

---

# **KALANTERIN LASKENTASOVELLUKSEN SUUNNITTELU OS-PALVELIMEEN**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Valkeakoski, 17.02.2012 hyväksymispäivä

Jukka Kokkonieniemi



VALKEAKOSKI  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Jukka Kokkonieni	<b>Vuosi</b> 2012
<b>Työn nimi</b>	Kalanterin laskentasovelluksen suunnittelu OS-palvelimeen	

---

## TIIVISTELMÄ

Työ tehtiin Metso Paperin Järvenpään yksikössä ja se oli osa yhtiön vuonna 2000 toimittaman Optiload-kalanterin ohjausjärjestelmän valvomoon vuonna 2011 tehtyä päivitysprojektia.

Työn tavoitteena oli päivittää kalanterin ohjausjärjestelmän valvomon OS-palvelin sekä siirtää telaston hallinta- ja laskentasovellus HP Unix -työasemasta uudistettuun OS-palvelimeen. Projektiin sisältyi uuden valvomon suunnittelutyö, tarvittava dokumentaatio, valvomon käyttöönotto sekä operaattorien koulutus.

Suunnittelutyössä käytettiin SA-suunnittelua ja ohjelmoinnissa Microsoftin Visual C++ -kieltä. Malli SQL Server -tietokantaohjelmiston käytöstä sovellusohjelmointiin otettiin InTouchin HMI HELP -dokumentista. Kalanterit-tuoteryhmän mekaniikkasuunnittelijan tuki oli tarpeen telaston laskentasovelluksen kaavojen ohjelmoinnissa.

PC-valvomon päivitysprojekti toteutui suunnitellussa aikataulussa. Asiakas oli tyytyväinen kalanterin telaston hallinta- ja laskentasovelluksen toimintaan sekä selkeään uudistettuun käyttöliittymään. Laitteiston ylläpito helpottui ja kalanterin ohjausjärjestelmän elinkaari jatkui huomattavasti kun sovellusten ajoympäristön OS-palvelin päivitettiin uuteen viimeisimmän teknologian laitteeseen.

Tulevaisuudessa kalanterin telaston hallinta- ja laskentasovellus on mahdollista suunnitella myös käyttäen Matlab-työkaluja. Tämä vaatisi kuitenkin tuotekehityspanostuksen ohjelmistorajapintojen suunnittelemiseksi sovellusten liittämiseksi koneohjausjärjestelmään.

**Avainsanat** SW-suunnittelu, SA-suunnittelu, C++-ohjelmointi, OS-palvelin, SQL Server.

**Sivut** 44 s. + liitteet 12 s.



VALKEAKOSKI

Degree Programme in Automation Engineering

---

**Author**

Jukka Kokkonieni

**Year** 2012**Subject of Bachelor's thesis**

Design of Calender control application in OS-server

---

**ABSTRACT**

The project was conducted in 2011 at the Järvenpää unit of Metso Paper. Part of the control system of Metso's earlier delivery of Optiload-calender in 2000, was upgraded into a new version.

The objective of the project was to upgrade the OS-server of the calender control system, and to move the calender's stack control and calculation application from the HP Unix -workstation to a new OS-server. The project included the desing work of the new OS-server with the applications, the documentation, the start-up of the new system and training the operators.

SA-design was used in the design work and the Microsoft Visual C++ was main programming tool. The SQL Server -application was used here as a model taken in the documentation of InTouch HMI HELP. Support from the mechanical design engineer of the calender was necessary for the programming work of the calculation formulas in the application.

The project was carried out according to the planned schedule. The commissioner was satisfied with the operation of the calender's stack control and calculation application and the clear, modernized user interface. Deep satisfaction was also expressed by the commissioner because the OS-server had been upgraded with the latest hardware. Thus the maintenance of the equipment will be easier and the lifetime of the calender control system will be longer.

In the future, it is possible to design the calender's stack control and calculation application with Matlab-tools. This would require however an extra development effort as to the desing of the interfaces that join the applications into the machine control system.

**Keywords** SW-design, SA-design, C++-programming, OS-server, SQL Server.**Pages** 44 p. + appendices 12 p.

---

## TERMIT JA LYHENTEET

C++	On yksi tärkeimmistä kaupallisessa ohjelmistokehityksessä käytettävistä ohjelmointikielistä. Bjarne Stroustrup kehitti C++:n 1980-luvulla C-kielestä lisäämällä siihen muun muassa olio-ohjelmointiin ja geneerisyyteen liittyviä ominaisuuksia. C++-kielen standardi ISO/IEC 14882:1998 vahvistettiin vuonna 1998.
CPU	Central processing unit, prosessiaseman keskusyksikkö tai tietokoneen suoritin, eli prosessori.
HMI	Human machine interface, yksittäinen koneen käyttäjäliityntä.
InTouch	Wonderware Inc:n kehittämä HMI-ohjelmisto käyttöliittymäsovellusten suunnitteluun.
Kalanteri	Metson paperin pinnan käsittelyyn suunnittelema kone.
MsSQL Server	Microsoft Inc:n kehittämä tietokantapalvelinohjelmisto, joka perustuu SQL-tietokantoihin.
MetsoDna	Metso Automationin kehittämä ohjausjärjestelmä hajautettuun prosessin ohjaukseen.
ODBC	(Open database connectivity) Microsoftin kehittämä tietokantaliitännä, jolla sovellus voi hakea tietoa mm. SQL-tietokannoista.
Optiload	Metson suunnittelema monitelakalanteri.
OS-palvelin	Palvelin-tyyppinen operointiasema, jossa on käyttöliittymä.
PC-valvomo	Tietokone johon on ohjelmoitu yksittäisen koneen tai järjestelmän käyttöliittymä. Tietokone on liitetty prosessia suorittavaan prosessiasemaan.
RAID	(Redundant Array of Independent Discs) Tekniikka, jolla tietokoneiden vikasetoisuutta ja/tai nopeutta kasvatetaan käyttämällä useita erillisiä kiintolevyjä, jotka yhdistetään yhdeksi loogiseksi levyksi. RAID-tekniikkaa käytetään etenkin siellä, missä levyjen vasteajat tai virheettömyys ovat tärkeitä, kuten levy- ja tietokantapalvelimissa. Käytössä ovat RAIDin tasot 0, 1, 0+1, 5, ja 6.
SA-suunnittelu	(Structured Analysis&Desing) SW-suunnittelun menetelmä jolla ohjelmat jaotellaan rakenteisiin tai moduleihin. Jaottelu esitetään kaavioissa. Menetelmällä kuvataan ohjelmien välisiä yhteyksiä ja tiedon kulkua modulien välillä. Tunnetuimpia SA-suunnittelua käsitteleviä julkaisuja ovat kirjoittaneet Yourdon ja DeMarco sekä Ward ja Mellor.
SQL	(Structured Query Language) IBM Inc:n kehittämä standardoitu kyselykieli, jolla relaatiotietokantaan voi tehdä erilaisia tietojen hakuja, muutoksia ja lisäyksiä. Käytännössä kaikki relaatiotietokannat ymmärtävät SQL-kieltä. ISO/IEC on standardoinut SQL:n, uusin standardi on SQL-2008.
Tagi	Automaatiojärjestelmässä oleva yksittäinen tiedon talletuspaikka, jota käytetään informaation lähteenä järjestelmän eri osien välisessä tiedonsiirrossa.

---

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	OPTILOAD-KALANTERI.....	2
3	KALANTERIN OHJAUSJÄRJESTELMÄ.....	4
3.1	Ohjausjärjestelmä .....	4
3.2	Projektin toimitusrajaus .....	5
4	SUUNNITTELU- JA KEHITYSPROSESSI.....	6
4.1	Esisuunnittelu .....	6
4.2	Kehitys- ja testausympäristön asennus .....	6
4.3	SW-suunnittelu .....	6
4.4	Kehitystyön vaihtoehdot .....	7
5	OS-PALVELIMESTA.....	8
5.1	Tekninen määrittely.....	8
5.2	OS-palvelimen käyttöönotto .....	9
5.2.1	Konfigurointiohjelman ajo .....	10
5.2.2	Käyttöjärjestelmän asennus .....	10
5.2.3	Valvomon asennus .....	10
6	SOVELLUSTEN AJOYMPÄRISTÖN ASENNUS .....	12
6.1	Kehitys- ja ajoympäristö .....	12
6.2	HMI-sovellus .....	14
6.3	Telaston hallinta- ja laskentasovellus.....	14
7	TELASTON HALLINTA- JA LASKENTASOVELLUKSEN SUUNNITTELU ...	16
7.1	Telaston mekaanisesta mallinnuksesta.....	16
7.1.1	Optiload-ajotapa.....	16
7.1.2	Laskentasuureista .....	18
7.2	Telaston hallinta .....	19
7.2.1	SA-suunnittelu.....	19
7.2.2	SQL Server -liitäntä .....	22
7.2.3	Funktiot.....	24
7.3	Telaston laskenta .....	27
7.3.1	SA-suunnittelu.....	27
7.3.2	InTouchin tagiliitäntä.....	28
7.3.3	Laskentakaavojen ohjelmointiperiaate .....	29
7.4	Käyttöliittymä.....	36
8	YHTEENVETO.....	40
	LÄHTEET .....	42



---

Liite 1	Optiload-kalanterin teknisiä tietoja
Liite 2	Optiload-kalanterin ohjausjärjestelmän valvomon layout-kaavio
Liite 3	Optiload-kalanterin kevennyslaitteiden hydraulikkapiirin yleiskuva
Liite 4	Optiload-kalanterin mekaanisen mallin kevennyssuureiden laskenta
Liite 5	Optiload-kalanterin mekaanisen mallin telakohtaiset suureita
Liite 6	Optiload-kalanterin mekaanisen mallin laskennan merkintöjä
Liite 7	Optiload-kalanterin laskentasovelluksen $G_{tu}$ -laskenta
Liite 8	Optiload-kalanterin laskentasovelluksen Sigma()-aliohjelma
Liite 9	Optiload-kalanterin laskentasovelluksen Formula()-aliohjelma

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on kalanterin ohjausjärjestelmän valvomon OS-palvelimen konfigurointi sekä telaston hallinta- ja laskentasovelluksen uudelleen ohjelmointi. Työ on jatkoa aiemmin tehdyille automaatio-tekniikan projektityölle, jossa kuvataan yksityiskohtaisesti OS-palvelimen konfigurointia (Kokkonieni, esitelmä 19.11.2011).

Työ tehtiin Metso Paperin Järvenpään yksikössä ja se oli osa yhtiön vuonna 2000 toimittaman Optiload-kalanterin ohjausjärjestelmän valvomoon vuonna 2011 tehtyä päivitysprojektia. Työn tekijä työskentelee Metso Paperin Kalanteri-tuoteryhmässä automaatiosuunnittelijana.

Metso on kansainvälinen teknologiakonserni, jonka erikoisosaamista ovat teknologia ja palveluratkaisut kaivos-, maanrakennus-, voimantuotanto-, öljy- ja kaasu-, kierrätys- sekä massa- ja paperiteollisuudelle. Metso Paper -liiketoimintalinja on osa konsernin Paperi- ja kuituteknologia segmenttiä, jonka osuus konsernin liikevaihdosta on noin 1/3. Metso Paperin Järvenpään yksikössä on korkealuokkainen konepaja paperin jälkikäsitteilykoneiden ja laitteiden sekä telojen valmistusta varten.

Metso Paperin koneiden ja laitteiden toimituksiin sisältyy ohjausjärjestelmä. Se voi olla yksittäisen koneen ohjauksen automatisointi tai konelinjojen ja niiden prosessien ohjaukseen suunniteltu automaatiojärjestelmä. Kauppasopimusten teknisiin erittelyihin kirjataan automaatioon liittyviä vaatimuksia, joita ovat erillisten laitteiden, laitteistojen ja myös ohjelmistojen valmistajat. Metso Paperin toimittamien koneiden ohjaukset voi olla toteutettu MetsoDna:lla, Siemens PCS7:lla tai erillislogiikoilla joiden käyttöliittymä voi sijaita PC-valvomossa tai operointipaneelissa.

Optiload-kalanteri on Metso Paperin suunnittelema kone paperin jälkikäsitteilyyn. Optiload-kalanterilla tasoitetaan ja kiillotetaan paperin pintaa molemmilta puolilta niin, että paperin painettavuus paranee ja muut laadulliset tavoitteet toteutuvat.

Työn tavoitteena oli päivittää kalanterin ohjausjärjestelmän valvomon OS-palvelin sekä siirtää telaston hallinta- ja laskentasovellus HP Unix -työasemasta uudistettuun OS-palvelimeen. Projektiin sisältyi uuden valvomon suunnittelutyö, tarvittava dokumentaatio, valvomon käyttöönotto sekä operaattorien koulutus.

Metso Paperin Optiload-kalanteriin liittyvästä tuotesuojasta johtuen telaston hallinta- ja laskentasovelluksen suunnittelua ei voida tässä opinnäytetyössä esitellä täydessä laajuudessaan, vaan ainoastaan suunnittelun peruseriaatteiden osalta.

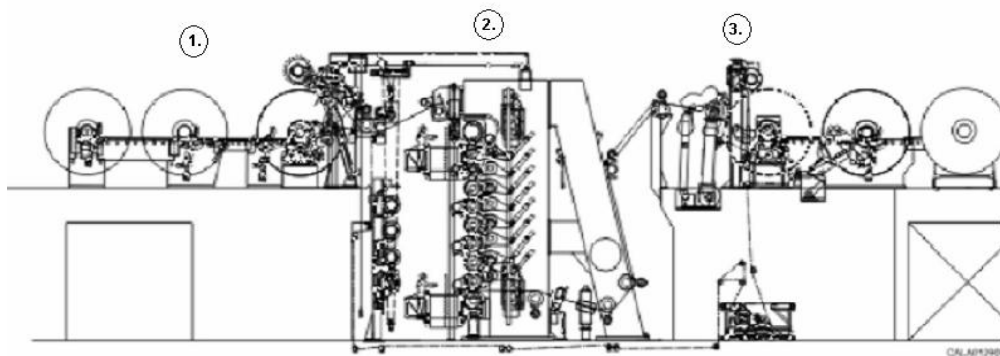
## 2 OPTILOAD-KALANTERI

Optiload-kalanteria käytetään loppukalanterina paperikoneen tai päällystyskoneen jälkeen. Optiload-kalanterin käyttöalue on laaja, sitä voidaan käyttää niin News-, SC- tai päällystettyjen paperilaatujen pintakäsittelyyn.

Offline-kalanteri on erillään paperikoneesta toimiva kone, jossa on aukirullain, telasto ja kiinnirullain. Aukirullaimen tuodaan paperi- tai päällystyskoneella tehty paperirulla, tampo. Aukirullaimesta paperirata johdetaan kalanterin telastoon, jossa paperin pinta muokkaantuu telanippien puristusvoiman ja telojen pintalämpötilan vaikutuksesta. Kiinnirullain ottaa vastaan telastosta tulevan paperiradan ja muodostaa uuden tampo, joka viedään rullien käsittelykoneisiin.

Kuvassa 1 nähdään Optiload-kalanterin pääosat:

1. Aukirullain.
2. Telasto.
3. Kiinnirullain.



Kuva 1. Optiload-kalanteri.

