

Eemeli Palotie

Kojelevyjen vakiointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Sähkötekniikka
Opinnäytetyö
18.1.2012

Alkulause

Tämä insinööri työ on tehty Konecranes Finland Oy:lle sähkölaitetehtaalle. Kiitän kaikkia, jotka ovat auttaneet työn onnistumisessa. Erityisesti kiitän dipl.ins. Janne Martinia, joka kannusti eteenpäin positiivisilla kommentteillaan; lehtori, dipl.ins. Jari Ijästä, joka antoi työn toteuttamiseen liittyviä neuvoja sekä Konecranesin sähkölaitetehtaan asentajia, jotka auttoivat työn käytännön toteutuksessa.

Hyvinkäällä 18.1.2012

Eemeli Palotie

Tekijä Otsikko	Eemeli Palotie Kojelevyjen vakiointi
Sivumäärä Aika	33 sivua + liite 15.9.2011
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori, dipl.ins. Jari Ijäs dipl.ins. Janne Martin
<p>Insinöörityössä kehitetään nosturin sähkökomponenttien asennustapoja vakioimalla komponenttien paikat kojelevyillä ja tekemällä vakioidut rei'itykset kojelevyihin. Työ pohjana toimivat Konecranesin nosturien kojelevyt sekä niissä käytetyt komponentit.</p> <p>Työssä on keskitytty vain tietyn tyyppiseen kojelevyyn, minkä seurauksena myös nosturit rajautuivat lähinnä siltanostureiksi. Työssä esitellään yleisesti nosturien sähköasennukseen liittyviä asioita sekä komponentteja. Komponenttien esittely jälkeen syvennyttään tarkemmin sähköiseen toimintaan ja siihen, miten komponentit on lajiteltu eri levyille.</p> <p>Työssä esitellään kojelevyn vakioitu rei'itys sekä komponenttien vakioidut paikat. Vakioitu kojelevy suunniteltiin siten, että sen hyödyntäminen asennuksessa sekä suunnittelussa olisi mahdollisimman helppoa. Levystä tehtiin lisäksi erillinen asennus- ja suunnitteluohje yrityksen sisäiseen käyttöön. Rei'ityksen ja komponenttien vakioitujen paikkojen lisäksi työssä esitellään muutama käytännön esimerkki, miten vakioitua levyä voi hyödyntää.</p> <p>Vakioidun kojelevyn rei'itys sekä komponenttien vakioidut paikat toteutettiin osana insinöörityötä. Yhteistyötä tehtiin erityisesti sähkösuunnittelijoiden kanssa, jotta vakioitu levy sekä sähköpiirustukset toimivat hyvin yhdessä. Asennusohjeen lisäksi annettiin levyn käyttöön tarpeellinen käytännön opastus.</p> <p>Lopputuloksena yrityksen käyttöön saatiin vakioitu kojelevy, joka nopeuttaa erityisesti sähköisten komponenttien asennustyötä. Muita etuja ovat esimerkiksi työkalujen, kuten poranterien, kulumisen väheneminen; uusien työntekijöiden nopeampi perehdyttäminen; läpimenoajan nopeutuminen ja työturvallisuuden parantuminen.</p>	
Avainsanat	nosturi, layout, vakiointi, komponentti, sijoittelu, kehitys

Author Title	Eemeli Palotie Standardation Of Assembly Plates
Number of Pages Date	33 pages + appendix 15 September 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Jari Ijäs, M.Sc. Janne Martin, M.Sc.
<p>The goal of this thesis was to improve crane manufacturing process by standardizing the component layouts of the assembly plate and by implementing standard mounting holes for the components. This thesis is based on the cranes of the Konecranes company and on their practices in crane assembling.</p> <p>This thesis concentrates on certain type of assembly plate which limits the crane types to mostly overhead cranes. At the beginning of this paper some general assembling and overhead crane related facts are introduced. After those the attention is given more to electrical functions and how the components are divided on different plates.</p> <p>After the operation environment has been reviewed, the thesis goes into its main purpose - the standardization of the assembly plate and placements of pre-drilled holes. The assembly plate has been designed in a way which allows easy and fast usage and learning, both in the assembling- and the planning process. In addition, a separate assembling and planning guide will be given for the company's internal use. Some practical component layouts and usage of the plate will be presented in this paper.</p> <p>The placement of pre-drilled holes and the standard component layout were achieved during the thesis. The solution was planned in co-operation with electrical planners so the plate would be similar to crane drawings. All the needed information about the plate and its usage is given as a part of the thesis.</p> <p>As a result, the company got a pre-drilled and standardized assembly plate for their usage. The plate speeds up the assembly time and also provides some other advantages, such as reduction of costs in tools and salaries, faster orientation of new employees, better turn-around time and improvements in work safety, for example.</p>	
Keywords	crane, layout, standardization, component, improvement

Sisälllys

Alkulause

Tiivistelmä

Abstract

Sisälllys

1 Johdanto	1
1.1 Siltanosturien rakenne ja komponentit	1
1.2 Kojelevyissä käytettävät komponentit	3
1.3 Nosturin sähköasennukset	7
1.3.1 Taajuusmuuttajat	10
1.3.2 Kojekaappijonon kojelevyt	11
2 Kojelevyt	13
2.1 Komponenttien sijoittelussa huomioitavia asioita	13
2.2 E1.1-riviliitinlevy	14
2.3 E1.2-virransyötönlevy	15
2.4 E1.3/E1.Z/E1.T-valinta, logiikka ja muut toiminnot	16
3 Vakioitu kojelevy	17
3.1 E1.1-levyn vakioirei'itys	18
3.2 Vaakatasossa olevat johtokourut	20
3.3 Muiden kojelevyjen vakioirei'itys	21
3.3.1 E1.2-virransyötönlevy	23
3.3.2 E1.3-valinnanlevy	25
3.3.3 E1.Z-logiikanlevy	26
3.3.4 Muut kojelevyt	28
3.4 Esimerkkiratkaisut komponenttien sijoitteluun	28
4 Lopputulokset	31
Lähteet	33

Liite

Komponenttien sijoittelun periaatekuvat

1 Johdanto

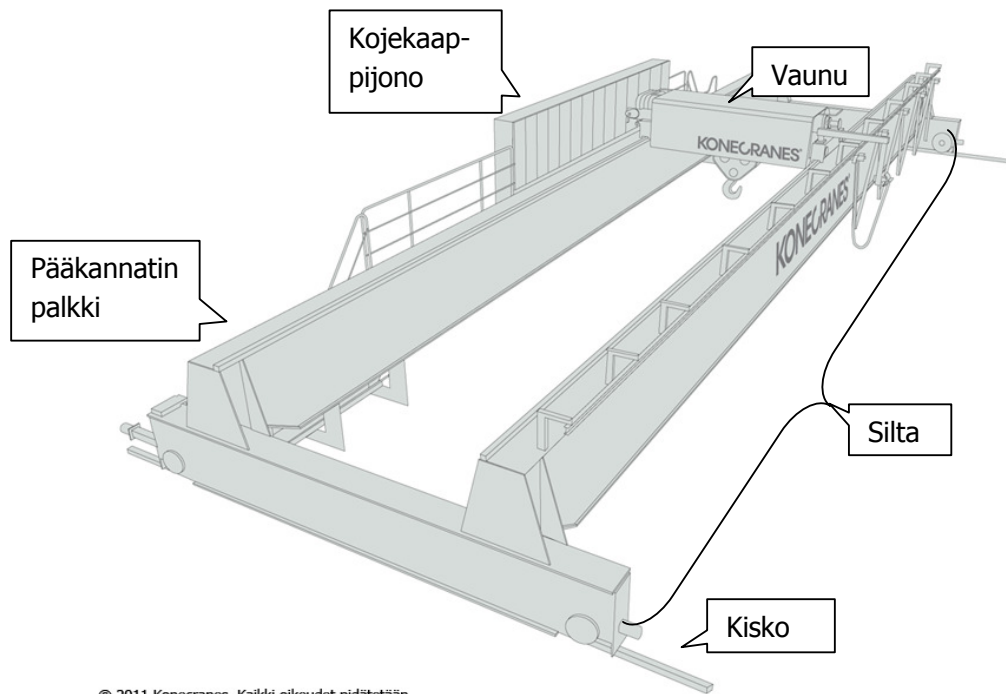
Insinööriö käsittelee nosturin sähkökomponenttien asennustapoja sekä komponenttien sijoitteluita kojelevyillä ja kojelevyn vakioirei'itystä. Työssä keskitytään tietynlaiseen kojelevytyyppiin ja näin ollen rajataan nosturit siltanostureiksi. Työ toimii luontevana jatkeena Janne Salmisen insinööriöölle (2005), jossa vakioitiin eri kojelevyille tietyt nosturin toiminnot. Tässä työssä keskitytään erityisesti yksittäisiin komponentteihin sekä niiden sijoitteluun levyllä ja komponenttien vaatimiin kiinnitystapoihin.

Nykyiset nosturit ovat sähköiseltä toiminnaltaan hyvin kehittyneitä, jonka vuoksi niiden suunnittelussa on tiettyjä haasteita. Myös nosturin eri turvatoiminnot tuovat oman haasteen sähköisen toiminnan suunnitteluun ja toteutukseen. Kehittyneimmissä nostureissa on monia käyttöä helpottavia ominaisuuksia, kuten heijauksenesto, estetyt liikumisalueet sekä kuorman potentiaalienergian takaisinsyöttö sähköverkkoon. Vaikka useat kehittyneistä ominaisuuksista voidaan toteuttaa ohjelmallisesti logiikalla, täytyy nosturiin asentaa myös suuri määrä muita komponentteja. Komponentit täytyy taas suojata ympäristöltä sekä kiinnittää tukevasti.

Työssä lähdetään tilanteesta, jossa komponenttien paikat levyille on mitoitettu käsin, minkä jälkeen on porattu niille kiinnitysreiät. Vakioirei'itetyllä levyllä säästettäisiin työaikaa huomattavasti, jonka lisäksi levyjen teko helpottuisi. Ideaalitulanteessa valmiiksi rei'itetyle levyille saataisiin sovitettua kaikki eri variaatiot komponenttien sijoitteluista levyllä - tietysti mahdollisimman vähällä reikien määrällä.

1.1 Siltanosturien rakenne ja komponentit

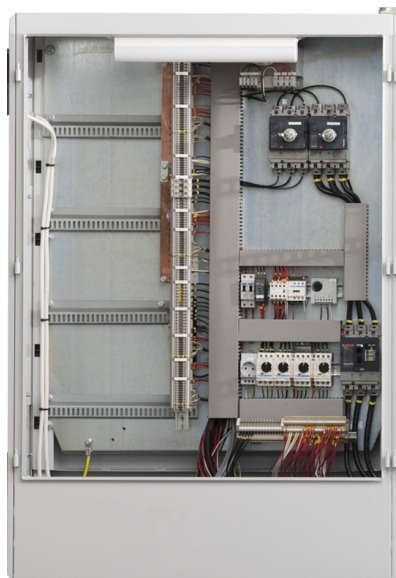
Siltanosturi on nosturityyppi, jota käytetään teollisuushalleissa. Nosturi liikkuu pituus-suunnassa hallin reunoilla olevia kiskoja pitkin. Pääkannatinpalkit muodostavat *sillan* näiden kiskojen välille. (Kuva 1.)



© 2011 Konecranes. Kaikki oikeudet pidätetään.

Kuva 1. Siltanosturin rakenne [1]

Kojelevy on metallinen levy, jolle sähkökomponentit asennetaan. Kun levyjen asennukset on tehty, levy asennetaan kojekaappijonoon muiden nosturin toimintoja ohjaavien kojelevyjen ja taajuusmuuttajien kanssa.



© 2011 Konecranes. Kaikki oikeudet pidätetään.

Kuva 2. Kojelevy asennettuna kojekaappiin [1]

Kojekaappijono koostuu yhteen liitetystä metallisista umpinaisista kaapeista, jotka suojaavat sisällä olevia komponentteja. Tähän kojekaappijonoon asennetaan kojelevyjen lisäksi muut nosturin tarvitsemat sähkökomponentit kuten taajuusmuuttajat.



© 2011 Konecranes. Kaikki oikeudet pidätetään.

Kuva 3. Kojekaappijono, johon on asennettu kojelevyt sekä taajuusmuuttajat [1]

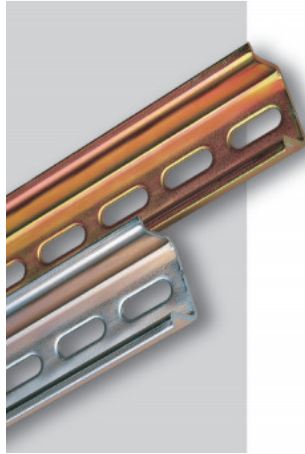
1.2 Kojelevyissä käytettävät komponentit

Johtokouru on kulkuväylä johdoille. Kaikki johtimet kulkevat johtokouruissa. Johtokouru estää johtimia koskettamasta osiin, jotka saattaisivat vahingoittaa johdon eristettä. Johtokouru pitää johdot myös siististi yhdessä paikassa. Kouru kiinnitetään levyyn 3,7 mm:n reikiin itsestäänkierteistyillä ruuveilla.



Kuva 4. Johtokouru

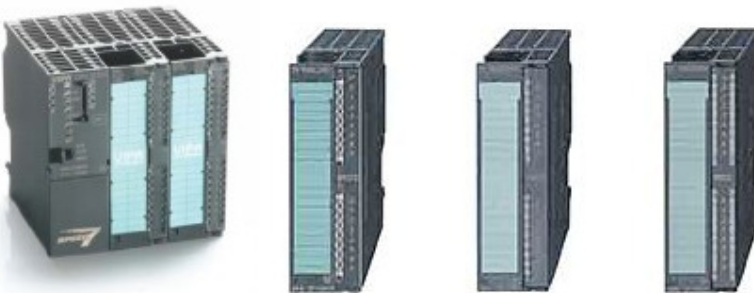
Din-kisko on metallinen kisko, jota käytetään komponenttien kiinnittämiseen levyyn. Din-kisko kiinnitetään levyyn ja komponentit kiinnittyvät pikalukituksella din-kiskoon. Kisko kiinnitetään levyyn 3,7 mm:n reikiin itsestäänkierteistyillä M4-ruuveilla.



Kuva 5. DIN-kisko



Kuva 6. NSX-katkaisija kiinnitetään kojelevyn M6-kierteisiin ruuveilla



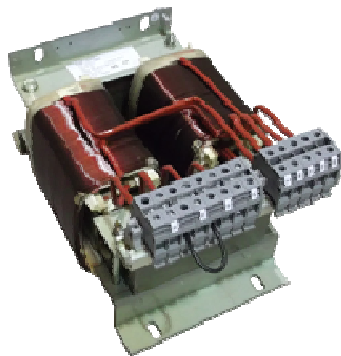
Kuva 7. Ohjelmoitava logiikka (PLC) ja sen *input*- sekä *output*- kortit kiinnitetään omaan asennuskiskoon; asennuskisko kiinnitetään kojelevyyn 3,7 mm:n reikiin itsestäänkiertyvillä M4-ruuveilla



Kuva 8. Pienet kontaktorit, apukontaktorit, GV2-tyyppiset moottorisuojat, erilaiset releet sekä johdonsuojakatkaisijat kiinnittyvät pikalukituksella din-kiskoon; Din-kiskoon kiinnittyviä komponentteja on useita erilaisia



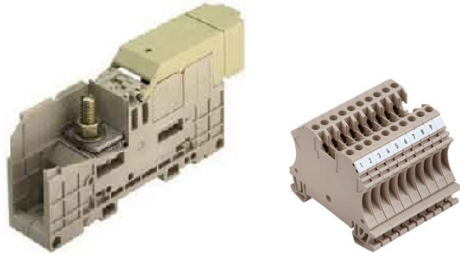
Kuva 9. GV3-tyyppiset moottorisuojat, *control pro* -yksiköt sekä DC-jännitelähteet kiinnitetään pikalukituksella din-kiskoon; nämä ovat isompia kuin kuvan 8 tyyppiset komponentit ja vaativatkin enemmän tilaa



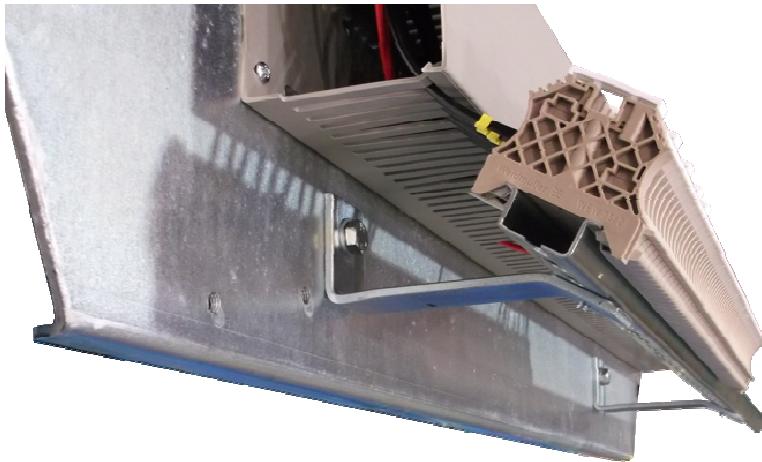
Kuva 10. Muuntajat kiinnitetään kojelevyn M8- tai M6-kierteisiin pulteilla. Kierteen koko riippuu muuntajan koosta



Kuva 11. Nousuraudat kiinnitetään kojelevyn M8-kierteisiin pulteilla. Nousuraudat toimivat kaapeleiden kiinnityspisteinä



Kuva 12. Vasemmalla on WFF-liitin ja oikealla tavallinen riviliitin; riviliittimet kiinnitetään din-kiskoon, johon asennetaan riviliitinjalat; riviliitinjalat kiinnitetään kojelevyyn



Kuva 13. Riviliittimet kiinnitetään pultilla levyn M8-kierteeseen - lukuun ottamatta pystyyn tulevia liittimiä, jotka kiinnitetään 3,7 mm:n reikiin itsestäänkiertetyillä M4-ruuveilla; pystyyn tulevissa riviliittimissä käytetään erilaisia riviliitinjalcoja kuin esitettyssä kuvassa



Kuva 14. Radion vastaanotin (radio) kiinnitetään levyyn usein M6-pulteilla

Komponenttien molemmin puolin sijoitetaan johtokourut. Tästä poikkeuksena komponentit, jotka eivät tarvitse kourua kuin toiselle puolelle. Jotta johtojen vieminen komponentilta kouruun olisi helppoa, täytyy komponentin ja kourun väliin jättää sopiva tila. Taulukossa 1 esitetään, miten suuri tila täytyy jättää tietyille komponenteille kourujen väliin. Esitetyjä arvoja voidaan tarvittaessa suurentaa, mutta niitä ei voida pienentää kuin tiettyyn rajaan asti.

