

Juho Nisula

**JATKUVAVALUKONE 6:N KOKILLIN OSKILLOINNIN MONITOROINNIN
MODERNISOINTI**

JATKUVAAVALUKONE 6:N KOKILLIN OSKILLOINNIN MONITOROINNIN MODERNISOINTI

Juho Nisula
Opinnäytetyö
Syksy 2013
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty Rautaruukki Oyj:n Raahen terästehtaan terässulatolla sijaitsevalle jatkuvavalukone 6:lle. Työ aloitettiin syksyllä 2012 ja valmistui syksyllä 2013.

Työn ohjaajana toimi terässulaton tietojärjestelmien kehityksestä ja ylläpidosta vastaava kehitysinsinööri Henri Sassali. Kiitokset hänelle työn aikana saamastani avusta ja ohjauksesta. Työn valvojana OAMK:n puolesta toimi Leo Ilkko.

Haluan antaa kiitokset myös Metson insinöörille Reijo Huoviselle, National Instrumentsin kenttäinsinöörille Antti Lehtiselle ja terässulaton kehitys- ja kunnossapidon väelle saamastani avusta ja opastuksesta.

Raahessa 28.11.2013

Juho Nisula

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma, tietoturva

Tekijä(t): Juho Nisula

Opinnäytetyön nimi: Jatkuvavalukone 6:n kokillin oskilloinnin monitoroinnin modernisointi

Työn ohjaaja(t): Henri Sassali, Leo Ilkko

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2013

Sivumäärä: 36

Työ tehtiin Rautaruukki Oyj:n Raahen terästehtaalte. Työn tavoitteena oli modernisoida Marko Koivulan vuonna 2002 opinnäytetyönä Rautaruukille tekemä jatkuvavalukone 6:n kokillin kitkanmonitorointiasema. Kitkanmonitorointi toimii tehtaalla terässulatolla ja mittaa jatkuvavalukone 6:n kokillin ja valettavan teräksen välille muodostuvaa kitkaa.

Monitorointiaseman vanha Windows NT -käyttöjärjestelmällä varustettu PC oli alkanut jumitumaan satunnaisin väliajoin ja järjestelmä oli tästä syystä jäänyt vähälle käytölle. Työn lähtökohtana oli siirtää monitoriohjelma toimimaan uudelle PC:lle ja käyttöjärjestelmälle. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös pohtia ja toteuttaa mahdollista jatkokehitystä monitorointiaseman toimintaan sekä etsiä varalaitteet nykyisille mittauskomponenteille.

Työn pohjana on ollut Marko Koivulan opinnäytetyön raportti ja internet-lähteistä hankittu tieto. Sulaton työntekijöiltä ja National Instrumentsin tukihenkilöstöltä saatu tieto oli myös tärkeää. Työssä sovellettiin LabVIEW-ohjelmointikurssilla hankittua tietoa ja taitoa.

Työn suurimpana saavutuksena oli monitorointiaseman järjestelmän kahden vanhentuneen ohjelman käytöstäpoisto. Tämä mahdollisti pääohjelman jatkokehityksen ja sen siirron Windows 7 -alustalle. Toinen tärkeä saavutus oli tämä dokumentti, jota on tarkoitus käyttää lähtökohtana monitorointiaseman mahdollisessa jatkokehityksessä.

Asiasanat: LabVIEW, monitorointi, jatkuvavalukone, kokilli, kitka

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Information technology, Information Security

Author(s): Juho Nisula

Title of thesis: Modernizing the Oscillation Monitoring of the Mold in the Continuous Casting Machine 6

Supervisors: Henri Sassali, Leo Ilkko

Term and year of completion: Autumn 2013

Number of pages: 36

This Bachelor's thesis was done for Rautaruukki PLD's steel plant located in Raahen. The aim of the thesis was to modernize a mold friction and oscillation monitoring system made by Marko Koivula as his bachelor's thesis in 2002. The monitoring system is located and operating at the steel plant's smelters continuous casting machine 6. The main purpose of the monitoring system is to monitor and calculate the friction between the continuous casting machine mold and the cooling solidifying metal.

First objective was to transfer the monitoring software to a new Windows 7 based PC. The second and third objectives were to further develop the software and look for replacement parts for the monitoring hardware in case the current ones fail.

Main source of information during this thesis was Marko Koivula's bachelor's thesis report named 'Continuous casting machine 6 mold oscillation monitoring'. Internet sources and information from steel plants and National Instruments' workers were also vital. While working with the software I applied my knowledge from the LabVIEW courses I did at school.

The most important achievement of this thesis was the removal of two deprecated software components from the monitoring system. This was necessary for the further development of the main software and its switching to a Windows 7 platform. Another important achievement was this document which is meant to be a starting point for the further development of the system.

Keywords: Continuous casting, LabVIEW, friction, monitoring, mold

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
1.1 Rautaruukki Oyj ja Ruukki Metals	7
1.2 Raahen tehdas	7
1.2.1 Terässulatto ja teräksen valmistusprosessi	7
1.2.2 Jatkuvaavalukone 6	9
2 MÄÄRITELMÄ	11
2.1 Mittalaitteiston uusinta	11
2.2 Monitorintiohjelmiston kehitys	11
3 MITTAUSJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI	13
3.1 Mittausaseman komponentit	13
3.1.1 CompactDAQ-kehikko	13
3.1.2 CompactDAQ-sisääntulomoduuli	14
3.1.3 CompactDAQ-ulostulomoduuli	15
3.1.4 Järjestelmän tietokone	16
3.2 Monitorintiohjelman siirto uudelle tietokoneelle	16
3.3 ProAcq-ohjelman jännitemittaus- ja muunnostoiminnan siirto kitkanmonitorointiin	19
3.3.1 Sylinterin iskunpituus (kanavat 0 ja 1)	20
3.3.2 Sylinterin paine (kanavat 2 ja 3)	22
3.3.3 Valunopeus (kanava 4)	22
3.3.4 Valutieto ja kokillin koko (kanava 5)	23
3.3.5 Servon karan asento (kanavat 6 ja 7)	24
3.3.6 Monitorintiohjelman muutos	24
3.4 ProFTP-ohjelman toiminnan siirto kitkanmonitorintiohjelmiaan	28
3.5 Käyttöliittymän ulkoasun siistiminen	29
4 TESTAUS	31
5 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	32
5.1 Mittaustietojen vienti SQL-tietokantaan	32

5.2 Väärien hälytysten minimoiminen	32
5.3 Sulatusnumeron haku OPC-palvelimelta	33
6 YHTEENVETO	35
LÄHDELUETTELO	36

1 JOHDANTO

Insinööriyön tavoitteena oli modernisoida Marko Koivulan vuonna 2002 Rautaruukin Raahen terästehtaalle opinnäytetyönä tekemä jatkuvavalukone 6:n kokillin oskilloinnin monitorointijärjestelmä. Järjestelmä koostuu LabVIEW-kehitysalustalla tehdystä monitoriohjelmasta, National Instrumentsin mittalaitteista sekä tietokoneesta jolla monitoriohjelma toimii.

1.1 Rautaruukki Oyj ja Ruukki Metals

Rautaruukki Oyj on suomalainen teräkseen ja teräsrakentamiseen erikoistunut yhtiö, joka alkoi käyttää vuodesta 2004 lähtien markkinointinimeä Ruukki. Yhtiö perustettiin vuonna 1960 turvaamaan Suomen telakka- ja metalliteollisuuden raaka-aineiden saanti. Yhtiö toimii noin 30 maassa ja henkilöstöä sillä on noin 9 000. (1; 2.)

Ruukki Metals on Rautaruukki Oyj:n liiketoimintayksikkö, joka keskittyy erikoisterästuotteiden valmistukseen. Tuotevalikoimaan kuuluvat mm. erikoislujat, kulutusta kestävät ja erikoispinnoitetut tuotteet. Erikoisterästen osuus Ruukin teräслиiketoiminnasta vuonna 2012 oli noin kolmasosa. Ruukki Metals työllistää noin 5200 henkilöä. (3.)

1.2 Raahen tehdas

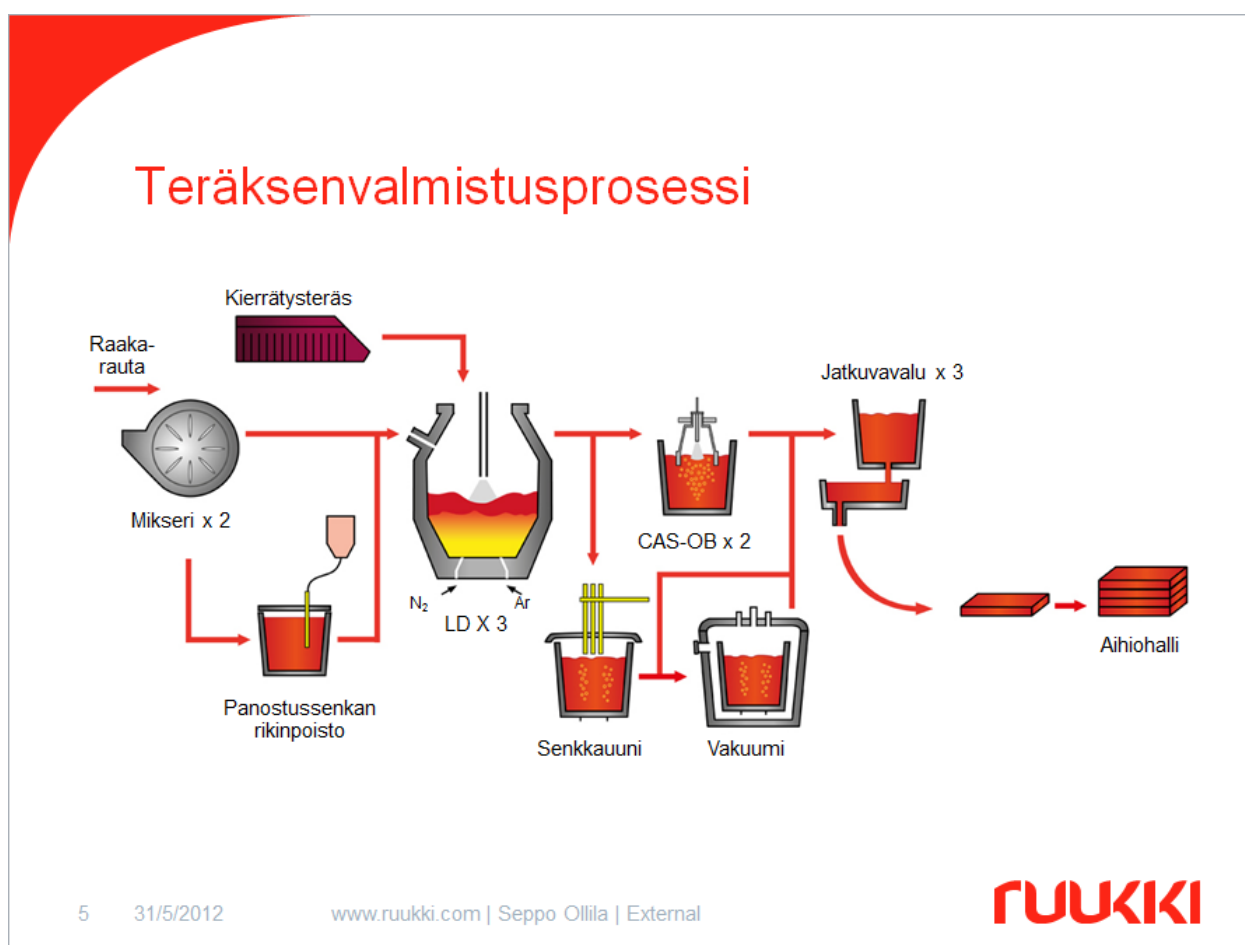
Raahen terästehdas rakennettiin 1960-luvulla ja alkoi ensimmäisenä länsimaalaisena terästehtaana valmistaa terästä uudella kustannustehokkaalla jatkuvavalumenetelmällä. Raahen tehtaalla valmistetaan normaalissa tuotannossa 2,8 miljoonaa tonnia terästä vuodessa malmista ja kierrätysteräksestä. Tämä osio kertoo Raahen tehtaalla käytössä olevasta teräksen valmistusprosessista ja terässulatolla toimivan jatkuvavalukoneen toiminnasta. (1; 4.)

