

# **3D-MALLIEN SIIRTÄMINEN JA SIMULOINTIOHJELMAN VALITSEMINEN**

Case: Etteplan Oyj

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Hiirikoski, Kalle	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 27	Valmistumisaika kevät 2022
Työn nimi <b>3D-mallien siirtäminen ja simulointiohjelman valitseminen</b> case: Etteplan Oyj		
Tutkinto Insinööri (AMK) konetekniikka		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, miten erilaisia 3D-malleja voidaan siirrellä eri ohjelmistojen välillä. Hyvin usein 3D-malleja hyödynnetään simuloimalla niitä simulointiympäristössä. Opinnäytetyön toimeksiantajana on Etteplan Oyj.</p> <p>Ensin käydään läpi yleisimpiä CAD-ohjelmia sekä simulointiohjelmia, jotta saadaan yleiskuva siitä, millaisten työkalujen kanssa ollaan tekemisissä. Tämän jälkeen katsotaan yleiskuva siitä, mitä tiedostojen siirtämisessä täytyy ottaa huomioon sekä käydään läpi erilaisia tiedostomuotoja ja työkaluja, joiden avulla tiedostoja voi siirrellä tehokkaasti. Opinnäytetyön loppua kohden tarkastellaan vielä sitä, miten itse siirto tapahtuu ja miten mallien simuloiminen eroaa kahden erilaisen simulointiohjelman välillä. Osiossa esitellään molempien ohjelmien työkaluja sekä simulointiympäristön ominaisuuksia erikseen.</p> <p>Työn aikana onnistuttiin tuottamaan asiakkaalle toimiva ratkaisu. Lisäksi tavoitteena oli koostaa ja kartoittaa erilaisia vaihtoehtoja edellisessä kappaleessa mainittujen toimintojen tekemiseen. Myös tässä onnistuttiin. Tämä opinnäytetyö ja -raportti toimivat hyvin tukena tulevaisuudessa vastaavissa projekteissa.</p>		
Asiasanat 3D-mallinnus, simulointi, simulointiohjelmat		

## Abstract

Author(s) Hiirikoski, Kalle	Type of publication Thesis, UAS	Published Spring 2022
	Number of pages 27	
Title of publication <b>Transfer of 3D models and choosing a simulation software</b> case: Etteplan Oyj		
Name, title and organization of the client Marko Ridal, Team leader/mechanical engineer, Etteplan Oyj		
Abstract <p>The goal of this thesis is to examine how different 3D models can be transferred between different softwares. Very often 3D models are taken advantage of by simulating them in a simulation software. The client of this thesis is Etteplan Oyj.</p> <p>First, we looked at different CAD softwares and simulation softwares so we could construct an idea of what kind of tools we were working with. Next, we will look into what needs to be taken to account when transferring files. Also, we will inspect different kinds of file types and tools which will help the process effectively. Towards the end of this thesis there is an explanation of how the transfer itself is completed and how the simulating process is started in two different simulation softwares. These two simulation softwares will be reviewed separately.</p> <p>We managed to prepare a working solution for our customer. In addition to this the goal was to construct different possibilities to accomplish everything that was mentioned in the previous paragraph. That was also managed in this thesis. This thesis and its report will be useful in the future in similar projects.</p>		
Keywords 3D modelling, Simulation, simulation software		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	ETTEPLAN OYJ .....	3
2.1	Etteplan Oyj yleisesti .....	3
2.2	Esimerkkejä Etteplanin suunnittelutyöstä .....	3
3	YLEISTÄ.....	4
3.1	Lähtötietoja .....	4
3.2	3D-Ohjelmia.....	4
	<b>PTC creo</b> .....	4
	<b>Siemens NX</b> .....	4
	<b>Solidworks</b> .....	5
	<b>Autodesk Inventor</b> .....	5
3.3	Simulointiohjelmia.....	5
	<b>Visual Components</b> .....	5
	<b>Siemens Mechatronics Concept Designer</b> .....	6
4	MALLIEN VALMISTELU SIIRTOA VARTEN.....	7
4.1	Mallien yksinkertaistaminen .....	7
4.2	Siirtomenetelmän ja tiedostoformaatin valitseminen .....	7
4.2.1	STEP-Tiedosto .....	7
4.2.2	STL (stl.).....	8
4.2.3	IGES.....	9
4.2.4	Erilaiset tiedostokonvertterit.....	10
4.2.5	Erilaiset lisenssit .....	10
4.3	Mahdolliset ongelmat.....	10
5	SIIRTOTAPAHTUMA.....	11
5.1	Yleistietoa.....	11
5.1.1	Siirron ensimmäinen osa .....	12
5.1.2	Siirron toinen osa.....	13
6	SIMULOINTI .....	14
6.1	Yleistä.....	14
6.2	Siemens Mechatronics .....	14
6.2.1	Concept designerin avaaminen .....	14
6.2.2	Työkalut.....	14
6.2.3	Rigid Body .....	15

6.2.4	Collision body .....	15
6.2.5	Object Source.....	15
6.2.6	Object Sink.....	15
6.2.7	Transport Surface.....	16
6.2.8	Change Material .....	16
6.3	Akseliliitoksia Siemens Mechatronics Concept Designerissa .....	16
6.3.1	Alkutietoja.....	16
6.3.2	Hinge joint .....	16
6.3.3	Ball joint.....	16
6.4	Tiivistys.....	17
6.5	Visual Components.....	17
6.5.1	Yleistä.....	17
6.5.2	Paths .....	18
6.5.3	Python-ohjelmointi .....	19
6.5.4	Mallien tuonti muista ohjelmista .....	20
6.5.5	Muita työkaluja ja ominaisuuksia.....	21
6.5.6	Tiivistys.....	22
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	23
7.1	Kokonaiskuva .....	23
7.2	CAD-ohjelma .....	23
7.3	Tiedostomuoto.....	23
7.4	Simulointiohjelma.....	24
8	KEHITYSKOhteita JATKOSSA .....	25
8.1	Laajentaminen.....	25
8.2	Kaventaminen ja syventäminen .....	25
8.3	Jatkaminen samalla toimintatavalla .....	25
8.4	Tiivistys.....	25
	LÄHTEET .....	27

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheena on 3D-mallien siirtäminen suunnitteluohjelmasta simulointiohjelmaan ja simulointiohjelman valitseminen. Raportissa käydään läpi useita erilaisia CAD-ohjelmia ja kahta erilaista simulointiohjelmaa.

Raportissa tarkastellaan myös, millaisia erilaisia siirtomenetelmiä ja tiedostomuotoja on, tiedostojen ja mallien siirtämisen valmistelua, mitä mallille itsessään tapahtuu siirron aikana, miten siirto vaikuttaa mallissa sisältyviin tietoihin ja mitä tulee ottaa huomioon tässä prosessissa. Tämän jälkeen syvennytään itse siirtotapahtumaan ja tarkastellaan, mitä simulaation työstämisen aloittamisessa kannattaa ottaa huomioon.

Etteplan tarjosi opinnäytetyötä, vaikka aihe ei ollut aluksi selvä. Etteplanilla oltiin kuitenkin vakuuttuneita siitä, että aihe saadaan määritettyä. Etteplanilla on asiakas, joka oli mallintanut kaikki 3D-mallinsa CREO:lla. Heille piti löytää paras mahdollinen prosessi mallien siirtämiseen simulointiympäristöön.

Opinnäytetyön aihe, valikoitui siten, että etsiessäni erilaisista yrityksistä aihetta opinnäytetyöhön. Etteplan tarjosi tämän aiheen minulle. Heidän asiakkaansa tarvitsi ratkaisun siihen, miten heidän 3D-mallejaan olisi sujuvinta siirtää ja simuloida. Ratkaisun selvittäminen on valmis aihe opinnäytetyölle. Tämän opinnäytetyöraportin on siis tarkoitus tarjota apua yrityksessä työskenteleville käyttäjille, jotka tarvitsevat tietoa edellä mainittuihin pulmiin liittyen.

Työtä tehdessä mielenkiintoa lisäsi merkittävästi se, että kyseessä oli oikea asiakas ja asiaan piti löytää todellisuudessa toimiva ratkaisu. Työssäni apunani oli Etteplanin henkilöstöä ja on mainittava, että heillä oli merkittävä osa tämän työn koordinoimisessa ja ohjauksessa siihen suuntaan, että siitä on mahdollisimman monelle mahdollisimman paljon hyötyä.

Raporttia on rajattu siten, että esimerkiksi simuloinnissa ei lähdetä perehtymään pintaa syvemmälle. Raportin pääpainotuksen on tarkoitus olla tiedostojen siirtämisessä ja siinä, miten data säilytetään eri tavoilla siirron aikana. Simulointi on tuotu mukaan sen takia, että raportin lukija näkee, miten malli esimerkiksi avataan simulointiohjelmassa, kun siirto on tehty. Lisäksi simulointiohjelmien työkaluja on käyty läpi, koska tarkoitus on näyttää miten siirretyn mallin avulla päästään lähtemään työssä eteenpäin.

