



Catia V6 User Guide

Roope Saarinen

Opinnäytetyö, AMK
toukokuu 2024
Energia- ja ympäristötekniikka

Saarinen Roope

CATIA V6 User Guide

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2024, 121 sivua

Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Putkistosuunnittelu muodostaa ison osan paperi- ja kartonkikoneen suunnittelun kokonaiskustannuksesta. Koska suunnittelusta halutaan tänä päivänä tehdä tehokkaampaa ja sitä kautta kustannuksia halutaan vähentää, on hyvän perehdytysmateriaalin merkitys suuri. Hyvällä perehdytysmateriaalilla mahdollistetaan tehokas työn oppiminen ja sitä kautta luodaan hyvät edellytykset osaavaan ja tehokkaaseen työntekoon.

Opinnäytetyössä oli tarkoitus luoda perehdytysmateriaali putkistosuunnitteluun. Toimeksiantajana toimi Etteplan Finland Oy. Tähän asti perehdytys oli tehty niin, että kaikki tarvittava tieto oli annettu suullisena eteenpäin vanhemmilta työntekijöiltä uusille. Tämän myötä uusilla työntekijöillä oli aina eri lähtökohdat aloittaa putkistosuunnittelu, riippuen siitä kuka heitä oli perehdyttänyt. Tästä syntyi tarve luoda konkreettinen perehdytysmateriaali ohjelmistoon toimeksiantajan käyttöön.

Tehtävänä oli laatia CATIA V6 -ohjelmiston putkisto-osuudesta ohjekirja, jota voitaisiin käyttää uusien työntekijöiden perehdytyksessä, mutta joka toimii samalla myös kertausmateriaalina kokeneemmille työntekijöille. Ohjeen piti olla englannin kielellä, koska toimeksiantajan emoyhtiöllä on toimistoja useammalla mantereella, joten tarvittaessa ohje voidaan laittaa levitykseen eri maiden toimistoille sellaisenaan. Ohjekirja laadittiin Word-pohjalle, ja se ladattiin toimeksiantajan verkkoasemalle.

Tietoa kerättiin omasta kokemuksesta putkistosuunnittelun parissa sekä haastattelemalla kokeneempia työntekijöitä, joilla oli useamman vuoden kokemus putkistosuunnittelusta.

Tuloksena saatiin laadittua ohjekirja, jonka toimii ohjenuorana perustason putkistosuunnittelulle.

Jatkokehitysideoina nousi mahdollisuus täydentää ohjekirjaa lisätoiminnoilla tai kirjoittaa sille jatko-osia koskemaan edistyneempiä osia putkistosuunnittelusta. Tällöin opinnäytetyössä tehtyä ohjekirjaa voitaisiin käyttää perustana edistyneemmille putkistosuunnittelun työvaiheille.

Avainsanat (asiasanat)

CATIA V6, Putkistosuunnittelu, 3D-mallinnus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Liitteet ovat salassa pidettäviä, ja ne ovat poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrittäjien liike- tai ammattisalaisuus.

Saarinen Roope

CATIA V6 User Guide

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2024, 121 pages

Degree Programme in Energy and Environmental Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Piping design makes up for a large portion of the total costs of designing a paper and board machine. Today, when the aim is to make the design process more efficient and thereby also more cost effective, the importance of good introductory material becomes great. Good introductory material enables efficient orientation period for new employees, thereby creating better conditions for the work.

The aim of the thesis was to create introductory material for piping design. The work was commissioned by Etteplan Finland Oy. Until now, orientation had been done in such a way that all the necessary information was passed on orally from older, more experienced employees to new ones. Due to this the new employees always had different starting points, depending on who had introduced them to piping design. This was a reason why a concrete introductory material for the design software was needed.

The task was to prepare a user guide for the piping section of the CATIA V6 software. This user guide could then be used for the orientation of new employees, at the same time serving as refresher material for more experienced employees. The user guide had to be written in English, because Etteplan's parent company has offices on several continents and, if so desired, the English user guide can be distributed to offices in different countries as such. The user guide was prepared in Word format, and it was uploaded to Etteplan's network drive.

Information was gathered from personal experience as well as through interviews with older employees who had several years of experience in piping design.

As a result, a user guide was prepared, serving as a guideline for basic level piping design.

A proposal for further development is the possibility to add more functions in the user guide to cover more advanced parts of piping design. The existing user guide can then be used as a basis for more advanced stages of the design work.

Keywords/tags (subjects)

CATIA V6, Piping design, 3D-modelling

Miscellaneous (Confidential information)

Appendixes are confidential and have been removed from the public thesis. Grounds for secrecy: Act on the Openness of Government Activities 621/1999, Section 24, 17: business or professional secret.

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Etteplan Finland Oy	4
3	3D-putkistosuunnittelu	4
3.1	Tietoperusta	4
3.2	3D-suunnittelun historiaa	4
3.3	Putkistosuunnittelun kulku	5
3.3.1	Vesiputkisto.....	5
3.3.2	Viemäriputkisto	6
3.3.3	Instrumentointiputkisto.....	7
3.3.4	Sähkösuojaputket.....	7
3.3.5	Letkut	8
3.3.6	Osien lisääminen	8
3.4	Putkistosuunnittelun standardeja	8
3.4.1	Standardi 42. putkiluokat.....	9
3.4.2	Standardi 73. kannakointi	10
3.4.3	Tehdasstandardi vai PSK-standardi	11
3.5	3D-suunnittelun hyötyjä	11
4	CATIA-järjestelmä	11
4.1	Historiaa	11
4.2	CATIA V6.....	12
5	Tutkimusasetelma	13
6	Työn toteutus	13
6.1	Työn rajaus	13
6.2	Ohjeen eri osat	14
6.2.1	Projektin luominen	14
6.2.2	Putkiston luominen	15

7 Pohdinta	21
Lähteet	23
Liitteet	24
Liite 1	24

Kuviot

Kuvio 1. Yksinkertainen vesiputkilinja CATIAssa luotu itse.	6
Kuvio 2. . PSK-standardin putkiluokan merkintä.	9
Kuvio 3. Tasokannatin PSK 7364	10
Kuvio 4. Kuvion 3 kannatin CATIA:ssa	10
Kuvio 5. Dassault Systémesin logo ja CATIAN tunnus	12
Kuvio 6. Puurakenne, johon on luotu oma projekti.....	14
Kuvio 7. Data Information- ikkuna, johon putke tiedot laitetaan.	16
Kuvio 8. CATIAN työkaluja osien siirtelyä varten.	16
Kuvio 9. Vesiputken kannakkeita oikealla välimatkalla.	18
Kuvio 10. Esimerkki putkiosista, kuvassa 3-tieventtiili, jossa kartiot ja liitinmutterit.	19
Kuvio 11. Letku ja letkukarat	20

1 Johdanto

Paperi- ja kartonkikoneen suunnittelussa putkistosuunnittelu muodostaa merkittävän yksittäisen kustannuserän. Kun päämääränä on kustannustehokas toiminta, pitää kaikki mahdolliset säästökohteet käydä läpi huolellisesti. Tästä syystä kaikki se aika, joka kuluu uusien työntekijöiden perehdytykseen, on pois varsinaisista suunnittelutehtävistä. Oikeanlainen ja korkealaatuinen perehdytysmateriaali on tällöin avainroolissa. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimivalla yrityksellä ei ollut olemassa perehdytysmateriaalia nykyiselle suunnitteluohjelmalle. Tähän mennessä perehdytys oli toteutettu niin, että kokeneempi työntekijä opettaa uutta työntekijää ohjelman käytössä, mikä on varsin hidasta ja aikaa vievää. Lisäksi se, että yhteisesti sovittuja toimintatapoja ei ole aiheuttaa ongelmia, koska jokaisella voi olla oma tapansa käyttää samaa ohjelmaa. Tästä seuraa se, että uusien työntekijöiden tavat tehdä keskeistä suunnittelutyötä vaihtelevat suurestikin riippuen siitä kuka heitä perehdyttää. Tämä toimi lähtökohtana sille, että nykyiselle suunnitteluohjelmalle tarvitaan perehdytysmateriaali. Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Etteplan Finland Oy:lle. Valmiilla työllä nopeutetaan perehdytykseen kuluvaan aikaan ja vähennetään kokeneempien työntekijöiden tarvetta auttaa uusien työntekijöiden perehdytyksessä. Lisäksi yhtenevä perehdytysmateriaali auttaa siinä, että kaikkien työntekijöiden – niin uusien kuin kokeneempienkin – osaaminen saadaan samalle tasolle. Tämän myötä myös edistyneempien asioiden opettaminen onnistuu helpommin.

