

St1 bioetanolitehdas Pietarsaari

Tilaaaja: St1 Biofuels Oy
Tilaus: 004187 402 1809, 15.3.2017
Yhteyshenkilö: Tuula Gåpå, Yrjö Laine

YMPÄRISTÖMELUSELVITYS

1 Tausta

St1 Biofuels Oy suunnittelee bioetanolitehdasta Pietarsaaren Alholman teollisuusalueelle UPM-Kymmene Oyj:n sellutehtaan ja Alholmens Kraftin voimalaitoksen välittömään läheisyyteen. Hankkeen tarkoituksena on hyödyntää sahateollisuuden ja metsätalouden sivutuotteita sekä kierrätyspuuta tuottamalla niistä bioetanolia sekä muita sivutuotteita taloudellisesti kannattavasti.

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointiohjelman mukaan bioetanolitehtaan toiminta ei aiheuta merkittävästi melua. Ajoittaista melua voi syntyä raaka-aineen murskaamisesta ja seulonnasta. Muut melua aiheuttavat toiminnot sijoitetaan pääasiassa sisätiloihin. Alueelle kulkeva liikenne aiheuttaa tieliikennemelua, mutta liikenneväylien välittömässä läheisyydessä.

Suunnittelualueelle tulee tehdä meluselvitys hankkeen YVA-menettelyä varten. Tehtävään sisältyy melumallinnus, jossa huomioidaan uuden bioetanolitehtaan kiinteät melulähteet ja liikenne.

Tässä suunnitteluvaiheessa ei ole tarkkoja tietoja bioetanolitehtaan melulähteistä, koska niitä ei ole vielä loppuun asti suunniteltu eikä myöskään hankittu. Tässä raportissa esitetään kuvaus tulevasta melulähteistä ja niiden sijainnista. Lisäksi niiden melupäästöille (äänitehotasoille) mitoitetaan tavoitearvot, joilla uuden bioetanolitehtaan melu ympäristön lähimmissä altistuvissa kohteissa on mahdollisimman vähäinen.

2 Alue ja melulähteet

Suunniteltu bioetanolitehdas koostuu kolmesta laitoksesta. Päälaitos, jossa on sekä tuotantoprosessit että kemikaalivarastot, sijaitsee UPM-Kymmene Oyj:n sellutehtaan ja Alholmens Kraftin voimalaitoksen välittömässä läheisyydessä. Päälaitokselta noin 200 m luoteeseen, Alholmintien itäpuolella, sijaitsevat raaka-aineen vastaanotto ja seulat. Murskauslaitos on alustavasti suunniteltu sijoittuvan UPM-Kymmenen tehdasalueen pohjoispuolella sataman alueen itäreunassa. Murskaus tapahtuu siirrettävällä kalustolla ulkopuolisen urakoitsijan toimesta arviolta kahdeksan kertaa vuodessa. Murskauksen paikkaa voidaan tarvittaessa muuttaa. Näiden laitosten sijainnit on esitetty *kuvaassa 1 ja kuvan 2 3D-näkymässä*.

Päälaitoksen melulähteet (esim. puhaltimet tai pumput) sijaitsevat pääasiassa sisätiloissa. Siitä huolimatta niiden melu voi levitä ympäristöön esimerkiksi otto- tai poistoilman aukoista. Piiput ja säleiköt sijaitsevat yleensä rakennusten katolla ja julkisivulla. Näiden melulähteiden rakennusten ulkovaipan läpi ulos leviävä melu on yleensä huomattavasti vähäisempi kuin aukoista leviävä melu.

Sama asia koskee myös seulojen melulähteitä.

Päälaitoksen ja seulojen laitteiden melupäästöjä ei vielä tunneta, koska laitteita ei ole vielä hankittu eikä lopullista massoitteluratkaisua ole vielä päätetty. Lisäksi ei ole tietoa niiden sijainnista ja rakennusten ulkovaipalla olevista aukoista (piiput, säleiköt).

Murskainta käytettäisiin tarpeen mukaan ja muun muassa tilanteessa, jossa puuaine toimitetaan Pietarsaaren laivalla. Siinä tapauksessa puuaine puretaan laivasta kuorma-autoihin nosturin avulla. Kuorma-autot vievät puuaineen murskauslaitokselle, ja sieltä valmiiksi murskattu puuaine viedään eteenpäin seuloihin myös kuorma-autolla. Murskauslaitoksessa on tarkoitus murskata jo esimurskattu puuraaka-aine valmiiksi ennen sen kuljetusta seuloihin. Murskaimen melupäästö voi olla hyvin suuri, etenkin jos kantoja tai tukkeja murskataan. Tässä hankkeessa ei kuitenkaan ole tarkoitus murskata kantoja ja tukkeja vaan jo kertaalleen murskattua jätepuuta. Jos murskattava aine on jo esimurskattu, murskaimen aiheuttama melu lienee merkittävästi vähäisempi. Murskaimen ollessa käytössä sen lähialueella liikkuu aina yksi työkone, joka lastaa puuaineen murskaimeen (esim. nosturi tai kourakuormaaja) ja järjestää hakekasaa (esim. kauhakuormaaja).

Vain työkoneiden ja kuorma-autojen melupäästöt tunnetaan. Muiden kiinteiden lähteiden tai lähderyhmien melupäästöille asetetaan tässä selvityksessä tavoitetasot, joilla uuden tehtaan vaikutus ympäristön meluun on mahdollisimman vähäistä.

