

Modernisering av styrsystem i biogasanläggning

Planering, programmering och design

Jesper Tunkkari

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2012



EXAMENSARBETE

Författare: Jesper Tunkkari
Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, VASA
Inriktningsalternativ: Automationsteknik
Handledare: Erik Englund

Titel: *Modernisering av styrsystem i biogasanläggning*

Datum 24.3.2012

Sidantal 58

Bilagor 5

Abstrakt

Detta examensarbete behandlar kort biogasbildningsprocessen, samt planering och programmering av ett moderniserat styrsystem. Det redogörs kort vilka kriterier som måste uppfyllas för att biogas ska produceras, vilka olika typer av biogas som används och vilka olika anläggningstyper som används vid framställning av biogas. Examensarbetet ger även information om biogasen på den finländska marknaden och på gårdsanläggningar.

Det ges information om anläggningens dimensioner och en förklaring över hur anläggningen fungerar. Orsaken till förnyandet av styrsystemet är att anläggningen använder en föråldrad teknik, vilket leder till att underhållet försvåras. Planeringen behandlar tillvägagångssättet för elplaneringen av den nya styrcentralen, hur och var man börjar, vilket program som används och hur tankegången fortsätter.

Programmeringsverktyget Siemens SIMATIC STEP 7 och WinCC är de mest kända och mest använda programmeringsverktygen inom industriell automation i hela världen. I detta examensarbete beskrivs programmering med programmeringsverktygets nyaste versioner: Step 7 V11 och WinCC V11, som är integrerade i verktyget TIA-Portal. I programmeringen tas det upp bl.a. vad en PLC är, hur den fungerar och vad ett användargränssnitt är.

Eftersom ibruktagning av anläggningen inte hör till examensarbetet blev resultatet utvärderat med en simulering av anläggningen. Simuleringen indikerade att både systemets funktion och användbarhet förbättrats.

Språk: svenska

Nyckelord: Siemens, PLC, styrsystem, biogas

Förvaras: Examensarbetet finns tillgängligt antingen i webbiblioteket Theseus.fi eller i Tritonia, Vasa vetenskapliga bibliotek.

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Jesper Tunkkari
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Sähkötekniikka, VAASA
Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka
Ohjaaja: Erik Englund

Nimike: *Biokaasulaitoksen ohjausjärjestelmän modernisointi*

Päivämäärä 24.3.2012

Sivumäärä 58

Liitteitä 5

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö käsittelee lyhyesti biokaasun tuotantoprosessia sekä biokaasulaitoksen ohjausjärjestelmän modernisoinnin suunnittelua ja ohjelmointia. Selvitetään lyhyesti, mitkä kriteerit pitää täytyä ennen kuin biokaasua syntyy, mitä eri biokaasutyyppejä on ja minkälaisia laitostyyppejä käytetään biokaasun tuotannossa. Opinnäytetyö käsittelee myös hieman Suomen biokaasumarkkinoita ja maatilalaitoksia.

Opinnäytetyössä kerrotaan biokaasulaitoksen taustaa ja selvitetään laitoksen toimintaa. Syy biokaasulaitoksen ohjausjärjestelmän modernisointiin on tekniikan ikääntyminen, joka hankaloittaa huoltoa. Suunnittelu käsittelee uuden ohjauskeskuksen sähkösuunnittelun toteutustapaa, käytettyjä ohjelmointityökaluja ja miten ohjelmointi on toteutettu.

Ohjelmointityökalu Siemens SIMATIC STEP7 ja WinCC ovat maailman kuuluisimmat ja eniten käytetyt ohjelmointityökalut teollisuusautomaatiossa. Tässä opinnäytetyössä selvitetään ohjelmointia ohjelmointityökalun uusimmalla versiolla: Step 7 V11 ja WinCC V11, jotka on integroitu TIA-Portal -työkaluun. Ohjelmoinnissa käsitellään mm. mikä PLC on, miten se toimii ja mikä käyttöliittymä on.

Koska laitoksen käyttöönotto ei kuulu opinnäytetyöhön, tulosta arvioitiin laitosta simuloimalla. Simuloinnin perusteella voitiin todeta, että sekä laitoksen toiminta että käytettävyyks parantuivat.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: Siemens, PLC, ohjausjärjestelmä, biokaasu

Arkistoidaan: Opinnäytetyö on saatavilla joko ammattikorkeakoulujen verkkokirjastossa Teseus.fi tai Tritoniassa, Vaasan tiedekirjasto.

BACHELOR'S THESIS

Author: Jesper Tunkkari
Degree programme: Electrical technology, VAASA
Specialization: Automation
Supervisor: Erik Englund

Title: *Modernization of biogas plant control system*

Date 24.3.2012

Pages 58

Attachments 5

Abstract

This thesis briefly deals with the biogas process and also with planning and programming a modernized control system. It gives a short summary of which demands need to be fulfilled for biogas to be produced, which types of biogas are used and what types of biogas plants are used when producing biogas. The thesis also gives a short summary of biogas on the Finnish market and on farm-scale agricultural biogas plants.

The thesis gives information about the dimensions of the plant and an explanation of how the plant works. The reason why the plant is being modernized is that the plant's control system is outdated, which makes the maintenance more difficult. The planning explains the workflow of the electrical design of the electrical control box, how and where to start, which software is used and how the planning continues.

The programming software Siemens SIMATIC STEP 7 and WinCC are the most known and the most widely used programming software in industrial automation. In this thesis the programming is described with the programming software's newest versions: Step 7 V11 and WinCC V11, which are integrated in the TIA-Portal. The programming explains for instance what a PLC is, how it works and what a user interface is.

As the thesis doesn't include the system start-up, the evaluation of the result was done with a simulation of the plant. The simulation indicated that both the functionality and the usability of the plant were improved.

Language: Swedish

Key words: Siemens, PLC, control system, biogas

Filed at either the web library Theseus.fi or in Tritonia Academic Library, Vaasa.

Innehåll

1	Inledning	2
1.1	Bakgrund	2
1.2	Uppdragsgivare	2
1.3	Projektet	3
2	Biogas	4
2.1	Typer av biogas	5
2.2	Typer av biogasanläggningar	6
2.2.1	Torrötning	6
2.2.2	Våtrötning	7
2.3	Rötningsprocessen	7
2.3.1	Temperatur	8
2.3.2	Organisk belastning	9
2.3.3	pH-värde	10
2.3.4	Omrörning	10
2.3.5	Uppehållstid	11
2.4	Hygienisering	12
2.5	Biogas i Finland	12
2.6	Biogas inom lantbruk	13
3	Anläggningen	14
3.1	Föråldrade anläggningen	16
3.2	Förnyade anläggningen	17
4	Planering	18
4.1	Uppföljning av nuvarande system	18
4.2	Specificering av I/O	19
4.3	Val av maskinvara för styrsystemet	20
4.3.1	PLC-enheten	21
4.4	Hårdvara utanför offerten	24
4.5	Elplanering	24
4.5.1	Programvara	25
4.5.2	Kretsschema	26
4.5.3	Layout	27
5	Programmering	29
5.1	Programvara	33
5.2	Maskinvarukonfiguration	35
5.3	Definiering av in-/utgångar och HMI-taggar	37
5.4	Definiering av block	39
5.4.1	Motor-/ventilstyrningsblock	40

5.4.2	Sekvensblock	43
5.5	Automatkörning	45
5.6	Låsningar	45
5.7	HMI-PC planering	45
5.7.1	Användargränssnittet	47
5.7.2	Trender och loggningar	50
5.7.3	Alarm	51
5.7.4	Planering av HMI-Panel	51
6	Resultat	53
7	Diskussion	55
	Litteraturförteckning	58
	Källförteckning	60
	Bilagor	

Ordförklaringar

ACR	En beteckning på automatikens styrbit i PLC-program.
Anaerob	Syrefri miljö.
Användargränssnitt	Är länken mellan användaren och den hårdvara som styr processen. Oftast ett grafiskt program på en skärm där man kan styra processen.
Deponi	Soptipp.
Dialog	Ett pop-up fönster på ett användargränssnitt, där styråtgärder utförs.
Faceplate	En dialog där styrning av apparater sker i ett HMI-system.
Facklas	Då biogas produceras i överflöd måste man bränna bort gasen.
HMI	Human machine interface även kallad människa-maskin gränssnitt på svenska.
HRT	Hydraulic Retention time anger substratets genomsnittliga uppehållstid i reaktorn.
I/O-lista	Lista på diverse in- och utgångars adresser och symboler på en PLC.
Klenspänning	Spänningar under 50 VAC eller 120 VDC.
Logga	Att med jämna mellanrum spara sampel i en fil, för att senare kunna evaluera mätningarna.
LUK	Låsningsbitens beteckning i PLC-program.
Lågspänning	Spänningar under 1000 VAC eller 1500 VDC, men högre än klenspänning.
OPR	Beteckningen för operatörens styrbit i PLC-program.
Processgränssnitt	Länken mellan processen och hårdvaran som styr den, t.ex. pådragsdon och givare.

Rack	En PLC:s moduler kan placeras efter varandra endast upp till en viss mängd. De efterföljande modulerna måste placeras på en ny rad och dessa sedan länkas ihop med en kommunikationskabel. Ramen där ett visst antal moduler kan placeras kallas rack.
RTD	Resistance temperature detector är en temperaturgivare.
Rötrest	Det substrat som har blivit rötad och pumpats ur reaktorn.
SRT	Solid retention time anger bakteriernas genomsnittliga uppehållstid i reaktorn.
Substrat	Det material som ska rötas i biogasanläggningen.
Trend	En graf som ritar det loggade datat, oftast som en funktion av tiden.
TS	Engelskt begrepp som betyder total solids, översätts till svenska som torrs substans och anger den mängd substans man har kvar efter att ha torkat ett vått prov vid en viss temperatur under en viss tid.
UPS	Uninterruptible power supply är en apparat som förser andra apparater med ström vid strömavbrott.
VS	Engelskt begrepp som betyder volatile solids, översätts till svenska som organisk substans och anger den mängd av torrs substansen som avgår vid förbränning vid en temperatur på 550 °C.

1 Inledning

Detta examensarbete behandlar förnyande av styrsystemet i en biogasanläggning. Det som behandlas i examensarbetet är också en modell på tillvägagångssättet för projektet. Det första som behandlas är biogasprocessen, dvs. hur man utvinner biogas och hur den används. Detta är en viktig del i processen, eftersom god processkunskap är en mycket viktig faktor vid processtyrningar. Sedan beskrivs anläggningen som examensarbetet utförs på. Därefter följer sedan planering, programmering och utvärdering.

1.1 Bakgrund

Apex Automation Oy blev ombudda att ge offert på en modernisering av styrsystemet i en gårdsbiogasanläggning. Undertecknad blev sedan erbjuden att genomföra projektet som ett examensarbete. Eftersom kostnaderna i offerten kunde sänkas markant genom att erbjuda kunden att projektet utförs som ett examensarbete, blev Apex Automation vald att utföra projektet.

1.2 Uppdragsgivare

Uppdragsgivaren till projektet är Apex Automation Oy i Karleby. Apex Automation är grundat 1993, och är den ledande ingenjörbyrå av sitt slag i Karlebyregionen. Företaget har sitt huvudkontor i Karleby och dess kundkrets sträcker sig över hela landet. Apex Automation har också byggt upp en bred kundkrets runtom i världen, där de flesta kontakterna bildats genom att företaget ofta fungerat som underleverantör. Apex Automation blev 2009 vald till Mellersta Österbottens starkaste företag. Företaget har omkring 40 anställda, inklusive delägare, som alla också jobbar i företaget. Omkring 15 av de anställda är uthyrda till andra företag på heltid. Omsättningen ligger på omkring 3,5 milj. €.

Företaget har ett mycket brett arbetsområde. Tjänsterna företaget erbjuder kan delas in i sex grupper:

- Elplanering
- Instrumentering
- Elsäkerhet
- Applikationsprogrammering
- Maskinsäkerhet

Förutom dessa tillverkas det även kundanpassade eldistributions- och automationscentraler i företagets produktionsutrymmen.

1.3 Projektet

Projektet som utförs är en modernisering av ett styr- och övervakningssystem i en gårdsbiogasanläggning. Anläggningen producerar värme och elenergi till gården genom att använda sig av både gårdens slam och kommunalt avfall. Behovet av modernisering i anläggningen blev aktuell eftersom nya reservdelar till systemet inte längre går att få tag på. Arbetet omfattar:

- Utredning av nuvarande processanslutningar och utvidgnings-, ändrings- och utvecklingsbehov i processtyrningen.
- Planering av layout och kretsschema på den nya styrcentralen, med generatorns anslutning endast som kopplingsplintar.
- Nuvarande processtyrnings- och övervakningsfunktioners överföring till Siemens ET200S CPU, möjligen små förändringar och utvidgningar.
- Nuvarande användargränssnitt förverkligas med WinCC Flexible SCADA-programmet och möjligen tillkommer små förändringar.
- En HMI-panel KTP600 programmeras som reservstyrenhet för processen.

Några av de moment som inte hör till examensarbetet är:

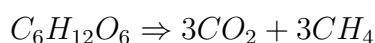
- Tillverkning av den nya styrcentralen.
- Justering av gasblandningsförhållandet till generatorm.
- Utveckling av reaktorns skum-mätning.
- Ibruktagning av anläggningen.

Från uppdragsivaren Apex Automation har Matti Pajukangas fungerat som handledare och från Yrkeshögskolan Novia har Erik Englund fungerat som handledare.

2 Biogas

Biogas är en gas som bildas genom en anaerob rötningsprocess, där ett eller flera organiska material bryts ner i en syrefri miljö. De sammansatta organiska föreningarna, som fetter, kolhydrater och proteiner, bryts ner till slutprodukterna metan och koldioxid av en mängd olika mikroorganismer i ett invecklat samspel. Denna process sker också naturligt i vissa miljöer med brist på syre, exempelvis i sumpmarker och på risfält.

I biogasens vanligaste framställningsprocess utnyttjar man den naturliga processen, genom att ett substrat pumpas in i en helt lufttät behållare kallad rötchammare eller reaktor. Substratet i reaktorn rörs om konstant för att få en snabbare och effektivare process. Här bildas då rå biogas, som i huvudsak består av metan och koldioxid. I gasen finns ofta också små mängder ammoniak, kvävgas, syre, vätesulfid och vatten. Förutom biogas bildas också en mycket näringsrik rötrest som man använder som gödningsmedel. Fastän själva nedbrytningsprocessen är invecklad kan man relativt enkelt förklara t.ex. nedbrytning av kolhydrater med en enkel kemisk formel:



Oförbränt metan klassas som den tredje viktigaste växthusgasen efter koldioxid och vattenånga. Förutom att ta tillvara energiinnehållet, bidrar förbränning av biogas även till att minska på växthusgaserna. [5][11]

2.1 Typer av biogas

Det pratas ofta endast om biogas som en helhet, fastän det finns flera olika typer av biogas. Några man kan komma i kontakt med är:

Rötgas är den vanligaste typen av biogas. Den utvinns bland annat ur gödsel, lantbruksgrödor, matavfall och avloppsslam. Rötgasen kan även delas upp i två delar, ena är en s.k. samrötning av olika typer av olika substrat, t.ex. källsorterat matavfall och gödsel. Den andra är en gas från rötning av endast avloppsslam. Rötgas har alltid en ganska hög metanhalt, som minst ungefär 55 % och samrötningen oftast högre.

Deponigas är en gas som bildas på soptippar. Gasen tas till vara eftersom den annars skulle läcka ut i atmosfären. Eftersom gasen suges ut med hjälp av fläktar från soptippen, läcker det alltid in luft med gasen. Eftersom gasen innehåller en del luft, betyder det att metanhalten blir lägre och därför är också deponigas den biogas med den lägsta metanhalten på 45 – 55 %.

Flytande biogas kallas också för LBG, som är en förkortning av engelskans “Liquified Bio Gas”. Gasen är precis som namnet säger, biogas i vätskeform. Detta uppnås genom att kyla ner gasen till omkring $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$, där gasen kondenseras och förvandlas till vätska. I vätskeform har gasen mycket mindre volym, vilket betyder att energiinnehållet per kubik är mycket högre. Detta innebär också att man kan transportera ämnet mera kostnadseffektivt.

Fordonsgas. Biogas kan också användas som drivmedel i fordon, men för att detta ska kunna förverkligas måste gasen genomgå en förädlingsprocess, en s.k. uppgradering. Vid uppgradering av biogas avlägsnas koldioxiden och alla andra oönskade ämnen. Den rena gasen har i slutändan en metanhalt på ungefär 97 %. Biogas och även naturgas som används i fordon kallas med ett gemensamt namn för fordonsgas. Fordonsgas har också högre antändningstemperatur än bensin och diesel, vilket minskar risken för antändning vid t.ex. en trafikolycka. Den uppgraderade gasen måste av säkerhetsskäl också luktsättas för att läckage ska kunna upptäckas. [5][17]

2.2 Typer av biogasanläggningar

Olika typer av anläggningar kan användas i framställning av biogas. Den viktigaste delen i en biogasanläggning är reaktorn, där substratet bryts ned och metan bildas. Andra väsentliga delar i en biogasanläggning är rötrestlager och gaslager. Beroende på typen av anläggning finns det flera olika andra tillbehör.

I biogasanläggningar kan man använda sig av olika rötningstekniker. Dessa delas in i torrprocesser och våtprocesser. I en torrprocess används ett substrat med hög andel torrsubstans på omkring 15 – 50 %, vilket betyder att vätskehalten är låg. I en våtrötning däremot används substrat med torrsubstans på 5 – 15 %.

2.2.1 Torrötning

Vid torrötning ligger substratet kvar på samma plats under hela förloppet av processen. Vanliga material som används vid torrötning är t.ex. skörderester och hushållsavfall. Under förloppet av torrötningsprocessen förs det aldrig till material och det tas heller inte ut material i något skede.

Torrötning är en mycket driftsäker process i jämförelse med en våtprocess, eftersom det i princip inte finns några rörliga delar. De enda delarna som kan gå sönder är vattenpumpar för varmvatten och pumpar för att föra bort avloppsvatten som kommer ur substratet. Dessa pumpar installeras dock oftast på ett ställe där de enkelt kan bytas ut eller repareras vid behov.

2.2.2 Våtrötning

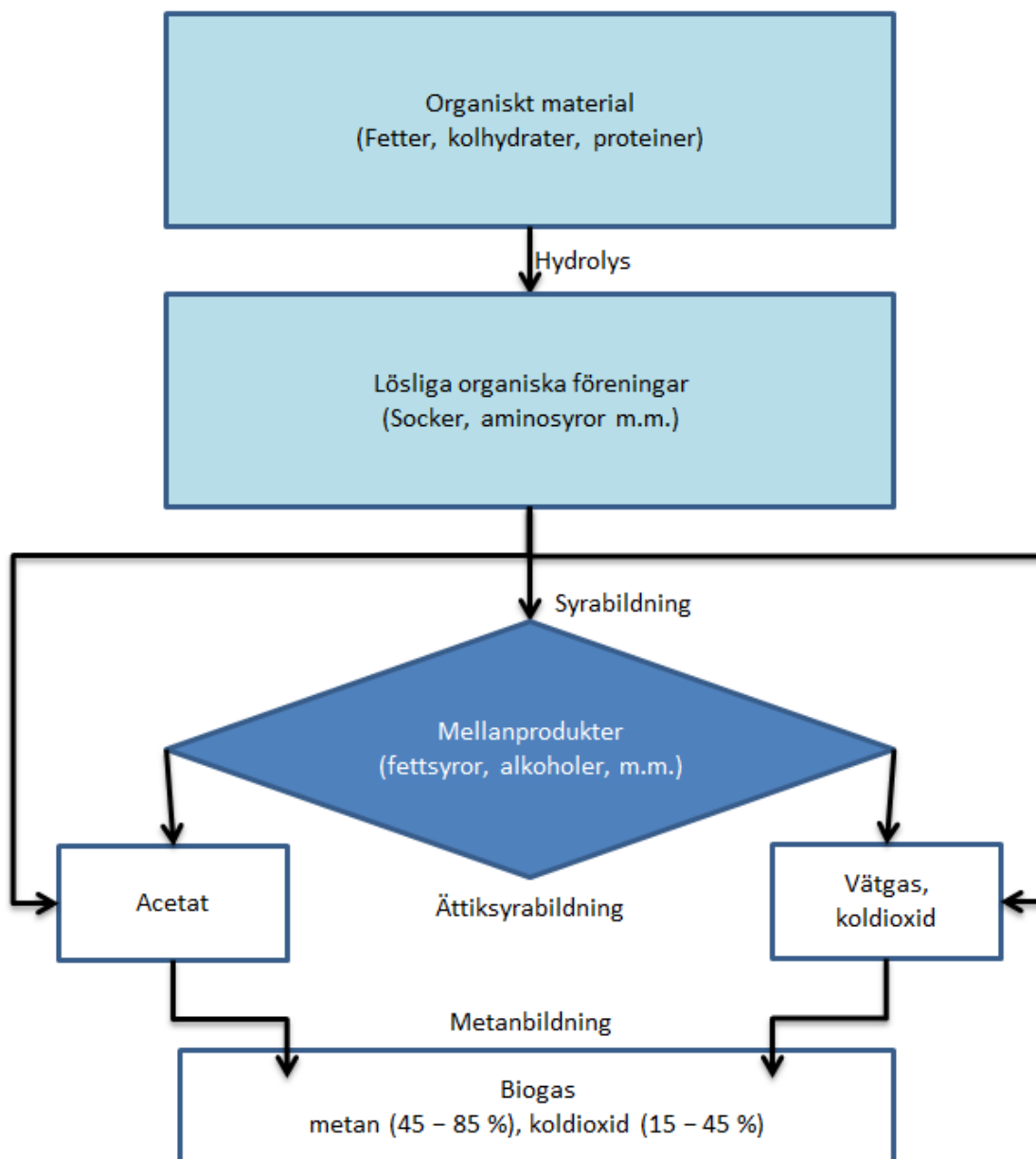
Våtrötning är den mest populära rötningsmetoden. Vid våtrötning är den vanligaste processen en s.k. enstegs totalomblandad våtrötning, vilket innebär att substratet i reaktorn konstant blandas om. Inmatning av nytt substrat kan också ske på flera sätt.

Kontinuerlig rötning får man genom att konstant mata in en liten mängd nytt substrat. Detta ger ett jämnt substratflöde över hela dygnet. Oftast handlar det om vätskeformiga substrat, exempelvis kommunalt eller industriellt avloppsvatten.

