

Sampsa Glas

TEOLLISUUSPESUKONEIDEN OHJELMISTON KEHITYS

Automaatioteknologian koulutusohjelma

2009



TEOLLISUUSPESUKONEIDEN OHJELMISTON KEHITYS

Glas, Sampsa
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2009
Asmala, Hannu / Auramo Yrjö
UDK: 004.5, 681.518
Sivumäärä: 40

Asiasanat: pesukoneet, tietotekniikka-arkkitehtuuri, ohjelmoitavat logiikat, käyttöliittymät

Opinnäytetyön tarkoituksena oli valita uusi käyttöliittymä monimutkaisimpien teollisuuspesukoneiden ohjauksiin. Samalla suunniteltiin uuden käyttöliittymän ulkoasusta samanlainen kuin pienempien koneiden ohjauksissa käytössä olevasta TP177micro -näytöstä. Lisäksi logiikkaohjelma suunniteltiin uudelleen valitulla arkkitehtuurimallilla. Tavoitteena oli myös saada ohjelmallinen viikkokellotoiminto logiikkaohjelmaan, jotta kyseinen komponentti saataisiin jätettyä pois sähkökeskuksesta. Työn tarkoituksena oli myös saattaa loppuun vuonna 2007 alkanut teollisuuspesukoneiden ohjauksissa käytettyjen käyttöliittymien nykyaikaistaminen. Työ tehtiin Sampo-Rosenlew Oy:lle Poriin.

Uusi käyttöliittymä oli tarpeellinen, koska pienempien teollisuuspesukoneiden ohjauksissa vuonna 2007 käyttöön otetusta TP177micro -kosketusnäytöstä oli saatu hyvää palautetta sekä koneiden jälleenmyyjiltä että käyttäjiltä. Hyvien käyttökokemusten ja palautteen perusteella monimutkaisimpien teollisuuspesukoneiden ohjauksissa käytetty OP7/OP77B –tekstinäyttö haluttiin myös korvata kosketusnäytöllä.

Opinnäytetyössä valittiin ensin sopiva uusi kosketusnäyttö Sampo-Rosenlewin teollisuuspesukoneisiin, joissa käytetään Siemensin 300 -sarjan logiikkaa. Ohjausjärjestelmien suunnittelijoiden kanssa pidettiin palaveri, jossa päätettiin tarkemmin millainen sovellus uudelle käyttöliittymälle halutaan. Suunnitellut ohjelmistot testattiin ns. pöytätestinä suunnittelun ohella. Opinnäytetyössä tehdyt ohjelmistot otettiin aidosti käyttöön Sampo-Rosenlewin teollisuuspesukoneiden ohjauksissa. Ensimmäiset teollisuuspesukoneet, joissa on opinnäytetyössä tehtyjen ohjelmistojen pohjalta tehdyt ohjelmat toimitettiin alkuvuonna 2009.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin Sampo-Rosenlewin teollisuuspesukoneiden käyttöliittymät ulkoasuiltaan ja käytettävyydeltään lähes samanlaisiksi riippumatta käytössä olevasta logiikasta. Työn tuloksena saatiin myös helppokäyttöinen ohjelmallinen viikkokello 300 -sarjan logiikoille ja näin ko. komponentti jätettiin pois sähkökeskuksesta. Sampo-Rosenlew sai myös uudet ohjelmistopohjat uusilla ominaisuuksilla, joita käytetään teollisuuspesukoneiden ohjelmia suunniteltaessa.

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR INDUSTRIAL CLEANING MACHINES

Glas, Sampsa

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Automation Technology

May 2009

Asmala, Hannu / Auramo, Yrjö

UDC: 004.5, 681.518

Number of Pages: 40

Key Words: industrial cleaning machine, software architecture, programmable logic controller, human machine interface

The aim of the thesis was to select a new operation panel to the complex industrial washing machines where Siemens 300-series programmable logic controller is used. The lay-out design of the new panel was made the same as on TP177micro panel. Also the program of the programmable logic controller was redesigned using studied software architecture. The purpose was also to make software weekly timer function to the program. As a result the weekly timer component can be left out from the electrical cabinet and save the component price.

The purpose was also to finish the modernisation of the industrial washing machine operator panels started at spring 2007.

The thesis was made for Sampo-Rosenlew Ltd at Pori.

At spring 2007 Sampo-Rosenlew introduced a new touch panel TP177micro to control washing machines where Siemens 200 -series programmable logic controller was used. The new display was success and it received a lot of positive feedback from the end users and after sales personnel. As a consequence Sampo-Rosenlew wanted to replace the old OP77B operator panel with a same kind of panel used in 200 -series plc.

A new operator panel was chosen for industrial washing machines in which 300-series programmable logic controller is used. Project meeting was held with Sampo-Rosenlew control system designers prior to start of programming of the new panel. New programs were tested at the same time of programming by downloading programs to the devices and testing them. First industrial washing machines with the new TP177A operator panel and 300 -series plc was delivered to the end customers at the beginning of 2009.

The result of the thesis was that Sampo-Rosenlew gets all the washing machines controlled via modern touch panels. The lay-out and usage of these new touch panels are similar independent on the plc controlling it. Also a software based weekly timer function was programmed to the 300 -series plc. Sampo-Rosenlew also gets new re-designed programs to the 300 -series plc and TP177 -series touch panel.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TYÖN TAUSTAA	6
2.1	Työn määrittely ja aiheen rajausta.....	8
2.2	Sampo Rosenlew Oy.....	8
2.3	Teoreettinen viitekehys.....	9
3	TEOLLISUUSPESUKONE.....	11
3.1	Pesukonemallisto	11
3.2	Käytössä olevat ohjausjärjestelmät.....	16
3.3	Uusi ohjausjärjestelmä.....	16
4	KÄYTTÖLIITTYMÄ	18
4.1	TP177A/B –kosketusnäyttö.....	18
4.2	Ohjelmointi	20
5	OHJELMOITAVA LOGIIKKA	21
5.1	300 -sarjan logiikka	21
5.2	Ohjelmointi	22
6	YLEISIÄ ARKKITEHTUURIMALLEJA.....	23
6.1	Tietovuoarkkitehtuuri	24
6.2	Kutsumekanismiarkkitehtuuri.....	25
6.3	Kerrosarkkitehtuuri.....	25
6.4	Tietokeskeiset arkkitehtuurit.....	26
7	TEHTY OHJELMOINTITYÖ	27
7.1	Logiikan ohjelmointi.....	27
7.2	Näytön ohjelmointi	30
7.3	Ohjelmistojen testaus	34
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI	35
8.1	Työn keskeiset tulokset.....	35
8.2	Jatkokehityssuunnitelmat.....	37
9	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET.....	40
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Teollisuudessa käytetään yleisesti ohjelmoitavia logiikoita (PLC, Programmable Logic Controller) sekä käyttöliittymiä (HMI, Human Machine Interface) koneiden ohjauksissa. Ohjelmoitavat logiikat ovat teollisuusympäristön kestäviä tietokoneita, joissa sijaitsee koneen toiminnasta vastaava ohjelma. Ohjelmoitavat logiikat sijaitsevat yleensä ohjattavan koneen sähkökeskuksen sisällä.

Ohjelmoitavat logiikat otettiin käyttöön alun perin autoteollisuudessa, missä ohjelmistopäivitykset korvasivat ohjausjärjestelmien uudelleenjohtotukset. Yhdellä ohjelmoitavalla logiikalla voitiin helposti korvata satoja tai jopa tuhansia aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia. Ohjelmoitavan logiikan toiminnallisuus on vähitellen kasvanut perinteisestä releiden korvaajasta ohjauskeskukseksi, joka hallitsee kehittyneen liikkeen ohjauksen, prosessin säädön, hajautetut hallintajärjestelmät ja tietokoneverkot¹.

Ohjelmoitava logiikka suorittaa sille ohjelmassa määritellyt tehtävät juuri niin hyvin kuin ohjelman tekijä on osannut ottaa huomioon eri tilanteet ennakolta ohjelmaa laatiessaan. Poikkeavien tilanteiden ratkaisemiseen ja prosessimuutosten tekemiseen tarvitaan käyttöliittymä¹.

HMI-paneelit ovat koneessa tai sen vierellä sijaitsevia käyttöyksiköitä, jotka on yhdistetty ko. koneen ohjelmoitavaan logiikkaan. Paneelista operaattori ohjaa konetta ja saa palautetta koneen toiminnasta.

Yhdessä tehtaassa voi olla jopa satoja eri koneita, joissa on oma logiikkansa ja paneelinsa kussakin. On erittäin tärkeää, että koneiden ohjelmistot on huolellisesti suunniteltu ja toteutettu, jotta koneet toimivat ja niitä on helppo käyttää. Ohjelmistot tulisi suunnitella siten, että myöhemmin tehtävät pienet muutokset on helppo tehdä. Yhdenkin koneen pysähtyminen voi aiheuttaa pahimmassa tapauksessa koko tehtaan tuotannon pysähtymisen, joten toimivien ohjelmistojen osuus näyttelee erittäin tärkeitä osaa tehdasympäristössä.

2 TYÖN TAUSTAA

Opinnäytetyön lähtökohtana toimi keväällä 2007 käyttöön otettu kosketusnäyttö. Tällöin kuvassa 1 näkyvä teollisuuspesukoneiden käyttöliittymänä vuosikymmenen toiminut Siemensin tekstipohjainen TD200 -näyttö korvattiin uudella saman yhtiön TP177micro -kosketusnäytöllä. Kosketusnäyttöä käytetään tällä hetkellä teollisuuspesukoneissa, joissa on Siemens yhtiön 200 -sarjan ohjelmoitava logiikka.



Kuva 1. Siemens TD200-tekstipaneli².

Asiakkaiden ja jälleenmyyjien palautteen mukaan kuvassa 2 näkyvä uusi TP177micro -kosketusnäyttö on toiminut hyvin ja sen käyttöön on oltu tyytyväisiä.

Uuden käyttöliittymän käytössä saavutettiin mm. seuraavia hyötyjä:

- Kosketusnäyttöön on rakennettu uutena toimintona lämmityksen ja öljyerotuksen ohjaukseen helppokäyttöinen viikkokellotoiminto, joka on myös toiminut hyvin. Viikkokellotoiminnon muuttuminen ohjelmalliseksi mahdollistaa viikkokellokomponentin pois jättämisen sähkökeskuksesta. Näin säästetään suoraan ko. komponentin hinta ja sen asentamisesta aiheutuvat kustannukset jokaisessa myydyssä teollisuuspesukoneessa.
- Käyttöliittymän kielen vaihto onnistuu nopeammin ja helpommin.
- Uuden näytön myötä logiikkaohjelma muuttui selvemmäksi ja helpommin ymmärrettäväksi.
- Teollisuuspesukoneiden käytettävyys on parantunut huomattavasti, varsinkin monimutkaisempien toimintojen ohjaukset on saatu käyttäjäystävällisemmiksi.

- Vaikka kosketusnäyttö on hieman kalliimpi kuin käytössä ollut TD200 -näyttö, uuden käyttöliittymän paremmat ominaisuudet tekevät siitä ylivertaisen vanhaan tekstipohjaiseen näyttöön verrattaessa.



SIMATIC TP 177micro

Kuva 2. Siemens TP177micro -kosketuspaneli².

Teollisuuspesukoneissa, joissa käytetään Siemens yhtiön 300 -sarjan ohjelmoitavaa logiikkaa, käytetään käyttöliittymänä kuvan 3 OP77B -näyttöä.



SIMATIC OP 77B

Kuva 3. Siemens OP77B -tekstipaneli².

OP77B -näyttö haluttiin korvata kosketusnäytöllä, jotta myös niihin pesukoneisiin joissa käytetään 300 -sarjan logiikkaa, saataisiin kosketusnäyttö samoilla

ominaisuuksilla kuin 200 -sarjan logiikoiden näytössä. OP77B -näytöllä ohjatuista teollisuuspesukoneista tulikin usein hyvin hankalakäyttöisiä. Koska TP177micro -kosketusnäyttöä ei voi käyttää 300 -sarjan logiikkojen kanssa, on käytettävä 300 -sarjan logiikan kanssa yhteensopivaa kosketusnäyttöä³.

