

Niko Ojala

PROSESSILABORATORION PUTKILUOKAT

Putkiluokkien luominen pilot-laitteistoille prosessitekniikan laboratoriossa

Opinnäytetyö

CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Kemiantekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2015

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Kokkola–Pietarsaaren yksikkö	Aika Toukokuu 2015	Tekijä/tekijät Niko Ojala
Koulutusohjelma Kemiantekniikka		
Työn nimi PROSESSILABORATORION PUTKILUOKAT		
Työn ohjaaja Risto Puskala	Sivumäärä 28 + 13	
Työelämäohjaaja		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Centria-ammattikorkeakoulun prosessilaboratorioon PSK-standardin mukaiset putkiluokat ja päivittää PI-kaaviot pilot-prosesseista. Lisäksi piirrettiin puuttuvat PI-kaaviot ja lisättiin uusi reaktori ChemPlant-koetehtaan PI-kaavioon. Tutkimusmenetelmä oli kirjallinen selvitys.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosio kertoo Centria-ammattikorkeakoulusta ja sen prosessilaboratoriosta Kokkolassa. Siinä tutustutaan myös yleisesti standardeihin ja PI-kaavion piirtämiseen. Lopussa kerrotaan putkiluokista ja opinnäytetyön suorittamisesta.</p> <p>Työssä saatiin selville, että osa prosessilaboratorion putkista ei täydellisesti vastannut PSK 4240-standardin vaatimuksia. Osa putkista erosi tästä standardista seinämäpaksuudeltaan.</p>		

Asiasanat

Putkilinjatunnus, putkiluokat, standardi

ABSTRACT

Unit Kokkola-Pietarsaari	Date May 2015	Author/s Niko Ojala
Degree programme Chemical Engineering		
Name of thesis PIPING CLASSES IN THE PROCESS LABORATORY		
Instructor Risto Puskala		Pages 28 + 13
Supervisor		
<p>The purpose of this thesis was to develop piping classes according to the PSK standard for the process laboratory of Centria UAS, and to update the existing P&I diagrams of pilot processes. In addition, new P&I diagrams were drawn of missing processes. The research method was a literature survey.</p> <p>The theoretical part of this thesis includes information about Centria UAS and its process laboratory in Kokkola. Standards in general are also explained, along with information how P&I diagrams are drawn. The last part of this thesis focuses on piping classes and how this thesis was executed.</p> <p>In the thesis it was found that part of the pipelines did not fully correspond the standard PSK 4240. Some of the pipes deviated from this standard due to their wall thickness.</p>		

<p>Key words Pipeline identification, piping classes, standard</p>

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU	2
2.1 Centria-ammattikorkeakoulu	2
2.2 Prosessitekniikan laboratorio	2
2.2.1 Absorptio-desorptio	3
2.2.2 Tislaus	3
2.2.3 Haihdutus	4
2.2.4 Fluidisaatio	5
2.2.5 Vesiprosessi	5
2.2.6 Lämmönsiirto	5
2.2.7 ChemPlant	6
3 STANDARDIT	8
3.1 SFS-Standardit	8
3.1.1 SFS-standardien laadinta	8
3.1.2 SFS-standardin rakenne	9
3.2 PSK-standardit	10
4 PI-KAAVIOT	11
4.1 Piirtojärjestys	11
4.2 Piirustuslomake ja layout	12
4.3 Instrumentointi	12
4.4 Putkilinjatunnus	13
4.5 Laitetunnus:	15
4.6 Varustetunnus	17
5 PUTKILUOKAT	19
6 PUTKILUOKITUKSEN LUOMINEN	21
6.1 Nykytila	21
6.2 Putkilookituksen luominen	21
6.3 Tulokset	24

6.4 Havaitut ongelmat	24
6.5 Projektin mahdollinen jatkaminen	25
7 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	27

LIITTEET

LIITE 1. Prosessilaboratorion putkilinjatunnukset

LIITE 2. Absorptio-desorptio PI-kaavio

LIITE 3. Tislaus PI-kaavio

LIITE 4. Haihdutin PI-kaavio

LIITE 5. Fluidisaatio PI-kaavio

LIITE 6. Vanha vesiprosessi PI-kaavio

LIITE 7. Uusi vesiprosessi PI-kaavio

LIITE 8. Lämmönsiirto PI-kaavio

LIITE 9. ChemPlant-koetehdas PI-kaavio

KUVIOT

KUVIO 1. Instrumentoinnin tunnuskirjainten käyttö 12

KUVIO 2. Putkilinjatunnus 14

KUVIO 3. Putkilinjatunnuksia 15

KUVIO 4. Laitetunnus 16

KUVIO 5. Esimerkki laitetunnuksesta 16

KUVIO 6. Varustetunnus 17

KUVIO 7. Esimerkki varustetunnuksesta 17

KUVIO 8. Putkiluokan merkintä 19

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Esimerkkejä putken nimelliskoosta ja mitoista	14
TAULUKKO 2. Luodut putkiluokat	24

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Centria-ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyön tehtävänä on putkiluokkien luominen Centria-ammattikorkeakoulun prosessitekniikan laboratoriolle. Ennen tätä opinnäytetyötä prosessitekniikan laboratorion pilot-prosessien putkille ei ollut standardien mukaista putkiluokitusta.

Opinnäytetyössä selvitettiin jo olemassa olevien putkistojen ominaisuudet, jotta näille saatiin määrättyä putkiluokka sekä putkilinjatunnus. Ominaisuudet saatiin selville putkien merkintöjen perusteella. Osassa putkista oli jo SFS-standardit, joiden perusteella PSK-standardit saatiin selville. PSK-standardit ovat välttämättömiä putkiluokkien määrittämiselle. Centria-ammattikorkeakoulun prosessitekniikan laboratorion pilot-laitteita ovat absorptio-desorptio-laitteisto, tislaus, haihdutin, fluidisaatio, lämmönvaihdin, uusi sekä vanha vesiprosessi, sekä ChemPlant-koetehdas. Putkiluokituksen lisäksi työssä on piirretty uudestaan kaikkien työhön kuuluvien laitteiden PI-kaaviot päivitettyinä muutosten ja puutteiden takia.

2 CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU

2.1 Centria-ammattikorkeakoulu

Centria-ammattikorkeakoulu järjestää opetusta kolmella kampuksella, Kokkolassa, Pietarsaaressa ja Ylivieskassa. Opiskelijoita on näillä paikkakunnilla noin 2900 ja tutkintoja valmistuu joka vuosi noin 500. Myös uusia opiskelijoita tulee noin 500 syksyllä 2015. Henkilökuntaa puolestaan on noin 250. Centria-ammattikorkeakoulu järjestää varsin monialaisesti koulutusta tekniikasta, liiketaloudesta, terveysalasta, kulttuurialasta sekä humanistisesta ja kasvatusalasta. Koulutusaloja on kaikkiaan 21 ja aloituspaikkoja 500. Opetuskielinä ovat suomi, ruotsi ja englanti. Yli 75 % valmistuneista saa työpaikan lähialueelta. Centria-ammattikorkeakoululla on myös tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaa. (Centria AMK, hakijan opas, 2–3.)

2.2 Prosessitekniikan laboratorio

Centria-ammattikorkeakoululla on käytössä laaja prosessilaboratorio Kokkolassa, jossa yleisimpiä teollisuuden prosesseja voidaan opettaa pilot-mittakaavassa. Näin joitakin perusprosesseja voidaan ajaa ja valvoa laboratoriomittakaavassa. Prosessilaboratoriossa on sekä manuaalisia vanhoja, että uusia, automatisoituja laitteita, sekä aivan uusi ChemPlant-koetehdas, jonka kahdella reaktorilla voidaan suorittaa vaativaa TK-toimintaa pienessä mittakaavassa. Lisäksi ChemPlant toimii loistavana oppimisympäristönä koulutuksessa.

Prosessitekniikan laboratoriosta löytyvät seuraavat prosessit: Absorptio-desorptio, tislauk, haihdutus, fluidisaatio, kaksi vesiprosessia, lämmönsiirto sekä ChemPlant-koetehdas.

2.2.1 Absorptio-desorptio

Absorptio ja desorptio ovat aineensiirtoprosesseja, jotka ovat toistensa vastakoh-
tia. Absorptiossa jokin kaasun liukenee nesteeseen ja desorptiossa kaasun erottuu
nesteestä. Absorptio yleensä tapahtuu siten, että kaasun kulkee nesteen suhteen
vastavirtaan, nesteen läpi. Absorptio voi tapahtua kahdella tavalla, kaasun joko liu-
kenee nesteeseen, tai kaasun ja neste reagoivat keskenään. Absorptio toimii myös
selektiivisesti, eli voidaan valita tietty kaasun komponentti. (Pihkala 2005, 105.)

Prosessilaboratorion absorptio-desorptio-laitteisto koostuu absorptio- sekä
desorptiokolonneista, kuudesta lämmönvaihtimesta, kahdesta vesisäiliöstä, kah-
desta pumpusta ja putkistosta. Absorptiokolonnin sisällä on halkaisijaltaan 100
mm ja korkeudeltaan 1700 mm oleva täytekappalekerros, joka koostuu halkaisijal-
taan 10 mm olevista täytekappaleista. Desorptiokolonnissa täytekappalekerroksen
korkeutena on 840 mm, halkaisijan ollessa 80mm. Laitteistoa ohjataan prosessitie-
tokoneella. (Linna 2014, 31.)

2.2.2 Tislauk

Tislauk on aineensiirtooprosessi, jossa erotetaan nesteen kaksi komponenttia toi-
sistaan niiden höyrystymislämpötilan perusteella. Alemman höyrystymispisteen
omaava faasi höyrystyy ja tämä höyrystetty lauhdutetaan ja kerätään eri jakeeksi. Kor-
keamman höyrystymispisteen omaava faasi väkevöityy nestefaasiin. Höyrysty-

mislämpötilojen eron pitäisi olla riittävä tehokkaalle tislaukselle, mitä pienempi tämä ero, sen vaikeampi tislaustapahtuma on. Tislaus toimii myös seokselle, jossa komponentteja on useita, tätä kutsutaan jakotislaukseksi. (Pihkala 2005, 97.)

Prosessilaboratorion tislauslaitteisto koostuu 12-pohjaisesta tislauskolonnista, jota lämmitetään kahdella sähkövastuksella. Syötettävä liuos kulkee esilämmittimen kautta kolonniin. Haihde kerätään magneettiventtiilin kautta keruuastiaan, jonka yläosassa on jäähdytin. Magneettiventtiili toimii aikaohjelmalla, jota voidaan säätää portaattomasti. Pohjatuote kerätään jäähdyttimen kautta erilliseen astiaan. Laitteistoa ohjataan hallintapaneelilla. (Borg 2009a.)

2.2.3 Haihdutus

Haihdutuksessa liuksesta haihdutetaan liuotin. Haihdutusta käytetään yleisesti liuosten puhdistukseen tai väkevöimiseen. Tavallisesti yhden vaiheen haihdutuksessa saavutetaan 50 %:n väkevöityminen, mutta tämä riippuu sekä haihdutettavasti liuksesta, että käyttöolosuhteista. (Pihkala 2005, 81.)

Prosessilaboratorion haihdutinlaitteisto koostuu kalvohaihduttimesta, joka kuumennetaan höyrykehittimestä tulevalla höyryllä. Syötesäiliössä on til-% 20 glyseroliliuos. Lisäksi laitteistossa on kaksi keruuastiaa, joihin kerätään syntyneet neste- sekä kaasufaasit. Haihdutinta jäähdytetään sen yläosasta vedellä. Ensimmäisen astian yläosassa on sykloni, joka erottelee kaasun ja nesteen. (Borg 2009a.)

2.2.4 Fluidisaatio

Fluidisaatiossa eli leijutuksessa kiintoaineen käyttäytyminen on riippuvainen nesteen virtausnopeudesta. Hitaalla virtausnopeudella kiintoainekerros pysyy paikoillaan nesteen virratessa huokosten läpi, kun taas suurella virtausnopeudella neste joutuu kiertämään kiintoainepartikkelit. Tämän vuoksi nestepartikkelit ajautuvat erilleen. Suuremmalla virtausnopeudella partikkelit joutuvat pyörteeseen. (Borg 2009c.)

