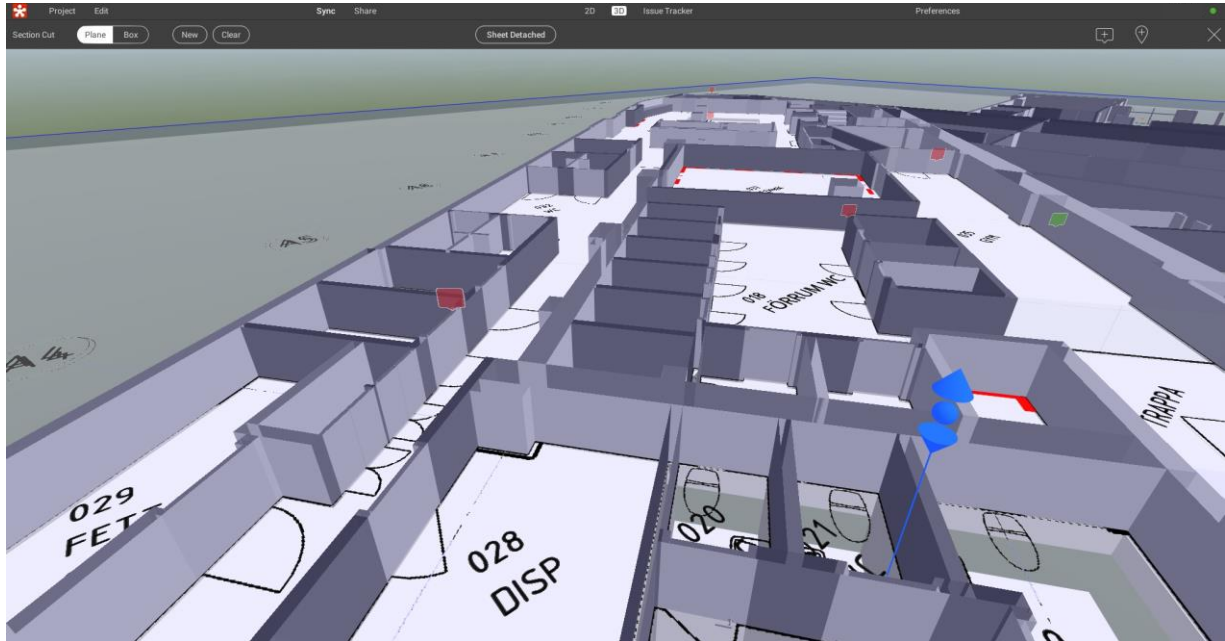




# CHALMERS



## Digitalisering och 3D-simulering i granskningsprocessen

**Kan digitalisering av granskning leda till en förbättrad kommunikation och förståelse i projekteringen?**

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

Fabian Lundgren  
Olle Rhodin

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för Construction Management  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Examensarbete BOMX03-17-16  
Göteborg, Sverige 2017



# Digitalisering och 3D-simulering i granskningsprocessen

Kan digitalisering av granskning leda till en förbättrad kommunikation och  
förståelse i projekteringen?

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

Fabian Lundgren

Olle Rhodin

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för Construction Management  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2017

Digitalisering och 3D-simulering i granskningsprocessen  
Kan digitalisering av granskning leda till en förbättrad kommunikation och förståelse i projekteringen?

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

Fabian Lundgren

Olle Rhodin

© FABIAN LUNDGREN/OLLE RHODIN, 2017

Examensarbete BOMX03-17-16 / Institutionen för Arkitektur och  
Samhällsbyggnadsteknik  
Chalmers Tekniska Högskola 2017

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för Construction Management  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:  
3D-skuren planvy med komplimenterande ritning från ett projekt i Revizto.

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik  
Göteborg 2017

## Digitalisering och 3D-simulering i granskningsprocessen

Kan digitalisering av granskning leda till en förbättrad kommunikation och förståelse i projekteringen?

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

Fabian Lundgren

Olle Rhodin

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

## SAMMANFATTNING

3D-simulering av modeller har länge varit en möjlighet att använda sig av i byggbranschen. Trots det finns det flera arbetsområden och processer där just realtidsvisualisering (non-immersiv VR) skulle kunna vara ett otroligt kraftfullt verktyg, men det implementeras inte. Granskning av modeller är en process som faller under denna kategori. I dagsläget är det vanligare med utskrivna ritningar där noteringar sker enbart på den utskrivna kopian kontra digital granskning och kommunikation. Faktumet att en sådan vital del för att få en genomarbetad modell som granskning fortfarande sker på samma sätt som för 15 år sedan tyder på byggbranschens konservativa kultur. Vizerra lanserade 2012 mjukvaran Revizto som i grunden är en spelmotor med exportfunktion från Revit. Den största skillnaden på Revizto jämfört med annan liknande mjukvara är att programmets kommunikationsverktyg har flera funktioner som gör det möjligt att få bättre översikt kring noteringar, även kallat issues.

Avdelningen för digital design & BIM på White arkitekter AB har uttryckt ett intresse kring utvärdering av en digital granskning med realtidsvisualisering och vilken arbetsförändring det innebär. Intresset grundar sig i att det finns en uppfattning om att traditionell granskning speciellt mot kund eller brukare, som inte har vana att läsa ritningar ofta tappar kvalitet. Granskning mot kund görs i tidigt skede och ger kunden möjligheten att påverka modellen. Avdelningen digital design & BIM på White arkitekter AB har därför påpekat ett behov om att kunna öka kundens engagemang vid granskning och tydligare uppfattning av modellen.

För att först definiera termen granskning och kartlägga dagens arbetssätt hos White arkitekter AB gjordes en intervjustudie. Studien inkluderade medarbetare på White arkitekter AB som deltagit i olika typer av granskning för att optimera avgränsningen.

Det gjordes även en fallstudie som utvärderade de workshoparna som genomfördes för att implementera realtidsvisualisering i granskningsprocessen. Där noterades förutsättningar och krav samt hur förändringen upplevdes av projektet. Det sammanställdes ett resultat av fallstudien i form av en enkät som besvarades efter workshoparna. Även en teknisk dokumentation som metodik kring införandet av verktyget Revizto i ett projekt togs fram. (se bifogat appendix).

Resultatet av fallstudien visar på mycket positivitet kring digitaliseringen. Trots blandad tidigare erfarenhet och bakgrund kring området ansåg samtliga deltagare att visualiseringsverktyget förbättrar processen. En mindre andel tyckte att navigeringen var problematisk, men ville trots det fortsätta med digital granskning.

Det råder ingen tvivel om att processen kommer bli totalt digitaliserad i framtiden. Mjukvaran ger stöd till fler funktioner och allt eftersom att individerna känner sig mer bekväma i verktyget kommer utnyttjningsgraden öka. För ett projekt där det råder tidsbrist ser man däremot att arbetet med digitaliseringen helst är ett stöd parallellt med traditionellt arbetssätt. Digitaliseringen innebär också högre krav på modelleringen, det måste tas till hänsyn en 3:e dimension vid uppritning. Eftersom att granskningen delvis sker i 3D så blir felaktigheter i modellen mycket tydligare.

Nyckelord: Granskning, 3D-Simulering, Revit, BIM, Revizto, Gamification, VR, Modellering, Visualisering, Digitalisering, Realtidsvisualisering, Digital granskningsamordning

Digitalization and 3D simulation in the review process.

Can digitalization of review improve communication and understanding in the project?

*Diploma Thesis in the Engineering Programme*

*Building and Civil Engineering*

Fabian Lundgren

Olle Rhodin

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

## ABSTRACT

Simulating a model through 3D-software in the construction industry has been a reality for quite some time now. Despite that, there are still areas of work where the 3D-visualization could serve as a truly powerful tool. The conventional construction industry has yet been able to fully implement this type of technique. Reviewing of blueprints and the model as such is one of the processes that falls in this particular category, where digitalization still hasn't taken over.

The department for digital design & BIM at White has expressed an interest for evaluating the possibilities of fully digitalized the reviewing of models. The interest are originated from the perception that people who lack experience in reviewing blueprints such as the client or the user, often loses quality. Resulting in decreased interest and apprehension of the model. Hence the purpose of this study. To analyse if the digitalization in fact could help the client and everybody involved to improve apprehension and commitment for the project.

In order to first define the current working methods of reviewing blueprints at White, an interview study was conducted. The study included White employees who participated in different stages of the reviewing process optimize the demarcation. Following was also a case study that evaluated a workshop that was conducted to implement gamification in the reviewing process. The workshop involved implementing a new working process through visualization software in a ongoing project at White. After the workshop, the participants answered a survey which serves as underlying foundation for the result of the case study. A technical methodology for introducing the new software called Revizto as a tool in a project was documented. (*See attached appendix*).

The outcome of the case study shows a very positive attitude towards digitization. Despite various previous experience and technical background, everyone thought that it improves the process. A smaller proportion did find the navigation was problematic, however their opinion about implementing this software stays positively unchanged.

There is no doubt that the process will be completely digitized in the future. The software provides more features and as the individuals feel more comfortable in the platform, the utilization will increase. However, for a project where there is a lack of time, the work on digitization is deprioritized and preferred as a supportive tool parallel to traditional working methods. The digitization also implies higher modelling requirements, which must be taken into account when modelling in three dimension. When the review is partially done in 3D, issues in the model become much more blatant.

Increased use of digital tools also means that higher skill of computer usage is required on all of the projects members. That could cause problems for the older generation who usually is not so experienced in this area. Which is the greatest obstacle of this implementation, because it could mean losing input of a great asset with lot of knowledge.

Key words: Revieweing, 3D-Simulation, Revit, BIM, Revizto, Gamification, VR, Modelling, Visulisation, Digitalization, Digital reviewing, Real time rendering.



# Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	III
INNEHÅLL	V
FÖRORD	VII
BETECKNINGAR	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	2
1.3 Frågeställning	2
1.4 Avgränsning	3
1.5 Metod	3
1.5.1 Förstudie	3
1.5.2 Fallstudie	3
2 TEORI OCH PROGRAMVAROR	5
2.1 Virtual Reality	5
2.2 Realtidsvisualisering och Gamification	6
2.3 Programvaror	7
2.3.1 Revit	7
2.3.2 Revizto	7
3 FÖRSTUDIE	9
3.1 Projektering på White	9
3.2 Revizto i tidigare projekt	10
4 IMPLEMENTERING AV DIGITAL GRANSKNINGSSAMORDNING	12
4.1 Införandet av digital granskningssamordning	12
4.2 Arbetsgången för granskning	14
4.2.1 Flödesschema issues	14
4.3 Aktivitet - Gamification	15
4.3.1 Utvärdering av gamificationstudie	17
5 RESULTAT AV FALLSTUDIE	18
5.1 Redovisning av enkät	19
6 DISKUSSION OCH SLUTSATS	22
6.1 Utvärdering av valda metoder	22
<b>CHALMERS</b> , <i>Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik</i> , Examensarbete BOMX03-17-16	V

6.2	Diskussion	23
6.2.1	Att förstå arbetsprocessen	23
6.2.2	Införande av digitalisering	23
6.2.3	Granskning internt/externt	24
6.3	Slutsats	25
7	REFERENSER	27

## Förord

Följande examensarbete är det sista och avslutande momentet innan byggingenjörsexamen från Chalmers Universitet. Kursen ligger på 15 högskolepoäng och sträcker sig över vårterminen 2017.

Inledningsvis vill vi börja med att tacka avdelningen digital design & BIM på White arkitekter AB som har varit ett otroligt stöd i vårt arbete och bidragit till en mycket trevlig arbetsmiljö. Speciellt Jan Anundi, vår handledare och Fredrik Borgström som dedikerat ett stort engagemang kring examensarbetet. Vi vill även White:s Göteborgskontor för trevliga och tillmötesgående medarbetare. Det säger antagligen sig själv men vi hade inte haft möjlighet att genomföra vårt arbete utan deras medgörlighet. Ett speciellt tack till Modellansvarig i det projekt som vi blivit involverade i, för ditt bemötande och tålamod.

Vi vill även passa på att tacka vår handledare på Chalmers, Mikael Johansson som har hjälpt oss genomgående och bistått med utvecklingen av vår teori samt våra opponenter Sofia Skoglund och Linn Borchert.

Göteborg, Juni 2017  
Fabian Lundgren & Olle Rhodin

# Beteckningar

Samgranskning:

*Konsulter från olika områden träffas och kontrollerar ritningsmodellerna mot varandra.*

Egenkontroll:

*Projektören kontrollerar sina ritningar genom att använda sig av en kvalitetsmall.*

Digital granskningssamordnare (D.GS.):

*En ansvarstitel som uppstått under examensarbetets gång. Personen i fråga ansvarar över digitaliseringen i granskningsprocessen likt en BIM-samordnare.*

Granskningsprocessen:

Programhandlings-skedet: *Ritningar är översiktliga och preliminära.*

Systemhandlings-: *Projektörens handlingar ska tas fram.*

Bygghandlings-: *De ritningar man går efter vid planering och inköp.*

Projekterings-: *Relationshandlingar innehåller ritningar efter revidering. (Byggpedia, 2017)*

RFP-processen (**rumsfunktionsprogrammet**):

*Process där rum kompletteras med information kring användning, utrustning, brandsäkerhet mm. För att rummen ska utformas på rätt sätt.*

Gamification: *Införandet av spelmoment med huvudsyfte att förbättra en process.*

BIM: *Building Information Modeling.*

VR: *Virtual Reality.*

Issue: *Något som noteras vid granskning som kräver ändring eller bekräftas.*

Roller: Kund: *Eller beställare, den som betalar för jobbet.*

Brukare: *Personer eller företag som skall utnyttja byggnaden t.ex. personal*

Entreprenör: *De företag som ansvarar för själva byggnationen*

Modellansvarig (M.A): *Ansvarar för digitala processer i ett projekt*





# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

White arkitekter AB uppfattar i dagens situation att kunden inte får en tillräckligt tydlig uppfattning av projektets slutprodukt genom att enbart granska vanliga utskrivna ritningar (2D). Det är ofta förekommande att kunden eller brukaren har svårt för att själva visualisera utformningen av ett projekt genom att enbart studera ritningarna vilket avsevärt begränsar engagemang hos personen i fråga. Detta har bidragit till att White börjat undersöka olika 3D-visualiseringsprogram som skulle kunna implementeras i projekten. Dock har inte ett standardiserat arbetssätt tagits fram för de digitala verktygen.

Enligt (Klaus, 2000) har 3D-simuleringsteknik som möjliggör visualisering av en modell funnits på marknaden i över 15 år. Införandet av BIM i byggbranschen möjliggjorde att visualiseringsprogram började utvecklas. Dock har de program som funnits tidigare inte mött de krav och prestanda som ställts för att på ett professionellt sätt kunna genomföra berörda moment i byggprojekten. Däremot så kan dagens produkter klara av de specifikationerna på ett mycket bättre sätt. Programmen har blivit kraftfullare, innehåller mer funktioner och kan läsa flera typer av filer. Det gör det möjligt för samarbete mellan olika parter trots användandet av olika programvaror. Det öppnar upp för förbättring av områden där problem tidigare ignorerats med anledning till att det inte funnits verktyg som gett stöd för att ifrågasätta befintliga förfaranden.

