

Osakirjaston kehittäminen

Ville Vuorela

Opinnäytetyö
Joulukuu 2021
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), konetekniikan tutkinto-ohjelma
Tuotekehitys

Tekijä(t) Vuorela, Ville	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2021
	Sivumäärä 92	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Osakirjaston kehittäminen		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), konetekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Miikka Parviainen; Antti Henell		
Toimeksiantaja(t) Fimpec Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli Autodesk Inventor -ohjelman osakirjaston kehittäminen tukemaan tuotesuunnittelua. Ohjelmistosta löytyy valmiina osakirjasto mutta tätä halutaan muokata vastaamaan toimeksiantajan tarpeita suunnittelutyössä. Työn toimeksiantaja on Fimpec Oy, joka tarjoaa projektinjohtamis- ja suunnittelupalveluja.</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää, kuinka osakirjastoon voitaisiin lisätä uusia osia, sekä millaisia osia kirjastokantaan olisi mahdollista sisällyttää. Samalla haluttiin kehittää työvaiheiden sujuvuutta lisäämällä osiin suunnittelutyön kannalta oleellista tietoa. Jonka tarkoituksena oli tuottaa osatieto automaattisesti osaluetteloon.</p> <p>Toteutus tehtiin tutkimalla, kuinka ohjelmiston ominaisuuksia voidaan hyödyntää. Tämän tueksi selvitettiin, miten tuotetietoa tulisi käsitellä kirjastopohjaisessa tietokannassa. Osakirjaston pohjautuessa osaperheisiin ja parametriin arvoihin selvitettiin, kuinka 3D-malleissa käytettäviä parametrejä voidaan hyödyntää tiedonsiirrossa.</p> <p>Tuloksena saatiin tiedostot osa- ja materiaalikirjastoista, joita voidaan käyttää Autodesk Inventori-ohjelmistossa. Samalla ymmärrettiin paremmin osakirjaston toimintaperiaatetta ja konfiguroitavien tuotteiden käyttöä kirjastossa. Osatietoa saatiin tuotettua automaattisesti halutussa muodossa osaluetteloon. Kirjastokannoista tuotettiin myös kirjallinen ohje toimeksiantajalle.</p> <p>Johtopäätöksinä työstä saatiin, että osakirjastossa on hyvät ja huonot puolensa. Suunnittelutyössä on paljon kehitettävää, johon on muitakin soveltuvia vaihtoehtoja.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Osakirjasto, tuotetieto, parametri, tiedonsiirto		
<p>Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)</p> <p>Liitteet 7.1-7.5 ovat salassa pidettäviä, ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon perusteena on viranomaisten toiminnan julkisuudesta annetun lain (621/1999) 24 §:n kohta 17: yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassapitoaika on viisi (5) vuotta. Salassapito päättyy 12/2026.</p>		

Author(s) Vuorela, Ville	Type of publication Bachelor's thesis	Date December 2021 Language of publication: Finnish
	Number of pages 92	Permission for web publication: x
Title of publication Content center development		
Degree programme Degree Programme in Mechanical Engineering		
Supervisor(s) Parviainen, Miikka, Antti Henell		
Assigned by Fimpec Oy		
Abstract <p>The goal of the bachelor's thesis was to develop the part library of the Autodesk Inventor program for supporting product design. Program already has a ready-made part library, but it needs to be modified to meet the assigner needs in the design work. Thesis was assigned by Fimpec Oy, which provides project management and engineering services.</p> <p>The goal of the thesis was to find out how new parts could be added to the part library and which type of parts could be included in the library base. Also was wanted to develop the workflow by adding relevant engineering information to the parts. The purpose was to automatically produce part information to the part list.</p> <p>The implementation was done by examining how program features could be exploited. Implementation was supported by studying how product information should be processed in library-based database. As the program part library was based on part families and parametric values, it was needed to solve how parameters from 3D models could be utilized in data transfer.</p> <p>As the results, files from part and material libraries were done and these could be used in the Autodesk Inventor program. Also, better understanding the principles of part library operating and the use of configurable products in the library base was achieved. Part information was produced automatically in the desired format to the parts list. Written instruction how libraries should be used was produced for the assigner.</p> <p>The conclusion of the work was that the part library has its pros and cons. There is a lot of possibilities to develop the designing work in overall view and different options should be also examined.</p>		
Keywords/tags (subjects) Part library, product data, parameter, data transmission		
Miscellaneous (Confidential information) Attachments 7.1-7.5 are confidential and have been removed from public thesis. Secrecy is based on section 24 part 17 of the law of Publicity. Commercial or professional secrecy of a company. The confidentiality period is five (5) years. Confidentiality ends on 12/2026		

Sisältö

1	Johdanto	8
1.1	Lähtötilanne.....	8
1.2	Lähtötiedot	8
2	Tutkimusasetelma	9
2.1	Toimintatutkimus	9
2.2	Tutkimusongelma	11
2.3	Tutkimusongelmien selvittäminen.....	12
2.4	Tutkimukysymykset.....	15
2.5	Tavoite eli tutkimusvastaukset.....	16
3	Tuotesuunnittelu.....	16
3.1	3D-mallinnus.....	17
	3.1.1 Mallinnus tuotesuunnittelussa.....	18
	3.1.2 Parametrisointi	20
	3.1.3 Parametrisointi Inventorissa	21
	3.1.4 Parametrien arvot	22
3.2	Standardit	24
	3.2.1 Autodesk Inventorin standartit	25
3.3	Tuote.....	25
	3.3.1 Konfoguroitavat tuotteet ja näiden hallinta.....	27
	3.3.2 Tuoteperherakenteet	27
3.4	Tuotetiedonhallinta.....	28
	3.4.1 Nimikkeiden luokittelu	29
	3.4.2 Dokumenttien hallinta.....	30
3.5	PDM	32
	3.5.1 Attribuuttitieto	33
3.6	Nimikkeiden hallinta.....	33

	5
3.6.1 Ostokomponenttien hallinta	34
4 Osakirjaston toteutus	35
4.1 Autodesk Content Center	35
4.2 Osakirjaston käytön hyödyt.....	38
5 Osakirjaston kehitys	40
5.1 Osatyyppejen tunnistus.....	40
5.2 Osien nimitieto	42
5.3 Materiaalikirjasto	43
5.4 Lisättävien materiaalien määrittäminen	46
5.5 Materiaalikirjaston luominen	47
5.6 Uuden materiaalin lisääminen	49
5.7 Osakirjaston luominen	50
5.8 Kirjaston valmistelu ennen osien lisäystä	52
5.9 Osien lisäys kirjastoon	54
5.9.1 Osien kopiointi.....	55
5.9.2 Part Authoring	58
5.9.3 Part Publish.....	60
5.10 Tiedonsiirto osaluetteloon	66
6 Tulokset	74
7 Pohdinta.....	75
Lähteet	79
Liitteet	81
7.1 Liite 1. Materiaalien lisäys osakirjastoon (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti).....	81
7.2 Liite 2 Osakirjaston luonti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)...	85

7.3	Liite 3. Osakirjaston kansiorakenteen luonti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti).....	87
7.4	Liite 4. Filttorien luonti osakirjastoon (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti).....	88
7.5	Liite 5. Osien hyväksyttäminen (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti).....	89

Kuviot

Kuvio 1	Toimintatutkimuksen vaiheet (Kananen 2009 ,28)	10
Kuvio 2	Opinnäytetyön metarunko, (Kananen 2010, 18. muokattu)	12
Kuvio 3	Mind map osakirjaston kehittämisestä.	13
Kuvio 4	3D-mallin eri mallinnusmuodot	18
Kuvio 5	Akselin pituus suhteessa halkaisijaan (About Parameters in Models & To Work with Parameters in Models. 2019.)	23
Kuvio 6	Tuotteen elinkaari (Stark 2011 Luku 1.3 Muokattu)	28
Kuvio 7	Nimikkeiden luokittelu (Immonen ym. 2002, 26, muokattu.).....	30
Kuvio 8	Dokumenttilajit (Peltonen ym. 2008, 48, muokattu)	31
Kuvio 9	Content Center näkymä Inventorissa	37
Kuvio 10	Osakirjaston osien erot normaaleihin .ipt osiin.....	39
Kuvio 11	Content Centerin käyttö	41
Kuvio 12	Standardin käyttö nimessä yksilöi osat tehokkaasti.....	42
Kuvio 13	Materiaalien fysikaaliset ominaisuudet Inventorissa	45
Kuvio 14	EN 10028-3 Painelaiteteräkset.	46
Kuvio 15	Materiaalikirjaston valmiit muokkaustyökalut	48
Kuvio 16	Materiaalistandardin yhdistäminen osaan	50
Kuvio 17	Content Center Editor näkymä	51
Kuvio 18	Osakirjaston kansiorakenne.....	53

Kuvio 19 Kirjastojen osaperheiden kopioinnin erot, Autodesk knowledge network.....	56
Kuvio 20 Kopioinnin erot käytännössä.	57
Kuvio 21 Author luokat Inventorissa.	59
Kuvio 22 Publish toiminnot.....	60
Kuvio 23 Kirjastoon julkaistun piirteen esimerkki	61
Kuvio 24 Multibody osan lisääminen kirjastoon	62
Kuvio 25 Kategorian & Family Tablen parametrit	63
Kuvio 26 Lukujen reunaehtojen ja korotuksen määrittäminen.....	64
Kuvio 27 Osan tuonti kirjastosta ja arvojen määrittäminen kuvan avulla.....	65
Kuvio 28 iPart osan julkaisu kirjastoon	66
Kuvio 29 Oletus osista tuotettu osaluettelo.....	68
Kuvio 30 Piirustuksen osalista yhteys kokoonpanon osaluetteloon	69
Kuvio 31 Parametrien hyödyntäminen attribuuteissa	71
Kuvio 32 Attribuuttien lisääminen Content Center osiin	72
Kuvio 33 Parametrien viittausten kirjoitus	72
Kuvio 34 Lopullinen osaluettelo	73
Kuvio 35 Automatisoinnin asteet	77

1 Johdanto

1.1 Lähtötilanne

Teknologia-ala kehittyy ja kilpailu kiristyy, monessa alan yrityksessä halutaan vastata näihin tarpeisiin kehittämällä toimintoja sekä tutkimalla uusia menetelmiä ja niiden mahdollista hyödyntämistä.

Fimpec Oy edesauttoi tämän opinnäytetyön aiheen valintaa laatimalla toimeksiannon, jonka perusteella tuli kehittää Autodesk Inventor -nimiseen suunnitteluohjelmaan osakirjasto vastaamaan paremmin yrityksen tarpeita. Toimeksianto sisälsi sekä suunnitteluohjelman eri toimintojen tutkimista että niiden kehittämistä vastaamaan käyttäjän tarpeita. Yritys tuottaa suunnittelu- ja konsultointipalveluja, jotka pohjautuvat asiakkaan tarpeisiin. Tuotetut suunnittelupalvelut tehdään vastaamaan näitä tarpeita ja vaatimuksia, jolloin lopputuote on yksilöllinen. Varsinkin laitesuunnittelussa tuotetaan teknisiä dokumentteja, kuten 3D-malleja, osaluetteloita, teknisiä piirustuksia, selvityksiä jne. Autodesk Inventor-ohjelmistolla tuotetaan paljon dokumentaatiota, jonka tiedonsiirtoa ja -käsittelyä pyritään tässä työssä tutkimaan ja kehittämään. Tavoitteena on saavuttaa parempaa käytettävyyttä ja mahdollisesti lisätä tehokkuutta. Kokonaisuus vaati käytännön ongelmien ratkaisua ja ohjelmiston hyödyntämistä suunnittelutyössä. Selvittäminen, kehittäminen ja tiedon lisääminen teki toimeksiannosta ja opinnäytetyön aiheesta tutkimisen arvoisen.

1.2 Lähtötiedot

Autodesk Inventor -ohjelmasta löytyy valmiina varsin kattava osakirjasto nimeltään Content Center, mutta osakirjaston ongelmana on osien sisältämä tieto, joka on mo-

nestikin suunnittelutyön kannalta puutteellista. Käyttäjä pystyy valitsemaan Autodesk Inventor – ohjelman Content Center:in kirjastokannan Librarysta valmiita osia tehdessään kokoonpanoa. Vaikka osia onkin paljon, eivät ne ole tarkasti määriteltyjä tai pidä sisällään riittävästi suunnittelun kannalta teknistä tietoa. Suunnittelija joutuu etsimään monesta eri vaihtoehdosta oikeaa osaa tai itse lisäämään osaan tietoja halutun käyttötarkoituksen mukaan. Vaikka tietoja lisättäisiin haluttuun osaan kokoonpano vaiheessa, ei tieto tule välttämättä näkyviin osaluetteloon (Bill of Materials), kun kokoonpanosta tehdään teknisiä piirustuksia. Tällöin tiedot joudutaan syöttämään useaan otteeseen ja yleensä ne lisätään ainoastaan loppuvaiheessa osaluetteloon. Toimeksiantajalle tämä on ongelma, koska kokoonpanot voivat sisältää yli satoja osia ja käsin näiden osien tietojen lisääminen on erittäin työlästä. Tietojen lisääminen käsin mahdollistaa myös virheiden syntymisen mikä taas vaatii enemmän resursseja laadun takaamiseksi.

2 Tutkimusasetelma

2.1 Toimintatutkimus

Tutkimusmenetelmää määrittäessä työn alkuvaiheessa, valikoitui toimintatutkimus parhaimmaksi vaihtoehdoksi. Toimeksianto asettaa samat tavoitteet lopputuloksesta, kuin toimintatutkimuskin eli ratkaisu käytännön ongelmaan muutoksen saavuttamiseksi. Opinnäyttyöntekijä osallistuu tutkimukseen omalla toiminnallaan mikä on yksi tunnistettavin eroavaisuus toimintatutkimuksen ja kehittämistutkimuksen välillä. Työlle asetetut tavoitteet voidaan porrastaa ja muutoksen saavuttamiseksi testaaminen on välttämätöntä, mikä edelleen tukee kyseistä valintaa.



Kuvio 1 Toimintatutkimuksen vaiheet (Kananen 2009 ,28)

Ongelmanratkaisussa toimintatutkimus soveltuu hyväksi työkaluksi sisältönsä kannalta (kuvio 1.). Jotta valittua menetelmää hyödynnetään tehokkaasti, on aluksi määriteltävä nykytila. Koska työ tuli toimeksiantona oli ongelmat ja tavoitteet määriteltä pitkälti yrityksen puolesta mutta aiheen syvempi ymmärrys selkeytyi tutkimusongelmaa kuvailevassa mind mapissa (kuvio 3.) mikä johti kysymysten esilletuontiin.

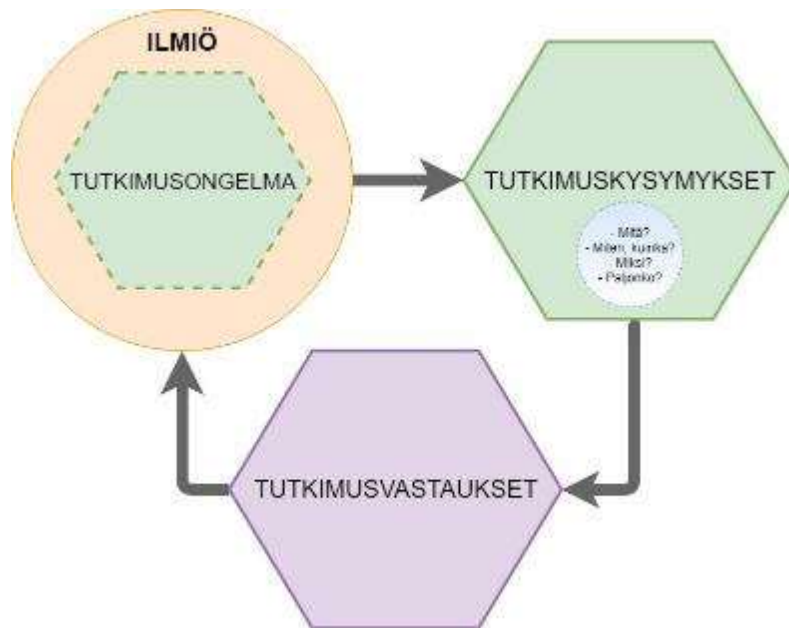
Ongelmatilanteen analyysiin ja sen vaikuttajiin voidaan hyödyntää kvantitatiivista tutkimusmenetelmää haastatteluiden ja havainnointien avulla. Toisena työkaluna on muodostaa juurikaavio, jolla pyritään tunnistamaan ongelmien juurisyyt ja täten puuttua niihin. Menetelmien tarkoitus on seuloa isommasta ongelmasta oleelliset tekijät työn kannalta ja selvittää ratkaisu näiden solmukohtien avaamiseksi.

Synteesin löytäminen toiminnan kehittämiseksi vaatii kirjastokannan luontia ja testaamista sekä käyttäjäpohjaista arviointia. Tutkimuksen syklit voidaankin aluksi jakaa teorian pohjalta tehtäviin parannusehdotuksiin, joita seuraa käytännön toteuttaminen. Lopuksi viimeiset syklit ovat käyttäjäkokemuksen määrittämistä ja testaamista, jolloin halutaan varmistaa laadullinen lopputulos (Kananen 2009, 27-30).

2.2 Tutkimusongelma

Kun aihetta ”osakirjaston kehittäminen” aletaan tutkia, on syytä tunnistaa mitä ilmiötä ollaan tutkimassa. Aihetta voidaan lähestyä eri tasoilta siten, että jaetaan ongelma aluksi ohjelman ominaisuuksiin sekä käytettävyyden parantamiseen. Näin ongelmaa voidaan tarkastella eri näkökulmista. Kussakin näkökulmassa kiinnitetään huomio saman ilmiön eri ominaisuuksiin, kuvaten mitä yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia näiden asioiden suhteilla on. Ilmiöiden tunnistus auttaa muodostamaan tutkimusongelman, josta saadaan johdettua tarkemmat tutkimuskysymykset, joihin haetaan ratkaisua. Tällä menetelmällä saadaan rajattua tutkittava aihe ja kuvattua tarkemmin tutkittavan kohteen ominaispiirteet, sekä määriteltyä työlle tavoitteet.

Tätä mallia voidaan käyttää opinnäytetyön metarunkona (Kuvio 2.), kun osataan erottaa tutkittavasta ongelmasta kysymykset mihin haetaan vastauksia. (Kananen 2010, 16–19)



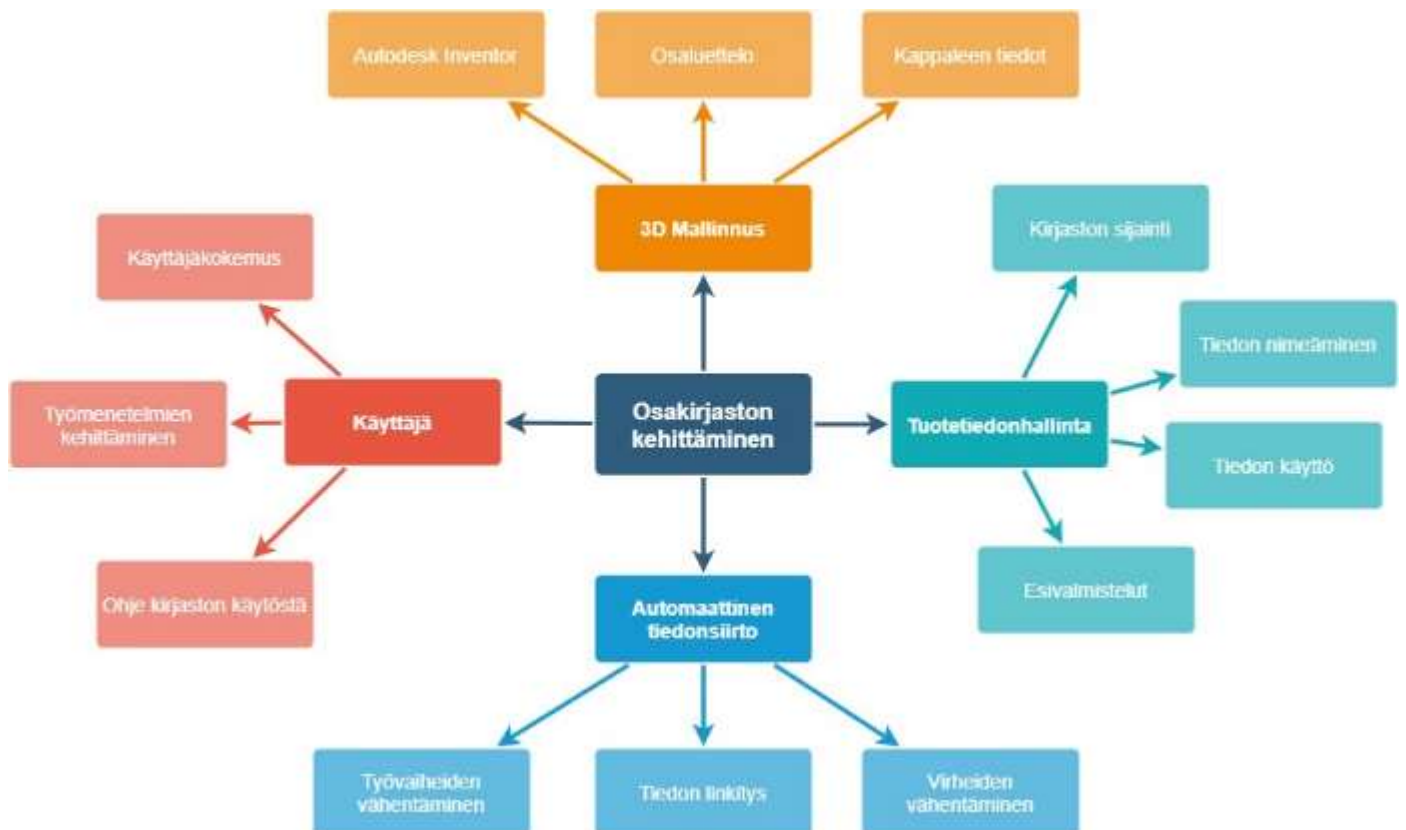
Kuvio 2 Opinnäytetyön metarunko, (Kananen 2010, 18. muokattu)

2.3 Tutkimusongelmien selvittäminen

Työkaluna tutkimusongelman ja määrittämiseen käytetään mind map tyylistä miellekarttaa (Kuvio 3.). Miellekartta toimii hyvin visualisoivana keinona ongelmanratkaisussa, jossa halutaan hahmottaa kokonaisuuksia. Ongelma sijoitetaan keskelle ja tästä johdetaan siihen vaikuttavat tekijät luoden ilmiöstä kokonaiskuvan. (Kananen 2012, 66)

Tällä pyritään muodostamaan aiheesta osakirjaston kehittäminen tutkittavia ongelmakohtia, joista voidaan taas johtaa kysymykset ratkaisujen löytämiseksi, eli tunnis-

taa ja rajata tutkittavaa ilmiötä. Menetelmällä on tarkoitus oivaltaa uusia näkökantoja ja lähestymistapoja ongelmien tunnistamiseksi ja määrittämiseksi. Ideoita tai näkökulmia tuskin löytyy liikaa mutta pointtina on nostaa esille ne oleellisimmat kannat ja näihin vaikuttavat tekijät, jotta työstä saataisiin mahdollisimman hyvä ratkaisu lopulliseen ongelmaan.



Kuvio 3 Mind map osakirjaston kehittämisestä.

Kun osakirjaston kehittämistä lähdetään tarkastelemaan eri näkökulmista, nousee esille neljä pääaihetta, jotka on johdettu havainnoimalla nykytilaa. Ensimmäisenä on 3D mallinnus. Tästä on johdettu Autodesk Inventor eli mitä ohjelman ominaisuuksia

on mahdollista hyödyntää. Samassa aiheessa on myös kappaleen tiedot sekä osaluettelo, jotka ovat periaatteessa sisällöltään sama asia, eli mitä tietoa kirjastoon tehtäviin osiin halutaan sisällyttää. Toisena aiheena on tuotetiedonhallinta, joka jakaantuu tiedon käyttöön ja nimeämiseen eli missä muodossa tieto esiintyy osakirjastossa ja miten sen käytettävyys ilmenee kirjastomaisessa struktuurissa. Samalla on pohdittava kirjaston sijaintia, käytettävyttä ja sen myötä rakennetta, sekä mitkä ovat vaaditut esivalmistelut kirjaston luomiseen. Tästä on hyvä johtaa suoraan kolmanteen pääaiheeseen eli käyttäjään. Tässä tulee tunnistaa käyttäjän tarpeet kirjaston osalta eli mitä ominaisuuksia kirjastoon halutaan tuoda ja millainen käyttäjäkokemus kirjastopohjainen ratkaisu on. Tämä antaa impulssin kvantitatiivisen tiedonkeruun menetelmän hyödyntämisestä käyttäjiltä, jotka kertovat mitä ominaisuuksia kirjastoon halutaan. Kyselyillä, havainnoinnilla ja testauksella voidaan arvioida miten käyttäjät kokevat kirjaston käytön eri vaiheet ja vaikuttaako se työmenetelmien ja vaiheiden kehitykseen halutulla tavalla. Samalla kirjaston käytöstä laaditaan kirjallinen ohje, jotta kehitystyötä on mahdollista jalostaa jatkossa. Viimeisenä aiheena on automaattinen tiedonsiirto, joka yhdistää loput aiheet käytännön sovellutuksellaan. Eli miten tiedonsiirto tullaan toteuttamaan ohjelman toiminnoilla, mitä tuotetieto on ja miten sitä tulisi käsitellä. Lopullisen päätöksen saavutuista hyödyistä tekee käyttäjä ja tämä tieto saadaan käytettävyyden arvioinnilla.

Tutkimusaineisto kerättiin tutustumalla aiheeseen liittyvään alan kirjallisuuteen, sekä verkkojulkaisuja. Varsinkin verkosta löytyi laajasti aineistoa mutta näissä tuli noudattaa lähdekriittisyyttä ja tarkentaa oliko tieto ajantasaista. Osa aineistosta taas saatiin haastattelemalla toimeksiantajan edustajaa ja tekemällä kokeiluja, joista kerättiin palautetta mitä jatkojalostettiin. Ohjelmaan liittyvä aineisto oli englanninkielistä ja verkossa oli saatavilla pääasiassa ajantasaisimmat versiot. Varsinkin ohjelmistoon liittyvä aineisto voi muuttua ohjelmiston päivittyessä eli aineiston oli vastattava ohjelman käyttöversiota.

2.4 Tutkimuskysymykset

Tutkittavasta ilmiöstä erotetut tutkimusongelmat voidaan rajata tarkempiin tutkimuskysymyksiin. Aiheesta on nostettu esille neljä pääkysymystä, joiden pohjalta ratkaisuja osakirjaston kehittämisestä lähdetään toteuttamaan:

- Kuinka laajasti ohjelman omaa kirjastoa voidaan hyödyntää
- Miten uusia osia saa lisättyä kirjastoon
- Saako suunnittelutiedon käyttöä automatisoitua
- Paraneeko ohjelman käytettävyys

Alkutietojen ja alustavien haastattelujen myötä on mahdollista muodostaa muutama konkreettinen ongelma, joihin pyritään kirjaston kehittämisen avulla hakemaan ratkaisua. Tutkimuskysymykset muotoillaan pienemmiksi osiksi, joihin haetaan käytännön ratkaisua. Tämä ohjaa työtä hakemaan ratkaisua toimeksiantajan alkuperäiseen ongelmaan.

