

## Arkitektoniska visualiseringstekniker

*En fallstudie om möjligheter och utmaningar med  
visualiseringar som informationskälla*



Jesper Johansson

**Civilingenjör, Arkitektur**  
**2021**

Luleå tekniska universitet  
Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser

|                            |                                                                                             |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Titel:</b>              | Arkitektoniska visualiseringstekniker                                                       |
| <b>Undertitel:</b>         | En fallstudie om möjligheter och utmaningar med visualiseringar som informationskälla       |
| <b>Engelsk titel:</b>      | Architectural visualization techniques                                                      |
| <b>Engelsk undertitel:</b> | A case study on opportunities and challenges with visualizations as a source of information |
| <b>Publikationstyp:</b>    | Examensarbete                                                                               |
| <b>Omfattning:</b>         | 30 högskolepoäng                                                                            |
| <b>Program:</b>            | Civilingenjör Arkitektur med inriktning Husbyggnad                                          |
| <b>Författare:</b>         | Jesper Johansson                                                                            |
| <b>Utgivningsår:</b>       | 2021                                                                                        |
| <b>Universitet:</b>        | Luleå tekniska universitet                                                                  |
| <b>Institution:</b>        | Institutionen för samhällsbyggande och naturresurser (SBN)                                  |
| <b>Avdelning:</b>          | Industriellt och hållbart byggande                                                          |
| <b>Examinator:</b>         | Gustav Jansson, Luleå tekniska universitet, SBN                                             |
| <b>Handledare, intern:</b> | Raafat Hussamadin, Luleå tekniska universitet, SBN                                          |
| <b>Handledare, extern:</b> | Petter Larsson, Stark Arkitekter                                                            |
| <b>Nyckelord:</b>          | Allmänheten, byggbranschen, informationsdelning, kommunikation, visualisering               |
| <b>Engelska nyckelord:</b> | Public, construction industry, information sharing, communication, visualization            |

## ***Förord***

Det här examensarbetet är den avslutande delen i utbildningen Civilingenjör Arkitektur med inriktning husbyggnad vid Luleå tekniska universitet. Examensarbetet omfattar 30 högskolepoäng och har pågått under våren och sommaren 2021. Jag vill tacka min handledare Raafat Hussamadin, examiner Gustav Jansson och min externa handledare Petter Larsson som alla varit till stor hjälp under arbetets gång. Jag vill även tacka alla som tog sig tid att delta i studien, utan er hade arbetet inte varit möjligt.

Jag vill även tacka alla fantastiska lärare som vi haft under utbildningen samt ett tack till både Skanska och Stark Arkitekter som gav mig möjligheten att genomföra två praktiker vilket har gett mig möjligheten att få en mycket bra inblick i byggbranschen från två helt olika perspektiv. Jag vill även tacka Stark Arkitekter som gav mig möjligheten att genomföra examensarbetet i samarbete med dem.

Jesper Johansson

*Luleå, september 2021*

## ***Sammanfattning***

Byggsektorn står idag inför ett ökat krav på öppenhet och dialog under byggnadsprojekt. Teknologiska framsteg har idag gjort det möjligt att med digitala visualiseringstekniker redovisa byggnadsprojekt på många olika sätt. Syftet med examensarbetet var att undersöka vilka värden som visualiseringstekniker kan bidra med i ett kommunikationssyfte mot allmänheten. Syftet var även att identifiera eventuella hinder och utmaningar med att använda tekniken.

Litteraturstudien visade att byggbranschen står inför ett ökat behov av kommunikation. Tidigare forskning har visat potentialen i hur olika typer av visualiseringar kan användas i kommunikations- och informationssyfte riktat mot olika intressenter. Litteraturstudien gav även ett antal riktlinjer som arkitektoniska visualiseringar bör förhålla sig till.

Den använda metoden utgick från en fallstudie av ett byggnadsprojekt som låg som bas för utvecklingen av ett antal olika visualiseringar med varierade informationsinnehåll och interaktivitet. De testade teknikerna bestod utav perspektivbilder, animerad video, interaktiv solstudie samt interaktiv 3D-modell. I studiens inledande del gjordes en förstudie där tre personer från olika byggföretag intervjuades. Syftet med förstudien var att klargöra hur arkitektoniska visualiseringar riktade mot allmänheten används idag. De framtagna visualiseringarna utvärderades via två olika empiriinsamlingar. Den första insamlingen bestod av en webbaserad enkätstudie som delades online, där ett självselektivt urval fick testa och utvärdera de framtagna visualiseringarna. Den andra insamlingen bestod utav en fokusgrupp med fem personer från ett arkitektkontor som fick diskutera de framtagna visualiseringarna utifrån deras perspektiv.

Analysen delades in i tre olika perspektiv baserat på den insamlade empirin: arkitekter, byggherre/entreprenör samt allmänheten. Studiens slutsatser visade på att det fanns ett intresse bland enkätrespondenterna att ta del av visualiseringar i tidiga skeden av projekt. Enkätrespondenterna hade en positiv inställning till de visualiseringstekniker som de ansåg ge en mer transparent och öppen delning av information, vilka i denna studie var solstudien samt 3D-modellen. Dessa ansågs som mer transparenta då de kunde visa både positiva och negativa konsekvenser av ett projekt. Resultatet visade även problematiken med att använda tekniken, då flera olika intressenters intressen måste beaktas samtidigt. Huvudutmaningen för framtida studier är att klargöra vilket värdeskapande tekniken har utifrån byggföretagens perspektiv, hur ändringar i projekt ska hanteras samt att matcha detaljnivån på projektet mot det skede i byggprocessen som projektet befinner sig i.

Studiens bidrag är att ha utmanat den roll som arkitektoniska visualiseringar har i kommunikationssyfte mot allmänheten. Genom att jämföra olika byggaktörers perspektiv med allmänhetens kunde studien visa på möjligheterna med tekniken men även den komplexitet som berör användningen av arkitektoniska visualiseringar i informationsdelningssyfte.

*Nyckelord: Allmänheten, byggbranschen, informationsdelning, kommunikation, visualisering*

## ***Abstract***

Today, the construction sector is facing an increased demand for openness and dialogue of construction projects. Recent technological advances in digital architectural visualization techniques have made it possible to present building projects in many ways. The purpose of this study was to identify the values that visualization techniques can contribute to communication with the public and to identify possible problems and challenges with using the technology.

The literature study showed how the construction industry today is facing an increased need for information sharing. Previous research has shown how different types of visualizations can be used for communication and information purposes aimed at different stakeholders. The literature study also provided several guidelines which visualizations should adhere to.

The method used in the study was a case study of one building project where several different visualization techniques were developed consisting of a variety of information content and interactivity. The tested techniques consisted of rendered still images, animated video, interactive sun study and an interactive 3D environment. In the introductory part of the study, a pre-study was done where three people from different construction companies were interviewed. The purpose of the pre-study was to clarify how architectural visualizations aimed at the public are used today. The visualizations produced were evaluated via two different collections of empirical data. The first data gathering was done through a web-based survey that was shared online, where self-selective respondents tested and evaluated the developed visualizations. The second data gathering consisted of a focus group with five people from an architect firm who discussed the tested visualizations from their perspective.

The analysis was divided into three different perspectives based on the empirical data collected: architects, property developer and the public. The results of the study show that there is an interest among the survey respondents to get access to the visualizations in the early stages of a building project. The survey respondents had a positive attitude towards the visualization techniques that gave a more transparent and open sharing of information where the visualizations could show both positive and negative consequences of a project. The results also showed problems with using the techniques, as several different stakeholders' interest must be considered and be considered simultaneously. The main challenge is to clarify the value created by of technologies from the perspective of construction industry, how changes in the projects are handled and how to efficiently and accurately match the detail level of the visualizations to the detail level of the project.

The study's contribution is to have challenged the role that architectural visualizations play in communication information about construction projects towards the public. By comparing the perspectives of different construction actors along with the public, it was possible for the study to show the possibilities but also the complexity that concerns the use of architectural visualizations for information sharing purposes.

*Keywords: public, construction industry, information sharing, communication, visualization*

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INLEDNING .....                                                       | 8  |
| 1.1. Bakgrund .....                                                      | 8  |
| 1.2. Problemformulering .....                                            | 9  |
| 1.3. Syfte & forskningsfrågor.....                                       | 9  |
| 1.4. Förväntade resultat .....                                           | 10 |
| 1.5. Avgränsningar .....                                                 | 10 |
| 1.6. Författarens bakgrund .....                                         | 10 |
| 2. TEORI .....                                                           | 11 |
| 2.1. Byggprocessen .....                                                 | 11 |
| 2.2. Intressenter .....                                                  | 12 |
| 2.2.1. Allmänheten.....                                                  | 12 |
| 2.2.2. Massmedia.....                                                    | 13 |
| 2.2.3. Arkitekt.....                                                     | 13 |
| 2.2.4. Beställare .....                                                  | 13 |
| 2.2.5. Visualiserare .....                                               | 13 |
| 2.3. Kommunikation, delaktighet och demokrati.....                       | 13 |
| 2.4. Renderingstekniker .....                                            | 15 |
| 2.4.1. Rastarisering.....                                                | 15 |
| 2.4.2. Ray-tracing .....                                                 | 16 |
| 2.5. Arkitektoniska visualiseringar .....                                | 16 |
| 2.5.1. Digital arkitektonisk fotografering.....                          | 16 |
| 2.5.2. Informationsdelning via arkitektoniska visualiseringar.....       | 19 |
| 3. METOD .....                                                           | 21 |
| 3.1. Metodval.....                                                       | 21 |
| 3.2. Insamling av sekundärdata .....                                     | 22 |
| 3.2.1. Litteraturstudie .....                                            | 22 |
| 3.3. Insamling av primärdata .....                                       | 23 |
| 3.3.1. Metodval ett: Förstudie med olika aktörer inom byggbranschen..... | 23 |
| 3.3.2. Metodval två: Enkätundersökning med allmänheten .....             | 24 |
| 3.3.3. Metodval tre: Fokusgrupp arkitekter.....                          | 26 |
| 3.4. Metodval för utveckling av visualiseringsmodeller.....              | 27 |

|        |                                                          |    |
|--------|----------------------------------------------------------|----|
| 3.4.1. | Val av byggnadsprojekt .....                             | 27 |
| 3.4.2. | Programvaror .....                                       | 27 |
| 3.4.3. | Hårdvaror.....                                           | 28 |
| 4.     | UTVECKLING AV VISUALISERINGSTEKNIKER .....               | 29 |
| 4.1.   | Exportering av BIM-modell .....                          | 29 |
| 4.2.   | Utveckling av visualiseringstekniker i Blender 3D.....   | 30 |
| 4.3.   | Utveckling av 3D-miljö.....                              | 32 |
| 4.4.   | Framtagning av stillbilda-renderingar .....              | 33 |
| 4.5.   | Framtagning av animerad video .....                      | 34 |
| 4.6.   | Utveckling och test av interaktiv solstudie .....        | 35 |
| 4.7.   | Utveckling av interaktiv 3D-modell .....                 | 37 |
| 4.8.   | Utveckling interaktiv 360-Modell.....                    | 40 |
| 4.9.   | Sammanställning utveckling av visualiseringsmodell ..... | 41 |
| 5.     | RESULTAT .....                                           | 42 |
| 5.1.   | Förstudie - Byggbranschen .....                          | 42 |
| 5.1.1. | Visualisering i informationssyfte .....                  | 42 |
| 5.1.2. | Nyckelfaktorer för en värdeskapande visualisering.....   | 43 |
| 5.1.3. | Tidig information för att öka tillit.....                | 44 |
| 5.2.   | Enkät - Allmänheten .....                                | 44 |
| 5.2.1. | Inledning.....                                           | 45 |
| 5.2.2. | Enkät: Stillbilda-renderingar .....                      | 45 |
| 5.2.3. | Enkät: Animerad video.....                               | 46 |
| 5.2.4. | Enkät: Interaktiv solstudie.....                         | 48 |
| 5.2.5. | Enkät: Interaktiv 3D-modell.....                         | 49 |
| 5.2.6. | Enkät: Avslutning.....                                   | 50 |
| 5.3.   | Fokusgrupp - Arkitekter .....                            | 51 |
| 5.3.1. | Fokusgrupp: Stillbilda-renderingar .....                 | 51 |
| 5.3.2. | Fokusgrupp: Animerad video.....                          | 52 |
| 5.3.3. | Fokusgrupp: Interaktiv solstudie .....                   | 53 |
| 5.3.4. | Fokusgrupp: Interaktiv 3D-modell & 360-modell.....       | 55 |
| 6.     | ANALYS .....                                             | 56 |
| 6.1.   | Analysmetod.....                                         | 56 |

|        |                                                       |    |
|--------|-------------------------------------------------------|----|
| 6.2.   | Intressenters kravbild på visualiseringar.....        | 56 |
| 6.2.1. | Arkitekt.....                                         | 56 |
| 6.2.2. | Beställare .....                                      | 57 |
| 6.2.3. | Allmänheten.....                                      | 57 |
| 6.3.   | Sammanfattning av testade visualiseringstekniker..... | 57 |
| 6.3.1. | Utveckling av teknik .....                            | 57 |
| 6.3.2. | Informationsdelning via visualiseringar.....          | 58 |
| 6.3.3. | Realitetsbeskrivande .....                            | 59 |
| 6.3.4. | Demokrati och objektivitet.....                       | 60 |
| 6.4.   | Identifierade hinder och utmaningar .....             | 61 |
| 6.4.1. | Värdeskapande kontra risktagning.....                 | 61 |
| 6.4.2. | Styrd eller öppen information .....                   | 62 |
| 6.4.3. | Skede i byggprocessen .....                           | 63 |
| 6.4.4. | Tillit och trovärdighet .....                         | 64 |
| 7.     | DISKUSSION & SLUTSATS.....                            | 66 |
| 7.1.   | Resultatdiskussion .....                              | 66 |
| 7.2.   | Metoddiskussion.....                                  | 67 |
| 7.3.   | Slutsats .....                                        | 69 |
| 7.4.   | Förslag till fortsatta studier .....                  | 70 |
| 8.     | REFERENSER .....                                      | 72 |
|        | BILAGOR.....                                          | 76 |
|        | Bilaga 1 - Visualiseringar .....                      | 76 |
|        | Bilaga 2 – Intervjufrågor till förstudie .....        | 83 |
|        | Bilaga 3 - Frågor enkät.....                          | 84 |
|        | Bilaga 4 – Frågor till fokusgrupp.....                | 91 |



# FÖRKLARINGAR

- 2D - Tvådimensionell
- 3D - Tredimensionell
- BIM - Building information model
- VE - Virtual Environment
- VR - Virtual reality
- AR - Augmented reality
  
- Plug-in - Ett insticksprogram som installeras som ett tillägg i ett annat program.
- UV-karta - En platt representation av ett 3D objekt som använts för att projektera texturer på objektet. (Denham, n.d.)
  
- Sampels - Antalet strålar som skickas ut per pixel vid rendering. (Blender, 2021; Price, 2012)
  
- HTML - HyperText Markup Language
- CSS - Cascading Style Sheets
- Javascript - Programmeringsspråk

# 1. INLEDNING

*I det här inledande kapitlet av studien beskrivs bakgrunden till det forskningsområde som studien berört samt problemformulering, syfte, forskningsfrågor, förväntade resultat, avgränsningar och författarens bakgrund.*

## 1.1.Bakgrund

För en förbättrad social hållbarhet inom byggbranschen har tidigare forskning visat på ett behov av att upprätthålla en kontinuerlig kommunikation med medborgare genom hela byggprocessen (Eriksson & Lannér, 2017; Seravalli, 2019). Enligt Seravalli (2019) är det viktigt att medborgarna får en bättre möjlighet till delaktighet även i utvecklingen och förvaltningen av den byggda miljön. Genom dialog med medborgare och andra aktörer skapas möjligheten till att närmare kunna justera projekt mot vad den faktiska användningen är (ibid). Delaktighet går att dela in i fyra nivåer: information, förankring, delaktighet och medbestämmande (Boverket, 2021). Beroende på var i processen ett byggnadsprojekt befinner sig i är graden av delaktighet olika. Denna studie undersöker hur delaktighet genom information riktad mot allmänheten kan förbättras. Valentin och Bogus (2015) visade i en fallstudie av åtta byggnadsprojekt att i tre av åtta undersökta projekt var bristande involvering av allmänheten var en av orsakerna till att projekt fick opposition från allmänheten. Tidigare forskning har även visat på att bakomliggande samhällsförändringar har lett till att byggsektorn har fått högre krav på sig gällande den demokratiska processen vilket har lett till ett ökat krav på öppenhet och dialog i större byggnadsprojekt (Szentes & Eriksson, 2014).

Enligt Ekdahl och Magnusson (2021) kan helheten av ett projekt vara utmanade att förmedla, speciellt när projekt ska presenteras och kommuniceras till allmänheten. Tidigare studier har visat på att användningen av tredimensionella modeller samt interaktiva modeller kan ge en ökad förståelse för byggnadsprojekt (Andersson & Magnusson, 2016; Chen, 2004; Wanarat & Nuanwan, 2013). Genom användning av en 3D-modell kan planeringen av byggnadsprojekt bli mer transparent för alla inblandade, speciellt mot de som saknar kompetens inom ämnet (Wanarat & Nuanwan, 2013). Downen och Lange (2015) undersökte skillnader mellan arkitektoniska visualiseringar mot de färdiga husen och fann stora skillnader mellan visualiseringarna och det färdiga resultatet. Arkitektoniska visualiseringar måste ses som ett medel av informationsdelning till allmänheten och bör därför inte dela missvisande information (Downes & Lange, 2015). I en studie av Näslund (2013) granskades plan- och bygglovsprocessen med fokus om överklaganden. Enligt Näslund (2013) kan en tidigare kommunikation och information till allmänheten i kommande byggnadsprojekt minska ner på antalet överklaganden.

Genom att allmänheten kan ta del av mer information kan det tänkas ge en större känsla av delaktighet och förståelse för kommande projekt (Näslund, 2013). En studie av Andersson och Magnusson (2016) visade på att det troligen inte finns en teknik som är bäst att använda utan att en kombination av olika visualiseringsmetoder är att föredra för att ge användaren möjligheten att gå från mer generell information till mer detaljerad information. På så sätt kan

användaren själv välja hur detaljerad information de vill ha. Denna studie bygger vidare på idén av att använda sig av flera tekniker genom att undersöka ett arbetssätt att ta fram flera olika tekniker på ett effektivt sätt.

Tidigare studier har genomförts på hur användandet av tredimensionella modeller kan användas för att förmedla information vid samråd med allmänheten om byggnadsprojekt (Andersson & Magnusson, 2016; Onyimbi et al., 2018; Wanarat & Nuanwan, 2013). Däremot har relativt lite forskning gjorts på hur liknande tekniker skulle kunna användas utanför ramarna av ett publikt samråd för att istället låta byggaktörer dela information till allmänheten om deras kommande projekt. Det här arbetet undersöker hur denna teknik skulle kunna användas av byggaktörer som arkitekter, byggherrar eller andra entreprenörer för att sprida information till en vidare publik. Arbetet utforskar även möjliga hinder och utmaningar som delningen av denna typ av visualiseringsmodeller kan tänkas ha.

## 1.2. Problemformulering

Idag finns det många olika renderingsprogram som kan användas för att skapa visualiseringar av byggnadsprojekt. Ett vanligt arbetssätt är att byggnaden ritas i ett BIM-program för att sedan exporteras till ett anpassat renderingsprogram. Denna typ av 3D-modell som tas fram i visualiseringssyfte kan användas på många olika sätt och har därmed en stor potential att förmedla information riktad mot allmänheten.

I den här studien ska möjligheten att exportera flera typer av visualiseringar från en renderingsmodell undersökas. Genom att kunna återanvända samma modell till flera olika typer av visualiseringar önskas ett ökat värde skapas i den framtagna 3D-modellen.

## 1.3. Syfte & forskningsfrågor

Syftet med studien är att identifiera vilka olika värden som visualiseringstekniker kan bidra med i ett kommunikationssyfte. Studien riktar sig mot hur externa intressenter såsom allmänheten kan få en förbättrad förståelse för kommande byggprojekt. Studien tar även upp hur framtagningen av visualiseringarna kan ske på ett effektivt sätt samt eventuella hinder som kan försvåra användandet av visualiseringar i kommunikationssyfte. För att besvara syftet har följande forskningsfrågor tagits fram:

1. Riktad mot allmänheten, vilka visualiseringstekniker är vanligast idag och hur används dessa i byggprojekt?
2. Hur kan de testade visualiseringsteknikerna användas för att öka förståelse och sprida information om kommande byggprojekt till allmänheten?
3. Vilka hinder och utmaningar finns det med att använda visualiseringar i kommunikationssyfte riktad mot allmänheten?

#### 1.4. Förväntade resultat

Studiens resultat förväntas ge underlag för analys som ska ge svar på de identifierade forskningsfrågorna. Intervjuer med olika byggaktörer förväntas ge en inblick i hur de väljer att arbeta med arkitektoniska visualiseringar idag. Utvecklingen av visualiseringsmodellen förväntas ge underlag till diskussion gällande möjligheter och utmaningar med de olika testade teknikerna. Resultat från enkätundersökningen hoppas kunna besvara hur de testade visualiseringarna uppfattades av respondenterna och därmed ge en inblick i vilken typ av information som allmänheten eller andra berörda partner föredrar och anser är viktigt för att öka deras förståelse och acceptans för byggprojekt.

#### 1.5. Avgränsningar

- Arbetet utgår från framtagning av visualiseringsmaterial i samband med bygglovsskedet för ett flerbostadshusprojekt.
- Då studien sker i bygglovsskedet baseras visualiseringen på den detaljnivå som handlingar och BIM-modellen vanligtvis har i det skedet.
- Studien begränsar sig till det som är i fokus kring bygglovsskedet: fasader, husets volym och publika miljöer. De framtagna visualiseringarna fokuserar därför endast på den exteriöra gestaltningen av huset.
- Studien kommer fokusera på personers uppfattning av de olika teknikerna. Studien kommer inte undersöka hur dessa visualiseringar kan spridas på bästa sätt till allmänheten.
- Arbetet kommer utföras i programmet Blender 3D och är därmed begränsat till programmets funktioner. Resultatet kommer inte jämföras med andra program med likande funktioner.

#### 1.6. Författarens bakgrund

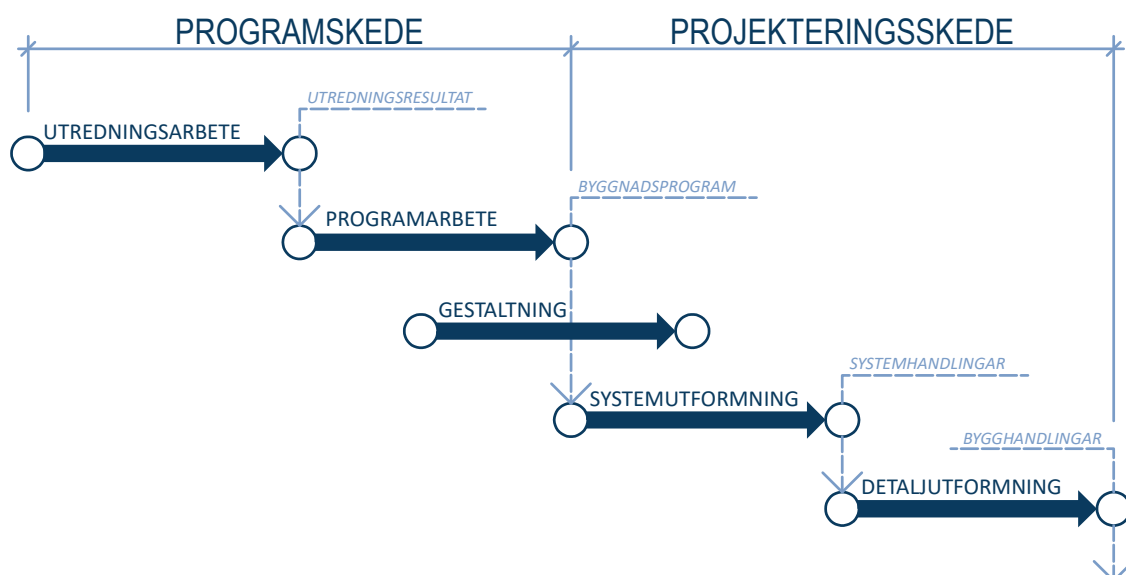
Författaren läser utbildningen Civilingenjör Arkitektur vid Luleå Tekniska Universitet och har gjort en halvårspraktik på Skanska Hus samt en halvårspraktik på Stark Arkitekter. Författaren har 2 ½ års erfarenhet av att jobba i 3D-programmet Blender och har jobbat mycket med arkitektoniska visualiseringar under sin tid på Stark Arkitekter under 2020, då med fokus på perspektivbilder, antingen helt datorgjorda eller i kombination med fotografier.

## 2. TEORI

*I det här kapitlet presenteras den teori som ansågs falla inom den teoretiska referensram som studien behandlat. Teorin som presenteras är den relevanta informationen från litteraturstudien som gjordes i studiens inledningsskede.*

### 2.1. Byggprocessen

Allt arbete till ett blivande byggnadsprojekt fram tills det att byggnaden är redovisad i detalj på ritningar och beskrivningar kallas för produktbestämning (Nordstrand, 2008). Exakt hur arbetet till en färdig produktbestämning ser ut kan variera mellan företag och projekt (ibid). I de flesta fall går det dock att urskilja två skeden för produktbestämningen, nämligen programskedet och projekteringsskedet (ibid). Dessa två huvudskeden går sedan att bryta ner i ett flertal aktiviteter (ibid). I Figur 1 redovisas produktbestämningens olika skeden enligt Nordstrand (2008).



*Figur 1 - Produktbestämningens olika skeden (Nordstrand, 2008)*

Målet med gestaltningsskedet är att komma fram till ett huvudalternativ där det valda huvudalternativet sedan kan utvecklas mer i detalj (Nordstrand, 2008). Arbetsprocessen i gestaltningsskedet ser varierande ut mellan projekt och företag men vanligtvis börjar den i programarbetet och resulterar i förslagshandlingar (ibid). Arbetet kan även fortsätta in i systemutformningen vilket ofta sker i samband med bygglov (ibid). Använda arbetsmetoder för gestaltningsarbetet kan variera till allt ifrån handritade skisser i ett tidigt stadiet till mer avancerade 3D-modeller allt eftersom förslagen förfinas (ibid).

Den här studien är avgränsad mot slutet av gestaltningsskedet och början av systemutformningen i samband med att ett bygglov sökes för det kommande projektet.

## 2.2. Intressenter

Planeringen och genomförandet av ett byggprojekt påverkar en mängd olika intressenter. Intressenter i ett byggprojekt kan vanligtvis delas in i två huvudkategorier interna- och externa intressenter, se Figur 2 (Hansson et al., 2015). Mellan olika intressenter inom ett byggprojekt skiljer det sig mycket vilken typ av information som är relevant samt intressenternas makt över projektet (Tonnquist, 2016). Därför brukar man även dela in de olika intressenterna i kärn-, primära och sekundära intressenter beroende på intressenternas förmåga att påverka projektet (ibid). Det här arbetet fokuserar sig mot externa intressenter som allmänheten och massmedia definierade enligt (Hansson et al., 2015). Dessa intressentgrupper kallar Tonnquist (2016) för sekundära intressenter.

Även om studien riktar sig mot externa intressenter blir även interna intressenter en mycket viktig faktor i studien då deras krav och önskemål också måste tas i beaktning.

| Interna intressenter                                                                                                                                   | Externa intressenter                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>○ Projektägare</li><li>○ Kunden (slutbrukaren)</li><li>○ Projektledningsgruppen</li><li>○ Leverantörer</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>○ Allmänheten</li><li>○ Myndigheter</li><li>○ Näringslivet</li><li>○ Diverse intressegrupper</li><li>○ Massmedia</li></ul> |

Figur 2 – Byggprocessens intressenter (Hansson et al., 2015)

Intressentkonflikter är ett problem inom byggprojektering eftersom inte alla intressentbehov kommer att kunna uppfyllas vid genomförandet av ett byggprojekt (Hansson et al., 2015). Ett grundläggande problemet för att förverkliga ett byggprojekt är att vissa intressenter kommer att beröras negativt (ibid). Byggprojekt som inte har kommunicerat den potentiella påverkan som projekt kan ha mot olika intressentgrupper kan leda till att det skapas konflikter gällande utformningen eller lokaliseringen av projektet (ibid). En medveten intressenthantering kan minska risken för att ett byggprojekt får en överraskande reaktion från någon intressentgrupp (ibid).

### 2.2.1. Allmänheten

Allmänheten är en stor och svårhanterlig intressentgrupp och kan inte hanteras som en intressentgrupp utan istället måste olika undergrupper definieras (Hansson et al., 2015). Det här beror på att delar av allmänheten kan dra nytta av projekten medan andra delar av allmänheten kan behöva ta de negativa konsekvenserna av byggprojektet.