Optiload-kalanterin tekniset tiedot on kuvattu tarkemmin käyttö- ja huolto-ohjedokumenteissa (Metso Paper 2001) ja liitteessä 1. Osa toiminnallisista arvoista ja mittatiedoista on lueteltu taulukossa 1 (s. 3).



Taulukko 1. Optiload-kalanterin teknisiä tietoja.

Koneen tyyppi	OL-10 6700
Paperilaji	WFC, päällystetty hienopaperi
Paperin neliöpaino	80 -170 g/m <sup>2</sup>
Rataleveys aukirullaimella	Max. 6 700 mm
Aukirullaimen halkaisija	Max. 3 700 mm
Kiinnirullaimen halkaisija	Max. 3 400 mm
Telojen lukumäärä	10
Mitoitusnopeus	1 500 m/min
Ajonopeus	1 400 m/min
Päävientinopeus	Max. 15 m/min
Viivakuorma	Max 400 kN/m
Telojen tyypit	Polymeeritelat, Kokillitelat, Ulosottotelat, Vyöhyketelat
Polymeeritela	Pinnoite: DuraStone 93Shd tai DuraGloss 92Shd Mitat: 785x6 940 mm Paino: 19 000kg
Kokillitela, ulosottotela	Tyyppi: Äquitherm PS/W Mitat: 760x6 840 mm Paino: 19 500 kg
Vyöhyketela	Tyyppi: SymCD/HP Pinnoite: DuraGloss 92Shd Mitat: 870x7 410 mm Paino: 34 800 kg (sis. laakeripesän)

### 3 KALANTERIN OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Projektiin liittyvän Optiload-kalanterin ohjausjärjestelmä oli toteutettu Simatic S7-416 -logiikalla (Siemens AG 2011) ja siihen yhdistetyllä palvelin tyypin valvomo-PC:llä. HMI-sovellus oli toteutettu InTouch-ohjelmalla (Invensys Inc 2012), ja siihen liittyi useita erilliseen laskentaan ja säätöön ohjelmoituja C++-sovelluksia.

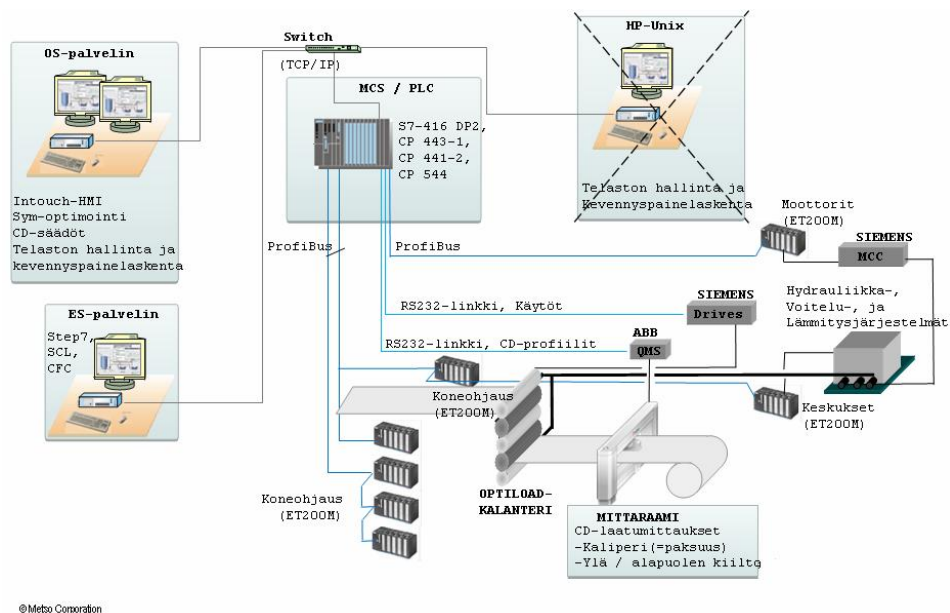
#### 3.1 Ohjausjärjestelmä

Kalanterin ohjausjärjestelmässä on seuraavia toiminnallisia kokonaisuuksia:

- Prosessiasema on Simatic S7-416 -logiikkayksikkö, joka sisältää koneohjaussovelluksen.
- Prosessiaseman liitännät ovat IO- ja moottorikeskus (MCC) -väylien (Profibus) liitännät.
- Prosessiaseman ja laatu- (QMS) sekä linjakäytön (Drive) järjestelmien väliset sarjaliikenneyhteydet.
- OS-palvelin, jossa ovat HMI-käyttöliittymä, CD-säätö, erilliset laskenta- ja muut operointia tukevat sovellukset.
- Vanhan järjestelmän HP Unix -laskenta-asema, jossa sijaitsevat telatietojen hallinta ja telaston kevennyspaineiden laskentasovellukset.
- Telaston nippikuormituksen ja laitteiden liikeohjausten hydrauliiikka-järjestelmät.
- Telojen pyörintälaakerien voitelujärjestelmät.
- Telojen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät.
- Hydrauliiikka-, voitelu- ja lämmitysjärjestelmien pumppujen moottorihjauskeskukset.

Laatutietojen hallinta ja linjakäytön ohjaukset sijaitsevat eri järjestelmissä. Kuva 2 (s. 5) esittää Optiload-kalanterin ohjausjärjestelmän osat ja niiden väliset liitännät.

## Kalanterin laskentasovelluksen suunnittelu OS-palvelimeen



Kuva 2. Kalanterin ohjausjärjestelmä.

### 3.2 Projektin toimitusrajaus

Kalanterin valvomopäivityksen toimitusrajaus teknisessä erittelyssä oli seuraava:

- Vanha OS-palvelin ja säätöasema (IBM-palvelin) poistetaan ja tilalle asennetaan uusi HP Proliant -palvelin.
- Uusi palvelinkone toimitetaan Windows Server Std 2008 R2 -käyttöjärjestelmällä (64-Bit).
- HMI-sovellus päivitetään versioon InTouch 10.1.
- Kaikki tarvittavat säätö- ja laskentasovellukset siirretään uuteen OS-palvelimeen.
- Vanha HP Unix -laskenta-asema poistetaan ja telaston hallinta- ja laskentasovellus siirretään uuteen OS-palvelimeen.
- Uuden valvomon käyttöliittymään asennetaan 2 näyttöä.

## 4 SUUNNITTELU- JA KEHITYSPROSESSI

Kalanterin ohjausjärjestelmän valvomon päivitysprojekti sisälsi järjestelmän esisuunnittelun, suunnittelu- ja kehitysvaiheen sekä alustavan testauksen toimistoympäristössä. Kehitysvaiheessa työn pääosan muodosti telaston hallinta- ja laskentasovelluksen SW-suunnittelu. Uudistetun valvomon lopullinen testaus tapahtui järjestelmän käyttöönotossa tuotantoympäristössä tehtaalla.

### 4.1 Esisuunnittelu

Projektin esisuunnittelussa tarkistettiin OS-palvelimen konfiguraation tekniset yksityiskohdat ja aktivoitiin OS-palvelimen tilaus. Järjestelmän päivitys tarkoitti HW-suunnittelussa uuden järjestelmälayout-kuvan piirtämistä, se on esitetty liitteessä 2.

Ennen suunnittelun aloitusta laadittiin SW-määrittely OS-palvelimessa käytettäville sovelluksille. Tällöin myös selvitettiin useamman näytön valvomon toteutuksen periaate InTouch-sovellukseen. Se on kuvattu Wonderware Inc:n teknisessä raportissa (Wonderware Inc, TechNote307 2006).

### 4.2 Kehitys- ja testausympäristön asennus

Kehitys- ja testausympäristön asennusvaiheessa OS-palvelin konfiguroitiin ja ohjelmistot asennettiin määrittelyn mukaisiksi. OS-palvelimeen asennettiin datan liikennöintisovellus, HMI-sovelluksen kehitys- ja ajoympäristö sekä SQL Server -tietokantaohjelmistot.

Sovellusten toimivuuden tarkistamiseksi suunnitteluympäristössä oli tarpeen rakentaa testausympäristö, joka yhdisti S7-416 -logiikan ja OS-palvelimen.

### 4.3 SW-suunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa laadittu SW-määrittely OS-palvelimen sovelluksille mahdollisti projektissa vaaditun suunnittelu- ja kehitysvaiheen läpiviennin nopeassa aikataulussa.

Suunnittelussa edettiin laaditun SW-määrittelyn mukaan seuraavasti:

1. HMI-sovellus päivitettiin uudempaan versioon ja mallina käytettiin aiempaa sovellusta. Siihen tehtiin muutoksia näyttöjen ulkoasuun ja luotiin uusia tagejä.
2. Säättö- ja laskentasovellusohjelmat käännettiin Windows XP:ssä ja testattiin toimiviksi Windows Server 2008 R2 -käyttöjärjestelmässä.

3. Sym-telojen optimointisovellukseen ohjelmoitiin uusi korjausprofiilin käytön mahdollistava toiminto. Tätä uutta säätöön liittyvää toimintoa ei kuitenkaan kuvata tarkemmin tässä raportissa.
4. OS-palvelimeen asennettiin uudet trendi- ja profiilihistorian sovellukset.
5. Hälytyshistorian sovellus uusittiin.
6. Kalanterin telaston hallintaan ja kevennyspaineiden laskentaan ohjelmoitiin uusi sovellus. Tämä muodostikin suurimman yksittäisen työmäärän, puolet projektin kokonaistyöstä.

### 4.4 Kehitystyön vaihtoehdot

Telaston hallinta- ja laskentasovelluksen toiminnallinen malli otettiin MetsoDna:lla tehdystä sovelluksesta. MetsoDna-sovelluksen telatietokanta on sijoitettu prosessiasemalle ja telastolaskennan vaatimat laskukaavat on ohjelmoitu Java-kielellä Prog2c-toimilohkoon. Kun käytössä on Simatic S7-416 -logiikka, samaa mallia noudattaen telatietokanta voitaisiin sijoittaa logiikan DB-taulukoihin ja laskentasovellus voitaisiin ohjelmoida Step7 SCL-kielellä.

Kuitenkin jos käytössä on Windows-ympäristö ja sen ohjelmointityökalut, saadaan sovellusten suunnittelun ja ohjelmointityön tehokkuutta nostettua huomattavasti. Kun ohjausjärjestelmässä on logiikkayksikkö ja PC-valvomo, parempi vaihtoehto telatietokannan sijoittamiselle on OS-palvelimen tiedostojärjestelmä tai erillinen tietokantapalvelin. Tässä projektissa käyttöön valittiin tietokantapalvelin malli ja tietokanta sijoitettiin MsSQL Serveriin. Samaa tietokantapalvelinta käytetään myös HMI-sovelluksen hälytyshistorian tietojen tallentamiseen.

Telastolaskennan sovellus oli tarkoituksenmukaista ohjelmoida OS-palvelimeen C++-kielellä. InTouch tarjoaakin erillisen aliohjelma-kirjaston, jota käyttäen sovellukset voivat liittyä HMI-sovelluksen tageihin tiedonsiirtoa varten. Samaa mallia on käytetty myös valvomon muiden säätö- ja laskentasovellusten ohjelmoinnissa. Yksi mahdollisuus laskentasovelluksen ohjelmointiin olisi ollut käyttää Matlabin ohjelmointiliitintä. Laskennan ohjelmointi Matlabilla olisikin onnistunut projektin aikataulussa. Mutta Matlab-sovelluksen liittäminen InTouch HMI- tai Simatic S7 -koneohjaussovellukseen olisi vaatinut pidemmän suunnitteluajankautun, joten tämä vaihtoehto ei ollut realistinen.

Kalanterin telaston hallinta- ja laskentasovelluksen mallinnuksessa on käytetty SA-suunnittelua. Siinä on hahmoteltu sovelluksen rakennetta ja jakoa eri osiin sekä tiedon siirtymistä osien välillä. SA-kaavioiden sanallinen kuvaus on samalla telaston hallinta- ja laskentasovelluksen toimintakuvaus.

## 5 OS-PALVELIMESTA

Jatkuvatoimisen koneen ohjausjärjestelmään on perusteltua valita palvelinkone, jossa voidaan yhdistää HMI-sovellus sekä muut säätö- ja laskentasovellukset. Käyttämällä palvelinkonetta saadaan myös nostettua tietokoneen vikasietoisuutta.

### 5.1 Tekninen määrittely

Palvelinkoneita käytetään hyvin erilaisissa käyttökohteissa, tämän takia myös laitteistokonfiguraatiot vaihtelevat. Palvelinkoneen tekninen määrittely voidaan tehdä HP-yhtiön verkkosivulla olevalla konfigurointiohjelmalla (Hewlett-Packard Development Company 2007). Sen käyttö edellyttää aiempaa perehtyneisyyttä saatavissa oleviin komponentteihin, joista laitteiston kokonaisuus muodostetaan. Yhtenäisyyden takia on hyvä, että myös Metso Automation käyttää valittua laitteistoa MetsoDna-järjestelmän EAS-palvelimissa.

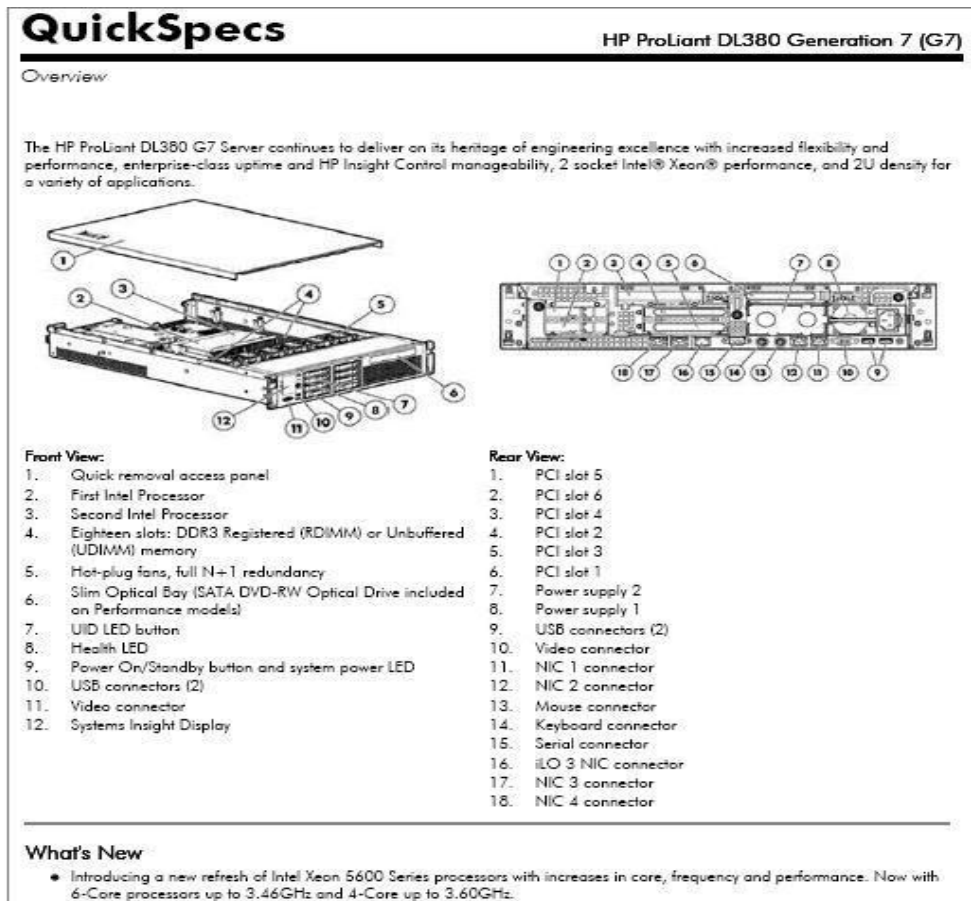
Teknisen erittelyn täyttävä OS-palvelimen laitteistomäärittely on kuvattu taulukossa 2.

