

Juha Härmä

## **PROSESSIVEDEN KULUTUKSEN MITTAUS**

## **PROSESSIVEDEN KULUTUKSEN MITTAUS**

Juha Härmä  
Opinnäytetyö  
Kevät 2022  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-  
ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkötekniikka

---

Tekijä: Juha Härmä

Opinnäytetyön nimi: Prosessiveden mittaus

Työn ohjaaja: Ensio Sieppi

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2022

Sivumäärä: 35

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella yksi esimerkki, miten sanomalehtipaino Kalevassa pystyttäisiin mittaamaan painoprosessissa kulutetun kostutusveden määrä. Tämän suunnittelun perusteella on helppo jatkaa detail-suunnittelua. Suunnittelu tapahtui sanomalehtipaino Kalevan painotalossa, Oulun Ruskossa.

Suunnitteluprosessiin perehdyttiin tutkimalla painokoneen kostutusvesijärjestelmää, millaisia mittausmenetelmiä suunnittelussa voitaisiin käyttää ja minkälaisia mittareita tarvittaisiin kostutusveden kulutuksen mittaamiseen.

Opinnäytetyössä käydään yleisesti läpi ohjelmoitavan logiikan rakennetta ja sen toimintaperiaatteita.

---

Asiasanat: prosessivesi, painotalo, ultraäänivirtausmittari, ohjelmoitava logiikka

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering,  
Electrical Engineering

---

Author: Juha Härmä  
Title of thesis: Process Water Measurement  
Supervisor: Ensio Sieppi  
Term and year when the thesis were submitted: Spring 2022  
Number of pages: 35

---

The purpose of this thesis was to design an example of how we would be able to measure the amount of dampening liquid consumed in the printing unit process at newspaper printing house Kaleva. The design took place at the Kaleva printing house in Rusko, Oulu.

The design process is introduced by examining the printing unit's wetting water system, what kind of measurement methods could be used in the design, what kind of meters we might be needed to measure the consumed wetting water.

The thesis goes through the structure of programmable logic in general and its operating principles.

---

Keywords: printing unit, programmable logic, process water

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	PAINOKONEEN KOSTUTUSVESIJÄRJESTELMÄN TOIMINTAPERIAATE .....	7
2.1	Käänteisosmoosivesi.....	8
2.2	Kostutusveden siirto painokoneelle .....	8
3	TECHNOTRANS GAMMA. D .....	10
3.1	Laiterakenne.....	10
3.1.1	Kostutusainekierto (D-kierto).....	10
3.1.2	Jäähdytyskierto .....	13
3.2	Komponentit .....	14
3.2.1	Johtavuusarvon mittalaite .....	14
3.2.2	pH-arvon mittauslaite .....	14
4	ULTRAÄÄNIVIRTAUSMITTARI JA VEDEN VIRTAAVUUS.....	16
4.1	Ultraäänivirtausmittari.....	16
4.2	Veden virtaavuus.....	16
4.3	Veden virtaavuus kohteessa .....	17
5	DOSIC-ULTRAÄÄNIVIRTAUSMITTARI .....	19
5.1.1	DOSIC-ultraäänivirtausmittarin koodiavain .....	20
5.1.2	IO-Link versio 1.1.....	21
5.1.3	SOPAS Engineering Tool.....	22
6	OHJELMOITAVAT LOGIIKAT .....	24
6.1	Ohjelmoitavan logiikan rakenne .....	24
6.2	Ohjelmoitavan logiikan toiminta .....	25
6.3	Ohjelmoitavan logiikan ohjelmointi .....	26
7	AUTOMAATIOKOMPONENTIT .....	27
7.1	Siemens SITOP PSU8200-sarjan virtalähde .....	27
7.2	Siemens S7-1200-sarjan PLC .....	28
7.3	Siemens SIMATIC S7-1200-sarjan I/O-kortti .....	29
7.4	TIA-Portal .....	30
8	YHTEENVETO .....	32
	LÄHTEET.....	34

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Kaleva 365 Oy:n toimeksiannosta sen sanomalehtiteollisuuden paino-osastolle. Kaleva Oy, jonka brändi on nimeltään Kaleva Media, on vuonna 1899 perustettu suomalainen Oulussa toimiva Pohjois-Suomen suurin mediakonserni. (1.)

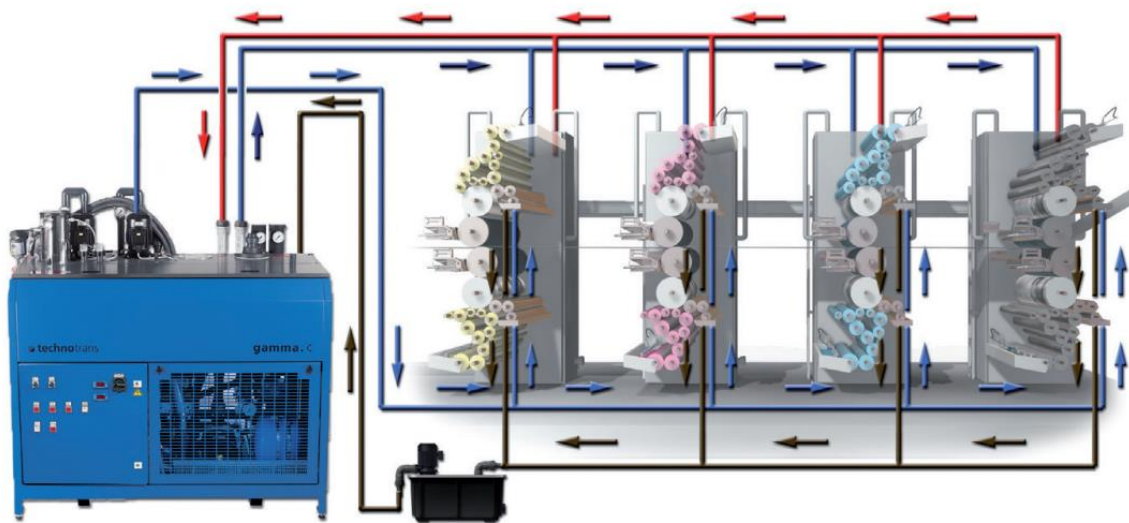
Yrityksen päätuote on alueellinen, sitoutumaton päivälehti Kaleva, joka on myös Oulun talousalueen tärkein ilmoitusmedia. Kaleva Media tarjoaa paikallista sisältöä lukijoille sekä mainostajille kasvua kiihdyttävää markkinointikumppanuutta, jonka pohjana on ainutlaatuinen paikallis- ja asiakasymmärrys. (1.)

Kaleva Median palveluksessa työskentelee noin 700 ihmistä. Kaleva Median liikevaihto vuonna 2020 oli 64,8 miljoonaa euroa. (1.)

Tämän työn tavoite on suunnitella tapa, jolla voidaan mitata sanomalehtipainokoneessa käytetyn prosessiveden menekki. Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen, sillä nykyisessä painoprosessissa ei ole mahdollisuutta saada dataa käytetyn prosessiveden menekistä ja näin ollen yrityksellä ei ole tietoa millaisen hiilijalanjäljen vedenkulutus aiheuttaa.

## 2 PAINOKONEEN KOSTUTUSVESIJÄRJESTELMÄN TOIMINTAPERIAATE

Sanomalehtipainokoneen kostutusvesijärjestelmä voidaan jakaa neljään eri osaan: käyttöveden esivalmistus, käyttöveden säilöntä sekä lisäaineen ja kovettimen annostaminen käyttöveteen. Kuvassa 1 on esitetty kostutusvesijärjestelmän suunnitelma.



KUVA 1. Sanomalehtipainokoneen kostutusvesijärjestelmä (2)

## 2.1 Käänteisosmoosivesi

Käänteisosmoosi (engl. Reverse Osmosis, RO) on prosessi, missä paineen avulla pakotetaan liuotin liikkumaan puoliläpäisevän kalvon läpi väkevämmästä liuksesta laimeampaan päin, eli osmoosiin nähden vääriin suuntaan. Tämän puoliläpäisevän kalvon läpi pääsee vain vesimolekyylit, jolloin veteen liuenneet epäpuhtaudet huuhtoutuvat viemäriin ja tuloksena on puhtainta mahdollista vettä. Orgaanisten aineiden lisäksi käänteisosmoositekniikalla vedestä saadaan poistettua myös bakteerit sekä mahdolliset epäorgaaniset aineet, kuten lääkejäämät ja mikromuovi. (3.)

