

Jani Heiskanen

# Bmu 2:n sähköistyksen kehitys Rostek Oy:llä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

14.5.2017

Tekijä Otsikko	Jani Heiskanen Bmu 2:n sähköistyksen kehittäminen Rostek Oy:llä
Sivumäärä Aika	30 sivua + 4 liitettä
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkövoimatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja	Lehtori Vesa Sippola
<p>Opinnäytetyö tehtiin Arimac Oy:n kautta Rostek Oy:lle. Työn tavoitteena oli kehittää Bmu 2:n - sähköistystä. Työssä käytiin läpi sähköistyksessä kohdattavat ongelmat ja ratkaisuvaihtoehdot. Kehitystyö tapahtui tekemällä suunnitelma, miten tuotantoa voidaan vaihteistaa niin, että sähköistys voidaan toteuttaa päädyissä erillään muusta kokoonpanosta. Sähkösuunnitelmien päivittäminen ja järjeistäminen kuuluivat myös opinnäytetyöhön. Ongelmakohtien selvittäminen tehtiin työskentelemällä osana tuotantoa. Kaapelointi muutoksen suunnitelma tehtiin tutkimalla valmiita sähkösuunnitelmia ja miettimällä sopivaa ratkaisuvaihtoehtoa toteutukseen. Sähkösuunnitelmien tutkiminen ja tuotannon osana toimiminen paljasti ongelma kohdan, joka johtui suunnitelmien puutteellisuudesta. Suunnitelmien päivittäminen tuli ensisijaiseksi työksi.</p> <p>Tuotannon kehittäminen jäi tulevaisuuteen ilmenneiden aikataulukkiereiden vuoksi. Bmu 2 tehtiin tarvikeluettelo, jolla pyrittiin vähentämään turhaa hakemista. Kaapeloinnin uudelleen järjestelystä tehtiin suunnitelma, joka jäi odottamaan prototyypiversion tekoa. Sähkösuunnitelmien päivittäminen tehtiin yhdistämällä kuvat selviksi kokonaisuuksiksi niin, että jokaiselle vakio - Bmu 2 - tuotteelle tuli oma sähkösuunnitelma kokonaisuus.</p> <p>Työ jäi Bmu 2:n kehittämisen osalta keskeneräiseksi. Kehitystyötä jatketaan asteittain eteen päin opinnäytetyön jälkeen. Sähkösuunnitelmien päivittäminen ajantasaiseksi onnistui ja nämä otetaan käyttöön asteittain.</p>	
Avainsanat	Bmu 2, riippukelkka, tuotannon kehitys, sähkösuunnittelu, työ- turvallisuus

Author(s) Title	Jani Heiskanen Bmu 2 electric installation development to Rostek OY
Number of Pages Date	30 pages + 4 appendices 14 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructor	Vesa Sippola
<p>This study work made for Rostek Oy while I was working at Arimac Oy. Main purpose was to improve Bmu 2 electric installation work. The study handles problems in installation work and proposed solutions for these encountered problems. Production is planned to be improved, so that each piece is made separately. Planning for this separately making is included in this thesis. Updating electric plans also is also handled.</p> <p>Problem location examination was made by being part of production. Problem solving for divided production was executed while going through electric plans. Examinations of electric plans showed that almost every plan was outdated or incompleted. Updating electric drawing became the main task.</p> <p>Improments to production remain to be finnished future due to tight schedule. BOM listing of needed products was made to increase productivity. Only solution to split production was chance wiring: that way there is only one cable for each hoist side. Plans and BOM list were made to ease this development. The Next step is to make proto Bmu 2 using this wiring method. This also remains to be finished in future. Scattered electric plans were combined so that there is only one plan for every base product</p> <p>Work improving Bmu 2 was not finnished. Improving continues step by step after this study. Electric plan update was successful. Updated plans will be taken in use step by step.</p>	
Keywords	Bmu 2, suspended trolley, product development electric planing, work safety,

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Building maintenance unit BMU	1
2.1	Bmu :n rakenne	1
2.2	Bmu :n toiminta ja toimilaitteet	2
3	Standardit	6
3.1	SFS-EN 1808	6
4	Bmu 2:n sähköistys	7
4.1	Sähköistys	7
4.2	Bmu 2:en testaus ja loppuasennus työ	8
5	Ongelmakohdat ja korjausehdotukset	9
5.1	Työturvallisuus	9
5.2	Ohjauskeskus	14
5.3	Kaapelireitit/kaapeleiden suojaus	16
5.4	Kelaajien läpivientiholkki.	18
5.5	Kaapelin jatko ylikuorma raja	19
5.6	Alaraja	20
5.7	Käytettävät suunnitelmat ja muut tilaus paperit	21
5.8	Rixelin hylly ja tavaroiden haku	22
6	Sähköistyksen tehostaminen muuttamalla kaapelointi tapaa	23
7	Sähkösuunnitelmat	25
8	Muutokset sähkökuviin ja tilauslomakkeeseen	27
9	Yhteenveto	29
	Lähteet	30

## Liitteet

Liite 1. Bmu 2:n sähköistyksen työvaiheet

Liite 2. Tarvikelistaus päädyn kaapeloinnin muutokseen

Liite 3. Bmu 2:n tarvikeluettelo

Liite 4. Tarvikelistaus Bmu 2:n optiot

## 1 Johdanto

Opinnäytetyö tehtiin Arimac Oy:n toimeksiannosta Rostek Oy:lle. Työn tavoitteena oli kehittää Building maintenance unit 2:n sähköistystä. Tuotteen kehittämällä pyritään vähentämään BMU 2:n asennukseen kuluva aikaa pienemmäksi ja tätä kautta nopeuttamaan läpivientiaikaa. Toimenpiteillä yritetään saada säästöjä pitkällä ajalla järkevästi. Vakiotuotteiden sähkösuunnitelmien päivitys ja selkeyttäminen sisältyi myös tehostamisen piiriin. Kuvien päivityksellä yritetään saada vähennettyä turhaa sekaannusta tuotannossa, jonka selvittämiseen kuluu tehokasta työaikaa.

## 2 Building maintenance unit BMU

### 2.1 Bmu :n rakenne

Bmu on kiinteistön julkisivun huoltoon tarkoitettu vaijereilla riippuva työtaso. BMU lyhenne tulee sanoista Building Maintenance Unit. Rostek Oy:llä on kaksi mallia tästä huoltoyksiköstä, Bmu 1 ja Bmu 2. Nimensä mukaan Bmu 1 on suunniteltu yhdelle henkilölle ja Bmu 2 on kahdelle henkilölle. Tässä opinnäytetyössä keskitytään Bmu 2:sen kehittämiseen. Bmu 2 on suunniteltu kahdelle henkilölle ja on perusmuodossaan 1,7 metriä pitkä. Bm 2:n pituutta voidaan lisätä neljään metriin asti. Nostokorkeus Bmu 2:lla on maksimissaan 70 metriä. Kuvassa 1 on erikoismallinen Bmu 2, jossa on nostokoneistot keskellä.

Sivuttaissiirto voidaan toteuttaa joko käyttäen rullastoja tai kattovaunua. Rullastoja on olemassa sekä manuaalisia että sähköisiä. Sähköisiä rullastoja tai kattovaunuja käytettäessä on Bmu :hun lisättävä erillinen sivusiirron ohjausboksi.



Kuva 1. Rostekin valmistama spesiaali Bmu 2

## 2.2 Bmu :n toiminta ja toimilaitteet

Bmu koostuu kahdesta nostimesta, jotka sijaitsevat tason molemmissa päädyissä. Nostimissa on jarru, jolla Bmu pysyy paikoillaan. Bmu 2:ssa on hätälaskutoiminto ja manuaalinen nostopyörä, jolla tasoa saadaan liikutettua tasoa sähköttä. Hätälaskutoiminnon saa käyttöön nostamalla nostokoneiston jarrun kahvan ylös. Liiallisen kallistuksen estämiseksi nostokoneisto menee lukkoon, jos toista puolta lasketaan liikaa. Jarrutus tapahtuu ohjauskeskuksessa sijaitsevilla kondensaattoreilla.

Nostokoneiston läpi kulkee kaksi vaijeria kummallakin puolella. Nämä vaijerit ovat nosto- ja varmistusvaijereita. Varmistusvaijeri on siltä varalta, että varsinainen nostovaijeri katkeaa. Vaijerit kelataan omille kaapelirummuille. Vaijerikelaimet toimivat automaattisesti, kun Bmu 2:ta nostetaan. Laskettaessa vaijerit kelautuvat manuaalisesti auki kelaimelta. Ohjauskeskuksen kannessa on automaatti- ja manuaalinokkakytkin kelaimille. Nokkakytkimellä voidaan pyörittää kelaimia ilman nostimia. Nokkakytkintä käytetään vaijereiden kiristämiseen ja vaijereiden asentamiseen Bmu 2:hun. (Ks kuva 2.)



Kuva 2. Ohjauskeskuksen paneeli. Ruotsinkielisillä opastekyllillä varustettu.

Ohjauskeskuksessa on avaimellinen käynnistys. Käynnistys ei toimi seuraavissa tilanteissa: vaihejärjestys on väärä, ääriyläraja on saavutettu, nostimen lämpösuoja on lauennut tai hätä seis-painike on painettuna alas. Vaihejärjestyksen tunnistusrele on standardien mukaan oltava laitteessa.