Tämän opinnäytetyön ja opinnäytetyöraportin varsinainen tavoite on moninainen. Sen tavoitteena on auttaa esimerkiksi opiskelijoita siirtojen tekemisessä. Tavoite on myös se, että raportista löytyisi jokaiselle vastauksia omiin pulmiinsa, mikäli ne liittyvät tähän

aihealueeseen. Tarkoituksena on myös luoda Etteplanille selite siitä, miten malleja kannattaa siirrellä ja miten ohjelmien valikointi alustavasti hoidetaan. Lisäksi työn tavoitteena on olla selite siitä, miten Etteplanin kanssa löysimme ratkaisun asiakkaamme ongelmaan ja ennen kaikkea miksi päädyimme tiettyyn ratkaisuun.

## 2 ETTEPLAN OYJ

### 2.1 Etteplan Oyj yleisesti

Etteplan Oyj on yksi pohjoismaiden suurimmista suunnittelupalveluita tarjoavista yhtiöistä. Se on perustettu vuonna 1983 ja sillä on yli 3800 työntekijää. Sen liikevaihto vuonna 2019 oli 263 miljoonaa euroa. (Etteplan Strategy.)

Etteplan Oyj on asiantuntijayritys, joka toimii Suomen lisäksi Ruotsissa, Tanskassa, Kiinassa, Puolassa, Saksassa, Alankomaissa ja Yhdysvalloissa. Se tarjoaa ratkaisuja mm. teollisuuden laite- ja laitossuunnitteluun, ohjelmisto- ja sulautettujen järjestelmien toimintaan sekä tekniseen dokumentointiin liittyviin ongelmiin. (Etteplan Strategy.)

Etteplan tarjoaa mm. suunnitteluratkaisuja, joilla tuetaan asiakkaan tuotekehitystä ja laitevalmistusta. Ne kattavat asiakkaan koneen tai laitteen teknisten ominaisuuksien innovointia, suunnittelua ja laskentaa. (Etteplan Strategy.)

Teknisen dokumentoinnin ratkaisuilla tarkoitetaan tuotteen teknisten ominaisuuksien dokumentointia manuaaleiksi tai oppaiksi sekä tuotetun sisällön hallintaa ja jakelua. Tavoitteena on helpottaa koneen tai laitteen käyttöä sekä tehostaa laitevalmistajan huoltoliiketoimintaa. (Etteplan Strategy.)

Ohjelmisto- ja sulautetut ratkaisut tuovat älykkyyden koneisiin ja laitteisiin ja mahdollistavat niiden verkottumisen. Usein asiakkaan haasteena on kehittää uuteen liiketoimintamalliin. Perustuva palvelu, ja hyödyntää digitalisaation tarjoamia mahdollisuuksia.

### 2.2 Esimerkkejä Etteplanin suunnittelutyöstä

Etteplan tekee laitoksiin esimerkiksi prosessi-, layout, putkisto ja teräsrakennesuunnittelua, kuten myös sähkö-, automaatio-, LVIP- sekä palosuojauksen suunnittelua. Etteplan vastasi myös Revenion iCare HOME- silmänpainemittarin ohjelmistojen ja elektroniikan suunnittelusta sekä systeemin testauksesta. Tuotekehitysprojektin tavoitteena oli parantaa mittarin käytettävyyttä ja varmistaa kotona tehtyjen mittausten oikeellisuus. Revenio on silmän diagnostiikkaan liittyvien oftalmologisten laitteiden johtava kansainvälinen toimija. (Torniainen 2020.)

Lisäksi Etteplan on ollut mukana Tampereen ForCity Smart Arctic- raitiovaunujen ja pääkaupunkiseudulle rakennettavan Raide-Jokeri linjan Arctic-raitiovaunujen teknisen tuotedokumentaation tuottamisessa. Etteplanille tällaiset tilaukset ovat merkittäviä ja ne tukevat yhtiön strategisia tavoitteita lisätä johdettujen palveluiden osuutta liikevaihdosta. Tämä tilaus kattoi lähes kaikki Etteplanin teknisen dokumentoinnin ratkaisut. (Torniainen 2020.)



## 3 YLEISTÄ

### 3.1 Lähtötietoja

Tässä opinnäytetyössä perehdytään siihen, miten 3D-malleja siirretään eri suunnitteluohjelmista simulointiohjelmiin. Esimerkitapauksena on asiakkaamme tapaus, jossa heillä oli 3D-ohjelmana käytössä PTC Creo ja simulointiohjelmaksi valikoitui Siemens mechatronics concept designer.

3D-mallinnus tarkoittaa tietokoneavusteista suunnittelua. Tästä tuloksena syntyvää mallia käytetään rakennusten, koneiden, taideteosten ja lähes kaiken mieleen tulevan valmistamiseen.

Isompien kokonaisuuksien suunnittelussa voidaan ensin mallintaa pienemmät osat erikseen ja tämän jälkeen kokoonpanna ne yhteen. 3D-ohjelmia on olemassa useita. Käydään läpi mitkä ohjelmat ovat keskeisiä tässä opinnäytetyössä. Lisäksi katsotaan myös muita ohjelmia, jotta saadaan kuva siitä, millaisia ohjelmia on olemassa.

Täytyy muistaa, että mallintaminen ja simulointi ovat kaksi eri asiaa, vaikka ne ovatkin vahvasti sidoksissa toisiinsa. Mallien simulointi on tärkeää erilaisten koneiden ja työkalujen käyttöönoton kannalta. Simuloinnin avulla voidaan välttyä mahdollisilta vaaroilta ja muilta riskeiltä laitteen käyttöönoton yhteydessä ja sen jälkeen.

### 3.2 3D-Ohjelmia

#### **PTC creo**

Tämän opinnäytetyön asiakkaalla oli käytössä PTC:n Creo. Creo koostuu useammasta sovelluskokonaisuudesta, joilla jokaisella on omat käyttötarkoituksensa. Käytetyin näistä on kuitenkin Creo Parametric. Tämä on Creo:n perustyökalu. Creo sisältää monia työkaluja ja on käytössä monessa eri yhtiössä. Tämä tekee siitä yhden suosituimmista 3D-suunnitteluohjelmista. (Creo. PTC Products 2022.) PTC-Creo on ohjelma, josta minulla ei ollut aiempaa kokemusta, joten ohjelman opiskelu oli osa opinnäytetyötä.

#### **Siemens NX**

Siemens NX on toinen ohjelmakokonaisuus, jonka käyttöä ja soveltuvuutta selvitettiin opinnäytetyössä. Kuten Creo, on myös NX todella suosittu ohjelma. Se tarjoaa samankaltaisia etuuksia kuin Creo. Siemens NX sisältää niin kutsuttuja moduuleita, jotka ovat käytännössä eri työkalukokonaisuuksia. Kokonaisuudessaan Siemens NX on todella kehuttu

ja hyvä ohjelma. (Siemens 2022.) Kuten PTC-Creo, myös Siemens NX oli ohjelma, josta ei ennen tämän opinnäytetyön aloittamista ollut aiempaa kokemusta.

## **Solidworks**

Solidworks on monelle uudelle insinöörille ensimmäinen käytetty 3D-ohjelma. Tämä johtuu siitä, että se on käytössä useassa suomalaisessa korkeakoulussa. Solidworks on erinomainen suunnitteluohjelma, jolla on käyttäjäystävällinen käyttöliittymä. Siihen hankittavat lisäosat täytyy hankkia erikseen, mikä nostaa hintaa.

Solidworksin peruseriaate mallia luodessa on se, että aluksi tehdään kaksiulotteinen kuvaus mallista X, T-tasolle. Sen jälkeen luodusta ”piirroksesta” tehdään pyörähdyskappale tai se pursotetaan kolmanteen suuntaan ja näin syntyy kolmiulotteinen kappale. (Solid Works 2022.)

## **Autodesk Inventor**

Autodesk inventor on 3D-ohjelma, joka sisältää samoja ominaisuuksia, kuin edellä mainitutkin. Se ei vain ole yhtä käytetty kuin muut.

Autodesk Inventor mahdollistaa integraation 2D- ja 3D- datan välille samassa ympäristössä. Autodesk on Solidworksin ja CREO:n kilpailija. (Cad Talk 2022.)

### **3.3 Simulointiohjelmia**

## **Visual Components**

Visual components on 3D-simulointiohjelma, joka mahdollistaa laitekokonaisuuksien simuloimisen ja mm. layout-suunnittelun. Tässä ohjelmassa voi koostaa omia laitekirjastoja, joista saa helposti raahattua laitteita ruudulle ja koostettua haluamiaan kokonaisuuksia. (Hudop Technology 2018.)

Huonona puolena tässä ohjelmassa on se, että sovellettujen ja muokattujen kokonaisuuksien tekemiseen täytyy käyttää Python-koodausta. Python-koodaus täytyy opetella erikseen, mikä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Toisaalta se mahdollistaa erittäin monipuolisten kokonaisuuksien tekemisen. (Hudop Technology 2018.)

