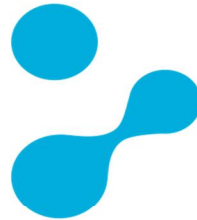




samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JONI MERIMAA

Sähkökeskusten vakiointi ja tehdaskytkennät

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-
JELMA
2021

Tekijä(t) Merimaa, Joni	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kesäkuu 2021
	Sivumäärä 31	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Sähkökeskusten vakiointi ja tehdaskytkenät		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
<p>Työn aiheena oli sähkökeskusten vakiointi ja tehdaskytkenät. Työn tarkoituksena oli selvittää, olisiko sähkökeskuksia mahdollista vakioida kokonsa ja komponenttiensa puolesta. Referenssikohteeksi valittiin suunnitteluvaiheessa oleva ICON risteilyalus, mutta työssä hyödynnettiin myös jo valmiiksi saatuja aluksia. Tarve keskusten vakiointiin on noussut esille huoltoluukkujen mitoitukseen liittyvissä haasteissa.</p> <p>Työssä lähdettiin liikkeelle esittelemällä sähkön tuotantoa ja jakelua aluksella ja sen jälkeen esiteltiin eri jakelut. Vakiointia ajatellen selvitettiin, minkä kokoisia keskuksia toimittajat olivat tällä hetkellä toimittamassa ja mitä komponentteja keskuksat pitivät sisällään. Layout kuvien ja komponenttilistojen avulla nähtiin mitä eri komponentteja keskuksat pitivät sisällään.</p> <p>Vakioinnissa lähdettiin liikkeelle siitä, että keskukseen tulisi mahtua tarvittavat komponentit ja tämän perusteella tutkimaan, olisiko mahdollista luopua tietyn kokoisista keskuksista. Tulokseksi saatiin, että tiettyjä kokoja olisi mahdollista karsia, mutta yhteen kokoon siirtyminen ei olisi järkevää.</p> <p>Työ toteutettiin Meyer Turun telakalle.</p>		
Asiasanat Sähkökeskukset, telakkateollisuus		

Author(s) Merimaa, Joni	Type of Publication Bachelor's thesis	Date June 2021
	Number of pages 31	Language of publication: Finnish
Title of publication Standardization of switchboards and factory connections		
Degree program Electrical and Automation Engineering		
<p>The subject of the thesis was the standardization of switchboards and industrial connections. The purpose of the thesis was to find out if it is possible to standardize the size and components of switchboards. Cruise liner ICON was used as reference ship for the thesis though some information from former ships are also used. Difficulties about sizing the service hatches was the main reason for the topic of the thesis.</p> <p>Thesis was started by explaining electrical production and distribution on board and after that was the types of distribution explained. Keeping eye on standardization it was found out, what are the sizes of switchboards that suppliers were supplying at the moment and what components the switchboards kept inside. By using layout drawings and component lists was seen what the components inside the switchboard were.</p> <p>Standardization was started from switchboards having enough room for the components and based on that it was tried to found out is it possible to reduce some sizes of switchboards. The got result was that some sizes were possible to be removed but moving to only one size is not reasonable.</p> <p>Thesis was made for Meyer Turku shipyard.</p>		
<u>Key words</u> Switchboards, shipbuilding industry		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
1.1 Telakkatoiminta Turussa	5
2 SÄHKÖN TUOTANTO JA JAKELU RISTEILYALUKSELLA	6
3 SÄHKÖKESKUSTEN TILANNE	7
3.1 Keskusten tyypit ja määrät.....	7
3.1.1 ELB-Keskukset	9
3.1.2 EPB-Keskukset	10
3.1.3 GPB-Keskukset.....	10
3.1.4 HB-Keskukset	11
3.1.5 LB-Keskukset	11
3.1.6 NPB-Keskukset.....	12
3.1.7 OLB-Keskukset.....	12
3.1.8 PB-Keskukset.....	12
3.1.9 UPB-Keskukset.....	13
3.2 Ongelmat ja syyt	13
4 KESKUSTEN MITOITUS.....	14
4.1 Yleistä keskuksen mitoituksesta	14
4.1.1 Keskusvalmistaja 1.....	15
4.1.2 Keskusvalmistaja 2.....	26
5 TULOKSET	29

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

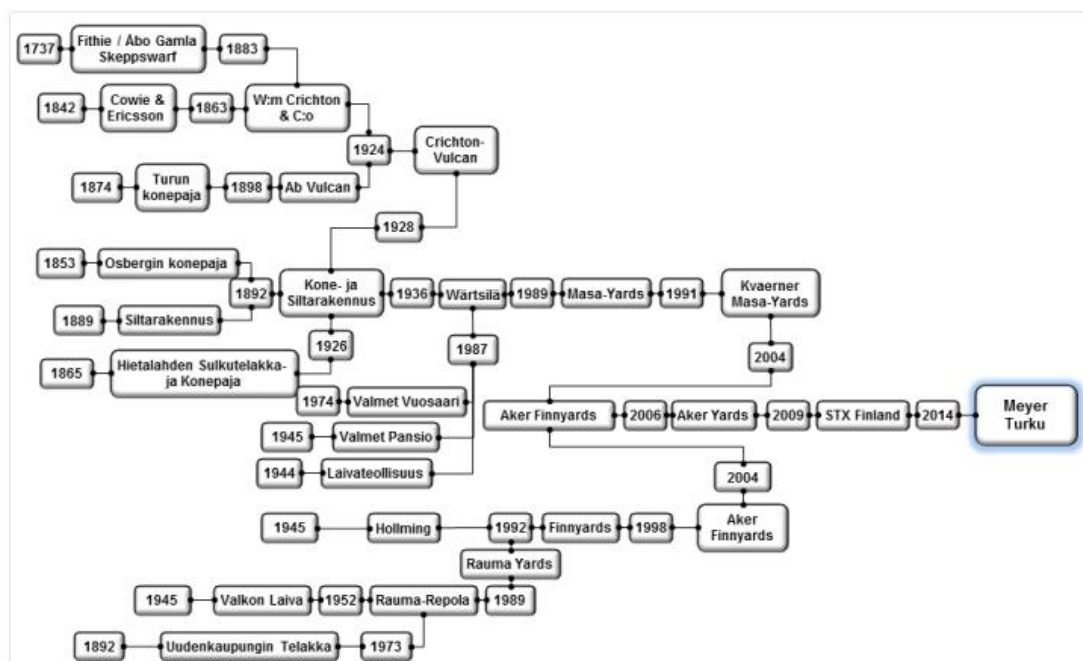
Tässä työssä on tarkoitus perehtyä risteilyaluksen sähkökeskuksiin ja selvittää, kuinka pitkälle keskusten malleja on mahdollista vakioida. Sähkökeskusten mitat vaihtelevat, joka aiheuttaa ongelmia tilavarauksiin ja huoltoluukkuihin ja sitä kautta muuhun suunnitteluun ja toteutukseen. Työ sai alkunsa nimenomaan huoltoluukkujen toteutuksessa havaituista ongelmista, sillä keskusten kokojen vaihtuessa, myös luukkujen kokojen tulisi muuttua. Mikäli luukkujen koko ei ole oikea suhteessa keskukseen, saattaa lopputulos olla epäkäytännöllinen.

