

TUOTEKUVITUS SOLIDWORKS VISUALIZELLA

Tiivistelmä

Tekijä(t) Hiltunen, Niko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 54	Valmistumisaika Kevät 2020
Työn nimi Tuotekuvitus SolidWork Visualizella		
Tutkinto Mediatekniikan insinööri (AMK)		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö käsittelee tuotekuvitusta. Työn tavoitteena oli tutkia SolidWorks Visualizea potentiaalisena CAD-malleista toteutettujen tuotekuvien luontityökaluna. Opinnäytetyö tehtiin Mecatroplan Oy:lle, joka on mekaniikkasuunnitteluun erikoistunut insinööritoimisto.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa tutkittiin CAD-ohjelmien kehitystä, tuotekuvituksen tarvetta ja toteutustapoja sekä SolidWorks Visualizen ominaisuuksia.</p> <p>Case-osuudessa tutkittiin Visualizea tuotekuvituksen luomisessa. Osio paneutuu vielä syvemmin Visualizen ominaisuuksiin sekä näyttävien tuotekuvien luomiseen. Osiossa käsitellään CAD-mallin visuaalista muokkaamista ja ohjelman kameran käyttöä.</p> <p>Opinnäytetyö pyrkii antamaan kuvan SolidWorks Visualizella työskentelyn sopivuudesta CAD-mallinnuksen kuvitusprosessissa, sekä käymään läpi oleellisia kohtia luottaessa tuotekuvia SolidWorks Visualizella. Opinnäytetyö myös pohtii lopussa Visualizen sopivuutta eri tarkoituksiin erilaisissa työympäristöissä.</p>		
Asiasanat SolidWorks, Visualize, tuotekuvitus, 3D, CAD		

Abstract

Author(s) Hiltunen, Niko	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2020
	Number of pages 54	
Title of publication Product Visualization with SolidWorks Visualize		
Name of Degree Bachelor of Media technology		
Abstract <p>This Bachelor's thesis deals with product visualization. The purpose of the thesis was to analyze SolidWorks Visualize as a potential tool for creating product imagery from CAD models. The thesis was done for mechanical engineering company Mecatroplan Oy.</p> <p>In the theory part, the thesis examines the history of CAD software, the need for product visualization and different means to implement it, as well as the features of SolidWorks Visualize.</p> <p>In the case part, the thesis examines Visualize in the creation of product visualization. The features of Visualize and the creation of impressive product images are dealt with in more detail. There is also an analysis of the visual editing of a CAD model and the use of software's camera.</p> <p>The thesis aims to show the suitability of working with SolidWorks Visualize in the visualizing process of CAD modeling and to walk through essential parts of the workflow in SolidWorks Visualize. The thesis also reflects on the suitability of Visualize for different purposes in different work tasks.</p>		
Keywords SolidWorks, Visualize, product visualization, 3D, CAD		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	CAD JA SOLIDWORKS	2
2.1	CAD-mallinnus.....	2
2.2	SolidWorksin historia	3
3	TUOTEKUVITUS	5
3.1	Tuotekuvituksen tarve.....	5
3.2	Tapoja tuotekuvitukseen	5
3.2.1	2D-kuvitus	5
3.2.2	Valokuvaus.....	6
3.2.3	3D-ohjelmat	7
4	SOLIDWORKS VISUALIZE	10
4.1	Photoview360:stä Visualizeksi.....	10
4.2	Viewportin kuvanlaatu ja laskentateho	11
4.3	Standard- ja Professional-versioiden vertailua	14
5	MATERIAALIT JA TEKSTUURIT	16
5.1	Visualizen materiaalit.....	16
5.2	PBR-materiaalit	20
5.3	Decals ja tarrat	22
5.4	Elävöittävät epätäydellisyydet.....	23
6	CASE.....	26
6.1	Mallin tuominen Visualizeen	26
6.2	Osat ja lajittelu	27
6.3	Mallin maalaaminen.....	28
6.4	Ympäristö ja valaisu HDRI-taustoilla	33
6.5	Backplates ja rekvisiitat	34
6.6	Kamera.....	35
6.6.1	Linssi	35
6.6.2	Kuvakulma ja sommittelu.....	38
6.6.3	Syväterävyys	39
6.7	Kuvan luonti.....	41
6.7.1	Kuvan koko ja tyyppi.....	42
6.7.2	Renderöinti	43
7	YHTEENVETO	44

LÄHTEET	45
LIITTEET	49

1 JOHDANTO

Tuotekuvitus on suuressa osassa materiasta yltäkyläisessä yhteiskunnassamme. Olipa kyse hammastikuista suuriin tehdasrakennuksiin, nämä kaikki alkaa ostajasta ja tuotteen valmistajasta. Siksi tuotteita kannattaa markkinoida mahdollisimman kiinnostavalla tavalla. Tämä onnistuu tuotekuvituksella. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tarkastella tuotekuvituksen valmistamista digitaalisesti 3D-malleista SolidWorks Visualizella.

Työ on tehty työharjoittelun ohella Mecatroplan Group Oy:lle. Mecatroplan Oy on laite- ja mekaniikkasuunnitteluun keskittynyt toimisto, jolla on toimipisteitä Lahdessa, Joutsassa, Jyväskylässä ja Mikkelissä. Mecatroplanin suunnittelutiimi koostuu alansa huippuosajista, ja yrityksen vahvuuksia on kuljetus ja kappaleenkäsittely, mekaaninen puunjalostus, muovi- ja elintarviketeollisuus, pakkaus ja lajittelu, maanrakennustekniikka, teollisuuden erikoissovellukset ja telateollisuuden sovellukset.

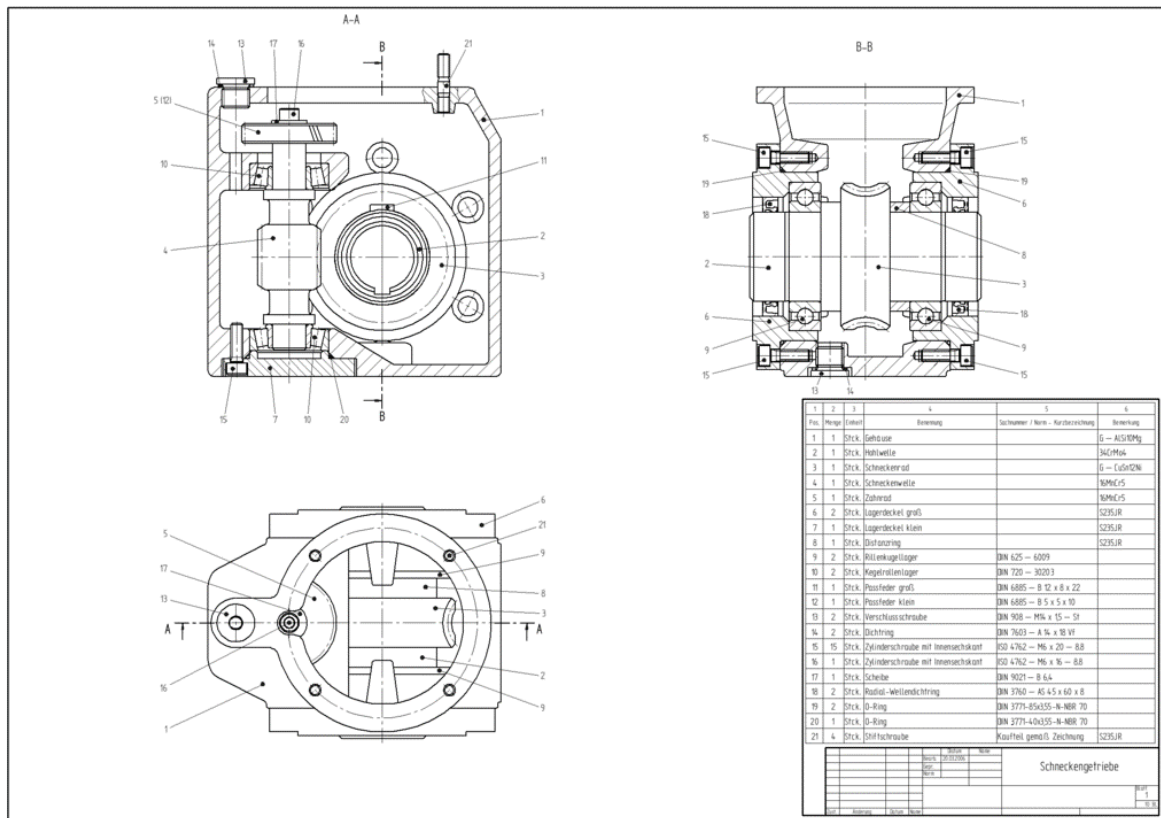
Opinnäytetyön alussa tutustutaan Mecatroplaninkin käyttämän CAD-ohjelma SolidWorksin historiaan, tutkitaan tuotekuvituksen tarvetta ja kehitystä ja perehdytään SolidWorks Visualizeen.

Opinnäytetyön case-osiossa tutkitaan, miten SolidWorks Visualize suoriutuu realistisen ja näyttävän tuotekuvituksen luomisessa ja millaisia vaiheita tällainen projekti vaatii käyttäjältä.

2 CAD JA SOLIDWORKS

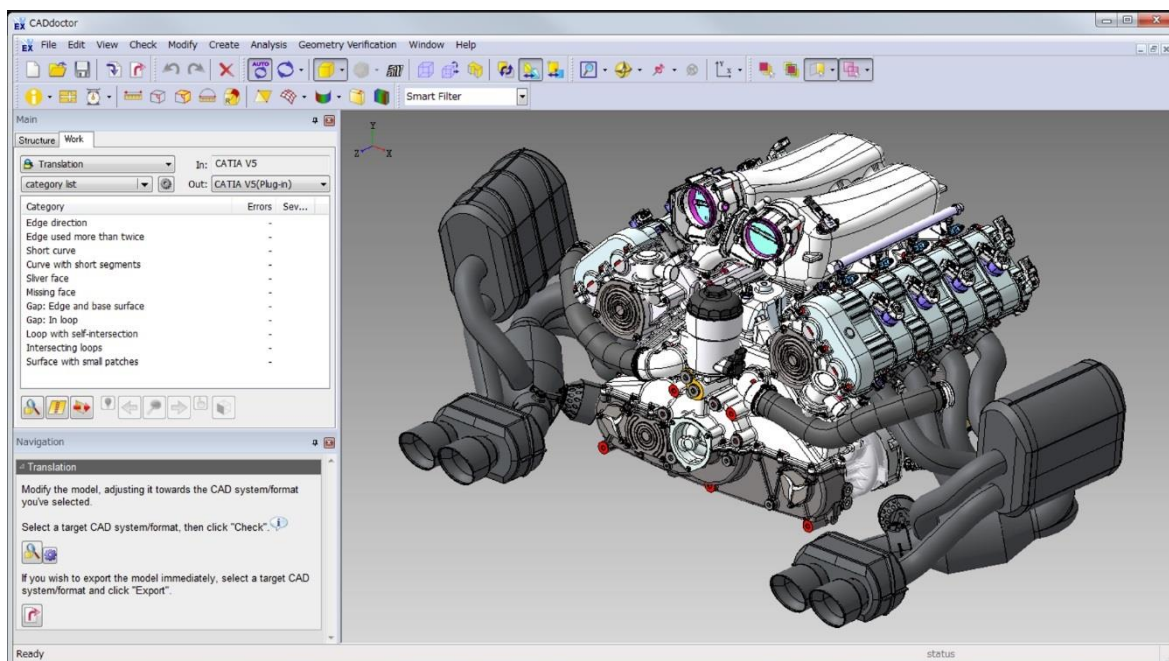
2.1 CAD-mallinnus

CAD, joka tulee englannin kielen sanoista Computer Aided Design, on tietokoneavusteista suunnittelua, jota käytetään useimmissa suunnittelu- ja insinööriyrityksissä. CAD-ohjelmia on käytössä muun muassa arkkitehtuuri-, tuote- ja konesuunnittelussa. CAD-ohjelmilla työskentely antaa suunnittelijoille työkalut luoda kolmiulotteiseen virtuaalimaailmaan malleja, objekteja ja kokonaisuuksia, joiden ominaisuuksia ja mittoja pystyy tarkasti säätämään halutulla tavalla, samalla kun ohjelma laskee malleihin tarvittavan matemaattisen puolen. Tällainen työskentely nopeuttaa tuotteiden, koneiden ja rakennelmien suunnittelamista ja hahmottamista, jos suunnittelutyötä verrataan kaksiulotteiseen työskentelytapaan, joka yleensä tarkoitti kynää ja paperia. (Ponce 2019.) Kuvassa 1 näkyy tyypillinen CAD-ohjelmalla suunniteltu piirustus.



Kuva 1. CAD-piirustus (Hartmann 2006)

Nykyään tarjolla on kymmenittäin erilaisia kaupallisia ja ilmaisia CAD-suunnitteluohjelmia erilaisille yrityksille, erilaiseen käyttöön. Tällaisia ovat esimerkiksi DraftSight, AutoCAD, SketchUp, Autodesk Inventor, Fusion360 ja SolidWorks. (TrustRadius Inc. 2020.) Kuvassa 2 esimerkki siitä, miltä CAD-suunnitteluohjelmat saattavat näyttää. Kyseessä on ohjelma CADdoctor.

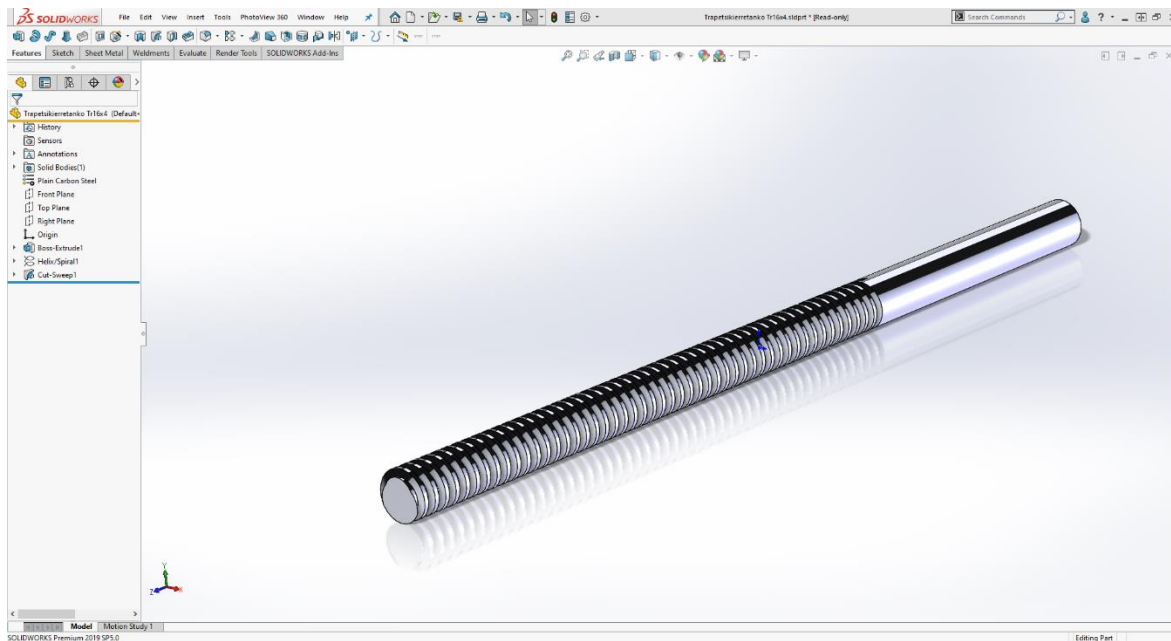


Kuva 2. Esimerkki CAD 3D-suunnitteluohjelmasta (Elysium 2020)

Tämä työ tarkastelee tarkemmin Dassault Systèmesin CAD-suunnitteluohjelmaa SolidWorks ja sen lisäosia.

2.2 SolidWorksin historia

Jon Hirschtick perusti yrityksen nimeltä SolidWorks Corporation vuonna 1993 ja rupesi kehittämään insinööriryhmän kanssa uutta CAD-ohjelmistoa, jonka tarkoituksena oli kilpailla jo olemassa olevien ohjelmistojen kanssa. Vuonna 1995 yritys julkaisi SolidWorks-ohjelmiston, joka oli ensimmäinen merkittävä CAD-mallinnusohjelma Windows-tietokoneille. SolidWorks oli myös edeltä kävijä muilta osin ohjelmistojen kehityksessä. Vaikka kilpaileva CAD-ohjelma AutoCAD oli julkaistu aikaisemmin kuin SolidWorks, SolidWorks avasi uuden osa-alueen tietokoneellisessa suunnittelussa: 3D-mallinnuksen. Vuonna 1997 ranskalainen, 3D-suunnitteluun erikoistunut, Dassault Systèmes osti SolidWorksin tämän menestyksen takia. (Bethany 2017.) SolidWorksista kehittyi suunnittelutyökalu, joka on tehokas ja helppokäyttöinen. Suunnittelutahdin nopeuttamisen ja tuottavuuden takia miljoonat insinöörit ja suunnittelijat ympäri maailmaa käyttävät päivittäin SolidWorksia. (PLM Group 2020.) Kuvassa 3 näkyy SolidWorks-ohjelman käyttöliittymä.