2.1 Työn määrittely ja aiheen rajaus

Tässä työssä kerrotaan ensin työn taustasta ja lähtökohdista. Seuraavaksi esitellään Sampo-Rosenlewin toimintaa ja tutustutaan teollisuuspesukoneisiin. Teollisuuspesukoneiden ohjausjärjestelmät käydään läpi ja valitaan uusi ohjausjärjestelmä. Seuraavaksi käydään läpi työssä käytetty käyttöliittymä ja ohjelmitava logiikka. Tämän jälkeen perehdytään ohjelmitavien logiikkojen ohjelmien tekotapoihin ns. arkkitehtuurimalleihin. Arkkitehtuurimalleista valitaan sopiva malli, jolla logiikan ohjelmointi suoritetaan. Näytölle ohjelmoidaan sovellus, joka tehdään samankaltaiseksi kuin käytössä oleva sovellus TP177micro -näytöllä. Tehdyt ohjelmat ladataan aidosti valituille laitteille ja testataan ns. pöytätestinä.

Työssä on käytetty tutkimusmenetelmänä toiminta- ja tapatutkimusta eli Case - tutkimusta. Kyseinen tutkimusmenetelmä soveltuu hyvin tämänlaatuisen työhön. Työssä keskitytään Siemens -yhtiön laitteisiin.

2.2 Sampo Rosenlew Oy

Sampo-Rosenlew Oy on toimitusjohtaja Timo Prihtin omistama keskisuuri teollisuusyritys. Yritys on laajentanut tuotevalikoimaansa ja kehittänyt kilpailukykyään. Tuotekehityksessä kiinnitetään suurta huomiota synergiaan Sampo-Rosenlew tuoteperheessä. Sampo-Rosenlewin päätuote on leikkuupuimuri⁴. Sampo-Rosenlew Oy perustettiin vuonna 1991 yritysoston myötä Timo Prihtin ostettua liiketoiminnan. Teollinen toiminta tuotantotiloissa on alkanut vuonna 1853, jolloin Oy W. Rosenlew Ab perheyritys aloitti toimintansa. Leikkuupuimurivalmistus alkoi Porin tehtaalla vuonna 1957⁴. Konsernin kotipaikka on Porissa, jossa sijaitsee sen suurin tuotantoyksikkö.



Kuva 4. Sampo-Rosenlew Porin tehdasalue⁴

Porissa valmistetaan leikkuupuimureita, metsäharvestereita sekä teollisuuspesukoneita. Lisäksi yritys suorittaa metalliteollisuuden alihankintatöitä.

Konserniin kuuluvat lisäksi Jyväskylässä toimiva Sampo Hydraulics Oy. Se valmistaa maailmanlaajuiseen myyntiin korkealaatuisia, konevalmistajien arvostamia hydraulikkamoottoreita sekä rotaattoreita. Sampo-Rosenlew Oy on osakkaana vuonna 2005 perustetussa Sampo Componets Oy:ssä. Yritys valmistaa metallirakenteita sekä komponentteja metalliteollisuudelle. Sampo Componentsin toimipaikka ja tuotanto ovat Nakkilassa, Satakunnassa⁴.

Teollisuuspesukoneiden suunnittelu ja valmistus aloitettiin 1993 tukemaan kausiluonteista leikkuupuimurimyyntiä. Pian pesukoneista muodostui oma tuoteryhmänsä. Teollisuuspesukoneita valmistetaan lähinnä metalli- ja elektroniikkateollisuuden tarpeisiin, koneistamoille, erilaisille korjaamoille sekä esikäsitteilykäyttöön maalaamoille⁴.

Yrityksen viimeisimmän tilikauden liikevaihto oli noin 93,7 Meur. Yrityksessä työskentelee arviolta 580 työntekijää⁴.

2.3 Teoreettinen viitekehys

Teollisuuden koneiden ohjelmistoja suunniteltaessa, ohjausjärjestelmän jo siis ollessa valittuna, lähdetään yleensä liikkeelle käyttäjätietojen vaatimuksista. Käyttäjätietojen

ja joskus jopa pelkän asiakkaalta tulleen tilauksen perusteella kokenut ohjelmoija määrittelee tai suunnittelee ensin käyttöliittymän näyttösivut ja niiden väliset suhteet. Näyttösivujen ollessa valmiina tai niiden muodostusvaiheessa tehdään näytöllä oleville tekstikentille, kytkimille, hälytyksille, painonapeille ja mahdollisille visual-toiminnoille tagit eli liityntäpisteet. Tagit toimivat linkkinä ohjattavalle logiikalle. Varsinainen konetta ohjaava toiminnallisuus tehdään kuitenkin ohjelmoitavalla logiikalla tai teollisuus PC:llä vaikkakin näyttöjen ohjelmointiohjelmissa voidaan joitakin toiminnallisuuksia määritellä.

Ohjelmoitavalle logiikalle suunnittelija suunnittelee konetta ohjaavan ohjelman sopivalla arkkitehtuurimallilla, joka pyritään pitämään aina samanlaisena kaikissa koneissa. Myös ohjelmointikieli pyritään pitämään samanlaisena joka koneessa. Logiikkaohjelmassa käytetään hyväksi näytölle tehtyjä tagejä, joiden välityksellä ohjelmoitava logiikka keskustelee käyttöliittymän kanssa.

Ohjelmistojen valmistuttua suunnittelija antaa ohjelmistot käyttöönottajalle, joka toimii pienemmissä yrityksissä usein myös suunnittelijana. Käyttöönottaja lataa ohjelmat näytölle sekä logiikalle ja aloittaa testaamisen näytön ja logiikan välisellä kommunikointitestillä. Seuraavaksi testaaja suorittaa I/O –testin, jossa tarkastetaan antureilta ja toimilaitteilta ohjelmoitavalle logiikalle tulevat tiedot. Käyttöönottaja testaa koneen toiminnot yleensä jonkin ennalta sovitun ohjeen/toimintamallin mukaan ja muodostaa koeajopöytäkirjan.

Koeajon aikana käyttöönottaja kirjaa ohjelmistoihin tehdyt muutokset ylös ja raportoi ne suunnittelijoille. Usein käyttöönottajan vastuulla on myös kirjata ja raportoida koneeseen tehdyt muutkin muutokset esim. mekaaniset muutokset. Testatut ohjelmistot tallennetaan projektinumerolla yrityksen tietokantaan, josta ne ovat helposti saatavilla.

Yllä kuvattu teorettinen malli teollisuuden koneiden ohjelmistojen suunnittelusta ja testaamisesta on pitkälti Sampo-Rosenlewin teollisuuspesukoneosaston toimintatapa ja opinnäytetyössä tämä malli toimi ns. punaisena lankana.

3 TEOLLISUUSPESUKONE

Pesukonetyypin valintaan vaikuttavat ensisijaisesti pestävän kappaleen muoto ja koko, pesua seuraavan työvaiheen vaatimukset puhtaudelle sekä kapasiteettitarve. Pesukoneet valmistetaan ruostumattomasta teräksestä, lämpöeristetään vuorivillalla ja päällystetään ruostumattomalla kromoidulla teräslevyllä⁴.

3.1 Pesukonemallisto

Vakiopesukonemallisto koostuu kammiopesukoneista, korinpyörityskoneista sekä tunnelipesukoneista. Pesukone tai -linja voidaan myös räätälöidä täysin asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Pesukoneisiin voi liittää lukuisia erilaisia lisävarusteita, kuten öljynerottimet, pesunesteen annostelulaitteet, käsisuihkupumput ja esim. sivuvirtaussuodattimet⁴.

Pienet yksivaiheiset pesukoneet on kehitetty pesemään kappaleita, joiden puhdistukseen riittää yksi pesuvaihe. Pesu suoritetaan suljetussa kammiossa, jossa pyörivä pesuputkisto suihkuttaa kuumaa alkaalista pesunestettä pestävien kappaleiden päälle kaikista suunnista. Tällä tekniikalla saavutetaan hyvä pesutulos⁴.

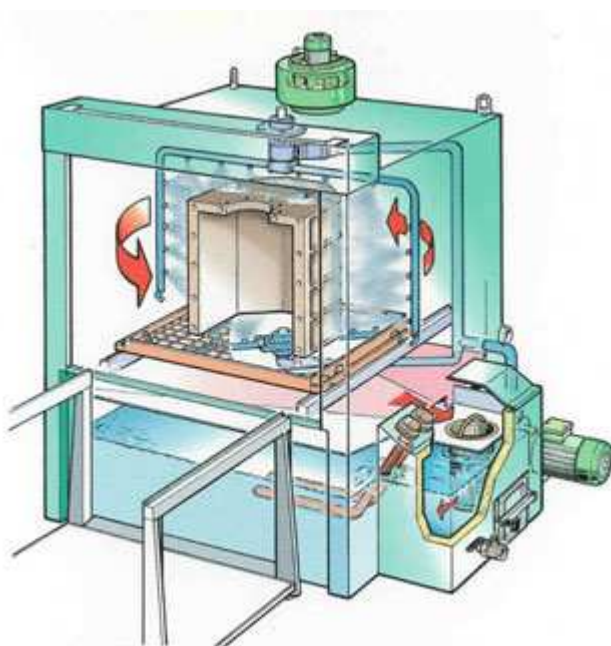


Kuva 5. Pieni yksivaihepesukone SR100⁴.

Yksivaiheiset pesukoneet, joissa on alaslaskettava ovi, ovat käytössä mm. ajoneuvojen sekä teollisuuden erilaisissa korjaus- ja huoltotyössä. Myös useat valtion

laitokset kuten sairaalat, koulut ja puolustusvoimat käyttävät yleisesti pieniä yksivaihepesukoneita kunnossapito-osastoillaan⁴. Kuvassa 5 näkyvän alaslaskettavan oven ansiosta pesukoneen edusta on normaalisti vapaana ja pesukone onkin helppo sijoittaa ahtaisiin tiloihin⁴.

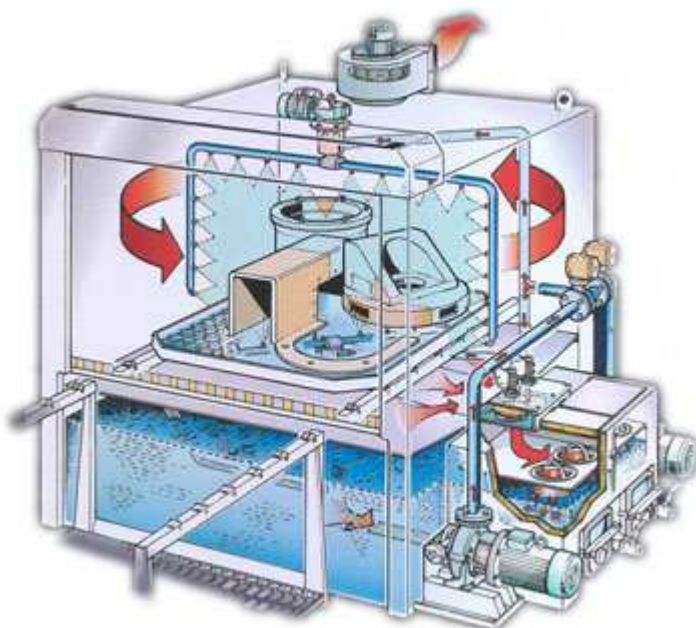
Sampo-Rosenlewin yksivaihepesukoneet ovat perustoiminnoiltaan samanlaisia kuin pienet yksivaihepesukoneetkin. Kuvassa 6 näkyvää yksivaihepesukonetta on saatavana useita eri kokoja. Nämä pesukoneet on suunniteltu käsittelemään isoja ja painavia kappaleita, jotka vaativat ainoastaan pesuvaiheen⁴.



Kuva 6. Yksivaihepesukone SR-1.7-LD⁴.

Yksivaiheiset pesukoneet ovat yleisesti käytettyjä korjaus-, huolto- ja kunnossapitotehtävissä sekä teollisuuden yksinkertaisissa pesutehtävissä ja osana automaattisia tuotantolinjoja⁴.

Monivaihepesukoneissa kappaleet pestään suljetussa kammiossa, jossa pyörivä pesuputkisto suihkuttaa suittimien läpi kuumaa nestettä kappaleiden päälle joka suunnasta. Ensimmäin suoritetaan pesu kuumalla, alkalisella pesunesteellä. Toisessa ja mahdollisesti kolmannessa vaiheessa kappaleet huuhdellaan vedellä tai tarvittaessa ruosteenestoaineella. Myös fosfointi tai muita käsittelyjä voidaan suorittaa monivaihepesukoneissa. Koneissa on runsas vakio- ja lisävarustevalikoima.