1.2.1 Terässulatto ja teräksen valmistusprosessi

Raahen tehtaan terässulatolla raakaraudasta muodostetaan teräsaihoita ja teräksen ominaisuuksia muokataan prosessin aikana haluttuun suuntaan. Tätä prosessia ja raakaraudan kulkua havainnollistetaan kuvassa 1. Ensimmäisenä masuunilta tuleva raakarauda kaadetaan mikseriin, joka toimii raakaraudan välivarastona ja tasaa lämpötilan ja koostumuksen vaihteluita. Raakarauda jatkaa matkaa mahdollisen rikinpoiston jälkeen konvertteriin. Konvertterilla

raakaraudan hiilipitoisuutta alennetaan puhaltamalla siihen happea jolloin raakaraudasta muodostuu terästä. (4.)

Konvertterilta teräs jatkaa matkaa joko CAS-OB:lle (Composition Adjustment System with Oxygen Blowing) tai senkkauunille kuvan 1 mukaisesti. Senkkauunin jälkeen teräs voi käydä vielä vakuumikäsittelyssä tai jatkaa suoraan jatkuvavalukoneelle. CAS-OB:ltä teräs jatkaa suoraan jatkuvavalukoneelle. Näiden vaiheiden tarkoitus on muokata teräksen koostumusta ja ominaisuuksia poistamalla teräksestä esimerkiksi hiiltä, rikkiä, typpeä ja vetyä. (4.)



KUVA 1. Sulatön teräksenvalmistusprosessi (4.)

Jatkuvavalukoneita on sulatolla kolme. Jatkuvavalukoneet 4 ja 5 ovat kaarevia valukoneita ja jatkuvavalukone 6 on pystytaivutustyyppinen. Tämän opinnäytetyön aihe käsittelee jatkuvavalukone 6:n kokillin ja teräksen välille valun aikana muodostuvaa kitkaa. (4.)

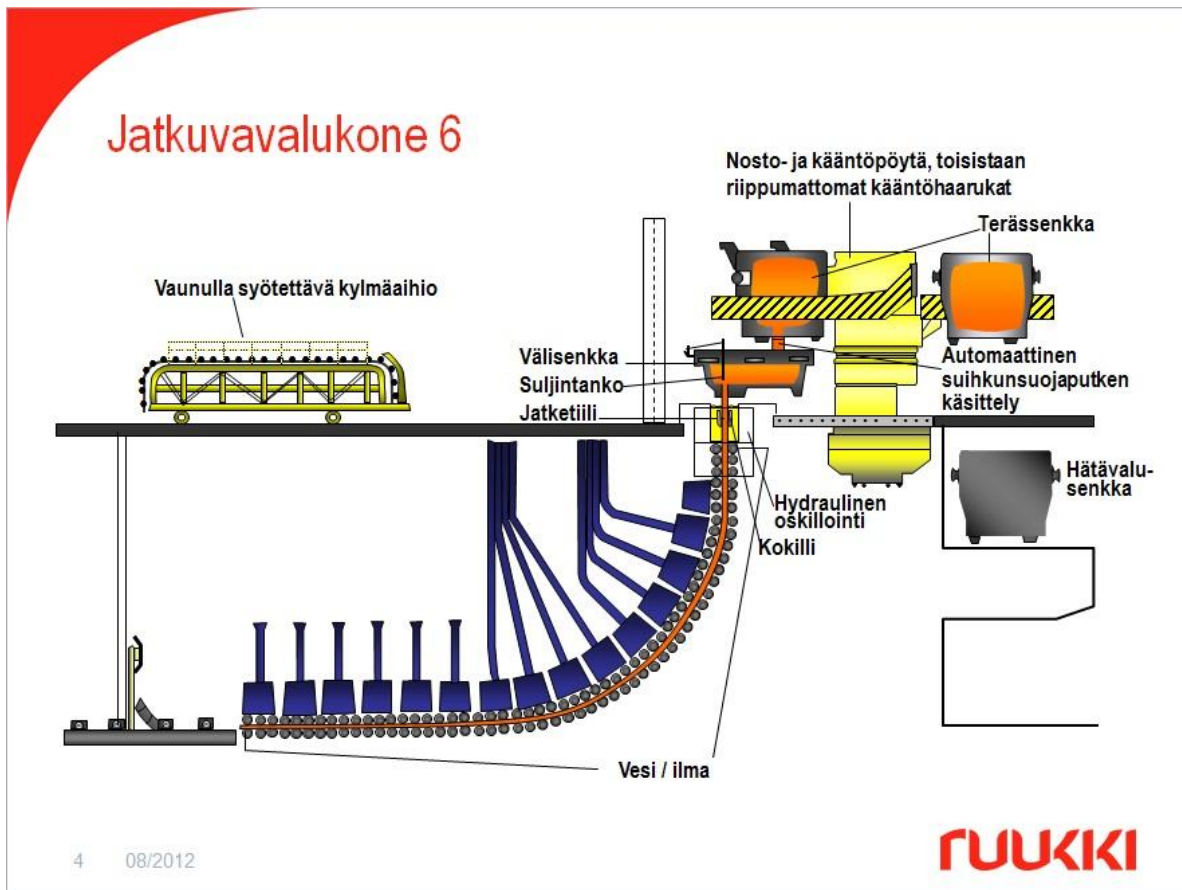
1.2.2 Jatkuvavalukone 6

Jatkuvalukone 6 on yksinauhainen pystytaivutus- ja sarjavalukone. Koneen tarkoituksena on jäähdyttää sulasta teräksestä poikkileikkaukseltaan suorakaiteen mallisia aihioita. Kun sulaan teräkseen on saatu halutut ominaisuudet, se tuodaan valukoneelle senkassa, joka asetetaan koneen kääntöpöytään. Senkasta teräs valutetaan välisenkan ja jatketiilen kautta kokilliin. Välisenkan ja kääntöpöydän avulla senkan tyhjetessä voidaan tilalle vaihtaa täysi senkka valua katkaisematta. Kuvassa 2 näkyy senkka kääntöpöydässä, välisenkka ja vasemmassa alalaidassa hohtavana jatketiili. Sula teräs valuu jatketiilen kautta suoraan kokilliin. Kokilli ja muodostuvaa aihiota vetävät rullastot ovat lattiatason alla piilossa. (4.)



KUVA 2. Jatkuvavalukone 6:n näkyvät osat (4.)

Kokillissa aihio saa halutun muodon ja aihion pintakerros jäähtyy. Lopullinen jäähdytys tapahtuu kokillin jälkeen olevassa rullastossa vesisuihkun avulla. Kokillin sijainti, rullasto ja jatkuvavalukoneen rakenne näkyvät kuvassa 3. Käytetty kokilli määrää tulevan aihion poikkileikkauksen mitat eli aihion paksuuden ja leveyden. Kokilli on tehty kuparista ja sen sisällä kulkee jäähdytysputket. Kokillia oskilloidaan eli liikutetaan edestakaisin pystysuunnassa, jotta jähmettyvä teräs ei tarttuisi sen pintaan. Valussa käytetään myös valupulveria, joka oskilloinnin lisäksi vähentää sulan teräksen ja kokillin välistä kitkaa sekä auttaa lämpöä siirtymään aihioista kokilliin. (4.)



KUVA 3. Jatkuvavalukone 6:n rakennekaavio (4.)

Ennen valua valukoneeseen on kokillin pohjalle asetettu kylmäaihio, joka valun alkaessa vetää jähmettyvää terästä koneen kokillin ja rullaston läpi. Maksimi käytännön valunopeus on 2,0 m/min ahiopaksuudella 175 mm ja 1,8 m/min ahiopaksuudella 210 mm. (4.)

Jäähdytynyt teräsaihio leikataan osiksi jatkuvavalukoneen jälkeen polttoleikkaamalla. Valmistuneet ahiot jatkavat jäähdytyshallin kautta matkaa valssaamolle, jossa ahiosta valssataan joko kela- tai levytuotteita. (4.)

2 MÄÄRITELMÄ

Insinööriyön tavoitteena oli modernisoida Rautaruukin Raahan tehtaan terässulatolla sijaitseva jatkuvalukoneen monitorointijärjestelmä. Modernisointi jakautui käytännössä kahteen osaluueeseen, mittalaitteiston uusimistarpeen tutkimiseen ja ohjelmistopuolen kehitykseen.

