

Ari Karjalainen

KIINTEISTÖPUMPPAAMON KESKUS

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Marraskuu 2009




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkelin University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 20.11.2009	
Tekijä(t) Ari Karjalainen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto	
Nimeke Kiinteistöpumppaamon keskus		
Tiivistelmä <p>Työn tarkoituksena oli suunnitella kiinteistöpumppaamoihin parempia kotelointiratkaisuja. Näitä malleja voisi jatkossa käyttää muihinkin kohteisiin, joissa kaasun pääsy keskukseen on ongelmana.</p> <p>Toisena osiona työssä oli suunnitella samaan pumppaamonkeskukseen erilaisia sähköisiä ratkaisuja. Tässä osiossa keskityin keskuksen komponenttien sijoittelulla saatavaan etuun sekä moottorisuojauksen komponentteihin.</p> <p>Työ suoritettiin Ensto Control Oy:n tiloissa Mikkelissä syksyllä 2009. Työssä käytetyt menetelmät ja ajatukset perustuvat lähinnä omaan kokemukseen keskusrakentamisen alalta, jossa olen toiminut yli 15 vuoden ajan.</p> <p>Työ sujui pääosin ongelmitta. Ainoastaan kenttäkokeet jäivät alkuperäisestä suunnitelmasta pois. Asennukset todelliseen ympäristöön tehdään myöhemmin, jotta myös loppuasennuksesta saatavat kommentit ja parannusehdotukset voidaan hyödyntää.</p> <p>Lopputuloksena syntyi kolme erilaista kotelointiratkaisua, joilla näkisin olevan hyvät edellytykset markkinoilla. Asiakkaan valittavaksi jää millaista moottorisuojausta hän haluaa käyttää.</p> <p>Kustannukset pelkän kotelon osalta nousivat 1,3 – 3,4 kertaisiksi vanhaan tyhjään koteloon verrattuna. Halvin vaihtoehto näyttäisi olevan myös nopein ja yksinkertaisin kalustaa.</p> <p>Kalustetun keskuksen hinnaksi muodostui 0,9 – 1,7 kertaa vanhan keskuksen hinta kalustuksesta riippuen.</p> <p>Työstä tuleva hyöty näkyy parantuneena toimintavarmuutena kiinteistöpumppaamon keskuksissa, kunhan työssä esitetyt kotelointiratkaisut ovat otettu käyttöön.</p> <p>Toimeksiantajana tässä työssä oli Ensto Control Oy.</p>		
Asiasanat (avainsanat) kotelot, kosteus, sähköpiirustus, pumppaamot		
Sivumäärä 30+8 liitteet	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka	Opinnäytetyön toimeksiantaja Ensto Control Oy	

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis Nov 20, 2009
Author(s) Ari Karjalainen	Degree programme and option Electrical engineering Electric power engineering	
Name of the bachelor's thesis Centre of building pump		
Abstract <p>Wastewaters cause a lot of problems to electric components in an enclosure. We can control the flow of gas from the wastewater better, we can prevent damages. My study shows three different solutions for that.</p> <p>I make a prototype for all three solutions and calculated cost prizes to them.</p> <p>Second I devised three models of motor protection. The thermal overload relay, motor-protective circuit-breaker and new model hybrid-contactor. Hybrid-contactor have some functions that we can't take into use. But it gives good idea of new possibility of motor protective systems.</p> <p>Also motor protection systems I have cost prizes and then I can compare these numbers.</p> <p>Finally I connected enclosure and components and manufactured three electric centres.</p> <p>One model was cheaper than old and two was more expensive. But we must remember all models are better than the present way of protection.</p>		
Subject headings, (keywords) enclosure, humidity, electrical drawing, pumping station		
Pages 30p. + app. 8p.	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Arto Kohvakka	Bachelor's thesis assigned by Ensto Control Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	KIINTEISTÖPUMPPAAMON RAKENNE JA TOIMINTA	2
3	NYKYINEN KESKUSRAKENNE	3
3.1	Kiinteistöpumppaamon keskuksen yleisimmät viat	4
4	KESKUSRAKENTEEN MUUTTAMINEN	6
4.1	Metallikotelo väliseinällä	9
4.2	Muovikotelo metallikotelon sisällä	12
4.3	Jalusta vakiokotelolle	13
4.4	Koteloratkaisujen kustannusvertailu.....	16
5	SÄHKÖKESKUKSEN KALUSTAMINEN.....	17
5.1	Lämpörelelähtö	18
5.2	Hybridikontaktorilähtö	21
5.3	Moottorisuojakatkaisijalähtö	23
5.4	Sähkökeskusten kustannusvertailu	25
6	PISTOLIITINKESKUS	27
7	POHDINTA	29

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Kiinteistöjen liittyminen kunnalliseen jätevesiverkoston on lisännyt pumppaamojen määrää haja-asutusalueella. Kiinteistöpumppaamojen sähkökeskukset ovat asennettu pääsääntöisesti ulos pumppaamokaivon viereen. Tästä on joissakin tapauksissa aiheutunut ongelmia kosteuden tiivistyessä koteloon tai kaivosta pääsevän haitallisen kaasun hapettaessa kotelossa olevia sähkökomponentteja. Nämä haitat ovat yleensä johduneet vaihtelevista sääolosuhteista, sekä asentajan huolimattomuudesta. Ulkoisiin olosuhteisiin emme pysty vaikuttamaan. Myös asentajan motivoiminen parempaan suoritukseen lienee hankalaa, koska jokainen vesiosuuskunta voi valita itse pääurakoitsijan. Pääurakoitsijalla on vuorostaan mahdollisuus valita itse aliurakoitsijat, myös sähköasennusten osalta. Tästä syystä asentajien kouluttaminen on liian kallista, koska varmistaakseen kaikkien asentajien ammattitaidon olisi koulutettava kaikki maamme asentajat.

Onkin helpompaa lähteä ehkäisemään haittoja kotelorakenteella, joka itsestään vähentäisi edellä mainittuja haittoja. Samoja ratkaisuja voi soveltaa muihinkin ongelmakohteisiin, kuin kiinteistöpumppaamoihin. Alkuperäisenä tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa 2-3 erilaista keskusmallia. Nämä olisi asennettu oikeaan käyttöympäristöön Kuopion seudulle. Tämän jälkeen keskuksista olisi mitattu haitallisten kaasujen pitoisuuksia säännöllisesti noin 3 kuukauden ajan. Yhteistyökumppani Kuopion seudulla kuitenkin vetäytyi hankkeesta, jolloin asennus ei tullut mahdolliseksi alkuperäiseen paikkaan. Myöskään uuden yhteistyökumppanin löytäminen alkuperäisen aikataulun puitteissa ei onnistunut.

Tämä työ käsittelee kotelointiluokan merkitystä osana sähkökeskusrakennetta, sekä erilaisia vaihtoehtoja miten sopivaan kotelointiluokkaan päästään. Tarkasteltavana ovat myös moottorisuojauksen erilaiset vaihtoehdot normaalissa pumpun käyttökohteissa.

Työ on tehty kokonaisuudessaan Ensto Control Oy:n Mikkelin tehtaassa tiloissa elokuun ja marraskuun välisenä aikana vuonna 2009. Mallikotelot ja keskukset ovat valmistettu myös tällä tehtaalla.

Työssä käytetyt menetelmät ja ajatukset perustuvat lähinnä omaan kokemukseen alalta, jossa olen toiminut yli 15 vuoden ajan.

Työstä tuleva hyöty näkyy vähentyneinä vikatilanteina ja parantuneena käyttöasteena kiinteistöpumppaamoissa kunhan nämä ratkaisut ovat otettu käyttöön. Vikatilanteita vähentää etenkin haitallisen kaasun pääsyn estyminen samaan tilaan sähkökomponenttien kanssa.

Työn toimeksiantajana oli Ensto Control Oy, jonka palveluksessa olen itsekin työskennellyt.

2 KIINTEISTÖPUMPPAAMON RAKENNE JA TOIMINTA

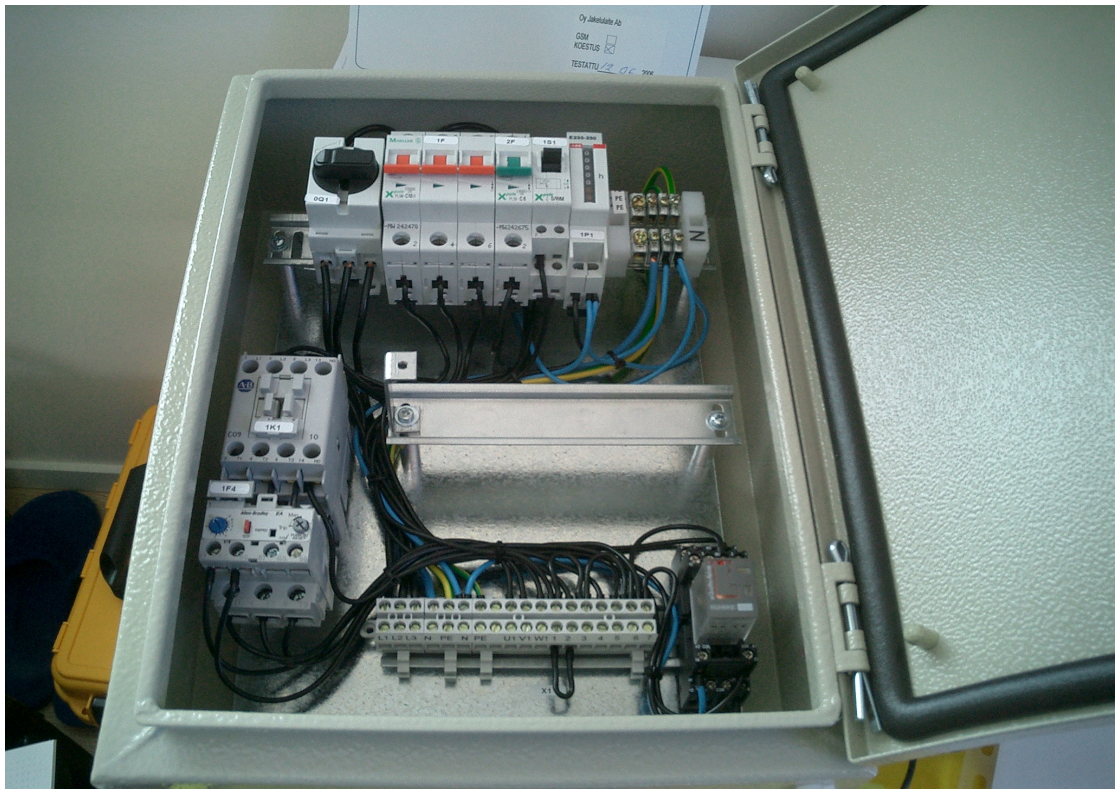
Pumppaamokaivon rakenne on lähes sama kaikilla markkinoilla olevilla valmistajilla. Kaivo levenee alaspäin, jolloin erillisiä ankkurointeja ei tarvita, vaan maan oma paino estää tyhjää kaivoa nousemasta maanpinnalle, vaikka ympäristö olisikin vetinen. Kaivossa on yleensä putkiyhteet tulevalle sekä lähtevälle jätevedelle ja yksi putkiliitoskohta sähkökaapeleille. Tuleva putki on yleensä 110mm vapaasti viettävä viemäri kiinteistöstä. Lähtevä putki on 2” paineen kestävä putkeä. Sähkökaapeleille on varattu 63,5mm yhde. Kun kaivon ja keskuksen väli laitetaan jäykällä metalliputkella, saadaan samalla keskukselle valmis kiinnityspaikka. Jos tätä mahdollisuutta ei olisi, jouduttaisi keskus sijoittamaan kauemmas, esimerkiksi kiinteistön seinään. Tällöin kaikki kaapelointi kaivon ja keskuksen välillä jouduttaisiin jatkamaan, jatkokset jäisivät kaapeliojaan. Tämä lisäisi kustannuksia materiaaleissa sekä asennustyössä.

Keskuksen alapäädyssä on putkilaippa, jolla se saadaan kiinnitettyä asennusputkeen. Tähän liitoskohtaan tulee laittaa myös tiivistelaippa, josta kaapelointi tuodaan läpi. Keskuksen yläpäädyssä on yleensä ollut merkkivalo, joka kertoo häiriöstä pumppaamossa. Häiriö voi olla lämpöreleen laukeaminen, pumpun tukkeutuminen tai rikkoonutuminen ja pumpun etusulakkeen laukeaminen. Häiriön merkkivaloa ohjaa yleensä ylimmäinen pintavippa eli hälytysvipa sekä lämpöreleen hälytyskosketin. Nesteen pinnan noustessa kaivossa hälytysvipan tasolle syttyy merkkivalo.