1.1 Telakkatoiminta Turussa

Meriteollisuuden juuret Suomessa ulottuvat pitkälle 1700-luvulle, jolloin Aurajoen varrella aloitettiin laivanrakennusta Turussa. Suomessa oli vuonna 2020 kymmenen telakkaa, joista suurimmat ovat Meyer Turun telakka Turussa, Rauma Marine Constructions telakka Raumalla ja Helsinki Shipyard telakka Helsingissä. (Itämeren www-sivut 2021; Meriteollisuuden www-sivut 2021.)

Turussa telakkatoiminta siirtyi Aurajoelta nykyiseen paikkaansa Pernoon 1970-luvun aikana, koska vanha Aurajoella sijainnut telakka tuli ahtaaksi ja sijainti Turun keskustassa esti suuremmat laajentumiset. Sijainniksi valikoitui Perno, Raisiossa, joka myöhemmin liitettiin Turkuun. Erinäisten vaiheiden jälkeen telakan omistajaksi tuli saksalainen perheyhtiö MEYER WERFT, jonka johdosta telakka on tunnettu nimellä Meyer Turku vuodesta 2014 lähtien. (Turun telakan työhuonekunnan www-sivut 2021.)

Turun telakka on erikoistunut risteilyaluksiin, matkustaja-autolauttoihin ja erikoisaluksiin. Yhteensä Turun telakalta on sen historian aikana valmistunut yli 1300 alusta, viimeisimpänä Mardi Gras-risteilyalus, jonka on tarkoitus aloittaa liikennöinti huhtikuussa 2021. (Meyer Turun www-sivut 2021; Lehtola 2020.)



Kuva 1. Aikajana Meyer turun historiasta. (Meyer Turun www-sivut 2021).

2 SÄHKÖN TUOTANTO JA JAKELU RISTEILYALUKSELLA

ICON-risteilyalus on varustettu diesel-sähköisellä propulsiojärjestelmällä. Sähkövoimayksiköt sijaitsevat kahdessa erillisessä konetilassa. Molemmat yksiköt sisältävät omat generaattorikoneikot sekä suurjännitepäätaulun. Generaattorien ja suurjännitekeskusten nimellisjännite on 11kV ja taajuus 60Hz. Kokonaisteho on noin 87 300 kW. Tämä tuotetaan kolmella 17 424 kVA generaattorilla ja kolmella 14 918 kVA generaattorilla, joiden lisäksi aluksessa on suurjännitteellä toimiva maistasyöttöliitäntä noin 14MW ja 2 778 kVA höyryturbiinigeneraattori. Lisäksi aluksessa on yksi suurjännitepaneeli varalla tulevaisuutta varten. (Meyer Turku 2019, 4-5.)

Normaaleissa olosuhteissa päägeneraattorit syöttävät suurjännitepääkeskusta, joka koostuu kolmesta keskuksesta. Nämä ovat sijoitettu kahteen eri huoneeseen, eri palo-alueille ja ne ovat nimetty PS01:ksi, PS02:ksi ja PS03:ksi. Normaalkäytössä nämä ovat kytketty rinnakkain. Yksiköt voivat myös toimia itsenäisesti, kun verkko on erotettu. Verkko on erotettu, kun vähintään yksi siirtokytkimistä on auki. Tällöin erotettua osiota voidaan syöttää kahdesta muusta keskuksesta. Tämä tarkoittaa sitä, että huoltotöiden tai vian sattuessa, kyseessä oleva osio voidaan erottaa muista häiritsemättä niiden toimintaa. Sähkövirta jaetaan suurjännite pääkeskuksista käyttöjärjestelmiin, keulapotkureihin, ilmastointikompressoreihin, rengasverkkoon ja muuntajien kautta 690V ja 400V pienjänniteverkkoihin. Pienjänniteverkot on jaettu kone-, hotelli-, ja keittiöverkkoihin ja hätäverkkoon. Pienjänniteverkoissa jännitteet ovat 690V, 400V ja 208V vaiheiden välillä. 690V:n jakelua käytetään suuritehoisimmille kuluttajille, 400V:n jakelu keittiöille, valaistukselle ja pienemmille kuluttajille ja 208V:n jakoa käytetään vain US pistorasioille. (Meyer Turku 2019, 4-5.)

Muuntajat ja jakeluverkko on järjestetty niin, että muuntajan kaikille komponenteille 690V:n ja 400V:n jakelussa on vaihtoehtoinen tehonlähde. Vaihtoehtoinen tehonlähde pystyy toimittamaan nimellisen kuormituksen yhdelle vialliselle komponentille. 208V jakelussa tätä ominaisuutta ei ole. (Meyer Turku 2019, 4-5.)

3 SÄHKÖKESKUSTEN TILANNE

3.1 Keskusten tyypit ja määrät

ICON-projektissa, jota käytettiin tässä työssä pohjana, on useita keskuksia, mutta tässä työssä perehdytään ainoastaan sähköjakelun keskuksiin. Pelkästään sähköjakelu pitää sisällään yli 340 keskusta. (Meyer Turku, 2021).

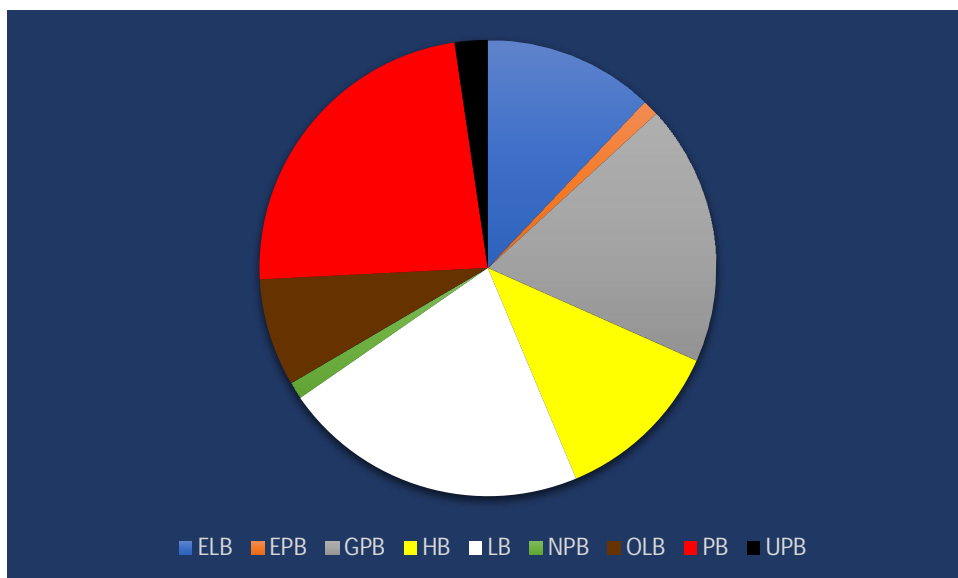
Nämä keskuksset on jaoteltu alakategorioihin, joka näkyy myös keskusten tunnuksissa, käyttötarkoitustensa perusteella. ICON-projektissa keskusten tunnus rakentuu alla olevan kuvan 2 mukaisesti litterasta, tyypistä, paloalueesta, kannesta ja juoksevasta numerosta. Sähkönjakelun keskuksset ovat kaikki saman litteran alla.



Kuva 2. Keskuksen tunnuksen rakentuminen litterakoodista. (Talja henkilökohtainen tiedonanto 22.1.2021).

