

LiU-ITN-TEK-G--15/069-SE

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering

Viktor Fält

2015-06-12



Linköpings universitet
TEKNISKA HÖGSKOLAN

LiU-ITN-TEK-G--15/069-SE

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering

Examensarbete utfört i Byggt teknik
vid Tekniska högskolan vid
Linköpings universitet

Viktor Fält

Handledare Patric Ljung
Examinator Dag Haugum

Norrköping 2015-06-12

Upphovsrätt

Detta dokument hålls tillgängligt på Internet – eller dess framtida ersättare – under en längre tid från publiceringsdatum under förutsättning att inga extraordinära omständigheter uppstår.

Tillgång till dokumentet innebär tillstånd för var och en att läsa, ladda ner, skriva ut enstaka kopior för enskilt bruk och att använda det oförändrat för ickekommersiell forskning och för undervisning. Överföring av upphovsrätten vid en senare tidpunkt kan inte upphäva detta tillstånd. All annan användning av dokumentet kräver upphovsmannens medgivande. För att garantera äktheten, säkerheten och tillgängligheten finns det lösningar av teknisk och administrativ art.

Upphovsmannens ideella rätt innefattar rätt att bli nämnd som upphovsman i den omfattning som god sed kräver vid användning av dokumentet på ovan beskrivna sätt samt skydd mot att dokumentet ändras eller presenteras i sådan form eller i sådant sammanhang som är kränkande för upphovsmannens litterära eller konstnärliga anseende eller egenart.

För ytterligare information om Linköping University Electronic Press se förlagets hemsida <http://www.ep.liu.se/>

Copyright

The publishers will keep this document online on the Internet - or its possible replacement - for a considerable time from the date of publication barring exceptional circumstances.

The online availability of the document implies a permanent permission for anyone to read, to download, to print out single copies for your own use and to use it unchanged for any non-commercial research and educational purpose. Subsequent transfers of copyright cannot revoke this permission. All other uses of the document are conditional on the consent of the copyright owner. The publisher has taken technical and administrative measures to assure authenticity, security and accessibility.

According to intellectual property law the author has the right to be mentioned when his/her work is accessed as described above and to be protected against infringement.

For additional information about the Linköping University Electronic Press and its procedures for publication and for assurance of document integrity, please refer to its WWW home page: <http://www.ep.liu.se/>

SAMMANFATTNING

En unik presentation av en byggnad modellerad som en 3D-modell kan göras med avancerad teknik. Ett sätt att presentera den på är till exempel på en 360-graders immersiv display, där möjligheten att interaktivt ”gå runt i” 3D-modellen erbjuds med hjälp av sex stycken projektorer som samverkar. Detta presentationssätt har Norrköpings visualiseringscenter som mål att erbjuda. För att göra detta krävs det att man tar hjälp av programvaror för realtidsvisualisering. En av dessa kan vara Unity 5 som är en spelmotor.

Målet med examensarbetet är att hitta tillvägagångssätt och strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i Unity 5. För att göra detta så tillämpas en teknisk undersökning med observationer som metod. Denna undersökning visar att en integration för att återspegla modellen modellerad i Revit till programvarusystem för realtidsvisualisering kan utföras. Återspeglingsen är ett faktum som får tas i relation till integrationens helhet och kan inte bli exakt. Frågan är om den kan utföras effektivt nog för vad som Norrköpings visualiseringscenter vill kunna erbjuda. Vilket den kan om modellens uppbyggnad, storlek och projektbegränsningar är rimliga i förhållande till tid och kostnad. Det är dessa aspekter som avgör om integrationen kan utföras effektivt. Kunskap om hur integrationen ska gå till med alla materialinställningar som behövs är dessutom en väsentlig faktor.

ABSTRACT

A unique presentation of a building modelled as a 3D-model can be made with advanced technology. One way to present it is on a 360-degree immersive display, where the ability to interactively "walk around" in the 3D-model are offered by using six projectors that interacts. This presentation is Norrköpings Visualiseringscenter goal to offer. To do this it's necessary to take help of software for real-time visualization. One of these software's is Unity 5 which is a game engine.

The goal of the project is to find approaches and strategies for an effective integration of a 3D-model of a building into Unity 6. To do this are a technical study with observations used as a method. This study shows that an integration to reflect a model that is modelled in Revit to software systems for real-time visualization can be performed. The reflection is a fact that should be taken in relation to the integrations entirety and may not be exact. The question is if it can be done effectively enough for what Norrköpings Visualiseringscenter wants to offer. Which is possible if the model's structure, size and project limitations are reasonable in relation to time and cost. It is these aspects that determine if the integration can be performed efficiently. Knowledge of how the integration should be done with all the materials necessary settings is also an important factor.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	III
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	V
FÖRORD.....	VII
1 INLEDNING	1
1.1 Problemformulering	1
1.2 Syfte och mål.....	2
1.2.1 Syfte.....	2
1.2.2 Mål.....	2
1.3 Frågeställning	2
1.4 Metod.....	2
1.5 Avgränsningar	2
2 TEORETISK REFERENSRAM.....	4
2.1 3D-modellering av byggnader.....	4
2.1.1 Branschens utveckling.....	4
2.1.2 Visualisering.....	5
2.2 Modelleringsprogramvarusystem.....	5
2.2.1 Autodesk Revit	5
2.2.2 Autodesk 3D Studio Max Design.....	6
2.3 Unity 5.....	6
2.4 Rendering	6
3 INTEGRATION AV 3D-MODELL TILL PROGRAMVARUSYSTEM FÖR REALTIDSVISUALISERING	9
3.1 Revit till Unity.....	9
3.1.1 .rvt till .fbx	10
3.1.2 Integration av Revit modell till Unity	10
3.1.3 Import av .fbx i 3D Studio Max Design	11
3.1.4 Texturinställningar i 3Ds Max.....	11
3.1.5 Import av 3D-modellen i Unity	13
3.1.6 Problem vid integration i Unity.....	13
3.2 Effektivisering av integration till Unity	15
3.2.1 Inställningar för automatisk applicering av texturkartor	15
3.2.2 Tidsåtgång vid integration till Unity	16
4 RESULTAT.....	17
5 ANALYS OCH DISKUSSION	20

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för
realtidsvisualisering.

6	SLUTSATS.....	23
6.1	Slutsats.....	23
6.2	Rekommendationer	23
6.3	Metodkritik.....	24
6.4	Förslag till fortsatt utveckling	24
	REFERENSER.....	25
7	BILAGOR.....	28
7.1	Bilaga 1.....	28
7.2	Bilaga 2.....	29
7.3	Bilaga 3.....	30
7.4	Bilaga 4.....	31
7.5	Bilaga 5.....	32

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts under vårterminen 2015 och är en slutprodukt av en 3-årig utbildning till Högskoleingenjör i byggnadsteknik på Linköpings Universitet. Examensarbetet har inriktning mot byggnadsvisualisering.

Jag vill här ta möjligheten att tacka personer som har varit till hjälp under examensarbetet.

Handledare Patric Ljung, forskare på Norrköpings Visualiseringscenter, har låtit mig göra examensarbetet åt Norrköpings Visualiseringscenter. Han har dessutom kommit med bra synpunkter och önskemål om olika aspekter under arbetets gång.

En annan person som har varit till hjälp har varit examinatorn Dag Haugum. Han har tagit sig tiden att läsa igenom arbetet vid olika tillfällen och kommit med bra förslag och synpunkter, vilket har varit mycket värdefullt.

Till sist vill jag tacka mina opponenter Richard Hagelberg och Doaa Khaleel som dessutom har kommit med värdefulla synpunkter på rapportens upplägg.

1 INLEDNING

I det här kapitlet så beskrivs problemet som studien grundar sig i. Här beskrivs även vad förhoppningen med vad studien ska kunna besvara.

1.1 Problemformulering

Att använda sig av avancerad teknik för att presentera en framtida husbyggnad är något som kan vara attraktivt för många grupper. Det är ofta tidskrävande och behöver en viss typ av förkunskap samt expertis inom området för att genomföra. Idag blir det mer vanligt att 3D-modeller av en byggnad skapas i detalj, istället för att enbart ha möjligheten att rita en byggnad i två dimensioner. En 3D-modell av en byggnad kan bland annat användas när man ska projektera en byggnation eller på ett smidigt sätt ta fram ritningarna till den. En 3D-modell har dessutom många andra användningsområden.

Norrköpings Visualiseringscenter har målet att på ett snabbt sätt kunna erbjuda skolor samt företag att använda deras avancerande teknik för att övertygande kunna presentera en 3D-modell av en byggnad. Där presentation i en domteater med möjligheten att interaktivt ”gå runt i” 3D-modellen av byggnaden erbjuds. Domteatern är en 360-graders immersiv display, där sex stycken projektorer samverkar för att interaktivt visa upp filmer i 3D. För att presentera en 3D-modell av en byggnad i domteatern så måste man förenklat sagt exportera ut modellen från modelleringsprogrammet till ett program som kan visa den i domteatern interaktivt. För att göra detta krävs det att man tar hjälp av programvaror för realtidsvisualisering. En av dessa kan vara Unity 5 som är en plattform för att göra spel i och även ett redskap för att visa dessa. (Unity Technologies, 2015a)

Presentationsverktyget kan bland annat vara attraktivt vid försäljning av framtida bostäder, vid olika typer av upphandlingar samt under planeringsprocessen av byggnader. Dessutom kan det användas av studenter och arkitekter. Dock så behöver en del problem lösas innan detta kan erbjudas på ett relativt snabbt sätt.

