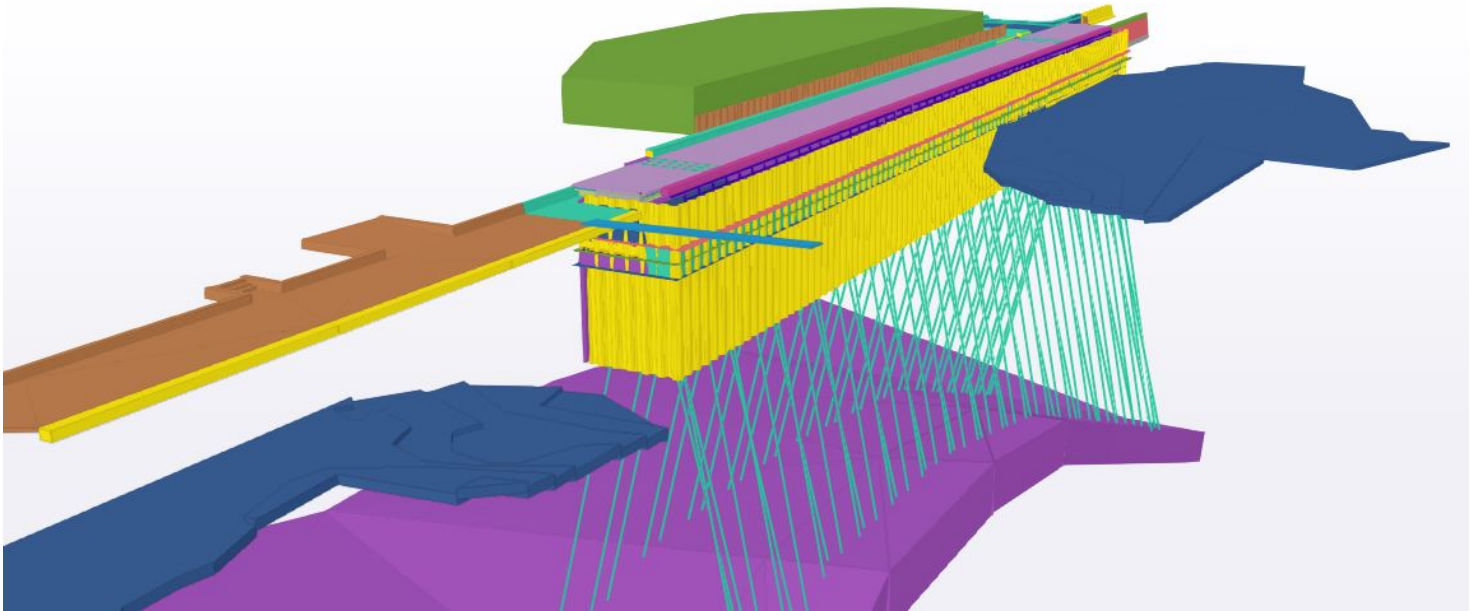




CHALMERS



Fördelar och utmaningar som uppstår vid 3D-projektering i ett anläggningsprojekt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik

SIRIWAN TAWEESAMARN

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
AVDELNINGEN FÖR CONSTRUCTION MANAGEMENT

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Fördelar och utmaningar som uppstår vid 3D-projektering i ett anläggningsprojekt

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

SIRIWAN TAWEESAMARN



CHALMERS

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Construction Management
Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2023

Fördelar och utmaningar som uppstår vid 3D-projektering i ett anläggningsprojekt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

SIRIWAN TAWEESAMARN

© SIRIWAN TAWEESAMARN, 2023

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2023

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Construction Management

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Skanska IFC-modell över projektet Packhuskajen (Skanska, 2023)

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2023

Fördelar och utmaningar som uppstår vid 3D-projektering i ett anläggningsprojekt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

SIRIWAN TAWEESAMARN

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Detta examensarbete undersöker genom två frågeställningar hur implementering av BIM har fungerat att använda i projektet Packhuskajen med fokus på för- och nackdelar som uppstår under produktionen. Arbetet behandlar också utmaningar som utvecklingen mot en papperslös byggbransch bemöter från det digitala arbetssättet. Målet har varit att följa projektet Packhuskajen och arbetslaget, som tidigare saknar kunskap kring att arbeta med 3D-projektering, för att identifiera problemen som BIM bidrar med som gör att den digitala utvecklingen ligger efter. Till bakgrund för arbetet ligger en fältstudie utförd på Skanskas projekt Packhuskajen i Göteborg. För att kunna besvara frågeställningarna och öka kunskapen hos författaren om ämnet genomfördes en litteraturstudie. Vidare utfördes fåtal semistrukturerade intervjuer med olika yrkesroller inom arbetslaget på projektet Packhuskajen. Detta är för att få deras syn på digitalisering och hur det digitala arbetssättet praktiskt fungerar ute i produktionen. Resultatet bygger på dessa intervjuer och i diskussionen kopplas resultaten ihop med litteraturstudien som genomfördes i början av arbetet som bakgrund. Resultatet visar att det finns både för- och nackdelar kring användning av BIM i anläggningsprojekt och varför det digitala arbetssättet är svårt att implementera inom byggbranschen. Tydliga aspekter som försvårar implementeringen av BIM-användning är kunskap kring programvaran men även praktiska saker som förvaring av elektroniska apparater vid olika väderförhållanden. En annan orsak som försvårar den digitala implementeringen är inställningen kring arbetssättet då det är svårt att byta arbetssätt som fungerat praktiskt efter många års erfarenhet. Resultatet visar också delade åsikter kring digitalisering och vägen mot en papperslös bransch, där samtliga önskar ett arbetssätt med samverkan mellan 2D och 3D för optimal användning i produktionen. Önskan om ett arbetssätt med samverkan beror på att det ena arbetssättet kompletterar det andra väl. Utvecklingen mot en digitaliserad byggproduktion går framåt i rätt riktning, men det krävs rätt inställning, programvara och kunskap för att helt implementera det digitala arbetssättet.