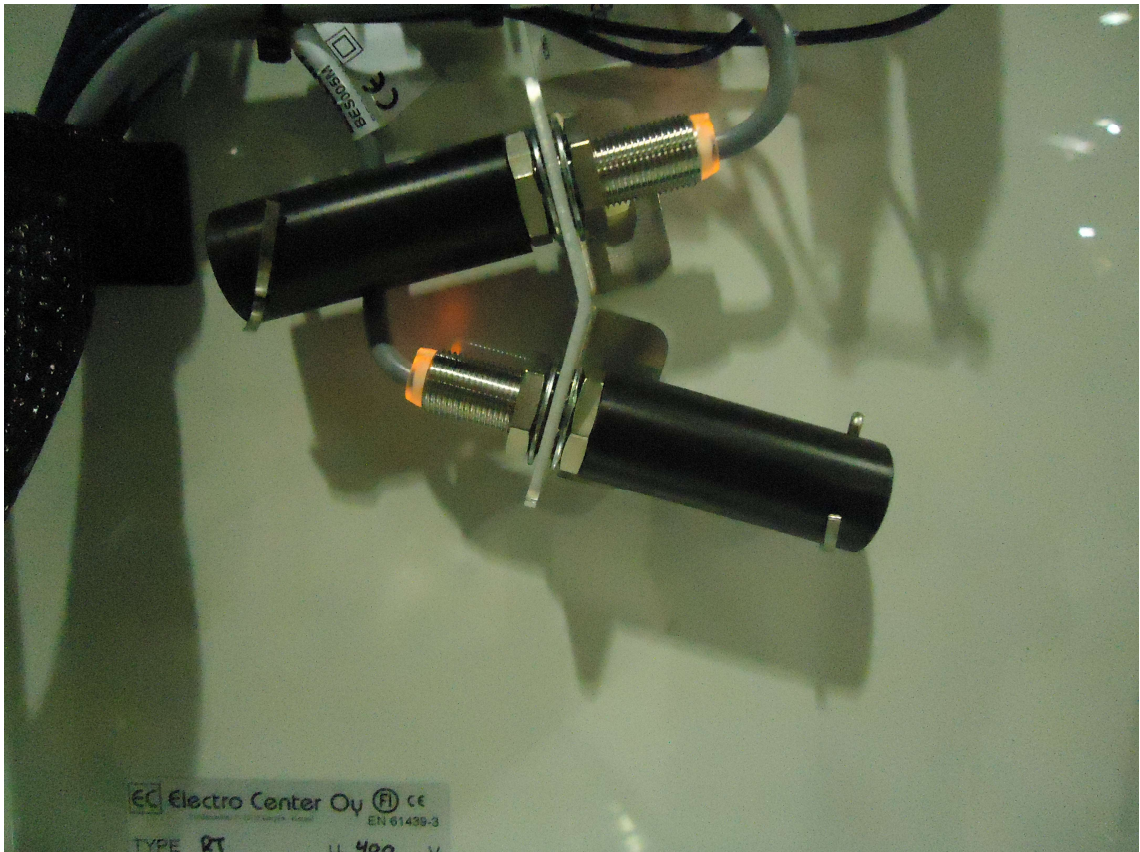


Nostokoneistoissa on oma yllämpösuoja ja kelaimilla ei ole lämpösuojaa. Yksittäisen kelaimen moottorin koko on 0,25 kW, joten standardin SFS-EN 60204-1 kohdan 7.3 mukaan ne eivät tarvitse erillistä lämpösuojaa (2).

Väärälle vaihejärjestykselle on oma punainen varoitusvalo ohjauskeskuksen kannessa. Vaihejärjestyksen kääntö onnistuu syöttökolmivaihe-pistokkeesta, jossa on vaiheen kääntömahdollisuus. Ääriyläraja-kytkimiä on kaksi kappaletta ja ne sijaitsevat ylärajakytkimien vieressä. Ääriylärajalla varmistetaan se, että Bmu 2:ta ei nosteta liian ylös, jos varsinainen yläraja on vaurioitunut eikä toimi oikein. Ohjauskeskuksessa on valkoinen valo, joka indikoi ohjausjännitteen päällä oloa.

Ylöspäin suuntautuva liike pysähtyy, kun toinen ylärajoista aktivoituu. Ylärajoja on kaksi kappaletta. Alaspäin suuntautuva liike pysähtyy, mikäli alapuolella on este. Alarajoja on kaksi kappaletta. Rajan tunnistus keskellä olevalle esteelle on toteutettu kehikolla, jonka liike aktivoi rajakatkaisimen. Ohjauskeskuksessa on alarajan ohitus painike, jonka avulla Bmu 2 saadaan ajettua maahan asti.

Bmu 2:ssa on kallistusrajat, joilla estetään liiallinen kallistuminen. Kallistusanturit on toteutettu induktiivisella anturilla ja metallikuulalla, joka liikkuu muoviputkessa. Bmu 2:ssa on automaattinen korjaus kallistukselle. Korjaustoiminto toimii ajamalla toista nostokoneistoista ylös tai alaspäin – riippuen käyttäjän haluamasta liikesuunnasta. Kallistukselle on oma punainen varoitusvalo ohjauskeskuksen kannessa. Kuvassa 3 on kallistusanturien kuva. Liikkeille on oma nokkakytkin, jolla voidaan valita nostokoneisto, jota halutaan ajaa.



Kuva 3. Ohjauskeskuksen kannessa oleva kallistusanturi paketti.

Bmu 2:ssa on ylikuorma-anturit, joilla estetään ylikuorman nostaminen. Molemmissa nostokoneistossa on oma ylikuorma-anturi. Ylikuormitukselle on oma punainen varoitusvalo. Nostaminen ei onnistu ylikuormituksen ollessa päällä. Laskeminen onnistuu riippumatta ylikuormasta.

Mikäli Bmu 2:ta käytetään rullastojen tai kattovaunujen kanssa, täytyy siihen asentaa erillinen ohjauskeskus sivusiirrolle. Sivusiirron toiminnot riippuvat siitä minkälaista laitosta käytetään sivuliikkeeseen. Tämä on projektikohtainen valinta. Bmu :hun on mahdollista asentaa optiona korkeuslaskuri ja vikavirtasuojattu pistorasia. Korkeuslaskurilla saadaan käyttöön automaattiset pysäytyskohdat.

### 3 Bmu 2 suunnittelu standardi

SFS-EN 1808

Standardi SFS-EN 1808 sisältää Bmu 2:n sähköistykseen liittyviä säännöksiä. Standardista löytyy erilaisia malleja Bmu 2 rakenteelle kumminkin sähköistys säännökset eivät vaihdu riippuen mallista. Johtimien poikkipinta-alan tulee olla vähintään 0,5 mm<sup>2</sup>. Komponenttien tulee olla vähintään suojausluokkaa IP54 ja täyttää EN 60529-standardi. Laitteissa pitää olla vaihevahti, joka tunnistaa vaihejärjestyksen ja estää käynnistymisen, jos järjestys on väärä. Automaattinen kallistuksen tunnistus ja korjaustoiminto pitävät vaijeiden varassa olevilla laitteilla olla. Kallistuksen automaattisen korjauksen tulee toimia ennen kuin 14 asteenkulma ylitetään. Ohjauksen tulee olla jyrkää, ja ohjauksien pitää toimia painonappi periaatteella. Ohjausnappien tulee olla vähintään 10 mm halkaisijaltaan ja ohjausnappeja tulee pystyä käyttämään hanskat kädessä. Ohjeistus ohjausnapuloiden toiminta pitää olla selkeää ja tämä tulee osoittaa joko käyttäen symboleita tai tekstiä. Sijoittelu ohjauspainikkeille tulee olla looginen ja painikkeiden tulee sijaita ohjattavalla tasolla. Muualla kuin ohjattavalla tasolla sijaitsevat napit pitää olla lukittavan napin takana. Tämä koskee kaikki ohjauspainikkeita mukaan lukien turvalaitteet, joilla onnettomuus tilanteissa otetaan laite käyttöön. Häätä-seis-toiminnot tulee suunnitella kategorian 0 ISO 13850 mukaan. Hätäpysäytyspainikkeita täytyy olla jokaisessa ohjauspainikassa ja tarvittaessa useammassa paikassa, jos näille on tarvetta. Kaikkien hätä-seis-painikkeiden tulee katkaista ohjausvälittömästi. Hätä-seis-painikkeen painalluksen pitää myös vapauttaa pääkontaktori.

Bmu 2:ssa pitää olla törmäyksen tunnistus alapuolella. Törmäysraja pysäyttävää liikkeen välittömästi rajan aktivoituessa. Yläpuolelle pitää asentaa törmäyksen tunnistusraja tilanteessa, jossa yläpuolelle saattaa tulla esteitä. Ylärajoja on kahta mallia, ääriyläraja ja nostoyläraja. Ääriylärajalla estetään se, että Bmu 2 ei pysty nousemaan yli ääripisteen. Ääriylärajan toimittua laitteen pitää jäädä toimimattomaan tilaan eikä tästä päästä pois ennen kuin ammattitaitoinen henkilö on tehnyt korjaavia toimenpiteitä. Ylärajan pitää pysäyttää nostoliike ennen ääriylärajaa.

Ylikuormasuoja on asennettava nostinlaitteisiin, jottei ylipainolla hajoiteta laitetta. Ylikuormasuojan tulee tunnistaa ylikuorma, joka johtuu henkilöistä työkaluista tai muista materiaaleista tasolle laitetaan. Jokaisessa nostinlaitteessa tulee olla ylikuormasuoja.

Ylikuormitus-tilanteessa tulee kaikkien liikkeiden estyä lukuun ottamatta laskua, jonka pitää olla käytettävissä, vaikka ylikuorma on päällä. Ohjauksen pitää olla niin kauan estynyt, kun ylikuormitusta on laitteessa. Ylikuormitusta pitää indikoida selvästi joko valon tai äänen avulla niin kauan kuin ylikuormitus on tason päällä. Suojan pitää olla sijoitettu niin, että ulkopuolinen ei pääse muuttamaan suojan asettelu arvoa.

Sähköllä toimivat nostimet on suunniteltava niin, että nostaminen ja laskeminen tapahtuvat moottorilla. Nostimen tulee pystyä nostamaan 125 % (WWL, working load limit) määritellystä painosta. Mikäli nostokoneisto pystyy nostamaan yli 250 % WLL painosta pysähtymättä niin lisäturvallaitteita pitää asentaa. Näitä turvalaitteita ovat ylivirtasuoja, ylikuumenemissuoja tai momentin rajoittava laite. Nostinlaitteeseen kuuluu kaikki väkipyörät, kaapelit ja kaikki joilla nostetaan. Mekaanista vaihdetta saa käyttää vain, kun tietyt ehdot täyttyvät. Ehdot, jotta mekaanista vaihdetta voidaan käyttää ovat seuraavat: vaihdelaatikko on positiivinen ja ei ole riippuvainen kitkavoimista toimiakseen.

