

Ilkka Jokinen, Timo Lehmusvuori

Prosessiautomaation asennus- ja harjoitusympäristön toteuttaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

YAMK

Automaatioteknologia

Opinnäytetyö

23.3.2015

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Ilkka Jokinen, Timo Lehmusvuori Prosessiautomaation asennus- ja harjoitusympäristön toteuttaminen 30 sivua + 10 liitettä 23.3.2015
Tutkinto	Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Koulutusohjelma	Automaatioteknologian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Insinööri (ylempi AMK)
Ohjaaja(t)	Opettaja Jukka Pirinen Opettaja Tero Salo
<p>Opinnäytetyömme aiheena oli kehittää prosessiautomaatio oppimisympäristöä vastaamaan yrityselämän vaatimuksia. Nesteen jalostamon kunnossapitopuoli oli ottanut yhteyttä Porvoon ammattioppilaitokseen ja tehnyt aloitteen kehittää ammattiopetusta vastaamaan tämän päivän yrityselämän vaatimuksia ja samalla lisäämään myös opiskelijan työssäoppimisvalmiuksia.</p> <p>Tiedonhankintamenetelminä käytettiin erilaisia raportteja, kirjallisuus- ja internetlähteitä, lisäksi Timolla ja Ilkalla oli monipuolista osaamista, toisella sähköpuolelta ja toisella kone- ja mekaniikka sekä suunnittelupuolelta Yrityspuolella tehtiin asiantuntija haastatteluja. Haastatteluissa henkilöiltä saatiin ideoita opinnäytetyömme toteutukseen.</p> <p>Työn tuloksena syntyi automaatioprosessilaitteisto oppimisympäristönä Porvoon ammattioppilaitokseen. Opiskelijat pääsivät testaamaan eri laitteita. Purkamaan, säätämään, huoltamaan, testaamaan ja havainnoimaan, millä tavalla laitteet toimivat. Laitteet vastaavat yrityspuolella käytettäviä laitteita. Prosessilaitteiston oli oltava hyvin turvallinen joten tämäkin seikka huomioitiin tarkoin.</p>	
Avainsanat	prosessiautomaatio, oppimisympäristö, mekaniikka, sähköistämisen

Author(s) Title	Ilkka Jokinen, Timo Lehmusvuori Implementation of process automation assembly and training environment
Number of Pages Date	30 pages + 10 appendices 23 March 2015
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Automation technology training programme
Specialisation option	Name of the specialisation option
Instructor(s)	Teacher Jukka Pirinen Teacher Tero Salo
<p>Our matter of this thesis was to develop the learning environment of process automation to correlate the demands of corporate life. The maintenance of Neste refinery was in touch to Porvoo technical college and made the initiative to develop occupation teaching to correlate nowadays corporate life's demands. Even as increase student's skills of on the job learning.</p> <p>The data were collected by different reports, literature and internet sources. In addition we both had plenty of knowledge and expertise, other in electricity and other in machine, mechanics and contemplation. This thesis interviews was based on the views of different experts of corporate life. We had good ideas from them to implement this thesis.</p> <p>The result of this thesis was made the automation process hardware as a learning environment to Porvoo technical college. The students can now test different devices. They also can decompress, dispose, maintain, test and observe how the devices work. The devices are as realistic as in corporate life. The process hardware had to be very safe and we took this point also into consideration.</p>	
Keywords	process automation, learning environment, mechanical, electrify

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Yleistä	2
3	Harjoitus prosessi	2
4	Prosessiautomaatio prosessi opetussuunnitelman näkökulmasta	3
5	Suunnittelu	3
6	Teollisuudesta saatujen vaatimusten läpikäynti	4
7	Prosessin vaatimukset ja lähtötilanne	5
8	Prosessilaitteiston mekaniikka	5
9	Pumpun ja prosessilaitteiston valinta	12
10	Prosessiputkiston paineen ja pumpun tehon laskenta	14
11	Säiliön painelähttimen valinta ja etsintä	16
12	Painelähttimen toiminta	17
13	Sähköistämisen ohjauslaitteet	17
	13.1 Ohjauksen toteutus, automaatio säätöpiiri	17
	13.2 PI-Säätö	18
14	Prosessi ohjaus, Siemens logiikalla ja taajuus muuttajalla	18
15	Ohjauskeskus	18
16	Prosessilaitteiston mekaaninen kunnossapito	20
17	Prosessilaitteiston mekaaniset huoltokohteet	21
18	Teollisuuden näkemykset osaamisen kehittämisestä	22
19	Oppimisympäristöt	23
	19.1 Mekaanisen harjoituksen ohjeet opetusprosessissa	23
	19.2 Automaatioprosessi harjoitukset	24

19.3	Mittaukset	25
19.4	Painelähttimen toiminta ja kalibrointi	25
19.5	Virittäminen ja kalibrointi	28
20	Yhteenveto	28
21	Lähteet	31

Liitteet

Liite 1. Säiliö tuki 2

Liite 2. Grundfors pumppu

Liite 3 Hantor uutiset

Liite 4 Sonotec-ultraäänimittaustekniikka

Liite 5 Keskuksen kokoonpanokuva

Liite 6 Pääkaavio 230V/24VDC

Liite 7 Ohjauskaavio logiikka

Liite 8 Fieldcare viritysohjelma

Liite 9 Fieldcare viritysohjelma

Liite10 Fieldcare viritysohjelma

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on rakentaa automaatioprosessi, jossa oppilaat voivat harjoitella ja asentaa prosessilaitteiston sekä mekaanisen työn ja prosessiautomaation näkökulmasta. Opinnäytetyö tehdään Porvoon ammattiopistoon automaatio-osastolle, jossa on rakennettu prosessiautomaatiolaitteisto. Prosessiautomaation kannalta on toivottavasti hyötyä, kun oppilas menee kilpilahden alueelle tai prosessiteollisuuteen työssä oppimaan. Prosessiteollisuudessa on vastaavia työtehtäviä kuin tässä opinnäytetyössä tavoitellaan. Opinnäytetyö on lähtenyt kilpilahden kunnossapito henkilöiltä toivomuksena, mitkä olisivat ne työt joita usein tarvitaan kilpilahden teollisuus alueella. Opetussuunnitelman vaatimukset vastaavat myös prosessiautomaation tehtäviä. Työtehtävissä esiintyy esimerkiksi laippojen ja putkistojen sekä pumpun asennusta. Fyysisesti työ on vaativaa.

Prosessiautomaation harjoituslaitteistossa rakennetaan myös sähköistyksen osalta tarvittavat kenttälaitteet. Harjoitukseen sisältyy myös laitteiden kalibrointi ja pöytäkirjan tuostaminen, jolloin kokonaisprosessi on valmis. Harjoittelijalle saadaan automaatioprosessista kokonaisnäkemys eli mitä eri työvaiheet vaativat tyyppillisen mekaanisen ja sähköisenohjauksen sen rakentamiseksi.

2 Yleistä

Opinnäytetyö aloitettiin keskustelemalla Ilkka Jokisen kanssa yhdessä voitaisiinko yhdistää molempien opiskelijoiden osaamiset, Jokisella on vahvuutena mekaniikka ja suunnittelu ja Lehmusvuorella on enemmän sähköpuolen osaamista. Neljän koulutuskuntayhtymän eri tahot tukivat insinööriyön tekijöitä tässä projektissa: Porvoon ammattiopisto tilaajana, Metropolia Vantaa opiskelutahona sekä Keski-Uudenmaan koulutuskuntayhtymän Järvenpään ammattiopisto mahdollistajana. Yrityspuolelta saimme tietoa mitä opiskelijoiden olisi hyvä oppia prosessi automaatiotekniikkaan liittyen ja jonka oppimista voisimme opinnäytetyössämme kehittää. Hyvänä apuna oli myös muutamia opiskelijoita, jotka auttoivat tämän projektin tekemisessä. Opinnäytetyössä korostuivat asiat, jotka automaatioasentajan pitäisi oppia, prosessilaitteistoa purkamalla ja säätämällä sekä käytännössä havainnoiden mitenkä laitteisto toimii

3 Harjoitus prosessi

Prosessiin rakennetaan 1 0 0 litran säiliö, jota täytetään vedellä. Säiliön täyttämisen hoitaa keskipakopumppu, jota ohjataan taajuusmuuttajalla veden pinnan säätämiseksi haluttuun arvoon 5 0 %. Taajuusmuuttaja saa säätöarvonsa painelähtimeltä PT, joka hakee pinnankorkeuden säiliön keskelle noin 4 0 0 mm [^] joka vastaa 4 0 0 0 Pascalia. Paineen muuttuminen vaikuttaa näin pyörimisnopeuden säätämiseen. Säiliön ylitäyttö estetään pintakytkimellä, joka pysäyttää pumpun ja sulkee syöttöpuolen magneettiventtiin. Säiliön tyhjennys tapahtuu omalla paineella poisputkesta, siten että säiliön asennetaan prosessiin syöttösäiliöstä korkeammalle noin 1 6 0 0 mm (Kuvio 1). Kun vedenpinta laskee 1 0 0 0 Pascaliin, on pinta alarajassa ja pumpun pyörimisnopeuden täytyy kasvaa, jotta säiliön meno puolen tilavuusvirtaus ylittäisi tilavuusvirtauksen poistoputkessa. Poistoputkessa on myös käsiventtiili.

4 Prosessiautomaatio prosessi opetussuunnitelman näkökulmasta

Prosessiautomaatio koostuu seuraavista osaamisalueista, joita vaaditaan myös prosessiautomaatio tutkinnossa: prosessiosaaminen, PI-kaavio, kenttälaiteasennukset, mitaus- ja säätötekniikka, huolto- ja kunnossapitotyöt, teollisuus väylät, kenttälaitteiden asennus sekä huolto, taajuusmuuttajan käytöt.

Prosessiautomaatio osaaminen lähtee PI-kaavioiden opiskelusta ja sen ymmärtämisestä. PI-kaavio on keskeisessä asemassa prosessin ymmärtämiselle ja sen opiskelulle. Tässä opinnäytetyössä tulee sekä mekaaninen ja sähkö/automaation osaaminen PI-kaavion opiskelun kautta käytännön harjoittelussa esille. Opiskelija ymmärtää jonkin prosessin toiminnan ja toteuttaa sen kokonaisvaltaisesti mekaanisesti ja prosessi ohjauksen kokonaisvaltaisesti.[1.s. 49.]

5 Suunnittelu

Opinnäytetyön aihe prosessiautomaatio oppimisympäristö oli jo opiskelun alussa selvillä, tietenkin se piti hyväksyttää Metropolia Ammattikorkeakoulussa. Suunnittelu oli haastavaa, koska tavoitteena oli saada selkeä mutta yksinkertainen harjoitusprosessi kuitenkin niin, että se täyttää opetussuunnitelman tavoitteet sekä teollisuuden opiskelijoiden osamiselle vaadittavan osaamisen. Yrityspuolelta saimme tietoa mitä opiskelijoiden olisi hyvä oppia prosessi automaatiotekniikkaan liittyen ja jonka oppimista voitaisiin opinnäytetyössämme kehittää. Opiskeluissa tutustuimme toisiimme ja koska toisella oli jo ajatus opinnäytetyön suunnitelmaksi, lähdettiin yhdessä kehittämään ajatusta eteenpäin. Molemmat tämän Insinööriyöntekijät toimivat toisen asteenopettajina, toinen kone ja metalli- ja toinen sähkö- ja automaatio-osastolla. Todettiin, että voisimme yhdistää tällä tavoin tietotaitojamme. Molemmat olimme kiinnostuneita kehittämään opetusta ja koettiin myös haasteellisena automaatio prosessin oppimisympäristönä. Kummallakaan meistä ei ollut kokemusta putkiston säiliön ja pumpun mitoituksesta mitkä seikat vaikuttavat toisiinsa ja siihen mistä lähdetään suunnitelmassa liikkeelle.