Nyckelord: BIM, digitalisering, implementering, produktion, 3D, papperslöst

Benefits and challenges arising within 3D-design in a construction project

*Degree Project in the Engineering Programme
Civil and Environmental Engineering*

SIRIWAN TAWEESAMARN

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Construction Management
Construction Management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

This thesis examines, through two research questions, how the implementation of BIM has worked to be used in the project Packhuskajen with a focus on pros and cons that arises during the production. The thesis also processes the challenges that the development towards a paperless construction industry faces from the digital way of working. The goal has been to follow the project Packhuskajen and their work team, which previously lacked knowledge about working with 3D planning, to identify the problems that BIM contributes to, which cause digital development to lag behind. The background for the work is a field study carried out on Skanska's project Packhuskajen in Gothenburg. To be able to answer the research questions and increase the author's knowledge of the subject, a literature study was carried out. Furthermore, a few semi-structured interviews were conducted with different professional roles within the work team on the project Packhuskajen. This is to get their view on digitization and how the digital way of working practically works in the production. The results are based on these interviews and in the discussion the results are related to the literature study that was carried out at the beginning of the thesis as background. The result shows that there are both advantages and disadvantages to the use of BIM in construction projects and why the digital way of working is difficult to implement in the construction industry. Obvious aspects that complicate the implementation of BIM use are knowledge about the software but also practical things such as storing electronic devices in different weather conditions. Another reason that makes digital implementation difficult is the attitude towards the way of working, as it is difficult to change a way of working that has worked practically after many years of experience. The result also shows divided opinions regarding digitization and the path towards a paperless industry, where everyone wants a way of working with collaboration between 2D and 3D for optimal use in production. The desire for a collaborative way of working is due to the fact that one way of working complements the other well. The development towards digitized construction production is moving forward in the right direction, but the right approach, software and knowledge are required to fully implement the digital way of working.

Key words: BIM, digitilization, implementation, production, 3D, paperless

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	III
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	IV
FÖRORD	VII
BETECKNINGAR	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	2
1.3 AVGRÄNSNING	2
2 METOD	3
2.1 INTERVJU	3
2.2 TRIMBLE CONNECT / TEKLA STRUCTURES	4
3 BUILDING INFORMATION MODELING – BIM	8
3.1 GENERELLA INFORMATION OM BIM	8
3.2 LEVEL OF DEVELOPMENT – LOD	8
3.3 TILLÄMPNINGSOMRÅDEN AV BIM	10
3.3.1 <i>Design och planering</i>	<i>10</i>
3.3.2 <i>Kostnadskalkylering</i>	<i>10</i>
3.3.3 <i>Projektstyrning</i>	<i>10</i>
3.3.4 <i>Konstruktion</i>	<i>10</i>
3.3.5 <i>Drift och underhåll</i>	<i>11</i>
3.3.6 <i>Miljö- och hållbarhetsanalyser</i>	<i>11</i>
3.3.7 <i>Kvalitetskontroll</i>	<i>11</i>
3.3.8 <i>Visualisering och kommunikation</i>	<i>11</i>
3.4 UTMANINGAR MED BIM	11
4 PROJEKTSTUDIE	13
4.1 PROJEKT PÅCKHUSKAJEN	13
4.2 ATT ARBETA MED 2D-RITNINGAR	14
4.2.1 <i>Fördelar med 2D</i>	<i>14</i>
4.2.2 <i>Nackdelar med 2D</i>	<i>14</i>
4.3 ATT ARBETA MED 3D-MODELLERING	15
4.3.1 <i>Fördelar med 3D-modellering</i>	<i>17</i>
4.3.2 <i>Nackdelar med 3D-modellering</i>	<i>17</i>
4.4 INFORMATIONSHANTERING	18
4.5 KOLLISIONSHANTERING	19
4.6 3D-IMPLEMENTERINGENS VÄRDE I PROJEKTET	19
5 RESULTAT	21
5.1 PRESENTATION AV RESPONDENTER	21
5.2 ANVÄNDNING AV BIM I PRODUKTIONEN	24
5.3 VÄGEN TILL EN PAPPERSLÖS BRANSCH	33
6 DISKUSSION	36
6.1 BIMs PÅVERKAN I PRODUKTIONEN	36
6.2 GENERATIONSFRÅGA	36
6.3 STANDARDISERA BIM	36

7	SLUTSATS	38
7.1	BESVARA FRÅGESTÄLLNINGARNA	38
7.2	SAMMANFATTNING	39
8	REFERENSER	40
9	BILAGOR	42
	BILAGA 1	42
	BILAGA 2	43
	BILAGA 3	44

Förord

Rapporten är ett resultat av examensarbete utfört på högskoleingenjörsprogrammet inom samhällsbyggnadsteknik vid Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet omfattar 15 högskolepoäng och utfördes under vårterminen 2023. Detta examensarbete är i ett samarbete med Skanska Väg & Anläggning.

Jag vill skicka ett stort tack till hela arbetslaget på projektet Packhuskajen på Skanska Väg & Anläggning för ert engagemang och medverkande i mitt examensarbete. Tack till alla som har deltagit i intervjuerna och delat med sig av sin erfarenhet och kunskap.

Jag vill även tacka min handledare Oliver Disney som stöttat med handledning och bidragit med tid och engagemang. Slutligen vill jag även rikta stort hjärtligt tack till min examinator Mattias Roupé för ditt förtroende.