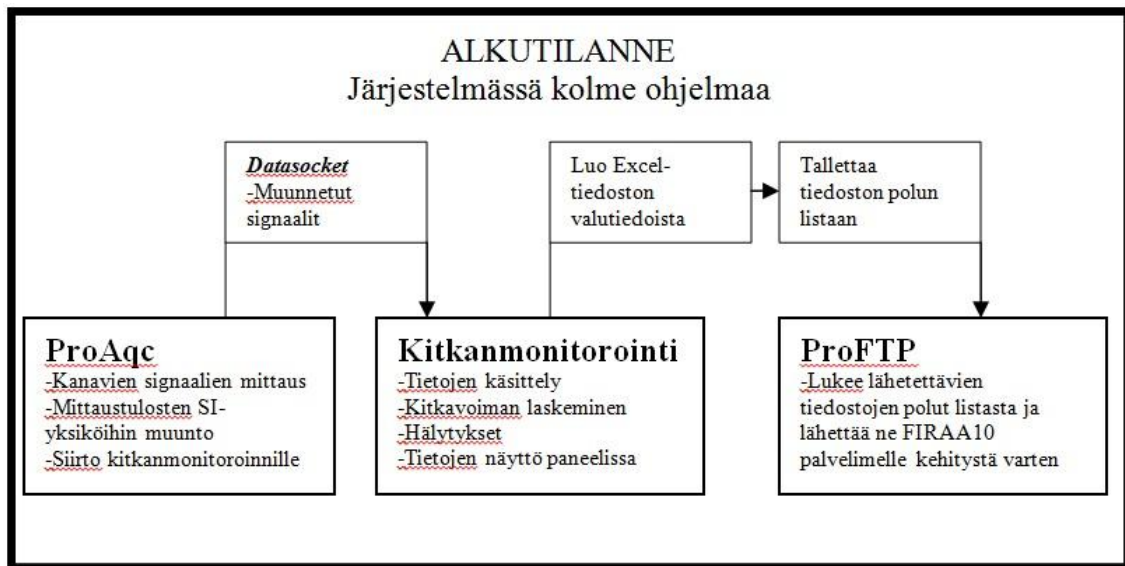
2.1 Mittalaitteiston uusinta

Työn aikana tutkitaan, onko tarvetta korvata järjestelmän mittalaitteita uusilla laitteilla tai hankkia samantyyppiset laitteet varalaitteiksi. Työn aloitushetkellä ylimääräisiä varakappaleita ei ollut Ruukilla hankittu millekään mittalaitteiston komponentille. Nykyinen laitteisto koostuu National Instrumentsin SCXI-1305-terminointilohkosta, SCXI-1120D-moduulista, SCXI-1000-kehikosta ja PCI-6035E DAQ -mittauskortista. Näitä laitteita on vielä National Instrumentsilla saatavilla, mutta niiden valmistus on kuitenkin lopetettu, joten korvaavat laitteet tulisi etsiä National Instrumentsin nykyisestä mallistosta. (8.)

2.2 Monitorointiohjelmiston kehitys

Tavoitteena on tutkia monitorointiohjelman kehittämistarvetta ja toteuttaa mahdolliset uudistukset työhön käytettävän ajan sisällä. Ohjelmiston kehitys tehtiin LabVIEW 2012 -ohjelmistolla. Lähtökohtana kehitykselle oli monitorointiohjelman siirto uudelle käyttöjärjestelmälle ja tietokoneelle. Tämä mahdollisti ohjelman tarkkailun ja kehityksen suoraan tuotantoympäristössä.

Varsinaisen monitorointiohjelman tukena oli myös kaksi HL-palveluiden tekemää ohjelmaa ProAcq ja ProFTP. Nämä ohjelmistot olivat vanhentuneet ja tavoitteeksi otettiin niiden käytöstä poisto ja toiminnan siirto varsinaisen monitorointiohjelman sisälle. Kuvassa 4 näkyy monitorointiaseman ohjelmistojen alkutilanne ja kuvassa 5 lopputavoite, jossa kaikki toiminnot on siirretty varsinaisen monitorointiohjelman sisälle.



KUVA 4. Monitorintiaseman ohjelmistojen alkutilanne



KUVA 5. Monitorintiohjelman ominaisuudet työn lopussa

Työn aikana havaittiin myös muita kehitysmahdollisuuksia kitkanmonitorintiohjelmistolle. Kuitenkin ajanpuutteen vuoksi nämä muutokset ohjelmistoon jäivät tekemättä. Tämän dokumentin luvussa 5 löytyy kuvaukset muutoksista, joita ohjelmistoon voisi vielä tehdä.

3 MITTAUSJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI

Tämä osio kuvaa työn aikana tehdyt laitteiston ja ohjelmiston muutokset. Ohjelmiston kehitys toteutettiin LabVIEW 2012 -kehitysympäristöllä, jossa ohjelmointi tehdään graafisen käyttöliittymän avulla. Mittalaitteiston uusimista ja ohjelmiston kehitystä oli avustamassa National Instrumentsin kenttäinsinööri Antti Lehtinen. Lisäksi lähteenä käytettiin National Instrumentsin kotisivujen tietoja.

3.1 Mittausaseman komponentit

National Instrumentsin kenttäinsinöörin Antti Lehtisen kanssa järjestelmää tutkiessamme päädyimme tässä luvussa esitettyihin komponentteihin nykyisten tilalle. Ehdotetut laitteet korvaisivat kaikki nykyisen järjestelmän laitteet tietokonetta lukuun ottamatta. Uusissa laitteissa otettiin huomioon nykyisten laitteiden mittaustarkkuus ja häiriöjännitteen sietokyky.

Marko Koivulan opinnäytetyössä ei mainittu nykyisten laitteiden ominaisuuksien valintaperusteita. Siksi uusien laitteiden tavoiteominaisuuksiksi valittiin samat kuin alkuperäisten. Nykyiset SCXI-laitteet kestävät suuria häiriöjännitteitä, ja tästä ominaisuudesta jouduttiin tinkimään uusien laitteiden valinnassa. Päädyimme kuitenkin tulokseen, että järjestelmään ei pitäisi päästä suuria häiriöjännitteitä, jotka vahingoittaisivat uusia laitteita niiden alhaisemman häiriöjännitesietokyvyn vuoksi.

Budjettisyyistä uusia laitteita ei vielä hankittu, sillä ne eivät olisi tuoneet järjestelmälle varsinaista lisäarvoa nykyisten ollessa vielä toimintakunnossa. Kuitenkin jos nykyinen vanhentunut mittalaitteisto hajoaa, voidaan tilalle hankkia seuraavat National Instrumentsin komponentit.

3.1.1 CompactDAQ-kehikko

Mittalaitteiston jännitesignaalien sisään- ja ulostulomoduulien kehikoksi valittiin National Instrumentsin CompactDAQ-sarjan kehikko cDAQ-9174. Kehikon pääasiallinen tehtävä on toimia mittausmoduulien virtalähteenä ja tahdistaa sisäänrakennetuilla ajastimilla näytteenottoa analogisesta signaalista.

Sarjasta löytyy useita eri kehikoita, mutta monitorointijärjestelmän toimintoihin riittävät tämän mallin sisältämät neljä moduulipaikkaa. Kehikkoon on myös saatavilla useita erityyppisiä

analogisia ja digitaalisia mittausmoduuleja. Kehikko kommunikoi tietokoneen kanssa USB-liittymän kautta, eli nykyisen laitteiston tietokoneen sisäistä mittauskorttia ei enää tämän kehikon kanssa tarvittaisi. Kehikolla on myös tuki monitorointijärjestelmän tietokoneen uudelle Windows 7 -käyttöjärjestelmälle. Kuvassa 6 näkyvät kehikon neljä moduulipaikkaa, korttien liittimet ja vasemmassa laidassa USB- ja virtaliitin. (5.)



KUVA 6. cDAQ-9174, CompactDAQ-kehikko (5.)

3.1.2 CompactDAQ-sisääntulomoduuli

Uuteen mittalaitteistoon valittiin kaksi kappaletta BNC-liittimillä varustettuja NI 9239 -sisääntulomoduuleja. BNC-liitännät tarvitaan, koska jatkuvavalukoneeseen asennettujen antureiden signaalit tulevat tämän liitännämallin kaapeleissa monitorointijärjestelmän laitteistolle. Kuvan 7 vasemman puoleisessa NI 9239 -moduulissa on BNC-liittimet. Moduulit mittaavat järjestelmän kahdeksan kanavan edellä mainituilta antureilta tulevia jännitesignaaleja ja lähettävät mittaustiedot kehikon kautta järjestelmän tietokoneelle.

Yhdessä kortissa on neljä BNC-liitintä ja kanava-kanava-erotus on jatkuvana 60 VDC tai hetkellisesti 1000 V. Kanava-kanava-erotus suojaa koko monitorointijärjestelmän laitteistoa, jos mittausmoduuleille tulee suuria häiriöjännitteitä. Yhden moduulin näytteenottotaajuus yhtä kanavaa kohden on 50 kS/s, eli kanavalle tulevasta signaalista voidaan ottaa maksimissaan 50 000 näytettä sekunnissa. Monitoriohjelmalla on asetettu ottamaan näytteitä taajuudella 1 kS/s, joten kortin tukema näytteenottotaajuus riittää hyvin. Moduulille tulevan signaalin jännite saa

olla enimmillään ja 10 V ja vähimmillään -10 V. Kaikki kahdeksan mitattavan kanavan jatkuvavalukoneelta tulevat signaalit ovat välillä 0–5 V. (6.)



KUVA 7. NI 9239 -sisääntulomoduuli (6.)

3.1.3 CompactDAQ-ulostulomoduuli

Kitkanmonitoroinnin laskeman kitkavoiman eteenpäin viemiseksi jänniteviestinä terässulaton tietojärjestelmään tarvitaan kehikkoon myös ulostulomoduuli. Moduuli muuntaa monitoriohjelman digitaalisen tiedon analogiseksi jännitesignaaliksi ohjelmassa määritettyjen asetusten mukaan.

Ulostulomoduulissa ei tarvita BNC-liittimiä, vaan kaapeli kitkavoimatiedon vientiä varten kytketään moduulissa kuvan 8 mukaisiin ruuviliittimiin. NI 9269 -ulostulomoduulin päivitysnopeus yhden kanavan ollessa käytössä on 333 kS/s. Moduuli pystyy luomaan jännitesignaalin alueella ± 10 V ja sen kanava-kanava-erotus on 250 Vrms. (7.)



KUVA 8. NI 9269 -ulostulomoduuli (7.)

3.1.4 Järjestelmän tietokone

Uusi monitorointiaseman tietokone on Lenovo-merkkinen ja siinä on 4 GB muistia sekä Intel i5-240-prosessori. Käyttöjärjestelmänä on Microsoft Windows 7. Koneen muistilla ja suorittimella on kuitenkin mittausohjelman kannalta sen vähäisen resurssintarpeen vuoksi hyvin vähän merkitystä. Koneeseen on asennettu National Instrumentsin LabVIEW 2012 -kehitysympäristö. Tietokoneen nimi Ruukin verkossa on DTFIRAAP0150 ja staattinen IP-osoite on 146.81.35.25.