Den inflytande som allmänheten besitter över byggnadsprojekt varierar beroende på var i processen ett projekt befinner sig samt spelar även projekt specifika förhållandena roll. Finns det redan en gällande detaljplan för området medför det i princip en rätt att bygga i enlighet med planen under den angivna genomförandetiden (PBL 2010:900). Allmänheten besitter därför lite makt över att påverka projektet i de fallen. Dock menar Olander (2001) att allmänheten bör ses som en viktig intressent med klara behov. Genom att engagera

allmänheten i planeringsprocessen kan lokalkunskap och kompetens tas till vara på vilket kan gynna byggprojektet (ibid).

### 2.2.2. *Massmedia*

Massmedia är i sig inte en intressent då de sällan har en direkt koppling mot projektet, däremot kan massmedia spela en avgörande roll för hur andra intressenter väljer att bedöma projektet (Hansson et al., 2015). På det sättet kan massmedia påverka projektet och bör därmed ses som en intressent och som ett informationsverktyg som projektledningen borde vara medvetna om (ibid).

### 2.2.3. *Arkitekt*

Arkitekterna kopplas ofta in i ett tidigt skede i byggprocessen och är sedan delaktig genom hela projektet och är de som gestaltar de första idéskisserna av ett byggprojekt utifrån projektens specifika krav (Nordstrand, 2008). Arkitekterna tar huvudansvaret av gestaltningen men jobbar ofta i nära kontakt med övriga projektörer för att ta fram ett huvudförslag för projektet (ibid). Deras jobb handlar mycket om byggnaders estetiska utseende samt byggnaders funktioner (ibid).

### 2.2.4. *Beställare*

I byggprocessen upphandlar både byggherrar och entreprenörer tjänster. Beställare är någon som på något sätt köper eller hyr en tjänst, entreprenad eller varor/utrustning (Nordstrand, 2008). I den här studien används beteckningen beställare för de personer som intervjuats i förstudien ur perspektivet projektledare på byggherresidan och entreprenadsidan.

### 2.2.5. *Visualiserare*

Digitala tredimensionella arkitektoniska visualiseringar har använts av arkitekter för att beskriva arkitektoniska koncept sedan uppkomsten av datorstödd design. Under 2000-talet har arkitektoniska visualiseringar blivit en egen industri och delar mycket av tekniken och-programvaran använd i exempelvis filmindustrin eller spelindustrin. Idag finns det 3D-specialister som har nischat sig till framtagandet av högkvalitetsrenderingar av arkitektoniska projekt (Gueorguiev & Georgieva, 2008). Visualiserare kommer ofta in i ett tidigt skede i byggprocessen då många beslut ännu inte är färdigställda samt innan många finansiella beslut är klara (ibid). Denna tidiga del av processen kan beskrivas som kaotisk och ofta konfliktbelastad. Däremot kan visualiseringar i ett tidigt skede av designprocessen stimulera tänkande samt ge en bättre förståelse för projektet (ibid).

## 2.3. Kommunikation, delaktighet och demokrati

En av de största svårigheterna arkitekter har i kommunikationsprocessen är hur tvetydighet ska elimineras i arbetet, det vill säga hur kommunikationen ska ske till mottagaren på ett sådant sätt att denne tar del av den tänkta informationen utan missförstånd (Chen, 2004).

Förmedlingen av information kan sammanfattas som en komprimering av information från arkitekten från en 3D-modell eller ett koncept till exempelvis en 2D-planritning, vilket sedan ska dekomprimeras av mottagare av informationen (ibid). Denna typ av information sätter stort

ansvar på mottagarens förmåga att kunna förstå den komprimerade informationen från planritningen (ibid). Det sätter även stor vikt på arkitektens förmåga att på ett effektivt sätt komprimera information samt hur väl mottagaren kan dekomprimera informationen, vilket påverkar detaljgraden samt den hastighet information kan förmedlas till mottagaren.

Burkhard (2004) definierar kunskapsvisualisering som användandet av visuella representationer för att förbättra kunskapsöverföringen mellan minst två personer eller en grupp personer.

Burkhard (2004) definierar fyra punkter som bör beaktas för en lyckad informationsdelning:

- **Detaljnivån på informationen:** Fokusera på helheten eller detaljer på det som ska kommuniceras.
- **Begränsad tidsåtgång:** Hur länge går det att hålla mottagarens uppmärksamhet?
- **Kunskapsskillnader:** Vilken kompetens och hur skiljer sig den mellan olika mottagare av informationen?
- **Relevans:** Är informationen relevant för mottagaren?

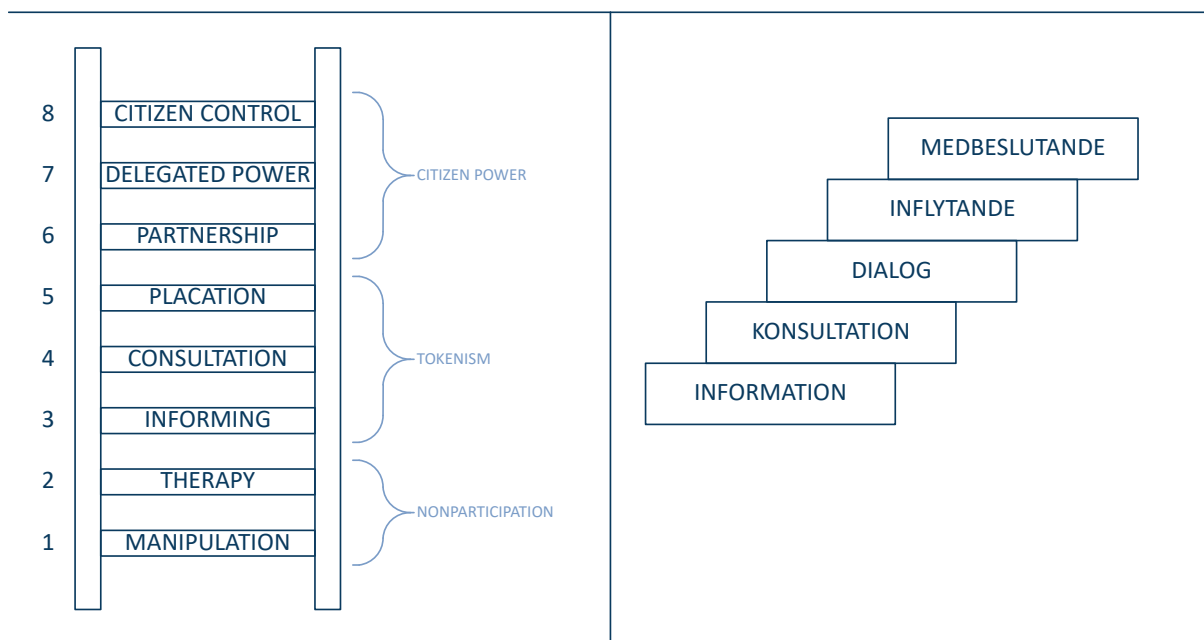
I en studie av Szentes och Eriksson (2014) intervjuades 23 projektledare verksamma i stora byggnadsprojekt. Studien visade på att byggsektorn är utsatt för ett antal förändringar på grund av bakomliggande samhällsförändringar där bland ett ökat krav på öppenhet och dialog med en förbättrad förmåga att kommunicera med berörda intressenter (ibid).

Eriksson och Lannér (2017) undersökte i en studie dialogens roll för effektiv stadsbyggnad. Resultatet av studien visade bland annat att för en lyckad medborgardialog är en kontinuerlig kommunikation genom hela byggprocessen viktigt, samt att kommunikationen måste ske på ett språk som alla förstår (ibid). Utan kommunikation skapas det osäkerheter kring byggnadsprojekt vilket i sin tur leder till onödig rädsla mot projektet (ibid).

Sveriges Kommuner och Landstings (SKL) delaktighetstrappa är en modell baserat i grunden på delaktighetsstegen framtagna av Sherry Arnstein 1969, se Figur 3 (Langlet, 2013). Stegen i den svenska modellen skiljer sig åt från den Arnsteins modell (Castell, 2013). SKL:s trappa går från stegen *information*, *konsultation*, *dialog*, *inflytande* och *medbeslutande* (Langlet, 2013). Den svenska modellen är inte direkt jämförbar med Arnsteins modell steg för steg. De två lägsta stegen som Arnstein kallar för *manipulation* och *terapi* klassar hon som icke-deltagande och används för att påverka medborgares uppfattningar eller vända uppmärksamheten bort från grundproblemen (Arnstein 1969 se Castell, 2013).

Visualiseringar gjorda av byggaktörer för att visa deras projekt faller oftast i kategorin information. Delaktigheten är låg och deras huvuduppgift är att marknadsföra för det kommande byggprojektet.





Figur 3 – Vänster: Arnstein delaktighetsstege (Langlet, 2013). Höger SKL:s delaktighetstrappa (Arnstein 1969 se Castell, 2013).

## 2.4. Renderingstekniker

Framtagningen av 2D-grafik och 3D-grafik från tredimensionell data kallas för 3D-rendering och det finns idag många tekniker för framtagning av dessa. Processen hur renderingen sker går att dela upp i två olika typer av renderingstekniker, offline-rendering och realtidsrendering (Johansson, 2016).

Vid offline-rendering visas inte resultatet i realtid utan varje renderad bild tar längre tid att beräkna för datorn än vad som kan visas i realtid. Bilderna som renderas kan användas till stillbilda-rendering eller till en vidoesekvens. Hur länge dessa renderingar tar beror på vilken kvalitet som eftersträvas samt 3D-miljöns komplexitet (Johansson, 2016). Dessa typer av renderingsmotorer använder så kallad ray-tracing eller path-tracing, som är en typ av ray-tracing (Bikker, 2012). Ray-tracing beskrivs mer i detalj under i kapitel 2.4.2.

Vid realtidsrendering visas den renderade 3D-miljön i realtid. Den vanligaste tekniken som används för det idag kallas för rasteriseringsmotorer (Bikker, 2012). Idag är det även möjligt att kombinera rasterisering med ray-tracing i realtid men detta kräver väldigt kraftfull och speciell hårdvara (Sanzharov et al., 2019).

En sammanställning av tidigare forskning gjord av Johansson et al. (2015) visade att 30 Hz ofta anses vara minimumgränsen för en uppdateringsfrekvens för interaktiva VE-miljöer i realtid. Detta för att ge användaren en bra och sammanhängande visuell upplevelse (ibid).

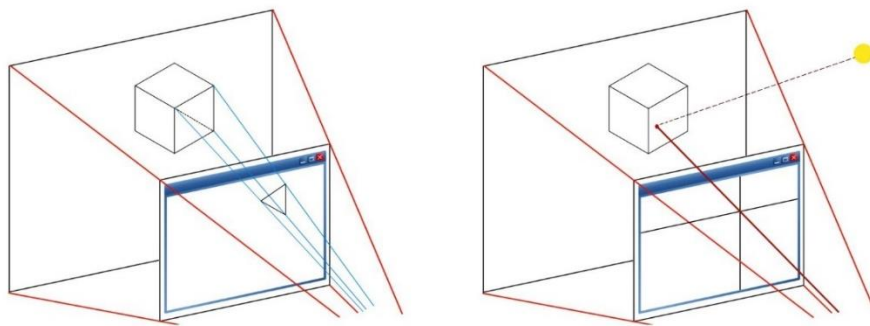
### 2.4.1. Rasterisering

Vanligast för spelmotorer idag är att renderingsarkitektur kallas rasterisering. Idag är spel oftast renderade på ett dedikerat grafikkort (Bikker, 2012). Moderna grafikkort har implementerat hela rasteriseringsarbetsflödet på hårdvarunivå (ibid). Denna teknik har funnits länge och

datorer är idag väldigt effektiva på att genomföra dessa beräkningar (ibid). Rastarisering är mycket effektivt men har även många begränsningar och saknar global information om hela 3D-scenen, vilket gör att rastarisering kräver många speciella lösningar för att rendera skuggor, reflektioner, refraktioner och indirekt ljus på ett relativt sätt (ibid).

#### 2.4.2. Ray-tracing

Vid ray-tracing skickas artificiella strålar ut mellan ljuskällor och kameran i programmet, antingen med start från ljuskällorna till kameran eller baklänges med start från kameran (Bikker, 2012). Genom att strålarna av ljus studsar och interagerar mellan olika objekt i 3D-miljön kan en realistisk rendering av skuggor, reflektioner, refraktioner och indirekt ljus erhållas (ibid). Kvaliten vid renderingen är starkt bunden till antalet strålar som skickas ut, och 3D-miljöns komplexitet påverkar även antalet strålar som behövs för att uppnå en klar bild (ibid). Skillnaden mellan rastarisering och ray-tracing visas i Figur 4.



Figur 4 – a) Rasterisering b) Ray-tracing (Bikker, 2012).

Samples är antalet strålar som kalkyleras per pixel för den renderade bilden, fler samples ger en klarare bild men det kommer en gräns där fler samples inte ger en klarare bild (Blender, 2021; Price, 2012).

### 2.5. Arkitektoniska visualiseringar

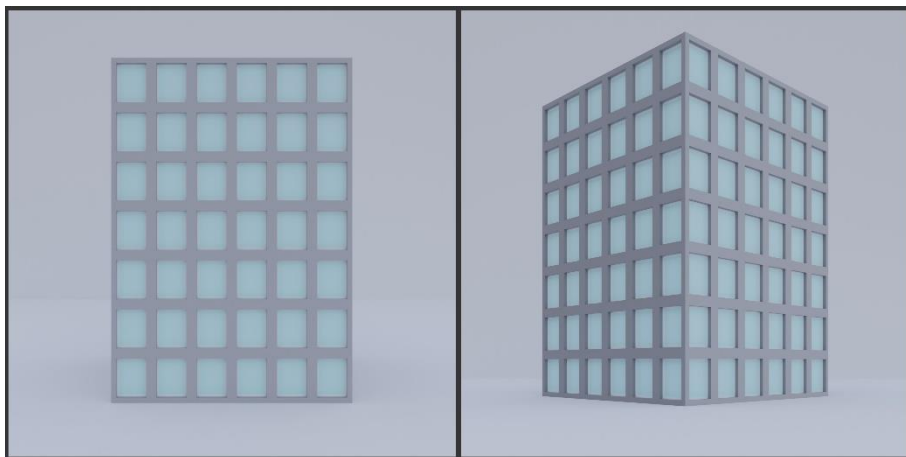
I det här delkapitlet redovisas några av de mest essentiella och underliggande principer som använts vid framtagningen av arkitektoniska visualiseringar.

#### 2.5.1. Digital arkitektonisk fotografering

Många av de principer som gäller för fotografering i verkligheten stämmer väl överens i det digitala spektrumet där samma principer kan följas fast då i ett helt digitalt medium. I det här kapitlet redovisas några av de huvudfaktorer som tas i beaktning vid framställningen av arkitektoniska visualiseringar i bildformat.

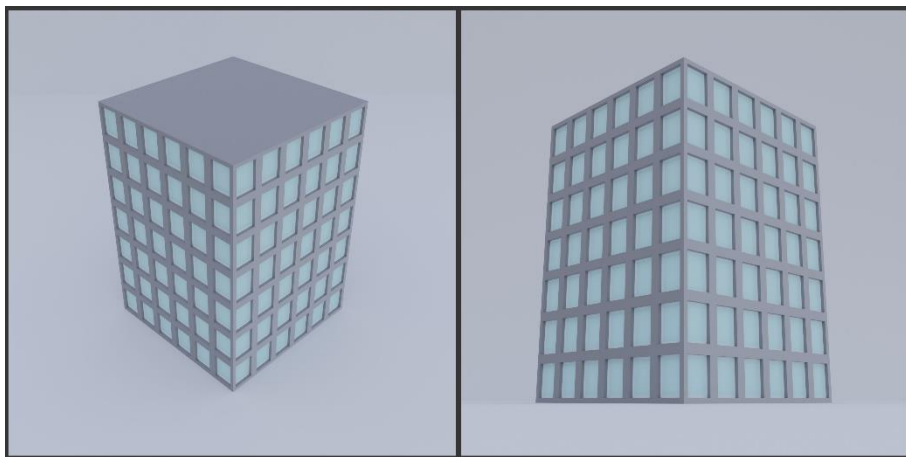
Centralperspektiv eller enpunktperspektiv innebär att bilden har en flyktpunkt på horisontlinjen i mitten av bilden. För att uppnå den effekten fotas huset rakt framifrån, vilket illustreras i Figur 5 (Schulz, 2015). Denna typ av perspektiv upplevs ofta rätt så behaglig men kan på samma gång upplevas rätt så ointressant eftersom byggnaden kan upplevas tvådimensionell och se platt ut (ibid).

Tvåpunktperspektiv har två olika flyktpunkter på horisontlinjen och kan jämföras med att man fotar hörnet av en byggnad (ibid). I bilder med tvåpunktperspektiv är endast de vertikala linjerna parallella (ibid). Användningen av tvåpunktperspektiv ger en bättre förståelse för volymen av huset men en nackdel är att det kan distrahera tittaren från de finare detaljerna av bygganden (ibid).



*Figur 5 – Enpunkt- respektive tvåpunktperspektiv, bilderna baserade på Schulz (2015) beskrivning.*

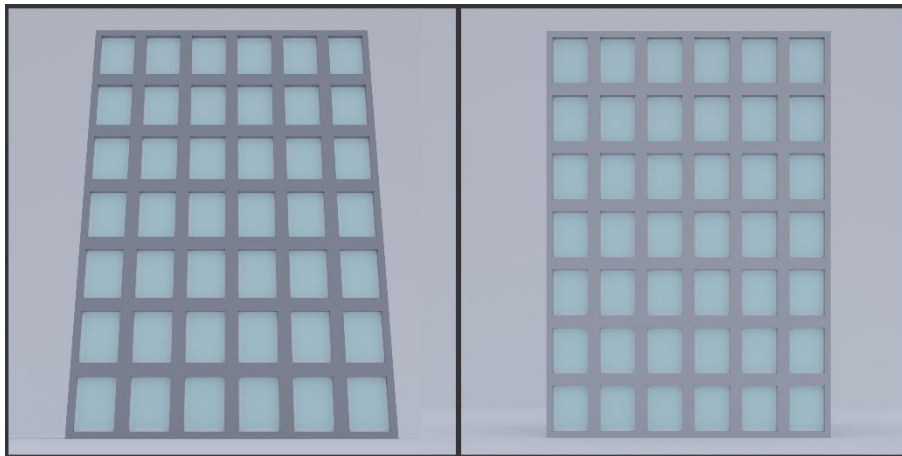
Trepunktperspektiv innebär att man har en tredje flyktpunkt ovanför eller under horisontlinjen beroende på om kameran vinklas nedåt eller uppåt (Schulz, 2015). Dessa kan användas när det inte är möjligt att fånga hela byggnaden utan att vinkla kameran (ibid). Se Figur 6 nedan för illustration av två typer av trepunktperspektiv.



*Figur 6 – Trepunktperspektiv: fågelperspektiv respektive grodperspektiv, baserat på Schulz (2015) beskrivning.*

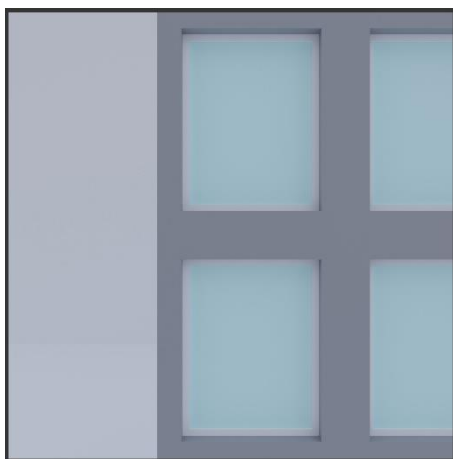
Enlig Schulz (2015) kan konvergerande vertikala linjer i bilder förvirra tittaren. I verkligheten blir människan inte påverkade av detta fenomen tack vare samarbetet mellan balanssinnet och synsinnet (ibid). Om de vertikala linjerna inte är parallella i en bild kan det ge ett oroligt intryck och byggnadens estetik kan påverkas negativt (ibid). Det kan till och med ge intrycket att huset lutar eller faller bakåt (ibid). Dock behöver inte konvergerande vertikala linjer alltid vara något negativt. Schulz (2015) menar att det vid fotografering av höghus kan vara fördelaktigt att låta de vertikala linjerna konvergera med en flack vinkel eftersom detta mer

efterliknar hur människan uppfattar höghus. En lösning till det problemet är enligt Schulz (2015) att använda sig av ett tilt/shift objektiv till kameran, vilket illustreras i Figur 7. Denna lösning går även att göra digitalt i moderna renderingsprogram.



*Figur 7 - Konvergerande linjer respektive resultatet av tilt/shift objektiv, baserat på Schulz (2015) beskrivning.*

Schulz (2015) beskriver hur selektiv inramning (Selective framing) kan användas för att betona särskilda detaljer eller egenskaper hos en byggnad. Genom att eliminera övrig information som exempelvis storleken eller formen av en byggnad kan man uppmärksamma tittaren på specifika detaljer i byggnaden (ibid). Med en selektiv inramning blir det lättare att få tittaren att fokusera på en specifik detalj (ibid). Ett exempel på hur selektiv inramning kan användas redovisas i Figur 8.



*Figur 8 - Selektiv inramning illustrerat utifrån Schulz (2015) beskrivning.*

Enligt Schulz (2015) är 24 till 35-millimetersekvivalent brännvidd att föredra vid fotografering av byggnader för att fotografierna ska visa ett realistiskt resultat.

Det finns ingen enkel formel för hur ett bra foto ska komponeras men en vanlig metod som används av arkitekturfotografer är tredjedelsregeln (Schulz, 2015). I tredjedelsregeln delas bilden i tre delar horisontellt respektive vertikalt för att totalt skapa nio lika stora delar av

bilden. Om bilden komponeras så att viktiga delar ligger på eller nära linjerna som delar upp rutorna blir bilden ofta lättsam och behaglig att titta på (ibid).

### 2.5.2. *Informationsdelning via arkitektoniska visualiseringar*

En visualisering förmedlar mycket information till mottagaren och tidigare forskning har visat på att det är viktigt att visualiseraren är medveten om vilka effekter det som visas för mottagaren har för mottagarens förståelse (Downes & Lange, 2015; Roupé & Gustafsson, 2013; Saade, 2018; Schulz, 2015).

Användandet av människor i arkitektoniska bilder kan ha både positiva och negativa effekter (Schulz, 2015). Strategisk placering av människor kan ge tittaren en uppfattning om skalan av huset (Roupé & Gustafsson, 2013; Schulz, 2015). Dock kan användandet av människor i bilder distrahera tittaren från huvudobjektet i bilden (Schulz, 2015). Människor eller siluetter kan användas som ett verktyg för att engagera tittaren och att placera personer i förgrunden av en bild är ett effektivt sätt att fånga tittarens blick (Downes & Lange, 2015). Dock anser Schulz (2015) att personer inte bör placeras allt för nära kameran eftersom det då finns en risk att de upplevs oproportionerligt stora. Användandet av människor i en bild berättar en historia och ger tittaren en uppfattning om hur platsen är tänkt att användas. Därför anser Downes och Lange (2015) även att användandet av människor bör tänkas igenom för att inte ge en missvisande bild av hur platsen är tänkt att användas. Enligt Roupé och Gustafsson (2013) finns det en risk i statiska bilder att föremål som blockerar en del av byggnaden ger en falsk uppfattning av byggnaden.

Enligt Downes och Lange (2015) visar arkitektoniska renderingar ofta mindre trafik än vad den verkliga platsen faktiskt är utsatt för, vilket kan ge en missvisande bild av hur trafikerad vägen är i verkligheten.

En risk vid fotorealistiska renderingar är att de inte är direkt beroende av den data som renderingen baseras på. Lange (2005), återgivet av Downes & Lange (2015), menar på att det finns en risk då visualiseringar kan producera realistiska resultat även om den ingående data som använts är felaktig. I en studie utförd av Saade (2018) undersöktes det hur VR kan användas som kommunikationsverktyg. I studien undersöktes även hur olika detaljnivåer påverkar informationsdelningen. En av Saades (2018) slutsatser är att det är viktigt att detaljnivån anpassas till det skede som projektet befinner sig i samt mot vem mottagaren är.

Då arkitektoniska visualiseringar till viss del kan ses som konstnärlig process varierar det hur olika arkitektföretag väljer att göra sina visualiseringar. I en studie av Bates-Brkljac (2009) undersöktes om datorgjorda visualiseringar av byggnader upplevs som mer trovärdiga än handritade visualiseringar av nya byggnader. I studien jämfördes arkitekter mot andra aktörer inom bygg och mot politiker aktiva inom utvecklingskontroll och planering. Resultatet från studien visade att de datorgjorda visualiseringarna upplevdes som mer trovärdiga än de handritade (ibid). Studien visade även att arkitekter är bättre på att dra slutsatser även för det som inte direkt kommuniceras då de är vana vid de visuella metoder som används (ibid).

Abstraktion i visualiseringar menar Bates-Brkljac (2009) kan vara ett problem för de som inte har samma vana som arkitekter att ta del av denna typ av visuell information. Bates-Brkljac (2009) anser att om information ska kommuniceras till en vidare publik behöver den vara genomtänkt så den passar det behov som den gruppen behöver för att kunna delta i diskussionen på ett intelligent sätt.

I en studie av Wanarat och Nuanwan (2013) visades att användningen av 3D-modeller vid publikt samråd kan öka förståelsen från allmänheten för att bättre hjälpa dem att förstå den föreslagna planen och vilken konsekvens det kommer ha för platsen. Det är även möjligt att användningen av 3D-modell kan ge en ökad transparens av projekt speciellt mot de som saknar kompetens inom området (ibid).

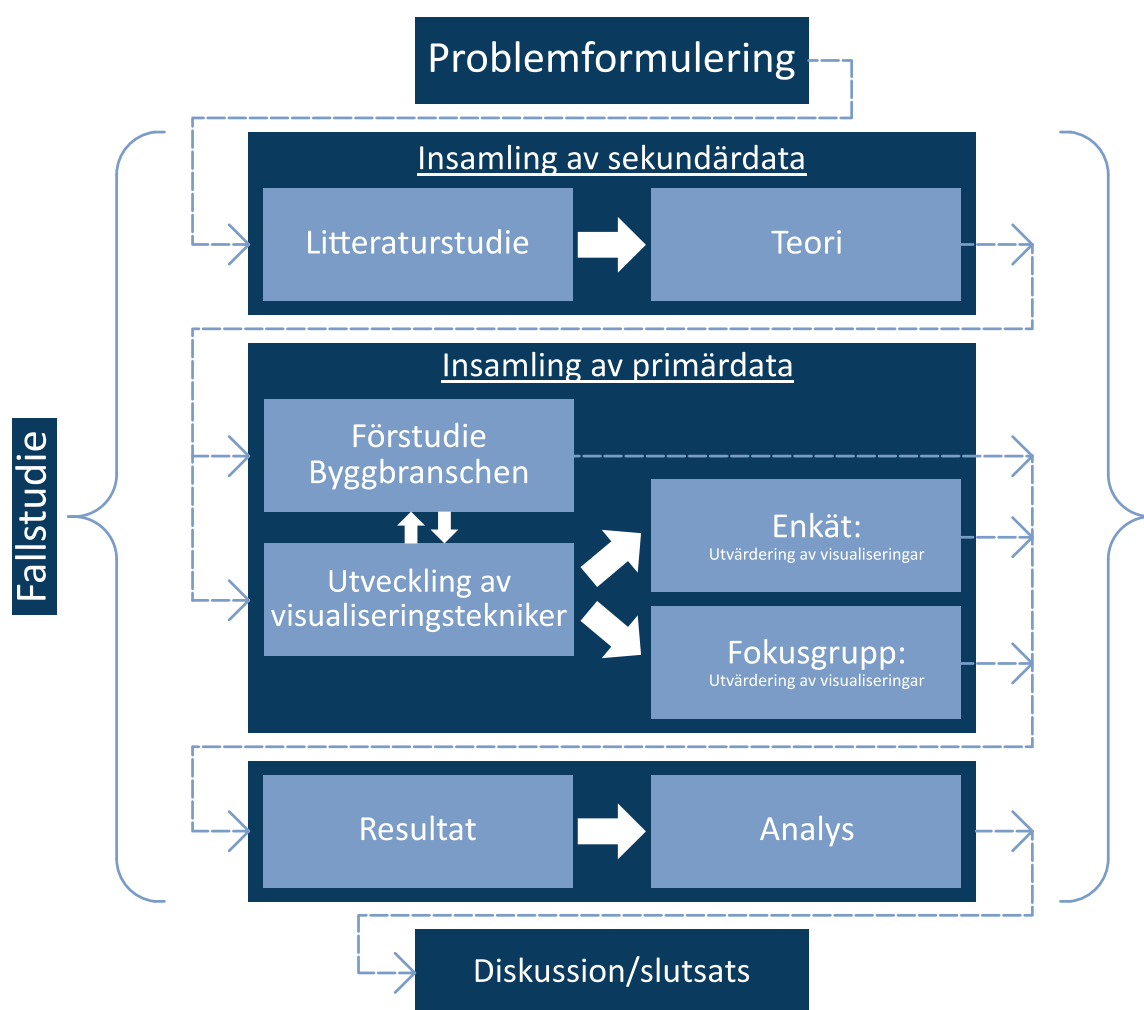
Enligt Roupé och Gustafsson (2013) är det nödvändigt att ha en känsla av rörelse för att ge användaren en bättre känsla av djup vilket inte kan fås via statiska bilder. En studie av Matthews et al. (2007) visade även på att personer bättre minns rörliga bilder än stillbilder.