Edellä mainitut tutkimuskysymykset pohjautuvat pitkälti paremman käytettävyyden saavuttamiseen, mikä tässä tapauksessa on työstä tavoiteltu hyödyn saavuttaminen. Verraten varsinaiseen ongelmaan tai suoraan epäkohtaan, työssä ei olla hakemassa ratkaisua tietyin ehdoin, vaan tarkoituksena on selvittää miten jo saatavilla olevia resursseja, voitaisiin hyödyntää halutun käyttötarkoituksen mukaan. Käytettävät resurssit rajaavat myös itsessään työtä, koska pääpaino on näiden resurssien käytöstä saadun tiedon hyödyntäminen vastaamaan kysymyksiin. Työn edetessä kysymykset täsmentyvät, koska tieto lisääntyy ja tällöin voidaan valita ja rajata tarkemmin tutkittavaa kohdetta.

2.5 Tavoite eli tutkimusvastaukset

Ongelmien tunnistamisen ja tutkimisen jälkeen voidaan tarkastella alkuperäisiä tavoitteita uudelleen ja tutkia, kuinka näihin voidaan löytää mahdollinen käytännön ratkaisu, sekä mitä teoriaa tulee selvittää taustalle ongelmien selvittämiseksi. Eli määrittää tutkimusvastaukset, joihin ollaan ratkaisua hakemassa. Tällöin käsiteltävä aihe voidaan paremmin rajata ja keskittyä vastausten löytämiseen.

Tavoitteena on luoda kirjastokanta Inventor-ohjelmaan niistä vakio-osista, joita suunnittelija käyttää useimmiten ja toistuvasti. Käytännössä kyseisiin osiin pyritään esittämään riittävä määrä suunnittelutietoa. Kun osat sisältävät riittävän määrän tietoa, halutaan tämän tiedon välittyvän automaattisesti osaluetteloon ja teknisiin piirustuksiin. Tiedon tulee olla tietyin vaatimusten mukaan tuotettuna ja listattuina edellä mainituissa dokumenteissa. Tällä pyritään vähentämään työvaiheita, jotka on toistaiseksi tehtävä manuaalisesti ja tapauskohtaisesti. Käytännön tavoite on saavuttaa parempi käytettävyys ja tehokkuus, jos manuaalisia työvaiheita voidaan vähentää. Toinen tavoite on vähentää virheiden syntymisen mahdollisuutta, koska käyttäjän työvaiheita pyritään automatisoimaan. Käytettävien osien kirjastokanta luodaan yrityksen käytössä olevaan Autodesk Inventor suunnitteluohjelmistoon hyödyntäen sen olemassa olevia ominaisuuksia. Osakirjaston käyttöä on kaavailtu pienelle käyttäjryhmälle, mikä todennäköisesti mahdollistaa ohjelmiston käytön oletusasetuksilla, ilman ulkoisia palveluita tai ohjelmia.

3 Tuotesuunnittelu

Aineistoa kerättiin laajemmin tuotesuunnittelun ja tuotetiedonhallinnan näkökulmasta, koska nämä koettiin tärkeiksi ymmärtää. Kehittäessä automaattista tiedonsiir-

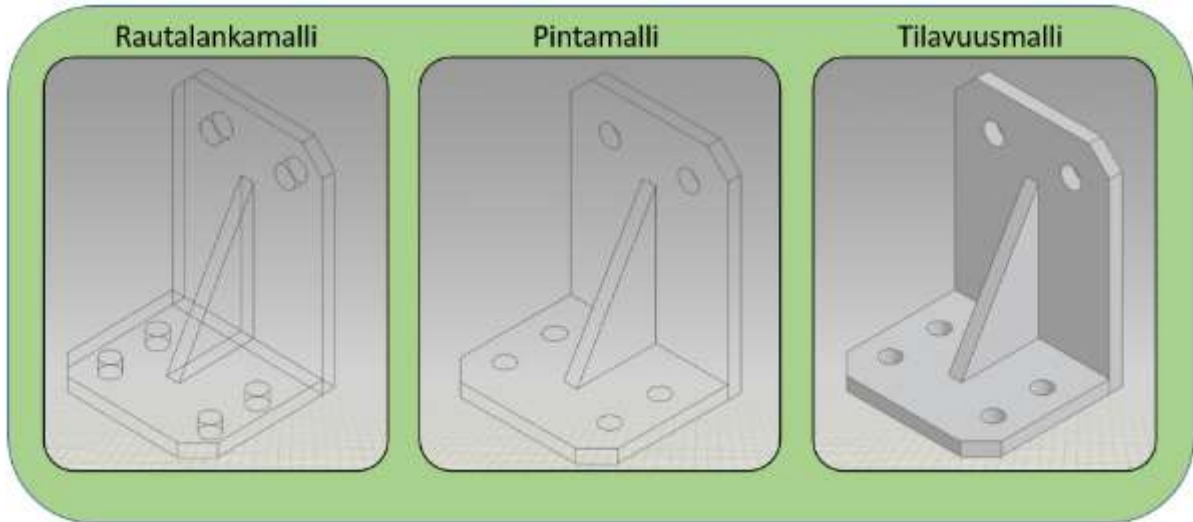
toa tuli ymmärtää missä muodossa tuotetietoa tulisi tuottaa ja käsitellä. Tällöin tietoperusta ei pohjaudu pelkästään tuotesuunnitteluun tai ohjelmiston toimintoihin, vaan ymmärrykseen miten tuotetiedonhallintaa voidaan hyödyntää ja mitkä edellytykset se asettaa kehittämisen näkökulmasta. Pohjana on myös tuotesuunnittelua ja miten se liittyy tuotetietoon.

3.1 3D-mallinnus

3D-mallinnus on nimensä mukaan kappalaiden kolmiuloitteisten mallien luontia, tarkoituksena on luoda aitoa mallia vastaavia kappaleita, osia ja kokoonpanoja. Luoduille mallilleille annetaan mallinnusvaiheessa sille kuuluvat fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet, joiden avulla mallia on mahdollista tarkastella sekä simuloida suunnitteluvaiheessa. Mallit luodaan kolmiuloitteiseen avaruuteen, jotka koostuvat x-, y- ja z-akseleista. Näiden akselien välille luodaan tasoja, joihin malli rakennetaan pistekoodrinaatiston avulla. (Tuhola & Viitanen 2008, 17-18)

Tuotteesta luotu kolmiuloitteinen malli voi olla eri muodoissa ja eri malleilla on omat käyttökohteensa ja vahvuutensa. Kolme yleisintä mallinnusmenetelmää ovat rautalankamalli, pintamalli ja tilavuusmalli (Kuvio 4.). Yksinkertaisin visualisointi mallista on rautalankamalli eli reunasärmäkuvanto, jolloin mallista esitetään ainoastaan reunaviivat. Mallin tasoilla ei ole pintoja ja rautalankamallin avulla kohdepisteitä ja -särmiä voidaan muokata tasoista välittämättä. Rautalankamalli on kevyt tiedosto käsitellä mutta siitä on hankala hahmottaa pintojen eroja ja täten mallin asennon tunnistaminen on hankalaa, joten sitä käytetään yleensä 2D-piirustuksissa. Toisena vaihtoehtona on pintamalli eli malli josta esitetään ainoastaan pinnat. Tällöin tuotteella ei ole massaa tai muita fysikaalisia ominaisuuksia, vaan ainoastaan pinnat ovat esitettyinä. Pintamalli mahdollistaa vapaamman muotoilun ja sitä hyödynnetäänkin paljon tuotesuunnittelussa sekä tuotteen hahmottelussa. Viimeisenä vaihtoehtona on varsinainen 3D-malli eli tilavuusmalli. Tällä

menetelmällä tuotteen mallista on näkyvillä kaikki tieto mistä se koostuu. Mallista luodaan kaikki tuotetta vastaava tieto mitä se tulee todellisuudessa sisältämään. Mallille voidaan tehdä esimerkiksi lujoustarkastelua ja liikeratojen testausta millä tarkastellaan tuotteen toimivuutta käytännössä. (Tuhola & Viitanen 2008, 20-22)



Kuvio 4 3D-mallin eri mallinnusmuodot

3.1.1 Mallinnus tuotesuunnittelussa

Tuotteen suunnittelua voidaan mieltää prosessina, jossa tieto muuttuu tarpeista, vaatimuksista ja reunaehdoista tavoitellun ratkaisun löytämiseen. Tietoa tulee käsitellä ja luoda riittävästi, jotta saadaan tuotettua rakenne mikä kuvaa tuotetta ja on ennen kaikkea toteutettavissa asetettujen vaatimusten mukaan. Tuotesuunnittelu on yksi osa tuotekehitysprosessia, joka taas on laajempi kokonaisuus. Tuotekehitysprosessi kattaa kaiken asiakkaan toiveista aina tuotannon käynnistämiseen, kun tuotesuunnittelu on osa tätä prosessia. Nämä saatetaan sekoittaa helposti keskenään, vaikka tuotesuunnittelun tavoite käytännössä on tuottaa tietokonemalli, jolla havainnoidaan tuotteen ominaisuuksia. Kuten tuotettavuutta ja näköisyyttä, tämän tarkoituksena

on testata sekä simuloida näitä eri ominaisuuksia tietokonemallien avulla. Mallinnuksen tavoitteena tuotesuunnittelussa on tuottaa riittävä määrä tietoa ja dokumentteja suunniteltavasta tuotteesta, jotta tuote voidaan valmistaa. (Hietikko 2007, 12–13)

Tuotetta suunnitellessa suunnittelijalla on yleensä idean lisäksi luonnos tai lähtötietoja mallin luomiseen. Harvemmin suunnitellaan täysin uutta tuotetta, vaan olemassa olevaan tuotteeseen halutaan muutoksia, jotka vastaavat lähtötietojen tarpeita ja toimeksiantoa tai kyseessä voi olla myös valmis malli, jota aletaan jatkokehittämään. Kaikki nämä pohjautuvat yleensä toimeksiantoon ja tämä vaatii riittävät lähtötiedot mallin luomiselle. Kun lähtötiedot on saatu valmiiksi alkaa esivalmistelu, jossa työ viimeistään siirtyy mallinnusohjelman pariin. Tässä vaiheessa ohjelmaan haetaan asiakkaan piirtopohjat, esitiedot ja luodaan tallennuskansio asiakasprojektille, johon työ kootaan. (Tuhola & Viitanen 2008, 19)

Projektiympäristön valmistuttua voidaan aloittaa itse mallinnus, mikä alkaa yleensä sketsien ja luonnosmallien luomisella. Koska pääasialliset mallit tulevat eri teollisuuden sovellutuksiin, on näille olemassa standardit. Käytännössä mallien luonti alkaa tutustumalla suunniteltavan tuotteen standardiin, joka määrittää yleisesti perusteet kappaleen mitoille, materiaalille ja teknisille ominaisuuksille. Kun suunnittelijalla on riittävä määrä alustavia sketsejä ja malleja hahmottaakseen suunniteltavan tuotteen, yhdistetään siihen kerätty tieto vaadituista mekaanisista ominaisuuksista sekä standardien mukaisista sovellutuksista ja määräyksistä, voidaan varsinainen kappalemallinnus aloittaa. Koska suunniteltava toimeksianto on yleensä isompi kokonaisuus, jaetaan se pienempiin osakokoonpanoihin, jotka voidaan jakaa vielä pienempiin kokonaisuuksiin. Jakamisen etuna on se, että suunnittelutyötä voidaan tehdä iteratiivisesti eli samanaikaisesti suhteuttaa eri työvaiheita ja jakaa käytettäviä resursseja. Verraten taas rekursiiviseen, jossa työ on suhteutettu ylemmän tason järjestelmään mikä määrittää työvaiheiden järjestyksen. Kun osamallit on saatu valmiiksi tehdään niistä kokoonpano ja vastaavasti kokoonpanosta ja osamalleista tuotetaan

piirustukset tuotetietoineen ja osaluetteloineen, millä tuote on mahdollista valmistaa.

Suunnittelu itsessään on tuotekohtainen ja paljon monivaiheisempi prosessi, joka vaatii suunnittelijalta luovuutta. Työn mukana tuoma kokemus ja hyväksi havaitut toimintamallit edistävät sen sujuvuutta. Suunnittelu vaatii tekijältään valintoja ja päätöksiä jatkuvasti, joten mallia tulee tarkastella suunnittelun aikana useaan kertaan. Näin varmistutaan lopullisen tuotteen laadusta ja vältytään virheiltä. Tämä tarkoittaa korjauksia ja muutoksia eri työvaiheiden edetessä ja aikana, jotta suunniteltu tuote olisi toimiva kokonaisuus, joka vastaa toimeksiantoa. Työn edetessä valintojen määrät vähenevät ja kappaleelle alkaa muodostua kiinnitettyjä arvoja, joita on voidaan mahdollisesti parametrizoida ja tunnistaa eri toimintojen vaikutukset toisiinsa. Uusien lisättävien mahdollisuuksien määrä vähenee ja muutosten tekeminen jälkikäteen hankaloituu. Tuotesuunnittelu myös määrittää suunniteltavan kappaleen valmistusmenetelmän ja täten samalla suuren osan valmistuskustannuksista. (Tuhola & Viitanen 2008, 18-20, Hietikko 2007, 11-14).

3.1.2 Parametrisointi

Kertaalleen luodun 3D-mallin geometrian muokkaaminen jälkikäteen voi johtaa mallin hajoamiseen tai ei haluttuihin muodonmuutoksiin. Tämä tekee muokkaamisesta työlästä ja pahimmassa tapauksessa mallinnus tulee tehdä uudestaan. Parametrisointi auttaa mallin parempaan hallintaan muodostamalla tietyille mallin mitoille yhtälöitä, relaatioita ja määrättyjä arvoja, jotka ovat koottuina taulukkoon. Mallin mittoja voidaan muokata milloin vain ja geometria muuttuu haluttujen muutosten mukaan päivittyen samalla kokoonpanoon ja piirustuksiin. Käyttäjä valitsee itse mitat, jotka halutaan parametrizoida, ja määrittää tälle arvon tai halutun laskennan. Harvemmin tuotesuunnittelun näkökulmasta malliin voidaan heti alkuun lisätä parametrejä, vaan ne tarkentuvat mallinnuksen edetessä. (Hietikko 2007, 23–25).

3.1.3 Parametrisointi Inventorissa

Inventor -ohjelmistossa parametrejä on luokiteltu kolmeen pääluokkaan: Model Parameter, User parameter ja Linked Parameter.

Model Parameter eli malliparametri muodostuu automaattisesti, kun mallille annetaan sketsissä tai piirteissä mitta-arvoja sekä kokoonpanoehtoja. Määritellyt mitat saavat oletuksena geneerisiä nimiä kuten d0, d1, d2 jne., mutta näille käyttäjä voi itse määrittää omat nimet mittojen tunnistamisen helpottamiseksi. Parametrit sisältävät annettuja arvoja ja yhteyksiä mallin elementtien välillä, jolloin puhutaan malliparametreista. Käytännössä käyttäjä voi vapaasti muokata parametrien nimiä ja arvoja.

User Parameter eli käyttäjäparametrit ovat geneerisempiä kuin malliparametrit. Lähtökohtaisesti näillä on tarkoitus saavuttaa toiminnallisia etuja varsinaisessa mallinrusvaiheessa, hyödyntäen mallin sisäisiä parametrejä. Käyttäjä voi luoda täysin omia parametrisoitavia arvoja, joille määritetään toiminto mallin parametristä. Käyttäjäparametrit ovat mm. yhtälöitä tai iLogic-sääntöjen lausekkeita, joilla voidaan vapaammin määrittää mallille arvoja, kuten materiaali tai rajoituksia. Tämä mahdollistaa mallien tuottamisen näiden arvojen pohjalta verraten, että malli luotaisiin täysin tyhjästä. Tätä menetelmää tutkitaan opinnäytetyössä osatietojen tuottamisen näkökulmasta.

Linked parameters nimeen viitataan, kun parametrinen arvo linkitetään jostain toisesta lähteestä. Kuten Excel-tiedostosta, johon rakennetaan halutut mallin parametrisoitavat arvot ja tämä liitetään mallin arvoihin kuten sketsien mittoihin tai piirteiden arvoihin. Inventorissa parametrejä voidaan viedä export toiminnolla tai tuoda malliin import toiminnoilla. Ohjelmistossa on myös mahdollista linkittää parametrejä eri mallien välillä kuten ohutlevy (sheet metal .ipt) ja normaalin osan (ipt.) välillä toisiinsa. Toinen varsin yleinen parametrien linkitys on käytännössä skeleton-malli, jolla

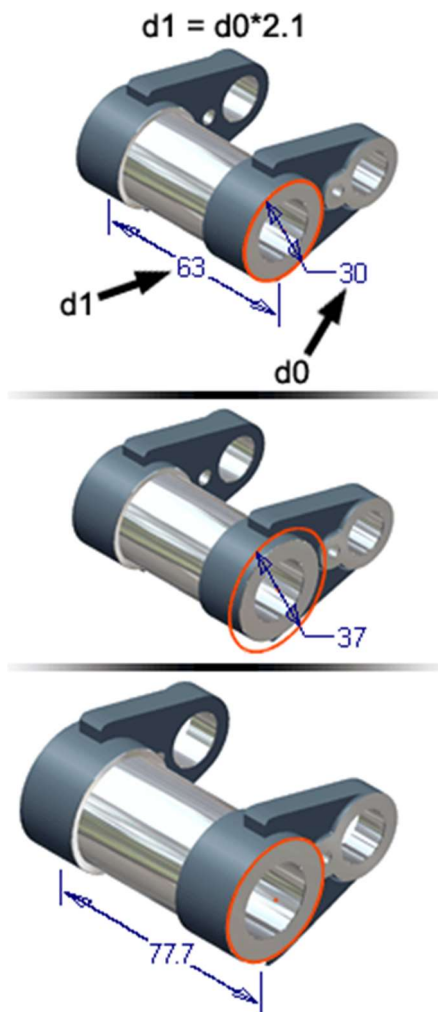
liitetään parametrejä alikokoonpanoon. (Inventor Help - About Parameters in Models 2019.)

3.1.4 Parametrien arvot

Pääpaino on sketsien ja mallien parametrisoinnissa, joilla on suurin vaikutus mallin geometrisiin muutoksiin. Parametreille voidaan määrittää seuraavia arvoja Inventor ohjelmistossa:

- Numeroarvo,
- Teksti
- Tosi/Epätosi.
- Referenssi
- Ohjaava parametri
(About Parameters in Models, 2019)

Numeroarvoiset parametrit pystyvät toteuttamaan laskentayhtälöitä relaatiassa muihin mittoihin (Kuvio 5). Tämä mahdollistaa laskentakaavan luomisen, mikä määrittää tietyt ehdot mallille ja mallinnusta voidaan ohjata tämän avulla. Mallista tunnistessa toimintamitat, voidaan luoda parametrit näiden mittojen ohjaamiseen. Toimintamittojen avulla saavutetaan parempi mallin geometrian säilyminen ehjänä, kun muutoksia tehdään.



Kuvio 5 Akselin pituus suhteessa halkaisijaan (About Parameters in Models & To Work with Parameters in Models. 2019.).

Yleensä numeerinen parametrisointi vaatii taulukon, joilla toimintoja ohjataan. Inventorissa nämä löytyvät ohjelman omasta Parameters taulukosta tai linkitetystä Excel taulukosta. Mallille voidaan luoda oma taulukkonsa ohjelman omalla iFeatures toiminnolla tai käyttää edellä mainittua Linked parameters- menetelmää, jolloin ohjelmaan tuodaan ulkoinen taulukko. Yleensä taulukoita pyritään käyttämään osille, joiden ominaisuudet tekninenlaskenta määrittää suunnittelutietojen osalta. Esimerkkinä paksuudet vaadittujen lujuusominaisuuksien mukaan tai koot standardista. Var-

sinkin soveltaessa standardinmukaisia osia, joille on olemassa ennalta määritelty kokotaulukko. ei eri kokoisia osia tarvitse yksitellen mallintaa. Koska koot voidaan hakea taulukon arvoista ja muokata pohjana

toimivaan perusmalliin tarpeen mukaan. Parametrejä tehdessä on syytä käyttää järkevää mittojen nimeämistä jo mallinnuksen alkuvaiheessa, jotta halutut parametrisoitavat mitat pysyvät paremmin hallinnassa varsinaista parametrisointia tehdessä. (Inventor Help - About Parameters in Models & To Work with Parameters in Models. 2019.)

3.2 Standardit

Standardit ovat asiakirjamuodossa olevia kirjallisia julkaisuja, joilla pyritään laatimaan yhteisiä kansainvälisiä toimintatapoja sekä kuvaamaan tuotteiden minimivaatimuksia. Standardeihin viitataan yleensä asetuksissa, direktiiveissä ja päätöksissä, koska ne ovat monien laadintojen ja lausuntojen lopputuloksia. Kansainväliset asiantuntijat laativat standardeja tutkimustulosten ja kokemusten perusteella, mikä lisää monipuolisuutta. Periaatteessa kuka vain voi osallistua standardien kirjoittamiseen ja yleensä yritykset osallistuvat tähän jakaakseen omaa asiantuntijuuttaan sekä tietoa. Standardit ovat kaikkien saatavilla ja niiden noudattaminen on periaatteessa vapaaehtoista. Standardien pyrkimyksenä on kertoa tuotteen tai palvelun minimivaatimus, millä osoitetaan hyväksi havaitut käytännöt, turvallisuus sekä ympäristövaikutukset. Tuotteiden tai palveluiden standardit pyrkivät yksiselitteiseen tulkintaan, mikä lisää ymmärrystä ja varsinkin huomioi käyttäjän sekä valmistajan näkökulman. Koska kyseessä on kansainvälinen käytäntö ja tekniikka kehittyy nopeasti, myös standardeja tarkistetaan ja päivitetään säännöllisesti. Standardien saatavuudesta Suomessa vastaa Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. – Avain standardien maailmaan 2019, 7–14)

3.2.1 Autodesk Inventorin standardit

Luotava osakirjasto koostuu standardikomponenteista, joten standardien asettamista vaatimuksista tulee ottaa selvää ja laatia osakirjaston osille standardien asettamat ominaisuudet ja vaatimukset. Osien materiaalit vaihtelevat ja uusia materiaaleja joudutaan lisäämään, joten teräslaatuojen standardi ominaisuudet ja merkinnät on selvitettävä. Yleisimmille ostettaville osille esimerkiksi kiinnikkeet, ruuvit ja laipat on kattavat standardit, jotka määrittelevät tarkasti materiaalin ja ominaisuudet, kuten koon. Autodesk Inventor ohjelmistossa on oletuksena kahdeksan standardia. (Inventor Help – Content Center. 2018.)

- ANSI
- BSI
- GB
- GOST
- ISO
- JIS
- DIN

(Content Center, 2018).

3.3 Tuote

Koska opinnäytetyössä ollaan kehittämässä osakirjastoa, joka koostuu tuotteista, on hyvä tarkastella eri tuotetyyppejä ja näiden eroavaisuuksia sekä, mitä tekijöitä näillä on tuotesuunnittelun näkökulmasta. Tarkoituksena on tunnistaa, mitä menetelmiä eri tuotteita käsitellessä osakirjastossa olisi hyvä käyttää sujuvan tuotetiedon hallinnan ja käytettävyyden saavuttamiseksi.

Tuote on työprosessissa aikaansaatu tai luonnosta erotettu aineellinen hyödyke. Tarkempana määrittäminenä tuote on aine, valmiste tai muu tavara ((EY) N:o 765/2008).

Kun kohdennetaan tuotteen määrittelyä tähän työhön, yritys tuottaa eri teollisuustuotteiden suunnittelupalveluja. Yleisimmät teollisuuden tuotteet voidaan jakaa omiin luokkiinsa:

- Kiinteät tuotteet
 - Konfiguroitavat tuotteet
 - Muunneltavat tuotteet
 - Projektituotteet
- (Martio 2015, s.14)

Pelkistetysti kiinteät tuotteet ovat vakioituja, eivätkä ne sisällä muutoksia eli tuotteet ovat identtisiä. Se tarkoittaa suurta valmistusmäärää ilman suurempaa tilauskohtaista suunnittelua. Konfiguroitavat tuotteet sisältävät ennalta määrättyjä variaatioita, jotka vastaavat eri asiakastarpeisiin. Koska tuotteen muutokset ovat määritelty ennalta määräysten mukaisesti, on konfigurointi yleensä automatisoitu eikä tuotesuunnittelua tarvita. Niistä voidaan puhua myös nimellä massaräätälöidyt tuotteet. Muunneltavat tuotteet vastaavat osittain sellaisenaan asiakastarpeita, mutta osa tuotteesta tulee kuitenkin suunnitella tilauskohtaisesti. Tuote muodostuu standardisoiduista komponenteista, mikä mahdollistaa valmiiden osien käytön ja mahdollisuuden pienemmän mittakaavan konfigurointiin. Projektituotteet ovat lähes täysin asiakastarpeeseen räätälöityjä yksittäisiä tuotteita. Tuote räätälöidään täysin vaaditun asiakastarpeen mukaan. Tuote on mahdollista toteuttaa teknologiatietämyksen avulla, teknisiä sovellutuksia noudattaen. Näiden tuotteiden volyymi on edellä mainituista tuotteista kaikista pienin, koska myös tuotteen valmistus on yksilöllistä. (Martio 2015, 13–17).

Toimeksiantajayrityksen suunnittelupalvelu tuottaa asiakkailleen pääasiassa projektituotteita. Ne vastaavat asiakkaan yksilöllisiin tarpeisiin, annettujen lähtötietojen ja vaatimusten mukaisesti. Koska tuotteet ovat teollisuuden sovellutuksia, niille on määritelty tekniset ominaisuudet ja vaatimukset asetusten sekä standardien mukaan. Tämä tarkoittaa, että tuotteet koostuvat pitkälti standardikomponenteista, joille on

ennalta määritellyt tekniset ominaisuudet. Suunnittelun kannalta ideaalisinta on ratkaisu, jossa vaaditut komponentit vastaavat teknisten vaatimusten ja mitoituksen mukaan standardiosia, joiden hankinta ja valmistus on helppoa. Teollisuuden tuotteista standardit määrittävät tuotteen käyttökohteen ja ominaisuudet, joten eri kokoonpanoissa on mahdollista hyödyntää tuotekonfigurointia standardiosista. Osakirjaston kehittämisessä on tarkoitus luoda kanta eri standardeista koostuvista osista, joita suunnittelija voi käyttää projekteissa.

