



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# TABLETTIPURISTIMEN ETÄOHJAUS OMRONIN SARJALIIKENNEVÄYLÄSSÄ

TEKIJÄ: Jari Miettinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Elektroniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jari Markus Miettinen	
Työn nimi Tablettipuristimen etäohjaus Omronin sarjaliikenneväylässä	
Päiväys 10.4.2014	Sivumäärä/Liitteet 31
Ohjaaja(t) Tutkimusinsinööri Asmo Jakorinne	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Itä-Suomen yliopisto/Farmasian laitos/projektipäällikkö FT Simo-Pekka Simonaho	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli selvittää ja toteuttaa tablettipuristimen etäkäyttö tietokoneella Itä-Suomen yliopiston (UEF) Kuopion kampuksen farmasian laitoksen prosessilaboratorioon.</p> <p>Laboratorioon on rakennettu jatkuvatoiminen lääkkeenvalmistuslinjasto, jossa tablettipuristinta lukuun ottamatta laitteet ovat ohjattavissa ja monitoroitavissa yhdeltä pöytätietokoneelta. Tablettipuristimella on oma pisteensä, jossa on yhdistetty tietokone ja Omronin logiikka. Laitteen ohjaus ja tarkkailu vaatii sen luona käymisen linjaston ollessa käynnissä, mikä hidastaa ja vaikeuttaa työtä laboratoriossa.</p> <p>Opinnäytetyössä käsiteltiin perustietoa lääketableteista ja niiden ominaisuuksista sekä valmistuksesta. Kommunikointiin tablettipuristimen ja tietokoneen välillä käytettiin logiikan peripheral-porttia, OPC-palvelinta sekä LabVIEW-ohjelmaa. LabVIEW-ohjelmalla hyödynnettiin jaettuja muuttujia, jotka kommunikoivat PLC:n kanssa.</p> <p>Tuloksena tavoitteet saavutettiin osittain, tablettipuristin saatiin etäohjattavaksi ja se saatiin käynnistettyä ja pysäytettyä LabVIEW-ohjelmalla ja siitä nähtiin pari tablettipuristimen tietoa reaaliajassa. Kaikki tiedot eivät kuitenkaan näkyneet oikein, minkä syy jäi lopulta epäselväksi.</p>	
Avainsanat Omron PLC, OPC, LabVIEW, etäohjaus, tablettipuristin	
Julkinen	

Field of Study Natural Sciences			
Degree Programme Degree Programme in Electronic Engineering			
Author(s) Jari Markus Miettinen			
Title of Thesis Remote Control of a Tablet Press Machine via Omron's Serial Bus			
Date	April 10, 2014	Pages/Appendices	31
Supervisor(s) Mr. Asmo Jakorinne, Research Engineer / Savonia University of Applied Sciences			
Client Organisation /Partners Mr. Simo-Pekka Simonaho, PhD, Project Manager University of Eastern Finland/School of Pharmacy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to examine and implement the remote control of a tablet press machine for the process laboratory of the pharmacy facility in the University of Eastern Finland.</p> <p>There are continuous drug manufacturing facilities built in the laboratory where all the other equipment except for the tablet press machine can be remote controlled and monitored with a computer. The tablet press machine has its own monitoring spot, which has a computer and a PLC made by Omron. Controlling and monitoring the tablet press machine requires its user to go next to it which slows down the work. This final year project provides basic information about medicinal tablets, their properties and the way they are produced. A peripheral port, OPC-server and LabVIEW are used to make the communication between a computer and the tablet press machine. LabVIEW was used to make a program that uses shared variables to communicate with the PLC.</p> <p>As a result of this project the objectives were partially achieved, the tablet press machine was made remote controllable, it could be started and stopped with a LabVIEW program and some real time information could be read in it. However, all the data could not be seen and the reason for that remained unclear.</p>			
Keywords Omron PLC, OPC, LabVIEW, remote control, tablet press machine			
Public			

## ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyön ohjaajaa, tutkimusinsinööri Asmo Jakorinnettä kärsivällisyydestä ja erittäin hyvästä opastuksesta ja avusta opinnäytetyön teon aikana sekä projektipäällikkö Simo-Pekka Simonahoa todella hyvästä yhteistyöstä.

Kuopiossa 7.4.2014

Jari Miettinen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	LÄÄKETABLETIN VALMISTUS.....	7
2.1	Valmistusmenetelmät .....	7
2.2	Tabletin ominaisuudet .....	8
2.3	Valmistusvaiheet.....	8
2.4	Jauheiden käyttäytyminen puristamisen aikana.....	11
2.5	Tablettipuristin.....	12
2.6	Iskurit .....	14
3	TABLETTIPURISTIMEN ETÄOHJAUS OMRONIN SARJALIIKENNEVÄYLÄSSÄ.....	16
3.1	LabVIEW .....	16
3.2	Omron CJ1G-CPU44H.....	17
3.3	OPC-palvelin.....	18
4	TULOKSET JA POHDINTA.....	29
	LÄHTEET .....	30

## 1 JOHDANTO

Lääkkeellä tarkoitetaan valmistetta, jossa on yhtä tai useampaa eri lääkeainetta. Sen käyttötarkoituksena on parantaa, lievittää tai ehkäistä sairautta tai sen oireita ihmisessä. (Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen asetus lääkkeen määräämisestä, §2.) Lääke voidaan antaa eri muodoissa, kuten voiteina, tablettina, nesteinä tai ruiskeena. Suun kautta nautittava lääke on yleisin tapa saada lääkeaineet kehoon ja yleisin tapa lääkkeen annostusmenetelmänä on tabletti eri muodoissa. (Aulton 2007, 442.). Tässä työssä käsitellään tablettimuotoisia lääkevalmisteita. Tabletit ovat suosittuja monista syistä; niitä on helppo käsitellä ja käyttää ja niiden hinta lääkeannokseen nähden on pieni. Niitä saadaan myös valmistettua suuria määriä nopeasti koneellisesti. (Leskinen, 2013.)

Tabletti koostuu useasta eri ainesosasta, yhdestä tai useammasta varsinaisesta lääkeaineesta (aktiivisesta ainesosasta) ja monista muista täydentävästä ainesosasta, esimerkiksi laktoosista ja sellulosaasta, jotka auttavat tabletin saamista lopulliseen muotoonsa. Tabletit on tarkoitettu nautittavaksi suun kautta; jotkin niillä kokonaisina, toiset pureskellaan, kolmannet liuotetaan veteen ennen nauttimista ja neljännet pidetään suussa, jossa lääkeaine vapautuu. (Aulton 2007, 442.)

Tabletin valmistamistuksessa on monia vaiheita, jotta jauhemuotoisista lääkeaineista saadaan lopulta muodostettua helposti käsiteltävä kiinteä tabletti. Tärkein prosessi on aineiden puristaminen pienen tilaan. Ajatus lääkeaineiden puristamisesta yhtenäiseksi kappaleeksi ei ole uusi, jo vuonna 1843 ensimmäinen potilas sai käsikäyttöisellä puristimella puristetun tabletin. (Aulton 2007, 442.)

Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampuksen tiloihin on rakennettu jatkuvatoiminen lääkkeenvalmistuslinjasto, jossa tabletteja voidaan valmistaa suuria määriä nopeasti ja tutkia valmistusprosessin vaiheita erilaisilla mittausmenetelmillä, kuten NIR (near infrared) -spektrometrillä ja ultraäänellä. Linjaston laitteita pystytään valvomaan ja tarvittaessa ohjaamaan yhdeltä tietokoneelta, lukuun ottamatta viimeisessä vaiheessa tabletin valmistuksessa olevaa tablettipuristinta, jonka yhteydessä on oma tietokone. Tässä työssä selvitetään, voiko tablettipuristimen sisällyttää muiden laitteiden tyyliin etäkäytettäväksi ja -tarkkailtavaksi. Laboratorion työntekijöiden työntekoa helpottaisi, kun kaikkien laitteiden tiedot näkyvät samalta tietokoneelta ja tablettipuristimella ei tarvitse käydä erikseen. Haasteita tulee olemaan ainakin logiikan toiminnan ymmärtäminen ja yhteyden muodostaminen tablettipuristimelta tietokoneelle, joten työ on ainakin aluksi selvitystyötä. Apua ongelmiin saa logiikan manuaalista, valmistajalta sekä Internetin hakukoneista. Työn välitavoitteena on saada yhteyden muodostamisen lisäksi tehtyä LabVIEW-ohjelma, jolla tablettipuristimen etäohjauksen perustoiminnot onnistuvat. Lopullinen tavoite on tehdä ohjelmasta laajempi ja sisällyttää se aliohjelmaksi osaksi varsinaista ohjausjärjestelmää.

## 2 LÄÄKETABLETIN VALMISTUS

### 2.1 Valmistusmenetelmät

Lääketeollisuudessa tablettien valmistus perustuu erätoimiseen, jatkuvatoimiseen menetelmään tai niiden yhdistelmään, jossa tehdään tietty vaihe valmistusprosessista jatkuvatoimisena ja tietty osa prosessista erätoimisena. Erätoimisessa valmistusmenetelmässä tabletit valmistetaan nimensä mukaisesti erittäin, mikä tarkoittaa sitä, että kokonainen erä joudutaan hylkäämään, mikäli laatu ei vastaa vaatimuksia. Ongelmaksi muodostuvat suuret määrät, koska ei voida olla täysin varmoja tasaisesta laadusta. Jatkuvatoiminen menetelmä on ollut pitkään käytössä ruokateollisuudessa, jossa suuria määriä valmistetaan jatkuvasti. Koska lääkkeen valmistus muistuttaa paljon ruokateollisuudessa käytettyjä menetelmiä, otettiin myös lääketeollisuudessa käyttöön jatkuvatoiminen menetelmä. Jatkuvatoimisessa menetelmässä laatua voidaan valvoa jatkuvasti ja huonolaatuinen valmistehavaitaan aikaisessa vaiheessa. (Leuenberger 2001.)

Lääkkeenvalmistuksen kannalta suositeltu valmistustapa on automatisoitu jatkuvatoiminen menetelmä yhdistettynä tehokkaaseen tarkkailujärjestelmään. Jatkuvatoiminen valmistusprosessi mahdollistaa tehokkaan, laadukkaan ja edullisen valmistusprosessin. Jatkuvatoimisessa valmistuksessa voidaan prosessi optimoida tietyille tuotantonopeudelle, jolloin lopputuotteen laatu saadaan varmistettua helpommin. Mikäli tuotantomäärää halutaan lisätä, riittää että jatkuvatoimista tuotantolinjaa ajetaan kauemmin. Lääketeollisuus on ollut kuitenkin vastahakoinen siirtymään jatkuvatoimiseen valmistukseen, koska sen mukaan ainoastaan valmistamalla lääkkeitä erätoimisesti saadaan laadunvalvonta pidettyä vaaditulla tasolla. Erätoiminen menetelmä ei itse asiassa ole erityisen hyvä tuotteen laadun varmistamiseen, lisäksi se on melko tehoton resurssien hyödyntämisessä. Huonoista puolista huolimatta erätoimisessa valmistuksessa samaa laitetta voidaan käyttää eri tarkoituksiin, mikä on suuri etu. (Singh, Ierapetritou ja Ramachandran 2012.)

Jatkuvatoimiseen lääkkeenvalmistukseen siirtymisen taustalla ovat myös kustannussyihin liittyvät paineet. Uuden lääkkeen kehittäminen on kallista ja siihen liittyy lisääntynyt kilpailu, uusien markkina-alueiden avaaminen, kasvaneet mittasuhteet yleisessä hyötykäytössä ja taloudelliset paineet hintojen kontrollointiin, koska kustannuksia täytyy jotenkin pienentää. Yksi keino tähän on muuntaa valitut yksikköoperaatiot ja prosessit erätoimisesta valmistuksesta jatkuvatoimiseen valmistukseen. (Mollan & Lodaya 2004.)