Sanomalehtipainokoneen kostutusvesijärjestelmässä käyttövesi otetaan suoraan kunnan vesijohdoverkostosta. Vesi kulkeutuu vesisyötöstä erilaisin suodattimin varustellun käänteisosmoosilaitteen lävitse. Tavallinen käyttövesi, jota kutsutaan tavalliseksi juomavedeksi, ei sovellu sanomalehtipainokoneen kostutukseen. Juomavesi sisältää mm. kalsiumia sekä magnesiumia, jotka aiheuttavat veden kovenemista ja nämä alkuaineet aiheuttavat painoprosessissa saostumista (kalkkeutumista) painoteloille. Juomaveden sisältämä kloridi, sulfaatti sekä nitriitti aiheuttavat voimakasta korroosiota, joka voi näkyä painotelojen ruostumisena.

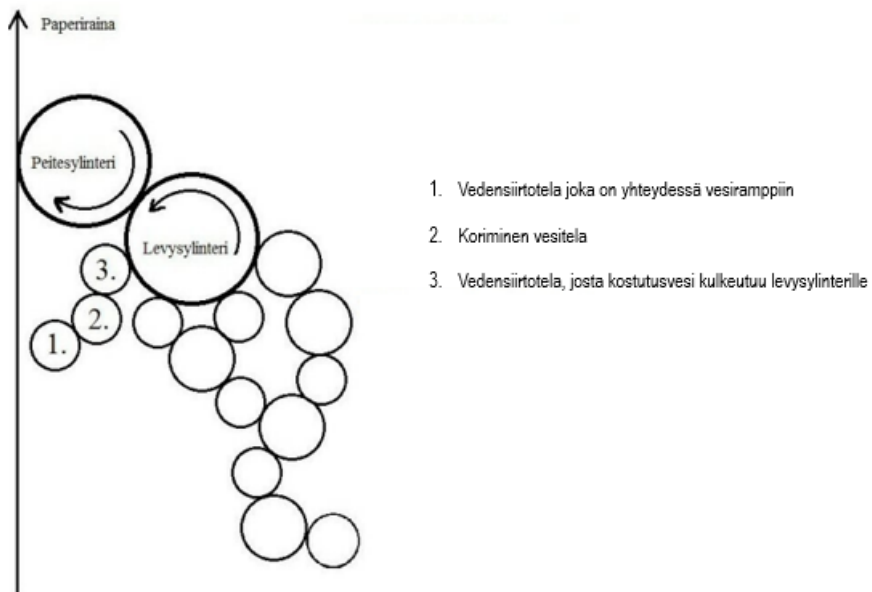
## 2.2 Kostutusveden siirto painokoneelle

Valmiin kostutusveden siirto sanomalehtipainokoneeseen tapahtuu kolmen eri pumpun avulla (kuva 2). Kostutusvesi kulkeutuu vesijohtoputkea pitkin ylös rotaatiosaliin aina suoraan painokoneeseen. Kostutusveden siirto painoteloille tapahtuu vesirampin sekä vedensiirtotelan avulla. Vesi annostellaan vesirampissa olevilla suuttimilla vesitelalle, josta vesi siirtyy kromitelalle, josta vesi siirtyy edelleen toiselle vedensiirtotelalle (kuva 3). Vesi saavuttaa lopulta levysylinterin, missä itse painopelti sijaitsee. Peltisylinteri painaa kumipäällysteiseen sylinteriin (kumisylinteri) lopullisen painettavan kuvion, josta painettava tuote siirtyy sanomalehtipaperiin.





KUVA 2. Vesipumppu (4)



KUVA 3. Kostutusveden siirto telastoille (4)

### 3 TECHNOTRANS GAMMA. D

Technotrans gamma. d on Technotrans AG:n suunnittelema sekä valmistama kostutusvesijärjestelmä. Technotrans gamma. d:tä käytetään ilmastoidun kostutusaineen valmistamiseen, kostutusaineen jäähdyttämiseen sekä ilmastoidun kostutusaineen syöttämiseen painokoneelle.

#### 3.1 Laiterakenne

Technotrans gamma. d kostutuskierrolaite koostuu kolmesta päätoimintaryhmästä: kostutusainekierto (D-kierto), jäähdytyskierto sekä ohjaus (4).

Technotrans gamma. d:n tehtävä on pitää painokoneessa käytettävän kostutusveden lämpötila vakana lämmönvaihtimen avulla. Painokoneesta takaisinvirtaava kostutusaine puhdistetaan suodatinlaitteessa. (4.)

##### 3.1.1 Kostutusainekierto (D-kierto)

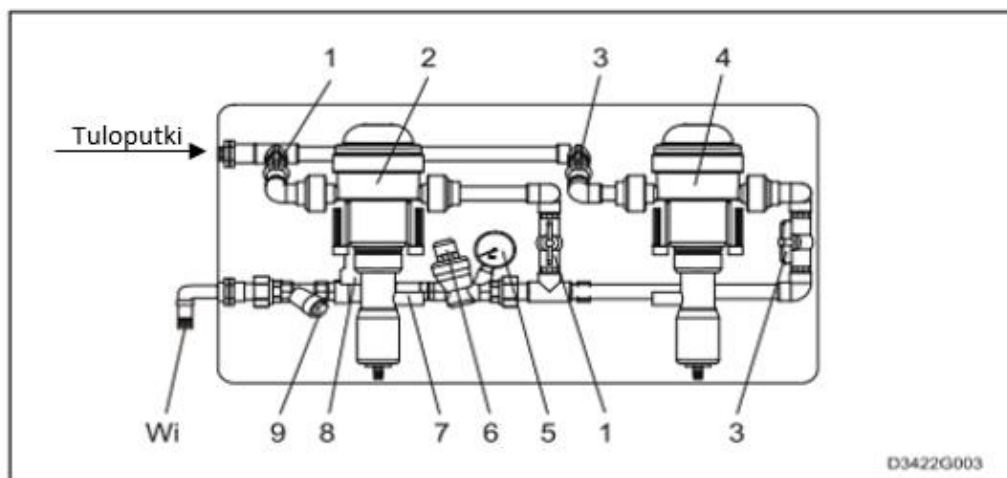
Sanomalehtipainokoneen kostutusvesikiertoa kutsutaan D-kierroksi. D-kierto sisältää koko kostutusprosessin. Kuvissa 4 ja 5 on havainnollistettu kunnallisen käyttöveden kulkeutuminen kostutusvesilaitteeseen.

Kuvassa 4 kostutuslisäaineen annostimet (2 ja 4) on asennettu käyttöveden tuloputkeen, jossa annostelija lisää kostutusveteen nestemäisen lisäaineen. Tämä lisäaine on pesuainetta, joka puhdistaa painokoneessa sijaitsevan painopellin. Annostelijat 2 ja 4 eivät ole yhtäaikaaisesti käytössä, vaan nämä pystytään erottamaan toisistaan sulkuhanoilla 1 ja 3. Esimerkiksi jos annostelija 2 on käytössä, ovat hanat 1 ja 1 auki ja hanat 3 ja 3 kiinni. Vastavuoroisesti jos annostelija 4 on käytössä, silloin hanat 3 ja 3 ovat auki ja hanat 1 ja 1 kiinni.

Annostelijasta lisäaineellinen kostutusvesi kulkeutuu painemittarin (5) kautta magneettiventtiilille (8) ja tästä suodattimen (9) kautta ulostuloputkeen (Wi).

