

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka / Energia- ja ympäristötekniikka

Sami Eerola

LOVIISAN VOIMALAITOKSEN HÄTÄDIESELGENERAATTORIN TEKNISTEN
VAATIMUSTEN MÄÄRITTELY

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

EEROLA, SAMI

Loviisan voimalaitoksen hätädieselgeneraattorin teknisten vaatimusten määrittely

Opinnäytetyö

31 sivua + 15 liitesivua

Työn ohjaajat

Tutkimusinsinööri Tuomo Pimiä

Työnjohtaja Mika Lampinen

Toimeksiantaja

Fortum Power and Heat Oy / Loviisan voimalaitos

Maaliskuu 2012

Avainsanat

dieselvoimalat, varavoimalat, ydinturvallisuus, sähköhuolto

Ydinvoiman käytössä varavoimajärjestelmien merkitys on turvallisuuden kannalta suuri. Sähkönsyöttö häiriötilanteissa varmennetaan useimmiten dieselgeneraattoreilla. Dieselgeneraattoreiden pitää olla aina käyttövalmiina ja käyttötarkoitukseen soveltuvia.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia tekninen erittely Loviisan voimalaitokselle hankittavan uuden dieselgeneraattorin hankintaa varten. Uusimisen tarve johtuu nykyisen dieselgeneraattorin tehokapasiteettiongelma- ja varaosien puutteesta. Teknisen erittelyn laadinnassa käytetty tieto on peräisin pääasiassa voimalaitoksen henkilökunnalta.

Tässä työssä on käsitelty muutamaa Loviisan voimalaitosta oleellisesti koskevaa kriteeriä dieselgeneraattoriyksikön hankinnan kannalta sekä vertailtu eri toimittajien tarjouksia pyydetyn kaltaisesta yksiköstä.

Tekninen erittely luo edellytykset sille, että Loviisan voimalaitokselle saadaan hankittua dieselgeneraattoriyksikkö, joka ylläpitää laitoksen korkeaa teknistä turvallisuustasoa voimalaitoksen käytöstä poistoon saakka.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Mechanical and Production Engineering

EEROLA, SAMI	Defining the Specifications for an Emergency Diesel Generator Set for the Loviisa Power Plant
Bachelor's Thesis	31 pages + 15 pages of appendices
Supervisors	Tuomo Pimiä, Research Engineer Mika Lampinen, Foreman
Commissioned by	Fortum Power and Heat Oy / Loviisa Power Plant
March 2012	
Keywords	diesel power plants, reserve power plants, nuclear safety, supply of electricity

Reserve power systems are very important in safe nuclear power production. In incident situations, the power supply is normally guaranteed with diesel generators. Diesel generators must always be ready for operation and suited for use.

The objective of this thesis work was to formulate a technical specification for a new diesel generator set for the Loviisa Power Plant. The power plant needs a new diesel generator unit because the existing diesel generator has problems with capacity and availability of spare parts. The particulars of the technical specification are provided mainly by the Loviisa Power Plant's personnel.

The paper describes the main criteria for the purchase of a new diesel generator set for the Loviisa Power Plant. Also, the paper compares the quotations received from the suppliers.

The technical specification gives possibilities to purchase a diesel generator set that will maintain the Loviisa Power Plant's high technical safety level. The Diesel generator unit must be in working order until the decommissioning of the Loviisa Power Plant.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitokselle. Haluan esittää suuret kiitokset esimiehelleni Mika Lampiselle sekä kaikille niille Loviisan voimalaitoksen henkilökunnan edustajille, jotka ovat olleet suurena apuna tämän työn toteutuksen aikana.

Haluan kiittää myös Tuomo Pimiää Kymenlaakson ammattikorkeakoulusta hyvästä yhteistyöstä sekä läheisiäni, jotka ovat kannustaneet minua koko opintojeni ajan.

Loviisassa 10.4.2012

Sami Eerola

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

TERMIT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO	8
1.1	Yleistä	8
1.2	Taustat	8
2	FORTUM	9
2.1	Fortum-konserni	9
2.2	Energiantuotanto	10
2.2.1	Vesi- ja tuulivoima	10
2.2.2	Ydin- ja lauhdevoima	10
2.2.3	Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP)	11
2.3	Loviisan voimalaitos	11
2.3.1	Toimintaperiaate	12
3	VARAVOIMAJÄRJESTELMÄT LOVIISAN VOIMALAITOKSELLA	13
3.1	Yleistä	13
3.2	EY00-järjestelmä	14
3.2.1	Nykyinen dieselgeneraattoriyksikkö	15
3.2.2	Järjestelmän koestus	16
4	UUDEN EY00-JÄRJESTELMÄN VAATEET	17
4.1	Tehontarve	17
4.2	Käyntiaika ja polttoaine	18
4.3	Sijoituspaikka ja korkoasema	19
4.4	Varavoimaan liittyviä yleisiä ohjeita ja määräyksiä	21
5	DIESELGENERAATTORIYKSIKÖN RAKENNE JA VARUSTEET	22

5.1	Kontti	22
5.2	Dieselmoottori	23
6	TARJOTUT DIESELGENERAAATTORIYKSIKÖT	23
6.1	Toimittaja A	24
6.2	Toimittaja B	24
6.3	Toimittaja C	24
6.4	Toimittaja D	25
6.5	Toimittaja E	25
7	DIESELGENERAAATTORIN KUVITTEELLINEN VALINTA	26
8	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	30
	LIITTEET	

Liite 1. Tekninen erittely

TERMIT JA LYHENTEET

EY00	Loviisan voimalaitoksen väestönsuojan dieselgeneraattorin käyttöpaikkatunnus.
Johtokeskus	Tila, josta johdetaan laitoksen käyttöä ja onnettomuustilannetta voimalaitoksen toimintojen osalta onnettomuustilanteessa.
Hälytyskeskus	Loviisan voimalaitoksen turvaorganisaation hälytyskeskus.
EP-keskus	EP on käyttöpaikkatunnus 0,4 kV:n sähkökeskukselle, joka syöttää sähköä muun muassa johtokeskukseen.
LOMAX	Loviisan voimalaitoksen laitostietojärjestelmä.
CHP	Combined Heat and Power, sähkön ja lämmön yhteistuotanto.
PWR	Pressurized Water Reactor, painevesireaktori.
PTK	Loviisan voimalaitoksen prosessitietokone.
UPS	Uninterruptible Power Supply, järjestelmä tai laite, jonka tehtävä on taata tasainen virransyöttö lyhyissä katkoksissa ja syöttöjännitteen epätasaisuuksissa.
Dieselgeneraattoriyksikkö	Dieselgeneraattori apulaitteineen.
Pätöteho	Vaihtovirtapiireissä varsinaista työtä tekevä teho. Tunnus P.
Näennäisteho	Tehollisen jännitteen ja tehollisen sähkövirran tulo. Jos virran ja jännitteen välillä ei ole vaiheeroa, niin näennäis- ja pätöteho ovat yhtä suuret. Tunnus S.
AJ-järjestelmä	AJ on käyttöpaikkatunnus 20 kV:n kojeistolle.

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Tämän työn tarkoituksena oli laatia tekninen erittely Fortum Oyj:n Loviisan voimalaitokselle hankittavan uuden varavoimadieselgeneraattorin hankintaa varten. Työ on osa EY00:n uusinta projektia. Sen tarkoituksena on saada varavoimadieseljärjestelmä, jonka toimintakyky, kapasiteetti ja tekninen tuki säilyvät voimalaitoksen suunnitellun käyttöiän, mukaan lukien laitossyksiköiden käytöstäpoiston.

Idea opinnäytetyön aiheesta tuli esimieheltäni, ja työ on tehty Loviisan voimalaitoksella. Työni jakautui kahteen vaiheeseen, joista ensimmäisessä tehtiin kiireellisen aikataulun vuoksi pelkkä tekninen erittely. Vasta sen jälkeen aloitettiin tämän työn kirjoittaminen. Teknisen erittelyn kokoamisessa on käytetty hyväksi lähinnä voimalaitoksen henkilökunnan osaamista ja tietotaitoa. Kuvat ja taulukot, joihin ei ole merkitty lähdetietoa, ovat kirjoittajan ottamia tai laatimia.

1.2 Taustat

EY00-dieselgeneraattorin uusinnan perusteena on nykyisen dieseljärjestelmän varaosien puute, konttorirakennuksen palokuorman pienentäminen ja varmennetun sähköjärjestelmän kapasiteetin lisääminen. Uuden EY00-järjestelmän tehtävänä on varmistaa voimalaitoksen johto- sekä hälytyskeskuksen toimintaedellytykset häiriötilanteissa varmentamalla EP-keskuksen sähkönsyöttö.

Loviisan voimalaitoksen strategian mukaan laitoksen korkeaa teknistä turvallisuustasoa ylläpidetään ja parannetaan ottaen huomioon kokonaisuudessaan laitoksen käyttöiän hallinnan tavoitteet. Dieseljärjestelmän uusinnalla varmistetaan johto- ja hälytyskeskuksen toimintakyky kaikissa tilanteissa sekä tarvittaessa varmistetaan LO-MAX-järjestelmän sähkönsyöttö.

2 FORTUM

2.1 Fortum-konserni

Fortum on perustettu vuonna 1998, jolloin valtionyhtiö Imatran Voima Oy ja pörssi-noteerattu Neste Oyj yhdistettiin. Sitten vuonna 2005 Fortum eriytti öljyliiketoimintansa uudelle Neste Oil Oyj:lle. Fortumin suurimpana omistajana on edelleen Suomen valtio. (1)

Fortumin toiminta on keskittynyt Pohjoismaihin, Venäjälle ja Itämeren alueelle. Konsernin palveluksessa työskentelee noin 10 800 henkilöä, joista Suomessa noin 2 600 henkilöä. Liikevaihto vuonna 2011 oli 6,2 miljardia euroa ja vertailukelpoinen liikevoitto 1,8 miljardia euroa. Liiketoiminta muodostuu sähkön ja lämmön tuotannosta, myynnistä ja jakelusta sekä energia-alan asiantuntijapalveluista. (1)

Fortum-konsernin liiketoiminta on jaettu neljään eri divisioonaan. **Power-divisioona** vastaa sähköntuotannosta pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla ja merkittävää osaa Fortumin taloudellisesta tuloksesta. **Heat-divisioona** keskittyy kaukolämpöön sekä sähkön ja lämmön yhteistuotantoon (CHP) Pohjoismaissa, Baltiassa ja Puolassa. Venäjän liiketoimintoja hoitaa **Russia-divisioona**, joka vastaa Fortumin sähkön- ja lämmön tuotannosta sekä myynnistä Venäjällä. Russia-divisioonaan kuuluvat tytäryhtiö OAO Fortum sekä omistusosuus alueellisesta tuotantoyhtiöstä TGC-1:stä Luoteis-Venäjällä. (1)

Electricity Solutions and Distribution -divisioona koostuu kahdesta liiketoiminta-alueesta: Distribution ja Electricity Sales. Distribution omistaa, käyttää ja kehittää paikallisia ja alueellisia jakeluverkkoja ja toimittaa sähköä asiakkaille Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Virossa. Electricity Sales markkinoi ja myy sähköä yksityis- ja yritysasiakkaille sekä muille sähkönmyyjille Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa. (1)