Prosessilaitteiston tekeminen vaatii paljon uusien tietojen opiskelemista. Työnjakona oli, että toinen keskittyy enemmän mekaniikka puoleen ja käytännön työn suunnitteluun ja tarvittaviin laskelmiin. Aloitettiin laskemalla ensiksi prosessilaitteiston säiliön koon. Tärkeää oli myös miettiä yhdessä mihin laitteisto sijoitetaan Porvoon ammattioppilaitoksella

turvallisesti sekä käytännöllisesti, jotta se saadaan toimimaan suunnitellusti. Nämä seikat vaativat muutamia käyntejä Porvoossa paikanpäällä mitoittamassa säiliötä ja telineen paikkaa. Sijoituspaikka oli siinä määrin haastava että mitoituksen piti olla tarkka, koska lähistöllä oli muitakin prosessilaitteita. Hahmottelimme useita erilaisia kuvia telineestä ja säiliöstä, jotta saatiin sopiva laitteisto, joka sopisi tarkoitukseen ja oppimisympäristöön.

Ensimmäinen versio telineen sijoituspaikasta oli käyttötaso, johon teline kiinnitettäisiin, tuntui aluksi hyvältä. Tällöin säiliön telineen alle jäisi tilaa työskentelylle, mutta turvallisuus seikat ja toteuttamiseen liittyvät haasteet vaativat asian uudelleen pohtimisen. (Liite1).

Uudelleen pohtimisen jälkeen päädyttiin ehdottamaan laitteiston kiinnittämistä lattiaan tukevasti samaan paikkaan, jolloin päästiin samoihin ja jopa parempiin tavoitteisiin. (Kuvio 1)

6 Teollisuudesta saatujen vaatimusten läpikäynti

Opinnäytetyön lähtökohtana oli myös Metropolian Ammattikorkeakoulun ohjeistuksen perusteella kysellä teollisuuden näkökulmasta miten se vastaa teollisuuden tarpeita. Kyselimme Kilpilahden kunnossapitohenkilöiltä, mitä he ajattelevat automaatio prosessilaitteistosta ja sen oppimistavoitteista työelämän automaatioasentajan tarpeista käsin. Vastauksina saimme alla esitettyjä kommentteja.

Ennen kuin laitteistoa lähdetään kokoamaan, tulisi aloittaa kokonaisuuden ymmärtämisestä. Mikä on prosessi ja mitä siinä tehdään. Prosessin PI-kaavion ymmärtäminen, mitä mitataan ja miten (tekniikan kertominen, jos ei ole jo selvää), minkälainen mittalaite ja miten toimii. Kun kokonaisuus on suunnilleen "hallussa", on hyvä mennä yksityiskohtiin.

Käyttöinsinöörinä katseltiin asioita enemmän tuotannon ja tuotantohenkilöstön näkökulmasta, kokemuksesta voi kuitenkin kuvitella, mitä instrumenttiasentaja harjoittelijat pääsevät tekemään.

Työharjoittelussa harjoittelijat kulkevat ainakin aluksi kokeneemman asentajan mukana. Tuotannon työntekijät perehdyttävät käytännön työhön ja kertovat esim., että nyt jokin tietty mittausta ei näytä, tai jokin säätö ei toimi jne. Instrumenttiasentajat joutuvat ongelman selvittämään ihan käytännön tasolla, miksi joku mittausta ei toimi tai ei näytä ollenkaan, miksi jokin säätö ei toimi, onko vika lähettimessä, vai toimilaitteessa jne.

Varmaan siellä myös tehdään kehitystyötä ja mietitään, minkä tyyppinen mittaus mihinkin paikkaan sopii, varsinkin, jos on kysymys uusasennuksista tai jonkin ongelmakohdan korvaamisesta uudella mittauksella.

Toinen kommentti oli, enemmän panostusta laitteiston analysointiin ja prosessin kokoonpanoon.

Mitä ja millaisia mittauksia ja venttiilejä on käytännön prosessissa normaalisti.

Öljyteollisuudessa putkistot on hitsattu, mutta harjoitus prosessissa voi käyttää kierteellisiä putkistoja.

Seuraavat osat ovat magneettiventtiili, sulku- ja suuntaventtiilit laipallisia sekä myös pinnan korkeusmittari

Saimme kaksi palautetta kommentoituna joiden perusteella totesimme että laitteisto on oikeassa suhteessa työtehtäviin sekä myös opetussuunnitelman mukainen. Tavoitteena oli kuitenkin automaatioprosessi uudelleen rakennettavana järjestelmänä toteuttaa oppimisympäristössä.

7 Prosessin vaatimukset ja lähtötilanne

Porvoon ammattioppilaitoksessa on vesiprosessi joka on aika yleinen oppilaitoksissa. Prosessi on Metso automaation DNA ohjausjärjestelmä väyläohjattuna. Ohjelmistoa on uusittu järjestelmineen 2011 joulukuussa nykypäivää vastaavaksi. Isompi vesiprosessi on enemmän prosessiohjauksen kannalta toteutettu ja prosessia ei sinänsä asenneta ja huolleta. Tätä prosessi laitteistoa on opittu ajamaan ja säätämään prosessia valvomopäätteeltä. Uusi prosessi on suunniteltu enemmän rakentamisen työn kannalta ja kokonaisvaltaisesti toteutettu prosessi, jossa opetellaan toteuttamaan prosessi alusta asti käyttökuntoon. Aluksi oli suunnitteilla rakentaa kahdennettu automaatiojärjestelmä toinen metsoautomaation ohjaukseen ja toinen Siemen logiikka ohjaukseen. Päädyttiin tässä vaiheessa rakentamaan automaation Siemens ohjausjärjestelmään.

8 Prosessilaitteiston mekaniikka

Säiliön tilavuudeksi valittiin 1 0 0 litraa, joten korkeudeksi $h =$ saatiin 1 0 0 0 mm ja halkaisija $d = 3 0 0$ mm. Säiliön mitoiksi saatiin laskennan kautta $h = 8 7 0$ mm ja halkaisija $d = 3 8 0$ mm. Tämän jälkeen pohdittiin kuinka säätö toimii, seuraavaksi tuli putkiston

koon ja pumpun suunnittelu kohteeksi. Huomattiin että sekä pumppu että putkisto vaikuttaa toisiinsa, joten mietittäväksi tuli missä järjestyksessä valinnat tulisi tehdä, ettei tule liian isoa pumppua tai väärää putkistoa suhteessa pumppuun.

Prosessilaitteiston mekaniikkaa suunnitellessa mietittiin tarkkaan miten laitteisto tehdään ja missä paikassa.

Materiaali piti suunnitella kestäväksi, koska laitteiston tarkoitus on toimia opiskelijoiden prosessiautomaatiotekniikan oppimisen välineenä. Laitteiston tulee kestää uudelleenpurkamisen, kokoamisen ja säätämisen haasteet, lisäksi laitteiston tulisi olla myös turvallinen ympäristö tehdä asennuksia ja testauksia sekä havainnoida prosessia.

Prosessin rakentamisen kannalta tarvittiin levynpyörästyskone eli mankeli, jota voitiin hyödyntää ja rakentaa tarvittava säiliö, sillä oli hyvä tehdä säiliö. Sähkömankeli on merkittävää Bendmak. Mankelin toimintaperiaate on seuraavanlainen: koneessa on kolme telaa, jotka pyörivät samansuuntaisesti, yksi teloista pyörii sähkömoottorin avulla ja muihin teloihin vetovoima välittyy vaihteiston välityksellä. Metallilevy pyöristetään telojen välissä, jolloin kolmatta takana olevaa telaa voidaan sähköisesti nostaa ylöspäin, metallilevyn ollessa välissä se samalla pyöristyy. Levyn työstöä jatketaan niin kauan kuin saavutetaan haluttu pyöreys. Levyn pyörästyskonetta voidaan käyttää molempiin suuntiin. Metallilevy saadaan koneen telojen välistä pois aukaisemalla etumaisen telan lukitus.

Säiliön mitoittamiseen piti laskea tarkkaan säiliön vaipan oikaistu pituus, koska raaka aine oli kallista ruostumatonta terästä, jonka aine vahvuus oli 3 mm. Materiaali osoittautui kuitenkin mankelle liian vahvaksi, joten oman haasteensa työstölle asetti mankelin säädöt, jotka jouduttiin laitteen toimittajan kanssa keskustelemaan ja käyttämään konetta maksimi arvoilla. Säiliö oli tavoitteena saada ympyrän muotoiseksi ja halutun korkeiseksi, jotta säiliö ei estäisi muiden prosessin laitteiden näkyvyyttä ja se sopisi ympäristöön paremmin. Mikäli suunnitelma ympyränmuotoisesta säiliöstä ei olisi onnistunut, oltaisiin jouduttu pohtimaan uudelleen neliön muotoisen säiliön toteuttamista tai säiliön tekemistä muusta materiaalista, joka myös olisi tullut huomattavasti kalliimmaksi vaihtoehdoksi. Avustamassa työssä oli kaksi opiskelijointa, jotka olivat hyvin teknisesti osaavia, joita ohjaamalla ja yhteistyöllä saatiin tehtyä hyvin pyöreä säiliö.

Porvoon ammattioppilaitoksen käytössä on muitakin prosessitekniikan laitteita. Uuden prosessilaitteen tarkoitus on parantaa automaatioasentajien taitoja nimenomaan yritys-

elämän näkökulmasta. Uudella laitteistolla opiskelijat pystyvät tietokoneen avulla ohjelmoimaan ja säätämään laitteita ja samalla pystyvät havainnoimaan prosesseja oppimisympäristössä, joka on mahdollisimman todenmukainen.

Mekaniikan suunnittelussa oli tärkeää ottaa huomioon muut jo olemassa olevat prosessi laitteet, jotta ne pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti ja tarkoituksen mukaisesti sekä niiden sijoittelu toimivaksi kokonaisuudeksi.

Säiliön telineen mekaniikan suunnittelussa tavoitteeksi asetettiin vahva rakenne, sekä että opiskelijat pystyvät työskentelemään hallitusti ja turvallisesti sen läheisyydessä.

Säiliön telineen materiaalina käytettiin tavallista 6 mm. terästä, joka vastaa asetettuja tavoitteita. Telineen rungon profiilia mietittiin eri vaihtoehtoista ja päädyttiin kuumavalsattuun L-profiiliin, joka oli edullisempi ja käyttötarkoitukseen sopivampi vaihtoehto.

Säiliön kiinnittäminen telineeseen turvallisesti hyödyntämällä jo olemassa olevaa turvakaidetta asetti oman haasteensa uuden laitteiston asentamiselle, jotta sitä myös pystytään käyttämään tarkoituksen mukaisesti ja turvallisesti. Uuteen laitteistoon suunniteltiin irrotettavat kaiteet sivuille, joilla niitä ei vielä ollut, näin voitiin estää mahdollinen säiliön kaatuminen.

Ruostumaton materiaali on yleensä aina ollut materiaalina laitoksissa putkistoissa sekä säiliöissä. Materiaalin kestävyys on hyvä ja sen ominaisuudet sopivat parhaiten prosessiteollisuuteen. Hapon kestävä terästä käytetään yleensä kohteissa, missä teräs joutuu alttiimmaksi eri liuottimille. Hapon kestävän teräs on jonkin verran kalliimpi joten sitä ei valittu tähän tarkoitukseen.