3 Melun raja-arvot ja tavoitetasot

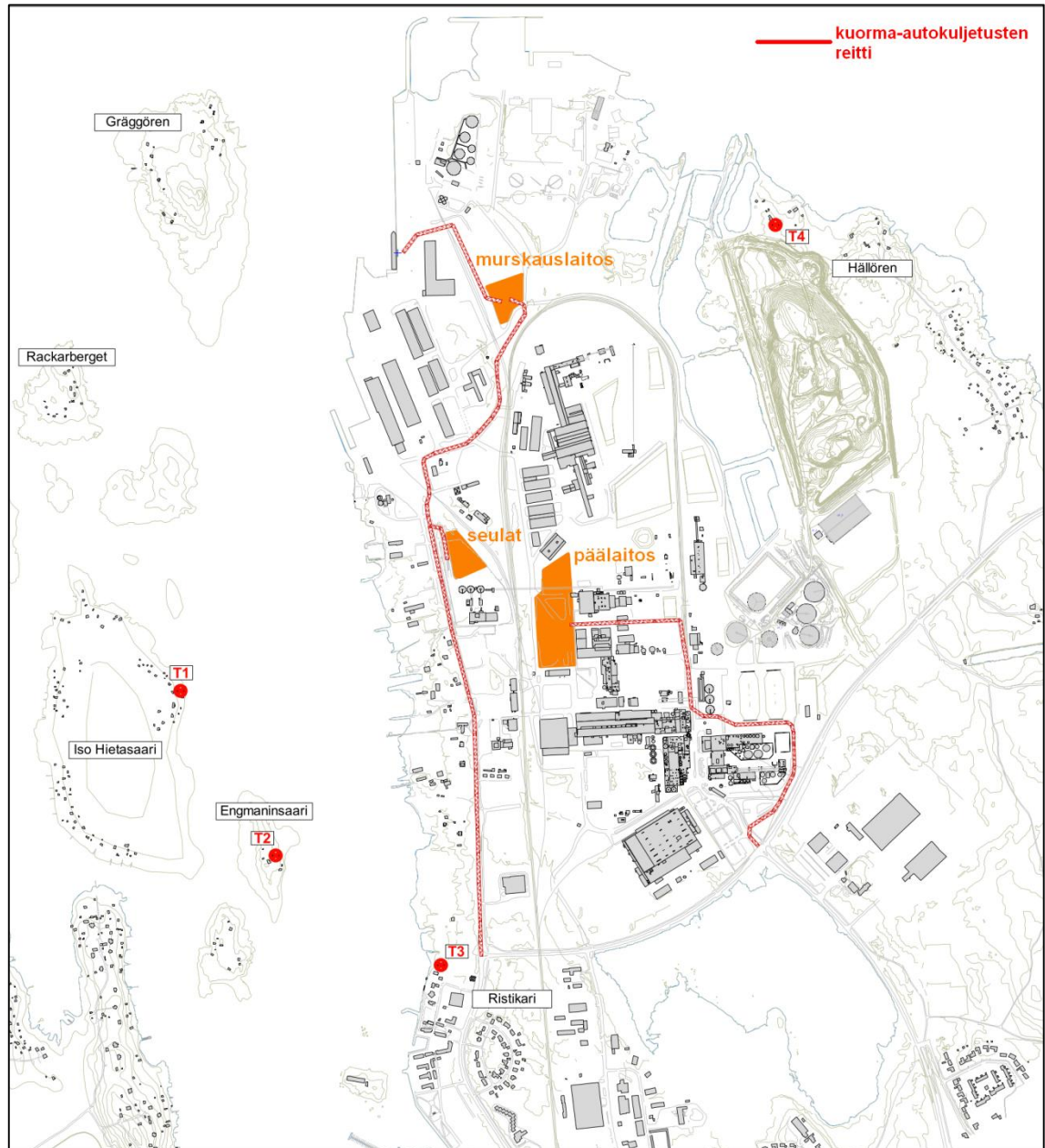
Pietarsaaren tehdasalueella on ympäristölupa, jossa määrätään melun raja-arvot lähimmillä asuin- ja loma-asetusalueilla. Ne ovat pääosin valtioneuvoston päätöksen [1] yleisten ohjearvojen mukaisia, esimerkiksi Ristikarin asuinalueen raja-arvot vastaavat ”uusien asuinalueiden” ohjearvoja: päivällä 55 dB ja yöllä 45 dB. Hällörenin loma-asutusalueella lupa-arvot ovat samat kuin ohjearvot: päivällä 45 dB ja yöllä 40 dB.

UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehdasalueen ympäristömelusta laadittiin meluselvitys talvella 2017 [2]. Selvitys osoitti, että laskettu melu Ristikarin asuinalueella ja Hällörenin loma-asutusalueella ylitti paikoin ympäristöluvan raja-arvot.

Tämän selvityksen lähtökohtana käytetään UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehdasalueen nykyisen kokonaismelun melutasoja tarkastelupisteissä. Tavoitteena on, että uusi bioetanolitehdas ei lisää melua näissä pisteissä. Näin voidaan St1:n bioetanolitehtaan melulähteille asettaa melupäästön tavoitearvot, jotka tulee ottaa huomioon tehtaan jatkosuunnittelussa, mm. laitteiden hankinnassa ja kun tarvittaessa mitoitetaan meluntorjuntatoimenpiteitä.

Tässä selvityksessä St1:n bioetanolitehtaan aiheuttamaa melua tarkastellaan yhteensä neljässä pisteessä lähimmillä asuin- ja loma-asutusalueilla, joissa UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehdasalueen nykyinen melu on hallitsevaa. Tarkastelupisteet T1-T4 on esitetty kuvassa 1. Pisteet T1 ja T2 sijaitsevat Isossa Hietasaaressa ja Engmaninsaaressa, oletetusti loma-asutusalueella, noin 800–1000 m päässä St1:n bioetanolitehtaan päälaitoksesta ja seuloista. Näitä pisteitä ei käytetty tarkastelupisteinä UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehdasalueen meluselvityksessä.