2.2 Energiantuotanto

2.2.1 Vesi- ja tuulivoima

Fortum tuottaa sähköä ja lämpöä monipuolisesti eri energialähteitä käyttäen. Fortumilla on Suomessa sähköntuotantokapasiteettia 5 181 MW ja lämmöntuotantokapasiteettia 3 745 MW. (1)

Fortumin sähköntuotantokapasiteetista Pohjoismaissa noin puolet on vesivoimaa. Vuonna 2010 Fortumin 53,7 TWh:n sähköntuotannosta oli 22 TWh vesivoimalla tuotettua. Fortum omistaa Suomessa ja Ruotsissa osittain tai kokonaan 260 vesivoimalaitosta, joista valtaosa sijaitsee Ruotsissa. (2)

Vesivoima on avainasemassa sähköntuotannon ja -kulutuksen tasapainottamisessa. Voimalaitosten tehonsäädöt sekä käynnistykset ja pysäytykset voidaan toteuttaa nopeasti. Varastoaltaiden vesivarat auttavat myös tasaamaan tuotannon ja kulutuksen vaihteluita. Nämä ominaisuudet ovat tulevaisuudessa entistä tärkeämmässä asemassa, kun yhä suurempi osa sähköstä tuotetaan auringon ja tuulen avulla. (2)

Fortumin tuulivoimakapasiteetti Suomessa vuoden 2010 lopulla oli 3 MW. Fortumilla on kuitenkin suunnitteilla Suomessa ja Ruotsissa muutamia maatuulivoimahankkeita. Fortumin Suomeen suunnittelema kapasiteetti on noin 220 MW, josta noin 10 MW:n testipuisto on suunnitteilla Loviisaan ydinvoimalaitoksen läheisyyteen. (3)

2.2.2 Ydin- ja lauhdevoima

Fortumilla on ydinvoimakapasiteettia Suomessa ja Ruotsissa noin 3200 MW, joka vastaa noin puolta Fortumin sähköntuotannosta Pohjoismaissa. Noin 2/3 ydinvoimakapasiteetista on osaomisteisissa laitoksissa, kuten Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluodon voimalaitosyksiköissä sekä Ruotsissa sijaitsevissa Oskarshamnin ja Forsmarkin ydinvoimaloissa. (4)

Ydinvoima on tehokas ja ilmastoystävällinen energiantuotantomuoto. Ydinvoiman elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ovat verrattavissa vesi-, tuuli- ja aurinkovoiman aiheuttamiin päästöihin. Tältä osin ydinvoiman käyttö on perusteltua tulevaisuudessakin ilmastonmuutoksen hillinnässä. (4)

Fortumilla on Suomessa kaksi varsinaista lauhdevoimalaitosta, Inkoon ja Meri-Porin hiilivoimalaitokset, joiden yhteenlaskettu teho on 1 565 MW. Lauhdevoimaa käytetään tasaamaan heikoista vesivuosista tai muista syistä johtuvia kysynnän vaihteluita. (5)

2.2.3 Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP)

Fortum on maailman neljänneksi suurin lämmöntuottaja ja se rakentaa jatkuvasti uutta sähkön ja lämmön yhteistuotantokapasiteettia. Fortum tuottaa energiaa yhteistuotantolaitoksissa ja erillisissä lämpölaitoksissa seitsemässä eri maassa. Lämmöntuotantokapasiteetti vuoden 2010 lopulla oli 24 494 MW ja CHP-laitoksien sähköntuotantokapasiteetti 4 425 MW. (6)

Sähkön ja lämmönyhteistuotannon etuna on korkea hyötysuhde. Polttoaineen sisältämästä energiasta pystytään hyödyntämään lähes 90 prosenttia, kun vastaavasti esimerkiksi lauhdevoimalaitosten hyötysuhde jää parhaimmillaankin noin 42 prosenttiin (7, 90).

Sähköntuotannon yhteydessä syntyvä lämpö hyödynnetään kaukolämpönä tai teollisuuden tarvitsemana höyrynä. Tämän ansiosta ympäristöön kohdistuvat päästöt pienenevät 25–40 %. (6)

2.3 Loviisan voimalaitos

Hästholmenin saarella sijaitseva Loviisan voimalaitos on Suomen ensimmäinen ydinvoimalaitos. Se koostuu kahdesta erillisestä yksiköstä, joista Loviisa 1 aloitti tuotantonsa vuonna 1977 ja Loviisa 2 vuonna 1980. Loviisan kaupunki säilyy vielä pitkään ydinvoimapaikkakuntana, sillä Valtioneuvoston yksiköille vuonna 2007 myöntämät käyttöluvat ulottuvat ykkösyksikön osalta vuoteen 2027 ja kakkösyksiköllä vuoteen 2030 asti. (8)

Käytettävyydeltään Loviisan voimalaitos on yksi maailman parhaimpia ydinvoimalaitoksia. Voimalaitoksen vuosituotanto on noin 8 TWh, joka vastaa noin kymmentä prosenttia Suomen sähkönkulutuksesta. (8)

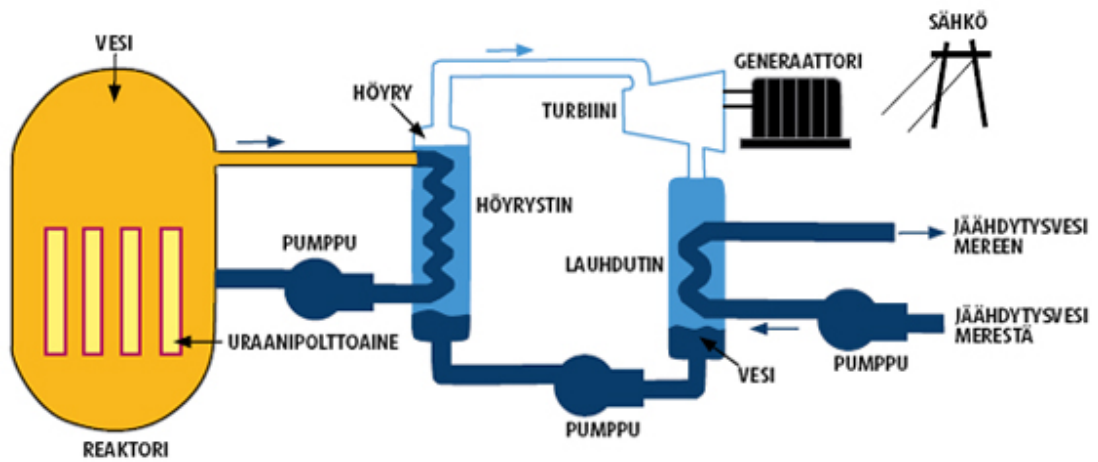


Kuva 1. Loviisan voimalaitos (9)

2.3.1 Toimintaperiaate

Loviisan voimalaitoksen reaktorit ovat VVER-440-tyyppisiä painevesireaktoreita (kuva 2). Ydinreaktiossa polttoainepiipissa olevat uraaniytimet halkeavat neutronien osuessa niihin, jolloin syntyy uusia neutroneja, jotka halkaisevat lisää uraaniytimiä. Näin syntyy lämpöä kehittävä ketjureaktio. Vapautuva energia lämmittää korkeapainaisen veden (123 bar) 300 °C:n lämpötilaan. Kuumentunut vesi, joka ei kuitenkaan kiehu, johdetaan höyrystimiin, joista se jäähtyttyään pumpataan takaisin reaktoriin. Näitä rinnakkain toimivia kiertopiirejä on yhteensä kuusi laitosta kohden. Nämä kierrot muodostavat suljetun primääripiirin, josta radioaktiivisuus ei pääse leviämään sekundääripiiriin. (10)

Reaktorissa kuumentunut vesi kuumentaa höyrystimissä erillisen sekundääripiirin vettä, joka alkaa kiehua. Muodostunut höyry johdetaan pyörittämään turbiineja. Turbiini pyörittää generaattoria, joka muuttaa turbiinissa muodostuneen liike-energian sähköksi. Turbiinin jälkeen matalapaineinen höyry lauhdutetaan merivesilauhduttimissa takaisin vedeksi. Lauhdevesi pumpataan esilämmittimien kautta takaisin höyrystimiin, ja lämmennyt merivesi johdetaan takaisin mereen. Molempien laitosyksiköiden käytössä jäähdytysvettä tarvitaan noin 40 kuutiometriä sekunnissa. (10)



Kuva 2. PWR-laitoksen pääkiertokaavio (10)

3 VARAVOIMAJÄRJESTELMÄT LOVIISAN VOIMALAITOKSELLE

3.1 Yleistä

Loviisan voimalaitoksen turvallisuusjärjestelmissä korostuvat toisiaan varmistavat rinnakaistoiminnot, monivaiheinen eristäminen ja korkea laatu. Onnettomuustilanteissa, voimalaitoksen turvallisen alasajon ja radioaktiivisten aineiden ympäristöön leviämisen estämisen kannalta, avainasemassa on turvallisuusjärjestelmien sähkönsaannin turvaaminen. Voimalaitoksella on toki myös passiivisia turvajärjestelmiä, jotka toimivat sähköttä. (11)

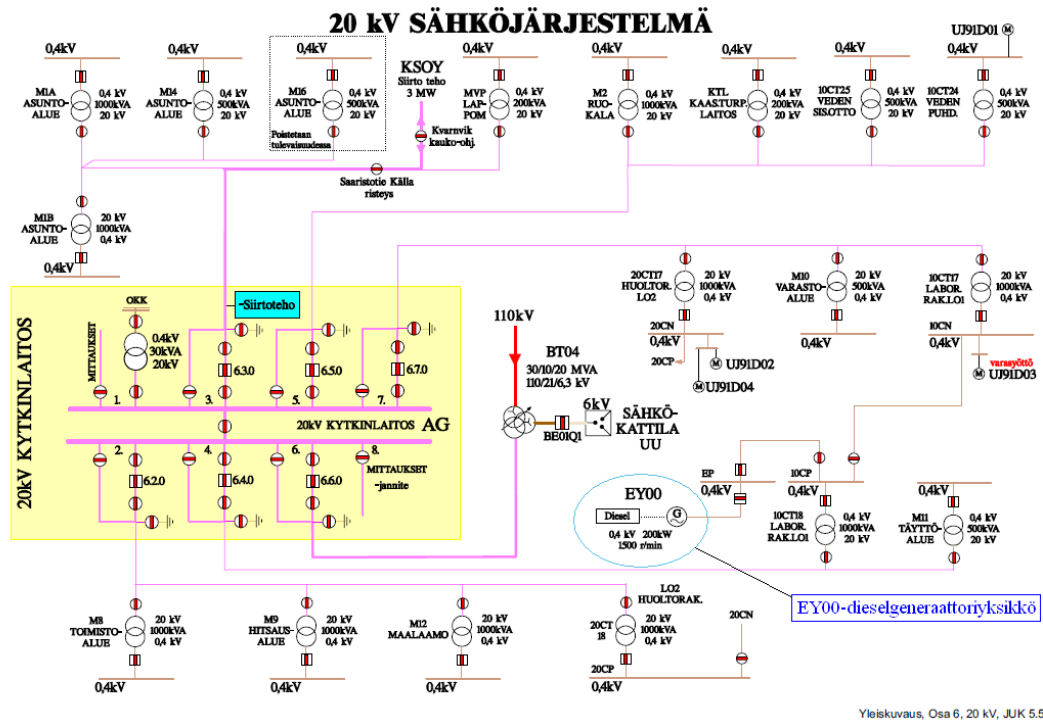
Voimalaitoksen sähkönsaanti on turvattu dieselgeneraattoreilla, joiden tehtävänä on varmistaa automaattisesti turvallisuudelle tärkeiden laitteiden sähkönsaanti silloin, kun normaali sähkönsyöttö on häiriintynyt. Dieselgeneraattorien vikaantumisen varalta sähkönsyöttö on varmistettu vielä johtoyhteydellä Ahvenkosken vesivoimalaitokselta. (11)

Kumpaakin laitosyksikköä kohden on neljä toisistaan täysin erotettua dieselgeneraattoria, joista jokainen on teholtaan noin 3 MW. Näiden lisäksi on yksi erillinen noin 10 megawatin tehoinen dieselvaravoimalaitos, joka varmistaa hätäjärjestelmien sähkönsyöttöä tarvittaessa. Tällä kyseisellä laitoksella voidaan tuottaa myös sähköä valtakunnanverkkoon kulutuspiikkejä tasaamaan. Moottorit käynnistyvät automatiikan ohjaamina saatuaan laitossuojauksesta käynnistysimpulssin. (11)

Voimalaitoksella on myös useita pienempiä dieselgeneraattoreita. Niillä jokaisella on oma tehtävänsä tietyn turvallisuuden kannalta tärkeän kohteen tai järjestelmän turvaamisessa ulkoisen sähkönsyötön häiriintyessä.