Chalmers Tekniska Högskola
Göteborg, Juni 2023



Siriwan Taweasamarn

Beteckningar

2D	Tvådimensionell
3D	Tredimensionell
4D	3D-modell kopplad till tidsplan och planeringsrapport
5D	3D-modell kopplad till ekonomisk kostnadsberäkning baserad på tid och materialanvändning
BIM	<i>Building Information Modeling</i> (Byggnadsinformationsmodell) – en 3D-modell som innehåller information
CAD	<i>Computer-Aided Design</i> – används för att skapa tekniska ritningar inom konstruktion
LOD	<i>Level of Development</i> – beskriver detaljeringsnivå inom BIM

1 Inledning

Building Information Modeling (BIM) utgör grunden för den digitala omvandlingen inom byggbranschen där fokuset ligger i att hantera information på ett strukturerat och planerat sätt (Svensk Byggtjänst, 2021). BIM används för att skapa och hantera data under byggprocessens olika delar: projekteringen, designen, byggnationen och underhåll av installationer. Att digitalisera byggbranschen är en svår process då byggbranschen är unik på många sätt. Projekt är ofta unika och skapar stor komplexitet i samspel mellan olika aktörer från olika organisationer, vilket ställer höga krav kring hur information hanteras. Pappersritningar har tidigare använts för hantering av information i byggprojekt, men 2D-ritningar medför svårigheter kring möjligheten att kunna visualisera olika dimensioner och krav. Utvecklingen av 2D-ritningar leder till uppkomsten av 3D-ritningar som gav mer realistiska visualisering (Trimble, 2022). Förutom 3D-dimension förekommer även BIM i 4D- och 5D-dimensioner där 4D omfattar tidsaspekter och planeringsrapporter av projektet. Utöver det omfattar 5D kalkyler översiktligt de ekonomiska kostnader som beror på projektets arbete baserad på tiden och materialanvändning. Det finns olika program som tillåter användning av BIM i olika projekt och i olika dimensioner. Trots detta ligger byggindustrin efter på många sätt när det gäller digitalisering och IT.

1.1 Bakgrund

Skanska grundades år 1887 i Malmö och är ett av världens största projektutvecklings- och byggföretag med verksamheter i Norden, Europa och USA (Skanska, 2023). Företagets erfarenhet och expertis, som startades med tillverkning av betongprodukter till utbyggnad av svensk infrastruktur, är en stor framgång som ger Skanska möjligheten att hantera många av världens mest komplexa byggprojekt (Skanska, 2017). Skanskas kärnverksamhet består av att utveckla, bygga och underhålla den svenska infrastrukturen. Företaget strävar efter att vara ledande inom kvalitet, grönt byggande, arbetsmiljö och etik (Skanska, u.å.). För att vara ledande och fortsätta driva samhällsutvecklingen framåt måste Skanska ligga i framkant inom många områden för att kunna möta framtidens utmaningar. En stor utmaning är att inom det tekniska området ligger byggindustrin efter på många sätt när det gäller digitalisering och IT. Trots detta finns flera olika program som använder 3D-modellering BIM i många projekt och i olika dimensioner. Skanska har tidigare erfarenheter kring att arbeta med 3D-modellering från bland annat projektet Röforsbron i Arboga, där arbetet utförts med hjälp av BIM-tekniken där både beskrivningar och ritningar var integrerad i en byggnads informationsmodell (Skanska, 2015). BIM är framtiden och fortsätter att utvecklas inom byggindustrin och Skanska försöker att alltmer

implementera arbetssättet i sina projekt för att digitalisering är ett medel på vägen till ett bättre samhälle.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med examensarbetet är att undersöka möjliga felkällor samt förmåner kring implementering av 3D-modellering i anläggningsprojektet Packhuskajen där arbetslaget från Skanska tidigare inte har stora erfarenheter av att arbeta med 3D-modellering. Fokuset ligger på att identifiera och belysa felkällorna som uppstår kring att arbeta med 3D-modellering ute i produktion för att se hur digitaliseringen skulle kunna leda till att helt ersätta de traditionella pappersritningarna. För att besvara syftet har följande frågeställningar formulerats:

- Vad är för- och nackdelarna med tillämpning av BIM i ett anläggningsprojekt?
- Under vilka förutsättningar ger det värde att implementera BIM?

1.3 Avgränsning

Vid undersökningen av fördelar och utmaningar som uppstår vid 3D-projektering i ett anläggningsprojekt avgränsas arbetet till att endast utgå från Skanskas pågående renoveringsprojekt Packhuskajen samt den informationen som finns i konstruktörens modell i programvaran Tekla tillhörande projektet. Arbetet avgränsas också till att föreslå lösningar på problemen som uppstår kring att jobba med 3D-modellering och identifiera bakgrunden till hur de uppstår.

2 Metod

För att få en inblick av hur implementering av 3D-projektering kan användas ute i produktionen påbörjades först en litteraturstudie om BIM för att skapa förståelse för komplexiteten kring området. Litteraturstudien utförs på tidigare vetenskapliga publikationer och facklitteraturer. För insamling av information användes Chalmers bibliotekets databaser och Google Scholar. Sökorden har varit: ”Intervjumethodik”, ”BIM”, ”Building Information Modeling”, ”Digitala verktyg” och ”Produktion”. Sökningarna har även utförts på engelska som motsvarar: ”Interview method”, ”BIM”, ”Building Information Modeling”, ”Digital tools” och ”Production”. För att koppla samman den teoretiska förståelsen med hur det används i praktiken genomfördes projektstudie och intervjuer.