Taulukko 1. Yleisimpien komponenttien tarvitsemat tilat johtokourujen välissä

Komponentti	Tarvittu tila kourujen välissä (mm)
Logiikka	180
DC-jännitelähde	170
GV3	180
Pikkupalikat - GV2, stotsit, logiikan relälähdöt	130
<i>Control pro</i>	160 (65 ylös, 95 alas)
Riviliitin kourujen välissä	120
NSX-katkaisijat	200 - 220
Pystyriviliitin, pieni	40 - 50
Pystyriviliitin, keskikoko, WFF 120	90
Pystyriviliitin, iso, WFF 185	130

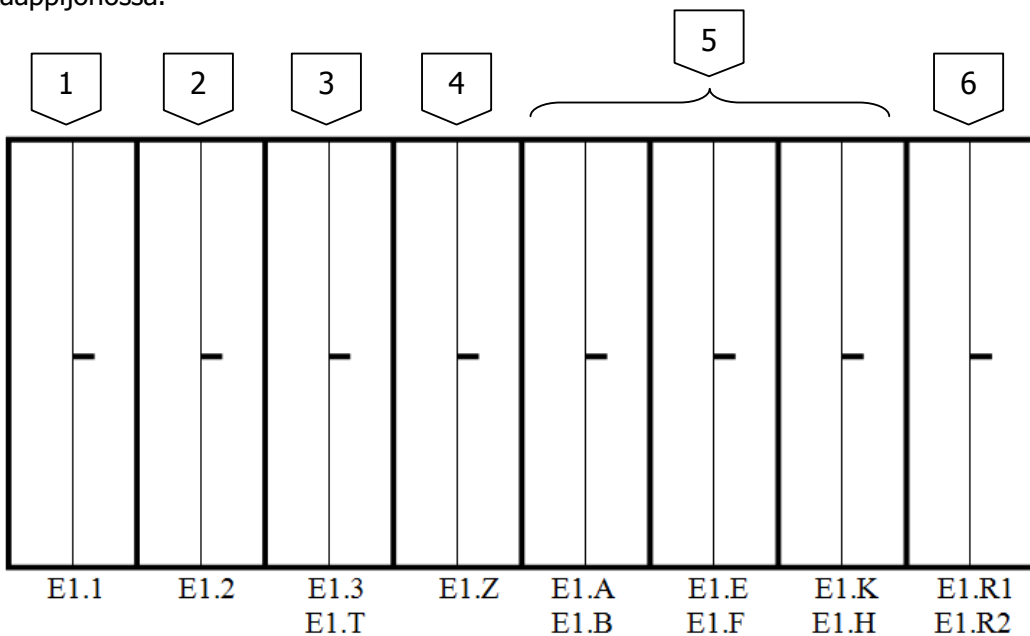
Taulukossa 1 esitetty pystyriviliittimien vaatima etäisyys on mitattu johtokourun reunasta riviliitinkiskon keskipisteeseen. Mikäli pystyriviliittimiin tulee paksuja johtimia, käytetään riviliittimenä WFF-liitintä. WFF-liittimeen johto kiinnitetään kaapelikengällä, minkä vuoksi se myös vaatii enemmän tilaa. Kuvassa 12 (s. 6) on esitetty WFF-liitin sekä normaali riviliitin.

1.3 Nosturin sähköasennukset

Komponenttien määrä nosturissa määräytyy nosturin tyyppin sekä erityisesti haluttujen toimintojen mukaan. Yksi keskeisimmistä komponenteista on taajuusmuuttaja, joita käytetään ohjaamaan nosturin moottoreita. Jotta taajuusmuuttajat toimisivat halutulla tavalla, niiden ympärille täytyy rakentaa myös muita toimintoja. Keskeisimpiä toimintoja ovat ohjaus, logiikka sekä turvatoiminnot.

Ohjaukseen kuuluvat kaikki tavat, joilla käyttäjä ohjaa nosturia, kuten kauko-ohjain. Logiikka on yhteydessä nosturin eri osiin ja tarkkailee eri signaaleja antureilta, ohjaukselta ja taajuusmuuttajilta. Logiikalla on mahdollista toteuttaa nosturiin useita erilaisia toimintoja tai vaikka automatisoida nosturi täysin. Turvatoimintoja on nosturissa monia erilaisia. Turvatoimintoja ovat esimerkiksi erilaiset hätä-seis-painikkeet sekä rajanturit, joilla estetään nosturin liikkeitä kielletyillä alueilla. Turvatoiminnoiksi voidaan luokitella myös käyttäjän ohjauksen esto tietyissä tilanteissa.

Komponentit sijoitetaan kojekaappijonon kaappeihin komponenttien toiminnan perusteella. Esimerkiksi virransyöttöön liittyvät komponentit ovat omassa kaapissaan ja logiikkaan liittyvät omassa. Kuvassa 15 esitetään, miten eri toiminnot on lajiteltu kojekaappijonossa.



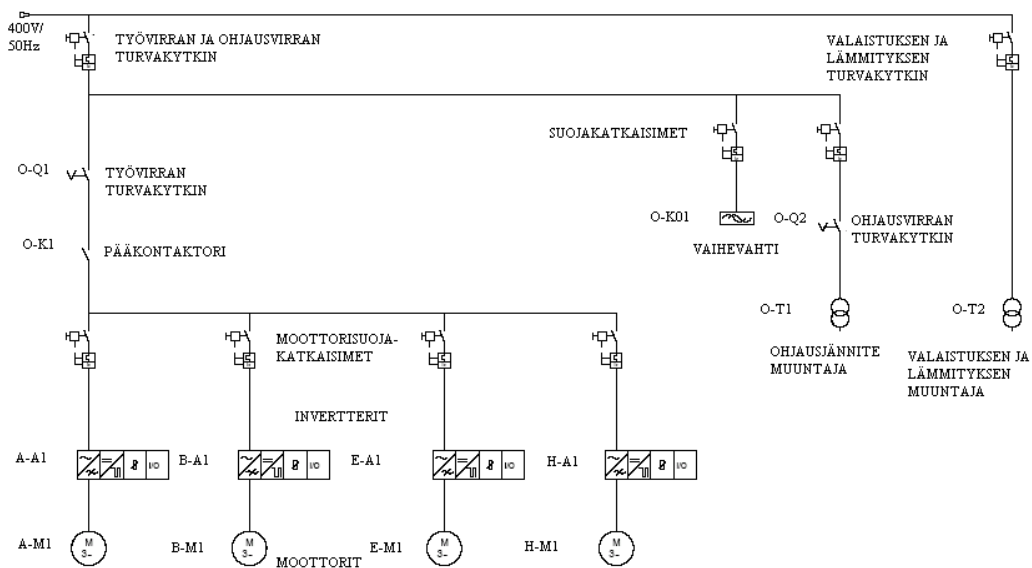
Kuva 15. Kojekaappien järjestys kojekaappijonossa [2]

Kuvassa 15 numeroidut kojekaapit ovat

1. riviliittimien kojekaappi
2. virransyötön kojekaappi
3. valinnan, valaistuksen ja lämmityksen kojekaappi tai kojekaapit
4. logiikan kojekaappi
5. taajuusmuuttajien kojekaapit
6. jarruvastusten kojekaapit.

Aina ei ole tarvetta käyttää jokaisella toiminolla omaa kojekaappia. Jos kojelevyillä on paljon tilaa, toimintoja voidaan yhdistää samalle levyille. Myös jos nosturi on verkkoonjarruttava, ei tarvita jarruvastuksia. Tällöin jarruvastusten kojekaappi poistuu, ja ennen taajuusmuuttajien kaappeja lisätään verkkojarrutuslaite. Tällainen tilanne on kuvassa 3 (ks. s. 3), jossa verkkojarrutuslaite on kolmas kojekaappi vasemmalta.

Nosturin sähköiset virtapiirit voidaan jakaa kolmeen osaan työ- ja ohjausvirtapiirit sekä valaistuksen ja lämmityksen virtapiirit. Työvirrasta puhuttaessa tarkoitetaan virtapiiriä, joka on kytketty taajuusmuuttajien kautta moottoreille. Ohjausvirtapiiriin on kytketty kaikki nosturin ohjaukseen liittyvät toiminnot kuten kontaktorit sekä raja-anturit. Valaistuksen ja lämmityksen virtapiiriin on nimensä mukaisesti liitetty nosturin valaistukset ja lämmitykset. Kuvassa 16 esitetään, miten eri virtapiirit kytkeytyvät nosturin päävirtapiiriin.

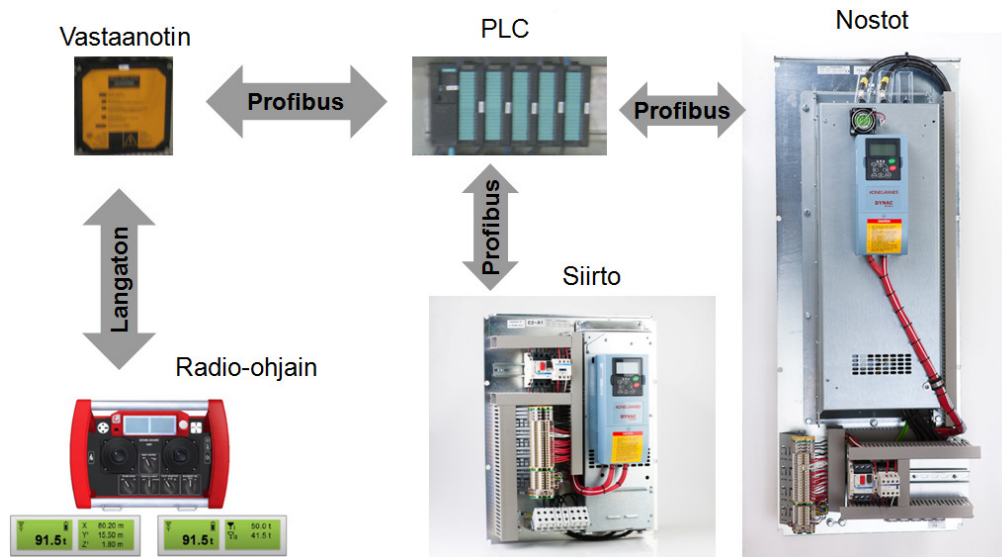


Kuva 16. 1-tiekaavio nosturin päävirtapiiristä [2]

Työvirtapiiri erotetaan asianmukaisilla suoilla suoraan sähkönsyötöstä. Työvirtapiiri on kytketty taajuusmuuttajien kautta moottoreihin.

Ohjausvirtapiiri erotetaan sähkönsyötöstä suojan ja kytkimen lisäksi muuntajalla, jolla eri laitteiden jännite saadaan sopivaksi. Ohjausvirtapiirissä laitteet voidaan kytkeä toisiinsa suoraan johdoilla, joiden rinnalla voidaan tiedonsiirtoon käyttää profibus-väylää.

Profibus-väylässä saadaan kulkemaan suuri määrä erilaista tietoa laitteiden välillä. Tämän ansiosta väyläratkaisulla ei tarvitse laitteille tuoda niin suurta määrää johtoja ja säästetään työaikaa sekä pienennetään vikapaikkojen mahdollisuutta. Profibus-väylällä on usein kytketty yhteen logiikka, taajuusmuuttajat sekä mahdollisesti radionvastaanotin. Seuraavassa kuvassa havainnollistetaan profibus-väylän käyttöä.



Kuva 17. Esimerkki nosturin ohjausjärjestelmän rakenteesta

On huomattava, että profibus-väylässä kulkee sama signaali kaikille laitteille. Kommunikointi tapahtuu määrättyissä vuoroissa, jotka *master*-laite määrää. Kuvan 17 tapauksessa logiikka määrää kommunikointi järjestyksen. Laitteet, joita ei saada kytkettyä väylään, tai joiden kytkeminen väylään ei ole järkevää, voidaan kytkeä esimerkiksi logiikkayksikön tulo- tai lähtökanaviin. Näitä laitteita voivat olla esimerkiksi erilaiset rajanturit tai ohjauspaikan valintakytkin. Logiikka toimittaa tiedon eteenpäin väylään, josta tietoa tarvitsevat laitteet saavat sen.

1.3.1 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajilla voidaan pyörittää sähkömoottoreita eteen ja taaksepäin haluttua pyörimisnopeutta, jonka lisäksi taakkaa voidaan kannatella paikallaan. Tämä tekee taajuusmuuttajista erityisen hyödyllisiä nosturikäyttöihin. Nosturissa taajuusmuuttajat voidaan jakaa kahteen luokkaan: nostoon ja siirtoon. Noston taajuusmuuttajat ohjaavat

moottoria, jolla nostetaan tai lasketaan taakkaa. Siirron taajuusmuuttajat liikuttavat nosturia vaaka- tai pitkittäissuunnassa. Taajuusmuuttajia ohjataan logiikan tai kontaktorien välityksellä. Suora kontaktoriohjaus on harvemmin käytetty menetelmä suuren johdotus määrän takia. Logiikkaohjauksessa käytössä on profibus-väylä.

Taajuusmuuttajien sähkönsyöttö voidaan toteuttaa jännitevälipiirin kautta tai suorana kolmivaihesyöttönä. Mikäli syöttö toteutetaan jännitevälipiirin kautta, yksi laite toimii tasasuuntaajana, ja muut laitteet ottavat tasajännitteestä virransyötön. Muut laitteet vaihtosuuntaavat tällöin jännitteen moottoreille. Jos sähkönsyöttö toteutetaan suorana kolmivaihesyöttönä, jokaiselle taajuusmuuttajalle tuodaan oma sähkönsyöttö. Taajuusmuuttajat tasa- ja vaihtosuuntaavat tällöin jännitteen moottoreille.

Jos sähkönsyöttö toteutetaan jännitevälipiirin kautta, käytetään moottorien jarruttamisessa verkkoonjarrutusta. Tällöin taakkaa laskettaessa vapautunut energia syötetään takaisin sähköverkkoon ja syntyy kustannussäästöjä. Asennuksen kannalta tämä tarkoittaa, että kojekaappijonoon täytyy asentaa erillinen regeneroiva taajuusmuuttaja, joka toimii tasasuuntaajana verkon ja jännitevälipiirin välissä. Tällöin ei kojekaappijonossa tarvita jarruvastuksia ja myös muiden taajuusmuuttajien johdottaminen yksinkertaistuu.

Mikäli verkkojarrutusta ei voida tai haluta käyttää, pystytään jarrutusenergia kuluttamaan jarruvastuksilla. Tällöin jokaiselle taajuusmuuttajalle kytketään jännitevälipiiriin vastus sekä komponentit, jotka säätelevät milloin tehoa syötetään vastukselle. Vastuksessa taakan laskusta syntynyt energia muuttuu lämmöksi, joka haihtuu ympäristöön. Jarruvastuksia käytettäessä taajuusmuuttajien sähkönsyöttö on toteutettu suorana kolmivaihesyöttönä ja vastuksien suuren koon vuoksi kojekaappijonoon on lisättävä erilliset kojekaapit vastuksille.

1.3.2 Kojekaappijonon kojelevyt

Nosturi saa päävirransyöttönsä usein ulkoisesta jännitelähteestä, joka voi olla esimerkiksi rakennuksen sähkökeskus. Nostureita on mahdollista myös käyttää voimakoneella, joka tuottaa sähköä nosturin tarpeeseen. Molemmissa tapauksissa tuodaan päävirran syöttökaapeli kojekaappijonoon, jossa se kytketään suojille, ja siitä jaetaan sähkönsyötöt eri virtapiireille.

Kojekaappijonon ulkopuolella sijaitsevia komponentteja on päävirransyötön lisäksi esimerkiksi moottorit ja erilaiset anturit. Antureita voivat olla sillan ja vaunun raja-anturit, moottoreiden lämpötila-anturit sekä moottoreiden pyörimisnopeutta valvovat anturit. Kaikki nämä ulkopuolella sijaitsevat komponentit kytketään kojekaappijonoon kaapeleilla. Jotta kaapeleiden kytkeminen olisi helppoa, niitä on varten kojekaappijonosta varattu oma kojekaappi. Kyseisestä kojekaapista käytetään positionmerkintää E1.1. Kojekaappi sijoitetaan kojekaappijonon toiseen pätyyn, tarvittaessa molempiin pätyihin [2]. Joissakin tapauksissa E1.1-kojekaapissa on myös muita toimintoja, kuten kuvan 2 (ks. s. 2) kojekaapissa on riviliittimien lisäksi virransyötön toimintoja.

