



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JARIMATIAS JUHALA

Vertex G4-Plant perehdytysympäristö

Putkistosuunnittelun perehdytykseen

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Juhala, Jarimatas: Vertex G4-Plant perehdytysympäristö
Opinnäytetyö, AMK
Konetekniikka
Helmikuu, 2024
Sivumäärä: 22

Opinnäytetyössä käsitellään Sweco Finland-yritykselle suunniteltua putkisto-suunnittelun perehdytysprojektia, joka toteutettiin Vertex G4-Plant-ohjelmistolla. Projektissa luotiin tehdasympäristö, johon sijoitettiin säiliöitä, pumppuja ja putkilinjoja, mukaan lukien kannakkeet.

Teoria osassa käydään läpi eri standardeja, joita on olemassa sekä putkisto-suunnitteluun liittyvät standardit hieman tarkemmin: SFS ja PSK. Näiden lisäksi työssä käydään läpi putkistosuunnittelun perusasioita menemättä liian syvälle aiheeseen. Näitä aiheita oli lähtötiedot kuten PI-kaavio ja layout-piirustukset, tukirakenteet, putkiston reititys ja sen kannakointi.

Perehdytysympäristön luonnissa tehtiin PI-kaavio, rakennuksen malli ja säiliöt ja pumput, jotka sijoitettiin rakennuksen malliin. Tämän jälkeen luotiin putkisto rakennukseen säiliöiden ja laitteiden välille. Putket kannakoitiin lopuksi.

Avainsanat: putkisto, suunnittelu, standardit, 3D-mallinnus, Vertex G4Plant, PI-kaavio

Abstract

Juhala, Jarimatias: Orientation environment for Vertex G4-Plant
Bachelor's thesis
Degree program in Mechanical Engineering
February 2024
Number of pages: 22

The thesis discusses a training project for pipeline design conducted for Sweco Finland using the Vertex G4-Plant software. The project involved creating a factory environment with tanks, pumps, and pipelines, including supports.

The theoretical part covers various standards, with a closer look at standards related to pipeline design: SFS and PSK. In addition, the thesis covers the basics of pipeline design without delving too deeply into the subject. These topics include initial data such as PI diagrams, layout drawings, support structures, pipeline routing, and support.

In the creation of the training environment, a PI diagram was made, along with a model of the building, tanks, and pumps, which were placed within the building model. Subsequently, pipelines were created within the building to connect the tanks and equipment, and finally, the pipes were supported.

Keywords: Piping design, standards, 3D-modelling, Vertex G4Plant, PI-diagram

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Standardit	6
1.1.1 Mikä on standardi?	6
1.1.2 SFS.....	7
1.1.3 PSK	7
1.2 Ohjelmisto	8
2 PUTKISTOSUUNNITTELU	10
2.1 Lähtötiedot.....	11
2.1.1 PI-kaavio.....	11
2.1.2 Layout-piirustukset.....	12
2.1.3 Tukirakenteet	12
2.2 Putkiston reititys	13
2.3 Putkiston kannakointi.....	13
3 PEREHDYTYSYMPÄRISTÖN LUONTI	15
3.1 Rakennus	15
3.2 Säiliöt.....	15
3.3 Putkilinjat ja niiden kannakointi.....	17
3.4 Perehdytysympäristön kokoonpano	19
3.5 PI-kaavion teko.....	19
4 YHTEENVETO.....	21
LÄHTEET	22

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

PSK – Teollisuuden ja niiden suunnittelun standardisointiyhdistys

SFS – Suomalainen standardisoinnin keskusjärjestö

Vertex G4Plant – Vertex Systemsin luoma suunnitteluohjelmisto laitossuunnitteluun

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi Sweco Finland-yritykselle toteutettu putkistosuunnittelun perehdytysprojekti. Projekti luotiin putkistosuunnittelun perehdytystä varten Vertex G4-Plant ohjelmistolla. Vertex ohjelmiston ohella käytettiin myös Vertex Flow- tuotetiedonhallintajärjestelmää. Projektissa luotiin tehdasympäristö, johon sijoitettiin eri kokoisia säiliöitä, pumppuja ja putkilinjoja. Putkilinjoille tehtiin myös kannakkeet.

Työn tarkoituksena on käydä läpi putkisuunnittelun perusasioita menemättä liian syvälle aiheeseen.

1.1 Standardit

1.1.1 Mikä on standardi?

Standardit ovat julkaisuja, joihin on kirjattu yhteisesti sovittuja vaatimuksia, suosituksia tai vaikkapa ominaisuuksia tuotteille ja niiden valmistukselle tai testaukselle sekä järjestelmille tai palveluille.

Standardeja on monelta eri standardisointi organisaatiolta. PSK ja SFS ovat suomalaisia standardisointi järjestöjä, kun taas ISO eli International Organization for Standardization on, kuten nimessä jo sanotaan kansainvälinen standardisointiorganisaatio.

ISO (Kansainvälinen standardointiorganisaatio): ISO on maailmanlaajuinen standardisointiorganisaatio, joka kehittää ja julkaisee standardeja eri toimialoille. ISO:lla on jäseniä yli sadasta maasta.

IEC (Kansainvälinen sähkötekniikan komissio): IEC kehittää standardeja sähkötekniikan ja elektroniikan aloilla. Se työskentelee yhteistyössä ISO:n kanssa useilla teknisillä aloilla.

