



HÖGSKOLAN
DALARNA

Ökad insikt i den 3D-grafiska arbetsprocessen

Visualisering av interiörmiljöer i stillbilder

***Increased insight into the 3D graphics
workflow***

***Visualization of still images of interior
environments in 3D-graphics***

Författare Rikard Auregård
Oscar Ivansson

Datum 13 oktober 2015

Examensarbete för kandidat- examen i Grafisk teknologi

Titel Ökad insikt i den 3D-grafiska arbetsprocessen Visualisering av interiörmiljöer i stillbilder	
Nyckelord 3D-grafik, tidskrävande, arbetsprocess, visualisering	
Författare Rikard Auregård Oscar Ivansson	Datum 13 oktober 2015
Publicering fulltext Open Access Jag/vi medger publicering i DiVA	<input checked="" type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEJ
Kurs Examensarbete för kandidatexamen i Grafisk teknologi (GT2031), 15 hp	
Utbildningsprogram Grafisk design – kandidatprogram, 180 hp	
Företag/Institution –	Handledare vid företag/inst. –
Handledare Alexander Karlsson, alk@du.se	Examinator Petter Kolseth, pkl@du.se
Sammanfattning Föreliggande studie har haft för avsikt att genom enkäter undersöka likheter och skillnader mellan branschaktiva 3D-grafikers arbetsprocesser. Målet har varit att öka insikten i den 3D-grafiska arbetsprocessen för visualisering av interiörmiljöer. Studien är tänkt att identifiera vilka arbetsmoment som är mest tidskrävande och varför. En ökad insikt i denna process kan leda till förbättrad kommunikation och förståelse mellan kund och byrå. Respondenternas beskrivningar av arbetsprocessen liknade varandra och stämmer till stor del även med beskrivningar i litteraturen. De flesta av respondenterna upplevde modellering som det mest tidskrävande tekniska momentet. God kommunikation med kunden ansåg respondenterna vara viktigt för att undvika onödig korrektur, vilket beskrevs som problematiskt och tidskrävande. Respondenterna hade erfarenhet från referensmaterial av varierande kvalitet, vilket kan påverka ett projekts tidsåtgång.	
Högskolan Dalarna Postadress Högskolan Dalarna, 791 88 Falun Telefon 023-77 80 00 Hemsida www.du.se	

Thesis for Bachelor Degree in Graphic Arts Technology

Title Increased insight into the 3D graphics workflow Visualization of still images of interior environments in 3D-graphics	
Keywords 3D-graphics, Time consuming, workflow	
Author(s) Rikard Auregård Oscar Ivansson	Date 13 October 2015
Course Thesis for Bachelor Degree in Graphic Arts Technology (GT2031), 15 ECTS credits	
Degree programme Graphic Design, 180 ECTS credits	
Thesis supervisor Alexander Karlsson, alk@du.se	Examiner Petter Kolseth, pkl@du.se
Abstract <p>The purpose of this research is that through surveys study similarities and differences in the workflows of industry-active 3D artists. The goal has been to increase the insight into the 3D graphics workflow for interior visualization. The study intends to identify the most time consuming elements in the workflow and their causes. A increased insight into this process can lead to improved communication between customer and 3D studio. The respondents described similar workflows which largely coincides with descriptions from the literature.</p> <p>Most of the respondents experienced modeling as the most time consuming technical element. Good communication with the customer was important for the respondents to avoid unnecessary amounts of proofing which was described as problematic and time consuming. The respondents had experience from reference material of varying quality from the customer, something that may affect the time consumption of a project.</p>	
Dalarna University Postal address Dalarna University, SE-791 88 Falun, Sweden Telephone +46 (0)23-77 80 00 Website www.du.se	

Innehållsförteckning

1	Introduktion	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Terminologi	6
1.3	Typiska arbetsflöden inom 3D-grafik	7
1.4	Kritisk punkt och tidskrävande moment.....	9
1.5	Projekt mål och avgränsningar	9
2	Metod.....	12
2.1	Tillvägagångssätt	12
2.1.1	Enkät undersökande tekniska moment (se bilaga 1)	12
2.1.2	Enkät undersökande arbetsprocess (se bilaga 2)	12
2.2	Respondenter	12
2.3	Metodreflektion	12
3	Resultat	14
3.2	Arbetsprocessen.....	14
3.3	Modellering	14
3.4	Texturering	15
3.5	Ljussättning	16
4	Diskussion	18
4.1	Arbetsprocessen.....	18
4.2	Modellering	20
4.3	Texturering	20
4.4	Ljussättning	21
4.5	Kritisk punkt och tidskrävande moment.....	22
4.6	Förslag till framtida studier	23
5	Slutsats.....	24
	Referenslista	25
	Bilaga 1.....	27
	Bilaga 2.....	28

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Billigare dator teknik till följd av den tekniska utvecklingen gör att 3D-grafik växer. 3D-grafik används bland annat för digital visualisering av byggprojekt och innebär att projektdeltagare lättare kan föreställa sig något som ännu inte byggts (Brito, 2010). Digital 3D-visualisering innebär dessutom 3D-modeller som kan betraktas från alla vinklar (Brito, 2010). Digital 3D-teknik möjliggör genom animation virtuella "rundturer" i en byggnad som ännu inte byggts (Brito, 2010). Men 3D-grafik har även många andra användningsområden, exempelvis kostnadseffektiv träningssimulering som flygsimulatorer där piloter kan träna utan att använda riktiga flygplan. Även röntgenteknik som tomografi använder sig av 3D-visualisering (Bomans et al, 1991). 3D-grafik används även flitigt vid marknadsföring i både bil- och möbelbranschen.

IKEA publicerade sitt första helt datorgenererade vardagsrum i 2010 års katalog och idag byggs mer än 75 procent av katalogens produktbilder med hjälp av 3D-grafik (Wilk, 2013). 3D-grafik innebär många fördelar över traditionellt fotografi. En fördel är att miljöerna kan byggas snabbare med hjälp av 3D-grafik än med studiofoto (Wilk, 2013). IKEAs fotografiavdelning anställer 285 personer som monterar upp och packar ner miljöer efter varje fotosession. Anneli Sjögren, huvudansvarig för IKEAs fotografiavdelning, menar att 3D-grafiken är ett smart sätt att spara tid och pengar (Hansegard, 2012). Utöver tid och pengar har 3D-grafiken fördelen att det inte är begränsat av en studio och dess väggar. 3D-grafik ger även större frihet i hur en miljö kan byggas upp och underlättar produktion av vidvinkelbilder (Hansegard, 2012). En annan fördel är att ett virtuellt kök lätt kan anpassas till olika marknader och kulturer, vilket är svårare med ett kök uppbyggt i en studiomiljö (Hansegard, 2012).

3D-visualisering är dock inte alltid lika avancerad som i IKEAs fall. I sin enklaste form är 3D-visualisering plana representationer med texturer (P. Cheng et al. 2013). Dessa visualiseringar är sällan tänkta att vara säljande utan används i andra syften t.ex. kartläggning av platser (Engel et al., 2012). Föreliggande arbete fokuserar dock på fotorealistiska visualiseringar som ofta används i kommersiellt syfte. Brito (2010) skriver: *"For 3D visualization with a clear objective of selling a project, the creation of a photorealistic image may be the key to sell an idea – in this case a project"*. Vid enklare visualisering skapas vissa detaljer med hjälp av avancerade texturer istället för att de modelleras. Fotorealistiska visualiseringar kräver ofta modeller med högre detaljnivå, ibland med hjälp av 3D-scanning (Dept of Electronics and Telecommunications, 2001).

För att uppnå fotorealism krävs också realistisk texturering för att ge illusionen av ett material. Vid enklare visualisering utnyttjas inte metoder som bump mapping och displacement mapping i lika stor utsträckning (Russel, 2014). För ljussättning kan det vid enklare 3D-visualisering vara tillräckligt med att objekt syns för den virtuella kameran. Vid mer avancerad visualisering där fotorealism eftersträvas

krävs att grafikern skapar ljuskällor som återspeglar verkliga ljusförhållanden med flera olika tekniker ("Shading", 2015, 29 april). Rendering av en fotorealistisk scen sker ofta med en separat renderingsmotor för bästa resultat (V-ray, 2015, 20 april). Enklare visualiseringar kan dock genomföras med 3D-programmets förinstallerade renderingsmotorer.

3D idag är en stor industri, trots det saknas vetenskaplig dokumentation av den 3D-grafiska arbetsprocessen. En ökad insikt i den 3D-grafiska arbetsprocessen kan leda till förbättrad kommunikation mellan kund och byrå. Studien skulle dessutom komplettera den befintliga vetenskapliga litteraturen inom 3D-grafik.

