14.12.2020

Mittausraportti Fortum Power and Heat Oy Loviisan ydinvoimalaitoksen varoventtiilikoestusten ympäristömelumittauksista 31.7., 28.8. ja 16.10.2020

APL Systems

Sisällysluettelo

Johdanto 2

Mittausjärjestelyt ja -menetelmät 2

Tutkimusmenetelmä 3

Mittausolosuhteet 4

Koestusten vaikutus keskiäänitasoihin 4

Koestus 1 31.7. klo 10.00 7

Yhteenveto 10

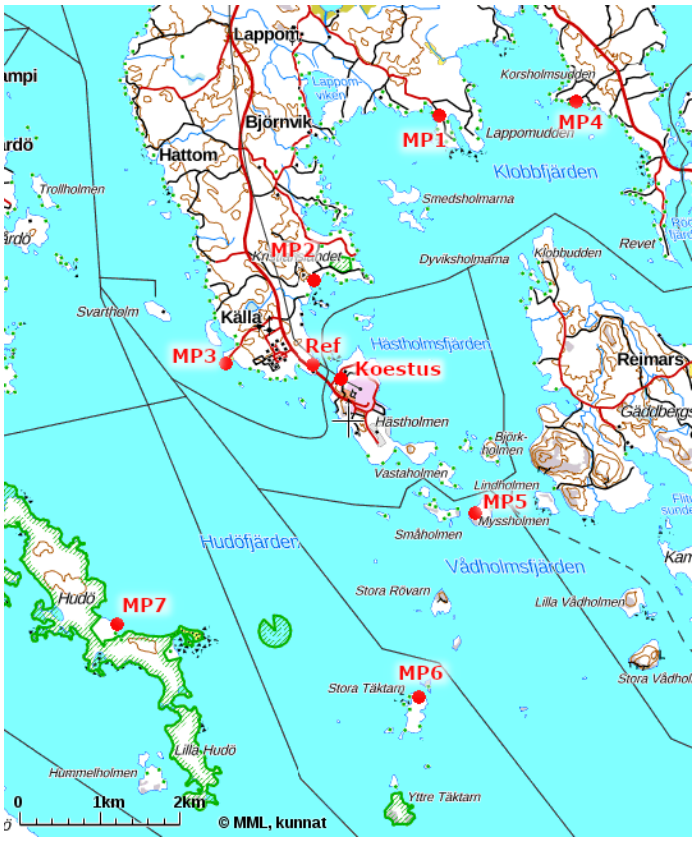
Johdanto

APL Systems suoritti Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksen lähistöllä ympäristömelumittauksia 23.7. – 16.10.2020[1]. Mittausjakson aikana voimalaitoksen molempien yksiköiden (LO1, LO2) päävaroventtiilit testattiin voimalaitoksen vuosihuollon yhteydessä ns. koestuksessa. Yhteensä koestuksia oli mittausjaksolla kolme: 31.7. (LO1), 28.8. (LO2) ja 16.10. (LO1). Tässä raportissa tutkitaan koestusten aiheuttaman melun leviämistä ympäristöön.

Mittausjärjestelyt ja -menetelmät

Tutkimuksessa käytetään sekä 31.7. LO1:n päävaroventtiilin lähellä olleen AuresSound® 2.0 DL mittalaitteen tuloksia että ympäristömelumittauksien mittauspisteiden tuloksia. Mittalaite oli asennettuna myös 28.8., mutta mittauksista ei saatu mittaustuloksia. Syy tähän on tuntematon. 16.10. tehtiin ylimääräinen koestus, jonka aikana mittalaitetta ei ollut päävaroventtiilin lähelle asennettu. Kahden jälkimmäisen koestuksen tutkimisessa hyödynnetään ympäristömelumittausten mittauspisteiden tuloksia. Näiden mittausten mittausjärjestelyistä on tarkempaa tietoa raportissa ” Mittausraportti Fortum Power and Heat Oy Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristömelumittauksista 23.7.–16.10.2020”.