## **Siemens Mechatronics Concept Designer**

Siemens mechatronics concept designer on Siemens NX:n lisämoduuli, jossa simulointi ja mallin muokkaaminen on mahdollista. Tässä opinnäytetyössä asiakkaan kanssa käytettäväksi simulointiohjelmaksi valikoitui tämä. (Underwoods 2022.)

Tämä ohjelma on paras mahdollinen simulointiohjelma, jos mallit ovat tehty alusta lähtien Siemens NX:ssä. Tämä tarkoittaa sitä, että kun mallia ollaan valmistelemassa simulointia varten, vältetään mahdollisilta datan ja parametrien katoamisilta. (Underwoods 2022.)

## 4 MALLIEN VALMISTELU SIIRTOA VARTEN

### 4.1 Mallien yksinkertaistaminen

Kun 3D-malli halutaan siirtää suunnitteluohjelmasta simulointiohjelmaan, täytyy ensin varmistua siitä, että malli on sopivassa muodossa simulointia varten. Mallista kannattaa poistaa tarpeeton geometria sekä piirteet. Parasta on säilyttää geometria, joka on merkittävin laitteen tai koneen toiminnan kannalta.

Mallien yksinkertaistamisen voi myös suorittaa siirron jälkeen, mikäli näin haluaa ja jos se on mahdollista. Esimerkiksi siirtäessä malleja CREO:sta Siemens NX:ään, mallia voi yksinkertaistaa vielä Siemensin puolella. Kun malleja yksinkertaistaa, täytyy kiinnittää huomiota simuloinnin tavoitteeseen.

Jos halutaan vain nähdä liikkuvien komponenttien toiminta, voi mallia yksinkertaistaa runsaasti. Jos taas simuloinnilla halutaan saada mahdollisimman tarkka ja realistinen kuvaus sen todellisesta toiminnasta, mallia ei voida yksinkertaistaa niin paljoa.

### 4.2 Siirtomenetelmän ja tiedostformaatin valitseminen

Kun valmisteltu ja yksinkertaistettu malli halutaan siirtää, on seuraavaksi valittava siirtomenetelmä ja siirtoformaatti. Aluksi voi selvittää, onko olemassa esim. lisenssiä, joka mahdollistaa suoran siirron suunnitteluohjelman ja simulointiohjelman välillä. Opinnäytetyössä siirtoformaatiksi valikoitui STEP-tiedosto.

Seuraavissa alaluvuissa tuodaan esiin myös muita tiedostotyyppisiä ja siirtotapoja. Näin saadaan parempi kuva siitä, miksi juuri STEP-formaatti oli se, joka tuli valituksi tähän projektiin.

#### 4.2.1 STEP-Tiedosto

STEP (Standard for the Exchange of Product Data) on neutraali tiedostotyyppi, jonka useat eri 3D-ohjelmat voivat avata. STEP-tiedosto on suunniteltu sitä varten, että tiedostojen ja mallien siirtäminen ja avaaminen olisi helpompaa eri 3D-ohjelmilla. Eri yhtiöillä ja organisaatioilla on käytössä eri ohjelmistoja ja on tärkeää, että mallit saadaan avattua, vaikka toimijoilla olisi käytössä eri ohjelmistot.

STEP-tiedostotyyppi on nykyään käytetyin tiedostomuoto mallin siirtoon. Lisäksi se on ISO:n (International Organization for Standardization) kehittämä. STEP-formaatti kompressoi tiedoston hyvin ja tästä huolimatta kaikki yksityiskohdat säilyvät tiedoston alkulähteessä. STEP-tiedostoa voi myös käyttää vanhemmissa ohjelmistojen versioissa.

Esimerkiksi tiedosto, joka on luotu vuoden 2016 Autodesk Inventorissa, tulee myös avautumaan vastaavan ohjelman vuoden 2015 versiossa. (Tiedosto 2019.)

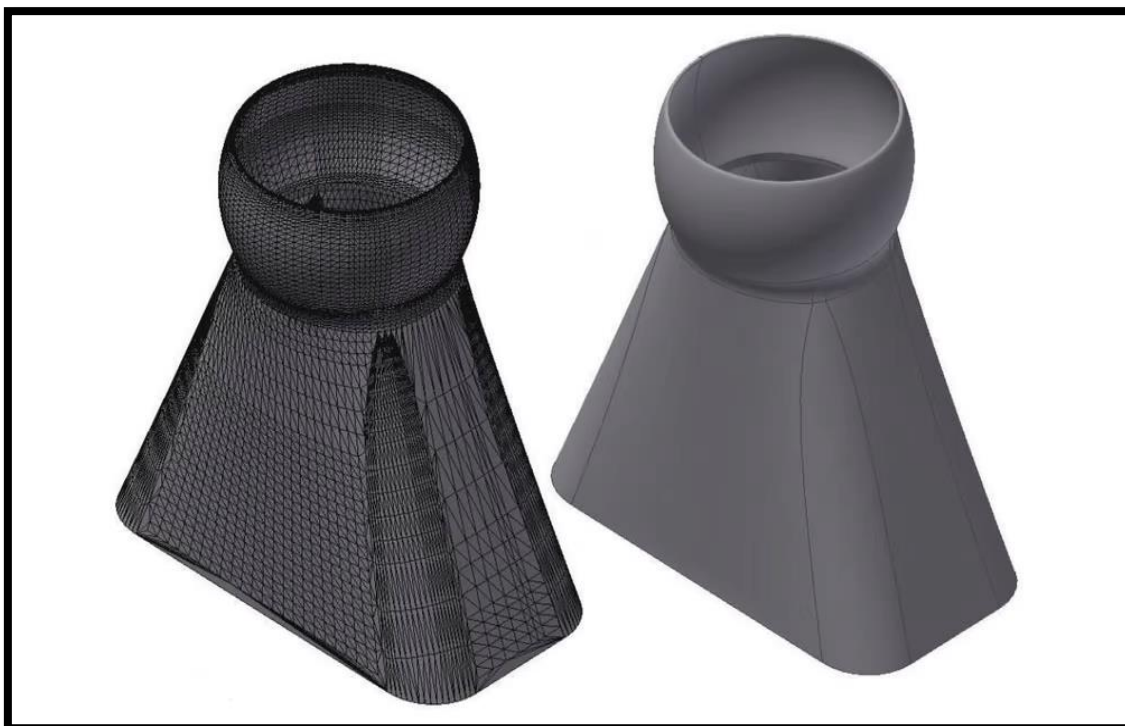
STEP-tiedostossa on kuitenkin myös heikkouksia. Mallia on esimerkiksi vaikea muokata, kun se on STEP-formaatissa. Tämän lisäksi STEP-tiedosto ei pysty säilyttämään parametrisia tietoja tai piirteitä. Lisäksi STEP-formaattiin ilmestyy uusia päivityksiä hitaalla tahdilla, joka voi aiheuttaa sen, että ennen uusien päivitysten julkaisemista, tiedostomuodon kapasiteetti ei enää riitä niin hyvin sen hetkisiin vaatimuksiin.

#### 4.2.2 STL (stl.)

STL tulee englannin kielen sanasta Sterolithography. Vaikka se kehitettiin 80-luvulla, on se saapunut teknisen alan käyttöön laajemmin vasta viimeisten 15 vuoden aikana. STL tiedostossa tieto ei varsinaisesti ole ns. 3D-mallissa, vaan se on piirrosmuodossa. Siitä huolimatta siihen pystyy tallentamaan lähes kaikki tiedot, jotka ovat itse 3D mallissakin. (AIP Works 2019.)

Hyvinä puolina STL:ssä ovat muun muassa se, että se on lähes universaali tiedostotyyppi. Lisäksi tiedostoon mahtuu todella paljon dataa. STL on myös loistava formaatti, kun sen pohjalta halutaan tehdä ensimmäinen oikea 3D-malli. Se toimii loistavasti prototyyppinä.

STL ei sisällä tarkkoja mittoja osasta. Siitä saa kyllä mitat, mutta se ei ole koskaan tarkka kuvaus mistään osasta tai komponentista mittojen osalta. Se ei myöskään pysty näyttämään kappaleen väriä tai pintatekstuuria millään tavalla. STL:n ja STEP:n ero havainnollistuu hyvin kuvassa 1.



KUVA 1. STL-tiedoston ja STEP-tiedoston ero

Vasemmalla on malli STL-formaatissa ja oikealla sama malli STEP-formaatissa. STL-muodossa mallin päällä on verkko, kun taas STEP:ssä malli on siistinä kokonaisuutena näkyvillä. STL on kuitenkin suosittu formaatti esim. 3D-tulostimissa, sillä vaikka verkko ei ole absoluuttisen tarkka, pystyvät 3D-tulostimet silti lukemaan STL-formaattia ja sen mallin päällä olevaa verkkoa todella hyvin.

#### 4.2.3 IGES

IGES on ensimmäinen luotu neutraali CAD-formaatti. Se luotiin 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa. Se on erittäin laajasti tuettu formaatti. Formaatin suurin ongelma on se, että sen kapasiteetti ei riitä nykypäivän tason projekteihin. Tämä johtuu siitä, että siirrettäessä kaikki kappaleet ilmestyvät siirron jälkeen yhtenäisinä komponentteina eikä niissä ole pintageometriaa. (Adobe 2022.)