1.2 Terminologi

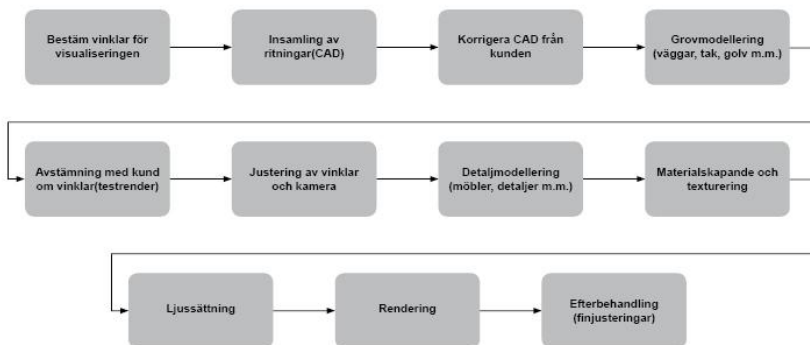
Visualisering är ett begrepp som innefattar olika tekniker för att representera något som ännu inte existerar, 3D-visualisering representerar detta något med 3D-grafik (Brito 2010).

3D-grafik är tredimensionella representationer av geometrisk data för att skapa virtuella objekt. (3D computer graphics. 2015, 4 mars). En 3D-modell är en samling polygoner i en 3D-rymd som ansluts till varandra med grafiska entiteter som tillsammans bildar olika former, kurvor och linjer. (3D Modeling, 2015, 12 april) Genom att manipulera polygoner kan vilket objekt som helst byggas (Pcmag 2015). Ett alternativ till manuell modellering är 3D-scanning som med hjälp av laser kan fånga tredimensionell data för att med hög precision skapa en 3D-modell automatiskt (Dept of Electronics and Telecommunications, 2001). Texturering är processen att applicera färger och texturer på en 3D-modell, ofta för att skapa en representation av ett verkligt material (Derakhshani 2003). När 3D-grafiker texturerar ytor som upprepar sig, som kakel kan procedurellt genererade texturer användas för att ge slumpmässiga imperfektioner (Procedural texture, 2015). En fördel med procedurellt genererade texturer framför traditionella texturer är att de tar mindre plats i ett texturbibliotek. 3D-grafikern behöver endast spara inställningarna som genererar texturen och inte hela den faktiska texturen. Ljussättning är den process då 3D-grafikern använder virtuella ljuskällor i 3D-scenen för att belysa ett 3D-objekt. IBL (Image-Based Lighting) är en metod för att ljussätta en scen. Då simuleras verkliga ljusförhållanden med hjälp av fotografier, ofta HDRI-bilder (High Dynamic Range Imaging; genom att kombinera flera olika exponeringar av samma fotografi åstadkomma högre kontrast och intensivare färger). Detta är ett alternativ till att försöka åstadkomma samma ljusförhållande enbart med 3D-programvarans förprogrammerade ljuskällor. Istället utgår man från IBL och finjusterar sedan manuellt med 3D-programvarans ljuskällor. HDRI-bilder används ofta som grund för ljussättningen i IBL då dessa bilder återspeglar de dynamiska ljusförhållanden det mänskliga ögat uppfattar. HDRI-bilder är dessutom ofta estetiskt tilltalande och kan ge en mer dramatisk ljussättning än om en vanlig bild används som grund. (Image-based lighting. 2014, 15 oktober). Flera objekt placeras ut i en slutlig 3D-scen i det som kallas compositing (Derakhshani, 2003). För att spara tid vid renderingen kan ibland detaljrika texturer användas på 3D-objekt med mindre antal polygoner vilket är vanligt vid exempelvis datorspelsdesign (Derakhshani, 2003). I vissa fall kan även avlägsna objekt vara foton istället för 3D-objekt eftersom det på långa avstånd är svårt för betraktaren att se skillnaden. Detta är tidseffektivare

då det minskar arbete och renderingstid (Muhar, 2001, maj). Rendering är arbetsprocessen då en dator kalkylerar hur allt i 3D-scenen ser ut till en tvådimensionell bild (Derakhshani 2003).

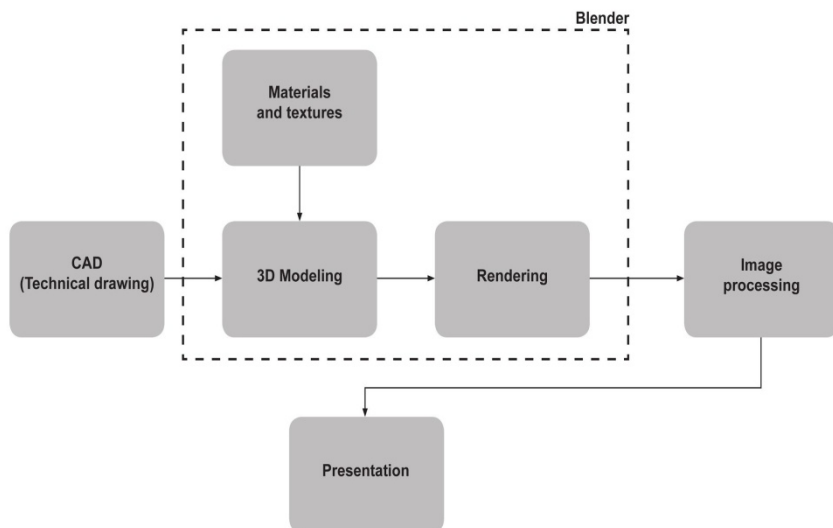
1.3 Typiska arbetsflöden inom 3D-grafik

Blender3darchitect (2009) beskriver momenten i sitt traditionella arbetsflöde för 3D-visualisering (se figur 1)



Figur 1 Blender3darchitects arbetsflöde för 3D-visualisering.

Brito (2010) illustrerar de generella momenten i arbetsflödet för arkitekturvisualisering i sin bok *Blender 3D 2.49*. Här illustreras också vilka moment som sker med hjälp av 3D-programvaran och de som kräver externa resurser (se figur 2)



Figur 2 Arbetsflöde för arkitekturvisualisering enligt Brito (2010).

Arbetsflödet enligt Triplet3d (u.å.) beskrivs nedan i listform:

1. **Möte med kund:** insamling av referensmaterial och planering
2. **Modellering:** Import av referensmaterial, stora objekt modelleras först, sedan finare detaljer
3. **Texturering:** Bearbetning av texturer i Adobe Photoshop, texturerna appliceras sedan på modellerna
4. **Ljussättning:** Val och justering av ljus, utkast på olika kameravinklar
5. **Rendering**
6. **Efterarbete:** Justeringar av den renderade bilden utförs med hjälp av bildbehandlingsprogrammet Adobe Photoshop
7. **Slutavstämning:** Bilden godkänns av kunden med eventuella korrekturvändor följt av slutleverans av bilden

Derakhshani (2003) delar in arbetsprocessen i pre-production, production och post-production.

I pre-production samlas referensmaterial in (Derakhshani, 2003).

Referensmaterial i denna studie syftar till de tekniska ritningar och annat material som är en tidig del av arbetsflödet vid 3D-visualisering. Brito (2010) betonar att 3D-grafikern bör planera modelleringen efter vad som kommer att synas i renderingen för att veta vad som behöver modelleras.

Derakhshani (2003) skriver att produktionsprocessen för 3D-grafik nästan

alltid börjar med modellering, ofta följt av texturering. Därefter kommer ljussättning och till sist rendering. Samtidigt poängterar Derakhshani (2003) att produktionsprocessen inte är helt linjär, ibland krävs justeringar av tidigare moment vid ett senare tillfälle i processen. Brito (2010) betonar också vikten av god kommunikation med kunden under hela arbetsprocessen.

Det sista momentet, post-production, behandlar slutliga justeringar av den renderade bilden. Dessa slutjusteringar görs sällan i 3D-programvaran, de utförs stället i bildbehandlingsprogram som Adobe Photoshop. Enligt en artikel från Smashing Magazine (2010) är post-production ett moment under förändring. I artikeln tas olika tekniker upp för att skapa "fel" (smuts, repor, ojämnheter) i bilden vilket skapar känslan av realism. Ytterligare tekniker som brus, vinjettering (att bildens utkanter har lägre ljusstyrka vilket bildar en mörk ram runt bildens mitt) och kromatisk aberration nämns som vanliga moment i post-production, men också färgjusteringar för att skapa känslan i en bild (Smashing Magazine, 2010). Under det sista momentet granskas bilden av kunden för att antingen godkännas eller skickas tillbaka för korrektur.