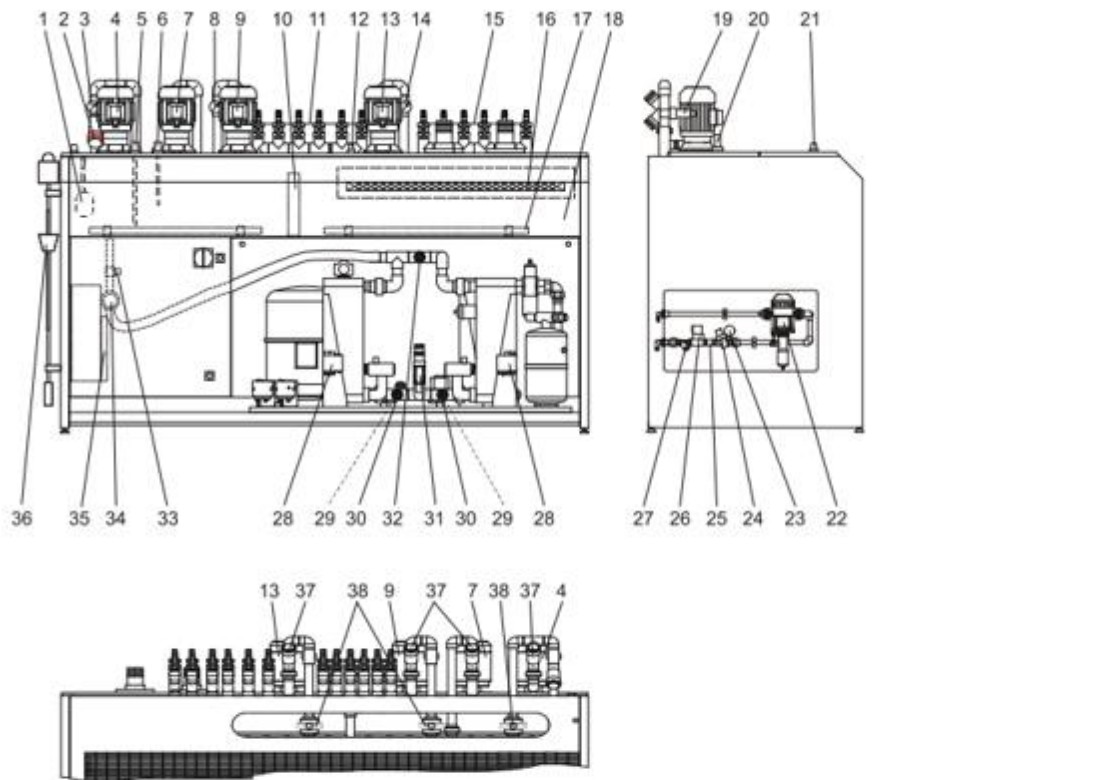
Lisäaineellinen kostutusvesi saapuu ulostuloputken (Wi) kautta kuvan 5 Uimuriventtiilille (1), josta lisäaineellinen kostutusvesi kulkeutuu kostutusvesisäiliöön.

Kiertopumppu (4) kierrättää kostutusvettä laitteen sisäisen lämpötilavaihtimen kautta, jotta kostutusveden lämpötila pysyy tasaisena 11–12 celsiusasteessa. Kuljetuspumput 1 (9) sekä 2 (13) ohjaavat valmiin kostutusaineen painokoneen kostutuslaitteisiin.



- 1 Sulkuhana
  - avattu normaalikäytössä
  - avattu käytettäessä rinnakkain varakostutusaineenannostinta
  - suljettuna käytettäessä vain varakostutusaineenannostin
- 2 Kostutusaineen annostelija
- 3 Sulkuhana
  - suljettu normaalikäytössä
  - avattu käytettäessä rinnakkain varakostutusaineenannostinta
  - avattu käytettäessä vain varakostutusaineenannostin
- 4 Varakostutusaineenannostin
- 5 Tuorevesipaineen painemittari
- 6 Tuoreveden paineenalennin
- 7 Tuoreveden takaiskuventtiili
- 8 Tuoreveden magneettiventtiili
- 9 Tuorevesisuodatin

KUVA 4. Kostutuslisäaineen annostin (4)



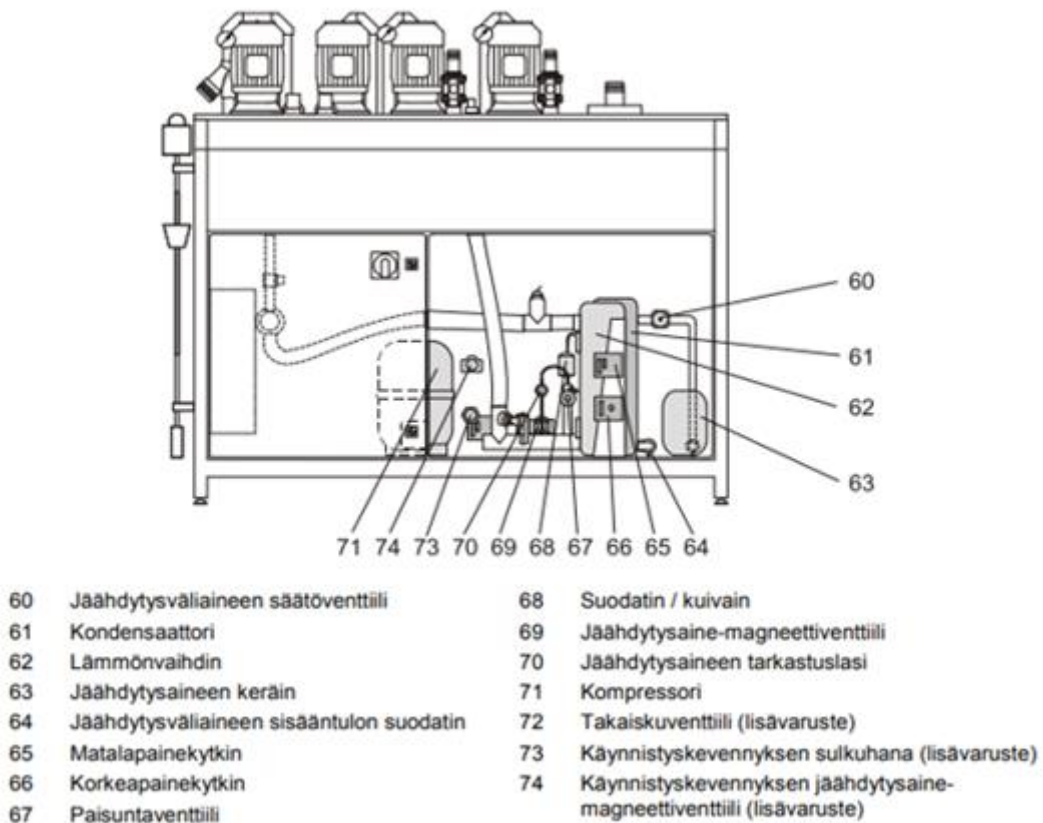
- |   |   |
|---|---|
| 1 Uimuriventtiili                           | 20 pH-arvon mittauslaite *)                   |
| 2 Kiertopumpun ulosmenon suodatin           | 21 UV-sterilointilaitteen turvakytin *)       |
| 3 Kiertopaineen painemittari *)             | 22 Kostutusaineenannostin (aquados)           |
| 4 Kiertopumppu                              | 23 Tuorevesipaineen painemittari              |
| 5 Kostutusainesäiliön min.-tason tasoanturi | 24 Tuoreveden paineenalennin                  |
| 6 Taso-anturi kostutusainepyyntölle         | 25 Tuoreveden takaiskuventtiili               |
| 7 Varapumppu                                | 26 Tuoreveden magneettiventtiili              |
| 8 Syöttöpaineen 1 painemittari              | 27 Tuorevesisuodatin                          |
| 9 Kuljetuspumppu 1                          | 28 Pakkassuojakytin                           |
| 10 Säiliön ylivirtaus                       | 29 Lämpötila-anturi jäätymisenestoon          |
| 11 Esivirtaushana 1                         | 30 Tyhjennys                                  |
| 12 Suodattimen likaantumisen kytkin         | 31 Läpivirtauksen valvontalaite               |
| 13 Kuljetuspumppu 2 *)                      | 32 Lämpötila-anturi normaalikäyttöön          |
| 14 Syöttöpaineen 2 painemittari *)          | 33 Lämpötila-anturi lämminvesihuuhdteluun *)  |
| 15 Esivirtaushana 2 *)                      | 34 Lämmitin *)                                |
| 16 Suodatinkotelo ja suodatinmatto          | 35 UV-sterilointilaitteen esikytkentälaite *) |
| 17 UV-sterilointi *)                        | 36 Lisäaineiden imuputki                      |
| 18 Kostutusainesäiliö                       | 37 Takaiskuventtiili                          |
| 19 Johtavuusarvon mittauslaite *)           | 38 Sulkuhana *)                               |
- \*) = lisävaruste

KUVA 5. Kostutusainekierto (D-kierto) (4)

### 3.1.2 Jäähdytyskierto

Sanomalehtipainokoneen jäähdytyskierron tarkoituksena on säilyttää tuotannossa käytettävän kostutusveden lämpötila 11–12 celsiusasteessa. Tämä lämpötila on optimaalinen kostutusveden sähkönjohtavuuden kannalta. Mitä parempi sähkönjohtavuus, sitä parempi painojälki.

Ilman jäähdytyskiertoa tuotannossa käytettävä kostutusveden lämpötila nousisi 23–24 celsiusasteeseen johtuen painokoneen aiheuttamasta lämpöenergiasta. Liian lämmin vesi aiheuttaa painojäljen sotkeutumista ja sanomalehdissä esiintyvät kuvat voivat olla epätarkkoja. Kuvassa 6 on esitetty jäähdytyskierron laiterakenne.