3.3.1 Konfiguroitavat tuotteet ja näiden hallinta

Kuten aiemmassa kappaleessa on mainittu, konfiguroitavan tuotteen suhde variantteihin voidaan osakirjaston kannalta lähteä avaamaan tuoteyksilöille, jotka perustuvat ennalta suunniteltuun rakenteeseen, joiden muuntelu on hyvin rutiininomaista käytettävässä järjestelmässä. Tässä tapauksessa voimme puhua vakiotuotteista, joille lisätään muunneltavuutta vastamaan käyttötarpeita. Konfiguraation tuominen vakiotuotteille pyrkii lisäämään ja parantamaan itse päätuotteen ominaisuuksia. Muutosten hallintaa täytyy pystyä ohjaamaan sopivalla tietojärjestelmällä. Koska käyttökohteen tuotteiden kirjo on jo itsessään hyvin monipuolinen ja tuotteille tarvitaan paljon variantteja, voidaan tässä tapauksessa puhua massaräätälöinnistä. Varsinaiselle massaräätälöinnille on monia ryhmittelyjä, mutta työn kannalta oleellisin on järjestelmä, joka tukee laaja-alaista konfiguraatiota taaten sille hyvän käytettävyyden ja ylläpitäen logiikan, joilla säilytetään tuoteyksilöiden identiteettiä. Konfiguraatioiden hallinta on osa tuotetiedon hallintaa mutta painottuen määrättyjen komponenttien ja näiden versioiden hallintaan. (Peltonen ym. 2002, 79-81).

3.3.2 Tuoteperherakenteet

Konfiguroitavien tuotteiden varianttien kasvaessa, voidaan puhua myös tuoteperheistä mikä painottuu varianttien määrään sekä hallintaan. Variantteja voivat olla en-

nalta määritelty tuotevalinta, kuten komponentti A tai B. Toinen vaihtoehto vaihto-
teille on parametreihin sidonnaisuus, joilla määritellään tuotteen ominaisuus arvoilla
X, Y tai Z. Nämä lähestymistavat kasvattavat nopeasti tuotevarianttien muodostamaa
lukumäärää, joten tulee luoda toimiva tuoteperherakenne, joilla kuvataan hallitusti
näitä eri vaihtoehtoja. Tuoteperherakenne luo ehdot, joilla määritetään tuotteen
vaihtoehtoiset, valinnaiset ja parametriset säännöt. Koska jokainen muuttuja on ker-
rannainen variantille, näiden rajaamaton määrä tekisi tuotetiedonhallinnasta mahdo-
tonta missään järjestelmässä. (Peltonen ym. 2002, 81-82).

3.4 Tuotetiedonhallinta

Tuotetieto on tuotteen elinkaaren aikana syntyvää tietoa, joka muodostuu itse tuot-
teesta ja siihen liittyvistä toiminnoista. Tuotteen elinkaari voidaan jakaa kolmeen
pääjaksoon (Kuvio 6). Pääasiallisesti uuden tuotteen elinkaari alkaa innovoinnista ja
jatkuu läpi tuotteen kehityksen, suunnittelun, valmistuksen, käytön ja huollon, pää-
tyen loppusijoitukseen ja kierrätykseen. Varsinaisen tuotteen elinkaaren hallinnasta
käytetään termiä PLM (Product Lifecycle Management). (Stark 2011, 5-8)



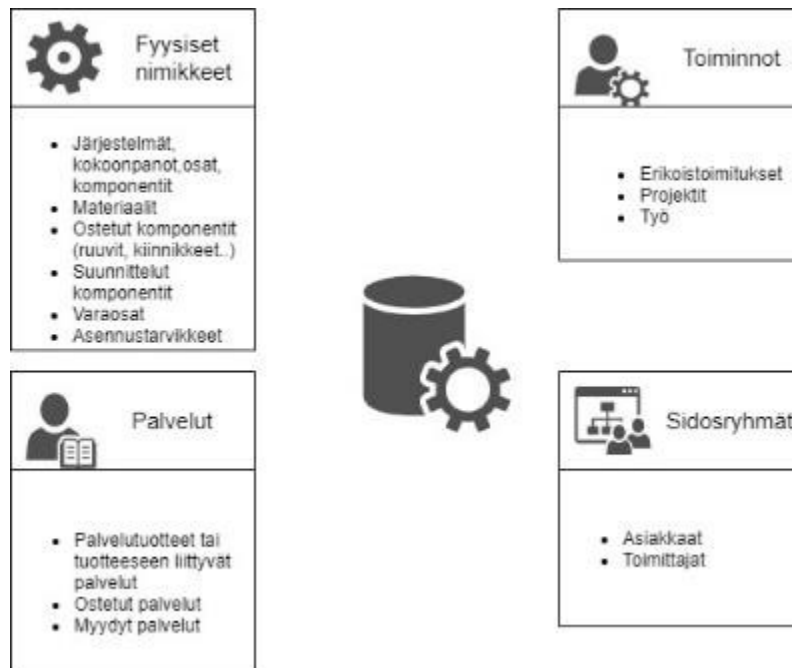
Kuvio 6 Tuotteen elinkaari (Stark 2011 Luku 1.3 Muokattu)

Tuotetiedon hyödyntämisen tarkoituksena on yhdistää tietoa sekä tähän liittyviä ihmisiä ja prosesseja toisiinsa luoden rungon tuoteinformaatiolle. Tiedon hyödyntämisen tavoitteena on parantaa tuotteen kannattavuutta sekä vähentää valmistukseen liittyviä kuluja ja aikaa. Kerättyä tietoa voidaan hyödyntää myös muissa tuotteissa, esimerkiksi eri tuotekonfiguraatioissa. (Martio 2015, 23–24)

Koska tuotetiedonhallinta on laaja kokonaisuus, se voidaan jakaa neljään eri osakokonaisuuteen, joiden avulla pyritään selkeyttämään eri formaatteja ja niiden käyttöä edukkaamman tuotetiedonhallinnan saavuttamiseksi.

3.4.1 Nimikkeiden luokittelu

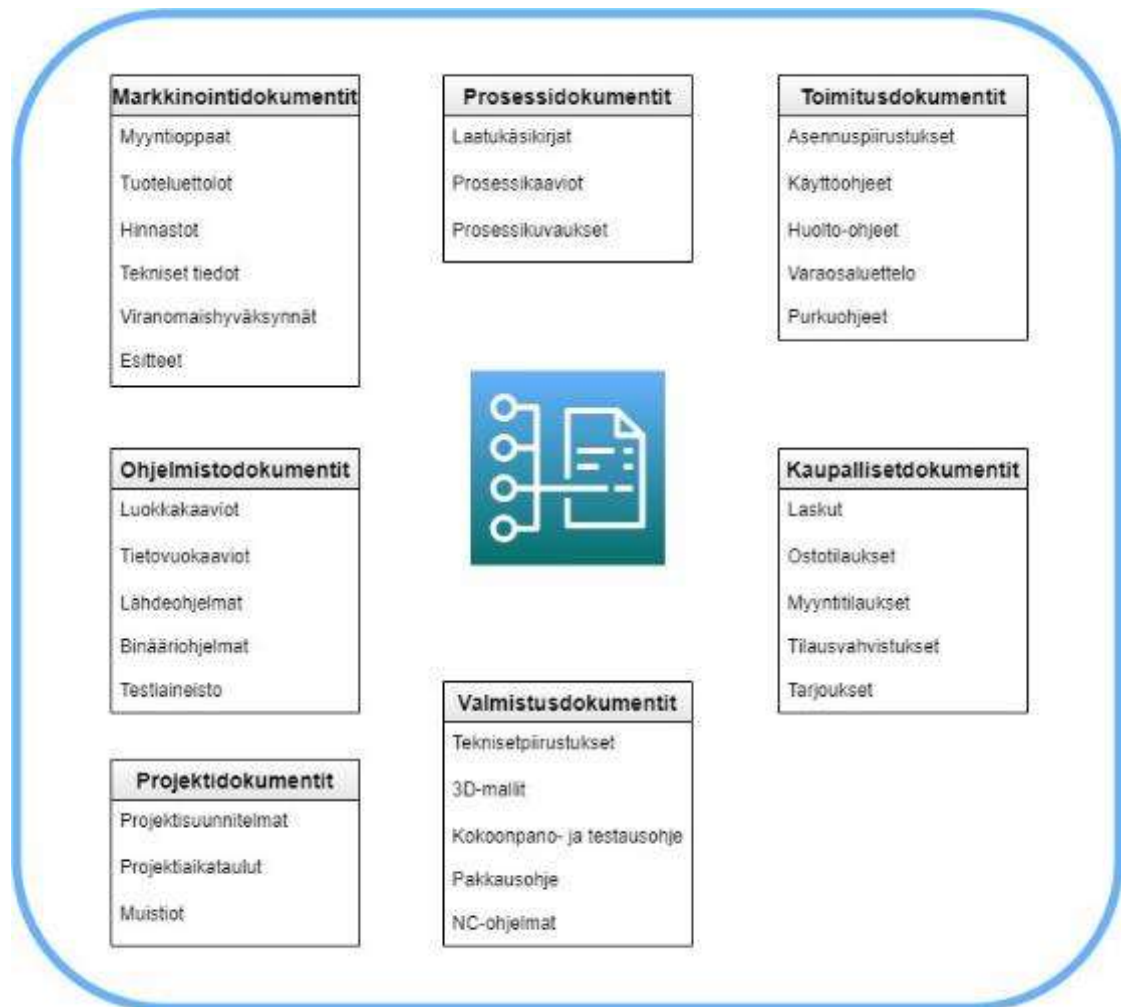
Nimikkeinä tuotetiedon hallinnassa voidaan puhua esimerkiksi osista, komponenteista tai dokumenteista. Nimikettä voidaan ajatella tapana yksilöidä tuote, komponentti, palvelu tai materiaali antamalla tälle nimi tai koodi. Eli muodostaa yhtenäisen tapa tunnistaa yksilöity tuote. Nimikkeiden laatua voidaan jakaa laajasti useampaan pääluokkaan (Kuvio 7). Luokittelun pohjalta voidaan määrittää tarkemmin, mitä nimikkeitä halutaan hyödyntää tuotetiedonhallinnassa, sekä mitä yhteyksiä näillä on toisiinsa. Käytännössä yrityksen tulee tunnistaa itselleen oleelliset nimikeluokat ja hyödyntää niitä tuotetiedonhallinta järjestelmässään (PDM). Tällöin järjestelmässä on nimikkeet koottuina yhtenäisesti ja toimintaperiaate on tällöin yhdenmukainen. Koska nimikkeiden avulla muodostetaan tiedot yksilöllisestä tuotteesta, tulee nimikkeitä käsitellä versioina ja luokitella omiin ryhmiinsä, joten voidaan puhua nimikkeiden hallinnasta. (Immonen & Sääksvuori 2002, 25-28)



Kuvio 7 Nimikkeiden luokittelu (Immonen ym. 2002, 26, muokattu.)

3.4.2 Dokumenttien hallinta

Dokumentit voidaan edellä mainitun mukaan luokitella nimikkeiksi mutta yleensä konkreettisin ongelma on dokumenttien hallinta, johon apua haetaan PDM-järjestelmästä. Dokumentit kattavat tuotteen kannalta monipuolista tietoa koko elinkaaren ajalta (Kuvio 8), joten tiedon oikea dokumentointi ja hallinta PDM-järjestelmää silmällä pitäen helpottaa tiedon saatavuutta ja käsittelyä. CAD-ohjelmistolla tuotettu dokumentti ei sinänsä ole riittävä sellaisenaan kuvaamaan tuotteen tietoja, joten tuotetiedon esitysmuoto muotoillaan haluttuun katselumuotoon kuten PDF- tai Excel-tiedostoksi ja sisältöä voidaan luokitella kohderyhmän mukaisesti (Martio 2015, 45-48).



Kuvio 8 Dokumenttilajit (Peltonen ym. 2008, 48, muokattu)

Tuoterakenteiden hallinta käsittää tuotteeseen kuuluvien komponenttien ja eri tuoterversioiden hallintaa eli tuoterakenteella kuvataan mistä osista tuote muodostuu. Tuoterakenteet muodostetaan yleensä niiden osakokoonpanojen ympärille, joita halutaan käsitellä yhtenä kokonaisuutena tuoterakenteen muodostamisessa. Työvaiheita ei tule kuvata yksilöllisesti tuoterakenteessa, mutta osista koostuvat komponentit on syytä kuvata. Näitä kuvataan yleensä osaluettelon avulla CAD-ohjelmistossa, jossa erotellaan osat, komponentit ja näiden materiaalit. Osaluette-

loon tulisi muodostaa jokaiselle kohteelle positiokoodit, joilla ilmaistaan viitenumeroita vastaaviin piirustuksiin. Näin muodostetaan relaatio kokoonpanon ja tämän osien välillä.

Dokumenttien konfigurointi voidaan toteuttaa usealla tavalla. Yksinkertaisin tapa on ottaa tuotteen ominaisuus eli parametri, jonka avulla tuotevariantit erotellaan toisistaan. Käytännössä tätä voidaan toteuttaa samalla tyylillä kuin kokoonpanon tarvittavien osien valinta tarpeen mukaan. Yleensä varsinainen parametrien muutos ei riitä, vaan myös tuotteen dokumentin sisältöä halutaan samalla muuttaa. Muutokset tehdään pääasiallisesti käsin kirjoittamalla, koska pelkkä konfiguraatio ei sellaisenaan kykene muuttamaan dokumenttien sisältöä ilman aputyökaluja. (Martio, 37-38.)

3.5 PDM

Käytännössä tuotteen tietoa tai tuoteinformaatiota voidaan yrityksessä hyödyntää PDM-järjestelmän avulla. Käsitteenä PDM eli Product Data Management tarkoittaa järjestelmää tai ohjelmistoa, jolla hallitaan tuotteen tietoja. Ohjelmistolla pyritään tiedon ajantasaisuuteen, oikeellisuuteen sekä nopeaan saatavuuteen. PDM-järjestelmä toimii tietokantana, johon lisätään tai haetaan tietoja. Järjestelmän käyttö on oleellista, jos nimikkeitä on useita tai ne sisältävät paljon tietoa. Järjestelmän yksi päätavoite on saavuttaa parempi nimikkeiden hallinta ja siten edistää kommunikointia yrityksen sisällä. Jotta nimikkeiden hallinta olisi tehokasta, on mietittävä strategia, kuinka yhdenmukaistetaan käsitteet ja prosessit nimikkeiden käsittelyyn. Yhdenmukaistetut menetelmät ja käytännön toimivat järjestelmän kulmakivenä paremman tuotetiedonhallinnassa. (Peltonen ym 2002, 12–14.)

Tuotetieto kattaa siis kaiken tuotteeseen liittyvän tiedon. Varsinainen tuotetiedonhallinta on pääasiassa tuotteen teknisiä tietoja, joita käytetään tuotesuunnittelussa ja 3D-mallinnuksessa. Tekniset tiedot kirjataan järjestelmään omina nimikkeinään ja

kenttään, mistä voidaan ottaa esille attribuuttitieto. Kiteytettynä tuotetiedon laatu vaikuttaa tuotteeseen linkitettyyn tietoon ja sen käyttöön. Onko tuotteesta kerätty tarpeeksi tietoa ja onko tieto kirjattu oikeassa muodossa. Toisena pääalueena on käytetty järjestelmä, miten järjestelmään tieto tallennetaan ja millainen järjestelmä on käyttä.

3.5.1 Attribuuttitieto

Attribuuttitieto on tuotetiedon muoto, jota käytetään CAD-dokumenteissa. Attribuuttitiedot liitetään tuotteeseen ja tiedon avulla tuotetta voidaan hallita 2D-dokumenteissa sekä PDM- ja ERP-järjestelmissä, esimerkiksi nimiketiedoissa, raporteissa ja hauissa. Attribuuttitiedot ovat piirustusten otsikkoalueissa ja kokoonpanojen osaluetteloissa, jolloin niillä ilmaistaan yleensä seuraavia tietoja:

- Osan numero
- Piirustusnumero
- Osan nimitys
- Standardi
- Muoto, malli, koko
- Laatu
- Kappalemäärä

(Hietikko, 120).

3.6 Nimikkeiden hallinta

Osakirjaston kannalta nimikkeiden käyttöä tehostaa ostettaviksi luokiteltavat standardikomponentit. Nimikkeiden luokitteluja käsiteltiin kappaleessa 3.4 ja kuviossa 7 on esitetty nimikkeiden yleisin jaottelu viiteen pääryhmään. Nimikkeiden kuvaukset on pidettävä lyhyinä ja yhdenmukaisina mikä helpottaa tunnistusta. Standardien käyttö ostettaviksi luokiteltavissa komponenteissa, tuo tässä tapauksessa nimikkeille

yhdenmukaisuutta. Mutta se ei pelkästään riitä nimikkeiden hallintaan, koska ostettavat osat on erottava toisistaan, jolloin näihin on lisättävä myös suunnitteluohjelman tuottamaa attribuuttitietoa. (Immonen & Sääksvuori (2002). Tällöin attribuutit kulkevat tuotesuunnittelun ajan osasta, kokoonpanoihin ja aina piirustuksiin asti. Eli varhaisenvaiheen tiedon lisäys edesauttaa nimikkeiden, eli tässä tapauksessa osien ja komponenttien hallintaa. Koska käytettävä ympäristö on vain suunnitteluohjelmassa, rajataan käytännön asteessa se myös tähän.

3.6.1 Ostokomponenttien hallinta

Jos ostettavat komponentit ovat keskenään vaihtokelpoisia, voidaan niille käyttää generistä nimikettä, kuten Bolt ISO 4029 M10 x 50. Yleiset kiinniketarvikkeet ja materiaaloimittajien tarjoamat tuotteet perustuvat standardeihin, joilla varmistetaan tuotteen laadusta. Näitä standardeja käytetään tuotteiden nimissä erottamaan ne toisistaan ja ilmaisemaan tuotteen teknisiä ominaisuuksia mahdollisimman yksiselitteisesti. Ostokomponenttien määrällisyys voi olla hyvinkin suuri nykyisen tarjonnan ja saatavuuden ansiosta. Valmistajien tuottamilla komponenteilla voi olla merkittäviä laadullisia eroja tai niiden ostohinta on toisaalla suotuisampi. Syitä voi olla useita ja monesti käyttökohteet määrittävät millaisia ominaisuuksia käytettävältä komponentilta halutaan. Suunnittelussa komponenttien yleisnimet eivät ole riittäviä antamaan tarpeeksi yksilöllistä kuvausta komponentin ominaisuuksista. Tämän takia käytetään komponenttien nimeämisessä standardinmukaisia nimitietoja kuvaamaan eri komponenttien ominaisuuksia. Tällä pystytään kuvaamaan edelleen yleisesti eri komponenttityyppejä. Yksilölliseen nimeämiseen on kehitetty hallintajärjestelmä, jolla oikeat komponentit voidaan noutaa valmistajien ja yritysten tietokannoista. Komponenttien sijoittelu tietokantoihin perustuu luokitteluun ja attribuutteihin, joista mainittiin kappaleessa 3.6 nimikkeiden hallintaa. PDM järjestelmissä komponenttienhallinnasta käytetään nimitystä component supplier management (CSM), jolle löytyy vastaavanlaisia verkko- ja sovelluspalveluita.

ISO 13584-standardi käsittelee yleisen tavan esittää komponenttitietoja, mikä toimii pohjana monille komponenttikannoille. Toimintaperiaate perustuu komponenttitoimittajien ja käyttäjien tietokantojen yhdistämisellä muokatuksi käyttöympäristöksi. Komponenttitoimittajat lisäävät komponenttinsa omaan tietokantaansa (supplier library) ja vastavuoroisesti näitä komponentteja käyttävä yritys rakentaa eri toimittajien tietokantoja yhdistämällä oman tietokantansa (user library), josta suunnittelijat voivat noutaa käytettäviä komponentteja. Standardi käsittelee yksityiskohtaisesti komponentteja ja komponenttitoimittajia, mutta se ei erottele näiden valmistajia ja toimittajia. Eroa voidaan pitää tärkeänä, jos ostettavien komponenttien erä on suuri, tällöin tietyn valmistajan komponentteja myydään toimittajien puolesta eri hinnalla. (Martio, 87-89).

4 Osakirjaston toteutus

Opinnäytetyössä tutkittava osakirjasto perustuu pitkälti Autodesk Inventor ohjelmiston Content Center kirjastokantaan. Työn alkuvaiheessa kohde rajattiin Content Centerin ympärille, koska se oli toimeksiantajalle ennestään tuttu käyttää ja kuului oletuksena suunnitteluohjelmaan. Oli selvitettävä miten ohjelman osakirjastoa voitaisiin hyödyntää vastaamaan toimeksiantajan tarpeita suunnittelutyön edistämiseen, sekä mitä mahdollisuuksia osakirjaston ennestään tuntemattomilla ominaisuuksilla voitaisiin saavuttaa tulevaisuudessa.

4.1 Autodesk Content Center

Inventor ohjelmiston osakirjasto (Content Center) kattaa valmiiksi 750 000 eri standardikomponenttia jakaen ne 11 erilliseen pääluokkaan standardin ja tyyppin mukaan. Laajan sisällön vuoksi komponenttien rajausta pääluokittain nopeuttaa haluttujen kom-

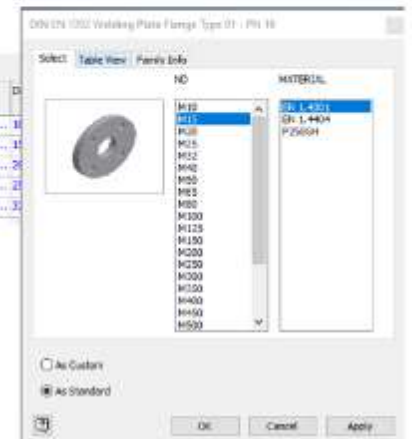
ponenttien ja osien löytämistä kirjastokannasta. Toimintaperiaate on luotu yleisimpien standardien ympärille, eli pääasiassa ostettaville osille. Näille osille on nimikekohtaiset kirjastot ja nimikkeille taas vastaavasti tarkemmat alaluvut. Osia on yleensä paljon alalukujen jälkeenkin, joten käytettävien osien määrää rajataan filttorien avulla helpottamaan kirjastossa navigointia. Standardit toimivat ohjelmistossa oletuksena filttereinä, joilla hallinnoidaan minkä tyyppisiä osia halutaan käyttää.

- ANSI Standard Content
- DIN Standard Content
- GOST Standard Content
- ISO Standard Content
- JIS & GB Standard Content
- Feature Generators Standard Content
- Parker Standard Content
- Routed Standard Content
- Sheet Metal Standard Content
- Mold Metric Standard Content
- Other Standard Content
(Munford 2016, 355.)



Family Table: D:\EN 1092 Welding Plate Flange Type 01 - PH 16

RovGistika	MU [a]	IC	dd1 [mm]	D [mm]	k [mm]	dd2 [mm]	b [mm]	Size Designation	FILENAME
1	4	M10	38	90	60	14	14	10 x 17.2	D:\EN 1092-1 Fl... 11
2	4	M15	32	95	65	14	14	15 x 21.3	D:\EN 1092-1 Fl... 15
3	4	M20	27.5	105	75	14	18	20 x 26.9	D:\EN 1092-1 Fl... 20
4	4	M25	24.5	115	85	14	18	25 x 33.7	D:\EN 1092-1 Fl... 25
5	4	M32	43.5	140	100	18	18	32 x 40.4	D:\EN 1092-1 Fl... 32



Kuvio 9 Content Center näkymä Inventorissa

Content Center asentuu oletuksena Inventor ohjelmiston mukana ja on käytettävissä kahdella tapaa. Joko asennettuna käyttäjän koneelle fyysisenä tiedostona Dektop Content tiedostokantaan, joka sijaitsee samassa paikassa muiden Autodeskin asennustiedostojen kanssa. Toinen vaihtoehto Content Centerin tietokannan sijainnille on ADMS (Autodesk Data Management Server), eli Autodeskin tuottama Vault pilvipalvelu, missä kirjaston tiedosto sijaitsee verkkoasemalla Microsoft SQL muodossa. Erona näillä kahdella vaihtoehdolla on Content Centerin käyttöaste ja käyttöperiaate, joissa on kummassakin vaihtoehdossa omat puolensa.

Käyttäjän omalla koneella asennettu Content Center on helppo hallita, koska tällä on vain yksi pääkäyttäjä sekä osakirjasto on aina käytettävissä, koska sijaitsee fyysisenä tiedostona samassa kohteessa kuin ohjelmiston asennustiedosto. Vastaavasti Vault-

pohjainen verkkoasema tarjoaa parempaa käytettävyyttä, jos useampi käyttäjä tarvitsee Content Centeriä jaetussa projektiympäristössä. Tällöin käyttäjillä on saatavilla sama versio osakirjastosta ja siihen tehdyt muokkaukset päivittyvät automaattisesti viimeisimpään versioon kaikille käyttäjille. (Munford, 355-358).

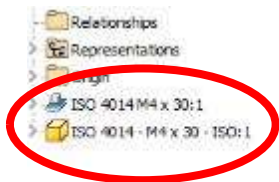
4.2 Osakirjaston käytön hyödyt

Content Center perustuu taulukkoarvoista noudettaviin osatietoihin eli parametrisesti kontrolloituihin 3D-malleihin. Parametristä suunnittelua ja sen toimintaperiaatetta käsiteltiin aikaisemmin luvussa 3.1.2 Parametrisointi. Idea osakirjastossa on täysin sama, eli tuottaa malli näillä määrätyillä arvoilla. Osakirjasto Content Center kattaa tiedon ainoastaan parametrisistä arvoista, eikä se tällöin sisällä valmiita malleja itsessään. Tämä mahdollistaa laajan tietokannan muodostamisen erilaisista osista ja niiden uniikeista piirteistä, kuitenkin pitäen tiedostokoon pienenä ja käytön suoraviivaisena. (Munford, 355).

Käyttäjälle Content Center tarjoaa ohjelmaan integroidun kirjaston, josta käyttäjä voi noutaa yleisimmät osat, joita suunnittelutyössä tarvitaan. Suunnittelijan resursseja ei kannata käyttää näiden osien mallintamiseen tai etsimiseen edellisestä sijainnista, jossa samaa osaa on käytetty. Suurena etuna on myös osien standardinmukaisuus, joista kanta koostuu. Tällöin käytössä on kaupasta saatavilla olevia ostokomponentteja, jotka ovat suunnittelussa monesti edukkain vaihtoehto. Osiin sisälletty tieto standardeista ja fyysistä piirteistä edesauttaa automaattista osaluetteloa generoitaessa, jolloin osatieto tuotetaan ohjelmistosta automaattisesti. Tämä vastavuoroisesti nopeuttaa suunnittelutyötä ja poistaa mahdollisten virheiden syntymistä, verraten jos käyttäjän tulisi itse käsin kirjata kaikki tieto.

Osakirjaston komponentit haetaan Autodesk Inventor Content Centeristä kokoonpanoa luodessa. Kirjasto aukeaa erilliseen ikkunaan (Kuvio 9.), jossa osat ovat jaoteltuina käyttökohteen mukaan sisällyttäen eri osaperheitä. Kun haluttu osa on löytynyt, valitaan se ja määritellään osan koko tai tyyppi valikoiden arvoista. Valinta perustuu edellä mainittuun taulukkopohjaisiin parametrisiin mittatietoihin.