Myös jatkuvatoimisessa menetelmässä on omat huonot puolensa: Yhden erän koko ei ole tarkkaan määritetty ja laitteisto ei yleisesti ole tasapainoisessa tilassa valmistuksen alkuvaiheessa. Tämän lisäksi lääkeaineet voivat olla hyvin herkkiä lämpötilalle ja kosteudelle, mikä johtaa pilaantumiseen. Siispä edellytyksenä on, etteivät lääkeaineen partikkelit ole prosessissa pidempään kuin on tarkoitus, mikä on hankalampaa jatkuvatoimisessa valmistusmenetelmässä. Toinen ongelma liittyy valmistusnopeuteen: lääketeollisuudessa tuotteen valmistaminen on paljon hitaampaa kuin ruokateollisuudessa. (Leuenberger 2001.)

## 2.2 Tabletin ominaisuudet

Kuten kaikissa muissakin lääkkeenantamismenetelmissä, tableteissa on lukuisia vaatimuksia niiden kemiallisista, fyysisistä ja biologisista ominaisuuksista. Lopulliset tuotteen laatuongelmat on syytä ottaa huomioon prosessin aikaisessa vaiheessa, sillä ne kertovat, saavutetaanko tavoitteet suunnittelu- ja valmistusvaiheessa. Testit ja spesifikaatiot tabletin ominaisuuksiin annetaan farmakopeassa eli kirjassa, jossa on mm. lääkeaineiden määritelmät. Tabletin täytyy olla seuraavien vaatimusten mukainen:

1. Tabletissa täytyy olla oikea määrä lääkeainetta.
2. Tabletin ulkonäön pitää olla miellyttävä ja sen painon, koon ja ulkomuodon johdonmukainen.
3. Lääkkeen pitää vapautua tabletista kontrolloidusti ja toistettavalla tavalla.
4. Tabletin tulee olla bioyhteensopiva eli sen ei tule sisältää täyteaineita, epäpuhtauksia tai mikro-organismeja, jotka voivat olla haitallisia potilaalle.
5. Tabletin täytyy kestää riittävää mekaanista rasitusta saamatta murtumia ja kulumatta sen eliniän aikana.
6. Tabletin tulee olla kemiallisesti, fyysisesti ja mikrobiologisesti vakaa sen eliniän aikana.
7. Tabletti täytyy suunnitella tuotteeksi, joka sopii potilaalle.
8. Tabletin tulee olla pakattu turvallisesti. (Aulton 2007, 442.)

## 2.3 Valmistusvaiheet

Tablettien valmistuksessa seurataan yleensä kuvan 1 mukaista järjestystä.



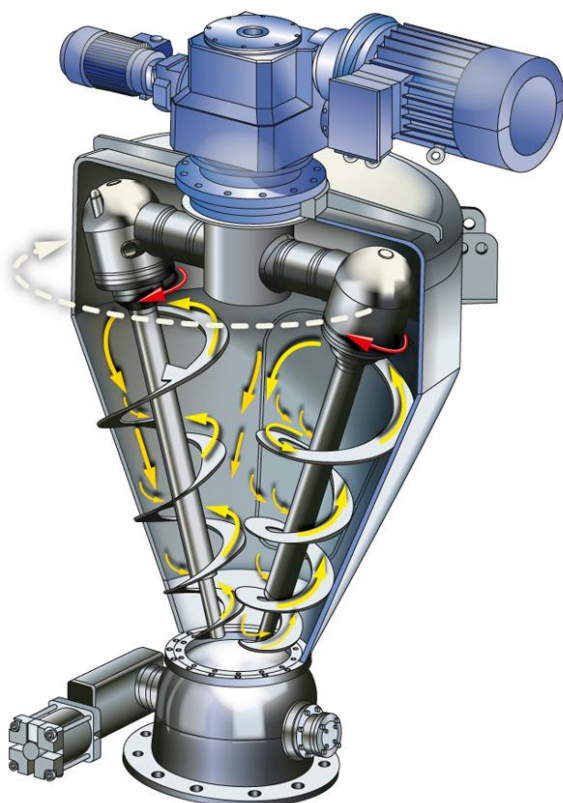
KUVIO 1. Esimerkki tabletin valmistusvaiheista jauheesta lopulliseksi tuotteeksi: sekoitus, rakeistus, kuivaus, puristus, päällystys, testaus (Leskinen 2013, figure 2.1).

Tablettiin tuleva lääkeaine sekä muut lisä- ja täyteaineet sekoitetaan ensin. Sekoitus tehdään, jotta aktiivisia komponentteja on tabletissa tasaisesti, tabletin ulkonäkö on hyvä ja lääkeaine vapautuu tabletista tapahtuu halutulla nopeudella (Aulton 2007, 153). Tabletin ainesosat syötetään sekoittimeen käyttämällä syöttölaitetta ja ne laitetaan sen syöttösuppiloon (kuva 1). Syöttölaitteesta ainesosat menevät sekoittimeen, esimerkiksi ruuvisekoittimeen (kuva 2).





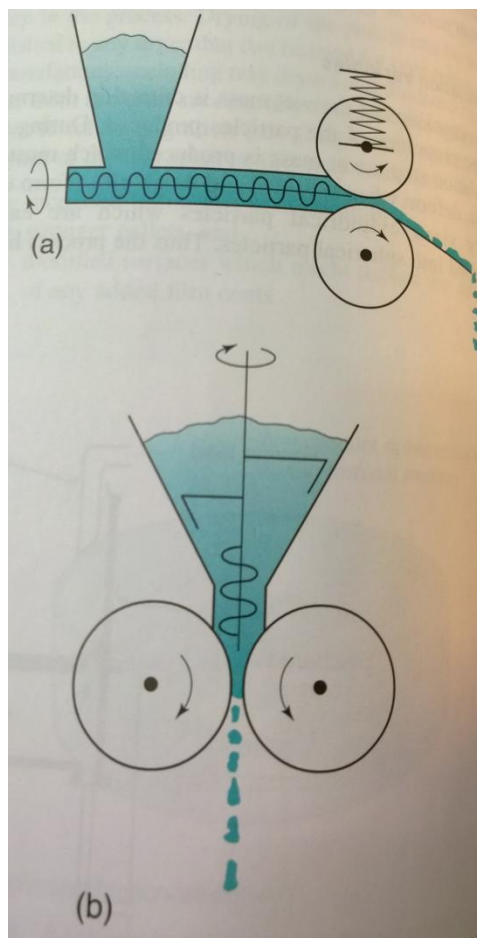
KUVA 1. Syöttölaite ja sen syöttösuppilo (K-Tron).



KUVA 2. Ruuvisekoittimen toimintaperiaatekuva (Hosokawa Micron).

Sekoittamisen jälkeen seos rakeistetaan, jotta sen liikkuvuus ja puristettavuusominaisuudet paranevat ja riski vaaratilanteisiin pienenee (Leskinen 2013). Rakeistus voidaan suorittaa monella eri tavalla, mutta tässä työssä esitellään vain rullapuristuksella tapahtuva rakeistus.

Rullapuristuksessa jauhesekoitus pakotetaan kahden vastakkaiseen suuntaan pyörivän rullan väliin, jotka puristavat sekoituksen puristetuksi levyksi (kuvat 3 ja 4). Tästä muodostunut levy on niin haurasta, että se hajoaa yleensä heti ulos tullessaan hiutaleiksi (Aulton 2007, 422).



KUVA 3. Kaksi erimallista rullapuristinta: (a) Alexanderwerk ja (b) Protec (Aulton 2007, fig 29.12).



KUVA 4. Pharmapaktor K -rullapuristin (Hosokawa-Alpine).

Rullapuristuksella tapahtuvan rakeistuksen edut:

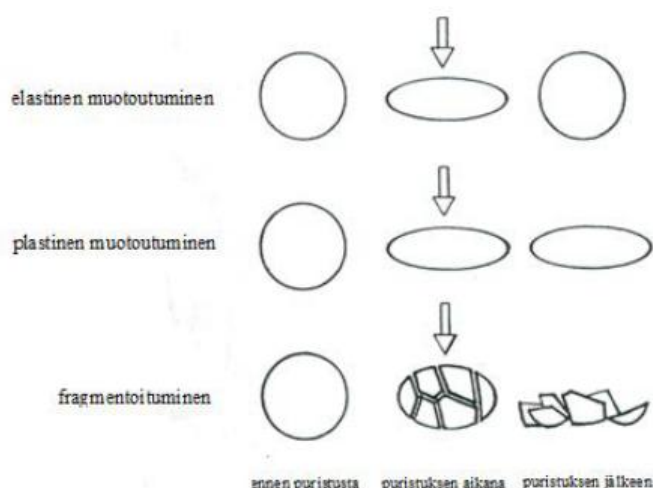
- Prosessi on ekonominen.
- Sitä voidaan hyödyntää erilaisten materiaalien kanssa, mutta kaikilla materiaaleilla ei ole siihen sopivia muodonmuutos- tai koossapysyvyysominaisuuksia.
- Se on suhteellisen halpa rakeistustapa muihin verrattuna.
- Prosessia voidaan skaalata helposti ylöspäin. (Aulton 2007, 423.)

Rakeistuksen jälkeen seokseen lisätään liukuainetta, joka estää jauheen tarttumista tabletin puristaviin muotteihin. Liukuaine ei ole nestettä tai öljyä, vaan kevyttä ja hienoa jauhetta. Yleensä tätä on 0,25 - 2 prosenttia seoksesta. Yleisin liukuaine lääketieteellisyydessä on magnesiumstearaatti. (Tousey 2003.)

Tablettien lopullinen muoto saadaan pakottamalla partikkelit lähietäisyyteen toistensa kanssa suuren paineen avulla, joka kytkee partikkelit huokoiseen ja yhtenäiseen geometriseen muotoon. Paine saadaan aikaan muotissa, jossa kaksi iskuria, ylä- ja alaiskuri, puristavat muotin puoliskot vastakkain. (Aulton 2007, 442.)

#### 2.4 Jauheiden käyttäytyminen puristamisen aikana

Tabletin muodostuminen puristamisessa voi tapahtua usealla eri tavalla. Jauheet käyttäytyvät eri tavalla materiaalista riippuen, mutta myös puristusolosuhteiden mukaan. Niiden käyttäytyminen puristuksessa voi olla elastista tai plastista tai partikkelit voivat fragmentoitua (kuvio 2). (Ylä-Outinen 2011.)



KUVIO 2. Jauheiden käyttäytyminen puristuksessa (Ylä-Outinen 2011, kuva 2).

Elastisessa muotoutumisessa materiaali palautuu, mutta plastisessa ei. Fragmentoitumisessa partikkelit hajoavat puristuksessa pienemmiksi osiksi muodostaen näin suuremman yhteenlasketun pinta-alan. Elastinen muotoutuminen ei ole edullista tablettien välisten sidosten muodostumisen kannalta,

vaan se voi heikentää tabletin lujuutta. Tablettia tehtäessä päämekanismit ovatkin plastinen muotoutuminen ja fragmentoituminen. Plastinen muotoutuminen mahdollistaa partikkelien väliset sidokset viemällä ne hyvin lähelle toisiaan. Tämä on ajasta riippuvaa, ja puristusnopeuden kasvattaminen voi heikentää tabletin lujuutta, koska se vähentää sidosten muodostumiseen käytettävissä olevaa aikaa. Fragmentoituminen on vähemmän ajasta riippuva kuin plastinen muotoutuminen, ja se tapahtuu heti paineen noustessa tarpeeksi korkealle. (Ylä-Outinen 2011.)