Semi-kontinuerlig rötning används vid mera trögflytande material, som slam och gödsel från lantbruk och reningsverk. Vid semikontinuerlig rötning matas det in nytt substrat med jämna mellanrum, ex. varje timme eller var åttonde timme. När det ska tillföras nytt substrat för man först bort den mängd använt slam man tänkt föra till, eftersom man vill minimera förlusten av oanvänt substrat. [5][9][4]

2.3 Rötningsprocessen

Oberoende av anläggningens typ, regleras och övervakas processen mycket lika i alla anläggningar. Att upprätthålla en biogasprocess är en ganska enkel uppgift, så länge den hålls på den dimensionerade nivån och kapaciteten. Det krävs dock att man följer upp ett antal parametrar för att säkerställa en felfri process. [5][9][4]



Figur 1. Principskiss på anaerob nedbrytningsprocess.

2.3.1 Temperatur

För att processen ska fungera bra måste man ha en viss temperatur i reaktorn. Vilken temperatur man ska ha beror på vilken typ av process man använder.

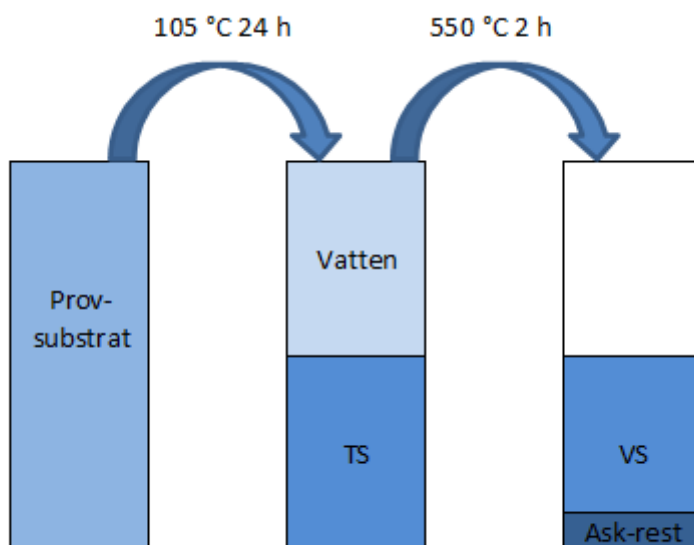
Psykrofil temperaturområde ligger på temperaturer under 25 °C. Detta temperaturområde används dock inte i biogasanläggningars rötningsprocesser utan sker vid rötning i naturen.

Mesofilt temperaturområde ligger på temperaturer mellan 25 – 40 °C. Mesofila temperaturområdet är idag det vanligaste vid framställning av biogas. De mesofila bakteriearterna är fler än de bakteriearter som är termofila, vilket betyder att processen är mindre känslig för störningar vid mesofila temperaturer. Processen är därmed också mindre känslig för temperaturvarieringar i reaktorn. Behovet av tilläggsuppvärmning av reaktorn är också 10 – 30 % mindre än vid termofila temperaturer.

Termofilt temperaturområde ligger på temperaturer mellan 50 – 60 °C. Den termofila processen är det mest effektiva sättet att framställa biogas. Den är mycket mera känslig för varieringar i både temperaturen, pH-värdet och andra processbromsande faktorer. Dessutom kräver den termofila processen också 10 – 30 % mer uppvärmningsenergi. Men i utbyte för dessa får man bättre hygienisering, möjlighet till en högre belastningsgrad och lägre behandlingstid av substratet, vilket leder till att reaktovolymen inte behöver vara lika stor som vid mesofila processer. [9][3]

2.3.2 Organisk belastning

Med organisk belastning avses hur mycket organiskt material ska kunna brytas ned. Organiska belastningen anges i $\frac{kg \cdot VS}{m^3 \cdot d}$. Men eftersom bl.a. slam har en VS halt på 70 – 80 % av TS, ligger det så nära varandra att man ofta i stället anger belastningen med $\frac{kg \cdot TS}{m^3 \cdot d}$. Detta anger alltså hur många kilogram organisk torrsbstans man tillsätter per vätskekubik och dygn i reaktorn. [9][4]



Figur 2. Exempel på samband mellan VS, TS och substrat.

2.3.3 pH-värde

pH-värdet varierar med den organiska belastningen. Om det matas in för mycket substrat höjs aktiviteten hos de syrabildande bakterierna, vilket leder till att pH-värdet höjs. Om matningen avbryts eller inte är tillräcklig av någon anledning, finns det risk för att pH-värdet höjs. Om detta sker kan syrabakteriernas aktivitet avstanna, vilket i värsta fall kan avstanna hela processen. Bakterierarterna i substansen har olika optimala pH-värden för tillväxt. Syrabakteriernas optimala pH-värde ligger mellan 5,2 – 6,3. De metanbildande bakteriernas tillväxt avtar drastiskt vid ett pH-värde under 6,6 och redan vid pH 6,2 slutar tillväxten så gott som helt. Det optimala pH-värdet för de metanbildande bakterierna ligger således på ett pH-värde mellan 6,5 – 7,5. [3][9]

2.3.4 Omrörning

Det viktigaste med omrörning är att processen effektiveras. Orsaken till att processen effektiveras är att bakterier och näring i substratet blandas och kommer i kontakt med varandra. Den bildade biogasen kan också enklare avgå, eftersom den inte behöver kämpa sig upp till ytan, vilket fallet vore utan omrörning.

Enligt Callstam & Hedlund (2004) bidrar omrörning även till att:

- Nytt substrat sprids i reaktorn.
- Förhindra eller minska skumbildande.
- Förhindra att det uppstår temperaturvariationer i substratet.
- Motverka att substratet fastnar.
- Giftiga ämnen sprids snabbt i reaktorn, vilket minskar toxiciteten.
- Substratet hålls mer fysiskt och kemiskt homogent.

Den mest effektiva och vanligaste metoden för omrörning är mekanisk omrörning, vilket betyder att man med en mekanisk propeller blandar om substratet i reaktorn. Processen kan dock störas av för häftig omrörning, eftersom de metanbildande bakterierna är känsliga för just detta. Därför är en långsam omrörning att föredra, ett väl omrört substrat kan öka metanproduktionen med upp till 50 %. Några andra typer av omrörningstyper är t.ex. rundpumpning och återförning av gas genom substratet. [3]

2.3.5 Uppehållstid

Det som avses med uppehållstid är substratets tid i reaktorn i genomsnitt. Man pratar oftast om den hydrauliska uppehållstiden HRT, även om det också finns något som kallas SRT. Vid dimensionering av uppehållstid bör man beakta hur lättnedbrytbart materialet är, hur snabb mikroorganismernas tillväxt är, hur jämn kvalitet det är på substratet, processtemperaturen, TS-innehållet och dessutom hur bra omblandning man har i reaktorn. Om man använder för kort uppehållstid kommer en del av materialet att passera processen onedbrutet, vilket betyder att reaktorn överbelastas. Ett typiskt värde på uppehållstiden är 12 – 30 dygn. Uppehållstiden är alltid anläggningsspecifik. För att få den bästa uppehållstiden måste man pröva sig fram vid ibruktagning, genom att variera inmatningen. För att underlätta detta kan man dock utföra tester i laboratorium på det substrat man tänkt använda, för att få ett riktgivande värde. [9][4][5]

2.4 Hygienisering

Den huvudsakliga orsaken till hygienisering är att försöka minska riskerna för smittspridning. Substratet som ska rötas i en biogasanläggning ska därmed hygieniseras vid 70 °C i 60 minuter före den går in i reaktorn. Det är viktigt att hela massan uppnår rätt temperatur. Helst borde man också registrera hygieniseringen med tillräckligt omfattande utrustning för att säkerställa att hygieniseringen varit framgångsrik. Om det i anläggningen blandas flera olika substrat ska bestämmelserna med de strängare förbehandlings kraven följas.

Självklart finns det också undantag. Exempelvis om det endast används naturgödsel, reningsverksslam, matrester eller en blandning av dessa i anläggningen, så behöver den inte hygieniseras, eftersom den termofila processen anses uppfylla hygieniseringskraven i dessa fall. [9][4]

2.5 Biogas i Finland

I Finland producerades i slutet av 2010 biogas på 16 kommunala reningsverk och tre industriella reningsverk. Gårdsanläggningar producerade biogas på tio olika orter och man hade även sex samrötningsanläggningar i drift. De flesta anläggningarna finns i de södra delarna av landet. Enligt sammanställda uppgifter från utredningar producerades det 37,5 milj. m³ biogas i reaktor-anläggningar, varav 4,8 milj. m³ facklades bort. Sammanlagt 179 GWh energi producerades i form av el och värme, av den gas som tagits till vara. Förutom reaktor-anläggningarna togs det under 2010 också till vara biogas från 39 deponier en volym på 101,6 milj. m³ biogas. Producerad energi med biogas från deponier låg på 242,4 GWh. [7]

2.6 Biogas inom lantbruk

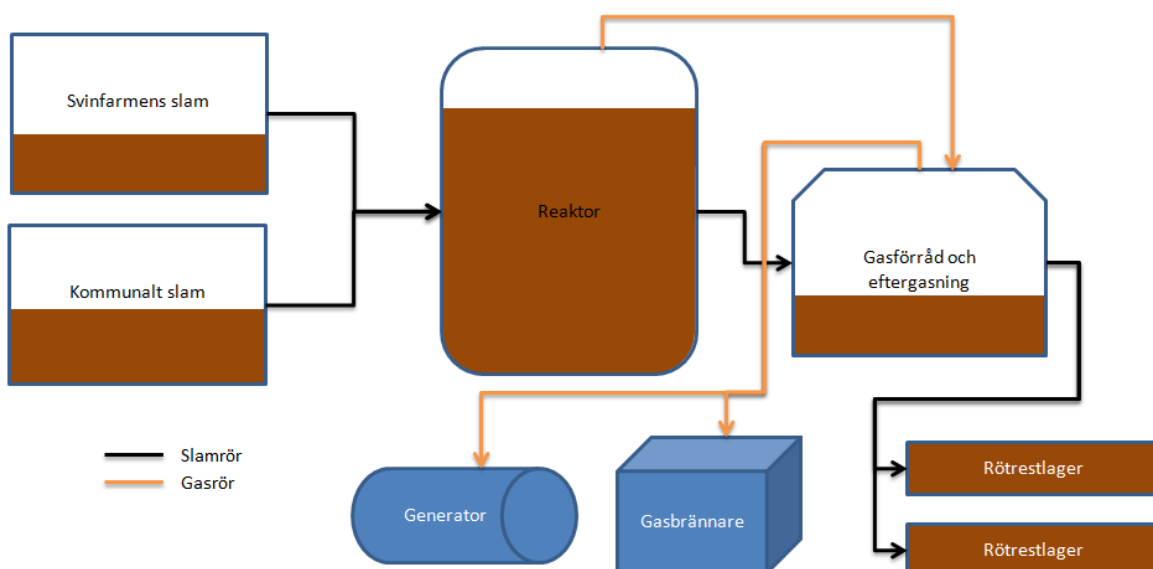
En gårdsanläggning är oftast en gård som använder gödsel från nötdjur eller svin i en reaktoranläggning för att utvinna biogas. Dessa anläggningar kan också regelbundet eller oregelbundet ta emot motsvarande substrat från omnejden. För en gårdsanläggning som behandlar under 5000 ton gödsel per år är den behöriga myndigheten för miljö tillståndet kommunen. Oftast används biogasen till att försörja gården med värme och elektricitet.

Eftersom slam från gårdar används som gödsel på åkrarna kan detta i tätt befolkade områden orsaka olägenheter i form av lukt. Ett annat problem är områden där det finns stor risk att läckage kan förorena omgivningen. Alternativ till en gårdsanläggning är i dessa fall att flera gårdar bildar en gemensam biogasanläggning där man sedan behandlar all slam. Genom att behandla slammet i en biogasanläggning får slammet en mildare lukt. [9]

3 Anläggningen

Anläggningen är en gårdsbiogasanläggning som producerar värme och elenergi från jordbruksslam och kommunalt slam från reningsverk och septiska tankar. År 2010 producerade anläggningen en estimerad mängd på minst 150 000 m³ biogas, varav 150 000 m³ utnyttjades. Mängden elenergi som producerades var 177 MWh och den värmeenergi som producerades var 600 MWh.[7]

Anläggningen har en reaktorvolym på 250 m³ och den fungerar vid det termofila temperaturområdet. Elektriciteten produceras av en modifierad 6-cylindrig motor, kopplad till en generator på 45 kW. En gaspanna med en effekt på 260 kW värmer upp vatten, som matas ut till gårdens faciliteter i form av fjärrvärme. Elenergin används i huvudsak på gården, men överlopps elenergi matas ut i stamnätet till Korpelan Voima. [8][19]



Figur 3. Principskiss över anläggningen.

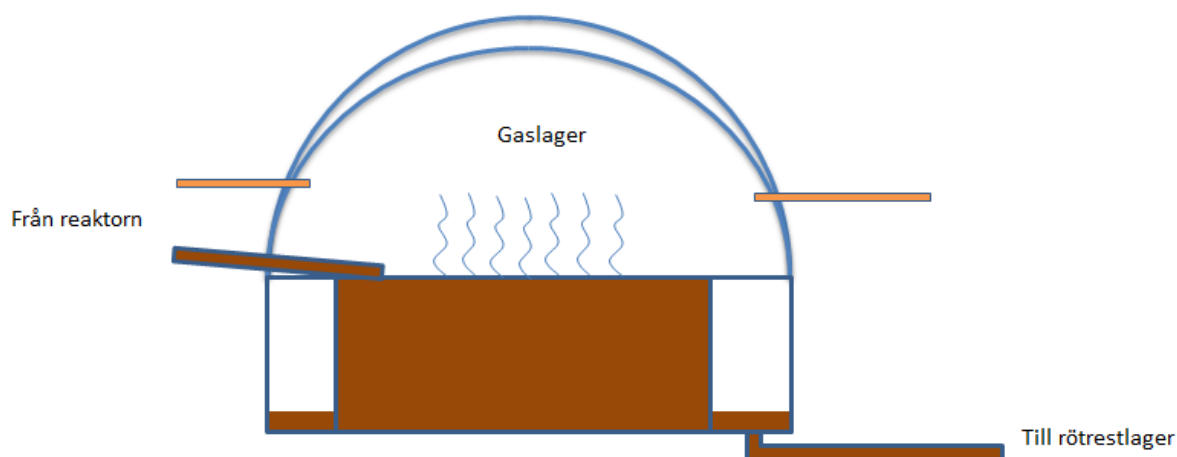
I figur 3 ser man en principiell skiss på hur anläggningens process fungerar. Det pumpas in nytt slam i anläggningens reaktor, antingen från svinfarmens slambrunn

eller från den kommunala slambehållaren. Pumpningarna sker fyra gånger dagligen med jämna mellanrum, varav endast en pumpning är från den kommunala slambehållaren. Tidpunkten för den första pumpningen och tiden mellan pumpningarna ställs in på det PC-baserade användargränssnittet.[19]

När en pumpning påbörjas töms först den mängd ur reaktorn som finns ovanför dammluckan. Dammluckan är konstruerad för att lämna kvar 220 m³ substrat i reaktorn. Under tiden reaktorn tömms, rörs slammet om i den i frågavarande slambehållaren/-brunnen, för att göra det mer lättpumpat.[19]

Det substrat som töms ur reaktorn leds till eftergasningsbassängen och gasförrådet, där rötresten ännu kommer att avge en del metan. Gasförrådet är konstruerat så att rötresten ligger i en bassäng. På bassängen finns en kupol med en pressenning i, där gasen lagras. Pressenningen i kupolen behövs på grund av att gasmängden varierar.[19]

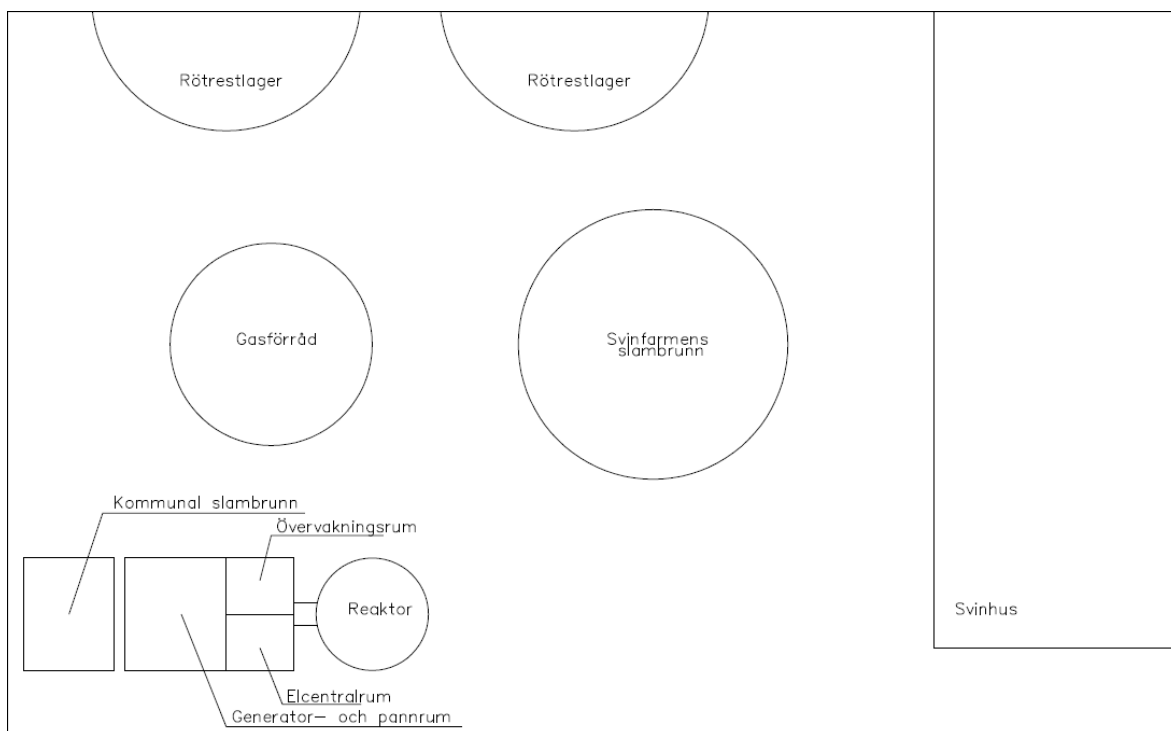
För att substratet inte ska fylla hela gasförrådet används s.k. överflödning, som är en mycket enkel teknik där den överflödiga rötresten rinner över bassängkanten och leds ner i rötrestlagret.[19]



Figur 4. Skiss på eftergasningen.

För att metanbildningsprocessen över huvudtaget ska fungera måste reaktorn värmas upp. Värmen till reaktorn tas från varmvattnet som sänds ut i fjärrvärmenätet. Temperaturen i reaktorn regleras med en manuell shuntventil. För att kunna hålla temperaturen jämn i reaktorn följs både temperaturen på varmvattnet och temperaturen i reaktorn upp. Vid behov regleras shuntventilen.[19]

Gasen som bildas i reaktorn leds till gasförrådet genom en flödesmätare, som räknar hur mycket gas som produceras. Gas som ska användas leds sedan genom en annan flödesmätare som räknar ut gasförbrukningen. Gasen i gasförrådet kommer inte att ha tillräckligt högt tryck för att kunna köras in i t.ex. gasbrännaren. På grund av detta finns det tryckhöjningspumpar på gaslinjen innan den når gasbrännaren och generatoren. Tryckhöjningspumparna underlättar också gasflödet med att suga åt sig gasen ur förrådet.[19]



Figur 5. En situationsplan över gårdens biogasanläggning.

3.1 Föråldrade anläggningen

Anläggningen togs i bruk 2003 och var ett pilotprojekt för Metener Oy. Eftersom många förändringar har gjorts sedan dess, är den befintliga dokumentationen över anläggningen mycket dålig. Detta försvårar uppföljningen av systemet och planeringen av den nya styrcentralen väldigt mycket.

Anläggningen styrs med hjälp av ett föråldrat användargränssnitt och en logik från National Instruments. Om ett I/O-kort på logiken går sönder går det inte att få tag

på något nytt kort p.g.a. att tillverkaren har beslutat att de har blivit föråldrade. I det fallet blir styrsystemet oanvändbart. Om styrsystemet av någon orsak inte skulle fungera finns det reservstyrning i form av manuell styrning.

Tryckhöjningspumparnas styrning är manuell och måste alltid startas en tid före generatoren eller gasbrännaren, för att man ska nå ett tillräckligt högt tryck före man försöker starta någondera. Även generatoren i anläggningen måste startas manuellt från dess egen styrcentral. Generatoren har en egen liten logik som reglerar och övervakar den, medan alarm och körning vidarebefodras till det egentliga styrsystemet.

Gaspannan sköter sig själv ganska långt. Den startas och stoppas automatiskt av en termostat i fjärrvärmesystemet. Den informerar dock styrsystemet när den körs eller när något är fel. Om anläggningen får något allvarligt fel alarmerar den ägaren genom att skicka ett textmeddelande som meddelar vilket fel den har.[19]

3.2 Förnyade anläggningen

Den förnyade anläggningen kommer att få en ny styrcentral. Eftersom den nuvarande är mycket dåligt placerad, kommer den nya styrcentralen att installeras i det tekniska utrymmet, där även huvudcentralen finns. Anläggningen kommer också att få uppdaterad dokumentation.

Eftersom programmet för processtyrningen i sig är en helt bra och fungerande lösning, kommer den att bibehållas och överförs från den gamla logiken till den nya. Användargränssnittet däremot är ett föråldrat system som helt kommer att bytas ut och omformas. Även all hårdvara som involverar användargränssnittet kommer att bytas ut till ett modernare alternativ.

Generators egen lilla logik kommer att integreras i det nya styrsystemet för att få en bättre överblick över hela anläggningen. Att integrera dess styrning hjälper också till att övervaka eventuella problem och det blir dessutom enklare att ändra på parametrar i generatorsystemet vid behov.

4 Planering

I början av ett projekt ska man alltid bekanta sig med offerten för att få en bild över tidtabellen och vilka komponenter, funktioner och priser som finns i erbjudandet. I erbjudandet finns en teknisk specifikation som inkluderats som bilaga B. I den tekniska specifikationen framkommer det hur det är tänkt att projektet ska realiseras, vilka apparater och programvaror och vilket arbete som ingår i erbjudandet.