Prosessilaboratorion fluidisaatioprosessi koostuu akryyliputkesta (\varnothing 9,0cm), jonka pohjan läpi voidaan ajaa vettä tai paineilmaa. Laitteessa on kaksi erikokoista rotometriä. Pohjasta voidaan myös tyhjentää vesi. Kiintoaine kerätään putken huipulta tulevan putken kautta seulapohjaiseen astiaan. Laitteessa on myös manometri, josta tarkistetaan painehäviö. (Borg 2009c.)

2.2.5 Vesiprosessi

Prosessilaboratoriossa on kaksi erilaista vesiprosessia. Nämä erotellaan uudeksi ja vanhaksi vesiprosessiksi. Molemmissa on kaksi vesisäiliötä ja yksi pumppu. Vanhassa vesiprosessissa putkisto on polyvinyylidikloridia (PVC), kun taas uudessa käytetään haponkestävää terästä. Molempia vesiprosesseja ohjataan prosessitietokoneella. (Läspä 2013b.)

2.2.6 Lämmönsiirto

Lämmönsiirrossa joko tuodaan prosessiin lämpöä, tai sitä poistetaan. Osassa prosesseja lämpöä syntyy niin paljon, että sitä joutuu siirtämään pois. Toisaalta osassa prosesseja lämpöä tarvitaan systeemiin, jotta reaktiot olisivat mahdollisia. Monesti

myös on taloudellisesti järkevää siirtää ylimääräinen lämpöenergia hyötykäyttöön. Lämpöä siirtyy teoriassa kolmella eri tavalla, johtumalla, kuljettamalla ja säteilemällä. Usein lämpöä siirtyy näistä useammalla tavalla. (Pihkala 2005, 73.)

Prosessilaboratoriossa on käytössä myötä- ja vastavirtaperiaatteella toimiva putkilämmönvaihdin, sekä levylämmönvaihdin. Näihin tulee vesi kahdesta syöttösäiliöstä, toinen on kuumalle vedelle, kun taas toinen kylmälle. Säiliöiden avulla vesivirtaus saadaan tasaisemmaksi, sillä talousvesiputkiston paine vaihtelee liikaa, haitaten prosessia. Putkilämmönvaihdinta voidaan käyttää sekä myötä- että vastavirtaisesti. Lämpötilat saadaan näytöltä. (Läspä 2013a.)

2.2.7 ChemPlant

ChemPlant-koetehdas on tarkoitettu niin TK-toimintaan kuin opetukseenkin. Koetehtaassa on kaksi liuosreaktoria, tilavuuksiltaan 80 l ja 200 l. Molemmat reaktorit täyttävät ATEX-laatuvaatimukset eli näillä voidaan käsitellä vaarallisia sekä räjähtäviä aineita. Laitteistoon kuuluu myös tislauskolonni, jonka kapasiteetti on 120 l/h. Tislauskolonnissa on teoreettisia välipohjia 10 kappaletta. Koetehtaassa on myös kaksivaiheinen kaasunpesuri, jolla puhdistetaan reaktoreista tulevat kaasut. Kaasunpesurissa on venturipesuri sekä strukturoidut täytekappalekerrokset, tarvittaessa näitä pesureita voidaan käyttää erikseen.

ChemPlant toimii linkkinä laboratoriomittakaavan ja tehdasmittakaavan välillä. Myös alueen teollisuuden mielenkiintoa osoitti se, että yritykset olivat mukana suunnittelemassa ChemPlantia. ChemPlant on hyvin mukautuva, laitteiston osia voidaan haluttaessa ajaa itsenäisesti, tai koko laitteistoa kerralla. Koetehtaan putkistot ovat ruosteen- ja haponkestävää terästä. Automaatiojärjestelmänä toimii ABB, jolla voidaan ohjata prosessia ja lukea tietoja. (Centria AMK 2013.)

3 STANDARDIT

Standardi terminä ei ole yksiselitteinen, sillä maailmassa on useita eri standardeja. Termiä "De facto" käytetään standardista, joita standardisoimisliitto ei ole laatinut, vaan standardi on muodostunut yleisen käytännön pohjalta. Ennen standardit olivat pääasiassa kansallisia, mutta nykyään on yhä enemmän kansainvälisiä standardeja, kuten EN-standardit. Standardit eivät ole pakollisia, ne ovat ainoastaan suosituksia. (SFS 2013, 7.)

3.1 SFS-Standardit

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry huolehtii Suomessa standardien laadinnasta, tiedottamisesta sekä osallistuu kansainvälisten standardien laadintaan. SFS edustaa Suomea kansainvälisissä sekä eurooppalaisissa järjestöissä. Jäsenenä Suomen Standardisoimisliitossa toimii noin 39 organisaatiota, mukaan lukien Suomen valtio. Jäseneksi pääseminen edellyttää sitä, että organisaatio edustaa alaansa laajasti. Organisaation tulee myös hyötyä standardeista. Yhteistyössä SFS:n kanssa toimii Toimialayhteisö (TAY), joka koostuu 12 toimialayhteisöstä, jotka edustavat omaa alaansa. Vaikka toimialayhteisöt laativatkin standardeja hyvin itsenäisesti, SFS toimii avustavana tahona. (SFS 2013, 14.)

3.1.1 SFS-standardien laadinta

Kun ilmenee, että tietyistä standardista olisi jotain hyötyä, voidaan aloittaa standardin laatiminen. Turhien standardien laatimista täytyy välttää. Tämän takia on tärkeää ottaa etukäteen selvää, miten standardi hyödyttäisi sen hakijaa. Lisäksi täytyy ottaa selvää, kuinka laajaa asiantuntijaosaamista on odotettavissa standar-

din laadintaan. Hyvät perustiedot auttavat standardin laatimisessa, tämän lisäksi tarvitaan jo olemassa olevia esikuvia. On myös tärkeää, että standardin pohjalla oleva tekniikka on jo tarpeeksi vakiintunutta. Standardin täytyisi myös olla tarpeeksi laaja-alainen, jotta siihen saadaan tarpeeksi yksittäisiä standardeja. Jo voimassa olevat standardit eivät saisi olla ristiriidassa laadittavan standardin kanssa. Alalla mahdollisesti oleva toimenpidekielto on este standardin laatimiselle. Voimassa olevat EN-standardit täytyy erikseen vahvistaa myös kansallisiksi SFS-standardeiksi. Esikuvina standardien laatimiselle voidaan käyttää Suomen tärkeimpien kauppakumppaneiden kansallisia standardeja. (SFS 2013, 24.)

Kun standardiehdotus on saatu valmiiksi, se lähetetään lausuntokierrokselle eri asiantuntijoille, joiden asiantuntemus on välttämätöntä. Lausuntokierroksen jälkeen komitea tarkistaa ehdotuksen, edellytyksenä tälle on, että pääasiassa kaikki ovat hyväksyneet ehdotuksen. Komitea lähettää ehdotuksen toimialayhteisölle, jolloin tarkistetaan, ettei ehdotus ole ristiriidassa jo olemassa olevien standardien kanssa. Viimeisenä vaiheena toimialayhteisö lähettää standardin standardisoimisliitolle, joka vahvistaa ja julkaisee sen. (SFS 2013, 24–25.)

3.1.2 SFS-standardin rakenne

Standardin on oltava mahdollisimman tarkka ja tiivis. Sen täytyy olla ymmärrettävä myös niille, jotka eivät ole osallistuneet sen tekoon. Standardin käännosten täytyy myös vastata täydellisesti toisiaan ja alkuperäistä versiota. (SFS 2013, 24.)

3.2 PSK-standardit

PSK Standardisointiyhdistys ry palvelee suomalaista teollisuutta standardien laadinnassa. Heillä on käytössä noin 7000 asiantuntijaa teollisuudesta. PSK:n päätehtävänä on tukea suomalaista teollisuutta niin kotimaassa, kuin ulkomailla. PSK on täysin riippumaton järjestö. PSK valmistelee kansalliset SFS-standardit vastaamaan yksittäisiä sovelluksia teollisuuden tarpeisiin. Standardien laatimisen lisäksi PSK järjestää erilaisia koulutuksia. PSK ylläpitää internetissä standarditietokantaa, johon on pääsy vain jäsenillä. Muille standardit myydään paperiversiona. (PSK 2014.)

4 PI-KAAVIOT

PI-kaaviolla eli putki- ja instrumenttikaaviolla tarkoitetaan kaaviota, joka kuvaa yksityiskohtaisesti prosessia. PI-kaaviossa ei yleensä kuitenkaan ilmoiteta prosessiolosuhteita kuten virtausmääriä ja prosessiparametreja. Vähimmäisvaatimukset kaaviolle löytyvät standardista PSK 3602. PI-kaavion laatiminen auttaa kunnossapidossa ja suunnittelussa, sillä se antaa kattavat tiedot prosessista. PI-kaavioon tulee piirtää laitekokonaisuuden tai prosessin jokainen laite, putkilinja ja instrumenttipiiri. Näiden tulee myös vastata standardeja. Tapauksessa, jossa laitteelle ei löydy standardin mukaista piirrosmerkkiä täytyy käyttää mahdollista vakiintunutta piirrosmerkkiä kyseiselle laitteelle. Piirtäessä suuria laitteita, kuten kolonneja tai uuneja, täytyy kyseinen laite piirtää vastaamaan mahdollisimman hyvin todellisuutta. On kuitenkin myös mahdollista piirtää jopa yksinkertaisemmat laitteet ilman standardien mukaista piirrosmerkkiä siinä tapauksessa, että kaavion ymmärrettävyys säilyy. (PSK 3603, 2012, 2–4.)

4.1 Piirtojärjestys

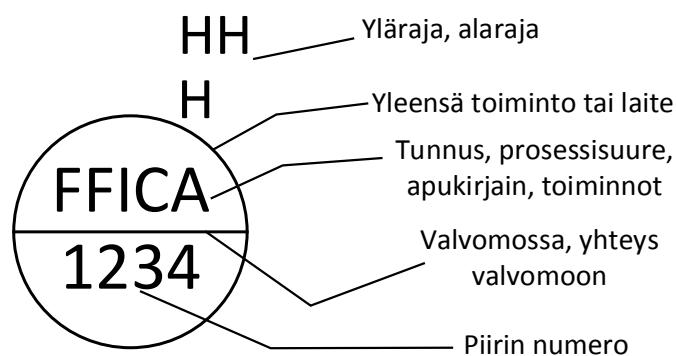
PI-kaavion piirtäminen aloitetaan vasemmasta yläreunasta ja laitteet tulee sijoittaa väljästi, mutta todellisuutta vastaaviin kohtiin. Esimerkiksi alhaalla sijaitseva säiliö tulee piirtää mahdollisuuksien mukaan kaavion alaosaan. Laitteiden väliin tulee jättää tilaa mahdollisia instrumenttipiirejä varten. Laitteistoon tulevat virrat piirretään vasempaan reunaan ja lähtevät oikeaan reunaan. Tästä kuitenkin voidaan poiketa selkeyden vuoksi. Putkilinjat tulee mahdollisuuksien mukaan piirtää suoriksi välttämällä ylimääräisiä mutkia. Putkiin myös lisätään suuntanuolet. Putkien risteykohdassa piirretään päällimmäiseksi pääprosessiputki, samanarvoisten putkien tapauksessa vaakasuora putki. Ylempi putki merkitään jatkuvana, kun taas alempaan lisätään aukko risteyskohtaan. (PSK 3603, 2012, 7–8.)

4.2 Piirustuslomake ja layout

PI-kaavioita laaditaan yleensä kolmea eri kokoa: erikoispitkä arkki, suuri standardiarkki sekä pieni standardiarkki. Erikoispitkälle arkille piirretään prosessilaitteisto kokonaisuudessaan yhdelle vaakalinjalle. Esimerkiksi A0 kokoiselle standardiarkille piirretään sen sijaan prosessi kolmelle vaakalinjalle, jossa eri osat ovat sijoitettuna omiksi saarekkeiksi. Pienelle standardipaperille, yleensä A3-arkille, piirretään yhdelle vaakalinjalle, mutta jokainen laiteyksikkö omalle arkille. Ennen varsinaisen prosessin piirtämistä, PI-kaavioon lisätään otsikkotaulu, josta ilmenee kaavion tärkeimmät tiedot. (PSK 3603, 2012, 5–7.)

4.3 Instrumentointi

Prosessitekniikassa instrumentilla tarkoitetaan laitetta, jolla pystytään mittaamaan jonkin muuttujan arvo, säätämään ja/tai ohjaamaan laitetta. Instrumentin toimintaa ilmaistaan tietyllä kirjaimella. Lisäksi instrumentit numeroidaan, jotta ne voidaan erottaa toisistaan ja saada kaavioista selkeämpiä. (Sivonen, 2008, 253.)