Keskuksset tulevat kahdelta eri keskustoimittajalta. Keskuksien mitat vaihtelevat tällä hetkellä riippuen keskuksien lähdöistä ja käytetyistä komponenteista. (Talja henkilökohtainen tiedonanto 22.1.2021.)

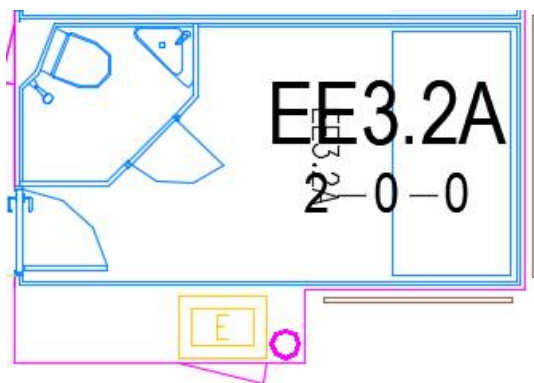
Tarkastellaan seuraavaksi eri keskustyyppisiä ja näiden kokoja ja määriä tarkemmin.



Kuvio 1. Keskustyytit ja niiden osuus kaikista keskuksista 4.2.2021. (Meyer Turku 2021).

3.1.1 ELB-Keskukset

ELB eli Emergency Lighting Board keskukset ovat 400/230V hätävalaistuskeskuksia. Näitä keskuksia on ICON-projektissa 41 kappaletta. ELB-keskukset tulevat pääosin keskusvalmistajalta 1 ja kyseisiä keskuksia on kahden kokoisia. Koot ovat 600x600x210 ja 400x500x210. 600x600x210 keskuksissa 3-vaiheisia lähtöjä on 16A suojilla 2 kpl ja 1-vaiheisia lähtöjä 16A suojilla 5 kpl ja 10A suojilla 15 tai 20 kpl. 400x500x210 lähtöjä on 3-vaiheisina 2 kpl 16A suojalla ja 1-vaiheisena 16A suojalla 5kpl ja 10A suojalla 10kpl. ELB-keskuksia syöttää 4x10 kaapeli. Myös keskusvalmistaja 2 toimittaa muutaman ELB keskuksen. ELB keskukset sijaitsevat pääasiassa yleisissä tiloissa ja miehistötiloissa. Näin ollen näitä keskuksia tulee myös huoltoluukkujen taakse. (Meyer Turku 2021.)



Kuva 3. Keskus sijoitettuna yleisjärjestelykuvaan hyttikäytävälle sisustusseinän taakse. (Meyer Turku, 2021).

3.1.2 EPB-Keskukset

EPB eli Emergency Power Board keskuksia on 4. Nämä kaikki neljä tulevat keskusvalmistajalta 2. EPB-keskukset ovat myöskin 400/230V keskuksia, kuten ELB-keskuksetkin ovat. 3 keskusta syötetään 4x6 kaapelilla ja yhden keskuksen syöttökaapeli on 4x25. Mittoja ei keskuksista ole vielä saatavilla. Keskuksia sekä teknisissä tiloissa että yleisissä tiloissa. Näin ollen huoltoluukkuja esiintyy myös näissä keskuksissa. (Meyer Turku, 2021.)

3.1.3 GPB-Keskukset

GPB eli Galley Power Board keskuksia ovat 400/230V keskuksia. Keskuksia on 63 kpl ja nämä keskuksia tulevat keskusvalmistajalta 2. GPB-keskukset on tarkoitettu keittiöille ja niiden laitteille. Keskuksia on ainakin kahta eri kokoa 1200x2005x411,5 ja 1000x1400x300. Keskuksia sijaitsevat keittiöiden ja baarien lähetyvillä. Osa keskuksista on sijoitettu yleisiin tiloihin ja osa keskuksista on teknisissä tiloissa. Yleisten tilojen keskuksia ovat huoltoluukkujen takana. (Meyer Turku, 2021.)

3.1.4 HB-Keskukset

HB eli Heating Board keskukset ovat 400/230V keskuksia. Keskuksia on 41 kpl ja nämä keskukset ovat keskusvalmistaja 2:n valmistamia. Saatavilla olevista mittatiedoista eräs HB-keskus on mitoiltaan 600x1000x260, toinen on mitoiltaan 600x800x300 ja kolmas on mitoiltaan 600x800x260. Keskukset sijaitsevat pääasiassa erilaisissa teknisissä tiloissa kuten AC-huoneissa. Kolme HB keskusta on kuitenkin tällä hetkellä sijoitettu yleisiin tiloihin. Nämä kolme keskusta ovat siis huoltoluukkujen takana. (Meyer Turku, 2021.)

3.1.5 LB-Keskukset

LB eli Lighting Board keskukset ovat 400/230V keskuksia. Keskuksia on yhteensä 74 ja näistä suurin osa on keskusvalmistaja 1:n valmistamia, mutta osa keskuksista tulee keskusvalmistaja 2:lta. Keskusvalmistaja 2:n keskuksista ainoa tiedossa oleva LB-keskus on mitoiltaan 800x1200x300 ja keskusvalmistaja 1:n keskuksia on kolmea eri kokoa eli 600x1000x250, 600x760x210 ja 600x800x250. 600x1000x250 mitoiltaan olevia LB-keskuksia on kaksi ja näissä lähtöinä kolmevaiheisia 16A lähtöjä molemmissa 2kpl. Molemmissa keskuksissa on 30 10A 1-vaiheisia lähtöjä ja 4 16A 1-vaiheisia lähtöjä. 16A vikavirtasuojia toisessa keskuksessa on 15 kpl ja toisessa 20 kpl.

600x760x210 mitoiltaan olevia keskuksia on 37 kpl. 3-vaiheisia lähtöjä 16A suojalla näissä kaikissa keskuksissa on 2 kpl, lisäksi 11:sta keskuksessa on yksi 16A, 3-vaiheinen vikavirtasuojia ja lisäksi yhdessä keskuksessa on yksi 32 A vikavirtasuojia ja toisessa keskuksessa näitä on kaksi. Jokaisessa keskuksessa on 16 10A 1-vaiheista lähtöä ja 4 16A 1-vaiheista lähtöä, lisäksi keskuksissa on 16A vikavirtasuojia 1-vaiheisina, joiden määrät vaihtelevat 8 ja 15 välillä.

600x800x250 keskuksia mitoiltaan on 22kpl. Näissä kaikissa on kolmevaiheisia 16A lähtöjä kaksi kappaletta, 16A vikavirtasuojia kolmevaiheisina 0-6 ja lisäksi neljästä keskuksista löytyy yksi 32A kolmivaihelähtö. yksivaiheisia lähtöjä 10A suojilla keskuksissa on 16-30, 16A 4kpl ja 16A vikavirtasuojia 8-20.

LB keskukset sijaitsevat kannesta riippuen eri tiloissa. Yleisesti ottaen kansilla TW-01 Keskukset sijaitsevat pääosin miehistötiloissa, mutta myös esimerkiksi konehuoneissa. Ylemmillä kansilla keskuksia sijaitsee yleisissä tiloissa, mutta myös teknisissä

tiloissa. Yleisten tilojen keskuksat sijaitsevat huoltoluukkujen takana. (Meyer Turku, 2021.)