Kuva 3. SolidWorks

3 TUOTEKUVITUS

3.1 Tuotekuvituksen tarve

Lähes aina kaikessa suunnittelussa ja kehityksessä on kyse tuotteesta ja tuotteen ostajasta tai potentiaalisesta ostajasta. Kun yritys on suunnitellut tuotteen, halutaan se tuoda ihmisten nähtäville. Tämä onnistuu tuotekuvituksella. Näin ihmiset saavat konkreettisen visuaalisen kuvan siitä, millaisesta tuotteesta on kyse, miltä se näyttää ja millaisia sen ominaisuudet ovat. Tuotetta voi kuvittaa tuotekuvituksella ympäristöön, johon tuote on tarkoitettu käytettäväksi. Tämä on paljon tehokkaampaa, kuin jos tuotetta joutuisi sanallisesti kuvailemaan ja selittämään. Tuotekuvitusta voi luoda jo valmiiksi valmistetusta tuotteesta tai vielä suunnitteluvaiheessa olevasta konseptista. Tällöin tuotteeseen voi tehdä radikaaleja muutoksia, mikäli jokin tuotteen ominaisuus ei miellytä. Suunnitteluvaiheessa olevan tuotteen kuvittaminen on myös kustannusten kannalta parempi vaihtoehto, kuin valmistaa esimerkkikappale tuotteesta. Voi olla, että esimerkkikappale ei välttämättä miellytä joltain osalta asiakasta tai valmistuttajaa, esimerkiksi värityksensä puolesta, ja joutuu täten käymään läpi useita muutoksia. Tuotekuvituksella pääseekin siis helposti havainnoimaan lopullista tuotetta. Tuotekuvituksella pystyy aloittamaan tuotteen markkinoinnin jo ennen kuin tuote on valmistunut. Tämä voi houkuttaa ihmisten mielenkiintoa ja edistää näin tuotteen kehitystyötä. Lisäksi tuotteelle pystyy alkaa luomaan kysyntää ja asiakkaita ennakoon, jos tuotekuvituksesta saa houkuttelevaa. (NDigitec 2018.)

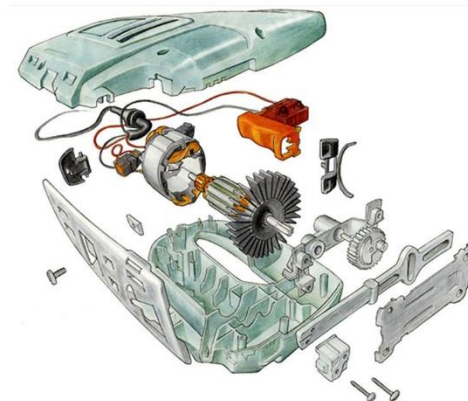
3.2 Tapoja tuotekuvitukseen

Tuotekuvitukseen on muodostunut useita tapoja tuottaa näyttäviä kuvia. Jokaisella tavalla on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Yksikään tapa ei ole ylitse muiden, ja osaavissa käsissä jokaisella tavalla pystyy tuottamaan näyttäviä tuotekuvia. Tuotekuvitusta tehdessä kumminkin kannattaa ottaa huomioon kuvien luomiseen tarvittava työmäärä, aika ja osaaminen. Tämä opinnäytetyö ottaa tavoista käsittelyyn perinteisen 2D-kuvituksen, tuotevalokuvauksen sekä 3D-ohjelmilla tapahtuvan visuaalisen kuvituksen.

3.2.1 2D-kuvitus

Tuotteesta on mahdollista luoda näyttävä kuva perinteisin tai digitaalisin kuvituskeinoin. Perinteisin tavoin tehdyillä on mainostettu historiasta saakka, ja 1900-luvun alkupuolella tuotekuvat tehtiin käsin maalaamalla. Kuva 4 esimerkki käsin maalatusta Chevrolet-automainoksesta vuodelta 1946. Tekniikan kehittyessä nykypäivänä, tuotekuvia on mahdollista edelleen toteuttaa piirtämällä, maalaamalla, digitaalisesti maalamalla tai editoimalla. Tämä kuitenkin vaatii taitavan artistin, eikä hienon tuotekuvan luominen ole nopeaa työtä

ja artistit saattavat veloittaa työstään isojakin summia. Kuvassa 4 on esitetty myös käsin piirrettyä tuotekuvitusta. (Winning Media 2020.)



Kuva 4. Perinteisin keinoin kuvitusta (Old Car Advertising 2017; Ouchterlony 2014)

3.2.2 Valokuvaus

Tuotteen valokuvaus on maalaamiseen verrattuna huomattavasti järkevämpi vaihtoehto. Valokuvaamalla tuotteesta saa useita kuvia, juuri sellaisena minä tuote on. Taitavan kuvaaja osaa tuoda tuotteen edustavasti esiin sommittelulla, kuvakulmilla ja kamerateknikoilla. Näin saadaan luotua katsojaa miellyttävä tunnelma. Tuotteen valokuvaamisessa on ongelmana se, että tuote pitää jo olla olemassa kuvattavaksi tai tuotteesta on oltava ainakin jonkinlainen koekappale tai prototyyppi. Lisäksi kuvaamista varten tarvitaan kuvaaja, studio, mahdollinen kuvauskalusto ja rekvisiitat ja oikeanlaiset olosuhteet kuvauskohteessa, kuten esimerkiksi ulkona kuvattaessa auringonvalo. Kuvassa 5 näkyy esimerkki tuotevalokuvaamisesta ja siihen tarvittu studioympäristö. (Vidoevska 2018.)



Kuva 5. Tuotevalokuva ja studioympäristö (Ayman 2019)

3.2.3 3D-ohjelmat

Nykyaikana 3D-ohjelmien kehittyttyä ne ovat tulleet kilpailemaan tuotteiden valokuvaamisen kanssa. Tuotteesta pitää vain olla luotu jollain tavalla 3D-malli, jota voi käyttää käytössä olevassa ohjelmassa. Tuotteen ei tarvitse edes olla vielä valmistettu fyysisesti, kun siitä pystyy jo luomaan näyttäviä tuotekuvia.

3D-ympäristössä kuvan elementtejä voi säätää täysin haluamallaan tavalla mieluisesti. Lavastuksen voi luoda virtuaalisesti, valotus on aina kohdillaan ja säädeltävissä, tuote on aina ensiluokkaisessa kunnossa. Tuotteesta voi luoda niin monta erilaista versiota kuin haluaa, ja kaikki tapahtuu valmiin mallin kanssa hetkessä. Lisäksi mallin voi halkaista ja erotella osiksi 3D-ympäristössä, jolloin siitä on mahdollista tehdä hienoja läpileikkaus-, informaatio- ja manuaalikuvia, mikä ei onnistuisi valokuvaamalla, ellei tuotetta hajottaisi. Tällaisen esimerkin voi nähdä kuvassa 6.



Kuva 6. 3D-räjäytyskuva laitteesta (Goudin & Koopman 2015)

Mikäli 3D-malli joudutaan luomaan alusta, siihen tarvitsee 3D-artistin, joka pystyy luomaan tuotteesta mallin. CAD-suunnittelu kumminkin tapahtuu nykyään suurimmilta osin CAD 3D-ympäristössä. Täten mallit ovat jo valmiiksi tai helposti siirrettävissä 3D-ohjelmiin. Taitavasti tehtynä 3D-kuvitusta on vaikea erottaa todellisesta valokuvasta. (Beltram 2019.) Kuvassa 7 on esimerkkejä 3D:nä tuotetuista kuvista.



Kuva 7. 3D-tuotekuvia (Rossi 2018; Muraja 2019; Yosef 2019)

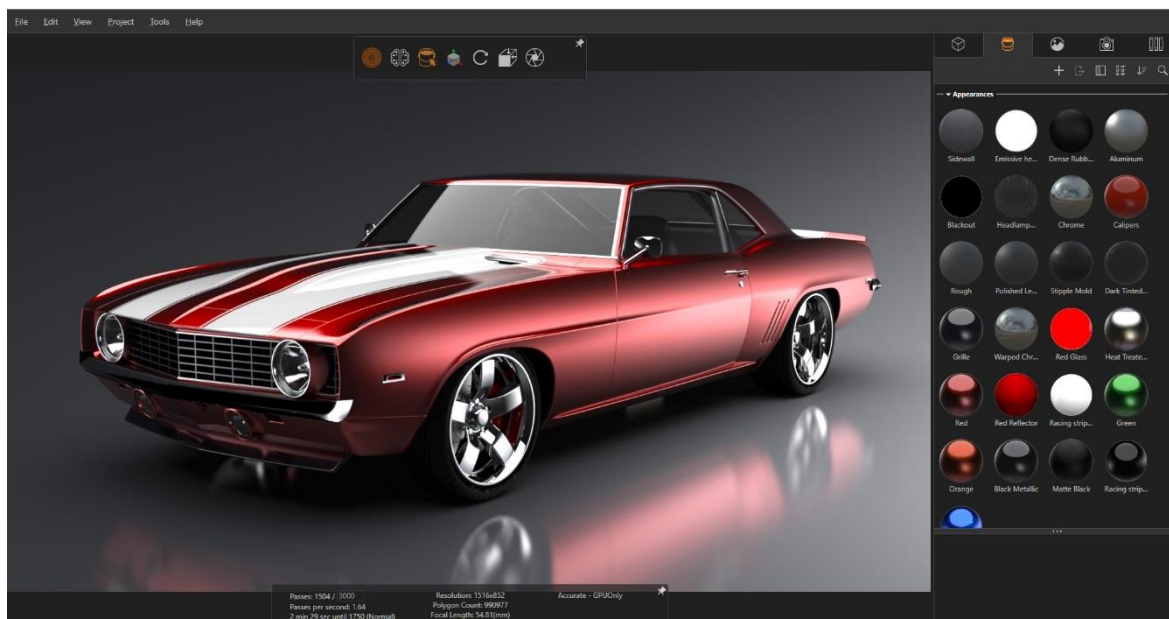
4 SOLIDWORKS VISUALIZE

4.1 Photoview360:stä Visualizeksi

SolidWorksissa on ollut mahdollisuus tuottaa näyttäviä kuvia CAD-malleista, ohjelman sisäisellä Photoview360-kuvanluontityökalulla. Työkalu on antanut suunnittelijoille mahdollisuuden luoda kuvia omista projekteista helposti, mutta hieman pelkistetysti.

Vuoden 2016 SolidWorks-version mukana tuli kuitenkin uudenlainen ulkoinen kuvanluontiohjelma: SolidWorks Visualize. Kuvassa 8 näkyy SolidWorks Visualize Standard-versio ohjelmasta. Aikaisemmin Bunkspeedinä tunnettu Visualize antoi käyttäjilleen mahdollisuuden luoda CAD-malleista valokuva tasoisia kuvia ja, versiosta riippuen, animaatioita helposti ja nopeasti. Visualizella ei kumminkaan pysty luomaan CAD-dataa, joten se on tarkoitettu vain kuvien luontiin CAD-mallien 3D-datasta. Koska Visualize on oma ohjelmansa, sen käyttö painottuu useimmiten yritysten visualisteille ja markkinointitiimeille, ja näin suunnittelijat pystyvät jatkamaan omaa työtänsä ilman, että SolidWorks-lisenssi on varattu visualisointikäyttöön.

SolidWorks Visualizella pystyy nyt luomaan CAD-malleista upeita, korkeatasoisia kuvia erilaisissa valaistuksissa, materiaaleilla ja ympäristöissä Visualizen helppokäyttöisillä työkaluilla. Näin tuotteille pystyy luomaan kuvallisesti niille sopivaa tunnelmaa, tarinaa ja miljööä, mikä voi useasti olla merkittävämpi ominaisuus potentiaaliselle asiakkaalle kuin teknillinen kuvitus laitteesta. SolidWorks Visualize ei kuitenkaan korvannut Photoview360:tä, joka on vielä hyödyllinen työkalu malleista kuviksi luontiin, mikäli kuvien laadulla ei ole niin suurta merkitystä tai malliin on tulossa vielä suuria muutoksia. (CadTek 2020.)



Kuva 8. Solidwork Visualize Standard

4.2 Viewportin kuvanlaatu ja laskentateho

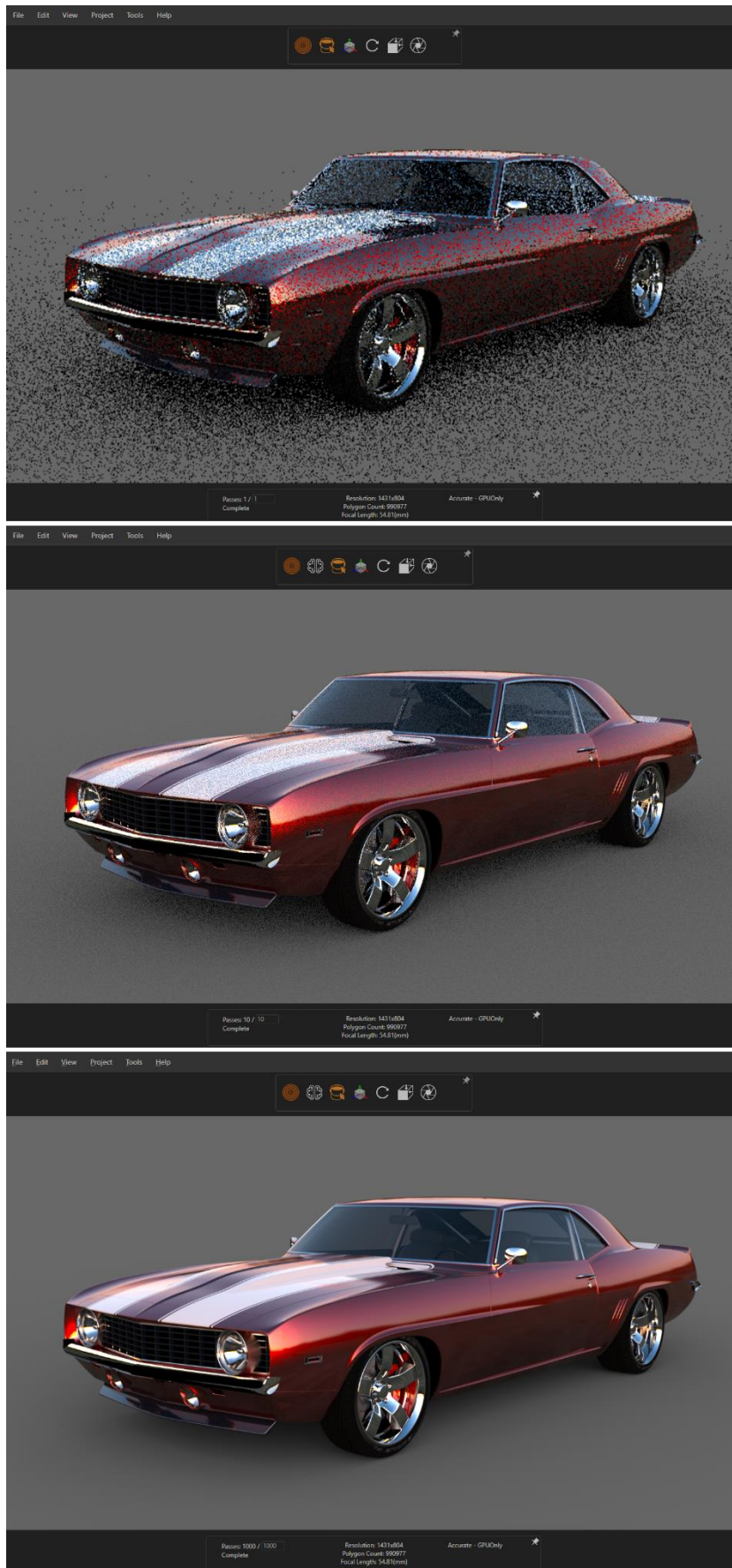
SolidWorks Visualize on itsessään jo näyttävä ohjelma. Kun ohjelmalla luo projektin ja tuo jonkin CAD 3D -mallin ohjelmaan, ohjelman ruutu ja työskentelytila toimivat käytännössä esikatseluruutuna lopulliselle lasketulle kuvalle. Ruudun kuvanlaatua pystyy vaihtelevaan Render Selection Toolsin avulla. Työkalulla kuvanlaatua voi vaihtaa Preview-, Fast- ja Accurate-moodiin. Preview on moodeista pelkistetyin, mutta nopein, sillä tietokone ei joudu käyttämään tehoa kuvanlaadun laskemiseen yhtä paljon, kuin muilla moodeilla. Fast-moodi on kuvanlaadullisesti laadukkaampi, mutta saattaa hidastaa konetta, sillä tietokone joutuu laskemaan kuvaa ja siinä olevan valaistuksen säteenseurantaa reaaliaikaisesti. Accurate-moodi on eniten lähellä lopullista kuvaa. Tämä moodi mahdollistaa reaaliaikaisen työskentelyn, mutta on koneelle raskain ja saattaa hidastaa työskentelytahtia merkittävästi varsinkin heikoimmilla tietokoneilla. (SolidWorks 2020a.)