Taulukko 2. OS-palvelimen laitteistomäärittely.

Tyyppi	HP Proliant DL380 G7 base model.
Cpu	Intel Xeon E5620 2.4GHz/4-core/12MB (cache).
Keskusmuisti	6GB (3 x 2GB) DDR-3 (DIMMs).
Kovalevyt	3 x 146GB, Hot plug SAS, 2.5" 15Krpm.
Levyohjain	HP Smart array P410i (Raid 0,1,5).
Virtalähde	Redundant 460W Hot plug power supply.
Näyttökortti	Integrated ATI ES1000, 64MB, video standard.
Verkkoliitäntä	2kpl HP NC382i Dual port Multifunction Gigabit server adapters (RJ-45).
Tuulettimet	4kpl Redundant standard Hot plug.
Liitännät	Serial 1pcs, Video 2pcs (front/back), RJ-45 4pcs, Keyboard 1pcs, Mouse 1pcs, Graphics 1pcs, USB (2.0) 5pcs.
Kotelo	Rack (2U) H:8.59cm, W:44.54cm, D:69.98cm.
Tuetut käyttöjärjestelmät	Microsoft Windows Server, Red Hat Enterprise Linux (RHEL), SSE Linux Enterprise Server (SLES), Oracle Solaris, Wmware, Citrix XenServer.
Takuu	3v components, 3v onsite next working day.
Ulkoinen grafiikkakortti	Matrox P690 PCI-E X1 128MB 2X DVI/VGA LP.

Tietokoneeseen integroitu ATIn grafiikkakortti sisältää portin vain yhdelle näyttömonitorille. Toimitusrajaukseen oli määritelty kahden näyttömonitorin valvomo. Tarkoitukseen valittiin MetsoDna-järjestelmän OS-asemissa käytetty Matroxin 2 lähdön kortti.

Kuva 3 esittää laitteiston yleiskaavion, josta nähdään liitäntöjen sijoittelu.



Kuva 3. HP ProLiant DL380 G7.

## 5.2 OS-palvelimen käyttöönotto

OS-palvelin toimitettiin ilman käyttöjärjestelmän esiasennusta, tilaukseen sisältyi kuitenkin tarvittava asennusmedia. Käyttöjärjestelmäksi oli valittu Microsoft 64-Bit Windows Server Std 2008 UK R2 SP1 (Microsoft Server and Cloud Platform 2012) ja se toimitettiin osana laitteistoa, eli OEM-tuotteena. Näin käyttöjärjestelmä on varmasti yhteensopiva laitteiston kanssa.

OS-palvelimen käyttöönotto on kuvattu yksityiskohtaisesti Kokkonien (2011) tekemässä automaatioteknologian projektityössä. Seuraavissa luvuissa esitellään käyttöönottoon liittyviä asioita yleisesti.

### 5.2.1 Konfigurointiohjelman ajo

Konfigurointiohjelma ajetaan HP Smart Start CD -asennusmedialta. Ohjelma etsii palvelimeen kytketyt laitteet ja asentaa tarvittavat ajurit.

Aluksi formatoidaan palvelimen kovalevyt ja konfiguroidaan levyohjain. Palvelin toimitettiin 3 kovalevyllä, joten ns. levypakka voitiin konfiguroida RAID5-tasolle (WikipediA 2011). Tämä tarkoittaa seuraavaa:

- RAID5 tuo käyttöön  $C \times (N-1)$  suuruisen kapasiteetin, kun käytössä on  $N$  kappaletta levyjä ja yhden levyn kapasiteetti on  $C$ .
- Hukattu kapasiteetti, eli yhden levyn kapasiteetti, käytetään pariteettidatan tallentamiseen. Pariteettidata on hajautettu kaikille levyille.
- RAID5-tasolla minkä tahansa levyn rikkoentuessa dataa ei menetetä. Levyä voidaan käyttää myös ilman rikkoutunutta levyä, mutta tällöin menetetään vikasietoisuuden tuomat edut.
- Jos levyä on useampi kuin yksi levy, menetetään kaikki data.
- Yllä esitetyllä kaavalla laskettuna levyäkin kokonaiskapasiteetiksi pitäisi tulla  $146 \text{ GB} \times (3-1) = 292 \text{ GB}$ . Mutta todellisuudessa käyttöön tullut levytilakapasiteetti jäi  $273 \text{ GB}$ .

### 5.2.2 Käyttöjärjestelmän asennus

Seuraavaksi asennetaan palvelimen käyttöjärjestelmä, Windows Server Std 2008 R2.

Käyttöjärjestelmän asennuksen yhteydessä syötetään asennusmediassa oleva lisenssitunnus ohjelmistopakettien rekisteröintiä varten. Asennus voidaan tehdä myös ilman lisenssitunnusta, tällöin käyttöjärjestelmä toimii vain 3 vuorokauden ajan ja tuolloin se voi olla testikäytössä.

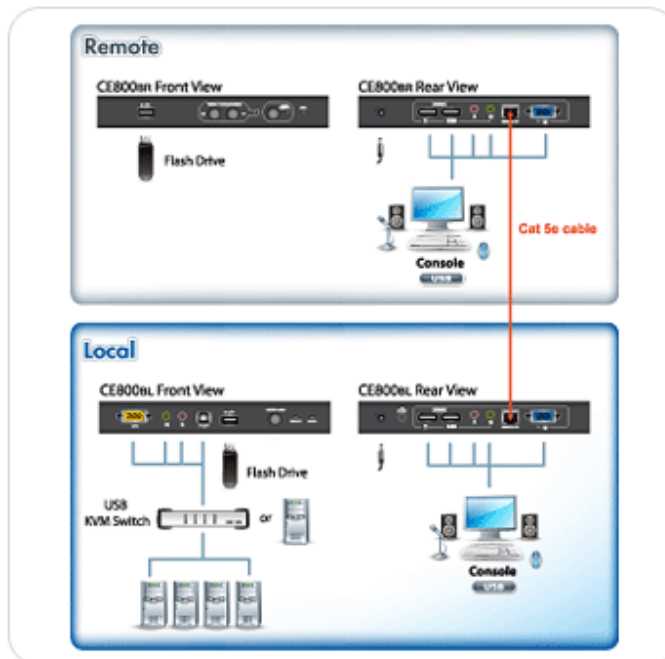
### 5.2.3 Valvomon asennus

Viimeiseksi asennetaan ulkoinen Matroxin grafiikkakortti (Matrox 2012). Sen tarvitsemat ajurit Windows Server Std 2008 R2 varten voidaan ladata Matroxin verkkosivulta.

Näyttömonitorit sijoitetaan valvomoon ja OS-palvelin ristikytkentätilaan. Näyttömonitorit, näppäimistö ja hiiri kytketään palvelimelle extender-yksiköiden avulla. Extenderin remote-yksikkö sijoitetaan valvomoon ja local-

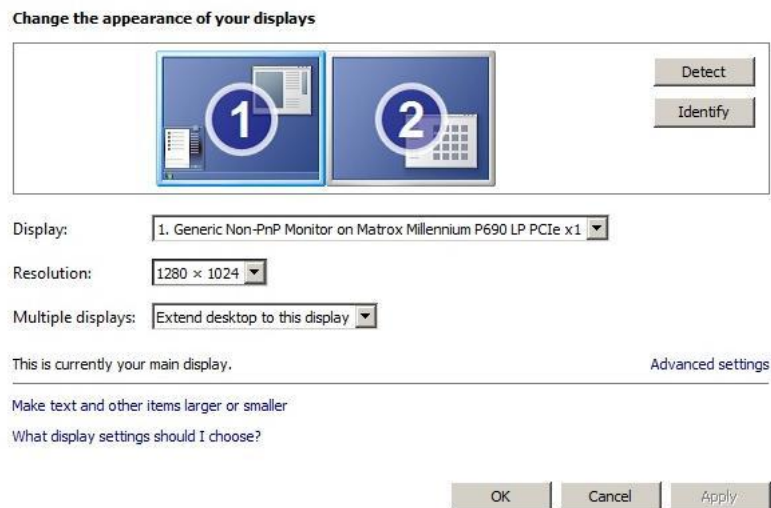


yksikkö palvelinkaappiin. Kuva 4 esittää Aten extender -yksiköiden kytkennän periaatekaavion (Aten International Co.Ltd 2012).



Kuva 4. ATEN extender-yksiköiden kytkentä.

Lopuksi asetetaan näyttöjen Windowsin määrittelyt kuvan 5 mukaisesti.



Kuva 5. Näytön asetukset.

## 6 SOVELLUSTEN AJOYMPÄRISTÖN ASENNUS

OS-palvelin toimii ajoympäristönä kalanterin käyttöliittymän HMI-sovellukselle, joka toimii samalla tagi-palvelimena ja sillä on datan liikennöinti yhteys koneohjausjärjestelmän logiikkajärjestelmään. Tagit ovat sovelluksen rajapintamuuttujia ja niillä siirretään tietoa sovellusten välillä. Kalanterin säätö- ja laskentasovellukset ovat Windows-sovelluksia, jotka liittyvät aliohjelmakirjaston avulla HMI-sovelluksen tageihin. Sovellusten ajoympäristön asennus on kuvattu yksityiskohtaisesti Kokkonien (2011) tekemässä automaatioteknologian projektityössä. Seuraavissa luvuissa esitetään asennustoimenpiteet lyhyesti. Samalla keskitytään niihin Windows Server 2008 mukanaan tuomiin vaatimuksiin, jotka on huomioitava sovelluksia asennettaessa.

### 6.1 Kehitys- ja ajoympäristö

HMI-sovelluksen kehitys- ja ajoympäristönä toimiva Wonderware Inc:n InTouch 10.1 on single-station ja single-windows tyyppinen ohjelmisto. Tämä tarkoittaa sitä, että sillä voidaan yhtäaikaan samassa työasemassa tai palvelinkoneessa editorilla, WindowMakerilla muokata käyttöliittymän kuvia sekä näyttää ja operoida kuvia runtime-ohjelmalla, WindowViewerilla.

Ennen InTouch kehitys- ja ajoympäristön asennusta Windows Server 2008 palvelimeen tehdään seuraavat Windowsin asetukset:

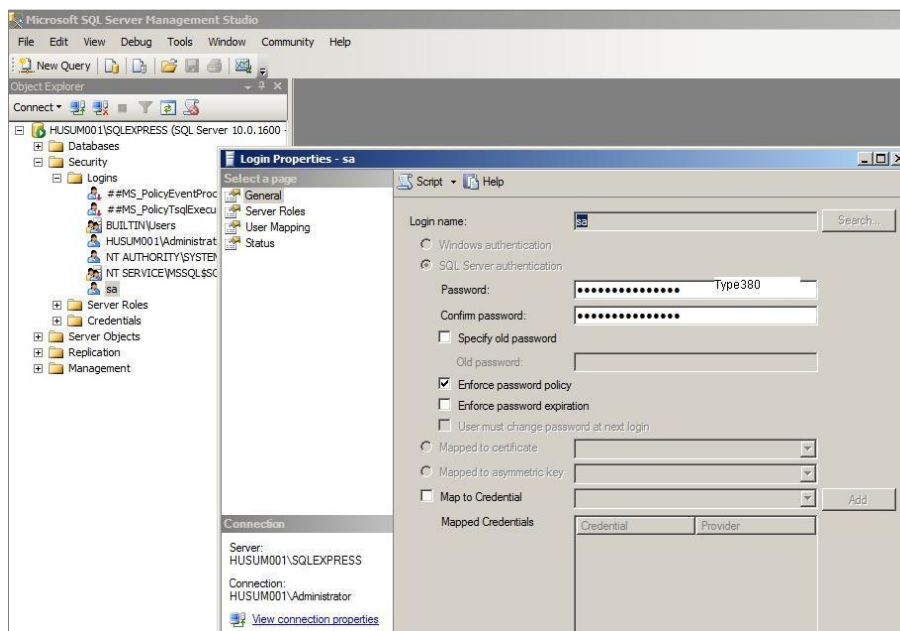
1. Luodaan .NET Framework -ohjelmistoa varten Windowsiin IIS-rooli (Microsoft Corporation, MSDN blogs 2012). Sen jälkeen asennetaan .NET Framework 3.5 SP1 -ohjelmisto.
2. InTouch 10.1 SP3 -ohjelmisto vaatii toimiakseen Windowsin UAC- (User Access Control) määrittelyn poistamisen. Asetus tehdään Wonderware Inc:n teknisen raportin mukaan (Wonderware Inc, TechNote772 2011).

Kehitys- ja ajoympäristön asennus tehdään seuraavasti:

1. Asennetaan InTouch 10.1 SP3 -ohjelmisto. Jos käytössä ei ole asennusmediaa, asennusohjelmisto voidaan ladata Wonderware Inc:n verkkosivulta. Tämän suorittamiseksi on rekisteröidyttävä teknisen tuen asiakkaaksi.
2. Asennetaan SIDirect DASserver v2.0 -ohjelmisto, eli DASSIDirect. Se on Wonderware Inc:n tekemä ohjelmisto ja sitä käytetään datan liikennöintiin S7-416 -logiikan ja OS-palvelimen välillä. Jos käytössä ei ole asennusmediaa, asennusohjelmisto voidaan ladata Wonderware Inc:n verkkosivulta.

3. Asennetaan SQL Server -ohjelmisto. Sitä tarvitaan InTouchin hälytysjärjestelmää ja telaston hallintasovelluksen telatietokantaa varten. Tähän sovellukseen valittiin Microsoft SQL Server 2008 R2 Express Edition 32-Bit versio. Se on ilmainen ohjelmisto ja se sopii käytettäväksi pienehkön tietokantasovelluksen konfigurointiin ja ohjelmointiin. Ohjelmistoon sisältyy sekä SQL Server tietokanta että sen hallintaohjelma, MsSQL ManagementStudio. SQL Server 2008 R2 Express Edition sisältää seuraavat ominaisuudet (Microsoft SQL Server 2011):
  - Sama DB-käsittelijä kuin lisenssioiduissa versioissa.
  - Yhteensopiva kaikkien SQL Server versioiden kanssa.
  - Työkalut raportointisovelluksille.
  - Tietokannan suurin koko on 10 GB..
  - Backup-työkalut.
  - Yhteensopiva MsVisual Studion ja ASP.NETin kanssa.
  - Käytössä graafinen hallintatyökalu.

Jos käytössä ei ole asennusmediaa, asennusohjelmistot voidaan ladata Microsoftin verkkosivulta. Asennuksen päätyttyä asetetaan hälytys- ja telatietokantojen sa-käyttäjän määrittelyt SQL Management Studio -ohjelmalla kuvan 6 mukaisesti.