2.1 Intervju

Genom intervjuer och kontinuerligt platsbesök med yrkesarbetarna på projektet inhämtas det praktiska perspektivet samt vilka utmaningar som finns kring implementering av 3D-projektering i projektet. Intervjutekniken blev semistrukturerade intervjuer där frågeställningar har tagits fram i förväg (se bilaga 1–3). För att respondenter inte ska bli styrda av frågor har frågorna framförts under intervjuens gång för att tillåta intervjun föras som ett naturligt samtal som tillåter respondenter att uttrycka sig mer fritt och ingående i sina svar. Semistrukturerade intervjuer gör det möjligt att ställa följdfrågor och fördjupa sig i specifika ämnen baserade på deltagarens svar. Detta ger flexibilitet och en viss grad av jämförbarhet mellan deltagarna (Lantz, 2013). Personer med olika yrkesroll har intervjuats för att få variation och bredd på svaren från intervjuerna. Intervjuerna har genomförts på byggetableringen för projektet Packhuskajen, där merparten av personerna som deltagit använt Tekla i sitt arbete under projektet och presenteras i tabell 1. Auditiva inspelningar har gjorts på mobiltelefon för att sedan transkriberas för att sammanställas inför kodning.

Att utföra kodning gör det lättare att hitta mönster i intervjuerna, vilket är viktigt för sammanställningen av resultatet. Resultatet sammanställdes med hjälp av dessa koder samt med citat från intervjuerna. Kodningen har utförts genom att markera upprepande ord med en specifik färg som representerar följande begrepp: *arbetssätt, ovana, pappersritning, samverkan, krånglig*.

#	Yrkesroll	Erfarenheter
1	Arbetsledare	1 år
2	Arbetsledare	12 år
3	Projekterare, CAD-projektör	23 år
4	Yrkesarbetare, snickare	16 år
5	Yrkesarbetare, snickare	17 år
6	Yrkesarbetare, betong- och armeringsarbetare	20 år
7	Produktionschef	9 år
8	Projektchef	8 år

Tabell 1: Respondenter med respektive yrkesroll och erfarenhet.

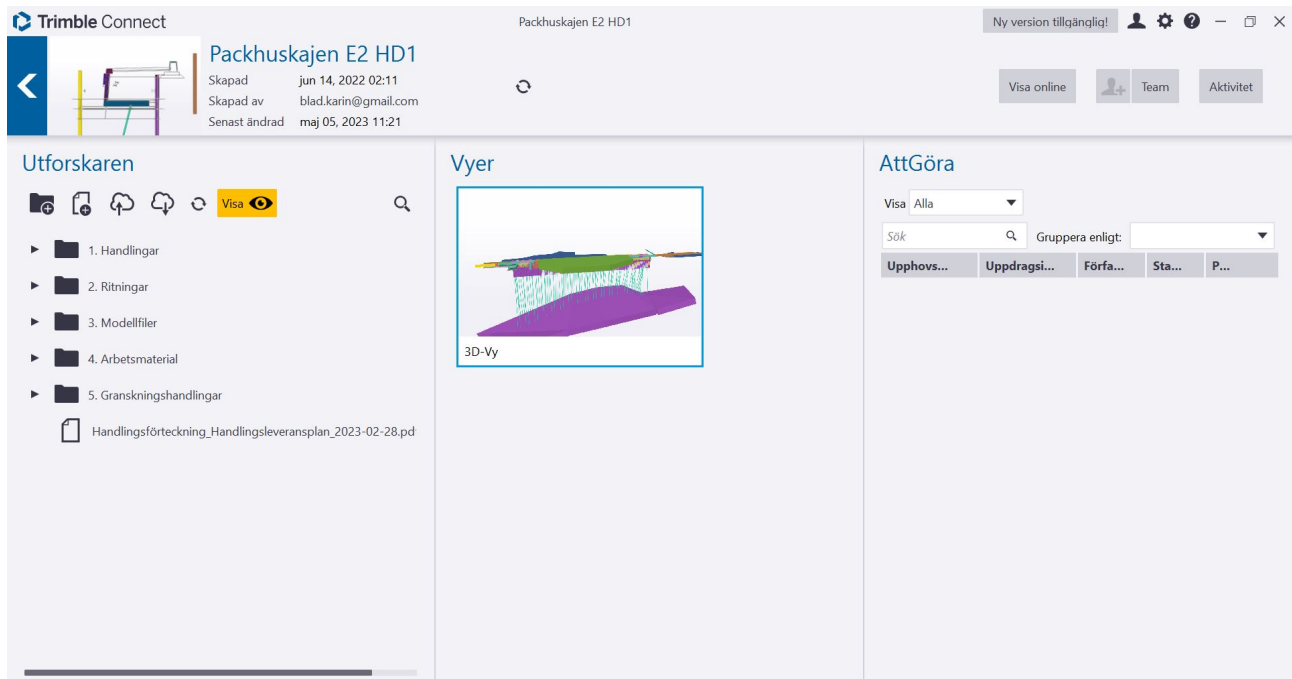
2.2 Trimble Connect / Tekla Structures

I syfte att kunna belysa fördelar och utmaningar som uppstår vid att arbeta med 3D-projektering ute i produktion utfördes en fallstudie längsmed projektets olika etapper. För en djupare förståelse i hur 3D-projekteringen optimal kan användas ute i produktionen inhämtades grundläggande kunskap genom kort handledningsintroduktion av Skanska Teknik kring programvaran Trimble Connect för att se hur programvaran fungerar. Enkla funktioner i programmet testades praktiskt för att få en djupare förståelse i hur programvaran fungerar för att kunna identifiera felkällor kring den digitala implementeringens användning ute i produktionen.