Normaali pumppaamon toiminta on seuraava: Tuloputkesta valuu jätevettä kaivon pohjalle kunnes nesteen pinta kääntää alemman pintavipan koskettimen kiinni. Kosketin ohjaa pumpun kontaktoria, jolloin pumppu alkaa pumpata jätettä kaivosta pois. Nesteen pinnan laskiessa vipan kosketin aukeaa, jolloin pumppu sammuu. Vippa on säädetty niin, että pumppaus vajentaa kaivoa noin 100-150mm. Nesteen pinnan nousussa jostakin syystä hälytytysvipan tasolle syttyy merkkivalo keskuksessa. Liitteessä 1 on periaatepiirros kiinteistöpumppaamosta.

3 NYKYINEN KESKUSRAKENNE

Olemassa oleva keskusrakenne on täysin umpinainen metallikotelo. Yleisesti käytetty kotelon koko on 280*380*138mm. Alapäätyyn on kiinnitetty tolppalaippa, josta kotelo kiinnitetään putkeen. Keskuksen sisäinen johdotus on tehty niin, että kaikki ulkopuoliset kaapelit kytketään riviliittimille. Kotelon päällä on merkkivalo ilmaisemassa häiriötä keskuksessa. Kuvassa 1 on erään valmistajan toteuttama keskus. Keskellä näkyvä din-kisko on optiona myytävää hälytintä varten. Keskuksesta on irrotettu kosketussuoja kuvausta varten.



Kuva 1. Vanha kiinteistöpumppun keskus

3.1 Kiinteistöpumppaamon keskuksen yleisimmät viat

Ulos asennetuissa keskuksissa ongelmia aiheuttavat nopeat lämpötilojen vaihtelut. Tämä on varsinkin leutoina talvina esiin tuleva ilmiö. Kun keskuksen päälle sataa lunta, joka hieman sulaa ja tämän jälkeen jäätyy. Seuraavan kerran kun lämpötila nousee selvästi plussan puolelle, alkaa keskuksen sisälle muodostua kastepisaroita. Kuva 2 on otettu 27.3.2008 erään keskisuomalaisen vesiosuuskunnan kiinteistöpumppaamon keskuksesta. Tässä keskuksessa on kotelon sisäpinnoille muodostunut jo runsaasti kastepisaroita.

Tämä ilmiö korostuu, jos keskuksen päällä ollut lumi ja jää eivät ole ehtinyt kaikki sulaa pois. Lumi jäähdyttää keskuksen kattoa, jolloin keskuksen sisällä lämmennyt kostea ilma muodostaa pisaroita keskuksen sisälle. Tätä voidaan vähentää laittamalla keskuksen päälle viisto sadelippa. Näin saadaan keskuksen katon ja jään väliin ilmatila, jolloin kastepisaroita ei niin helposti muodostu keskukseseen. Myös vesi ja rännäksi sulanut lumi valuu pois keskuksen päältä, jolloin jään muodostus vähenee.



Kuva 2. Kastepisaroita keskuksessa.

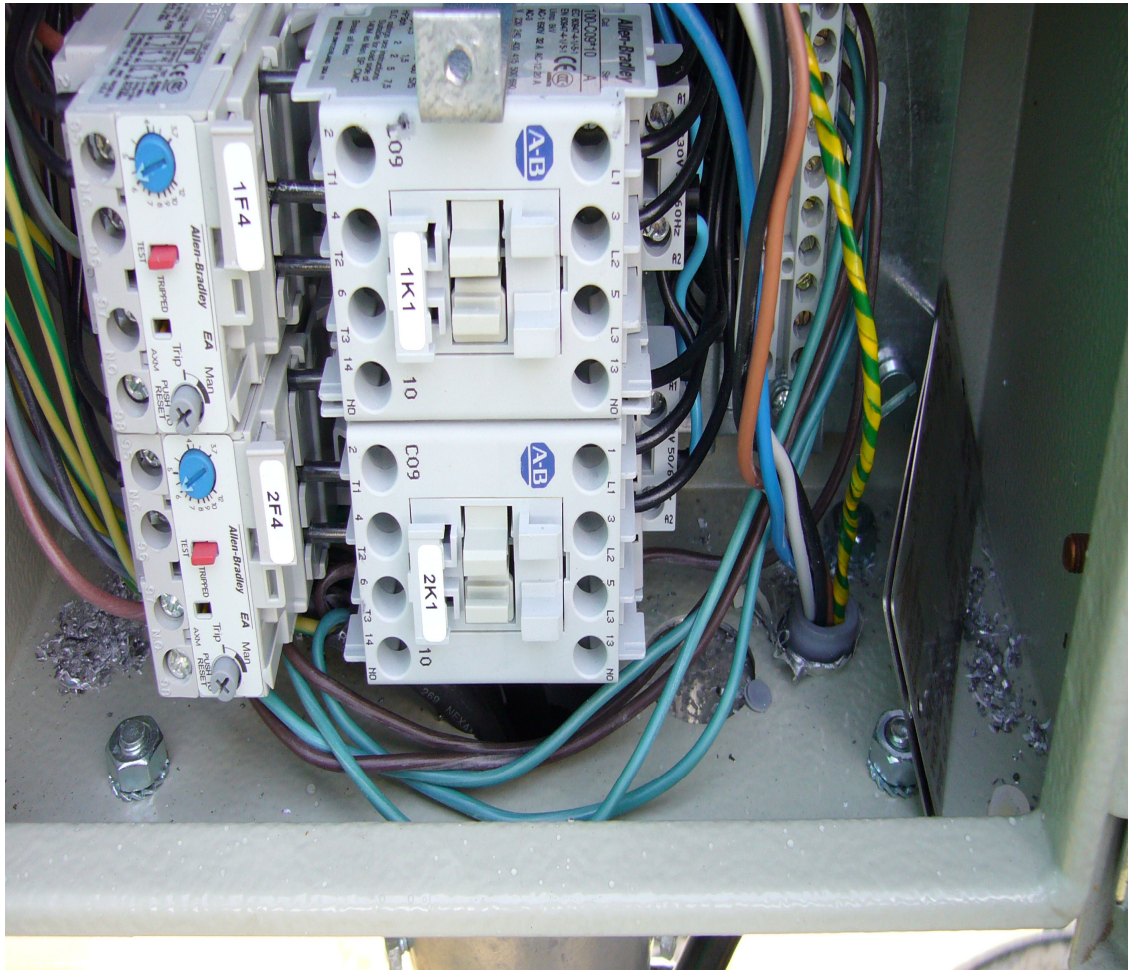
Vaihtoehtona voi olla myös kotelon eristäminen sisäpuolelta. Eristämiseen voi käyttää solumuovia, tai kumia. Tällöin saadaan mahdollisimman ohuella kerroksella tarpeellinen eristys kylmän ja lämpimän ilman väliin. Lämmöneristeen täytyy olla kosteutta imemätöntä materiaalia ja muutoinkin sähkökeskukseen sopivaa. Eristäminen on kuitenkin suhteellisen kallis ratkaisu ja myös vaikeuttaa kotelon kalustamista sähkökeskukseksi. Esimerkiksi asennuslevyn kiinnitys ja maadoitukset voivat olla aika hankalia toteuttaa tällaisessa kotelossa. Yleensä tarvitaan erikoiskiinnikkeet asennuslevyn tukevaa kiinnittämistä varten. Kuvassa 3 on esitetty eräs ratkaisu asennuslevyn kiinnittämiseksi eristettyyn koteloon.



Kuva 3. Asennuslevyn kiinnike lämpöeristetyssä kotelossa.

Toinen yleinen vika keskuksissa on tiivisteiden vioittuminen, tai puuttuminen kaapeli-läpivienneistä. Kaapelit tuodaan kaivosta putkea pitkin suoraan keskuksen alapäätyyn. Keskusta asennettaessa täytyy olla huolellinen kaapelien läpivientien kanssa, jos tiiviste vaurioituu, tulisi se vaihtaa ehjään. Vaurio voi olla esimerkiksi puukon viilto tiivistekumissa, jolloin kaivosta on suora yhteys keskukseen. Myös tiivisteiden unohtuminen asennuksen yhteydessä on yleistä.

Kuvassa 4 on eräältä työmaalta Jyväskylästä otettu valokuva keskuksen alapäädyistä. Laippatiiviste on jäänyt asentamatta kokonaan. Myös syöttökaapeli on unohtunut laittaa kaivoa asennettaessa. syöttökaapeli on asennettu jälkikäteen. Koska kaapelioja oli kaivettu lapiolla, siitä ei ole saatu niin syvää, että syöttökaapelin olisi voinut asentaa keskustolpan sisään. Syöttökaapelin läpivienti on tehty ilman asianmukaisia työkaluja. Käytössä ei ole ollut tarpeeksi suurta poranterää, jotta läpivientikummin asennusreikä olisi saatu asianmukaisesti tehtyä. Myös kaikki porauslastut ovat jääneet keskukseseen.



Kuva 4. Puutteellinen asennus.

4 KESKUSRAKENTEEN MUUTTAMINEN

Pumppaamokeskuksissa keskuksien koteloituokkaan tulee kiinnittää erityisesti huomiota. Koteloinnin tulisi olla tarpeeksi avoin, jotta kastepisaroilta vältyttäisiin. Toisaalta kotelointi täytyy olla niin tiivis, ettei sade ja vesiroiskeet vahingoita sähkökomponentteja.

Koska maaseudulle tehtävät uudet putkilinjat tulevat hyvin usein tien laitaan, joudutaan myös keskus sijoittamaan lähelle tietä. Tästä aiheutuu ylimääräistä roiskevesikuormaa autojen ajaessa kaivon ohi märällä, tai sohjoisella kelillä.

Mielestäni sopivin ratkaisu komponenttien suojaamiseen on mahdollisimman korkean kotelointiluokan kotelo johon ilmanvaihto hoidetaan erillisten venttiilien kautta. Tällöin kotelointiluokaksi muodostuisi IP34 – IP54. IP34 on kuitenkin liian matala luokka ajatellen maantiepölyn pääsyä koteloon.

Kuvassa 5 on esimerkki edullisesta tuuletusratkaisusta, jonka kotelointiluokka on IP34. Tuuletusrivat on tehty suoraan kotelon kylkeen, joten mitään erillisiä osia ei tarvita.



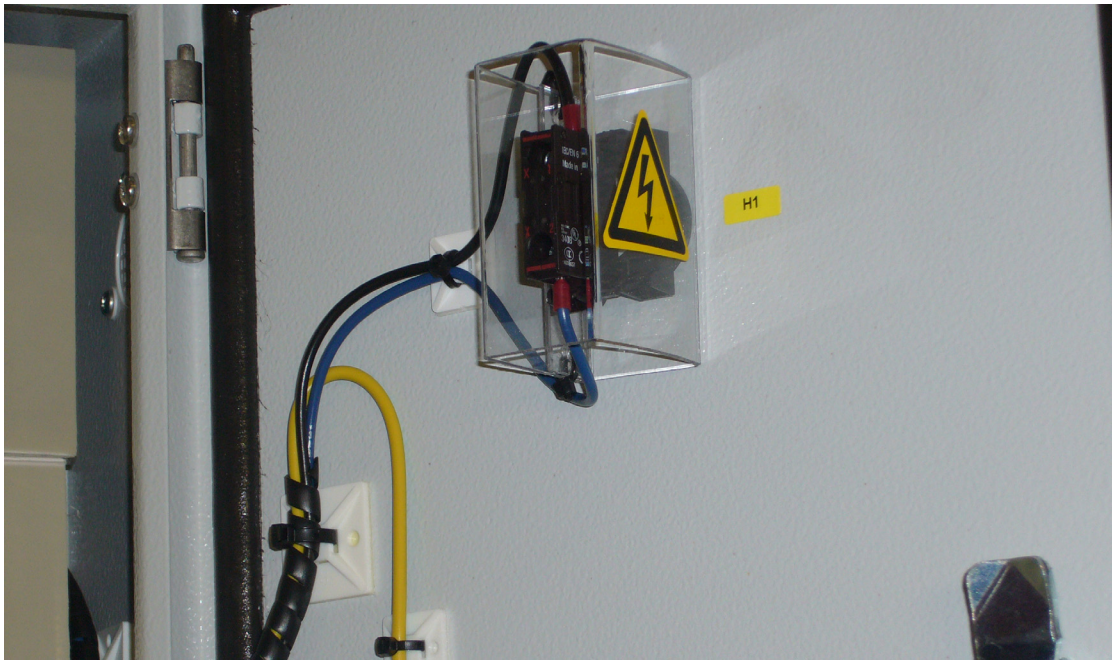
Kuva 5. Kotelointiluokan IP34 tuuletus.