Vid planering av projektet börjar man med att följa upp och undersöka de gamla dokumenten och det gamla systemet. Efter det bestäms det vilka I/O:n behövs. När man bestämt mängden kan man välja ut den maskinvara som behövs. När det mesta är specificerat fortsätter man med att först rita ett kretsschema och till sist en centrallayout.[20]

4.1 Uppföljning av nuvarande system

Första steget i uppföljningen av det nuvarande systemet är att söka fram och bekanta sig med befintliga elritningar, kretsscheman och in- och utgångar på PLC:n. Den nuvarande biogasanläggningens dokumentation är mycket dålig, förändringar i kretsschemat har ritats in med penna eller helt lämnats bort och I/O-listan är full av gamla förändringar, varav en del ändrats och tagits bort utan att göra några som helst märkningar. På grund av detta är det mycket osäkert att lita på dessa ritningar. För att i detta fall fullt kunna lita på vilka I/O:n är i användning, var det bäst att på plats vid anläggningen fysiskt kontrollera vilka in-/utgångar är anslutna till styrsystemets I/O-moduler i det gamla systemet. När de fysiska och de listade in- och utgångarna jämfördes var de, som tidigare misstänkts, olika. För att sedan ännu garantera att inga I/O:n blir fel, konsulterades även anläggningens ägare i frågan. Till slut efter att anläggningen flera gånger blivit kontrollerad, kunde man anse att anläggningens nuvarande system var kartlagd.[19][20]

4.2 Specificering av I/O

I/O-listan definieras i Microsoft Excel. Den nuvarande I/O-listan som följts upp skrivs ner på ett eget blad. De nya digitala ingångarna på ett blad, de nya digitala utgångarna på ett annat och de nya analoga ingångarna på ett tredje. När I/O:n specificeras utgår man ofta från styrsystemets I/O-moduler och man använder sig normalt av standardiserade I/O-moduler med 8, 16 eller 32 in- eller utgångar per modul. I denna anläggning kommer de digitala modulerna att ha åtta kanaler var och de analoga modulerna två kanaler var.[21][20]

De gamla ingångarna överfördes i samma ordning från den gamla listan till den nya, så att ventillägen och motorers funktionsindikering är adresserade till de första två ingångskorten. På efterföljande kort adresseras sedan diverse alarm- och informationsingångar och till sist de reserverade ingångarna från generatoren. För att få en bättre struktur på utgångarna grupperades de så att alla ventilers utgångar finns på det första utgångskortet, alla elmotorers utgångar finns på det andra utgångskortet och efter dessa de reserverade ingångarna för generatoren och till sist handskakningar med GSM-modemet som skickar iväg alarmer.

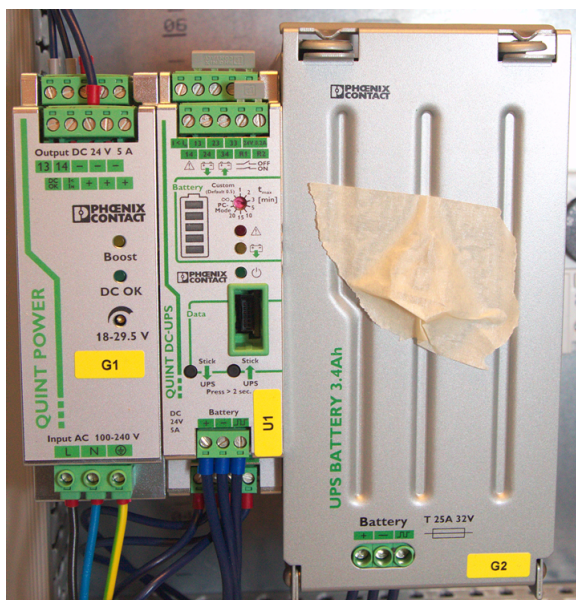
De analoga ingångarna finns i flera typer, de kontrollerades i samband med uppföljningen av det gamla systemet. Temperaturmätningarna använder PT-100 givare och därför kan man använda RTD-moduler för dessa. Till slam och gasmätningarna används 4 – 20 mA moduler och till generatorns varvräknare reserveras en 0 – 10 V modul. För att denna ordning ska kunna realiseras namnges adresserna från I0.0 och Q0.0 uppåt. In-/utgångarna får ett kort namn, en adress och en kort förklaring på typen av apparat på ingången, ganska likt definiering av I/O i PLC:n i kapitel 5.3 och I/O-listan kan ses i sin helhet i bilaga C.

4.3 Val av maskinvara för styrsystemet

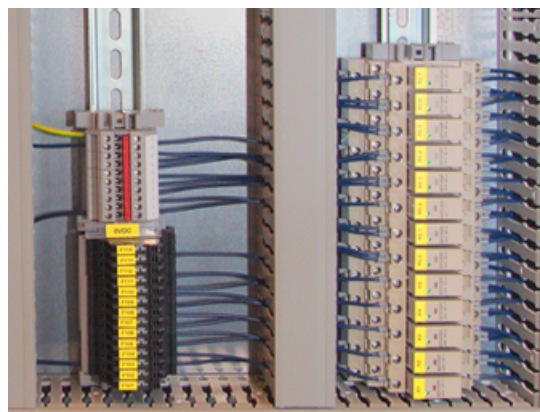
När man väljer maskinvara måste man först tänka ut vilka huvudkomponenter som behövs i styrcentralen. En enkel regel är att börja med komponenterna från spänningsmatningen från nätet eller huvudcentralen och systematiskt gå genom vilka komponenter som behövs. Många av delarna som används i styrcentralen är standard i nästan alla centraler som är tillverkade av Apex Automation. Huvudbrytaren som används är en vanlig max. 25 A huvudbrytare från ABB, säkringarnas tillverkare är Schneider Electric.

Eftersom PLC:n använder 24 VDC behövs ett nätaggregat. Till att börja med var det specificerat att nätaggregatet skulle vara en SITOP Smart på 5 A från Siemens. När planeringen väl kom i gång blev Apex Automation samtidigt erbjuden ett testpaket på ett nytt strömförsörjningssystem från Phoenix Contact. Genom att logiken bör vara säkrad från strömavbrott och det även i offerten erbjudits en UPS, erbjöds kunden detta paket i stället. Nätaggregatet är alltså egentligen en DC-UPS av modellen Phoenix Contact Quint UPS-IQ, som är en smart, programmerbar UPS. Systemet är uppbyggt med tre moduler: ett nätaggregat på 5 A, ett batteri på 3,4 Ah och den viktigaste delen, en elektronisk kopplingsenhet som bl.a. styr laddningen av batteriet. UPS-sammansättningen kan ses på figur 6. Annat som behövs på AC-delen är en kylfäkt på skåpet och en termostat som styr den och sedan ännu ett uttag för en programmeringsenhet, t.ex. en dator.

På 24 VDC-delen i nätet ska det finnas 24 VDC-säkringar, som är glassäkringar med dimensionerna 5 x 20 mm. Säkringshållaren är av typen Phoenix Contact UT 4-Hesiled 24 VDC. Dessa används främst för att de med en lysdiod indikerar när det inte finns någon säkring eller om säkringen har brunnit. Annat som används i centralen är radklämmare från Phoenix Contact och reläer av typen G2RS från Omron.



Figur 6. Phoenix Contact Quint UPS-IQ.



Figur 7. 24 VDC-spänningsfördelning och utgångsreläer.

4.3.1 PLC-enheten

PLC:n i systemet är specificerat till Siemens SIMATIC ET200S med Profinet anslutning. Eftersom ET200S är ett modulärt distribuerat I/O-system, är logiken sammanställd av flera olika moduler. CPU:n i systemet är en SIMATIC IM 151-8 PN/DP CPU. CPU:n måste även ha ett minneskort, en SIMATIC MMC och storleken på denna är 128 kB. Anläggningens PLC syns på figur 8.

För temperaturmätningarna används en 2/4AI RTD ST modul, som är en analog ingångsmodul speciellt designad för att använda temperatursensorer som PT 100 och Ni 100. Kortet skalar om temperaturen till logiken så att den blir tio gånger större, för att förbättra noggrannheten. Detta innebär att om temperaturen är t.ex. 20,0 °C så får logiken in talet 200. Detta är sedan lätt att skala om i programmet igen till 20 °C. Typen av sensor avgör om kortet använder två eller fyra ingångar. Används 2-wire sensorer, kan man använda 4 ingångar och om 3-wire eller 4-wire sensorer används så kan man använda endast två ingångar.

De analoga strömingångsmodulerna är av typen 2AI I 4-WIRE ST. Denna modul använder den vanligaste standardiserade nivån 4 – 20 mA på dess två ingångar. Eftersom kortet använder 4-wire koppling av instrumenten, betyder det att dessa har skild spänningsmatning och en skild mätningsslinga till givaren. Om man i något fall måste använda en 2-wire givare, går det att koppla in dessa på ett sätt som lurar systemet så att dessa också fungerar.

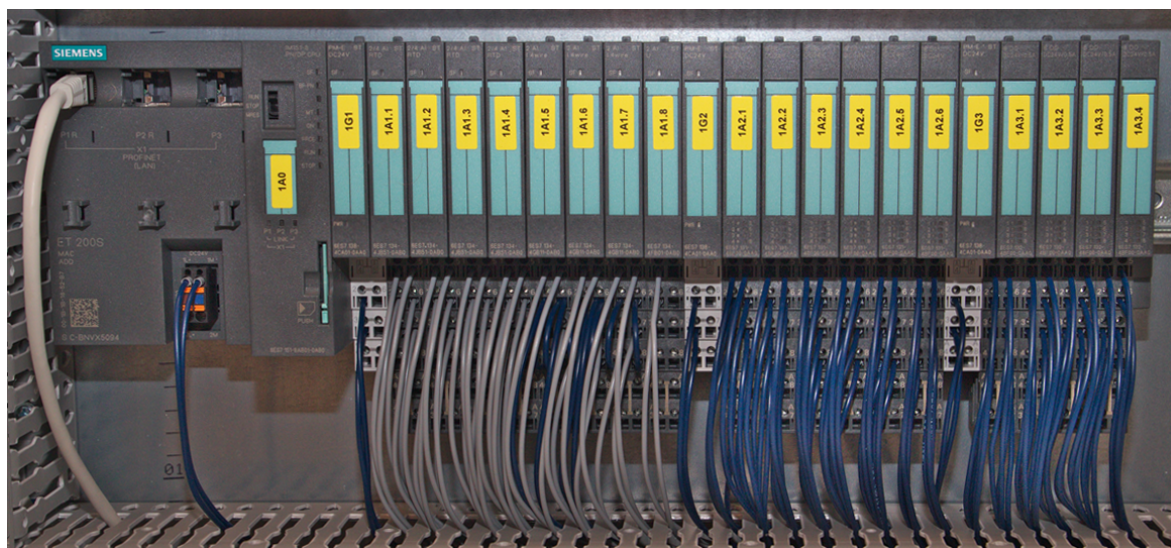
I systemet finns också en 2AI U ST analog ingångsmodul, som använder en annan standardiserad nivå på 0 – 10 V. Denna modul behöver endast en nollnivå och signalen från givaren. Ofta är dessa spänningsmoduler inte önskvärda, speciellt om avståndet mellan givaren och logiken är lång. Problemet med denna typ av mätning är att det då kan bli ett spänningsfall över kabeln och därmed blir mätningen felaktig. De blir också känsliga för störningar som induceras i de långa kablarna, vanligen i form av högfrekvent brus. Alla analoga moduler i systemet valdes utgående från vad de befintliga givarna i anläggningen krävde.

De digitala ingångsmodulerna är av typen 8DI DC24V. Denna modul är en helt vanlig ingångsmodul som kräver 24 VDC på ingången för att aktiveras. Vid valet av denna övervägdes det om det fanns behov för en höghastighetsmodul, men med vidare eftertanke behövdes det inte.

Slutligen valdes de digitala utgångsmodulerna i systemet till typen 8DO DC24V/0.5 A. Denna typ av modul ger ut en 24 V spänning med högst 0,5 A på vardera utgång. Det finns också en utgångsmodul som använder s.k. spetsar för att man ska kunna koppla in en extern spänning med valfri spänningsnivå. Denna typ av modul används dock mycket sällan av Apex Automation, eftersom det istället används reläer på varje utgång.

Dessa moduler kräver en terminalmodul att sätta fast modulen på. Terminalmodulen skulle även kunna kallas modulbotten. Dessa terminalmoduler kopplas ihop och bildar en typ av databuss, det är alltså dessa som ansluter I/O-modulerna till CPU:n. Att terminalmoduler som kan skiljas från de egentliga modulerna utvecklats, underlättar byte av trasiga moduler. Terminalmodulerna som används här är av typen TM-E 25x24-01.

Logiken kan inte ge ut tillräckligt med ström för att alla moduler ska fungera, därför används effektmoduler av typen PM-E DC24V. Denna typ av modul klarar av att leverera upp till 10 A. Effektmodulen har en egen typ av terminalmodul och skiljer sig en aning från de terminalmoduler som används på I/O-moduler, de saknar exempelvis in-/utgångsstiften och är därför också mindre.[21]



Figur 8. Anläggningens kompletta ET200S logik.

Till offerten hör även programvaran SIMATIC WinCC Flexible 2008 RT för användargränssnittet, som p.g.a. Siemens nya programmeringsverktyg blev utbytt till WinCC Runtime Advanced 512 powertags V11 SP2. Programmet är ett PC-baserat användargränssnitt för övervakning och styrning av processen. Till detta inkluderas även WinCC Logging for Runtime Advanced för att kunna spara olika processdata över en längre tid. I figur 24 kan man se hur WinCC RT kan se ut på en övervaknings-PC. Dessutom kommer en operatörspanel på 5,7 tum att inkluderas som reservstyrning i stället för vridströmställare.

Tabell 1. Maskinvarulista över anläggningens PLC.

Siemens S7		
Beskrivning	Modul	Serienummer
CPU	CPU 151-8 PN/DP	6ES7 151-8AB01-0AB0
Minneskort	SIMATIC MMC 128 kB	6ES7 953-8LG20-0AA0
Analog ingång	AI RTD ST	6ES7 134-4JB51-0AB0
Analog ingång	AI I 4-WIRE	6ES7 134-4GB11-0AB0
Analog ingång	AI U ST	6ES7 134-4FB01-0AB0
Digital ingång	DI 8xDC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0
Digital utgång	DO 8xDC24V	6ES7 132-4BF00-0AA0
Effektmodul	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0
Terminalmodul	TM-E	6ES7 139-4CB30-0AA0
Terminalmodul	PM-E	6ES7 139-4CD30-0AA0

4.4 Hårdvara utanför offerten

Under projektets gång har det inkluderats olika nödvändiga apparater enligt behov. En liten operatörspanel på 3,8 tum kommer att placeras bredvid generatoren som övervakningspanel för att ersätta en befintlig alarmpanel. Beroende på metanhalt i gasen ställer man in gas/luftblandningen till generatoren olika, därför kommer gasens metanhalt att visas på den nya operatörspanelen. Den gamla övervaknings-PC:n är mycket föråldrad, därför kommer en ny PC att installeras för att säkerställa mindre underhåll och säkrare funktion. För att säkerställa att gasens tryckhöjningar fungerar ordentligt, kommer dessa att inkluderas i det nya styrsystemet.

Ett par andra saker som också erbjöds utanför offerten, var automatisk inställning av gas/luft-blandningsförhållandet och förbättring av reaktorns skum-mätning. Dessa kommer inte att realiseras i detta projekt, utan utvecklas eventuellt i ett senare skede.

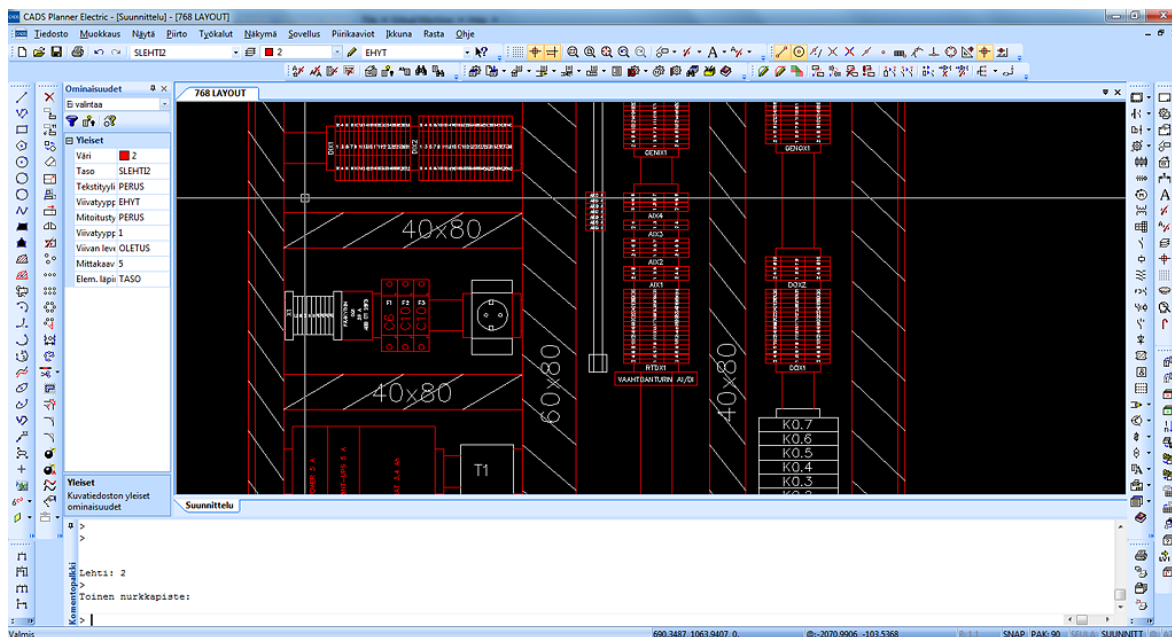
4.5 Elplanering

Elplaneringen är ett ganska utmanande jobb i detta projekt, eftersom den gamla anläggningens elscheman är utdaterade och innehåller många fel och brister som är svårtolkade. De nya elplaneringen följer Apex Automations ritstandarder, som är i enlighet med nuvarande SFS-standarder för planering av maskin- och automationssystemets elplanering. Planeringen startas med att rita kretsschemat på systemet och sedan layouten för styrcentralen. Layouten används främst vid

tillverkning av styrcentralen för att kunna placera komponenterna rätt, men är också en viktig del vid val av centralstorlek och bekräftar att alla komponenter får plats i centralen. Även kretsschemat används vid tillverkning av styrcentralen, men den används också vid installationen på anläggningen för att få kopplat in alla givare på rätt sätt. I de fall där centralleveransen är brådsakande svänger man på planeringen så att layouten ritas först och kretsschemat senare. Orsaken till detta är att man då redan i ett tidigt skede kan beställa komponenterna och påbörja monteringen. Vid behov planeras även i större projekt en kabeldragningslista som berättar mellan vilka centraler alla kablar ska dras. [20][10]

4.5.1 Programvara

För planering av kretsschemor, layoutritningar, planritningar m.m. använder Apex Automation ett program från Kyldata vid namn CADS Planner Electric. CADS, som programmet kortfattat brukar kallas, är ett finländskt CAD-baserat program som utvecklats i över 20 år. Inom elplanering i Finland är CADS, enligt en undersökning, det mest använda planeringsverktyget. Programvaran innehåller flera olika applikationer för olika planeringsområden. Några av ritmiljöerna är: krets- och kopplingsscheman, centralscheman, centrallayouter, logikplanering och planritningar. I de nyaste versionerna finns det även möjlighet till 3D-planering. [2]



Figur 9. CADS Planner Electric 15.

4.5.2 Kretsschema

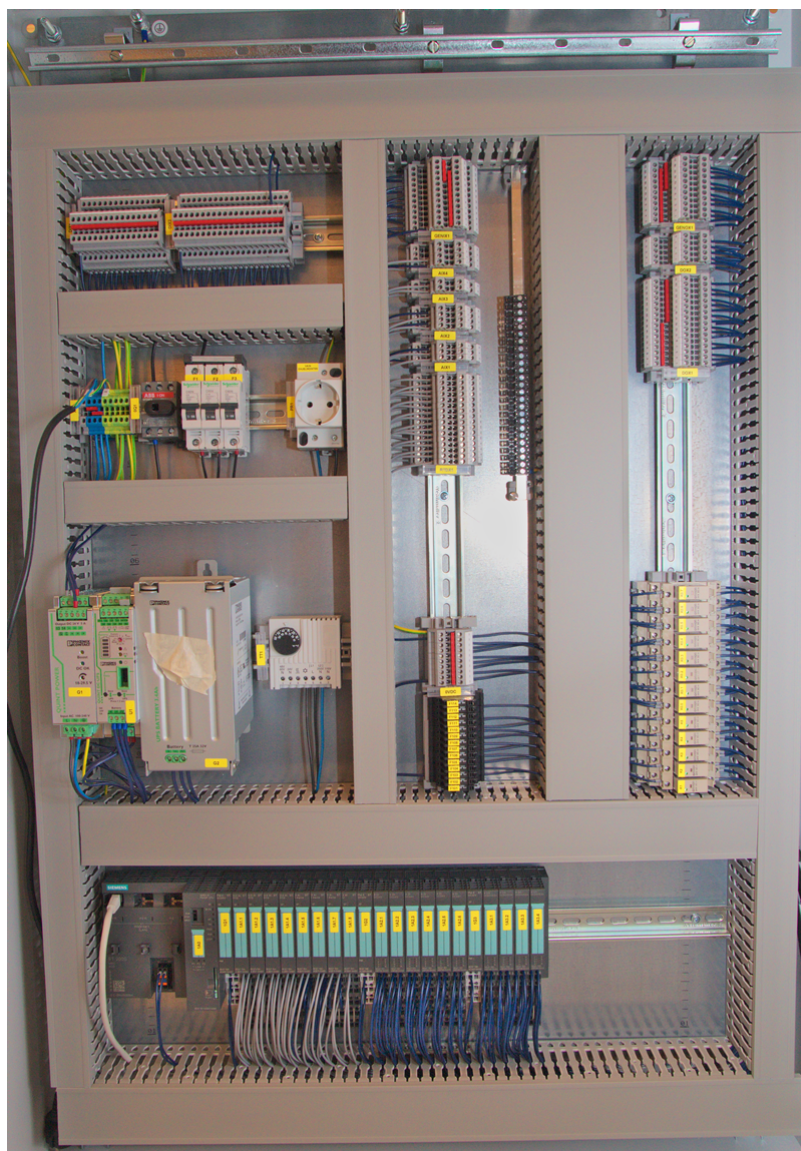
Vid planeringen av kretsschemat ritas först lågspänningskretsarna och sedan klenspänningskretsarna. I bilaga D och E kan man se några sidor med exempel från anläggningens layout och kretsschema. I figur 10 kan man också se hur layouten ser ut i praktiken. Likt val av maskinvara i punkt 4.3 börjar man systematiskt rita in komponenter med början från spänningsmatningen. Där ritas först in inkommande matningskabelns anslutningspunkter, huvudbrytare, nollskena och jordningspunkter. Följande är olika säkringar och apparater som använder lågspänning, och sedan ritas klenspänningens säkringar in. Om säkerhetskretsar används, ritas dessa in genast efter klenspänningssäkringarna. Logikens spänningsmatningar ritas sedan in, med dess ingångar och utgångar som följande planeringselement. Vid ritning av kretsschema beaktas inte placeringen av komponenter, förutom att de avgränsas till olika områden. Ett exempel på detta är att givarna avgränsas med en streckad linje och avser att de är placerade ute på olika platser över hela anläggningen och inte i centralen.