Kuvio 1. Säiliö ja teline paikallaan Porvoon ammattiopistossa



Kuvio 2. Säiliö ja teline edestäpäin Porvoon Ammattiopisto

(Kuvasta 1 ja 2) näkyy säiliöön ja kaiteeseen käytetty materiaali, joka on ruostumaton teräs. Ainoastaan säiliön eteen rakennettu uusi teline on vahvaa 6 mm. terästä. Suunnitelmassa on otettu huomioon kunnossapitomahdollisuus, jolloin voidaan tehdä asennuksia säiliön alla turvallisesti sekä saadaan hyvät työskentely mahdollisuudet purkaa laitteita. Kaiteet ovat turvaamassa, ettei säiliö pääse kaatumaan eteen- eikä taaksepäin.

Säiliön edessä on jo olemassa oleva valmis kaide, jota hyödyntämällä säästettiin materiaalikustannuksia sekä työtä. (Kuvio 1 ja 2)



Kuvio 3. Säiliön teline rakenteilla Keuda Järvenpää



Kuvio 4. Säiliöstä on testattu hitsaus saumat valmistuksen ja se on valmiina lopulliseen tarkastukseen

Säiliön hitsausseamien tarkastukseen käytettiin tunkeumanestetarkastusta. Säiliön valmistuksessa käytettiin hitsausmenetelmänä Tig hitsausta, joka todettiin parhaaksi menetelmäksi, koska tällä menetelmällä kappale ei kuumene liikaa ja hitsaus sauman koko pysyy hallittavissa. Hitsaus järjestys on suunniteltava oikein, muuten hitsattava kappale menettää muotoaan ja pohjanlaipan kiinnitys vaikeutuu. Putken laipan kohdalle laitettiin vahvike, joka estää sen muodonmuutoksen. Rungon hitsaus menetelmänä käytettiin MAG-menetelmää, jolla saadaan tähän tarkoitukseen paras mahdollinen tulos.

9 Pumpun ja prosessilaitteiston valinta

Prototyypinä tehtiin aluksi avonaisen säiliö kannella, jonka koko oli 3 8.6 litraa. Porvoon ammattiopiston ohjaaja oli sitä mieltä että avonainen säiliö on liian pieni, joten asiaa jäätettiin pohtimaan uudelleen ja asiaan palattiin myöhemmin. Perehdyimme eri prosesseihin liittyviin artikkeleihin ja laskennallisesti todettiin että kumminkin paras vaihtoehto jo olemassa oleviin prosessi laitteistoihin oli tehdä isompi säiliö sekä siihen korkea teline. Säiliön kooksi määriteltiin 1 0 0 litraa.

Todettiin että tarkoitukseen paras materiaalivaihtoehto on ruostumattomasta teräksestä oleva putkisto. Materiaalin valintaan vaikuttaa sekä laatu että hinta, etteivät kustannukset nouse liian korkeiksi, tässä tapauksessa materiaalivalintaan vaikutti myös jo olemassa olevan laitteiston materiaali. Laskelmia tehtiin putken koosta huomioiden säiliön koko ja pumpun teho sekä huomioiden myös jo olemassa olevat putkistot ja niiden laipat.

Pumpun valintaan vaikuttaa putkiston koko ja prosessin käyttötarkoitus, millainen käyttövoima valitaan sekä pumpun tuotto, energiatehokkuus. Pumpun sekä putkiston suunnittelu on avainasemassa prosessin kokonaisuuteen. Putkiston sisähalkaisija ei saa olla liian pieni eikä liian suuri verrattuna normeihin, ettei tule vaikeuksia, muutoin energiatehokkuus häviää prosessilaitteistolta.

Pumpun valinnalle asetettiin tavoitteeksi nostokorkeus vähintään kolme metriä.

Pumppuja on olemassa muun muassa aksiaalityyppiset pumput ja keskipakopumput.[2 s.6] Pumpputyyppejä valittaessa etsittiin eri pumpputyyppeiden toimittajia, jotta voitaisiin vertailla hintoja ja niiden sopivuutta tarkoitukseemme.

Kolmeks -pumpun toimittajalla oli pieniä keskipakopumppuja, jotka voisivat olla meidän tarkoitukseen sopivia. [4 s.5]. Toinen vaihtoehto voisi olla Hyxo-pumppu, jossa oli myöskin vaihtoehtona pieni keskipakopumppu. Meille tarjottiin Grundforsilta myöskin uutta energiatehokasta pumppua Magna 3. (Liite 2) Päädyttiin kumminkin pumppuun, joka on tehty Grundforsilla ja on merkiltään TP 32–80/4, tämä oli edullisempi ja sopii tarkoitukseemme hyvin. Valitsemamme pumpun pesä ja juoksupyörä on valurautainen, pumpun nimellisteho on 0,25 kW. (kuvio 5 ja kuvio 6)

10 Prosessiputkiston paineen ja pumpun tehon laskenta

Alla olevassa laskelmassa on otettu huomioon seuraavat seikat:

Millainen on tilavuusvirta q_v ja miten pitkä on prosessin putkisto l ja korkeusero h_1 tulevasta säiliöstä laskevaan säiliöön h_2 .

Mitä vaikutusta on ulkoisella paineella pumpun ja putken koon ja pituuden laskentaan. Ulkoinen paine on aina 1bar jos mitään muuta vaikutusta ei ole otettu huomioon laskennassa. Tällä tarkoitetaan sitä, että tässä laskennassa on vain 1bar ulkoisena paineena p .

Laskennassa on lisäksi otettava huomioon dynaaminen paine Δp_{dyn} ja staattinen paine Δp_{st} . Putken halkaisijalla d , putken ainevahvuudella s ja putken pituudella l on merkitystä laskentaan. [3 s.149–150.]

Näistä saadaan kaava. Ensin lasketaan putkistoon sekä säiliöön Δp_d ja Δp_{st} paineet, joista muodostuu kokonaispaine Δp . Seuraavaksi lasketaan alla olevaa kaava käyttäen $\Delta p = \Delta p_{st} + \Delta p_d$

$$p + \rho \times g \times h + \frac{1}{2} \times \rho \times v_k^2 = \text{vakio} \quad (1)$$

Putkistossa virtaa vesi ja silloin tarvitaan nesteen tiheys ρ , kiihtyvyyys g . Josta saadaan kaava/4/

$$\Delta p_{st} = p_1 \times p_2 = \rho \times g(h_1 - h_2) \quad (2)$$

$g=9,81\text{m/s}^2$

ρ = tiheys veden 998kg/m^3

l =putken pituus

h_1 =putken alkupisteen korkeus

h_2 =putken loppupisteen korkeus

ζ_p =putkivastuskerroin

ζ_k =paikallisvastus

v_k =keskimääräinen virtausnopeus

$$\Delta p_{dyn} = \left(\zeta_p \times \frac{1}{d} + \zeta_k \right) \frac{1}{2} \rho \times v_k^2 \quad (3)$$

Dynaamista painetta laskettaessa on otettava huomioon putkiston pituudet l putkien vastus kertoimet ζ_p ja paikallisvastus ζ_k . [5 s.122] Putkistoissa on erilaisia venttiilejä ja kulmia jotka on otettava huomioon laskennassa.

Taulukko 1. Putkilinjan paikallisvastusten vastuskertoimet.

Paikallisvastus	Vastuskerroin op
90° mutka	0,2
Liitäntä säiliöön	0,5
T-kappale	1
Palloventtiili	0,8
Istukkaventtiili	1,5

$$\Delta_{dyn} = \left(0,00003 \times \frac{4}{0,025} + (1 + (3 * 0,2) + 0,5) \right) * \frac{1}{2} * 998 \text{kg/m}^3 * 2,5 \text{m/s}^2 = 2679,6 \text{pa}$$

$$\Delta_{pst} = p_1 \times p_2 = \frac{998 \text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{9,81 \text{m}}{\text{s}^2} * (1,8 \text{m} - 0 \text{m}) = 17622 \text{pa}$$

Kokonaispainehäviö on $\Delta p = \Delta_{pst} + \Delta_{pd}$ (4)

$$17622 \text{pa} + 2679,6 \text{pa} = 20301,6 \text{pa}$$

Putkistossa virtaus voi olla laminaarinen, eli virtaus on pyörteetön tai turbulenttinen, eli virtaus on pyörteinen. [3 s.148] Laskemalla alla olevalla kaavalla voidaan todeta sen virtaus tyyppi. [7 s.224]

Re= Reynoldsin luku

ρ =virtaavan aineen tiheys

d=putken halkaisija

η =viskositeetti

v=keskimääräinen nopeus

$$Re = \frac{\rho \times v \times d}{\eta} \quad (5)$$

$$Re = \frac{998 \text{kg/m}^3 \times 2,5 \text{m/s} \times 0,025 \text{m}}{1,005 * 10^{-3}} = 62604,6$$

Ylläolevaa kaavaa käyttäen laskettiin laitteiston putkiston virtaus ja Reynoldsin luku kertoo että virtaus on turbulenttinen. Virtausnopeutta ei voi kasvattaa liikaa ettei tule liikaa virtausvastusta.[6]

Pumpun tehon laskenta kaavasta [2 s.14.]/

Tilavuusvirta on $q_v=V/t=A \cdot v \cdot t/t=A \cdot v$ [3 s.148]/

P = pumpun teho[W]

ρ =virtaavan aineen tiheys [kg/m³]

$g=9,81\text{m/s}^2$

q_v =tilavuusvirta[m³/s]

H =nostokorkeus[m]

η =hyötysuhde[%]

$$P = \frac{\rho \times g \times q_v \times H}{\eta} \quad (6)$$

$$P = \frac{\frac{998\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{9,81\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,0005\text{m/s} \times 2,5\text{m}}{0,6} = 20,4\text{W}$$

11 Säiliön painelähttimen valinta ja etsintä

Painelähttimen ominaisuuksille asetimme vaatimukset, jotka tulisi olla sellaiset kuin tämän päivän teollisuudessakin. Säiliössä päädyttiin käyttämään painelähttimenä Endress Hauser Deltapar PMD 75. Endress Hauser Deltapar PMD 7 painelähtintä käytetään tyyppillisesti prosessissa, jossa välittäjä aineena käytetään nestettä. Painelähtin sijoitettiin säiliön alareunaan, koska siellä nähdään parhaiten paine-ero. Painelähttimen liittämiseen tarvittavan hitsattavan muhvin etsiminen osoittautui haasteelliseksi, löydettiin kuitenkin oikea muhvi, joka oli juuri sopiva säiliöön ja jolla painelähtin saadaan kiinni siihen.

Painelähtin Endress Hauser Deltapar PMD 75 on prosessiliitäntä 1/4"-18. Asennuksessa on huomioitava että prosessissa nestettä on koko ajan, muuten mittaus ei toimi

kuten pitäisi. Toisena vaihtoehtona olisi voinut olla Hantor Oy:lla oleva ultraäänivirtausmittari, jota käyttämällä ei säiliöön olisi tarvittu reikää liitännälle, vaan mittaustulos olisi saatu säiliön läpi. Tämä vaihtoehto oli tarkoitukseemme kuitenkin liian kallis, vaikkakin uutta teknologiaa edustava. Merkki on Sonotec. (Liite3 ja 4)

12 Painelähettimen toiminta

Painelähettimeen kuuluu mittaussanturi ja sen signaalin muunnin. Muunnin muuntaa mittaavan paineen esimerkiksi 4 – 20 mA virtaviestiksi tai vaihtoehtoisesti 0 -10 voltia jänniteviestiksi. Teollisuudessa yleisimmin käytetään signaalin muuntamista virtaviestiksi. Nykyään on myös niin sanottuja älykkäitä painelähtimiä. Painelähtimellä voidaan kommunikoinnilla toteuttaa mittaussignaalin lähettimen virittäminen. [11] Tällöin voidaan syöttää vaikka haluamme vesipatsaan korkeus 2 m. Älykkäät painelähtimet ovat yhä suurenevassa määrin lisääntyneet teollisuuden käytössä.