E1.1-kaapista eri signaalit jaetaan muihin kojekaappijonossa oleviin kojekaappeihin. Jotta johdottaminen olisi mahdollisimman helppoa, on riviliittimet sijoitettu siten, että niihin on helppo kytkeä johdot. E1.1-levyssä riviliittimet ovat pystyasennossa, mutta muissa levyissä ne on sijoitettu vaakatasoon levyn alareunaan. Tällöin kojekaappien väliset johdot on helppo tuoda riviliittimille kojelevyn alapuolella olevaa johtokourua pitkin.

Virransyötön kojekaappiin (E1.2) kytketään päävirransyötön kaapeli. Tässä kaapissa on myös lähes kaikki oikosulkusuojaukseen liittyvät komponentit ja katkaisijat sekä ohjauksivirran muuntaja. Suurin osa kojekaappijonossa olevista komponenteista saa syöttönsä E1.2-kojekaapista, mukaan lukien taajuusmuuttajat tai verkkojarrutuslaite. Työ- ja ohjauksivirran katkaisija sekä valaistuksen ja lämmityksen katkaisijat on sijoitettu E1.2-kaapissa oikealle puolelle sen takia, että se estää ovien avaamisen katkaisijoiden ollessa päällä [2, s. 40].

Virransyötön- ja riviliitinkaappien lisäksi nosturissa on kaapit, jotka on varattu muille toiminnoille. Näitä ovat esimerkiksi valinnan, valaistuksen ja lämmityksen sekä logiikan kojekaapit. Näissä kaapeissa sijaitsee nosturin varsinaiset toiminnot sekä ohjaukseen liittyvät komponentit, kuten logiikka, erilaiset kontaktorit ja mahdollisesti radion vastaanotin.

E1.3-kaappia käytetään valinnan kojekaappina. Kojekaappi sisältää suuren määrän releitä, jotka määräävät, mitä ohjauspaikkaa käyttäjä voi käyttää, sekä toteuttavat muita ohjaukseen ja turvallisuuteen liittyviä toimenpiteitä. Valinnan kojekaappi on usein korvattu ohjelmoitavalla logiikalla, jolloin sekä komponenttien, että fyysisen johdotuksen määrä vähenee. Tällöin on myös helppo tarvittaessa muuttaa nosturin ohjausta käsitteleviä toimintoja, koska ne on toteutettu ohjelmallisesti. Logiikan kojekaapin positiotunnus on E1.Z.

Valinnan ja logiikan kojekaappien lisäksi joissakin tapauksissa tarvitaan myös valaistuksen ja lämmityksen kojekaappi E1.T. Tämä tarvitaan lähinnä tapauksissa, joissa kaikkia komponentteja ei saada mahdutettua muihin kojekaappeihin. E1.T-levyn lisäksi saateetaan erikoistapauksissa tarvita muitakin kojekaappeja. Näihin sijoitetaan toiminnot erikoistapauksesta riippuen.

2 Kojelevyt

2.1 Komponenttien sijoittelussa huomioitavia asioita

Komponenttien sijoittelussa tulee ottaa huomioon useita eri asioita:

- Komponentit tulee olla helppo kytkeä, erityisesti ne komponentit, joille tulee paksuja johtoja.
- Lämpenevien komponenttien lämmölle pyritään saamaan esteetön pääsy pois komponentilta.
- Painavat komponentit pyritään sijoittamaan lähelle levyn reunaa, jotteivät ne pääsisi värähtelemään tärinästä. Myös kiinnittäminen lähelle levyn yläreunaa tarjoaa tukevan paikan yläreunassa olevan pökkauksen ansiosta.
- Tilantarve täytyy ottaa huomioon erityisesti silloin, kun levyllä tulee paljon eri komponentteja tai, kun levyllä on isoja komponentteja.
- Asennus tulee olla huolitellun näköinen.
- Toiminnallinen järjestys on hyvä huomioida, kun ensin muut asiat on otettu huomioon. Toiminnallisella järjestyksellä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi sähköpiirustuksissa tietyllä sivulla olevat komponentit sijoitetaan vierekkäin. Sähköisen testauksen aikana vierekkäin olevat komponentit löytää helposti. Myös samanlaiset komponentit on hyvä sijoittaa lähelle toisiaan.

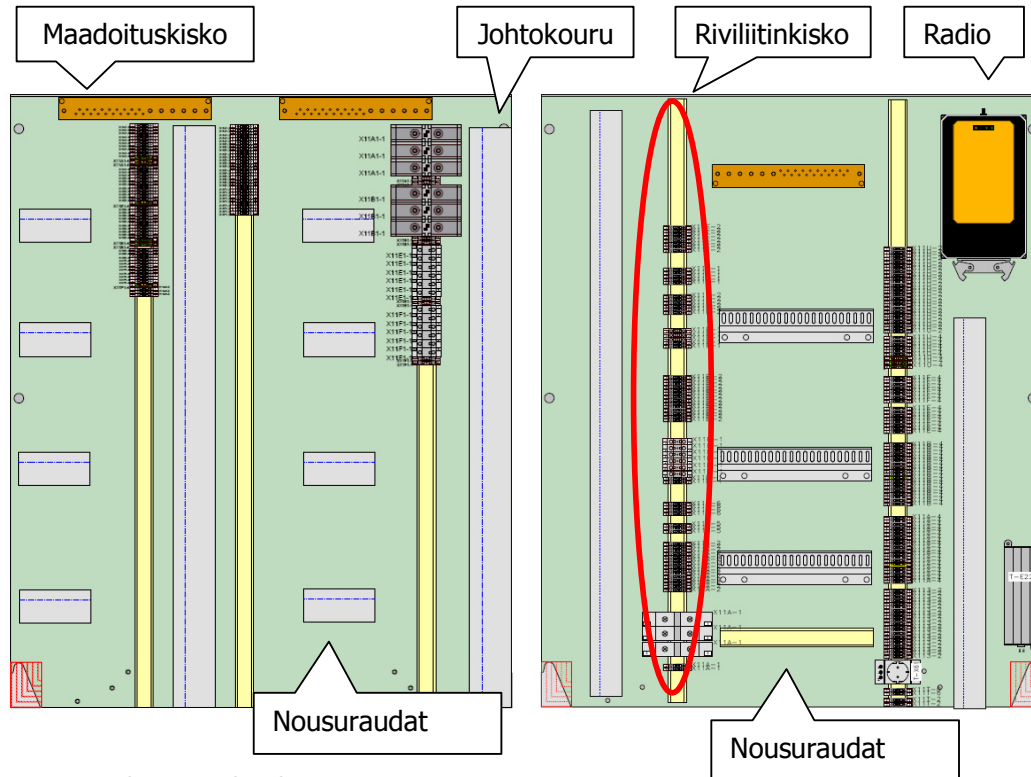
Eriyishuomioita vaativia komponentteja ovat muuntajat, logiikkayksiköt, radion vastaanotin sekä isot suojat. Muuntajat ovat painavia sekä tuottavat lämpöä. Logiikka vaatii hieman isomman tilan ja siihen kytketään useita johtimia. Radion vastaanottimessa voi olla kiinteämittaiset kaapelit, tai siihen voi tulla paljon johtimia. Vastaanotin vaatii myös paljon tilaa ja siihen kytketään kojekaappijonon ulkopuolella sijaitseva antenni. Isoille suojuille on varattava riittävästi vapaata tilaa sekä varmistettava, että kaapelointi onnistuu vaivattomasti.

Kaapeloinnin osalta täytyy huomioida myös häiriösuojaus. Profibus-kaapeli on maadoitettava säännöllisin välimatkoin, ja sen tulee kulkea erillään muista johdotuksista. Mikäli levyyn tulee muitakin häiriösuojuja kaapeleita, on näiden häiriösuojausten maadoituspaikoille jätettävä tilaa. Tarvittaessa tulee pohtia, kuinka häiriösuojuatut kaapelit tuodaan niiden kytkemispaikkaan. Radion vastaanottimen antenni sijoitetaan usein kojekaappijonon ulkopuolelle, jolloin siitä ei aiheudu häiriöitä.

2.2 E1.1-riviliitinlevy

Riviliitinlevy toimii kojekaappijonon ulkoa tulevien kaapeleiden kytkentäpaikkana. Tässä levyssä on tyypillisesti pystyssä riviliitin kiskoja 1 - 3 kpl sekä näiden vieressä johtokourut. Levystä löytyy myös nousuraudat, joita käytetään kojekaappijonon ulkoa tulevien kaapeleiden kiinnittämiseen. Jotta ulkopuolisten komponenttien maadoitukset saataisiin hoidettua, on levyssä myös kupariset maadoituskiskot. Kiskoihin kytketään kaapeleiden maadoitusjohtimet.

Riviliitinlevyyn voidaan myös sijoittaa muita osia, mikäli levyssä on vapaata tilaa, kuten kuvassa 18 (ks. seur. s.) levyyn on sijoitettu radionvastaanotin. Riviliitinkiskoihin saataan lisätä eri levyisiä riviliittimiä. Suurimman tilan vaativat WFF-riviliittimet, joihin johto kytketään kaapelikengällä. Tällöin etäisyys johtokouruun tulee olla riittävän suuri.

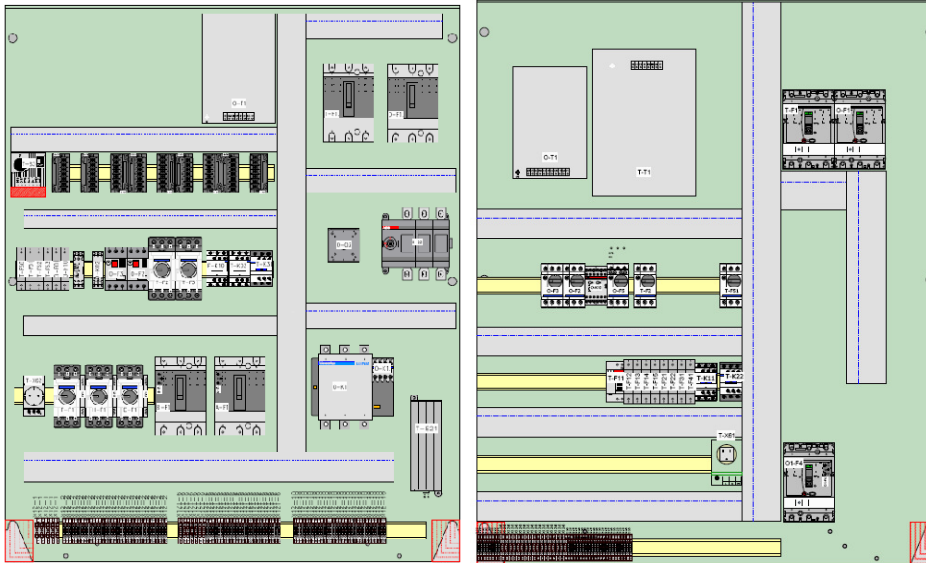


Kuva 18. Kaksi eri riviliitinlevyä

2.3 E1.2-virransyötönlevy

Virransyötönlevyssä on nimensä mukaisesti nosturin virransyöttöön liittyviä toimintoja. Tässä levyssä on usein painavia muuntajia sekä isompia suoja, joihin kytketään paksuja kaapeleita. Levyn erityispiirteenä onkin se, että komponenttien asettelut tulee miettiä huolellisesti. Komponenttien paikoissa tulee ottaa huomioon esimerkiksi johdotuksen helppous sekä nosturin tärinästä aiheutuvat rasitukset kojelevylle.

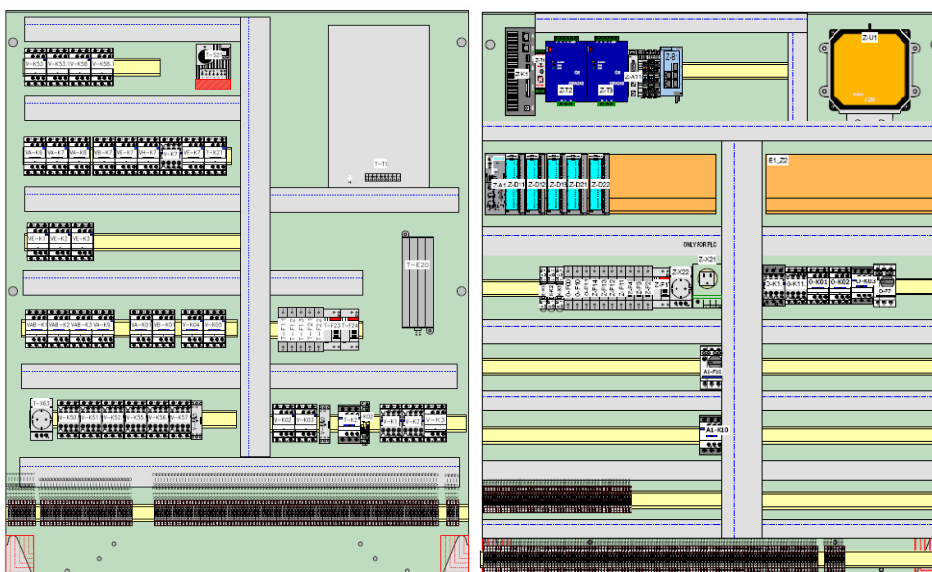
Suojat, joihin nosturin päävirransyöttö kytketään, sijoitetaan usein levyn yläreunaan. Levyn alareunaan sijoitetaan suojat, joilta lähtee kaapeleita muihin kojelevyihin tai nosturin ulkopuolelle. Alhaalla oleva riviliitin tulee pyrkiä sijoittamaan siten, ettei se ole lähtevien kaapeleiden tiellä.



Kuva 19. Kaksi eri virransyötönlevyä

2.4 E1.3/E1.Z/E1.T-valinta, logiikka ja muut toiminnot

Valinnan, logiikan ja muiden toimintojen levyn komponenttisijoittelut ovat hyvin samankaltaisia. Näiden levyjen erityispiirteenä on isomman tilan vaativat komponentit kuten logiikkayksiköt, tasajännitelähteet, muuntajat sekä radiot. Myös riviliittimien suuri määrä sekä logiikkayksikön herkkyys lämmönvaihteluille vaatii erityishuomiota.



Kuva 20. Kaksi levyä, joissa on useita toimintoja

3 Vakioitu kojelevy

Vakioiduista levyistä päädyttiin tekemään kaksi eri mallia:

1. E1.1-levyn vakioirei'itys
2. muiden kojelevyjen vakioirei'itys.

Tekemällä kaksi eri vakiolevyä saadaan reikien määrää yhdellä levyllä laskettua huomattavasti. Tällöin rei'itetyn kojelevyn hinta on pienempi ja reiät saadaan yksilöityä tarkemmin käyttökohdetta varten. Myös komponenttien reikien hahmottaminen helpottuu, kun levyllä on vähemmän reikiä. Haittapuolena kahdessa eri levyssä on, että tällöin varastotilaa tarvitaan enemmän, ostossa pitää tilata kahta eri nimikettä ja kojelevyyn tulee osata valita oikeantyyppinen levy. Mikäli myöhemmin nähdään tarpeelliseksi, on rei'itettyt levyt mahdollista yhdistää yhdeksi.

Komponentteja tarkasteltaessa päädyttiin luokittelemaan komponentit eri kategorioihin niiden vaatiman pystysuuntaisen tilan sekä kiinnitystavan mukaan. Näihin kategorioihin ei ole luokiteltu johtokouruja ja riviliittimiä, jotka toimivat komponenttien asennuksen apuvälineinä. Kategoriat ovat

1. din-kisko asenteiset pienet komponentit
2. din-kisko asenteiset isot komponentit
3. erityishuomiota vaativat komponentit.

Din-kisko asenteisia pieniä komponentteja on määrällisesti eniten. Niihin kuuluvat esimerkiksi johdonsuojakatkaisijat, pienet kontaktorit ja pienet moottorisuojat (kuva 8, ks. s. 5). Din-kisko asenteisia isoja komponentteja on pääosin E1.2- ja E1.Z-levyissä. Näitä komponentteja ovat keskikokoiset moottorisuojakatkaisijat sekä DC-jännitelähteet (kuva 9, ks. s. 5). Erityishuomiota vaativat komponentit ovat logiikkayksikkö, isot levykiinnitteiset katkaisijat, muuntajat, radio sekä muut komponentit, joita ei voi luokitella kahden aikaisempaan kategoriaan. Erityishuomiota vaativien komponenttien kiinnitystavat ovat myös hyvin erilaiset toisistaan.

Levyjen vakiointi aloitettiin erittelemällä erilaisten levyjen komponenttien sijoittelukuvia. Huomattiin, että kaikki levyt lukuun ottamatta levyä E1.1, olivat hyvin samantyyppisiä. Perustana näillä levyillä oli, että levyn alaosassa on riviliittimet ja johtokouru.

Näiden lisäksi levyn keskipaikkeille on asennettu pystyyn johtokouru, jonka vierelle tarvittava määrä johtokouruja sekä din-kiskoja vaakatasoon. Tarvittaessa 3. kategorian komponenteille jätetään tilaa jättämällä johtokouru ja din-kisko laittamatta tai lyhentämällä niitä.

