

Tomi Korhola

KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKOR- KEAKOULUN SÄHKÖLABORATORION VOIMALAITOKSEN KÄYTTÖOHJE

Opinnäytetyö

Merenkulun ammattikorkeakoulututkinto

Merenkulun koulutus, sähkövoimatekniikka

2025



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Tomi Korhola
Työn nimi	Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun sähkölaboratorion voimalaitoksen käyttöohje
Toimeksiantaja	Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu
Vuosi	2025
Sivut	38 sivua, liitteitä 23 sivua
Työn ohjaaja(t)	Matti Hänninen

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Kotkan kampuksen sähkövoimalaboratorion voimalaitoksen käyttö manuaalisesti sähköpäätaulusta käsin ja laatia selkeä helposti seurattava käyttöohje voimalaitoksen operointiin.

Ammattikorkeakoulun sähkölaboratorioon on rakennettu nykyaikaisen laivan konehuonetta mukaileva voimalaitos, jota ei kuitenkaan vielä ole päästy hyödyntämään merenkulun insinöörien koulutuksissa täydessä potentiaalissaan. Voimalaitoksen käyttö koulutuksissa on oleellisessa asemassa, koska sillä pystyisi harjoittelemaan niitä asioita, jotka tulevat vastaan jo ensimmäisissä kauppalaivaharjoitteluissa. Laboratorioympäristössä harjoitellessa mahdolliset virheet tai sähkökatkot eivät kuitenkaan ole niin merkittävässä asemassa, joten harjoittelu on turvallisempaa kuin laivoilla.

Opinnäytetyön alussa käydään järjestelmällisesti läpi voimalaitoksen sähköpäätaulun kytkimet, mittarit ja muut laitteet ja selvitetään niiden käyttötarkoitukset operoitaessa voimalaitosta sähköpäätaulusta käsin.

Seuraavana vaiheena käydään läpi voimalaitoksen operointia sisältäen dieselgeneraattoreiden käynnistykset ja tahdistamisen, sekä kuinka voimalaitoksesta saadaan sähköä eri käyttölaitteille ja kuluttajille.

Voimalaitoksen käytön ohjeistuksen jälkeen käydään vielä läpi siinä olevien eri laitteiden huolto-ohjeita laitevalmistajien ohjeita hyödyntäen, jotta saadaan koottua kattava tietopaketti helposti saataville. Kootun huolto-ohjeen merkitys on suuri, jotta saadaan maksimoitua voimalaitoksen käyttöikä ja vältetään turhilta huoltokustannuksilta.

Tämä opinnäytetyö rajattiin kattamaan voimalaitoksen operointia päätaulusta käsin, sekä sisältämään voimalaitoksen kuntoa ja käyttöikää maksimoiva huolto-ohje, jotta aihealueesta ei tule liian laaja. Opinnäytetyön aikana laadittava voimalaitoksen käyttöohje tarjoaa hyvän pohjan voimalaitoksen käyttöön aiemmasta koulutustaustasta riippumatta. Aloitettua ohjeistusta on myös erittäin helppo jatkaa esimerkiksi automaatiojärjestelmän tai energiavaraston käyttöohjeen laadinnalla.

Asiasanat: dieselgeneraattori, kytkentä, voimalaitos, dieselmoottori, moottorinohjain, generaattorin ohjausyksikkö

Degree	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Tomi Korhola
Thesis title	User manual for power plant of electrical laboratory of South-Eastern Finland University of Applied Sciences
Commissioned by	South-Eastern Finland University of Applied Sciences
Time	2025
Pages	38 pages, 23 pages of appendices
Supervisors	Matti Hänninen

ABSTRACT

The aim of this thesis was to investigate the manual operation of the power plant in the electrical laboratory of the South-Eastern Finland University of Applied Sciences Kotka campus from the main switchboard and to prepare a clear, easy-to-follow user manual for operating the power plant.

A power plant modeled after a modern ship's engine room has been built in the electrical laboratory of the University of Applied Sciences, but it has not yet been able to be utilized to its full potential in the training of marine engineers. The use of the power plant in training is essential, as it would allow for practicing the issues that will be encountered in the first merchant ship training. However, when practicing in a laboratory environment, possible errors or power outages are not as significant, making the training safer than on ships.

The beginning of the thesis presents a systematic review of the switches, meters and other devices in the power plant's main switchboard, and their intended uses are explained when operating the power plant.

The next chapters describe the operation of the power plant, including the start-up and synchronization of diesel generators, and how the power plant provides electricity to various operating devices and consumers.

After the instructions for using the power plant, the maintenance instructions for the various devices in it are reviewed, utilizing the instructions from the equipment manufacturers, to compile a comprehensive information package that is easily accessible. The compiled maintenance instructions are of great importance in maximizing the service life of the power plant and avoiding unnecessary maintenance costs.

This scope of this study was narrowed down to cover the operation of the power plant from the main switchboard, and to include maintenance instructions that maximize the service life of the power plant. The power plant operating manual prepared during the thesis provides a good foundation for the use of the power plant regardless of previous educational background. These instructions will also be easy to develop further, for example by preparing an operating manual for an automation system or energy storage.

Keywords: diesel generator, coupling, power plant, diesel engine, engine controller, generator control unit

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULUN MERENKULUN KOULUTUSYKSIKKÖ (INSINÖÖRI).....	7
3	LAADITUN OHJEISTUKSEN UUTUUSARVO AMMATTIKORKEAKOULULLE.....	7
4	AIKAISEMMIN TEHDYT TUTKIMUKSET.....	8
5	AMMATTIKORKEAKOULUN VOIMALAITOKSEN ESITTELY	8
5.1	Diesgeneraattorit.....	9
5.2	Voimalaitoksen sähköpäätaulu	10
5.2.1	Generaattoreiden ohjaus ja kytkentä päätaulussa	10
5.2.2	Päätaulun lähdöt.....	14
5.2.3	Päätaulun kiskokatkaisija.....	15
5.2.4	Päätaulun tahdistaminen	16
5.2.5	Päätaulun maistasyöttö.....	18
6	VOIMALAITOKSEN KÄYTTÖOHJE	19
6.1	Generaattoreiden esivalmistelut	19
6.1.1	Dieselmootoreiden silmämääräiset tarkastukset ennen jokaista käyttöä	20
6.1.2	Generaattoreiden silmämääräiset tarkastukset.....	20
6.2	Päätaulun ja generaattoreiden valmistelu	21
6.3	Generaattoreiden käynnistys manuaalisesti päätaulusta.....	21
6.4	Generaattoreiden kytkentä päätauluun manuaalisesti	22
6.5	Sähköpäätaulun kiskokatkaisija.....	23
6.6	Generaattoreiden tahdistaminen manuaalisesti.....	23
6.7	Generaattoreiden kytkentä irti päätaulusta	26
6.8	Generaattoreiden dieselmootoreiden sammutus	26
7	VOIMALAITOKSEN KÄYNNISTÄMINEN SÄHKÖKATKOKSEN AIKANA.....	27
8	HUOLTO-OHJEISTUS VOIMALAITOKSELLE	28
8.1	Dieselmootoreiden tarkastukset ja huolto	29

8.1.1	Päivittäiset tarkastukset	30
8.1.2	Määräaikaishuollot.....	30
8.1.3	Erikoishuollot	30
8.1.4	Pitkät käyttökätkot.....	31
8.2	Generaattoreiden tarkastukset ja huolto	32
8.2.1	Käämitysten tarkastus.....	32
8.2.2	Generaattorin laakerit	34
8.2.3	Generaattorin puhdistaminen.....	34
9	VIANETSINTÄ.....	35
9.1	ComAp.....	35
9.2	Dieselmoottorit.....	35
9.3	Sähköpäätaulu.....	36
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	36
	LÄHTEET.....	39
	LITTEET	
	Liite 1. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun sähkölaboratorion voimalai- toksen käyttöohje	

1 JOHDANTO

Merenkulussa sähkön ja sähköntuotannon merkityksen tärkeyttä ei voi korostaa liikaa. Maailman merillä kulkevien kauppalaivojen lähes jokainen laite, oli kyseessä sitten moottori, venttiili tai jopa ovi, alkaa olla jollakin tavalla yhdistetty laivan automaatiojärjestelmään ja tarvitsee toimiakseen sähköä. Laivojen sähköntuotanto monipuolistuu aurinkoenergian hyödyntämisen ja energiavarojen lisäämisen myötä. (Wärtsilä 2025) Nämä yhä kehittyvät järjestelmät tarvitsevat osaavaa henkilöstöä laivan miehistöön ja vahvan ammattitaidon saavuttamiseksi tarvitaan hyvä, kehitettävissä oleva, koulutusympäristö jo opiskeluvaiheessa.

Kattavan koulutuksen mahdollistamiseksi Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu on rakentanut oppilaitokselleen laivan konehuonetta vastaavan hybridi-voimalaitoksen, jota hyödyntämällä opiskelijoille pyritään antamaan mahdollisimman käytännönläheinen ja kattava koulutus tulevaa konemestarin tai sähkömestarin työtä varten.

Voimalaitosta on rakennettu ja kehitetty erilaisten hankkeiden ja opinnäytetöiden avulla jo aiemmin. Näissä hankkeissa on keskitytty tarkemmin aina johonkin osa-alueeseen, mutta kokonaisuutta kuvaavaa käyttö- ja huolto-ohjetta ei vielä ole, joten minulle tarjoutui mahdollisuus aloittaa käyttöohjeen tekeminen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda voimalaitokselle käyttöohje, jonka avulla sen generaattoreita ja sähköntuotantoa pystyy kuka tahansa, koulutustaustasta riippumatta, operoimaan päätaulusta käsin. Ohje toteutetaan siten, että sitä on helppo laajentaa lisäämällä jatkossa automaatiojärjestelmän, hätätaulun ja energiavarojen käyttöohjeet. Lisäksi opinnäytetyöhön kootaan voimalaitoksen eri laitevalmistajien huolto-ohjeita, jotta laitteiden käyttöikä saadaan mahdollisimman pitkäksi ja turhat huoltokustannukset minimoitua.

Opinnäytetyön rajaus sovittiin siten, että laaditaan selkeä käyttöohje voimalaitoksen operointiin sen päätaulusta käsin sekä kootaan voimalaitoksen oleelliset huolto-ohjeet ja -toimenpiteet helposti saataville. Opinnäytetyön ulkopuolelle jätetään voimalaitoksen automaatiojärjestelmä, hätätaulu ja hätätaulun

laitteistot sekä voimalaitoksen energiavarastot ja niiden käyttö. Voimalaitoksen automaatiojärjestelmästä ja tehonhallintajärjestelmästä on jo tehty opinnäytetyöt ja niihin on mahdollista tutustua perehtymällä kyseisiin opinnäytetöihin.

2 KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULUN MERENKULUN KOULUTUSYKSIKKÖ (INSINÖÖRI)

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu tarjoaa merenkulun insinöörikoulutusta laivatekniikan ja sähkövoimatekniikan koulutusaloilla. Koulutusaloilla opiskellaan nykyaikaisten alusten järjestelmiä ja laitteistoja. Laivatekniikan insinöörit koulutautuvat kone-, sähkö- ja automaatiotekniikan asiantuntijoiksi ja sähkövoimatekniikan insinöörit puolestaan energiantuotanto-, sähkönjakelu-, suurjännite- ja automaatiojärjestelmien asiantuntijoiksi. (Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu 2025a)

Sähkövoimatekniikan insinöörien koulutusala aloitettiin vuonna 2020. Koulutusala on Suomen ainut korkeakoulutasoinen merenkulun sähkövoimatekniikan koulutus. Aloituspaikkoja kevään yhteishauissa on 25 ja opintojen kesto-aika on 4,5 vuotta kattaen 270 opintopistettä. Koulutuksen osana on 360 päivää harjoittelua, josta 180 päivää tulee suorittaa harjoitteluna laivoilla. (Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu 2025b)

3 LAADITUN OHJEISTUKSEN UUTUUSARVO AMMATTIKORKEAKOULULLE

Ammattikorkeakoulun voimalaitosta on kehitetty ja viety eteenpäin useiden eri opinnäytetöiden avulla. Voimalaitoksen kehitystyöllä on pyritty saamaan voimalaitos ja sen laitteisto vastaamaan nykyaikaisen laivan voimalaitosta ja energiantuotantoa. Aiemmat opinnäytetyöt ovat kuitenkin keskittyneet aina hieman syvällisemmin yhteen suppeampaan aihealueeseen ja sen aihealueen komponenttien ja toiminnan läpikäymiseen. Nyt laadittavan ohjeistuksen avulla pyritään luomaan riittävän selkeä ja yksityiskohtainen käyttöohje, jonka avulla jokainen pystyy turvallisesti opettelemaan voimalaitoksen käyttöä sen päätaulusta käsin riippumatta aiemmasta koulutustaustasta tai sähkötekniikan osaamisesta. Lisäksi kootaan huolto-ohje, jonka avulla pyritään maksimoimaan eri laitteistojen käyttöikä ja siten pienentämään turhia korjauskustannuksia.

Ammattikorkeakoulun voimalaitoksen käyttö opetustarkoituksessa on tois-
taiseksi vielä ollut suppeaa. Voimalaitoksen avulla on opiskeltu piirikaavioiden
lukemista, tutustuttu dieselgeneraattoreiden huoltamiseen ja kunnossapitoon,
sekä opeteltu erinäisten irrallisten ohjainlaitteiden, kuten Deif ja ComAp, toi-
mintaa ja asetusten määrittämistä niihin. Voimalaitoksen ja sen generaattori-
den käyttötunnit ovat vielä vähäiset ja oppilaitoksella onkin kova tahto saada
se mukaan merenkulun opetukseen ja mahdollisesti ulkopuolisille tarjottavaan
koulutukseen. Voimalaitoksella on tuotettu sähköä päätaulun tarpeisiin joitakin
kymmeniä kertoja, mutta esimerkiksi kahden dieselgeneraattorin tahdistamista
ei ole vielä päästy kunnolla kokeilemaan. Kahden generaattorin tahdistuksia
on suoritettu, mutta sähköpäätaulun pienen kuorman takia kahden kohtalaisen
suuritehoisen generaattorin pitäminen kytkettynä on tuottanut haasteita.

4 AIKAISEMMIN TEHDYT TUTKIMUKSET

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun sähkölaboratorion voimalaitokseen
liittyviä opinnäytetöitä on tehty jo aiemmin. Nämä opinnäytetyöt ovat keskitty-
neet tarkemmin johonkin tiettyyn voimalaitoksen osa-alueeseen. Olli-Eemeli
Paavilainen on opinnäytetyössään vuonna 2021 perehtynyt voimalaitoksen
IAS ja prosessiliityntöihin. Joni Heinola on puolestaan käsitellyt vuonna 2021
voimalaitoksen automaatiojärjestelmän käyttöliittymää. Vuonna 2022 Olli Paa-
vilainen on käynyt opinnäytetyössään läpi voimalaitoksen tehonhallintajärjes-
telmää.

