

9 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA NIIDEN MERKITTÄVYYS

9.1 Vaikutukset maa- ja kallioperään

Kemin kaivoksen alueella ei tarvitse tehdä uusia maa- tai kiviainesten siirtotöitä laajennushankkeen yhteydessä. Louhinta tapahtuu kokonaisuudessaan maanalaisessa kaivoksessa, eivätkä räjäytykset ole käyttökokemusten perusteella vaikuttaneet ympäristön kallioperään, joten kaivoksen vaikutukset maa- ja kallioperään ovat lähinnä kemiallisia.

Kemin kaivoksen metallipäästöjen (laskeuman) vaikutus maaperään rajoittunee kaivoksen välittömään läheisyyteen parin kilometrin etäisyydelle kaivoksesta. Alueella on kallioperässä tavallista enemmän emäksisiä kivilajeja, joten alueen sietokyky maaperän happamoitumista ja siten myös metallikuormituksen haittoja vastaan pitäisi olla parempi kuin Lapin kolmion ulkopuolisilla alueilla. Metallit sitoutuvat ja rikastuvat herkästi pintamaan orgaaniseen ainekseen, mutta karuilla ja maaperältään happamilla kankailla metallit liikkuvat syvemmälle maaperään.

9.1.1 Valtakunnallinen bioindikaattoritutkimus

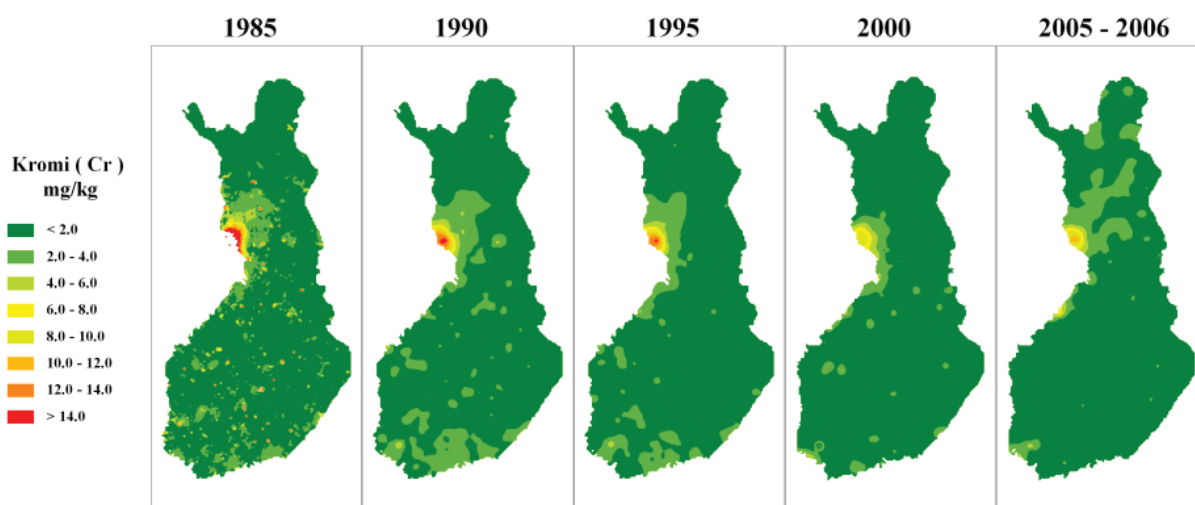
Kemin kaivoksen ympäristössä ja Tornion seudulla on tutkittu sammalten metallipitoisuuksia Metlan (Metsäntutkimuslaitoksen) raskasmetallikartoitusprojektissa, jossa käytetään sammalia bioindikaattoreina. Tutkimuksia on toteutettu vuodesta 1985 lähtien, viimeisin tutkimus oli vuonna 2005.

Bioindikaattori on mikä tahansa eliö, jonka avulla kuormituksen, eli tässä tapauksessa ilman kautta tulevan laskeuman, vaikutus voidaan havaita. Metsäsammalet ovat herkkiä ilmaisemaan kuormitusta, sillä niillä ei ole juuria ja ne ottavat tehokkaasti tarvitsemansa alkuaineet solukoihinsa lehtiensä kautta. Näin niihin joutuu myös raskasmetalleja. (Tervaniemi & Parviainen 2005)

Kromi

Vuonna 1985 melko laajoilla alueilla Perämeren pohjois- ja itärannikolla sammalissa oli kromia yli 14 µg/g, kun suurimmassa osassa Suomea pitoisuudet olivat vähintään tasoa 4–6 µg/g. 1990-luvun aikana kromin taustapitoisuudet ovat laskeneet tasolle 2–4 µg/g ja suhteellisen korkeiden eli yli 14 µg/g:n pitoisuusalue Perämeren pohjukassa on supistunut merkittä-

västi. Kemi–Tornio seudulla ja siitä pohjoiseen kromipitoisuudet ovat kuitenkin edelleen selvästi korkeimmat maassamme (kuva 9-1).



Kuva 9-1. Kromin raskasmetallilaskeuma Suomessa (Metsäntutkimuslaitos 2008).

Kaivosalueen välittömässä lähiympäristössä eli enintään noin kahden kilometrin etäisyydellä on tavattu korkeita kromipitoisuuksia. Kaikkina tutkimusvuosina pitoisuudet ovat laskeneet kaikissa ilmansuunnissa hyvin jyrkästi jo 4 km etäisyydellä kaivoksesta. Tätä kauempana kaivoksesta pitoisuudet ovat alueelle tyypillisiä, mutta kuitenkin korkeampia kuin taustapitoisuudet.

Nikkeli

Myös nikkelpitoisuuksien alueellisessa jakaumassa näkyy kaikkiin ilmansuuntiin jyrkkä pitoisuuksien lasku etäännyttäessä kaivokselta. Laajalti Kemi–Tornio–Haaparannan alueella tyypillinen, lievästi kohonnut taso (2–4 µg/g) saavutetaan 2–4 km säteellä kaivoksesta. Kaivoksen lähialueiden keskimääräiset nikkelpitoisuudet näyttävät pysyneen samalla tasolla koko 1990-luvun.

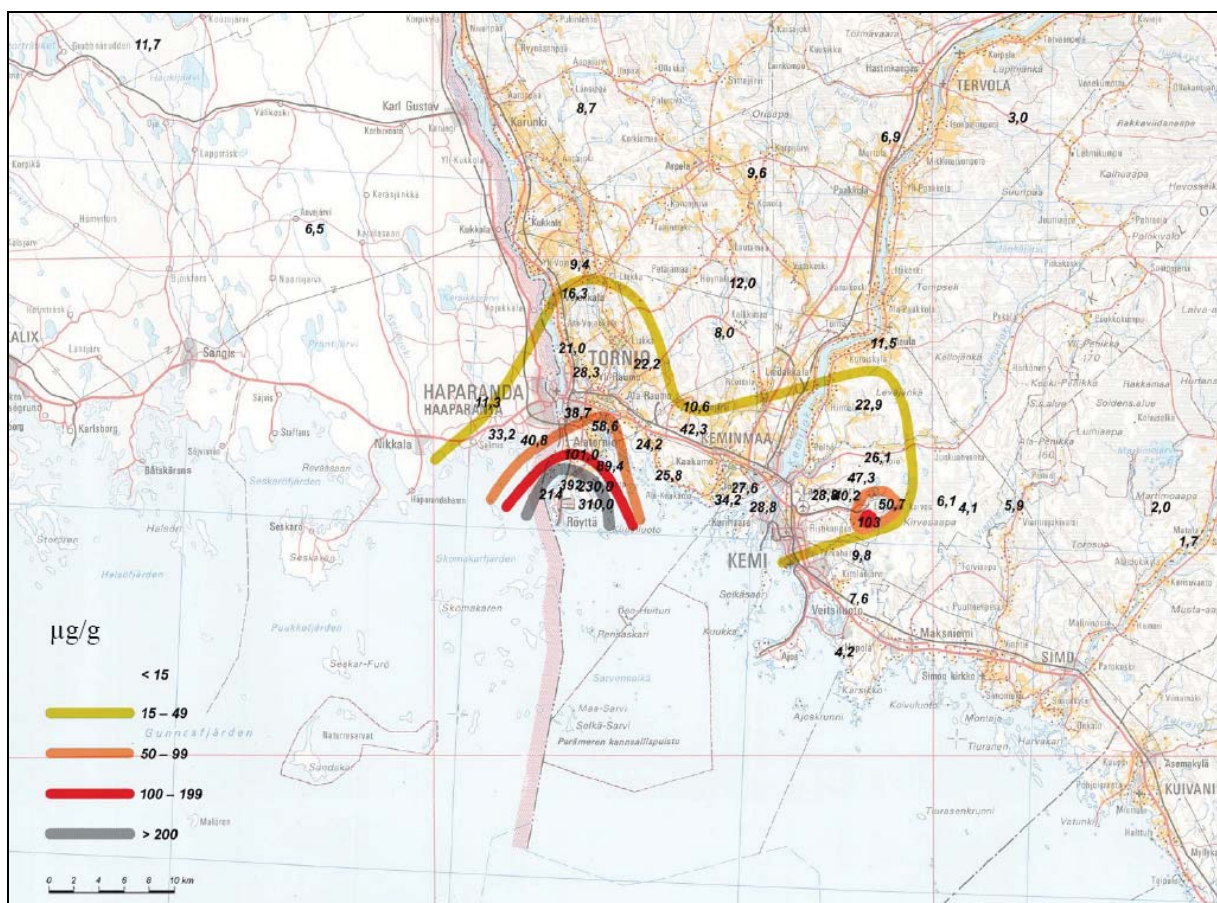
Sinkki

Sinkkipitoisuuksien alueellinen kokonaiskuva poikkeaa kromista ja nikkelistä siten, että vain vuonna 1990 kromikaivoksen ympäristössä voi pitoisuuksien havaita nousseen melko systemaattisesti. Silloinkin hajontaa kokonaiskuvaan aiheutti se, että idässä ja etelässä noin kahdeksan kilometrin päässä pitoisuudet kohosivat uudelleen niiden jo laskettua kaivokselta etäännyttäessä. Lisäksi kaukana kuormittajista havaittiin useilla pisteillä keskimääräistä kor-

keampia pitoisuuksia. Vuoden 2000 näytteissä kaivoksen ympäristössä oli keskimäärin selvästi vähemmän sinkkiä kuin aiemmilla tutkimuskerroilla vastaten tausta-alueiden pitoisuuksia (alle 60 µg/g). (Metsäntutkimuslaitos 2008)

9.1.2 Alueelliset tutkimukset

Kemi–Tornio alueella on tehty myös alueellisia sammaltutkimuksia yhtä aikaa Metlan valtakunnallisten tutkimusten kanssa. Vuonna 2005 tehdyssä sammaltutkimuksessa todettiin sammalten metallipitoisuuksien (Cr ja Ni) pysyneen pääosin samalla tasolla kuin aiemmissa tutkimuksissa (1990, 1995 ja 2000). Metallipitoisuuksien alueellisissa vyöhykkeisyyksissä ei ollut myöskään tapahtunut suurempia muutoksia vuonna 2005. Kaivoksen ympäristössä, hyvin pienellä alueella, on todettu voimakkaasti kohonneita kromipitoisuuksia (yli 100 µg/g). Seinäsammalten pitoisuudet kromin osalta on nähtävissä kuvassa 9-2.



Kuva 9-2. Seinäsammalten kromipitoisuudet Kemi–Tornio seudulla vuoden 2005 tutkimuksessa (Tervaniemi & Parviainen 2005).

Nikkelin osalta seinäsammalissa todettiin selvästi kohonneita pitoisuuksia (5,0–9,9 µg/g) Kemien kaivoksen lähiympäristössä, mutta ei yhtä korkeita pitoisuuksia kuin Tornion tehtaiden

läheisyydessä. Koska sinkillä ei ole ollut havaittavissa selvää alueellista vyöhykkeisyyttä, se on jätetty pois vuoden 2005 tutkimuksissa. Nykyisellä kuormitustasolla luonnossa näkyvät vaikutukset rajoittuvat suurelta osin aivan kuormittajien läheisyyteen. (Tervaniemi & Parviainen 2005)

9.1.3 Yhteenveto ja johtopäätökset

Kemi–Tornio alueella on todettu kohonneita kromipitoisuuksia kahdenkymmenen vuoden tutkimusjaksolla, mutta kohonneiden pitoisuuksien alue on pienentynyt jokaisena tutkimusvuotena. Kemin kaivoksen lähiympäristössä kohonneita raskasmetallipitoisuuksia on todettu lähinnä muutaman kilometrin etäisyydellä. Kaivoksen toiminnan siirryttyä kokonaisuudessaan maan alle vuonna 2005 louhinnasta aiheutuvat hiukkaspäästöt ovat oleellisesti pienentyneet. Tämä tullee esille seuraavassa sammaltutkimuksessa vuonna 2010. Kaivoksen laajennus ei lisää merkittävästi hiukkaspäästöjä, koska toiminta tulee jatkossakin tapahtumaan kokonaan maan alla. Tämän takia hankkeen vaikutukset maa- ja kallioperään ovat samat vaihtoehtoisissa 0, 1 ja 2.

9.2 Vaikutukset pintavesiin

9.2.1 Kaivostoiminnan vesistökuormitus

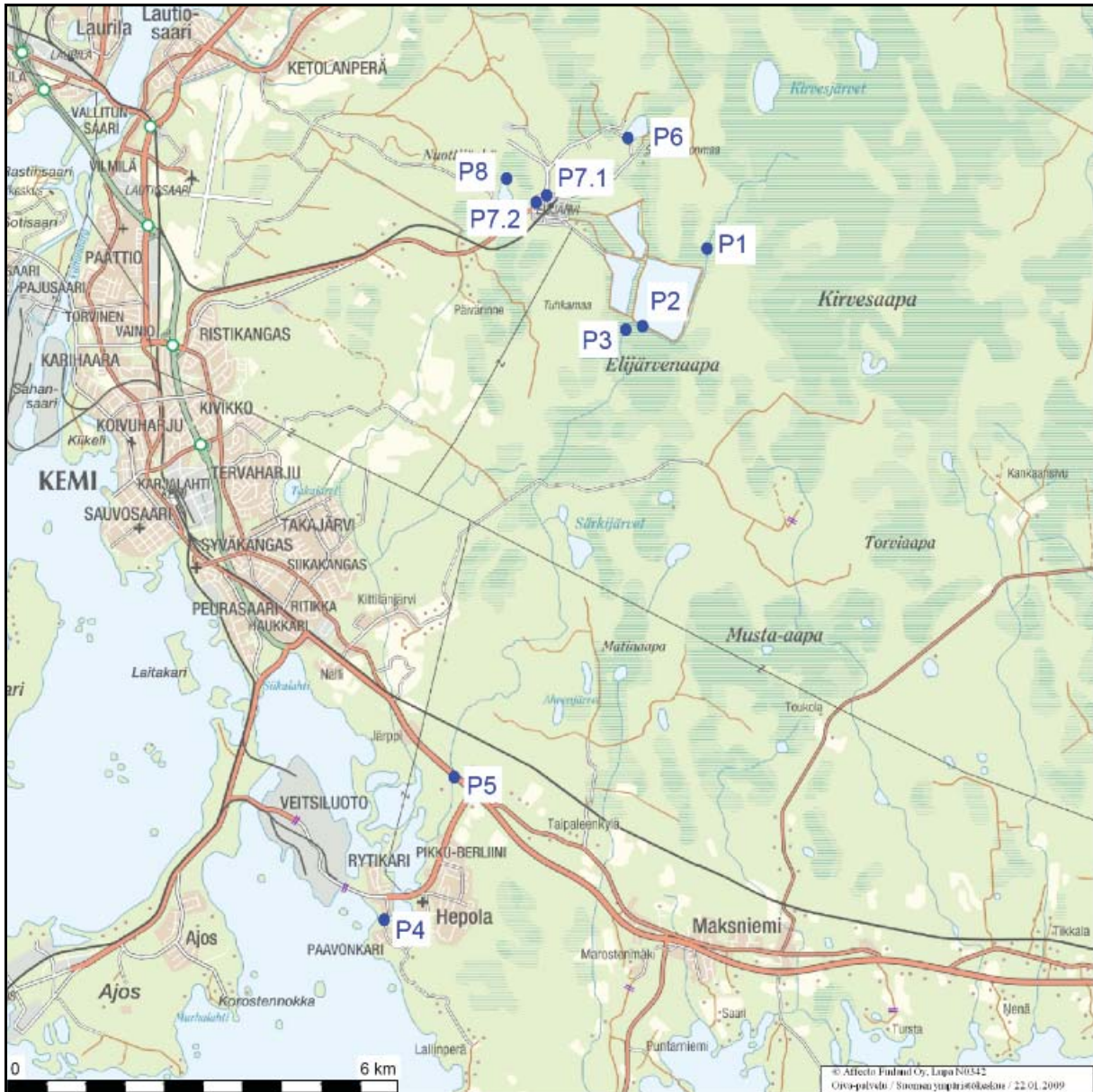
Kemin kaivoksen kuormitus pintavesiin muodostuu selkeytysaltaan ylivuodosta, rikastushieka-altaiden ja selkeytysaltaiden suotovesistä sekä kaivosalueen valumavesistä. Selkeytysaltaiden ylivuodon ja suotautumisen kuormitukseen vaikuttavat osaltaan altaaseen johdettavat Viianmaan avolouhoksen kuivatusvedet sekä saniteettipuhdistamon purkuvedet. Kuormitus kohdistuu Iso-Ruonaojaan, johon kaivosvedet puretaan sekä johon alueen suoto- ja valumavedet kulkeutuvat. Vesipäästöistä ainoastaan osa (noin 10–25 %) on ns. hallittua (kaivoksen ylivuoto). Valtaosa vesien purkautumisesta Iso-Ruonaojaan on kontrolloimatonta (suoto- ja valumavedet).