SolidWorks Visualizen laskentatehoa ja sitä myötä kuvan muodostumisen nopeutta pystyy kuitenkin parantamaan Visualizen asetuksilla ja tietokoneen komponenteilla, kuten tehokkaammilla näytönohjaimilla. Taulukosta 1 voi hahmottaa eri näytönohjainten merkitystä luotaessa kuvaa Visualizella. Taulukosta näkyy aika, joka kuvan laskemiseen menee eri asetuksilla. Visualizen kuvanmuodostuminen käyttää NVIDIA:n Iray-renderöintiä, eli kuvanlaskentaa. Kuva muodostuu, kun Iray laskee kuvaa asetuksissa määritellyn määrän ”kerroja” (passes), joka kerta tarkentaen kuvaa, joka alussa varsinkin kuvan resoluutiosta riippuen on melko varmasti täynnä kuvakohinaa. Kuvassa 9 on kuvattuna ohjelma, sen laskettua kuvan kerran, kymmenen ja tuhat kertaa. Ensimmäisessä kohdassa kohina on

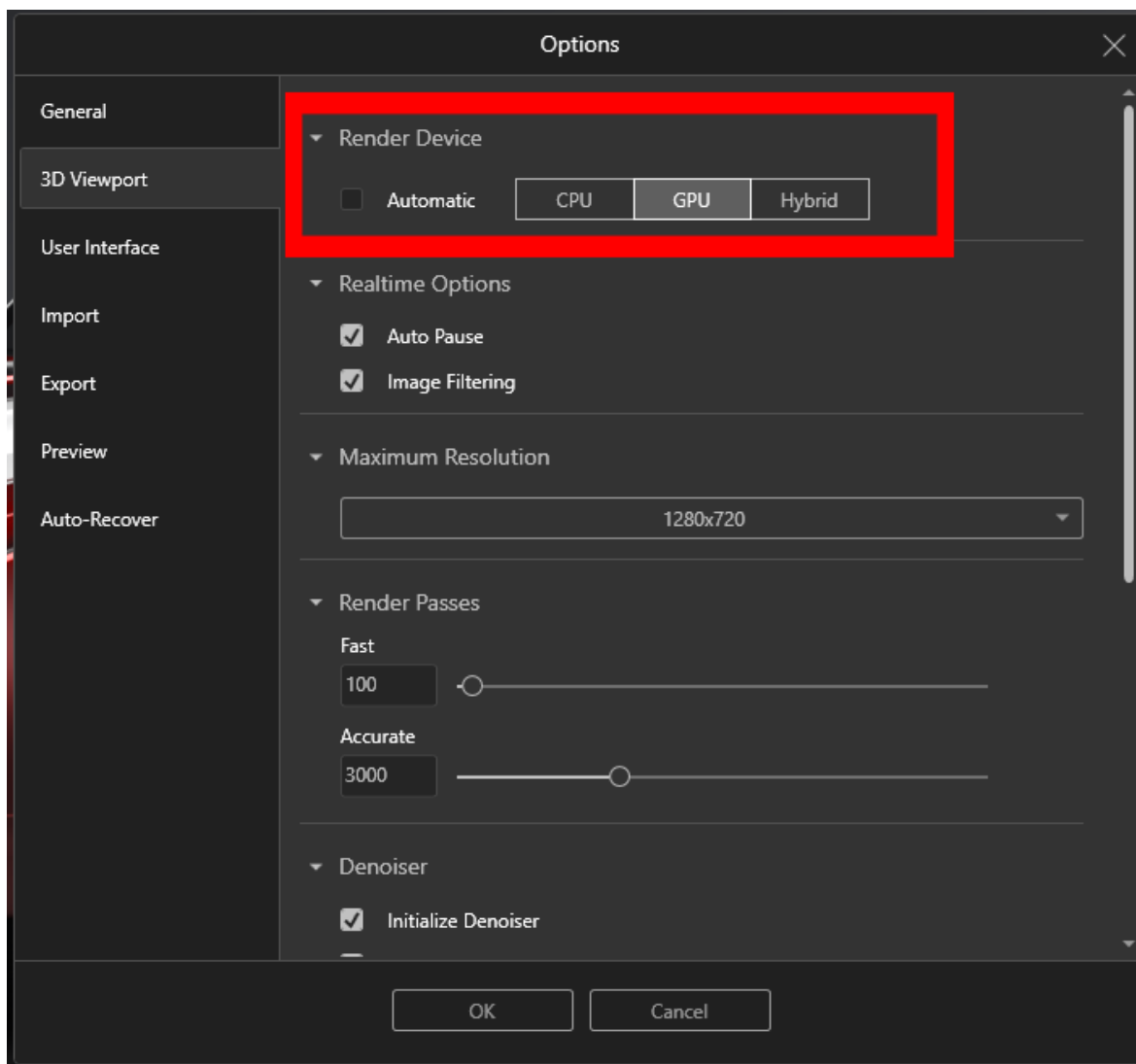
erittäin runsasta, toisessa tilanne on parempi, mutta tarkka silmä erottaa vielä kohinan. Kolmas kuvan kohta alkaa olemaan tarkkaa kuvan laatua. Ohjelma suosiikin NVIDIA:n näyttöohjaimia, varsinkin CUDA-malleja. Lisäksi Visualizen asetuksista voi määrittää, käyttääkö ohjelma kuvien laskemiseen näyttöohjainta, prosessoria vai molempia yhdistettynä. Asetusikkuna, josta asetuksen voi muuttaa, näkyy kuvassa 10.

Taulukko 1. Kuvan laskentanopeuksia näyttöohjaimilla (SolidWorks 2020)

GPU	HD 1000 Passes	HD 100 Passes w/ Denoiser	4K 100 Passes w/ Denoiser	HD Turntable 10sec w/ Denoiser @50 passes
RTX6000	1:22	0:09	0:34	10:41
RTX5000	1:47	0:13	0:46	13:46
RTX4000	2:11	0:15	0:56	16:00
GV100	1:15	0:09	0:32	10:19
GP100	1:43	0:12	0:44	13:54
P6000	2:29	0:17	1:04	17:54
P5000	3:45	0:30	1:36	25:29
P4000	4:06	0:27	1:49	28:25
M6000	3:21	0:22	1:30	25:05
M5000	4:53	0:33	2:16	37:53
M4000	7:20	0:49	3:28	55:05
2x RTX6000	0:40	0:05	0:18	6:24
2x RTX5000	0:55	0:06	0:25	8:05
2x RTX4000	1:05	0:08	0:32	9:10
2x GV100	0:44	0:05	0:18	6:48
2x P6000	1:14	0:09	0:32	10:04
2x P5000	1:52	0:14	0:50	14:14
2x P4000	2:03	0:15	0:54	15:08



Kuva 9. Kuvan kohinaa



Kuva 10. Visualizen laskenta-asetukset

4.3 Standard- ja Professional-versioiden vertailua

SolidWorksin tilauksen mukana tuleva versio Visualizesta on Standard-versio, joka on ammattikäyttöönkin sopiva työkalu kuvien luontiin. Visualizesta on kumminkin mahdollisuus saada enemmänkin irti ja siihen tarkoitukseen on olemassa SolidWorks Visualize Professional. Visualize Professional mahdollistaa samanlaisen työskentelyn, kuin Standard-versiokin. Lisäksi se tukee muun muassa animaatioiden luontia, interaktiivista sisältöä, 360 asteen mallin ympäri tarkastelua. Lisäksi Professional mahdollistaa virtuaalisen todellisuuden tarkastelun CAD-malleille. Kuvassa 11 on esitetty Standard- ja Professional-versioiden ominaisuuksien eroavaisuuksia. (McKay 2019.) Visualizea käyttävän suunnitteluyritysten tulee kuitenkin miettiä versioiden eri ominaisuuksien tarvetta, sillä Professional-versio Visualizesta täytyy ostaa erikseen, kun taas Standard tulee uusien SolidWorks-versioiden kylkiäisenä. Eli mikäli Visualizea aikoo käyttää vain markkinointi kuvituksen ja kuvien

luontiin ilman tarkoitusta hyödyntää Professional-version ominaisuuksia, ei Professional-version osto ole järkevää.

Capability	SOLIDWORKS Visualize Standard	SOLIDWORKS Visualize Professional
Graphics Processing Unit (GPU)	■	■
Accelerated Rendering	■	■
Hybrid Render Mode	■	■
Physically-Based Raytracing	■	■
Intuitive User Interface	■	■
CAD and Graphic File Support	■	■
CAD Live-Update	■	■
Surface/Part Splitter	■	■
Interactive Depth of Field	■	■
Import SOLIDWORKS Animations and Motion Studies		■
Full Animation Suite		■
Animation Ribbon		■
Visualize Boost Support		■
PowerBoost Real-time Network Rendering		■
Browser-based Interactive Image and Panoramic Outputs		■
Customizable Photographic Camera Filters		■
Integrated Render Queue		■
Configurations		■
New Area Lights and Light Placement		■
Create VR Content		■

Kuva 11. Visualize Standard ja Professional ominaisuuseroja (Mackay 2019)

5 MATERIAALIT JA TEKSTUURIT

5.1 Visualizen materiaalit

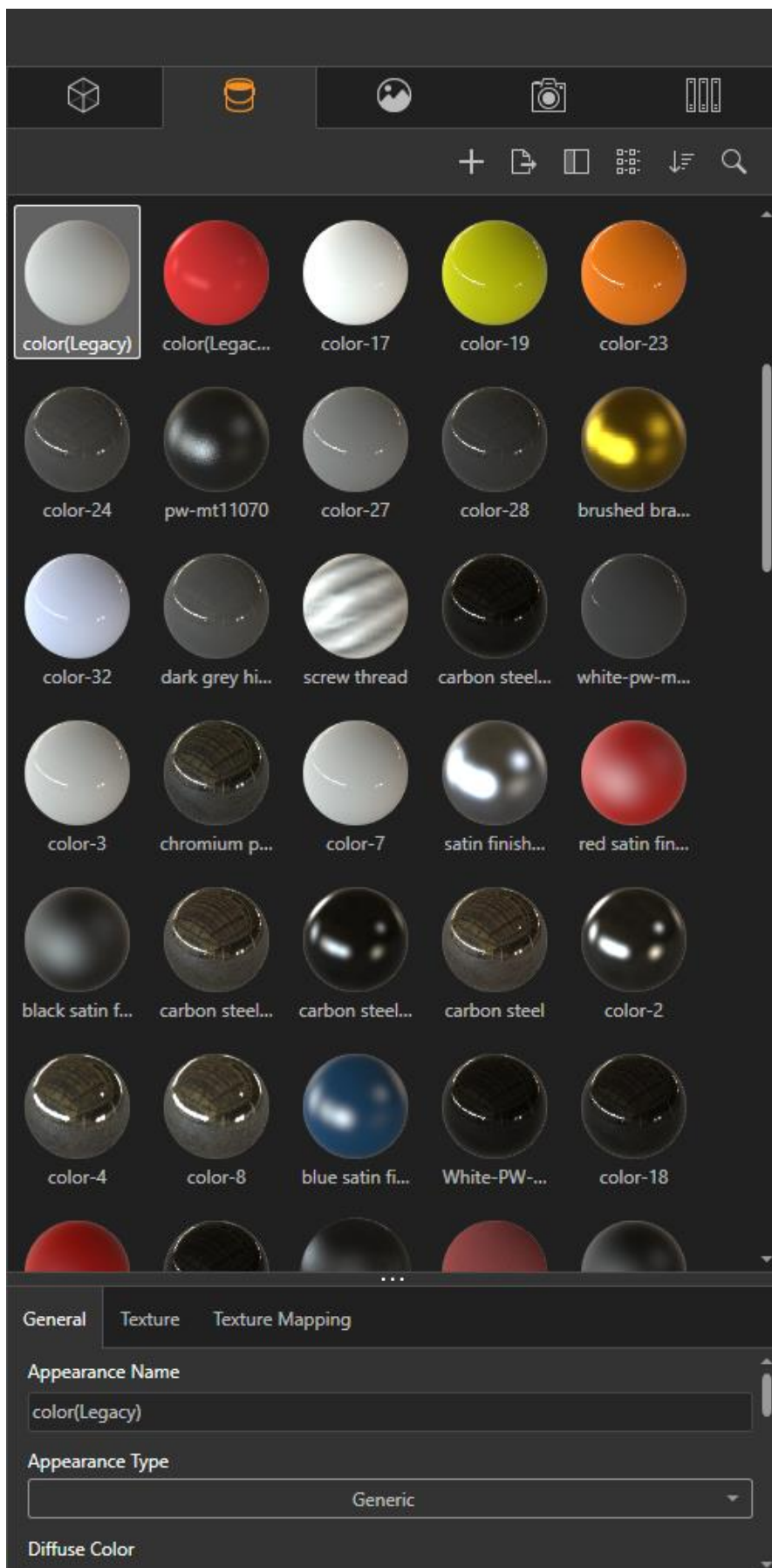
SolidWorks Visualizen vahvuuksia on, miten helposti sillä voi luoda malleista mieluisensa näköisiä. Visualizessa materiaalit ovat omassa välilehdessään ja niitä kutsutaan nimellä appearance. Kuvassa 12 näkyy Appearance-välilehti, joka löytyy ohjelman oikeasta laidasta. Täältä löytyy galleria erilaisia materiaaleja, joilla voi maalata omaa malliaan. Materiaalit toimivat yksinkertaisesti hiirellä vetämällä ja pudottamalla mallin päälle. Näin mallin ulkonäköä voi helposti muunnella ja nähdä, miltä malli näyttäisi esimerkiksi eri maalipinnoilla. Tällä tavoin omasta projektistaan voi luoda useita ulkonäöllisesti erilaisia versioita asiakkaalle, ennen kuin lopullinen ulkonäkö lyödään lukkoon.

Visualizessa on valmiiksi runsas määrä erilaisia materiaaleja, joita pystyy käyttämään projektissaan. Mikäli haluaa materiaalista täysin mieleisen, on sellainen helppo luoda itse. Myöskin valmiita materiaaleja pystyy lataamaan internetistä. Materiaalia luodessa on valittava materiaalin tyyppi. Näitä ovat Anisotropic, Backscattering, Emissive, Flat, Generic, Glass, Gem, Matte, Metal, Metallic Paint, Multi-Layer, Paint, Plastic, Subsurface, Thin Film ja PBR Materials.

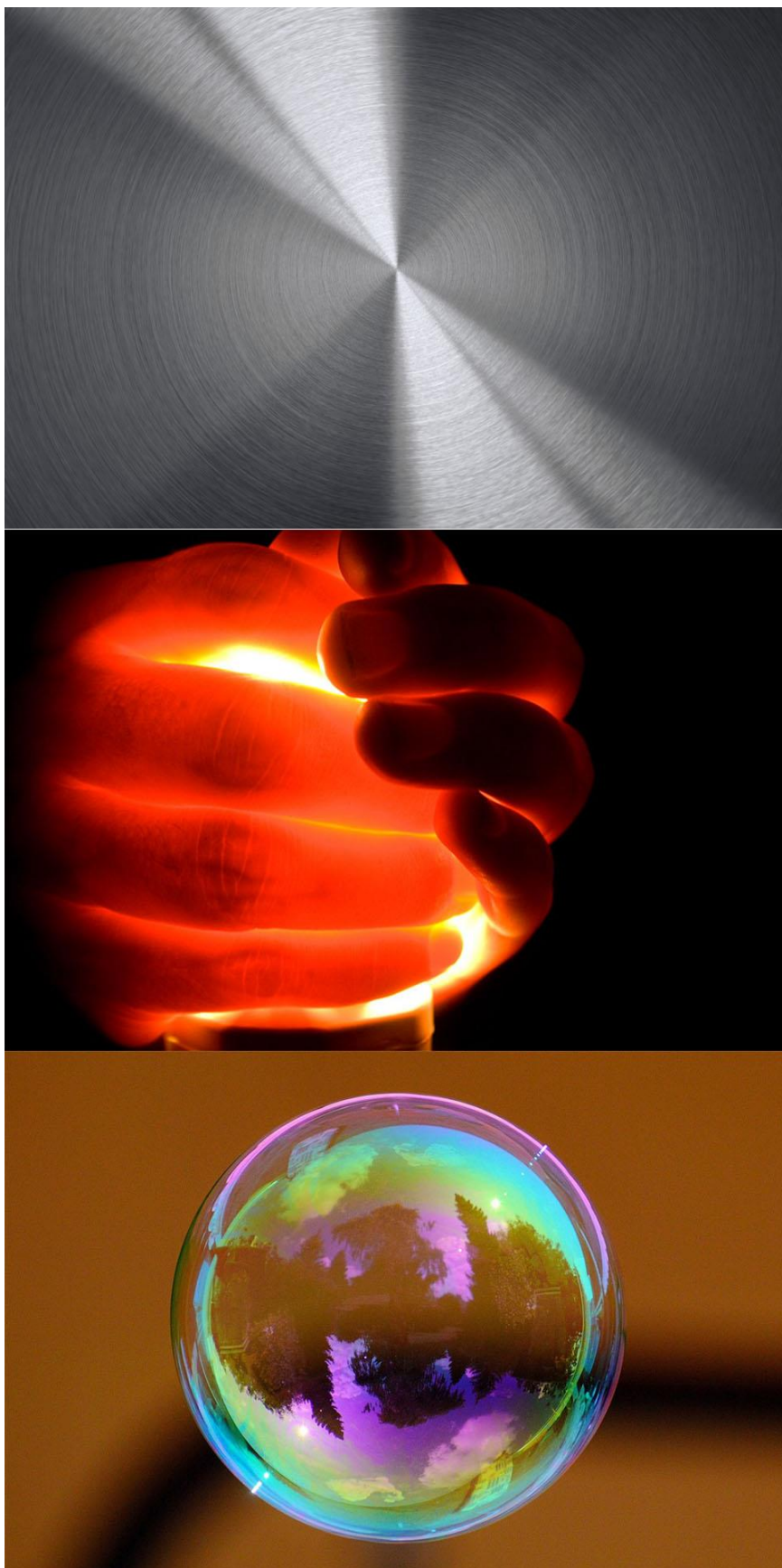
- Anisotropic materiaali on pinta, joka heijastaa valoa epäsymmetrisesti valoon nähden. Tällaisen ilmiön voi nähdä esimerkiksi terässpannujen pohjassa, kuten kuvan 13 ensimmäisessä kohdassa.
- Backscattering on kätevä sellaisilla pinnoilla, kuten kangas.
- Emissive on valoa hohtava pinta.
- Flat materiaali on tasavärinen pinnaltaan, eikä se ota vastaan mitään valoa tai varjoa. Pinta pysyy joka valossa saman värisenä.
- Generic on täysin hallittavissa oleva materiaali.
- Glass on lasimateriaali.
- Gem materiaali on samanlainen kuin lasi, mutta optimoitu jalokiviä vastaavaksi.
- Matte materiaalin pinta on tasaista mattaväriä. Hyvä esimerkiksi ei heijastaville maalipinnoille.
- Metal materiaalilla pystyy luomaan metallisia pintoja, kuten alumiini, kulta, kupari jne.
- Metal Paint on metallinen maalipinta, kuten esimerkiksi autojen maali.
- Multi-Layerillä pystyy yhdistämään jopa neljä eri muuta materiaalia toistensa päälle kokonaisuudeksi
- Paint materiaali on maalattua pintaa.

- Plastic materiaalilla pystyy luomaan erilaisia muovipintoja.
- Subsurface on läpikuultavaa materiaalia. Esimerkiksi useat orgaaniset materiaalit, kuten maito, iho, kasvien lehdet kuultavat läpi valoa, joka hajoaa materiaalin sisällä. Ilmiö näkyy esimerkiksi valon paistaessa ihon takaa, kuten kuvan 13 toisessa kohdassa.
- Thin-Film materiaalilla voi luoda pintaa, joka heijastuu valossa sateenkaarimaisiin väreihin, kuten saippuakuplien pinta tai öljyläikät. Tällainen esimerkki näkyy kuvan 13 viimeisessä kohdassa.
- PBR Materials on materiaalien ryhmä, joka käyttää erityisesti niihin tehtyjä tekstuurikarttoja, joista selitetään opinnäytetyön seuraavassa luvussa.

