

Benoît Gouatarbès, Mika Hanski

17.5.2018

Powerflute Kuopio

Asiakas: Powerflute Oy

Tilaus: 4500026768, 3.11.2017

Yhteyshenkilö: Satu Viitasalo-Frösen

**KUORIMON MELUPÄÄSTÖMITTAUKSET JA
YMPÄRISTÖMELUSELVITYS****1 TAUSTA**

Powerflute Oy:n kartonkitehdas sijaitsee Kuopiossa, Sorsasalonselän eteläosassa. Kuorimo sijaitsee tehtaan kaakkoisosassa. Vuonna 2016 kuorimon katkaisulaitokselle on tehty melusuojarakenteita koskevia muutoksia. Ympäristömelumittaukset tehtiin marraskuussa 2017 kuorimon itä-koillispuolella sijaitsevien asuin- ja loma-asuntoalueiden kohdalla [1]. Kuorimon ja tarkastelupisteiden sijainti on esitetty kuvassa 1. Mittausten tarkoitus oli selvittää kuorimon katkaisulaitoksen melulähteiden vaikutus meluun. Mittaustulokset osoittivat, että kolmimetristen puiden syöttö suoraan kuljettimelle kääntöpöydän jälkeen on hiljaisempi toimintavaihtoehto kuin kuorimon normaali toiminta katkaisun ja kääntöpöydän kautta. Sirkkelin melu on merkittävästi vähentynyt vuonna 2016 kuorimon toteutuneiden korjausten jälkeen, mutta kääntöpöydällä aiheutuvat kolahdukset puun putoamisesta ovat edelleen selvästi havaittavissa etenkin Potkunsaareissa, joka on lähin loma-asuntoalue ja josta on suora näköyhteys kuorimoon.

Ympäristömelumittausten yhteydessä tehtiin kuorimon melulähteiden melupäästömittaukset, joiden tuloksia oli tarkoitus käyttää lähtökohtana kuorimon laskennalliseen ympäristömeluseelvitykseen ja meluntorjunnan lisätoimenpiteiden suunnitteluun.

Tässä raportissa esitetään kuorimon melulähteiden melupäästömittausten ja ympäristömeluseelvityksen tulokset eli mallinnuksen avulla lasketut kuorimon melutasot. Melun leviäminen ympäristöön laskettiin käyttäen yhteispohjoismaista ympäristömelun laskentamallia eli ns. teollisuuden ympäristömelun laskentamallia [2]. Laskentatuloksia verrataan marraskuussa 2017 tehtyjen mittausten tuloksiin lähimmillä asuin- ja loma-asutusalueilla. Näiden perusteella esitetään meluntorjunnan lisätoimenpiteitä kuorimon melulähteille. Tässä selvityksessä otetaan huomioon pelkästään kuorimon melun kannalta merkittävimmät melulähteet itä-koillispuolella sijaitsevien asuin- ja loma-asuntoalueiden kohdalla. Ympäristömeluseelvitys päivitetään koko tehtaan osalta kesällä/syysällä 2018.

Powerflute Oy:n kartonkitehtaan nykyisen ympäristöluvan raja-arvot ovat pääosin valtioneuvoston päätöksen [3] yleisten ohjeiden mukaisia. Sitovat luparajat ovat asuinalueilla päiväajan keskiäänitasolle $L_{Aeq,7-22}$ 55 dB ja yöajan keskiäänitasolle $L_{Aeq,22-7}$ 45 dB. Lisäksi loma-asutusalueilla tavoitearvot (ei sitovia) ovat päiväajan keskiäänitasolle 45 dB ja yöajan keskiäänitasolle 40 dB.

2 MITTAUSJÄRJESTELYT JA -OLOSUHTEET

Kuorimon melupäästömittaukset tehtiin 13.11.2017. Mittaukset suoritti DI Benoît Gouatarbès. Kuorimo ja sen katkaisulaitos olivat käynnissä normaalisti mittausten aikana.

Tässä selvityksessä esitetään ympäristömelun kannalta kuorimon merkittävimmät melulähteet kuorimon lähimpien asuin- ja loma-asuntoalueiden kohdalla. Ne tunnistettiin aistinvaraisesti melupäästömittausten yhteydessä. Melulähteiden merkittävyys on myös tarkistettu ympäristömelumittausten tulosten avulla [1].

Merkittäviä melulähteiden tunnistettiin yhteensä neljä. Nämä ovat:

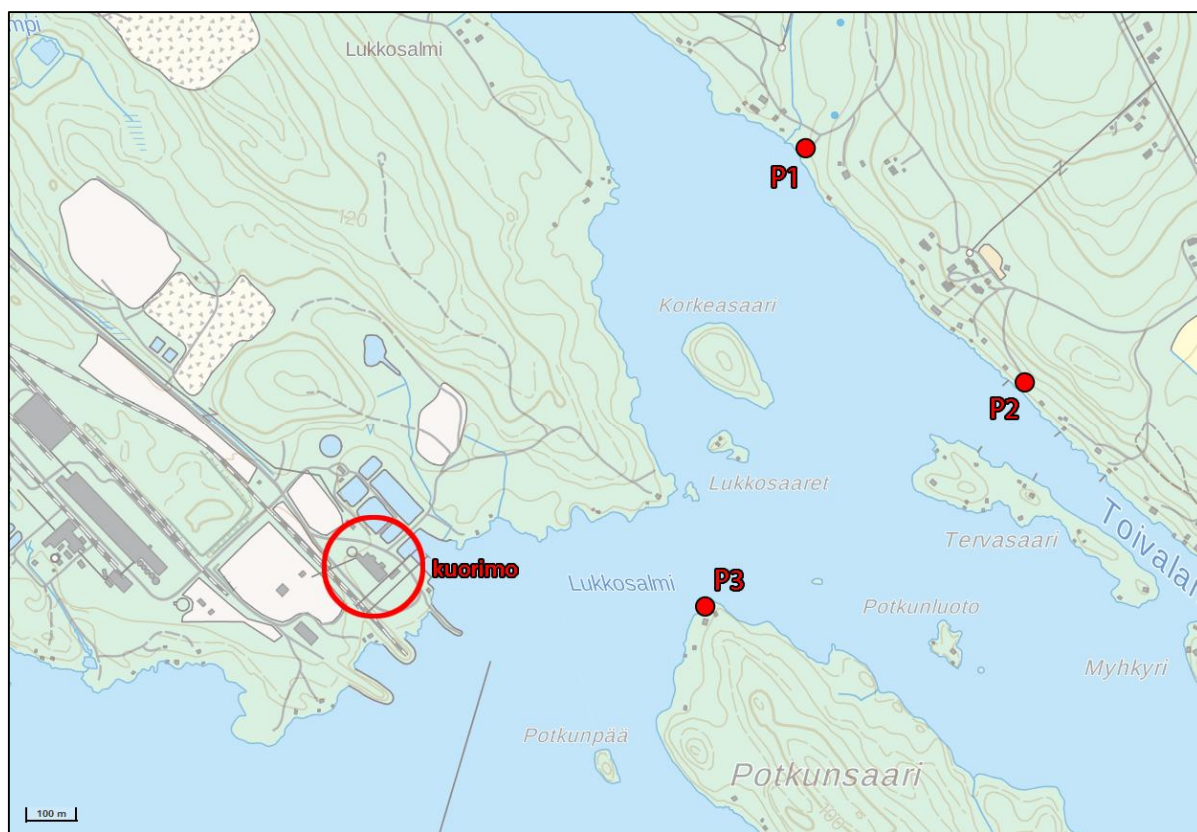
- L1 hakepuhallin
- L2 katkaisulaitoksen sirkkeli
- L3 katkaisulaitoksen syöttöpöytä
- L4 kääntöpöytä

Melulähteiden sijainti on esitetty kuvassa 2.