13 Sähköistämisen ohjauslaitteet

Sähköiset komponentit, jotka kuuluvat sähköistämisen työvaiheeseen ovat: Keskuskotelo johon sisältyy, sulakkeet, pääkytkin riviliittimet, AC/DC muunnin 230/24 V. Logiikka ja prosessin ohjauspainikkeet, käynnistys/pysäytys sekä mahdollisesti Siemens kosketuspaneeli ohjaamiseen. Kotelo rakennetaan määräysten [10] mukaisesti tarvittavilla laipoilla ja kaapelin vedonpoistajilla. Kotelon ulkopuolelle asennetaan määräysten mukaisesti turvakytkin pumpulle sekä tarvittavat liitinrasiat kaapelointia varten.

13.1 Ohjauksen toteutus, automaatio säätöpiiri

Ohjaus käynnistetään ohjauskeskuksesta, jolloin magneettiventtiili avautuu ja pumppu alkaa täyttämään vesisäiliötä. Säätöpiirin toiminnan tarkoituksena on hakea vedenpinta säiliön keskelle jota mittaa paineanturi PIC. Säätöpiiriksi valitaan PI- säätö, joka soveltuu parhaiten säiliön veden pinnan säätämiseksi.

13.2 PI-Säätö

Paineanturi LIC mittaa vedenpinnan korkeuden ja ohjaa taajuusmuuttajaa (SC) antaen pumpulle pyörintänopeuden. Tämän jälkeen pyritään säätämään pinta korkeussäiliön keskelle (noin 4 0 0 mm, 4 0 0 0 Pascalia). Säiliön ylivuodon eston lukitukset, jolloin pintakytkin (LIS) sulkee venttiilin ja pysäyttää pumpun. Muuten venttiili on auki ja jos paine laskee 1 0 0 0 Pa antaa alaraja- hälytyksen toiminnan kuntoon saattamiseksi.

14 Prosessi ohjaus, Siemens logiikalla ja taajuus muuttajalla

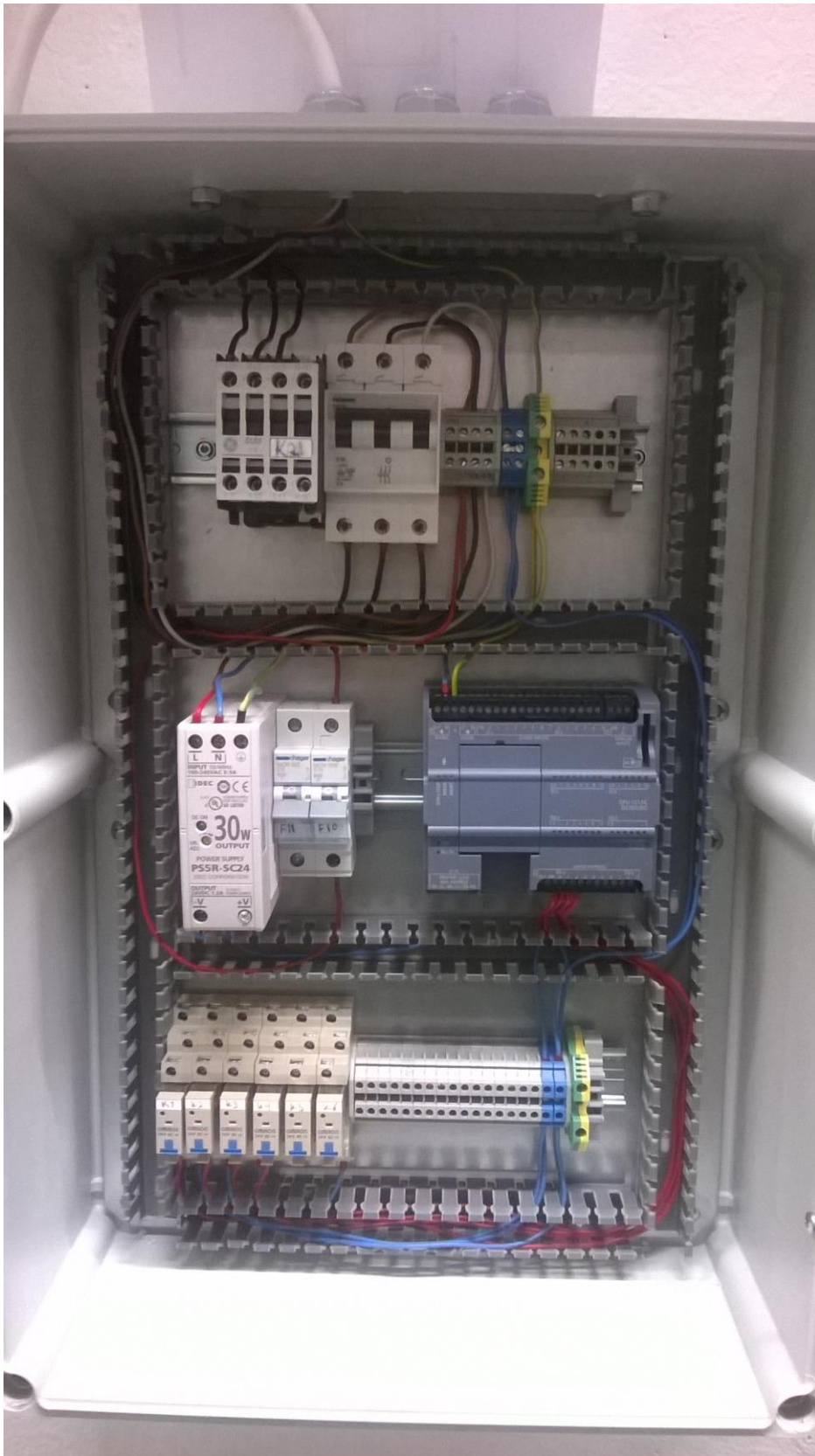
Ohjaukset toteutetaan ja ohjelmoidaan Siemens 1 2 0 0 2 4DC/DC/DC logiikalla jossa on 1 4 input (tulo) liitäntää sekä 1 0 output (lähtö) liitäntää sekä kaksi analogista Input tuloa ja yksi kappale analogisia output lähtöjä. Taajuusmuuttaja on myös Siemens merkkinen Mikromaster muunnin. Ohjaukset toteutetaan Siemens control panel kosketuspaneelista Käynnistys/pysäytys ja tilatiedot sekä hälytykset.

15 Ohjauskeskus

Ohjauskeskuksen koko on 6 0 0* 4 0 0* 2 0 0 mm. Ohjauskeskus sisältää seuraavat komponentit: 3~ sulake 1 0 A, 1 ~ ohjaussulake, Siemens logiikka 1 2 0 0 S, Power 2 3 0/24 V DC, 2 A releet kuusi kappaletta, Omron riviliittimiä 3 5 kpl, 1 kpl kontaktori, 1kpl lasiputkisulake 2 4 V/DC logiikalle, paneeli Siemens sekä C-kiskoa ja kaapelikourut.

Kenttälaitekaapelien instrumentointiin kuuluu seuraavat osat: Ohjauskeskuksen syöttökaapeli MMJ 5 * 1.5 S, magneettiventtiili 3 * 1.5 S, taajuusmuuttaja syöttö 3 * 1.5 S, taajuusmuuttajalta turvakytkin/moottorille MCMK 4 * 1.5 +1.5, painelähetin Nomak 2 * 2 + 0.5, pintakytkin (LIS) Nomak 2 * 2 + 0.5.

Prosessiautomaatio keskuksen (Kuvio 7). Prosessiautomaation keskuksen on johdettu sekä logiikan tulot ja lähdöt releille, riviliittimille. Automaatio ohjauskeskuksen kenttälaitteet ovat seuraavat osat: Keskuksen pääkytkin sekä asennettavat kenttälaitteet jotka sijaitsevat ohjauskeskuksen ulkopuolella, moottorin turvakytkin, painelähetin Ender Hauser PIC, magneettiventtiili, 3 ~ pumppu 4 0 0 V. Grundforss, taajuusmuuttaja Siemens MicroMaster, pintakytkin LIS, johdintiet, kaapelihyllyt sekä ripustuskiskot. Ohjauskeskuksen laitteiden sähkötehot taulukon 2 mukaisesti.



Kuvio 7. Ohjauskeskus Porvoo ammattiopisto

Taulukko 2. Laitteiden sähkötehot.

Ohjauskeskus	Sähkötehot	Yksikkö W
Pumppu P1	250	W
Logiikka + AC/DC Power	62	W
Releet 6 kpl Omron	20	W
Magneettiventtiili	10	W
Taajuusmuuttaja Siemens	24	W
Painelähetin	17	W
Pintakytkin	10	W
Tehot W yhteensä	393	W

16 Prosessilaitteiston mekaaninen kunnossapito

Laitteiston kunnossapidossa tulee ottaa huomioon tuotannon näkökulma. Laitteistojen suunnitelmallisella kunnossapidolla parannetaan tuotannon läpimenoa. Suomessa on hiljentynyt kiinteiden investointien kehitys 1990-luvulta 2000-luvulle. Sijoitukset ovat pienentyneet verrattuna Euroopan tasolla. Kapasiteettia on kasvatettu ja koneista ja ihmisistä otetaan entistä enemmän irti, jolloin myös koneiden huollolle yleensä jää entistä vähemmän aikaa. Kunnossapito ala on kuitenkin kasvava ja alan työllistymisen kannalta monipuolisella automaatio osaamisella on merkittävä osuus.

Koneen käyttäjien pitää osata tehdä pieniä huoltoja ja korjauksia sekä suunnitella koneiden huoltotarvetta ennakoidusti. Suunnitelmallisella ja ennakoidulla huolto-ohjelmalla vähennetään korjaus kustannuksia sekä koneiden seisakista aiheutuneita kuluja. Johtamiskulttuurissa on entistä tärkeämpää huomioida myös tämä huolto-ohjelmien tärkeys, jolla myöskin saavutetaan säästöjä pitkällä tähtäimellä.