Kokoonpanoon osakirjastosta tuotu osa luokitellaan automaattisesti standardiosaksi, eikä se tallennu fyysisenä osatiedostona (.ipt) samaan sijaintiin kokoonpanon kanssa, vaan tiedosto sijaitsee mallitietona samassa sijainnissa kuin itse kirjastokin. Yleisemmin tämä sijainti on tietokoneen (C:)-asemalla. Toinen vaihtoehto tuoda osa Custom-nimellä, jolloin tästä generoidaan .ipt-tiedosto kokoonpanon (.iam) sijaintiin.



Kuvio 10 Osakirjaston osien erot normaaleihin .ipt osiin

Kokoonpanon näkymässä (Kuvio 10.) on sama osa tuotuna osakirjastosta standardi osana (ylempi sininen), sekä custom part -valintana normaalina .ipt osana (alempi

keltainen). Käytännössä suurin merkitys osien eroavaisuuksilla on tiedostojen koko ja relaatio. Osat ovat täysin identtisiä toisiinsa nähden, mutta standardiosa ei sijaitse fyysisesti samassa tiedostosijainnissa, kuin kokoonpano. Eli jos kokoonpanolla on relaatiota muihin alikokoonpanoihin, sen sijaintia muutetaan tai toinen käyttäjä avaa saman kokoonpanon kysyy ohjelma osan sijaintitietoa, koska se ei vastaa enää alkuoperaalista tiedostopolkua. Suurissa kokoonpanoissa tämä taas pitää varsinaisen kokoonpanon tiedosto koon pienempänä koska osa ei ole tallentunut kyseiselle projektille.

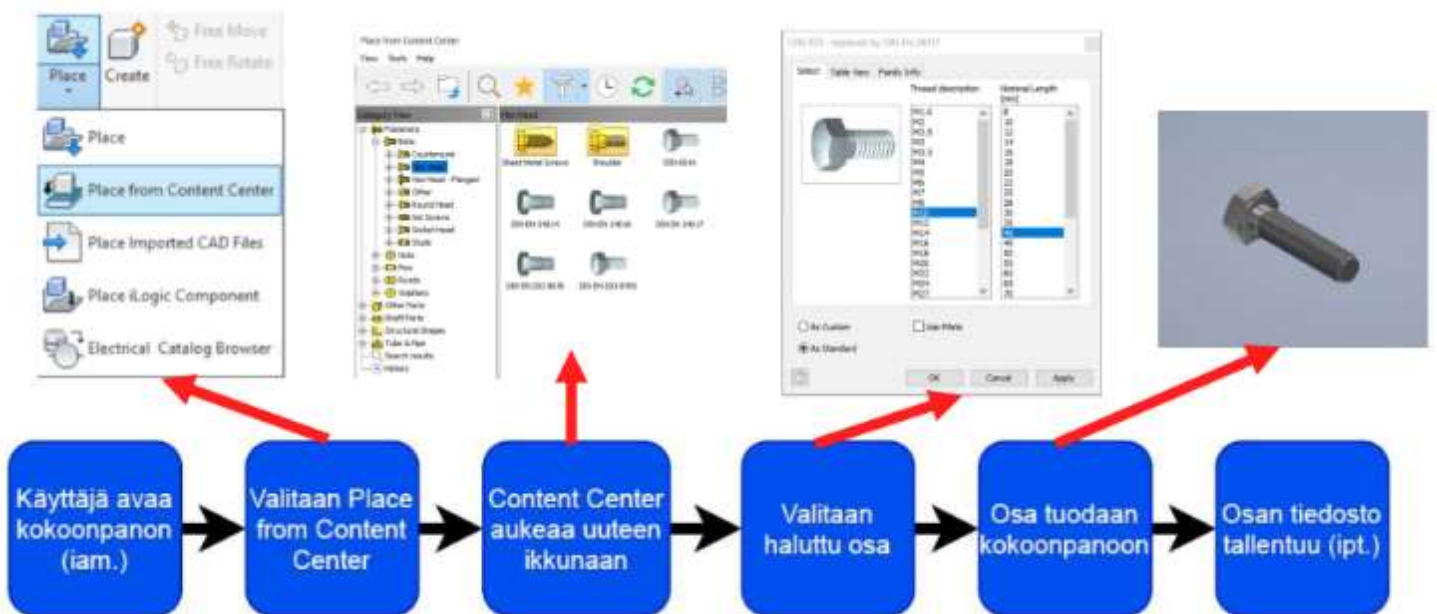
5 Osakirjaston kehitys

Aluksi oli selvitettävä uusien osien lisäys osakirjaston Content Center kantaan sekä mitä tietoja lisättäviin osiin tulisi sisällyttää toimivan nimikehallinnan saavuttamiseksi. Osakirjastosta haettavan osan tulisi sisällyttää osan yksilöllinen nimi, joka vastaa standardia sekä tälle luokiteltu materiaali. Osassa olisi oltava myös riittävä määrä attribuuttitietoja kuten: koko, luokittelu, standardi ja materiaali, joita voitaisiin hyödyntää luodessa kokoonpanoa ja piirustuksen osaluetteloa. Tämä tapahtui tutustumalla ohjelmistoa käsitteleviin erilaisiin oppaisiin sekä verkosta saatavilla oleviin ohjeisiin. Ohjelmiston valmistajalla on tarjolla varsin kattava tietokanta ohjelmiston toiminnoista.

5.1 Osatyypien tunnistus

Kuten aiemmissa kappaleissa on käsitelty konfiguroitavia tuotteita, jotka perustuvat osaperheeseen ja tästä muodostuviin variantteihin. Samaa logiikkaa on sisällytetty Content Center:iin, joka tekee tämän käytöstä hyvin suoraviivaista (Kuvio 11). Osakirjastosta sisältää osaperheitä ja nämä taas kattavat osan eri variantit. Käsitellessä tuo-

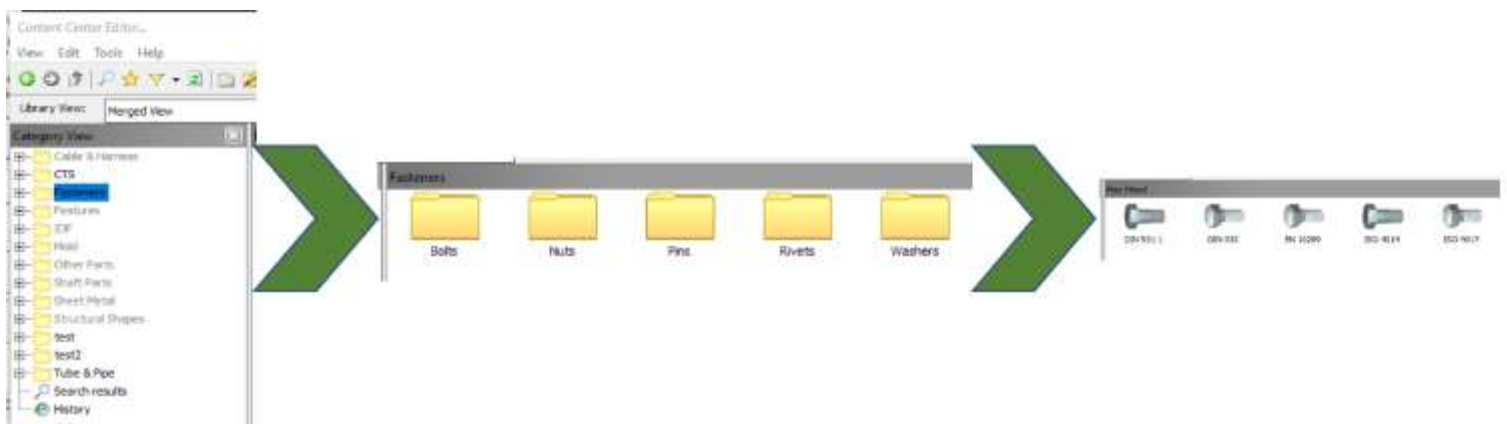
teperheellisiä osia on näihin mahdollista sisällyttää riittävä määrä osakohtaista tuotetietoa ja hyödyntää tätä tietoa tuotetiedonhallinnassa. Varsinkin alkuun kannattaa pysyttäytyä osissa, joiden käyttö tai mitat ovat rajautuneet standardeihin eli variantit ovat rajattu yleisiin arvoihin, kuten tiettyyn kokoon tai materiaaliin. Kun ymmärtää, kuinka kirjasto toimii ja mitä eroavaisuuksia osatyyppien väliltä löytyy, voidaan lisätä omia osia. Osatyyppien erot ilmenevät merkittävimmin osan käyttökohteen mukaan, eli mitä vaatimuksia käyttökohteen vaatimukset asettavat. Ruuvilla on verraten enemmän määrittäviä tekijöitä kuin aluslevyllä, vaikka käyttökohde vaatisi kummaltakin materiaalilta riittävää korroosiosuojaa. Eli eri osaluokat tulee huomioida myös yksilöllisemmin, kuin yleiskäsitteinä esimerkiksi kiinnikkeinä. Kirjaston käytettävyys tulisi säilyttää samana, kuin nykyisinkin (Kuvio 11.). Koska halutaan integroitua olemassa olevaan toimintaympäristöön ja hyödyntää tämä asettamia toimintamenetelmiä, saadakseen enemmän hyötyä jo olemassa olevasta ohjelmasta.



Kuvio 11 Content Centerin käyttö

5.2 Osien nimitieto

Tutkiessa Content Centerin kautta osien nimitietoa, välttämättömiä ovat tiedostonimi (Name) kuvaamaan osan luokitusta ja osanumerointi (Part Number) tuotetiedon säilyttämiseksi. Kirjaston osat on jaoteltu nimen perusteella luokittain yleisnimestä aina yksilölliseen osaan. Laajimpana jakajana on kategoriaa kuvaava Family name kuten kiinnike ja seuraavana osan tyyppi kuten; pultti, mutteri, aluslevy jne. eli Family Folder. Viimeisenä on Family Table, joka pitää sisällään osan generointiin vaadittavat arvot kuten Pultin DIN 933 mittatiedot. Osan sisältämää parametrisointia käytetään osan nimeämisessä (Name) ja osanumerointia (Part Number) generoidessa, hyödyntämällä taulukon arvoja nimeämisessä. Yleisin nimeämisperuste osille on standardi ja koko, esimerkiksi kuusiokantaruuveille käytetään: DIN 933 M5 x 45. Standardi erottelee osaperheet toisistaan (Family Folder), jolloin geneerinen osa kuten ruuvi määrittyy hyvinkin tarkasti yhden tyyppiseksi osaksi (Kuvio 12.)



Kuvio 12 Standardin käyttö nimessä yksilöi osat tehokkaasti

Koska tarkoituksena on myös parantaa nimikkeiden hallintaa tuomalla mahdollisimman paljon valmista tietoa osiin sitä kautta piirustusten osaluetteloihin. Tulee nimitiedon olla sidottuna osaan siinä muodossa, että sitä voidaan käyttää myös osaluetoissa kirjaston lisäksi. Eli parametreihin linkittyvä nimitieto on tässä sopivin ratkaisu, koska osia joudutaan varmasti muokkaamaan tai lisäämään jatkossa kirjastoon, jolloin nimen generointi on oltava automaattista. Käsien syötettävä tieto lisääisi työn määrää merkittävästi ja vaatisi enemmän kirjaston ylläpitoa. Samalla parametrien käyttö toimii rajaavana tekijänä osatyypeille ja yksittäisille osille, kuten koon tai materiaalin puolesta. Varsinkin ostokomponentteja käsitellessä on tämä huomioitava, jottei luoda osia mitä ei yksinkertaisesti ole saatavilla. Jotta yksilöivää nimitietoa voitaisiin hyödyntää paremmin olisi tähän sisällytettävä lisäksi materiaalit.

5.3 Materiaalikirjasto

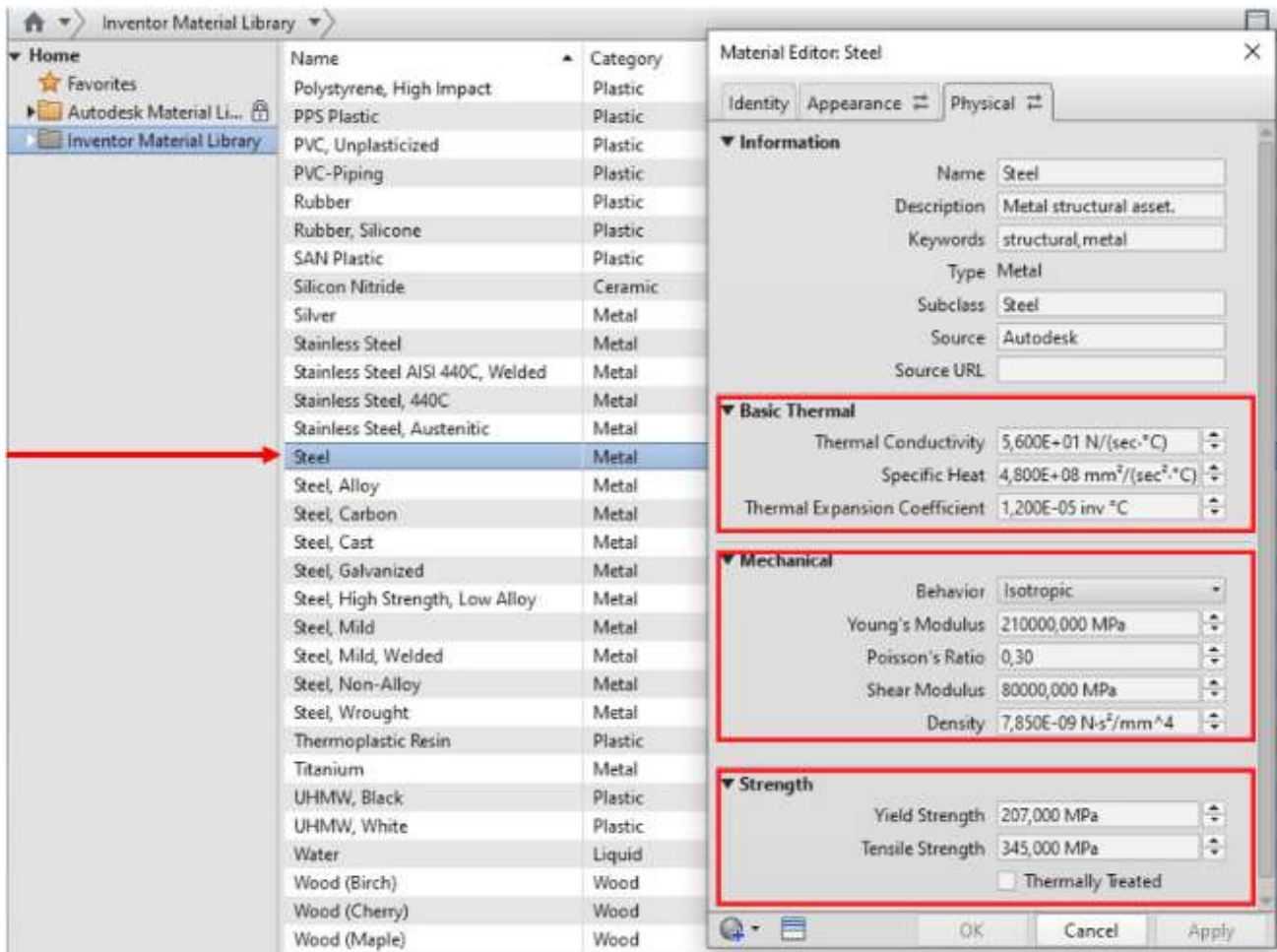
Autodesk Inventor -ohjelmisto kattaa valmiiksi varsin laajan materiaalikirjaston mutta se ei itsessään ole riittävä suunnittelutyön asettamiin vaatimuksiin. Koska ohjelmisto vastaa monen käyttäjäryhmän tarpeisiin on myös sen materiaalikanta erittäin laaja ja yleiskuvaava. Esimerkkinä teräksillä on materiaaleina Steel ja Stainless steel mikä ei ole riittävä osakohtaisiin tietoihin.

Oletuksena Inventorista löytyy kaksi materiaalikirjastoa. Ohjelmiston oma materiaalikirjasto (Inventor Material Library) mikä on rajatumpi yksilöllisten materiaalien osalta, sekä Autodesk materiaalikirjasto (Autodesk Material Library), joka on sisällöltään laajempi, mutta pääluokkien jälkeen materiaalien luokittelu ei ole vielä riittävä. Tämä antaa tarpeen kehittää materiaalikirjastoa vastaamaan paremmin käyttäjien tarpeita. Nyt käyttäjä joutuu itse lisäämään materiaaleille tarkemmat nimiketiedot ja ominaisuudet. Jos yleisimpiä teollisuuden materiaaleja käytetään päivittäin, olisi ne löydettävä ohjelmistosta valmiina. Materiaalien nimen lisäksi näiden tulisi sisältää myös

tyypilliset tekniset ominaisuudet, jos halutaan suorittaa simulointia tai lujuustarkastelua.

Yksittäiselle materiaalille pystytään määrittämään fysikaaliset- ja ulkoasun ominaisuudet vapaasti. Joissain käyttökohteissa ulkoasun määrittäminen voi olla tärkeää visuaalisen ilmeen viimeistelyyn ja vastavuoroisesti fysikaaliset ominaisuudet ovat materiaali kohtaisia, jolloin näiden tiedot kuten myötölujuus tai tiheys ovat tärkeitä suorittaessa teknistä tarkastelua. Materiaaleille on mahdollista lisätä seuraavia ominaisuuksia Inventorissa (Kuvio 13), josta työn kannalta oleellimmat on listattuina:

- Pituuden lämpötilakerroin α $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- Kimmokerroin E N/mm^2
- Poissonin luku ν
- Liukumoduuli G N/mm^2
- Tiheys ρ kg/dm^3
- Myötölujuus R_e N/mm^2
- Murtolujuus R_m N/mm^2



Kuvio 13 Materiaalien fysikaaliset ominaisuudet Inventorissa

Huomioitavaa on Inventorin käyttämät yksiköt, jotka poikkeavat hiukan perinteisistä ilmoitetuista ja käytetyistä yksikkösuureista. Yleensä materiaalivalmistajat ilmoittavat ominaisuuksista eri kokoluokassa. Varsinkin tietoja syöttäessä ohjelmaan on varmistettava oikeista yksikkömuunnoksista.

5.4 Lisättävien materiaalien määrittäminen

Materiaalien määrittäminen katsotaan standardien avulla ja tässä tapauksessa katsotaan yleiseen käyttöön tarkoitettuja teräksien ja painelaiteterästen standardeja. Tarkemmin valikoidaan tuotestandardit ja tästä ainestandardit

EN 10028-3 Painelaiteteräkset, Levytuotteet, Normalisoidut hitsattavat hienoraeteräkset					
Mekaaniset ominaisuudet huoneenlämpötilassa					
Nimike	Numerotunnus	Nimellispaksuus t (mm)	Myötöraja Reh (MPa)	Murtolujuus Rm (MPa)	Murtovenymä A (%)
P275NH	1.0487	<16	275	390...510	24
P275NL1	1.0488	16<t<40	265		
P275NL2	1.1104	40<t<60	255		
P355N	1.0562	<16	355	490..630	22
P355NH	1.0565	16<t<40	345		
P355NL1	1.0566	40<t<60	335		
P355NL2	1.1106				
P420NH	1.8932	<16	420	540..690	19
P420NL1	1.8912	16<t<40	405		
P420NL2	1.8913	40<t<60	395		
P460NH	1.8935	<16	460	570...730	16
P460NL1	1.8915	16<t<40	445	570...720	
P460NL2	1.8918	40<t<60	430		

Kuvio 14 EN 10028-3 Painelaiteteräkset.

Standardista haetuilla tiedoilla varmistetaan arvojen paikkansapitävyys sekä materiaaliin saadaan yhdistettyä oikea ainestandardi (Kuvio 14). Varsinkin ainestandardien käyttö on oleellisenä osana suunnittelutietoa, koska määrittää usein materiaalin valmistusmenetelmän lisäksi sen käyttötarkoitusta. Tarkoituksena on yhdistää myös materiaaleihin riittävä määrä tietoa.

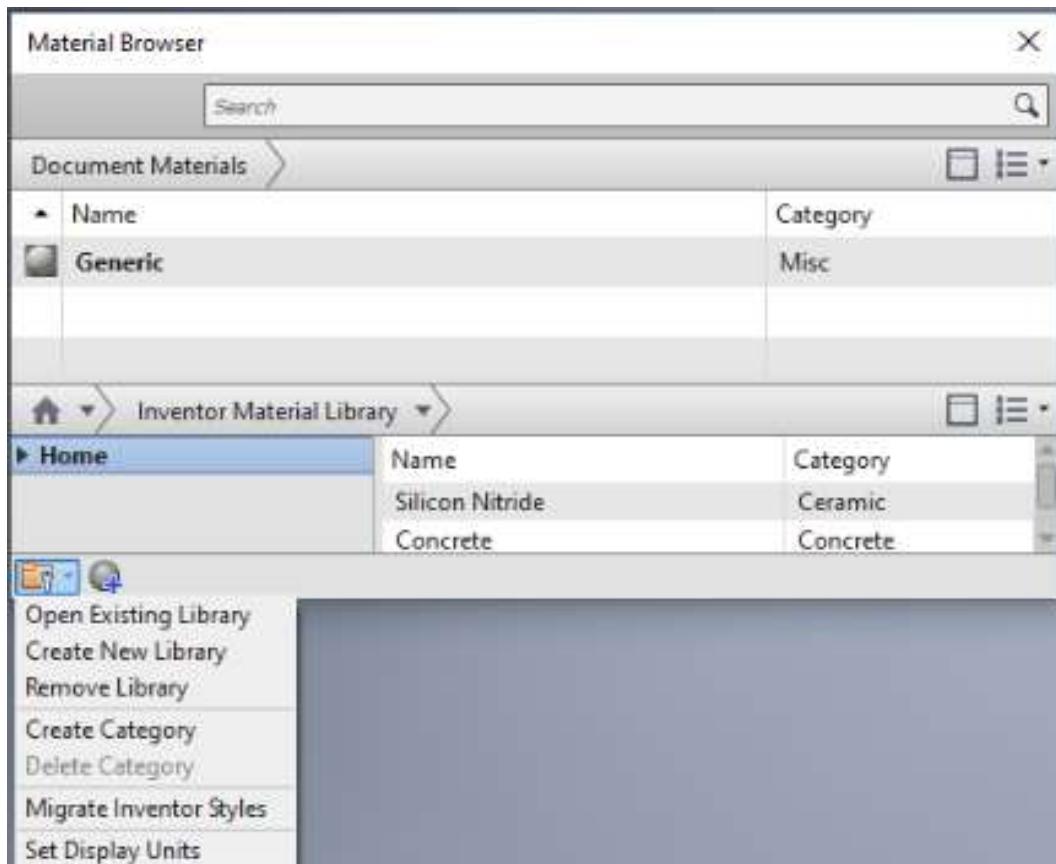
Osakirjastoon lisättävät komponentit määrittelevät myös lisättäviä materiaaleja, sekä mille osalle kukin materiaali kohdennetaan. Lähtökohtaisesti tarkoitus on käyttää ostettavia komponentteja, jolloin on syytä selvittää mitä materiaalivaihtoehtoja tarjoavat valmistajat ja jälleenmyyjät. Tällöin ei luoda osia, joita ei ole saatavilla materiaalin puolesta.

5.5 Materiaalikirjaston luominen

Kuten aiemmin todettiin ohjelmistossa, on valmiina kaksi materiaalikirjastoa mutta vain toista näistä pystyy muokkaamaan. Joten nyt on luotava oma materiaalikirjasto, johon sisällytetään halutut materiaalit ja näiden metatiedot. Materiaalikirjaston toimintaperiaate on sama kuin osakirjastolla, eli kirjasto on tiedostona verkossa tai käyttäjän tietokoneella. Josta tämän tiedostopolku käydään määrittämässä Inventor ohjelmistoon. Ohjelmiston oman osakirjaston materiaalien muokkaus on estetty, mutta materiaaleja voidaan kopioida pohjiksi omaan kustomoitavaan materiaalikirjastoon.

Uuden kirjaston luonti on tehty varsin helpoksi ohjelmassa ja sisälletty valmiit toiminnot materiaali-työkalun näkymään (Kuvio15) , jossa luonti tapahtuu ”Create New Libary” valinnalla. Samasta paikasta voidaan uusien kirjastojen lisäksi hakea olemassa olevia kirjastoja ja ottaa ne käyttöön, ”Open Existing Libary” valinnasta. Hyvänä lisätoimintona on valitun materiaalikirjaston muokkaus lisäämällä tähän

kategorioita, jolla materiaaleja voidaan erotella toisistaan alakategorioihin selkeämmän rakenteen saavuttamiseksi.



Kuvio 15 Materiaalikirjaston valmiit muokkaustyökalut.

Uusia materiaaleja lisätessä kannattaa hyödyntää olemassa olevia materiaaleja pohjina, koska ohjelman omia materiaaleja pystyi kopioimaan muttei muokkaamaan. Esimerkiksi oletuksena löytyvä Steel voidaan ottaa pohjaksi S235 ja S355 teräksille, kunhan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja tunnistetietoihin tehdään vaadittavat muutokset. Tällä menetelmällä materiaalien lisäystä ei tarvitse aloittaa täysin tyhjästä mikä helpottaa uusien materiaalien lisäystä. Materiaalien nimeämisessä hyödynnetään standardeja ja näissä annettuja materiaalikuvauksia metadatatassa. Tällöin tieto on sidottu

materiaaliin ja materiaaliominaisuudet tulevat myös osalle, jolle kyseinen materiaali määritetään.

5.6 Uuden materiaalin lisääminen

Uuden materiaalin lisäys käsitellään tarkemmin Liittessä 1. Peruseriaatteina toteutuksen kannalta huomattiin parhaaksi vaihtoehdoksi vastaavien materiaalien käyttämisestä pohjina, kuten yksinkertaisimmillaan Liitteen 1. mukaan haluttiin lisätä materiaali EN 1.4404 ja tälle valittiin pohjaksi Stainless Steel. Tässä tapauksessa materiaalin ominaisuudet vastasivat samaa, mutta tiedot ja nimet vaihdettiin standardin mukaan.

Eli lisättiin nimeksi EN.14404 ja kuvailukenttään standardiksi EN 10088-2, koska tässä tapauksessa materiaali tulee yleiseen käyttöön ja tämä vastaa standardin määrittystä. Vastaavasti kirjastoon lisättäville painelaite käytössä oleville osille voidaan käyttää EN 1.4404 materiaalia, pohjana mutta osan tietoihin muokataan materiaalin standardiksi EN 10088-4 tai EN 10028-7, käyttökohteen mukaan. Varsinaisen materiaalin standardi ei siirry materiaalin tiedon mukaan vaan mikä standardi on lisätty osan attribuutteihin. Tällöin variantit sisällytetään osiin ja valittu osa tuottaa määrittää standardin, tämä helpottaa muutostenhallintaa. Samalla tiedonsiirto osan ja osaluettelon välillä noudattaa samaa logiikkaa mistä tieto haetaan esimääritetystä attribuutista. Esimerkkinä (Kuvio 16.) on lisätty painelaiteteräksille osatiedon attribuutin eteen standardi EN 10028 kuvaamaan ainestandardia ja käyttökohdetta.