ASTM International (Amerikan standardointiliitto): ASTM kehittää ja julkaisee teknisiä standardeja useilla eri aloilla, mukaan lukien materiaalit, testausmenetelmät ja tuotetiedot.

CEN (Euroopan standardointikeskus): CEN kehittää standardeja Euroopan unionin jäsenmaille. Se keskittyy useisiin eri aloihin, kuten rakentaminen, terveys, ympäristö ja kuluttajatuotteet.

ANSI (Amerikan kansallinen standardointi-instituutti): ANSI koordinoi Yhdysvalloissa standardointitoimintaa ja edistää yhdensuuntaisia standardeja eri aloilla.

ITU (Kansainvälinen teleliitto): ITU kehittää standardeja viestintä- ja tietoliikennealalla. Se on erityisen keskittynyt telekommunikaation standardeihin.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers): IEEE on ammattijärjestö, joka kehittää standardeja sähkötekniikan ja tietotekniikan aloilla.

DIN (Saksan standardointi): DIN kehittää standardeja Saksassa ja on tunnettu erityisesti teollisuuden standardeista.

1.1.2 SFS

SFS on Suomen standardisoinnin keskusjärjestö. SFS-standardeilla on keskeinen rooli Suomen teknisen infrastruktuurin kehittämisessä, ja ne toimivat perustana tuotteiden laadulle ja turvallisuudelle. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n ansiosta standardointiprosessi on avoin ja osallistava, mahdollistaen eri sidosryhmien osallistumisen. Näitä standardeja sovelletaan monilla eri aloilla, kuten teollisuudessa, terveydenhuollossa ja rakentamisessa, ja ne tarjoavat yhteiset viitepisteet varmistaakseen tuotteiden ja palveluiden korkean laadun ja yhteensopivuuden. (sfs.fi)

1.1.3 PSK

PSK-standardit ovat teollisuuteen ja niiden suunnitteluun, kuten laitos- ja putkistosuunnitteluun liittyviä standardeja. Nämä standardit pohjautuvat SFS-standardeihin.

PSK:n omilta sivuilta löytyy standardiosiosta haku joko hakusanalla tai vaihtoehtoisesti voi hakea standardin siihen liittyvän ryhmän mukaan. (www.psk.fi)

Ryhmähakemisto

Ryhmä 02	Venttiilit	Ryhmä 58	Tehdassuunnittelupiirustuksien laadinta ja sisältö
Ryhmä 09	Lyhenteet ja merkinnät	Ryhmä 59	Tiedonsiirto ja -hallinta
Ryhmä 10	Tiivistäminen	Ryhmä 61	Kone- ja laitehankinnat. Tekniset erittelyt
Ryhmä 18	Jakokeskukset	Ryhmä 62	Kunnossapidon käsitteet ja laitoksen kuntokartoitus
Ryhmä 20	Sähkötilat ja kaapelointi	Ryhmä 63	Muovituotteiden hankinta, käsittely ja kunnonvalvonta
Ryhmä 24	Putkiston suunnitteluohjeet ja hankinta	Ryhmä 65	Teollisuuden varastot ja varastotavaroiden ryhmittys- ja nimitysohjeet
Ryhmä 26	Sopimukset ja hankintaan liittyvät asiakirjat	Ryhmä 67	Teollisuushydrauliijärjestelmän suunnittelu ja hankinta
Ryhmä 27	Pintakäsittely	Ryhmä 68	Teollisuuden riskienhallinta
Ryhmä 29	Asennusvalvonta ja vastaanottotarkastukset	Ryhmä 71	Tehdasherarkia ja osastojen nimeäminen
Ryhmä 30	Laitteperustukset ja kiintopisteet	Ryhmä 73	Putkiston kannakointi
Ryhmä 31	Paineettomat säiliöt	Ryhmä 75	Tunnusluvut
Ryhmä 32	Palveluputkistot	Ryhmä 76	Maahan asennettavat johdot
Ryhmä 34	Mittaustekniikka	Ryhmä 77	Kunnonvalvonnan sähköiset menetelmät
Ryhmä 35	Läpiviennit	Ryhmä 78	Prosessiyhteet ja liittimet
Ryhmä 36	Prosessikaaviot ja merkinnät	Ryhmä 81	Saattolämmitys
Ryhmä 37	Teollisuuden putki- ja säiliöeristykset	Ryhmä 82	Ultrakorkeat paineet
Ryhmä 41	Melun hallinta teollisuuden laitehankinnoissa	Ryhmä 83	Akselin linjaus
Ryhmä 42	Putkiluokat	Ryhmä 84	Palautteen anto teollisuudessa
Ryhmä 46	Automaatiojärjestelmien hankinta	Ryhmä 85	Voimalaitoksen vesikemia
Ryhmä 47	Kulkutiet ja työskentelytasot	Ryhmä 88	Aikataulut
Ryhmä 49	Paineilaitte- ja kemikaaliturvallisuuslain alaiset putkistot ja säiliöt	Ryhmä 91	Käyttövarmuuden hallinta
Ryhmä 52	Instrumentiasennusten tyyppipiirustukset ja hankintarajat	Ryhmä 92	Tehdastarkastukset
Ryhmä 55	Voitelu		
Ryhmä 56	Lattiakanaalit		
Ryhmä 57	Kunnonvalvonnan värahtelymittaus		

Kumotut standardit

Mikäli et löydä hakemaasi standardia, ota yhteys PSK:n toimistoon.