Monitorointiaseman uudeksi tietokoneeksi mietittiin myös kestäväää teollisuus-PC:tä tai National Instrumentin PXI-controlleria. Tarjouspyyntöjäkin lähetettiin mm. Eagle Datalle. Nämä ratkaisut osoittautuivat kuitenkin huomattavan kalliiksi ja olisivat hankaloittaneet ylläpitoa mahdollisessa vikatilanteessa. Toimintavarmuus olisi parantunut hieman, mutta nykyiset PC:t kestävät sähkötilan lämpötila- ja kosteussäädetyssä ympäristössä jatkuvaa käyttöä niin hyvin, ettei lisäinvestointia koettu tarpeelliseksi.

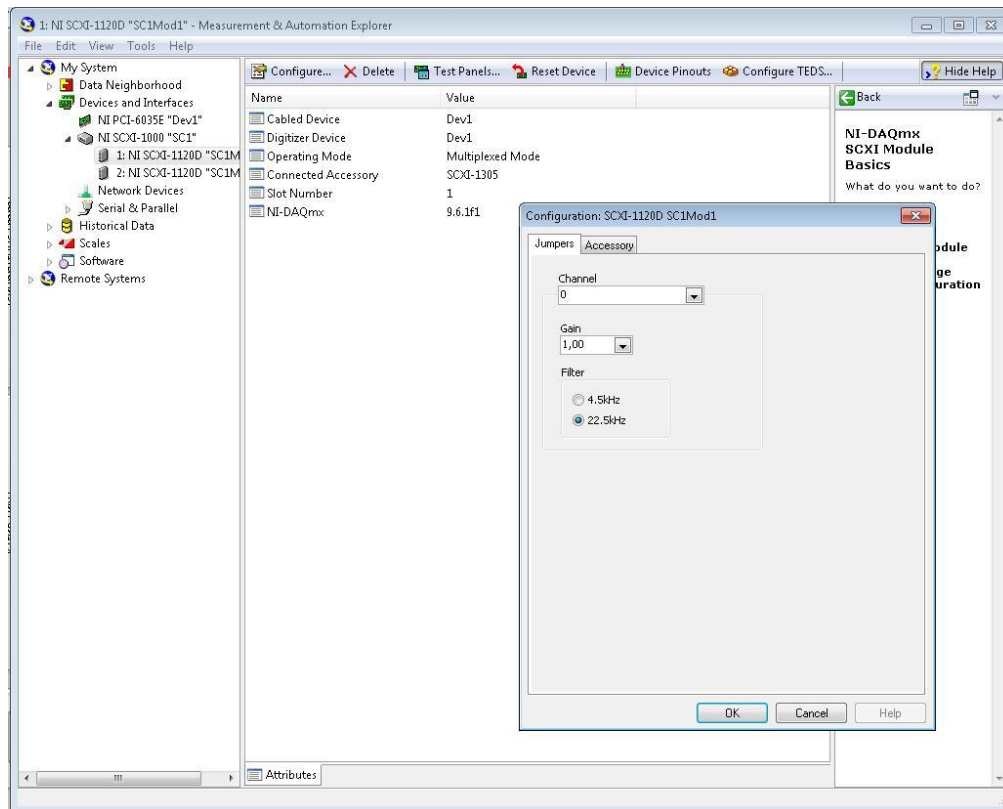
3.2 Monitorointiohjelman siirto uudelle tietokoneelle

Ensimmäinen tehtäväni oli siirtää monitorointiohjelmisto ja vanhan tietokoneen sisäinen mittauskortti uudelle PC:lle. Vanha monitorointijärjestelmän Windows NT -käyttöjärjestelmällä varustettu tietokone oli vikaantunut ja jumiintui satunnaisesti. Lisäksi monitorointijärjestelmä sijaitsee sähkötilassa, jossa työskentely on hankalaa ja etäyhteys vanhaan tietokoneeseen ei

ollut mahdollinen. Mitään muutoksia monitorointiohjelmaan ei kannattanut tehdä, ennen kuin se oli saatu toimimaan uudella tietokoneella, jotta sen käytännön toimintaa pystyi tutkimaan myös sähköhuoneen ulkopuolelta Windows 7 -käyttöjärjestelmän tukeman Remote Desktop -etäyhteyden avulla. Hankaluuksia siirrossa aiheuttivat ajurien yhteensopivuusongelmat uuden käyttöjärjestelmän kanssa ja ProAcq-ohjelman vähäinen dokumentointi.

ProAcq-ohjelmisto vaati toimiakseen National Instrumentsin Traditional DAQ -ajurit kommunikoimaan mittalaitteiden kanssa, LabVIEW 7 runtime enginen ja vanhan käytöstä poistuneen Ruukin Carel-IPC-sanomaohjelmiston. Traditional DAQ -ajurit ovat vanhentuneet ja eivätkä ne ole yhteensopivia Windows 7 -käyttöjärjestelmän kanssa. National Instrumentsin sivuilta löytyi kuitenkin lopulta kokeelliset Traditional DAQ 7.5 Beta -ajurit Windows 7 -käyttöjärjestelmälle. Nämä ajurit osoittautuivat toimiviksi ja Carel-IPC:n, sekä LabVIEW runtime enginen asennuksen jälkeen monitorointiohjelmisto saatiinkin käyntiin.

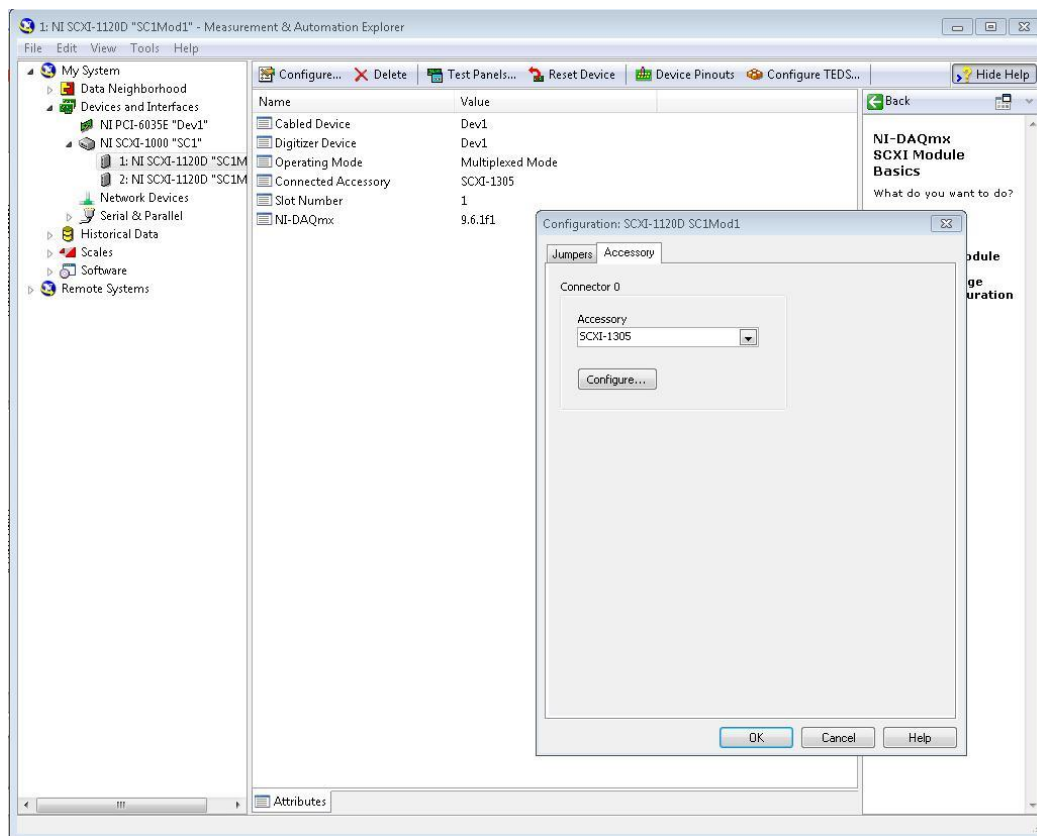
Tämän opinnäytetyön luvuissa 3.4 ja 4.4 kuvatus HL-palveluiden ohjelmien käytöstäpoiston jälkeen koneelle hankittiin LabVIEW 2012 -kehitysympäristö ja samalla siirryttiin National Instrumentsin uusiin DAQmx-ajureihin. Ajureille täytyi vielä määrittää kuvissa 9 ja 10 näkyvät mittalaitteiden mukaiset asetukset, koska jännitteiden luku kanavilta ei onnistunut oikein. Esimerkiksi sylinterien iskunpituutta mittaavat kanavat näyttivät virheellisillä asetuksilla eri arvot länsi- ja itäsylinterille vaikka todellisuudessa niiden iskunpituudet ovat aina lähes samat.



KUVA 9. SCXI-moduulin jännitteen suodatus- ja vahvistusasetukset DAQmx-ajuriohjelmistossa

Kuvassa 9 ja 10 näkyy vasemmassa laidassa nykyisen mittauslaitteiston NI SCXI-1000 -kehikko, jonka alla on kaksi NI SCXI-1120D -moduulia. Nämä moduulit eristävät mitattavat kanavat toisistaan ja suodattavat sekä vahvistavat mitattavia signaaleja asetusten mukaan. Ainoastaan moduuli 1 on kitkanmonitoroinnin käytössä. Toinen moduuli kehikossa kuuluu nyt jo käytöstä poistuneeseen lämpötilan seurantajärjestelmään.

Moduulille piti määrittää kuvan 10 mukaisesti terminointilohkoksi SCXI-1305. Terminointilohko toimii antureilta tulevan signaalin ja SCXI-moduulin välisenä liitoskappaleena. Järjestelmään tulevien signaalien BNC-kaapelit kytketään terminointilohkoon. Kuvissa 9 ja 10 kehikon yläpuolella on järjestelmän nykyinen tietokoneen sisälle asennettu mittauskortti NI PCI-6035E. (8.)



KUVA 10. SCXI-moduulin terminointilohkon määrittäminen DAQmx-ajuriohjelmistossa

3.3 ProAcq-ohjelman jännitemittaus- ja muunnostoiminnan siirto kitkanmonitorointiin

Mittausasemalla on yhteensä kahdeksan mitattavaa kanavaa, joihin tulee jänniteviestinä seuraavat tiedot:

0. Sylinterin iskunpituus, länsi
1. Sylinterin iskunpituus, itä
2. Sylinterin paine, länsi
3. Sylinterin paine, itä
4. Valunopeus
5. Valun käynnistys ja kokillin koko
6. Servon karan asento, länsi
7. Servon karan asento, itä.

