

Joonas Sieppi

KL REDUKTION OHJAUSJÄRJESTELMÄ PÄIVITYS

Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
Huhtikuu 2021



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Huhtikuu 2021	Tekijä/tekijät Joona Sieppi
Koulutus Sähkö- ja automaatiotekniikka		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi KL REDUKTION OHJAUSJÄRJESTELMÄ PÄIVITYS		
Työn ohjaaja Kari Saarinen		Sivumäärä 23
Työelämäohjaaja Antti Erkheikki		
<p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Oulun Energia Oy. Työ kohteena oli Toppila 2 voimalaitos. Työn tavoitteena oli parantaa kaukolämmön tuotantoa silmällä pitäen voimalaitoksen käytettävyyttä ja turvallisuutta. Kaukolämmön ohjaus koostuu reduktioasemasta, hydraulikkayksiköstä, reduktio- ja ruiskuventtiileistä ja Siemensin paikallislogiikasta.</p> <p>Opinnäytetyössä oleellisinta oli poistaa paikallislogiikka ohjelmistoinen ja siirtää kaikki toiminnot Valmetin DNA-automaatiojärjestelmään, jota Oulun Energia pääsääntöisesti käyttää. Työssä tutustuttiin olemassa olevaan järjestelmään, korjattiin puutteellisia dokumentteja ja tehtiin kokonaan uusia dokumentteja. Muutostöistä laadittiin tarkat suunnitteludokumentit, joiden avulla voidaan toteuttaa lopullinen ohjelmointi ja automaatioasennukset, testaus ja käyttöönotto kesällä 2021 voimalaitosrevision aikaan.</p> <p>Opinnäytetyön tekeminen onnistui ilman merkittäviä haasteita, vaikka voimalaitos oli jatkuvassa energiantuotannon käytössä. Opinnäytetyön tulosten avulla tehtävä muutostyö parantaa voimalaitoksen energiatuotantoa, käytettävyyttä, turvallisuutta ja kunnossapitoa revision jälkeen.</p> <p>Merkittävä osa opinnäytetyön sisällöstä sekä liitteet tulevat toimeksiantajan sisäiseen käyttöön. Tästä johdun työn julkinen versio on suppeampi kuin työssä tehty dokumentaatio.</p>		
Asiasanat Hydraulikkayksikkö, ohjelmoitava logiikka, reduktioasema		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date April 2021	Author Joona Sieppi
Degree programme Electrical and Automation Engineering		
Name of thesis KL REDUCTION CONTROL SYSTEM UPDATE		
Centria supervisor Kari Saaranen	Pages 23	
Instructor representing commissioning institution or company Antti Erkheikki		
<p>The thesis was commissioned by Oulun Energia Oy. The subject of the thesis was the Toppila 2 power plant. The aim of the work was to improve the production of district heating with a view to the usability and safety of the power plant. District heating control consists of a reduction station, a hydraulic unit, reduction and injection valves and Siemens local logic.</p> <p>The most important thing in the thesis was to remove the local logic with its software and transfer all functions to Valmet's DNA automation system, which is mainly used by Oulun Energia. In the thesis, the existing system was introduced, incomplete documents were corrected and completely new documents were made. Detailed design documents were prepared for the modifications, which will be used to carry out the final programming and automation installations, testing and commissioning in the summer 2021 at the time of the power plant audit.</p> <p>The thesis was successfully completed without significant challenges, even though the power plant was in continuous use of energy production. The transformation work carried out with the help of the results of the thesis will improve the power plant's energy production, usability, safety and maintenance after the revision.</p> <p>A significant part of the content of the thesis and appendices will be for the client's internal use. The public version of this thesis is narrower than the documentation made in the work.</p>		

<p>Key words Hydraulic unit, programmable logic, reduction station</p>

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

ALMA	Alma Software Oy:n kehittämä tiedonhallintajärjestelmä
AutoCAD	Autodesk Inc. -yrityksen kehittämä tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto
DCS	Distributed Controller System, hajautettu ohjausjärjestelmä
DNA	Dynamic Application Network, dynaaminen sovellusverkko
KP	Korkeapaine
MP	Matalapaine
PLC	Programable Logic Controller, ohjelmoitava ohjainlaite, ohjelmoitava logiikka
PC	Personal Computer, henkilökohtainen tietokone
VP	Välipaine

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 OULUN ENERGIA OY	2
2.1 Energian tuotanto.....	2
2.1.1 Toppila 1	3
2.1.2 Toppila 2	4
2.1.3 Laanilan biovoimalaitos.....	4
3 TOIMINTAYMPÄRISTÖ	7
3.1 Reduktioasema	8
3.1.1 Reduktio- ja ruiskutusventtiilit.....	9
3.1.2 Hydraulikkayksikkö	11
3.2 Ohjelmoitavat logiikat	12
3.2.1 PLC-ohjaus reductioasemassa.....	14
3.3 Valmet DNA-automaatiojärjestelmä.....	15
3.3.1 Reduktioaseman toiminnot Valmet DNA -automaatiojärjestelmään	16
4 SUUNNITTELU.....	18
4.1 Alkupalaveri	18
4.2 Tavoite.....	18
4.3 Toteutus.....	18
5 YHTEENVETO	21
LÄHTEET	22
LIITTEET	
KUVIOT	
KUVIO 1. CO ₂ -päästöt suhteessa tuotantoon	6
KUVIO 2. PLC:n peruskomponentit ja yksiköt.....	12
KUVIO 3. S5-logiikka tuoteperheen poistuminen markkinoilta	14
KUVIO 4. Valmet DNA-automaatiojärjestelmällä toteutettu jätteenkäsittelyn energialaitos	16
KUVAT	
KUVA 1. Toppilan voimalaitos	3
KUVA 2. Laanilan biovoimalaitos	5
KUVA 3. Toppila 2 väliottolauhdutuslaitoksen virtauskaavio	8
KUVA 4. Reduktioaseman ohjauskaapit	9
KUVA 5. Reduktioventtiili voimalaitoksen höyrylinjassa	10
KUVA 6. Hydraulikkayksikkö	11
KUVA 7. Kuvakaappaus hydraulikkapumppu 1 logiikkakaavio esitys	13
KUVA 8. Reduktioaseman Simatic S5-100U -paikallislogiikka.....	15
KUVA 9. Valmet DNA-automaatiojärjestelmä Toppilan 2 voimalaitos	17
KUVA 10. Kuvakaappaus hydraulikkayksikön painemittauksista.....	19

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Kuvakaappaus tulo- ja lähtöluettelo painemittauksista	20
-------------------------------------------------------------------------	----

1 JOHDANTO

Oulun Energia tarjosi minulle mahdollisuuden tehdä opinnäytetyön. Muutamien vaihtoehtojen jälkeen minulle valikoitui aiheeksi reduktioaseman automaatiopäivitys. Tämä muutostyö sijoittuu Toppila 2 voimalaitokseen. Työn tavoitteena oli kaukolämpötuotantoa ohjaava reduktioaseman automaation päivittäminen. Näin saataisiin parannettua reduktioaseman ohjauksen käytettävyyttä ja turvallisuutta.

Opinnäytetyön käsittelevä aihe, reduktioasema ja sen ohjaus voidaan jakaa kolmeen eri osaan, jotka ovat reduktio- ja ruiskuventtiilit, hydraulikkayksikkö ja ohjaava Siemensin paikallislogiikka. Työn tavoitteena oli selvittää koko järjestelmän toiminnallisuus ja logiikan sovellusohjelma. Nämä toiminnot tullaan siirtämään Valmet DNA -automaatiojärjestelmään. Tarkoitus on laatia suunnitelmat, joiden perusteella pystytään toteuttamaan kesälle 2021 ajoittuva muutostyö.

Työssä on pyrkimys tuoda lukijalle johdonmukainen kokonaisuus kaukolämmön tuotannosta ja sen prosessia ohjaavasta toiminnasta. Työssä tarkastellaan erikseen käsitteet reduktioasema, reduktioventtiili ja sen käyttötarkoitus. Lisäksi paneudutaan reduktioaseman ohjaukseen tarkastelemalla nykyistä Siemens-logiikkajärjestelmää ja tulevaa Valmet DNA -automaatiojärjestelmää. Dokumenttiin sisältyy useita havainnollisia kuvia ja lähdekirjallisuutta, jotta muutostyökokonaisuus olisi helpompi ymmärtää.

2 OULUN ENERGIA OY

Oulun Energia on perustettu vuonna 1889. Oulun Energia on 100 prosenttisesti suomalainen energia-alan edelläkävijä. Se tarjoaa energiapalveluja ja puhtaampaa energiaa sujuvamman arjen tueksi kodeille, yrityksille ja yhteiskunnalle. Yhtiö luo uusia innovaatioita niin energiantuotantoon, kiertotalouteen kuin älyliikenteeseen. Tavoitteena on oman energiatuotannon hiilineutraalisuus jo 2030-luvun kuлуessa. Palveluksessa on noin 300 energia-alan ammattilaista. Lisäksi yritys työllistää satoja alihankkijoita koko Pohjois-Suomen alueella. (Oulun Energia 2020a.)