Toisaalta pölyn estäminen kokonaan pääsemästä koteloon nostaa keskuksen hintaa jonkin verran. Tällöin suhteellisen edulliseksi ja helpoksi toteuttaa jää kotelointiluokka IP44.

Tämä toteutuu esimerkiksi Enston Cubo-E sarjan kotelon ja tuuletusventtiilin VDRI29 yhdistelmällä. Kotelo itsessään on IP66 ja tuuletusventtiilin laittaminen kotelon kylkeen alentaa luokan IP44:ään. Tuuletusventtiilejä tulee olla vähintään 2 kpl. Nämä tulee sijoittaa kotelon vastakkaisille sivuille. Paras hyöty venttiileistä saadaan, jos ne asennetaan vastakkaisiin kulmiin mahdollisimman etäälle toisistaan. Tällöin ilmavirtaus menee läpi koko kotelon. /1./

Sähköisen toiminnan osalta muutoksia ei paljoakaan voi tehdä. Tässä työssä esitetyt vaihtoehdot perustuvat samaan toimintamalliin, kuin muutkin kiinteistöpumppaamon keskukset. Ainoastaan riviliittimiä on poistettu, jolloin ulkoa tulevat syöttökaapeli ja moottorin lähtökaapeli kytketään suoraan komponentteihin. Tämä ei aiheuta asentajalle ylimääräistä työtä, koska liitäntäpisteet ovat hyvin esillä.

Vanhan keskuksen katolla oleva valo on poistettu ja korvattu kotelon ovesa olevalla merkkivalolla. Vanha valo on näkynyt joka suuntaa. Uusia malleja asennettaessa täytyy asentajan kääntää keskus oikeaan suuntaa, jotta merkkivalo on mahdollisimman hyvin käyttäjän nähtävillä. Tolppaan asennettavissa malleissa tämä ei ole ongelma, koska keskuksen voi kääntää myös jälkeinpäin. Jalustallisessa mallissa tulee merkkivalon lukusuunta miettiä jo ennen kaivannon peittämistä. Merkkivalon kytkentäruuvit ovat nyt heti kannen alla samassa tilassa, kuin normaalit käyttökytkimetkin. Tästä syystä merkkivalon takapuoli on syytä varustaa kosketussuojalla, jotta tahaton kosketaminen jännitteisiin osiin vältetään. Kuvassa 6 on esitetty näihin kolmeen keskukseen laitettu kosketussuoja.



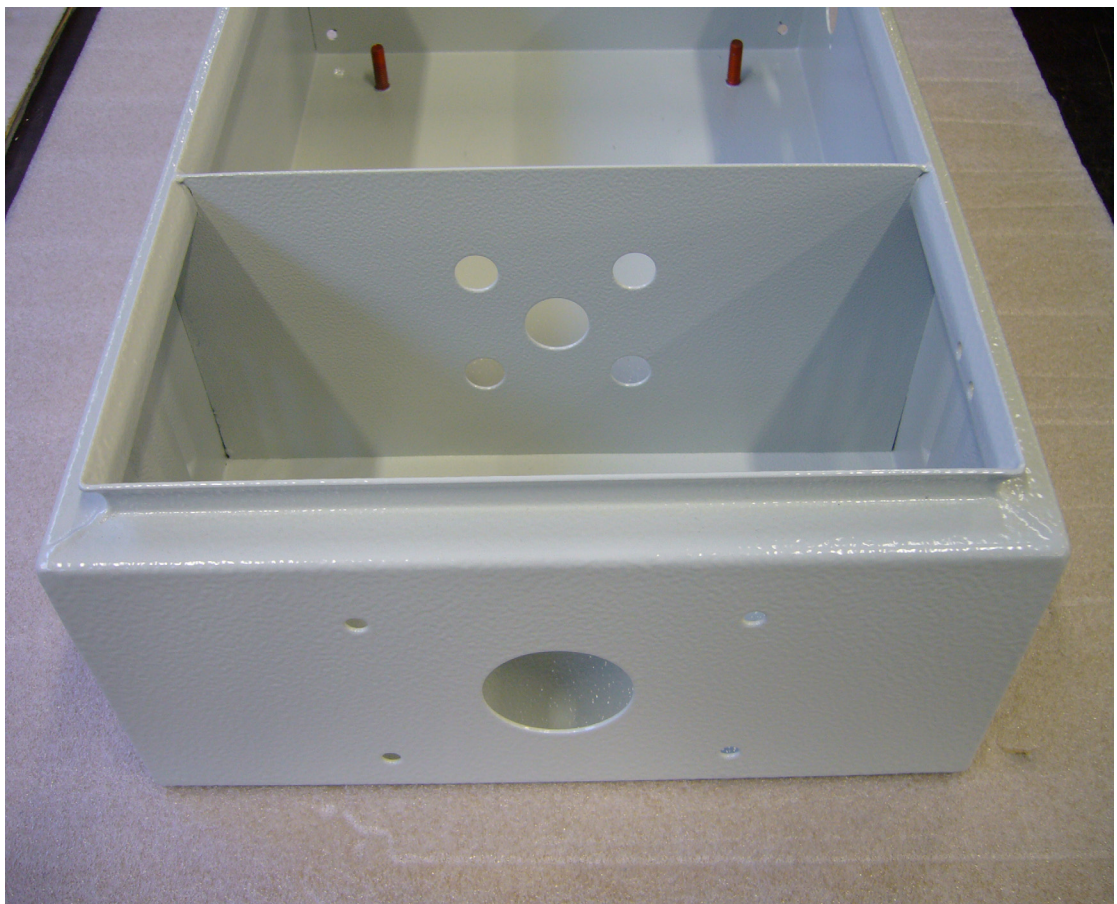
Kuva 6. Merkkilampun kosketussuoja.

4.1 Metallikotelo väliseinällä

Laittaessa tavalliseen metallikoteloon lisäväliseinä saadaan saman kotelon sisälle kaksi erillistä tilaa. Nämä tilat voivat olla kotelointiluokiltaan eriarvoiset. Väliseinän asennuksessa on kuitenkin huomioitava joitakin olennaisia seikkoja, esimerkiksi hyvä tiivistys eri tilojen välillä, jos tiivistystä ei tehdä huolella voi tuloksena olla jopa alkuperäistä yhtenäistä koteloita huonompi ratkaisu. Pumppaamokeskuksen tapauksessa tämä tarkoittaisi haitallisen kaasun vapaata pääsyä seuraavaan tilaan. Kuvassa 6 näkyy väliseinän rakenne ja kiinnitys varsinaiseen koteloon.

Seinä on kiinnitetty koteloon hitsaamalla. Varsinaista tiivistemassaa ei ole käytetty, vaan pulverimaalaus on täyttänyt mahdolliset kolot. Kuitenkin ulkokuoren kulmat ovat hitsattu ja tarvittaessa hiottu jotta tarvittava jäykkyys ja tiiveys saavutetaan. Mielestäni paras ratkaisu pumppaamokeskukseen saadaan kun alempi osasto, josta keskus tulee kiinni putkeen, on vapaasti tuulettuva ja ylempi osasto on hallitusti tuulettuva. Kotelointiluokiksi muodostuu tällöin alaosalle IP34 ja yläosalle IP44. Tässä tapauksessa alaosan tuuletus on hoidettu kiinteillä tuuletusrivoilla ja yläosa muovisilla VDRI29 tuuletusventtiileillä. Koska alaosastoon ei tule sähkökomponentteja, voidaan kannen tiivistys jättää myös pois tältä kohdalta. Tämä lisää osaston tuulettuvuutta, alentaa valmistuskustannuksia ja nopeuttaa tiivistysprosessia.

Molemmat läpiviennit täytyy kuitenkin tiivistää asianmukaisesti, väliseinään asennetaan holkkitiivisteet joiden tiiveys on IP68. Alapäätyyn asennetaan pyöreä kumilaippatiiviste, josta on mahdollista tuoda läpi viisi erillistä kaapelia. Väliseinän läpiviennit voisi toteuttaa myös yksinkertaisilla kumitiivisteillä, esimerkiksi Sormat Oy:n SET-sarjan tuotteilla. Tuolloin tiiveysluokka olisi IP44 läpivientien osalta. Tämä ei kuitenkaan ehkäise kaasun pääsyä kotelon yläosaan niin tehokkaasti kuin holkkitiiviste. Tämäkin todennäköisesti toimisi moitteettomasti, koska kotelon alaosa on muuten hyvin tuulettuva.



Kuva 6. Väliseinällä varustettu kotelo

Tähän koteloon laitetaan myös viisto sadekatto estämään lumen ja jään kertymistä kotelon päälle. Sadekatto tulee kotelon takaseinän kanssa samaan tasoon, jotta seinäkiinnitys olisi mahdollinen. Tällä ratkaisulla mahdollistetaan saman keskuksen käyttö myös seinäasennuksessa. Sadekatto kiinnitetään kotelon yläpäätyyn sopivilla ruuveilla kotelon sisältäpäin. Näin saadaan ulospäin siisti ja ilman turhia ulokkeita oleva kokonaisuus. Kuvassa 7 on sadekatto kiinnitettynä koteloon, kuvassa näkyy myös edestä

avoin kotelon ja sadekaton välitila. Sadekaton ja kotelon välinen sauma tiivistetään sopivalla massalla asennusvaiheessa molemmilta sivuilta. Etupuoli jää avoimeksi, jolloin tilasta tulee tuulettuva. Tuuletus haihduttaa mahdollisesti sinne kertyneen veden pois, jolloin tila ei ole niin korroosioherkkä kun aivan suljettuna oleva vastaava tila.



Kuva 7. Sadekatto kiinnitettynä koteloon.

Kokonaisuuden nimikkeeksi tuotantojärjestelmään tuli KOT61633. Tämä pitää sisällään yksittäisten peltien valmistusnimikkeet. Valmistusnimikkeiden alle on laitettu raaka-aineet ja niiden työvaiheet. Raaka-aineita ovat esimerkiksi pellit, maalit ja tiivistysaineet. Työvaiheita ovat esimerkiksi taivutus, maalaus ja kokoonpano. Kussakin nimikkeessä on myös sille työvaiheelle kuuluvat aloituskustannukset. Valmiin tuotteen rakenteessa on edellä mainituista osista koottu osaluettelo, kokoonpanoaika ja asetus aika. Valmiin tuotteen kokoonpanokuva on esitetty liitteessä 3.

4.2 Muovikotelo metallikotelon sisällä

Kun asennetaan kaksi koteloa sisäkkäin, voidaan kaasujen pääsy sähkökomponentteihin estää koteloiden väliin jäävän ilmatilan avulla. Tämä keino on toteutettavissa ilman mitään erikoisratkaisuja. Sisäkoteloksi valitsin Enston CPCF203013T polykarbonaattikotelon. Sisäkotelo voisi olla myös ABS-muovinen, koska se ei ole suoranaisesti alttiina auringonvalolle. ABS-kotelo ei kuitenkaan saa vakiona laippaukollisena, joten on edullisempaa käyttää polykarbonaattikotelo. Kotelon alalaitaan laitetaan kuminen niin sanottu multilaippa.

Kotelon kotelointiluokka on IP66/67 ja laipan vastaava luokka on IP65. Tällöin asennuskokonaisuuden kotelointiluokaksi tulee heikoin eli laipan IP65. Ulkokoteloksi suunniteltiin Enston Cubo-E vakiokoteloon pohjautuva koteloratkaistu. Metallikotelon sivuihin tehtiin samanlaiset tuuletusrivat kuin väliseinällisessäkin mallissa. Muovikotelon kiinnitys ulkokoteloon tapahtuu hitsauspulttien avulla. Koteloiden kiinnitys toisiinsa on kuvassa 8. Tämä rakenne mahdollistaa ulkokotelon asentamisen samaan aikaan kaivon kanssa. Varsinaisen keskusosan, eli kalustetun sisäkotelon voi asentaa myöhemmin.