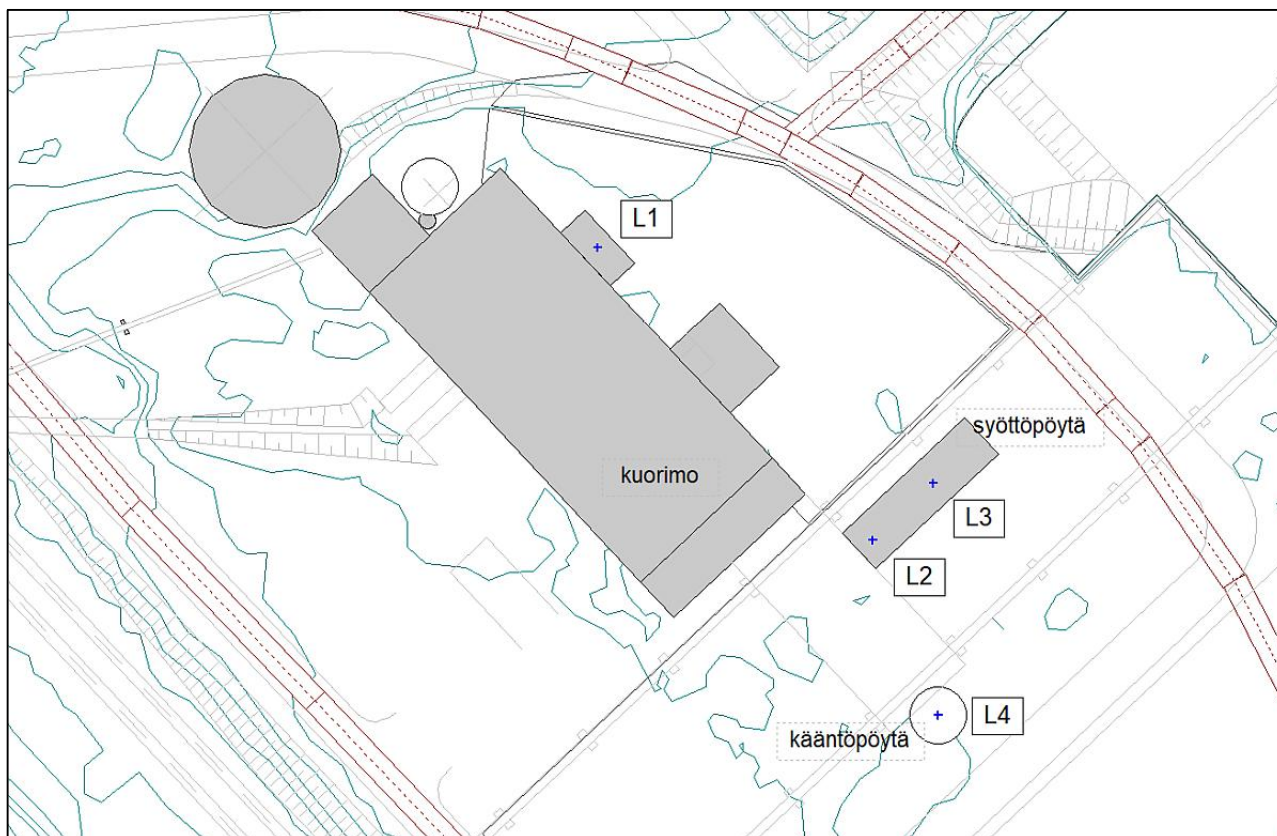
Hakekasan telakonetta ei ole otettu mukaan tämän selvityksen laskentaan, koska vaikka sen melu on selvästi havaittavissa ja tunnistavissa kuvassa 1 esitetyissä tarkastelupisteissä, se ei kuitenkaan vaikuta päivä- tai yöajan keskiäänitasoon. Syy siihen on, että telakoneen toiminta on kestoaltaan hyvin lyhytaikaista (muutama sekunti kerrallaan). Kuorimon katkaisulaitoksessa liikkuvien koneiden (esim. kurottajat) tai raskaiden ajoneuvojen aiheuttama melu ei ole merkittävää verrattuna em. mainittuihin melulähteisiin L1-L4. Niitäkään ei ole otettu mukaan tämän selvityksen laskentaan.

Päästömittauksissa säällä, mukaan lukien tuulen suunta ja voimakkuus, ei ollut merkitystä, koska mitaukset tehtiin pienillä etäisyyksillä melulähteistä. Myös muu taustamelu oli päästömittauksissa merkityksetöntä lyhyiden mittausetäisyyksien takia.

Tehtaan muut laitokset toimivat normaalisti mitausten aikana. Niiden toiminta on jatkuvaa ja lähes taasaista ympäri vuorokauden.



Kuva 1. Kuorimon ja tarkastelupisteiden sijainti. (Kuva: Paikkatietoikkuna)



Kuva 2. Kuorimon melulähteiden sijainti.

3 MITTAUSLAITTEISTO JA -MENETELMÄT

Äänipainesignaalit tallennettiin digitaaltallentimella ja tallennetuille signaaleille tehtiin myöhemmin spektrianalyysi. Taajuusanalyysissä määritettiin koko tallennusjakson ekvivalenttitaso kullakin terssi-kaistalla. Lähteiden päästöt mitattiin pääosin suhteellisen läheltä. Mittausetäisyys oli enintään muutamia kymmeniä metrejä.

Uusien melulähteiden melu on tasaista, joten päästön mittauspisteissä näytejakson pituudeksi riitti 30 s tai 1 min. Mittausmikrofoni oli n. 1,5 m korkeudella maanpinnasta.

Mikrofoni oli varustettu tuulisuojalla. Tallennusvaiheessa äänitasomittari toimi tallentimen esivahvistimena. Mittalaitteisto kalibroitiin ennen ja jälkeen mittauksia äänitasokalibraattorilla. Mittauksissa ja analysoinnissa käytetyt laitteet on lueteltu taulukossa 1. Mittalaitteketju (äänitasomittari ja ohjelmisto) täyttää standardin IEC 61672-1 [3] tarkkuusluokan 1 (precision) vaatimukset.

Kunkin melulähteen melupäästö eli äänitehotaso L_w määritettiin käyttäen soveltuvien osin pohjoismaisia teollisuuden melulähteiden päästömittauksiin tarkoitettuja Nordtest-menetelmiä [4]. Ne ovat kansainvälisesti standardoitujen yleisten päästömittausmenetelmien (lähinnä ISO 3744) laajennuksia.

Laskentaa varten lähteen tai useiden lähteiden muodostaman ryhmän ääniteho esitetään taajuuden ja suunnan funktiona. Lähteiden päästötiedot määritettiin laskentamallin vaatimassa muodossa, äänitehotasoina oktaavikaistoittain välillä 31,5 Hz – 8 kHz.

Taulukko 1. Mittaus- ja analyysilaitteisto.

äänitasomittari	NTi Audio	XL2-TA
kondensaattorimikrofoni	NTi Audio	M2230
jälkikäsitteilyohjelma	Adobe	Audition 3.0
analyysiohjelma	IMC	Famos Professional 7.2

4 YMPÄRISTÖMELUN ARVIOINTI

4.1 Melua kuvaavat suureet

Tärkeimmät ympäristömelua kuvaavat käsitteet ovat melulähteen **melupäästö** eli emissio ja melun kohteena olevan paikan **melutaso**. Melupäästö on melulähteeseen liittyvä käsite, sama kuin lähteen säteilemä ääniteho; yleensä se ilmoitetaan *äänitehotasona*. Melutaso on tarkemmin ympäristössä esiintyvä, kohteen tai kuuntelupisteen äänipaine, joka ilmoitetaan *A-äänitasona*.

Äänitaso on A-painotettu äänipainetaso. Se määritellään

$$L_{pA} = 20 \lg (p_A/p_0)$$

missä p_A on A-painotettu äänipaine ja p_0 vertailupaine (= 20 mPa).