Pisteet T3 ja T4 olivat UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehdasalueen meluselvityksen tarkastelupisteitä. Piste T3 sijaitsee Ristikarin asuinalueella tehdasalueen eteläpuolella Alholmintien ja Luodontien risteuksen lähialueella. Piste T4 sijaitsee Hällörenin loma-asutusalueella tehdasalueen koillispuolella.



Kuva 1. St1:n bioetanoli-tehtaan ympäristö ja tarkastelupisteet. (mittakaava 1:20000)

Tässä selvityksessä ei sijoitettu tarkastelupisteitä Rackarbergetin ja Gräggörenin saariin, koska Pietarsaaren sataman aiheuttamasta melusta em. saarilla ei ole ajantasaista tietoa ja siksi nykytilanteen laskettu kokonaismelu on saarten osalta aliarvioitu. Toisin sanoen St1:n bioetanoli-tehtaan melulähteiden melupäästöjä ei voida mitoitaa näiden saarten suuntiin niissä esiintyvän melutason perusteella.

Taulukossa 1 on esitetty melutasot UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehdasalueen nykyisestä melusta. Ne siis toimivat lähtökohtana St1:n bioetanoli-tehtaan melulähteiden melupäästöjen mitoitukselle.

Taulukko 1. Tarkastelupisteiden laskentatulokset UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehdasalueen nykyisestä melusta: keskiäänitasot L_{Aeq} [dB] päivällä (klo 7–22) ja yöllä (22–7).

piste	sijainti	nykyisen melun laskentatulokset	
		päivä	yö
T1	Iso Hietasaari	50	49
T2	Engmaninsaari	51	50
T3	Ristikari, Equatorn 28	48	47
T4	Hällören, Villa Nordkap	51	45

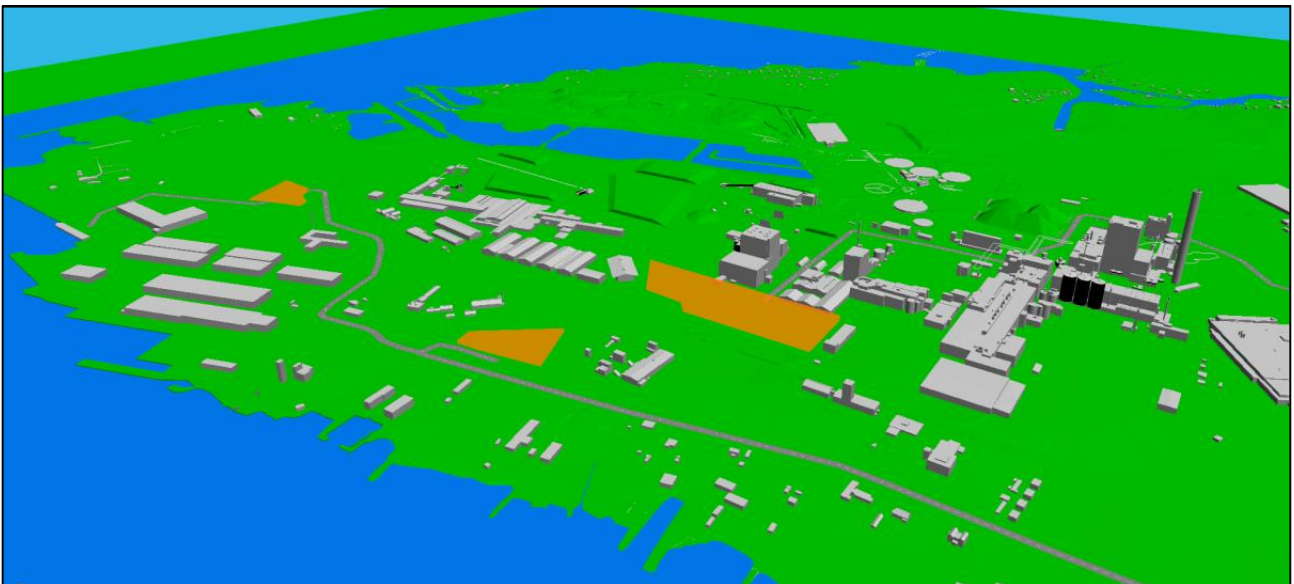
4 Melun mallilaskenta

4.1 Laskenta- ja maastomalli

Ympäristömelun laskennat tehtiin Datakustik CADNA/A 2017 -tietokoneohjelmalla käyttäen kahta yhteispohjoismaista ympäristömelun laskentamallia:

- työkoneiden ja bioetanolitehtaan kiinteiden melulähteiden melu: yleinen ympäristömelun laskentamalli [3]
- tieliikenteen melu: tieliikennemelun laskentamalli [4].

UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehdasalueen meluselvityksen kolmiulotteiseen melulähde- ja maastomalliin syötettiin St1:n bioetanolitehtaan melulähteet. Lähtötietoina käytettiin aluekartta-aineistoa (työversio 8.3.2017) ja 24.3.2017 palaverissa (St1-Akukon) saatuja tietoja melulähteistä ja niiden toiminnasta. 3D-näkymä melulähde- ja maastomallista on esitetty *kuvassa 2*. St1:n bioetanolitehtaan laitosten likimääräiset sijainnit on merkitty oranssilla.