(SolidWorks 2020b.)



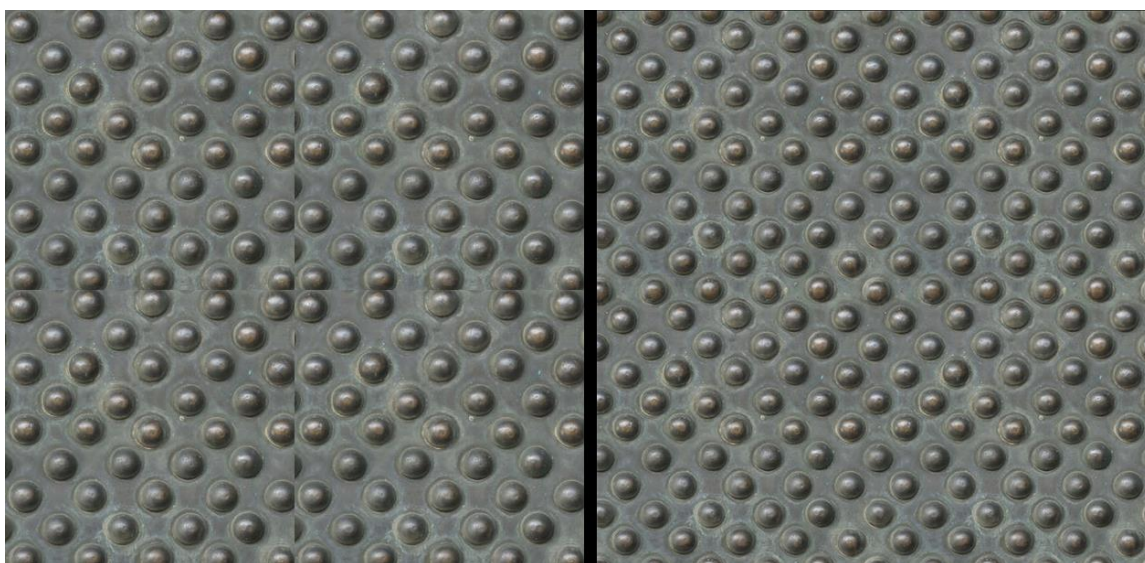
Kuva 12. Appearance-välilehti



Kuva 13. Teräspannun pohja (Plenio 2018), läpikuultava iho (Hickey 2008) ja saippuakuplan pinta (Alexas_Fotos 2015)

5.2 PBR-materiaalit

PBR on lyhenne sanoista Physically Based Rendering, eli fysiikkaperusteinen renderöinti. PBR-materiaalit käyttävät kuvatiedostoja eli tekstuuri ”karttoja”. Tällaisia tekstuureja ja kuvatiedostoja pystyy tekemään itse ja löytämään internetistä ladattavaksi ja käytettäväksi Visualizessa. PBR-materiaalien käyttö on yleistynyt nykyään, varsinkin videopelien 3D-malleilla ja ne toimivatkin samalla tavalla myös Visualisessa käytettävissä 3D-malleissa. Siksi tarjontaa erilaisille materiaaleille on valtavasti. Myös eri ohjelmia, joilla voi luoda omaan käyttöön mieluisia tekstuureja on kehitetty. Tällainen on esimerkiksi Allegorithmicin Substance Designer. (Cloutier 2018.) PBR-materiaaleilla pystyy luomaan 3D-malleille pintatekstuureja, kuten esimerkiksi nahkan pieniä poimuja ja huokosia, metallipinnan pieniä naarmuja ja kiiltoa, puun syitä ja epätasaisuuksia ilman että nämä loisivat uutta 3D-geometriaa malleille ja täten olisivat raskaampia tietokoneille. Kuvatiedostot kannattaa pitää saumattomina, ettei tekstuurin reunat tule mallissa näkyvästi esiin. Kuva 14 on esitetty saumallisen ja saumattoman tekstuuri-erosta. Kuvan vasemmalla puolella erottuu selkeästi missä kuvien raja kulkee tekstuuriin toistuessa.



Kuva 14. Saumallinen ja saumaton tekstuuri (textures.com 2017a)

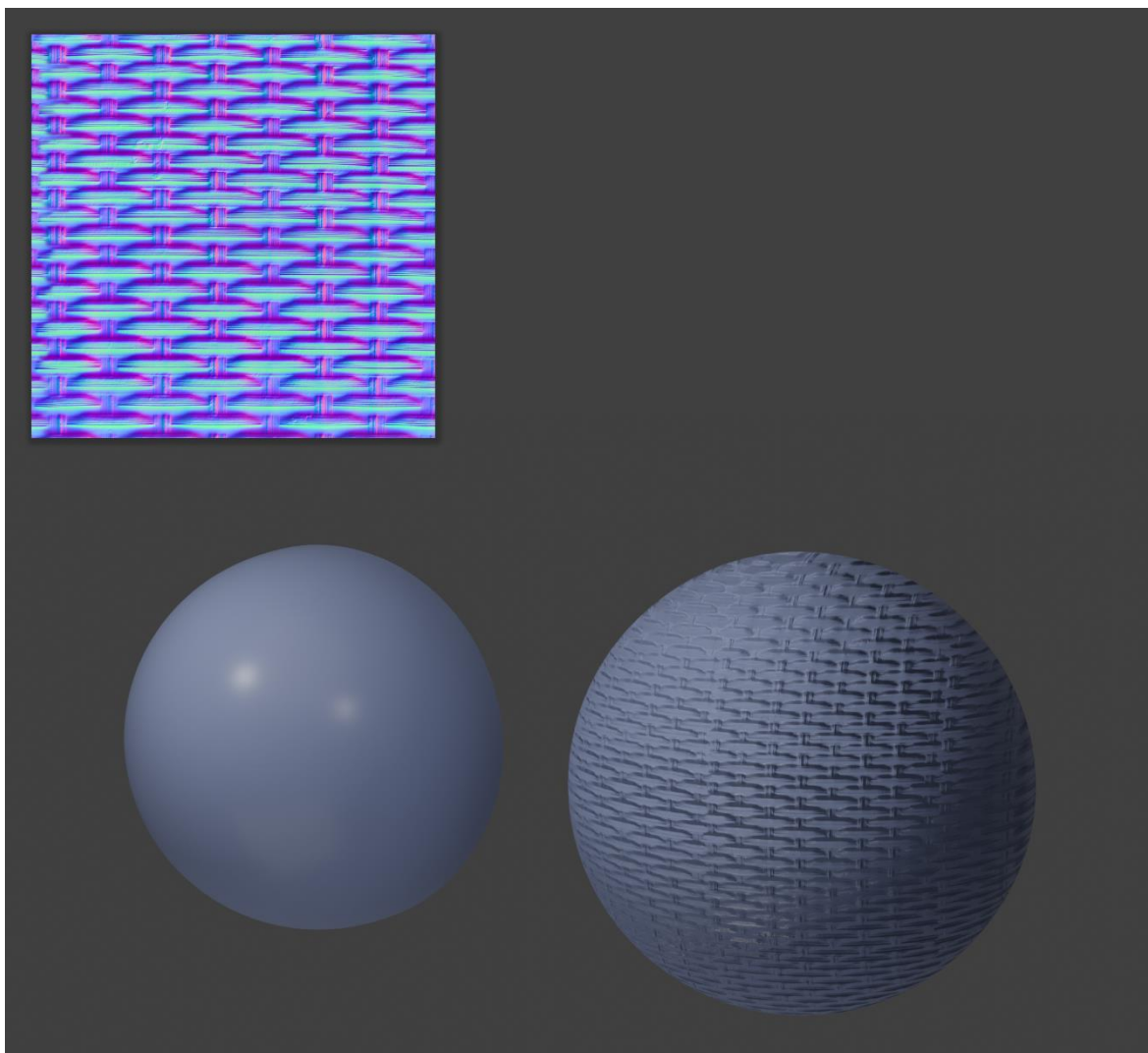
PBR-materiaalit koostuvat usein useasta tekstuuri-kartasta. Näihin useimmin kuuluu albedo tai color, metallic, roughness tai smoothness, normal ja/tai bump. On myös olemassa useita muita tekstuuri-karttoja, kuten ambient occlusion, alpha, transparency ja sub-surface scattering. SolidWorks Visualize kuitenkin käyttää seuraavia tekstuuri-karttoja: color, metallic, roughness ja bump.

Color-tekstuurikartta tarkoittaa materiaalin pinnan väriä. Color-tekstuurikartta saattaa esiintyä myös nimellä Albedo tai Diffuse. Color on objektin väri ilman mitään valon tai varjon aiheuttamaa sävyä tekstuurikartan värissä. (FlippedNormals 2019.)

Metallic-tekstuurikartta tarkoittaa materiaalin metallisuutta. Metallic-tekstuurikartta määrittää mustavalkoarvoilla pinnan metallisuutta. Arvot määrittävät onko pinta metallia vai ei, ja miten paljon. Valkoinen tarkoittaa metallia ja musta muuta materiaalia. Metallit ovat yleensä paljon kiiltävämpää pintaa, kuin muut materiaalit, kuten esimerkiksi muovi. (FlippedNormals 2019.)

Roughness-tekstuurikartta tarkoittaa materiaalin pinnan karheutta tai toisinpäin sileyttä. Mitä epätasaisempi pinta objektilla on sitä vähemmän se heijastaa valoa. Peilipinnat taas ovat hyvin tasaisia. Roughness voi esiintyä joissain ohjelmissa nimellä smoothness. Roughness-tekstuurikartta on aina mustavalkoinen. Karheutta säädellään eri harmaan sävyillä mustan ja valkoisen välillä, jossa valkoinen vastaa arvoa 1 eli täysin karhea ja täten ei heijasta valoa ollenkaan, ja musta arvoa 0, joka on erittäin sileä peilipinta. Tässä kartassa on yleensä paljon vaihtelua, sillä mitkään pinnat eivät ole tasaisen valoa heijastavia. (FlippedNormals 2019.)

Bump- ja normal-kartat ovat kaksi hyvin eri näköistä tekstuuria, mutta käyttäytyvät pinnalla samalla tavalla. Ne luovat pintaan illuusion syvennyksistä ja kohoumista, lisäämättä kumminkaan geometriaa malliin. Bump-tekstuurikartta on mustavalkoinen ja luo korkeuseroja mustan ja valkoisen ja harmaan eri sävyjen arvojen mukaan. Täysin harmaa, jossa mustaa ja valkoista on yhtä paljon, on yleensä tasainen pinta. Kun tämän pinnalle lisää vaaleampaa sävyä tai valkoista, näyttää se mallissa kohoumalta. Musta ja tummemmat sävyt taas aiheuttavat mallin pinnalla uppoumaa. Normal-kartta luo mallin pinnalle myös syvennyksiä ja uppoumia. Nämä tekstuurikartat ovat yleensä hyvin purppuran ja syaanin värisiä kuvatiedostoja, kuten kuvan 15 kulmassa, mutta siinä missä bump-kartta käytti datanaan mustan ja valkoisen värien arvoja, normal-kartta käyttää RGB, eli punaisen, vihreän ja sinisen värikanavien arvoja. Jos pintaa ajatellaan xyz-koordinaatteina, punainen antaa pinnalle x-arvon, vihreä y-arvon ja sininen z-arvon. Nämä arvot luovat mallin pinnalle syvennyksiä ja uppoumia, lisäämättä kumminkaan mallille geometriaa. Tästä esimerkkinä kuvassa 15, jossa geometrisesti kaksi täysin samanlaista palloa, mutta toiseen lisätty kuvan normal-tekstuurikartta. (Georgio 2014.)

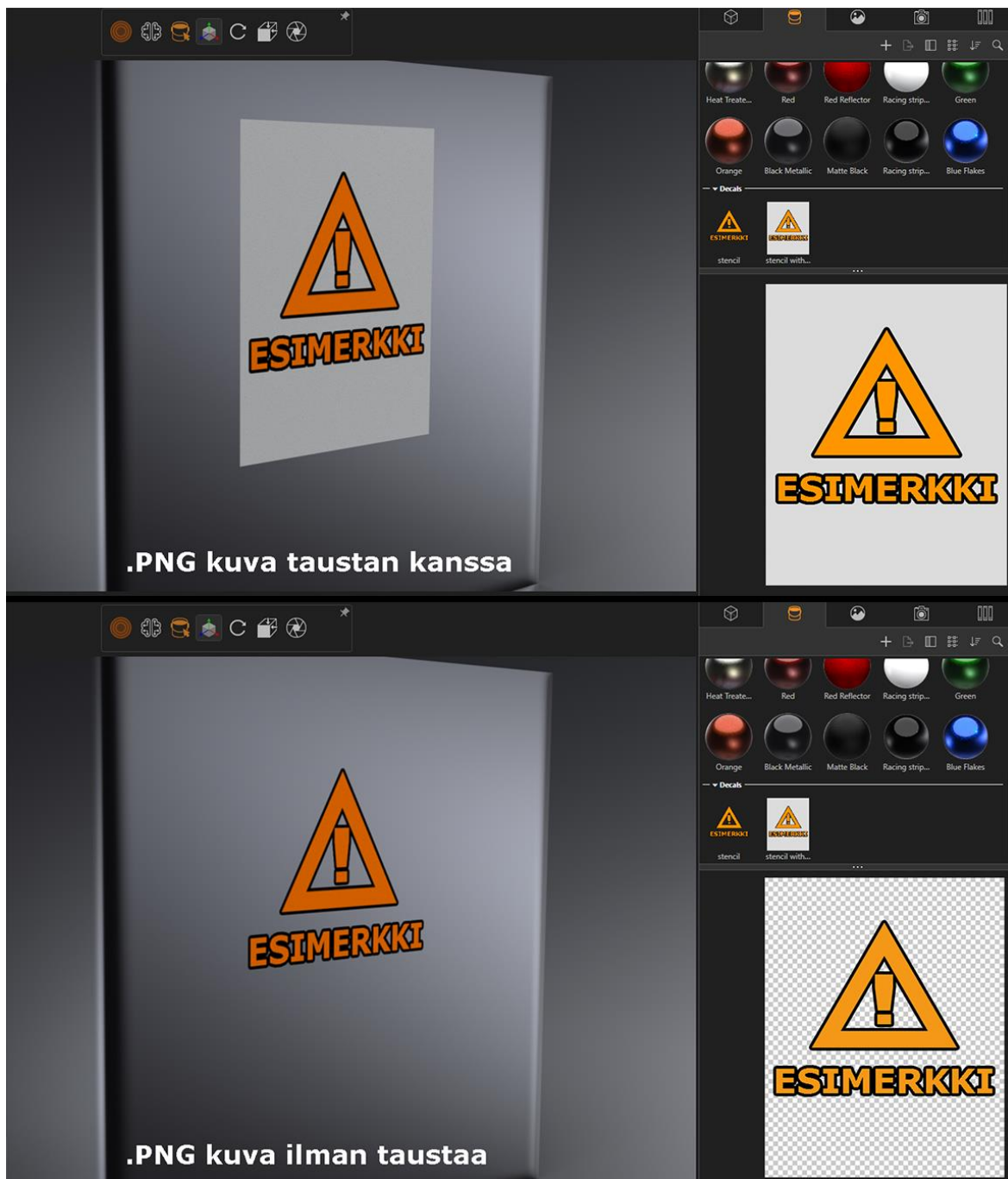


Kuva 15. Normal-tekstuurikartta ja kyseinen tekstuurikartta käytössä

5.3 Decals ja tarrat

SolidWork Visualizen appearance-välilehdellä on mahdollisuus materiaalien lisäksi lisätä projektiin myös decalseja, eli niin sanottuja digitaalisia tarroja. Nämä ovat oiva keino lisätä projektiin esimerkiksi yritysten logoja, tekstejä, kuvioita tai varoitus- ja huomiomerkkejä, ilman että niitä tarvitsee liittää 3D-dataan. Tarrojen lisääminen malliin käy samalla lailla kuin materiaalienkin. Ne voidaan lisätä mallin päälle yksinkertaisesti hiirellä vetämällä ja pudottamalla. Tarroja ja kuvioita on tämän jälkeen helppo manipuloida. Niitä voi skaalata mieleisensä kokoiseksi tai siirrellä ja käännellä tahtomaansa kohtaan 3D-mallissa. Riippuen minkä tyyppinen tarra projektiin halutaan lisätä, kannattaa tarran tiedostomuotoa harkita. Mikäli tarra ei peitä kokonaan tiedoston neliskulmaista pikselipinta-alaa, kannattaa tarran tiedostomuoto olla .tiff tai .png läpinäkyvällä taustalla. Muutoin tarra tuo taustan

mukanaan 3D-mallin pinnalle. Oikeaa tiedostomuotoa käytettäessä tarran saa hienosti mallin pintaan. Näistä voi nähdä esimerkin kuvassa 16. (SolidWorks 2016.)