3.2 EY00-järjestelmä

Voimalaitoksen väestönsuojassa on dieselgeneraattori EY00, joka varmentaa EP-keskusta. EP-keskus syöttää väestönsuojan valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon lisäksi muun muassa osaa reaktori-, turbiini- ja dieselrakennuksen varavalaistuksesta sekä huolehtii joidenkin viestilaitteiden akustojen varaamisesta. Järjestelmällä ei ole liityntää laitosyksiköiden prosessijärjestelmiin, poislukien PTK-liityntä. PTK-liitynnällä tarkoitetaan käytännössä sitä, että voimalaitoksen valvomoon tulee yksikön käyntitieto ja hälytystiedot. Kuvasta 3 käy ilmi EY00-järjestelmän liityntä voimalaitoksen sähköjärjestelmään.



Kuva 3. Loviisan voimalaitoksen 20kV:n sähköjärjestelmä (11)

3.2.1 Nykyinen dieselgeneraattoriyksikkö

Nykyinen dieselgeneraattoriyksikkö on mallia Asea DGRB 14-SV (kuva 4), jonka päteho on noin 242 kVA (näennäisteho \approx 194 kW). Dieselmoottori on mallia Scania DS-14A02 ja se on merivesijäähdytteinen. Yksikkö on valmistettu vuonna 1974, ja käyttötunteja sille on kertynyt noin 200. Polttoainesäiliön koko on 15 m³, ja täyden säiliön kapasiteetti riittää noin kymmenen vuorokauden käyttöön.



Kuva 4. Nykyinen EY00-dieselgeneraattoriyksikkö

3.2.2 Järjestelmän koestus

Dieselgeneraattoriyksikkö koestetaan säännöllisesti järjestelmän toimivuuden varmistamiseksi. Jos järjestelmässä on käyttöön vaikuttavia vikoja, niin ne pystytään havaitsemaan koestuksessa. Sitä kautta saadaan käyntiin toimenpiteet järjestelmän kunnostamiseksi. Koestuksella on suuri merkitys dieselgeneraattorin toimintavarmuuden ylläpidossa.

Nykyisen dieselgeneraattoriyksikön kuukausittaisen koestuksen hyväksymiskriteerit ovat seuraavat:

- Koneikko käynnistyy suunnitellusti.
- Koeajon aikana ei tule koneikkoa laukaisevia vikoja.
- Koneikko pysähtyy suunnitellusti. (12)

Parittomina kuukausina yksikön toiminta testataan jännitekatkoksen kautta jännitteetön verkkoon. Jännitekatko aiheutetaan mekaanisesti kääntämällä EP-keskuksen pääkytkin 0-asentoon. Jos dieselgeneraattori käynnistyy suunnitellusti, niin jännite palaa keskuksen 7 s:n kuluttua. (12)

Parillisina kuukausina suoritetaan rinnankäynnistys verkon kanssa ja tahdistus verkkoon. Tällöin ei aiheuteta jännitekatkosta, vaan dieselgeneraattori käynnistetään manuaalisesti. Yksikön käynnistyttyä tarkistetaan, että generaattorin ja verkon jännitteet ovat yhtä suuret. Tarvittaessa myös taajuus säädetään kierrosnopeutta muuttamalla vastaamaan verkon 50 Hz:n taajuutta. Tämän jälkeen yksikkö voidaan tahdistaa verkkoon. (12)

4 UUDEN EY00-JÄRJESTELMÄN VAATEET

4.1 Tehontarve

Uuden dieselgeneraattorin ensimmäinen prioriteetti on turvata EP-keskuksen sähkönsaanti häiriötilanteissa. EP-keskus saa normaalitilanteessa sähkönsyöttönsä laitoksen 20 kV:n AJ-järjestelmästä, jonka kuormana on lähinnä rakennussähköistystä. (13)

Dieselvarmennetusta EP-keskuksesta sähköä syötetään muun muassa johtokeskukseen, siihen liittyviin ilmastointipuhaltimiin sekä turbiini- ja reaktorirakennuksen varavalaistuksiin. Tästä aiheutuu noin 190 kVA:n näennäistehontarve, joka on saatu katettua nykyisellä dieselgeneraattoriyksiköllä. (13)

Loviisan tietokoneen (LOTI) UPS-laitteiston varmentaminen on tällä hetkellä dieselkapasiteetin puutteen vuoksi kesken. Tähän lisäkuormaan tullaan varautumaan uuden koneikon hankinnan myötä. LOTI UPS:n varmentaminen aiheuttaa 40 kVA:n näennäistehontarpeen. (13)

Loviisan voimalaitoksen uusi hälytyskeskus aloittaa toimintansa vuoden 2013 alkupuolella. Hälytyskeskus vaatii varman varasyöttölähteen, josta varmennetaan muun muassa hälytyskeskuksen UPS-laitteiston sähkönsaanti. Tähän pitää varautua 30 kilovoltiampeerin näennäisteholla. (13)

Dieselgeneraattorilta vaaditaan kapasiteettia varmentamaan myös eräitä turvavalvontajärjestelmän laitteita 30 kVA:n näennäisteholla. (13)

Uuden järjestelmän tulee kestää voimalaitoksen suunnitellun käyttöiän loppuun saakka. Käyttöikä on vielä suhteellisen pitkä, joten uutta dieselgeneraattoria hankittaessa on aiheellista varautua myös mahdollisiin tulevaisuuden tehotarpeisiin. Jatkuvasti ki-

ristyvät turvamääräykset voivat tuoda EY00-järjestelmän piiriin lisää kohteita, joiden sähkönsaanti pitää varmentaa dieselgeneraattorilla. Tähän on voimalaitoksella päätetty varautua 40 kVA:n näennäisteholla. (13)

Edellä esitetyt tehotarpeet huomioiden, saadaan dieselgeneraattorin näennäistehoksi:

$$S = (190 + 40 + 30 + 30 + 40) \text{ kVA} = 330 \text{ kVA}$$

Saatuun näennäistehotarpeeseen lisätään ylikuormituskerroin 1,1 ja varmuuskerroin 1,1, jolloin saadaan lopullinen tehontarve:

$$S_{\text{kok}} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 330 \text{ kVA} \approx \mathbf{400 \text{ kVA}} \text{ (13)}$$

Kuten liitteessä 1, teho on ilmoitettu myös pätötehona, jolloin on otettava huomioon tehokerroin $\cos \varphi = 0,8$:

$$P = S_{\text{kok}} \cdot \cos \varphi$$

$$P = 400 \text{ kVA} \cdot 0,8 = \mathbf{320 \text{ kW}}$$

Täten uuden EY00-dieselgeneraattoriyksikön tulee kyetä tuottamaan jatkuva 320 kW:n sähköteho, jolla saadaan katettua tiedostettujen sekä mahdollisten tulevien kohteiden sähkönsaanti häiriötilanteissa.

Häiriötilanteessa uudelta dieselgeneraattorilta on voitava tarvittaessa siirtää tehoa esimerkiksi jatkojohdoilla kulutuskohteisiin. Tämä on määritelty EY00:n toiseksi prioriteetiksi. Teknisessä erittelyssä (liite 1) tämä on huomioitu vaatimalla varavoimakontin yhteyteen esimerkiksi työmaakeskus, jossa tulee olla ainakin kaksi kappaletta 125 A:n pistotulppalähtöjä. Näistä on saatava otettua yhteensä 150 kW:n teho. (14)

4.2 Käyntiaika ja polttoaine

Käyntiajalla tarkoitetaan sitä, kuinka kauan dieselgeneraattoria pystytään käyttämään täydellä teholla säiliöllisellä polttoainetta. Käyntiaika määräytyy polttoainesäiliön tilavuuden perusteella, eikä siinä oteta huomioon mahdollista polttoaineen välitankka-

usta. Jotta dieselgeneraattoria voidaan käyttää jokin tietty aika, tulee myös voiteluöljyn määrän vastata käyntiaikavaadetta.

Nykyisen dieselgeneraattorin käyntiaika on mitoitettu aikanaan melko pitkäksi. Polttoainesäiliön koko on 15 m³, jolla saavutetaan likimain 10 vrk:n käyntiaika. 10 vuorokauden käyntiaika on virallisiin vaatimuksiin verraten ylimitoitettu. (15)

Uudelle yksikölle ei ole olemassa tällä hetkellä virallista käyntiaikavaadetta, joten on päädytty pyytämään valmistajilta tarjoukset mahdollisimman suurella polttoainesäiliöllä, joka varavoimakonttiin vain mahtuu. On mahdollista, että viranomaisvaatimukset käyntiajan suhteen kiristyvät tulevaisuudessa, mutta tähän ei ole katsottu tarpeelliseksi varautua tällä hetkellä. Tämä osittain siksi, että polttoaineen varastointikapasiteettia on suhteellisen helppo kasvattaa jälkikäteen esimerkiksi siirrettävillä polttoainekonteilla. (14)

Loviisan voimalaitoksella käytettävä polttoaine on biokomponenteista vapaata ja talvilaatua olevaa erikoispolttoöljyä. Tämä on ollut tarpeellista kirjata tekniseen erittelyyn (liite 1), jotta voidaan varmistua että dieselgeneraattori ja sen polttoainejärjestelmä varmasti soveltuvat tälle erikoispolttoaineelle. Yksikkö liitetään polttoaineen paikalliskäytön piiriin, josta polttoainetta täydennetään tarvittaessa muihinkin voimalaitoksen dieselgeneraattoreihin. (15)

4.3 Sijoituspaikka ja korkoasema

Dieselgeneraattoriyksikkö tullaan sijoittamaan Hästholmenin saarelle Loviisan voimalaitoksen laitosalueelle, jossa myös nykyinen yksikkö sijaitsee. Uusi yksikkö tullaan sijoittamaan ulkotiloihin, jolloin erillistä rakennusta ei tarvita. Yksikön tulee olla kuitenkin erittäin hyvin suojattu sääolosuhteita vastaan. (15)