HI-palveluiden ProAcq-ohjelma mittaa kanavien jännitteet ja lähettää nämä tiedot National Instrumentsin Datasocket-tiedonsiirtoprotokollan avulla kitkanmonitorointiohjelmalle. Lisäksi ProAcq suorittaa ohjelman asetusten mukaan piirrelaskentaa kanaville 0, 1, 2 ja 3. Piirrelaskenta tarkoittaa tässä tapauksessa jänniteviestin muuntamista SI-yksiköitä vastaaviin arvoihin. Jotta ProAcq-ohjelman toiminto voitaisiin sisällyttää kitkanmonitorointiohjelmaan, tulee selvittää, miten SI-yksiköihin muunnos tapahtuu. (8.)

Tällä hetkellä muunnoksen tarkkuudella ei kuitenkaan ole suurta merkitystä, sillä monitorointiohjelman laskemia arvoja verrataan ainoastaan keskenään. Tärkein saatava tieto on verrannollisuus ohjelman useiden valujen aikana tallettamien arvojen välillä. Voidaan esimerkiksi katsoa miten valujen aikana käytetty valupulveri tai valettu teräslaatu on vaikuttanut ohjelman tallettamien kitka-arvojen suuruuteen.

3.3.1 Sylinterin iskunpituus (kanavat 0 ja 1)

Marko Koivulan opinnäytetyössä on taulukon 1 mukaiset tiedot jänniteviestin verrannollisuudesta iskunpituuteen. Suoraa funktiota verrannollisuudelle ei löytynyt.

TAULUKKO 1. Jännitteen verrannollisuus iskunpituuteen (8.)

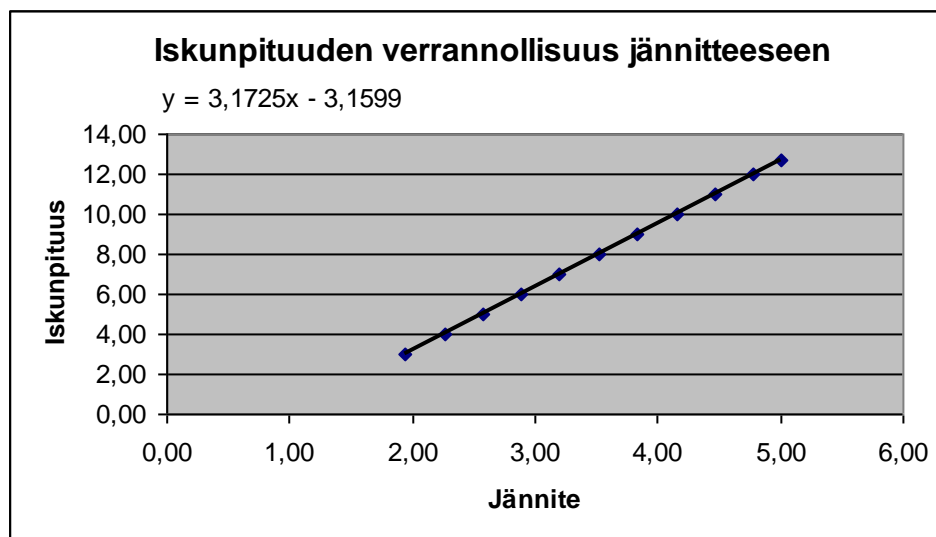
Kanava 1 ja 2 Iskunpituus	
Jännite [V]	Iskunpituus [mm]
1,94	3,00
2,26	4,00
2,57	5,00
2,89	6,00
3,20	7,00
3,52	8,00
3,83	9,00
4,15	10,00
4,46	11,00
4,78	12,00
5,00	12,70

Tietoja tarkastelemalla jännitteen ja iskunpituuden verrannollisuus on lähes täysin lineaarinen, joten iskunpituus voidaan laskea käyttämällä lineaarista yhtälöä.

$$y = mx + b$$
$$y = \text{iskunpituus}$$
$$x = \text{jännitetieto}$$
$$m = \text{suoran jyrkkyys} = \Delta x / \Delta y$$

KAAVA 1. Iskunpituuden ja jännitteen verrannollisuus, lineaarinen yhtälö

Yhtälön voisi laskea käsin, mutta helpoin tapa kuitenkin on syöttää tiedot Microsoft Exceliin ja piirtää lineaarinen kuvassa 9 näkyvä trendiviiva, jonka yhtälön Excel selvittää automaattisesti.



KUVA 9. Iskunpituuden verrannollisuus jännitteeseen.

Kaava 2 iskunpituuden laskemiseen on siis kuvan 9 mukaan seuraava:

$$\text{Iskunpituus} = 3,1725 * \text{Jännite} - 3,1599$$

KAAVA 2. Iskunpituuden yhtälö taulukon 1 arvojen mukaan

Kokeillaan yhtälöä taulukon 1 mukaisilla arvoilla, suluissa laskettava iskunpituus:

$$\text{Iskunpituus (3 mm)} = 3,1725 * 1,94 - 3,1599 = 2,99475$$

$$\text{Iskunpituus (7 mm)} = 3,1725 * 3,20 - 3,1599 = 6,9921$$

$$\text{Iskunpituus (10 mm)} = 3,1725 * 4,15 - 3,1599 = 10,005975$$

$$\text{Iskunpituus (12 mm)} = 3,1725 * 4,78 - 3,1599 = 12,00465$$

Laskukaava pitää hyvin paikkansa ottaen huomioon, että taulukon 1 jännitearvot ovat todennäköisesti pyöristettyjä. Kuitenkin ohjelmassa tämä kaava ei suoraan toiminut ja iskunpituuden arvot jäivät liian pieniksi. Kokeilemalla havaittiin, että kertoimen kaksinkertaistamalla iskunpituuden arvot saatiin oikeaksi ja lopulliseksi kaavaksi saatiin kaava 3:

$\text{Iskunpituus} = 6,345 * \text{Jännite} - 3,1599$
--

KAAVA 3. Iskunpituuden kokeilemalla saatu lopullinen yhtälö

3.3.2 Sylinterin paine (kanavat 2 ja 3)

Paineen yksikköä ei mainita Marko Koivulan opinnäytetyössä eikä monitoriohjelmassa. ProAcq suorittaa kuitenkin näille kanaville piirrelaskentaa. Tämä piirrelaskenta ei kuitenkaan tehnyt ilmeisesti mitään tai muutos oli käytännössä olematon, sillä mitattavilta kanavilta saatiin suoraan lukemalla samat arvot kuin ProAcq-ohjelman kautta. Monitoriohjelman näyttämä arvo paineelle on siis suoraan kanaville 2 ja 3 tulevan jännitteen arvo.

3.3.3 Valunopeus (kanava 4)

Valunopeus ilmoittaa nopeuden, jolla jatkuvavalukoneen rullat vetävät aihiota. Nopeus vaikuttaa aihion pinnanlaatuun ja repeämisherkkyyteen. Kokillinmonitoriohjelman suorittaa valunopeuden muunnoksen taulukon 2 mukaisesti. Valunopeuden muutosten seuranta on monitoriohjelman laskeman kitkavoiman lisäksi erityisen tärkeä. Samaa valupulveria käytettäessä voidaan verrata valunopeuden vaikutusta kitkavoiman suuruuteen eri valusarjojen välillä. (8.)

TAULUKKO 2. Jännitteen ja valunopeuden verrannollisuus (8.)

Kanava 4 Valunopeus	
Jännite [V]	Valunopeus [m/min]
0,0	0,00
0,5	0,00
1,0	0,00
1,5	0,25
2,0	0,50
2,5	0,75
3,0	1,00
3,5	1,25
4,0	1,50
4,5	1,75
5,0	2,00

3.3.4 Valutieto ja kokillin koko (kanava 5)

Monitorointiohjelma suorittaa laskentaa ainoastaan valun ollessa käynnissä. Tieto valun alkamisesta tulee ohjelmalle kanavan 5 kautta. Jos kanavalle tulevan signaalin jännite on alle 1,60 V, eli valu ei ole käynnissä, on ohjelma lepotilassa. Kanavalle tulevassa jännitteessä on myös tieto valussa käytettävän kokillin koosta. Monitorointiohjelma muuntaa jännitteen taulukon 3 mukaisesti. (8.)

TAULUKKO 3. Jännitteen ja valutiedon arvojen verrannollisuus (8.)

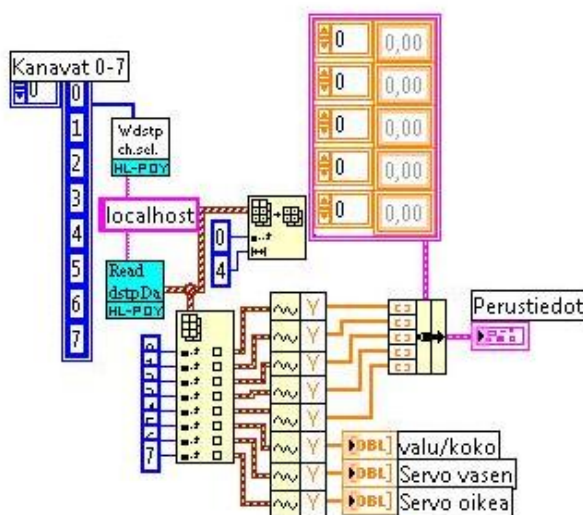
Kanava 5 Valutieto	
Jänniteväli [V]	Valutieto / kokillin koko
1,60 - 2,40	Valu käynnissä
2,60 - 3,40	Kokillin koko 1 (150mm)
3,60 - 4,40	Kokillin koko 2 (210mm)
4,40 - 5,40	Kokillin koko 3 (270mm)

3.3.5 Servon karan asento (kanavat 6 ja 7)

Servon karan asennon SI-yksikkö on millimetri. ProAcq ei suorita muunnosta näille kanaville, eikä näitä tietoja käytetä kitkanlaskemiseen. Ohjelman käyttöliittymästä voidaan kuitenkin seurata näiden kanavien jännitearvoja. Niiden avulla voidaan havaita häiriötilanteita, jos esimerkiksi servoventtiilien karat ovat jumiutuneet.