Jarrun pitää toimia, kun päävirta sammuu, tai kun ohjausvirtapiiristä katkeaa sähköt. Jarrunvapautus pitää tapahtua vivulla tai kahvalla. Vaihteisto ei saa käyttää jarruna. (1-)

## **4 Bmu 2:n sähköistys**

### **4.1 Sähköistys**

Bmu 2:n sähköistykseen kuluu aikaa noin kahdeksan tuntia. Ohjauskeskuksen mukana tulee tarvittavat kaapelit lukuun ottamatta runkomaadoituksen kaapelia, joka joudutaan lisäämään jälkikäteen. Kaapelit ovat jo valmiiksi kytkettyjä keskukseen, jolloin sähköistykseen kuuluu kytkeä vain toimilaitteet. Kaapeleiden niputus tapahtuu spiraalilla, jonka tarkoituksena on helpottaa kaapeleiden kiinnitystä. Spiraali ei tarjoa minkäänlaista mekaanista suojaa kaapeleille. Kaapelinippujen ja yksittäisten kaapeleiden kiinnitykseen käytetään sopivan kokoisia letkun pidikkeitä ja nippusiteitä. Kaapeleina käytetään JZ-tyyppistä taipuisaa kaapelia, jossa on hienosäikeiset johtimet. Johtimien päättämiseen käytetään toimilaitteesta riippuen joko pääteholkkia, jatkosholkkia tai rengasliitintä. Päätekappaleilla varmistetaan se, että liitos on kestävä eikä pääse irtoamaan ajan kuluessa. Toimilaitteiden läpivientien tiivistys tapahtuu holkkitiivistäillä, jotka toimivat samalla vedonpoistajana. Kuvassa 4 on esitetty ohjauskeskuksen sisältö.



Kuva 4. Ohjauskeskuksen kuva sisältä.

#### 4.2 Bmu 2:n testaus ja loppuasennustyö

Bmu 2:n testaukseen kuuluu testauksen lisäksi alarajojen asennus ja säätö. Testaukseen ja muuhun loppuasennustyöhön kuluu neljästä viiteen tuntia. Alarajat asennetaan vasta testauksen yhteydessä, koska tämä on helpompaa tehdä, kun laite on ilmassa. Testauksessa tarkistetaan, että ohjaustoiminnot toimivat oikein. Rajojen testaus tapahtuu ajamalla Bmu 2 ylös- ja alaspäin. Ääriylärajojen testaus tapahtuu painamalla rajakytimen varsi alas. Kallistusanturit säädetään toimimaan noin 14 asteen kulmassa. Anturit on asennettu keskuksen kanteen sisäpuolelle ja säätö tapahtuu vääntämällä asennuslevyä oikeaan kulmaan. Nostokoneistojen ylikuormarajat säädetään toimimaan sisäisen

tilauslomakkeen mukaiselle testipainolle. Rajojen testauksen jälkeen asennetaan ohjauskeskukseen ohjauskyltit. Tämän jälkeen täytetään tarkistuslomake. Lomakkeen täytön jälkeen Bmu 2 jatkaa matkaansa loppukokoonpanoon.

## 5 Ongelmakohdat ja korjausehdotukset

Sähköistyksen asennustyöhön kuuluu yhdeksän eri työvaihetta, joihin kuluu aikaa noin 10–12 tuntia. Työvaiheita on viisi sähköistyksessä, ja ne toistetaan molemmille päätypaikoille. Loput 4 työvaihetta pitävät sisällään tarkastuksia ja lisävarusteiden kokoonpanoa. Työvaiheet on esitetty liitteessä 1 tarkemmin.

### 5.1 Työturvallisuus

#### Nykytilanne

Työturvallisuudessa on vielä kehittämisen varaa. Suurimmat korjaustarpeet koskevat testausvaihetta. Asennustyössä suurin tapaturman riski liittyy metallin sirpaleisiin, joita syntyy reikiä porattaessa. Reikiä joudutaan poraamaan kannakkeille ja toimilaitteiden kiinnitykseen. Sirpaleiden varalta turvalasien käyttöä tulisi tehostaa, ja tätä tulisi valvoa tarkemmin. Toinen ongelma asennusvaiheessa on nostaminen. Nostokoneistojen paikoilleen nostaminen tapahtuu trukilla ja liinassa olevalla koukulla.

Bmu 2:n testauspaikka sijaitsee seinustalla, mikä on parannusta aikaisempaan. Edellinen paikka sijaitsi keskellä kulkuväylää. Kuvassa 5 on testauspaikka. Testauspenkin takana olevalla seinustalla on hyllykkö, jossa on Bmu 2:n kasauksessa käytettäviä osia. Hyllyn paikkaa tulisi muuttaa, jotta kaikki mahdollinen liike saadaan poistettua Bmu 2:n alapuolelta ja viereltä testauksen aikana. Testauspaikan alue pitäisi pystyä eristämään testauksen ajaksi, jotta mahdolliset henkilövahingot estetään. Testauksen aikana Bmu 2 liikkuu ylös- ja alaspäin, jolloin liikkeen suunta saattaa tulla yllätyksenä alla tai vieressä olevalle henkilölle.



Kuva 5. Bmu 2:n testauspaikka.

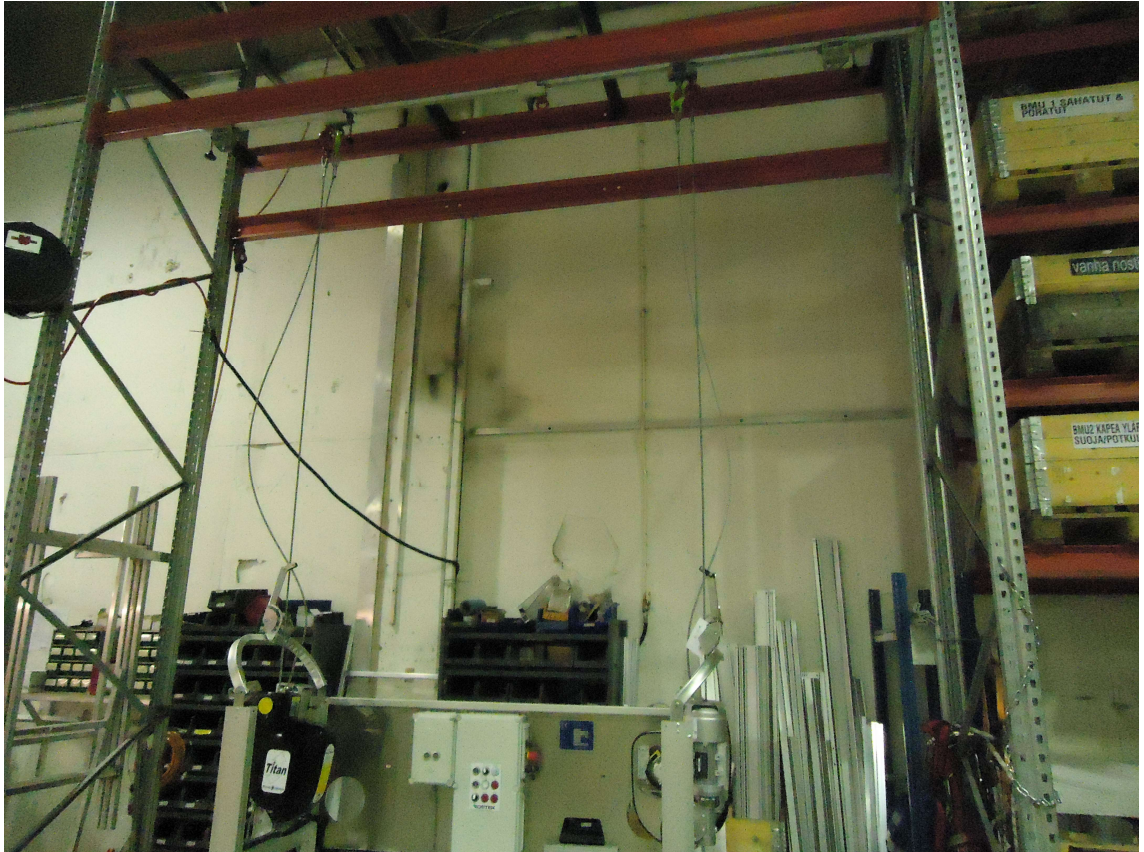
Bmu 2 nostetaan ylös alarajojen asennuksen ajaksi. Nosto tapahtuu nostokoneistolla ja tämä tarkoittaa sitä, että jännitteet ovat päällä. Nostokorkeus on metristä puoleentoista metriin. Bmu 2:sta poistuminen ja sisäänkäynti tapahtuvat nostamisen jälkeen A tikkailta. Alarajan johto on ennen rajan asennusta jännitteinen. Ohjausjännite on 24 VDC, joka on reilusti alle vaarallisen jännitteen. Alarajan johto tulisi suojata siitä huolimatta sähköiskulta ennen kuin Bmu 2:hun laitetaan sähköjä päälle. Kuvassa 6 on esitetty alarajakytkimen paikka alapuolella



Kuva 6. Alarajakytkimet.

Putoamisvaara on suuri testausvaiheessa, sillä toinen sivuseinä on aukinainen vielä tässä vaiheessa. Turvalajaiden käyttö on hyvin alkeellista ja kiinnitysmahdollisuudet ovat huonot. Bmu 2:ssa on sisällä kaksi silmukkapulttia per puoli turvalajaiden kiinnitykseen. Näiden kiinnityspisteiden käyttö on vaikeaa testauksen alkuvaiheessa, jolloin Bmu 2 pitää pystyä poistumaan. Muissa testauksen vaiheissa kiinnityspisteet ovat toimivia. Testauspenkin yläpuoleisessa kiskossa on myös turvakelain, johon turvalajaat olisi tarkoitus kiinnittää. Kuvassa 7 näkyy kiinnitys piste turvakelaimelle. Vanha turvakelain on epäkunnossa eikä se jaksa kelata itseään takaisin edes turvalajaiden painosta. Tämän käyttö on sen vuoksi hyvin hankalaa ja hyödytöntä.





Kuva 7. Turvakelaimen kiinnityspiste keskellä oleva rullasto.

Ylikuormarajan säätämiseen tarvitaan painoja. Tarvittavien painojen määrä vaihtelee projektikohtaisesti. Testauspainoja on käytössä eri muotoisia ja niiden kiinnitys Bmu 2:hun on hyvin haastavaa. Kuvassa 8 näkyy testaukseen käytettäviä painoja. Painojen pitäisi pysyä paikoillaan, kun Bmu 2:ta liikutetaan. Kiinnitystavat painoille riippuvat testauksen tekevästä asentajasta. Painojen nostaminen Bmu 2:n kyytiin sitoo kaksi työntekijää sekä trukin. Sopivien painojen hakeminen hallista on myös aika ajoin haastavaa.



Kuva 8. Testaukseen käytettävät painot. Vasemmalla Bmu 2:n kyydissä 350 kg painoja ja oikealla 78 kg paino.

#### Korjausehdotus

Silmävammojen ehkäisemiseen tulisi kiinnittää huomiota. Turvalasien käyttöä on joko valvottava tai otettava käytäntöön turvalasien käyttöpakko tehdasalueella.