### 3. METOD

*I det här kapitlet presenteras de metoder som använts för insamling av sekundär- och primärdata i studien. Kapitlet redovisar även hur urvalet av de olika metoderna gick till.*

#### 3.1. Metodval

Målet har delvis varit att samla in kunskap om hur olika byggföretag väljer att arbeta idag vid framtagandet av arkitektoniska visualiseringar, vilka problem de upplevt samt hur de vill utveckla sitt arbete. Detta har skett genom att intervjua personer som jobbar inom byggbranschen. Målet har även varit att skapa en renderingsmodellsprototyp där olika tekniker testas för att sedan bli utvärderade av personer både inom och utanför byggbranschen. Figur 9 visar en överblick av studiens upplägg.



*Figur 9 – Den använda metoden för studien*

Yin (2009) beskriver en fallstudie som en undersökning av ett verklighetsbaserat specifikt fall som utförs för att ge en djupare förståelse inom ett ämne. En fallstudie passar även då fallets specifika förhållanden anses vara relevanta för det studerade ämnet (ibid). Ett fall till en fallstudie ska kunna ses som ett avgränsat system som har en egen identitet, där det samtidigt är möjligt att se fallet som en empirisk enhet där flera liknande fall ska kunna identifieras

(Alvehus, 2013). En fallstudie ansågs därför var en passande metod för denna studie, genom användningen av en fallstudie kunde ett realistiskt scenario ställas upp där både djupare förståelse kan fås via det specifika fallet men samtidigt ge en helhetsbild på hur arkitektoniska visualiseringar kan användas i ett projekt. Alvehus (2013) poängterar även att en viktig del med att studera ett enskilt fall är att kunna se till just det specifika fallets förutsättningar (ibid). Byggnadsprojekt kan skilja sig drastiskt mellan varandra i storlek och komplexitet, detta speglar sig även mot hur framtagningen av visualiseringarna till projektet måste hanteras. Därför ansågs ett fall vara rimligt att undersöka för att kunna ta hänsyn till det enskilda fallets förutsättningar.

Enligt Björklund och Paulsson (2012) passar en explorativ studieform när den existerande kunskapsmängden inom kunskapsområdet är begränsad. Vid induktion kan ett område studeras utan att det tidigare gjorts någon inläsning av existerande teori, med induktiv forskning utforskats ett område (Alvehus, 2013; Björklund & Paulsson, 2012; David & Sutton, 2016). Deduktiv forskning börjar med teori där sedan förutsägelser om empirin kan göras vilket sedan ska försökas verifieras av den insamlade empirin (ibid). Enligt David & Sutton (2016) är induktion förknippat med kvalitativ forskning och deduktion förknippat med kvantitativ forskning. Dock tillägger David och Sutton (2016) att viss explorativ forskning kan vara kvantitativ om mått eller enheter identifieras under forskningens gång, viss kvalitativ forskning kan även inledas med en formulering av en hypotes. Ren deduktiv och induktiv forskning menar Alvehus (2013) bör ses som ett ideal som sällan går att leva upp till utan i praktiken utförs oftast en eller annan form av abduktiv forskning. Denna studie använder en explorativ studieform utförd med en abduktiv forskningsmetod baserad i grunden på induktion.

### 3.2. Insamling av sekundärdata

Då det undersökta ämnet berör många olika intressenter i byggbranschen valdes olika insamlingsmetoder för insamlingen av empiri för att på så sätt få en tydlig bild av nuläget samt för att besvara de frågor som ligger till grund för detta examensarbete.

#### 3.2.1. *Litteraturstudie*

Enligt Björklund och Paulsson (2012) är en litteraturstudie en datainsamlingsmetod där skribenten kan ta del av en stor mängd information under relativ kort tid. Syftet med litteraturstudien i den här studien var att skapa en teoretisk referensram för arbetet samt att samla kunskap från tidigare forskning inom ämnet (ibid).

Informationen som fås ur litteraturstudien är så kallad sekundärdata då uppgifterna ofta har tagit fram i annat syfte än den som föreligger den aktuella studien (Björklund & Paulsson, 2012). Vid användandet av sekundärdata är det viktigt att därför tänka på att informationen kan vara vinklad eller inte helt täckande (ibid). Vidare kan de sökrutiner och databaser som använts påverka litteraturstudien och det finns en risk att den ej blir heltäckande (ibid).

För att motverka dessa problem genomfördes en bred litteraturstudie där flera databaser användes. De databaser som användes mest i arbetet var Google Scholar, Sciencedirect samt publikationsdatabasen DiVA. De mest relevanta sökorden för studien har varit: 3D



visualization, architectural visualization, archviz, interactive architectural visualization, interactive environment, public participation, real-time rendering, delaktighet, social hållbarhet.

### 3.3. Insamling av primärdata

Insamlingen av primärdata skedde genom tre olika metodval. Den första metoden bestod av en empiriinsamling via intervjuer för att samla information hur olika aktörer inom byggsektorn ser på den befintliga användningen av arkitektoniska visualiseringar riktat mot allmänheten. Den andra metoden var en empiriinsamling via en webbenkät för att samla information från allmänheten om de framtagna visualiseringarna. Den tredje metoden som användes i studien var en fokusgrupp med arkitekter där det framtagna materialet diskuterades utifrån ett arkitektkontors perspektiv.

Enligt Eliasson (2018) kan det många gånger vara en fördel att kombinera kvantitativa och kvalitativa metoder, särskilt om undersökningen är omfattande. För att ge en preliminär uppfattning om förhållandena i det undersökta ämnet kan studien inledas med några intervjuer, vilket sedan en kvantitativ undersökning kan undersöka närmare (ibid). Dock menar Alvehus (2013) att användningen av flera olika metoder kan leda till en sits där det blir svårare att fastställa studieobjektet än vid bara användningen av en metod. Alvehus (2013) påpekar också att det kan även vara just denna typ av komplexitet som studien vill fånga. Denna studie är en kvalitativ studie i grunden med inslag av kvantitativ data.

#### 3.3.1. *Metodval ett: Förstudie med olika aktörer inom byggbranschen.*

För att få en inblick i dagsläget hur arkitektoniska visualiseringar riktade mot allmänheten använts idag gjordes intervjuer med olika byggaktörer med nära koppling till bostadsprojekt. Enligt Alvehus (2013) är intervjuer en effektiv och kraftfull metod till den kvalitativa forskningen. Intervjuerna följde ett semistrukturerat upplägg där intervjuaren följde ett förberett formulär med öppna frågor kring det undersökta ämnet. Till frågorna skapades även ett antal underfrågor som vid behov kunde ställas till respondenten.

Urvalet av personer att intervjua skedde med strategiskt urval för att både få en bredd mellan olika kompetenser och en bredd med olika byggföretag. Strategiskt urval är bra när man vill få tag på personer med specifik erfarenhet (Alvehus, 2013). Det strategiska urvalet formas utifrån de undersökningsfrågor som ställs (ibid). Genom ett genomtänkt strategiskt urval kan man på så sätt komma åt de delar av en organisation som redan på förhand antas vara intressanta att få information av (ibid). Risken med strategiskt urval är att man riskerar att bli för strategisk vilket kan leda till att man inte får en fullständig bild av det man vill undersöka (ibid).

Genom att strategiskt intervjua personer från olika företag önskades en nyanserad inblick fås om hur olika byggföretag väljer att arbeta med visualiseringar idag. Ett urval där man önskar få en bredare och nyanserade insikt kallar Alvehus (2013) för ett heterogent urval.

Intervjuerna skedde digitalt via mötesplattformen Microsoft Teams under början av våren 2021. Orsaken till att intervjuerna valdes att göras digitalt var det rådande Covid-19 läget i

Sverige under våren 2021 (Folkhalsomyndigheten, 2021). Totalt intervjuades tre personer från tre olika företag aktiva inom byggbranschen, två projektledare samt en VD, se Tabell 1. Samtliga respondenter gav sitt samtycke att ha intervjun inspelad för transkribering.

Att spela in intervjuer menar Alvehus (2013) kan vara både till fördel samt nackdel. Inspelningen kan påverka hur öppen respondenten är i sina svar, men att spela in kan också ses som en trygghet för respondenten då det som sägs kan antecknas ord för ord senare i transkriberingen (ibid). Detta minskar risken för missförstånd vilket är en större risk om intervjun ska antecknas för hand.

*Tabell 1 - Intervjuade personer till metodval ett.*

| Företag 1                        | Företag 2                    | Företag 3             |
|----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Projektledare<br>Fastighetsbolag | Projektledare<br>Byggföretag | VD<br>Fastighetsbolag |

### *3.3.2. Metodval två: Enkätundersökning med allmänheten*

Syftet med enkäten var att få in åsikter om de testade visualiseringsteknikerna från personer intresserade av att delta i undersökningen. Då enkäten som skulle genomföras innehöll praktiska delar där respondenterna själva skulle testa olika tekniker under enkätens gång försvårades arbetet praktiskt hur denna typ av enkät går att genomföra. Viktiga data till enkäten ansågs även vara att låta deltagarna använda sina egna enheter, dvs. dator, mobil eller surfplatta för att se hur väl de kunde använda de testade teknikerna. Valet att göra en webbaserad enkät var även beroende av Covid-19 läget i Sverige då maj månad 2021 hade en hög smittspridning och det var då enkäten skulle genomföras (Folkhalsomyndigheten, 2021). Därför ansågs en webbaserad lösning vara passande.

#### *Population och urval*

En population är varje person som kan inkluderas i studien (David & Sutton, 2016). De enskilda enheterna inom en population kommer att definieras genom forskningsfrågan. När populationen är för stor för att varje enskilt fall ska undersökas måste man välja ut en representativ grupp genom ett urval (ibid). Om urvalet är representativt för populationen kan det ge resultat om hela populationen (ibid).

Den population som skulle kunna tänka sig vara intresserad av information till ett kommande byggnadsprojekt blir snabbt väldigt brett eftersom intressentgruppen allmänheten är så omfattande. Detta leder till att det blir väldigt komplext att ta fram ett representativt urval för hela populationen.

Beroende på studiens syfte finns det två huvudvägar att gå när det kommer till urval och metod (David & Sutton, 2016):

- **Sannolikhetsurval** bygger på att varje fall i populationen har samma möjligheter att bli valt.

- **Ikke-sannolikhetsurval** används när det är svårt att identifiera alla potentiella fall i populationen.

Sannolikhetsurval är en metod som används när man vill kunna generalisera resultatet av studien till en större population än den som deltog i undersökningen (David & Sutton, 2016). Det finns olika metoder på hur ett sannolikhetsurval kan utföras men vid stora populationer blir användningen av sannolikhetsurval tidskrävande och kostsamt (ibid). Ett icke-sannolikhetsurval kan då användas när det exempelvis saknas lämpliga urvalramar för studien, eller när tids- eller kostnadsrestriktioner gör det opraktiskt att undersöka en spridd population (ibid). Då det var visualiseringsteknikerna i sig som var i fokus valdes en metod som skulle vara tids- och konstandseffektiv, och då målet med enkäten inte var att göra statistiska slutsatser om hela populationen valdes ett icke-sannolikhetsurval med en webbaserad enkät. Respondenterna rekryteras genom självrekrytering genom att de hittat enkäten via sociala medier eller genom mailutskick.

Självrekrytering är en typ av rekrytering där respondenterna rekryterar sig själva till studien efter att exempelvis ha hittat den via en webbsida (Dahlberg et al., 2007). De som svarar på enkäten kan då karakteriseras som personer med datorvana som är online och särskilt intresserade av det undersökta ämnet (Dahmström, 2004; David & Sutton, 2016). Svaren som fås från dessa personer kan inte uppfattas som representativa för någon större population utan man kan bara dra slutsatser om de som har valt att delta (ibid). Snedvridning är därför en viktig fråga vid undersökningar via internet.

Urvalet sker därför genom en typ av bekvämlighetsurval. Trost (2012) definierar ett bekvämlighetsurval som ett urval som sker genom att ett formulär sprids lite varstans och på ett antal olika sätt som exempelvis via tidning eller tidskrifter, där kontakt önskas med personer som är villiga att svara på frågorna (ibid). Det går även att exempelvis hejda fotgängare i en stadskärna, stoppa studenter på ett universitetscampus (David & Sutton, 2016). Den här metoden är speciellt användbar när populationen är okänd eller när en forskare undersöker en ny forskningsmiljö (ibid).

Urvalet för denna enkät blev därför personer mellan 18–65 år som är aktiva online samt som innehaver datorvana. De kan även ses som speciellt intresserade i det undersökta ämnet. Resultatet av enkäten kommer inte att generaliseras mot någon större population.

Datainsamlingsmetoden för enkäten blir då självadministrerad. Det innebär att respondenterna själva gör enkäten och läser frågorna samt registrerar sina svar på egen hand, respondenternas svar registreras sedan i en databas (SCB, 2016).

Då ifyllande av enkäten sker på egen hand blir mätsituationen mer privat vilket kan medföra att respondenterna svarar mer ärligt och de får även mer tid att formulera bra svar om motivationen finns (SCB, 2016). Respondenterna kan även fylla i enkäten då det passar för just dem vilket också kan ha en kvalitetshöjande effekt (ibid). Självadministrerade enkäter blir dock alltid beroende av respondentens egen förståelse (ibid). Det finns ingen intervjuare som kan

hjälpa respondenten vilket gör att resultatet blir beroende av respondentens förmåga att tolka frågorna (ibid). För att motverka missförstånd lades stor energi vid skapandet av enkäten för att göra den så lättläslig som möjligt och enkel att följa.

Spridningen av enkäten utgick ifrån urvalet och hur det på bäst sätt kunde nås. Då enkäten riktar sig mot personer med tidigare datorerfarenhet samt är aktiva online blev det naturligt att gå ut med enkäten via olika sociala medier, forum och e-mailutskick. Se Tabell 2 för en sammanställning var enkäten valdes att publiceras/skickas ut.

*Tabell 2 – Spridningen av enkäten.*

| Facebook              | LinkedIn              | Reddit                                                  | Byggahus                          | Arkitektkontor | Studenter     |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|
| Inlägg i nyhetsflödet | Inlägg i nyhetsflödet | Inlägg i tråden<br>Enkla frågor-<br>och<br>enkätsonsdag | Inlägg i underkategorin studenter | E-mailutskick  | E-mailutskick |

Enkäten användes för att både samla in kvantitativ data samt kvalitativ data. Enkäten var uppdelad i sex olika avsnitt. Avsnitt 1 användes för att samla bakgrundsinformation från respondenterna samt att sätta upp det scenario som användes i resten av studien. Avsnitt 2–6 avslutades alla med en frivillig öppen fråga där respondenterna kunde ge återkoppling om de olika visualiseringsteknikerna. Se Tabell 3 nedan för hur enkäten var uppbyggd. Hela enkäten redovisas i Bilaga 3.

*Tabell 3 – Enkätens indelning*

|                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| <b>Avsnitt 1:</b> | Intro                            |
| <b>Avsnitt 2:</b> | Perspektivbilder                 |
| <b>Avsnitt 3:</b> | Video                            |
| <b>Avsnitt 4:</b> | Interaktiv solstudie             |
| <b>Avsnitt 5:</b> | Interaktiv 3D-modell             |
| <b>Avsnitt 6:</b> | Jämförelse mot det färdiga huset |

### 3.3.3. Metodval tre: Fokusgrupp arkitekter

Mot slutet av studien togs beslutet att samla en fokusgrupp med ett antal arkitekter och byggnadsingenjörer för att få input från ett till perspektiv på de framtagna visualiseringarna.

Rekommendationer för hur stor fokusgruppen behöver vara varierar, Alvehus (2013) skriver att en vanlig storlek är ca 6–12 personer. David och Sutton (2016) tillägger även att gruppens storlek beror på vad det är som vill studeras, men generellt rekommenderas en likande storlek som den Alvehus (2013) rekommenderar. Dock kan gruppens storlek även vara mindre än det rekommenderade, enligt David och Sutton (2016) kan gruppens storlek vara mindre i de fall då gruppens medlemmar känner varandra sedan innan och om de är motiverade av ämnet i fråga. Därför valdes ett mindre antal personer till fokusgruppen då samtliga deltagare har

erfarenhet av ämnet samt då de jobbat tillsammans. Ett problem med mindre grupper är dock att det sätter större press på personerna att delta i diskussionen, men samtidigt vid större grupper är det svårare för alla att få sin röst hörd (David & Sutton, 2016). Urvalet av personer skedde med strategiskt urval där målet var att få en gruppdynamik med olika personer angående kön, erfarenhet och ålder med den avgränsningen att alla jobbar på samma arkitektkontor. Fokusgruppen skedde under den förbestämda tiden av en timme. Deltagarna redovisas i Tabell 4 nedan. För deltagarnas integritet redovisas inte erfarenhetslängd exakt men den varierar från två år till 30 år inom byggbranschen. På likande vis redovisas inte ålder på deltagarna. Alla deltagare hade tidigare erfarenhet av arkitektoniska visualiseringar där två av deltagarna själva har jobbat med framtagandet av renderade perspektivbilder till projekt.

*Tabell 4 – Deltagarna till fokusgruppen.*

| A1       | A2                            | A3                            | A4                            | A5                             |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Arkitekt | Civilingenjör –<br>Arkitektur | Civilingenjör –<br>Arkitektur | Civilingenjör –<br>Arkitektur | Civilingenjör –<br>Konstruktör |

### 3.4. Metodval för utveckling av visualiseringsmodeller

#### 3.4.1. Val av byggnadsprojekt

I samarbete med Stark Arkitekter valdes ett flerbostadshusprojekt som ansågs vara ett bra fall för studien. Beslutet togs även att välja ett byggprojekt som redan var byggt för att möjliggöra analyser av visualiseringsteknikerna mot det färdiga huset. Genom att utgå från ett redan färdigt projekt kunde en befintlig BIM-modell från bygglovskedet av huset användas som bas till arbetet.

#### 3.4.2. Programvaror

Till studien användes BIM programmet Archicad 22 och modellerings- och renderingsprogrammet Blender 3D. Archicad blev det naturliga valet då huset som användes i studien var ritat i det programmet. Dock är resultatet i studien inte beroende av just Archicad utan Revit kan även tänkas ge liknande resultat. Valet att använda just Blender berodde på ett flertal anledningar. Då Blender stödjer hela 3D-prosessen kunde allt arbete med framtagning och export av visualiseringarna ske från samma program (Blender Foundation, 2021). Då utgångspunkten för studien var att testa hur samma modell kan användas till flera olika typer av visualiseringar ansågs Blender också vara ett bra val. Blender stödjer även användandet av scripts direkt i arbetsfönstret vilket kan användas för att automatisera processer (Blender Foundation, 2021). Detta kan vara användbart när BIM data ska importeras till 3D-program. Författarens tidigare erfarenhet av programmet bidrog också till att just Blender valdes som renderingsprogram. Däremot kunde liknande 3D-program som 3DS-Max även ha använts för att få ett liknande resultat.

Till Blender användes sedan ett antal olika plug-in för att underlätta visualiseringsarbetet. Ett antal enklare plug-in användes även i arbetet som kommer förinstallerade i Blender vilka inte redovisas här.



Archicad (22) är ett program för arkitekter som arbetar inom arkitektur-, ingenjör- eller konstruktionsindustrin för att designa byggnader från konceptfasen till byggfasen (Csikós, 2021).



Blender (2.92) är ett gratis och open-source program för 3D-skapande. Det stöder hela 3D-processen från modellering, simulering, rendering med mera (Blender Foundation, 2021).



The Grove 3D är ett plug-in till Blender 3D som låter användaren skapa träd för användning till visualiseringar, konst och film (Keulen, 2021).



Graswald är ett plug-in till Blender 3D som är ett växtbibliotek med 39 växtarter som låter användaren skapa fotorealistiska landskapsmiljöer i 3D (Graswald, 2021).



Quixel Megascans är ett 3D-objektbibliotek som använts för 3D-modeller bland annat till spel, filmer och visualiseringar (Quixel, 2021).

### 3.4.3. Hårdvaror

Framtagningen av 3D-modellen utfördes på en stationär dator med operativsystemet Windows 10 med följande huvudkomponenter:

- Processor: Intel i7 9700k
- Grafikkort: Nvidia RTX 3080 FE
- RAM: 32 GB

De framtagna modellerna testades även på några olika enheter för att se på kompatibilitet vid olika hårdvarukonfigurationer. Enheterna valdes för att få en blandning av olika prestandanivåer samt för att de var lättåtkomliga för författaren.

- Macbook Pro, late 2011
- Macbook Pro 2015
- Samsung Galaxy s7
- Iphone 6s
- Oneplus 8T

## 4. UTVECKLING AV VISUALISERINGSTEKNIKER

*I det här kapitlet redovisas hur utvecklingen av de testade visualiseringsteknikerna gick till. Kapitlet beskriver kort tillvägagångsen från export av BIM-modell till färdiga visualiseringar.*

### 4.1. Exportering av BIM-modell

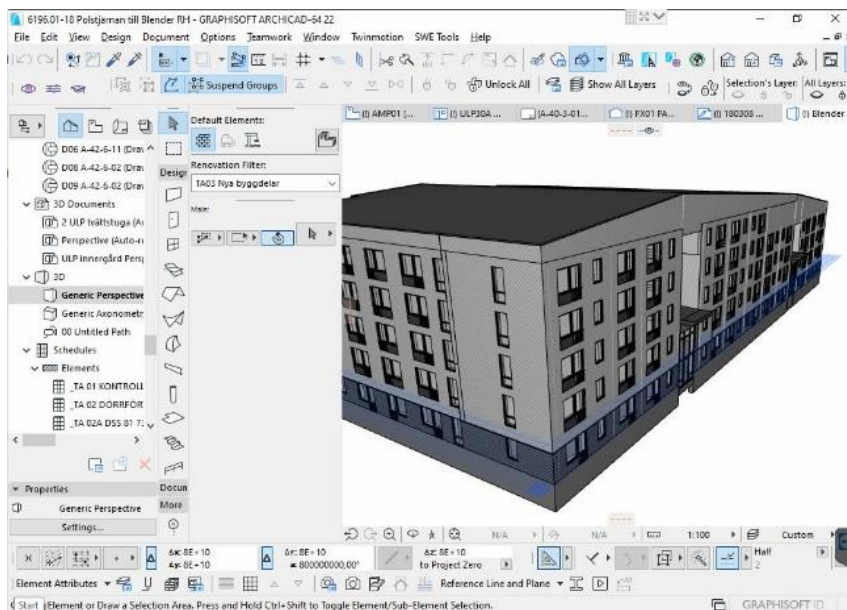
BIM-modellen som användes till studien är skapad av Stark Arkitekter och tagen ur bygglovsskedet ur det specifika projektet. Modellen som exporteras från Archicad är enbart huset utan någon omkringliggande miljö. I detta fall var många av de detaljer som fönsterbleck och bleck mellan de olika träpartierna ej modellerade i 3D då många av dessa detaljer ritas i 2D direkt i de olika fasadvyerna av huset.

Tabell 5 redovisar de förberedande stegen tagna i Archicad inför export av modell till Blender 3D. Arbetet utförs i 3D-vyn i Archicad då det är i denna vy som exporten av modellen sedan sker. Genom att släcka onödiga lager i modellen kan prestandan förbättras då information som inte är relevant kan exkluderas redan innan export. Exempelvis kommer inte inredningen att synas i de färdiga renderingarna därför släcks de lager som innehåller onödiga BIM-objekt. Genom att jämföra 3D-modellen mot fasadritningar kan eventuella fel fångas upp tidigt i processen. För att underlätta 3D-arbetet i Blender 3D delas materialen upp innan export från Archicad. Observera att inget arbete av materialen sker i Archicad utan det sker senare i Blender.

*Tabell 5 – Förarbete i Archicad*

|         | Förarbete innan exportering                          | Uppskattad tidsåtgång |
|---------|------------------------------------------------------|-----------------------|
| Steg 1: | Släckning av irrelevanta objektlager (inredning, mm) | 5 minuter             |
| Steg 2: | Jämförelse mot fasadritningar                        | 5 minuter             |
| Steg 3: | Indelning material                                   | 10 minuter            |
| Steg 4: | Exportering av modell                                | 1 minut               |
|         | Totalt                                               | 21 minuter            |

Archicad stödjer många olika format för exportering av modeller till renderingsprogramvaror som exempelvis formaten FBX, OBJ, 3DS och DAE (Oncsák & Vermes, 2019). Efter tester av de olika exporteringsmetoderna valdes DAE (Collada) som exporteringsformat till denna studie. Efter förarbetet ser modellen ut som i Figur 10 och är redo för export till Blender.



Figur 10 – Modellen färdig för export från Archicad.

## 4.2. Utveckling av visualiseringstekniker i Blender 3D

Arbetet inledes med optimering av modellen. Exporten från Archicad till Collada skapar ett flertal tomma objekt vilka inte fyller någon funktion, dessa togs enkelt bort med ett skript som markerar tomma objekt och sedan raderar dem. Alla objekt som importerades får även vid export från Archicad unika namn på varje UV-karta för varje objekt. Dessa kan skapa problem när flera objekt slås ihop till ett och samma objekt för optimering. Därför körs även ett enklare skript som byter namn på alla objekts UV-kartor till samma namn. De använda scripten är baserade på skript utifrån forumsinlägg och är inte skapade av författaren.

Efter det inledande arbetet skapas material till huset utifrån materialbeskrivningen från fasadritningar från bygglovets. Tidsåtgången för de olika stegen redovisas i Tabell 6.

Tabell 6 – Inledande arbete av huset i Blender

|         | Bearbetning av huset           | Uppskattad tidsåtgång |
|---------|--------------------------------|-----------------------|
| Steg 1: | Optimering (körning av skript) | 2 minuter             |
| Steg 2: | Skapande av material           | 4h*                   |
| Steg 3: | Modellering av detaljer        | 4h**                  |
|         | Totalt                         | ≈8h                   |

\*Tidsåtgången för skapandet av material till byggnaden antas variera beroende på det specifika projektets komplexitet.

\*\*Fasadens oregelbundna uppdelning av de olika materialen bidrog till att tidsåtgången för denna del blev omfattande.

I vanliga fall då en renderingsmodell tas fram för endast perspektivrenderingar skapas inte detaljer för de sidor av huset som inte kommer synas i bilden då det är onödiga detaljer. Denna modell skiljer sig därför från det vanliga arbetsflödet då den är tänkt att användas till flera

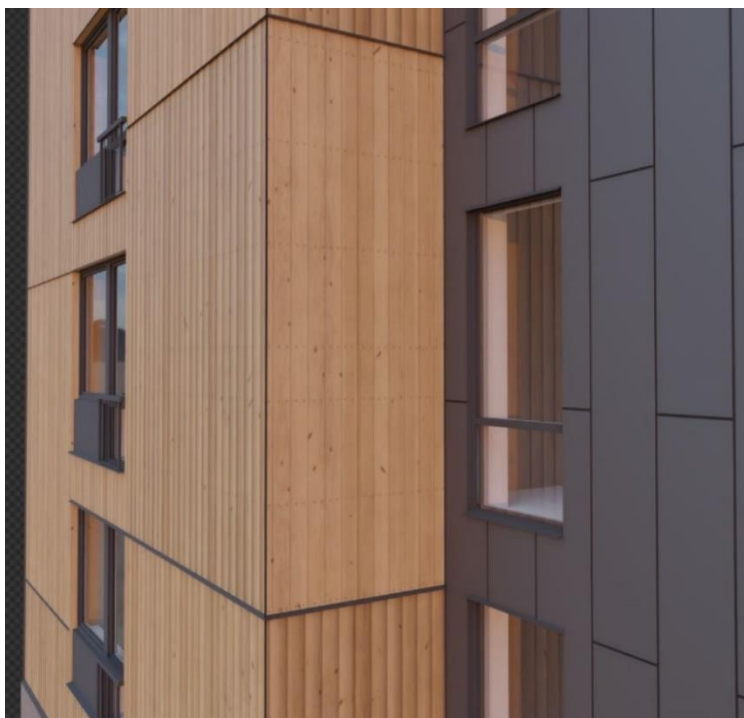


visualiseringsmetoder där alla sidor av huset har möjlighet att studeras på nära håll. Därför blir arbetet med huset mer omfattande än vid endast perspektivrenderingar.

Husets material skapas i Blenders nodbaserade materialskapare. Arbetet utgår ifrån texturer från Quixel Megascans. Det färdiga huset redovisas i Figur 11. En hög detaljnivå valdes på materialen då dessa även skulle kunna inspekteras på nära håll (se Figur 12 för en inzoomad vy av fasaden).