3.1.6 NPB-Keskuksat

NPB eli Navigation Power Board keskuksia on ICON-projektissa yhteensä neljä ja nämä keskuksat ovat Keskusvalmistaja 2:n toimittamia. Keskuksat ovat 400V verkon keskuksia ja mittoja näistä keskuksista ei vielä ole saatavilla, vaan tiedot ovat saatavilla vasta lähempänä keskuksien toimitusta. Keskuksat eivät sijaitse yleisissä tiloissa. (Meyer Turku, 2021.)

3.1.7 OLB-Keskuksat

OLB eli Other Lightning Board keskuksat ovat 208V keskuksia. Näitä keskuksia on projektissa tällä hetkellä 26. Keskuksat ovat pääosin keskusvalmistaja 1:n toimittamia, mutta FERU keskuksat ovat keskusvalmistaja 2:n toimittamia. Keskusvalmistaja 1:n toimittamat keskuksat ovat kaikki saman kokoisia eli 600x600x210. Keskuksat sijaitsevat sekä yleisissä tiloissa että teknisissä tiloissa. Yleisten tilojen keskuksat ovat huoltoluukkujen takana. (Meyer Turku, 2021.)

3.1.8 PB-Keskuksat

PB eli Power Board keskuksat ovat 690V keskuksia, joita on ICON-projektissa 80. Keskuksat ovat keskusvalmistaja 2:n toimittamia. Saatavissa olevista mita tiedoista PB-keskuksista kolme ovat mitoiltaan 2000x1400x300, kaksi ovat mitoiltaan 1600x1200x300 ja kaksi ovat mitoiltaan 1000x1400x300. Keskuksat sijaitsevat pelkästään teknisissä tiloissa. (Meyer Turku, 2021.)

3.1.9 UPB-Keskukset

UPB eli UPS Power Board keskukset ovat 400V keskuksia, joita on ICON-projektissa tällä hetkellä kahdeksan kappaletta. Nämä ovat keskustoimittaja 2:n toimittamia. Keskukset sijaitsevat teknisissä tiloissa. Keskukset ovat UPS järjestelmän keskuksia. (Meyer Turku, 2021.)

3.2 Ongelmat ja syyt

Kuten aiemmin mainittu, aiheuttaa keskusten kokojen vaihtelu ongelmia sähkösuunnittelussa sekä muille suunnitteluosastoille. Ongelma, josta tämäkin opinnäytetyö sai alkunsa, on huoltoluukut ja sähkökeskusten mittojen vaihtelun vaikutus niihin. Huoltoluukuilla tarkoitetaan esimerkiksi sisustusseinään tulevaa ovea tai luukkua, jonka takana itse keskus on. Liian pieni luukku aiheuttaa hankaluuksia keskuksella tehtäviin huoltotöihin, kun taas toisaalta liian isot luukut vievät tilaa pois muusta käytöstä. Luukkujen ja keskusten hankinnasta vastaavat eriosastot, joten keskusten mitat tulisi saada luukut tilaavan henkilön tietoon tarpeeksi ajoissa, jotta välttyttäisiin väärän kokoisilta luukuilta. Luukkujen tilaushetkellä keskusten koot eivät kuitenkaan ole välttämättä tiedossa, jolloin riski väärän kokoiselle luukulle kasvaa.

Toinen ongelma on tilanvaraus, joka tehdään suunnittelumallin perusteella. Suunnittelussa käytetään hyväksi 3D-mallia, johon jokainen keskus sijoitetaan ja jonka avulla tilavaraukset tehdään. Mallissa keskukset sijoitetaan omalle paikalleen laivaan, mutta ongelma on se, että pääasiassa saman jakelun keskukset mitoitetaan samankokoisina muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Kuten edellisistä kappaleista käy selville, kaikki keskukset eivät ole samankokoisia, vaan niiden koko vaihtelee. Suunnittelumallissa kaikki ELB-keskukset ovat mitoiltaan 500x900x300, kaikki EPB keskukset 400x600x300, kaikki GPB-keskukset 1200x1400x300, kaikki HB-keskukset 1200x1400x300, LB- keskukset ovat pääasiassa mallinnettu mittoihin 500x900x300, mutta kaksi LB-keskusta on mitoiltaan 600x380x200, OLB-keskukset ovat kaikki mitoitettu mittoihin 500x900x300, PB-keskukset ovat pääasiassa mitoiltaan mallissa 1200x1400x300, mutaa yksi PB-keskus on mitoiltaan 1200x1000x300 ja UPB-keskukset ovat kaikki mallissa mitoiltaan 1200x1400x300. Jos tilanvaraus ja keskuksen

koko ei ole riittävän lähellä toisiaan, aiheuttaa se ongelmia suunnittelun ja rakentamisen seuraavissa vaiheissa. Liian suuri tilanvaraus aiheuttaa sen, että tilaa varataan liikaa keskukselle ja tämä tila on poissa muusta käytöstä, mutta suurempi ongelma on alimitoitettu varaus, sillä silloin tilaa voidaan joutua muuttamaan tai keskusta siirtämään suunnitellusta.

Muutokset, jotka tehdään toteutuksen aikana, saattavat aiheuttaa ongelmia. Keskuksiin on esimerkiksi jäätävä lähtöjä vapaiksi myöhempää käyttöä varten 10% keskuksen lähdöistä. Nämä vapaat lähdöt ovat aluksen valmistumisen jälkeen tapahtuvia muutoksia varten. Tämä on otettava huomioon jo keskuksia tilatessa. Tilaushetkellä keskuksen kaikki kuluttajat eivät ole tiedossa, joten on osattava myös ennakoida tulevia lisäyksiä keskuksia tilatessa. Keskuksia lisätään myös projektin edetessä, tarpeen mukaan. Kaikkia keskuksia ei siis voida tilata samaan aikaan muiden keskusten kanssa. Lisäksi, koska keskuksia tulee kahdelta eri valmistajalta, voi keskusten yleinen järjestys aiheuttaa eroja mittoihin, vaikka esimerkiksi lähtöjä olisi yhtä monta. Muutoksista voidaan ottaa esimerkki vuoden 2020 lopulla luovutetusta Carnival Mardi Gras aluksesta. Kyseisessä aluksessa on noin 550 jakelun keskusta ja muutoksia eri keskuksiin on tehty noin 370 kappaletta. Pääasiassa muutokset ovat sulakkeiden kokojen muuttamista tai sulakkeiden lisäämistä, sekä vikavirtasuojien lisäämistä. Sulake lisäykset vievät tietysti tilaa keskuksen sisältä, joten keskuksia ei saa mitoittaa liian ahtaiksi, jolloin uusia sulakkeita ei olisi mahdollista lisätä.

