

Rovaniemen Energia Oy:n Mustikkamaan voimalaitoksen meluselvitys

Jyväskylän yliopisto
Ympäristöntutkimuskeskus Ambiotica

Tutkimusraportti 124/2009

Mika Laita

Jyväskylä 2009



SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	2
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
2.1 MELUTASOJEN LASKENNALLINEN ARVIOIMINEN	3
2.2.1 Melun mallinnukseen käytetty menetelmä	3
2.2.2 Mallinnusolosuhteet	3
2.2.3 Melulähteet ja toiminta-ajat	3
2.2.4 Melun impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden huomiointi	6
2.3 MELUTASOJEN OHJEARVOT	6
2.4. KÄYTETYN MALLINNUSMENETELMÄN VIRHETARKASTELU	7
3. TULOKSET	8
3.1 LASKENNALLISESTI ARVIOIDUT MELUVYÖHYKKEET	8
4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	12
5. KIRJALLISUUSLUETTELO	13

1. JOHDANTO

Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus Ambiotica laati Rovaniemen Energia Oy:n suunnitellun Mustikkamaan voimalaitoksen melun leviämisen laskennallinen arvioinnin tilaajan toimittaman esisuunnittelutiedon sekä muista vastaavista kohteista käytössä olevan mittaustiedon perusteella. Tutkija Mika Laita käsitteli lähtötiedot sekä laati melun laskennallisen arvioinnin ja tutkimusraportin. Selvitys on tehty ÅF-Consult Oy:n toimeksiannosta. Raportin kartta-aineisto on ympäristöhallinnon Hertta-tietokannan aineistoa (©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MLL/09) ja laskentamallissa käytetty maastotietokannan digitaalinen aineisto on Keski-Suomen maanmittaustoimiston aineistoa (©Keski-Suomen maanmittaustoimisto 2009).



Kuva 1. Suunnitellun voimalaitoksen sijainti (©ÅF-Consult Oy)

Työn tavoitteena oli laatia voimalaitoksen esisuunnittelutietoihin pohjautuva melumallinnus ja arvio voimalaitoksen ja hankkeeseen liittyvän jäähdytysvesipumppaamon meluvaikutuksista Mustikkamaan voimalaitosalueella ja sitä ympäröivillä alueilla. Melumallinnuksessa tarkasteltiin uuden voimalaitoksen ja jäähdytysvesipumppaamon sekä niihin liittyvien toimintojen aiheuttaman melun leviämistä laitoksen tavanomaisessa käytitilanteessa sekä kattilan ulospuhallusventtiilin toimintatilanteessa. Tarkasteltavia melutilanteita oli näin 2 kpl.

Voimalaitoksen leijupolttokattilan polttoainetehon on suunniteltu olevan enimmillään 295 MW. Laitoksella tuotetaan sähköä ja kaukolämpöä siten, että kaukolämpö- ja sähköteho ovat molemmat enintään 120 MW. Voimalaitoksen turbiini mahdollistaa lämmön- ja kaukolämmön yhteistuotannon sekä lauhdesähkön tuotannon..

Voimalaitoksen ja jäähdytysvesipumppaamon osalta lähtötietoina mallinnuksessa käytettiin esisuunnittelun pohjalta toimitettuja seuraavia tietoja: rakennusmassat (sijoittuminen ja päämitat) sekä melulähteiden lukumäärä, sijainti ja äänitehotasot. Melulähteiden äänitehotasojen jako oktaavikaistoihin tehtiin asiantuntijatyönä perustuen vastaavien voimalaitosten melulähteiden mittaustietoihin. Maaston korkeus-, vesistö- ja rakennustietoina käytettiin maastotietokannan digitaalista aineistoa.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Melutasojen laskennallinen arvioiminen

2.2.1 Melun mallinnukseen käytetty menetelmä

Melupäästöjen aiheuttamia melutasoja tehdään ympäristössä arvioitiin pohjoismaisen teollisuusmelumallin avulla (Kragh et al. 1982). Laskennat tehtiin DataKustik Cadna/A 3.71 -ohjelmistolla. Melun etenemisessä on otettu huomioon geometrinen vaimennus, esteiden (alueella sijaitsevat rakennukset, maasto) vaikutukset, ilman absorption aiheuttama vaimennus sekä maan- ja vesistön pinnan vaikutukset. Laskentaohjelma interpoloi melun leviämistä kuvaavat vyöhykkeet 10 m*10 m tasaiseen hilapisteverkkoon 2 m korkeudelle sijoitettujen laskentapisteen tuloksista.