Kuva 2. St1 bioetanolitehtaan laitokset lounaasta katsottuna.

4.2 Laskentasuureet ja -vaihtoehdot

Päälaskentasuureena on St1:n bioetanolitehtaan aiheuttaman melun päivä- ja yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ ja $L_{Aeq,22-7}$.

Selvityksen tulokset eli lasketut melutasot esitetään sekä melukarttoina että taulukoituna tarkastelupisteissä T1-T4.

Melukartan laskenta tehtiin käyttäen 10×10 m² suuruisia laskentaruutuja. Laskenta-alueen koko oli $4,1 \times 3,75$ km², joten laskentaruutuja oli 410×375 kpl. Laskentapisteet sijaitsivat tavalliseen tapaan 2 m korkeudella maanpinnasta. Tarkastelupisteiden korkeus oli myös 2 m maanpinnasta.

Laskenta tehtiin kahdessa seuraavassa laskentavaihtoehdossa:

- **Ve1: toiminta ilman murskausta.** Puuaine tuodaan valmiina suoraan seuloihin kuorma-autolla. Murskauslaitos ei ole käytössä.
- **Ve2: toiminta sisältäen murskaus.** Puuaine tuodaan laivalla satamaan. Se puretaan laivasta ja murskataan murskauslaitoksella. Puuaine kuljetetaan satamasta murskauslaitokseen ja murskauslaitokselta seuloihin kuorma-autolla. Laiva puretaan nosturilla (1 kpl) ympäri vuorokauden. Myös kuorma-autokuljetukset jatkuvat ympäri vuorokauden. Murskain ja sen toimintaan liittyvä työkone (1 kpl) toimii jatkuvasti päivän aikana (klo 7-22) ja kolme tuntia yöllä klo 22-7 välisenä aikana.

Kummassakin laskentavaihtoehdossa bioetanolitehtaan päälaitoksen ja seulojen kiinteät melulähteet toimivat jatkuvasti ympäri vuorokauden.

4.3 Melulähteet

Bioetanolitehtaan päälaitoksessa ja seuloissa on kiinteitä melulähteitä, jotka toimivat ympäri vuorokauden. Tietoja yksittäisistä melulähteistä ei ollut saatavilla tämän selvityksen teon aikana, joten sekä päälaitokselle että seuloille asetettiin kokonaisäänitehotaso L_{WA} (melupäästö), jota tulisi käyttää tavoitearvona laitosten jatkosuunnittelussa.

Sama asia koskee murskainta.

Laivan puuaineen purkamisessa käytetään yhtä dieselkäyttöistä nosturia (esim. Mantsinen) ja murskauslaitoksen alueella toimii yksi työkone kerrallaan (esim. kahma-kuormaaja, nosturi tai kauhakuormaaja) murskaimen käydessä, eli vain päivän aikana.

Työkoneiden melupäästöinä käytettiin tunnettuja, toimistomme useissa aikaisemmissa meluselvityksissä mittaamia vastaavien koneiden päästöjä. Lisäksi tehtaan rekkaliikenne otettiin mukaan selvitykseen. Junaliikennettä (enintään 3 junaa kuukaudessa) ei ole otettu mukaan selvitykseen, vaan sen melun arvioitiin olevan merkityksetöntä tehdasalueen ympäristössä muuhun meluun verrattuna.

Lähteiden kokonaismelupäästöt ilmoitetaan äänitehotasoina L_W ja päästöt syötetään malliin oktaavikaistoittain.

Taulukkoon 2 on koottu käytettyjen melulähteiden päästöjä (sis. tavoitearvo päälaitoksen, seulojen ja murskaimen melupäästöille) yhdellä luvulla luonnehtivat A-äänitehotasot L_{WA} ja niiden toiminta-ajat sekä kuorma-autokuljetusten määrät. Melupäästöjen A-tasojia ei sellaisinaan käytetä laskennoissa, mutta niitä voidaan käyttää lähteiden kokonaisvoimakkuuden keskinäiseen arviointiin.

Taulukko 2. Laskennassa käytetyt yksittäisten melulähteiden tai laitospohjaisten melupäästöt (A-äänitehotasot L_{WA} [dB]) ja niiden toiminta-ajat sekä kuorma-autokuljetusten määrät.

lähde	L_{WA}	toiminta-aika		määrä vrk
		päivä	yö	
päälaitos (tuotanto ja kemikaalivarastot) (Ve1 ja Ve2)	110 ¹⁾	15h	9h	
seulat (Ve1 ja Ve2)	100 ¹⁾	15h	9h	
murskain (Ve2)	110 ²⁾	15h	3h	
työkone murskauslaitoksen alueella (esim. kourakuormaaja) (Ve2)	110	15h	3h	
työkone laivan puuaineksen purkamisessa (esim. Mantsinen) (Ve2)	111	15h	9h	
kuorma-autokuljetukset³⁾				
satama → murskauslaitos (Ve2)				80
murskauslaitos → seulat (Ve2)				50
ulkopuoli → seulat (Ve1)				50
lähtevät kuljetukset (Ve1 ja Ve2)				16

¹⁾ tavoitearvo laitoksen kaikille melulähteille yhteensä

²⁾ tavoitearvo syöttöaukon puolella, sivulla $L_{WA} = 104$ dB, purkupuoli $L_{WA} = 101$ dB. Murskaimen syöttöaukko suunnattu pohjoiseen

³⁾ jakautuu tasaisesti päivälle ja yölle

5 Laskentatulokset

St1:n bioetanolitehtaan aiheuttaman kokonaismelun päivä- ja yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ ja $L_{Aeq,7-22}$ on esitetty liitteiden A ja B melukartoissa laskentavaihtoehtoisissa Ve1 ja Ve2:

- Liite A1 Ve1 (ei murskausta) päivän A-keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$
- Liite A2 Ve2 (sis. murskaus) päivän A-keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$
- Liite B1 Ve1 (ei murskausta) yön A-keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$
- Liite B2 Ve2 (sis. murskaus) yön A-keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$

St1:n bioetanolitehtaan melulähdekohtaiset A-keskiäänitasot on esitetty tarkastelupistekohtaisesti taulukossa 3. Keskiäänitasoja, jotka alittavat 20 dB ei ole esitetty taulukossa. Esimerkiksi kuorma-autokuljetukset satamasta murskauslaitokseen, murskauslaitokselta seuloihin ja lähtevät kuljetukset on jätetty siksi pois taulukosta.

Taulukko 3. Tarkastelupisteissä T1-T4 lasketut St1:n bioetanolitehtaan melulähteiden aiheuttamat A-keskiäänitasot L_{Aeq} [dB].

piste	T1	T2	T3	T4
päälaitos ¹⁾	39	39	34	31
seulat ¹⁾	31	29	23	22
murskain (päivä/yö) ²⁾	25/20	22/-	-/-	31/26
työkone murskauslaitoksen alueella (päivä/yö) ²⁾	33/28	30/25	25/20	37/32
työkone laivan puuaineksen purkamisessa ¹⁾	35	32	-	21
kuorma-autokuljetukset (ulkopuoli → seulat) ¹⁾	21	28	29	-
yhteensä (päivä/yö)	41/40	41/40	35/34	39/36
VnP:n ohjearvot	45/40	45/40	55/45	45/40

¹⁾ päiväaikainen taso on sama kuin yöaikainen taso

²⁾ päivällä klo 7-22, yöllä 3h

6 Tulosten tarkastelu

Laskennassa käytetyillä melupäästöillä, toiminta-ajoilla ja liikennemäärillä (ks. *taulukko 2*) St1:n uuden bioetanolitehtaan ja UPM-Kymmenen tehdasalueen melulähteiden yhdessä tuottama melu ympäristössä pysyy samana kuin nykyinen melu. Tämä tarkoittaa sitä, että uusi laitos ei aiheuta melun lisäystä ympäristössä. Tämä pätee tarkastelupisteiden T1-T4 alueilla, joissa nykyinen melu tällä hetkellä on lähes kokonaan peräisin UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehtailta. Rackarbergetin ja Gräggörenin saaret on jätetty pois tarkastelusta, koska Pietarsaaren sataman niissä aiheuttamasta melusta ei ole tietoa ja siksi nykytilanteen laskettu kokonaismelu (pelkkä UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehtaot) on aliarvioitu. Toisin sanoen St1:n bioetanolitehtaan melulähteiden melupäästöjä ei voida mitoittaa näiden paikkojen melutasojen perusteella.

St1:n uuden bioetanolitehtaan aiheuttaman melun päivä- ja yöajan A-keskiäänitasot alittavat, tai ovat samat kuin Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 [1] ohjearvot asuin- (tarkastelupiste T3) ja loma-asutusalueilla (tarkastelupisteet T1-2 ja T4).

Päälaitoksen, seulojen ja murskaimen melupäästöille on annettu tavoitearvot. Ne tulee ottaa huomioon ja käyttää tavoitearvona laitosten jatkosuunnittelussa esimerkiksi laitteiden hankinnan yhteydessä ja mahdollisten meluntorjuntatoimenpiteiden suunnittelussa. *Taulukossa 2* annetut äänitehotasot ei saisi ylittyä. Päälaitoksen ja seulojen tapauksessa annettu äänitehotaso on laitoksen kokonaistaso kaikille melulähteille yhteensä. Päälaitoksessa saisi olla esimerkiksi 10 melulähdettä, joiden kunkin yksittäinen äänitehotaso L_{WA} on enintään 100 dB. Seulalaitoksessa voisi olla esimerkiksi 2 melulähdettä, joiden yksittäinen äänitehotaso on L_{WA} 97 dB.

Laskennassa murskaimen syöttöpuoli (äänekkäin) on suunnattu pohjoiseen. Sivusuuntaan äänitehotaso on yleensä 5–6 dB pienempi kuin annettu tavoitetaso ja purkupuolelle noin 8–9 dB pienempi. Murskainta ja sen toimintaan liittyvää työkonetta ei saisi käyttää yöllä. Murskauslaitoksen alueella työkonteen melu vaikuttaa enemmän kuin murskaimen melu tarkastelupisteissä (ks. *taulukko 3*). Murskaimen suunnittelua varten tulee selvittää esimurskatun puuaineksen murskauksen aiheuttama melu. Toimistollamme on tietoja murskauksen melusta puuaineksen ollessa kantoja ja tukkeja. Esimurskatun puuaineksen murskauksen aiheuttama melu on todennäköisesti huomattavasti pienempi.

Päälaitokselle, seuloille ja murskaimelle annetut äänitehotason tavoitearvot ovat realistisia ja ne voi toteuttaa huolellisella suunnittelulla. On mahdollista, että laitosten todelliset äänitehotasot alittavat tässä selvityksessä esitetyt arvot. Siinä tapauksessa *taulukossa 3* esitetyt arvot pienenevät.