J. Anundi (personlig kommunikation, 3 Mars 2017) menar att ett av ovan nämnda problem är hur granskning av modeller genomförs på White arkitekter AB. De uppfattar att det i dagens situation ofta råder en brist i erfarenhet av att läsa ritningar hos kunden eller brukaren som ska granska. Detta gör det svårt att granska i tidigt skede innan byggnationen börjar. Efter byggstart brukar ritningar vara "satta" och kunden eller brukaren har längre inte möjlighet att påverka i samma utsträckning.

Bristande erfarenhet innebär i detta fall förmågan att tolka och själv kunna visualisera ett byggprojekts slutprodukt genom att enbart granska traditionellt utskrivna ritningar, det vill säga 2D-ritningar i pappersform. Detta resulterar till att engagemanget hos personen i fråga begränsas avsevärt och att granskningen inte ger den förbättringsmöjlighet som den har potential till i projektets utformning (Westerdahl et al., 2006).

Problemet ifråga verkar råda i större utsträckning över hela branschen. Det har skapat en efterfrågan som resulterat till utvecklingen av ett flertal olika visualiseringsprogram som kan läsa BIM-modeller från exempelvis Revit. White arkitekter AB har använt sig av denna typ av mjukvara i två olika projekt och funnit att det finns stor potential av att jobba på det sättet, även kallat realtidsvisualisering. Däremot tycker berörda i projekten att det genomförts relativt ostrukturerat i de processer där mjukvaran i fråga varit aktuell. Därav har behovet av att strukturera arbetsförfarandet kring granskningsprocesserna i fråga tillkommit.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med rapporten är att utvärdera granskningsprocessen i tidigt skede mellan projektör och kund, samt att arbeta fram en metodik som skall hjälpa medarbetaren att använda visualiseringsverktyg.

Rapporten syftar även till att öka förståelsen för digitala visualiseringsverktyg så att projektören kan använda det som en form av egenkontroll kontinuerligt under projektets alla skeden.

Genom att analysera hur aktuella granskningsprocesser genomförs i dagsläget, både med och utan visualiseringsmjukvara, därefter strukturera upp ett optimerat arbetssätt med hänsyn till de virtuella verktyg som finns i dagsläget. Resultatet av uppdraget ska generera en metodik för användandet av digitala visualiseringsverktyg som kan implementeras vid granskning. Förhoppningen är att till så hög grad som möjligt kunna engagera de involverade på ett bra och tydligt sätt.

Ett av målen är även att öka användandet av realtidsvisualisering i större utsträckning bland Whites medarbetare för eget bruk, genom att man självmant studerar sin modell via digital visualisering.

## 1.3 Frågeställning

- Kan digitalisering av granskningsprocessen leda till en förbättrad kommunikation och förståelse i projekteringen?
- Hur kan 3D-visualisering förbättra engagemang och förståelse i granskningen mot kund?
- Hur kan 3D-visualisering förbättra resultatet av ett projekt genom att använda det kontinuerligt som en egenkontroll?
- Hur kommer det nya arbetssättet påverka nuvarande arbetssätt?



## 1.4 Avgränsning

Rapporten fokuserar på granskning i tidigt skede mot två projekt inom White arkitekter AB, samt möjligheten att använda realtidsvisualisering som egenkontroll. Undersökningarna som omfattar kommunikationen och 3D-visualiseringen begränsas till programvarorna Revit, Revizto samt Enscape. Samgranskningen i ena projektet görs internt med projektmedlemmarna och i det andra projektet görs samgranskningen externt, där beställaren är involverad.

## 1.5 Metod

För att svara på rapportens frågeställning delades arbetsgången in i två delar. En förstudie och en fallstudie.

### 1.5.1 Förstudie

Inledningsvis kartlades dagens arbetssätt för visualisering och granskning genom intervjuer samt observation av möten som behandlade ämnet. Även en litteraturstudie gjordes för att förstå den teorin som ligger till grund då en granskning genomförs i de olika projekteringsskedena.

Litteraturstudien startade med att samla information från White arkitekter AB, sökningar via Chalmers bibliotek samt sökningar på Internet. Information om projektering på White arkitekter AB, och en mer generell bild av en granskningsprocess, samt nödvändig information om olika programvaror som användes under rapporten hittades i denna förstudie.

Intervjuerna som gjordes under den inledande delen användes dels för att få en bild av arbetsförhållandet av en projektering på White. Men också för att tolka de berördas inställning till en digital granskning och för att ta reda på i vilken utsträckning det används.

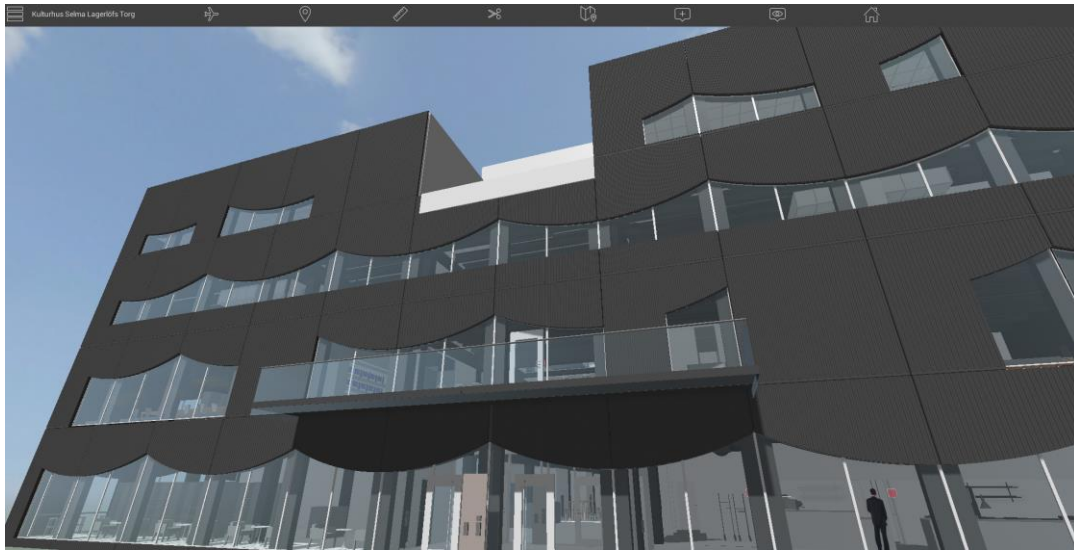
### 1.5.2 Fallstudie

För att kunna dokumentera ett arbetssätt med användning av digital granskning var det en nödvändighet att samarbeta med pågående projekt inom White arkitekter AB. Resultatet av fallstudien kunde senare jämföras med den förstudie som genomfördes.

Innan ett samarbete kunde påbörjas var det viktigt att lära känna den programvaran som skulle användas. I detta fall var det mjukvaran Revizto som skulle användas vid den digitala granskningen. Då vi kände oss bekväma med programvaran var det möjligt att påbörja fallstudien med de olika projekten.

Ett möte med projektgruppen där en introduktion till vad studien skulle resultera i samt en genomgång av den programvaran som skulle komma att användas gjorde att studien var igång. De personer i projektet som ritade modellen fick licenser till programvaran. Med detta kunde det dokumenterades hur kommunikationen för den interna granskningen fungerade med hjälp av Revizto.

Då arbetet med modellen pågått tills att en tillräckligt färdig modell kunde presenteras bokades en workshop in. Syftet med workshoppen var att undersöka hur projektgruppen kunde använda det digitala verktyget vid en granskning och tillsammans dokumentera ett optimerat arbetssätt för en implementering av det digitala verktyget. Avslutningsvis summerades deltagarnas uppfattning i en enkät som stod till grund för resultatet i fallstudien. Figur 1 nedan är tagen från en workshop som hölls tillsammans med teamet i projektet Selma Kulturhus som ska uppföras vid Selma Lagerlöfs torg på Hisingen, Göteborg.



*Figur 1 Selma Kulturhus, White arkitekter AB*

För att introducera användningen av VR-utrustning genomfördes även en aktivitet på White arkitekter AB. Med hjälp av visualiseringsmjukvaran Enscape och en implementering av gamification. Målet med aktiviteten var att nå ut till så många medarbetare på White arkitekter AB som möjligt.

## 2 Teori och programvaror

Nedanstående text ska ge kunskap kring de områden, begrepp och programvaror som berörs i rapporten. Följt av en förklarande del som detaljrikt förklarar tillvägagångssättet som ligger till grund för de resultat förstudien gav. Dels genom intervjuer med olika personer på White samt litteraturstudier. Avslutningsvis presenteras en fallstudie vars resultat sammanställdes från workshopen som är en produkt av förstudien.

### 2.1 Virtual Reality

**Virtual reality (VR)** är från grunden en relativt bred term men som på senare tid smalnat av och syftar huvudsakligen i dagsläget på användning av så kallad VR-utrustning. Ursprungligen skapades det tre olika nivåer på VR, non-imersive, semi-imersive och fully-imersive. Non-imersive är när simuleringen och interaktion sker på en datorskärm, det vill säga att man tittar på skärmen och styr med tangentbord & mus. När sedan simuleringen presenteras på till exempel en omslutande skärm där personen ifråga får vrida huvudet för att se andra delar av 3D-miljön då klassas det som en semi-imersive verklighet. Fully-imersive VR innebär att man har full kontroll över navigering och interaktion (Klaus, 2000).

Vanligtvis är det VR-glasögon (HMD, head-mounted display) med tillhörande handkontroller, samt två sensorer som sätts upp mitt emot varandra och bildar en area på ca sex kvadratmeter. Det är inom den arean som sensorerna kan läsa av användarens rörelse och möjliggöra interaktion mellan individ och simulerad miljö. Hur verklighetstrogen 3D-miljön upplevs är direkt kopplad till interaktionsnivån. Vid användning av VR-glasögon blir uppfattning av djup och dimensioner avsevärt tydligare kontra vanlig skärm (Johansson, 2016).



*Figur 2 VR-Workshop i Stockholm, White arkitekter AB*

Vilken klass av VR som än används så innebär det att man med någon form av mjukvara simulerar en 3D-miljö. Detta har visats vara ett mycket kraftigt verktyg för en rad olika branscher, exempelvis bilindustrin och inte minst för byggbranschen. Möjligheten att kunna ladda in en BIM-modell i ett visualiseringsprogram har stor potential för en mängd olika användningsområden. Till exempel så kan man studera modellen på ett helt annat sätt än vad som är möjligt i ritningsprogrammen vid skapandet. Den granskande individen kan till exempel placeras i en korridor eller ett vardagsrum och kan därmed se hur ljusinsläpp faller, hur rummet upplevs, om det känns trångt eller om något bör ändras. Hittills så skrapar man bara ytan av vad 3D-visualisering kan bidra med och kommer med största sannolikhet bli en mycket större komponent i framtidens arbetssätt (Bouchlaghem, Shang, Whyte och Ganah, 2005, s. 287).

## 2.2 Realtidsvisualisering och Gamification

Med realtidsvisualisering menas möjligheten att vandra runt i en modell och interagera med den virtuella miljön (Johansson, 2016).

Vid användning av VR-utrustning interagerar användaren med modellen genom att titta runt med glasögonen och vandra omkring med hjälp av handkontroller. Är det en visualisering på en datorskärm använder användaren mus och tagenbord för att navigera. För att kunna ge illusionen av att vandra fritt inne i en modell måste en dator rendera bilder i en tillräckligt hög takt. Om antalet bilder per sekund inte är hög nog kan föraren bli illamående. Detta ställer krav på valet av dator (Hettinger, 1992). De 3D-visualiseringsprogram som använts i denna rapport är alla realtidsvisualiseringar.

Gamification definieras på många olika sätt, som Zichermann och Cunningham (2011) "Gamification is the process of game-thinking and game mechanics to engage users and solve problems"(s. xiv). Eller som Kapp, Blair och Mesch (2014) definierar "Gamification is using game-based mechanics, aesthetics, and game-thinking to engage people, motivate action, promote learning, and solve problems" (s. 54).

Båda definitionerna är väldigt lika varandra och ger samma budskap. Nämligen att med hjälp av gamification kunna engagera och förenkla problemlösning.

På White arkitekter AB nämns gamification då en 3D-modell körs genom ett visualiseringsprogram. Benämningen grundas enbart genom att visualiseringsprogrammet använder sig av en spelmotor, och därmed de enda som kan kopplas till gamification. Definitionen av termen skiljer sig något. För en korrekt användning av gamification menar Aparicio, Vela, Sánchez, & Montes (2012, s. 1-2) att det behövs flera parametrar. En spelparameter som har ett tydligt mål, om det är att klara en nivå eller att samla poäng till exempel.

Gamification kan användas i utbildningssyfte. Ett bra exempel är på den byggtkniska linjen vid Chalmers tekniska högskola. Där får studenterna under en produktionsstyrningskurs med hjälp av ett brädspel *Entreprenadspelet* chansen att lära sig hur det kan vara att driva ett entreprenadföretag. Studenterna lär sig vilka de olika rollerna är och hur upphandlingar görs genom att spela med målet att bli det företaget som gått med mest förtjänst.

Detta exempel är väldigt tydligt i hur man kan använda gamification på ett sådant sätt att göra något roligare utan att för den delen kompromissa på det resultat man vill åt.

Gamification i rapportens mening handlar om att 3D-simulera en modell som är ritad i exempelvis Revit genom i en spelmotor. Detta för att bättre grafiskt kunna hantera modellen, och med målet att i slutändan få ökad kvalitet på designen.

## 2.3 Programvaror

I denna rapport kommer studier göras för att i slutändan skapa en metodik för hur man på ett bra sätt kan arbeta med visualiseringsprogram. På White arkitekter AB används till mestadels Revit för att rita modellerna. Den programvaran som kommer att användas för att kolla på modellerna under en tidig granskning är Revizto.

### 2.3.1 Revit

Autodesk Revit är ett modelleringsverktyg anpassat för Arkitekter, konstruktörer samt el och vvs konstruktörer för att kunna rita byggnadsmodeller i 3D med kopplad information till dess objekt, även kallat BIM (building information modeling).

Revit startades 1997 i Newton, Massachusetts med målet att använda styrkan av parametriskt modellerande och tillämpa den i byggnadsbranschen. Version 1.0 lanserades år 2000 med namnet Revit technology corporation. Sedan år 2002 har Revit varit en del av Autodesk koncernen (Lettieri, 2002).