Ulkona sijaitsevat melulähteet mallinnettiin pistemäisinä äänilähteinä; rakennusten sisätiloissa sijaitsevat melulähteet pysty- ja vaakasuuntaisina aluemaisina äänilähteinä seinä- ja kattomateriaalin vaimennus huomioon ottaen. Laitosalueen kuljettimet mallinnettiin viivamaisina äänilähteinä. Rakennusten ulkoseinärakenteiden on suunniteltu koostuvan teräsbetonisesta alaosaan ja yläosien peltisandwichelementeistä vahvuudeltaan 150 mm. Rakennusten kattorakenne on kuumasinkittyä teräslevyä eristeenä 120 mm mineraalivillaa ja vesikatteena kattuhuopa. Jäähdytysvesipumppaamon seinät oletettiin tiiliverhoiluiksi teräsbetonielementeiksi ja kattorakenne vastaavaksi kuin voimalaitosrakennuksissa.

2.2.2 Mallinnusolosuhteet

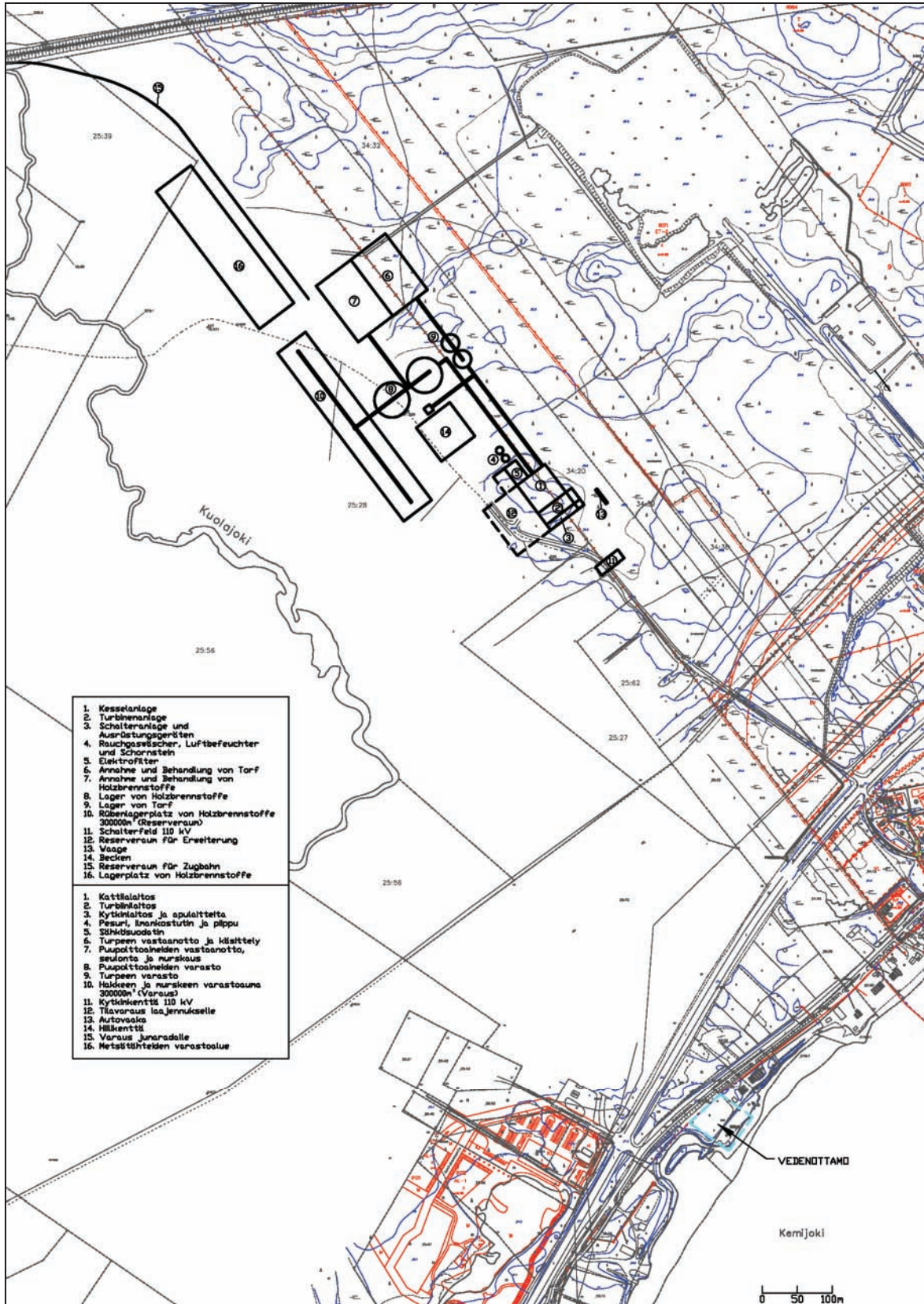
Pohjoismaisessa teollisuusmelumallissa oletuksena on säätilan heikko inversio ja myötätuuliolosuhteet, milloin melun vaimeneminen on mahdollisimman vähäistä. Eri vuodenaikoina vallitsevilla sääolosuhteilla ja erityisesti maanpinnan ominaisuuksilla on merkittävä vaikutus äänen vaimenemiseen. Mallinnus on suoritettu suurimman osan vuotta vallitseviin olosuhteisiin, jossa maan pinta on pehmeä eli äänen etenemistä vaimentava ja vesialueet kovia eli ääntä heijastavia eli äänen etenemistä edistäviä. Laskennallisessa arvioinnissa ilman lämpötilaksi on asetettu 0 °C, suhteelliseksi kosteudeksi 70 % ja ilmanpaineeksi 101,325 kPa.