Kuva 1 PSK-standardin ryhmähakemisto

Yleisimmät suunnittelijan käyttämät standardit putkistosuunnittelussa ovat:

- Ryhmä 09, Lyhenteet ja merkinnät
- Ryhmä 35, Läpiviennit
- Ryhmä 42, Putkiluokat
- Ryhmä 73, Putkiston kannakointi

1.2 Ohjelmisto

Ohjelmistona työssä käytettiin Vertex G4-Plant ohjelmistoa. Vertex Systems on suomalainen ohjelmistokehittäjä ja heidän tuotteillaan on monia isompia yrityksiä käyttäjinä. Vertex'in ohjelmistoista löytyy eri toimialoille sopiva ohjelmisto. Ohjelmistoja on esimerkiksi mekaniikkasuunnittelun (Vertex G4), rakennussuunnittelun (Vertex BD), laitos- ja prosessisuunnittelun (Vertex G4Plant ja PI) toimialoille. (vertex.fi)

Vertex'in sisältöihin kuuluu myös Vertex Flow, joka on tuotetietojen hallinta ohjelmisto. Vertex Flow:lla pystyy näkemään kaikki projektin osat, kokoonpanot ja piirustukset. Samalla Flow:n sisällä näkee, kuka on luonut minkäkin tiedoston ja mitkä tiedostoista on auki ja kenellä. Flow:n sisälle tallennettuja tiedostoja ei pysty avaamaan muokattavaksi samanaikaisesti useampi henkilö,

vaan vain yksi henkilö pystyy muokkaamaan kyseistä tiedostoa. Tiedostoja pystyy avaamaan katseltavaksi, vaikka se olisi jonkun muun muokattavana.
(vertex.fi/flow)

2 PUTKISTOSUUNNITTELU

Putkistosuunnittelu aloitetaan yleisesti käymällä läpi lähtötietoja asiakkaan kanssa ja keskustelemalla putkistojen tarpeesta. Tässä vaiheessa tehdasympäristö tai muu vastaava rakennus, johon putkisto suunnitellaan, on suunniteltu ja mahdollisesti mallinnettu jo melkein valmiiksi.

Rakennuksen suunnittelun ja aloituspalaverin jälkeen aloitetaan PI-kaavion suunnittelu. PI-kaaviota muokataan sitä mukaa, kun asiakas päättää mitä linjaa pitää saada laitteiden ja säiliöiden väliin. Kun PI-kaavio on saatu alustavasti valmiiksi, aloitetaan mallintamaan putkistoa annettuun ympäristöön.

Yleisesti asiakkaalla on jo malli rakennuksesta tai rakennuksista joihin putket sijoitetaan. Tällainen malli on joko jo valmiista rakennuksesta, johon tehdään putkiston muutoksia tai ihan uuden rakennuksen malli, josta on aloitettu rakentaminen työmaalla. Rakennuksen suunnittelun tekee rakennesuunnittelu puolen suunnittelijat, jotka ovat aloittaneet asiakkaalle työn suunnittelun jo ennen kuin putkistosuunnittelua aloitetaan.

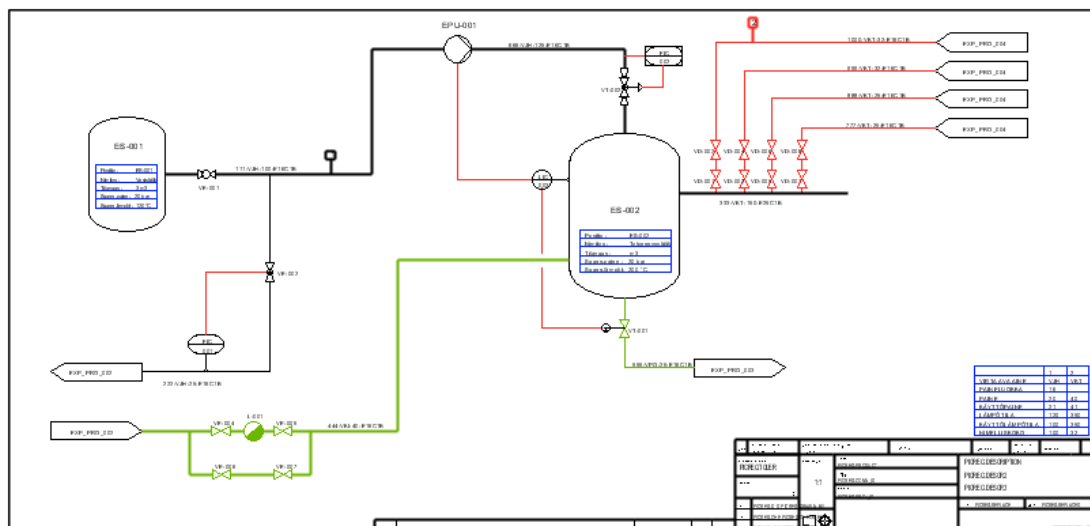
Rakennuksen mallin ja PI-kaavion saatuaan, putkistosuunnittelija aloittaa säiliöiden ja pumpppujen paikoittamisella haluttuihin kohtiin mallissa. Säiliöt, pumput ja muut isommat laitteet paikoitetaan yleensä yhteistoimin asiakkaan kanssa, jotta ne ovat varmasti oikeissa paikoissa. Kun säiliöt, pumput ja muut isommat laitteet on paikoitettu, aloitetaan putkiston suunnittelu niiden väleille. Putkisto suunnitellaan niin, että se on toimiva ja mahdollisimman kustannustehokas. Sitä suunniteltaessa on huomioitava putkien reitit ja putkiin kiinnitettävät laitteet, kuten mittarit. Kaikilla laitteilla on omat vaatimukset kuinka pitkä matka pitää ennen laitetta ja sen jälkeen olla suoraa putkea ennen seuraavaa mutkaa tai yhdettä. Putkiston vedon jälkeen aloitetaan suunnitella siihen kuluvia kannakkeita. Kannakkeet pistetään sopivin välein ja jos putkessa on paljon venttiileitä tai instrumentteja, voidaan kannakkeiden väliä pienentää. Kannakkeita voidaan laittaa useammin myös, jos esimerkiksi pumppu tärisee paljon.