Reikien koot pyrittiin pitämään mahdollisimman samanlaisina. Levyssä onkin vain kolmenkokoisia reikiä:

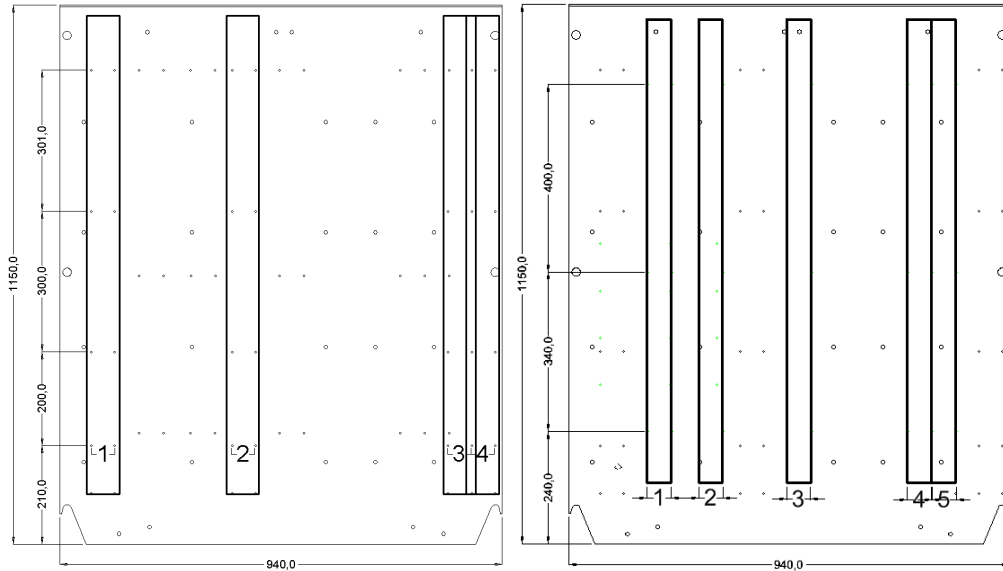
1. 3,7 mm halkaisijan reiät
2. M8-kierteellä olevat reiät
3. 18 mm halkaisijan reiät.

Suurin osa komponenteista voidaan kiinnittää 3,7 mm halkaisijan reikiin. Näitä ovat esimerkiksi johtokourut, din-kiskot ja riviliittimet. M8-kierteellä olevat reiät on tarkoitettu pääasiassa nousuraidoille ja maadoituskiskoille, joiden lisäksi myös vaakatasossa olevat riviliittimet kiinnitetään M8-reikiin. 18 mm halkaisijan reiät ovat levyn kiinnitykseen kojekaappiin.

Eriyishuomiota vaativille komponenteille ei tehty vakioreiکیä. Näille on kuitenkin mahdollista vakioida paikat. Vakiointi jätetään kuitenkin myöhemmäksi, kun levyn käyttö yleistyy ja nähdään, mitkä komponentit kannattaa vielä lisätä reičitykseen. Komponenttien sijoitteluun liittyvät periaatekuvat esitetään liitteessä 1.

3.1 E1.1-levyn vakioreičitys

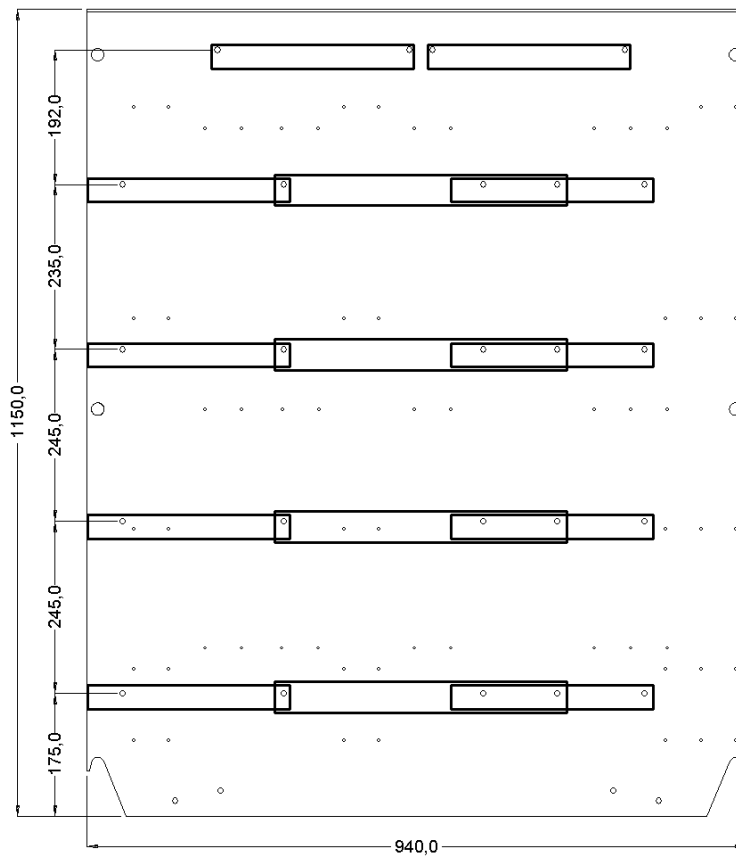
Riviliitinlevystä on aikaisemmin ollut käytössä kaksi erilaista komponenttensijoitteluvaihtoa. Nämä vaihtoehdot esitetään kuvassa 18 (ks. s. 15). Molemmille vaihtoehdoille tehtiin levyn reiät.



Kuva 21. Käytettävissä olevat pystykourujen paikat vasemmalla sekä riviliittimien paikat oikealla

Pystykourujen paikat 1 ja 3 ovat käytössä silloin, kun levyllä käytetään leveitä nousurautoja. Tällöin riviliittimet asennetaan paikoille 1 ja 4. Kun levyllä täytyy saada maadutaan kolme riviliitinkiskoa, käytetään kourupaikkoja 2 ja 4. Tällöin riviliittimet asennetaan paikoille 2, 3 ja 5. Pystykourujen paikat tunnistaa rei'istä, jotka ovat 210 mm korkeudella levyn alareunasta. Sijoituspaikat 3 ja 4 jakavat keskenään keskimmäiset reiät. Riviliittimien paikat tunnistaa rei'istä, jotka ovat 240 mm korkeudella levyn alareunasta. Kuten kouruissa, myös riviliittimien paikat 4 ja 5 jakavat keskimmäiset reiät.

E1.1-vakiolevyssä on valmiit paikat myös nousurautoille ja maadoituskiskoille, joihin kaappiin tulevat kaapelit kiinnitetään ja maadoitetaan. Nousurautojen maadoituskiskojen paikat esitetään kuvassa 22 (ks. seur. s.).

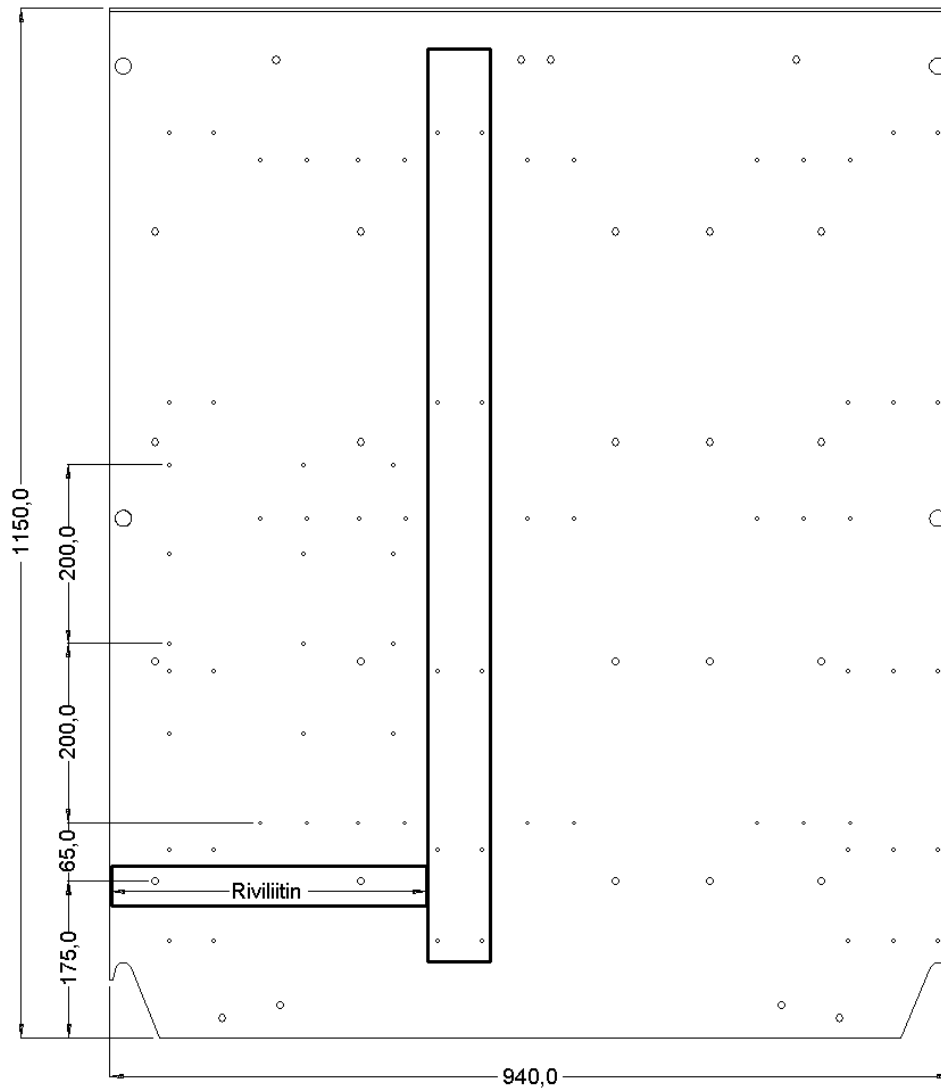


Kuva 22. Nousurautojen sekä maadoituskiskojen paikat

Leveille nousurautoille on paikka levyn keskellä. Kapeat nousuraudat voidaan sijoittaa johtokourupaikan 2 molemmin puolin, tarvittaessa vain toiselle puolelle. Maadoituskiskot sijaitsevat levyn yläaidassa.

3.2 Vaakatasossa olevat johtokourut

Joissakin tapauksissa E1.1-levylle laitetaan myös muita komponentteja esimerkiksi kontaktoreita tai johdosuojakatkaisijoita. Tällöin on tarpeen rajata 2 paikan pystykourulla levyn toinen puoli muiden komponenttien käyttöön. Levyn vasemmalla puolella on valmiit paikat vaakatasossa oleville johtokouruille ja din-kiskoille.

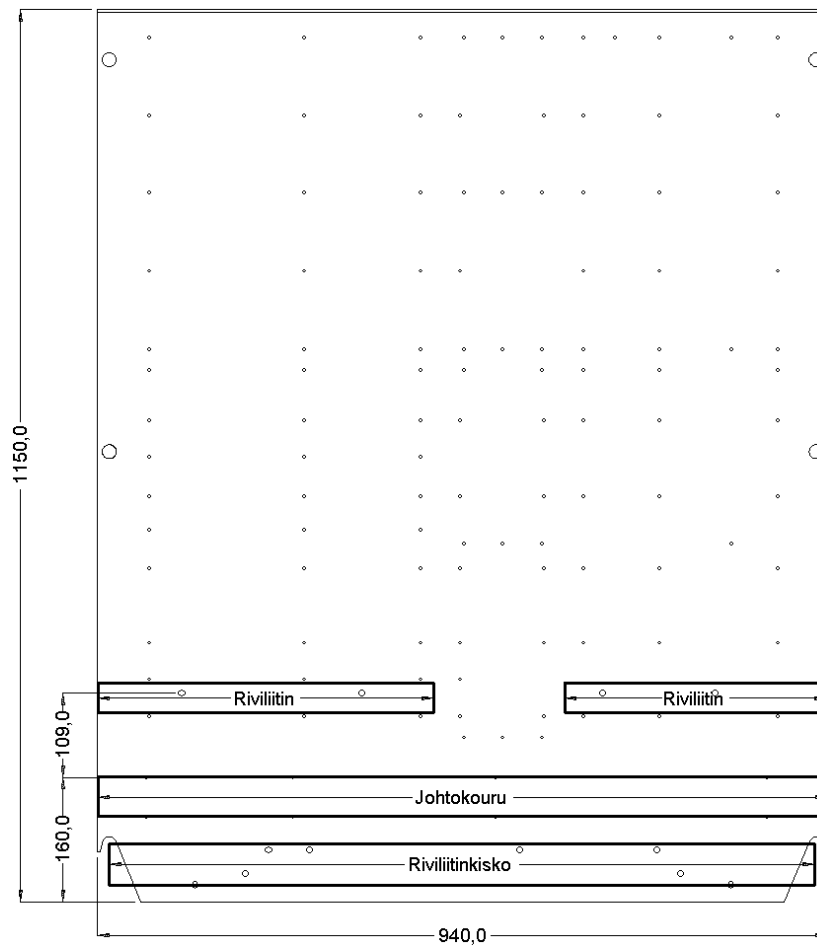


Kuva 23. Vaakatasossa olevat johtokourut ja riviliitin

Pystykourun oikealle puolelle voidaan asentaa pienet nousuraudat ja 2 kpl riviliitinkiskoja. Riviliitinkiskot asennetaan paikoille 3 ja 5.

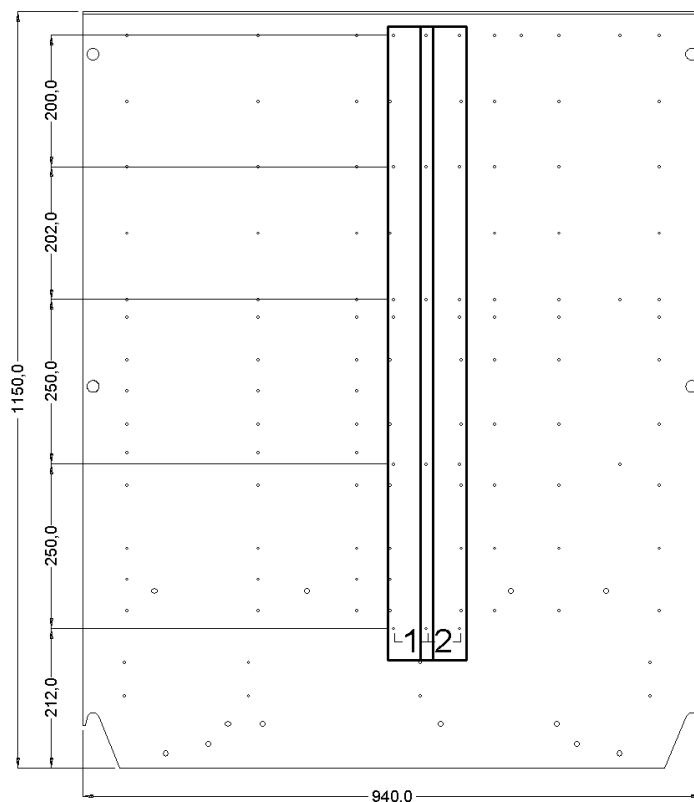
3.3 Muiden kojelevyjen vakiorei'itys

Muiden kojelevyjen vakiorei'ityksessä on tietyt johtokourujen ja riviliittimien sijoittelut, joita voidaan käyttää kaikissa levyissä. Näitä ovat esimerkiksi alhaalla olevat riviliittimet sekä johtokourut ja pystyssä olevat johtokourut. Nämä komponentit ja niiden paikat rei'itetyllä levyllä esitetään kuvissa 24 ja 25 (ks. seur. s. ja s. 23).



Kuva 24. Alin riviliitin ja johtokouru sekä lisäriviliittimet

Levyn alareunassa on M8-kierteet vaakatasossa olevalle riviliitinkiskolle. Joissain tapuksissa on tarpeen lyhentää tätä riviliitinkiskoa ja sijoittaa se levyn keskelle. Tätä varten M8-reiät on laitettu myös levyn keskiosaan. Riviliitinkiskon yläpuolelta on varattu paikka 80 mm leveälle johtokourulle. Mikäli kojelevyyn tulee paljon riviliittimiä, eivätkä kaikki mahdu alimpaan riviliitinkiskoon, voidaan riviliittimiä laittaa myös alimman johtokourun yläpuolelle. Levyn keskivaiheilla on paikka kahdelle pystyssä olevalle johtokourulle.

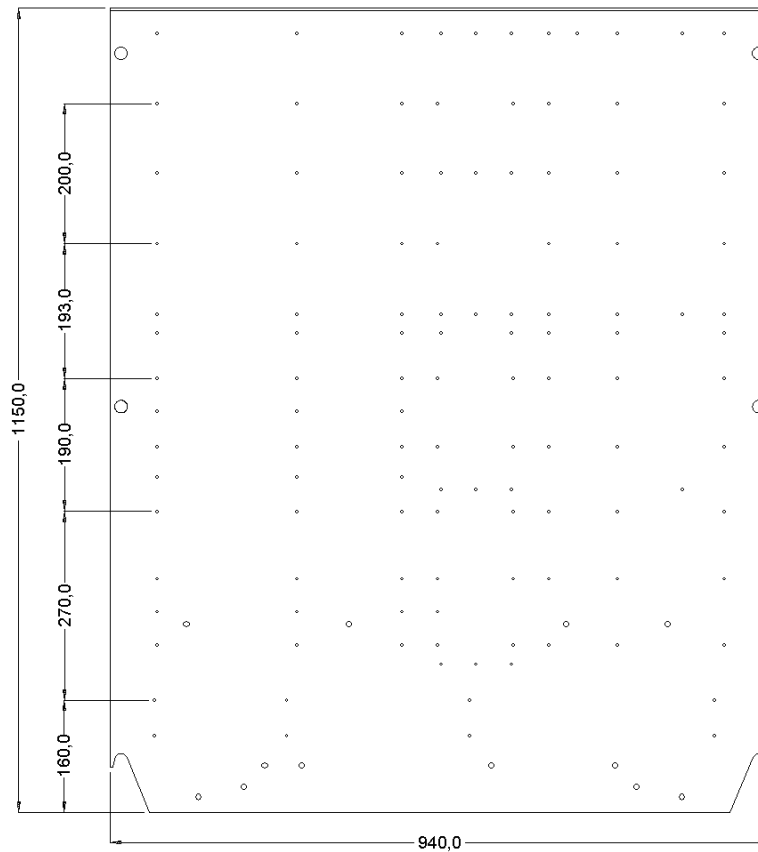


Kuva 25. Pystyssä olevat johtokourut

Pystykourujen paikkoja voidaan käyttää tarpeen mukaan. Yleisesti paikkaa 2 käytetään E1.2-levyssä ja paikkaa 1 muissa levyissä. Kourupaikka 2 on mitoitettu siten, että sen oikealle puolelle mahtuu kaksi NSX-katkaisijaa. Kourupaikan 1 oikealle puolelle mahtuu katkaisijoita kolme.