Vid en integrering av en 3D-modell från visualiseringsprogramvaror som Revit och 3D Studio Max till programvarusystem för realtidsvisualisering, så kan många problem uppstå. Dessa beroende på hur modellen är uppbyggd, dess storlek och inställningar. När 3D-modellen integreras kan det uppstå problem som att modellen deformeras, att texturer inte hänger med eller att ljussättningsinställningar förloras. För att återspegla 3D-modellen i Unity 5 så att den innehåller de viktiga egenskaperna kan vara tidskrävande. Förkunskap inom området krävs för tidseffektivitet och för att undvika problem som kan uppstå.

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

1.2 Syfte och mål

1.2.1 Syfte

Syftet med studien är att undersöka strategier för att integrera en 3D-modell av en byggnad i ett programvarusystem för realtidsvisualisering. Dessutom undersöks det om hur man effektivt kan integrera en 3D-modell och ändå bibehålla dess kvalitet samt utseende.

Där effektivitet är ett begrepp som mäts mot två aspekter som innefattar tid och kostnad. Dessa aspekter är något av det som examensarbetet har resulterat i och att effektivitet bör i det här fallet mätas mot detta.

1.2.2 Mål

Målet för studien var att hitta strategier och tillvägagångssätt för att integrera en 3D-modell av en byggnad i Unity.

1.3 Frågeställning

Hur kan en 3D-modell av en byggnad effektivt integreras i programvarusystem för realtidsvisualisering?

1.4 Metod

För att undersöka problemområdet i denna studie så genomfördes en teknisk undersökning med problemobservationer. Problem som uppstått löstes genom litteraturstudier och tester. Den tekniska undersökningen kommer genomfördes med hjälp av testmodeller som innehåller en 3D-modell av en byggnad samt enklare testmodeller. Fokus var på att presentera observationerna och strategierna i en beskrivning av den arbetsgång som krävs för att lösa eller att undvika de problem som kan dyka upp. Den tekniska undersökningen utfördes med tillgång till programvaror som Unity 5, Autodesk Revit och Autodesk 3D Studio Max Design.

1.5 Avgränsningar

Eftersom examensarbetet utförts under en begränsad tidsperiod så har avgränsningar inom området varit nödvändiga. Arbetet har avgränsats till:

- Att en 3D-modell av byggnader enbart vara skapade i Autodesk's programvara Revit (2013 års version).
- Att integration av en 3D-modell enbart utförs till programvarusystem för realtidsvisualisering som Unity 5.
- Att använda Autodesk's programvara 3D Studio Max Design 2014 som hjälpmedel till de olika inställningarna som krävs för integrering.
- Att inte integrera en modell innehållande animationer.
- Att arbetet enbart behandlar filformaten .rvt, .max, .dae och .fbx.

2 TEORETISK REFERENSRAM

För att få en inblick i de olika delarna som måste behandlas i detta examensarbete så kan en bakgrundskunskap om de mest väsentliga begreppen vara viktigt. I denna del av rapporten så kommer en grov inblick i detta fås.

2.1 3D-modellering av byggnader

2.1.1 Branschens utveckling

Modern teknik har gjort det möjligt att lösa eller effektivisera många problem i byggbranschen, även om det är en bransch som anpassas relativt långsamt. Att använda datorn som hjälpmedel har medfört många fördelar, som bland annat tidsbesparingar i många områden. Den kan användas till design, kalkylering, konstruktion, planering och kommunikation. Datorns användning inom branschen är hela tiden under utveckling, förbättring och användningsområdena växer kontinuerligt med tiden. (Wikforss, Ö. 2003)

Sedan ett antal år tillbaka så har en ny trend växt fram som innebär att man arbetar med smarta 3D-modeller av byggnader. Detta sker under byggnadens framväxt och hela livscykel, istället för att enbart arbeta med tvådimensionella ritningar. Att en byggnad är modellerad i tredimensioner (3D) innebär att den är ritad i höjd-, längs- och djupled. Ett objekt som är modellerat i 3D möjliggör att man kan titta på objekt från vilken vinkel man vill. Detta ger en större förståelse för hur ett objekt ser ut än om det vore ritat i två dimensioner. Med denna förståelse så minimeras risken för att ritningarna i slutänden skiljer sig från det verkliga resultatet av en byggnad. Man får en bättre helhetsbild av byggnaden redan från början. Arbetssättet med smarta 3D-modeller kallas för BIM, det vill säga byggnadsinformationsmodeller. En byggnadsinformationsmodell är smart eftersom den ger möjligheten att baka in information om byggnadens olika delar. Modellerna kan innehålla inbakad information om till exempel produktdata. Modellen ger även möjlighet att testa installationslösningar i en byggnad som ventilation och rördragning, vilket kan lösa många problem på byggarbetsplatsen. Analyser kan utföras med hjälp av modellen där hänsyn till energi, ljussättning, solljus, konstruktion, dynamik och kostnad kan vara några exempel. En värdefull aspekt till BIM är att man kan erhålla automatiskt synkroniserade ritningar från olika vyer av 3D-modellen. Fördelarna med BIM är stora och de minskar risken för byggnadsfel, vilket resulterar i att det är gynnsamt för branschen att använda sig av BIM i så stor utsträckning som möjligt. Däremot kan det vara en stor kostnad för ett företag att anpassas till en användning av BIM. Det kan ta tid att få en bra arbetsrutin som är koordinerad med hela företaget. (Autodesk, 2015k) (Ljung, P 2014b)

2.1.2 Visualisering

Realtidsvisualisering är ett begrepp som kan vara svårt att förstå utan en mer exakt förklaring. Med byggnadsvisualisering vill man åstadkomma att en mänsklig åskådare blir nyfiken och får en mental bild av byggnaden. Detta inkluderar enkla flerdimensionella system. Med realtid så innebär detta att byggnadens slutresultat kan visas upp direkt i nutid. Det vill säga utan att ett program behöver lägga tid på att rendera fram nya bilder eller liknande. Detta är speciellt tidskrävande då en vy eller perspektivbild byts ut. Hela byggnadsmodellens slutresultat kan med hjälp av realtidsvisualisering visas upp direkt ur den synvinkel man vill. (Ljung, P. 2014b) (Schneider Electric, 2015)

En byggnad kan till exempel visualiseras med hjälp av modelleringsprogramvaror som ger möjligheten att virtuellt skapa en byggnadsmodell. Detta skapar en verklighetstrogen bild av hur den tänkta byggnadsmiljön kommer att se ut i framtiden. En 3D-modell består egentligen bara av en tillgång till datageometri, det vill säga punkter, linjer och kanter som skapar en geometri. På denna geometri som beskriver ett objekt så kan material och texturer appliceras på olika sätt. Material kan bestå av olika färger och bilder som med hjälp av olika inställningar kan designa ett objekts utseende på önskat sätt. Modellen kan nästintill utformas helt så att den återspeglar verkliga förhållanden helt med tanke på ljussättning, form, färg och rörelse. Fantasin är en stor faktor som sätter begränsningarna vid visualisering och hur verklighetstrogen visualiseringen blir. (Ljung, P. 2014a) (Ljung, P. 2014b) (Wikforss, Ö. 2003)

2.2 Modelleringsprogramvarusystem

2.2.1 Autodesk Revit

Revit är en programvara som är utvecklad för att inrikta sig på BIM. Den inriktar sig på byggdesign och konstruktion. I Revit så kan man modellera och konstruera en 3D-modell av en byggnad. Arbetsättet tillåter att modellera detta i 3D-, sektion-, plan-, fasad- och elevationsvyer. Förinställda objekt som till exempel väggar, tak, pelare, fönster, dörrar och bjälklag finns i programmet som tillåter användaren att omforma dessa objekt och skapa helt egna. Detta för att underlätta och tidseffektivisera byggnadsmodelleringen för användaren. Det innebär att användaren inte behöver skapa sina olika objekt från grunden, vilket sparar tid. Däremot kan man i programmet skapa helt egna objekt som gör att en byggnad kan utformas helt efter behov och önskemål. Eftersom Revit är en programvara som är utvecklad för BIM så kan information om produktdata bakas in i modellen. Arkitekturvisualisering är ett område som Revit är anpassat för och detta möjliggör att man kan bygga upp en mycket realistisk miljö som efterliknar verkligheten. (Autodesk Revit, 2015) (Krygiel, E & Read, P & Vandezande, J. 2011)

2.2.2 Autodesk 3D Studio Max Design

Programvaran 3D Studio Max Design (3Ds Max) är till för att skapa modeller, animeringar, visuella effekter, spelmiljöer samt för att ha möjligheten att utföra renderingar. Detta program är ett professionellt designverktyg för visualisering. Här kan man skapa objekt där i princip bara användaren sätter gränser för hur objektet ska se ut. Objekten skapas med hjälp av till exempel linjer, punkter och kanter som tillsammans skapar ett objekts geometri. Många inställningsmöjligheter finns för att få den design som önskas. Tillsammans med ljusinställningar och den geometrin som formar olika objekt med tillhörande material och texturer så kan man utforma en väldigt realistisk miljö. I miljön kan alla inställningar anpassas av användaren för det specifika fallet. Denna programvara från Autodesk är bra om man vill skapa en så realistisk visualisering som möjligt. Samma resultat är svårt att uppnå med Revit. Med hjälp av 3Ds Max kan man åstadkomma bättre inställningar gällande ljussättning, material, kamera och animeringar. Detta ger ett bättre slutresultat än i Revit. Däremot är Revit anpassat för byggnadsmodellering, vilket gör modelleringen mer tidseffektiv för det ändamålet. (Autodesk 3DS MAX, 2015) (Autodesk, 2015l) (Ljung, P. 2014b) (MasterGraphics, 2012)