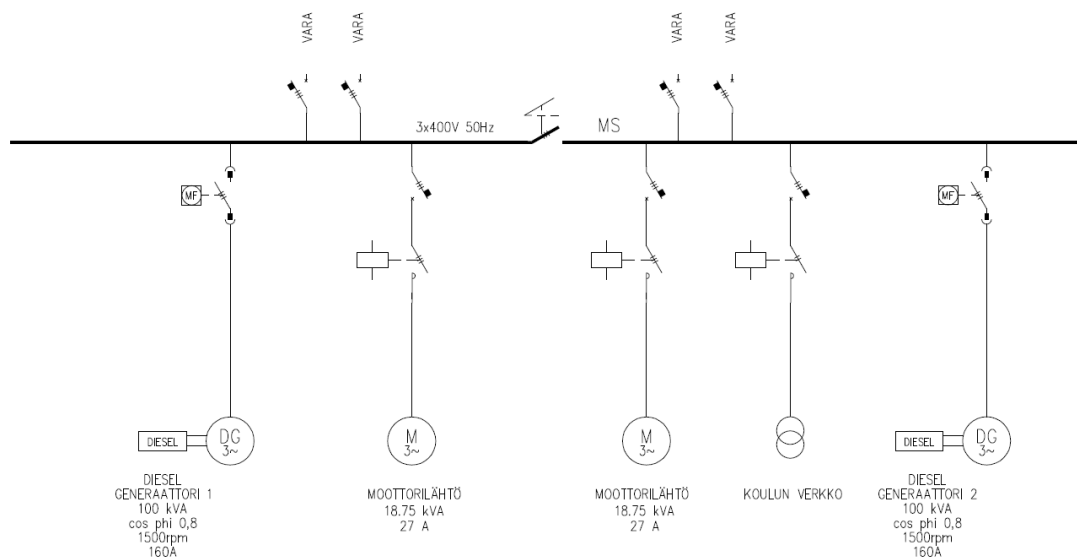
Näillä jo tehdyillä tutkimuksilla on saatu tärkeää tietoa voimalaitokseen tehti-
hin laitevalintoihin liittyen, ja ne tarjoavat kattavan insinöörimäisen lähestymis-
tavan eri järjestelmien toimintaan ja laitteiden merkitykseen voimalaitoksen inf-
rastruktuurissa. Syvällisemmän ohjelmisto- ja laitetarkastelun ovat osaltaan
mahdollistaneet oppilaitoksella olevat vahvat käyttöoikeudet voimalaitoksen
eri järjestelmiin.

5 AMMATTIKORKEAKOULUN VOIMALAITOKSEN ESITTELY

Merenkulun koulutusalojen opintoihin kuuluu myös kursseja, jotka suoritetaan
ammattikorkeakoulun sähkövoimatekniikan laboratoriossa. Laboratorio on
rakennettu laivan konehuonetta vastaava voimalaitos, johon kuuluvat kolme

dieselgeneraattoria. Näistä kaksi on kytketty voimalaitoksen päätauluun ja yksi hätätauluun. Lisäksi on yksi UPS-järjestelmä, joka on tarkoitettu hätätaulun sähköenergian ylläpitoon, sekä päätauluun kytketty hieman suurempi energia-varasto, jonka avulla perinteinen dieselsähköinen voimalaitos on saatu muuttetuksi vastaamaan modernimpaa hybridivoimalaitosta.

Voimalaitoksessa on lisäksi automaatiojärjestelmä, Valmet DNA, jonka laitteistoon kuuluu palvelin, kaksi automaatiokeskusta, sekä automaatiojärjestelmälle oleelliset näytöt ja tietokoneet. Voimalaitos on toteutettu IT-järjestelmänä ja jotta se on saatu kytkettyä kiinteistön TN-S-sähköjärjestelmään, voimalaitoksen ja kiinteistön verkkojen välissä on muuntaja, jonka kolmiopuolelle on kytketty voimalaitos ja tähtipuolelle kiinteistön sähköverkko. Kuvassa 1 on esitetty voimalaitoksen piirikuva, josta käy ilmi voimalaitoksen sähköpäätaulun kytkennät.



Kuva 1. Voimalaitoksen single line -piirikuva (Telesilta Oy)

5.1 Dieselgeneraattorit

Voimalaitoksen dieselgeneraattorit on valmistanut Tapimer Oy ja ne ovat tyyppiltään GP110 S/I-A. Generaattoreiden moottoreina toimivat FPT Iveco aggregaattimoottorit NEF45TM2A.S500. (Tapimer Oy.)

Generaattorit ovat kolmivaihegeneraattoreita, joiden pääjännite on 400 VAC. Generaattoreita on mahdollista käyttää sekä 50 Hz:n että 60 Hz:n taajuudella muuttamalla dieselmoottorin kierroslukua. Generaattoreiden suunniteltu teho-kerroin on 0,8. Generaattoreiden teho on 100 kVA / 80 kW. Jatkuvässä 24 tunnin käytössä suurimmalle sallitulle tehölle on kuitenkin asetettu rajoitukseksi 70 %, eli 24 tunnin aikana tehon keskiarvo ei saa ylittää 70 kVA. Suurin sallittu teho voidaan hetkellisesti ylittää 10 %, eli teho voi olla 110 kVA / 88 kW. Generaattoria saa käyttää 110 kVA teholla yhden tunnin ajan kerran 12 tunnissa. (FPT-Iveco.)

Dieselmoottorit NEF45TM2A ovat nelisylinterisiä, turboahdettuja aggregaattimoottoireita. Niiden suurin teho on 130 hevosvoimaa, kun moottorin kierrosluku on 1500 kierrosta minuutissa. Moottorin iskutilavuus on 4500 cm³ ja käytettäessä 75 % kuormalla, sen polttoaineenkulutus on 16,2 litraa tunnissa. (Iveco Motors.)

5.2 Voimalaitoksen sähköpäätaulu

Voimalaitoksen sähköpäätaulu on rakenteeltaan kennokeskus, joka koostuu kuudesta kennosta. Fyysisesti kennot näyttävät sähköpäätaulun yksittäisiltä kaapeilta, jonka etupaneelissa on kytkimiä ja mittareita. Jokaisella kennolla on oma tehtävänsä, esimerkiksi generaattorin ohjaus ja valvonta tai jonkun päätauluun kytkettävän syötön ohjaus ja valvonta. Näin toteutetulla jaolla saavutetaan käyttäjäystävällisempi operointi päätaulusta käsin, koska kaikki tiettyyn toimintoon liittyvät instrumentit, kytkimet ja muut laitteet sijaitsevat samassa paikassa. Myös mahdollisten vikojen paikantaminen helpottuu, koska vianetsintä saadaan nopeasti rajattua pienemmälle alueelle. Seuraavaksi käydään läpi eri kennojen tarkoitus ja tehtävät voimalaitoksen päätaulussa.

5.2.1 Generaattoreiden ohjaus ja kytkentä päätaulussa

Voimalaitoksen dieselgeneraattorit on kytketty päätaulussa kennoihin 1 ja 4. Kennossa 1 on dieselgeneraattorin 1 operointiin ja ohjaukseen liittyvät kytkimet, mittarit ja laitteet. Kennossa 4 on dieselgeneraattorin 2 kytkimet, mittarit ja laitteet. Omissa olevien mittareiden ja kytkimien toiminnot ja sijainnit ovat identtiset.



Kuva 2. Sähköpäätaulun kenno 1

Keskuksen ovien yläreunassa on virta- ja jännitemittarit ja valintakytkimet mittareiden alapuolella. Näillä mittareilla voidaan tarkkailla dieselgeneraattorin vaihevirtaa ja vaihejännitettä. Valintakytkimillä valitaan, minkä vaiheen virtaa tai jännitettä mittarit näyttävät.

Virran ja jännitteen valintakytkimien alla on mittarit generaattorin teholle ja taajuudelle. Generaattorin taajuus mitataan vaiheiden L1 ja L2 väliltä ja käyttäjä ei voi vaikuttaa mittauspisteeseen. Generaattorin teho mitataan generaattorin suojarielellä ja sieltä mittarille välitetään 4–20 mA virtaviesti. Virran arvo 5,88 mA vastaa generaattorin tehoa 0 kW. Näin on saatu toteutettua tehomittaus välille -20 kW–150 kW. Kun käytetään virta-alueita 4–20 mA voidaan havaita myös mahdolliset vauriot johdoissa ja niistä voidaan antaa hälytys virta-arvon ollessa alle 4 mA.

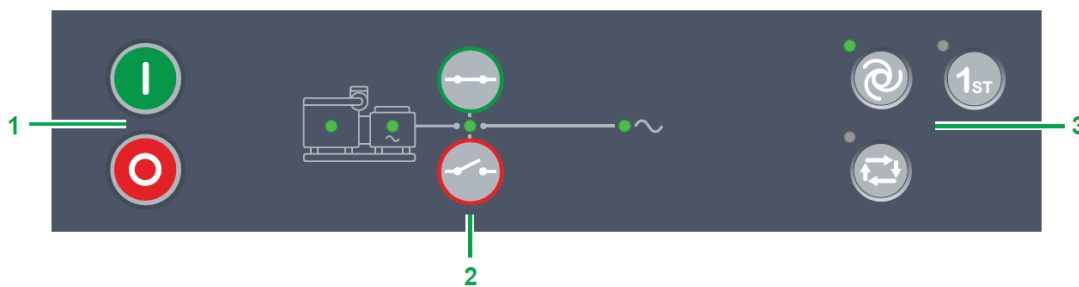
Seuraavana laitteena keskuksen ovesa on Deif PPU330 -generaattorin rinnakäyttö- ja suojayksikön käyttöpaneeli DU 300. Tämä paneeli näyttää tietoja generaattorista ja päätaulun sähköverkosta.

DU 300 -paneelissa on kolme eri vaihtoehtoa generaattorin operoinnille: local, remote ja switchboard control. Mikäli generaattoria halutaan ohjata DU 300 -

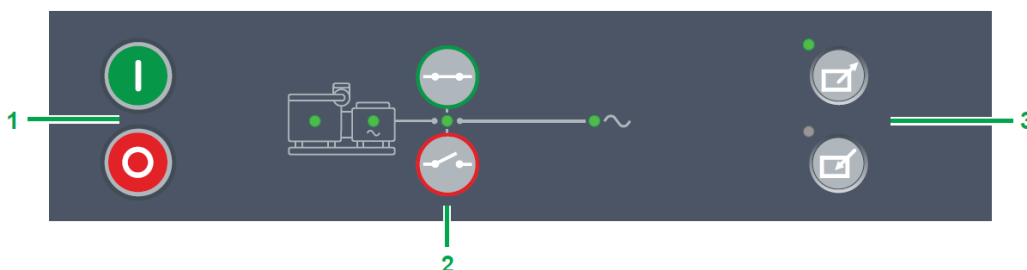
paneelin painikkeilla, tulee valinnan olla local, tällöin ohjainyksikköä ei ole mahdollista ohjata automaatiojärjestelmästä tai päätaulun kytkimillä. Kun paneelin ohjaukseksi valitaan remote, generaattoria voidaan ohjata automaatiojärjestelmällä.

DU 300 -paneelilla itsellään ei pysty valitsemaan ohjausta päätaulusta, eli switchboard control -ohjausta. Tämä valinta tulee tehdä päätaulussa kenossa 3 sijaitsevalla valintakytkimellä 3S3, jonka kärkitieto välitetään PPU 300 -yksikölle. Ohjainyksikkö tunnistaa kytkimen asennon signaalista ja näytön yläreunaan tulee teksti switchboard control ja samalla generaattorin ohjausta ei voi tehdä enää DU 300 -paneelin painikkeilla. Näytöltä pystyy kuitenkin edelleen katsomaan generaattorin ja päätaulun sähköverkon tietoja. Myös ohjainyksikköön asetetut suojaparametrit pysyvät edelleen aktiivisina ja hälytykset ja suojaustoimenpiteet suoritetaan tarvittaessa.

DU 300 -generaattorin ohjaimen painikkeet eivät vastaa täysin painikkeiden kuvakkeita, koska ohjain on alkuperäisesti ollut PPM 300 -generaattorin suojausyksikkö ja se on uudelleenkonfiguroitu vastaamaan PPU 300 -ohjainyksikköä. Kuvissa 3 ja 4 on havainnollistettu käyttöpaneelien eroja ja uudelleenkonfiguroinnin aiheuttamia muutoksia painikkeisiin.



Kuva 3. PPM 300 genset ohjauspainikkeet (Deif PPM 300.)



Kuva 4. PPU 300 genset ohjauspainikkeet (Deif PPU 300.)

Ohjainlaitteen uudelleenkonfiguroinnin myötä ohjauspaneelin 1st -painike ei ole enää käytössä ja se ei vaikuta ohjaimen toimintoihin. 1st painikkeen vieressä olevat kaksi painiketta vastaavat PPU 300 toimintoja, ylemmän tarkoittaen remote, eli etäohjausta automaatiojärjestelmällä, ja alemman tarkoittaen local, eli paikallisohjausta DU 300 paneelistä. Generaattorin käynnistys- ja pysäytys-, sekä generaattorikatkaisijan avaus- ja kiinnipainikkeet toimivat molemmissa ohjaimissa samalla tavalla.

Deif-paneelin alapuolella on kytkin ja merkkivalo dieselgeneraattorin seisontalämmitykselle. Generaattoreissa ei ole lämmittimiä ja ne sijaitsevat lämpimässä tilassa oppilaitoksen generaattorihuoneessa, joten tällä kytkimellä ei ole käyttötarkoitusta, eikä sen lähtöä riviliittimillä ole kytketty toistaiseksi.

Seuraavana ovat generaattorin dieselmoottorin käynnistys- ja pysäytyspainikkeet. Kun voimalaitoksen ohjauksen tilaksi on valittu switchboard control, voidaan dieselmoottori käynnistää ja pysäyttää näillä painikkeilla. Mikäli voimalaitoksessa ei ole ollenkaan sähköä, eli molemmat Deif-yksiköt ovat pois päältä, pystytään generaattorin 1 dieselmoottori käynnistämään päätaulun käynnistyspainikkeella.

Dieselmoottorin käynnistys- ja pysäytyspainikkeiden alla on vielä kolme merkkivaloa, kaksi punaista ja yksi vihreä. Nämä merkkivalot ilmaisevat keskuksen alareunassa olevan generaattorikatkaisija 1:n tilaa. Vihreä kiinnimerkkivalo ilmaisee katkaisija olevan kiinni ja generaattorin 1 tuottama sähkö kulkee päätaulun kiskoihin. Punainen auki merkkivalo ilmaisee katkaisija olevan auki, jolloin generaattorin 1 sähkö tulee katkaisijalle asti, mutta ei kulje siitä päätaulun kiskoille. Punainen hälytys merkkivalo ilmaisee jonkin vian tai häiriön olevan aktiivinen generaattorikatkaisijassa 1.

Päätaulun kennon 1 etupaneelin alimmainen ja viimeinen näkyvä komponentti on generaattorin kompaktikatkaisija. Tässä katkaisijassa käyttäjä pystyy valitsemaan automaattisen tai manuaalisen toimintatilan. Kun katkaisijalle tulee sähkö, se virittää itse jousensa, joka käyttää katkaisijan pääkytkintä. Mikäli automaattinen viritys ei ole mahdollinen, voi katkaisijan jousen virittää harmaalla vivulla. Lähtökohtaisesti katkaisijaa tulee käyttää automaattitilassa, jolloin sen

toimintaa ohjataan päätaulusta, Deif-yksiköstä tai automaatiojärjestelmällä. Näin käytettynä katkaisijan sulkeminen onnistuu ainoastaan, kun päätaulun tila ja tahdistusehdot sen sallivat. Manuaalisesti operoituna katkaisija on mahdollista sulkea tahdistamatta ja siksi laitteiden ja komponenttien vaurioitumisen riski on olemassa.