1.4 Kritisk punkt och tidskrävande moment

3D-byråer kan ha ett visst arbetssätt som möjligen hittar den kritiska punkten där tillräckligt övertygande bildkvalitet uppnås på så kort tid som möjligt. Derakhshani (2003) betonar en effektiv modelleringsprocess där 3D-grafikern enbart modellerar det som är nödvändigt. Han uppmanar exempelvis till att återanvända så mycket som möjligt för att spara tid, exempelvis återanvända en tidigare modell istället för att skapa en helt ny. Likt Brito (2010) menar Derakhshani (2003) att det är viktigt att planera modelleringen efter vad som ska synas av modellen i det renderade slutresultatet. En detaljrik modell som enbart ska synas på långt avstånd innebär onödigt mycket arbete och längre renderingstider eftersom detaljerna ändå inte kommer kunna urskiljas. Då har överflödigt bildkvalitet uppnåtts, extra arbete som inte ger märkbart bättre resultat. Detta innebär tidsspill och onödiga kostnader. Derakhshani (2003) rekommenderar också att material justeras efterhand då dess utseende kan förändras beroende på ljussättningen. Brito (2010) identifierar vissa särskiljande drag för arkitekturmodellering i form av exempelvis stora och skalenliga modeller, men också att modelleringen måste följa exakt efter en ritning.

1.5 Projekt mål och avgränsningar

Föreliggande studie har haft för avsikt att genom enkäter undersöka likheter och skillnader mellan branschaktiva 3D-grafikers arbetsprocesser. Målet har varit att öka insikten i den 3D-grafiska arbetsprocessen för visualisering av interiörmiljöer. Studien är tänkt att identifiera vilka arbetsmoment som är mest tidskrävande och varför. En ökad insikt i denna process kan leda till förbättrad kommunikation och förståelse mellan kund och byrå.

Dessa huvudfrågeställningar skall besvaras av studien:

- Hur ser arbetsprocessen ut vid 3D-grafisk visualisering av interiörmiljöer?

- Vilka är de mest tidskrävande momenten i arbetsprocessen och varför?

Arbetet ämnar däremot inte ge en detaljerad redogörelse för varje individuellt moment, även om momenten kommer att beskrivas i viss mån. En viss redogörelse av momenten krävs dock för att förstå de eventuella orsakerna till högre tidsåtgång. Detta arbete behandlar heller inte animation, fokus ligger istället på stillbilder.

Begreppslista translucent

HDRI - High-Dynamic-Range Imaging innebär att genom att kombinera flera olika exponeringar av samma fotografi åstadkomma högre kontrast och intensivare färger.

IBL - Image-Based Lighting är en teknik inom 3D-rendering som använder data om ljusförhållanden i verkligheten för att simulera dessa ljusförhållanden automatiskt.

Polygon - En samling punkter i 3D-rymden som binds samman av raka linjesegment för att skapa figurer och former.

Railclone - Ett programtillägg för parameterbaserad modellering där användaren anger olika instruktioner för att skapa modeller.

Mightytiles - Ett programtillägg som används för att generera främst golv-och väggtexturer efter användarens parametrar.

Sketchup - Ett enklare modelleringsprogram som används för att skapa skisser av 3D-scener.

CAD-ritning - En digital ritning i 2D som beskriver ett objekts uppbyggnad.

CAD-modell - En digital ritning i 3D som beskriver ett objekts uppbyggnad

UV mapping - Ett steg inom 3D-modellering där mönster och texturer översätts från tvådimensionella koordinater (u, v) till tredimensionella koordinater (x, y, z).

Bump mapping - En teknik inom 3D-grafik för att simulera ojämnheter i ytor på objekt.

Displacement mapping - Displace mapping är en teknik inom 3D som skapar riktiga ojämnheter i ytor på objekt.

Sub-surface scattering - Ett fenomen där ljus tränger igenom ytan av ett delvis genomskinligt objekt och sprids i kontakt med ytans material för att sedan tränga ut ur ytan på ett annat ställe än där det trängde in.

V-ray - Programtillägg som erbjuder en mer kraftfull renderingsmotor än de som följer med som standard i 3D-mjukvaran. V-ray använder sig av mer avancerade beräkningar vilket ofta ger ett mer fotorealistiskt resultat än 3D-mjukvarans medföljande renderingsmotor.

Luxigon - Fransk studio som arbetar med 3D-visualisering.

Vinjettering - Bildens utkanter har lägre ljusstyrka vilket bildar en mörk ram runt bildens mitt.

Kromatisk aberration - Optiskt fel där ljus i olika färger sprids istället för att koncentreras till samma punkt.

2 Metod

2.1 Tillvägagångssätt

Två olika enkäter ingick i undersökningen som sammanlagt skickades ut till 32 olika respondenter i syfte att kartlägga den 3D-grafiska arbetsprocessen. Enkäterna föregicks av en litteraturstudie för att undersöka den befintliga bilden av arbetsprocessen vid 3D-visualisering. Enkäterna skapades med Google Forms och skickades via mail där en inledande text förklarade syftet med undersökningen. Sammanlagt mottogs 5 svar, fyra från 3D-byråer som agerar konsulter, samt ett svar representerande IKEA Communications 3D-avdelning.

2.1.1 Enkät undersökande tekniska moment (se bilaga 1)

Den första enkäten var avsedd för 3D-avdelningen på IKEA Communications, eftersom arbetet ursprungligen var tänkt att fokusera på IKEAs 3D och bestod av sju frågor. Syftet med Enkät 1 var att undersöka vilket/vilka moment i IKEAs tekniska 3D-process som var mest tidskrävande och orsakerna till detta. Frågorna formulerades utifrån detta syfte och testades sedan med hjälp av en pilotstudie på sex andraårsstudenter och en tredjeårsstudent från Grafisk design på Högskolan Dalarna. Vid tiden för enkäten studerade andraårsstudenterna en kurs i 3D-grafik. Svaren samlades in för att utvärdera möjligheten att diskutera kring materialet. Därefter började författarna undersöka vilka slutsatser som skulle kunna dras. Enkäten skickades sedan iväg till IKEA Communications 3D-avdelning. Utifrån denna enkät formulerades en ny riktning för arbetet.

2.1.2 Enkät undersökande arbetsprocess (se bilaga 2)

Den andra enkäten, vars utformning baserades på svaren från den första, skickades till 31 nya respondenter och bestod av sex frågor. Så många svenska 3D-byråer som möjligt söktes upp på Internet och enkäten skickades sedan till samtliga via mejl. Syftet med Enkät 2 var att kartlägga den 3D-grafiska arbetsprocessen. Enkätens frågor och svar finns i bilaga 2.

2.2 Respondenter

Sammanlagt svarade fem av de tillfrågade på enkäten. Respondenten till Enkät 1 på IKEA Communications 3D-avdelning valdes genom ett bekvämlighetsurval i form av ett tips från den ursprungliga intervjukandidaten, en före detta anställd på IKEA Communications 3D-avdelning. Enkät 2 skickades i de flesta fall direkt till byråernas 3D-grafiker. I de fall där direktmejl saknades skickades enkäten till de adresser som fanns tillgängliga, ibland till verkställande direktör eller mejlen för allmän information.

2.3 Metodreflektion

Fem svar är en liten mängd och kan tyckas svårt att generalisera utifrån. Svaret från IKEA Communications 3D-avdelning representerande

emellertid hela avdelningen och kan därför anses ha större tyngd än endast en respondent. Enkätsvaren med anonyma respondenter gjorde uppföljning av svar omöjlig eftersom enskilda respondenter inte kunde identifieras. Eftersom respondenterna var konkurrenter hade risken funnits för ett större bortfall då det möjligen kunnat avskräcka potentiella respondenter. En annan nackdel med enkäten som metod var att respondenterna inte gavs möjlighet att förtydliga eventuella oklarheter i enkätfrågorna. I efterhand, med tanke på det stora bortfallet i enkätundersökningen hade djupintervjuer kanske varit ett mer lämpligt alternativ. Det hade förmodligen dels givit mer utförliga svar, dels möjligheten att ställa följdfrågor. Det sammanlagda svarsunderlaget på fem respondenter, begränsade dessutom möjligheterna att dra långtgående slutsatser från resultatet, särskilt med tanke på variationen i svarens utförlighet. En högre svarsfrekvens hade dessutom underlättat generaliserandet av undersökningsdata. Eftersom tidigare vetenskapliga studier varit svårtillgängliga eller helt saknats inhämtades ofta material från icke-vetenskapliga källor.