Äänitehotason määritelmä on

$$L_W = 10 \lg (P/P_0)$$

missä P on ääniteho ja P_0 vertailuteho (= 1 pW). Kokonaismelupäästö on tavallisesti A-painotettu äänitehotaso (L_{WA}). Leviämislaskelmia varten äänitehotasosta on kuitenkin ilmoitettava sen spektri oktaavikaistoittain (jolloin A-painotusta ei käytetä).

Molemmilla mainituilla tasosuureilla on sama yksikkö, desibeli (dB), minkä vuoksi ne saatetaan sekoittaa keskenään. Lisäsekaannusta voi aiheutua siitä, että tasojen lukuarvot voivat poiketa suurestikin toisistaan. Äänitehotaso on lukuarvoltaan yleensä paljon suurempi kuin tavallinen äänitaso.

Melun leviämislaskentaa varten lähteen äänitehotaso määritetään taajuuden ja suunnan funktiona. Kuten melulähdettä tai -lähderyhmiä edustaa selvityksessä ekvivalenttinen pistemäinen tai viivamainen lähde, joka sijaitsee todellisen lähteen akustisessa keskipisteessä. Lähteen äänitehotaso ilmoitetaan oktaavikaistoittain välillä 31,5 Hz – 8 kHz, tarvittaessa suunnan funktiona kahdeksaan pääsuuntaan.

4.2 Meluhaittojen arviointi ja tehtaan ympäristöluvan raja-arvo

Ympäristömelun häiritsevyyden arviointiin käytetään A-äänitasoa. Kun pitkän ajanjakson aikana esiintyvää vaihtelevaa melua ja ihmisen kokemaa terveys- tai viihtyvyyshaittaa kuvataan yhdellä luvulla, käytetään käsitettä **keskiäänitaso** L_{Aeq} , jonka muita nimiä ovat ekvivalentti A-äänitaso ja ekvivalenttitaso. Tasaiselle, jatkuvalla melulle keskiäänitaso on sama kuin A-äänitaso.

Powerflute Oy:n kartonkitehtaan melu on valtaosin tasaista. Kuorimon melu ei tosin ole täysin tasaista ja sisältää hetkellisiä meluhuippuja (esim. kolahdukset syöttö- ja kääntöpöydässä). Impulssimainen (iskumainen) ja kapeakaistainen (äänesmäinen) melu koetaan häiritsevämmäksi kuin melu, joka on ajallisesti tai spektriltään tasaista. Melun impulssimaisuus ja kapeakaistaisuus on arvioitu tarkastelupisteissä ympäristömelumittausten raportissa [1].

Powerflute Oy:n kartonkitehtaan nykyisen ympäristöluvan raja-arvot ovat pääosin valtioneuvoston päätöksen [3] yleisten ohjearvojen mukaisia. Sitovat luparajat ovat asuinalueilla päiväajan keskiäänitasolle $L_{Aeq,7-22}$ 55 dB ja yöajan keskiäänitasolle $L_{Aeq,22-7}$ 45 dB. Lisäksi loma-asutusalueilla tavoitearvot (ei sitovia) ovat päiväajan keskiäänitasolle 45 dB ja yöajan keskiäänitasolle 40 dB. Arvot ovat samat kuin

Suomen ympäristömelun yleiset ohjearvot ko. alueilla [4]. Asuinalueen yöajan keskiäänitason raja-arvo 45 dB vastaa Valtioneuvoston päätöksen uuden asuinalueen melutason ohjearvon.

5 MELUVYÖHYKKEIDEN LASKENTA

5.1 Laskentamenetelmä ja -malli

Tehtaiden melun laskentaan käytettiin yhteispohjoismaista ympäristömelun laskentamallia eli ns. teollisuuden ympäristömelun laskentamallia [2]. Malli antaa ohjeet siitä, miten lasketaan melutaso yhdessä pisteessä kerrallaan. Mallin tarvitsemia lähtötietoja ovat kunkin lähteen sijainti- ja päästötiedot sekä maasto rakennuksineen ja esteineen laskentalinjalla lähteestä laskentapisteeseen.

Laskentapisteen äänitason määräävät lähteiden melupäästöt, etäisyydet ja melun etenemisteiden akustiset ominaisuudet. Ne määräytyvät meluesteinä sekä heijastavina tai absorboivina pintoina toimivista rakennuksista ja maaston muodoista. Maasto kuvataan tasopintoina, joista ääni heijastuu laskentapisteeseen. Pintojen akustinen pehmeys ilmoitetaan. Asfaltti ja vesi ovat kovia ja useimmat muut maanpinnat pehmeitä.

Etäisyysvaimennus, pehmeä maanpinta ja esteet muuttavat etenevän melun spektriä, minkä vuoksi laskenta tehdään taajuuskaistoittain. Lopuksi eri kaistojen tuloksista muodostetaan yksi lopputulos, A-äänitaso eli keskiäänitaso L_{Aeq} kussakin laskentapisteessä.

Pehmeän maanpinnan ja esteiden vaikutus on mallissa muodossa, joka vastaa melun leviämistä lievästi suosivia sääolosuhteita. Näitä ovat kohtalainen myötätuuli ja tyyni, selkeä yö. Pitkäaikaisen keskiäänitason kannalta leviämiselle edullisten olosuhteiden painoarvo on merkittävin, ja tästä syystä malliin valitut olosuhteet tuottavat laskentatuloksen, joka samalla vastaa *pitkän ajanjakson keskiäänitasa*.

Mallinnuksen tuottamien laskentatulosten epätarkkuus on tässä selvityksessä kyseessä olevilla melulähteillä ja etäisyyksillä tyypillisesti noin ± 3 dB. Kun mallinnuksen avulla tutkitaan meluntorjunnan vaihtoehtoja, toimenpiteiden tuottamien melutason muutosten suhteellinen epätarkkuus on hieman pienempi, noin ± 2 dB.

5.2 Maastomalli ja laskentaohjelma

Maastomalli on laadittu käyttäen Maanmittauslaitoksen laserkeilaus- (17.11.2014 ja 12.12.2016) ja maastotietokanta-aineistoa (5. ja 12.5.2018) sekä tehdasalueen asemapiirustusta (23.8.2011). Melulähdemalli on laadittu 13.11.2017 tehtyjen melupäästömittausten tulosten perusteella. Maasto- ja melulähdemalli sisältää maaston muotojen lisäksi rakennukset ja muut esteet sekä kaikkien ääntä heijastavien tai absorboivien pintojen akustiset pehmeudet. Maastomalli muodostettiin myös käyttäen tukena valokuvia.

Varsinainen laskenta tehtiin tietokoneohjelmalla, joka muodostaa sekä kunkin lähteen omat että yhdistetyt meluvyöhykkeet automaattisesti. Laskentaohjelma oli

Datakustik CADNA/A 2018 MR1

joka sisältää yhteispohjoismaisen laskentamallin.

Laskenta tehtiin käyttäen 10×10 m² suuruisia laskentaruutuja. Laskentapistet sijaittivat tavalliseen tapaan 2 m korkeudella maanpinnasta.

5.3 Lähtötiedot

13.11.2017 tehdyissä melupäästömittauksissa tunnistettiin **4** ympäristön kannalta merkittävintä melulähdettä kuorimon alueella. Näiden melulähteiden merkittävyys on myös tarkistettu ympäristömelumittausten äänisignaalin tallenteista ja tuloksista.

Hakekasan telakonetta ei ole otettu mukaan tämän selvityksen laskentaan, koska vaikka sen melu on selvästi havaittavissa ja tunnistavissa *kuvassa 1* esitetyissä tarkastelupisteissä, se ei kuitenkaan vaikuta päivä- tai yöajan keskiäänitasoon. Syy siihen on, että telakoneen toiminta on kestoaltaan hyvin lyhytaikaista (muutama sekunti kerrallaan). Kuorimon katkaisulaitoksessa liikkuvien koneiden (esim. kurottajat) tai raskaiden ajoneuvojen aiheuttama melu ei ole merkittävää verrattuna kuorimon muihin melulähteisiin. Niitäkään ei ole otettu mukaan tämän selvityksen laskentaan.