2.1 Lähtötiedot

2.1.1 PI-kaavio

PI-kaavio on prosessilaitteistojen toiminnan kuvaamiseen käytettävä piirustus-tyyppi. Sillä tarkoitetaan putkisto- ja instrumentointikaaviota ja siitä ilmenee laitteistojen toiminnallinen kokonaiskuva.

Kaaviossa esitetään kaikkien putkien ja muiden kuljetusteiden liittynät toisiinsa ja omiin eri kohteisiinsa (laitteisiinsa). Kaikilla putkilla ja laitteilla on omat tunnuksensa, joiden avulla ne pystytään erottamaan toisistaan helposti ja näin myös estetään linjojen sekoittuminen toisiinsa.



2.1.2 Layout-piirustukset

Layout- eli sijoituspiirustuksia on yleisesti tehdas- ja laitossuunnittelussa kahta eri tyyppiä: Tehdassijoituspiirustus ja laitesijoituspiirustus.

”Tehdassijoituspiirustus on piirustus, jossa esitetään tehdasalueen prosessiyksiköt aputoimintoihin ja liittymätietoinen” (PSK 5805, 2002, s.1).

”Laitesijoituspiirustus on mitoitettu sijoituspiirustus, jossa esitetään rakenteet ja laitteet sekä asennuksessa, käytössä ja kunnossapidossa tarvittavien tilojen sijainnit ja koot” (PSK 5806, 2002, s. 1).

PSK-standardeista löytyy molemmille ohjeistus. PSK 5805 kertoo tehdassijoituspiirustuksista ja PSK 5806 kertoo laitesijoituspiirustuksista. Standardeista löytyy ohjeet piirtämisestä varten ja tiedot asioista mitä piirustuksissa kuuluu esittää.

Layout-piirustuksissa asioita ovat:

- Ilmansuunnat kuten kartta- ja tehdaspohjoinen
- Alueen rajat kuten aidat
- Eri rakenteet kuten päämuuntaja, rakennukset ja savupiiput
- Kuljetusyhteydet kuten kanavat, kuljettimet ja putki-, kaapeli-, ja kulkusillat
- Liittynät kuten tietoliikenne, energia, jätteet
- Maanpintatiedot kuten istutukset ja pengerrykset
- Muut alueet kuten jätealueet, varasto- ja säiliöalueet ja pysäköintialueet

PSK5821 sisältää ohjeita, miten layout-piirustuksia tehdään eri CAD ohjelmitoilla. [PSK 5805, 2002, s.5; PSK 5806, 2002, s.7]

2.1.3 Tukirakenteet

Putkilinjojen suunnittelussa tarvitsee kiinnittää huomiota erilaisiin tukirakenteisiin, joita tehtaassa on. Tukirakenteita tarvitaan putkilinjojen kannakkeiden asentamiseen järkevästi. Tukirakenteiksi lasketaan esimerkiksi hallin teräspalkit, joiden avulla myös rakennus itsessään pysyy pystyssä.

2.2 Putkiston reititys

Putkiston reitityksestä löytyy listaus asioista, joita pitää ottaa huomioon putkiston reititystä suunniteltaessa, PSK 2402 standardista kohdasta 9.1 Putkiston reititys. ”Putkiston reitityksessä haetaan toimiva ja kustannustehokas reitti prosessilaitteiden välille” (PSK 2402, 2021, s. 13).

Putkiston reititys aloitetaan suunnittelemalla päälinjat, johon kaikki muut linjat liittyvät. Reititystä tehdessä pitää ottaa huomioon putkien ja kannakkeiden vaatimat tilat. Esimerkiksi, jos putkilinjaan pitää lisätä päälle eristykset vie putkilinja silloin enemmän tilaa kuin eristämätön linja. (PSK 2410, 2021, s. 13)

Reitityksessä pitää ottaa huomioon monta asiaa putkiston vaatiman tilan lisäksi. Näitä asioita ovat esimerkiksi:

- Ajo-, huolto-, kulku- ja hätäpoistumisteiden vaatimat tilavaraukset
- Huollon ja käytön vaatimat tilavaraukset
- Putkistovarusteiden, venttiilien ja mittareiden sijoitus virtaavan aineen ja laitevalmistajan mukaan
- Putkiston asennettavuus ja huollettavuus
- Tulevaisuuden tilavaraukset

Nämä asiat ovat tärkeitä huomioida suunnitellessa putkistoa. (PSK 2402, 2021, s22)

2.3 Putkiston kannakointi

PSK-standardeista löytyy ohjeet kannakointiin standardi ryhmästä 73. Standardit PSK 7301–7306 ovat yleisiä standardeja, joita käytetään, kun suunnitellaan putkilinjan kannakointia. Näiden jälkeen tulevat saman ryhmän standardit, jotka käyvät läpi erilaisia kannakkeita ja niiden ominaisuuksia.