3 Resultat

I resultatavsnittet presenteras svaren från båda enkäterna. Den första besvarades av en anställd på IKEA Communications 3D-avdelning som representerade hela 3D-avdelningen. Den andra enkäten besvarades av byråer som arbetade med 3D-visualisering. Baserat på svaren från enkäterna beskrivs nedan en generisk process som också sammanställts i figur 3. Svaren från IKEA Communications 3D-avdelning har integrerats i avsnitten som behandlar den andra undersökningen. Avsnitten från den andra undersökningen presenteras under rubriker i textstycken som sedan återkopplas med diskussionsstycken med samma namn. De fullständiga svaren från enkäterna kan hittas i bilaga 1 och bilaga 2.

3.2 Arbetsprocessen

Arbetsprocessen började med en brief där kunden beskrev projektet. Respondenterna svarade att briefen följdes av ett konceptstadie där projektet skissades i grova drag. Efter briefen samlades referensmaterial för arbetet in. Materialet kom vanligen i form av CAD eller tekniska ritningar, en respondent mottog ofta materialet i form av Revit- eller Archicad-modeller direkt från arkitekter. När materialet samlats in påbörjades grundläggande modellering av byggnader och terräng. Detta skedde enligt tre av fem respondenter med hjälp av SketchUp. Förslag på testkompositioner togs sedan fram baserat på kundens önskemål där en scen av 3D-modellen komponerades med olika kameravinklar. I samma stadie testrenderades scenen utan texturer med överenskomna kameravinklar, detta kallades för clay modeling av en av respondenterna. En annan respondent uppgav att preliminär ljussättning applicerades efter kompositionen. Efteråt började arbetet med detaljmodellering (modellering av finare detaljer på modellen) följt av texturering, ofta i kombination med ljussättning. Därefter applicerades den slutliga ljussättningen på scenen och slutkomponerades, för att därefter renderas. Den renderade bilden justerades i Photoshop för att sedan levereras till kunden för avstämning. Nästa steg handlade om eventuell korrektur i form av ny rendering eller enbart ytterligare justering i Photoshop tills kunden var nöjd. Då kunden var nöjd levererades slutligen den färdiga 3D-bilden.

En respondent betonade vikten av att vara professionell och lyhörd i kommunikationen med kunder och att förstå respektive kunds önskemål med bilden. Det upplevdes problematiskt att gå fram och tillbaka mellan de olika momenten under pågående projekt eftersom en produkt (byggnad i detta fall) kunde utvecklas och genomgå många förändringar under processens gång. Respondenten fortsatte: *“Vi har exempel på projekt där en byggnad renderats i 100-tals varianter av fasadmaterial, fönstersättning osv”*. Detta arbete upplevdes dock vara till hjälp i gestaltningsarbetet.

3.3 Modellering

För IKEA var det viktigt att modellering, materialskapande och ljussättning skulle återskapas med högsta möjliga nivå av fotorealism. Ett krav på modellering och material var att det skulle överensstämma med verkligheten (referensobjektet, exempelvis en IKEA-möbel) i färg, form och känsla.

Modellering uppgavs som det mest tidskrävande tekniska momentet. En respondent svarade att det var mer tidseffektivt att bygga upp en ny 3D-modell från grunden, än att försöka "rädda" de 3D-modeller, ofta i form av Revit- eller Archicad-modeller, som erhöles från arkitekter.

Detaljnivån i en Revit-modell samt kvaliteten på komponenter som dörrar, fönster, trappor med mera levde inte upp till byråns satta kvalitetsnivå för fotorealistic 3D-rendering. En respondent svarade: *"Vi har egna högdetaljerade fönster/dörrar m.-m som vi använder direkt i sketchup"*. En annan upplevd svårighet med modellering var att bygga en så korrekt form som möjligt utefter referensen. Denna referensmodellering innebar ibland besvär även för IKEA

Communications, som upplevde att ytor på insidan av vitvaror var besvärliga eftersom det fanns krav på en noggrannhet på 0,2 mm mot det verkliga referensobjektet. Ytterligare tidskrävande exempel var rottingmöbler (möbler av sammanflätat trä) och möbler med klädsel eftersom det var viktigt att skrynklor och sömmar skulle se naturliga ut. Trots nämnda tidskrävande exempel menade IKEA Communications att de begränsningar som upplevdes med 3D främst var av en tids- och hårdvarumässig karaktär. Även andra respondenter pekade på problem av denna karaktär. Kraven på dator- och renderingskapacitet uppgavs växa i takt med ständigt ökande krav på realism och bildupplösning.

Att rendera stora scener var tidskrävande och kunde pågå i flera timmar, vilket gjorde att renderingen ibland upplevdes vara ett stort problem när det var brist på tid. Detta ledde till en del testande i ett försök att minska renderingstiden. En annan respondent hade erfarenhet av att CAD- eller tekniska ritningar ibland saknades: *"Då får vi manuellt mäta varje mått, diameter och höjd/bredd vilket alltså då kan mismatcha lite mot den verkliga produktens CAD modell"*. En av respondenterna uppgav UV mapping (att applicera en tvådimensionell bild efter koordinater på ett 3D-objekt) som den största svårigheten i modelleringsstadiet.

3.4 Texturering

Texturering och materialskapande identifierades av två respondenter som det näst mest tidskrävande momentet i den tekniska 3D-processen. Stora ytor som reflekterade naturlig omgivning innebar svårigheter; glasdetaljer samt texturering av växlighet var ytterligare problematiska moment. En del respondenter upplevde svårigheter med att hitta högupplösta texturer över större ytor som golv och tegel. Högupplösta texturer användes för att undvika upprepningar i mönstret, vilket förekom när texturen var mindre än ytan den skulle appliceras på. En respondent uppgav en alternativ lösning på problemet i form av parametriska verktyg som exempelvis Mightytiles (programtillägg som slumpmässigt genererar upprepade mönster och imperfektioner för ett naturligt utseende.). Det var ofta tidskrävande att justera materialets utseende till önskvärt resultat i samspel med ljussättningen. Det färdiga materialet kunde dock sedan återanvändas till andra projekt vilket sparade tid. Arbetet med materialskapande handlade mycket om att återskapa material så verklighetstroget som möjligt, något som uppgavs bli lättare i takt med växande erfarenhet inom 3D. En respondent skapade sitt material med hjälp av V-ray (en renderingsmotor) och uppgav att materialskapandet krävde relativt liten tidsåtgång ur ett processperspektiv. Respondenten uppgav även att materialet skapades parallellt med ljussättningen med motiveringen att det gav en uppfattning om hur materialet skulle se ut i den slutgiltiga bilden. En av respondenterna uppgav följande ordning i

vilken ett material skapas (stegen är delar av "Skapa material och Texturering" i Figur 3) :

1. Diffuse
2. Reflection
3. Gloss
4. Refraction
5. Bump/displacement.

Respondenten menade att svårigheten var att hitta rätt texturer för ändamålet och att texturen oftast var den avgörande faktorn för kvaliteten på materialet.

3.5 Ljussättning

Även vid ljussättningen strävade IKEA Communications alltid efter fotorealism och liknade processen att ljussätta i mjukvaran vid en fotografers ljussättning. IKEA Communications menade att det precis som i verkligheten tog tid att åstadkomma ett gott resultat: *"Ljussättningen är precis som för en fotograf, det tar tid att få det bra."*

För de andra respondenterna handlade den stora utmaningen med ljussättning oftast om att hitta ljuset som bäst framhävde objektet, och att se till att ljuset skapade liv i ytor. För att lyckas krävdes ofta testrenderingar och en medvetenhet om ljussättningens inflytande över kvaliteten på slutprodukten. En respondent använde allt oftare IBL (Image-Based Lighting) vid ljussättning och utgick från HDRI-bilder. Detta gav scenen ett bra ljus, samt realistiska reflektioner men på bekostnad av en något längre renderingstid. Svårigheter upplevdes även i valet mellan realism och "känslan" i en bild: *"Skall man välja det grådaskiga ljuset en februarimorgon i göteborg, eller en drömsk solig motjusbild (i stil med Luxigon) Kundens förväntningar krockar ibland med vår uppfattning om hur mycket man får/kan tumma på sanningen"*. 3D-scenen byggdes upp efter kunskap om traditionell fototeknik. Det handlade om vilka lampor som skulle användas och förståelse för hur ljuset bäst "studsar". Ljussättningen i 3D-programvaran liknades vid en fysisk ljussättning i verkligheten. HDRI-bilder nämndes flera gånger som utgångspunkt för ljussättningen. En respondent uppgav att ljusriktningen sedan valdes i bilden, varpå 3D-grafikern arbetade med linjer och gradienter på modellen för att styra reflektionens utseende och vad som reflekterades. Dessa linjer och gradienter "light-linkades" ofta (verktyg för att styra vilka objekt som påverkas av en ljuskälla) för största kontroll och ställdes in till att bara påverka reflektioner. Den av respondenten upplevda problematiken med detta var ofta att hitta lämpliga vinklar och gradienter på belysningen för att skapa tillfredsställande reflektioner. Detta underlättades med interaktiv rendering för att förhandsgranska ändringar av ljussättning och material i realtid, till exempel med verktyget ActiveShade. Det verktyget gav möjlighet att direkt se hur placering av ljuskällor påverkade bilden.