5.2.2 Päätaulun lähdöt

Päätaulussa on yhteensä neljä lähtöä, joista päätaulun sähkö saadaan otettua eri laitteille. Nämä lähdöt sijaitsevat taulun kennoissa 2 ja 6 ja ovat identtiset. Lähdöt ja niiden laitteet on jaettu kennon ylä- ja alaosaan, yläosan ollessa A ja alaosan B.



Kuva 5. Sähköpäätaulun kenno 6

Kennojen A osassa olevat lähdöt ovat modernimmat ja niitä pystyy operoimaan automaatiojärjestelmällä. Kennon yläreunassa olevalla virtamittarilla voidaan tarkastella lähdön kautta kulkevan virran suuruutta. Halutun vaiheen

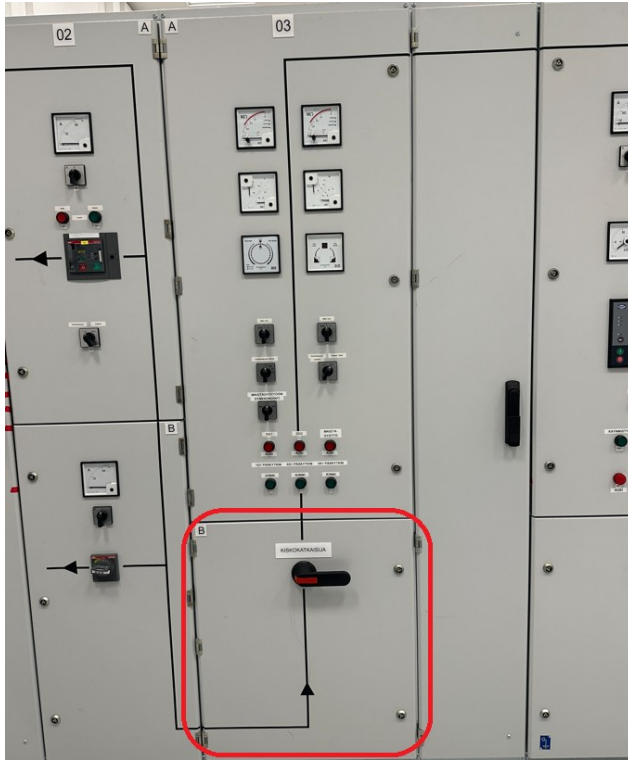
virta saadaan näkymään mittarilla, kun mittarin alapuolella olevalla kytkimellä valitaan haluttu vaihe.

Katkaisijoiden operoinnin valintakytkimellä voidaan valita switchboard tai valmet. Valintakytkin sijaitsee paneelin A osan alareunassa kompaktikatkaisijan alapuolella. Kun valittuna on switchboard, katkaisijaa voi operoida sen yläpuolella olevilla auki- ja kiinnipainikkeilla. Kun valintakytkimellä on valittu ohjaustavaksi Valmet, katkaisijan ohjaus suoritetaan automaatiojärjestelmällä.

Kennojen B lähtöjen katkaisijoita ei pysty operoimaan muualta kuin päätaulusta käsin kääntämällä katkaisija joko päälle tai pois. Katkaisijan yläpuolella on virtamittari ja valintakytkin halutun vaiheen virranmittaukselle kuten kennon A osassa.

5.2.3 Päätaulun kiskokatkaisija

Päätaulun virtakiskot on jaettu kahteen osaan ja ne saa kytkettyä toisiinsa kiskokatkaisijan avulla. Kiskokatkaisija sijaitsee päätaulun kennon 3 B-osassa. Kiskokatkaisija on täysin mekaaninen, eikä sitä voi operoida automaatiojärjestelmällä. Kun kiskokatkaisija on auki, pystytään molemmat generaattorit kytkeämään päätauluun tahdistamatta. Tällöin generaattori 1 syöttää päätaulun vasenta puolta ja generaattori 2 päätaulun oikeaa puolta.

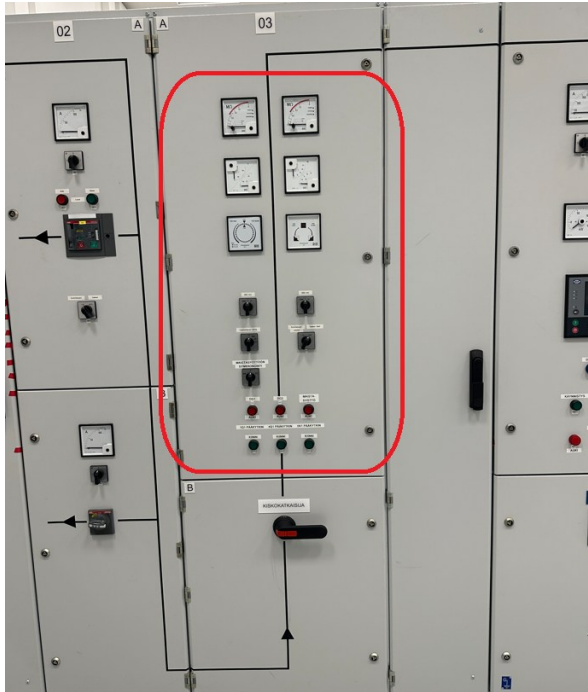


Kuva 6. Sähköpäätaulun kennon 3 kiskokatkaisija

Kiskokatkaisijassa on lukitussolenoidi, joka estää katkaisijan kytkemisen kiinni, mikäli molemmat generaattorit on kytketty päätauluun katkaisijan ollessa auki. Koska generaattoreita ei ole tahdistettu toisiinsa, ovat päätaulun vasemman ja oikean puolen sähköverkot myös tahdistamattomat ja mekaanisen kiskokatkaisijan sulkeminen oikeaan aikaan käytännössä mahdotonta. Kiskokatkaisijaa ei voi myöskään kytkeä kiinni, mikäli kumpikaan generaattoreista ei ole kytketty päätauluun, koska lukitussolenoidi ei saa silloin virtaa.

5.2.4 Päätaulun tahdistaminen

Päätaulun tahdistamiseen tarvittavat mittarit, kytkimet ja painikkeet sijaitsevat kennon 3 A-osassa. Lisäksi paneelissa sijaitsevat päätaulun vasemman ja oikean puolen maavuotomittarit.



Kuva 7. Sähköpäätaulun tahdistusmittarit ja kytkimet

Tahdistusta varten kytkettävien verkkojen jännitteen, taajuuden ja vaihejärjestyksen tulee olla samat. Jännitteet ja taajuudet nähdään paneelin keskimmäisistä kahdesta mittarista. Näiden mittareiden alapuolella on kaksi synkronoskooppia. Vasemmalla puolella oleva synkronoskooppi on käyttäjäystävällisempi, koska sen kiertävä led-valo näyttää verkkojen vaihe-eron selkeästi. Tämä synkronoskooppi myös valvoo käyttäjän toimia estäen generaattorikatkaisijoiden käytön väärään aikaan. Oikea katkaisijoiden kytkentähetki on, kun kiertävä punainen led palaa ylhäällä kello 12:n kohdalla, sekä vihreä sync-led ja keltainen ϕ ok-led palavat. Tällöin kytkettävien verkkojen vaihe-ero on 0 astetta, muut tahdistusehdot täyttyvät ja sähköverkot voidaan kytkeä toisiinsa.

Tahdistamiseen liittyvät valintakytkimet sijaitsevat mittareiden alapuolella. Ylimpänä ovat dieselgeneraattoreiden kierrostensäätökytkimet. Näillä kytkimillä muutetaan dieselmoottoareiden kierroslukua, mikä vaikuttaa generaattorin tuottaman sähkön taajuuteen. Kierroksia nostamalla taajuus kasvaa ja kierroksia pienentämällä taajuus pienenee. Generaattorin jännitteensäätäjä säätelee generaattorin magnetointia, joten generaattorin jännite pysyy vakiona.

Vasemmalla keskellä on tahdistettavan valintakytkin. Tällä kytkimellä päätetään, näytetäänkö jännite- ja taajuusmittareiden oikeassa alalaidassa maistasyötön, generaattorin 1 vai generaattorin 2 jännite ja taajuus.

Keskellä oikealla on valintakytkin, jolla päätetään, ohjataanko voimalaitosta päätaulusta vai Deif-ohjainyksiköillä. Valintakytkimen asentoa ja sen vaikutuksia voimalaitoksen toimintaan ja operointiin käsiteltiin jo luvussa 4.2.1.

Viimeisenä valintakytkimenä on maistasyöttöön synkronointi. Kytkin nimettiin näin, koska maistasyötön sähköverkon arvoihin ei voi vaikuttaa voimalaitoksen säädöillä, vaan voimalaitoksen sähköverkko tulee säätää vastaamaan maistasyötön sähköverkkoa. Valintakytkimellä voidaan valita synkronointi manuaalisesti tai automaattisesti. Kun valitaan automaattinen synkronointi, synkronointi suoritetaan automaatiojärjestelmän ohjaamana. Manuaalisella synkronoinnin valinnalla synkronointi suoritetaan samalla tavalla kuin generaattoreiden synkronointi, nyt vain säädetään päätaulun sähköverkkoa muuttamalla kytkettyjen generaattoreiden kierrosnopeuksia.

Valintakytkimien alla on kolme punaista ja kolme vihreää merkkivalollista painiketta. Näillä painikkeilla suljetaan ja avataan päätaulussa olevat generaattoreiden 1 ja 2 kompaktikatkaisijat, sekä maistasyötön kontaktori. Kun pääkytkimet ovat auki, palaa punaisissa painikkeissa merkkivalot. Kun pääkytkimet ovat kiinni, palaa vihreissä painikkeissa merkkivalot. Vihreitä painikkeita painamalla suoritetaan myös verkkojen kytkentä oikealla hetkellä.

5.2.5 Päätaulun maistasyöttö

Päätaulun maistasyöttöön liittyvät laitteet, mittarit ja kytkimet sijaitsevat päätaulun kennossa 5. Käyttäjälle on kennon etupaneelissa näkyvissä hyvin vähän laitteita. Paneelin jännite- ja virtamittareilla voidaan tarkastella maistasyötön jännitettä ja virtaa. Tarkasteltava vaihe valitaan mittareiden alapuolella olevilla kytkimillä.



Kuva 8. Sähköpäätaulun maistasyötön mittarit ja kytkimet

Kennon 5 B-osassa sijaitsee maistasyötön pääkytkin. Tämä pääkytkin on mekaaninen ja toimii myös maistasyötön mekaanisena suojalaitteena. Pääkytkimen kiinnikytkeminen ei vielä yhdistä maasähköä ja päätaulun kiskoja, vaan ovien sisällä on vielä kontaktori, sekä synkronointirele ja ac-muunnin, joiden yhteistoiminta vasta mahdollistaa maistasyötön kytkennän. Nämä laitteet estävät maistasyötön kytkennän väärään aikaan.

6 VOIMALAITOKSEN KÄYTTÖOHJE

Luvussa 5 käydään hieman yksityiskohtaisemmin läpi opinnäytetyön ohessa tehtyä käyttöohjetta, joka on liitteenä 1. Itse käyttöohjeeseen pyrittiin sisällyttämään paljon kuvia ja vähän tekstiä, jotta sen seuraaminen on helpompaa ja johdonmukaisempaa.

6.1 Generaattoreiden esivalmistelut

Aina ennen voimalaitoksen käyttöä tulee varmistaa, että dieselgeneraattorit ovat käyttövalmiina. Käyttövalmiuden varmistus pitää sisällään suurimmaksi osaksi visuaalisia tarkastuksia.

6.1.1 Dieselmoottoreiden silmämääräiset tarkastukset ennen jokaista käyttöä

Silmämääräisessä tarkastuksessa avataan generaattorikoteloiden sivuovet. Moottorilasta katsotaan, ettei moottorilassa ole ylimääräisiä tai sinne kuulumattomia esineitä ja asioita, sekä ilmansuodattimen kunto. Samalla katsotaan moottorin alle, ettei siellä näy asiaankuulumattomia neste- tai öljyvuoja. Tässä vaiheessa on myös helppo tarkastaa moottorin apulaitehinnan kunto silmämääräisesti. Hihnassa ei saa näkyä halkeamia tai repeämiä.

Yleissilmäyksen jälkeen ennen käynnistystä tulee tarkastaa myös moottoriöljyn määrä. Moottoriöljyn määrä tarkastetaan moottoriöljyn mittatikusta. Moottoriöljyn tulee olla mittatikon min- ja max-merkintöjen välissä.

Tämän jälkeen tarkastetaan moottorin jäähdytinnesteen määrä. Tarkastus onnistuu helpoiten avaamalla jäähdyttimen päällä olevan paisuntasäiliön korkki ja katsomalla, että siellä on nestettä.

Lopuksi on muistettava tarkastaa moottorin polttoainemäärä. Tarkastus onnistuu kätevimmin katsomalla mittaria moottorinohjainyksikkö ComApin näytössä generaattorin sivulla.

Edellä läpikäytyt tarkastukset ja toimenpiteet tulee suorittaa molemmille moottoreille, myös siinä tapauksessa, vaikka harjoituksessa käytettäisiin vain toista generaattoria.

6.1.2 Generaattoreiden silmämääräiset tarkastukset

Generaattoreiden silmämääräisissä tarkastuksissa katsotaan, että johdot ovat oikeilla paikoillaan ja niiden kannakkeet ehjiä ja kiinni. Lisäksi katsotaan, että generaattoreiden jäähdytysilma pääsee kulkemaan vapaasti ja ettei koteloiden, etenkin jäähdytyskanavien edessä ole mitään tavaroita. On myös hyvä katsoa, että jäähdytysilman suodattimet ovat paikallaan. Tarkastuksen lopuksi katsotaan, että kaikki kotelon pultit ja kiinnikkeet ovat paikallaan ja suljetaan avatut ovet ja paneelit.

6.2 Päätaulun ja generaattoreiden valmistelu

Normaalissa lähtötilanteessa päätaulussa ei ole jännitettä, eli taulu on ns. kylmä. Generaattoreiden ohjainyksiköt Deif PPU300 saavat käyttöjännitteensä oppilaitoksen verkosta muuntajan kautta ja ovat päällä. Kun voimalaitos ei ole harjoituskäytössä, pidetään dieselgeneraattoreiden hätäseispainikkeet painettuna. Tällä pyritään välttämään moottoreiden tahattomat käynnistykset.

Kun Deifin paneelista painetaan ok, siirtyy se näyttämään hälytyslistaa. Aktiivinen hälytys on mahdollista kuitata painamalla acknowledge, jolloin hälytys jää vielä voimaan. Hälytyksen aiheuttava hätäseis on käytävä vapauttamassa generaattorilta vetämällä alas painettu painike ylös. Hätäseispainikkeen vapauttamisen jälkeen on oleellista vielä kuitata hälytys dieselmoottorin ohjainyksiköltä ComApilta.

Kun hälytys ei ole aktiivisena, hälytyksen tekstin pohja ei ole musta ja se voidaan kuitata painamalla nappia, jossa on huutomerkki kolmion sisällä. Tois- taiseksi Deif saa hätäseis tiedon vain hätäseispainikkeelta, joten Deif yrittäisi käynnistää dieselmoottoria, vaikka ComAp estää sen, koska hälytys on kuit- taamatta. Kun hätäseis on ComApilta kuitattu, voidaan se kuitata myös Deifiltä. Kun hälytys ei ole aktiivinen Deifin hälytyslistassa, sen kolmio muuttuu keltaiseksi ja se voidaan kuitata painamalla reset latches. Hälytyslistasta voidaan palata takaisin live data -näkyseen painamalla nuolta taaksepäin.