7 Melun erityispiirteet ja Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen toimenpiderajat

Teollisuuslaitosten melu saattaa olla lähellä kuunneltuna jossain määrin äänestäistä (spektrin kapeakaistaisuus). Yleensä tehdasalueen reunojen etäisyydellä ja sitä kauempana, sekä erityisesti kaikkien lähimpien asuintalojen ja loma-asuntojen luona, äänestäisyys ei kuitenkaan yleensä ole niin merkittävää, että äänestäisyyden määrittelevät ehdot täytyisivät. Tavallisesti lähimmilläkin asuinalueilla äänestäiset komponentit katoavat muun, spektriltään tasaisen melun sekaan.

Teollisuusmelu voi joskus myös olla pienitaajuista, mutta useimmiten myös vain lähellä kuunneltuna.

Melun äänestäisyys ja pienitaajuisuus tulee ottaa huomioon St1:n tehtaan suunnittelussa, kun tarkempia tietoja melulähteistä on saatavilla, jotta ne eivät aiheuttaisi ongelmia lähimmillä asuin- ja loma-asutusalueilla. Äänestäisyys ja pienitaajuinen melu tulee arvioida suunniteltujen melulähteiden spektrin perusteella ja tarvittavat melun torjuntatoimenpiteet tulee suunnitella melulähdekohtaisesti. Äänestäisyyttä tulee arvioida melun kohteissa eli asuin- ja loma-asutusalueilla.

St1:n uuden bioetanolitehtaan kuvatusista toiminnasta voidaan arvioida, että sen melulähteiden melu ei ole impulssimaista.

Tehtyjen melutasomittausten tulosten ja paikalla tehtyjen havaintojen perusteella todetaan, että UPM-Kymmenen tehdasalueen aiheuttama melu ei ole äänestäistä, impulssimaista eikä pienitaajuista Ristikarin ja Hällörenin alueilla. St1:n uuden bioetanolitehtaan toiminnan ei pitäisi lisätä melun edellä mainittuja erityispiirteitä tarkastelukohteissa.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (STA) [5] esitetyt toimenpiderajat koskevat melua sisätiloissa. Tämän selvityksen tulokset edustavat melutasoja ulkona. Teollisuusalueen melulähteiden aiheuttaman melun taso asuinrakennuksen sisällä riippuu rakennuksen ulkovaipan äänieristyksestä, joka vaihtelee rakennuksesta toiseen. Voidaan kuitenkin arvioida, että vanhoissa asuinrakennuksissa äänitasoerotus (A-äänitasojen erotus julkisivuun kohdistuvan ulkomelun A-äänitason ja sisämelun A-äänitason välillä) on useimmiten vähintään 20 dB ja yleensä selvästi enemmän, jos ikkunat ja niiden tiivisteet ovat hyvässä kunnossa. Tämän perusteella on epätodennäköistä, että STA:n toimenpiderajat (sis. pienitaajuinen melu) ylittyisivät asuin- ja loma-asutusalueiden rakennuksissa.



Benoît Gouatarbès
DI, FISE AA



Timo Markula
DI

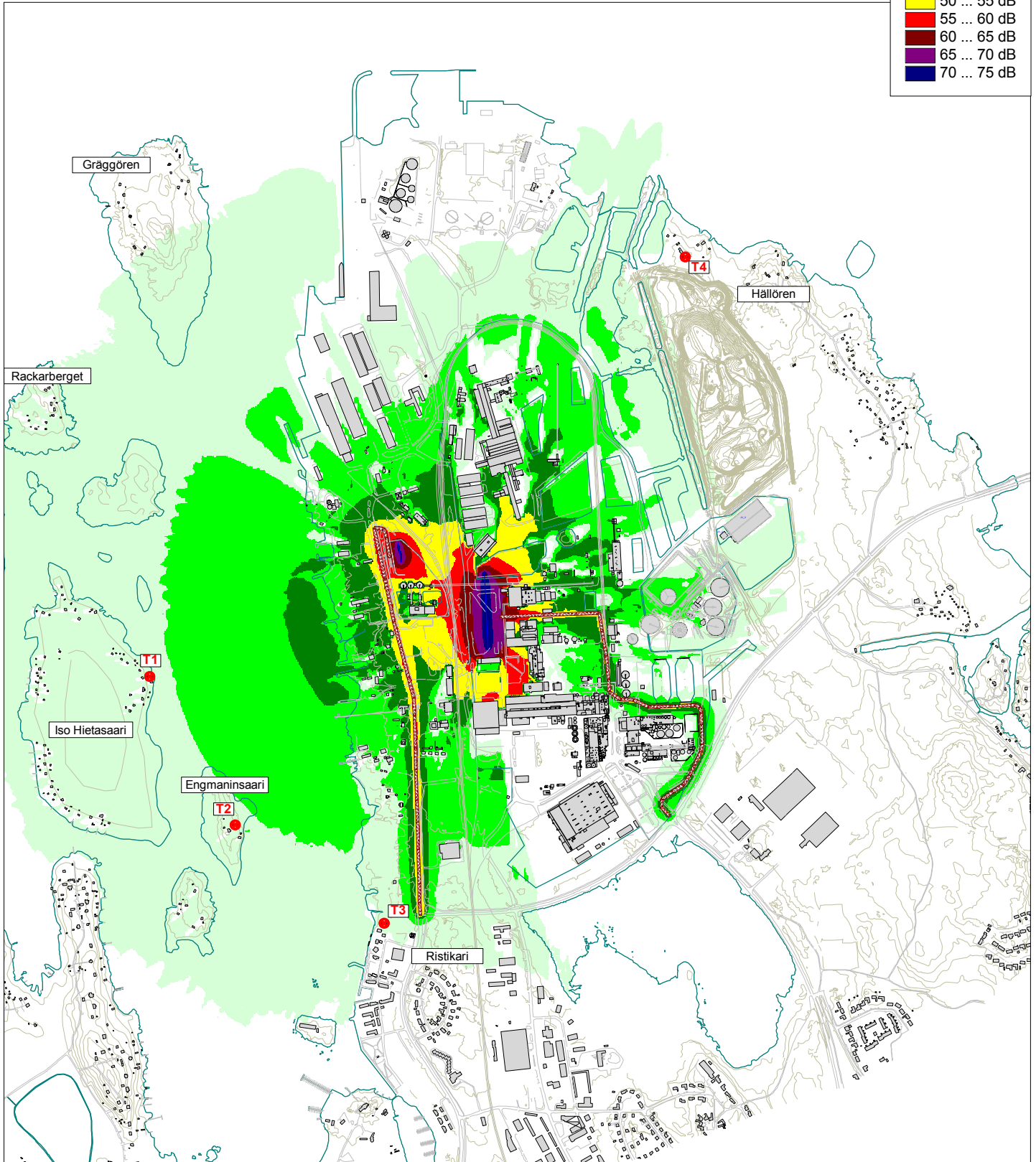
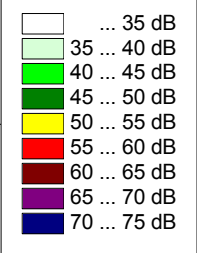
Viitteet

1. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista, N:o **993/1992**. Helsinki 1992.
2. GOUATARBÈS B & MARKULA T, UPM Pietarsaari – Melupäästömittaukset ja ympäristömeluselvi-tyksen päivitys. *Akukon, raportti 160352-3*. Helsinki, 12.2.2017.
3. KRAGH J, ANDERSEN B & JACOBSEN J, Environmental noise from industrial plants. General prediction method. *Danish Acoustical Laboratory, report 32*. Lyngby 1982. 54 s. + liitt. 35 s.
4. Road traffic noise – Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:525. Nordic council of ministers. 110 s. Tieliikennemelun laskentamalli. *Ohje 6/1993*. Ympäristöministeriö, Helsinki 1993.
5. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista **545/2015**. Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki 23.4.2015.

**St1 bioetanolitehdas
Pietarsaari**
Ympäristömeluselvitys

Ve1: toiminta ilman murskausta

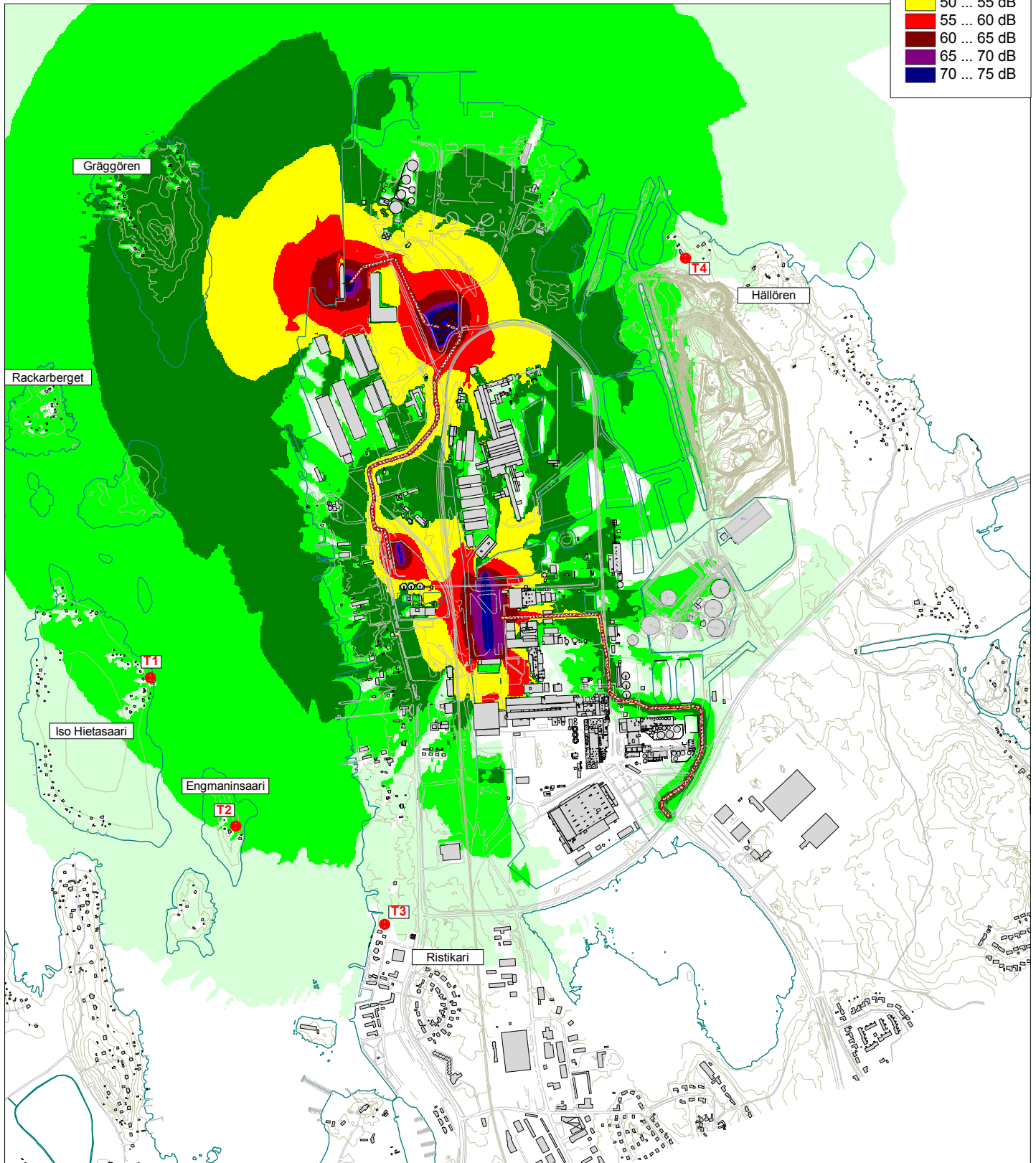
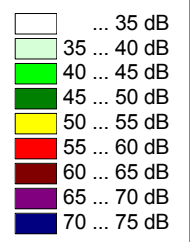
Päiväajan (klo 7-22)
keskiäänitaso L_{Aeq}