Konserniin kuuluvat emoyhtiö Oulun Energia Oy:n lisäksi Oulun Energia Sähköverkko Oy, Oulun Energia Urakointi Oy, Turveruukki Oy, Huoltovoima Oy ja Oomi Energia. Oomi Energia on hoitanut 1.4.2020 alkaen Oulun Energian ja kymmenen muun osakasyrityksen sähkönmyynnin. Se tarjoaa myös aurinkosähkön ja sähköisen liikenteen palveluita. Oulun kaupunki omistaa kokonaan konsernin emoyhtiö Oulun Energia Oy:n. Emoyhtiö puolestaan omistaa kaikki tytäryhtiönsä. Destia osti 19.3.2021 Oulun Energian urakointi Oy:n osakekannan Oulun Energialta. (Oulun Energia 2020a.)

Konsernin toiminta kattaa koko energia-alan arvoketjun: raaka-aineiden tuotannon, sähkön tuotannon ja jakelun sekä lämmön tuotannon, jakelun ja myynnin. Konserni tarjoaa lisäksi näihin liittyviä palveluja kuten verkonhallintaa, urakointia ja ylläpitoa. (Oulun Energia 2020a.)

2.1 Energian tuotanto

Energiantuotannon perustan muodostavat yrityksen omat voimalaitokset, joissa on tuotettu pohjoista voimaa vuodesta 1889 lähtien. Oma energiantuotanto takaa edullista ja vastuullisesti tuotettua sähköä ja lähilämpöä. (Oulun Energia 2021a.)

Yrityksen omaa energiantuotantoa täydennetään osuussähköllä ja hankkimalla sähköä pohjoismaisesta sähköpörssistä. Lisäksi ostetaan kaukolämmön huippu- ja varatehoa paikalliselta teollisuudelta. Tarvittaessa turvataan kulutushuippujen, kuten kovien pakkasten aikana lämmöntuotantoa käyttämällä eripuolilla Oulua sijaitsevia lämpökeskuksia. (Oulun Energia 2021a.)

Toppilan voimalaitos koostuu kahdesta voimalaitosyksiköstä, jotka ovat Toppila 1 ja Toppila 2. Toppila 2-voimalaitos tuottaa vuosittain noin 30 prosenttia sähköä ja noin 70 prosenttia kaukolämpöä. Voimalaitoksen eteläseinälle on rakennettu aurinkovoimala, jonka teho on 270 kW ja joka koostuu 827 paneelista. (KUVA 1.) (Oulun Energia 2020b.)



KUVA 1. Toppilan voimalaitos (Talotekniikka-lehti 2017.)

2.1.1 Toppila 1

Toppila 1-vastapainevoimalaitoksessa voidaan tuottaa sähköä ja kaukolämpöä, kuitenkin lauhdekäytössä ainoastaan sähköä. Polttotekniikkana on leijukerrospoltto. Voimalaitoksessa käytetään polttoainena turvetta ja puuta. Voimalaitoksen polttoaineteho on 267 MW, sähköteho 65 MW ja lämpöteho 150 MW. Voimalaitos valmistui vuonna 1977 ja se on saneerattu vuonna 1996. Toppila 1:n korvaa uusi biovoimalaitos. Uusi laitos valmistui tuotantokäyttöön 2020 vuoden lopussa. (Oulun Energia 2020b.)

2.1.2 Toppila 2

Toppila 2-väliottolauhdutusvoimalaitoksessa voidaan tuottaa sähköä ja kaukolämpöä, kuitenkin lauhdekäytössä ainoastaan sähköä. Voimalaitoksessa käytetään polttoaineena turvetta ja puuta, jonka käyttöä on lisätty merkittävästi. Nykyisin puun osuus on lähes 40 %. Voimalaitoksen polttoaineteho on 315 MW, sähköteho 120 MW ja lämpöteho 170 MW. Voimalaitos on käynnistetty vuonna 1995 ja se on arvioitu olevan tuotannossa vuoteen 2035. (Oulun Energia 2020b.)

2.1.3 Laanilan biovoimalaitos

Oulun Laanilan teollisuusalueelle on rakennettu uusi 215 megawatin biovoimalaitos, joka tuottaa sähköteho 70 megawattia ja kaukolämpöteho 175 megawattia. Biovoimalaitos tuottaa puhtaampaa energiaa huipputeknologialla. Laitoksen merkitys on keskeinen, kun tavoitteena on 100 % hiilineutraalisuus energiantuotannossa 2030-luvun loppuun mennessä. (Oulun Energia 2020c.)

Biovoimalaitos on energiatehokkuudeltaan ja päästöiltään selvästi parempi kuin vuodesta 1977 sähköä ja kaukolämpöä tuottanut Toppila 1, joka ei enää täytä 2020-luvun ympäristövaatimuksia. Vuonna 1995 valmistunut Toppila 2-voimalaitosyksikkö jatkaa energiantuotantoaan elinkaarensa loppuun, arviolta vuoteen 2035 saakka. (Oulun Energia 2020c.)



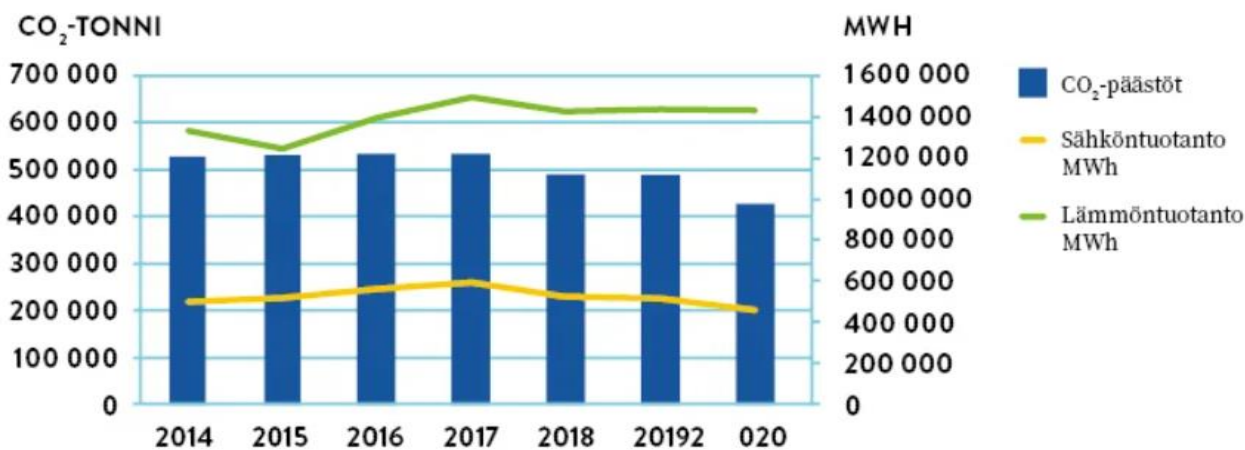
KUVA 2. Laanilan biovoimalaitos (Peltonen & Soini 2020.)

Uusi biovoimalaitos mahdollistaa hiilineutraalin energiantuotannon tavoitteen mukaisesti 2030-luvun kuluessa. Teknisesti voimalaitos on suunniteltu siten, että laitoksen kattila voi hyödyntää monipuolisia polttoainekoostumuksia ja niiden suhteita voidaan helposti muuttaa. Tekniikka ei rajoita esimerkiksi puun käyttöä, kuten vanhassa Toppila 1:ssä. (Oulun Energia 2020c.)

Biovoimalaitos nostaa uusiutuvan energian osuutta huomattavasti tuotantotehokkuudellaan ja uusiutuvan polttoaineen osuuden kasvulla. Tavoitteena on, että voimalaitos käyttäisi polttoaineenaan noin 70 prosenttia puuta. Loppuosa on kiertotaloudesta saatavaa kierrätyspolttoainetta ja huoltovarmuuden varmistavaa turvetta. Turpeen käyttö vähenee asteittain ja poistuu kokonaan polttoainevalikoimasta. Koko energiantuotannon on tarkoitus olla täysin hiilineutraalia 2030-luvulla. (Oulun Energia 2020c.)

Kuviossa 1 on Toppilan voimalaitoksien, Laanilan biovoimalaitoksen ja lämpökeskusten CO₂-päästöt suhteessa tuotantoon vuosilta 2014-2020. Vuonna 2020 Oulun Energian hiilidioksidipäästöt jatkoivat vähenemistään ja ne olivat suuruudeltaan 425 000 tonnia. Viime vuosien aikana päästöt ovat pienentyneet merkittävästi. Päästöjen vähenemiseen on vaikuttanut ennen kaikkea puun käytön lisääminen polttoaineena. Tulevina vuosina puun osuus kasvaa jatkossakin edelleen, sillä vuoden 2020 lopulla Oulun Energia otti käyttöönsä Laanilan biovoimalaitoksen, jonka pääenergianlähde on puu. (Oulun Energia 2021b.)