Kuorimo on käytössä vain päiväaikaan klo 7-22 välisenä aikana. Tässä selvityksessä esitetyt tulokset edustavat siis päiväajan tilannetta, jolloin kuorimon 4 merkittävintä melulähdettä ovat käytössä. Tulokset eivät sisällä tehtaan muiden laitosten melua. Niiden vaikutus on kuitenkin mitattu marraskuussa 2017 *kuvassa 1* esitetyissä tarkastelupisteissä. Näin ollen voidaan arvioida kokonaismelu tarkastelupisteissä ottaen muiden laitosten melun vaikutus huomioon.

5.4 Impulssi- ja kapeakaistakorjaukset

Melun impulssimaisuus ja kapeakaistaisuus tulee aina arvioida kuulijapisteessä mittaustulosten avulla. Melulähteiden lähellä kuunneltuna osa melusta on kapeakaistaista (esim. hakepuhallin). Tehdasalueen reunojen etäisyydellä ja sitä kauempana, sekä erityisesti asuintalojen ja loma-asuntojen luona, kapeakaistaisuus ei kuitenkaan ole niin merkittävää, että kapeakaistaisuuden määrittelevät ehdot täytyisivät. Lähimmillään asuinalueilla kapeakaistaiset komponentit katoavat muun, spektriltään tasaisen melun sekaan.

Melun impulssimaisuus ja kapeakaistaisuus on arvioitu tarkastelupisteissä ympäristömelumittausten raportissa [1]. Mittaustulosten perusteella todettiin, että melu ei ollut kapeakaistaista tarkastelupisteissä. Kuorimon melu on impulssimaista vain osan ajasta lähinnä kääntöpöydässä syntyvien kolahdusten takia. Ympäristömelumittausten yhteydessä arvioitu impulssikorjaus oli n. 0,5 dB mittauspisteessä P2 (Koulupolku) ja n. 1,5 dB mittauspisteessä P3 (Potkunsaaari). Nämä impulssikorjaukset ei sisällä tässä selvityksessä esitetyissä laskentatuloksissa.

6 TULOKSET

6.1 Melupäästön mittaustulokset

Melupäästömittausten varsinaiset tulokset eli lähteiden yksityiskohtaiset melupäästöt on esitetty *liitteissä A1-A4*.

Taulukkoon 2 on koottu mitattujen lähteiden päästön voimakkuutta yhdellä luvulla luonnehtivat tasot, niiden kokonaispäästöt eli A-äänitehotasot L_{WA} . Tätä tasoa ei sellaisenaan käytetä laskennoissa, mutta sitä voidaan käyttää lähteiden voimakkuuksien karkeaan keskinäiseen arviointiin. Lähteiden päästötiedot syötettiin laskentaan edellä kuvatussa muodossa, äänitehotasoina yhdeksällä oktaavikaistalla.

Taulukko 2. Laskennassa käytetyt melulähteet ja niiden päästömittauksissa määritetyt kokonaismelupäästöt eli A-äänitehotasot L_{WA} [dB].

tunnus	melulähde	sijainti	L_{WA}
L1	hakepuhallin	kuorimo	104
L2	sirkkeli	katkaisulaitos	109
L3	syöttöpöytä	"	108
L4	kääntöpöytä	kuorimo	112

6.2 Laskentatulokset ja niiden tarkastelu

Meluvyöhykelaskennan tulokset nykytilanteessa, kun puut ajetaan katkaisulaitoksen kautta, on esitetty liitteen B melukartassa.

Liitteen B melukartan lisäksi kuorimon laskentatuloksia tarkastellaan tarkastelupisteissä (P1-P3), joissa myös tehtiin ympäristömelumittauksia. Tarkastelupisteisiin lasketut ja mittaustuloksista arvioidut kuorimon toiminnan aiheuttaman melun päiväajan keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ on esitetty taulukossa 3. Taulukossa on myös esitetty mitattu taustamelun äänitaso, joka vastaa tilannetta, jolloin kuorimo ei ollut käytössä. Taustamelu siis sisältää tehtaan muiden laitosten aiheuttaman melun.

Laskenta- ja mittaustuloksia voidaan suoraan verrata, koska sääolosuhteet olivat suotuisat melun etenemiselle kaikkiin mittauspisteisiin koko mittausjakson ajan ja vastasivat laskennassa oletettuja sääolosuhteita.

Taulukossa 4 on esitetty kuorimon melulähdekohtaiset lasketut A-keskiäänitasot L_{Aeq} tärkeysjärjestyksessä kussakin tarkastelupisteessä.

Laskentatulokset ovat 1 dB sisällä mittaustuloksista, eli laskenta kuvaa erittäin hyvin todellista kuorimon toiminnasta aiheutuvaa melutilannetta. Melulähdekohtaisista äänitasoista käy ilmi, että kääntöpöydän melu on merkittävin kaikissa tarkastelupisteissä (ks. taulukko 4). Ympäristömelumittauksissa tehdyt havainnot vahvistavat tämän. Lisäksi melun impulssimaisuus on peräisin lähinnä kääntöpöydässä syntyvistä kolahduksista. Meluntorjuntatoimenpiteitä tulisi kohdistaa ensisijaisesti kääntöpöytään. Seuraavassa kappaleessa esitetään ehdotuksia meluntorjuntatoimenpiteiksi.

Taulukko 3. Lasketut ja mittaustuloksista arvioidut kuorimon toiminnan aiheuttaman melun päiväajan keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ [dB].

piste	sijainti	pelkkä kuorimo		kokonaismelu mittaus $L_{Aeq,7-22}$	taustamelu** mittaus L_{Aeq}
		laskenta $L_{Aeq,7-22}$	mittaus* $L_{Aeq,7-22}$		
P1	Halmejoentie	42	41...42	44	40
P2	Koulupolku	41	41...42	44	40
P3	Potkunsaaari	50	49...50	51	44

* arvioitu mittaustuloksista ottaen huomioon taustamelun vaikutus kokonaismelun mittaustulokseen.

** kuorimo seis, sisältää tehtaan muiden laitosten melun

Taulukko 4. Kuorimon melulähdekohtaiset lasketut keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ [dB] kussakin tarkastelupisteessä.

tunnus	melulähde	P1 Halmejoentie	P2 Koulupolku	P3 Potkunsaari
L4	kääntöpöytä	38	38	47
L2	sirkkeli	36	35	45
L3	syöttöpöytä	35	34	43
L1	hakepuhallin	31	30	40
yhteensä		42	41	50