Alla komponenter namnges med beteckningar och kabelfärger i enlighet med SFS-standarder. Ett viktigt element som realiseras vid tillverkningen av styrcentraler är just kabelfärgerna. I nätspänningsdelen av centraler anger svart färg huvudspänningsledare, ljusblått anger nolledare och gulgrönt anger skyddsjord. Rött anger styrspänningar i centralen och orange anger farlig extern spänning. På klenspänningssidan i styrcentraler anger mörkblått stabila spänningsnivåer, som 0 VDC eller + 24 VDC och grått anger analog signal ex. 0 – 10 VDC eller 4 – 20 mA. [15][10][20]

4.5.3 Layout

Planeringen av elcentralens layout grundar sig på maskinvarulistan och på kretsschemat. Vid planeringen av både kretsschemat och layouten är det viktigt att tänka på att skilja åt nätspänning och klenspänning så mycket som möjligt. Därför är layouten planerad så att matningsspänning finns på vänster sida i centralen och använder endast egna kabelkanaler. Eftersom man så långt som möjligt vill undvika att ha nätspänning i styrcentralen och motorstyrningarnas styrspänning är 230 VAC, placeras reläer i den bredvidvarande kontaktorcentralen som styrs med + 24 VDC från styrcentralen. Logiken placeras längst ner på en ganska tom rad för att göra det enklare att realisera framtida utbyggnader av systemet. Utrymme har också lämnats omkring de digitala och analoga in-/utgångarna, med samma motivering som för logiken.

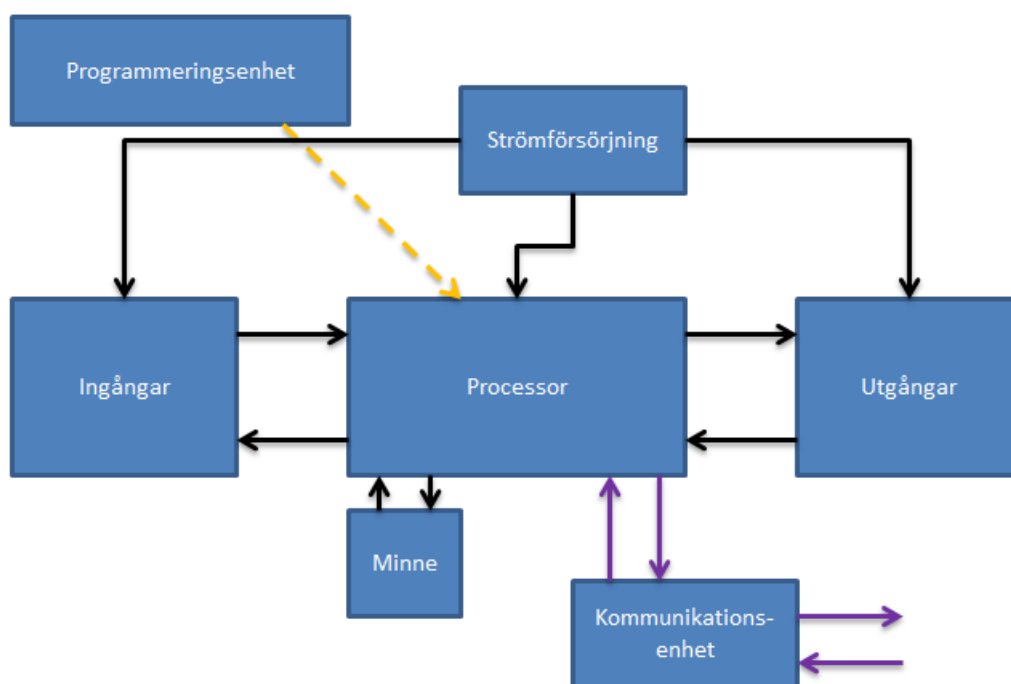
Eftersom alla kablar kommer att dras in från övre delen av centralen, placeras en c-skena överst för att kunna skruva in dragavlastare på kablarna. Ingångarna och utgångarna grupperas också för att tydligt ange vilken typ av I/O det är fråga om, t.ex. RTDX1 anger att det är temperaturgivarnas inkopplingspunkt och AIX1 anger att det är det första analoga ingångskortet. [15][10][20]



Figur 10. Färdiga centralens uppbyggnad.

5 Programmering

Programmering med PLC (Programmable Logical Controller) är det vanligaste sättet att styra processer i industrin. En PLC är i princip en mikroprocessorbaserad styrenhet. PLC:n använder ett programmerbart minne för att spara olika program, vars uppgift är att styra olika processer. En PLC är ganska lik en dator, skillnaden på dessa är att de är optimerade för att göra olika saker. En dator är gjord för att göra beräkningar och bildvisningar. En PLC är däremot anpassad för att göra styrningar och liknande i industriella processer. [1]

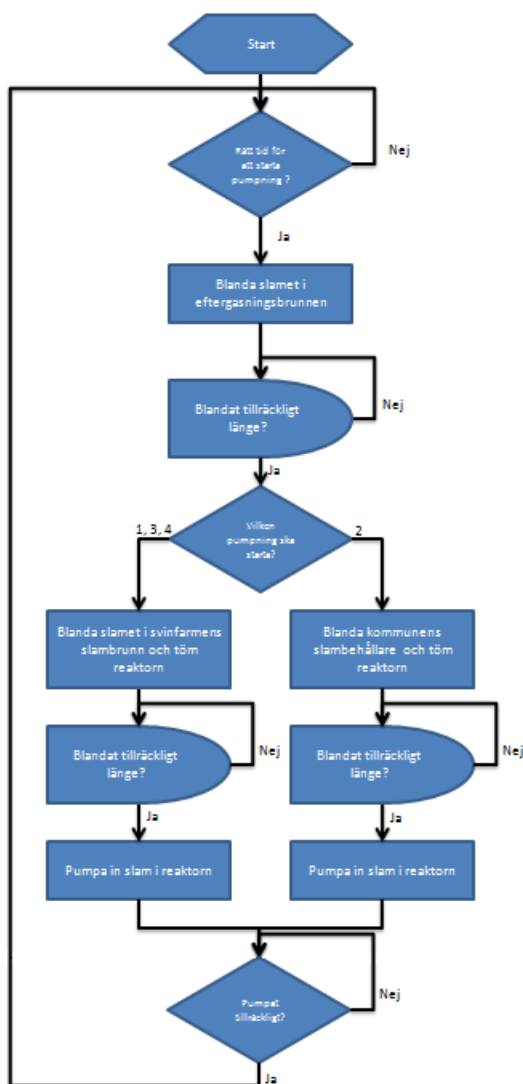


Figur 11. PLC:s uppbyggnad.

Eftersom en PLC är så lik en dator innehåller den ganska mycket liknande komponenter. I figur 11 visas de grundläggande komponenterna i en PLC. Dessa är processor, minne, in-/utgångar, kommunikationsenhet, samt strömförsörjning och programmeringsverktyg.

I slutet av 1970-talet började man använda PLC:n för att ersätta reläsystemen. Allen Bradley var först ut med att utveckla PLC:n och dessa användes i General Motors bilindustri redan på 1960-talet. För programmering av dessa användes programmeringsspråket Ladder Diagram. Ladder Diagram är programmering med scheman som liknar de reläschemasympboler man använder.[6]

Det första man ska göra vid programmering är att göra en funktionsbeskrivning och rita upp en flödesplan. En flödesplan är en enkel skiss över hur programmet ska se ut och vad det ska utföra. Figur 12 visar flödesschemat för biogasanläggningens pumpsekvens.



Figur 12. Biogasanläggningens pumpsekvens flödesschema.

I flödesscheman tas det dock inte i beaktande att flera program kan påverka varandra, vilket kan ställa till problem. Huvudsaken i ett flödesschema är dock att få en översikt över hur processen ska fungera. I flödesschemat i figur 12 kan man notera att den ena pumpningen exempelvis inte försäkras sig om att den andra pumpningen är inaktiv, även om detta är en mycket viktig del.

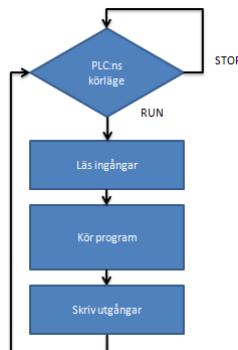
Funktionsbeskrivningen ska vara fullständig och entydig, för att det inte ska förekomma konflikter i funktionskraven. För framtida förändringar bör den också vara lätt att förstå och flexibel. De framtida förändringarna ska även vara lätta att spåra, dvs. man ska kunna urskilja funktioner som lagts till i ett senare skede. Funktionsbeskrivningen för biogasanläggningen finns i bilaga A i textform, men funktionsbeskrivningar kan också förekomma som reläsymboler eller med hjälp av funktionsplaner.

Efter dessa bör man definiera en I/O-lista. En I/O-lista är en lista där alla objekt som ska anslutas till PLC:n finns. I en I/O-lista bestäms vad diverse in-/utgångar på I/O-korten ska göra. I I/O-listan namnges PLC:ns kanaler med en beteckning och de får ofta korta förklaringar.

Programmering utförs nuförtiden nästan endast via datorer, med ett skilt programmeringsverktyg för diverse PLC-modeller och tillverkare. Det finns i huvudsak tre olika programmeringsspråk man använder. Dessa benämns olika i IEC-standarden och i Siemens programmeringsverktyg:

- LD, Ladder diagram (IEC standarden)
- FBD, Function block diagram (IEC standarden)
- IL, Instruction list (IEC standarden)
- LAD, Ladder diagram (Siemens)
- FBD, Function block diagram (Siemens)
- STL, Statement list (Siemens)

Alla program, oberoende programmeringsspråk, utförs cykliskt. Detta beror på att ett PLC-system är konfigurerat för att utföra programmexekveringen cykliskt och utför endast en instruktion i taget. En programcykel är dock så kort att det ser ut som om logiken gör flera saker samtidigt. [6][16]



Figur 13. Exempel på den cykliska programexekveringen för en PLC.

Eftersom det i olika processer är svårt att följa med i vilket skede processen befinner sig och att veta om allt står rätt till, använder man ett s.k. människa- maskin gränssnitt, ofta kallad HMI. HMI används för att kunna styra och övervaka en process. Målet med dessa system är att få en så smidig uppföljning och hantering av processen som möjligt.

Exempel på ett HMI-gränssnitt är t.ex. en industriell operatörspanel, där man kan starta och stoppa en motor genom att trycka på en bild av en motor på skärmen. Oftast vill man också att systemet ger feedback för att säkerställa vilket tillstånd motorn man styr befinner sig i. För att förverkliga detta färgas motorn grön när den snurrar och vid fel blinkar motorn i rött. När motorn inte är i funktion ska en neutral färg användas, ex. grå eller vit. Dessa färger anges också i maskinsäkerhetsstandarden SFS 60204-1.[15]

I anläggningen var det från början tänkt att det nuvarande programmet ska överföras oförändrat till den nya logiken. Med detta uppstod det dock problem redan i ett tidigt skede, eftersom det gamla programmet var programmerat i ett språk som bl.a. använder indirekta pekare, vilket gjorde att uppföljningen av programmet inte kunde realiseras inom realistiska tidsgränser. Därför beslöts det snabbt att hela programmet kommer att förnyas. Programmeringen utförs enligt en programmeringsstandard som utvecklats av Apex Automation.

Användargränssnittets design och funktion kommer till stor del att kopieras från det gamla gränssnittet. Förändringar i gränssnittet kommer att vara sådana som höjer användbarheten på systemet. Användargränssnittet kommer också att få en modernare design på objekten.

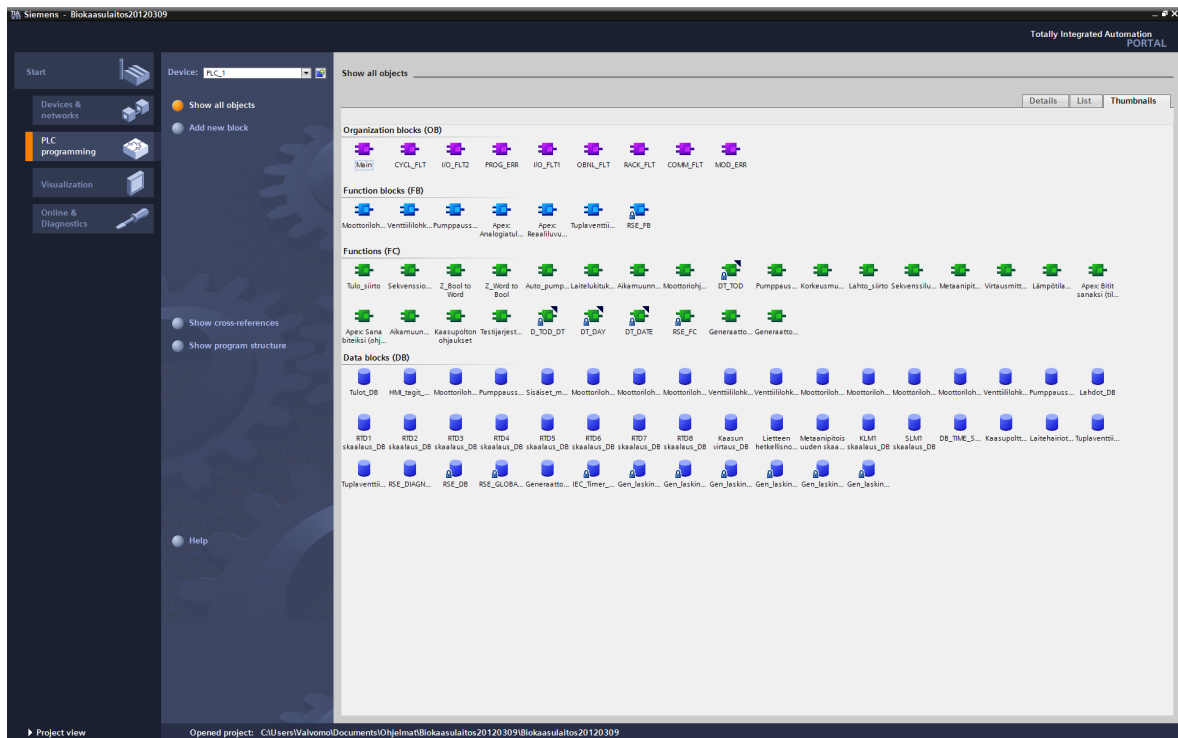
5.1 Programvara

Programmeringsverktyget som används i projektet är Siemens Simatic Totally Integrated Automation Portal V11. TIA-Portal är ett nytt programmeringsverktyg där både PLC-programmeringsverktyget STEP 7 och HMI-programmeringsverktyget WinCC är integrerade. STEP 7 programmeringsverktyget är det mest kända och mest använda programmeringsprogrammet inom industriell automation. Vid programmering med TIA-Portal V11 kan man programmera alla PLC:n i S7-familjen.

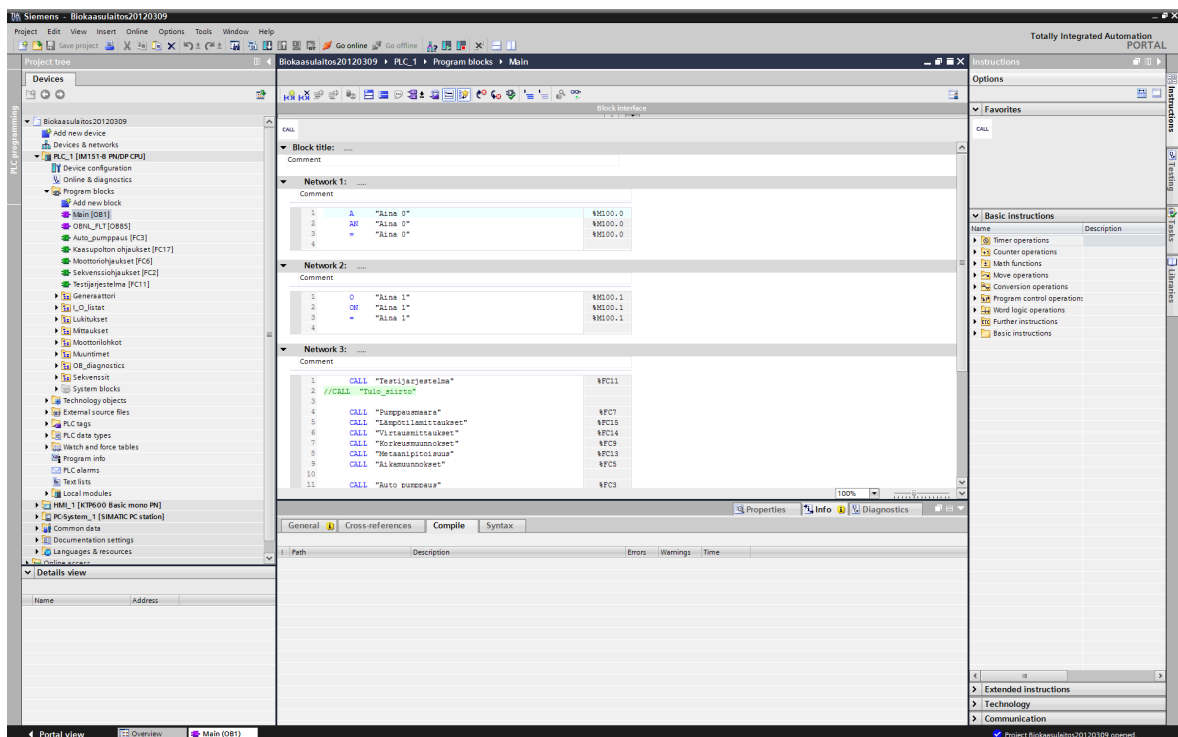
Tillvägagångssättet vid programmering med TIA-Portal är att först starta ett nytt projekt i programmet. I början av projektet kan man välja att använda project view eller portal view. Portalvyn i figur 14 är en mera lättanvänd och en mer överskådlig vy. Problemet med denna är dock att så fort man ska göra någonting så ändras vyn automatiskt till projektvyn. Man kan med andra ord endast se ex. vilka apparater projektet innehåller eller vilka block en PLC innehåller.

Projektvyn i figur 15 däremot är den vy som används vid programmering och konfigurering. Till vänster på skärmen har man en lista på alla apparater och deras maskinvaru- och programvaruinnehåll. Till höger på skärmen har man alla funktioner och standardblock man kan använda sig av.

Eftersom det används ett PC-baserat styrsystem kommer kundens övervaknings-PC att få en version av TIA-Portal, kallad WinCC Runtime Advanced. Detta är en skild licens som endast ger rätt att köra systemet och inte utvecklingsverktyget. WinCC Runtime Advanced kostar endast en bråkdel av utvecklingsverktyget, som kunden i slutändan ändå aldrig behöver.[21][13][14]



Figur 14. Portalvyn i TIA-Portal.



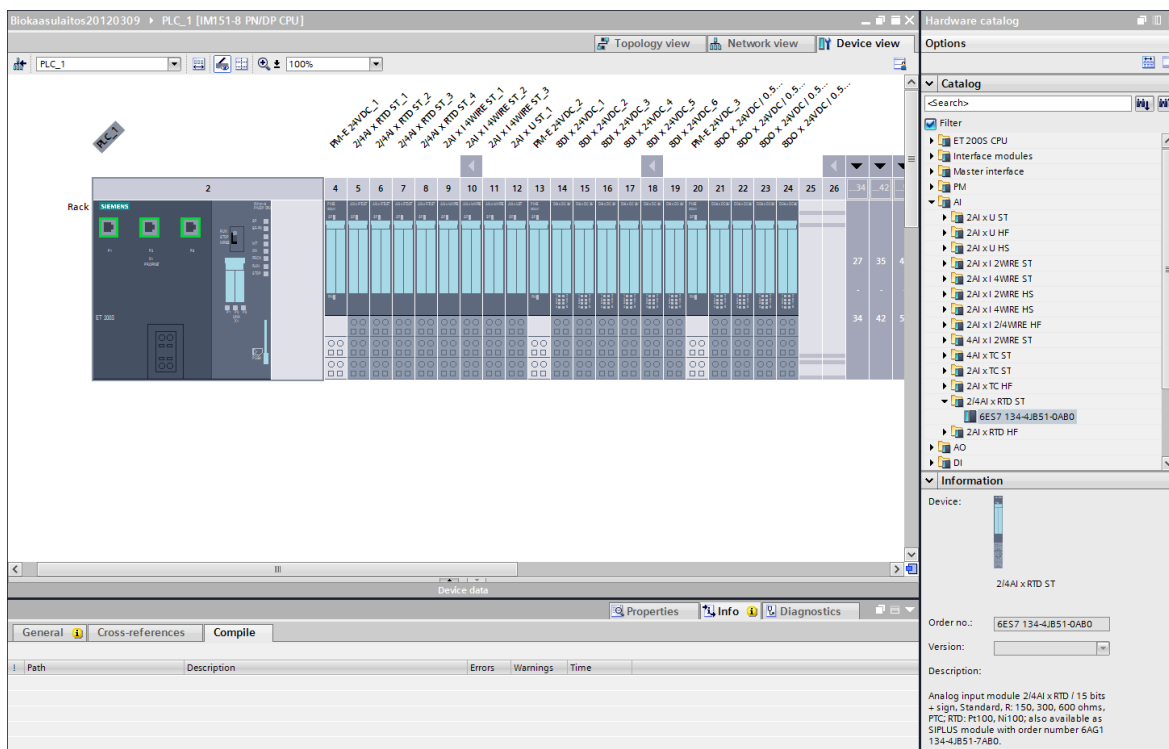
Figur 15. Projektvyn i TIA-Portal.

5.2 Maskinvarukonfiguration

Konfiguration av maskinvara sker i STEP 7 i TIA-portal. I STEP 7 V11 kan man mycket enklare än tidigare konfigurera maskinvaran, eftersom den har utvecklats enormt från den föregående versionen. När man vill lägga till en apparat klickar man på add new device i vänstra fältet på figur 15, varpå ett nytt förster kommer fram. Här väljs vilken apparat som ska läggas till, i detta fall väljs ET200S IM 151-8 PN/DP CPU, alltså processorn som används i anläggningen.