Projektet Packhuskajen använder sig av programvaran Trimble Connect. Programvaran är en molnbaserad applikation som gör byggnadsinformation mer lättillgänglig, byggbar och samtidigt delbar i alla projektfaser. Programvaran stödjer flera system och är tillgänglig direkt i en webbläsare. Detta leder till möjligheten för samtliga i arbetslaget att enkelt kunna använda programmet under projektets olika faser utan begränsningar då programvaran direkt kan användas på olika enheter, exempelvis telefoner och andra elektroniska enheter. För ett hållbart administrativt arbetssätt kan olika personer få tillgång till programvaran med olika rättigheter och auktoriteter, som möjliggör för administratören att på ett översiktligt sätt se vilka som har gjort ändringar i filen.

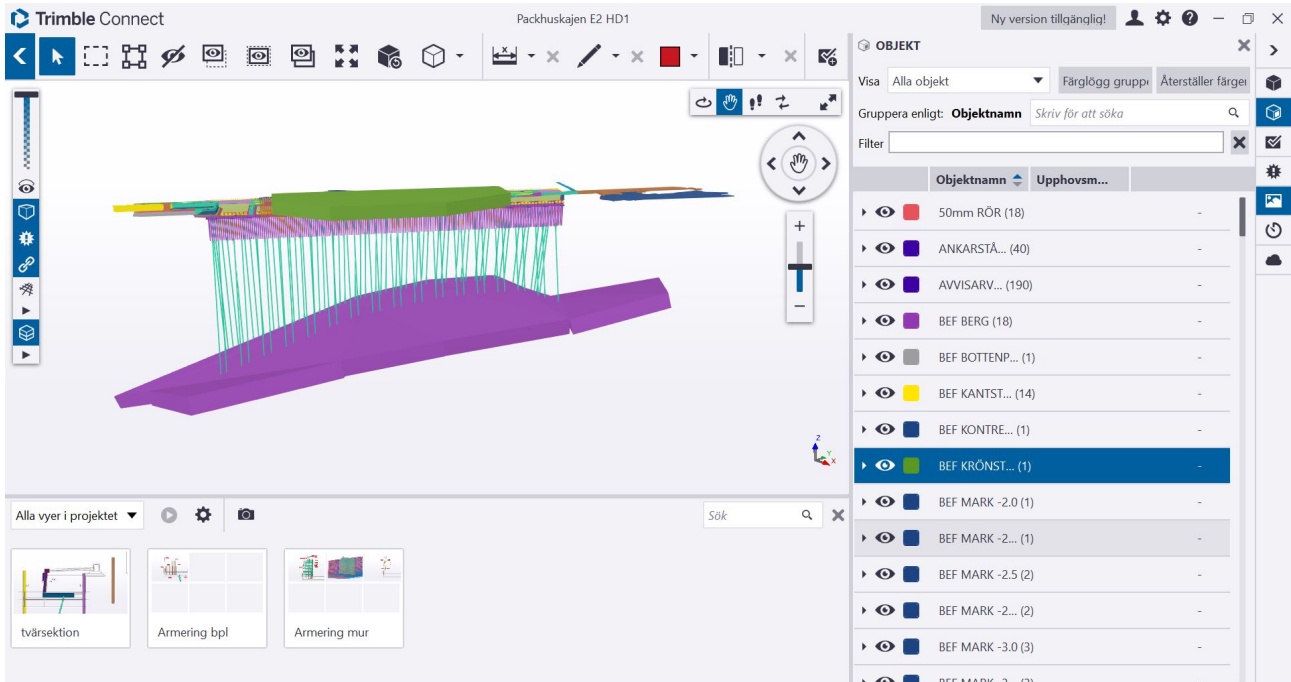
Modellen ritas i programvaran Tekla Structures och är enligt respondent 3, CAD-projektör på Skanska Teknik med cirka 8 års erfarenhet kring 3D-modellering, den bästa programvaran som finns på marknaden i dagsläget för att rita den 3D-modellen som krävs för projektet Packhuskajen. Skanska Teknik är Skanskas egna konsultbolag med syfte att stötta företaget med

expertkunskap inom strategiska teknikområden och bidrar med framgång för Skanska och deras kunder genom hållbara, kostnadseffektiva och kvalitetssäkra tekniska lösningar (Skanska, 2018).