Tällä rakenteella voidaan myös pienentää järjestelmätoimittajien varaston arvoa. Heidän ei tarvitse pitää varastossa kuin tyhjää ulkokotelo, varsinainen sähkökeskus voi olla projektikohtaista tilaustavaraa. Toimitusvarmuus loppuasiakkaan näkökulmasta on tältä osin kuitenkin täydet 100 %. Kaikki kaapeloinnin kaivon ja keskuksen välillä voi tehdä heti kaivoa asennettaessa, jolloin myös syöttökaapeli asennetaan. Ulkokotelo suojaa kaapeleiden päitä niin kauan, kunnes ne asennetaan keskukseen. Ratkaisu on kuitenkin hieman arvokkaampi kuin ensimmäinen väliseinällä oleva malli. Tämän malli ei kuitenkaan tarvitse erillistä sadekattoa, koska koteloiden välissä oleva ilmatila toimii eristeenä. Sadekaton puuttuminen aiheuttaa kuitenkin riskin jos kotelon päälle kasaantuu paljon jäätä ja lunta.

Tämän ulkokotelon nimikkeeksi tuli KOT616334. Nimike pitää sisällään vain ulkokotelon. Sisäpuolen keskuksen sähkökomponentit ja muut osat laitetaan lopullisen myyntinimikkeen alle tulevaan tuotantorakenteeseen. Nimikkeen KOT61334 piirustus on liitteessä 4. Tähän liittyviä valmistuskuvia ei kuitenkaan ole tässä työssä esitelty.

/2./



Kuva 8. Sisäkotelon kiinnitys

4.3 Jalusta vakiokotelolle

Sopivalla jalustalla voidaan vakiokotelostakin tehdä niin sanottu ”kaapelijakokaappi”. Tällöin keskus ei pumpaamossa tule putken päähän, vaan jalusta kaivetaan maahan. Periaatekuva kaapin sijoittamisesta ja kaapeloinnista on liitteessä 2. Kaivosta tulevat kaapelit voidaan tässäkin mallissa tuoda putkea pitkin kaapin jalustaan. Putkea ei kuitenkaan nosteta jalustan sokkeliä ylemmäs, ainoastaan maanpinnan yläpuolelle.

Putken yläpää olisi hyvä tiivistää, jotta kaivossa muodostuvien kaasujen pääsy ylös olisi estetty. Vaikka kaasut eivät pääsekään sähkökeskusosaan, ovat ne kaapin ympärille levitessään epämiellyttävän hajuisia.

Malliksi tehty kokoonpano on mitoitettu Enston Cubo-EO sarjan 380mm leveille ja 193mm syville kotelolle. Näitä ovat esimerkiksi EOR383819A, EOU385619A ja EO388419A. Cubo-EO kotelossa on jokaisella sivulla puhkaistava laippa-aihio. Laippa-aihion koot perustuvat SFS-2528 standardiin. Laippa-aihion koko on joko B

tai C kotelon sivun koosta riippuen. Nyt tehdyssä jalustassa laippa-aukon koko on C. Tämä mahdollistaa valmiiden läpivientilaippojen käyttämisen, mikä alentaa kustannuksia. /3./

Kuten luvussa 4.2 esitetyn mallin myös jalustan voi asentaa kaivon asennuksen yhteydessä samalla kertaa kun kaivinkone on paikalla. Jalusta kuvassa 8. Kaapeloinnin voi jättää suojaan jalustan sisään ja sähkökeskuksen asentaa tämän päälle myöhemmin. Tällöin sähkömiestä ei välttämättä tarvita samaan aikaan kaivinkonekuskin kanssa. Tämä helpottaa pääurakoitsijan aikataulujen tekemistä ja eri aliurakoitsijoiden aikataulujen yhteensovittamista.

Koteloiden yhteen liittämistä voi käyttää hyödyksi myös keskusta laajennettaessa tai haluttaessa nostaa keskus ylemmäs maan pinnasta nähden. Esimerkkikeskuksessa asennettiin kaksi EOR383819A koteloa päällekkäin. Jalustan päällä oleva kotelo jää tässä tapauksessa tyhjäksi ja varsinainen sähkökeskus on ylimmäisenä. Sekä koteloiden ja jalustan liitoskohdassa on asennettuna kumiset läpivientilaipat. Alemman kotelon molemmissa kyljissä on EFV2A tuuletuslaipat asennettuna aukaistuun laippaaihioon ja ylemmässä kotelossa on muoviset VDRI29 tuuletusventtiilit.

Koteloiden kotelointiluokka on IP66 ja molempien tuuletusratkaisujen IP44. Näin kokonaisuuden kotelointiluokaksi tuli IP44. Tällä rakenteella saadaan hyvä tuuletus vaikka kaivosta tuotaisiinkin kaapelit suojaputkea pitkin jalustaan. Syöttökaapeli on helppo tuoda jalustaan mistä päin tahansa, kun edellisissä malleissa kaapeli täytyi pujottaa putken sisään.

Alempaa koteloa voi tarvittaessa käyttää syöttökaapelin haaroittamiseen sellaisissa kohteissa joissa se on tarpeellista. Tällöin koteloon kiinnitettäisiin asennuslevy nurkissa oleviin kierreholkkeihin. Haaroitukseen sopivat liittimet olisivat esimerkiksi Enston KE66 liittimet vaihejohtimien haaroitukseen ja vastaavasti nollajohtimelle KE66.2 sekä PE-johtimelle KE66.3. Jos tarvetta liittimien lisäkoteloinnille on, tulisi tässä käyttää esimerkiksi Enston CPCF203013G koteloa. Mielestäni kuitenkin pelkkä kosketussuoja liittimien päälle riittää. /4./

Tätä mallia asennettaessa on kuitenkin huomioitava, että rakenne ei täytä SFS-EN 60439-5 standardia ”Jakokeskukset. Osa5: Erityisvaatimukset keskuksille, jotka on

tarkoitettu ulkoasennukseen julkisille paikoille. Kaapelijakokaapit”. Eikä myöskään standardeja SFS2534 ”Kaapelijakokaapit. Jalustan mitoitus” ja SFS2533 ”Kaapelijakokaapit. Kaappien mitoitus”. Tämä nyt suunniteltu kokonaisuus on tarkoitettu käytettäväksi vain kiinteistöpumppaamoissa, jotka sijoitetaan käyttäjän omalle tontille tai muuhun vastaavaan paikkaan. /5./ /6./ /7./

Jalustan nimikkeeksi tuotantojärjestelmään tuli KOT61631. Tämä nimike sisältää myös kuvassa 9 näkyvät peitelaidat sivuille, muuta ei päällä näkyvää kumilaippaa. Todellisessa asennusympäristössä jalusta olisi upotettu maahan ylimmäisen peitelevyn puoliväliin saakka. Jalustan kokoonpanokuva on esitetty liitteessä 5.



Kuva 9. Jalusta vakiokotelolle.

Jalustan sivulle 250mm alapäästä on tehty molemmille puolille C-laippa aukko. Tämä asemointi ei ole koteloiden kanssa yhtenäinen. Aukko on syvyysuunnassa keskellä, jotta molemmat sivut ovat samanlaisia. Näin voidaan molemmat puoliskot tehdä samanlaisiksi, jolloin valmistuskustannukset pienenevät eräkoon kasvaessa. Aukosta voidaan kiinnittää viereen seuraava jalusta, jos tarvetta laajentamiselle ilmenee. Laajennuksessa yläpäässä olevat kotelot tulee kiinnittää toisiinsa laippa-aihioiden kohdal-

ta. Tästä aukosta voidaan tuoda myös syöttökaapeli toiselta puolelta ja kaivosta tuleva putki toiselta puolelta.

Jalusta on tarkoitus koota vasta työmaalla tai kaivon toimittajan varastossa juuri ennen maastoon viemistä. Kokoonpano tapahtuu M8 pulteilla. Ensin sivulevyt yhdistetään yläpäättyyn ja alas kiinnitetään kapea peitelevy. Tämän jälkeen kiinnitetään varsinaiset peitelevyt etu- ja takapuolelle. Sivulevyissä on molemmissa 3 kpl halkaisijaltaan 9 mm reikää. Näihin voi kiinnittää esimerkiksi painekyllästetyt lankut, jotta kaappi seisoo suorassa koko kaivannon täytön ajan. Näin ei tarvita välttämättä erillistä apumiestä pitämään kaappia suorassa täytön aikana.

Jatkossa tähän malliin täytyy sivuosiin laittaa kierreniitit, jotta asennus olisi helpompaa. Etupaneelin asennus vastamutterin kanssa on oikeassa asennus ympäristössä hankalaa, koska on vaikea saada käsi ja M8 mutterin vaatima avain jalustan sisäpuolelle.

4.4 Koteloratkaisujen kustannusvertailu

Kohdissa 4.1 – 4.3 kerrottuja ratkaisuja vertailin vanhaan käytössä olevaan kiinteistö-pumppaamon koteloon. Vertailu ei aivan kaikilta osin anna täysin totuudenmukaista kuvaa tuotteiden keskinäisistä kustannuksista, koska tässä vaiheessa ei ole vielä otettu huomioon esimerkiksi lopullisia asennuskustannuksia. Selostukseen en laita tarkkoja rahallisia arvoja, vaan käytän vanhan kotelon hintaindeksinä lukua 100 johon uusia tuotteita verrataan. Taulukossa 1 on esitetty eri mallien suhteelliset hintaerot. Taulukon keskusmallien merkintä viittaa tämän kappaleen alaotsikoihin. Mallin 4.3 kustannuksiin sisältyy myös kaksi EOR383819A koteloa, koska pelkällä jalustalla ei sinänsä tee mitään. Jokaisen kotelon kustannuksiin on lisätty niihin kuuluvat tuuletus- ja tiivistystarvikkeet sekä malleihin ”vanha”, 4.1 ja 4.2 kuuluva tolppalaippa koteloiden kiinnitykseen.

Taulukko 1. Kotelomaalien kustannusvertailu.

Kotelomalli	malli ”vanha”	malli 4.1	malli 4.2	malli 4.3
Hintaindeksi	100	130,5	133,1	344,7

Mallit 4.1 ja 4.2 ovat keskenään suunnilleen samanhintaisia, noin 30 % kalliimpia kuin alkuperäinen malli. Malli 4.3 on kustannuksiltaan 3,4 kertaa kalliimpi alkuperäinen ja noin 2,6 kertaa kalliimpi kuin mallit 4.1 ja 4.2. Kustannusten suuri hintaero johtuu erilaisesta asennustavasta, josta johtuen jalallisessa mallissa on tarpeellista käyttää enemmän asennusosia. Tosin halvempiin malleihin ei ole laskettu asennusputkea, joka on hieman pidempi niin sanotuissa kotelomalleissa. Tämä ei kuitenkaan ole merkittävä kustannus, eikä muuta mallien keskinäistä suhdetta.

5 SÄHKÖKESKUKSEN KALUSTAMINEN

Sähkökeskuksen suunnittelu on olennaisessa osassa puhuttaessa kokonaiskustannuksista. Hyvällä suunnittelulla ja komponenttivalinnoilla voidaan säästää keskuksen valmistuskustannuksissa ja asennusajassa huomattavasti. Yksi tällainen seikka voi olla aiemminkin mainittu asennus maastoon odottamaan varsinaista sähkökaapelien kytkemistä.

Toinen seikka on riittävä tila ja komponenttien järkevä sijoittelu ulkoa tulevien kaapelien kytkentään ajatellen. Ulkopuolisille kaapeleille tulisi olla mahdollisimman selvä reitti kytkentäpisteeseen. Toisaalta kytkentäpisteitä voi olla niin paljon, jottei kaikkiin voi millään saada edellä mainittuja seikkoja. Varsinkin jos keskuksen tulevat ja siitä lähtevät kaapelit kytketään suoraan komponentteihin. Tämä tulee esiin silloin, kun keskuksessa on paljon ulkopuolisia kytkentäpisteitä. Tällöin ulkopuolista kytkentää helpotetaan yleensä tuomalla kytkentäpisteet samaan tilaan lähelle keskuksen läpivientejä, esimerkiksi riviliittimille. Tämä vaatii kuitenkin oman tilansa ja myös keskusvalmistajalta suurempaa komponenttien ja työn määrää. Nyt käsiteltävät pumpaamon keskuksen ovat niin yksinkertaisia, jottei keskittäminen ole tarpeellista.

Syöttö tuodaan jokaisessa mallissa suoraan pääkytkimelle, syötön N- ja PE johdin kytketään suoraan omiin kiskoissa oleviin tuppiloliittimiinsä. Moottorin lähtö kytketään suoraan kontaktoriin ja maadoitus PE-kiskon tuppiloliittimeen. Ainoastaan käyttö- ja hälytysvipojen johtimille on varattu riviliittimet helpottamaan kytkentää. Samoja liittimiä on käytetty myös keskuksen sisäisen johdotuksen kytkentäpisteinä.