### 2.3.2 Revizto

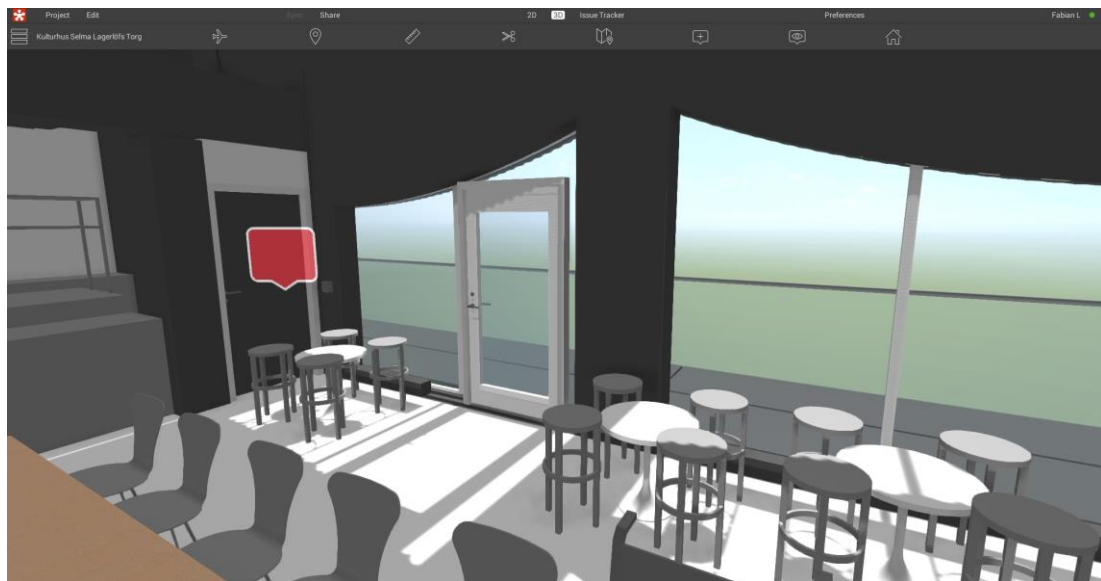
Revizto är ett 3D-visualiseringsprogram och används primärt som plug-in till Autodesk och Trimble produkter. Programvaran lanserades av Vizerra år 2012.

Med Revizto kan olika aktörer inom en projektering samarbeta med hjälp av att exportera 3D modellen från BIM-programmet. Man kan enkelt navigera i modellen och studera utformningen från olika vinklar. Det är något som samtliga mjukvaror på mæckanden har gemensamt. Vanligtvis leds den här typen av digital granskning av entreprenören i projektet, då används mjukvara även främst för så kallad *clash controll*. Det är när mjukvaran skannar igenom hela modellen för att upptäcka krockar i modellen. Med krockar menas till exempel om vattenledningar krockar med bärande pelare eller ventilationsrör (Moteijunas, 2016).

Det är inte något som utvecklarna av Revizto fokuserat på vid framtagningen av mjukvaran. Det som gör att Revizto funkar bättre på ett arkitektföretag är för att det möjliggör en djupare integration av kommunikation i modellen. Alla fel och problem även kallat issues, går inte att upptäcka genom en krockkontroll. Hur ljusinsläppet i en korridor faller eller hur en öppen yta upplevs med tillhörande möblering är exempel på frågeställningar som tas upp på ett arkitektkontor.

Issues sätts ut manuellt av användaren och det är i hanteringen av dessa problem som gör att Revizto skiljer sig från annan mjukvara. Issues markeras i modellen av granskaren och kan kompletteras med data såsom ansvarig (Assignee), tid för åtgärd (Dead line) samt taggar för vilken part som felet berör. Taggar används för att kategorisera problem. Det går att kommentera problem och föra en dialog direkt i programmet. Issues får även en statusparameter som visar om någon jobbar med problemet eller om problemet är löst.

Det förenklar även granskning med utomstående parter som sitter i beslutsposition. Det finns möjlighet att publicera projektet på Reviztos egna server finns det möjlighet att ge både interna och externa parter tillgång till modellen på distans.



*Figur 3 Café(plan2) Selma Kulturhus, White arkitekter AB*

Med hjälp av ett 3D-visualiseringsprogram fås en större förståelse jämfört med den traditionella 2D-ritningen (Jongelin, Asp, Thall, Jakobsson, Olofsson, 2007).

### 3 Förstudie

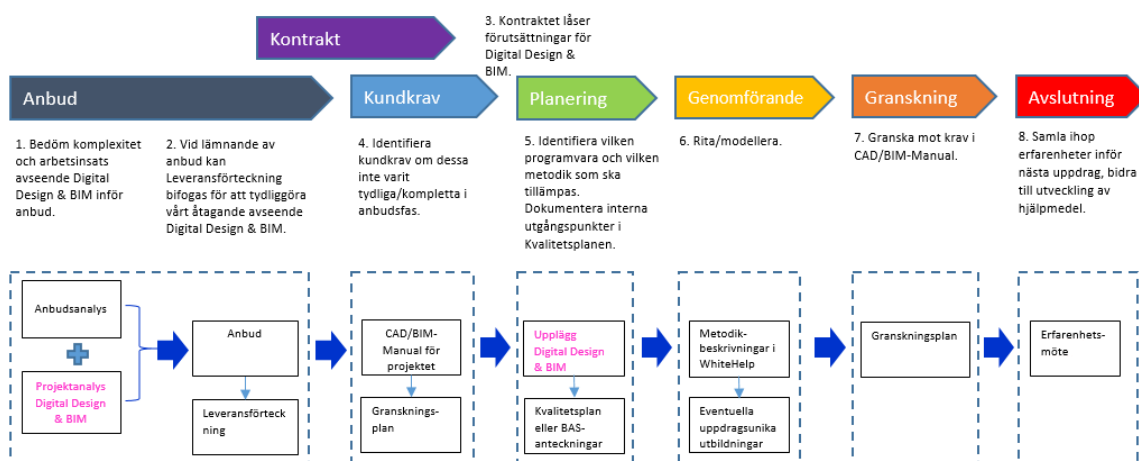
I följande kapitel sammanställs material från intervjuer för att bilda en uppfattning om Whites projekteringsprocess samt att analysera tidigare projekt där Revizto använts som visualiseringsprogram. Sammanlagt har åtta intervjuer med medarbetare med olika positioner inom White arkitekter AB genomförts.

#### 3.1 Projektering på White

Enligt J. Anundi (personlig kommunikation, 15 februari, 2017) sker uppstarten av ett projekt på White arkitekt AB vanligtvis på två olika sätt. Antingen genom tävling där vinnande bidrag får projektet eller vid kundförfrågan. Vid tävling så skapar arkitekten och teamet oftast fram enkla skisser eller “visionsmodeller” som ska gestalta det tänkta projektets resultat. Oftast kan skisserna innehålla en grov utformning av byggnadens så kallade skal samt något speciellt rum eller område kring projektet, till exempel en entré eller takvåning. Alternativt så skickas det en förfrågan på ett projektuppdrag direkt av kunden J. Anundi (personlig kommunikation, 15 februari, 2017).

Följande bild kartlägger illustrativt hur projekteringen för avdelningen för digital design & BIM är utformad.

#### DIGITAL DESIGN & BIM I UPPDRAG



Figur 4 Digital Design & BIM i uppdrag, 2015, White arkitekter AB

Vid projektering av ett uppdrag är första steget anbudsfasen där komplexiteten och uppskattad arbetsinsats bedöms. När anbudsfasen avklarats inleds kontraktfasen, vilket har som syfte att bestämma förutsättningar för att undvika tvister längre fram i projektet. Samtidigt som kontraktet fastställs inleds nästkommande fas som går ut på att identifiera kundkraven, förutsatt att de inte varit tydliga i anbudsfasen eller behöver specificeras.

Därefter börjar planeringen av uppdraget. Projektet beslutar om metodik och studerar detaljplanen för området samt formar en kvalitetsplan.

Som bilden visar är nästkommande fas *Genomförande*. Det inkluderar att rita och modellera projektet enligt tidigare bestämd metodik. Genomförandefasen kan också innehålla eventuella utbildningar om uppdraget kräver specifik kunskap.

Vid större och mer komplexa projekt kan en modellansvarig behövas. Dess uppgift är att ansvara för de digitala processer som finns i projektet samt att se till att de digitala kundkraven genomförs. Under arbetet med att göra modellen komplett utifrån uppdragets krav så genomförs en rad granskningar, speciellt i slutfasen av de olika skedena. Genom att iterera granskning och modellering färdigställs sedan ritningar samt modellen. Granskningsprocessen är ett väldigt omfattande begrepp och innehåller både interna egengranskningar samt externa granskningar.

Egengranskning i projektet innebär att modelleraren kontrollerar sitt arbete i modellen där man följer ett granskningsdokument som ska fyllas i så att alla krav om säkerhet, miljö och funktion uppfylls. Den externa granskningen kan grovt delas upp i två olika delar. Den första är granskning i tidigt skede med kund och brukare. Då befinner sig projektet i programhandlingsskedet. Där presenteras ritningarna och kunden har möjlighet att få sin åsikt hörd. Ofta har kunden/brukaren en helt annan kunskap om hur det praktiska i byggnaden går till och kan därför komma med bra åsikter för att påverka utformningen av modellen. Den andra externa granskningen är mot byggherren och entreprenören i fråga. Granskning mot entreprenör sker vanligtvis i systemhandlingsskedet samt produktionsfasen.

Efter avslutat projekt utvärderas genomförandet och gruppen sammanställer erfarenheter för att utveckla interna hjälpmedel med syfte att i framtiden kunna ge stöd till andra projekt.

## 3.2 Revizto i tidigare projekt

På White arkitekter AB har Revizto sedan en tid tillbaka funnits till deras förfogande. De har köpt in ett antal licenser som disponeras ut beroende på användning. I detta delkapitel presenteras en utvärdering av tidigare arbetssätt i projekt med Revizto. Där analyseras vad som var specifikt för projektet och varför mjukvaran implementerades. Därefter analyseras dessa projekt som referenser till att sammanställa en genomarbetad generell metod för Revizto.

I en intervju berättar C. Ruben (16 februari, 2016) om projektet Danderyds sjukhus (DSAB), Stockholm. Där White i samarbete med Locum och DSAB provade att hitta ett nytt sätt att granska lokalerna. Med ett syfte att via en digital plattform bidra till en mer fokuserad granskning på den kliniska funktionaliteten och flödet i rummet. Under tidigare granskningar från Locum och DSAB fanns erfarenheten av att viktiga funktioner missats då fokus varit på att ta fram detaljerade layout lösningar.

I projektet modellerades rummen med en hög detaljnivå varpå arkitekterna granskade modellen tillsammans med personal på sjukhuset för att säkerställa att rumsfunktionsprogrammet följs och att det dagliga arbetet kommer fungera. Från de intervjuer som var kopplade mot Danderyds sjukhus så framgick det att Revizto användes framförallt för att få en mer övergripande uppfattning av rumsfunktionsprogrammet (RFP). RFP:n för ett sjukhusprojekt blir extremt komplext då det ställs höga krav på hygien och funktion. Därför fanns det ett behov framförallt mot brukaren att få RFP:n mer påtaglig.



Det som analysen förde med sig från Danderyds sjukhus var hur issues dokumenterades med bland annat namnsättning och taggar. Ett annat projekt där White använde Revizto som stöd vid granskningen var vid projektet Björnen säger N. Borgström (25 november, 2016) i en intervju. Hen meddelar även att Björnen är ett högt säkerhetsklassat projekt där den svenska staten var beställare. I detta projekt användes mjukvaran även som plattform för kommunikation. Modellen publicerades på en server som gjorde att olika personer kunde granska på distans och samtidigt hålla alla synpunkter (issues) samlade. Av säkerhetsskäl och administrativ synpunkt programmerades en databas specifikt för att lagra alla noteringar för projektet. Databasen användes sedan för att administrera samtliga noteringar då viss granskning skedde utanför Revizto. När noteringarna sammanställts så inleddes hantering av noteringarna, genom att skapa ärenden kopplade mot dessa. Ärendena kategoriserades och fördelades till ansvariga. Därefter behandlas noteringarna och åtgärdas, varpå en ny sammanställning sker. Detta är en process som genomfördes iterativt genom projektets gång. I björnen skedde granskningen i en väldigt lång process med många steg. Den processen utvärderades ur LEAN-synpunkt och kunde sedan komprimeras till en enklare utformning.

Det analysen från projekt Björnen även förde med sig var hur kommunikation och noteringar hanterades och därmed kunde ett liknande generellt sätt appliceras direkt i Revizto. Där de rapporterade issues fungerar och hanteras som ärenden direkt.

I kombination av resultatet från de båda analyserna sammanställdes ett arbetssätt där samtlig granskning skulle kunna ske i Revizto. Där trots stor mängd issues, kan man få en bra överblick över granskningen. Det framtagna arbetssättet presenteras i följande kapitel.

## 4 Implementering av digital granskningsamordning

Implementeringen som beskrivs nedan är ett rekommenderat arbetssätt för hur digital granskningsamordning bör genomföras. Den baserar sin struktur på den förstudie som gjordes och står beskrivet i tidigare kapitel och utformat av rapportens skribenter.

Vid införandet av digital granskningsamordning (D.GS.) ställs det krav på projektet för att det ska medföra ett bra arbete. Modellen som kommer exporterats och användas som central granskningspunkt måste stämma överens med alla ritningar. Därför är det att rekommendera ett specifikt arbetssätt för projektets alla medlemmar. Det vill säga att man huvudsakligen håller sig till ett modelleringsprogram så att det som ritas automatisk stämmer överens med modellen.

Det är också viktigt att egenkontroller av modelleringen görs i 3D vid uppritning, förslagsvis i mjukvaran Enscape. Detta för att det enkelt kan uppstå "fel" i modellens djup när man enbart ritat i 2D, och för att undvika merjobb är det något som bör ingå i Modellansvarigs uppgift att kontrollera.

Ett gemensamt arbetssätt är även ett krav vid själva granskningsprocessen samt tillhörande kommunikation. Målet med digitaliseringen är inte enbart att erhålla en mer visuell granskningsbar modell utan även att digitalisera kommunikationen. Därför vill man i denna typ av arbete frångå noteringar och ansvarsdelegeringar nedskrivna på pappersritningar. Dock krävs det att samtliga granskar i samma plattform för att uppnå bäst resultat och tydligast struktur i granskningen, exempel enligt Figur 5.



Figur 5 2D-vy över Projekt Pseudonym i Revitso, White arkitekter AB

### 4.1 Införandet av digital granskningsamordning

Innan modellen är så pass uppritad att den innefattar alla grundläggande element såsom väggar, bjälklag, tak, fönster och dörrar är det inte gynnsamt att inleda digitalisering.

Vidare, när modellen är tillräckligt komplett inleds digitaliseringen internt tills modellen är redo att presenteras för beställaren, då de även involveras i granskningen.