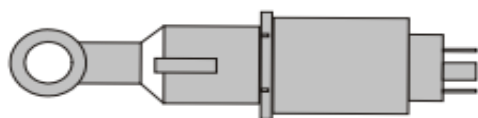
KUVA 6. Jäähdytysainekierto (4)

## 3.2 Komponentit

Sanomalehtipainon kostutusvesijärjestelmä sisältää erilaisia komponentteja. Näistä komponenteista tärkeimmät ovat sähkönjohtavuusarvon mittalaite sekä kostutusveden pH-arvon mittalaite.

### 3.2.1 Johtavuusarvon mittalaite

Kostutusveden sähkönjohtavuuden määrittämiseen käytetään siihen sovellettua mittaria, joka sijaitsee kostutusaineen putkistossa. Kuvassa 7 on sähkönjohtavuusmittari.

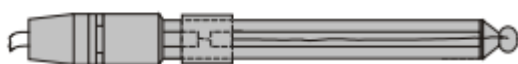


KUVA 7. Sähkönjohtavuusmittari (4)

Johtavuusanturin rakenne on yksinkertainen. Johtavuusanturissa on kaksi metallielektroodia sijoitettuna eristemateriaalista valmistettuun kammioon. Johtavuusanturin valmistaja ilmoittaa kullekin johtavuusanturille kenovakion arvon.

### 3.2.2 pH-arvon mittauslaite

pH-arvon mittauslaitetta käytetään kostutusveden pH-arvon määrittämiseen. Kuvassa 8 on pH-mittausanturi.



KUVA 8. pH-mittausanturi (4)

pH-mittari on sähköinen mittalaite, joka mittaa happamuuden eli vetyionien aktiivisuuden liuoksessa. pH-mittaria käytetään mm. prosessiteollisuudessa ja lääketieteessä. pH-mittarit perustuvat ioniliuoksen tuottamaan sähköpotentiaaliseen lähdejännitteeseen, joka voidaan mitata herkällä potentiometrillä. Mittatulos ilmoitetaan aina pH-arvona. (5.)

pH-mittarissa on tyypillisesti yksi tai kaksi anturia, jotka tarvitsevat kaksi elektrodia, joita kutsutaan referenssielektrodiksi ja mittauselektrodiksi. Mittauselektrodi on yleensä lasia ja referenssielektrodi on valmistettu tyypillisesti hopea-hopeakloridi-elementistä tai elohopea-elohopeakloridi-elementistä. (5.)

## 4 ULTRÄÄNIVIRTAUSMITTARI JA VEDEN VIRTAAVUUS

Tässä projektissa yksi tärkeimmistä komponenteista oli virtausanturi, jolla pystytään mittaamaan käänteisosmoosivettä. On olemassa paljon erilaisia antureita, joilla pystytään mittaamaan nesteitä. Näitä ovat esimerkiksi moniputkiset virtausmittarit, metalliputkiset virtausmittarit, tiivistenestemittarit, ultraäänivirtausmittarit ja soikioratasmittarit. Tässä projektissa pystymme käyttämään ainoastaan ultraäänitekniikalla toimivaa anturia käänteisosmoosiveden vuoksi.

### 4.1 Ultraäänivirtausmittari

Ultraäänimittareita käytetään nesteiden virtaukseen. Mittaus perustuu äänen kulku-aikaan tunnetussa nesteessä. Ultraäänimittari lähettää mitattavaan putkeen ultraäänisignaalin ja ottaa vastaan myös paluusignaalin. Kun tiedetään putken koko ja äänennopeus virtaavassa väliaineessa, voidaan saadun signaalin perusteella laskea väliaineen virtausmäärä. (6.)

Ultraäänimittareille on ominaista niiden virrankulutus, mikä mahdollistaa niiden käytön monilla eri teollisuuden aloilla. Ultraäänimittarit ovat hyvin suojattuja häiriöiltä ja mittausvirhe ultraäänivirtausmittareilla on maksimissaan 1 %. (6.)

Kun kohteessamme käytetään käänteisosmoosivettä, ultraäänivirtausmittari on täydellinen tapa mitata käyttöveden menekkiä. Markkinoilla on useita eri valmistajien tuottamia ultraäänivirtausmittareita. Ultraäänivirtausmittaria valitessa tärkeintä on tietää veden virtaavuus kohteessa.

### 4.2 Veden virtaavuus

Putkistoissa ilmaantuva veden virtaavuus on tärkeässä osassa, kun valitaan oikean tyyppinen ultraäänivirtausmittari. Moni alan toimija valmistaa eri virtaavuusalueille soveltuvia ultraääniantureita. Ultraäänivirtausmittareiden virtaustehokkuus ilmaistaan maksimaalisena virtauksena, jonka mittari pystyy vielä mittaamaan. On kustannustehokasta valita oikean kokoinen ultraäänivirtausmittari kohteessa ilmaantuvan virtaavuuden takia.

Esimerkkinä voidaan käyttää kohdetta, missä putkistojen virtaavuus on maksimissaan 120 l / min. Tähän kohteeseen ei ole suotavaa valita ultraäänivirtausmittaria, jonka maksimaalinen virtausalue



pysähtyy 80 l:aan, eikä myöskään mittaria, jonka maksimaalinen virtaus on 1000 l / min. Sen sijaan kohteeseen pitää valita mittari, jonka maksimaalinen virtaus on lähellä kohteen virtaavuutta.

Ultraäänivirtausmittareiden valmistajat valmistavat mittareita portaittain. Jos juuri oikean kokoista ultraäänivirtausmittaria ei löydy markkinoilta, valitaan kohteesta riippuen seuraavan maksimaalisen virtauksen omaava ultraäänivirtausmittari.

Esimerkiksi jos kohteen virtaavuus on 120 l /min, valitaan ultraäänivirtausmittari, jonka maksimaalinen virtaavuus on 200 l /min. Nykyajan ultraäänivirtausmittarit ovat todella kehittyneitä eivätkä menetä mittaustehokkuutta, jos kohteen virtaavuus ei saavuta koskaan mittarin omaa maksimaalista virtausta, vaan pysyy mittarin omien raja-arvojen sisällä. Ultraäänivirtausmittarit eivät vahingoitu, vaikka mittarin, jonka suurin virtaavuus on 200 l /min, virtaavuus pysyy jatkuvasti esimerkiksi 120 l:ssa /min.

#### **4.3 Veden virtaavuus kohteessa**

Veden virtaavuus käyttökohteessa ei ollut aluksi kenenkään tiedossa. Technotrans gamma. d:n käyttöohjeissa eikä huolto-ohjeissa ei ollut mitään mainintaa kostutuslaitteen maksimaalisesta vastaanottovirrasta. Virtaavuutta lähdettiin mittaamaan täysin ”vanhoin” menetelmin.

Ensimmäiseksi tyhjennettiin kostutusvesilaitte vanhasta kostutusvedestä ja puhdistettiin laitteen sisäpinnat, jonka jälkeen oltiin valmiita laskemaan laitteeseen uusi kostutusvesi. Kun kostutusvettä alkoi virrata, laskettiin 5 litran mitta-astiaan kostutusvettä suoraan laitteen täyttöventtiilistä 10 sekunnin ajan. 10 sekunnin aikana saatiin mitta-astiaan tarkalleen 2,2 litraa kostutusvettä. Kun tämä tieto oli saatu, kerrottiin tulos 2,2 6:lla ja saatiin tulokseksi 13,2 litraa. Kostutusvesilaitteeseen virtaa kostutusainetta 13,2 litraa minuutissa.

Kun kohteessa on kaksi kappaletta täysin samanlaista Technotrans gamma. d laitetta, kerrottiin lopputulos kahdella, josta saatiin tulokseksi 26,4 litraa. Lopputuloksena kahden kostutusvesilaitteen maksimaalinen virtaus on yhteensä 26,4 litraa minuutissa. Mittauksessa ei otettu huomioon putkistoihin jäävää kostutusvettä, koska jäämä on tässä tilanteessa todella pieni eikä vaikuta lopputulokseen.

Kun oli saatu laskettua laitteiden maksimaalinen virtaus, oltiin valmiita valitsemaan oikean kokoinen ultraäänivirtausmittari kohteeseen.