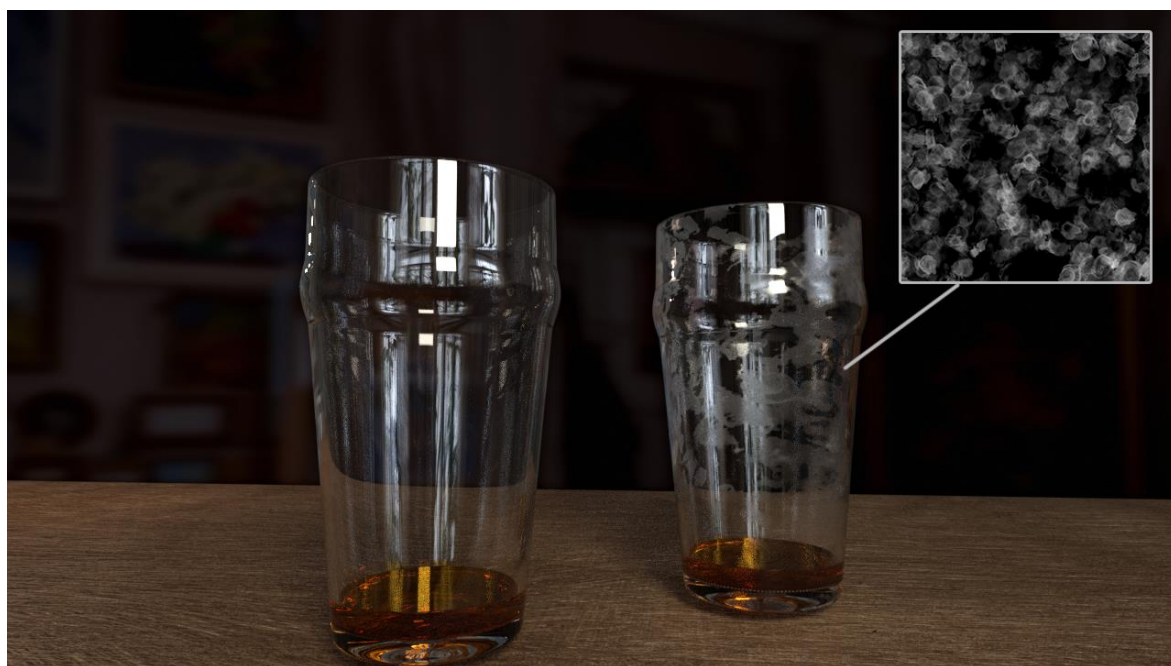


Kuva 16. Decal taustan kanssa ja ilman

5.4 Elävöittävät epätäydellisyydet

Mikäli tuotekuvissa tavoittelee fotograafista realistisuutta, useat tietokoneella renderöidyt kuvat saattavat vaikuttaa epätodellisilta ja muovisilta. Tätä ei osaa selittää, vaikka materiaalit ja valaisu ovat kohdillaan ja kuvassa ei ole mikään vialla. Ja se onkin juuri syy tähän:

kuvassa ei ole mikään vialla. 3D-ohjelmat pystyvät luomaan kuvan luonnottoman täydelliseksi, ilman pieniä epätäydellisyyksiä, joita todellisuudessa ilmenee, mutta joita ihmisilmä ei huomioi. Ihmissilmä on niin tottunut pieniin pinnan naarmuihin ja tahroihin kuten sormenjälkiin, nurkkiin kerääntyvään pölyyn ja epätasaisiin pintoihin, että niiden puuttuminen kuvasta saa kuvan näyttämään epätodellisen puhtaalta. Kuvassa 17 esimerkkinä millaisia epätäydellisyyksiä esimerkiksi lasin pintaan voi syntyä ja millaisella tekstuurikartalla niitä luodaan. (Price 2017.)



Kuva 17. Lasipinnan epätäydellisyyksiä

Vaikka tuotekuvat eivät välttämättä tarvitse esineilleen maalipintaa, joka on hieman kulunut ja naarmuuntunut kulmista, tai lasipintaa, johon on painautunut sormenjälkiä, kannattaa tämä osa mallin teksturoinnissa ottaa kuitenkin huomioon. Epätäydellisyydet tekevät kuvista luonnollisempia ja voivat antaa niiden kohteille omaa tarinaa. Esimerkiksi tuliterä laiva tai työkone voivat näyttää hienoilta puhtaina, mutta pieni ruoste tai likainen työnjälki voivat luoda kuvaa niiden iästä, kestävydestä ja luotettavuudesta. Näitä jälkiä pystyy lisäämään Visualizessa decalilla helposti. Malliin pinnalle pitää vain upottaa tarra, jossa epätäydellisyyksiä kuvaava kuva, kuten kuvassa 18, joka kuvastaa ruosteläikkää.

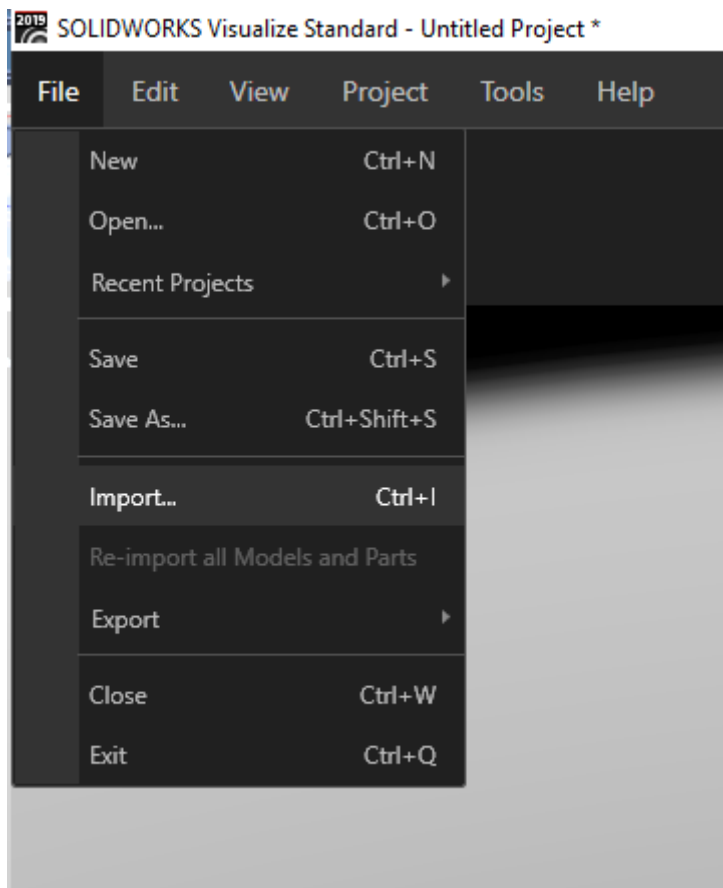


Kuva 18. Ruostetta (textures.com 2017b)

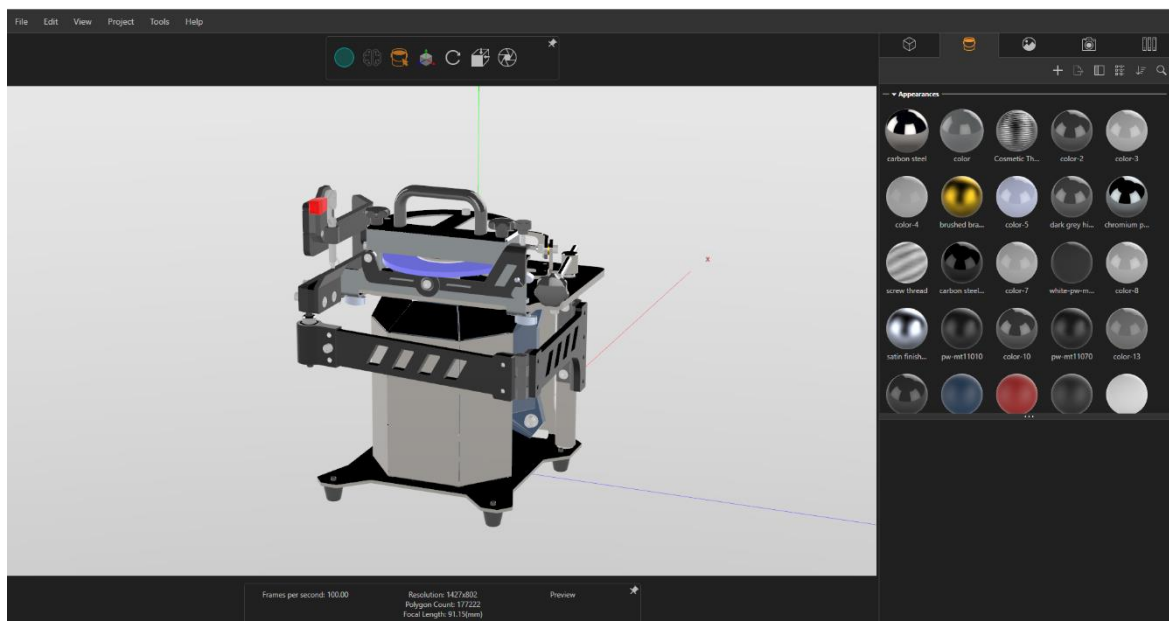
6 CASE

6.1 Mallin tuominen Visualizeen

Opinnäytetyön casessa oli tarkoituksena luoda Mecatroplan Oy:lle SolidWorks Visualize Standardilla luotua kuvaa heidän suunnittelemistaan Parduc tuotesarjan teroituskoneista. Visualizessa projekti aloitetaan importtaamalla, eli tuomalla 3D-malli Visualize ohjelmaan. Tämä tapahtuu Open toiminnolla. Projektiin voi tuoda useamman mallin, mutta nämä pitää tuoda projektiin Import komennolla. Kuvassa 19 näkyy import valinta. (SolidWorks 2020c.) Ohjelma tukee suoraan SolidWorksin omia tiedostomuotoja, kuten .sldprt ja .sldasm, mutta näiden lisäksi tuettuja tiedostomuotoja ovat muun muassa .obj, .fbx, .stl, .3dxml, jne. Tämän opinnäytetyön casessa käytetty malli tuli suoraan SolidWorksista ja on .sldasm tiedostomuodossa. Malli oli geometrisesti kunnossa, mutta materiaalit vaativat käsitteilyä, jotta mallista tulisi näyttävämpi. Kuvassa 20 näkyy Visualizeen tuotu CAD-malli.



Kuva 19. Import



Kuva 20. Visualizeen tuotu malli

6.2 Osat ja lajittelu

Tuotaessa 3D-mallia Visualizeen, ohjelma kysyy tapaa, millaisina mallin osat tuodaan siihen. Geometria valikon Part Grouping -valikosta voi valita miten mallin osat jaetaan. Vaihtoehtoina on Automatic, Flatten, Group/Appearence, Layer, Layer/Appearence, Appearence, Appearence/Layer ja Retain Structure. (SolidWorks 2020d.)

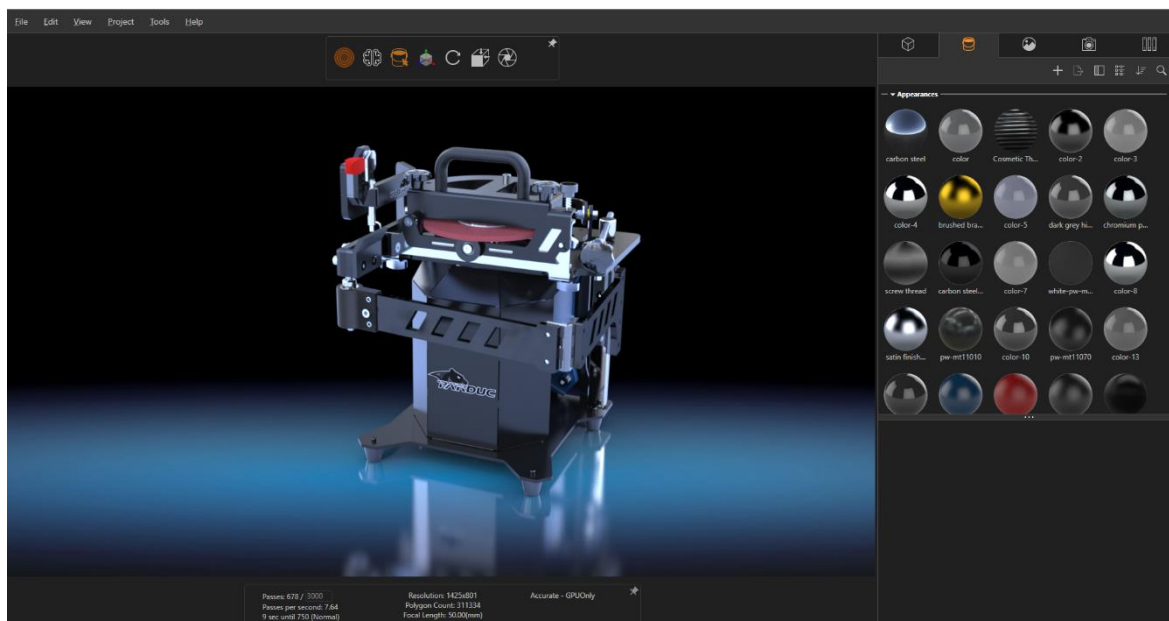
- Automatic käyttää parasta import-asetusten yhdistelmää jäljittelemään miten malli olisi koottu todellisuudessa
- Flatten ei ota huomioon mallin eri osia, vaan tuo mallin Visualizeen yhtenä osana.
- Group/Appearence on tarkoitettu enemmän Autodesk Aliasin .wire tiedostoille. Tämä säilyttää mallin ryhmien hierarkian jakaen osat määriteltyjen materiaalien, värien ja ryhmien mukaan.
- Layer tuo mallin Visualizeen jakaen osat sen mukaan millä layerillä, eli tasolla, alkuperäisessä CAD-mallissa, eikä ota huomioon CAD-datan materiaaleja tai värejä. Jokainen samalla tasolla oleva osa tulee Visualizeen yhdeksi osaksi.
- Layer/Appearence suosii ensin tasoja, sitten materiaaleja jakaessa osia.
- Appearence tuo mallin CAD-datan materiaalin tai värien mukaan. Kaikki pinnat, joilla on sama materiaali tai väri, yhdistetään yhdeksi osaksi tehden mallin maalamisesta helpompaa.
- Appearence/Layer suosii ensin materiaaleja, sitten tasoja jakaessa osia.
- Retain Structure tuo CAD-mallin raakahierarkian Visualizeen. Tämä voi luoda suunnattomasti osia, joka vaikuttaa ohjelman suorituskykyyn.

(Cook, 2019.)

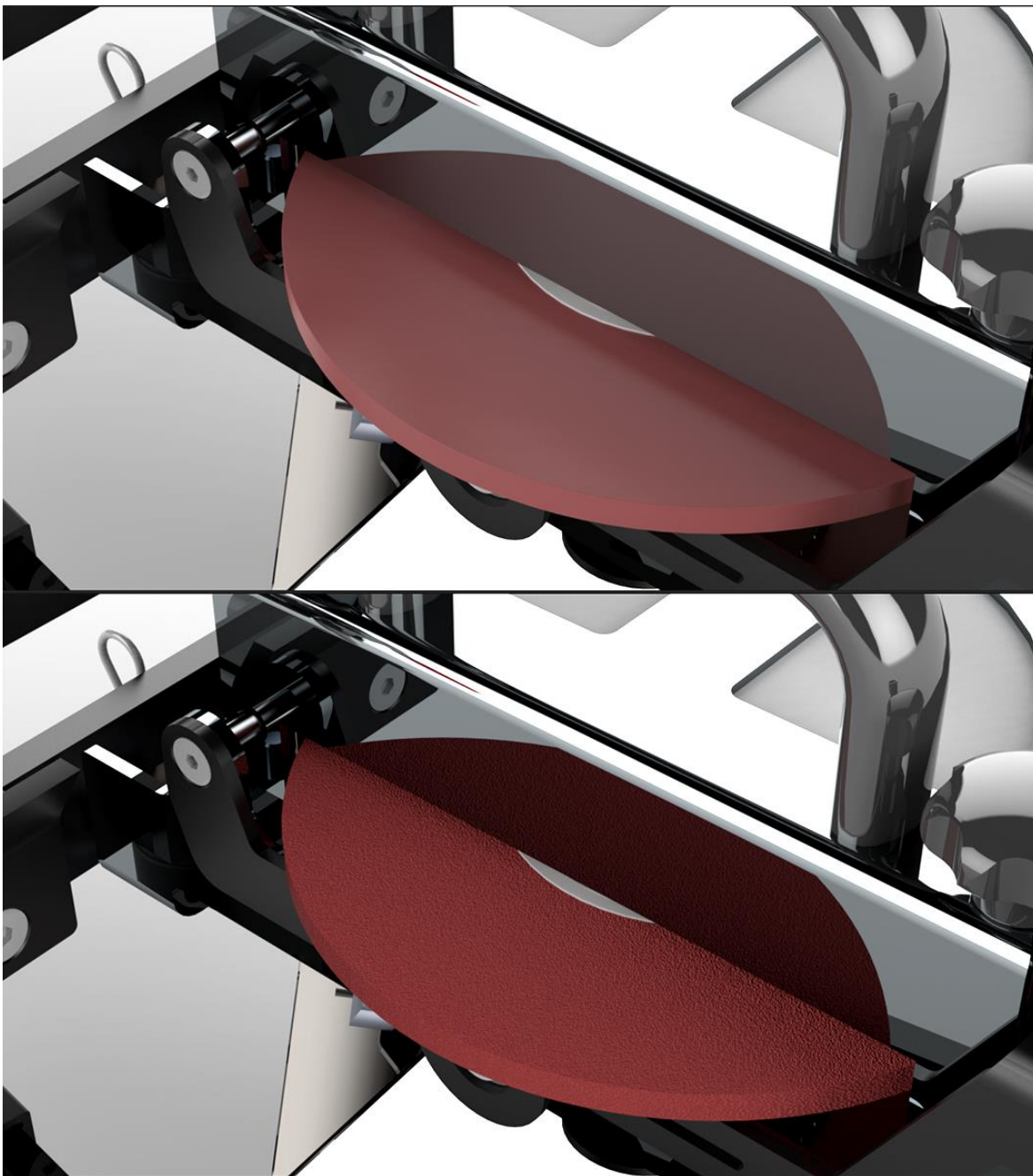
Mikäli alkuperäiseen CAD-malliin tehdään muutoksia myöhemmässä vaiheessa, nämä muutokset voivat myös astua voimaan Visualizessa, mikäli antaa projektille luvan monitoroida mallia. Osia pystyy myös yhdistämään ja halkomaan vielä myöhemminkin. Jos esimerkiksi mallin on tuonut Appearance-valinnalla ja haluaa erotella osia, jotka jakavat saman materiaalin, voi tähän käyttää Split Part -työkalua. Split Part -työkalulla voi valita mallista osan, jonka haluaa jakaa. Valinnan jälkeen Facet Angle Tolerance -asetuksella pystyy säätämään, minkä kokoinen alue osasta erotellaan.

