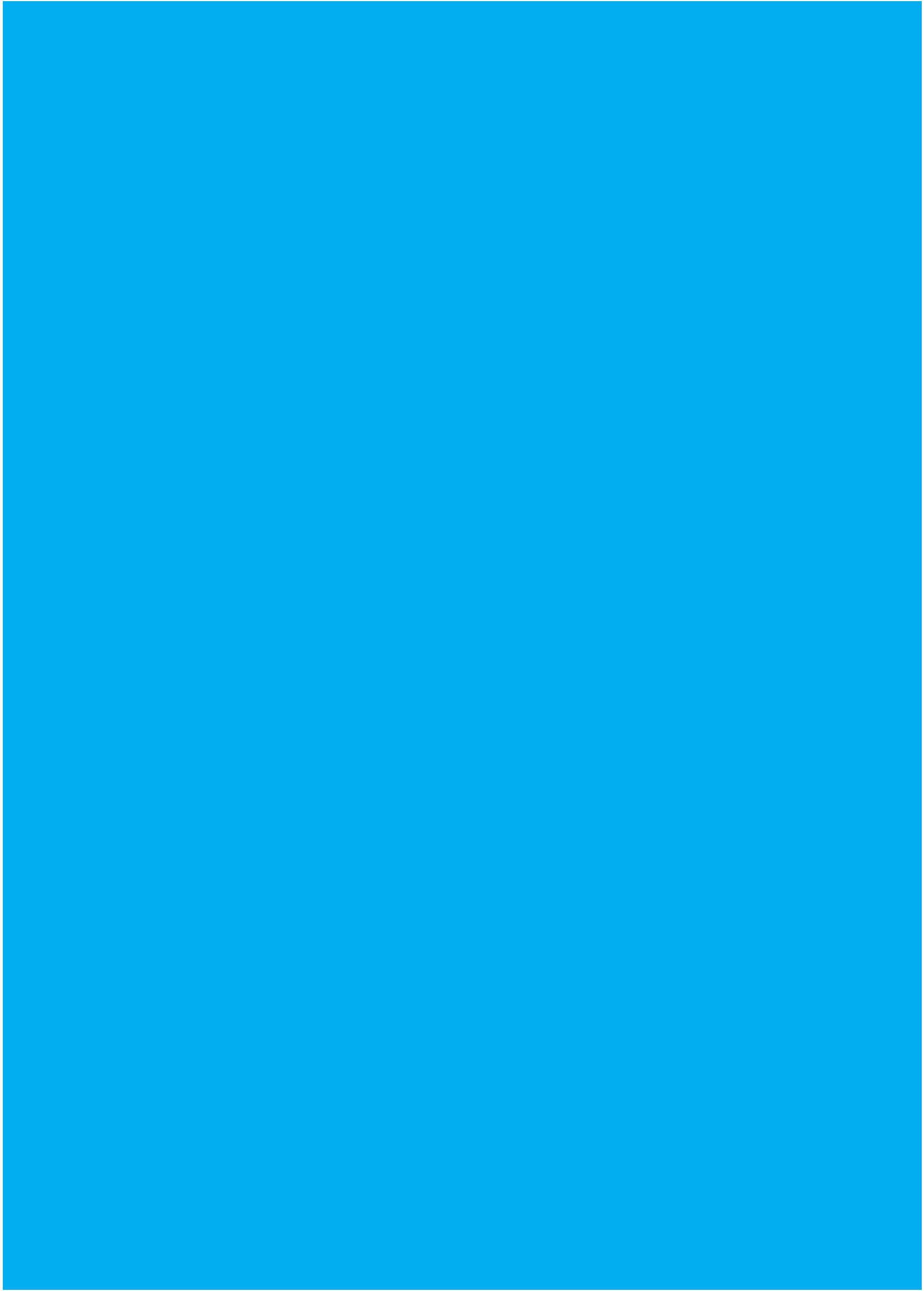


Liite 10

Tärinän perustilatutkimus



Northland Exploration Finland Oy
Pajalan and Kolarin rautamalmiprojektit
Tärinän perustilatutkimus
Raportti

Copyright © Pöyry Environment Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai mitään sen osaa ei saa kopioida tai tuottaa uudelleen ilman kirjallista lupaa Pöyry Environment Oy:ltä.

Copyright © Pöyry Environment Oy

Sisäinen asiakirjakontrolli

Asiakas	Northland Exploration Finland Oy
Otsikko	
Projekti	Soil and groundwater baseline study
Vaihe	

Projekti Nro

Luokitus
Piirustus/Rek./Sarja Nro.

Tiedoston nimi	Vibration_baseline_1.1-fin_tarkistettu.doc
Tiedoston sijainti	
Järjestelmä	Microsoft Word 2003

Ulkoinen osuus
Sisäinen osuus

Avustus
Vastuullinen BU

Tarkistukset: **Alkuperäinen**

Asiakirjan päiväys
 Kirjoittaja/sijainti/allekirjoitus

Hallinnan päiväys
 Tarkastaja/sijainti/allekirjoitus

A

Asiakirjan päiväys
 Kirjoittaja/sijainti/allekirjoitus

Hallinnan päiväys
 Tarkastaja/sijainti/allekirjoitus

B

Asiakirjan päiväys
 Kirjoittaja/sijainti/allekirjoitus

Hallinnan päiväys
 Tarkastaja/sijainti/allekirjoitus

Muutos viimeisessä tarkistuksessa

Tausta

Yhteyshenkilö

Urheilukatu 5-7

FI-96100 Rovaniemi

Finland

Kotipaikka Helsinki, Finland

Y-tunnus 0196118-8

Puh. +358 10 33280

www.environment.poyry.fi

Pöyry Environment Oy

Yhteenveto

Northland Resources Inc. ja sen tytäryhtiöt Suomessa ja Ruotsissa kehittävät Stora Sahavaaran ja Tapulin rautamalmikaivoksia Pajalassa, Ruotsissa ja Hannukaisen rautamalmikaivosta Kolarissa, Suomessa. Kaivosten lisäksi rikastamoita ja niihin liittyviä kuljetuksia ja muuta kaivosinfrastruktuuria kehitetään sekä Stora Sahavaarassa että Hannukaisessa. Rautarikaste voidaan pelletoida; tuotantolaitosten mahdollisia sijainteja ovat Rautuvaara ja Äkäsjokisuu Suomessa sekä Kaunisvaara Ruotsissa. Lopputuotteiden kuljetus edellyttää olemassa olevan rautatieinfrastruktuurin käyttöä. Tuotteet kuljetetaan pitkin Äkäsjokisuu / Rautuvaara - Kolari – Tornio- rautatietä Kemin satamaan. Muita satamavaihtoehtoja harkitaan myös Tornioon, Kalixiin, Luulajaan ja Narvikiin.

Tärinä on aaltoliikettä luotuna energialähteestä, muun muassa kivien räjäytyksestä tai liikenteestä. Tärinän osalta kriittisimmät tulevista toimista ovat kaivostoiminta itsessään ja lopputuotteiden rautatiekuljetus. Molemmat toimet voivat aiheuttaa tärinävaikutuksia ja niihin liittyviä vaikutuksia läheisiin rakennuksiin, rakenteisiin ja ihmisiin.

Tapulin kaivos tulee olemaan asumattomalla alueella, lähimmät asutut rakennukset sijaitsevat Kaunisvaaran kylässä, yli 3 km Tapulin avolouhokselta etelään. Ehdotettu Stora Sahavaaran kaivos sijaitsee Sahavaaran kylän vieressä, yhden asunnoista ollessa suunnitellun louhoksen rajojen sisällä. 20 asuntoa sijaitsee alle 500 metrin päässä tulevaisuuden avolouhoksesta. Räjäytyksien ja liikenteen tärinän minimointi on olennainen Stora Sahavaaran kaivoksen lähellä olevien asutuksen takia. Sahavaaran kylässä on noin 80 asukasta.

Hannukaisessa on pieni joukko vakituksia asuntoja ja kesämökkejä jotka sijaitsevat tien ja Äkäsjoen varrella. Kaksi asuntoa sijaitsee lähempänä kuin 500 metrin päässä suunnitellun avolouhoksen reunasta. Asuinrakennuksia ei ole louhoksen pohjoispuolella.