## 5 DOSIC-ULTRAÄÄNIVIRTAUSMITTARI

SICK DOSIC-ultraäänivirtausmittari (kuva 9) mittaa ultraäänitekniikan pohjalta johtavien ja ei-johtavien nesteiden virtaustilavuuden. Ultraäänivirtausmittarin mittakanava ja sen ruostumaton teräskotelo sopivat mittaustehtäviin hygieenisessä käyttöympäristössä. DOSIC-ultraäänivirtausmittari on kompakti ja sen kestävä muotoilu tarjoaa monipuoliset käyttömahdollisuudet myös sovelluksissa. DOSIC-ultraäänivirtausmittari on helppo ja nopea asentaa ilman ainetasausta. DOSIC-ultraäänivirtausmittarissa on kaksi konfiguroitavaa digitaalilähtöä ja analogialähtöä sekä IO-link-liitäntä, jotka huolehtivat oikeasta lähtötilanteesta. (7, s. 2.)

DOSIC-ultraäänivirtausmittarin lähtösignaalit ovat 1 x analogialähtö 4 mA–20 mA, 2 x digitaalilähtö tai tulo (konfiguroitavissa) tai vastaavasti 2 x analogialähtö 4 mA–20 mA, 2 x digitaalilähtö tai tulo (konfiguroitavissa). (Kuva 10.)



KUVA 9. DOSIC-ultraäänivirtausmittari (7, s. 2)

<b>Mittausperiaate</b>	Ultraäänianturi
<b>Väliaine</b>	Johtavat ja ei-johtavat nesteet
<b>Lähtösignaali</b>	1 x analogialähtö: 4 mA ... 20 mA, 2 x digitaalilähtö tai -tulo (konfiguroitavissa) <sup>1) 2)</sup> 2 x analogialähtö: 4 mA ... 20 mA, 2 x digitaalilähtö tai -tulo (konfiguroitavissa) <sup>1) 2)</sup>
<b>Mittaputken nimelliskoko</b>	DN 15 / DN 25 (tyypistä riippuva)
<b>Maks. säädettävä mitta-alue</b>	0 l/min ... 250 l/min (tyypistä riippuva)

KUVA 10. DOSIC-ultraäänivirtausmittarin tekniset tiedot (7, s. 2)

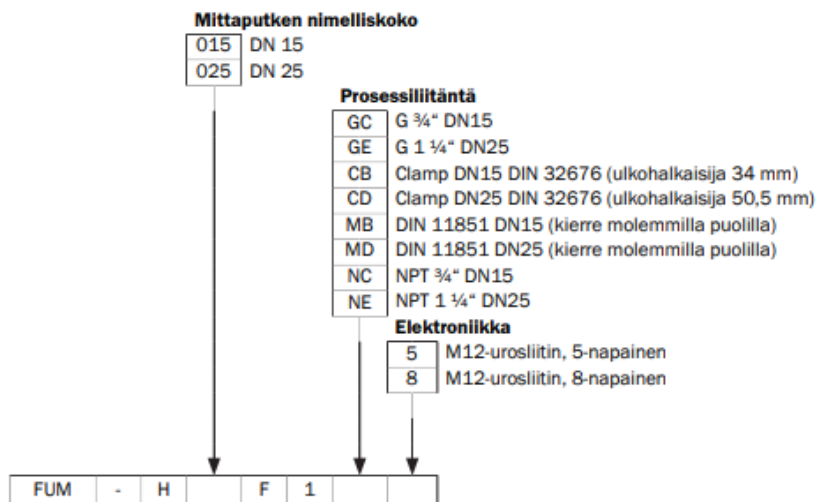
DOSIC-ultraäänivirtausmittarin hyöty on sen joustava mittajärjestelmä kaikille aloille sekä nesteille. Se on monikäyttöinen johtaville ja ei-johtaville nesteille sekä lämpötilamittaukseen. Lyhyet asennuspituudet ja kompakti muotoilu mahdollistavat asennuksen sovelluksiin, joiden tilat ovat rajoitettuja. (7, s. 2.)

DOSIC-ultraäänivirtausmittarin koteloitiluokka IP (International Protection Code) 67 suojaa laitetta joka suunnasta tulevalta voimakkaalta vesisuihkulta ja sen anturi on tiivisteetön, ruostumattomasta teräksestä valmistettu 316 L + Ra ≤ 0.8 µm, joka kertoo anturin pitkästä käyttöiästään. Ultraäänivirtausmittarin maksimaalinen virtaus on 80 L / min. (7, s. 2.)

### 5.1.1 DOSIC-ultraäänivirtausmittarin koodiavain

DOSIC-ultraäänivirtausmittarin koodiavain on informatiivinen merkkirivi, joka muodostuu tarkan koodiavaimen avulla. Tämän koodiavaimen mukaan rakentuu anturityyppi. Koodiavaimen avulla pystytään rakentamaan esimerkiksi haluttu ultraäänivirtausanturi. Tähän projektiin suunnitellun ultraäänivirtausmittarin koodiavain on FUM-H015F1CB5.

**FUM** kertoo ultraäänivirtausmittarin tuoteperheen, **H015** ilmaisee mittaputken nimelliskoon, **F1CB** ilmaisee ultraäänivirtausmittarin prosessiliitännän ja luku **5** ilmaisee ultraäänivirtausmittarin liittimen napamäärän. Kuvassa 11 on esitetty DOSIC FUM-sarjan koodiavain.



KUVA 11. DOSIC-ultraäänivirtausmittarin koodiavain (7)

### 5.1.2 IO-Link versio 1.1

DOSIC-ultraäänivirtausmittari IO-Link versio 1.1 mahdollistaa tiedon varmuuskopioinnin niin, että tehtaan henkilöstö voi tallentaa ja käyttää uudelleen laitteen parametreja. Versio 1.1 voi käsitellä 32 tavun datalevyksiä yhtä porttia kohti ja se mahdollistaa 230,4 kilobaudin tiedonsiirtonopeuden IO-link 1.1 primäärilaitteista. (8.)

IO-Link-komponenttien ohjausintegraatio suoritetaan konfigurointiohjelmistolla, joka käyttää jokaiseen IO-Link-komponenttiin liittyviä standardisoituja IODD-tiedostoja (IO Device-Description). Nämä IODD-tiedostot (jotka tallentavat komponentin mallin, käyttöalueet, tukitiedot diagnostiikka-toimintoja varten sekä symbolin näytettäväksi HMI- tai GUI-liitymässä) ovat .xml-tiedostoja, jotka komponentin valmistaja toimittaa omalla sivustollaan. (8.)

IO-Link-versiossa 1.1, on mahdollisuus, että jotkin IO-Link 1.1 -primäärilaitteet tallentavat paikallisesti IODD-tiedostot ja lisätiedot. Nämä tarjoavat parametrien määrittelypalvelintoimintoja verkon muita laitteita varten. Ennen tätä ominaisuutta (sekä vanhoissa IO-Link-asennuksissa) loppukäyttäjien, joiden oli vaihdettava uusi tai korvaava kenttälaite, oli pakko ensin konfiguroida kyseinen laite. Tämä tehdään tavallisesti yhdistämällä laite tietokoneen USB-porttiin ja suorittamalla asetukset manuaalisesti ohjelmistolla. (8.)

Version 1.1 etu tämän aspektin suhteen on se, miten loppukäyttäjät voivat nyt korvata vastaavan IO-Link-reunalaitteen toiselta valmistajalta. Tämä laajentaa keskenään vaihdettavien laitteiden valikoimaa. Tämä on erityisen hyödyllistä, kun vikaantuvat tai vikaantuneet anturit vaihdetaan hätätilanteessa volyymiltään korkeissa tuotantolinjoissa. (8.)