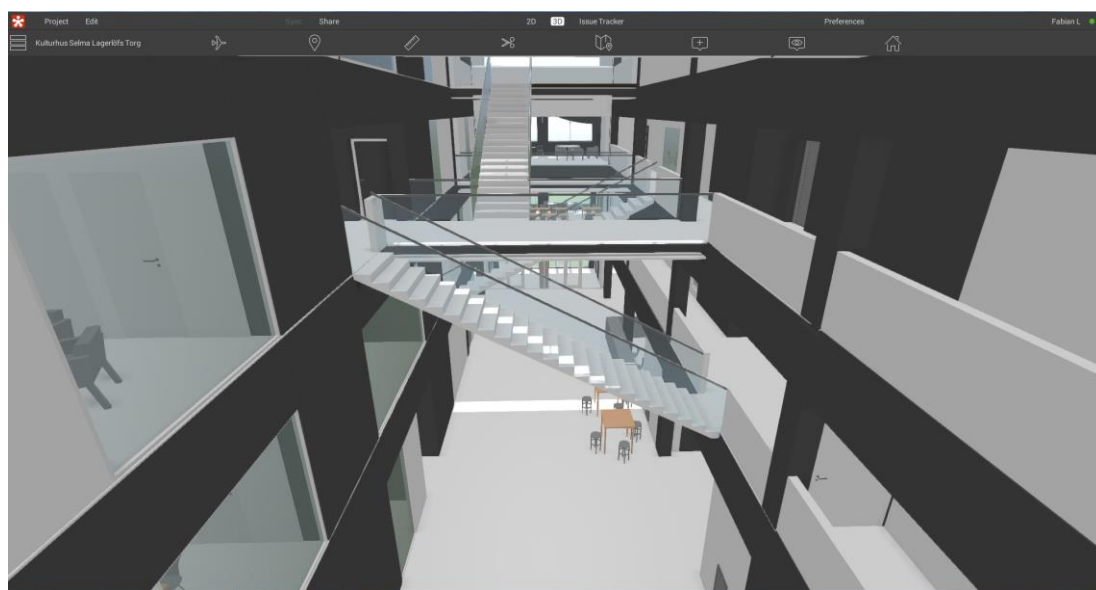
*Se appendix "Införande av Revizto" för teknisk metodik.*

Följande stycke är ett resultat av den analys som gjordes under utvärderingen av tidigare arbete i Revizto. Den förklarar införandets tillvägagångsätt och vad projektet måste förhålla sig till. Genom att sitta med i projekt och jobba nära modellansvarig, kombinerat med tidigare insamlad data var det möjligt att sammanställa en införandeprocess som faktiskt fungerar och har verklighetsanknytning.

Först hålls en presentation av projektet där alla medlemmar presenteras och modellen visas upp. Där utvärderas modellens komplexitet samt vilket stadie projektet är i för tillfället. Även hur planeringen ser ut de kommande månaderna.

Därefter presenterar ansvarig för D.GS (Digital Granskningssamordning) för projektgruppen. Det sker en genomgång av aktuell mjukvara (Revizto). Där befintlig modell av projektet laddas in, denna export behöver göras i förväg. DG-samordnarna demonstrerar hantering av "issues" och hur modellen ser ut i dagsläget. Det sker en gemensam granskning av modellen där gruppen tillsammans går igenom modellen på gemensam skärm. Då finns det möjlighet att ha en öppen dialog kring modellen och diskutera utformning eller ändringar. Issues läggs till direkt under granskningen i den simulerade miljön. De olika problemen kategoriseras med hjälp av funktionen "Tags" där man kan kategorisera ett problem. Till exempel, en dörr som ligger i fel höjd rättas till i A-modellen (arkitektmodellen) och då taggar man problemet med *a-modell*. Utifrån ovanstående stycken planerar man arbete och krav.

Avslutningsvis finns det möjlighet att granska modellen med VR-utrustning genom Reviztos VR-mjukvara. Enligt C. Ruben (16 februari, 2017) kan man noggrannare studera specifika områden i modellen genom VR. Granskning i virtual reality bidrar till en tydligare rumsuppfattning och är ett mycket bra komplement till granskningen.



*Figur 6 Ljusgården Selma Kulturhus, White arkitekter AB*

## 4.2 Arbetsgången för granskning

Under denna etapp jobbar ansvarig för D.GS. tillsammans med modellansvarig för att få modellen redo för granskning med beställare/kund.

Följande process blir att genomgående studera modellen och titta på konstruktionen ur olika synpunkter. I detta stadie kan man ifrågasätta placering av dörrar och fönster eller till exempel ljusinsläpp i en korridor. Projektets deltagare har möjlighet att sätta ut issues i modellen och komplettera med data så som ansvarig och deadline. Synkronisering och exportering av uppdaterad modell sker kontinuerligt på tider som projektets deltagare kommer överens om tillsammans. Synkroniseringens intervaller är individuellt för varje projekt då de är olika komplexa med olika mängd modellerare.

### 4.2.1 Flödesschema issues

Nedan kartläggs flödesschema för *issues* som uppkommer under granskningen.

#### Open

- Ett issue upptäcks och noteras via mjukvaran
- Komplettera med text och figur
- Ansvarig för problemet sätts (Assignee)
- Problemet taggas mot rätt ansvar (tex. "A-modell")
- Deadline för åtgärd väljs

#### In Progress

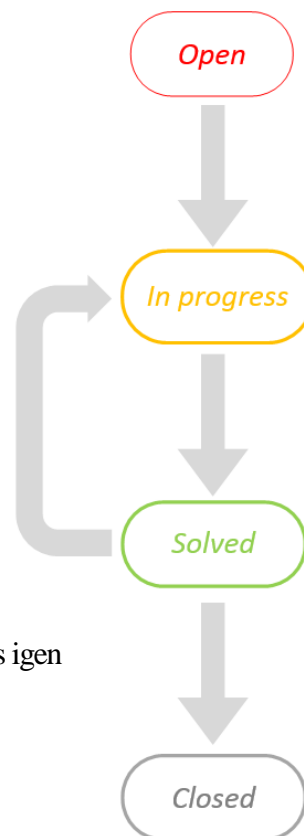
- Issue:t har uppmärksammat av Assignee
- Åtgärd för problemet är pågående
- Eventuell problemlösning i chatt

#### Solved

- Problemet är nu åtgärdat enl. Assignee
- Projektansvarig kan då välja att avsluta issue:t
- Alt. så anses problemet inte åtgärdats och problemet öppnas igen

#### Closed

- Issue markerad som closed raderas från projektlogg
- Då issue:t inte är aktuellt
- Eller anses ej vara lönt att åtgärda



## 4.3 Aktivitet - Gamification

Under arbetet med en implementering av digital granskning var det viktigt att visa medarbetarna på White potentialen av tekniken 3D-visualisering. För att introducera 3D-visualiseringsprogram till medarbetarna på White användes Gamification för att ge ett positivt första intryck av tekniken, med målet att fler medarbetare skulle vara villiga att börja använda 3D-visualiseringsprogram i sitt dagliga arbete.

Studien med gamification var en observationsstudie som genomfördes under White-dagen. Under White-dagen samlas medarbetarna från olika kontor för att lyssna på talare, gå igenom det gångna årets projekt samt utföra olika aktiviteter i lag runt om i Göteborg. En av aktiviteterna var VR-stationen Gamification. Aktiviteten Gamification handlade om samarbete i en realtidsvisualisering. Uppdraget var att lagmedlemmarna skulle leta efter gröna boxar som var utplacerade i en projektmodell som ritats av White och samla poäng.

### VR-Station: Gamification



För att så många som möjligt skulle få chansen att testa VR-utrustningen sattes planser som förklarade hur navigering i modellen sker, vad som var syftet med uppdraget och hur insatsen poängsattes. På så vis var lagen införstådda i uppgiften redan innan det var deras tur. Det var ca 700 medarbetare som deltog på White-dagen, så det är högst väsentligt att försöka tidsoptimera upplevelsen.

Aktiviteten Gamification handlade om samarbete. Uppdraget var att lagmedlemmarna skulle i turordning använda sig av VR-glasögonen samt kontrollerna för att navigera runt och hitta så många kuber som möjligt på tid. Kuberna var utplacerade i en modell från ett projekt ritad av White, Skellefteå kulturhus.

1

Gå in i VR-modellen och leta efter den gröna kuben.



De lagmedlemmar som inte använde VR-utrustningen hade som uppgift var att vägleda personen i fråga genom att läsa av planritningar där boxarna var inritade.

För att se vart personen med VR-glasögonen befann sig visades vyn från glasögonen på en projektorskärm för hela laget.

## 2 Resterande lagmedlemmar vägleder via ritning.



## 3 Gå fram till kuben, invänta tills den blir röd.



Då en lagmedlem hittat en box växlade boxen färg från grön till röd, för att tydligt visa att boxen var hittad men också att visa den direkta kopplingen mellan Revit och 3D-visualiseringsprogrammet. Modellen kördes genom ett add-in till Revit kallad Enscape som är en realtidsvisualisering av modellen. Boxen var en familj med en inlagd parameter kallad *hittad*, som när ikryssad gömmer den gröna boxen och en något mindre röd box visas. Då rapportens skribenter ansåg boxen hittad markerades den som hittad i Revit och den bytte färg direkt i modellen för de tävlande. Detta gav visualiseringen en illusion av faktisk påverkan för personen i VR.

Varje lagmedlem hade två minuter med VR-glasögonen varpå nästa person tog över tills hela laget använt utrustningen. Antalet hittade boxar delades med antalet personer som letade med hjälp av VR-glasögonen, därefter fick lagen en genomsnittlig poäng som visades i en topplista.

## 5 OSV... Tills det gått laget runt (max 6 pers per grupp)



### 4.3.1 Utvärdering av gamificationstudie

De observationer som gjordes under studien visade på en stor optimism då en implementering av gamification gjordes i samband med en visualisering av en modell. Syftet med uppgiften var att introducera VR till medarbetare på White, för att visa möjligheter och hur kraftfullt verktyget kan vara och därav anledningen till att använda sig av en modell personerna kunde känna igen och relatera till. Whites mål med stationen var att medarbetarna ska få upp ögonen för VR och börja använda den nyinköpta utrustningen mer i sin vardag mot projektet.

Realtidsvisualiseringen gjordes genom mjukvaran Enscape för att den inte är beroende av en export utan läser direkt från modellen i Revit. På så vis kan man ändra modellen i Revit och parallellt studera den i Enscape. Eftersom att den inte kräver en export och kan vara igång samtidigt som man ritat är det ett mycket kraftfullt verktyg för egengranskning. Speciellt vid de högre krav som ställs på modellens utformning vid digital granskning. Det gör att egenkontrollen kan ske kontinuerligt under arbetets gång och gör den processen väldigt tidseffektiv. Mjukvaran innehåller dock ingen ytterligare funktion som möjlighet att göra noteringar eller liknande, så användningsområdet begränsas till enbart visualisering. Både med och utan VR-glasögon ger den en avsevärt mer verklighetstrogen visualisering än vad enbart Revit kan tillhandahålla.

Det som framför allt observerades var att navigeringen gjord av personen med VR-utrustningen blev avgörande för hur väl gruppen presterade i tävlingen. Den stora utmaningen var för de resterande medlemmarna att hålla koll på personens position i modellen. Då personen i VR var oerfaren och gjorde hastiga rörelser eller snabba förflyttningar förlorade laget koll på vart i modellen de befann sig, vilket gav stort utslag poängmässigt. Däremot de som tillsammans arbetade lugnt och metodiskt med tydliga instruktioner för förflyttning kunde på ett helt annat sätt nå sina destinationer. Hur man för första gången lärde sig navigeringen gav också stor skillnad. De individer som började lugnt och metodiskt kunde redan efter de två minuterna märka en klar förbättring i hur smidigt man kunde ta sig runt i modellen. Resterande personer som använde en något mer aggressiv metod kunde lätt hamna i positioner där de själva inte planerat och de miste orienteringen i rummet.

Observationsstudien då gamification användes kan ses som lyckad då många av deltagarna inte tidigare använt VR-utrustningen och gick därifrån med ett positivt intryck samt ett intresse för att börja använda VR i sitt arbete. Övergripande slutlig observation som gjordes var att samtliga medarbetare verkade verkligen uppskatta aktiviteten och tyckte det var en rolig upplevelse.

## 5 Resultat av fallstudie

Vid införandet av digital granskning i projekten gjordes en workshop som inkluderade alla tidigare nämnda förfaranden, där samtliga deltagare efteråt fick svara på en enkät kring deras uppfattning av workshopen och hur dom ser på digitaliseringen. Enkäten är främst utformad med flervalsoalternativ i en skala om hur mycket man håller med de presenterade påståendena. Workshopen är grunden i rapportens fallstudie som redovisar resultatet av undersökningen. Därefter observeras granskningens nya kommunikationsväg, det vill säga via mjukvaran och hur det påverkar arbetet för projektets medlemmar.

Nedan presenteras resultatet av den fallstudie som medverkande i de båda projekten fick svara på efter den digitala granskningen genomfördes. De som medverkat i enkäten är antingen arkitekt, ingenjör, uppdragsledare eller beställare.

De olika frågorna har utformats för att kunna få en bild av hur det digitala arbetssättet upplevdes. Resultatet skall spegla skillnaden att granska med hjälp av digital visualisering jämfört med traditionell granskning på pappersritningar.

Enkäten visar att trots olika tidigare erfarenhet och kunskap kring området, håller samtliga deltagare i undersökningen med om att digitaliseringen bidrar till förbättring. Generellt sett finns en mycket positiv inställning till den nya arbetsmetodiken. Navigering i modellen skiljer sig ofta något från olika mjukvaror och innehar man inte tidigare erfarenhet kring spelmiljöer får personen i fråga följaktligen ett passivt beteende på grund av osäkerhet. Trots detta visar alla på ett intresse för att använda digital visualisering som verktyg.

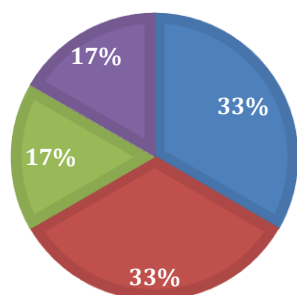
Däremot finns en viss motstridighet att faktiskt implementera digitaliseringen i pågående projekt. Av förklarliga skäl då projektet ligger bakom tidsplanen och intresset för att avsätta tid för att lära in ett nytt arbetssätt blir lidande.



## 5.1 Redovisning av enkät

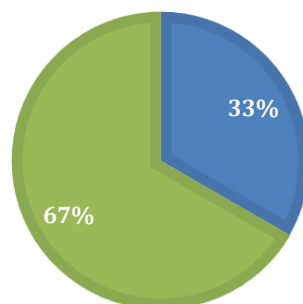
### VAD HAR DU FÖR ROLL I PROJEKTET?