Testauspaikan ympäristöön tulisi saada siirrettävät rajaustolpat, joilla alue testauspaikan ympärillä eristetään. Tarvikehylly testauspaikan takaa tulisi siirtää pois. Turvavaljaiden käyttöä tulisi opastaa ja valvoa tarkemmin. Turvakelain tulisi vaihtaa uuteen. Kelaimen pää tulisi saada alas kiinni jolloin tämä ei kelaudu sisään ylös. Bmu 2:n sivun aukon peittämiseen on hankittava sopiva suojaverkko tai -aita, joka estää putoamisen reunan yli. Alarajan jännitteisen johdon suojaukseen tulisi kiinnittää huomiota. Toisena vaihtoehtona tähän on asentaa rajakytkimen johto kiinni rajaan ja sitten vasta asentaa paikoilleen.

Ylikuormarajan testaukseen tarvittavien painojen kiinnitykseen pitää kehittää toimiva ratkaisu. Yhtenä ratkaisuna tähän on hankkia 25 kilon painoja, joita nostetaan käsin Bmu 2:n kyytiin. Painoille pitäisi tehdä sopiva laatikko, jonka saa helposti kiinni Bmu 2:hun ja joka estää painojen liikkumisen testauksen aikana.

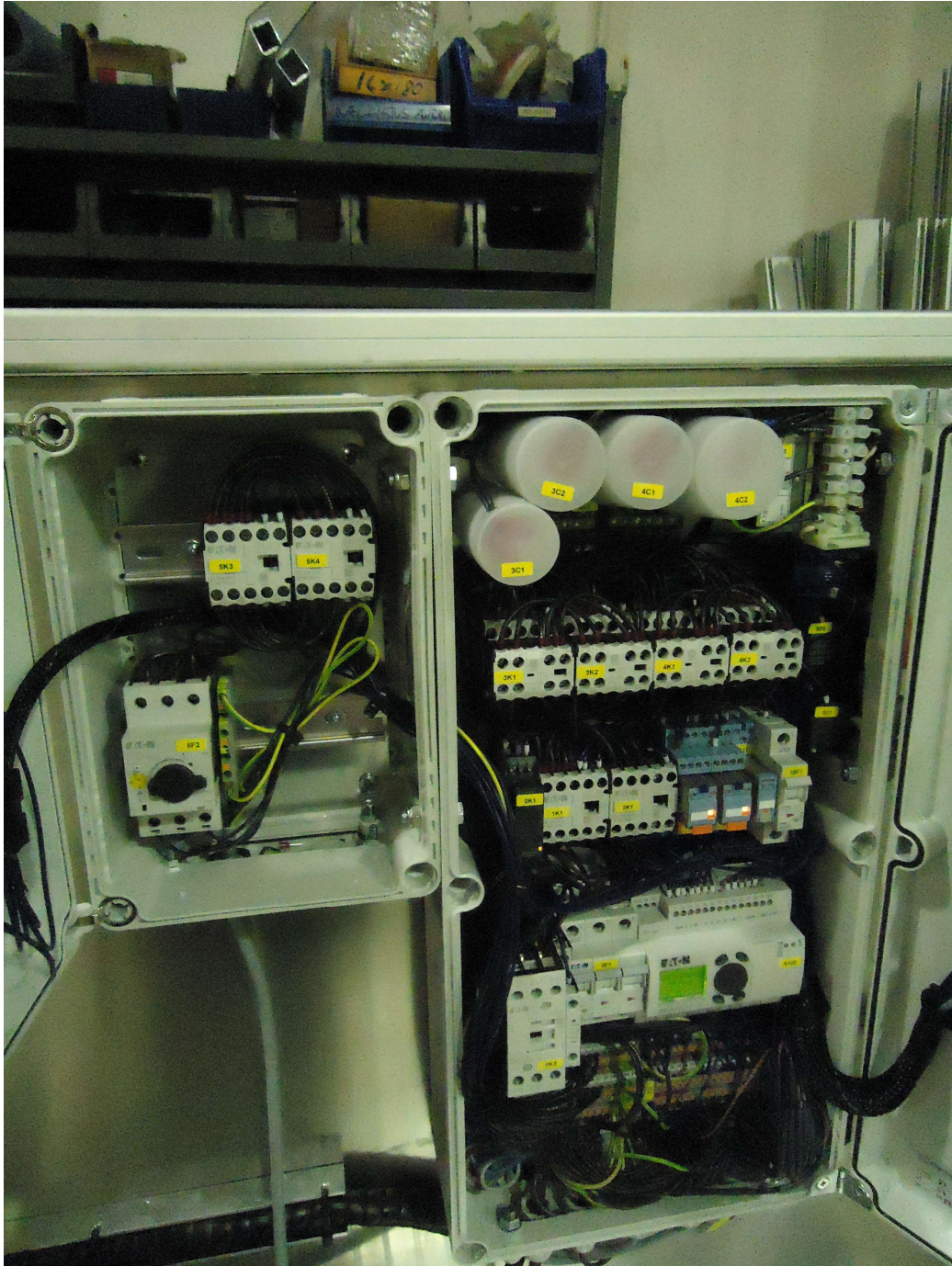
Työtapaturmista ja läheltä piti- tilanteista pitäisi tehdä selvä ilmoitusprosessi, jotta näihin voidaan puuttua ja korjata virheet, joiden syystä tapaturma tai läheltä piti-tilanne tapahtui.

## 5.2 Ohjauskeskus

### Nykytilanne

Sivusiirronohjauskeskuksen asennus on hyvin vaikeaa ja kokemattomalta aikaa vievää työtä. Ohjauskeskus CB01 on tilankäytöltään niin hyvin suunniteltu, että sivusiirron kiinnityspulttien kiinnittäminen on vaikeaa. Ratkaisuvaihtoehtona tähän on tilata sivusiirrolaisia Bmu 2- ohjauskeskuksia ja vain hätätapauksessa liittää itse keskuksia yhteen. Toisena vaihtoehtona on suunnitella kokonaan ohjauskeskus uudelleen. Optioiden lisäys vie myös paljon aikaa.

Ongelmana on myös kaikki muut kohteet, joissa käytetään muuta kuin rosliftejä sivusiirrossa. Nykyistä sivusiirto-ohjausboksia ei ole suunniteltu muuhun käyttöön soveltuvaksi. Tällä tarkoitetaan sitä, että ohjauskeskusta joudutaan muuttamaan tapauskohtaisesti riippuen käytettävästä sovelluksesta. Lisäksi muutosmahdollisuudet nykyisessä ohjausboksissa ovat hyvin rajoitettuja tilanpuutteen vuoksi. Tämä ongelma on jo näkynyt useassa projektissa, joissa on tehty muutoksia ohjausboksiin. Ongelmana on myös suunnitelmien puute sekä puutteelliset suunnitelmat ja erilaisten toimintamallien käyttö eri projekteissa. Kuvassa 9 on esitetty, miten tiiviiksi ohjauskeskus on suunniteltu ja miten vaikea tähän on lisätä laitteita.



Kuva 9. Bmu:2 ohjauskeskuksen sisältö.

### Korjausehdotus

Ohjauskeskusten liittäminen toisiinsa on työlästä, ja ratkaisuna tähän suositellaan tilaamaan sivusiirrollisia ohjausohjauskeskuksia ja liittämään vain hätätapauksessa keskuksset yhteen tehtaalla. Toisena vaihtoehtona on suunnitella koko Bmu 2n- ohjauskeskus

niin, että kaikki mahdollinen lisätyö vähenee. Optioiden määrää tulisi vähentää joko lisäämällä ne suoraan standardiratkaisuksi, jotka asennetaan jo ennen ohjauskeskuksen tuloa Rostekille. Toisena vaihtoehtona on hinnoitella kaikki ratkaisut niin kalliiksi, että nämä kattavat kokonaisuudessaan kaikki asennukseen ja muihin kuluihin liittyvät kustannukset.

Suunnitelmien pitäisi olla ajantasaiset ja niistä pitäisi löytyä selvät asennusohjeet. Suunnitelmien saatavuus saadaan ratkaistua sillä, että käytettävät kuvat tulevat sisäisen tilauslomakkeen mukana asentajalle. Tässä mallissa suunnitelmat jatkavat matkaa paperisina ja ajantasaisina asiakkaalle asti. Ongelmana kuitenkin on se, että käytettävä paperin määrä kasvaa runsaasti. Sisäisessä tilauksessa pitäisi olla tarvittavat tiedot lisävarusteista ja muista mahdollisista tiedoista. Tämä tarkoittaa sitä, että lomake on ajantasainen ja täydennetty tarpeeksi, jotta turhat kyselyt vähenevät. Lisäksi tilauslomakkeesta ei löydy sanoja ”ehkä” tai ”vahvistetaan myöhemmin” sekä muut ilmaisut, joilla voidaan ilmaista mahdollista epävarmuutta

Sivusiirron ohjausboksin muutokset saadaan vältettyä sillä, että jokaiselle eri vaihtoehdolle on valmiiksi kasattu ohjauskeskus, joka asennetaan tehtaan lattialla pääohjauskeskukseen. Tämä tarkoittaa sitä, että sivusiirto asennetaan vasta tehtaan lattialla. Ongelmaksi muodostuu myös tarvittavan varastointitilan kasvu. Sisäisen tilauslomakkeen kanssa tulevat sähkösuunnitelmat ratkaisisivat useimmat ongelmat sekä vähentävät turhaa etsimiseen ja selvittämiseen kuluvaan aikaa. Tämä myös vähentää turhien kyselyiden määrää itse projektin myyneeltä insinööritä.

Runkomaadoituksen johdon asennus jo valmiina Rostekille tulevaan keskukseen vähentää sen puuttumista tulevissa toimituksissa. Tällä saadaan lisäksi vähennettyä siihen kuluva asennusaikaa.

### 5.3 Kaapelireitit/kaapeleiden suojaus

#### Nykytilanne

Kaapeleiden suojaus toteutetaan spiraalilla, jolla saadaan kaapelit yhdeksi nipuksi ja helpommin kiinnitettäväksi paketiksi. Mekaanista suojausta spiraali ei anna, eikä sovelluksessa ole edes tarvetta kovalle suojaukselle. Kaapelinippujen asennus spiraalin sisälle

on aikaa vievää, jonka poistamisella saadaan vähennettyä asennukseen kuluvaan aikaan. Kaapelit kulkevat isossa nipussa ohjauskeskuksen päätyyn, jossa kaapelit haarautuvat eri suuntiin. Ensimmäisellä osiolla kaapelit kiinnitetään nippusiteillä alumiinisen U-palkin sisälle, joka on esitetty kuvassa 10. Tämä U-palkki suojaa kaapelin yläpuolta. Asennus päätyjen luona tapahtuu kaapelin kiinnitysletkun pidikkeillä.