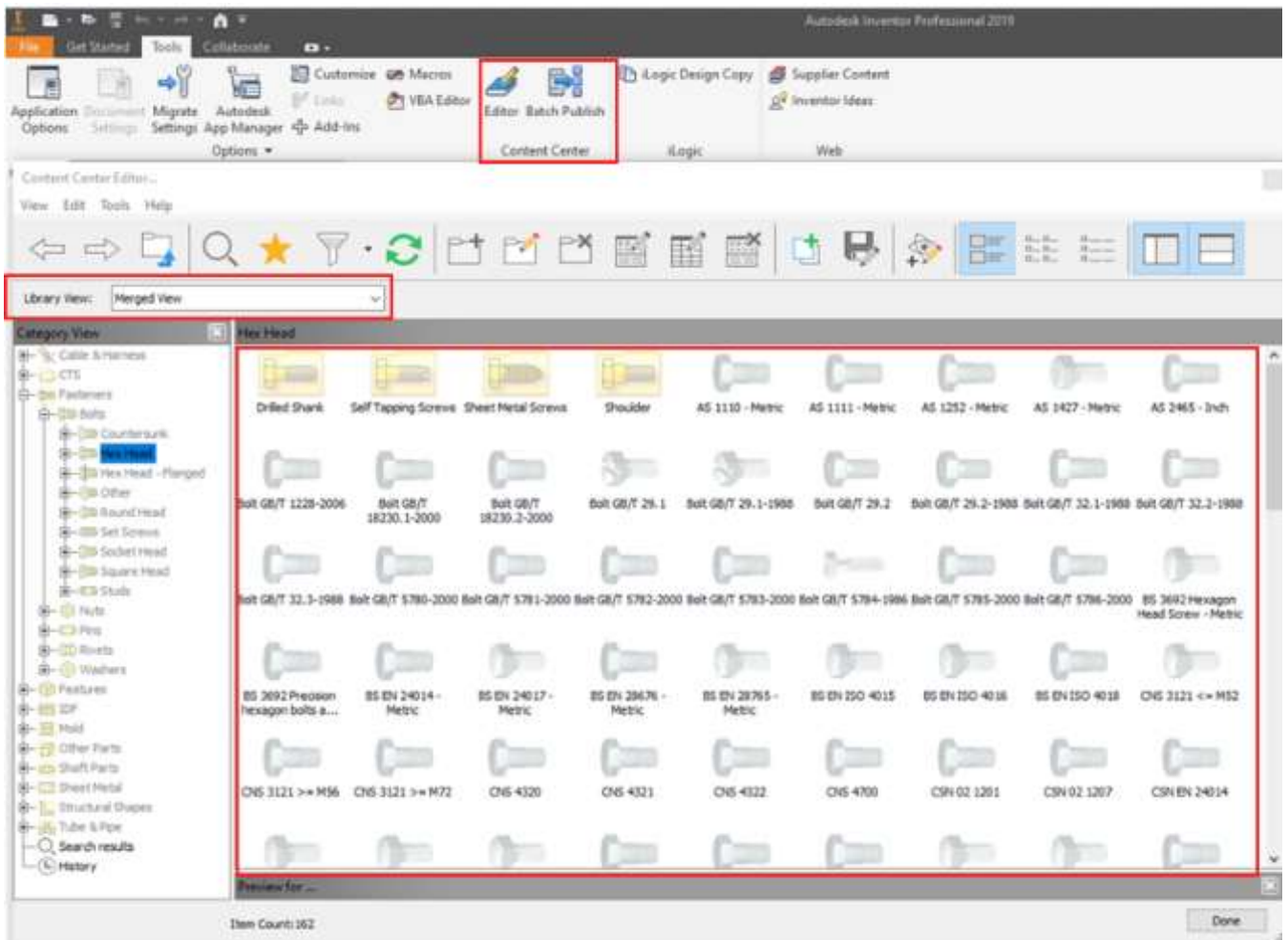
Kuvio 16 Materiaalstandardin yhdistäminen osaan

Kustomoitu materiaalikirjasto voidaan lopuksi lukita read only-tilaan tiedostohallinnoinnin kautta mikä estää muutokset. Vastaavat kannat on syytä lukita ja määrittää yksi tai muutamalle käyttäjälle oikeudet muokata tiedostoja, jotta voimassa olevia versioita voidaan hallita paremmin, ettei käyttäjillä ole eri versioita käytössä.

5.7 Osakirjaston luominen

Samalla periaatteella kuin materiaalikirjasto myös osakirjastoja on ohjelmassa valmiina useampia. Kirjastot on jaoteltu standardien mukaan eri luokkiin, joita käsiteltiin luvussa 4.1. Näihin kirjastoihin käyttäjällä on ainoastaan lukuoikeus (Read), jolloin kirjastojen sisältöä voidaan ottaa käyttöön kokoonpanoissa mutta sitä ei voida editoida. Käytössä olevia kirjastoja voidaan tarkistella (Kuvion 21.) mukaan valitsemalla Inventorin päävalikosta valintanauhalla Tools ja täältä työkalu Content Center Editor. Tämä aukaisee osakirjaston editointi työkalun, johon voidaan määrittää tarkasteltava kirjasto Library View -valinnasta. Valitsemalla pudotusvalikosta Merged View aukeavat kaikki kirjastokannat tarkasteltaviksi. Kun osaperheitä tarkastellaan, huomataan

näiden olevan harmaita, tämä viittaa näiden olevan ”Vain luku-tilassa” (Read Only). Eli osaperheitä ei tällöin voida muokata, joten on lisättävä oma osakirjasto ja määrittää tälle Read/Write -oikeudet. Jos kirjastolla on kirjoitusoikeus, voidaan sen sisältämiä osaperheitä muokata ja kirjoitusoikeus on edellytys kaikille Content Centeriin liittyviin muutoksiin.



Kuvio 17 Content Center Editor näkymä

Kirjaston luominen on ensimmäinen vaihe ennen mitään osakirjaston uudistuksia tai päivityksiä, koska käyttäjällä ei muuten ole mahdollisuutta muokata olemassa olevia

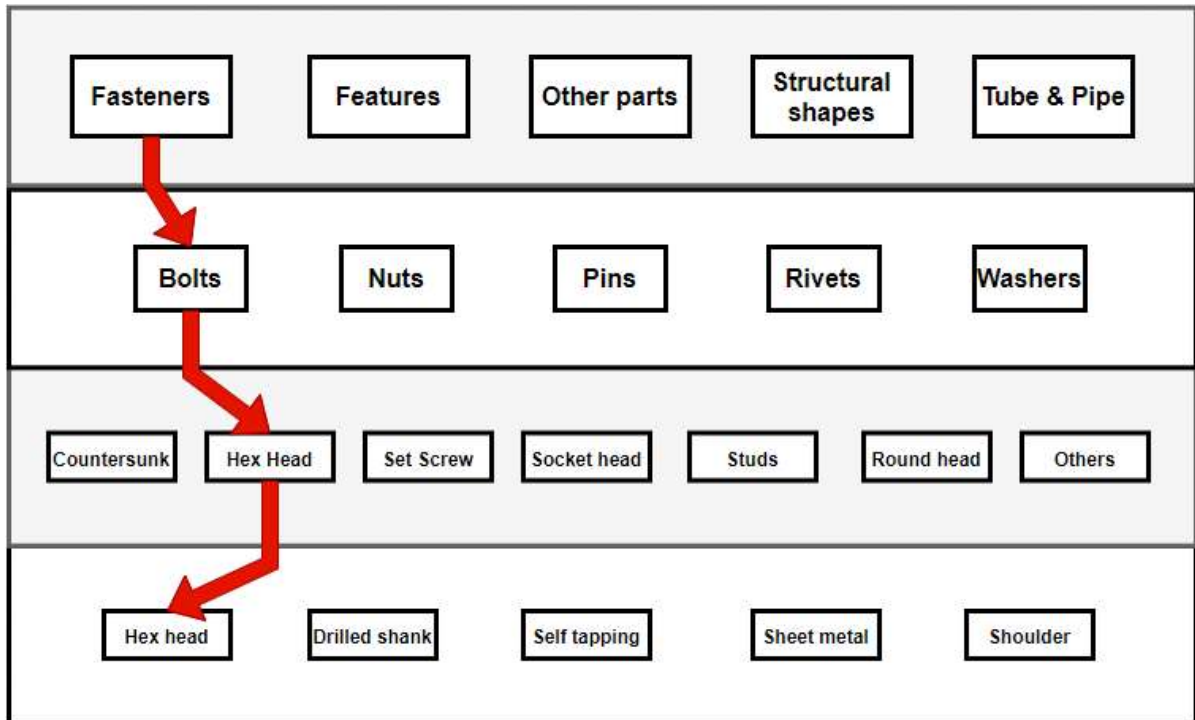
osia tai lisätä uusia osia olemassa oleviin kirjastoihin. Ainoastaan muokkausoikeuden omaavaa kirjastoa voidaan päivittää. Kirjastot alustetaan ohjelmistossa uusille projekteille ja voikin olla järkevää luoda eri kirjastoja, jos näiden sisällöissä on paljonkin eroa. Koska kirjasto on SQL-tietokanta mikä käyttää ainoastaan osan mallitiedon parametrejä, eli kirjaston tallennussijainnissa on osan tiedosta (ipt.) mutta kun kirjasto otetaan projektille käyttöön, käy ohjelmisto noutamassa ainoastaan osan mallitiedot kirjaston tallennussijainnista. Eli käyttäjä voi päättää tallennetaanko osan kopion projektin kansioon vai käykö ohjelma hakemassa osan mallintiedot kirjaston kansioista eikä tallenna uutta osaa projektille. Aihetta käsiteltiin yleisesti kappaleessa 4.2 ja kuviossa 10.

5.8 Kirjaston valmistelu ennen osien lisäystä

Uusia osia voidaan julkaista luotuun kirjastoon ja esiasennettujen kirjastojen osia voidaan kopioida pohjiksi muokkausta varten. Kopioituja osia voi vapaasti muokata ja tämä on hyvä pohja monelle ostettavalle osalle, johon halutaan lisätä ominaisuuksia. Näitä haluttuja ominaisuuksia voi olla esimerkiksi materiaali, koko, nimi tai jokin muu vastaava tekijä. Eli tapauskohtaisesti kannattaa ensin selvittää onko jossain kirjastokannassa jo olemassa kyseinen osa, jota voidaan hyödyntää. Tämä toimii alustuksena kirjaston muokkaukselle, koska osien malli ja tyyppi määrittelevät kirjastokannan rakenteen pitkälti.

Kun kirjastoon ollaan julkaisemassa osia, olisi näillä hyvä olla kategoria etukäteen määriteltynä. Eli pääluokka johon osa kuuluu, sekä mahdollinen tarkentava alaluokka mikä määrittää osan ominaisuuksia tarkemmin. Jos osille ei luoda etukäteen kategorioita ja luokitteluja menevät ne yleisnäkyään ja tämä hankaloittaa oikeiden osien löytämistä ja käytettävyyttä kärsii. Kun osille tehdään etukäteen luokat ja kansiot on rakenne hierarkkinen ja toimintaperiaate säilyy samana, kuin olemassa olevassa kirjastossa. Käytännössä olemassa olevia osaluokitteluja voidaan hyödyntää tai luoda

kokonaan uusia luokkia. Toimintaperiaate pohjautuu kansiorakenteeseen ja kukin kansion taso kattaa tietyn tasoista tietoa sisällään. Liitteessä 3. on tarkemmin esitetty käytännössä kategorioiden luonti kirjastoon.



Kuvio 18 Osakirjaston kansiorakenne

Eli ennen osien lisäystä kannatta kirjastoon luoda kansiorakenne (Kuvio 18), joka on osana puurakennetta käytön sujuvoittamiseksi. Varsinkin vakio rakenteesta poikkeaville osille kannattaa luoda selkeä nimi, josta ne tunnistetaan sekä oma kansio. Tällöin nämä osat erottuvat parhaiten muista vakio-osista. Tällöin vältytään osien sekoittumisesta keskenään ja käytettävyys säilyy samalla logiikalla.

Content Center editorin muokkaustyökalun näkymä poikkeaa hiukan mallinnusnäky-
mässä, kun osia ollaan tuomassa kokoonpanoon. Tällöin käytettäviä kirjastoja ei
voida erikseen määrittää vaan käytössä olevalle projektille määritetyt kirjastot ovat
näkyvissä. Eli aiemmin luodut kansiot eivät nyt näy mutta ne ovat hyvä työkalu kirjas-
tokannan selkeyttämiseen. Ohjelmassa on toinenkin työkalu kirjastojen ja niiden si-
sältämien kansioiden tietojen rajaamiseen. Kappaleessa 4.1 kerrotaan filttereistä,
joilla suodatetaan osakirjaston sisältöä. Oletuksena ohjelmisto käyttää filttereinä eri
standardeja, koska kirjastokannat muodostuvat näistä standardeista. Kategoriat ovat
hyvä työkalu osien luokitteluun, mutta filtteri toimii pääluokan määrittäjänä ja karsii
muut osat pois näkyvistä, eli rajaa halutut osat kaikista tehokkaimmin. Kun omia osia
on lisätty kirjastoon kannattaa niille generoida arvo tai määritys, jota voidaan käyttää
filttterissä. Esimerkiksi filtterinä toimii osan valmistaja, jolloin omille osille kannattaa
lisätä valmistajaksi yrityksen nimi. Tällöin filtterillä saadaan näkyviin yrityksen luomat
osat. Liitteessä 4. on käsitelty tarkemmin, kuinka filtterit tehdään ohjelmistossa.

5.9 Osien lisäys kirjastoon

Inventor antaa kolme vaihtoehtoa osien lisäykseen Content Centeriin, joista ensim-
mäinen on ennestään Content Centerissä olevien osien kopiointi, uusien osien hyväk-
syttäminen (Authoring) osaluokan mukaan sekä osien ja piirteiden julkaisu (Publish)
käyttäjän määrittämin ehdoin osakirjastoon.

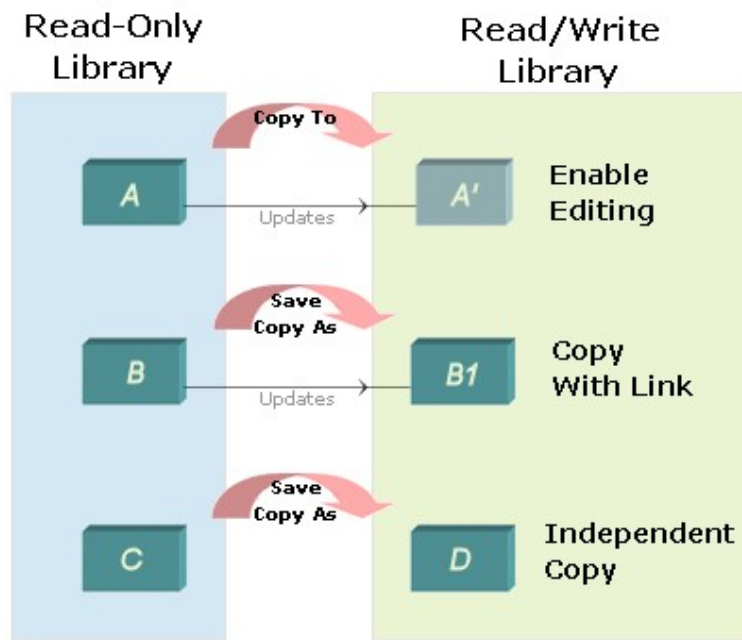
- Osien kopiointi
- Osien hyväksyttäminen
- Osien julkaisu

Osien kopiointi kattaa ennestään osalla määritetyt parametrit ja piirteet, kun taas
Authoring ja Publish taas edellyttävät käyttäjän määrittelemään käytettävät para-
metrit. Eri vaihtoehdoilla on omat puolensa ja määräytyvät pitkälti käyttökohteen tai
julkaistavan komponentin luokan mukaan.

5.9.1 Osien kopiointi

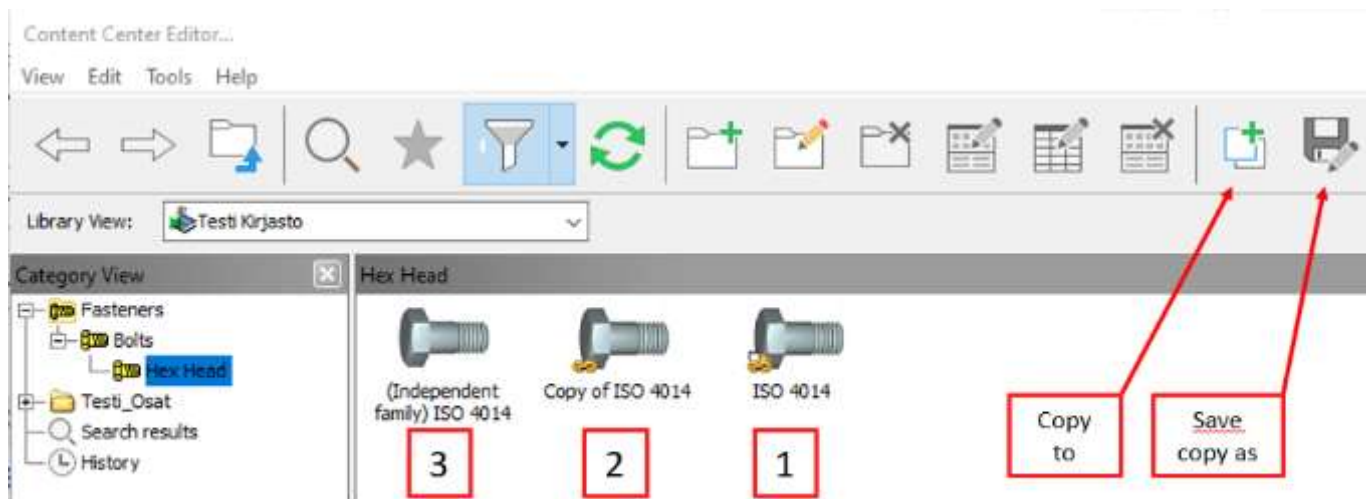
Kuten aiemmassa kappaleessa jo todettiin Inventor Content Center kattaa valmiiksi 750 000 eri standardikomponenttia. Osa näistä komponenteista saattaa olla soveltuvia pienillä muokkauksilla, joten tässä tapauksessa kyseinen komponentti kannattaa kopioida pohjaksi ja muokata tätä.

Content Center kirjastossa valmiina olevat osat, ovat piirteinä joiden arvoja ohjataan parametrien avulla. Osat kuuluvat eri osaperheisiin (Part Families) ja osaperheiden taulukoihin on sisällytetty yksittäisten osien parametriset arvot, joilla osa generoidaan. Osaperheitä on mahdollista kopioida omaan Read/Write -oikeuden omaavaan kirjastoon mutta kopiointiin on useampia tapoja ja erona näillä on relaatio alkuperäiseen osaan, eli ohjelmassa kuvattuun "Parent" -osaan. Kopioinnin eroavaisuudet on esitetty (kuviossa 19), jossa "Copy to" -toiminto kopioi ainoastaan alkuperäisen osaperheen tiedot toiseen kirjastoon ja lisää tälle erillisen ikonin, joka viittaa alkuperäiseen linkkiin (kuvio 20, kohta 1.). Tällöin kopioidulla osalla säilyy relaatio alkuperäiseen osaan, eli jos alkuperäistä osaa muokataan, päivittyy myös kopioitu osa.



Kuvio 19 Kirjastojen osaperheiden kopioinnin erot, Autodesk knowledge network

Toinen vaihtoehto on "Save copy as"-toiminto (Kuvio 19), jossa on kaksi vaihtoehtoa "Copy with link" tai "Independent Copy". Kumpikin vaihtoehto kopioi alkuperäisen osan osaperheen fyysisesti uuteen Read/Write-kirjastoon. Erona näiden vaihtoehtojen välillä on, säilytetäänkö linkki alkuperäiseen osaan. Tällöin kopioitu osaperhe on synkronoituna alkuperäiseen osaan ja mahdollista päivittää samalla kun alkuperäiseen osaan tehdään päivityksiä. Linkkien välisen relaation käyttäjä pystyy kuitenkin myöhemmin poistamaan ja osille on tätä varten käytössä ikoni, joka ilmaisee onko linkki on yhä voimassa vai rikottu (Kuvio 20, kohdat 2 & 3).



Kuvio 20 Kopioinnin erot käytännössä.

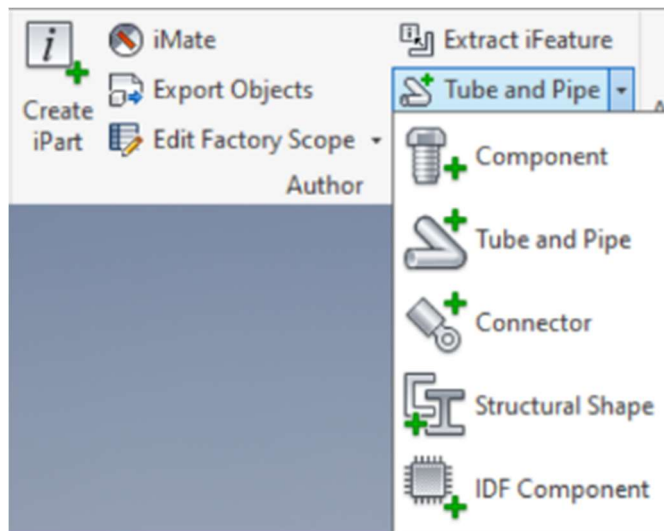
Käyttäjän tulee arvioida, onko linkki alkuperäiseen osaan syytä säilyttää mahdollisten päivitysten säilyttämiseksi, kun osaa kopioidaan. Vai onko ero alkuperäiseen niin suuri, että kyseessä on jo poikkeava osa, mitä ei voida pitää enää varianttina. Jos erot alkuperäiseen osaan ovat merkittäviä tai päivitykset eivät vastaa osan käyttötarpeita. Tulisi osa käsitellä erillisenä osana, eikä kopiona.

Samaa lähestymistapaa voidaan tarkastella luokittelun ja osaluokan kannalta. Tarkemmin aiemmin mainitun kansiorakenteen kautta, eli ollaanko tekemässä saman luokan osaa, eli varianttia mikä sopii kyseiseen luokkaan. Vai onko kyseessä kokonaan toiseen osaluokkaan kuuluva osa. Käytännössä kun osasta tehdään "Independent Copy" ohjelmassa, ei sille tule osakirjastoon erillistä ikonia mikä viittaisi linkkiin (Kuvio 21, kohta3.). Yhteenvetona kopiointi on tehokas työkalu, jossa käyttäjälle jää vähemmän muokattavaa työmäärällisesti. Osia voidaan kopioida ilman linkkiä ja käyttää valmiina pohjana toiselle osalle, jos piirteitä voidaan hyödyntää ennestään.

5.9.2 Part Authoring

Inventor ohjelmistossa on "Author"-toiminto, jonka avulla osille voidaan määrittää ominaisuuksia, eli hyväksyttää osa tietyin ehdoin ennen julkaisua osakirjastoon. Hyväksyttäviä ominaisuuksia voidaan rinnastaa "iParts"-toimintoon, jolla osan kokoa voidaan hallinnoida parametrisesti taulukon avulla. Samalla voidaan hyödyntää kokoonpanojen "iMates"-toiminto, joka tunnistaa osien välisiä kontakteja kokoonpanoa tehdessä. Kumpaakin toimintoa voidaan pitää eräänlaisina pikatyökaluna tehokkuuden parantamiseksi.

Authoring on jaoteltu osaluokittain käyttökohteen mukaan ja määritettävät ominaisuudet poikkeavat näiden luokkien välillä (Kuvio 21.). Component kattaa ostettavat osat kuten ruuvit, mutterit, aluslevyt, sekä yleisimmät kiinnikkeet. "Tube and Pipe" taas sisältää putket ja putkiston osat kuten yhteen, laipat, käyrät jne., joissa on paljon iMates-toimintoja. "Connectors" ja "IDF"-ovat sähköliittimiä ja komponentteja varten, joita ei tässä työssä sivuta. Viimeisenä on "Structural Shapes", joka on eri muototeräksiä varten. "Structural Shape" on yhteydessä Inventorissa löytyvään Frame Generator-työkaluun, jolla voidaan luoda runkoja rautalankamallin avulla, eli hyödyntää skeleton-mallinnusta. Tällöin rungon päämitat ovat piirrettyinä sketchille ja varsinaisen osa tuodaan työkalun avulla. Samalla työkalulla voidaan muun muassa tehdä viisteitä päihin, lisätä tai vähentää osien välisiä saumoja tai yhdistää rungon osia. Tämä on todella käytännöllinen työkalu, jolla on merkittävä etu suunnittelutyön sujumisen kannalta. Koska työkalulla voidaan kerralla vaihtaa rakenteessa käytetty muototeräs kokonaan toiseen tai muokata sitä. Sen lisäksi ohjelmisto osaa ilmoittaa osaluetteloon käytetyn rakenneteräksen tiedot standardin, koon ja käytetyn pituuden mukaan. Varsinkin palkeissa ja putkissa pituustieto tulee olla osaluettelossa.



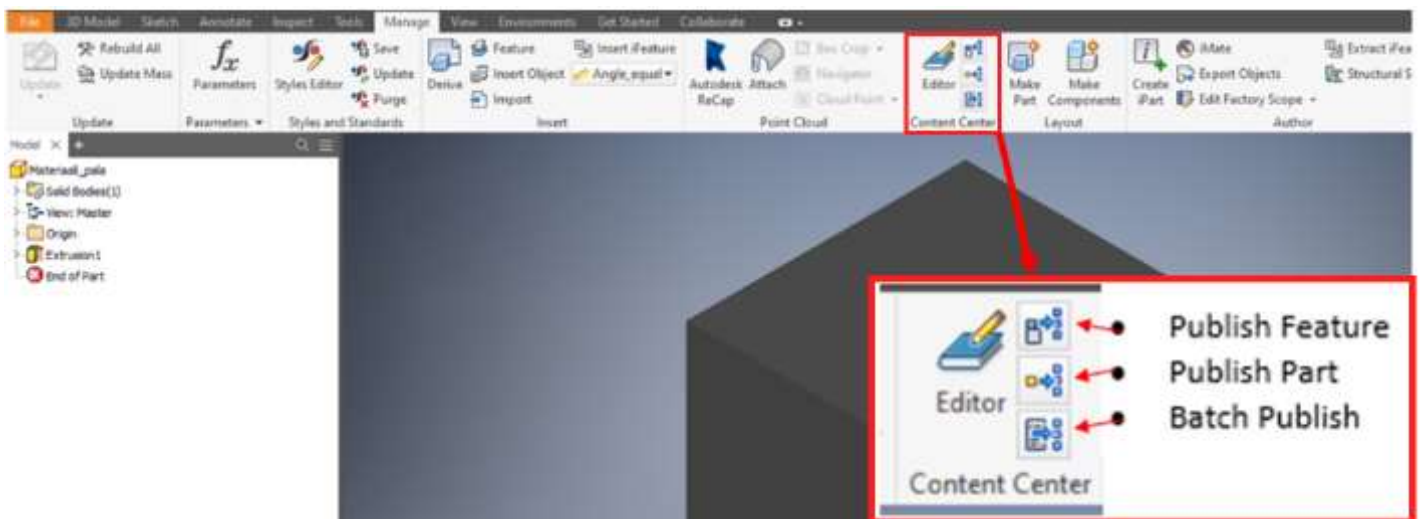
Kuvio 21 Author luokat Inventorissa.