[1] APL Systems Oy. Mittausraportti Fortum Power and Heat Oy Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristömelumittauksista 23.7.–16.10.2020



Kuva 1 Mittauspaikat nimityksineen

AuresSound® 2.0 Mini – OnLine ja AuresSound® 2.0 DL laitteiden mittaustekniikka on sama, mutta Online laite on yhteydessä internetiin ja sen tuloksia voidaan tarkastella web-käyttöliittymän kautta jatkuvasti. AuresSound® 2.0 DL on akulla toimiva itsenäinen mittausasema, joka tallentaa äänisignaalin muistikortille. Mittausdata on siis käytettävissä vasta mittausten päätyttyä.

Tutkimusmenetelmä

Koestusten ajoilta valittiin tarkasteluun kahden/kolmen lähimmän mittapisteen (LO1, Ref ja MP3) data sekä jokaisen koestuksen ajalta yksi etäämpänä sijainnut mittapiste. Etäämpänä sijainneet mittapisteet valittiin tuulen suunnan perusteella. Kaikkien koestusten keskiäänitasoja vertailtiin keskenään. Lisäksi yksi koestustapahtuma otettiin lähempään tarkasteluun, jossa tutkittiin, miten melun vaimeneminen etäisyyden kasvaessa näkyy mm. taajuustasolla (spektrissä).

Mittausolosuhteet

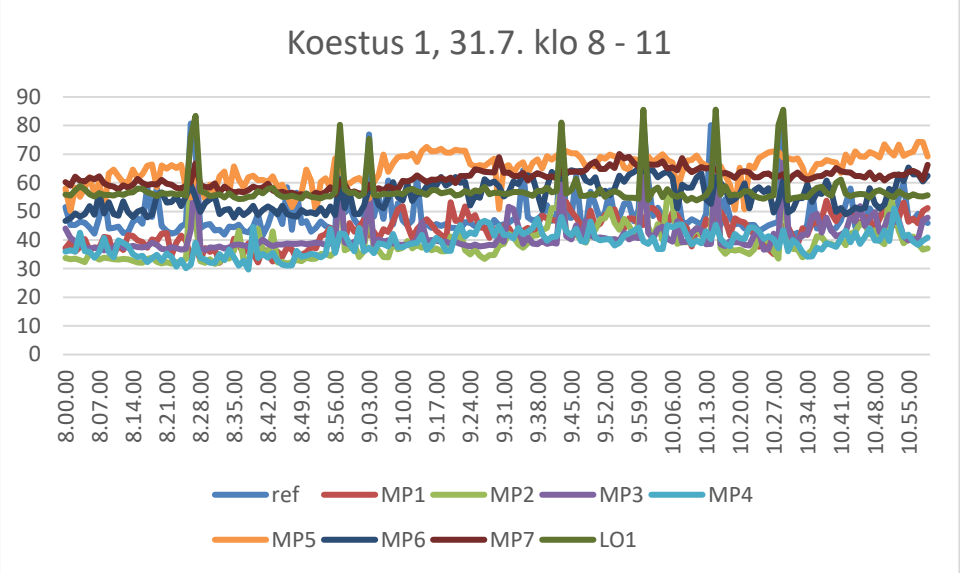
Taulukoon 1 on kerätty koestusten aikaiset sääolot. Lämpötila ja tuulitiedot on kerätty Ilmatieteenlaitoksen Loviisan Orrengrundin sääasemalta. Sadetiedot haettiin Pyhtään lentokentän sääasemalta. Säätiedot on saatu Ilmatieteenlaitoksen avoimen datan latauspalvelua hyödyntäen. On syytä huomata, että Ilmatieteenlaitoksen tuulitiedot poikkeavat jossain määrin Loviisan voimalaitoksen tuulimittausten tuloksista. Äänitallenteiden perusteella tuuli on vaikuttanut mantereella sijainneiden mittauspisteiden mittausepävarmuuteen vähemmän ja kauempana saarilla sijainneiden mittauspisteiden tuloksiin enemmän. Manterella sijainneiden mittauspisteiden mittausepävarmuudeksi arvioitiin ±5 dB ja saaristossa sijainneiden mittauspisteiden mittausepävarmuudeksi ± 7 dB.