Kuva 10. Asennettu kaapeliniippu ohjauskeskukselta päädyn toimilaitteille.

#### Korjausehdotus

Spiraalin käyttöä olisi tarkoitus vähentää ja näin säästää työn määrää. Tämä vähentäminen onnistuu helpoiten seinän osalla lisäämällä sopiva johtoreitti, johon kaapelit voidaan asentaa ilman spiraalia. Kaapeleiden asennusreitiksi soveltuu esimerkiksi kaapelikouru/ alumiini profiili, josta kaapelit saadaan pujotettua läpi ilman ongelmia. Päädyissä kaapelit haarautuvat useaan eri kohteeseen jolloin suojaus ja kiinnitys toteutuvat parhaiten spiraalilla ja letkunpidikkeillä. Erilaisten kaapelikourujen ja -putkien käyttöä kaapeli-

reitteinä on suositeltavaa, jolloin mekaaninen suojaus paranee. Kourujen tai putkien käytöllä ei kuitenkaan synny säästöjä, sillä työn määrä ja tarvikekustannukset lisääntyvät. Yhtenä vaihtoehtona on luopua kokonaan spiraalin käytöstä.

#### 5.4 Kelaajien läpivientiholkki.

##### Nykytilanne

Kelaajan kaapelointi on toteutettu 4x1,5 JZ- kaapelilla, jonka johtimet ovat hienosäikeiset. Kelaimen läpiviennit ovat varustettu M20 - holkkitiivisteillä. Kaapelin halkaisija on noin 7,8 mm ja M20- holkkitiiviste on suunniteltu 8–13 mm:n halkaisijalle. Holkkitiiviste ei tiivistä kaapelia tarpeeksi tiukalle. Kelaimen kanteen, jossa on jo valmis reikä aihio M16- holkkitiivisteelle, joudutaan avaamaan ja kierteyttämään M16 - kierretapilla. Kuvassa 11 on esitetty valmistoteutus kaapelin läpiviennille kelaajalle.



Kuva 11. Kelain kaapeloituna.

## Korjausehdotus

Kelaajan kaapelin pituus on perussovelluksessa alle kolme metriä. Kaapelin vaihto toiseen asennuksessa on aikaa vievää, jolloin on saman, tekeekö kierteet vai vaihtaako kaapelin. Kaapelin tyyppin vaihto toiseen suunnitelmissa ja sitä kautta valmiiksi kasattuihin keskuksiin on toimivin ratkaisu. Toisena vaihtoehtona on kasvattaa johtimien poikkipinta-alaa  $1,5 \rightarrow 2,5 \text{ mm}^2$ . Poikkipinta-alan vaihdolla saadaan kasvatettua johdon halkaisijaa  $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$  noin  $7,5 \text{ mm}$ :stä  $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$   $9 \text{ mm}$ :iin, jolloin M20- holkkitiiviste saadaan kiristettyä tiiviiksi.

### 5.5 Kaapelin jatko ylikuorma raja

#### Nykytilanne

Ylikuorma-anturiin on kiinnitetty valmiiksi johto, jota ei pysty vaihtamaan. Kaapelin pituus ei riitä ohjauskeskukselle asti ja tätä joudutaan jatkamaan. Kuvassa 12 on esitetty ylikuorma kytkimen jatkos.



Kuva 12. Kaapelin jatkos ylikuormarajakytkimelle.



## Korjausehdotus

Ylikuorma-anturi sijaitsee nostokoneistossa ja on hyvin lähellä kytkentärasiaa. Jatkamisongelma voidaan ratkaista sillä, että ylikuormaraja kytketään samaan kytkentärasiaan kuin nostokoneiston syöttökaapeli. Nostokoneiston syöttökaapelissa on jo moottorin ohjausjohtojen lisäksi lämpörele ja jarrun avauksen ohjaus. Ylikuorma-anturin lisäys nostokoneiston kaapeliin tarkoittaisi kaapelin vaihtamista 18- napaiseksi. Toisena ongelmana tässä on kytkentä rasian läpivienti, joka tässä tapauksessa tuli ylhäältä läpi. Tämä ei ole optimaalinen ratkaisu.

## 5.6 Alaraja

### Nykytilanne

Bmu 2:ssa on kaksi kappaletta alarajoja. Alarajaa joudutaan jatkamaan rajakytkimessä, joka ei ole soveltuva tähän. Rajakytkimessä on hyvin vähän tilaa kaapelin jatkamiseen. Läpivientiholkki rajakytkimessä on M16, ja tiiveys kahdella kaapelilla on vähintäänkin kyseenalainen. Kuvassa 13 näkyy hyvin miten huonosti tiivisteholkki tiivistää kahdella kaapelilla.



Kuva 13. Alarajakytkimen haaroitus ensimmäisellä rajakytkimellä.

#### Korjausehdotus

Ainoa ratkaisuvaihtoehto alarajojen ketjutukseen on kaapeloida molemmat rajakytkimet keskukselta asti omilla kaapeleilla.

### 5.7 Käytettävät suunnitelmat ja muut tilauspaperit

#### Nykytilanne

Bmu 2:n sähkösuunnitelmia on olemassa useita eri versioita. Suurin osa muutoksista tulee sivusiirtoon liittyen. Tarvittavien suunnitelmien hakuun kuluu aikaa ja pahimmassa tapauksessa näitä joutuu etsimään useampi henkilö. Tarkastuslomakkeesta löytyy useampi tarkastuskohta, joista aika on jo ajanut ohitse. Tarkastuslomakkeessa ei kysytä

sähköistä muuta kuin toiminnallista toimivuutta. Lomakkeesta puuttuu moottoreiden virran mittaus ja maadoituksen jatkuvuus. Pistorasialla varustettujen yksilöiden kohdalla pitäisi mitata oikosulkuvirta syöttökaapelilla samoin kuin vikavirtasuojakytkimen toiminta aika. Syöttö- ja ohjauskaapeleista pitäisi mitata eristysvastus. Mittauksilla varmistetaan se, että johtimet on kytketty oikein ja kaapelin eristeet ovat kunnossa.

Sisäisestä tilauslomakkeesta puuttuu tarvittavia tietoja ja tämä pitäisi päivittää tarkastuslomakkeen kanssa uuteen versioon. Kaikki ristiriitaisuudet pitäisi saada poistettua. Lomakkeista pitäisi poistaa kaikki sanat jotka viittaavat epävarmuuteen, kuten ”varmistetaan myöhemmin” ja ”ehkä” sekä tyhjät kohdat. Optiot ja myydyt lisälaitteet pitäisi olla lomakkeissa, eikä tulla esiin vasta siinä vaiheessa, kun tuote on jo pakattu valmiiksi lähettämistä varten.

#### Korjausehdotus

Suunnitelmien pitäisi tulla samassa paketissa kuin sisäinen tilauslomake ja tarkastuslomake. Tarkastuslomake sekä sisäinen tilauslomake tulisi päivittää ajantasaisiksi. Lomakkeiden täytössä kiinnitettävä huomiota, jotta oikeat ruudut on täytetty oikein.

Tarkastuslomakkeessa pitäisi olla sarakkeet moottoreiden virroille, jotka tulisi mitata jokaisesta lähtevästä tuotteesta. Tällä varmistetaan moottoreiden toiminta kunto. Maadoituksen jatkuvuudelle pitäisi olla oma sarake. Pistorasialla varustetuista yksilöistä pitäisi mitata vikavirran toiminta- aika ja -virta. Mittauksiin pitäisi saada kunnollinen asennustesteri, jota ei tällä hetkellä löydy Rostekilta.

#### 5.8 Rexelin hylly ja tavaroiden haku

##### Nykytilanne

Suurin osa Bmu 2:n sähköiseen asennukseen kuuluvista tavaroista sijaitsee Rexelin hyllyssä, josta tavarat tilataan puhelimella käyttäen Rexelin sovellusta. Tarvikkeita kirjataan pitkin asennusprosessia ja muita asennuksessa tarvittavia tarvikkeita haetaan ympäri hallia. Tähän turhaan hakemiseen kuluu turhaan aikaa, ja tämän lisäksi tarvikkeiden kohdentaminen tiettyyn projektiin hankaloituu.

## Korjausehdotus

Tarvikkeista pitäisi tehdä selvä listaus, jonka mukaan tarvikkeet haetaan Rexelin hyllystä. Tarvikelistauksessa pitäisi tulla selvästi ilmi tarvittavat tiedot projektista, jotta tarvikkeet voidaan kohdentaa oikein ja vähentää hävikkiä. Tämän pitäisi myös helpottaa varaston ylläpitoa ja estää hyllyn tyhjenemistä. Tarvikelistaus mitä Rexelin varastosta otetaan, pitäisi tulla jokaisen projektin yhteydessä sisäisen tilauksen yhteydessä. Tällä on mahdollista säästää aikaa ja vähentää turhaa hakemista. Tarvikkeita Bmu 2:een menee saman verran riippumatta laitteen pituudesta. Muut pientarvikkeet, jotka kuuluvat Rostekin omaan varastoon, tulisi sijoittaa lähietäisyydelle Bmu :n kokoonpanopisteestä. Lisäksi tarvikkeille pitäisi luoda omat hyllypaikat ja merkitä ne selkeästi. Tällä saadaan varastointiin järjestystä ja välttämään tavaran loppumiselta. Varaston hoitoon pitäisi nimetä henkilö, jonka vastuulla on hyllyn tarkastaminen ja täyttäminen. Tämä koskee Rexelin tilaushyllyä samoin kuin Rostekin omaa varastoa.

## **6 Sähköistyksen tehostaminen muuttamalla kaapelointia**

Ohjauskeskuksien toimituksessa nykyiseltä toimittajalta on ollut ongelmia, toimitusajat ovat pitkiä ja keskuksien toimitus päivämäärät venyneet. Tästä seurauksena työt ovat pysähtyneet ja aikataulut venyneet. Seurauksena tästä uuden keskustoimittajan etsintä on alkanut Rostekilla. Uuden keskustoimittajan etsinnän yhteydessä tehdään pientä kehitystyötä nykyiseen Bmu 2- keskukseseen, jolla pyritään vähentämään asennukseen kuuluvaa aikaa.