Kun jauhemassa on valunut tablettipuristimen syöttösuppilosta muottiin, tablettipuristimen iskurit pakottavat sen kovaan paineeseen. Jauhemassa alkaa pakkautua tiiviimpään tilaan, jossa partikkelit järjestyvät uudelleen niin kauan, että kaikki tyhjä tila on täyttynyt. Kun tyhjä tila on käytetty, hiukasten välille alkaa muodostua painetta, joka saa aikaan palautuvan muodonmuutoksen. Kun partikkelit ovat muotoutuneet elastisen myötörajansa yli, jauhe muotoutuu sen jälkeen joko plastisesti tai fragmentoituen. Plastinen muodonmuutos ja fragmentoituminen johtaa pinta-alan lisääntymiseen partikkeleissa, mikä mahdollistaa sidosten syntymisen. Iskurin noustessa muotista tabletissa tapahtuu elastinen laajeneminen. (Ylä-Outinen 2011.)

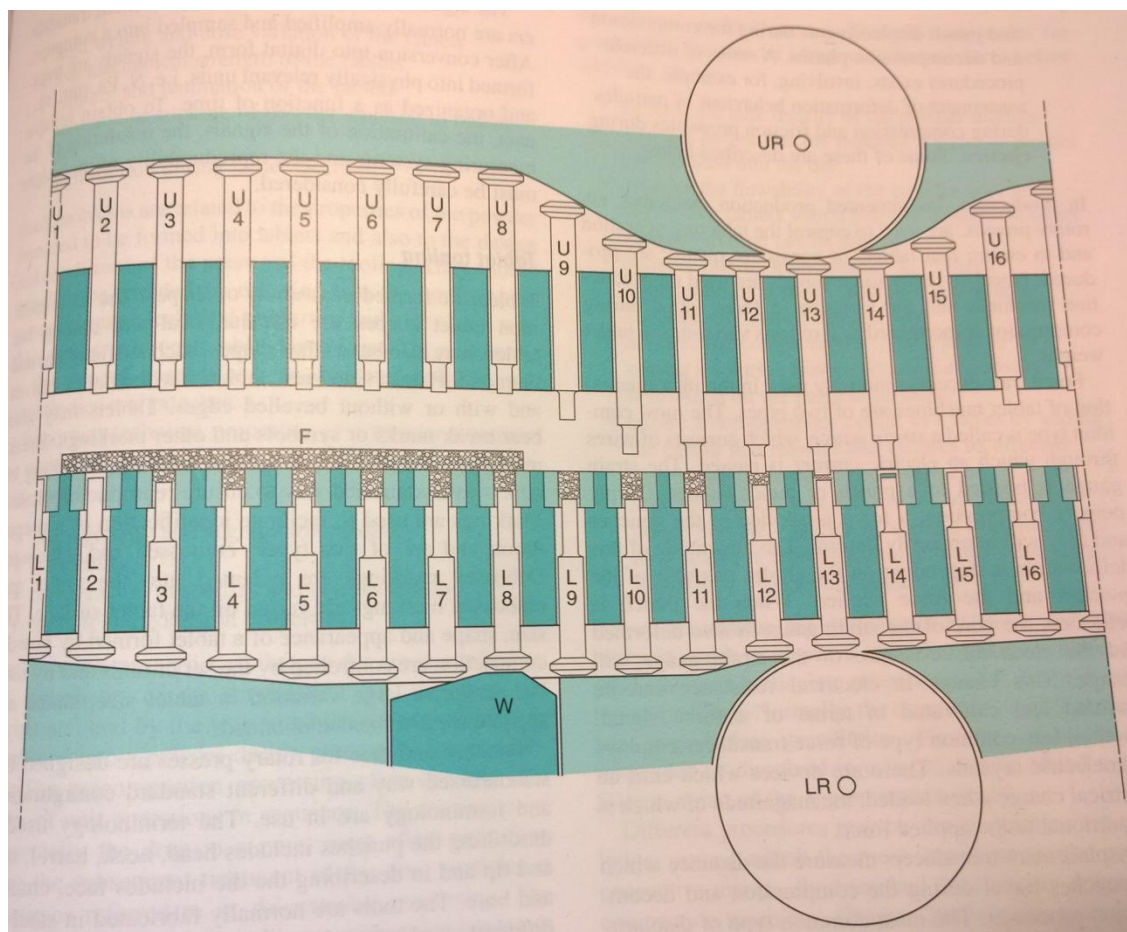
## 2.5 Tablettipuristin

Tablettipuristin, tai toiselta nimeltään tablettikone on tabletintekolinjaston lopussa ja puristaa ainekset kiinteäksi kappaleeksi kovan paineen avulla. Tablettipuristimia on olemassa kahdenlaisia: yhdellä iskuriparilla sekä usealla iskuriparilla olevia. Yhdellä iskuriparilla oleva tablettipuristin on selvästi yksinkertaisempi: siinä on yksi muotti ja iskurit pysyvät paikoillaan tabletin puristamiseen tarvittavaa liikettä lukuun ottamatta. Suppilo, jossa tabletin ainekset ovat, liikkuu laitteessa ja täyttää muotin tabletintekoaineilla ja siirtyy aina välillä pois. Tällainen tablettipuristin kykenee valmistamaan noin 200 tablettia minuutissa ja soveltuu näin pienien erien valmistamiseen esimerkiksi lääkkeen kehitysvaiheessa. (Aulton 2007, 444.) Kuvassa 5 Itä-Suomen yliopiston tiloissa käytettävä tablettipuristin.



KUVA 5. PR-1000-sarjan tablettipuristin (Pharm Tech Korea).

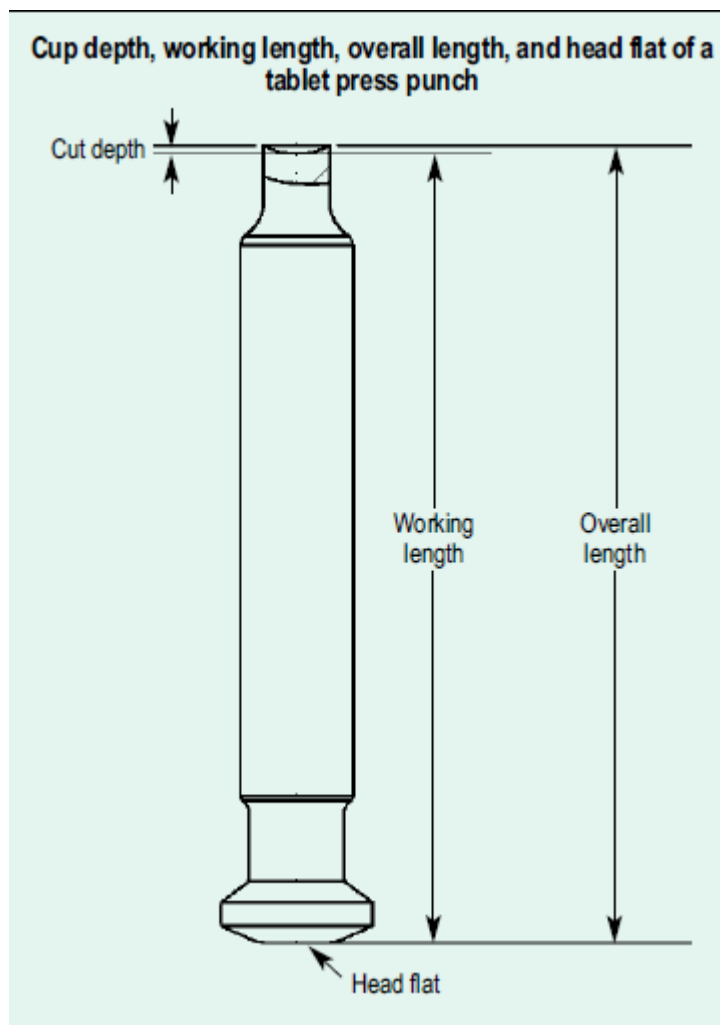
Usealla iskuriarilla varustettu tablettipuristin on monimutkaisempi. Siinä suppilo on kiinteästi paikoillaan mutta alusta, jossa muotit ovat, liikkuu pyörimällä. Laite on tarkoitettu suurien tablettimäärien valmistamiseen, ja sillä voidaan valmistaa yli 10 000 tablettia minuutissa. Iskurien vertikaalinen liike toteutetaan liikuttamalla ne ympyränmuotoista rataa pitkin, jossa rullat pakottavat ne puristumaan yhteen (kuva 6).



KUVA 6. Usealla iskuriparilla olevan tablettipuristimen toiminta. Alapuolen iskurit L2-L6 liikkuvat ensin alaspäin ja täyttyvät jauheella, L7-L8 -kohdassa käytetään vaihdettavissa olevaa palikkaa, jolla jauheen määrä voidaan säätää. Tämän jälkeen yläpuolella olevat iskurit alkavat laskeutua ja kohta alapuolen iskurit nousevat ylöspäin. Kun iskuripari on ylä- ja alarullan kohdalla, paine on suurimmillaan ja jauhe tiivistyy tabletkiksi. Yläpuolen iskuri nousee ensin tieltä, jotta alaiskuri voi nostaa valmistuneen tabletin esille ja prosessi alkaa alusta. (Aulton 2007, fig. 31.4.)

## 2.6 Iskurit

Tablettipuristimessa tabletin valmistuksen pääosassa on iskuri, joka puristaa lääkeainetabletin ainekset kiinteäksi tabletkiksi (kuva 7). Tabletit ovat yleensä yksinkertaisia muodoiltaan, esimerkiksi ovaali tai ympyrä, mutta niitä voidaan valmistaa myös vaikkapa kolmion tai timantin muotoisiksi. Tablettiin voidaan tehdä erilaisia kuvioita tai kirjoitusta ja ne voivat olla koholla tai kuoppana. Hyvä esimerkki tuollaisesta on tableteissa monesti olevasta viillosta, jotta se on helppo katkaista pienemmiksi palasiksi. (Aulton 2007, 446.)



KUVA 7. Tablettipuristimen iskuri. Iskuri koostuu muotista (kuvassa yläpää), varresta sekä toisessa päässä olevasta kestävästä päästä, joka on suurimpaan rasitukseen joutuva iskurin osa. Iskurin mitat: muotin syvyys (cup depth), työpituus (working length) ja kokonaispituus (overall length). (Natoli 2006.)

### 3 TABLETTIPURISTIMEN ETÄOHJAUS OMRONIN SARJALIIKENNEVÄYLÄSSÄ

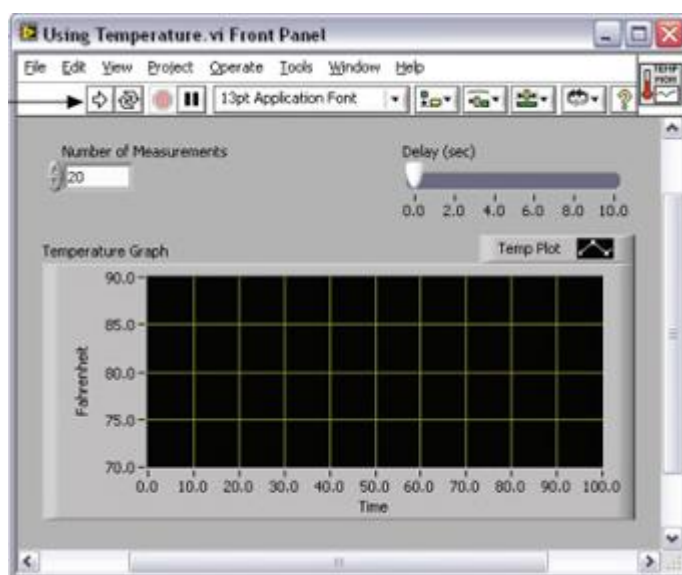
Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampukselle on rakennettu jatkuvatoiminen tabletintekolinjasto, jonka laitteet tablettipuristinta lukuun ottamatta ovat monitoroitavissa samassa tilassa olevalta pöytä-tietokoneelta. Tablettipuristimen yhteydessä sen sijaan on oma monitorointi- ja ohjauspiste, jonka sisällä on tietokone ja logiikka. Tablettipuristimen käyttäminen ja sen tilan tarkkailu vaatii siis sen luona käymisen, mitä halutaan vähentää.