3.3.1 E1.2-virransyötönlevy

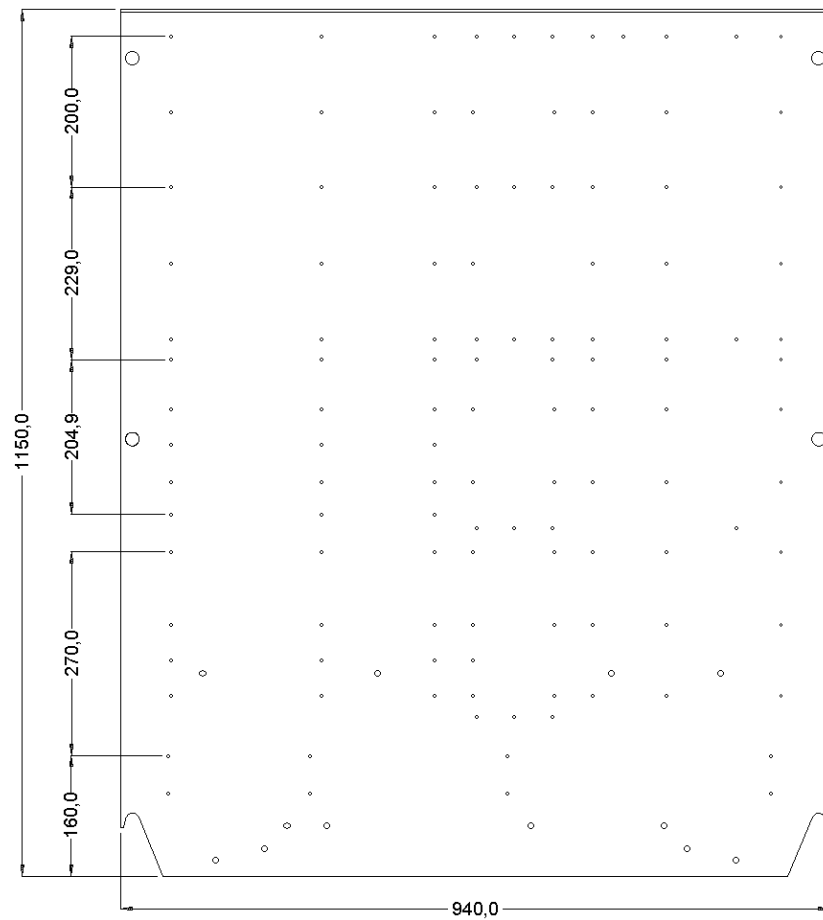
Virransyötönlevyssä tila on tyypillisesti jaettu kahteen osaan: levyn oikealla puolella on tila NSX-katkaisijoille ja vasemmalla pienemmille komponenteille. NSX-katkaisijoille tulee paksuja johtoja, minkä vuoksi näille täytyy varata enemmän tilaa. Paksut johdot pyritään johdottamaan suoraan komponentilta toiselle ilman, että johdon tarvitsee tehdä ylimääräisiä käännöksiä. Levyn oikea puoli on varattu NSX-katkaisijoille sekä muille isoille komponenteille. Mikäli isoja katkaisijoita tulee useita, on niitä mahdollista sijoittaa myös levyn vasemmalle puolelle. Pystykourun vasen puoli on varattu pääasiassa din-kiskokiinnitteisille komponenteille. Näiden sijoitteluvälit esitetään kuvassa 26 (ks. seur. s.).



Kuva 26. E1.2-levyn sijoitteluvälit

Kuvassa 26 ilmoitetuissa mitoissa on merkattu kahden eri kourun kiinnitysreikien etäisyys toisistaan. Vaakatasossa käytetään yleensä 60 mm leveää kourua, joitakin poikkeustapauksia lukuun ottamatta. E1.2-levyssä ensimmäiseen väliin, joka on 270 mm:ä korkea, voidaan sijoittaa 3. kategorian komponentteja esimerkiksi NSX-katkaisijoita. Muut välit ovat pääasiassa pienille komponenteille. Levyn yläreunaan usein sijoitetaan muuntaja. Tällöin on tarpeen lyhentää ylintä kourua ja din-kiskoa.

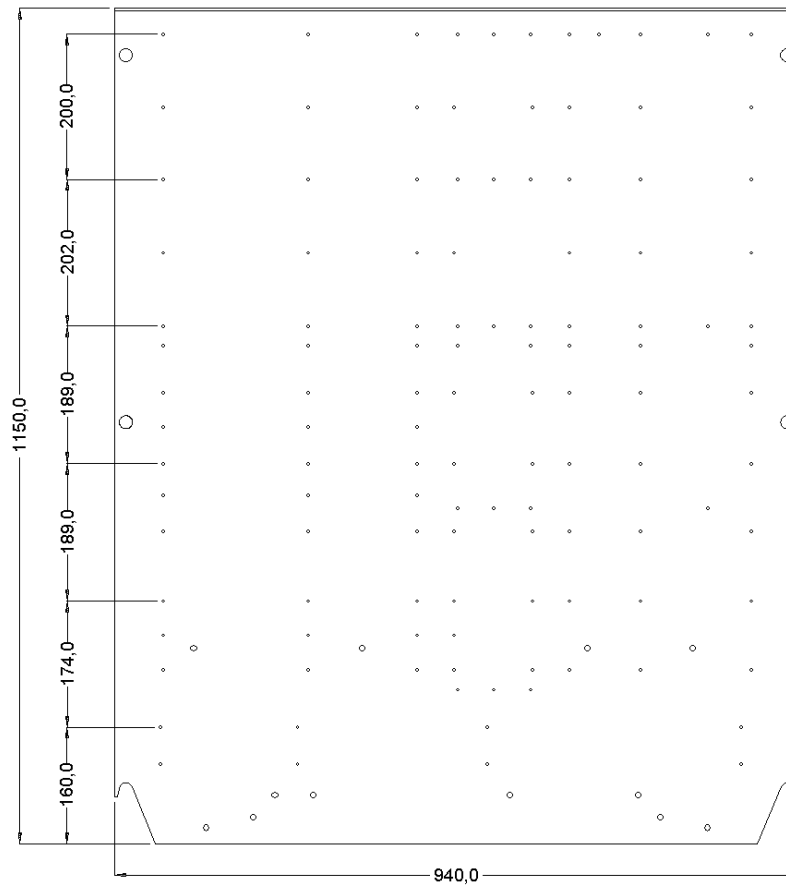
Jos pystykourun vasemmalle puolelle joudutaan sijoittamaan NSX-katkaisijoita, voi olla tarpeen asentaa niiden yläpuolelle leveämpi johtokouru. Tällöin käytetään 80 mm leveää kourua, joka vaikuttaa myös sijoitteluväleihin.



Kuva 27. E1.2-levyn sijoitteluvälit, kun käytetään yhtä 80 mm leveää kourua

3.3.2 E1.3-valinnanlevy

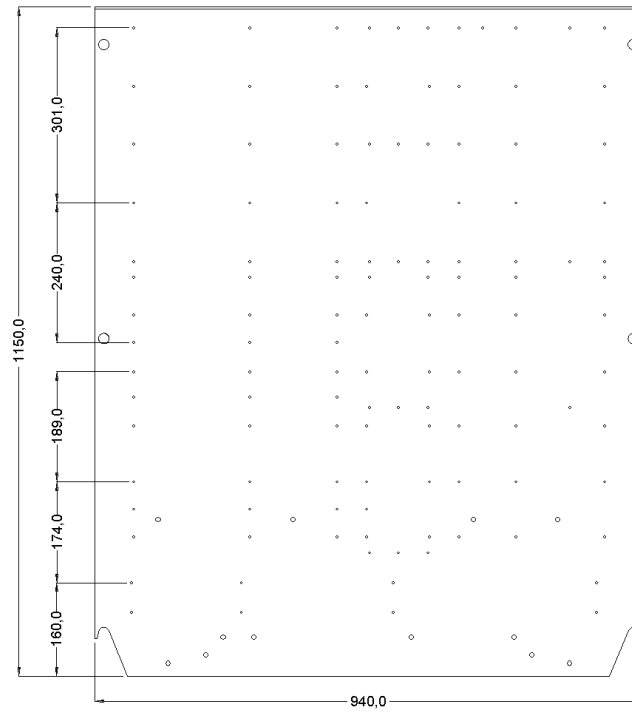
Valinnanlevyyn tulee paljon pieniä din-kiskokiinnitteisiä komponentteja. Sijoitteluvälit on mitoitettu näitten mukaan. Sijoittelussa ei ole varattu paikkaa isoille komponenteille, mutta levyn yläreunaan voi tarpeen tullen jättää tilaa. Tilaa isoille komponenteille saadaan kourujen välistä käyttämällä 60 mm leveän kourun sijasta kapeampaa kourua.



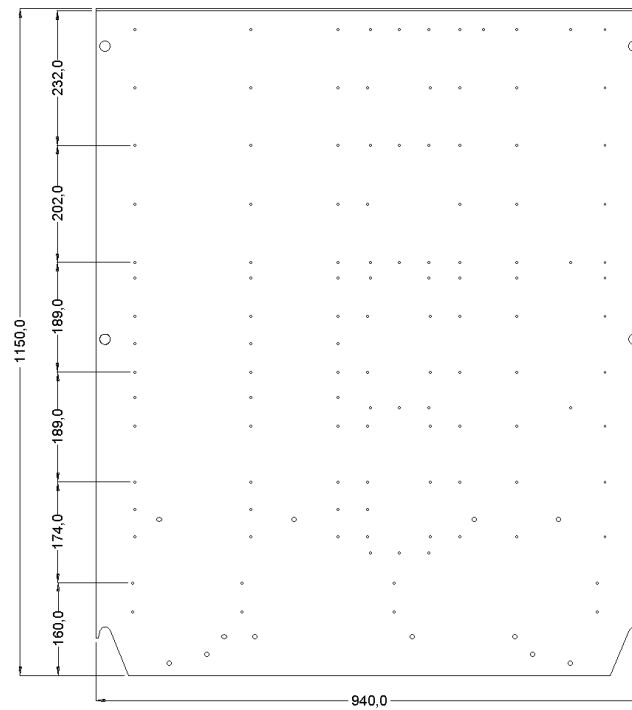
Kuva 28. E1.3-levyn sijoitteluvälit

3.3.3 E1.Z-logiikanlevy

Logiikanlevyissä logiikkayksikölle on varattu paikka levyn yläosasta. Logiikkayksikön ylä- ja alapuolelle on mahdollista asentaa johtokouru kuvan 29 (ks. seur. s.) mukaisessa sijoittelussa. Tällöin myös asennetaan levyn oikeaan laitaan pystyyn kouru, jolla saadaan yhdistettyä ylhäällä oleva kouru alempaan. Logiikkayksikön alapuolella olevaan sijoitusväliin voidaan laittaa DC-jännitelähteet. Kyseiseen väliin mahtuu myös muita hieman isompia komponentteja. Levyn keskivaiheille tulee laittaa 80 mm leveä kouru lähinnä sen takia, ettei DC-jännitelähteille jää liian iso tila. Levyn jää vielä tilaa kahdelle riville pieniä komponentteja.



Kuva 29. E1.Z-levyn sijoitteluvälit, kun levyllä ei tule paljoa komponentteja



Kuva 30. E1.Z-levyn sijoitteluvälit, kun levyllä asennetaan paljon komponentteja

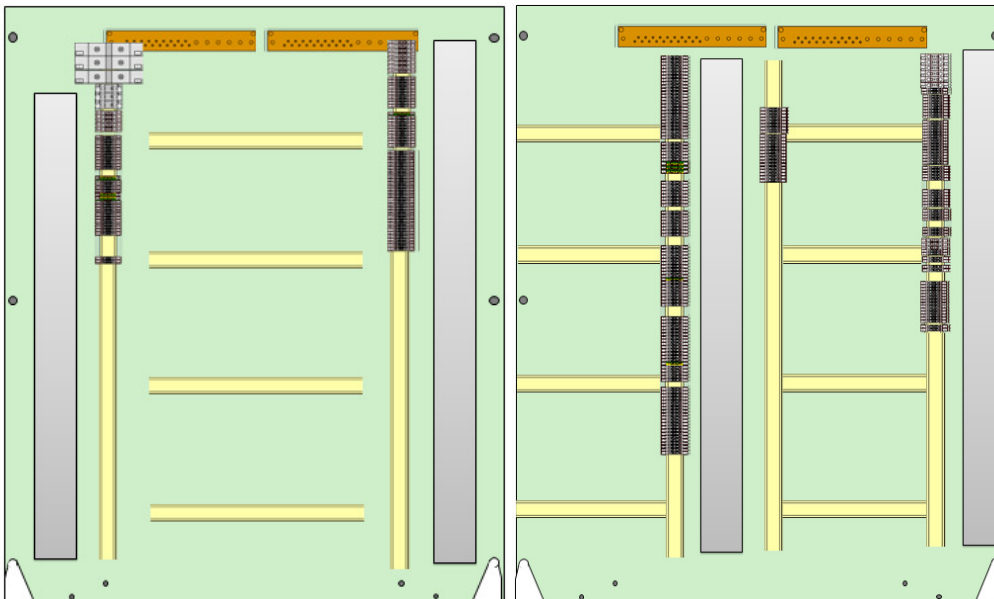
Kuten kuvassa 29 myös kuvan 30 (ks. s. 27) mukaisessa sijoittelussa logiikkayksikkö sijoitetaan ylimmäksi. Koska levyille saadaan mahtumaan enemmän komponentteja kuin aikaisemmassa sijoittelussa, logiikan taakse ei mahdu johtokourua. Logiikan alapuolella olevaan sijoitteluväliin asennetaan jälleen DC-jännitelähteet. Jotta jännitelähteet mahtuisivat kourujen väliin, tulee alemman johtokourun olla kapeampi kuin 60 mm. Logiikan ja jännitelähteiden lisäksi levyllä on kolme sijoitusväliä pienille komponenteille. Usein on myös tarpeen sijoittaa alimpaan sijoitusväliin riviliittimiä.

3.3.4 Muut kojelevyt

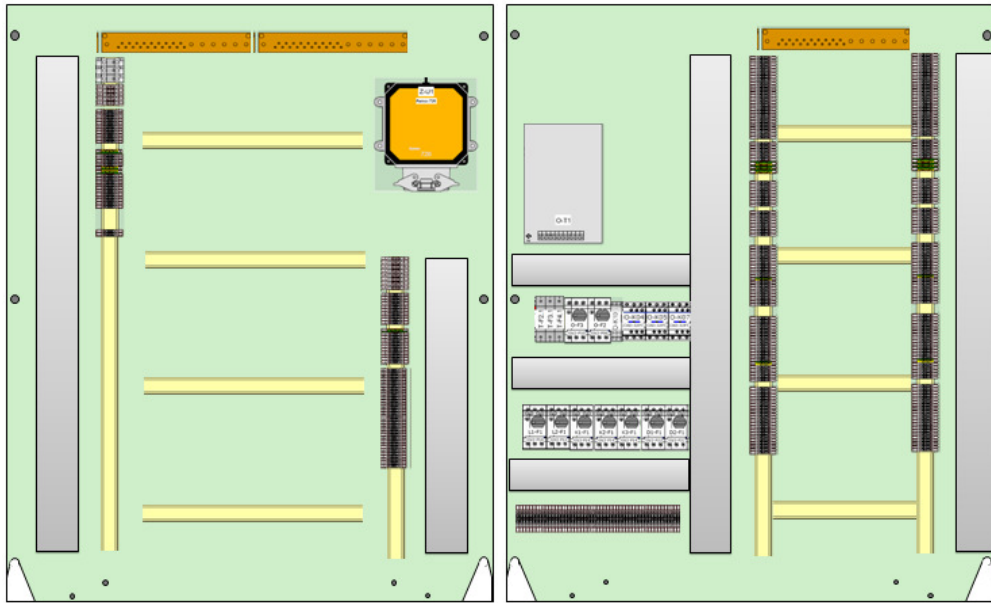
Muihin levyihin voidaan hyödyntää aikaisemmin esitettyjä komponenttien paikkoja. Joissakin erikoistapauksissa on syytä mitoittaa paikat käsin. Näitä erikoistapauksia voivat olla esimerkiksi tilanteet, joissa levyille täytyy saada mahtumaan poikkeuksellisen paljon komponentteja tai komponentit täytyy sijoittaa vakioinneista poikkeavalla tavalla.