Suunnitelmana on muuttaa kokoonpano rakennetta niin, että päädyt on mahdollista valmistaa erikseen itsenäisenä kokonaisuutena. Kokoonpanossa liitetään vain pääty palat valmiiseen keskiosaan ja päätyjen sähköt liitetään liittimillä varsinaiseen ohjauskeskukseen. Päädyn sähköistä asennustyötä pyritään nopeuttamaan ja helpottamaan. Päädyistä on tarkoitus tehdä identtiset, jolloin päätyjä voidaan valmistaa varastoon ja käyttää varastossa olevia kappaleita riippumatta siitä kumpaan riippukelkan päätyyn pääty liitetään. Keskukseseen tehtävät muutokset pyritään pitämään mahdollisimman pieninä.

Päätyjen yksinkertaistaminen aloitetaan sillä, että syöttö kaikille sähkölaitteille tapahtuu vain yhdellä kaapelilla ja haaroittaminen toimilaitteille tapahtuu päädyssä sijaitsevasta

kytkentä rasiasta. Yhden kaapelin kiinnittäminen on helpompaa kuin epämääräisen kaapelinipun. Kaapelin pujottaminen suojaputkeen tulee tässä toteutus mallissa mahdolliseksi, jolloin vältetään spiraalin käytöltä. Suojaputken käyttö lisää mekaanista suojaa kaapelille verrattuna spiraaliin. Kytkentärasian käyttämisellä saadaan poistettua ylikuorman kaapelin jatkaminen. Toinen aikaa säästävää toimenpide on alarajan kaapelin saaminen molemmin puolin, jolloin jatkaminen rajakytkimessä jää historiaan. Ohjauskeskus CB01 on suunniteltu käytettäväksi harting- liitintä. Huomattavaa on se, ettei Bmu 2:ta pysty käynnistämään ilman, että molemmat liittimet ovat kiinni.

Väärin käyttö on mahdollista mikä aiheuttaa mahdollisen vaaratilanteen, kun harting - liittin on aukaistu ja hätälaskua käytetään. Nostinkoneisto lukittuu automaattisesti, kun kallistuskulma menee yli sallitun rajan. Tämä ei kumminkaan poista mahdollisuutta, että kummatkin liittimet aukaistaan ja molempia nostimia lasketaan hätälaskulla yhtä aikaa. Ratkaisuksi tähän ongelmaan on kolme vaihtoehtoa: varustaa nostimet ylinopeus suojalla, käyttää liitintä, jonka aukaisu onnistuu vain työkaluilla, tai luopua harting - liittimen ja käyttää vain 25x1,5 mm<sup>2</sup>- kaapelia. Kolmannessa vaihtoehdossa 25x1,5 mm<sup>2</sup>- kaapelin pitäisi olla valmiiksi kytketty keskukseen.

Jatkorasian tarvittavat komponentit lisäävät Bmu 2:n hintaa ja kytkentä rasian valmistamiseen kuluu huomattava määrä aikaa. Ratkaisu kytkentärasian valmistukseen on joko ostaa kytkentärasia valmiina tai valmistaa itse iso määrä kytkentärasioita valmiiksi varastoon. Kummallakin vaihtoehdolla ajan säästö on huomattava verrattuna siihen, että kytkentä rasioita valmistetaan yksi kappale kerrallaan. Taulukossa 1 on esitetty jatkos rasialle tulevat ja lähtevät kaapelit.

Taulukko 1. Jatkorasiasta lähtevät kaapelit.

	Toimilaite	Kaapeli	Muuta
1	Nostokoneisto	12x1,5G	Sisältää, nostomoottori, jarrun vapautus ja lämpösuojan
2	Ylikuormaraja	4x0,75	Rajakytkimessä valmis kaapeli 1,5m
3	Kelaaja	4x1,5G	
4	Ääriyläraja	2x1,5	
5	Yläraja	2x1,5	
6	Alaraja	2x1,5	
7	Korkeuslaskuri	3x0,5	Optio, vain vasemmalla puolella ohjauskeskuksesta

Kaapeloinnin muutoksen tuominen tuotantoon vaatii runsaasti muutoksia varsinaiseen Bmu 2:n kokoonpanoon. Ensimmäisenä vaiheena on tehdä prototyypiversio kytkentä-rasiallisesta kaapeloinnista nykyiseen tuotanto Bmu 2:een. Prototyypiversioon jälkeen selviää, onko muutokset aikaa säästäviä ja kannattaako tätä reittiä jatkaa eteenpäin.

## 7 Sähkösuunnitelmat

Rostekilla on vakio tuotevalikoimassa neljä erilaista sivusiirtovaihtoehtoa. Tuotteista kaksi on kattovaunuja (Amstrong ja Roca) ja viimeiset kaksi ovat rullastoja. Rullastojen vaihtoehtona on käyttää kahta erillään olevaa moottorisoitua rullastoa, joita pystytään ohjaamaan erikseen. Ohjaus erillisille moottorisoiduille rullastoille onnistuu vakiosivusiirrolla. Toisena vaihtoehtona on käyttää yhtä tai kahta moottorisoitua rullastoa, jotka ovat yhdessä palkilla (spreader barilla). Palkki sovelluksessa ei vakio-ohjauskeskus ole toimiva. Rullastoilla on useita moottorivaihtoehtoja näihin kahteen sovellukseen.

Amstrong - kattovaunussa on toimiva sähkösuunnitelma, jolla asennustyö onnistuu. Amstrong - kattovaunuun on suunnitteilla uusi ohjauskeskus, jolloin sähkösuunnitelmien päivittäminen ajan tasaiseksi on turhaa.

Rocan kattovaunusta on kaksi toteutusvaihtoehtoa, sähkönsyöttö Bmu 2:sta ja sähkönsyöttö kattovaunusta. Mallien ero on vain mistä sähkönsyöttö tulee. Muutoin kytkentä on samanlainen ohjauksen ja moottorien kytkennän kannalta. Mallien määrää pitäisi vähentää vain yhteen, jolloin tarvittavien suunnitelmien määrä vähenee ja asennustyö helpottuu huomattavasti. Mallien vähentämisellä vähennetään sekavuutta tuotannossa ja turhia kyselyitä suunnittelijoilta. Rocan kattovaunuun ei käy vakiosivusiirto - ohjaus. Tarvittavista muutoksista ohjauskeskukseen on suunnitelmat hävinneet, mutta itse kattovaunun kytkennästä on suunnitelmat saatavilla. Suunnitelmat ovat tällä hetkellä erillään, ja tästä sekavuudesta on päästävä eroon liittämällä koko paketti yhdeksi kokonaisuudeksi.

Jokaisesta vakiotuotteesta pitäisi olla suunnitelmat niin helposti saatavilla, että nämä pystytään tulostamaan sisäisen tilauksen liitteeksi. Lisäksi suunnitelmat pitää nimetä käyttökohteen mukaan niin, että myyjällekkin on selvää, minkälaiseen tuotteeseen kuvat ovat. Nykyisessä sisäisessä tilauksessa ei ole merkitty, mitä suunnitelmia käytetään sähköistyksen ja tähän on tultava muutos, jotta ajankäyttöä saadaan tuotannossa tehostettua.

Taulukko 2. Bmu 2:n sähkösuunnitelmat

	Laite	Suunnitelman nimi	Sivusiirron sovellus
1	BMU 2		Ei sivusiirtoa
2	BMU 2 palkki-vaunu		Yksi moottorisoitu rullasto
3	BMU 2 Sivusiirto		Kahdella moottorisoitu rullasto, joita voidaan ajaa erillään toisistaan
4	Bmu 2 Armstrong-kattovaunu		Armstrong- kattovaunu
5	Bmu 2 Roca- kattovaunu		Roca- kattovaunu

Taulukko 3. Erillään myytävien rullastojen ja kattovaunujen sähkösuunnitelmat.

	Laite	Suunnitelman nimi
1	Palkkivaunu	
2	Moottorisoidut rullastot	
3	Amstrong kattovaunu	
4	Roca kattovaunu	

## 8 Muutokset sähkökuviin ja tilauslomakkeeseen

### BMU 2

Bmu 2:n sähkökuviin ei tarvitse tehdä kuin sivusiirtosivujen poisto ja kuvien uudelleen nimeäminen.

BMU 2 kahdella moottorirullastolla

Vakiosivusiirto-ohjaus on suunniteltu toimimaan kahdella erillään olevasta moottori rullastosta. Sähkösuunnitelmat ovat tähän valmiit. Sivusiirronohjaukseen ei tarvitse tässä tehdä muutoksia. Kytöntäsuunnitelmat täytyvät nimetä uudelleen.



## BMU 2 palkkivaunu

Sovelluksessa, jossa käytetään palkkivaunua, ei ole kuin yksi tai kaksi rullastoa jossa on moottori. Kahden moottorin tapauksessa ei ole mahdollista ajaa toista erikseen, kun moottorit ovat yhdessä palkin välityksellä. Vakiosivusiirto-ohjaus ei ole tällöin sopiva. Rullaston puolen valintakytkin on tässä tapauksessa täysin turha, sillä ei ole kuin mahdollista liikuttaa rullastoja erillään. Valintakytkin on poistettava, jotta ohjauksessa ei ole toimimattomia kytkimiä. Johdotusta muutetaan niin, että valintakytkimen johdot liitetään liikkeen painonappeihin, jolloin vältetään turhalta työltä, joka johdotuksen purkamisesta aiheutuisi. Reikä joudutaan tulppaamaan PG16- sulkutulpalla, halkaisija reiällä on 22 mm, tämän takia ei ole soveltuvaa käyttöä M20 sulkutulppaa. Ohjauskeskuksesta joudutaan poistamaan kontaktorit 5K1, 5K2 ja moottorinsuoja 5K1. Ohjauskaapeli- yläpuolella oleville rullastoille joudutaan vaihtamaan 7x1,5mm<sup>2</sup> kaapeliin. Rullastojen rajakytkimien ohjaustiedot menevät samoille riviliittimille kuin vakio-ohjauskeskuksessa. Johdotuksia joudutaan purkamaan kontaktorien 5K1 ja 5K2 ohjauksilta

## BMU 2 Roca

Rocan sivusiirtoon täytyy piirtää kuvat uudestaan ja tehdä se niin, että sisäisen johdotuksen muutokset jäävät mahdollisimman pieniksi. Bmu 2 kuvien mukaan pitää liittää kytkentä kuvat kattovaunun ohjauksesta ja johdotuksesta.