EY00-järjestelmän uusimisella pyritään muun muassa siihen, että saadaan pienennettyä konttorirakennuksen palokuormaa. Nykyinen dieselgeneraattoriyksikkö sijaitsee siis voimalaitoksen väestönsuojassa konttorirakennuksen alakerrassa, jossa on myös 15 m³ polttoainesäiliö. Tämän vuoksi on päädytty ulos sijoitettavaan konttiratkaisuun. Ulos sijoittamista puoltaa myös se, että uuden yksikön kuljettaminen väestönsuojaan olisi huomattavasti hankalampaa kuin sijoittaminen ulos. (15)

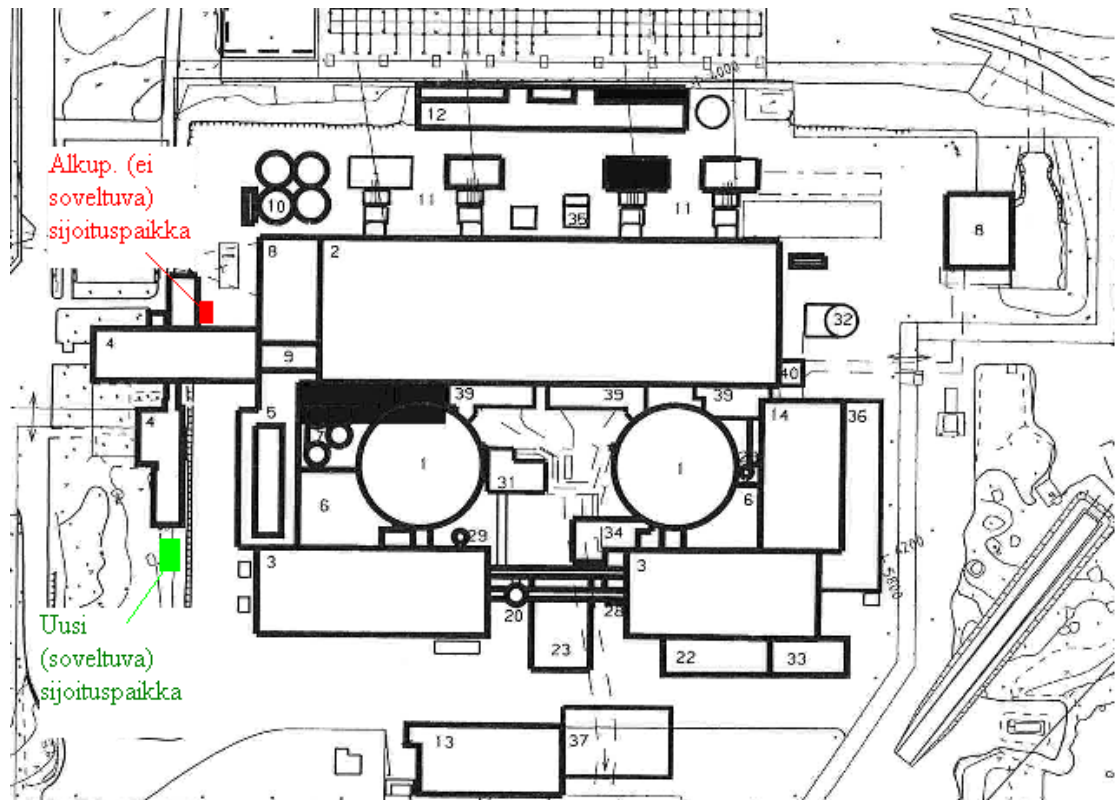
Vuonna 2011 Japanin historian suurin maanjäristys ja sitä seurannut tsunami aiheutti Japanin itärannikolla Fukushimassa ydinonnettomuuden, josta aiheutui se, että ydinvoiman turvallisuuteen on alettu kiinnittää entistäkin enemmän huomiota.

Loviisan voimalaitoksella on kiinnitetty huomiota Fukushiman onnettomuuden seurauksena muun muassa tulvasuojaukseen. Periaatteena on rakentaa voimalaitosta osin ympäröivä tulvavalli, joka estää tarvittaessa merenpinnan kohoamisesta aiheutuvan veden tulvimisen alueelle. Tulvavallin suunnittelussa mitoitettavaksi meriveden korkeudeksi on määritelty +3,5 m, eli tulvavallilla varaudutaan siihen, että merenpinta nousee 3,5 m. Lisäksi on huomioitu aallonkorkeus merenpinnan ollessa kyseisellä korkeudella. Aallonkorkeudeksi on määritelty 1,0 m, joten tulvavallin korkeus nykyisestä merenpinnasta mitattuna tulee olla 4,5 m. (16)

Alun perin dieselgeneraattoriyksikköä kaavailtiin sijoitettavaksi Loviisa 1 merivesipumppaamon edustalle (kuva 5). Paikka sijaitsee kallioleikkauksen vieressä tasaisella asvaltoidulla alueella. Kyseinen paikka on 3 metriä merenpinnan yläpuolella. Tässä tapauksessa, kun tulvavallia ei vielä ole, olisi yksikön nostaminen +4,5 m:n tasolle perusteltua. Tämä olisi helposti toteutettavissa esimerkiksi teräspalkeilla ja näin yksikkö olisi helppo suojata tulvalta. (15)

Sijoituspaikean tarkemmassa tarkastelussa kuitenkin todettiin, että suunniteltu paikka sijaitsee vetysäiliöalueella, jossa siis varastoidaan vetyä. Alue on luokiteltu Ex-tilaksi eli se on räjähdysvaarallinen, joten dieselgeneraattoriyksikön sijoittaminen alueelle ei ole järkevää. (14)

Uusi sijoituspaikeka (kuva 5) löydettiin konttorirakennuksen päädyistä metsäiseltä kallioalueelta. Paikan korkoasema on noin +6,0 m, joten tulvasuojausta ei tarvitse tällä paikalla ottaa huomioon. Paikka sijaitsee kallioleikkauksen "yläpuolella", jonne käynti tulee tapahtumaan portaita pitkin +3,0 m:n tasolta. (14)



Kuva 5. Uuden EY00-dieselgeneraattoriyksikön sijoituspaikka (14)

4.4 Varavoimaan liittyviä yleisiä ohjeita ja määräyksiä

Varavoimalaitos tulee rakentaa mahdollisimman riippumattomaksi muista järjestelmistä. Vikaantumisen varalta hälytyksistä ja muista häiriöistä tulee välittää tieto järjestelmään, josta häiriötieto välittyy käytöstä vastaavalle henkilökunnalle. (17, 12)

Valmiin laitoksen on täytettävä EU:n asiaa koskevat direktiivit sekä Suomessa voimassa olevat viranomaismääräykset. Laitetoimittajalta tulee vaatia CE-vaatimustenmukaisuustodistus, sillä CE-merkintä on oltava muun muassa koneissa ja sähkölaitteissa. CE-merkintä on valmistajan vakuutus siitä, että kyseinen laite täyttää sitä koskevien direktiivien vaatimukset. (17, 12)

Sähkötekniset vaatimukset voidaan toteuttaa noudattamalla standardisarjan SFS 6000 standardeja koskien pienjännitesähköasennuksia. Sähköasennuksissa tulee noudattaa standardia SFS 6002 koskien sähkötyöturvallisuutta. (17, 12)

Varavoimaan liittyy aina polttoaineen varastointia ja siihen tarvitaan viranomaisen lupa. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) on laatinut ohjeet vaarallisten kemikaali-

en varastointia koskien. Näitä ohjeita noudattamalla pystytään ehkäisemään polttoaineen käytöstä ja varastoinnista aiheutuvia henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkoja. Tarkempia määräyksiä on annettu kemikaaliturvallisuuslainsäädännössä, joka tulee ottaa huomioon polttoainetta varastoitaessa. (18)

Teknisessä erittelyssä (liite 1) on mainittu edellä esitettyjen ohjeiden ja määräysten lisäksi eri standardeja ja muita vaateita, joita on katsottu tarpeelliseksi noudattaa Loviisan voimalaitokselle hankittavan dieselgeneraattorin hankinnassa, asennuksessa ja käytössä.

5 DIESELGENERAATTORIYKSIKÖN RAKENNE JA VARUSTEET

5.1 Kontti

Konttityyppisellä dieselgeneraattoriyksiköllä tarkoitetaan dieselgeneraattoria, joka on sijoitettu apulaitteineen yleensä modifioituun merikonttiin. Kontti muodostaa konehuoneen, ja sen tarkoituksena on suojata dieselgeneraattoria ympäristö- ja ilmasto-olosuhteita vastaan. Kontin seinät ja katto on tyypillisesti vuorattu villalla, joka toimii sekä lämpö- että äänieristeenä. Tavallisesti konttimallinen laitos tuodaan paikalle käyttövalmiina kokonaisuutena, jolloin paikoilleen nosto ja liittäminen laitoksen dieselvarmennettuun sähköverkkoon käyvät vaivattomasti. (17, 81)

Kontti vaatii alustakseen tasaiset ja tukevat perustukset. Loviisan voimalaitoksella suunnitellulla asennuspaikalla joudutaan suorittamaan maansiirtotöitä alueen tasaamiseksi, jotta riittävät perustukset saadaan rakennettua. Kontti voidaan sijoittaa esimerkiksi betonilaatan tai teräskehikon päälle.

Konttiin tarvitaan läpiviennit muun muassa jäähdytys- ja palamisilman sisäänotoille, pakoputkelle, kaapeleille ja polttoainesäiliön täyttöyhteelle. Konttiin tarvitaan myös valaistus ja termostaattiohjattu lämmitys. (17, 81)

Taulukossa 1 on esitetty mittatietoja tyypillisistä konttimallisista laitoksista. Koska eri valmistajien laitokset poikkeavat kuitenkin toisistaan, on tiedot käsitettävä suuntaa antaviksi.

Taulukko 1. Konttimallisen dieselgeneraattoriyksikön yleismitat (17, 81)

Varavoimalaitoksen teho kVA/kW	Kontin pituus mm	Kontin korkeus mm	Dieselgeneraattoriyksikön massa kg
30/24	5 000	2 600	5 000
100/80	5 000	2 700	6 000
250/200	6 000	2 800	8 500
500/400	8 000	3 200	12 000
1000/800	10 000	3 600	18 500

Dieselmoottorin polttoainesäiliö sijaitsee samassa kontissa kuin dieselgeneraattoriyksikkökin. Kontin rakentamisessa tulee ottaa huomioon, että varavoimalaitoksesta vuotavien nesteiden pääsy hallitsemattomasti kontin ulkopuolelle ja ympäristöön estyy. Yleensä lattiasta tehdään kaukalomainen, jolloin reunustettu lattia toimii vuotoaltaana. (17, 75)

5.2 Dieselmoottori

Kun kyseessä on varavoimalaitos, niin muun muassa moottorin varusteet ja kunnossapito tulee järjestää siten, että yksikkö on jatkuvasti käynnistysvalmiina, poislukien huoltoseisokit. Yhtenä esimerkkinä tästä, moottori varustetaan sähkökäyttöisellä termostaattiohjatulla lämmittimellä, joka pitää moottorin käynnistysvalmiina kylmissäkin ympäristöolosuhteissa (17, 46).