### 5.1.3 SOPAS Engineering Tool

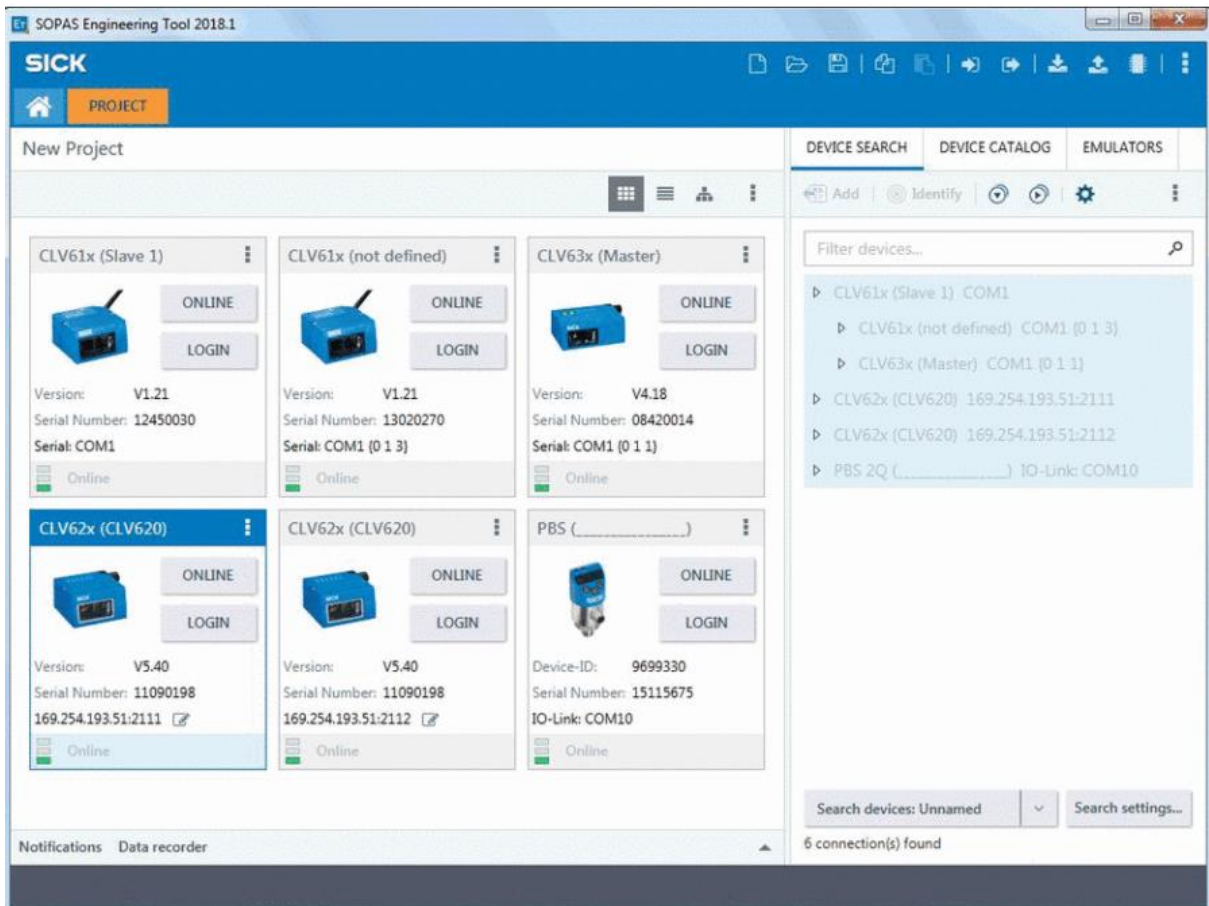
SOPAS Engineering Tool on suunnittelutyökalu kaikille SICK-antureille. SOPAS Engineering Tool konfigurointityökalu etsii heti käynnistyessään siihen liitettyjä SICK-antureita I/O-link adapterin avulla (kuva 12) ja esittää ne tietokoneen näytöllä. Löydetyt anturit voidaan yhdistää projektiin valikoiden halutut anturit, jolloin Sopas ET -ohjelma muodostaa yhteyden automaattisesti ja ottaa käyttöön sopivat anturin ajurit. Jos oikean tyyppisiä ajureita ei löydy, ohjelman kautta pystyy lataamaan ajurit internetin välityksellä, eli aikaa vievää ajureiden etsintää sekä asennusta ei tässä tarvita. Sopas-ohjelma on selkeälukuinen. (9.)

Valitut anturit esitetään ruudulla selkeästi kuvallisena tai valikkomuodossa (kuva 13). Haluttuun anturiin pääsee käsiksi vain napauttamalla haluttua anturia, jonka jälkeen kyseistä anturia pystytään konfiguroimaan. Konfigurointia auttavat halutut toiminnot sekä integroidut työkalut, esimerkiksi laitteiden vertailu, tietojen tallennus sekä pääte- ja anturiemulaattorit. (9.)

Ohjelman asennus tietokoneelle oli todella helppoa, asennus tapahtui SOPAS ET setup-asennusohjelmalla. Ohjelma itsessään on kevyt, eikä se vaadi tietokoneelta suuria tehoja. Tästä on hyötyä siinä, ettei ohjelman vuoksi joudu päivittämään käyttötietokonetta. (Kuva 14.)



KUVA 12. I/O-link adapteri (9)



KUVA 13. Ruutukaappaus SOPAS Engineering Toolista (9)

<b>Käyttöjärjestelmä</b>	Windows 10, Windows 7 (32 bit/64 bit), Windows 8 (32 bit/64 bit)
<b>Tarvittavan muistin koko</b>	450 MB, Tarvittavan muistin koko
<b>Näyttö</b>	Väh. 256 väriä – suositus 65.536 väriä (16 bit Hi color)
<b>Proessori</b>	Väh. Pentium 1 GHz tai suurempi
<b>Taajuus ja työmuisti</b>	1 GB RAM
<b>Vähimmäisresoluutio</b>	1.024 px x 768 px
<b>Liitäntä</b>	Laitteisto-kommunikaatiokanava, esim. sarjaliitäntä, USB tai Ethernet SICK-laitteesta riippuen

KUVA 14. SOPAS ET järjestelmäedellytykset (9)

## 6 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT

Ohjelmoitavat logiikat ovat mikroprosessoreilla varustettuja elektronisia laitteita, jotka mm. ohjaavat prosessin eri laitteita logiikoiden tulojen sekä lähtöjen kautta näiden muistissa olevien asennettujen parametrien perusteella. Jos haluttuja ohjauksia halutaan muuttaa tai poistaa, onnistuu tämä sovellusohjelman avulla.

Ohjelmoitavan logiikan ideana on siis toteuttaa tarvittavat ohjaukset tämän sovellusohjelman sekä prosessitietojen perusteella. Tätä varten tarvitaan tuloliitännät prosessitietojen lukemiseen, lähtöliitännät prosessin eri ohjauksiin ja muistit ohjelmaa sekä sen muuttujia varten. (10, s. 7.)

### 6.1 Ohjelmoitavan logiikan rakenne

Ohjelmoitavan logiikan sisäisiä toimintoja ohjaavat mikroprosessori sekä käyttöjärjestelmä. Nämä huolehtivat myös viestiliikenteestä logiikan ja oheis- sekä ohjelmointilaitteiden välillä.

Suurissa logiikoissa käytetään useampia prosessoreita, joiden kesken tehtävät on jaettu. Näin saadaan laajojenkin ohjausten toiminta nopeaksi. Useissa erikoisyksiköissä, kuten liikkeen- tai prosessinohjausyksiköissä, on omat suorittimensa. Käyttöjärjestelmä on logiikassa valmiina tallennettuna ROM-muistiin. (10, s. 7.)

Sovellusohjelma määrää logiikan tehtävät prosessissa ja se tallentaa ohjelmamuistiin, joka yleensä on paristovarmennettua RAM-muistia. Logiikoissa on erilaisia muuttujamuistialueita mm. tuloja ja lähtöjä, ohjelmassa käytettäviä apumuisteja, mittauksetietojen tallennusta sekä tiedonsiirtoja eri laitteita varten. (10, s. 7.) Kuvassa 15 on esitetty logiikkaohjelmoinnin rakenne.

Binääristen tuloyksiköiden tehtävänä on sovittaa ulkoinen signaali logiikan sisäiseen signaalitilaan, joka usein on 5 VDC. Tämä tila luetaan sitten tulon bittiin. Lähtöyksiköt ohjaavat lähtöä vastaavan sisäisen muistipaikan tilan 0 tai 1 perusteella lähdössä olevaa kosketinta tai puolijohdekyt-



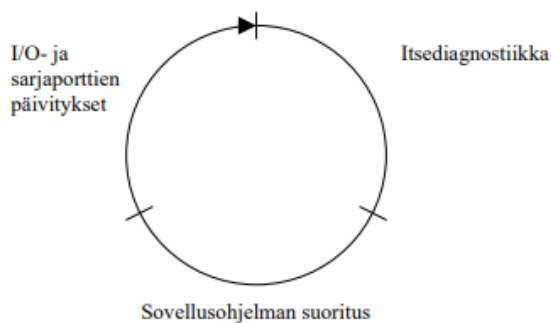
kintä. Analogiset yksiköt sisältävät datamuuntimet analogisen signaalin muuntamiseksi digitaaliseksi tai päinvastoin. Tyypillinen datamuuntimen bittimäärä on 12, jolloin tietty standardiviesti on 0–10 V. (10, s. 7.)