Maalaji ja -kerrokset vaikuttavat siihen, miten tärinä leviää maata pitkin. Leviäminen on merkittävintä pehmeissä ja kosteissa sedimenteissä - savet, liejut, lietteet ja turpeet. Savisia tai liejuisia maita ei tiedetä olevan alueella, mutta turve-esiintymät kattavat suuria alueita. Maaperä koostuu pääasiassa moreenista.

Nykyiseen liikenteeseen liittyvät tärinävaikutukset johtuvat pelkästään raskaasta liikenteestä alueella. Kaivostoimintaan liittyvää tärinää, kuten räjäytyksiä ei tällä hetkellä tapahdu alueella. Raskaan teollisuuden toimintaa ei ole tällä hetkellä minkään suunnitellun kaivoksen alueella.

VTT:n esittämien suojaetäisyyksien ja pääteiden keskimääräisen vuorokausiliikenteen perusteella, tärinä on tällä hetkellä merkityksetön asia kaikilla alueilla. Satunnainen vilkas liikenne ei vaadi turvaetäisyyttä värähtelyn lähteestä. Jos raskaanliikenteen määrä kasvaa merkittävästi, suojaetäisyys on 15 metrin päässä teistä, koska maaperä alueilla on pääasiassa kovaa moreenia, soraa tai hiekkaa. 12 rakennusta on lähempänä kuin 15 metrin päässä teistä 99, 940 ja 21. Yli puolet niistä on asumattomia latoja / varastoja.

Sisällysluettelo

Yhteenveto

1	YLEISTÄ	2
1.1	Projektin kuvaus	2
1.2	Tärinän perustilanteen laajuus	2
2	TÄRINÄ	3
2.1	Tärinän perusteet	3
2.2	Tärinän raja-arvot	4
2.2.1	Rakenteelliset vahingot	4
2.2.2	Häiriöt ihmisille	6
2.2.3	Paineaalto	6
2.3	Tärinää koskeva lainsäädäntö	7
	TUTKIMUSALUEIDEN KUVAUKSET	9
2.4	Tapuli ja Stora Sahavaara	9
2.4.1	Tärinän mittaustulokset Stora Sahavaaran koelouhoksella	10
2.5	Hannukainen	11
2.6	Muut tutkimusalueet	12
3	NYKYINEN TOIMINTA JA TÄRINÄ TUTKIMUSALUEELLA	14
4	LOPPUPÄÄTELMÄT	16

Lähteet

1 YLEISTÄ

1.1 Projektin kuvaus

Northland Resources Inc. (Northland Exploration Sweden AB, Northland Exploration Finland Oy) kehittää Stora Sahavaaran ja Tapulin rautamalmikaivoksia Pajalassa, Ruotsissa ja Hannukaisen rautamalmikaivosta Kolarissa, Suomessa (kuva 1). Kaivosten lisäksi rikastamoita, niihin liittyviä kuljetuksia ja muuta kaivosinfrastruktuuria kehitetään sekä Stora Sahavaarassa että Hannukaisessa. Kaivostoiminta edellyttää rikastushiekan käsittelyä ja varastointia, sivukiven läjitysalueita ja muuta tarvittavaa kaivosinfrastruktuuria kaikkiin kohteisiin. Rikaste Tapulin, Stora Sahavaaran ja Hannukaisen kaivoksista käytetään mahdollisesti syötteenä pellettointiin. Mahdollisia pellettitehtaan sijainteja pohditaan parhaillaan, vaihtoehtoja ovat muunmuassa: Rautuvaara ja Äkäsjokisuu Suomessa sekä Kaunisvaara Ruotsissa. Muita sijainteja ja vaihtoehtoja voidaan harkita projektin kehittyessä.

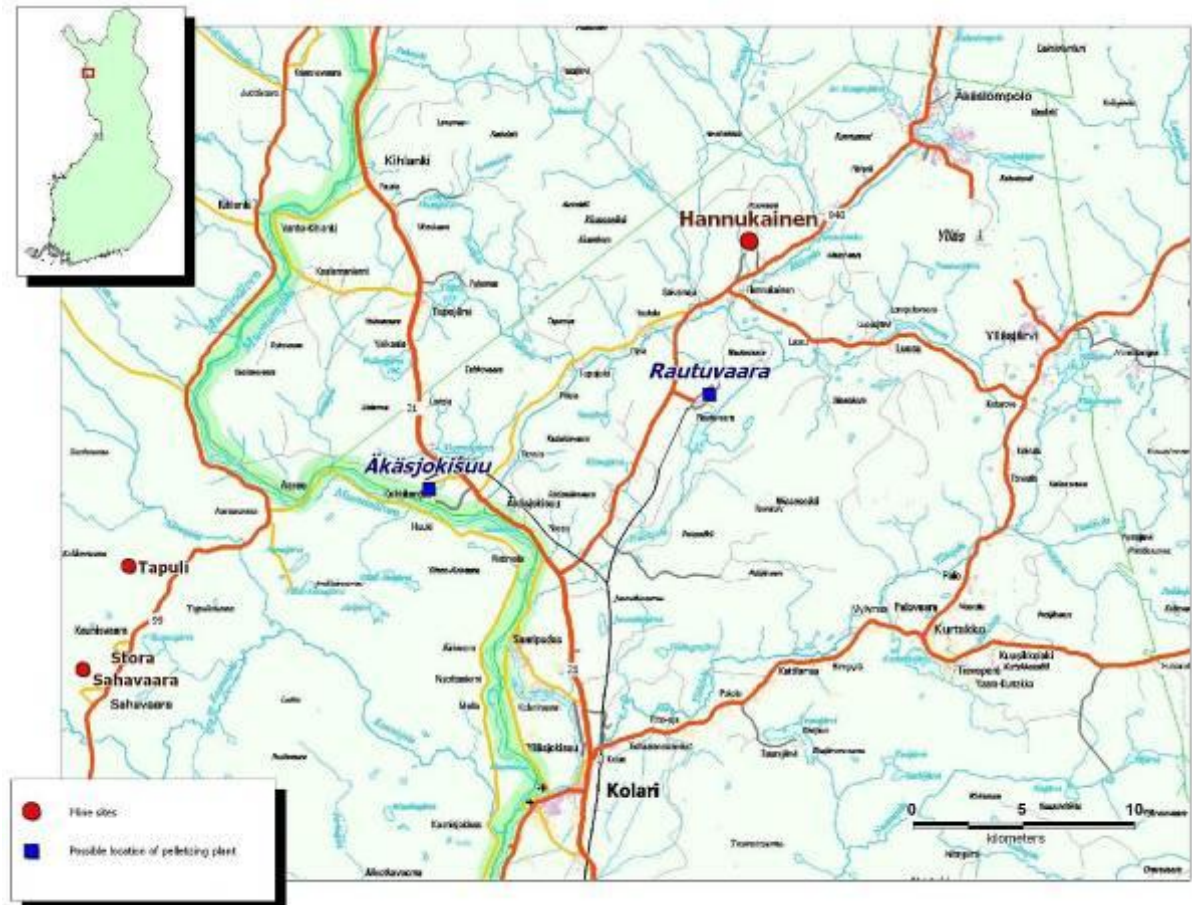
Lopputuotteiden kuljetus edellyttää olemassa olevan rautatieinfrastruktuurin käyttöä. Tämä infrastruktuuri tarvitsee kunnostamista, jotta sen kautta voidaan kuljettaa rikastetta jopa 13 miljoonaa tonnia vuodessa Äkäsjokisuu / Rautuvaara - Kolari - Tornio rautatietä pitkin. Tällä hetkellä satamavaihtoehtoa tutkitaan, mutta mahdollisina vaihtoehtoina ovat lukuisat Perämeren satamat mm. Kemi, Tornio, Kalix ja Luleå. Lisäksi tutkitaan toista satamaa, joka sijaitsee Atlantin rannikolla Narvikissa. Tuotteiden kuljettaminen Narvikiin vaatisi uuden rautatien Svappavaaraan joka vähentäisi liikenteen kuormitusta Äkäsjokisuu / Rautuvaara - Kolari - Kemi rautatiellä.

Tärinän osalta kriittisimmät tulevista toimista ovat varsinainen kaivostoiminta ja lopputuotteen rautatiekuljetukset. Tärinän lähde kaivostoiminnassa on pääasiassa räjäyttämisen, mutta myös lastaus ja kuljetukset voivat aiheuttaa tärinävaikutuksia. Kaivostoiminnasta ja liikenteestä lähtevä tärinä voi aiheuttaa vaurioita läheisiin rakennuksiin sekä rakenteisiin ja häiritä ihmisiä.

