

Jani Herttuainen

# JÄTEVESIPUMPPAAMON RELE- OHJAUKSEN MUUTOS LOGIIKKA- OHJAUKSEKSI

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikka


Joulukuu 2010




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

|   |  |                       |            |
|---|--|-----------------------|------------|
| <br><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b><br>Mikkeli University of Applied Sciences   | <b>Opinnäytetyön päivämäärä</b><br><br>  |                       |            |
| <b>Tekijä(t)</b><br>Jani Herttuainen  | <b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b><br>Sähkötekniikka   |                       |            |
| <b>Nimeke</b><br>Jätevesipumppaamon rele-ohjauksen muutos logiikka-ohjaukseksi  |  |                       |            |
| <b>Tiivistelmä</b><br><br><p>Uudet jätevesimääräykset toivat huomattavan paljon muutoksia haja-asutusalueen jätevesien käsittelyyn. Kaikissa alueen talouksissa ei ole mahdollisuutta tai halua järjestää omaa jäteveden käsittelyjärjestelmää. Tämän vuoksi ovat vesiosuuskunnat lisääntyneet haja-asutusalueella. Vesiosuuskunta huolehtii sekä puhtaan veden tuonnista että jäteveden viennistä. Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella nykyisen releohjausjärjestelmän tilalle logiikkaohjaus.</p> <p>Työ pohjautui Mitsubishi Alpha ohjelmoivaan logiikkaan, jonka ohjelmoinnin suoritin ilmaisella SW0D5-ALVLS-EU -ohjelmointiohjelmalla. Pää- ja piirikaaviot toteutin AutoCAD-ohjelmalla, joka soveltui työhön erinomaisesti. Suunnittelussa käytin paljon hyväkseni kokemusta, jonka olen jätevesilaitteista saanut.</p> <p>Opinnäytetyössä kävin läpi osuuskuntaa, sen toimintaa ja tarkoitusta sekä työn kohteena olevaa Vesiosuuskunta Vesihäitä. Selvitin myös releen toimintaa sekä ohjelmoitavan logiikan toimintaa. Kävin läpi jätevedenpumppaamaa, kuinka se toimii ja mikä on sen tarkoitus ja laadin vaihtotyöhön tarvittavat suunnitelmat ja laskelmat. Lopuksi laskin logiikan vaihdosta johtuvat kustannukset ja arvioin vaihdon tarpeellisuutta.</p> <p>Mielestäni rele-ohjausjärjestelmän korvaaminen ei ole suuri investointi, jos sen suhteuttaa releiden vikaantumisista johtuviin huollon tarpeisiin. Kokemus on osittanut releiden olevan nykypäivänä kohtalaisen vikaherkkiä. Ohjausjärjestelmän vaihtaminen on järkevää esimerkiksi pumppaamon perushuollon yhteydessä.</p> |  |                       |            |
| <b>Asiasanat (avainsanat)</b><br><br>logiikka, pumppaamot, ohjausjärjestelmät, jätevesi, vesiosuuskunnat, ohjelmointi, suunnittelu  |  |                       |            |
| <b>Sivumäärä</b><br>34 s. + liitteet 24 s.  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Kieli</b><br/>Suomi</td> <td style="width: 50%;"><b>URN</b></td> </tr> </table> | <b>Kieli</b><br>Suomi | <b>URN</b> |
| <b>Kieli</b><br>Suomi   | <b>URN</b>   |                       |            |
| <b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b><br><br>  |  |                       |            |
| <b>Ohjaavan opettajan nimi</b><br>Teemu Manninen  | <b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b><br>Vesiosuuskunta Vesihäisi  |                       |            |

## DESCRIPTION

|  |                     |  |  |
|--|---------------------|--|--|
|  <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b><br/>Mikkeli University of Applied Sciences</p>   |                     | Date of the bachelor's thesis                                |  |
| Author(s)<br>Jani Herttuainen  |                     | Degree programme and option<br>Electrical engineering        |  |
| Name of the bachelor's thesis<br>Replacing wastewater pumping stations relay control system to logic controlled system   |                     |  |  |
| <p><b>Abstract</b></p> <p>New wastewater law in Finland, may cause many problems to people who live outside urban area. The new law says that wastewater can't be discharged to nature without cleaning. Many people haven't got interest or possibility to organise any wastewater cleaning plant. That's why people have established some water cooperatives. Wastewater from cooperatives member's properties goes through pipeline to wastewater pumping stations. These pumping stations control system is now accomplished with relays. These relays are quite sensitive for malfunctions. Repairing of these malfunctions is expensive and laborious. Main purpose of this thesis was to plan how old relay controlled system can switch to logic controlled system and how much it costs.</p> <p>In this thesis I went over water cooperatives and how cooperatives operate. I discuss wastewater pumping stations and how they operate and also about relays and logic control systems. Finally I calculated how much it costs to replace the old relay controlled system with logic controlled system and if the replacement is reasonable.</p> <p>The thesis shows that maintenance of pumps and whole pumping station is much easier with logic controlled system. The replacement sounds pretty expensive but logic controlled systems are much better than relays today. The replacement is reasonable for example when overall service is performed to pumping station.</p> |                     |  |  |
| Subject headings, (keywords)<br>logic, pumping stations, control systems, wastewater, water cooperatives, programming, planning  |                     |  |  |
| Pages<br>34 p + Appendices 24 p  | Language<br>Finnish | URN  |  |
| Remarks, notes on appendices   |                     |  |  |
| Tutor<br>Teemu Manninen  |                     | Bachelor's thesis assigned by<br>Water cooperative Vesihäisi |  |

## SISÄLTÖ

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | JOHDANTO .....   | 1  |
| 2   | VESIOSUUSKUNTA.....  | 2  |
| 2.1 | Vesiosuuskunta Vesihiisi.....                                      | 3  |
| 2.2 | Vesiosuuskuntaa säätelevät lait, asetukset ja velvollisuudet ..... | 3  |
| 2.3 | Jätevesijärjestelmä osuuskunta Vesihidessä.....                    | 4  |
| 3   | JÄTEVEDENPUMPPAAMO.....  | 5  |
| 3.1 | Nykyinen ohjausjärjestelmä.....                                    | 8  |
| 3.2 | Rele .....   | 10 |
| 4   | OHJELMOITAVA LOGIIKKA .....  | 11 |
| 4.1 | Rakenne .....  | 12 |
| 4.2 | Logiikkatyypit.....  | 14 |
| 4.3 | Mitsubishi Alpha ohjelmitava pienoislogiikka.....                  | 15 |
| 5   | JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU .....                                     | 17 |
| 5.1 | Ohjauspiirikaavio ja pääpiirikaavio .....                          | 18 |
| 5.2 | Pääkaavio ja kokoonpanopiirustus .....                             | 21 |
| 5.3 | Ohjelmointi .....  | 23 |
| 6   | KUSTANNUKSET, VERTAILU JA YHTEENVETO.....                          | 28 |
| 6.1 | Relevian kustannukset .....  | 29 |
| 6.2 | Ohjausjärjestelmän vaihdon kustannukset.....                       | 30 |
| 6.3 | Yhteenveto .....   | 31 |
| 7   | PÄÄTÄNTÖ .....   | 33 |
|     | LÄHTEET .....  | 34 |

### LIITTEET

- 1 Vesiosuuskuntaa säätelevät lait ja asetukset
- 2 Ohjauskeskuksen sähköpiirustukset
- 3 Logiikan ohjelma

## 1 JOHDANTO

Haja-asutusalueella olevien kiinteistöjen jätevesijärjestelmien on täytettävä tietyt määräkset vuoteen 2014 mennessä. Kaikissa haja-asutusalueen talouksissa ei ole mahdollisuutta tai ei myönnetä lupaa remontoida nykyisiä olemassa olevia imeytyskenttiä jäteveden käsittelyyn. Näistä määräyksistä johtuen ovat vesiosuuskunnat lisääntyneet Mikkelin ympäristössä ja muualla Suomessa reilusti. Vesiosuuskunnat rakentavat ja ylläpitävät järjestelmää, joka huolehtii jäteveden siirrosta haja-asutusalueilta jäteveden puhdistamoille. Järjestelmän laajuus voi osuuskunnan koosta riippuen olla isokin, mikä sisältää monia kilometrejä putkea ja monta jätevesipumppaamo.

Opinnäytetyössäni suunnittelen ja selvitän jätevedenpumppaamon ohjausjärjestelmän muutosta. Nykyinen ohjausjärjestelmä on tietyissä pumppaamomalleissa toteutettu yksinomaan rele-ohjauksena, joten selvitän, kuinka ohjauksen voi muuttaa logiikka-ohjatuksi ja onko se tarkoituksenmukaista. Olen työni puolesta joutunut perehtymään pumppaamoiden toimintaan ja näin ollen minulle on tullut tutuksi kyseiset laitteet ja niiden mahdolliset ongelmat.

Nykyinen rele-ohjausjärjestelmä on yksinkertainen, mutta kokemus on opettanut, että releiden vikataajuus on kohtalaisen suuri, varsinkin laitteistojen vanhetessa. Kyseisiä jätevesipumppaamoita on työn kohteena olevan vesiosuuskunnan alueella useita, joten ohjausjärjestelmän vertailu on osuuskunnalle kannattavaa ja hyödyllistä.

Työn alkuosassa käyn läpi vesiosuuskunnan toimintaa ja jätevesipumppaamon toimintaa ja tarkoitusta. Selostan nykyisen releohjausjärjestelmän toimintaa sekä ohjausjärjestelmän hyviä ja huonoja puolia. Selvitän työssäni erilaisia ohjelmoitavia logiikoita ja ohjelmoitavan logiikan toimintaa. Työn loppuosassa käsittelen työn tekemistä eri vaiheittain ja suoritan kustannuslaskennan esimerkin avulla. Käsittelen myös, onko ohjausjärjestelmän vaihtaminen kannattavaa ja mitä se tulisi kustantamaan.

## 2 VESIOSUUSKUNTA

Kaavoitetuilla alueilla, kaupungeissa sekä taajamissa ovat lähes aina käytettävissä keskitetyt vesihuoltopalvelut. Kaava-alueiden ulkopuolella on vaihtelevasti tarjolla vesihuoltolaitosten palveluita. 1.1.2004 astui voimaan valtioneuvoston asetus jätevesien käsittelystä. Asetus määrää, että haja-asutusalueilla sijaitsevat kiinteistöt eivät saa laskea luontoon puhdistamatonta jätevettä 1.1.2014 jälkeen. Asetus koskee kiinteistöjä, joilla ei ole mahdollisuutta liittyä kunnalliseen tai muun vesihuoltolaitoksen järjestämään jätevesiverkostoon. (Jätevesiasetus 542/2003.)

Uusi jätevesiasetus sekä riittämätön puhtaan veden tonttikohtainen saatavuus ovat vaikuttaneet vesihuoltolaitosten, lähinnä vesiosuuskuntien perustamiseen. Suomessa on haja-asutusalueille rakennettu jo 1950-luvulta lähtien laajoja vesijohtoverkostoja, aluksi erityisesti Pohjanmaalle. Nämä vesijohtoverkostot ovat käsittäneet vain puhtaan veden, ei jäteveden siirtoa. Haja-asutusalueita palvelevat vesijohtoverkostot ovat yleensä joko kunnan järjestämiä tai nykyisin enemmässä määrin asukkaiden itse perustamien vesiosuuskuntien järjestämiä. Mikäli alueella jo toimii vesijohtoverkosto, ei asuinkiinteistön yleensä kannata harkita omaa veden ja jäteveden hankintaa ja käsitteilyä. Jos alueella toimii vesihuoltoverkosto, jolla on kunnan hyväksymä toiminta-alue, on kiinteistön pääsääntöisesti liityttävä verkostoon. (Värjä & Mikkola 1996, 31.)

Vesiosuuskunta on yhdyskunnan vesihuollosta huolehtiva vesihuoltolaitos. Lain tarkoittama vesihuoltolaitos vesiosuuskunta on, kun siinä on liittyneenä yli 50 asukasta tai sen vuorokaudessa kuluttama vesimäärä tai tuottama jätevesi määrä on yli 10 m<sup>3</sup>. Edellistä pienemmät vesiosuuskunnat eivät ole lain tarkoittamia vesihuoltolaitoksia. (Heino ym. 2005, 10.)

Vesiosuuskunta on myös yritys, jonka omistavat ja sitä hallitsevat vesiosuuskunnan jäsenet. Osuuskunnan jäseniä ovat kaikki ne, jotka ovat maksaneet osuuskunnan jäsen- ja liittymämaksun sekä liittyneet käyttämään osuuskunnan tuottamia palveluita. Osuuskuntalaki (28.12.2001/1488) ei määrää osuuskunnalle minimipääomaa. Osuuskunnan voi perustaa vähintään kolme jäsentä tai yhteisöä. Osuuskunta harjoittaa taloudellista ja hyödyllistä toimintaa jäsentensä hyväksi, mutta osuuskunnan tarkoitus ei ole voiton tavoittelu sijoitetulle pääomalle.

## **2.1 Vesiosuuskunta Vesihiisi**

Vesiosuuskunta Vesihiisi on 21.9.2004 perustettu vesihuoltolaitos kehittämään Mikkelin kaupungin pohjoisosan vesihuoltoa Rämälän ja Hiirolan alueella. Vesiosuuskunnan sääntöjen (2004) mukaan tavoitteena ja tarkoituksena on rakentaa, ylläpitää ja hoitaa vesi- ja viemärlaitosta pääasiassa jäsenille. Osuuskuntaa ylläpidetään pääasiallisesti talkootöinä pois lukien kirjanpidolliset tehtävät. Myös mahdolliset järjestelmään liittyvät vikatilanteet pyritään pääasiallisesti hoitamaan itse, koska huoltoliikkeen kutsuminen pienen vian takia on kallista. Suurin osa vioista joita järjestelmässä on, ovat jätevesipumppaamoissa, niissäkin pääasiallisesti kiinteistökohtaisissa pumpaamoissa. Viat ovat yleensä vain likaantumisia. Nämä viat on helppo korjata itsekin, joten huoltomiehen kutsuminen joka kerta tulisi erittäin kalliiksi osuuskunnalle. Osuuskunta on kuitenkin lisäksi tehnyt huoltosopimuksen paikallisen putkiurakointiliikkeen kanssa, joka hoitaa pumppaamoiden vuosittaiset huollot ja tarvittaessa vika-päivystyksen.

Ensimmäinen vaihe osuuskunnasta rakennettiin vuonna 2007. Tässä ensimmäisessä vaiheessa rakennettiin järjestelmä Rämälän alueelle. Samassa yhteydessä myös rakennettiin liitokset kaupungin vesilaitoksen jäte- ja puhdasvesijärjestelmiin. Ensimmäisessä vaiheessa liittyneitä kiinteistöjä oli noin 40 kappaletta. Liittyneet olivat pääasiassa yksityisiä kiinteistön omistajia, mutta muutama pieni yritys ja maatila olivat myös liittyneiden joukossa. Toista vaihetta osuuskunnasta alettiin rakentaa vuonna 2010, ja sen rakentaminen jatkuu vuodelle 2011 asti. Toisessa vaiheessa yksityisiä kiinteistöjä tuli yli 70 kappaletta lisää. Lisäksi toisessakin vaiheessa oli mukana muutama pieni yritys ja maatila. Yritysten ja maatilojen mukanaolo edesauttoi osuuskuntaa saamaan EU:lta avustuksia rakentamiseen molemmissa vaiheissa. Näiden lisäksi koko osuuskuntaan on jälkikäteen liittynyt noin 10 uutta kiinteistöä.

## **2.2 Vesiosuuskuntaa säätelevät lait, asetukset ja velvollisuudet**

Vesiosuuskunta on osakkaiden itsensä omistama yhteisö ja näin ollen sitä säätelevät useat lait ja asetukset. Päällimmäisenä on osuuskuntalaki joka määrittelee osuuskunnan toiminnan. Koska vesiosuuskunnassa on kyse puhtaan- ja jäteveden jakelusta, on vesihuoltolaki myös olennaisena osana sen toimintaa. Osuuskuntatoiminta on Suomessa vahvaa ja laaja-alaista, joten osuuskunnille on laadittu aimo kasa erilaisia toi-

mintaohjeita. Keskeisimmät lait ja asetukset on esitetty liitteessä 1. Liitteessä esitettyjen lisäksi osuuskuntaa säätelee vielä osuuskuntalaki (28.12.2001/1488).

Vesiosuuskunta on vesihuoltolaitos, joka huolehtii jäseniensä vesihuollosta. Vesihuoltolaitoksen velvollisuus on huolehtia vesihuollosta toiminta alueellaan. Tämä tarkoittaa sitä, että talousvesi täyttää terveydensuojelulaissa määritellyt laatuvaatimukset. Velvollisuuksina on myös tarkkailla raakaveden menekkiä ja hävikkiä verkossa. Tiedottamisvelvollisuus velvoittaa osuuskuntaa tiedottamaan jäsenilleen osuuskunnan taloudesta, toimittamansa veden laadusta ja siitä, mihin osuuskunnan perimät maksut perustuvat. (Raudasoja 2009, 8.)

Vesiosuuskunnan säännöt (2004), määrittelevät kiinteistön omistajan velvollisuudeksi huolehtia siitä, että viemäriverkoston ei joudu sopimuksen vastaisia haitta-aineita tai muuta sinne kuulumatonta tavaraa. Esimerkiksi erilaisia materiaaleja ja tuotteita, jotka voivat vahingoittaa viemäriverkostoa tai vahingoittaa jätevedenpuhdistusprosessia, ei viemäriverkoston saa joutua. Osuuskunnan hallitus on määritellyt sanktiot, jotka lankeavat määräysten vastaisesta menettelystä kiinteistön omistajalle. Vesihuoltolaitokseen liitettävän kiinteistön omistajalle kuuluu myös kiinteistön vesihuoltolaitteet esimerkiksi viemäri- ja vesijohdot liitoskohtaan saakka. Lisäksi liittymistoimenpiteitä varten on kiinteistön omistaja vastuussa osuuskunnalle antamistaan tiedoista.