#### 3.1 LabVIEW

LabVIEW on National Instrumentsin kehittämä graafinen ohjelmointiympäristö, jossa ohjelmoinnista on tehty mahdollisimman visuaalista ja näin ollen yksinkertaista. Se on kuitenkin myös erittäin tehokas työkalu monimutkaisienkin ohjelmien tekoon. LabVIEW on laajennettavissa erittäin monipuolisen lisäosa-valikoiman avulla, joten sen voi mukauttaa omien tarkoitusten mukaiseksi. Tässä työssä esimerkiksi tullaan käyttämään Datalogging and Supervisory Control (DSC) -lisäosaa.

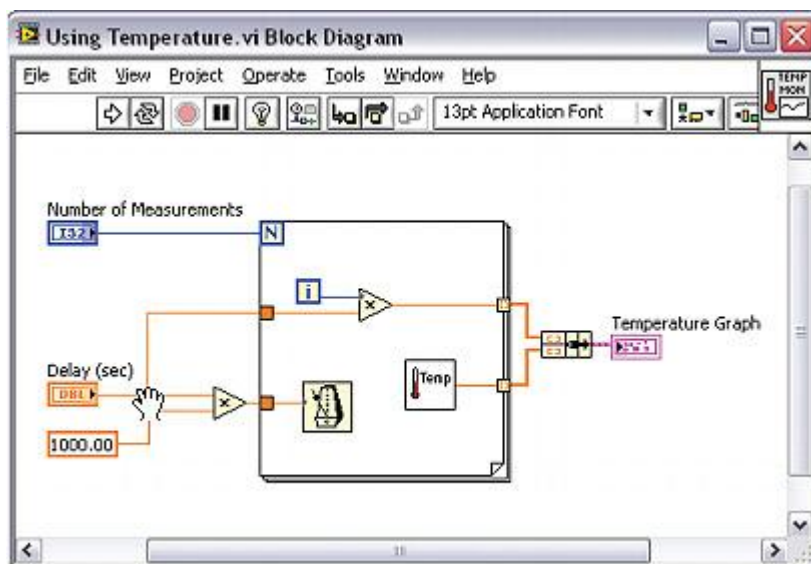
LabVIEW-ohjelmaa tehdessä käytössä on kaksi pääikkunaa, Front Panel ja Block Diagram. Front Panel näyttää ohjelman sellaisena kuin se käyttäjälle tulee lopulta näyttämään eli siihen ohjelmoija laittaa drag & drop-menetelmällä nappeja, taulukoita, mittareita, tekstikenttiä ja niin edelleen.

Block Diagramissa on jokaista Front Panelin kontrollia ja indikaattoria vastaava objekti. Objektit yhdistetään langoilla ja niille tehdään tarpeen mukaan laskuoperaatioita. LabVIEW:ssä tehtyä ohjelmaa voidaan käyttää toisen LabVIEW:llä tehdyn ohjelman aliohjelmana. Tällöin siitä tulee niin kutsuttu SubVI ja se näkyy Block Diagramissa samanlaisena objektina kuin muutkin. Näin tehtynä pääohjelma selviää monimutkaisista langoituksista ja ohjelmaa on helpompi lukea. Kuvissa 8 ja 9 on kuva-kaappaus National Instrumentsin esimerkkiohjelmasta, jolla mitataan lämpötilaa.



KUVA 8. Näkymä LabVIEW:n Front Panelista (National Instruments).



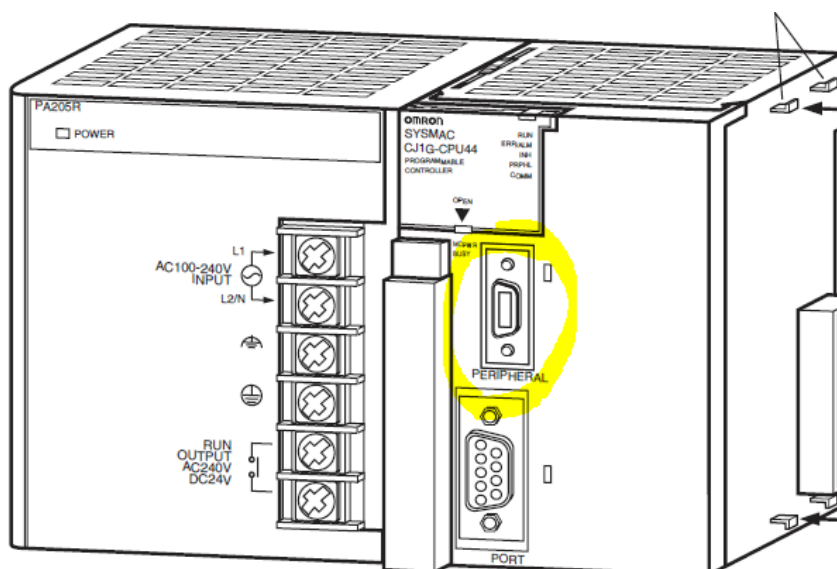


KUVA 9. Näkymä LabVIEW:n Block Diagramista (National Instruments).

### 3.2 Omron CJ1G-CPU44H

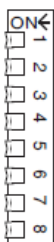
Tablettipuristimen yhteydessä on Omronin valmistama Programmable Logic Controller (PLC), malliltaan CJ1G-CPU44H. National Electrical Manufacturers Association (NEMA) on määrittellyt PLC:n seuraavasti: "PLC on digitaalisesti toimiva sähköinen laite, joka käyttää ohjelmoitavaa muistia käskyjen säilömiseen tiettyjen toimintojen kehittämistä varten, kuten logiikka, sekvenssi, ajoitus, laskuri ja aritmetiikka, joilla ohjataan digitaalisen tai analogisen I/O:n kautta erilaisia koneita tai prosesseja". (PLCTutor 2013.)

Omron CJ1G-CPU44H on pienikokoinen PLC, jonka avulla tablettipuristinta voidaan ohjata. Tablettipuristimen etäkäyttöön PLC:stä löytyy RS-232C -sarjaportti sekä peripheral-portti, joka voidaan ohjelmoida toimimaan eri protokollilla (Host Link, NT Link, ToolBus ja Serial Gateway). Yliopisto suosittelee käytettäväksi peripheral-porttia ja Host Link -protokollaa, jonka Omron on itse kehittänyt. Kuvassa 10 on työssä käytetystä PLC:stä yleiskuva, jossa peripheral-portti on korostettu.



KUVA 10. Omron CJ1G-CPU44H -logiikan peripheral-portti (Omron 2001).

Jotta peripheral-porttia voidaan PLC:ssä käyttää, tulee siitä muuttaa yhden dippikytkimen asentoa (kuva 11):

Appearance	Pin No.	Setting	Function
	1	ON	Writing disabled for user program memory.
		OFF	Writing enabled for user program memory.
	2	ON	The user program is automatically transferred when power is turned ON.
		OFF	
	3	---	Not used.
	4	ON	Use peripheral port communications parameters set in the PLC Setup.
		OFF	Use default peripheral port communications parameters.
	5	ON	Use default RS-232C port communications parameters.
		OFF	Use RS-232C port communications parameters set in the PLC Setup.
	6	ON	User-defined pin. Turns ON the User DIP Switch Pin Flag (A39512).
		OFF	User-defined pin. Turns OFF the User DIP Switch Pin Flag (A39512).
	7	ON	Writing data from the CPU Unit to the Memory Card or restoring data from the Memory Card to the CPU Unit.
		OFF	Verifying contents of Memory Card.
	8	OFF	Always OFF.

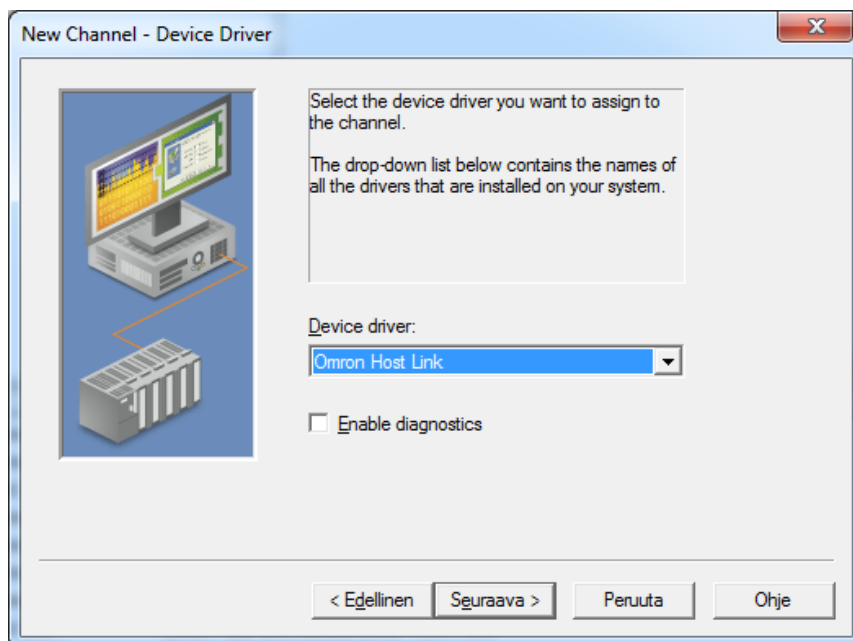
KUVA 11. Omron CJ1G-44H -PLC:n dippikytkimien merkitykset. Numero 4:llä ohjataan peripheral-porttia (Omron 2001).

Host Link -protokolla on PLC:n peripheral-porttia käytettäessä oletusasetuksena. Dippikytkimen kääntäminen PLC:ssä riitti sen asettamiseen siihen tilaan, että tablettipuristinta saadaan ohjattua Host Linkiä käyttämällä. Peripheral-porttiin tuleva kaapeli on omanlaisensa, minkä sain alussa lainaan Omronilta. Kaapeli liitetään tietokoneen sarjaporttiin.