Taulukko 1 Keskimääräiset sääolot koestusten aikana

	Tuulen nopeus	Tuulen suunta	Sade
31.7.2020 klo 8–11	7,7 m/s	pohjoinen	ei sadetta
28.8.2020 klo 8–11	6,1 m/s	pohjoinen	ei sadetta
16.10.2020 klo 13–15	7,7 m/s	pohjoinen	ei sadetta

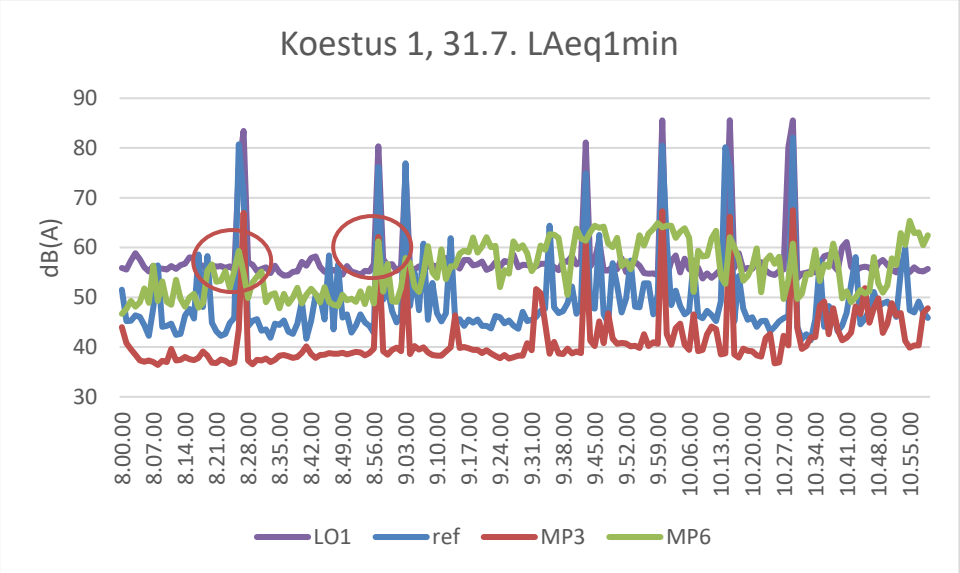
Koestusten vaikutus keskiäänitasoihin

Kuvassa 2 on kuvattu kaikkien mittapisteiden minuutin keskiäänitasot ensimmäisen koestuksen ajalta (31.7. klo 8–11). Kuvasta nähdään, että koestuksen vaikutukset äänenpainetasoihin keskittyvät pääasiassa muutamiin läheisimpiin mittauspisteisiin. Muiden koestusten tulokset ovat samankaltaisia. Syynä tähän on sekä äänen vaimeneminen etäisyyden kasvaessa että tuulen suunta. Tämän perusteella koestusten ajoilta valittiin lähempään tarkasteluun kahden/kolmen lähimmän mittapisteen (LO1, Ref ja MP3) data sekä jokaisen koestuksen ajalta yksi etäämpänä sijainnut mittapiste, joka oli myötätuulen puolella.