Nyt dieselgeneraattori on käynnistysvalmiina. Mikäli tarkoituksena on käyttää kahta generaattoria, tulee samat toimenpiteet suorittaa myös toiselle generaattorille.

6.3 Generaattoreiden käynnistys manuaalisesti päätaulusta

Kummallekin generaattorille on sähköpäätaulussa omat osionsa, joiden kautta niitä operoidaan. Generaattorit voidaan käynnistää päätaulusta, kun ohjausva- lintakytkimen 3S3 asento on switchboard control. Valittu ohjaustila käy ilmi myös Deifien näytöiltä, jolloin näyttöjen ylälaidassa lukee switchboard control. Tämän jälkeen dieselmoottorit on mahdollista käynnistää generaattorikohtai- sesti kummankin generaattorin käynnistyspainikkeilla. Generaattorin 1 painik-

keet sijaitsevat kaapissa 1 ja generaattorin 2 painikkeet kaapissa 4. Generaattorin 1 käynnistyspainike on 1SH11 ja pysäytyspainike 1SH12. Generaattorin 2 käynnistyspainike on 4SH11 ja pysäytyspainike 4SH12. Ennen dieselmootoreiden käynnistystä tulee lähettää joku generaattorihuoneeseen valvomaan niiden käynnistymistä. Henkilön, joka aikoo käynnistää generaattorit, tulee käydä generaattorihuoneessa ennen käynnistystä, jotta hän varmistuu siitä, ettei generaattoreiden käynnistämiseksi ole esteitä, esimerkiksi käynnissä olevia huoltoja. Samalla hänen tulee opastaa vahtiin jäävälle henkilölle, että tämän tulee sammuttaa generaattorit hätäseispainikkeilla, mikäli huomaa niiden käynnissä jotakin normaalista poikkeavaa.

Kun dieselmoottori käynnistyy, alkaa generaattori tuottamaan sähköä päätaulun generaattorin pääkytkimelle asti ja muutamille generaattorikaapin oleelliselle toimilaitteelle. Tämä käy parhaiten ilmi siitä, että osaan päätaulun painikkeista syttyy valoja ja Deifin näyttö alkaa näyttämään generaattorin jännitettä ja taajuutta.



Kuva 9. Deif näyttö, kun generaattori tuottaa sähköä pääkatkaisijalle asti

Mikäli harjoituksessa on tarkoitus käyttää kahta dieselgeneraattoria, voidaan molemmat käynnistää. Käynnistyksen jälkeen tulee käydä katsomassa generaattoreiden moottoritiloihin, ettei siellä näy vuotoja tai sinne kuulumattomia esineitä.

6.4 Generaattoreiden kytkentä päätauluun manuaalisesti

Molemmat generaattorit on mahdollista kytkeä päätauluun manuaalisesti päätaulun painikkeilla, jotka sijaitsevat pääkeskuksen kennossa 3. Kun molemmat

generaattorit ovat käynnissä, mutta niitä ei ole kytketty päätauluun, palaa molempien pääkytkimien punaisissa auki painikkeissa 3SH21 ja 3SH31 valot, eli kytkimet 1Q1 ja 4Q1 ovat auki.

Generaattori 1 kytketään päätauluun painamalla kennossa 3 sijaitsevaa pääkytkimen 1Q1 vihreää kiinni painiketta 3SH22. Kytkemisen jälkeen vihreään painikkeeseen syttyy valo, joka ilmaisee, että pääkytkin 1Q1 on kiinni. Samanaikaisesti punaisen auki painikkeen valo sammuu. Generaattorin pääkytkimen tilaa ilmaisevat valot löytyvät myös kennosta 1 dieselmoottorin käynnistys- ja pysäytyspainikkeiden alapuolelta, auki 1H1 ja kiinni 1H2.

Generaattori 2 kytketään päätauluun painamalla kennossa 3 sijaitsevaa pääkytkimen 4Q1 vihreää kiinni painiketta 3SH32. Kytkemisen jälkeen vihreään painikkeeseen syttyy valo, joka ilmaisee, että pääkytkin 4Q1 on kiinni. Samanaikaisesti punaisen auki painikkeen valo sammuu. Generaattorin pääkytkimen tilaa ilmaisevat valot löytyvät myös kennosta 4 dieselmoottorin käynnistys- ja pysäytyspainikkeiden alapuolelta, auki 4H1 ja kiinni 4H2.

6.5 Sähköpäätaulun kiskokatkaisija

Sähköpäätaulu on jaettu kahteen osaan kennon 3 B osassa sijaitsevalla mekaanisella kiskokatkaisijalla. Jos kiskokatkaisija on auki, pystytään molemmat generaattorit kytkemään päätauluun tahdistamatta. Tällöin generaattori 1 syöttää päätaulun vasenta puolta ja generaattori 2 päätaulun oikeaa puolta. Kiskokatkaisijassa on lukitusolenoidi, joka estää katkaisijan kytkemisen kiinni, mikäli molemmat generaattorit on kytketty tauluun katkaisijan ollessa auki. Kiskokatkaisijaa ei voi myöskään kytkeä kiinni, mikäli kumpikaan generaattoreista ei ole kytketty päätauluun. Lukitusolenoidi vaatii toimiakseen 230 VAC:n jännitteen, ja tämä jännite on läsnä vain, kun sähköpäätaulun kiskoissa on jännite.

6.6 Generaattoreiden tahdistaminen manuaalisesti

Generaattoreiden tahdistamisen lähtötilanteena toinen generaattoreista tai maistasyöttö on kytkettynä sähköpäätauluun ja sähköpäätaulun kiskokatkaisija on kiinni. Tahdistamisen edellytyksenä on, että tahdistusehdot täyttyvät. Tahdistamisen neljä oleellista asiaa ovat: jännite, taajuus, vaihekulma ja vai-

hejärjestys, joiden tulee olla samat tahdistettavassa generaattorissa ja verkossa, johon generaattoria ollaan tahdistamassa. Päätaulun kautta manuaalisesti suoritettavassa tahdistuksessa ainoastaan generaattorin taajuuteen pystytään vaikuttamaan nostamalla tai laskemalla generaattorin dieselmoottorin kierroslukua. Generaattorin kytkennän oikea vaihekulma nähdään synkronoskoopista tai synkronointilampuista. Synkronoskooppi estää generaattorin kytkemisen väärään aikaan, sillä kytkentäpainikkeen signaali kulkee synkronoskoopin sisäisen releen kautta ja tämä rele mahdollistaa signaalin kulun ainoastaan mittarin sync-merkkivalon palaessa. Generaattoreiden oikea vaihejärjestys on tarkastettu koekäyttöjen yhteydessä ja generaattoreiden jännitteensäädöstä vastaa niiden sisäinen jännitteensäätöyksikkö, eli avr.

Kun sähköpäätaulu saa virran maistasyötöstä, on sekä generaattori 1 että generaattori 2 tahdistettava päätaulussa olevaan sähköverkkoon. Maistasyötön tahdistuksessa voimalaitoksen kytkimillä ei pystytä muuttamaan Suomen sähköverkkoa, vaan maistasyötön synkronointi tapahtuu muuttamalla voimalaitoksen verkon parametrejä siihen kytkettyjen generaattoreiden asetuksia muuttamalla. Maistasyötön synkronointiin liittyvät valvontalaitteet sijaitsevat kennon 4 ovien takana, mutta niiden asetusten määrittämistä ei käydä läpi tässä opinnäytetyössä. Maistasyöttöä ei myöskään ole vielä toistaiseksi kertaakaan kokeiltu, joten laadittu ohje ei myöskään sisällä tietoa siitä.

Voimalaitoksen sähköpäätaulun kiskojen ollessa jännitteiset aloitetaan siihen kytkettävän generaattorin tahdistaminen käynnistämällä kyseinen generaattori. Kun generaattori on käynnissä ja sen tuottama sähkö tulee aina generaattorikatkaisijalle 1Q1 tai 4Q1 asti, siirrytään kennon 3 kohdalle. Kennon 3 A osan kytkimellä 3S6, tahdistettavan valinta, valitaan mitä laitetta päätaulun verkkoon ollaan tahdistamassa. Jos halutaan tahdistaa generaattori 1 päätaulun verkkoon, kytkin käännetään kohtaan DG1. Tahdistettaessa generaattoria 2, kytkin käännetään kohtaan DG2 ja maistasyöttöön tahdistusta varten kytkin käännetään kohtaan SHORE.

Kun tahdistettava sähkölähde on valittu, alkaa kennon A osan mittareissa näkyä arvoja ja valoja. Keskimmäiset mittarit näyttävät molempien verkkojen jännitteen ja taajuuden. Kun mittareiden viisarit osoittavat kohti toisiaan, ovat

verkkojen jännite ja taajuus samat. Näiden mittareiden alla on synkronoskooppi ja synkronointilamput.

Mikäli synkronoskoopin valo kiertää vastapäivään, on tahdistettavan generaattorin taajuus liian pieni päätaulun taajuuteen nähden ja generaattorin dieselmoottorin pyörintänopeutta tulee nostaa. Jos valo kiertää myötäpäivään, on tahdistettavan generaattorin taajuus liian korkea päätauluun nähden ja generaattorin dieselmoottorin pyörintänopeutta tulee pienentää. Tahdistettavan generaattorin taajuus, eli dieselmoottorin kierrosnopeus, on hyvä säätää hieman verkon taajuutta suuremmaksi, jolloin tahdistettavalle generaattorille tulee heti kytkennän jälkeen vähän kuormaa ja vältetään takateholle joutuminen.

Generaattoreiden kierrosnopeuksia säädetään päätaulun kennon 3 A osan kytkimillä DG1 rpm ja DG2 rpm. Nämä kytkimet on kytketty Deifeihin ja Deifit välittävät kierrosnopeuden muutoskäskyt puolestaan ComApeille. Kummankin generaattorin ohjainyksikkö ComAp välittää kierrosluvun säädön generaattorin dieselmoottorin governorille, joka muuttaa polttoaineen syöttömäärää ja täten moottorin kierroslukua. Päätaulun kytkimiä voi käyttää nopeasti kääntämällä, jolloin kierrosluku muuttuu asteittain tai pitämällä käännettynä, jolloin kierrosluku muuttuu jatkuvasti.

Kun tahdistettavan generaattorin verkko on saatu säädettyä lähes samoihin arvoihin kuin päätaulun verkko, taajuus hieman korkeammaksi ja synkronoskoopin ledi kiertää rauhallisesti myötäpäivään, voidaan valmistautua tahdistettavan generaattorin kytkentään. Kytkentä tapahtuu kennon 3 A osan vihreillä painikkeilla. Generaattorin 1 kiinnikytkennän painike on 3SH22, generaattorin 2 3SH32 ja maistasyötön 3SH42. Tahdistettava generaattori kytketään kiinni, kun synkronoskoopin kiertävä punainen ledi on kello 12 kohdalla ja sen sync ja ϕ ok ledit palavat.

Tahdistettavan generaattorin kiinnikytkennän jälkeen on sille siirrettävä kuormaa päätaulun sähköverkosta. Kuorman siirto tapahtuu nostamalla generaattorin kierrosnopeutta antamalla generaattorin dieselmoottorille lisää kaasua. Päätaulun verkon kuormituksen mukaan kaasun lisääminen saattaa alkaa nostaa päätaulun verkon taajuutta. Tätä tulee seurata joko taajuusmittareista,

tai Deifejen näytöiltä. Mikäli päätaulun verkon taajuus alkaa kasvaa, tulee siihen kytketyn toisen generaattorin kierrosnopeutta säätää pienemmäksi, jolloin sen dieselmoottorin tuottama mekaaninen teho pienenee ja kuormitus siirtyy. Jos voimalaitos on kytketty maistasyöttöön, ei generaattoreiden dieselmootto- reiden kierrosnopeudella pystytä muuttamaan verkon taajuutta. Tällöin diesel- mootto- reiden kaasun lisäys kasvattaa mootto- reiden tuottamaa mekaanista te- ho- a, joka sitten muutetaan generaattoreissa sähkötehoksi ja syötetään mais- tasyötön kautta oppilaitoksen sähköverkkoon.

6.7 Generaattoreiden kytkentä irti päätaulusta

Ennen generaattoreiden pääkatkaisijoiden avaamista tulee niiden kuormitus saada mahdollisimman pieneksi. Mikäli tarkoituksena on kytkeä vain toinen generaattori irti päätaulusta, tulee sen kuorma siirtää ennen irtikytkentää käyt- töön jäävälle generaattorille. Kuorman siirto tapahtuu pienentämällä irti kytket- tävän generaattorin dieselmoottorin kierroslukua ja nostamalla käyttöön jää- vän generaattorin dieselmoottorin kierroslukua. Tällä pyritään saamaan irti kyt- kettävän generaattorin tehomittari lähelle arvoa 0 kW. Jos päätaulu on tarkoi- tus tehdä kokonaan jännitteettömäksi, ei viimeisenä päätaulua syöttävän ge- neraattorin kuormaa saa täysin pois, mutta kuorma on niin pieni, että gene- raattorin voi silti kytkeä irti.

Generaattoreiden ja maistasyötön irtikytkennät tehdään päätaulun kennon 3 A osan punaisilla auki painikkeilla. Generaattorin 1 auki painike on 3SH21, ge- neraattorin 2 3SH31 ja maistasyötön 3SH41. Kun aukipainiketta painaa, kyt- keytyy generaattorikatkaisija auki irrottaen generaattorin päätaulun verkosta. Irti kytketyn generaattorin punaiseen painikkeeseen syttyy valo ja generaatto- rin kennossa syttyy myös punainen valo ilmaisten generaattorikatkaisijan ole- van auki.

6.8 Generaattoreiden dieselmootto- reiden sammutus

Voimalaitoksen generaattoreiden dieselmoottorit sammutetaan kummankin generaattorin ohjauksen kennoista. Generaattorin 1 moottorin sammutuspai- nike sijaitsee kennossa 1 ja generaattorin 2 kennossa 4. Painikkeen painami-

nen välittää sammutuskäskyn generaattorin toimintaa valvovalle Deifille. Sammutuskäskyn saatuaan Deif aloittaa generaattorin jäähdytyskäytön, joka on määritetty kestämään 120 sekuntia. Kun jäähdytyskäyttö on suoritettu, lähettää Deif sammutuskäskyn kyseisen generaattorin ComApille ja ComAp sammuttaa moottorin.

Jos generaattorin kuormitus on ollut pientä, tai se on käynyt kuormittamattomana jonkin aikaa, voidaan jäähdytyskäyttö ohittaa. Jäähdytyskäytön ohitus tapahtuu painamalla punaista moottorin sammutuspainiketta toisen kerran. Tällöin Deif välittää sammutuskäskyn välittömästi ja moottori sammutetaan.

Koska voimalaitos sijaitsee oppilaitoksella, tulee kummankin generaattorin hätäseis painikkeet pitää painettuna aina kun generaattoreita ei käytetä. Tällä tavalla vältetään generaattoreiden vahinkokäynnistykset, jotka voivat pahimmillaan aiheuttaa henkilö- tai omaisuusvahinkoja. Täysin sähköttömän päätaulun käynnistäminen vahingossa on epätodennäköistä, mutta mahdollista.

7 VOIMALAITOKSEN KÄYNNISTÄMINEN SÄHKÖKATKOKSEN AIKANA

Oppilaitoksen voimalaitos voidaan käynnistää myös sähkökatkoksen aikana, jolloin oppilaitoksen verkosta ei tule virtaa Deifeille. Ainut ehto on, että dieselmoottoreiden 12 voltin käynnistysakuissa on riittävästi virtaa moottoreiden käynnistämiseen. Harjoiteltaessa tilanne vastaisi laivalla tapahtuvaa sähkökatkosta, eli black outia.