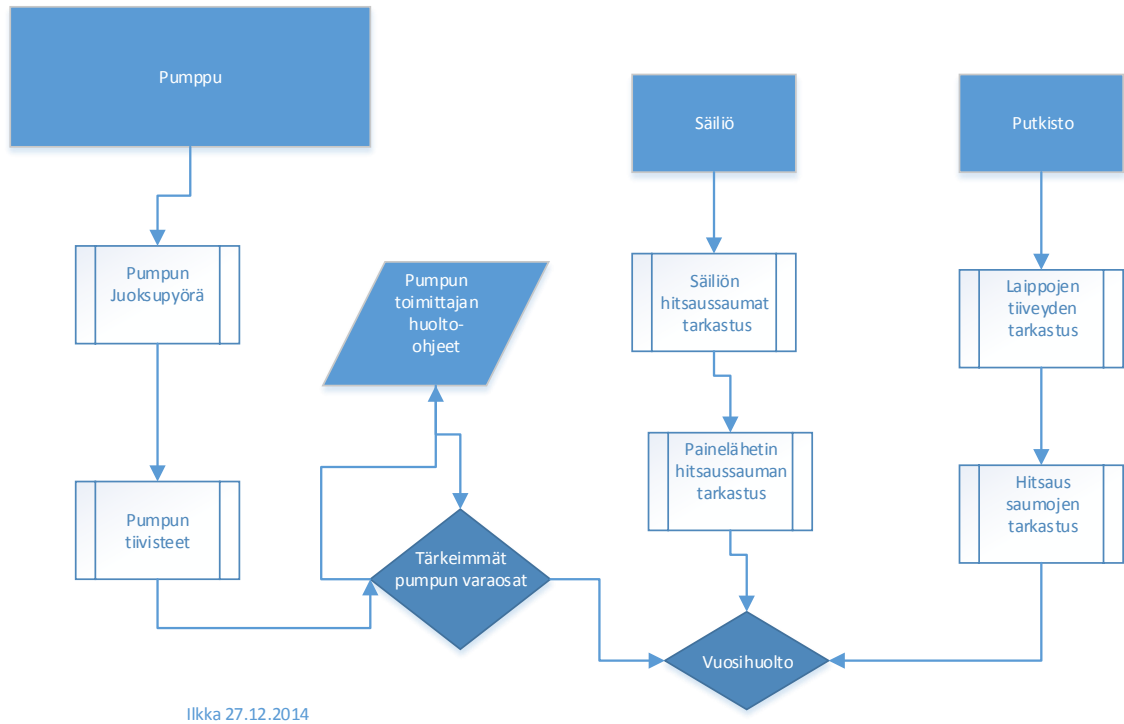
Tuotannon ja kunnossapidon mittariksi on muodostunut OOE-luku, jolla mitataan koneen käyttöaste, sekä minkä verran kone on ollut seisakissa. OOE-arvolla mitataan huollontarve sekä linjojen koneen käyttäjien oma osaaminen. Kunnossapito luokitus on uhkaavien riskien kartoitusta, jolla pyritään pahin skenaario poistamaan. [8 s.58-59] Suunnitelmassa huomioidaan tärkeimmät kone riskit, jotka kohtuullisessa ajassa korjataan.

Prosessilaitteiston huollossa on tärkeää, että saatavilla on kunnolliset työvälineet ja työympäristö pyritään aina pitämään puhtaana, myös työturvallisuuden vuoksi. Laitevikojen suurin aiheuttaja on epäpuhtaus, koneenhoitajan tulisikin konetta ajaessa aika ajoin

kuunnella pumppujen sekä laakereiden ääniä. Huoltokirjaan on merkittävä sekä suunnitellut että tehdyt korjaukset. Tärkeimpiä varaosia tulisi olla saatavilla varastossa, jolloin korjaus voidaan suorittaa mahdollisimman nopeasti ja näin estetään tuotannon isompi häiriö. Suunnitelmallinen ennakoitu kunnossapito on avainasemassa, sillä pyritään estämään mahdollisimman tehokkaasti isommat korjaukset. Prosessiteollisuudessa on suotavaa olla tietokoneella kunnossapito ohjelmat, joilla on hyvä seurata huoltosuunnitelmaa. Mekaanisessa kunnossapidossa on oltava ajan hermolla, työntekijöitä pitää kouluttaa koko ajan, että laitteet pyörivät hyvin ja tehokkaasti.

17 Prosessilaitteiston mekaaniset huoltokohteet

Tärkeimpiä huoltokohteita tässä prosessilaitteistossa ovat: pumpun tiiviys, joka on aika ajoin seurattava, ettei se missään vaiheessa pääse vuotamaan. Pumppua korjattaessa on katsottava tiivisteet sekä pumpun pyörä, tarvittaessa tiivisteet on vaihdettava. Putkiston laipat on kiristettävä ja niitä on seurattava vuotojen estämiseksi. Säiliöiden tiiviyttä on aika ajoin tarkistettava. Koneen ja prosessin luotettavuus on hyvä käydä läpi aika ajoin, silloin tiedetään tärkeimmät kohteet prosessista mitkä pitää ottaa huomioon.[9 s.119] (Kuvio 8)



Kuvio 8.

18 Teollisuuden näkemykset osaamisen kehittämisestä

Nykyinen teollisuus odottaa tulevaisuuden työntekijöiltä monipuolista osaamista, korjata ja huoltaa laitteita. Ympäristö asioihin on myös entistä enemmän kiinnitettävä huomiota. Energiatohokkuus tuotantotapoja ja laitteita suunniteltaessa, jotta koneita voitaisiin myös mahdollisimman paljon itse huoltaa ja korjata, jolloin vältytään suurilta kustannus investoinneilta. Myös suunnitelmallinen ennakoiva kunnossapito ohjelma ja sen suorittaminen, jolla pyritään pitämään kone ja laitteet hyvässä kunnossa, on tärkeässä merkityksessä myös tulevaisuuden työntekijöiden osaamisen kehittämisessä. Opinnäytetyö perustuu teollisuuden näkemyksiin tulevaisuuden osaamisen kehittämisestä. Automaatioprosessilaitteisto on suunniteltu vastaamaan teollisuuden näkemyksiä.

19 Oppimisympäristöt

Prosessilaitteiston oppimisympäristöt sisältävät seuraavat toimenpiteet ja harjoitukset: Automaatioprosessin kuvaus, jossa selostetaan automaatioprosessin toimintaperiaate sekä kirjallisesti että suullisesti. PI-kaavio, prosessiautomaatio laitteiston periaatekuva, josta selviävät putkistot sekä asennettavat instrumentointi ja säätölaitteet.

Mekaanisten laitteiden asentaminen rakennettavien putkistojen, laippojen, ja venttiilien sekä pumpun osalta. Prosessiautomaation sähkö- ja instrumentointi kaaviot: Sähkö ja instrumentointi kuvien opiskelu ja toteuttaminen kaapelointi sekä kytkentä. Toimilaitteiden opiskeleminen: Instrumentointi laitteiden asentaminen ja kytkentä sekä virittäminen. Prosessiautomaation järjestelmän ohjelmointi ja toteuttaminen automaatiojärjestelmällä, Siemens logiikalla. Taajuusmuuttaja toimintaperiaate ja parametrien kirjoittaminen sekä asennus- ja käyttöönotto. Lähettimien kalibrointi: Älykkään painelähettimen parametrien konfigurointi ja virittäminen sekä älykkäiden kenttälaitteiden ja pöytäkirjojen tulostaminen.

19.1 Mekaanisen harjoituksen ohjeet opetusprosessissa

Opetussuunnitelmassa vaaditaan että opiskelijan tulee osata lukea kokoonpano piirustuksia ja toteuttaa asennukset sekä harjoitukset oikealla tavalla.

Pumpun huolto:

1. Tarkasta prosessilaitteisto on pysäytetty.
2. Pysäytä pumppu ja avaa mahdollinen turvakytkin ja laita turva lukko, ettei kukaan pysty käyttämään laitetta. Laita huolto kyltti koneeseen.
3. Irrota moottorin kytkentä kaapeli. Avaa pumpun kiinnitysruuvit/mutterit
4. Nosta pumppu varovaisesti tarvittaessa apuna käytä nosturia. Varo valuvaa vettä pumpusta. Pyyhi tarvittaessa lattia ettet liukastu.
5. Vaihda tarvittaessa pesän tasotiiviste / o-rengas. Yleensä se vaihdetaan aina mutta pyydä opettaja tarkastamaan tiivisteiden kunto.
6. Asenna pumppu takaisin varovasti. Kiristä pumpun ruuvit ja mutterit tasaisesti.
7. Kiinnitä sähköjohto ja avaa venttiilit. Käynnistä pumppu ja tarkasta oikea pyörimissuunta. Pyydä opettaja tarkastamaan. Tarkkaile pumpun toimintaa ja seuraa vuotaako pumpun laipan välistä ja seuraa mittarista painetta.[4]

Pumpun juoksupyörän vaihtamisen ohje:

1. Tarkasta prosessilaitteisto on pysäytetty.
2. Pysäytä pumppu ja avaa mahdollinen turvakytin ja laita turvalukko, ettei kukaan pysty käyttämään laitetta. Laita huolto kyltti koneeseen.
3. Irrota moottorin kytkentä kaapeli. Avaa pumpun kiinnitysruuvit/mutterit
4. Nosta pumppu varovaisesti tarvittaessa apuna käytä nosturia. Varo valuvaa vettä pumpusta. Pyyhi tarvittaessa lattiaa ettei liukastu.
5. Laita pumppu pystyasentoon.
6. Avaa juoksupyörän kiinnitysruuvi/-mutteri.
7. Juoksupyörän irrotukseen käytä vaikka apuna ruuvimeisseleitä, että saat irrotettua juoksupyörän. Tietenkin jos on ulosvetäjä niin käytä sitä tarvittaessa.
8. Asenna uusi juoksupyörä ja asenna paikalleen varovasti kumi vasaraa apuna käyttäen.
9. Kiristä juoksupyörän kiinnitysruuvi/ ja mutteri.
10. Asenna pumppu takaisin varovasti. Kiristä pumpun ruuvit ja mutterit tasaisesti.
11. Kiinnitä sähköjohto ja avaa venttiilit. Käynnistä pumppu ja tarkasta oikea pyörimissuunta. Pyydä opettaja tarkastamaan. Tarkkaile pumpun toimintaa ja seuraa vuotaako pumpun laipan välistä ja seuraa mittarista painetta.[4]

19.2 Automaatioprosessi harjoitukset

Tehtävä 1. oppilas opiskelee PI-kaavion- Kuvio 6 sen perusteella hahmottaa tarvittavat prosessiin kuuluvat osat sekä mekaaniset ja sähkökomponentit mitä asennukseen kuuluvat.

Tehtävä 2. Ohjauskeskuksen sähköistämisen aloitetaan keskuskaavion perusteella rakentamaan keskusta ja sijoittaa tarvittavat komponentit ohjauskoteloon lukuun ottamatta keskuksen C-kiskoja ja johtokouruja ja riviliittimiä. (Liite 5)

Tehtävä 3. Piirikaavion perusteella johdotetaan ja kytketään keskuksen sisäiset kytkennät. (Liite 6)

Aloitetaan pääkaaviosta kytketään keskuksen tarvittavat vaihtojännite 2 3 0/4 0 0 V johdotukset määräysten mukaisesti.[11]

Tehtävä 4. Piirikaavioiden perusteella tehdään 24 V/DC ohjaukset logiikalle ja releille riviliittimille kytkentäkuvan mukaisesti tulo/lähtötietoihin asti.[13] (Liite 7)

Tehtävä 5. Kenttälaitteiden kaapelointi. Kaapeloinnissa asentamisessa käytetään siihen soveltuvia kaapelireittejä määräysten mukaisesti.

Tehtävä 6. Käyttöönottomittaukset määräysten mukaisesti.[12]

Tehtävä 7. Ohjelmointi ja automaatioprosessin käyttöönotto suunnitelman mukaisesti.

19.3 Mittaukset

Yleisimpiä mittauksia ovat prosessilaitteistossa: paine, virtaus, lämpötila, pinnankorkeus, voima, pH mittaus, sakeus, pyörimisnopeus, johtokyky.

Paine on pintaan kohdistuva kohtisuora voima pinta-alayksikköä kohti

Painetta mittaamalla saadaan säiliön pinnankorkeus, koska 10 metriä vastaa noin 1bar hydrostaattista painetta.

$P = F/A$ jossa P paine F = voima (N) A = pinta-ala (m^2)

Pinnankorkeuden mittaaminen erilaisissa säiliössä on yksi tärkeimmistä ja yleisimmistä mittaushetkeistä teollisuudessa. Useimpien prosessien säätöön liittyy pinnankorkeuden säätö ja siis myös mittaus. Pinnankorkeuden yleisimmät mittaukset ovat nesteiden pinnankorkeus ja kiintoaineiden pinnankorkeus. [15]

Paineen mittaus [15] on lämpötilan mittauksen jälkeen yleisin mittaus prosessiteollisuudessa. Painetta tarkkaillaan, sitä mitataan ja säädetään 0 – 20 mA tai 4 – 20 mA sen avulla voidaan epäsuorasti mitata pinnan korkeutta, virtausta, tiheyttä.