Kaivostoiminnan vesistökuormituksen kannalta on olennaista, että rikastusprosessissa ei käytetä lainkaan kemikaaleja ja malmi sisältää vain vähän veteen liukenevia mineraaleja, lähinnä karbonaatteja. Rikastusprosessin lietteiden pH vastaa malmin luonnollista pH:ta. Rikastushiekan korkeista kromi- ja nikkelpitoisuuksista (6–7 %) huolimatta metallien liukoisuus on säännöllisesti tehtyjen liukoisuusmääritysten perusteella alhainen (Lehtola ym. 2006). Kaivosalueelle varastoidun sivukiven mineraalit ovat samoja kuin rikastushiekassa,

lukuun ottamatta selvästi alhaisempia metallipitoisuuksia. Sivukiven kromi on sitoutunut oksidimineraaleihin ja magnesiumisilikaatteihin sekä nikkeli peridotiitti- ja talkkimineraaleihin. Rautasulfidipitoisuus sivukivessä on alhainen ja sivukiven runsas karbonaattipitoisuus neutraloi vajovesien happamuuden läjitysalueen sisällä. GTK:n selvityksen (Hämäläinen & Lehto 2004) perusteella metaperidotiitti ja talkki-karbonaatti sivukivinäytteiden liuenneiden toksisten aineiden (arseeni ja raskasmetallit) pitoisuudet ovat hyvin alhaiset, jonka johdosta GTK toteaa näiden sivukivien liukoisuuksien olevan ympäristölle vaarattomalla tasolla.

Kemin kaivoksen merkittävimmät kuormitteet alapuoliseen vesistöön ovat kiintoaine, kalsium ja typpi. Lisäksi kaivosalueelta purkautuu vesistöön rautaa, joka ei ole kuitenkaan peräisin varsinaisista kaivos- tai rikastusprosesseista, vaan altaiden pohjien turvemaasta sekä alueen valumavesistä. Kiintoainekuormitus on pääosin selkeytysaltaan ylivuodon mukana kulkeutuvaa laskeutumatonta rikastushiekkaa, johon sitoutuneena purkuvesistöön kulkeutuu pieniä määriä kromia, nikkeliä ja sinkkiä. Typpikuormitusta aiheuttavat louhinnassa käytettävät räjähteet sekä kaivosalueelta tulevat valumavedet ja altaista suotautuvat vedet, jotka aiheuttavat myös fosforikuormitusta. Kalsium on peräisin liukoista kalsiumia sisältävän rikastushiekan läjitysalueiden suotovesistä sekä selkeytysaltaiden pohjasta hapettomissa oloissa tapahtuvasta kalsiumin liukenemisestä.

Kemin kaivoksen vesistökuormituksesta ja ympäristön vesien laadusta on olemassa runsaasti tarkkailuaineistoa. Pintavesien laatua tarkkaillaan useista tarkkailupisteistä (kuva 9-3) neljästä kahteentoista kertaan vuodessa ympäristöluvassa määritetyn veloitettarkkailun mukaisesti.



Kuva 9-3. Velvoitetarkkailun mukaiset pintavesien tarkkailupisteet (P1 = Kirvesoja, P2 = selkeytysallas, P3 = Iso-Ruonaoja, kaivoksen alapuoli, P4 = Hepolahti, P5 = Iso-Ruonaoja, 4-tien silta, P6 = Viianmaan avolouhoksen vesi, P7.1 = tuleva talousjätevesi, P7.2 = lähtevä talousjätevesi ja P8 = Sivakanojan laskukohta Nuottijärveen).

Kaivoksen vuosittainen vesistökuormitus on määritetty laskennallisesti kaivosalueen ylä- ja alapuolisen tarkkailupisteen vesi- ja ainevirtaamien erotuksena. Nykyisellään kaivosalueen yläpuolisen Kirvesojan virtaamaa seurataan jatkuvatoimisesti mittapadolla. Kaivosalueen alapuolisen Iso-Ruonaojan virtaama on määritetty vuosina 1998–2000 suoritettujen mittaus-ten perusteella laaditun purkautumiskäyrän perusteella. Ainevirtaamalaskelmissa on käytetty tarkkailupisteiden havaintojen vuosikeskiarvoja. Taulukossa 9-1 on esitetty kaivoksen kuormitus Iso-Ruonaojaan vuosina 2003–2008.

Taulukko 9-1. Kemin kaivoksen vesistökuormitus vuosina 2003–2008.

Kuormitus	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kiintoaine [kg/a]	49 000	115 000	21 070	37 900	74 670	33 610
Kok. P [kg/a]	268	581	409	291	673	679
Kok. N [kg/a]	10 000	18 600	17 600	8 566	10 376	10 023
Ca [kg/a]	183 000	300 000	220 000	176 200	387 508	420 290
Fe [kg/a]	900	7 600	6 200	4 307	21 608	33 323
Kok. Cr [kg/a]	14,5	8,2	12,5	5,7	109,3	28,18
Liuk. Cr [kg/a]	3,7	12,0	ei kuorm.	0,6	12,2	5,11
Kok. Zn [kg/a]	6,1	3,8	68,1	ei kuorm.	ei kuorm.	ei kuorm.
Kok. Ni [kg/a]	41	78	57	31	135	67,30
Virtaama [m ³ /a]	1330 000	2100 000	2300 000	800 000	940 000	1400 000
Vuosisadanta [mm]	589	671	699	489	763	666

Kuormituslaskentaan liittyy kaivosalueelta eri kohteista/tavalla Iso-Ruonaojaan tulevien veden määrää ja laatua koskeva epävarmuus. Kaivosalueelta tuleva kokonaiskuormitus on tarkkailutulosten perusteella laskennallisesti edellä mainitusti määritettävissä, mutta eri lähteiden osuutta kuormituksesta on vaikea erottaa. Ainoastaan selkeytysaltaan hallitusta ylivuodosta päästö voidaan tarkoin määrittää mittaus- ja analyysiaineiston perusteella. Asialla ei ole niinkään merkitystä kuormituksen ja vesistövaikutusten arviointiin vaan lähinnä mahdollisten päästöjen vähentämistoimenpiteiden kohdentamiseen. Kuormituslaskelmista on huomattavissa, että sadannalla on huomattava vaikutus vesistöpäästöjen suuruuteen.

9.2.2 Nykyiset päästöjen vaikutukset purkuvesistöön

Vaikka laskennallinen vesistökuormitus Iso-Ruonaojaan on useimpien tarkkailuparametrien osalta kasvanut viimeisen 20 vuoden aikana, ovat vastaavien parametrien pitoisuustasot kaivoksen alapuolisessa tarkkailupisteessä keskimäärin pysyneet samalla tasolla tai alentuneet vastaavalla ajanjaksolla. Poikkeuksena on kalsiumin pitoisuus, joka tarkastelujaksolla on noin kaksinkertaistunut (vuosikeskiarvo noin 12 mg/l → noin 24 mg/l). Tämä johtuu rikastushiekan läjitysalueiden pinta-alan kasvusta ja siten rikastushiekasta suotautuvan kalsiumin määrän kasvusta. Rikastushiekassa suhteellisen korkeina pitoisuuksina esiintyvien kromin ja nikkelin pitoisuudet alapuolisessa vesistössä ovat aina olleet alhaisia ja koostuneet pääasiassa kiintoaineeseen sitoutuneista metalleista. Tämä on osoitus metallien niukasta liukoisuudesta rikastushiekasta, joka on todennettu myös rikastushiekasta säännöllisesti tehdyin liukoisuustestauksin (Lehtola ym. 2006).

Iso-Ruonaojan kiintoainepitoisuuksien lasku johtuu tehostetusta kaivosvesien selkeytyksestä sekä niiden kierrätyksestä. Typpipitoisuuksien laskuun on vaikuttanut vähemmän liukoista tyypeä sisältävän räjähdysaineen käyttöönotto kaivoksella 1990-luvun puolivälissä sekä vuotuisesti käytetyn räjähdysainemäärän selvä lasku viimeisen 10 vuoden aikana. Toisaalta typpikuormitusta edelleen tulee muun muassa sivukivikasojen vanhoista räjähdējäämistä, josta osoituksena on se, että typpikuormitus ei ole laskenut samassa suhteessa käytetyn räjähdysainemäärän vähenemisen (sekä laadun muutoksen) kanssa. Vuonna 2007 valmistuneen selvityksen (Metsäntutkimuslaitos 2007) eräänä tuloksena todettiin, että selkeytysaltaissa 4 ja 5 tapahtuu merkittävää typen poistumista altaissa käynnistyneen denitrifikaation johdosta sekä altaiden kasvillisuuden sitomana. Denitrifikaatioprosessin toteutuminen edellyttää riittävän pitkää viipymää altaissa, kasvillisuutta denitrifikaatiobakteerien hiililähteeksi sekä veden alhaista happipitoisuutta. Selvityksessä todettiin denitrifikaation ja altaiden kasvillisuuden poistavan 50–60 % altaisiin tulevasta vuotuisesta typpikuormasta.

Tarkkailutulosten perusteella kaivosvesien vaikutus on nykyisellään Iso-Ruonaojassa havaittavissa kohonneina pH-arvoina, sähkönjohtavuuksina, ravinne-, kalsium- ja kiintoainepitoisuuksina sekä happitilanteen heikkenemisenä talvella. Fosfaattifosfori-, ammoniumtyppi-, rauta- ja kokonaisfosforipitoisuus ovat talviaikaan olleet kaivoksen alapuolella ajoittain korkeampia kuin selkeytysaltaassa tai Kirvesojassa johtuen ilmeisesti altaista suotautuvista vesistä. Iso-Ruonaojan happitilanne on talviaikaan heikko ja kesällä pääosin hyvä. Ravinnepitoisuudet ovat reheville vesille tyypilliset. Molempia epäorgaanisia ravinteita (tyypeä suhteellisesti enemmän kuin fosforia) vedessä on runsaasti. Fekaalisia kolibakteereja on esiintynyt lähinnä avovesiaikana, mutta vesi on ollut uimavesinormien mukaan hyvälaatuista.

Iso-Ruonaojassa esiintyneet happivajaukset ovat ilmeisesti johtuneet altaiden vähähappisen veden juoksutuksista ojaan, jonka vuoksi kesällä 2005 otettiin käyttöön hapetusporras ylijuoksutuksille. Myös talviaikaiset juoksutukset on pyritty minimoimaan. Happipitoisuudet ovat tämän jälkeen olleet nousussa kaivoksen alapuolisessa tarkkailupisteessä.

Velvoitetarkkailutulosten perusteella Kemin kaivokselta peräisin olevan typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Iso-Ruonaojassa näkyy laskevin pitoisuuksina kohti Perämerta. Tehdyn ProGradu -tutkimuksen (Tuokila 2008) mukaan kaivoksen vaikutus Perämeren rehevöitymiseen on vähäinen. Tutkimuksen mukaan Perämeri, samoin kuin Hepolahti ja Iso-Ruonaoja, on fosforirajoitteinen, mikä vähentää typen rehevöittävää vaikutusta. Alueella on ajoittain todettu myös typpirajoitteisuutta. Kuitenkin humuspitoisuudesta johtuen valon vähyys on etenkin Hepolahdella sekä myös Iso-Ruonaojassa merkittävä rehevyyttä rajoittava

tekijä (Pienimäki & Rantala 2004). Kaivosvesien voidaan siis katsoa vaikuttavan purkuvesistöön ainoastaan lievästi rehevöittävästi ja vaikutus kohdistuu lähinnä Iso-Ruonaojaan.

Vuositarkkailuraporteissa on laskennallisesti arvioitu kaivoksen vesistökuormituksen aiheuttamaa teoreettista pitoisuuslisäystä Iso-Ruonaojan veteen ojan suulla. Vuoden 2008 laskennalliset vaikutukset (huomioimatta sedimentaatiota sekä pidättymistä kasvillisuuteen) pitoisuuksiin on esitetty taulukossa 9-2. Taulukossa on lisäksi esitetty kunkin parametrin pitoisuuslisäyksen prosentuaalinen osuus tarkkailupisteessä P5 todetusta veden kokonaispitoisuudesta (vuosikeskiarvo).

Taulukko 9-2. Kaivoksen vesistökuormituksen laskennallinen vaikutus veden laatuun Iso-Ruonaojan suulla vuonna 2008.

	Pitoisuuslisäys (yksikköä)	Pitoisuuslisäys (osuus kokonaispitoisuudesta)
Kiintoaine	+ 0,5 mg/l	17 %
Kok. P	+ 11 µg/l	25 %
Kok. N	+ 159 µg/l	17 %
Ca	+ 7 mg/l	35 %
Fe	+ 528 µg/l	14 %
Kok. Cr	+ 0,4 µg/l	14 %
Kok. Zn	0	0 %
Kok. Ni	+ 1 µg/l	19 %

Hepolahdessa kaivosvesien vaikutus ei ole enää selvästi havaittavissa. Ravinnepitoisuudet ovat reheville vesille tyypillistä tasoa. Kromi- ja sinkkipitoisuudet ovat olleet samalla tasolla tai alempia kuin kaivoksen yläpuolisessa vesistössä. Veden hygieeninen laatu on ollut hyvä. Metalleista kromi on kaivokselta lähtevissä vesissä pääosin kiintoaineeseen sitoutuneena. Hepolahden sedimentin kohonneet kromipitoisuudet ja lievästi kohonneet vanadiini ja nikkelipitoisuudet viittaavat kaivostoiminnan vaikutuksiin. Vaikutuksia vesiekosysteemiin ei Hepolahden alueella ole tutkittu, mutta Tornion edustan tarkkailutulosten perusteella vastaavasta tai jopa suuremmasta metallikuormituksesta ei ole aiheutunut merkittäviä haittavaikutuksia vesiekosysteemiin ja sen toimintaan.