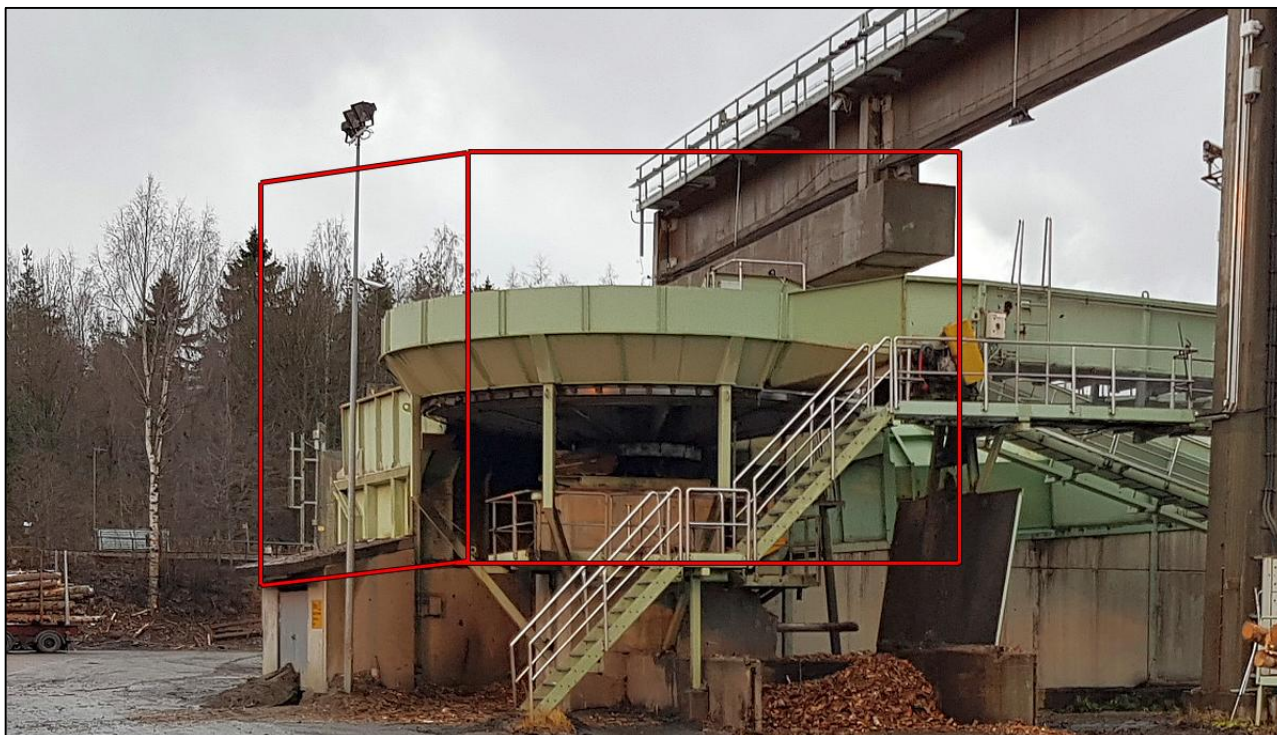
6.3 Ehdotukset meluntorjuntatoimenpiteiksi

6.3.1 Kääntöpöytä

Nykytilanteessa kääntöpöydän aiheuttama melu vaikuttaa eniten kokonaismelun äänitasoon kuorimon itä-koillispuolella sijaitsevien asuin- ja loma-asuntoalueiden kohdalla. Kääntöpöydässä syntyvät kolahdukset erottuvat tarkastelupisteissä. Impulssikorjaukset ovat n. 0,5 dB mittauspisteessä P2 (Koulupolku) ja n. 1,5 dB mittauspisteessä P3 (Potkunsaari). Olisi suositeltavaa vähentää kääntöpöydästä itä-koillisuuntaan leviävää melua. Tuloksena olisi pienemmät melutasot ja vähäisempi melun häiritsevyys lähimmillä asuin- ja loma-asuntoalueilla.

Kääntöpöydän melua voidaan vähentää asentamalla melusuojarakenne kääntöpöydän kaakko-koillispuolelle, mahdollisimman lähelle pöytää. Hämmöttelu kääntöpöydän mahdollisesta melusuojarakenteesta on esitetty kuvassa 3. Rakenteen alareunan tulisi olla enintään n. 2 m maanpinnasta ja yläreunan vähintään 2 m kääntöpöydän suojapeltilevyn yläpuolella. Rakenteen runko voi olla esimerkiksi 21 mm paksu filmivaneri (koivu). Rakenteen sisäpinnalle (kääntöpöydän puoli) tulisi asentaa 100 mm paksu kerros ääntä absorboivaa materiaalia. Sopiva materiaali on esim. *Paroc COS 5* palamaton kivivilla, jonka voi kiinnittää suoraan runkoon. Kivivillan suojaksi suositellaan asennettavaksi sen päälle rei'itetty peltilevy (reikäprosentti n. 15-20%, reiän halkaisija 3 mm). Villan ja peltilevyn väliin on suositeltavaa jättää noin 20 mm tuuletusväli.

Kääntöpöydän esitetyllä melusuojarakenteella voidaan merkittävästi vähentää kolahdusten aiheuttamaa melua ja myös melun impulssimaisuutta asuin- ja loma-asutusalueilla. Meluvyöhykelaskennan tulokset tilanteessa, jossa kääntöpöydän melupäästöä saadaan vaimennettua 10 dB ehdotetun melusuojarakenteen avulla on esitetty liitteen C melukartassa. Taulukossa 5 on esitetty kuorimon melulähdekohtaiset lasketut A-keskiäänitasot L_{Aeq} tärkeysjärjestyksessä samassa tilanteessa. Ehdotetulla toimenpiteellä sekä kuorimon että koko tehtaasta aiheuttaman melun keskiäänitaso olisi pienempi tai yhtä suuri kuin 50 dB Potkunsaaren tarkastelupisteessä sisältäen mahdollisen impulssikorjauksen.



Kuva 3. Hahmottelu kääntöpöydän mahdollisesta melusuojarakenteesta.

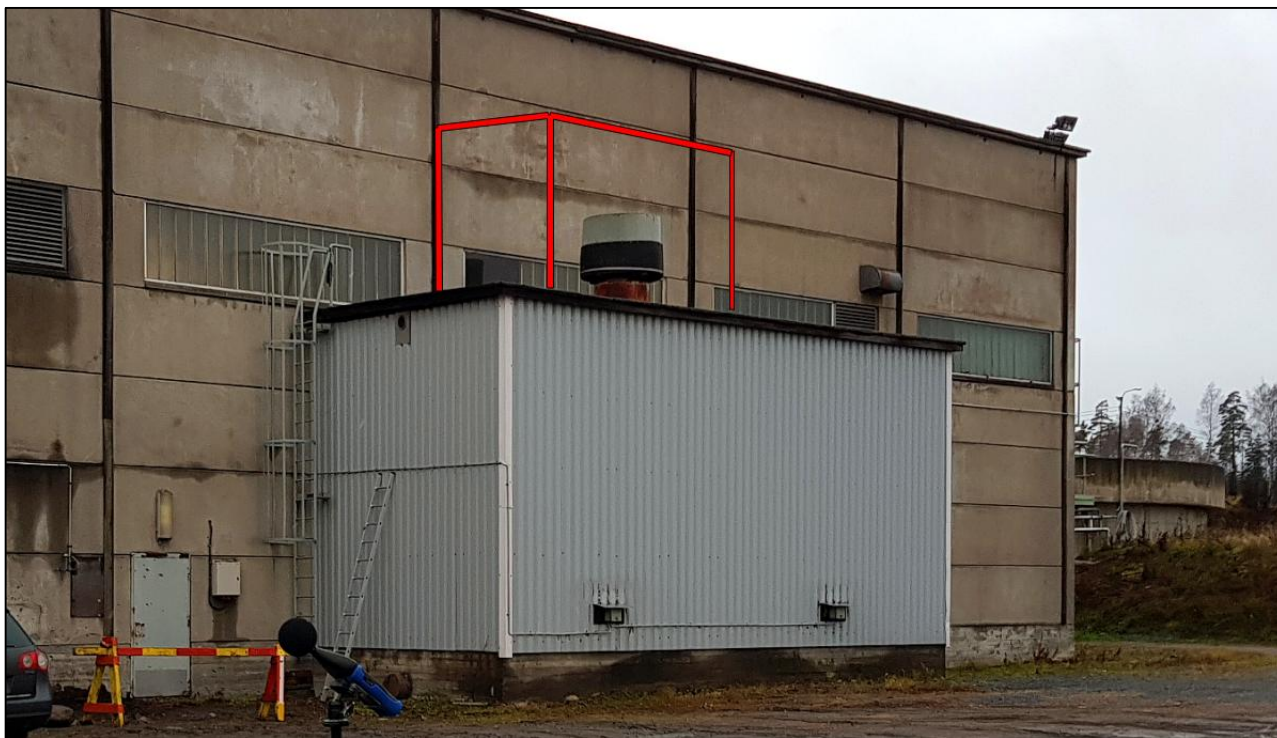
Taulukko 5. Kuorimon melulähdekohtaiset lasketut keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ [dB] kussakin tarkastelupisteessä, kun kääntöpöydän melu on vaimennettu 10 dB:llä.