Putkiston suunnittelussa on otettava huomioon putkien kannakointi. Kannakoinnilla ensisijainen tarkoitus on tukea putkistot omaa ja niiden sisällön painoa sekä muita pysyviä kuormituksia vastaan. Toisena tehtävänä kannakoinnilla on ohjata ja estää lämpöliikkeitä, jotta putkistoon tai sen osiin ja liittyviin laitteisiin ei kohdistuisi liian suuria rasituksia, joita lämpölaajeneminen aiheuttaa. Kannakoinnilla on myös tarkoitus varmistaa putkiston turvallinen käyttö ja

kunnossapito prosessin tarpeet huomioon ottaen. Tällä tarkoitetaan sitä, että kannakkeita joudutaan sijoittamaan paikkoihin, joissa ne saattavat tuntua tarpeettomilta normaali käyttötilanteissa. Kannakkeiden sijoitus raskaan venttiilin molemmin puolin on hyvä esimerkki tällaisesta tilanteesta. (PSK 7302, 2023, s.22)

Putkiston kannakkeille on määritelty suositellut välit, joihin ne voidaan asentaa. Tästä löytyy selkeä lista PSK-standardista 7304, jossa on listattuna putken DN eli nimellishalkaisijan (sisähalkaisijan) mukaan kannakeväli putkessa kulkevan aineen mukaan sekä kaasulle, että nesteelle. Sen lisäksi listassa on eriteltynä, onko tuenta nivel eli vapaa vai jäykkä. Standardista löytyy kaksi eri taulukkoa joista toinen on hiiliteräsputkille ja toinen on ruostumattomille teräsputkille tarkoitettu. (PSK 7304, 2023, s.17)

DN	Ulko­halkaisija ja seinämänpaksuus Outer diameter and wall thickness	Kaasu / Gas		Neste / Liquid	
		Tuentatapa / Support type		Tuentatapa / Support type	
		Nivel Free	Jäykkä Rigid	Nivel Free	Jäykkä Rigid
10	17.2 x 1.6	1,4	2,5	1,3	2,3
15	21.3 x 1.6	1,7	2,9	1,5	2,6
20	26.9 x 1.6	2,0	3,4	1,7	3,0
25	33.7 x 1.6	2,3	4,0	2,0	3,4
32	42.4 x 1.6	2,7	4,7	2,3	3,9
40	48.3 x 1.6	3,0	5,1	2,4	4,2
50	60.3 x 1.6	3,5	6,0	2,7	4,7
65	76.1 x 1.6	4,1	7,0	3,0	5,2
80	88.9 x 2	4,5	7,8	3,4	5,9
100	114.3 x 2	5,4	9,3	3,9	6,6
125	139.7 x 2	6,2	10,6	4,2	7,0
150	168.3 x 2	7,0	12,1	4,6	7,2
200	219.1 x 2	8,4	14,4	5,0	7,4
250	273 x 2	9,8	16,7	5,6	7,6
300	323.9 x 2.6	10,9	18,7	6,4	8,6
350	355.6 x 2.6	11,6	20,0	6,7	8,7
400	406.4 x 3.2	12,7	21,4	7,5	9,6
450	457 x 3.2	13,8	22,7	7,8	9,7
500	508 x 4	14,8	23,9	8,7	10,7
600	610 x 5	16,7	26,2	9,7	11,9
700	711 x 5	18,5	28,3	9,9	12,1
800	813 x 6.3	20,2	30,3	11,0	13,5
900	914 x 8	21,9	32,1	12,3	15,0
1000	1016 x 8	23,5	33,8	12,4	15,2
1200	1220 x 10	26,5	37,1	13,8	16,9

Kuva 3 Eristämättömien ruostumattomien teräsputkien kannakevälit. Kannakevälit on annettu metreinä.

3 PEREHDYTYSYMPÄRISTÖN LUONTI

Ympäristö mallinnettiin kokonaisuudessaan Vertex G4Plant ohjelmalla. Malliin luotiin rakennus tukipylväillä ja pohjalaatalla. Rakennuksen sisälle luotiin säiliöitä, joiden välille tuli putkilinjat. Loppusijoitussäiliöstä reititettiin vielä yksi putkilinja, joka kuvaa aineen jakelulinjaa.

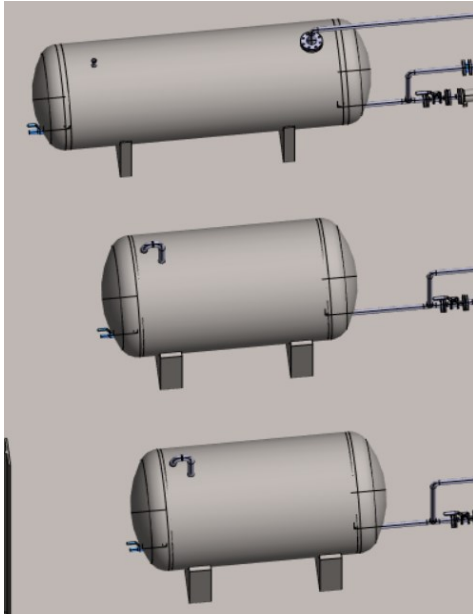
Työ aloitettiin tekemällä 3D-malli rakennuksesta ja säiliöistä. Tämän jälkeen piirrettiin alustava PI-kaavio käsin paperille. PI-kaavion avulla tehtiin malliin putkilinjat, jonka jälkeen PI-kaavio tehtiin lopulliseksi.