Hepolahden ja Iso-Ruonaojan kalasto koostuu veden laadun muutoksia melko hyvin kestävästä kevätkutuisista lajeista, joiden kantoihin kaivosvesillä ei ole haitallisia vaikutuksia. Hepolahden ja Iso-Ruonaojan suiston alueella on merkitystä kevätkutuisien kalojen lisääntymisalueena, mutta pääosa kalastettavista kaloista on keväällä merestä nousevaa kalaa. Iso-

Ruonaojan yläosan heikentynyt happitilanne talvella ei estä kevätkutuisten kalalajien poikas-tuotantoa eikä kesäaikaista kalastusta Hepolahdella ja Iso-Ruonaojan alaosalla.

Kaivoksen aiheuttama ravinnekuormitus lisää lievästi vesistön rehevyyttä ja sitä kautta osal-taan muun muassa seisovien pyydysten limoittumista. Toisaalta vaikutus kohdistuu lähinnä Iso-Ruonaojaan, jossa kalastus on vähäistä. Kalastus Iso-Ruonaojan alajuoksulla tapahtuu pääasiassa keväällä ja alkukesällä, jolloin pyydysten limoittuminen ei kylmän veden takia muodostu ongelmaksi kuten myöhemmin kesällä. Kesäkalastus on pääasiassa vapakalas-tusta, jota ei juurikaan harrasteta Iso-Ruonaojassa, ja toisaalta jota lievä rehevöityminen ei suoranaisesti haittaa. Kaivostoiminnasta purkuvesistöön aiheutuvat vähäiset raskasmetallipi-toisuudet eivät vaikuta kalojen käyttökelpoisuuteen varsinkaan, kun pääosa kalastettavasta kalastosta on keväällä merestä nousevaa kalaa. Vesieliöstön metallipitoisuusmääritysten mukaan Hepolahden kalojen metallipitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vertailualueella me-rellä (Taskila 2003).

Perämerellä on kattavat kalataloustarkkailut useiden lupavelvollisten toimijoiden ylläpitäminä. Kaivoksen vaikutusten osalta ei ole tarvetta erilliselle tarkkailulle, koska kaivoksen vaikutuk-set kohdistuvat ainoastaan Iso-Ruonaojaan, jolla on vähäinen kalataloudellinen merkitys.

9.2.3 Laajennuksen aiheuttama muutos vesistöpäästöihin ja niiden vaikutuksiin

Vesistökuormitus

Kaivostoiminnan laajennuksen jälkeen vuotuisesti tarvittavan käyttöveden määrä lisääntyy nykyisestä 2 600 000 m³:sta noin tasolle 5 000 000 m³. Lisääntynyt vesimäärä ei lisää raaka-veden ottoa, vaan prosessivesi otetaan selkeytysaltaista. Syyskuussa 2008 käyttöön otettu uusi selkeytysallas 7 lisää allaspinta-alaa ja -tilavuutta. Kontrolloimattoman valuman määrä kaivosalueelta Iso-Ruonaojaan tulee jatkossa olemaan nykyistä suurempi, johtuen altaan 7 myötä suuremmalta allas-alueelta reunojen ja pohjan kautta tapahtuvasta vesien suotautu-misesta. Jatkossa suotovesien määrää ja tarvittaessa laatuakin voidaan tarkkailla altaan 7 ympärille rakentamisen yhteydessä asennetuista suotovesikaivoista.

Laajennuksen yhteydessä vuosittainen louhintamäärä kaksinkertaistuu nykyisestä ja käytet-tävän räjähdysaineen määrä nousee nykyisestä noin 500 tonnista tasolle 1500 t/a. Määrä vastaa kaivoksella vielä 2000-luvun alussa vuosittain käytettyä räjähdysainemäärää ja on selvästi vähäisempi, kuin 1990-luvun käyttömäärät. On huomioitava, että nykyisin ja jatkossa kaivoksella käytettävä räjähdysaine on lähes veteen liukenematonta, jolloin käytettävän rä-

jähteen määrällä ei ole suurta merkitystä kaivoksen typpikuormitukseen. Merkittävin typpi-lähde tulee jatkossa olemaan sivukivikasojen vanhat räjähdysainejäämät, joista huuhtoutuu typpeä sadevesien mukana.

Syntyvää sivukiveä ei enää, eikä jatkossa läjitetä maan pinnalle, vaan ne käytetään maanalaisten louhostilojen täyttöön. Myös nykyiset sivukiven läjitysalueet puretaan ja sivukivi siirretään maanalaisten tilojen täyttöön. Sivukivikasojen purkaminen voi aiheuttaa hetkellisiä korkeampia typen huuhtoumia läjityksessä stabiloituneiden olosuhteiden häiriintyessä. Kuitenkin sivukivikasojen pinta-alan ja tilavuuden pienentyessä toiminnan edetessä typpihuutouma pienenee, joka tulee alentamaan kaivoksen typpikuormitusta nykyisestä. Typpikuormitusta tulee jatkossa myös vähentämään selkeytysaltaiden kautta kulkevan veden osalta selkeytysaltaissa jo käynnistynyt denitrifikaatioprosessi sekä altaisiin kertynyt kasvillisuus. Denitrifikaation ja kasvillisuuden sekä levän typenpoistotehokkuuden odotetaan jatkossa edelleen paranevan, kun olosuhteet altaassa 7 vakiintuvat kyseisille prosesseille soveliaiksi.

Vaikka läjitettävän rikastushiekan määrä toiminnan laajentuessa lisääntyy, kiintoainepäästöt purkuvesistöön tulevat jatkossa vähenemään syksyllä 2008 käyttöön otetun altaan 7 kiintoainetta laskeutumista tehostavasta vaikutuksesta. Kiintoainekuormituksen vähentyessä myös kromin ja nikkelin kuormitus vähenee, koska niiden kulkeutuminen purkuvesistöön tapahtuu lähinnä purkuveden mukana kulkeutuvan rikastushiekan välityksellä. Sen sijaan kalsiumkuormituksen arvioidaan kohoavan nykyisestään rikastushiekkaläjityksen pinta-alan ja tilavuuden lisääntyessä. Lisäksi nykyistä suurempaa kalsiumkuormitusta aiheuttaa tulevaisuudessa selkeytysaltaan 7 pohjalle kertyvästä rikastushiekasta hapettomissa oloissa tapahtuva kalsiumin liukeneminen.

Rautakuormitus tulee pysymään laajennuksen käyttöönoton jälkeen nykyisellään tai allaslaajennuksen ja siitä johtuvan suuremmalta alueelta pohjamaasta tapahtuvan raudan liukenemisen vuoksi jossain määrin kohoamaan.

Vaikutukset

Kaivostoiminnan laajentumisesta huolimatta kuormitus Iso-Ruonaojaan tulee kalsiumia ja rautaa lukuun ottamatta vähenemään. Kalsium on vesieliöstölle tärkeä mineraali, eikä sille ole määritetty haitallista enimmäispitoisuutta pintavesissä. Rautaa purkuvesistössä on jo luonnostaan runsaasti, josta osoituksena on kaivosalueelta tulevan raudan verrattain vähäinen osuus raudan kokonaispitoisuudesta Iso-Ruonaojan alajuoksulla (taulukko 9-2).

Huomioiden ravinteiden ja raskasmetallien vähäisen osuuden veden kokonaispitoisuuksista Iso-Ruonaojan suualueella (taulukko 9-2) sekä kaivosvesien vaikutuksen vähäisyys Hepolahden alueella, ei kaivosalueelta tulevan typpi- ja raskasmetallikuormituksen väheneminen vaikuta juurikaan purkuvesistön laatua parantavasti. Purkuvesistön rehevyys tulee säilymään nykyisellä tasolla vesistöalueen muista päästölähteistä johtuen. Näin ollen kaivosvesien vaikutukset ja purkuvesistön tila tulee säilymään luvussa 9.2.2 esitetyssä tilassa myös kaivoksen toiminnan laajentuessa.

9.2.4 Yhteenveto ja vaihtoehtojen vertailu

Pintavesivaikutusten suhteen hankevaihtoehdot 1 ja 2 ovat täysin identtiset, sillä rikastetun malmin kuljetustavalla ei ole vaikutusta kaivosalueen pintavesikuormitukseen. Näin ollen pintavesivaikutusten vertailu on tehty vaihtoehtojen 0 ja 1/2 välillä; toisin sanoen on arvioitu, kuinka kaivoksen laajentaminen muuttaa pintavesivaikutuksia nykyisestä.

Selkeytysallas 7 on otettu jo käyttöön ja sitä tullaan käyttämään kaivosvesien kierrätykseen riippumatta siitä, toteutuuko kaivoksen laajennus vai ei. Luvussa 9.2.3 todetusti kaivoksella vuosittain käytettävän räjähdysaineen määrällä (VE0 vs. VE1/VE2) ei juuri ole merkitystä kaivoksen tyypipäästöjen suuruuteen. Näin ollen erot vesistökuormituksen kannalta vaihtoehtojen 0 ja 1/2 välillä ovat käytännössä seuraavat

- vaihtoehdossa 1/2 läjitetyn sivukiven sijoittaminen maanalaisten louhostilojen täyttöön tapahtuu lyhyemmällä aikavälillä, jolloin vanhojen sivukivikasojen aiheuttaman typpi-kuormituksen odotetaan pienenevän vaihtoehtoa 0 nopeammin
- vaihtoehdossa 1/2 vuosittain läjitettävän rikastushiekan määrä on vaihtoehtoa 0 suurempi, jolloin myös vuosittainen kalsiumkuormitus alapuoliseen vesistöön on vaihtoehdossa 1/2 suurempi. Kuitenkin läjitettävän rikastushiekan määrä on lopulta sama, jolloin myös lopullinen kuormitus on molemmissa vaihtoehdoissa likimäärin sama, vaihtoehdossa 1/2 kuormitus vaan ajoittuu lyhyemmälle ajanjaksolle

Vaihtoehtojen välinen vertailu absoluuttisin ja luotettavin kuormitus- tai pitoisuusarvoin ei ole mahdollista. Toisaalta se ei ole tarpeellistakaan, sillä luvussa 9.2.3 todetusti edellä mainituilla eroilla vaihtoehtojen välisessä vesistökuormituksessa ei käytännössä ole merkitystä laajemmalti purkuvesistön tilaan.

9.2.5 Vesistövaikutusten vähentäminen

Taulukossa 9-2 esitetystä kaivoksen kuormituksen osuus veden laatuun vaikuttavista tekijöistä Iso-Ruonaojan alajuoksulla on verrattain vähäinen, jolloin myös vaikutukset erityisesti Heppolahden ja kauempana purkuvesistön alueella ovat vähäiset. Näin ollen voidaan karkeasti todeta, että vaikka kaivosalueen vesistökuormitus saataisiin loppumaan kokonaan, ei purkuvesistön tila kaivoksen välittömässä läheisyydessä olevaa Iso-Ruonaojan osuutta lukuun ottamatta tulisi juurikaan muuttumaan (paranemaan) nykyisestä johtuen valuma-alueen luonnollisista olosuhteista sekä muista päästölähteistä.

Kaivosalueelta tulevaa vesistökuormitusta vähennetään kohdissa 9.2.2 ja 9.2.3 esitettyjen toimenpiteiden lisäksi toiminnan edetessä toteutettavilla rikastushiekka-alueiden maisemoinneilla, joilla pienennetään rikastushiekkatäyttöihin suotautuvan veden ja siten erityisesti purkuvesistöön kulkeutuvan kalsiumin määrää. Peittorakenteilla vähennetään rikastushiekkaan imeytyvän veden määrä tasolle 20...25 % vuosisadannasta (Luoma & Nuutilainen 2003).

9.3 Vaikutukset pohjaveteen

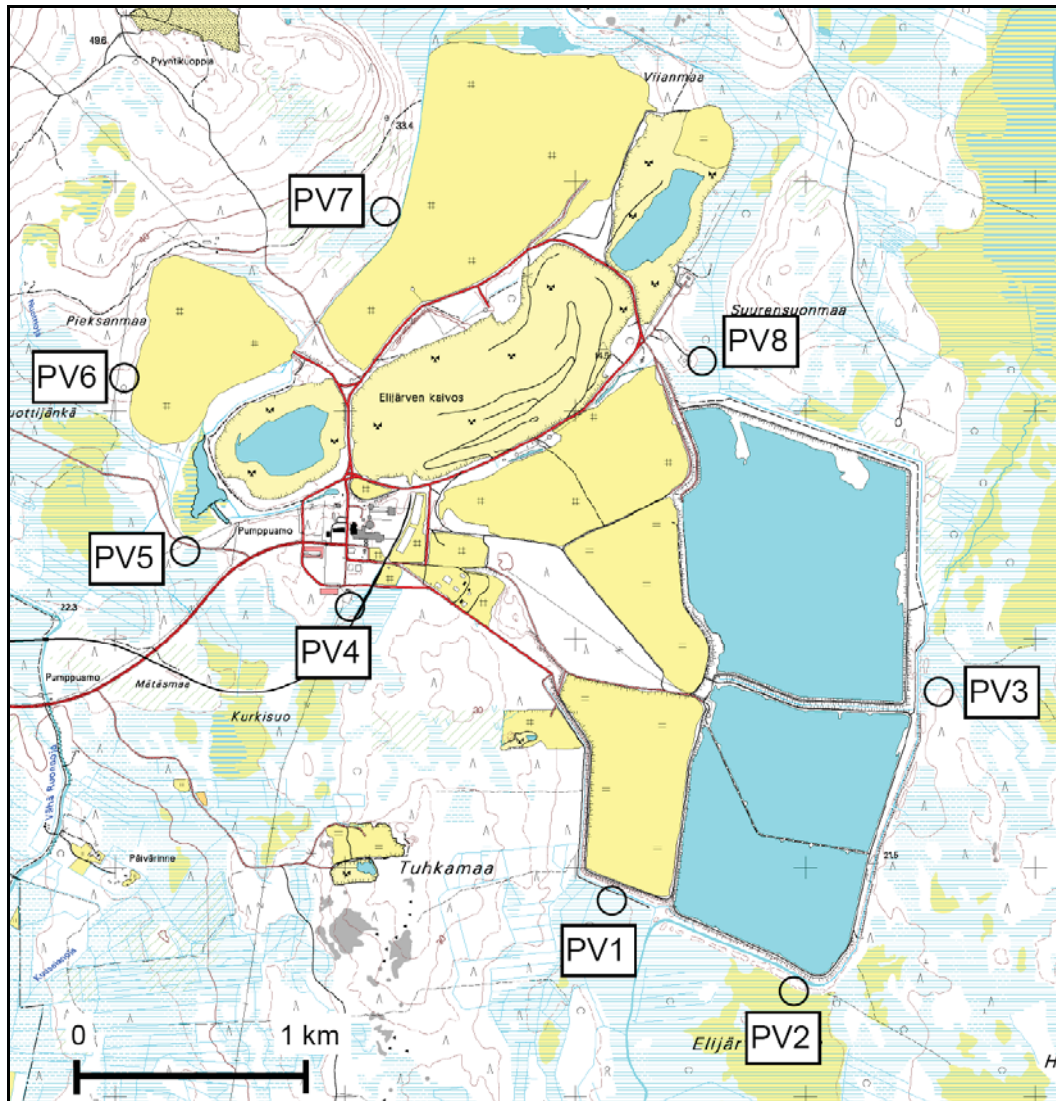
9.3.1 Yleistä

Louhintatoiminta muuttaa alueen topografiaa ja kasvipeitettä ja siten vesien kertymistä, imeytymistä maaperään sekä pintavesivirtauksia alueen ulkopuolelle. Puuston ja muun kasvillisuuden sekä pintamaiden poistaminen alueelta pienentää haihduntaa ja sadeveden pidättymistä kasvustoon ja maannoskerrokseen. Tämä vaikuttaa vajoveden lisääntymiseen ja siten pohjaveden pinnan lievään kohoamiseen kaivualueella. Avolouhoksen vaikutus pohjaveden pinnankorkeuteen ja vaikutusalueen suuruus ovat aina tapauskohtaisia. Pohjaveden virtausnopeus riippuu olennaisesti maa- ja kallioperän virtausnopeudesta. Huonosti vettä johtavilla alueilla (tiivien moreeni – kalliomuodostumien alueilla) pohjaveden liike on huomattavasti hitaampaa kuin esimerkiksi soraharjujen ja ruhjeisten kallioiden alueilla.