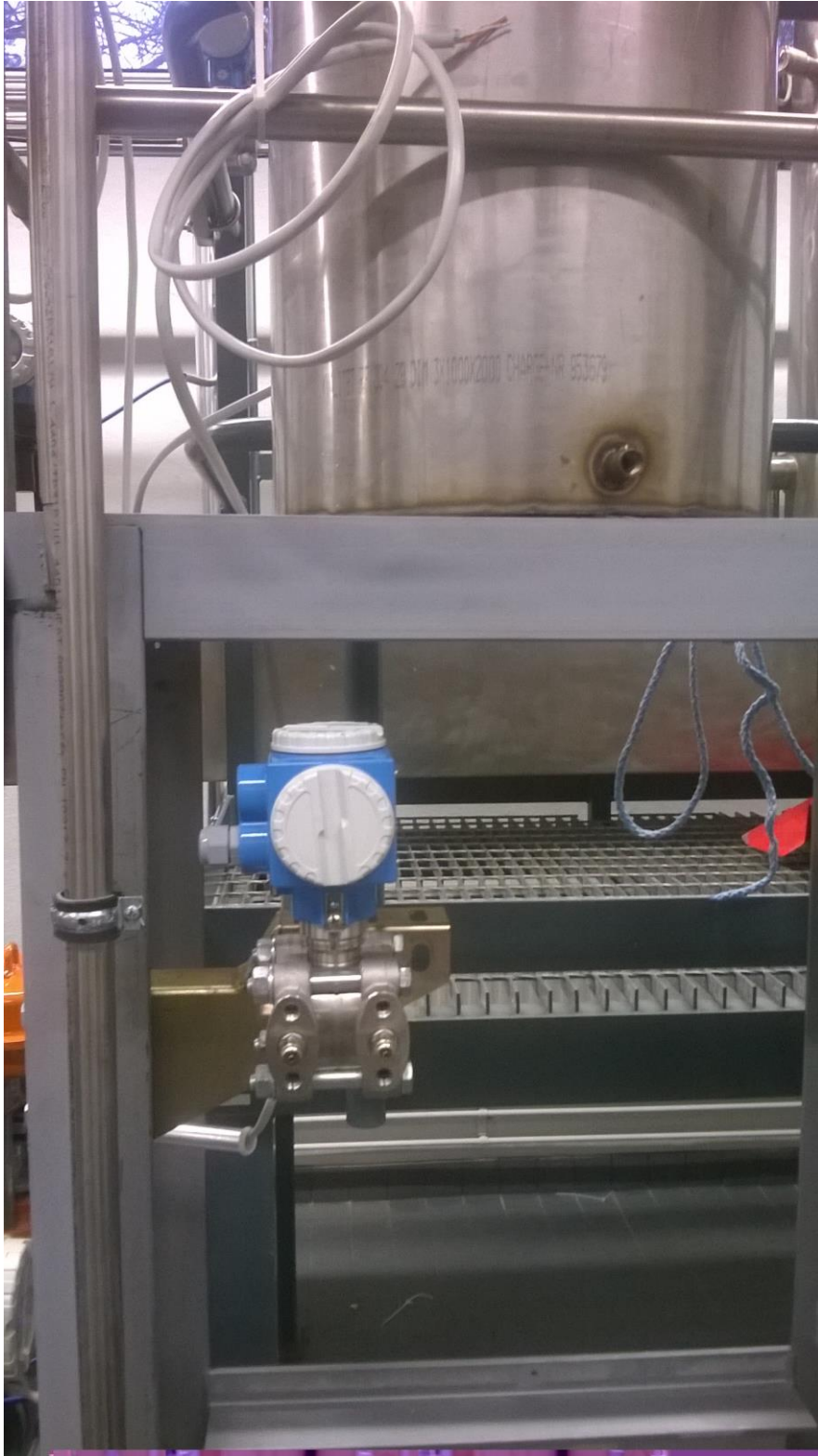
Porvoo ammattioppilaitoksessa opiskelemme edellä luoteltuja mittaukseen liittyviä menetelmiä. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin kuitenkin painelähttimen mittaukseen ja pinnankorkeuden säätämiseen.

19.4 Pinalähttimen toiminta ja kalibrointi

Pinalähttimeen kuuluu mittausanturi ja sen signaalin muunnin. Muunnin muuntaa mitattavan paineen esimerkiksi 4 – 20 mA virtaviestiksi tai vaihtoehtoisesti 0 -10 volttia

jänniteviestiksi. Teollisuudessa yleisimmin käytetään signaalin muuntamista virtaviestiksi. Nykyään on myös niin sanottuja älykkäitä painelähtimiä, jolla voidaan kommunikoinnilla toteuttaa mittaussignaalin käsittelyä. Esimerkiksi antaa haluttu vesipatsaan korkeus 22 mm-2000 mm.

Älykkäät painelähtimet ovat yhä suuremmissä määrin lisääntyneet teollisuuden käytössä. Pinalähtimen tyyppi on Endress+ Hauser Deltapar asennettu ja kaapeloitu prosessi. (Kuvio 9)



Kuvio 9. Painelähetin asennettuna

19.5 Virittäminen ja kalibrointi

Oppilaitoksessamme on käytössä monitoimi kalibraattori Beamex MC5 sekä Fieldcare viritysohjelmisto. Kalibraattorilla voidaan kalibroida painetta, lämpötilaa, taajuutta ja sähkösuureita. Kalibrointi tehdään Beamex kalibraattorilla ja tarkoituksena kalibroinnissa vertaillaan painereferenssin ja painekalibraattorin näyttämä lukema eri paineissa. Painekalibroinnin tarkoituksena on määrittää painekalibraattorin näyttämä virhe. Seuraavassa kappaleessa 16.5 ohjeistetaan luomaan uusi instrumentti painekalibrointia varten sekä kalibrointi todistus. Fieldcare ohjelmistolla aloitetaan asettamalla lähettimen raja-arvot säiliön mukaan. (Liite 8)

20 Yhteenveto

Tämän työn tarkoituksena oli se, että opiskelija oppii asentamaan kaikki prosessiautomaation vaiheet mittaus anturista prosessiohjaus ohjelmistoon. Työ toteutettiin tarvittavan prosessiautomaation näkökulmasta, ajatuksena saada työkalupakki sekä opettajalle että opiskelijalle. Työkalupakki tulisi sisältää seuraavat osa-alueet: mekaniikka, putkistot ja laipat ja pumppu, instrumentointi, painelähetin, anturit pintakytkin, taajuusmuuttaja, sähköistys, ohjauskeskus, liitettävä automaatio, Siemens logiikka ohjaukset

Opinnäytetyö palvelee opetussuunnitelmassa vaadittavia prosessiautomaation harjoituksia sekä näytön vastaanottamista opetussuunnitelman mukaan. Opinnäytetyön tekeminen on ollut haasteellista yhteisprojektina yhdessä tekijöiden kanssa vastaamaan sille asetettuja tavoitteita. Olemme saaneet asennettua prosessin paikoilleen kenttälaitteita myöten ja kaapeloitua myös kaikki tarvittavat laitteet ohjauskeskusta myöten. Alkuun suunnitelmissa oli myös toteuttaa vesiprosessia väylä ratkaisulla, se jätettiin projektin sujumisen ja aikataulun sekä haasteellisuuden takia toteutettavaksi myöhemmänä ajankohtana, joka on sitten uusiprojekti kokonaan. Molemmille opintyonäyte tekijöille oli työssä paljon uutta asiaa, lähinnä putkiston ja pumpun mitoitus, jotka taas vaikuttivat säiliön kokoon mistä lähdetään liikkeelle. Vahvuuksina tekijöillä oli mekaniikka ja sähköistys, aiemmista oppinoista ja työelämästä.



Kuvio 10. Kaapelointi ohjauskeskukseen



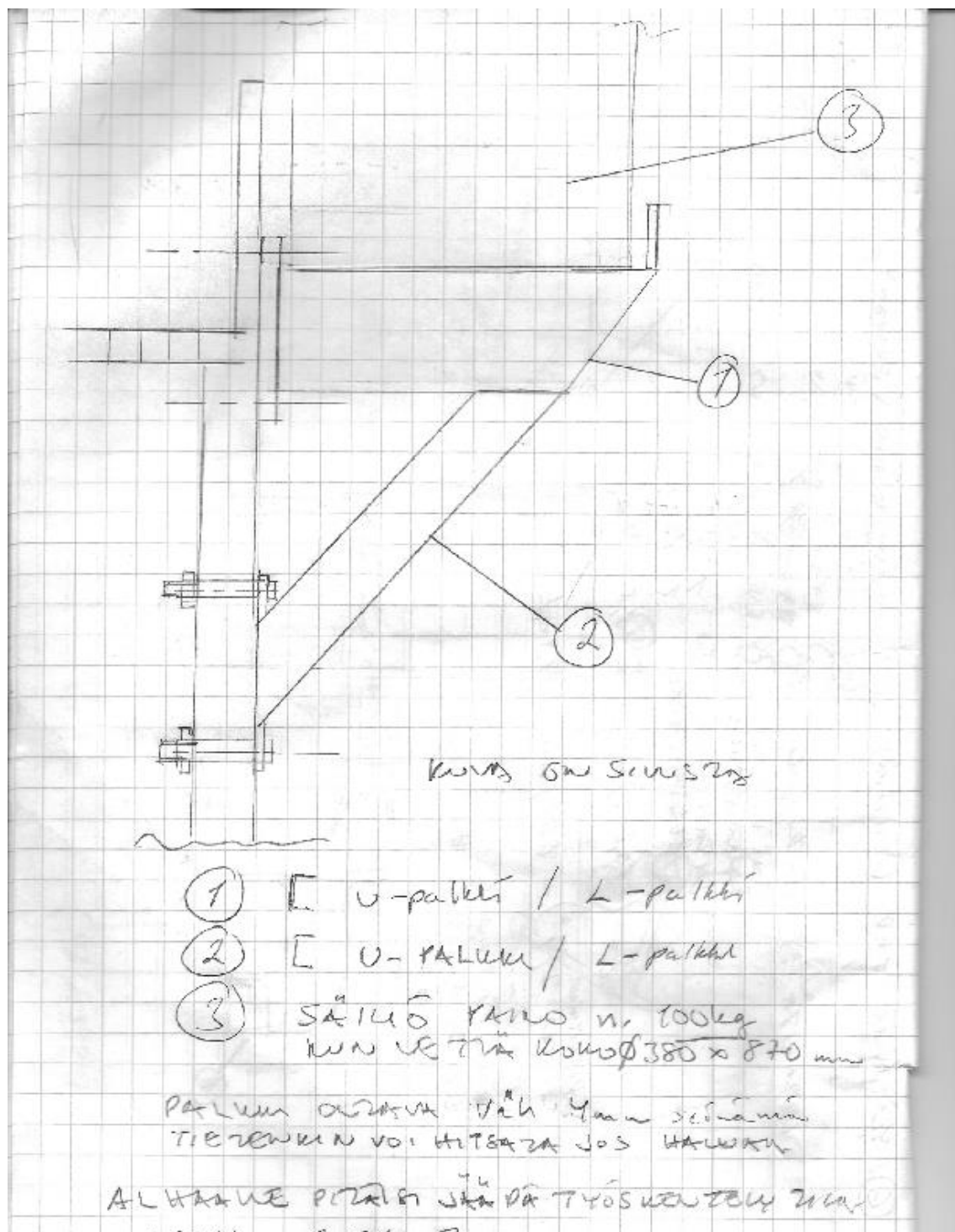
Kuvio 11. Syöttösäiliön putkisto ja pumppu asennettuna