### **2.3 Jätevesijärjestelmä osuuskunta Vesihidessä**

Jäte- ja puhtaanveden runkolinjan pituus on yli 20 kilometriä, ja sen varrella on seitsemän jäteveden niin sanottua linjapumppaamoja sekä kaksi puhtaan veden paineenkorotusasemaa. Jäteveden pumppaaminen tapahtuu paineviemärijärjestelmänä, eli jätevesi pumpataan kiinteistöiltä eteenpäin paineisena. Hieman ennen linjapumppaamoja linjassa oleva paine puretaan purkukaivoon, josta jätevesi valuu viettona linjapumppaamoon. Lisäksi pienissä sivuhaaroissa on neljä jäteveden pumppaamoja, jotka ovat hieman pienempiä kuin linjapumppaamot. Suurimmassa osassa kiinteistöjä on kiinteistökohtainen pienpumppaamo jäteveden pumppaamiseen. Nämä pienpumppaamot hoitavat jäteveden pumppaamisen kiinteistön tontilta runkolinjaan. Osassa runkolinjan varrella olevissa kiinteistökohtaisissa pumppaamoissa on normaalia suurempi pumpu, jonka tarkoituksena on toimia niin sanottuna piiskapumppuna eli antaa jätevedelle vauhtia linjassa. Joissakin tapauksissa missä kiinteistöt ovat sopivasti lähekkäin, on



jätevesi johdettu viettoviemärinä suoraan linjapumppaamoon, jotta välttyään turhilta pumppaamoiden rakentamisilta. Vastaavasti taas jos kaksi tai useampia kiinteistöjä on lähekkäin, on molempien kiinteistöiden jätevedet johdettu samaan kiinteistökohtaiseen pumppaamoon.

Runkolinjan varrella olevat linjapumppaamot hoitavat jäteveden pumppaamisen eteenpäin linjassa. Viimeisenä oleva suurin linjapumppaamo pumppaa jäteveden Mikkelin vesilaitoksen verkostoon ja sitä kautta jäteveden puhdistamoon. Kaikki runkolinjassa olevat linjapumppaamot ovat toimintaperiaatteeltaan samanlaisia. Pumppaamoiden kapasiteetti ja pumppujen koko pienenee sitä mukaa, mitä pidemmälle linjassa edetään.

Kaikki alueella sijaitsevat kiinteistöt eivät syystä tai toisesta vesiosuuskuntaan liittyneet. Kiristyvät jätevesimääräykset koskevat näitäkin kiinteistöjä joka tapauksessa. Tästä johtuen järjestelmän suunnittelussa on huomioitu alueen nykyinen asutus sekä alueelle mahdollisesti uudet rakennettavat kiinteistöt, jotta nämä voidaan järjestelmään jälkikäteen liittää.

### **3 JÄTEVEDENPUMPPAAMO**

Jätevedenpumppaamo on laitteisto, joka kerää jäteveden säiliöönsä ja pumppaa sen eteenpäin, tässä tapauksessa kohti Mikkelin kaupungin jäteveden puhdistamo. Pumppaamo on tärkeässä roolissa jäteveden siirrossa, joten sen toiminnan on oltava varmaa ja luotettavaa. Pumppaamoita on vesiosuuskunta Vesihidessä kahdenlaisia. Ensimmäisenä ovat kiinteistöpumppaamot, jotka pumppaavat jäteveden verkostoon. Näiden lisäksi verkostossa on väliajoin linjapumppaamoita, jotka toimivat veden siirtäjinä verkostossa eteenpäin, pumppaamolta toiselle. Opinnäytetyön kohteena on linjapumppaamo.

Osuuskunnassa käytössä olevat linjapumppaamot ovat säiliöpumppaamoita (kuva 1), johon verkostosta tuleva jätevesi kerätään. Säiliössä on kaksi oppopumppua, jotka pumppaavat jäteveden jälleen eteenpäin verkostoon. Säiliöpumppaamo on yleisin ja perinteisin pumppaamomalli. Siinä oppopumput lasketaan erillisiä johdeputkia pitkin säiliössä oleviin oppoliittimiin. Uppopumput on varustettu kumisella oppoliittimellä siksi, että pumppu saadaan paikoilleen vain alas laskemalla, eikä kaivossa tarvitse

tehdä erillisiä liitostöitä, esimerkiksi pumpun vaihdon yhteydessä. Pumppaamon sisällä sijaitsevat sulku- ja takaiskuventtiilit, laponestoventtiili sekä tikkaat ja kääntyvä hoitotaso mahdollisia huoltotoimenpiteitä varten. Lisäksi pumppaamot on varustettu säiliössä olevalla lämmittimellä, joka pitää säiliön tarvittaessa lämpimänä. (Oy Grundfos Pumput Ab 2007.)



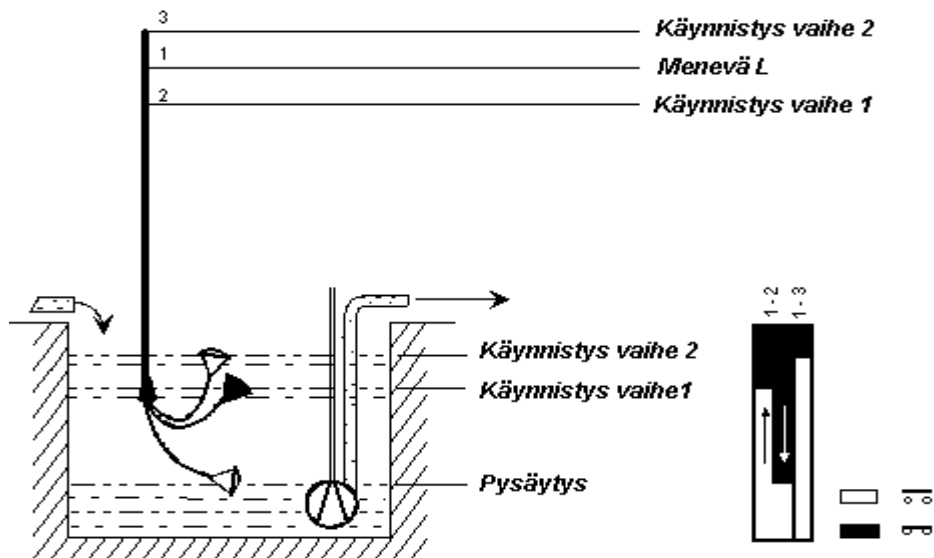
**KUVA 1. Säiliöpumppaamo (Oy Grundfos Pumput Ab 2007)**

Järjestelmän ohjauskeskus (kuva 2) on sijoitettu säiliön päälle, omalle jalustalleen. Ohjauskeskus on valmistettu erikokoisista kovamuovisista koteloista, jotka on liitetty toisiinsa isoksi kokonaisuudeksi. Ohjauskeskus on varustettu lisäksi lukollisella sääsuojakaapilla, joka pitää keskuksen kuivana ja lumelta suojattuna. Ohjauskeskuksessa on varattu oma kotelo sähkömittarille sekä oma kotelo mahdollista erillistä jatkohälytyslaitetta varten. Pumppaamon ohjausjärjestelmä käyttää molempia pumppuja vuorotellen tai tarvittaessa käynnistää toisen pumpun jo käyvän rinnalle. Pumput on suojattu sekä sisäisillä lämpösuojilla, että keskuksessa olevilla lämpöreleillä. Nämä suojauslaitteet huolehtivat, että pumput eivät joudu liikaa kuormitetuiksi ja näin ollen vahingoittuisi.



**Kuva 2. Pumppaamon ohjauskeskus säänsuojakaapissa**

Pumppujen oikea-aikaisen käynnistymisen hoitaa pinnanohjauskytkin (kuva 3). Pinnanohjauskytkin on kaksiasentoinen. Veden pinnan noustessa kaivossa nousee pinnanohjauskytkin veden pinnan mukana. Saavuttaessaan ensimmäisen käynnistystason käynnistyy ensimmäinen pumppu. Veden pinnan laskiessa laskee myös pinnanohjauskytkin ja tullessaan alarajaan se sammuttaa pumpun. Tilanteessa, jossa veden tulo on niin raju, ettei ensimmäinen pumppu ehdi tyhjentämään kaivoa ja vedenpinta jatkaa nousuaan, nousee pinnanohjauskytkin seuraavalle tasolle. Saavuttaessaan toisen tason kytkin käynnistää toisenkin pumpun jo käyvän pumpun rinnalle, jotta vedenpinta saadaan laskuun. Vedenpinnan laskettua toisen käynnistystason alapuolelle sammuu jälkimmäinen pumppu ja ensimmäinen jatkaa käyntiään, kunnes alaraja on jälleen saavutettu.



**KUVA 3. Pinnanohjauskytkimen toimintaperiaate**

Mahdollisten häiriötilanteiden varalle on säiliöön sijoitettu toinenkin pinnanohjauskytkin, joka on ylempänä kuin varsinainen käynnistysohjauskytkin. Tämä kytkin ohjaa hälytyksen päälle, jos pinnankorkeus kaivossa on noussut yli molempien käynnistysrajojen. Pumppaamoita ei koskaan varusteta pelkästään yhdellä pinnanohjauskytkimellä. Ohjauskytkimiä täytyy aina olla vähintään kaksi, jotta mahdollisesti toisen kytkimen toiminnan häiriintyessä ei jätevettä pääse vuotamaan luontoon. Merkitystä ei ole sillä, käynnistääkö toinen kytkin toisen pumpun vai antaako se hälytyksen. Mahdollinen ylivuotaminen on joka tapauksessa näin estetty. Ylärajahälytyksen lisäksi hälytyksen antaa myös lauennut lämpörele tai pumpun sisäisen suojan laukeaminen. Pumppaamon keskuskaapin katolle on sijoitettu punainen hälytysvalo, joka syttyy mahdollisen häiriötilanteen seurauksena.

Kaikkein suurempia pumppaamomalleja on toteutettu ELSA 2000 -logiikkamallilla. Nämä mallit on pääasiallisesti tarkoitettu vain erittäin suurien jätevesimäärien pumppaamiseen, kuten kaupunkien sisäisessä verkostossa ja osuuskuntien liittospisteessä kaupunginverkkoon. Näissä malleissa on pinnanohjaus hoidettu paineanturimenetelmällä. Paineanturi havaitsee veden paineen ja sen perusteella päättelee pinnan korkeuden. Paineanturi ei ole herkkä likaantumiselle, joka tavallisessa pinnanohjauskytkimessä on mahdollista. Näissä suurissakin pumppaamomalleissa on kuitenkin tavallinen pinnanohjauskytkin, joka hoitaa hälytyksen pinnan noustessa liian korkealle.

### **3.1 Nykyinen ohjausjärjestelmä**

Pumppaamon nykyinen ohjausjärjestelmä on toteutettu pääasiallisesti releohjauksena. Releillä toteutettu ohjausjärjestelmä on yksinkertainen, mutta vaatii paljon johdottamista keskuksen valmistusvaiheessa. Pumppaamon sähkökeskuksessa on monta relettä, jotka ohjaavat pumppaamon eri toimintoja. Muun muassa pumppujen käynnistys, eri hälytykset ja hälytyksien siirto on toteutettu releillä. Releinä on käytetty pääasiallisesti pieniä pistokantareleitä, ne vievät vähän tilaa ja ovat monitoimisia, eli releessä on monet eri kärjet. Kylmyys on Suomen olosuhteissa aina otettava huomioon, ja se vaikuttaa osaltaan releiden toimintakyvyn ja kestoajan heikkenemiseen. Keskuksiin on asennettu pieni vastuskaapeli lämmittämään keskusta, mutta se on sijoitettu vain sähkömittarikoteloon. Hieman lämpö sieltä leviää, mutta seurannan tuloksena olen huo-

mannut, että relekotelon sisälläkin lämpötila voi laskea kovilla pakkasilla kuitenkin lähes -20 °C:een.

Releiden huono puoli on, että kärjet nokeentuvat aikojen saatossa ja näin ollen niiden kytkentäkyky heikkenee. Mielestäni releillä toteutettu kytkentä on monimutkainen ja vaatii paljon johdottamista keskuksen valmistusvaiheessa. Grundfos Oy:n huoltotyön-asiiantuntija Eero Oinosen (2010) mukaan linjapumppaamoissa käytetään releitä siksi, että pumppaamoiden keskuksia on haluttu pitää edullisina, koska ne tulevat vesiosuuskuntien käyttöön. Oinonen (2010) on keskustellut asiasta keskusvalmistajan kanssa, ja he ovat tulleet siihen tulokseen, että releillä toteutettu ohjaus on kaikkein edullisin valmistaa ja on heidän mielestään yksinkertainen. Valmistuskustannukset ovat varmasti edullisemmat kuin logiikalla toteutettuna, mutta kokemukseni on osoittanut releiden olevan kuitenkin kohtalaisen heikkoja ajan saatossa. Poikkeuksiakin tietysti on, mutta myös puutteita.

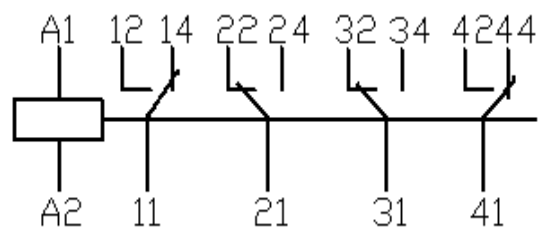
Pumppujen vuorottelu on toteutettu sekin releellä, tässä tapauksessa sysäysreleellä. Sysäysreleessä on vaihtokärjet, jotka vaihtavat asentoa aina, kun releen kelaan tulee jännite ja se katkeaa. Pumppujen ohjauspiirit kiertävät sysäysreleen kautta joka kerta, kun pinnanohjauskytkin käynnistää pumpun, vaihtuu ohjaus pinnan laskettua toiselle pumpulle. Pinnanohjauskytkimen kytkiessä toisen pumpun toimintaan jää jännite sysäysreleelle niin pitkäksi aikaa, kunnes kyseinen pumppu jälleen sammuu. Tämä jännitteen pitäminen releellä rasittaa sysäysrelettä, koska sitä ei ole siihen varsinaisesti suunniteltu. Sysäysrele on tarkoitettu nimenomaan sysäyksinä tuleville jännitepiikeille. Vain harvat sysäysreleet kestävät jatkuvampaa jännitettä. Nämä ovat vastaavasti taas hieman arvokkaampia kuin tavalliset sysäysreleet. Olen törmännyt jopa tilanteeseen, että rele on hajonnut jo ensimmäisillä käyntikerroilla. Seurauksena siitä oli toinen pumppu käynyt yli 600 tuntia ja toinen pumppu alle 10 tuntia.

Releillä toteutetussa ohjausjärjestelmässä on pumppaamon ja pumppujen valvonta vaikeaa, ellei mahdoton toteuttaa. Nykyisessä ohjausjärjestelmässä ei ole esimerkiksi huomioitu tilannetta, että pinnanohjauskytkin vikaantuu tai jää johonkin jumiin, jolloin se ei sammuta pumppua alarajalla. Tämän seurauksena pumppu voi jäädä käyntiin, vaikkei kaivossa enää vettä olisikaan, eli pumppu käy kuivana. Linjapumppaamot sijaitsevat usein kauempana asutuksesta, joten pumppu saattaa käydä erittäin pitkän aikaa, ennen kuin mahdollinen vika huomataan.

Täysin valvomattomia eivät pumppaamot kuitenkaan tässä osuuskunnassa ole. Linjapumppaamoihin on asennettu jälkikäteen GSM-hälytyslaitteet. Hälytyslaitteet havaitsevat kuitenkin vain ylärajahälytyksen. Ylärajahälytys on kuitenkin tarkoitettu vain mahdollisen ylivuotamisen estämiseksi. Releistä on mahdollista ottaa esimerkiksi lämpöreleen laukeamisen ilmaiseva hälytys tai pumpun sisäisen lämpösuojan laukeamisen ilmaiseva hälytys. Nekään eivät ilmaise tai estä mahdollista kuivakäyntiä, koska pumppu voi käydä lähes ikuisesti, ennen kuin lämpörele tai sisäinen suoja laukeavat. Kaukana asutuksesta sijaitsevat pumppaamot tarvitsevat mielestäni edes ylärajahälytyksen sisältävän kaukovalvonnan.

### 3.2 Rele

Rele (kuva 4) on kytkimen tapainen sähkömekaaninen ohjauslaite, jonka toiminta perustuu sähkömagneettiin. Tavallinen kytkin tekee kytkennän mekaanisen liikkeen avulla, kun taas rele tekee kytkennän sähkövirran avulla. Releillä voidaan esimerkiksi kytkä pienellä virralla suuriakin virtoja tai vaihtovirralla tasavirtaa. Pienimmät releet voidaan juottaa suoraan piirilevyyn. Keskikokoiset releet kiinnitetään omaan kantaansa, joka voidaan kiinnittää esimerkiksi 35 mm:n C-kiskoon. Kaikkein suurimpia releitä kutsutaan kontaktoreiksi. Niissä on pääkoskettimet, jotka hoitavat varsinaisen kytkennän. Kontaktoreissa voi olla myös apukoskettimia, esimerkiksi tilatietoa varten. (Fonselius ym. 1996, 92.)



**KUVA 4. Pistokantarele ja sen kytkentä**

Releen sisällä olevaan käämiin kytketään virta, jonka seurauksena käämin sisällä oleva rautasydän tulee magneettiseksi. Rautasydän vetää releen liikkuvat koskettimet kiinni paikallaan oleviin koskettimiin tai irrottaa ne toisistaan, riippuen releen rakenteesta. Kun releen käämiltä katkaistaan virta, palautuvat koskettimet takaisin alkuasentoon, joko jousivoiman tai esijännityksen avulla. Tietyissä releissä voivat koskettimet myös jäädä paikoilleen, esimerkiksi sysäysreleessä.

Releen mekaaninen kestävyys on rajallinen, koska mekaaninen liike on kuluttavaa. Releessä on kytkentäkoskettimet, jotka liikkuvat mekaanisesti ja ovat näin ollen potentiaalinen vikakohde, kulumisen seurauksena. Rele kestää laadusta riippuen noin miljoona kytkentäkertaa hyvissä, kuivissa olosuhteissa. Olosuhteiden ollessa kylmät tai muuten mekaanista liikettä rasittavat, lyhenee releen kestoikä oleellisesti. Releen korvaajaksi ovat tulossa puolijohdereleet, jotka ovat puolijohdekomponentteja, joissa kytkentä tapahtuu ilman mekaanista liikettä. Koska releillä tapahtuvat kytkennät ja katkaisut tapahtuvat virrallisena, aiheuttaa se releen kosketinpintojen kulumista ja palamista. Kosketinpintojen kulumisen tai kiinni hitsautuminen on releissä yleinen vika, joka johtaa vääjäämättä releen toimintakunnon heikkenemiseen. Releet ovat pääsääntöisesti hajotessaan uusittava, lukuun ottamatta kontaktoreita, joihin voidaan vaihtaa pelkkä kelaosa. (Fonselius ym. 1996, 92.)