F = virtaus, FF = virtausten suhde, I = osoitus,
C = säätö, A = hälytys

Ensimmäinen kirjain = mittasuure tai sen alkuperä, jäljemmät kirjaimet toimintoja, toinen kirjain voi olla lisämääre

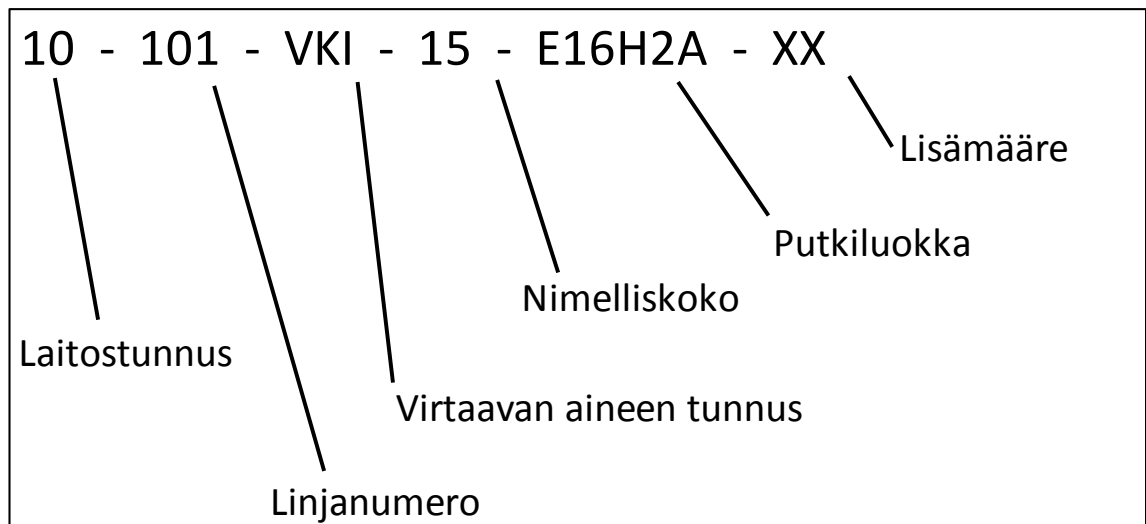
KUVIO 1. Instrumentoinnin tunnuskirjainten käyttö (Sivonen, 2008, 254)

4.4 Putkilinjatunnus

Putkilinjatunnuksella tarkoitetaan käytäntöä, jolla laitoksen eri putkilinjat pystytään erottamaan toisistaan. Putkilinjatunnus myös antaa tietoa putken ominaisuuksista sekä virtaavasta aineesta. Putkiluokka on tärkeä osa putkilinjatunnusta. Putkilinjatunnus koostuu laitostunnuksesta, linjanumerosta, virtaavan aineen tunnuksesta, nimelliskoosta, putkiluokasta ja lisämääreestä. Laitostunnus on valinnainen osa, joka on sama koko laitokselle. Linjanumero on linjakohtainen, eli se on erilainen laitoksen eri prosesseissa.

Virtaavan aineen tunnus on kolmikirjaiminen tunnus, joka kuvaa virtaavaa ainetta, ensimmäinen kirjain kuvaa, mihin ryhmään aine kuuluu, kun taas kaksi jälkimmäistä kirjainta kertovat virtaavan aineen. Virtaavan aineen tunnukset on luetteloitu standardissa PSK 0901. Nimelliskoko (DN) tarkoittaa pyöristettyä viitekokoja, joka ei ole tiukasti sidottuna valmistusmittoihin. Nimelliskoko on standardoitu ja putken merkinnässä se merkitään kirjainten DN perään.

Putkiluokka on standardin PSK4201 mukainen tunnus. Lisämääre on valinnainen eristystä tai saattotietoa vastaava tunnus. Putkilinjan numero pysyy samana mentäessä pienten toimilaitteiden, kuten venttiilien läpi. (PSK 3603, 2012, 12–17.)

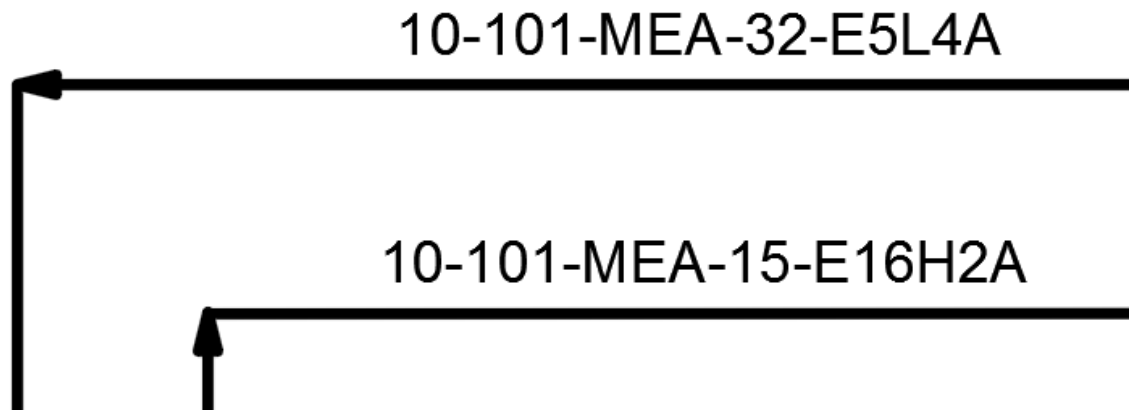


KUVIO 2. Putkilinjatunnus (PSK 3603, 2012, 17)

TAULUKKO 1. Esimerkkejä putken nimelliskoosta ja mitoista (PSK 4240, 2010, 4, 5)

Nimelliskoko DN	Ulkohalkaisija D	Seinämäpaksuus T
10	17,2	1,6
15	21,3	1,6
20	26,9	1,6
25	33,7	1,6
32	42,4	1,6
40	48,3	1,6
50	60,3	1,6

Taulukosta 1 näemme, että nimelliskoko on vain viitearvo, joka ei vastaa putken oikeita, fyysisiä mittoja. Taulukko kuvaa standardin PSK 4240 mukaisia mittoja putkiluokalla E16H2A.

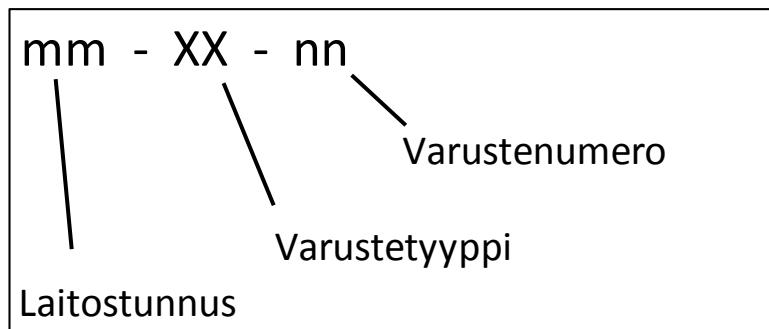


KUVIO 3. Putkilinjatunnuksia

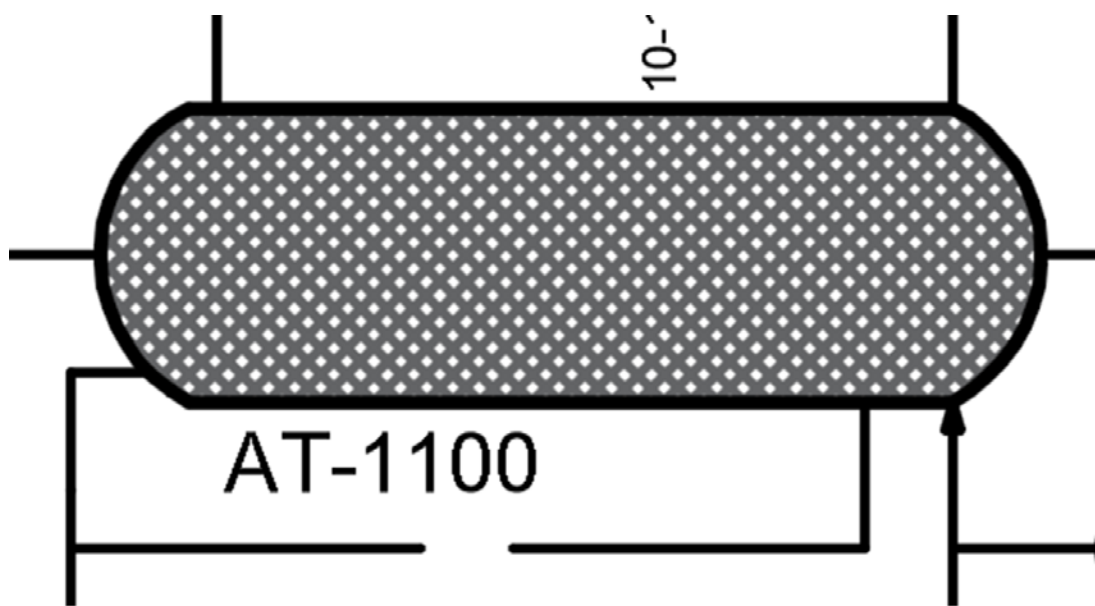
Kuvio 3 esittää kahta putkea absorptio-desorptiosta. Ylempi putki on tehty polyvinyylidikloridista, jonka materiaalitunnus on L4A, putken nimellispaine on 5 baria ja nimelliskoko 32 (ulkohalkaisija). Alempi putki taas on haponkestävää CrNiMo-terästä, eli materiaalitunnus on H2A, nimellispaine 16 bar ja nimellispaksuus 15. Absorptio-desorptio linjanumero on 101 ja prosessilaboratorion laitostunnus 10. Virtaava aine on kiertovesi eli VKI.

4.5 Laitetunnus:

Laitetunnus on käytäntö, jolla laitoksen eri laitteet merkitään ja erotellaan toisistaan. Laitetunnus koostuu valinnaisesta laitostunnuksesta, laitetta kuvaavasta kaksikirjaimisesta kirjainyhdistelmästä sekä järjestysnumerosta. Laitetta kuvaavat kirjainyhdistelmät on lueteltu standardissa PSK 3603 taulukossa 1. Kirjainyhdistelmäksi sopii kuitenkin myös laitoksen oma nimeämiskäytäntö. Laitetunnus voi esimerkiksi olla 10 AG 01, eli sekoitin, jonka laitostunnus on 10 ja järjestysnumero 01. Yleensä suositellaan, ettei samaa laitenumeroa anneta kahdelle eri laitteelle laitoksen sisällä, elleivät nämä liity kiinteästi toisiinsa. (PSK 3603, 2012, 14–19.)



KUVIO 4. Laitetunnus (PSK 3603, 2012, 17)

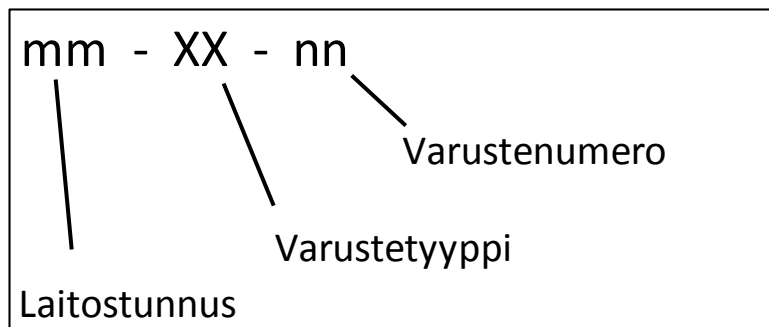


KUVIO 5. Esimerkki laitetunnuksesta

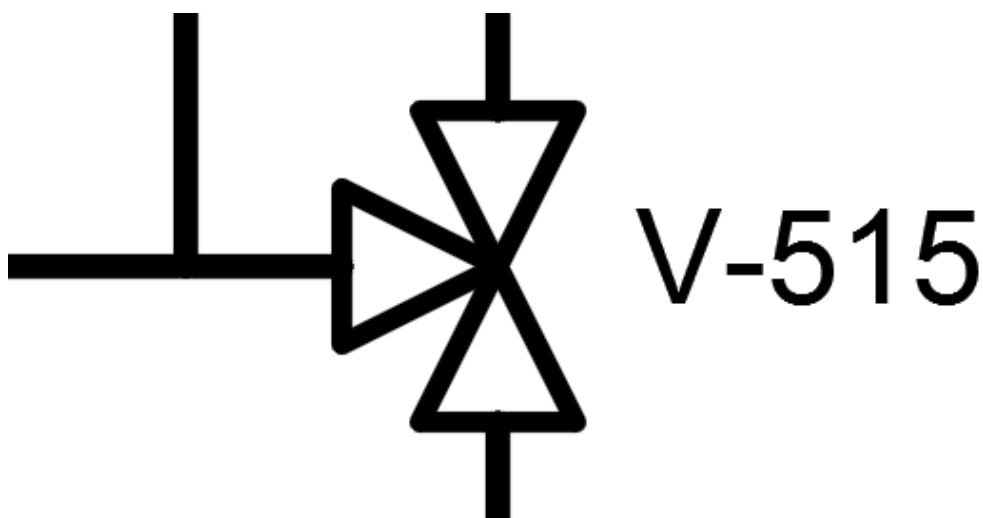
Kuvio 5 kuvaa absorptio-desorption absorptiokolonna. Absorptiokolonnin kirjainyhdistelmä on AT (Absorption Tower). Laitteen numero on 1100. Laitostunnusta ei tässä ole merkitty, sillä se on ainoastaan valinnainen osa, jonka merkitys olisi vähäinen tässä tapauksessa. Jos laitostunnus olisi merkitty, se olisi 10, jota päätin käyttää prosessilaboratorion laitostunnuksena.