2.3 Unity 5

Unity 5 är en ett programvarusystem som kan användas för realtidsvisualisering. Detta programvarusystem är i första hand anpassat för att vara en spelmotor, där både 2D- och 3D-spel kan skapas. Här kan interaktiv underhållning av hög kvalitet byggas. Programmet är utformat för att slutresultatet ska vara kompatibelt många andra plattformar. Detta för att till exempel spel utformade i Unity kan användas på fler ställen. Med hjälp av en integration av en byggnad till Unity så kan byggnaden visas i realtid och på så sätt inspirera berörda människor. (Unity Technologies, 2015a) (Unity Technologies, 2015e) (Unity Technologies, 2015f) (Unity Technologies, 2015G)

2.4 Rendering

Rendering är en beräkning av hur till exempel bestämt ljus studsar på utvalda objekt i en modellerad scen. Denna beräkning skapar realistiska bilder som kan göras mycket verklighetstroga. För att ha möjligheten att utföra dessa så kan en renderare användas, till exempel Mental Ray eller Scanline. Mental Ray är en renderare från utvecklaren NVIDIA som kan beräkna högkvalitativa bilder med hjälp av tekniken ray tracing. Denna renderare används inom många olika branscher, till exempel inom filmindustrin och inom konstruktionsdesign. Mental Ray gör det möjligt att beräkna hur ljus studsar i en scen på ett

avancerat sätt, vilket öppnar möjligheten för att skapa mycket realistiska bilder. Ray tracing som Mental Ray använder sig av innebär att ljus i scenen beräknas mer exakt. Detta genom att fokusera på hur ljuset ses från ett människoöga (eller i detta fall en inställd kamera i scenen). Innebörden blir att den beräknar vinkeln mellan människoögat (kameran), ljuskällan och modellen som ljuset studsar på. Det skapas alltså en ögonblicksbild som är specifik för just den angivna synvinkeln som måste beräknas på nytt om vinkeln eller något annat ändras. Ray tracing kan skapa bilder med många detaljer. Om inställningarna väljs till högre kvalitet så ökas därmed tidsåtgången för ljusberäkningen. (Erco. 2015) (Ljung, P. (2014b) (NVIDIA, 2015)

Scanline är en renderare som egentligen är 3Ds Max original renderare. Denna utför sina beräkningar horisontellt från sida till sida av scenen. Detta till skillnad från Mental Ray som delar upp scenen i många rektangulära boxar och renderar dessa. Detta gör att renderingsmotorn själv kan välja vilken ordning den vill räkna ut scenens boxar i. Att använda denna teknik istället för att rendera från sida till sida bidrar till att programmet besparar arbetet det tar för att hela tiden på nytt ladda fram ett objekt. (Autodesk, 2015f) (Autodesk, 2015g)

3 INTEGRATION AV 3D-MODELL TILL PROGRAMVARUSYSTEM FÖR REALTIDSVISUALISERING

Här redovisas strategier för hur en integration av en 3D-modell genomförs. Strategierna är baserade på observationer från tekniska undersökningar som är utförda i examensarbetet.

3.1 Revit till Unity

Att genomföra en integration till Unity från Revit av en byggnadsmodell modellerad i 3D tar olika lång tid beroende på hur modellen är uppbyggd. Detta beror på att under integrationen så kommer inte modellen att återspeglas exakt, om inte modellen är uppbyggd med de inställningar som krävs för detta. Inställningarna som krävs för att modellen ska återspeglas efter önskemål görs manuellt i modellen med hjälp av en programvara som kan utföra dessa.



Bild 1, 3D-modell av byggnad skapad i Revit.

En 3D-modell av en byggnad skapas i programvaran Revit, se Bild 1. Modellen som är skapad i Revit har filformatet .rvt. Denna programvara är anpassad för att skapa 3D-modeller av byggnader enligt byggnadsinformationsmodellering (BIM), vilket innebär att projektfilen innehåller mer information än vad som behövs för integration. Typen av information som en modell innehåller varierar beroende på vad som efterfrågas. Informationen kan till exempel vara till för mängdningsarbeten i ett byggprojekt och anger då vilka byggdetaljer som är med i

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

modellen och hur mycket som behövs av varje detalj. Om modellen är en byggnad som till exempel innehåller fönster så kan man enkelt med hjälp av denna funktion få information direkt från modellen om hur många fönster som ska beställas och vilken typ. Detta innebär att projektfilen .rvt är uppbyggd med information som är anpassad för att läsas av en viss typ av programvaror. För att integrera en modell skapad som .rvt i en annan programvara så krävs det att den konverteras till ett annat filformat. Unity 5 kan bland annat läsa 3D-filformat som .dae, .obj, .fbx och .max. Däremot så kan inte filformatet .rvt läsas, utan måste konverteras till något av formaten som Unity kan läsa. Detta arbete kommer behandla integration med hjälp av .fbx och .max. (Reviversoft, 2015) (Unity Technologies, 2015b)

3.1.1 .rvt till .fbx

Filformatet .fbx har utvecklats av Autodesk för att vara anpassningsbart till andra programvaror som de har utvecklat. Formatet kan dessutom läsas av andra programvaror som har anpassats till det. Eftersom att Unity inte kan läsa formatet .rvt så är en export av modellen till filformatet .fbx ett bra val. (Autodesk, 2015a)

Att konvertera en .rvt projekt-fil i Revit till .fbx kan utföras enkelt genom att i programmet gå till menyn under fliken R uppe i vänstra hörnet. I menyn får man leta efter exportfliken, under denna kan därefter olika format väljas varav .fbx är ett alternativ. När filformat har valts så konverterar programvaran om 3D-modellen så att projektfilen får filformatet .fbx.

3.1.2 Integration av Revit modell till Unity

När projektfilen har konverterats och en import av den kan göras till Unity 5 så får man använda sig av funktionen Import New Assets i programmet. Denna funktion i Unity importerar in 3D-modellen i programmet. Med dessa förutsättningar så uppstår ett problem i detta skede som innebär att modellens objekt saknar material helt och återspeglar en vit modell av byggnaden, se Bild 2 nedan. Problemet med att objektens material inte finns när de integreras i Unity beror på att materialen är applicerade på objekten på ett sätt som inte programmet kan hantera.

INTEGRATION AV 3D-MODELL TILL PROGRAMVARUSYSTEM FÖR REALTIDSVISUALISERING

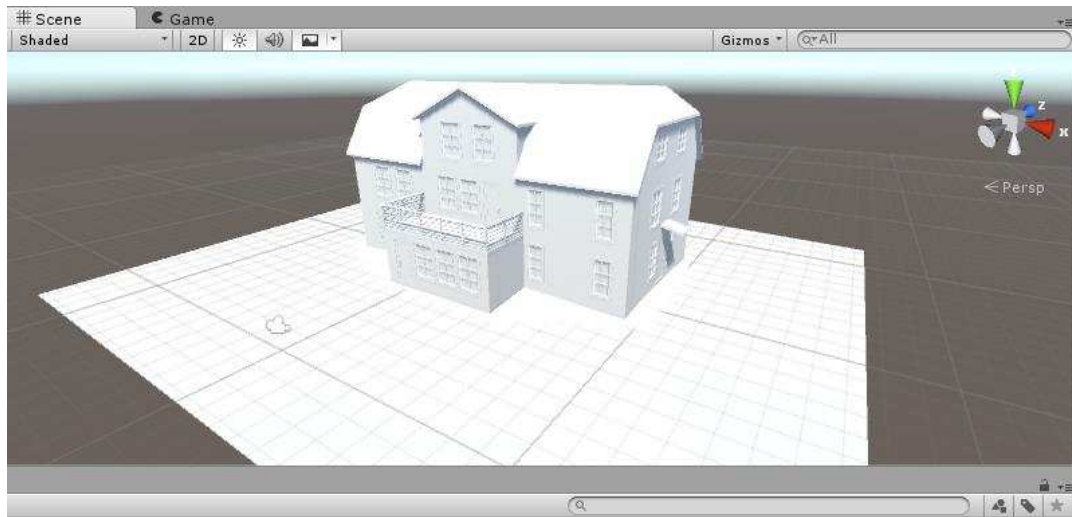


Bild 2, integrationsförsök till Unity av 3D-modell.

3.1.3 Import av .fbx i 3D Studio Max Design

För att åtgärda problemet med att modellens objekt saknar material så måste vissa inställningar utföras innan importen av 3D-modellen till Unity. När man ska se till att objektens material följer med i integrationen så måste man se till att de olika materialens sökvägar på datorn är specifikt beskrivna i den exporterade projektfilen. Dessutom krävs det att man beskriver noggrant hur materialen ska mappas på 3D-objekten innan export.