#### **4 OHJELMOITAVA LOGIIKKA**

Automaatiossa käytetään paljon ohjausjärjestelmää, jossa järjestelmä saa työalueelta kaksitilaista on/off -tyyppistä tietoa. Samoin monet toimilaitteet toimivat käyntiin/seis-tai auki/kiinni- tyyppisillä komennoilla. Aiemmin tällaiset ohjaukset toteutettiin pelkästään releillä, joka johti poikkeuksetta monimutkaisiin johdotuksiin ja suureen komponenttimäärään.

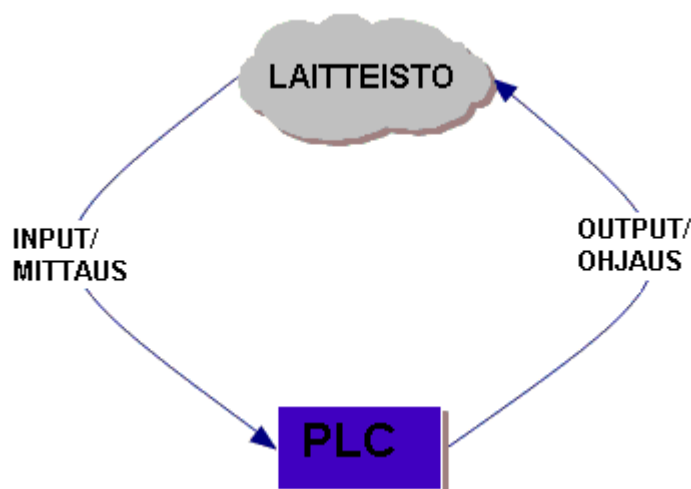
Aloite ohjelmoitavien ohjausyksiköiden kehittämiseksi tuli autoteollisuudelta, jossa oli jo pitkään käytetty mekanisoituja tuotantolinjoja. Autoteollisuus myös ensimmäisenä otti käyttöön ohjelmoitavat logiikat, koska pelkällä ohjelmamuutoksella voitiin korvata ohjausjärjestelmämuutoksen vaatimat uudelleen johdotukset. General Motors esitti vuonna 1968 ensimmäisenä vaatimuksia ohjelmoitavalle logiikkaohjaukselle. Vaatimuksina olivat seuraavat: Laitte oli oltava ohjelmoitavissa ja voitava ohjelmoida uudelleen käyttötarkoituksen muuttuessa, ja sen oli kestävä vaihtosähkösignaaleja,

joita tulee painonapeilta ja rajakytkimiltä. Sen lisäksi vaadittiin, että laitteiden on toimittava moitteettomasti teollisuuden konepajoissa. Sen lähtöjen tulee kestää laitteiden aiheuttama kuorma sekä käynnistyksessä että jatkuvassa ajossa ja hinnan tulee olla kilpailukykyinen jo olemassa oleviin releohjauksiin verrattuna. (Keinänen ym. 2001, 241–243.)

Markkinoille nämä vaatimukset täyttäviä laitteita alkoi tulla vuosina 1968...1969. Termin PLC (Programmable Logic Controller) otti ensimmäisenä käyttöön Bedford Associates, joka myös myöhemmin patentoi keksinnön. Aluksi jotkin yhtiöt käyttivät myös lyhennettä PC (Programmable Controller), mutta siitä luovuttiin, kun IBM ryhtyi käyttämään henkilökohtaisesta tietokoneesta samaa lyhennettä (Personal Computer). (PLCtutor.)

#### 4.1 Rakenne

Ohjelmoitava logiikka on mikroprosessoripohjainen laite, jossa on tulo- ja lähtöportteja. Näihin portteihin on kytketty kentällä olevia antureita (tuloportit) ja toimilaitteita (lähtöportit). Logiikka ohjaa lähtöportteihin kytkettynä olevia toimilaitteita käyttäjän tekemän ohjelman ja tuloportteihin kytkettynä olevien antureiden ja painikkeiden perusteella (kuva 5). Ohjelma, jonka perusteella logiikka toimii, rakennetaan tietokonepohjaisella ohjelmalla. Tämä ohjelma tallennetaan logiikan paristovarmenteiseen RAM-muistiin tai muuhun vastaavaan pysyvään muistiin.



**Kuva 5. Logiikan toimintaperiaate**



Alun perin tarkoituksena oli, että logiikan ohjelmointi olisi niin yksinkertaista, ettei tarvittaisi tietokoneen ohjelmointitaitoja. Ohjelmointityön tekisivät samat henkilöt, jotka aiemmin suunnittelivat ohjaukset releillä ja langoitettavilla logiikoilla. Tarkoituksena oli myös, että huoltohenkilöstö pystyisi lyhyen koulutuksen jälkeen tekemään ohjelmaan tarvittavia muutoksia käyttöönottovaiheessa ja myöhemmin varsinaisessa käytössä. Tämän vaatimuksen takia järjestelmään täytyisi kuulua yksinkertainen käyttöliittymä, jolla viat voitiin paikallistaa ja korjata sekä tehdä ohjelmaan tarvittaessa muutoksia. Kun näitä vaatimuksia arvioi tällä hetkellä, voi todeta kehityksen olleen juuri kuvatunlainen ja vaatimukset täyttävä. (Keinänen ym. 2001, 242-243.)

Ohjelmoitavan logiikan ulkoisia liitäntöjä kutsutaan nimityksillä tulo ja lähtö. Nimitykset tulevat termistä I/O eli input/output. Tuloportteihin liitetyistä laitteista logiikka saa tietoa järjestelmän tilasta ja lähtöportteihin liitettyjen laitteiden kautta se ohjaa järjestelmää. Logiikan sisääntuloja on kahdenlaisia, digitaalisia ja analogisia. (PLC-tutor.)

Logiikan lähdöt ovat yleensä niin sanottuja relelähtöjä. Relelähdössä ei kuitenkaan nimestä huolimatta ole relettä vaan kärjet jotka mallista riippuen joko sulkeutuvat tai avautuvat lähdön tullessa aktiiviseksi. Joissakin malleissa kärjet voivat olla myös niin sanotut vaihtokärjet eli lähdön ollessa ei-aktiivinen on toinen kärki kiinni ja toinen auki. Vastaavasti lähdön tultua aktiiviseksi kiinni oleva kärki avautuu ja auki oleva kärki sulkeutuu. Vaihtokärki paketissa on siis yhteensä kolme kytkentä liitintä, joista yksi on yhteinen liitin. Kaksi muuta liitintä on vaihtokärkien toiset puolet. Toinen on kiinni ja toinen auki. Lähtöjen kokonaismäärä, kuten myös tulojen kokonaismäärä, riippuu logiikan tyypistä ja varustelutasosta.

Digitaaliset sisääntulot ovat kuin kytkimiä. Ne ilmaisevat vain päällä tai pois-tilan (1 tai 0, tosi tai epätosi). Esimerkiksi painikkeet, valokennot ja rajakytkimet ovat laitteita, joissa on digitaalinen lähtö, joka tulee logiikalle digitaalisena tulona. Digitaalisena signaalina käytetään yleensä jännitettä tai virtaa, jossa suureen tietty alue tulkitaan ykköseksi ja toinen alue nollassi. Esimerkiksi jos ohjaus on toteutettu 24 voltin tasajännitteellä, tulkitaan yli 15 voltin jännite sisääntulossa 1-tilaksi ja alle 5 voltin jännite sisääntulossa 0-tilaksi. Näiden jännitteiden väliin jäävää jännitealuetta kutsutaan väli-tilajännitteeksi (kielletty vyöhyke). Logiikka ei osaa tulkita sisääntulojännitettä, joka sattuu tälle alueelle, koska se ei ole 0-tila eikä 1-tila, joten se voi aiheuttaa logiikassa

virhetilan ja sisääntulon tulkinta voi olla kumpi vaan. Yleensä logiikka ei huomioi välitilajännitettä millään lailla, mutta virhemahdollisuus on kuitenkin olemassa. Välitilajännite on kuitenkin oltava, koska erilaiset sähköiset häiriöt voivat olla johtimissa tai toimilaitteissa mahdollisia. Esimerkiksi jos päälle kytkentä tapahtuisi alueella 15–24 voltia ja pois kytkentä alueella 0-15 voltia. Häiriöiden seurauksena sisään tuleva päälle kytkentä jännite vaihtelisi esimerkiksi 12 ja 18 voltin välillä, aiheuttaisi jännitteen vaihtelu aina kytkentätilan muutoksen. Välitilajännitealue estää tämän virhemahdollisuuden. Joten logiikan sisään tuleva jännite voi vaihdella hieman aiheuttamatta kuitenkaan kytkentätilan muutosta.

Analogiset tulot ovat kuin säätimiä. Ne antavat signaalia koko toiminta-alueen ääripäiden välillä. Yleensä analogiset arvot tulkitaan ohjelmoitavassa logiikassa kokonaisluvuiksi, koska tarkkuus riippuu käytettävissä olevasta laitteistosta ja muistin määräs-  
tä. Mitä tarkempia arvoja halutaan, sitä tarkemmat on oltava laitteet ja sitä enemmän tarvitaan käytettävää muistia. Tyypillisiä analogisia laitteita ovat esimerkiksi paine- ja lämpötilalähettimet. Signaalin arvo voi olla mitä tahansa koko valitulla mitta-alueella. Analogiaviestit ovat yleensä 4-20 mA tai +-10 V sekä olemassa on myös erillisiä vastuskortteja, joihin voidaan tuoda tietoa suoraan esimerkiksi PT-100 anturilta.

## 4.2 Logiikkatyypit

Perinteisesti logiikat jaetaan kahteen ryhmään, pieniin kompakteihin niin kutsuttuihin mikrologiikoihin tai eri moduuleista koostuviin modulaarisiin logiikoihin. Mikrologiikoita kutsutaan myös ohjelmoitaviksi releiksi, älyreleiksi tai pienoislogiikoiksi. Mikrologiikoita on käytössä pääasiassa Euroopassa. Pienet kompaktin kokoiset logiikat ovat edullisia, mutta rajallisesti laajennettavissa olevia logiikoita. Yleensä näissä on noin 10–30 tuloa/lähtöä, ja ne on tarkoitettu pienten koneiden tai laitteistojen ohjaukseen. Näiden logiikoiden ohjelmointikieli on suurempiin logiikoihin verrattuna alkeellista, mutta niiden etuna on nimenomaan ohjelmoinnin ja toiminnan yksinkertaisuus. Mikrologiikoita ovat esimerkiksi Klöckner Moeller Easy, Siemens Logo, Schneider Electric Zelio sekä tässä työssä käytettävä Mitsubishi Alpha.

Modulaarinen logiikka muodostuu jännitelähdetyksistä, prosessoriyksiköistä ja tapaukseen vaadittavasta määrästä I/O-yksiköistä. Yksiköt asennetaan korttikehikoihin tai takalevyihin, joista koko logiikan kokoonpano koostuu. Logiikassa voi olla useita ke-

hikoita, joissa yhteen kehikkoon mahtuu 3-12 yksikköä. Yksittäiset I/O-kortit ja laajennus kehikot liittyvät prosessoriin I/O-väylän avulla. I/O-väylä on biteistä koostuva väylä, jonka avulla eri laitteet ja prosessori keskustelevat keskenään. (Fonselius ym. 1996, 105–111.)

Tähän ryhmään voidaan myös lukea logiikat, joissa on käyttöliittymä samassa yhteydessä. Tällaisissa logiikoissa on se etu, että logiikka ja käyttöliittymä saadaan sijoitettua pieneen tilaan. Esimerkiksi Siemensillä tällainen mallisarja on C7. Siinä käyttöliittymä on mahdollista saada joko kosketusnäytöllisenä tai painikkeilla varustettuna. Joitakin tämän mallisia logiikoita ei pysty laajentamaan, mutta joitakin voidaan laajentaa aivan tavallisilla I/O-yksiköillä. Näitä käyttöliittymällä varustettuja malleja käytetään paljon esimerkiksi rakennusautomaatiossa ja pienissä konekokonaisuuksissa.

### **4.3 Mitsubishi Alpha -ohjelmoitava pienoislogiikka**

Tässä työssä käytettävä Mitsubishi Alpha -logiikka on niin sanottu pienoislogiikka, joka on malliltaan Mitsubishi Alpha AL2-24MR-A. Kaikki logiikan komponentit on sijoitettu samaan kompaktiin pakettiin. Kuitenkin siinä on mahdollisuus jopa 15 sisään-tuloon ja 9 ulostuloon. Sekä sisään-tuloja että ulostuloja on vielä mahdollisuus laajentaa neljällä. Analogisiin sisään-tuloihin voidaan liittää muun muassa 0-10 voltin tietoa tai 4-20 milliampeeritietoa sekä astetietoa mahdollisilta lämpötila antureilta. 4-20 milliampeeri tiedon sisään-tuloa voidaan pumppaamokäytössä hyödyntää esimerkiksi paineanturityyppistä pinnankorkeusanturia käytettäessä. Paineanturimallinen pinnankorkeusmittaus ei ole läheskään niin herkkä likaantumisen aiheuttamille häiriöille kuin perinteistä pinnaohjauskytkintä käytettäessä. Alphaa on saatavilla 24 voltin mallisena (kuva 6), jossa on 24 voltin sisään-tulot, sekä 230 voltin mallina, jonka sisään-tulot kestävät myös 230 voltia. Logiikkaa ohjelmoidaan erillisellä Windows pohjaisella ohjelmointiohjelmalla, joka on ilmainen. Tässä työssä on käytetty 230 voltin logiikkaa, koska muuntajan asentaminen kylmässä ulkotilassa olevaan keskukseen ei ole järkevää.



**KUVA 6. Mitsubishi Alpha -logiikka varustettuna GSM modeemilla**

Logiikkaan on saatavilla useita erillisiä lisäosia, joilla saadaan lisättyä logiikan käyttö-tarkoituksia ja käyttökohteita sekä erilaisia laajennusosia, joilla voidaan helposti muuttaa logiikkaa juuri halutulla tavalla. Saatavilla on myös logiikkaan liitettävä GSM-hälytysmodeemi, jolla voidaan lähettää tarvittavia hälytystietoja. Modeemilla voidaan tarvittaessa antaa käskyjä logiikalle tarvitsematta itse olla paikalla ohjelmoi-massa logiikkaa. Modeemin avulla voidaan lisäksi lähettää logiikan näyttötieto käyttä-jälle esimerkiksi sähköpostitse tai tekstiviestinä. Logiikassa on itsessään 12 x 4 -ruutuinen LCD-näyttö, johon saadaan näkymään kaikki tieto, esimerkiksi hälytykset, laskurit ja analogiatiedot.

Alpha logiikan valitsin tähän työhön siksi, koska sen pakkasenkestävyys on hyvä. Valmistaja lupaa Alpha logiikan kestävän jopa -25 asteen pakkasta. Sellainen pakka-sen kestävyys on elektronisilla laitteilla erittäin hyvä. Pumppaamon ohjaukseen tarkoi-tettavan logiikan on ehdottomasti pakkasta kestävä mielellään lähes 20 astetta. Pak-kasenkestävyyden lisäksi valintaan vaikutti koko logiikkapaketin hinta. Alpha on koh-tuullisen edullinen paketti ottaen huomioon, että siinä on niin paljon sisään- ja ulos-tuloja. Yleisissä pienislogiikoissa, kuten Klöckner Moeller Easy:ssä tai Siemensin Logossa, on vähemmän tuloja ja lähtöjä, eivätkä ne olisi riittäneet tässä tapauksessa pumppaamon vaatimiin tarpeisiin.

## 5 JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

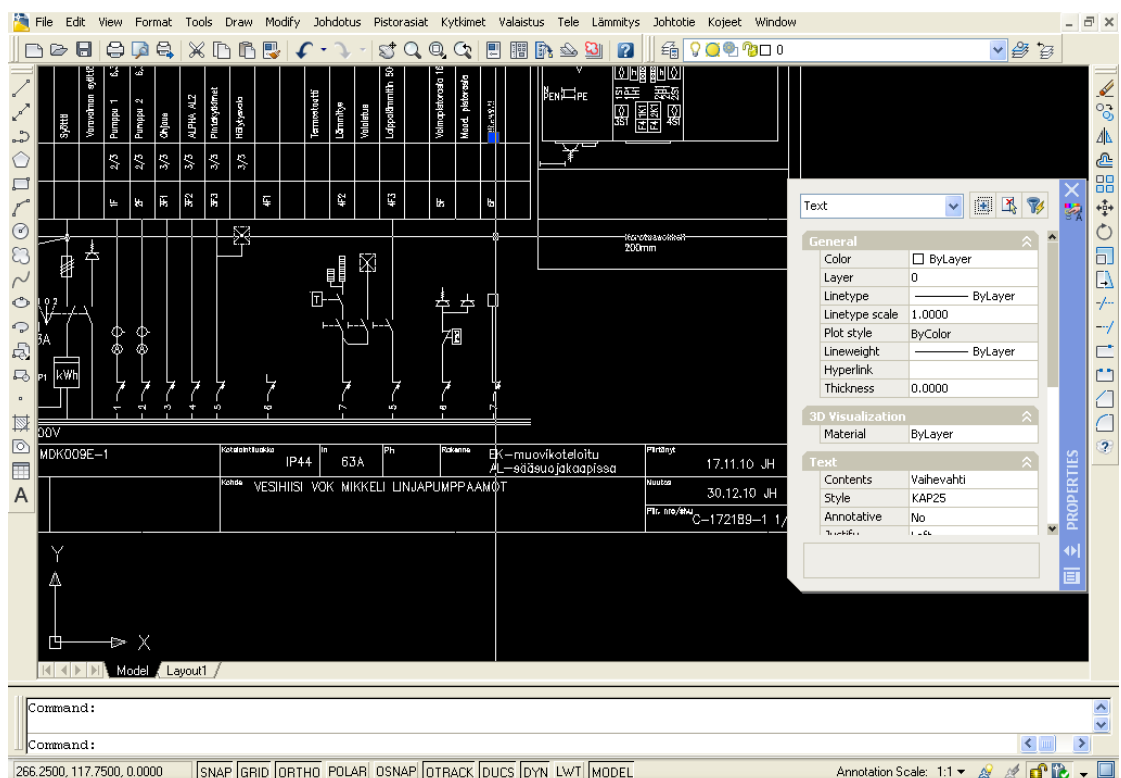
Järjestelmän suunnittelussa oli ensimmäisenä otettava huomioon vanha keskusotelo ja pumppaamon vaatiman järjestelmän laatu ja koko. Koko suunnitteluprosessissa piti ottaa huomioon mahdolliset puutteet, joita järjestelmässä ja sen toiminnassa mielestäni oli. Lisäksi huomioin mahdolliset laitteiston vikatilanteet. Esimerkiksi pumpun vikaantuessa on keskuksen kanteen lisätty ohituskytkin, jolla pystytään antamaan logiikalle tieto, ettei pumppu ole paikoillaan tai kytkettynä. Samoin jos logiikka vikaantuu, on keskuksen kannessa kytkin, jolla pumppuja pystytään käyttämään käsikäyttöisesti. Koska olin joutunut aiemminkin tekemisiin jätevedenpumppaamoiden kanssa, oli minulla itselläni jo tiedossa korjaustoimenpiteet ohjausjärjestelmään. Samoin entuudestaan laitteiden tunteminen helpotti koko prosessin suunnittelua siten, että tietää, mikä tarkoitus laitteistolla on ja kuinka se pitäisi toteuttaa.