4.6 Varustetunnus

Varustetunnuksella merkitään kaikki venttiilit, näkölasit, varolaitteet ja muut varusteet. Varustetunnuksen merkitsemisessä käytetään samanlaista kaavaa, kuin laitotunnuksen merkitsemiseen. Varustetunnus koostuu valinnaisesta laitotunnuksesta, varustetunnuksesta ja järjestysnumerosta. Varustetunnus voi olla yksitai kaksikirjaiminen, riippuen varusteen tunnuskirjaimista. Varustetunnukset on luetteloitu standardissa PSK 3603 taulukossa 2. Myös muita kirjaintunnuksia voidaan käyttää, kunhan vältetään kirjaimia I, J, O, Q, Å, Ä ja Ö. (PSK 3603, 2012, 17–18).



KUVIO 6. Varustetunnus (PSK 3603, 2012, 17)

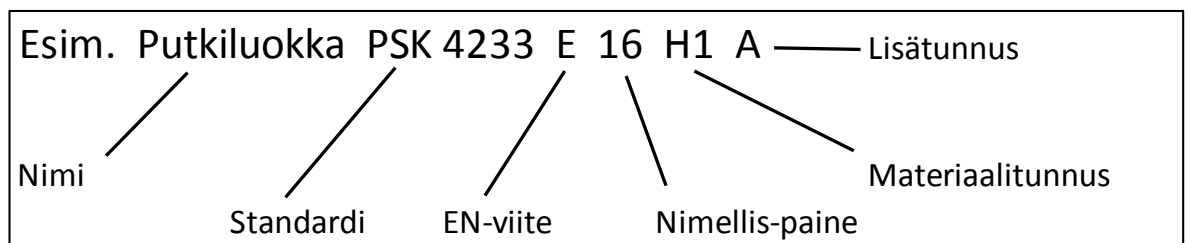


KUVIO 7. Esimerkki varustetunnuksesta

Kuvio 7 kuvaa kolmitieventtiiliä ChemPlant-koetehtaassa. Kirjain V on yleinen venttiilin tunnus ja 515 on varusteen numero. Myöskään tässä kuvassa laitostunnusta ei ole merkitty.

5 PUTKILUOKAT

Putkiluokalla tarkoitetaan standardin PSK4201 mukaan putkilinjaan soveltuvien putkien ja putkenosien valikoimaa, joihin on määritelty mitat ja materiaalit. Putkiluokan valinnassa otetaan huomioon virtaavat aineet ja olosuhteet kuten korrosio, lämpötila ja paine. Putkiluokat ovat hyödyksi suunnittelussa ja kunnossapidossa. (PSK 4201, 2013, 1.)



KUVIO 8. Putkiluokan merkintä. (PSK 4201, 2013, 2)

Lisätunnuksella erotellaan toisistaan putket, joiden putkiluokka olisi muuten sama, mutta valmistustapa tai putken materiaali eroaisivat toisistaan, tällaisia ovat esimerkiksi pehmittämätön polyvinyylidikloridi (PVC) ja kloorattu PVC, joilla on sama materiaalitunnus L4. Nämä erotellaan toisistaan lisätunnuksen avulla, pehmittämätön PVC merkitään kirjaimella A, kun taas kloorattu kirjaimella B standardin PSK 4201 mukaan. (PSK 4201, 2013, 2)

PSK putkiluokat kehittyivät SFS-putkiluokkien pohjalta. PSK putkiluokat kehitettiin, koska entiset SFS-putkiluokat eivät vastanneet uutta painelaitedirektiiviä ja uusia EN-standardien mittoja. PSK-putkiluokat vastaavat muuten SFS putkiluokkia, mutta seinämäpaksuus on erilainen. PSK-putkiluokkien seinämäpaksuudet on

laskettu standardin SFS-EN 13480-3. PSK-putkiluokkien mitoituksessa on käytetty paineena nimellispainetta, huoneenlämpötilan ollessa 20 °C. Putkiluokkien etuna voidaan pitää sitä, että ne takaavat yhdenmukaiset materiaalit ja mitat. Näin putkien valmistaminen helpottuu ja nopeutuu, ja toimitusajat lyhenevät. Myös putkenosien saatavuus paranee, sillä nämä on laskettu samojen standardien pohjalta. (Riihimäki, 2011, 16.)

6 PUTKILUOKITUKSEN LUOMINEN

Putkiluokituksen luomisprosessi aloitettiin tammikuussa 2015. Ennen tätä opinnäytetyötä Centria-ammattikorkeakoulun prosessilaboriolta puuttuivat PSK-standardin mukaiset putkiluokat. Idea opinnäytetyöstä tuli opettajilta Staffan Borgilta ja Risto Puskalalta. Sain tarvittavat alkutiedot, materiaalin ja ohjeistuksen lab. insinööri Risto Puskalalta.

6.1 Nykytila

Työ toteutettiin Centria-ammattikorkeakoulun prosessilaboratoriossa. Putkiluokien laatimiseen tarvittavat tiedot saatiin sekä työn valvojalta, että jo putkissa olevista merkinnöistä. Osassa putkia merkintöjä ei ollut lainkaan, mutta koska jokainen teräsputki oli painekestävyydeltään 16 bar, tarvitsi tietää vain näiden paksuudet. Osaan pilottilaitteista putkiluokkia ei tarvinnut merkitä, koska näissä käytettiin lasiyhteitä, näitä olivat tislaus-, haihdutus- sekä fluidisaatioprosessit. Lisäksi lämmönsiirtoprosessissa oli ainoastaan kupariputkea. Vanhassa vesiprosessissa oli ainoastaan PVC-putkea, jonka paksuus ja paineenkestävyys pysyivät samana. Absorptio-desorptio sekä ChemPlant olivat haastavampia, sillä molemmissa käytettiin teräsputkien lisäksi PVC-letkuja. Lisäksi absorptio-desorptiossa kaasun poistoputket olivat polypropeenaa (PP).

6.2 Putkiluokituksen luominen

Virtaavana aineena käytettiin kiertovettä (VKI), ellei erikseen muuta ole mainittu. Kaikki prosessilaboration pilot-prosessien teräsputket olivat putkiluokaltaan E16H2A, eli nimellispaine 16 bar, ja materiaali austeniittinen ruostumaton teräs

(SFS-EN 10217-7). Seinämäpaksuudet eroavat standardista PSK 4240 jonkin verran, mutta muilta osin putket vastaavat standardia.

Työ aloitettiin absorptio-desorptiosta, sillä siitä oli jo PI-kaavio valmiina, jonka pohjalta piirsin uuden PI-kaavion AutoCAD-ohjelmalla. PI-kaaviota ei tarvinnut muokata kovinkaan paljon, sillä prosessi oli pysynyt samana. Lisäsin PI-kaavioon kuitenkin putkiluokat, virtausnuolet sekä uudet PSK-standardin mukaiset laite-merkinnät. Virtaavana aineena oli MEA eli monoetanoliamiini.

Seuraavaksi vuorossa olivat tislauk-, haihdutus- sekä fluidisaatioprosessit. Näistä ei ollut olemassa PI-kaavioita, joten piirsin ne. Putkiluokkia näille ei kuitenkaan tarvinnut laatia, sillä näissä käytettiin ainoastaan lasiyhteitä, muoviletkuja ja kupariputkea jäähdytysvedelle. Tislauksessa virtaavana aineena käytettiin etanolia, kun taas haihdutuksessa virtaava aine oli glyseroli.

Seuraavaksi olivat vuorossa molemmat vesiprosessit. Uudesta vesiprosessista ei ollut olemassa PI-kaavioita, joten sen jouduin piirtämään prosessin pohjalta. Tässä pilot-prosessissa käytettiin ainoastaan yhtä putkiluokkaa, joka oli teräsputkea. Vanhasta vesiprosessista oli olemassa jo valmis PI-kaavio, joten sen kohdalla ainoastaan päivitin vanhan kaavion, eli lisäsin putkiluokat, PSK-standardin mukaiset laitemerkinnät ja virtausnuolet.

Sitten oli vuorossa lämmönvaihdinprosessi, eli lämmitys-jäähdytysjärjestelmä. Tässä käytetään ainoastaan kupariputkea, jolle ei määritetä putkiluokkaa. PI-

kaavio oli valmiina, joten se täytyi ainoastaan päivittää vastaamaan PSK-standardia.

Viimeisenä vuorossa oli ChemPlant, jonka on tämän opinnäytetyön haastavin ja laajin osa. ChemPlantista löytyi jo valmiiksi PI-kaaviot, mutta kokonaisuutta kuvaavasta PI-kaaviosta puuttui toinen reaktori, joten se täytyi lisätä PI-kaavioon. ChemPlantissa oli myös eniten erilaisia putkia, kuutta eripaksuista teräsputkea ja yhtä PVC-putkea. Kaikkien teräsputkien paineenkestävyys oli kuitenkin sama, 16 bar. Virtaavana aineena käytettiin kiertovettä (VKI), paitsi reaktorien lämmityskierrossa vesi/glykoli-liuosta (RGV).

Piirsin PI-kaaviot käyttäen AutoCAD 2015-ohjelmaa, jolla kaavioiden piirtäminen kävi sujuvasti. Laadin kaavion eri putkiluokista Microsoft Office Excel-ohjelmalla. Tästä taulukosta nähtiin eri putkiluokkien ominaisuudet, materiaalit sekä standardit.

6.3 Tulokset

TAULUKKO 2. Luodut putkiluokat

Pilot-laite	Putkilinja-tunnus	Pilot-laite	Putkilinja-tunnus	Pilot-laite	Putkilinja-tunnus
Absorptio-desorptio	10-101-VKI-15-E16H2A	Tislaus	10-102-VKI-12-E16K4A	ChemPlant	10-108-VKI-20-E16H2A
	10-101-MEA-15-E16H2A	Haihdutus	10-103-VKI-12-E16K4A		10-108-VKI-25-E16H2A
	10-101-MEA-25-E16H2A		10-103-VKI-16-E16L7A		10-108-RGV-25-E16H2A
	10-101-MEA-32-E5L4A	Fluidisaatio	10-104-VKI-12-E16K4A		10-108-VKI-32-E16H2A
	10-101-VKI-22-E10L4A	U. vesiprosessi	10-105-VKI-34-E16H2A		10-108-VKI-40-E16H2A
	10-101-VKI-32-E10L3A	V. vesiprosessi	10-106-VKI-40-E10L4A		10-108-RGV-40-E16H2A
	10-101-MEA-16-E16L7A	Lämmönvaihdin	10-107-VKI-22-E16K4A		10-108-VKI-50-E16H2A
	10-101-VKI-16-E16L7A	ChemPlant	10-108-VKI-15-E16H2A		10-108-VKI-200-E16H2A
					10-108-VKI-22-E10L4A

Taulukosta 1 nähdään prosessilaboratorioon tämän projektin aikana luodut putkiluokat. Enemmän tietoa putkiluokista on liitteessä 1 taulukoissa 1 ja 2.