Dieselgeneraattoriyksikön hankinnassa on otettava huomioon yksikön suunniteltu käyttöikä. Muun muassa tarvittavien varaosien ja huoltotarvikkeiden hankinta ostajan varastoon tulee selvittää toimittajan kanssa. On huomioitava, että kaikkia varaosia ei ole välttämättä enää saatavilla vuosikymmenten jälkeen, mikä vaikuttaa oleellisesti yksikön käyttövarmuuteen.

6 TARJOTUT DIESELGENERAATTORIYKSIKÖT

Loviisan voimalaitoksen hankintaosasto lähetti tarjouskyselyt viidelle eri toimittajalle. Toimittajat tarjosivat dieselgeneraattoriyksikköä, joka vastaa parhaiten heidän valikoimistaan Loviisan voimalaitoksen vaateita. Tässä luvussa on poimittu eri toimittaji-

en lähettämistä tarjouksista oleelliset tiedot dieselgeneraattoriyksikön valinnan suorittamiseksi. Toimittajien nimet sekä euromääräiset hintatiedot jätetään julkaisematta.

6.1 Toimittaja A

Toimittaja tarjoaa PGS 450 -mallista konttityyppistä varavoimalaitosta, jonka sähköteho on 410 kVA / 328 kW. Dieselmoottori on mallia CAT C15 ATAAC, joka on 6-sylinterinen, turboahdettu, nelitahtinen rivimoottori. Sylinteritilavuus on 15,2 l. Polttoainesäiliön tilavuus on 2 000 l, joka riittää noin 23 h:n käyttöön nimellisellä kuormalla. Dieselgeneraattoriyksikön toimitusaika on 22 vko. Takuuajaksi on ilmoitettu muista toimittajista poiketen 5 vuotta tai 200 käyttötuntia. Ehtona on kuitenkin huoltosopimus. (19)

Voimalaitoksen vaatimuksista poiketen tarjoukseen ei kuulu kontin alle tarvittavia perustuksia eikä rakenteita. Tarvittava työmaakeskus on myös vaatimuksista poiketen mitoitettu liian pieneksi. Myöskään varaosien saatavuudesta ei ole mainintaa. (19)

6.2 Toimittaja B

Toimittaja tarjoaa dieselgeneraattoria malliltaan Cummins C450D5e, 20 jalan konttiin sijoitettuna. Sähkötehoksi on ilmoitettu 408 kVA / 327 kW. Dieselmoottori on mallia Cummins QSX15-G8, joka on 6-sylinterinen, turboahdettu, nelitahtinen rivimoottori. Sylinteritilavuus on 15,0 l. Polttoainesäiliön tilavuus on 1 500 l, joka riittää noin 17 tunnin käyttöön. Toimitusaika sovitaan erikseen tilauksen yhteydessä. (20)

Kontin varustukseen kuuluu 125 A:n pistorasiakeskus. Toimitukseen ei sisälly perustuksia eikä konttiin liittyviä ulkopuolisia rakenteita. Myöskään pääsähkö- ja ohjauskaapelointi eivät kuulu toimitukseen. Varaosien saatavuudesta ei ole mainintaa. (20)

6.3 Toimittaja C

Toimittaja tarjoaa CP400-5-mallista dieselgeneraattoria kontissa (kuva 6). Sähköteho on 400 kVA / 320 kW. Moottori on turboahdettu, nelitahtinen, 6-sylinterinen rivimoottori. Malliltaan se on Cummins QSX15-G4, jonka sylinteritilavuus on 14,9 l.

Polttoainesäiliön tilavuus on 2 000 l, joka riittää 24 h:n käyttöön. Dieselgeneraattoriyksikön toimitusaika on 5 kk. (21)

Dieselgeneraattoriyksikön perustustyöt eivät kuulu toimitukseen. Teknisessä erittelyssä (liite 1) vaadittu työmaakeskus (2 x 125 A) on sisällytetty tarjoukseen vaateiden mukaisesti. Toimitukseen sisältyy varaosat dieselmoottorin ensimmäiselle 500 käyttötunnille. Se on huomattavan pitkä aika, kun otetaan huomioon nykyisen dieselgeneraattoriyksikön käyttötunnit (200 h) noin 35 vuoden ajalta. Varaosia toimittaja lupaa olevan saatavilla 25 vuotta tilauksesta eteenpäin. (21)

6.4 Toimittaja D

Toimittaja tarjoaa dieselgeneraattoriyksikköä mallia GenPowex VP 400, joka on sijoitettu 20 jalan konttiin. Sähköteholtaan yksikkö on 400 kVA / 320 kW. Moottori on 6-sylinterinen, turboahdettu, nelitahtinen rivimoottori Volvo Penta TWD1643GE. Sylinteritilavuus on 16,1 l. Polttoainesäiliön tilavuus on 1400 l, joka riittää noin 18 h:n käyttöön. Toimitusaika dieselgeneraattoriyksikölle on 4–5 kk. (22)

Kontti on varustettu nostokiskolla, joka helpottaa tarvittaessa yksikön huoltotöitä merkittävästi. Kontin varustukseen kuuluu myös 2 x 125 A:n pistotulppalähdöt. Toimitukseen sisältyy myös puiset perustukset tasaiselle maalle sekä maadoituksen. Varaosien saatavuudeksi on ilmoitettu yli 10 vuotta. (22)

6.5 Toimittaja E

Toimittaja tarjoaa konttityyppistä varavoimalaitosta, joka on teholtaan 400 kVA / 320 kilowattia. Moottori on mallia MTU type 8V1600G20F. Se on nelitahtinen, 8-sylinterinen, turboahdettu V-moottori. Sylinteritilavuus on 14 l. Polttoainesäiliön tilavuus vastaa noin 8 h:n käyttöä ajettaessa täydellä kuormalla. Toimitusajaksi on ilmoitettu 15–16 vko. (23)

Tarjouksessa ei ole mainintaa perustustöiden suorittamisesta eikä vaadittavasta työmaakeskuksesta. Varaosien saatavuudeksi on ilmoitettu 10 vuotta. (23)

7 DIESELGENERAATTORIN KUVITTEELLINEN VALINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena ei ollut saattaa dieselgeneraattoriyksikön hankintaprosessia loppuun, vaan ainoastaan teknisen erittelyn (liite 1) laatiminen. Todellisen valinnan toimittajasta tekee Loviisan voimalaitoksen hankintaosasto yhdessä projektin kanssa. Tässä luvussa vertaillaan tarjottuja dieselgeneraattoriyksiköitä ja suoritetaan lopuksi kuvitteellinen valinta sopivaksi toimittajaksi. Vertailussa ei ole otettu huomioon hintoja toimittajien vaatimuksesta.

Tarjotuissa dieselgeneraattoriyksiköissä ei ole merkittäviä eroja tehon suhteen. Kaikki yksiköt on mitoitettu tehovaatimusten mukaisiksi.

Dieselmootoreiden teknisissä ominaisuuksissa ja varusteissa ei ole merkittäviä eroja, jotka kiinnittäisivät erityistä huomiota. Tämä johtuu siitä, että käytännössä kaikkien valmistajien koneet ovat niin sanottuja standardikoneita, joista löytyy samat varusteet ja ominaisuudet.

Merkittävimmit erot eri toimittajien välillä löytyvät muun muassa dieselgeneraattoriyksikön käyntiajoista eli polttoainesäiliöiden tilavuuksista, varaosien saatavuudesta ja konttiin vaadittavasta työmaakeskuksesta. Teknisen erittelyn (liite 1) mukaisesti vaaditut perustukset varavoimalaitoksen alle ja kontin muut ulkopuoliset rakenteet eivät sisälly mihinkään toimitukseen, pois lukien toimittaja D:n tarjoamat perustukset, jotka eivät kuitenkaan kata kaikkia tarvittavia perustustöitä.

Taulukossa 2 toimittajat on laitettu paremmuusjärjestykseen muutamien huomioon otettavien kriteerien perusteella. Numero 1 ilmaisee kyseisen toimittajan täyttävän vertailtavan kriteerin parhaiten ja numero 5 huonoiten. Eli pienimmän pistemäärän saanut toimittaja on vahvin ehdokas lopulliseksi toimittajaksi. Monet vaatimukset on täytetty eri toimittajien välillä samankaltaisesti, joten suurien erojen löytäminen tarjoksista on haastavaa.

Taulukko 2. Toimittajan valinta

Toimittaja	Käyntiaika	Kontin varusteet	Varaosien saatavuus	Toimitusaika	Takuu	Pisteet yhteensä
A	1	4	4	4	1	14
B	4	3	5	5	3	20
C	2	2	1	3	2	10
D	3	1	2	2	2	10
E	5	5	3	1	2	16

Dieselgeneraattoriyksikön käyntiaikaa, kontin varusteita (mm. työmaakeskus), varaosien saatavuutta pitkällä aikavälillä sekä toimitus- ja takuu-aikaa vertailemalla toimittajista erottuvat C:n ja D:n tarjoukset. Dieselmoottorit ovat toisiaan vastaavat, generaattorit ovat täysin samat eikä toimitusajassa ole käytännön eroa näiden kahden toimittajan välillä.

Toimittaja C:n toimitukseen kuuluu 2 000 l:n ja toimittaja D:n 1 400 litran polttoainesäiliö, mutta tuokin tarkoittaa ainoastaan 6 h:n eroa käyntiajassa. Tällä hetkellä virallista käyntiaikavaadetta ei siis ole. Jos kuitenkin käyntiaikaa joudutaan pidentämään tulevaisuudessa viranomaisten vaatimuksesta, niin dieselgeneraattoriyksikön yhteyteen tarvitaan joka tapauksessa ulkoinen polttoainesäiliö. Eli käyntiajan perusteella ei valintaa pysty ainoastaan tekemään.

Molempiin toimituksiin kuuluu 2 x 125 A:n pistotulppalähdöt tehon siirtämiseksi muihin tärkeisiin kulutuskohteisiin tarvittaessa. Toimittaja D tarjoaa konttiin myös nostokiskoa huollon helpottamiseksi sekä kontin alle kevyitä perustuksia.

Yhtenä tärkeänä seikkana dieselgeneraattoriyksikön hankinnassa voidaan pitää yksikön toimintakyvyn säilyttämistä mahdollisimman pitkään. Toimintakyvyn ylläpitämiseksi huoltotarvikkeiden, varaosien sekä teknisen tuen tulee olla saatavilla pitkällikin aikavälillä. Loviisan voimalaitokselle hankittavan uuden EY00-dieselgeneraattoriyksikön tulee säilyttää toimintakykynsä voimalaitoksen suunnitellun käyttöiän loppuun asti sekä vielä laitosyksiköiden käytöstäpoiston ajan.

Toimittaja C lupaa tarjouksessaan varaosien saatavuudeksi 25 vuotta, joka on huomattavasti enemmän kuin muilla toimittajilla. Kun otetaan huomioon se, että nykyisen dieselgeneraattoriyksikön uusimistarve johtuu varaosien huonosta saatavuudesta, niin näillä perusteilla valitsisin toimittajaksi C:n.



Kuva 6. Toimittaja C:n varavoimakontti (21)

8 YHTEENVETO

Teknisen erittelyn (liite 1) laatiminen oli tämän työn ensimmäinen osuus. Loviisan voimalaitoksen EY00-järjestelmän uusinnan kiireellisen aikataulun vuoksi tekninen erittely laadittiin aluksi, jotta projekti pääsi etenemään. Tekninen erittely oli välttämätön tarjouskyselyiden lähettämiseksi. Työ saatiin onnistuneesti aikataulun mukaan valmiiksi, jonka jälkeen aloitin varsinaisen opinnäytetyön kirjoittamisen.