Kuva 6. SQL Serverin sa-käyttäjä.

4. Viimeiseksi käynnistetään OS Configuration Utility -ohjelma, joka konfiguroi palvelimen verkkomäärittelyt InTouchin käyttöön sopiviksi.

### 6.2 HMI-sovellus

Kun HMI-sovelluksen kehitys- ja ajoympäristö on asennettu, tehdään tarvittavat konfiguroinnit InTouchin runtime-ohjelmaa, WindowVieweria varten.

WindowViewerin oikea toiminta vaatii seuraavat konfiguroinnit:

1. Konvertoidaan kalanterin HMI-sovellus viimeisimpään versioon. Aiempi InTouch 7.1 version sovellus oli tehty 1024x768 resoluutiolla, nyt version 10.1 yhteydessä käyttöön tuli 1280x1024 resoluutio. Tämä tarkoitti sitä, että kun InTouch konvertoi kuvat uuteen tarkempaan resoluutioon, kuvaobjektien koko ja tekstien fontit muuttuivat niin, että kuvia jouduttiin korjailemaan. Tämän takia kaikki noin 100 näyttökuvaa avattiin ja niiden ulkoasu tarkistettiin.
2. Konfiguroidaan DASSIDirect-kommunikointiohjelman määrittelyt koneenohjausjärjestelmän S7-416 -logiikan ja OS-palvelimen väliseen liikennöintiin sopiviksi. Konfiguroinnin yleiset ohjeet on kuvattu Wonderware Inc:n teknisessä raportissa (Wonderware Inc, TechNote332 2004, 21–35).
3. Myös InTouchin WindowViewer vaatii konfiguroinnin IO-tagien datan liikennöintiin.
4. HMI-sovelluksen automaattinen käynnistys OS-palvelimen käynnistykseen yhteydessä vaatii Windowsin AutoLogin-määrittelyn sekä tarvittavien ohjelmatiedostojen DASSIDirectin, WindowViewerin ja wwAlmDbLoggerin lisäämisen Startup-valikkoon.

### 6.3 Telaston hallinta- ja laskentasovellus

Telaston hallinta- ja laskentasovellus on konfiguroitu seuraavasti:

- SQL Serveriin on luotu CALROLL.db-tietokanta (kuva 7, s. 15), joka sisältää RollStack- ja RollTable-taulut. Projektin perustamisen yhteydessä taulut voidaan myös tuoda toisesta projektista ja muokata uuteen projektiin sopiviksi.
- RollStack-tauluun tallennetaan telastossa olevien telojen tiedot ja telaston positiokohtaisten muuttujien arvot. Näitä arvoja käytetään kevennyspaineiden laskennassa.
- RollTable-tauluun tallennetaan kunkin telan omien muuttujien arvot.
- Sekä RollStack- että RollTable-taulujen muuttujien arvot syötetään ja näytetään tietokannasta HMI-sovelluksen näyttökuvien avulla.

## Kalanterin laskentasovelluksen suunnittelu OS-palvelimeen

SQL Server Management Studio

```
SQLQuery1.sql - HUSUM001 (...)
```

```
/****** Script for SelectTopNRows command from SSMS *****/  
SELECT TOP 1000 [RollID]  
    , [statusmsg]  
    , [statusint]  
    , [number]  
    , [typemsg]
```

	RollID	statusmsg	statusint	number	typemsg	type	diam	stack_hours	tot_hours	Duv	Dev	Lv	Psv
1	1	Lagret	0	0092000	SymCD	4	871.3	0	0	820	695	6940	7300
2	2	OL läge10	10	0092001	SymCD	4	871.84	800	3100	820	695	6940	7300
3	3	OL läge1	1	0092002	SymCD	4	872	750	10000	820	695	6940	7300
4	4	Lagret	0	0092003	SymCD	4	870.64	0	0	820	695	6940	7300
5	5	Lagret	0	0092043	SymCD	4	871.26	0	0	820	695	6940	7300
6	6	Lagret	0	0092044	SymCD	4	871.5	0	0	820	695	6940	7300
7	7	OL läge7	7	0092027	Termo	2	0	25000	25000	766.4	355.3	6940	7325
8	8	OL läge2	2	0092028	Termo	2	0	10000	35000	766.4	330.3	6940	7325
9	9	OL läge9	9	0092029	Termo	2	0	25000	25000	766.4	355	6940	7325
10	10	OL läge4	4	0092030	Termo	2	0	25000	25000	765.5	361	6940	7330
11	11	Lagret	0	0092031	Termo	2	0	15	1280	766.12	355	6940	7325

Kuva 7. SQL Serverin CALROLL.db.

Telaston laskentasovellus ei vaadi erillistä asennusohjelmaa eikä lisenssiointia. Ohjelmatiedosto, STACKV2.exe vain kopioidaan ohjelman hakemistoon ja laskentasovellus käynnistetään HMI-sovelluksen käynnistykseen yhteydessä.

## 7 TELASTON HALLINTA- JA LASKENTASOVELLUKSEN SUUNNITTELU

Kalanterin telastossa polymeeripintaisten telojen pinnoitteet kuluvat käytössä. Siitä on seurauksena, että kalanteroitu paperi ei enää vastaa laadullisia vaatimuksia. Tämän vuoksi teloja on määräajoin vaihdettava uudelleen pinnaltaan hiottuihin teloihin.

Optiload-kalanterin telastossa on 10 telaa ja niiden lisäksi tarvitaan noin 15 varatela. Kunkin telan tiedot on tallennettu telatietokantaan, joka sijaitsee OS-palvelimen SQL Serverissä. Telatietoja ja telan tilaa telastossa, hionnassa tai varastossa hallitaan sovelluksella, joka on liitetty HMI-sovellukseen. Hallintasovellus koostuu näyttökuvista sekä HMI-sovellukseen ohjelmoiduista funktioista.

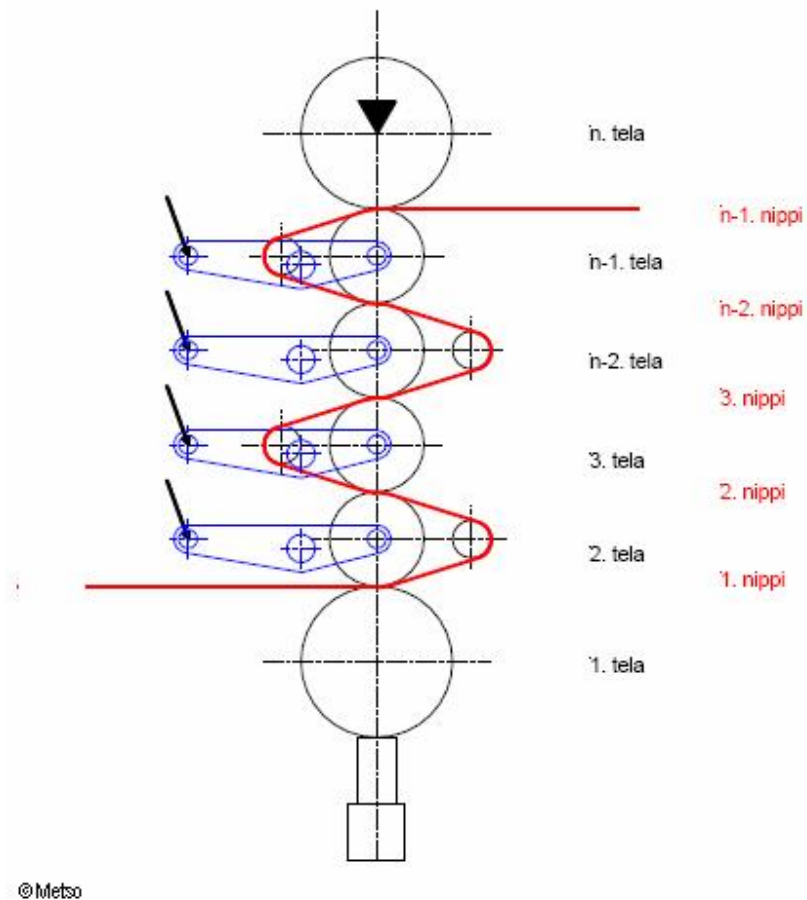
Optiload-kalanterin telaston ylätela on kiinteästi runkoon asennettu ja välitelat kiinnittyvät liikkuviin telavarsiin. Telasto suljetaan kuormittamalla alimman telan alapuolisia hydraulikkasyylintereitä. Samalla kun telastoa suljetaan, kevennetään valitelojen massaa ohjaamalla niiden telavarsissa olevia hydraulisia kevennyssylintereitä. Välitelojen kevennyspaineen asetusarvot lasketaan telakohtaisesti erillisellä Metso Paperin kehittämällä laskentaohjelmalla. Se on Windows-sovellus, joka on ohjelmoitu C++-kielellä.

### 7.1 Telaston mekaanisesta mallinnuksesta

Optiload-kalanterin telaston tarkka ohjaus vaatii mekaanisen mallin ja sen pohjalta ohjelmoidut laskentakaavat. Optiload-kalanterin mekaaninen malli esitellään teknisessä raportissa (Metso Paper 2010, 4–6). Otteita mekaanisesta mallista ja myös laskentakaavoista on kuvattu liitteissä 4, 5 ja 6.

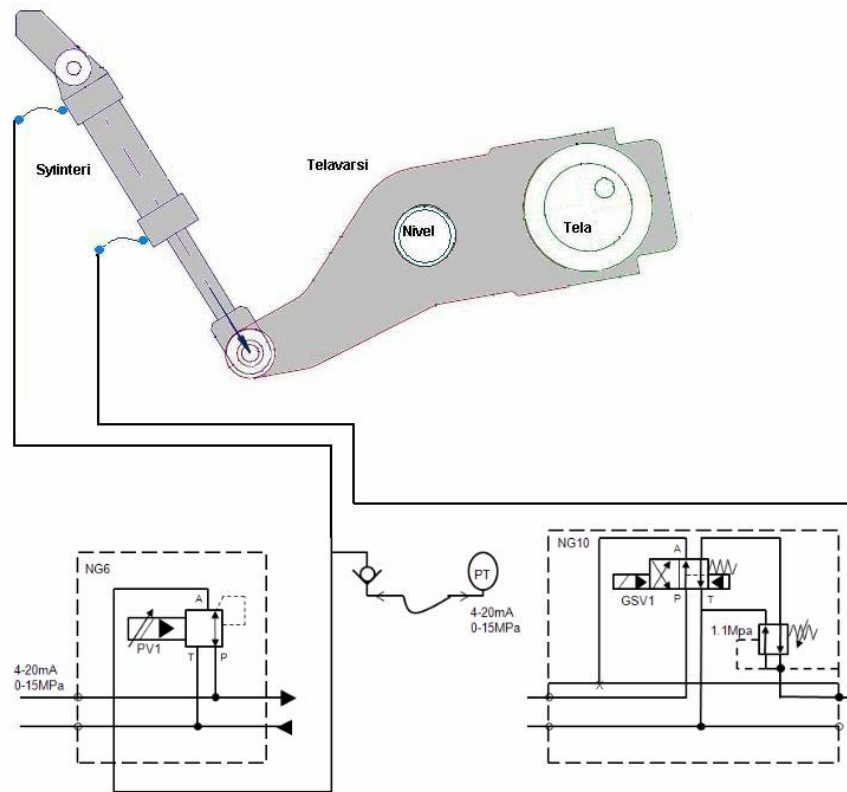
#### 7.1.1 Optiload-ajotapa

Projektissa toteutettiin telaston välitelojen kevennyspaineiden ohjearvojen laskenta vain Optiload-ajotapaa varten. Optiload-ajotapa tarkoittaa sitä, että kalanterin telasto suljetaan kaikkien telojen osalta. Paperirata viedään ensin ylänippiin ja sieltä alimpaan nippiin kaikkien välinippien kautta kuvan 8 (s. 17) mukaisesti.



Kuva 8. Kalanterin Optiload-ajotapa.

Kun kalanterin telasto ohjataan kiinni, välitelojen painoa kevennetään ohjaamalla niiden telavarsissa kiinni olevia hydraulisia sylintereitä niin että telavarren nivelen kautta telojen pystysuuntainen asento muuttuu. Välitelan kevennyksen periaate ja hydrauliekkapiirin yksinkertaistettu kaavio on piirretty kuvaan 9 (s. 18).



Kuva 9. Kalanterin välitelan kevennyksen periaate.

Kun telan asentoa halutaan ohjata ylöspäin, eli keventää, lähetetään ohjausjärjestelmän paineensäätöpiirille kevennystä vastaava asetusarvo. Tällöin sylinteri kuormittuu PV1-paineensäätöventtiilin ohjaamana ja sylinterin varteen syntyvä voima siirtyy telavarren nivelen kautta nostaan telaa ylemmäksi. Paineensäätöpiirin toiminta on vakaa, kun GSV1-suuntaventtiili on ohjattu ja sylinterin varren puolella vaikuttaa vakioavastapaine 1.1 Mpa. Hydraulikkapiiriin sisältyvät öljyn virtauksen säätöventtiilit puuttuvat kuvasta. Yleiskaavio telaston kevennyslaitteiden liittämistä hydraulikkapiireihin nähdään liitteessä 3.

### 7.1.2 Laskentasuureista

Esimerkkejä laskentakaavoista, niissä käytetyistä merkinnöistä ja laskettavista suureista on esitelty liitteissä 4, 5 ja 6.

Optiload-kalanterin mekaanista mallia kuvaavassa raportissa määritellään laskentaa varten seuraavat suuret (Metso Paper 2010, 5–10):

1. Telatiedot
  - a) Yleistiedot
    - n, telojen lukumäärä. Telanumerointi on 1..n ja nippien numerointi on 1..n-1.
  - b) Mitat



- $L_l$  laakeriväli.
  - $L_n$  nippipituus.
  - $L_v$  telavaipan pituus.
  - $L_p$  telapinnoitteen pituus.
  - c) Poikki pintasuureet
  - d) Materiaali
    - $E_t$  telan kimmokerroin.
  - e) Painot
    - $G_t$  telan kokonaispaino.
    - $G_{iv}$  telan vaipan paino.
    - $G_{iu}$  telan vaipan nippipituuden ulkopuolisen osan paino.
  - f) Kuormitukset
2. Ulkoiset voimasuureet
    - Nippireunissa pyritään voimatasapainoon, jonka perusteella lasketaan telan kevennysvoimat puolikohtaisesti.
  3. Sisäiset voimasuureet.

Yllä olevan luettelon suure  $G_{iu}$  on telavaipan nippipituuden ulkopuolisen osan paino yhdellä puolella. Se on osatekijänä telakohtaisten kevennysvoimien ja paineiden asetusarvojen laskentakaavoissa.  $G_{iu}$ :n laskenta on sopiva esimerkki kuvaamaan kaavojen ohjelmointiin liittyvää ongelmakenttää. Kaavojen käyttöä laskentasovelluksessa selvitetään tarkemmin ohjelmointiin liittyvissä luvuissa.