Kun toimintoja on tarkasteltu, voidaan todeta, että ”Authoring” perustuu osan ominaisuuksien määrittämiseen kohdeluokan mukaan. Samalla määrittelyllä osa vastaa kohdennettua osaperhettä ja toimii samoin kuin muut osaluokan osat. Tämä mahdollistaa kokoonpanoissa käytettäväksi samoja valintatyökaluja ja muita aputyökaluja, joita ohjelma tarjoaa jo ennestään. Kuten ”AutoDrop”- toimintoa, joka tunnistaa esimerkiksi kappaleen reikien koon ja määrän, tarjoten näitä vastaavia kiinnikkeitä.

Ennen varsinaista osien hyväksyttämistä edellytetään osien esivalmisteluja. Koska ohjelmaan ennalta luodut osaperheet kattavat tietyt parametriset ehdot osaperheelle, on näitä samoja ehtoja noudatettava. Suotavinta on tutustua kohdennettuun osaperheeseen ennalta ”Content Center Editorin” avulla tarkastaen kategorian asettamat vaatimukset ja parametrisoida nämä osaan valmiiksi. Osa parametreista on pakollisia, jolloin ne on määritettävä osalle ensin ja vaikuttavat mitä osia kyseiseen kategoriaan kannattaa lisätä. Prosessia avattu liitteessä 5. käytännön esimerkkien kautta.

5.9.3 Part Publish

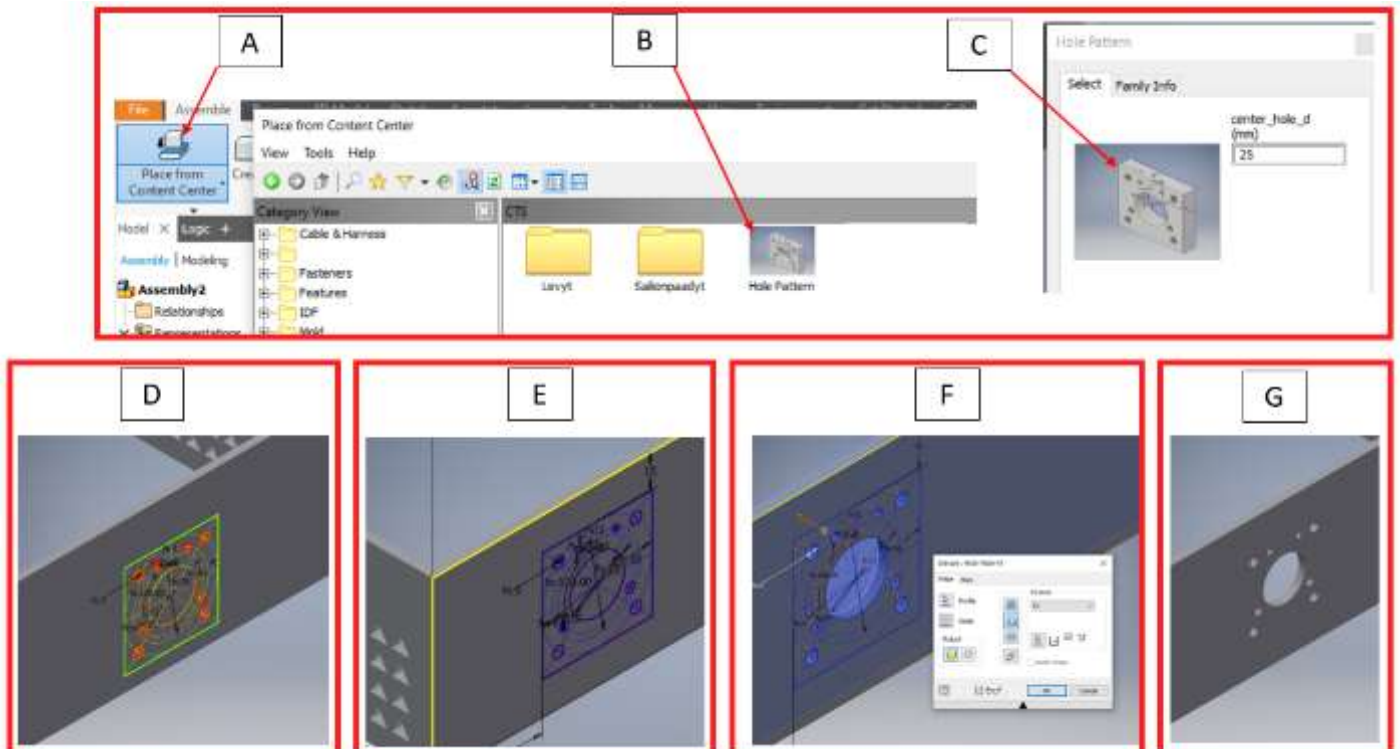
Kun osakirjastoon julkaistava osa ei sovellu kopioitavaksi tai hyväksyttämisen kategorioihin, voidaan osa julkaista kokonaan erillisenä osana. Tällöin julkaisu tapahtuu ”Publish”-työkalun avulla, jolla on kolme eri vaihtoehtoa (Kuvio 22.). Ensimmäisenä on ”Publish Feature” eli piirteen julkaisu, tällä toiminnolla voidaan julkaista piirre osakirjastoon. Toisena on ”Publish Part” missä julkaistaan yksittäinen osa. Yksittäisen osan julkaisussa, periaate on sama kuin aiemmassa ”Authoring” -toiminnossa mutta poikkeuksena käyttäjä saa vapaasti valita kategorian, sekä nimetä ja linkittää halutut parametrit. Viimeisenä on ”Batch Publish”, jolla voidaan julkaista useampi osa tai piirre kerralla.



Kuvio 22 Publish toiminnot

Julkaisujen suurin eroavaisuus on osien ja piirteiden julkaisu. Piirre julkaistaan sketchinä ja tälle voidaan määrittää haluttu toiminto kuten pursotus, pyöräytys tai leikkaus. Esimerkiksi voidaan julkaista usein käytettävä piirre valmiiksi kirjastoon ja lisätä se kokoonpanossa yksittäiselle osalle (Kuvio 23.). Tällöin piirrettä ei tarvitse uudelleen tehdä osalle, vaan se voidaan noutaa valmiina. Piirteelle pätee samat ehdot kuin osille, eli voidaan luoda ohjaavia parametrejä tai taulukkopohjaisia ehtoja. Piirteen

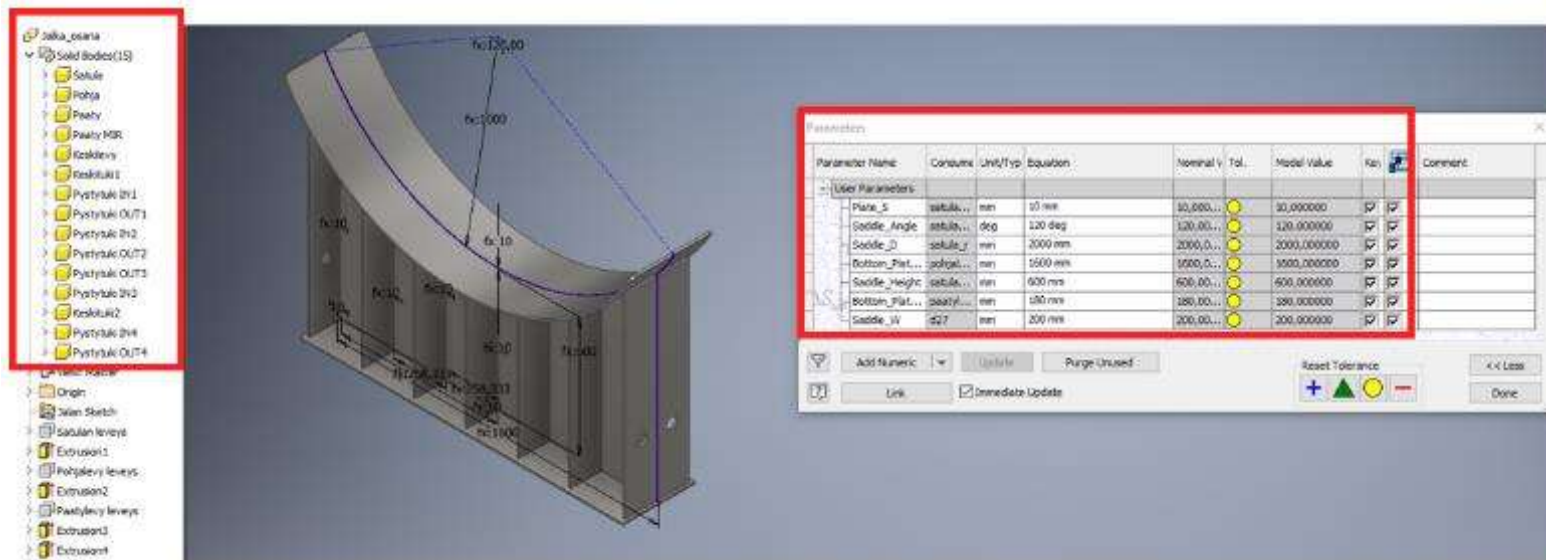
julkaisu voi olla sketchinä tai piirteenä kirjastossa, ainoastaan tällä on oltava vastaavat "Family Table"-ominaisuudet kuin muullekin kirjaston sisällöllä. Myös piirteeseen voidaan sisällyttää tunnistetietoja, kuten "Motor mounting pattern".



Kuvio 23 Kirjastoon julkaistun piirteen esimerkki

Osia voidaan julkaista lähes rajattomasti osakirjastoon, mutta erona on halutaanko julkaistavaan osaan, kuinka paljon sisällyttää ohjattavuutta parametrien avulla vai onko osa pelkkä malli, jota muokataan jälkikäteen manuaalisesti. Rajoitteena on kuitenkin, että kirjastoon ei pysty julkaisemaan kokoonpanoja eli ".iam" tiedostoja. Käytännössä kirjaston julkaistavat osat käsitellään yksittäisinä ".ipt." tiedostoina, sekä kun ne tuodaan kokoonpanoon "Place From Content Center"-työkalulla. Vaihtoehtoja kuitenkin on ja tästä esimerkkinä (kuvio 24.), jossa osa on "Multibody" eli muo-

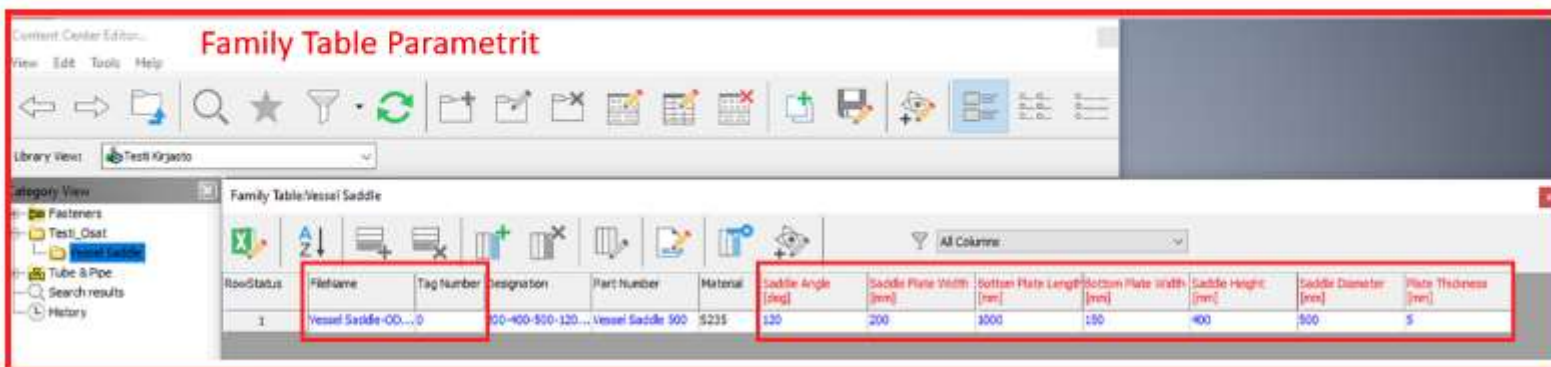
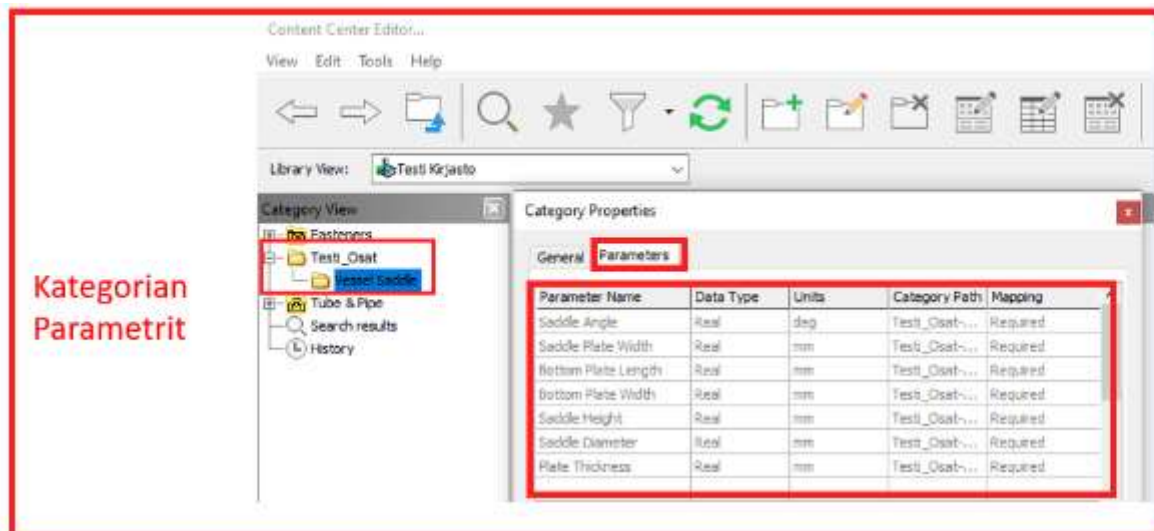
ostuu useammasta osasta mutta ei ole luotu kokoonpanona vaan käsitellään yksittäisenä osana. Tällöin kokoonpanoja muistuttavia osia voidaan julkaista kirjastoon ja tuoda näitä kokoonpanoon, kun näitä käsitellään osina. Osakokonaisuuksia voidaan käyttää esimerkiksi valmiina moduuleina, jotka yhdistetään kokoonpanoissa sittemmin osaksi pääkokoonpanoa. Rajoittavana tekijänä on osien käsittely, koska kyseessä ei ole varsinainen kokoonpano vaan yksittäinen osa. Käsitellään tätä myös osaluettelossa yksittäisenä osana. Eli käyttäjän pitäisi kirjata käsin "multibodyn" osat osaluetteloon ja piirustukseen. Tässä korostuu käyttökohteen luokka ja arvo. Esimerkiksi jos tehdään isompaan kokoonpanoon näköismalli, josta ei tuoteta teknisiä dokumentteja tai yksi rivi tietoa riittää kuten yksittäinen pumppuyksikkö tai monimutkainen venttiili, voidaan tätä tapaa hyödyntää.



Kuvio 24 Multibody osan lisääminen kirjastoon

Oli kyseessä sitten yksittäinen osa tai multibody, tulee ennen julkaisua kirjaston kansiorakenteeseen määrittää parametriset ehdot, joita kyseinen osa luokka käyttää. Tämä vaatii uuden kategorian luomisen kirjastoon, johon määritetään halutut para-

metrit kuvion 25 mukaan. Kategorian parametreillä ohjataan ”Family Table” osaperheen taulukkoa. Eli kategoriaan määritetyt parametrit muuttuvat automaattisesti ohjaaviksi ”Key” parametreiksi ja erottuvat punaisella muista parametreistä (Kuvio 25.). Kun osa tullaan julkaisemaan tähän kategoriaan, tulee sille määrittää ohjaavien ”key” parametrien arvot ja nämä näkyvät lopulta osaperheen ”Family Table” parametreissa.



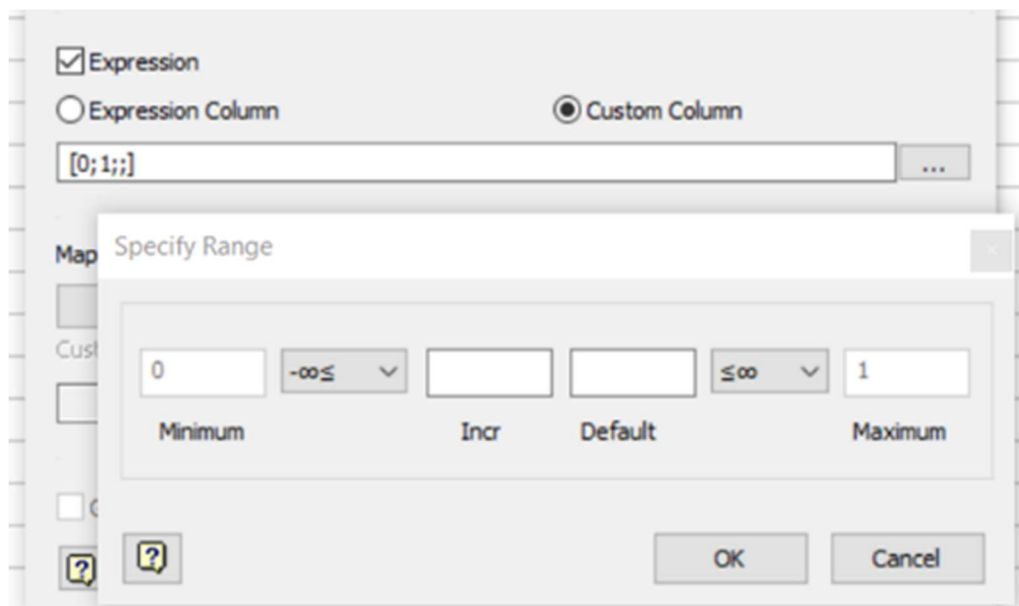
Kuvio 25 Kategorian & Family Tabellen parametrit

Kategorian parametrit muodostuvat seuraavista ehdoista:

- **Parametrin Nimi:** Nimi tieto, joka näkyy osaperheen taulukossa
- **Datan tyyppi:** Tosi/Epätosi (Boolean), Kokonaisluku (Integer), Numero (Real) & Merkkijono (String)

- **Yksikkö:** SI-yksiköt
- **Kategorian polku:** Näyttää kansiorakenteen polun
- **Kartoitus:** Vaadittu tai ei vaadittu, eli onko pakollinen määrittää

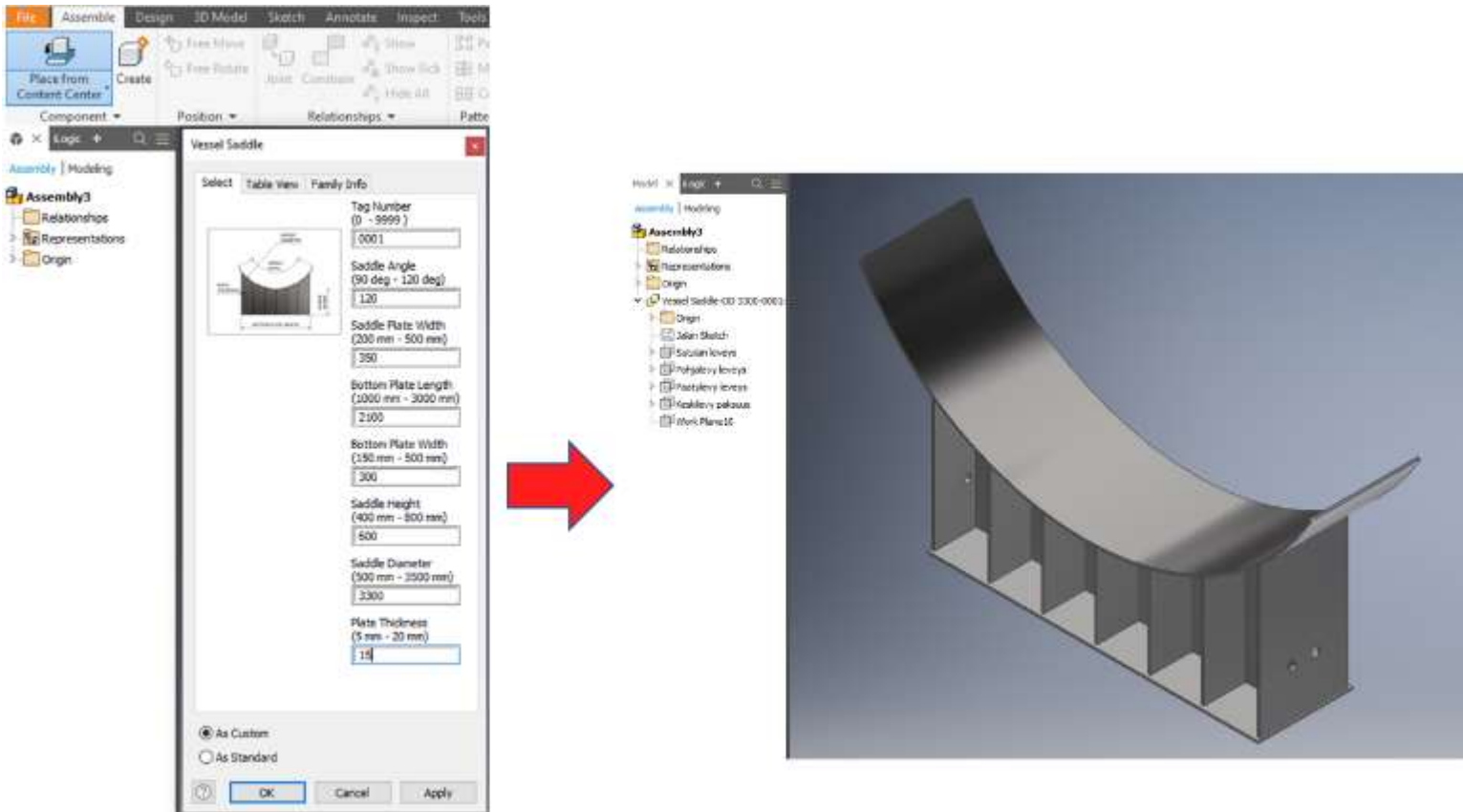
Kun parametrit on kirjattu kansioon ja osa julkaistu näiden ehtojen mukaan, voidaan määrittää osaperheen parametrit. Osaperheellä on taulukko eri arvoista, joka vastaa parametrejä ja osaperheessä luodaan taulukon sisältö. Jos kyseessä on osa esimerkiksi standardista, täytetään taulukko standardin mukaisilla arvoilla. Toinen vaihtoehto on antaa vapaa luku tai lukujoukko tietyin reunaehdoin. Esimerkiksi kuviossa 25. punaisella olevat sarakkeet ovat ohjaavia parametrejä ja näille on määritetty parametrien sisällä tietyt reunaehdot, joiden sisälle luvut tulee sijoittaa. Tätä varten on työkalu sarakkeen reunaehtoja varten, sekä paljonko on kunkin arvon korotus (Kuvio 26.).



Kuvio 26 Lukujen reunaehtojen ja korotuksen määrittäminen

Tällöin vapaiden arvojen välisiä ristiriitoja voidaan vähentää, koska nämä johtavat helposti mallin rikkoutumiseen ja silloin osaa ei voi tuoda kokoonpanoon. Kun osalle on määritetty arvot ja ne on nimetty oikein, voidaan lopuksi päivittää kuva, josta osa

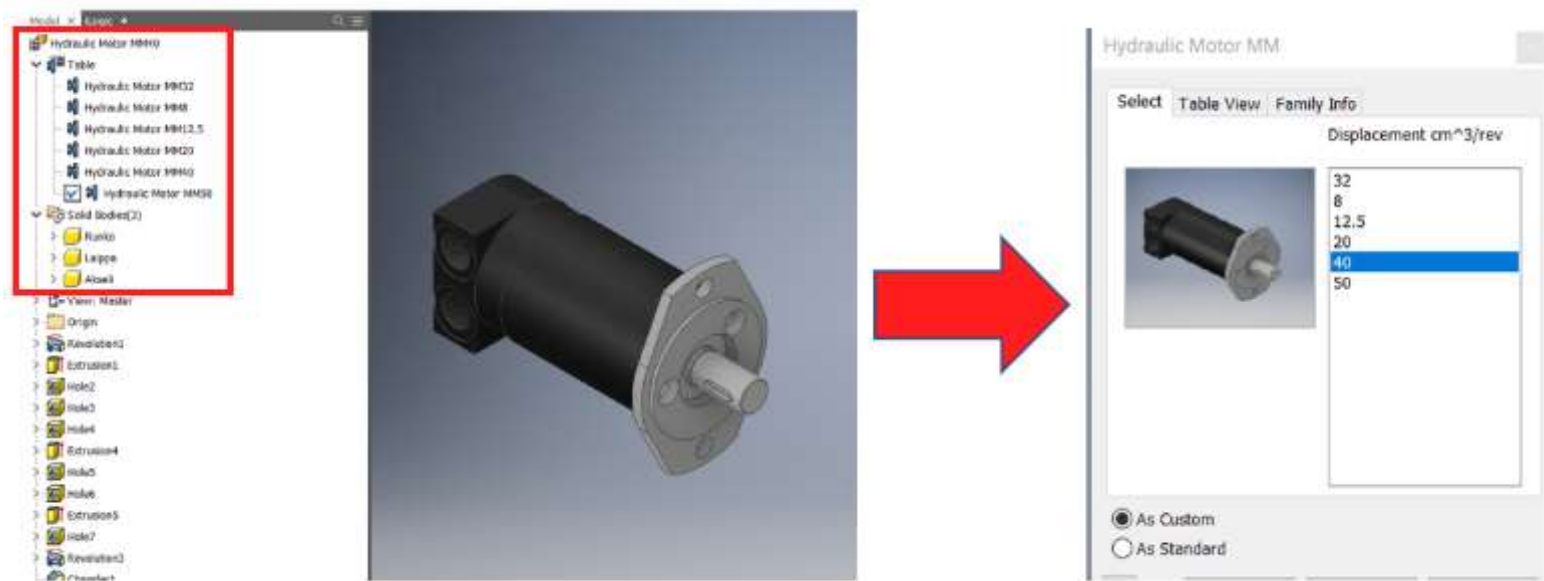
tunnistetaan. Sama kuva tulee myös näkyviin, kun osa tuodaan kokoonpanossa osakirjastosta (Kuvio 27.). Esimerkissä säiliönjalka lisättiin kuvaan tekstinä kuvaus, mihin kenttään kukin arvo vaikuttaa.