Nykyään sitä käytettäessä käy myös liian usein niin, että pintojen rajoille ilmestyy välejä, tai pintoja puuttuu kokonaan. Tällöin suunnittelijoiden täytyy käyttää lisäaikaa tiedostojen korjaamiseen. (Adobe 2022.)

#### 4.2.4 Erilaiset tiedostokonvertterit

Lisäksi on olemassa erilaisia konvertointiohjelmiä, joiden avulla pystyy konvertoimaan esimerkiksi Siemens NX osatiedoston Solidworks- osatiedostoksi. Ongelma näiden ohjelmien kanssa on se, että ne maksavat lisää ja niiden toiminta on hieman epäselvä.

Mikäli tällaisen ohjelman haluaa ottaa yrityksen käyttöön, vaatii se ehdottomasti syvempää perehtymistä ohjelman käytettävyyteen. Konverttereiden myyjien mukaan näillä tuotteilla on saavutettavissa huomattavia etuja.

#### 4.2.5 Erilaiset lisenssit

On olemassa lisenssejä eri 3D- ohjelmistojen väliseen rajapintaan. Nämä mahdollistavat sen, että yhden suunnitteluohjelman tiedoston voi suoraan tallentaa toisen suunnitteluohjelmiston tiedostona. Nämä lisenssit voivat olla hyviä, mutta on vaikeaa tietää täysin, minkä ohjelmistojen välillä niitä on ja mitkä ovat niiden tarkat toiminnallisuudet.

Aluksi voi näyttää siltä, että lisenssi on helpoin ja varmin tapa siirtää tiedostoja ohjelmistosta toiseen. Tämän jälkeen voikin käydä ilmi, ettei ostettu lisenssi sisällä haluttuja ominaisuuksia ja tällöin on tuhlaantunut aikaa ja rahaa.

Voi esimerkiksi olla, että siirto kyllä onnistuu, mutta malli ei enää sisällä haluttua dataa tai ominaisuuksia. On toki muistettava, että lisenssit ovat loistavia silloin, kun ne sopivat täydellisesti tekeillä olevaan projektiin tai työhön. Mikäli näin ei ole, kannattaa tutustua ensin muihin mahdollisiin siirtomenetelmiin.

### 4.3 Mahdolliset ongelmat

Mallia siirtäessä voi tulla vastaan mahdollisia ongelmia. Voi esimerkiksi olla, että tiettyjä tietoja katoaa, tai jokin muu mallin siirtämisessä epäonnistuu, eikä mallia saada simuloitua halutulla tavalla tai halutulla tarkkuudella.

On myös mahdollista, että siirrettävä tiedosto korruptoituu, jolloin tiedosto on käyttökelvoton. Korruptoituneen tiedoston käyttö voi edelleen aiheuttaa muita ongelmia.

## 5 SIIRTOTAPAHTUMA

### 5.1 Yleistietoa

Projektissa pyrittiin selvittämään paras tapa siirtää tiedostot eri ohjelmien välillä. Asiakkaalla oli 3D-ohjelmistona käytössä CREO ja simulointiin tultaisiin käyttämään Siemens mechatronics concept designeria.

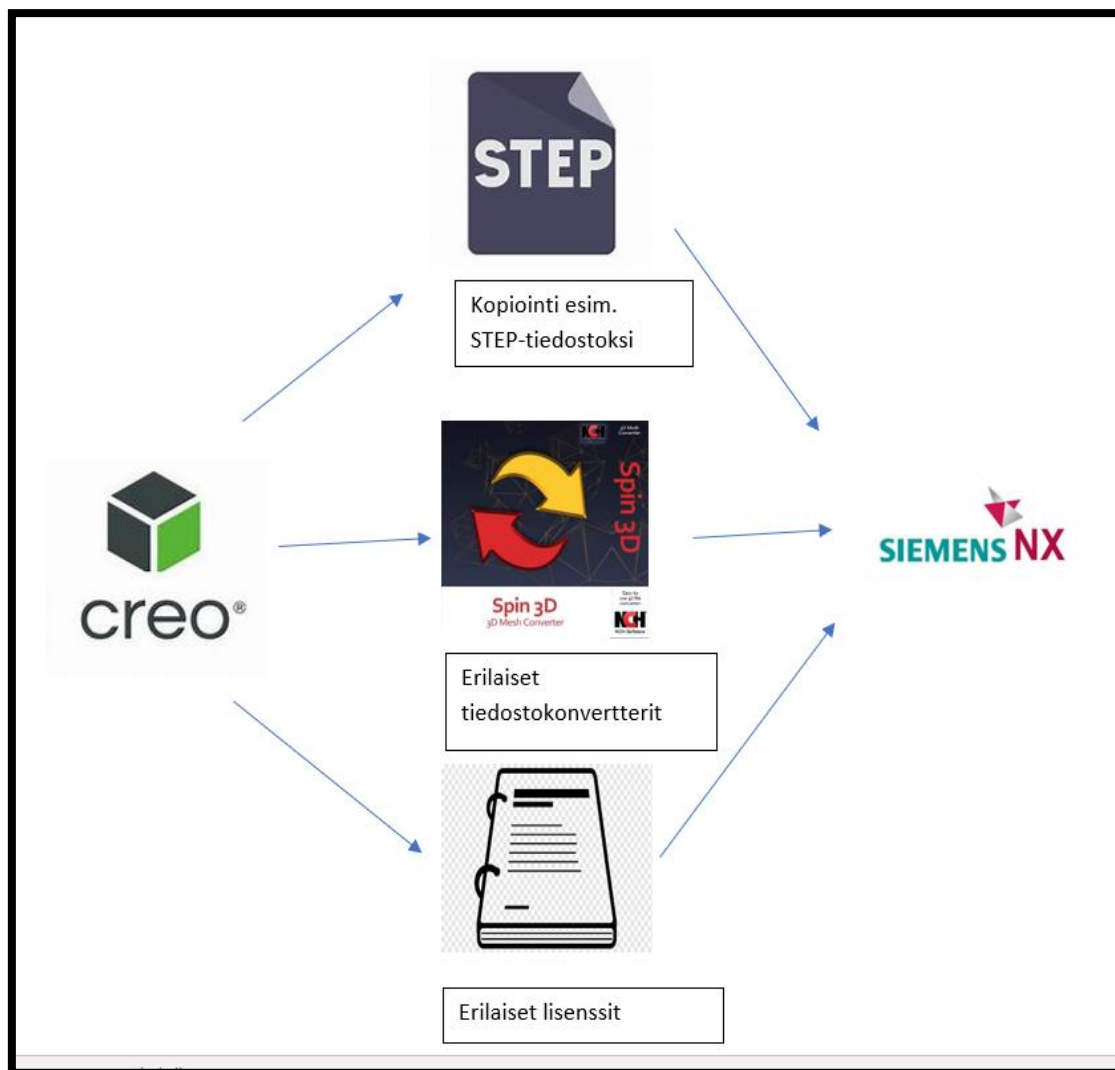
Tässä opinnäyteytössä tartutaan havainnollistamisen vuoksi myös hieman siihen, miten malleja siirretään Visual Components-ohjelmaan. Tätä käsitellään myöhemmissä luvuissa

Suunnitelma kulminoitui kolmeen eri vaihtoehtoon. Ensimmäinen vaihtoehto oli se, että kopioisimme mallit CREO:ssa STEP-formaattiin. Toinen vaihtoehto olisi tutkimus siitä, onko CREO – ohjelmaan saatavilla lisenssiä, joka mahdollistaisi osatiedoston tallentamisen suoraan Siemensin osatiedostoksi. Viimeisenä vaihtoehtona tulivat erilaiset tiedostokonvertterit.

Kaksi lisenssiä löytyi, mutta toinen oli ominaisuuksiltaan riittämätön ja toinen liian kallis. Myös erilaisia tiedostokonverttereita löytyi, mutta niiden käyttöönotto ja toiminnallisuuksien täysi selvittäminen olisi vienyt liikaa aikaa.

Näin valintamme kohdistui STEP-formaatin käyttöön. Kuvassa 2 on Havainnollistettu eri vaihtoehdot.





KUVA 2. Eri vaihtoehdot prosessin läpivientiin

### 5.1.1 Siirron ensimmäinen osa

Ennen siirron aloittamista varmistetaan, että malli on yksinkertaistettu ja se on halutulla tasolla. Mallin yksinkertaistaminen alussa säästää aikaa jatkossa. Tämän jälkeen avataan CREO:ssa tiedosto/file-valikko ja valitaan save as a copy-valinta. Tämän jälkeen aukeaa valikko, jossa voi päättää missä tiedostomuodossa kyseisen mallin haluaa kopioida tallentaa.