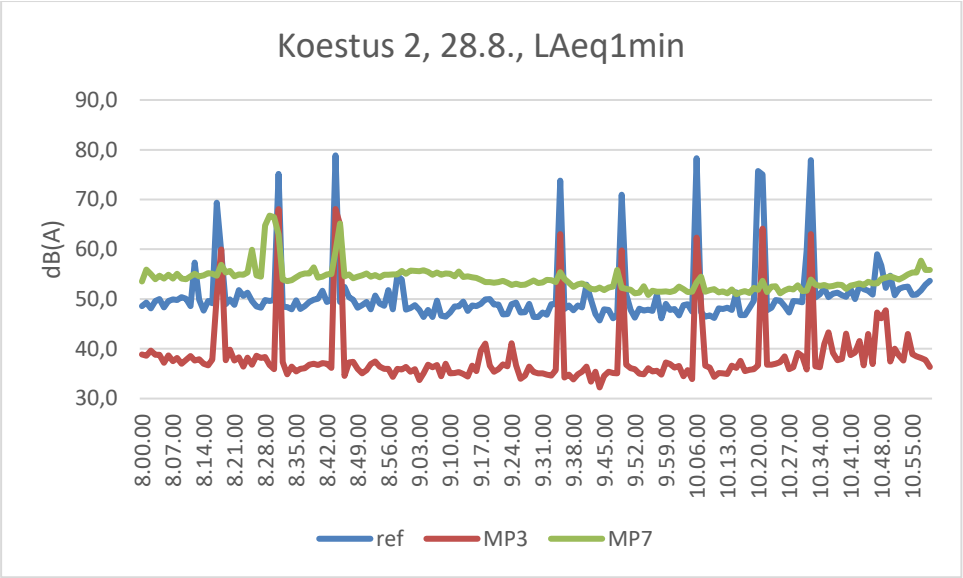
Kuva 2 Koestus 1, kaikki mittapisteet

Kuvissa 3–5 on vertailtu 1 minuutin A-painotettujen keskiäänitasojen ($LAeq_{1min}$) vaihtelua koetusten aikana.



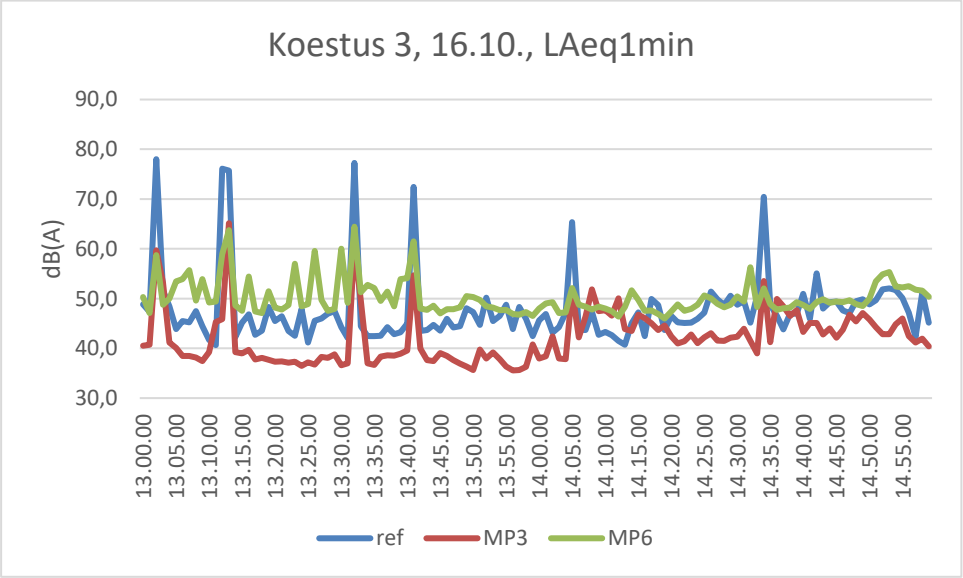
Kuva 3 Koestus 1, valitut mittapisteet

Kuvassa 3 kiinnittää huomiota MP6:n korkeat taustaäänitasot. Taustamelu (todennäköisesti aallot ja tuuli) peittää mahdolliset koestuksen vaikutukset kahta ensimmäistä varoventtiilin koetta lukuun ottamatta (ks. punaiset ympyrät kuvassa). Muilla mittauspisteillä venttiilin kokeilut näkyvät selkeästi, ja pienenevät matkan kasvaessa LO1:een.