9.3.2 Pohjavesivaikutusten arviointi

Toiminnan vaikutuksia pohjaveteen seurataan vuoden 2004 alusta aloitetulla pohjavesien tarkkailuohjelmalla. Tarkkailupisteitä on yhteensä kahdeksan ja näytteenotto tapahtuu neljä kertaa vuodessa. Näytteenoton yhteydessä mitataan pohjavesipinnan korkeus. Pohja-

vesiputket on asennettu vuonna 2003 ja niiden sinkityt suojaputket on vaihdettu haponkestävästä teräksestä tehtyihin loppuvuonna 2004. Pisteet on esitetty kuvassa 9-4.



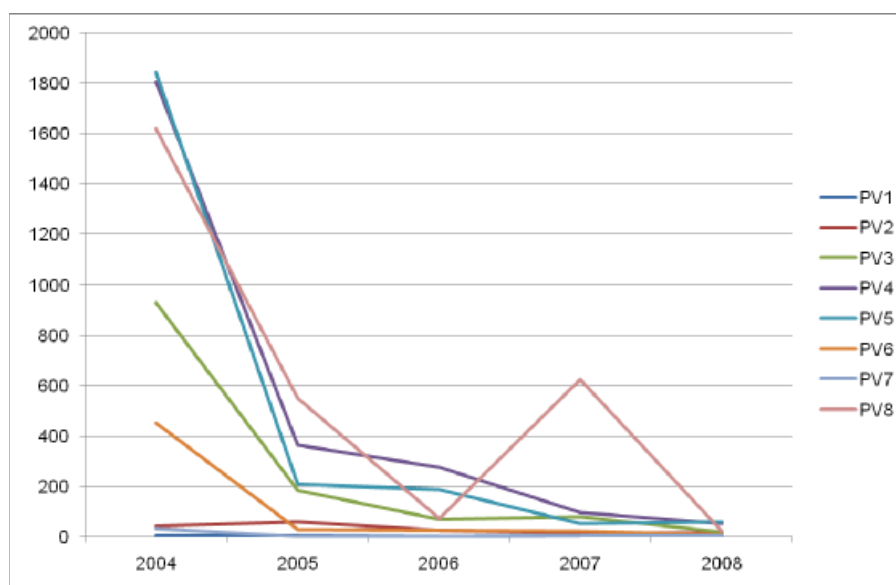
Kuva 9-4. Velvoitetarkkailun mukaiset pohjavesitarkkailupisteet. © Maanmittauslaitos, lupa nro 167/MML/09.

Vedenpinnan korkeus pohjavesiputkissa on vaihdellut viime vuosina tasossa +19,68...31,09 m (N₄₃). Korkeimmillaan vesipinta on ollut kaivoksen länsipuolella sijaitsevassa putkessa PV6. Alhaisin vedenpinta on ollut putkessa PV2. Vedenpinnan korkeustietojen perusteella pohjaveden päävirtaussuunta alueella on kaakkoon. Pohjavedestä tarkkaillaan lämpötilaa, happipitoisuutta, sähkönjohtavuutta, kokonaisfosforia, kokonaistyyppiä, ammoniumtyppiä, klorideja, rautaa, kromia, nikkeliä ja sinkkiä. Vuosien 2004–2008 tarkkailun tulokset metallien osalta on esitetty taulukossa 9-3.

Taulukko 9-3. Pohjaveden laadun tarkkailutulosten vaihteluväli vuosilta 2004–2008. Tarkkailun tuloksia on verrattu STM:n asetukseen pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (STMa 401/2001).

Tarkkailupiste	Cr [µg/l]	Ni [µg/l]	Zn [µg/l]
PV1	< 0,2–4	< 0,05–1	1–10
PV2	4–31	12–71	5–160
PV3	4–31	21–63	15–1 860
PV4	4–24	4–19	25–4 740
PV5	1–11	0,2–4	1–2 720
PV6	4–10	3–7	5–770
PV7	< 0,2–5	< 0,05–1	1–101
PV8	3–9	1–10	0,4–3 250
Laatuvaatimus	50	20	

Tulosten mukaan pitoisuudet vaihtelevat huomattavasti vuodenajan mukaan. Myös mittapisteiden välillä on huomattavaa vaihtelua. Sinkkipitoisuudet ovat olleet koholla varsinkin putkissa PV3, PV4, PV5 ja PV8, mutta ne ovat laskeneet selvästi vuodesta 2004 (kuva 9-5). Sinkkipitoisuuksien laskuun on vaikuttanut omalta osaltaan suojaputkien vaihtaminen ruostumattomasta teräksestä valmistettuihin putkiin. Sinkille ei ole laatuvaatimuksia tai -suosituksia nykyisessä STM:n asetuksessa. Vanhassa asetuksessa (STM 1994) laatusuositus oli 3 mg/l, joka on ylitetty vain kerran heinäkuussa 2004 (PV4). Kohonneet sinkkipitoisuudet kuvaavat luultavasti alueen kallioperän luontaisia pitoisuuksia, koska ne ovat olleet joissakin pisteissä kymmeniä, jopa satoja kertoja korkeammat kuin esimerkiksi altaiden vesissä.



Kuva 9-5. Pohjaveden sinkkipitoisuuksien (µg/l) keskiarvot (n=4) vuosina 2004–2008. Vuonna 2008 PV3:n ja PV8:n näytteet on otettu uusista putkista.

Kohonneiden sinkkipitoisuuksien selvittämiseksi pisteisiin PV3 ja PV8 asennettiin vuonna 2006 vertailuputket, jotka asennettiin noin 0,5 metriä kalliopinnan yläpuolelle. Vanhat putket ovat noin kolme metriä kalliopinnan alapuolella. Vertailutulosten perusteella vanhat putket ovat kuvastaneet kallioveden luontaisia pitoisuuksia, eikä kaivoksen vaikutusta, koska uusien putkien sinkkipitoisuudet ovat olleet huomattavasti pienemmät (keskimäärin 19 % vanhojen putkien tuloksista). Myös kromi- ja nikkelipitoisuudet olivat pienemmät uusissa kuin vanhoissa putkissa.

Kaivosalue sijaitsee ns. kerrosintruusioalueella, jotka tyypillisesti koostuvat pääosin mafisista (eli tummia mineraaleja sisältävistä) kivilajeista esimerkiksi gabbrosta ja peridotiitistä. Mafisten kivilajien mineraalit sisältävät usein kohonneita sinkkipitoisuuksia (esimerkiksi amfibolit 100–500 ppm). Mafisilla kivilajialueilla etenkin kalliopohjaveden liuenneiden aineiden pitoisuudet ovat usein graniittigneissialueita korkeampia. Tämän takia graniittigneissialueella olevilla putkilla PV1 ja PV2 on huomattavasti pienemmät sinkkipitoisuudet kuin esimerkiksi kerrosintruusioalueella olevilla putkilla PV4 ja PV5.

Nikkeli- ja kromipitoisuudet ovat olleet koholla putkissa PV2 ja PV3. Kromipitoisuudet ovat kuitenkin olleet matalia ja selvästi alle STM:n asetuksen laatuvaatimusten. Kyseiset tarkkailuputket sijaitsevat pohjaveden virtaussuunnassa rikastushiekka-altaiden etelä- ja itäpuolella, joten kaivoksella on voinut olla osittain vaikutusta pitoisuuksiin. Vuonna 2006 päätökseen saadut selkeytysaltaan 7 rakennustyöt ovat voineet vielä osaltaan vaikuttaa kromin ja nikkelin liikkuvuuteen ja esiintymiseen putkessa PV3.

Kaikissa putkissa on ollut korkeat rautapitoisuudet, mikä johtuu alueen luontaisista pitoisuuksista. Korkeimmat pitoisuudet ovat olleet putkissa PV5 ja PV8. Näissä putkissa vesi on ollut myös hapetonta, mikä viittaa siihen, että näytteet edustavat lähinnä maakerrostuman pohjaosan pohjavettä tai kalliopohjavettä. Hapettomuudesta johtuen veden rautapitoisuudet ovat korkeita, sillä voimakkaasti pelkistävässä olosuhteissa rauta esiintyy liuenneena ferrorautainona (Fe^{2+}).

Putkessa PV8 on ollut lisäksi korkeita ammoniumtyppipitoisuuksia, joista osa on ylittänyt STM:n asetuksen laatusuosituksen. Pohjavedessä yleisesti tavattaviin fosfori- ja typpipitoisuuksiin nähden pitoisuudet ovat olleet kaivosalueella koholla. Kaivos ei vaikuttane pohjavesien rauta- ja ravinnepitoisuuksiin, sillä kohonneet pitoisuudet ovat olleet pohjaveden virtaussuunnassa kaivoksen yläpuolella. Kaivoksen välittömässä läheisyydessä, virtaussuunnassa kaivoksen alapuolella, ei ole talousvesikaivoja eikä pohjavesialueita, joihin kohonneilla pitoisuuksilla voisi olla vaikutusta.

Vaihtoehtoon 1 ja 2 mukaisesta toiminnasta ei arvioida olevan lisävaikutuksia pohjaveden laatuun tai pohjaveden pinnan tasoihin vaihtoehtoon 0 verrattuna. Maanalaisen kaivoksen louhinta on aloitettu 500-tasolta, josta louhinta etenee ylöspäin, kohti avolouhoksen pohjaa. Louhintatiloja voi laajennuksen myötä olla enemmän yhtä aikaa auki, mutta niiden merkitys pohjaveteen on marginaalinen.

9.3.3 Pinta- ja pohjaveden pilaantumisen vähentäminen ja ehkäiseminen

Alueen pinta- ja pohjaveden laadun huononemista voivat aiheuttaa alueella mahdollisesti tapahtuvat vahingot ja päästöt. Mahdollisten vahinkojen huomioiminen jo ennakkoon vähentää pinta- ja pohjaveden pilaantumisriskiä. Vahinkojen ja päästöjen riskejä tarkastellaan vuositaisissa ympäristö- ja laatuauditoinneissa.

Alueella kiinnitetään huomiota muun muassa työkoneista peräisin oleville öljy- ja voiteluainepäästöille. Vesien pilaantumisriskin minimoimiseksi alueen työkoneiden polttoainesäiliöt on sijoitettu tiiviille alustalle ja tankkauspaikat on suojattu vuotojen varalta. Mikäli pienikin polttoaineen vuoto havaitaan, imeytetään polttoaine välittömästi imeytyskankaan/-turpeen avulla ja kyseinen jäte toimitetaan asianmukaiseen jätteenkeräykseen.

9.4 Päästöt ilmaan ja niiden vaikutukset

9.4.1 Yleistä

Kemin kaivoksen aiheuttamat päästöt ilmaan ovat peräisin energian tuotannosta ja kaivos-toiminnasta. Pölypäästöistä pääosan aiheuttavat liikenne, läjitysalueet ja tuotekentät, koska merkittävimmät pistemäiset pölylähteet (räjäytys ja malmin esikäsittely) tapahtuvat maan alla ja suljetuissa rakennuksissa. Yleisin pölyä irrottava tekijä on tuuli.

Kiviainesten louhinnan selvästi merkittävin ilmaan ja lähiympäristöön kohdistuva päästö on kiviainesperäinen mineraalipöly. Louhinnassa muodostuva kiviainespöly on partikkelikooltaan suurta (pääosin halkaisijaltaan yli 30 µm) ja hengitettävän hiukkaskoon (PM₁₀) osuus louhinnassa muodostuvasta pölystä on pieni. Pölypäästöjen suuruutta ja merkittävyyttä voidaan arvioida pölyn leijuman ja laskeuman avulla. Kaasumaisten päästöjen (räjäytys- ja pakokaasut) vaikutukset eivät ole niin konkreettisia kuin pölypäästöjen, koska niillä ei ole selkeitä paikallisia vaikutuksia, vaan vaikutukset ovat alueellisia tai globaaleja. Louhintatoiminnan

merkittävimmät kaasumaiset päästöt muodostuvat energiantuotannon ja työkoneiden pakokaasuista.

9.4.2 Ilmaan kohdistuvien päästöjen vertailuarvot

Ilmanlaadun ohjearvot (VNp 480/1996) kokonaisleijumalle (TSP eli leijuvan pölyn kokonaismassakonsentraatiolle) ovat $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuorokausiarvo) ja $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuosikeskiarvo). Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo). Valtioneuvoston asetuksen (VNa 711/2001) mukainen raja-arvo hengitettävälle hiukkasille on vuorokausikeskiarvona $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja kalenterivuoden keskiarvona $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pienhiukkasille ($\text{PM}_{2.5}$) ei Suomessa ole asetettu ohje- tai raja-arvoja.

Raja-arvot ovat sitovia. Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvon raja-arvon ylitys on sallittu 35 kertaa vertailujaksolla (kalenterivuodessa). Raja-arvon ylittyessä on kunnan ryhdyttävä valtioneuvoston asetuksen mukaisiin toimiin ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvon ylitysten estämiseksi. Tällaisia toimia voivat olla esimerkiksi määräykset liikenteen tai päästöjen rajoittamisesta. Raja-arvoja ei sovelleta työpaikoilla eikä tehdasalueilla.

Kivipölyä koskevia työhygieenisiä ohjearvoja on annettu sosiaali- ja terveysministeriön julkaisussa "HTP-arvot 2000". Epäorgaanisen pölyn kahdeksan tunnin vaikutusajalle arvioitu, haitalliseksi tunnettu keskipitoisuus ($\text{HTP}_{8\text{h}}$) on $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Suomessa ei ole voimassa olevia laskeumaa koskevia ohjearvoja. Ilmansuojelulaki kumosi voimaan tullessaan (1982) lääkintöhallituksen yleiskirjeen N:o 1664 (v. 1978), jossa kokonaislaskeuman enimmäissuositus oli $10 \text{ g}/\text{m}^2/\text{kk}$. Laskeuman määrä kuvaa lähinnä viihtyvyyshaittaa. Ilmansuojelulaki on sittemmin kumottu, mutta valtioneuvoston päätökset ja asetukset ovat voimassa kunnes toisin säädetään.

Kaasumaisille päästöille asetetut raja-arvot ovat voimassa ajoneuvo- ja työkonekohtaisesti voimassa olevan lainsäädännön pohjalta. Kaivostoiminnassa ei aseteta kokonaispäästörajoja kaasumaisten päästöjen osalta.