Arkitekt Ingenjör  
Beställare Uppdragsledare



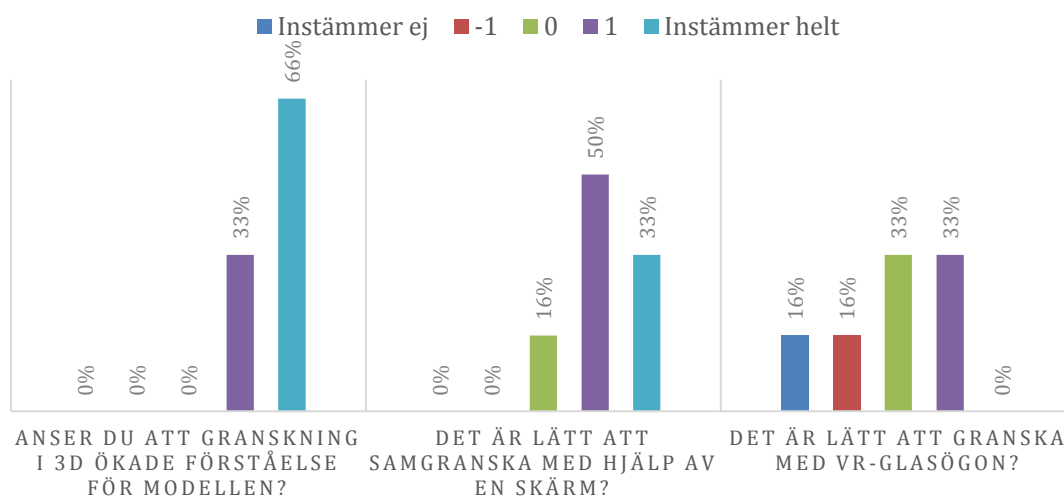
### HAR DU ANVÄNT ETT 3D PROGRAM FÖRUT?

Nej Ja

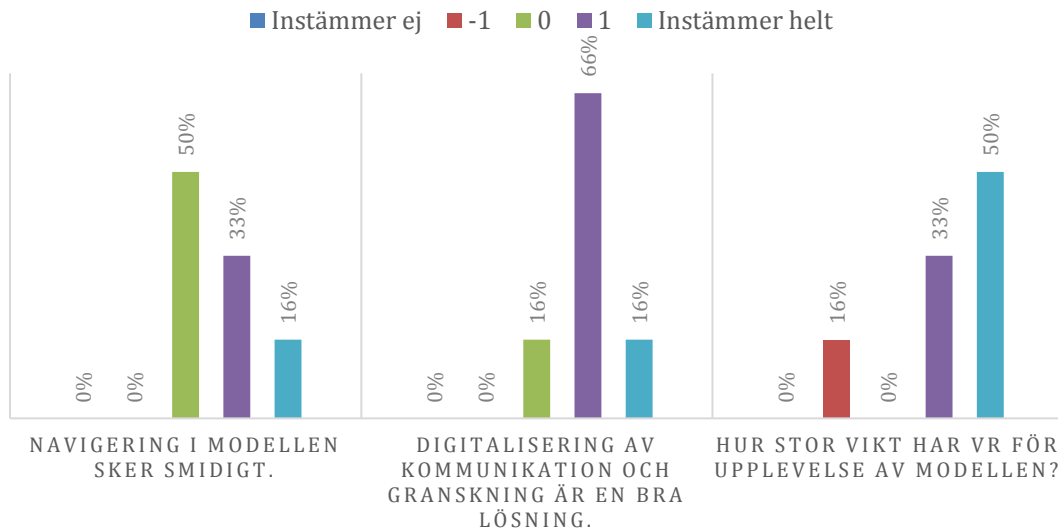


Enkäten besvarades av lika fördelning mellan kvinnor och män till antal.

De som tidigare använt ett 3D-program var arkitekter och ingenjörer och dom som svarade att de inte använt ett 3D-program var beställare och uppdragsledare. Något som är gemensamt för samtliga som inte tidigare använt liknande typ av mjukvara är att de tillhör den äldre delen av deltagarna i workshopen.

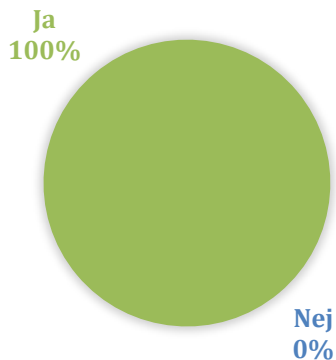


På frågan om personen anser att granskningen i 3D ökade förståelsen gav samtliga deltagare positiv bedömning. Bland annat beställaren instämde helt medans uppdragsledaren och en arkitekt inte tyckte att det helt ökade förståelse. Nästa fråga som handlade om det är lätt att samgranska med hjälp av en skärm. Där ställde sig bland annat modellansvarig (ingenjör) helt neutralt till frågan medans beställaren hade en mycket positiv uppfattning. De påstående som gav mest negativt utslag var påståendet som sa ”*det är lätt att granska med VR-glasögon*”, där ingen som ansågs sig instämma helt. Generellt sätt så instämde arkitekterna mer än vad ingenjörerna gjorde. Beställaren svarade på påståendet att de instämmer till stor del, men blev också illamående av glasögonen och avbröt relativt tidigt. Uppdragsledaren svarade *instämmer ej* på påståendet om hur vida det var lätt att granska med VR trots att personen i fråga inte deltog vid den delen av granskningen alls.

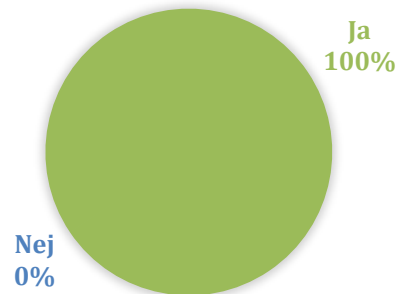


Navigeringen i modellen under workshopen hölls av de digitala granskningssamordnarna (rapportens skribenter). Det var en stor spridning på utfallet i påståendet om att *navigeringen sker smidigt i modellen* inom de olika rollerna. Däremot instämde mest beställaren och uppdragsledaren. Kopplar man det till tidigare frågan om man tidigare använt 3D-program så ser man att de som hade minst erfarenhet uppskattar mer att någon annan styr modellen och kan enbart fokusera på att studera utformningen. Medans de som har tidigare erfarenheter i 3D-mjukvara gärna hellre själva kontrollerar navigeringen. Nästa påstående i enkäten handlade om hur vida de håller med om att digitalisering av kommunikation och granskning är en bra lösning. Majoriteten svarade att de instämmer till stor del, beställaren var villig att hålla med helt. Handläggande ingenjören delade inte samma uppfattning utan ville bara hålla med till viss del. Det är störst skillnad på beställarens och handläggande ingenjörens uppfattning av digitaliseringens innebörd. Det är även störst skillnad på hur de kommer att påverkas då ingenjören sköter en stor del av kommunikationen medans beställaren inte är lika delaktig i projektstyrning. Följande påstående tog upp hur stor vikt individerna tyckte att VR var vid upplevelse av modellen. Där var det bland annat arkitekterna och beställaren som ansåg att det var av stor vikt. Ingenjörerna hade något lägre uppfattning kring VR:s betydelse, men fortfarande positiv. Uppdragsledaren ansåg dock att virtual reality var mindre betydande för upplevelsen. Resultatet av påståendet kan vara kopplat till tidigare påstående angående hur lätt det är att granska i VR. Där det framgår att de som hade svårast att använda utrustningen även hade uppfattningen att det var av mindre vikt för upplevelse av modellen.

**ANSER DU ATT ISSUES-HANTERING ÄR EN BRA METOD?**



**SER DU ATT DIGITAL GRANSKNING BÖR INGÅ I DITT NÄSTA PROJEKT?**



Ovanstående pajdiagram visar att samtliga tyckte issues-hantering var en bra metod att använda i projekt. Det är däremot enbart två ingenjörer (modellansvarig och handläggare) samt en arkitekt som fortsatt använda sig av det arbetssättet i sina projekt även utanför workshopen. Sedan ser förutsättningarna olika ut och alla deltagare berörs inte av den typen av arbete i sitt vardagliga arbete. Enkäten lämnade även plats för egen kommentar kring ämnet där deltagare bland annat tyckte:

*”Önskar att Revizto var mer kompatibelt med Revit”*  
(Arkitekt)

Som syftar på att issues som sätts ut i Revizto även ska kunna hanteras direkt i Revit och att Revit själv borde kunna identifiera när ett issue är åtgärdat.

*”Som komplement till traditionell granskning, istället för att helt ersätta”*  
(Handläggande ingenjör)

Där personen i fråga menar på att den traditionella granskningen fortfarande är en viktig del i processen, men att arbetet även bör digitaliseras parallellt i projektet.

## 6 Diskussion och Slutsats

### 6.1 Utvärdering av valda metoder

Den första problematiken var att ta sig an frågan om hur man genomför en granskning på ett arkitektkontor. Genom att göra intervjuer med medarbetare, visade det sig snabbt att granskning i sig är ett väldigt stort och diffust område som inte har en självklar definition. Då unika lösningar sker från projekt till projekt gör att ett tydligt arbetssätt inte är lätt att hitta.

Svårigheten i ovan nämnt problem är att det finns en stor utsträckning av roller och ansvar i projekteringen, vilket resulterat till att granskningen ser olika ut för varje enskild individ. Det gjorde snabbt att syftet med intervjuerna ändrades, till att hitta från vilken synpunkt digitaliseringen ska anpassas och vart i skedet den bör implementeras.

Efter att ha samlat material genom intervjuer och observationer om hur White jobbat i tidigare och pågående projekt har det varit möjligt att kartlägga en generell arbetsmetod för tidiga skeden. Detta användes som en bas till att ta fram ett optimerat arbetssätt vid införandet av digital granskning i projekten. Vid utformningen av workshopen som användes för att introducera det nya arbetssättet i ett projekt gjordes en nära studie med modellansvarig i ett pågående projekt. Det gav en bra inblick i de aktuella arbetsprocesserna som kan komma att påverkas. För att kunna säkerställa att det framtagna arbetssättet faktiskt är en generell förbättring bör man observera ett flertal olika modellansvariga. Sannolikt har inte alla individer samma arbetssätt och resultatet av observationerna kan möjligen vara en förbättring för en enskild individs arbetssätt.

Workshopen gick ut på att presentera den mjukvaran som ger stöd till den nya metodiken, en enkel genomgång av verktygets funktioner och hur den kan underlätta processen för medarbetarna. Därefter görs en gemensam granskning utefter den nya metodiken. Arbetssättet utvärderades och säkerställdes med hjälp av en enkät, där samtliga berörda besvarat. Enkäten står som underlag till de dokumenterade resultaten i rapporten. Dock finns flera bristfälliga faktorer som kan påverkat de framtagna resultaten. Antalet medverkande individer i studien är för få för att kunna styrka resultatet. Det vill säga att studien klassas som en icke kvantitativ studie. Svaren på enkäten har i rapporten kategoriserats efter yrkesroll i projektet och inte som en specifik individs tycke trots de låga antalet medverkande. Det finns en stor sannolikhet att de svaren faktiskt speglar individens unika uppfattning och kan inte representera en hel yrkesroll. Ytterligare finns det även en mänsklig faktor som framför allt påverkar olika inställningar till digitaliseringen och begränsar hur mottaglig personen är för förändring. Däremot så styrks resultatet av att de två olika projekten som involverats gett samma positiva utfall kring frågor berörande fortsatt arbete inom digitaliseringen. Trots att dom är mycket olika i avseende på projektering, utformning och bakgrund.

## **6.2 Diskussion**

### **6.2.1 Att förstå arbetsprocessen**

Under det inledande arbetet med att kartlägga hur en granskning genomförs visade det sig snabbt att en granskning tolkas olika från projekt till projekt. Mycket beroende på vilka personer som jobbar i projektet men även vilket typ av upplägg projektet har.

På så vis var det enda sättet att bilda sig en uppfattning av hur denna process går till genom intervjuer. Att intervjua personer för att bygga en bild av granskningsprocessen medför att misstolkningar kan ske. Ett mer optimerat sätt att kunna analysera processen kunde ha varit att sitta med i flera projekt under hela projekteringstiden. Detta blir dock svårt med den tidsram som rapporten skall skrivas under.

Problematiken med att granskningen tolkas olika från person till person handlar mycket om den stora mängden data som uppkommer i samband med en granskning. Projekt som genomförts och använts sig av en databas för att sortera och samla informationen visar att digitalisering är på gång men behöver utarbetas för att få ett fungerande arbetssätt.

### **6.2.2 Införande av digitalisering**

Införandet av digitaliseringen är i teorin en relativt simpel förändring för projektet om medlemmarna är införstådda i arbetsförändringen. Däremot kan vi nu konstatera att det i praktiken kan bli avsevärt mer svårhanterligt på grund av olika rådande omständigheter.

Till exempel i ett av projekten som är en ombyggnation av en tidigare byggnad så stämmer inte tillhandahållen modell överens med verkligheten. Vilket resulterade i att arkitekterna fick frånga modellen och rita klart sina ritningar separat från modellen i AutoCad istället för Revit. Det gör att modellansvarig dels måste korrigera felaktigheter i befintliga modellen parallellt med att uppdatera modellen med de nya ritningar som görs i AutoCad. När ett projekt infinner sig i den aktuella statusen är det högst svårt att påverka en arbetsmetod.

Det som vi önskat undersöka och utveckla med arbetet kring rapporten kräver egentligen mer tid och möjlighet att kunna följa projektens gång från början till slut, och är tyvärr icke genomförbart.

I projektets tidiga skede har man vanligtvis en nära dialog med beställaren om byggnadens utformning. När systemhandlingen är klar och projektet går över mot programhandling brukar man vanligtvis säga att det inte längre finns möjlighet för beställaren att påverka ritningarna. Därför kan det vara känsligt då man samgranskar en modell med kund och de skapar en ny uppfattning. Dom kan ändra åsikt angående utformning på grund av att 3D-visualiseringen gett ett annat intryck, vilket kan blir mycket problematisk för projektet. Detta var verkligen något vi kunde konstatera tidigt i vårt arbete när vi försökte knyta kontakt med projekt som kunde delta i vår studie.

Inom White har flera olika 3D-visualiseringsverktyg testats men införandet har skett snabbt och sporadiskt i olika projekt. Vilket har resulterat till att ingen dokumentation förts i projektet. På grund av detta kan samma misstag uppkomma i nästkommande projekt. Ett problem som i många fall kan leda till tidsbrist hos de involverade. Problem med att standardisera olika mjukvaruprogram i arbetsförfarandet är storleken på företaget. På White som är ett av de största företagen inom arkitektbranschen kan implementeringen vara en svår utmaning då mycket folk ska ta sig an den nya tekniken. Däremot så har det framgått tydligt under rapportens arbete att det finns ett jättestort intresse till den nya tekniken. Anställda på White har en mycket positiv inställning till 3D-visualisering och VR. Samtidigt finns det dock ett motstånd som tidigare nämnt, en viss osäkerhet och försiktighet till att faktiskt införa tekniken rent praktiskt. För att digitalisering ska kunna bli en standardmetod i framtiden behöver den fasas in successivt i projekten.

Ett utmärkt hjälpmedel för att sänka motståndströskeln samt göra medarbetarna mer bekanta och bekväma med tekniken är gamification. Redan veckan efter White-dagen och VR-aktiviteten noterades en ökad användning och intresse för VR, trots att de var en begränsad mängd av hela kontorets personal som hade möjlighet att testa gav det ett starkt intryck. När man använder gamification exkluderas professionell prestige, för att i slutändan är det bara ett spel. Vilket gör att det inte går att misslyckas och personerna i fråga verkar nå ett resonemang som är till fördel för användandet av VR.