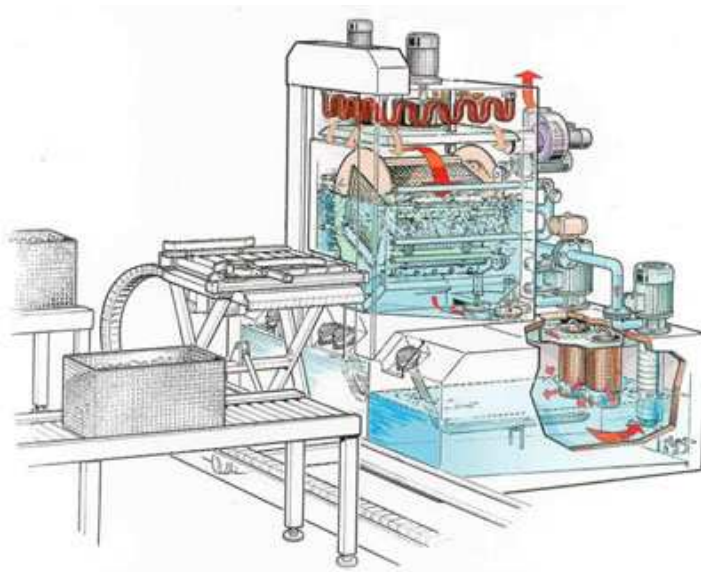
Kuva 7. Monivaihepesukone SR-1.7-2-LD⁴.

Kuvassa 7 on läpileikkaus eräästä monivaihepesukoneesta. Monivaihepesukoneita käytetään yleisesti tuotannon pesuissa ennen kokoonpanoa tai maalausta sekä kunnossapitotöissä kun on kyseessä vaativa lika tai korkeat puhtausvaatimukset⁴.

Sampo-Rosenlewin korinpyörityskoneet (Basket Rotating Cleaner, BRC) on suunniteltu teollisuudelle, jossa pestäville kappaleille asetetaan erittäin korkeat puhtausvaatimukset. BRC-koneissa käytetään full-flow pesutekniikkaa, jossa koriin sijoitetut kappaleet ovat koko ajan upotettuna kuumaan kylpyyn. Kylvyssä pyörivään tai keinuvaan koriin suihkutetaan jatkuvasti korkealla paineella lisää pesunestettä. Menetelmässä syntyvä voimakas turbulenssi puhdistaa tehokkaasti myös kappaleissa olevat vaikeasti saavutettavat reiät ja kanavat⁴.

Kuvassa 8 näkyy BRC pesukoneissa käytettävä pyörivä kehto, jota voidaan pyörittää tai keiuttaa. Samassa kammiossa voidaan suorittaa 1 - 4 pesu-suihkutusvaihetta sekä kuivaus integroidulla kuivausyksiköllä. Tarvittaessa korkeaa kapasiteettia, pesukammioita voidaan sijoittaa vierekkäin ja suorittaa jokainen vaihe omassa kammiossa. Tällöin pesukone varustetaan kuljetinjärjestelmällä. Kierrätettävä

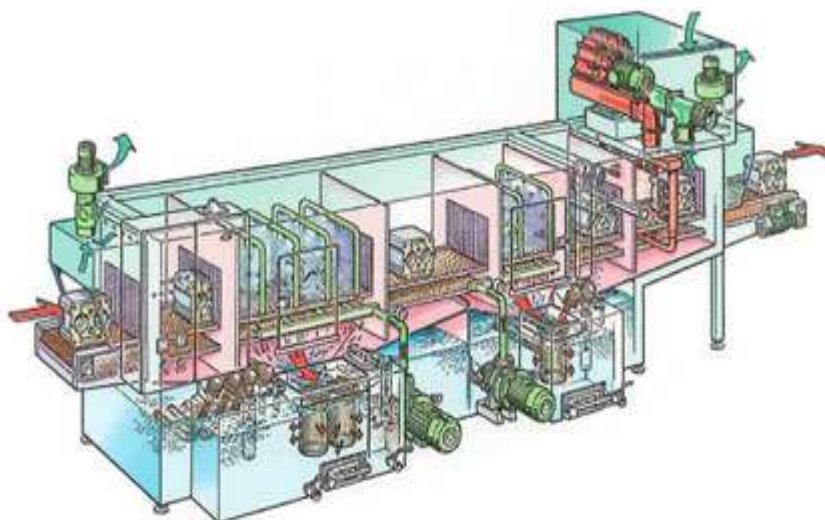
pesuneste pumpataan jokaisesta säiliöstä omalla pumpullaan ja palautetaan säiliöön korisuodattimien kautta⁴.



Kuva 8. Korinpyörityspesukone BRC-643-3-LD-SPEC⁴.

Korinpyörityspesukoneita käytetään tuotannon pesuissa ennen kokoonpanoa tai maalausta. Kappaleet joissa on paljon hankalasti puhdistettavia pieniä koloja/reikiä puhdistuvat hyvin tällä pesukonetyypillä⁴.

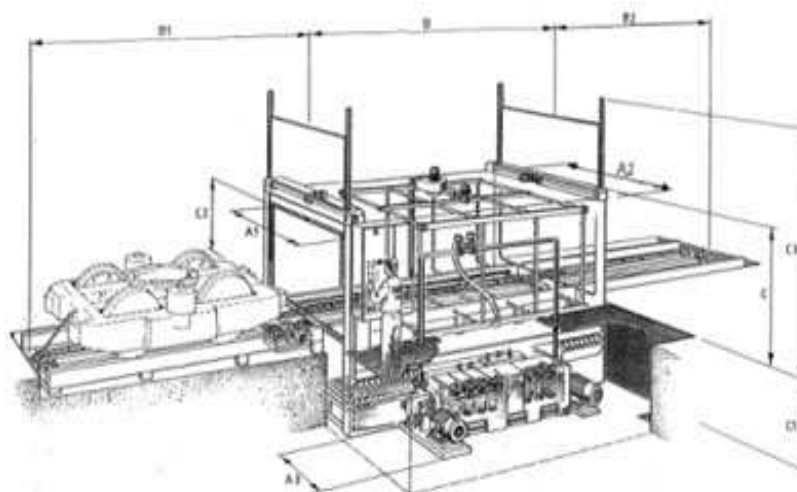
Tunnelipesukone on suunniteltu pesemään suuria määriä kappaleita. Osat kuljetetaan pesukoneen läpi ketju- tai verkkokuljettimella. Pesu suoritetaan suihkuttamalla kappaleita ylhäältä, sivuilta ja alhaalta pesu- ja huuhteluvyöhykkeissä⁴. Jokaisessa suihkutusvyöhykkeessä on useita suihkuputkia. Riippuen pestävien kappaleiden mitoista ja tarvittavasta kapasiteetista, valitaan kuljetinnopeus ja suihkuvyöhykkeiden pituudet niin, että saavutetaan sopivat pesuajat. Kierrätettävä pesuneste pumpataan jokaisesta säiliöstä omalla pumpulla vastaavaan suihkutusvyöhykkeeseen ja palautetaan korisuodattimien kautta takaisin säiliöön. Pesuprosessi voidaan automatisoida liittämällä kuljetinjärjestelmä asiakkaan tuotantolinjaan⁴.



Kuva 9. Tunnelipesukone SRT-600-2-DO-SPEC⁴.

Kuvan 9 tunnelipesukoneita käytetään yleisesti tuotannon pesuissa ennen kokoonpanoa tai maalausta joissa tarvitaan hyvin korkea kapasiteettiaste⁴.

Erikoispesukoneet on suunniteltu pesemään kappaleita, joita ei pystytä pesemään vakiopesukoneilla. Kappaleet ovat isokokoisia, puhatusvaatimukset ovat erittäin korkeat tai pesukone on sovitettava olemassa olevaan tuotantolinjaan. Kuvassa 10 näkyy esimerkki erikoispesukoneesta. Tätä mallia käytetään junien telien pesuun⁴.



Kuva 10. Erikoispesukone SR-3.6-2-LD2-MC-OSC-SPEC⁴.

Erikoiskoneet perustuvat usein vakiokoneisiin. Pesukoneen runko voi olla vakiokoneesta, mutta pesuputkisto ja kuljettimet ovat suunniteltu kappaletta varten tai koko kone voi olla suunniteltu pestävälle kappaleelle sopivaksi⁴.

3.2 Käytössä olevat ohjausjärjestelmät

Sampo-Rosenlewin valmistamien teollisuuspesukoneiden ohjauksissa pyritään käyttämään Siemens -yhtiön logiikoita ja näyttöjä. Myös muiden valmistajien (A-B, Mitsubishi, Omron) logiikoilla ja näytöillä tehdään koneita, mutta ne ovat yksittäistapauksia ja ovat asiakkaille usein kustannuksiltaan huomattavasti korkeampia kuin Siemensin laitteilla toteutetut koneet.

Teollisuuspesukoneiden ohjausjärjestelminä käytetään neljää eri vaihtoehtoa:

1. Koneen ohjaus ilman logiikkaa ja näyttöä, tällöin ohjattava kone on hyvin yksinkertainen ja ohjaus on toteutettu puhtaasti reletekniikalla.
2. Koneen ohjaus Siemens -logiikalla ilman näyttöä. Koneen ohjaus on jo hieman mutkikkaampi ja se on helpompi ja nopeampi toteuttaa logiikan avulla kuin reletekniikalla. Näissä projekteissa ohjelmistot ovat ns. vakioratkaisuja ja ne vain ladataan koneelle.
3. Koneen ohjaus Siemens -yhtiön 200 -sarjan logiikalla ja TP177micro -kosketusnäytöllä. Näissä projekteissa ohjelmat räätälöidään asiakkaalta tulleen tilauksen mukaan.
4. Koneiden ohjaus Siemens yhtiön 300 -sarjan logiikalla ja OP77B -näytöllä. Nämä projektit ovat usein hyvin monimutkaisia ja koneet voivat toimia täysin automaattisesti kuljetinjärjestelmien avulla. Ethernet ja Profibus-DP väylät ovat usein käytössä.

3.3 Uusi ohjausjärjestelmä

Opinnäytetyön lähtökohtana oli korvata monimutkaisempien koneiden ohjauksessa käytetty OP77B -tekstinäyttö kosketusnäytöllä ja suunnitella samat toiminnot sekä samanlainen ulkoasu kuin TP177micro -näytölle. Koska Sampo-Rosenlew halusi Siemensin kosketusnäytön pesukoneiden ohjauksiin, valinta oli jokseenkin helppo

tehdä. Opinnäytetyössä käytettäväksi näytöksi päätettiin valita Siemens TP177B -kosketusnäyttö jonka pääominaisuudet näkyvät taulukossa 1.

Taulukko 1. Sampo-Rosenlew teollisuuspesukoneiden käyttöliittymien pääominaisuudet².

Näyttö	TP177micro	TP177A	TP177B	OP77B
Koko tuumina	5,7"	5,7"	5,7"	4,5"
Resoluutio	320 x 240	320 x 240	320 x 240	160 x 64
Käyttötunnit(25 C)	50.000 h	50.000 h	50.000 h	100.000 h
Näyttöosan koko	212 x 156 mm	212 x 156 mm	212 x 156 mm	150 x 186 mm
Operointi	Kosketusnäyttö	Kosketusnäyttö	Kosketusnäyttö	Näppäimet
Ulkoinen näppäimistö	Ei	Ei	Lisävaruste	ei
Viivakoodinlukija	Ei	Ei	Lisävaruste	Lisävaruste
Tulostin	Ei	Ei	Lisävaruste	Lisävaruste
Hiiri	Ei	Ei	Lisävaruste	ei
Muisti	256 Kb	512 Kb	2048 Kb	1024 Kb
Hälytys bufferi	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Liittynät	PPI	PPI / MPI / DP	Serial / PPI / MPI / DP / PN / USB	Serial / PPI / MPI / DP / USB
MMC-korttipaikka	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Hälytykset / luokat	500 / 32	1000 / 32	2000 / 32	1000 / 32
Prosessi näytöt	250	250	500	500
Tagit	250	500	1000	1000
Vektori grafiikka	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
Pylväät / Trendit	Kyllä / Ei	Kyllä / Ei	Kyllä / Kyllä	Kyllä / Ei
Reseptit	Ei	5	100	100
Käytettävä ohjauslogiikka Siemens	S7-200	S7-200/300/400	S7-200/300/400	S7-200/300/400
Käytettävä ohjauslogiikka muut	Ei	Ei	A-B/Mitsubishi/Omron/Modicon	A-B/Mitsubishi/Omron/Modicon
Hinta Eur(10/2008)	400	490	690	420

Valintaan vaikutti mm. TP177A ja B -näyttöjen samalainen ulkoasu ja koko verrattaessa sitä käytössä olevaan TP177micro -näyttöön. Lisäksi näytön hyvät liityntämahdollisuudet vaikuttivat päätökseen. Esimerkiksi tulostin saadaan halutessa suoraan kytkettyä TP177B -näyttöön.