KUVA 15. Logiikkaohjelmointi (10, s. 8)

## 6.2 Ohjelmoitavan logiikan toiminta

Nykyiset ohjelmoitavat logiikat toimivat syklisellä ohjelmankäsittelyperiaatteella, missä ohjelmankierto eli sykli koostuu tietyistä rutiineista. Tässä siis tutkitaan CPU:n ja oheislaitteiden tilaa, suoritetaan sovellusohjelma rivi riviltä sekä päivitetään tulot ja lähdöt sekä sarjaliikenneportit. Syklistä voidaan poiketa mm. keskeytystapahtumilla. Myös tulojen luku ja lähtöjen kirjoitus kesken sovellusohjelman suorituksen on mahdollista. Tyypillisesti yhden syklin aikana tehdään seuraavat kuvassa 16 esitetyt rutiinit. (10, s. 8.)



KUVA 16. Ohjelmoitavan logiikan sykli (10, s. 8)

### **6.3 Ohjelmoitavan logiikan ohjelmointi**

Tyypillisiä ohjelmointimuotoja ovat tikapuu- eli relekaavio (LD), logiikkakaavio (FBD) tai käskylista (STL), lausemuotoinen strukturoitu teksti (ST) sekä sekvenssiohjauksiin sopiva sekvenssi vuokaaviomuoto (SFC). Usein toistuviin samankaltaisiin ohjelmarakenteisiin sopii toimilohko-ohjelmointi (FB). CX-Programmer-ohjelmistolla ohjaukset tehdään tyypillisesti relekaaviomuodossa. (10, s. 9.)

Ohjelmointi suoritetaan normaalisti tietokoneeseen asennettavalla ohjelmointiohjelmistolla sekä ohjelmoinnissa harjoitetaan standardin IEC 1131-3 mukaisia suosituksia (11, s. 13).

## 7 AUTOMAATIOKOMPONENTIT

Kohteesta riippuen automaatioinstrumentteja tarvitaan mittaamaan ja ohjaamaan automaatioprosesseja. Tässä opinnäytetyössä automaatioinstrumentit valikoituivat Siemens AG:n tuotannosta. Automaatioinstrumentit, joita tarvitaan tässä opinnäytetyössä, ovat virtalähde, PLC sekä I/O-kortti.

### 7.1 Siemens SITOP PSU8200-sarjan virtalähde

Tämän projektin logiikkapuolen ensimmäinen komponentti on virtalähde. Virtalähdettä valitessa on tärkeää tietää, millaista toimintaa ja tehoa kohteessa tarvitaan. Tähän projektiin valikoitui Siemens AG Sitop PSU8200-sarjan virtalähde (kuva 17).

Tämä virtalähde voidaan liittää sen tuloporttien vuoksi mihin tahansa syöttöjärjestelmään ja se kestää hyvin jännitevaihteluita. Virtalähteen korkea hyötysuhde vähentää energiankulutusta ja sen kompakti metallikotelo säästää tilaa. Virtalähteen tekniset tiedot on esitetty kuvassa 18.



KUVA 17. PSU8200-sarjan virtalähde (15)

**Type**  
AC/DC

**Output**  
stabilized

**Other characteristics**  
single-phase, CE, compact, modular, DIN rail, switching

**Power**  
120 W, 240 W, 480 W, 960 W

**Input voltage**  
120 V, 230 V

**Output voltage**  
24 V

**Current**  
5 A, 10 A, 20 A, 40 A

*KUVA 18. PSU8200-virtalähteen tekniset tiedot (15)*

## 7.2 Siemens S7-1200-sarjan PLC

Projektin toisena logiikan komponenttina valitsimme sopivan PLC:n (Programmable Logic Controller). PLC on kuin pieni tietokone, jota käytetään tosiaikaisten automaatioprosessien ohjauksessa, kuten esimerkiksi erilaisten robottien tai mittareiden ohjaamisessa. PLC:llä voidaan korvata jopa tuhansia aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia.

Siemens S7-1200-sarjan PLC on ominaisuuksiltaan hyvä valinta kohteeseen (kuva 19). Siinä on kuusi digitaalista sisääntuloa, joista kaksi on analogista. Ulostuloja on neljä kappaletta. PLC:n tekniset tiedot on esitetty kuvassa 20.



KUVA 19. S7-1200-sarjan PLC (12)

Merkki	Siemens
For Use With	SIMATIC S7-1200 Series
Manufacturer Series	S7-1200
Number of Inputs	6 (Digital Input, 2 switch as Analogue Input)
Output Type	Digital, Relay
Input Type	Analogue, Digital
Voltage Category	85 → 264 V ac
Number of Outputs	4 (Digital Output, Relay Output)
Network Type	Ethernet
Communication Port Type	Ethernet, Profinet, UDP
Program Capacity	30 kB
Programming Interface	Profinet
Mounting Type	DIN Rail, Wall Mount
Programming Language Used	FBD, LAD, SCL
Maximum Operating Temperature	+60°C
Memory	1 MB

KUVA 20. S7-1200 PLC tekniset tiedot (12)

### 7.3 Siemens SIMATIC S7-1200-sarjan I/O-kortti

Logiikan viimeisenä komponenttina valittiin I/O-kortti, joka pystyy vastaanottamaan dataa ultraäänivirtausmittariltamme. DOSIC-ultraäänivirtausmittari lähettää dataa alueilla 4 mA–20 mA ja tämän vuoksi S7-1200-sarjan analoginen I/O-kortti pystyy vastaanottamaan kyseistä dataa (kuva 21). Sen analoginen tulopuolen alue on 4 AI, +/- 10 V, +/- 5 V, +/-2,5 V tai 0–20 mA / 4–20 mA. I/O-kortin tekniset tiedot on esitetty kuvassa 22.



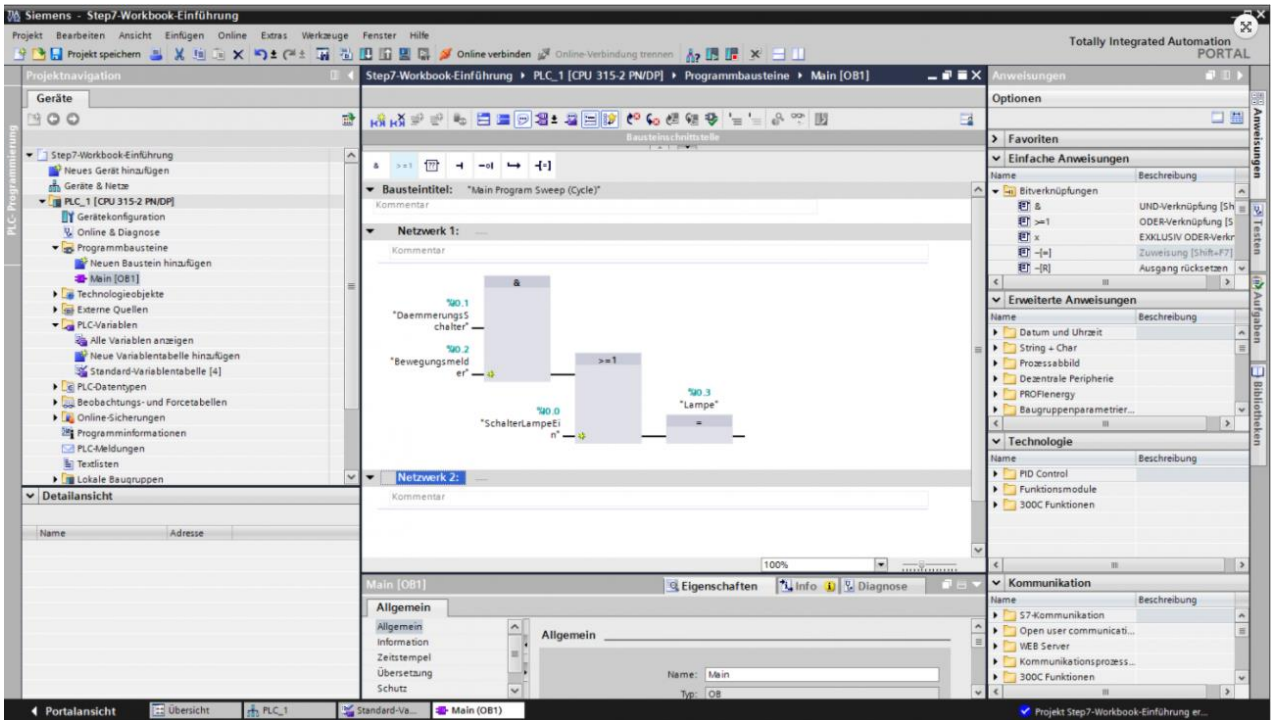
KUVA 21. S7-1200-sarjan I/O-kortti (12)

Article Number (Market Facing Number)	6ES7231-4HD32-0XB0
Product Description	SIMATIC S7-1200, Analog input, SM 1231, 4 AI, +/-10 V, +/-5 V, +/-2.5 V, or 0-20 mA/4-20 mA, 12 bit+sign (13 bit ADC)
Product family	> SM 1231 analog input modules
Product Lifecycle (PLM)	PM300:Active Product

KUVA 22. I/O-kortin tekniset tiedot (12)

## 7.4 TIA-Portal

Siemens TIA-Portal (Totally Integrated Automation Portal) on ohjelmointityökalu, joka sisältää mm. ohjelmoitavien käyttöliittymien, logiikkojen sekä moottorikäyttöjen ohjelmoinnin sekä käyttöönoton. TIA-Portal on kehittynein ohjelmointiympäristö, sillä kaikki on integroitu samaan paikkaan. Kuvassa 23 on ruutukaappaus TIA-Portalista.