6.3 Mallin maalaaminen

Maalaaminen on tärkeä osa projektia, sillä se luo toivotun ulkonäön laitteille. Koneista oli olemassa jo prototyyppiversiot, jotka antoivat visuaalista suuntaa laitteiden materiaalien vaihtoehtoilta ja ulkonäölle. Laitteet koostuvat suurimmaksi osaksi mustista metalliosista, siispä materiaalienkin tulisi olla mustia tai tummia metallipintoja. Tästä näkyy esimerkki kuvassa 21. Materiaalien pinnan kiiltävyys ei ole peilimäistä, mutta kuitenkin valoa heijastavaa, kun kyseessä on kovaa metallia. Siispä roughness-arvot kannattaa pitää matalina, mutta ei liian lähellä nollaa, jolloin pinnasta tulisi peilin lailla heijastava. Kun sopiva materiaali oli luotu, sen pystyi vetämään mallin osille, jotka jakoivat saman materiaalin keskenään. Laitteissa on myös laikka, jolle piti luoda oma materiaali. Laikka 3D-osana vastaa sileäpintaista kiekkoa, joka näkyy kuvassa 22, joten sille on luotava tekstuureilla laikoille ominainen rosainen pinta. Tämä tapahtuu joko normal- tai bump-tekstuurikarttaa käyttäen. Kyseisessä tapauksessa käytössä oli mustavalkoinen bump-tekstuurikartta, jolla saatiin laikan pinnalle illuusio rosoisuudesta, kuten näkyy kuvan 22 alhaalla. Tekstuuri laikan pinnassa on kuitenkin aika suurikokoista, joten sen tiling-arvoa kannattaa nostaa, jolloin tekstuuri pienenee toistuen useammin pinnalla. Tiling tarkoittaa miten monta kertaa kuva toistuu sille määrättyllä pinnalla, kuin kaakelointi. Jos kuvan haluaa toistuvan tekstuurissa useasti, kannattaa kuvan olla saumaton. Tällöin kuvien toistuessa niiden välille ei synny selvästi huomattavaa saumakohtaa, kuten luvussa 5.2 oli esimerkkinä.



Kuva 21. Laite materiaalien kanssa



Kuva 22. Laikka ilman pintaa ja karhean pinnan kanssa

Laitteissa on myös osia, joiden materiaalit vastasivat suojalasia, muovia ja alumiinimaista metallia. Näiden luonti on vastaavanlaista metalliosien kanssa. Materiaalien roughness-arvot ja väri säädettiin haluttuun arvoon ja syntynyt materiaali raahattiin hiirellä oikeiden osien pinnoille. Yhdellä laitteista on digitaalinen paneeli, joten tälle oli luotava myös oma materiaali. Tämä olisi vihreää valoa hohtava pinta, eli emissive-materiaali, jonka pinnalle luotiin kuvitteellinen ohjelmistovalikko, kuten kuvan 23 ylimmäisessä kohdassa näkyy. Lisäksi laitteiden pinnalle haluttiin tuotteille suunniteltu logo sekä tyyppikilpi. Nämä sai helposti luomalla valmiista vektorikuvista .png tiedosto, jonka sai decal-tarraksi Visualizeen.

Nämä tarrat pystyttiin poimimaan appearance-valikosta ja pudottamaan ja asettelemaan ne haluttuun kohtaan. Logo tuntui järkevältä sijoittaa näkyvälle paikalle, kun taas tyyppikilpi ei niin näkyvälle. Nämä näkyvät myös kuvassa 23.



Kuva 23. Hohtava paneeli, logo ja tyypikilpi

6.4 Ympäristö ja valaisu HDRI-taustoilla

Valaisu tapahtuu Visualizessa enimmäkseen HDRI, eli High Dynamic Range Image -taustoilla. HDR-taustat ovat usein käytössä tietokonegrafiikkaa luodessa. Kuvatiedosto kietoutuu 360 asteen panoraamana 3D-mallin taustalle maisemaksi. Tällöin ohjelma käyttää kuvassa olevaa dataa luomaan valon ja varjon arvoja. 3D-mallin kiiltävät pinnat myös heijastavat ympäristön kuvaa, joka auttaa havaitsemaan sen kuinka kiiltävä pinta on. (Weston 2013.) SolidWork Visualizessa on usean HDRI-taustan kirjasto käytettävissä. Lisäksi internetissä on useita sivuja, joista pystyy lataamaan omaan projektiinsa mieluisen HDRI-taustan. Lisäksi jos osaa tai mahdollista, eri 3D-ohjelmilla voi luoda omia HDRI-taustoja, sekä myöskin valokuvaamaan 360 panoraamakameroilla. Näissä on kuitenkin otettava huomioon, että kuvissa oleva data pystyy valaisemaan oikeanlaisesti sitä käytettäessä taustana. HDRI-taustojen tarkoitus päämääräisesti on valaista malli sen ympäristön mukaisesti realistisesti. Mikäli kuva kuitenkin toimii 3D-mallin miljööön kanssa, voi tausta jäädä esille. Scenes-valikossa voi kuitenkin valita käyttääkö tuleva kuva HDRI-kuvaa taustana vai tasaista väriä. Kun tausta, jossa on sopiva valaistus, on löytynyt, voi sitä vielä hienosäätää. Etenkin brightness eli kirkkaus asetus on syytä säätää haluamakseen, jos kuva tuntuu jäävän esimerkiksi liian pimeäksi. Rotate-asetuksella pystyy pyörittämään taustaa, jolloin 3D-mallia tai malleja ei tarvitse pyörittää, että saataisiin valo tulemaan oikeasta suunnasta.

Kuvassa 24 näkee miltä projektin malli näyttää eri valossa, ja millaisen tunnelman se luo kuvaan. Samassa voi myös hahmottaa miltä malli näyttäisi eri ympäristöissä.



Kuva 24. Erilaisia HDRI-taustoja

6.5 Backplates ja rekvisiitat

Siinä missä HDRI-kuvat ovat 360 asteen panoraama kuvia, backplatet ovat kaksiulotteisia ”taustakankaita”. Backplate on siis kuvatiedosto, joka pysyy staattisena. Kun kameraa pyörittää omassa projektissa, HDRI-tausta muuttuu kameran pyörimisen mukaan. Backplate pysyy aina samanlaisena, pyöritti kameraa miten päin vaan. 3D-malli ei myöskään heijasta, eikä valaistu backplatesta. Siksi projektin valaisu kannattaa tehdä HDRI-

taustalla, ja jos mallin haluaa upottaa johonkin kuvaan, niin tällöin käyttää backplate-kuvaa. Jotta malli sulautuisi kuvaan hyvin, kannattaa kuvan ja Visualizen kameran polttoväli olla lähellä toisiaan. Lisäksi backplate-kuvan ja taustan valaistuksen olisi hyvä olla lähellä toisiaan.

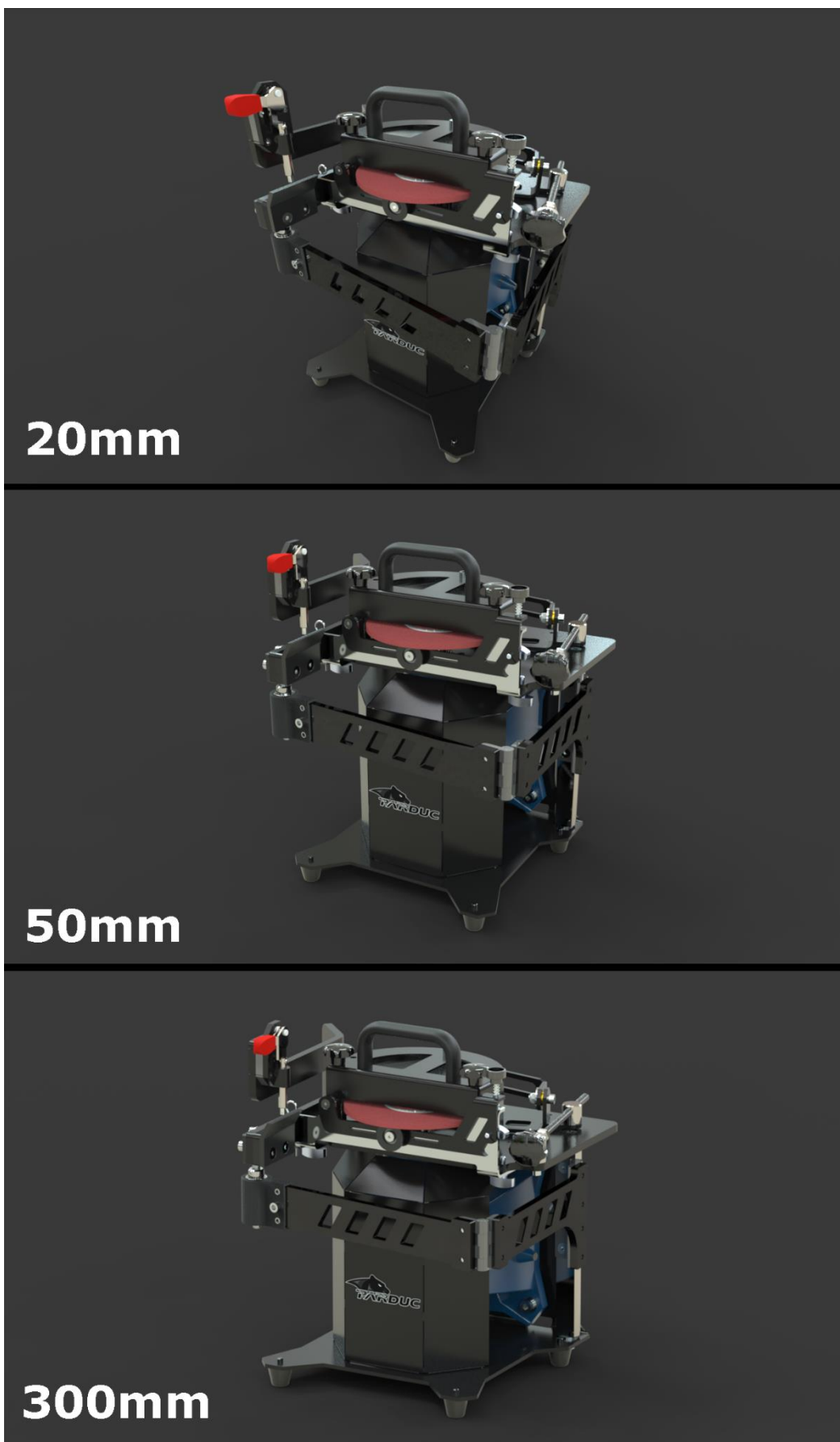
Tuotekuvaa luodessa kuvan kohokohtana on oltava sen tuote. Välillä tuotteen käyttötarkoitusta tai sen visuaalista tarinaa voi kuitenkin ehostaa erilaisilla rekvisiitoilla. Näitä voi tuoda projektiin esimerkiksi importoimalla erilaisia 3D-malleja tai ne voivat olla kuvattuna osana backplatea. Esimerkiksi jos tuotteena on jokin juoma, voi kuvaan tuoda mukaan mahdollisesti lasin, jossa on kyseistä tuotetta. Tällöin kuvassa kohokohtana ei kumminkaan ole lasi, vaan se on tuotu juoman yhteyteen rekvisiitaksi.

6.6 Kamera

SolidWorks Visualizessa kamera toimii samalla lailla kuin todellinen kamera. Kameran kuva muodostuu Visualizen työskentelytilaa vastaaviksi, kun kuva renderöidään. Siksi halutunlaisen kuvan luominen on helppoa, koska kameran voi asettaa mieluiseksi hiiren pyöräytyksellä. Kameroita voi luoda projektiin useita, ja jokaiselle voi antaa omat arvot.

6.6.1 Linssi

Kamera-asetuksissa Lens, eli linssi kohdassa pystyy säätämään valitun kameran linssin polttoväliä. Tämän voi tehdä yhtä lailla Perspective ja Focal Length -säätimillä, joiden arvot käyttäytyvät päinvastaisesti, mutta saaden aikaan saman lopputuloksen. Tuotekuvaa suunnitellessa kannattaa miettiä kuvan polttovälin arvoa. Haluaako kuvan perspektiivin laajakulmana, ja näin pienellä kalansilmä efektillä, joka kameroissakin tapahtuu, vaiko isolla polttoväliarvolla, jolloin kuva lähenee ortografista projektiota. Kuvassa 25 kameran linssi asetettu polttoväli arvoihin 20mm, 50mm ja 300mm, josta näkee miten eri arvot vaikuttavat kuviin.



Kuva 25. Eri polttovälejä

Tekniset kuvat suosivat yleensä isoa arvoa, mutta lähikuvaperspektiiviä voi käyttää tehokeinoina myymään tuotetta. Eri polttoväli arvot toimivat kuitenkin eri lailla ja ovat suhteessa kameran sijaintiin projektissa, joten eri vaihtoehtoja kannattaa kokeilla, kunnes on löytänyt mieluisensa perspektiivin. Kuvassa 26 on havainnollistettu, miten kuvakulmalla ja perspektiivillä voi vaihtaa saman kuvan tunnelmaa.



Kuva pienellä polttovälillä läheltä



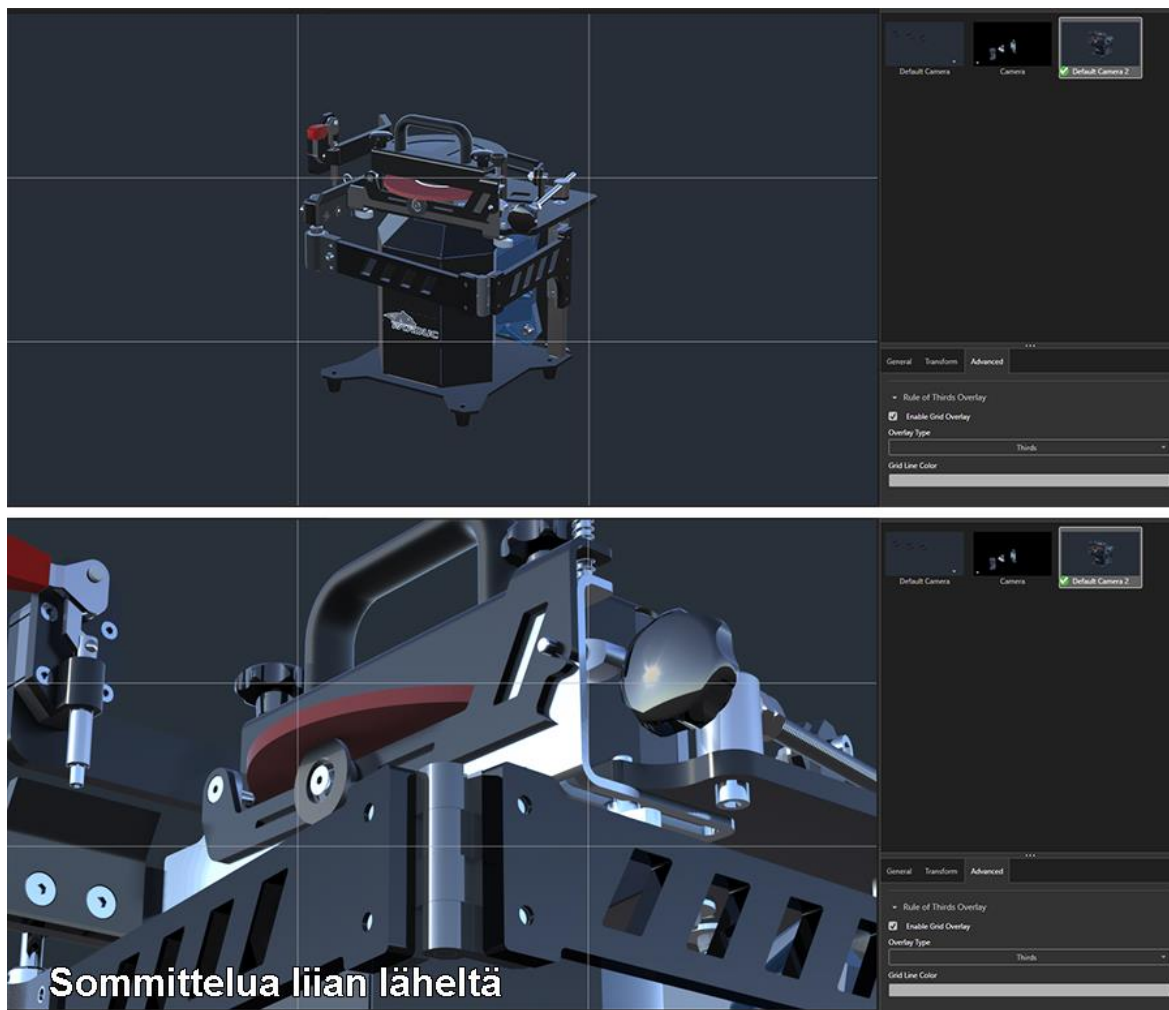
Kuva isolla polttovälillä kaukaa

Kuva 26. Kuva erilaisilla polttoväleillä ja kuvakulmilla

6.6.2 Kuvakulma ja sommittelu

Tuotekuvan sommittelu ja kuvakulmat ovat erittäin tärkeässä osassa haluttaessa tehdä myyväää tuotekuvaa. Visualizessa sommittelu toimii kuin valokuvauksessakin. Useita asioita on syytä ottaa huomioon ja pohtia miten tuotteen haluaa sijoittaa kuvaan. Visualizessa voi ottaa sommitteluun avuksi kamera-asetuksissa olevan kolmanneksen sääntö ruudukon. Kolmanneksen sääntö on kuvataiteilijoiden käyttämä sommitteluohje, jossa kuva jaetaan yhdeksään yhtä suureen osaan pysty- ja vaakasuunnassa (Wikipedia 2020). Ruudukon avulla on helppo lähteä hahmottamaan kuvakulmia projektilleen. Se miten tuote on kuvassa sijoitettu, ja missä kulmassa sitä kuvataan, vaikuttavat paljon kuvan tunnelmaan. Tuote, tässä tapauksessa teroituskone, voidaan sijoittaa täysin kuvan keskelle, jolloin katse hakeutuu varmasti siihen, kuten kuvan 27 yläkohdassa näkyy. Lähikuvat voivat olla tehokeino tuotekuvissa, mutta niiden kuvakulmaa kannattaa miettiä tarkasti ja hahmottaa mitä haluaa kuvassa olevan näkyvissä. Kuvan 27 alapuolen kaltainen sommittelu ei siis olisi suotuisa laitteen houkuttelevuutta ajatellen. Tässäkin tapauksessa eri vaihtoehtojen testaaminen tuottaa parasta tulosta ja jokin sommittelu, mikä ei toimi joillain tuotteilla, saattaa tehdä toisesta tuotteesta paljon mielenkiintoisemman.