3.1 Rakennus

Rakennuksesta tehtiin 3D-malli, johon luotiin lattialaatta ja seinäpalkkeja I-palkeista. Rakennukseen oli tarkoitus tehdä kaksi eri huonetta, joissa on laitteita ja putkistoa. Rakennuksen lattialaataksi tehtiin 300 mm paksuinen laatta. Seiniä ei rakennukseen varsinaisesti tehty mutta hallin seinä palkit luotiin teräs I-palkeista. Rakennuksen suunnitteluun ei tässä työssä perehdytä tämän perusteellisemmin, koska sen suunnittelu ei varsinaisesti kuulu työn käyttötarkoitukseen tai putkistosuunnittelijan työnkuvaan.

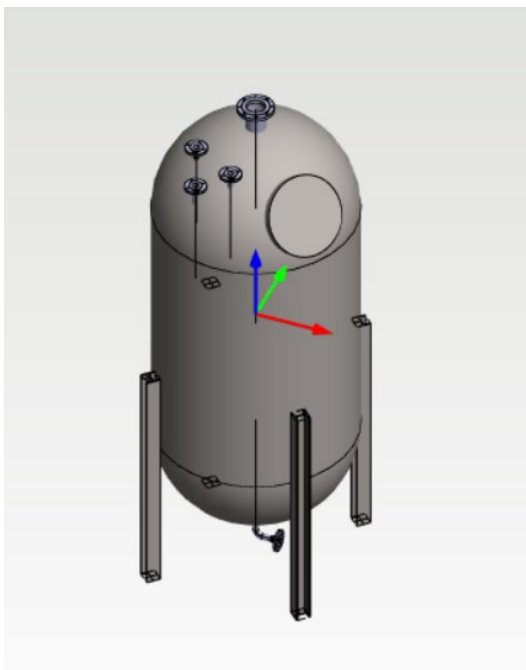
3.2 Säiliöt

Säiliöitä työhön luotiin viisi erilaista. Säiliöt mallinnettiin Vertexissä käyttäen sylinteriä ja ohjelmistosta löytyviä valmiita säiliön päätyjä. Säiliöiden mallinnukseen käytettiin mallina säiliöitä myyvän kaupan nettisivuilta löytyviä sopivan kokoisia säiliöitä. Kolme säiliötä on sekoitettavien aineiden varastointia varten. Kaksi näistä säiliöstä on 1500 litraa tilavuudeltaan ja yksi on 2000 litraa. Säiliöissä on ulostulo, tyhjennys ja hönkäputki sekä isossa säiliössä on paluuyhde.



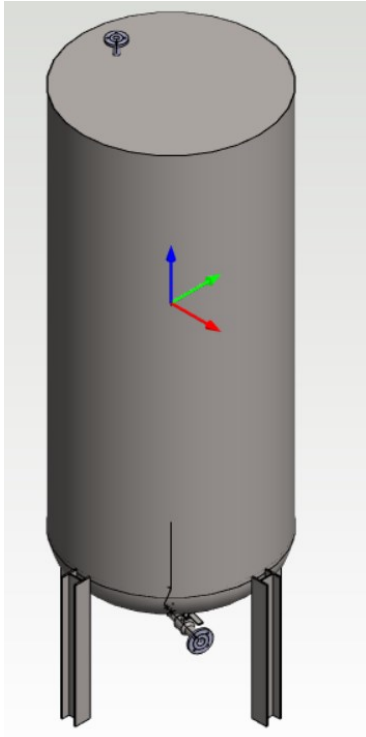
Kuva 4 Kolme sekoitettavien aineiden säiliötä

Näiden jälkeen linjassa tulee säiliö, jossa aineet sekoitetaan toisiinsa. Sekoitussäiliöön tehtiin sisääntulo yhde jokaiselle sekoitettavalle aineelle, ulostulo sekoitetulle aineelle, sekoittajan yhde ja miesluukku, joka on isompi luukku, josta pääsee säiliön sisään tarvittaessa.



Kuva 5 Sekoitus säiliö

Tämän jälkeen tulee vielä yksi säiliö, johon sekoitettu aine varastoidaan ja josta aine siirretään rekkoihin ja asiakkaille. Tähän säiliöön tuli vain tulo- ja lähtöyhde.