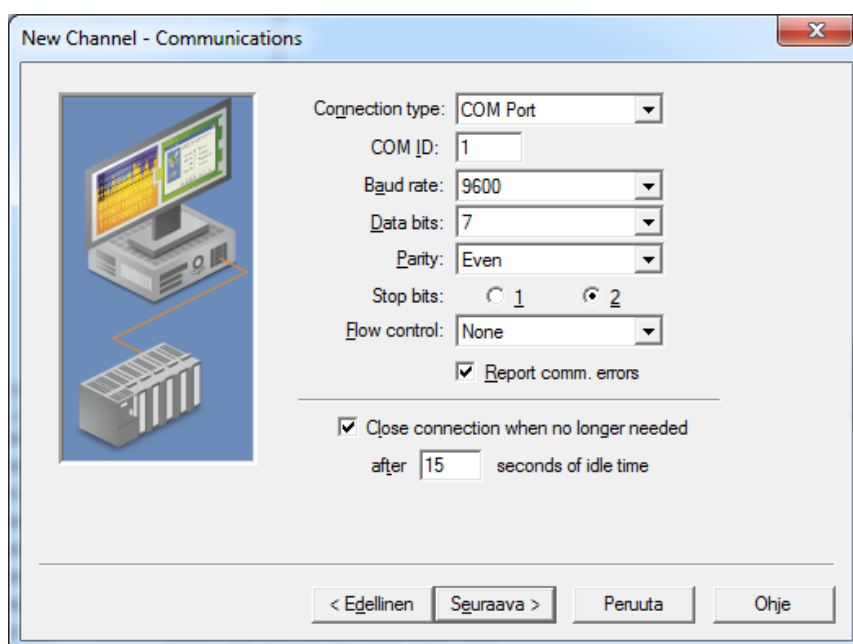
### 3.3 OPC-palvelin

Työssä käytettiin hyväksi National Instrumentsin OPC-palvelinta, joka toimi välikappaleena tablettipuristimen logiikan ja tietokoneen LabVIEW-ohjelman välillä hoitaen näiden välisen kommunikoinnin. OPC on standardirajapinta lukuisten datalähteiden väliseen kommunikointiin, mikä käsittää mm. tehdas- ja laboratoriolaitteet sekä tietokannat. Se poistaa sekä tarpeet laitekeskeisten protokollien tekoon että epäjohdonmukaisuudet laitteiden välillä, tarjoaa tuen laitteistomuutoksille ja välttää konfliktit teollisten laitteiden käsiksi pääsemiseen. OPC Foundation -järjestö määrittä sarjan standardeja rajapintoja, jotka sallivat minkä tahansa asiakasohjelman pääsyn OPC-tuettuun laitteeseen. Useimmat teollisen ympäristön datan kerääjä- ja ohjauslaitteet, PLC:t ja ohjelmoitavat automaatio-ohjaimet on suunniteltu toimimaan yhdessä OPC Foundation -järjestön standardin kanssa. (National Instruments 2012.)

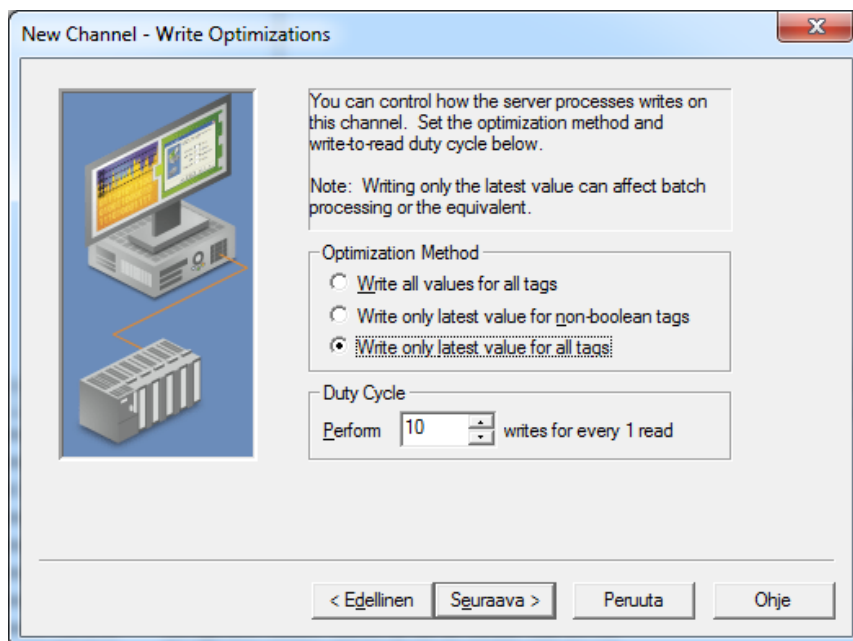
Omronin PLC:n yhdistäminen OPC-palvelimeen onnistuu yksinkertaisen vaihe vaiheelta menevän toiminnon avulla, jossa ensin luodaan uusi kanava ja sen jälkeen itse laitetyyppi. Kanava toimii kommunikoinnin välittäjänä tietokoneelta yhdelle tai useammalle ulkoiselle laitteelle. Kanavalle määritetään käytettävä ajuri, sarjaliikenteen asetukset sekä tarkempi määrittäminen kirjoitusoperaatioon (kuvat 12, 13 ja 14).



KUVA 12. Ajurin valitseminen uudelle kanavalle OPC-palvelimessa (Miettinen 2014).

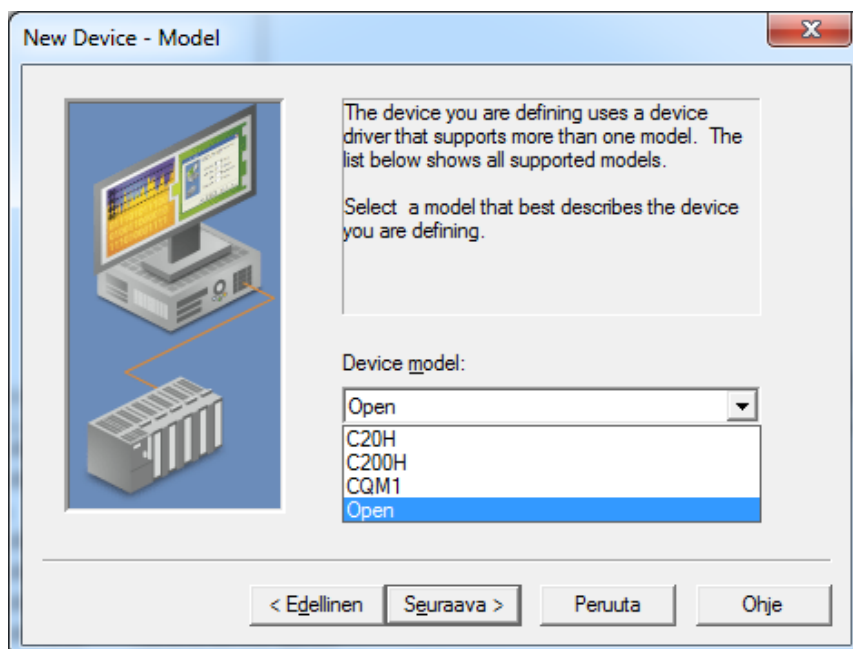


KUVA 13. Sarjaliikenteen asetusten valitseminen OPC-palvelimen kanavalle (Miettinen 2014).



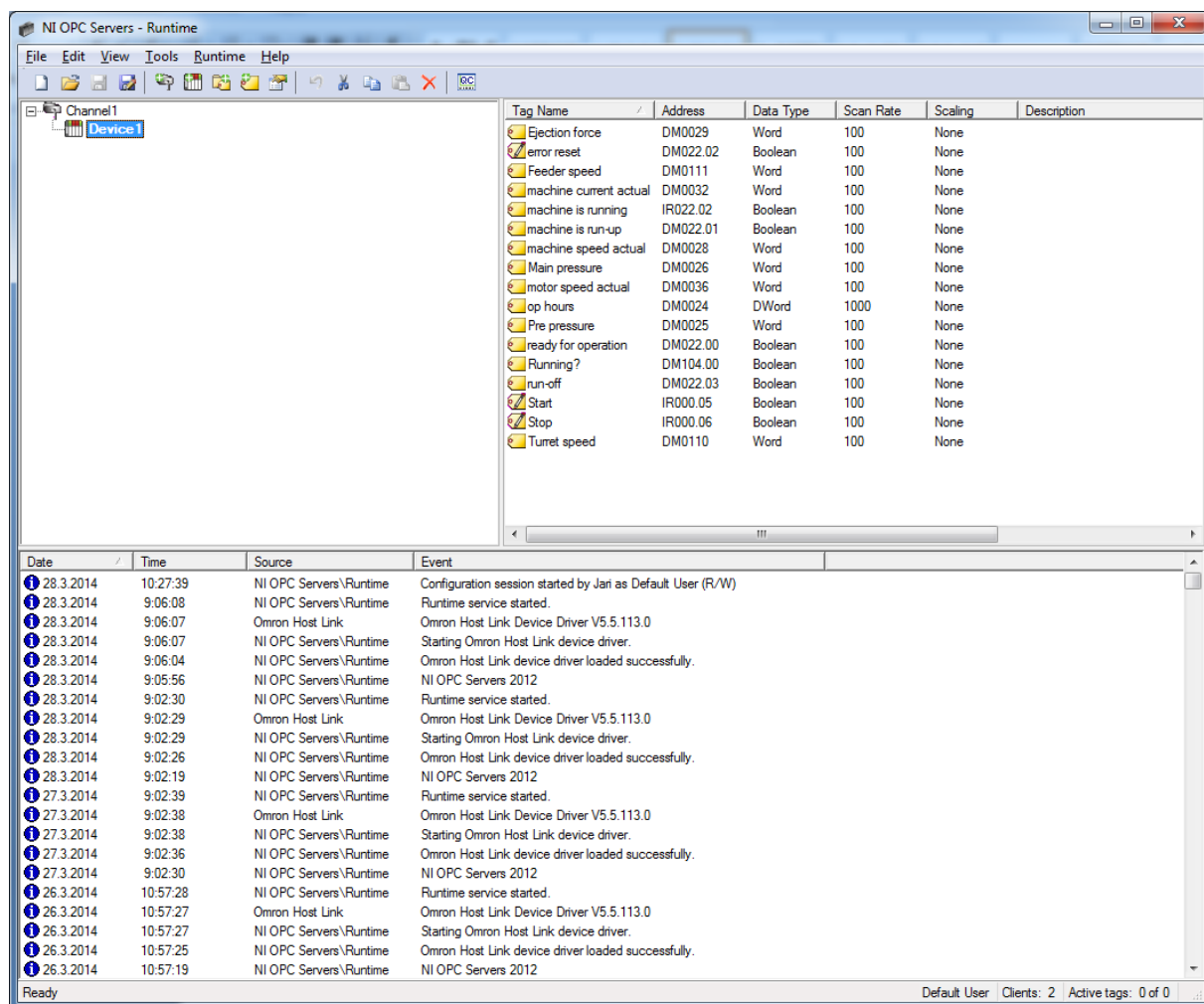
KUVA 14. Kanavan kirjoituksen optimisointi OPC-palvelimessa (Miettinen 2014).

Kun kanava on luotu, siihen voidaan lisätä laite. Laite voi olla esimerkiksi PLC tai jokin muu, mutta kanavaan aiemmin valittu ajuri rajoittaa tuettujen laitteiden määrää. National Instrumentsin OPC-palvelimen laitevalikosta ei löytynyt suoraan Omronin CJ1G:tä, mutta valmistaja suosittelee käyttämään Open-vaihtoehtoa (kuva 15). Open on ilmeisesti yleinen valinta Host Linkissä, mikä tukee monia Omronin valmistamia logiikoita niiden erojen ollessa pieniä.