2.2.3 Melulähteet ja toiminta-ajat

Taulukossa 1 on esitetty suunnitellun voimalaitoksen ja jäähdytysvesipumppaamon melulähteiden tiedot, lukumäärät, toiminta-ajat sekä äänitehotasot. Piipun pään melu arvioitiin vastaavan tyyppisestä kohteesta. Taulukossa 1 melulähteet on numeroitu ja niiden sijainnit on esitetty vastaavalla numeroinnilla kuvassa 2 olevassa asemapiirroksessa.

Taulukko 1. Melulähteiden tiedot, lukumäärät, toiminta-ajat ja äänitehotasot (ÅF-Consult Oy).

Nro	Melulähde	Sijainti	Käyttö	Melulähteiden lukumäärä	Yksittäisen lähteen A-painotettu äänitehotaso (L _{WA}) [dB]
1	Kattilan ulospuhallusventtiili	Ulkona kattilarakennuksen katolla, kork. +55,0 m	Vähäinen	1	115
1	Kattilan puhaltimet, polttimet, kuljettimet, pumput ym.	Sisällä rakennuksessa	Jatkuva	10	85
2	Turbiini	Sisällä rakennuksessa	Jatkuva	1	85
3	Kytkinlaitos, muuntaja ja vesilaitos	Sisällä rakennuksessa	Jatkuva	1	105
4	Savukaasun puhdistuslaitteisto ja savukaasupuhallin	Sisällä rakennuksessa	Jatkuva	1	85
4	Piippu	Ulkona, korkeus +85,0	Jatkuva	1	100
5	Sähkösuodatin	Sisällä rakennuksessa	Jatkuva	1	85
6	Turpeen purkaus vastaanottohallissa	Sisällä rakennuksessa	Jatkuva	1	105
7	Puupolttoaineen vastaanotto, hakuri ja murskain	Sisällä rakennuksessa	Jatkuva	1	110
7	Polttoainekuljettimet	Katetut, terästolppien päällä, maanpinnasta + 35,0 metriin	Jatkuva	6	82
8	Puupolttoaineen varastot	Siilorakennus	Jatkuva	2	78
9	Turvevarastot	Siilorakennus	Jatkuva	2	78
10	Hakevarasto	Ulkona, korkeus +15,0	Jatkuva	1	85
11	Kvtkinkenttä ei muuntajaa	Ulkona	Jatkuva	1	85
13	Autovaaka	Ulkona	Jatkuva	1	80
14	Hiilikenttä	Ulkona	Jatkuva	1	80
16	Metsätähteiden varasto	Ulkona	Jatkuva	1	78
	Polttoaineiden ja tuhkan käsittely kauhakuormaajilla	Ulkona	Jatkuva	2	105
	Jäähdytysvesipumppaamo	Sisällä rakennuksessa	Jatkuva	2-3	100



Kuva 2. Suunnitellun voimalaitoksen rakennusten ja melulähteiden sijainti (©ÅF-Consult Oy).