Efter detta kommer man att förflyttas till device configuration som visas i figur 16, vilket också är biogasanläggningens maskinvarukonfiguration. I det högra fältet syns vilka produkter är kompatibla med den CPU eller HMI som lagts till. Om man vill lägga till t.ex. ett digitalt ingångskort, letar man upp det i högra fältet och drar in den på den plats i racken man vill att den ska finnas. I det högra fältet finns det också information om de olika modulerna, dessa får man fram genom att markera den modul man vill ha information om.[21][13]

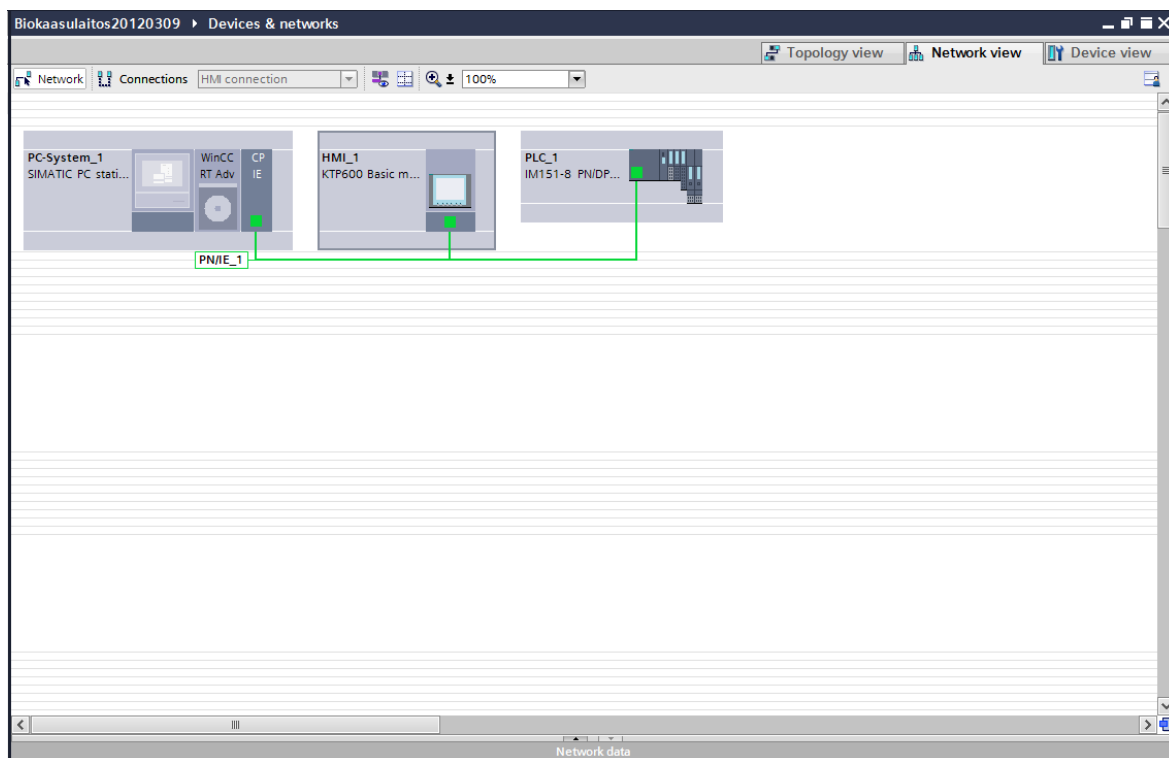
För att säkerställa att man har rätt maskinvarukonfiguration bör man kontrollera produktnummret på modulen. På Siemens PLC-enheter är det oftast strukturerat som 6ES7 134-4BJ51-0AB0. Där 6ES7 indikerar att produkten hör till Siemens S7-familjen, 134 anger vilken typ av modul (DI/AO/...). 4BJ51 anger vilken version av den typen av modul, t.ex. 2AI ST eller 4AI HF, där man med ST avser standardkort, med HF avser Highfeature och med 2AI moduler får man två ingångar och med 4AI fyra ingångar. 0AB0 har ingen större betydelse, när man pratar om PLC-moduler. Men detta kan dock i vissa fall innehålla information om programvaruversionen, t.ex. om det är en asiatisk version eller en europeisk version.[18]



Figur 16. Maskinvarukonfigurationsvyn i TIA-Portal.

I maskinvarukonfigurationen ställer man också in t.ex. IP-adressen och användning av diagnostik-organisationsblock under fliken properties i det nedre fältet. Beroende på kundens och installationens behov konfigureras IP-adressen så att det motsvarar resten av omgivande IP-adresser. Normalt brukar man använda IP: 192.168.0.1 – 255 och SubNet: 255.255.255.0 i vanliga s.k. standalone installationer där systemet är ensamstående, dvs. inte kopplad till något nätverk.

Ifall man använder flera apparater än en, måste de också länkas ihop i maskinvarukonfigurationen för att kunna kommunicera med varandra. På figur 17 kan man klicka på en ethernetport på någon av apparaterna och dra till följande apparats port för att länka ihop dem i ett nätverk.[21][13]



Figur 17. Närverkskonfiguration i TIA-Portal.

5.3 Definiering av in-/utgångar och HMI-taggar

Under fliken PLC tags och default tag table, definieras PLC:ns in-/utgångar. En stor förändring från den föregående Step7 versionen är att i V11 ges taggarna symboliska namn. Definiering av en tag struktureras genom att namnge, ange typ och adress, vilket illustreras i tabell 2. Det som avses med de ikryssade rutorna “vis...” och “acc...” i tabellen, är information om att taggen ska vara synlig, respektive åtkomlig från HMI-sidan i programmeringen. Retentive (Re...) alternativet är ett verktyg som håller värdet på adressen i minnet vid strömavbrott, detta är dock endast möjligt i DataBlock och inte i tag-listor.

Tabell 2. Exempel på definiering av I/O-lista

Name	Data t..	Re..	Vis...	Acc...	Address	Comment
SLP1_KAY	Bool		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.0	Sikalan lietepumppun säiliö käy
SLV1_Se	Bool		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1	Sikalan lietekanava (sekoitus)
SLV1_Pu	Bool		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.2	Sikalan lietekanava (pumppaus)
SLV3_Au	Bool		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3	Sikalan lietekanava auki
SLV3_Ki	Bool		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.4	Sikalan lietekanava kiinni

Efter att man definierat taggarna används det symboliska namnet för adressen när man programmerar. Därför är det viktigt att få ett beskrivande namn på symbolerna för att göra programmeringen smidigare. För att ytterligare underlätta jobbet för testning av systemet, kopieras alla in-/utgångars värden till DataBlock. Dessa DB-adressers symboler är direkt jämförbara med symbolerna på tag-listan, ett exempel på förflyttningarna kan ses på figur 18.

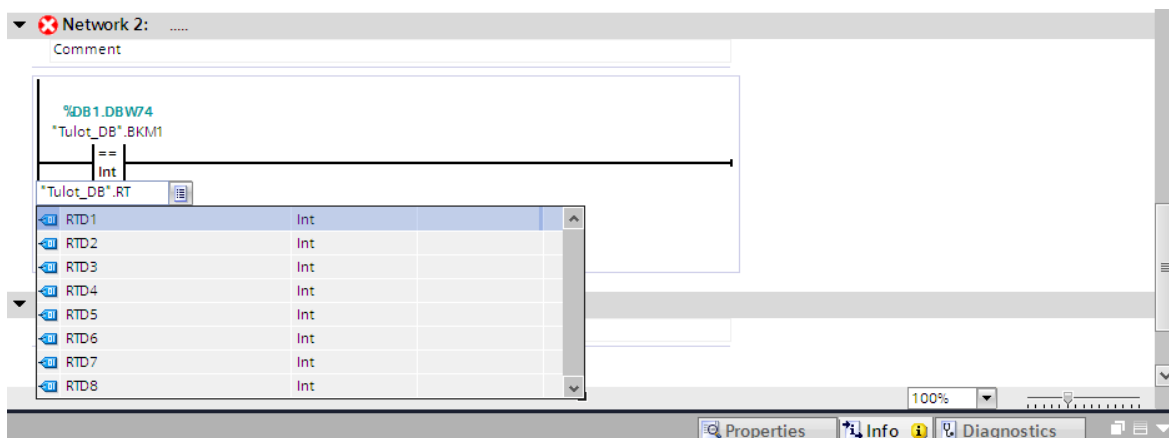
I och med att man normalt inte kan tvinga en ingång till ett visst läge, är det ett sätt att underlätta testningen att koppla bort den verkliga ingången från DB-taggen och aktivera den från t.ex. ett testprogram i stället. På figur 19 ser man hur det i praktiken går till när man kopplar en virtuell ingång till en funktion i programmet.

WinCC V11 använder två typer av taggar, externa och interna. De interna taggarna har inte någon länk till processen utan används endast internt i WinCC för att transportera data. Dessa indikeras under connection kolumnen i HMI-tag listan med "internal tag".

De externa taggarna i WinCC V11 har tagit ett steg framåt. I nya WinCC kan man koppla in en PLC-tag till ett objekt på en processbild, varpå programmet skapar en motsvarande HMI-tag, samt överför konfigurationen och kopplar ihop den till den nya motsvarande HMI-taggen. I de tidigare versionerna av WinCC måste man manuellt definiera taggarna. [21][13][14]

Line	Connection	Symbolic Name	Address	Description
1				
2	A	"SLP1_KAY"	%IO.0	Sikalans lietesäiliön pumppu käy
3	=	"Tulot_DB".SLP1_KAY	%DB1.DEX0.0	Sikalans lietesäiliön pumppu käy
4	A	"SLV1_Se"	%IO.1	Sikalans lietekanava(sekoitus)
5	=	"Tulot_DB".SLV1_Se	%DB1.DEX0.1	Sikalans lietekanava(sekoitus)
6	A	"SLV1_Pu"	%IO.2	Sikalans lietekanava(pumppaus)
7	=	"Tulot_DB".SLV1_Pu	%DB1.DEX0.2	Sikalans lietekanava(pumppaus)
8	A	"SLV3_Au"	%IO.3	Sikalans lietekanava auki
9	=	"Tulot_DB".SLV3_Au	%DB1.DEX0.3	Sikalans lietekanava auki
10	A	"SLV3_Ki"	%IO.4	Sikalans lietekanava kiinni
11	=	"Tulot_DB".SLV3_Ki	%DB1.DEX0.4	Sikalans lietekanava kiinni
12	A	"KLV4_Au"	%IO.5	Kunnan lietekanava auki
13	=	"Tulot_DB".KLV4_Au	%DB1.DEX0.5	Kunnan lietekanava auki
14	A	"KLV4_Ki"	%IO.6	Kunnan lietekanava kiinni
15	=	"Tulot_DB".KLV4_Ki	%DB1.DEX0.6	Kunnan lietekanava kiinni
16	A	"KLV2_Se"	%IO.7	Kunnan lietesäiliö(sekoitus)
17	=	"Tulot_DB".KLV2_Se	%DB1.DEX0.7	Kunnan lietesäiliö(sekoitus)

Figur 18. Förflyttning av taggar från direkta ingångar till virtuella ingångar med STL-kod.



Figur 19. Koppling av DB-tag till en jämförar-funktion.

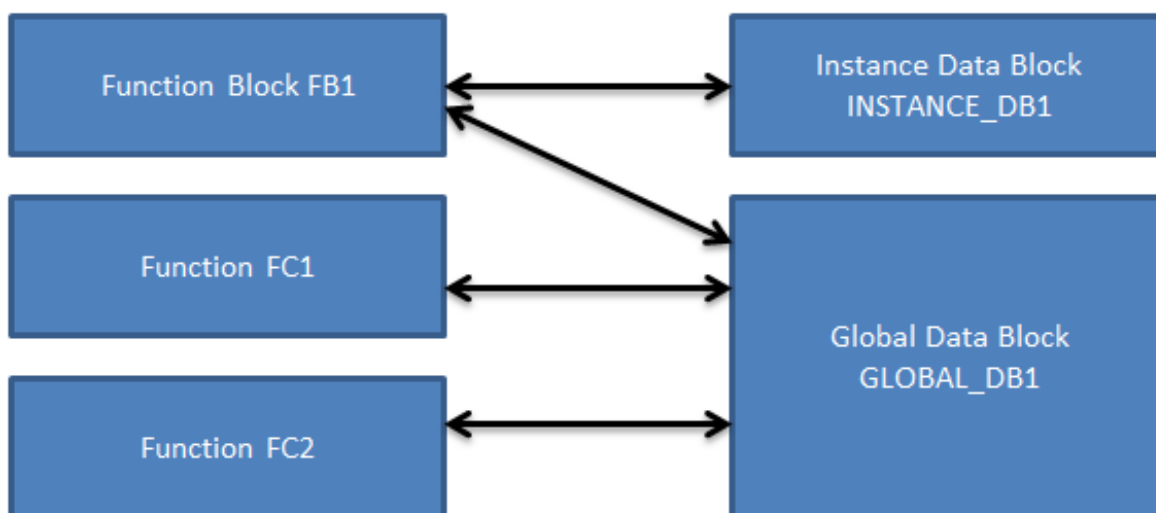
5.4 Definiering av block

Det finns flera olika block typer i Step7, några av dem är organisationsblock, funktionsblock, funktion och datablock. Organisationsblocken formar gränssnittet mellan PLC:ns operativsystem och användarens program. Organisationsblock (OB) anropas av operativsystemet och styr t.ex. uppstart av systemet, cyklisk programprocessering, avbrotts-drivna handlingar och hantering av fel. Olika typer av organisationsblock är tillgängliga beroende på vilken CPU-typ man använder.

Datablock (DB) finns i två typer, globala datablock och instansdatablock. Globala datablock används till att spara programdata. Globala datablock lagrar data som alla andra block också kan använda. I datablock lagras data i olika adresser som namnges, likt en tag-lista. Adresserna anges med t.ex. DB1.DBX0.0 som är en enda minnesbit i datablock nr. 1, eller DB1.DBW2 där datat är ett ord långt. Ett ord är 16 bitar eller 2 byte långt. När ett funktionsblock anropas kallas detta för en instans. Instans datablock är därför datablock där funktionsblock (instanser) lagrar sitt programdata. I figur 22 kan man se ett exempel på en instans där man ser hur datablocket är angivet till funktionsblocket.

Funktionsblock (FB) är logiska block som lagrar sina in/ut parametrar permanent i instansdatablock, för att vara tillgängliga även efter att blocket blivit exekverat. Därför kallas funktionsblock också för block med minne. Funktionsblock kan anropas flera gånger på olika ställen i ett program genom att de använder egna instansdatablock. Detta underlättar programmering av ofta förekommande funktioner. I exemplet I figur 22 kan man också se att funktionsblocket är FB110,

Funktioner (FC) är logiska block utan minne. När en funktion exekverats, försvinner datat ur det temporära minnet. Om man vill spara data från funktioner måste man använda sig av globala datablock, vilket är mindre smidigt än att använda funktionsblock. Funktioner används ofta i andra block för att returnera t.ex. en uträkning av någon form.[13]



Figur 20. Åtkomst till olika datablock från olika funktioner.

5.4.1 Motor-/ventilstyrningsblock

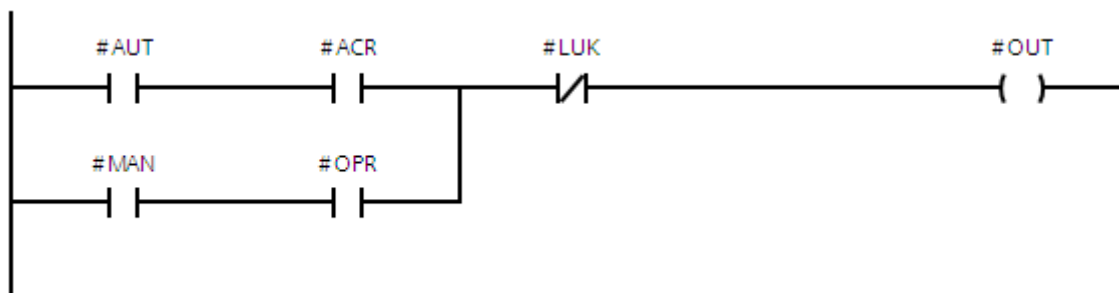
Apex Automation har standardiserade block för både motorstyrningar och ventilstyrningar. För att blocken ska passa i olika typer av anläggningar måste de dock alltid modifieras en aning. Eftersom biogasanläggningens motorstyrningar var enkla, kunde många funktioner tas bort. Ett exempel på en onödig funktion är att kunna snurra motorerna framåt eller bakåt, eftersom motorkretsen inte är uppbyggd för att kunna startas bakåt. Blocket är uppbyggt med ett funktionsblock för att kunna använda samma block till alla motorer. Det enda man behöver göra för att

använda blocket är att ange ett eget instansdatablock för att skilja på de olika motorerna. I figur 22 kan man ovanför motorblocket se att datablocket för styrningen av SLP1 namngetts “Moottorilohko_SLP1_DB” för att tydligt markera vart det hör. Till ingångsstiften på vänster sida av blocket kopplas kriterierna för att motorn ska kunna startas. De utgångar som ska styra motorn och indikera alarm och fel kopplas till höger sida av blocket. Ingångarnas och utgångarnas användning förklaras nedan:

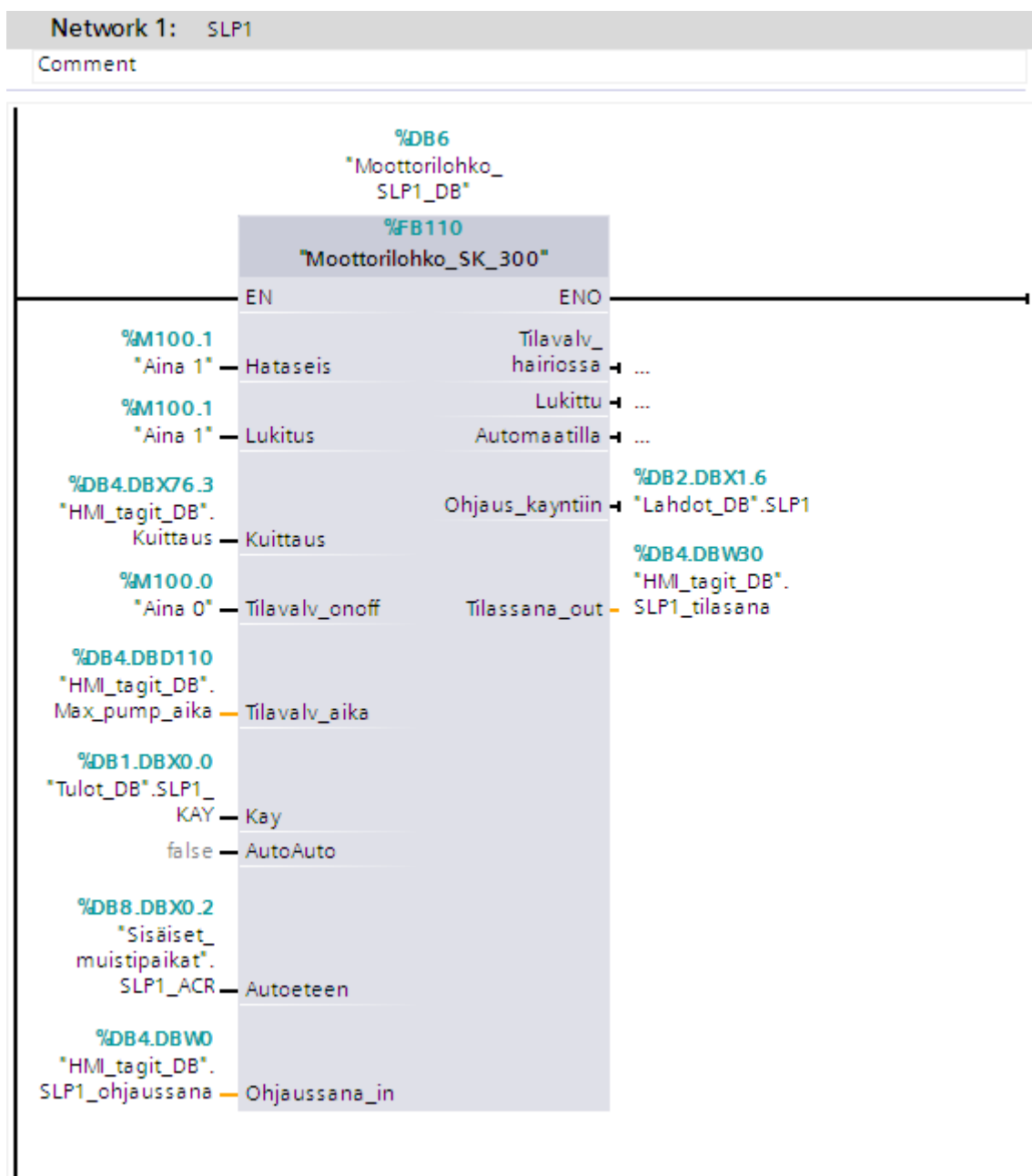
- **Hätäseis** ingången ska alltid vara aktiv för att kunna starta motorn. Om ingången är inaktiv kan motorn inte startas och blocket meddelar ett fel. Då ställs blocket ur automatläget. Om ingången varit inaktiv går det inte att starta motorn även om man aktiverar ingången på nytt, före man kvitterat nödstoppet. Att ingången måste vara aktiv hela tiden är en viktig säkerhetsaspekt som säkerställer att nödstoppskretsen är hel. Om exempelvis ledningen går av, avaktiveras signalen.
- **Lukitus** ska också alltid vara aktiv för att kunna starta motorn. Låsningen behöver inte kvitteras och ställer inte blocket ur automatläget.
- **Kuittaus** kvitterar nödstopp och andra fel.
- **Tilavalv_onoff** anger om lägeskontroll används. Lägeskontrollen säkerställer att motorn verkligen startat inom en angiven tid. Det indikeras om motorn inte startar eller om motorn stannar av sig själv.
- **Tilavalv_aika** anger tiden, inom vilken motorn måste ha startat för att inte utlösa fel.
- **Käy** är en återkoppling från motorn som säkerställer att motorn är igång.
- **AutoAuto** ingången tar in en signal från t.ex. sekvensen (automatiken) och ställer om blocket till automatläge.
- **AutoEteen** ingången ansluts till sekvensen och startar motorn vid signal.
- **Ohjaussana_in** är en ingång som använder datatypen ord, där det kommer in styr signaler från procesgränssnittets motorfaceplate. Signaler som ordet innehåller är val av automat eller manuellt läge och start och stop knappar.
- **Tilavalv_häiriössä** indikerar när lägeskontrollen har detekterat att något är fel.

- **Lukittu** är i princip direkt sammankopplad med lukitus och används bara som feedback för att visa att blocket är låst.
- **Automaatilla** anger att blocket är i automatläge och kan styras endast av automatiken.
- **Ohjaus_käyntiin** är utgången som startar motorn.
- **Tilasana_out** är en utgång som använder datatypen ord. Data som detta ord innehåller signaler till användargränssnittet, som visar statusen på motorn. Dessa är t.ex. igång, fel och auto eller manuell.