3.4 Esimerkkiratkaisut komponenttien sijoitteluun

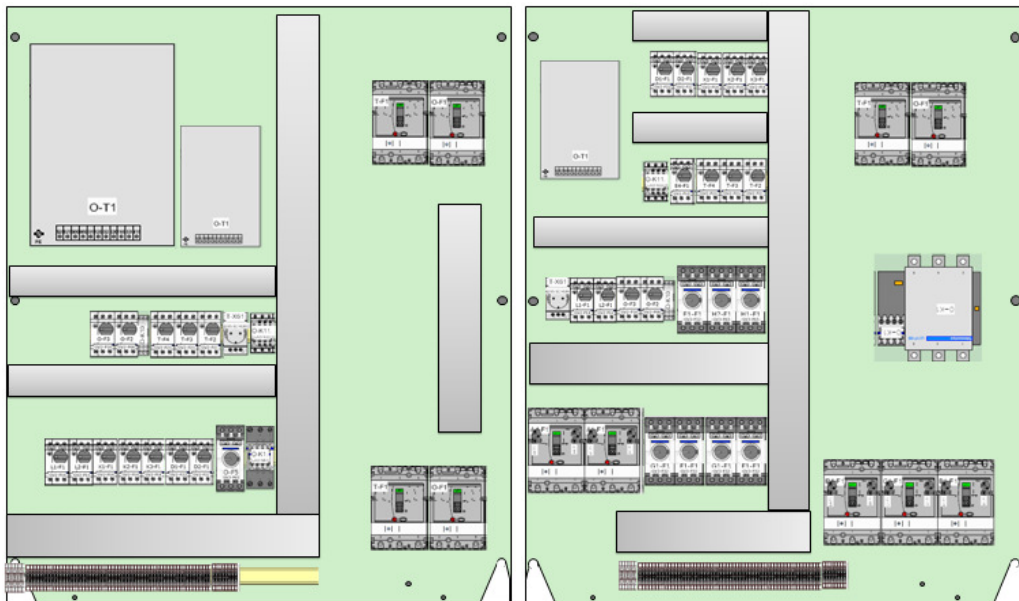
Jotta sijoittelut olisivat helpompi hahmottaa, esitetään seuraavaksi muutamia esimerkkiratkaisuja:



Kuva 31. E1.1-levyn komponenttien sijoittelut



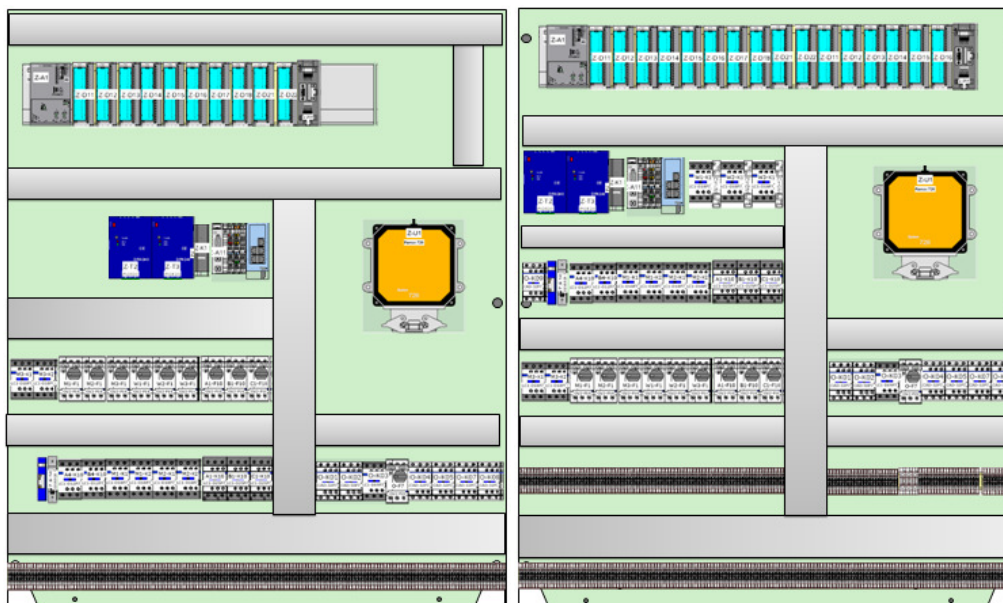
Kuva 32. E1.1-levyn on joskus tarvetta asentaa riviliittimien lisäksi muita komponentteja



Kuva 33. Esimerkki komponenttien sijoittelusta E1.2-levylle



Kuva 34. E1.3-levyn komponenttien sijoitteluesimerkki



Kuva 35. E1.Z-levyn sijoitteluesimerkki

Sijoitteluesimerkeissä on hyvä huomioida, että kaikille osille ei ole valmiita reikiä. Näitä komponentteja ovat esimerkiksi radio, logiikka, muuntajat sekä katkaisijat. Myös jos-sain tilanteissa saatetaan joutua tekemään reikiä din-kiskoille tai johtokourulle.

4 Lopputulokset

H15-kaappien kojelevyjen komponentit saadaan sovitettua kahteen vakioirei'itettyyn levyyn lukuun ottamatta joitakin erikoisia komponentteja. Nämä erikoiset komponentit voivat olla esimerkiksi harvoin käytettyjä, jolloin niille ei ole syytä varata omaa paikkaa rei'ityksestä. On olemassa myös tapauksia, joissa on syytä mitoittaa kaikkien komponenttien paikat käsin ja toteuttaa sijoittelut ilman vakioireikiä. Tällaiset erikoistapaukset ovat kuitenkin harvinaisia ja niitä saattaa esiintyä esimerkiksi tilanteissa, joissa komponenttien paikat ovat tarkkaan määritelty. Kyseisiä tilanteita voivat olla nosturin sähköistyksien modernisaatio projektit, joissa komponentit tulee sijoittaa kaapeleiden mittojen mukaan tietyille paikoille levyllä. Vakioirei'ityksen helposti sovellettava rakenne kuitenkin antaa paljon liikkumisvaraa, sekä suunnittelussa, että asennuksessa.

Vaikka osa levyistä joudutaan poraamaan käsin, on kuitenkin mahdollista sovittaa useimmat projektit täysin sopiviksi vakioidulle levyille. Näissä projekteissa jollakin kojelevyllä saattaa olla hyvin paljon komponentteja, kun toisella levyllä on paljon tilaa. Tällaisissa tapauksissa luonteva ratkaisu olisi yhteistyössä suunnittelijan kanssa siirtää komponentteja täydeltä levyltä sinne, missä niille on enemmän tilaa. Näin pystytään hyödyntämään vakioituja levyjä myös projekteissa, jotka saattavat näyttää siltä, että ne pitää porata käsin. Yhteistyö hidastaa kuitenkin asennusta huomattavasti, ja yhteistyö pitäisikin tapahtua ennen kuin projektin asennustyö aloitetaan.

Ideaalissa tilanteessa suunnittelussa huomioitaisiin komponenttien asennus ja sijoittelu vakioidunlevyn kannalta siten, että levyä voidaan hyödyntää. Tähän pyritään jakamalla vakiolevystä tehty asennusohje suunnitteluun ja mahdollisesti muokkaamalla siitä suunnittelua varten oma versio. Komponenteille on mahdollista myös määrätä suunnitteluohjelmasta vakio paikat, jolloin tietyt komponentit voitaisiin sijoittaa vain tiettyihin kohtiin levyä. Tämä menetelmä vaikuttaisi kuitenkin kaikkiin, jotka käyttäisivät kyseistä suunnitteluohjelmaa. Tällöin tulisi varmistaa, että kyseiset sijoituspaikat toimivat myös muiden tehtaiden osalta. Pidän kyseistä vaihtoehtoa mahdollisena, mutta jokseenkin työläänä, sillä tällöin tulisi olla yhteydessä kaikkiin joihin muutos vaikuttaa. Toisaalta se edistäisi konsernin sisäisten työtapojen yhtenäistämistä.

Koska vakiorei'itetyissä levyissä on paljon reikiä, on niiden hinta suurempi tavalliseen levyyn verrattuna. Kustannuksissa kuitenkin saavutetaan huomattavasti etuja. Näitä etuja ovat esimerkiksi

- työajan säästö
- työkalujen, kuten poranterien, kulumisen väheneminen
- uusien työntekijöiden nopeampi perehdyttäminen
- läpimenoajan nopeutuminen
- työturvallisuuden parantuminen.

Näiden lisäksi voidaan saavuttaa etuja myös tulevaisuuden modernisaatioprojekteissa ja ylläpidossa. Kaikkien saavutettujen hyötyjen mittaaminen on kuitenkin hankalaa ja kannattavuuden osoittaminen numeerisesti voi osoittautua vaikeaksi.

Levyn käytöstä tehtyä asennusohjetta voidaan hyödyntää asennuksessa sekä suunnittelussa. Asennuksen kannalta ohje havainnollistaa, mitä komponentteja voidaan minnekkin sijoittaa ja helpottaa sijoittelun käytännön toteutusta. Suunnittelussa ohjeen perusteella voidaan levyjen sijoittelukuvat tehdä yhdenmukaisiksi ja käytännössä toimiviksi. Asennusohjetta voidaan käyttää myös perehdyttävänä ohjeena kojelevyasennukseen.

Käytön myötä vakiintuvat levyn asennukseen liittyvät käytännöt. Tällöin huomataan, mitkä reiät ovat mahdollisesti tarpeettomia, ja onko tarpeen siirtää joidenkin komponenttien sijoitteluita ja onko tarpeen tarkentaa joidenkin reikien paikkoja. Myös asennusohjeeseen liittyvät asiat voivat vaatia muutoksia tai tarkennuksia. Mikäli nähdään tarpeelliseksi, voidaan molemmat vakiolevyt yhdistää yhdeksi rei'itetyksi levyksi. Tämä nostaa kuitenkin yksittäisen levyn hintaa, koska levyille tulee tällöin paljon reikiä. Toisaalta silloin varastotilaa ei tarvita niin paljon ja kahden varastonimikkeen sijasta on vain yksi.

H15-kaapin kojelevyissä käytettyä toteutusmallia on mahdollista hyödyntää myös muihin kojelevyihin. Muutkin kojelevyt ovat komponenttisijoitteluiltaan keskenään samankaltaisia. Näissä kojelevyissä oman haasteen tuo kuitenkin komponenttien suurempi variaatio.

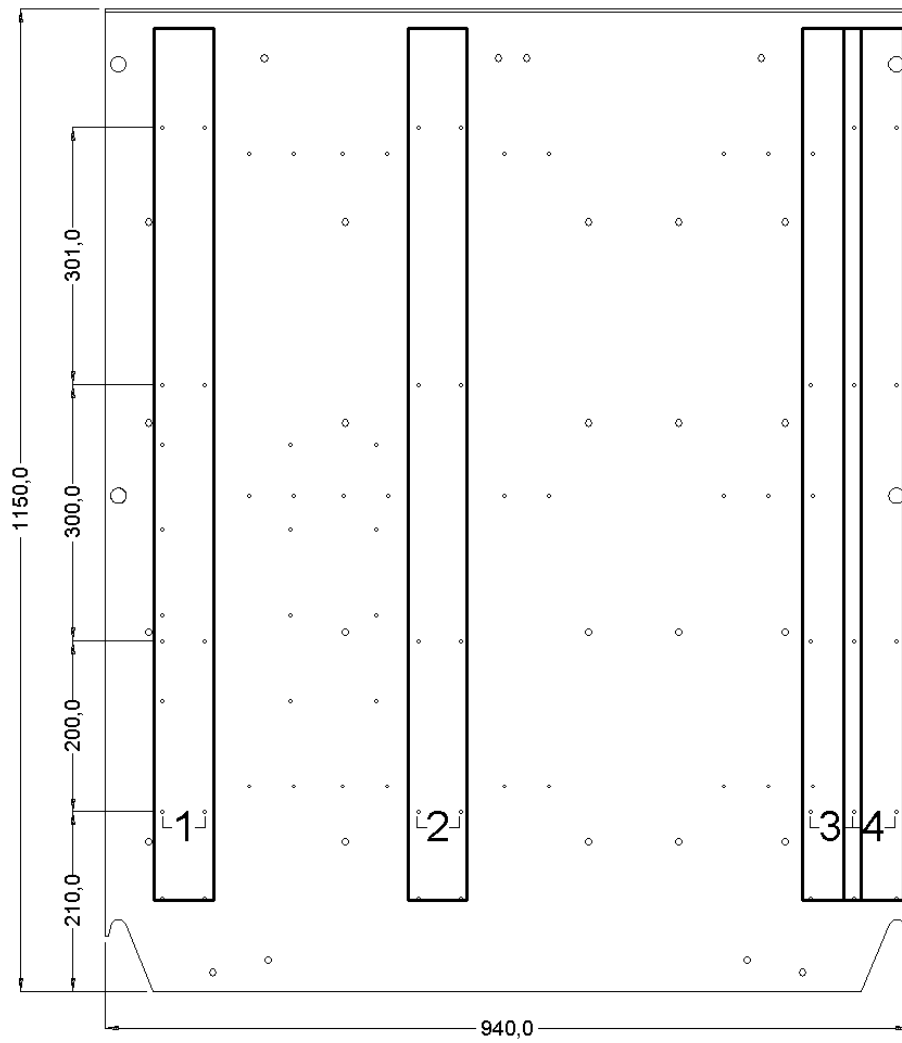
Lähteet

- 1 Konecranes Plc, *Material Bank* [internetsivusto]. 2009 [viitattu 27.10.2011]. Käyttö vain Konecranes Plc:n luvalla.
- 2 Salminen, Janne. 2005. Siltanosturin sähkökaappien layout-piirustuksien vakiointi. Vantaa: EVTEK.