21 Lähteet

- 1 Opetushallitus/Opetushallitus. Sähkö- ja Automaatiotekniikan perustutkinto 2009. (sivu. 49–51)
- 2 http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/379/Energiatehokkaat_pumput.pdf (sivu 2-34) (Luettu 22.06.2015)
- 3 Inkinen Pertti-Luova Pertti-Tuohi Jukka, Teknisen alan opistoasteen fysiikka 1 Helsinki 1983.(sivu 148-154)
- 4 Kolmeks suunnittelijan opas (sivu.430-432)
- 5 Bohl Willi , Teknillinen virtausoppi Jyväskylä 1984 (sivu 105-122)
- 6 Lappeerannan teknillinen yliopisto , Hydraulikkatekniikka.pdf 2007 (sivu 54-55) (Luettu 18.07.2015)
- 7 Valtanen Esko , Tekniikan taulukkokirja 2007, Gummerus kirjapaino Jyväskylä 2007 (s.220-224)
- 8 Kupi 8-2006 58-59 pdf, kurssimateriaali Jukka Pirinen.
- 9 Laine Hannu S., Tehokas kunnossapito tuottavuutta käynnissäpidolla, 2010 Savion kirjapaino Kerava (s.119-131)
- 10 Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL. Ry. Sähköinfo Oy. PÄÄTOIMITTAJA DI Esa Tiainen. D1. 21. painos. (Sivu 384).
- 11 SESKO ry. Suomen Standardisoimisliitto Ry. SFS-KÄSIKIRJA 600- 1. Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 pienjännitesähköasennukset. 1. painos. Syyskuu 2012. (Sivu 35)
- 12 SESKO ry. Suomen Standardisoimisliitto Ry. SFS-KÄSIKIRJA 600- 1. Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 pienjännitesähköasennukset. 1. painos. Syyskuu 2012. (Sivu 36)
- 13 SESKO ry. Suomen Standardisoimisliitto Ry. SFS-KÄSIKIRJA 600- 1. Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 pienjännitesähköasennukset. 1. painos. Syyskuu 2012. Tarkastukset. (Sivu 37)
- 14 SESKO ry. Suomen Standardisoimisliitto Ry. SFS-KÄSIKIRJA 135- 1. Koneiden sähkölaitteistot ja – järjestelmät. Osa 1: Yleiset Turvallisuusstandardit. Painos 2012 (Sivu 194).
- 15 A Kippo, A Tikka, Edita Publishing OY, Automaatiotekniikan perusteet, painos 2008,(sivu 50)
- 16 http://knowpulp10.amisto.fi/suomi/automation/measurements/basic_meas/2_pressure/frame.htm(Luettu 07.01.2015)

Säiliö tuki 2

Säiliö tuki 2 suunnitelma



Hantor uutiset

Ultraäänitekniikan uudet sovellukset ja laitteet

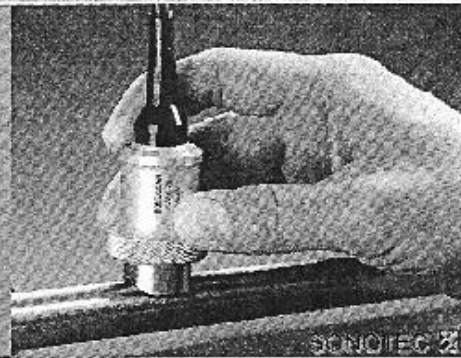
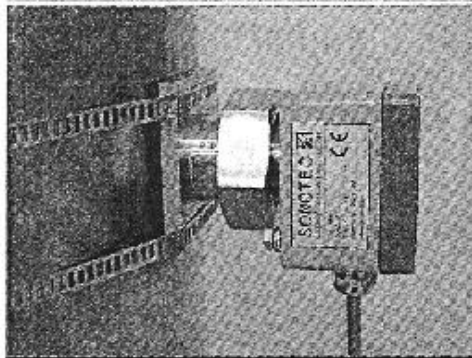


www.hantor.fi

Hantor-Mittaus Oy:n tiedelehti

12/2010

ULTRAÄÄNITEKNIIKAN UUDET SOVELLUKSET JA LAITTEET TEKNIikka-NÄYTTELYSSÄ OSASTOLLA C-102



Jyväskylän paviljonissa osastolla C-102 tullaan esittelemään taas mielenkiintoisia uusia tuotteita ja mittauslaitteita. Ehdellämme kerralla Hantor-Mittaus Oy:n Fluxus T601 -ultraäänivirtausmittari poikittiin kunniamaininnalla uutuuksien kilpailussa.

Ultraäänitekniikka ja erityisesti sen uudet laitteet ja sovellukset tulevat olemaan keskeinen teemamme myös tämänkertaisilla messuilla.

Maailman parhaimpia laitteita ovat mm. SONOCONTROL-ultraäänipaineaus lahteen ultraäänillä asennettavien anturein, SONAPHONE vaurio- ja värähtelölaitteen sekä pienen virtausmäärän SONOFLOW-ultraäänivirtausmittari. Ehdellämme myös RAWkin neljännen sukupolven ORCA-SONAR -ultraäänihetepintamittauksen, joka on myös poikittu maailmalla edistyksellisistä ominaisuuksistaan mm. "Product of Year" -palkinnolla.

Esiillä ovat myös uudet "FLUXUS Clamp on" -virtausanturit ja niihin liittyvät Verlofix-asennusjärjestelmät sekä PICO 5 -järjestelmä, joka mittaa purken alkupuolelta vaurioituneesta sekä virtauksesta esim. tiheyden. Uusiinta mikroaaltoteknikka esittää PromTECin On-line-pitoisuus, tiheys, kovuus- ja sakeusmittarit. Ilman ja kaasujen virtausmittauksiin Schmidtin uudet termiset massavirtausmittarit mm. potaattimalle ja karkkisiin lämpötiloihin.

Verkkosivuiltamme www.hantor.fi löydät lisää mm. kokopäiväisiä messuohjelmia.

Tervetuloa tekemään lähempää tuttavuutta messuosastallemme!



ULTRAÄÄNITEKNIIKAN EDELLÄKÄVIJÄ

SONOTECH tevdentää erinomaisesti Hantor-Mittaus Oy:n jo ennestään vahvaa ja edistyksellistä osaamista eri prosessiparametrien mittaamiseen ultraäänillä - lahteen alkupuolelta tai kosketuksettomasti. SONOTECH on vuonna 1991 perustettu, raskaslainen korkean teknologian alan yritys, joka kehittää ja valmistaa uusia ultraäänitekniikkaan perustuvia antureita ja sovelluksia seuraavien käyttötarkoituksiin:

- pinnanvalvonta
- seinän lämpötilan mittaus
- vuotoonhaku
- ultraäänikunnonvalvonta
- aineita rikkomaton materiaalitestausta
- kaasun tiheysmittaus
- virtausmittaus

Sonotec-ultraäänimittaustekniikka

Pinnanvalvonta turvallisesti

Liite 4

- Innovatiivisia ratkaisuja prosessimittauksiin -

SONOTEC-ULTRAÄÄNIMITTAUSTEKNIikka

PINNANVALVONTA TURVALLISESTI KOHTEEN ULKOPUOLELTA SEINÄMÄN LÄPI

Kohteen pinnalle asennettavat ultraäänianturit avoavat ai-
van uusia mahdollisuuksia erityisissä pinnanvalvontakoh-
teissa.

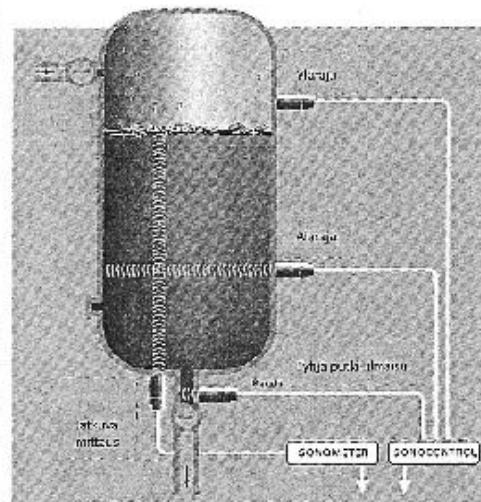
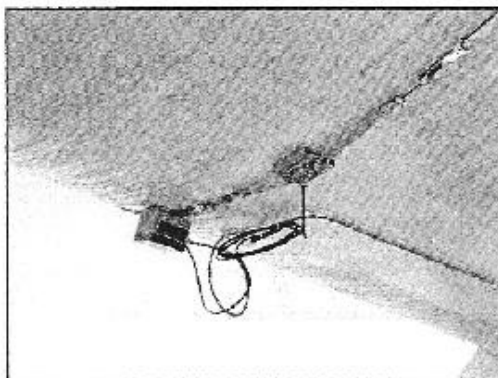
Ultraäänipinnantiteus on yksinkertainen, hävintäkustannus-
vähäinen edullinen jatkuvasti toimiva ja erittäin ohut seinämän
läpimittava pinnanmittausväline.

ULTRAÄÄNIMITTAUKSEN TOTEUTUS

Anturit kiinnitetään pinnalle säiliön kylkeen tai pohjaan.
Akustinen kytkentä pinnanturista seinämään toimii kah-
tamman kytkentäpinnan avulla. Signaalit kulkevat ensin
seinämän läpi ja sen jälkeen sisäpuolelta nesteen läpi. Jos
anturin kohdalla on kaasua tai kiinteää aineetta, signaali kohteen
sisällä vähenee. Nesteen ollessa anturin kohdalla ultraäänit-
suus on heikentynyt takaisin vastakkaisesta seinästä. Vähen-
tyttö tapahtuu samalla anturilla. Mittaus tekniikka määri-
telee lähtö- ja palaupulsojen välisen sulkuajan nestessä.