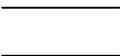
## 7.2 Telaston hallinta

Käyttökäytännön kannalta kalanterin telaston hallinta tarkoittaa sitä, että jokin teloista vaihdetaan pois telastosta ja uusi tela tuodaan telavarastosta vapaana olevaan positioon. Aina kun jokin tela siirretään telastoon, sille lasketaan uudet kevennyspaineiden asetusarvot. Laskennassa käytetään telan mukana tietokannasta kopioituja parametreja sekä telaston positiokohtaisia parametreja. Parametrit ja myös logiikkaan siirretyt asetusarvot sekä laskentatulokset näytetään HMI-sovelluksen, InTouchin näytöllä. Telaston hallintasovelluksen yksityiskohtaista toimintaa havainnollistetaan seuraavassa luvussa SA-suunnittelun kaavioiden ja ohjelmaesimerkein.

### 7.2.1 SA-suunnittelu

Telaston hallinta- ja laskentasovellus on mallinnettu käyttäen SA-suunnittelun menetelmiä. Niiden tuloksena tuotetaan ohjaussovellusta esittäviä rajapinta- ja tietovuokaavioita. Tässä raportissa esitettävät kaaviot kuvaavat ohjaussovelluksen jakoa loogisesti toiminnallisiin osiin. Jakoa fyysisiin osiin tai niiden välisiin yhteyksiin ei kuvata.

SA-suunnittelun kuvauskielessä käytetään seuraavia symboleja (Yourdon 1984, MTR3.2):

-  – Terminaattori: tuottaa tietoa järjestelmään tai vastaanottaa tietoa järjestelmästä.
-  – Prosessi tai toiminto: toiminnallinen kokonaisuus, joka muuttaa, tuottaa tai käsittelee tietoa.
-  – Tietovuo: kuvaa tiedon siirtymistä prosessien tai terminaattoreiden välillä. Siirtyminen voi olla jatkuvaa tai yksittäinen tapahtuma (katkoviiva).
-  – Tietovarasto: tallettaa tietoja.

Kuvan 10 kaavio esittää telaston hallinta- ja laskentasovelluksen toiminnalliset osat ja niiden rajapinnat.



Kuva 10. Telaston hallinta- ja laskentasovelluksen rajapintakaavio.

Kuvan kaavio on SA-suunnittelun kuvauskielellä piirretty ohjausovelluksen loogisen mallin rajapintakaavio. Siinä esitetään ohjausovelluksen toiminnalliset osat sekä niiden välillä siirtyvät tiedot ja tapahtumat (Yourdon 1984, ILM1.1–ILM3.1). Rajapintakaavion sanallinen kuvaus on seuraava:

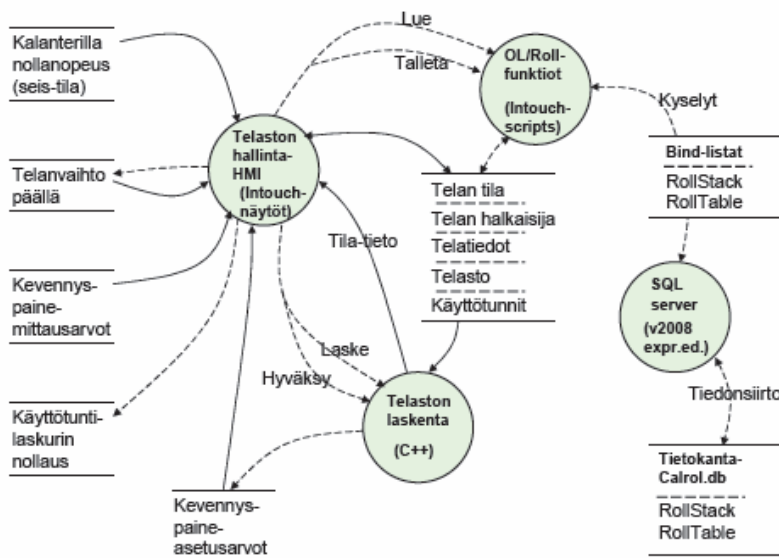
1. Kevennyslaitteet:

- Kalanterin telaston telojen mekaaniset ja hydrauliset komponentit, joilla telan massaa kevennetään. Käsite on myös kuvattu edellä mekaanista mallia käsittelevässä luvussa.
- Kevennyslaitteiden ja koneohjausovelluksen välillä siirtyy hydraulikkapiirien ohjausten asetus- ja mittauservoja.

2. Kalanterin koneohjaus:

- S7-416 -logiikan koneohjaussovelluksen osa, joka liittyy kevennyslaitteitteiden ohjaukseen.
  - Vastaanottaa hydraulikkapiirin painemittauksia toimilaitteilta sekä kevennyspainneiden asetusarvoja telaston hallinta- ja laskentasovellukselta.
3. Telaston hallinta ja laskenta:
- OS-palvelimen sovellus, joka liittyy HMI-sovellukseen.
  - Vastaanottaa operaattorin syöttämiä telojen parametritietoja ja tallettaa ne tietokantaan. Siirtää myös tietokannan tietoja näytöille.
  - Suorittaa operaattorin antamia komentoja, kuten
    - telanvaihtotilan päälle tai pois asettaminen
    - kevennyspainneiden laskennan käynnistäminen
    - laskettujen asetusarvojen hyväksyminen
    - telojen halkaisijatietojen tallettaminen.
4. Operaattori:
- Kuvaa operaattorin käyttöliittymän kautta telaston hallinta- ja laskentasovellukselle antamia arvoja tai komentoja, joilla hallitaan telatietoja ja kevennyspainneiden laskentaa.

Rajapintakaavion toiminnallisten osien tai prosessien tarkempi toiminta kuvataan tietovuo- ja tilakaavioissa. Tietovuoakaaviossa esitetään tarkemmin tiedon käsittelyyn liittyvien toimintojen ja tietovarastojen jaottelu (Yourdon 1984, PSD1.1–PSD3.6). Tilakaaviossa esitellään sovelluksen toiminnalliset tilat sekä tilasiirtymien ehdot ja suoritusjärjestys (Yourdon 1984, LLM1.1–LLM2.7). Kuvan 11 kaavio esittää telaston hallinta- ja laskentasovelluksen tietovuoakaavion.



Kuva 11. Telaston hallinta- ja laskentasovelluksen tietovuoakaavio.

Kalanterin telaston hallinta- ja laskentasovelluksen toimintakuvausta voidaan tarkentaa tietovuokaavion perusteella seuraavasti:

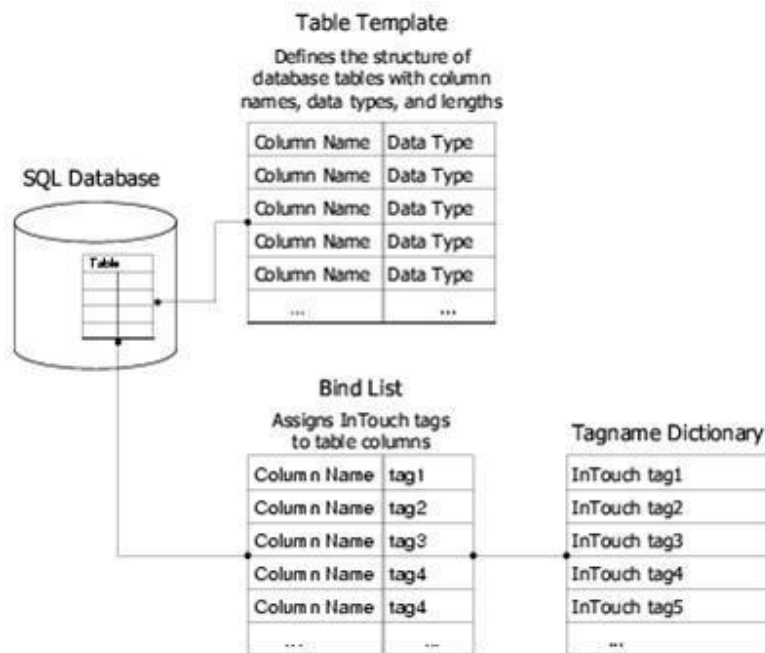
1. Telaston hallinta-HMI:
  - Sovelluksen käyttöliittymä, jonka näytöiltä operaattori voi suorittaa tarvittavat ohjaukset ja parametrien asetukset.
  - Sisältää useita näyttöjä eri käyttötarkoituksiin, kuten
    - telaston tilan seuranta
    - telaparametrien tarkastelu ja muuttaminen
    - kevennyspaineiden laskennan hallinta.
  - Sisältää myös tilalogiikan telanvaihdon suorittamiseksi. Telanvaihtotila voidaan käynnistää, kun kalanterilla ei ajeta eli telojen pyörimisnopeus on nolla. Tela voidaan vaihtaa, kun telanvaihtotila on päällä. Telan vaihdossa tela siirretään telavarastoon tai hiontaan ja uusi tela siirretään telastoon. Uuden telan halkaisija asetetaan hionnan jälkeiseen mitattuun arvoon.
2. Telaston laskenta:
  - Ohjelma sisältää kaavat telojen kevennyspaineiden laskentaa varten.
  - Ohjelma lukee tarvittavat parametrit InTouchin tageistä.
  - Ohjelman toimintaa ohjataan HMI:n näyttökuvien Laske- ja Hyväksy-komennoilla.
  - Ohjelma tallettaa laskennan tulokset myös InTouchin tageihin ja näyttökuviin.
3. OL/Roll-funktiot:
  - InTouchin scriptejä, joilla siirretään tietoja InTouchin tagien ja SQL Serverin telatietokannan välillä.
  - OL-alkuisilla funktioilla siirretään tietoja S7-416- logiikan ja muiden laskentasovellusten käyttämiin tageihin.
  - Käyttöliittymän Lue- ja Talleta-komennoilla kutsutaan Roll-alkuisia funktioita ja niillä aktivoidaan tiedonsiirto SQL Serverin kanssa. Tiedonsiirto tapahtuu käyttäen InTouchin SQL-aliohjelmakirjastoa. Aliohjelmat käyttävät parametrinä Bind-listaa, joka määrittelee tietokannan taulun kenttien ja InTouchin tagien välisen vastaavuuden.
  - InTouchin ja SQL Serverin rajapinta esitellään tarkemmin raportin seuraavassa luvussa.
4. SQL Server:
  - Tietokantapalvelinohjelma, joka muodostaa rajapinnan sovelluksen telatietokantaan. Tietokanta sisältää RollStack-aulun telaston tilaa ja positiokohtaisia parametreja varten sekä RollTable-aulun telakoh- taisia parametreja varten.

### 7.2.2 SQL Server -liitäntä

Telaston hallintasovelluksen ja SQL Serverin välinen liitäntä konfiguroidaan InTouchin SQL Access Manager -ohjelmalla. Se tukee ODBC-määrittelyä ja sillä voidaan siirtää tietoa kaikkien tietokantojen kanssa jotka käyttävät kyseistä liitäntää. SQL Serverin kanssa käytettävä ODBC-ajuri

konfiguroidaan Windows Server 2008:n Data Sources (ODBC) hallintaohjelmalla. SQL Access Managerin aliohjelmafunktioiden käyttö tietokantaliittännän ohjelmointiin on kuvattu InTouchin Help-sivuilla (Invensys Wonderware Documentation 2012a, 119–184).

SQL Server-tietokannassa olevan taulun kentät ja InTouchin tagit linkitetään toisiinsa muodostamalla Bind-lista. Määrittelyn aluksi luodaan taulun malli, eli Table Template. Siinä määritellään taulun kentät ja niiden tietotyypit. Bind-lista sisältää taulun kenttien ja tagien välisen vastaavuuden. Kuvassa 12 esitetään Bind-listan konfigurointiperiaate.

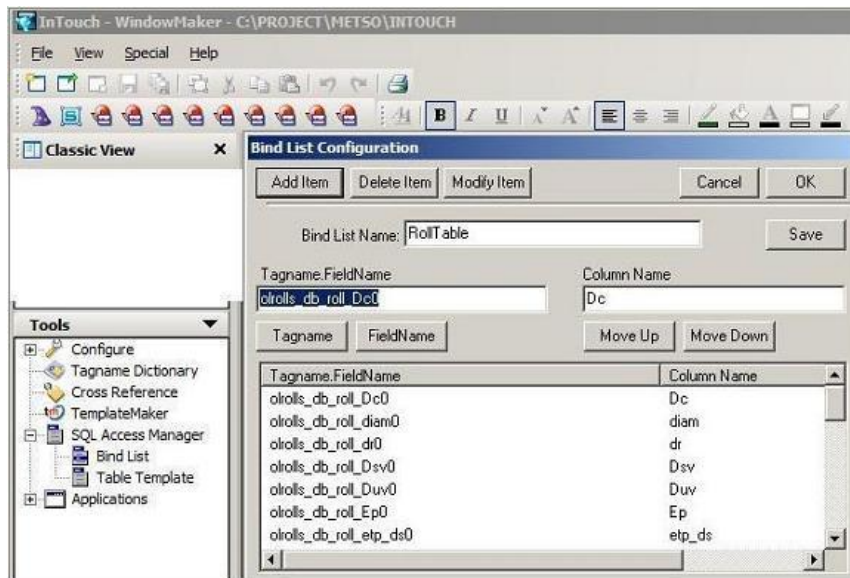


Kuva 12. InTouchin Bind-lista.

Kalanterin telatiedot ja parametrit talletetaan SQL Serverin CALROLL.db-tietokantaan RollTable- ja RollStack-tauluihin. Niissä olevia tietoja siirretään InTouchin tageihin RollStack- ja RollTable-Bind -listojen avulla.

Tietokannan RollStack-Bind -listaa käytetään telaston positiokohtaisten tela-parametrien tallettamiseen ja lukemiseen RollStack-taulussa. RollTable-Bind -listaa käytetään telakohtaisten parametrien tallettamiseen ja lukemiseen tietokannan RollTable-taulussa.

Kuvan 13 (s. 24) esittämä RollTable-Bind -lista määrittelee RollTable-taulun kenttien ja niitä vastaavien InTouchin tagien välisen kytkennän. Esimerkkinä kuvassa oleva InTouchin olrolls\_db\_rolldc0-tagit linkittyy RollTable-taulun Dc-kenttään. Siihen on tallennettu valitun telan halkaisijan arvo.



Kuva 13. RollTable-Bind -lista.

### 7.2.3 Funktiot

Hallintasovellukseen on ohjelmoitu funktioita, joilla aktivoidaan SQL Serverin telatietokannan taulujen ja InTouchin tagien välinen tiedonsiirto. InTouch-sovelluksessa funktiot löytyvät QuickFunctions-kansion alta ja ne on ohjelmoitu InTouchin QuickScript-kielellä (Invensys Wonderware Documentation 2012b, 83–91).

Kuvassa 14 nähtävät Roll-alkuiset funktiot käyttävät konfiguraatioon määriteltyjä Bind-listoja.



Kuva 14. Roll-funktioita.

Roll-funktioilla on seuraavia toimintoja:

- RollStackRead: lukee RollStack-taulun tiedot InTouchin tageihin.
- RollStackSave: tallettaa InTouchin tageista tiedot RollStack-tauluun.
- RollTblRowToTags: lukee RollTable-taulusta yhden rivin kenttien tiedot InTouchin tageihin.