3.6 Kritisk punkt och tidskrävande moment

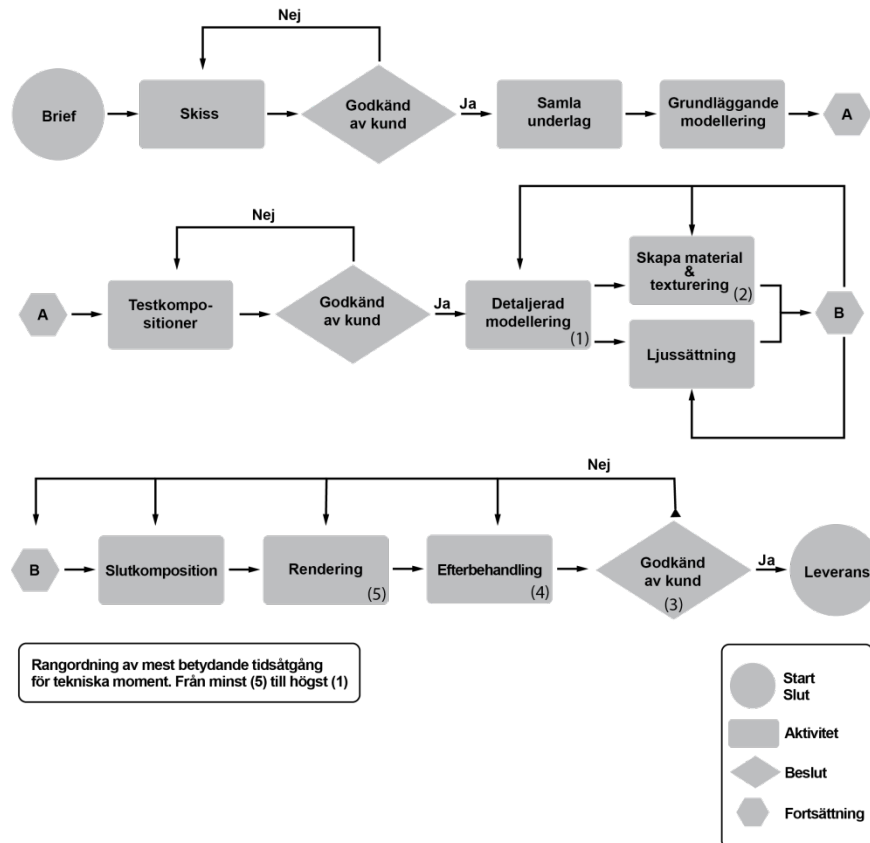
Så här rangordnades generellt de moment som upplevdes mest tidskrävande (ju högre desto mer tidskrävande):

1. Modellering
2. Texturering/materialskapande
3. Korrektur efter kundens önskemål
4. Efterbehandling i programvaror som Adobe Photoshop
5. Rendering

4 Diskussion

4.1 Arbetsprocessen

Svaren från Enkät 1 lade grunden för en andra enkät, men eftersom Enkät 1 enbart berörde momenten i processen och inte i vilken ordning dessa utfördes, inkluderades inte svaren i sammanställningen av Figur 3. Efter att svaren från Enkät 2 sammanställts kunde en generell bild av arbetsprocessen tydas. Baserat på den bilden skapades en arbetsflödesmodell (se figur 3) som illustrerar momenten vid skapandet av en 3D-bild, från kundens beställning till slutleverans.



Figur 3 Flödesdiagram över den 3D-grafiska arbetsprocessen för stillbilder inom interiörmiljöer

Generellt sett fanns många likheter mellan respondenternas beskrivning av arbetsprocessen. Resultatet från undersökningen överensstämde i många fall med litteraturen. Exempelvis återfanns grundläggande tekniska moment från litteraturen i samtliga respondenters beskrivning av arbetsprocessen. Ordningen momenten utfördes i överensstämde oftast med både Derakshanis (2003) och Britos (2010) beskrivning av det grundläggande arbetsflödet. Majoriteten av respondenterna uppgav också att arbetet började med någon form av brief. Den generella beskrivningen av arbetsprocessen kunde också liknas vid Britos (2010) arbetsflödesmodell. Likheterna syns vid en jämförelse mellan Figur 3 och Figur 2. Huvudsakliga moment som modellering, materialskapande och rendering återfanns i samma ordning i båda figurerna. En annan likhet mellan figurerna (antagligen även Figur 1) var att de hade inledande och avslutande moment som inte utfördes i 3D-mjukvaran. Ett moment som skiljde sig något mellan Figur 3 och 2 var ljussättning. Svaren från den andra enkäten pekade på att ljussättningen sattes både parallellt med och efter materialskapande och texturering. Enligt Figur 1 skedde ljussättning efter materialskapande och det skulle kunna bero på att förhandsgranskning av ett material i realistisk ljussättning kräver längre renderingstider. Eftersom en del testrenderingar kan behövas för att uppnå ett färdigt material skulle tid kunna sparas genom att skapa materialet i 3D-mjukvarans förinställda ljussättning. Dock kan det vara fördelaktigt att skapa materialet i det ljus som ska användas till projektet för att kontrollera hur materialet beter sig i ett särskilt ljus. De blandade svar som mottogs angående i vilken ordning ljussättningen sattes strider mot den mer definitiva beskrivning som Derakshani (2003) gav (se 1.3). En möjlig förklaring skulle kunna vara nämnda för- och nackdelar som finns beroende på i vilken ordning ljussättningen och materialskapandet utförs. Figur 3 och 1 verkade vara mer kundorienterade än Figur 2 då de innehöll moment som krävde avstämningar med kund som skisser och kameravinklar men även eftersom modelleringen här delats upp i grov och detaljerad modellering. En del respondenter nämnde de två sistnämnda stegen vilket tyder på att åtminstone en del av dem anammat Derakshanis (2003) syn på att enbart modellera det som är nödvändigt (vad som ska synas), möjligen på grund av att det sparar tid och minskar renderingstiden. Det fanns en skillnad i hur referensmaterial från kunden som ritningar och CAD-modeller hanterades. På grund av varierande kvalitet på detta material upplevdes ritningarna ofta som problem snarare än ett hjälpmedel av vissa respondenter. Referensmaterial av högre kvalitet från kunden skulle kunna effektivisera den 3D-grafiska arbetsprocessen men här låg inte felet hos 3D-grafikern utan hos kunden. Alltså påverkades effektiviseringen av arbetsprocessen av fler än bara 3D-grafikern/byrån själv. Många respondenter uppgav svar som tydde på att kunden varit integrerad i arbetsprocessen som exempelvis avstämningar gällande bildperspektiv och skisser. Genom att ofta stämna av med kunden skulle byrån kunna få en bättre bild av kundens önskemål och således undvika onödigt arbete. I litteraturen nämndes inte Sketchup överhuvudtaget, medan svaren från undersökningen pekade på det som ett betydelsefullt verktyg för byråer som arbetar med 3D-visualisering. Anledningen till detta skulle kunna vara att mycket av litteraturen är från tidigt 2000-tal och att 3D-tekniken och datorkraft har utvecklats mycket sen dess.