För att få möjligheten att göra detta på önskvärt sätt så tas programvaran 3Ds Max till hjälp. Denna programvara kan öppna den exporterade modellen från Revit och återskapa modellen. Den ger möjlighet att göra mer noggranna inställningar i modellen än Revit, dock så är den inte anpassad för BIM. Nackdelen med programvaran 3Ds Max är att man får skapa sina objekt manuellt från grunden och att den som sagt inte har anpassats för byggnadsmodellering så som Revit har. Det är alltså mer tidseffektivt att använda Revit för byggnadsmodellering, där redan förinställda val finns. I programmet kan man till exempel lätt välja vilken vägg och väggtyp man vill rita upp.

3.1.4 Texturställningar i 3Ds Max

När 3D-modellen av byggnaden är importerad in i 3Ds Max så ska materialen på 3D-modellens olika objekt behandlas, för att de ska fungera på rätt sätt i Unity. Eftersom modellen redan är färdigritad med alla material i Revit så kan detta utföras med funktionen

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

Render To Texture i 3Ds Max. Denna funktion finner man i programmet under Rendering menyn, annars kan man ta fram dialog rutan snabbt genom knappen R på tangentbordet. Funktionen Render To Texture gör det möjligt för användaren att skapa texturkartor som är baserade på objektens utseende i den återgivna scenen. Dessa texturkartor appliceras därefter på objekten igen. Detta möjliggör att i till exempel en spelmotor som Unity kunna visa objektens texturer på ett snabbt sätt. Bild 3 nedanför illustrerar ett exempel på en texturkarta. I detta fall är det en texturkarta som tillhör en enkel box med dess sex olika sidor.

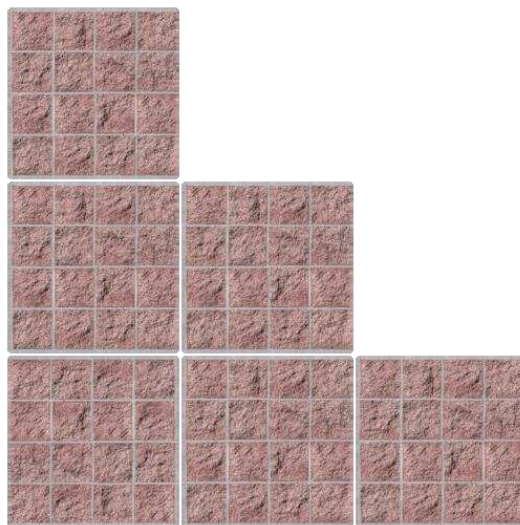


Bild 3, ett exempel på texturkarta skapad från Render To Texture i 3Ds Max.

För att använda denna funktion är det viktigt man använder sig av renderarna Mental Ray eller Scanline eftersom andra renderare inte har stöd för Render To Texture. I funktionen Render To Texture kan olika inställningar göras, vilket kommer påverka slutresultatet. Det är viktigt att man väljer de objekt man vill utföra detta på, vilket är alla objekt i detta fall. Här ställer man in vilken målmapptexturkartorna ska ha, hur objekten ska mappas, vad man vill ta med vid mappning, hur stora texturkartorna ska vara och hur materialen ska appliceras på objekten (se Bilaga 1). Vid skapandet av texturkartor görs ett val av vad som ska tas med från 3D-modellens scen. Alternativa mapptyper att välja mellan är CompleteMap, SpecularMap, DiffuseMap, ShadowsMap, LightingMap, NormalsMap, BlendMap, AlphaMap, HeightMap och Ambient Occlusion (MR). DiffuseMap är det enkla valet om man enbart vill ta med objektens diffusa färg eller textur. De andra olika mapptyperna avgör om man vill ta med skuggor, ljussättning och ytstruktur på materialen m.m. När allt är inställt och klart så är det bara att låta datorn genomföra renderingen genom ett kapptryck på knappen render. (Autodesk, 2015d) (Autodesk, 2015e)

Om man nu tittar noggrant på ett av scenens olika objekt så kommer funktionen Render to Texture nu automatiskt ha lagt till egenskapen Automatic Flatten Uvs. Den här egenskapen fungerar på samma sätt som Unwrap UVW Modifier och tilldelas ett objekt om man har valt Use Automatic Unwrap innan rendering. Den beskriver med hjälp av UV-mappning hur en

platt bild av materialet, en så kallad texturkarta ska appliceras på ett objekt. UV-mappning innebär att man har tilldelat ett objekt med textur koordinater för hur texturen ska mappas på objektet. Use Automatic Unwrap gör det också möjligt att i efterhand ändra dessa koordinater på ett objekt. (Autodesk, 2015b) (Autodesk, 2015c) (Autodesk, 2015d)

3.1.5 Import av 3D-modellen i Unity

Modellen är klar att integreras i spelmotorn Unity när alla materialinställningar är klara. Detta kan göras på två sätt. Det enklaste är att använda sig av det befintliga .max formatet på filen i 3Ds Max. Då är inte en export nödvändigt att utföra och exportinställningar undviks. Det andra sättet är att modellen exporteras till formatet .fbx igen. När exporten utförs från programmet 3Ds Max så kommer en hel del inställningar att behöva utföras vilka visas i en dialogruta. Dessa inställningar beskriver vad man vill ta med vid export. Här är det viktigt att tänka på att embed media har valts när man ställer in vad som ska tas med i exporten, se Bilaga 2. Embed media är ett begrepp som innebär att man har möjlighet att bädda in media (till exempel bilder) i en fil så att de ursprungliga sökvägarna till vald media inte behövs. När en fil i 3Ds Max ska exporteras till ett .fbx filformat så bäddas texturer in i filformatet med hjälp av Embed Media. Mer noggrant beskrivet så skapar den en .fbm fil med samma filnamn som .fbx filen. Denna fil innehåller den media som ska bäddas in i filen. Det vill säga objektens material och texturerna samt all information och data som behövs. .fbx filen hänvisar då i sin kod till .fbm filen när den ska visa utvald media till exempel på ett av scenens objekt. (Unity Technologies, 2015c) (Autodesk, 2015h)

Nu kan processen med att importera 3D-modellen i programmet Unity utföras på samma sätt som den gjordes från Revit med hjälp av funktionen Import New Assets, se Bilaga 3. När modellen är importerad i Unity så finns det inställningar (Import Settings) om vad som ska tas med i importen under Inspector menyn. Här kan de förinställda inställningarna som programmet har gjort användas, det är dock viktigt att man manuellt klickar i Swap Uvs och sen Apply (se Bilaga 4Bilaga). Funktionen Swap Uvs gör att UV-kanalerna ställs in rätt om de inte är rätt inställda från början i Unity. Därefter är en lyckad integration av 3D-modellen i Unity 5 genomförd. (Unity Technologies, 2015d)

3.1.6 Problem vid integration i Unity

Om man studerar den byggnad som nu är integrerad i Unity så kan problem observeras. Problemen som uppstår är att bland annat att taket och gräsmattan saknar sin texturkarta, detta illustreras i Bild 4 nedan.

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.



Bild 4, ytterligare ett integrationsförsök till Unity av 3D-modell.

Här är gräsmattan vit och taket har en orange färg istället för sitt svarta tegel. Problemet beror på att en 3D-modell är baserad på kod, denna kod innehåller all den information som behövs för att i programmet beskriva modellen. Koden i .fbx filen innehåller med hjälp av Embed Media som ovan är beskrivet en .fbm fil innehållande 3D-modellens media och hur den ska mappas med UV koordinater. Det är något som gör att Unity inte förstår all kod och tappar på så sätt dessa texturer.

Vid integration från 3Ds Max till Unity så konverteras filen om till formatet .fbx från .max. I den tekniska undersökningen har det observerats att vid integrationen så kommer inte Unity att kunna hitta bilderna, om inte de redan är pålagda i 3Ds Max som ett Standard material. Att bland annat gräsmattan och taket saknar sina texturkartor beror på att de ursprungligen är skapade med hjälp av materialen Autodesk Generic. Om man studerar insidan av byggnaden så är stora delar av golvytan parkettgolv ursprungligen skapad som en texturbild i materialet Autodesk Hardwood. Detta innebär att objekt som efter funktionen Render To Texture har Standard material eller har en enkel färg kommer att fungera bra vid integration. Resterande material, det vill säga texturkartorna som fås vid Render To Texture, kommer man manuellt att behöva applicera på objekten som saknar material. Den manuella mappningen görs enkelt genom att använda sig av ett Standard material i Compact Material Editor. Compact Material Editor är en funktion i 3D Studio Max där man kan skapa samt ändra material och map inställningar. I denna materialtyp så kan man under maps infoga rätt texturkarta till rätt objekt som erhöles efter Render to Texture. Här är det viktigt att tänka på att den infogas med rätt Map Channel och att den har rätt storlek, för att texturkartan ska appliceras på rätt sätt på objektet. Denna process kan vara tidskrävande beroende på hur många olika objekt som projektfilen innehåller. Processen åtgärdar problemet med att modellen av byggnaden från Revit saknar material i Unity. (Ljung, P. 2014c)

För att modellen ska exporteras med rätt skala så är det viktigt att man arbetar med rätt måttangivelser och skala i alla program. Detta är lätt att hantera då det i Revit är mycket tydligt. I 3Ds Max så är det viktigt att i Unitys setup under Costomize menyen ställa in vilken

enhet man jobbar med. Där ställs till exempel meter in och under System Unity setup kan man då ställa in att man arbetar med enheten meter.