Oppilaitoksen voimalaitoksen kohdalla ennen voimalaitoksen käynnistystä tulee kuitenkin suorittaa generaattoreiden ja niiden moottoreiden esivalmistelut ja tarkastukset, sekä viedä joku generaattorihuoneeseen valvomaan.

Täysin sähköttömässä tilassa olevassa päätaulussa tulee ensin kääntää kennon 3 ohjaustavan valintakytkin 3S3 asentoon switchboard control. Tämän jälkeen dieselgeneraattorin 1 pystyy käynnistämään sen käynnistyspainikkeella kennossa 1. Käynnistyksen jälkeen odotetaan, että generaattori alkaa tuottaa sähköä ja päätauluun alkaa syttyä valoja.

Seuraavaksi generaattori 1 tulee kytkeä kiinni päätauluun. Kiinnikytkeä tapahtuu kennon 3 DG1 kiinni painikkeella 3SH22. Tahdistusta ei tarvitse tehdä, koska päätaulun sähköverkko on jännitteetön. Kun generaattori 1 on kytketty kiinni päätauluun, käynnistyvät päätaulun eri laitteet ja generaattoreiden ohjaimet, eli Deifit. Kun Deifit ovat käynnissä, voidaan voimalaitoksen käyttöä jatkaa halutulla tavalla.

Mikäli generaattorin 1 dieselmoottoria ei saada käyntiin, voidaan generaattori 2 käynnistää paikallisesti sen ComApilta generaattorihuoneessa. Kun generaattori 2 on saatu käyntiin, voidaan se kytkeä sähköpäätauluun kennon 3 vihreällä DG2 kiinni kytkimellä 3SH32, jonka jälkeen generaattori 2 sähköistää päätaulun.

8 HUOLTO-OHJEISTUS VOIMALAITOKSELLE

Voimalaitoksen käyttöiän maksimoimiseksi ja huoltokustannusten minimoimiseksi on tärkeää noudattaa ei laitevalmistajien huolto- ja ylläpito-ohjeita. Huolto ja ylläpito pitävät sisällään tietyn määräajoin suoritettavia määräaikaishuoltoja, sekä eri käyttötilanteiden tai käyttämättömyyden aikaansaamia erikoishuoltoja.

Määräaikaishuolloissa yksi tärkeimmistä on dieselmoottoreiden öljynvaihto. Määräajoin suoritettavan öljyvaihdon aikaväliin vaikuttaa moottorin tyyppi ja käyttötapa. Erilaisissa moottoreissa on eri öljyntilavuus ja pienempi öljyntilavuus nopeuttaa öljyلاadun heikkenemistä. Öljyn laadulla on myös suuri vaikutus öljyn kestävyteen. Synteettiset moottoriöljyt pitävät yllä voiteluominaisuutensa yleensä pidempään kuin mineraaliöljyt. Moottorin kuormituksella on myös vaikutuksensa öljyn käyttöikään. Raskas kuormitus kuormittaa myös moottoriöljyä lyhentäen sen käyttöikää. Moottorissa käytettävän polttoaineen laatu vaikuttaa osaltaan öljyn käyttöikään. Huonolaatuinen polttoaine voi saastuttaa moottoriöljyä lyhentäen öljyn käyttöikää. Myös moottorissa käytettävän öljynsuodattimen laadulla on merkitystä öljyn käyttöikään. Laadukkaampi öljynsuodatin pystyy suodattamaan öljyn seasta partikkeleita tehokkaammin, pidentäen samalla öljyn käyttöikää. [Ylivakeri S. 2022.]

Säännöllisesti suoritettu öljynvaihto lisää moottorin suojausta kulumista ja epäpuhtauksia vastaan. Puhdas moottoriöljy vähentää kitkaa eri osien välillä. Pienempi kitka vaikuttaa eri osien ja esimerkiksi laakereiden kulumiseen ja pidentää moottorin käyttöikää. Kun moottorin sisäinen kitka on pieni, pienentää se myös polttoaineen kulutusta parantaen moottorin hyötysuhdetta. Likainen öljy voi vaikuttaa myös moottorin päästöjen hallintaan tukkimalla tai vaikuttamalla päästöjä ohjaavia järjestelmiä. [Ylivakeri S. 2022.]

Moottoreiden valmistajat tekevät paljon testejä ja tutkimuksia moottoreilleen laboratorioissa. Näissä tutkimuksissa moottoreita käytetään normaalia käyttöä vastaavissa tilanteissa ja samalla selvitetään tarvittavaa öljynvaihtoväliä. Testeissä moottoreita puretaan ja tarkastetaan tietyin aikavälein ja öljynvaihdon aikavälin vaikutuksia selvitetään.

Rutiininomaisia huoltotoimenpiteitä tulee suorittaa päivittäin tai tietyn käyttöajan ylityttyä. Päivittäin, tai ennen voimalaitoksen käyttöä, on hyvä tarkastaa ilmansuodattimen puhtaus, ilmanottoputkien kunto, jäähdyttimen nestemäärä, ahtoilman putkisto, kampikammion huohottimen putkisto, apulaitehihnat, moottoriöljymäärä ja jäähdytyspuhallin. Määräajoin suoritettavat tarkastukset ovat avainasemassa moottorin käyttöiän maksimoimisessa. [Cooper K. 2024.]

Määräajoin suoritettavien huoltojen lisäksi on myös haastavampia huoltotehtäviä, jotka suorittamalla moottorin päästöjä saadaan pienennettyä ja käyttöikää pidennettyä. Näihin huoltoihin kuuluvat venttiileiden säätö, turboahtimen huolto ja jakohihnan vaihto. Nämä huollot ja tarkastukset suorittamalla moottorin käyttöikä saadaan maksimoitua ja moottorin päästöt ja kulutus minimoitua. [Cooper K. 2024.]

Tähän lukuun on koottu voimalaitoksen käytön ja ylläpidon kannalta oleelliset eri laitevalmistajien huolto-ohjeet.

8.1 Dieselmoottoreiden tarkastukset ja huolto

Luvussa 8.1 käydään läpi dieselmoottorin tarkastukset, huollot ja erikoistoi-
menpiteet.

8.1.1 Päivittäiset tarkastukset

Moottoreiden valmistaja on määrittänyt dieselmoottoreille tehtäviä tarkastuksia. Tarkastuksista osa on määrätty tehtäväksi päivittäin ja osa harvemmin. Päivittäiset tarkastukset tulee suorittaa aina kun dieselmoottoria on tarkoitus käyttää, eli esimerkiksi aina niinä päivinä, jolloin voimalaitosta on tarkoitus käyttää opetustarkoituksessa.

Aina ennen dieselmoottorin käyttöä suoritettavat tarkastukset ovat:

- Moottoriöljyn määrän tarkastus
- Jäähdytysnestemäärän tarkastus
- Jäähdyttimen puhtauden tarkastus
- Ilmansuodattimen puhtauden tarkastus

Edellä mainittujen lisäksi harvemmin suoritettavat tarkastukset ovat:

- Veden poisto polttoaineen esisuodattimesta (150 tuntia)
- Akkunesteen määrän tarkastus ja liittimien puhdistus puolivuositain

8.1.2 Määräaikaishuollot

Moottoreiden valmistajan suositukset määräaikaishuolloille ja niiden aikaväleille ovat seuraavat:

- Apulaitehihnan kunnon ja kireyden tarkastus (300 tuntia)
- Moottoriöljyn ja öljynsuodattimen vaihto (600 tuntia tai vuosittain)
- Polttoainesuodattimen vaihto (600 tuntia tai vuosittain)
- Polttoaineen esisuodattimen vaihto (600 tuntia tai vuosittain)
- Pakoputken kunnon tarkastus (puolivuositain)
- Veden/höyryjen poisto polttoainesäiliöstä (puolivuositain)
- Kiilahihnan vaihto (1200 tuntia)
- Ilmansuodattimen vaihto (1200 tuntia)
- Jäähdytysnesteen vaihto (1200 tuntia tai 2 vuoden välein)

Yllä mainittujen määräaikaishuoltojen aikaväleissä maininnat vuosittain, puolivuositain tai 2 vuoden välein, tarkoittavat sitä, että huollot on suoritettava kyseisenä aikavälinä, vaikka käyttötunnit eivät täytyisikään.

8.1.3 Erikoishuollot

Moottoreiden valmistajan ohjeissa on myös muutama erikoishuolto. Nämä huollot ja niiden huoltovälit ovat seuraavat:

- Turboahntimen puhdistus (1200 tuntia)

- Esi- tai jälkilämmitysjärjestelmän kunnan tarkastus (1200 tuntia)
- Ruiskutuksen kalibrointi (1800 tuntia)
- Ruiskutuspumpan huolto (3000 tuntia)
- Venttiilihaarojen ja -vipujen väljyyden tarkastus (3000 tuntia)

Voimalaitoksen dieselmootoreihin ei ole asennettu esi- ja jälkilämmitysjärjestelmää, joten sen tarkastaminen ei ole suoritettavissa.

8.1.4 Pitkät käyttökätkot

Moottoreiden valmistaja on määritellyt pitkän käyttökätkon ajaksi yli kaksi kuukautta. Mikäli moottoria ei käytetä, kasvaa riski, että sen sisäiset osat ja ruiskutusjärjestelmän osat hapettuvat. Voimalaitoksen käytön kannalta pitkä käyttökätko on ilmeinen etenkin kesälomajakson aikana.

Ennen pitkää käyttökätkoa tulee moottoreille tehdä seuraavat toimenpiteet:

1. Moottori käytetään lämpimäksi ja valutetaan moottoriöljy öljypohjasta
2. Moottorin öljytila täytetään suojaavalla 30/M-öljytyypillä mittatikun minimirajaan asti.
3. Moottori käynnistetään ja sen annetaan käydä noin 5 minuuttia
4. Polttoaine valutetaan ruiskutusjärjestelmästä, suodattimesta ja ruiskutuspumpan putkista
5. Polttoaineen imuputki siirretään säiliöön, jossa on suojaavaa CFB-nestettä. Neste syötetään polttoainejärjestelmään paineistamalla järjestelmä ja käyttämällä moottoria noin 2 minuuttia, estäen ensin ruiskutusjärjestelmän toiminta
6. Tämän jälkeen laitetaan noin 80 g 30/M-öljyä turboahtimen imuaukon kautta ilmanottojärjestelmään
7. Moottorin imu-, syöttö-, ilmanotto- ja poistoaukot suljetaan tulpilla tai teipillä
8. Moottorin öljypohja tyhjennetään suojaöljystä. Tyhjennetyllä 30/M-öljyllä voidaan valmistella moottori pitkää käyttökätkoa varten vielä kaksi kertaa
9. Moottoriin, ohjauspaneeliin ja päätauluun kiinnitetään merkinnät MOOTTORISSA EI ÖLJYÄ.

Mikäli käyttökätko pitkittyy, tulee ohjeen vaiheet 2–7 suorittaa uudelleen aina 6 kuukauden välein uudelleen.

Seuraavaan listaan on kerätty toimenpiteet, jotka tulee suorittaa pitkän käyttökätkön jälkeen:

1. Suoritetaan moottoriöljyn vaihto
2. Tyhjennetään polttoainejärjestelmä

3. Poistetaan asennetut tulpat/teipit imu-, syöttö-, ilmanottojärjestelmistä ja poistoaukoista
4. Liitetään turboahtimen imuaukko ilmansuodattimeen
5. Liitetään polttoainejärjestelmä polttoainesäiliöön
6. Liitetään polttoainejärjestelmän paluuletku polttoainesäiliöön vasta kun järjestelmä on täytetty ja suojaava neste on valutettu erilliseen astiaan
7. Käynnistetään moottori ja odotetaan, että joutokäyntinopeus tasaantuu
8. Tarkistetaan, että ohjauspaneelin lukemat ovat sallituissa rajoissa ja varoistusvalot eivät pala
9. Pysäytetään moottori
10. Poistetaan moottorista ja ohjauspaneelistä MOOTTORISSA EI ÖLJYÄ -merkinnät.

8.2 Generaattoreiden tarkastukset ja huolto

Stamfordin ohjeissa generaattoreiden tarkastuksiin ja huoltoon liittyen kiinnitetään huomiota seuraavissa alaluvuissa esitettyihin asioihin.

8.2.1 Käämitysten tarkastus

Generaattoreiden käämien eristysresistanssia tulee mitata ja seurata koko generaattorin elinajan. Uuden generaattorin eristysresistanssi on yli 100 M Ω . Käämitysten kostumisella on kuitenkin suuri vaikutus eristysresistanssin arvoon. Mikäli generaattori on toimitettu käyttöpaikalleen kuivana ja generaattoria on säilytetty oikeanlaisissa ilmasto-oloissa, sen tyyppinen eristysresistanssin arvo on noin 25 M Ω . (Stamford 2020, luku 7.8.3.)

Mikäli generaattoreiden eristysresistanssin arvo on hetkellisesti poikkeuksellisen matala, alle 1 M Ω , viittaa se käämityksen kostumiseen. Eristysresistanssi voidaan palauttaa normaalille tasolle suorittamalla käämityksen kuivaus. Käämityksen kuivaamiseen on olemassa kolme eri toteutustapaa. (Stamford 2020, luku 7.8.7.)

Generaattorin ollessa suhteellisen uusi ja hyvässä kunnossa, mutta sitä ei ole käytetty hetkeen ja se sijaitsee kosteassa ja viileässä tilassa, esimerkiksi ulkona, voidaan se yrittää kuivattaa käyttämällä sitä magnetoimatta. Generaattorin jännitteensäätimestä irrotetaan liitin liittimien K1 ja K2 väliltä, jotta generaattoria voidaan käyttää ilman magnetointia. Generaattoria tulee käyttää noin

10 minuuttia, jonka jälkeen eristysresistanssi mitataan uudelleen. Mikäli eristysresistanssi on yli 1 M Ω , voidaan generaattori ottaa jälleen käyttöön. (Stamford 2020, luku 7.8.7.1.)

Generaattorin käämitys voidaan kuivata myös käyttämällä sähköisiä lämmityspuhaltimia, joiden teho on 1–3 kW. Ensin poistetaan kaikki generaattorin aukkojen suojana olevat pellit, jotta ilma pääsee kulkemaan vapaasti käämitysten kautta ja kosteus poistumaan kunnolla. Lämmittimet tulee asettaa vähintään 300 millimetrin päähän käämityksistä, jotta käämitykset eivät ylikuumene ja niiden eristeet vaurioidu. Eristysresistanssi mitataan 30 minuutin välein ja tuloksista piirretään kuvaajaa, jonka avulla kuivumista pystytään seuraamaan. (Stamford 2020, luku 7.8.7.2.)

Käämityksen kuivaus on mahdollista myös oikosulkemalla käämit. Tämä kuivaustapa edellyttää kuitenkin pätevää ammattilaista, jolla on kokemusta oikosulkukuivauksesta ja kyseisestä generaattorityypistä, joten en käy tätä tapaa tarkemmin läpi. Nykyisessä toimintaympäristössään oppilaitoksen generaattoreiden käämityksen kostuminen on kuitenkin hyvin epätodennäköistä. (Stamford 2001, luku 7.1.2.)