2.2.4 Melun impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden huomiointi

Melun äkillinen vaihtelu koetaan häiritsevämmäksi kuin voimakkuudeltaan tasainen melu. Impulssimainen melu erottuu selvästi taustaan. Impulssimaiset äänet ovat tyypillisesti iskumaisia laukaus- tai purkausääniä, joille on ominaista nopea ja suuri äänenpainetason kasvu äänen alussa (tyypillisesti 20 dB/ms), jonka jälkeen on lyhyt vakio-osuus (0–100 ms). Nopean nousun ja vakio-osuuden jälkeen äänenpainetason laskuvaihe voi vaihdella kestoltaan. Impulssimelu määritellään meluksi, joka sisältää hetkellisiä, enintään yhden sekunnin kestäviä ja toisistaan selvästi erottuvia meluhuippuja (Eurasto ym. 1990).

Impulssimaisuus tunnustetaan I(impulse)- ja S(slow)-aikapainotettujen enimmäistasojen erotuksesta. Mikäli erotus on suurempi kuin 5 dB, katsotaan melun olevan impulssimaista (Ympäristöministeriö 1995, Lahti 2003). Tällöin ohjearvoon verrattavaan ekvivalenttitasoon lisätään impulssimaisen melun korjaus. Impulssimaisuuskorjauksen edellytyksenä on, että melussa on selvästi kuultavissa sen haitallisuutta lisääviä impulssimaisia ääniä, joiden toistuvuus on pienempi kuin 30 kertaa sekunnissa. Edettäessä kauemmaksi impulssimaisesta äänilähteestä erottuvat impulssimaiset äänet heikommin muusta melusta, jolloin melun impulssimaisuuden katsotaan vähenevän. Impulssikorjaus tehdään vain sille ajalle, jona impulsseja melussa esiintyy (Sosiaali- ja terveysministeriö 1997).

Mallinnuksessa käytettäviin A-painotettuihin äänitasoihin tulee tehdä tarvittaessa myös kapeakaistaisuuden aiheuttama korjaus. Kapeakaistainen melu on tyypillisesti ulisevaa, sireenimäistä tai soivaa ja se koetaan laajakaistaista melua häiritsevämmäksi. Jos kapeakaistaisuus erottuu heikosti, on korjaus 3 dB, ja jos se on selvästi erotettavissa, on korjaus 6 dB. Kapeakaistaisuus voidaan katsoa selvästi kuultavaksi, jos taajuuspainottamattomassa terssispektrissä terssipainetaso on vähintään 5 dB suurempi kuin taajuudeltaan sitä alemman ja ylemmän terssipainetasojen keskiarvo. Toinen kriteeri selvälle kapeakaistaisuudelle on, että vallitseva kokonaismelutaso on alle 55–60 dB. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2003)

2.3 Melutasojen ohjearvot

Voimassa olevat melutasojen ohjearvot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Melutasojen ohjearvot, melun A-painotettu keskiäänitaso L_{Aeq} , enintään (VNp 993/1992).

	Päivällä klo 7–22	Yöllä klo 22–7
Ulkona		
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45–50 dB *†
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB ‡
Sisällä		
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

* Uusilla alueilla melutason yöohjearvo on 45 dB.

† Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

‡ Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

2.4. Käytetyn mallinnusmenetelmän virhetarkastelu

Laskentamallissa todellista äänilähdettä kuvataan piste-, viiva- sekä aluemaisena äänilähteenä. Mallissa äänilähteen korkeus arvioidaan yleensä äänilähteen akustisen keskipisteen korkeutena. Arvion tarkkuus vaikuttaa siten myös äänen leviämisen laskennallisen arvioinnin tarkkuuteen. Muita vaihtelua aiheuttavia tekijöitä ovat äänen taajuus, äänilähteen ja kohteen välinen korkeus ja niiden välinen etäisyys sekä niiden välinen topografia. Viimeksi mainittu tekijä sisältää maaston muotojen, rakennusten, esteiden ja kasvillisuuden vaikutukset äänen etenemiseen. Sääolosuhteiden aiheuttama vaihtelu on mallissa pyritty saamaan mahdollisimman pieneksi valitsemalla arvioinnin lähtökohdaksi säätilanne, jossa vaihtelu on vähäisintä. Tämä säätilanne vastaa olosuhteita, jossa lievässä inversiotilanteessa vallitsee kohtalainen myötätuuli äänilähteestä kohteeseen päin. Laskentamallia kuvaavassa julkaisussa (Kragh ym. 1982) pohjoismaisen teollisuusmelumallin laatijat ovat esittäneet mallilla arvioitujen keskiäänitasojen keskihajontojen olevan taulukossa 3 ilmoitettua luokkaa.

Taulukko 3. Pohjoismaisella teollisuusmelumallilla arvioitujen keskiäänitasojen keskihajontoja (Kragh ym. 1982).

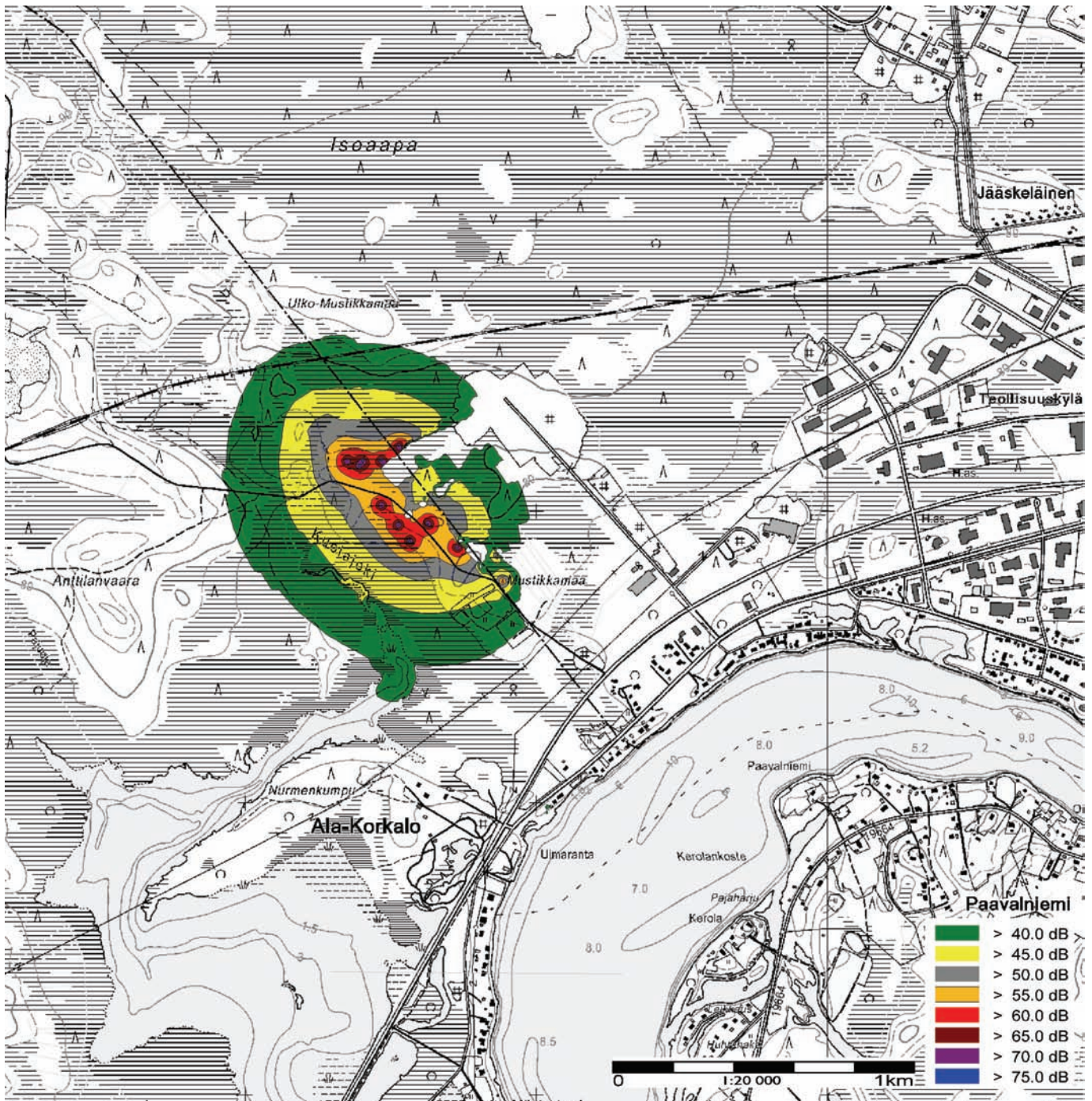
epävarmuus	
5–10 dB	yksittäiselle lähellä maanpintaa sijaitsevalle äänilähteelle, joka emittoi kapeakaistaista (250–500 Hz) ääntä. Arvioiden epävarmuus on sitä suurempi, mitä kauempana kohde sijaitsee melun aiheuttajasta ja mitä lähempänä kohde sijaitsee maanpintaa.
1–3 dB	joukolle laajakaistaista melua aiheuttaville äänilähteille, kun kohteen etäisyys on alle 500 metriä. Arvioiden epävarmuus on sitä suurempi mitä lähempänä maanpintaa kohteet sijaitsevat
alle 1 dB	joukolle suhteellisen korkealla maan pinnasta sijaitseville laajakaistaista melua aiheuttaville äänilähteille, kun kohteet sijaitsevat lähellä melun aiheuttajia tai kohteet ovat yli 5 metrin korkeudella maanpinnasta