Myös hieman edullisempi TP177A -näyttö on saatavilla ja sitä voidaan hyvin käyttää sellaisissa teollisuuspesukoneissa, joissa ei esimerkiksi tarvita tulostinta. TP177B -näytölle tehtyä ohjelmaa voidaan käyttää myös TP177micro ja TP177A -näyttöjen pohjana. Valintaan vaikutti luonnollisesti myös kosketusnäyttötyyppien hinta. Näytön muisti ja ominaisuudet riittävät hyvin kaikkiin Sampo-Rosenlewilla valmistettuihin teollisuuspesukoneisiin.

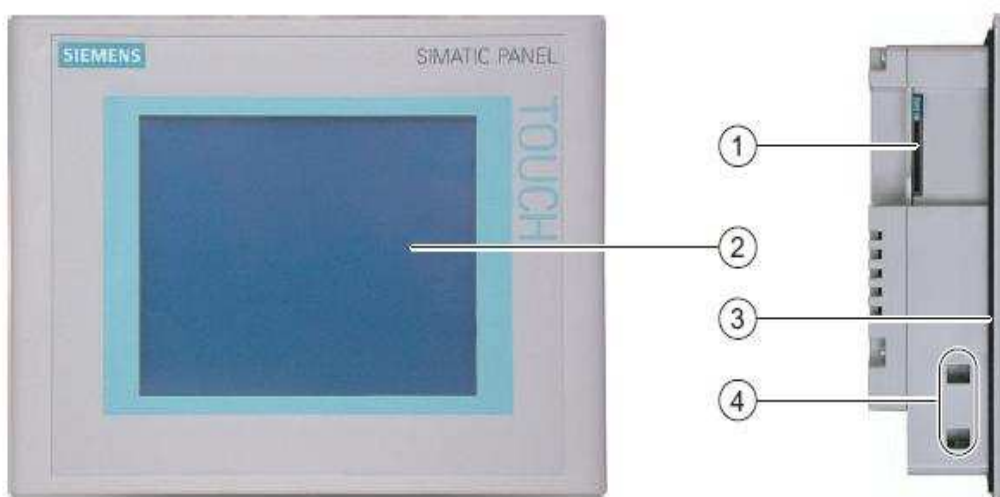
4 KÄYTTÖLIITTYMÄ

Teollisuudessa käytetään nykyään yhä enemmän kosketusnäyttöjä monimutkaisimpien koneiden ohjauksissa. Kosketusnäytöt ovat uusissa koneissa alkaneet yhä enemmän syrjäyttää ns. tekstinäyttöjä. Näytöt ovat suunniteltu ja rakennettu teollisuusympäristön kestäviksi.

Operaattori ohjaa näytöltä koneen toimintaa ja saa palautetta sen tilasta. Näyttö sijaitsee yleensä ohjattavan koneen lähellä ja se on upotettu ohjaukoteloon niin, että vain näyttöosa on näkyvässä. Myös useita näyttöjä voi olla saman koneen ohjauksessa. Näyttö on kytketty tiedonsiirtoväylällä ohjelmoitavaan logiikkaan.

4.1 TP177A/B –kosketusnäyttö

Kuvan 11 Siemens yhtiön TP177B -kosketusnäyttö on ulkomitoiltaan ja ulkoasultaan samanlainen kuin TP177micro -näyttö. Sähkökeskuksissa olevat näyttöjen asennusaukot ovat samanlaisia kummallekin näyttötyypille. TP177A/B -näyttö voidaan kytkeä joko 200 -sarjan logiikkaan tai 300 -sarjan logiikkaan⁵.

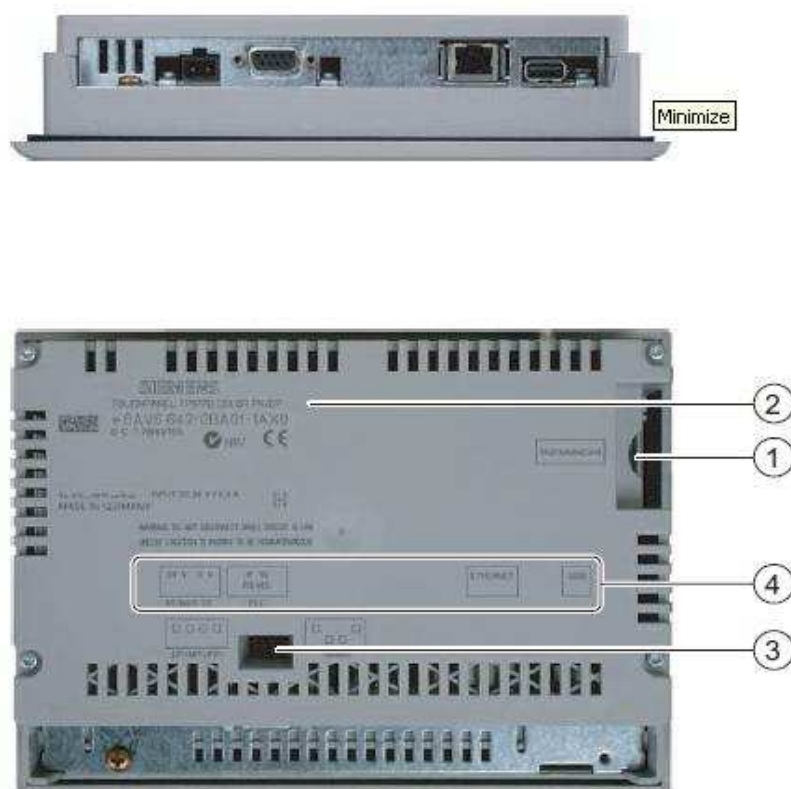


Kuva 11. Siemens TP177B-näyttö edestä ja sivulta kuvattuna⁵.

1. Paikka MMC-muistikortille (Vain TP177B -näyttössä)
2. Operointinäyttö

3. Tiiviste asennukseen
4. Asennuskynsien kiinnityskohta

TP177B -näytölle on saatavana kuvassa 12 näkyviä erilaisia kommunikointiportteja kun TP177A -näytöllä on vain sarjaportti. Kummallekin näytölle on mahdollista ladata ohjelma sarjaportin kautta PC/PPI -kaapelilla. Kyseisellä kaapelilla on myös mahdollista päivittää näytön firmware -tiedosto, joka täytyy olla yhteensopiva käytetyn suunnitteluohjelmiston kanssa⁵.



Kuva 12. Siemens TP177B -näyttö alhaalta ja takaa kuvattuna⁵.

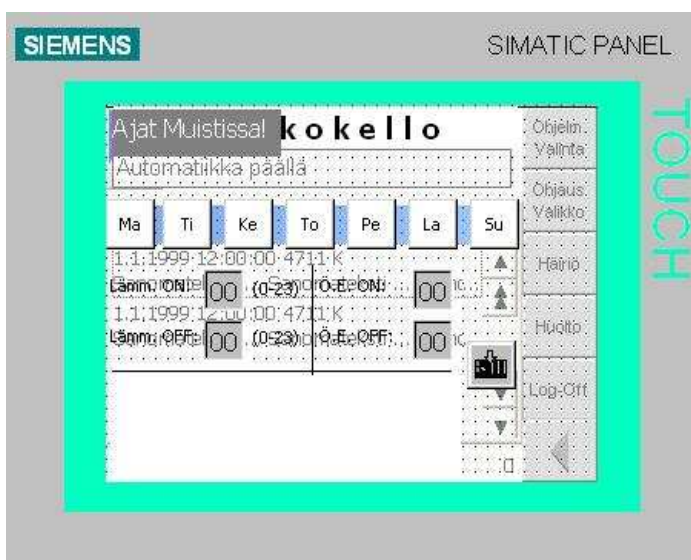
1. Paikka MMC -muistikortille (Vain TP177B -näytössä)
2. Näytön tyyppinumero
3. DIP -kytkimet tietoliikenneportin asetuksille
4. Tietoliikenneportin nimi

TP177B -näytössä on mahdollista käyttää sataa reseptiä kun taas TP177A -näytössä on vain viisi reseptiä käytettävissä. Jokaiselle reseptille voi A -näytössä tehdä 20 eri muuttujaa ja B -näytössä 200 muuttujaa. A -näytöllä on mahdollista käyttää 500 tagia

ja näyttösivuja voi tehdä 250 kun B -näytöllä voidaan käyttää 1000 tagia ja 500 näyttösivua. Suunnitelluille näyttösivuille voidaan A -näytöllä tehdä maksimissaan 30 tagia ja B -näytölle 50-tagia. B -näyttöön on mahdollista kytkeä tulostin ja näin voidaan tulostaa näyttösivuja, hälytyksiä ja reseptejä. Tulostus voidaan käynnistää automaattisesti logiikalta halutulla hetkellä. Kaikkiin Siemens -yhtiön kosketusnäyttöihin on saatavana näyttöosan suojaava kalvo, joka suojaa näyttöä naarmuilta ja lialta. Suojakalvossa on tarrakiinnitys ja se voidaan vaihtaa uuteen poistamalla vanha kalvo ja asettamalla uusi poistetun tilalle. Myös muovista tehty ilmatiivis suojus on mahdollista saada näytön suojaksi. Tämä suojaa näyttöä tehokkaasti roiskevedeltä ja pölyltä⁵.

4.2 Ohjelmointi

TP177A/B -kosketusnäytön sovelluksen teko ei varsinaisesti ole ohjelmointia vaan eräänlaista näyttösivujen lay-out -suunnittelua. Kuvassa 13 näkyvän näyttösivun tekstikentille, painikkeille, vääntimille ja muille kentille määritellään ”tagit”, jotka kommunikoivat logiikan kanssa. Varsinainen toiminnallisuus tehdään logiikkaohjelmaan, vaikkakin myös näytön ohjelmistossa voidaan tehdä joitakin toimintoja, rajoituksia ja skaalauksia.



Kuva 13. Viikkokellonäytön näkymä WinCC-Flexible2007 ohjelmiston työtilassa.

Näytön sovellus tehdään WinCC Flexible2007 -ohjelmistolla.

Ennen näytön suunnittelun aloittamista, olisi erittäin hyvä jos suunnittelijalla olisi kontakti varsinaisiin koneen käyttäjiin. Tällöin käyttäjien toiveet tulisi otettua huomioon näyttösivuja suunniteltaessa. Tyypillisesti koneiden käyttäjät eivät ole automaatio/informaatio -tekniikan ammattilaisia, mutta käyttäjillä on silti hyvä näkemys koneiden toiminnasta ja prosesseista⁶.

5 OHJELMOITAVA LOGIIKKA

Teollisuudessa käytettävien koneiden ohjauksissa ylivoimaisesti yleisin käytetty ohjausjärjestelmä on ohjelmoitava logiikka. Tämän voi jokainen todeta tehtaissa käydessään katsomalla tarkemmin millainen järjestelmä siellä olevia koneita ohjaa. Ohjelmoitava logiikka on erittäin luotettava ja teollisuusympäristön kestävä tietokone.