4 KESKUSTEN MITOITUS

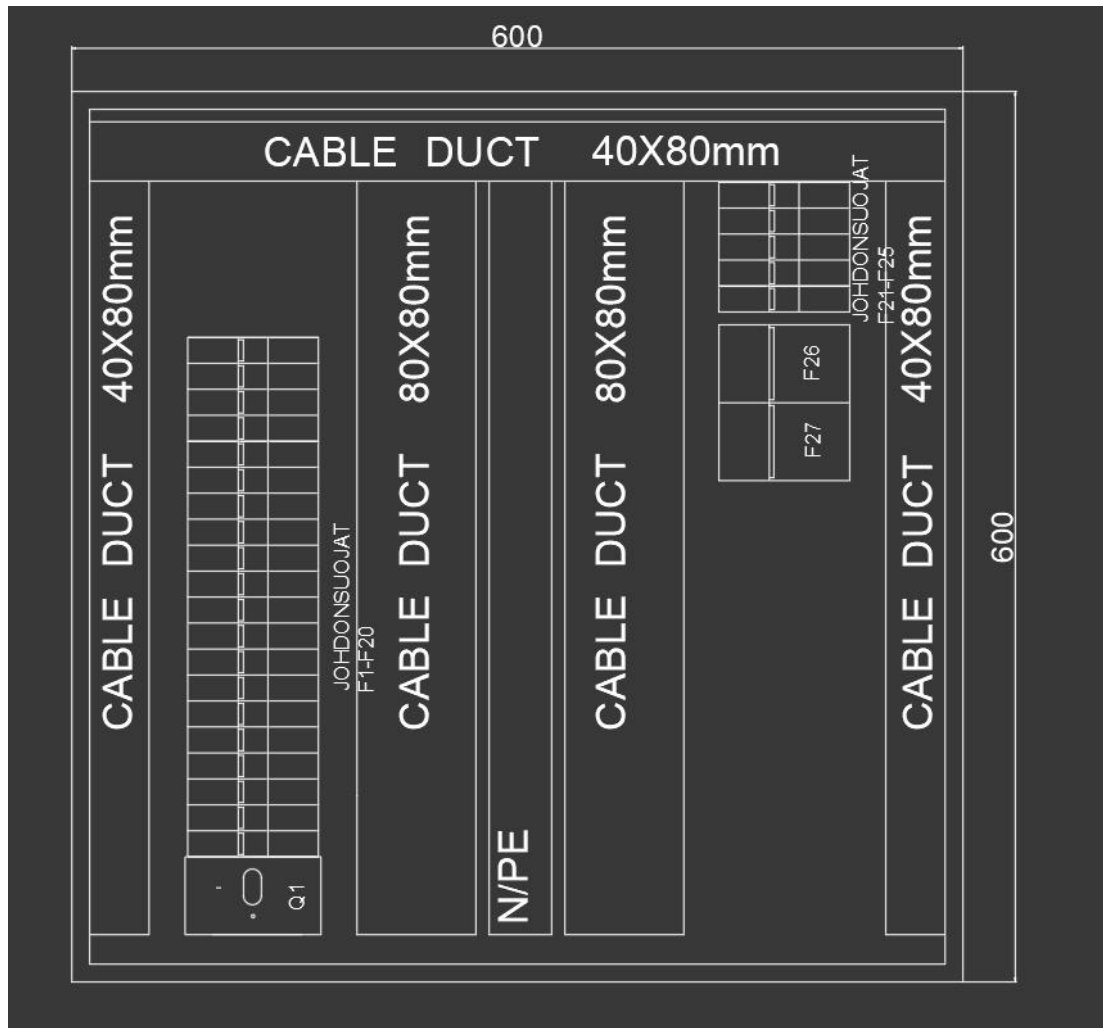
4.1 Yleistä keskuksen mitoituksesta

Keskuksen mittoihin vaikuttavat paikka, mihin keskus tullaan sijoittamaan, keskuksen tarjoamien syöttöjen määrä, eli esimerkiksi montako johdonsuojakatkaisijaa tai sulaketta keskukseseen tullaan sijoittamaan ja tuleeko keskukseseen vikavirtasuojia tai muita

lisälaitteita. Lisäksi keskukseen tulee jäädä tilaa ainakin kaapelikouruille ja N/PE kiskolle. Kaapeloinnista tulee ottaa huomioon keskuksia sijoitellessa se, että kaapelit tulevat keskukseen alakautta. Kuten edellä on tullut huomatuksi, tällä hetkellä keskuksia on useita eri kokoisia. Vain yhden kokoisia keskuksia tuskin tulee olemaan missään projektissa, sillä kuluttajien määrät keskuksissa vaihtelevat ja liian suuri ylirajoitus ei ole kustannuksia ajatellen järkevää, sillä jokainen ylimääräinen sulake tai johdonsuojakatkaisija lisäävät kustannuksia ja myöskään keskuksista ei ole järkevää tehdä liian suuria verrattuna tarpeeseen, sillä myös tämä lisää kustannuksia. Tavoite siis olisi saada rajattua keskusten kokoja niin, että saataisiin karsittua turhia välikokoja pois valikoimasta.

4.1.1 Keskusvalmistaja 1

Aluksi tarkastellaan keskusvalmistaja 1:n toimittamia keskuksia. He toimittavat tämän hetken tiedon mukaan viittä eri kokoa olevia keskuksia ICON-projektiin. Nämä koot ovat 400x500x210, 600x1000x250, 600x600x210, 600x760x210 ja 600x800x250 ja nämä ovat kaikki joko LB, ELB tai OLB keskuksia.



Kuva 4. Layout 600x600x210 ELB keskuksesta (Meyer Turku, 2021).

Yllä oleva esimerkki keskus (kuva 4) pitää sisällään pääkytkimen (Q1), 20 kpl 10A yksivaiheisia johdonsuojakatkaisijoita (F1-F20), 5kpl 16 A yksivaiheisia johdonsuojakatkaisijoita(F21-25) ja 2kpl 16A kolmivaiheisia johdonsuojakatkaisijoita (F26 ja 27).



Kuva 5. ABB OT63F3 kuormakytin (ABB www-sivut 2021).

Pääkytkimenä toimii kuvan 5 ABB OT63F3 kuormakytin. Kyseessä on siis 63A nimellisvirran kolminapainen kuormakytin. Kyseisen kytkimen mitat ovat 52,5mm leveä, 91,5mm korkea ja 72,5mm syvä.

Yksivaiheisista suojusta 10A johdonsuojakatkaisimina kyseisessä keskuksessa käytetään ABB S201M-C10 katkaisimia ja 16A johdonsuojakatkaisimina puolestaan ABB S201M-C16 (kuva 6). Mitat näillä kummallakin ovat samat eli leveys 17,5mm korkeus 88mm ja syvyys 69mm. Nämä ovat siis C-käyrällä toimivia yksinapaisia ylikuormitus ja oikosulkusuojia.



Kuva 6. ABB S201M-C16 Johdonsuojakatkaisija (ABB www-sivut 2021).

Kolmivaiheinen 16A Johdonsuojakatkaisija on myös ABB S200M sarjaan kuuluva, sillä keskuksen katkaisijat ovat malliltaan ABB S203M-C16 (kuva 7). Kyseessä on siis kolmenapainen C-käyrää toteleva katkaisija. Katkaisijan mitat ovat leveys 52,5mm korkeus 88mm ja syvyys 69mm. Kaikkiin kyseessä olleisiin katkaisijoihin on myös mahdollista saada lisäkoskettimia tarpeen vaatiessa. (ABB www-sivut 2021.)



Kuva 7. ABB S203-C16 johdonsuojakatkaisija. (ABB www-sivut 2021).