Moottoreita ei voida ajaa erillään. Tämän takia valintakytkin on poistettava, jotta ohjauksessa ei ole toimimattomia kytkimiä. Johdotusta muutetaan niin, että valintakytkimen johdot liitetään liikkeen painonappeihin, jolloin vältetään turhalta työltä, joka johdotuksen purkamisesta aiheutuisi. Reikä joudutaan tulppaamaan PG16 - sulkutulpalla, reiän halkaisija on 22 mm, tämän takia ei ole soveltuvaa käyttöä M20 sulkutulppaa. Ohjauskeskuksesta joudutaan poistamaan kontaktorit 5K1, 5K2 ja moottorinsuoja 5K1. Syöttökaapeli kattovaunulle pidetään 12x1,5 mm<sup>2</sup>, joka on sama kuin vakio-ohjauskeskuksessa. Rullastojen rajakytkimien ohjaustiedot menevät samoille riviliittimille kuin vakio ohjauskeskuksessa. Kattovaunussa on tämän lisäksi erillinen hätä-seis-painike ja ääriajat sivusiirrolle, jotka laukaisevat hätä-seis-piirin. Hätä-seis-piirille löytyy ohjauskeskuksesta valmiiksi optioriviliittimet, jotka saadaan otettua käyttöön poistamalla hyppylanka. Johdotuksia joudutaan purkamaan kontaktorien 5K1 ja 5K2 ohjauksilta.

## BMU 2 Amstrong

Amstrong- kattovaunusta ja Bmu 2:sta löytyi ajan tasaisen sähkösuunnitelma. Suunnitelmien ainoa muutos on uudelleennimeäminen. Amstrong- kattovaunuun on tulossa uusi kehitys versio, joten suunnitelmien päivittäminen on vielä tässä vaiheessa turhaa.

### Sisäinen tilauslomake

Sisäiseen tilauslomakkeeseen pitää saada selvästi kohta, jossa tulee ilmi käytettävät sähkösuunnitelmat. Lisäksi lomakkeeseen tulee saada kaksi lisäkohtaa. Lisäriveillä pitäisi tulla ilmi laitteen valmistenumero ja työ numero, jota käytetään työtuntien kirjaamiseen.

## 9 Yhteenveto

Bmu 2:n sähköistykseen esitetyt muutokset otetaan käsittelyyn hiljalleen ja selvitetään auttaako nämä tehostamaan tuotanto prosessia. Työturvallisuuteen esitetyt muutokset pyritään ottamaan käsittelyyn nopealla aikataululla, jotta vältetään turhilta työtapatu- milta. Putoamissuojauksen kehittäminen ja alueen eristäminen testauksen ajaksi on ensisijainen asia. Testauspainojen kanssa joudutaan vielä elämään, kumminkin muutos painojen suhteen on tehtävä, jotta tehokkuutta voidaan parantaa. Varaston hallinnan muutokset pitää ottaa heti käyttöön. Varsinaiseen sähköistykseen tulevat muutokset tulee ottaa käytäntöön, jos kaapelointi muutos ei ole toimiva ratkaisu. Muutoksien tarpeel- lisuus selviää vasta, kun prototyypiversio kaapelointimuutoksista on valmistettu.

Päivitetyt sähkösuunnitelmat otettiin heti käyttöön. Tarkastuslomakkeen ja sisäisen ti- lauslomakkeen päivitys siirtyy lähitulevaisuuteen ajan puutteen vuoksi.

## **Lähteet**

SFS-EN 1808:en Safety requirements for suspended access equipment. Design calculations, stability criteria, construction. Examinations and test.(57-81).

SFS-EN 60204-1 Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa1: yleiset vaatimukset 7.3.1 (s71)

## **Liite 1 Bmu 2:n sähköistyksen työvaiheet**

### **Työvaihe 1**

Ensimmäisenä työvaiheena on asentaa ohjauskeskukseen sivusiirron lisäpalikka CB02, jos asiakas on tämän option tilannut. Sivusiirtolisäosan asentaminen tapahtuu niin, että ohjausboksista CB01 lyödään vasaralla vasemmalla oleva ylin umpio pois. Tämän jälkeen porataan reiät auki 8 mm poranterällä varovasti, koska ohjauskeskus CB01 on ahdettu hyvin täyteen ja hätäjarrutuskondensaattori on juuri sopivasti tämän umpion takana. Porauksen jälkeen asennetaan boksien väliin tiiviste. Boksit on helpointa kiinnittää toisiinsa liimaamalla. Tämän jälkeen boksit liitetään 8 mm pultilla ja 8 mm nailoin mutterilla yhteen. Yhteen liittämisen jälkeen sivusiirron ohjausboksi CB02 kytketään kuvien mukaisesti pääsähköboksiin CB01. Ongelmana sivusiirto ohjauskeskuksen liittämässä on kuvien puuttuminen käytettäessä muuta kuin roslift rullastoja. Kattovaunua käytettäessä ohjauskeskus CB02 ei ole sopiva ja tämän kytkentää joudutaan muuttamaan tapauskohtaisesti. Tämän jälkeen sähköboksin pohjaan tehdään M8 kierteet, jotta keskus saadaan asennettua Bmu 2:hun. Sähköboksi asennetaan Bmu :n sivulevyyn pulteilla.

### **Työvaihe 2**

Työvaiheessa 2 sähköboksi on asennettu Bmu 2:hun ja aletaan erotella johtoja oikeisiin suuntiin. Tässä vaiheessa asennetaan runkomaadoitus, joka tulee ohjausboksista katsottuna oikealle puolelle rst runkoon kiinni. Runkomaadoitus on uusi asia, joten tätä ei vielä löydy nykyisistä sähkökuvista. Runkomaadoituksen kiinnitykseen tehdään M6 kierreet ja maadoitusjohtimen asennukseen käytetään 6 mm johtoa ja tähän sopivaa 6 mm kaapelikenkää kiinnitettäessä Bmu 2:n runkoon. Keskuksen puolella joudutaan lisäämään 6–10 mm Kevi riviliitin, jotta johdin saadaan kytkettyä. Johtojen erittelyn jälkeen samaan suuntaan menevät johdot kääritään spiraaliin. Johtoniput kiinnitetään nippusiteillä U-palkkiin. Tämän jälkeen johtimet ovat päädyissä, joista erotellaan eri paikkoihin menevät johtimet. Johtimet suojataan samalla tavalla spiraalilla päädyissä ja kiinnitys tapahtuu sopivan kokoisilla letkunpidikkeillä.

### **Työvaihe 3**

Työvaiheessa 3 asennetaan ja kytketään ylärajat ja ääriylärajat paikoilleen. Rajat ovat mallia xxx.xx ja nämä kiinnitetään alumiinilevyyn. Alumiinilevyyn joudutaan tekemään M4 kierteet. Rajoihin tarvitaan m16 - holkkitiivisteet, jotka eivät ole rajojen mukana. Kaapelin johtimien asennukseen käytetään pääteholkkeja, joilla saadaan varmistettua tasainen ja varma kiinnitys. Rajojen kiinnityksen ja asennuksen jälkeen varmistetaan, että holkkitiiviste on kiristetty kiinni

### **Työvaihe 4**

Työvaiheessa 4 kytketään nostimen moottorin kaapeli. Nostinkoneiston kaapeli on 12x1,5 mm<sup>2</sup>. Kaapelin jodin nro 1- 6 käytetään nostimen moottorin kytkentöihin, johdin nro. 7 ja 8 ovat DC jarrun avaukseen. Johdin nro 9 ja 10 ovat moottorinlämpösuojalle. Kaapelista katkaistaan johdin nro 11 tyvestä poikki. Moottorin ja lämpösuojalle on valmiina liittimet, näissä käytetään puristettavia 4 mm ”lenkki liittimiä”. Dc jarrun liittämiseen käytetään puristusjatkosta.

Nostokoneiston ylikuorman rajakaapeli tulee erillisenä ohjauskeskukselta asti. Ylikuormarajakytkimessä on kaapeli jo valmiina. Valmis kaapeli on liian lyhyt ohjauskeskukselle. Jatkos tapahtuu puristettavilla jatkosliittimillä ja jatkososa suojataan kutiste sukalla.

### **Työvaihe 5**

Työvaiheessa 5 kytketään kelaajaan moottori. Ensin avataan kytkentä kotelo ja poistetaan kaikki M20- holkkitiivisteet, ja korvataan M20- peitetulpilla. Tämän jälkeen kytkentä kotelon kanteen tehdään 14 mm reikä poralla. Reikään tehdään M16 kierretapilla kierreteet, johon asennetaan M16- holkkitiiviste.

Työvaiheet 2–5 toistetaan Bmu 2:n toiselle päädylle.

### **Työvaihe 6 rajojen testaus ja alarajan asennus.**

Työvaiheessa 6 siirretään Bmu 2 testauspisteeseen. Ensimmäisen tarkastetaan nostimen toiminta. Ensimmäinen testaus tehdään ilman vajereita ja tällä varmistetaan, että

kelaimet pyörivät oikein päin ja nostinkoneistot pyörivät. Tämän jälkeen nostimiin syötetään ensin varmistusvaijeri, joka estää putoamisen siinä tapauksessa, jos nostovaijeri syystä tai toisesta hajoaisi. Hätävaijerilla ei tapahdu minkäänlaista nostoa vaan vaijeri menee nostokoneiston läpi. Hätävaijeri kelataan kelaajalle manuaalitoiminnolla. Hätävaijereiden jälkeen syötetään varsinainen nostovaijeri nostinkoneiston läpi.

Työturvallisuuteen tässä vaiheessa tulee kiinnittää suurta huomiota, sillä Bmu 2:ssa ei ole kuin takaseinä, joten putoamisvaara on mahdollinen. Putoamissuojauksen toteutus tapahtuu valjaille. Bmu 2:ssa on molemmin puolin kaksi kiinnityspistettä valjaille.