Tässä selvityksessä Rovaniemen Energia Oy:n suunnitellun Mustikkamaan voimalaitoksen voidaan katsoa edustavan joukkoa laajakaistaista melua aiheuttavia äänilähteitä, jotka sijoittuvat pääasiassa selvästi maan pinnan yläpuolelle. Näiden kohteiden osalta laskentamallin tarkkuutena voidaan pitää 1–3 dB. Osa äänilähteistä sijaitsee lähempänä maan pintaa, minkä vuoksi menetelmän tarkkuus voi niiden osalta olla edellä mainittua huonompi.

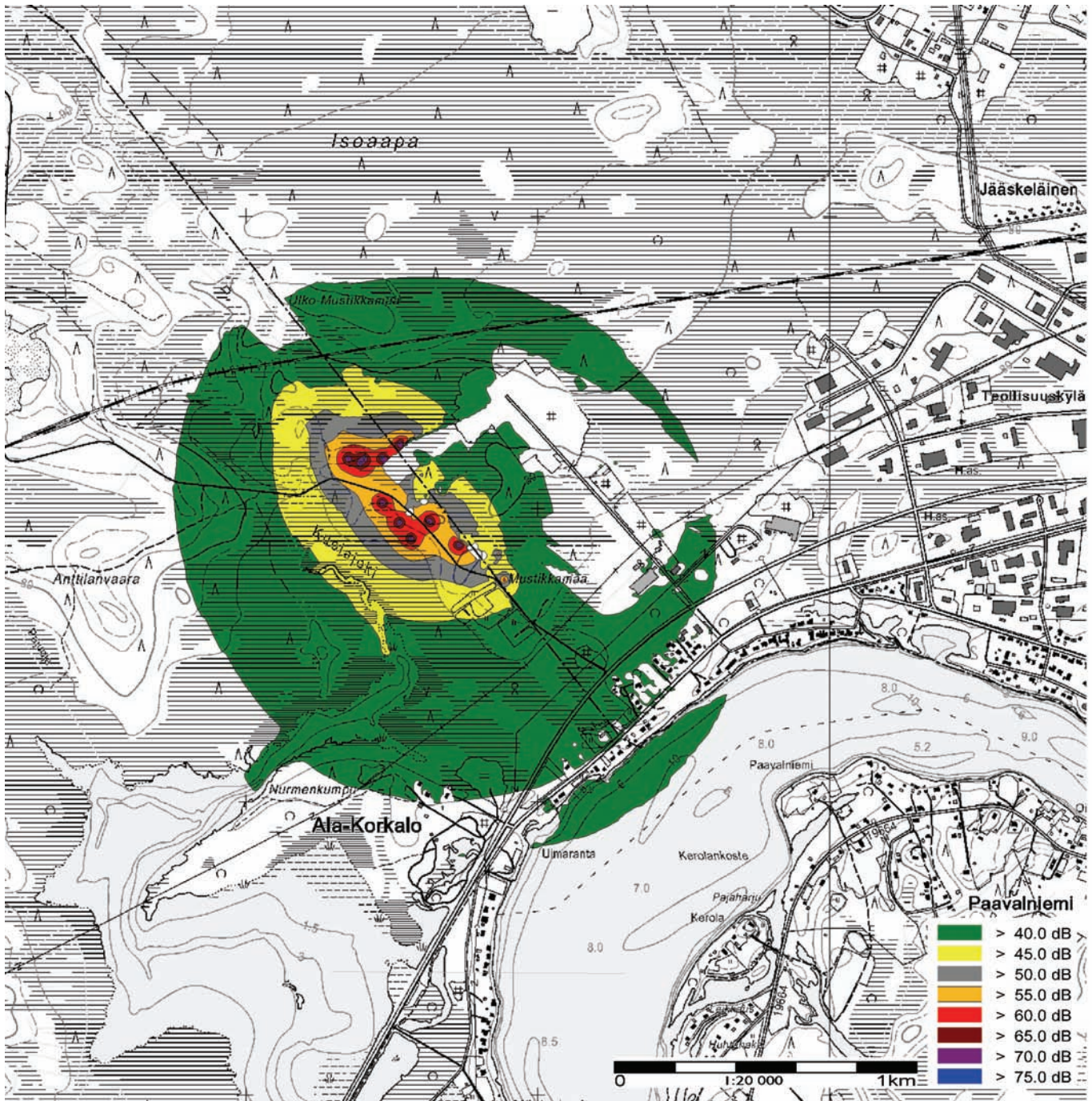
3. TULOKSET

3.1 Laskennallisesti arvioidut meluvyöhykkeet

Suunnitellun voimalaitoksen ja jäähdytysvesipumppaamon sekä niihin liittyvien toimintojen aiheuttama melun leviäminen on esitetty laitoksen tavanomaisessa käyttilanteessa (kuva 3) sekä kattilan ulospuhallusventtiilin toimintatilanteessa (kuva 4). Laitoksen toiminnot ovat ympärivuorokautisia, jolloin laskennalliset melun leviämistä kuvaavat vyöhykkeet esittävät niin päivä- kuin yöajan ohjearvoihin verrattavaa keskiäänitasoa. Ajallisen keston ja vähäisen käytön vuoksi ulospuhallusventtiilin toimintatilannetta kuvaavaa melun leviämistä (kuva 4) ei ole verrattu VNp 993/1992 esitettyihin ohjearvoihin.