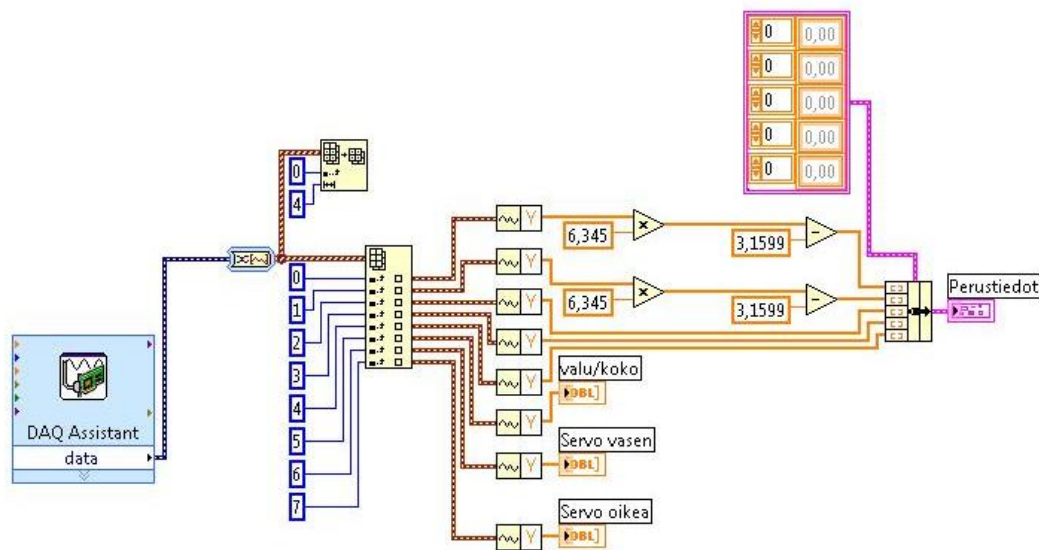
3.3.6 Monitorointiohjelman muutos

ProAcq-ohjelman käytöstä poistaminen tapahtui käytännössä monitorointiohjelman Input.vi-aliohjelman tehdyillä muutoksilla. Tämä aliohjelma otti vastaan ProAcq-ohjelman käsittelemät kanavien signaalit käyttäen HL-Palvelut yhtiön tiedonsiirto-ohjelmia, jotka toimivat National Instrument Datasocket -protokollan avulla. Nämä kaksi aliohjelmia näkyvät kuvassa 11 HL-POY-nimellä.



KUVA 11. Monitorointiohjelman Input.vi-aliohjelma ennen muutoksia

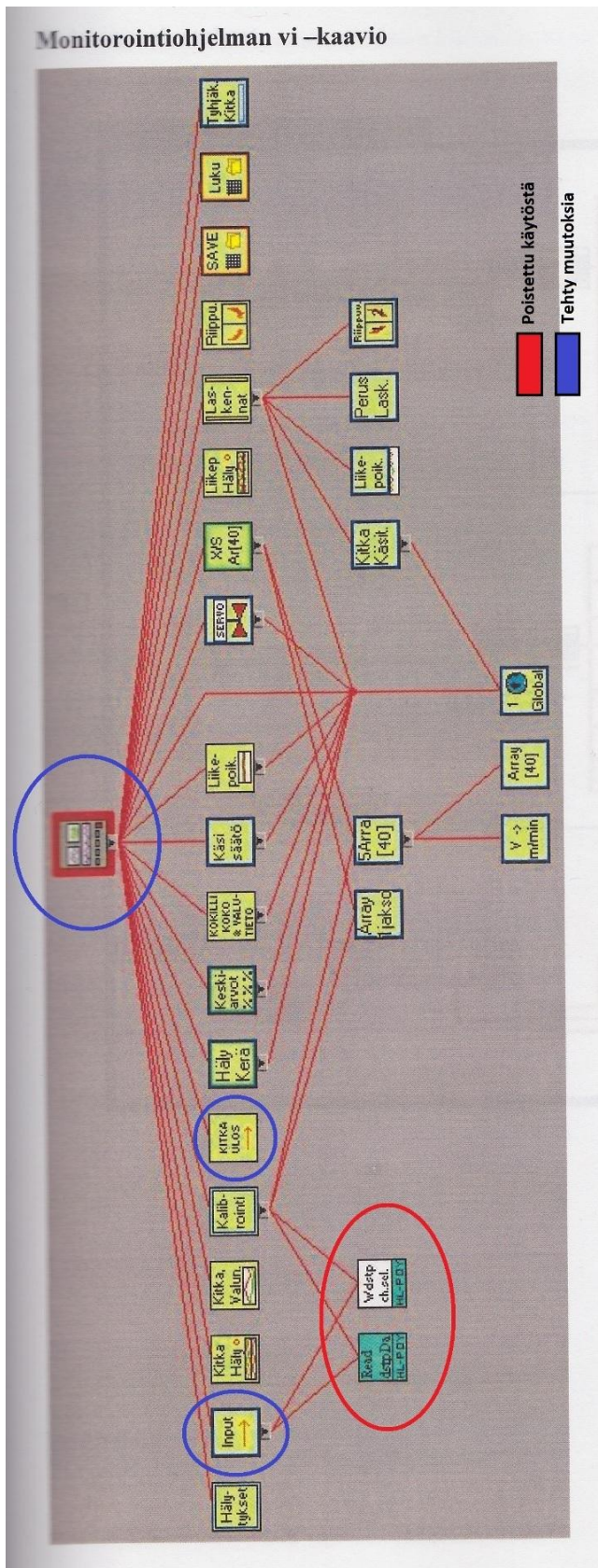
Input.vi:stä poistettiin HL-palveluiden tiedonsiirtoaliohjelmat ja tilalle lisättiin LabVIEW:n DAQ Assistant –express-funktio, joka lukee mittauskortin kanavien jännitteet. Kanavien luvun jälkeen lisättiin iskunpituuden muunnos jännitetiedosta millimetreiksi. Kuvassa 12 on Input.vi:n uusi versio, jossa on myös luvun 3.3.1 kaavasta 3 löytyvä iskunpituuden muunnos kanaville 0 ja 1.



KUVA 12. Monitorointiohjelman Input.vi-aliohjelman muutosten jälkeen

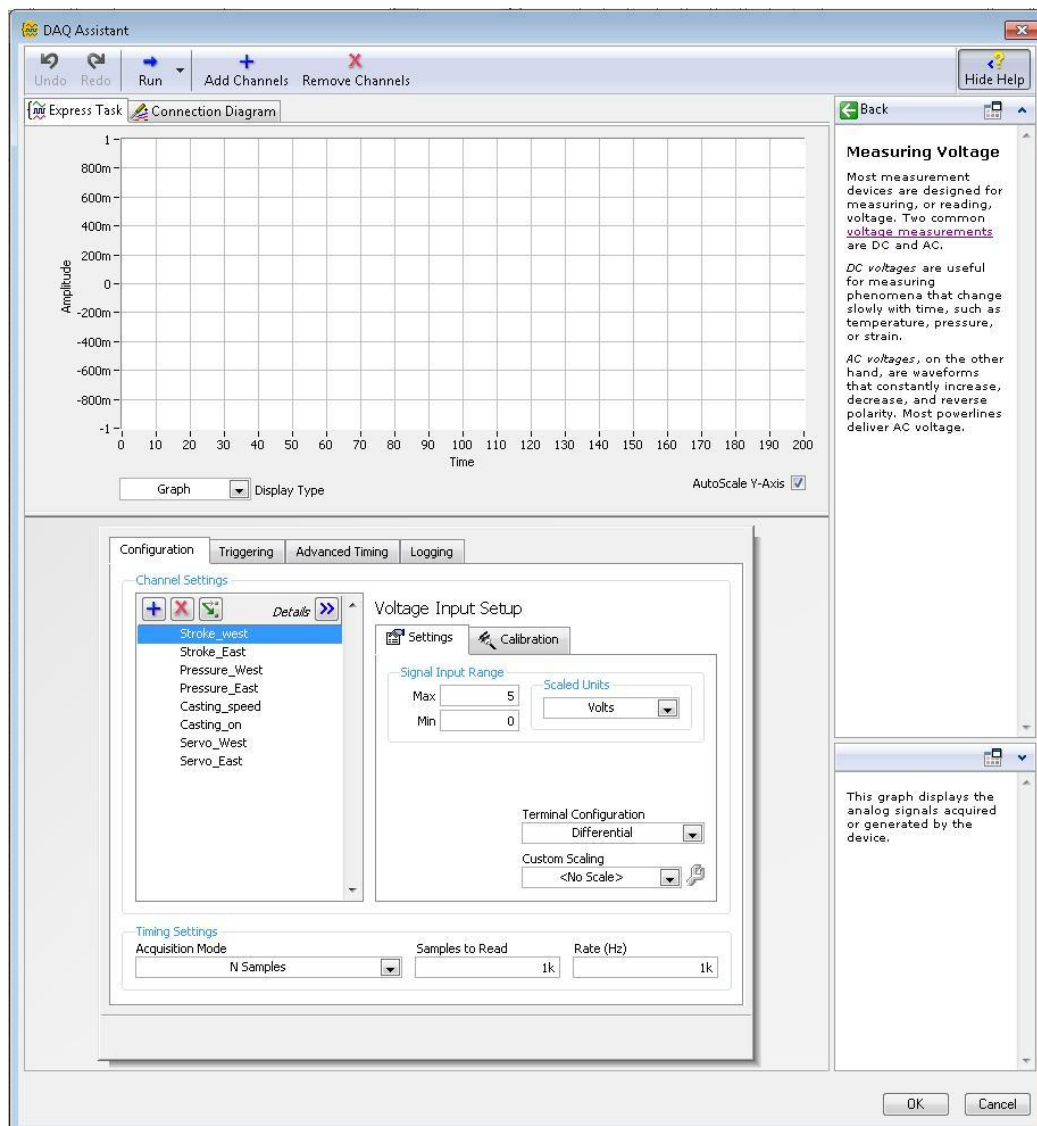
Uusien ajureiden takia myös KITKA_ULOS.vi-aliohjelman vaihdettiin DAQ Assistant –express-funktio korvaamaan vanhojen Traditional DAQ -ajureiden käyttämät aliohjelmat. Tämä aliohjelma vie mittauskortin ulostuloon kitkavoiman tiedon, jolloin se saadaan mittauskortilta ulos analogisena jänniteviestinä. Ulostulon jännite on monitorointiohjelman laskeman kitkavoiman kilonewtonarvo kerrottuna kahdella ja jänniteviestin alue on -10 voltista 10 volttiin. (8.)

Kitkanmonitorointiohjelman rakenne näkyy kuvassa 13 ja siihen on merkattu poistetut ja muokatut aliohjelmat. Kuvan 13 rakennekuvasta puuttuu kuitenkin luvussa 3.4 selitetyn FTP_Script.vi-aliohjelman muutoksen merkintä, koska rakennekuva on otettu Marko Koivulan opinnäytetyöstä ja ilmeisesti FTP_Script.vi-aliohjelma oli lisätty monitorointiohjelman hänen opinnäytetyönsä jälkeen.



KUVA 13. Kitkanmonitorointiohjelman vi-kaavio (8.)

Kuvassa 13 on Input.vi:n uuden version DAQ Assistant -express-funktion asetukset. Huomioitavaa on näytteidenottotaajuus. Funktio on asetettu ottamaan 1000 näytettä 1000 Hz:n taajuudella, eli näytteitä kanavien jännitteistä otetaan 1000 kappaletta sekunnissa. Nämä asetukset ovat tärkeitä sillä monitorointiohjelman taulukkojen koko ja pääloopin yhden kierroksen kesto (yksi sekunti) on säädetty toimimaan näillä arvoilla. Tulevien signaalien jännitealue on rajattu jokaiselle kanavalle välille 0–5 voltia.