Kun kameran on saanut aseteltua projektissa mieluisekseen, sen voi lukita paikoilleen Locked-valinnalla. Tällöin kyseistä kameraa ei voi liikuttaa enää projektissa, mutta se myös estää vahingossa kuvakulman siirtymisen, jos sommitteluun on nähty vaivaa. Projektiiin on kuitenkin mahdollista luoda useita kameroita. Näin yhdestä tuotteesta voi myös luoda yhdessä projektissa useita eri kuvia monista eri kuvakulmista. Uusia luotuja kameroita voi liikuttaa jälleen vapaasti työskentelytilassa, ellei näitäkin lukita Locked-valinnalla.



Kuva 27. Sommittelua kolmanneksen säännöllä

6.6.3 Syväterävyys

SolidWorks Visualizessa on mahdollista asettaa kameran linssille Depth of Field eli syväterävyysalue. Tämä ei ole tuotekuvissa välttämätöntä, mutta sitä voi käyttää tehokeinona kuvissa. Esimerkiksi tietyn kohdan voi korostaa kuvissa tarkalla syväterävyydellä muiden kohtien jäädessä syväterävyysalueen ulkopuolelle. Tällöin kohde näkyy kuvassa tarkkana ja muu sumeana. Syväterävyys toimii Visualizen asetuksissa samoin kuin kameroissa. Siihen vaikuttaa polttoväli, tarkennuskohteen etäisyys ja kuvitteellisen linssin aukkosuhde, tai toisin sanoen f-luku. Halutun kohteen tarkennus onnistuu helposti valitsemalla haluttu kohta, joka tarkennetaan Focal Distance -valitsimen Pick-nappulalla. Tällöin työskentelytilassa voi hiirellä osoittaa halutun kohdan projektistaan, johon kamera tarkentaa ja asettaa tarkennusetäisyyden. Kuvan 28 kahdessa ensimmäisessä ruudussa näkyy, miten projektin tarkennusetäisyys on valittu kahden eri laitteen välillä. Syvyysterävyysaluetta on tämän jälkeen helppo säätää F Stop -säätimellä, eli linssin f-lukuarvolla. Niin kuin kameroissakin,

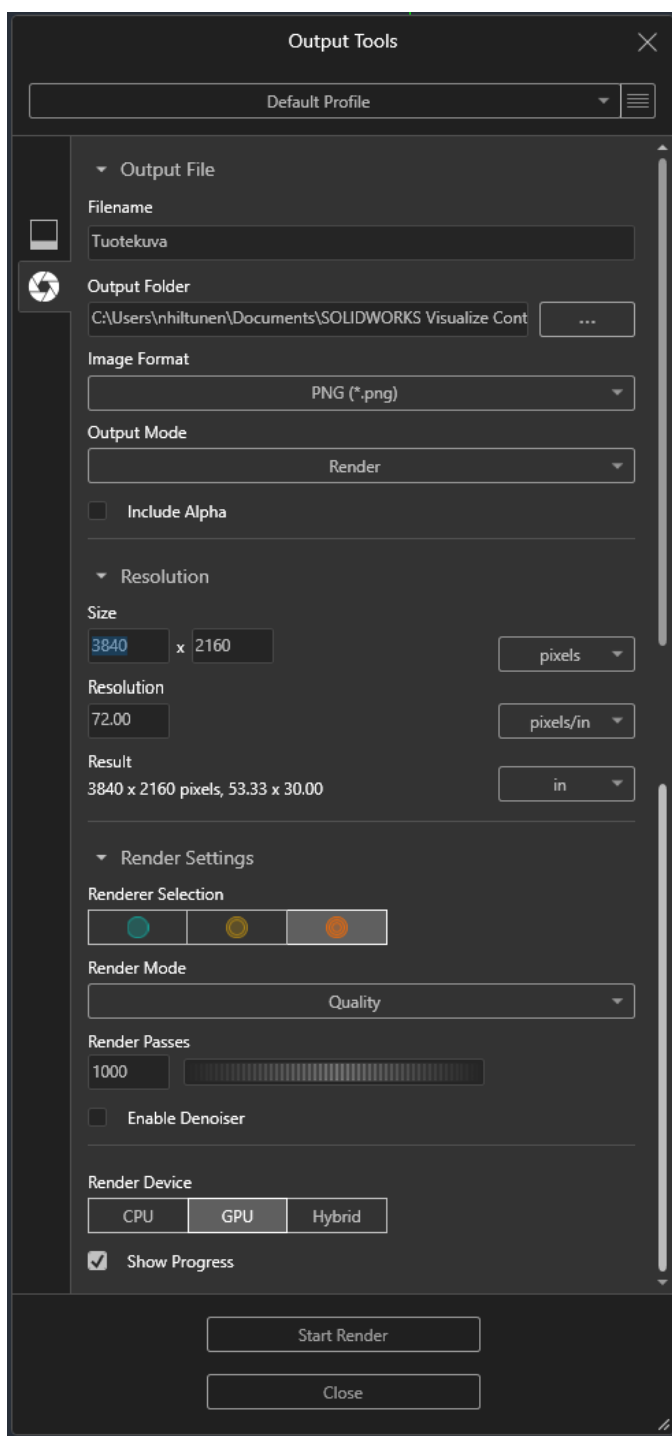
mitä pienempi f-luku on, sitä pienempi syväysterävyysalue on. Iso f-luku taas sen sijaan voi tarkentaa pitkällekin alueelle. Kuvassa 28 näkyy eroja, miten f-luku vaikuttaa kuvaan.



Kuva 28. Syväterävyys eri arvoilla

6.7 Kuvan luonti

Kun projektin kamera tai kamerat ovat saatu asetettua mieluiseksi, jää enää jäljelle kuvan lopullinen luonti. Kuvan asetuksia pystyy säätämään mieluiseksi Visualizen Output Tools -ikkunalla. Tässä ikkunassa kuvan voi nimetä, valita kansion tietokoneelta, johon valmis kuva tallennetaan, sekä muita asetuksia. Kuvassa esitetty 29 näkymä Output Tools ikkunasta.



Kuva 29. Output Tools

6.7.1 Kuvan koko ja tyyppi

Yksi asetus luotavalle kuvalle on se, mihin kuvatiedostomuotoon se tallennetaan. Image Format valintaikkunasta pystyy valitsemaan kuvalle mieluisen kuvaformaatin. Näihin kuuluu perus kuvatiedostomuodot, kuten .jpg, .png, .bmp, mutta myöskin .tiff, .psd, .hdr ja .exr. Kuvaformaattia valitessa kannattaa miettiä, millaiseen käyttöön kuva on tarkoitettu. Esimerkiksi jos tuotteesta haluaa luoda kuvan ilman taustaa, jonka pystyy upottamaan myöhemmin haluamallaan tavalla, kannattaa kuvamuodoksi valita .png tai .tiff, jotka ymmärtävät läpinäkyvää taustaa kuvatiedostossa. Image Format valintaikkunan alapuolella on Output Mode -valintaikkuna. Tässä ikkunassa voi valita mitä Visualize laskee, kun renderöinti aloitetaan. Vaihtoehtoina Standard versiossa on Render ja All Cameras. Render-vaihtoehto aloittaa sen kameran laskemisen, joka on tällä hetkellä valittuna. Kuva lähtee siis muodostumaan siitä, mitä työskentelytilassa näkyy. Jos projektissa on käyttänyt useaa kameraa, voi näiden kaikkien kuvat laskea yhdistettynä valitsemalla All Cameras. Näin Visualizen voi jättää laskemaan useaa kuvaa ilman, että joutuu valitsemaan halutun kameran ja aloittamaan renderöinnin alusta edellisen valmistuttua. Output Mode -valikon alapuolella on Include Alpha -valinta. Tämän valitessa kuvalle voi säätää, käyttääkö se alpha kanavaa, eli kuvan läpinäkyvyyttä. Tämä pitää valita, mikäli haluaa kuvan ilman taustaa, kuten aikaisemmin mainittiin. Tällöin tietenkin kuvamuodon pitää olla alpha kanavaa tukeva.

Seuraavana ikkunassa valitaan kuvan koko ja resoluutio. Nämäkin arvot tulee harkita kuvan käytön kannalta. Mikäli kuva tulee olemaan esimerkiksi vain web käytössä, tai tietokoneen ruudulta katsottaessa, kannattaa sen resoluutio mitoittaa tietokoneiden näyttöihin sopiviksi. Jos taas kuva on tarkoitus tulostaa, kannattaa sen resoluutio ja koko olla paljon isompia. Tähänkin on huomioitava mahdollisen printin koko, esimerkiksi A4 kokoiselle arkille printattu kuva voi näyttää yhdellä resoluutiolla paremmalla, mutta jos sama printataan ison julisteen kokoon, saattaa samalla resoluutiolla jo pystyä erottamaan pikseleitä kuvasta. Kuvan koko ja resoluutio pitää ottaa huomioon renderöinnissä. Mitä isompi ja tarkempi kuva on tavoitteena luoda, sitä pitempään sen laskeminen eli renderöiminen tulee kestämään. Kuvan mittoja pystyy säätämään mieluisekseen eri arvoilla. Vakiona kuvaa mitoitetaan pikseleillä korkeus-leveys -mitoilla, mutta vaihtoehtoina on myös tuumat, senttimetrit ja millimetrit. Resoluutio määrittää miten monta pikseliä per tuuma, senttimetri tai millimetri tulee.

6.7.2 Renderöinti

Output Tools ikkunassa on seuraavana Render Settings, eli renderöinti asetukset. Tässä pystyy määrittelemään, miten ohjelma laskee kuvat ja millä teholla. Ensimmäisenä Renderer Selection -kohdassa pystyy valitsemaan kuvan laadun. Tämä toimii samalla lailla kuin työskentelytilassa. Seuraavana asetuksissa on Render Mode -valintaikkuna, jonka vaihtoehtoina on Quality ja Time Limit. Quality -asetuksella Visualizeen määritellään arvo, miten monta kertaa se laskee kuvan. Mitä useamman kerran kuva lasketaan, sitä tarkempi ja vähemmän rakeinen lopputuloksesta tulee. Tällä asetuksella ei pysty määrittelemään, miten kauan kuva renderöityy. Toinen vaihtoehto asetuksissa on Time Limit, jolla nimensä veroisesti pystyy määrittelemään halutun ajan mitä ohjelma laskee kuvaa. Jos esimerkiksi haluaa, että kuva renderöityy vain viisi minuuttia, Visualize käyttää ainoastaan viisi minuuttia ja laskee tässä ajassa kuvaa mahdollisimman monta kertaa. Tällä asetuksella kuvan luomiseen käytettävä aika on hallinnassa, mutta kuvan laatu saattaa vaihdella, tai jopa jäädä rakeiseksi. Asetusikkunassa on valinta Enable Denoiser. Tämä valittaessa Visualize käyttää ohjelman sisään rakennettua kuvan rakeisuuden poistajaa. Denoiser pystyy poistamaan kuvasta tietyn määrän pientä rakeisuutta. Täten kuvan laskentakertoja pystyy tarvittaessa madaltamaan, tai laskenta-aikaa lyhentämään. Nämä asetukset on kuitenkin tehtävä ennen kuin kuvan renderöiminen alkaa. Lisäksi, vaikka denoiser on tehokas, saattaa se luoda kuvaan epätarkkoja kohtia, mikäli rakeisuus on suurta. Lopuksi valintaikkunassa on valinta, mitä tietokoneen ominaisuuksia renderöimiseen käytetään: prosessoria (CPU), näytönohjainta (GPU) vai molempia yhdistettynä (Hybrid). Tämä valinta kannattaa tehdä sen mukaan, tuleeko kone olemaan muussa käytössä kuvan laskemisen aikana. Esimerkiksi jos kone jää yön yli laskemaan kuvaa, voi se varmasti käyttää koko koneen tehoja. Työaikana prosessorin käyttö kuvan laskemisessa saattaa hidastaa konetta huomattavasti, jolloin muu koneen käyttö saattaa vaikeutua. Asetuksista pystyy vielä valitsemaan Show Progress -asetuksen. Tämä valittuna on mahdollista seurata kuvan muodostumista ja siihen käytettyä aikaa, sekä arvioitua aikaa mitä kuvan muodostamiseen tulee menemään.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella SolidWorks Visualize Standardia tuotekuvituksen käytössä. SolidWorks Visualize Standard on erinomainen työkalu realististen tuotekuvitusten valmistamiseen. Kuvien työstäminen on sillä helppoa ja nopeaa. Ohjelma ei kumminkaan pärjää visuaalisen materiaalin työstämisessä usealle toiselle 3D-ohjelmalle, rajoitetun käyttötarkoituksensa takia. Standard versiolla ei esimerkiksi pysty luomaan animaatiota tai yksinkertaisia simulaatioita. Lisäksi erilaisten partikkeli- ja neste-efektien luominen ei onnistu Visualizella, kuten esimerkiksi ilmaisella Blender 3D:llä. Visualize on melko hintava, niin Professional, kuin Standard versiona. Siksi Visualizen ostoa kannattaa harkita omana lisenssinään. Visualisen Standard versio tulee kuitenkin kylkiäisenä SolidWorksin Professional- ja Premium-lisenssien mukana. Joten jos suunnittelu yrityksillä on mahdollisuus sen käyttöön, kannattaa se ehdottomasti.

Ohjelman vahvuuksia on sen käyttäjäystävällisyys. Lähes kuka tahansa pystyy luomaan upeita tuotekuvia Visualizella, erittäin pienen opetteluun jälkeen. Tämä on merkittävää jos yritys, joka suunnittelee tuotteita, haluaa luoda itse tuotekuvia, eikä ulkoistaa tätä prosessia kuvittajille. Käyttö yksinkertaisuudessaan toimii suurimmilta osin valitsemalla ja tiputtamalla eri materiaaleja ja taustoja 3D-malliin. SolidWorks Visualizen yhteensopivuus SolidWorksin kanssa on myös eduksi yrityksille, joilla on käytössä SolidWorks, Visualizen ollessa yhteensopivin tämän CAD-suunnitteluohjelman kanssa. Malli voi päivittyä reaaliaikaisesti Visualizessa, siihen tehtäessä muutoksia SolidWorksissa, jos tälle ominaisuudelle antaa luvan.

Opinnäytetyön ja Mecatroplan Oy:n parissa työskennellessä SolidWorks Visualize Standard tuli tutuksi ohjelmaksi käyttää. En ollut aiemmin käyttänyt ohjelmaa, mutta sen yksinkertainen käyttöliittymä helpotti ohjelmaan tutustumista, ja jo pian pystyinkin käyttämään sitä. Tietenkin ohjelman kanssa oli pieniä laitevaikeuksia alussa. Koska erilaiset 3D-mallit tulivat suoraan suunnittelupuolelta, pystyi niistä luomaan heti kuvia Visualizella. Tietenkin joka laitteessa materiaalit piti säätää mielusekseen, mutta tämäkin oli nopeaa helpoilla työkaluilla ja säätimillä. Mitä realistisemmaksi materiaalit halusit, sitä enemmän tämä vaati hienosäätöä. Liitesivuilta löytyy esimerkkejä lopullisesta tuloksesta liitteissä 1-7.

Mikäli työn tarkoituksena olisi vain luoda tuotekuvia yrityksessä, jossa olisi käytössä SolidWorks, Visualize Standard olisi ehdoton ensimmäinen valinta tälle työprosessille.

LÄHTEET

Alexas_Fotos 2015. Pixabay [viitattu 9.5.2020]. Saatavissa:

<https://pixabay.com/fi/photos/saippuakupla-v%C3%A4rik%C3%A4s-pallo-824550/>

Ayman, M. 2019. Dziner Watch. Behance [viitattu 9.5.2020]. Saatavissa:

<https://www.behance.net/gallery/87085515/Dziner-Watch>

Beltram, F. 2019. 3D Product Visualization: 10 Ways to Present 3D Images to Drive Your

Sales. Cad Crowd [viitattu 15.3.2020]. Saatavissa: <https://www.cadcrowd.com/blog/3d-product-visualization-10-ways-to-present-3d-images-to-drive-your-sales/>

Bethany 2017. A Brief History Of SolidWorks. Scan2CAD [viitattu 29.2.2020]. Saatavissa:

<https://www.scan2cad.com/cad/solidworks-history>

CadTek 2020. SOLIDWORKS Visualize vs PhotoView 360 – Rendering Engine

Comparison. CadTek Systems [viitattu 15.3.2020]. Saatavissa:

<https://www.cadtek.com/rendering-software-comparison/>

Cloutier, M. 2018. Enhanced Material Support for Visualize 2019. Dassault Systemes

[viitattu 18.3.2020]. Saatavissa: <https://blogs.solidworks.com/tech/2018/10/enhanced-material-support-for-visualize-2019.html>

Cook, C. 2019. Importing Options for Visualize. Perception Engineering [viitattu 9.3.2020].

Saatavissa:

<https://www.perceptioneng.com/blogold/2018/8/16/14plxg3n05f9mpjz8p0ein6xrlnj2a>

Deep Sky Studios 2015. FLIR | 3D Product Renders [viitattu 25.3.2020]. Saatavissa:

https://deepskystudios.com/wp-content/uploads/2015/05/Flir_Camera_Front_Explode.jpg

Elysium 2020. Translate and Harness the Power of 3D Data [viitattu 2.4.2020].