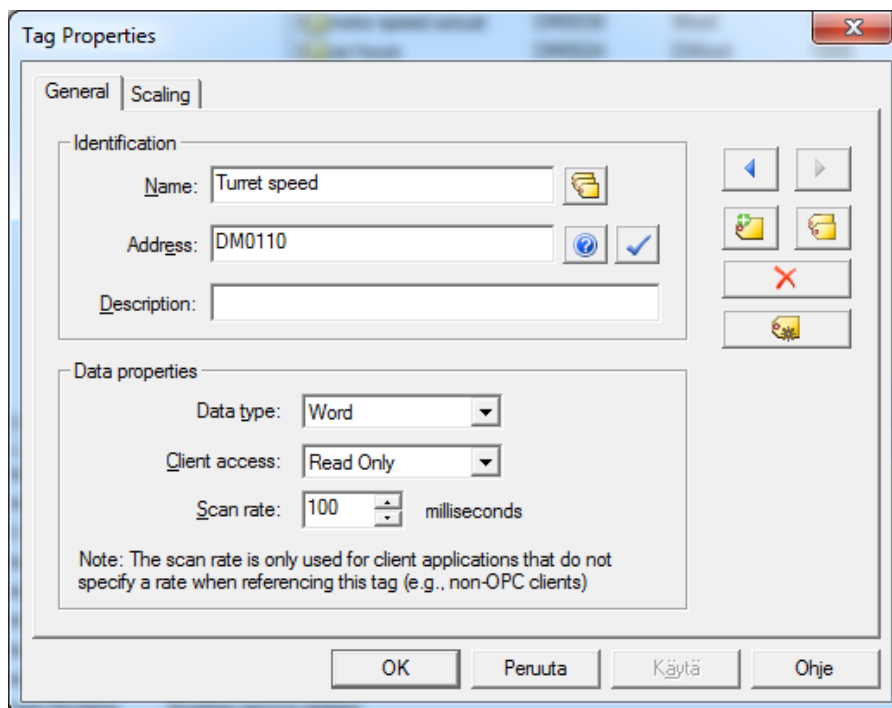
KUVA 15. Laitteen tyylin valitseminen OPC-palvelimessa (Miettinen 2014).

Kun kanava ja laitteen malli on valittu, täytyy laitteelle luoda tagit (kuva 16). Tagi tai merkintä edustaa osoitteita PLC:ssä tai jossain muussa laitteessa, jonka kanssa palvelin kommunikoi. Palvelin hyväksyy sekä dynaamiset tagit että käyttäjän määrittämät staattiset tagit. Dynaamiset tagit laitetaan suoraan OPC-asiakasohjelmaan, kun taas staattiset tagit luodaan OPC-palvelimessa ja ne tukevat skaalausta eli raakadatan arvoalueen muuntamista sopivaksi. Asiakasohjelma voi tutkia näitä tageja, mikäli se tukee tagien lukemista. (National Instruments.)



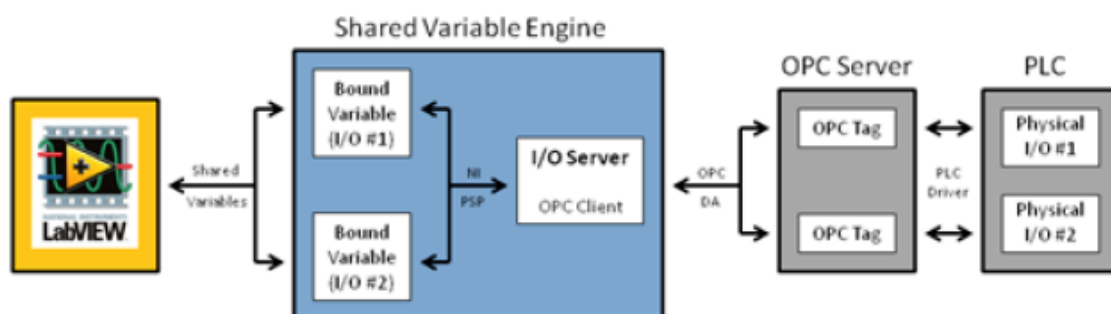
KUVA 16. OPC-palvelimen näkymä. Tagit listattuna oikealla (Miettinen 2014).

PLC:n ohjelmointikomennot ja osoitteet on saatu tablettipuristimen valmistajalta. Tagille luodaan nimi, osoite, mahdollinen kuvaus, datatyyppi, asiakasohjelman mahdollinen kirjoituksen estäminen sekä päivitystiheys (kuva 17).



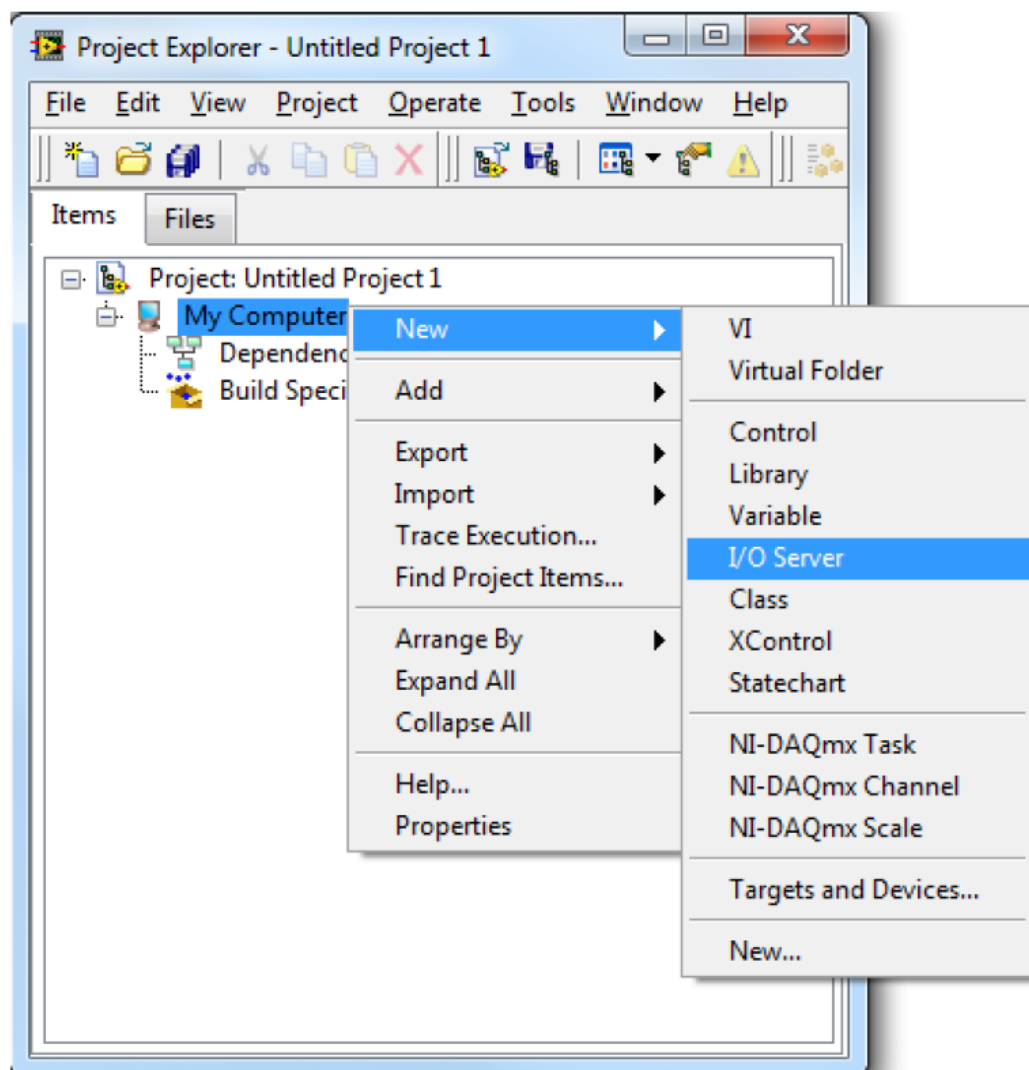
KUVA 17. OPC-palvelimen laitteen tagin asetukset (Miettinen 2014).

LabVIEW mahdollistaa OPC-asiakkaisen ja -palvelimien kytkemisen LabVIEW-ohjelmiin tiedon jakamista varten. Pääkomponentti tämän mahdollistamiseen on Shared Variable Engine (SVE). Se asennetaan palveluna tietokoneeseen LabVIEW:n asentamisen yhteydessä. Käyttäen teknologiaa nimeltä NI Publish-Subscribe-Protocol (NI-PSP) SVE hallitsee jaettujen muuttujien päivittämistä (kuvio 3). Kun jaetut muuttujat kytketään SVE:hen, se toimii erillisenä prosessina tietokoneessa. Riippumatta siitä, onko LabVIEW tai sen ohjelma käynnissä, SVE:n osiot ovat automaattisesti käytettävissä tietokoneen käynnistymisen jälkeen. Lisäksi SVE sallii muutokset milloin tahansa ja jatkaa ajoa taustalla, kunnes se pysäytetään. (National Instruments 2012.)

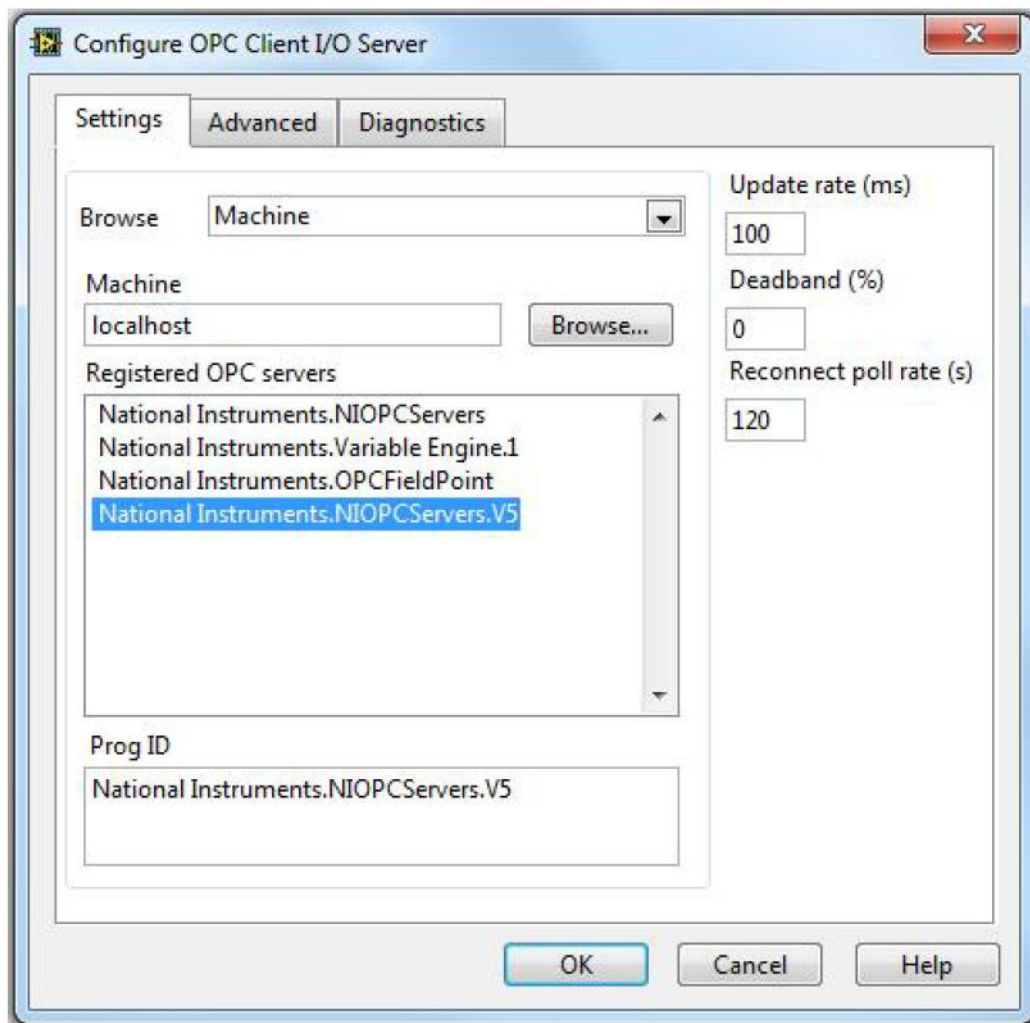


KUVIO 3. LabVIEW:n ja PLC:n välinen kommunikointi (National Instruments 2012).