Suomen olosuhteissa on suunnittelussa otettava myös huomioon kylmyys ja muut mahdolliset sääilmiöt, joita Suomessa on. Suunnittelin pieniä muutoksia keskuksen sisältöön sekä kokoonpanopiirustukseen. Itse logiikan ohjelmointi oli aluksi haastava, koska en ole kyseistä lajia harrastanut ja oli muistettava ottaa kaikki mahdolliset eteen tulevat asiat huomioon. Kokoonpanopiirustuksen ja piirikaavion suunnitteleminen oli tässä mielessä helpompaa, koska aikaisemmin olen joutunut näitä asioita pohtimaan. Lisäksi AUTOCAD ohjelman käyttö oli jo entuudestaan tuttua ja näin ollen hieman helpompaa.

Aloitin projektin suunnittelemisen tekemällä ohjelman Mitsubishi Alpha logiikkaan. Tekemällä ohjelman ensin saa selville tarvittavien tulojen ja lähtöjen määrän, jonka perusteella taas saa selville tarvittavien johdotuksien määrän. Logiikan ohjelman valmistuttua aloitin seuraavaksi ohjauspiirikaavion toteuttamisen. Sen tekeminen oli hieman helpompaa, vaikkakin en löytänyt valmista logiikkapohjaa, joten jouduin piirtämään ensimmäiseksi logiikan tulot ja lähdöt erilliselle pohjalle. Seuraavana tein pääpiirikaavion, jossa näkyy pumppujen pääsähköt ja riviliitin kuvat ja kytkennät. Viimeisenä tein kokoonpanopiirustuksen ja pääkaavion. Kokoonpanopiirustus piti suunnitella jo olemassa olevaan keskukseen, joten se oli helppo toteuttaa, koska nykyinen keskus antoi komponenteille ja niiden sijoittelulle selkeät rajat. Pääpiirikaavio taas on hyvinkin yksinkertainen tässä tapauksessa, joten se oli kohtalaisen helppo ja nopea toteuttaa.

## 5.1 Ohjauspiirikaavio ja pääpiirikaavio

Kaavioiden ja kokoonpanopiirustuksen piirtämisen toteutin AutoCAD 2008 ohjelmalla, joka soveltui työhön erinomaisesti, koska ohjelman käyttö oli tullut opiskelun aikana tutuksi. Kuvassa 7 on näkymä AutoCAD 2008 ohjelmasta, jossa pääkaavio on työn alla. Kuten aiemmin mainitsin, piti ohjauspiirikaavio suunnitteleminen ja piirtäminen aloittaa logiikkayksikön piirtämisellä. Ohjauspiirikaavio löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 2. Logiikkayksikön piirtäminen oli sinänsä helppo, koska kaikki logiikassa olevat liittimet ja niiden sijainnit olivat tiedossa. Samoin tiedossa oli logiikan relelähtöjen toiminta. Logiikkayksikön valmistuttua oli aloitettava ohjaukseen kuuluvien komponenttien piirtäminen ja sijoittelu ohjauspiirikaavioon. Suunnitellessa ja komponenttien sijoittelussa oli otettava huomioon johdotuksien selkeys, jotta kuvasta ei tulisi turhan sekainen johdotuksien osalta. Komponenttien kokoihin kiinnitin huomiota siinä mielessä, että halusin koko ohjauspiirikaavio mahtuvan yhdelle sivulle, jotta keskusta kytkettäessä olisi kuvaa helppo lukea.



**Kuva 7. Piirtonäkymä AutoCAD ohjelmasta**

Erlaisia komponentteja piirsin kuvaan itse ja joitakin komponentteja löysin valmiina dwg-blokkeina esimerkiksi Internetistä sekä muiden keskuskaavioiden piirikaavioista.

Nämä löytyneet kuvakkeet sain siirrettyä kuvasta toiseen helposti leikkaamalla ja liittämällä. Lisäksi kuvakkeet piti skaalata itselle sopivaan kokoon, koska kaikkia piirikaavioita ei ollut piirretty samalla mittakaavalla kuin omani. Näiden muutaman kuvakkeen löytäminen ei kuitenkaan oleellisesti nopeuttanut työtä, koska kuvakkeet eivät loppujen lopuksi kuitenkaan olleet kovin monimutkaisia. Hiukan valmiit komponentit kuitenkin säästivät aikaa itse piirtämisvaiheessa. Riviliittimet on numeroitu selkeästi juoksevassa numerojärjestyksessä, numerosta yksi alkaen. Väliin jäi muutama liitin tyhjäksi, koska logiikan tulot alkavat numerosta kymmenen. Nämä liittimet voi kokoonpanossa jättää pois tai vastaavasti asentaa paikoilleen varaliittimiksi.

Numero yksi on riviliittimissä varattu tulevalle ohjaussähkölle. Tästä liittimestä ohjaussähkö jakaantuu kaikkiin tarvittaviin paikkoihin, joten liittimiä on oltava vierekkäin kahdeksan kappaletta. Riviliittimelle ei mielellään tuoda kuin yksi johdin puolelleen, mutta tämä ei kuitenkaan ole mikään määräys. Riviliittimelle saa ohjeiden mukaan tuoda useammankin johtimen puolelleen, mutta johdottamisen helpottamiseksi on riviliittimiä riittävästi. Muilla numeroinneilla ei ole juurikaan merkitystä missä järjestyksessä ne menevät, kunhan jonkinlainen logiikka on liittimissä olemassa. Kaikki logiikalle tulevat sisääntulot eli inputit alkavat numerosta kymmenen, koska se oli seuraava vapaa selkeälukuinen liitin. Ulostulot eli outputit alkavat vastaavasti numerosta 25. Keskusta kytkettäessä selviävät johdotuksien oikeat paikat kuitenkin kuvista ja kaavioista.

Ohjauspiirikaavion johdottaminen olikin komponenttien sijoittelun jälkeen helppo tehdä. Varsinaisesta logiikasta poiketen ovat logiikan sisääntulot alapuolella ja ulostulot yläpuolella, koska johdotuksien piirtäminen näin päin teki kuvasta huomattavasti selkeämmän ja helpopoluisemman. Komponenttien johdottamisen aloitin riviliittimistä numero yksi, joka on ohjaussähkön riviliitin. Ohjaussähkö lähtee riviliittimeltä yksi tarvittaviin komponentteihin ja niiltä vastaavasti kyseisen komponentin logiikan tuloliittimeen. Komponenttien ja logiikan tuloliittimien välissä on myös riviliittimet, koska näin saa keskuksen johdottamisesta selkeän ja johdonmukaisen. Riviliittimiltä 12 ja 14 on otettu sivuhaarat pumppujen mahdollista käsikäyttämistä varten, esimerkiksi vikatilanteen varalta. Käsikäyttötoiminto ei kuitenkaan ohita pumppujen suojalaitteita, eli suojalaitteet toimivat, vaikka pumppuja ajaisi käsikäytölläkin. Ohjausjärjestelmään on lisätty ohituskytkin, joka ohittaa pumpun suojalaitteiston siinä tapauksessa, että pumppu joudutaan nostamaan kaivosta ja lähettämään huoltoon. Ohitus

tapahtuu kuitenkin vain ohjelmallisesti logiikassa, koska jos suojalaitteet eivät ole kytkettyinä, tulkitsee logiikka sen viaksi suojalaittepiirissä.

Pääpiirikaavio on toimintakaavio, jossa laitteiston sähköinen toiminta esitetään. Laitteiston sähköiset kytkennät ja yhteydet esitetään pääsähkön osalta pääpiirikaaviossa. Pääpiirikaaviosta nähdään eri laitteiden kytkennät ja komponenttien sijoittelu kytkennässä ottamatta huomioon kuitenkaan niiden todellista sijoittelua ja kokoa. Esimerkiksi virtamittareiden sijainti kokonaiskytkennässä nähdään pääpiirikaaviosta, mutta virtamittareiden oma kytkentä nähdään ohjauspiirikaaviosta. Tämä ero on ohjauspiirikaaviolla ja pääpiirikaaviolla. Riviliittimien määrä ja järjestys on ilmoitettu pääpiirikaaviossa, samoin toimintaan vaikuttavin osin myös sulakkeiden määrä ja nimitykset.

Tavoitteena oli saada pääpiirikaaviosta selkeä ja johdonmukainen, jotta se olisi helppo lukea ja sen perusteella olisi mahdollisimman helppo myös toteuttaa kytkennät. Piirtämisen aloitin jännitelähdettä ilmaisevasta viivastosta kuvan yläreunassa. Tämä viivasto kuvaa keskuksen kiskostoa ja siinä on ilmaistuna kaikki kolme vaihetta, sekä nolla ja suojamaadoitus. Tämän jälkeen piirsin tarvittavat komponentit, joita ei valmiina ollut, ja sijoitin ne kuvaan. Esimerkiksi pumppuja ilmaisevat kuvakkeet löytyivät valmiina kuvakkeina. Niitä tarvitsi vain hieman muokata, jotta sain ne kuvaan sopiviksi. Kuvakkeet olivat kaikki kuitenkin hyvin yksinkertaisia, joten ne olisi ollut helppo piirtää itsekin, mutta käytin ajan säästämiseksi valmiita kuvakkeita. Saatuani kaikki komponentit sijoitettua kuvaan piirsin riviliittimet ja merkitsin ne asianmukaisilla merkinnöillä, jotka täsmäävät ohjauspiirikaaviossa esitettyihin merkintöihin. Mielestäni on erittäin tärkeää, että kuvat ovat yhdenmukaiset, jotta vältetään mahdollisilta ristiriidoilta ja ongelmilta järjestelmän kytkentä vaiheessa.

Sijoittelun jälkeen oli työvaiheena merkinnät riviliittimien etupuolelle sekä johdotuksien piirtäminen. Merkinnät riviliittimien etupuolella ilmaisevat sitä, mihin tarkoitukseen mikäkin liitin on ja mihin siitä lähtevät johdot menevät. Tämä merkintä ei olisi välttämätön, koska liittimien käyttötarkoitus ilmenee kuitenkin ohjauspiirikaaviosta, mutta katsoin aiheelliseksi merkinnät kuvaan selkeyden vuoksi laittaa. Johdotuksien piirtäminen olikin viimeisenä helppo ja nopea tehdä, koska kaikki komponentit ja merkinnät oli jo tehtynä. Pääjännitteet pumpuille ja riviliittimille sekä ohjausvirtapiirit pumppujen sisäisille suojille olivat oikeastaan johdotukset, mitä kuvaan tarvittiin. Lisäsin kuvaan vielä toiset johdotukset katkoviivoilla pumpuille, koska joitakin pump-



pumalleja on tehty kolmiokytkentäisenä ja näissä pumpuissa on kaikki käämien päät tuotu kaapelia pitkin keskukselle asti. Yleensä pumppaamoissa käytettävät pumput on kuitenkin kytketty tähteen. Kolmio- ja tähtikytkentöjen eroihin en tässä yhteydessä ota tämän enempää kantaa, koska se on aihe, mikä kuuluu sähkömoottoritekniikkaan.

## 5.2 Pääkaavio ja kokoonpanopiirustus

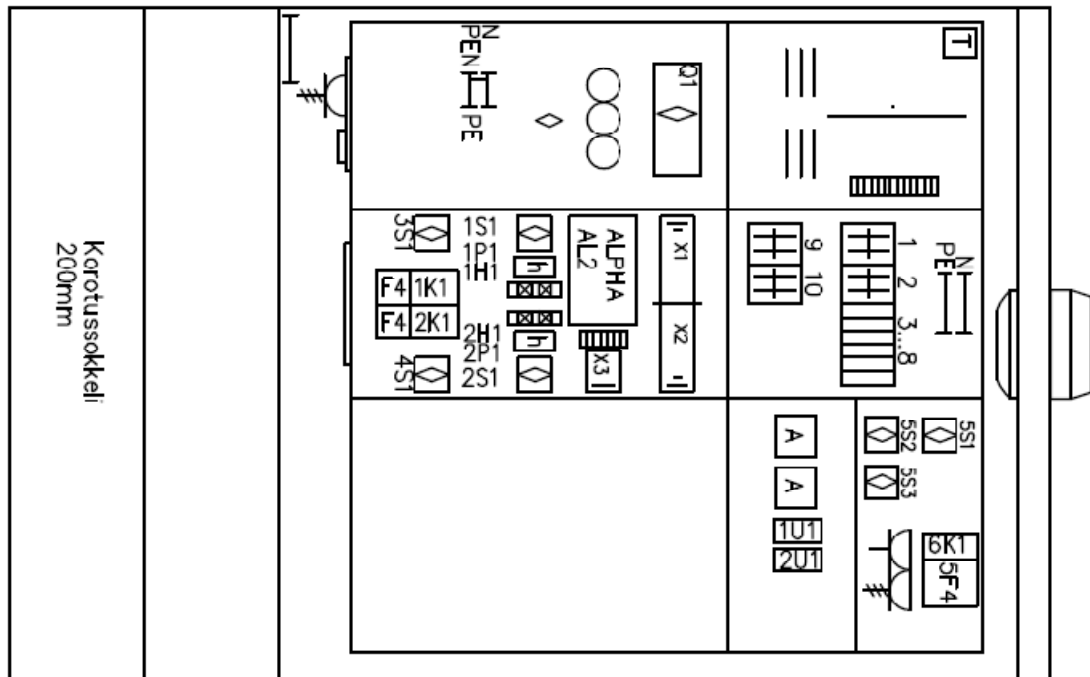
Keskuksen pääkaavio eli kansanomaisesti ruotokuva on tärkein kuva mikä keskukselta tarvitaan keskuksen käyttöönoton jälkeen. Pääkaaviosta selviää kaikki se tarvittava tieto mitä keskukselta tarvitaan normaalissa käytössä, kuten esimerkiksi eri lähtöjen nimet ja tunnukset sekä varsinkin tulppasulake lähdöissä ryhmäsulakkeen koko. Keskuksen pääkaaviosta ilmenee keskuksen tärkeimmät tiedot. Keskuksen rakenne ja sen lähdöt ja lähtöihin liittyvät pääkomponentit, kuten kuormakytkimet, johdonsuojakatkaisijat ja mittarit, ilmenevät pääkaaviosta. Laitteiston lähtöjen sisältämät johdonsuojakatkaisijoiden sekä sulakkeiden koko ilmenee vain pääkaaviosta. Samoin esimerkiksi mahdolliset vikavirtasuojat ja muut suojalaitteet näkyvät vain pääkaaviosta. Järjestelmän maadoitus on usein ilmaistu keskuksen pääkaaviossa. Näin vältetään varsinkin pienissä laitteistoissa erillisen maadoituskaavion tekemiseltä, koska pienten laitteistojen maadoitukset mahtuvat aivan hyvin pääkaaviokuvaan.

Nykyisestä pumppaamosta löytyi vanha pääkaavio josta sai selville nykyiset ryhmänumerot niiltä osin, mihin ei tarvinnut tehdä muutoksia. Pääkaavioihin löytyy valmiitakin pohjia, joihin on hyvä alkaa piirtää varsinaista kuvaa, mutta ruudukon ja pääkiskoston piirtäminen oli kohtalaisen nopea ja helppo tehdä, joten en alkanut valmista pohjaa mistään etsimään. Aloitin pääkaavion piirtämisen ryhmittelyllä eli kirjoittelin kaikki tarvittavat ryhmät ja niiden tunnukset kaavioon. Osa ryhmistä on jo olemassa olevia ryhmiä, joihin ei tarvitse tehdä muutoksia, esimerkiksi pistorasiaryhmät ja keskuskaapin valaistus. Samoin pumppujen ryhmät kelpasivat nykyisellään. Näiden ryhmien numeroinnit säilytin entisellään, koska niihin ei kannattanut turhaan tehdä muutoksia, joten ne laitoin piirustukseen ensimmäisenä. Loput ryhmät sijoittelin kaavioon nykyisten seuraksi. Nykyisistä maadoituksista ei ollut kuvia olemassa, mutta maadoitukset ovat pumppaamossa hyvin yksinkertaiset, joten ne piirsin kuvaan seuraavaksi. Samalla aloin piirtää johdotuksia ja komponentteja.

Keskuksessa on pieni pätkä lämmityskaapelia mittarikotelossa, mutta lisäsin uuden pienen lämmittimen logiikkakoteloon logiikan viereen, jotta logiikka ei varmasti menisi talvellakaan liian kylmäksi. Uusi lämmitin on teholtaan pieni, joten lisäsin sen valaistuksen kanssa samaan ryhmään. Näin säästyi yksi sulake keskukseseen vararyhmäksi esimerkiksi kaukohälytyslaitetta varten. Nykyinen lämmitys toimii termostaatin avulla, joten liitin uudenkin lämmittimen saman termostaatin perään. Lämmityksen ohjauksen olisi voinut toteuttaa myös logiikan kautta, mutta muutostöiden välttämiseksi ja kun vanhakin systeemi toimii, en katsonut muutosta tarpeelliseksi.