9.4.3 Päästöjen ja leviämisen arviointi

Ilmatieteen laitos on mitannut kaivostoiminnasta muodostuvan pölyn määrää ja leviämistä vuonna 2005. Työkoneista ja kuljetuksista aiheutuvat kaasumaiset päästöt on arvioitu ominaispäästöjen ja työsuoritteiden avulla.

Leijuma

Ilmatieteen laitos mittasi 1.6.–30.11.2005 välisenä aikana Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen ympäristössä aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin suuruisten ns. hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksia kahdessa mittauspisteessä. Mittausten tavoitteena oli kartoittaa hiukkaskuormituksen tasoa kaivosalueella ja arvioida kaivostoiminnan pölypäästöjen altistavaa vaikutusta kaivosalueen ympäristössä.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisilla analysaattoreilla, joilla saadaan esiin myös pitoisuuksien lyhytaikaisvaihtelut toisin kuin suodatinnäytteiden keruuseen perustuvilla menetelmillä. Tutkimusjakso valittiin niin, että hiukkasmittauksilla saatiin kartoitettua sekä kesäajan pölyämistä edustava kohonneiden pitoisuuksien taso että lumisen ajan tilannetta indikoiva hiukkaskuormituksen perustaso. Mittaustulosten tarkasteluissa käytettiin hyväksi tutkimuskohteen olosuhteita edustavia meteorologisia tietoja, jotka hankittiin Ilmatieteen laitoksen sääasemilta.

Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen ympäristössä on tehty aiemmin kokonaisleijumaan kuuluvien hiukkasten (TSP) pitoisuusmittauksia jaksoilla maaliskuu 1995 – helmikuu 1996 ja tammi–joulukuu 2000. Nämä mittaukset on tehty hiukkaskeräimillä ottamalla vuorokausinäytteitä. Tässä tutkimuksessa saatuja hiukkaspitoisuuksia on verrattu raportissa suuntaa-antavasti em. aiempien hiukkasmittausten tuloksiin ja Outokumpu Chrome Oy:n tekemien vuoden 2005 kokonaisleijumamittausten tuloksiin. Lisäksi vuoden 2005 hiukkaspitoisuuksia on verrattu kotimaisiin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille annettuihin ohje- ja raja-arvoihin. (Saari & Pesonen 2006)

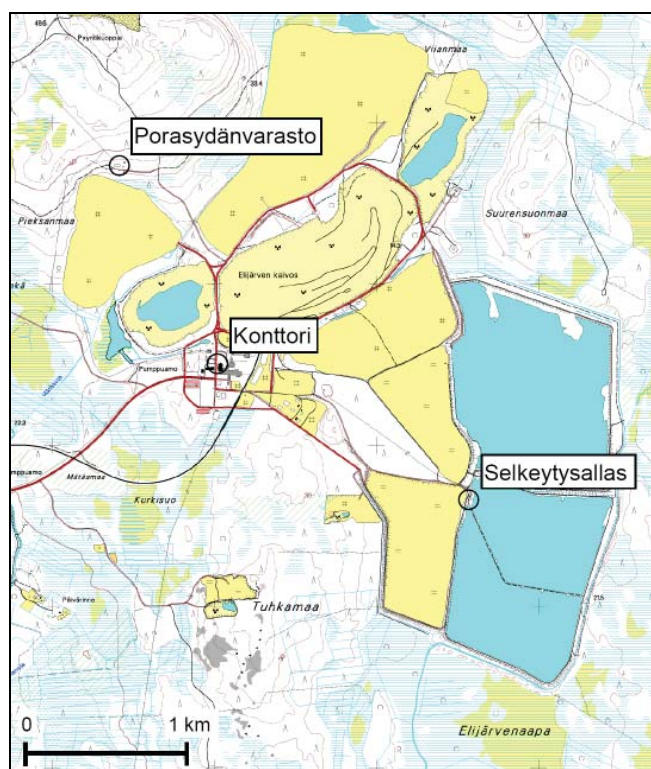
Kaasumaiset päästöt

Työkoneista muodostuvien kaasumaisten päästöjen määrät on arvioitu Outokumpu Chrome Oy:n toimittamien työkoneiden yleisten ominaiskulutusarvojen ja päästökerrointen pohjalta suunniteltujen tuotantomääriin nähden. Kaasumaiset päästöt on laskettu samalla tavoin kuin ympäristöhallinnon Vahti-palveluun ilmoitettujen toteutuneiden päästöjen määrät. Tuotteiden ja alueelle tuotavien materiaalien kuljetuksista aiheutuvat polttoaineperäiset päästöt on laskettu LIPASTO:n yksikköpäästöjen (VTT 2006) ja liikennemäärien perusteella.

9.4.4 Pölyn leviäminen

Mittauspisteet ja menetelmät

Ilmatieteen laitos mittasi 1.6.–30.11.2005 välisenä aikana Outokumpu Chrome Oy:n Kemlin kaivoksen lähistöllä aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin suuruisten ns. hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksia kahdessa mittauspisteessä, Porasydänvarastolla ja Selkeytysaltaalla. Mittauspisteiden sijaintia on havainnollistettu kuvassa 9-6, johon on merkitty myös Kemlin kaivoksen vuoden 2005 kokonaisleijumamittausten tarkkailupiste Konttori.



Kuva 9-6. Mittauspisteiden sijainti. © Maanmittauslaitos, lupa nro 167/MML/09.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisilla automaattisilla analysointilaitteilla (Environnement MP101M ja ESM Eberline FH 62 I-R). Mittaustulokset kerättiin mikro-tietokoneille tai mittalaitteille ja tiedonkeruuhjelmisto laski mitatuista pitoisuuksista tuntikeskiarvot, jotka siirrettiin Ilmatieteen laitokselle jatkokäsittelyä varten. Ilmatieteen laitos seurasi mittauksia kaukovalvontana Helsingistä. Mittaustulokset tarkistettiin ja laitteiden toimintahäiriöistä johtuneet virheelliset arvot poistettiin. Mittaukset tehtiin seuraavan standardiehdotuksen mukaisesti: ISO 10473:2000 Ambient air – Measurement of the mass of particulate matter on filter medium – Beta-ray absorption method. (Saari & Pesonen 2006)

Tulokset

Taulukossa 9-4 on esitetty Porasydänvarastolla ja Selkeytsaltaalla mitattujen hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien ohjearvoon verrattavat pitoisuudet kuukausittain sekä kyseisten pitoisuuksien suhde ohjearvoon. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiohjearvo ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi Selkeytsaltaalla lokakuussa 2005 hieman yli 80 %:lla ja syyskuussa ohjearvoon verrannollinen vuorokausiarvo oli lähes ohjearvon tasolla. Porasydänvarastolla hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet olivat suurimmillaan alle puolet ohjearvosta.

Taulukko 9-4. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoihin verrattavat pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kuukausittain sekä kyseisen pitoisuuksien suhde vastaavaan ohjearvoon Porasydänvaraston ja Selkeytsaltaan mittauspisteissä kesä-marraskuussa 2005. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa.

PM ₁₀	Porasydänvarasto		Selkeytsallas	
	2. suurin vrk-arvo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	% ohjearvosta	2. suurin vrk-arvo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	% ohjearvosta
Kesäkuu	19	27	34	49
Heinäkuu	21	30	45	64
Elokuu	26	37	37	53
Syyskuu	22	31	66	94
Lokakuu	29	41	127	181
Marraskuu	18	26	25	36
Ohjearvo	70		70	

Koska raja-arvotarkasteluissa vertailujakso on yksi kalenterivuosi, voidaan lyhyemmän mittausjakson pitoisuuksia tarkastella vain suuntaa-antavasti suhteessa raja-arvoihin. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvolle, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sallitaan vuoden jaksolla ylityksiä 35 kpl ennen kuin varsinaisen vuorokausiraja-arvon ylityksen katsotaan tapahtuneen. Porasydänvarastolla esiintyi mittausjaksolla 1.6.–30.11.2005 yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuorokausipitoisuuksia vain 1 kpl ($51 \mu\text{g}/\text{m}^3$), joka oli samalla suurin vuorokausipitoisuus ja 1,02-kertainen raja-arvotasoon nähden. Vastaavasti Selkeytsaltaalla esiintyi mittausjaksolla 1.6.–30.11.2005 yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuorokausipitoisuuksia 8 kpl. Mittausjakson suurin vuorokausipitoisuus oli $164 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 3,3-kertainen raja-arvotasoon nähden.

Porasydänvaraston ja Selkeytsaltaan mittauspisteissä yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n vuorokausipitoisuuksien esiintyminen on sidoksissa pääosin tuulen nopeuteen ja liikennöintiin mittauspaikkojen

läheisyydessä. Navakka tuuli kuivattaa maan ja teiden pintoja sekä irrottaa niistä pölyä, vaikka teitä kastellaankin pölynsidontaliuoksella. Vuonna 2005 tilanne oli pölytilanteiden suhteen poikkeuksellinen Selkeytsaltaan mittauspisteessä, jonka läheisyydessä tehtiin mittausaika-
na altaan 7 rakentamista ja moreenin ajoa altaalle 6.

Jaksolta 1.6.–30.11.2005 laskettu hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien keskiarvo oli Porasydänvarastolla $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Selkeytsaltaalla $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoa koskeva raja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tuloksista on arvioitavissa, että vuosiraja-arvo olisi alittunut selvästi, vaikka mittausjakso olisi kattanut koko kalenterivuoden 2005. (Saari & Pesonen 2006)

Vertailua aiemmin mitattuihin pitoisuuksiin

Outokumpu Chrome Oy Kemin kaivoksella on aiemmin tehty vain kokonaisleijuman (TSP) mittauksia jaksoilla 1.3.1995–29.2.1996 ja 1.1.–31.12.2000. Vuoden 1995/1996 mittauksissa tehdasalueen mittauspaikka oli eri paikassa (Palarikastamo) kuin vuoden 2000 mittauksissa (Konttori). Selkeytsaltaan ja Porasydänvaraston mittauspaikka on ollut sama molemmissa mittauksissa. Mittaukset kuuluvat Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen ympäristöluvan mukaiseen tarkkailuohjelmaan. Myös vuoden 2005 aikana tehtiin Konttorin mittauspisteessä edelleen kokonaisleijuman mittauksia toiminnanharjoittajan toimesta. Kokonaisleijuman pitoisuusmittauksissa saatuja tuloksia on verrattu taulukossa 9-5. Vertailu on esitetty ohje- ja raja-arvoihin verrannollisille vuorokausiarvoille (98. prosenttipiste ja 95. prosenttipiste) ja vuosikeskiarvoille.

Taulukko 9-5. Kokonaisleijumapitoisuudet tehdasalueella vuosien 1995–1996, 2000 ja 2005 mittauksissa.

	98 % -piste [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	95 % -piste [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Vuosikeskiarvo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1.3.1995–29.2.1996*	1068	565	165
1.1.–31.12.2000	412	275	80
1.1.–31.12.2005	323	237	51
Ohjearvo	120	-	50
Raja-arvo	-	300	150

*Eri mittauspiste (palarikastamo) kuin vuosina 2000 ja 2005 (konttori).

Ohje- ja raja-arvoihin verrattavat kokonaisleijumapitoisuudet olivat vuonna 2005 tehdasalueen mittauspisteessä pienemmät kuin vuosina 1995/1996 ja 2000. Siirtymäkauden raja-

arvot, joiden voimassaolo päättyi vuoden 2005 alussa, alitettiin vuonna 2005, mutta ohjearvot ylittyivät edelleen. (Saari & Pesonen 2006)

Pölyn metallipitoisuudet

Kemin kaivoksen louhinta ja esimurskaus tapahtuvat kokonaisuudessaan maan alla. Murskauksessa syntyvä pöly poistetaan märkäpesureilla, joten kaivoksesta ulospuhallettavan ilman pölypitoisuus on käytännössä alle määritysrajojen. Rikastamon prosessit ovat pääasiassa märkäprosesseja, joten pölypäästöt rikastuksesta ovat pienet. Pölyämistä aiheutuu murskaamon ja hienorikastamon toiminnasta yhteensä noin 2 t/a. Pölyn metallipitoisuutta on tutkittu vuonna 2006, jonka mukaan pölynpoiston hiukkasissa oli 6,3 % kromia, 0,3 % nikkeä ja 0,004 % sinkkiä.

9.4.5 Toiminnasta aiheutuvat kaasumaiset päästöt

Energiantuotanto ja työkoneet

Energiantuotannossa sekä koneiden ja laitteiden käytössä muodostuvat päästöt ovat polttoaineen rikkipitoisuudesta aiheutuva SO₂-päästö, epätäydellisestä palamisesta ja polttoaineen epäpuhtauksista johtuvat VOC- ja hiukkaspäästöt sekä typen oksidit.

Työkoneista ja energiantuotannosta muodostuvat kaasumaiset (polttoaineperäiset) päästöt on laskettu ominaispäästöjen ja käsiteltävien materiaaalivirtojen mukaan keskimääräisille tuotantomäärille. Rikastettavaa malmia on vaihtoehdossa 0 keskimäärin 650 000 tonnia vuodessa sekä vaihtoehdoissa 1 ja 2 keskimäärin 1 300 000 tonnia vuodessa. Työkoneet käyttävät joko kevyttä polttoöljyä tai dieseliä. Energiantuotannossa käytettävät polttoaineet on esitetty luvussa 4.3.7 ja laskennan lähtöarvot taulukossa 9-6.

Taulukko 9-6. Kaasumaisten päästöjen arvioinnissa käytettyjä päästökertoimia [mg/MJ].

	Raskas polttoöljy	Kevyt polttoöljy	Nestekaasu	Muut (diesel + koneiden kevyt polttoöljy)
Hiukkaset	75	7		7
Rikkidioksidi	463	38	0,87	10
Typen oksidit	200	150	40	150
Hiilidioksidi	76 600	73 400	62 500	73 800
Muut VOC-yhdisteet	2	3		3

Taulukossa 9-7 on esitetty energiantuotannosta ja työkoneista muodostuvat kaasumaiset päästöt eri vaihtoehtoissa. Raskaan polttoöljyn lämpöarvona on käytetty 41 GJ/t, kevyen polttoöljyn ja dieselin 36 GJ/m³ sekä nestekaasun 46 GJ/t. Vaihtoehtoon 0 päästöt on laskettu vuoden 2008 toteutuneista kulutuksista. Vaihtoehtoissa 1 ja 2 kevyen polttoöljyn käytön on arvioitu kasvavan noin 70 % ja raskaan polttoöljyn käytön noin 17 %. Dieselin ja nestekaasun käyttö ei kasva merkittävästi.

Taulukko 9-7. Polttoaineperäiset päästöt [t/a] ja vaihtoehtojen 1 tai 2 kasvu [%] vaihtoehtoon 0 verrattuna.

	VE0	VE1/VE2
Hiukkaset	1,45	1,89 (30 %)
Rikkidioksidi SO ₂	7,30	8,78 (20 %)
Typen oksidit NO _x	12,32	18,33 (49 %)
Hiilidioksidi CO ₂	6 702	9 603 (43 %)
Muut VOC-yhdisteet	0,20	0,32 (57 %)

Liikenne

Rikastekuljetuksissa siirryttiin autokuljetuksiin aiemman rautatiekuljetuksen sijasta vuonna 2006. Tässä yhteydessä tehdyn selvityksen mukaan autokuljetusten päästöt ovat erityisesti hiukkas-, NO_x- ja SO₂-päästöjen osalta pienemmät kuin junakuljetuksissa. Tämä johtuu siitä, että käytössä oleva autokanta on uutta ja toisaalta veturikanta varsin iäkästä. (Bergström 2005) Voimassa olevalla kuljetussopimuskaudella Kemin kaivoksen rikasteet kuljetetaan Tornion tehtaalte kokonaisuudessaan kuorma-autoilla. Uuden sopimuskauden alkaessa vuoden 2011 alussa on mahdollista, että rikastekuljetukset siirtyvät raiteille. Rautatiekuljetukset ovat siis mahdollisia vaihtoehtoon 0 ja 2 toteutuessa.