Nykyiseen liikenteeseen liittyvät tärinävaikutukset johtuvat vain raskaiden ajoneuvojen liikenteestä alueella (mm. metsätalous). Kaivostoimintaan liittyviä tärinävaikutuksia, kuten räjäytyksiä ei tällä hetkellä tapahdu. Tällä hetkellä yhdelläkään kaivosalueella ei ole raskasta teollisuustoimintaa.

1.2 Tärinän perustilanteen laajuus

Tässä tutkimuksessa tärinäolosuhteet kaivoksilla on kuvattu käyttäen vain laadullisia menetelmiä. Rautatien osalta arviointi edellyttää lisäkeskusteluja suomalaisen ratahallintokeskuksen, nyk. liikenneviraston kanssa (RHK), joka vastaa tärinän aiheuttamista ongelmista rautatieliikenteessä. Jos Ruotsin rautatieyhteydet on otettava huomioon, tarvitaan vastaavia keskusteluja Ruotsin rautatieviranomaisten kanssa (Banverket).



Kuva 1. Yleiskartta tutkimusalueesta.

2 TÄRINÄ

2.1 Tärinän perusteet

Tärinä on aaltoliikettä joka aiheutuu energialähteestä, muun muassa kivien räjäytyksestä tai liikenteestä. Kun tärinä välittyy maan kautta, sitä kutsutaan etenemiseksi. Kun tärinääallot siirtyvät pois energialähteestä värähtely vähenee tai vaimenee. Maalaji ja -kerrokset vaikuttavat siihen, miten tärinää leviää maassa. Leviäminen on merkittävintä pehmeissä ja kosteissa sedimenteissä - savet, siltit, lietteet ja turpeet.

Tärinä on ympäristöriski joka on verrattavissa meluun. Tärinän vaikutukset tulisi ottaa huomioon suunnittelun alkuvaiheissa ja rakentamistoiminnassa, jotta rakennukset ja ihmiset eivät altistu tärinälle. Yleensä ihmiset kokevat tärinästä häiriötä, joka vähentää asumismukavuutta sekä vaikuttaa heidän elämänlaatuunsa. Maan tärinä, varsinkin kun se syntyy räjäytystoiminnasta, voi aiheuttaa rakenteellisia vaurioita rakennuksiin.

Kaivostoimintaa esiintyy toisinaan suhteellisen lähellä asuinrakennuksia, jotka siten altistuvat tärinälle. Tärinää, joka aiheutuu räjäyttämisestä, voidaan vähentää esimerkiksi kaivosteknisillä toimenpiteillä, räjähteiden kokoa pienentämällä, räjäytysviiveellä jne. Oikein suunniteltu räjäytys käyttää räjähdyksessä muodostuvan energian kallion murtamiseen. Huonosti suunniteltu räjäytys aiheuttaa enemmän tärinää johtuen tuhlatusta energiasta. Northland

valmistelee räjäytystöiden hoitosuunnitelmaa. Maan tärinän seurantaa tarvitaan kaivoksissa, jotta pystytään estämään rakenteellisia vahinkoja ja häiriötä ihmisille.

2.2 Tärinän raja-arvot

Tärinän ympäristövaikutuksia voidaan arvioida koskien rakenteellisten vaurioiden riskiä ja toisaalta arvioimalla ihmisten tuntemaa häiritsevän voimakasta tärinää.

2.2.1 Rakenteelliset vahingot

Liikenteen aiheuttama tärinä

Liikenteeseen liittyvä tärinä ylittää hyvin harvoin raja-arvot, joiden ylittäminen voi aiheuttaa vahinkoa rakenteisiin tai rakennuksiin. Raja-arvot rautatieliikenteelle on antanut VTT raportissa "Rautatieliikenteen aiheuttaman tärinän vaikutus rakenteisiin". Niiden perusteella voidaan arvioida rakennuksien vahinkoherkkyyttä. Herkkyys vaihtelee riippuen hallitsevasta taajuudesta.

Raja-arvot rakennuksien rakenteellisiin vaurioriskeihin ovat seuraavat:

- rakennuksille, jotka ovat hyvin jäykistettyjä ja normaalissa kunnossa. tärinänopeuden pystysuoran heilahduskomponentin suurin arvo on 8 ... 12 mm/s
- perinteisesti rakennetuille rakennuksille (betoni, tiili ja puu), jotka ovat hyvässä kunnossa, tärinänopeuden pystysuoran heilahduskomponentin maksimiarvo on 4 ... 6 mm/s
- värähtelyherkille rakennuksille tärinänopeuden pystysuoran komponentin enimmäisarvo on 2 ... 4 mm/s

Räjähdyksen aiheuttama tärinä

Räjäytystöiden tärinävaikutukset ovat lyhytaikaisia, joten raja-arvot on asetettu suuremmaksi kuin liikenteen tärinän. Liikenteeseen liittyvä tärinä on usein pitkäaikaista, minkä seurauksena se aiheuttaa enemmän rasitusta rakenteisiin.

Räjäytystöiden ja kaivostoiminnan raja-arvot, jotka kohdistuvat normaaleihin asuinrakennuksiin ovat:

- hiekka, sora, savi, pohjavesitasen alapuolella 18 mm/s (ei vahinkoa) ... 30 mm/s (vähäiset vahingot)
- moreeni, liuske, pehmeä kalkkikivi 35 mm/s (ei vahinkoa)...55 mm/s (vähäiset vahingot)
- kallioperä 70 mm/s (ei vahinkoa)...100 mm/s (vähäiset vahingot)

Hyväksyttävä tärinänopeusarvo (esimerkiksi kaivostoimintaan liittyvien räjäytystöiden aiheuttamat) rakennuksille, etäisyyden funktiona, lasketaan kaavalla:

$$v = F_k \times v_1$$

jossa F_k = rakennuskäytäntökerroin ja

v_1 = tärinänopeus eri etäisyyksillä ja erityyppisille perustusolosuhteille etäisyyden funktiona (mm/s)

Rakentamiskäytäntökerroin normaaleille rakennuksille on $F_k = 1$, massiivista tärinää sietäviin rakenteisiin (raskaat rakenteet kuten sillat jne.) $F_k = 1 \dots 2$ ja tärinäherkkiin rakenteisiin (esimerkiksi historialliset rakennukset, kirkot, museot jne.) $F_k = 0,5 \dots 1$.

Tärinänopeuden arvo v_1 riippuu etäisyydestä ja perustusmenetelmästä seuraavasti (Vuolio 1991):

Etäisyys(m)	Hyväksyttävä tärinän nopeusarvo v_1 (mm/sek)		
	Maa-aines: irto moreeni, hiekka, sora, savi	Maa-aines: kiinteä moreeni, liuske, pehmeä kalkkikivi	Kiinteä kivi
1	18	35	140
5	18	35	85
10	18	35	70
20	15	28	55
30	14	25	45
50	12	21	38
100	10	17	28
200	9	14	22
500	7	11	15
1 000	6	9	12
2 000	5	7	9

Ruotsalaisen standardin mukaan SS 460 48 66 (Vibration och stöt- Riktvärden för sprängnings-inducerade vibrationer i byggnader - Tärinä ja isku - Räjähdyksen aiheuttama tärinä rakennuksissa) raja-arvot räjäytystöihin lasketaan kaavasta:

$$v = v_0 \times F_k \times F_d \times F_t$$

jossa V_0 = korjaamaton tärinänopeus, mm/s. Riippuu maalajista. Välillä 18-70mm/s
 F_k = rakentamiskerroin, riippuu materiaalista ja rakennuksen tyypistä. Välillä 2,5-0,3
 F_d = etäisyyskerroin. Välillä 2-0,2
 F_t = toimintakerroin. Määrittää onko räjäyttäminen lyhyt- vai pitkäaikaista. Välillä 1-0,75

Hyväksyttävä tärinäarvot voidaan määritellä tarkemmin tapauskohtaisella tärinätestillä paikanpäällä. Herkät laitteet rakennuksissa saattavat merkittävästi vähentää hyväksyttävää tärinäarvoa, kuten tietokoneet sekä muut elektroniset ja sähkölaitteet. Niiden vaikutus hyväksyttäviin tärinäarvoihin ja toimet niiden suojelemiseksi (esim. värähtelyn vaimentimen) on määritettävä tapauskohtaisesti.