Eri 3D-ohjelmistoissa voi olla mahdollisuus tallentaa kopio erilaisina STEP-malleina. Eli vaihtoehtoina ovat AP 203, AP 214 ja AP 242. Lyhyesti selitettynä järjestys menee siten, että AP 203 sisältää vähiten ominaisuuksia ja on yksinkertaisin, kun taas AP 242 sisältää kaikista eniten ominaisuuksia ja dataa siirrettävästä mallista. Tämä on siksi tärkeä huomioida, koska on tiedettävä mitä simuloinnilla tavoitellaan. Mitä yksityiskohtaisemman ja realistisemman simuloinnista haluaa, sitä yksityiskohtaisemman täytyy mallin olla.

Tämän jälkeen valitaan, mihin kopion haluaa tallentaa ja sen jälkeen tallennus. Seuraavaksi voi siirtyä ohjelmaan, johon mallin haluaa tuoda.

### 5.1.2 Siirron toinen osa

Tässä projektissa tarkoituksena oli siirtää mallit Siemens Mechatronicsiin. Kun Siemens NX on avattu, valitaan ylhäältä file-painike, sitten import-painike, jonka jälkeen valitaan STEP-tiedosto, joka halutaan tuoda ohjelmaan.

Seuraavaksi, kun tiedosto on valittu, Siemens NX tuo mallin ohjelmaan. Ennen tuontia on myös mahdollista säätää ominaisuuksia, joita käyttäjä haluaa säilyttää siirron läpi. Pääasiassa nämä liittyvät mallin geometrian ominaisuuksiin.

Kun malli on tuotu ohjelmaan, on huomioitava, että Siemens NX on luonut STEP-tiedostosta Siemens NX osatiedoston. Tämän takia STEP-tiedostoformaattia valittaessa on tarkasteltava, mitä tietoja mallista STEP-tiedosto pystyy pitämään sisällään, jotta haluttu data mallista siirtyy Siemens NX osatiedostoon.

## 6 SIMULOINTI

### 6.1 Yleistä

Simuloinnilla tarkoitetaan tietokoneavusteista tuotannon virtuaalista toiminnankuvaamista. Opinnäytetyössä tarkasteltiin simulointia Siemens NX - ohjelmassa sekä havainnollistamiseksi myös Visual Components – ohjelmistossa.

Tavoitteena on kuvata, miten simuloinnin aloitus molemmissa ohjelmissa tapahtuu. Ohjelmissa on eroja, joten myös vahvuuksien ja heikkouksien tarkastelu on tarpeen.

### 6.2 Siemens Mechatronics

#### 6.2.1 Concept designerin avaaminen

Kun malli on tuotu Siemens NX:ään täytyy ohjelman sisällä ensin avata simulointiympäristö. Concept designerin saa avattua Siemens NX- ohjelmassa seuraavasti.

Ensin on mentävä Application-välilehdelle. Application välilehdellä valitaan More-painike ja sieltä Concept designer.

#### 6.2.2 Työkalut

Siemens Mechatronics Concept Designer sisältää paljon erilaisia työkaluja, joilla voidaan vaikuttaa kappaleen toimintaan simuloinnissa. Liikesuunnista nopeuksiin, kosketuspintojen määrittelyyn ja moniin muihin asioihin. Yksi tärkeimmistä asioista, joka pitää määrittää, on kappaleet, jotka pysähtyvät koskettaessaan toisiaan. Muuten, simulaation käynnistyessä kappaleet liukuvat kokonaan toistensa läpi.

Concept Designerista löytyy myös erilliset välineet simuloinnin säätämiseen ja hallitsemiseen. Kun halutut määritelmät ja asetukset mallille on annettu, voidaan aloittaa simulointi. Näillä työkaluilla voi hallita mm. simuloinnin nopeutta, katkeamattomuutta ja voidaan myös tarkastella tiettyjä kohtia erikseen ilma, että koko simulaatiota täytyy katsoa kokonaan uudelleen. Tämä on hyvä siksi, että joskus jotkut simuloitavat kohteet voivat olla toiminnaltaan hyvin pitkäkestoisia. Nopeuttaa huomattavasti, kun ei ole tarpeen katsoa simulointia alusta.

Koska simulointi Siemens Mechatronics Concept Designerissä keskittyy hyvin paljon eri työkalujen kanssa toimimiseen, seuraavassa tarkastellaan keskeisiä työkaluja. Ne ovat avain halutun simuloinnin aikaansaamiseen.

### 6.2.3 Rigid Body

Tällä työkalulla voidaan valita työstettävästä mallista ne osat, joiden on tarkoitus liikkua. Mikäli malliin määrittee vain yhden liikkuvan kappaleen, joka liikkuu simuloinnin alkaessa, huomataan, että kappale liikkuu muiden kappaleiden läpi.

Estääkseen tämän, käyttäjän on käytettävä Collision Body-työkalua. Työkalu on selitetty kappaleessa 6.2.4.

### 6.2.4 Collision body

Tällä työkalulla käsitelty kohta mallista pysäyttää kaikki muutkin pinnat, jotka on määritelty Collision body-työkalulla. Tässä huomataan jälleen se, että jos pintaa ei ole määritelty, se liikkuu läpi muista kappaleista.

Collision body on yksi tärkeimmistä työkaluista. Sen avulla määritellään niin suuri osa kappaleiden liikkeistä.

### 6.2.5 Object Source

Tätä työkalua käytetään, kun yhdestä mallista halutaan luoda useita kappaleita. Hyödyllinen tapa käyttää tätä työkalua on kopioida sama laite useaan kertaan, esim. tuotantolinja, jossa on useita samanlaisia kuljettimia peräkkäin. Tällöin asetuksista valitaan malli, joka kopioidaan tarvittavan monta kertaa.

Työkalu tehostaa työskentelyä. Isojen kokonaisuuksien monistaminen nopeuttaa simulointiprosessia.

### 6.2.6 Object Sink

Tällä työkalulla poistetaan Object Source työkalulla luodut kappaleet. Tätä käytettäessä tulee kiinnittää huomiota siihen, että kappale tulee poistaa siitä kohtaa, jossa se tulisi oikeassa ympäristössä kokonaisuudessa poistetuksi.

Object sink – työkalu toimii Object source - työkalun parina. Object Source - työkalua ei kannata käyttää ilman Object Sink – työkalua.

### 6.2.7 Transport Surface

Tällä työkalulla voidaan luoda malliin kuljettimia. Kun Transport Surfacella määritellään jokin pinta, voidaan kyseiseen pintaan tämän jälkeen määrittää liikkumisnopeus ja suunta vektorin avulla.

Transport Surface työkalussa huomionarvoinen asia on se, että se ei muokkaa valittua pintaa siten, että pinta näyttäisi liikkuvan. Kun sen päälle tuodaan osa, jonka pohja on määritelty collision body – työkalulla, alkaa se liikuttamaan kyseistä päällä olevaa osaa.

### 6.2.8 Change Material

Tällä työkalulla määritellään kappaleita, jotka kosketuksessa toisiinsa halutaan saada reagoimaan halutulla tavalla. Koska tavoitteena on pyrkiä realistisiin reaktioihin kappaleiden välillä, on tämä työkalu hyvä kyseisen toiminnan saavuttamiseksi.

Työkalun nimi on harhaanjohtava. Työkalun toiminto ei liity materiaalin vaihtoon.

## 6.3 Akseliliitoksia Siemens Mechatronics Concept Designerissa

### 6.3.1 Alkutietoja

Siemens Mechatronics Concept Designerissä on useita erilaisia akseliliitoksia valittavana. Tässä opinnäytetyössä ei tulla käymään kaikkia läpi.

Seuraavissa alaluvuissa on esitelty kaksi eri akseliliitossovellusta. Nämä liitossovellukset riittävät normaaliin simulointiin.

### 6.3.2 Hinge joint

Tällä voidaan määrittää kahden kappaleen sauman kulku siten, että liikkuminen tapahtuu vain akselin suuntaisesti. Huomioitavaa on se, että tätä käytettäessä täytyy käyttäjän myös määrittellä liikkeen suunta erikseen.

Hinge joint on yleisin akseliliitossovellus. Sen käyttö tulee tämän takia nopeasti tutuksi.

### 6.3.3 Ball joint

Perinteinen pallonivel on yksi yleisimmistä akseliratkaisuista. Tälle ei tarvitse erikseen määrittellä liikkumissuuntaa, koska kappale tai kappaleet pystyvät liikkumaan valitun pisteen ympärillä vapaasti.

Pallonivel tarjoaa enemmän vapauksia. Pallonivel ei kuitenkaan sovellu kaikkiin ratkaisuihin, koska todella monessa ratkaisussa vaaditaan lineaarista liikettä.

## 6.4 Tiivistys

Kun Siemens Mechatronics Concept Designerissa omaksuu kyseiset työkalut ja niiden toiminnot, voidaan simulaatioiden tekeminen aloittaa. Työkalujen käyttö voi aluksi olla hieman hankalaa. Varsinkin se, että muistaa mikä työkalu tekee mitään, voi aluksi tuottaa hieman hankaluuksia.