- RollTableSaveButton: tallettaa InTouchin tageistä tiedot RollTable-aulun kaikkien rivien kenttiin.
- RollTblTagsToRow: tallettaa InTouchin tageistä tiedot RollTable-aulun valitun rivin kenttiin.
- RollTblToListBox: lukee RollTable-aulun kokonaisuudessaan InTouchin näytön ListBox-elementtiin.

Taulukossa 3 nähdään esimerkki SQL Serverin ja InTouchin välillä tiedonsiirtoon käytetyn funktion ohjelmakoodista.

Taulukko 3. RollTblRowToTags-QuickFunction.

```
Function: RollTblRowToTags


---


Arguments: RowNr : Integer


---


{Set user ID for Rolls db in SQLserver, using ODBC provider}
SQL_DSN_CALROLL = "DSN=CalRollDB;UID=metso;PWD=metso380";

{GET VALUES FROM DB USING BIND-LIST}
iResult = SQLConnect (RollTbl_ConnId2, SQL_DSN_CALROLL);
iResult = SQLSelect( RollTbl_ConnId2, "RollTable", "RollTable", "RollId =
" + Text(RowNr,"#"), "" );

iResult = SQLFirst (RollTbl_ConnId2);
iResult = SQLEnd (RollTbl_ConnId2);
iResult = SQLDisconnect (RollTbl_ConnId2);

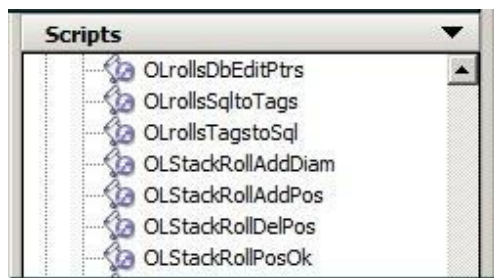
{SET VALUES TO TAG}
olrolls_db_rolldcX.Value = olrolls_db_rolldc0;
olrolls_db_rolldiamX.Value = olrolls_db_rolldiam0;
olrolls_db_rolldrX.Value = olrolls_db_rolldr0;
olrolls_db_rolldsvX.Value = olrolls_db_rolldsv0;
...
olrolls_db_rolletpdsX.Value = olrolls_db_rolletpds0;
olrolls_db_rolletptsX.Value = olrolls_db_rolletpts0;
olrolls_db_rolletvX.Value = olrolls_db_rolletv0;
...
```

Edellisen ohjelmakoodin Intouchin SQL-aliohjelmakirjaston funktioiden toiminta on seuraava:

- Result=SQLConnect(ConnectionID,"ConnectionString"). Avaa yhteyden tietokantaan. Sen parametrit ovat
  - ConnectionID: Integer-tyyppinen tagi, joka on alustettu SQL-tietokantaan luodulla yhteystunnisteella.
  - ConnectionString: merkkijono, joka sisältää ODBC-määrittelyn. Esimerkin merkkijono on tietokanta CALROLL.db, käyttäjä Metso ja käyttäjän salasana metso380.

- Result=SQLSelect(ConnectionID, TableName, BindList, WhereExp, OrderByExpression). Määrittelee tietokannan tietojen hakuehdon. Sen parametrit ovat
  - TableName: tietotaulun nimi.
  - BindList: taulun kentät ja InTouchin tagit yhteen linkittävä luettelo.
  - WhereExp: tiedonhakua varten määritellyn taulun avainkentän nimi.
  - OrderByExpression: hakujen lajitteluehto, tähän määritellään myös parametri RowNr.
- Result=SQLFirst(ConnectionID). Lukee tietokannasta ensimmäisen tietueen SQLSelectin hakuehtojen mukaan.
- Result=SQLEnd(ConnectionID). Vapauttaa tietokannasta väliaikaisia tauluja joita on syntynyt tiedon lukuun.
- Result=SQLDisconnect(ConnectionID). Sulkee yhteyden tietokantaan.

Sovelluksessa tarvitaan myös funktioita, joilla siirretään tietoa käyttöliittymästä S7-416 -logiikkaan ja muiden laskentasovellusten tai eri näyttöihin liittyvien tagien välillä. InTouch-sovelluksessa nämäkin funktiot löytyvät QuickFunctions-kansion alta ja ne on lueteltu kuvassa 15.



Kuva 15. OL-funktiot.

Telaston hallintasovelluksessa OL-funktioita kutsutaan silloin kun InTouch-sovelluksessa valitaan jokin näyttö tai annetaan jokin komento näytön painonapilla. OL-funktiot siirtävät myös tietoa näyttöihin kytkettyjen ja SQL Serverin rajapinnassa käytettävien tagien välillä. Näillä funktoilla on seuraavia toimintoja:

- OLrollsDbEditPtrs: muodostaa osoittimia näyttöjen takana oleviin tageihin.
- OLrollsSqltoTags: kopioi telatietoja SQL-rajapinnasta näyttöjen tageihin.
- OLrollsTagstoSql: kopioi tietoja näytöiltä SQL-rajapinnan tageihin.
- OLStackRollAddDiam: muuttaa telan halkaisijaa.
- OLStackRollAddPos: siirtää telan varastosta telaston vapaana olevaan position.
- OLStackRollDelPos: siirtää telan telastosta varastoon ja vapauttaa kyseisen telaston position.
- OLStackRollPosOk: tarkistaa, että telastoon on määritelty tela jokaiseen position ja niille on laskettu tarvittavat ajoparametrit.

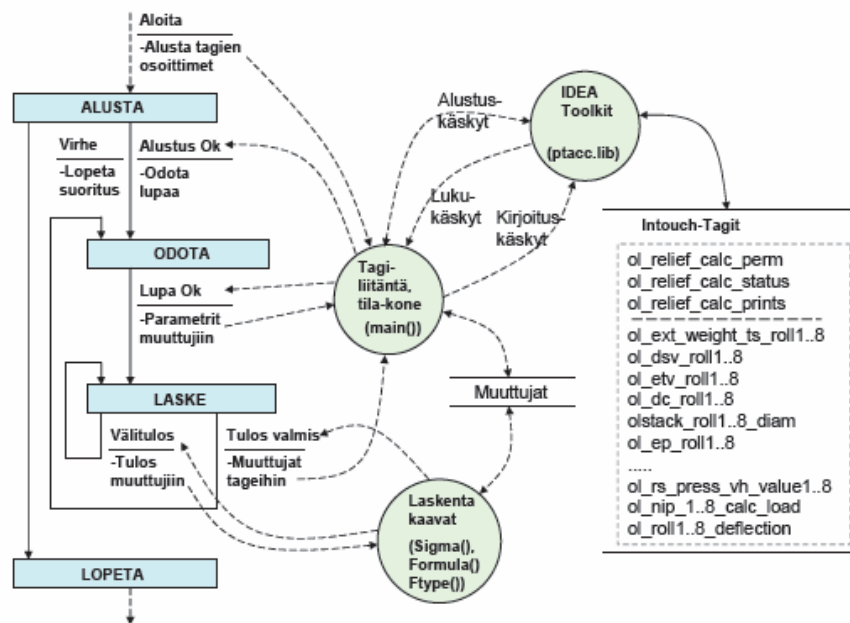


### 7.3 Telaston laskenta

Telaston kevennyspainneiden laskentasovellus on erillinen ohjelma, jonka käynnistymistä, pysäyttämistä ja laskenta-algoritmien suoritusta hallitaan HMI-sovelluksen kautta annetuilla komennoilla. Laskentasovellus liittyy InTouchin tageihin erillisen aliohjelmakirjaston avulla. Seuraavissa luvuissa esitellään laskentasovelluksen tarkempi toiminta SA-suunnittelun kaavioin sekä C++-kielisin ohjelmaesimerkein.

#### 7.3.1 SA-suunnittelu

Telaston laskentasovellus on mallinnettu käyttäen SA-suunnittelua. Laskentasovelluksen kohdalla loogisen mallin hierarkiaa on syvennetty, eli siihen on lisätty uusi taso. Näin toiminnalliset osat ovat verrattain yksinkertaisia ja helposti ymmärrettäviä. Seuraavassa kuvan 16 kaaviossa esitellään laskentasovelluksen toiminta yhdistetyssä tila- ja tietovuokaaviossa.



Kuva 16. Telaston laskentasovelluksen tila- ja tietovuokaavio.

Tila- ja tietovuokaavio perusteella voidaan tarkentaa kalanterin telaston laskentasovelluksen toimintakuvausta seuraavasti:

- Toiminnalliset osat ovat:
  - Tagi-liitäntä ja tilakone sovelluksen tilojen hallintaan.
  - IDEA Toolkit -aliohjelmakirjasto InTouchin tagikannan liityntään.
  - Telaston mekaanisen mallin mukaan ohjelmoidut laskentakaavat telaston kevennyspainneiden laskentaan.

2. ALUSTA-tila:
  - Kun sovellus käynnistyy, alustetaan sisäisten muuttujien osoittimet InTouchin tageihin.
  - Jos alustus menee ilman virheitä, siirrytään ODOTA-tilaan.
  - Jos virheitä ilmenee, siirrytään LOPETA-tilaan.
3. ODOTA-tila:
  - Lupa Ok -tieto aktivoidaan InTouchin näytöltä Laske-komennolla.
  - Kun lupa aktivoituu, luetaan telojen parametrit tageistä muuttujiin ja siirrytään LASKE-tilaan.
4. LASKE-tila:
  - Lasketaan kaavoja käyttäen välitulokset ja talletetaan ne muuttujiin.
  - Lasketaan telojen kevennyspaineiden asetusarvot. Kun tulokset ovat valmiit, ne talletetaan muuttujiin.
  - Lopuksi kirjoitetaan tulokset muuttujista InTouchin tageihin ja siirrytään takaisin ODOTA-tilaan.
5. LOPETA-tila:
  - Päätetään sovelluksen suoritus.

### 7.3.2 InTouchin tagiliitännä

InTouchin tagiliitännän kautta siirretään laskennassa tarvittavat tela-parametrit laskentasovelluksen käytettäväksi. Samoin laskennan tulokset siirretään tagiliitännän kautta näytölle ja S7-416 -logiikkaan koneohjauksen käyttöön.

Laskentasovelluksen ohjelmointiympäristö on Microsoft Visual C++ v6.0 sp3 (Microsoft Visual Studio 2012). Laskentasovellus liittyy InTouchin tageihin erillisen aliohjelmakirjaston, IDEA Toolkitin avulla. Ohjelmakirjaston periaatteita ja käyttöä on kuvattu InTouch Extensibility Toolkit -ohjeessa (Invensys Wonderware Documentation 2012c, 10.1–10.54).

IDEA Toolkit:iä käyttävän sovelluksen ohjelmoinnissa on huomioitava seuraavaa:

- Ohjelmakirjasto toimii 32-Bit Windowsissa.
- Ohjelmakirjastoa voidaan käyttää seuraavissa ohjelmointiympäristöissä: Microsoft C/C++, Microsoft Visual C/C++ (v6.0 sp3 tai myöhempi), Microsoft Visual Basic ja Microsoft Visual Studio 200n.
- IDEA Toolkit:iä käyttävällä sovelluksella on oltava kuvan 17 (s. 29) mukainen rakenne (Invensys Wonderware Documentation 2012c, 10.4).

An IDEA program that accesses InTouch data has the following structure:

1. Establish a connection (ACCID handle) with the InTouch runtime database by calling **PtAccInit**.
2. Prepare to access specific tagnames by calling **PtAccActivate** for each tagname to be accessed or changed. This creates HPT handles.
3. Read the specific tagnames that are needed as input for the algorithms by calling **PtAccReadD**, **PtAccReadI**, **PtAccReadR**, **PtAccReadA** or **PtAccReadM**.
4. Call **PtAccOK** to ensure that InTouch is still running and the tagnames that were read are still valid.
5. Perform computations as needed.
6. Write the results back to the InTouch tagname database by calling **PtAccWriteD**, **PtAccWriteI**, **PtAccWriteR**, **PtAccWriteA** or **PtAccWriteM**.
7. Repeat steps 3, 4, 5 and 6 as needed until time to shut down.
8. Shutdown by calling **PtAccShutdown** and exit.

Though the structure outlined in the previous steps is the simplest application of the IDEA Toolkit, it is probably adequate for the majority of users' needs. Other features are available to allow a more sophisticated program structure. Some of these are:

- A Windows program written with Microsoft Visual C++ can register with InTouch to be notified immediately when specific tagnames change values
- Refer to **PtAccActivateAndNotify** and **PtAccActivateAndSendNotify**

Kuva 17. InTouchin IDEA Toolkit-sovelluksen rakenne.

### 7.3.3 Laskentakaavojen ohjelmointiperiaate

Telaston kevennyspainoiden laskenta perustuu Optiload-kalanterin telaston mekaanisen mallin teknisessä raportissa (Metso Paper 2010, 4–17) esiteltyihin laskentakaavoihin. Laskennan esimerkiksi on valittu  $G_{tu}$ , telavaipan nippipituuden ulkopuolisen osan paino yhdellä puolella. Se on telakohtainen suure ja sitä tarvitaan myös kevennysvoimien laskennassa.  $G_{tu}$ :n laskentakaava on määritetty liitteessä 5 seuraavasti:

$$G_{tu} = \frac{1}{2} * \left\{ \left[ \frac{\pi}{4} * (D_{uv}^2 - D_{sv}^2) - \left( N_r * \frac{\pi}{4} * d_r^2 \right) \right] * (L_v - L_n) * \rho_v + \frac{\pi}{4} * (D_{up}^2 - D_{uv}^2) * (L_p - L_n) * \rho_p \right\} \quad (1)$$

- $D_{uv}$  telavaipan ulkohalkaisija.  
 $D_{sv}$  telavaipan sisähalkaisija.  
 $N_r$  periferiaporausten reikien lkm.

$d_r$	periferiaporausten reiän halkaisija.
$L_v$	telavaipan pituus.
$L_n$	nippipituus.
$\rho_v$	telavaipan tiheys.
$D_{up}$	pinnoitteen ulkohalkaisija.
$L_p$	pinnoitteen pituus.
$\rho_p$	pinnoitteen tiheys.
$g$	maan vetovoiman kiihtyvyys, 9.81 m/s <sup>2</sup> .

Edellä esitelty kaava on ohjelmoitu laskentasovellukseen taulukon 4 mukaisesti (s. 31).