Keskukseen on asennettu kojevastake mahdollisia sähkökatkoksia varten. Eli keskukseseen voidaan syöttää sähköä ulkopuolisesta jännitelähteestä esimerkiksi aggregaatilla tai muulla vastaavalla sähkölähteellä. Kojevastake on vain varalle, koska harvoin on niin pitkiä sähkökatkoksia, että pumppuja tarvitsisi käyttää ulkoisen varavoiman avulla. Samoin keskuksessa on vaihevahti, joka vahtii nimensä mukaisesti vaihteita. Kaikki kolme vaihetta tuodaan vaihevahdille, joka antaa logiikalle hälytyksen, jos yksi tai useampi vaihe puuttuu.

Komponentit ja johdotukset piirrettyäni jäi pääkaaviokuvaan vielä tilaa laittaa samaan kuvaan myös kokoonpanopiirustus (kuva 8). Se oli tässä tapauksessa järkevää, koska kokoonpanopiirustus mahtui samaan kuvaan, eikä sille tarvinnut tehdä erillistä kuvaa. Kokoonpanopiirustus eli naamakuva on kuva, josta ilmenee muun muassa komponenttien fyysiset sijainnit sekä koko mittakaavassaan. Usein naamakuvasta ilmenee myös keskuksen pääkiskotasoinen kaapelointi ja johdotus. Kokoonpanopiirustus on tarkoitettu nimensä mukaisesti kokoonpanoa varten. Keskuksen kokoonpanopiirustuksesta on helppo katsoa, mikä osa milläkin paikalla fyysisesti sijaitsee sekä keskusta kasattaessa että käytön yhteydessä. Tässä tapauksessa kokoonpano oli jo ennalta määritelty eikä osien sijoitteluun tarvinnut paljon muutoksia tehdä. Ainoastaan logiikan sijoittelun takia pitivät tuntilaskurit siirtää alempaan kiskoon, jotta logiikan viereen sai mahdumaan pienen lämmityslaitteen. Toinen vaihtoehto olisi ollut siirtää logiikka kokonaan viereiseen koteloon, mutta se taas olisi tuonut turhaa johdottamista asennuksen yhteydessä.





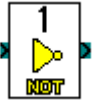







**Kuva 8. Kokoonpanokuva**

### 5.3 Ohjelmointi

Ohjelmoinnin suoritin ilmaisella SW0D5-ALVLS-EU -ohjelmalla, joka on tarkoitettu nimenomaan Mitsubishi Alpha logiikan ohjelmien tekemiseen. Kyseessä on ohjelman uusin versio 2.6. Ohjelma on toiminnoiltaan erittäin yksinkertainen ja käyttöliittymältään helppo. Monipuoliset ja selkeät ohjelmointifunktiot tarjoavat erittäin paljon mahdollisuuksia erilaisten ohjelmien tekemiseen. Ohjelmoinnin aikana käytin paljon erilaisia ohjelmointifunktioita (taulukko 1). En ollut aikaisemmin kyseisellä ohjelmalla ohjelmia tehnyt, joten osaltaan piti ohjelmointia tehdä yritys/erehdys-periaatteella. Aina saadessani jonkun osa-alueen toimimaan aiheutti se muutoksia myös johonkin toiseen ohjelman kohtaan. Näitä ongelmakohtia pikkuhiljaa ratkoessa alkoi ohjelman kokonaisuus hahmottua. Paljon aikaa vaati myös erilaisten toimintojen ja palikoiden ja funktioiden kokeileminen ja opetteleminen, mitä mistäkin tapahtuu. Kaikki palaset osoittautuivat kuitenkin loppujen lopuksi erittäin yksinkertaisiksi ja helpoiksi, kun vähän aikaa harjoitteli.

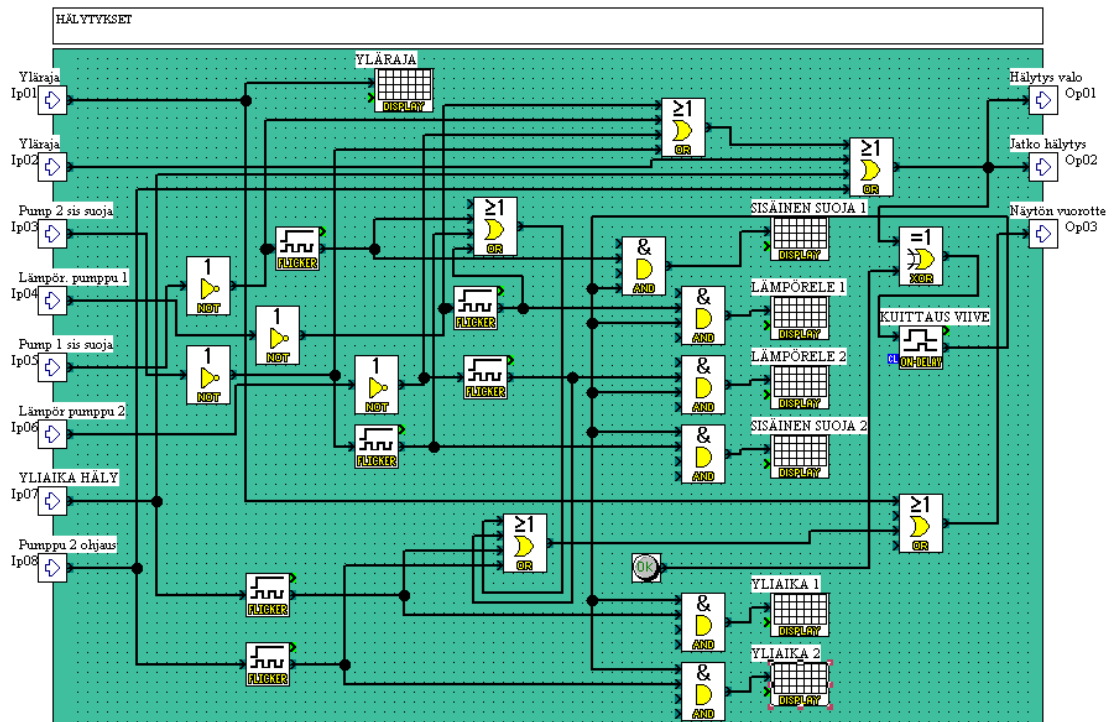
#### TAULUKKO 1. Ohjelmoinnissa käytetyt funktiot

|  |  |  |                                  |
|--|--|--|----------------------------------|
|  | <p><b>Kaikki</b> tulot päällä,<br/>niin lähtö päällä</p> |  | <p>Näyttö näkymän<br/>ohjaus</p> |
|--|--|--|----------------------------------|

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|  | <b>Yksi tai useampi</b><br>tulo päällä, niin lähtö<br>päällä                    |  | Tuntilaskuri   |
|  | Kääntää tulon mer-<br>kin   |  | Vaihtaa lähdön asen-<br>toa jokaisella painal-<br>luksella |
|  | <b>Kaikki</b> tulot päällä,<br>niin lähtö päällä<br><b>käänteisenä</b>          |  | Vilkkurele   |
|  | <b>Yksi tai useampi</b><br>tulo päällä, niin lähtö<br>päällä <b>käänteisenä</b> |  | Katkaisee lähdön<br>kun asetettu aika<br>täysi             |
|  | <b>Molemmat</b> tulot<br>joko <b>nolla tai pääl-<br/>lä</b> , niin lähtö päällä |  | GSM-modeemin<br>ohjaus                                     |

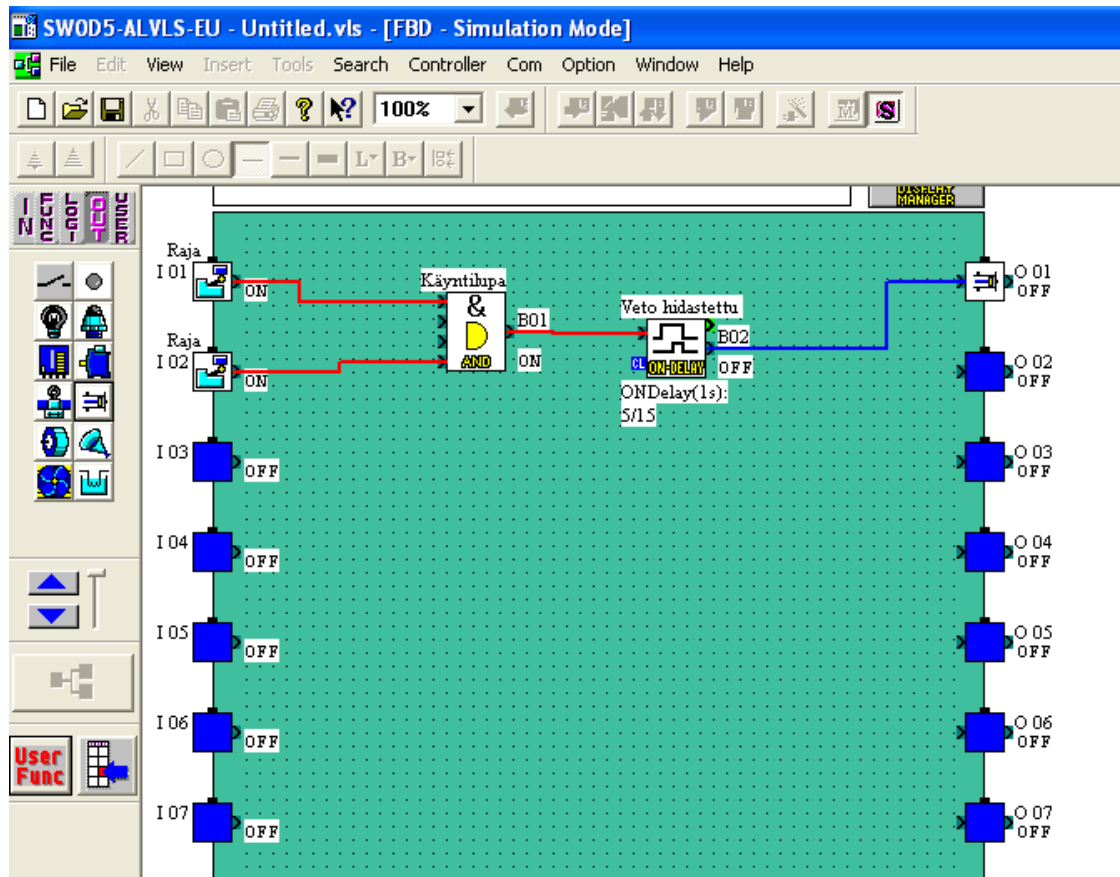
Ohjelmatila on kohtalaisen pieni suuriin ohjelmointikonaisuuksiin, joten ohjelmassa on mahdollista pakata osa ohjelman pätkästä niin sanottuun user-funktioon. User-funktio tehdään siten, että haluttu ohjelman pätkä maalataan ja klikataan hiiren oikealla näppäimellä maalattua aluetta. Avautuvasta valikosta valitaan create user function, jolloin maalattu alue pienenee oleellisesti pienemmäksi laatikoksi. Kaikki maalatulla alueella olevat ohjelmointifunktiot on näin pakattu laatikkoon. Funktion lisäämisen jälkeen alkuperäisessä kuvassa näkyy vain laatikko ja sen sisäänmenot ja ulostulot. Laatikon sisältö nähdään painamalla ctrl+tab -näppäinyhdistelmää. Syntyneeseen laatikkoon pystyy tarvittaessa lisäämään sisäänmenoja ja ulostuloja sekä tekemään mitä tahansa muutoksia. Näitä user funktioita tein ohjelmaan useita, koska ne selkeyttävät suureksi paisunutta ohjelmaa oleellisesti. Tämä on erittäin käyttökelpoinen toiminto ohjelmoinnin edetessä.

Kuvassa 9 on esimerkiksi user-funktioon pakattuna kaikki tarvittavat hälytykset. Kuvasta havaitaan, että toiminto on erittäin aiheellinen, koska jos koko hälytyspaketti olisi ollut muiden lisäksi vain yhdessä ohjelmointi-ikkunassa, olisi ikkuna ollut todella sekainen ja täysi. Ohjelmointia suorittaessani tein aluksi koko ohjelman rungon ja sen jälkeen aloin muokata kokonaisuutta juuri tällaisissa pienemmissä paketeissa.



**Kuva 9. Hälytykset user-funktion sisältö**

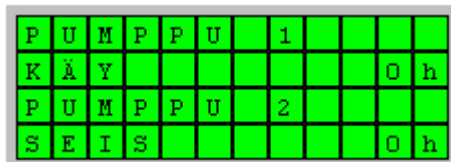
SW0D5-ALVLS-EU-ohjelmassa on erinomainen simulointimahdollisuus. Tällä simulointitoiminnolla pystyy testaamaan ohjelman toimivuutta oikeasti ja aivan, kuin ohjelma olisi jo ajettu logiikkaan sisälle. Simulointitoiminnossa esimerkiksi näytön näkymät ja virtapiirien toimivuus on helppo tarkistaa ja tarvittaessa korjata. Toiminto aktivoituu painamalla simulointipainiketta. Tämän jälkeen laitetaan tarvittavat sisääntulot päälle, jolloin pystytään välittömästi toteamaan virtapiirin toiminnot. Simuloinnissa näkee laskurien ja viiveiden kulun sekä kaikkien funktioiden ja palikoiden kulloisenkin tilan (on/off). Toiminto on erinomainen juuri tällaisiin tapauksiin, jossa ohjelmointi tehdään ennakoita ja kaukana varsinaisesta laitteistosta, eikä kokeilemisen mahdollisuutta näin ollen ole. Kuvassa 10 on esimerkki pienestä ohjelmointinäkymästä, jossa on simulointitila päällä. Molemmilta rajakatkaisijoilta on tullut lupa. Vetohidastettu rele laskee viivettä ja viiveen loputtua sylinteri voi toimia. Aktiivinen piiri on väriltään punainen, ja ei-aktiivinen piiri on sininen. Ohjelmoinnin aikana kannattaa simulointi suorittaa riittävän usein. Simuloinnin aikana on helppo havaita mahdolliset virheet, ja ne on hyvä korjata pienissä pätkissä, sen sijaan, että alkaisi korjata koko ohjelmakokonaisuutta yhdellä kertaa. Simulointi kannattaa mielestäni suorittaa aina jonkin kokonaisuuden muutoksen jälkeen, koska jonkin osan muuttaminen saattaa vaikuttaa jossain toisessa ohjelman kohdassa myös.



**KUVA 10. Ohjelmointinäkymä**

Logiikan LCD-näytössä näkyvän informaation organisointi meinasi olla hieman ongelmallista. Näyttöön ei voinut tuoda kahta isoa tekstiä yhtä aikaa, koska ne menivät sekaisin keskenään. Sekoittuminen haittasi tietenkin vain siinä tapauksessa, että molempien näyttönäkymien tekstit sijaitsivat samalla rivillä. Pöällekkäisyys ei haitannut esimerkiksi pumpun tilan näyttävän näytön ja tuntilaskurin näyttämän näkyminen yhtä aikaa. Halusin kuitenkin näytössä näkyvän kaiken sen informaation, mitä logiikassa kulloinkin tapahtuu. Tästä syystä rakensin erillisen vuorottelupiirin, jotta mahdollisen hälytyksen sattuessa ei koko näyttö menisi sekaisin. Näytön yläreunasta alkaen kaksi riviä on varattu pumpulle 1 ja kaksi seuraavaa on varattu pumpulle 2. Kuvassa 11 on esimerkkinä näytön näkymä, jossa pumpu 1 on käynnissä ja pumpu 2 on seis. Ylimmäisenä on teksti ”Pumpu 1” ja tämän alapuolella on ”käy”- tai ”seis”-tieto, riippuen, kumpi tila kulloinkin on päällä. Ohjelmallisesti on estetty se, että ”seis”- ja ”käy”-tilat olisivat yhtä aikaa päällä. Käyntitiedon kanssa samalla rivillä on käyntiaikalaskuri, joka laskee pumpun käyntitunteja. Laskuri laskee vain, kun pumpu on käynnissä. Kaksi alemmaa riviä, joissa on kakkospumpun tiedot, näkyvät näytössä aivan vastaavalla tavalla kuin pumpun 1. Mahdollisen hälytyksen sattuessa esimerkiksi jonkin suojan lauetessa vuorottelee näytössä aloitusnäyttö ja kyseinen hälytys teksti.

Kumpikin on näytössä neljä sekuntia kerrallaan. Hälytysnäytössä on ohje, että painamalla ok-näppäintä saa hälytyksen kuitattua pois viideksi minuutiksi kerrallaan. Näin on helpompi kontrolloida pumppujen toimintaa ilman, että hälytys vilkkuisi näytössä häiritsemässä. Tämä kuittaustoiminto ei kuitenkaan sammuta keskuskaapin katolla olevaa punaista hälytysvaloa, jotta hälytyksen olemassa oloa ei kuittauksesta huolimatta unohdetaisi.



**KUVA 11. Näkymä logiikan näytöstä**

Pumppaamossa on tarkoituksena kuormittaa molempia kaivossa olevia pumppuja saman verran, joten ohjelmassa oli oltava vuorottelu. Vuorotteluun sopivaa funktiota ei ollut ohjelmassa valmiina, joten sellainen täytyi tehdä. Työ osoittautui kuitenkin odotettua haasteellisemmaksi, koska ohjelmassa oleva vaihtokytkin ei sellaisenaan sopinut tarkoitukseen. Hieman ajatustyöskentelyä, ja tilanne hoituikin muutaman funktion lisäämisellä. Vaihtokytkentä pakettiin piti vielä lisätä pakko-ohjaukset vaiheen kaksi käynnistystä varten. Vaihe kaksihan käynnistää toisenkin pumpun jo käyvän pumpun rinnalle.