Jokaiseen mallikoteloon on pyritty saamaan komponenteiltaan erilaisen kokoonpanon. Tällöin oli samalla mahdollisuus vertailla eri vaihtoehtojen asennettavuutta ja vaikutusta tilantarpeeseen ja kokonaishintaan. Käytettävät komponentit olivat kaikki markkinoilla yleisesti olevia laadukkaiksi todettuja tuotteita. Peruskomponentteja kuten pääkytkin, johdonsuoja-automaatit, tuntimittarit, ohjauskytkimet ja riviliittimet en tässä yhteydessä vertailut. Niiden eroavaisuudet rajoittuvat lähinnä hankintahintaan. Vertailun kohteeksi jäivät siis vain moottorilähdön komponentit. Seuraavissa kohdissa esitetyt taulukot osaluetteloista ovat viitteellisiä. Niihin ei ole sisällytetty kokoamiseen normaalisti tarvittavia ruuveja, vetoniittejä eikä pientarvikkeita kuten nippusiteitä ja kosketussuojan vetonuppeja.

5.1 Lämpörelelähtö

Lämpöreleellä toteutettu moottorilähtö on yleisin käytössä oleva moottorinsuojaustapa. Uusissa kohteissa tämä ei ole enää oikeastaan käytössä moottorisuojan halpenemisen myötä. Tähän valitulla lämpöreleellä on kuitenkin joitakin etuja verrattuna perinteiseen lämpöreleeseen sekä moottorisuojakytkimeen. Tärkein etu on laaja virran asetelualue. Tässä Allen-Bradleyn mallissa se on 3,2-16A. Tämä on mahdollista vain niin sanotuilla elektronisilla lämpöreleillä. Elektronisessa lämpöreleessä lämpenemistä ei valvota bi-metallililiuskoilla, vaan elektroniikka valvoo asetellun ja todellisen virran suhdetta. Tämä on hyvä varsinkin tällaisissa pumppaamokäytöissä, joissa moottorin koko voi vaihdella huomattavasti. Saman sarja pienemmällä lämpöreleellä katetaan virta-alue 1-5A.

Käytettäessä tätä ratkaisua tarvitsee urakoitsijalla olla vain kahta eri keskustyyppiä varastossaan. Haittapuolena on varaosien huono vaihtomahdollisuus toiseen valmistajaan. Esimerkiksi, jos haluaa vaihtaa rikkoutuneen lämpöreleen tilalle toisen valmistaja vastaavan tuotteen, joutuu vaihtamaan myös kontaktorin. Tämä siitä syystä, että

jokainen valmistaja on tehnyt lämpöreleen kiinnityksen ja virtapistokkeiden jaon hie-
man erilaiseksi. Tosin tällaisessa pumppaamokeskuksessa koko paketinkaan vaihta-
minen ei yksittäistapauksissa tuo merkittävää lisäkustannusta.

Laaja virta-alue tuo myös pumpun asentajalle lisää vastuuta. Koska samalla lämpöre-
leellä katetaan virta-alue 16A saakka, on syytä varmistaa aina pumppua vaihdettaessa
kontaktorin virtakestoisuus. Tässä olisikin syytä käyttää aina minimissään 12A kon-
taktoria, joka on fyysisiltä mitoiltaan samankokoinen kuin 9A malli. Tosin tämä lisää
hiukan kustannuksia keskuksen valmistukseen.

Keskustilan kannalta lämpörele moottorilähdöissä on näistä vaihtoehtoista huonoin,
koska se tarvitsee eniten tilaa keskuksessa. Lämpörele vaatii myös aina etukojeen suo-
jaamaan moottorilähtöä. Etukojeena käytetään yleensä tulppasulakkeita tai johdon-
suoja-automaattia. Tässä mallissa käytin johdonsuoja-automaattia. Tämä tarvitsee
huomattavasti pienemmän tilan kuin tulppasulakkeet ja on nopeampi asentaa ja kyt-
keä. Tulppasulakkeella olisi kuitenkin etuna korkeampi oikosulkukestoisuus, mutta
pumppaamon normaaleissa asennuskohteissa se ei ole ratkaisevaa. Käytetyllä johdon-
suoja-automaatilla on oikosulkukestoisuus 6 kA, mikä on riittävä tähän tarkoitukseen.

Taulukossa 2 on lueteltu osat joita tämä keskus sisältää. Osaluettelosta puuttuu nor-
maalit ruuvit, nippusiteet ja muut pientarvikkeet joita asennuksessa on käytetty. Tämä
keskus kalustettiin kohdan 4.3 mukaiseen koteloon.

Liitteessä 6 on esitetty keskuksen lay-out, eli naamakuva. Muita sähkökuvia tästä mal-
lista ei ole tarkoitus tässä työssä esitellä.

Valmiin keskuksen on esitetty kuvassa 10. Lämpöreleen testaus- ja kuittauspainikkeet
näkyvät kosketussuojaan tehdystä aukosta.

Taulukko 2. Lämpörelekeskuksen osaluettelo.

Osa	Tunniste	Määrä
Jalusta	KOT61634	1
Kotelo	EOR383819A	2
Kosketussuoja	VPPMxxx	1
Tuuletuslaippa	EVF2A	2
Tuuletusventtiili	VDRI29	1
Din-kisko	PPE36.150	1
Din-kisko	PPE36.230	1
Koroke	CPO74.02	4
Laippa	MC-25	2
Pääkytkin	KS3.25	1
Johdonsuoja	PLS6-C10/3	1
Johdonsuoja	PLS6-C6/1	1
Ohjauskytkin	Z-S/WM	1
Käyttötuntimittari	BW7018-23050	1
Liitin	KR8031	1
Liitin	KR8041	1
Merkintäteippi	PEM23	1
Adapteri	KRL7	3
Päätypuristin	KRL8	4
N-pääty	PMR117	1
PE-pääty	PMR117.1	1
Kisko N/PE	PSK20.055	2
Tuppiloliitin 16mm ²	KJ18	2
Tuppiloliitin 6mm ²	KJ25	8
Kontaktori	C09KF10	1
Lämpörele	193ED1DB	1
Merkkilamppu	M22-LH-R/A/LED230-R	1
Johdin	MK 6 musta	0,5
Johdin	MKEM 6 kevi	0,5
Johdin	MK 1,5 musta	1
Johdin	MK 1,5 sin	0,3
Johdin	MKEM 2,5 kevi	0,4
Johdin	MKEM 1,5 musta	0,7
Johdin	MKEM 1,5 sin	0,7



Kuva 10. Keskus lämpöreleellä.

5.2 Hybridikontaktorilähtö

Tämä tekniikka edustaa moottorilähtöjen suojauksessa uusinta tekniikkaa. Myös tämän releen virranseuranta perustuu elektroniikkaan. Se on mahdollistanut tässäkin mallissa laajan virta-alueen, 1-9A. Lisäksi releessä on puolijohdekontaktori, joten erillistä kontaktoria päävirtojen ohjaukseen ei tarvita. Releen on valmistanut ja sitä markkinoi Phoenix Contact.

Tässä releessä on myös ominaisuuksia joita ei ole tarpeen käyttää pumppaamokeskusten tapauksessa. Tällaisia ovat esimerkiksi releessä sisäänrakennettu suunnanvaihto ja mahdollisuus hätäseis-piiriin suoraan kytkentään tähän releeseen. Suunnanvaihto voisi nolla myös kiinteistöpumppaamoissa joissakin tapauksissa perusteltua. Esimerkiksi jos pumpulla on joissakin kohteissa taipumusta tukkeutua, voisi sitä pyörittää hetken toiseen suuntaan jolloin mahdollinen tukkeutuma saattaisi poistua. Tietojeni mukaan tukkeutuminen on kuitenkin hyvin harvinaista, joten tuota ominaisuutta ei kannata rakentaa jokaiseen keskukseseen. Hätäseispiiri ei ole näissä käyttökohteissa tarpeellinen, koska pumppu on sijoitettu kaivon missä ei voi olla ihmisiä pumppaamon toimiessa. Eikä pumppu muutoinkaan ole sellainen laitos joka vaatisi hätäseispiiriin käyttöä.

Tämä rele olisi mielestäni parhaiten soveltuva moottorinsuojaus ja ohjaus tapa prosesseissa. Varsinkin kohteisiin joissa tarvitaan moottorin suunnanvaihtoa tämä rele säästää keskuksessa tilaa huomattavasti.

Tätä relettä käytettäessä tarvitsee urakoitsijan varastossa olla vain yhtä keskusmallia johtuen laajasta virran asettelualueesta. Toisaalta releen suhteellisen suuri syvyysmitta aiheuttaa keskusvalmistajalle hieman hankaluuksia sijoittaa järkevästi komponentti keskukseseen. Varsinkin pienissä keskuksissa tämä ongelma korostuu, kun ympäröiviä komponentteja on hankala korottaa samalle tasolle suojareleen kanssa. Taulukossa 3 on lueteltu keskukseseen käytetyt komponentit ja tarvikkeet, ei kuitenkaan yleisiä pien-tarvikkeita. Kalustus tehtiin kohdan 4.3 koteloon.

Liitteessä 7 on esitetty keskuksen naamakuva, päävirtakaavio ja ohjauskaavio. Koska hybridikontaktorin ohjaus poikkeaa hieman muista ohjaustavoista, on se esitetty tässä työssä.

Kuvassa 11 on esitetty valmis keskus edellä mainitulla kalustuksella toteutettuna.



Kuva 11. Polykarbonaattikeskus metallisessa suojakotelossa.

Taulukko 3. Hybridikontaktorikeskuksen osaluettelo.

Osa	Tunniste	Määrä
Ulkokotelo	KOT61632	1
Sisäkotelo	CPCF203013T	1
Kiinnityskorvat	OFL1	1
Kosketussuoja	VPPMxxy	1
Hissipalat kosk suojalle	OEL1	1
Din-kisko	PPE36.280	1
Laippa	MC-25	1
Laipparuuvit PA	F2PA30	1
Tolppalaippa	3405580	1
Tiivistekumi pyöreä	MFM8-12	1
Pääkytkin	KS3.25	1
Johdonsuoja	PLS6-C6/1	1
Ohjauskytkin	Z-S/WM	1
Käyttötuntimittari	BW7018-23050	1
Liitin	KR8031	1
Liitin	KR8041	1
Merkintäteippi	PEM23	1
Adapteri	KRL7	3
Päätypuristin	KRL8	4
N-pääty	PMR117	1
PE-pääty	PMR117.1	1
Kisko N/PE	PSK20.055	2
Tuppiloliitin 16mm ²	KJ18	2
Tuppiloliitin 6mm ²	KJ25	8
Hybridikontaktori	ELR W3-230AC/500AC-21	1
Merkkilamppu	M22-LH-R/A/LED230-R	1
Johdin	MK 6 musta	0,5
Johdin	MKEM 6 kevi	1
Johdin	MK 1,5 musta	1
Johdin	MK 1,5 sin	0,1
Johdin	MK 4 musta	0,3
Kaapeli	S07VV-R3G2.5	0,7

5.3 Moottorisuojakatkaisijälähtö

Kolmantena mallina suunnittelussa oli tavallisen moottorisuojakatkaisijalla toteutetun keskuksen. Tämän etuna verrattuna lämpörelemalliin on mahdollisuus etusulakkeen poisjättämiseen. Moottorisuojakatkaisija itsessään toimii samalla etukojeena ja varsinaisena moottorin ylikuormitussuojana.

Nämä katkaisijat perustuvat sekä magneettiseen että termiseen laukaisuun. Niillä on varsin korkea oikosulkukestoisuus, esimerkiksi tässä tapauksessa 50kA. Katkaisija ainoastaan suojaa moottoria. Moottorilähtöön tarvitaan ohjaukseen kontaktori samalla tavalla, kuin lämpörelesuojauksessakin.

Haittana on katkaisijan suppea virran asettelualue, esimerkiksi tässä keskuksessa käytetyssä Moellerin katkaisijassa alue on 4-6,3A. Tämä tarkoittaa urakoitsijalle monta eri keskusmallia. Mallien määrä lisää varaston arvoa. Myös jos pumppu joudutaan syystä tai toisesta vaihtamaan suuremmaksi on myös moottorisuojarele vaihdettava samalla. Tämä ei kuitenkaan normaalisti ole ongelma kun vesiosuuskunnat saavat jo toimintansa alussa lähes kaikki seudun asukkaat mukaan. Ongelma syntyy jos mitoituksessa on käytetty vain perustamishetkellä mukaan liittyneiden kiinteistöjen likavesimääriä, eikä ole huomioitu myöhempää mahdollista laajennustarvetta. Toisaalta pumppuja ei kannata ylimitoitaa, jos laajennustarvetta ei ole näköpiirissä lähiaikoina.