tunnus	melulähde	P1 Halmejoentie	P2 Koulupolku	P3 Potkunsaari
L2	sirkkeli	36	35	45
L3	syöttöpöytä	35	34	43
L1	hakepuhallin	31	30	40
L4	kääntöpöytä	28	28	37
yhteensä		39	39	48

6.3.2 Hakepuhallin

Kuten todettu ympäristömelun mittausraportissa [1], kuorimon hakepuhaltimen aiheuttama melu näkyy selvästi mittauspisteen P3 terssispektrissä 40 ja 50 Hz taajuuksilla. Melu ei kuitenkaan kuulu selvästi, koska ihmiskuulo ei ole kovin herkkä näin pienillä taajuuksilla. Hakepuhaltimen melu ei vaikuta A-keskiäänitasoon. Potkunsaaren loma-asuntojen sisällä tämä melu voi kuitenkin korostua enemmän, koska rakennusten äänieristys on heikko pienillä taajuuksilla. Tämän takia voisi yrittää pienentää 40 ja 50 Hz taajuuskomponentteja Potkunsaarella asentamalla melusuojarakenteen hakepuhaltimen kaakko-koilispuolelle. Pienitaajuisuuden takia rakenteen vaikutus jää pieneksi (enintään muutama desibeli), mutta sen vaikutuksen voi mahdollisesti huomata loma-asuntojen sisällä.

Hahmottelu hakepuhaltimen mahdollisesta melusuojarakenteesta on esitetty kuvassa 4. Rakenteen yläreunan tulisi olla vähintään 2 m puhaltimen yläreunasta ja etäisyyden puhaltimeen tulisi olla enintään 2 m. Rakenteeksi soveltuu vastaava rakenne kuin ehdotetussa kääntöpöydän melusuojaissa.



Kuva 4. Hahmottelu hakepuhaltimen mahdollisesta melusuojarakenteesta.

6.3.3 Sirkkeli

Sirkkelin melu on merkittävästi vähentynyt vuonna 2016 kuorimon toteutuneiden korjausten jälkeen. Lisätoimenpiteiden vaikutus sirkkelin rakenteissa olisi hyvin vähäinen, joten niitä ei suositella. Sirkkelin melu ei enää kovin selvästi erotu muun melun seasta tarkastelupisteissä.

6.3.4 Telakone

Kuten todettu ympäristömelun mittausraportissa [1] telakoneen melu on selvästi havaittavissa ja tunnistavissa kaikissa tarkastelupisteissä. Se erottuu äänispektriltään muusta laitoksen melusta 300...1 600 Hz terssikaistoilla. Telakoneen aiheuttama melu ei kuitenkaan vaikuta päivä- tai yöajan keskiäänitasoon, koska se on kestoaltaan hyvin lyhytaikaista (muutama sekunti kerrallaan). On periaatteessa mahdollista pienentää telakoneen melua asuin- ja loma-asuntoalueilla suojaamalla telat esimerkiksi kumimatolla. Tarkempi suunnittelu voidaan tehdä, jos ratkaisu on teknisesti mahdollista toteuttaa haittaamatta koneiden toimintaa.

Benoît Gouatarbès
DI, FISE AA

Mika Hanski
DI

VIITTEET

1. Gouatarbès B & Hanski M, Powerflute Kuopio – Ympäristömelumittaukset. *Akukon 171101-1*. Helsinki, 15.12.2017.
2. Kragh J, Andersen B & Jacobsen J, Environmental noise from industrial plants. General prediction method. *Danish Acoustical Laboratory, report 32*. Lyngby 1982. 54 s + liitteet 35 s.
3. **IEC 61672-1:2013**, Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications. Edition 2.0. IEC 09/2013.
4. **NT ACOU 080**. Noise emission. Industrial plants. *Nordtest*, Espoo 1991.
5. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (**993/92**). Helsinki 29.10.1992.

Liite A: Päästömittausten tulokset

L1 Hakepuhallin
kuorimo

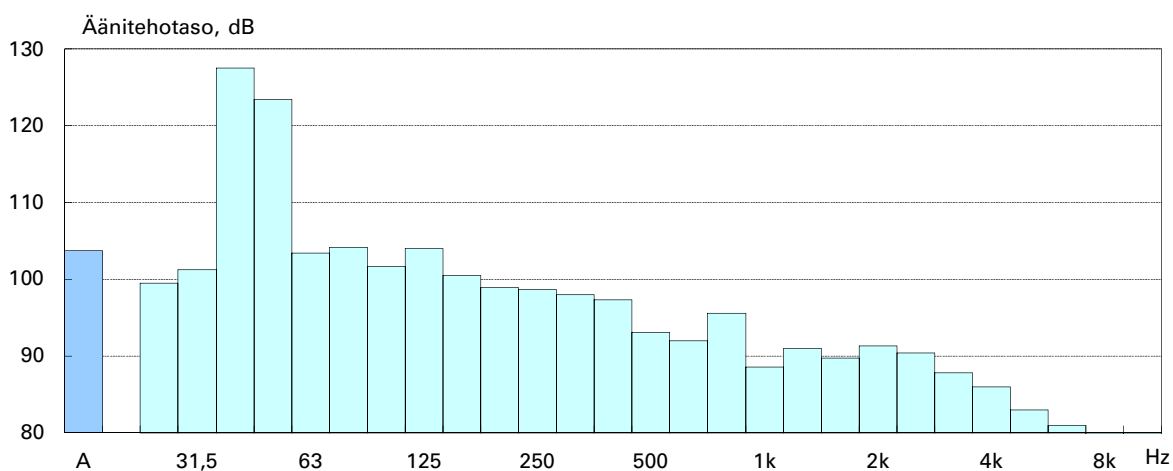
Mittausmenetelmä NT "sphere"
Mittauspisteitä 1
Mittausetäisyys 19 m
Mittauspäivä 13.11.2017

A-äänitehotaso L_{WA} : 104 dB

Äänitehotaso L_W [dB] oktaavikaistoittain

oktaavi, Hz	31,5	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k	A-pain.
L_W , dB	128	124	107	103	99	97	95	91	83	104

Äänitehotaso L_W [dB] terssikaistoittain:



L2

Sirkkeli

katkaisulaitos

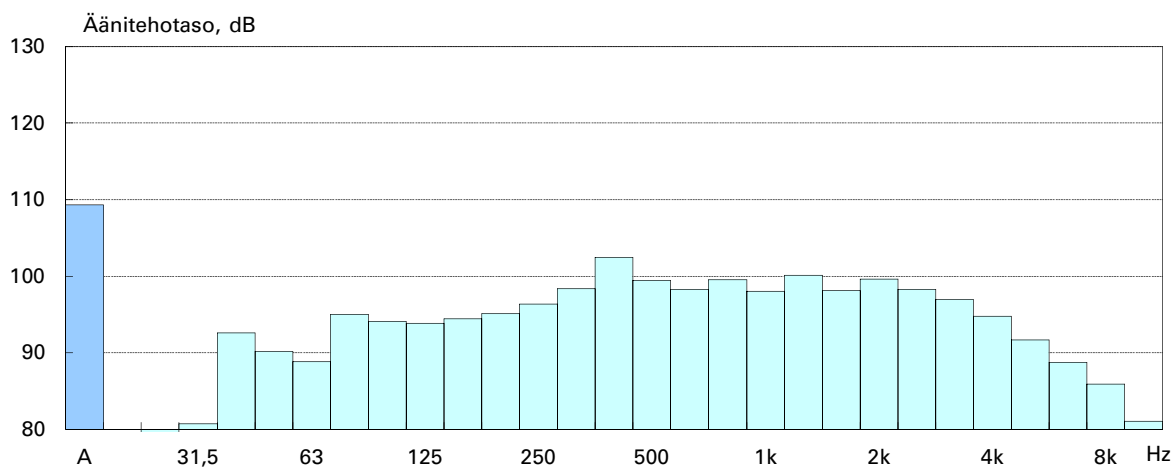
Mittausmenetelmä NT "sphere"
Mittauspisteitä 3
Mittausetäisyys 37-48 m
Mittauspäivä 13.11.2017