Vuorottelun jälkeen pumpun ohjauksessa tulee käyntilupa. Käyntilupa ei anna pumpun käynnistyä, jos kaikki luvan ehdot ei ole täyttyneet. Käyntilupa tulee, jos kaikki ehdot on täytetty. Ehdot ovat seuraavat:

- Ohituskytkin ei ole päällä.
- Pumppu on ohjattu käynnistymään.
- Pumpun sisäinen suoja ei ole lauennut.
- Pumpun lämpörele ei ole lauennut.
- Vaihevahti ei estä pumpun käynnistymistä.

Samalla periaatteella toimivat molemmat pumput. Mielestäni käyntilupa on järkevää, jos esimerkiksi yksi vaihe puuttuu keskuksesta ja pumppu ohjataan käynnistymään, yrittää pumppu käynnistyä vain kahdella vaiheella, pumppu ei kuitenkaan jaksaa käyn-

nistystä kahdella vaiheella, joten muutaman minuutin perästä lämpösuoja laukeaa. Kahdella vaiheella käynnistäminen rasittaa kuitenkin turhaan pumppua. Lämpösuojan tarkoituksena on suojella pumppua tällaisilta tilanteilta, mutta pumppua ei turhaan kannata kuormittaa, jos jo valmiiksi tiedetään, että pumppu ei käynnisty. Tästä syystä käyntilupa estää pumpun käynnistymisen, jos esimerkiksi vaihevahti on havainnut vaiheen puuttuvan.

Pumppujen ohjausta suunnitellessa otin huomioon sen puutteen, joka mielestäni on releohjauksen suurin puute. Releohjauksella toteutetulla ohjausjärjestelmällä ei pumppujen käyntiaikoja voi kontrolloida. Laitoin logiikkaan viiveen, joka pysäyttää pumpun tietyn ajan kuluttua jos pinnanohjauskytkin ei sitä ole tehnyt, sillä on tullut ilmi tapauksia, joissa pinnanohjauskytkimen kannatin on pettänyt. Tämän seurauksena pinnanohjauskytkin on tippunut kaivon pohjalle ja näin ollen ei enää sammuta pumppuja. Pumput ovat saattaneet käydä useita satoja tunteja, ennen kuin tilanne on huomattu. Logiikassa olevaa viivettä pystytään säätämään haluttuun aikaan esimerkiksi tunti kerrallaan. Jos säädetty aika tulee täyteen, antaa logiikka asiasta hälytyksen ja hälytys täytyy käydä kuittaamassa paikan päällä.

Yritin ottaa huomioon ohjelmaa tehdessä kaikki mahdolliset virhetilanteet jotka ovat mahdollisia pumppaamon toiminnassa. Kaikki virheet aiheuttavat aina hälytyksen, koska kaikki mahdolliset virhetilanteet vaikuttavat pumppaamon toimintaan. Hälytyksillä on jokaisella oma näyttö teksti ja omat hälytysfunktiot. Kuvassa 9 sekä liitteessä 3 näkyvät ohjelman hälytyksien kokoonpano kokonaisuudessaan. Jokaisen hälytysnäytön edessä on vilkkurele, joka pitää hälytystä näytössä neljä sekuntia kerrallaan. Tästä vilkkureleestä on yhteys sen pumpun näytön ohjaukseen, mistä hälytys on tullut. Hälytysnäyttö ja pumpun perustilanäyttö vuorottelevat keskenään, paitsi ylärajahälytys, joka on näytössä niin pitkään, kunnes se on saatu pois.

## **6 KUSTANNUKSET, VERTAILU JA YHTEENVETO**

Nykyinen releohjausmalli on alun perin ollut kustannustehokkain ratkaisu pumppaamoja valmistettaessa. Mielestäni ero Mitsubishi Alpha -logiikalla toteutettuun versioon on mielestäni kuitenkin pieni. Releohjauksen vikaantuessa on suurin kustannuserä työaika ja matkat kohteeseen. Releen hintaan nähden ovat matkat ja itse työn suorittamiseen kuluva aika moninkertaiset. Vesiosuuskunnat sijaitsevat haja-asutusalueella,



joten matkat kohteeseen voivat olla useita kymmeniä kilometrejä edestakaisin. Ohjausjärjestelmän vikaantuessa on ensimmäiseksi ajettava paikan päälle toteamaan vika. Seuraavaksi on etsittävä sopiva varaosa, jota harvoin löytyy suoraan työn suorittajalta saman tien. Usein on tarvittava varaosa käytävä etsimässä kaupungista tai sitten jopa tilattava. Tämä taas tuo tullessaan uuden ajoretken kohteeseen, joka vastaavasti lisää taas kustannuksia. Esimerkiksi osuuskunta Vesihidessä on keskimääräinen ajomatka linjapumppaamolle noin 20 kilometriä eli edestakaisin noin 40 kilometriä. Tämä matka joudutaan pahimmillaan ajamaan vielä kahteen kertaan, jolloin tulee jo matkoista kohteeseen huomattava kustannuserä.

### 6.1 Relevian kustannukset

Esimerkiksi kahdenkymmenen kilometrin päässä sijaitsevassa linjapumppaamossa on sähkövika. Asentaja lähtee ajamaan paikan päälle, jolloin asentajan työaika kohteeseen alkaa. Asentajalta menee noin viisitoista minuuttia aikaa ajaa kohteeseen. Asentaja tutkii vikaa noin puoli tuntia ja havaitsee pienen pistokantareleen olevan viallinen. Hänellä ei ole uutta relettä mukana, joten asentajan on pakko ajaa takaisin kaupunkiin etsimään uutta osaa. Asentaja löytää osan ja ajaa takaisin työkohteeseen, vaihtaa osan ja testaa, että kaikki laitteet toimivat tarkoitettulla tavalla. Aikaa koko toimintaan meni kaksi tuntia ja ajokilometrejä tuli asentajalle 80 kilometriä.

**Taulukko 2. Releen vaihdon kustannukset**

|                   | <b>Määrä</b> | <b>à hinta €</b> | <b>Kokonaishinta €</b> |
|-------------------|--------------|------------------|------------------------|
| <b>Työaika</b>    | 2,00         | 49,00            | 98,00                  |
| <b>Matka</b>      | 80,00        | 0,8              | 64,00                  |
| <b>Tarvikkeet</b> | 12,00        | 1                | 12,00                  |
| <b>Yhteensä</b>   |              |                  | <b>174,00</b>          |

Taulukkoon 2 on laskettu esimerkkinä releen vaihdosta johtuvat kustannukset. Työhinta on erään paikallisen sähköasennusliikkeen tuntiveloitushinta ja kaikki hinnat ovat verollisia hintoja. Kuten taulukosta havaitaan, ei rele sinänsä maksa paljon, mutta kun vaihtoon lasketaan kaikki kustannukset, jotka vaihdosta tulevat, on releen vaihtaminen kohtalaisen kallis toimenpide. Ei kuitenkaan voi ajatella, että releitä hajoaisi jatkuvasti ja että rele on ainoa hajoava osa pumppaamossa. Laskenta on siksi vain esimerkki kustannuksista, joita voi käytössä tulla eteen. Kuitenkin esimerkki toimii

sinänsä hyvin, koska releitä joutuu joskus vaihtamaan. Itse olen hankkinut kyseisiä releitä ja muitakin varaosia itselleni varastoon. Vaihtotyö on siinä mielessä edullisempaa, että uutta osaa ei tarvitse käydä hakemassa kauempaa, saati tilata. Logiikkaan vaihtaminen helpottaisi osuuskunnan taakkaa siinä mielessä, että herkimmin hajoavat osat saataisiin pois käytöstä lähes kokonaan. Toisaalta ei voi myöskään unohtaa mahdollisia logiikkavaurioita ja vikaantumisia. Logiikan vikaantumiseen ei tässä yhteydessä voi ottaa kantaa, koska tutkimus ja kokemuseräiset tiedot puuttuvat. Oletuksena kuitenkin on, että logiikan vikaantuminen on harvinaisempaa kuin releiden.

## 6.2 Ohjausjärjestelmän vaihdon kustannukset

Kannattavuutta laskettaessa ja ajateltaessa täytyy ottaa huomioon hinnan lisäksi myös logiikan tuomat edut käyttöön ja muunneltavuuteen. Käytön kannalta logiikkaohjattu järjestelmä on mielestäni järkevämpi vaihtoehto kuin rele. Logiikan avulla pystytään paremmin kontrolloimaan pumppaamoja ja sen toimintaa. Samoin jos tulevaisuudessa täytyy tehdä jotain muutoksia pumppaamon toimintaan, on nämä muutokset helppo tehdä logiikkaan vain sen ohjelmaa muuttamalla. Erilaisilla kokoonpanoilla pystytään huomattavasti vaikuttamaan pumppaamon tulevaan toimintaan ja käyttöön.

Logiikan asentaminen nykyiseen keskukseen ei ole monimutkainen toimenpide, mutta aikaa vievä kylläkin. Kaikkia eteen tulevia ongelmia ja asioita ei voi ennustaa, mutta huomioimatta mahdollisia ongelmia pystyy työhön kuluvan ajan arvioimaan hyvin. Näin ollen olen arvioinut työhön kuluvan aikaa noin kahdeksan tuntia sisältäen vanhan järjestelmän purkamisen ja uuden asentamisen testauksineen. Työhintaan ei ole sisällytetty ateriakorvausta eikä matkakuluja. Matkakulut määräytyvät todellisten kuluja mukaan. Kaikki kustannukset olen luetteloinut alla olevaan luetteloon.

### Taulukko 3. Järjestelmän vaihdon kustannukset

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Työkustannukset 8 x 49 €      | 392 €           |
| Mitsubishi Alpha AL2-24MR-A   | 202,20 €        |
| Ohjelmointikaapeli PC – Alpha | 64 €            |
| Pientarvikkeet ja johdot      | 30 €            |
| Ohituskytkimet 2 x 8 €        | 16 €            |
| Kojeistolämmitin 30 W         | 20 €            |
| <b>Yhteensä</b>               | <b>733,20 €</b> |

Logiikan ja ohjelmointikaapelin hinta on otettu Provendora Oy:n tuotehinnastosta. Työhinta on erään sähköurakointiliikkeen tuntiveloitushinta, ja kytkimet sekä lämmitin ovat Finnparttia Oy:n hinnastosta. Pientarvikkeiden ja johtimien hinnan olen arvioinut karkeasti, koska tarkkaa määrää on mahdoton alkaa arvioida. Tästä syystä pien-  
tarvikkeiden ja johtimien hintaan saattaa työn edetessä tulla muutoksia. Kaikki edellä mainitut hinnat ovat verollisia kuluttajahintoja, joten hintoihin pystyy melko varmasti vaikuttamaan kilpailuttamalla eri toimittajia ja sähköurakointiliikkeitä.

Edellä mainitun luettelon perusteella saadaan vaihtotyön kokonaishinnaksi 733 euroa ja 20 senttiä. Mielestäni hinta on kuitenkin kohtuullinen, jos ajattelee releiden vaihdosta johtuvia kustannuksia ajansaatossa. Täytyy myös muistaa logiikan tuoma hyöty pumppaamon toimintaan ja kontrollointiin. Ei tietenkään voi unohtaa mahdollisia välillisiä kuluja, joita seuraa pumppaamon vikaantumisesta. Tällainen on esimerkiksi putkiurakointiliikkeen päivystysmaksu ja tuntiveloitus. Pumppaamosta tuleva hälytys menee ensimmäisenä päivystäjälle, ja hän menee ensimmäisenä myös tarkistamaan pumppaamon tilanteen. Lisäksi halutessaan saa logiikkaan liitettävän GSM-hälytyslaitteen samalta valmistajalta. Hälytyslaitetta en mukaan laskenut, koska nykyisissä linjapumppaamoissa osuuskunnan alueella on jo GSM-hälytyslaitteet, eikä niitä ole mitään tarvetta alkaa uusia.

### **6.3 Yhteenveto**

Mielestäni työ onnistui hyvin ja työn aikana tulleet ongelmakohdat pyrin ratkaisemaan lopulliseen muotoonsa jo työtä tehdessä. Näihin lukeutuu muun muassa logiikanohjelmaan tulleet virheet. Virheiden minimoimiseksi suoritin ohjelman simulointia erittäin kauan ja pyrkimällä ottamaan huomioon kaikki mahdolliset tilanteet, joita käytössä voi eteen tulla. Näin kaikki mahdolliset ohjelmointivirheet tulisivat esille jo simuloinnin aikana, eikä sitten enää varsinaisessa käytössä. Saattaa kuitenkin olla, että ohjelmaan on vielä jokunen virhe jäänyt, mutta se tulee esille lopullisesti vain käytön aikana. Logiikan ohjelmoinnin opetteleminen toi minulle tullessaan uusia asioita, joista kuitenkin suoriutui hyvin, kunhan käytti aikaa asioiden opettelemiseen. Osa eteen tulleista asioista oli minulle uusia ja osa tuttuja, mutta uusistakin selviää, kunhan niitä tarpeeksi kauan harjoittelee.

Kaikki ongelmakohdat ja virheet on kuitenkin hyvä aina ajatella oppimisen kannalta eli virheistään pitää ottaa oppia. Testaaminen oikeassa järjestelmässä ei vielä tässä vaiheessa ole ollut mahdollista. Tästä syystä saattaa suunnitelmissa olla vielä pieniä puutteita, jotka ilmenevät vasta järjestelmän ollessa oikeasti käytössä. Suunnitelmat ja piirustukset on laadittu osittain vanhojen kuvien perusteella, eivätkä vanhat keskusjärjestelmät ole välttämättä kuvien mukaisesti toteutettu. Mahdollista on myös, että vanhoihin järjestelmiin on tehty vuosien saatossa muutoksia. Nämä seikat voivat aiheuttaa käyttöönottovaiheessa muutoksia tai odottamattomia ongelmia.

Tällaisten laitteistojen huoltoyhtiöiden asentajat ovat pääsääntöisesti putkimiehiä, joilla ei ole koulutusta tai edes tarvetta puuttua logiikan ohjelmaan tai toimintaan kovin syvällisesti. Ei edes mahdollisen vikatilanteen sattuessa. Logiikan käyttäminen on siksi tehty helpoksi ja yksinkertaiseksi. Kaikki vikatilanteet indikoidaan logiikan näytössä, josta myös ilmenee kuinka mahdollinen häiriö saadaan tarvittaessa kuitattua pois. On kuitenkin järkevää järjestää huoltoyhtiön asentajille opetustilaisuus, jossa pyritään käsittelemään kaikki pumppaamon vaatimat toimenpiteet. Logiikan käyttäminen vaatii aina ammattitaitoa, joten mahdolliset muutokset logiikkaan ja sen toimintaan tulisi tehdä vain asiansa osaava asentaja tai järjestelmän suunnittelija. Mielestäni tällaisia järjestelmiä ylläpidettäessä on oltava saatavilla ihmisiä, jotka tuntevat koko järjestelmän sekä sähköisesti, että mekaanisesti. Kaikkien ei kuitenkaan tarvitse tietää kaikkia asioita, vaan riittää, että joku tuntee jonkin osa-alueen ja joku toinen, toisen osa-alueen.

## 7 PÄÄTÄNTÖ

Opinnäytetyöni tavoitteena oli suunnitella jätevesipumppaamon ohjausjärjestelmän muutos releohjatusta logiikka ohjatuksi. Työ oli hahmottunut mielessä jo hyvän aikaa, joten toteuttamisen kokonaisuus oli jo selvillä, kun aloin työtä tekemään. Mielessäni olin ajatellut sähköpiirustuksien ja ohjelmoinnin tarpeet valmiiksi ja rakensin työn näiden mielikuvien ympärille. Tavoitteena oli myös laskea huoltotöiden kustannuksia vanhaan järjestelmään, sekä uuden järjestelmän vaihtamisen kustannukset. Työni oli mielestäni mielenkiintoinen ja oikealla tavalla haastava. Työn aikana sain tutustua ohjelmoitaviin logiikoihin erittäin tarkasti ja laajasti. Tutustuin omatoimisesti sähkökuvien piirtämiseen tietokoneella ja AutoCAD -ohjelmalla, jota en aiemmin ole tehnyt kuin opintojen yhteydessä. Ohjelmoitavat logiikat tulevat varmasti tulevaisuudessa korvaamaan reletekniikan, koska logiikoidenhinta tulee tippumaan vielä nykyisestäänkin. Reletekniikkaa ei pysty kuitenkaan aivan täysin unohtamaan, mutta erilaiset ohjausjärjestelmät tullaan varmasti tulevaisuudessa korvaamaan ohjelmoitavilla logiikoilla.

Suurin puute releohjauksena toteutetulla ohjausjärjestelmällä verrattuna logiikka ohjattuun on se, että pumpun käyntiä ei voi mitenkään kontrolloida. Esimerkiksi ohjauskytkimen vikaantuessa tai muun mahdollisen vian seurauksena, ei ohjauskytkin katkaisekaan pumpun käyntiä alarajalla, vaan pumppu jatkaa käyntiään. Tästä voi olla seurauksena mahdollisesti peruuttamattomia vaurioita pumpulle ja sitä myöten koko pumppaamon toiminnalle. Juuri tällaisia käyttötarkoituksia varten on logiikka erittäin hyvä ja toimiva järjestelmä.

Tutkimukseni ja kokemukseni perusteella voin väittää, että releohjauksella toteutettu ohjausjärjestelmä on heikompi, kuin jos ohjaus olisi toteutettu logiikalla. Ikuisuuskysymyksiin, kuten kumpi on parempi, en voi ottaa kantaa, koska jokaisella on omat mielipiteet kustakin asiasta. Logiikkaohjaukseen vaihtaminen kuulostaa kalliilta investoinnilta, mutta se on kuitenkin nykyaikaa. Pumppaamoita täytyy huoltaa vuosittain ja jossain vaiheessa on pumppaamossa edessä täydellinen perushuolto. Mielestäni esimerkiksi perushuollon yhteydessä ohjausjärjestelmän vaihtaminen on järkevää, koska pumppaamon sähköjärjestelmäkään ei kestä ikuisuuksia. Vanhetessaan laitteet heikenevät ja vanhenevat niin, että ongelmilta ei pystytä mekaanisissa laitteissa välttymään.

## LÄHTEET

Keinänen, Toimi, Kärkkäinen, Pentti, Metso, Tommi & Putkonen, Kari 2001. Koneautomaatio 2, logiikat ja ohjausjärjestelmät. Vantaa: Tummavuoren Kirjapaino Oy.