Till skillnad från motorblocket har ventilblocket inte en “Käy”-ingång. I stället har den två ingångar som kontrollerar om ventilen är stängd eller öppen (Kiinni och auki). Motorstyrningen byggs upp genom att använda AUT, MAN, OPR, ACR och LUK kontakter. Figur 21 visar hur detta byggts upp.[21][19]



Figur 21. Motorblockets styrprincip.

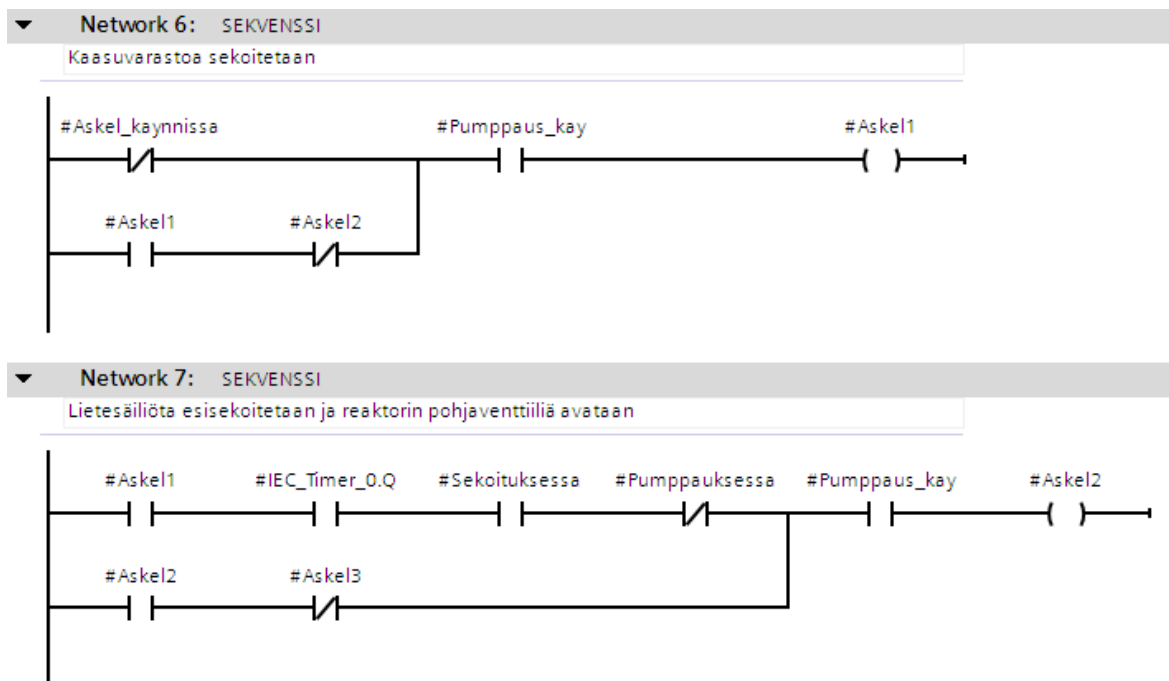


Figur 22. Motorblocket för styrning av svinfarmens slambrunns blandningspump.

5.4.2 Sekvensblock

Sekvensblocket är designat med ett funktionsblock för att det enkelt ska kunna dubblas. Två sekvensblock används eftersom det finns två pumpningssekvenser, ett sekvensblock pumpar slam från svinfarmens slambrunn och det andra sekvensblocket pumpar slam från den kommunala slambehållaren. Sekvensblocket sköter om att pumpningsprocessens ventiler och motorer startar i rätt ordning och att rätt mängd slam pumpas in i reaktorn. Sekvensprogrammeringen går ut på att utföra processen stegvis. Genom att uppfylla olika krav kan sekvensprogrammet gå vidare till nästa steg. I figur 23 kan man se de två första stegen i sekvensblocket. Det första steget kan

startas om inga andra steg är aktiva och pumpningen är startad eller startas. För att gå vidare till steg 2 måste några kriterier uppfyllas. Före omblandning av slambrunnen kan starta måste tiden för blandning av gasförrådet ha uppnåtts. Ventilen för styrning mellan blandning och pumpning av slambrunnen måste även stå i läget för blandning.



Figur 23. Två steg i sekvensprogrammet för pumpning av slam.

Sekvensblocket är i princip utformat på samma sätt som motorblocket, men det används mycket fler ingångar och utgångar. Orsaken till att det används så många ingångar och utgångar på blocket är att blocket ska styra flera ventiler och motorer. Eftersom de fysiska starten och stoppen av dessa motorer och ventiler ska ske från motor-/ventilblocken, kopplas det in en ACR-bit som används i motorblocket för aktivering av Autoeteen på motorblocket. Om pumpningen av någon orsak inte genomförts, så indikeras detta med ett larm som måste kvitteras på användarränssnittet.[21][19]

5.5 Automatkörning

Automatkörningen är en väldigt enkel del av programmet. Det enda automatkörningen gör är att jämföra de angivna starttiderna för pumpningarna med tiden på dygnet. För att göra detta använder logiken en komparator, när automatpumpningen är aktiverad från användargränssnittet. När dessa två tider matchar varandra aktiveras en av de två pumpningssekvenserna. Ifall en automatpumpning inte genomförts, kan man ställa processen i manuellt läge och manuellt starta en pumpningssekvens. I annat fall försöker logiken köra en automatpumpning nästa gång tiderna matchar varandra.[21][19]

5.6 Låsningar

I biogasanläggningens säkerhetsåtgärder finns det två typer av låsningar. Den första typen av låsning är sekvenslåsningar. Sekvenserna låses vid strömavbrott, om bottenventilen på reaktorn är öppen, om gasförrådets slamnivå är för hög eller låg eller om reaktorn börjar bilda skum. Sekvenslåsningarna låser inte bara sekvenserna, utan avbryter också en sekvens ifall någon av kriterierna för låsning uppfylls.

Den andra låsningstypen är apparatlåsningar. De används för att säkerställa att de olika apparaterna inte startas eller öppnas vid fel tidpunkt. Dessa låsningar är alltid aktiva, om inte förbikoppling är påkopplat. När låsningarnas förbikoppling är aktiverad, kan alla apparater styras godtyckligt. Detta kan vara nödvändigt eftersom det finns behov av att slam ska kunna pumpas från den ena slambehållaren till den andra, vilket inte vore möjligt om låsningarna alltid var aktiva. För att säkerställa att användaren vet att låsningarna är förbikopplade, utlöser förbikopplingen ett alarm och indikerar det med en text med röd bakgrund. För att säkerställa att förbikopplingen inte glöms inkopplad, återställs den efter en viss tid.[21][19]

5.7 HMI-PC planering

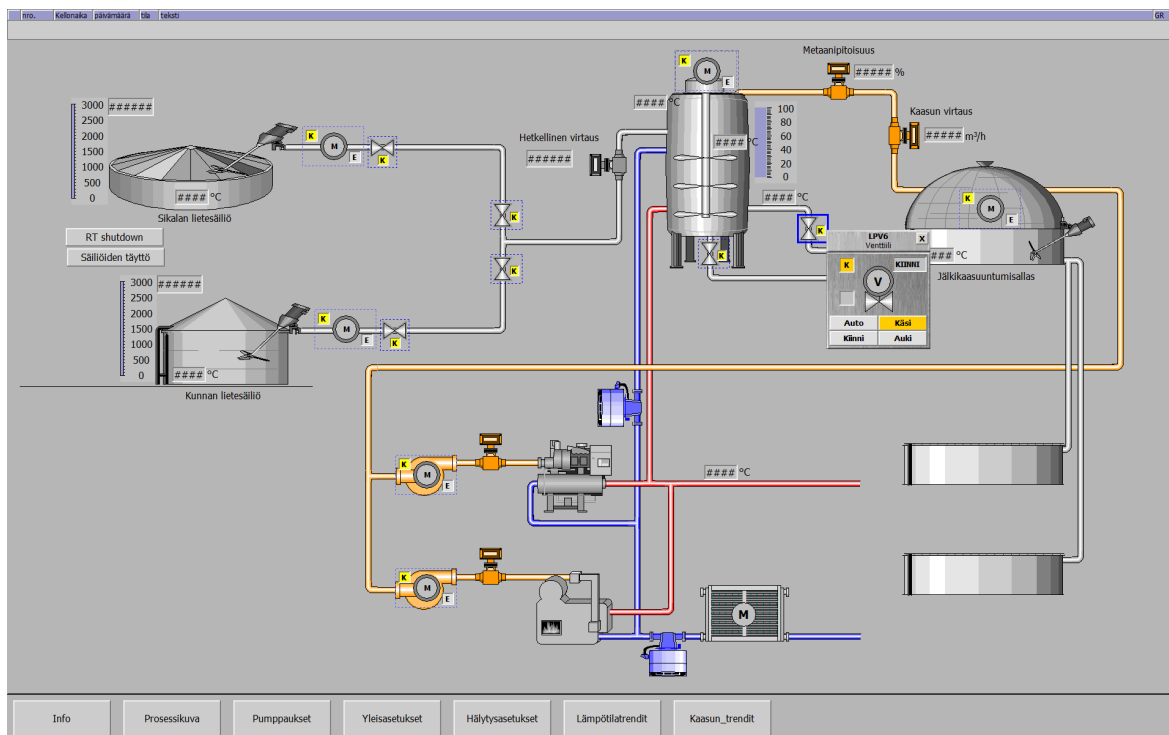
Vid design av användargränssnitt bör man beakta och utvärdera användbarheten av systemet. Man bör tänka på att det för vissa människor kan vara svårt att navigera i otydligt eller invecklat utformade system. Man ska organisera bildskärmsbilden på rätt sätt och kunna utforma det så att man fångar användarens uppmärksamhet. Man brukar prata om användargränssnittsdesignens åtta gyllene regler:

1. **Sträva efter konsistens.** Sträva till att använda liknande terminologi och utformning i hela gränssnittet, använd t.ex. bara stora bokstäver eller bara stor första bokstav i texter på knappar eller annat dylikt.
2. **Utveckla allmän användbarhet.** Notera att det kan finnas användare med olika kunskaper och förmåga att använda systemet. Därför måste man i vissa fall överväga att införa olika användarnivåer, där t.ex nybörjare kan få förklaringar på olika saker, när däremot experter kan få mera rättigheter att göra ändringar i systemet.
3. **Ge informerande respons.** För att användaren ska kunna se att det han gör har en inverkan på systemet ska varje åtgärd ge feedback. Vid enkla och självklara åtgärder kan feedbacken vara en aning diskretare. Genom att visa olika objekt kan man enkelt och förståeligt indikera åtgärder eller förändringar.
4. **Forma dialoger med tydlig avslutning.** Att ge informativ feedback vid avslutning av en sekvens eller åtgärd ger användaren en typ av lättnad och förnöjelse.
5. **Förhindra fel.** Man ska försöka designa användargränssnittet så att det finns en så liten chans som möjligt att göra allvarliga misstag. Detta kan realiseras med att exempelvis gråmåla knappar man inte ska trycka på. Ifall felaktig data matas in, ska systemet kunna detektera detta och lämna värdet oförändrat.
6. **Tillåt att åtgärd enkelt kan ångras.** Man ska kunna ångra åtgärder så enkelt som möjligt. När en användare vet att fel enkelt går att åtgärda, behöver denne inte oroa sig lika mycket och kan uppmotras till att undersöka nya egenskaper i systemet.
7. **Stöd användarens upplevelse av kontroll.** En van användare vill känna att han har kontroll över gränssnittet. De vill inte ha plötsliga förändringar i kända sekvenser och vill heller inte ha svårigheter i att skaffa nödvändig information eller att inte kunna få det resultat de strävar till.
8. **Minska användarens minnesbelastning** Eftersom människans minne i vanliga fall har begränsad kapacitet att lagra information i korttidsminnet, måste man undvika att designa gränssnittet så att användaren måste minnas data från en sida och mata in den på en annan.

Man bör också tänka på att öka på automatiseringen, men ändå försäkra sig om att den mänskliga kontrollen över systemet bevaras.[12]

5.7.1 Användargränssnittet

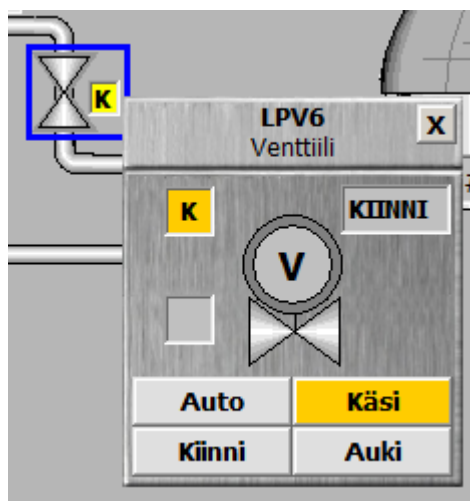
Eftersom det föråldrade systemets funktioner skulle överföras till det nya, är processbilden mycket lik den gamla. Vid genomgången av det gamla systemet konstaterades det dock att användbarheten på systemet bör förbättras. Den gamla anläggningen hade allt för många olika dialoger och subdialoger, vilket gjorde det mycket svårare att hitta rätt. För att förbättra användbarheten samlades alla pumpningsinställningar på en sida, alarminställningar på en annan, trender och alarm har också en sida var. Sidorna är listade i nedre kanten av användargränssnittet och aktiva alarm i övre kanten. På varje sida finns det en text som berättar på vilken sida man är och vilka inställningar där finns. Processbilden, som också syns på figur 24 är gjord för att ge användaren en helhetsbild av processens realtidsläge. Hela användargränssnittet är anpassat till en skärmresolution på 1920 x 1200 pixlar, som ofta används idag på större skärmar. Den stora resolutionen gör att man får mera utrymme för olika funktioner på en sida i användargränssnittet.



Figur 24. Processbilden i användargränssnittet.

På processbilden finns det symboler på ventilerna och motorerna, som visar i vilket läge de befinner sig. Om man klickar på någon av symbolerna, öppnas en s.k. faceplate där man kan välja om t.ex. ventilen ska styras automatiskt eller manuellt. Ifall manuellt läge är valt, kan man också starta och stoppa motorn från faceplaten. I figur 25 kan man se faceplaten för LPV6, som är reaktorns tömningsventil. För att klargöra för användaren vad som styrs från faceplaten är det tydligt utskrivet och visuellt visat vilken typ och position apparaten har. På faceplaten i figur 25 får användaren information över om ventilen är i automat eller manuellt läge, om ventilen är öppen, stängd eller mitt emellan och om ventilstyrningen är låst eller inte.

Styrningen av LPV5 och BJS1 är känsligare än de andra, eftersom LPV5 tömmer hela reaktorn om den öppnas och för att biogas ska bildas och processen inte störas, så ska BJS1 blanda om substratet oavbrutet. Därför frågas användaren om det är säkert att han vill styra apparaten, innan faceplaten öppnas.



Figur 25. Faceplate och symbol för styrning av ventil.

Om man klickar på någon av temperaturmätningarna kommer det att aktivera faceplaten för analoga mätningar. Här ställer man in övre och nedre gränsvärden, samt hysteresen för alarmering. För att kunna starta och stoppa automatpumpningen, ställa in hur mycket slam som ska pumpas från vardera slambehållare och olika blandningstider, finns det en sida i användargränssnittet där dessa ställs in. För att få en bra struktur på pumpningssidan i figur 26, har sidan delats in i olika sektorer med tydlig beskrivning vad ställs in i vilken sektor.

Även om processbilden ger användaren en helhetsbild kan man inte med 100 % säkerhet säga i vilket steg sekvensen befinner sig, därför ger också pumpningsidan information om vilket steg båda sekvenserna befinner sig. Detta är klart markerat med en grön ruta där sekvensen befinner sig. Om en sekvens av någon orsak avbryts, markeras "häiriö" med en röd ruta, varefter felet måste kvitteras. På samma sida kan man också följa med hur mycket slam som verkligen pumpats ur vardera behållare under senaste pumpning och under hela dygnet. Man ser också hur många lyckade pumpningar som utförts under ett dygn och vilken tid automatpumpningarna kommer att starta.

The screenshot displays a control panel for pump operations, organized into several sections:

- Pumppakket:** Contains controls for pump volume (Pumpattu liitemäärä) and daily volume (Päivän aikana pumpattu liitemäärä) for both 'Sikala' and 'Kunta' (municipality). It includes 'Automaattiajaja Stop' and 'Start' buttons, and 'Kertapumppaus' (one-time pump) buttons for both locations.
- Autopumppaus asetukset:** Features a timer for automatic pump start (12:00:00) and a 'Pumppausväli, tunneissa' (pump interval in hours) set to 0. It also has a 'Sikala' (municipality) section with four 12:00:00 timers.
- Käsi-pumppaus asetukset:** Includes a manual pump control for the reactor (Avatanko reaktorin tyhjennysventiili LPV6 käsi-pumppauksessa?) with 'Kyllä' (Yes) and 'Ei' (No) buttons.
- Sekvenssien askelet:** A sequence step indicator for 'Sikalan pumppausvaihe' and 'Kunnan pumppausvaihe', both currently in 'Odotus' (Waiting) state. It details steps like 'Kaasuvarastoa sekoitetaan' (mixing gas storage), 'Reaktoria tyhjennetään' (emptying reactor), and 'Lietekanavaa avataan' (opening sludge channel).
- Yhteiset pumppausasetukset:** Shared pump settings including 'Haluttu liitemäärä' (desired volume) and 'Todellinen pumppattava määrä' (actual pumped volume) for both locations, and 'Lietesäiliön sekoitusaika' (sludge tank mixing time) for each.

At the bottom, there is a navigation bar with buttons for 'Info', 'Prosessikuva', 'Pumppaukset', 'Yleisasetukset', 'Häilyasetukset', 'Lämpötilatrendit', and 'Kaasutrendit'.

Figur 26. Sidan för pumpningsinställningar.

På de övriga sidorna i användargränssnittet ställer man in hur mycket pumpningarna ska ändras när nivån i respektive slambehållare är på vissa höjder. Man kan se hur mycket gas som finns i reaktorn och manuellt korrigera den vid behov och man kan också ställa in fördröjningstiderna för feldetekteringen av motorerna eller ventilerna.[21][19][13][14]

5.7.2 Trender och loggningar

För att användaren ska kunna följa med t.ex. temperaturens utveckling eller gasbildningen under en viss tid, loggas de. När datapunkterna loggas i en fil, visas temperaturen i en lång rad med talvärden, vilket är mycket svårt att få en vettig bild av. Därför vill man visa loggningen genom att rita ut datapunkterna på diagram. I normala fall är trenden formad så att tiden för loggningen visas på den horisontella axeln och det loggade värdet på den vertikala axeln.

I TIA-Portal ställer man in loggningar under fliken “Historical data” i PC-systemet. Där anger man bl.a. vilket data som ska loggas, loggningsmetoden, antalet datapunkter som ska loggas och loggningscykeln. Loggningarna sparas i .txt format för att senare, vid behov kunna exporteras till olika rapporter i t.ex. Microsoft Excel.

För att kunna visa loggningarna måste man rita in ett trendfönster som ett objekt i användargränssnittet. I trendfönstret inkluderas sedan de trenderna man vill logga. Man kan välja mellan att printa trenden i realtid eller genom dataloggningen. I trendvyn i användargränssnittet kan man välja mellan att enskilt se på en viss loggning, eller se alla loggningar av samma typ samtidigt i en och samma trendfönster. I biogasanläggningens trender kan man dock inte se t.ex. biogasens metanhalt och temperaturen i reaktorn på samma diagram. Detta beror på att man inte har samma skalor på metanhalten och temperaturen, vilket kunde leda till att man enkelt förvirras.[21][19][14]

5.7.3 Alarm

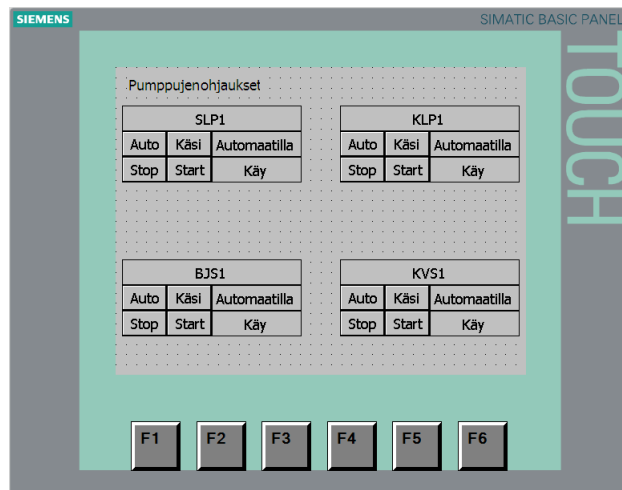
I PC-systemet används också alarmloggning, som visar och loggar alarm. Det finns två typer av alarm som loggas, system- och användardefinierade alarm. Systemdefinierade alarm övervakar hårdvarufel på användargränssnittet och PLC:n, medan användardefinierade alarm övervakar själva processen. De detekterade alarmen visas på användargränssnittet.

När man skapar ett användardefinierat alarm, anges alarmtexten, taggen som ska utlösa larmet, kviteringsbiten för larmet ifall kvitering används. I alarmfönstret visas även om alarmet är aktivt, om det kvitterats eller om det är åtgärdat. I anläggningen kommer vissa kritiska alarm även att skickas till användarens mobiltelefon för att de genast ska kunna åtgärdas. Några alarm som definierats är:[14]

- Metanhalten
- Gasförrådets substratnivå
- Reaktorns skummätning
- Slambehållarnas nivåer
- Temperaturgränser
- Gasförrådet tomt eller fullt
- Reaktorns tryck för hög eller låg
- Ingen tryckluft tillgänglig

5.7.4 Planering av HMI-Panel

HMI-panelen används som reservstyrenhet vid fel i PC-systemet. Panelen innehåller en nedskuren andel av de funktioner som finns tillgängliga i PC-systemet. Man kan t.ex. starta och stoppa automatkörningen eller kontrollera vilket steg i pumpningssekvensen är aktiv, men däremot inte ställa in pumpningstiderna. Viktigaste funktionen för HMI-panelen är dock att man kan ställa alla apparater i manuellt läge och manuellt styra dem. Detta är viktigt eftersom det även om anläggningen inte kan köras automatiskt måste gå att manuellt pumpa över slam från svinfarmens slambrunn, för att den inte ska bli överfull.[21][19]



Figur 27. Pumpstyrningar på en KTP600 operatörspanel.