PÄÄSTÖKAUPPAJÄRJESTELMÄN MUKAISET CO₂-PÄÄSTÖT SUHTEESSA TUOTANTOON



* Toppilan voimalaitos, Laanilan biovoimalaitos ja lämpökeskukset

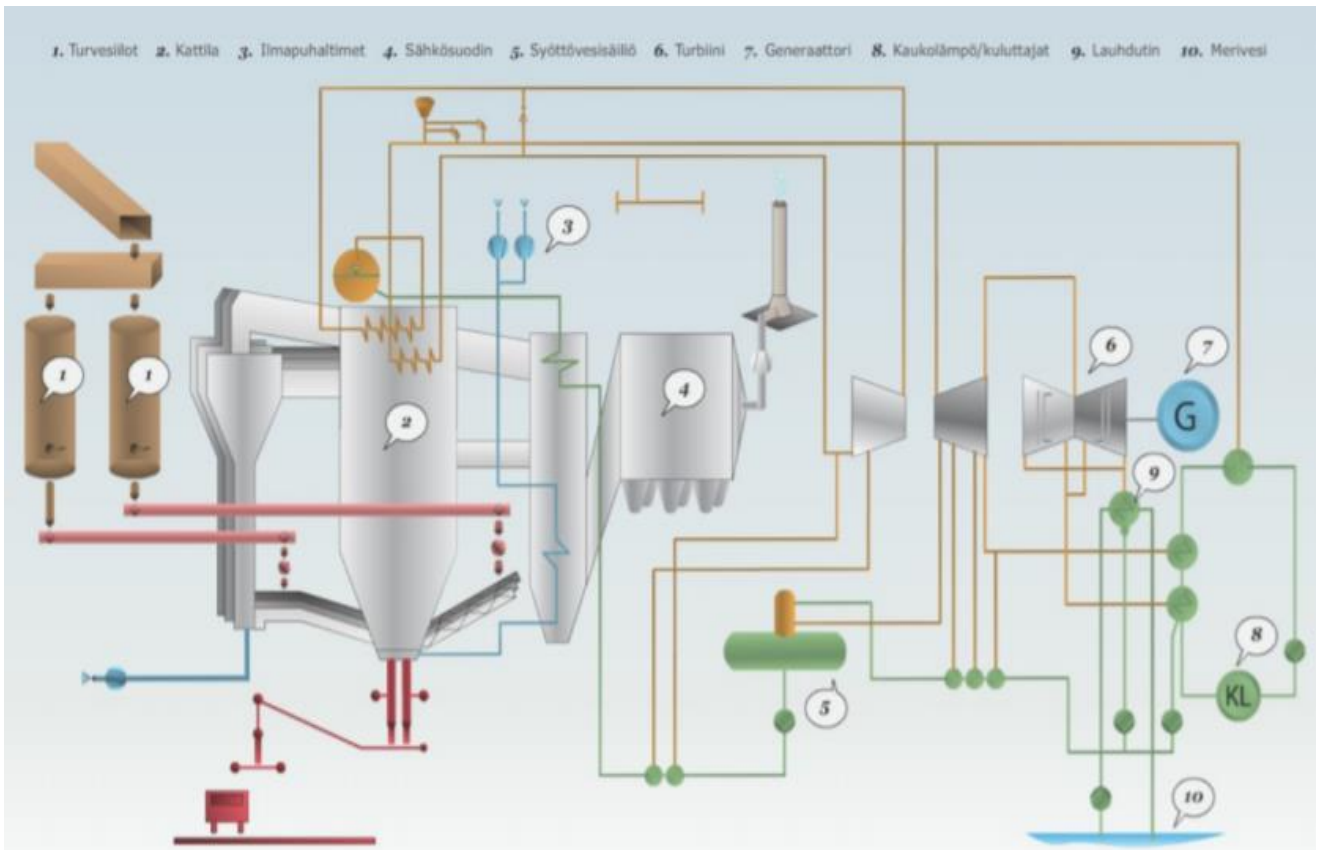
KUVIO 1. CO₂ -päästöt suhteessa tuotantoon. (Oulun Energia 2021b.)

Oulun Energian tuotantotoiminnasta syntyvät ilmapäästöt ovat laskeneet vuosi vuodelta. Ilmapäästöjä tarkkaillaan jatkuvasti. Tarkkailua suoritetaan jatkuvilla mittauksilla, joiden avulla hetkellisetkin poikkeamat saadaan havaittua. Tarkkailtavat päästökäsitteet ja niiden raja-arvot on määritelty laitosten ympäristöluvissa. Päästöt tulevat putoamaan merkittävästi myös jatkossa, sillä Laanilan biovoimalaitos aloittaa toimintansa. (Oulun Energia 2021b.)

3 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Toppilan voimalaitokset ovat yhteistuotantolaitoksia eli ne tuottavat sähköä ja kaukolämpöä. Tämä mahdollistaa jopa 80% hyötysuhteeseen, kun pelkässä sähkötuotannossa jäätäisiin vain 40% hyötysuhteeseen. Toppila 2-voimalaitoksen yli 30 metriä korkean kattilaseinämä putkiin syötetään vettä, joka palamislämmön vaikutuksesta höyrystyy. Kuuma höyry johdetaan turbiiniin, jossa höyry paisuu voimakkaasti ja pyörittää roottoria. Näin höyryn sisältämä lämpöenergia muutetaan pyörimisenergiaksi. Pyörimisenergia puolestaan muutetaan sähköksi turbiiniin kytketyn generaattorin avulla. Turbiinilta tulevan 120 asteisen höyryn lämpö otetaan talteen kaukolämpöverkkoon. Tämä tapahtuu siten, että kaukolämpöverkossa jäähtynyt kaukolämpövesi lämmitetään lämmönsiirtimeen johdetun kuuman höyryn avulla. Kuuma vesi pumpataan takaisin kaukolämpöverkkoon, jossa sen sisältämä lämpöenergia käytetään kiinteistöjen lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden valmistamiseen. (Oulun Energia 2012.)

Kuvassa 3 on Toppila 2:n väliottolauhdutuslaitoksen virtauskaavio. Polttoaineena voimalaitoksessa käytettävä turve tai puu siirretään turvesiiloista (1) polttokattilaan (2). Polttoainetta poltetaan kattilassa ja sen seurauksena vapautunut energia siirretään prosessiveteen kattilassa olevilla tulistimilla. Kattilassa syntyvä savukaasu johdetaan sähkösuodattimen (4) läpi savupiippuun. Vesi höyrystyy tulistimilla, jonka jälkeen höyry siirretään turbiinille (6). Turbiini koostuu kolmesta pesästä, joita ovat korkeapaine- (KP), välipaine- (VP) ja matalapainepesä (MP). Tulistettu höyry johdetaan kattilasta ensin korkeapainepesään, minkä jälkeen höyry siirtyy takaisin kattilan (2) välitulistukseen. Tehokkaamman energiantuotannon parantamiseksi höyry tulistetaan uudestaan välitulistuksessa. Välitulistimilta höyry johdetaan ensin välipainepesään ja sieltä lopuksi matalapainepesään. Turbiinin (6) kaikki kolme pesää on yhdistetty generaattoriin (7) samalla akselilla, jossa tuotetaan sähköä. Höyry johdetaan matalapainepesästä merivesilauhduttimelle (9) ja/tai kaukolämpölämmönvaihtimille (8). Höyry lauhdutetaan lämmönvaihtimissa vedeksi, minkä jälkeen vesi johdetaan syöttövesisäiliöön (5). Syöttövesi johdetaan säiliöstä takaisin kattilaan (2) ja vedenkierto alkaa uudestaan. (Keskitalo 2013, 75-76.)



KUVA 3. Toppila 2:n väliottolauhdutuslaitoksen virtauskaavio, (Keskitalo 2013, 75-76.)