Ohjekirja päätettiin rajata sisällöltään projektin luomiseen kyseisessä suunnitteluohjelmassa (CATIA), putkiston luomiseen ja muokkaamiseen, putkiston kannakointiin ja putkiosien lisäämiseen. Lopuksi ohjekirjassa käsitellään vielä letkujen lisääminen ja muokkaaminen. Tämä tehtiin sen takia, että saatiin mahdollisimman laadukas ohje, jossa on kaikki tarpeellinen perustieto henkilölle, joka ei ole vielä koskaan tehnyt 3D-putkistosuunnittelua. Huomioitavaa on myös se, että näiden perusasioiden on oltava hallussa ennen kuin työntekijä voi alkaa tekemään putkistosuunnittelun edistyneempiä työvaiheita.

Lähdeaineistona toimi oma kokemus putkistosuunnittelijana toimeksiantajayrityksessä. Lisäksi kokeneemman työntekijän kanssa käytiin erinäisiä palavereita ja haastatteluja ohjeen sisältöön liittyen. Alun perin oli tarkoitus hyödyntää myös aikaisemman version ohjekirjaa, mutta sitä lähemmin tutkittaessa selvisi, että se ei ole enää yhteensopiva nykyisen ohjelmaversioiden kanssa, joten uusi ohjekirja laadittiin ilman vanhaa versiota.

2 Etteplan Finland Oy

Etteplan Finland Oy kuuluu Etteplan Oyj:n alaisuuteen ja on sen Suomen osasto. Etteplan on suomalainen teknologiapalveluyritys, joka on perustettu vuonna 1983. Etteplan tarjoaa ohjelmisto- ja sulautettujen järjestelmien ratkaisuja, teollisuuden laite- ja laitossuunnittelua sekä teknisen viestinnän palveluja. Etteplan työllistää globaalisti yli 4 000 henkilöä. Etteplanilla on toimistoja kahdeksassa maassa kolmella eri mantereella. Pelkästään Euroopassa toimistoja on Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, Tanskassa, Puolassa ja Alankomaissa. Lisäksi toimistoja on Kiinassa ja Yhdysvalloissa. Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantajan Jyväskylässä Vaajakoskella sijaitsevalle toimistolle (tietoa meistä/meidän tarina. n.d).

Vaajakosken toimipisteellä on useita osastoja eri liiketoiminta-alueilla, ja tämä opinnäytetyö tehtiin suunnitteluosastolle 3802 Projects. Tämä toimeksiantajan osasto työskentelee Valmet Technologies Oy:n projektien parissa, ja tiimi johon opinnäytetyö tehtiin, tekee putkistosuunnittelua kyseisille Valmetin projekteille.

3 3D-putkistosuunnittelu

3.1 Tietoperusta

Opinnäytetyön tietoperustassa höydynnettiin paljon PSK-standardeja. CATIA-ohjelmasta kerättiin tietoja haastatteluilla ja palavereilla toimeksiantajan kokeneempien työntekijöiden kanssa. Myös CATIA:n luoneen yrityksen Dassault Systèmesin kotisivuilta kerättiin tietoja. Putkistosuunnittelun teoriaosuus pohjautuu pitkälti samoihin toimeksiantajan kokeneempien työntekijöiden tietoihin sekä omaan kokemukseen putkistosuunnittelusta.

3.2 3D-suunnittelun historiaa

Putkistosuunnittelun lähtökohtana on tuottaa tietoa, jolla saadaan sekä hankittua oikeat putket, suunnitella ne ja asentaa putket oikeisiin paikkoihin. 3D-putkistosuunnittelu on sitä, kun tämä tieto luodaan 3D-malliin, eikä siis ainoastaan 2D-kaavioille. 3D-suunnittelu toteutetaan sitä varten luoduilla tietokoneohjelmilla. Tietokoneohjelmia on olemassa useita, ja niissä on kaikissa omat hyvät ja huonot puolensa. Tässä opinnäytetyössä käytettiin Dassault Systèmesin CATIA-ohjelmaa ja

sen putkistomoduulia. Muita isoja ohjelmia ovat mm. AutoCAD, Autodesk, Inventor ja Solidworks. (MAP SYSTEMS.2024).

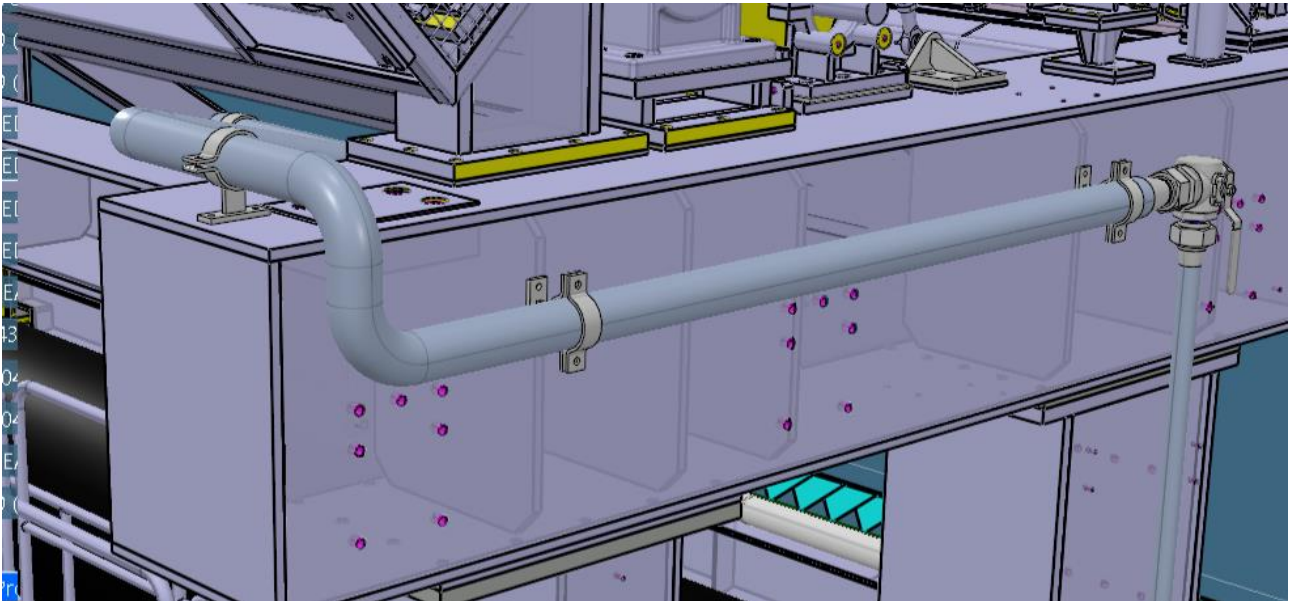
3.3 Putkistosuunnittelun kulku

Putkistosuunnittelu aloitetaan lähtötietokaavioista. Nämä ovat kaavioita, jotka kertovat putkien määrän, positiot, tyypit ja putken kulkureitin eli mistä mihin putken pitää kulkea. Kun kaaviot on saatu, voidaan varsinainen 3D-putkistosuunnittelu aloittaa. Mallinnus aloitetaan isoimmista putkista, mikä yleensä tarkoittaa vesiputkistoa ja viemäriputkistoa. Tämän jälkeen tyypillisesti seuraa instrumentoinnin putkistot eli hydraulikka-, pneumatiikka- ja voiteluputkistot. Ne ovat kooltaan pienempiä putkilinjoja, mutta niitä on määrällisesti paljon. Lopuksi tulee sähkösuojaputket eli putket, jotka suojaavat sähköjohtojen kulkua koneen rungolla. Putkien lisäksi putkistosuunnitteluun sisältyy myös letkujen luominen. (Lyytikä 2023.)

3.3.1 Vesiputkisto

Putkistosuunnittelu aloitetaan vesiputkistosta. Tämä tehdään sen takia, että vesiputket ovat isoimpia putkia, jotka vievät eniten tilaa. Lisäksi vesiputkiston lähtötietokaaviot valmistuvat tyypillisesti ensimmäisinä. Vesiputkistoon kuuluu useampia putkia, ja se kattaa myös höyry-, lauhde-, ja kemikaaliputket. Vesiputkien ollessa ensimmäiset lisättävät putket, on niiden sijoittaminen helpompaa, kun muita putkia ei tarvitse vielä ottaa huomioon. Samaan aikaan on tärkeää yrittää sijoittaa

vesiputket sellaisiin paikkoihin, että niiden siirtelyä ei tarvitse jälkikäteen tehdä.