6 Resultat

Eftersom ibruktagning av systemet inte hör till examensarbetet så kommer testning av det nyutvecklade styrsystemet inte att utföras. För att kunna utvärdera om programmet fungerar, implementerades ett testprogram som simulerar en simplifierad biogasanläggning. För att testa anläggningen måste man antingen använda en PLC-simulator i TIA-Portal eller koppla in en äkta PLC. För att köra testprogrammet deaktiveras både "tulosiirto" och "lähtösiirto" datablocken, orsaken till att de inaktiveras behandlas i kapitel 5.3. Testprogrammet utvecklades i takt med att testningen fortskred, först testades alla apparater skilt för sig. När en styrsignal till en motor eller en ventil blir aktiverad, t.ex. Lahto_DB.SLP1 aktiveras med en liten fördröjning tulo_DB.SLP1_KAY, som indikerar att motorn startat. För att testa apparaterna, startas WinCC Runtime för att kunna styra anläggningen. Alla apparater ställs först i manuellt läge och sedan en efter en startas och stoppas de, för att kontrollera att styrningarna samt indikeringarna fungerar som de ska. Efter att apparaternas funktion testats, testas pumpningssekvenserna. Efter testet av pumpningssekvenserna korrigerades några fel och sedan testades programmet ytterligare. Steg för steg togs alla funktioner med i testningen och korrigeringar gjordes vid behov tills allt fungerade.

Resultatet av projektet blev en färdig, välstrukturerad och fungerande styrcentral som kommer att installeras när tillfälle ges. Ritningarna för styrcentralen innehåller ändå en liten oklarhet. Det som är oklart är om slambrunnarnas nivåmätning använder ultraljudsgivare eller optiska givare. Problemet med att ta reda på detta är att de är svåråtkomliga, men som tur är så räcker det att man vet att signaltypen är 4 – 20 mA.

PLC-programmet och användargränssnittet är på basis av simuleringen en mycket bra fungerande process och användargränssnittets användbarhet är bättre än det nuvarande systemet. Enligt undertecknad så blev strukturen på användargränssnittet mycket bättre och användbarheten hos systemet är mycket enklare. För att säkerställa dessa antaganden, konsulterades anläggningens ägare. Enligt honom var strukturen mycket bra och eftersom systemet grundar sig på det gamla systemet, var användningen av det nya användargränssnittet ganska likt det gamla.

7 Diskussion

Att studera anläggningen var det första jag gjorde när detta examensarbete påbörjades. Detta realiserades genom att jag först och främst besökte anläggningen en dag och anläggningens ägare gav då information om anläggningen. Senare bekantade jag mig med ritingarna och biogasprocessen. Först efter att jag studerat PI-schemat för anläggningen och biogasprocessen, började jag förstå hur anläggningen fungerade. Efter att det gamla systemet kartlagts och programmeringen börjat, tog jag ytterligare kontakt med anläggningens ägare för att gå igenom den exakta funktionen på anläggningen.

Eftersom jag haft möten med kunden under hela projektets gång, fick vi jobbat fram en bra ersättare till det nuvarande systemet. Layouten på processgränssnittet blev modernare och mer lättanvänd. Eftersom man haft problem med att instrumenten och givarna i övervakningsrummet har frätts sönder p.g.a. metanhalten, var det också en bra lösning att flytta den nya styrcentralen till elcentralrummet. Detta bidrar till färre driftstopp och mindre servicekostnader.

Eftersom projektet blev lång och jag kunde jobba högst 2 – 3 dagar i veckan var det mycket svårt att varje vecka försöka fortsätta där man slutade veckan innan. Detta var under uppföljningen av systemet och elplaneringen inget större problem, men vid PLC-programmeringen ledde det dock till att mycket onödig tid gick åt till att söka fram var man ska fortsätta.

Att avgränsa det skriftliga i examensarbetet var mycket svårt, eftersom projektet är väldigt omfattande. Detta ledde till att man endast får en överskådlig bild av helheten och inte värst mycket ingående information om realiseringen av projektet. Det jag istället försökt förklara är principerna över hur jag har jobbat fram lösningen och hur man kan gå till väga när man utför ett liknande projekt.

Om jag skulle genomföra projektet på nytt skulle jag sätta mera tid på att följa upp det nuvarande systemet, utvärdera lösningarna till motorerna bättre och även testa systemet mera. Det ska bli mycket intressant att ta i bruk det nya systemet när det blir aktuellt och jag ser fram emot att kunna testa systemet i verkligheten. När den testas i verkligheten kommer det säkerligen att uppstå sådana problem som inte tänkts på under programmeringen. Detta är dock mycket vanligt vid programmering och berör även de mest erfarna programmerarna. Det är också därför man har de s.k. ibruktagningarna av systemen.

All utrustning jag använde i projektet var generellt mycket bra och väldigt modernt. PLC-programmeringsverktyget TIA-Portal V11 var så nytt att den första versionen av verktyget gav mig en aning extra jobb. När som helst kunde verktyget krascha och därmed förlorades alla osparade förändringar. Först efter att Siemens lanserat både Service Pack 2 och Update 1 till SP2 blev verktyget så pålitligt att man inte måste spara PLC-programmet med 5 minuters mellanrum. I TIA-Portal finns det ett globalt bibliotek för olika funktioner (FC/FB/faceplate/symboler m.m.) som man kan spara och använda i andra projekt och från andra datorer med TIA-Portal på. En nackdel med biblioteket är att man inte kan öppna det från två datorer samtidigt. Det är en funktion Siemens kunde förbättra till nästa version. Om man bortser från de barnsjukdomar TIA-Portal har, tycker jag att verktyget är mycket välutformat och trevligt och enkelt att använda.

Generatorstyrningen som också är ett del av projektet, men som inte hör till examensarbetet kommer att vara ett mycket intressant område vid ibruktagningen, eftersom dess egna styrlogik tas bort och integreras i det nya styrsystemet. Hur väl programmet som överförts från den gamla logiken kommer att fungera är i detta skede en öppen fråga.

I övrigt tycker jag att både den praktiska och den teoretiska delen i examensarbetet varit mycket lärorikt och det jag har lärt mig mest är hur man går till väga vid realisering av ett helt projekt. Något jag dock saknat i detta examensarbete är hur man praktiskt går till väga i ett liknande projekt ifall man delade upp jobbet mellan flera personer. Även om jag jobbat i olika team i andra projekt, har jag dock inte funderat över hur detta fungerar ur någon annan synvinkel.

Litteraturförteckning

- [1] Bolton, W. (2006). *Programmable logic controllers, fourth edition*. Oxford: Elsevier Newnes.
- [2] *Cads Planner Electrical*. Cads.
<http://www.cads.fi> (hämtat 02.04.2012)
- [3] Callstam, C. & Hedlund, H. (2004). *Praktisk framställning av biogas. –konstruktion av en fungerande demonstrationsapparat*. Examensarbete för utbildningen Miljövetenskap. Högskolan Trollhättan/Uddevalla, institutionen för teknik, matematik och datavetenskap, Trollhättan.
- [4] Christensson, K., Björnsson, L., Dahlgren, S., Eriksson, P., Lantz, M., Lindström, J., Mickelåker, M. & Andersson, H. (2009). *Gårdsbiogashandbok*. (Rapport SGC 206). Malmö: Svenskt Gastekniskt Center.
- [5] *Från råvara till användning* (u.å.). Biogasportalen.
<http://www.biogasportalen.se> (hämtat 24.1.2012).
- [6] Haag, B. (1998). *Industriell systemteknik: Ellära, elektronik och automation*. (Andra upplagan). Studentlitteratur: Lund.
- [7] Huttunen, M.J. & Kuittinen, V. (2011) *Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 14. Tiedot vuodelta 2010*. Joensuu, Kopijyvä Oy
- [8] Huttunen, M.J., Leinonen, S. & Kuittinen, V. (2006) *Suomen biokaasulaitosrekisteri IX. Tiedot vuodelta 2005*. Yliopistopaino: Joensuu
- [9] Latvala, M.((suomen ympäristö)) (2009). *Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä*. Helsingfors: Edita Prima Oy.
- [10] Perre, A. (1998). *Sähköpiirustus*. (Viides painos.) Espoo: Kirpe Oy.
- [11] Petterson, G. (2008). *Klimatpolitik och växthusgaser: Orimliga åtgärder mot metan och koldioxid hotar lantbruk, livsmedel och miljö*. Chalmers tekniska högskola, Sektorn för kemi- och bioteknik, Göteborg.
- [12] Schneiderman, B. & Plaisant, C. (2009). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*.(5th edition). Boston, MA: Pearson Education.
- [13] Siemens AG. (2011). *SIEMENS SIMATIC STEP 7 Professional V11.0 SP2. System manual. Online help printout*. Nürnberg: Siemens AG.
- [14] Siemens AG. (2011). *SIEMENS SIMATIC WinCC Advanced V11.0 SP2. System manual. Online help printout*. Nürnberg: Siemens AG.

- [15] Suomen standardisoimisliitto SFS Ry. (2008). *SFS-KÄSIKIRJA 135-1. Koneiden sähkölaitteistot ja -järjestelmät. Osa 1: Yleiset turvallisuusstandardit*. Helsingfors: SFS.
- [16] Suomen standardisoimisliitto SFS Ry. (2006). *SFS-KÄSIKIRJA 175-2. Automaatio. Osa 2: Ohjelmointi ja teollisuusprosessien valvonta*. Helsingfors: SFS.
- [17] Svantesson, I. (u.å.). *Rötning*.
<http://www.avfallsverige.se> (hämtat 16.2.2012).

Källförteckning

- [18] Intervju med Ilpo Järvelä, försäljningschef på Apex Automation 16.3.2012
- [19] Personliga diskussioner med anläggningens ägare Harri Riihimäki under tiden 8/2011 – 4/2012.
- [20] Personliga diskussioner med Tero Hautala, projektingenjör på Apex Automation under tiden 8/2011 – 4/2012.
- [21] Personliga diskussioner med Tuomo Käsäkangas, projektchef på Apex Automation under tiden 8/2011 – 4/2012.

A Systemspecification

Systemspecificationen delas in i fem huvudsakliga delar: automatisk körning, manuell körning, trender, alarm och inställningar.

A.1 Automatisk körning

Automatkörningen ska pumpa in nytt slam i reaktorn fyra gånger i dygnet, med sex timmars mellanrum. Tidpunkten för första pumpningen och tiden mellan pumpningarna ska vara möjlig att ställa in via WinCC. Pumpningarna körs från både kommunens slambrunn och från svinhusets slambrunn, tre pumpningar från svinhusets slambrunn och en gång från kommunens slambrunn. I början av en pumpning startar blandaren för slambrunnen(KLP1 eller SLP1) och blandar ca. 20 minuter. Samtidigt öppnas ventilen LPV6, som börjar tömma reaktorn. Efter att tiden gått och reaktorn är tom, stängs ventilen LPV6 och istället öppnas endera SLV3 eller KLV4, beroende på vilken pumpning det är fråga om. Samtidigt byter ventilen SLV1 eller KLV2 läge från blandning till pumpning och en valbar mängd slam pumpas sedan in i reaktorn. Om vald mängd inte uppnås inom utsatt tid ska pumpningen avbrytas. Vid automatkörning ska både reaktorns och gasförrådets blandare köra oavbrutet.

A.2 Manuell körning

Vid manuell körning ska varje enskild ventil och motor kunna startas och stoppas(öppnas/stängas) manuellt. Om automatkörning aktiverats ska alla manuella körningar ännu vara tillåtna.

A.3 Trender

Temperaturerna ska loggas och man ska kunna undersöka temperaturerna en vecka bakåt på en trendsida. Metanhalt, metanproduktion och metananvändning ska också kunna följas på en skild sida. På sidan ska man kunna visa/gömma varje enskild temperaturtrend.

A.4 Alarm

Vid fel i systemet ska det indikeras alarm på WinCC skärmen. Vid vissa alarm som kunden utser ska också systemet alarmera via GSM-nätet till mobiltelefonen.

A.5 Övriga inställningar

Systemet ska kunna göra förändringar i pumpningsmängden beroende på hur mycket slam det finns i slambrunnen. Gränser för när pumpningen förändras och hur mycket pumpningen förändras ska kunna ställas in från WinCC.

A.6 WinCC

Som startsida i WinCC används en processöverblick där varje styrbar enhet är synlig. Vid klick på en enhet öppnas ett skilt fönster, en s.k. faceplate. Faceplate är olika beroende på typ av enhet. Alla faceplate är spärrade när processen körs i automatläge. På sidan ska man också se nivån i slambrunnarna och reaktorn samt nuvarande temperaturer.

A.6.1 Blandarmotor faceplate

På blandarmotorernas faceplate kan man endast starta och stoppa motorn. Som feedback visas det om motorn körs, är stoppad eller om ett fel uppstått.

A.6.2 Blandar-/pumpmotor faceplate

Blandar-/pumpmotorn är egentligen två skilda enheter som är sammansatta. Här kan man starta och stoppa motorn, samt styra den till motorn tillhörande ventilen till blandning eller pumpning. Som feedback visas: motor körs, motor stoppad, motorfel, i blandning eller i pumpning och ventilfe.

A.6.3 Ventil faceplate

Ventilerna kan antingen öppnas eller stängas. Som feedback ser man om ventilen är öppen eller stängd och ventilfe.

A.6.4 Färger

Som standardfärger för de olika indikeringarna (feedback) Används:

- *Grön* Motor körs, eller ventil öppen
- *Röd* Indikerar ett fel
- *Grå* Indikerar att en enhet är inaktiv(stoppad)
- *Ljusgrå* Indikerar ventil stängd

A.7 Hårdvara

I projektet används en Siemens ET 200S PLC. Som Användargränssnitt används SIMATIC HMI WinCC Advanced. Förutom dessa har också två Siemens KTP-Basic pekskärmar, en 4 tums och en 6 tums blivit använda.

A.7.1 Hårdvarulista

Siemens S7		
Beskrivning	Modul	Serienummer
CPU	CPU 151-8 PN/DP	6ES7 151-8AB01-0AB0
Analog ingång	AI RTD ST	6ES7 134-4JB51-0AB0
Analog ingång	AI I 4-wire	6ES7 134-4GB11-0AB0
Analog ingång	AI U ST	6ES7 134-4FB01-0AB0
Digital ingång	DI 8xDC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0
Digital utgång	DO 8xDC24V	6ES7 132-4BF00-0AA0
Effektmodul	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0
Terminalmodul	TM-E	6ES7 139-4CB30-0AA0
Terminalmodul	PM-E	6ES7 139-4CD30-0AA0
Pekskärm	KTP600 PN/DP MONO	6AV6647-0AB11-3AX0
Pekskärm	KTP400 PN/DP MONO	6AV6647-0AA11-3AX0

B Teknisk specifikation av offerten

29.4.2011

Liite 1

TEKNINEN ERITTELY**1. Toiminta**

Tarjotussa ratkaisussa nykyinen prosessiautomaatiokeskus paikallisohjauskytkimiseen korvataan sähkötilaan tulevalla uudella automaatiokeskuksella, johon tulee myös operointipaneli varaohjauspaikaksi oveen. Kaapelointi käännetään nykyisestä prosessiautomaatiokeskuksesta uuteen ja moottoriohjausten välireleistys siirretään sähkökeskukseen. Uuteen automaatiokeskukseen liitetään myös nykyisen generaattoriautomaation (logiikan) I/O ja ohjelmat keskuksen jäädessä muilta osin käyttöön.

Uusi automaatioratkaistu perustuu laajasti käytettyyn, luotettavaan ja helposti laajennettavaan teollisuustason Siemens ET200S logiikkaan ja I/O:hon sekä Siemens WinCC valvomoratkaistuun. Siemens ala-asemaliityntä on ethernet-pohjainen ja liikennöinti sekä operointipanelille että paikallisvalvomoon tapahtuu tätä kautta. Samoin logiikan ohjelmointi tapahtuu ethernet-liityntän kautta mahdollistaen myös etäohjelmoinnin internet-yhteyden ja palomuurin avulla. Internet-yhteyden ja ethernet sisäverkon kautta voidaan myös etäkäyttää valvomoa muualta (Cisco VPN Client).

Uuden automaatiokeskuksen I/O on kalustettu (saadun dokumentaation mukaisesti) nykyisen prosessi- ja generaattoriautomaation käytössä olevan I/O:n perusteella huomioiden pienet varat. I/O:ta voidaan laajentaa joustavasti lisäkorteilla, myös CPU:n ja valvomon kapasiteetti riittää 20-30% laajennuksiin. Logiikan CPU:ssa / I/O:ssa ei ole (nykyratkaisun mukaisesti) huomioitu failsafe-vaatimuksia. Mikäli päivitetty räjähdysasiakirja edellyttää turvalogiikkaa, samasta ET200S tuoteperheestä löytyy myös turvalogiikkaratkaistu kohtuullisin lisäkustannuksin.

2. Urakkatarjouksen sisältämät laitteet, työ ja ohjelmistot

PLC-kaappi komponentteineen	
ET200S CPU PN/DP	1 kpl
Muistikortti 128 kt	1 kpl
Operointipaneli Siemens BasicPanel 5,7" mono	1 kpl
Virtalähde 230/24V Sitop Smart 5A	1 kpl
ET200S power module PM-E + pohja	2 kpl
Binääri tulokortti, 8 kan.	6 kpl
Binääri lähtökortti, 8 kan.	4 kpl
Analogia tulokortti RTD, 2/4 kan.	4 kpl
Analogia tulokortti, 2 kan.	3 kpl
I/O-pohjat edellisiin	17 kpl
Kaappi Rittal 1200*800*300	1 kpl
Suodatintuuletin	1 kpl
Hätäseispainike	1 kpl

29.4.2011

Kaapin sisäinen sähkösuunnittelu ja layout	1 kpl
Kalustettuna tarvittavine riviliittimineen, suoja-automaatteineen ja muine asennustarvikkeineen	1 kpl

Valvomolaitteet ja ohjelmistot	
Valvomo-ohjelmisto WinCC Flexible 2008 RT 512 tag	1 kpl
Historia optio WinCC Archives	1 kpl

Sovellusohjelmointi, FAT, asennus	
Logiikan ohjelmointi max.laajuudelle 42 BI, 30 BO, 13 AI	1 kpl
Valvomo-ohjelmointi laajuudelle kaksi (2) prosessikuvaa, parametrisivu, hälytyslista ja trendit mittauksista, dialogit käyttämämme vakiomallia.	1 kpl
Panelin ohjelmointi, kolme (3) käyttökuva dialogeineen	1 kpl
Valvomokoneiden alustus ja ohjelmien asennus	1 kpl

Dokumentaatio	
PLC-kaapin loppupiirustukset	1 kpl
Logiikkaohjelmistaukset ja ohjelma tallennettuna CD:lle	1 kpl
Valvomo-ohjelmat CD:llä	1 kpl

3. Urakkatarjous ei sisällä

- Lähtötietojen selvitystä
- Sähkösuunnitelmia
- Asennustöitä Tilaajan luona
- Käyttöönottoa
- Viranomaistarkastuksia
- Valvomo PC:tä

Mahdolliset muutos- ja lisätyöt laskutetaan liitteen 2 palveluhinnaston mukaisesti :

- Lähtötietojen jäädytyksen jälkeen Tilaajan suunnitelmamuutoksista mahdollisesti aiheutuvat lisätyöt ja muut kustannukset.

C I/O-Lista

Harri Riihimäki

Biokaasulaitos

I/O-Lista

Symboli	Osoite	Tyyppi	Selite
		D18	
SLP1_KAY	I 0.0	kärkitieto	Sikalan lietesäiliön pumppu käy
SLV1_Se	I 0.1	kärkitieto	Sikalan lietekanava(sekoitus)
SLV1_Pu	I 0.2	kärkitieto	Sikalan lietekanava(pumppaus)
SLV3_Au	I 0.3	kärkitieto	Sikalan lietekanava auki
SLV3_Ki	I 0.4	kärkitieto	Sikalan lietekanava kiinni
KLV4_Au	I 0.5	kärkitieto	Kunnan lietekanava auki
KLV4_Ki	I 0.6	kärkitieto	Kunnan lietekanava kiinni
KLV2_Se	I 0.7	kärkitieto	Kunnan lietesäiliö(sekoitus)
		D18	
KLV2_Pu	I 1.0	kärkitieto	Kunnan lietesäiliö(pumppaus)
KLP1_KAY	I 1.1	kärkitieto	Kunnan lietesäiliön pumppu käy
BJS1_KAY	I 1.2	kärkitieto	Reaktorin sekoitin käy
LPV6_Au	I 1.3	kärkitieto	Reaktorin tyhjennysventtiili auki
LPV6_Ki	I 1.4	kärkitieto	Reaktorin tyhjennysventtiili kiinni
LPV5_Au	I 1.5	kärkitieto	Reaktorin käsityhjennysventtiili auki
LPV5_Ki	I 1.6	kärkitieto	Reaktorin käsityhjennysventtiili kiinni
RP_HAL	I 1.7	kärkitieto	Reaktorin painehäiriö(yli-/alipaine)
		D18	
KVTA	I 2.0	kärkitieto	Kaasuvarasto(täysi)
KVTY	I 2.1	kärkitieto	Kaasuvarasto(tyhjä)
PI_HAL	I 2.2	kärkitieto	Paineilmahälytys
KPOL_KAY	I 2.3	kärkitieto	Kaasupoltin käy
KPOL_HAL	I 2.4	kärkitieto	Kaasupoltin häiriö
AGR_KAY	I 2.5	kärkitieto	Agregaatti(käy) LOG2:sta
AGR_HAL	I 2.6	kärkitieto	Agregaatti(häiriö) LOG2:sta
LV6_HAL	I 2.7	kärkitieto	LV6 (kesk.lämm.häiriö) LISATTY
		D18	
KVS1_KAY	I 3.0	kärkitieto	Kaasuvaraston sekoitin käy
RV_HAL	I 3.1	kärkitieto	Vaahtohälytys
KV_HAL	I 3.2	kärkitieto	Jälkikaasultaan pintahälytys
LVL1_KAY	I 3.3	kärkitieto	LVL1 lauhdutin käy
LSM1	I 3.4	0.1 m3/pulssi	Lietekanavan virtauspulssi
BKM2	I 3.5	0.1 m3/pulssi	Agregaatin kaasulaskuri
BKM3	I 3.6	0.1 m3/pulssi	Polttimen kaasulaskuri
KPK1_KAY	I 3.7		VARATTU KPK1
		D18	
KPK2_KAY	I 4.0		VARATTU KPK2
VJV	I 4.1		Verkköjännitevahti
VARA	I 4.2		VARALLA
VARA	I 4.3		VARALLA
VARA	I 4.4		Start_gen
VARA	I 4.5		Stop_gen
VARA	I 4.6		Matala_rpm
VARA	I 4.7		Korkea_rpm
		D18	
VARA	I 5.0		Gen_jännitevahti
VARA	I 5.1		Öljynpaine
VARA	I 5.2		Kaasupaine
VARA	I 5.3		Gen_lämpötila
VARA	I 5.4		Jäähd_v_paine
VARA	I 5.5		Vesipumput
VARA	I 5.6		Lämpörelet
VARA	I 5.7		Varaus aggregaatille