Värjä, Pertti & Mikkola, Jukka-Matti 1996. Ohjelmoitavat logiikat. Joutsa: Nettopaino Oy.

Fonselius, Jaakko, Pekkola, Kari, Selosmaa, Seppo, Ström, Markku & Välimaa, Taisto 1996. Koneautomaatio automaatiolaitteet. Helsinki: Edita.

Kujala-Räty, Katriina, Mattila, Harri & Santala, Erkki (toim.) 2008. Haja-asutusalueiden vesihuolto. Hämeenlinna: Hämeen Ammattikorkeakoulu.

PLCtutor.com. WWW-dokumentti. <http://www.plctutor.com>. Ei päivitystietoa. Luettu 26.9.2010.

Oinonen, Eero 2010. Puhelinkeskustelu 29.9.2010. Huoltotyönasiantuntija. Grundfos Oy.

Oy Grundfos Pumput Ab 2007. WWW-dokumentti. [http://www.grundfos.com/web/homefi.nsf/GrafikOpslag/pumppaamovalikoima/\\$File/pumppaamovalikoima.pdf](http://www.grundfos.com/web/homefi.nsf/GrafikOpslag/pumppaamovalikoima/$File/pumppaamovalikoima.pdf). Ei päivitystietoa. Luettu 20.10.2010.

Jätevesiasetus 542/2003. WWW-dokumentti. <http://www.finlex.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 21.10.2010.

Heino, Matti, Vanhala, Pentti, Vilonen, Kirsi & Yli-Tolppa, Hanna 2005. Vesiosuuskunnan ABC. Helsinki: Edita Prima Oy.

Vesiosuuskunta Vesihäisi säännöt 2004. Pdf-dokumentti. Päivitetty 21.9.2004. Luettu 22.10.2010.

Raudasoja, Niina 2009. Vesiosuuskuntien laatukäsikirja. Jyväskylä: Keski-Suomen ympäristökeskus.

## Vesiosuuskuntaa säätelevät lait ja asetukset

## VESILAITOKSEN TOIMINTAA KOSKEVIA LAKEJA JA ASETUKSIA:

Alla on lueteltu tärkeimpiä lakeja ja säännöksiä, jotka koskevat vesiosuuskuntien toimintaa.

Vesiosuuskunta määritellään vesilaitokseksi, jos se toimittaa vettä tai vastaanottaa jätevettä yli 10m<sup>3</sup> päivässä tai palvelee yli 50 henkilöä. (Vesihuoltolakiopas 1/2002)

**Keskeisiä lakeja:**

|  |  |
|--|--|
| Vesihuoltolaki 119/2001  | Vesihuollon turvaaminen, puhdas talousvesi ja jätevesiviemärointi,<br>Liittymisvelvollisuus<br>Vesihuollon sidosryhmien vastuut  |
| Vesilaki (264/1961)  | Vesivarojen ja vesialueiden käyttö ja hoito.<br>Vesistön muuttamiskielto, pohjaveden muuttamiskielto<br>Ojitus, vedenottamon suoja-alueet  |
| Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (542/2003) | Jätevesien puhdistusvelvollisuus   |
| Terveydensuojelulaki (763/1994)  | Väestön ja yksilön terveyden ylläpitäminen ja edistäminen<br>Talousveden välityksellä leviävien tautien ehkäisy ja erityistilanteisiin varautuminen                                    |
| Terveydensuojeluasetus (1280/1994)   | Kunnan terveydensuojeluviranomaiselle tehtävät ilmoitukset<br>Talousvettä toimittavan laitoksen hakemuksen sisältö,<br>Jätteet ja jätevedet, viemärien sijoitus ja jätteiden käsittely |
| Ympäristönsuojelulaki (86/2000)  | Ympäristön pilaantumisen ehkäisy,<br>Vastuu, pohjaveden pilaamiskielto,<br>Selvilläolovelvollisuus<br>Luonnonvarojen kestävä käyttö  |
| Ympäristönsuojeluasetus (763/1994)   | Ympäristöluvan varaiset toiminnot,<br>ympäristöviranomaisten toimivalta alueet   |
| Pelastuslaki (468/2003)  | Onnettomuuksiin varautuminen ja ennaltaehkäisy,<br>avustusvelvollisuus onnettomuustilanteissa  |
| Valmiuslaki (1080/1991)  | Poikkeusolot   |
| Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä (888/2006)  | Yhdyskuntajätevesien käsittely, -keräily ja -valvonta  |
| Laki vesihuollon tukemisesta (686/2004)  | Vesihuollon tukeminen (valtio), tuettavat toimenpiteet ja tukemisen edellytykset   |

**Vesiosuuskuntaa säätelevät lait ja asetukset**

**Talousveden laatua ja valvontaa koskevat lait ja asetukset:**

Sosiaali ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista  
(461/2000) Talousveden laatu ja valvontatoimenpiteet

Asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista  
(401/2001) Talousveden laatuvaatimukset, valvonta ja raakaveden käsittely

Sosiaali ja terveysministeriön ohje (1/021/97) Juomaveden tartuntatautiepidemiat, seuranta, ilmoitukset ja ennaltaehkäisy

Asetus talousveden valvontatutkimuksia tekevästä laboratorioista  
(173/2001) Laboratorion laatuvaatimukset ja pätevyys

Valtioneuvoston päätös juomaveden valmistamiseen tarkoitetun pintaveden laatuvaatimuksista ja tarkkailusta  
(366/1994) Juomavedeksi tarkoitetun pintaveden laatuvaatimukset

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousvettä toimittavassa laitoksessa työskentelevältä vaadittavasta laitosteknisestä ja talousvesihygienisestä osaamisesta ja osaamisen testaamisesta  
(1351/2006) Talousvesihygienian osaamisesta

**Rakentamiseen liittyvät lait ja asetukset:**

Maankäyttö ja rakennuslaki  
(132/1999) Maa-alueiden käyttö ja rakentaminen, kestävä kehitys kaavoitus, rakennusjärjestys, rakennuslupa, rakennuspaikan soveliaisuus

Laki julkisista hankinnoista  
(348/2007) Julkisissa hankinnoissa noudatettavat säännökset

Erityisalojen hankintalaki  
(349/2007) Vesihuollon hankinnat

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot  
Urakkasopimuksen ehdot

**Hallintoon ja talouteen liittyvät lait:**

Kirjanpitolaki Kirjanpito

Kirjanpitoasetus Kirjanpito

Korkolaki Maksujen korot

Kuluttajansuojalaki Kuluttajan oikeudet



**Vesiosuuskuntaa säätelevät lait ja asetukset**

Henkilötietolaki (523/1999)

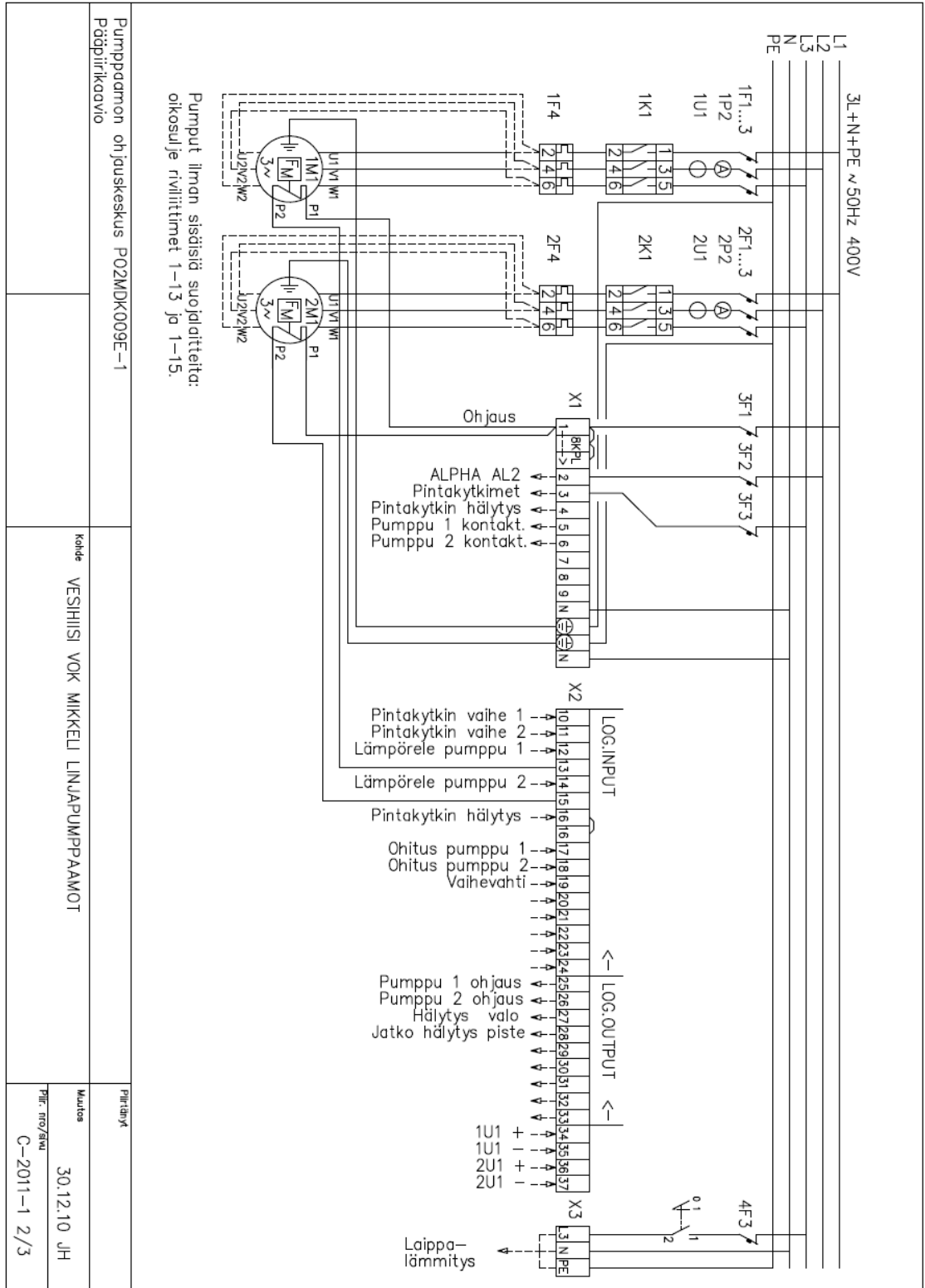
Henkilörekisterien ylläpito

Kuntalaki (365/1995)

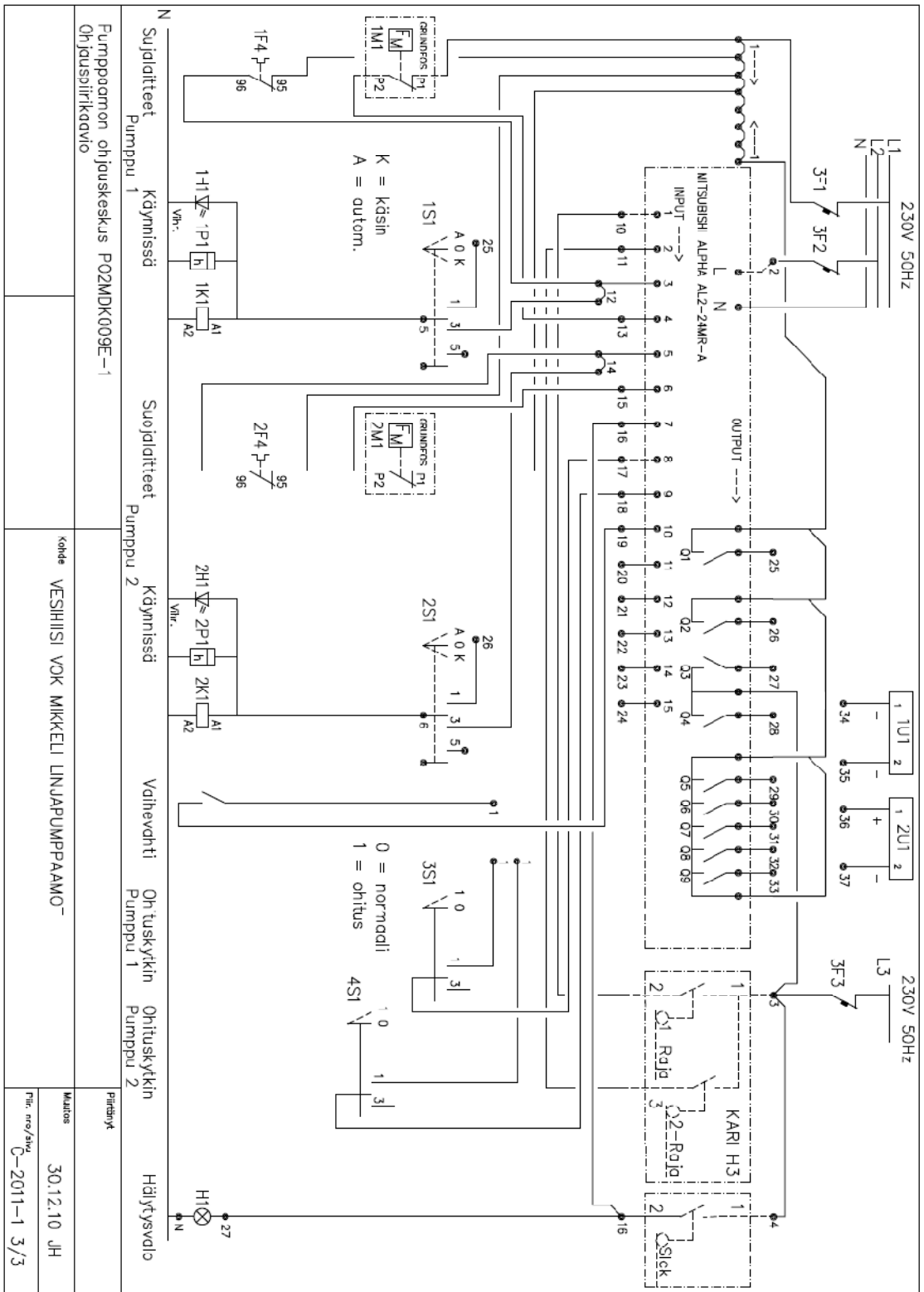
Lait löytyvät ajantasaisina Finlexin verkkosivuilta ([www.finlex.fi](http://www.finlex.fi))