Kuvio 1. Yksinkertainen vesiputkilinja CATIAssa luotu itse.

Vesiputkistoon tarvitaan myös useimmiten erilaisia venttiilejä. Venttiilien sijoittamisessa pitää huomioida se, että ne sijaitsevat samoissa osioissa, jonne ne ovat sijoitettu kaavioissakin. Toinen huomioitava asia on se, tarvitseeko venttiileihin päästä käsiksi. Jos kyseessä on käsiventtiili, sitä täytyy päästä säätämään ilman suurempia järjestelyjä. Näin ollen se täytyy sijoittaa paikkaan, jossa siihen pääsee käsiksi. Vesiputkistoon lisätään myös kannakkeet. Kannakkeisiin sovelletaan joko PSK-standardia tai asiakkaan omaa tehdasstandardia: standardit määrittävät millä etäisyyksillä kannakkeet tulevat sijaitsemaan. Kannakkeet ovat joko runkoon pultattavia tai hitsattavia kannakkeita. (Lyytikä 2023.)

3.3.2 Viemäriputkisto

Vesiputkiston jälkeen luodaan viemäriputkisto. Viemäriputket ovat kooltaan vieläkin vesiputkia isokokoisempia, mutta niitä on määrällisesti vähemmän ja ne yleensä sijaitsevat paikoissa, joissa ei kulje muita putkia. Tästä syystä viemäriputket tehdään vesiputkien jälkeen niiden koosta huolimatta. Viemäriputkissa kannakkeita on harvemmalla välillä, koska putket ovat isoja ja sen myötä ne kestävät kuormitusta. Viemäriputkistossa ei ole välttämättä minkäänlaista instrumentointia. (Lyytikä 2023.)

3.3.3 Instrumentointiputkisto

Instrumentointiputkisto koostuu kolmesta eri putkityypistä; hydraulikka-, pneumatiikka- ja voiteluputkista. Nämä ovat kaikki halkaisijaltaan pienempiä kuin vesiputket, mutta niitä on määrällisesti enemmän kuin vesiputkia. Niissä käytetään myös erilaisia putkiluokkia kuin vesi- ja viemäriputkissa, ja sen sijaan että käytettäisiin hitsattavia putkia, useimmiten käytetään taivutettavia putkia. Lisäksi niitä sijoitetaan tyypillisesti useampi kappale vierekkäin, mikä taas aiheuttaa sen, että vaikka ne ovat pienikokoisia, niille tarvitaan kuitenkin riittävästi tilaa. Hydraulikka- ja pneumatiikkaputkisto ovat ominaisuuksiltaan hyvin samankaltaisia. Halkaisijaltaan pieniä putkia sijoitetaan viereen viereen pitkiäkin matkoja, ja putkiin asennetaan jonkin verran instrumentointia, esim. venttiilejä ja painemittareita. Lisäksi nämä putket kulkevat yleensä toimitusrajalle, jonne tarvitaan oikeanlaiset liitäntäpaketit. Toimitusraja on se kohta mihin on asiakkaan kanssa sovittu tehtävien putket, siitä eteenpäin ne ovat taas jonkun toisen toimijan vastuulla. Voiteluputkisto on osittain samankaltainen, mutta siinä kulkee vähemmän putkia vierekkäin. Lisäksi voiteluputkistossa tarvitaan paljon erilaisia liittimiä, sillä putket päättyvät kohtiin, josta alkaa letkuja. Letkut vuorostaan liittyvät erilaisiin voitelukohteisiin, esim. paperikoneissa erilaisiin teloihin tarvitaan paljon voitelua. Instrumentointiputkisto kannakoidaan erilaisilla kannakkeilla kuin muut putket. Siinä käytetään taivutettaville putkille tehtyjä putkikiinnittimiä. Lisäksi instrumentointiputkiston kannakoinnissa omana erikoisuutena ovat putkikammat. Putkikammat ovat kannakkeita, joihin laitetaan useampi putki samaan kannakkeeseen, jolloin syntyy pitkiä rivejä lähekkäin olevia putkia. Putkikammoissa voi olla putkien koosta riippuen 3–6 putkea vierekkäin. (Lyytikä 2023.)

3.3.4 Sähkösuojaputket

Sähkösuojaputket ovat putkia, joiden tehtävä on suojata sähkökaapeleita, joita kulkee pitkin koneen runkoa. Sähkösuojaputket luodaan viimeisinä putkina siksi, että niiden sijainnilla ei ole suurta merkitystä. Sähkösuojaputkien halkaisijat vaihtelevat sen mukaan, kuinka monta kaapelia pitää saada läpi tietystä kohdasta. Lisäksi toteutukselle on olemassa kaksikin eri tapaa. Voidaan tehdä avoin suojaputkisto, joka tarkoittaa sitä, että suojaputket tehdään vain osalle matkaa ja välit jätetään avoimiksi. Toinen tapa on suljettu suojaputkisto. Se tehdään muuten samoin, mutta kyseiset välit suljetaan letkuilla, eikä avoimia kohtia jää. Sähkösuojaputket kannakoidaan erikoiskannakkeilla. (Lyytikä 2023.)

3.3.5 Letkut

Viimeisenä osana 3D-mallinnusta on letkujen lisääminen projektiin. Letkut tulevat putkien päähän ja ne kiinnittyvät eri laitteisiin. Letkuissa tärkeintä on saada ne kulkemaan sellaista reittiä, että niiden taivutussäde on riittävä. Mitä kookkaampi letku, sen suurempi taivutussäde. Tästä seuraa se, että jos tarvitaan paksua letkua lyhyelle matkalle, letkuja joudutaan viemään hankaliakin reittejä pitkin. Lisäksi letkut eivät saisi roikkua sellaisissa kohdissa missä saatetaan kulkea, joten ne pitää saada sijoitettua niin, että ne eivät ole kulkureiteillä. Letkuissa on myös huomioitava se, että joissain maissa on käytössä erilaisia letkuja. Esim. Pohjois-Amerikassa käytetään erimerkkisiä letkuja kuin Euroopassa. Tämä pitää huomioida osaluetteloiden luomisessa, eli pitää osata valita oikeanmerkkiset letkut. (Lyytikä 2023.)

3.3.6 Osien lisääminen

Jokaisessa vaiheessa on myös tarve lisäillä erilaisia putkisto-osia. Osien sijainti ja käyttötarve täytyy huomioida aina, oli kyse sitten kannakkeista tai venttiileistä. Kannakkeissa pitää muistaa oikeat etäisyydet, ja myös huomioida se, että ne eivät mene päällekkäin toisten osien kanssa. Venttiileissä ja muussa instrumentoinnissa täytyy tietää pitääkö niihin päästä käsiksi konetasolta vai ei. Tämä vaikuttaa siihen kuinka korkealle ja kuinka ahtaisiin paikkoihin ne voidaan sijoittaa. Lisäksi on hyvä huomioida lisättävien osien määrä, sillä jokainen osa tuo mukanaan lisäpainoa, mikä taas vaikuttaa tarvittavien kannakkeiden määrään. (Lyytikä 2023.)

3.4 Putkistosuunnittelun standardeja

Putkistosuunnittelu pohjautuu pitkälti erilaisiin standardeihin ja niiden soveltamiseen. Standardit määrittävät sen, miten tietyissä tilanteissa pitää toimia. Putkistosuunnittelussa käytettävä standardi on PSK-standardi. PSK-standardit ovat PSK Standardisointiyhdistys ry:n (kulkee myös nimellä PSK standardisointi) kautta tulevia standardeja. PSK standardisointiyhdistys ry on vuonna 1973 perustettu suomalainen teollisuuden ja sen alalla työskentelevien yritysten puolueeton kehitysyksikkö. PSK-standardit on kehitetty käyttäen kansainvälisiä standardeja kehiksenä (Koistinen 2023.).

Yleisimpiä putkistosuunnittelussa sovellettavia PSK-standardeja ovat: PSK ryhmä 42. putkiluokat ja ryhmä 73. kannakointi. Joskus myös hyödynnetään muitakin ryhmiä kuten: ryhmä 02. venttiilit ja ryhmä 35. läpiviennit.

3.4.1 Standardi 42. putkiluokat

Putkiluokat ovat PSK-standardissa määritettyjä luokkia, jotka määrittävät putken painekestävyyden, valmistusmateriaalin ja valmistustavan. PSK-standardin määritelmä putkiluokalle on: ”Putkiluokalla tarkoitetaan samaan putkilinjaan soveltuvien putkien ja putkenosien valikoimaa, jossa mitat ja materiaalit on määritetty.” (PSK 4201:2022,1),

Esimerkki:	Putkiluokka	PSK 4233	E	16	H1	A
Nimi						
Standardi						
EN-viite ¹⁾						
Nimellis-paine						
Materiaalitunnus						
Lisätunnus						

¹⁾ Osoittaa, että putkiluokka perustuu EN-standardeihin.