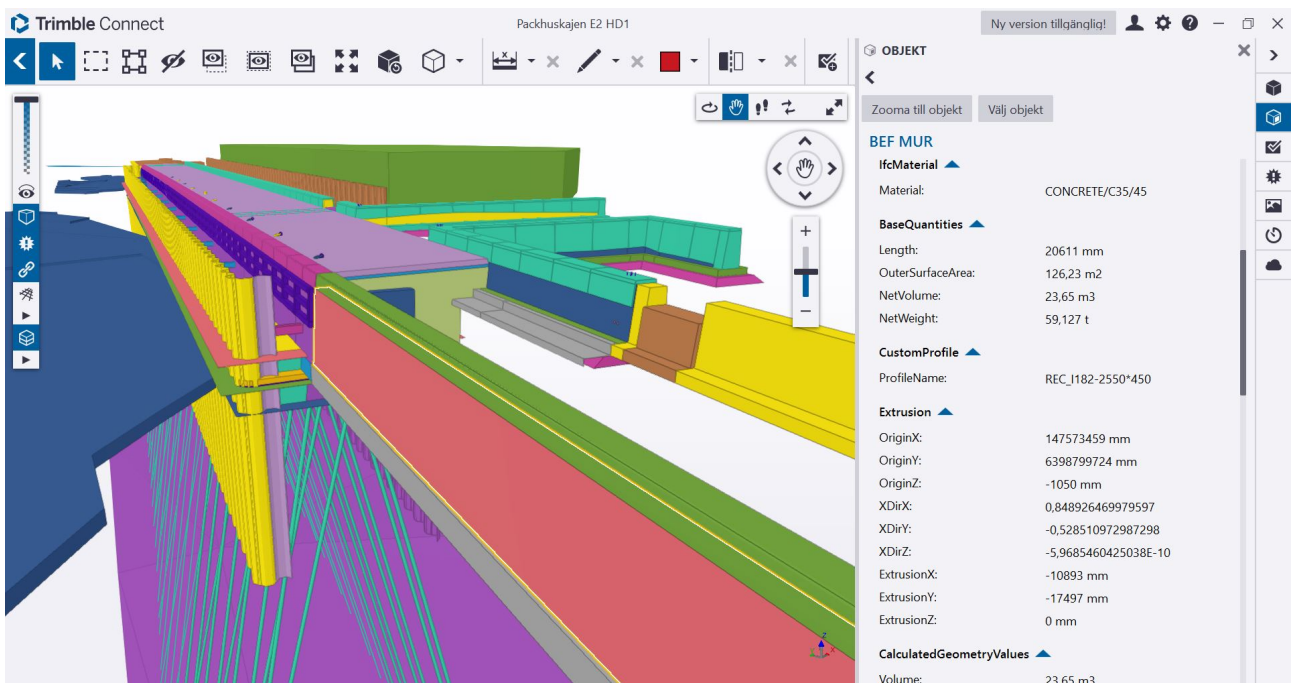


Figur 1: Startvy i programmet Trimble Connect.

I valt projekt får man en överblick över projektet i stort där det finns fem olika underkategorier med olika bygghandlingar som tillhör projektet enligt figur 1. I 3D-vyn under objekt grupperar programvaran konstruktionens alla olika komponenter och tillåter med filtrering att dölja oönskade komponenter som möjliggör skapandet av olika önskade vyer enligt figur 2. Genom att markera ett specifikt objekt i modellen markeras objektet med gul markering och visar den specifika objektinformationen, exempelvis i detta fall visas en befintlig mur med stålklassen C35/45 enligt figur 3.

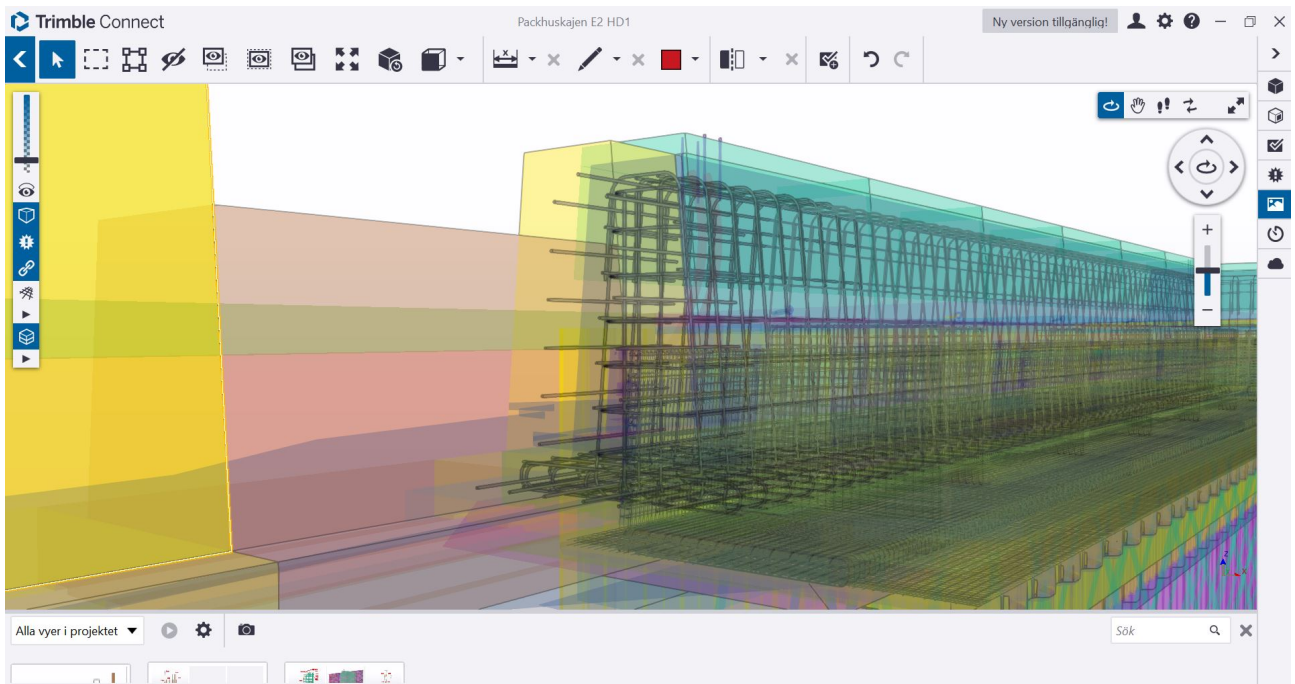


Figur 2: Programvarans gruppering av olika objekt/komponenter i modellen.