3.1 Reduktioasema

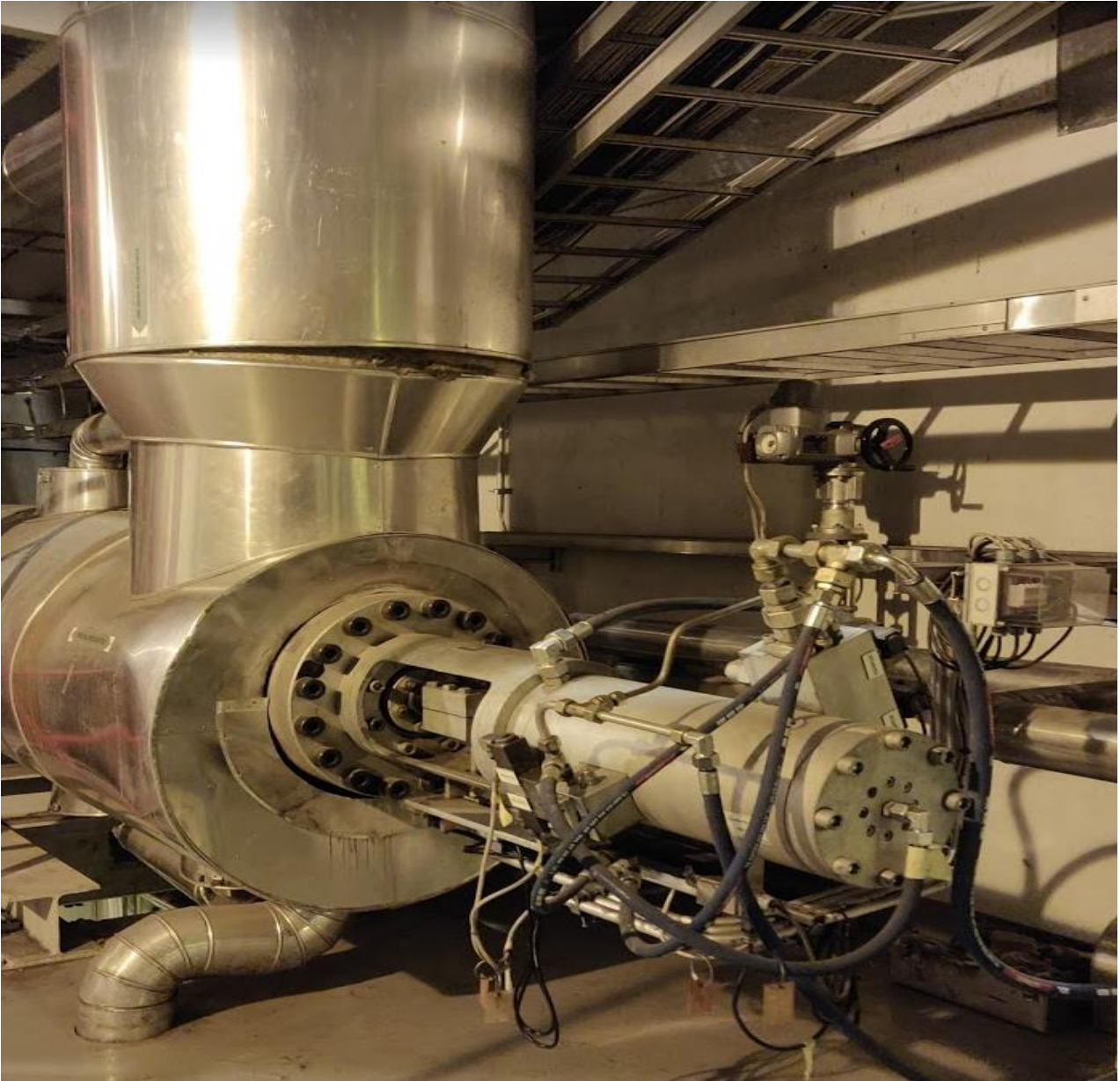
Reduktioasema on järjestelmä, johon kuuluu reductioventtiili, ruiskutusventtiilit, sulkuventtiilit ja hydraulikkayksikkö. Reduktioaseman keskeisin tehtävä kaukolämmön tuotannossa on alentaa kattilalta tulevan tulistetun höyryn painetta ja lämpötilaa. Tämän jälkeen höyry ohjataan kaukolämpövaihtimelle tai omakäyttöhöyrytukille. Höyryn paine ja lämpötila määräytyvät sen mukaan, minkä lämpöistä kaukolämpövettä halutaan tuottaa. Reduktioasemaa ohjataan ja valvotaan ohjauskaapissa olevalla ohjelmoitavalla logiikalla (KUVA 4) (Piippo & Tuliniemi 2015.)



KUVA 4. Reduktioaseman ohjauskaapit

3.1.1 Reduktio- ja ruiskutusventtiilit

Reduktioventtiili eli paineenalennusventtiili on oleellinen osa höyrymuuntoprosessia. Reduktioventtiiliä käytetään voimalaitoksen höyrymuuntoprosessissa paineen alentamiseen. Tyypillinen käyttökohte reduktioventtiilille on höyryn ohjaaminen turbiinin ohi lauhduttimeen, kaukolämpövaihtimeen tai josakin tapauksessa omakäyttöhöyrytukille. Reduktioventtiiliä voidaan käyttää myös turbiinin rinnalla ylikuormitustilanteissa sekä laitoksen käynnistysvaiheessa. Se on myös varalaitte turbiinin rikkoutumisen varalle. Reduktioventtiilin jatkuva käyttö ei ole kuitenkaan kannattavaa, sillä silloin höyryn liike-energiaa ei muuteta sähkötehoksi. Ruiskuventtiileillä suihkutetaan vettä venttiilin karan läpi suoraan istukkaosaan, jossa vesi höyrystyy ja sekoittuu höyryvirtaan alentaen lämpötilan jätöpuolen höyrytu-kin lämpötilaan. (KUVA 5.) (Piippo & Tuliniemi 2015.)

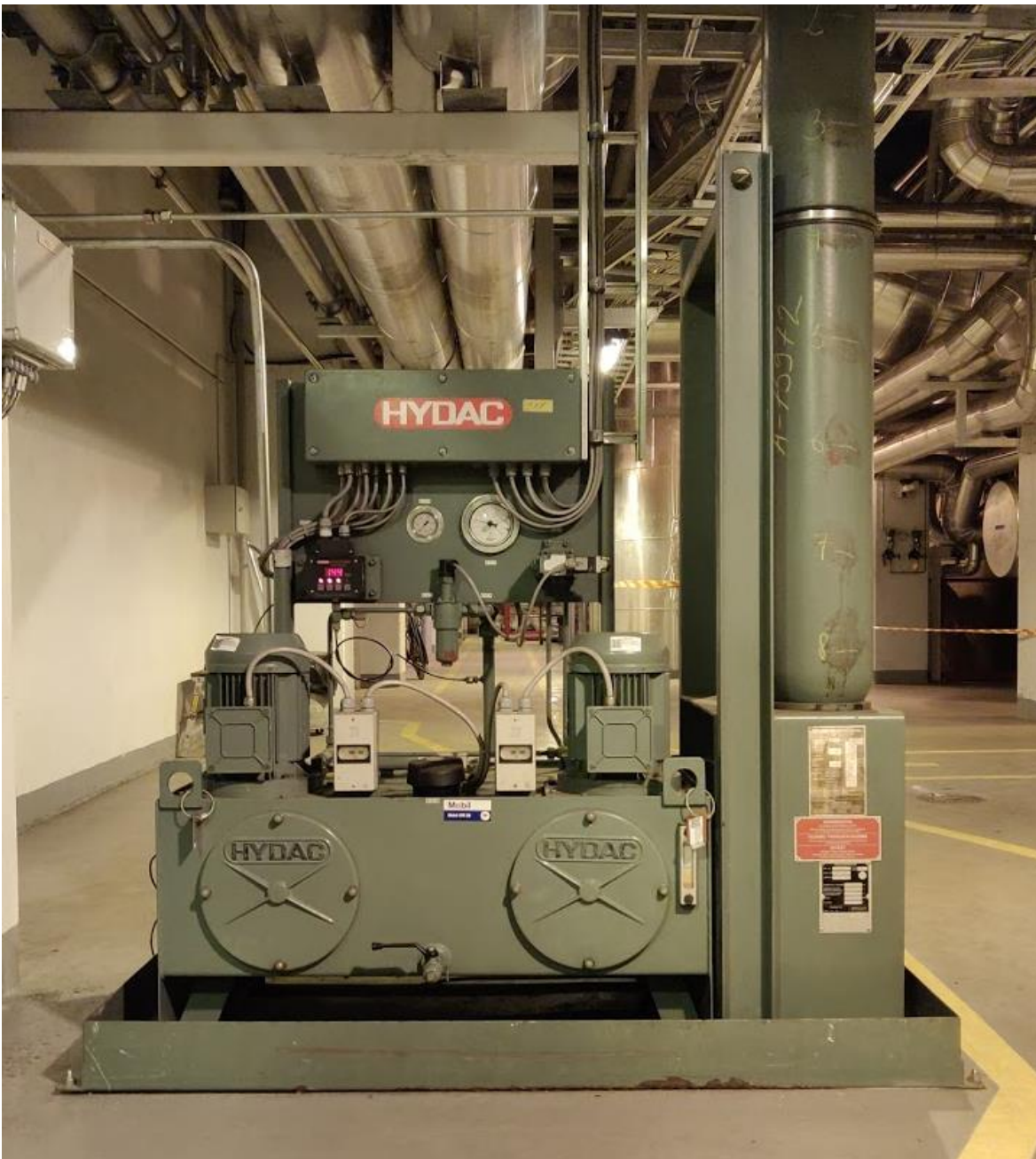


KUVA 5. Reduktioventtiili voimalaitoksen höyrylinjassa

Reduktioventtiili on yksi voimalaitoksen kalleimmista virtausteknisistä laitteista. Prosessissa se altistuu suurelle paine-erolle ja virtaukselle, mikä kuluttaa venttiilin sisäosia. Paine-ero öljynsuodattimella pidennetään reductioventtiilin kuluvien osien käyttöikä. Kunnossapidolla ja oikea-aikaisella ennakoivalla huollolla saadaan pidennettyä reductioventtiilin elinikää huomattavasti. Näin voidaan välttyä kalliiden varaosien tai jopa koko venttiilin uusimiselta. Itse virtausta säättävän venttiiliosan lisäksi toimintaan vaikuttavat oleellisesti sen ohjauslaitteet eli toimilaite ja asennonosoitin. Koko yhdistelmän oikea toiminta pitää höyrymuuntoprosessin kunnossa. Toppila 2-voimalaitoksen tuotannossa venttiili altistuu 535 °C:n käyttölämpötilalle, 26 baarin käyttöpaineelle ja 210.6 t/h (58,5 kg/s) läpivirtaukselle. (Piippo & Tuliniemi 2015.)