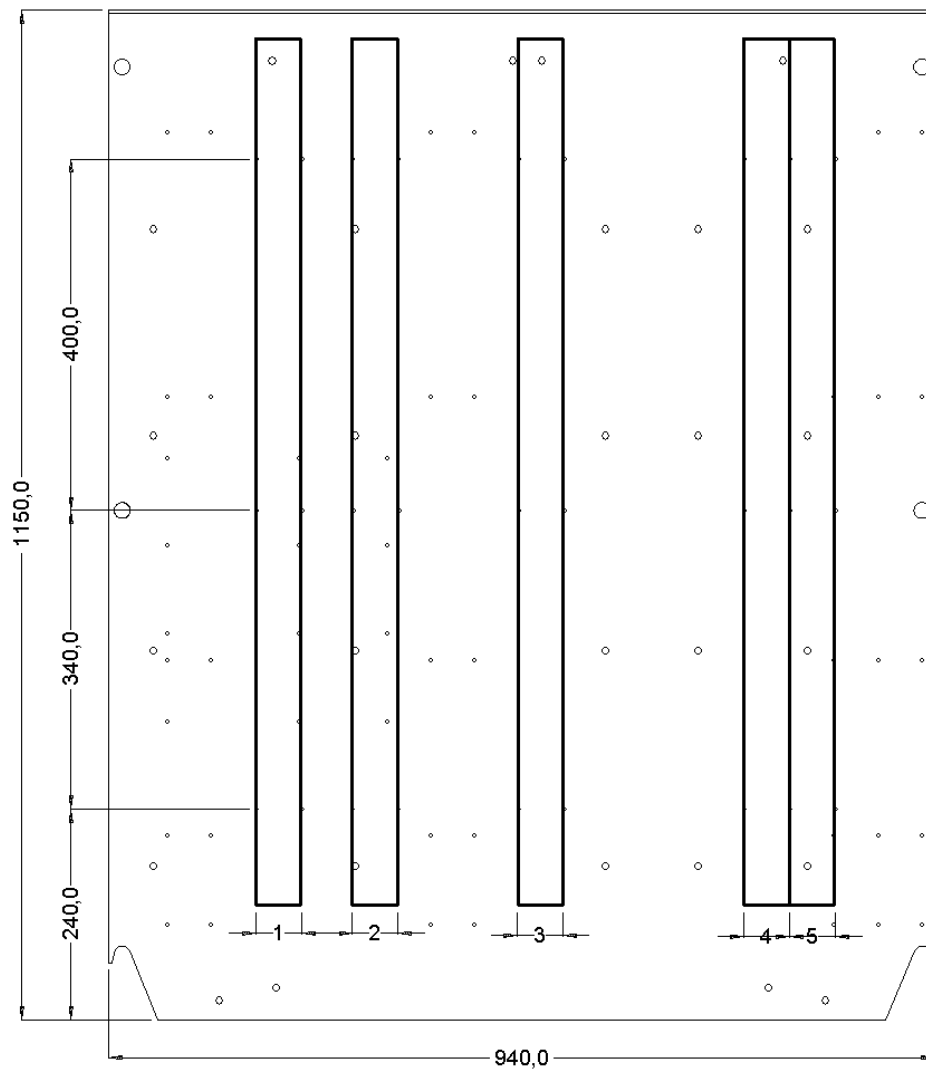
Komponenttien sijoittelukuvat



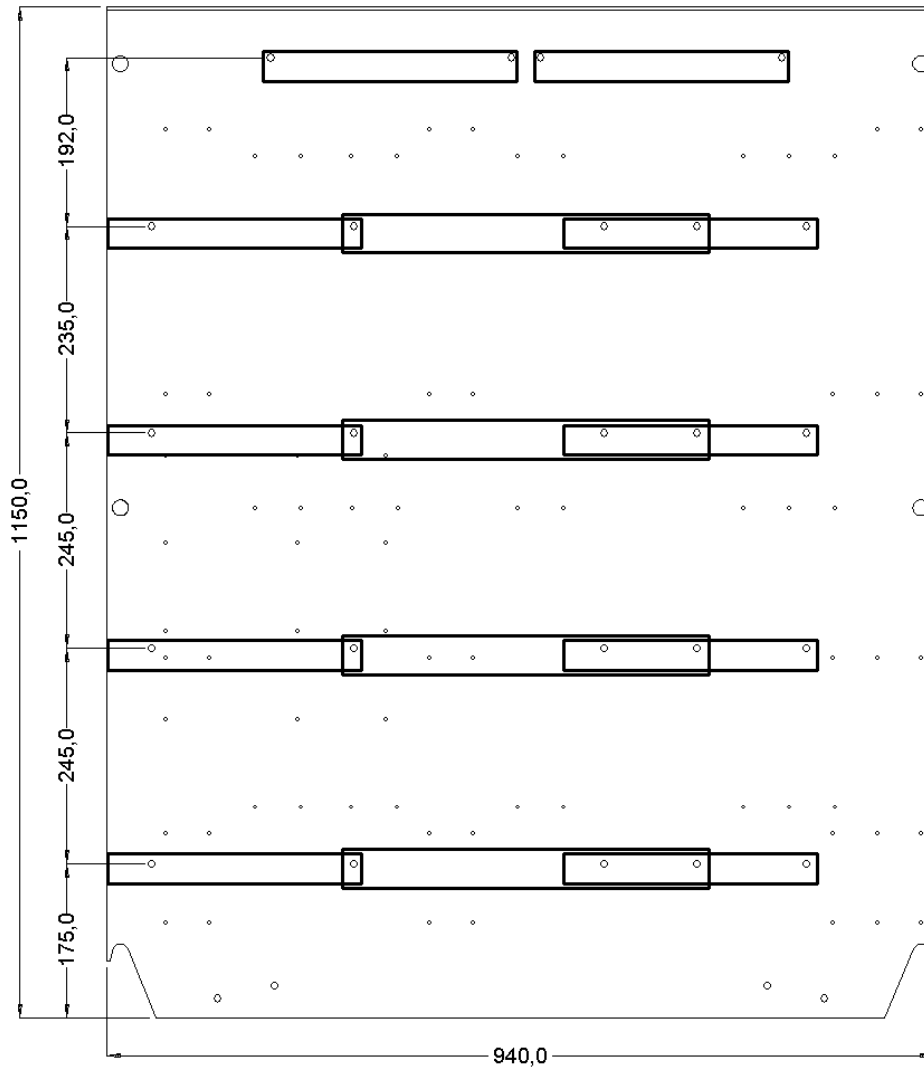
E1.1-vakiolevy



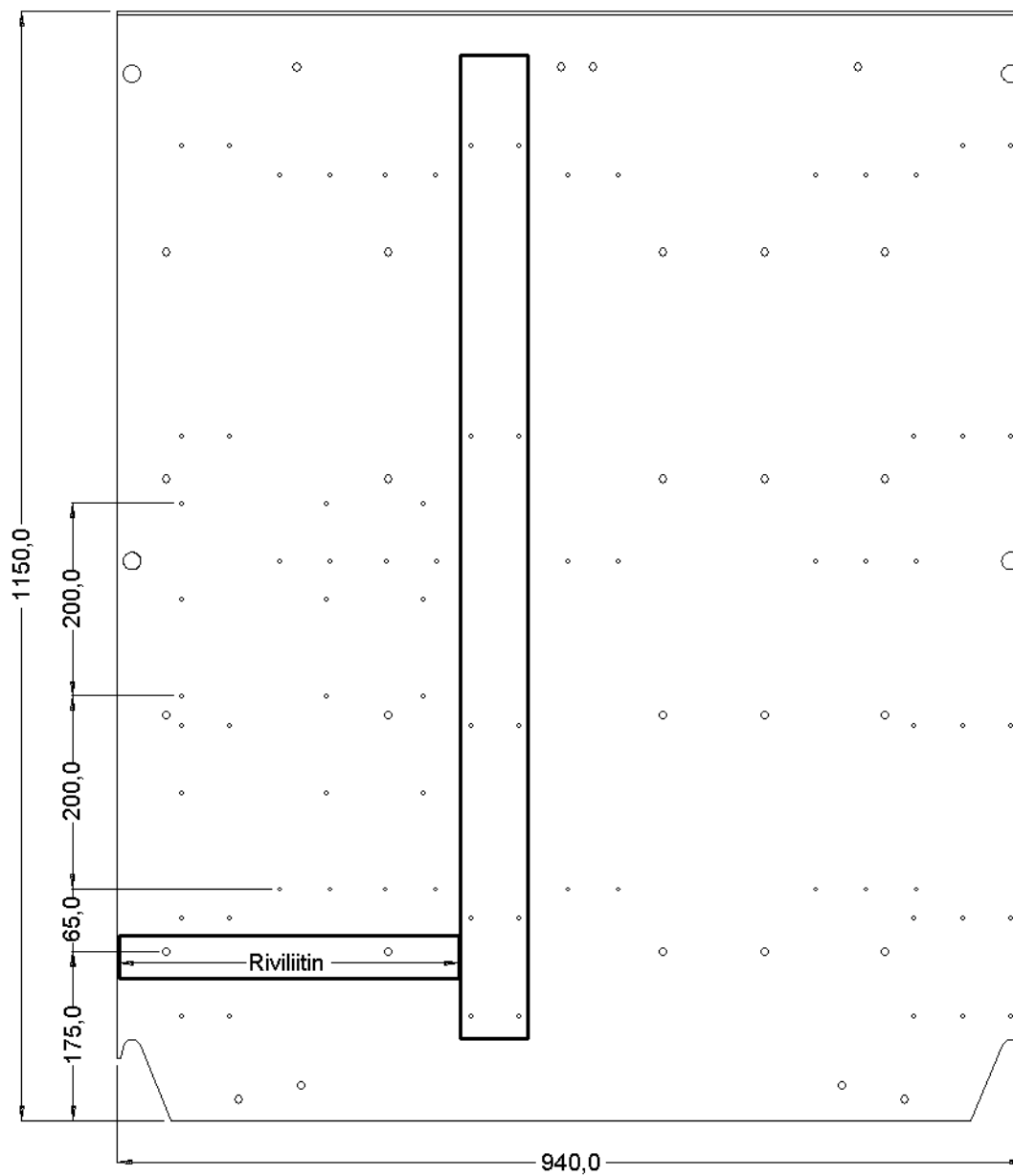
E1.1-vakiolevyn pystykourujen sijoituspaikat sekä kiinnityspisteet



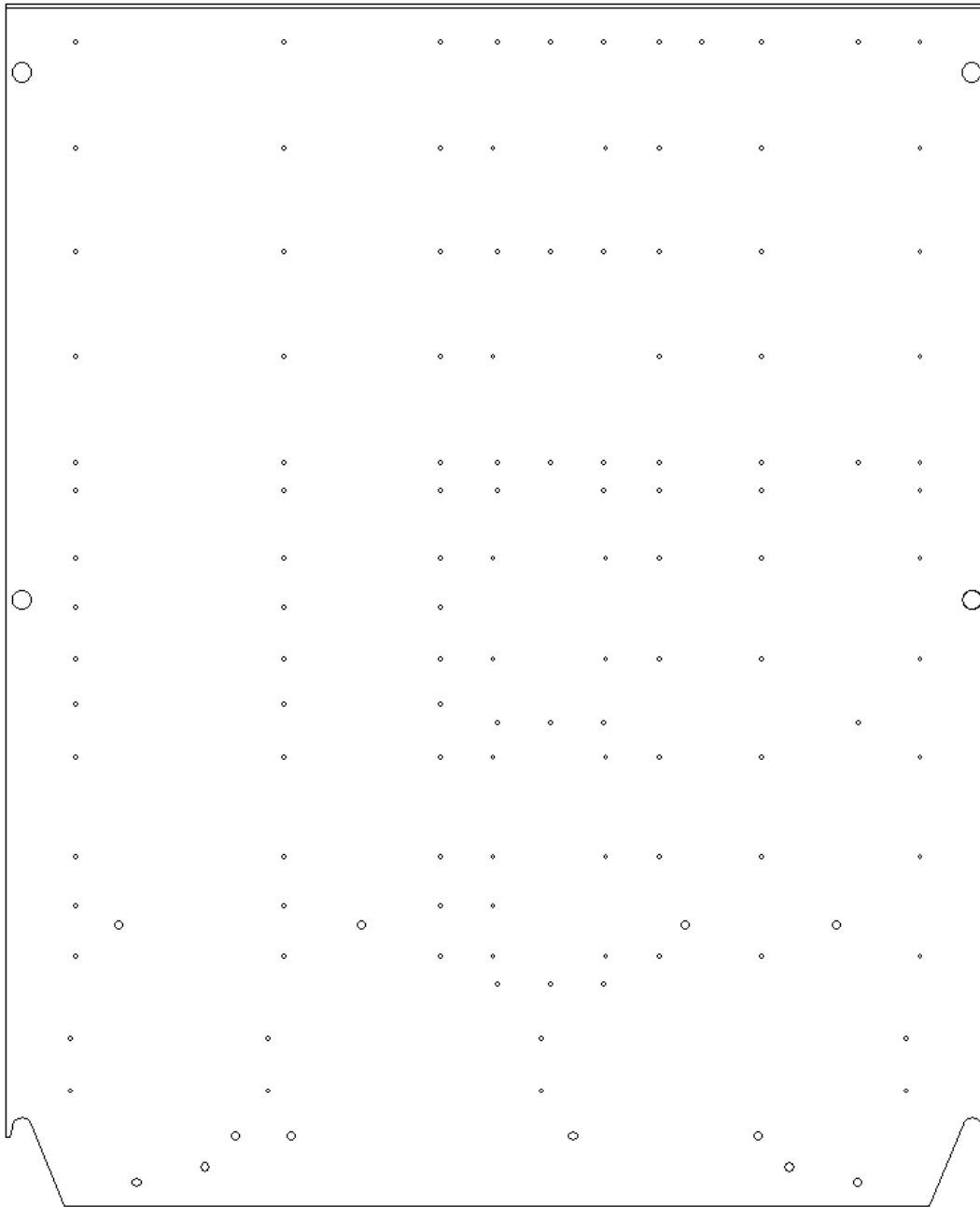
E1.1-vakiolevyn pystyriiviliitinkiskojen sijoituspaikat sekä kiinnityspisteet



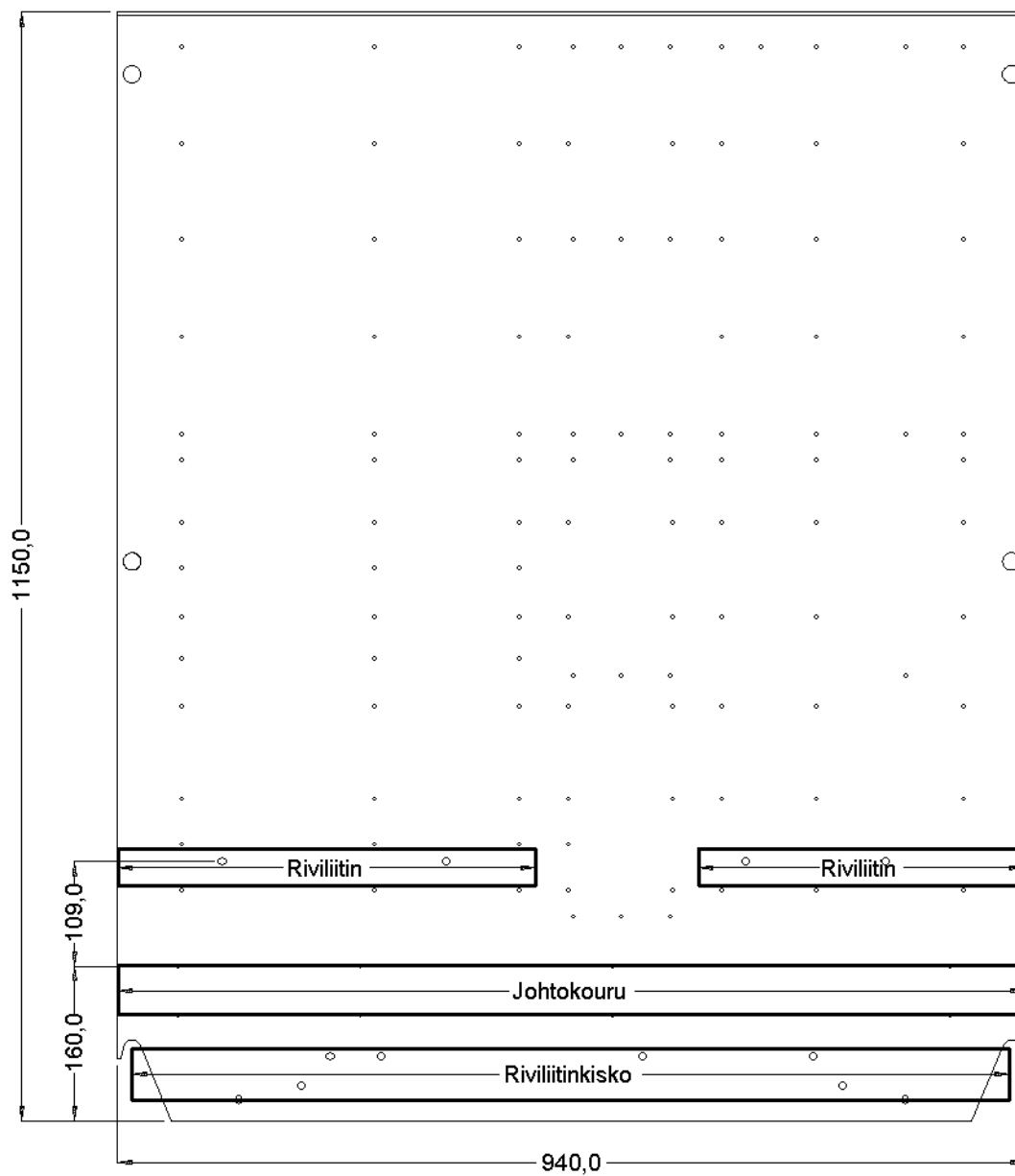
E1.1-vakiolevyn nousurautojen ja maadoituskiskojen sijoituspaikat sekä kiinnityspisteet



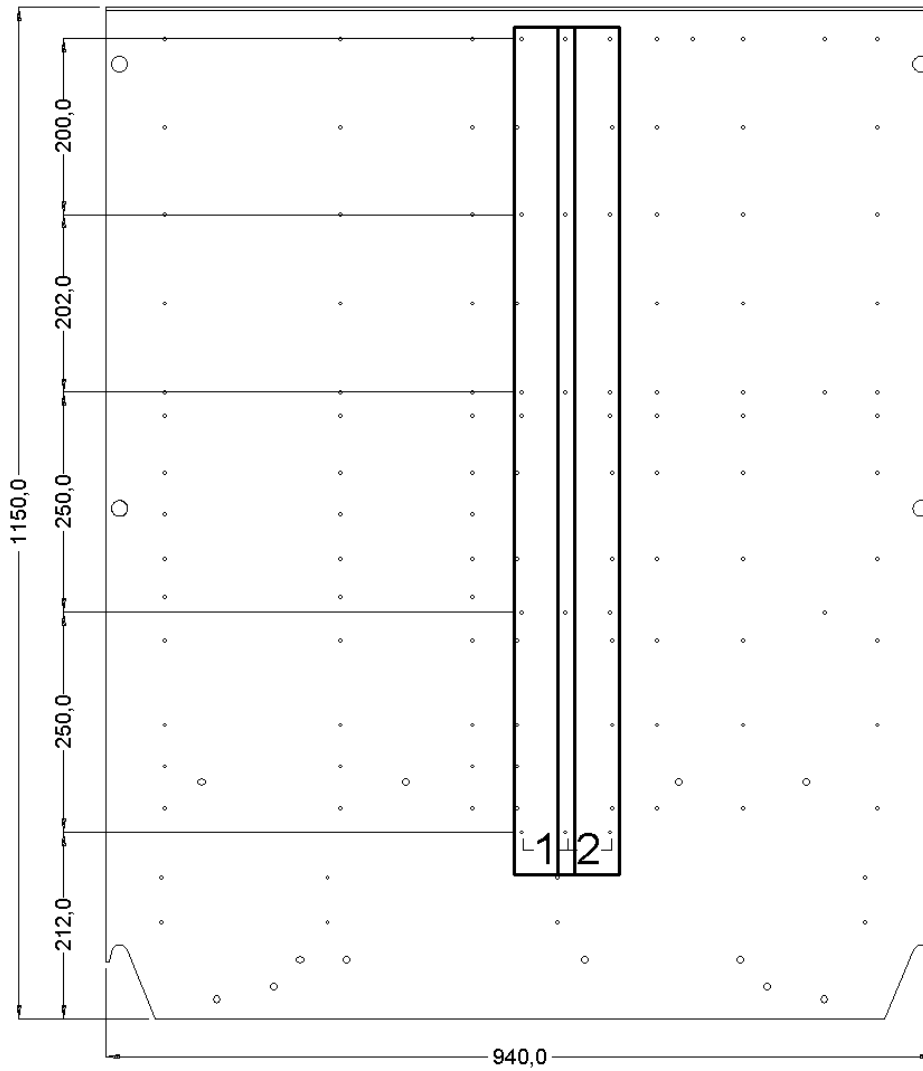
E1.1-vakiolevyn vaakatasossa olevien johtokourujen ja riviliittimen sijoituspaikat