4.2 Modellering

Samtliga respondenter upplevde modellering som ett tidskrävande moment av olika anledningar. Detta stämde väl överens med litteraturen som menade samma sak. Modellering är tidskrävande i sin natur, men bristfälligt referensmaterial, exempelvis i form av CAD-modeller med för låg detaljnivå, var en anledning som flera uppgav ledde till extra tidsåtgång (se 3.3). Modellernas brister kan bero på brister i CAD-mjukvaran eller bristande kunskap hos kunderna hur en modell borde skapas, troligtvis en kombination av båda. Möjligen kan en mer erfaren kund leverera ett stabilare underlag som inte behöver korrigeras i samma utsträckning. Även ekonomiska skäl kan ligga bakom den varierande kvaliteten på underlaget. En större kund kanske har bättre utrustning och kompetens än en mindre kund. En respondent berättade att det ibland helt saknades ritningar och CAD-modeller och då måste produktens dimensioner mätas manuellt (se avsnitt 3.3). Det kan tänkas bli ett problem när flera olika objekt ska passa tillsammans, en dörr kanske blir för stor och måste justeras i efterhand. Följden kan bli mycket korrektur och högre kostnader. En annan anledning varför modelleringen uppgavs som ofta tidskrävande skulle kunna vara att respondenterna modellerat onödigt mycket detaljer, något som enligt litteraturen leder till en ineffektiv arbetsprocess (se 1.4). Något som talar emot detta faktum är att respondenterna överlag verkar ha haft en kundorienterad arbetsprocess där kunden deltog i beslutsprocessen. Eftersom bildperspektivet ofta bestämdes tillsammans med kunden relativt tidigt i visualiseringsarbetet borde modelleringen baserats på detta perspektiv, det som Derakhshani (2003) kallar en effektiv modelleringsprocess. IKEA Communications svar behandlade bland annat svårigheter med rottingmöbler och vitvarors inredning (se avsnitt 3.3). Rottingmöblernas höga detaljrikedom kan tänkas utgöra en utmanande modelleringsprocess. Denna upplevda utmaning hör möjligen ihop med kravet på att modellen ska stämma mot en referens som Brito (2010) skriver (se 1.4). Även många av de andra respondenterna upplevde samma utmaning med referensmodellering. Det höga antalet polygoner som rottingmöbler rimligtvis innehåller kräver antagligen mycket datorkraft. Insidor på vitvaror kan ha upplevts som svåra att modellera på grund av hög detaljnivå och ibland komplexa former. En respondent uttryckte att UV-mapping var tidskrävande (se avsnitt 3.3). UV-mapping kan innebära en stor mängd manuellt arbete för att applicera texturer korrekt och för en mindre erfaren 3D-grafiker kan detta moment därför tänkas ta upp mycket tid. Ingen av respondenterna nämnde att de använde sig av texturer istället för modeller på längre avstånd som Muhar (2001) menar kan minska både arbete och renderingstid. Det fungerar endast från en vinkel. Alltså hade det virtuella kameraperspektivet i efterhand behövt ändras tillsammans med 2D-texturen eftersom den inte skulle projiceras rätt i det nya perspektivet. Ett annat alternativ är att 3D-byråerna använt sig av denna teknik utan att ha nämnt det.

4.3 Texturering

Flera respondenter upplevde svårigheter med att hitta rätt texturer med tillräckligt hög upplösning. Detta kan tänkas vara anledningen till att en av respondenterna hade gått över till parametriska verktyg, vilket är något som också nämns i litteraturen (Procedural texture, 2014). Respondenten nämnde att de till exempel använde Mightytiles. Färdiga texturer

sparades till framtida projekt (se 3.4) vilket pekar på att texturbibliotek utnyttjas. Texturbibliotek underlättar framtida projekt, eftersom många visualiseringar inom interiörs- och arkitekturvisualisering liknar varandra och därför kan material ofta användas för flera projekt. Detta påminner om Derakhshani (2003) uppmuntran om att återanvända skapade objekt (se 1.4). Material som upplevdes särskilt svåra att återskapa var glas och växtlighet (se 3.4). Glas måste hantera ljus korrekt annars kan det se orealistiskt ut och mer likna exempelvis plast. Inställningarna diffusion, reflection, gloss, refraction, bump och displacement måste vara korrekta för det specifika objektet för att upplevas fotorealistiskt. Hur objekt förvrängs genom glas och hur solkatter skiner från glas kan tänkas vara svåra att hantera för 3D-grafikern. Växtlighet ser lätt plastig och "död" ut. Det kan bero på att sub-surface scattering krävs för att vissa objekt ska se realistiska ut (Renderman, 2013), ljuset lyser upp växten på ett sätt som är svårt att återskapa. Detta stämmer också generellt för skapande av människor i 3D som sällan ser levande ut och kan vara en anledning varför fotografier av både människor och växter fortfarande ofta monteras in i efterbehandlingssteget. En respondent upplevde dock materialskapandeprocessen som mindre svår än de övriga respondenterna, men även denna respondent stod inför problemet med att hitta rätt texturer vilket fortfarande upplevdes som tidskrävande. Det kan finnas flera anledningar till varför respondenten upplevde textureringen som lättare än de andra. En anledning skulle kunna vara att respondenten skapade materialet med den slutliga ljussättningen som utgångspunkt. Det tyder på att respondenten kan ha haft en mindre linjär arbetsprocess än den som Derakhshani (2003) beskriver (se 1.3). Övriga respondenter kanske utgick från de teoretiska riktlinjer som finns för vilka värden (reflektion, glans, diffusion o.s.v) i mjukvaran ett material "bör" ha för att återges realistiskt. Dessa riktlinjer kanske inte alltid överensstämmer med verkligheten eller ger oönskat resultat i den tänkta ljussättningen. Respondenten var också den enda som uppgav V-ray som verktyg för materialskapande. Möjligen kan V-ray åstadkomma mer realistiska material tack vare sina mer avancerade beräkningar än standardiserade renderingsmotorer. Kunskapen om hur olika material faktiskt ser ut i verkligheten kan också vara en fördel vilket samma respondent kanske hade och som en följd gjorde materialskapandeprocessen mindre tidskrävande.

4.4 Ljussättning

Ljussättningen i 3D jämfördes av vissa respondenter med ljussättningen vid fotografi. Dessa respondenters byråer anställde fotografer till hjälp för ljussättningen. Andra uppgav att de tog hjälp av HDRI-bilder och IBL, med motivationen att det gav ett realistiskt resultat. Möjligen kan en mindre byrå kompensera avsaknaden av en rådgivande fotograf med att använda sig av HDRI-bilder och IBL för att ändå åstadkomma en bra ljussättning. En respondent uttryckte svårigheten i att välja mellan en realistisk ljussättning och en som skapar känsla samt att kundens förväntningar ibland kolliderar med respondentens uppfattning om i vilken grad "sanningen" får frångås. Detta står i kontrast till Brito (2010), som menar att fotorealism säljer (se 1.1). Möjligen är det inte alltid en realistisk ljussättning som säljer bäst.

4.5 Kritisk punkt och tidskrävande moment

Respondenterna var relativt samstämmiga i sin rangordning av de mest tidskrävande momenten. En majoritet av respondenterna uppgav modellering som det mest tidskrävande steget. Det kan finnas olika orsaker till varför just modelleringen upplevdes extra tidskrävande. En orsak skulle kunna vara de höga kraven på noggrannhet för att modellen ska stämma överens med ritningen, enligt Brito (2010) ett utmärkande drag för arkitekturmodellering. Bristfälligt referensmaterial från kunder kan också fördröja modelleringsstadiet, eftersom 3D-grafikern då först måste reparera ritningen innan själva modelleringen börjar. En respondent angav att mer än hälften av tiden användes till korrigeringar, troligen på grund av bristande kommunikation med kunden. Brito (2010) förespråkar god kommunikation med kunden för att skapa en god planering av projektet. Om kunden involverats mer under projektets gång skulle kanske en del korrekturvändor kunnat undvikas. Kanske existerar en omedvetenhet hos kunden om hur kvaliteten på referensmaterialet påverkar projektets tidsåtgång. Samtidigt kan bristfälligt referensmaterial som byrå måste reparera innebära ökade kostnader för både kund och byrå. En av respondenterna upplevde renderingen som tidskrävande medan andra inte uppgav det som ett problematiskt moment. En möjlig förklaring kan vara att respondenterna arbetade med hårdvara av varierande styrka, något som till stor del påverkar renderingstiden. Något som ingen av respondenterna tog upp var imperfektioner, vare sig i modellen eller i bildkvaliteten. Imperfektioner som vinjettering (att bildens utkanter har lägre ljusstyrka vilket bildar en mörk ram runt bildens mitt), kromatiska aberrationer (optiskt fel där ljus i olika färger sprids istället för att koncentreras till samma punkt), damm eller smuts (realistiska detaljer) är extra arbete och kan tänkas bidra till en högre grad av realism som kunden kanske inte eftersträvar eller bryr sig om. I slutändan ska bilden ofta sälja ett förslag till en slutkund och full realism kan i det fallet vara mindre säljande än en bild utan imperfektioner. En annan möjlig förklaring kan vara att den lilla skillnaden knappt går att urskilja för en lekman, och därmed kanske inte är värd det extra arbetet.