3.1.2 Hydraulikkayksikkö

Hydraulikkayksikkö koostuu kahdesta 2,2 kW:n saman tehoisesta pumpusta. Pumppu imee öljyn säiliöstä ja pumppaa sitä paineellisiin öljylinjoihin, joista neste palaa takaisin säiliöön. Pumppujen maksimikäyttöpaine on 200 bar. Hydraulikkayksiköllä on yhteiset pinta- ja lämpötilamittaukset. Lämpötilojen raja-arvot ovat yläraja 76°C ja ylempi yläraja 90°C. Lisäksi hydraulikassa on öljynsuodatin ja painelähetin, jossa on neljä eri painekeytkintä. Kytkimien raja-arvoja ovat 170 bar, 135 bar, 120 bar ja 90 bar. Alimmalla raja-arvolla 90 bar syntyy hälytys. Öljynsuodattimella saadaan pidennettyä reduktioventtiilin kuluvien osien käyttöikää. (KUVA 6.)

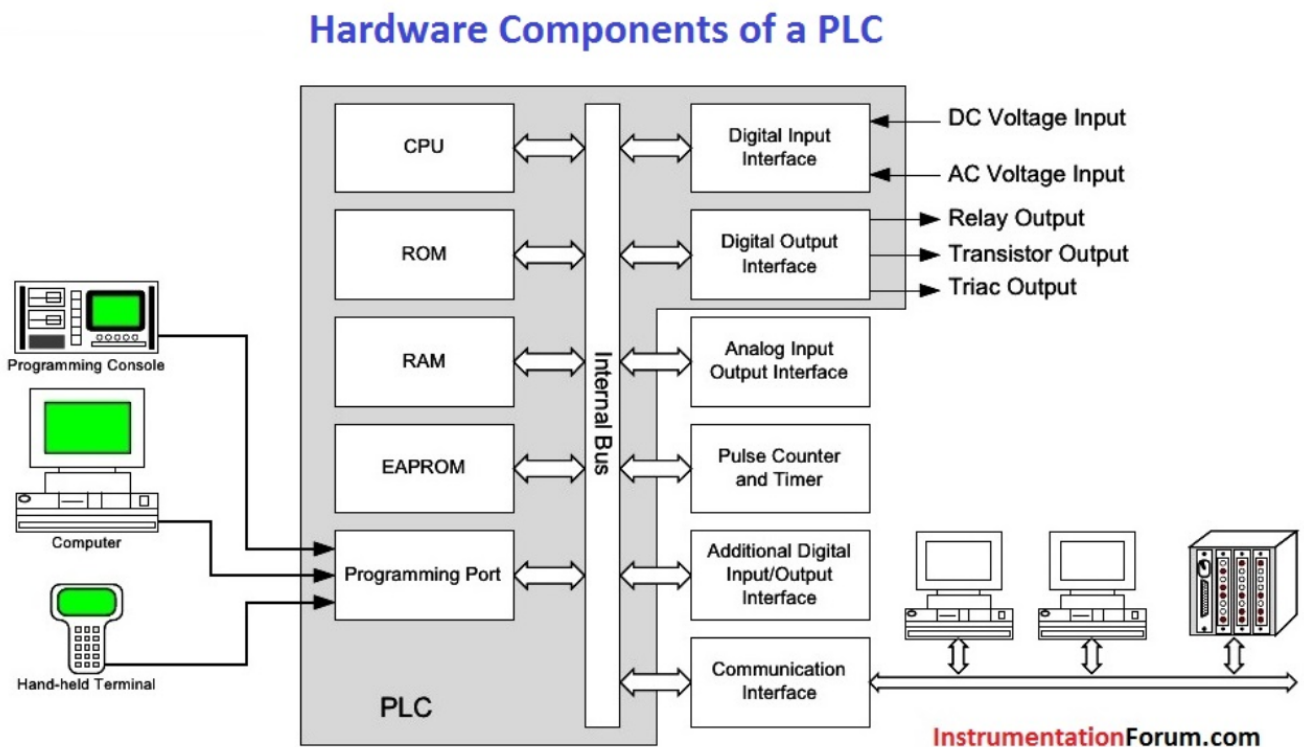


KUVA 6. Hydraulikkayksikkö

3.2 Ohjelmoitavat logiikat

Ohjelmoitava logiikka (PLC, Programmable Logic Controller) käytetään yleisesti kaupallisissa ja teollisissa ohjaussovelluksissa. Ohjelmoitavat logiikat eroavat toimistotietokoneista (PC, Personal Computer) suoritettavien tehtävien, ohjelmistojen ja laitteiden osalta. Ohjelmoitavat logiikat seuraavat tuloja ja muita muuttuja-arvoja, tekevät päätöksiä tallennetun ohjelman perusteella ja ohjaavat lähtöjä prosessin tai koneen automatisoimiseksi. (Isd-soft. 2017.)

Ohjelmoitavan logiikan eli PLC:n perusosiin kuuluvat tehon syöttöyksikkö, keskusyksikkö (CPU, Central Processing Unit), tulo- ja lähtöyksiköt ja ohjelmointilaitte, joka nykyisin on yleensä PC-tietokone. PLC:n tulo- ja lähtöyksiköt liittyvät keskusyksikköön väylän välityksellä. Väylää pitkin tulotiedot välittyvät ohjaus- ja rajakytkimiltä keskusyksikölle ja lähtötiedot tehdyn ohjelman mukaisesti keskusyksiköltä toimilaitteille. (KUVIO 2.) (Isd-soft 2017.)

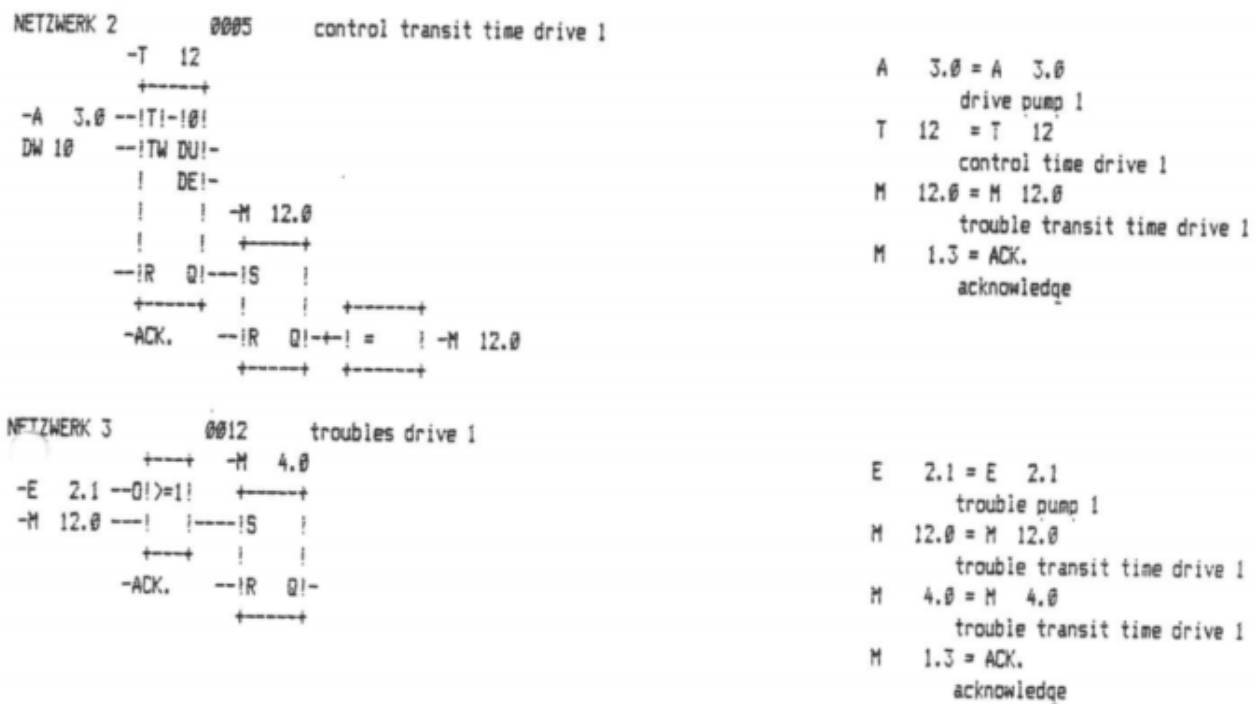


KUVIO 2. PLC:n peruskomponentit ja yksiköt (Instrumentationforum 2019.)