**St1 bioetanolitehdas
Pietarsaari**
Ympäristömeluselvitys

Ve2: toiminta sisältäen murskaus

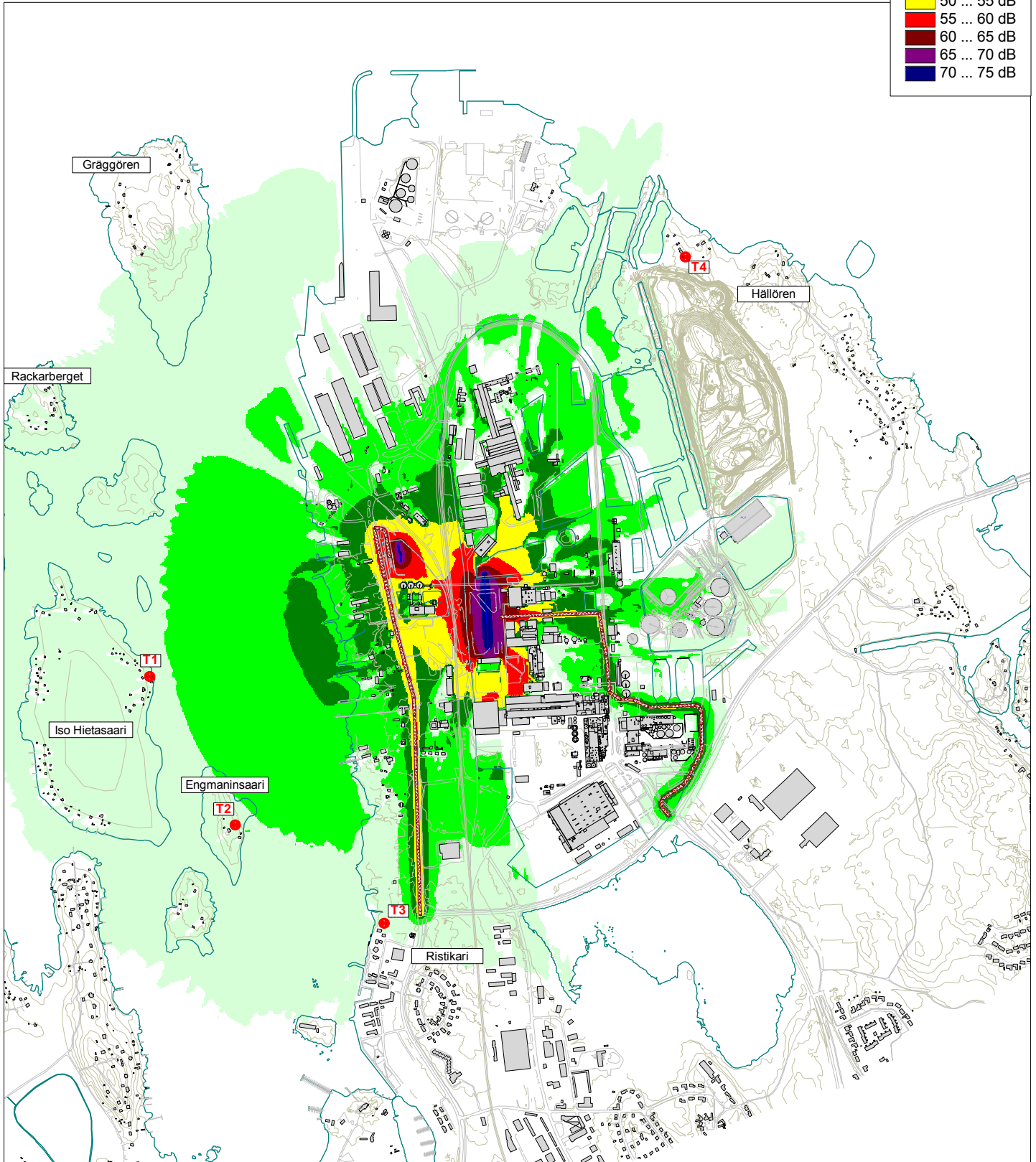
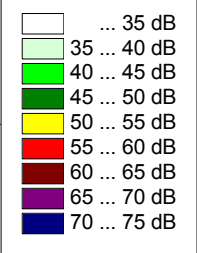
Päiväajan (klo 7-22)
keskiäänitaso L_{Aeq}



**St1 bioetanolitehdas
Pietarsaari**
Ympäristömeluselvitys

Ve1: toiminta ilman murskausta

Yöajan (klo 22-7)
keskiäänitaso L_{Aeq}



**St1 bioetanoli-tehdas
Pietarsaari**
Ympäristömeluselvitys

Ve2: toiminta sisältäen murskaus

Yöajan (klo 22-7)
keskiäänitaso L_{Aeq}