6.4 Havaitut ongelmat

Opinnäytetyön aikana havaittiin muutamia ongelmia. Prosessilaboratoriossa käytetyt putket eivät vastanneet täysin PSK-standardia. Useat putket erosivat tästä standardista seinämäpaksuudeltaan. Myöskään kaikkien putkien merkinnöistä ei saatu selvää. Onneksi erilaisia putkiluokkia ei ollut kovinkaan monta, ja lähes

kaikki putket olivat samaa putkiluokkaa. Myöskään polytetrafluorieteeni-putkien seinämäpaksuutta ei ollut mahdollista saada selville.

Monille putkille, joiden materiaali oli muu kuin teräs, ei löytynyt nimelliskokoa, jolloin päätin käyttää niiden putkilinjatunnuksissa nimelliskoon tilalla putken ulkohalkaisijaa.

Yhtenä ongelmana oli myös saada PI-kaaviot mahtumaan A4-kokoiselle arkille, sillä yleensä nämä printataan A3-arkille tai suuremmalle. Tämä oli kuitenkin ongelmana ainoastaan absorptio-desorptiossa ja ChemPlantissa. Muista PI-kaaviosta saatiin helposti tarpeeksi pienikokoisia A4-arkille. Absorptio-desorptio jaettiin kahteen osaan, suurin piirtein keskeltä absorptioon ja desorptioon. ChemPlant taas jaettiin neljään osaan, reaktoriosaan, kaasunpesuriosaan ja tislausosaan. Näin saatiin kaikki PI-kaaviot mahtumaan A4-paperille. Myös eräänä ongelmana oli yhteensopivuus, eli PI-kaavioiden saaminen Word-tiedostoon tarpeeksi tarkkana, jotta jopa pieni fontti näkyisi hyvin. Ratkaisu tälle oli muuntaa AutoCAD-kuvat korkearesoluutioiseen ja pakkaamattomaan TIFF-formaattiin, jotka pystyttiin lisäämään Word-tiedostoon.

6.5 Projektin mahdollinen jatkaminen

Vaikka opinnäytetyö saatiin valmiiksi ja putkiluokat määritettyä, jättää se vielä jonkin verran mahdollista jatkettavaa. Koska työ pääasiassa keskittyi putkiluokkiin ja putkilinjatunnuksiin, PI-kaavioista ei tullut täydellisiä. Standardin PSK 3603 mukaan PI-kaavioihin tulisi lisätä vielä paljon tietoja, esimerkiksi laitteiden mitat ja putkien kallistukset. Lisäksi PI-kaavioihin tulisi lisätä laitetaulukkokenttä.

7 YHTEENVETO

Putkiluokkien luominen Centria-ammattikorkeakoulun prosessilaboratoriolle osoittautui varsin opettavaiseksi tehtäväksi. Koska minulla aluksi ei ollut mitään käsitystä putkiluokista, kesti jonkin aikaa ennen kuin ymmärsin putkiluokituksen teorian. Oikeastaan putkiluokituksen luominen ei ollut kovinkaan vaativa prosessi, sillä erilaisia putkiluokkia ei prosessilaboratoriossa ollut montaa. Tehtävä olisi ollut huomattavasti vaativampi, jos prosessilaboratoriossa olisi ollut eri nimellis-paineen omaavia putkia. Hyväksi onneksi kaikki teräsputket olivat nimellispai-neeltaan 16 baria.

Eniten vaikeuksia tuotti ChemPlant-koetehdas. Koska tässä prosessissa putki-luokkia oli eniten, täytyi olla tarkkana PI-kaavion piirtämisessä ja putkitunnuksis-sa. Myös uuden reaktorin lisääminen tuotti vaikeuksia. Prosessissa oli tapahtunut myös paljon muitakin muutoksia, joiden takia haastetta tuli lisää.

LÄHTEET

Borg, S. 2009a. Prosessitekniikan harjoitustyöt/Tislaus. Kurssimateriaali. Centria-ammattikorkeakoulu. Kokkola-Pietarsaaren yksikkö.

Borg, S. 2009b. Prosessitekniikan harjoitustyöt/Haihdotus. Kurssimateriaali. Centria-ammattikorkeakoulu. Kokkola-Pietarsaaren yksikkö.

Borg, S. 2009c. Prosessitekniikan harjoitustyöt/Fluidisaatio. Kurssimateriaali. Centria-ammattikorkeakoulu. Kokkola-Pietarsaaren yksikkö.

Centria AMK 2013. ChemPlant, Kemia koetehdas. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://tki.centria.fi/data/liitteet/eea885d24a7b49b2a866c0f47143cc58.pdf>. Luettu 21.02.2015

Centria AMK 2015. Hakijan opas. Centria-ammattikorkeakoulu.

Linna, E. 2014. Absorptiokolonnin optimointi. Centria Ammattikorkeakoulu, Kemianteekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö. Www-dokumentti. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/73606/Opinnaytetyo_valmis.pdf?sequence=1. Luettu 21.02.2015.

Läspä, M. 2013a. Lämm. jäähd. PI-kaavio. PI-kaavio. Centria-ammattikorkeakoulu.

Läspä, M. 2013b. Vesiprosessi PI-kaavio. PI-kaavio. Centria-ammattikorkeakoulu.

Pihkala, J. 2005. Prosessitekniikan yksikköprosessit. 3.-1 tarkistettu painos. Helsinki: Hakapaino Oy

PSK Standardisointi 2014. PSK:n esittelykalvot. PSK Standardisointiyhdistys ry. Saatavissa:

<http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/Info/PSKkalvot2014.ppt>. Luettu 20.02.2015.

PSK Standardisointi 2012. PSK 3603 1. painos. PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK Standardisointi, 2013. PSK 4201 3. painos, liite 1 s. PSK Standardisointiyhdistys ry.

Riihimäki, J 2011. Putkistosuunnitteluohjelman käyttöönotto. Keski-Pohjanmaan Ammattikorkeakoulu, Teknologiaosaamisen johtaminen koulutusohjelma. Www-dokumentti. Saatavissa:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30336/Riihimaki_Jouko.pdf?sequence=1. Luettu 25.02.2015.

Sivonen, M., 2008. Teollisuuden instrumentointi: rakenne ja suunnittelu. Helsinki: AEL Oy

Suomen Standardisointiliitto SFS Ry, 2013. SFS-Käsikirja 1. 8. painos. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.sfs.fi/files/83/KK_1_2015_muokattu.pdf. Luettu 20.02.2015

TAULUKKO 1. Prosessilaboratorion putkilinjatunnukset

Pilot-laite	Putkilinjatunnus	Putkiluokka		Putken materiaali		Materiaali		Nimellisipaine bar	Nimelliskoko DN mm	Ulkokohkaisija mm	Seinämä- paksuus, mm	Virtaava aine
		Tunnus	Standardi	Nimike	Viitestandardi							
Absorptio- desorptio (101)	10-101-VKI-15-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs		16	15	21,30	2,00	VKI
	10-101-MEA-15-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs		16	15	21,30	2,00	MEA
	10-101-MEA-25-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs		16	25	33,70	2,00	MEA
	10-101-MEA-32-E5L4A	5L4A	SFS 5820	*	**	Pehmittämätön polyvinyylikloridi (PVC-U)		5	32	32,00	7,00	MEA
	10-101-VKI-22-E10L4A	10L4A	SFS 5408	*	**	Polyvinyylikloridi ja polyesteri (ToppClear™)		10	22****	22,00	6,00	VKI
	10-101-VKI-32-E10L3A	10L3A	***	*	**	Polypropeeni (PP)		10	32****	32,00	1,80	VKI
	10-101-MEA-16-E16L7A	16L7A	***	*	**	Polytetrafluoreteeni (PTFE) "teflon"		16	16****	16,00	Ei saatavissa	MEA
	10-101-VKI-16-E16L7A	16L7A	***	*	**	Polytetrafluoreteeni (PTFE) "teflon"		16	16****	16,00	Ei saatavissa	VKI
	10-102-VKI-12-E16K4A	16K4A	SFS-EN 1057	*	EN 1057	Kupari ja kupariseos		16	12	12,00	1,00	VKI
	10-103-VKI-12-E16K4A	16K4A	SFS-EN 1057	*	EN 1057	Kupari ja kupariseos		16	12	12,00	1,00	VKI
10-103-VKI-16-E16L7A	16L7A	***	*	**	Polytetrafluoreteeni (PTFE) "teflon"		16	16****	16,00	Ei saatavissa	VKI	
Fluidisaatio (104)	10-104-VKI-12-E16K4A	16K4A	SFS-EN 1057	*	EN 1057	Kupari ja kupariseos		16	12	12,00	1,00	VKI
Uusi vesiprosessi (105)	10-105-VKI-34-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs		16	25	33,70	2,00	VKI

* Nimike vain teräsputkille ** Ei viitestandardia *** Ei standardia **** Nimelliskokona ulkohkaisija

TAULUKKO 2. Prosessilaboratorion putkilinjatunnukset

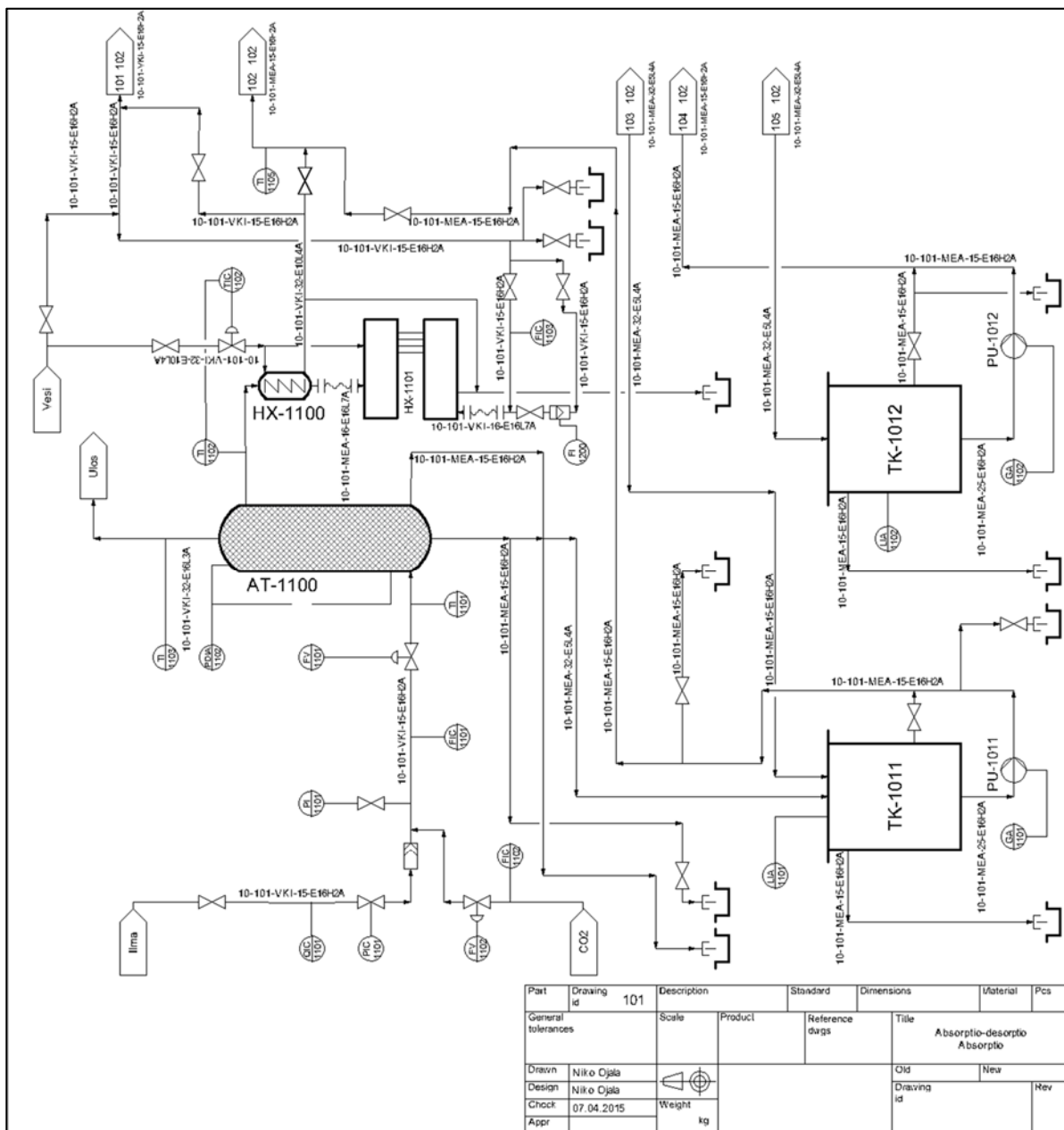
Pilot-laitte	Putkilinjatunnus	Putkituokka		Putken materiaali		Materiaali	Nimellisipaine bar	Nimelliskoko DN mm	Ulkoalkaisija		Seinä- mä- paksuus, mm	Virtaava aine
		Tunnus	Standardi	Nimike	Viitesandardi				mm	mm		
Vanha vesiprosessi (106) Lämmönvaihdin (107)	10-106-VKI-40-E1014A	10L4A	SFS 5820	*	**	Pelmitämaäton polyvinyylikloridi (PVC-U)	10	40	40,00	1,90	VKI	
	10-107-VKI-22-E16K4A	16K4A	SFS-EN 1057	*	EN 1057	Kupari ja kupariseos	16	22	22,00	1,00	VKI	
ChemPlant (108)	10-108-VKI-15-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs	16	15	21,30	2,00	VKI	
	10-108-VKI-20-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs	16	20	26,90	2,00	VKI	
	10-108-VKI-25-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs	16	25	33,70	2,00	VKI	
	10-108-RGV-25-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs	16	25	33,70	2,00	RGV	
	10-108-VKI-32-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs	16	32	42,40	2,00	VKI	
	10-108-VKI-40-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs	16	40	48,30	2,00	VKI	
	10-108-RGV-40-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs	16	40	48,30	2,00	RGV	
	10-108-VKI-50-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4404	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs	16	50	60,30	1,60	VKI	
	10-108-VKI-200-E16H2A	E16H2A	PSK 4240	1,4432	EN 10217-7	Austeniiittinen ruostumaton CrNiMo-teräs	16	200	219,10	2,00	VKI	
	10-108-VKI-22-E1014A	10L4A	SFS 5408	*	**	Polyvinyylikloridi ja polyesteri (ToppClear™)	10	22	22,00	6,00	VKI	