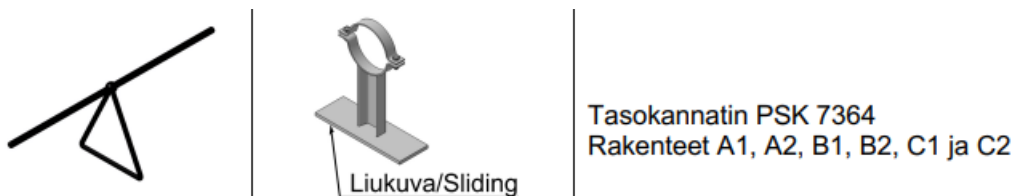
Kuvio 2. . PSK-standardin putkiluokan merkintä.

Kuviossa 2 kerrotaan miten putkiluokan nimi muodostuu. Ensiksi tulee standardi, joka on määrittänyt tämän luokan. Sen jälkeen kirjain E osoittaa sen pohjautuvan EN-standardeihin, jotka ovat kansainvälisiä. Sen jälkeen tulevat merkinnät ovat yleensä niitä, joilla on suurin painoarvo. Luku, joka tulee E-kirjaimen jälkeen, kertoo paineluokan putken kestävydelle. Kuvassa numero 16 tarkoittaa 16 bar:n nimellispainetta. Tällä on merkitystä esimerkiksi silloin, kun tehdään korkeapaineputkia, jotka tarvitsevat isomman paineluokan. Yleisimmät käytettävät paineluokat ovat 10 bar, 16 bar, 25 bar ja 40 bar. Seuraavaksi tulee materiaalitunnus, joka kertoo putken valmistusmateriaalin. Riippuen siitä, mitä putkessa virtaa, voidaan tarvita esimerkiksi haponkestävää terästä tai vastaavaa, jos putki asennetaan haasteelliseen ympäristöön. Viimeisenä oleva lisätunnus kertoo putken valmistustavasta. Lisätunnuksissa käytetään kolmea eri merkkiä A, B ja C. Lisätunnus A tarkoittaa

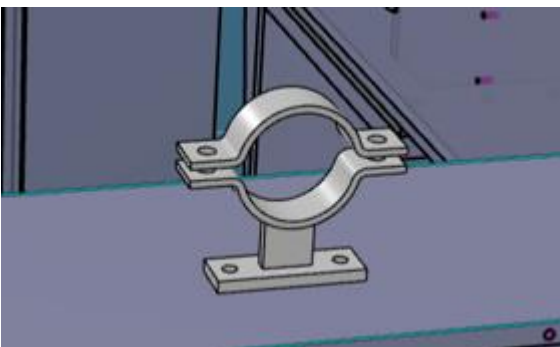
hitsaamalla valmistettuja putkia. Tunnus B tarkoittaa saumattomasti valmistettuja putkia. Tunnus C tarkoittaa putkia, jotka ovat valmistettu niin, että niissä on sekä hitsattuja että saumattomia putkia. Lähtötietokaavioissa annetaan yleensä virtaava aine, paine ja putken koko. Näiden avulla saadaan putkiluokka määritettyä ja lopulta suunnittelijan vastuulla on lisätä putkiluokan mukainen putki 3D-malliin (PSK 4021:2022:2.).

3.4.2 Standardi 73. kannakointi

Putkien ohessa tärkeä osa putkistosuunnittelua on putkien kannakointi. Standardi 73:n mukaan putkiston kannakoinnilla on neljä päätehtävää, jotka kuvataan tässä lyhyesti. Ensisijaisena tehtävänä on putkiston tukeminen sen omaa painoa ja sisällön painoa ja muita kuormituksia vastaan. Kannakoinnin toinen tehtävä on ohjata ja estää putkiston lämpöliikkeitä, kun taas kolmas tehtävä on varmistaa putkiston turvallinen käyttö ja kunnossapito. Viimeinen eli neljäs tehtävä on varmistaa putkiston toiminta dynaamisten kuormitusten vaikuttaessa (PSK 7302: 2023, 2). Kannakoinnissa on tärkeintä huolehtia siitä, että kannakkeet tulevat oikeilla etäisyyksillä toisiinsa nähden. Lisäksi putkiluokasta riippuu minkälainen kannake laitetaan mihinkin putkistoon. Tätä valintaa varten PSK-standardi määrittelee eri putkille tarvittavat kannaketyypit. Yleisimmät kannaketyypit, joita käytetään ovat putkisanka ja tasokannakkeet.



Kuvio 3. Tasokannatin PSK 7364



Kuvio 4. Kuvion 3 kannatin CATIA:ssa

3.4.3 Tehdasstandardi vai PSK-standardi

Yleisten PSK-standardien lisänä voi kuitenkin olla jonkin teollisuudessa toimijan omat standardit ja käytännöt, eli niin sanotut tehdasstandardit. Nämä voivat olla sovelluksia PSK:sta, jotka on todettu yrityksen tilanteeseen sopivimmiksi, jotka eivät kuitenkaan ole virallisia säädöksiä vaan hyväksi havaittuja käytäntöjä kyseisellä teollisuuden toimijalla. Tämän vuoksi on täysin tapauskohtaista mitä standardia sovelletaan, PSK:ta vai asiakkaan omia käytäntöjä. On esimerkiksi mahdollista, että yleisen PSK-standardin mukaan kannakevälin pitäisi olla x matka, ja teollisuuden toimijan käytäntö on ollut tehdä kannakevälit matkalla y . Tämän vuoksi on oleellista tietää mitä standardeja on käytössä ja mitä eri tilanteissa sovelletaan.

3.5 3D-suunnittelun hyötyjä

3D-suunnittelun suurimpia hyötyjä on mallien monikäyttöisyys. Aikaisemmin putkistosuunnittelussa tehtiin pelkät PI-kaaviot (putkistoinstrumentointikaaviot), joiden avulla paikan päällä suunniteltiin putkien varsinaiset reitit. Nykyään, kun kaavioiden pohjalta tehdään 3D-mallit, niissä voidaan jo suunnitella erilaisia kulkureittejä ja mahdollisia muutoksia ilman että yhtään oikeata putkea on vielä asennettu. Lisäksi 3D-mallit mahdollistavat nopean ja helpon tavan käydä asiakkaan kanssa läpi projektin tilanteita ja kohtia, joita halutaan muuttaa. Lisäksi CATIAssa on ominaisuus, joka mahdollistaa sen, että kun yksi henkilö tekee malliin muutoksia niin kaikki, jotka lataavat mallin saavat samat muutokset käyttöönsä. Tämän myötä useampi henkilö voi samaan aikaan tehdä työtä samassa 3D-mallissa. (Lyytikä 2023.)

4 CATIA-järjestelmä

4.1 Historiaa

CATIA, joka tulee sanoista computer-aided three-dimensional interactive application, on ranskalaisen Dassault Systèmesin kehittämä ohjelma kolmiulotteiseen tietokoneavusteiseen suunnitteluun. Dassault Systèmes on vuonna 1981 perustettu yhtiö, joka alkujaan työskenteli ilmailualan parissa. Dassault Systèmes kuuluu Dassault Groupiin. Lentokoneiden kehityksen myötä myös niiden suunnittelu alkoi monimutkaistua. Tästä syntyi tarve helpottaa ja suoraviivaistaa lentokoneiden

suunnittelua. Tämän takia Dassault Systèmes kehitti vuonna 1981 3D-suunnitteluohjelman, joka alkujaan oli nimeltään CATI ja sai myöhemmin nimen CATIA. Myöhemmin samana vuonna Dassault Systèmes teki sopimuksen IBM:n (International Business Machines Corporation) kanssa, joka mahdollisti IBM:lle ohjelman myynnin muille toimijoille. Tästä seurasi CATIAN leviäminen myös muille kuin ilmailualalle (Dassault Systèmes 2024; 3ds 2024).

4.2 CATIA V6

CATIAsta on vuosien varrella julkaistu useita eri versioita. Nykyinen uusin versio on V6, joka tuli alun perin markkinoille vuonna 2008, mutta edellistekin versiota V5 käytetään yhä. Molemmat versiot saavat edelleen uusia päivityksiä tasaiseen tahtiin. CATIAssa on eri moduuleja eri työtehtäviä varten. Putkistosuunnittelussa käytetään ”Piping and tubing 3D design” -moduulia.