Harri Riihimäki

Biokaasulaitos

I/O-Lista

Symboli	Osoite	Tyyppi	Selite
		AI2-RTD	
RTD1	IW 50	3-wire	Lietelantasäiliön lämpötila
RTD2	IW 52	3-wire	Ylipaineventtiilin jäähtymisvahti
		AI2-RTD	
RTD3	IW 54	3-wire	Reaktorin lämpötila
RTD4	IW 56	3-wire	Poistuvan lietteen lämpötila
		AI2-RTD	
RTD5	IW 58	3-wire	Jälkikaasualtaan lämpötila
RTD6	IW 60	3-wire	Jälkikaasualtaan kanavan lämpötila
		AI2-RTD	
RTD7	IW 62	3-wire	Kunnan lietesäiliön lämpötila
RTD8	IW 64	3-wire	Keskuslämmityksen lämpötila
		AI2	
LSM1	IW 66	4-wire	Lietekanavan nykyinen virtausmäärä
SLM1	IW 68	3-wire	Sikalan liotelantasäiliön pinnanmittaus
		AI2	
KLM1	IW 70	3-wire	Kunnan liotelantasäiliön pinnanmittaus
MPM1	IW 72	3-wire	Metaanipitoisuusmittaus
		AI2	
BKM1	IW 74	2-wire	Reaktorista tulevan kaasun laskuri
RKM1	IW 76	2-wire	Reaktoripinnan korkeuden mittaus (paineanturi)
		AI2	
VARA	IW 78	0-10 V	Generaattorin kierroslukutunnistin
VARA	IW 80	0-10 V	

D Centralens layout och kretsschema

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos

S R P O N M L K J I H G F E D C B A

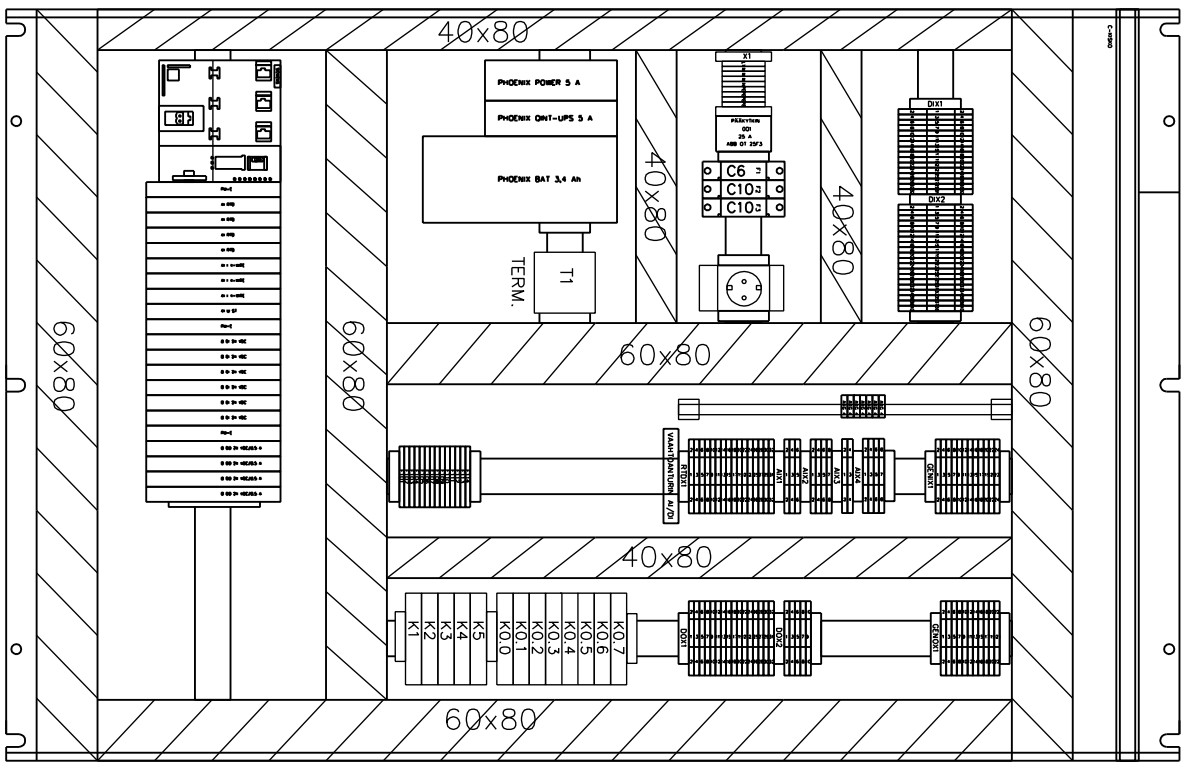


APEX AUTOMATION OY
 Terminaalitietu 3, 67700 Kakkola
 puh. 0207 288 288 fax. 0207 288 289

HARRI RIIHIMÄKI
BIOKASUALAITOS

OK1
LAYOUT

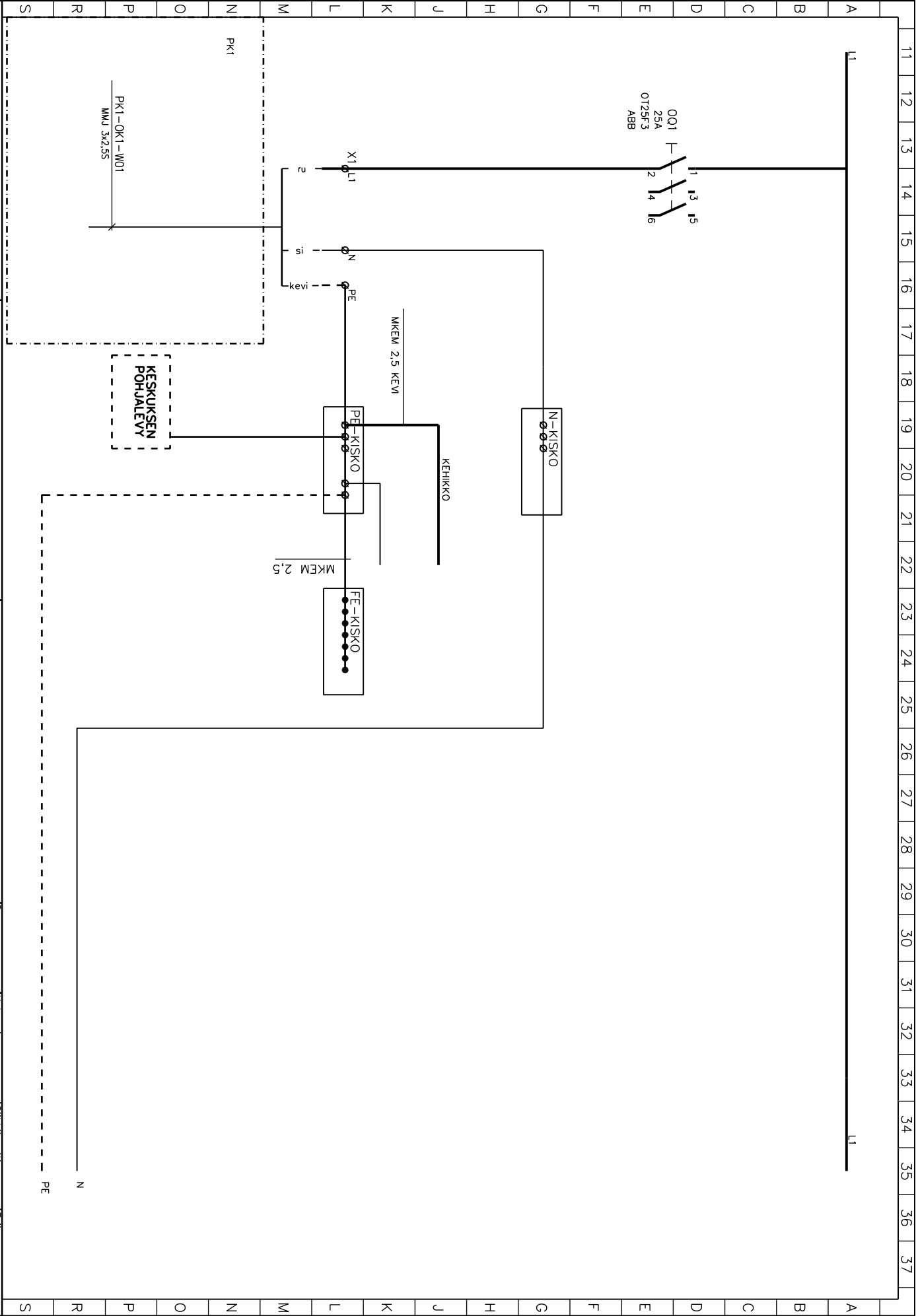
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37



Suunn.	Jtu	/17.10.2011	Kokonaisuus	Sähköpiirite	Yksinumero
Piirt.	Jtu		Lähti		P768
Tark.	Jtu		2/2		P768
SÄH P768_5001					

S R P O N M L K J I H G F E D C B A

A muutos	D muutos
B muutos	E muutos
C muutos	F muutos



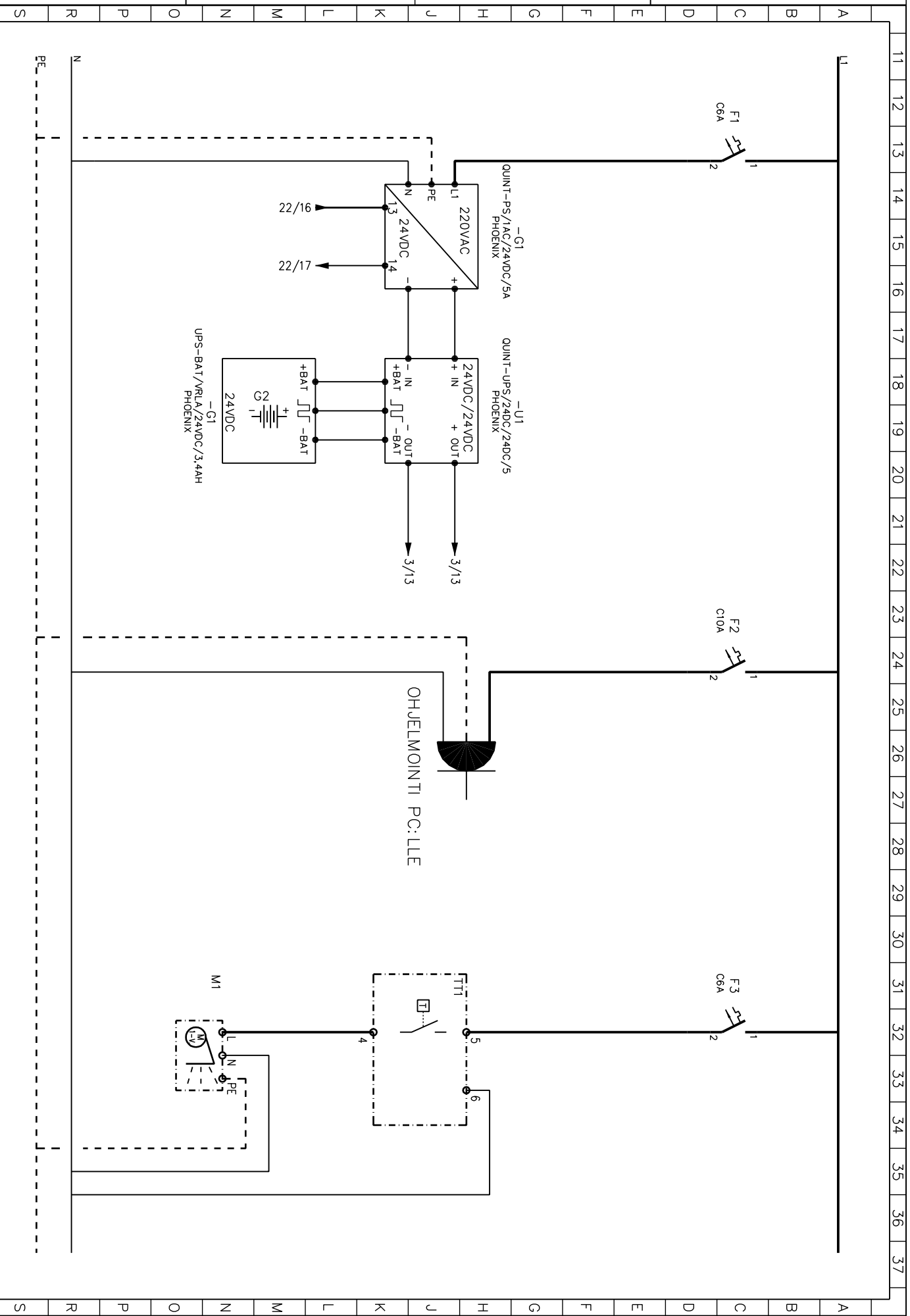
APET AUTOMATION OY
 Termiteollisuus 3, 67700 Kokkola
 puh. 0207 288 288 fax. 0207 288 289

HARRI RIIMÄKI
 BOKASULAITOS

OK1
 SYÖTTÖKENTTÄ
 230 VAC

Suunn. /& 9.2011	Kokonaisuus	Sähköpostiosoite	Yhteyshenkilö
Piiritt.	Lähti 1/27	OK1	P768
Tark.		Piirustusnumero	SÄH 768_3001

A muutos	D muutos
B muutos	E muutos
C muutos	F muutos



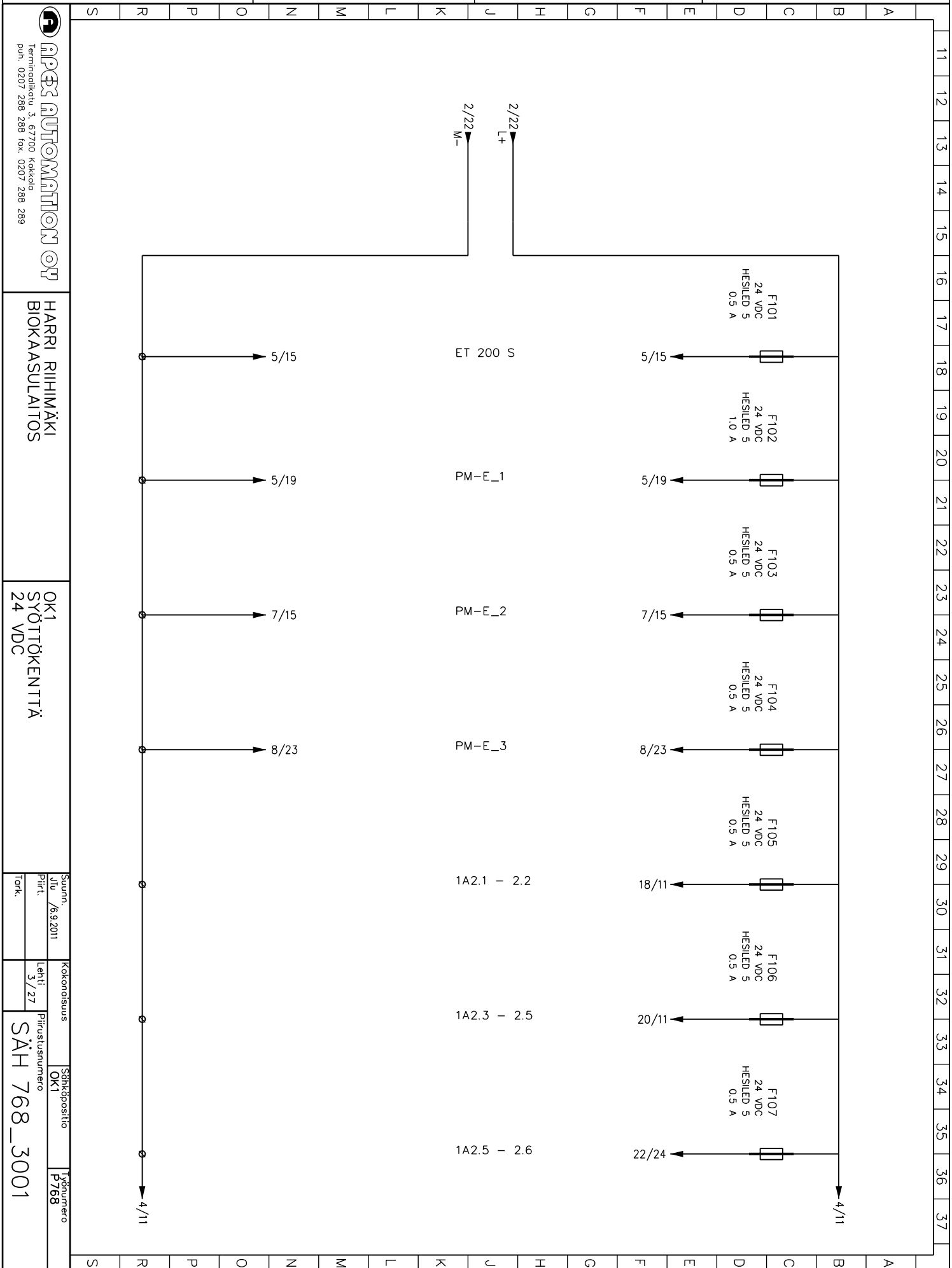
AP&E AUTOMATION OY
 Terminolinkitie 3, 67700 Kokkola
 puh. 0207 288 288 fax. 0207 288 289

HARRI RIIHIMÄKI
BIOKASVALIOTOS

OK1
SYÖTTÖKENTTÄ
230 VAC

Suunn. /6.9.2011	Kokonaissuus	Sähköpostiosoite	Yhteyshenkilö
Piiritt.	Lähtö	OK1	P768
Tarkk.	2/27	Piirustusnumero	SÄH 768_3001

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



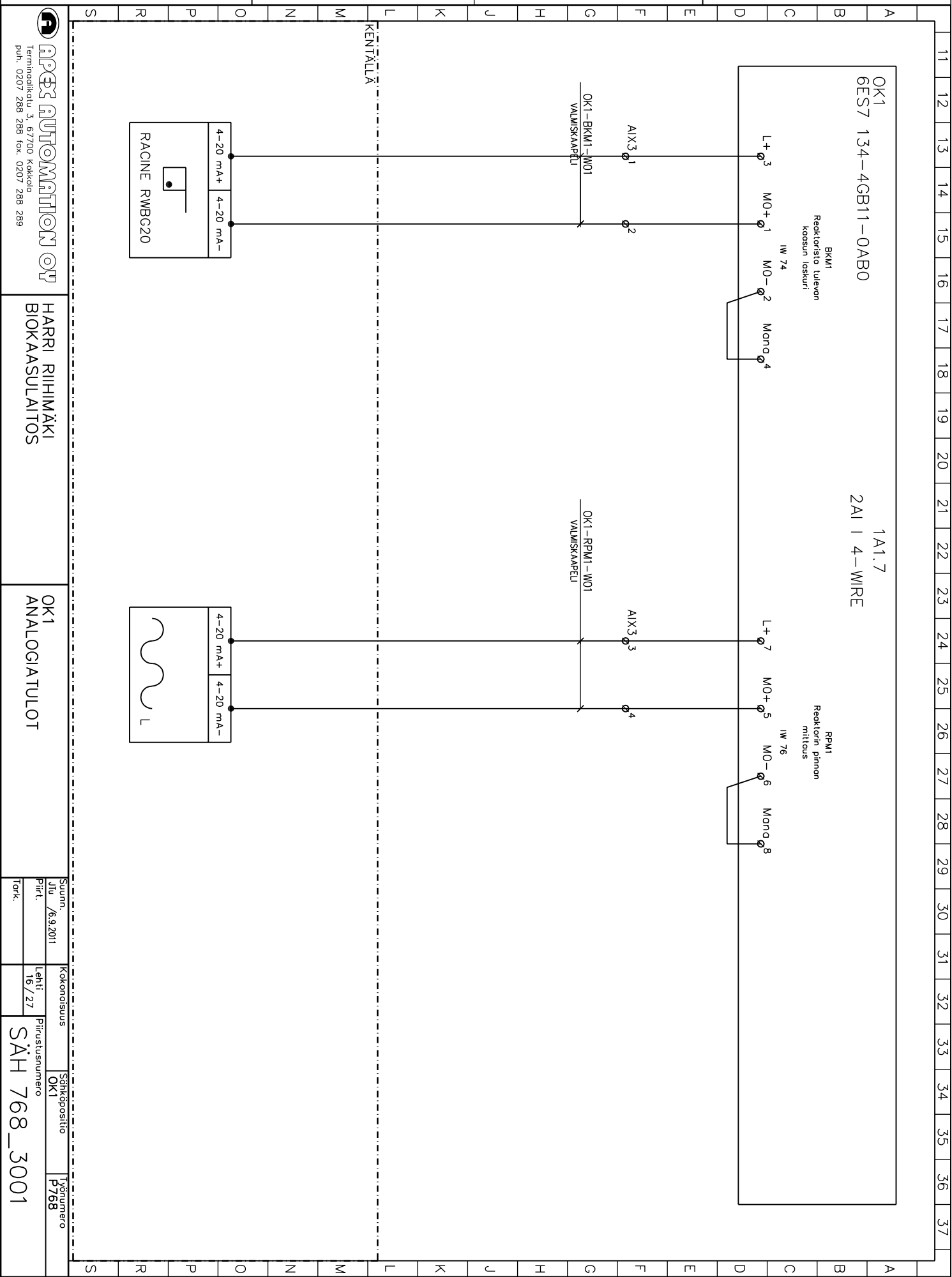
Terminolikaatu 3, 67700 Kokkola
 puh. 0207 288 288 fax. 0207 288 289

HARRI RIIMÄKI
 BOKASULAITOS

OK1
 SYÖTTÖKENTTÄ
 24 VDC

Suunn. /6.9.2011	Kokonaisuus	Sähköpostiosoite	Yhteyshenkilö
Piirt. /	Lähti /3/27	OK1	P768
Tark. /			
SÄH 768_3001			

A muutos	D muutos
B muutos	E muutos
C muutos	F muutos



AP&E AUTOMATION OY
 Termiteollisuus 3, 67700 Kokkola
 puh. 0207 288 288 fax. 0207 288 289

HARRI RIIHIMÄKI
 BOKASALAITOS

OK1
 ANALOGIA TULOT

Suunn. /6.9.2011	Kokonaisuus	Sähköpostiosoite	Yhteyshenkilö
Piirt. /16./27		OK1	P768
Tarkk.			
SÄH 768_3001			