Tuotteiden ja alueelle tuotavien materiaalien kuljetuksista aiheutuvat polttoaineperäiset päästöt on laskettu LIPASTO:n yksikköpäästöjen (VTT 2006) ja liikennemäärien perusteella. Liikennemäärät eri tieosuuksilla on kuvattu luvussa 9.9. Kuljetettavaa rikastetta on vaihtoehtossa 0 keskimäärin 650 000 tonnia vuodessa sekä vaihtoehtoissa 1 ja 2 keskimäärin 1 300 000 tonnia vuodessa. Matka kaivokselta Tornion tehtaille on maanteitä pitkin noin 40 kilometriä ja rautateitä pitkin noin 41 kilometriä. Rikastekuljetuksista aiheutuvien päästöjen määrät on esitetty taulukossa 9-8, jos kuljetukset tehdään kuorma-autoilla ja taulukossa 9-9, jos kuljetukset tehdään junilla.

Taulukko 9-8. Kuljetusten yksikköpäästöt tyhjille ja täysille (kuorma 40 t) raskaille ajoneuvoille sekä polttoaineperäiset vuosipäästöt eri vaihtoehtoisissa, jos kuljetukset tehdään kuorma-autoilla.

Päästö	Yksikköpäästö [g/km]		VE0 [t/a]	VE1[t/a]
	Tyhjä	Täysi		
SO ₂	0,0085	0,013	0,01	0,03
N ₂ O	0,026	0,035	0,04	0,08
CH ₄	0,010	0,011	0,01	0,03
Hiukkaset	0,051	0,080	0,09	0,17
HC	0,10	0,11	0,14	0,27
NO _x	6,2	9,3	10,1	20,2
CO	0,15	0,22	0,24	0,48
CO ₂	892	1354	1 460	2 920

SO₂ = rikkidioksidi, N₂O = typpioksiduuli, CH₄ = metaani, HC = kokonaishiilivedyt (sis. metaani), NO_x = typen oksidit, CO = hiilimonoksidi ja CO₂ = hiilidioksidi.

Vaihtoehdossa 1 kuljetusten vuosipäästöt kasvavat kaksinkertaisiksi verrattuna vaihtoehtoon 0, jos kummassakin vaihtoehdossa kuljetukset tehdään kuorma-autoilla. Kuljetusten päästöt ovat noin 0,0–2,0 % vaihtoehdossa 0 ja noin 0,0–4,2 % vaihtoehdossa 1 Kemi–Tornio alueen liikenteen päästöistä.

Taulukko 9-9. Kuljetusten yksikköpäästöt sekä polttoaineperäiset vuosipäästöt eri vaihtoehtoisissa, jos kuljetukset tehdään junilla.

Päästö	Yksikköpäästö [g/t km]	VE0 [t/a]	VE2 [t/a]
SO ₂	0,00015	0,01	0,01
N ₂ O	0,00065	0,02	0,05
CH ₄	0,0013	0,05	0,09
Hiukkaset	0,011	0,39	0,78
HC	0,034	1,21	2,42
NO _x	0,60	21,32	42,6
CO	0,074	2,63	5,26
CO ₂	24	853	1 706

SO₂ = rikkidioksidi, N₂O = typpioksiduuli, CH₄ = metaani, HC = kokonaishiilivedyt (sis. metaani), NO_x = typen oksidit, CO = hiilimonoksidi ja CO₂ = hiilidioksidi.

Vaihtoehdossa 2 kuljetusten vuosipäästöt kasvavat kaksinkertaisiksi verrattuna vaihtoehtoon 0, jos kummassakin vaihtoehdossa kuljetukset tehdään junilla. Jos vaihtoehdon 2 junakuljetuksia verrataan vaihtoehdon 0 autokuljetuksiin, tulevat päästöt kasvamaan painottamatta mitään yksittäistä päästökomponttia keskimäärin 786 %. Vaihtoehdossa 2 liikenteen polt-

toaineperäisistä vuosipäästöistä kasvaa eniten kokonaishiilivety- ja hiilimonoksidipäästöt verrattuna autoliikenteen päästöihin. Jos vaihtoehdon 1 autokuljetuksia verrataan vaihtoehdon 0 junakuljetuksiin, tulevat päästöt kasvamaan keskimäärin 181 %.

9.4.6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Kemi–Keminmaan alueen ilmanlaatua seurataan vuosittaisilla mittauksilla. Uusimman raportin (2007) tulokset keskittyvät rikkiyhdisteisiin ja kehitys on ollut myönteistä. Rikkipäästöt ovat vähentyneet alueella huomattavasti 1990-luvulta lähtien. (Pöykiö 2008)

Kaivoksen alueella ja lähiympäristössä mitataan viiden vuoden välein ilmassa leijuvan pölyn määrää kokonaisleijumamittauksin. Kemin kaivosalueen ilmanlaatu oli kesä-marraskuun 2005 hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittausten tulosten perusteella arvioituna pääosin hyvä. Havaitut pitoisuudet olivat kauttaaltaan pienempiä kuin aiemmissa mittauksissa. Pitoisuuksien pienenemiseen vaikuttivat sivukiven kuljetuksen väheneminen, teiden huoltotoimien parantuminen ja tuotevarastojen kastelu. Maanalaiseen toimintaan siirtyminen on oletettavasti edelleen pienentänyt pitoisuuksia. Pitoisuudet vaihtelivat suuresti vuodenajasta riippuen. Suurimmat pitoisuudet havaittiin kesä kautena, jolloin tiestön ja varastointialueiden pölyäminen on suurinta.

Porasydänvarastolla hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausipitoisuudet olivat koko jaksolla suurimmillaan alle 40 % ohjearvosta. Myös Selkeytsaltaan tarkkailupisteessä mitatut vuorokausipitoisuudet alittivat vastaavan ohjearvon selvästi kesä-elokuussa ja marraskuussa ollen näinä kuukausina suurimmillaan noin 35–65 % ohjearvosta. Sen sijaan lokakuussa 2005 vuorokausiohjearvo ylittyi Selkeytsaltaalla hieman yli 80 %:lla ja syyskuussa ohjearvoon verrannollinen vuorokausiarvo oli lähes ohjearvon tasolla.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuden raja-arvotasolle sallitaan kalenterivuoden aikana 35 kpl ylityksiä, jonka jälkeen vasta katsotaan varsinaisen vuorokausiraja-arvon ylityksen ilmanlaatuasetuksen mukaan tapahtuneen. Porasydänvarastolla raja-arvotaso ylittyi kesä-marraskuun 2005 mittausjaksolla vain yhden kerran elokuussa ja Selkeytsaltaalla esiintyi kahdeksan vastaavaa ylitystä. Nämä tapahtuivat pääosin lokakuussa suurimman vuorokausipitoisuuden ollessa $164 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 3,3-kertainen raja-arvotasoon nähden. Näistä tuloksista on pääteltävissä, että vuorokausiraja-arvon ylittyminen kalenterivuoden pituisella mittausjaksolla ei ole kaivosalueella todennäköistä. Mittaustuloksista on myös arvioitavissa, että vuosiraja-arvo alittuisi selvästi kalenterivuoden jaksolla.

Kaivosalueen korkeimmat hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet muodostuivat pääosin kuivalla ilmalla tilanteissa, joissa tuulen nopeus oli suuri, jopa noin 5–8 metriä sekunnissa. Tällaisilla tuulilla selvää pitoisuuksien kohoamista havaittiin myös Porasydänvaraston mittauspisteessä, jossa hiukkaspitoisuuden perustaso oli huomattavasti matalampi kuin Selkeytsaltaalla. Mittaustuloksista on kuitenkin pääteltävissä, että kaivoksen ympäristön lähimmissäkään asutuskohteissa ei olisi ylitetty hiukkaspitoisuuden ohje- tai raja-arvoja kovimmillakaan tuulilla.

Suurin osa kaasumaisista päästöistä on peräisin energiantuotannon ja työkonien käyttämisestä polttoaineista. Nämä päästöt kasvavat laajennuksen myötä 20–57 % nykytilaan verrattuna (VE0). Kuljetusten vuosipäästöt kasvavat vaihtoehdoissa 1 ja 2 kaksinkertaisiksi vaihtoehtoon 0 verrattuna, jos kuljetusmuoto on sama. Painottamatta mitään yksittäistä päästökomenttia kuorma-autokuljetusten päästöt ovat keskimäärin noin 0,8 % vaihtoehdossa 0 ja noin 1,5 % vaihtoehdossa 1 Kemi–Tornio alueen liikenteen päästöistä. Kuljetusten käyttämät tiet ovat pääasiassa asfaltoituja, joten liikenteestä aiheutuvat pölypäästöt ovat marginaalisia muun toiminnan pölypäästöihin verrattuna eikä niitä ole siten arvioitu laskennallisesti.

Liikenteen pakokaasupäästöjen kasvu sekä kaivosalueella toimivien kalustojen aiheuttamat pakokaasupäästöt eivät aiheuta vaihtoehdoissa 1 ja 2 havaittavissa olevia ympäristö- tai terveysvaikutuksia vaikutusalueella verrattuna vaihtoehtoon 0. Taulukossa 9-10 on esitetty työkonista, energiantuotannosta ja rikastekuljetuksista aiheutuvat kaasumaiset päästöt sekä niiden kasvu, kun kuljetusmuoto on sama.

Taulukko 9-10. Työkoneista, energiantuotannosta ja rikastekuljetuksista aiheutuvat kaasumaiset päästöt [t/a] sekä niiden kasvu, kun kuljetusmuoto on sama.

	VE0 (auto)	VE1 (auto) kasvu (%)	VE0 (juna)	VE2 (juna) kasvu (%)
Hiukkaset	1,5	2,0 (34 %)	1,8	2,7 (45 %)
Rikkidioksidi SO ₂	7,3	8,8 (20 %)	7,3	8,8 (20 %)
Typen oksidit NO _x	22,4	38,5 (72 %)	33,6	61,0 (81 %)
Hiilidioksidi CO ₂	8 162	12 523 (53 %)	7 554	11 309 (50 %)

9.4.7 Vaikutusten vähentäminen

Malmin esikäsittely (murskaus ja hienonnus) sekä liikennöinti kestopinnoittamattomilla alueilla aiheuttavat pölyämistä. Lisäksi rikastushiekka-altaan alueella voi erityisen kuivissa olosuhteissa syntyä pölyä. Louhinta ja esimurskaus tapahtuvat maan alla. Murskauksessa syntyvä

pöly poistetaan märkäpesureilla, joten kaivoksesta ulospuhallettavan ilman pölypitoisuus on käytännössä alle määritysrajojen.

Hieno- ja palarikaste varastoidaan pääasiassa halleissa, josta ei aiheudu pölyongelmaa. Rikasteen lastauksesta voi aiheutua sääolosuhteista riippuen pölyämistä. Lisäksi rikastetta voidaan tarvittaessa varastoida ulos, jossa varastokasat voivat pölytä kuivalla ja tuulisella säällä. Rikastamolla on käytössä kolme erillistä pölynerotinta. Sekä murskaamon että hienorikastamon syötön erottimet ovat kaskadi-tyyppisiä märkäpesureita, joissa käsiteltävä ilma imetään vesipatjan lävitse. Ilman hiukkaset sitoutuvat veteen ja laskeutuvat erottimen pohjalle. Pesureiden erottelukyky ja toimintavarmuus on hyvä.

Lastausalueen pölyämistä rajoitetaan harjauksella ja kastelulla. Pölyämisen rajoittamiseksi ulkona oleville rikastekasoille on tehty kastelujärjestelmät. Kaivoksen sisäisen tiestön pölyämistä rajoitetaan pölynsidontaliuoksen käytöllä.

Savukaasujen käsittelyyn perustuva päästöjen vähentäminen ei ole teknillistaloudellisesti kannattavaa Kemin kaivoksen kokoluokan toiminnassa. Päästöjen pienentämiseen pyritään polttoaineen kulutuksen vähentämisellä ja energiatehokkuutta parantamalla. SO₂-päästöihin voidaan vaikuttaa lisäksi käytettävän polttoaineen valinnalla.

9.5 Toiminnassa syntyvä melu ja sen vaikutukset

9.5.1 Yleistä toiminnan melusta ja sen leviämisestä

Melupäästöt ja meluhaittojen arviointi

Melu on vähentynyt kaivosalueella ratkaisevasti maanalaiseen toimintaan siirtymisen takia. Merkittävin ympäristöön kantautuva melu kuuluu epäsäännöllisesti kulkevista huoltoajoneuvoista ja työkoneista. Varsinainen kaivostoiminta tapahtuu maan alla, malmi nostetaan hissillä ja rikastamon toiminnot tapahtuvat sisätiloissa. Käytännössä toiminnan melu ei kantaudu kaivosalueen ulkopuolelle. Maanalaiset räjäytykset eivät aiheuta melua kaivoksen ulkopuolelle. Taustamelua alueella aiheuttavat liikenne ja lentokentän toiminnot. Vuonna 2008 aloitettu moottoritien rakennustyö aiheuttaa muutaman lähivuoden aikana alueelle poikkeuksellista melua ja ylimääräistä liikennettä.

Ympäristömelun häiritsevyyden arviointiin käytetään melun A-äänitasoa. Kun pitkän ajanjakson aikana esiintyvää vaihtelevaa melua ja ihmisen kokemaa terveys- tai viihtyvyyshaittaa kuvataan yhdellä luvulla, käytetään käsitettä keskiäänitaso. Keskiäänitason (L_{Aeq}) muita nimiä ovat ekvivalentti A-äänitaso ja ekvivalenttitaso. Ihminen pystyy normaaliolosuhteissa havaitsemaan jos äänenpainetaso kohoaa tai laskee 2-3 dB. Esimerkkejä äänien desibelitasoista

- Kuulokynnys (1000 Hz) 0 dB
- Kuiskaus (1 m) 30 dB
- Keskustelu (1 m) 50–60 dB, haittaa keskustelua
- Vilkasliikenteinen katu (2 m) 70–80 dB, haittaa keskustelua
- Kivipora (7 m) 100 dB, haitallinen kuulolle
- Rock-konsertti 110 dB, haitallinen kuulolle
- Kipukynnys 130 dB, erittäin haitallinen kuulolle
- Suihkumoottori (25 m) 140 dB, erittäin haitallinen kuulolle

Ekvivalenttitaso ei ole äänitasojen tavallinen keskiarvo. Laskennassa keskimääräistä suuremmat äänenpaineet saavat korostetun painoarvon lopputuloksessa. Toisaalta, jos melulähde toimii vain osan ajasta, sen pitkälle aikavälille (esimerkiksi päiväajalle klo 7–22) laskettu keskiäänitaso on pienempi kuin toiminnan aikana vallitseva hetkellinen A-äänitaso. Tasaiselle, jatkuvalla melulle keskiäänitaso on sama kuin A-äänitaso.