2.2.2 Häiriöt ihmisille

Häiriökokemus melusta sekä tärinästä vaihtelee eri henkilöillä (subjektiivinen kokemus). Tutkimusten mukaan tärinä koetaan tunteena rakennuksen liikkeestä ja toisaalta kuulohavaintoina joka voi johtua esim. ikkunoiden helinästä ja koristeista aiheutuvista äänistä. Tärinä aiheuttaa samanlaisia haittavaikutuksia kuin ääni, esimerkiksi unihäiriöitä ja keskittymisvaikeuksia sekä epämukavuuden tunnetta ja pelkoa kiinteistö- ja terveysvaikutuksista.

Ihmisen havaintokynnys tärinän suhteen on vähäinen, jos se raportoidaan värähtelyn nopeuden avulla, noin 0,1 ... 0,2 mm / s.

Pohjoismaisten tutkimusten mukaan (Norja), kun liikenteen tärinän suurin arvo on 0,5 ... 1 mm / s (tärinä luokka C, katso kappale 2.3) keskimäärin 15 % ihmisistä tuntee tärinän häiritseväksi ja voi valittaa häiriöstä. Kun maksimi-arvo tärinässä nousee 1 ... 2 mm/s (tärinä luokka D) keskimäärin 25 % ihmisistä tuntee tärinän häiritseväksi ja voi valittaa häiriöstä.

Kaivoskohteissa on usein havaittu, että värähtelyt joiden suuruudet ovat 0,5 mm/s ovat aiheuttaneet häiriötä ympäristössä (Vuolio 1991).

2.2.3 Paineaalto

Kun räjähdde räjähtää, paineaalto etenee ilman välityksellä lähiympäristöön. Korkein paineaalto etenee lähiympäristöön avoimessa tilassa yhdessä pintapanoksen (ulkoinen räjähdde) räjähdysen kanssa - räjäytysreiän panokset ja räjähteet aiheuttavat paineen laskua verrattuna pintapanokseen. Pintapanoksen käyttö asuinalueilla on yleensä kielletty.

Arvioitaessa paineaallon haitallisia vaikutuksia rakenteisiin, kaksi erilaista kuormitustyyppiä on erotettava:

- painekuormitus
- impulssikuormitus

Jos suurin paine on pienempi kuin staattinen lujuus, ei ole mitään vaurioiden vaaraa, olettaen, että resonanssia ei tapahdu ja paine laskee nopeasti. Jos painehuiput ovat erittäin korkeita ja lyhytaikaisia, voidaan paineimpulssikuormitusta käyttää vikakriteerinä.

Ruotsin tilastollisen tutkimuksen mukaan (SS 02 52 10 Vibration och Stöt - Sprängningsinducerade luftstöt vågor - Riktvärden för byggnader - Tärinä ja isku - Räjähtyksen aiheuttama ilman tärinä) seuraavia arvoja heijastuspaineesta on ehdotettu rikkovaksi raja-arvoksi rakenteissa ja ikkunalasissa eri etäisyyksillä:

- matka lyhyempi kuin 100 m, hyväksyttävä heijastuspaine < 10 millibar (1 000 Pa)
- matka pitempi kuin 100 m, hyväksyttävä heijastuspaine < 5 millibar (500 Pa)

Empiirinen kokemus on osoittanut, että paineaallon aiheuttama vaarallinen seuraus avolouhoskaivostoiminnassa koostuu pääasiassa ulkoisista panosräjähdysistä. Kun lataus on asetettu porausreikään ja suun reiässä on etupanos, on havaittu, että siinä tapauksessa hyväksyttäviä rakenteellisen tärinän raja-arvoja ei ole ylitetty, eikä paineaalto aiheuta vahinkoa edes alle sadan metrin etäisyyksillä.

Kun etäisyys rakennuksen ja räjäytyksen kohteen välillä on pitkä, hetkellinen lataus voi myös olla suuri, johtuen tärinäteknisistä seikoista tärinänopeuden arvon aiheuttama paineaallon paine voi olla suurempi kuin maaperän tärinän tärinänopeus. Kun suuria avolouhoskenttiä räjäytetään, paineaallon painetta pitää myös havainnoida maaperän tärinän lisäksi.

2.3 Tärinää koskeva lainsäädäntö

Suomessa tärinän viitearvoja ei ole säädetty. Kuitenkin ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja Suomen rakentamismääräyskokoelma (B3/2004) velvoittavat ottamaan huomioon liikenteen aiheuttaman tärinän ympäristövaikutukset. Tärinä ei saa vaurioittaa rakennusta tai aiheuttaa liiallista häiriötä ihmisille sen sisällä. Laki ympäristövahinkojen korvaamisesta (737/1994) korostaa toimivan osapuolen vastuuta. Tämä laki suojelee yksityisten henkilöiden oikeuksia saada korvauksia ympäristövahingoista, mukaan lukien tärinän aiheuttamat vahingot.

VTT (2004) on suositellut käyttämään Norjalaista kansallista standardia NS 8176 mitattaessa/arvioitaessa liikenteen tärinän haitallisia vaikutuksia. Räjäytystöille ei ole asetettu lainsäädännöllisiä raja-arvoja. Taulukossa 1 esitetään liikenteen aiheuttaman tärinän luokat ja viitearvot perustuen Norjalaiseen kansalliseen standardiin NS 8176.

Tärinän luokka	Tärinän vaikutusten kuvaus	$v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asumisolot. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse tärinää.</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asumisolot. <i>Ihmiset saattavat tuntea tärinän, mutta eivät koe sitä häiritsevänsä.</i>	$\leq 0,15$
C	Viitearvo uusien rakennuksien ja liikennereittien suunnitteluun. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista kokevat tärinän häiritsevänsä ja saattavat tehdä valituksen häiriöstä.</i>	$\leq 0,30$
D	Tärinä, joka kohdistuu vanhempiin rakennusalueisiin. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista kokee tärinän häiritsevänsä ja saattavat tehdä valituksen häiriöstä.</i>	$\leq 0,60$

Taulukko 1. Liikenteen tärinän luokittelu pohjautuen norjalaiseen standardiin. NS 8176, 1999.

Luokitteluohjeen mukaisesti arvo $v_{w, 95}$ on tilastollinen maksimi taajuuspainotetun tärinän tehollisarvosta. Tehollinen arvo $v_{w, 95} = 0,3$ mm/s luokassa C vastaa tärinänopeuden huippuarvoa noin 0,5 ... 1 mm/s. Tehollinen arvo $v_{w,95} = 0,6$ mm/s luokassa D vastaa tärinänopeuden huippuarvoa noin 1 ... 2 mm/s.

Ihmisen havaintokynnys tärinän suhteen on vähäinen, tärinänopeuden avulla ilmoitettuna, noin 0,1 ... 0,2 mm/s.

Tärinän huippuarvo kuvaa parhaiten tärinän aiheuttamaa rasitusta rakenteisiin. Tehollisarvo kuvaa tärinän vahvuutta mittausjaksossa tärinän huippuarvoa paremmin.

Ruotsissa ympäristönsuojeluvirasto, yhdessä ruotsalaisen Ratahallintokeskuksen ja asumisen, rakentamisen ja kaavoituksen kansallinen hallituksen kanssa, on asettanut tavoitteekseen määritellä raja-arvot liikenteestä aiheutuvalle tärinälle. Menettelyohjeet arvoille tehtiin (Banverket, 1997). Esitetyt raja-arvot eivät ole sitovia, kaikkia toimintoja tarkastellaan teknisyyden, taloudellisuuden ja ympäristön kannalta. Ruotsin raja-arvot tärinään vastaavat lähes Norjalaista standardia (NS 8176). Raja-arvot ovat hieman korkeampia kuin Norjalaiset arvot, joita käytetään Suomessa; vanhat reitit ja asuinalueet $v_{w,95} < 1,0$ mm / s (tärinä luokka D) ja uudet asuinalueet ja liikenneväylät joita kehitetään $v_{w,95} < 0,4$ mm/s (tärinä luokka C)