A-äänitehotaso L_{WA} : 109 dB

Äänitehotaso L_W [dB] oktaavikaistoittain

oktaavi, Hz	31,5	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k	A-pain.
L_W , dB	93	97	99	102	105	104	104	100	91	109

Äänitehotaso L_W [dB] terssikaistoittain:



L3 Syöttöpöytä
katkaisulaitos

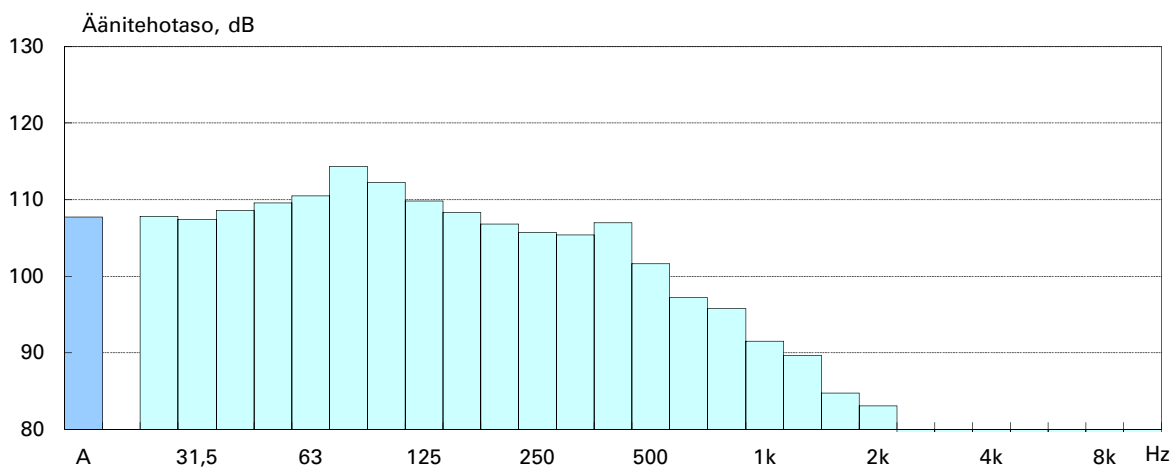
Mittausmenetelmä NT "sphere"
Mittauspisteitä 3
Mittausetäisyys 29-35 m
Mittauspäivä 13.11.2017

A-äänitehotaso L_{WA} : 108 dB

Äänitehotaso L_W [dB] oktaavikaistoittain

oktaavi, Hz	31,5	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k	A-pain.
L_W , dB	113	117	115	111	108	98	88	76	60	108

Äänitehotaso L_W [dB] terssikaistoittain:



L4 Kääntöpöytä

kuorimo

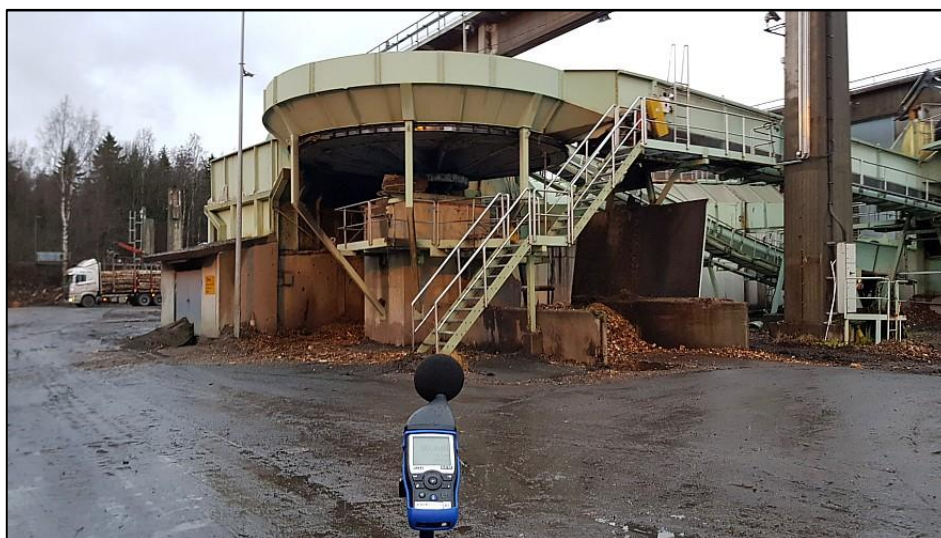
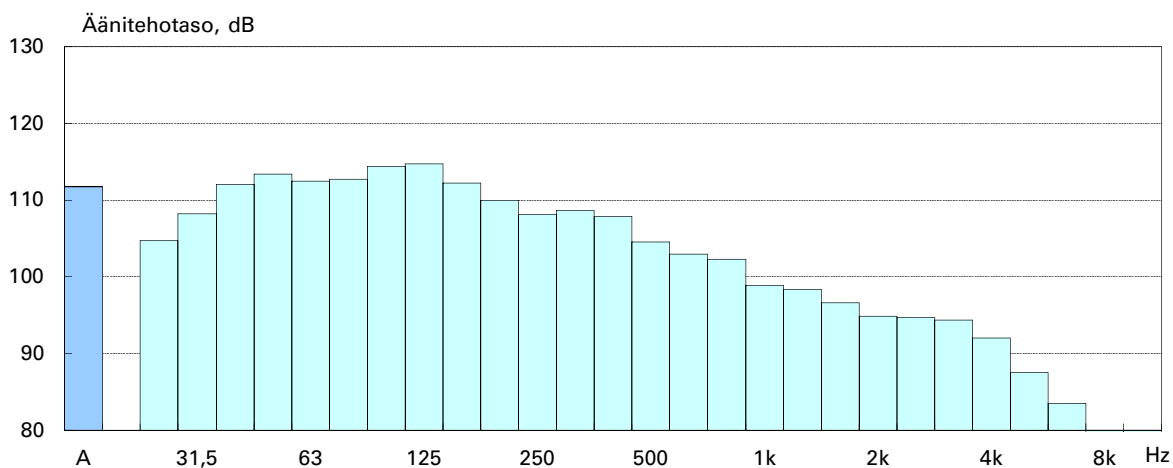
Mittausmenetelmä NT "sphere"
 Mittauspisteitä 1
 Mittausetäisyys 18 m
 Mittauspäivä 13.11.2017