Kuten aiemmin esillä olleesta kuvasta 3 huomataan, ovat kiskot, joihin pääkytkin ja suojalaitteet kiinnitetään, pystysuorassa kyseisessä keskuksessa ja suojalaitteet ovat asennettuna vaakasuoraan. Jos mietitään pelkästään kuvan 3 keskuksen komponentteja, vievät ne itsessään tilaa $25 \times 17,5 \text{ mm} \times 88 \text{ mm} = 38\,500 \text{ mm}^2$ (yksivaiheiset eli S201M johdonsuojakatkaisimet), $3 \times 52,5 \text{ mm} \times 88 \text{ mm} = 13\,860 \text{ mm}^2$ (kolmivaiheiset eli S203M johdonsuojakatkaisimet) ja pääkytkin $52,5 \text{ mm} \times 91,5 \text{ mm} = 4\,804 \text{ mm}^2$ joka tekee siis yhteensä $38\,500 \text{ mm}^2 + 13\,860 \text{ mm}^2 + 4\,804 \text{ mm}^2 = 57\,164 \text{ mm}^2$. Keskuksen alahan on $600 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} = 360\,000 \text{ mm}^2$, joten tilaa jää siis muuhun käyttöön vielä $302\,836 \text{ mm}^2$. Tästä tilasta tilaa vie vielä kaapelikourut ja N/PE kisko. Lisäksi tilaa täytyy jättää kytkennöille. Kyseisessä keskuksessa on vielä tilaa myös kiinnityskiskossa, jos myöhemmässä vaiheessa tulee tarve lisätä johdonsuojakatkaisimia.



Kuva 8. ABB vikavirtasuojakytkin ylivirtasuojalla (RCBO) DS202C C16 A30 (ABB www-sivut 2021)

Keskuksesta tilaa vie myös vikavirtasuojat, joista esimerkkinä kuva 8:ssa on eräs 1-vaiheinen ABB:n vikavirtasuoja. Vikavirtasuoja yksivaiheisena vie leveyssuunnassa tilaa keskuksesta 35mm, joka siis vastaa kahden johdonsuojakatkaisimen leveyttä. 3-vaiheisen vikavirtasuojan leveys on esimerkiksi ABB DS203NC C16 A30 katkaisimella 71mm. (ABB www-sivut 2021)

Jos mietitään suurimpien ja pienimpien keskusten mittojen ja komponenttien eroja, Keskusvalmistaja 1:n toimittamista keskuksista pienimmät keskuksat ovat mitoiltaan 400x500x210 ja suurimmat ovat mitoiltaan 600x1000x250. Komponenttiventailussa 600x1000x250 keskuksissa on 2 kpl 16A 3-johdonsuojakatkaisinta, kuten myös 400x500x210 keskuksissakin. Joten kokoero keskusten välillä tulee 1-vaiheisista suo- jista ja niiden eroista. 400x500x210 keskuksissa 10A johdonsuojia on 10kpl, paitsi yhdessä on 20kpl ja 16A johdonsuojia on kaikissa 5kpl. Vikavirtoja näissä keskuksissa ei ole. 600x1000x250 keskuksissa, joita siis on kaksi kappaletta, molemmissa on 30 10A johdonsuojakatkaisinta, 16A johdonsuojakatkaisimia 4 ja lisäksi toisessa on 15 ja toisessa 20 kappaletta 16A vikavirtasuojia. Näistä tulee eroa tilan tarpeessa 50 johdon- suojakatkaisimen verran, jos siis ajatellaan pelkästään tilan tarvetta, jolloin yksivaihei- sia vikavirtoja voidaan ajatella kahdeksi johdonsuojaksi, koska leveydet ovat tällöin samat. Kyseessä on huomattava ero ja tällöin keskusten on järkevääkin olla erikokoi- sia. Väliin jää kuitenkin kolme eri keskuskokoa, joten saattaisi olla järkevää yhtenäis- tää käytäntöjä ja rajata keskuksat kahteen tai korkeintaan kolmeen erikokoiseen.

Tarkastellaan seuraavaksi mahdollisuutta yhtenäistää erikokoisten keskusten käyttöä.

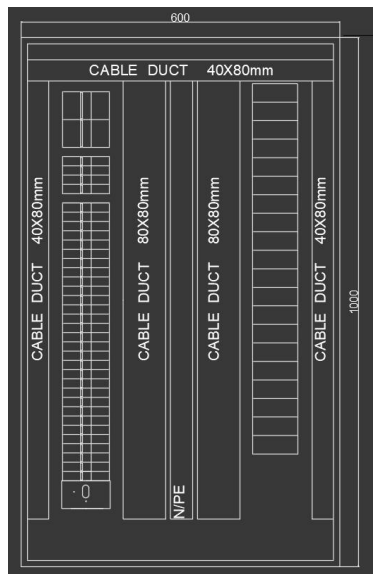
Taulukko 2. keskusvalmistaja 1:n toimittamien keskusten koot ja komponentit.
(Meyer Turku, 2021).

BOARD ID	1-POL.			3-POL.			Preliminary DIMENSIONS
	10 A	16 A	16 A RCD	16 A	16 A RCD	32 A RCD	
ELB	20	5	-	2	-	-	600x600x210
LB	30	4	15	2	-	-	600x1000x250
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
ELB	20	5	-	2	-	-	600x600x210
ELB	20	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	20	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	4	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
ELB	20	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
LB	16	4	15	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	20	4	15	2	-	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	10	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	10	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210

LB	16	4	20	2	-	-	600x800x250
LB	16	4	20	2	-	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	20	2	-	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	15	2	-	-	600x800x250
ELB	20	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
LB	30	4	20	2	-	-	600x800x250
ELB	20	5	-	2	-	-	600x600x210
ELB	20	5	-	2	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
LB	25	4	20	2	-	-	600x800x250
LB	16	4	10	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	10	2	-	-	600x760x210
LB	30	4	20	2	-	-	600x1000x250
LB	25	4	20	2	-	-	600x800x250
LB	25	4	15	2	2	1	600x800x250
LB	25	4	20	2	-	-	600x800x250
LB	16	4	10	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	1	1	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	20	2	1	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	2	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	1	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	1	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	2	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	1	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	1	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	1	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	2	-	600x800x250
LB	20	4	20	2	-	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210

OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	10	5	-	2	-	-	400x500x210
ELB	20	5	-	2	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
ELB	20	5	-	2	-	-	400x500x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	1	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	1	600x800x250
LB	16	4	15	2	2	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	6	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	1	2	600x760x210
LB	16	4	8	2	1	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	3	1	600x800x250
OLB	-	-	10	2	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
ELB	15	5	-	2	-	-	600x600x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	1	600x800x250
LB	16	4	8	2	3	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	-	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	1	-	600x760x210
LB	16	4	8	2	3	-	600x800x250
LB	16	4	8	2	1	-	600x760x210

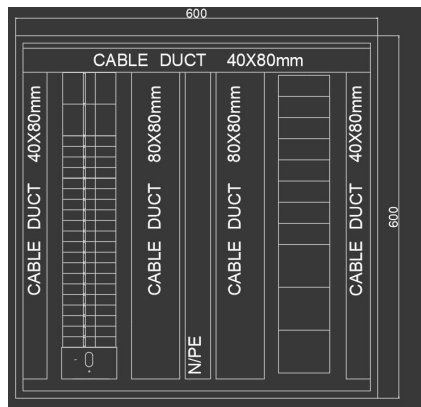
Keskuksen koon siis määrää se, mitä komponentteja se sisältää. Tarkemmin sanoen, mitä enemmän esimerkiksi kolmivaiheisia RCD-lähtöjä keskukseseen tulee, sitä suurempi tilan tarve ja tätä kautta tarvitaan isompi keskus. Keskusvalmistaja 1:n toimittamien keskusten koot käytiin jo aiemmin tässä kappaleessa lävitse. Alla olevassa kuvassa 9 on 600X1000 mitoiltaan oleva keskus, johon on sijoitettu erään LB-keskuksen komponentit. Kuvasta nähdään, että keskukseseen jää vielä hieman tilaa myöhempiä lisäyksiä varten. Kuvassa 9 vasemmalla on johdonsuojakatkaisimet ja pääkatkaisin ja oikealla RCD lähdöt.