Melun leviäminen ja vaimeneminen

Pistemäisen melulähteen (esimerkiksi poraus/murskaus) synnyttämän melun vaimenemiseen vaikuttaa ensisijaisesti etäisyys melulähteeseen (geometrinen hajaantumisvaimennus), joka karkeasti ottaen tarkoittaa 6 dB:n vaimenemista, kun etäisyys melulähteeseen kaksinkertaistuu. Viivamaisilla melulähteillä, kuten teillä, etäisyyden kaksinkertaistuminen tarkoittaa likimäärin 3 dB:n vaimennusta. Lisäksi melun voimakkuuteen vaikuttaa äänen absorboituminen väliaineeseen, kasvillisuuden aiheuttama vaimennus sekä esteiden (maastonmuodot, rakennukset yms.) aiheuttama vaimennus. Ilma, kasvillisuus ja muut meluesteet vaimentavat korkeita taajuuksia matalia paremmin. Absorboitumiseen vaikuttaa myös muun muassa ilman lämpötila ja kosteus. Myös ilmakehän lämpötilakerrostuneisuus vaikuttaa melun etenemiseen ja heijastumiseen. Tästä syystä kuulakkaat ja tyynät kesäillat ovat otollisimpia melun leviämislle.

9.5.2 Vertailuarvot

Melumallinnuksen ja -mittausten tuloksia verrataan Valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 annettuihin melutasojen ohjearvoihin (A-painotettu keskiäänitaso L_{Aeq}). Ohjearvot on tarkoitettu ohjaamaan maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelua sekä rakentamisen luvittamista, mutta niitä käytetään yleisesti vertailuarvoina. Taulukossa 9-11 on esitetty valtioneuvoston päätöksessä annetut meluohjearvot.

Taulukko 9-11. Valtioneuvoston päätöksen (993/1992) mukaiset ekvivalenttimelun ohjearvot.

Melutasojen A-painotetut ohjearvot ulkona päivä- ja yöaikaan	L_{Aeq} 7–22 (dB)	L_{Aeq} 22–7 (dB)
Asumiseen käytettävät alueet	55	50
Virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä	55	50
Hoito- ja oppilaitoksia palvelevat alueet	55	50
Uudet asuin-, virkistys- ja hoitolaitoksia palvelevat alueet	55	45
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, taajamien ulkopuoliset virkistys- ja luonnonsuojelualueet	45	40

9.5.3 Melun leviämisen arviointi

Hankkeen meluvaikutuksia on selvitetty erikseen kaivoksen toiminnan ja rikastekuljetusten (liikenteen) osalta. Kaivostoiminnan meluvaikutuksia on selvitetty tarkastelemalla vuonna 2004 tehtyjä ympäristömelumittauksia (Oksanen 2004). Vaihtoehtoisten rikasteen kuljetuskeinojen eli kuorma-autokuljetusten (VE1) ja raidekuljetusten (VE2) meluvaikutuksia Kemins kaivoksen ja Tornion välisellä osuudella on selvitetty laskennallisesti mallintamalla. Liikenne-reittien ja kuljetusten kuvaukset on esitetty tarkemmin toiminnan kuvauksessa (luku 4.3.8) sekä liikennevaikutusten arvioinnissa (luku 9.9). Seuraavassa on kuvattu kaivoksen ja liikenteen meluvaikutusten arviointimenetelmät.

Kaivos

Kemin kaivoksen ympäristössä on mitattu melutasoja vuonna 2004 (Oksanen 2004). Mittauksissa selvitettiin jatkuvan melutason sekä räjäytysten aiheuttaman impulssimelun voimakkuudet.

Mittaukset suoritettiin A-taajuus- ja Fast-aikapainotettuina MIP 7178 P tarkkuusäänitasomittarilla, johon oli liitetty tilastomoduuli 7589. Räjäytystä mitattaessa aikavakiokytkin oli melu-

huippuja painottavassa "impulse" -asennossa. Mittaustulokset ovat eri pituisten mittausjaksojen ekvivalenttiarvoja L_{Aeq} .

Yhden mittauksen kesto vaihteli yhdestä kuuteentoista minuuttiin. Mittauskorkeus oli noin 1,5 metriä. Mittauspisteitä oli yhteensä 19 kappaletta (kuva 9-7). Mittauspäivänä kaivostoiminta oli muuten normaalia, mutta päivän aikana ei porattu. Avolouhoksessa työskenteli kuusi dumpperia ja kaksi kaivinkonetta, joten lastausta ja kiven ajoa mittausten aikana oli runsaasti. Myös kaivosalueella oleva rakennustyömaa nosti melutasoa.

Tie- ja raideliikenne

Rikastekuljetusvaihtoehtojen, tie- ja raideliikenteen, melutasojen tarkastelu Kemin kaivoksen ja Tornion tehtaiden välillä toteutettiin Datakustik CADNA 3.7 mallinnusohjelmalla käyttäen hyväksi yhteispohjoismaisia tieliikenne- ja raideliikennemelun laskentamalleja.

Mallinnuksessa äänitehotason perusteella määritettiin äänilähteen aiheuttama äänenpaine-taso tarkastelupisteissä erilaiset ääntä vaimentavat tekijät huomioiden. Vaimennustekijöinä mallinnuksessa huomioitiin muun muassa geometrinen leviäminen, estevaimennus ja maa-vaimennus. Puustoa, pintamaista tehtyjä meluvalleja tai muita vastaavia melun leviämistä vaimentavia esteitä ei huomioitu mallinnuksessa. Laskentaohjelmassa maastomalli syötetään ohjelmaan CAD-tiedostona, jolloin maasto muodostuu kolmiulotteisesti. Maastomalli hankittiin Maanmittauslaitokselta. Laskennassa laskentapistaruudun koko oli 50 m x 50 m. Äänitasot laskettiin suurimmillaan noin 3000 m etäisyydelle äänilähteistä, jotta myös liikenteen melua pystyttiin arvioimaan suuremmalla vaikutusalueella.

Tieliikenteen melutasojen mallinnuksessa Kemin kaivoksen ja Tornion tehtaiden välinen tie-osuus jaettiin liikennemäärien mukaan yhdeksään eri tieosuuteen. Osuuksien liikennemäärät nykytilanteessa (VE0) ja laajennusvaihtoehdoissa (VE1 ja VE2) on esitetty luvussa 9.9. Mallinnusohjelmaan syötettiin lähtötietoina tieosuuksien liikennemäärät (KVL), raskaan liikenteen osuudet, tien rakenteelliset ominaisuudet (leveys, pinnoite ym.) sekä nopeusrajoitukset. Mallinnusohjelma laskee automaattisesti annettujen lähtötietojen pohjalta tieliikennemelun pohjoismaisen laskentamallin mukaisesti tieosuuksien äänitehotasot erikseen päivä- ja yöajalle. Rikastekuljetukset oletettiin ympärivuorokautisiksi molemmissa tieliikennevaihtoehdoissa 0 ja 1. Mallinnuksissa huomioitiin rikastekuljetusten lisäksi kaikki muu liikenne kyseisillä tieosuuksilla. Vaihtoehdon 0 osalta tarkasteltiin Tornion päässä Kromitiellä sekä nykyistä tielinjausta että meneillä olevan tien parantamisen jälkeen olevaa linjausta. Vaihtoehdossa 1 tarkasteltiin

ainoastaan uutta linjausta, koska tien parannushanke saadaan valmiiksi ennen kaivoksen laajennusta.

Raideliikenteen melutasojen mallinnuksessa kaivoksen ja tehtaiden välinen rata jaettiin liikennemäärien mukaan neljään rataosuuteen. Osuuksien liikennemäärät eri vaihtoehdoissa on esitetty luvussa 9.9. Rataosuuksien äänitehotasot päivä- ja yöajalle laskettiin taulukkolaskennalla raideliikennemelun pohjoismaisella laskentamallilla huomioiden keskeiset äänitehotasoon vaikuttavat lähtötiedot kuten junien määrä, käyttövoima, pituus jne. Laskettujen äänitehtotasojen perusteella rataosuudet syötettiin viivamaisina melulähteinä laskentaohjelmaan. Mallinnuksessa huomioitiin rikastejunien lisäksi kaikki muu olemassa oleva liikenne rataosuuksilla. Junakuljetuksena tapahtuvien rikastekuljetusten melutasot selvitettiin myös nykytilannevaihtoehdossa (VE0), koska riippumatta kaivoksen laajennuksen toteutumisesta nykyisen kuljetussopimuskauden (2010 lopun) jälkeen on mahdollista, että rikasteet kuljetetaan rautateitse. Mallinnuksessa on oletettu, että vaihtoehdossa 0 rikastejunat (2 kpl/vrk) kulkevat päiväaikaan ja vaihtoehdossa 2 junista (yhteensä 4 kpl/vrk) kolme kulkee päivällä ja 1 yöllä.

9.5.4 Melun leviäminen

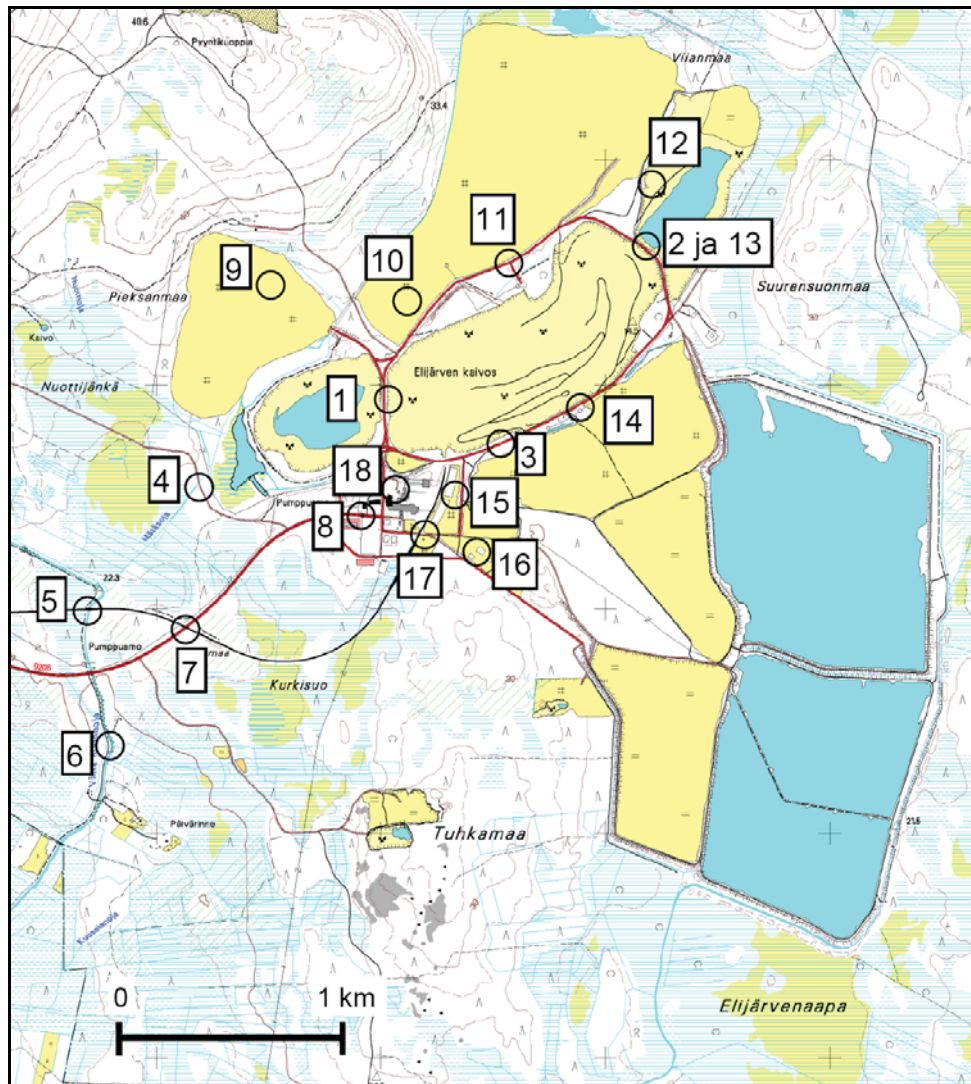
Kaivos

Kemin kaivostoiminnan aiheuttamia melutasoja kaivosalueella ja sen ympäristössä on esitetty taulukossa 9-12.

Taulukko 9-12. Kemin kaivoksen ympäristömelun mittaustuloksia (Oksanen 2004).

Mittauspiste (kuva 9-7)	Paikka	Etäisyys louhok- sesta noin [m]	Mittausaika	L _{eq} [dB(A)]
1	Louhoksen reunalla, länsipään vierastaso		10.21–10.26	58,0
2	Louhoksen reunalla, itäpääty		10.33–10.38	58,6
3	Louhoksen eteläsivu		10.44–10.45	55,7
4	Louhoksen länsipuoli, Mätäsojan ja tien risteys	900	12.05–12.08	39,6
5	Louhoksen länsipuoli, radan ja kanavan risteys	1500	12.14–12.171	45,5
6	Louhoksen lounaispuoli, lähin asuma-alue	1800	12.29–12.31	48,6
7	Kaivokselle johtavan tien ja radan risteys	1300	12.40–12.41	38,0
8	Kaivoksen portilla	300	12.45–12.47	48,3
9	Louhoksen luoteispuoli, sivukivien läjitysalue, tiellä	500	12.53–12.56	36,4
10	Louhoksen pohjoissivu		13.22–13.25	46,0
11	Louhoksen pohjoissivu, louhoksen puoliväli		13.27–13.29	47,0
12	Viianmaan louhoksen reunal- la		13.32–13.34	48,1
13	Louhoksen itäpääty, tien takana		13.37–13.39	49,1
14	Louhoksen eteläsivu		13.42–13.45	66,5
15	PR-varaston takana		13.48–13.51	58,4
16	Urakoitsijan alue	500	13.55–13.56	53,6
17	HR-varaston pääty	300	14.6–14.09	58,2
18	Toimistorakennuksen takapi- ha		14.59–15.01	62,2

Mittausten tuloksista voidaan todeta, että melu alittaa ympäristömelunormit selvästi useissa paikoissa jo kaivoksen alueella. Kaivoksen alueella yleinen melutaso oli 50–55 dB(A) ja kaivosalueen ulkopuolella 38–49 dB(A). Koneiden läheisyydessä melutaso saattoi nousta jopa 70 dB(A).



Kuva 9-7. Melutason mittauspisteet (Oksanen 2004). © Maanmittauslaitos, lupa nro 167/MML/09.