* Nimike vain teräsputkille

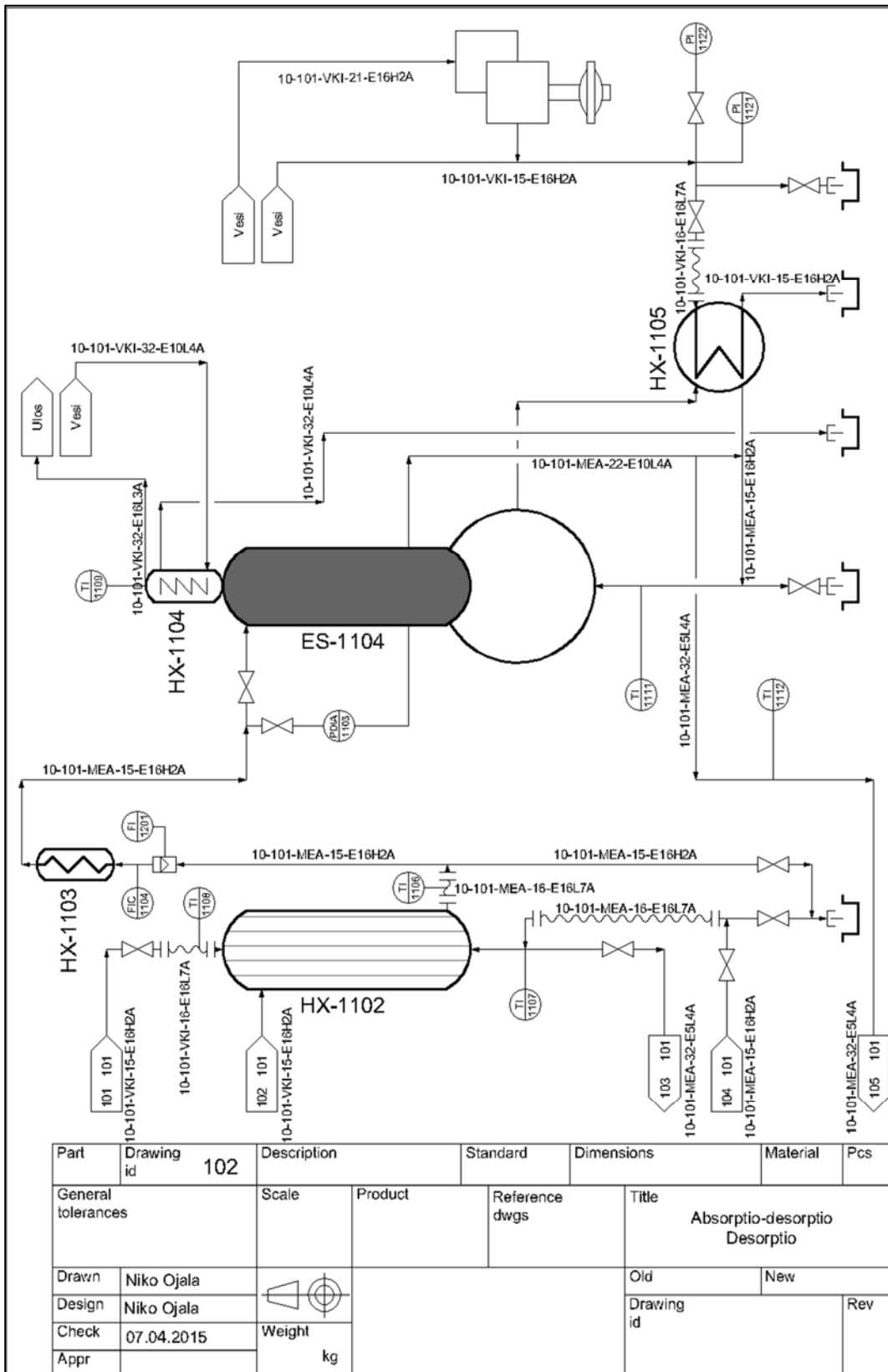
** Ei viitesandardia

*** Ei standardia

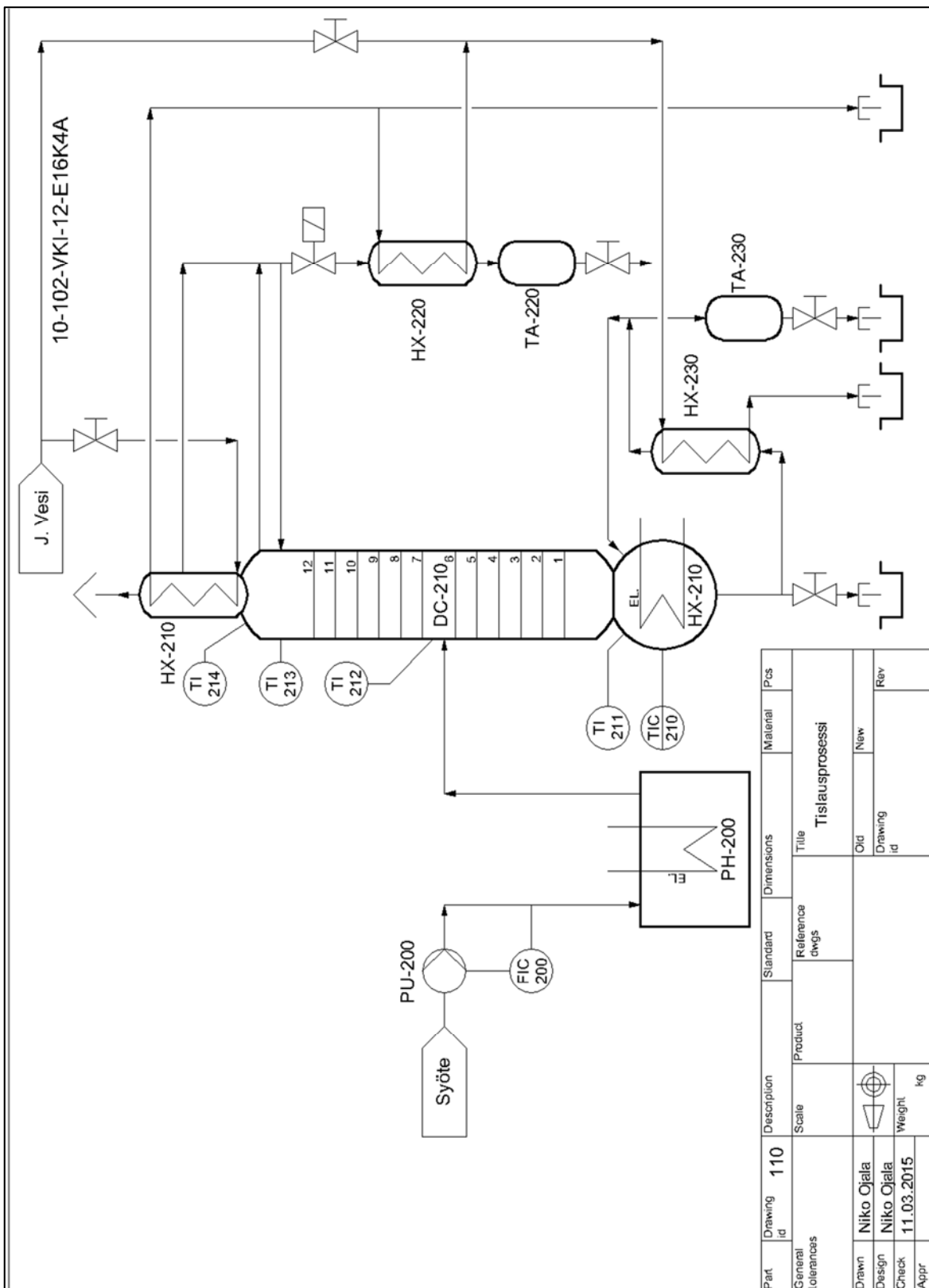
**** Nimelliskokona ulkoalkaisija



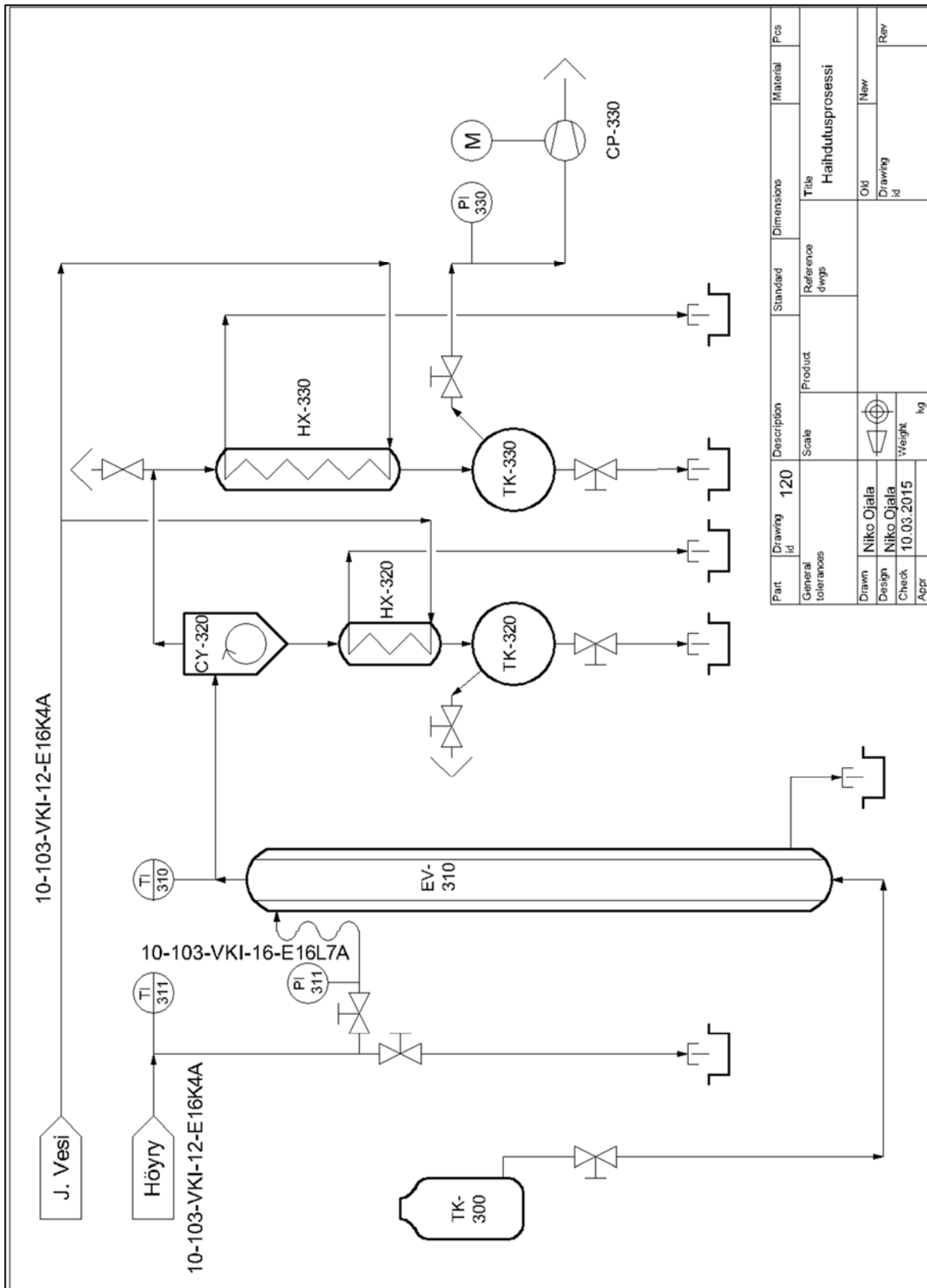
KUVIO 1. Absorptio-desorptio, absorptio-osa