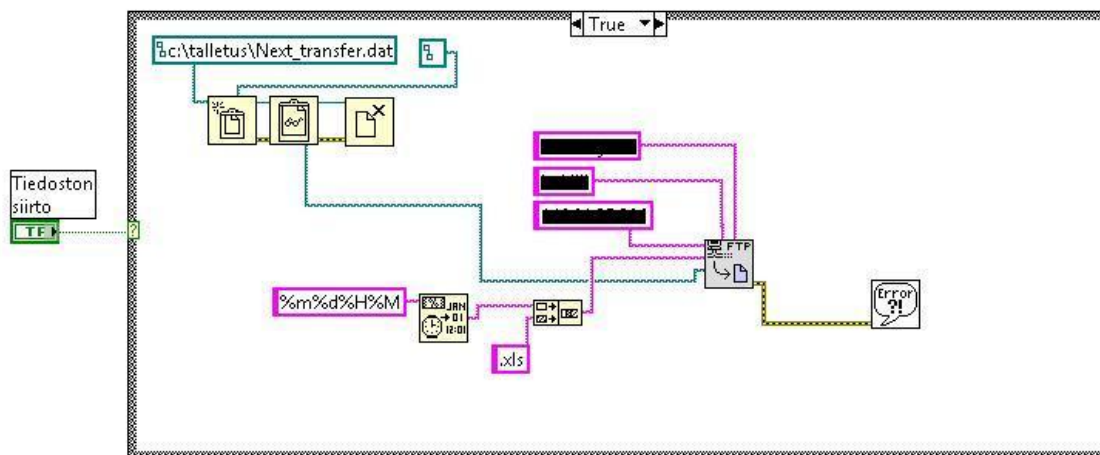


KUVA 14. Mittauskanavien jännitteiden luku DAQ Assistant –express-funktiossa

3.4 ProFTP-ohjelman toiminnan siirto kitkanmonitorointiohjelmaan

HL-Palvelut yhtiön ProFTP-ohjelman tehtävänä oli siirtää monitorointiohjelman mittaustuloksista muodostamat Excel-tiedostot FTP-palvelimelle terästuotantoyksikön kehitystä varten. Koska ProFTP-ohjelmalle ei ole enää mitään tukea saatavilla, siirrettiin sen toiminta monitorointiohjelman sisälle. Kitkanmonitorointiohjelmasta löytyvä FTP_Script.vi-aliohjelma talletti valun lopussa mittaustulosten Excel-tiedoston hakemistopolun osoitteen tekstitiedostoon, josta ProFTP-ohjelma lähetti tiedoston palvelimelle ja poisti sen hakemistopolun tekstitiedoston listasta. (8.)

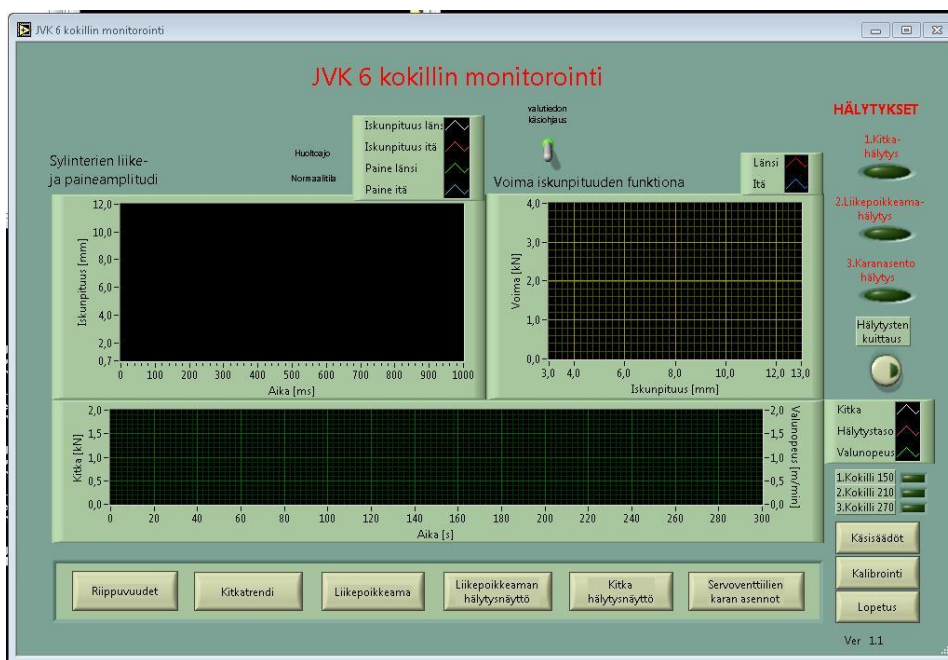
Lähetystoiminto korvattiin käyttämällä LabVIEW FTP put file -funktioita. Monitorointiohjelma lähettää nyt valun päättyessä luomansa Excel-tiedoston suoraan tiedostopalvelimelle. Koska ProFTP:n käyttämän tiedostopalvelimen tunnusta ja salasanaa ei kuitenkaan enää löytynyt, niin monitorointiohjelmaa varten luotiin uudet tunnukset tiedostopalvelimelle. Kuvassa 14 näkyy uusi versio FTP_script.vi-aliohjelmasta.



KUVA 15. Uusi FTP_Script.vi-aliohjelma.

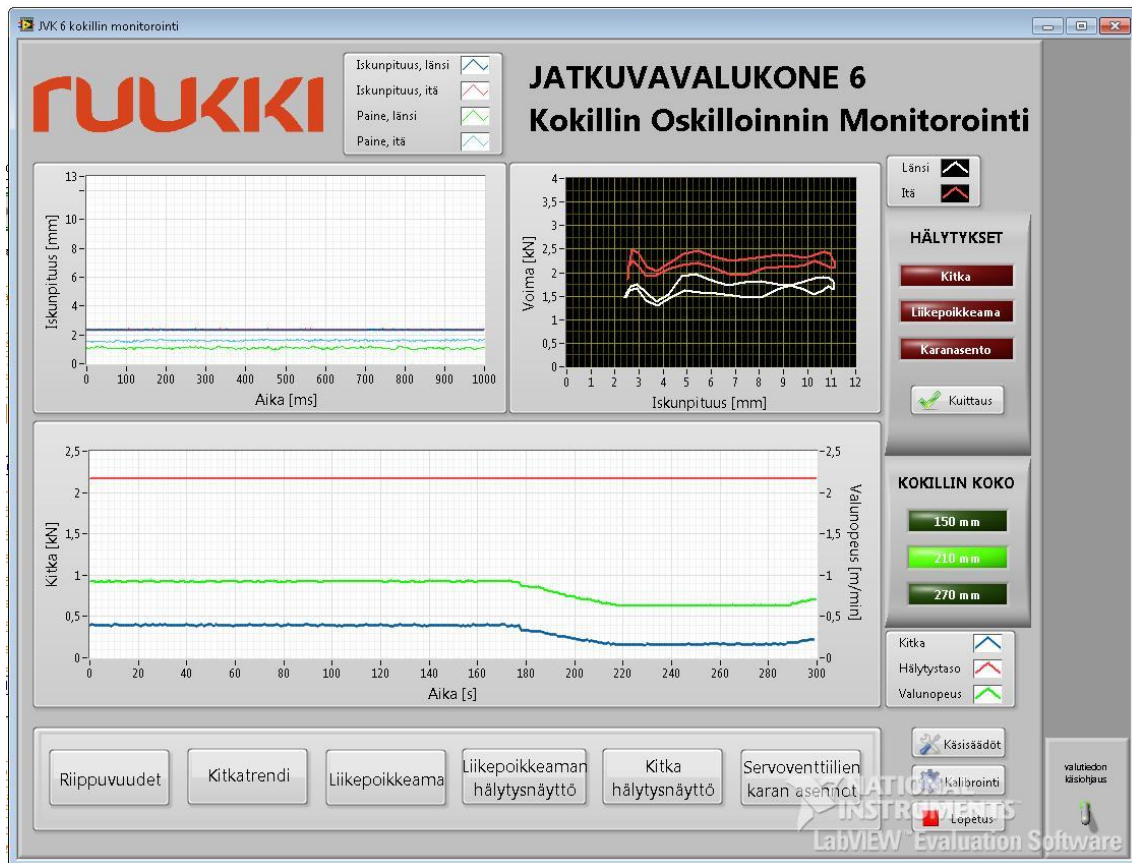
3.5 Käyttöliittymän ulkoasun siistiminen

Monitorintiohjelman vanha käyttöliittymä alkoi jo näyttää ikäiseltään, joten ulkoasua siistittiin käyttämällä LabVIEW'n silver-elementtejä. Kuvassa 16 on alkuperäinen pääohjelman käyttöliittymä. Pääohjelman ja kaikkien alalaidassa olevista painikkeista avautuvien aliohjelmien käyttöliittymät suunniteltiin ja toteutettiin uusiksi kuvan 17 mukaisesti.



KUVA 16. Monitorintiohjelman vanha käyttöliittymä

Graafien luettavuutta parannettiin käyttämällä hieman paksumpia piirtoviivoja ja antamalla niille viivat toisistaan selkeämmin erottavia värejä. Tämä helpottaa kokillin kitkan seuraamista valun aikana. Näytön elementeille on myös lisätty vihjetekstit, jotka kertovat lyhyesti jokaisen elementin toiminnan kun kursori viedään niiden päälle.



KUVA 17. Monitorointiohjelman uusi käyttöliittymä

4 TESTAUS

Kun sähkötilaan hankitun uuden tietokoneen etäyhteys oli saatu toimimaan, voitiin monitorointiohjelmaan tehdyt muutokset testata välittömästi käyttöympäristössä. Ohjelman toimintaan tehdyt muutokset olivat vähäisiä. Ohjelman toimintaan mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä työn aikana oli uuteen käyttöjärjestelmään siirtyminen, käyttöliittymän uusiminen, FTP_script.vi- ja Input.vi-aliohjelmiin tehdyt muutokset sekä National Instrumentsin DAQmx-ajureiden käyttö.

Ensimmäinen testausvaihe oli vanhalla monitorointiohjelmistolla, kun se saatiin käyntiin uuden tietokoneen Windows 7 käyttöjärjestelmässä. Vanha ohjelmisto vaati toimiakseen National Instrumentsin kokeelliset Traditional DAQ -ajurit. Ajurit toimivat oikein, mutta olisivat voineet vaikuttaa mittalaitteistolta luettavien jännitteiden lukuun ja sitä kautta monitorointiohjelman antamiin kitka-arvoihin. Toiminta tarkistettiin vertailemalla ohjelman ennen muutoksia tallettamia arvoja uusiin muutosten jälkeen talletettuihin arvoihin.