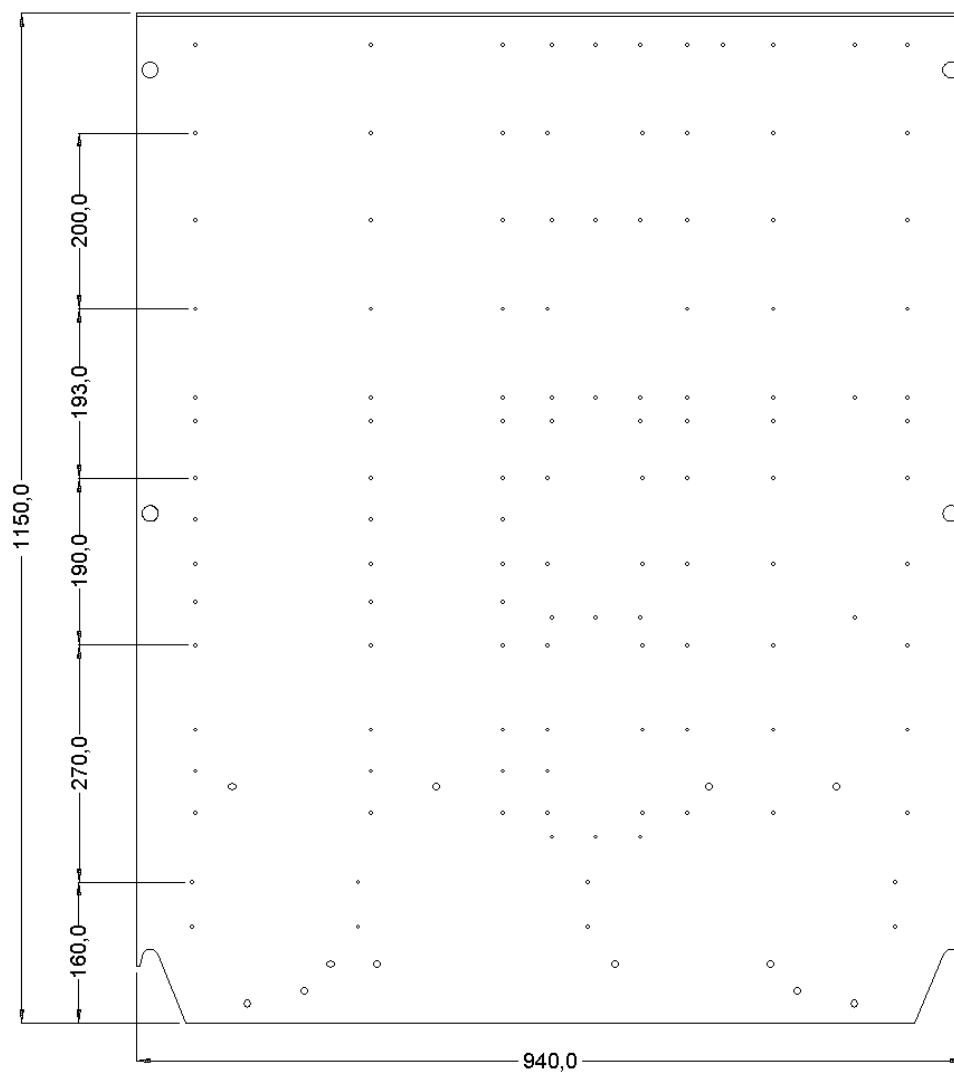
Muiden kojelevyjen vakiolevy



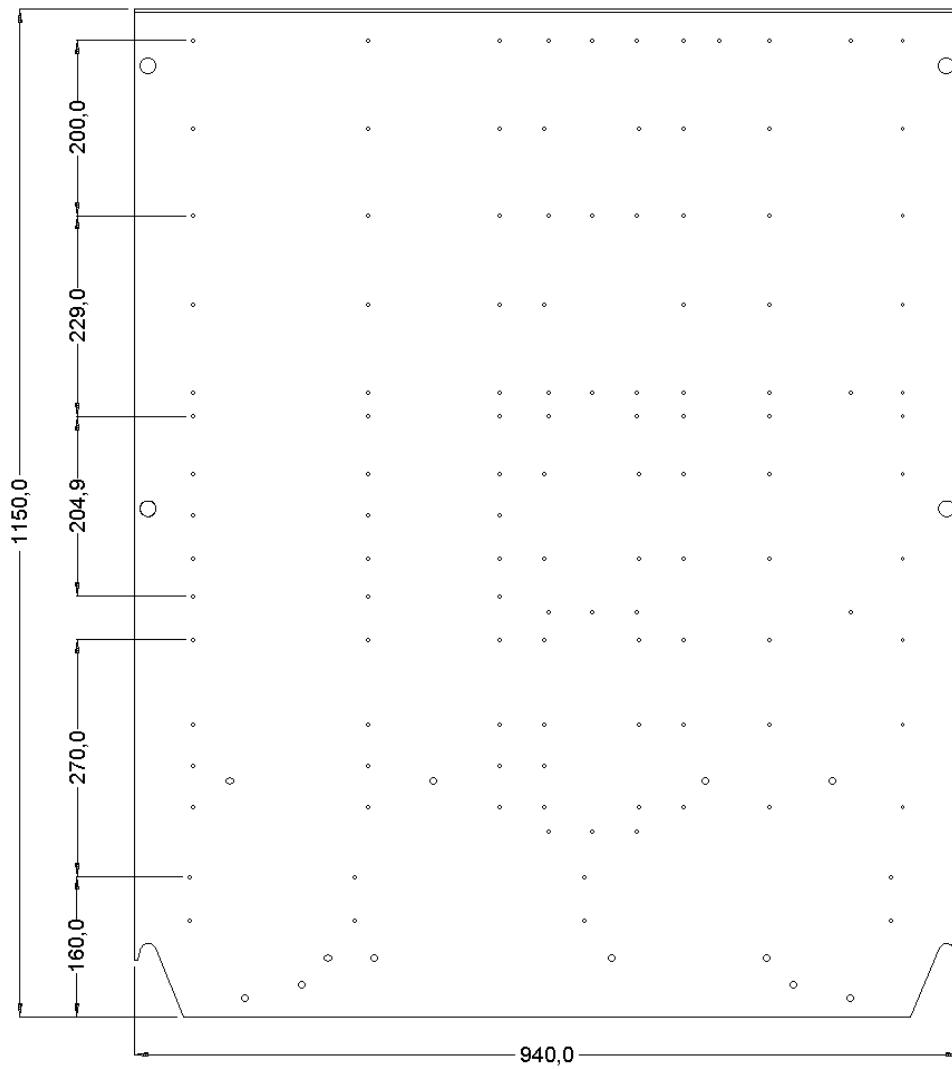
Muiden kojelevyjen vakiolevyn riviliitinkiskojen sekä alimman johtokouru sijoittelut



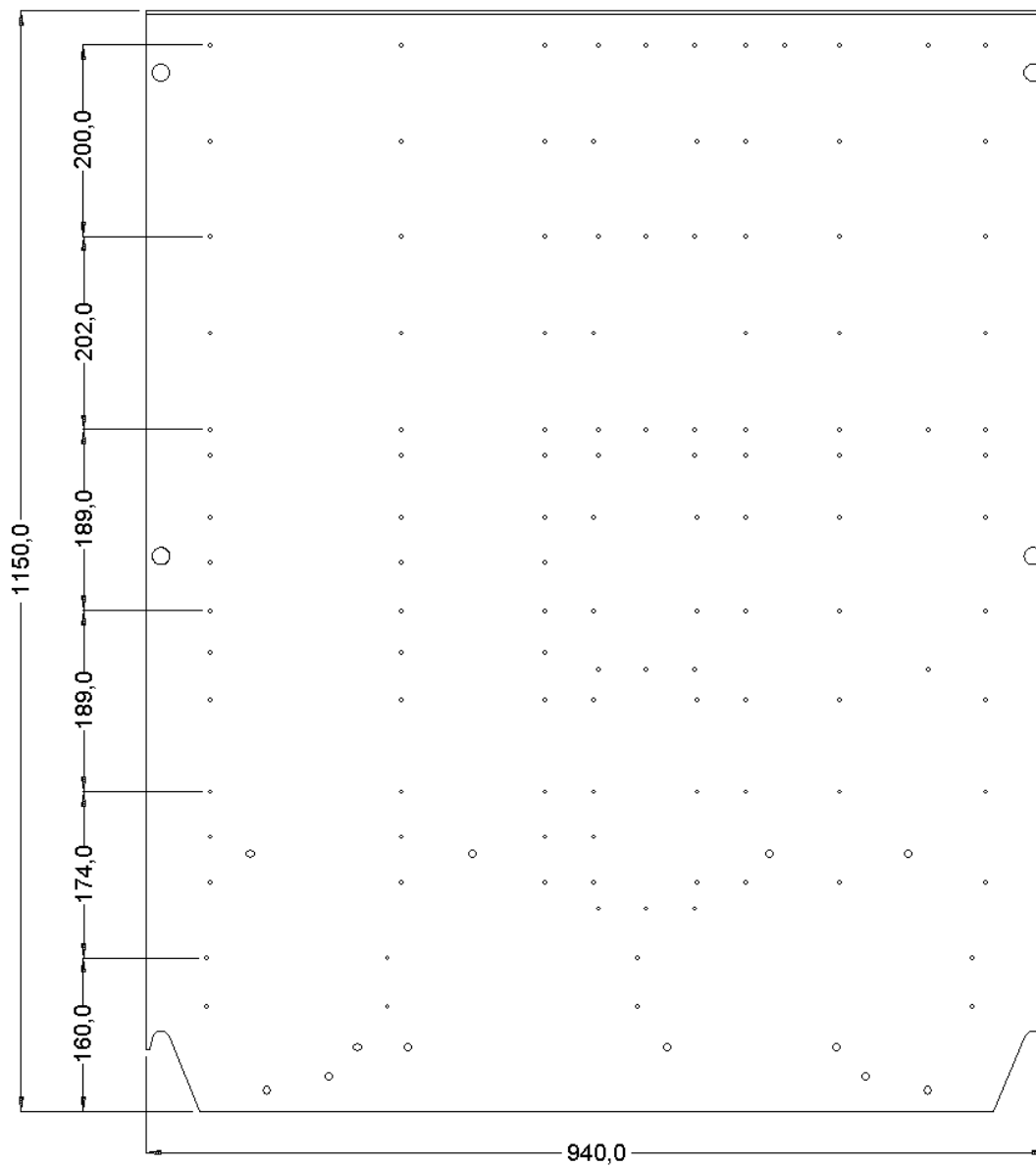
Muiden kojelevyjen vakiolevyn pystykourujen sijoituspaikat sekä kiinnituspisteet



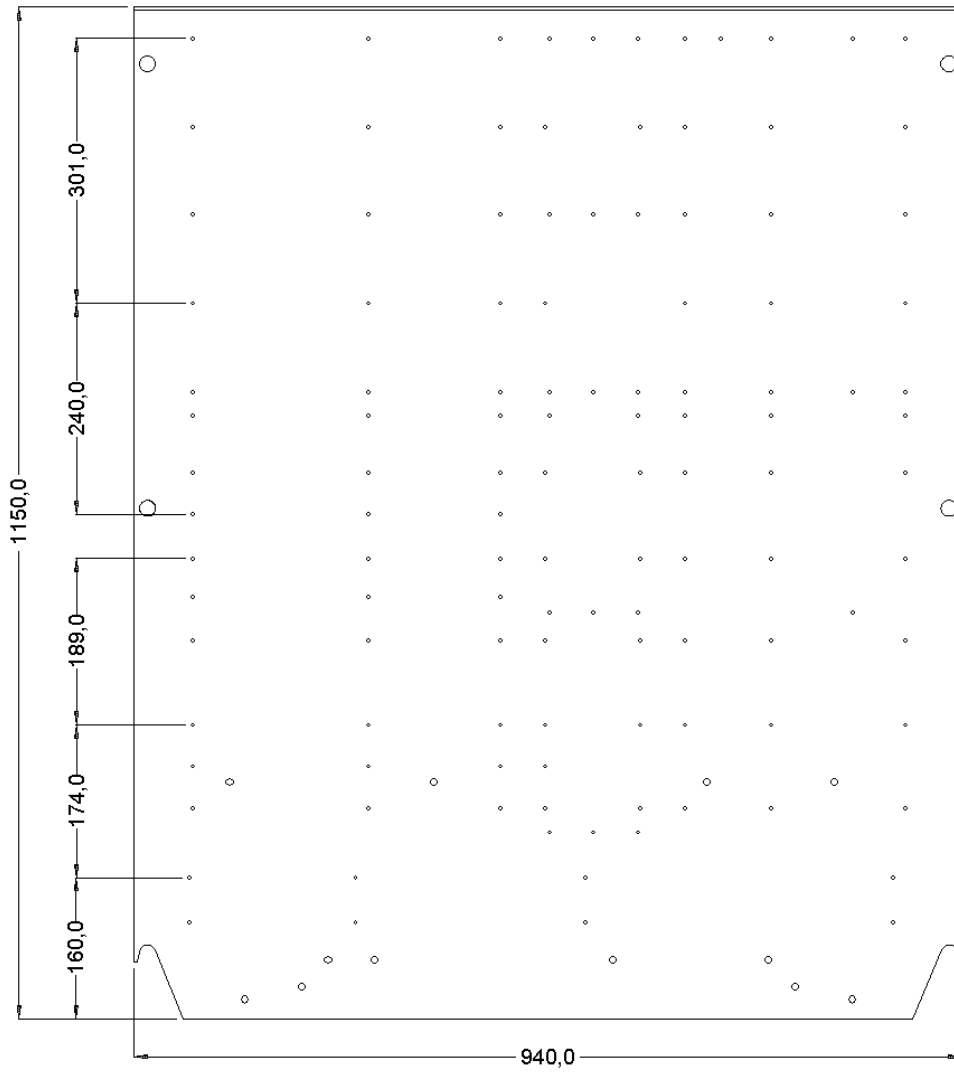
E1.2-levylle varatut sijoittelu paikat vakiolevyllä



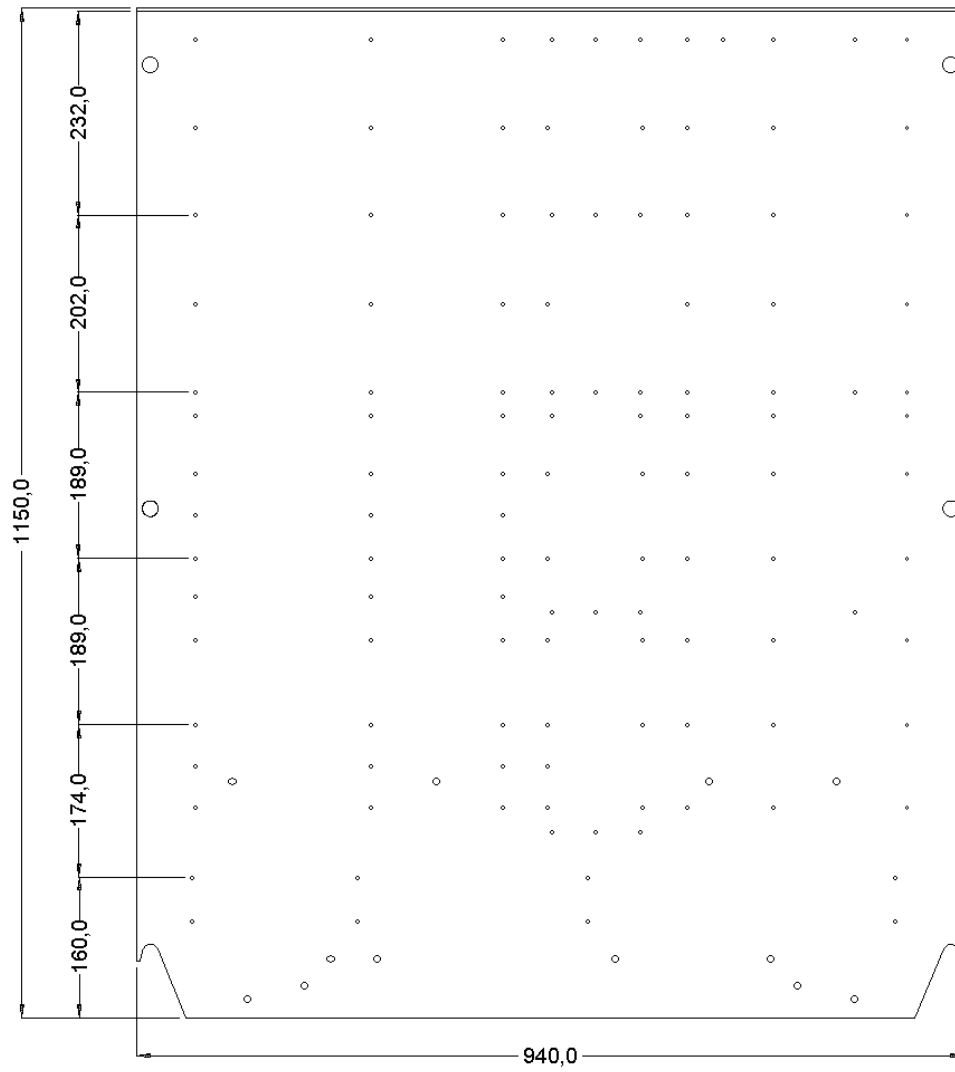
E1.2-levylle varatut sijoittelu paikat, kun käytössä on 80 mm leveä kouru ensimmäisen sijoitteluvälin yläpuolella



E1.3-levylle varatut sijoittelu paikat



E1.Z-levylle varatut sijoittelu paikat, kun levyllä ei tule paljoa komponentteja



E1.Z-levylle varatut sijoittelu paikat, kun levyllä paljon komponentteja