Kuvio 27 Osan tuonti kirjastosta ja arvojen määrittäminen kuvan avulla

Kuten huomattiin osan tietojen määrittäminen tyhjästä, on työlästä. Varsinkin jos osalle on olemassa valmiina tarkat tiedot koon puolesta taulukoituna. Esimerkiksi standardeissa on määritetty tarkasti osien koot, joten olisi käytännöllistä määrittää tiedot etukäteen osaan ja julkaista osa vasta tämän jälkeen. Tähän löytyy Inventorista työkalu nimeltä "iParts". Sen avulla osaan sisällytetään valmiita taulukkoarvoja, sekä määritetään ohjaavat parametrit. Samalla tietoja voidaan linkittää osatietojen attributteihin "iProperties" linkitysten avulla. Kun taulukkoarvot tuodaan osaan "iParts":in avulla voidaan osaan määrittää variaatioiden määrä valmiiksi ja valita ne

rakennepuusta (Kuvio 28.). Eli ”iParts” -toimintojen määrittysten jälkeen osa on valmis julkaistavaksi, eikä tälle tarvitse tehdä esivalmisteluja osakirjastoon. Eli tässä tapauksessa ei kirjaston kohde kategorialle tarvitse etukäteen määrittää parametrejä valmiiksi, koska ”iParts” on määrittänyt osaperheen ehdot (Kuvio 28.). Eli kategorian kansioon tuodaan esitäytetty osaperhe yksittäisen osan sijasta, johon osaperhettä aletaan myöhemmin muodostamaan. Tällä menetelmällä osan julkaisu on paljon suoriivaisempaa ja parametrien generointia voi testata ennen julkaisua. Mutta tämä menetelmä generoi taulukkoon uuden rivin jokaista arvoa kohden, jolloin vapaita numeerisia arvoja ei voi käyttää.



Kuvio 28 iPart osan julkaisu kirjastoon

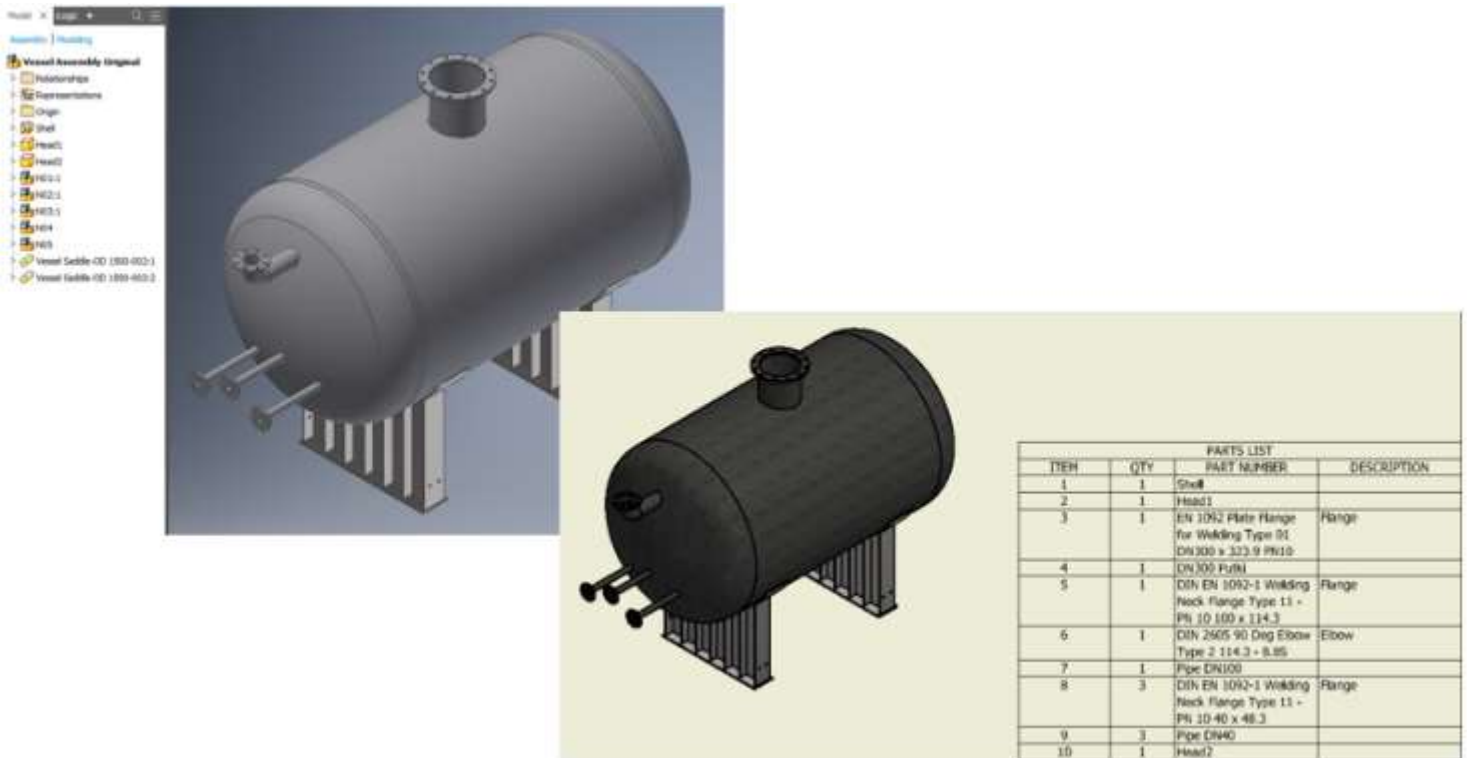
5.10 Tiedonsiirto osaluetteloon

Yhtenä tavoitteena osakirjaston kehittämisessä oli tiedonsiirron automatisointi. Joten tarkoituksena oli selvittää eri vaihtoehtoja, miten osiin sisällytetään riittävästi suun-

nittelutietoa ja tämä tulisi automatisoidusti piirustusten osaluetteloihin. Ensimmäisenä perehdyttiin osaluettelon toimintaan, eli selvitettiin millä ehdoilla tieto tulee luettelon. Tutkimalla osaluettelon tiedon alkuperää voitiin selvittää yhteyksiä ja relatiota, joilla tieto tuotetaan. Kun toimintaperiaate selvisi, voitiin kokeilla tuottaa tietoa luettelon omista osakirjaston osista. Eli osaan sisällytettiin haluttu suunnittelutieto, jonka ohjelma käy esimääritetyin ehdoin hakemassa ja tuottaa sen tämän jälkeen haluttuun sijaintiin.

Luodaan lähtötasoksi kokoonpano, jossa osia haetaan ”Content Center” -osakirjastoista löytyvistä oletuksena löytyvistä osista ja puuttuvat osat mallinnetaan itse. Näyttää kokoonpano ja tämän osaluettelo varsin puutteelliselta (Kuvio 29.). Vastaava osaluettelo tuli lähes aina suuremmissa ja pienemmissä kokoonpanoissa. Osakirjastosta haetut osat tuottavat osaan sisällytettyä osatietoa muutamalla tavalla, mutta tieto on ilmaistu hyvinkin laajasti tai turhan yksiselitteisesti. Esimerkiksi ”PART NUMBER”- kenttään tulee laipoista erittäin laaja kuvaus. Kun kokoonpanossa on useampi vastaavanlainen laippa kasvaa osaluettelon koko turhan suureksi monirivisten kenttien lisääntyessä, eli luettelon ulkonäkö muuttuu huonoksi. Vastaavasti pelkän ”DESCRIPTION” -kentän sisältö ei riitä, kuvaamaan osaa riittävästi suunnittelun näkökulmasta. Eli kummassakin tapauksessa tietoja joudutaan käsin muokkaamaan osaluettelon.

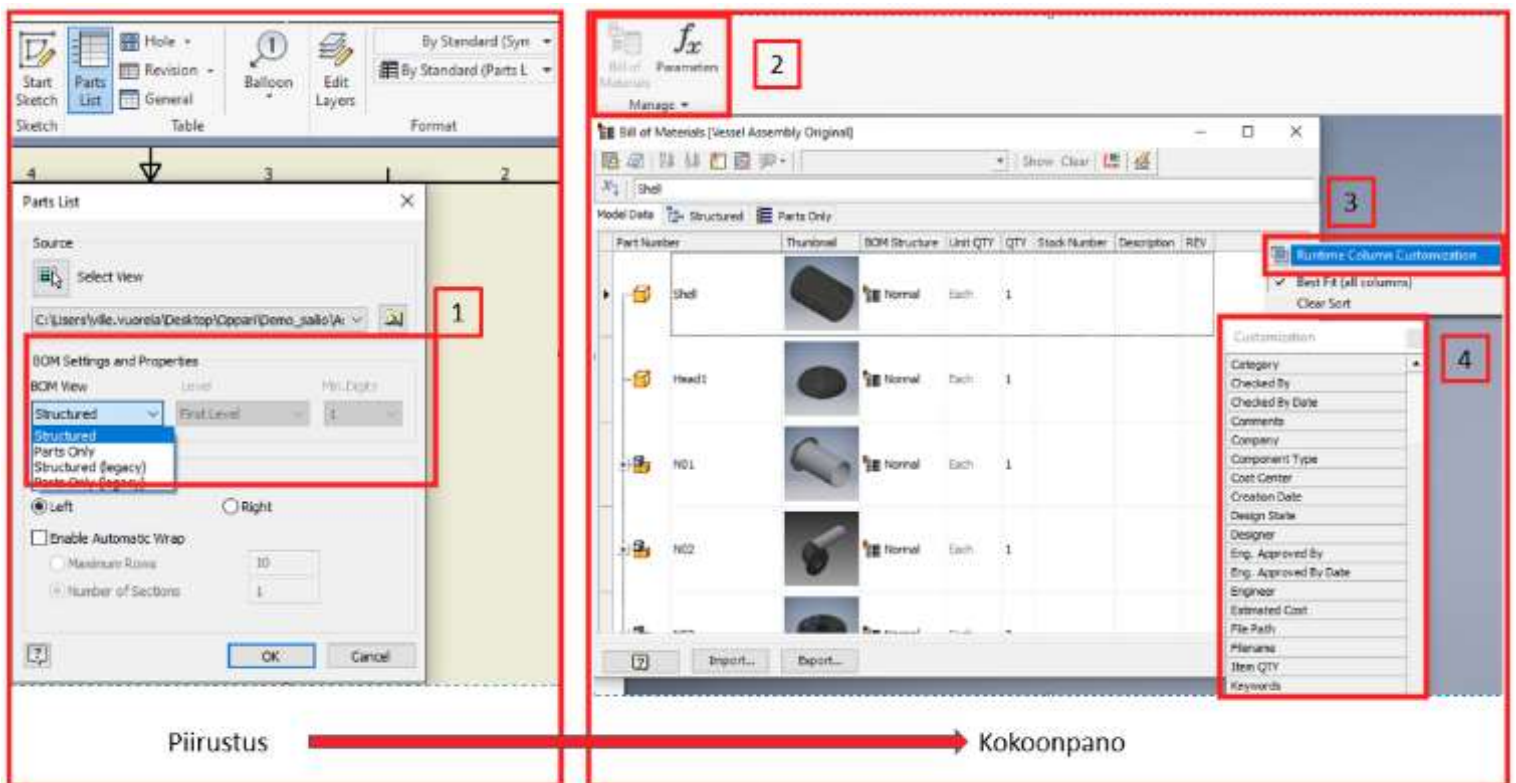
Toinen tarkasteltava asia on itse mallinnetut osat, kuten esimerkiksi; putket, levyt ja päädyt. Nämä osat eivät sisällä muuta tietoa kuin mallin tallennusnimen, eli kappaleen kokoa, luokkaa tai standardia se ei tunneta. Joten tässäkin tapauksessa osien tiedot joudutaan käsin lisäämään osaluettelon. On selvä, ettei kaikkia osia voida lisätä osakirjastoon, koska kyse on yksilöllisistä osista, jotka vastaavat suunnittelutyön tarpeita



Kuvio 29 Oletus osista tuotettu osaluettelo

Kun osaluetteloa ollaan tuomassa piirustukseen, kysyy Inventor ohjelma mitä "Bill of Material (BOM) rakennetta käytetään. Tässä on neljä eri vaihtoehtoa, joissa on kaksi päätyyppiä nimeltä "Structured" ja "Parts Only" (Kuvio 30). Näillä viitataan kokoonpanon osaluetteloihin eli Bill of Materials taulukoihin, jossa on tiedot jokaisesta kokoonpanon osasta. Täältä voidaan tutkia tarkemmin mitä ominaisuuksia yksittäisestä osasta voidaan näyttää kokoonpanoissa. Listan vaihtoehdot koostuvat kokoonpanon tiedoista, kuten osien määrästä, nimestä ja osaluokasta. Kokoonpanossa ilmaistaan osan määrä, mahdollinen koko ja luokka. Eli onko kyseessä normaali osa, ostettava osa, referenssi vai ns. haamuosa. Osien luokittelu korostuu suuremmissa kokoonpanoissa, joissa voidaan erotella osat tarkemmin valmistettävien ja ostettavien osien välillä. Osaluettelon listassa on lisää vaihtoehtoja, jotka koskevat yksittäisen osan

ominaisuuksia. Tarkemmin ”iProperties”-ominaisuuksia, joissa voidaan osaan sisällyttää enemmän yksilöivää attribuuttitietoa.



Kuvio 30 Piirustuksen osalistan yhteys kokoonpanon osaluetteloon

Kun tiedetään millä ehdoin tieto tuotetaan, voidaan sen sijainti selvittää. Eli mistä paikasta ohjelma käy lukemassa kyseisen tiedon ja tuottamassa sen haluttuun kohdesijaintiin. Tällöin voidaan muodostaa oikea relaatio, jolla nimikkeen arvo tuotetaan haluttuun sijaintiin. Varsinaisia uusia toimintoja ei ohjelmistoon kyetä luomaan vaan hyödynnetään jo tunnettuja toimintamalleja ja logiikkaa omien haluttujen toimintojen toteuttamiseen. Eli attribuuttien kenttiä ei aleta erikseen määrittämään vaan käytetään olemassa olevia tietokenttiä, toimintojen säilyttämiseksi.

Yksittäiselle osalle tiedonsiirto saadaan määrittämällä parametrien arvot tuottamaan "iProperties" -kenttään, eli osan ominaistietoihin. Koska parametri tuottaa tiedon osan koosta tuodaan parametrin arvo muokattavalle välilehdelle. Eli lisätään omat attribuutit "Custom" -välilehdellä ja liitetään näihin parametrin tuottama arvo (Kuvio 31.). Attribuutille annetaan nimi ja määritetään tyyppi, ohjelma tuntee attribuuteille 4 eri tyyppiluokkaa:

- Text
- Date
- Number
- Yes or No

Luokan määrittäminen rajaa missä muodossa attribuutin sisältämä tieto voidaan syöttää. Koska nyt halutaan käsitellä tietoa tekstinä, valitaan "Text" ja käytetään sitä referenssinä alkuperäisestä numeerisesta arvosta. Seuraavaksi "Value" -kenttään syötetään haluttu parametrin nimi ja tämä ilmestyy alla olevaan listaan. Parametrit on nyt liitetty "iProperties" tietoihin voidaan ne liittää olemassa olevaan kenttään kuten "Description", johon ne tulee syöttää tiettyssä muodossa.

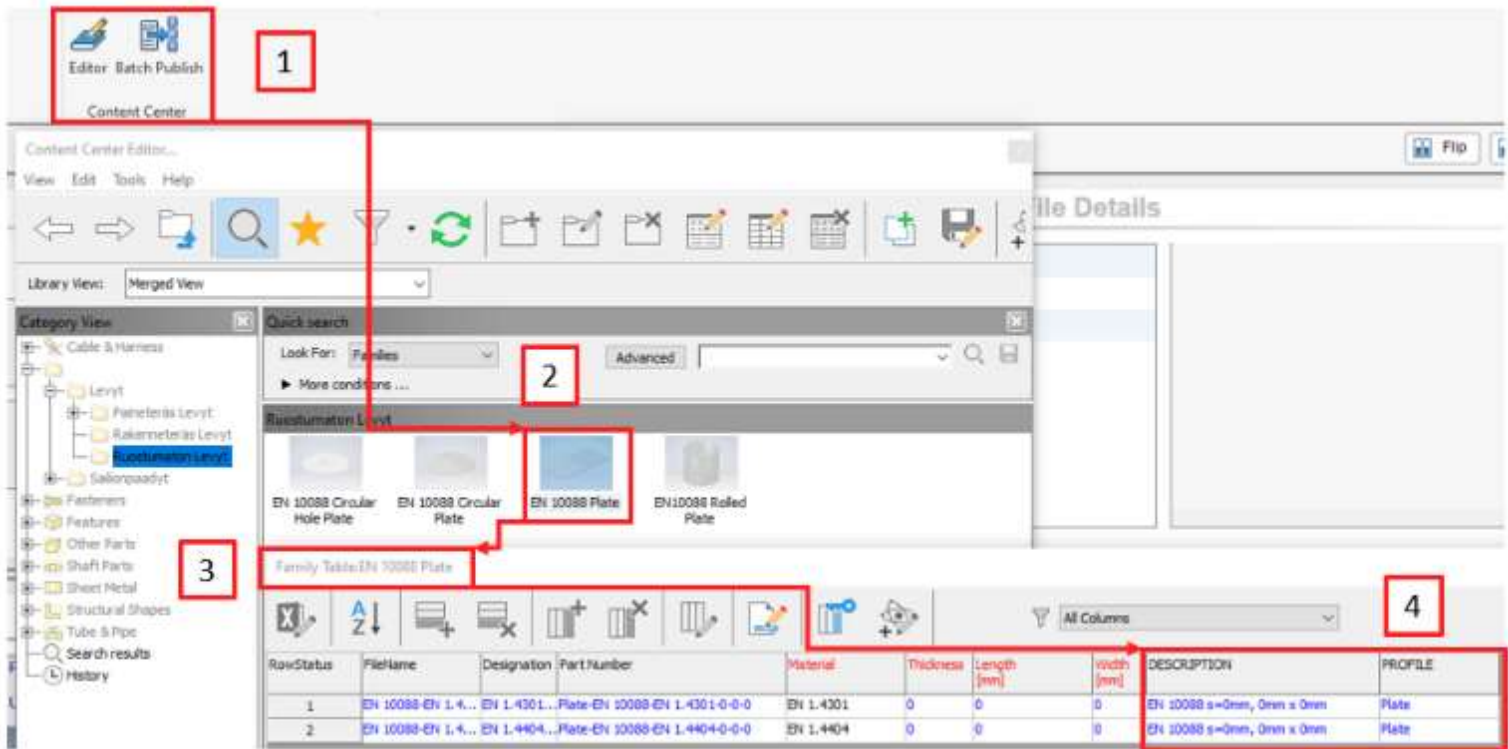
- Standardi, osan paksuus, leveys x pituus
- EN 10025 s=5 mm 200 mm x 1000 mm

Ohjelma ei tunnista parametrejä, ellei lause ala =-merkillä ja haluttu parametri ole <, > -merkkien sisällä. Sama pätee muihinkin kenttiin (Kuvio 31.).



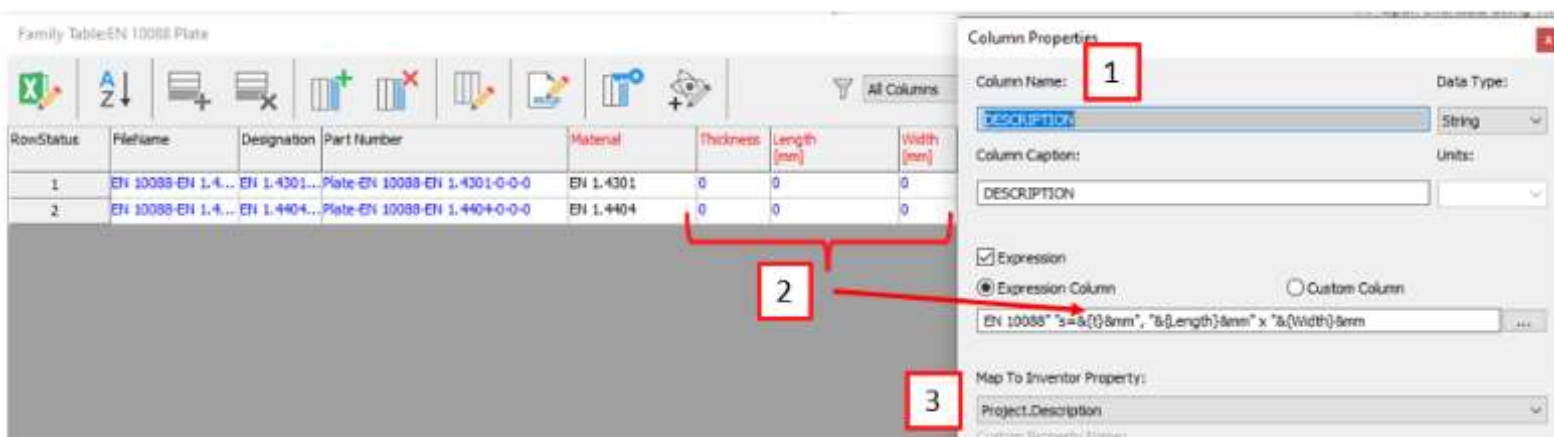
Kuvio 31 Parametrien hyödyntäminen attribuuteissa

Näin yksittäiselle osalle on saatu halutut tiedot, jotka tulevat automaattisesti osaluetteloon. Sama voidaan tehdä osakirjaston osiin, mutta muokkaukset on tehtävä osakirjaston sisällä (Kuvio 32). Muokkaukset tehdään osaperheen ”Family Table”-kenttään, jota käsiteltiin aiemmin. Muokataan osakirjastoa valitsemalla haluttu osa ja tämän osaperheen taulukko. Tähän lisätään työkaluilla halutut rivit ja määritetään mistä solun tieto koostuu ja minne solu välittää tiedon. Eli määritetään haluttu sarakke, kuten ”DESCRIPTION”, joka tuottaa tiedon yksittäisen osan ”iProperties”-tietoihin, samalla tavoin kuin aiemmassa esimerkissä. Lisätään nyt osan standardi, paksuus, pituus ja leveys osan kuvailukenttään. Tiedot haetaan ”Family Tablesta”, koska tämä pitää sisällään osan arvot, eli laitetaan ohjelma lukemaan tieto sarakkeista.



Kuvio 32 Attribuuttien lisäys Content Center osiin

Avataan "DESCRIPTION" -sarake ja syötetään tekstiriville haluttu standardi ja muiden sarakkeiden viitteet, jotta näiden tieto tulisi automaattisesti riville (Kuvio 33.). Toimintaperiaate muistuttaa samaa, kuin yksittäiselle osalle mutta tieto tulee syöttää eri muodossa.



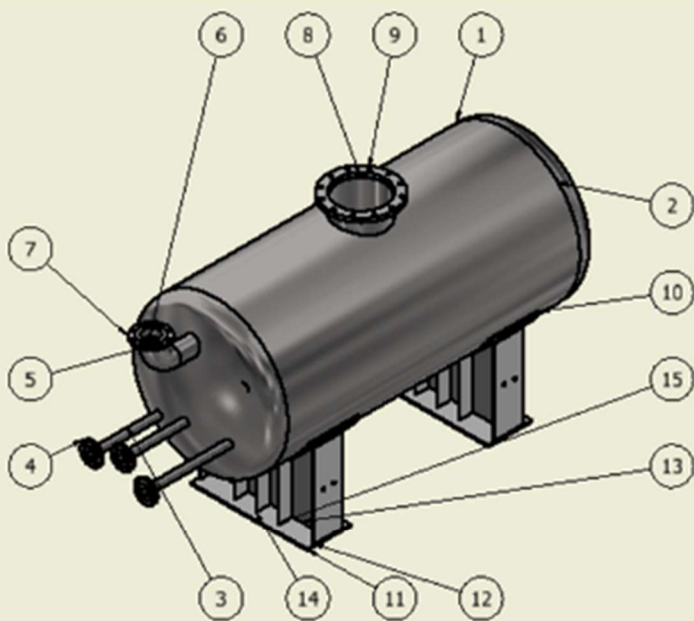
Kuvio 33 Parametrien viittausten kirjoitus

Eli valitaan ohjaavat "Key" parametrien arvot, jotka erottuvat punaisella ja syötetään tiedot riville tietyssä muodossa:

- Standardi, osan paksuus, leveys & pituus
- EN 10088 s=5 mm, 200 mm x 1000 mm

Tekstikenttään ei voida syöttää arvoja samassa muodossa, kuin aiemman vaan viittaukset tulee sulkea " "-merkein ja välilyönnit saadaan &-merkein.

Nyt osaluettelo tulee halutussa muodossa, kun osiin on lisätty riittävästi suunnitelutietoa. Sekä osaluettelo tuottaa tiedon automaattisesti halutussa järjestyksessä (Kuvio 34.). Käyttäjälle jää nyt huomattavasti vähemmän tarvetta tehdä muutoksia jälkikäteen, jolloin työvaiheet vähenevät.



1	Head	DIN 28011 Klöpperform SS 2634	P355GH	*Varies*	2
2	Rolled Plate	EN 100288 OD1500 mm s=10 mm 2000 mm x 4676 mm	P355GH	242,0 kg	1
3	Pipe	EN 10216 48.3 x 5,L=800	P355GH	4,3 kg	3
4	Welding Neck Flange	EN 1092 Type 11 DN40 x 48.3 PN 10	P250GH	2,1 kg	3
5	Pipe	EN 10216 114.3 x 5.6,L=300	P355GH	4,5 kg	1
6	Elbow 90	EN 10253 114.3x3.6	P355GH	2,3 kg	1
7	Welding Neck Flange	EN 1092 Type 11 DN100 x 114.3 PN 10	P250GH	4,4 kg	1
8	Pipe	EN 10216 323.9 x 5,L=600	P355GH	23,6 kg	1
9	Welding Plate Flange	EN 1092 Type 01 DN300 x 323.9 PN10	P250GH	13,6 kg	1
10	PLATE	EN 10028 s=10 mm, 1056 mm x 360 mm	P265GH	29,8 kg	2
11	PLATE	EN 10025 s=10 mm, 300 mm x 800 mm	S355JRG2	18,8 kg	2
12	PLATE	EN 10025 s=10 mm, 200 mm x 576 mm	S355JRG2	9,0 kg	4
13	PLATE	EN 10025 s=10 mm, 576 mm x 770 mm	S355JRG2	27,4 kg	2
14	PLATE	EN 10025 s=5 mm, 95 mm x 400 mm	S355JRG2	1,5 kg	4
15	PLATE	EN 10025 s=5 mm, 95 mm x 422 mm	S355JRG2	1,6 kg	8

Kuvio 34 Lopullinen osaluettelo

6 Tulokset

Tuloksina saatiin ymmärrys osakirjaston toiminnasta ja kuinka voidaan luoda omia materiaali- ja osakirjastoja. Eli tarkemmin ymmärrettiin, kuinka kirjastot toimivat, sekä miten niitä tulisi käsitellä. Käytännössä tämä tapahtui tunnistamalla eri osaluokkia, joita kirjastoon olisi hyödyllistä lisätä. Kun määriteltiin halutut osaluokat selvitetiin eri vaihtoehdot osien lisäämiselle kirjastoon. Tunnistettiin kolmesta eri julkaisujen vaihtoehdosta, kunkin tavan ominaispiirteet ja miten näitä tulisi hyödyntää. Eli onko lisättävä osa variantti, jo olemassa olevasta osasta joka voidaan kopioida pohjaksi ja tehdä halutut muutokset. Vai onko kyseessä ostokomponentti tai rakenneprofiili, jolle voidaan toisella menetelmällä määrittää ominaisuudet ja ottaa käyttöön ohjelman lisätoiminnot, kuten automaattinen rungon teko. Viimeinen vaihtoehto oli osan lisääminen ilman esimääriteltyjä ehtoja, jolloin tuoteperhe joko lisättiin osaan tai käsiteltiin yksittäistä osaa. Tuoteperheiden muodostamisessa selvitetiin eri vaihtoehdot, joissa tuoteperhe rakennetaan joko osakirjastossa tai etukäteen ennen osan julkaisua kirjastoon ja mitä eroja näiden toimintojen välillä on. Osa- ja materiaalikirjastoista ymmärrettiin paremmin, sekä näiden toimintalogiikka ja kuinka näitä tulisi hyödyntää tuotaessa sisältöä kirjastoihin. Tällöin korostui tuotetiedonhallin merkitys kun lisättiin ja hallinnoitiin useampaa osaa kirjastopohjaisessa tietokannassa. Eli tuotetiedon kasvaessa piti tietoa tuottaa oikeassa muodoissa ja esimääritetyissä ehdoissa, joista tieto saatiin johdettua haluttuun muotoon.