Kuva 3. Suunnitellun voimalaitoksen ja jäähdytysvesipumppaamon sekä niihin liittyvien toimintojen aiheuttaman ympärivuorokautisen A-painotetun keskiaänitason (L_{Aeq} [dB]) vyöhykkeet laitoksen tavanomaisessa käyntitilanteessa. Oletuksena mallinnuksessa on, että maan pinta on ääntä absorboiva ja vesistöt ääntä heijastavia. Laskennallisesti arvioidut melutasot ovat mahdollisia melun leviämisen kannalta suotuisissa olosuhteissa kuten tilanteissa, joissa tuuli on melulähteeltä kohteen suuntaan. Alkuperäisen kartta-aineiston mittakaava on 1:20 000.



Kuva 4. Suunnitellun voimalaitoksen ja jäähdytysvesipumppaamon sekä niihin liittyvien toimintojen aiheuttaman A-painotetun keskiäänitason (L_{Aeq} [dB]) vyöhykkeet kattilan ulospuhallusventtiilin toimintatilanteessa. Oletuksena mallinnuksessa on, että maan pinta on ääntä absorboiva ja vesistöt ääntä heijastavia. Laskennallisesti arvioidut melutasot ovat mahdollisia melun leviämisen kannalta suotuisissa olosuhteissa kuten tilanteissa, joissa tuuli on melulähteeltä kohteen suuntaan. Alkuperäisen kartta-aineiston mittakaava on 1:20 000.