Harjoittelun ja työkaluihin kunnolla tutustumisen jälkeen uusikin käyttäjä kuitenkin omaksuu ohjelman toiminnan ja periaatteen ja tämän jälkeen ovet haastavampienkin ja suurempien simulaatiokokonaisuuksien työstöön aukeavat. Tämä kooste työkalujen ja keskeisten akselien toiminnasta helpottaa uusien käyttäjien alkuun pääsemistä.

## 6.5 Visual Components

### 6.5.1 Yleistä

Vaikka asiakkaan kanssa oli alussa sovittu, että simulointiin tultaisiin käyttämään Siemens Mechatronics Concept Designeria, päädyimme siihen, että tutustutaan myös tarkemmin Visual Componentsin ominaisuuksiin, jotta saamme selvitettyä, miksi Siemens on tähän projektiin parempi ratkaisu. Tämä ei tarkoita sitä, että Visual Components itsessään olisi huono ohjelma. Kyseessä on vain soveltuvuus tietynlaiseen projektiin.

Visual Components – ohjelmassa yksinkertainen simulointi on suhteellisen helppoa. Ohjelmassa on sen omia ratkaisuja ja työkaluja, joiden avulla erilaisten havainnollistavien esimerkkien tekeminen esimerkiksi mahdollista uutta tuotantolinjaa varten on todella hyvin toteutettu.

Visual Components sisältää eCatalog-nimisen ns. komponenttikirjaston, jonka avulla tiettyihin simulointitavoitteisiin pääsee ilman, että ohjelmaan täytyy itse tuoda omia suunnittelukokonaisuuksia tai luoda uutta logiikkaa itse.

Miinuksena tässä ohjelmassa on se, että mikäli simulaatiosta haluaa täsmälleen sellaisen, kuin sen haluaisi oman yhtiön laitteilla ja koneilla fyysisesti näyttävän, saattaa joutua tekemään resursseja kuormittavaa ja pitkäkestoista työtä haluttua pidempään. Näiden asioiden takia Visual Components - ohjelmaa käyttävän henkilön on Siemens Mechatronics Concept Designeria enemmän otettava huomioon se, mitä simuloinnilla halutaan saavuttaa.

Lisäksi Visual Components ohjelmaa käytettäessä esiin tulee huomattavalla tavalla Python-ohjelmointikieli. Kun simuloitavien komponenttien liikkeitä ja toimintaa halutaan määrittellä. Tästä aiheesta tarkemmin kohdassa 6.5.3.

### 6.5.2 Paths

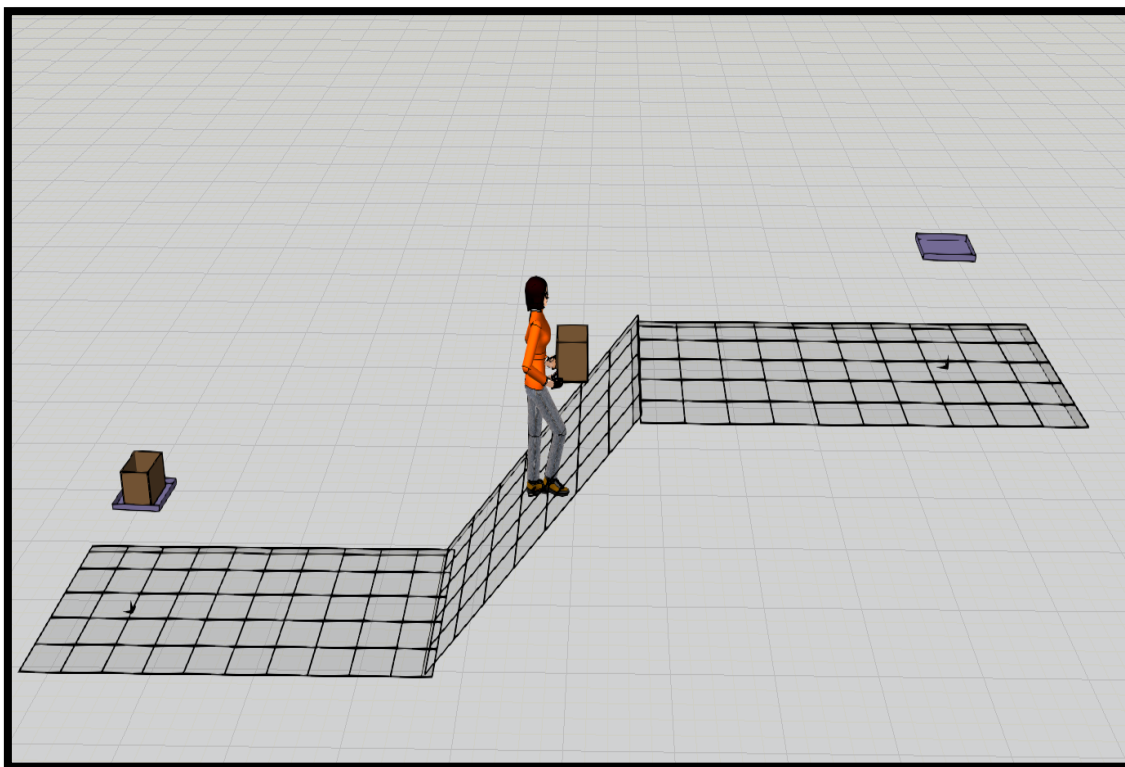
Visual Components – ohjelmalla on hyvä aloittaa käyttämällä eCatalog – komponenttikirjastosta löytyviä valmiita komponentteja, jotka sijoitetaan simulointiympäristössä haluttuun kohtaan. Näin aloitettiin ko. ohjelman käyttö myös LAB – ammattikorkeakoulussa.

Komponenttikirjastossa useilla komponenteilla on myös valmiiksi luodut logiikat, joiden ominaisuuksia pystyy säätämään. Tämän vuoksi simuloinnin harjoittelu on hyvä aloittaa komponenttikirjastoa hyödyntämällä.

Paths-sana tulee siitä, että Visual Componentsin simulointiympäristö sisältää ns. polkuja, jolle voidaan määrittellä lupia esimerkiksi komponenttien kuljettamiseen. Näin ollen muodostuu yksi tai useampi haluttu linja, jota pitkin asioita saadaan kuljetettua. Lisäksi polkujen avulla voidaan määrittellä se, mitkä koneet, laitteet tai ihmiset saavat olla tai liikkua mil-läkin alueella.

Kuvassa 3 nähdään hyvin yksinkertainen ratkaisu, joka on tehty polkujen avulla. Tämä kuitenkin havainnollistaa täydellisesti polkujen perusidean. Alatasanteen, mäen ja ylätasanteen tilalla voisi olla mikä tahansa katalogista valittu kuljetin tai linjasto. Kun ”linjasto” on aseteltu, voisi ihmisen tilalla olla esimerkiksi laite, joka suorittaa tietyn toiminnon tai työn.

Ihminen tuo laatikoita alatasanteelta ylätasanteelle. Tällaiseen sovellukseen Täytyy luoda kolme eri polkua. Yksi alatasanteelle, yksi mäkiösiöön ja yksi ylätasanteelle.



KUVA 3. Polkujen avulla luotu ratkaisu

### 6.5.3 Python-ohjelmointi

Visual Components-ohjelman toiminnan kannalta on tärkeä ymmärtää vähintään pinta-puolisesti, mitä python-ohjelmointi on ja mitä sillä tehdään tässä ohjelmassa. Yleisesti ottaen Python-koodi on hyvin luettavissa oleva ja suhteellisen selkeä ohjelmointikieli. Siksi sitä on myös melko helppo opetella ja ottaa käyttöön erilaisissa ohjelmissa. (Korpela, A 2001.)

Python ohjelmointikielestä on myös julkaistu uusia versioita, jotka sisältävät parannuksia sekä uusia innovaatioita. Python 2.0:n julkaisu tapahtui vuonna 2000 ja Python 3.0:n julkaisu oli vuonna 2008.