*Figur 11 - Huset efter färdig bearbetning av material.*



*Figur 12 - Detaljnivå på materialen*

### 4.3. Utveckling av 3D-miljö

Utifrån situationsplanen kan en 3D-mark skapas från höjdpunkter i Archicad vilken sedan kan importeras in till Blender. Den omkringliggande bebyggelsen modellerades som vita volymer då det ansågs som ett tidseffektivt arbetssätt för studien. Tidsåtgången för de olika stegen för framtagningen av 3D-miljön visas i Tabell 7.

Tabell 7 - Skapandet av 3D-miljö

|         | Skapande av miljö |                                           | Uppskattad tidsåtgång |
|---------|-------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
| Steg 1: | Archicad          | 3D-Mark                                   | 1h*                   |
| Steg 2: | Archicad          | Modellering av omkringliggande bebyggelse | 3h**                  |
| Steg 3: | Blender           | Texturer (sommår)                         | 1h                    |
| Steg 4: | Blender           | Modellering av detaljer kring huset       | 1h                    |
|         |                   | Totalt                                    | ≈6h                   |

\*Markens unika komplexitet kan även här påverka tidsåtgången för att modellera marken.

\*\*Tidsåtgången för skapande av volymer varierar beroende på vilket underlag som finns tillgängligt och den önskade detaljnivån.

Tre träd skapades till modellen med The Grove 3D som låter användaren skapa realistiska 3D-träd med animationer för vind. Dessa tre träd används inte direkt i 3D-miljön utan länkas som kopior i modellen via funktionen *Instance Collections*. Denna metod möjliggör att många träd kan användas till modellen samtidigt som programmet bara behöver spara informationen från de tre originalobjekten. Begränsningar med denna metod blir dock att variationen mellan träden blir mindre. Gräs lades till på de ytor som var närmast huset då det är dessa ytor som kommer synas mest i modellen, se Figur 13. Viktiga detaljer kring huset modelleras upp direkt i Blender, exempelvis cykelställningen i två plan.



Figur 13 - Huset tillsammans med 3D-miljön

#### 4.4. Framtagning av stillbilda-renderingar

Två stillbilda-renderingar gjordes utifrån de framtagna modellerna av 3D-miljön och huset. För att testa effektiviteten i denna arbetsmetod med länkade objekt valdes stillbilderna att göras i ett vinterklimat trots att den framtagna 3D-miljön beskriven i kapitel 4.3 var gjord som en sommarmiljö.

Steg 1 för att ta fram stillbilda-renderingarna var att välja kamerapositioner för renderingarna. Baserat på Schulz (2015) teori om arkitektonisk fotografering valdes ett tvåpunktperspektiv för att ge tittaren en bättre uppfattning om volymen av huset. För att uppnå en behaglig bild att titta på användes även tredjedelsregeln enligt Schulz (2015) teori. För att bibehålla ett tvåpunktperspektiv användes en metod som kan jämföras med användandet av ett tilt/shift objektiv. Detta kan göras direkt i Blender med Kamerainställningen ”Shift Y”. Användandet av tilt/shift var nödvändigt för att uppnå den komposition som eftersträvades i tredjedelsregeln men för att på samma gång behålla ett tvåpunktperspektiv.

Steg 2 var att modellera snö kring och på huset. Detta görs direkt i Blender med programmets skulpteringsverktyg.

Steg 3 var att importera högupplösta objekt från Quixel Megascans som exempelvis en detaljerad snöhög in i modellen. Dessa objekt läggs in i bilden för att efterlikna den miljö som det färdiga huset kommer befinna sig i.

Steg 4 bestod av att människor och fordon läggs in i bilden för att ge tittaren en bättre uppfattning om skalan av huset men även för att berätta för tittaren hur platsen är tänkt att användas (Downes & Lange, 2015; Schulz 2015).

Tidsåtgången för de olika stegen redovisas i Tabell 8, det färdiga resultatet redovisas i Figur 14 samt i Bilaga 1.

*Tabell 8 – Tidsåtgång för omvandling till vintermiljö samt framtagande av perspektivrenderingar.*

|         | Skapande av miljö                                                       | Uppskattad tidsåtgång |
|---------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Steg 1: | Val av kamerapositioner                                                 | 15 min                |
| Steg 2: | Modellering snö                                                         | 1h                    |
| Steg 3: | Tillägg av detaljer från kameraperspektiven, släckning av löv och gräs. | 1h                    |
| Steg 4: | Tillägg av människor, fordon.                                           | 0,5h                  |
|         | Totalt                                                                  | 2,75h                 |



*Figur 14 – En utav de färdiga perspektivrenderingarna.*

Renderingstiden för de två bilderna var ca tio minuter per bild i upplösningen 1920x1080 pixlar med 800 sampels.

#### 4.5. Framtagning av animerad video

Meningen med videon var att skapa en informativ video där informationen gradvis blev mer detaljerad. I hänsyn till Burkhard (2004) fyra punkter för en lyckad informationsdelning togs beslutet att videon inte skulle bli för lång då hänsyn måste tas till hur länge man kan förväntas hålla tittarens fokus. Exakt hur länge det går att hålla användarens intresse är svårt att veta men genom att dela upp videon i tre delar som gradvis ger tittaren en djupare förståelse låter det tittaren välja själv när de fått den informationen som de tycker är tillräcklig. En överblick över dessa tre delar redovisas i Tabell 9.

*Tabell 9 – Indelning av den animerade videon*

| Fokusområde |                  |
|-------------|------------------|
| Del 1:      | Volymen av huset |
| Del 2:      | Funktioner       |
| Del 3:      | Fasadmaterial    |

Den första delen av videon fokuserar på volymen av huset där ett antal olika vinklar av huset använts för att ge tittaren en rumslig förståelse av huset. Till den första delen användes liknande teorier som till stillbilderna genom användningen av två- och trepunktperspektiv för att ge tittaren en förståelse för volymen av huset. På liknande sätt användes även människor för att ge en referensstorlek till tittaren.



Den andra delen fokuserade på funktioner till huset, som exempelvis var entréer och cykelförvaring som ansluter till fastigheten finns. Selektiv inramning, enligt Schulz (2015), användes för att fokusera tittarens blick på den information som ville förmedlas. Trots att människor kan distrahera tittaren från huvudobjektet i bilden lämnades dessa kvar i del två för att ge tittaren en uppfattning om hur platsen är tänkt att användas (Downes & Lange, 2015; Schulz 2015). För att minska distraktioner för tittaren användes enpunktperspektiv för att på så sätt ta bort fokus från volymen av huset (Schulz, 2015).

Den tredje delen av videon fokuserade på fasadmaterialet av huset, liknande del två användes selektiv inramning samt enpunktperspektiv. Till skillnad från del två togs även människor bort för att fokusera användares blick på materialen.

Till videon användes 3D-modellen från kapitel 4.2 samt 3D-miljön från 4.3. Därför är jobbet som måste genomföras endast relaterat till de specifika steg som endast är relevant för animeringen av videon, dessa redovisas i Tabell 10. Då den färdiga videon ej går att visa i rapporten visas i Figur 15 tre stillbilder tagna från de olika delarna av videon.

*Tabell 10 – Steg i framtagningen av animeringen.*

|         | Skapande av miljö                                    | Uppskattad tidsåtgång |
|---------|------------------------------------------------------|-----------------------|
| Steg 1: | Val av kamerapositioner, animering av kamerarörelser | 1.5h                  |
| Steg 2: | Tillägg av animerade människor                       | 1.5h                  |
| Steg 3: | Animerade texter                                     | 1.5h                  |
|         | Totalt                                               | 4.5h                  |



*Figur 15 – Stillbilder tagna ur de tre olika delarna av videon*

Renderingstiden för videon var ca 60 sekunder per bild och då videon var 30 bilder per sekund och 70 sekunder lång tog renderingen 35 timmar att slutföra. Renderingens skedde i upplösningen 1920x1080 pixlar med 500 sampels.

#### 4.6. Utveckling och test av interaktiv solstudie

Solens inverkan på ett hus har stor betydelse för boende i huset samt hur närboende kommer påverkas av det nya huset. Genom en solstudie kan personer som påverkas av byggnaden få en bättre uppfattning om huset. Traditionellt utförs en solstudie genom att solens skuggläggning

redovisas för ett antal olika tider av ett eller flera dygn vilket sedan redovisas på en 2D ritning med vyer rakt ovanifrån på byggnaderna. Denna metod blir begränsad till ett fåtal dagar och tider då de redovisas på ritningar. Genom att utveckla en interaktiv solstudie finns möjligheten att mer information på ett effektivt sätt delas, därför togs beslutet i studien att undersöka hur en interaktiv solstudie kan se ut och fungera.

Under utvecklingsfasen av solstudien framgick det att den kändes artificiell när endast skuggorna ändrades när tiden ändrades. Därför lades även ett antal visuella ändringar till för att bättre indikera att tid hade passerat när användaren ändrade tid. Dessa var en himmel med moln som förflyttade sig med tiden samt träd som rör på sig i ett vindlinkande mönster vilket ansågs ge användaren en bättre uppfattning om att tid hade passerat.

Den interaktiva solstudien kodades i ett webbaserat program med HTML, CSS och JavaScript. Det användaren ser vid körning av modellen är därför inte renderat i realtid utan är en serie av stillbilda-renderingar där användaren själv kan välja bland de förbestämda årstiderna, tid på dygnet och kameravinklar. Till prototypen valdes ett intervall av en timme mellan varje bild, det vill säga 24 bilder per dygn ur fyra olika kameravinklar samt tre olika årstider. Totalt renderas 288 unika bilder för hela solstudien. Detta webbaserade program ställer små krav på användares hårdvara då det i princip endast är ett antal stillbilder som visas på skärmen. Den framtagna prototypen testades sedan med de olika hårdvarukonfigurationerna en översikt av resultatet visas i Tabell 11. Solstudien fungerade på samtliga enheter men var lite mer svårnavigerad på mobilenheterna med mindre skärmar.

*Tabell 11 - Test av solstudiens komobilbitet*

| Enhet                           | Gick solstudien att använda? |
|---------------------------------|------------------------------|
| Windows PC, Intel i7 & RTX 3080 | Ja                           |
| Macbook pro, late 2011          | Ja                           |
| Macbook pro 2015                | Ja                           |
| Samsung galaxy s7               | Ja*                          |
| Iphone 6s                       | Ja*                          |
| Oneplus 8T                      | Ja                           |

*\*Den mindre skärmen gjorde att solstudien var något mer svåränvänd men gick att använda*

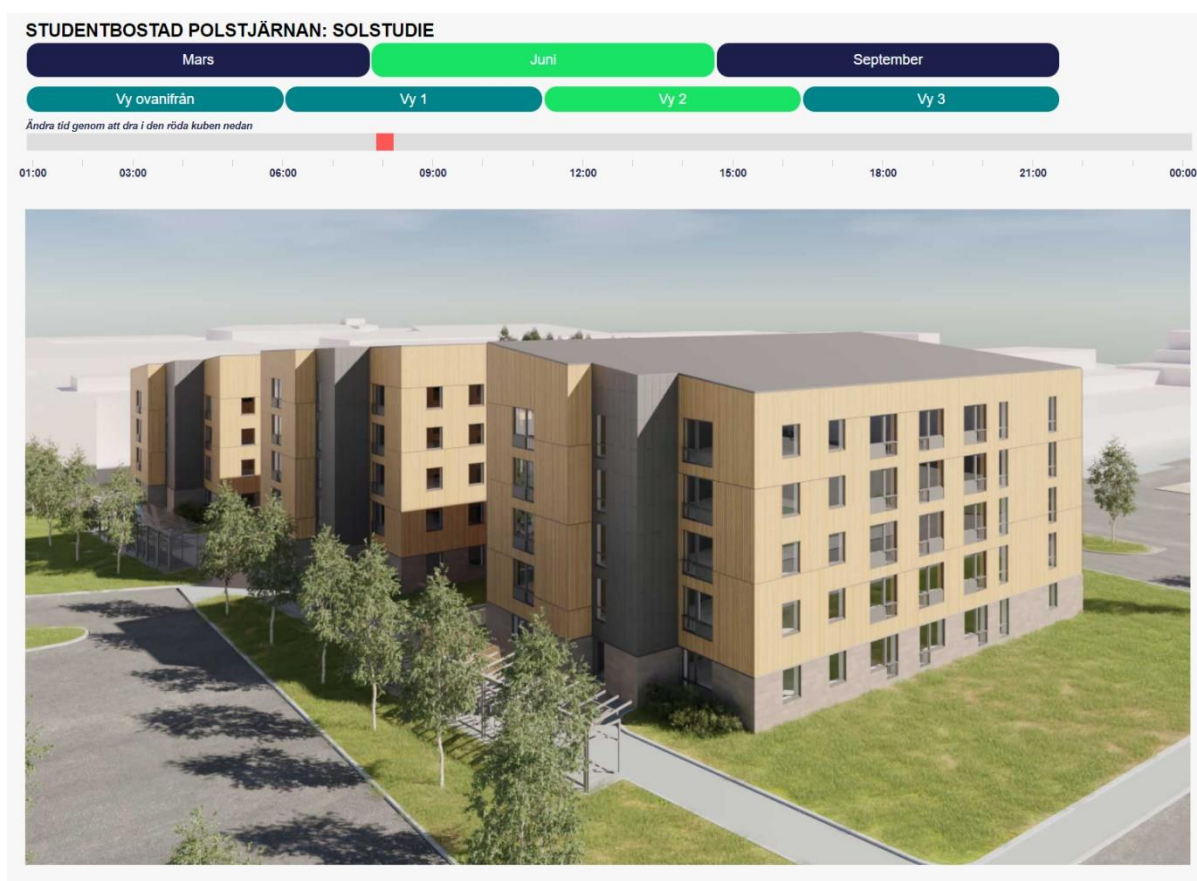
Till solstudien användes 3D-modellen från kapitel 4.2 samt 3D-miljön från 4.3. 3D-miljön kompletterades med en miljö för både vinter och höst för att bättre indikera till användaren vilken årstid som visades på solstudien. Vintermiljön från 4.4 återanvändes inte för att skapa ett scenario där ingen vintermiljö redan hade tagits fram. Det här beslutet togs för att solstudien inte skulle bli beroende av framställningen av perspektivbilderna. Arbetet utgick från den framtagna mallfilen för solstudier där resultatet sedan laddades upp i det webbaserade

programmet. Tidsåtgången för de olika aktiviteterna redovisas i Tabell 12. Ett skärmbild från den interaktiva solstudiemodellen kan ses i Figur 16.

Tabell 12 – Rendering av solstudie

|         | Aktivitet                                                                  | Uppskattad tidsåtgång |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Steg 1: | Komplettering av vinter och höst till 3D-miljön                            | 1.5h                  |
| Steg 2: | Val av kamerapositioner                                                    | 15 min                |
| Steg 3: | Komprimering av bilder med Photoshop, uppladdning till solstudiewebbsidan. | 10 min                |
|         | Totalt                                                                     | ≈ 2h                  |

Renderingstiden för solstudien var ca en minut per bild och då totalt 288 bilder renderades tog renderingen 9,6 timmar att slutföra. Renderingens skedde i upplösningen 1920x1080 pixlar med 500 sampels.



Figur 16 – Skärmbild från den interaktiva solstudiemodellen, bilden visar tiden för 21 juni kl. 08:00

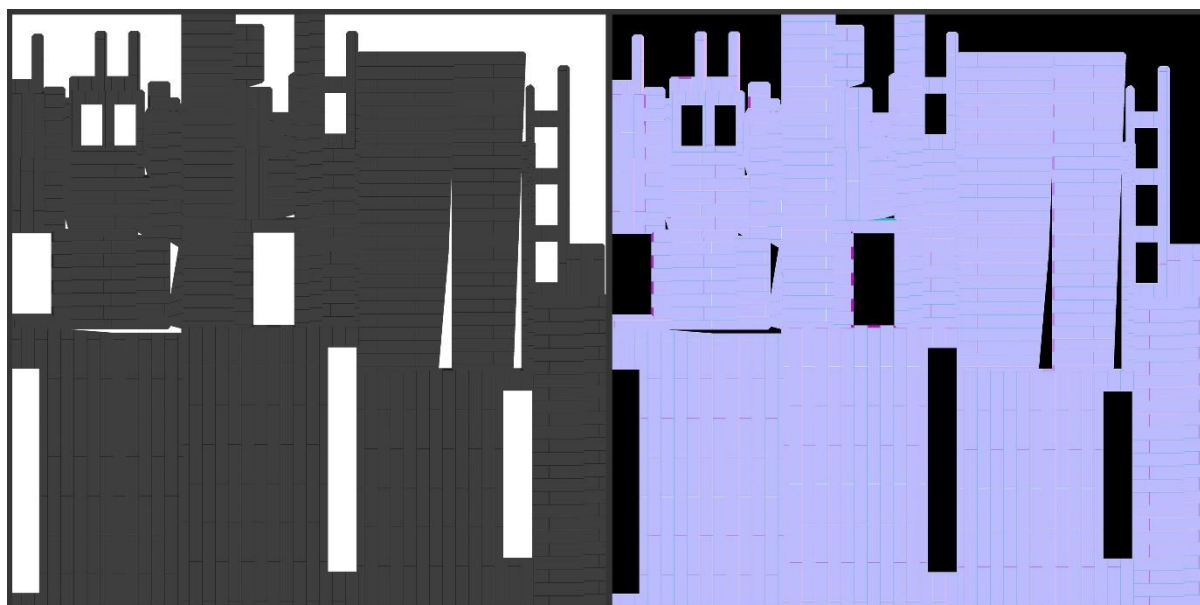
#### 4.7. Utveckling av interaktiv 3D-modell

Då tidigare studier visat på att användningen av tredimensionella modeller samt interaktiva modeller kan ge en ökad förståelse för byggnadsprojekt togs beslutet att utveckla en interaktiv

3D-modell (Andersson & Magnusson, 2016; Chen, 2004; Wanarat & Nuanwan, 2013). Meningen med 3D-modellen var att undersöka hur en sådan modell kan användas i informationssyfte till allmänheten av en arkitekt, fastighetsägare eller liknande i ett bygglovsskede.

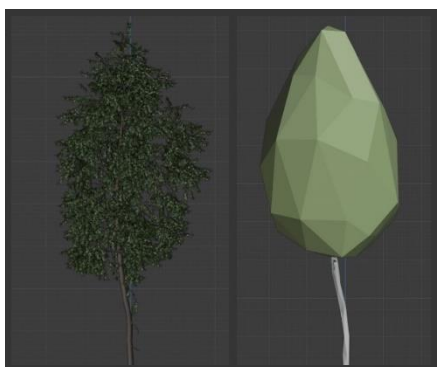
För att göra en interaktiv 3D-modell baserad på den framtagna renderingsmodellen i Blender behövdes modellen exporteras då Blender i sig inte är anpassat för delning av modeller via en webbläsare. Därför valdes ett redan utvecklat webbaserat program som visningsmedel för modellen. Internetsidan Sketchfab valdes efter tips av handledaren i studien och då det ansågs som ett bra val då sidan använder sig av en standard vid namn WebGL vilket stöds av de flesta moderna internetwebbläsare (Sketchfab, 2021). När modellen visas i det webbaserade programmet renderas modellen med rasterisering till skillnad mot de andra visualiseringarna.

Modellen från 4.2 optimerades genom att objekt med samma material anslöts till ett objekt istället för flera olika objekt. Totalt gick modellen från 3620 unika objekt till totalt åtta unika objekt. Exempelvis anslöts alla ytterväggar till ett objekt istället för ett unikt objekt för varje vägg. Då husets material ej går att exportera direkt ur Blender måste texturen bakas in i modellen till ett antal olika texturer. De bakade texturen får en lägre upplösning än den som fås i renderingsprogrammet vilket påverkar detaljnivån, se Figur 17 för redovisning av ett av de framtagna materialen. Träden i renderingsmodellen är inte anpassade att visas i en realtidsmiljö därför modellerades tre olika enkla träd som kunde ersätta modellerna i 3D-miljön. Ett av dessa träd visas i Figur 18. Då alla träd i 3D-miljön är länkade till samma objekt blev det här jobbet mycket enkelt. Den totala tidsåtgången att skapa den interaktiva 3D-modellen från renderingsmodellen redovisas i Tabell 13.



*Figur 17 - Bakade texturer för fasadkassetterna. Till höger visas en diffuse map och till vänster en normal map.*





Figur 18 - Optimering av trädmodeller

Tabell 13 - Tidsåtgång för olika aktiviteter för framtagning av interaktiv 3D-modell

|         | Aktivitet                                                       | Uppskattad tidsåtgång |
|---------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Steg 1: | Optimering modell (träd)                                        | 0.5h                  |
| Steg 2: | Bakning av material                                             | 1.5h                  |
| Steg 3: | Uppladdning till Sketchfab samt applicering av bakade material. | 1h                    |
|         | Totalt                                                          | ≈3h                   |

Då den färdiga 3D-modellen ej går att visa i rapporten visas ett skärmdklipp från modellen i Figur 19. Den färdiga modellens kompatibilitet med de olika hårdvarukonfigurationerna testades för att se på hur kompatibel modellen var med de olika enheterna, resultatet visas i Tabell 14. Av de testade enheterna kunde två av tre mobiler använda 3D-modellen samt kunde Macbook:en från 2015. Däremot kunde Macbook:en från 2011 inte visa modellen. Det här resultatet beror på att den här modellen ställer större krav på användarens enhet då 3D-modellen måste renderas i realtid.

Tabell 14 - Test av 3D-modell

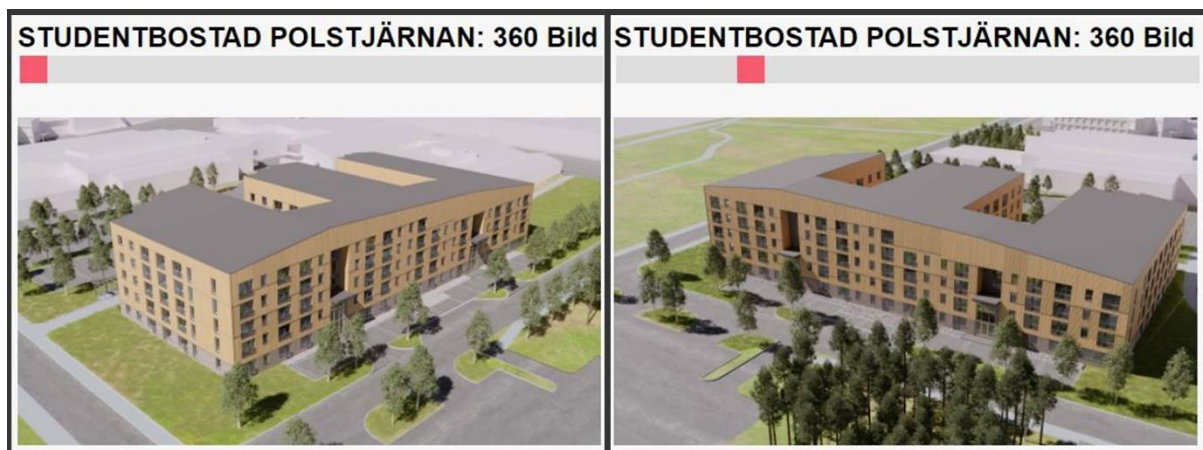
| Enhet                           | Gick 3D-modellen att använda? |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Windows PC, Intel i7 & RTX 3080 | Ja                            |
| Macbook pro, late 2011          | Nej                           |
| Macbook pro 2015                | Ja                            |
| Samsung galaxy s7               | Nej                           |
| Iphone 6s                       | Ja                            |
| Oneplus 8T                      | Ja                            |



Figur 19 – Skärmutklipp från den färdiga 3D-modellen uppladdat till Sketchfab

#### 4.8. Utveckling interaktiv 360-Modell

En sista modell togs även fram i studien baserad på en liknande metod som används till den interaktiva solstudien. Det som skiljer denna modell från modellen i 4.7 är att denna är, likt solstudien, förrenderad och visar bara stillbilder till användaren. I denna modell är användaren låst till enbart rotering kring byggnaden utifrån den förbestämda vinkeln. Till 360-modellen användes 3D-modellen från kapitel 4.2 samt 3D-miljön från 4.3 vilket gör att tidsåtgången för framtagning av denna typ av modell är snabb då enbart höjd och rotation på kameran måste väljas för att sedan rendera ut 24 stillbilder. Rotationen runt huset ändras därför med 15 grader per bild. Två bilder ur 360-modellen kan ses i Figur 20. Denna modell togs inte med i enkätundersökningen för att inte enkäten skulle bli för omfattande, utan denna modell visades enbart för fokusgruppen.



Figur 20 – 360-modell, bilden till vänster visar startpositionen och bilden till höger visar en rotation på 75 grader runt huset.

#### 4.9. Sammanställning utveckling av visualiseringsmodell

Utvecklingen av denna renderingsmodell skiljer sig på det sätt att den kräver mer förarbete än när en modell enbart ska användas till exempelvis perspektivrenderingar, en sammanställning av den totala tidsåtgången redovisas i Tabell 15. Som referens är tidsbudgeten enligt Stark Arkitekter för den typ av perspektivbilder som gjordes i denna studie 10–18 timmar för rendering av två perspektiv från en modell.

Tabell 15 – Total tidsåtgång

| Kapitel | Aktivitet                             | Tidsåtgång |
|---------|---------------------------------------|------------|
| 4.2     | Renderingsmodell Huset                | 8h         |
| 4.3     | Renderingsmodell 3D-Miljö<br>(sommar) | 8h         |
| 4.4     | Perspektivbilder                      | 2,75h      |
| 4.5     | Videorendering                        | 4,5h       |
| 4.6     | Interaktiv Solstudie                  | 2h         |
| 4.7     | Interaktiv 3D-Modell                  | 3h         |
| 4.8     | Interaktiv 360-Modell                 | 0.1h       |
|         | Totalt                                | 28.35h     |

## 5. RESULTAT

*I det här kapitlet presenteras resultatet från insamlingen av primärdata. Kapitlet är indelat i tre underkapitel vilka motsvarar de tre metoder som användes för insamlingen.*

### 5.1. Förstudie – Byggbranschen

I texten nedan redovisas resultatet av intervjuerna från förstudien, beskrivet i kapitel 3.3. Texten redovisas med förkortningarna P1, P2 samt P3 vilket refererar till person ett, person två och person tre. Intervjumallen som användes till förstudien återfinns i Bilaga 2.

#### 5.1.1. Visualisering i informationssyfte

Under intervjuerna ställdes frågor angående hur deltagarna använde visualiseringar i informationssyfte i sitt arbete idag, samt vilka återkommande problem de upplevt.

Från samtliga tre intervjuer framgick det att den vanligaste typen av visualisering som tas fram i samband med bygglov är 3D-renderingar i form av stillbilder. P1 nämnde att de ibland även har skapat renderade videor av kommande projekt, medan P2 ibland lägger ut drönarbilder över platsen som markerar ut tomten där det tänkta huset ska byggas. Dessa visualiseringar publiceras på liknande sätt mellan de olika företagen där fokus ligger på sociala medier, egna hemsidor, tidningar och lokaltidningar. P3 ser gärna att två till tre olika vyer renderas av projektet, och P2 tillade att det ibland i samband med säljstart tas fram mer avancerade och interaktiva visualiseringar som exempelvis interaktiva VR- och AR-miljöer. P3 berättade även om en webbaserad interaktiv modell med olika lägenhetstyper som de tagit fram i ett projekt i samband med säljstart. Dessa mer avancerade lösningarna kommer ofta i ett senare skede av projektet och tillhör inte vanligheten. P3 belyste även att de inte vill visa missvisande information i sina renderingar utan det ska vara en så korrekt representation av det verkliga huset som möjligt.

P2 ansåg att det störta problemet var att det är dyrt att ta fram renderingar av kommande projekt, vilket även P3 tyckte var ett av huvudproblemen. P3 påpekade även att framställningen av renderingar ofta är en tidskrävande process vilket också är ett problem. P2 ansåg att arkitekterna själva ska stå för en del av kostnaden för att ta fram renderingar då bilderna även kan användas som marknadsföring för arkitekten. Enligt P2 väljer många av dess egna kollegor att inte beställa renderingar då det blir för dyrt och P2 tycker detta är synd när renderingar väljs bort. Resonemanget till att visualiseringar inte väljs att ta fram sade P2 beror på att alla kostnader som de lägger på ett projekt belastar hyresgästerna i slutändan och ses därför som en onödig belastning på framtida hyresgäster. P1 ansåg även att ett vanligt problem är att arkitekterna väljer att illustrera huset för enkelt. Det är vanligt att exempelvis plåtar och hängrännor lämnas ute, eller att räcken exempelvis inte kommer se ut som de var illustrerade. Detaljer är viktigt att få med i bilderna och det är mycket viktigt att illustrera huset så nära det går hur det faktiskt kommer att se ut.