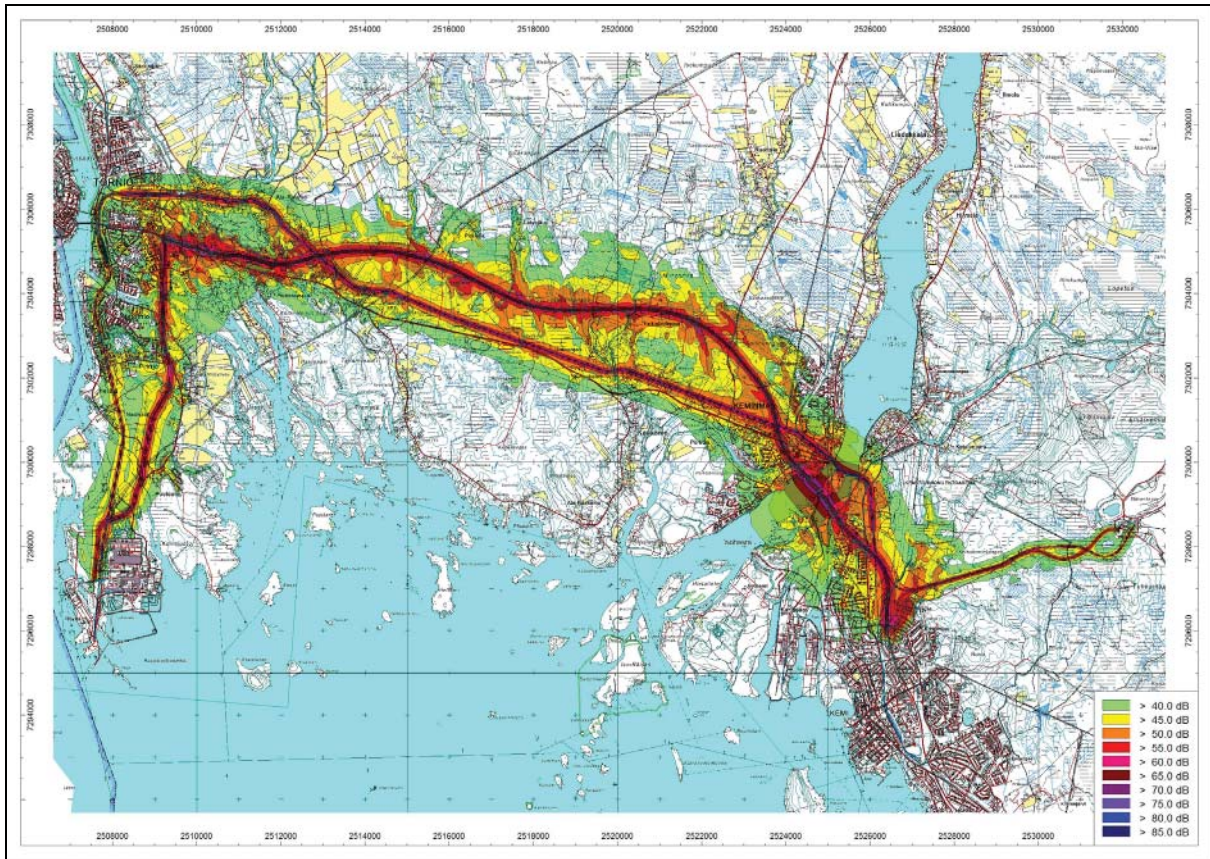
Mittauksissa tutkittiin myös louhoksella tehdyn räjäytyksen aiheuttamaa impulssimelun tasoa. Avolouhoksella tehtyjen räjäytysten leviämistä ympäristöön mitattiin, kun kaksi normaalikoista malmikaatoa räjäytettiin samanaikaisesti. Räjäytysten aikana kaivoksen ulkopuolella noin 1500 metrin etäisyydellä (piste 5) oli 72,3 dB(A) meluhuippu (impulssikorjattu). Melulukemaa nosti silloin räjäytyspaikasta mittauspisteeseen puhaltanut sivumyötäinen tuuli.

Tie- ja raideliikenne

Kemin kaivoksen rikastekuljetusten melun leviämistä selvitettiin mallintamalla sekä tie- että raideliikennevaihtoehtojen osalta kaikissa mahdollisissa tilanteissa (VE0, VE1 ja VE2) noin 40 kilometrin pituisella tieliikennereitillä sekä noin 41 kilometrin rataosuudella. Liikenteestä ympäristöön aiheutuvat melutasot laskettiin erikseen päivä- ja yöajalle. Mallinnuksen tuloksena tulostettiin melun leviämismallit havainnollisesti vyöhykkeittäin 5 dB:n välein karttapohjalla. Tulosteet tehtiin A3-kokoisiksi 1:20 000 mittakaavalla, jolloin Kemin kaivoksen ja Tornion tehtaiden välinen alue jaettiin viiteen osaan. Kaikkiaan melun leviämistä kuvaavia malleja tulostettiin 44 kappaletta. Seuraavassa on esitetty keskeisimmät liikennemelun leviämistä kuvaavat mallit eri vaihtoehtoisissa ja keskeisillä liikenneosuuksilla. Meluselvityksen tulosten tarkastelu on esitetty luvussa 9.5.5.

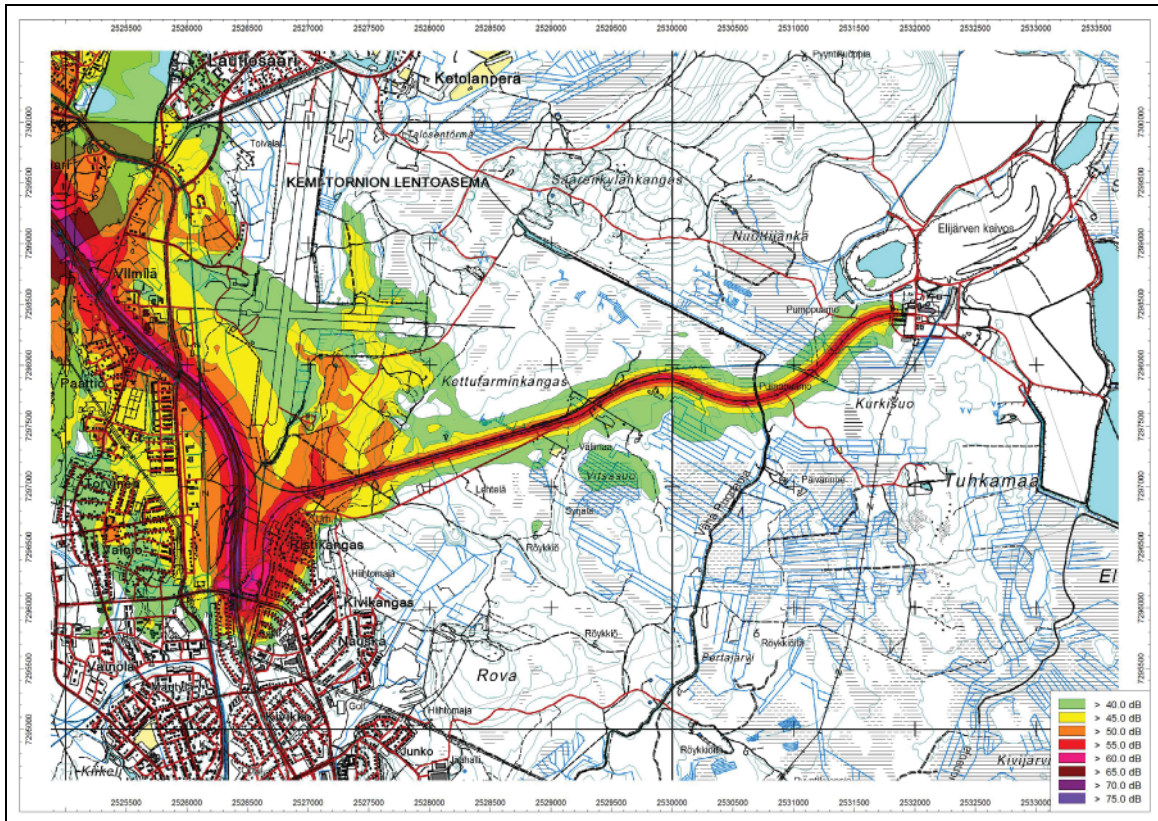
VE0

Tie- ja raideliikennereittien sijoittumista ja liikennereittien vaikutusalueen laajuutta Kemin kaivoksen ja Tornion tehtaiden välillä on havainnollistettu kuvassa 9-8 olevassa melun leviämismallissa. Malli esittää tie- ja raideliikenteen ympäristöön aiheuttamia melutasoja molemmilla liikennereiteillä vaihtoehdon 0 mukaisessa tilanteessa päiväaikaan, kun rikasteet kuljetetaan junalla.

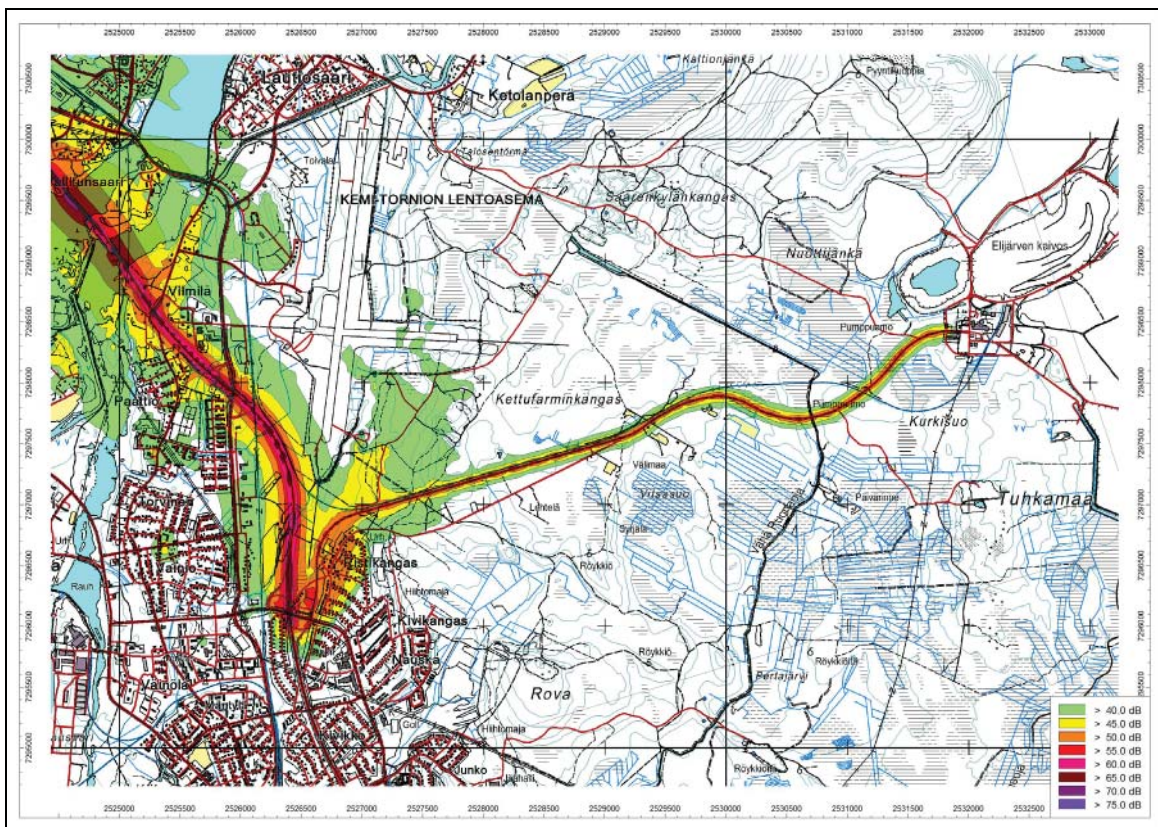


Kuva 9-8. Kemin kaivoksen rikastekuljetusreittivaihtoehtojen ja melualueiden (L_{Aeq}) sijoittuminen päiväaikaan, kun rikasteet kuljetetaan junalla (VE0).

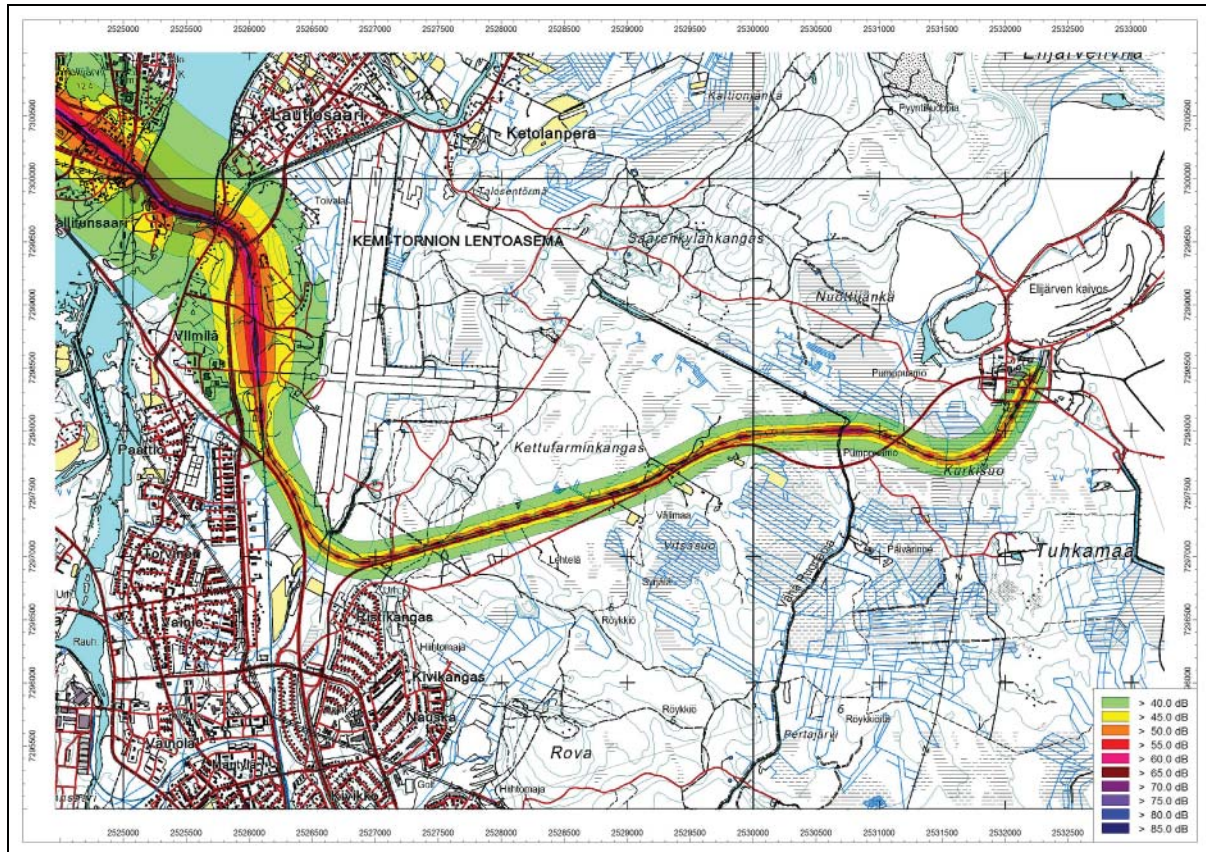
Rikastekuljetuksiin käytettävien liikenneväylien aiheuttamia melutasoja Kemin kaivoksen päässä vaihtoehdossa 0 on havainnollistettu kuvissa 9-9, 9-10 ja 9-11. Kuvassa 9-9 on esitetty liikenteen aiheuttamia keskiäänitasoja (L_{Aeq}) päiväaikaan ja kuvassa 9-10 yöaikaan, kun rikasteet kuljetetaan kuorma-autoilla. Kuvassa 9-11 on puolestaan esitetty raideliikenteestä aiheutuvat melutasot vaihtoehdossa 0, mikäli rikasteet kuljetetaan junalla. Vaihtoehdossa 0 rikastekuljetukset junalla tapahtuvat kokonaisuudessaan päiväaikaan, joten yöaikaista melua ei muodostu.



Kuva 9-9. Tieliikenteen melutasot (L_{Aeq}) päivällä Kemin kaivoksen päässä (VE0).



Kuva 9-10. Tieliikenteen melutasot (L_{Aeq}) yöllä Kemin kaivoksen päässä (VE0).



Kuva 9-11. Raideliikenteen melutasot (L_{Aeq}) päivällä Kemin kaivoksen päässä (VE0).

Kromitien parannuksen (tien oikaisu) vaikutusta tieliikenteestä aiheutuviin melutasoihin ympäristössä on esitetty kuvissa 9-12 ja 9-13. Kuvan 9-12 melun leviämismallissa on havainnollistettu liikennemelun leviämistä päiväaikaan nykyisellä tielinjauksella (VE0), kun rikasteet kuljetetaan kuorma-autoilla. Kuvassa 9-13 on havainnollistettu vastaava tilanne, kun Kromitien uusi tieosuus on otettu käyttöön.