### 6.2.3 Granskning internt/externt

I fallstudien fanns ett samarbete med två stycken projekt. I dessa studier användes en workshop för att kunna observera hur implementeringen av digitala verktyg fungerade. Det ena projektet bestod enbart av interna medarbetare och i det andra fanns även beställaren med under granskningen.

De skillnader som observerades vid workshopparna visar att beroende på vilka som ska göra granskningen så bör en tillämpning göras. Vid en granskning då en beställare är med som i fallet med en av workshopparna var det viktigt att kunna visa upp en modell av bra kvalitet. På så vis sätts inte fokus på en dålig modell utan öppnar upp för en dialog som kan hållas mellan parterna. Enkäten visade ett litet övertag för den positiva sidan angående navigeringen av modellen. Det visar på att den som sitter och navigerar i 3D-modelleringsprogrammet ska vara väl införstådd i både programmet och modellen. Då risken att en obekvämlig upplevelse av modellen minskar och fokus kan läggas på att diskutera byggnadens utformning. Vid granskning internt i ett projekt framgick det att det är viktigt med en tydlig agenda med områden att diskutera för att mötet ska bli så effektivt som möjligt. Även att låta personen som önskat dialog kring specifikt område sköta navigeringen och på så sätt blir resterande tydligare införstådda i problemet. Då de inte är lika viktigt med en bekväm navigering. Det ställs heller inte lika höga krav på modellens kvalitet. Issues som hittas kan delegeras direkt i teamet och projektets medlemmar får en bättre överblick i vilket stadie modellen befinner sig i.

Överlag visade studien att deltagarna var positiva och såg stora möjligheter med visualisering. Den enda aspekt som upplevdes problematisk var navigeringen då granskning med VR-utrustning utfördes. Något som via observationer leder till spekulationer kring vad som är problemet. Ena spekuleringen är att Reviztos navigering inte utformats på ett tillräckligt tillfredställande sätt eller att problemet ligger hos individen. Det vill säga att individen som använder VR-utrustningen inte är van med tekniken och på så vis upplever svårigheter i situationen. Troligtvis spelar båda spekuleringarna in. Något som styrker att det skulle kunna vara dessa två anledningar var en jämförelse mellan workshoparna där Revizto användes och aktiviteten med gamification där Enscape användes. Vid workshopen var det en större andel medverkare som upplevde användandet av VR-glasögonen problematisk, jämfört med aktiviteten gamification på whitedagen. Det spelar ingen roll vilket visualiseringsprogram som används om inte individen är van vid tekniken. Dock verkar viss design på navigeringen uppfattas mer naturligt för individen, vilket avsevärt förbättrar upplevelsen.

### 6.3 Slutsats

Rapporten gjordes i syfte till att analysera vad 3D-visualisering kan göra för att förbättra kommunikation och engagemang på ett arkitektkontor. Visualisering av modellen i 3D tidigt i projektet ger en större förståelse av modellen för projektmedlemmarna men även vid granskning av beställare eller brukare. För ett arkitektkontor fungerar detta speciellt bra då det handlar om att få en uppfattning hur en byggnad kommer att upplevas. Rumsförhållanden som inte kan upplevas på pappersritningar blir tydliga med hjälp av en 3D-visualisation, och speciellt då VR används.

Utförandet av workshoparna startade med att projektgruppen fick en genomgång av mjukvaran som skulle användas samt en genomgång av agendan för mötet. Något som vore lämpligt hade varit om projektgruppen förberett någon form av lista på områden eller objekt som önskade extra fokus och dialog. Vid denna workshop blev det istället att DG-samordnaren fick åka runt planlöst tills någon i projektgruppen såg någonting på skärmen och ville tittas närmre på det. Denna mer planlösa vandring genom modellen var något som fungerade bättre i den workshop där beställaren var med. Då workshopen med beställaren var mer fokuserad på att uppleva hur ytor upplevdes och kunna föra en dialog om hur ytor skulle kunna användas på bästa sätt.

Implementering av 3D-visualisering i granskning med beställare och brukare ökar möjligheten att utforma byggnaden för att effektivisera brukaren vardagliga arbete. Lyckas man förbättra ett arbetsflöde med enbart en procent genom att optimera utformningen har man redan där tjänat stora summor pengar. För att inte nämna säkerheten i beställningen då kunden tydligare ser hur resultatet kommer bli.

För att detta skall fungera rätt bör modellen ses som underlaget för ritningar och inte att 3D-modellen enbart ses som komplement till ritningarna. Ansvariga för arbetet med modellen bör redan i projektstart implementera användandet av en digital granskning som egenkontroll för att säkerställa att modellen håller kvalitén.

Med ny teknik för att förbättra ett arbetssätt finns risken att det kommer vara människor med nödvändig kompetens som inte lyckas följa med utvecklingen. I detta fall då det handlar om teknik är det ofta en generationsfråga. I dagens läge blir det lätt att en person med mycket rutin men som saknar vana med arbete via digitala plattformar måste stå över axeln och peka för att ha möjliggöra sin kompetens till projektet. Speciellt mot de med mindre rutin men som är väl integrerad i den allt mer teknikbaserade nutid vi lever i.

Sammanfattningsvis visar rapporten att digitalisering av granskningen kan leda till en förbättrad kommunikation och förståelse i projekteringen. Då bättre visualiseringsprogram som plattform för kommunikation kan bidra till tydligare informationsflöde. Workshopen visar även att 3D-visualiseringen ger ökat engagemang och förståelse i den externa granskningen med kund. Något som konstaterats under rapporten är att det framtagna arbetssättet ställer högre krav på noggrannhet i modelleringen. Tillsammans med digitaliseringen, flyttas plattformen för kommunikation och kommer därmed innebära vissa förändringar på arbetssättet. Rapporten visar även på att realtidsvisualisering som stöd vid kontinuerlig egenkontroll underlättar för att möta kraven på modelleringen. Vilket kan bidra till att kvalitén för projektet förbättras.



## 7 Referenser

- Aparicio, A., Vela, F., Sánchez, J., & Montes, J. (2012). Analysis and application of gamification. *ACM*: 17, 1-2. doi:10.1145/2379636.2379653
- Bouchlaghem, D., Shang, H., Whyte, J., Ganah, A. (2005). Visualization in architecture, engineering and construction (AEC). *Automation in construction*, 14(3), 287-295. doi:10.1016
- Byggpedia. (2017). OM BYGGHANDLINGAR, PLANERING OCH PROJEKTERING: Ritningar i olika skeden. Hämtad från <http://byggipedia.se/byggprocessen/planering-och-projektering/ritningar-i-olika-skeden/>
- Hettinger, L och Riccio, G. (1992), visually induced motion sickness in virtual environments, *Presence* 1(3), pp. 306-310.
- Johansson, M. (2016). From BIM to VR: The design and development of BIMXplorer (Doktorsavhandling, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknik).
- Jongelin, R., Asp, M., Thall, D., Jakobsson, P., Olofsson, T. (2007). VIPP: Visualization in Design and construction (Teknisk rapport, 2007:07). Luleå: Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering, Structural and Construction Engineering, Luleå Tekniska Högskola.
- Kapp, K, M., Blair, L., Mesch, R. (2014). The gamification of learning and instruction fieldbook: Ideas into practice. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Klaus, P, B. (2000). Web-Based Virtual Reality in Design and Manufacturing Applications. Hämtad från <http://www.umich.edu/~vrl/beier/Papers/compit2000/WebBasedVR.htm>
- Lettieri, C. (2002). Autodesk to Acquire Revit Technology Corporation: Acquisition Adds Complementary Technology for Building Industry. Hämtad från <http://investors.autodesk.com/phoenix.zhtml?c=117861&p=irol-newsArticle&ID=261618>
- Moteijunas, V. (2016). Improving the MEP coordination using BIM technologies: A case study based on observations and interviews (Doktorsavhandling, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknik).
- Westerdahl, B., Suneson, K., Wernemyr, C., Roupé, M., Johansson, M., Allwood, C M. (2006). Users' evaluation of a virtual reality architectural model compared with the experience of the complete building. *Automation in construction*: 15(2), 150-165. doi:10.1016
- Zichermann, G., Cunningham, C. (2011). Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps. Sebastopol: O'Reilly Media.

# Införande av Revizto

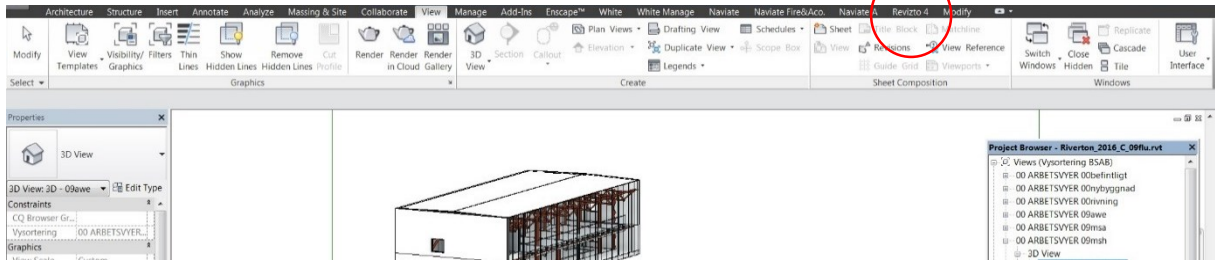


## Innehåll

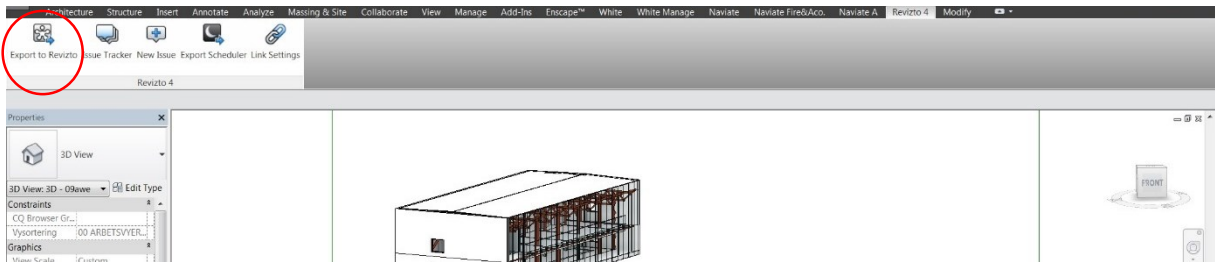
Export från Revit.....	1
Grundläggande i Revizto .....	2
Navigering.....	2
Inställningar - Preferences.....	3
Publicera på molnet – <i>Share</i> .....	3
Dela till projektet – <i>Share</i> .....	4
Funktioner .....	4
Visar position i 2D.....	4
Mätverktyget .....	5
Beskriv vyer .....	5
Beskriv vy med integrerad ritningsblad .....	5
2D-vy, <i>Sheets</i> .....	6
Skapa noteringar i Revizto - <i>Issue</i> .....	6
Utfärda ett issue .....	7
Sätt Assignee, Deadline och Tag.....	7
Issues i 3D och 2D.....	7
Ändra status på ett issue .....	8
Flödesschema Issues.....	9

# Export från Revit

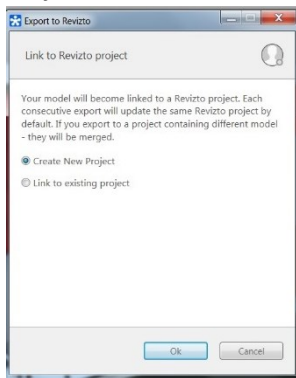
1. När Revizto är installerat dyker fliken "Revizto 4" upp i Revit .



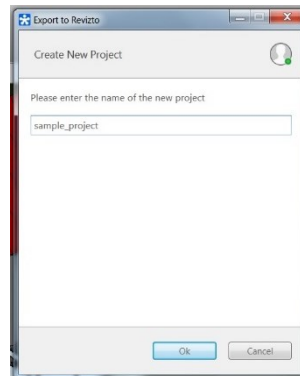
2. I fliken, klicka på "Export to Revizto".



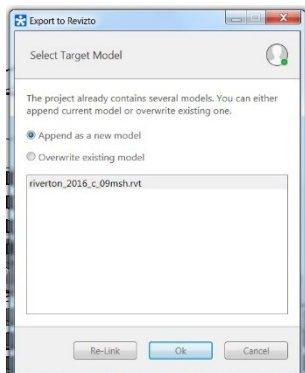
3. Välj sedan "Create New Project".



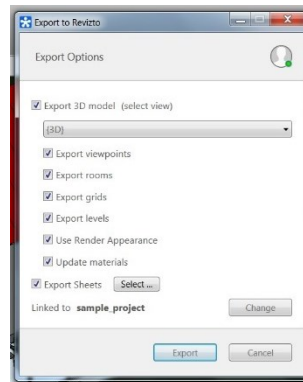
4. Namnge projektet.



5. Finns redan projektet får man välja mellan att skapa ny eller skriva över existerande modell.



6. Välj vilken vy och sheets som ska ingå i exporten.

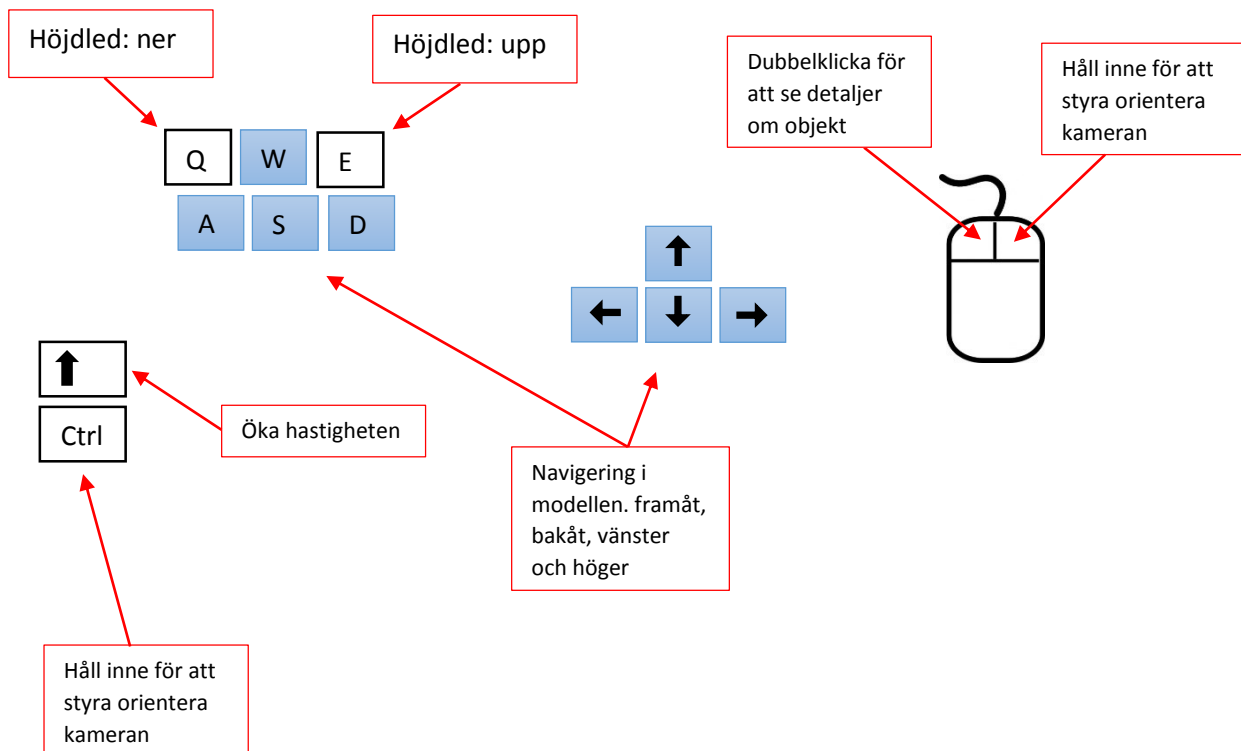


Rekommenderat är att skapa en separat 3D-vy i Revit med anpassad grafiska inställningar.