Både P1 och P2 tog upp liknande exempel där det uppstått missförstånd mellan allmänheten och byggföretaget gällande det färdiga huset. I visualiseringarna hade fasadmateriäl använts som

sedan inte såg exakt likadant ut i verkligheten. I P1:s fall användes ett solljus i renderingen som fick fasaden att se mer vit ut än grå, vilket den var i verkligheten. Även fast fasaden var grå i renderingen gjorde solljuset att fasaden såg vit ut, vilket skapade missförstånd mot kunderna som trodde de köpte ett vitt hus. I verkligheten visade det sig dock att huset faktiskt såg vitt ut precis som i renderingen när solen var i samma läge likt renderingen. Trots det blev folk missnöjda eftersom de trodde att de köpt ett vitt hus.

I P2:s fall var det tidigt i ett projekt där man valde att gå ut med en rendering i fågelperspektiv över det nya området där huset skulle byggas. Renderingen av huset redovisade material, men då projektet var i ett gestaltungs-skede var det inte klart exakt hur huset skulle se ut när det var färdigställt. I inlägget där bilden visades klargjordes det att vad som visades var ett koncept och att fasadmateriäl kan komma att ändras. Trots bra respons inledningsvis på konceptinlägget fick de sedan kritik när det färdiga huset inte efterliknade den tidiga konceptbilden.

P3 menade på att de gånger som visualiseringen och det färdiga huset skiljde sig åt berodde det oftast inte på att visualiseringen i sig var fel utan att byggnadsentreprenören som byggt huset hade bytt ut materialen mot något billigare vilket hade fått en negativ konsekvens för byggnadens estetik. P3 ansåg att det är en ständig kamp som byggherre att kämpa emot byggnadsentreprenörens vilja att byta ut material eller lösningar. Ändringarna görs för att spara pengar på material eller lösningar mot vad som var projekterat i tidiga skeden av byggprojekt. P3 menade på att det är den fallgropen som många byggherrar hamnar i när byggentreprenören vill spara pengar genom att byta material eller till enklare lösningar vilket då speglar av sig på att visualiseringen skiljer sig mot det färdiga resultatet.

P2 påpekade även ett annat misstag de gjort var att gå ut med plankartor för att markera var det tänkta projektet ska ligga. P2 menade att allmänheten har svårt att tolka plankartor vilket gör att missförstånd lätt kan ske och att det då i stället är bättre att gå ut med renderingar eller en interaktiv modell för att ge folk en koppling till verkligheten. P2 tog även upp ett exempel där höjder kring ett hus bättre kan förmedlas via en 3D-modell, och beskrev ett projekt där missförstånd mellan olika aktörer uppstått gällande höjder kring ett hus, då de inte hade en 3D-modell. Enligt P2 är det även svårt för vanligt folk att få en uppfattning om solens rörelse över dagen, och kan missförstånd lätt ske kring norrpilar på planlösningar.

### *5.1.2. Nyckelfaktorer för en värdeskapande visualisering*

Under intervjuerna frågades även deltagarna vad de trodde var nyckelfaktorerna i en värdeskapande visualisering riktat mot allmänheten. Fokus var på om projektförslagen kommunicerades på ett bra sätt mot allmänheten idag, samt om de hade sett ett ökat behov av förbättrade kommunikering av deras projekt.

P2 skiljer på om det är avveckling eller nybyggnation. Vid avveckling trodde P2 att det är viktigt att betona att man bevarar känslan i området medan det vid nybyggnation var viktigt att folk kunde skapa sig en helhetsbild av platsen. P2 påpekade även att det kan skilja sig mycket mellan vad folk anser som viktigt, men några eventuella frågor skulle kunna vara: hur kommer

min boendemiljö att vara? Hur kommer omgivningen att se ut? Var ligger lekplatserna? Var ligger parkeringarna? P2 ansåg att det är viktigt att folk får en känsla tidigt att det är en plats de hade kunnat tänka sig bo på. P1 trodde att volymen är viktig att förmedla på ett bra sätt, hur stort intryck huset kommer göra och hur fint kommer det uppfattas. Insyn ansåg P1 även vara en viktig faktor för närboende, exempelvis om man kommer ha fönster riktade mot sig som granne. P3 tycker att mycket fokus vid nybyggnadsprojekt ligger på befintliga gamla hus som rivs i samband med nyproduktion och menade på att fokus borde ligga på hur det nya huset faktiskt kommer att bli och inte på det som måste rivas.

P1 ansåg att när det kommer till volym samt fasadmateriäl av bygganden så kommuniceras dessa på ett bra sätt idag. P1 påpekar även svårigheten i att illustrera omkringliggande bebyggelse och menade på att den vanliga lösningen är att lägga in vita klossar för den omkringliggande bebyggelsen. P2 ansåg att allmänhetens nyckelfaktorer inte kommuniceras på ett tillgängligt sätt idag och att det inte beror på allmänhetens ovlja utan att det i stället beror på kompetensbrist hos entreprenörer som inte tänker på hur viktigt det är att framföra det här budskapet. P3 beskrev hur deras företag jobbar med informationsdelning idag och ansåg att de själva jobbar bra på den fronten för att visa både negativa och positiva sidor av sina projekt. P3 ansåg även att de jobbar mer med detta än många andra byggföretag och tyckte att överlag kan byggherrar jobba mer med detta än vad de gör idag.

### 5.1.3. *Tidig information för att öka tillit*

Under intervjuerna frågades deltagarna om huruvida en tidigare delning av information skulle kunna öka tilliten mot projektet från allmänheten.

P1 ansåg att det inte var lönsamt att blanda in allmänheten i projektet i ett tidigt stadié men var positiv till delning av information efter beviljat bygglov. P2 ansåg att man definitivt kan öka tilliten mot projektet med att gå ut med information i tidiga skeden. P2 hade direkt erfarenhet av ett projekt där de redan i gestaltningsskedet gick ut med tre vyer över området där huset skulle vara vilket hade givit dem mycket bra respons i ett tidigt skede och underlättade enligt P2 arbetet framöver med projektet. P3 tyckte även att det var bra att gå ut med information tidigt i projekt för att visa på både fördelar och nackdelar av ett kommande projekt. Genom att även visa negativa konsekvenser av ett projekt menade P3 att de själva kan ta kontrollen över hur den informationen presenteras istället för att det sprids okontrollerat i massmedia. För att öka tilliten till allmänheten menade P3 på att det viktigaste är att man bygger det man har lovat göra vilket innebär ett väl genomarbetat koncept tidigt i processen.

## 5.2. Enkät – Allmänheten

Nedan presenteras en sammanfattning av enkätstudien. Respondenterna fick först svara på några generella frågor och sedan på frågor om en visualiseringsmetod i taget. Respondenterna fick se perspektivbilderna, videon och testa solstudien och 3D-modellen. 360-modellen togs ej med i enkäten för att enkäten inte skulle bli för omfattande.

### 5.2.1. Inledning

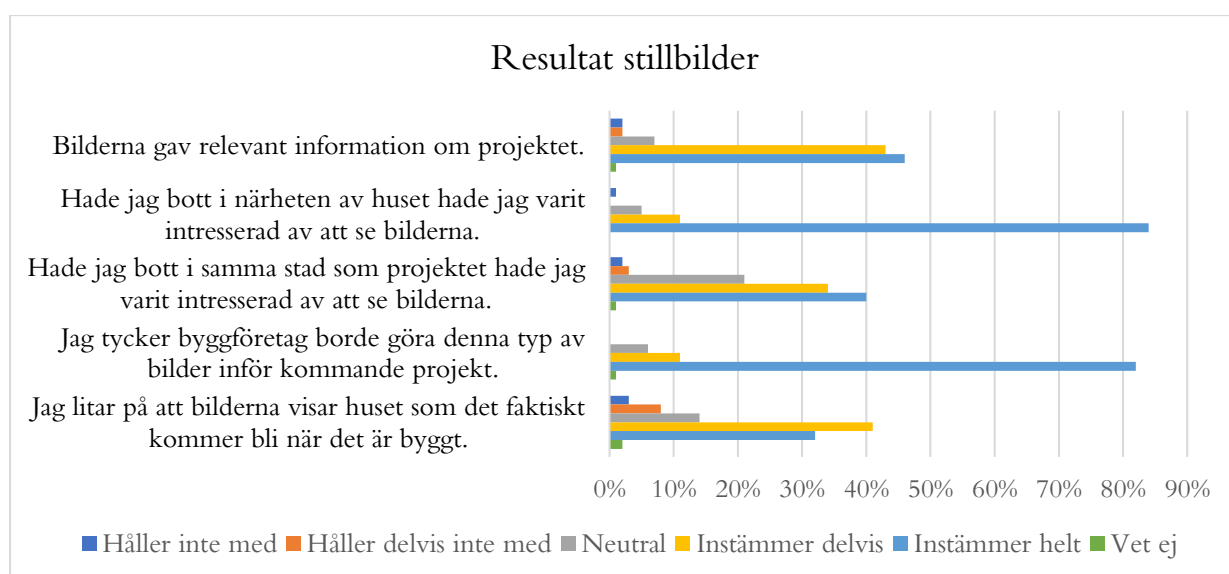
Då enkäten spreds fritt via internet finns ingen styrning över vem som väljer att genomföra enkäten. Resultatet från enkäten går inte att generaliseras till någon större befolkning utan resultatet redovisar enbart svaren från respondenterna. Totalt svarade 131 personer på enkäten i åldersgruppen 18–65. Av dessa var 58% män, 40% kvinnor och 2% ville ej ange kön. Enkäten såg en överrepresentation av personer med ålder mellan 19–30 år då 63% av de som svarade var från den åldersgruppen, medan 19% respektive 18% var från åldersgrupperna 30–50 år respektive 51–65 år. Totalt svarade 18% att de jobbade inom byggbranschen, 81% att de inte jobbade inom byggbranschen samt 1% att de inte visste. Nedan presenteras svaren från enkätundersökningen, i kapitel 7 diskuteras vilken effekt denna representation kan ha haft för resultatet.

I den första delen av enkäten fick respondenterna besvara ett antal generella frågor. Respondenterna fick ge ett betyg på hur lätt de ansåg det vara att ta del av information gällande kommande byggprojekt. Frågan fick medelbetyget 2,8 av 5 och medelbetyget skiljde sig inte markant mellan de som jobbade inom byggbranschen mot de övriga.

### 5.2.2. Enkät: Stillbilsrenderingar

Av de 131 personer som svarade på enkäten svarade 123 personer ”ja” på att de sett denna typ av renderad bild förut medan åtta svarade ”nej” och en svarade ”vet ej”. Detta visar på att de som svarat på enkäten har haft någon tidigare erfarenhet av denna typ av renderade perspektivbilder.

Respondenterna blev tillfrågade att ge ett betyg mellan ett till fem på vilken uppfattning dessa bilder ger för kommande byggprojekt. Frågan fick det genomsnittliga betyget 4,1 av 5. Det genomsnittliga betyget ändrades inte mellan de som jobbade inom bygg och de som inte gjorde det. I Graf 1 nedan redovisas svaren från likertskalafrågorna gällande perspektivbilder.



Graf 1 – Samtliga svar på likertskalafrågorna gällande perspektivbilder, redovisat i procent av samtliga respondenter.

Resultatet visade på att det finns ett stort intresse av respondenterna att ta del av denna typ av renderade bilder om kommande projekt. Intresset för att se bilderna om man bor i närheten av projektet är mycket stort och det finns även ett intresse av att ta del av bilderna om man bor i samma stad. En majoritet tycker också att byggföretag borde göra dessa bilder för kommande projekt. Respondenternas tillit mot bilderna är dock relativt låg i jämförelse med svaren i resterande frågor.

### *Öppna frågor*

I slutet av delen om perspektivbilder fanns en frivillig öppen fråga där respondenterna kunde lämna ett eget svar gällande dessa typer av bilder. Totalt svarade 29 av 131 på den öppna frågan. Texten är en sammanfattning på de gemensamma drag som fanns bland de svaren.

Det respondenterna skrev i de öppna svaren varierade från beröm mot de framtagna bilderna till att det är bra att byggföretag tar fram dessa bilder men även kritik mot dessa bilder då vissa respondenter ibland upplever bilderna som missvisande eller förskönande.

En sammanställning av de öppna frågorna visade att respondenterna tycker att det är viktigt att huset redovisas på ett realistiskt sätt med korrekt ljussättning och det fanns även önskemål om att kunna se huset i olika årstider samt vid olika väderförhållanden. En övervägande del av svaren handlade om hur bilderna upplevs förskönande eller missvisande på något sätt. Trots bristerna som bilderna har enligt respondenterna så tycker ändå många att det är bra att byggföretag väljer att ta fram dessa bilder till kommande projekt. Nedan presenteras några av svaren på de öppna frågorna:

*”Även fast man inte alltid kan lita på att en rendering kommer vara precis som det faktiska huset så visualisera det planen så gott det och är nästan alltid bättre än att inte ha med renderingar enligt mig” - Enkätrespondent*

*”Jag har aldrig sett en rendering av ett kommande byggprojekt som inte såg mycket bättre ut än slutresultatet. ” - Enkätrespondent*

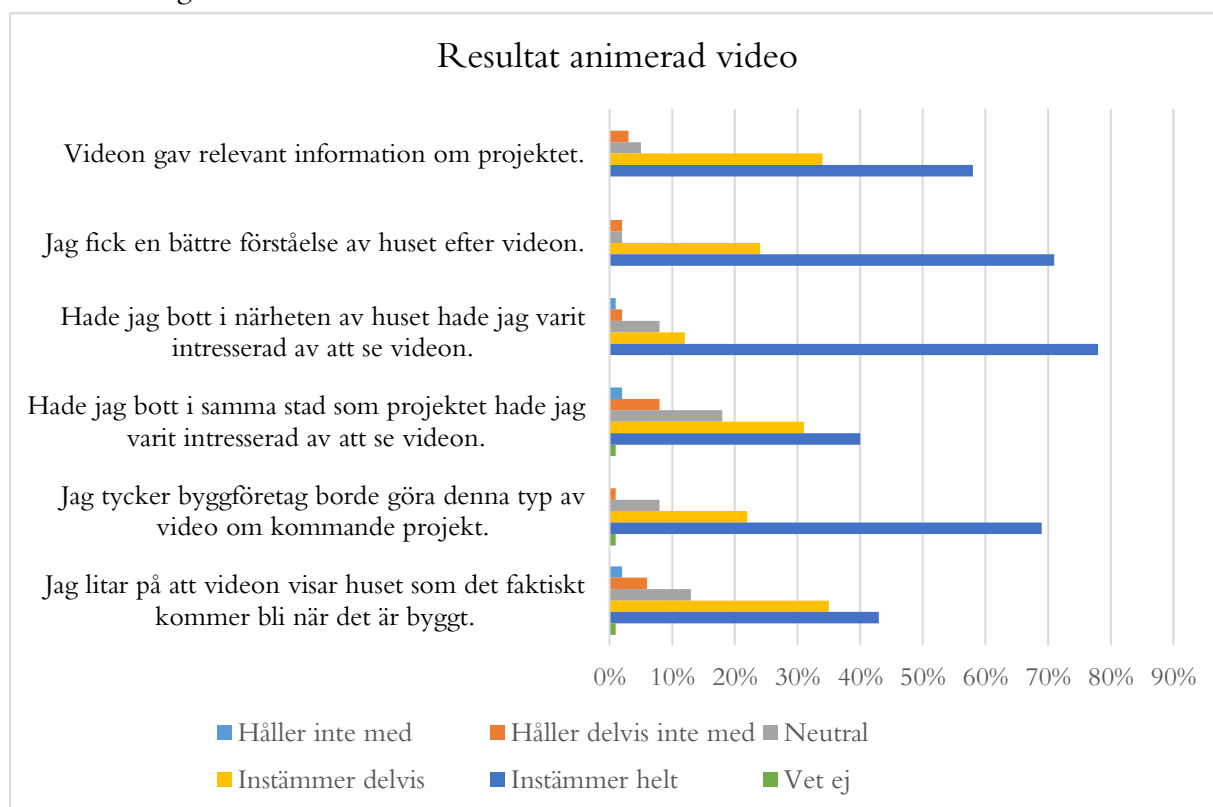
*”Mycket bra att kunna få en så verklig bild av byggnader” - Enkätrespondent*

### *5.2.3. Enkät: Animerad video*

Av alla 131 respondenter var det 45 som svarade ”ja” på att de hade sett denna typ av video förut, 79 stycken svarade ”nej” och sju stycken ”vet ej”. 14 av 25 som jobbar inom bygg svarade att de hade sett denna typ av video förut och 31% av de som inte jobbar inom bygg hade sett denna typ av video förut. Respondenterna fick ge ett betyg mellan 1–5 på vilken uppfattning denna video gav för kommande byggprojekt. Frågan fick det genomsnittliga betyget 4,5 av 5 av alla respondenter. De som jobbar inom bygg gav det genomsnittliga betyget 4,6 och de som inte jobbande inom byggbranschen gav betyget 4,5.



Likertskalafrågorna för videon redovisas i Graf 2.



*Graf 2 - Samtliga svar på likertskalafrågorna gällande animerad video, redovisat i procent av samtliga respondenter*

En övervägande del av respondenterna instämde att de fick en bättre förståelse för byggnaden efter det att de sett videon. Likt responsen från perspektivbilderna var intresset stort bland respondenterna att ta del av videon i fall projektet skulle byggas nära där de bor och ett något lägre intresse i fall de inte bodde nära projektet men bodde i samma stad. Förtroendet mot videon var något högre än mot bilderna men utan någon markant skillnad. Även här var det stort intresse att ta del av denna typ av video och en övervägande del tycker att byggföretag borde göra denna typ av video.

### *Öppna frågor*

I slutet av delen om videon fanns en frivillig öppen fråga där respondenterna kunde lämna ett eget svar gällande videon. Totalt svarade 23 av 131 på den öppna frågan. Texten nedan är en sammanfattning på de gemensamma drag som fanns bland de svaren.

Respondenterna tyckte videon var intressant och gav dem en bättre förståelse för huset. De som haft en negativ erfarenhet om arkitektoniska visualiseringar hade samma inställning mot videon som mot perspektivbilder och ifrågasätter videon på liknande sätt som bilderna gällande missvisande eller försköning av byggnaden. Flera respondenter tyckte att de beskrivande texterna var bra och att det var intressant att få veta materialval om huset. Personen som hade kommenterat om svårigheter med att få en känsla om skalan av perspektivbilderna skrev att videon gav en bättre förståelse av skalan. Tre personer beskrev svårigheter med att lokalisera sig i videon mellan de olika klippen. Även till videon fanns det önskemål att ha med

omgivningen i videon för att ge tittaren en bättre förståelse för hur huset smälter in i sin omgivning. Fyra respondenter skrev även att de hade varit intresserade av att se insidan av huset, där en specificerade entrén.

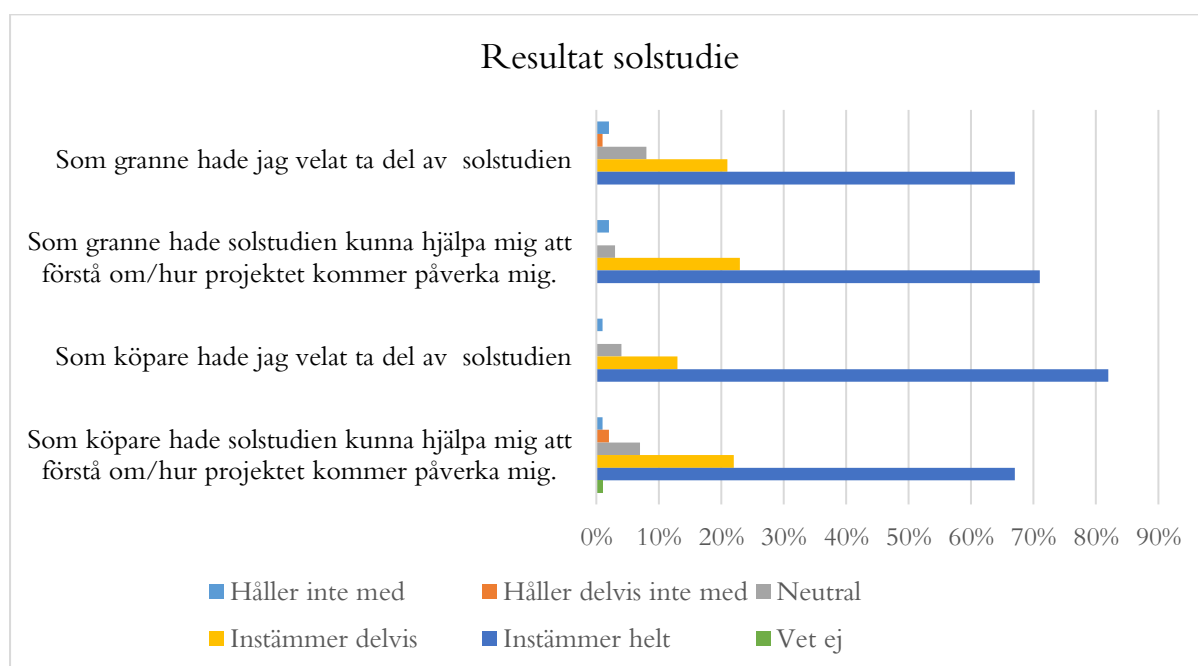
*”Samma som för stillbilda-renderingen: Oftast brukar den här sortens video vara väldigt tillrättalagd och visar någon sorts idealiserad bild av huset snarare än hur det ser ut en gråmulen novembermiddag efter några år av lätt eftersatt underhåll av fasaden.” – Enkätrespondent*

*”Får en mycket bättre förståelse om skalan med videon än vad jag fick av bilderna!” – Enkätrespondent*

*”Kul att kunna se olika vinklar av huset i en och samma video. Även se material och viktiga delar.” – Enkätrespondent*

#### 5.2.4. Enkät: Interaktiv solstudie

Av alla 131 respondenter var det 121 som svarade ”ja” på frågan om de öppnat länken till solstudien och därmed redovisas endast dessa 121 respondenters svar i denna del. Av dessa 121 respondenter var det 18 som svarade att de sett denna typ av solstudie förut. Av de 121 respondenterna var det fem som svarade att de inte hade ändrat på tiden, vyn eller månad. Av de resterande 116 svarade 100% att de testat ändra tid, 88% att de testat ändra vy och 82% testade ändra månad. Sammanställningen nedan är från de 116 som åtminstone valde att ändra på tid. Respondenterna fick ge ett betyg mellan 1–5 på hur det var att använda solstudien och gav det genomsnittliga betyget 4,7. I Graf 3 nedan redovisas de svaren på likertskalafrågorna gällande solstudien.



Graf 3 – 116 respondenter svar på likertskalafrågorna gällande den interaktiva solstudien. redovisat i procent.

Resultatet ur Graf 3 visade på att det fanns ett stort intresse bland respondenterna att ta del av solstudien både som potentiell köpare och som granne till det kommande projektet.

Totalt av alla 116 respondenter var det 89% som svarade att tillgången till solstudien hade gett dem ett ökat förtroende mot projektet. I frågan från kapitel 5.2.2 gällande betyget av perspektivbilder var det 20 personer som gav betyget två eller tre på perspektivbilder. 18 personer av dessa testade solstudien och av dem svarade 14 att de hade fått en ökad förtroende mot projektet med tillgång till solstudien.

### *Öppna frågor*

I slutet av delen om solstudien fanns en frivillig öppen fråga där respondenterna kunde lämna ett eget svar gällande videon. Totalt svarade 22 av 116 på den öppna frågan. Texten nedan är en sammanfattning på de gemensamma drag som fanns bland de svaren.

Respondenterna hade en övervägande positiv inställning till solstudien. Inga öppna svar diskuterade solstudien gällande missvisning eller försköning. En övervägande del av svaren hade en positiv inställning till solstudien och endast en respondent beskrev svårigheter med att navigera programmet. De hade även en positiv inställning till att solstudien kunde visa både positiva och negativa aspekter om projektet. De tyckte att solstudien passar bra både till närboende samt till eventuella köpare av lägenhet.

Önskemål till solstudien var att visa mer av den omkringliggande bebyggelsen. En respondent beskrev att de blivit förvirrade då det blev helt mörkt på natten och menade på att ljus från gatubelysning bör lysa på kvällen.

*”Jag gillade att det var en interaktiv solstudie. Man fick se hur skuggorna placerades runt den tänkta fastigheten samtidigt som man såg hur intilliggande fastigheter och lokalmiljön påverkades av fastigheten” – Enkätrespondent*

*”Väldigt bra att kunna se hur solen rör sig i förhållande till byggnaden. Hur den kommer påverka byggnader runt omkring. Om det kommer påverka mig om jag bor i närheten. Kommer den skugga något som jag inte vill? Även om jag är intresserad av att bo i huset. Kommer solen stråla rätt in i lägenheten hela dagen eller inte alls?” – Enkätrespondent*

*”Solstudien kan även visa negativt, beroende på preferenser. Oavsett hjälper den att förstå konsekvenser av byggnadens höjd för omgivande fastigheter.” – Enkätrespondent*

### *5.2.5. Enkät: Interaktiv 3D-modell*

Av alla 131 respondenter var det 122 som svarade att modellen laddade enligt bilden som visades i enkäten på modellen. Samtliga respondenter svarade att de kunde navigera fritt i modellen, men 19 av dem upplevde att det gick segt att navigera i modellen. 75% av samtliga respondenter tryckte på minst en informationscirkel. 24% av samtliga respondenter hade sett denna typ av 3D-modell tidigare, 69% hade inte sett det tidigare och 8% var osäkra.

Respondenterna fick ge ett betyg mellan ett till fem på hur det var att använda 3D-modellen.

Här kunde en större skillnad observeras mellan betyg mellan de som jobbade inom byggbranschen mot övriga respondenter. De som jobbade inom bygg gav medelbetyget 4,6 och de övriga gav betyget 4,0. Betyget får ingen större skillnad beroende på om modellen kördes från en dator eller en mobil enhet.

Av samtliga respondenter var det 75% som svarade att tillgången till 3D-modellen hade gett dem ett ökat förtroende mot projektet. I frågan från kapitel 5.2.2 gällande betyget av perspektivbilder var det 20 personer som gav betyget två eller tre på perspektivbilder. Av dessa svarade 14 att de hade fått en ökad förtroende mot projektet med tillgång till 3D-modellen.

### *Öppna frågor*

I slutet av delen om 3D-modellen fanns en frivillig öppen fråga där respondenterna kunde lämna ett eget svar gällande videon. Totalt svarade 18 av 131 på den öppna frågan. Texten nedan är en sammanfattning på de gemensamma drag som fanns bland de svaren.

Respondenternas inställning skiljer sig gällande 3D-modellen jämfört med svaren i tidigare öppna frågor. En övervägande del av de öppna svaren antydde frustration mot programmet om användaren hade det svårt att navigera 3D-miljön eller om programmet hade dålig prestanda. Svaren visar också på en tendens att 3D-modellen inte gav någon mer information än den som redan givits via videon och solstudien många respondenter verkar känna sig nöjda med den information som givits via de tidigare visualiseringarna. Två respondenter tyckte det var bara att det gick fritt att navigera modellen så de själva kunde titta närmre på det som de tyckte var viktigt.

*"Bra att kunna titta närmare på de detaljerna man tycker är viktiga." - Enkätrespondent*

*"Gör så att man inte kan "åka" under markplan. Mjukare och inte så känslig styrning när man navigerar i miljön." - Enkätrespondent*

*"Kraschade flera gånger, fick ladda om. Lyckades vrida en gång, men kraschade innan jag hann trycka på någon inforuta." - Enkätrespondent*

### *5.2.6. Enkät: Avslutning*

I slutet av enkäten fick respondenterna se två bilder av det färdiga huset och sedan ge ett betyg på hur väl de tyckte de visualiseringar de sett representerade det färdiga huset. De som jobbade inom bygg gav medelbetyget 4,5 av 5 och övriga gav betyget 4,2. Respondenterna fick även svara på en sista öppen fråga om det var något mer de ville tillägga, totalt svarade 25 av 131 på den sista öppna frågan.

Vissa respondenter tyckte visualiseringarna stämde väl överens med huset medan vissa tyckte huset var finare i verkligheten och vissa tyckte visualiseringarna var finare än det färdiga huset. Bland respondenterna verkar det finnas ett intresse av att ta del av denna typ av visualiseringar och det är många som inte har sett det tidigare.

*”Utöver den självklara väder och smutspåverkan ser huset ut som i visualiseringarna.” – Enkätrespondent*

*”Det enda är väl att de renderade bilderna ofta ser så förskönade ut jämfört med hur det ser ut när man väl bygger husen, men förstår att man vill måla upp en sådan attraktiv byggnad som möjligt med fina bakgrunder, mycket människor och vegetation, det ser helt enkelt väldigt idylliskt (när det egentligen inte ser lika grönt ut och ibland ser det rätt dött ut i verkligheten). Men de ger helt klart en större förståelse för byggprojektet, mycket bättre än bara svartvita fasad- och planritningar.” – Enkätrespondent*

*”Tycker definitivt att 3Dmodeller är något att eftersträva i byggprojekt! Tänker att det skulle öppna upp för bättre dialog med medborgare, speciellt med dom som inte är vana att titta på bygglovshandlingar. Enkelt sätt att ta till sig information på!” – Enkätrespondent*

### 5.3. Fokusgrupp – Arkitekter

Nedan presenteras en sammanställning av perspektiv tre i studien där en fokusgrupp på totalt fem personer med olika kompetens från ett arkitektkontor deltog. Fokusgruppen fick se en visualiseringsmetod åt gången där de sedan fick diskutera dessa. Texten redovisas med förkortningarna A1, A2, A3, osv. vilket refererar till person ett, person två och person tre osv. Frågeställningarna som togs upp under intervjun hittas i Bilaga 4.