Taulukko 4. Telaston laskentasovelluksen  $G_{tu}$  -laskenta

```
// -----
// 1.5:Gtu_ts = 0.5*( [(PI/4)*F1-(Nr*F2)]*(Lv-Ln)*Psv+(PI/4)*F3*(Lp-Ln)*Pp )*g
//   Gtu_ds = 0.5*( [(PI/4)*F1-(Nr*F2)]*(Lv-Ln)*Psv+(PI/4)*F3*(Lp-Ln)*Pp )*g
//       F1 = pow (Duv,2)-pow(Dsv,2)
//       F2 = (PI/4)*pow(Dr,2)
//       F3 = pow(Dup,2)-pow (Duv,2)
// -----
if (ol_prints > 0) printf("\n\nGtu:\n");
for(i=0; i< ol_mrcount; i++) // loop for all m.rolls
{
  // F1:
  k=Ftype("(p)-(p)");
  px1=2; px2=2;
  F1 = Formula(Duv[i],px1,Dsv[i],px2,dummy1,dummy1,k,printex);

  // F2:
  k=Ftype("/*(p)");
  tmptab1[0]=PI; tmptab1[1]=4.0;
  px1=2;
  F2 = Formula(tmptab1[0],tmptab1[1],Dr[i],px1,dummy1,dummy1,k,printex);

  // F3:
  k=Ftype("(p)-(p)");
  px1=2; px2=2;
  tmptab1[0]=Dup[i]; // test Dup, in termoroll it is 0.0
  if (tmptab1[0]==0.0) tmptab1[0]=Duv[i]; // use Duv , > 0.0
  F3 = Formula(tmptab1[0],px1,Duv[i],px2,dummy1,dummy1,k,printex);

  Gtu_ts[i] = 0.5*( ((PI/4.0)*F1-(Nr[i]*F2))*(Lv[i]-Ln)*Psv[i]
    +((PI/4.0)*F3*(Lp[i]-Ln)*Pp[i]) )*gee;
  Gtu_ts[i] = Gtu_ts[i]/1000000000.0; // Psv[i] ja Pp[i] po. *1.0e-9
  if (ol_prints > 0) printf(" Gtu_ts r:%d=%6.3f\n", i, Gtu_ts[i]); // show results
  Gtu_ds[i] = Gtu_ts[i];
  if (ol_prints > 0) printf(" Gtu_ds r:%d=%6.3f\n", i, Gtu_ds[i]); // show results
} ...
```

Edellisestä ohjelmakoodista nähdään, että  $G_{tu}$ :n laskentakaava on jaettu kolmeen erikseen laskettavaan osaan

$$- F1 = D_{uv}^2 - D_{sv}^2 \quad (2)$$

$$- F2 = \frac{\pi}{4} * D_r^2 \quad (3)$$

$$- F3 = D_{up}^2 - D_{uv}^2 \quad (4)$$

Tätä, kaavojen jakamisen periaatetta on käytetty sovelluksen kaikkien monimutkaisempien kaavojen ratkaisuun. Sitä varten sovellukseen on ohjelmoitu joukko aliohjelmia, jotka ovat laajennus C++-kielen aritmeettisille käskyille. Näitä aliohjelmia ovat

- Ftype(): määrittelee laskennassa käytettävän aritmeettisen kaavan.
- Formula(): laskee tuloksen enintään 6 alkion välillä käyttäen määriteltyä aritmeettista kaavaa.
- Sigma(): kutsuu Formula()-aliohjelmaa ja laskee tuloksen enintään 6 taulukon välillä käyttäen määriteltyä aritmeettista kaavaa.

Jos tarkastellaan ohjelmakoodia lisää havaitaan että F1 ratkaistaan seuraavasti:

- $k = \text{Ftype}("p)-(p)");$ 
  - Aliohjelmalle Ftype viedään parametrina kaavan merkkijonoesitys " $p)-(p)$ ", jossa (p) tarkoittaa potenssiin korotusta.
  - Kaavan tyyppiä ilmaiseva kokonaisluku palautetaan muuttujaan k.

Laskennan käyttöön ohjelmoitujen kaavojen ja niitä vastaavien kokonaislukuarvojen nähdään aliohjelman Ftype() ohjelmakoodissa taulukossa 5 (s. 33).

Taulukko 5. Telaston laskentasovelluksen Ftype()-aliohjelman.

```

/*****
/* Function for formula checking
*****/
int Ftype( /* Out: result */
           char *sform)
           /* Inp: calculation formula */
{
    int f_type = 0;
    char ft[10];

    strcpy(ft, sform);
    //printf("\n Ftype formula: %s\n", ft);

    if (strcmp(sform,"*") == 0) f_type = 1; // multiply
    else
    if (strcmp(sform,"/") == 0) f_type = 2; // devide
    else
    if (strcmp(sform,"*/") == 0) f_type = 3; // multiply and devide
    else
    if (strcmp(sform,"/*") == 0) f_type = 4; // devide and multiply
    else
    if (strcmp(sform,"/*+") == 0) f_type = 5; // (devide and multiply) and plus
    else
    if (strcmp(sform,"*/+*/") == 0) f_type = 6; // (multiply and devide) plus
    // (mul// tiply and devide)

    else
    if (strcmp(sform,"*/-*/") == 0) f_type = 7; // (multiply and devide) minus
    // (multiply and devide)

    else
    if (strcmp(sform,"*//*") == 0) f_type = 8; // (multiply and devide and
    // multiply)

    else
    if (strcmp(sform,"/*+/*") == 0) f_type = 9; // (devide and multiply) plus
    // (devide and multiply)

    else
    if (strcmp(sform,"/*-/*") == 0) f_type = 10; // (devide and multiply)
    // minus (devide and multiply)

    else
    if (strcmp(sform,"**") == 0) f_type = 11; // (multiply and multiply
    // and multiply)

    else
    if (strcmp(sform,"*(p)") == 0) f_type = 12; // (devide and multiply(power))
    else
    if (strcmp(sform,"(p)-(p)") == 0) f_type = 13; // (power-power)

    return (f_type);
} // Ftype

```

Edellisestä ohjelmakoodista nähdään, että kaavan merkkijonon esityksellä ”(p)-(p)”, palautuu Ftype():stä kokonaislukuarvo 13.

Jos tarkastellaan lisää F1:n ratkaisua, niin

- $px1 = 2; px2 = 2;$ 
  - Muuttujat  $px1$ , ja  $px2$  asetetaan arvoihin 2. Tämä vastaa kaavassa käytettävää potenssia.
- $F1 = \text{Formula}(\text{Duv}[i], px1, \text{Dsv}[i], px2, \text{dummy1}, \text{dummy1}, k, \text{printex});$ 
  - $\text{Formula}()$ -aliohjelma laskee kaavan mukaisen tuloksen. Tulos lasketaan telaston kaikille väliteloilte, eli muuttujien arvot ovat taulukoissa joita indeksoidaan muuttujalla  $[i]$ .
  - Kaavan (2) mukaan lasketaan kahden muuttujan 2-potenssin erotus. C++-kielessä potenssiin korotus suoritetaan pow-aritmetiikkakäskyllä.
  - Ensimmäinen muuttuja on  $D_{uv}[i]$  ja sen potenssin arvo on parametrin  $px1$  arvona.
  - Toinen muuttuja on  $D_{sv}[i]$  ja sen potenssin arvo on parametrin  $px2$  arvona.
  - Laskentakaavan tunnus on parametrin  $k$  arvona.
  - Parameterilla  $\text{printex}$  ohjataan laskentasovelluksen tulosteita näytöllä.

Kun F1 ratkaistaan, ohjelmakoodin suoritus  $\text{Formula}()$ -aliohjelmassa on taulukon 6 (s. 35) mukaisesti seuraava:

- $\text{switch}(\text{ftyp})$ 
  - ...
  - case 13: {  $f\_result = ..$  }, käskyjen mukaisesti.
  - return ( $f\_result$ ), palauttaa tuloksen F1:een.



Taulukko 6. Telaston laskentasovelluksen Formula()-aliohjelman.

```

/*****
/* Function for sigma calculation
*****/
float Formula(          /* Out: result */
    float par1,        /* Inp: pointer to par1_table[0] */
    float par2,        /* Inp: pointer to par2_table[0] */
    float par3,        /* Inp: pointer to par3_table[0] */
    float par4,        /* Inp: pointer to par4_table[0] */
    float par5,        /* Inp: pointer to par5_table[0] */
    float par6,        /* Inp: pointer to par6_table[0] */
    int ftyp,          /* Inp: calculation formula */
    int prnt)         /* Inp: print out */
{
    float f_result;

    f_result = 0;
    if (prnt==1) printf("\n Formula: type=%d\n", ftyp);
    // calculate indexed sigma
    switch (ftyp) {
    case 1:
        { // multiply: par1*par2
            f_result = par1*par2;
            if (prnt==1)
                printf(" ftyp=1: par1=%6.3f, par2=%6.3f\n",par1, par2);
            if (prnt==1)
                printf(" f_result=%6.3f\n",f_result);
            break;
        }
    case 2:
        { // devide: par1/par2
            ...
        }
    ...
    case 13:
        { // (power-power): (pow(par1,par2)-pow(par3,par4))
            f_result = pow(par1,par2)-pow(par3,par4);
            if (prnt==1)
                printf(" ftyp=13: par1=%6.3f, par2=%6.3f, par3=%6.3f\n",par1,
                    par2, par3);
            if (prnt==1)
                printf(" par4=%6.3f\n",par4);
            if (prnt==1)
                printf(" f_result=%6.3f\n",f_result);
            break;
        }
    default: f_result = 0;
    break;
    }
    return (f_result);
} // Formula

```

Jos seurataan pääohjelmassa (liite 7)  $G_{nu}$ :n laskentaa eteenpäin, niin ohjelmassa suoritetaan vielä seuraavaa:

- F2 ratkaistaan kaavan (3) mukaisesti.
  - $k=Ftype('/*(p)')$ , palauttaa kaavalle kokonaislukuarvon 12.
  - Formula()-aliohjelmaa kutsutaan parametreilla  $\pi$ , 4.0,  $D_r[i]$  ja 2.
- F3 ratkaistaan kaavan (4) mukaisesti
  - $k=Ftype('(p)-(p)')$ , palauttaa kaavalle kokonaislukuarvon 13.
  - Formula()-aliohjelmaa kutsutaan parametreilla  $D_{up}[i]$  tai  $D_{uv}[i]$ , 2,  $D_{uv}[i]$  ja 2. Jos  $D_{up}[i]=0$ , käytetään  $D_{uv}[i]$ .
- Lopuksi ratkaistaan  $G_{nu}$  molemmille puolille käyttäen osatuloksia F1, F2 ja F3. Merkinnöissä ts tarkoittaa hoitupuolta ja ds käyttöpuolta.

Laskentasovelluksen suoritus etenee aina aiemmin esitetyn SA-mallin tilakaavion mukaisesti. Siis ohjelman käynnistyttyä odotetaan laskentalupaa. Kun lupa saadaan, ohjelma etenee laskien tarvittavien suureiden välituloksia kaikille telaston väliteloilte. Sovellukseen ohjelmoitua noin 25 laskentakaavaa on pilkottu pienempiin osiin ja laskennassa käytetään sovellukseen ohjelmoituja erityisiä aritmetiikkalaajennuksia toteuttavia aliohjelmaa. Lopuksi laskennan tuloksena välitelojen kevennyspaineiden arvosarvot kirjoitetaan InTouchin tageihin koneohjaussovelluksen käyttöön.

### 7.4 Käyttöliittymä

Kalanterin telaston hallinta- ja laskentasovelluksen operointiin liittyvät toiminnot on kuvattu projektiin sisältyvässä koneohjausjärjestelmän käyttö- ja huolto-ohje dokumentissa (Metso Paper 2011, 27–30, 47–48). Sovelluksen käyttöliittymässä on seuraavia näyttökuvia:

- telaston yleiskuva
- telanvaihto
- telaston kevennyspaineiden laskenta.

Seuraavissa luvuissa selvitetään yleisesti telan vaihtoon ja telatietojen hallintaan liittyvää operointia näyttökuvien avulla.

## Kalanterin laskentasovelluksen suunnittelu OS-palvelimeen



Kalendar stapel						
	Vals nummer	Vals typ	Diameter (mm)	Drifttimmar (h)	Bytes tid	
Vals 1	3	0092002	SymCD	872.00	100	09/16/2011 9:23:59 A
Vals 2	8	0092028	Termo	766.40	0	09/16/2011 9:55:22 A
Vals 3	18	0092038	Polymer	786.30	0	09/16/2011 9:25:14 A
Vals 4	10	0092030	Termo	765.50	0	09/16/2011 9:56:08 A
Vals 5	19	0092039	Polymer	787.45	0	09/16/2011 9:25:23 A
Vals 6	16	0092036	Polymer	787.65	0	09/16/2011 9:25:03 A
Vals 7	7	0092027	Termo	766.40	0	09/16/2011 9:54:50 A
Vals 8	13	0092033	Polymer	787.20	0	09/16/2011 9:24:53 A
Vals 9	9	0092029	Termo	766.40	0	09/16/2011 9:55:52 A
Vals 10	2	0092001	SymCD	871.94	0	09/23/2011 6:04:36 P

Uppdaterad: 2011-04-04 16:28:01

Valsbyte Avlastn.kalkulering

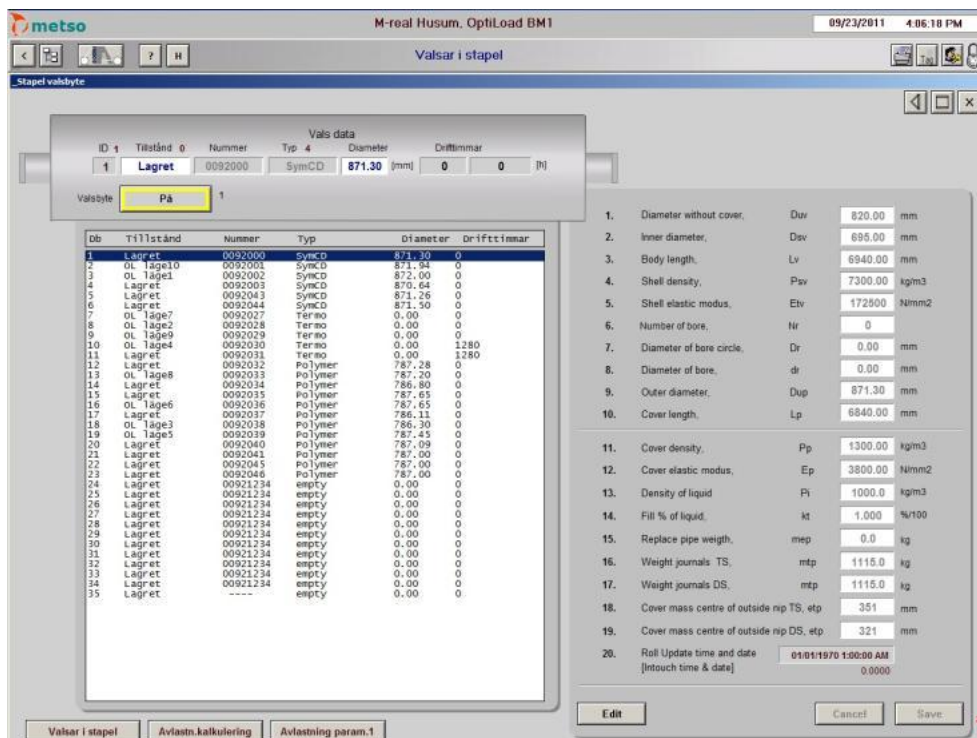
16:09:33 09/22 Knapp för att aktivera profilkonfigering iSystem ACN Tit

Kuva 18. Valsar i stapel-telaston yleiskuva .

Telaston yleiskuva on informatiivinen ja siinä näytetään telastossa olevien telojen seuraavia tietoja:

- telan numero Vals nummer-kentässä
- telan tyyppi Vals typ-kentässä
- telan halkaisija Diameter-kentässä
- telan käyttötunnit Drifttimmar-kentässä
- telan vaihdon aika Byte-kentässä.