Kuva 6 Varasto säiliö, josta aine siirretään asiakkaalle

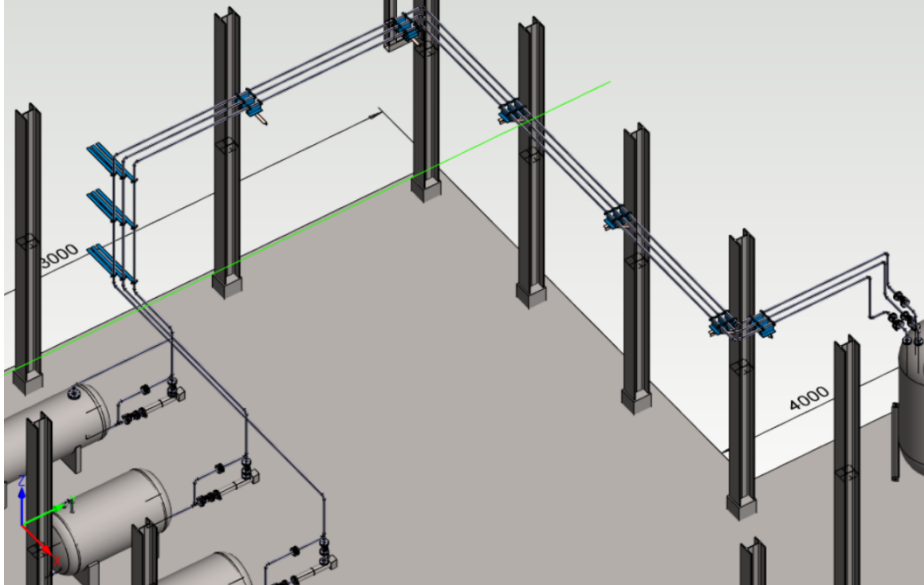
3.3 Putkilinjat ja niiden kannakointi

Ennen putkilinjojen mallinnusta säiliöt paikoitettiin suurin piirteisille paikoilleen ja niiden lähelle laitettiin pumput. Putkilinjat mallinnettiin pääkokoonpanon sisällä ja luotiin sen jälkeen erillisiksi alikokoonpanoiksi niin, että jokainen linja on oma kokoonpanonsa. Kun linjat oli luotu omiksi kokoonpanoiksi, eriteltiin vielä kaikki linjat erillisiksi kokoonpanoiksi riippuen putkessa virtaavasta aineesta. Näin putkilinjat ovat helposti löydettävissä virtaavan aineen mukaan ja sen jälkeen putkilinjan tunnuksen mukaan.

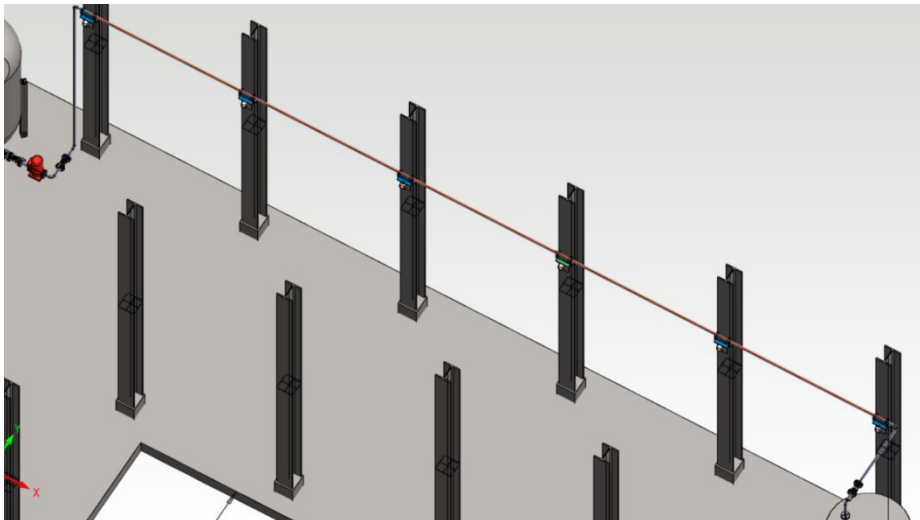
Linjat mallinnettiin menemään seinän viertä pitkin pumpuilta seuraavalle säiliölle. Putket nostettiin myös seinän yläosaan niin, että linjat eivät mene lattiaa pitkin. Linjoihin lisättiin venttiileitä sen jälkeen. Linjoja tuli lopulta kahdeksan kappaletta, kun jokaiselle ruuvipumpulle luotiin ohitus linja, jossa on takaiskuventtiili ja yhdelle säiliölle luotiin palautuslinja malliksi. Linjat nimettiin PSK 3603 mukaan putkilinjatunnuksin.

Kannakeet lisättiin putkille aina noin 2 metrin välein, kuten standardissa on annettu suositeltava kannake väli 40 millimetrin putkelle. Materiaaliksi merkittiin S235JRG2. Kannakkeita tuli sekä primääri, että sekundäärikannakkeita.

Primääri kannakkeita laitettiin työssä kiinto-, liuku- ja tasokannakkeina. Kiintopiste tulee putken keskialueelle ja muut kannakkeet tulevat liukukannakkeina. Liukukannakkeissa tuli työssä joka kolmas kynsiohjauksella ja loput normaaleina liukukannakkeina.