Kuva 4 Koestus 2, LAeq1min

Koestuksen 2 tuulen suunta oli n. 15°. MP7 vaihdettiin MP6:n tilalle, koska tuulen suunta oli voimalaitokselta myötäisempi tälle mittauspisteelle. MP7:n taustamelutasot ovat koestuksen aikana selkeästi korkeammat kuin muilla mittauspisteillä. Kuitenkin lähes jokaisella varoventtiilin kokeilulla näyttäisi olevan vastaava vaihtelevan kokoinen piikki MP7:n tuloksissa. MP7:n vastepiikkien koon vaihtelu johtunee suuresta etäisyydestä melulähteelle ja mikromuutoksista mittausolosuhteissa.



Kuva 5 Koestus 3, $LAeq_{1min}$

Kolmannen koestuksen taustamelutasot ovat lähellä toisiaan. MP6:lla oli tarkastelujakson alkupuolella taustamelua, mutta venttiilin kokeilut, niiden aiheuttamien äänitapahtumien voimakuudet ja MP3:n ja MP6:n vasteet vastaavat kuitenkin varsin hyvin toisiaan.

Taulukossa 2 on tutkittu koestusten vaikutusta tunnin keskiäänitasoihin eri mittauspisteillä. Kokeilujen aiheuttamat äänipiikit (3–4 piikkiä) on siis poistettu aineistosta ja korvattu äänitapahtumaa edeltävillä mittaustuloksilla. Tämän jälkeen on laskettu millainen keskiäänitaso olisi kyseisellä tunnilla ollut ilman koestusta.

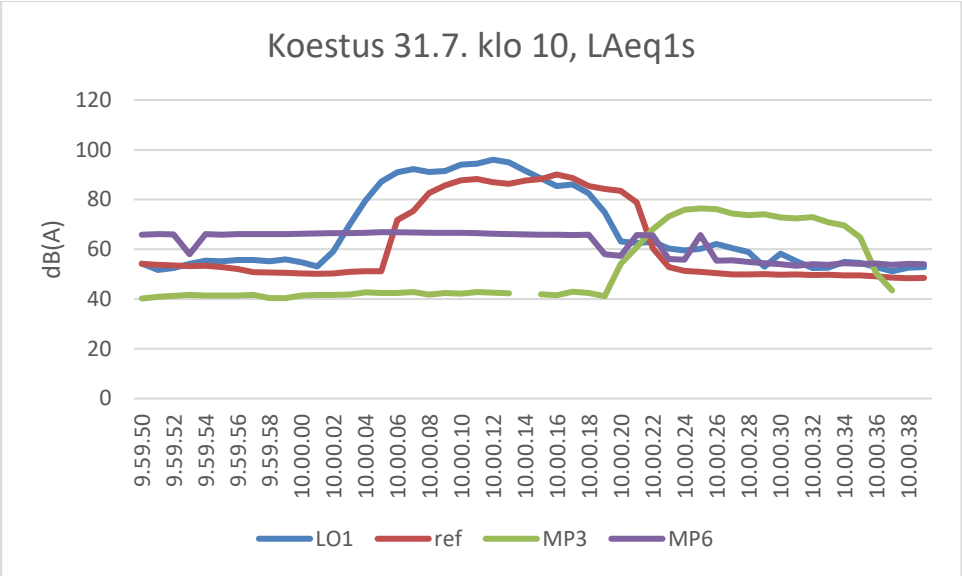
Taulukko 2 Koestusten vaikutus tunnin keskiäänitasoihin ($LAeq_{1h}$)

	Mittaustulos dB(A)			Ilman koestusta dB(A)			Erotus		
	ref	MP3	MP6/MP7	ref	MP3	MP6/MP7	ref	MP3	MP6/MP7
31.7.	68,5	54,4	59,4	51,5	44,3	59,2	16,9	10,2	0,2
28.8.	65,4	50,6	53,1	51,8	40,0	53,0	13,5	10,6	0,1
16.10.	65,5	50,3	54,2	45,7	41,2	52,1	19,8	9,1	2,1

Referenssipisteen tulokset vaihtelivat laskennassa eniten, kun tulokset vaihtelivat 13,5 dB ja 19,8 dB välillä. Vaikutus MP3:n tuloksiin oli n. 10 dB kaikilla koestuskerroilla. Vaikutus oli pienintä mittauspisteillä MP6/MP7 (0,1 dB – 2,1dB).