## Kalanterin laskentasovelluksen suunnittelu OS-palvelimeen

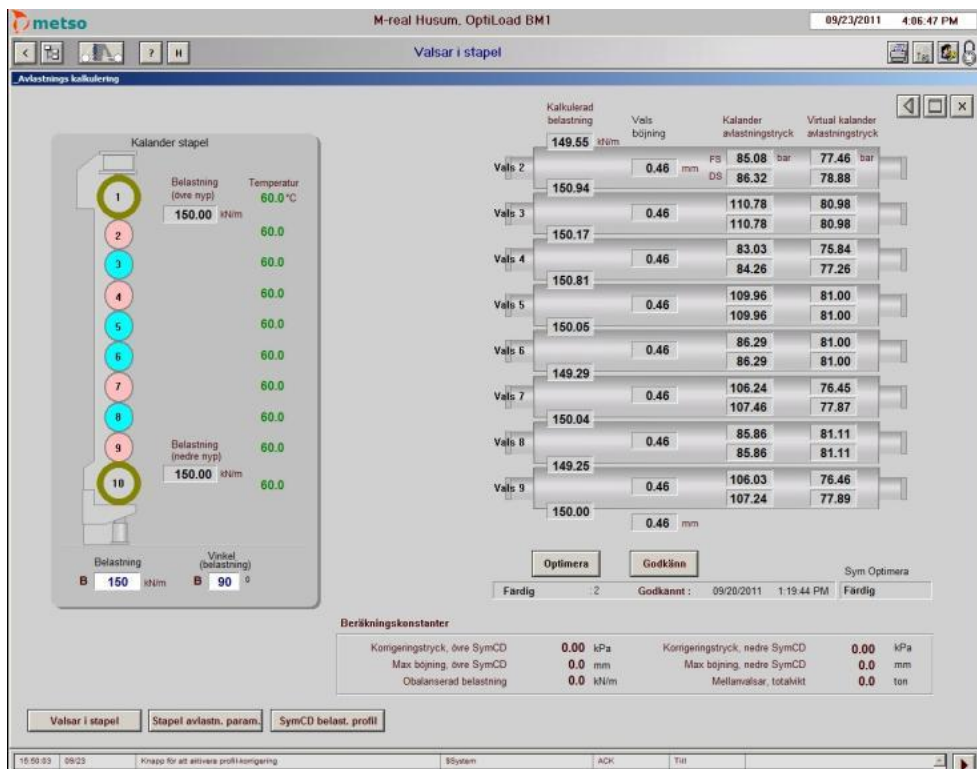


Kuva 19. Valsbyte-telantvaihtokuva.

Telantvaihtokuvan kautta hallitaan telastossa olevia teloja. Lisäksi kuvan kautta voidaan katsella tai muuttaa telatietokannassa olevia telojen tietoja ja parametreja. Telantvaihto suoritetaan seuraavasti:

- Telantvaihtotila käynnistetään Valsbyte På-painikkeella.
  - Toimintakuvausten mukaan telantvaihtotilan voi aktivoida vain jos kalanterin ajo on pysäytetty, eli telojen pyörimisnopeus on nolla.
- Kuvan telaluettelosta valitaan telastosta pois vaihdettava tela.
  - Muutetaan valitun telan tila Tillstånd-kentässä Lagret-tilaan (varastoon).
- Valitaan kuvan telaluettelosta uusi tela siirrettäväksi telastoon.
  - Muutetaan valitun telan tila Tillstånd-kentässä esimerkiksi Olläge1-tilaan.
  - Jos uusi tela on tullut hionnasta, muutetaan sen halkaisija oikeaan arvoon Diameter-kentässä.
- Sen jälkeen kun telaston laskenta on suoritettu, voidaan telantvaihtotila lopettaa Valsbyte På-painikkeella.

## Kalenterin laskentasovelluksen suunnittelu OS-palvelimeen



Kuva 20. Avlastnings kalkylering-kevennyspainelaskenta.

Kevennyspainoiden laskentakuvan kautta ohjataan telojen kevennyspainoiden asetusarvojen laskentaa seuraavasti:

- Laske-komento annetaan Optimera-painikkeella. Tällöin laskentasovellus saa laskentaluvan.
- Hyväksy-komento annetaan Godkänn-painikkeella. Tällöin lasketut kevennyspainoiden asetusarvot kopioidaan S7-koneohjaussovelluksen käyttöön.

Laskentakuvassa näytetään lisäksi seuraavia tietoja:

- telaston nippien viivakuormat
- termotelojen lämmityspiirien lämpötilat
- telojen lasketut taipuma-arvot
- Sym-telan ohjausta varten lasketut virtuaalitelaston paineohjeet
- muita laskentaan liittyviä vakioarvoja.

## 8 YHTEENVETO

PC-valvomon päivitysprojektin toteutusaikataulu oli tiukka. Suunnittelu onnistui SW-määrittelyn ansiosta hyvin ja työ valmistui ajoissa. Käyttöönottamisen aikataulu oli myös riittävä ja kalanterin koneohjausjärjestelmän oikea toiminta saatiin testattua ennen päällystyskoneen käynnistymistä. Projekti oli myös taloudellisesti kannattava, sillä suunnittelun ja käyttöönottamisen budjetoidut kustannukset alittuivat huomattavasti.

Projektin toteutuksen edellytys oli perusteellinen SW-määrittely. Se laadittiin ryhmätyönä riittävän laajan kokemustaustan omaavien suunnittelijoiden toimesta. Tässä tarvittiin Optiload-kalanterin syvällistä tuntemusta, palvelinkoneiden, tietokantasovellusten ja ohjelmoinnin osaamista. Hyvä englannin ja tässä tapauksessa riittävä ruotsin kielentaito olivat tietysti peruslähtökohta sujuvaan yhteistyöhön globaalien asiakkaiden kanssa ja johtivat lopulta onnistumiseen projektissa.

Suunnittelutyössä mallia otettiin MetsoDna:lla toteutetusta telaston hallinta- ja laskentasovelluksesta. OS-palvelimen HMI-sovellukseen suunniteltiin myös yhteneväiset näyttökuvat. SQL Serverin telatietokannan suunnittelussa mallia voitiin ottaa aiemmista rullankäsittelykoneiden samankaltaisista sovelluksista. Telaston laskentasovelluksen kaavojen oikea toiminta testattiin double-check -periaatteella. Testauskäyttöön jätetyllä vanhalla HP Unix -työasemalla saatiin samat laskentatulokset, kuin uudistetulla OS-palvelimella.

Projektin dokumentaatio sisälsi laitteistojen teknisen erittelyn, valvomon järjestelmän layout-kaavion, sekä päivitetyn käyttö- ja huolto-ohjeen. Dokumentaatio toimitettiin ajoissa, ennen järjestelmän käyttöönottoa.

Käyttöönotto oli ajoitettu tehtaan tuotantoseisokkiin. Uuden laitteiston asennus ja järjestelmän käynnistys sujui nopeasti. Telastossa olevien telojen tiedot syötettiin tietokantaan ja kevennyspainoiden laskennan todettiin toimivan. Telaston hallinta- ja laskentasovelluksen toiminnassa ei havaittu virheitä. Käyttöönoton varmistamiseksi myös kalanterin koneohjaukset oli testattava kaikilta osin, tätä varten asiakkaalta oli pyydetty 2 tampuuria koeajoja varten. Kalanterin CD-säätöjen laskentasovellusten parametritiedostoja jouduttiin päivittämään uudempaan versioon, jotta kalanterin viivakuorman laskenta toimisi oikein. Muilta osin kalanterin koeajoissa ei havaittu toiminnallisia virheitä, näin ollen kone oli valmis tuotantokäyttöön.

Operaattorien koulutus annettiin ryhmittäin kunkin vuoron alkaessa tuotantoseisokin aikana. Koulutuksessa esiteltiin uudistettu käyttöliittymä ja suoritettiin telan vaihtoon liittyvät operoinnit. Operaattorit olivat tyytyväisiä toimintojen selkeyteen ja HMI-sovelluksen nopeaan vasteeseen.

Projektiin on liittynyt takuukäynti. Sen tarkoitus oli päivittää kalanterin kiinnirullaimen painotelan ohjauksen resepti-sovellus uudempaan versioon. Käyttöönnotossa OS-palvelimeen jätetty vanha sovellus oli toiminut välillä virheellisesti.

Kalanterin telaston hallinta- ja laskentasovellusta voidaan kehittää edelleen. Hallintasovelluksen tietokantapalvelin malli on järkevä ja ratkaisu on toimintavarma. Tässä projektissa tietokannassa sijaisi vain yhden Optiload-kalanterin telaston ja telojen tiedot, seuraava versio voi sisältää taulut useammalle telastolle. Lisäksi sovelluksen integrointi Siemensin WinCC-ympäristöön voi tulla ajankohtaiseksi.

Tulevaisuus laskentasovelluksen kohdalla sisältää useampia vaihtoehtoja. Todennäköistä on, että ohjelma siirretään Matlab-ympäristöön suoritettavaksi. Se ei vaadi kovinkaan suurta tuotekehityspanosta. Mutta Matlab-sovelluksen liittäminen eri ohjausjärjestelmiin vaatii enemmän kehitystyötä ja vaihtoehtoja sekä niiden ratkaisua on mietittävä tarkkaan. Tässä painoarvo on mallilla, jonka elinkaari olisi riittävän pitkä.

## LÄHTEET

Aten Internation Co.Ltd. 2012. CE800 USB KVM Extender (Audio Support). Viitattu 15.11.2011.

[http://www.aten.com/data/edm/2007\\_form/ce800/CE800\\_web.html](http://www.aten.com/data/edm/2007_form/ce800/CE800_web.html)

Hewlett-Packard Development Company, L.P. 2007. HP Server Product Selector. Viitattu 16.11.2011.

[http://h10018.www1.hp.com/wwsolutions/selector/index\\_server.html?jumpid=ex\\_r163\\_us/en/esn/eb/issitelinks\\_svrprodselect\\_googlesemaw/&s\\_kwcid=TC%7C14803%7CHP%20servers%7C%7CS%7C%7C6383225364](http://h10018.www1.hp.com/wwsolutions/selector/index_server.html?jumpid=ex_r163_us/en/esn/eb/issitelinks_svrprodselect_googlesemaw/&s_kwcid=TC%7C14803%7CHP%20servers%7C%7CS%7C%7C6383225364)

Invensys Inc. 2012. Wonderware InTouch HMI. Viitattu 26.11.2011.

<http://global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareInTouchHMI.aspx>

Invensys Wonderware Documentation. 2012a. Product InTouch. InTouch HMI Supplementary Components Guide. pdf-tiedosto. Viitattu 13.11.2011.

[https://wdn.wonderware.com/sites/WDN/Pages/Tech\\_Support/BasicDocumentation.aspx](https://wdn.wonderware.com/sites/WDN/Pages/Tech_Support/BasicDocumentation.aspx)

Invensys Wonderware Documentation. 2012b. Product InTouch. InTouch HMI Concepts and Capabilities Guide. pdf-tiedosto. Viitattu 10.11.2011.

[https://wdn.wonderware.com/sites/WDN/Pages/Tech\\_Support/BasicDocumentation.aspx](https://wdn.wonderware.com/sites/WDN/Pages/Tech_Support/BasicDocumentation.aspx)

Invensys Wonderware Documentation. 2012c. Product InTouch.. Wonderware FactorySuite InTouch Extensibility Toolkit. pdf-tiedosto. Viitattu 09.01.2012.

[https://wdn.wonderware.com/sites/WDN/Pages/Tech\\_Support/BasicDocumentation.aspx](https://wdn.wonderware.com/sites/WDN/Pages/Tech_Support/BasicDocumentation.aspx)

Kokkonieniemi, J. 2011. OS-palvelimen konfigurointi laskenta- ja säätösovelluksille. Seminaari. Valkeakoski. 19.11.2011. Hämeen ammattikorkeakoulu. Projektityöraportti.

Matrox, Graphics Cards. 2012. Matrox P690 LP PCIe x1. Viitattu 03.01.2012.

[http://www.matrox.com/graphics/en/products/graphics\\_cards/p\\_series/p690lp\\_pciex1/](http://www.matrox.com/graphics/en/products/graphics_cards/p_series/p690lp_pciex1/)

Metso Paper. 2001. Handbok för Optiload-10 multinip kalendar, Konstruktion och funktionsprincip. Avenue Intranet. [intranet] Viitattu 10.2.2012.

<http://winder.eu2.mnet/coa/2001/Husumbm1/html/index.htm>



Metso Paper. 2010. Tekninen raportti T49460 Rev 4 - Optiload kevennys-ohjaus. Avenue Intranet. [intranet] Viitattu 15.11.2011.

S:\Cal\Adesign\Projects\HUSOLUNIX\_M-real\_PSO project\OptiLoad  
Unixin päivitys\PÄÄSUUNNITTELIJA\REB 2011\telasto

Metso Paper. 2011. Beskrivning av maskinstyrsystem, Driftinstruktioner. Avenue Intranet. [intranet] Viitattu 14.2.2012.

<http://winder.eu2.mnet/coa/2001/Husumbm1/html/index.htm>

Microsoft Corporation, MSDN Blogs. 2012. Viitattu 24.01.2012.

<http://blogs.msdn.com/b/vijaysk/archive/2009/08/16/you-must-use-the-role-management-tool-to-install-or-configure-microsoft-net-framework-3-5.aspx>

Microsoft Server and Cloud Platform. 2012. Windows Server 2008 R2. Viitattu 01.01.2012.

<http://www.microsoft.com/en-us/server-cloud/windows-server/default.aspx>

Microsoft SQL Server. 2011. Microsoft SQL Server Express Edition. Viitattu 21.11.2011.

<http://www.microsoft.com/sqlserver/en/us/editions/express.aspx>

Microsoft Visual Studio. 2012. Visual C++. Viitattu 14.01.2012.

<http://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/hh388567>

Siemens AG. 2011. Automation, Drive, and Building Technology Service & Support. S7-400 CPUs. Viitattu 15.12.2011.

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&objid=33810599&treeLang=en>

WikipediA, Vapaa tietosanakirja. 2011. RAID (tietotekniikka). Viitattu 20.11.2011.

[http://fi.wikipedia.org/wiki/RAID\\_\(tietotekniikka\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/RAID_(tietotekniikka))

Wonderware Inc, TechNote332. 2004. Configuring SIDirect DAServer to Communicate with S7 PLC Over TCP Connection. Viitattu 10.10.2011.

<https://wdnresource.wonderware.com/support/kbcd/html/1/t001161.htm>

Wonderware Inc, TechNote307. 2006. Multimonitor Support for FactorySuite2000 and FactorySuiteA. doc-tiedosto. Viitattu 20.11.2011.

<https://wdnresource.wonderware.com/support/kbcd/html/1/t001115.htm>

Wonderware Inc, TechNote772. 2011. Disabling UAC for Wonderware Product Support on Windows 2008 Server R2-64 bit. Viitattu 26.11.2011.

<https://wdnresource.wonderware.com/support/kbcd/html/1/t002552.htm>

Yourdon, Edward. 1984. Structured Design for Real-time Systems. Edition 3.0. New York: Yourdon Press. Viitattu 10.01.2012.