Tekniseen erittelyyn listattiin vaatimuksia, jotka tulee ottaa erityisesti huomioon uuden dieselgeneraattoriyksikön hankinnassa Loviisan voimalaitokselle. Suurimmat ongelmat olivat käyntiaikavaateen ja sopivan sijoituspaikan selvittäminen. Vaikka virallista käyntiaikavaadetta ei ole, niin asiaa pohdittiin kuitenkin pitkään että, olisiko kuitenkin järkevää ja kannattavaa varautua mahdolliseen tulevaisuuden käyntiaikavaateeseen. Lopuksi kuitenkin päätettiin edetä ilman käyntiaikavaadetta ja pyytämään tarjo-

ukset toimittajien vakioratkaisuilla sekä tarvittaessa lisäämään polttoaineen varastointikapasiteettia tulevaisuudessa.

Tässä työssä on kerrottu muutamia dieselgeneraattoriyksikön hankinnassa huomioon otettavia asioita Loviisan voimalaitoksella sekä yleisellä tasolla. Tarjousten lyhyen vertailun perusteella suoritettu toimittajan valinta on kirjoittajan oma, eikä sen tarkoitus ole Loviisan voimalaitoksen lopullisen päätöksenteon ohjaaminen. Tällä työllä ei siten ole konkreettista vaikutusta dieselgeneraattoriyksikön toimittajan valintaan.

Työn aihe oli mielenkiintoinen ja opettavainen, sillä dieselgeneraattorit olivat melko tuntematon aihe minulle. Teknisen erittelyn laatiminen oli työlästä, sillä tietoa joutui kerääminen monista eri lähteistä ja valmiin työn aikaansaamiseksi tuli ottaa huomioon monia eri näkökulmia. Mielestäni onnistuin saavuttamaan työlle asetetut tavoitteet hyvin, ja aikataulussakin pysyttiin.

LÄHTEET

1. Fortum Oyj. 2012. Fortum-konserni. Saatavissa:
<http://www.fortum.com/fi/konserni/pages/default.aspx> [viitattu 5.1.2012].
2. Fortum Oyj. 2012. Vesivoimaesite. Saatavissa:
<http://verkkojulkaisu.viivamedia.fi/fortumesfi/vesivoima> [viitattu 10.1.2012].
3. Fortum Oyj. 2012. Tuulivoimaesite. Saatavissa:
<http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/lauhdelaitokset/pages/default.aspx>
[viitattu 31.1.2012].
4. Fortum Oyj. 2012. Ydinvoimaesite. Saatavissa:
<http://verkkojulkaisu.viivamedia.fi/fortumesfi/ydinvoima> [viitattu 12.1.2012].
5. Fortum Oyj. 2012. Fortum energiantuotanto. Saatavissa:
<http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/lauhdelaitokset/pages/default.aspx>
[viitattu 20.3.2012].
6. Fortum Oyj. 2012. Fortum energiantuotanto. Saatavissa:
<http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/s%C3%A4hk%C3%B6n-ja-1%C3%A4mm%C3%B6n-yhteistuotanto/pages/default.aspx> [viitattu 20.3.2012]
7. Huhtinen M., Korhonen R., Pimiä T. & Urpalainen S. 2008. Voimalaitostekniikka. Keuruu: Opetushallitus.
8. Fortum Oyj. 2012. Voimalaitosesite. Saatavissa:
http://www.fortum.com/SiteCollectionDocuments/Energy%20production/106-voimalaitosesite_fin.pdf [viitattu 3.2.2012].
9. Fortum Oyj, Loviisan voimalaitos. Saatavissa:
http://brandportal.fortum.com/MAB_Fortum/files/findbycat.aspx [viitattu 2.5.2012]
10. Fortum Oyj. 2012. Fortum energiantuotanto. Saatavissa:
<http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/ydinvoima/ydinvoima/kevytvesireaktorit/pages/default.aspx> [viitattu 7.2.2012].

11. DORIS, Loviisan voimalaitoksen dokumenttienhallintaohjelmisto. Yleiskuvaus, Osa 6. Ei julkaistu.
12. DORIS, Loviisan voimalaitoksen dokumenttienhallintaohjelmisto. EY00-koestusohje. Ei julkaistu.
13. Rautio, T. Jaospäällikkö, Fortum Power and Heat Oy. Sähköpostitiedonanto loka-kuussa 2011. Loviisa.
14. Tähti, T. Jaospäällikkö, Fortum Power and Heat Oy. Sähköpostitiedonanto 29.11.2011. Loviisa.
15. Tähti, T. Jaospäällikkö, Fortum Power and Heat Oy. Sähköpostitiedonanto 30.9.2011. Loviisa.
16. Kotola, J. 2011. Loviisan voimalaitoksen tulvasuojauksen esisuunnittelun loppuraportti. Ei julkaistu.
17. Sähkötieto Ry. 2000. ST-käsikirja nro 31 Varavoimalaitokset. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
18. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2012. Vaarallisten kemikaalien varastointi. Saatavissa:
http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Vaarallisten_kemikaalien_varastointi_2011.pdf [viitattu 16.2.2012].
19. Toimittaja A. 2012. Tarjous. Ei julkaistu.
20. Toimittaja B. 2012. Tarjous. Ei julkaistu.
21. Toimittaja C. 2012. Tarjous. Ei julkaistu.
22. Toimittaja D. 2012. Tarjous. Ei julkaistu.
23. Toimittaja E. 2012. Tarjous. Ei julkaistu.

Loviisan voimalaitos													
<input checked="" type="checkbox"/> Lo1	<input checked="" type="checkbox"/> Lo2	<input type="checkbox"/> Korjaus-työ	<input type="checkbox"/> Muutos-työ	<input type="checkbox"/> Muutostyö-kokous	<input type="checkbox"/> TUKES:n valvoma työ	<input type="checkbox"/> Yksinkertaistettu QC-menettely							
Asiakirjan tiedot	Järjestelmä, KZ				Projekti, työnnumero 16416140								
	Asiakirjan nimi DIESELGENERAATTORIYKSIKKÖ VARAVOIMAKÄYTTÖÖN, TEKNINEN ERITTELY										Turvallisuusluokka		
											Painelaiteluokka		
Tilaaaja T. Tähti				Suunnittelija				Arvioitu toteutus aika					
Asiakirjamuutokset ks. menettelyohje MO-05-00010	<input type="checkbox"/> FSAR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> TTKE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> PRA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> PI-kaavio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Luokitus-asiakirja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Koulutus-tiedote	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> PTK-järjestelmä
	<input type="checkbox"/> Varaosa-luettelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Painelaitte-kirja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Varoventt-luettelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> VBL-lehti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Toiminta-kaaviot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Konetekniset piirustukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sähkötekniset piirustukset
Muut asiakirjamuutokset, (koodinumerot tai nimet):													
Asiakirjan tarkastus	Ennakkotarkastusaineisto:				STUK:n päätös:								
	Vastaavanlainen työ hyväksytty aiemmin aineistolla:				STUK:n päätös:								
	Tarkastusalue Automaatiosuunnittelu				Nimen selvennys ja nimikirjoitus Timo Ahola				Päivämäärä 30.12.2011				
	Sähkösuunnittelu				Timo Rautio				5.1.2012				
	Voimalaitosjärjestel.				Teppo Tähti				9.1.2012				
	Suojelu				Olli Vanhanen				9.1.2012				
	Mek. kunnossapito				Martti Joensuu				9.1.2012				
	Varavml. projekti				Mikko Pakarinen				16.1.2012				
	Turvallisuus				Timo Hiltunen				27.1.2012				
	Laadunvarmistus				K Honkala				31.1.2012				
Asiakirjan hyväksynnät	Nimen selvennys ja nimikirjoitus, Fortum Power and Heat Oy Pertti Salonen								Päivämäärä 31.1.2012				
	Muutostyökokous								<input type="checkbox"/> Pieni muutos	<input type="checkbox"/> Vastaavanlainen tavanomainen työ	Päivämäärä		
	Viranomainen								Päätös/ptk.nro			Päivämäärä	
Valmiin työn hyväksyntä	Nimen selvennys ja nimikirjoitus, Fortum Power and Heat Oy								Päätös/ptk.nro			Päivämäärä	
Kommentit, sisällysluettelot, yms.													

Loviisan voimalaitos
Dieselgeneraattoriyksikkö varavoimakäyttöön
Tekninen erittely

Sisällysluettelo

1	Yleistä	4
2	Ympäristö- ja käyttöolosuhteet	4
2.1	Sijoituspaikka	4
2.2	Ilmasto-olosuhteet	4
2.3	Rakennus	4
2.4	Voimalaitoksen jännitteet	5
2.5	Vuotuinen käyttöaika	5
2.6	Paloilmaisimet ja -sammuus	5
3	Dieselgeneraattoriyksikkö	5
3.1	Nettoteho	5
3.2	Käynnistysaika	5
3.3	Kuormanotto	5
3.4	Ryntösuoja	6
3.5	Ylijännitesuoja	6
3.6	Staattinen tarkkuus	6
3.7	Dynaaminen tarkkuus	6
3.8	Kriittinen pyörimisnopeus	6
3.9	Alennusvaihde	6
3.10	Perustukset ja värähtelyt	6
3.11	Melu	7
3.12	Direktiivit ja merkinnät	7
3.13	Standardit	7
3.14	Muuta	7
4	Dieselmoottori ja apulaitteet	7
4.1	Luokittelu	7
4.2	Moottori	7
4.3	Jäähdytysjärjestelmä	8
4.4	Voitelujärjestelmä	8
4.5	Polttoainejärjestelmä	8
4.6	Pakokaasu- ja palamisilmajärjestelmä	9
4.7	Akustot	9
4.8	Latauslaitteet	10
4.9	Turvallisuus	10
5	Generaattori	10
6	Ohjaus- ja valvontakojeisto	11

6.1	Rakenne.....	11
6.2	Sijoitus.....	11
6.3	Koje-erittely.....	11
7	Suojaukset ja hälytykset.....	12
8	Dokumentit ja merkinnät.....	12
9	Huoltotarvikkeet, varaosat ja erikoistyökalut.....	13
10	Tehdaskokeet.....	13
11	Laadunvarmistus ja -valvonta.....	13
12	Toimituksen laajuus.....	14
12.1	Ensitäytöt.....	14
13	Takuu.....	14
14	Tarjouksen sisältö.....	14

1 Yleistä

Tämä tekninen erittely koskee Fortum Oyj:n Loviisan ydinvoimalaitokselle hankittavan konttiratkaisu-tyyppisen dieselgeneraattoriyksikön (jatkossa käytetään termiä yksikkö) teknisiä vaatimuksia. Yksikkö tulee korvaamaan vanhan järjestelmän vuoden 2012 aikana.

2 Ympäristö- ja käyttöolosuhteet

2.1 Sijoituspaikka

Yksikkö tullaan sijoittamaan Loviisaan Hästholmenin saaren laitosalueelle.

Rakenteen tulee sisältää portaikko kontin sisäänkäynnille sekä tarvittava hoitotaso.

Toimittajan tulee noudattaa yksikön sijoituspaikalla voimassa olevaa ympäristölainsäädäntöä huomioiden vaarallisten kemikaalien (polttoaine, voiteluöljy ja jäähdytysneste) varastointiin liittyvät määräykset.