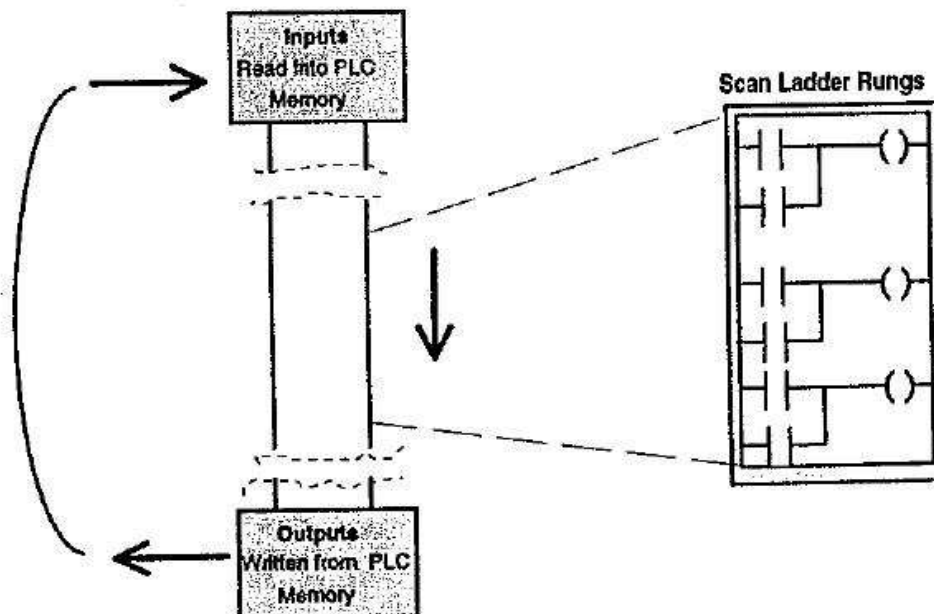
5.1 300 -sarjan logiikka

Siemens yhtiön 300 -sarjan ohjelmoitavat logiikat ovat Euroopassa hyvin yleisiä. Kuvassa 14 näkymä 300 -sarjan keskusyksiköstä ja muutamasta I/O -kortista.



Kuva 14. Siemens virtalähde, 300 -sarjan keskusyksikkö ja muutama I/O -kortti².

Logiikkaan on saatavana useita erilaisia analogisia ja digitaalisia lisäkortteja, jotka mahdollistavat hyvin erilaisten koneiden ohjauksen. Logiikoissa on hyvä kytkettävyyismahdollisuus eri valmistajien tietoliikenneväyliin. Ohjelmoitavat logiikat sijaitsevat yleensä sähkökeskuksen sisällä. Laitetta on saatavana myös vaikeisiin ympäristöolosuhteisiin ($-25...+60\text{ °C}$)⁷. Kaikki tieto on talletettu kuvassa



Kuva 16. Ohjelmoitavan logiikan ohjelmakierron periaatekuva⁸.

Ymmärrys siitä miten keskusyksikkö käsittelee tietoa mahdollistaa laadukkaiden ja toimivien ohjelmistojen suunnittelun.

6 YLEISIÄ ARKKITEHTUURIMALLEJA

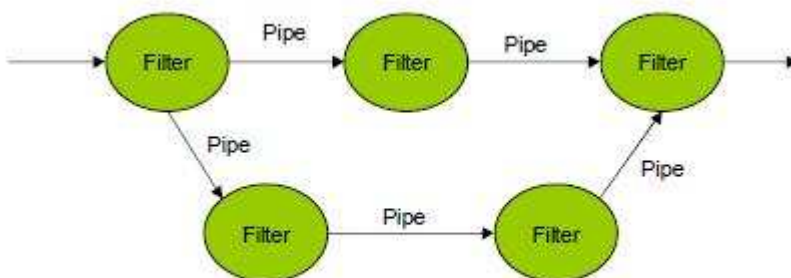
Puhuttaessa arkkitehtuurimallista ohjelmoitavan logiikan yhteydessä, tarkoitetaan sillä logiikalla olevan koneen toiminnasta vastaavan ohjelman rakennetta. Olennaista ohjelmiston arkkitehtuurissa on, että se jakaa ohjelmiston osiin ja määrittelee ohjelmistoon muodostuvien alijärjestelmien välisiä suhteita. Arkkitehtuurin tehtävänä on ottaa kantaa keskeisiin ohjelmiston ratkaisuihin ja niissä käytettäviin ratkaisutapoihin⁹. Koneen ohjauksen suorittava ohjelma voidaan tehdä usealla eri tavalla. Jos annetaan useammalle eri kokemustaustan omaavalle ohjelmoijalle tehtäväksi suunnitella ohjelma samaan koneeseen, tuloksena syntyy eri arkkitehtuurimalleilla tehtyjä ohjelmia, jotka ohjaavat konetta samalla tavalla. Arkkitehtuurimallit eivät ole siis toisiaan pois sulkevia vaan toisiaan täydentäviä¹⁰.

6.1 Tietovuoarkkitehtuuri

Tietovuoarkkitehtuureille (Data Flow Systems) on ominaista järjestelmän hahmottaminen sarjana perättäisiä tietomuunnoksia. Sisään tuleva tieto virtaa järjestelmän osaprosessien läpi, kunnes se saavuttaa päämääränsä¹¹.

Tietovuoarkkitehtuureja on kahta päälajia, Batch Sequential ja Pipes and Filters. Niiden ero on tiedon virtaustavassa:

- Batch Sequential -arkkitehtuurissa tieto käsitellään jokaisessa osaprosessissa kokonaan ja seuraava osaprosessi käynnistyy vasta, kun edellinen on kokonaan suoritettu¹¹.
- Pipes and Filters -arkkitehtuurissa tieto kulkee osaprosessien läpi jatkuvana virtana¹¹.

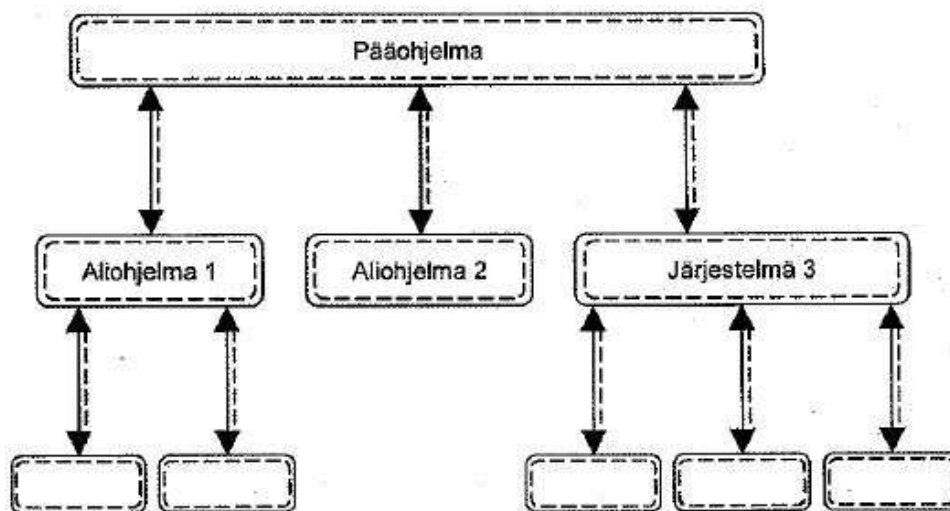


Kuva 17. Kuvaus tietovuoarkkitehtuurista¹².

Kuvan 17 esimerkkikuvasta nähdään, että tietovuoarkkitehtuuri koostuu osaprosesseista, (filter; osaprosessin aktiivinen käsittely) ja tietovirtaa kuljettavista väylistä, (pipe; passiivinen kuljetus)¹³. Tietovuoarkkitehtuurityylin vaatimuksena on, että osaprosessien prosessointiyksiköt on toteutettu itsenäisinä, omaa syötettään lukevana ja omaa tulostettaan tuottavana yksikkönä, joka ei ole riippuvainen muista prosessointiyksiköistä. Yksiköt eivät jaa tilatietoa keskenään, eikä niiden tarvitse tuntea toisiaan¹⁴.

6.2 Kutsumekanismiarkkitehtuuri

Kutsumekanismiarkkitehtuurimalli (Main Program and Subroutine) on yleisin käytössä oleva arkkitehtuurimalli¹⁰. Tässä mallissa pääpaino on ohjelmiston osien suorituksen ohjauksessa. Tavoitteena on jakaa monimutkainen ohjelma/ongelma osiin ratkaisun helpottamiseksi ja muunneltavuuden parantamiseksi. Kuvassa 10 näkyvän kutsumekanismiarkkitehtuurimallin rakenteessa ylemmän tason komponentti kutsuu alemman tason komponentin suoritusta ja jää odottamaan alemman tason komponentin suorituksen loppua¹¹.



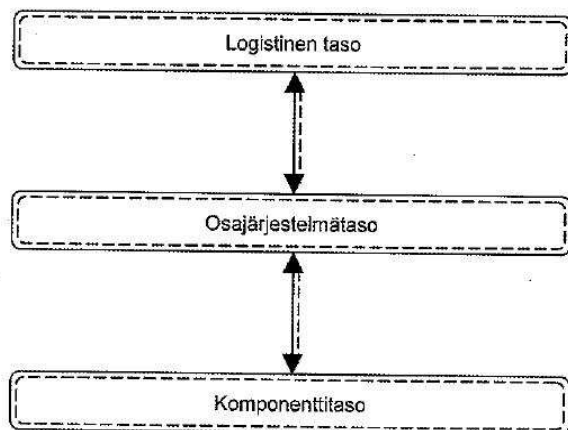
Kuva 18. Kuvaus kutsumekanismiarkkitehtuurista¹¹.

Joissakin ohjelmitavissa logiikoissa (mm. Siemensin logiikat) on erillinen organisointilohko, joka toimii pääohjelman roolissa ja kutsuu aliohjelmia suoritettavaksi. Standardissa IEC 61131-3 komponenttien suorituskutsut on eriytetty syklisiin tai tapahtumapohjaisiin tehtäviin¹¹.

6.3 Kerrosarkkitehtuuri

Kerrosarkkitehtuuri on kutsumekanisimimalli, jossa ylempi kerros käyttää alemman kerroksen tarjoamia palveluja. Kuvassa 19 on esimerkkikuvaus kerrosarkkitehtuurista. Alimpien tasojen tarjoamat palvelut ovat tavallisesti yleisiä,

jotta niiden uudelleenkäyttö olisi mahdollista. Ylemmillä tasoilla puolestaan kootaan alemman tason palveluista yksittäisen sovelluksen käyttöön tarvittava kokonaisuus¹¹.

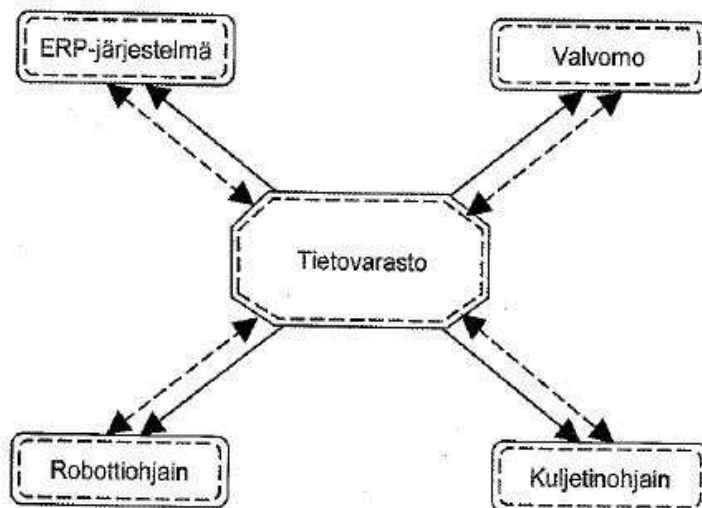


Kuva 19. Kuvaus kerrosarkkitehtuurista¹¹.

Kerrosarkkitehtuurin ehkä tunnetuin malli on tietoliikenteessä käytetty OSI -malli. Tiukimmillaan kerrosarkkitehtuuri on hierarkinen sekä ohitukseton. Hierarkisuus edellyttää palvelukutsujen suuntautuvan aina samalle tai alemmalle tasolle. Ohituksettomassa kerrosarkkitehtuurissa kutsut kohdistuvat aina välittömästi seuraavaan tasoon, eikä tasojen yli hyppääviä kutsuja sallita. Käytännössä sekä hierarkiaa että ohituksettomuutta rikotaan usein¹¹.

6.4 Tietokeskeiset arkkitehtuurit

Tietovarastoarkkitehtuurissa tietovarasto on järjestelmän keskeinen osa. Siihen kytkeytyy ohjelmistokomponentteja, jotka hakevat, lisäävät, päivittävät sekä poistavat tietoa. Komponentit kommunikoivat keskenään ainoastaan tietovaraston kautta. Hyvä esimerkkikuvaus tietokeskeisestä arkkitehtuurista näkyy kuvassa 20.



Kuva 20. Kuvaus aktiivisesta tietovarastosta¹¹.

Järjestelmään voidaan lisätä uusia komponentteja ilman, että muutos vaikuttaa jo tietovarastoon liittyneisiin komponentteihin. Passiivisessa tietovarastossa tietovarastoon liittyneet komponentit vastaavat tiedon päivityksistä ja hauista. Aktiivisessa tietovarastossa tietovarasto ilmoittaa siihen liittyville komponenteille, kun komponentteja kiinnostava tieto muuttuu¹¹.