Mitä enemmän on harjoitellut Python-ohjelmointia ennen Visual Components-ohjelman käyttöä, sitä helpompaa on monimutkaisempien simulointien tuottaminen ohjelmalla. Visual Components ohjelmalla on etunsa ja haittansa. Python ohjelmointi sisältyy niihin molempiin. Taitava ohjelmoija voi saada aikaan loistavia kokonaisuuksia, kun taas aloittelevalla ohjelmoijalla voi mennä pitkäkin aika, ennen kuin pääsee vauhtiin ohjelman kanssa. Kuvassa 4 näkyy hieman monimutkaisempi Python-koodi.



```

1 def dijkstra(graph, src, dest, visited=[], distances={}, predecessors={}):
2     """ calculates a shortest path tree routed in src
3
4     if src not in graph:
5         raise TypeError('The root of the shortest path tree cannot be found')
6     if dest not in graph:
7         raise TypeError('The target of the shortest path cannot be found')
8     if src == dest:
9         path=[]
10        pred=dest
11        while pred != None:
12            path.append(pred)
13            pred=predecessors.get(pred,None)
14            readable=path[0]
15        for index in range(1,len(path)): readable = path[index]+'-->'+readable
16        print('shortest path - array: '+str(path))
17        print("path: "+readable+", cost="+str(distances[dest]))
18    else :
19        if not visited:
20            distances[src]=0
21        for neighbor in graph[src] :
22            if neighbor not in visited:
23                new_distance = distances[src] + graph[src][neighbor]
24                if new_distance < distances.get(neighbor,float('inf')):
25                    distances[neighbor] = new_distance
26                    predecessors[neighbor] = src
27        visited.append(src)
28        unvisited={}
29        for k in graph:
30            if k not in visited:
31                unvisited[k] = distances.get(k,float('inf'))
32        x=min(unvisited, key=unvisited.get)
33        dijkstra(graph,x,dest,visited,distances,predecessors)
34    if __name__ == "__main__":
35        graph = {'A1': {'B1': 1, 'B2': 1.41, 'A2': 1},
36                'A2': {'B1': 1.41, 'B2': 1, 'B3': 1.41, 'A1': 1, 'A3': 1},
37                .....
38                dijkstra(graph,'A1','H9')
39                shortest path - array: ['H9', 'G8', 'F8', 'E7', 'D6', 'D5', 'C4', 'C3', 'B2', 'A1']
40                path: A1-->B2-->C3-->C4-->D5-->D6-->E7-->F8-->G8-->H9, cost=11.459999999999999

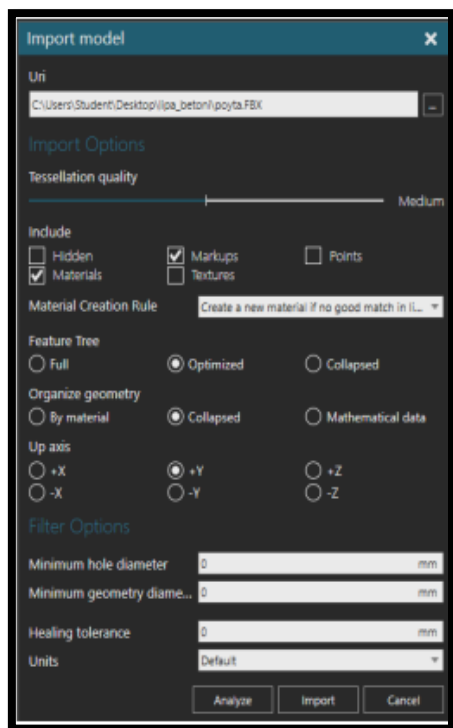
```

KUVA 4. Python-koodi

#### 6.5.4 Mallien tuonti muista ohjelmista

Mallien koolla on suuri merkitys, kun niitä tuodaan Visual Components-ohjelmaan. Jos on esimerkiksi luotu valmis tuotantolinja, jota pitkin halutaan kuljettaa omaa komponenttia, saattaa helposti käydä niin, että oma malli on aivan liian suuri muuhun linjastoon nähden tai vastaavasti liian pieni.

Visual Components sisältää kuitenkin monta erilaisten kappaleiden ja komponenttien tuontiin liittyviä asetuksia. Kuvassa 5 näytetään, miltä komponentin tuontiasetukset näyttävät.



KUVA 5. Mallin tuontiasetukset

Visual Components-ohjelmassa käyttäjä voi myös käyttää Materials-ominaisuutta säilyttääkseen alkuperäiset värit ja pintaominaisuudet. Mikäli Materials-ominaisuutta ei käytetä, Visual Components antaa komponentille omat oletusvärinsä ja pintansa.

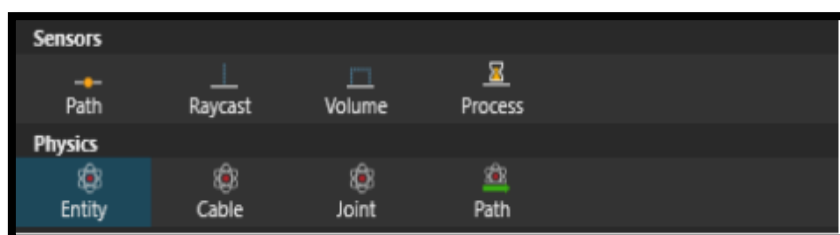
### 6.5.5 Muita työkaluja ja ominaisuuksia

Kun verrataan Visual Components-ohjelmaa Siemens Mechatronics Concept Designeriin, molemmista löytyy samankaltaisia ohjelmia, mutta Etteplanin asiakkaan kannalta vaihtoehdot ovat parempia Siemens Mechatronics Concept Designerin puolella.

Esimerkiksi fysiikoiden määrittämisessä on eroja:

- Entity – ominaisuudella voidaan määrittellä voimiin ja niiden suuntiin sekä liike-energiaan liittyviä asioita.
- Joint – valinnalla määritellään liitoksien ominaisuuksia ja fysiikkaa.
- Cable – valinnalla taas erilaisten kaapeleiden fysiikkaa.
- Path – valinnalla määritellään polkujen fyysisiä ominaisuuksia.

Kuvassa 6 on näkymä fysiikkojen mallintamisen työkaluvalikosta.



KUVA 6. Työkaluvalikko

### 6.5.6 Tiivistys

Visual Components on hyvä simulointiohjelma, joka on tarkoitettu pääasiassa isojen kokonaisuuksien simuloimiseen. Sillä pystyy myös kehittämään nopeita simulointiratkaisuja, mikäli haluaa esimerkiksi esitellä uuden idean toimintaperiaatteen ilman realistisia yksityiskohtia.

Asiakkaamme omaan projektiin Visual Components ei kuitenkaan mielestäni soveltunut parhaiten. Kyseessä oli iso simulaatiosovellus, jonka simuloimiseen halutulla tavalla kuuluisi mielestäni liikaa aikaa sekä resursseja.

Vaikka ohjelma itsessään onkin tarkoitettu isojen kokonaisuuksien simuloimiseen, ohjelmassa on melko pitkä oppimiskäyrä ja realistisen simulaation luominen olisi myös siksi ollut hankalaa tässä kohtaa. Mutta Visual Components on silti mielestäni hyvä ohjelma. Varsinkin oppilaitoksissa, jos halutaan mahdollistaa opiskelijoille simuloinnin perusidean oppiminen. Paths-työkalun ja komponenttikirjaston avulla omien yksinkertaisen simulaatioiden valmistaminen on suhteellisen helppoa.

Mahdolliset suuremmat ongelmat alkavat esiintyä, kun alkaa lisäämään ympäristöön omia malleja, ja mukaan joudutaan ottamaan esim. Python-ohjelmointia. Se ei itsessään ole ongelma, mutta jos ei itse ole koskaan ohjelmoinut, niin työ todennäköisesti hidastuu merkittävästi tässä kohdassa.

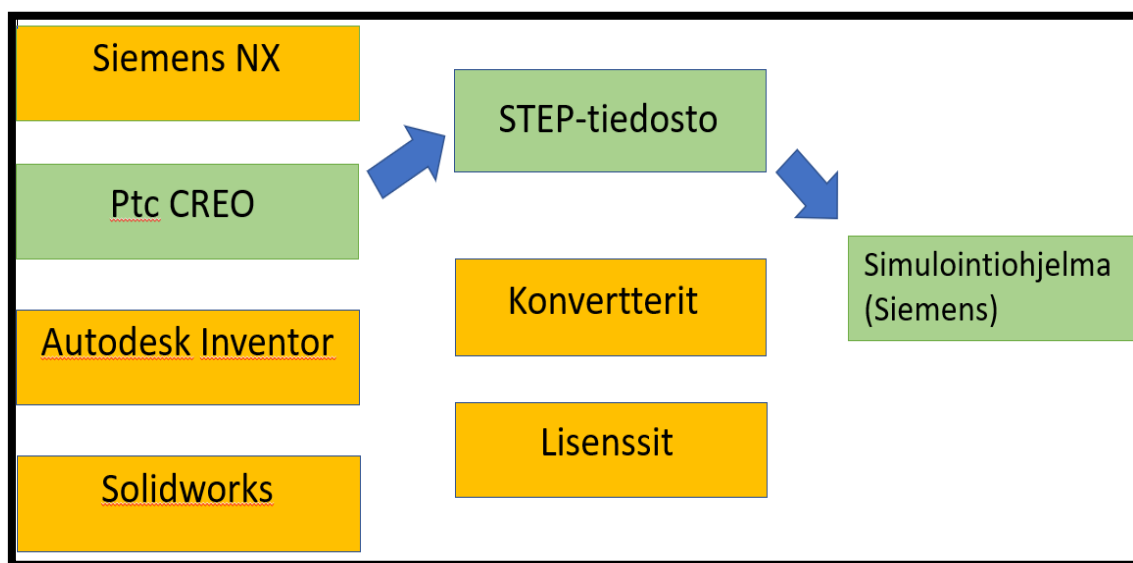
## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 7.1 Kokonaiskuva

Lopuksi käydään kertaavasti läpi, miksi päädyttiin siirtämään mallit STEP-tiedostoina.

Myös syyt Siemens Mechatronics Concept Designerin käyttämiseen selvitetään.