3.2 Effektivisering av integration till Unity

3.2.1 Inställningar för automatisk applicering av texturkartor

För att undvika problemet med att i efterhand manuellt lägga på texturkartorna på dess objekt igen, så fortsätter den tekniska undersökningen här för att försöka lösa detta problem. Denna undersökning utgår ifrån två enkla boxar.

Undersökningen visar att om man är noggrann vid inställningarna i funktionen Render To Texture så kan problemet lösas i specialfall. Om boxarna från början har Standard material innehållande Bitmap bilder kan inställningar i Render To Texture utföras med ett lyckat resultat, under Baked Material i funktionen Render To Texture. I Bilaga 5 visas bilder som ger en bra bild över hur detta ser ut. Här måste även Output Into Source väljas istället för Save Source (Create Shell). Dessutom så finns valen Keep Source Materials och Keep Baked Materials, där den sistnämnda ska väljas för att erhålla ett lyckat resultat. Mapping Coordinates ska vara inställd på att använda Use Automatic Unwrap med Channel 3. Om detta inte väljs så kommer inte funktionen att för hur materialen ska mappas på objekten med UV-mappning att fungera automatiskt. Under Output finns dessutom rullmenyn Target Map Slot. I rullmenyn ska då Diffuse Color väljas. Target Map Slot innebär i kort att man bestämmer exakt hur de renderade materialen ska tilldelas på objektens olika materialinställningar. Om dessa val är gjorda så undviks all tidskrävande extramappning som programmet kräver för att klara denna typ av export med bakade texturkartor från Standard material. (Autodesk, 2015j)

En Bitmap bild som ovan tas upp är en bild som kan mappas på ett objekt. Denna bild behöver inte täcka hela objektet utan kan oändligt mappas bredvid varandra på ett objekt. Detta kan liknas med en kakelvägg eller beskrivas som ett pussel på ett objekt med samma bild. (Autodesk, 2015i)

Med dessa inställningar utförda på byggnadsmodellen kommer inte några förbättringar att göras vid integration, eftersom objekten med bilder i modellen är uppbyggda med standardmaterial. Då det inte gick att utföra denna effektivisering med automatisk applicering av texturkartor så kommer texturkartorna att infogas manuellt i 3Ds Max.

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

3.2.2 Tidsåtgång vid integration till Unity

Genom att göra rätt val av inställningar för denna typ av integration från början så kan en hel del tid sparas. Detta är såklart beroende på modellens storlek och antal objekt som den innehåller. Det tar i detta fall tre timmar och 40 minuter att utföra funktionen Render to Texture på byggnadsmodellen, därefter ska den manuella appliceringen göras för att integrera modellen i Unity (se Tabell 1). Den tid det tar att skapa texturkartorna och UV-inställningarna får räknas ihop med tidsåtgången för mappning av 250 texturkartor. Detta är en tidskrävande process, både i att hitta alla objekt som texturer ska mappas på och för att leta rätt på dess texturkartor. Något som är bra att ta hänsyn till är att data från Tabell 1 utgår från renderingstider i Render to Texture funktionen med hjälp av Mental Ray i 3D Studio Max Design. Dessutom så är renderingarna utförda på låg kvalitet och med en bildstorlek på 1024*1024. För att utföra dessa renderingar har en dator (HP Z420 Workstation) med följande prestanda används: 8 GB ram, 64-bit operativsystem, Intel Xeon 3.60 GHz processor.

<i>Modell</i>	<i>Antal objekt att rendera</i>	<i>Bild storlek</i>	<i>Tidsåtgång</i>
<i>Modell "Villa"</i>	250 st.	1024*1024	3 h och 40 min + mappningstid av 250 texturer

Tabell 1, tidsåtgång vid funktionen Render To Texture.

4 RESULTAT

Resultatet av den tekniska undersökningen är en 3D-modell av en byggnad integrerad från Revit till Unity. Här kommer bilder att visas för att ge en ökad förståelse i dess slutprodukt.

Resultatet av att genomföra en integration av en 3D-modell från Revit till Unity visar att det är praktiskt genomförbart och kan utföras olika snabbt beroende på modellens storlek samt uppbyggnad. Här visas exteriörbilder av en byggnad före, under och efter integration till Unity 5.



Bild 5, Byggnad modellerad och renderad i Revit.

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för
realtidsvisualisering.



Bild 6, Byggnad importerad och inställd i 3Ds Max.



Bild 7, byggnad färdig integrerad i Unity 5.

5 ANALYS OCH DISKUSSION

I denna del av rapporten så diskuteras och analyseras resultatet som den tekniska undersökningen resulterade i.

Att genomföra en effektiv integration till programvarusystem för realtidsvisualisering så kan jag konstatera att det kräver en hel del kunskap. Dels om hur programvarusystemen som har valts att arbeta med fungerar och lite om hur de skiljer sig åt. Detta beror på att modellen behöver anpassas så pass mycket för att den ska kunna efterliknas i vissa programvarusystem som till exempel spelmotorn Unity. I denna rapport valdes det att enbart fokusera på hur man integrerar en modell av en byggnad med dess material i Unity. Därför valde jag att inte studera hur ljussättning fungerar vid integration. Om studien också skulle ha innefattat detta så kan ljussättningen utföras på många olika sätt. Valen man kan välja bland är att överlåta all ljussättning till Unity, alternativt att rendera in all ljussättning i de infogade materialen. Det gick inte att undvika att inkludera ljussättning av scenen helt i examensarbetet. Därför valdes det att inte ta med någon ljussättning i Revit och låta Unity ljussätta scenen. Detta fungerade relativt bra och var även tidssparande om man jämför med att ljussätta scenen manuellt.

En sak som är viktigt att ha i åtanke när man ska genomföra en integration från till exempel Revit till Unity är att en modell kan inte återspeglas exakt. Detta är förståeligt eftersom programvarusystemen inte är uppbyggda på samma sätt. Det är även många anpassningar som programmen utför automatiskt vid export från det ena, till import i det andra. Om man studerar bilderna av modellen noggrant ovan i resultatdelen så kommer man upptäcka olikheter i bland annat texturerna. För att undvika detta är det viktigt att man har en bra renderingskvalitet och att man anpassar bildstorleken till användningsområdet när man skapar texturkartona. Annars kommer byggnaden i till exempel Unity att ha märkbart dålig kvalitet.

Frågeställningen som examensarbetet undersöker har sitt ursprung i att Norrköpings Visualiseringscenter vill kunna erbjuda skolor och företag att använda deras avancerade teknik. Användningsområdet är att på ett snabbt sätt kunna erbjuda en avancerad teknik för att övertygande kunna presentera en 3D-modell av en byggnad. Man vill kunna visa en byggnad i deras domteater med möjligheten att interaktivt ”gå runt i” 3D-modellen. I domteatern kommer det erbjudas att visa 3D-modellen av en byggnad på en stor immersiv display. Då är det extra viktigt att tänka på att texturkartorna har en hög upplösning. Detta kommer resultera i att renderingstiden i funktionen Render to Texture för att skapa texturkartorna kommer att ta mycket längre tid än om dessa skapas för en mindre skärm. Här kan man resonera om 3D-modeller av en byggnad verkligen kan integreras effektivt i olika programvarusystem för realtidsvisualisering. Det kan till exempel ta en dag för en modell att integreras från Revit till Unity, med hänsyn till att den ska uppnå den högupplösta bildkvalitet som krävs för detta med alla renderingstider. Detta är på alldeles för lång tid om en integration behöver göras direkt

eller om många byggnader behöver integreras på detta sätt. Det är dock en relativt effektiv integration att göra med hänsyn till att inställningarna som görs innan man kan starta renderingen av texturkartorna inte tar speciellt lång tid. Merparten av tiden kan datorn stå själv och rendera. Det är alltså inte någon arbetskraft som behövs, vilket gör att genomförandet av denna integration inte blir speciellt dyr. Eftersom Norrköpings Visualiseringscenter kommer vara medvetna om detta så kan de också planera utifrån det.

Dessvärre så tar delen där texturkartorna ska appliceras på de olika objekten med Standard material lång tid. En anledning till detta är att de som ska utföra integrationen på Norrköpings Visualiseringscenter inte har varit med och modellerat modellen. Därför kommer mycket tid gå åt till att studera modellen, för att förstå på vilka objekt texturkartorna ska mappas. Därefter kommer det ta tid att hitta rätt texturkartor och applicera de på objekten. Anledningen till varför det är viktigt att funktionen Render To Texture används är att den både skapar texturkartorna och lägger till UV-koordinater som beskriver hur de ska mappas på objekten. Det är ett tidskrävande och dyrt arbete att utföra en integration till ett programvarusystem för realtidsvisualisering som Unity 5. En styrka är att en presentation i en domteater av dess kaliber är unikt och kan vara värt att betala för från kundens sida.

Då en integration är tidskrävande så är det viktigt att 3D-modellen av en byggnad som ska integreras är färdigställd innan arbetet påbörjas. Det är inte lätt att göra ändringar efter integrationen i modellen, dessutom skulle det medföra merkostnader.