Kun kaikki on tehty OPC-serverille asti, vuorossa on tagien tuominen LabVIEW-ohjelmaan. LabVIEW:iin tehdään I/O-palvelin (kuva 18), joka päivittää käyttäjän määrittämällä nopeudella LabVIEW:tä. Seuraavaksi avautuu ikkuna, josta voidaan säätää päivitysnopeus, joka on oletuksena 100 millisekuntia. Ikkunassa valitaan listasta OPC-palvelin (kuva 19).



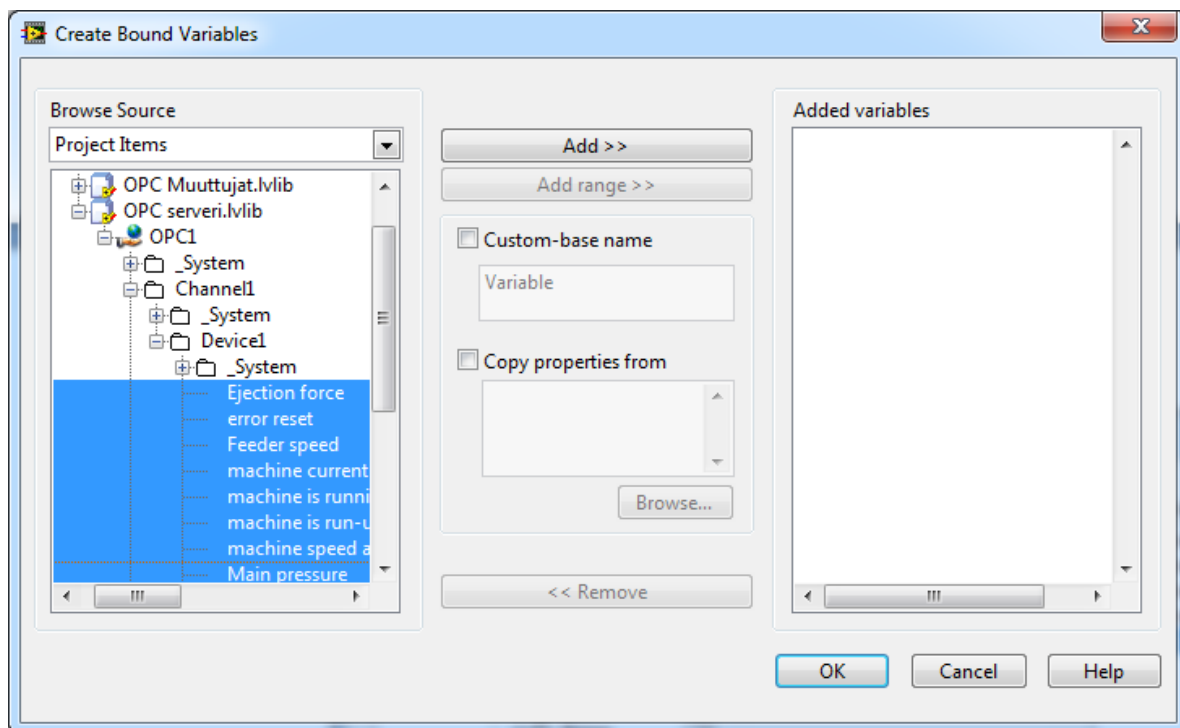
KUVA 18. I/O-palvelimen luonti LabVIEW-projektiin (National Instruments).



KUVA 19. I/O-palvelimen asetusten säätö (National Instruments).

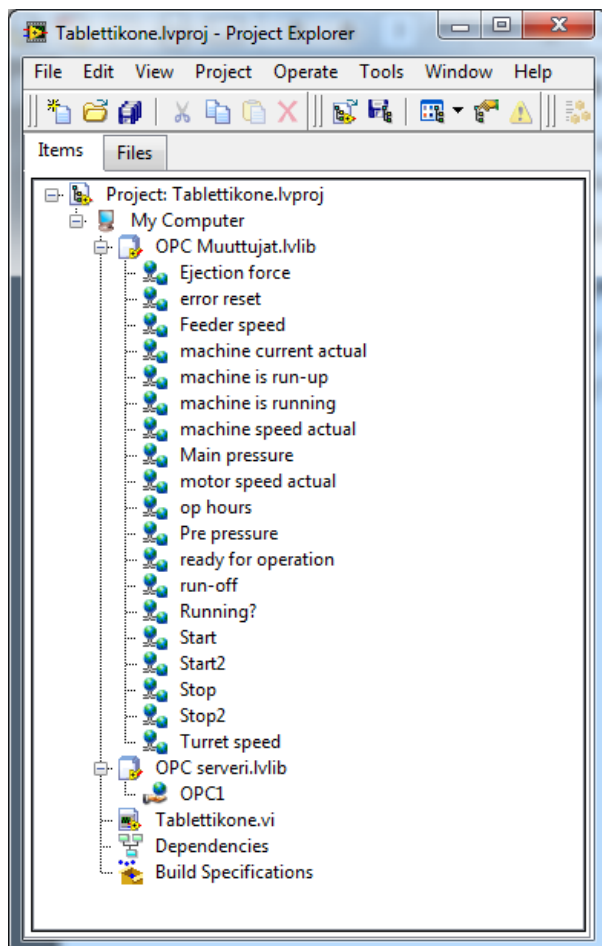
Seuraavaksi LabVIEW:iin tehdään shared variable eli jaettu muuttuja jokaiselle tagille. Shared variable on yhteydessä OPC-palvelimen tagiin ja mahdollistaa kommunikoinnin PLC:n kanssa. Projektin ikkunassa luodaan ensin uusi kirjasto ja sieltä toiminnolla "Create bound variables" luodaan jaetut muuttujat. Avautuvasta ikkunasta etsitään OPC-palvelimen alta löytyvä aiemmin luotu kanava ja laite sekä tagit (kuva 20).





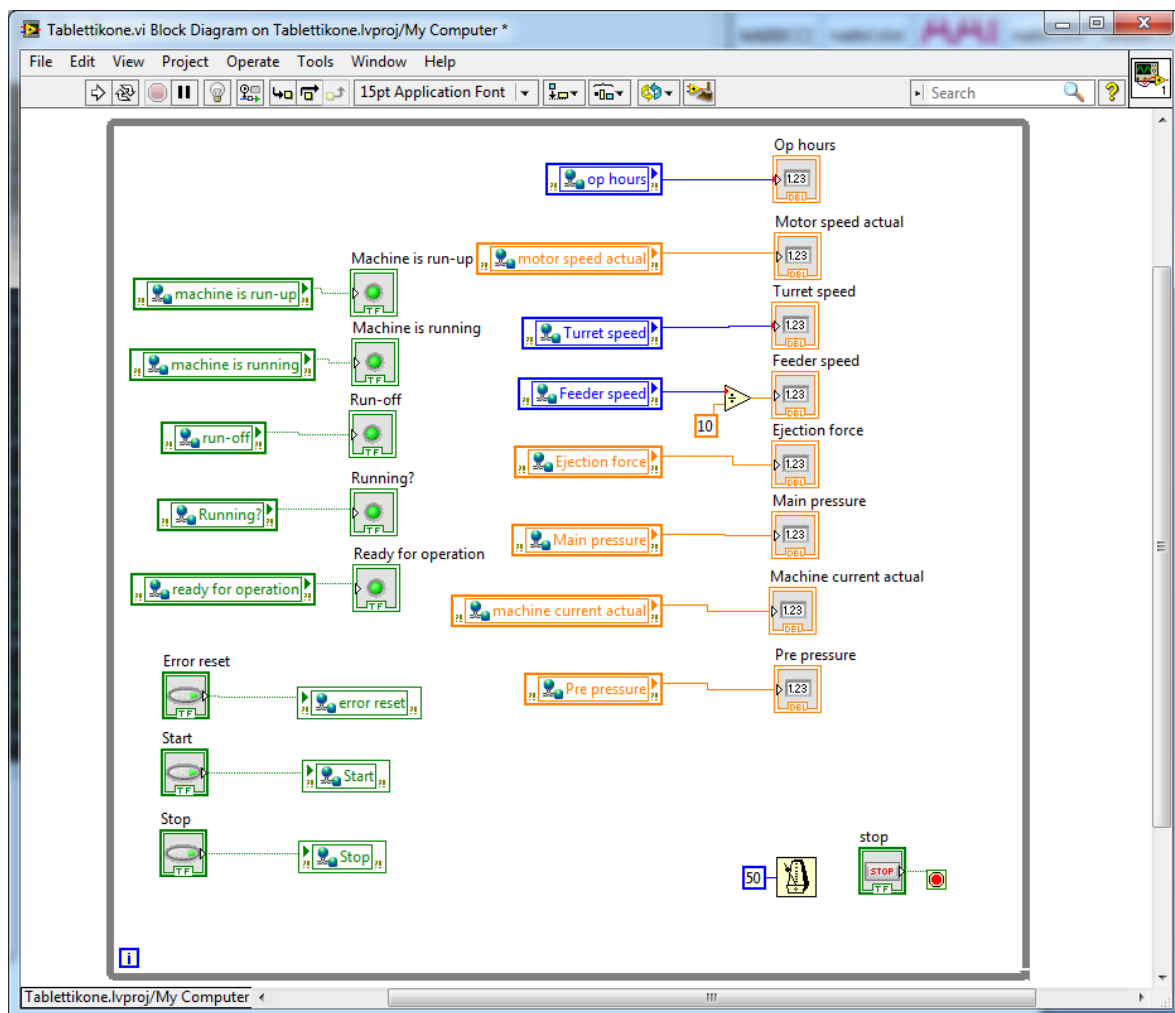
KUVA 20. Jaettujen muuttujien valitseminen OPC-palvelimelta (Miettinen 2014).

Muuttujien lisäyksen jälkeen LabVIEW:n projekti-ikkunassa näkyvät jaetut muuttujat, joita voidaan raahata hiirellä suoraan ohjelmaan, jossa ne toimivat tavallisen muuttujan tapaan (kuva 21).