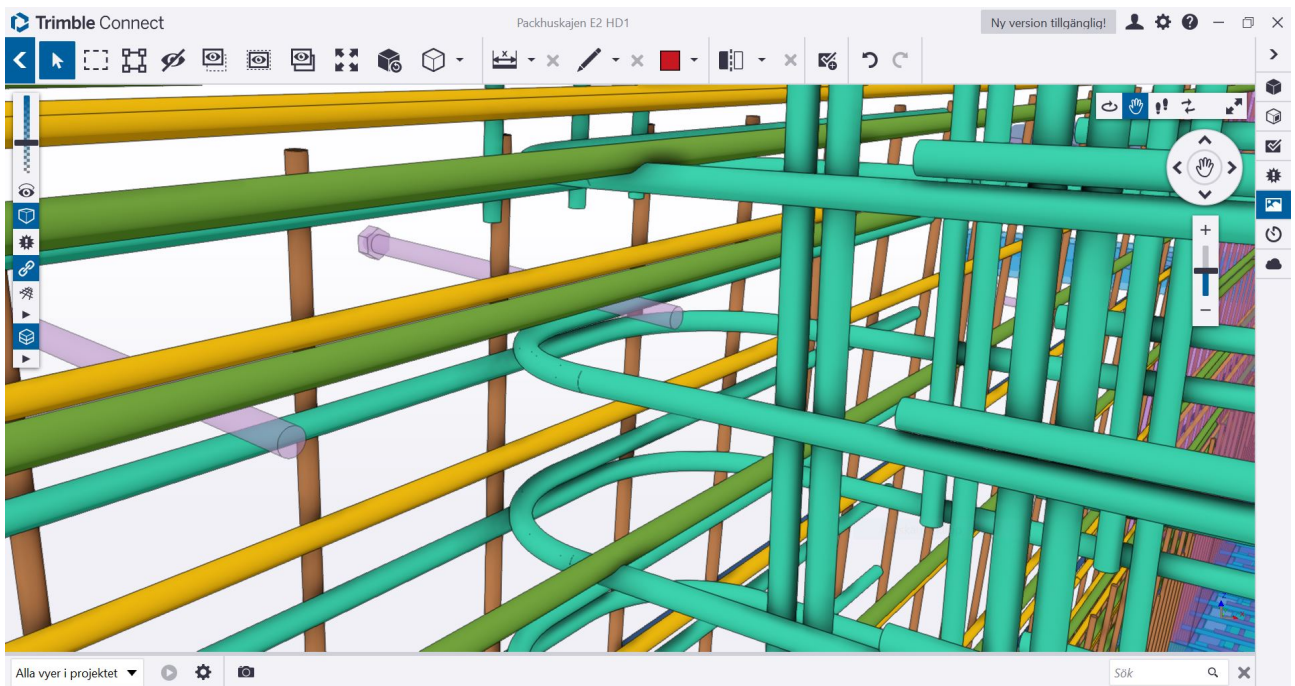


Figur 3: Specifikt objektinformation av en komponent.

Programvaran tillåter ändring av genomskinlighetsnivå för att lättare se modellens uppbyggnad som visas i figur 4. Funktionen tillåter användaren att se hur konstruktionen verkligen är uppbyggd och tydligt visar i tidigt skede när komponenter kolliderar enligt figur 5.



Figur 4: Modellen med lägre genomskinlighetsnivå för att se modellens uppbyggnad.



Figur 5: Armering S300 (skogsgrön) kolliderar med armering S150 (mintgrön).

3 Building Information Modeling – BIM

Teoretisk bakgrund som omfattar BIMs historiska utveckling och dess användningsområden för att få en djupare förståelse i hur det används idag samt andra tillämpningar som görs med BIM.

3.1 Generella information om BIM

BIM står för *Building Information Modeling*, som är en process som innefattar skapandet och hantering av digitala representationer av byggnaders fysiska och funktionella egenskaper. BIM i en enda gemensam modell kan ses som en samarbetsinriktad metod för byggdesign, konstruktion och hantering som integrerar olika intressenter såväl som arkitekter, ingenjörer, entreprenörer och fastighetsförvaltare. I grunden är BIM ett digitalt verktyg som gör det möjligt för intressenter att visualisera och simulera byggprocessen och byggnadsdriften i en virtuell miljö innan något faktiskt byggnadsarbete påbörjas. Detta gör det möjligt för bättre planering och samordning av de olika elementen som ingår i byggprojektet, vilket kan leda till större effektivitet och kostnadsbesparingar (Disney, m.fl., 2022). BIM tillåter en modell med objekt att innehålla information om sig själva och samtidigt tillåter objekten att förstå hur de är sammankopplade till varandra i modellen och förändrar processen kring skapandet av 2D-ritningar och visualiseringar för byggnadsanläggningar. Den traditionella processen blir effektivare med BIM-tekniken, där tekniken kan vid ett tidigt skede i projekteringsprocessen konfigurera olika designanalyser kring modelluppbyggnaden utifrån krav och kostnader som även tar hänsyn till bland annat installationer och andra komponenter (Eastman m.fl., 2018; Beetz m.fl., 2018).

BIM kan tillämpas på alla stadier av en byggnads livscykel, inklusive design, konstruktion, drift och underhåll. Genom att tillhandahålla en centraliserad informationskälla kan BIM förbättra kommunikationen mellan intressenter, minska fel och omarbetning samt leda till bättre resultat för byggprojekt. BIM kan i olika aspekter av byggprocessen undersöka energieffektivitet, säkerhet och kostnadsbesparingar. BIM kan även integreras med andra teknologier, såsom virtuell verklighet (Eastman m.fl., 2018; Beetz m.fl., 2018).

3.2 Level of Development – LOD

LOD är en term som står för *Level of Development* som används i sammanhanget av BIM för att beskriva graden av fullständighet och noggrannhet hos en modell vid olika stadier av ett byggprojekt. LOD kan betraktas som ett mått på graden av detalj och tillförlitlighet av informationen som finns i en BIM-modell (American Institute of Architects, 2022). LOD

beskriver dimensionella, rumsliga, kvantitativa och kvalitativa egenskaper samt andra data som ingår i ett element i modellen (Kensek & Noble, 2014).

