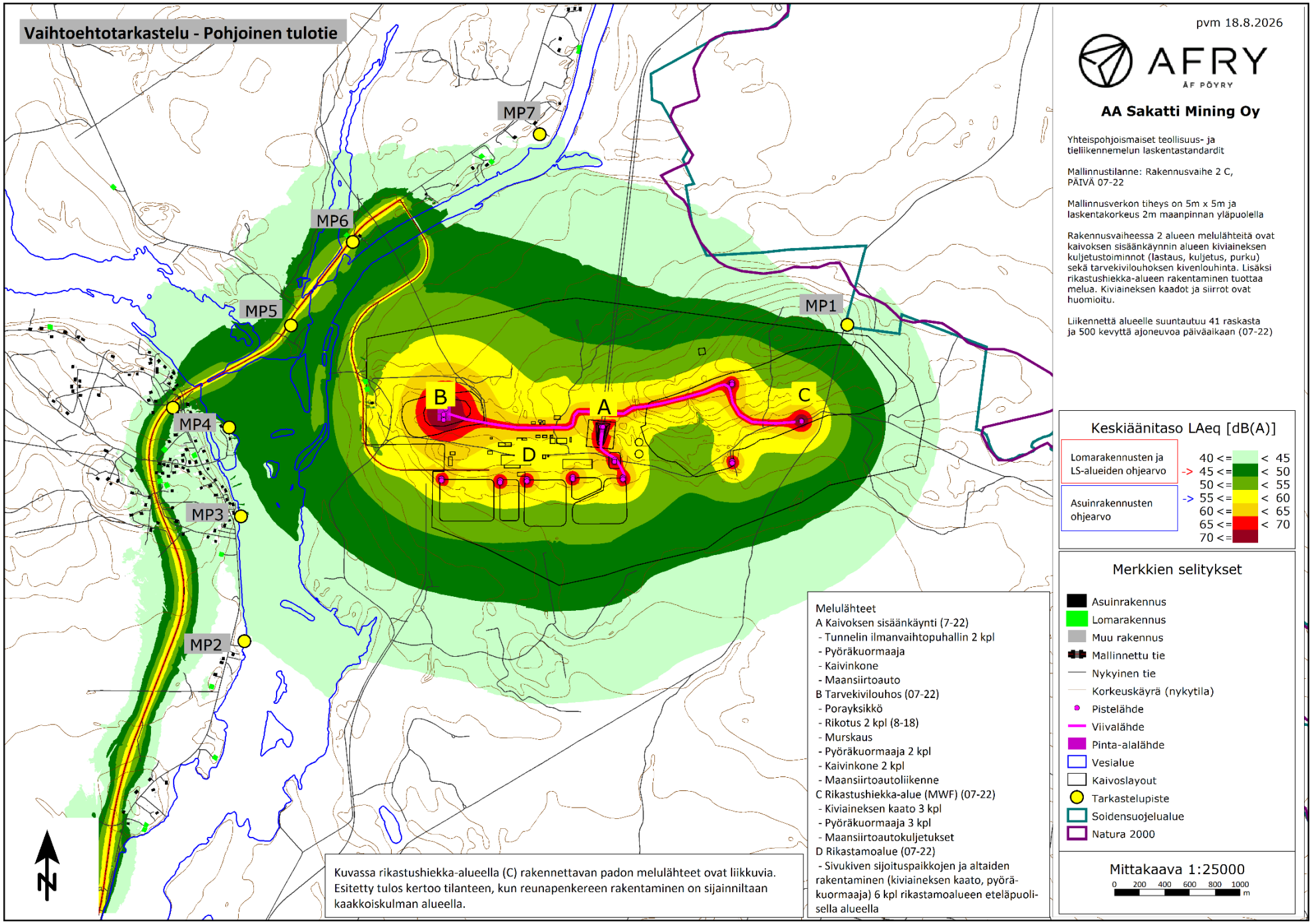
Liite 13. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 A - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



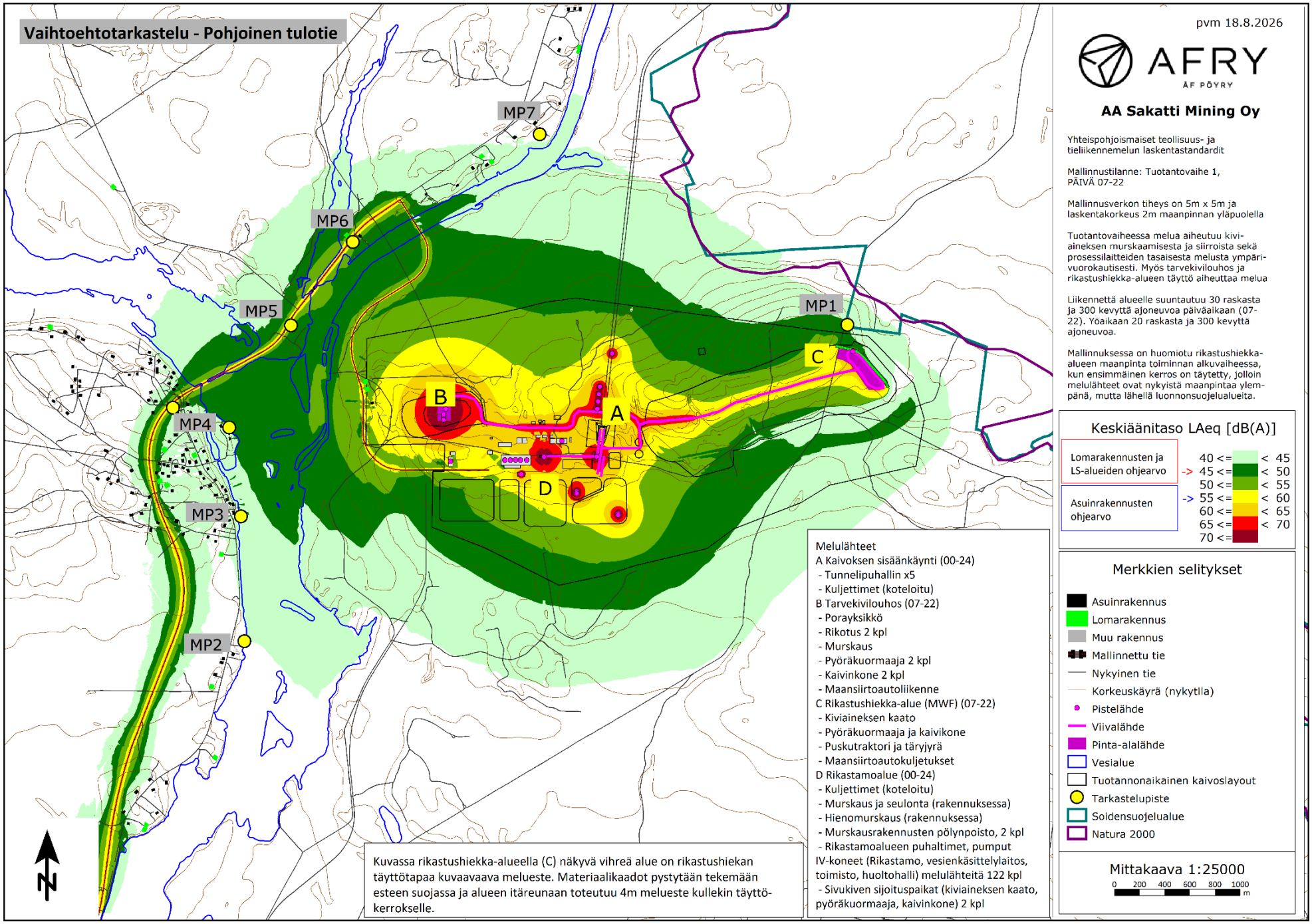