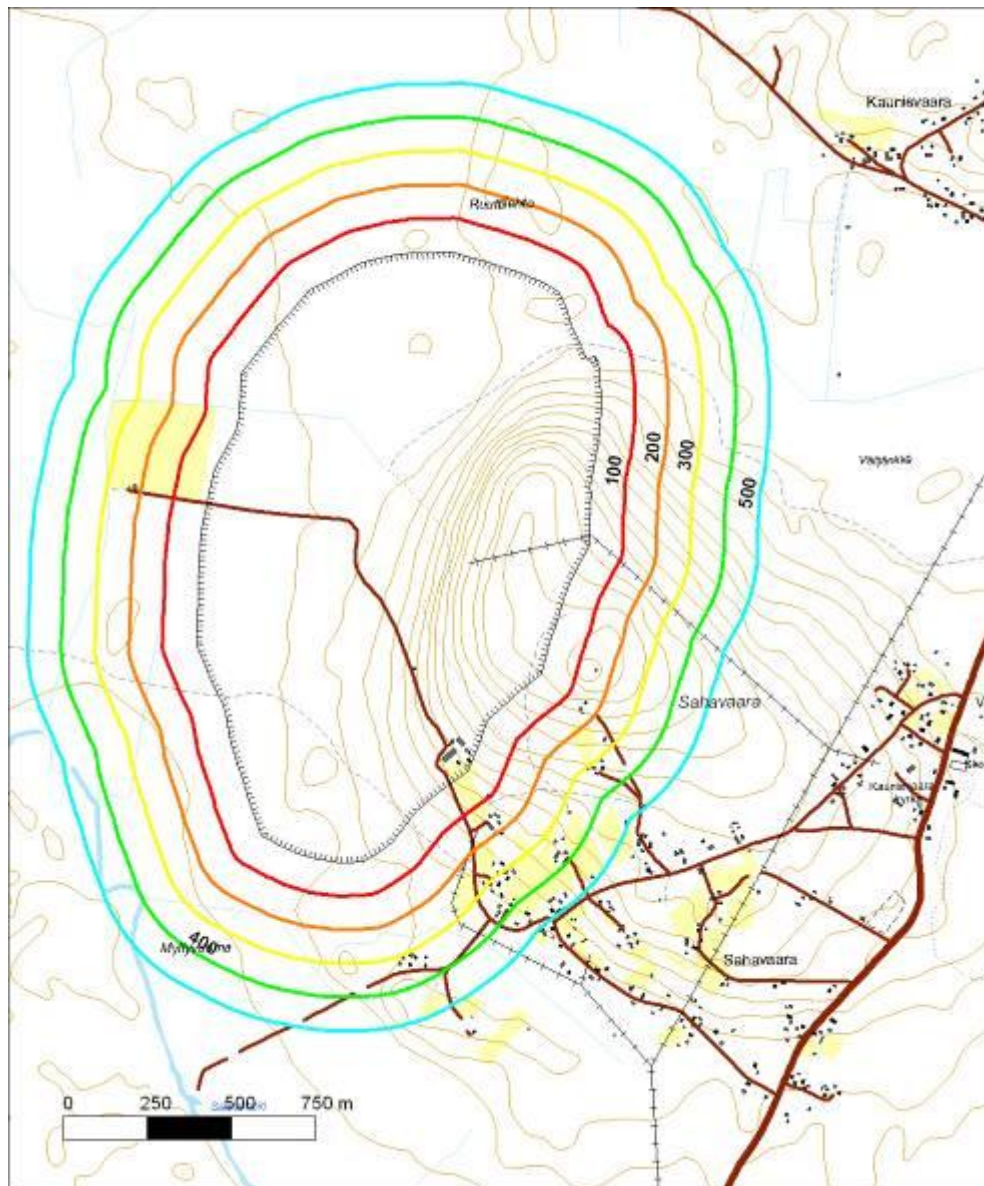
Vaikka kaivostoiminnan aiheuttaman tärinän valvontaa ei ole laissa määrätty, seuranta on tarpeen jotta pystytään estämään rakenteellisia vahinkoja ja häiriöitä ihmisille. On myös yleinen käytäntö tarkastaa rakennuksia vaikutusalueella ennen toiminnan aloittamista, mikä mahdollistaa myöhemmin rakenteellisten vahinkojen vertailua jos niitä on tapahtunut. Toiminnallinen osapuoli on vastuussa vahingoista jotka aiheutuvat tärinästä; epäselvissä tilanteissa rakentamistarkastusraportit sekä seurantatiedot ovat hyödyllisiä. Ruotsalaisen standardin SS 460 48 66 mukaan rakennukset, jotka ovat 50 metrin sisään räjäytysalueelta, on tarkistettava jos ne ovat rakennettu kalliolle, ja 100 metrin sisään, jos ne ovat rakennettu savelle.

TUTKIMUSALUEIDEN KUVAUKSET

2.4 Tapuli ja Stora Sahavaara

Tapulin kaivos sijaitsee asumattomalla alueella ja on arvioitu että tärinä ei aiheuta merkittäviä vaikutuksia asuntoihin, rakenteisiin tai ihmisiin. Lähimmät asutut rakennukset sijaitsevat Kaunisvaaran kylässä, yli 3 km Tapulin avolouhokselta etelään.

Suunniteltu Stora Sahavaaran kaivos sijaitsee Sahavaaran kylän vieressä, yksi asunto on suunnitellun louhoksen rajojen sisällä. Northland keskustelee parhaillaan kiinteistön omistajan kanssa aiheeseen liittyen. 20 asuntoa on alle 500 metrin päässä tulevaisuuden avolouhoksesta (kuva 2). Räjähdystärinän minimointi on olennaista Stora Sahavaara kaivoksen lähellä olevan asutuksen takia. Sahavaaran kylässä on noin 80 asukasta.

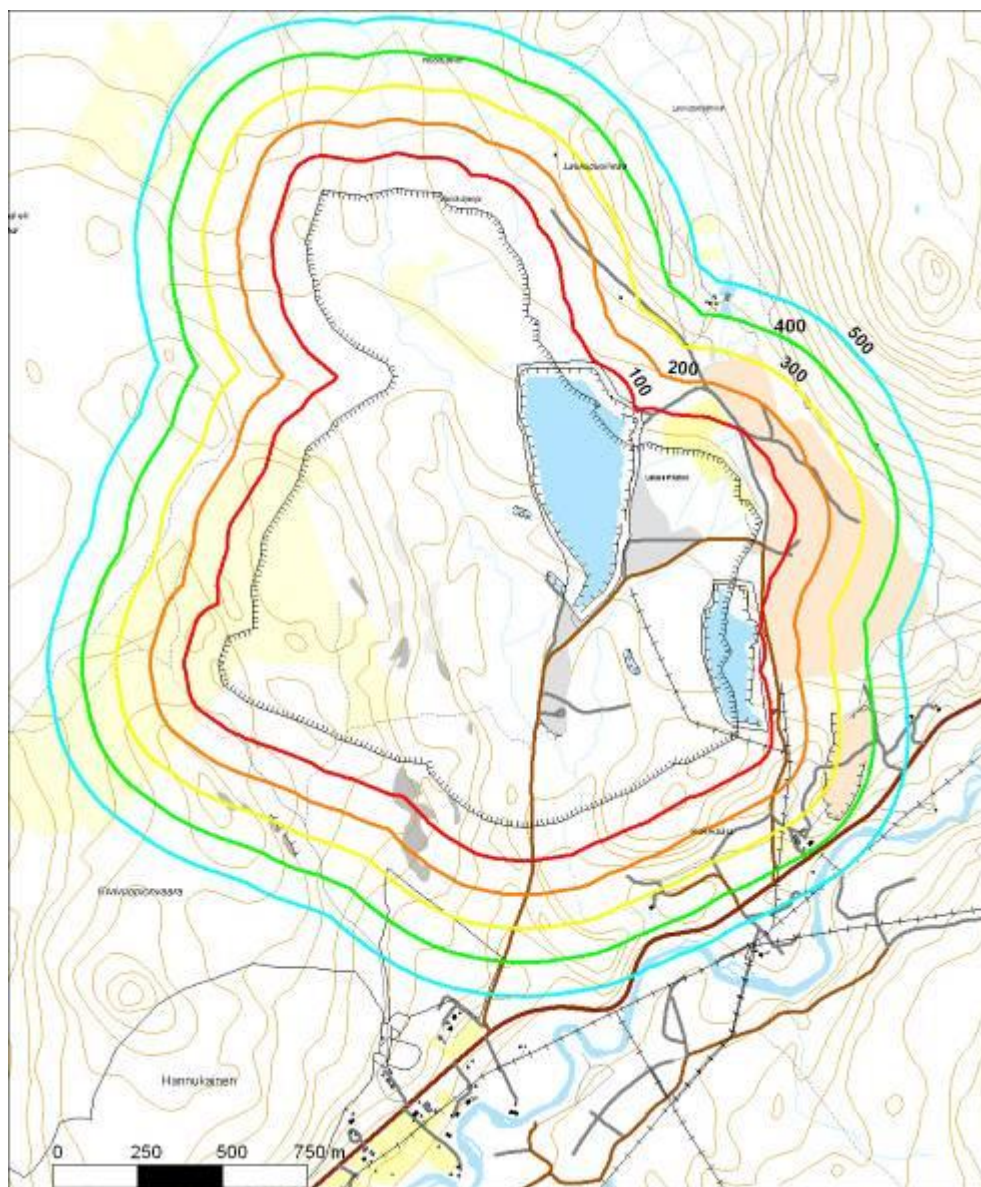


Kuva 2. Stora Sahavaaran avolouhos ja Sahavaaran kylä. Vyöhykejako louhoksen ympärillä on 100 metriä.