## Grundläggande i Revizto

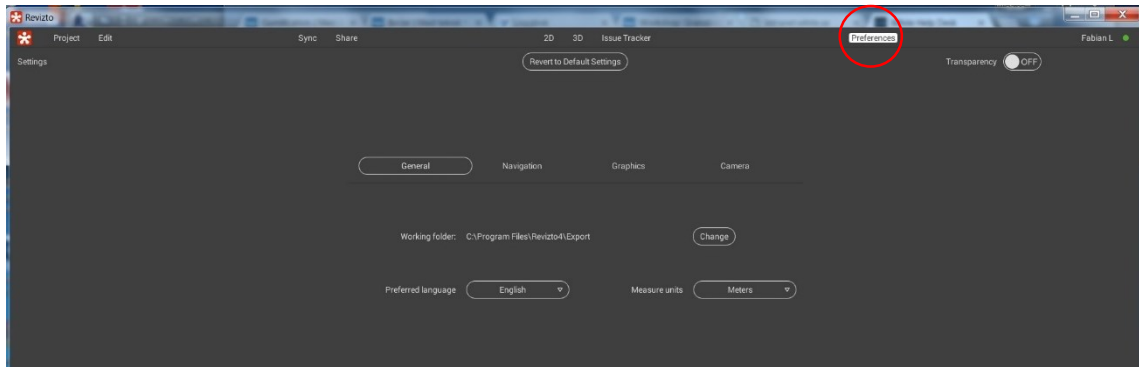


## Navigering

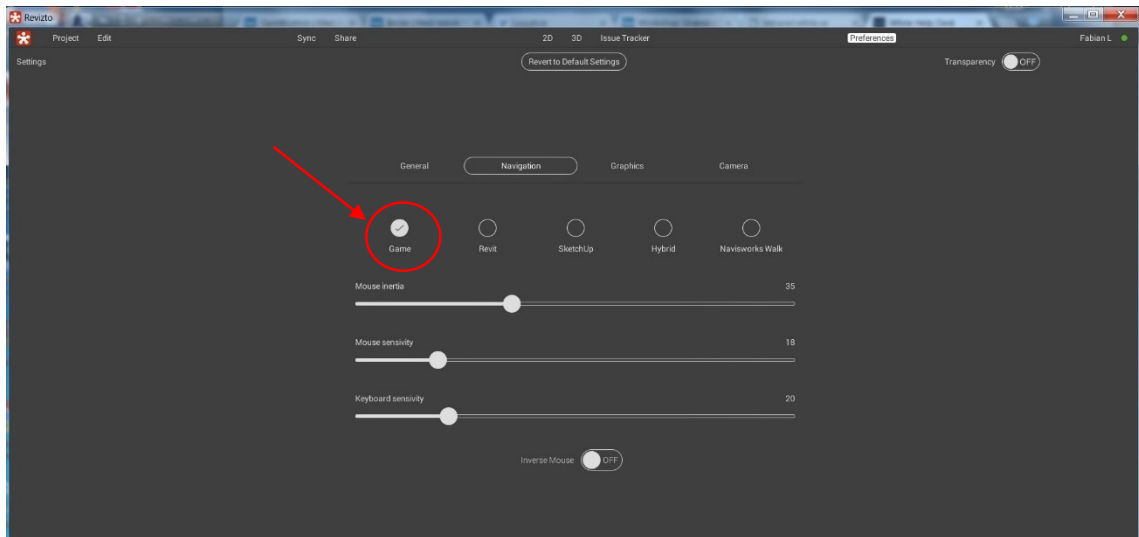


## Inställningar - Preferences

Se till att *Working folder* under *General* pekar på en lokal mapp.

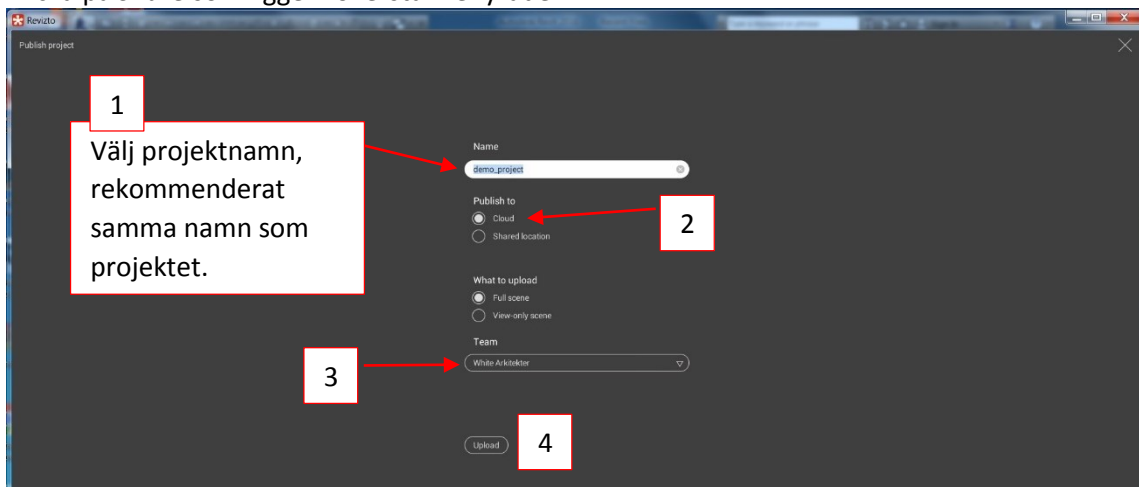


Under *Navigation* ska *Game* vara markerad, ställ därefter in mus & tangentbords känslighet efter personligt tycke.



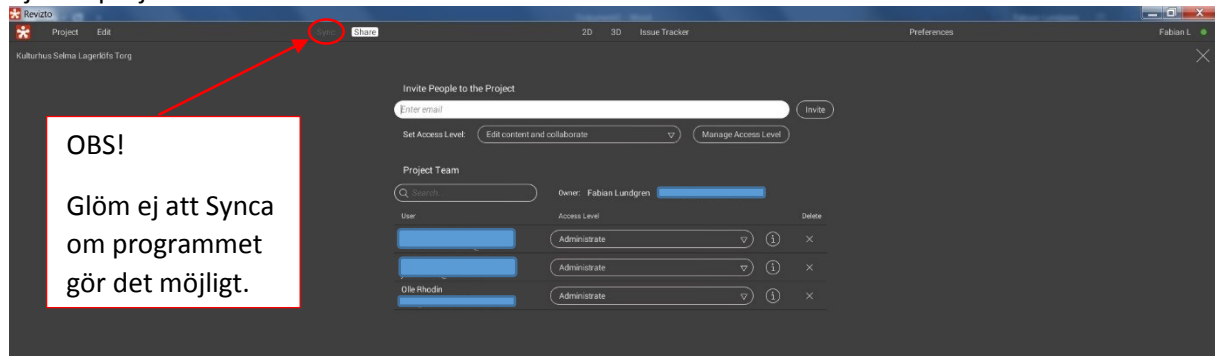
## Publicera på molnet – Share

Klicka på *Share* som ligger i översta menyraden.

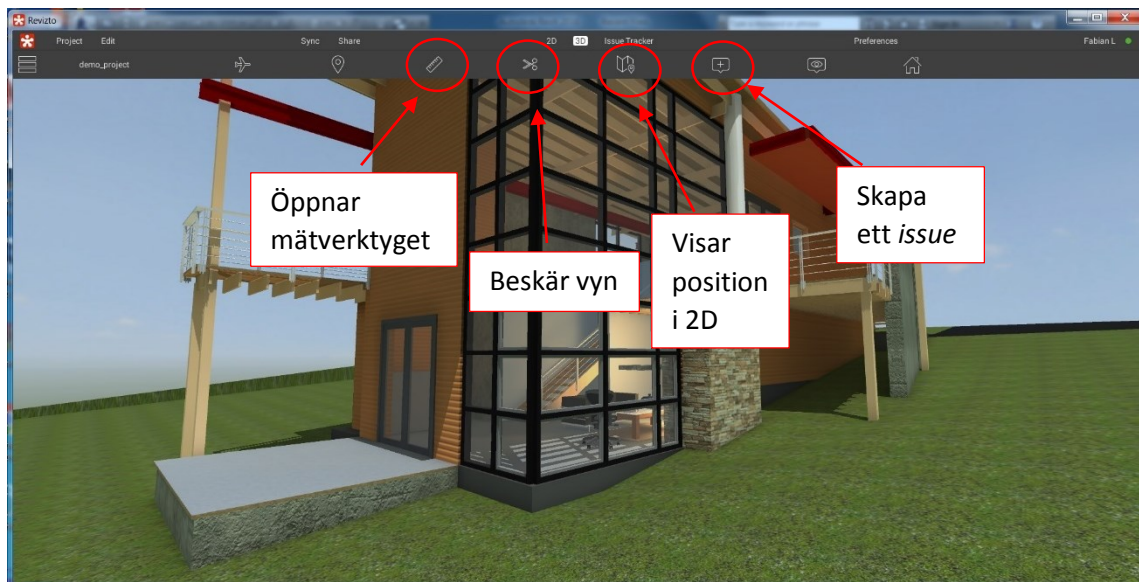


## Dela till projektet – Share

Bjud in projektets medlemmar.



## Funktioner



## Visar position i 2D.

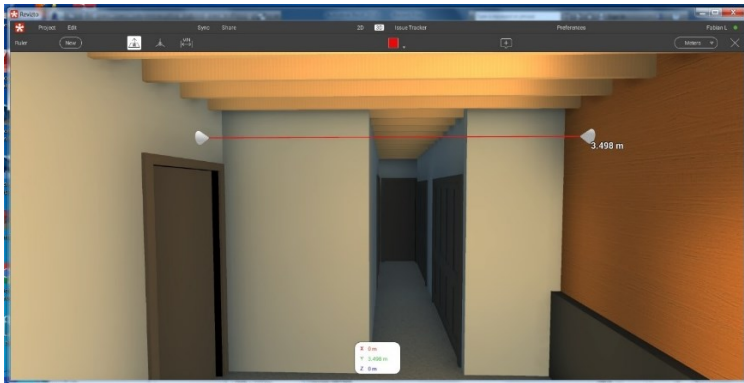


Gå mellan de olika våningsplanen.

Blå pil indikerar riktning och position i 3D-vy.

För att komma tillbaka från funktionen, tryck på krysset bredvid *Map* uppe till höger i fönstret.

## Mätverktyget



Använd musen för att dra dom vita konerna som definierar start och stopp i mätningen.

För att komma tillbaka från funktionen, tryck på krysset bredvid *Meters* uppe till höger i fönstret.

## Beskär vyn



Använd musen för att dra dom blåa konerna för att anpassa den beskärda vyn.

Markeras istället *Box* i funktionen skapas en tre dimensionell beskärning.

Tryck på *Clear* för att återställa.

## Beskäd vy med intergrerad ritningsblad

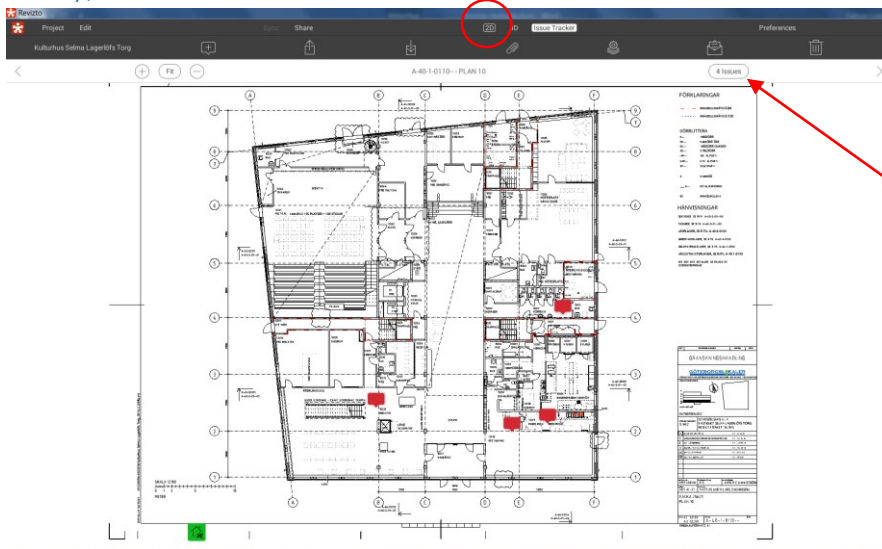


Använd musen för att dra dom gröna konerna för att anpassa den beskärda vyn.

Markeras istället *Box* i funktionen skapas en tre dimensionell beskärning.

Tryck på *Clear* för att återställa.