En effektiv integration av en 3D-modell modellerad i Revit och slutligen integrerad i Unity kan genomföras under dessa ovan beskrivna förutsättningar. Dock är det på gränsen för vad som kan kallas effektivt eller inte och kan diskuteras. De avgörande faktorerna till om detta kan genomföras effektivt är projektets tidsram, budget och syfte. Dessutom styr tillgång till arbetskraft, modellens storlek och uppbyggnad. Man bör vara medveten om att det alltid kan uppstå problem när man arbetar på detta sätt, det gäller att vara noggrann annars kan detta bli ett dyrt och ett ineffektivt arbete.

I specialfall då modellen enbart innehåller enkla färger som material och inga bilder som texturer, så kan en effektiv integration definitivt utföras. Den avgörande tidsaspekten i denna integration kommer att vara Render To Texture.

Examensarbetet har baserats på integration av ett mindre bostadshus som byggnad och även boxar som är relativt enkelt modellerade. Om examensarbetet hade utspelat sig under en längre tidsperiod med tillgång till större byggnadsmodeller så hade detta också kunnat studeras. Dock hade det inte gjort någon större skillnad om de också hade varit skapade i programvaran Revit. Det som skulle skilja sig åt är renderingstiderna för materialen, vilka material som är valda och hur många objekt projektfilen skulle bestå av.

Däremot kanske det skulle ha varit mer förberedelser av modellen, man kanske inte vill ha med alla byggnadens objekt i presentationen. Detta antar jag är en åtgärd som beställaren av

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

Norrköpings Visualiseringscenters tjänst har förberett innan överlämnandet för integreringsinställningar genomförs.

Jag har som sagt valt att anpassa detta arbete utifrån att byggnadsmodellen ska modelleras i Revit och inte 3Ds Max. Anledningen till varför detta val har gjorts är dels på grund av tidsbegränsning och dels på grund av att skapandet av modellen skiljer sig åt. En modell skapad i 3Ds Max kan medföra andra problem vid integration så som deformationer av objekt. Den främsta anledningen till valet av Revit är att programmet är anpassat för BIM och byggnadsmodellering. Detta medför att chansen är störst att byggnaderna som ska presenteras hos Norrköpings Visualiseringscenter är skapade i Revit. För en byggnadsentreprenad är det egentligen inte så stor mening med att skapa en byggnadsmodell i 3Ds Max, då den endast kan användas för presentation och liknande. I Revit kan den både användas till det och BIM, vilket gör att den är användbar under hela byggnadens livscykel. Med dessa förutsättningar så var det ett enkelt val att avgränsa arbetet och använda denna arbetsgång som troligtvis kommer vara vanligast. Däremot ska man ha i åtanke att man i 3Ds Max kan göra en mer verklighetsanpassad visualisering, med alla programmets inställningsmöjligheter.

6 SLUTSATS

Här ställs en slutsats om examensarbetets frågeställning samt belyser kritik och tips till kommande examensarbetare.

6.1 Slutsats

Detta examensarbete har syftat till att besvara frågeställningen:

- Hur kan en 3D-modell av en byggnad effektivt integreras i programvarusystem för realtidsvisualisering?

Examensarbetets frågeställning besvaras under kapitel 3 i rapporten då den tekniska undersökningen utförs. Här redovisas hur modellen kan integreras. Därefter sammanställs en diskussion och analys om en integration kan utföras är effektivt. Där slutsatsen är att ha möjligheten att genomföra en effektiv integration av 3D-modeller av byggnader till programvarusystem för realtidsvisualisering med samma förutsättningar (examensarbetets avgränsningar) är beroende av många aspekter. Aspekter som modellens uppbyggnad, storlek och projektbegränsningar spelar in. Den tekniska undersökningen visar tydligt att man kan genomföra en lyckad integration av en 3D-modell till programvarusystem för realtidsvisualisering.

För att mäta effektiviteten tas hänsyn till tid och kostnad. Det är en fördel om den som ska utföra en integration har satt sig in i alla steg i förväg och är välbekant med programmen, för att integration ska kunna utföras effektivt. För att generalisera så kan en effektiv integration göras då utföraren är förberedd och vet på ett ungefär hur lång tid renderingen och den manuella mappningen kan ta för ett specifikt fall. Därefter baseras det utifrån det specifika fallet om en effektiv integration kan utföras. Det gäller att ha klart för sig att det kan vara en tidskrävande process att manuellt lägga texturkartorna på byggnadens olika objekt.

6.2 Rekommendationer

För den som har tänkt sig att utföra en liknande integration så bör det tas hänsyn till vad integrationen kommer uppnå och om det är värt detta. Om det bara ska göras en enskild byggnadsmodell så kan det vara värt denna tid om slutprodukten av integrationen är relevant.

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

6.3 Metodkritik

För att genomföra denna typ av examensarbete så var det i detta fall rätt att utföra en teknisk undersökning där observationer har bestämt tillvägagångssättet. Detta var till fördel för att kunna besvara frågeställningen på ett bra sätt inom det begränsade tidsintervallet för studien. Det som kunde ha underlättat och utökat tidsramen för examensarbetet skulle ha varit att istället för att utföra det själv, jobba i grupp med en till. Detta skulle troligtvis ha gjort att en lösning vid problem kunde ha funnits snabbare och bredden på undersökningarna skulle ha kunnat ökas. Fördelen med att göra examensarbetet själv var att självständigt kunna ta beslut om vad som skulle utföras.

En annan aspekt som skulle kunnat ha gjorts annorlunda är att ha undersökt fler testmodeller av olika husbyggnader. Detta för att öka studiens omfattning och få ett mer tydligt resultat. Genom att göra detta så skulle dessutom en tydligare överblick över hur renderingstiderna skiljer sig åt för olika modeller ges. Detta hade kanske ökat förståelsen om hur effektivitet graderas och definieras utifrån förutsättningsaspekter.

Ett annat sätt att besvara rapportens frågeställning skulle ha kunnat vara att i den tekniska undersökningen intervjuat personer som är insatta i realtidsvisualisering, om olika tillvägagångssätt vid uppkomna problem i undersökningen. Då kanske en annorlunda lösningsgång hade formats fram och ett visat på ett annat resultat.

6.4 Förslag till fortsatt utveckling

För framtida examensarbetare så kan ett tips på fortsatt utveckling av detta arbete vara hur en mer verklighetsbaserad ljussättning av byggnadsmodeller i 3D kan hanteras vid integration i olika programvarusystem för realtidsvisualisering. Detta för att studera om en mer exakt ljusåtergivning på en byggnads olika objekts texturer önskas vid integration. Detta kräver en del förarbete innan en integration kan genomföras.

Ett annat förslag på fortsatt utveckling är att istället studera hur man kan uppnå en effektiv integration till olika programvarusystem för realtidsvisualiserings, där 3D-modellen istället är modellerad i 3Ds Max.

REFERENSER

Litterära referenser

Creswell, J. (2009) Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. United Kingdom: SAGE Publications Ltd.

Wikforss, Ö. (2003) Byggandets informationsteknologi: Så används och utvecklas it i byggandet. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Krygiel, E & Read, P & Vandezande, J. (2011) Mastering Autodesk® Revit® Architecture 2015. Indiana: Wiley Publishing.

Digitala referenser

Autodesk Revit. (2015) Program för byggdesign och konstruktion. (HTML) Tillgänglig: <<http://www.autodesk.se/products/revit-family/overview>> (2015-04-23)

Autodesk 3DS MAX. (2015) 3D-program för modellering, animering och rendering. (HTML) Tillgänglig: <<http://www.autodesk.se/products/3ds-max/overview>> (2015-05-08)

Autodesk. (2015a) Adaptable file format for 3D animation software. (HTML) Tillgänglig: <<http://www.autodesk.com/products/fbx/overview>> (2015-05-04)

Autodesk. (2015b) Unwrap UVW Modifier. (HTML) Tillgänglig: <<http://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/3DSMax/files/GUID-EA10E59F-DE7F-497E-B399-6CF213A02C8D-htm.html>> (2015-05-04)

Autodesk. (2015c) UVW Map Modifier. (HTML) Tillgänglig: <<http://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/3DSMax/files/GUID-78327298-4741-470C-848D-4C3618B18FCA-htm.html>> (2015-05-05)

Autodesk. (2015d) Render to Texture. (HTML) Tillgänglig: <<http://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/3DSMax/files/GUID-76F1E8AE-9E8F-40A7-A948-471D17E09DA9-htm.html>> (2015-05-06)

Autodesk. (2015e) Baked Texture Elements. (HTML) Tillgänglig: <<http://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/3DSMax/files/GUID-76F1E8AE-9E8F-40A7-A948-471D17E09DA9-htm.html>>

Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/3DSMAX/files/GUID-B1597F7A-EAF4-4197-BB7C-42A90C12BBCB-htm.html> (2015-05-06)

Autodesk. (2015f) Scanline Renderer. (HTML) Tillgänglig: <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/ENU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-24D58C3F-7922-4215-A46C-620D76048F16.htm,topicNumber=d30e610112>> (2015-05-27)

Autodesk. (2015g) Differences Between the mental ray Renderer and the Default Scanline Renderer. (HTML) Tillgänglig: <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/ENU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-484B095B-1229-4CB9-BC53-952AC40F67C2.htm,topicNumber=d30e427903>> (2015-05-27)

Autodesk. (2015h) Embed media. (HTML) Tillgänglig: http://download.autodesk.com/us/fbx/20112/3dsmax/_index.html> (2015-05-27)

Autodesk. (2015i) Bitmap 2D Map. (HTML) Tillgänglig: <http://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/3DSMAX/files/GUID-A1654CD2-2A7C-42A6-816D-28F7A849F96F-htm.html>> (2015-05-27)