Tärinän ja paineen mitatut vaikutukset ovat olleet käytetyillä räjähdemäärillä alhaiset (tuntematon lataus). Mittausten mukaan räjäytystyöt eivät aiheuta vahinkoa rakennuksille ympäristössä, eivätkä mitatun tärinän ja iskujen aaltoarvot ylitä ihmisen havaintokynnystä. Näitä mittauksia voidaan hyödyntää jatkossa eri räjähdysainelatauksien vaikutusten arvioinnissa, mutta perusteellinen arviointi vaatii enemmän tärinämittauksia.

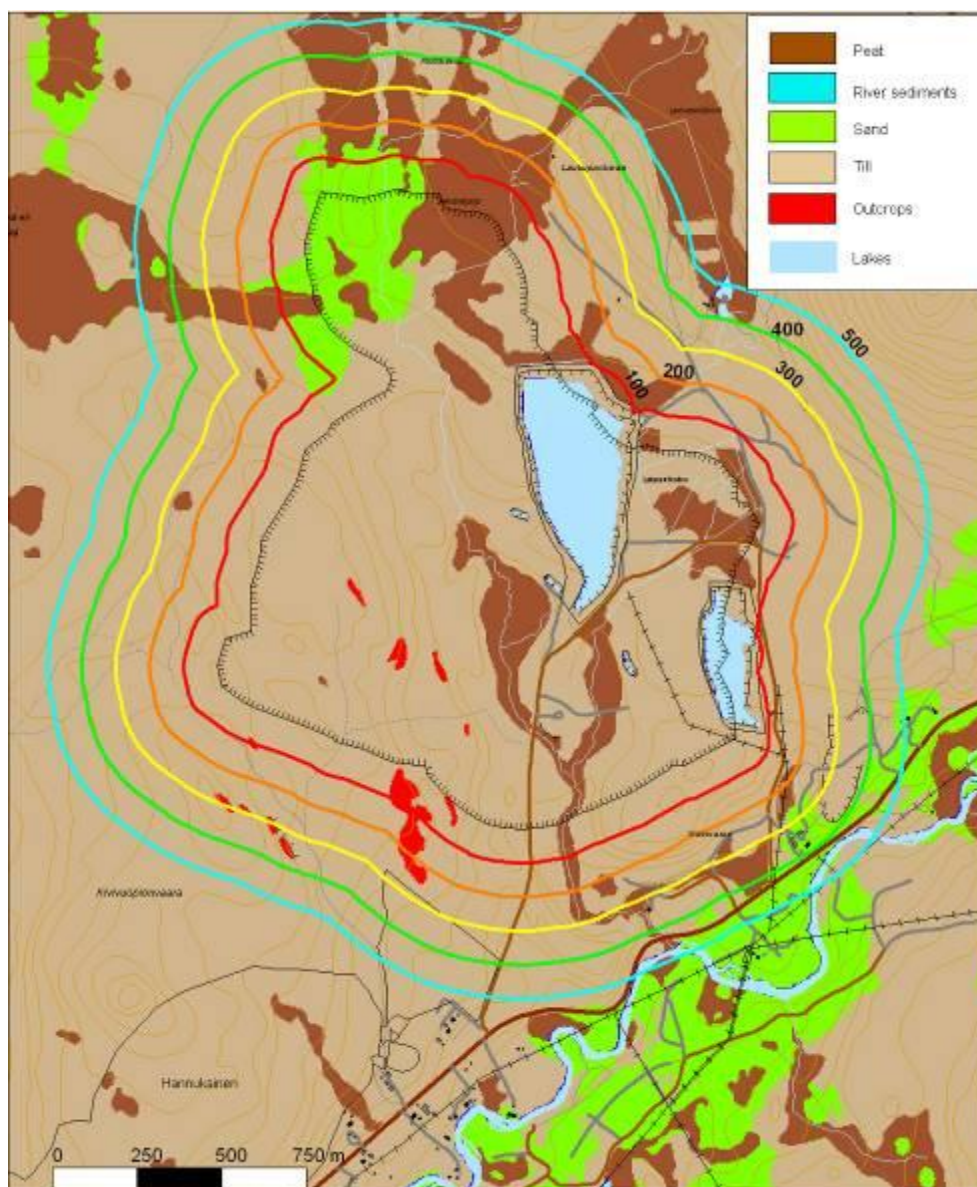
2.5 Hannukainen

Hannukaisessa on pieni joukko vakituksia asuntoja ja kesämökkejä tien 940 ja Äkäsjoen varrella. Alueella kaksi asuntoa, jotka sijaitsevat lähempänä kuin 500 m lopullisen louhoksen reunasta (kuvio 4). Asuinrakennuksia ei ole louhoksen pohjoispuolella. Kuvassa näkyvä louhos esittää Hannukaisen kaivoksen viimeistä vaihetta, noin kymmenen vuoden kaivostoiminnan jälkeen. On myös mahdollista, että louhoksen eteläreuna ei ulotu koskaan näin pitkälle etelään. Kaivostoiminta on tarkoitus aloittaa olemassaolevasta Laurinojan louhoksesta, joka sijaitsee keskellä suunniteltua "isolouhos"-aluetta.



Kuva 4. Hannukaisen avolouhos ja lähimmät rakennukset (mustat rakennukset ovat asutettuja, harmaat asumattomia). Vyöhykeväli louhoksen ympärillä on 100 metriä.

Alueen maaperä koostuu lähinnä moreenista (kuva 5). Alueen moreeni koostuu pintamoreenista ja sen alla olevat kerrokset koostuvat kallioperää peittävästä pohjamoreenista. Moreenin paksuus vaihtelee, se on paikoittain jopa 20 m. Hiekkaisia tai jopa soraisia esiintymiä on olemassa monin paikoin alueella, mm. avolouhoksen ympärillä. Useita alueita Laurinojan louhoksen pohjoispuolella peittää turve. Äkäsjoen ja Valkeajoen jokilaaksoissa kaivosalueen etelä- ja länsipuolella esiintyy laajoja glasifluvialisia harjumuodostelmia. Harjut sisältävät pääosin hiekkaa. Savisia tai silttisiä sedimenttejä ei tiedetä esiintyvän alueella.