Kuva 7 Putkilinjat alkusäiliöiltä sekoitukseen

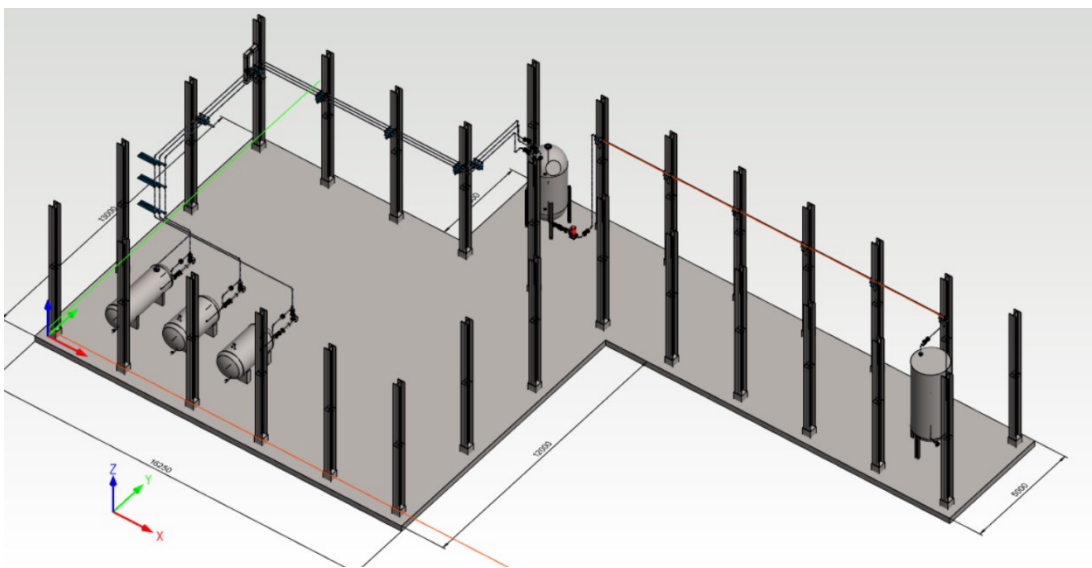


Kuva 8 Putkilinja sekoitus säiliöltä varastointi säiliöön

Putkilinjoille luotiin kannakoinnit rakennuksen palkeista käyttäen primääri ja sekundääri kannakkeita. Kannake välit katsottiin PSK:n standardista oikealle

3.4 Perehdytysympäristön kokoonpano

Pääkokoonpano luotiin erillisenä kokoonpanona. Siihen lisättiin aluksi rakennuksen kokoonpano ja säiliöt. Säiliöt paikoitettiin niille sovittuihin paikkoihin, jonka jälkeen kokoonpanoon lisättiin ja paikoitettiin pumpput jokaiselle säiliölle. Pumppujen jälkeen pääkokoonpanoon luotiin putkilinjat säiliöiden ja pumppujen välille. Putkilinjat mallinnettiin pääkokoonpanossa omiksi kokoonpanoiksi. Putkien mallinnus alikokoonpanossa helpottaa hahmottamaan missä putkilinja menee rakennuksen rakenteisiin, säiliöihin ja pumppuihin nähden.



Kuva 9 Perehdytysympäristö kokonaisuudessaan

3.5 PI-kaavion teko

PI-kaavio tehtiin alustavasti ennen putkilinjojen sijoittamista. Putkilinjat mallinnettiin alustavasti tällä kaaviolla, jonka jälkeen PI-kaavio tehtiin lopulliseksi ja sen avulla mallinnettiin putkilinjat loppuun.

4 YHTEENVETO

Kaikki mallit, jotka työssä luotiin pistettiin Swecon Vertex Flow-järjestelmään, johon työstä on luotu oma projektinsa ja josta osat ja kokoonpanot tulee olemaan helppo löytää. Projektin alta löytyy kaikki pumput, säiliön osat ja kokoonpanot, putkilinjat erillisinä kokoonpanoina ja putkisto kokonaisuudessaan, rakennus osina ja sen kokoonpano sekä pääkokoonpano, jossa on kaikki yhdessä.

Valmiista perehdytysympäristöstä kirjoitettiin ohjeistus uusille käyttäjille ja luotiin muutama harjoitustehtävä auttamaan perehdytystä. Harjoituksia varten mallista voidaan poistaa putkilinjat lukuun ottamatta pumppuja ja säiliöitä. Uusille harjoittelijoille annetaan pelkkä tehdas, jossa on säiliöt ja pumput paikoillaan ja eteen laitetaan PI-kaavio, jonka avulla aletaan luomaan putkilinjoja. Ohje tekstistä ei tässä työssä voida näyttää mitään, koska toimeksiantaja yritys ei antanut siihen lupaa.

LÄHTEET

Olin, F. (2020) *Layout- ja putkistosuunnittelu osana laitossuunnitteluprojektia*.

Parisher, R. A. (2011). *Pipe Drafting and Design*. Elsevier Science & Technology. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/samk/detail.action?docID=858642>

Tiedätkö mikä on standardi? SFS. Noudettu 16. marraskuuta 2023, osoitteesta <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

Prosessi- ja Instrumenttikaavioiden suunnittelu. Noudettu 6. joulukuuta 2023, osoitteesta <https://docs.vertex.fi/plant2023fi/html/g4/pdiagram/pldiagramo-view.html>

PSK 2402. 2021. Teollisuuden putkistot. Putkistosuunnittelun perusteet. 22 s.

PSK 3602. 2008. PI-kaavion tietosisältö. 19 s.

PSK 3603. 2012. PI-kaavion esitystapa ja merkitsemisohje. 19 s.

PSK 4201. 2022. Putkiluokat. Määrittely. 5. painos. 9 s.

PSK 5801. 2003. Putkistopiirustukset. Putkireittipiirustus. 2. painos. 7 s.

PSK 5805. 2002. Tehdassuunnitteluasiakirjat. Tehdassijoituspiirustus. 2. painos. 5 s.

PSK 5806. 2002. Tehdassuunnitteluasiakirjat. Laitesijoituspiirustus. 2. painos. 7 s.

PSK 5821. 1999. Prosessikaavioiden ja sijaintia kuvaavien piirustusten laadinta CAD-järjestelmillä. 3. painos. 25 s.

PSK 7304. 2023. Putkiston kannakointi. Teräsputket. Suositeltavat kannakkevälit. 5. painos. 17 s.

PSK 7306. 2023. Putkiston kannakointi. Ohjaukset ja kiintopisteet. 5. painos. 8 s.

PSK Standardit. 'Yleistä'. Noudettu 24. tammikuuta 2024. <https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>.

Tiensuu, E. (2020). Jännitysanalyysi osana putkistosuunnittelua.

Jäntti, J. (2020). Putkistosuunnittelu.