KUVA 23. Ruutukaappaus TIA-Portalista (13)

## 8 YHTEENVETO

Työn aloitus tapahtui tutustumalla Technotrans kostutusvesijärjestelmään. Vaikka opinnäytetyön tekijä on ollut Kaleva 365 sanomalehtipainotalossa töissä vuodesta 2012, niin yllättävän paljon tuli uusia asioita ilmi kostutusvesijärjestelmästä. Tämä työ on yksi esimerkki, miten pystytään mittaamaan kostutusvesijärjestelmästä aiheutuva veden kulutus. Suunniteltujen mittareiden sekä logiikoiden avulla pystytään seuraamaan kostutusvesijärjestelmän veden kulutusta.

Projektin alussa mietittiin, miten pystyttäisiin suunnittelemaan logiikalle käyttöliittymä, jonka avulla pystytään lokeroimaan veden kulutus vuoden, kuukauden tai vuorokauden mukaan. Minulla ei ollut aikaisemmin kokemusta käyttöliittymän suunnittelusta, joten minulle tuli yllätyksenä, kuinka paljon aikaa sekä tietotaitoa käyttöliittymän suunnittelu tarvitsee. Tämä johtuu siitä, että tässä opinnäytetyössä esitetty suunnitelma pitää liittää sanomalehtipainokoneen pääjärjestelmän käyttöliittymään ja tämän käyttöliittymän omistaa painokoneen valmistaja Manroland.

Keskustelimme tästä asiasta tilaajan kanssa ja tulimme siihen päätökseen, että tulemme tilaamaan käyttöliittymän Manrolandilta tai suunnittelemme käyttöliittymän yhdessä tilaajan sekä Manrolandin kanssa.

Tässä työssä suunniteltu mittausjärjestelmä tullaan ottaman käyttöön Kaleva 365 painotalossa näillä näkymin vuoden 2022 aikana. Investointisuunnitelma tullaan tekemään heinäkuussa 2022, jonka jälkeen tilataan suunnitellut komponentit.

Suurin syy toteutuksen viivästykselle oli käyttöliittymän suunnitteluun tarvittava aika sekä komponenttien toimitusajat. Kun tiedustelin suunnitelmassani esiintyvän DOSIC-ultraäänivirtausmittarin toimitusaikaa vuoden 2021 lopussa, toimitusaika oli noin kolme kuukautta ja aikataulujen vuoksi emme uskaltaneet ottaa riskiä suunnitelman konkreettiseen toteuttamiseen. Lisähaastetta suunnitelman toteuttamiseen toi yhden sanomalehtipainoyksikön vakava konerikko, joka on vienyt opinnäytetyön laatijan aikaa. Rikkoutuneen koneen korjauksen on arveltu olevan valmis maaliskuun 2022 aikana.

Tätä opinnäytetyötä oli mielekästä tehdä, opinnäytetyössä tutkittiin sanomalehtipainokoneen kostutusvesijärjestelmää ja tämän perussuunnittelun pohjalta pystytään jatkamaan detail-suunnittelua.



Kuten aikaisemmin on todettu, tämä laadittu suunnitelma tullaan toteuttamaan näillä näkymin vuoden 2022 aikana, riippuen painotalossa tapahtuvien muiden teknisten projektien kestosta.

## LÄHTEET

1. Kaleva Media. Pohjoissuomalainen mediayhtiö. Hakupäivä 20.10.2021. <https://www.kalevamedia.fi/tietoa-meista/>
2. Technotrans. We transform the future. Hakupäivä 22.10.2021. <https://www.technotrans.com/home>
3. Käänteisosmoosi. Teoriaa käänteisosmoosista. Wikipedia. Hakupäivä 22.10.2021. <https://fi.wikipedia.org/wiki/K%C3%A4%C3%A4nteisosmoosi>
4. Alkuperäisohje. Käyttöohje gamma. d line W/W.90000244030-05-FI, 2012-05-09.
5. pH-mittari. Wikipedia. Hakupäivä 29.10.2021. <https://fi.wikipedia.org/wiki/PH-mittari>
6. Konwell. Ultraäänivirtausmittarit prosessi välineille. Hakupäivä 29.10.2021 [https://www.konwell.fi/fi/tuotteet/prosessi/prosessin-kenttalaitteet-ja-instrumentit/virtausmittaus/ultraaani-virtausmittarit?gclid=CjwKCAiAxJSPBhAoEiwAeO\\_fP6R1i89G3s-slJsmUTk6bAwf0UVRh58FPD2TMvYfjQtGUPf1z\\_EA1BoCaklQAvD\\_BwE](https://www.konwell.fi/fi/tuotteet/prosessi/prosessin-kenttalaitteet-ja-instrumentit/virtausmittaus/ultraaani-virtausmittarit?gclid=CjwKCAiAxJSPBhAoEiwAeO_fP6R1i89G3s-slJsmUTk6bAwf0UVRh58FPD2TMvYfjQtGUPf1z_EA1BoCaklQAvD_BwE)
7. DOSIC kompakti ruostumaton teräsanturi joustavaan virtausmittaukseen. Hakupäivä 02.11.2021. [https://cdn.sickcn.com/media/familyoverview/1/51/851/familyOverview\\_DO-SIC-R\\_g409851\\_fi.pdf](https://cdn.sickcn.com/media/familyoverview/1/51/851/familyOverview_DO-SIC-R_g409851_fi.pdf)
8. IO-Link-versiosta 1.0 IO-link versioon 1.1. Hakupäivä 04.11.2021. [https://www.digkey.fi/fi/articles/io-link-1\\_0-to-io-link-1\\_1?utm\\_adgroup=General&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Dynamic%20Search\\_FI\\_Product&utm\\_term=&productid=&gclid=CjwKCAiA55mPBhBOEi-wANmzoQsVAXsiEjgUgxMBZYt1aFHnoLjjCHSfrXWj5oC-CPfz9RJobebMb\\_QBoCKB8QAvD\\_BwE](https://www.digkey.fi/fi/articles/io-link-1_0-to-io-link-1_1?utm_adgroup=General&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Dynamic%20Search_FI_Product&utm_term=&productid=&gclid=CjwKCAiA55mPBhBOEi-wANmzoQsVAXsiEjgUgxMBZYt1aFHnoLjjCHSfrXWj5oC-CPfz9RJobebMb_QBoCKB8QAvD_BwE)
9. SICK SOPAS Engineering Tool. Hakupäivä 01.11.2021. <https://www.sick.com/fi/fi/sopas-engineering-tool/p/p367244>

10. CX-One ja logiikkaohjelmointi NRO: 041FIN9. Hakupäivä 06.11.2021. [https://www.myomron.com/downloads/9.local%20material/finnish/cx-one%20ja%20logiikkaohjelmointi%202009\\_2.pdf](https://www.myomron.com/downloads/9.local%20material/finnish/cx-one%20ja%20logiikkaohjelmointi%202009_2.pdf)
11. Teollisuusautomaation standardit osio 9. Hakupäivä 10.11.2021. [https://www.sesko.fi/files/101/osio\\_9.pdf](https://www.sesko.fi/files/101/osio_9.pdf)
12. SIEMENS. Products & Services – Industrial Automation. Hakupäivä 20.11.2021. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation.html>
13. SIEMENS. TIA Portal. Hakupäivä 22.11.2021. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>