Autodesk. (2015j) Target Map Slot Assignments. (HTML) Tillgänglig: <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/ENU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-E7BE5E4E-28A1-4F6B-8914-0F307F6C962E.htm,topicNumber=d30e440002>> (2015-05-27)

Autodesk. (2015k) Bibehåll konkurrenskraften - Kan du överleva utan BIM? (PDF) Tillgänglig: <http://static-dc.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/test-drive-bim-q3/bds/sv/fy15-bim-business-brief-04-aec-staying-competitive-sv.pdf>> (2015-02-28)

Autodesk. (2015l) What's New in Autodesk 3ds Max 2014. (HTML) Tillgänglig: <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/16/ENU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID->> (2015-05-28)

Ercó. (2015) Raytracing. (HTML) Tillgänglig: <http://www.ercó.com/guide/simulation-and-calculation/rendering-2685/sv/>> (2015-05-27)

Interactive Institute. (2015) Urban Explorer. (HTML) Tillgänglig: <https://www.tii.se/projects/urbanexplorer>> (2015-04-16)

MasterGraphics. (2012) Rendering in Revit vs. 3ds Max. (HTML) Tillgänglig: <http://www.mastergraphics.com/wordpress/2012/rendering-in-revit-vs-3ds-max/>> (2015-05-28)

NVIDIA. (2015) NVIDIA mental ray. (HTML) Tillgänglig: <http://www.nvidia-arc.com/products/nvidia-mental-ray.html>> (2015-05-15)

Reviversoft. (2015) .RVT, File Extension. (HTML) Tillgänglig:
<<http://www.reviversoft.com/sv/file-extensions/rvt>> (2015-04-05)

Unity Technologies. (2015a) THE BEST DEVELOPMENT PLATFORM FOR CREATING GAMES. (HTML) Tillgänglig: <<http://unity3d.com/Unity>> (2015-04-22)

Unity Technologies. (2015b) 3D formats. (HTML) Tillgänglig:
<<http://docs.unity3d.com/Manual/3D-formats.html>> (2015-05-04)

Unity Technologies. (2015c) Importing Objects From 3D Studio Max. (HTML) Tillgänglig:
<<http://docs.unity3d.com/Manual/HOWTO-ImportObjectMax.html>> (2015-05-05)

Unity Technologies. (2015d) Import settings for Meshes. (HTML) Tillgänglig:
<<http://docs.unity3d.com/Manual/FBXImporter-Model.html>> (2015-05-27)

Unity Technologies. (2015e) Unity Manual. (HTML) Tillgänglig:
<<http://docs.unity3d.com/Manual/index.html>> (2015-05-28)

Unity Technologies. (2015f) BUILD ONCE DEPLOY ANYWHERE. (HTML) Tillgänglig:
<<https://unity3d.com/unity/multiplatform>> (2015-05-28)

Unity Technologies. (2015G) A powerful tool for rapid development. (HTML) Tillgänglig:
<<https://unity3d.com/unity/industries/aec>> (2015-05-28)

Schneider Electric. (2015) Alla pratar om realtid. (HTML) Tillgänglig:
<<http://www.schneider-electric.se/sites/sweden/sv/produkter-tjanster/industriell-automation/automationslosningar/alla-pratar-om-realtid.page>> (2015-05-27)

Övriga referenser

Ljung, P. (2014a) Föreläsninganteckningar: 2a Grid. Kurs: TNBI29 ht 2014 på Linköpings Universitet. (Dr. i Immersiv Visualisering)

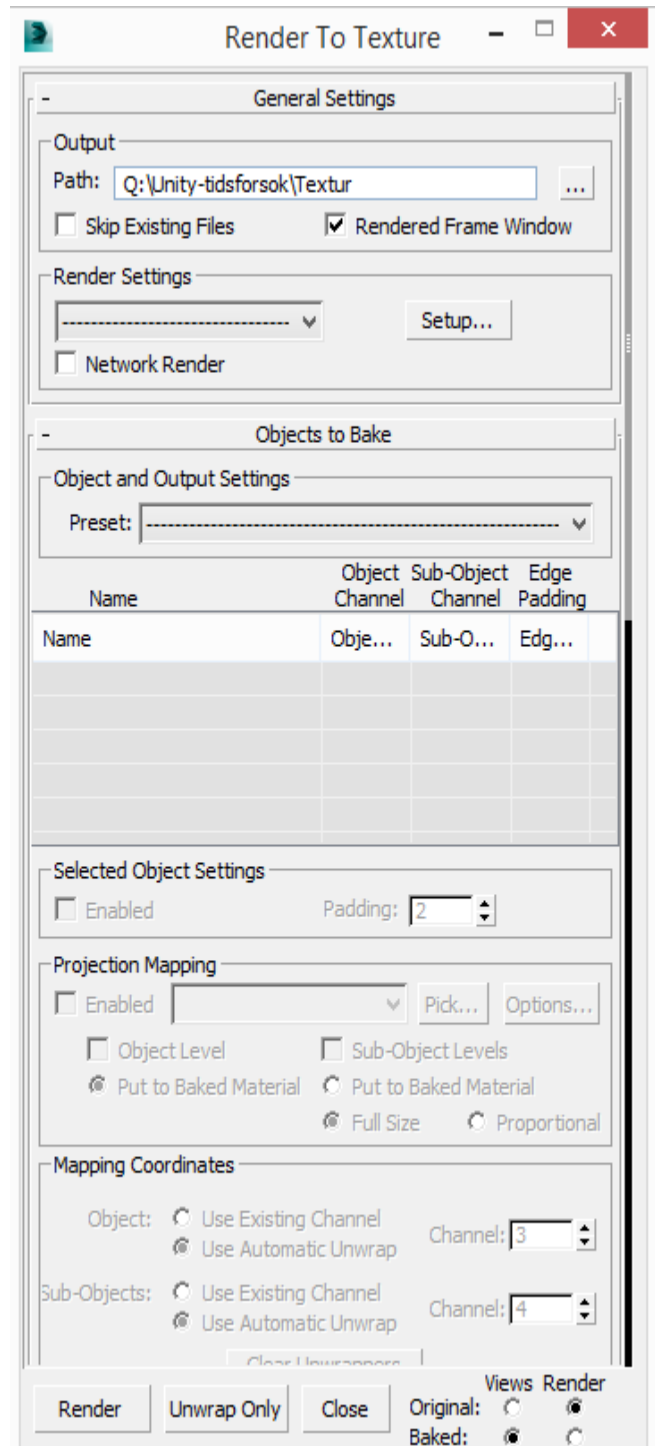
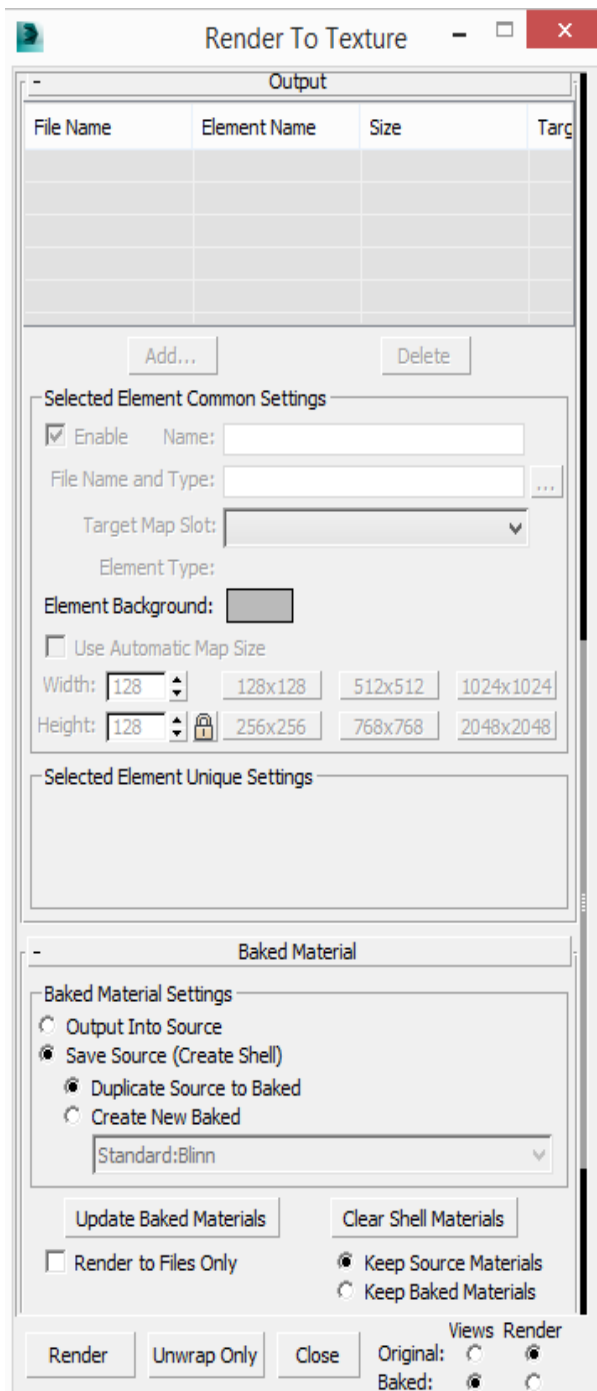
Ljung, P. (2014b) Föreläsning i byggvisualisering. Kurs: TNBI29 ht 2014 på Linköpings Universitet. (Dr. i Immersiv Visualisering)