Keskusyksikkö lukee tulojen tilat ja asettaa lähdöt tulojen ja ohjelman edellyttämään tilaan. Ohjelma on kirjoitettu keskusyksikön ohjelmamuistiin, jota prosessori lukee ja suorittaa käsky kerrallaan hyvin nopeasti. (Isd-soft 2017.)

Digitaaliset tuloyksiköt reagoivat binäärisiin tietoihin, jotka ovat joko päällä tai pois päältä. Analogiset signaalit edustavat kone- tai prosessiolosuhteita jatkuvia jännite- tai virta-arvoja. PLC:n tulopiirien ensisijainen tehtävä on muuntaa näiden eri kytkimien ja antureiden antamat signaalit loogiseksi arvoiksi 0 tai 1, joita keskusyksikkö voi käyttää. Keskusyksikkö arvioi tulojen, lähtöjen ja muiden muuttujien tilat suorittaessaan tallennettua ohjelmaa. Tämän jälkeen keskusyksikkö lähettää signaaleja lähtöjen tilan päivittämiseksi. Lähtöyksiköt muuntavat keskusyksikön ohjaussignaalit digitaalisiksi tai analogisiksi arvoiksi, joita voidaan käyttää erilaisten toimilaitteiden ohjaamiseen. (Isd-soft 2017.)

Ohjelmointilaitetta, nykyisin kannettavaa PC-tietokonetta käytetään simuloimaan, tallentamaan ja muuttamaan PLC:n ohjelmaa sekä seuraamaan tallennettuja että mitattuja arvoja. Ohjelmoinnissa käytetään yleensä kolmea ohjelmointitapaa. Ne ovat kosketinkaavio, logiikkakaavio ja käskylista. Kuvassa 9 on hydraulikka pumpun 1 käynnistysehtoja toteutettuna logiikkakaaviolla. (KUVA 7.) (Isd-soft 2017.)

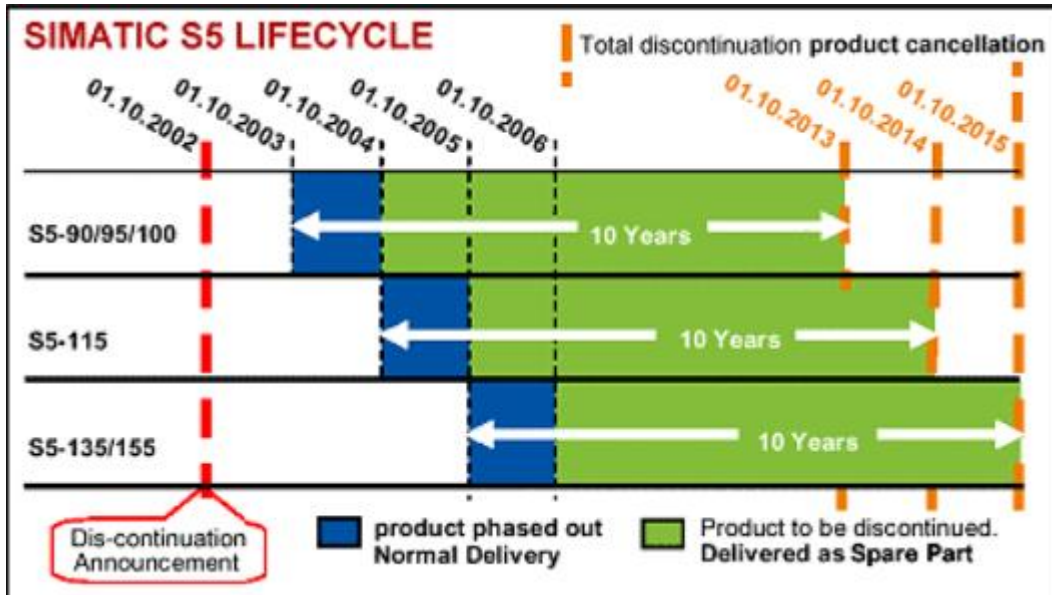


KUVA 7. Kuvakaappaus hydraulikkapumppu 1 logiikkakaavio esitys

3.2.1 PLC-ohjaus reduktioasemassa

Reduktioaseman PLC-ohjaus ja valvontatiedot tulevat tällä hetkellä Siemens Simatic S5-100U -paikallislogiikasta. Muutostyössä Siemens-logiikka tullaan poistamaan ja tiedot tullaan siirtämään Toppila 2-voimalaitoksen Valmetin DNA -automaatiojärjestelmään. Tämä muutos nopeuttaa mahdollisia ohjelmamuutoksien tekemistä ja lisäksi vähentää Siemens-laitteistojen osaamisen ja varaosien tarvetta laitoksella. Myös vikatilanteessa ongelman kohdentaminen helpottuu huomattavasti. Oleellimmat tiedot logiikassa ovat venttiilien ohjaus- ja asentotiedot, hydraulikkapumppujen käyntitiedot, öljyn paine-, pinta- ja lämpötilatiedot sekä kaikkien laitteiden tilatiedot. Lisäksi Siemens Oyj:n tekninen ja ohjelmointituki Simatic S5 -tuoteperheen osalta on vähäistä ja varaosien toimitus on loppunut.

Kuviossa 3 ilmenee, että Siemens Simatic S5 –sarjan tuotanto on lopetettu vuonna 2006. S5-sarja on julkaistu 1979, joten S5-pohjaisia logiikoita on ollut käytössä yli 40 vuotta. Tästä syystä sen tekniikkaa pidetään jo vanhentuneena. Siemens ilmoitti vuonna 2002 lopettavansa vaiheittain S5-järjestelmien tuotetuen ja varaosatoimitukset. Tämä tarkoittaa sitä, ettei reduktioaseman käytössä olevaan Siemens S5-100U –logiikkaan ole ollut saatavilla varaosia 01.10.2013 jälkeen. (Spareengineering. 2013.)



KUVIO 3. S5-logiikka tuoteperheen poistuminen markkinoilta (Spareengineering 2013.)

Reduktioaseman Siemens Simatic S5-100U -paikallislogiikassa on PLC:n perusosiin kuuluvat tehon syöttöyksikkö, keskusyksikkö S5-CPU 102, 5 kpl tuloyksiköitä (8 bittiä) ja lähtöyksiköitä 4 kpl (4 bittiä). PC-tietokoneella ohjelmointi tehdään STEP-5-ohjelmalla. Sovellusohjelma ladataan tietokoneelta

keskussyksikölle RS232C-sarjaliikenneporttiyhteydellä. Ennen sovellusohjelman lataamista se käännetään keskussyksikön ymmärtämään muotoon. (KUVA 8.)



KUVA 8. Reduktioaseman Simatic S5-100U -paikallislogiikka

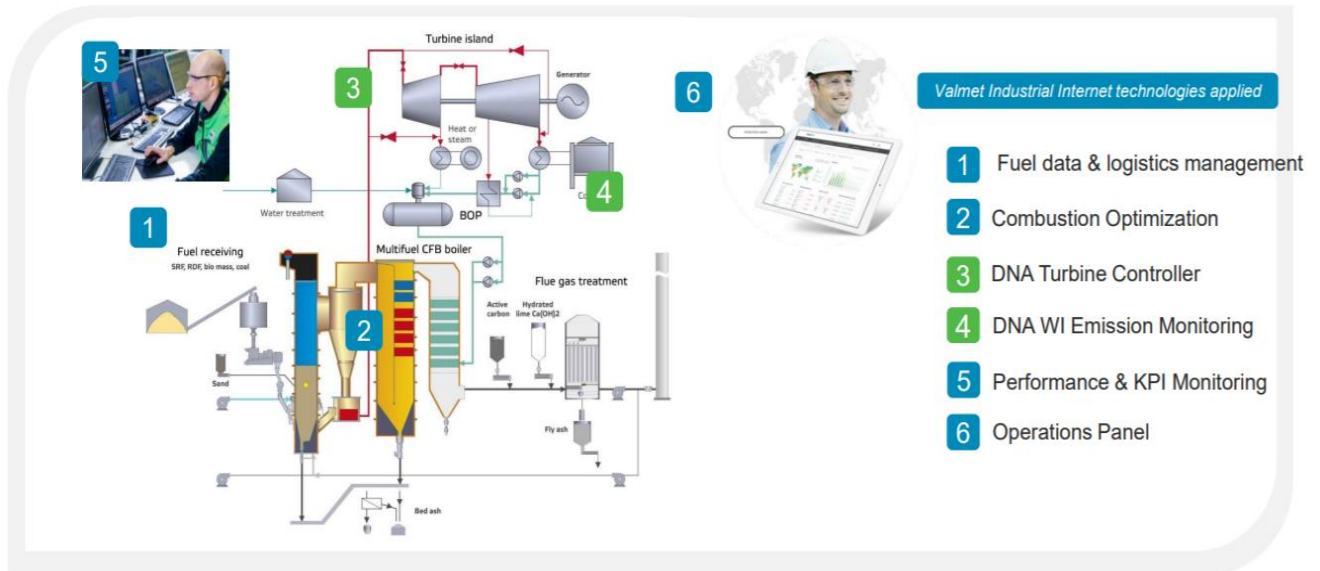
3.3 Valmet DNA – automaatiojärjestelmä

Valmet DNA on hajautettu ohjausjärjestelmä (DCS, Distributed Controller System) prosessiautomaatiotarpeisiin. Valmet DNA:ta voidaan käyttää prosessinohjauksiin, koneohjauksiin, käyttöohjauksiin ja laadunvalvontaan. Tiedonhallinta on integroitu osaksi alustaa mekaanisen ja kentälaitteiden kunnonvalvonnan kanssa. Yhtenäinen järjestelmäarkkitehtuuri säästää sekä kustannuksia että vaivaa ja varmistaa samalla avoimen kasvun tulevaisuuden haasteisiin. (Valmet 2021.)