Taulukossa 4 on lueteltu tähän malliin käytetyt tarvikkeet. Keskus kalustettiin kohdan 4.1 koteloratkaisuun.

Liitteessä 8 on esitetty naamakuva keskuksesta ilman kosketussuojaa.

Kuvassa 12 on esitetty valmis kokonaisuus taulukon 4 osista tehtynä. tässä kuvassa ei kuitenkaan ole vielä kiinnitettynä tolppalaippaa, joka tulee keskuksen alapäätyyn.



Kuva 12. Moottorisuojakytkimellä ja väliseinäisellä kotelolla toteutettu kokonaisuus.

Taulukko 4.

Osa	Tunniste	Määrä
Kotelo	KOT61633	1
Kosketussuoja	VPPMxyx	1
Koroke 40mm	CPO74.02	2
Koroke 50mm	CPO74.03	2
Din-kisko	PPE36.280	1
Tolppalaippa	SStl 3405580	1
Tiivistekumi pyöreä	MFM8-12	1
Tuuletusventtiili	VDRI29	1
Pääkytkin	KS3.25	1
Johdonsuoja	PLS6-C6/1	1
Ohjauskytkin	Z-S/WM	1
Käyttötuntimittari	BW7018-23050	1
Liitin	KR8031	1
Liitin	KR8041	1
Merkintäteippi	PEM23	1
Adapteri	KRL7	3
Päätypuristin	KRL8	4
N-pääty	PMR117	1
PE-pääty	PMR117.1	1
Kisko N/PE	PSK20.055	2
Tuppiloliitin 16mm ²	KJ18	2
Tuppiloliitin 6mm ²	KJ25	8
Kontaktori	DILM9-10 230V 50Hz	1
Moottorisuojakytkin	PKZM0-6,3	1
Apukosketin	NHI11-PKZ0	1
Merkkilamppu	M22-LH-R/A/LED230-R	1
Suojaspiraali	T12F-50	0,5
Johdin	MK 6 musta	0,5
Johdin	MKEM 6 kevi	1
Johdin	MK 1,5 musta	2
Johdin	MK 1,5 sin	0,4
Johdin	MKEM 1,5 musta	1
Johdin	MKEM 1,5 sin	1

5.4 Sähkökeskusten kustannusvertailu

Tarkasteltavana olevia koteloratkaisuja oli kolme erilaista, kuten oli myös kolme erilaista komponenttiratkaisua sähköiseen toteutukseen. Erilaisten variaatioiden paljous tekee vertailusta hankalaa. Esimerkiksi joitakin asennusaikoja on jouduttu arvioimaan, koska ei ollut järkevää kuitenkaan tehdä yhdeksää erilaista mallia samoista osista. Arvioitavien yksittäisten kustannusten määrä oli kuitenkin enimmilläänkin vain 4 % kokonaiskustannuksista. Virhemarginaaliksi arvioitiin 12 %, joten kokonaisvirheen määrä enimmilläänkin on vain noin 0,5 %.

Todelliset valmistetut mallit ovat taulukossa merkitty lihavoidulla kustannusindeksillä. Kustannusvertailu on tehty samalla tapaa kuin tyhjän kotelon vertailu. Vanhan keskusmallin kustannuskertymä on 100, johon uusia malleja verrattiin. Vertailussa on käytetty edelleen samaa merkkäamistapaa, kuin koteloissakin. Edellisten kappaleiden väliotsikot toimivat yhdistävänä tekijänä koteloille ja sähkökomponenteille. Esimerkiksi keskus 4.1+5.1 tarkoittaa kohdan 4.1 koteloa ja kohdan 5.1 sähköistä ratkaisua. Kustannusvertailu on esitetty taulukossa 5.

Kaikissa kohdissa on käytetty samaa tuotantoeräkokoja. Koteloissa eräkoko oli 100 kpl ja valmiissa keskuksissa eräkoko oli 50 kpl. Tämä tarkoittaa, että koteloita valmistettiin aina kerralla kahteen sähkökeskussarjaan tarvittava määrä. Kustannuksissa ei kuitenkaan ole huomioitu koteloiden varastoimiseen tarvittavaa tilaa ja resurssia. Valmiita sähkökeskuksia ei varastoitaisi, vaan ne tehtäisiin tilausta vastaan ja lähetettäisiin suoraan asiakkaalle. Kustannukset ovat laskettu toimitusehdolle NOL valmistava tehdas.

Taulukko 5. Kustannukset verrattuna vanhaan malliin.

Kokonaisuuden kustannusindeksi		Moottorin suojaustapa		
		5.1	5.2	5.3
Kotelo rakenne	4.1	106,1	119,5	92,4
	4.2	108,2	121,6	94,5
	4.3	156,6	170,0	142,9

Taulukossa 5 on verrattu kaikkia moottorin suojaustapoja vanhaan lämpöreleellä toteutettuun kiinteistöpumppaamon keskukseseen. Pelkän kotelon vaihdosta aiheutuneet kustannukset sähkökeskukseen ovat luettavissa sarakkeesta Moottorin suojaustapa 5.1. Molemmat kotelomallit ovat alle 10 % kalliimpia verrattuna vanhaan ongelmalliseen kotelomalliin. Jalustamalli on keskuksiksi kalustettunakin huomattavasti kalliimpi kuin kotelomallit. Tämä on edelleen perusteltavissa suuremmalla osien määrällä ja tätä myötä pidemmällä kokoonpano ajalla. Kokoonpanoaikoihin on jalustamallissa huomioitu myös jalustan kasaus ja päällekkäisten koteloiden kiinnitys toisiinsa. Näin kaikki luvut ovat vertailu kelpoisia keskenään.

Jotta saataisiin käsitys sähköisten osien kustannuksista, on niitä verrattava tehtäväksi vanhaan koteloon. Tällöin kustannuksiin ei vaikuta muut muuttujat kuin moottorilähdön suojaus ja tästä aiheutuneet muutokset kokoonpanoajassa. Tämä vertailu on esitetty taulukossa 6. Sarake 5.1 on sama kuin edellisessä vertailussa, sarakkeiden 5.2 ja 5.3 hintaindeksit on verrattu hintaan jos vanha kotelo kalustettaisiin sarakkeisiin viitavilla moottorin suojaustavoilla.

Taulukko 6. Pelkän kotelon vaikutus kustannuksiin verrattuna vanhaan malliin.

Kokonaisuuden kustannusindeksi		Moottorin suojaustapa		
		5.1	5.2	5.3
Kotelo rakenne	4.1	106,1	105,36	107,0
	4.2	108,2	107,19	109,4
	4.3	156,6	149,86	165,5

6 PISTOLIITINKESKUS

Usein kuulee huoltomiesten kanssa keskustellessa toiveen helposti vaihdettavasta sähkökeskuksesta. Tämä kuitenkin muodostuu kustannuksiltaan ja tilantarpeeltaan niin suureksi, ettei se yleensä ole järkevää toteuttaa. Vaihdettavuutta hankaloittaa yleensä myös kaapeloinnin purkaminen ja uuteen keskukseen asentaminen.

Kiinteistöpumppaamoissa on vain muutama kotelon ulkopuolelle tuleva johto, joten tässä olisi mahdollisuus käyttää pistoliitintekniikkaa sähkökeskuksen asennuksessa. Ajatuksena on saada kytkennät tehtyä nopeasti ja ilman virheitä hankalissakin kenttäolosuhteissa. Huoltoasennuksen voisi tällöin suorittaa kuka tahansa tehtävään perehdytetty henkilö. Hänellä ei välttämättä tarvitsisi olla edes sähköasentajan koulutusta. Huoltomies vain kävisi irrottamassa keskuksen pistoliittimistä ja suojakotelosta. Samalla kertaa hän asentaisi ehjän vastaavan keskuksen tilalle ja toimittaisi viallisen valtuutetulle huoltoliikkeelle. Näin pumppaamossa syntyvä käyttökatkos olisi korkeintaan 30 minuuttia.

Tästä rakenteesta olisi hyötyä myös ensiasennusvaiheessa. Tällöinkin kaikki sähkökytkennät voitaisiin tehdä hyvissä olosuhteissa työpöydän äärellä, lukuun ottamatta syöttökaapelin kytkentää. Ensiasennukseen maastossa käytetty aika supistuisi alle

viidesosaan verrattuna perinteiseen kytkentään. Tämä ratkaisu vaatii yhteistyötä keskusvalmistajan sekä pumppuvalmistajan välillä. Pistoliitinratkaisu on parhaimmillaan kohdan 4.3 mukaisessa jalustallisessa kotelossa. Tämä sopii myös käytettäväksi kohdan 4.2 kotelossa. Pistoliitin ei sovi käytettäväksi perinteisessä keskusrakenteessa eikä kohdan 4.1 mukaisessa väliseinällisessä mallissa. Tämä rajoitus siitä syystä, että liittimet jouduttaisiin sijoittamaan keskustilaan kosketussuojan alapuolelle. Koska kosketussuojaus jouduttaisiin irrottamaan täytyisi asentajan olla sähköalan ammattilainen. Tällöin kustannussäästöä ei syntyisi ollenkaan.

Mallissa käytetyt liittimet ovat Wielandin valmistamia. Liittimien kotelointiluokka on IP68 vastakappaleet kiinni toisiinsa asennettuna. Kappaleet irrotettuna kotelointiluokka on vain IP20. Tästä ei kuitenkaan ole vaaraa maallikollekaan, koska kaapelit jäävät suojakotelon sisään kun ne ovat irrotettu varsinaisesta sähkökeskuksesta. Kuvassa 13 näkyy hyvin Wielandin liittimet ja keskuksesta tuleva ulkopuolinen maadoitusjohto. Maadoitusjohto on tarkoitus kiinnittää suojakotelon kyljessä olevaan maadoitustappiin. Tämä on tehtaalla laitettu M6x20 hitsaustappi, joka on kiinnitetty hitsausrobotilla ennen kotelon maalaamista.



Kuva 13. Pistoliittimillä varustettu keskus.

7 POHDINTA

Keskuksen suojaaminen haitallisilta kaasuilta osoittautui ennakoitua edullisemmaksi. Tämän mahdollistaa osaltaan koteloinnin pysyminen yksinkertaisena ja toisaalta Enston valmius valmistaa räätälöityjä kotelointiratkaisuja vakiotuotannon ohessa. Sarjako-ko laskelmissa oli 100 kpl, joka on sama kuin vanhaa mallia on eräälle asiakkaallemme valmistettu. Olen vakuuttunut uusien keskusmallien hyvästä vastaanotosta markkinoilla, etenkin väliseinällisen mallin odotan kiinnostavan alalla pitkään toimineita yrittäjiä.

Todennäköisesti lämpörele moottorin suojauksessa on jatkossakin menevin malli. Vaikka moottorisuojalla toteutettu suojaus onkin edullisempi, lisää se suppealla virta-alueellaan keskusmallien määrää huomattavasti. Varaston arvon nostamiseen ei monikaan varmaan halua nykyisin lähteä. Tämä aiheuttaa lisätyötä myös vaihdettaessa moottorin kokoa suurempaan tai pienempään. Hybridikontaktori on hyvin monipuolinen rele ja näkisinkin tämän olevan jatkossa myös varteenotettava vaihtoehto. Rele on juuri tullut markkinoille ja on tästäkin syystä vielä hinnaltaan korkea. Markkinoilta puuttuu laajalla virta-alueella oleva moottorisuojakytkin. Tällöin hinta koko keskukselle saataisiin pudotettua samalle tasolle kuin nyt laskelmissa, mutta tarvittaisiin vain yksi keskusmalli. Tämä voi kuitenkin olla hankalaa, koska moottorisuojakytkimeen tarvitaan sekä terminen että magneettinen laukaisu.

Valitettavasti keskuksia ei saatu tällä aikataululla maastoon testattaviksi oikeisiin käyttökohteisiin. Tällöin olisi saatu jokaisesta mallista oikeat asennuskustannukset selville sekä mitattua kaasujen pääsy koteloon. Väliseinälliseen malliin olisi kokeiltu myös yksinkertaisempia tiivistekumeja. Niiden asennettavuus ja tiiveys olisi saatu kenttäkokeilla selville.