CATIA toimii pitkälti erilaisten tietokantojen kautta, joista haetaan aina tarvittavat osat. Ensiksi syötetään tiedot millaista putkea halutaan luoda, eli määritetään putken koko, putkiluokka jne. Sen jälkeen ohjelmassa valitaan putken lisäämisyökalu, joka vuorostaan tarjoaa eri malleja näiden tietojen pohjalta. Näistä valitaan sopivin ja se lisätään projektiin. Sen jälkeen löytyy muokkaamistyökalut, joilla putki laitetaan kulkemaan haluttua reittiä pitkin. Kaikkien putkisto-osien lisääminen tapahtuu samalla tavalla. Tietokannoista haetaan haluttu venttiili tai laippa kyseiseen putkeen ja putki lisätään projektiin, jonka jälkeen sitä voidaan liikutella ja muokkaila eri työkaluilla. Näin



Kuvio 5. Dassault Systèmesin logo ja CATIAN tunnus

toimitaan toimeksiantajayrityksen asiakkaan tapauksessa, mutta tavat voivat vaihdella yrityksen mukaan.

5 Tutkimusasetelma

Opinnäytetyön tehtävänä oli tuottaa ohjekirja putkistosuunnittelun perusteista ja sen eri toiminnoista CATIA V6 -ohjelmalla. Opinnäytetyö oli kehitystutkimus. Kehitystutkimuksen tarkoituksena on parantaa ja kehittää tutkittavaa kohdetta. Tutkimusmenetelminä voidaan hyödyntää sekä kvantitatiivista- ja kvalitatiivista tutkimusta. Toki pelkästään kvalitatiivisen tutkimuksen hyödyntäminen on mahdollista. (Kananen 2012, 29.) Tämän työn perustuessa suurimmalta osalta ei numeeriseen aineistoon, vaan pyrittiin enemmän avaamaan prosessia ja sen kulkua niin höydyntettiin tässä enemmän kvalitatiivisen tutkimuksen piirteitä. Koska tässä työssä ei ollut olemassa olevaa kirjoitettua tietoa niin ruvettiin sitä keräämään palaverien ja haastatteluiden kautta toimeksiantaja yrityksen työntekijöiden kanssa.

6 Työn toteutus

6.1 Työn rajaus

Työ alkoi pohtimalla aiheajasta. Koska aihe itsessään on hyvin laaja, pohdittiin toimeksiantajan kanssa paljon sitä, mitkä olisivat tärkeimmät aihepiirit ja mitä ohjeessa tulisi käsitellä. Päädyttiin kokonaisuuteen, joka sisältää projektin luomisen, putkien luomisen ja niiden muokkaamisen, osien lisäämisen ja letkujen luomisen. Tämä tehtiin siitä syystä, että nämä ovat putkistosuunnittelun perustoimintoja. Lisäksi näiden osaaminen on edellytys edistyneempien toimintojen ja asiasisältöjen opetteluun. Toimeksiantajan kanssa myös sovittiin, että itse ohjekirja toteutetaan englannin kielellä. Päätös tehtiin siksi, että toimeksiantajan emoyhtiöllä on toimistoja useissa maissa, ja englanninkielinen ohjekirja mahdollistaa sen hyödyntämisen Suomen ulkopuolella. Tämän jälkeen tarkasteltiin millainen ohjekirja oli tehty aikoinaan vanhemmalle versiolle samasta suunnittelu - ohjelmasta. Kävi kuitenkin nopeasti ilmi, että sisällöltään vanhaa ohjetta ei enää pysty juurikaan soveltamaan, sillä ohjelman ulkoasu ja toiminnot olivat muuttuneet niin paljon, että ne eivät sopineet enää yhteen. Päätettiin, että ohjekirja pohjautuu kirjoittajan omiin tietoihin ja kokemuksiin

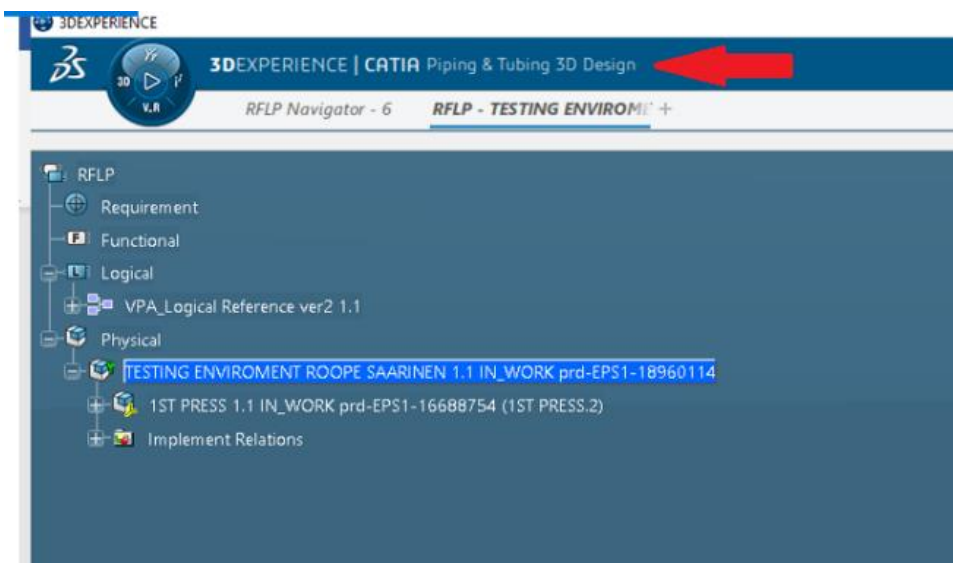
CATIA V6 -ohjelmasta. Sovittiin myös, että kokeneempi työntekijä toimii neuvonantajana ja opastaa ja tarkistaa työn. Hänen kanssaan käytiin lukuisia keskusteluja ja ohjekirjaa tarkasteltiin hänen toimestaan sen edetessä. Ohje päätettiin toteuttaa Word-asiakirjana, koska tarvittaessa se voidaan tulostaa, jos halutaan jakaa paperiversioita. Lisäksi Word-asiakirjana sen jakaminen toimeksiantajan eri toimistoille on helppoa ja nopeaa.

Ohjeen luominen alkoi jäsentelemällä aihekokonaisuudet järjestykseen sen mukaan mikä olisi uuden työntekijän oppimisen kannalta loogisinta. Tähän höydynnettiin omaa kokemusta omasta perehdytyksestä. Tästä syntyi runko, jonka ympärille ohjetta alettiin rakentamaan. Ohjekirjan tekemiseen höydynnettiin omasta kokemuksesta tullutta tietoa, joka oli kertynyt työharjoittelun aikana. Lisäksi kokeneemman työntekijän kanssa käydyt palaverit ja haastattelut olivat suuressa roolissa, sillä niiden kautta saatiin lisää tietoa ohjelmasta ja sisältöä ohjeeseen.

6.2 Ohjeen eri osat

6.2.1 Projektin luominen

Ohjekirja aloitettiin selostamalla, miten Catia V6:n putkistopuoli käynnistetään ja mitä asetuksia alussa pitää tehdä. On olemassa yleisiä asetuksia, jotka pitää määrittää ensimmäisellä käynnistyskerralla. Näihin kuuluu mm. yksi tärkeimmistä, joka on putkisto-ohjelman lisenssin valinta. Ilman tätä koko putkistomoduli ei toimi eikä ohjelman käyttöä voi jatkaa. Sen lisäksi on olemassa paljon käyttäjäkohtaisia asetuksia, jotka jokainen voi määrittää haluamallaan tavalla. Näihin ei menty sen



Kuvio 6. Puurakenne, johon on luotu oma projekti.