Työssä tehtiin osa- ja materiaalikirjaston tiedostot toimeksiantajalle, jotka voidaan ottaa käyttöön suunnitteluohjelmistossa. Tiedonsiirto saatiin automatisoitua halutulle asteelle, jolloin osaluetteloihin ja osalistoihin tiedot tulivat kirjastokannan osista. Tieto tuli valmiiksi oikeassa muodossa tuotesuunnittelun kannalta, jolloin sitä ei tarvinnut muokata enää käsin yhtä paljoa. Eli käsintehtävien työvaiheiden määrää pystyttiin vähentämään ja parantamaan tiedonsiirtoa halutulla tavalla. Tämä edellytti

ymmärrystä miten tiedonsiirtoa voidaan hyödyntää ohjelmassa ja miten sitä voitaisiin mahdollisesti jatkojalostaa. Pohjana toimi teoria komponenttienhallinnasta ja suunnittelun parametrien linkittämisestä attribuuttitietoihin. Eli kuinka tieto tehdään yksittäiseen osaan siten, että se päivittyy samalla kun osaa päivitetään ja siirtyy lopuksi haluttuun paikkaan oikeassa muodossa. Tämä edellytti, että luotiin tarkat ehdot tiedon tuottamiselle yksittäiseen osaan, josta se käytiin hakemassa. Tiedonsiirrosta selvitettiin vaihtoehdot yksittäisen osan ja kirjaston osaperheen välillä, sekä miten ne toteutettaisiin käytännössä.

Lopuksi työstä tuotettiin toimeksiantajalle kirjallinen ohje, kuinka hallinnoidaan osakirjastosta ja materiaalikirjastosta. Eli kuinka kirjastokannat luodaan, saadaan otettua käyttöön sekä miten näitä tulisi hyödyntää ja tarpeen tullen päivittää. Tiedonsiirrosta tuotettiin myös lyhyt kirjallinen ohje, jossa kuvattiin sen toimintaperiaatetta.

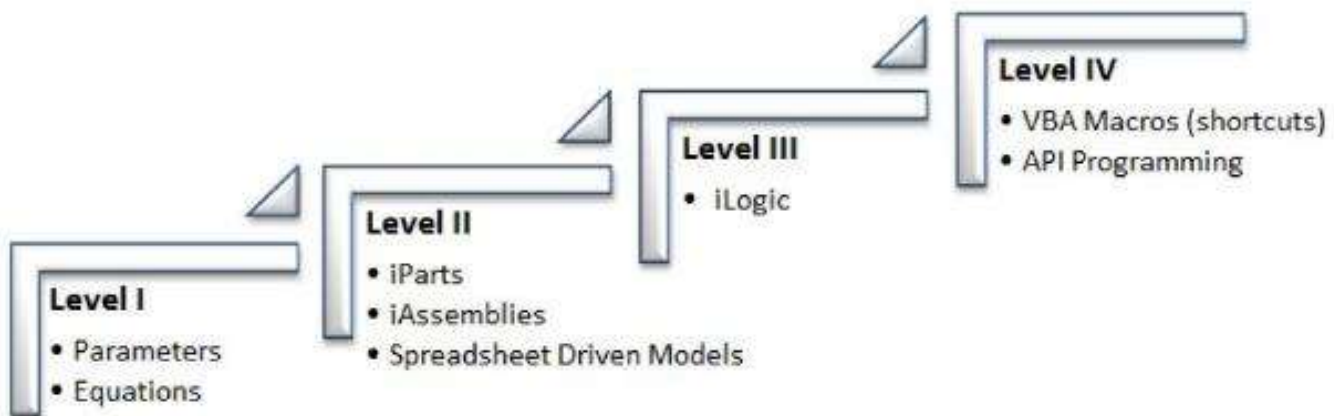
7 Pohdinta

Osakirjasto osoittautui hyvin monipuoliseksi, sekä osittain kankeaksi toimintaperiaattensa takia. Kirjaston käyttö oli tehokkainta lisätessä yksinkertaisia konfiguroitavia osia, joita voidaan ohjata tietyin esimääritetyin ehdoin. Liian monimutkaiset tai useampaan vapaaseen arvoon pohjautuva osa osoittautui epäkäytännölliseksi, koska tämä ei sopinut kirjaston toimintaperiaateeseen. Kirjaston toiminta pohjautui osaperheiden hallintaan taulukkoarvoista. Eli kun hyödynnettiin tuotetiedonhallintaa saatiin parempi käsitys osaperheiden käytöstä ja kuinka eri variaatioita saataisiin muodostettua oikein. Varsinkin ostokomponenttien käytössä nimeäminen pohjautuu osaperheen runkoon, eli nimi kuvaa osan ominaisuuksia. Teoriassa asia oli yksinkertainen, koska suurin osa tiedosta saadaan standardeista helposti mutta haastavinta oli yhdistää tämä käytännössä ohjelmaan. Koska ohjelma

tuotti jo vähän tietoa piti sitä osiin lisätä enemmän ja jalostaa tiedon käyttöä. Eli selvittää kuinka tieto periytyy ja missä muodossa se tulee syöttää, jotta tiedonsiirto saadaan automatisoitua. Tuotesuunnittelun näkökulmasta työssä lisättiin osiin tarpeeksi tuotetietoa, joka kulkeutuu suunnittelun edetessä ja on saatavilla haluttuun paikkaan. Eli useimmiten käytettäviin osiin ei tietoja tarvitse joka kerta lisätä uudeleen.

Tiedonsiirron automatisointi edellytti tiettyjen työtapojen noudattamista, eli osia oli haettava kirjastosta ja näitä oli käsiteltävä tietyin ehdoin. Käytännön testauksissa huomattiin ongelmia kun osa tuotiin kirjastota ja sen kokoa muutettiin tekemällä uusia piirteitä osan päälle, kuten leikkaamalla osasta pala pois pursotuksella. Osan tietoihin jäi kuitenkin tällöin alkuperäinen parametrin arvo, joka tuli osaluetteloon vaikka osa oli eri kokoa. Tällaiset ongelmat vaativat käyttäjältä ymmärrystä kirjaston osien toiminnasta ja tiedonsiirron periaatteista ohjelmassa, eli tiettyjen työtapojen noudattamista. Toinen puute oli käyttäjäkokemuksen testaus, koska työn aloitus osui juuri kun etätyösuositus annettiin jäi lähtötilanteen testaus tekemättä. Työssä haastateltiin aluksi käyttäjiä mutta vähäisen suunnittelutyön kokemuksen ja ohjelman syvemmän ymmärryksen puutteen takia ei saatu riittävän tarkkoja alkuarvoja määritettyä ongelmakohdista. Joten ratkaisuja lähdettiin hakemaan asteittain lisäten ymmärrystä tuetietiedosta tietoperustan avulla ja suorittaen erillaisai käytännön testejä, joita testattiin porrastetusti. Lopulta löydettiin ratkaisu, jolla saatiin riittävät tavoitteet täytettyä. Työn aikana huomattiin myös, että ohjelmalla voidaan toteuttaa haluttuja toimintoja usealla eri tavoilla, jolloin useampi käyttäjä voi tehdä saman asian monin eri tavoin. Osakirjastoon nojautuva suunnittelutyö rajaa näitä vaihtoehtoja merkittävästi, koska se vaatii toimiakseen tietyn työtavan noudattamista. Joten oli viisasta rajata osakirjaston sisältö standardikomponentteihin, joilla se toimii parhaiten ja sopii valmiiksi useamman käyttäjän toimintamalliin.

Osakirjasto on yksi osa suunnitteluohjelmaa ja työn aikana selvisi eri menetelmiä, joilla ohjelman käyttöä voidaan tehostaa ja lisätä automatisaatiota vapaammin (Kuvio 35.). Koska osakirjasto osoittautui pohjautuvan tiettyyn rakenteeseen ja rajoittuvan yksittäisiin osiin, ei kokoonpanoihin tai teknisiinpiirustuksiin voitu lisätä automaatiota. Automaation seuraava aste on ”iLogic -toiminnot” ja ”VBA makrot”. Näiden avulla voidaan luoda vapaammin automaatiota ja relaatiota osien, sekä ohjelman eri toimintojen välillä, jolloin vapaudutaan kirjaston asettamista rajoitteista. Näiden vaihtoehtojen hyödyntäminen vaatii laajemman ymmärryksen ohjelmoinnista ja kuinka se toimii ohjelmassa. Osakirjasto asettuu automaation kannalta vaiheille yksi ja kaksi (Kuvio 35.). Jolloin se on suhteellisen yksinkertainen toteuttaa mutta käyttökohteet myös rajoittuneet.



Kuvio 35 Automatisoinnin asteet

Käytännön toteutuksen kannalta työssä luotiin laajempi kirjastokanta ja onnistuttiin kehittämään kirjastoja laajemmaksi sisällöltään ja saavuttaa parempi käytettävyys tämän ympärille. Suunnittelutyössä on useita suhteellisen usein toistuvia toimintoja, joita voidaan varmasti automatisoida ja kehittää sujuvimiksi. Varsinkin 3D-mallien

lisääntyneen käytön myötä osakirjastoon voitaisiin lisätä monumutkaisempiakin malleja, joista ei välttämättä tarvitsisi tuottaa niin tarkkaa tuotetietoa. Esimerkiksi näjöismalleja tai tilanvarausta tehdessä voitaisiin kirjastoon lisätä näitä malleja.

Lähteet

Hietikko, E. 2007. Autodesk Inventor. Helsinki: Readme.

Immonen, A., Sääksvuori, A. 2002. Tuotetiedonhallinta – PDM. Helsinki.

Inventor Help - About Parameters in Models. Inventor käyttöohje. 2019. Viitattu 10.6.2021. <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2019/ENU/?guid=GUID-8E5C63EA-0540-4EBE-9B17-B8159C7FE40C>

Inventor Help - Content Center. Inventor käyttöohje 2018. Viitattu 22.11.2020. <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2019/ENU/?guid=GUID-10C77F6B-8D08-4A1D-8DB9-1E7B1BEA7FC8>

Inventor Help - To Work with Parameters in Models. Inventor käyttöohje. 2020. Viitattu 15.6.2021. <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2019/ENU/?guid=GUID-595F9D8E-9EEA-4446-91AB-830E5BAE548E>

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä: kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2010. Opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu.

Martio, A. 2015. Tuotekonfigurointi ja tuotetiedon hallinta. Espoo: Amartekno.

Munford, P. 2016. Mastering Autodesk Inventor 2016 and Autodesk Inventor LT 2016. Indianapolis.

Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002. PDM: Tuotetiedon hallinta. Helsinki: IT Press.

Stark, J. 2011. Product Lifecycle Management, Volume1: 21st Century Paradigm for Product Realisation. Switzerland. Viitattu 25.11.2020.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. – Avain standardien maailmaan 2019. Viitattu 20.11.2020. <https://sfs.fi/wp-content/uploads/2020/10/Avain-standardien-maailmaan.pdf>

Tuhola, E., Viitanen, K. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Tampere: Tammertekniikka.

Liitteet

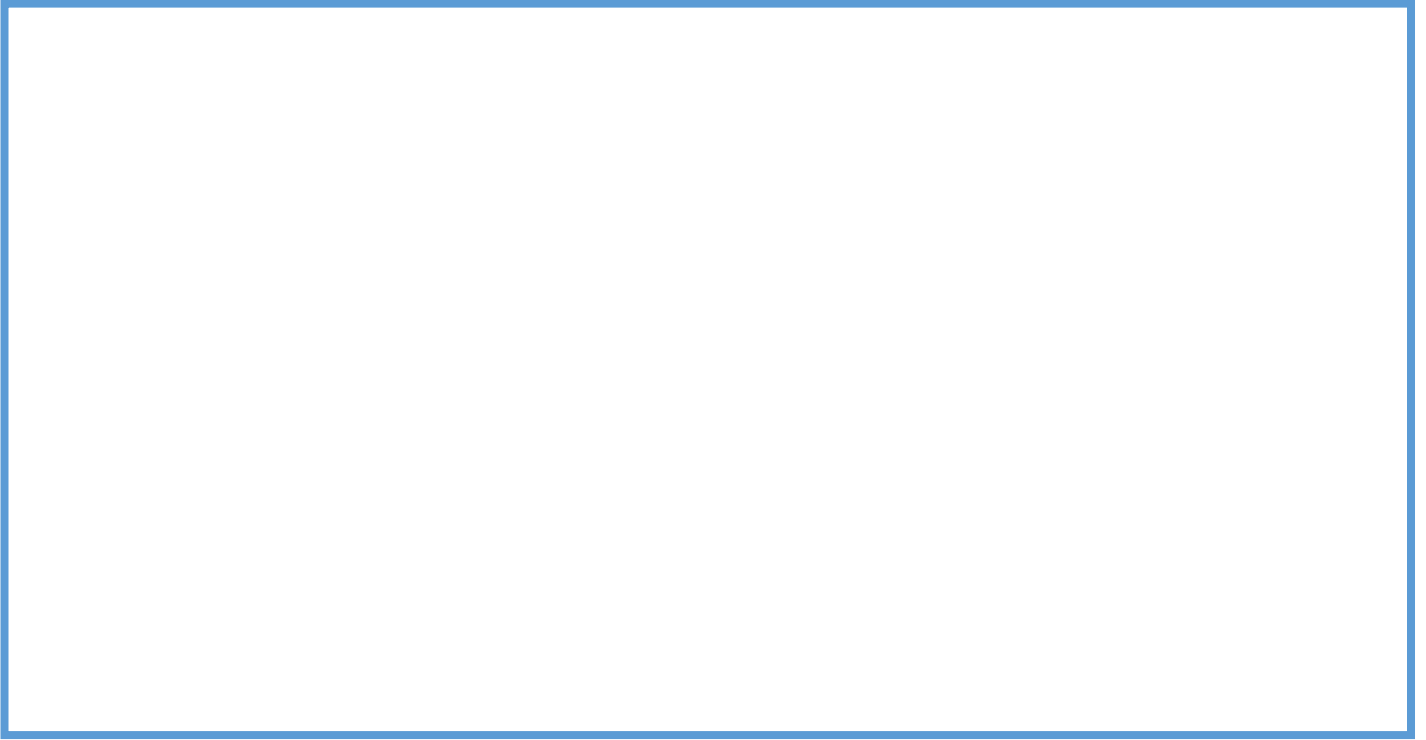
7.1 Liite 1. Materiaalien lisäys osakirjastoon (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)



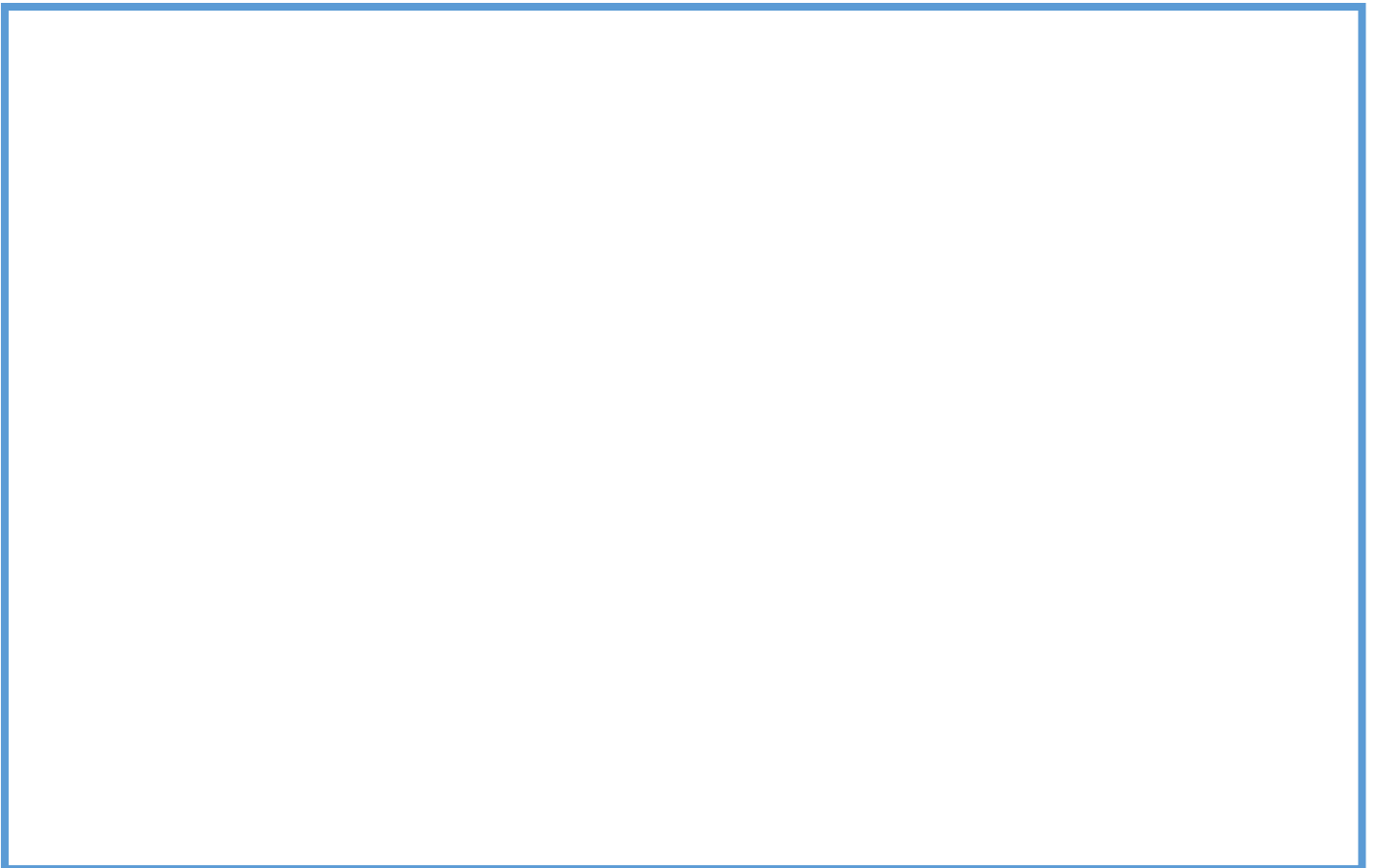








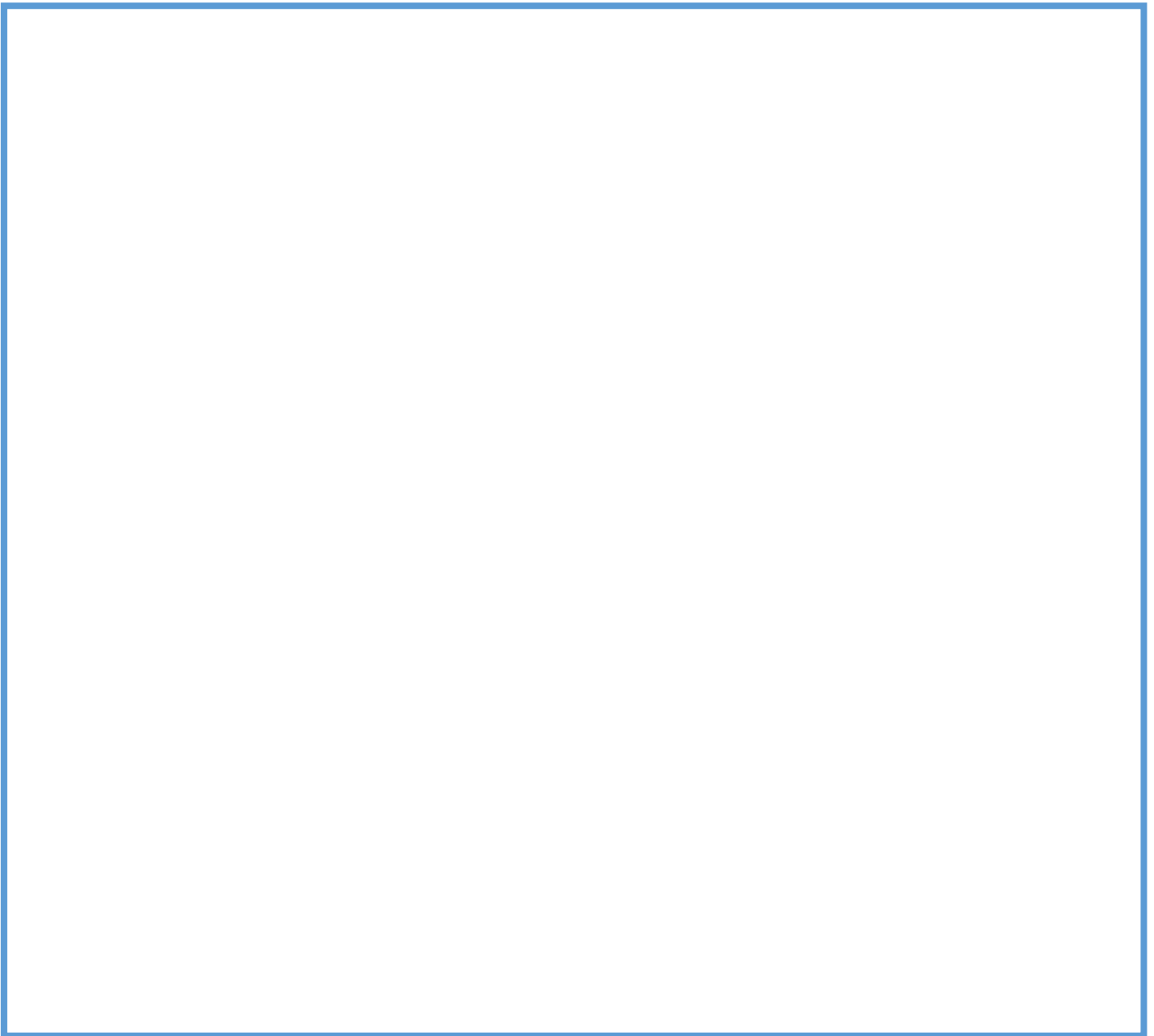
7.2 Liite 2 Osakirjaston luonti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)



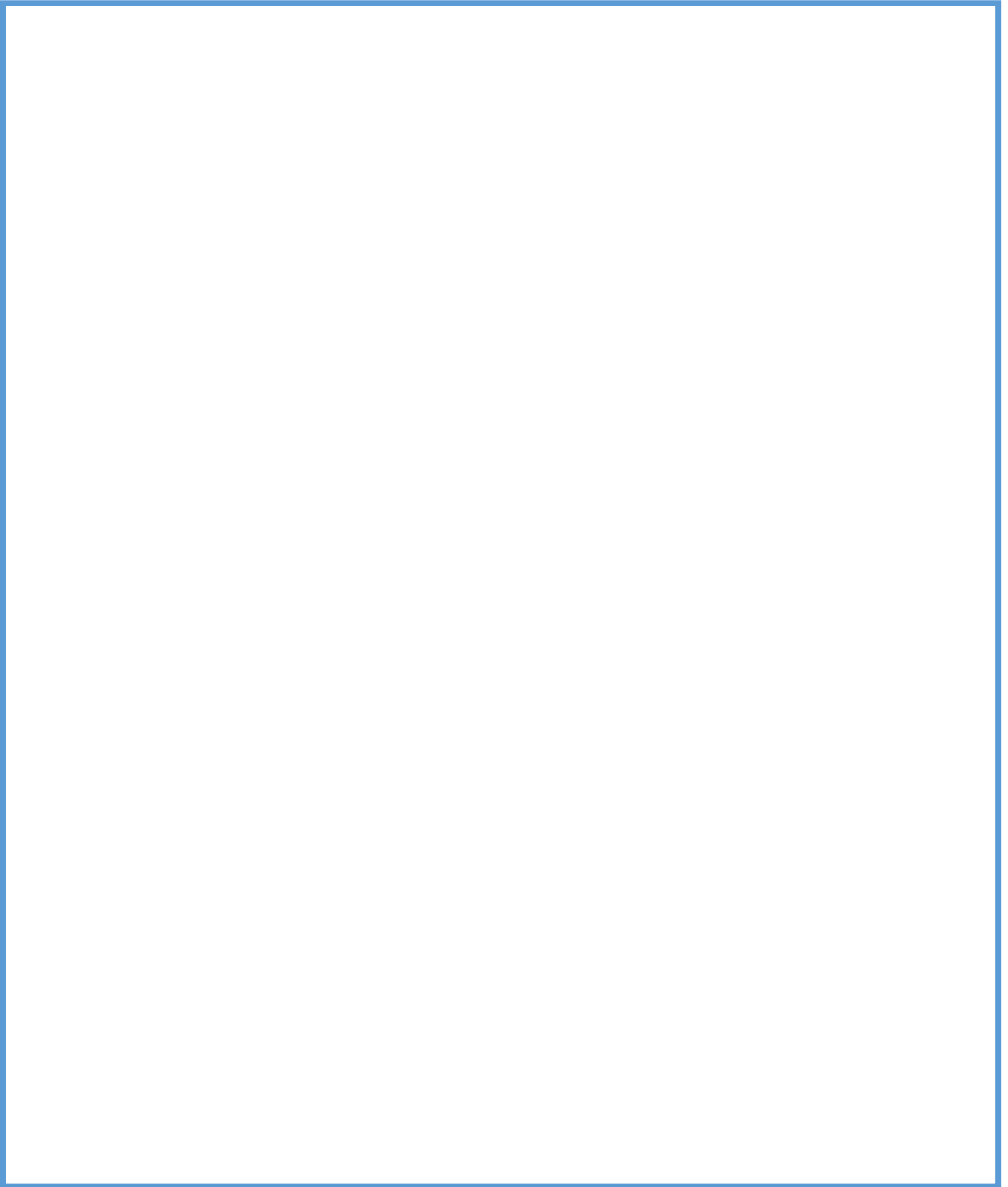




7.3 Liite 3. Osakirjaston kansiorakenteen luonti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)



7.4 Liite 4. Filtrerien luonti osakirjastoon (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)



7.5 Liite 5. Osien hyväksyttäminen (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)