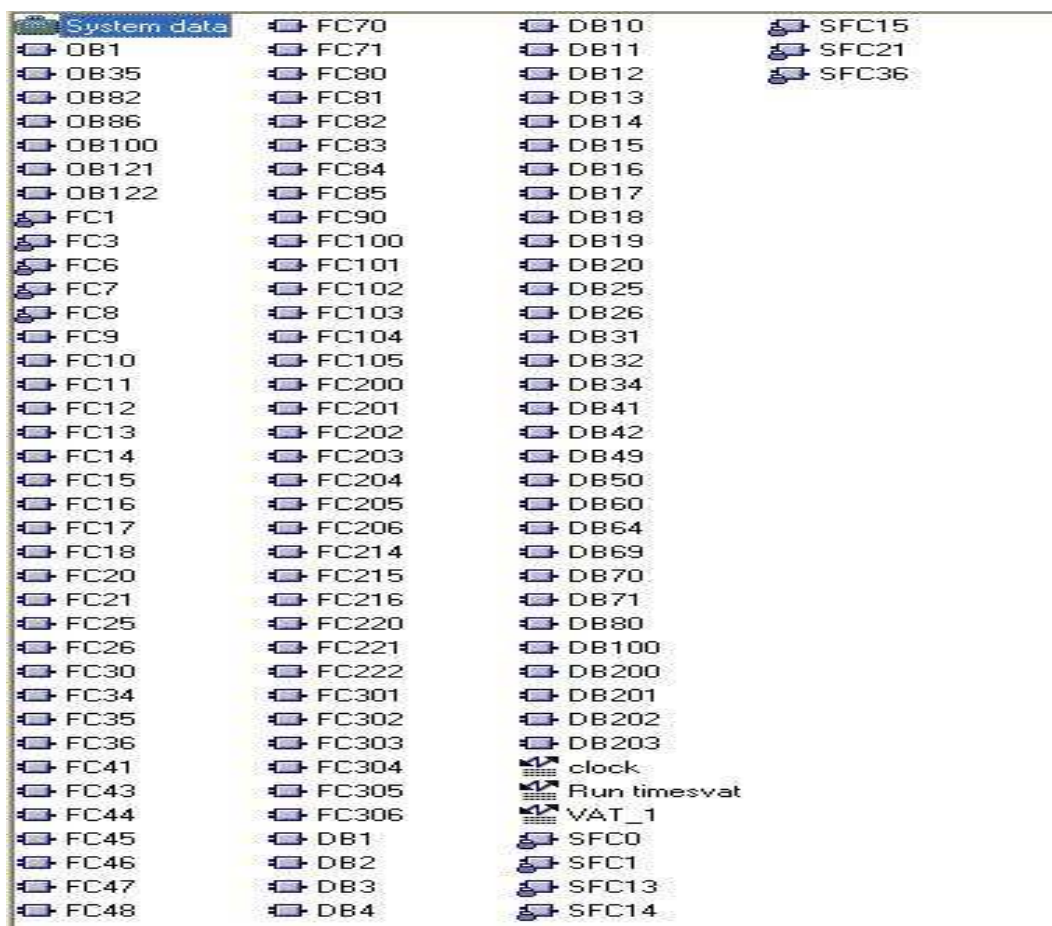
7 TEHTY OHJELMOINTITYÖ

Ennen ohjelmistojen suunnittelua pidettiin suunnittelupalaveri Sampo-Rosenlewin tiloissa. Palaverissa oli mukana Sampo-Rosenlewin teollisuuspesukoneiden ohjausjärjestelmien suunnittelijat. Palaverissa käytiin läpi pesukoneiden ohjausperiaatteita yleisellä tasolla ja kiinnitettiin huomiota näyttösivujen ulkoasuun sekä helppoon käytettävyyteen. Teollisuuspesukoneiden operointinäyttöjen yhdenmukaisuutta pidettiin erittäin tärkeänä asiana.

7.1 Logiikan ohjelmointi

Logiikkaohjelman suunnittelun pohjaksi valittiin kutsumekanismiarkkitehtuuri. Malli on ollut käytössä teollisuudessa jo viimeiset 30 vuotta ja sitä kutsutaankin klassiseksi-malliksi¹⁰. Malli sopii erittäin hyvin teollisuudessa käytettävien koneiden ohjelmiston arkkitehtuurimalliksi. Malli on hyvä myös kunnossapito-osastojen

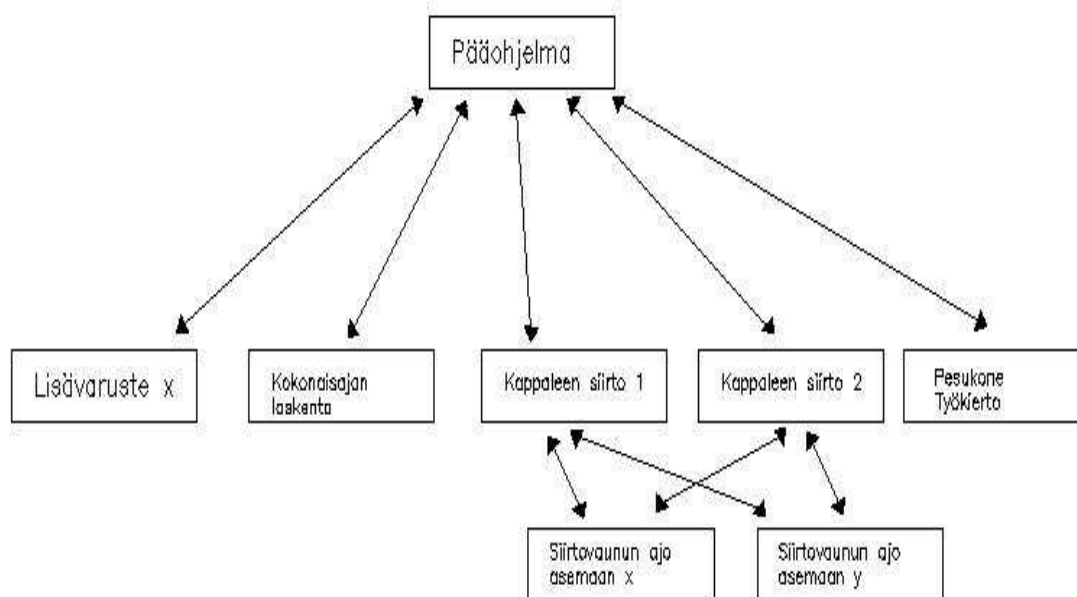
kannalta, koska se on useimmille asiantuntijoille tuttu rakenne. Mallilla saadaan jaettua monimutkainen ohjelma pienempiin, helpommin hallittaviin osiin. Esimerkiksi pesukoneiden lukuisat lisävarusteet voidaan tällä mallilla tehdä järkevästi siten, että jokaisella lisävarusteella tehdään oma aliohjelmalohko, jota kutsutaan pääohjelmasta.



Kuva 21. Esimerkki automaattisen pesulinjan ohjelmalohkoista.

Kuvassa 21 on näkymä Step7 -ohjelmiston työtilasta. OB1 lohko toimii pääohjelmalohkona, josta on kutsut aliohjelmalohkoihin. Myös aliohjelmalohkoista on kutsuja toisiin aliohjelmalohkoihin.

Logiikkaohjelman ohjelmointikielenä on käytetty ladder -muotoa. Joissakin aliohjelmalohkoissa (mm. kellon manipulointilohkot) ladder -muoto ei ollut mahdollista, joten niissä käytettiin STL -muotoa.



Kuva 22. Kutsumekanismiarkkitehtuuri teollisuuspesukoneissa.

Kutsumekanismiarkkitehtuurin valintaan vaikutti osaltaan myös 200 -sarjan logiikan ohjelmointitapa. Suurin osa teollisuuspesukoneiden ohjauksista toteutetaan kuitenkin 200 -sarjan logiikalla ja 300 -sarjan ohjelmasta päätettiinkin tehdä arkkitehtuuriltaan samankaltainen kuin 200 -sarjan ohjelmat on tehty.

Kun teollisuuspesukoneiden ohjauksissa käytettiin vielä TD200 -tekstinäyttöä oli 200 -sarjan logiikan ohjelma kirjoitettu ”yhteen pötköön” yhdelle ainoalle lohkolle. Kevällä 2007 käyttöön otetun TP177micro -näytön myötä uudistettiin 200 -sarjan logiikkaohjelma. Tällöin logiikkaohjelma jaettiin 200 -sarjassa käytössä oleviin SBR -lohkoihin. Jokainen lisävaruste sai tällöin oman SBR -lohkon ja näitä lohkoja kutsuttiin MAIN -lohkosta. Myös ohjelman muut toiminnot jaettiin pienempiin osiin kuten kokonaisajan laskenta, ohjelma-aikojen käsittely, käsiajot, pesukoneen työkierto jne. Kuvassa 22 näkyy periaate, jolla ohjelman ositus tällöin tehtiin. Osituksen perusteina oli tällöin mm. jakaa ohjelma selkeästi erilaisten toiminnallisuuden mukaan pienempiin osiin, jotta ohjelmien uudelleenkäyttö olisi sujuvampaa.

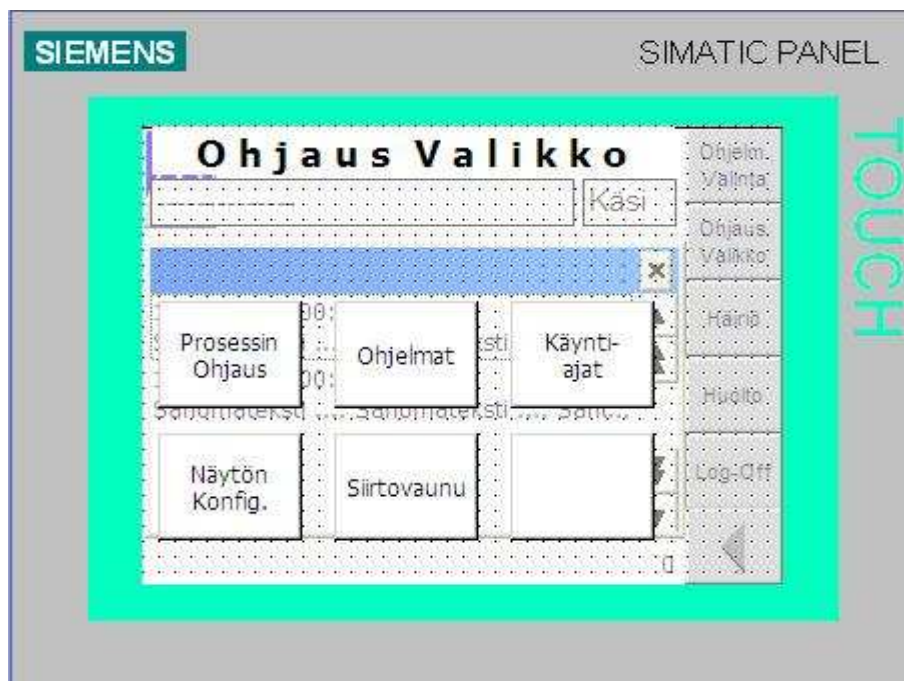
Kuvassa 21 näkyvä OB1 -lohko vastaa 200 -sarjan logiikan MAIN -lohkoa ja FC -lohkot vastaavat SBR -lohkoja. 300 -sarjan logiikkaohjelman aliohjelmalohkojen jako tehtiinkin pitkälti samanlaisiksi kuin 200 -sarjassakin on tehty.

Täysin uusina toimintoina 300 -sarjan logiikalle tehtiin:

- Ohjelmallinen viikkokellotoiminto lämmityksen ja öljynerotuksen ohjauksiin.
- Reseptitoiminto ohjelma-aikojen käsittelyyn.
- Pesukoneen työkierron eteneminen muutettiin siirtorekisteritoteutuksesta (ShiftLeftDoubleWord) SR -kiikuilla tapahtuvaksi.
- Vaihelaskurit (Counter) poistettiin ja käyttöön otettiin vähennys (Subtract) toiminto.
- Automaattinen kesä- / talviajan asetusmahdollisuus.
- Kosketusnäytön aiheuttamat muutokset ohjelmaan.