#### 5.3.1. Fokusgrupp: Stillbilsrenderingar

Deltagarna var eniga om att det har blivit allt mer aktuellt att visualisera kommande byggnadsprojekt med hjälp av renderade perspektivbilder. Vanligast är att de får en beställning av kunden att ta fram renderade bilder, men det förekommer även att de tar eget initiativ att ta fram renderingar. Renderingar är ett sätt att synas mer utåt för arkitektkontoret då det inte alltid är säkert att arkitektkontoret är med i hela processen av ett projekt.

*”Det känns som att utifrån diskussionen utifrån den senaste tiden har det blivit mer aktuellt utifrån att inte bara sälja till vår kund utan också för att sälja vårt varumärke.” – A2*

De beskrev även att det har blivit allt mer vanligt att skicka med enklare 3D-vyer till inlämningen av bygglov, men att de medför en risk att skicka med då dessa enkla 3D-vyer kan hamna i tidningar eller liknande. A3 menade på att det måste finnas en ”lägsta nivå” av bilderna för att enklare bilder inte ska hamna i tidningar och liknande. Då dessa kan få kontoret att framstå som oprofessionellt om dessa enklare bilder kommer ut i massmedia. A5 menade att det därför är viktigt att vara försiktigt med de 3D-bilder man väljer att ge ut, även om det bara är en bild till bygglovet.

Deltagarna diskuterade även problematiken kring dessa bilder som ibland dyker upp i media, det vill säga att de ibland upplevs som missvisande eller förskönande. De var eniga om att detta

är ett problem men att själva problemet kan uppstå av en rad olika orsaker. Många av problemen beror på att bilderna tas fram i ett tidigt skede av processen då alla beslut inte är färdigställda vilket kan medföra att exempelvis material kan komma att ändras. Orealistisk placering av solen i renderingen kan även ibland vara orsaken till att bilderna blir missvisande då en solplacering väljs för att få en behaglig bild men som då visar ett solläge som platsen inte kommer ha. A1 beskrev även att skillnaden mellan bild och färdigt resultat kan bero på att arkitekten vill sälja in ett koncept för platsen och då man vill visa projektet från sina bästa sidor kan resultatet ibland upplevas som förskönande. A3 belyste även ett möjligt problem då renderingarna blir så verklighetstroga kan det skapa förvirring från allmänheten som då kan ha svårt att urskilja vad som är verklighet och inte.

*”Jag kan hålla med om att vi ofta hamnar i att det vi väljer är förskönande bilder. Det är ofta fint väder, det är ofta lite kvällssol och det är mysigt och fint, men ibland tar vi även fram andra väder som i ett projekt nyligen så gjorde vi bilden i snöstorm för att visa på hur det också kan se ut. Våga ha en regnig bild med någon med ett paraply för det är ju även så det kommer att vara ibland” – A1*

A5 trodde även att orsaken till att personer känner sig missnöjda av renderingarna gentemot det färdiga resultatet beror på att bilderna skapar vissa förväntningar av platsen.

*”Jag tror att det är att bilderna skapar vissa förväntningar. Bilderna visar en mycket fin vinterdag och det ser mysigt ut på något sätt, fräscht. I verkligheten är det inte så fräscht, snön är skitigare allt ser inte lika ut och då är det mer förväntningar mot verkligheten” – A5*

Deltagarna fick även diskutera vilken information de ansåg vara viktig om ett hypotetiskt byggnadsprojekt skulle byggas nära där de bor. Där framkom det att mycket fokus låg vid hur projektet skulle påverka dem och deras närmiljö. Exempelvis hur deras solläge eller utsikt skulle påverkas. De tyckte även byggnadens estetik var en viktig del.

### 5.3.2. Fokusgrupp: Animerad video

Deltagarna hade fått videon skickad till sig innan mötet, men de fick även se den igen under mötet för att sedan fick de diskutera videon utifrån ett antal förbestämda frågor.

Gruppen ansåg att videon var ett bra sätt att kommunicera hur huset kommer att se ut. Exakt vem videon var riktad mot diskuterades och om det är mot arkitekternas beställare, till beställarens kunder eller allmänheten var inte helt klart. Gruppen var dock eniga om att videon hade passat bra till ett säljande syfte och för att skapa intresse för projektet. De tyckte att videon hade passat bra i till exempelvis en monter, i en lobby hos en beställare, på arkitektkontoret eller i ett säljande syfte på en hemsida om projektet där exempelvis lägenheter ska säljas. A3 belyste ett problem med denna typ av video att då videon blir så detaljerad kan det skapa problem då videon upplevs mer detaljerad än vad BIM-modellen faktiskt är. A3 funderade om det då finns en risk att folk kan känna sig lurade.

*”Ett problem jag ser med videon är att då det är så detaljerat blir det ett löfte? Så här kommer det att bli punkt slut. Exempelvis saknas stuprör och hängrännor. Då det blir så detaljerat finns det risk då?” – A3*

Deltagarna menade då på att videon lider av samma problem som den kritiken som renderade bilder ofta får. Skapas videon i ett tidigt skede finns det risk att ändringar i projektet kan göra att videon också känns missvisande. Dessa problem beror på när i byggprocessen videon är tagen och gruppen resonerade att dessa problem kan gå att lösa med att vara extra tydlig i videon att saker kan komma att ändras och att designen är ett pågående arbete och kan komma att ändras. Huruvida den omkringliggande bebyggelsen ska vara med eller inte i visualiseringen diskuterades av gruppen. Fördelarna med vitmodeller menade A1 att vitmodeller kan vara bra då de tar bort fokus på omgivningen och mer fokus kan läggas på det nya huset men med den nackdelen att man inte får en bra uppfattning om hur huset går ihop med befintlig bebyggelse.

### 5.3.3. Fokusgrupp: Interaktiv solstudie



Figur 21 – Solstudien för samma tidpunkt vid två olika årtider respektive två olika vyer

Deltagarna hade fått tillgång till solstudien innan mötet och fick även en kort genomgång under intervjun och sedan fick de diskutera solstudien utifrån ett antal frågor. Deltagarna hade en väldigt positiv till solstudien och gillade konceptet, ansåg att den var lättanvänd och gillade att den tydligt redovisade vilken årtid som visades, se Figur 21.

*”Det är super! Skulle jag köpa så hade jag absolut velat se den här.” – A1*

*”Det är verkligen tydligt hur det är påverkat av solen i olika årtider.” – A4*

Deltagarna ansåg att solstudien hade passat bra i projekt där ändringar i detaljplanen ska göras eller för platser som saknar detaljplan. Då många lägenheter idag säljs innan huset är

färdigbyggt ansåg de även att solstudien skulle vara ett bra hjälpmedel vid säljande av lägenheter. De ansåg dock att solstudien inte kändes relevant för bygglovsskedet, A1 menade att beställaren ofta inte vill lägga för mycket resurser under detta skede då projekt som håller sig inom detaljplan har liten chans att bli stoppade. A4 föreslog även att solstudien skulle kunna användas i designskedet av ett projekt för att visuellt visa olika förslag internt.

Deltagarna diskuterade även potentiella risker och fördelar med att ge ut denna typ av solstudie i byggprojekt. Vilka risker som är relevanta beror mycket på i vilket stadie man väljer att göra solstudien.

*"Man måste också väga in att det man visar är korrekt, man lovar ju någonting med det här. Vi tar ju ett ansvar för att det ska vara korrekt. Att någon får in sol på kvällen, men som sen berodde på fel inställningar eller ändringar av husets utformning och att solen inte alls tog sig till den lägenheten vid den tidpunkten." – A1*

Deltagarna ansåg att solstudien skulle kunna påverka projektet både positivt och negativt om den ges ut till exempelvis närboende. Projektet skulle bli mer transparent vilket kan ha olika effekter för projektet då både positiva samt negativa konsekvenser av projektet skulle synas mer. Att projektet kan ha negativa konsekvenser ansåg dock A1 att det är arkitekternas jobb att motverka och att därför ska de inte döljas utan att projektets positiva sidor självklart ska vara större än de negativa. A2 menade dock på att projekten inte alltid blir exakt så som arkitekten vill utan beställarens behov måste också tillfredsställas. A1 föreslog då att solstudien skulle även skulle kunna användas som argument mot beställaren.

Därför skulle det kunna tänkas att solstudien skulle kunna få negativa effekter för arkitektkontoret, fast kritiken kan då vara baserad på beslut som inte bestämdes av arkitekten. Genom att öka transparens mot projekt trodde dock A1 att exempelvis fastighetsägare skulle kunna få en ökad tillit från allmänheten för deras projekt då man visar både negativa och positiva sidor av projektet, trots att det även kan leda till negativa konsekvenser för projektet. Ur ett arkitektkontorsperspektiv menade A1 att det kan ha en positiv effekt då det kan skapa mer intresse för arkitekturen. Dock trodde A1 att om en sådan solstudie ska göras måste beställaren ge godkännande då det kommer påverka de också.

Denna solstudie blir därför lik resten av de diskuterade visualiseringarna. Beroende på när solstudien görs och till vem den är riktad mot blir konsekvenserna olika. Görs den i ett tidigt skede blir solstudien mer intressant för närboende och hur de kommer bli påverkade av projektet med större risk att den inte kommer stämma helt mot det färdiga projektet. Görs solstudien i ett senare skede är den mest intressant för köpare då det blir ett visuellt medium att visa hur solen rör sig över exempelvis balkonger, gård och fönster. Genom att ge ut mer typer av material sätter sig arkitektkontoren eller fastighetsägaren i en svårare sits om solstudien skiljer sig från verkligheten av någon anledning.



#### 5.3.4. Fokusgrupp: Interaktiv 3D-modell & 360-modell.

Innan mötet hade deltagarna fått 3D-modellen för att utforska själva. Under mötet fick de se 3D-modellen igen för att sedan diskutera denna typ av modell. Efter det fick de även se 360-modellen vilket de inte hade sett tidigare.

Gruppen diskuterade vilka konsekvenser denna 3D-modell hade kunnat ha om den gavs ut fritt till allmänheten.

*”Hur ska man tänka när man bjuder in alla? När man bjuder in alla att få tillgång till all typ av information, är det alltid bra?” – A2*

Då modellen visas i realtid sätter modellen ett högre krav på användarnas enheter vilket gjorde att modellen behövde simplificeras. A3 nämnde att denne inte förstod att man kunde vrida på modellen själv utan tryckte endast på informationscirkelarna som visades i modellen. A4 kunde inte visa modellen på sin mobila enhet då denna var för gammal. Problemet som arkitekterna såg i 3D-modellen var att då den blir enklare kan den upplevas som oprofessionell. Då alla har fri tillgång till modellen ansåg de att modellen kunde användas för att skapa motargument mot projektet genom att exempelvis välja ut den fulaste vinkeln från modellen. A3 menade på att det då finns risk att urklipp ur modellen kan hamna i tidningar vilket kan ha negativa konsekvenser för projektet eller arkitektkontoret.

*”I vissa vinklar görs sig inte huset bra helt enkelt. Jag hade aldrig velat visa en sån vy.” – A1*

Deltagarna fick sedan jämföra realtidsmodellen mot 360-graders modellen. Deltagarna ansåg att 360-modellen var ur deras perspektiv en bättre modell då den styr användaren mer samtidigt som den tillåter användaren till en viss grad att utforska själv.

*”Denna känns lite mer omhändertaget, det är samma sak som det vi pratade om med de här små bilderna som man ibland skickar med i ett bygglov och så hamnar de i tidningen och så kanske det inte är exakt så man vill visa sitt projekt. Om man då ska jämföra den här mot 3D-modellen så känns ju denna mer genomarbetad. Då den förra känns lite förenklad vill man visa det då?” – A2*

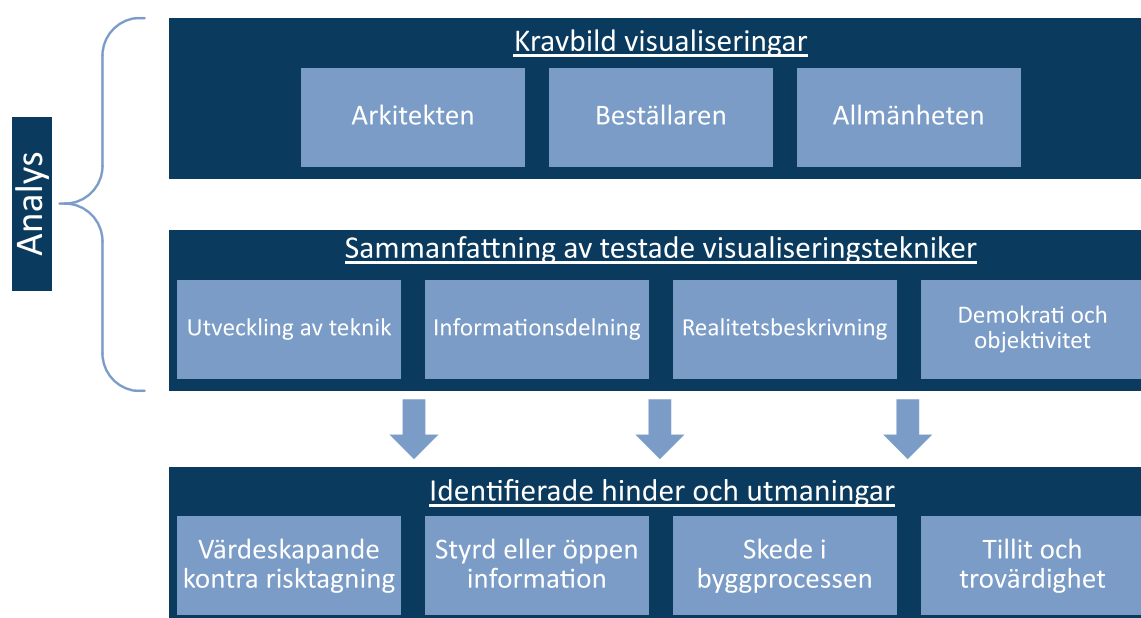
Exakt vilken information som ska visas kan vara olika beroende på vem målgruppen är. Vissa kanske inte bryr sig om fasadmaterialet utan bara är intresserade av om de kommer ha nära till en matvarubutik, hur långt det är till busstationen eller var parkeringsplatserna är placerade.

## 6. ANALYS

I det här kapitlet redovisas studiens analys som baseras på resultatet av insamlingarna av sekundär- och primärdata.

### 6.1. Analysmetod

Analysen nedan är en sammanfattning av de gemensamma drag som kunde återfinnas mellan de tre olika metoder som användes för empiriinsamling som redovisades under kapitel 5. Perspektivet *Arkitekten* baseras på fokusgruppen med de fem personerna från arkitektkontoret. Intervjuerna i förstudien var en blandning av personer från fastighetsbolag och byggbolag och kan ur framtagningen av visualiseringarna ses som *beställare* och redovisas i denna text under det gemensamma namnet. I analysen baseras perspektivet *allmänheten* på resultatet av enkätrespondenterna. En överblick över analysens upplägg redovisas i Figur 22.



Figur 22 - Analysens upplägg

### 6.2. Intressenters kravbild på visualiseringar

Nedan presenteras de kravbilder som kan ställas upp utifrån de olika perspektiven som studien berört. Genom att först klargöra hur de olika grupperna ser på användandet av visualiseringar kan sedan skillnaden mellan dessa analyseras med kravbilden som bas.

#### 6.2.1. *Arkitekt*

I fokusgruppen med arkitekterna framgick det hur visualiseringar används ur ett arkitektkontors perspektiv. Arkitekterna vill visa på goda arkitektoniska gestaltningskunskaper vid utformning av sina byggnader. I denna process blir visualiseringarna mycket viktiga då det är genom dessa som arkitektkontoret får visa sina projekt för allmänheten samt för andra aktörer inom byggbranschen. Arkitekterna vill visa sitt varumärke genom sina projekt och de vill även sälja in den vision som de ser för byggnaden och dess omgivning.

### 6.2.2. Beställare

Beställarna använder sig av visualiseringen på liknande sätt som arkitekten fast här presenteras de direkt mot projektets eventuella köpare och andra personer som påverkas av projektet. Från intervjuerna framgick det att kommunikation med allmänheten i tidiga skeden oftast inte är prioriterat och standard brukar vara att visa dessa i samband med bygglov. Beställarens största krav är att representera huset på ett korrekt sätt samt att visualiseringen ska vara kostnads- och tidseffektiv att framställa.

### 6.2.3. Allmänheten

Allmänheten använder sig av visualiseringarna för att få information om kommande byggprojekt och de bör därför ses som en typ av informationsdelning. Enligt Downes och Lange (2015) bör arkitektoniska visualiseringar ses som en typ av informationsdelning och bör därför ej visa missvisande information. Mycket av svaren i enkätstudien visade på att det är just på detta sätt som respondenterna använde sig av visualiseringarna. Från enkätstudien framgick det att respondenterna ofta upplever att det förekommer skillnader mellan visualisering och det färdiga projektet. Detta mönster visades även av Downes och Lange (2015) som identifierade liknande skillnader.

## 6.3. Sammanfattning av testade visualiseringstekniker

### 6.3.1. Utveckling av teknik

Utvecklingen av visualiseringsmodellen visade potential för hur dessa typer av visualiseringar kan tas fram på ett tids- och kostnadseffektivt sätt där flera typer av visualiseringar kan exporteras ur samma modell.

Utvecklingen av denna typ av modell kräver mer arbete än i de fall då enbart stillbilda-renderingar tas fram för ett projekt. Då alla sidor av huset kan komma att bli undersökta av användaren måste kvalitén av modellen vara hög runt hela byggnaden vilket medför ett större jobb vid framtagningen av renderingsmodellen. I Tabell 16 nedan redovisas de möjligheter samt utmaningar som har observerats gällande utvecklingen av de olika visualiseringsteknikerna.

Tabell 16 – Observerade fördelar och nackdelar med de utvecklade teknikerna.

| Utveckling av teknik   |                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stillbilda-renderingar | + Fotorealistiskt resultat kan uppnås<br>+ Billigast att framställa<br>- Begränsad till förbestämda vyer                                                                                                                               |
| Animerad video         | + Fotorealistiskt resultat kan uppnås<br>+ En mer levande visualisering av projektet<br>+ Inget kompetenskrav<br>- Långa renderingstider om fotorealistiskt resultat eftersträvas<br>- Kräver mer arbete och kunskap av visualiseraren |

|                      |                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Interaktiv solstudie | + Fotorealistiskt resultat kan uppnås<br>+ Ger möjlighet till viss grad av egen utforskning<br>+ Låga krav på användarens hårdvara<br>- Oklarheter kring simuleringens exakthet                                       |
| Interaktiv 3D-modell | + Möjlighet till helt fri utforskning<br>- Högst krav på användarens kompetens att använda programmet<br>- Höga krav på användarens hårdvara<br>- Svårt att uppnå fotorealistiskt resultat då modellen körs i realtid |

### 6.3.2. Informationsdelning via visualiseringar

Både arkitekterna och beställarna diskuterade hur informationsdelning mot allmänheten ej är prioriterad i tidigare skeden av byggnadsprojekten, i de fall då det tänkta projektet håller sig inom detaljplanen för området. Detta visar sig även i enkätrespondenternas svar på frågan hur lättillgänglig de ansåg att information om kommande byggnadsprojekt var där frågan fick 2,8 av 5 i betyg, vilket var det lägsta betyget i hela enkätundersökningen.

Alla testade visualiseringar delar på något sätt information till mottagaren, men en tydlig skillnad kan observeras i den detaljnivå som de olika teknikerna uppnår på informationen, se Tabell 17. Det verkar finnas en gräns där generell förståelse övergår till detaljerad förståelse. Exakt när det här sker är svårdefinierat, men det liknar resultatet som Andersson och Magnusson (2016) fick i deras studie där de klassar VE och VR som detaljerad förståelse.

Tabell 17 – Typen av information som delas via de olika testade visualiseringarna

| Informationsnivå       |                                                                                                                 |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stillbilda-renderingar | Informationen som mottagaren tar del av ger en <b>ytlig</b> förståelse till byggnaden och dess sammanhang.      |
| Animerad video         | Informationen som mottagaren tar del av ger en <b>bättre</b> förståelse till byggnaden och dess sammanhang.     |
| Interaktiv solstudie   | Informationen som mottagaren tar del av ger en <b>detaljerad</b> förståelse till byggnaden och dess sammanhang. |
| Interaktiv 3D-modell   | Informationen som mottagaren tar del av ger en <b>detaljerad</b> förståelse till byggnaden och dess sammanhang. |

Från intervjuerna i förstudien framgick det att stillbilda-renderingar är den vanligaste typen av visualiseringar som används riktat mot allmänheten för att visuellt dela information om det kommande projektet. Stillbilda-renderingar fungerar som ett visuellt medium för beställaren och arkitekten att visa sina projekt och skapa intresse. Denna typ av bilder tas oftast fram i ett bygglovsskede av ett projekt och är ofta första gången som allmänheten får ta del av visuell information om projektet. Bildernas syfte är inte att föra en dialog med mottagaren utan för att informera denna. Under intervjuerna med beställarna framgick det att delning av denna typ av

information i ett tidigare stadié än bygglov ansågs som riskfyllt. Enkätrespondenterna var särskilt intresserade av att ta del av bilderna i de fall då de själva kunde bli påverkade av projektet.

Animerad video gav beställaren/arkitekten möjlighet att fokusera tittaren på viktiga detaljer av byggnaden. Genom videon kunde mer information förmedlas under relativt kort tid vilket gav tittaren en mer djupgående förståelse för huset och dess omgivning. Videon var uppskattad av många enkätrespondenter vilka tyckte att det var intressant att få ta del av mer detaljerad information om huset.

Solstudien gav enkätrespondenterna en bättre förståelse för projektets inverkan på närområdet. Respondenterna kunde även få en förbättrad förståelse för hur olika lägen av huset var utsatt för solljus. Genom solstudien kunde en majoritet av respondenterna ta del av samma typ av information oavsett deras kompetensnivå. Även arkitekterna tyckte att solstudien gav mycket relevant information vilket de sa hade varit intressant att få ta del av från projekt.

3D-modellen ger liknande information som solstudien, men utan fokus på hur solen påverkar huset. Många enkätrespondenter verkar ha känt sig nöjda efter solstudien och tycker inte att 3D-modellen bidrog med någon ny viktig information. Några enkätrespondenter tyckte dock att 3D-modellen var bra då den gav dem möjlighet att själva välja att titta närmre på det som just de tyckte var viktigt.

### 6.3.3. *Realitetsbeskrivande*

Helt digitala visualiseringar möter utmaningen med att de ska ge en inblick i hur verkligheten kommer se ut innan det är byggt. I studien kunde ett antal områden identifieras som borde beaktas i framtagningen av visualiseringar. I studien framgick det att vissa av dessa områden inte prioriteras på samma sätt mellan de olika grupperna, se Tabell 18.

*Tabell 18 – Observerade skillnader mellan de olika grupperna.*

| Realitetsbeskrivning       |                  |                  |             |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------|
|                            | Arkitekten       | Beställaren      | Allmänheten |
| Realism                    | Viktigt          | Viktigt          | Viktigt     |
| Material                   | Viktigt          | Viktigt          | Viktigt     |
| Omkringliggande bebyggelse | Inte prioriterat | Inte prioriterat | Viktigt     |

#### *Realism*

Att representera huset realistiskt ansåg arkitekterna, beställarna och allmänheten vara mycket viktigt. Stillbilsrenderingarna, den animerade videon och solstudien ansågs av arkitekterna uppnå en bra nivå på realism, men arkitekterna ansåg att 3D-modellen inte uppnådde den detaljnivå som de ansåg vara hög nog för att representera deras projekt. Allmänheten ansåg att det är viktigt att huset representeras så som det kommer se ut då det är genom visualiseringen som de skapar sig en visuell bild av byggnaden. Beställaren ansåg att det var viktigt för att minimera risken för missförstånd från olika intressenter. Personer, trafik, väder och tid är alla

exempel på saker som ökar realismen av visualiseringen och ger information till mottagaren hur platsen kommer användas och upplevas. Det är dock mycket viktigt att detta sker på ett korrekt sätt för att inte ge en missvisande bild av platsen (Downes & Lange, 2015).

### *Material*

I förstudien framgick det av två intervjuade beställare att missförstånd uppstått mellan allmänheten och projektet då material i en visualisering av olika anledningar skiljde sig från verkligheten. Material är därför viktigt att de representeras på ett pedagogiskt sätt. Även om visualiseringens görs med realistisk ljussättning finns risken att material kan missuppfattas. I förstudien gavs ett exempel där ett material sett vitt ut på grund av direkt solljus men som egentligen var grå. För allmänheten är det därför inte viktigast att materialen visas på ett helt realistiskt sätt utan det viktiga är att förmedla hur huset faktiskt kommer se ut största delen av tiden.

### *Omkringliggande bebyggelse*

Att få med omgivningen i visualiseringen ansågs av många respondenter vara viktigt för att få se hur huset passar in i sin omgivning och var en återkommande punkt som togs upp i enkäten. Dock finns det svårigheter med hur detta ska utföras i praktiken. Ur arkitekternas perspektiv framgick det att för dem läggs det nya huset i störst fokus och därför prioriteras ofta omkringliggande bebyggelse bort i visualiseringen. De var dock medvetna om att man då tappar husets relation till sin omgivning. Ur beställarens perspektiv väljs det bort av liknande skäl, men då ligger fokus mest på kostnaden och tidsaspekten för att framställa en visualisering med omkringliggande bebyggelse.

Kompetensskillnader bidrar även till att visualiseringarna tolkas på ett annat sätt mellan de olika grupperna. Bates-Brkljac (2009) visade att arkitekter är bättre än andra grupper på att förstå även det som inte direkt kommuniceras då de är vana vid de visuella metoder som används. I den här studien kan ett liknande mönster ses då arkitekterna inte upplevde exkluderingen av omkringliggande bebyggelsen som något större problem vilket kan tänkas bero på att de har lättare att förstå helheten. Däremot upplevde enkätrespondenterna det som ett större problem vilket kan bero på att de har svårare att göra den kopplingen mot verkligheten.

### *6.3.4. Demokrati och objektivitet*

Respondenterna var positiva till att solstudien kunde visa på både positiva och negativa konsekvenser av husets placering i sin omgivning. Mer än hälften av alla respondenter som haft en mer negativ inställning mot stillbilda-renderingar tyckte att solstudien och 3D-modellen gav dem en ökad förtroende mot projektet. Respondenterna verkade uppleva de mer öppna typerna av visualiseringar som mer transparenta och hade en positiv inställning till att de kunde visa både negativa och positiva sidor av en byggnad. Arkitekterna diskuterade även detta och ansåg att det fanns risker med mer öppen delning av information att det framtagna materialet skulle kunna användas som motargument mot projektet.

Tabell 19 – Hur de olika visualiseringsteknikerna upplevs av mottagaren.

| Objektivitet           |                                                                        |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Stillbilda-renderingar | <b>Styrd</b> information ur mottagarens perspektiv                     |
| Animerad video         | <b>Styrd</b> information ur mottagarens perspektiv                     |
| Interaktiv solstudie   | Upplevs som en mer <b>öppen delning</b> av information från mottagaren |
| Interaktiv 3D-modell   | <b>Öppen delning</b> av information från mottagaren                    |

Gemensamt för alla fyra typer av visualiseringar är att arkitekten/beställaren besitter all kontroll över vad de väljer att inkludera i visualiseringarna, det som skiljer dem åt är hur mottagaren får ta del av informationen samt detaljnivån på den information som de får ta del av. Ur mottagarens perspektiv upplevs bild och video som mer styrd information vilket kan påverka tilliten mot det som visas. Mottagaren har svårt att bedöma hur riktad informationen som visas är, oavsett om informationen är riktad eller inte då mottagaren inte själv har någon kontroll över det den får ta del av. Då mottagaren själv får ta kontrollen kan de själva lägga fokus på det som de tycker är viktigt. Från enkätstudien framgick det att det finns en variation i vad personer ansåg viktigt vilket kan vara svårt att fånga upp i en mer styrd visualisering.

Enligt Szentes och Eriksson (2014) står byggsektorn idag inför ett ökat krav på öppenhet och dialog med berörda intressenter. Den information som visas i visualiseringarna kommer från de bygglovsritningar som alla kan ta del av. Visualiseringarna möjliggör att alla kan ta del av samma information på ett tillgängligt sätt oavsett kompetensnivå. Exempelvis skulle en person med rätt kompetens kunna få ut liknande information som solstudien visar enbart med bygglovsritningarna. Kompetenskillnaden mellan grupperna skapar en barriär mellan de som besitter rätt kompetens mot de som inte har det vilket gör att information som tekniskt sett går att ta del av blir svåråtkomlig. Frågan blir då ur en demokratisk synvinkel om detta är rättvist.