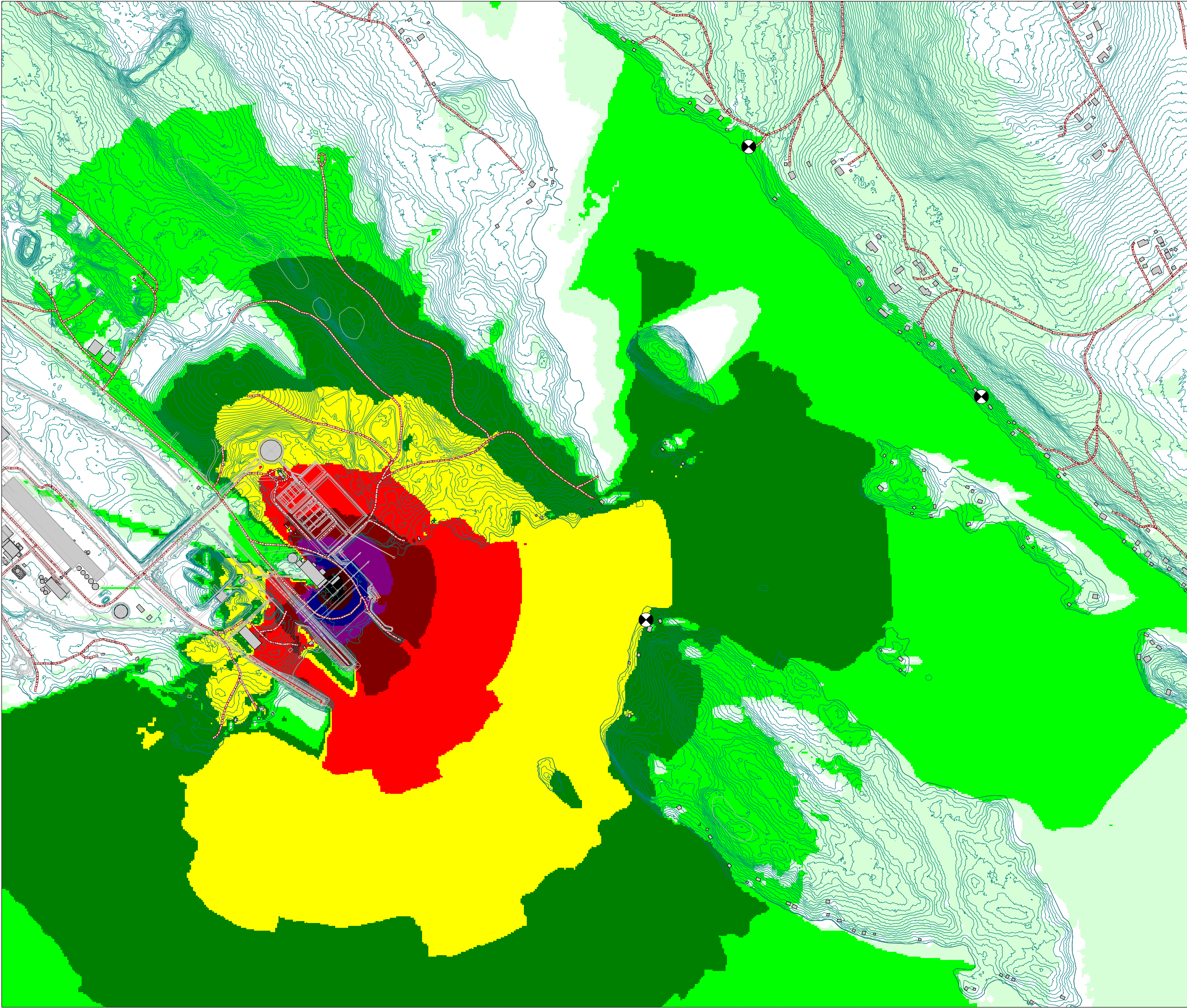
A-äänitehotaso L_{WA} : 112 dB

Äänitehotaso L_W [dB] oktaavikaistoittain

oktaavi, Hz	31,5	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k	A-pain.
L_W , dB	113	117	115	111	108	98	88	76	60	112

Äänitehotaso L_W [dB] terssikaistoittain:

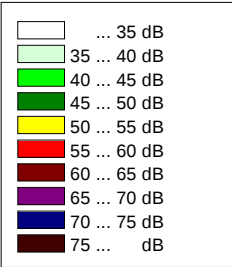




Powerflute Kuopio

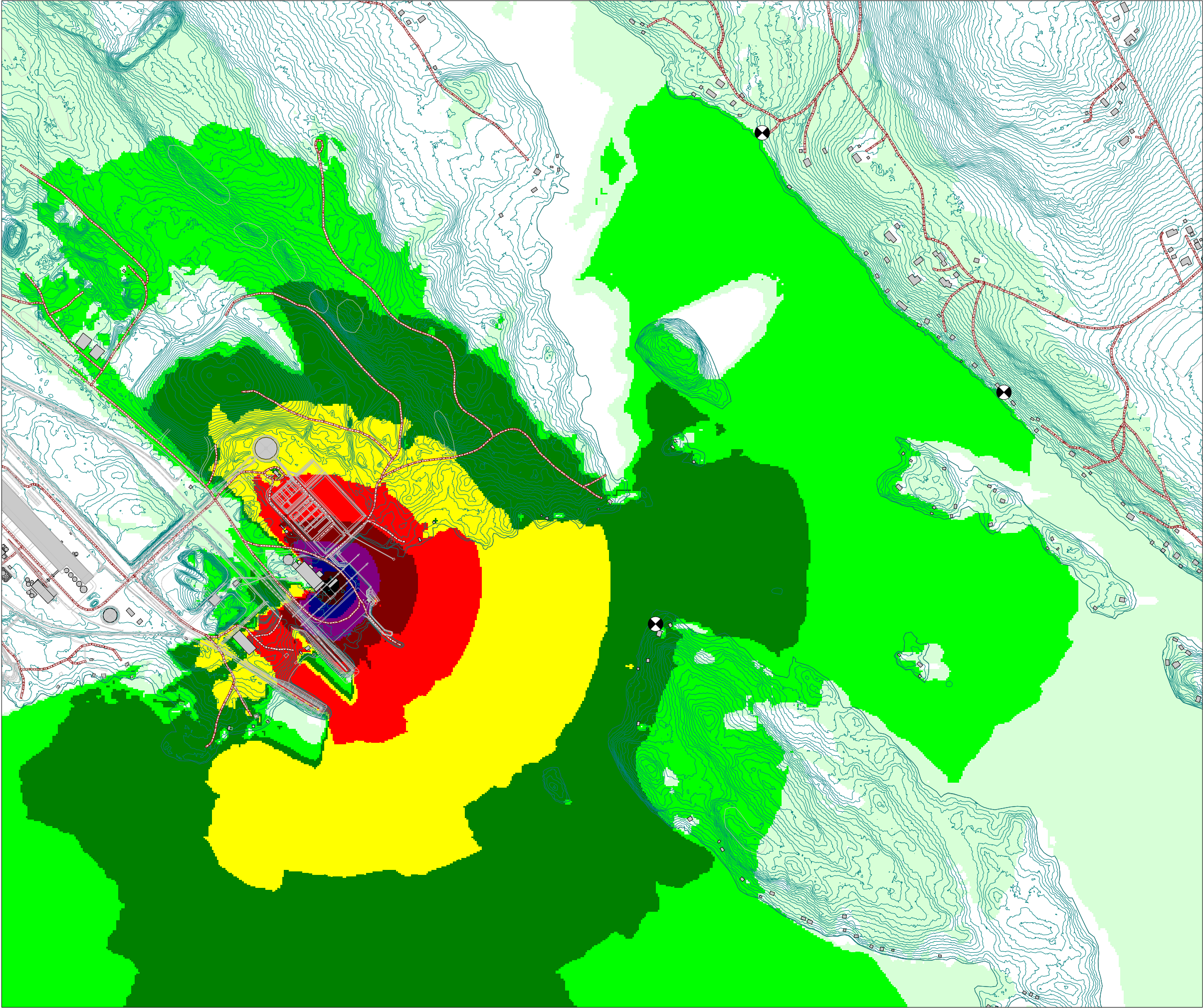
Kuorimon ympäristömeluselvitys
Nykytilanne
Puut katkaisulaitoksen kautta

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



Akukon Oy

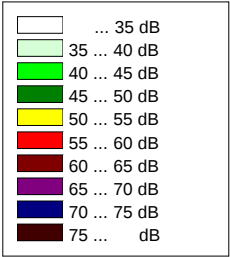
SUUN	PÄIVÄYS
BGo	18.05.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:7500	A3



Powerflute Kuopio

Kuorimon ympäristömeluselvitys
Kääntöpöydän melupäästö vaimennettu
10 dB:llä nykytilanteeseen verrattuna

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



Akukon Oy

SUUN	PÄIVÄYS
BGo	18.05.18
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:7500	A3