Ohjelmasta otettiin varmuuskopio aina ennen muutosten tekoa. Useimmat pienet muutokset tarkistettiin vain silmämääräisesti käyttöliittymän graafeista. Kuitenkin kriittisimpien muutosten jälkeen monitorointiohjelman näyttämiä tuloksia verrattiin tarkemmin aikaisempiin Excel-tiedostoihin talletettuihin arvoihin. Käytännössä kuitenkin pienet muutokset ohjelman antamiin arvoihin olisi hyvin vaikea havaita.

5 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

Tässä osiossa on ehdotuksia kitkanmonitorointijärjestelmän toiminnan kehitykseen ja tuomaan lisäarvoa sen käyttöön. Monitorointijärjestelmän tietokoneeseen voi nyt ottaa etäyhteyden Microsoftin Remote Desktopilla ja kaikki ohjelman toiminnot löytyvät samasta LabVIEW-projektista, mikä helpottaa jatkokehityksen aloitusvaihetta.

Tämän luvun lisäksi voisi jatkokehitykseen vielä kysellä ehdotuksia valukoneen ohjaamon käyttäjiltä ja tutkimuslaitoksen työntekijöiltä. Ohjaamon työntekijät käyttävät monitoriohjelmiston reaaliaikaista näkymää ja tutkimuslaitoksen henkilöstö sen tallettamia tietoja. Heiltä voisi saada näihin eri osa-alueisiin parannusehdotuksia.

5.1 Mittaustietojen vienti SQL-tietokantaan

Ohjelman tallennettavat tiedot voisi viedä SQL-tietokantaan, jolloin niiden tutkiminen olisi helpompaa. Tiedon määrän kasvaessa yksittäisten Excel-tiedostojen tutkiminen ja niiden tietojen vertailu valujen välillä on hankalaa. SQL-tietokantaan voisi tehdä funktioita, jotka automaattisesti vertailevat samantyyppisten valujen kitka-arvoja sulatusnumerojen avulla. Näissä vertailuissa voitaisiin ottaa huomioon teräksen laatu, käytetty valupulveri ja niiden vaikutus kitkaan.

5.2 Väärien hälytysten minimoiminen

Väärien hälytysten vähentämiseksi ohjelmaan voisi esimerkiksi lisätä toiminnon, joka nostaa valun aloituksessa kitkahälytyksen raja-arvoa korkeammaksi noin minuutin ajan. Tämän on tarkoitus estää valun aloituksessa syntyvät hälytykset, jotka johtuvat aloituksen normaalia toimintaa suuremmasta kitkamäärästä. Jatkokehityksessä voisi tutkia ohjelman antamia hälytyksiä ja optimaalisen hälytysrajan löytämistä. Turhat hälytykset aiheuttavat sen, ettei niihin kiinnitetä huomiota oikean hälytyksen sattuessa. Hälytysten tärkein tarkoitus on varoittaa valajaa mahdollisesta teräksen kuoren repeämisvaarasta kitkan noustessa puutteellisen voitelun tai muun syyn vuoksi.

5.3 Sulatusnumeron haku OPC-palvelimelta

Sulatusnumero on yksilökohtainen tunniste jokaiselle valusarjalle. Tämä numero säilyy tehtävän tuotteen tunnuksessa lopputuotteeseen asti. Monitorintiohjelman nykyinen versio tallettaa jokaisen valun tiedot erilliseen Excel-tiedostoon, jonka nimenä on nyt aikaleima. Nimen aikaleima koostuu valunaloituksen vuodesta, päivästä, kuukaudesta ja kellonajasta. Tietyn valun tallennettujen tietojen tarkastelu jälkikäteen vaatii siis tiedon valun ajasta vähintään tunnin tarkkuudella.

Tavoitteena on vaihtaa valun tietojen Excel-tiedoston nimeksi aikaleiman sijaan sulatusnumero, joka voidaan hakea tehtaan OPC-palvelimelta. OPC (Open Platform Communications) on teollisuuden käyttämä standardi ohjelmistojen kommunikoinnin ja yhteensopivuuden varmistamiseksi. Teknologia perustuu client/server-arkkitehtuuriin ja auttaa ohjelmistojen rajapintoja liittymään teollisuuden datalähteisiin. (9.)

Sulatusnumeron avulla voitaisiin helpommin tarkastella eri teräslaatuojen vaikutusta kitkan suuruuteen. Numeron hakemiseksi tarvitaan kitkanmonitorintijärjestelmän tietokoneelle OPC-client-ohjelma, jolla palvelimeen muodostetaan yhteys. Tämän lisäksi täytyy tietää sulatusnumeron tunniste palvelimella. Palvelimella on valtava määrä eri tietoja ja tiedot on eroteltu tageilla, jotka toimivat tunnisteenä yksittäiselle tiedolle. Tageja kutsutaan joskus myös positioiksi.

Terässulaton OPC-palvelin on osa Metson valmistamaa automaatiojärjestelmää. Palvelin tukee OPC Data Access 1.0- ja 2.0 -protokollia. Yhteyden muodostus client-PC:ltä vaatii palvelimen ja client-PC:n DCOM-asetusten määrittelyä. DCOM (Distributed Component Object Model) on Microsoftin teknologia jolla hajautetut ohjelmistot voivat kommunikoida keskenään verkon yli. (10.)

LabVIEW tukee kahta eri tapaa kommunikoida OPC-palvelimen kanssa. Ensimmäinen keino on käyttää LabVIEW DSC-moduulia (Datalogging and Supervisory Control). Tämä moduuli on maksullinen ja sisältää OPC-clientin, joka tukee OPC Data Access versioita 2.0 ja 3.0. Toinen tapa hakea tieto palvelimelta on käyttää LabVIEW'n Datasocket-protokollaa, joka on tarkoitettu

tiedon jakamiseen ja keräämiseen verkosta. Datasocket tukee OPC Data Access versioita 1.0 ja 2.0. (11; 12.)

Monitorointiaseman tietokoneelta saatiin yhteys OPC-palvelimelle Metson testi-clientillä, mutta LabVIEW'n Datasocket ja DSC-moduulin client eivät saaneet yhteyttä palvelimeen. Vikaa tutkittiin ja sen todettiin olevan todennäköisesti tietokoneen DCOM-asetuksissa. Asetuksia säädettiin myös Metson insinöörin avustuksella, mutta opinnäytetyöhön käytetyn ajan lopussa ongelmaa ei kuitenkaan vielä saatu ratkaistua.

6 YHTEENVETO

Tässä työssä modernisoitiin Marko Koivulan vuonna 2002 tehtyä kitkanmonitorointiasemaa, joka laskee kokillin ja sulan teräksen välistä kitkaa Raahen terästehtaan terässulaton jatkuvavalukone 6:lla.

Monitorointiohjelman siirto uudelle tietokoneelle ja käyttöjärjestelmälle osoittautui haasteelliseksi puutteellisen dokumentoinnin vuoksi. Varsinkin HL-palveluiden ProAcq- ja ProFTP-ohjelmista, joita kitkanmonitorointi käyttää, ei löytynyt käytännössä mitään tietoa. Nämä ohjelmat eivät kuitenkaan toimineet uusimmilla LabVIEW'n DAQmx ajureilla Windows 7 -käyttöjärjestelmässä. Ohjelmat poistettiin käytöstä siirron aikana ja toiminnot siirrettiin kitkanmonitorointiohjelman sisälle.

Työn aikana etsittiin myös National Instrumentsin kenttäinsinöörin Antti Lehtisen avustuksella sopivat mittalaitteet korvaamaan nykyiset niiden hajotessa. Tällä hetkellä järjestelmässä käytössä olevat mittalaitteet ovat vanhentuneet ja niitä ei enää valmisteta. Pientä ongelmaa korvaavien laitteiden valinnassa aiheutti tiedon puute alkuperäisten laitteiden ominaisuuksien valintaperiaatteista.

Kun ohjelma saatiin siirrettyä uudelle PC:lle ja korvaavat mittalaitteet oli valittu, alettiin pohtia ja toteuttaa järjestelmän jatkokehitystä. Kehityskohteita löydettiin, mutta ajanpuutteen vuoksi toteutukset kuitenkin jäivät kesken. Tämän opinnäytetyön on tarkoitus toimia lähtökohtana jatkokehitykselle ja kerätä tietoa, jotta tulevaisuudessa välttyttäisiin työn aikana kohtaamaltani puutteellisen dokumentoinnin ongelmalta.

LÄHDELUETTELO

1. Ruukki, Historia. 2013. Ruukin kotisivut. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Historia>. Hakupäivä 28.11.2013.
2. Ruukki, Tietoa Yhtiöstä. 2013. Ruukin kotisivut. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta>. Hakupäivä 28.11.2013.
3. Teräsliiketoiminta Ruukki Metals. 2013. Ruukin kotisivut. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Konsernirakenne/Ruukki-Metals>. Hakupäivä 28.11.2013.
4. Rautaruukin sisäinen verkko. 2013. Saatavissa: <http://intra.rrsteel.net>. Hakupäivä 7.5.2013.
5. NI cDAQ-9174. 2013. National Instruments –kotisivut. Saatavissa: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/207535>. Hakupäivä 28.11.2013.
6. NI 9239. 2013. National Instruments –kotisivut. Saatavissa: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/208797>. Hakupäivä 28.11.2013.
7. NI 9296. 2013. National Instruments –kotisivut. Saatavissa: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/207638>. Hakupäivä 28.11.2013.
8. Koivula, Marko. 2002. Jatkuvalukone 6 kokillin oskilloinnin monitorointi. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
9. What is OPC? An Overview of the Communication Standard. 2013. OPC Training Institute. Saatavissa: <http://www.opcti.com/OPC-Overview.aspx>. Hakupäivä 28.11.2013.
10. Component Object Model. 2013. Microsoft Developer Network. Saatavissa: [http://msdn.microsoft.com/library/ms680573\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/library/ms680573(VS.85).aspx). Hakupäivä 28.11.2013.

11. NI LabVIEW Datalogging and Supervisory Control Module. 2013. National Instruments - kotisivut. Saatavissa: <http://sine.ni.com/np/app/main/p/docid/nav-104/lang/fi/fmid/2029>. Hakupäivä 28.11.2013.

12. DataSocket Tutorial. 2013. National Instruments –kotisivut. Saatavissa: <http://www.ni.com/white-paper/3224/en/>. Hakupäivä 28.11.2013.