Kuva 9. Esimerkki layout 600x1000 keskuksesta

Mikäli keskuksien järjestys on jatkossakin se, että keskuksen komponentit sijoitetaan kahteen pystykiskoon, silloin keskuksen leveys pysyisi kaikissa keskusvalmistaja 1:n keskuksissa samana eli 600mm. Tämä tarkoittaisi sitä, että luovuttaisiin kokonaan 400x500x210 kokoisista keskuksista. Tällöin jäljelle jäisi vielä neljä kokoa, joita tällä hetkellä toimitetaan eli 600x600x210, 600x760x210, 600x800x250 ja 600x1000x250. Kuten aiemmin nähtiin kuvassa 9, tulee 600x1000x250 mitoilla oleva keskus suhteellisen täyteen, joten sitä ei voida karsia pois. Näin ollen jäljelle jää vielä 600x760x210 ja 600x800x250 mitoiltaan olevat keskuksia joita voitaisiin karsia pois. 600x760x210 keskuksissa eniten komponentteja on eräässä LB-keskuksessa. Kyseisessä keskuksessa on yksivaiheisia suojuja 16 kappaletta 10A johdonsuojia, 4 kappaletta 16A johdonsuojia ja 8 kappaletta 16A RCD-suojia sekä kolmivaiheisia 2 kappaletta 16A johdonsuojakatkaisijaa, 1 kappale 16A RCD-suoja sekä 2 kappaletta 32A RCD-suojia.

Kuva 10. 600x600 keskus keskuksen erään LB-keskuksen komponenteilla



Kuten kuvasta 10 näkee, mahtuvat eniten komponentteja sisältävän LB-keskuksen osat 600x600 keskukseseen. Näin ollen myös muiden 600x760x210 mitoiltaan olevien keskusten komponenttien tulisi mahtua 600x600x210 keskuksen sisälle, sillä muissa keskuksissa on vähemmän komponentteja, joten ne myös tarvitsevat vähemmän tilaa. Näin ollen tuosta välikoosta olisi mahdollista luopua.

Tarkasteltaessa 600x800x250 keskuksia, tästä koosta voitaisiin myös luopua, sillä 600x1000x250 mitoiltaan olevia keskuksia todettiin tarvittavan. Tällöin 600x800x250 keskuksen komponentit mahtuvat loogisesti näihin keskuksiin. Näin ollen ne keskukset, jotka ennen olivat joko 600x760x210 tai 400x500x210 voisivat tulevissa projekteissa olla mitoiltaan 600x600x210 ja 600x800x250 keskukset voisivat olla 600x1000x250. Näin saataisiin viidestä keskuksista karsittua kolme pois ja vähennettyä suunnittelussa ja toteutuksessa ilmenneitä ristiriitoja.

Käytännössä, jos alukseen tarvitaan uusi keskus, lisätään kyseinen keskus ensin materiaalin hallintajärjestelmään, josta keskus tilataan ja mallinnetaan sekä tehdään tilanvaraus. Jotta mallinnus ja sitä kautta tilanvaraus olisi mahdollisimman oikean kokoiset, tulisi jo materiaalihallintajärjestelmään lisättäessä antaa keskukselle mitat. Keskuksen mitat saisi selville esimerkiksi excel-työkalulla, johon syötettäisiin tarvittavat komponentit ja taulukko antaisi oikean keskuskoon. Koska keskuksien komponenteissa on paljon eroja, ei ole järkevää tehdä kaikista keskuksista samanlaisia. Muuten keskusten koot kasvaisivat ja syntyisi turhia kustannuksia niin suuremmasta keskuksista kuin ylimääräisistä komponenteistakin.

Esimerkiksi, mikäli tilattaisiin keskus, jossa olisi kaikki nyt tiedossa olevat komponentit sekä niiden maksimi määrät, keskukseen tulisi yksivaiheisina 30 kappaletta 10A johdonsuojakatkaisimia, 5 kappaletta 16A johdonsuojakatkaisimia ja 20 kappaletta 16A RCD suoja sekä kolmivaiheisina 4 kappaletta 16A johdonsuojakatkaisimia, 6 kappaletta 16A RCD suoja ja 2 kappaletta 32A RCD suoja. Nämä eivät mahtuisi 600x1000x250 keskukseen, joten silloin tarvitsisi turhaan hankkia ylisuuria keskuksia. (Meyer Turku, 2021.)

Mikäli lähdetäisiin vakioimaan myös komponentteja keskuksiin, mikä todettiin jo edellisessä kappaleessa epäkäytännölliseksi, syntyisi myös komponenteista lisäkustannuksia.

4.1.2 Keskusvalmistaja 2

Keskusvalmistaja 2:n keskuksista on tällä hetkellä saatavissa mittatietoja vain kuvan 11 ja 13 keskuksista. Kuvista 11 ja 13 nähdään, että keskuksia on yhdeksää erikokoaa, vaikka keskuksia on vain 26, joista on mitat tiedossa. Näin ollen on todennäköistä, että keskuksia tulee olemaan myös muita kokoja, kuin kyseisessä taulukossa on näkyvissä. Keskusvalmistaja 2 toimittaa kuitenkin materiaalihallintajärjestelmän mukaan 225 keskusta, joten tässä vaiheessa on vaikea saada tarvittavat tiedot, jotta voitaisiin selvittää, onko kyseisiä keskuksia mahdollista vakioida. Näistä voidaan kuitenkin tarkastella tämän hetken kuluttajalistojen avulla, mitä lähtöjä keskuksiin on tarkoitus tulla.

ACTUAL SIZE (WxHxD) [mm]	SIZE IN 3D MODEL (WxHxD) [mm]	WEIGHT ESTIMATION [kg]
800x1200x300	1200x1400x300	75
600x800x300	1200x1400x300	71
600x800x260	1200x1400x300	71
600x1000x260	1200x1400x300	48
2000x1400x300	1200x1400x300	260
2000x1400x300	1200x1400x300	268
1600x1200x300	1200x1400x300	220
1000x1400x300	1200x1400x300	155
1600x1605x311,5	1200x1400x300	155
1600x1200x300	1200x1400x300	268
1000x1400x300	1200x1400x300	268
1600x1200x300	1200x1400x300	268
2000x1400x300	1200x1400x300	155

Kuva 11. 29.4.2021 tiedossa olevat keskusvalmistaja 2:n toimittamat keskuksset (Meyer Turku, 2021).