Koestus 1: 31.7. klo 10.00

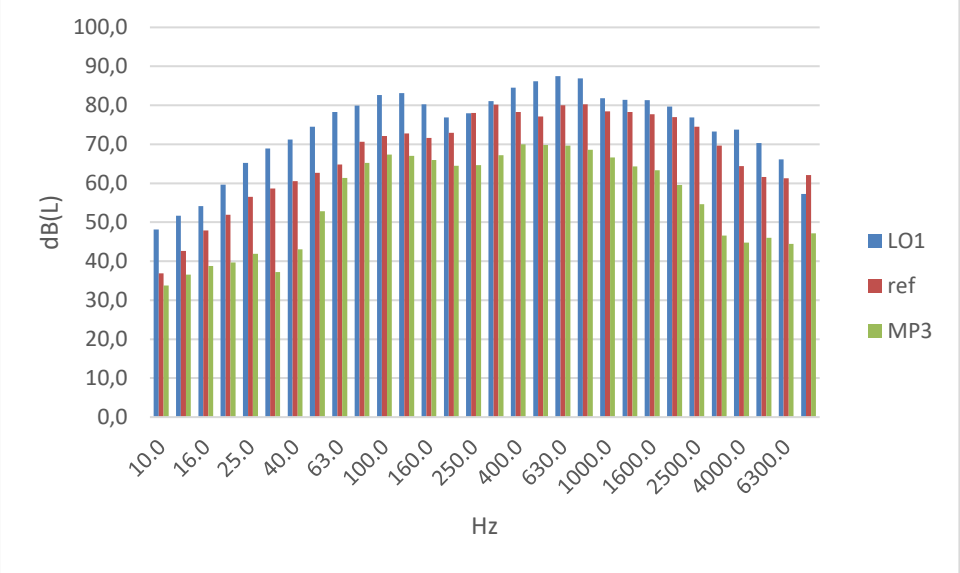
Kuvassa 6 on otettu yksi 31.7. kokeista lähempään tarkasteluun. Kuvaajassa tarkastellaan äänenpainetasojen vaihtelua 1 sekunnin LAeq-arvojen avulla. Kuvaajasta nähdään, että koetapahtuma kestää noin 20 sekuntia. Mittauspisteen LO1 suurin mitattu 1 sekunnin arvo oli 96 dB(A). Mittauspisteen Ref vastaava arvo on 90 dB, jolloin äänenpaine on n. neljäsosa siitä mitä se oli mittauspisteessä LO1. Näin siksi, että desibeliasteikko on logaritminen. MP3:n huippuarvo oli 76 dB(A). Kokeilu ei erotu MP6:n mittaustuloksissa lainkaan.



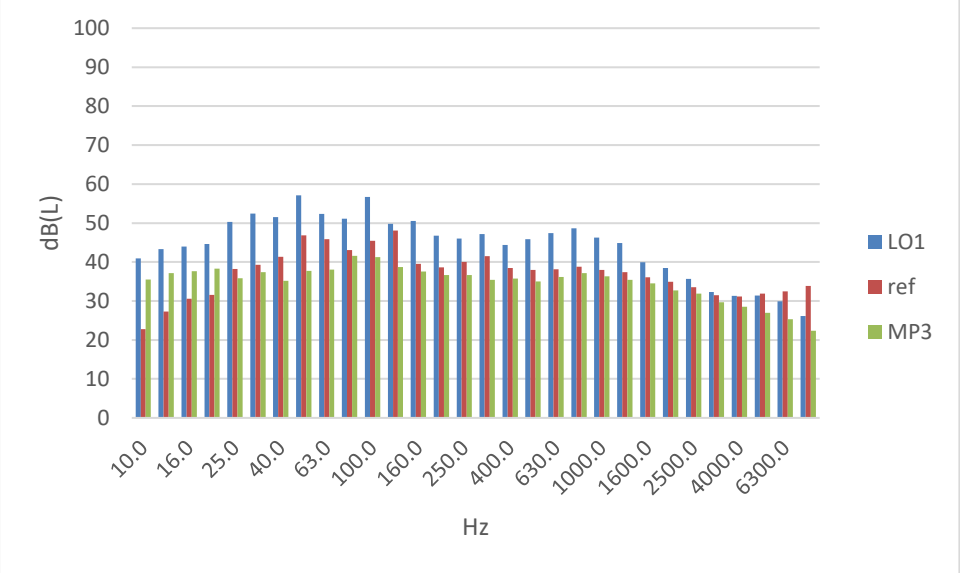
Kuva 6 LO1 päävaroveventtiilin kokeilu 31.7.202 klo 10