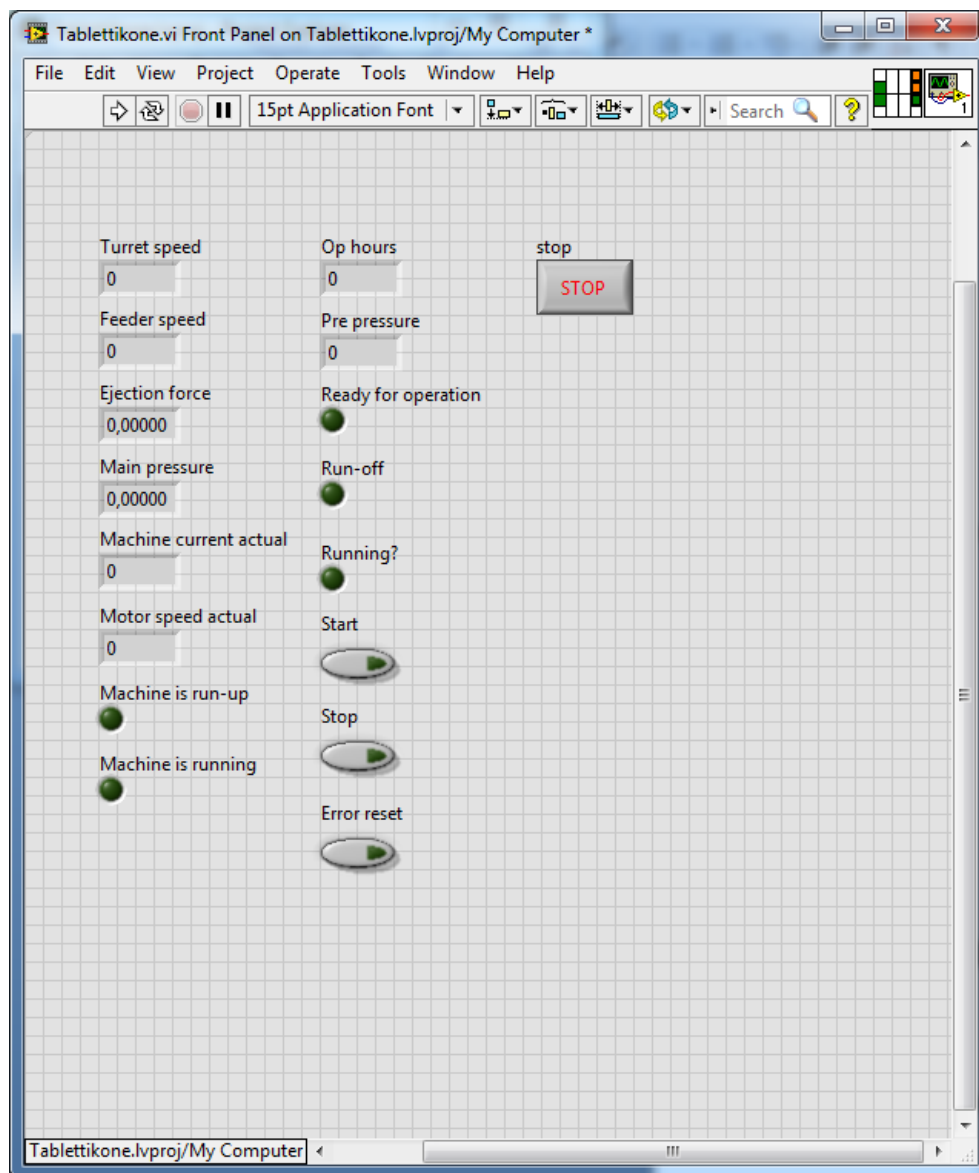
KUVA 21. LabVIEW-projekti-ikkuna (Miettinen 2014).

Ennen projektin aloittamista tietokoneeseen asennettiin NI:n DSC-moduuli, joka parantaa jaettuja muuttujia lisäämällä mahdollisuuden tallentaa tietoa, hälytyksiä ja tapahtumia suoraan tietokantaan ilman LabVIEW-ohjelmaan kirjoittamista (National Instruments). Jaettujen muuttujien käyttö LabVIEW-ohjelmassa on yksinkertaista. Se toimii kuin tavallinen muuttuja ja siitä voidaan suoraan lukea tietoa tai kirjoittaa, mikäli se on niin määritetty OPC-palvelimessa (kuva 22).



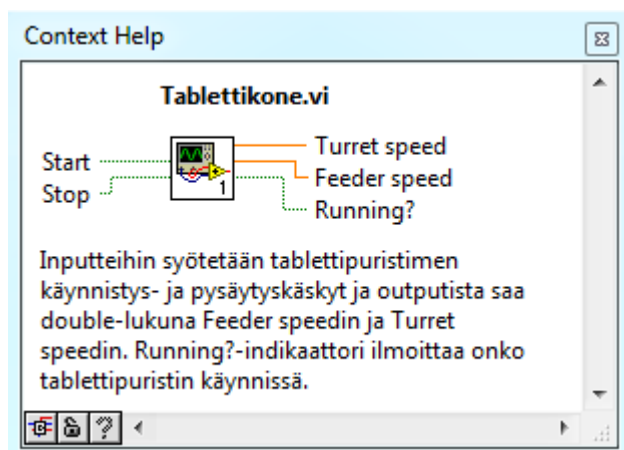
KUVA 22. LabVIEW-ohjelman Block Diagram (Miettinen 2014).

Etupaneelin puolella muuttujien arvot ovat käyttäjän nähtävissä joko lukuna tai virtuaalisena LED-ilmaisimena (kuva 23).



KUVA 23. LabVIEW-ohjelman Front Panel -näkyvä (Miettinen 2014).

Ohjelmasta saadaan tehtyä aliohjelma eli SubVI, jolloin se toimii muiden kaltaisena objektina suuremman ohjelman Block Diagramissa. Tämä tapahtuu määrittämällä, mitä tietoa ohjelmaan tuodaan ja mitä sieltä viedään. Määritys on yksinkertaista: kuvan 25 oikealla ylänurkassa olevat pienet neliöt kuvaavat pisteitä objektissa, johon lanka voidaan vetää. Kun neliötä klikataan, siihen voidaan yhdistää haluttu asia ohjelmasta, tässä tapauksessa Start, Stop, Turret speed ja Feeder speed sekä Running?-indikaattori (kuva 24).



KUVA 24. Inputit ja outputit LabVIEW-ohjelmassa SubVI:nä toimimista varten (Miettinen, 2014).

Ohjelma on tämän jälkeen valmis sisällytettäväksi suurempaan ohjelmaan, jolloin kaikki sen suorittamat toimenpiteet jäävät oletuksena pois näkyvistä pitäen pääohjelman koodin siistimpänä.

## 4 TULOKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyössä selvitettiin ja toteutettiin tablettipuristimen etäkäyttö Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampuksen farmasialaboratorioon. Työn perimmäinen tarkoitus oli helpottaa laboratorion työntekijöiden työtä, kun he pystyisivät ohjaamaan ja tarkkailemaan kaikkia lääkkeenvalmistuslinjaston laitteita yhdestä paikasta.

Lopputuloksena tablettipuristinta saatiin ohjattua ja monitoroitua, mutta kaikkia ominaisuuksia ohjelmaan ei saatu toimiviksi. Turret Speed ja Feeder speed, Start ja Stop sekä tablettipuristimen käynnissä olemisesta ilmoittava indikaattori toimivat. Yksikään voimaa ilmoittava muuttuja esimerkiksi ei näyttänyt mitään muuta kuin nollaa. Syy jäi epäselväksi, koska valmistajalta ei saatu vastausta asiaan. Kaikkia mahdollisia keinoja kokeiltiin, mutta suurin osa tageista ei yksinkertaisesti antanut mitään dataa ulos logiikasta. Syy voi olla väärissä osoitteissa tai kenties logiikan ja tablettipuristimen toimintaperiaatteessa, eli kaikki data ei välttämättä kulje Omronin logiikan kautta. Ne jotka toimivat, toimivat heti alusta lähtien moitteetta, ja esimerkiksi puristimen käynnistys ja pysäytys eivät aiheuttaneet mitään ongelmia. Ongelmana oli myös työn hidas edistyminen, mikä liittyi esimerkiksi laitteissa ja ohjelmissa ilmeneviin ongelmiin ja tiedonkulun hitauteen. Mikäli tablettipuristimen valmistaja kuitenkin vielä vastaa heille lähetettyyn sähköpostiin, työ voidaan melko helposti viedä loppuun sellaisena kuin alun perinkin oli tarkoitus, eli puristimelta saadaan useampi tieto ulos, virheiden resetointi onnistuu etänä ja ohjelma sisällytetään isompaan ohjelmaan aliohjelmana.

Työ oli mielenkiintoinen, vaikka etenikin hitaasti. Tablettien valmistukseen tutustuminen oli kiinnostavaa ja Omronin logiikka, OPC-palvelin, jaetut muuttujat LabVIEW-ohjelmassa ja lääkkeenvalmistus ja tablettien ominaisuudet tulivat työn aikana tutuksi.

## LÄHTEET

Aulton, Michael 2007. Aulton's Pharmaceutics, The design and manufacture of medicines. Churchill Livingstone: Elsevier

Hosokawa-Alpine. Yrityksen www-sivut. [Viitattu 9.4.2014]. Saatavissa: <https://www.hosokawa-alpine.com>

Hosokawa Micron. Yrityksen www-sivut. [Viitattu 10.4.2014]. Saatavissa: <http://www.hosokawamicron.nl>

Leskinen, Jari 2013. Acoustic Techniques for Pharmaceutical Process Monitoring: Measurements in Tablet Manufacturing and Quality Control. Kuopion yliopisto, väitöskirja. Saatavissa: [http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-952-61-1170-4/urn\\_isbn\\_978-952-61-1170-4.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1170-4/urn_isbn_978-952-61-1170-4.pdf)

Leuenberger, Hans 2001. New trends in the production of pharmaceutical granules: batch versus continuous processing. Sveitsi: Farmaseuttisen teknologian instituutti, Euroopan lääke- ja biolääketieteen aikakauslehti, artikkeli 52, s. 289 - 296

Mollan, Matthew & Lodaya, Mayur 2004. Continuous Processing in Pharmaceutical Manufacturing. Yhdysvallat: Pfizer, lääketieteen tutkimuskeskus. [Viitattu 18.10.2013]. Saatavissa: <http://www.pharmamanufacturing.com/whitepapers/2004/11/>

National Instruments. Yrityksen www-sivut. 2014. [Viitattu 3.4.2014]. Saatavissa: <http://www.ni.com>

National Instruments. OPC-palvelimen oma käyttöohje. 2014. [Viitattu 4.4.2014].

National Instruments, 2012. Introduction to OPC. [Viitattu 28.3.2014]. Saatavissa: <http://www.ni.com/white-paper/7451/en/>

National Instruments, 2012. Connect LabVIEW to Any PLC Using OPC. [Viitattu 28.3.2014]. Saatavissa: <http://www.ni.com/white-paper/7450/en/>

Natoli, Dale 2006. Tablet press tooling: Understanding the importance of punch length and cup depth, Yhdysvallat: Tablets & Capsules, tablettien ja kapseleiden teollisuuden keskittyvä aikakauslehti, numero heinäkuu 2006. [Viitattu 25.2.2014].

Omron, 2001. CJ-sarjan manuaali. [Viitattu 27.3.2014]. Saatavissa: <http://downloads.industrial.omron.eu/IAB/Products/Automation%20Systems/PLCs/Modular%20PLC%20Series/CJ1M/W393/W393-E1-14+CJ-Series+OperManual.pdf>

Pharm Tech Korea. PR-1000-sarjan tablettipuristimen esittelysivu. [Viitattu 10.4.2014]. Saatavissa: <http://www.ptk-gb.com/PTK-PR1000-Tablet-Press.html>

PLCTutor, 2013. PLC:hen keskittyvä www-sivu. [Viitattu 27.3.2014]. Saatavissa: <http://www.plctutor.com/>

Singh, Ravendra, Ierapetritou, Marianthi ja Ramachandran, Rohit 2012. An engineering study on the enhanced control and operation of continuous manufacturing of pharmaceutical tablets via roller compaction. Yhdysvallat: Strukturoituneiden pienhiukkasjärjestelmien tekninen tutkimuskeskus, kansainvälinen farmaseutiikan aikakauslehti, artikkeli 438, s. 307 - 326

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä. L 726/2003. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 10.3.2014]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030726>

Tousey, Michael 2003, Tablet press operations: Sticking and picking: Some causes and demedies, Yhdysvallat: DI Pharma Tech. [Viitattu 11.2.2014]. Saatavissa: [http://www.dipharmatech.com/tc\\_20031001\\_11.pdf](http://www.dipharmatech.com/tc_20031001_11.pdf)

Ylä-Outinen, Saija 2011, Ksyytilaatuojen käyttö täyteaineena ja niiden puristuminen tablettiksi. Helsingin yliopisto, pro-gradu. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/27798/GRADU\\_YI%C3%A4outinen\\_pdf.pdf](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/27798/GRADU_YI%C3%A4outinen_pdf.pdf)