Kuva 5. Suunnitellun jäähdytysvesipumppaamon toimintojen aiheuttaman A-painotetun keskiäänitason (L_{Aeq} [dB]) vyöhykkeet. Oletuksena mallinnuksessa on, että maan pinta on ääntä absorboiva ja vesistöt ääntä heijastavia. Laskennallisesti arvioidut melutasot ovat mahdollisia melun leviämisen kannalta suotuisissa olosuhteissa kuten tilanteissa, joissa tuuli on melulähteeltä kohteen suuntaan. Alkuperäisen kartta-aineiston mittakaava on 1:4000.

4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Laskentamallin mukaan tilanteessa, jossa olosuhteet ovat edulliset äänen leviämislle (vesialueet on oletettu heijastaviksi ja tuulen suunta on laitokselta häiriintyvien kohteiden suuntaan) vyöhyke, jolla päiväaikainen keskiäänitaso ylittää asumiseen käytettäville alueille, taajamissa sijaitseville virkistysalueille ja niiden välittömään läheisyyteen sekä hoito- tai oppilaitoksia palveleville alueille sovellettavan ohjearvon 55 dB, jää laitosalueelle. Näille alueille niin ikään sovellettavan yöajan ohjearvon 50 dB ylittävän keskiäänitason vyöhyke ulottuu 0,1 km etäisyydelle laitoksesta. Uusille asuinalueille sovelletaan yöajalle 45 dB ohjearvoa (ks. seur.).

Loma-asumiseen käytettäviä alueita, leirintäalueita, taajamien ulkopuolella olevia virkistysalueita ja luonnonsuojelualueita koskeva, 45 dB päiväajan ohjearvon ylittävän keskiäänitason vyöhyke, ulottuu enimmillään 0,2 km päähän laitosalueelta. Yöajan ohjearvon 40 dB ylittävän keskiäänitason vyöhyke ulottuu enintään 0,5 km päähän laitokselta edeten Kuolajokea myöten.

Ajoittain tapahtuvassa kattilan ulospuhallusventtiilin toimintatilanteessa yli 50 dB melu-vyöhykkeet ovat tavanomaista käyttötilannetta vastaavat, mutta sen sijaan 40–45 dB ylittävät vyöhykkeet 2-3 kertaa tavanomaisen käyttötilanteen vyöhykkeitä laajemmat. Ajallisen keston ja vähäisen käytön vuoksi ulospuhallusventtiilin toimintatilannetta ei ole verrattu ohjearvoihin. Jäähdytysvesipumppaamon toiminnan aiheuttama 40 dB keskiäänitason vyöhyke leviää 10 metrin etäisyydelle rakennuksesta.

Laskennallisen arvioinnin perusteella suunniteltu voimalaitos ja jäähdytysvesipumppaamo sekä niihin liittyvät toiminnot eivät aiheuta melutason ohjearvojen (VNp 993/1992) ylittymistä lähialueilla. Lähinnä polttoainetoimituksiin liittyvän liikenteen melua ei tässä selvityksessä arvioitu, mutta luonteeltaan se on verrattavissa muun raskaan liikenteen aiheuttamaan meluun. On mahdollista, että melutapahtumien, kuten ajoneuvojen ohiajojen lisääntyminen, sekä ohjearvoja ylittämättömät, kuitenkin selvästi laitoksen toimintoihin liittyvät äänet voidaan ajoittain kokea sekä asuinkiinteistöillä että luonnossa liikuttaessa häiritsevinä.

Jyväskylässä 21.10.2009



Mika Laita

FM, tutkija

5. KIRJALLISUUSLUETTELO

Eurasto ym. 1990: Eurasto, R., Lahti, T. & Sysiö, P. 1990: Ympäristömelu – lähteet – leviäminen – arviointi –Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojeluosasto. Selvitys 92. Helsinki 1991.

Kragh ym. 1982: Kragh, J., Andersen, B. & Jakobsen, J. 1982: Environmental noise from Industrial Plants. General Prediction Method. - Danish Acoustical Laboratory. Report no. 32.1982.

Lahti 2003: Lahti, T. 2003: Ympäristömelun arviointi ja torjunta. Ympäristöopas 101. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojeluosasto. Edita Oy, Helsinki. 126 s.

Sosiaali- ja terveysministeriö 1997: Sisäilmaohje – Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 1997:1. Helsinki 1997.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2003: Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. ISBN 952-00-1301-6. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. Helsinki 2003.