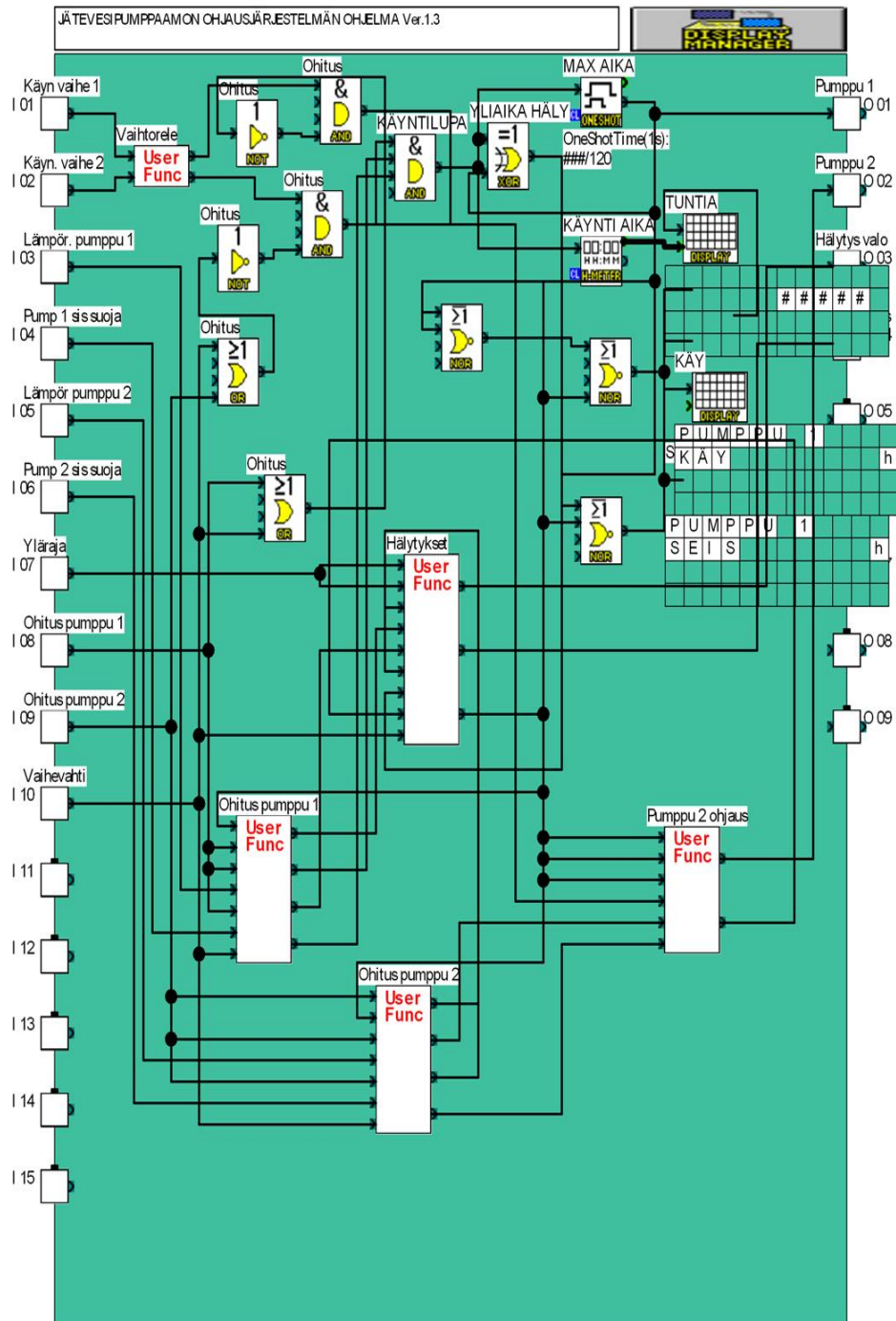
Ohjauskeskuksen sähköpiirustukset



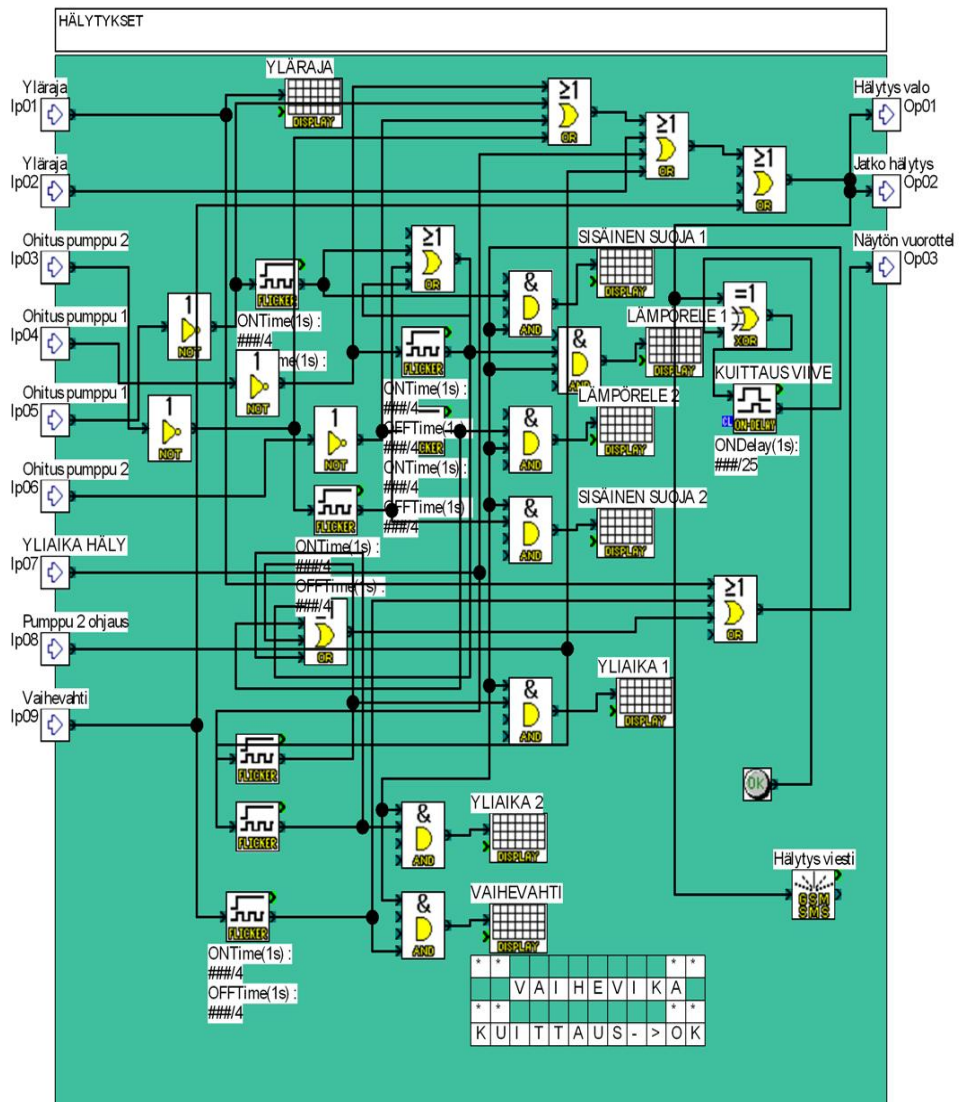
Ohjauskeskuksen sähköpiirustukset



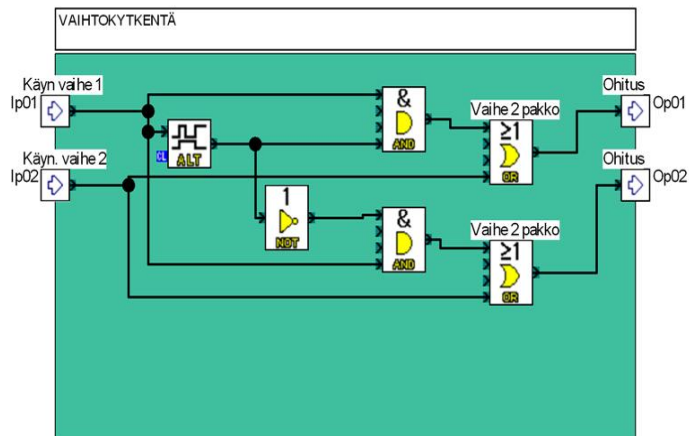
# LIITE 3(1). Logiikan ohjelma



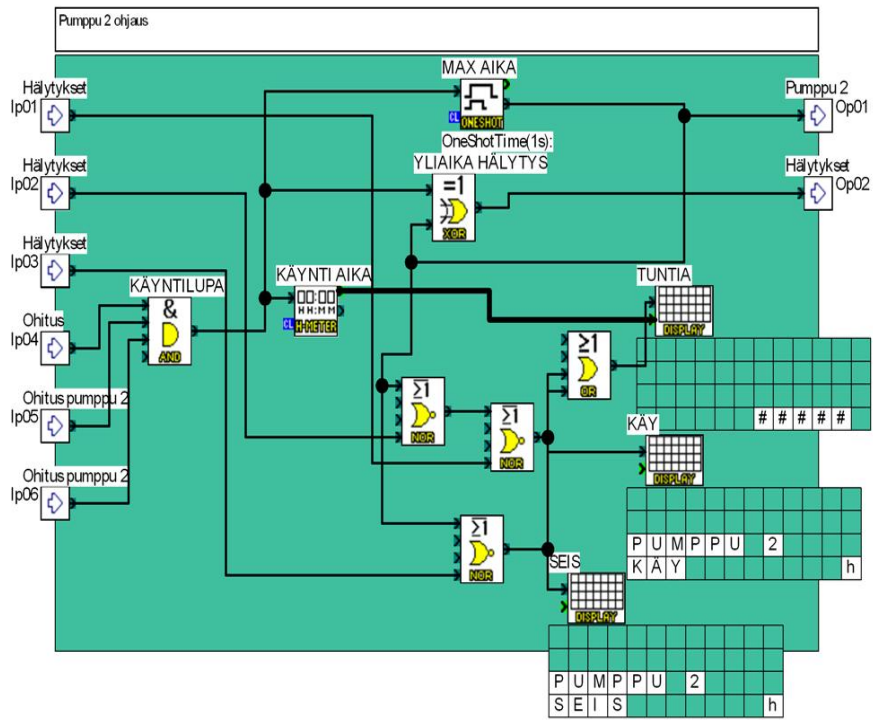
# LIITE 3(2). Logiikan ohjelma



**LIITE 3(3).**  
**Logiikan ohjelma**

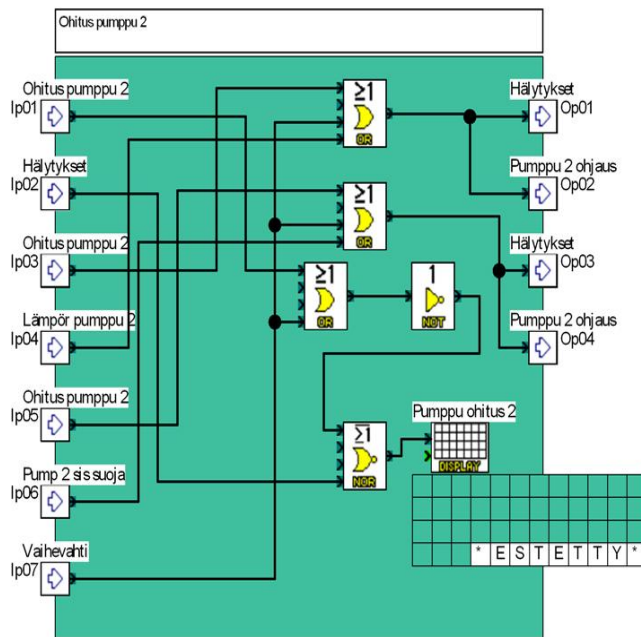


**LIITE 3(4).**  
**Logiikan ohjelma**

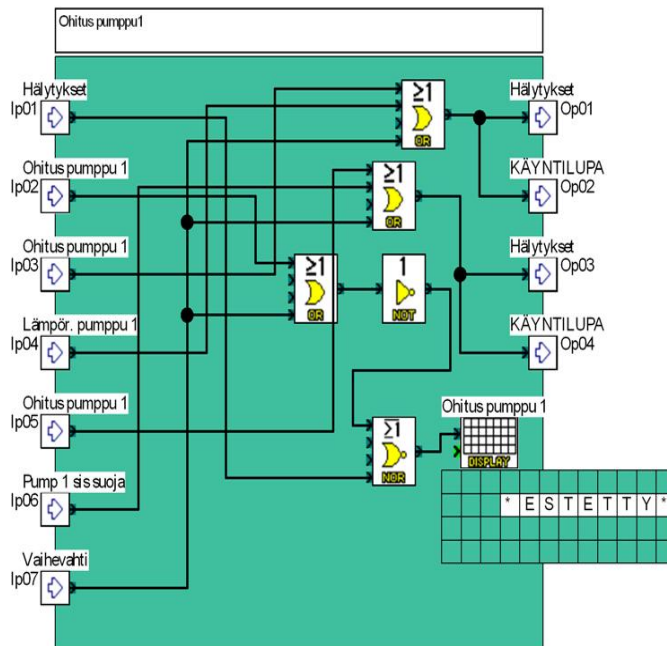




**LIITE 3(5).**  
**Logiikan ohjelma**



**LIITE 3(6).  
Logiikan ohjelma**















**LIITE 3(7).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON                     | SIGNAL NUMBER | COMMENT          | PARAMETER |
|--------------------------|---------------|------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | I01           | Käyn vaihe 1     |           |
| <input type="checkbox"/> | I02           | Käyn. vaihe 2    |           |
| <input type="checkbox"/> | I03           | Lämpör. pumppu 1 |           |
| <input type="checkbox"/> | I04           | Pump 1 sis suoja |           |
| <input type="checkbox"/> | I05           | Lämpör pumppu 2  |           |
| <input type="checkbox"/> | I06           | Pump 2 sis suoja |           |
| <input type="checkbox"/> | I07           | Yläraja          |           |
| <input type="checkbox"/> | I08           | Ohituspumppu 1   |           |
| <input type="checkbox"/> | I09           | Ohituspumppu 2   |           |
| <input type="checkbox"/> | I10           | Vaihevaihti      |           |
| <input type="checkbox"/> | I11           |                  |           |
| <input type="checkbox"/> | I12           |                  |           |









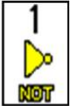
**LIITE 3(8).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT       | PARAMETER |
|---|---------------|---------------|-----------|
|    | I13           |               |           |
|    | I14           |               |           |
|    | I15           |               |           |
|    | O01           | Pumppu 1      |           |
|    | O02           | Pumppu 2      |           |
|  | O03           | Hälytys valo  |           |
|  | O04           | Jatko hälytys |           |
|  | O05           |               |           |
|  | O06           |               |           |
|  | O07           |               |           |
|  | O08           |               |           |
|  | O09           |               |           |





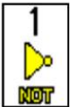
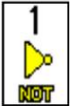
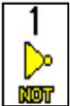


**LIITE 3(9).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT     | PARAMETER   |
|---|---------------|-------------|---|
|    | B01           | KÄYNTI AIKA | Lapse[Minute:Second]<br>0:2/1:0   |
|    | B02           | KÄYNTI AIKA | Lapse[Minute:Second]<br>0:3/1:0   |
|    | B03           | TUNTIA      | Position x = 7 y = 2<br>Input= CurHour (B02)<br>Special Key = Enable<br>Graph = Disable |
|    | B04           | KÄY         | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = PUMPPU 1 KÄY h<br>Property = Fixed           |
|   | B05           | TUNTIA      | Position x = 7 y = 4<br>Input= CurHour (B01)<br>Special Key = Enable<br>Graph = Disable |
|  | B06           | KÄYNTILUPA  |   |
|  | B07           | KÄYNTILUPA  |   |
|  | B08           | KÄY         | Position x = 1 y = 3 Length = 12<br>Text = PUMPPU 2 KÄY h<br>Property = Fixed           |
|  | B09           |             |   |








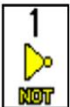

**LIITE 3(10).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT         | PARAMETER   |
|---|---------------|-----------------|---|
|    | B10           | SSÄINEN SUOJA 2 | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = **PUMPPU 2** SUOJA **LAUENNUT** KUITTA<br>US->OK<br>Property = Fixed |
|    | B11           | LÄMPÖRELE 2     | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = **PUMPPU 2** LÄMPÖRELE LAUENNUT KUITT<br>AUS->OK<br>Property = Fixed |
|    | B12           | SSÄINEN SUOJA 1 | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = **PUMPPU 1** SUOJA **LAUENNUT** KUITTA<br>US->OK<br>Property = Fixed |
|    | B13           | LÄMPÖRELE 1     | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = **PUMPPU 1** LÄMPÖRELE LAUENNUT KUITT<br>AUS->OK<br>Property = Fixed |
|   | B14           |                 |   |
|  | B15           |                 |   |
|  | B16           |                 |   |
|  | B17           | YLÄRAJA         | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = ** ** YLÄRAJA HÄLYTYS ** **<br>Property = Fixed                      |
|  | B18           |                 |   |








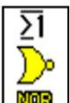

**LIITE 3(11).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT       | PARAMETER  |
|---|---------------|---------------|--|
|    | B19           |               |  |
|    | B20           | SEIS          | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = PUMPPU 1 SEIS h<br>Property = Fixed |
|    | B21           | SEIS          | Position x = 1 y = 3 Length = 12<br>Text = PUMPPU 2 SEIS h<br>Property = Fixed |
|    | B22           |               |  |
|  | B23           | KUITTAUSVIIVE | ON_Delay:<br>###/25  |
|  | B24           |               |  |
|  | B25           |               |  |
|  | B26           |               |  |
|  | B27           |               |  |

**LIITE 3(12).**  
**Logiikan ohjelma**










ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT                | PARAMETER  |
|---|---------------|------------------------|--|
|    | B28           |                        | ONTime :<br>###/4<br>OFFTime :<br>###/4                          |
|    | B29           |                        | ONTime :<br>###/4<br>OFFTime :<br>###/4                          |
|    | B30           |                        | ONTime :<br>###/4<br>OFFTime :<br>###/4                          |
|    | B31           |                        | ONTime :<br>###/4<br>OFFTime :<br>###/4                          |
|   | B32           | MAX AIKA               | OneShotTime:<br>###/120<br>OutputClearCond:<br>When Input is OFF |
|  | B33           | MAX AIKA               | OneShotTime:<br>###/120<br>OutputClearCond:<br>When Input is OFF |
|  | B34           | Näytön vuorottelu      |  |
|  | B35           | Näytön vuorottelu SEIS |  |
|  | B36           | Näytön vuorottelu KÄY  |  |







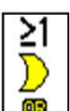

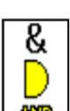

**LIITE 3(13).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT           | PARAMETER   |
|---|---------------|-------------------|---|
|    | B37           |                   |   |
|    | B38           |                   |   |
|    | B39           | YLIAIKA HÄLY      |   |
|   | B40           | YLIAIKA 1         | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = **PUMPPU 1** YLIAIKA ** **KUITTAUS->0<br>K<br>Property = Fixed |
|  | B41           | YLIAIKA 2         | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = **PUMPPU 2** YLIAIKA ** **KUITTAUS->0<br>K<br>Property = Fixed |
|  | B42           | YLIAIKA HÄLYTYS   |   |
|  | B43           | Näytön vuorottelu |   |
|  | B44           | Näytön vuorottelu |   |
|  | B45           |                   | ONTime:<br>###4<br>OFFTime:<br>###4   |



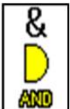
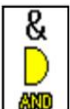




**LIITE 3(14).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT                  | PARAMETER                             |
|---|---------------|--------------------------|---------------------------------------|
|    | B46           |                          | ONTime :<br>###4<br>OFFTime :<br>###4 |
|    | B47           | Vaihe 2 pakko            |                                       |
|    | B48           | Vaihe 2 pakko            |                                       |
|   | B49           |                          |                                       |
|  | B50           | Näytön vuorottelu tuntia |                                       |
|  | B51           |                          |                                       |
|  | B52           |                          |                                       |
|  | B53           |                          |                                       |





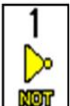
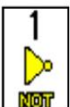
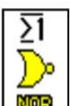

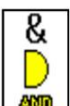
**LIITE 3(15).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT | PARAMETER |
|---|---------------|---------|-----------|
|    | B54           |         |           |
|    | B55           |         |           |
|    | B56           |         |           |
|   | B57           |         |           |
|  | B58           |         |           |
|  | B60           |         |           |
|  | B61           |         |           |
|  | B62           |         |           |

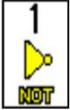
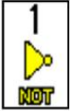







**LIITE 3(16).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT         | PARAMETER   |
|---|---------------|-----------------|---|
|    | B63           |                 |   |
|    | B66           | Ohitus          |   |
|    | B67           | Ohitus.pumppu 1 | Position x = 4 y = 2 Length = 9<br>Text = *ESTETTY*<br>Property = Fixed |
|   | B68           |                 |   |
|  | B69           |                 |   |
|  | B70           |                 |   |
|  | B71           |                 |   |
|  | B72           | Pumppu ohitus2  | Position x = 4 y = 4 Length = 9<br>Text = *ESTETTY*<br>Property = Fixed |
|  | B73           | Ohitus          |   |




**LIITE 3(17).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT        | PARAMETER   |
|---|---------------|----------------|---|
|    | B75           | Ohitus         |   |
|    | B76           | Ohitus         |   |
|    | B79           | Hälytys viesti |   |
|   | B80           |                | ONTime:<br>###4<br>OFFTime:<br>###4   |
|  | B81           | VAIHEVAHTI     | Position x = 1 y = 1 Length = 12<br>Text = ** ** VAIHEVIKA ** ** KUITTAUS->OK<br>Property = Fixed |
|  | B83           |                |   |
|  | B84           |                |   |
|  | B85           |                |   |
|  | B86           |                |   |

**LIITE 3(18).**  
**Logiikan ohjelma**

ICON INFORMATION

| ICON  | SIGNAL NUMBER | COMMENT | PARAMETER |
|---|---------------|---------|-----------|
|  | B87           | Ohitus  |           |
|  | B88           | Ohitus  |           |
|  | K01           |         |           |