Generaattorin käämityksen kuivuminen ja eristysresistanssin kasvu eivät tapahdu suoraviivaisesti. Kuivaamisen alussa resistanssi lähtee kasvamaan, mutta jonkin ajan päästä se laskee uudelleen, kunnes kasvaa jälleen vaadittua 1 M Ω arvoa suuremmaksi. Lopulta eristysresistanssi saavuttaa arvon, joka pysyy vakaana, merkiten käämityksen kuivumista. Kun resistanssiarvo pysyy tassaena, tulee kuivaamista jatkaa vielä 1 tunnin ajan. (Stamford 2001, luku 7.1.2.)

Eristysresistanssi mitataan generaattorin vaiheiden väliltä, sekä jokaisen vaiheen ja maadoituksen väliltä. Ennen mittauksia tulee jännitteensäädin kytkeä irti, resistiivisten lämpöantureiden johtimet maadoittaa ja magnetointikoneen diodit oikosulkea, lisäksi tulee kiinnittää huomiota muihin mahdollisesti asennettuihin komponentteihin, jotka voivat vaurioitua tai vääristää arvoja eristysresistanssimittauksessa. Käämitysten eristysresistanssin mittauksen tulee olla osa säännöllistä huoltoa, jonka lisäksi eristysresistanssi on mitattava pitkien käyttökatkojen jälkeen, sekä silloin, jos on epäily käämityksen mahdollisesta

kostumisesta. Eristysresistanssin mittaamisessa käytetään 500 V jännitettä. Mittauksen täysi jännite johdetaan käämitykseen vain sen aikaa, että saadaan eristysresistanssi mitattua. (Stamford 2001, luku 7.1.1.)

8.2.2 Generaattorin laakerit

Kaikki generaattorin laakerit ovat tyypiltään suljettuja, eikä niitä ole mahdollista rasvata käyttäjän toimesta. Laakereiden tavanomaista nopeampaan kulumiseen vaikuttavat muun muassa ympäröivä ilmasto ja käyttöolosuhteet. Mikäli generaattori on sijoitettu tärinälle alttiiseen ympäristöön, ja sitä ei käytetä, voi tärinä saada aikaan sen, että laakereiden kuulat kaivertavat liukupintaan uria ja itse kuulat tasoittuvat. Kosteaa ilma puolestaan voi aiheuttaa laakereiden rasvan emulsoitumista, joka puolestaan aiheuttaa korroosiota laakerin sisällä. Mikäli generaattorin ja sitä käyttävän dieselmoottorin akselit eivät ole samassa linjassa, aiheuttaa se aksiaalista tärinää generaattoriin, mikä puolestaan rasittaa laakereita tarpeettomasti. (Stamford 2001, luku 7.2.)

Suoranaista ohjeistusta laakereiden vaihdolle on vaikea antaa, mutta laakerit tulisi uusida jokaisen suuremman huollon yhteydessä. Tämän lisäksi tulee kiinnittää huomiota erilaisiin ääniin ja äänien muutoksiin, sekä tärinään generaattorin käytön yhteydessä. Jos näihin merkkeihin ei kiinnitetä huomiota, voi alkava laakerivika jäädä huomaamatta ja laakeri voi hajota kokonaan. (Stamford 2001, luku 7.2.)

8.2.3 Generaattorin puhdistaminen

Generaattoreiden puhdistuksessa tärkeintä on suodattimien puhdistus. Generaattorit ovat ilmajäähdytteiset ja riittävän jäähdytystehon varmistamiseksi suodattimet tulee tarkastaa ja puhdistaa säännöllisesti. Suodattimet irrotetaan niiden telineistä ja ne huuhdellaan tai pestään sopivalla puhdistusaineella, kunnes ne ovat puhtaat. Suodattimien puhtaus pesun jälkeen voidaan tarkastaa asettamalla suodattimet valon eteen ja katsomalla niiden läpi. Suodattimissa ei tule näkyä erisävyisiä laikkuja.

9 VIANETSINTÄ

Tässä luvussa käydään läpi häiriöitä ja ongelmia, joita koettiin voimalaitoksen koekäyttöjen yhteydessä. Eri laitteiden kohdalla koettuihin ongelmiin on lisätty myös ohjeistus, jonka avulla ongelma voi olla mahdollista ratkaista.

9.1 ComAp

Mikäli ComApiin ei tule virta ja sen käyttöpaneeli on sammuksissa, tulee tarkastaa generaattorin käynnistysakun kytkentä ja jännite, sekä generaattorikotelon sähkökeskuksessa sijaitsevat sulakkeet.

ComAp on myös näyttänyt virheellistä öljynpainetta, polttoainemäärää, sekä jäähdytysnesteen lämpötilaa. Tämän vian ilmetessä on tarkastettava analogisten tulojen liitännät, erityisesti maadoitukset. Tämän jälkeen tarkastetaan ComApiin ja käynnistysakun välinen maadoitus. Virheellisten tietojen ilmettyä on suositeltavaa käynnistää dieselmoottori ComApiin käyttöpaneelin kautta, jotta sen näytöltä pääsee heti tarkkailemaan mitattuja arvoja ja niiden mahdollisia heittäjiä.

9.2 Dieselmoottorit

Jos dieselmoottoreiden käytössä ilmenee ongelmia, tai ne eivät käynnisty ollenkaan, on hyvä aloittaa vianetsintä moottoreita ohjaavan ohjainlaitteen, ComApiin näytöltä ja siellä kohdasta hälytyslista. Alas painettu hätäseispainike estää moottoreiden käynnistämisen niin paikallisesti kuin päätaulusta käsin.

Koekäyttöjen yhteydessä dieselmoottoreiden anturitiedoissa ilmeni häiriöitä, jotka aiheuttivat moottorin sammumisen heti käynnistyksen jälkeen. Näistä virheellisistä signaaleista jäi kuitenkin tiedot ComApiin hälytyslistaan. Välittömän sammutuksen aiheuttavia häiriöitä olivat moottorin kierrosnopeuden puuttuminen, sekä öljynpainetiedon ja jäähdytysnesteen lämpötilatiedon puuttuminen.

Koekäyttöjen yhteydessä ilmeni myös häiriöitä, jotka aiheuttivat moottorin sammumisen jonkin ajan kuluttua sen käynnistämisen jälkeen. Näitä ongelmia

aiheuttivat virheelliset öljynpaine- ja jäähdytysnesteen lämpötilan tiedot. Ohjainyksikön saamien signaalien mukaan öljynpaine oli liian alhainen ja jäähdytysnesteen lämpötila puolestaan liian korkea, ja ne aiheuttivat moottorin sammumisen yksin tai yhdessä.

9.3 Sähköpäätaulu

Ensimmäisten koekäyttöjen yhteydessä sähköpäätaulun generaattorikatkaisijoille ei tullut jännitettä, vaikka generaattorit olivat käynnissä. Generaattorikoteloitten sähkökeskuksissa on omat generaattorikatkaisijansa kummallekin generaattorille ja mikäli ne eivät ole kytkettynä, ei generaattoreiden jännite tule sähköpäätaululle.

Jos sähköpäätaulun yksittäisissä laitteissa ilmenee toimintaongelmia tai laitteilta puuttuu virta, löytyy jokaisen sähköpäätaulun kennon 1–6 A-osan oven takaa kyseisen kennon toimilaitteisiin vaikuttavia sulakkeita ja johdonsuojakatkaisijoita. Kaikki sulakkeet, johdonsuojakatkaisijat, kontaktorit, ja muut päätaulun sisäiset laitteet on dokumentoitu erilliseen oppilaitoksen henkilökunnalle jaettuun taulukkoon ja tätä taulukkoa kannattaa hyödyntää päätaulun vianetsinnässä.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Ajatus voimalaitoksen manuaalisen käyttöohjeen laadinnasta lähti liikkeelle opintojen edetessä. Eri kursseilla suoritettujen voimalaitoksen ja sen sähköpäätaulun laitteiden selvitystyöt, sekä piirikaavioihin tutustuminen toivat esille voimalaitoksen käyttöohjeistuksen puutteellisuuden. Voimalaitoksen käytölle ei ollut ollenkaan ohjeita, vaan materiaali koostui lähes pelkästään piirikaavioista.

Materiaalin vähyys johti siihen, että opinnäytetyön toteutuksessa huomattava aika kului päätaulun toiminnan selvityksessä, puuttuneiden kytkentöjen suunnittelussa ja toteutuksessa, sekä jo tehtyjen kytkentöjen tarkastuksessa ja korjauksessa. Samalla koottiin kattavasti kaikkien toimilaitteiden, mittareiden, moottoreiden, moottoroitujen katkaisijoiden, generaattoreiden, sekä eri ohjainlaitteiden käyttöohjeet helposti saataville.

Suuren selvitystyön ja ohjeiden etsinnän jälkeen voimalaitos saatiin ensimmäisen kerran käyntiin ja generaattorit tahdistettua ja kytkettyä sähköpäätauluun. Tämän jälkeen ilmeni vielä joitakin ongelmia muun muassa generaattoreiden dieselmootoreiden ohjainlaitteiden antureiden signaaleissa ja niiden syitä selvitettiin ja tehdyt havainnot dokumentoitiin tämän opinnäytetyön vianetsinnän lukuun.

Voimalaitoksen koekäytön yhteydessä suoritettiin kattavaa dokumentointia ja kokeiltiin erilaisia käytön variaatioita, jotta laadittavasta käyttöohjeesta saatiin mahdollisimman kattava ja selkeä, ja että käyttöohjeen kuviin saatiin oikeat merkkivalot palamaan, jotta ohjeen seuraaminen on helppoa. Käyttöohje laadittiin Microsoft PowerPoint ohjelmalla ja siihen sisällytettiin mahdollisimman paljon kuvia ja vähän tekstiä. Kauppalaivaharjoittelujen tuoman kokemuksen myötä voitiin päätellä, että paljon kuvia sisältävä ohje on huomattavasti käyttäjäystävällisempi kuin pelkkää tekstiä sisältävä. Ohjeesta itsestään saatiin riittävän kattava, jotta voimalaitoksen manuaalista käyttöä voidaan alkaa harjoitella opetuskäytössä.

Opinnäytetyön ohessa koottu voimalaitoksen huolto-ohje toi esille paljon tärkeitä asioita, jotka tulee ottaa huomioon jatkossa, jotta voimalaitoksen käyttöikä saadaan maksimoitua. Laittevalmistajien ohjeita läpikäydessä kävi ilmi asioita, jotka ovat jo jääneet suorittamatta ja joilla on mahdollisia vaikutuksia ei pelkästään käyttöikään vaan myös käyttöturvallisuuteen. Nämä seikat ovat herättäneet myös keskustelua siitä, kenen vastuulle voimalaitoksen ylläpito ja lain määräämät tarkastukset kuuluvat ja tulevat kuulumaan jatkossa.

Voimalaitoksen kehittäminen erilaisten hankkeiden voimin on myös aikaansaanut omat haasteensa. Eri hankkeissa on kehitetty eri osa-alueita ja näiden asioiden yhteensovittaminen aiheuttaa haasteita ja tuo osaltaan tarvetta lisäsuunnittelulle. Voimalaitoksen sähköverkko on suunniteltu laivojen sähköntuotantoa mukaillen it-verkoksi ja se tuo omat käyttöhaasteensa, koska sähköverkossa ei ole nollaa käytettävissä. Ongelma on ratkaistavissa lisäämällä voimalaitokseen muuntajia, mutta ne puolestaan aiheuttavat lisäkustannuksia, sekä voimalaitoksen päätaulun tila on hyvin rajallinen mahdollisille laajennuksille.

Nyt aikaansaatu ohjeistus tarjoaa erittäin helpon pohjan ohjeiden laajentamiselle seuraavien opinnäytetöiden avulla. Hyviä ohjeaiheita ovat hätäsähkötaulun ohje, energiavaraston ohje, maistasyötön ohje, sekä automaatiojärjestelmän ohje. Nämä kaikki osiot oikein yhdistettynä saadaan aina vain kattavampi ja paremmin opetuskäyttöä palveleva voimalaitos sähkövoimatekniikan opetukseen ja myös ulkopuolisille toimijoille tarjottavaan koulutuskäyttöön.

Henkilökohtaisen oppimisen näkökulmasta opinnäytetyön aihe ja kohdelaitteisto olivat äärimmäisen opettavaisia. Alun laajan selvitystyön aikana sähköpiirustusten lukutaito ja selvitys kehittyivät huomattavasti. Eri ohjainlaitteiden välisten kommunikaation ja käskynvälitysten selvitys auttoi ymmärtämään, ettei kommunikoinnin määrittäminen ole välttämättä yksinkertaista ja rajallinen analogisten ja digitaalisten tulojen ja lähtöjen määrä ohjaa välttämättä väyläläikenteen käyttöön, jotta kaikki tieto on mahdollista saada kulkemaan. Sähköpiirustuksissa olevat toteuttamatta jääneet kohdat antoivat mahdollisuuden suunnitella ja vaikuttaa voimalaitoksen toimintaan. Suunnittelussa ja tarkastuksissa pystyin myös havainnoimaan jo tehtyjen kytkentöjen virheitä, sekä korjaamaan niitä. Näiden huomioiden avulla säästyttiin luultavasti kalliilta laitevaurioiltakin.

LÄHTEET

ComAp. 2023. IntelliDrive DCU Marine DriveConfig Global Guide 3.6. WWW-dokumentti. Päivitetty 12.04.2023. Saatavissa: <https://www.comap-control.com/products/detail/intelidrive-dcu-marine#manuals> [viitattu: 22.02.2025].

Cooper, K. 2024. Comprehensive guide to diesel engine maintenance. WWW-dokumentti. Päivitetty 21.06.2024. Saatavissa: <https://repair.diesellaptops.com/comprehensive-guide-to-diesel-engine-maintenance/> [viitattu: 23.04.2025].

Deif. 2024. PPM 300 Designers handbook 418934133 UK. Valmistajan ohje.

Deif. 2024. PPM 300 Installation instructions 4189340909 UK. Valmistajan ohje.

Deif. 2024. PPM 300 Operator's manual 4189340910 UK. Valmistajan ohje.

FPT-Iveco, 2022. GP110 Technical data sheet. Valmistajan ohje.

Iveco-Motors, 2022. NEF sarjat käyttö ja huolto. Valmistajan ohje.

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. 2025a. Insinööri (AMK), merenkulku, laivatekniikka. WWW-dokumentti. Päivitetty 26.03.2025. Saatavissa: <https://www.xamk.fi/koulutukset/insinööri-amk-merenkulku-laivatekniikka/> [viitattu: 29.03.2025].

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. 2025b. Insinööri (AMK), merenkulku, sähkövoimatekniikka. WWW-dokumentti. Päivitetty 26.03.2025. Saatavissa: <https://www.xamk.fi/koulutukset/insinööri-amk-merenkulku-sahkovoimatekniikka/> [viitattu: 29.03.2025].

Stamford, 2001. Installation, Service & Maintenance Manual For the BC Range of Generators 12th edition. Valmistajan ohje.

Stamford, 2020. UC Alternators Owner manual Issue 8. Valmistajan ohje.

Tapimer Oy, 2013. Genset esite 2013.

Telesilta Oy, 2019. XAMK voimalaitos one line diagram. Piirikaavio.

Wärtsilä. 2025. Electric shipping and hybrid ships. WWW-dokumentti. Päivitetty 09.04.2025. Saatavissa: <https://www.wartsila.com/marine/products/ship-electrification-solutions> [viitattu 09.04.2025].