4.6 Förslag till framtida studier

Eftersom korrektur upplevdes tidkrävande skulle det vara intressant att undersöka kommunikationen med kunden för att söka eventuella samband mellan bristande kommunikation och mängden korrektur i ett visualiseringsprojekt. Vissa respondenter påpekade problematiken i bristfälligt underlag från kundens sida. En undersökning av hur kvaliteten på referensunderlag som CAD-modeller och ritningar påverkar arbetsflödet i ett visualiseringsprojekt skulle därför vara intressant. En sådan studie skulle kunna undersöka kundens hantering av projektet i syfte att förbättra kommunikationen mellan kund och byrå. Det skulle även vara intressant att undersöka fotografens framtid inom 3D, eftersom 3D bygger på fotografiska principer. Fotografers expertis inom ljussättning och komposition används av flera 3D-byråer. Interaktiv interiörmiljöer kommer kunna spela en större roll när bättre hårdvara blir mer lättillgänglig, och i takt med att headsets med Virtual Reality-teknik blir allt vanligare (New Scientist. 2013) kan det bokstavligt talat ge interiörmiljöer en ytterligare dimension som kanske är ett ännu bättre sätt för mäklare att sälja fastigheter.

5 Slutsats

Målet med studien har varit att med hjälp av enkäter öka insikten i den 3D-grafiska arbetsprocessen för visualisering av interiörmiljöer. Studien har även syftat till att identifiera de mest tidskrävande momenten i arbetsprocessen och orsakerna bakom den extra tidsåtgången. För att uppnå målet har arbetet undersökt likheter och skillnader mellan olika 3D-grafikers arbetsprocesser. Studien har genom litteratursökning och enkäter till 3D-grafiker aktiva främst inom interiörvisualisering samlat ihop data om den 3D-grafiska arbetsprocessen. Studien har givit insikt i processen och den problematik som kan uppstå i utförande av olika moment och i kontakt med kunden, saker som en 3D-byrå bör ha i åtanke när ett projekt startas.

Följande slutsatser är baserade på svar från fem respondenter från de två genomförda enkätundersökningarna. Litteraturen har bidragit, men i mindre utsträckning.

- Arbetsprocessen började ofta i en brief med kunden. Därefter skapas skisser, och referensmaterial samlas in (ritningar etc.). Utifrån en grovmodellering ska bildperspektiver godkännas av kunden följt av detaljmodellering. Sedan skapas ljussättningen och material/texturer, ofta parallellt. Därefter renderas bilden för att slutligen finjusteras med hjälp av bildbehandlingsprogram som Adobe Photoshop.
- Modellering upplevdes som det mest tidskrävande momentet. Det kunde bero på ofta bristfälligt referensmaterial men också på grund av de höga kraven på noggrannhet modelleringen ställde.
- Respondenternas beskrivningar av arbetsprocessen liknade varandra och stämmer till stor del även med beskrivningar i litteraturen, som också hade generella likheter med arbetsflödesmodeller från den lilla mängd litteraturen som hittades.
- Ändringar i projektet efter kundens önskemål är vanliga, vilket ibland resulterar i tidskrävande korrektur för byrån.
- Kundunderlag och referensmaterial av varierande kvalitet kan påverka tidsåtgången i ett visualiseringsprojekt. CAD-modeller upplevdes ibland vara av så låg kvalitet att det gick snabbare att modellera om från grunden istället.

Referenslista

3D computer graphics. (2015, 4 mars). I *Wikipedia*. Hämtad 2015-04-23, från

http://en.wikipedia.org/wiki/3D_computer_graphics

Blender3darchitect. (2009). *Best architectural visualization workflow?* Hämtad 2015-05-13, <https://www.blender3darchitect.com/2009/11/best-architectural-visualization-workflow/>

<http://www.triplet3d.com/docs/Arch-Viz-Workflow.pdf>

Brito, A.(2010). *Blender 3D 2.49 Architecture, Buildings, and Scenery*. Birmingham, UK: Packt Publishing

Cheng, P..Anderson, M. He, S. Zakhor, A. (2013). *Texture mapping 3D planar models of indoor environments with noisy camera poses*. University of California, Berkeley USA

Derakhshani, D. (2003, November). *Introducing Maya 5: 3D for beginners*. San francisco, Sybex.

Engel, J. Pasewaldt, S. Trapp, M. Dollner, J. (2012). *An Immersive Visualization System for Virtual 3 D City Models*. Geoinformatics, volym, 1-1. doi

<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6270289>

Hansegard, J. (2012, 23 Augusti). IKEA's New Catalogs: Less Pine, More Pixels. *The Wall Street Journal*. Hämtad 2015-04-20, från <http://www.wsj.com/articles/SB10000872396390444508504577595414031195148>

Image-based lighting. (2014, 15 oktober). I *Wikipedia*. Hämtad 2015-05-13, från

http://en.wikipedia.org/wiki/Image-based_lighting

Kromatisk Aberration. (2015, 27 februari). I *Wikipedia*. Hämtad 2015-09-22, från https://sv.wikipedia.org/wiki/Kromatisk_aberration

Muhar, A.(2001 Maj). *Three-dimensional modelling and visualisation of vegetation for landscape simulation*. Institute for landscape management and landscape architecture, Österrike,

New Scientist.(2013). *Virtual reality: Get your head in the game*. Hämtad 2015-05-19, från

<http://www.newscientist.com/article/mg21829225.700#.VVtGwWNfYSE>

Pcmag. (2015). *Definition of: 3D-modeling*. Hämtad 2015-05-12, <http://www.pcmag.com/encyclopedia/term/37074/3d-modeling>

Procedural texture. (2015, 6 april). I *Wikipedia*. Hämtad 2015-06-09, från http://en.wikipedia.org/wiki/Procedural_texture

Renderman. (2013). *Translucency and Subsurface Scattering*. Hämtad 2015-06-09, från <http://renderman.pixar.com/resources/current/RenderMan/subsurface.html>

Russel, E.(2014, September). *Eliminate Texture Confusion: Bump, Normal and Displacement Maps*. Hämtad 2015-05-12, från <http://blog.digitaltutors.com/bump-normal-and-displacement-maps/>

Shading. (2015, April). *I Wikipedia*. Hämtad 2015-05-11, <http://en.wikipedia.org/wiki/Shading>

Smashing Magazine. (2010). *Post-Production Trends in 3D Visualizations*. Hämtad 2015-05-08, från <http://www.smashingmagazine.com/2010/12/03/post-production-trends-in-3d-visualizations/>

Triplet3d. (u.å.). *Arch-Viz-Workflow* [Elektronisk resurs] (1a uppl.). Hämtad från <http://www.triplet3d.com/docs/Arch-Viz-Workflow.pdf>

Tucci, G., Guidi, G., Ostuni, D., Costantino, F., Pieraccini, M., Beraldin, J.-A. (2001). *Photogrammetry and 3D-scanning: Assessment of metric accuracy for the digital model of Donatello's Maddalena*. Italien: University of Florence

V-ray. (2015, 20 april). *I Wikipedia*. Hämtad 2015-05-08, från <http://en.wikipedia.org/wiki/V-Ray>

Vinjettering. (2015, 2 juli). *I Wikipedia*. Hämtad 2015-09-22, från <https://en.wikipedia.org/wiki/Vignetting>

Wilk, S. (2013, augusti). En svensk 3d-pionjär. *3D-guiden, en specialutgåva från Cap&Design*, Tillgänglig: <http://capdesign.idg.se/2.990/1.510409/en-svensk-3d-pionjar>

Bilaga 1

Enkät 1

Vilka tekniska moment ingår i IKEAs arbetsprocess vid skapandet av ett IKEA-rum?

Modellering, Texturering, Renderingsinställningar, Ljussättning, 3D-Scanning, Rendering, Retuschering, Materialskapande

Vilket/vilka av momenten du angivit i fråga 1 upplever du generellt tar mest arbetstid?

Modellering, Materialskapande, och Ljussättning (att bygga scenen och proppa den med prylar tar också lång tid men den är inte teknisk).

Varför tror du att just detta/dessa moment tar längre tid än de övriga? (beror det ex. på utrustning, plugins, annat?)