Liite 14. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 B - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



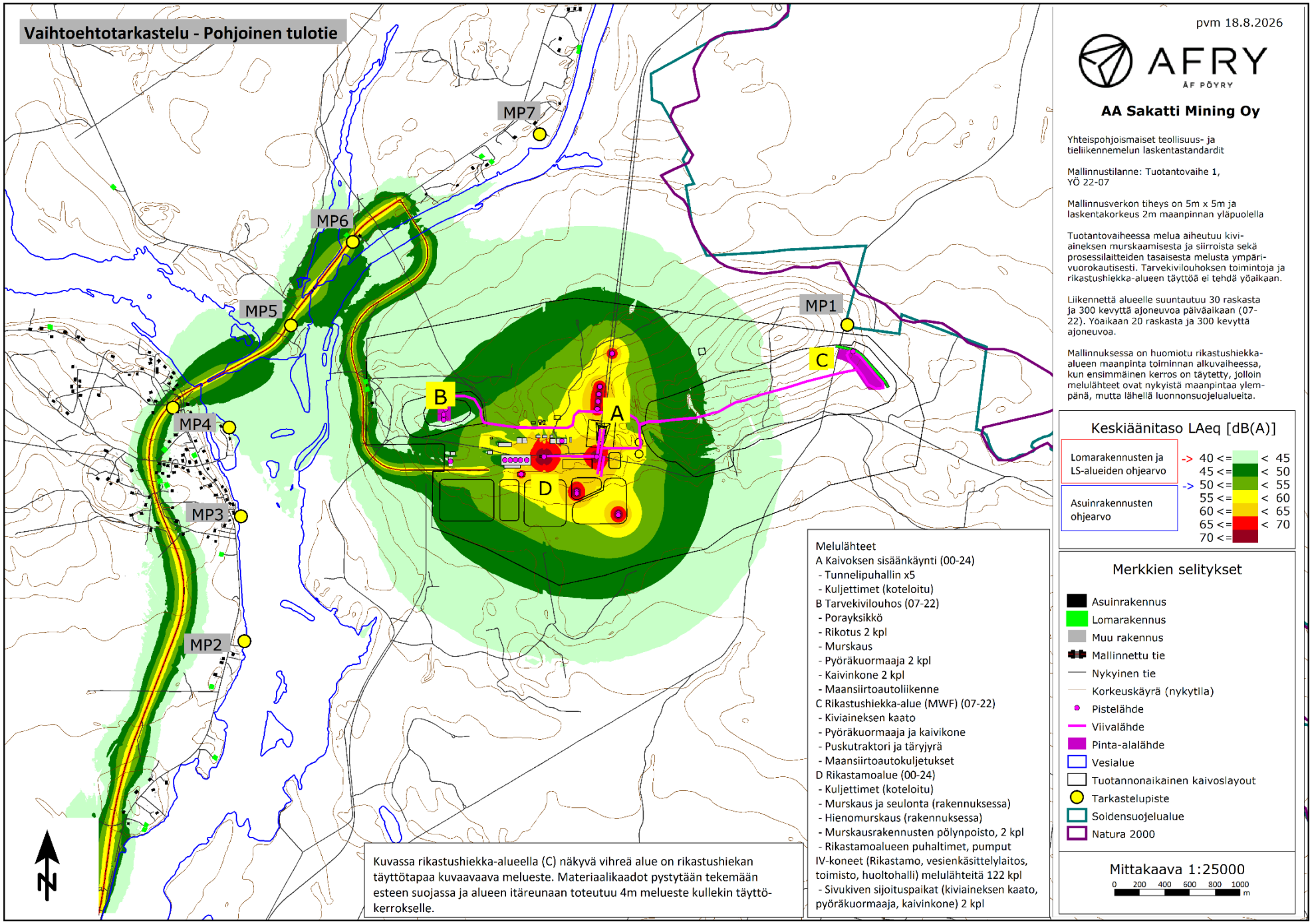
Liite 15. Melumallinnuskartta – Rakennusvaihe 2 C - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



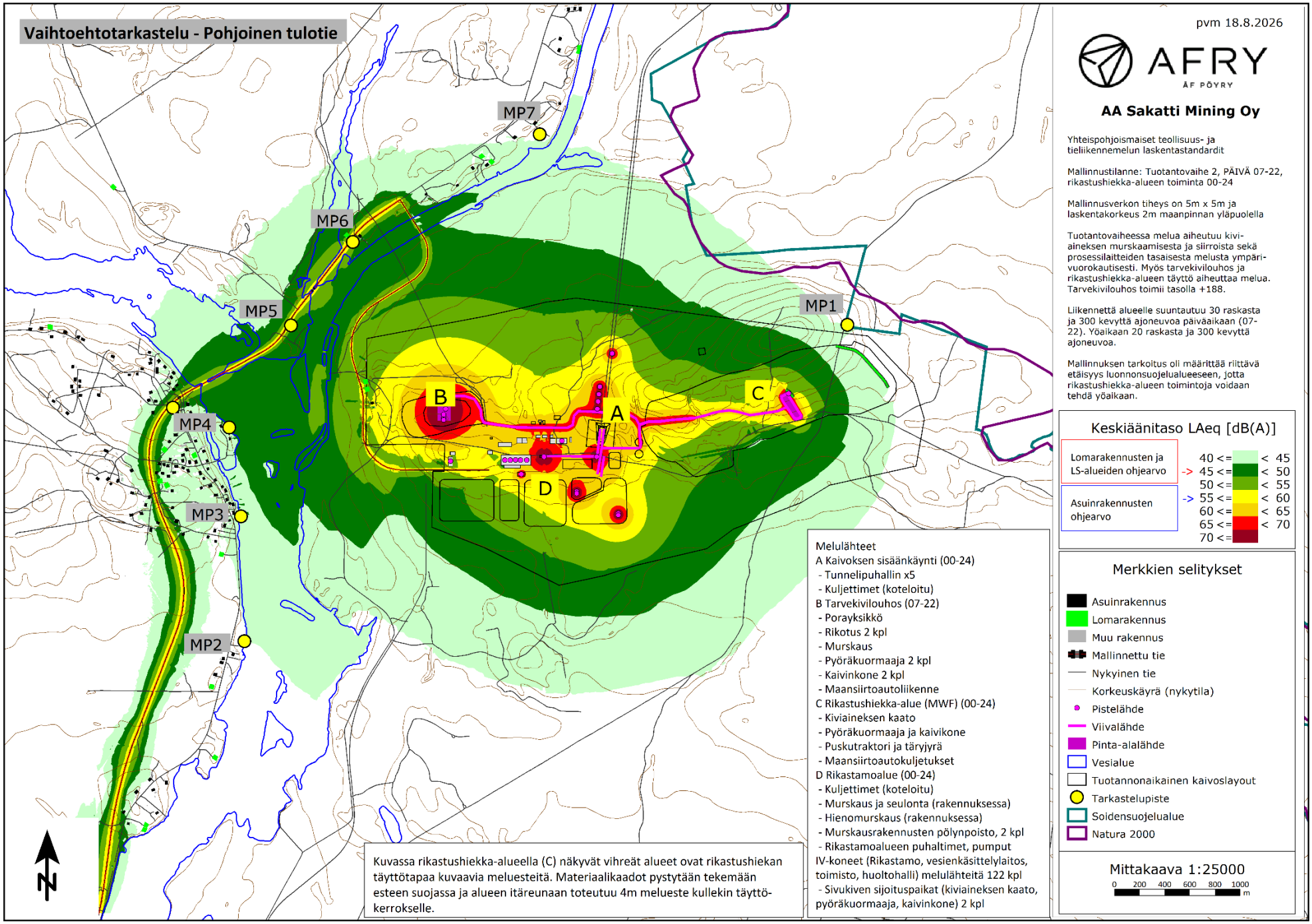
Liite 16. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 1 