Valmetin automaatioteknologiaa on ollut käytössä Oulun Energian Toppila 1 ja Toppila 2 -voimalaitosyksiköissä jo vuosien ajan. Viimeisin toimitus on Laanilan monipolttoainevoimalaitokselle, joka otettiin käyttöön vuoden 2020 lopussa. Valmet toimitti Laanilan laitokselle päälaitteista monipolttoainekattilan sekä savukaasujen puhdistus- ja lauhdutuslaitteiston. Toimitus sisälsi Valmet DNA -auto-

maatiojärjestelmän, turvajärjestelmät ja informaationhallintajärjestelmän, jossa on sovellukset päästöjenhallintaan ja KPI-mittareiden (Key Performance Indicators) laskentaan. (KUVA 12.) (Valmet Oyj 2018.)

Solution examples: Waste-to-Energy plant



10 10 October 2018 © Valmet | Customer Days 2018



KUVIO 4. Valmet DNA -automaatiojärjestelmällä toteutettu esimerkki jätteenkäsittelyn energialaitos (Riekkola 2018.)

3.3.1 Reduktioaseman toiminnot Valmet DNA -automaatiojärjestelmään

Reduktioaseman ohjaus- ja valvontatiedot siirretään lopullisesti Valmet DNA -automaatiojärjestelmään seuraavassa kesärevisiossa. Keskeisimmät tiedot ovat venttiilien ohjaus- ja asentotiedot, hydraulikkapumppujen käyntitiedot, öljyn paine-, pinta- ja lämpötilatiedot sekä laitteiden tilatiedot. Nykyisessä järjestelmässä on vapaana tarvittavat digitaaliset tulo- ja lähtöyksiköt, jotka sijaitsevat kuvassa 9 automaatiokeskuksen ylimmän rivin oikeassa reunassa olevat yksiköt.



KUVA 9. Valmet DNA -automaatiojärjestelmä, Toppila 2-voimalaitos

4 SUUNNITTELU

Opinnäytetyön suunnitteluprosessi sisälsi järjestelmän toiminnan määrittelyn ja suunnittelun olemassa olevien tietojen perusteella. Ensiksi perehdyttiin nykyisen reductioaseman toimintaan ja S5-logiikan ohjausjärjestelmään. Muutostyö suunniteltiin DNA-automaatiojärjestelmään, joka toteutetaan kesän 2021 revision yhteydessä.

4.1 Alkupalaveri

Opinnäytetyöprojekti aloitettiin pitämällä aloituspalaveri. Siihen osallistuivat automaatiopuolen käyttöinsinööri Antti Juopperi ja ohjaava sähkösuunnittelija Antti Erkheikki. Palaverissa sovittiin tarkemmin työn sisällöstä ja tavoitteet sekä aikataulu. Lisäksi minua opastettiin, mistä projekti kannattaa aloittaa.

4.2 Tavoite

Opinnäytetyön päätavoite oli päivittää ja siirtää Siemensin paikallislogiikassa olevat mittaus- ja tilatiedot Valmetin DNA -automaatiojärjestelmään. Tämä päivitys parantaa jatkossa turvallisuutta ja käyttövarmuutta, koska Oulun Energiolla on ollut Valmetin automaatioteknologia käytössä jo vuosia. Lisäksi Siemens Oy:n tekninen tuki ja ohjelmistotuki Simatic S5 -tuoteperheen osalta on vähäistä ja varaosien toimitus on loppunut. Suunnitelmat on tarkoitus olla valmiina ennen kesää 2021, jolloin työosuus on tarkoitus suorittaa seisokin aikana.

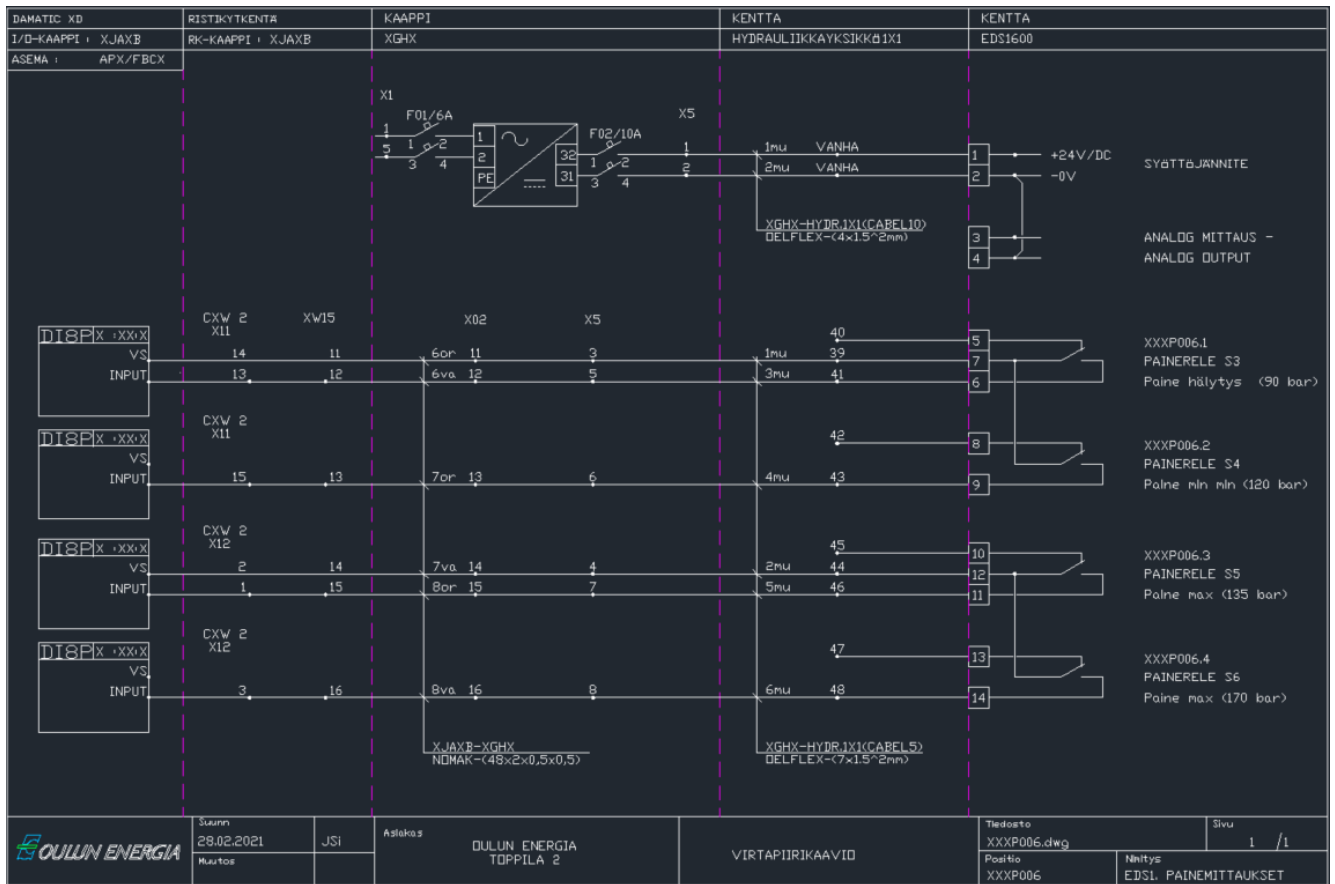
4.3 Toteutus

Palaveri alkoi sillä, että käytiin kaikki dokumentointijärjestelmät läpi ja tulostettiin keskeiset dokumentit. Tietoa oli saatavilla jo vuodelta 1994. Sähkökaapista löytyivät paikallisen logiikan ohjelmakuvat. Kuvia tutkiessa selvisi, että osa kaukolämpöreduktion tiedoista menee jo ennestään Valmet DNA-automaatiojärjestelmään. Kyseiset tiedot olivat reductioventtiilin turvallisuutta ja lukituksia vastaavia

tietoja (magneettiventtiilit ja moottorisuojakytkin). Paikallislogiikasta tehtiin tulo- ja lähtöluettelo, askelkertomus ja kirjoitettiin ohjelma valmiiksi Valmetin ohjelmoijaa varten. Tämän jälkeen ryhdyttiin suunnittelemaan sähkökuvia. Sähkösuunnittelemissa kuvissa ilmenee, että sähkökaapissa sijaitsevasta paikallislogiikasta luovutaan ja sen tilalle sijoitetaan riviliitinpaketti, josta saadaan kaikki paikallislogiikassa olevat tiedot siirrettyä Valmet DNA-automaatiojärjestelmään runkokaapelin avulla.