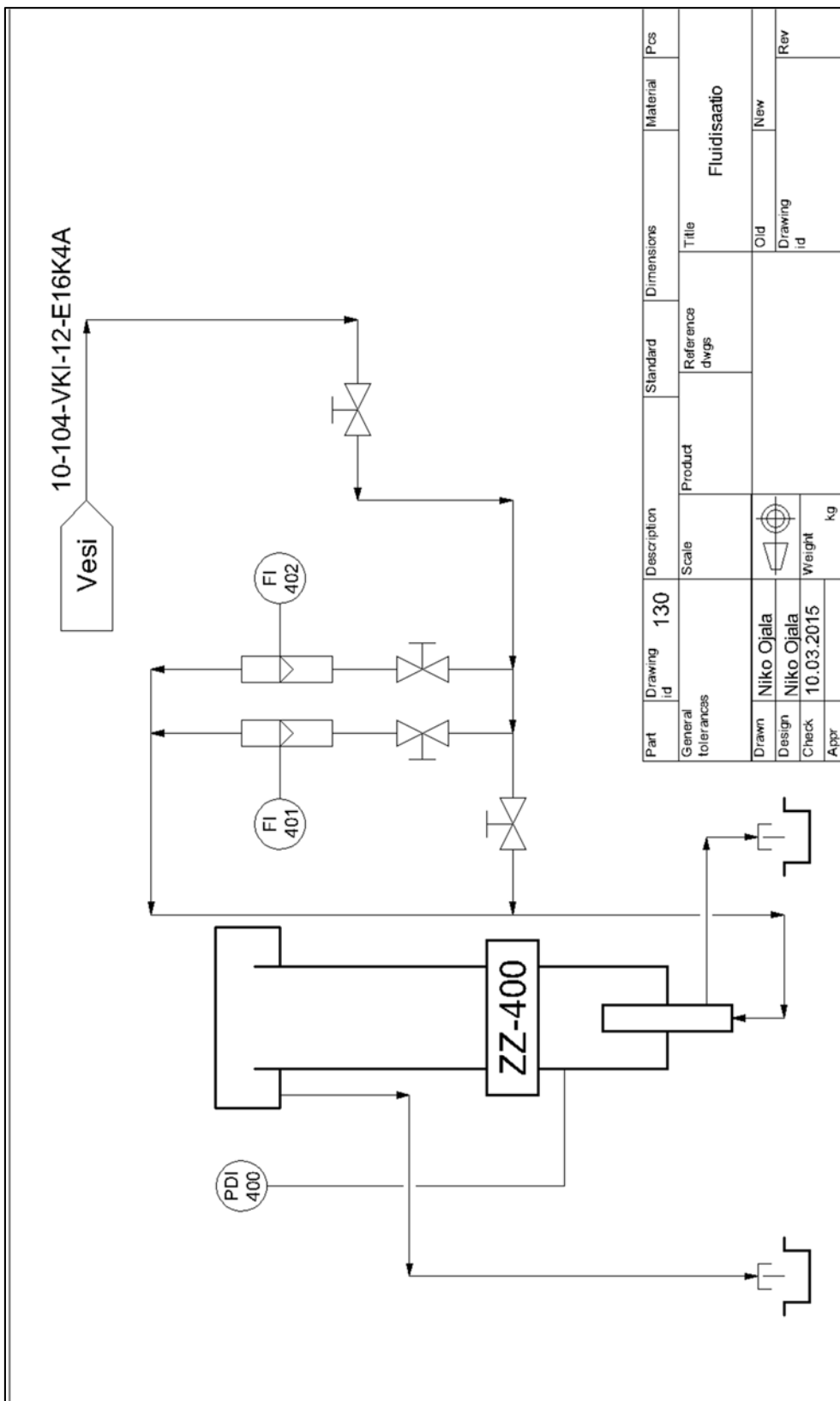
KUVIO 2. Absorptio-desorptio, desorptio-osa