2.2 Ilmasto-olosuhteet

Ulkoilman lämpötilan vaihteluväli on $-40 \dots +40$ °C (vuotuinen keskiarvo on $+10$ Celsius astetta).

Ulkoilman suhteellinen kosteus vaihtelee välillä 10–100 % (vuotuinen keskiarvo on 75 %).

Yksikön tulee kestää 45 m/s puhaltavan tuulen aiheuttama kuorma, sekä kontin sisälämpötilan tulee pysyä $+10$ – 40 °C:ssa kaikissa olosuhteissa.

2.3 Rakennus

Yksikön tulee olla valmis konttiratkaisu, jolloin erillistä rakennusta ei tarvita.

Dieselgeneraattori apulaitteineen tulee sijoittaa konttiin siten, että se on mahdollisimman helposti huollettavissa.

Kontin katossa tulee olla kiskot esimerkiksi kevyelle nostolaitteelle, joka helpottaa huoltoa. Kontti tulee olla lukittavissa.

Kontissa tulee olla sähkökatkoksen varalle varavalaistus, joka ottaa virtansa kontissa olevista akustoista.

2.4 Voimalaitoksen jännitteet

Voimalaitoksen omakäyttöjännite vaihtosähköverkon kiskossa on 400 V / 231 V (maadoitettu). Kytettävien laitteiden nimellisjännite on 380 V / 220 V ja laitteilta vaadittava jännitetoleranssi on -15...+10 %.

Nimellistaajuus on 50 Hz.

Taajuuden vaihtelun rajat ovat:

- 47,0–51,5 Hz / 5 min.
- 48,5–50,5 Hz / 10 min.
- 49,0–50,5 Hz/jatkuva.

2.5 Vuotuinen käyttöaika

Yksikön vuotuinen käyttöaika on enintään 500 h, mutta sen tulee kuitenkin soveltaa jatkuvaan 8 000 h:n vuotuisen käyttöön.

2.6 Paloilmaisimet ja -sammuus

Paloilmaisin- ja sammutusjärjestelmän toimittaa tilaaja.

3 Dieselgeneraattoriyksikkö

3.1 Nettoteho

Yksikkö on valittava siten, että se kykenee tuottamaan jatkuvan (PRP) 320 kW:n pätötehon (näennäisteho = 400 kVA) generaattorin tehokertoimella 0,8 ($\cos \varphi = 0,8$) kaikissa ympäristö- ja käyttöolosuhteissa (ks. luku 2).

Yksikön lisälaitteiden, kuten pumppujen, dieselgeneraattorin puhaltimien ja kon-
tin ilmanvaihdon yms., vaatima teho tulee huomioida koko yksikön nettotehossa.

Yksikköä täytyy pystyä käyttämään 110 %:n teholla yhden tunnin (1 h:n) ajan kuuden tunnin (6 h:n) väliajoin. Hetkellinen ylikuormakapasiteetti tulee olla 33 %.

3.2 Käynnistysaika

Yksikön täytyy kyetä esilämmitettynä käynnistymään ja yltämään nimellisnopeuteen ja -jännitteeseen sekä tahdistumaan verkkoon seitsemässä sekunnissa (käynnistysaika ≤ 7 s).

3.3 Kuormanotto

Yksikön täytyy kyetä toimimaan täydellä kuormalla välittömästi käynnistyttyään.

3.4 Ryntösuoja

Ryntösuojan asetusarvon tulee olla vähintään 115 % nimellispyörimisnopeudesta. Sekä dieselmoottorin että generaattorin tulee mekaanisesti kestää kyseiset ylikierrokset.

3.5 Ylijännitesuoja

Asetusarvo ylijännitesuojalle tulee olla 130 % nimellisjännitteestä.

3.6 Staattinen tarkkuus

Jännitteen staattinen tarkkuus tulee olla ± 1 %. Täten taajuuden staattinen tarkkuus tulee olla ± 2 %.

3.7 Dynaaminen tarkkuus

Jännitteen dynaaminen tarkkuus esimerkiksi kuormanmuutostilanteissa tulee olla $-10 \dots +5$ %.

3.8 Kriittinen pyörimisnopeus

Koneikon kriittinen pyörimisnopeus tulee olla alueen 80–120 % ulkopuolella nimellisestä pyörimisnopeudesta.

3.9 Alennusvaihde

Dieselmoottorin pyörimisnopeus täytyy olla yhteensopiva generaattorin synkronoidun nopeuden kanssa ilman alennusvaihdetta.

3.10 Perustukset ja värähtelyt

Yksikön toimittaja huolehtii käyttämällä omia vakioratkaisujaan, jotta dieselgeneraattori ja -yksikkö tulevat asennetuksi siten, että koneen käydessä värähtelyarvot, jotka vaikuttaisivat negatiivisesti yksikön käytettävyyteen ja käyttöikään, eivät nouse liian suuriksi. Kaikissa joustavissa liitoksissa on otettava huomioon käyntitärinän lisäksi voimakas ravistelu, jota esiintyy ohitettaessa tärinäneristykseen resonanssikohta käynnistyksen ja pysäytyksen yhteydessä.

Erillisiä mittauspisteitä ei tarvita. Tarvittavat värähtelymittaukset suoritetaan magneettianturilla kohdista, jotka voimalaitoksen kunnonvalvonta määrittää yksikön asennuksen jälkeen.

Yksikön tulee vastata standardeja ISO 10816-6 ja ISO 10816-4, jotta värähtelyt eivät nouse yli seuraavien rajojen:

- 11,2 mm/s pystysuunnassa

Loviisan voimalaitos / Sami Eerola

28.12.2011

Versio 1.0

LO1-K557-00057

- 11,2 mm/s vaakasuunnassa
- 7,1 mm/s pitkittäissuunnassa

3.11 Melu

Yksikön sisällä (kontissa) jatkuva äänentaso ei saa nousta yli 110 dB(A). Äänen-
vaimentimet ilmanottoaukolle ja pakokaasulle tulee valita siten, että äänentaso ei
saa nousta suuremmaksi kuin 45 dB(A) 100 m:n päässä yksiköstä.

3.12 Direktiivit ja merkinnät

Yksikön tulee olla CE-merkitty, ja laitteiden tulee täyttää ainakin kone-, LV- ja
EMC-direktiivin vaatimukset.

3.13 Standardit

Toimituksen, dieselmoottorin ja apulaitteiden tulee vastata standardia ISO 3046/I-
IV.

Sähköasennusten yms. tulee vastata standardeja:

- SFS 6000 "pienjännitesähköasennukset"
- SFS 6002 "sähkötyöturvallisuus"

Ohjaus- ja valvontakojeiston tulee vastata soveltuvin osin standardisarjaa EN
61439 (EN 60439 vaatimukset).

Akkuasennusten on täytettävä standardin SFS-EN 50272-2 vaatimukset.

3.14 Muuta

Kontin sisä- tai ulkopuolella tulee olla esimerkiksi työmaakeskus, jossa on aina-
kin 2 x 125 A:n pistotulppalähtö. Niistä tulee saada tarvittaessa jatkojohdoilla
maksimissaan 2 x 75 kW:n teho muihin käyttötarpeisiin. Lisäksi tulee olla muita
pienempiä pistotulppayhteitä.

4 Dieselmoottori ja apulaitteet

4.1 Luokittelu

Dieselmoottorin tulee olla "standardikone" varavoimakäyttöön. Yksikölle ei ole
erityisiä ydinturvallisuusvaatimuksia.

4.2 Moottori

Käyttömoottorin tulee olla suoraruiskutteinen ja monisynterinen dieselmoottori.
Nimellinen pyörimisnopeus saa olla enintään 25–35 r/s.

Moottori pitää varustaa kierrosluvunsäätäjällä, joka vastaa ISO 8528-5-standardissa määritellyn A₁-luokan vaatimuksia.

Moottorin kuumat pinnat, kuten pakosarja ja turboahtimet, tulee suojata siten että putkirikon sattuessa purkautuvasta polttoaineesta tai öljystä ei aiheudu palovaaraa.

Käytettävät kaapelit tulee olla lämmön- ja öljynkestäviä. Ne tulee valita ja asentaa siten, etteivät ne vaurioidu moottorin aiheuttamasta värinästä eivätkä altistu muulle mekaaniselle rasitukselle.

4.3 Jäähdytysjärjestelmä

Dieselmoottorin jäähdytys tapahtuu ilmajäähdytteisesti.

Moottorissa tulee olla jäähdytysnesteen jatkuvaan käyttöön tarkoitettu sähköinen esilämmitys, joka pitää moottorin käynnistysvalmiina. Lämmitystermostaatin on oltava säädettävissä enintään +40 °C:een. Järjestelmässä on oltava myös esimerkiksi mittalasi jäähdytysnestemäärän toteamiseksi.

Jäähdytysaineena tulee käyttää voimalaitoksella käytettävää Zero Longlife-jäähdytysnestettä, joka antaa riittävän suojan korroosiota vastaan suljetussa järjestelmässä.

Jäähdyttimen materiaalin tulee olla hyvin korroosiota kestävä. Jäähdytin tulee myös suojata siten, etteivät mahdolliset irtokappaleet pääse rikkomaan sitä.

4.4 Voitelujärjestelmä

Järjestelmässä tulee olla öljynsuodatin, -tyhjennyslinja ja mittatikku öljymäärän toteamiseksi. Öljynvaihdon helpottamiseksi järjestelmä tulee varustaa käsitoimisella tyhjennyspumulla.

Voiteluöljyn riittävyys tulee vastata polttoainesäiliön kokoa ilman tankkausta.

4.5 Polttoainejärjestelmä

Moottorin tulee sopia jatkuvaan käyttöön talvilaatua olevalla biovapaalla moottoripolttoöljyllä.

Polttoaineputkistot tulee olla standardin SFS-EN 13480 / putkistoluokka 1 mukaisia.

Polttoainesäiliön tulee olla niin suuri kuin kyseiseen dieselgeneraattorikontiin mahtuu. Erillistä polttoainekonttia ei siis tarvita.

Toimitukseen tulee sisältyä polttoainesäiliön lisäksi tarvittavat polttoaineen suodattimet (duplex-tyyppi) sekä mittaus- ja suojalaitteet.

Polttoainesäiliön materiaalivaatimukset on esitetty polttoaineen käyttöturvallisuuksiedotteessa ja säiliön tulee täyttää SFS-standardien vaatimukset. Polttoainesäiliö täytyy olla varustettu seuraavilla putkiyhteillä:

- tuloyhde moottorille
- paluuyhde moottorilta
- tyhjennisyhde
- täyttöyhde
- ylitäytön esto
- putkiyhteet instrumentoinneille
- miesluukku (tarvittaessa, riippuu säiliön tilavuudesta)

4.6 Pakokaasu- ja palamisilmajärjestelmä

Pakokaasu- ja palamisilmakanavien joustavat liitännäputket tulee kuulua toimitukseen. Pakoputken liitännäputket tulee mitoittaa vähintään +600 °C:n jatkuvalla lämpötilalla ja niiden on sallittava pakoputken lämpölaajenemisesta aiheutuva liike.

Pakokaasut tulee johtaa ilmakehään kontin katon tai seinän läpi. Putken pään on oltava niin korkealla, ettei se voi peittyä kinostuvaan lumeen. Pakoputki tulee olla eristetty (pintalämpötila maks. +55 °C) kontin sisällä.