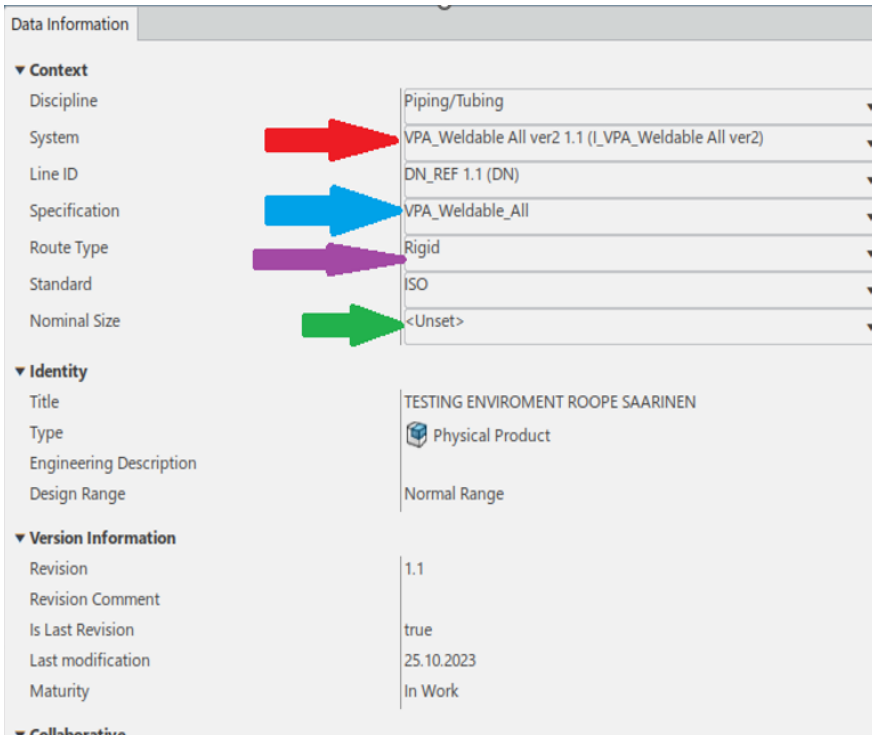
enempää, koska niissä on jokaisella omat mieltymyksensä. Tämän jälkeen kerrottiin miten luodaan projekti. Projekti on alusta, johon luodaan itse malleja ja liitetään osia. Ilman tätä alustavaa projektia ei putkistosuunnittelua voi varsinaisesti tehdä. Projektiin pitää myös lisätä tiettyjä komponentteja, jotta osakatalogit saadaan toimimaan.

Tähän asti oli suhteellisen selvää, miten ohjetta lähdetään rakentamaan. Alun asetukset olivat kuitenkin samat kaikille ja muutaman napin takana. Ohjeen alku muodostui hyvin nopeasti kasaan, koska alkuasetuksia ei ole montaa ja niiden aukikirjoittaminen helppoa. Muut, enemmän käyttäjän mieltymyksistä kiinni olevat asetukset jätettiin pois ohjeesta, koska aluksi pärjää hyvin oletusasetuksilla. Kun on työskennellyt ohjelman parissa jonkin aikaa, pystyy sopiviin asetuksiin ottaa paremmin kantaa. Ohjekirjan tarkoitus oli olla toimia perehdytys- ja koulutusmateriaalina uusille työntekijöille, joilla ei vielä ole omia mieltymyksiä ohjelman suhteen. Kun kaikilla on alkuun samat asetukset, on helpompi jatkaa eteenpäin samoilla ohjeilla.

6.2.2 Putkiston luominen

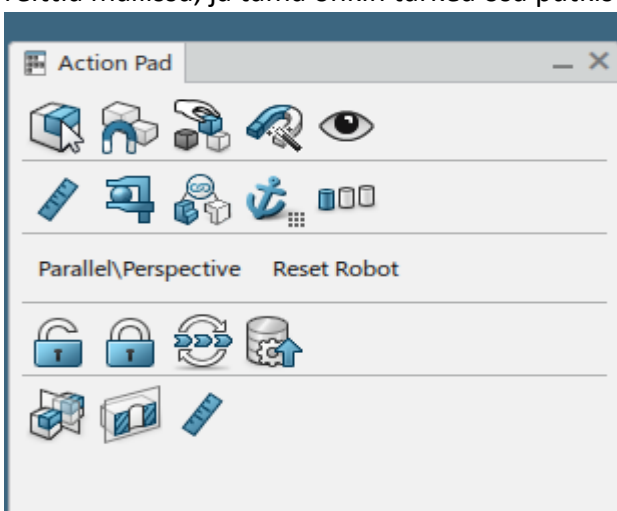
Suurin osa ohjeesta kului putkiston luomiseen ja sen monenlaisiin eri vaiheisiin ja työkaluihin. Ohje aloitettiin kertomalla, miten putki luodaan CATIA V6 -ohjelmalla. Lisäksi piti käsitellä se, kuinka lähtötietokaavioista katsotaan, minkälainen putki on kyseessä. Ohjeessa piti kertoa kuinka nuo tiedot laitetaan "Data Information" -ikkunaan, ja kuinka sen avulla luodaan putki, joka on lähtötietokaaviossa olleen putkiluokan mukainen. Eli putken koko, paineluokka, materiaali ja putkityyppi ovat oikein. Putkityyppi on joko taivutettava tai hitsattava putki. Nämä kerrotaan lähtötietokaaviossa, ja ne pitää aina tarkistaa putkilinjaa vaihdettaessa. Joskus voi myös samassa putkilinjassa tapahtua esim. putken koon muutos, joten senkin kanssa pitää olla tarkkana. Kun tämä oli käyty läpi

ohjeessa, siirryttiin käsittelemään sitä, miten putkia voidaan muokata ja miten niihin lisätään osia.



Kuvio 7. Data Information- ikkuna, johon putke tiedot laitetaan.

Putken muokkaamiseen CATIA V6:ssa on useampia työkaluja, ja toimintatavasta ja tarpeesta riippuen niitä kaikkia ei aina tule käytettyä. Pelkästään putken siirtelyyn 3D-mallissa on CATIAssa useampia työkaluja. Ohjeessa käytettiin iso osa selittämään miten putken saa kulkemaan haluttua reittiä mallissa, ja tämä onkin tärkeä osa putkistosuunnittelua. Putkea voidaan venyttää suoraan

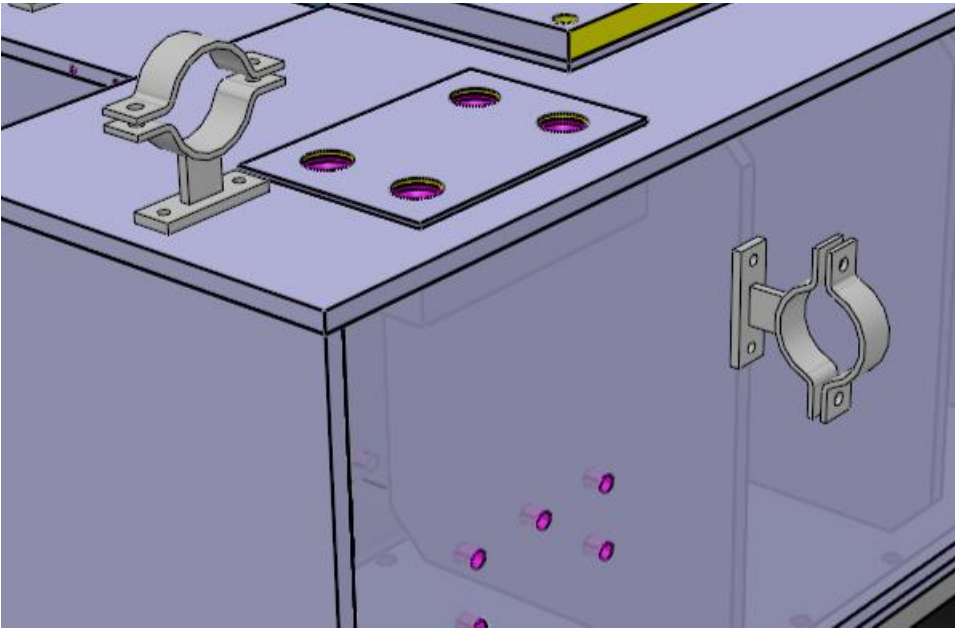


Kuvio 8. CATIAN työkaluja osien siirtelyä varten.

joko vapaalla kädellä tai määrittämällä sille jokin haluttu mitta. Putkessa voidaan liikuttaa yhtä tai useampaa valittua segmenttiä kerrallaan tai vain yhtä osaa putkesta. Putkeen voidaan tehdä kulmia, jotka ovat joko 90 ° tai 45 ° tai näistä erilaisia sovelluksia. Tämä sen takia koska on olemassa valmiita kulmapaloja, jotka ovat 90 ° tai 45 °, mikä on syy sille, että näitä mittoja suositaan. Toki jos joskus on tilanne, että tarvitaan jotain muuta astelukua, tehdään sellainen leikkaamalla valmiista 90 asteen tai 45 asteen osasta erillinen pala. Esimerkiksi 45 asteen kulmapalasta saadaan helposti leikkaamalla 30 asteen pala, mutta jäljelle jää 15 asteen pala, joka menee mahdollisesti hukkaan ja hävikkiin. Tämän takia pyritään käyttämään valmiita kulmapaloja, jos vain mahdollista. Lisäksi ohjeessa kerrottiin se, kuinka putken ominaisuuksia voidaan muokata silloin, kun putki on vedetty oikealle paikalle. Tästä esimerkkinä se, miten putken kokoa voidaan muuttaa ilman että tarvitsee tehdä uutta putkea, tai kuinka sen putkiluokkaa muutetaan. Lisäksi kerrottiin kuinka putkelle annetaan väri, koska väri koodataan eri väreillä riippuen siitä mitä putkessa virtaa. Esimerkiksi vesi- ja lauhdeputket tehdään turkoosilla ja sinisellä, kemikaaliputket oranssilla, ja korkeapaineputket punaisella. Kun putki on saatu kulkemaan haluttua reittiä, ohjeessa kerrottiin miten putkeen saadaan tarvittavat kannakkeet ja miten niitä liikutellaan ja käännellään.