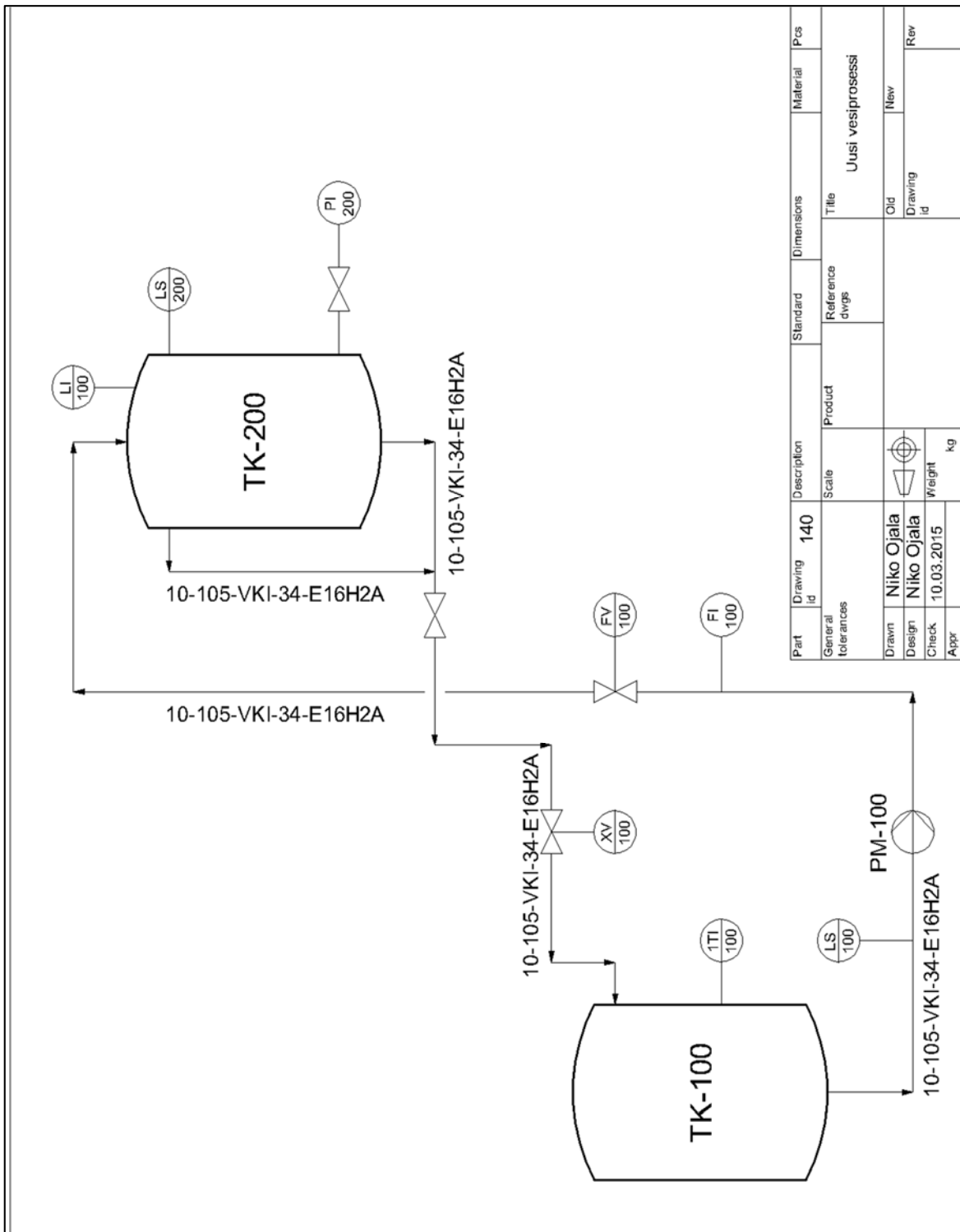
KUVIO 3. Tislausprosessi



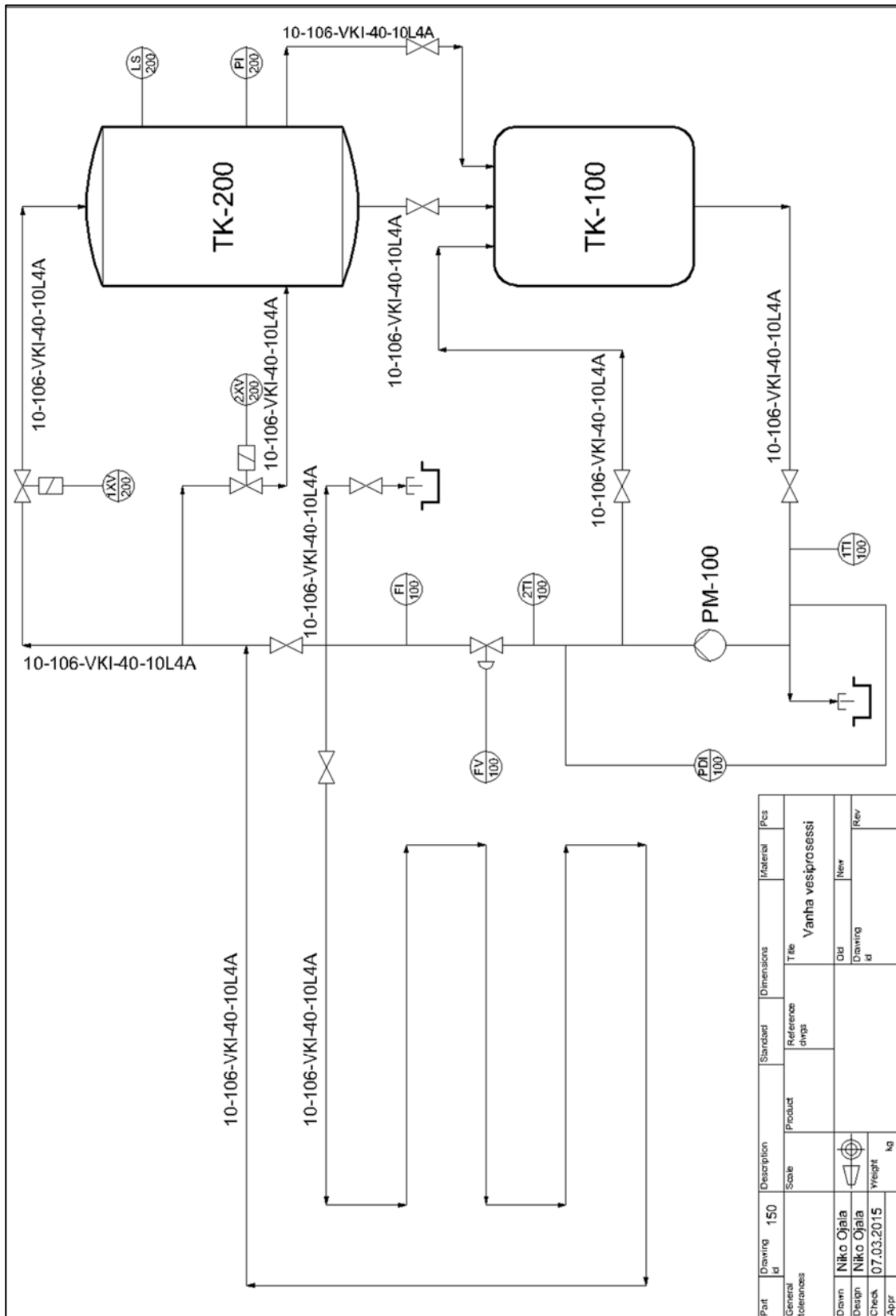
KUVIO 4. Haihdutusprosessi



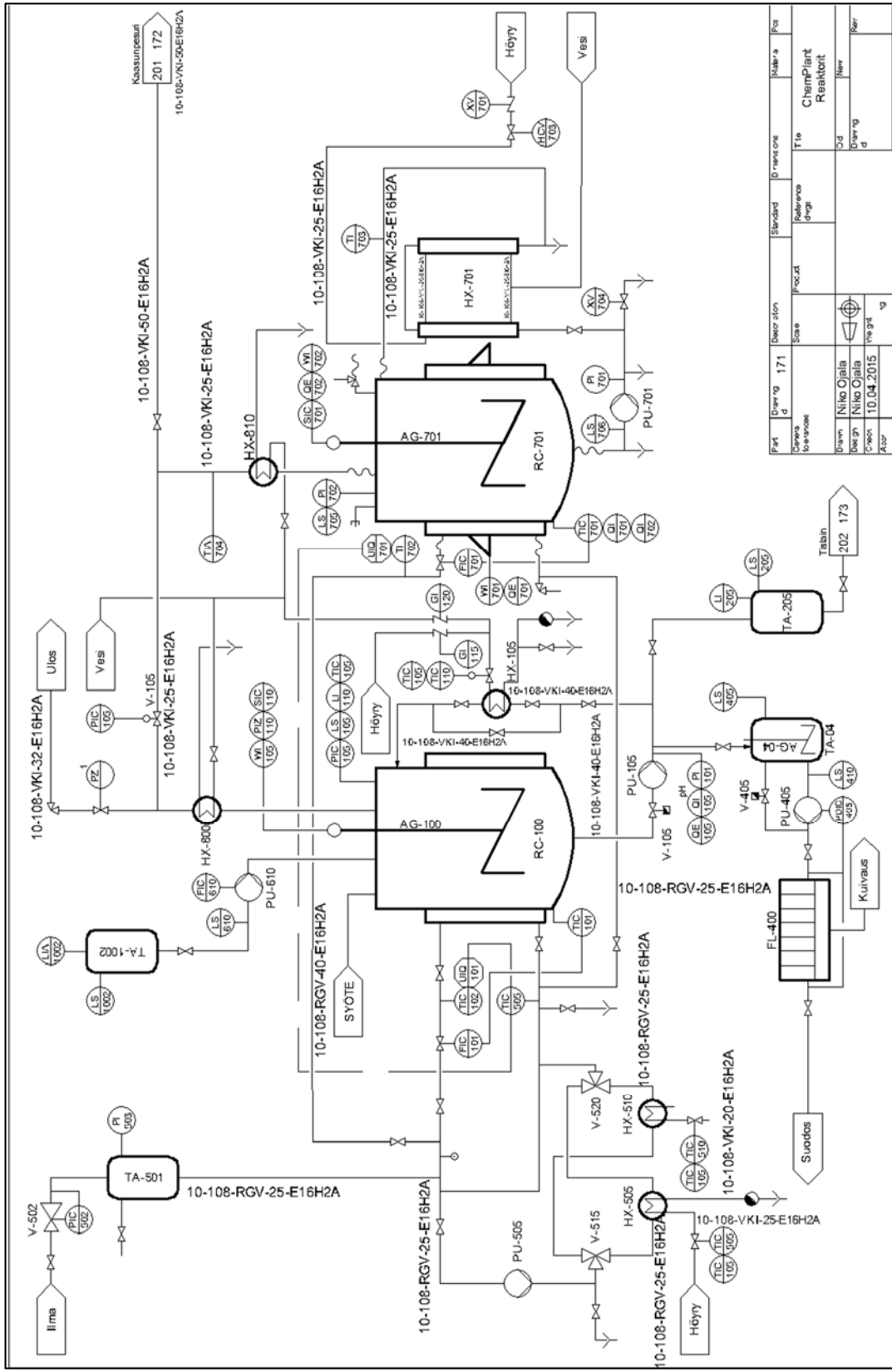
KUVIO 5. Fluidisaatioprosessi



KUVIO 6. Uusi vesiprosessi

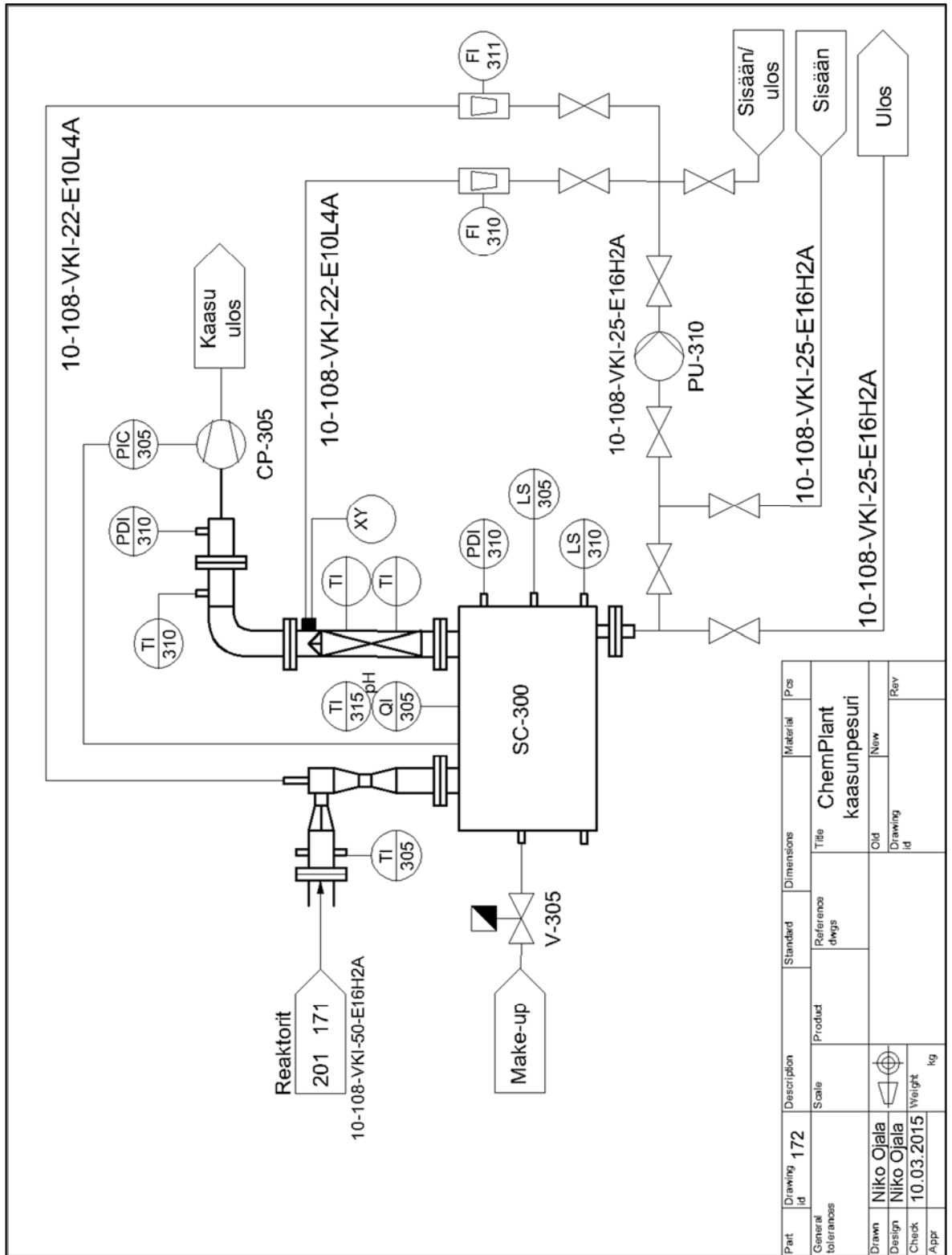


KUVIO 7. Vanha vesiprosessi

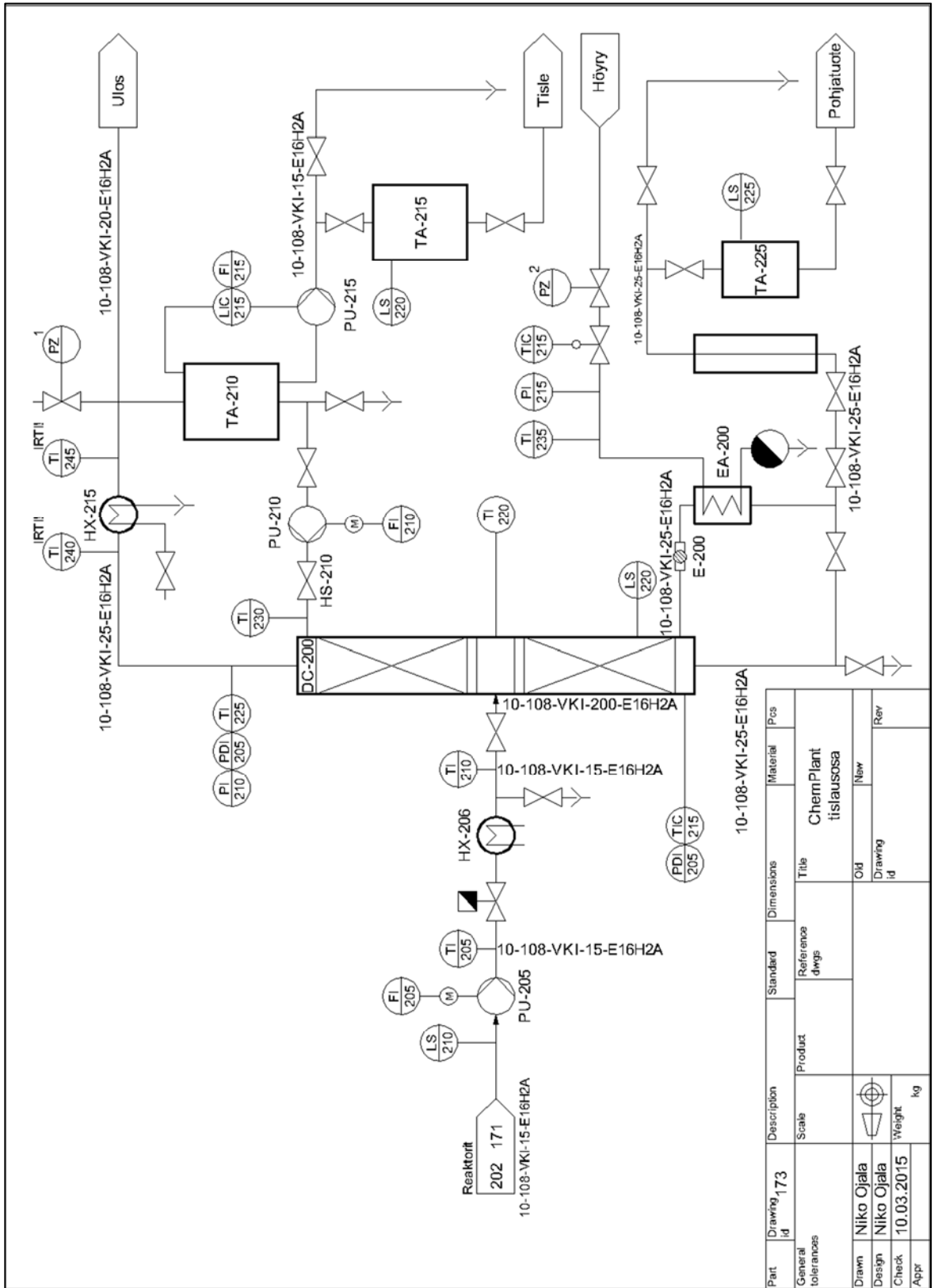


Part	Design id	Scale	Description	Standard	Dimensions	Material	For
Scale	171						
Scale	171						
Design	Niko Ojala						
Design	Niko Ojala						
Drawn	Niko Ojala						
Created	10.04.2015						
Author							

KUVIO 9. ChemPlant reaktorit



KUVIO 10. ChemPlant kaasunpesuri



KUVIO 11. ChemPlant tislain