#### 6.4. Identifierade hinder och utmaningar

Från analysen av empiriinsamlingen kunde ett antal hinder och utmaningar identifieras gällande de testade teknikerna.

##### 6.4.1. Värdeskapande kontra risktagning

Vid framtagandet av detta material skapas en obalans över vilka som står för riskerna och vilka som gynnas av att materialet tas fram. Den problematik som uppstår är bland annat att det är beställaren/arkitekten som måste stå för hela kostnaden samt risken medförd med att skapa en mer öppen delning av information. I de fall då projekt ändras eller att visualiseringarna inte stämmer överens med verkligheten kan det även uppstå ekonomiska risker för arkitekten eller beställaren.

Ur allmänhetens perspektiv gynnas de av att detta material tas fram då de inte måste ta del av några risker som förknippas med att detta material tas fram. Allmänheten i stort behöver inte heller stå för någon kostnad.

Utmaningen blir att ur arkitektens eller beställarens perspektiv skapa ett värde som är större än de observerade riskerna med tekniken. Hur visualiseringarna skapar värde för projektet och hur de ska användas måste tydliggöras.

#### 6.4.2. *Styrd eller öppen information*

Under fokusgruppen med arkitekterna uppkom diskussionen gällande styrd kontra öppen delning av information gällande byggprojekt. Med styrd information menade arkitekterna den typ av information där mottagaren är styrd mot en viss typ av information. Med öppen information menade de information som inte styr det mottagaren får se, exempelvis en viss vy av en byggnad i en bild mot att själv kunna välja vy i en 3D-modell. Styrd kontra öppen information skulle därför kunna jämföras med låg respektive hög grad av transparens av ett projekt. Enligt Downes och Lange (2015) är transparens grunden i en ärlig informationsdelning mot allmänheten eller andra intressenter.

Chen (2004) menar att ett av de svåraste problemen arkitekter står inför är hur kommunikation ska ske mot mottagaren utan att missförstånd skapas. Risken som uppstår vid missförstånd eller ineffektiv kommunikation är att de berörda intressenterna kan få en överraskande reaktion mot projektet (Hansson et al., 2015). Även om perspektivbildernas avsikt inte var att visa missvisande information kan de upplevas på det sättet då de styr mottagaren mot en viss typ av information och lämnar ute annat. Tidigare forskning av Bates-Brkljac (2009) visade att de som saknar rätt kompetens har svårare att dra slutsatser om det som inte kommuniceras, vilket skulle kunna vara en av orsakerna att transparensen upplevs som sämre för de styrande visualiseringarna då det blir svårare för mottagaren att skapa sig en helhetsbild av projektet. Forskning av Wanarat och Nuanwan (2013) visade på att genom användningen av 3D-modeller kan en ökad förståelse skapas hos mottagaren vilket ger dem en bättre förståelse för projektet vilket i sin tur leder till en ökad transparens.

Ställer man upp en skala som går mellan styrd och öppen delning av information finner man perspektivbilder som den mest styrande typen av visualisering med lägst transparens och interaktiv 3D-modell som den mest öppna typen med högst transparens, se Figur 23.





Figur 23 – Fokusgruppen syn på styrd och öppen information i relation till beskrivningen av transparens (Downes & Lange, 2015; Wanarat & Nuanwan, 2013).

Informationen som visas i visualiseringarna bild och video är en typ av styrd information där fastighetsägaren/arkitekten kan välja vad som ska visas och vad som inte ska visas. Detta blir problematiskt om man tittar på hur allmänheten faktiskt använder sig av bilderna och videon. Längst ner på Arnsteins (1969) delaktighetsstege finns manipulation, vilket beskrivs som att påverka medborgares uppfattningar eller vända uppmärksamheten bort från grundproblemen. En arkitekt vill naturligt välja ut de bästa och mest säljande bilderna av huset, men när övergår information till manipulation?

Ur arkitekternas perspektiv blir en helt öppen delning av en interaktiv 3D-modell svår att motivera då de ansåg att denna metod innehöll för många risker. Liknande kan tänkas gälla för beställaren. Enkätrespondenterna visade på en positiv inställning mot de visualiseringar som gav dem mer frihet och öppen delning av information.

Utmaningen blir att hitta den balans mellan styrd och öppen information där alla intressenter kan känna sig nöjda och att fördelarna för alla intressenter blir större än de upplevda riskerna.

#### 6.4.3. Skede i byggprocessen



Figur 24 – Detaljnivå på visualiseringarna som matchar den del i processen som projektet befinner sig.

Under fokusgruppen med arkitekterna framgick det tydligt vikten i att den information som visas stämmer överens med var i byggprocessen projektet befinner sig. Även i intervjuerna med byggaktörer framgick det att detaljer i byggnaden som exempelvis plåtar och hänggrännor anses som viktiga vid kommunikation mot allmänheten. I likhet med tidigare forskning visar den här studien på att det är ytterst viktigt att detaljnivån av den framtagna visualiseringar inte

överskrider den detaljnivå som projektet har genom olika delar av byggprocessen (Lange, 2005, se Downes & Lange, 2015; Saade, 2018).

Den interaktiva solstudien som togs fram i studien visade sig kunna ge bra information både till närboende samt eventuella boende i projektet. Byggprojekt kan bli utsatta för ändringar under projektets gång och därför blir det problematiskt att ge ut detaljerad information tidigt i projekt. Det här var något som fokusgruppen diskuterade då de såg det som en risk med solstudien.

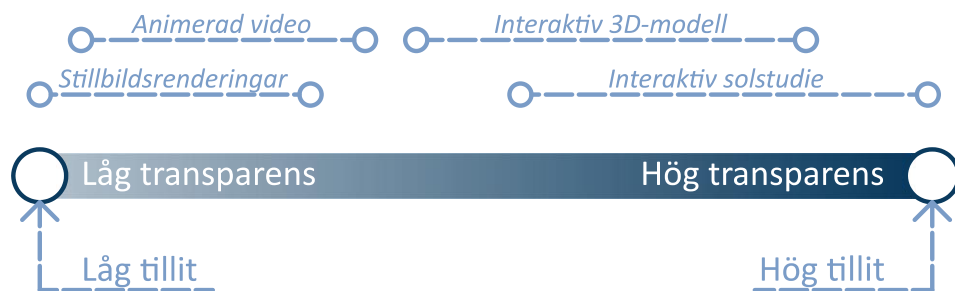
Då solstudien är en simulering av verkligheten finns en risk att den inte stämmer helt överens med verkligheten. Därför kan det bli aktuellt att solstudien fokuseras mot den grupp som är mest relevant för det skede som projektet befinner sig i. Skapas solstudien i samband med bygglov borde fokus ligga på hur omkringliggande fastigheter blir påverkade av den nya byggnaden. Görs solstudien i ett senare skede i byggprocessen blir fokuset istället mot eventuella boende till projektet.

Kopplat mot Burkhardts (2004) fyra punkter för en lyckad informationsdelning ska detaljnivån vara kopplad mot den information som ska förmedlas, exempelvis om det är en helhetsbild som ska förmedlas eller om det är detaljer. En förenklad solstudie i bygglovsskedet medför att informationen kan begränsas till det som är relevant i tidiga skeden och genom att inte visa fönstersättning eller materialval minskar solstudiens relevans mot eventuella köpare men bibehåller den information som är relevant för närboende, exempel på hur det här kan se ut visas i Figur 24.

Utmaningen blir att hitta den nivå av visualiseringar som matchar den del i processen som projektet befinner sig i och samtidigt ger mottagaren relevant information.

#### 6.4.4. *Tillit och trovärdighet*

Ur empirin framgick det att tillit och trovärdighet även blev centrala begrepp för studien. Dessa går att koppla mot en välfungerad kommunikation av projektet mot berörda intressenter. Eriksson och Lannér (2017) menade på att utan kommunikation skapas risken för att det bildas osäkerheter kring projektet från berörda intressenter vilken kan leda till en ökad rädsla mot projektet. Resultatet på studien tyder på att de visualiseringar som upplevs eller ger mer transparent information av ett projekt leder till en ökad tilliten mot projektet. De visualiseringsmetoder som underlättar informationsdelningen och där risken för missförstånd minskas kan därför tänkas leda till en ökad tillit mot projektet.



Figur 25 – Enkätrespondenternas syn på tillit i relation till en välfungerande kommunikation (Eriksson & Lannér, 2017).

Tilliten mot bilderna och videon var relativt låg från enkätrespondenterna, vilket även framgick av de öppna svaren där många menade på att bilderna/videon ofta var förskönande eller missvisande. Detta går bra ihop med de problem som både arkitekterna och beställarna diskuterade om att ta fram visualiseringar i tidiga skeden av projekt samt med tidigare forskning utförd av Downes och Lange (2015) som visade på att det ofta förekommer skillnader mellan visualisering och färdigt projekt.

Skillnader mellan visualiseringar och färdiga projekt kan påverka tilliten mot projekt då skillnader ses som att man inte byggt det man lovat. Vad skillnaderna beror på kan variera, vissa ändringar kan ligga utanför arkitekternas och beställarnas makt men det kan också vara aktiva val som gör att ändringar uppstår. P3 påpekade i intervjun att det är byggherrens jobb att se till att de håller vad de lovat i bygglovets och bygger den byggnaden som de sagt att de ska bygga, därför ansåg P3 att det är byggherrens ansvar att skillnader inte uppstår mellan visualiseringen och det färdiga huset.

Utmaningen blir att hitta vägar mot att öka tilliten, men också att göra det på ett sådant sätt så att samtliga intressenter blir nöjda med hur det genomförs samt hur ändringar i projekt ska kommuniceras.

## 7. DISKUSSION & SLUTSATS

*I det här kapitlet diskuteras studiens resultat och metod. Vidare besvaras studiens tre forskningsfrågor och förslag på framtida studier presenteras.*

### 7.1. Resultatdiskussion

Studiens teoretiska bidrag är att visa på den komplexitet som berör arkitektoniska visualiseringar när de används i informationssyfte. Studien har berört utvecklingen av teknik, användandet av dem samt attityder mot visualiseringarna från olika intressenter i byggbranschen. Studien har utmanat den roll som arkitektoniska visualiseringar har i kommunikation mot allmänheten. Trots att studien har utgått från bygglovsskedet av ett projekt visar resultatet att det finns stor potential i hur visualiseringar kan användas i många olika skeden av ett byggprojekt. Genom att även lägga stor vikt i identifierade hinder och utmaningar bidrar studien med att tydliggöra de problemområden som måste studeras för att tekniken ska kunna fortsätta utvecklas.

Ett intressant område som upptäcktes i studien var kopplingen mot SKL:s delaktighetstrappa och Arnsteins delaktighetsstege. Enligt Szentes och Eriksson (2014) står byggsektorn idag inför ett ökat krav på öppenhet och dialog med berörda intressenter. En byggnad kommer naturligt att både ha fördelar och nackdelar mot olika intressenter. Det kan argumenteras för att om byggnadsprojekt ska bli av ska fördelarna vara större än nackdelarna och därför borde en ökad öppenhet mot allmänheten inte ses som något problem.

De visualiseringar som idag tas fram och som läggs ut fritt på internet faller oftast under SKL:s delaktighetstrappa på trappsteget *information* vilket Castell (2013) beskriver som en typ av envägskommunikation där man inte tar hänsyn till medborgarnas åsikter. Ur beställarens perspektiv är meningen med visualiseringarna idag inte att konsultera eller föra en dialog med allmänheten vilket gör att de mer öppna typerna av visualiseringar blir svåra att argumentera för.

För att förstå vad tekniken kan bidra med måste man se på de högre stegen på SKL:s delaktighetstrappa. Till skillnad från Arnsteins modell är målet med SKL:s modell inte att nå trappans topp, utan fokus ligger idag enligt Castell (2013) på mittendelen av trappan vid det tredje trappsteget *dialog*. Till trappsteget *dialog* blir de mer öppna typerna av visualiseringar mer attraktiva genom exempelvis solstudien där alla kan ta del av samma information på ett tillgängligt sätt oavsett kompetensnivå vilket möjliggör att en bättre dialog kan föras mellan olika partner när alla förstår den påverkan som huset kommer ha.

Användandet av öppna typer av visualiseringar behöver dock inte vara låst endast till dialogsammanhang, utan de spelar även en roll till de lägre trappstegen som *information*. Genom en interaktiv solstudie skulle ett byggnadsprojekt kunna visa för närboende hur de kommer bli påverkade av den nya byggnaden vilket skulle kunna leda till att tilliten mot projektet ökas. Enligt Eriksson och Lannér (2017) är bristande information ofta anledningen att det skapas onödig rädsla och osäkerhet mot byggprojekt.

Utvecklingsmässigt visade studien att det finns ett intresse bland intresserade personer att ta del av mer interaktiva visualiseringstekniker. En större andel respondenter hade problem med 3D-modellen som var den tekniken med störst krav på användarens egen hårdvara. Vid användningen av dessa mer krävande teknikerna finns risken att användaren blir frustrerad om de har problem att använda tekniken vilket kan tänkas göra att de får en negativ inställning mot projektet.

Ett utvecklingsområde som kan tänkas underlätta hur visualiseringar tas fram är användningen av digitala tvillingar. En studie av Dembski et al. (2020) visade att digitala tvillingar har stor potential att underlätta för stadsplanerare, stadsdesigners och allmänheten att underlätta delningen av information vid deltagande och samarbetsprocesser. I de fall det saknas digital tvilling har fotogrammetri stor potential att underlätta visualiseringsarbetet. Runebjörk (2019) visade att fotogrammetri med drönare hade stor potential använt i gestaltningsskedet, liknande teknik kan därför tänka sig vara användbart även mot externa intressenter. Shashi och Jain (2007) visade även att denna typ av modell baserad på fotogrammetri ger en mycket skalenlig modell vilket gör den mycket passande för att se huset relation till sin omgivning.

## 7.2. Metoddiskussion

Utvecklingen av visualiseringstekniken anses ha haft hög reliabilitet då studien tydligt redovisar de metoder och analysverktyg som använts under studiens gång. De visualiseringsteknikerna som testades skiljde sig åt mellan interaktionsgrad, hårdvarukrav och detaljnivån på informationen. Visualiseringsteknikerna som togs fram i studien möjliggjorde för ett verklighetstroget scenario i hur visualiseringar används idag av arkitektkontor och byggaktörer. Genom att uppnå en detaljerad och realistisk representation av huset skapades möjligheten till fler diskussionsmöjligheter än om endast visualiseringar av enklare detaljnivå använts. Dock påverkar det här reliabiliteten negativt då det sätter större ett ökat krav på forskarens kunskap om tekniken.

För att kunna besvara de forskningsfrågor som tagits fram behövdes ett antal olika grupper intervjuas för att få empiri från olika perspektiv på det undersökta ämnet. Genom att ta in flera olika perspektiv på det undersökta ämnet anses det att studien har uppnått en hög validitet då dessa perspektiv sedan kunde ställas emot varandra. Då flera insamlingsmetoder av primärdata användes blev arbetet med datainsamlingen ett omfattande arbete. Till de olika insamlingarna togs beslutet att använda olika typer av insamlingsmetoder efter vad som ansågs ge det resultat som eftersträvades. Detta beslut var både till studiens fördel och nackdel. Likt det Alvehus (2013) skriver om svårigheterna att fastställa studieobjektet vid användning av flera metoder samtidigt blev den här studien utsatt för liknande svårigheter. Dock blev det även till studiens fördel då studien har kunnat visa på den komplexitet som problemformuleringen berört vilket ses som validitetstärkande för studien.

Då den tekniska utvecklingsdelen av studien inte är det som är i fokus kunde mindre tid ha lagts på utvecklingen av de visualiseringar som tagits fram i studien. Dock kan det även här

diskuteras huruvida visualiseringarnas kvalitet bidrog till att en djupare analys av de identifierade problemen kunde uppnås.

För att öka objektiviteten i studien har inte någon av personerna som deltog i förstudien eller fokusgruppen haft någon inverkan på utvecklingen av de testade visualiseringsteknikerna utan det är första gången som personerna fått se tekniken då de deltar i studien. Gällande enkätstudien går kvalitén inte att bedöma på liknande vis då enkätrespondenterna rekryterades genom självrekrytering. Risken finns då att personer som troligen har känt skribenten sedan innan även svarat på enkäten vilket kan leda till mer riktade svar. Effekten som detta har på resultatet minskas dock något tack vare det höga antalet svar som enkäten fick.

Förstudien i form av intervjuer bestod av tre intervjuer där personer från två fastighetsbolag samt ett byggbolag intervjuades. Tre intervjuer är ett litet urval för att göra några generaliseringar, men då de som intervjuades kom från tre helt olika företag aktiva på byggherre/entreprenörsidan av byggprojekt stärker det validiteten av intervjuerna som helhet. Personerna som intervjuades är dock alla till största del aktiva inom Norrbotten vilket också är något som bör beaktas och kan ha påverkat reliabiliteten om studien skulle upprepas i en annan del av Sverige.

Personerna som valdes till förstudien bestod utav tre personer som författaren inte varit i kontakt med tidigare. Personerna som intervjuades var dock alla medvetna om författarens koppling mot Stark Arkitekter vilket kan ha påverkat objektiviteten av svaren som författaren fick under intervjuerna. För att försäkra deltagarna om deras integritet och för att få dem att ge ärliga åsikter vid intervjuerna klargjordes det innan intervjuerna att materialet endast skulle användas till studien och inte var kopplad mot Stark Arkitekter och deras verksamhet. Författaren klargjorde även att han var den enda som faktiskt visste vilka som intervjuades och att deras identiteter skulle förbli anonyma.

Användandet av en självselektiv enkätstudie har sina nackdelar då denna inte går att generalisera till någon större population än den som deltog i studien. Personer med större intresse i ämnet är mer sannolika att delta i undersökningen vilket påverkar resultatet. Denna typ av enkätstudie påverkade reliabiliteten av studien negativt. Dock kan det argumenteras för att i en explorativ studie som denna ger en självselektiv grupp personer ändå intressant data till det undersökta ämnet. Exempelvis hade många respondenter problem med prestandan och att navigera 3D-modellen. Då den grupp som kan anses som extra intresserad av ämnet har svårt att använda modellen borde även ett statistiskt säkert urval ha liknande eller till och med större problem att använda modellen. Vid skapandet av en enkät finns det alltid en balans mellan antalet frågor mot att bibehålla respondentens intresse. Enkätstudien utformades för att minimera antalet onödiga frågor men för att öka reliabilitet av enkäten borde ett till antal frågor ha funnits gällande respondenternas bakgrund och utbildningsnivå.

Enkätstudien spreds via ett antal sociala medier vilket påverkar vilken typ av person som väljer att svara på enkäten, vilket kan påverka objektiviteten negativt. Till skillnad från de andra valda metoderna kan en respondent i enkätundersökningen helt anonymt svara på enkäten och inte

ens författaren vet vem som svarat vad. Objektiviteten kan då tänkas påverkas positivt då de som svarar inte är i direkt kontakt med författaren och förblir därför helt anonyma. Avsnitten i enkäten var samma för alla respondenter vilket kan leda till att svaren på de senare frågorna blir påverkade av det som respondenterna redan har fått se. Om presentationen av teknikerna hade skett i en annan ordning eller om olika respondenter fått frågorna i olika ordningar skulle resultatet eventuellt kunna bli annorlunda.

Fokusgruppen anses ha haft en bra validitet då den bestod av deltagare med erfarenhet av det undersökta ämnet samt att deras roller inom projekt varierade. Reliabilitet har dock påverkats av att alla deltagare jobbar på samma arkitektkontor vilket gör att resultatet kan ha påverkats utifrån det arkitektkontoret perspektiv. Genom att exempelvis intervjua folk från olika arkitektkontor hade en bättre reliabilitet kunnat uppnås. Då fokusgrupp möjliggör för diskussion ansågs det vara en bra metod till denna explorativa studie.

Fokusgruppen kände skribenten sedan innan vilket kan ha påverkat resultatet. För att förbättra objektiviteten i studien inledes fokusgruppen med en förklaring om vad själva syftet var med fokusgruppen. Då syftet var att utvärdera de testade teknikerna som användes i studien var det deltagarnas ärliga åsikter om teknikerna som efterfrågades. Författaren klargjorde även för deltagarna att studien var en utvecklingsprocess som inte var beroende av specifikt positiv feedback på de testade teknikerna. Under fokusgruppen lät skribenten deltagarna föra diskussionen och deltog endast med frågor för att föra diskussionen vidare och för att hålla tidsplanen för fokusgruppen.

### 7.3. Slutsats

*I det här kapitlet sammanställs studiens slutsatser genom att de tre forskningsfrågorna besvaras.*

#### **1. Riktat mot allmänheten, vilka visualiseringstekniker är vanligast idag och hur används dessa i byggprojekt?**

I tidiga skeden av byggprojekt är renderade perspektivbilder den vanligaste typen av visualisering som använts. Deras syfte är att förmedla den byggnad som arkitekten/byggherren/entreprenören vill bygga. Idag prioriteras inte allmänheten i informationsdelningen då deras möjlighet att påverka projektet ofta är mycket låg. Därmed anses perspektivbilder vara en kostnadseffektiv metod att visa projektet på ett visuellt sätt som kan delas till alla. Bilderna som visas av byggnaden kan klassas som en typ av marknadsföring av det kommande projektet vilket naturligt leder till att arkitekten/byggherren/entreprenören vill fokusera på de bästa delarna av projektet. Allmänheten har inte alltid lika lätt att tolka dessa bilder och då det är vanligt att dessa bilder används som en typ av informationskälla om projektet finns det en risk att bilderna upplevs som missvisande eller förskönande.

I senare skeden av byggnadsprojekt riktas istället visualiseringarna mot projektets eventuella köpare. I dessa senare skeden är det mer vanligt att påkostade visualiseringar används som exempelvis interaktiva miljöer i VE eller VR, men även webbaserade lösningar används. Dessa tillhör dock ovanligheten och ser idag begränsad användning.

## **2. Hur kan de testade visualiseringsteknikerna användas för att öka förståelse och sprida information om kommande byggprojekt till allmänheten?**

Tekniken gav möjlighet till att många fick tillgång till information, som de inte tagit del av tidigare gällande byggnadsprojekt. Resultatet visade att respondenterna var positivt inställda till mer transparenta typer av visualiseringar. De interaktiva webbaserade lösningarna gav användaren mer frihet vilket gjorde att användaren bättre kunde erhålla den information som just de eftersökte.

Tekniken möjliggjorde även att alla kunde ta del av samma information oavsett deras kompetensnivå. Genom visualiseringarna och dess öppenhet att visa både positiva och eventuella negativa sidor av ett projekt kan visualiseringar leda till att allmänheten skapar sig en bättre uppfattning om det tänkta projektet vilket kan leda till en ökad tillit mot projekten.

## **3. Vilka hinder och utmaningar finns det med att använda visualiseringar i kommunikationssyfte riktat mot allmänheten?**

Ett byggprojekt är en lång process med många olika involverade aktörer där oväntade händelser kan inträffa under processens gång vilket kan leda till att det sker ändringar inom projektet. Ett hinder till att visualiseringar kan tillämpas är just att det finns en risk att det kommer ske ändringar i ett projekt. Genom att aktivt dela med sig av mer transparent information synliggörs dessa ändringar mer vilket kan ha negativa konsekvenser för byggherren. Detta hinder gör det svårare ur byggherrens perspektiv att faktiskt vilja lägga resurser på att ta fram ett sådant material. En utmaning användningen av dessa visualiseringar står inför är att klargöra hur de ska vara värdeskapande ur byggföretagets perspektiv.

Visualiseringar blir ibland kritiserade för att visa en missvisande eller förskönad bild av verkligheten vilket påverkar tilliten till projekten negativt. Studiens resultat pekar åt att mer transparenta visualiseringstekniker ökar tilliten mot projekten men att även här måste en balans hittas med hur transparent informationen ska vara för att samtliga intressenter ser en vinning i att ta fram materialet.

Resultatet från studien visar på att det är viktigt att detaljnivån av visualiseringarna stämmer överens med det skede av processen som projektet befinner sig i. Exakt hur denna detaljnivå fungerar i praktiken kan vara ett utmanande problem att lösa då en riskbedömning måste göras och beslut tas när vissa detaljer av ett projekt kan visas.

### **7.4. Förslag till fortsatta studier**

Studien har visat på den roll visualiseringar kan ha i en mer öppen kommunikation av byggnadsprojekt. I studien identifierades ett antal områden som framtida forskning skulle kunna undersöka. Denna studie har fokuserat på hur allmänheten kan gynnas av de testade visualiseringarna men för att tekniken ska kunna implementeras bör värdeskapningen för arkitekter/byggherre/entreprenörer klargöras. Tillit och trovärdighet tillsammans med styrd



och öppen information visade sig även bli ett intressant område som skulle behövas undersökas närmre.

Från enkätstudien fanns en återkommande önskan att den omkringliggande bebyggelsen skulle redovisas på ett mindre abstrakt sätt. Det hade därför varit intressant att undersöka lösningar i hur den omkringliggande bebyggelsen på ett tidseffektivt och ekonomiskt sätt kan tas med i en interaktiv visualisering.

Utseendet av fasaden av ett hus är något som kan ändras med tiden beroende på vilket fasadmaterial som används. Det hade varit intressant att diskutera hur denna faktor kan påverka en visualisering och vilket skede av en byggnads liv som väljs att visualiseras.

## 8. REFERENSER

- Alvehus, Johan. 2013. *Skriva uppsats med kvalitativ metod: en handbok*. Stockholm: Liber.
- Andersson, Anneli och Magnusson, Felix. 2016. *Understanding the design: A qualitative study of architecture and urban planning visualisation techniques in a public consultation setting*. [Examensarbete] Umeå: Institutionen för informatik, Umeå universitet.  
<http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:981298>
- Arnstein, Sherry R. 1969. A Ladder Of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4), 216–224. <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>
- Bates-Brkljac, Nada. 2009. Assessing perceived credibility of traditional and computer generated architectural representations. *Design Studies*, 30(4), 415–437.  
<https://doi.org/10.1016/j.destud.2008.10.005>
- Bikker, Jacco. 2012. *Ray Tracing for Real-time Games*. Diss, Delfts tekniska universitet.  
<https://doi.org/10.4233/uuid:a5847568-c21e-4af1-b914-5d8139efc785>
- Björklund, Maria och Paulsson, Ulf. 2012. *Seminarieboken: att skriva, presentera och opponera*. 2. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Blender. 2021. *Sampling*.  
[https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/cycles/render\\_settings/sampling.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/cycles/render_settings/sampling.html) (Hämtad 2021-06-05)
- Blender Foundation. 2021. *Blender 2.92 Reference Manual*.  
<https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (Hämtad 2021-06-05)
- Boverket. 2021. [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/medborgardialog/vad\\_ar/delaktighetstrappan/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/medborgardialog/vad_ar/delaktighetstrappan/) (Hämtad 2021-08-15)
- Burkhard, Remo Adlsk. 2004. Learning from architects: The difference between knowledge visualization and information visualization. *Proceedings of the International Conference on Information Visualization*, 8, 519–524. <https://doi.org/10.1109/iv.2004.1320194>
- Castell, Pål. 2013. Stegen och trappan: olika syn på deltagande. n J. Stenberg et al. (eds.), *Framtiden är redan här: Hur invånare kan bli medskapare i stadens utveckling*. Göteborg: Chalmers tekniska universitet. 36–41
- Chen, Liang. 2004. *Architectural Visualization*. Melbourne, Fakulteten för konst och design, Monash universitet.
- Csikós, Eموke. 2021. *What is Archicad?*  
<https://helpcenter.graphisoft.com/knowledgebase/86314/> (Hämtad 2021-06-03)

- Dahlberg, Stefan; Ohlsson, Jonas; Oscarsson, Henrik; Nilsson, Åsa. 2007. *Hur representativ är en självselektad internetpanel?*  
[https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/22864/1/gupea\\_2077\\_22864\\_1.pdf](https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/22864/1/gupea_2077_22864_1.pdf)
- Dahmström, Karin. 2004. *Något om webbenkäter*. Stockholm: Statistiska institutionen, Stockholms universitet <http://gauss.stat.su.se/gu/gk1/kdwebbenkater.pdf>
- David, Matthew; Sutton, Carole D. 2016. *Samhällsvetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Dembski, Fabian; Wössner, Uwe; Letzgus, Mike; Ruddat, Michael; Yamu, Claudia. 2020. Urban digital twins for smart cities and citizens: The case study of herrenberg, germany. *Sustainability*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/su12062307>
- Denham, Thomas. (n.d.). *What is UV Mapping & Unwrapping?*  
<https://conceptartempire.com/uv-mapping-unwrapping/> (Hämtad 2021-06-15)
- Downes, Melanie och Lange, Eckart. 2015. What you see is not always what you get: A qualitative, comparative analysis of ex ante visualizations with ex post photography of landscape and architectural projects. *Landscape and Urban Planning*, 142, 136–146.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.06.002>
- Ekdahl, Maria och Magnusson, Felix. 2021. *Realtidsvisualisering*.  
<https://Byggforetagen.Se/Digitalisering-i-Byggbranschen/Realtidsvisualisering/>.  
 (Hämtad 2021-06-20)
- Eliasson, Annika. 2018. *Kvantitativ metod från början*. 4. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Eriksson, Lina och Lannér, Ylva. 2017. *Effektiv stadsbyggnad med dialog i fokus*.  
 [Examensarbete] Göteborg: Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola.
- Folkhalsomyndigheten. 2021. *Bekräftade fall i Sverige – daglig uppdatering*. (Hämtad 2021-05-03)
- Graswald. 2021. *Graswald*. <https://www.graswald3d.com/about/graswald> (Hämtad 2021-06-04)
- Gueorguiev, Vesselin och Georgieva, Dsesislava. 2008. Architectural Visualization: Understandings and Misunderstandings. *International Scientific Conference Computer Science, March*, 340–345.
- Hansson, Bengt; Olander, Stefan; Landin, Anne; Aulin, Radhlinah; Persson, Urban. 2015. *Byggledning Projektering* Lund: Studentlitteratur.
- Johansson, Mikael; Roupé, Mattias; Bosch-Sijtsema, Petra. 2015. Real-time visualization of building information models (BIM). *Automation in Construction*, 54, 69–82.  
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.018>

- Keulen, Wybren van. 2021. *The Grove 3d*. <https://www.thegrove3d.com/> (Hämtad 2021-06-10)
- Langlet, Lena. 2013. *Medborgardialog som del i styrprocessen*. Sveriges Kommuner och Landsting.
- Matthews, William; Benjamin, Clare; Osborne, Claire. 2007. Memory for moving and static images. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14(5), 989–993.  
<https://doi.org/10.3758/BF03194133>
- Näslund, Linus. 2013. *Överklagande Och Dess Roll Inom Bostadsbyggandet*. [Examensarbete] Uppsala: institutionen för teknikvetenskaper, Uppsala universitet.
- Nordstrand, Uno. 2008. *Byggprocessen* (4. uppl.). Stockholm: Liber.
- Olander, Stefan. 2001. *Förankringsmetoder i Byggprocessen – En kunskapsöversikt*.  
<http://www.bekon.lth.se>
- Oncsák, Z; Vermes, B. 2019. *Import/Export File Formats in ARCHICAD*.  
<https://helpcenter.graphisoft.com/knowledgebase/25765/> (Hämtad 2021-06-10)
- Onyimbi, Jacob R; Koeva, Mila; Flacke, Johannes. 2018. Public participation using 3D web-based city models: Opportunities for e-participation in Kisumu, Kenya. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(12), 1–20.  
<https://doi.org/10.3390/ijgi7120454>
- PBL (2010:900) *Plan- och bygglag*
- Price, Andrew. (2012, November 20). *4 Easy Ways to Speed Up Cycles*.  
<https://www.blenderguru.com/articles/4-Easy-Ways-to-Speed-up-Cycles>. (Hämtad 2021-06-11)
- Quixel. 2021. *quixel.com*. <https://quixel.com/> (Hämtad 2021-06-05)
- Roupé, M och Gustafsson, M. 2013. *Judgment and Decision-Making Aspects on the Use Of Virtual Reality in Volume Studies*. Open Systems: Proceedings of the 18th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 2013) / Singapore 15–18 May 2013 s. 437–446.
- Runebjörk, Daniel. 2019. *Evaluering av kontextmodeller och interaktiva virtuella miljöer i den arkitektoniska gestaltungsprocessen*. [Examensarbete] Luleå: Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, Luleå tekniska universitet.
- Saade, A. 2018. *VR som arkitektoniskt kommunikationsverktyg*. [Examensarbete] Luleå: Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, Luleå tekniska universitet.