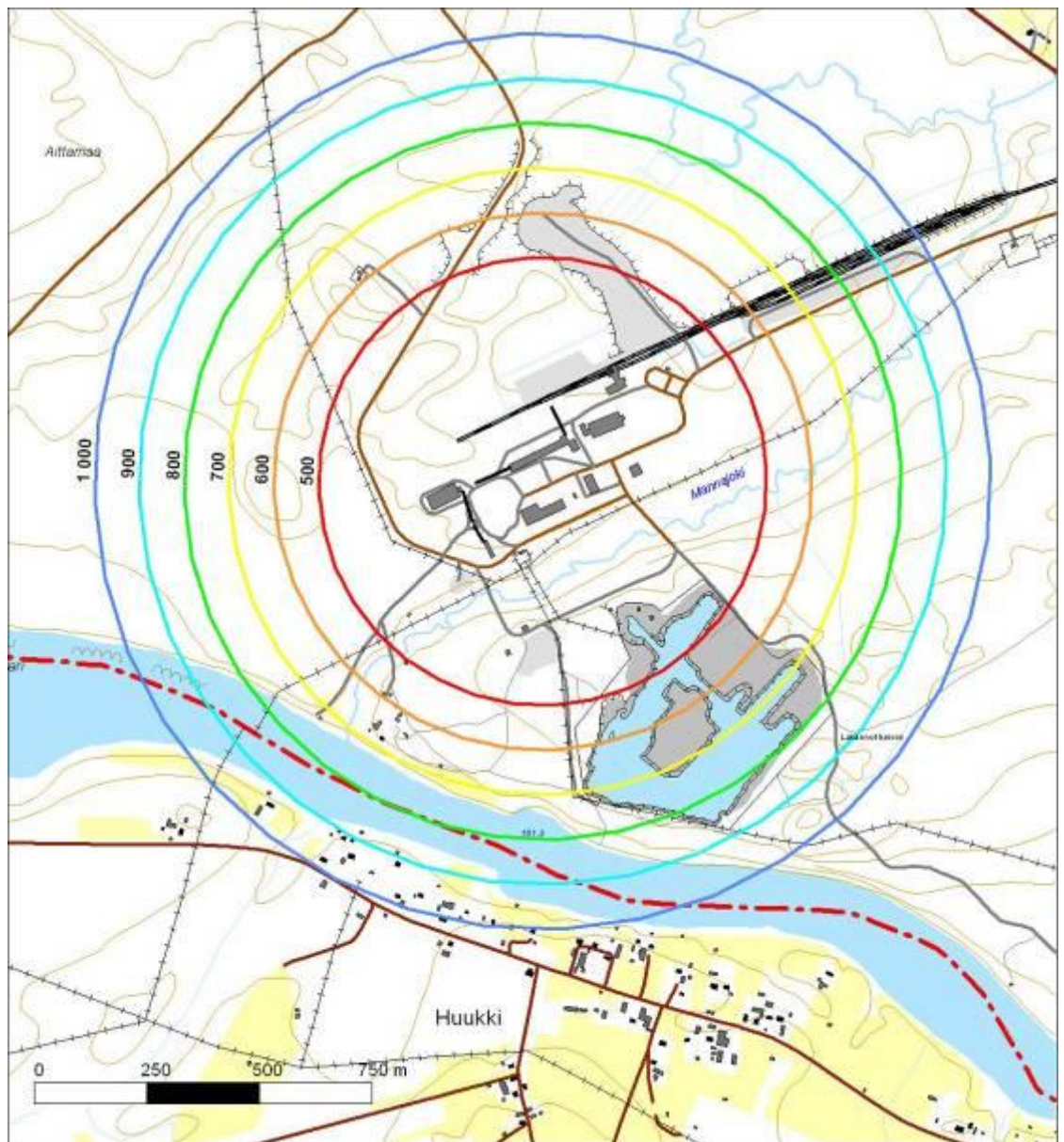
Kuva 5. Maaperäkarta Hannukaisen avolouhoksesta ja lähimmistä rakennuksista
Vyöhykeväli louhoksen ympärillä on 100 metriä.

2.6 Muut tutkimusalueet

Karkeamurskaus ja rikastus magnetiittirikasteen tuottamiseksi tapahtuvat lähellä kaivoksia. Stora Sahavaarassa ja Tapulissa on yhteinen rikastamo, kun taas Hannukaisessa on oma rikastamo lähellä avolouhosta.

Magneetiittirikasteen jatkokäsittely voi tapahtua pelletointilaitoksissa. Lopullista päätöstä pellettitehtaiden sijainnista ei ole tehty tätä raporttia kirjoitettaessa. Mahdollisia sijoituspaikkoja pellettitehtaalte ovat vanhan sementtitehtaan alue Äkäsjokisuussa, Rautuvaara Suomessa tai Kaunisvaaran kylä, Ruotsissa.

Äkäsjokisuussa on lukuisia taloja 1 km säteellä, lähinnä Ruotsin puolella Muonionjokea, Huukin kylässä (kuva 6). Vanhan sementtitehtaan välittömässä läheisyydessä ei ole asukkaita. Lähin talo on noin 700 metrin päässä sementtitehtaan alueesta. Tulevaisuudessa mahdollinen tärinän aiheuttaja tällä alueella olisi lähinnä rautatieliikenne lastausasemalla. Äkäsjokisuun alueen maaperä koostuu moreenista ja jokien sedimenteistä/hiekasta.



Kuva 6. Äkäsjokisuun alue ja lähimmät rakennukset (mustat rakennukset ovat asutettuja, harmaat asumattomia). Vyöhykeväli louhoksen ympärillä on 100 metriä.

Rautuvaaran alue on lähes asumatonta. Vanhan teollisuusalueen lähellä on vain yksi talo, noin 300 metriä pohjoiseen vanhasta Rautuvaaran rikastamosta. Seuraavaksi lähimmät rakennukset ovat vakituisia asuntoja ja kesämökkejä Äkäsjoen varrella, jotka ovat yli 3,6 km pohjoiseen Rautuvaaran alueelta ja jätevedenpuhdistamolta, joka on 3,75 km koilliseen Rautuvaaran alueesta. Tulevaisuudessa mahdollinen tärinän aiheuttaja tällä alueella olisi lähinnä rautatieliikenteen lastausasema. Rautuvaaran alueen maaperä koostuu moreenista ja turpeesta.

Kaunisvaara on pieni kylä, jossa on 80 asukasta. Mahdollisen pelletointilaitoksen ja rautatien lastausaseman sijainteja ei ole vielä päätetty, mutta Kaunisvaaran alueella nämä palvelut olisi mahdollista sijoittaa niin, että tärinä ei aiheuta ongelmia olemassa oleviin rakennuksiin (esimerkiksi kaakkoon kylästä). Kaunisvaaran, kuten Sahavaarankin kylä, sijaitsee moreenialueella jota ympäröivät suuret suot.

3 NYKYINEN TOIMINTA JA TÄRINÄ TUTKIMUSALUEELLA

Nykyisin alueella ei ole raskasta teollisuutta tai kaivostoimintaa. Raskas liikenne koostuu pääasiassa satunnaisista raskaista ajoneuvoista, kuten puunkuljetuskuorma-autoista ja kairauskoneiden kuljetuksista.

Keskimääräinen päivittäinen liikenne pääteillä Hannukaisen alueella on alhainen: tiellä 940 on 710-750 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista alle 50 on raskaita ajoneuvoja. Hannukaisen sivukivivarastolla on pienimuotoista kivenmurskaustoimintaa. Äkäsjokisuussa, tiellä 21 Kolarista Kilpisjärvelle, keskimääräinen vuorokausiliikenne on 500 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista 80 on raskaita ajoneuvoja. Rautuvaaran tai Äkäsjokisuun kiskoilla ei ole junaliikennettä. Juna pysähtyy Kolariin pari kertaa viikossa.

Ruotsissa sekä Tapulin ja Stora Sahavaaran kohteet ovat lähellä tietä 99 (Tapuli 1,8 km ja Sahavaara 1,3 km). Keskimääräinen vuorokausiliikenne tällä tiellä on 190 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista 15 on raskaita ajoneuvoja.