Ljung, P. (2014c) Introduktion till 3DSMax. Kurs: TNBI29 ht 2014 på Linköpings Universitet. (Dr. i Immersiv Visualisering)

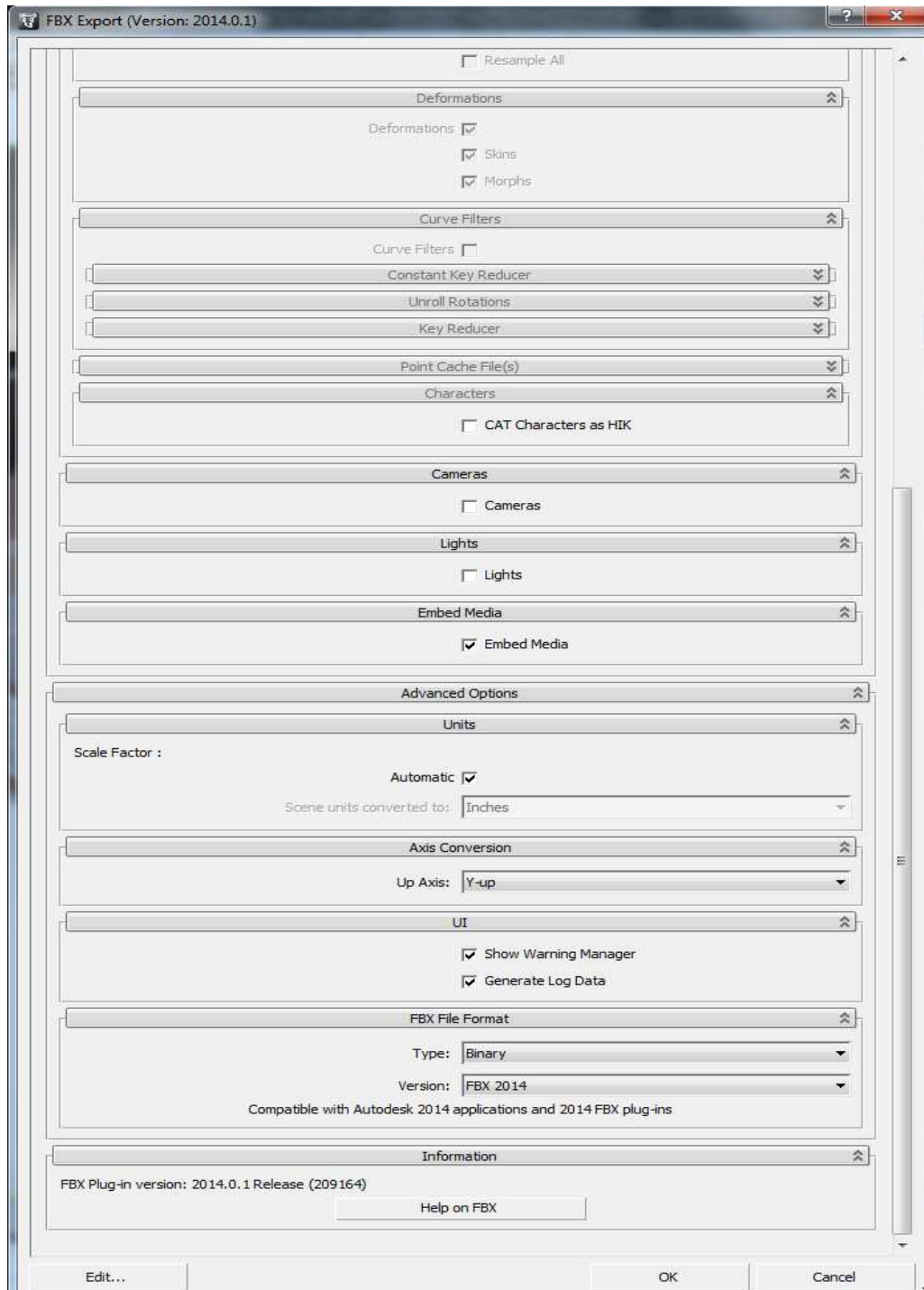
Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

7 BILAGOR

7.1 Bilaga 1

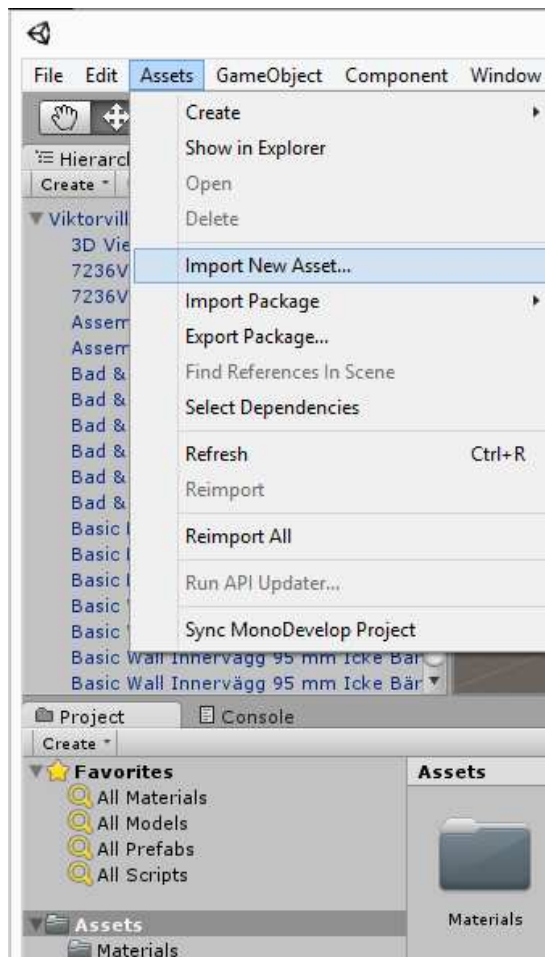


7.2 Bilaga 2

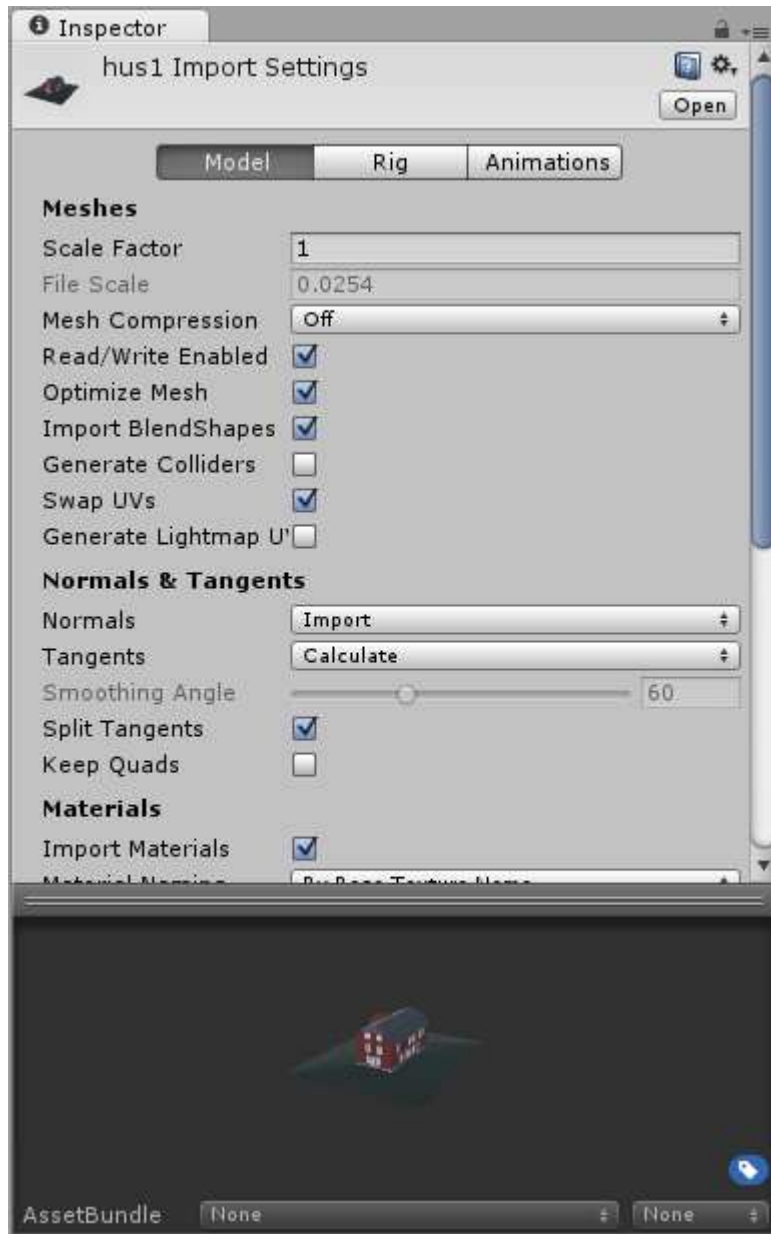


Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

7.3 Bilaga 3



7.4 Bilaga 4



Strategier för att effektivt integrera en 3D-modell av en byggnad i programvarusystem för realtidsvisualisering.

7.5 Bilaga 5