Ylivakeri, S. 2022. Kysy autoista: miten erilaatuiset öljyt vaikuttavat moottorin kestävyysasteeseen. WWW-dokumentti. Päivitetty 21.10.2022. Saatavissa: <https://moottori.fi/uutinen/kysy-autoista-miten-erilaatuiset-oljyt-vaikuttavat-moottorin-kestavyyteen/> [viitattu: 23.04.2025].

KAAKKOIS-SUOMEN
AMMATTIKORKEAKOULU
N
SÄHKÖLABORATORION
VOIMALAITOKSEN
KÄYTTÖOHJE

VOIMALAITOKSEN PÄÄTAULUN
MANUAALISEN OPEROINNIN OHJE



SISÄLLYSLUETTELO

- PÄÄKESKUKSEN JA SEN KENNOJEN ESITTELY
- DIESELGENERAATTORIDEN ESIVALMISTELUT JA TARKASTUKSET
- DIESELGENERAATTORIN 1 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA
- DIESELGENERAATTORIN 1 KYTKEMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN
- SÄHKÖPÄÄTAULUNKISKOKATKAISIJAN KYTKEMINEN KIINNI
- DIESELGENERAATTORIN 2 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA
- DIESELGENERAATTORIN 2 KYTKEMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN
- DIESELGENERAATTORIN 1 TAHDISTAMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN
- DIESELGENERAATTORIN 2 TAHDISTAMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN
- DIESELGENERAATTORIDEN KUORMANJAKO MANUAALISESTI
- SÄHKÖPÄÄTAULUN TAAJUUDEN MUUTTAMINEN MANUAALISESTI
- LÄHTÖJEN KYTKENTÄ PÄÄTAULUNKENNOSSA 2
- LÄHTÖJEN KYTKENTÄ PÄÄTAULUNKENNOSSA 6
- DIESELGENERAATTORIN 1 KYTKEMINEN IRTI PÄÄTAULUSTA
- DIESELGENERAATTORIN 1 DIESELMOOTTORIN SAMMUTUS
- DIESELGENERAATTORIN 2 KYTKEMINEN IRTI PÄÄTAULUSTA
- DIESELGENERAATTORIN 2 DIESELMOOTTORIN SAMMUTUS
- KYLMÄN, ELI SÄHKÖTTÖMÄN PÄÄTAULUNKÄYNNISTYS
- SÄHKÖLABORATORION VOIMALAITOKSEN KÄYTÖN PÄÄTTÄMINEN

SÄHKÖLABORATORION VOIMALAITOKSEN SÄHKÖPÄÄTAULU

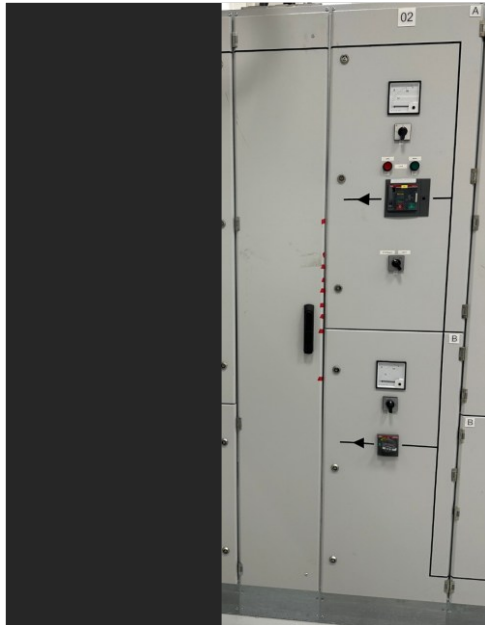
PÄÄTAULU ON KENNOKESKUS, JOKA
SISÄLTÄÄ 6 KENNOA

KENNOT ON JAETTU KAHTEN OSAAN,
A JA B



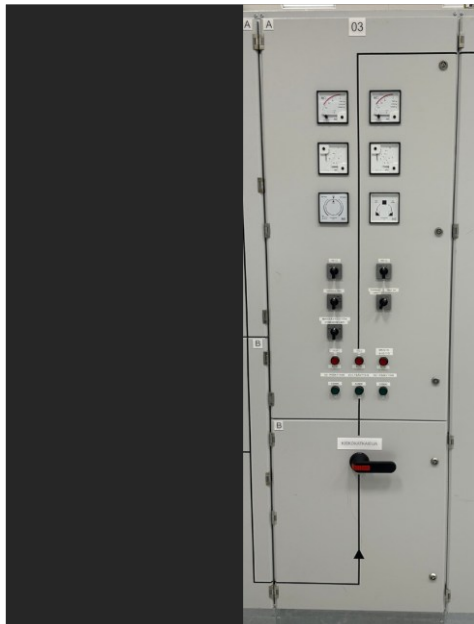
SÄHKÖPÄÄTAULUN KENNO 1

DIESELGENERAATTORIN 1
OHJAUS JA KYTKIMET



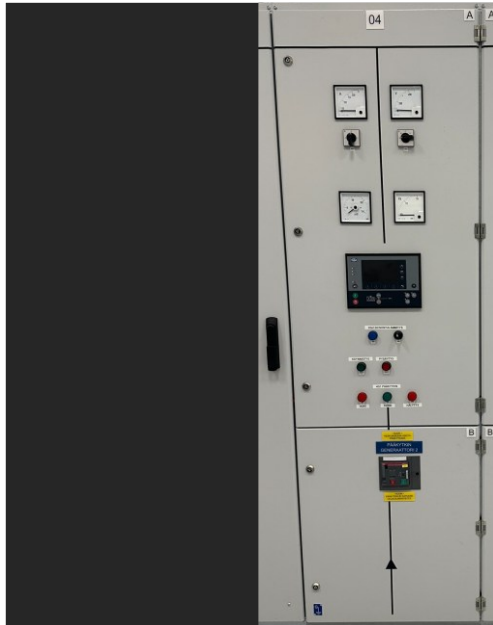
SÄHKÖPÄÄTAULUN KENNO 2

LÄHTÖJEN 2Q1 JA 2Q2
OHJAUS



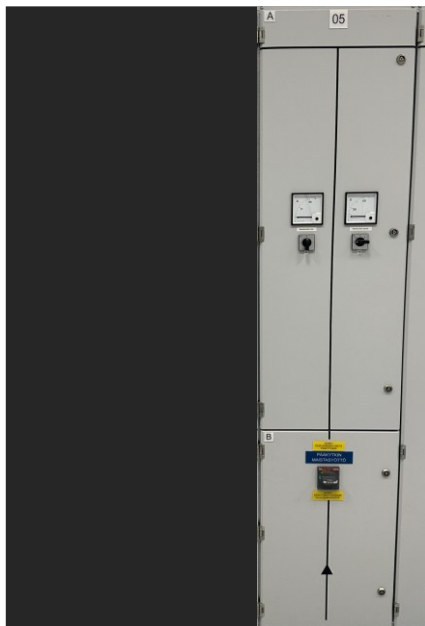
SÄHKÖPÄÄTAULUN KENNO 3

GENERAATTOREIDEN TAHDISTUS JA
KYTKENTÄ
MAISTASYÖTÖN TAHDISTUS JA KYTKENTÄ
DIESELMOOTTOREIDEN MANUAALINEN
KIERROSTENSÄÄTÖ
OHJAUSTAVAN VALINTA
KISKOKATKAISIJA



SÄHKÖPÄÄTAULUN KENNO 4

DIESELGENERAATTORIN 2
OHJAUS JA KYTKIMET



SÄHKÖPÄÄTAULUN KENNO 5

MAISTASYÖTÖN MITTARIT JA
PÄÄKYTKIN



DIESELGENERAATTOREIDEN ESIVALMISTELUT JA TARKASTUKSET



- Suorita dieselgeneraattorin esitarkastukset
 - Tarkasta, ettei moottoritilassa ole ylimääräisiä esineitä
 - Tarkasta moottoriöljyn määrä
 - Tarkasta jäähdytinnesteen määrä
 - Tarkasta apulaiteihnojen kunto
 - Tarkasta mahdolliset nestevuodot

DIESELGENERAATTOREIDEN ESIVALMISTELUT JA TARKASTUKSET



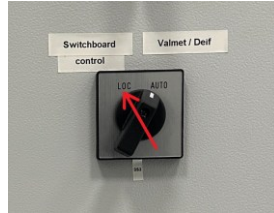
- Moottoriöljyn mittatikku
- Moottoriöljyn määrän tulee olla min ja max merkintöjen välissä

DIESELGENERAATTOREIDEN ESIVALMISTELUT JA TARKASTUKSET



- Jäähdyttimen paisuntasäiliön korkki generaattorikotelon päällä
- Tarkasta, että jäähdytysnesteen pinta on näkyvässä

DIESELGENERAATTORIN 1 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



- Käännä kennossa 3 oleva kytkin 3S3 asentoon switchboard control / LOC
- Suorita dieselgeneraattorin esitarkastukset

DIESELGENERAATTORIN 1 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



- Vapauta dieselgeneraattorin hätäseispainike
- Selaa dieselmoottorin ohjainyksikön Comapin näytöltä hälytyslista ja kuittaa hätäseis hälytys

DIESELGENERAATTORIN 1 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



- Tässä ohjeistuksessa Deifit saavat virran oppilaitoksen sähköverkosta
- Kuittaa sähköpäätaulun kennon 1 Deif paneelista hätäseis hälytys painamalla acknowledge ja tämän jälkeen reset latches
- Deif näytöllä ei pitäisi olla aktiivisia hälytyksiä

DIESELGENERAATTORIN 1 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



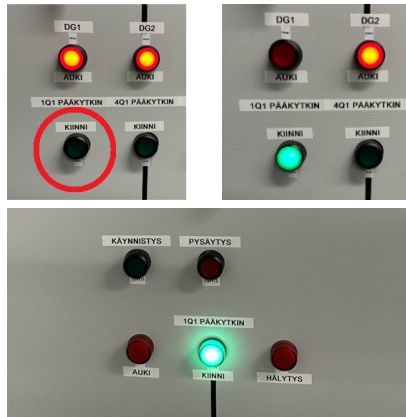
- Siirry takaisin Deif kotinäkömään
- Näytön ylälaudassa lukee Switchboard control

DIESELGENERAATTORIN 1 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



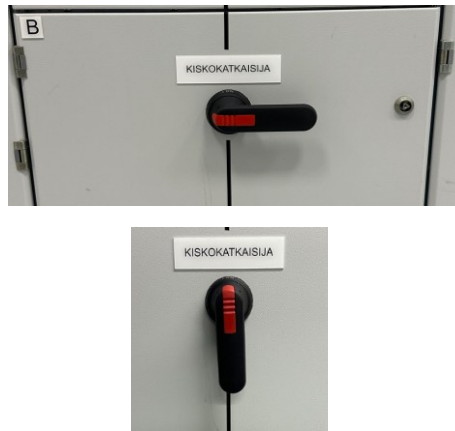
- Lähetä joku valvomaan dieselmoottorin käynnistystä generaattorihuoneeseen
- Käynnistä dieselgeneraattori 1 kennossa 1 sijaitsevalla vihreällä käynnistä painikkeella 1SH11
- Seuraa Deifin näytöstä jännitteen ja taajuuden muutosta, sekä mahdollisia hälytyksiä
- Käynnistyksen jälkeen käy tarkastamassa generaattori ja dieselmoottori silmämääräisesti

DIESELGENERAATTORIN 1 KYTKEMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN



- Dieselgeneraattorin 1 kytkeminen kylmään päätaluun tai kiskokatkaisijan ollessa auki tapahtuu seuraavalla tavalla
 - Dieselgeneraattorin 1 tulee olla käynnissä ja generaattorin sähkökeskuksessa sijaitsevan generaattorikatkaisijan tulee olla kytketty
 - Generaattorin 1 sähköpääkeskuksessa sijaitseva pääkatkaisija 1Q1 kytetään kiinni kennon 3 painikkeella 3SH22
 - Kiinni kytkennän jälkeen painikkeeseen syttyy vihreä valo
 - Kennon 1 generaattorikatkaisija 1Q1 sulkeutuu pääkytkimen vihreä kiinni merkkivalo syttyä

SÄHKÖPÄÄTAULUN KISKOKATKAISIJAN KYTKEMINEN KIINNI



- Kiskokatkaisijan ollessa auki sähköpäätaulun virtakiskot on jaettu kahteen osaan keskuksen kennon 3 kohdalta
- Sähköpäätaulun kiskokatkaisijan pystyy kytkemään kiinni vain kun jompikumpi dieselgeneraattoreista on kytketty sähköpäätauluun
- Kiskokatkaisija käännetään kiinni kennossa 3 sijaitsevalla kahvalla

DIESELGENERAATTORIN 2 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



- Dieselgeneraattorin 2 käynnistäminen sähköpäätaulusta edellyttää, että sen Deifiin on kytketty virta joko oppilaitoksen sähköverkosta tai generaattorilta 1 ja Deif on käynnissä
- Käännä kennossa 3 oleva kytkin 3S3 asentoon switchboard control / LOC
- Suorita dieselgeneraattorin esitarkastukset

DIESELGENERAATTORIN 2 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



- Vapauta dieselgeneraattorin hätäseispainike
- Selaa dieselmoottorin ohjainyksikön ComApin näytöltä hälytyslista ja kuittaa hätäseis hälytys

DIESELGENERAATTORIN 2 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



- Kuittaa sähköpäätaulun kennon 4 Deif paneelista hätäseis hälytys painamalla acknowledge ja tämän jälkeen reset latches
- Deif näytöllä ei pitäisi olla aktiivisia hälytyksiä

DIESELGENERAATTORIN 2 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



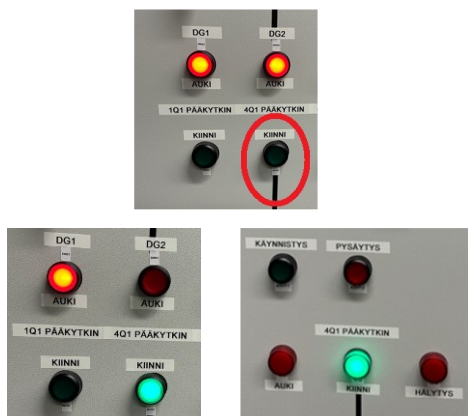
- Siirry takaisin Deif kotinäkymään
- Näytön ylälaudassa lukee Switchboard control

DIESELGENERAATTORIN 2 KÄYNNISTYS SÄHKÖPÄÄTAULUSTA



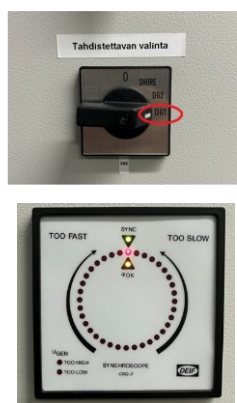
- Lähetä joku valvomaan dieselmoottorin käynnistystä generaattorihuoneeseen
- Käynnistä dieselgeneraattori 2 kennossa 4 sijaitsevalla vihreällä käynnistä painikkeella 4SH11
- Seuraa Deifin näytöstä jännitteen ja taajuuden muutosta, sekä mahdollisia hälytyksiä
- Käynnistyksen jälkeen käy tarkastamassa generaattori ja dieselmoottori silmämääräisesti

DIESELGENERAATTORIN 2 KYTKEMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN



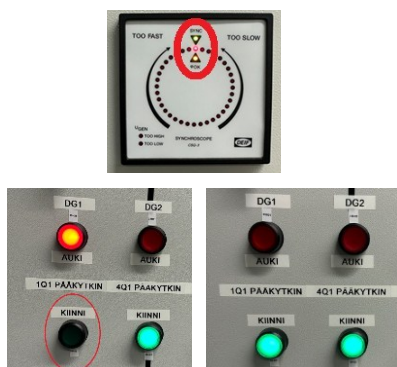
- Dieselgeneraattorin 2 kytkeminen kylmään päätauluun tai kiskokatkaisijan ollessa auki tapahtuu seuraavalla tavalla
 - Dieselgeneraattorin 2 tulee olla käynnissä ja generaattorin sähkökeskuksessa sijaitsevan generaattorikatkaisijan tulee olla kytketty
 - Generaattorin 2 sähköpääkeskuksessa sijaitseva pääkatkaisija 4Q1 kytketään kiinni kennon 3 painikkeella 3SH22
 - Kiinni kytkennän jälkeen painikkeeseen syttyy vihreä valo
 - Kennon 4 generaattorikatkaisija 4Q1 sulkeutuu ja pääkytkimen vihreä kiinni merkkivalo syttyy

DIESELGENERAATTORIN 1 TAHDISTAMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN



- Kun sähköpäätaulun kiskokatkaisija on kiinni ja generaattori 2 tai maistasyöttö on kytketty sähköpäätauluun, tulee generaattori 1 tahdistaa ennen kiinnitystemistä
- Sähköpäätaulun kennon 3 kytkimellä 3S6 valitaan tahdistettavaksi DG1, eli dieselgeneraattori 1
- Valinnan jälkeen synkronoskopissa alkaa kiertää punainen ledivalo

DIESELGENERAATTORIN 1 TAHDISTAMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN



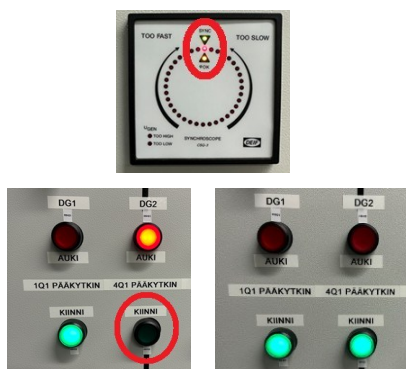
- Generaattorin 1 oikea kytkentähetki on kun punainen ledi on kello 12 kohdalla ja vihreä Sync ledi ja keltainen Φ Ok ledi palavat
- Generaattori 1 kytketään päätauluun kennon 3 paikinneekka 3SH22
- Kytken jälkeen molempien generaattoreiden kiinni painikkeissa palaa vihreät valot

DIESELGENERAATTORIN 2 TAHDISTAMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN



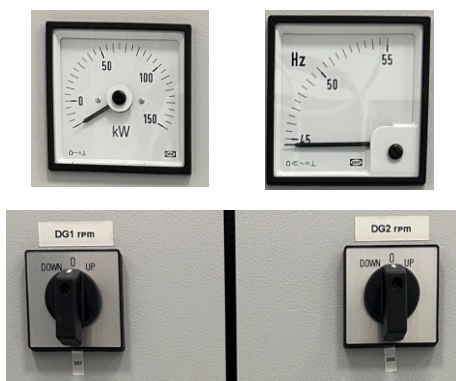
- Kun sähköpäätaulun kiskokatkaisija on kiinni ja generaattori 1 tai maistasyöttö on kytketty sähköpäätauluun, tulee generaattori 2 tahdistaa ennen kiinnityskemistä
- Sähköpäätaulun kennon 3 kytkimellä 3S6 valitaan tahdistettavaksi DG2, eli dieselgeneraattori 2
- Valinnan jälkeen synkronoskoopissa alkaa kiertää punainen ledivalo

DIESELGENERAATTORIN 2 TAHDISTAMINEN SÄHKÖPÄÄTAULUUN



- Generaattorin 2 oikea kytkentähetki on kun punainen ledi on kello 12 kohdalla ja vihreä Sync ledi ja keltainen Φ Ok ledi palavat
- Generaattori 2 kytketään päätauluun kennon 3 paikinneekka 3SH32
- Kytken jälkeen molempien generaattoreiden kiinni painikkeissa palaa vihreät valot

DIESELGENERAATTOREIDEN KUORMANJAKO MANUAALISESTI



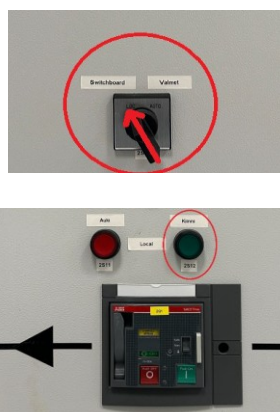
- Kun molemmat generaattorit on kytketty sähköpäätauluun ja kiskokatkaisija on kiinni, tulee generaattoreiden välinen kuorma tasata
- Päätaulun kenoissa 1 ja 4 on generaattoreiden kW mittarit, joiden osoittama teho tulee saada mahdollisimman lähelle toisiaan
- Kuorman jakoa muutetaan muuttamalla dieselmoottoreiden kierros lukua kenoissa 3 sijaitsevilla DG1 ja DG2 rpm kytkimillä
- Jos generaattorin halutaan ottavan enemmän kuormaa, tulee kytkintä kääntää suuntaan UP
- Kuormanjakoa tehtäessä on tarkkailtava mahdollisia muutoksia päätaulun taajuudessa

SÄHKÖPÄÄTAULUN TAAJUUDEN MUUTTAMINEN MANUAALISESTI



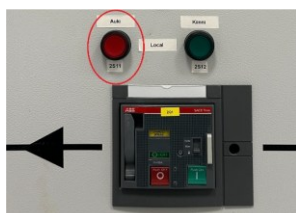
- Sähköpäätaulun taajuutta voidaan muuttaa kasvattamalla tai pienentämällä siihen kytketyn generaattorin kierroslukua
- Taajuus kasvaa, kun generaattorin kierrosluku kasvaa ja päinvastoin
- Kierroslukua muutetaan päätaulun kennon 3 DG1 ja DG2 rpm kytkimillä
- Taajuuden muutosta voi seurata kytketyn generaattorin taajuusmittarista tai Deifin näytöltä

LÄHTÖJEN KYTKENTÄ PÄÄTAULUN KENNOSSA 2



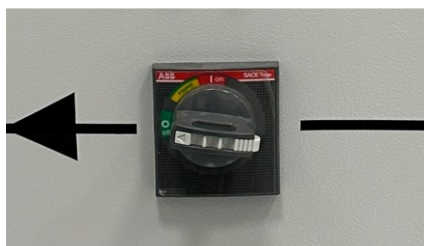
- Päätaulun kennon 2 A osan lähdön 2Q1 manuaaliseen ohjaamiseen tulee ensin kääntää kytkin 2S3 asentoon switchboard / LOC
- Tämän jälkeen lähdön katkaisijan 2Q1 voi sulkea vihreällä kiinnipainikkeella 2S12

LÄHTÖJEN KYTKENTÄ PÄÄTAULUN KENNOSSA 2



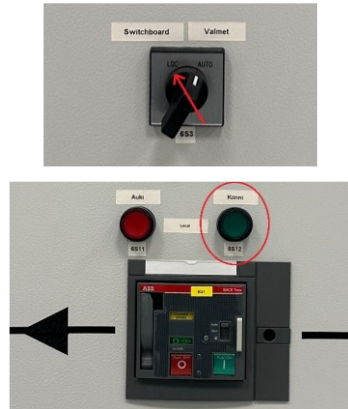
- Lähdön 2Q1 kytkeminen auki paikallishjauksessa tapahtuu painamalla punaista auki painiketta 2S11

LÄHTÖJEN KYTKENTÄ PÄÄTAULUN KENNOSSA 2



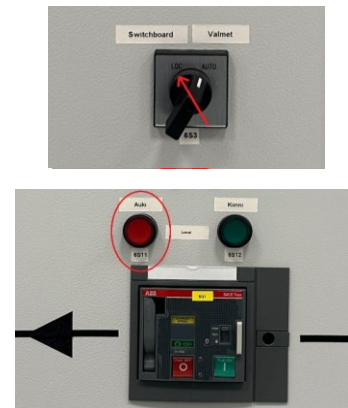
- Päätaulun kennon 2 B osassa oleva kytkin on täysin mekaaninen
- Lähtö kytketään kiinni kääntämällä kytkin asentoon on
- Lähdön irtikytkentä tapahtuu kääntämällä kytkin asentoon off

LÄHTÖJEN KYTKENTÄ PÄÄTAULUN KENNOSSA 6



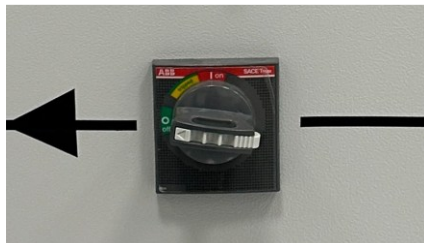
- Päätaulun kennon 6 A osan lähdön 6Q1 manuaaliseen ohjaamiseen tulee ensin kääntää kytkin 6S3 asentoon switchboard / LOC
- Tämän jälkeen lähdön katkaisijan 6Q1 voi sulkea vihreällä kiinnipainikkeella 6S12

LÄHTÖJEN KYTKENTÄ PÄÄTAULUN KENNOSSA 6



- Lähdön 2Q1 kytkeminen auki paikallishjauksessa tapahtuu painamalla punaista auki painiketta 2S11

LÄHTÖJEN KYTKENTÄ PÄÄTAULUN KENNOSSA 6



- Päätaulun kennon 6 B osassa oleva kytkin on täysin mekaaninen
- Lähtö kytketään kiinni kääntämällä kytkin asentoon on
- Lähdön irtikytkentä tapahtuu kääntämällä kytkin asentoon off

DIESELGENERAATTORIN 1 KYTKEMINEN IRTI PÄÄTAULUSTA



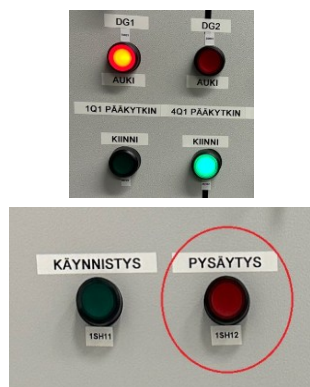
- Suorita generaattoreiden välinen kuormanjako siten, että generaattorin 1 kuorma on lähellä 0 kW kääntämällä DG1 rpm kytkintä suuntaan DOWN
- Älä säädä tehoa alle 0 kW

DIESELGENERAATTORIN 1 KYTKEMINEN IRTI PÄÄTAULUSTA



- Kun generaattorin 1 kuorma on noin 0 kW, voidaan se kytkeä irti päätaulusta kennon 3 painikkeella 3SH21
- Irtikytkennän jälkeen painikkeeseen 3SH21 syttyy punainen valo

DIESELGENERAATTORIN 1 DIESELMOOTTORIN SAMMUTUS



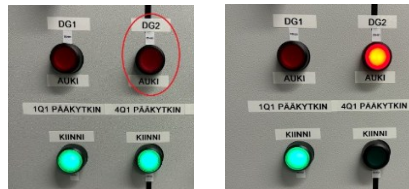
- Kun generaattori 1 on kytketty irti päätaulusta, voidaan sen dieselmoottori sammuttaa kennon 1 painikkeella 1SH12
- Kun pysäytyspainiketta painaa kerran, Deif aloittaa ennalta määritetyn moottorin jäähdytyskäytön, jonka jälkeen moottori sammuu
- Jos pysäytyspainiketta painaa toisen kerran, dieselmoottori sammutetaan heti
- Moottorin sammutuksen jälkeen tulee sen hätäseis painike käydä painamassa alas vahinkokäynnistysten estämiseksi

DIESELGENERAATTORIN 2 KYTKEMINEN IRTI PÄÄTAULUSTA



- Suorita generaattoreiden välinen kuormanjako siten, että generaattorin 2 kuorma on lähellä 0 kW kääntämällä DG2 rpm kytkintä suuntaan DOWN
- Älä säädä tehoa alle 0 kW

DIESELGENERAATTORIN 2 KYTKEMINEN IRTI PÄÄTAULUSTA



- Kun generaattorin 2 kuorma on noin 0 kW, voidaan se kytkeä irti päätalusta kennon 3 painikkeella 3SH31
- Irtikytkennän jälkeen painikkeeseen 3SH31 syttyy punainen valo

DIESELGENERAATTORIN 2 DIESELMOOTTORIN SAMMUTUS



- Kun generaattori 2 on kytketty irti päätaulusta, voidaan sen dieselmoottori sammuttaa kennon 4 painikkeella 4SH1 2
- Kun pysäytyspainiketta painaa kerran, Deif aloittaa ennalta määritetyn moottorin jäähdytyskäytön, jonka jälkeen moottori sammuu
- Jos pysäytyspainiketta painaa toisen kerran, dieselmoottori sammutetaan heti
- **Moottorin sammutuksen jälkeen tulee sen hätäseis painike käydä painamassa alas vahinkokäynnistysten estämiseksi**

KYLMÄN, ELI SÄHKÖTTÖMÄN SÄHKÖPÄÄTAULUN KÄYNNISTYS



- Tässä ohjeessa käydään läpi miten voimalaitoksen saa käynnistettyä, kun Deifeissä ei ole virta kytkettynä oppilaitoksen sähköverkosta ja päätaulu on täysin sähkötön
- Ensin tulee suorittaa dieselgeneraattoreiden esivalmistelut ja tarkastukset
- Tämän jälkeen vapautetaan käytettävien generaattoreiden hätäseis painikkeet ja kuitataan hätäseis hälytys Comapin käyttöpaneelilta

KYLMÄN, ELI SÄHKÖTTÖMÄN SÄHKÖPÄÄTAULUN KÄYNNISTYS



- Päätaulun ohjauksen valintakytkin käännetään asentoon switchboard control / LOC
- Sitten lähetetään vahtimies generaattorihuoneeseen valvomaan generaattorin käynnistystä
- Dieselgeneraattori 1 voidaan käynnistää päätaulun kennon 1 painikkeella 1SH1

KYLMÄN, ELI SÄHKÖTTÖMÄN SÄHKÖPÄÄTAULUN KÄYNNISTYS



- Dieselgeneraattorin 1 käynnistyksen jälkeen odotetaan, että päätauluun syttyy merkkivaloja
- Merkkivalojen syttymisen jälkeen generaattori 1 voidaan kytkeä päätauluun kennon 3 painikkeella 3SH2
- Generaattorin kytkennän jälkeen käännetään tarvittaessa kiskokatkaisija kiinni ja odotetaan, että Deifit käynnistyvät
- Deifejen käynnistymisen jälkeen toimitaan tämän ohjeen muiden kohtien mukaisesti

SÄHKÖLABORATORION VOIMALAITOKSEN KÄYTÖN PÄÄTTÄMINEN

- Kun voimalaitoksen käyttöharjoitukset on saatu suoritettua:
 - Kytetään irti kaikki kuormat, mitä päätauluun on kytketty
 - Säädetään generaattoreiden kuormat mahdollisimman lähelle 0 kW
 - Kytetään generaattorit irti päätaulusta ja sammutetaan niiden dieselmoottorit
 - **Painetaan generaattoreiden hätäseis-painikkeet alas**
 - Tarkastetaan, että generaattoreiden käynnistysakkujen ylläpitolaturit ovat kytketty ja päällä
 - Suoritetaan generaattoreiden silmämääräiset tarkastukset vuotojen ja vaurioiden varalta