Halvimmaksi yhdistelmäksi tuli kohdan 4.1 kotelo väliseinällä kalustettuna kohdan 5.3 mukaisella moottorinsuojakytkimellä. Vastaavasti kallein yhdistelmä saadaan kun yhdistetään kohdan 4.3 jalusta ja kohdan 5.2 hybridikontaktori.

Hybridikontaktorilla varustettuihin keskuksiin ei tässä työssä laitettu etukojetta. Oikosulkuvirta on rajoitettu syötön etusulakkeilla, jotka tässä tapauksessa on määritelty

korkeintaan 16A suuruiseksi. Suosittelisin kuitenkin etukojeen käyttöä samalla tapaan kuin lämpörelemallissa on esitetty.

Jokaisesta mallista löytyy varmasti paranneltavaa, kunhan kommentteja asentajilta ja loppukäyttäjiltä saadaan. Tämä on luonnollinen tuotteen elinkaaren kuuluva ilmiö, jota valmistajan kannattaa käyttää hyväkseen. Aiemmin mainittu jalustaan lisättävät kierreniitit lisätään tuotteeseen ennen kuin sitä annetaan koeasennukseen.

LÄHTEET

1. Ensto kotelointiratkaisut esite
2. Ensto Enclosure Catalogue esite
3. SFS 2528 standardi
4. Ensto Liitintarvikkeet, Ensto Clampo esite
5. SFS-EN 60439-5 standardi
6. SFS 2534 standardi
7. SFS 2533 standardi

LIITTEET

Liite1 Periaatepiirros kiinteistöpumppaamosta perinteisellä keskuksella

Liite 2 Periaatepiirros kiinteistöpumppaamosta jalustallisella keskuksella

Liite3 Kokoonpanopiirros kotelosta KOT61633

Liite 4 Kokoonpanopiirros kotelosta KOT61632

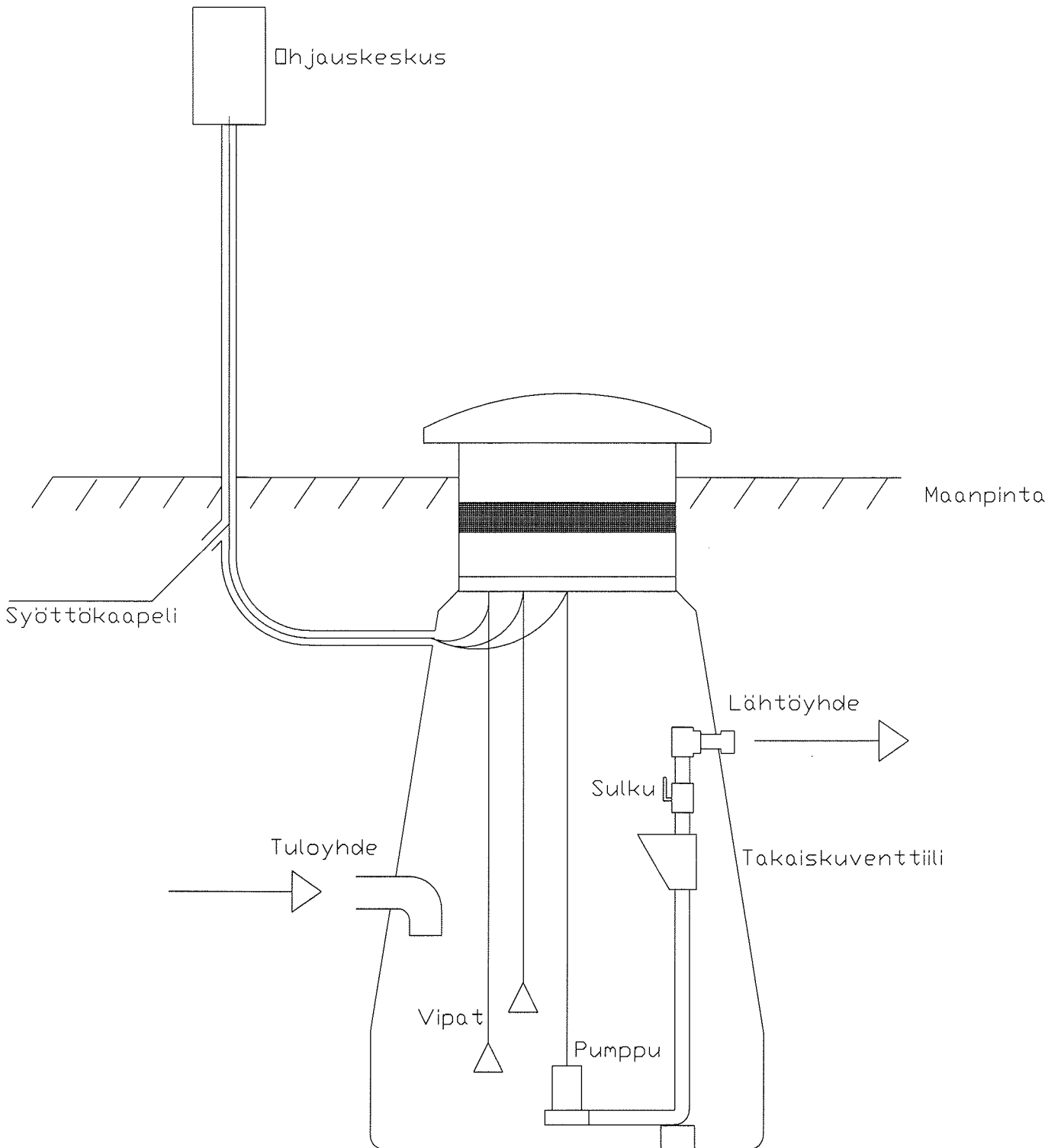
Liite5 Kokoonpanokuva jalustasta KOT61634

Liite6 Layout kuva keskuksesta lämpöreleellä

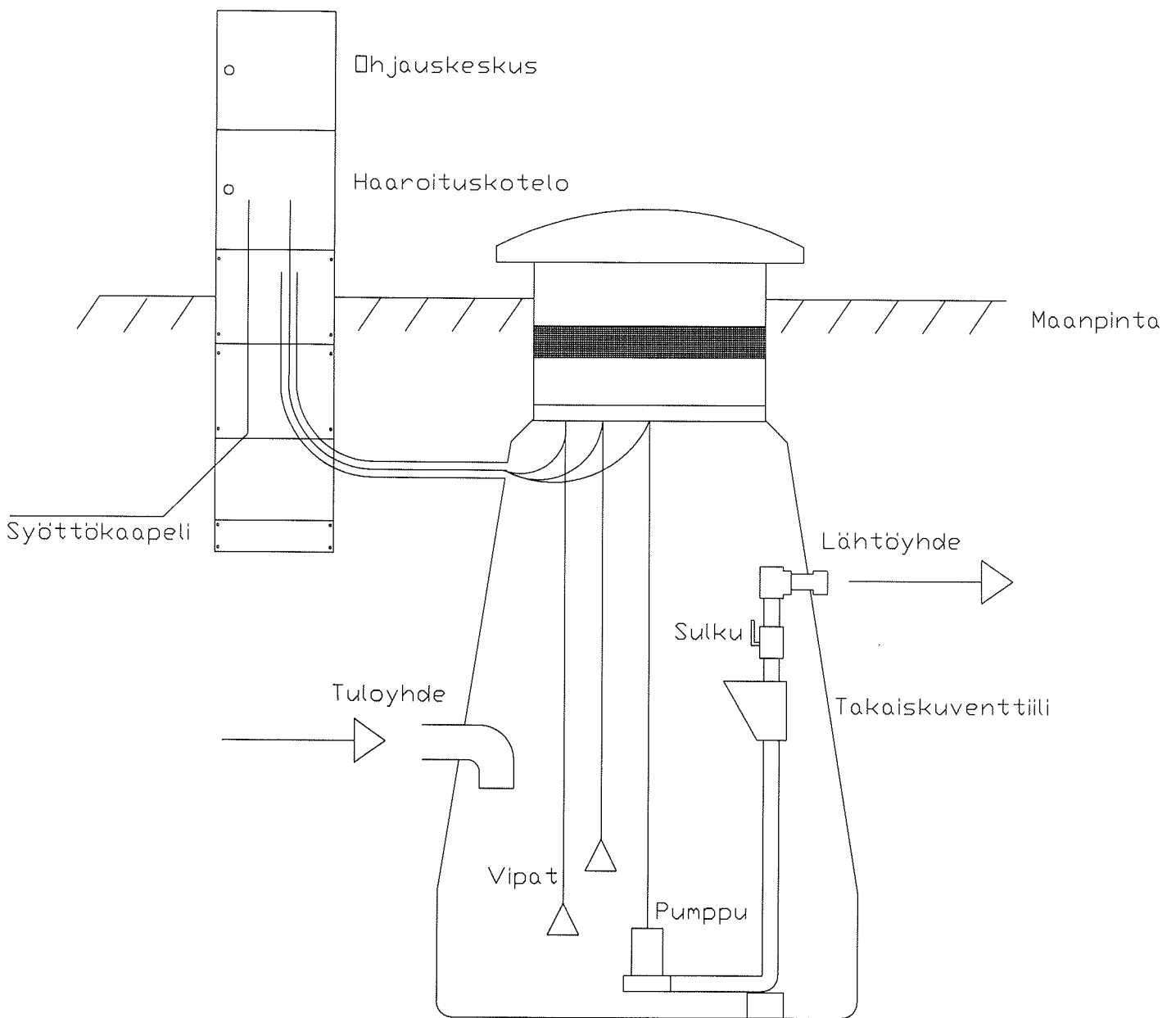
Liite7 Sähkökuvat hybridikontaktorikeskuksesta

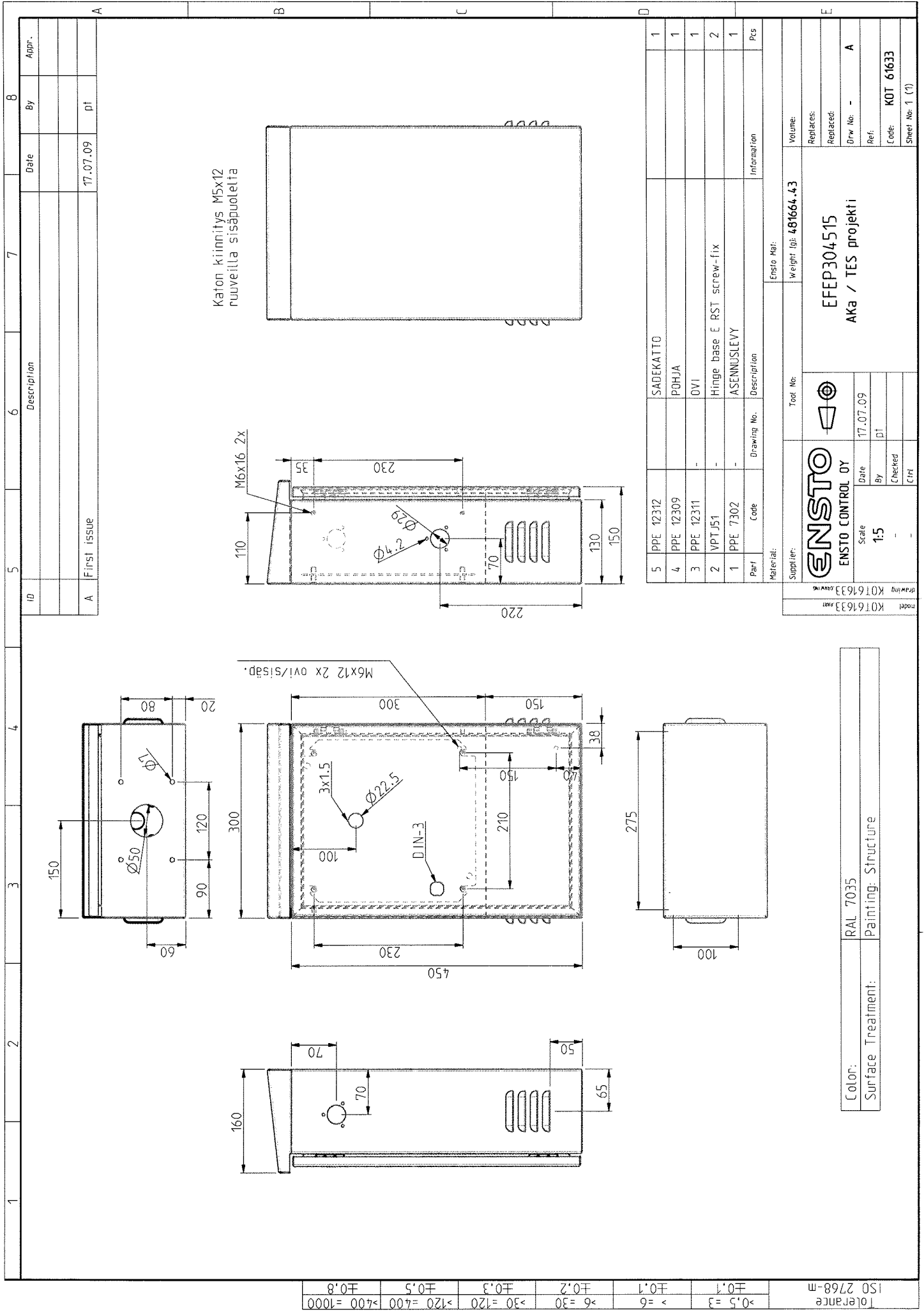
Liite8 Layout kuva keskuksesta moottorisuojakatkaisijalla