Kuvassa 7 on esitetty koetapahtuman lineaarinen ts. painottamaton (merkitään dB(L)) terssispektri eri mittauspisteiltä. Terssispektrin taajuuskaistat ovat 1/3 oktaavia leveitä. Kuvaajan x-akselin luvut ovat siis kaistojen keskustaajuuksia. MP6:n spektri puuttuu, koska tapahtumaa ei voitu tuloksista erottaa.

Spektristä ei erotu mitään yksittäisiä taajuuksia, vaan se on yleismuodoltaan pyöreä. Koetapahtuma ei siis sisällä tonaalisia elementtejä. Etäisyyden kasvaessa korkeimpien taajuuksien mittaustulokset vaimenevat pienempiä taajuuksia enemmän. Tämä on seurausta korkeiden taajuuksien lyhyemmistä aallonpituuksista.



Kuva 7 Koetapahtuman lineaarinen (painottamaton) terssispektri



Kuva 8 Normaali lineaarinen (painottamaton) terssispektri samalta päivältä

Kuvassa 8 on vertailun vuoksi esitetty kunkin mittauspisteen spektri hiukan koetapahtuman jälkeen. Äänenpainetasot ovat pudonneet kautta linjan 40–50 dB. Eri spektrien profiilit poikkeavat myös toisistaan jonkin verran edustaen näin kullekin mittauspisteelle ominaista normaalia spektrimuotoa.

Yhteenveto

Raportissa tutkittiin 31.7., 28.8. ja 16.10. tehtyjen Loviisan ydinvoimalaitoksen päävaroventtiilien koestusten vaikutuksia lähiympäristön melutasoihin. Voimalan lähellä sijainneiden mittauspisteiden tuloksia verrattiin hiukan kauempana sijainneiden mittauspisteiden tuloksiin. Kaikissa koestuksissa tuuli oli kohtalaista ja pohjoisen puoleista. Koestusten aikana ei satanut. Tuuli on todennäköisesti vaikuttanut saarilla sijainneiden mittauspisteiden MP6 ja MP7 tuloksiin sikäli, että aallokon äänet ja tuulen vaikutukset kasvustoon ovat lisänneet taustamelutasoja näissä mittauspisteissä.

Kun tutkittiin koestusten vaikutusta yhden tunnin keskiäänitasoihin, todettiin, että suurimmat vaikutukset olivat lähimmällä mittauspisteellä (Ref). Mittauspisteen MP3 tuloksiin koestukset lisäsivät kaikissa koestuksissa n. 10 dB tunnin keskiäänitasoon. Saarilla sijainneiden mittauspisteiden tuloksiin vaikutus oli vähäinen (0,1 dB - 2,1 dB).

Tarkasteltaessa päävaroventtiilin kokeilun (31.7. klo 10) spektriä todettiin, että spektri on muodoltaan pyöreä, eikä sisällä tonaalisia (kapeakaistaisia) elementtejä. Verrattaessa koestusspektriä normaalitilanteeseen äänenpainetasot putoavat n. 40 dB - 50 dB, ja mittauspisteiden erilaiset normaalitilanteen spektrin ominaismuodot nousevat esiin.