Det vi kräver av en modell eller ett material tar lång tid att åstadkomma då de måste vara så nära verkligheten som möjligt. både i färg form och känsla. Ljussättningen är precis som för en fotograf, det tar tid att få det bra.

Från det första tekniska momentet till den slutgiltiga renderingen, hur många timmar krävs uppskattningsvis för att färdigställa ett IKEA-rum?

Tyvär kan nog ingen säga det. många, det är många som är inblandade.

Vilken/vilka artiklar (ex. möbler, gardiner, mattor etc.) tar längst tid att färdigställa?

Soffor, ugnar (med insida), kylskåp (med insida), rottingmöbler.

Motivera varför det tar längre tid med just den artikeln/artiklarna.

Skrynklor som skall se naturliga ut, sömmar, ytorna inne i vitvaror, allt skall vara med en noggrannhet på 0,2 mm

Beskriv begränsningar du upplever hos 3D i de moment du angav i fråga 1.

Det är nog inte så mycket begränsningar i momenten, det är mer hårdvara och tid som begränsar.

Bilaga 2

Enkät 2

Nämn gärna momenten i 3D-processen från idé till färdig produkt och i vilken ordning dessa utförs.

1. Projektbrief - samla underlag/ritningar 3dmodeller - importera/rensa/läsa på underlaget - basic modellering av byggnader/mark - testrenderingar(claymodel) av föreslagna vinklar efter kundens önskemål - påbörja detaljering/testurer/material/växter/träd - ljussättning - rendering/grund compositions photoshop - avstämning - justeringar - rendering/photoshop - slutleverans. tillkommer alltid en hel del susteringar under projektets gång på material/texturer/modellering mm-
2. Huvudmoment: Grundmodellering i SketchUp/Texturering, ljussättning, kameravinklar m.m i 3dsMax/V-ray Efterbearbetning/retusch i photoshop.
3. Först tar vi ett brief möte med kunden. Sedan gör vi oftast en snabb skiss hur vi tänker oss. Därefter tar vi en ny återkoppling med Art Director och när vi känner oss nöjda så levererar vi materialet.
4. 1. Brief 2. idé/koncept 3. Modellering (grov) 4. Kamera/animatic 5. Enkel ljussättning 6. Material/texturering 7. Slutlig ljussättning 8. Renderingsinställningar 9. Photoshop/After effects

Utveckla gärna arbetet med modellering och vilka svårigheter som upplevs.

1. Kuperad detaljerad mark är oftast tyngst, också att bygga modellen smart så att den är hyfsat smidig att justera.(editerbara modeller)
2. SketchUp har varit räddningen. Det går i regel fortfarande snabbare att bygga upp en ny 3d-modell från grunden, än att försöka "rädda" det 3d-modeller vi får från arkitekterna som Revit eller Archicadmodeller. Detaljeringsnivån i en revitmodell, samt kvalitén på de komponenter (dörrar, fönster, trappor m.m) lämpar sig inte för 3d-rendering på den kvalitetsnivå vi kräver. Vi har egna högdetaljerade fönster/dörrar m.-m som vi använder direkt i sketchup.
3. Det handlar om att bygga en så korrekt form som möjligt utefter vår fysiska referens. Säg exempel att man skall modellera en produkt men vi har varken någon CAD ritning eller teknisk ritning på produkten. Då får vi manuellt mäta varje mått, diameter och höjd/bredd vilket alltså då kan missmatcha lite mot den verkliga produktens CAD modell.
4. Mest tidskrävande av alla moment. Beror på vad det är för produkt givetvis. Men eftersom modellen har stor betydelse på den slutliga looken är det viktigt att lägga tid här. UV-mappning utöver det gör det extra tidskrävande.Jag upplever personligen att UV-mappningen är den största svårigheten i modelleringsstadiet.

Utveckla gärna arbetet med materialskapande och vilka svårigheter som upplevs

1. stora reflektiva ytor som reflekterar naturlig omgivning.Glas detaljer av olika slag. växlighet
2. Att hitta högupplösta texturer över större ytor (golv, tegel osv) kan ställa till problem, då det ofta blir rapport när man täcker en större yta med en liten textur. Dvs man ser snabbt upprepningar i ett mönster och det är inte önskvärt. Vi har börjat gå över till parametriska verktyg som t.ex railclone och mightytiles för att komma runt detta.
3. Oftast är det tidskrävande att hitta rätt material som skall fungera med ljuset i vår 3D Scen. Men så fort vi har detta klart så kan vi återanvända materialet till andra projekt vilket vi spar tid på. Annars handlar det mycket om fysiska parametrar som vi försöker efterskapa i vår 3D miljö. Man får titta på hur mycket den verkliga produkten reflekterar, matthet, färg och struktur bl.a Detta är något man lär sig ju mer man jobbar med 3d.
4. Arbetar i V-ray. Materialskapandet går ganska fort i processen och går hand i hand med ljussättning lite grand. Så man vill sätta en enkel ljussättning för att få en uppfattning hur materialet kommer att se ut i slutliga bilden. Sätter i ordning oftast först diffuse, reflection, gloss, refraction, bump/displacement. Svårigheten här är att hitta rätt texturer för ändamålet. Oftast dom som utgör ett bra eller dåligt material.

Utveckla gärna arbetet med ljussättning och vilka svårigheter som upplevs.

1. oftast leta efter ljuset som framhäver objektet bäst , och att ljuset skapar liv i ytor, att id en del testrenderingar för att hitta detta , OCH väldigt viktigt för slutprodukt
2. Vi använder allt oftare IBL vid ljussättning och utgår dock från Peter Guthries utmärkta HDRI-bilder. Detta ger oss bra och naturligt ljus, samt realistiska reflektioner. Dock på bekostnad av att renderingstiden blir något längre. Valer mellan realism och "känsla" kan vara svår. Skall man välja det grådaskiga ljuset en februarimorgon i göteborg, eller en drömsk solig motjusbild (i stil med Luxigon) Kundens förväntningar krockar ibland med vår uppfattning om hur mycket man får/kan tumma på sanningen.
3. Med hjälp av våra fotografer som har kunskapen i den traditionella fototekniken bygger vi får 3D identiskt med deras kunskap.
Vilka lampor och hur man "studsar" ljuset på bästa sätt. Det hela handlar helt enkelt om att bygga en FYSISK ljussättning fast virtuellt i 3D.
4. Brukar oftast utgå från en hdri som grund. Efter det sätter jag en bra ljusriktning i bilden. Sedan jobba med viktiga linjer och gradienter på modellen (reflektioner) som jag ofta light- linkar för största kontroll och sätter bara till att påverka reflektioner.
Svårigheter här brukar vara att hitta rätt vinkel och gradienter på lamporna för att få dom önskade linjerna i reflektionen, här underlättar det med active shade mode så man ser direkt hur lamplaceringen påverkar bilden.

Vilket/vilka moment du angav ovan upplever du ta längst tid? Rangordna gärna fallande där det mest tidskrävande momentet kommer överst.

1. detaljmodellering/material/ljus och även justeringar efter kundens önskemål
2. Photoshopretusch: Lägg in "skalgubbar" och få dessa att smälta in bra i miljöerna är krävande. Växter (3d-modeller) brister ofta i realism.
3. Skiss Arbetet ca 10% av tiden, 30% fin, 60% korrigeringar
4. 1. Modellering 2. kamera (vid animering) 2. Texturering 3. Ljussättning 4. Efterarbete 5. Material 6. koncept/idé 7. Kamera (vid stillbild) 8. renderingsinställningar

Om det är något annat moment utöver de ovan angivna som du upplever svårigheter i, beskriv gärna.

1. Viktigt att vara proffsig/lyhörd i kommunikationen med kunder, och att förstå respektive kunds önskemål med bilden som ska göras, vilken känsla som är viktig, och vad i bilden som ska framhävas mest.
2. Framför allt kan det vara svårt att hoppa fram och åter mellan grundmodell och rendering/retusch, eftersom en byggnad kan utvecklas och genomgå många förändringar under arkitektens process. Vi har exempel på projekt där en byggnad renderats i 100-tals varianter av fasadmaterial, fönstersättning osv. Detta är dock en värdeful hjälp i gestaltungsarbetet.
3. Våra egna ständigt ökande krav på realism och upplösning på bilderna sätter förstås stora krav på datorkapacitet och renderingskapacitet.
4. Rendering, Vid stora scener är det väldigt tidskrävande att rendera vilket kan ta ett antal timmar.
Och har man en tuff tidslinje att ta hänsyn till är rendering ett stort problem ibland. Mycket testande.