Tuloilma otetaan ilmansuodattimen läpi kontin ulkopuolelta. Tulo- ja pakokanavat tulee sisältyä toimitukseen.

4.7 Akustot

Käynnistys- ja ohjauspiireillä on oltava omat akustot ja niitä tulee voida käyttää "ristiin", eli käynnistysakustoa pitää pystyä käyttämään ohjauspiirien syöttöön ja toisinpäin. Ohjauspiirien DC-käyttöjännitteen on oltava sama kuin käynnistysakuston (24 V).

Muita vaatimuksia:

- Elinikäennuste on oltava kyseisissä käyttöolosuhteissa vähintään 5 vuotta.
- Rakenteen on oltava käynnistystarkoitukseen ja paikalliskäyttöön sopiva.
- Akuston mitoitus tulee esittää (mitoitus loppujännitteeseen 1,85 V/kenno, jolloin akku tulkitaan tyhjäksi).
- Akusto tulee mitoittaa siten, ettei sen napajännite laske enempää kuin 15 % epäedullisimmissa olosuhteissa.

- Akuston tulee kyetä suorittamaan kolme peräkkäistä 10 s:n käynnistysyritystä, joiden välissä on 10 s:n tauot.

Näillä vaatimuksilla saatuun akuston kapasiteettiin tulee lisätä vielä 25 %:n vanhenemisvara.

4.8 Latauslaitteet

Yksikössä tulee olla latausgeneraattori, joka varaa akustoa käynnin aikana. Latausgeneraattorin rinnalla on oltava dieselvarmennetusta verkosta energiansa ottava ylläpitovarauslaite, joka pitää akuston täydessä varauksessa yksikön seisonnan aikana.

Ylläpitovarauslaitteen nimellisvirta tulee mitoittaa siten, että tyhjentyneet akusto saadaan 80 %:n varaustilaan 24 h:ssa. Tässä on otettava huomioon varaushyötysuhde ja yksikön laitteiden samanaikaisesti ottama virta.

4.9 Turvallisuus

Akuston tuottamat räjähdysriskit kaasut tulee huomioida kontin ilmanvaihdon riittävydessä.

Käynnistysmoottorin ja akuston navat on kosketussuojattava siten, että johtavan esineen (esimerkiksi työkalun) aiheuttama oikosulku on estetty.

Vähintään toiseen käynnistyskaapeliin tulee asentaa kytkin, joka voidaan avata huolto- ja korjaustöiden ajaksi, jottei yksikköä voida epähuomiossa käynnistää ja että saadaan akkujännitteiset laitteet jännitteettömiksi.

5 Generaattori

Generaattorin tulee olla kolmivaiheinen, ilmajäähdytteinen ja verkkoon tahdistuva.

Verkon suuren oikosulkutehon vuoksi vaaditaan:

- Pääpiirin katkaisijoiden oikosulkuvirran katkaisukyky on oltava riittävä rinnankäyntitilanteeseen.
- Tahdistusjärjestelmä on varustettava lisälaitteella, joka varsinaisen tahdistimen mahdollisesti vikaantuessa estää kytkeytymisen suurella vaiheerolla.

IP-luokitus: IP33

Differentiaalisuojaus: Siemens 7UM6211

Muut suojaustoiminnot:

- vaihejärjestys

- yli- ja alijännite
- yli- ja alitaajuus
- takateho
- ylivirta.

6 Ohjaus- ja valvontakojeisto

6.1 Rakenne

Kojekaapin on oltava teräslevyrakenteinen ja koteloinniltaan asennusolosuhteet luokan IP44 vaatimukset täyttävä.

Ohjaus- ja valvontaosa on sijoitettava eroon tai erotettava kiintein väliseinin laitoksen tehonsyötön kytkentätilasta. Rakenteessa on huomioitava pääpiirissä mahdollisesti tapahtuvien oikosulkujen vaikutukset.

6.2 Sijoitus

Kojeisto voidaan sijoittaa joko koneiston yhteyteen tai erilleen siitä joko seinälle tai seinän viereen, joka tapauksessa kuitenkin kontin oven läheisyyteen. Koneiston käyntitärinä ei saa vaikuttaa haitallisesti kojeistoon.

Kojeiston eteen on jätävä sähköturvallisuusstandardin SFS 6000 mukainen hoitokäytävä ja poistumistie.

6.3 Koje-erittely

Ohjauskojeet:

- käyttötavan valintakytkin, asennot "käy-auto-seis"
- käynnistuspainike
- pysäytuspainike
- taajuudensäätökoje (pyörimisnopeuden säätö)
- jänniteensäätö
- hätäseispainike
- suojaus- ja hälytyspiirien kuittauspainike.

Mittaus- ja valvontakojeet:

- jäähdytysnesteen lämpömittari
- öljynpainemittari
- taajuusmittari

- jännitemittari
- synkronoskooppi tahdistusta varten
- latausgeneraattorin merkkilamppu
- generaattorijännitteen ja verkko-/tahdistusjännitteen merkkilamput.

7 Suojaukset ja hälytykset

Polttoainesäiliön alarajahälytys, järjestelmän yhteishälytys sekä yksikön käyntitie-to täytyy saada yhdistettyä voimalaitoksen prosessitietokoneelle. Kaikista koottuun yhteishälytykseen liitettävistä hälytyksistä täytyy saada myös paikallinen, yksilöivä hälytys.

Yksikön tulee sisältää potentiaalivapaat koskettimet hälytystiedoille ja käyntitiedolle.

Yhteishälytys tulee sisältää ainakin seuraavat hälytykset:

- generaattorisuojausten hälytys ja laukaisutiedot
- akustojen varaustason hälytystieto
- kontin 400 V:n AC-järjestelmästä/-keskuksesta alijännitehälytys (eli jos ns. apusähkö katoaa)
- hälytys kontin alhaisesta lämpötilasta
- kaikista laukaisusuojista (ks. alla) aiheutuva hälytys.

Yksikössä tulee olla ainakin seuraavat laukaisusuojat:

- ylinopeus
- alhainen voiteluöljyn paine
- korkea jäähdytysveden lämpötila
- ylikuormitus.

Yksikössä on oltava käsitoiminen hätäpysäytysmekanismi, jolla yksikkö voidaan nopeasti ja luotettavasti pysäyttää katkaisemalla mekaanisesti polttoaineensyöttö moottorille.

8 Dokumentit ja merkinnät

Käyttö- ja huolto-ohjeet tulee toimittaa kolmena suomenkielisenä paperikopiona sekä sähköisessä pdf-muodossa. Kaikki piirustukset (osaluettelot, piirikaaviot, rakennekuvat, jne.) tulee olla dgn- tai dwg-muodossa. Loppudokumentaatio täytyy toimittaa toimittajan laatujärjestelmän mukaisesti hyväksyttynä (tarkastus- ja hyväksyntämenettely).

Piirustuksille varataan suunnitteluvaiheessa ostajan määrittämät piirustusnumerot. Tätä varten toimittajan tulee toimittaa hyvissä ajoin piirustusluettelot kuvista, joihin ostaja antaa piirustusnumerot.

Piirustuksiin ja kaavioihin tulee osaluetteloiden tilalle laitetunnukset (KZ-tunnukset), jotka toimittaja merkitsee ostajalta saatavaan Excel-taulukkoon.

9 Huoltotarvikkeet, varaosat ja erikoistyökalut

Vikatapauksissa yksikkö tulee olla korjattavissa välittömästi vian ilmentymisestä.

Huoltotarvikkeilla tarkoitetaan tässä sellaisia kuluvia osia, joita tarvitaan määräaikaishuoltojen yhteydessä. Osat ovat tyypillisesti suodattimia, kiilahihnoja ja venttiilikoneiston kannentiiviste yms. Huoltotarvikkeiden vuotuinen kulutus on pieni johtuen vähäisistä käyttötunneista. Ostajan varastossa säilytettävien huoltotarvikkeiden määrän sanelee se, kuinka pitkä käyttöjakso on tultava toimeen pahimmassa tapauksessa ilman täydennystä.

Varaosilla tarkoitetaan tässä sellaisia osia, joita tarvitaan yleisimpien vikojen korjauksissa. Varaosien tarvetta ei voida tarkasti määritellä kuten huoltotarvikkeiden. Varastossa säilytettävän varaosasarjan laajuus riippuu mm. kunkin osan saatuusennusteesta pahimmassa todennäköisessä tilanteessa.

Toimittaja tekee korjausaikavaateen perusteella ehdotuksen dieselgeneraattorin laitteille (moottori, generaattori, ohjaus, suojaus, ym.) tarvittavista huoltotarvikkeista, varaosasarjoista ja erikoistyökaluista.

10 Tehdaskokeet

Rutiini- ja tyyppikokeet tulee suorittaa standardin ISO 3046/III mukaan dieselmoottorille ja apulaitteille. Vastaavissa tapauksissa aiemmin suoritettujen tyyppikokeiden voidaan hyväksyä toimittamalla kyseisten kokeiden pöytäkirjat. Mittausmenetelmissä ja -tarkkuuksissa tulee noudattaa standardia ISO 3046/III.

Toimittajan tulee hyväksyttää generaattorin tyyppikokeiden pöytäkirjat ja koeohjelma ostajalla. Kaikki kokeet tulee vastata soveltuvin osin IEC-standardia.

11 Laadunvarmistus ja -valvonta

Tarkastukset ja kokeet tulee suorittaa sovitulla tavalla.

Tarjous tulee sisältää ennakko laadunvalvontaohjelman käyttäen sovellettuja yleiskäytäntöjä tekniikan alalle.

12 Toimituksen laajuus

Toimituksen tulee sisältää (avaimet käteen -periaatteella) täysin toimiva diesel-generaattoriyksikkö, joka on määritelty tässä teknisessä erittelyssä.

Seuraavat asiat tulee sisältyä toimitukseen:

- perustukset sisältäen maadoituksen ja ukkossuojauksen
- kontin asennukset
- dieselmoottori apulaitteineen
- generaattori apulaitteineen
- laitteet tehon siirtämiseksi verkkoon
- jäähdytysjärjestelmä
- polttoainejärjestelmä
- suojaus- ja hälytysjärjestelmät
- huoltotarvikkeet, varaosat ja erikoistyökalut
- dokumentit
- käyttöönotto
- käyttäjäkoulutus.

12.1 Ensitäytöt

Toimitukseen tulee sisältyä muun muassa voiteluöljy ja jäähdytysneste.

Ostaja vastaa ainoastaan polttoaineesta.

13 Takuu

Takuun voimassaoloaika tulee olla 24 kuukautta siitä alkaen, kun yksikkö on luovutettu ostajalle.

14 Tarjouksen sisältö

Seuraavat dokumentit on toimitettava tarjouksen yhteydessä:

- tarjotun yksikön poikkeavuudet esitetyistä vaatimuksista selkeästi listattuna
- Teknisten tietojen kyselylomake täytettynä
- lyhyt tekninen kuvaus tarjotusta yksiköstä
- täydellinen komponenttiluettelo, jossa valmistajien alkuperäiset mallinumerot

Loviisan voimalaitos / Sami Eerola

28.12.2011

Versio 1.0
LO1-K557-00057

- käyttö- ja huolto-ohjeet
- kuvaus toimittajan laadunvarmistusjärjestelmästä
- lista referensseistä.