Putken kannakointi tapahtuu CATIA V6:ssa tietokantojen kautta. Koska toimeksiantajan osastolle ohjekirja tehtiin, tekee pääsääntöisesti yhdelle tietylle teollisuuden toimijalle projekteja, on CATIAssa heille erillinen tietokantapaketti, jota käytetään projekteissa. Näiden tietokantojen kautta haetaan mm. erilaiset kannakkeet. Ohjekirjassa kerrottiin kuinka tietokannasta haetaan haluttu kannaketyyppi ja lisätään se putkistoprojektiin. Sen jälkeen kerrottiin kuinka tätä kannaketta voidaan erilaisilla komennoilla siirrellä ja liikutella 3D-mallissa. Tärkeimmät komennot olivat "snap" ja "move". Snap-komennolla voidaan saada kannake valittuihin rajapintoihin kiinni, kun taas move-komennolla kannaketta voidaan liikuttaa joko tiettyä akselia pitkin tai käännellä tietyn akselin mukaan. Ohjeessa myös kerrottiin kuinka kannakkeita pitää lisäillä aina tietyn välimatkan päähän. Tässä ohjenuorana toimii asiakkaan oma standardi, jossa määritetään etäisyys kannakkeiden välillä riippuen siitä, onko kyseessä yksittäinen putki vai putkikampa (useampi putki samassa

kannakkeessa), ja lisäksi se minkä kokoinen putki tai putket ovat. Kun kannakkeiden lisääminen ja siirtely oli selostettuna ohjeessa, siirryttiin seuraavaksi muiden putkiston osien lisäämiseen.

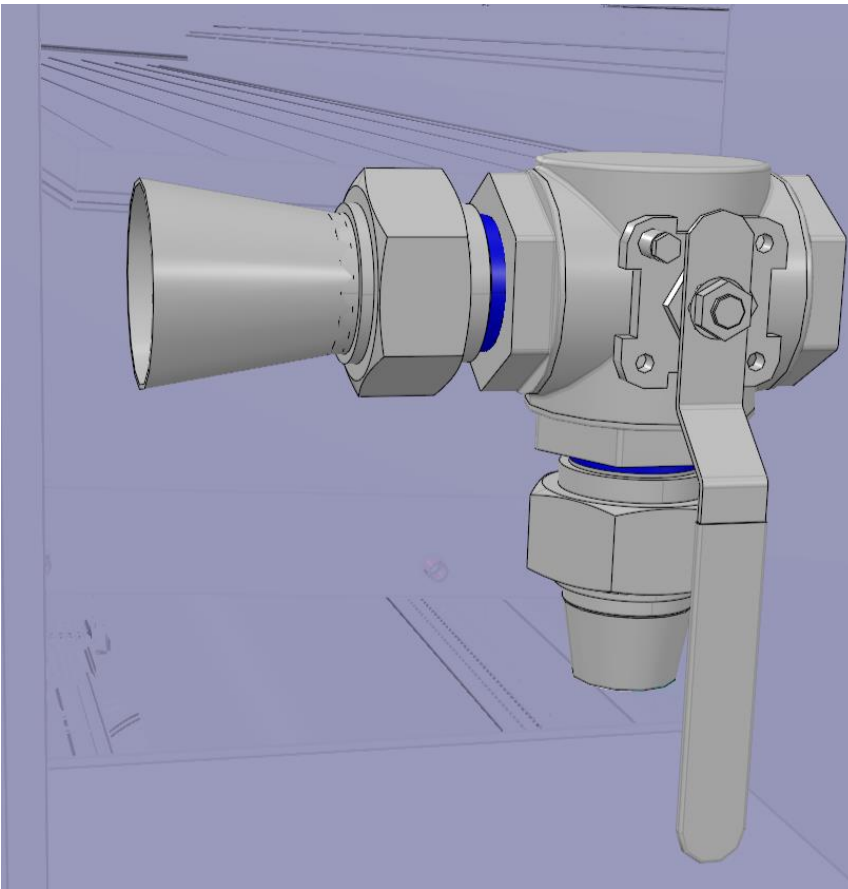


Kuvio 9. Vesiputken kannakkeita oikealla välimatkalla.

Seuraavaksi ohjeessa kerrottiin kuinka erilaisia osia lisätään 3D-malliin. Periaate on sama kuin kannakkeiden kohdalla ja osien, kuten pumppujen, liittimien yms. lisääminen tapahtuu tietokannoista etsimällä tarvittava osa. Ohjeessa päätettiin keskittyä enemmänkin siihen, miten osat lisätään ja miten niitä siirrellään kuin siihen missä kohdin osan tulee sijaita. Tämä päätös tehtiin siksi, että projekti määrittää paljolti sen minkä merkin osia käytetään ja minkälaisia osia tarvitaan. Lähtötietokaavioissa lukee jonkin verran näistä tietoa, esim. kierrekoko kerrotaan yleensä kaavioissa. Lisäksi oman haasteensa tuo se, että asiakkaalla on kolmessa eri paikassa esikokoonpanolinjat ja tietyt osat tulevat sen mukaan missä kukin kone kootaan. Putkiosissa toimii aiemmin mainitut komennot "snap" ja "move", joten niitä ei kuvattu tässä kohtaa sen tarkemmin. Uutena komentona näissä osissa oli toiminto nimeltä "connect", joka yhdistää osan valittuun kohtaan automaattisesti. Esimerkiksi pumpun voi automaattisesti yhdistää putken päähän tällä toiminnolla. Lisäksi

esim. vesiputkistossa osat pitää olla yhdistettyinä connect-toiminnolla, jotta ne toimivat oikein isometrejä tehtäessä.

Ohjeessa neuvottiin myös se, miten osia voidaan kopioida, jolloin samaa osaa ei tarvitse aina hakea uudestaan tietokannoista. Tämän voi tehdä yksinkertaisesti käyttämällä komentoja ctrl + c ja ctrl + v. Lisäksi osien poistaminen neuvottiin. Ohjelmassa on oma käskynsä osan poistamiseen ja siihen, jolla poistetaan connect-komennolla yhdistetty osa. Tässä tilanteessa pitää käyttää komentoa nimeltä "disconnect and delete", sillä muuten vaikka itse osan poistaisi niin jää vielä liitos vielä



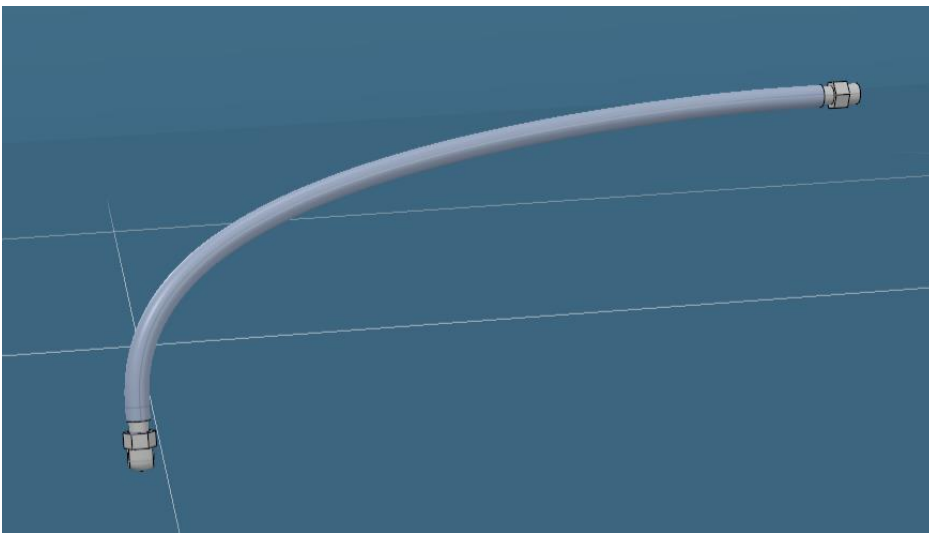
Kuvio 10. Esimerkki putkiosista, kuvassa 3-tieventtiili, jossa kartiot ja liitinmutterit.

projektiin, vaikka osaa itsessään ei enää ole. Osien lisäämisessä tärkeintä oli kertoa miten osia lisätään ja miten niitä liikutellaan.