Saatavissa: <https://www.elysium-global.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2018/02/1.png>

FlippedNormals 2019. PBR Explained for 3D Artists - Physically Based Rendering.

FlippedNormals [viitattu 24.3.2020]. Saatavissa:

<https://www.youtube.com/watch?v=a4dURVZEi3E>

Georgio, P. 2014. CG101: What is a Normal Map? Pluralsight [viitattu 24.3.2020].

Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=yHzlx41eiD4>

Goudin, M. & Koopman, K. 2016. Website showcasing technology behind Philips

Sonicare. Behance [viitattu 9.5.2020] Saatavissa:

<https://www.behance.net/gallery/31035179/Website-showcasing-technology-behind-Philips-Sonicare>

Hartmann, T. 2006. Engineering drawing (with BOM) of a worm gear, created with Solid Edge [2.4.2020]. Saatavissa:

https://fi.wikipedia.org/wiki/Tietokoneavusteinen_suunnittelu#/media/Tiedosto:Schneckengetriebe.png

Hickey, J. 2008. Light bulb. Flickr [viitattu 9.5.2020]. Saatavissa:

<https://www.flickr.com/photos/exquisitur/2699850137>

MacKay, R. 2019. SOLIDWORKS Visualize Standard vs Professional. Javelin Tech [viitattu 18.3.2020]. Saatavissa: <https://www.javelin-tech.com/blog/2019/03/solidworks-visualize-standard-vs-professional/>

Muraja, T. 2019. Omega Speedmaster. Behance [viitattu 9.5.2020]. Saatavissa:

<https://www.behance.net/gallery/85073977/Omega-Speedmaster>

NDigitec 2018. 3 Reasons Why You Need Product Visualization For Your New Brand.

NDigitec [viitattu 22.3.2020]. Saatavissa: <https://www.ndigitec.com/news/3-reasons-why-you-need-product-visualization-for-your-new-brand/>

Old Car Advertising 2017. Directory Index: Chevrolet/1946 [viitattu 25.3.2020].

Saatavissa: <http://www.oldcaradvertising.com/Chevrolet/1946/1946%20Chevrolet%20Ad-02.jpg>

Ouchterlony, E. 2014. Exploded Jigsaw Rendering. Behance [viitattu 9.5.2020].

Saatavissa: <https://www.behance.net/gallery/15246381/Exploded-Jigsaw-Rendering>

Plenio, J. 2018. Pixabay [viitattu 9.5.2020]. Saatavissa:

<https://pixabay.com/fi/photos/rauta-ruostumatonta-ter%C3%A4st%C3%A4-alumiini-3316844/>

PLM Group 2020. SOLIDWORKS 3D CAD – SUUNNITTELUYÖKALU INSPIROIMAAN INNOVOINTIA. PLM Group [viitattu 5.3.2020]. Saatavissa:

<https://plmgroup.fi/tuotteet/ohjelmistot/solidworks-3d-cad/>

Ponce, G. 2019. What Is CAD Design? – Simply Explained. All3DP [viitattu 28.2.2020].

Saatavissa: <https://all3dp.com/2/what-is-cad-design-simply-explained/>

Price, A. 2017. What are Surface Imperfection Maps? Poliigon [viitattu 25.3.2020].

Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=jmF9j-0df4c>

Rossi, M. 2018. Lego Technic 8459 - Full CGI. Behance [viitattu 9.5.2020]. Saatavissa: <https://www.behance.net/gallery/73331809/Lego-Technic-8459-Full-CGI>

Solid Solutions 2020. SOLIDWORKS Visualize Gallery [viitattu 25.3.2020]. Saatavissa: <https://www.solidsolutions.co.uk/Page-Gallery/solidworks/Visualize/Closeups/Visualize-11.jpg>

SolidWorks 2016. SOLIDWORKS Visualize Tutorial Decals. Dassault Systemes [viitattu 25.3.2020]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=LgreGIBDKHk>

SolidWorks 2020. SOLIDWORKS Visualize Benchmarks [viitattu 3.4.2020]. Saatavissa: <https://www.solidworks.com/sw/support/visualize-hardware-benchmarks.htm>

SolidWorks 2020a. Render Selection Tools. Dassault Systemes [viitattu 18.3.2020]. Saatavissa: https://help.solidworks.com/2020/English/Visualize/c_render_selection.htm

SolidWorks 2020b. Appearance Types. Dassault Systemes [viitattu 18.3.2020]. Saatavissa: https://help.solidworks.com/2020/English/Visualize/c_visualize_appearances.htm

SolidWorks 2020c. Importing 3D Models into Projects. Dassault Systemes [viitattu 9.3.2020]. Saatavissa: https://help.solidworks.com/2020/English/Visualize/t_visualize_importing_3d_models_projects.htm

SolidWorks 2020d. Import Settings Dialog Box. Dassault Systemes [viitattu 9.3.2020]. Saatavissa: https://help.solidworks.com/2020/English/Visualize/r_import_settings_dialog_box.htm

textures.com 2017a. BronzeCopper0089 [viitattu 24.3.2020]. Saatavissa: https://www.textures.com/system/gallery/photos/Metal/Bronze%20And%20Copper/111770/BronzeCopper0089_1_download600.jpg

textures.com 2017b. DecalsRusted0051 [viitattu 25.3.2020]. Saatavissa: https://www.textures.com/system/gallery/photos/Decals/Rust%20Spots/116523/DecalsRusted0051_3_download600.jpg

TrustRadius Inc. 2020. Computer-Aided Design (CAD) Software. TrustRadius [viitattu 29.2.2020]. Saatavissa: <https://www.trustradius.com/computer-aided-design-cad>

Vidoevska, B. 2018. Traditional Photography vs. 3D Product Visualization: How to Make the Right Choice. Cyllindo. [viitattu 22.3.2020]. Saatavissa: <https://blog.cyllindo.com/furniture-photography-vs-3d-visualization-checklist>

Weston, J. 2013. Understanding HDRI. Hyperfocal Design [viitattu 9.3.2020]. Saatavissa: <https://www.hyperfocaldesign.com/tutorials/understanding-hdri/>

Wikipedia 2020. Kolmanneksen sääntö. [viitattu 9.3.2020]. Saatavissa: https://fi.wikipedia.org/wiki/Kolmanneksen_sääntö

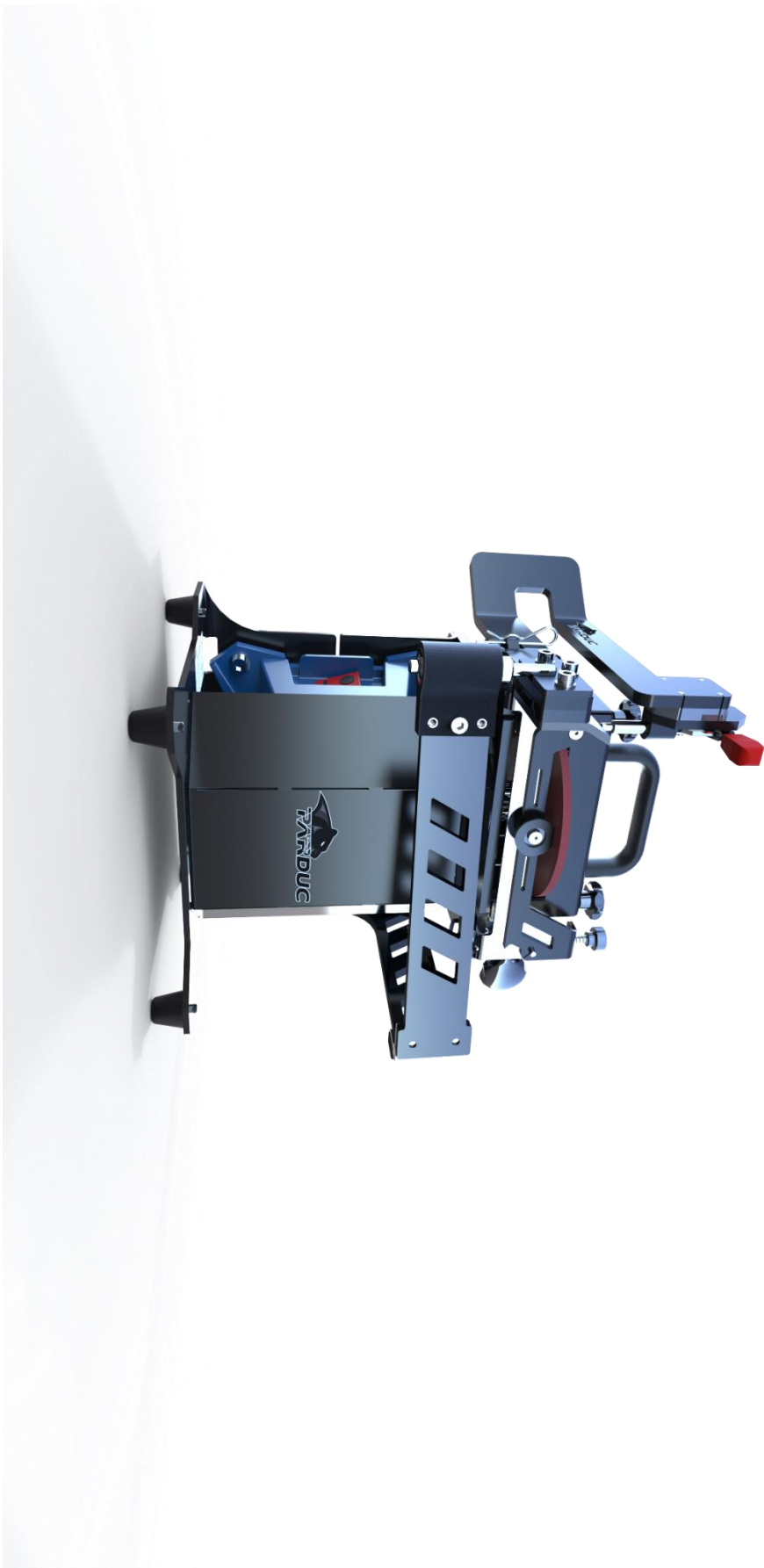
Winning Media 2020. Part 2: Illustration in design - The Cons. Winning Media [viitattu 22.3.2020]. Saatavissa: <https://www.winningmedia.com.au/part-2-illustration-design-cons/>

Yosef, G. 2019. Burgersbar – 100% CGI. Behance [viitattu 9.5.2020]. Saatavissa: <https://www.behance.net/gallery/76613237/Burgersbar-100-CGI>

LIITTEET



Liite 1



Liite 2



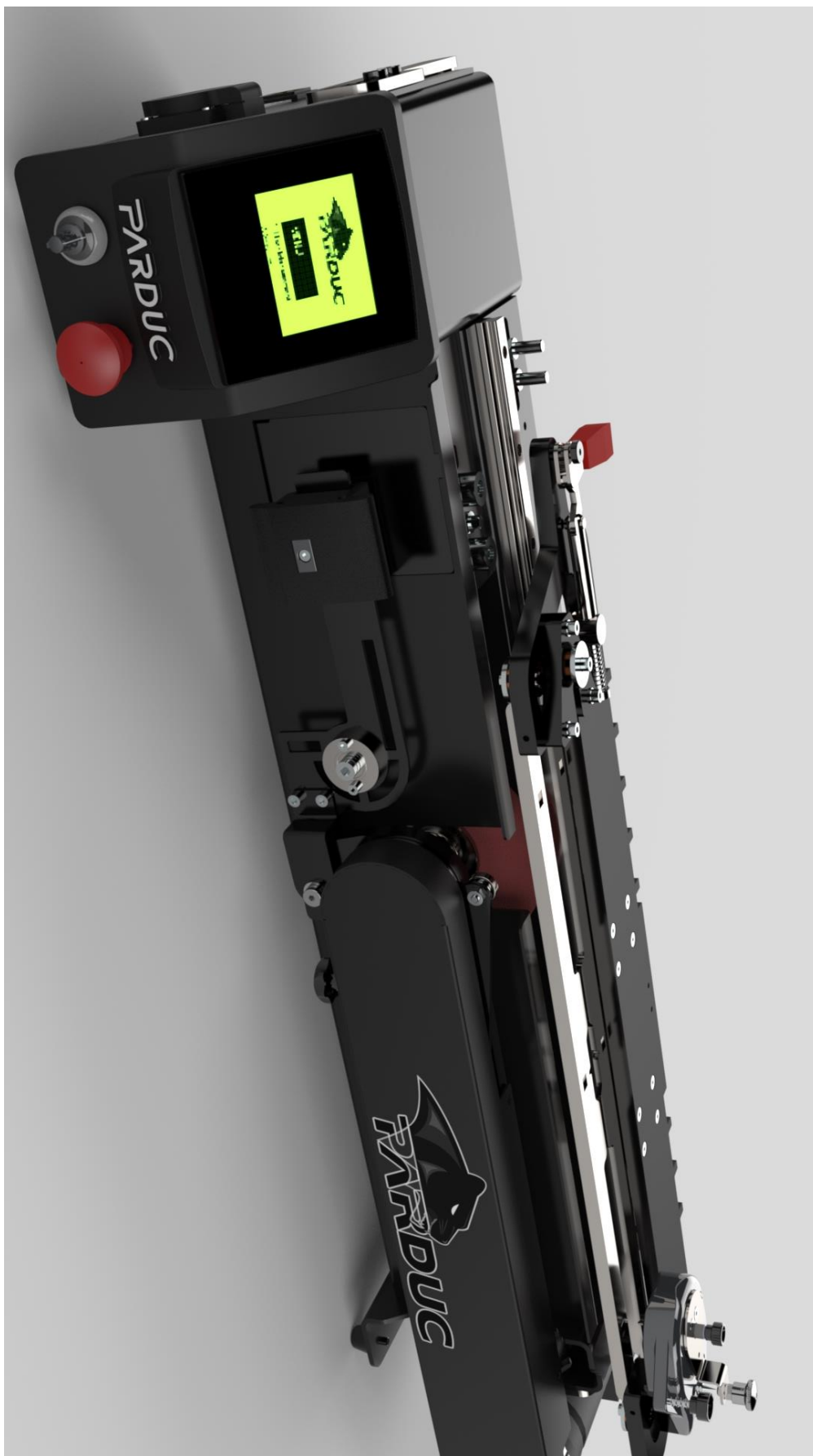
Liite 3



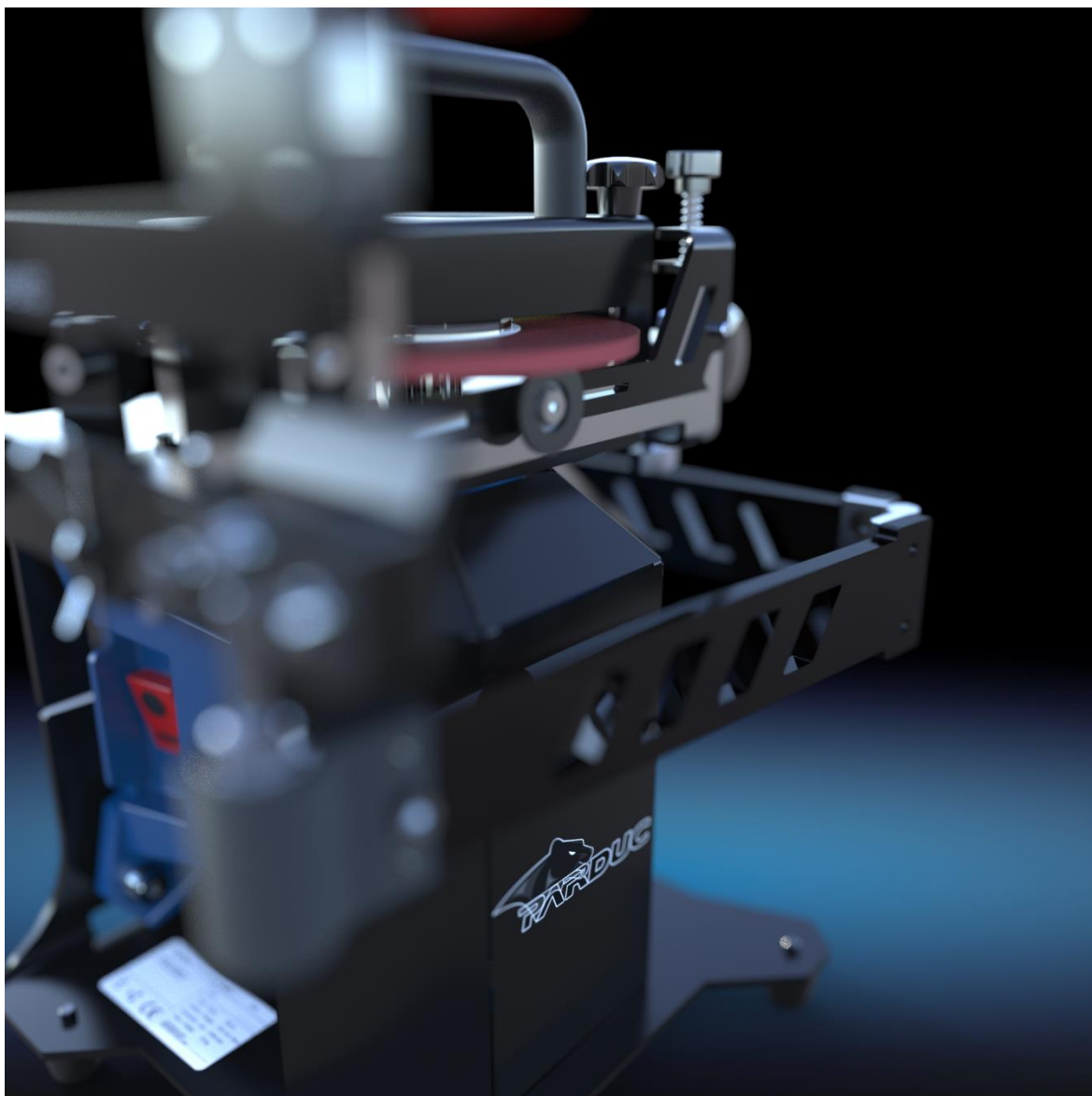
Liite 4



Liite 5



Liite 6



Liite 7