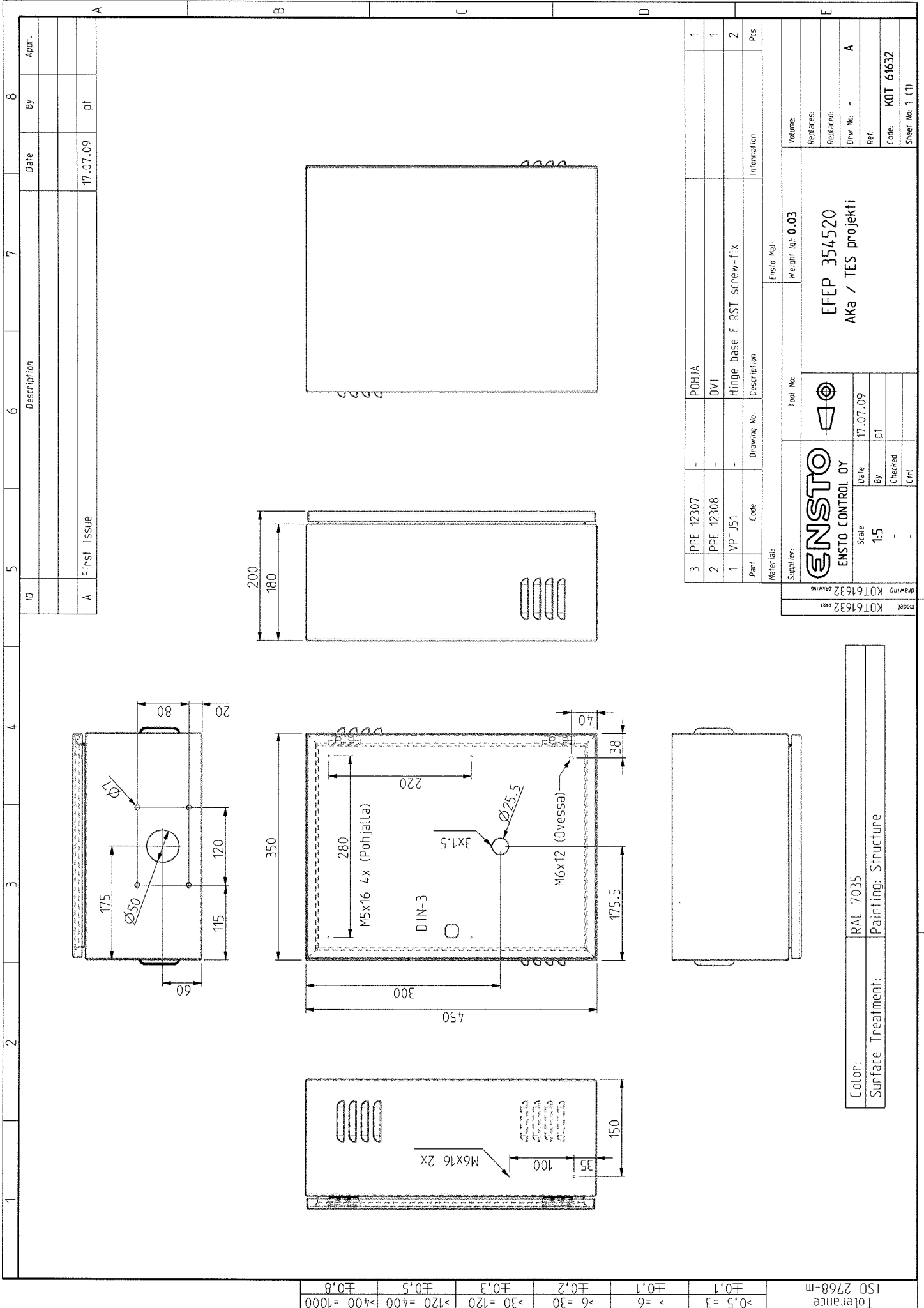
Periaatepiirros
Kiinteistöpumppaamo perinteisellä keskuksella



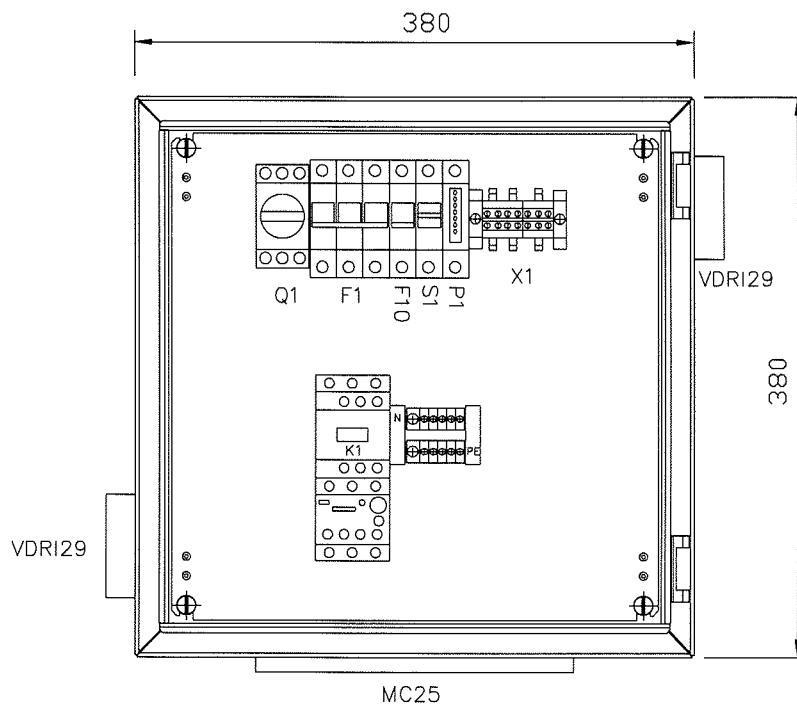
Periaatepiirros
Kiinteistöpumppaamo jalustallisella keskuksella



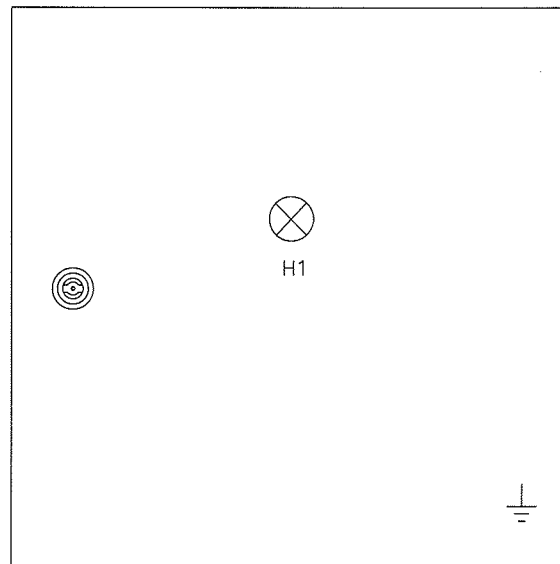




Pohjan kalustus

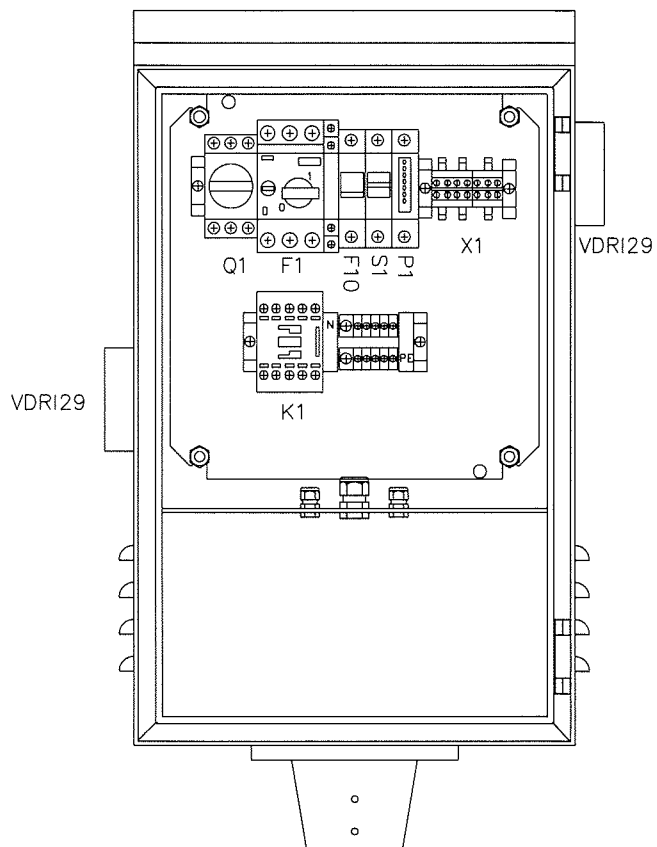


Oven kalustus

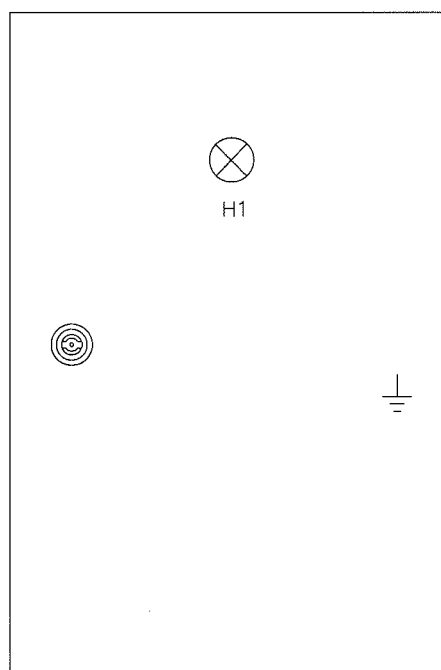


ENSTO ENSTO CONTROL OY Insinöörinkatu 1 50100 MIKKELI puh 02047621 fax 0204763493	P_H	kW	I_{cw}	kA	SUOJAUS SÄHKÖISKUILTA
	I_N 25	A	I_{pk}	kA	JAKELU- JÄRJESTELMÄ
	U_e 400	V	$U_i = U_e$		OSASTOINTI- MUOTO
	KOTELOINTI- LUOKKA IP44		EMC-KÄYTT- TÖYMPÄRISTÖ		
KOHDE Opinnäytetyö	MUUTOS	VIITE Karjalainen		SUUN.	PVM 10.10.2009
KESKUS Proto 5.1	PVM	KESKUSLAJI CUBO EO		TARK.	
TILAAJA	MUUTOS	PIIR.NO		HYV.	
URAKOITSIJA	PVM	SUHDE ***		PIIRT. AKa	LEHTI 001

Pohjan kalustus



Oven kalustus



ENSTO

ENSTO CONTROL OY

Insinöörinkatu 1 50100 MIKKELI
puh 02047621 fax 0204763493

P_H	kW	I_{cw}	kA
I_N 25	A	I_{pk}	kA
U_e 400	V	$U_i = U_e$	
KOTELOINTI- LUOKKA IP44			

SUOJAUS
SÄHKÖISKUILTA
JAKELU-
JÄRJESTELMÄ
OSASTOINTI-
MUOTO
EMC-KÄYTT-
TÖYMPÄRISTÖ

KOHDE Opinnäytetyö	MUUTOS	VIITE Karjalainen	SUUN.	PVM 10.11.2010
KESKUS Proto 5.3	PVM	KESKUSLAJI CUBO E	TARK.	
TILAAJA	MUUTOS	PIIR.NO	HYV.	
URAKOITSIJA	PVM	SUHDE ***	PIIRT. AKa	LEHTI 001