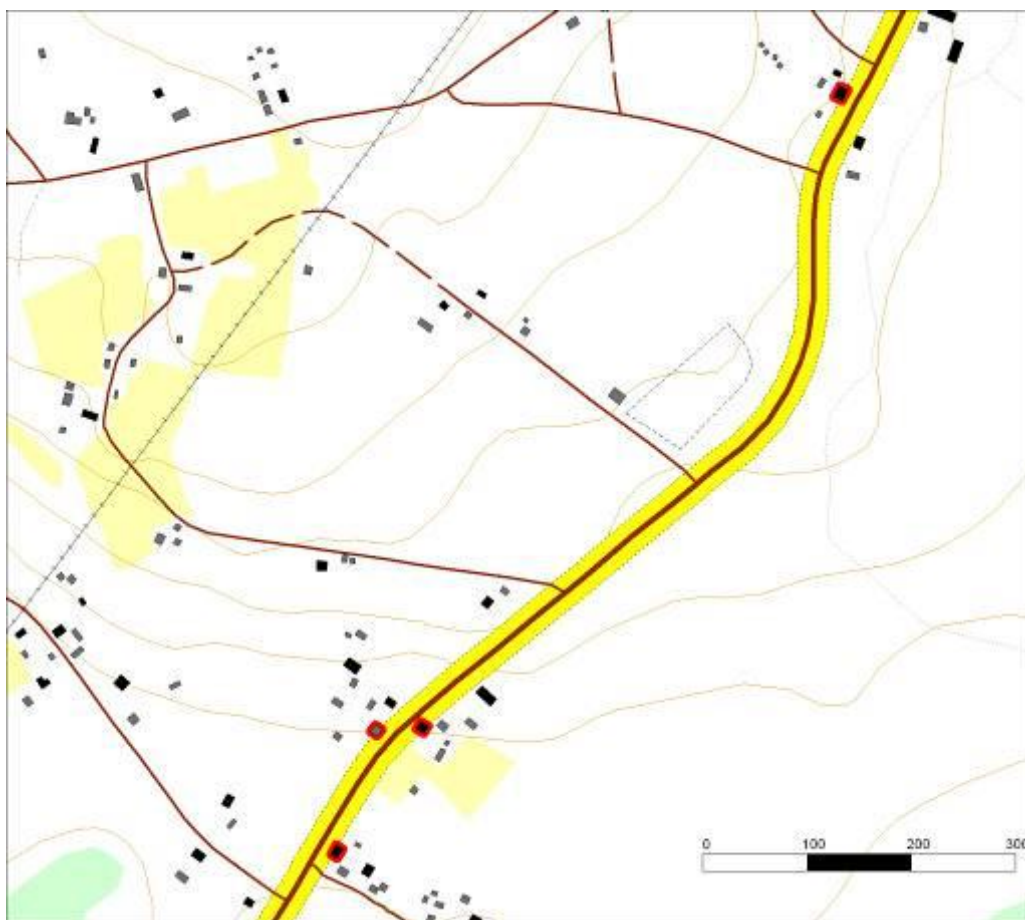
Liikenteen aiheuttama tärinä on merkittäväntä pehmeällä ja märällä sedimentillä - savessa, siltissä, lietteessä ja turpeessa. Kovissa ja karkearakeisissa maalajeissa kuten moreenissa ja hiekassa tärinän eteneminen on paljon vähäisempää: liikenteen tärinä ei etene kauas lähteestä. VTT:n raportissa "Suositus liikenteen aiheuttaman tärinän arvioinnista maankäytön suunnittelussa" on esitelty kolme eri tasoa arvioitavaksi. Arviointitaso 1 näyttää, jos tarkempia tutkimuksia värähtelystä tarvitaan. Taso 2 perustuu laskennalliseen arviointiin, joka perustuu liikenteen määrään ja tarkempiin maaperän ominaisuuksiin. Taso 3 on kaikkein yksityiskohtaisin arviointitaso; se vaatii aina tärinämittauksia maaperässä.

Suosittelun turvaetäisyys	Liikennetyyppi	Maaperän tyyppi
500 m	Tavarajuna (3500 t, 90 km/h)	Pehmeä
200 m	Pikajuna (140 km/h)	Pehmeä
100 m	Tavara- ja pikajunat	Kova
100 m	Paljon liikennettä (100 km/h, päätie)	Pehmeä
100 m	Paljon liikennettä ja nopeushidasteita (40 km/h)	Pehmeä
50 m	Paljon liikennettä (40 km/h, katu)	Pehmeä
15 m ^{*)}	Paljon liikennettä (päätiät ja kadut mukaan lukien nopeushidasteet)	Kova
^{*)} Pois lukien tiät, joilla on satunnaisesti paljon liikennettä		

Taulukko 2. Arvioidut turvaetäisyydet. Jos etäisyys on suositeltua suurempi, lisätutkimuksia tärinän suhteen ei tarvita. (VTT 2006).

Taulukossa 2 esitettyihin arvoihin perustuen (arviointi taso 1), tärinä on tällä hetkellä merkityksetön asia kaikilla alueilla. Suojaetäisyys tiehen on 15 metriä, jos maa on kovaa ja liikenne koostuu raskaista ajoneuvoista ja henkilöautoista ja hidasteista. Jos raskas liikenne on satunnaista, suojatäisyyttä ei tarvita. Koska kaikki rakennukset Kaunisvaaran, Sahavaaran ja Hannukaisen alueilla rakennetaan vankkaan moreeniin, soraan tai hiekkaan ja raskas liikenne on satunnaista, lähempiä tutkimuksia tärinästä ei tarvita tässä vaiheessa.

Jos raskaan liikenteen määrä kasvaa merkittävästi tiellä 99, yhdeksän rakennusta sijaitsee lähempänä kuin 15 metrin päässä tiestä. Neljä näistä rakennuksista sijaitsee Sahavaaran kylässä (kuva 7), neljä Kaunisvaaran kylässä ja yksi näiden kylien välissä. Noin puolet rakennuksista (4) ovat asumattomia (varastoja, latoja). Tiellä 940 Hannukaisessa pari latoa on pienemmällä suojatäisyydellä kuin 15 metrin päässä tiestä. Tiellä 21 Äkäsjokisuusta Kolariin on vain yksi lato/varasto lähempänä kuin 15 metrin päässä tiestä.



Kuva 7. Sahavaaran kylä. Päätieltä alle 15 metrin päässä sijaitsevat rakennukset on merkitty punaisella.

Taulukon 2 mukaan, suojatäisyys tavaraliikenteessä käytettäviin rautateihin on 100 m (kovalla maalla) tai 500 m (pehmeällä maalla). Kolarin alueella maaperä on pääosin moreenia, sora ja hiekkaa ja rakennukset ovat näillä kovilla maalajeilla. Alle 100 metrin päässä rautatiestä ei ole rakennuksia, paitsi rautatieliikenteen lastauspaikkoja. Suojatäisyyksien mittaaminen rautatielle Kolarista Tornioon vaatisi valtavasti yksityiskohtaisia topografisia ja maaperäkartta-aineistoja, eikä se siten kuulu tämän tutkimuksen rajauksen piiriin.

LOPPUPÄÄTELMÄT

Tämä tärinän perustilatutkimus tehdään, jotta voidaan arvioida nykyistä tärinää kaikkien toiminta-alueiden lähistöllä. Tulevaisuuden kaivosalueita on tarkistettu ja suunniteltujen avokaivantojen ja rakennusten läheisten louhosten rajat on tunnistettu. Maaperän ominaisuudet on kuvattu perustuen maaperägeologisiin karttoihin ja maaperätutkimuksiin Tapulissa.

Tärinän osalta kriittisimmät tulevista toimista ovat varsinainen kaivostoiminta ja lopputuotteiden rautatiekuljetukset. Molemmat toimet voivat aiheuttaa tärinää ja siihen liittyviä vaikutuksia läheisiin rakennuksiin, rakenteisiin ja ihmisiin. Kaivostoimintaan liittyvän tärinän arviointi, suositusten seuranta ja ehdotukset tärinän vähentämiseksi ovat osa vaikutusten arviointia ja vaatiivat tarkempia tutkimuksia.

Nykyiset liikenteeseen liittyvän tärinävaikutukset johtuvat pelkästään raskaasta liikenteestä alueella. Kaivostoimintaan liittyviä tärinävaikutuksia ei esiinny tällä hetkellä, kun yhdelläkään tutkimusalueista ei ole kaivostoimintaa tai muuta teollista toimintaa.

Perustuen VTT:n esittämiin suojaetäisyyksiin ja keskimääräiseen vuorokausiliikenteeseen pääteillä, tärinä on tällä hetkellä merkityksetön asia kaikilla alueilla. Satunnainen vilkas liikenne ei vaadi turvaetäisyyttä tärinän lähteestä. Jos raskaan liikenteen määrä kasvaa merkittävästi, suojaetäisyys on 15 metrin päässä teistä, koska maaperä alueilla on pääasiassa kovaa moreenia, soraa tai hiekkaa. 12 rakennusta on lähempänä kuin 15 metrin päässä teistä 99, 940 ja 21. Yli puolet niistä on asumattomia latoja/varastoja.

Lähteet

Banverket. 1997. Buller och vibrationer från spårbunden linjetrafik. Riktlinjer och tillämping. Banverket och Naturvårdsverket.

VTT, 2002. The vibration effect to the structure caused by the railway traffic. Technical Research Centre of Finland, Espoo.

VTT, 2004. The guidelines for measuring traffic vibration and classification. Technical Research Centre of Finland, Espoo.

VTT, 2006. Recommendation for evaluation of traffic-induced vibrations in planning of land use. Technical Research Centre of Finland, Espoo.

Vuolio, R., 1991. Blasting Works, The Finnish Earth Construction Trade Union

www.luoteis-lappi.com/arkisto/kaunisvaara-odottaa-kruuvaa.html

www.luoteis-lappi.com/arkisto/kaunisvaarassa-kyllahan-se-paljon-vaatii-etta-tasta-pois-siirtyy.html