KÄYTTÖKOHTEET

- JATKUVAT OMINEN PINNANMITTAUS
- KAASUN, ILMAKUPLIN JA KIINTEÄN TUNNISTUS NESTEISTÄ
- PINTAKYTKIN VAARALLISILLE JA KORKEAPAIN-
NEISILLE NESTEILLE JA NESTEKAASUILLE
- TÄYSI/TYHJÄ-TILAN TUNNISTUS
- MÄNNÄN PAIKANNUS HYDRAULI KÄSYYN-
TEREISSÄ
- PUMPPUJEN KUIVAKÄYNNIN ESTO
- FAASITUNNISTUS PUTKES
- SÄILIÖVAUNUJEN TÄYTTÖASTEEN TARKISTUS
- FORSASTUNNISTUS



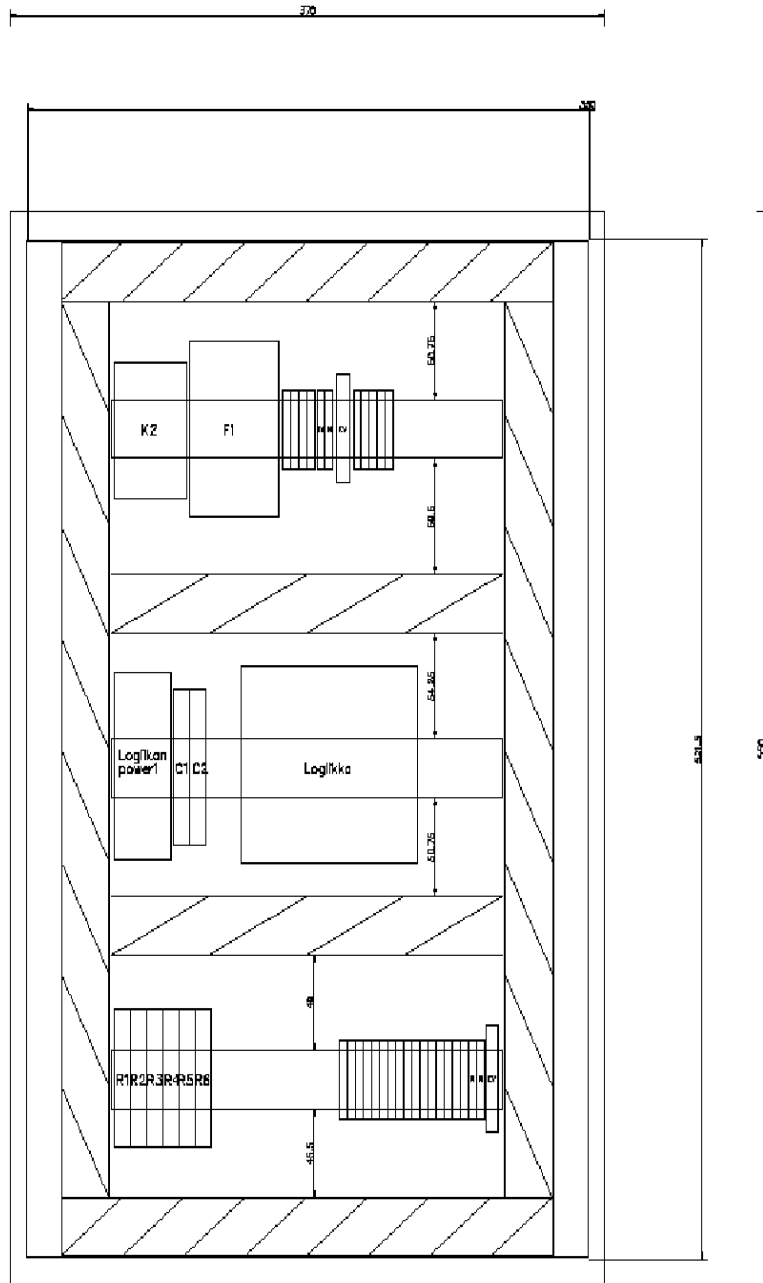
ULTRAÄÄNIPINNANMITTAUKSEN OMINAISUUKSIA

- Vainoeroneistelu on se ilmiö, jota pintakytkimet
hyödyntävät; neste lohtaa ultraääntä, kaasua voi
mentaa sen.
- Tätä ominaisuutta voi käyttää hyödyksi myös kaasun,
ilmakuuplin ja kiinteän aineen tunnistamiseen
nestessä.
- Anturit kestävät maks. +150 °C pintalämpötilan
asennuskohteissa.
- Prosessipinnan suhteen ei ole mitään rajoituksia.
- Mitattavan nesteen tulon olla suoraan lämpöjohtava.
- Menetelmä voi käyttää sekä metalli- että muovi-
putkissa ja säiliöissä.
- Mitattavan kohteen halkaisu voi vaihdella muutam-
an millimetristä etästä yli 20 metrin varastosäiliöi-
hin.
- Anturit ovat pienikokoisia ja kevyitä.
- Asennus on usein kunnostusvaiheeseen.
- Paras hygieenisuus: täyttötasoa ei tarvitse kosket-
tella.
- Asennus kohteeseen jälkikäteen ja prosessin käy-
dessä on mahdollista.
- Ei ongelmia mekaanisesta tai kemiallisesta kestä-
vyydestä.

Kuvassa on alku.
Mittaus- ja ohjauksen mittaus säiliön ulkopuolelta.
Vasemmalla säiliön mittaus SONOCONTROL 40 ja oikealla jatkuvasti toimiva
SONOMETER 40.

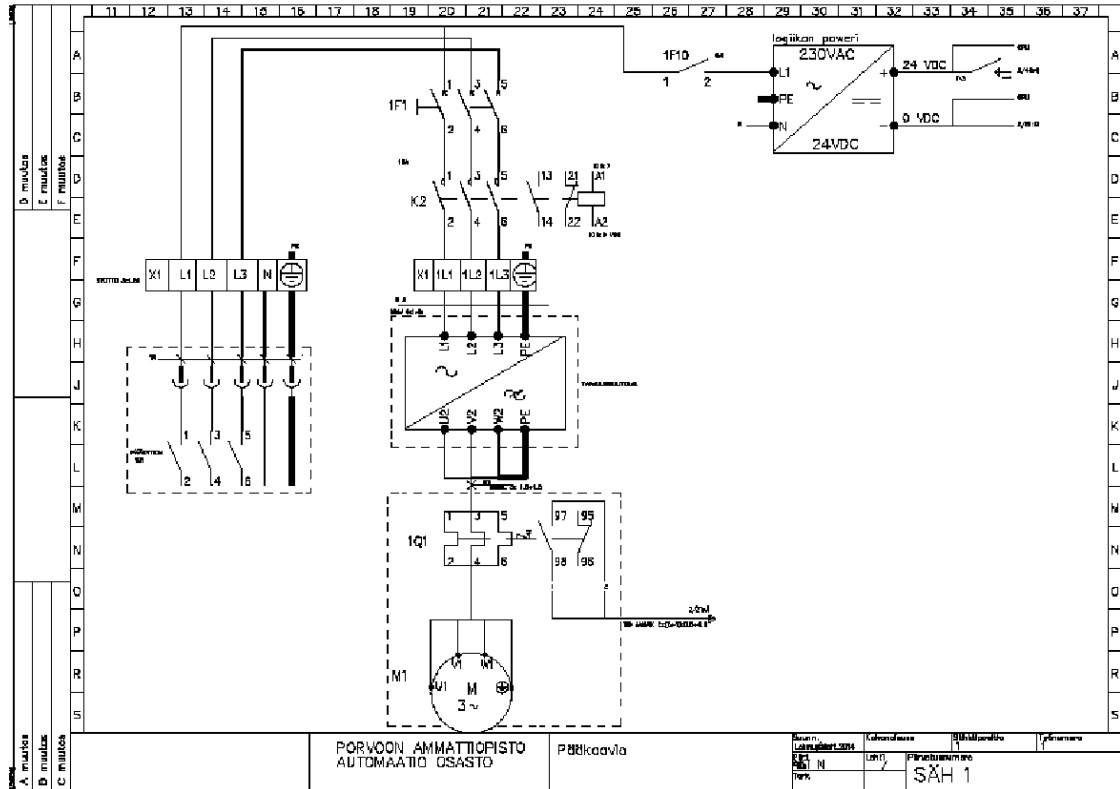
Keskuksen kokoonpano kuva

Keskuskomponenttien sijoittelu



Pääkaavio 230 V / 24 VDC

KytKentä ja johdotus



Fieldcare viritysohjelma

Käynnistetään fieldcare ohjelma tietokoneelta.

Kun fieldcare on avautunut aukeaa myös connection wizard.

Määritä seuraavat asetukset:

Protocol: HART

Communication DTM: HART communication

Paina next

Seuraavaksi aukeaa valikko jonka asetukset pitäisi olla kunnossa oletuksena.

Communication interface Hart modem ja serial interface ja portiksi valitaan COM3.

Paina next.

Tämän jälkeen Fieldcare etsii laitteita halutun laitteen, ja näyttää löydettyään painelähettimen nimen ja tyypin

Tämän jälkeen tarkistat ja hyväksyt löydetyn laitteen. Tässä harjoituksessa kyseinen painelähetin on ENDRESS + HAUSER DELTAPAR Rosemount. Nyt päästään virittämään halutut raja-arvot lähettimille seuraavasti. /14/

Aseta online parametreista mmH2O ylärajaksi haluttu Max. raja josta voit kalibroida painetta. Esimerkiksi. Yläraja arvo 1000 mm ja alarajaksi 0 mm. kalibroidaan 0 - 1 m.

Konfiguroidut parametrit siirretään laitteeseen valikosta "write to device" ja tarkistetaan tämän jälkeen, että asetukset tallentuivat lähettimelle valikosta "read to device".

Kaiken tämän jälkeen voit kytkeä painelähettimen beamex kalibraattoriin ja laittaa sieltä tarvittavat asetukset kuntoon. Siitä seuraavassa esimerkki.

Säiliön mukaan parametreiksi valittiin alarajaksi 0 mm ja ylärajaksi 1 0 0 0 mm. Näin painelähetin on viritetty metrisen säiliön viritysarvojen mukaisesti kalibrointi valmiiksi.

Uuden instrumentin luominen

Käynnistä Beamex kalibraattori ja odota että se käynnistyy.

Kun laite on käynnistynyt valitse kalibrointitila. Näytölle tulee lista instrumenteista. Valitse valikko ja sen jälkeen luo uusi instrumentti. Seuraavaksi valitaan instrumentin tulo ja lähtö suureet.

Koska on kyse paineen kalibroinnista valitse tuloksi paine ja lähdöksi virta mA ja mennään seuraavalle tasolle yleistietosivulle johon voidaan kirjoittaa kalibrointiin liittyviä huomioita.

Näytön yläosassa oleva positiotunnus kannattaa täyttää. Siihen kirjoitetaan laitteen nimi. Mittauksen nimeä, yksilötunnusta sekä sarjanumero kenttää ei tarvitse täyttää. Virhearvot pitää muuttaa sopiviksi esim. (> 0.50 %). ”ylitysraja”, ”älä viritä”, sekä ”viritystavoite”= 0,50 %.

Seuraava sivu.

Instrumentin tulo.

Yksikkö annetaan **mmH2O** valitaan tämä suure

Alueeksi asetetaan sama mikä on asetettu hart communicationlla

Valitaan Prosentteja

Alue 0%=0.0

100%=1000.0 mm

Seuraava sivu.

Instrumentin lähtö.

Yksikkö mA mitataan virtaa

Alue 0%=4.0

100%=20.0

Tämän jälkeen tallenna asetukset ja siirry kalibrointiin.

Aloita kalibrointi.

Laite käy läpi arvot 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, 75%, 50%, 25%, 0%

Jokaisen askeleen kohdalla laite ilmoittaa halutun painearvon. Yritä mahdollisimman tarkkaan päästä haluttuun painearvoon säätämällä painetta ja hyväksymällä lukemat halutun paineen kohdalla. Virtaviesti on aluksi 4 mA 0 % ja kun olet päässyt 100 % niin

virtaviestin tulisi olla noin 20 mA. Kun säädetty kalibrointi arvo näyttää 1 0 0%, lähdetään alaspäin, mutta kun ollaan 100 % lukemassa ei paineta "hyväksy lukemaa" kahdesti, vaan aloitetaan paineen vähentämisen kalibraattorin pyytämällä ohjearvolla. Kalibraattori pyytää seuraavaksi menemään takaisinpäin 1 0 0 % 0 % ja samalla tavalla yritetään edelleen tarkasti päästä haluttuun paineeseen laitteen ohjaamaan arvoon. Tämän jälkeen tallennat saadut tulokset kun olet 0 % arvossa kalibraattorin mukaan, jolloin kalibrointi on suoritettu ja tallennetaan kalibrointi arvot testauslaitteelle josta ne siirretään tietokoneelle kalibrointitodistusta varten.

Tämän jälkeen tulostetaan kalibrointi todistus. Mittauspöytäkirja tulostetaan tietokoneella yhdistämällä Beamex tietokoneeseen ja siirtämällä "nimetty kalibrointi tiedosto" Beamexista tietokoneelle jossa on Beamex käsittelyohjelma tarvittavalle tulostukselle