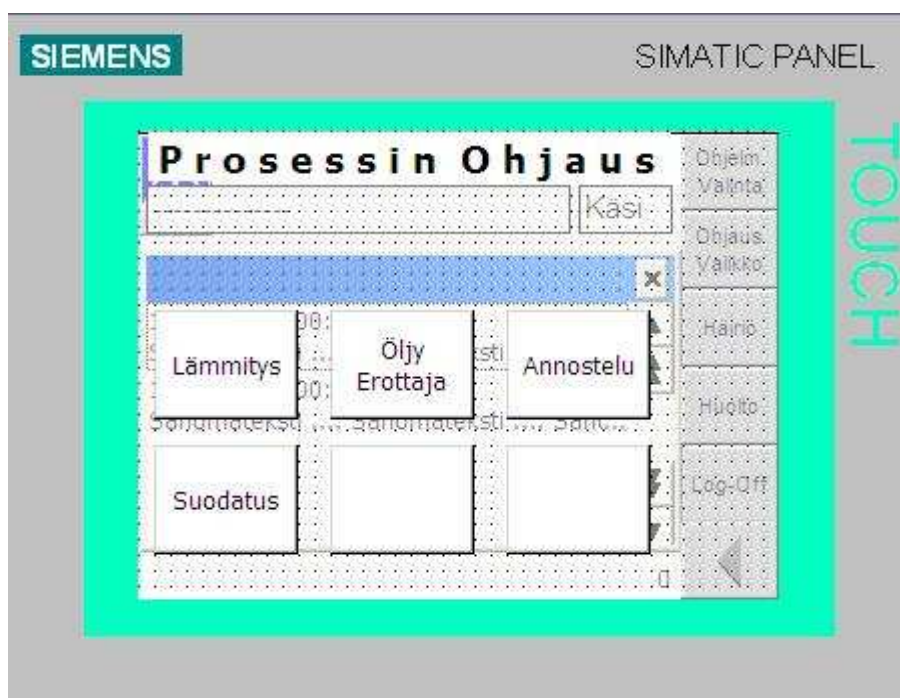
7.2 Näytön ohjelmointi

Suunnittelun perustana käytettiin vuonna 2007 keväällä tehtyä TP177micro -näytön ohjelmaa. Periaatteena oli, että yritetään tehdä uudesta 300 -sarjan logiikan näytöstä ulkoasultaan ja käytettävyydeltään täysin samanlainen kuin TP177micro -näytön ohjelmapiirros. TP177micro -näytölle tehty sovellus sopi lähes suoraan valitulle TP177A -näytölle. TP177A -näytön liityntäpisteet vaihdettiin 300 -sarjan logiikkaan sopivaksi, jonka jälkeen liikennöinti näytön ja logiikan välillä toimi.



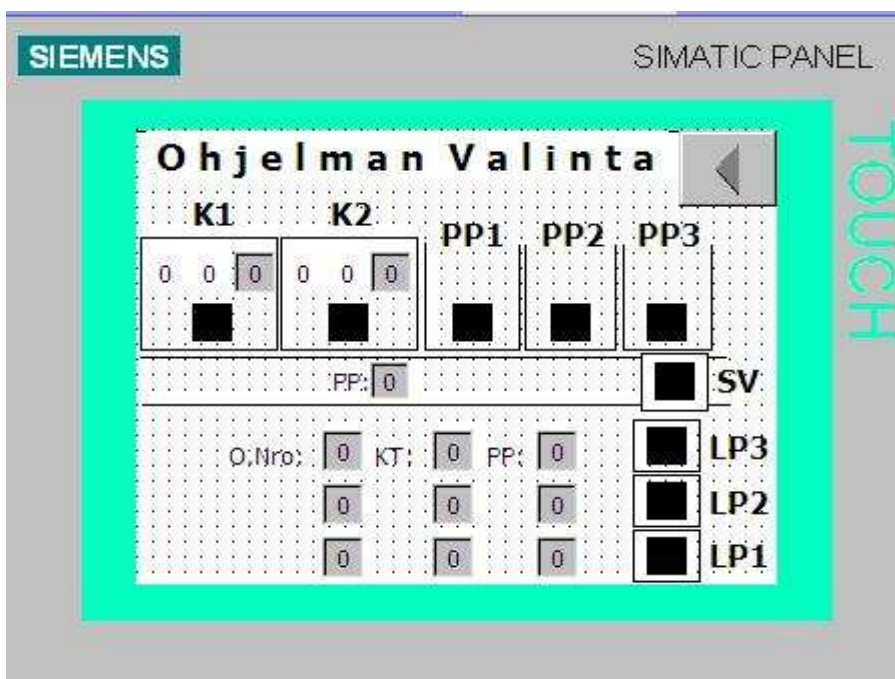
Kuva 23. Ohjelmapohjan päänäyttö

TP177micro -näytölle tehdyssä ohjelmapohjassa on suurin osa näyttöjen jaosta tehty pesukoneen toiminnallisuuden mukaan. Näyttöpohjassa on jokaiselle lisävarusteelle tehty oma näyttösivu. Kuvassa 23 näkyvästä ohjaus valikosta on pääsy prosessin ohjaus valikkoon, jossa näkyy esimerkki näyttösivujen jaosta toiminnallisuuden mukaan.



Kuva 24. Esimerkki näyttösivujen jaosta toiminnallisuuden mukaan.

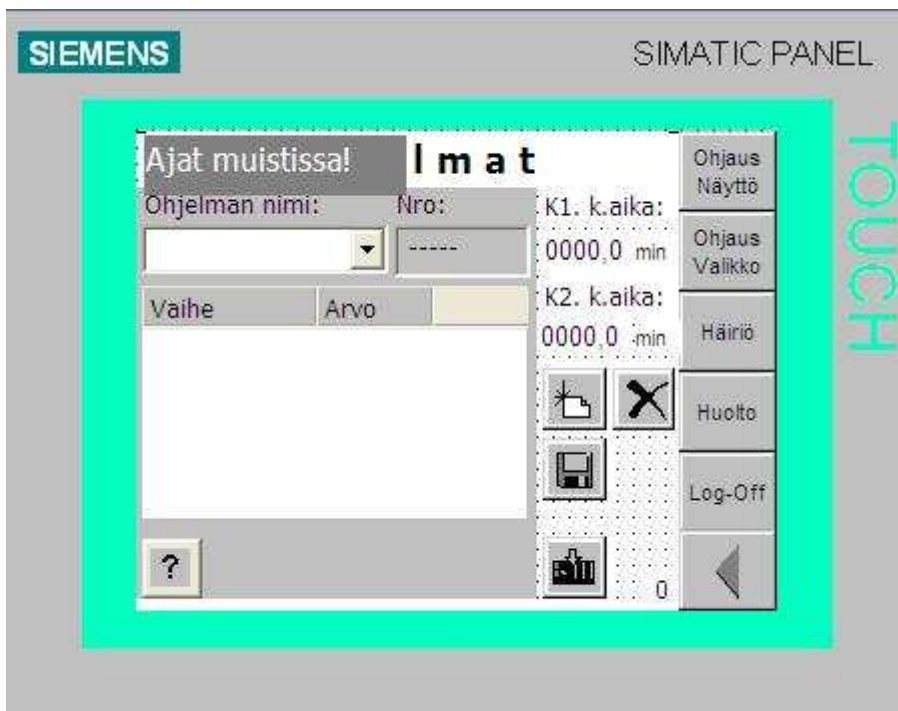
Kuvassa 24 näkyy ohjelmapohjassa mukana olleiden lisävarusteiden valikko. Tälle näytölle tehtiin painikkeet koneeseen myytyjen lisävarusteiden mukaan. Ohjelmapohjassa käytettiin myös ns. template -näyttöä. Kuvissa 23 ja 24 template-näyttö näkyy grid -pisteiden alapuolella. Template-näyttö mahdollistaa näytön helpon käytettävyyden ja pesukoneen peruskäyttö onkin helppo oppia jopa ilman käyttöohjetta.



Kuva 25. Esimerkki näyttösivusta pesulinjan rakenteen mukaan.

Kuvassa 25 on esimerkki näyttösivusta, joka on tehty pesulinjan rakenteen mukaan. Näyttö on ns. lay-out kuva pesulinjasta. Siinä näkyy kaksi pesukammiota, kolme purkupaikkaa, kolme lastauspaikkaa ja siirtovaunu.

Ylläolevien näyttösivutyypin teko ei ollut vanhassa OP77B -näytössä mahdollista. OP77B -näytöstä tulikin usein hyvin vaikeakäyttöinen.



Kuva 26. Ohjelman muokkausnäyttö.

Pesukoneen ohjelmien muokkausnäyttö, salasananäyttö ja logiikan kellon ohjausnäyttö olivatkin ainoat näytöt, joihin jouduttiin tekemään isompia muutoksia. TP177A -näytössä on mahdollista käyttää viittä reseptiä ja jokaisella reseptillä voi olla 20 eri muuttujaa. Reseptitoiminnon periaatteksi valittiin, että tehdään yksi resepti, joka koostuu teollisuuspesukoneen ohjelmavaiheista. Näytön ohjelmaan tehtiin siis yksi resepti, jossa on yhdeksän eri ohjelmaa ja jokaisella ohjelmalla on mahdollista käyttää siis A -näytöllä maksimissaan 20 eri muuttujaa ja B -näytöllä 200 muuttujaa. Kuvassa 26 näkyy tehty ohjelman valintanäyttö. Reseptitoiminnon käyttöönoton myötä voidaan eri ohjelmille antaa omat nimet helposti.

TP177A -näytölle tehdyt uudet toiminnot, verrattaessa vanhaan OP77B -näyttöön:

- Näytöllä viikkokellon muokkausmahdollisuus.
- Näytöllä reseptitoiminto ohjelma-aikojen käsittelyssä.
- Näytöllä automaattinen kesä-/talviajan asetusmahdollisuus.
- Näyttösivujen teko pesukoneen rakenteen mukaan. Lay-out -tyyppiset näytöt.

- Näytöllä ohjelmien nimienvaihtomahdollisuus.

7.3 Ohjelmistojen testaus

Ohjelmien testaus suoritettiin suunnitteluvaiheen rinnalla pöytätestinä lataamalla ohjelmat näytölle sekä logiikalle ja testaamalla toiminnot. Pöytätestin aikana tulikin esille useita ongelmakohteita, joista haasteellisimpia olivat logiikkaohjelman reseptitoiminto, viikkokellon toimintalohkot sekä kesä/talvi -ajan asetus automaattisesti. Pöytätestien aikana näyttösivut saatiin hyvin tarkastettua, jolloin käyttöönotto oli nopeampaa. Kaikki suunnitellut toiminnot saatiin pöytätestissä toimimaan. Pöytätesteissä oli näyttönä TP177B -näyttö ja 314 -logiikka.

Suunniteltu näytön ja logiikan ohjelma päätettiin ottaa käyttöön heti seuraavissa projekteissa, joissa tarvittiin 300 -sarjan logiikkaa. Ensimmäiset projektit, joissa käytettiin Siemens 300 -sarjan logiikkaa tulivatkin heti alkuvuonna 2009, jolloin opinnäytetyössä syntyneet ohjelmistopohjat otettiin aidosti käyttöön. Uudet ohjelmistopohjat tulivat käyttöön Saksaan toimitettuun teollisuuspesukoneeseen sekä Suomeen Valtran tehtaille toimitettuun automaattiseen pesulinjaan. Kummassakin projektissa oli TP177A -näyttö 300 -sarjan logiikkaan kytkettynä.

CASE SAKSA:

Viikolla 4 tuli Saksaan toimitettava teollisuuspesukone koeajokuntoon. Koeajon ja testauksen hoiti kollega opinnäytetyössä valmistuneiden ohjelmien pohjalta. Testauksen aikana huomattiin, että reseptitoiminto ja työkierron eteneminen ei vielä toiminut halutulla tavalla, muuten ohjelmapohjat toimivat odotetusti ja pesukoneen testaus eteni hyvin. Reseptitoiminnon ja työkierron etenemisen ongelmat ratkaistiin testauksen aikana. Koeajon aikana ilmeni, että projekteissa käytetyn TP177A -näytön reseptitoiminto toimii hieman eri tavalla kuin pöytätestissä olleen TP177B -näytön reseptitoiminto. Koneen koeajoon oli varattu saman verran aikaa kuin vanhoilla ohjelmistopohjilla toimittaessa. Kone pystyttiin toimittamaan asiakkaalle Saksaan ajallaan johtuen hyvin suunnitelluista uusista ohjelmistopohjista. Ohjelmistoihin tehdyt koeajonaikaiset muutokset kirjattiin ylös ja ne lisättiin vielä suunnittelun alla

olevaan Valtran projektiin, jossa siis käytettiin samoja opinnäytetyössä valmistuneita ohjelmistopohjia.