3D-putkistomallinnuksen viimeinen vaihe on letkujen luominen projektiin. Letkujen tiedot löytyvät lähtötietokaavioista ja malli riippuu siitä mihin mantereelle ne ovat menossa. Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa käytetään erilaisia letkuja ja letkutyyppi pitää huomioida letkujen osaluetteloita

tehtäessä. Aluksi neuvottiin kuinka letkuille luodaan oma alakokoonpano putkisto-kokoonpanoon, johon letkut sitten luodaan. Ohjeessa kerrottiin mistä letkut lisätään ja kuinka niihin pitää alussa lisätä letkukara, josta itse letku lähtee liikkeelle. Lisäksi ohjeessa piti kertoa missä tilanteessa letkukara kuuluu letkukokoonpanon alle ja missä tilanteessa se luodaan putkiston alle. Myös letkukokojen erilaisuus verrattuna putkikokoihin mainittiin. Putket noudattavat DN/OD-mitoitusta, kun taas letkuissa on tuumakoot.

Letkujen tekemisessä piti myös kertoa kuinka niissä pitää ottaa huomioon eri letkukokojen taivutussäteet. 3D-mallissa ohjelma ilmoittaa aina kun letkun maksimi taivutussäde ylittyy, jolloin sitä pitää taivutella kulkemaan erilaista reittiä. Ohjeessa piti toki mainita, että ohjelma on joskus turhankin tarkka näissä taivutusrajoissa. Joissain tapauksissa voi olla hyväksytyä viedä letkua jotain reittiä, vaikka se menisi hieman taivutusrajan yli. Ohjeessa kerrottiin letkuissa käytettävät muokausmenetelmät, jotka toimivat vain letkuissa, sillä letkuille on eri työkaluja kuin putkille. Toki samojakin oli käytössä, joten niitä ei selitetty enää uudestaan.



Kuvio 11. Letku ja letkukarat

Tämän jälkeen ohjeen runko oli valmis ja sitä alettiin käsittelemään tarkemmin yhdessä kokeneemman työntekijän kanssa. Läpi koko kirjoitusprosessin katselmoitiin keskimäärin kerran viikossa missä mennään ja mitä on tehty. Kokeneempi työntekijä sai osioita yksi kerrallaan luettavaksi, jonka jälkeen yhdessä pohdiskeltiin mitä voisi lisätä tai muuttaa. Joskus kokeneempi työntekijä kertoi työkalusta, jota ei oltu ohjeessa huomioitu. Tätä kautta oppi ohjelmasta kasvoi ja ohjeeseen saatiin uusia kohtia. Kun kokonaisuus oli valmis, käytiin se vielä kerran alusta loppuun

läpi ja tehtiin muutama lisämuokkaus. Viimeisenä huomattiin vielä se, että ohjelmaan oli lähiaikoina tullut päivitys, joka vaikutti siihen miltä ohjelmaan kirjautuminen näyttää. Tämä päivitettiin vielä ohjekirjaan.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohjekirja, jonka avulla henkilö, joka ei ole koskaan käyttänyt Catia V6 -putkistosuunnittelun osa-aluetta pystyy käyttämään ohjelman perustoimintoja. Laaditun ohjeen tavoitteena oli myös saada aikaan materiaali, joka toimii uusien työntekijöiden perehdytyksessä yhtenäistävänä tekijänä ja mahdollistaa aloittavien työntekijöiden tietotason samankaltaisuuden aiheesta. Lisänä tarkoitus oli myös se, että ohjekirja voidaan suoraan lähettää toimeksiantajayrityksen toimipisteille eri puolilla maailmaa, ja sitä voidaan käyttää koulutus- ja perehdytysmateriaalina. Työn tuloksena syntyi Wordilla tehty englanninkielinen ohjekirja.

Ohjekirjaa ei ole vielä laitettu levitykseen toimeksiantajalla, koska se on vasta laadittu loppuun. Se on kuitenkin ladattuna toimeksiantajan verkkoon, joten se on valmiina levitykseen heti kun niin päätetään.

Ohjekirjaa voidaan pitää suhteellisen luotettavana, sillä kaikki kuvatut menetelmät on testattu ja varmennettu toimiviksi. Tämä on toteutettu niin, että kirjoittamisen jälkeen kuvatut menetelmät on vielä varmistettu ohjeen mukaisesti. Tämä varmisti ohjeen sisällön pysymisen mahdollisimman järjestelmällisenä. Lisäksi ohjetta käytettiin aina kirjoittamisen aikana toisen kokeneemman työntekijän kommentoitavana, jolloin sisältö ja sen oikeellisuus tuli tarkistettua. Toki aina on olemassa riski, että se, joka lukee ohjetta ei välttämättä ymmärrä täysin mitä siinä on pyritty kertomaan. Tällaisia virheitä on pyritty minimoimaan opastavilla kuvilla, joita ohjeeseen on lisäilty, mutta käyttäjävirheitä voi aina silti tulla. Lisäksi ohjelmistoon voi aina tulla uusia päivityksiä. Tästä seuraa se, että mikäli ohjekirjaa ei päivitetä sen mukaan, kun ohjelmistoon tulee päivityksiä, tulee ohjekirjasta jossain vaiheessa hyödytön. Tämän takia on tärkeää määrittää kenellä tulee olemaan vastuu pitää ohje ajan tasalla ohjelmiston kanssa. Jatkokehitystä ohjeeseen voidaan siis tarvittaessa tehdä, kunhan vain määritetään kenen vastuulla sen on.

Yksi mahdollinen jatkokehitysidea ohjeeseen voisi olla uusien osioiden lisääminen. Tällä hetkellä ohjeeseen ei kuulu piirustusten ja osaluetteloiden tekeminen, koska haluttiin keskittyä laadukkaaseen 3D-puoleen, joka vie suurimman ajan putkistosuunnittelusta. Tämä on myös se osa-alue, joka pitää hallita ennen kuin voi edes siirtyä tekemään muuta. Ohjeeseen voitaisiin lisätä omat kappaleensa koskien piirustusten tekoa ja niiden ominaisuuksia. Sen lisäksi voisi olla oma osionsa sille, miten 3D-mallin avulla luodaan osaluettelot ja miten niitä käytetään. Toinen mahdollinen jatkokehitysidea olisi kuvien lisäksi videoiden lisääminen ohjeeseen. Videoiden avulla voisi helpottaa joidenkin kohtien läpikäymistä ja selventää toimintojen eri sovelluksia visuaalisesti. Toki silloin myös ohjekirjan toteutustapa pitäisi muuttaa Word-asiakirjasta toiseksi.

Lähteet

3ds 2024. Company. Viitattu 19.2.2024

<https://www.3ds.com/about/company/history>

Etteplanin verkkosivut. tietoa meistä/meidän tarina. viitattu 20.2.2024

<https://www.etteplan.com/fi/tietoa-meista/meidan-tarina/>

Kananen Jorma. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä: Kehittämistutkimuksen Kirjoittamisen Käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Koistinen J. 2023. Teollisuuden standardisointia 50 vuotta. Dia-esitys PSK standardisointi Ry:n sivuilla. viitattu 7.3.2024

<https://psk-standardisointi.fi/wp-content/uploads/PSK-esitys-2023-2.pptx>

List of 3D Software for beginners (Free and paid). 2024. Artikkelin MAP SYSTEMS: in sivuilla. MAP SYSTEMS. viitattu 18.4.2024

<https://mapsystemsindia.com/resources/3d-design-software-list.html>

Lyytikä, M. 2023. Suunnittelija Etteplan Finland oy. Haastattelut välillä 01.6.2023-20.10.2023

PSK 7302. Putkien kannakointi. Kannekestandardien käyttö. 5. painos 2023. PSK Standardoimislaitos ry. viitattu 26.2.2024

PSK 4201. Putkiluokat. Putkiluokkien määrittely. 5. painos 2022. PSK Standardoimislaitos ry viitattu 7.3.2024

Liitteet

Liite 1

Liitteet poistettu julkisesta työstä