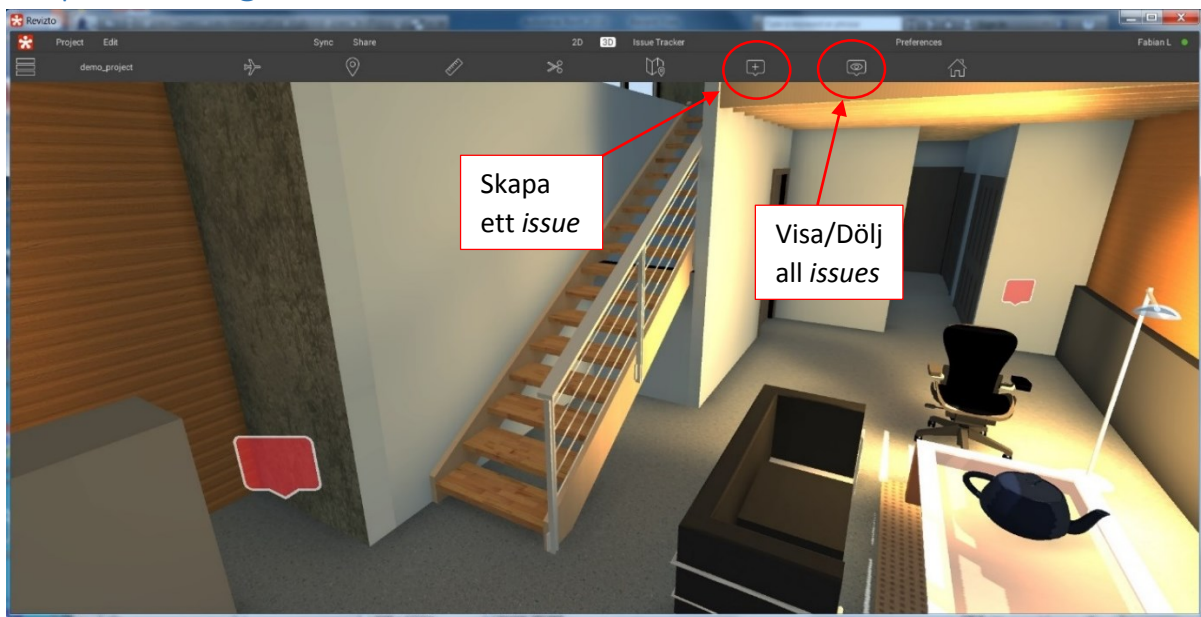
## 2D-vy, Sheets



I 2D-vyn kan man även läsa av de sheets som är inkluderade i modellen.

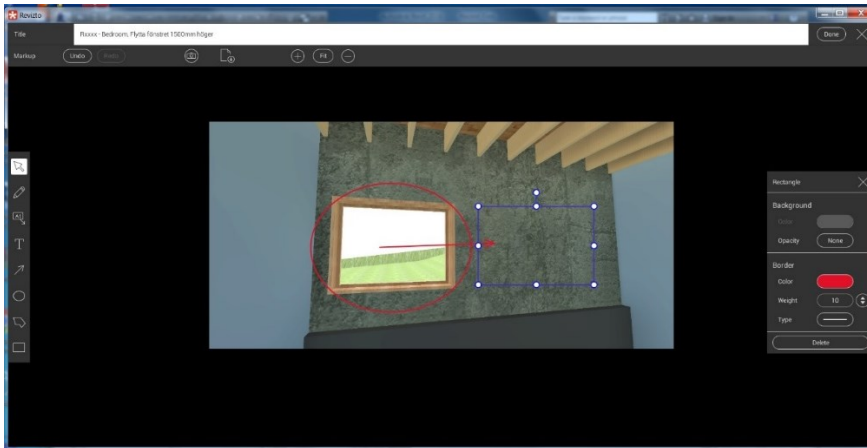
Markeras *Issues* dyker även de existerande noteringarna upp på ritningen.

## Skapa noteringar i Revit - *Issue*





## Utfärda ett issue



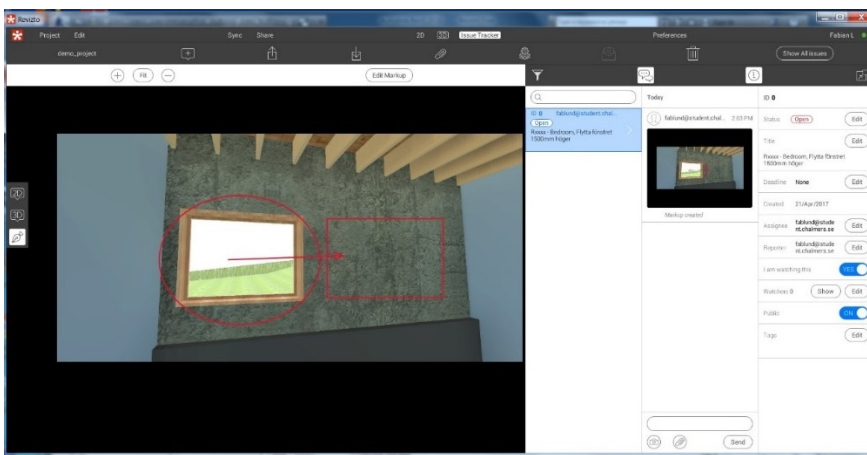
Efter att klickat på *Create issue* hamnar man i vyn som visas till vänster.

1, Titeln bör innehålla rumnummer samt kort beskriva noteringen.

2, Gör extra tydligt med markeringar och symboler.

3, Klicka på *Done*

## Sätt Assignee, Deadline och Tag



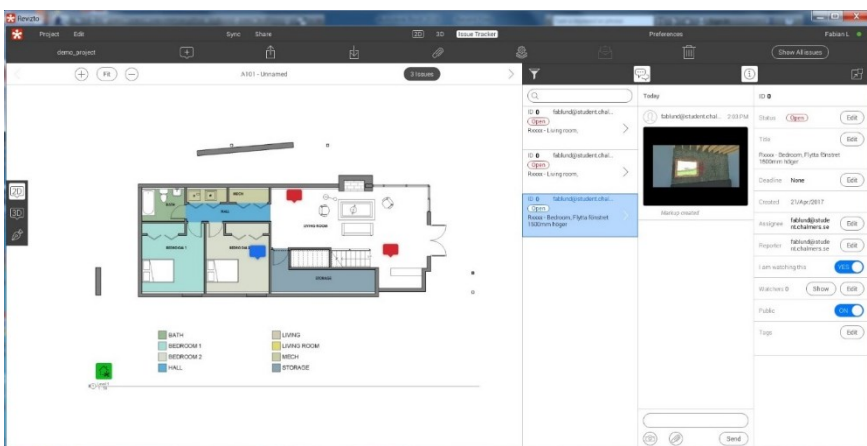
1, Assignee. Välj mellan projektet medlemmar.

2, Sätt en deadline då issue:t ska vara löst.

3, Tagga rätt område.

Tex: A-modell om noteringen bör åtgärdas av arkitekterna.

## Issues i 3D och 2D



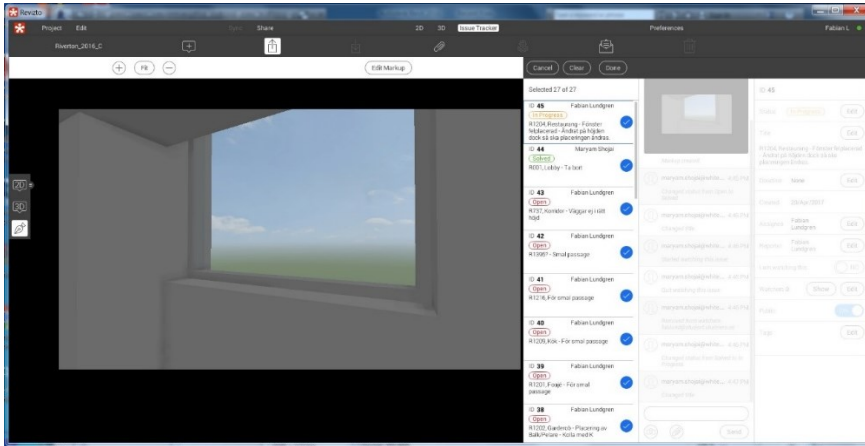
Alla issues syns i 3D och 2D.

Denna ikon gör det möjligt att filtrera på tex.


*Tag*

*Sheet*

*Assignee*

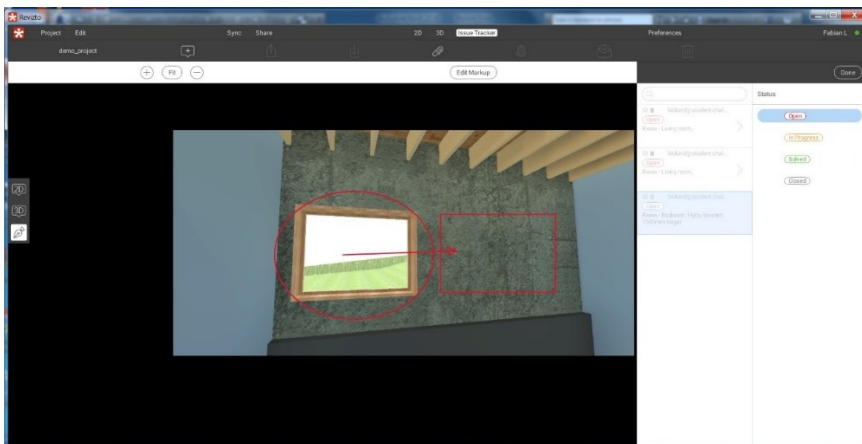


Alla har olika färger beroende på aktuell status.

 Denna ikon är en exportfunktion, där man kan maila valda issues.

Det är även möjligt att editera ett issue i efterhand

## Ändra status på ett issue

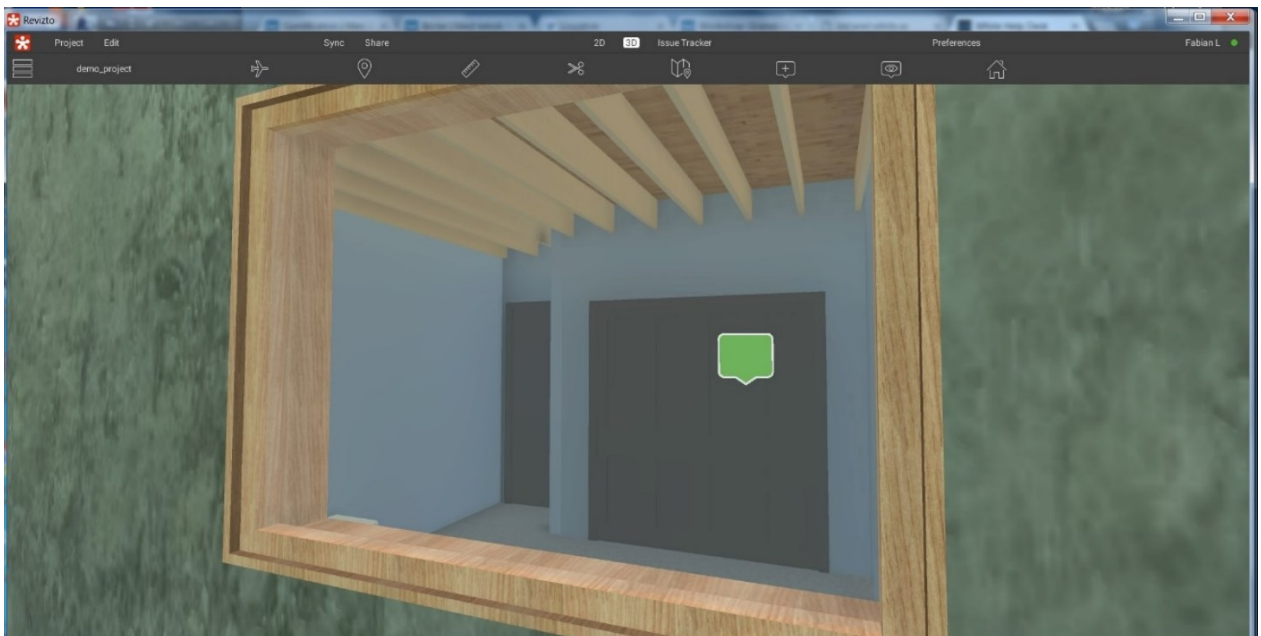


I kategorin *Status* för ett issue, klicka på *Edit*.



Välj ny status och avsluta med knappen *Done*.

Se nedan för detaljerat flödesschema för issues.



Ett issue med status *Solved* (löst) syns som grönt i modellen.

# Flödesschema Issues

## Open

- Ett issue upptäcks och noteras via mjukvaran
- Komplettera med text och figur
- Ansvarig för problemet sätts (Assignee)
- Problemet taggas mot rätt ansvar (tex. "A-modell")
- Deadline för åtgärd väljs

## In Progress

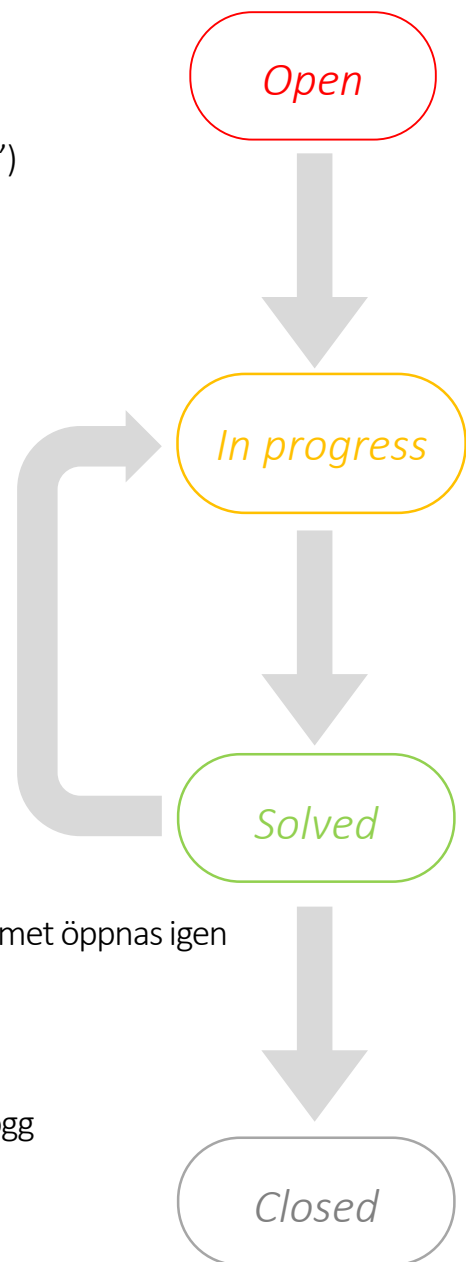
- Issue:t har uppmärksammat av Assignee
- Åtgärd för problemet är pågående
- Eventuell problemlösning i chatt

## Solved

- Problemet är nu åtgärdat enl. Assignee
- Projektansvarig kan då välja att avsluta issue:t
- Alt. så anses problemet inte åtgärdat och problemet öppnas igen

## Closed

- Issue markerad som closed raderas från projektlogg
- Då issue:t inte är aktuellt
- Eller anses ej vara lönt att åtgärda



Grundgenomgång klar!

**Lycka till!**

# Enkät - Workshop: Digitalisera granskningen

1. Vad har du för roll i projektet?

---

2. Har du använt ett 3D program förut?

JA

Nej

3. Anser du att granskning i 3D ökade förståelse för modellen?

Instämmer ej      Instämmer helt

4. Det är lätt att samgranska med hjälp av en skärm?

Instämmer ej      Instämmer helt

5. Det är lätt att granska med VR-glasögon?

Instämmer ej      Instämmer helt

6. Navigeringen i modellen sker smidigt.

Instämmer ej      Instämmer helt

7. Anser du att issues-hanteringen är en bra metod?

JA

Nej  (Om nej, vänligen utveckla kort varför.)

---

---

8. Digitaliseringen av kommunikation och granskning är en bra lösning.

Instämmer ej      Instämmer helt

9. VR har stor vikt för upplevelsen av modellen?

Instämmer ej      Instämmer helt

10. Ser du att digital granskning bör ingå i ditt nästa projekt?

JA

Nej