Työ oli pääsääntöisesti selkeä, mutta vastaan tuli myös muutamia tilanteita, joissa piti selvittää ja huomioida eri ratkaisumenetelmät. Esimerkiksi hydraulikkayksikön painemittauksissa piti ottaa huomioon, että painereleen koskettimilta tuleva sisääntulotiedot on hajautettu eri korteille. Näin saadaan toimintavarmuutta ja luotettavuutta häiriötilanteissa. Reduktioaseman ohjauskaapissa sijaitsee teholähde, joka syöttää vanhaa S5-logiikkaa. S5-logiikan poiston yhteydessä teholähde jätetään syöttämään painelähetin EDS1600-mittaria, koska mittari tarvitsee +24 V/DC käyttöjännitteen. (KUVA 10.)

Vanhoista dokumenteista kerättiin kaikki tekniset tiedot, jotka olivat peräisin reduktioaseman ohjauskeskuksista ja kunnossapitojärjestelmistä, esim. ALMA-tiedonhallintajärjestelmä. Tiedoista laadittiin laaja tulo- ja lähtöluettelo sekä symbolitaulukko, jonka avulla pystytään paikantamaan ja määrittämään kaikki tiedot yksityiskohtaisesti. Lisäksi kaikki tulo- ja lähtötiedot positioitiin uusiksi Valmet DNA -automaatiojärjestelmään. (TAULUKKO 1.)



KUVA 10. Kuvakaappaus hydraulikkayksikön painemittauksista, esimerkkikuva

TAULUKKO 1. Kuvakaappaus tulo- ja lähtöluettelo painemittauksista, esimerkkikuva

OPERAND	SYMBOL	KOMMENTAR	KOMMENTTI	LISÄTIEDOT	Sijainti	Uusi järjestelmäpositio
E 0.4	E 0.4	pressure alarm	Paine hälytys	Tieto tulee hydraulikka kytkimeltä S3 (90bar)	EDS 1	XXXP006.1
E 0.5	E 0.5	pressure min min	Paine min min	Tieto tulee hydraulikka kytkimeltä S4 (120bar)	EDS 1	XXXP006.2
E 0.6	E 0.6	pressure min	Paine min	Tieto tulee hydraulikka kytkimeltä S5 (135bar)	EDS 1	XXXP006.3
E 0.7	E 0.7	pressure max	Paine max	Tieto tulee hydraulikka kytkimeltä S6 (170bar)	EDS 1	XXXP006.4

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa Toppilan 2 voimalaitoksen kaukolämpötuotannon ohjaukseen liittyvän reduktioaseman käytettävyyttä, turvallisuutta ja kustannustehokkuutta. Projektin aloituspalaveri pidettiin syksyllä 2020 ja siinä sovittiin työn sisällöstä, tavoitteista, etenemisvaiheista ja lopullisesta aikataulusta. Suunnitteluosuuden tuli olla valmis keväällä 2021 ennen kesän revisiota, jolloin tehdään sähkö- ja instrumentointiasennustyöt, testaus ja käyttöönotto tehdyillä suunnitelmilla. Opinnäytetyö saavutti sille asetetut tavoitteet.

Ennen opinnäytetyön aloittamista tein 4 kuukauden kestoisen alaan liittyvän harjoittelun Toppila 2-voimalaitokselle, jonka aikana sain perehtyä ja suunnitella eri dokumentteja AutoCAD-ohjelmistolla voimalaitoksen eri dokumentaatio- ja energiatuotantojärjestelmiin. Tämä harjoittelu antoi hyvät edellytykset tehdä opinnäytetyö, jonka yhteydessä pääsin myös syventämään laajemminkin Toppila 2-voimalaitoksen eri dokumentteihin ja prosessiin liittyviin laitteisiin sekä sähkö- että ohjauskeskuksiin. Tämä työ antaa hyvät valmiudet energiatuotantojärjestelmien suunnittelutöihin.

Haluan kiittää Toppilan voimalaitoksen kunnossapitopäällikkö Mikko Vesteristä opinnäytetyön tekemisen mahdollisuudesta. Kiitän automaatioinsinööri Antti Juopperia, joka osallistui palaveriini ja kaiken ammattitaitoaan. Iso kiitos myös esimiehelleni sähkösuunnittelija Antti Erkheikille. Hän jakoi ohjata ja kannustaa projektin alusta loppuun saakka. Mainitseminen arvoista myös se, että kunnossapitoinsinöörin tehtävissä työskentelevä Lassi Saarinen antoi minulle mielenkiintoisen ja opettavaisen työkokonaisuuden, josta on hyötyä myös tulevaisuudessa. Kiitokset myös ohjaavalle opettajalle lehtori Kari Saaraselle ja viestinnän opettaja Ulla Orjalalle.

LÄHTEET

Instrumentationforum. 2019. PLC:n peruskomponentit ja yksiköt. Saatavissa: <https://instrumentationforum.com/t/hardware-components-of-a-plc/8688>. Viitattu 25.03.2021.

Isd-soft. 2017. Saatavissa: https://isd-soft.com/tech_blog/basics-siemens-plcs-programming-simatic-step7/. Viitattu 25.03.2021.

Keskitalo, E. 2013. Savukaasujen hiilidioksidin talteenotto-prosessin vaikutukset olemassa olevaan monipolttoaine-CHP-voimalaitokseen. Oulun yliopisto, prosessitekniikka. Diplomityö. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201305291357.pdf>. Viitattu 15.3.2021.

Oulun Energia 2012. Toppilan voimalaitos. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=OpCcmkh2du8&list=UU1nXnXIa77yEzRg40kGUj6A>. Viitattu 10.3.2021.

Oulun Energia 2020a. Konserni. Saatavissa: <https://vanha.oulunenergia.fi/oulun-energia-konserni/konsernin-esittely>. Viitattu 18.3.2021.

Oulun Energia 2020b. Toppilan voimalaitos. Saatavissa: <https://vanha.oulunenergia.fi/energia-ja-ymparisto/energiantuotanto/voimalaitokset/toppilan-voimalaitos>. Viitattu 18.3.2021.

Oulun Energia 2020c. Biovoimalaitos. Saatavissa: <https://vanha.oulunenergia.fi/oulun-energia/tietoa-oulun-energiasta/energiantuotanto/voimalaitokset/laanilan-biovoimalaitos>. Viitattu 18.3.2021.

Oulun Energia 2021a. Toppilan voimalaitos. Saatavissa: <https://www.oulunenergia.fi/energia-ja-ymparisto/energiantuotanto/voimalaitokset/toppilan-voimalaitos>. Viitattu 19.3.2021.

Oulun Energia 2021b. Voimalaitosten päästöt. Saatavissa: <https://www.oulunenergia.fi/oulun-energia/energiantuotanto/voimalaitokset/Voimalaitostenpaastot/>. Viitattu 19.3.2021.

Peltonen, H & Soini, T. 2020. Kaleva. Ruskon uusi jätteiden lajittelulaitos käynnistyy. Saatavissa: <https://www.kaleva.fi/ruskon-uusi-jatteiden-lajittelulaitos-kaynnistyy-t/2948790>. Viitattu 19.3.2021.

Piippo, J & Tuliniemi, J. 2015. Promaintlehti. Kunnonvalvonta ja käyttövarmuus. Saatavissa: <https://promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovaruuus/Kustannustehokas-ennakkohuolto-varmistaa-voimalaitoksen-toiminnan>. Viitattu 24.2.2021.

Riekkola, S. 2018. Valmet DNA -automaatiojärjestelmällä toteutettu esimerkki jätteestä energialaitos. Maximising the available fuel portfolio. Saatavissa: https://www.valmet.com/globalassets/media/events/2018/customer-days-2018/energy/industrial-internet-solutions-for-energy_sami-riekkola.pdf. Viitattu 29.3.2021.

Spareengineering. 2013. Simatic- S5-logiikka. Saatavissa: <http://spareengineering.com/simatic-s5-to-s7-migration.htm>. Viitattu 25.3.2021.

Talotekniikka-lehti 2017. Toppilan voimalaitos. Saatavissa: <https://talotekniikka-lehti.fi/aurinkoseinan-huipputeho-ylivoimainen-kattoasennukseen-verrattuna/>. Viitattu 19.3.2021.

Valmet. 2021. Automaatiojärjestelmä. Saatavissa: <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/>. Viitattu 29.3.2021.

Valmet Oyj. 2018. Lehdistötiedote. Saatavissa: [https://www.valmet.com/fi/media/uutiset/lehdistotiedotteet/2018/valmet-toimittaa-kehittyneen-automaatoratkaisun-oulun-energian-uuteen-biovoimalaitokseen/](https://www.valmet.com/fi/media/ uutiset/lehdistotiedotteet/2018/valmet-toimittaa-kehittyneen-automaatoratkaisun-oulun-energian-uuteen-biovoimalaitokseen/). Viitattu 29.3.2021.