CASE VALTRA:

Viikolla 5 alkoi Valtralle toimitettavan pesulinjan testaus. Testaus sujui erittäin hyvin ja Saksan projektissa esiintyneitä ongelmia ei siis enää ohjelmistossa esiintynyt vaan testauksessa keskityttiin täysin pesulinjan toimintoihin.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI

Valittu kosketusnäyttö toimii hyvin teollisuuspesukoneiden ohjauksissa. Näyttö on korkealaatuinen ja antaa ”nykyaikaisen” vaikutelman sitä operoitaessa. 300 -sarjan logiikoilla ohjattujen teollisuuspesukoneiden käytettävyyks parani huomattavasti.

Vaikka suunnitellut ohjelmistot testattiin ns. pöytätestinä lataamalla ohjelmistot näytölle ja logiikalle, esiintyi koeajon aikana silti ongelmia ohjelmistojen kanssa. Tämä osoittaa kuinka helposti ohjelmistoihin jää piileviä virheitä, jotka eivät tule esiin kuin vasta aidosti konetta ohjatessa. Otettaessa ensimmäistä kertaa käyttöön ohjelmistoja, joissa on uusia ominaisuuksia on erittäin tärkeää varata testaamiseen hieman normaalia enemmän aikaa.

Asiakaspalautetta saatiin Suomeen Valtran traktoritehtaalle toimitetusta pesukonelinjasta. Palaute oli hyvin myönteistä ja ohjelmistot sekä pesulinja ovat toimineet hyvin. Käyttäjät pitivät pesulinjan näyttöä hyvänä ja helppokäyttöisenä.

8.1 Työn keskeiset tulokset

Opinnäytetyön keskeisimpänä tuloksena Sampo-Rosenlew sai nykyaikaisen kosketusnäytön OP77B -näytön tilalle. Näin kaikissa Sampo-Rosenlewin teollisuuspesukoneissa, joissa käytetään näyttöä, on nyt kosketusnäyttö käyttöliittymänä.

Työn keskeisimpiä tuloksia:

- Kaikissa teollisuuspesukoneissa, joissa käytetään näyttöä on nyt ulkoasultaan ja käytettävyydeltään samanlainen kosketusnäyttö.
- Kosketusnäytön uudet toiminnot mm. ohjelmallinen viikkokellotoiminto lämmityksen ja öljyerotuksen ohjauksissa.
- Teollisuuspesukoneiden käytettävyys parani uuden kosketusnäytön myötä.
- 300 -sarjan logiikkaohjelma uudistettiin vastaamaan kosketusnäytön toimintoja.
- Teollisuuspesukoneiden käyttöohjeiden teko yhdenmukaistui ja nopeutui.

300 -sarjan logiikan uudet toiminnot onnistuivat hyvin. Varsinkin työkierron eteneminen tuntui SR -kiikuilla toteutettuna paljon joustavammalta kuin siirtorekisterillä tehtynä. Viikkokellotoiminto sekä automaattinen kesä-/talviajan asetus onnistui myös hyvin. Pesukoneen vaiheaikojen vähennystoiminnon etuna on sen riippumattomuus käytettävästä näytöstä. Reseptitoiminto saatiin myös toimimaan. Nämä uudet toiminnot aiheuttivat niin isoja muutoksia vanhaan 300 -sarjan ohjelmistopohjaan, että logiikkaohjelma kirjoitettiinkin lähes kokonaan uudelleen. Joitakin pieniä osia vanhasta ohjelmasta pystyttiin käyttämään kuten esim. hälytyslohko.

Näyttösivujen teossa olikin huomattavasti pienempi työ verrattuna logiikkaohjelmaan. Suurin osa näyttösivuista siis saatiin vuonna 2007 tehdystä ohjelmapiirustuksesta. Vanhasta ohjelmapiirustuksesta vaihdettiin näytön tyyppiä TP177A, jolloin sen ominaisuudet tulivat aktiiviseksi ohjelmistoon. Kaikki logiikan ja näytön väliset liityntäpisteet tehtiin uudelleen johtuen 300 -sarjan logiikan erillisestä muistiavaruudesta.

8.2 Jatkokehityssuunnitelmat

Kosketusnäyttöjen ohjelmistojen päivitys modeemilla tai eprom -tyyppisellä muistikortilla vaatisi lisätutkimusta, jotta asiakkaalle jo toimitettuihin koneisiin olisi mahdollista tehdä pieniä ohjelmistomuutoksia. Nykyään näyttöjen ohjelmistomuutokset hoidetaan asiakkaan luona henkilökohtaisesti käyden tai lähettämällä uusi päivitetty näyttö postitse. Myös kosketusnäyttöjen ohjelmointiohjelman parempi hyödyntäminen kuten kirjastotietojen hyväksikäyttö, versionumeroiden käyttöönotto näyttösivuihin sekä näyttösivujen ”sitominen” logiikalla oleviin aliohjelmalohkoihin voisi olla varteenotettavia vaihtoehtoja kehitettäessä Sampo-Rosenlewin teollisuuspesukoneiden ohjelmia.

Logiikkaohjelmissa on yleensä aina kehitettävää, ohjelmat voidaan aina tehdä yksinkertaisemmin, paremmin ja vähemmän muistia vieviksi. 200 -sarjan logiikkaohjelmaan tullaan tekemään työkierron etenemisen muutos SR -kiikuilla tapahtuvaksi. Myös vaihelaskurin muuttaminen subtract -toiminolla tapahtuvaksi tehdään 200 -sarjan logiikkaohjelmaan. Nämä muutokset mahdollistavat myös 200 -sarjan ohjelmapohjan entistä paremman muokattavuuden. Samalla saadaan 200 ja 300 –sarjan logiikkaohjelmat toteutuksiltaan yhdenmukaisiksi.

Myös langattoman tekniikan tarjoamat mahdollisuudet tullaan tutkimaan suunniteltaessa teollisuuspesukoneiden ohjausjärjestelmiä. Varsinkin ohjelmistojen päivitysmahdollisuus GSM –moduulin avulla tullaan tutkimaan tarkasti.

Logiikkaohjelmaan on mahdollista tehdä tiedonkeruuhjelmalohko ennakkohuoltoa vaativista kohteista. Tällöin voitaisiin tuoda näytölle selväkielinen viesti ennakkohuoltoa vaativista kohteista. Tämä ominaisuus olisi hyvä lisä markkinointiosastolle kilpailtaessa muiden pesukonevalmistajien kanssa konekaupoista.

Asiakkailta ja jälleenmyyjiltä saatavaa palautetta tullaan hyödyntämään enemmän teollisuuspesukoneiden ohjausjärjestelmien suunnittelussa.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli korvata teollisuuspesukoneiden ohjauksessa käytetty vanhahko OP7/OP77B -tekstinäyttö kosketusnäytöllä. Uudeksi näytöksi valittiin Siemens 300 -sarjan logiikkaan sopiva TP177A/B -näyttö. Uuteen kosketusnäyttöön suunniteltiin ohjelmistopohja, joka toiminnoiltaan ja ulkoasultaan vastasi TP177micro -näytöllä olevaa sovellusta, jota siis käytetään yksinkertaisimpien teollisuuspesukoneiden käyttöliittymänä. Myös 300 -sarjan logiikan ohjelmisto suunniteltiin puhtaalta pöydältä uudelleen. Logiikan ohjelman arkkitehtuurimalliksi valittiin kutsumekanismiarkkitehtuuri. Tämä arkkitehtuurimalli on käytössä myös 200 -sarjan logiikoilla.

Ohjelmistot testattiin ns. pöytätestinä, eli suunnitellut ohjelmat ladattiin aidosti näytölle sekä logiikalle, jonka jälkeen toiminnot testattiin. Pöytätestien aikana tulikin esiin ohjelmointi/ajatusvirheitä, jotka saatiin ratkaistua testien aikana. Varsinkin reseptitoiminto sekä kellon ja viikkokellon manipulointilohkot olivat haastavia.

Opinnäytetyössä suunnitellut ja testatut ohjelmistot otettiin aidosti käyttöön monimutkaisimpien teollisuuspesukoneiden ohjauksissa. Ensimmäinen teollisuuspesukone, jonka ohjausjärjestelmänä käytettiin 300 -sarjan logiikkaa ja TP177A -näyttöä uudella ohjelmistoilla tuli 04/2009 koeajovaiheeseen. Koeajon aikana esiintyi ongelmia varsinkin uuden reseptitoiminnon kanssa. Ongelmat saatiin kuitenkin ratkaistua hyvin koeajojen aikana ja ko. teollisuuspesukone lähti asiakkaalle Saksaan ajallaan. Saksan koneen koeajon aikana suunnittelun alla oli myös toinen teollisuuspesukone, jossa käytettiin samaa ohjausjärjestelmää ja opinnäytetyössä syntyneitä ohjelmistopohjia. Tämän Suomeen toimitetun pesukonelinjan ohjelmistoon tehtiin ennen koeajoa valmiiksi samat muutokset kuin Saksan koneeseen ja näin välttyttiinkin samoilta ongelmilta, jotka esiintyivät Saksaan toimitetun koneen koeajon aikana.

Työ onnistui kokonaisuudessaan erittäin hyvin ja se pysyi suunnitellussa aikataulussa. Ohjelmistot valmistuivat jopa muutaman viikon etuajassa. Sampo-Rosenlew sai ohjelmistopohjat haluamaansa ohjausjärjestelmään. Opinnäytetyössä

suunnitellut ohjelmistopohjat otettiin vuoden 2009 alusta lähtien käyttöön monimutkaisimpien teollisuuspesukoneiden ohjauksissa. Sampo-Rosenlewin haluama ohjelmallinen viikkokellotoiminto saatiin myös toteutettua, joten nyt voidaan sähkökeskuksesta jättää viikkokellokomponentti pois myös niissä projekteista, joissa käytetään 300 -sarjan logiikkaa ohjauksissa. Reseptitoiminto otettiin myös käyttöön uudella käyttöliittymällä. Sampo-Rosenlew voi nyt käyttää teollisuuspesukoneiden käyttöliittymänä nykyaikaisia kosketusnäyttöjä, jotka ovat ulkoasultaan ja toiminnoiltaan yhtenäiset eikä käytettävyydessä ole enää mainittavia eroja.

LÄHTEET

¹ http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava_logiikka, 20.3.2009

² <http://www.automation.siemens.com>, 15.1.2009

³ Siemens, Simatic HMI, HMI Device OP 73micro, TP 177micro(WinCC Flexible) Operating Instructions. Manual, 09/2007, 188s.

⁴ <http://www.sampo-rosenlew.fi>, 15.1.2009

⁵ Siemens Simatic HMI, HMI Device TP177A, TP177B, OP177B (WinCC Flexible) Operating instructions. Manual, 08/2008, 380s.

⁶ Bonfatti, Monari, Sampieri. IEC 1131-3 Programming Methodology. Software engineering methods for industrial automated systems. ICS Triplex IsaGRAF. 2003, 336s

⁷ Siemens Simatic, S7-300 CPU 31xC and CPU 31x: Specifications. Manual, 06/2008, 320s.

⁸ Lewis W Robert, Programming industrial control systems using IEC 1131-3. Second Edition. Institute of Engineering and Technology. 1998, 336s.

⁹ Koskimies Kai, Mikkonen Tommi. Ohjelmistoarkkitehtuurit. Talentum, 2005, 250s.

¹⁰ Bass Len, Clements Paul, Rick Kazman. Software Architecture in Practice. Second Edition. Software Engineering Institute. Addison-Wesley Professional. 2003, 560s.

¹¹ Suomen Automaatioseura Ry, Automaatiosovellusten ohjelmistokehitys. Suunnittelun työtavat, välineet ja sovellusarkkitehtuurit, SAS julkaisusarja nro 30, 2005, 152s.

¹² Viljamaa Antti, Viljamaa Jukka, Gustafsson Juha. Ohjelmistoarkkitehtuurit luentomoniste, syksy 2008, Helsingin yliopisto/TKTL

¹³ Jaakkola Hannu. Arkkitehtuurityyli luentomoniste, 2006. TTY/Porin yksikkö, tietotekniikka

¹⁴ Tverin Teemu. Arkkitehtuurityylit ohjelmarakenteen perustana. Tutkielma, Helsingin yliopisto, 2007.