Käsitellään myös miksi muut vaihtoehdot eivät tulleet valituksi. Kuvassa 7 näkyy kaavio prosessista.



KUVA 7. Prosessikaavio

### 7.2 CAD-ohjelma

Ptc CREO oli mukana tässä projektissa siksi, että se oli 3D-ohjelma, joka asiakkaalla oli käytössä. 3D-ohjelmalla ei itsessään ole tässä prosessissa merkitystä, koska kaikkiin tässä mainituista ohjelmista löytyy mahdollisuuksia sekä STEP-tiedoston, konverttereiden ja lisenssien hyödyntämiseen.

Mikäli asiakkaamme olisi suunnitellut mallinsa Siemens NX-ohjelmassa, olisi tiedot voinut siirtää suoraan Siemens Mechatronics Concept Designeriin ja aloittaa simuloimisen. Asiakas oli valinnut ohjelmakseen CREO:n jo ennen kuin tarvetta simuloinnille oli.

### 7.3 Tiedostomuoto

Tiedostomuodon ja siirtomenetelmän valitseminen oli aluksi hankalaa. Alussa löytyi lisenssi, joka vaikutti täydelliseltä tähän projektiin. Lisenssin avulla olisi voinut tallentaa malleja CREO:ssa suoraan Siemensin osatiedoiksi, mutta asiaa tutkittaessa todettiin,

ettei lisenssin tarjoamat ominaisuudet olleetkaan lähelläkään riittäviä. Vaihtoehtoinen lisenssi osoittautui liian kalliiksi.

Konverttereita tutkittiin useampia, Niiden toiminta oli hieman epäselvä, mutta perusideana kuitenkin se, että esimerkiksi CREO:n osatiedosto tallennetaan konvertointiohjelmaan ja konvertoinnin jälkeen ulos saa halutessaan esimerkiksi Siemens NX osatiedoston. Oli kuitenkin hankala vahvistaa sitä, että kuinka paljon mallista säilyy dataa konvertoinnin aikana. Kaikki konvertointiohjelmat myös erosivat toisistaan. Minkäänlaista standardisointia ei ollut.

Lopullinen valinta oli STEP-tiedosto. Se on nykyään käytetyin tiedostomuoto mallien siirtämisessä. Vaikka STEP-tiedostona olevaa mallia on hankalampi muokata, pääsee tämän ongelman kiertämään. Mallia voi työstää ennen, kuin sen tallentaa kopiona STEP-tiedostoksi. STEP-tiedosto on myös uusin ja kehittynein kaikista standardoiduista 3D tiedostoformaateista.

#### 7.4 Simulointiohjelma

Simulointiohjelmaksi valikoitui Siemens Mechatronics Concept Designer. Sen työkalut ja ominaisuudet osoittautuivat sopivammaksi tähän projektiin, kuin Visual Componentsin.

Visual Components on hyvä ohjelma, jolla saa paljon aikaan, mutta mallien siirtäminen Visual Componentsiin tuntui vaivalloisemmalta, kuin Siemensin ohjelmaan. Siemensin ohjelmassa on käytössä useita erilaisia moduuleja ja työkaluja. Visual Components-ohjelmassa tarjonta tuntui hieman suppeammalta.

Ratkaisevin tekijä, oli se, että Siemens mechatronics Concept Designerin ollessa yksi Siemens NX:n moduuleista, pystyy mallia muokkaamaan paljon helpommin, kuin Visual Componentsissa. Jos esimerkiksi simuloidessa huomaa, että mallia voisi vielä yksinkertaistaa, voi vaihtaa moduulia NX:n sisällä. Siemensin työkalut, moduulit ja muut ominaisuudet soveltuivat projektiin paljon paremmin.

## 8 KEHITYSKOhteita JATKOSSA

### 8.1 Laajentaminen

Mikäli tämän opinnäytetyön ja raportin sisältöä haluaisi laajentaa, yksi parhaista mahdollisista kehityssuunnista olisi koostaa useasta erilaisesta 3D-suunnitteluohjelmasta sekä simulointiohjelmasta samanlainen sisältö. Erilaisiin ohjelmiin voitaisiin myös tutustua syvemmin työn sisällön voisi jaotella samalla tavalla osiin, kuin tässä opinnäytetyössä.

Lähtökohtana se, että ensin käsiteltäisiin suunnittelua, sitten erilaisia tiedostoja ja niiden siirtämistä ja lopuksi käytäisiin useampaa simulointityökalua ja ohjelmaa läpi kattavasti. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin Etteplanin ja asiakkaan väliseen ratkaisuun ja otettiin havainnollistamisen vuoksi esiin muita vaihtoehtoja, kuitenkin syventymättä niihin enempää.

### 8.2 Kaventaminen ja syventäminen

Toinen mahdollinen kehityssuunta tai haara tästä työstä olisi se, että valittaisiin vain yksi polku ja syvennyttäisiin siihen täysin. Asioissa mentäisiin vielä pidemmälle, kuin tässä opinnäytetyössä.

Ei keskityttäisi vertailuun vaan siihen, miten tietystä toimintatavasta tietyillä ohjelmilla saa parhaan mahdollisen tuloksen irti. Tämän seurauksena työ myös laajenisi huomattavasti.

### 8.3 Jatkaminen samalla toimintatavalla

Vaihtoehtoisena jatkamisena toimisi myös ratkaisu, jossa tehdään niin sanottu jatko-osa tälle raportille. Jatkettaisiin eteenpäin simulointiin perehtymisessä.'

Tässä ratkaisussa voitaisiin esimerkiksi tuoda tarkemmin esille sitä, miten simulointia hyödynnetään oikeassa työssä. Mahdollisuutena olisi esimerkiksi syventyä useampaan ohjelmaan samassa työssä, tai jaotella ohjelmat eri teoksiin. Tämä raportti toimisi alkuteoksena kyseisille tuotoksille.

### 8.4 Tiivistys

Tämän opinnäytetyön ja opinnäytetyöraportin työn jatkamisessa on lukuisia mahdollisuuksia. Simulointiohjelmiä ja erilaisia variaatioita on paljon. Kaikkien vaihtoehtojen tutkiminen olisi huomattavasti suurempi työ, kuin ammattikorkeakoulun opinnäytetyö.

Opinnäytetyössä selvitetystä vaihtoehdoista toinen ei välttämättä ole toista parempi. Kuten suunnittelussa ja simuloinnissakin, kyse on pikemminkin siitä, mitä työllä halutaan saavuttaa.

## LÄHTEET

PTC. About data exchange between NX and CREO. Viitattu 18.2.2022. Saatavissa [http://support.ptc.com/help/creo/creo\\_pma/usascii/index.html#page/data\\_exchange/interface/About\\_Data\\_Exchange\\_Between\\_Unigraphics.html](http://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/usascii/index.html#page/data_exchange/interface/About_Data_Exchange_Between_Unigraphics.html).

Cad Talk. 2022. Autodesk Inventor. Viitattu 18.2.2022. Saatavissa <https://cadtalk.com/autodesk-inventor-erp/>.

Creo: Design. 2022. The way it should be. PTC Products. Viitattu 20.2.2022. Saatavissa <https://www.ptc.com/en/products/creo>.

Etteplan. Etteplan Strategy. Viitattu 15.4.2022. Saatavissa <https://www.etteplan.com/about-us/etteplan-strategy>.

Adobe. IGES-tiedosto. 2022. Viitattu 10.3.2022. Saatavissa <https://www.adobe.com/fi/creativecloud/file-types/image/vector/iges-file.html>.

Korpela, A. 2001. Perustietoa Python-ohjelmointikielestä. Viitattu 9.4.2022. Saatavissa <https://jkorpela.fi/python/>.

Underwoods. 2022. Mechatronic Concept Design. Underwoods. Viitattu 29.2.2022. Saatavissa <https://www.ued.co.uk/manufacturers/siemens/industrial-software-/virtual-commissioning-for-machine-builders/mechatronic-concept-designer/>.

Tiedosto. 2019. Mikä on Step-tiedosto? Viitattu 18.2.2022. Saatavissa <https://tiedosto.info/extension/step.html>.

Siemens. 2022. Siemens NX. Viitattu 25.3.2022. Saatavissa <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/nx/>.

Solid Works. 2022. Dassault Systems. Viitattu 19.2.2022. Saatavissa <https://www.solidworks.com/solution/industries/industrial-equipment-design>.

AIP Works. 2019. STL-formaatti. Viitattu 18.2.2022. Saatavissa <https://aipworks.fi/3d-tulostus/tietoa/stl-formaatti/>.

Torniainen, O. 2020. Etteplan yhtiöesittely. Viitattu 10.4.2022. Saatavissa <https://www.slideshare.net/Porssisaatio/etteplan-yhtiesittely-outi-torniainen-etteplan-prssiilta-1732020>.

Hudop Technology. 2018. Visual Components. Viitattu 10.4.2022. [Saatavissa http://www.hudop.com/en/homepage/visualcomponents/](http://www.hudop.com/en/homepage/visualcomponents/).