- Sanzharov, V. v., Gorbonosov, A. I., Frolov, V. A., & Voloboy, A. G. 2019. Examination of the Nvidia RTX. *CEUR Workshop Proceedings*, 2485(December), 7–12.  
<https://doi.org/10.30987/graphicon-2019-2-7-12>
- SCB. 2016. *Frågor och svar om frågekonstruktion i enkät- och intervjuundersökningar*.  
[https://www.scb.se/contentassets/c6dd18d66ab240e89d674ce728e4145f/ov9999\\_2016a01\\_br\\_x08br1601.pdf](https://www.scb.se/contentassets/c6dd18d66ab240e89d674ce728e4145f/ov9999_2016a01_br_x08br1601.pdf)
- Schulz, A. 2015. *Architectural Photography*. 3. uppl. Kalifornien: Rocky Nook.
- Seravalli, Anna. 2019. *En infrastruktur för utökad delaktighet i hållbar stadsutveckling: Ett förslag till ett ramverk och möjliga organisatoriska upplägg för att främja gemensamt lärande och mångfald i delaktighetsprocesser i hållbar stadsutveckling*. Malmö: Institutionen för konst, kultur och kommunikation, Malmö universitet.
- Shashi, Mesapam; Jain, Kamal. 2007. Use of photogrammetry in 3D modeling and visualization of buildings. 2.
- Szentes, Henrik och Eriksson, Per-Erik. 2014. Samhällsutveckling innebär nya förutsättningar för stora byggprojekt. *Samhällsbyggaren* 2014(3) 38–40.
- Tonnquist, Bo. 2016. *Projektlledning*. 6. uppl. Sanoma utbildning.
- Trost, Jan. 2012. *Enkätboken* 4. uppl. Studentlitteratur.
- Valentin, Vanessa och Bogus, Susan M. 2015. Assessing the link between public opinion and social sustainability in building and infrastructure projects. *Journal of Green Building* 10(3):177–190 [http://meridian.allenpress.com/jgb/article-pdf/10/3/177/1768589/jgb\\_10\\_3\\_177.pdf](http://meridian.allenpress.com/jgb/article-pdf/10/3/177/1768589/jgb_10_3_177.pdf)
- Wanarat, Konisranukul och Nuanwan, Tuaycharoen. 2013. Using 3D Visualisation to Improve Public Participation in Sustainable Planning Process: Experiences through the Creation of Koh Mudsum Plan, Thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 91, 679–690. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.469>
- Yin, Robert K. 2009. *Case study research: design and methods*. 4. uppl. SAGE, cop.

# BILAGOR

## Bilaga 1 – Visualiseringar Stillbildsrenderingar





## Animerad video

Hela videon redovisas kan ses via länken

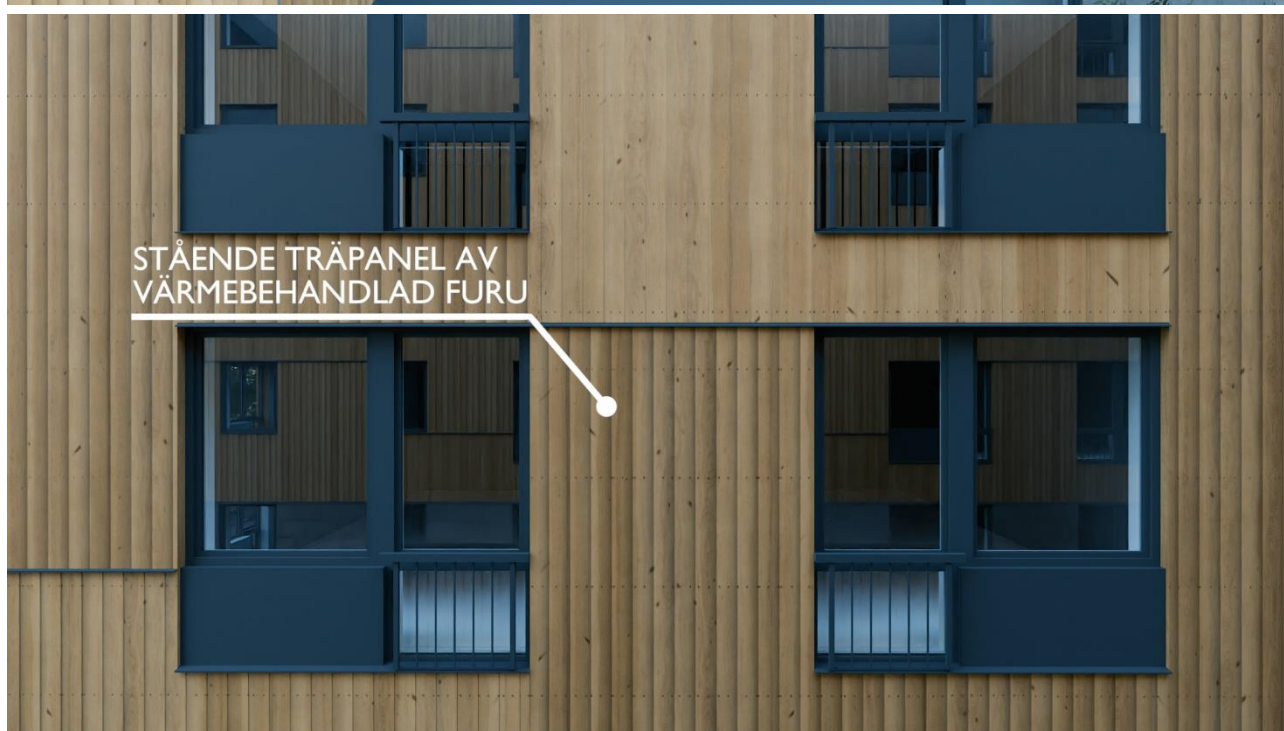
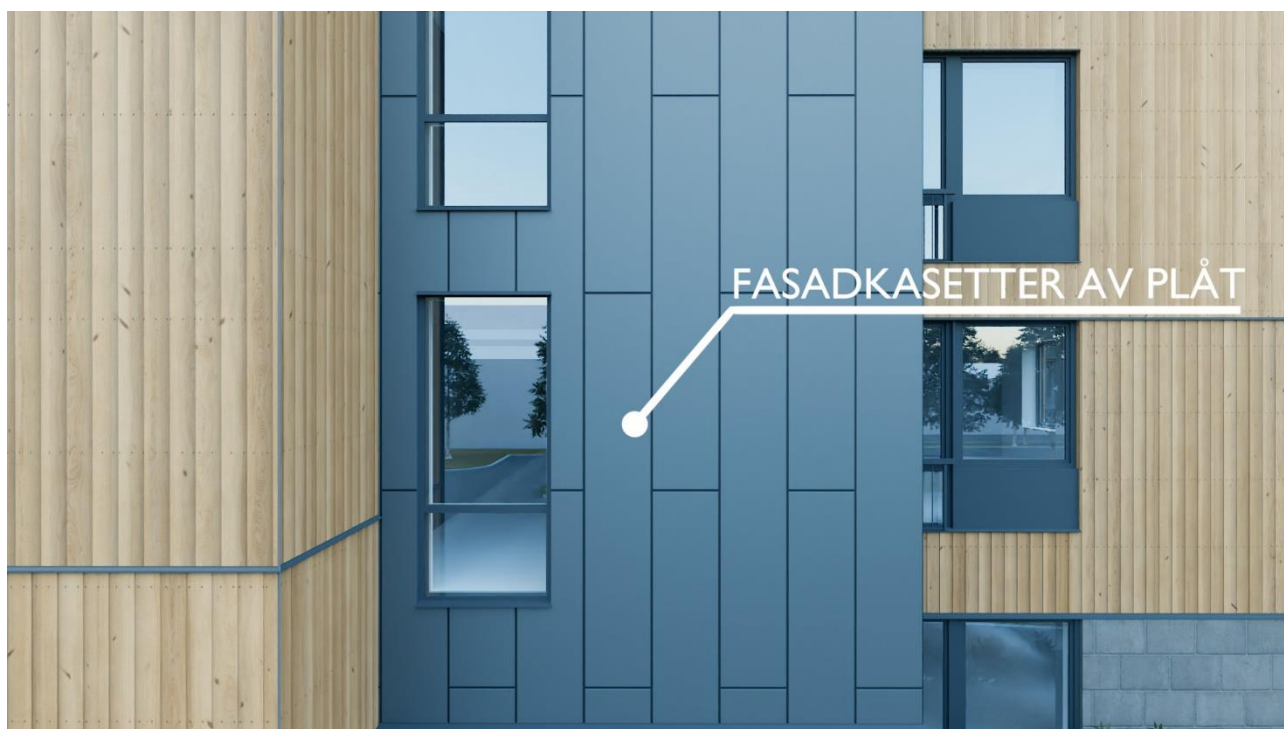
<https://www.youtube.com/watch?v=f1V6arFCf4s&t=2s>

Nedan redovisas sex skärmutklipp ur videon två bilder per del av videon.









## Interaktiv solstudie

Den interaktiva solstudien hittas via länken: <https://exjobbsolstudie.netlify.app>

Då denna ej underhålls redovisas även ett antal bilder från hur programmet såg ut.

### STUDENTBOSTAD POLSTJÄRNAN: SOLSTUDIE





## Interaktiv 3D-modell

Den interaktiva 3D-modellen hittas via länken: <https://exjobb3dmodell.netlify.app>

Då denna ej underhålls redovisas även ett antal bilder från hur programmet såg ut.

### STUDENTBOSTAD POLSTJÄRNAN: 3D MODELL



### STUDENTBOSTAD POLSTJÄRNAN: 3D MODELL



## 360-Modell

Den interaktiva 360-modellen hittas via länken: <https://exjobb360modell.netlify.app>

Då denna ej underhålls redovisas även ett antal bilder från hur programmet såg ut.

**STUDENTBOSTAD POLSTJÄRNAN: 360 Bild**



**STUDENTBOSTAD POLSTJÄRNAN: 360 Bild**



## Bilaga 2 – Intervjufrågor till förstudie

1. Är det okej att den här intervjun spelas in?
2. Kan du beskriva kort din roll på .....?
3. Generellt hur upplever du allmänhetens åsikt om tänkta flerbostadsprojekt?
  - a. Vilka delar i kommunikationen med allmänheten vid ett tänkt flerbostadsprojekt anser ni är utmanande?
  - b. Anser du att det är svårt att förmedla visionen av ett byggprojekt till allmänheten?
  - c. Genom att göra informationen mer lättillgänglig till allmänheten i tidiga skeden av ett byggprojekt tror du att tilliten mot projektet kan ökas?
4. Idag vid ett tidigt skede av ett tänkt byggprojekt vilken typ av material väljer ni att ge ut till allmänheten?
  - a. Ligger fokus på digitala utskick? Gör ni fysiska utskick?
  - b. Lägger ni extra resurser för att nå ut till exempelvis grannar eller andra grupper som kan påverkas mer av det tänkta projektet?
5. Riktat mot allmänheten vilken typ av visualiseringsteknik/tekniker använder ni mest idag för gestaltning av tänkta projekt? Foto, video, 3D modell m.m.
  - a. Är det någon visualiseringsteknik som ni skulle vilja börja jobba mer med?
  - b. Vad är några återkommande problem vid arkitektoniskvisualiseringar ni har upplevt?
  - c. Ur allmänhetensperspektiv vad tror du är nyckelfaktorerna i en värdeskapande visualisering för den intressentgruppen?
  - d. Tror du dessa nyckelfaktorer kommuniceras till allmänheten på ett lättillgängligt sätt idag?
6. Upplever ni att det finns ett behov av att öka informationen som allmänheten får ta del av till uppkommande/tänkta byggnadsprojekt?
  - a. Kan du vidareutveckla vilken typ av information som det skulle tänkas vara? Exemplifiera vad i så fall?
  - b. Om inte, anser du att det finns ett behov att göra informationen mer lättillgänglig för allmänheten?
7. Ser ni några potentiella risker samt fördelar med att ge ut mer information tidigt i ett projekt när kanske alla beslut inte än är färdigställda?
  - a. I så fall vilka risker skulle det tänkas vara?
  - b. Vilka kan fördelarna vara?

## Bilaga 3 – Frågor enkät

### Visualiseringar inom byggbranschen

Det här examensarbetet fokuserar på hur olika visualiseringstekniker skulle kunna öka allmänhetens förståelse om byggprojekt.

Undersökningen görs helt anonymt. Vi som arbetar med undersökningen kommer inte att veta vem som svarat vad.

\* Obligatoriskt

#### Del (1/5) - Intro

1

Kön? \*

- ☐ Man  
☐ Kvinna  
☐ Vill ej ange

2

Vad är din ålder? \*

- ☐ - 18  
☐ 19-30  
☐ 31-50  
☐ 51-65  
☐ 66+  
☐ Vill ej ange

9/14/2021

#### Del (1/5) - Intro

5

Har du vid något tillfälle sökt information om ett kommande byggprojekt?  
(Exempelvis från en byggföretags hemsida eller kommunens hemsida) \*

- ☐ Ja  
☐ Nej  
☐ Vet ej

6

Anser du att det lätt eller svårt att ta del av information kring kommande byggprojekt?

Mycket svårt ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 Mycket lätt

9/14/2021

3

Vilken plattform gör du enkäten ifrån? \*

- ☐ Dator  
☐ Mobil  
☐ Surfplatta  
☐ Vet ej

4

Jobbar du inom byggbranschen? \*

- ☐ Ja  
☐ Nej  
☐ Vet ej

9/14/2021

7

Vänligen välj de sett du har tagit del av information gällande kommande byggnadsprojekt. (Större projekt exempelvis flerbostadshusprojekt)

- ☐ Facebook  
☐ Instagram  
☐ LinkedIn  
☐ E-mail  
☐ Fysiskt utskick  
☐ Nyhetstidning digitalt  
☐ Nyhetstidning fysiskt  
☐ Kommunens hemsida  
☐ Byggföretagens hemsida

9/14/2021



### Scenario

I nästa steg kommer du att få se ett antal olika sätt som ett byggföretag skulle kunna visa ett byggprojekt.

Byggprojektet som visas är endast ett exempelprojekt som visar hur tekniken kan användas.

### Scenario

Ett byggföretag vill bygga ett nytt studentboende på den markerade platsen.



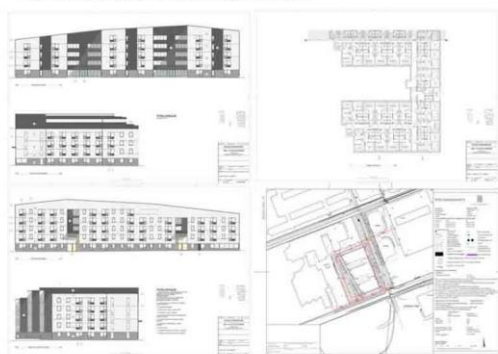
9/14/2021

9/14/2021

### Scenario

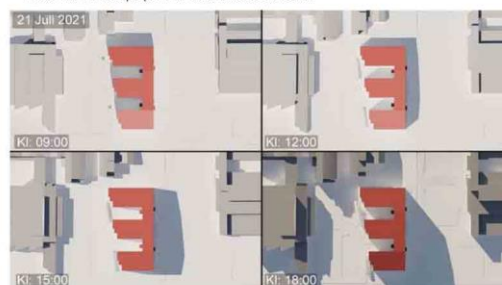
Till nya byggprojekt idag lämnas ritningar in till kommunen i form av ett bygglov. Bygglovet är offentliga handlingar vilket betyder att alla har rätt att ta del av dem.

Nedan visas ett exempel på hur sådana ritningar brukar se ut.



### Scenario

Ibland redovisas en solstudie av projektet, exakt hur den här solstudien redovisas kan variera. Nedan visar ett exempel på hur en sådan solstudie kan se ut.



9/14/2021

9/14/2021

Del (2/5) - Stillbilsrenderingar  
Innan hus blir byggda skapas ofta bilder liknande dessa



Del (2/5) - Stillbilsrenderingar  
Innan hus blir byggda skapas ofta bilder liknande dessa



9/14/2021

Del (2/5) - Stillbilsrenderingar  
Innan hus blir byggda skapas ofta bilder liknande dessa



8

Har du sett denna typ av bild förut? \*

- ☐ Ja  
☐ Nej  
☐ Vet ej

9

Vilken uppfattning ger dessa typer av bilder på hur den kommande byggnaden kommer att se ut? \*

Dålig uppfattning ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 Bra uppfattning

9/14/2021

9/14/2021

10

Hur väl instämmer du i följande påståenden? \*

|                                                                                         | Håller inte med       | Håller delvis inte med | Neutral               | Instämmer delvis      | Instämmer helt        | Vet ej                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Bilderna gav relevant information om projektet.                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Hade jag bott i närheten av huset hade jag varit intresserad av att se bilderna.        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Hade jag bott i samma stad som projektet hade jag varit intresserad av att se bilderna. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Jag tycker byggföretag borde göra denna typ av bilder inför kommande projekt.           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Jag litar på att bilderna visar huset som det faktiskt kommer bli när det är byggt.     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

11

(FRIVILLIGT) Har du några vidare åsikter gällande den här typen av bilder?

9/14/2021



### Del (3/5) - Informativ video

Vänligen se videon nedan.

12

Har du sett denna typ av video av ett byggprojekt förut? \*

- ☐ Ja  
☐ Nej  
☐ Vet ej

13

Vilken uppfattning gav videon dig om den kommande byggnaden kommer att se ut? \*

Dålig uppfattning ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 Bra uppfattning

9/14/2021

15

(FRIVILLIGT) Har du några vidare åsikter gällande den här videon?

9/14/2021

14

Hur väl instämmer du i följande påståenden? \*

|                                                                                       | Håller inte med       | Håller delvis inte med | Neutral               | Instämmer delvis      | Instämmer helt        | Vet ej                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Videon gav relevant information om projektet.                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Jag fick en bättre förståelse av huset efter videon.                                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Hade jag bott i närheten av huset hade jag varit intresserad av att se videon.        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Hade jag bott i samma stad som projektet hade jag varit intresserad av att se videon. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Jag tycker byggföretag borde göra denna typ av video om kommande projekt.             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Jag litar på att videon visar huset som det faktiskt kommer bli när det är byggt.     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

9/14/2021

### Del (4/5) - Interaktiv solstudie

<https://exjobbsolstudie.netlify.app/>  
(<https://exjobbsolstudie.netlify.app/>)

Vänligen öppna länken ovan och testa den interaktiva solstudien.  
OBS: Öppnas i en ny flik.

Stäng fliken när du skapat dig en uppfattning om verktyget.

16

Har du öppnat länken och testat solstudien? \*

- ☐ Ja  
☐ Nej

17

Har du sett denna typ av solstudie förut? \*

- ☐ Ja  
☐ Nej  
☐ Vet ej

18

Testade du att ändra vy, tid och månad? Kryssa i de du testade ändra på \*

- ☐ Ändrade vy  
☐ Ändrade tid  
☐ Ändrade månad  
☐ Ändrade Ingen

9/14/2021

19

Hur var det att använda solstudien? \*

Mycket svårt 1 2 3 4 5 Mycket lätt

20

Tänk dig att du är GRANNE till det kommande byggprojektet.  
Hur väl instämmer du i följande påståenden? \*

|                                                                              | Håller inte<br>med    | Håller delvis<br>inte med | Neutral               | Instämmer<br>delvis   | Instämmer<br>helt     | Vet ej                |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Jag hade velat ta del av solstudien.                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Solstudien skulle hjälpa mig att förstå om/hur projektet kommer påverka mig. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

21

Tänk dig att du är KÖPARE av lägenhet i det kommande byggprojektet.  
Hur väl instämmer du i följande påståenden? \*

|                                                                  | Håller inte<br>med    | Håller delvis<br>inte med | Neutral               | Instämmer<br>delvis   | Instämmer<br>helt     | Vet ej                |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Jag hade velat ta del av solstudien.                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Hade solstudien hjälpt dig i ditt beslut av att köpa lägenheten. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

9/14/2021

## Del (5/5) - 3D-modell

<https://exjobb3dmodell.netlify.app/>  
(<https://exjobb3dmodell.netlify.app/>)

Vänligen öppna länken nedan och testa den interaktiva 3D modellen.  
OBS: Öppnas i en ny flik

Stäng fliken när du skapat dig en uppfattning om verktyget.

24

Laddade 3D-modellen? Likt bilden \*



- ☐ Ja
- ☐ Nej, den såg konstig ut.
- ☐ Nej, den laddade aldrig

25

Hur var det att använda 3d-modellen? \*

Mycket svårt 1 2 3 4 5 Mycket lätt

22

Hade tillgången till denna typ av solstudie kunnat påverka ditt förtroende mot ett kommande byggprojekt. \*

- ☐ En positiv påverkan
- ☐ Ingen påverkan
- ☐ En negativ påverkan
- ☐ Ingen åsikt

23

(FRIVILLIGT) Har du några vidare åsikter gällande den här solstudien?

9/14/2021

## Del (5/5) - 3D-modell

Vänligen öppna länken nedan och testa den interaktiva 3D modellen.  
OBS: Öppnas i en ny flik

<https://exjobb3dmodell.netlify.app/> (<https://exjobb3dmodell.netlify.app/>)

Stäng fliken när du skapat dig en uppfattning om verktyget.

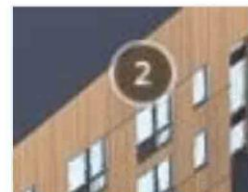
26

Kunde du navigera fritt runt i modellen? \*

- ☐ Ja
- ☐ Ja, men det gick segt att navigera i modellen
- ☐ Nej

27

Tryckte du på någon av dessa siffror?



- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Nej, jag hade inte dessa i min modell.

9/14/2021

9/14/2021

Vänligen kolla på demot av 3D-modellen nedan.

#### Del (5/5) - 3D-modell

28

Har du sett denna typ av 3D-modell av byggprojekt förut? \*

- ☐ Ja  
☐ Nej  
☐ Vet ej

29

Hur påverkade modellen din förståelse för huset och dess relation till sin omgivning efter att tittat på modellen? \*

Ingen förändring ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Ökad förståelse

30

Hade tillgången till denna typ av 3D-modell kunnat påverka ditt förtroende mot ett kommande byggprojekt? \*

- ☐ En positiv påverkan  
☐ Ingen påverkan  
☐ En negativ påverkan  
☐ Ingen åsikt

9/14/2021

31

(FRIVILLIGT) Har du några vidare åsikter gällande den här 3D-modellen?

9/14/2021

#### Avslut

32

Nu när du testat de olika teknikerna anser du att byggföretag borde göra mer av dessa typer av visualisering av kommande byggprojekt? (Video/solstudie/3D-modell) \*

Nej det är inte nödvändigt ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Ja verkligen

9/14/2021

9/14/2021

Avslut

Nedan ser du det färdiga huset. Bild (2/2)



Avslut

Nedan ser du det färdiga huset. Bild (2/2)



9/14/2021

Avslut

33

Hur väl tyckte du de visualiseringar du sett representerade det färdiga huset?

Valdigt dåligt ☆☆☆☆☆ Valdigt bra

34

(FRIVILLIGT) Har du något övrigt du vill tillägga?

Det här innehållet har inte skapats och stöds inte av Microsoft. Data du skickar kommer att skickas till formulärets ägare.

Microsoft Forms

9/14/2021

9/14/2021

Avslut

33

Hur väl tyckte du de visualiseringar du sett representerade det färdiga huset?

Valdigt dåligt ☆☆☆☆☆ Valdigt bra

34

(FRIVILLIGT) Har du något övrigt du vill tillägga?

Det här innehållet har inte skapats och stöds inte av Microsoft. Data du skickar kommer att skickas till formulärets ägare.

Microsoft Forms

9/14/2021

## Bilaga 4 – Frågor till fokusgrupp

Nedan redovisas de frågor som användes i fokusgruppen för att föra diskussionen vidare. Varje del fick ca 15 minuters diskussionstid. Observera att 3D- och 360-modellen diskuterades samtidigt

(Visa perspektivbilderna)

1. Varför väljer ni att göra perspektivrenderingar av kommande byggprojekt?
  - a. *Vilken vinst ser ni att ta fram dessa?*
2. En kritik denna typ av bild ibland får är att de visar en förskönad eller missvisande bild av projektet vad är eran inställning till den typen av kritik?
3. Vilka är nyckelfaktorerna i en värdeskapande visualisering för allmänheten? *(Tänk er att ett projekt ska byggas i närheten där just du bor eller ett hus som ni har intresse att flytta till, vad hade ni velat veta då?)*
  - a. Tror ni dessa kommuniceras idag på ett bra sätt?
  - b. *Finns det någon koppling mellan att nyckelfaktorer inte kommuniceras på ett bra sätt till kritiken som dessa bilder får?*

(Visa animerad video)

4. Vad är era tankar kring denna video?
5. Något mer ni hade velat ha med?
6. Skulle ni känna er nöja med denna typ av video i marknadsföringssyfte för ett kommande projekt?

(Visa interaktiv solstudie)

7. Vad är era tankar om denna typ av solstudie?
8. *Hur påverkas förtroendet mot projektet från närboende av solstudien?*
9. Hur påverkas projektet/företaget om man har större transparens i projekt?
10. Ur ett marknadsföringssyfte för er som arkitektkontor hur hade denna typ av solstudie kunnat påverka er om man gick ut med en sådan här solstudie?
11. Något mer någon vill tillägga?
12. Någon eventuell förbättring?

(Visa 3D-modell)

13. Vad är era tankar om denna typ av 3D-modell?

(Visa 360-modell)