Erilaisia LB keskuksia keskusvalmistaja 2 toimittaa 23 kpl eli siis ELB, LB ja OLB keskuksia. Näiden komponentteja tarkastellaan ja verrataan keskusvalmistaja 1:n toimittamiin keskuksiin, jolloin voidaan selvittää, olisiko samat koot mahdollisia myös näissä keskuksissa. Loput keskusvalmistaja 2:n keskuksset ovat eri tarkoitusten PB keskuksia eli GPB, NPB, PB ja UPB keskuksia tai HB keskuksia.

Keskusvalmistaja 2:n toimittamista LB keskuksista on tällä hetkellä saatavilla mitat vain yhdestä ja kyseinen keskus on mitoiltaan 800x1200x300. Kuluttaja listan perusteella kyseisessä keskuksessa tulee olemaan 20 kpl 10A yksivaiheista johdonsuojakatkaisijaa, 8 kpl 16A yksivaiheista johdonsuojakatkaisijaa, 20 kpl 16A yksivaiheisia RCD suojia ja 2 kpl 16A kolmivaiheisia johdonsuojakatkaisimia. Näitä tuloksia verrattaessa keskusvalmistaja 1:n keskuksiin, täysin vastaavilla komponenteilla olevaa keskusta ei ole, mutta jos vertaa keskusvalmistaja 1:n keskukseseen LB-1, joka on mitoiltaan 600x1000x250, niin kyseinen keskus eroaa komponenteissa siten, että kyseisessä keskuksessa on 30 kpl 10A ja 4 kpl 16A yksivaiheisia johdonsuojakatkaisimia, joten keskusvalmistaja 2:n toimittaman keskuksen LB-6 keskuksen komponentit mahtuisivat myös 600x1000x250 kotelon sisälle.

Keskustyyppi	1pol						3pol		
	10A	16A	20A	10A RCD	13A RCD	16A RCD	16A	16A RCD	32A RCD
ELB	21	7	2				2		
ELB	27	6	2				2		
ELB	24	4	2				2		
ELB	26	5	4				2		
ELB	37	10	2				2		
ELB	43	8					2		
LB	20	8				20	2		
LB	21	7				20	2		
LB				8					
LB	20	7	2			20	2		
LB	20	6	2			20	2		
LB	20	8				20	2		
LB	20	6	2			20	2		
LB				8					
LB	20	6	2			20	2		
LB	20	8				20	2		
LB	20	8				20	2		
LB	20	8				20	2		
LB	20	8				20	2		
OLB					10		4		
OLB					8		2		
OLB					8		2		
OLB						8	2		

Kuva 12. Keskusvalmistaja 2:n toimittamien keskusten komponentit kuluttajalistojen perusteella

Kuten kuvasta 12 nähdään, eroavat keskusten komponentit paljon toisistaan. Keskuksista ei vielä toistaiseksi ole saatavilla mittatietoja kuin vain yhdestä, joka esiteltiin aiemmin, mutta komponenttien perusteella voidaan todeta, että, vaikkakin komponenteissa on eroja keskusvalmistaja 1:n keskuksiin, nämä mahtuisivat myös 600x1000x250 koteloon.

Keskustyyppi	Mitat
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1000x1400x300
GPB	1000x1400x300
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5
GPB	1200x2005x411,5

Kuva 13. Tiedossa olevien GPB keskusten mitat. (Meyer Turku 2021)

Muista kuin LB keskuksista keskusvalmistaja 2:n toimittamista keskuksista mitat ovat tiedossa Kuvan 13 ja kuvan 11 mukaisista keskuksista. Esimerkiksi GPB keskuksia tulee siis projektiin tällä tiedolla 64 ja näistä mitat ovat siis tiedossa kuvan 13 mukaisista keskuksista. Tämän hetken tilanteen mukaan GPB keskuksia on siis kahta erikokoaa. (Meyer Turku, 2021.)

5 TULOKSET

Yksi helpoimmista tavoista saada keskuksien mittoja vakioitua olisi siirtyä vain yhden keskustoimittajan käyttöön, jolloin keskuksat tulisivat vain yhdestä katalogista ja näin turhia kokojen vaihteluja ei tulisi. Edelleen keskuksia olisi eri kokoisia, mutta turhat vaihtelut saataisiin rajattua pois. Eri LB keskuksissa voitaisiin siirtyä kahteen eri kokoon, jolloin taas saataisiin vähemmän erikokoisia keskuksia, jolloin kaikki muukin keskuksiin liittyvä toiminta helpottuisi (mallinnus, huoltoluukut jne.). Näiden keskusten mitoituksiin tulisi olla jokin Excel-pohja tai joku muu ohjelma, joka mitoittaisi keskuksen siihen tulevien komponenttien avulla. Tämä siksi, että komponentit eroavat keskusten välillä, mutta näin saataisiin keskusten ulkomitat vakioitua. Huoltoluukkuja ajatellen, helpoin ja varmin tapa sille, että luukuista saataisiin jatkossa oikean kokoisia, olisi se, että keskuksat mallinnettaisiin 3D-malliin täsmälleen oikean kokoisina. Tämä taas vaatisi sen, että materiaalihallintaan lisättäessä, keskukselle annettaisiin mitat, joita mallintajat sitten hyödyntäisivät. Keskustoimittajille tulisi antaa lista käytössä olevien keskusmallien mitoista ja tilausvaiheessa määrittellä minkä kokoisia tilattavat keskuksat ovat. Muiden kuin LB keskusten vakioiminen olisi myös suotavaa, mutta tämän opinnäytetyön puitteissa tämän selvittäminen kävi mahdottomaksi, sillä näiden keskusten mittatietoja, joita käytettäisiin lähtötietoina, ei vielä ollut saatavilla.

LÄHTEET

Itämeren www-sivut. Viitattu 27.2.2021. <https://www.ostersjon.fi>

Meriteollisuuden www-sivut. Viitattu 27.2.2021. <https://meriteollisuus.teknologiateollisuus.fi>

Turun telakan työhuonekunnan www-sivut. Viitattu 27.2.2021. <https://www.tyohuonekunta.fi>

Meyer Turun www-sivut. Viitattu 19.3.2021. <https://www.meyerturku.fi>

Lehtola, J 2020. Loistoristeilijä Mardi Gras luovutettiin tilaajalle Turun telakalla. Yle uutiset 18.12.2020. Viitattu 27.2.2021. <https://yle.fi/uutiset>

Electric power generation and distribution function description. 2019. Meyer Turku. Yrityksen sisäinen dokumentti. Viitattu 4.3.2021.

Talja, T. 2021. System Engineer, Meyer Turku. Pori. Puhelinhaastattelu 22.1.2021. Haastattelijana Joni Merimaa. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

ABB www-sivut. Viitattu 18.3.2021. <https://new.abb.com>

Meyer Turku. 2021. 1400 Mars All Components Excel-tilukosta tuodut tiedot. Viitattu 4.2.2021.

Meyer Turku. 2021. List of Lightning Boards without prices Excel-tilukosta tuodut tiedot. Viitattu 15.4.2021.

Meyer Turku. 2021. Meyer Turun dokumentti D.1400.11100.100.051. Viitattu 14.5.2021.

Meyer Turku. 2021. Meyer Turun dokumentti example ELB lay out and component list. Viitattu 14.5.2021.

Meyer Turku. 2021. ICON keskusvalmistaja 2 keskusten koot Excel-taulukosta tuodut tiedot. Viitattu 29.4.2021