Valjaiden kiinnityksen jälkeen Bmu 2:n toiminta testaan nostamalla ja laskemalla Bmu 2:ta edestakaisin. Ylärajojen testaus tapahtuu niin, että Bmu 2 ajetaan ylös ja näiden tulisi pysäyttää laite. Pysäyttämiseen riittää vain toisen puolen ylärajan aktivoituminen. Tämän jälkeen Bmu 2:lla ei pääse kuin alaspäin. Ääriylärajojen testaus tapahtuu vääntämällä käsin rajaviiksiä, joka aiheuttaa sen, että Bmu 2:n pääkontaktori menee pois päältä. Ääriylärajojen testaus ei onnistu muulla tavalla, mikäli ylärajat ovat toimintakuntoiset. Ylärajojen testauksen jälkeen säädetään kallistusanturit, jotka sijaitsevat ohjauskeskuksen sisällä kannessa. Kallistus saa olla maksimissaan 14 astetta. Kallistusanturi koostuu induktiivisesta npc-anturista ja muoviputkesta, jossa on metallinen pallo. Tämä pallo liikkuu, kun muoviputkea kallistellaan. Kallistusanturit estävät toista nostinkoneistoa laskemasta tai nousemasta liikaa suhteessa toiseen nostinkoneistoon. Kallistukselle on oma punainen indikointivalo kannessa. Rajan säätö tapahtuu vääntämällä tongeilla alumiinipidikettä jossa anturit ovat kiinni. Kulman säädöt ovat silmämääräisiä ja tämän kulma vaihtelee hyvin paljon testaajasta. Rajojen säädön jälkeen ohjauskeskuksen kansi suljetaan.

Työvaiheen 6 viimeisenä työnä on asentaa alarajat. Tämä onnistuu helpointen, kun Bmu 2 on ajettu sopivalle korkeudelle, jolloin alapuolelle pääsee asentamaan rajoja. Alarajoja on kaksi kappaletta molemmin puolin. Keskuksen puolelta vasemmalla olevasta alarajasta jatketaan oikean puolen rajalle. Jatkos tapahtuu itse rajakytkimessä, joka ei ole mitenkään toimiva ratkaisu tilan puutteen ja tiiveyden kannalta. Alarajan viiksi säädetään niin, että se on kiinni alarajan kehikkoon ja aktivoituu pienimmästäkin liikkeestä, joka tulee alarajan kehikkoon. Rajojen säätö on hyvin aikavievää toimintaa, liikerata kehikolla on hyvin pieni ja rajan aktivointi kynnyks on suuri. Alarajan asennuksen jälkeen rajat tes-

taan. Rajojen täytyy pysäyttää liike pienimmästäkin vastuksesta, joka tulee joko renkaista tai itse kehikosta. Testauksen yhteydessä varmistetaan alarajan ohitusnapin toiminta, jonka tarkoituksena on ohittaa alarajat ja antaa Bmu 2:n laskeutua alas asti, kun ohitusnappia ja alaspäin nappia painetaan samanaikaisesti.

### **Työvaihe 7 Ylikuormarajojen säätö**

Työvaiheessa 7 säädetään ylikuormarajat, jotka sijaitsevat nostokoneissa. Ylikuormaraja estää Bmu 2:ta nousemasta ylöspäin, kun raja on päällä. Lasku onnistuu riippumatta siitä, onko ylikuormaraja päällä tai pois päältä. Ylikuormarajalla on oma punainen indikointivalo, joka syttyy, kun raja aktivoituu. Nostinkoneistosta täytyy poistaa kansi, jotta ylikuorma rajan säätö onnistuu. Säätö tapahtuu kiristämällä ruuvia. Tämän kiinnitys varmistetaan kahdella mutterilla, kun raja on säädetty oikein. Ylikuorman säätö painon määrä on projektikohtainen ja tämä tieto löytyy sisäisestä tilauksesta. Säätopainoksi nostetaan oikea määrä painoja Bmu :n kyytiin trukilla. Painojen kiinnitys tapahtuu liinoilla jonka jälkeen Bmu 2:ta nostetaan ylöspäin niin paljon, että alarajat vapautuvat. Rajojen säätäminen tapahtuu kiristämällä ruuvia niin kauan, että punainen ylikuormavallo syttyy palamaan. Ylikuorman varoitusvalon syttyttyä Bmu 2:ta yritetään ajaa molempiin suuntiin, jolloin vain alaspäin liikkumisen pitäisi toimia. Ylikuormarajojen säädön jälkeen painot otetaan pois ja nostinkoneistojen kannet suljetaan kiinni. Viimeisenä vaiheena täytetään tarkistuslomake, jossa on WLL, testauspaino, päivämäärä ja tarkastaja.

### **Työvaihe 8 Tarkastuslomakkeen täyttö**

Työvaiheessa 8 täytetään Bmu 2:n tarkastuslomake. Ensimmäisenä vaiheena tarkastetaan sisäinen tilaus ja varmistetaan, että kaikki optiot on asennettu Bmu 2:hun. Sisäisen tilauksen tarkastuksen jälkeen siirrytään varsinaiseen tarkastuslomakkeen täyttöön. Lomakkeessa kysytään sähköisestä toiminnasta, nostokoneistojen valmistenumeroista ym.

### **Työvaihe 9 Syöttö- ja ohjauskaapeleiden tekeminen**

Työvaiheessa 9 tehdään syöttö- ja ohjauskaapelit. Suurimmassa osassa Bmu 2 toimitetaan myös syöttökaapeli ja ohjauskaapeli samassa paketissa. Kaapeleiden pituus löytyy

sisäisestä tilauslomakkeesta. Kaapelit otetaan Rexelin hyllystä. Kaapeleiden mitoitus tapahtuu mittauslaiteella. Syöttökaapeli on 5x2,5 mm<sup>2</sup> PUR vaippaista kaapelia ja päihin tulee 16A kolmivaihejatkokistorasiat. Ohjauskaapelin tyyppi riippuu sivusiirron toteutuksesta. Ohjauskaapelin päähän tulee phoenix contactin alumiininen pistoke. Kaapeleiden vedonpoisto toteutetaan vedonpoistosukalla, joka asennetaan ennen päiden valmistu. Päiden kiinnittämisen jälkeen kaapeleista mitataan yleismittarilla ohmi määrä ja tällä varmistetaan, ettei kaapeli ole kytketty väärin.



## Liite 2 Tarvikelistaus päädyn kaapeloinnin muutokseen

	Komponentti	Määrä (kpl/m)	Varasto	muuta
1	KytKentärasia	1	Rexel	
2	KytKentärasian kiinnitys- levy	1		Suuniteltava Rostekilla.
3	Holkkitiiviste M25 + vasta- mutteri	1	Rexel	
4	Holkkitiiviste M20 + vasta- mutteri	1	Rexel	
5	Holkkitiiviste M16 + vasta- mutteri	5	Rexel	
6	Din kisko	0,25	Rostek	
7	Riviliitin 2,5	24	Rexel	
8	Keviriviliitin 2,5	2	Rexel	
9	Riviliitin merkki 1-10	2		Tilattava varastoon joko Rexel/Rostek
10	Riviliitin merkki 11-20	2		Tilattava varastoon joko Rexel/Rostek
11	Riviliitin merkki 21-30	2		Tilattava varastoon joko Rexel/Rostek
12	Päätylevy	1		Tilattava varastoon joko Rexel/Rostek

13	Päätypuristin	2		Tilattava varastoon joko Rexel/Rostek
	Koe mallin lisätarvikkeet			
14	Kaapeli 25x1,5G	5		Testi yksikköä varten tilattava,

## Liite 3 Bmu 2 tarvikeluettelo

	Tuote	Määrä (kpl, m)	Varasto
1	Rajakytkin	6	Rexel
2	M16 holkkitiiviste	8	Rexel
3	Kevi 6mm	2	Rexel
4	Kaapelikenkä 6-10mm	1	Rexel
5	Kevi riviliitin 6-10mm	1	Rexel
6	Sulkutulppa M20	2	Rostek
7	Letkunpidike 8	6	Rostek
8	Letkunpidike 12	8	Rostek
9	Letkunpidike 19	3	Rostek
10	Kutistesukka 10 mm	0,4	Rostek

**Liite 4 Tarvikelistaus Bmu 2 optiot**

Optio	Tuote	Määrä (kpl/m)	Varasto	Muuta
Syöttökaapeli				
	Vedonpoistosukka	2	Rexel	
	Kolmivaihepistorasia 16 A naaras	1	Rexel	
	Kolmivaihepistorasia 16 A uros	1	Rexel	
	Kaapeli 5x2,5mm <sup>2</sup>	XXX*	Rexel	* Tilauslomakkeessa pituus
Pistorasia vikavir- tasuojattu				
	Sovite M25/M16	1	Rostek	
	Pistorasia vikavir- tasuojattu	1	Rostek	
	M16 holkkitiiviste	1	Rexel	

Korkeuslaskuri				
	Valintakytkin	1	Rostek	
	Korkeuslaskuri	1	Rostek	
	Sovite M25/M16	1	Rostek	
	M16 holkkitiiviste	1	Roxel	
Sivusiirto				
Vakio sivusiirto				
	Kotelo B10 F	2	Roxel	
	Pistuke B10 F	2	Roxel	
	M20 holkkitiiviste	3	Roxel	
	Kotelo B10 M	1	Roxel	
	Pistoke B10 M	1	Roxel	
	Vedonpoistosukka	2	Roxel	

Spreader bar				
	PG 16 sulkutulppa	1		Hankittava joko rexel/rostek hyllyyn
	PG 16 vastamutteri	1		Hankittava joko rexel/rostek hyllyyn
	7x1,5 kaapeli	2	Rexel	
	Kotelo B6 F	2	Rexel	
	M20 holkkitiiviste	3	Rexel	
	Pistuke B6 F	2	Rexel	
	Ohjauskaapeli 7x1,5	XXX*	Rexel	Tilauslomakkeessa pituus
	Kotelo B6 M	1	Rexel	
	Pistoke B6 M	1	Rexel	
	Vedonpoistosukka	2	Rexel	
Amstrong				
	Kaapeli 18x1,5	2	Rexel	

	Kotelo B16 F	2	Rexel	
	Pistuke B16 F	2	Rexel	
	M25 holkkitiiviste	3	Rexel	
	Ohjauskaapeli	XXX*	Rexel	* Tilauslomakkeessa pituus
	Kotelo B16 M	1	Rexel	
	Pistoke B16 M	1	Rexel	
	Vedonpoistosukka	2	Rexel	
Roca				
	PG 16 sulkutulppa	1		Hankittava joko rexel/rostek hyllyyn
	PG 16 vastamutteri	1		Hankittava joko rexel/rostek hyllyyn
	12x1,5 kaapeli	2	Rexel	
	Kotelo B10 F	2	Rexel	
	M20 holkkitiiviste	3	Rexel	

	Pistuke B10 F	2	Rexel	
	Ohjauskaapeli 12x1,5	XXX*	Rexel	Tilauslomakkeessa pituus
	Kotelo B10 M	1	Rexel	
	Pistoke B10 M	1	Rexel	
	Vedonpoistosukka	2	Rexel	