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



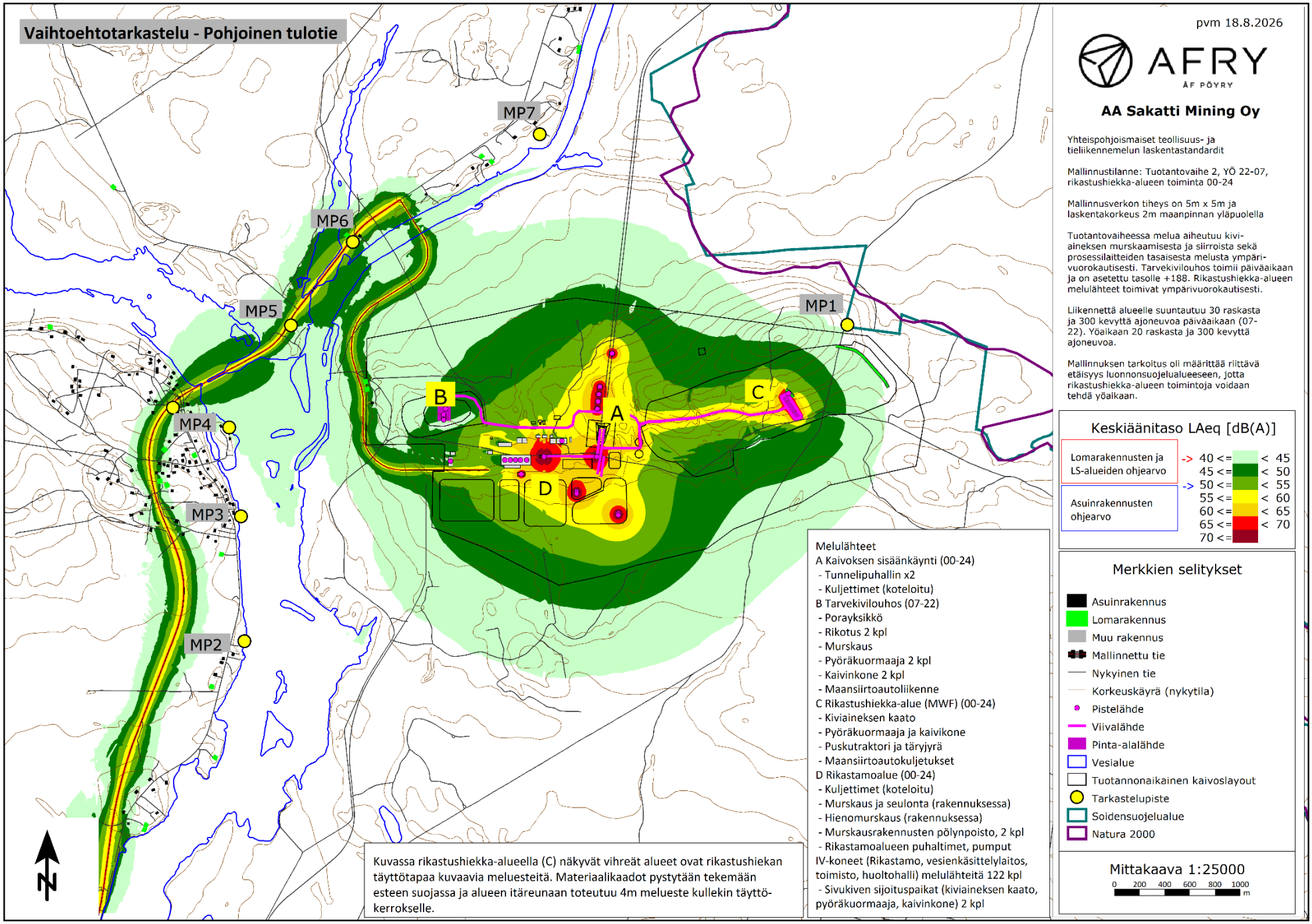
Liite 17. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 1 - LAeq YÖ klo 22-07



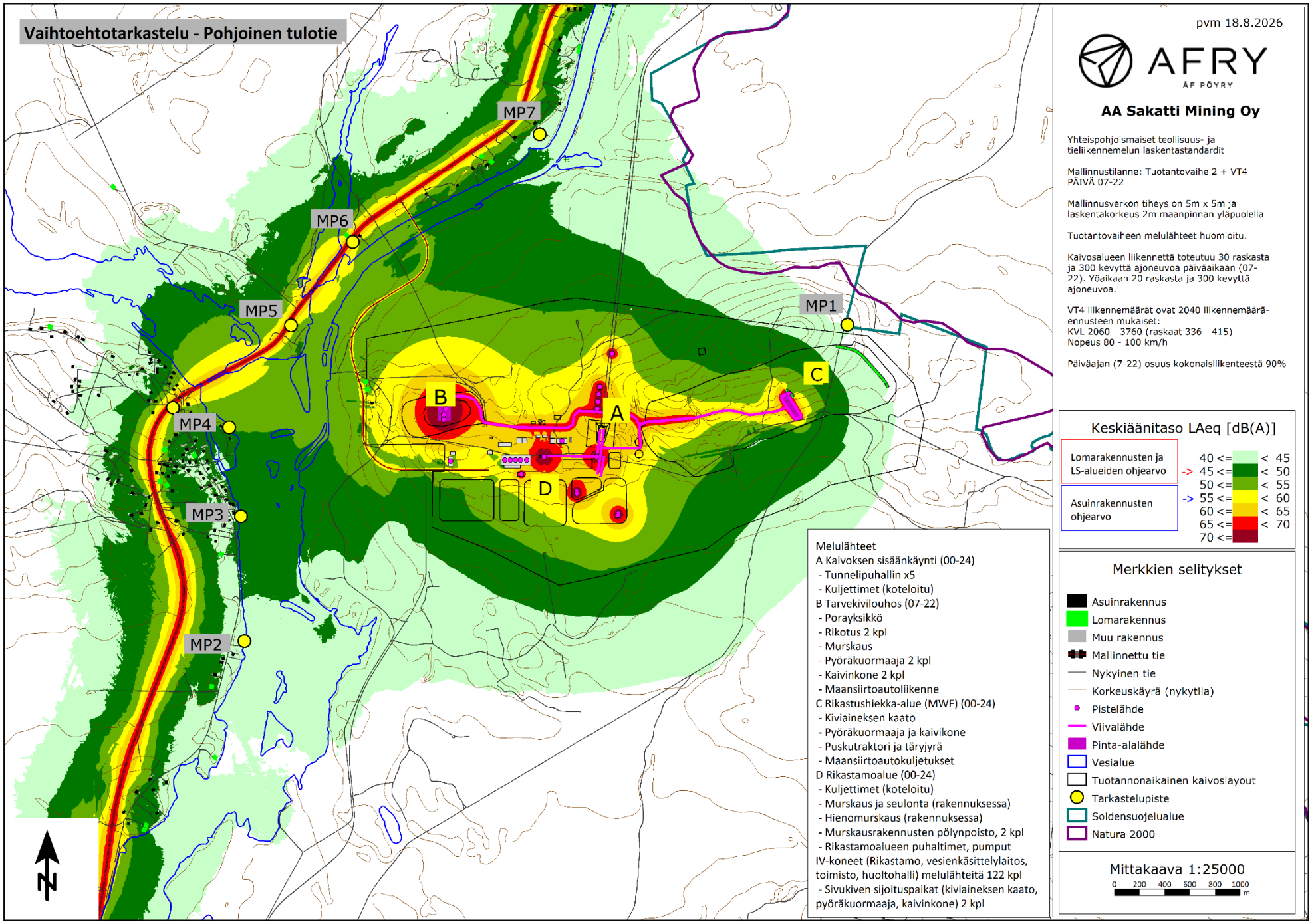
Liite 18. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 2 - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



Liite 19. Melumallinnuskartta – Tuotantovaihe 2 - LAeq YÖ klo 22-07



Liite 20. Melumallinnuskartta – Yhteismelu: Tuotantovaihe 2 + vt4 liikenne - LAeq PÄIVÄ klo 07-22



Liite 21. Melumallinnuskartta – Yhteismelu: Tuotantovaihe 2 + vt4 Liikenne - LAeq YÖ klo 22-07