LOD definieras vanligtvis med en numerisk skala från 100 till 500, där varje nivå representerar en specifik grad av detalj och noggrannhet. De lägre nivåerna på skalan indikerar en grundläggande konceptuell modell med begränsad detaljnivå medan de högre nivåerna representerar en mycket detaljerad och exakt modell med precis information om byggkomponenterna. LOD utvecklas genom hela byggprojektet och är en komponent av BIM. När mer information blir tillgänglig och mer detaljerade designbeslut fattas, höjs LOD i modellen för att återspegla den ökade detaljnivån och noggrannheten. American Institute of Architects (AIA) har utvecklat riktlinjer för användningen av LOD i BIM-modeller, vilket är allmänt antaget i branschen. Riktlinjerna ger detaljerade beskrivningar av detaljnivån och noggrannheten som krävs vid varje LOD-nivå, samt vilken typ av information som bör ingå i modellen (American Institute of Architects, 2022). Här är beskrivningen av olika LOD-nivåer:

- ⇒ LOD 100: Konceptuell design som representerar den allmänna formen och storleken på byggkomponenterna. Komponenterna representeras av en symbol eller annan generisk beskrivning.
- ⇒ LOD 200: Grundläggande design som representerar mer specifik geometri och ungefärliga mängder, storlekar, former och platser för byggkomponenterna.
- ⇒ LOD 300: Detaljerad design som representerar faktisk geometrisk information, specifika kvantiteter, storlekar, former och exakta platser för byggkomponenterna.
- ⇒ LOD 350: Konstruktionsdokumentation som representerar detaljerad information för konstruktionsändamål, inklusive exakta platser, kvantiteter och storlekar på byggkomponenterna.
- ⇒ LOD 400: Tillverkning och montering som representerar detaljerad information för prefabricering, förmontering och slutmontering av byggkomponenterna.
- ⇒ LOD 500: Färdigställd, som representerar den exakta geometrin, storleken, formen, platsen och orienteringen av byggkomponenterna som de faktisk konstruerades.

LOD-nivåerna definierar progression för modellens geometriska egenskaper, noggrannhet och komponenters tillhörande data. Sammanfattningsvis identifierar standarden olika detaljeringsnivå på modellen, inte nivån på komponenters geometriska komplexitet (American Institute of Architects, 2022; Kensek & Noble, 2014).

3.3 Tillämpningsområden av BIM

BIM har en mängd olika tillämpningsområden inom byggbranschen och andra relaterade områden. BIM används som en integrerad och tvärfunktionell lösning för att hantera hela livscykeln för en byggnad eller infrastrukturprojekt (Eastman m.fl., 2018). Utöver det möjliggör BIM samarbete mellan olika projektmedlemmar och effektiviserar projektprocessen där de viktigaste tillämpningsområdena inkluderar:

3.3.1 Design och planering

BIM används för att skapa 3D-modeller av byggnader och infrastrukturprojekt som används för att visualisera och analysera designalternativ, ta beslut och planera projekt. I tidigt skede kan undersökning med BIM öka byggnadens prestanda och kvalitet för att säkerställa att byggnadens funktionella och hållbara krav uppfylls. I samband med detta upptäcks fel som vanligtvis orsakas av 2D-ritningar och hinner elimineras innan det upptäcks ute i konstruktionsfasen, vilket reducerar onödiga kostnader och påskyndar produktionsprocessen. BIM synkroniserar design- och konstruktionsprocessen och tillåter förtidsplanering av maskinaktiviteter för att vara förberedd i schemat.

3.3.2 Kostnadskalkylering

BIM används för att beräkna kostnader för byggprojekt genom att använda information om material, arbetskraft och andra faktorer som är inbyggda i modellen. BIM ger möjligheten att uppskatta kostnadsberäkning och mängddata över material till byggprojektet.

3.3.3 Projektstyrning

BIM används för att hantera projektets tidsplan, samarbeta med andra projektmedlemmar och spåra projektets framgång. I projekteringskedet kan BIM användas för att uppnå budgeten och krav för att spara pengar och tid.

3.3.4 Konstruktion

BIM används för att generera detaljerade ritningar, specifikationer och instruktioner för byggprocessen. Samverkan med BIM och användning av IPD, *Integrated Project Delivery*, under

varje fas för att förstå designens utveckling och kunna förhindra problemen som kan uppstå från 2D-ritningar som i sin tur kan leda till förseningar i projektet. Under konstruktionsprocessen kan BIM förse med just-in-time-leveranser med rätt mängd material till specifikt arbetsmoment för att minska lagringsutrymme på arbetsplatsen.

3.3.5 Drift och underhåll

BIM används för att underlätta hanteringen av fastigheter genom att tillhandahålla detaljerad information om byggnadens komponenter och system.

3.3.6 Miljö- och hållbarhetsanalyser

BIM används för att analysera energiförbrukning, utsläpp och andra miljö- och hållbarhetsfaktorer för att optimera prestanda och minska påverkan.

3.3.7 Kvalitetskontroll

BIM används för att säkerställa kvalitet och överensstämmelse med byggnadsregler genom att generera detaljerade rapporter och inspektera byggnadens komponenter.

3.3.8 Visualisering och kommunikation

BIM används för att skapa realistiska visuella representationer av byggnader och infrastrukturprojekt som används för kommunikation med intressenter och allmänheten.

3.4 Utmaningar med BIM

Byggbranschen har antagit BIM-tekniken som ett verktyg för att möjliggöra bättre kommunikation, samarbete och informationsdelning mellan alla inblandade parter i ett byggprojekt. Trots detta finns det fortfarande flera utmaningar och svårigheter kring BIM. Några av de vanligaste problemen inkluderar bristande standardisering och kompatibilitet mellan olika BIM-program. BIM-modeller kan skapas med olika programvaror och format, vilket kan skapa kompatibilitetsproblem när olika modeller måste kombineras. Detta kräver ofta manuellt arbete för att justera modellerna och få dem att fungera tillsammans.

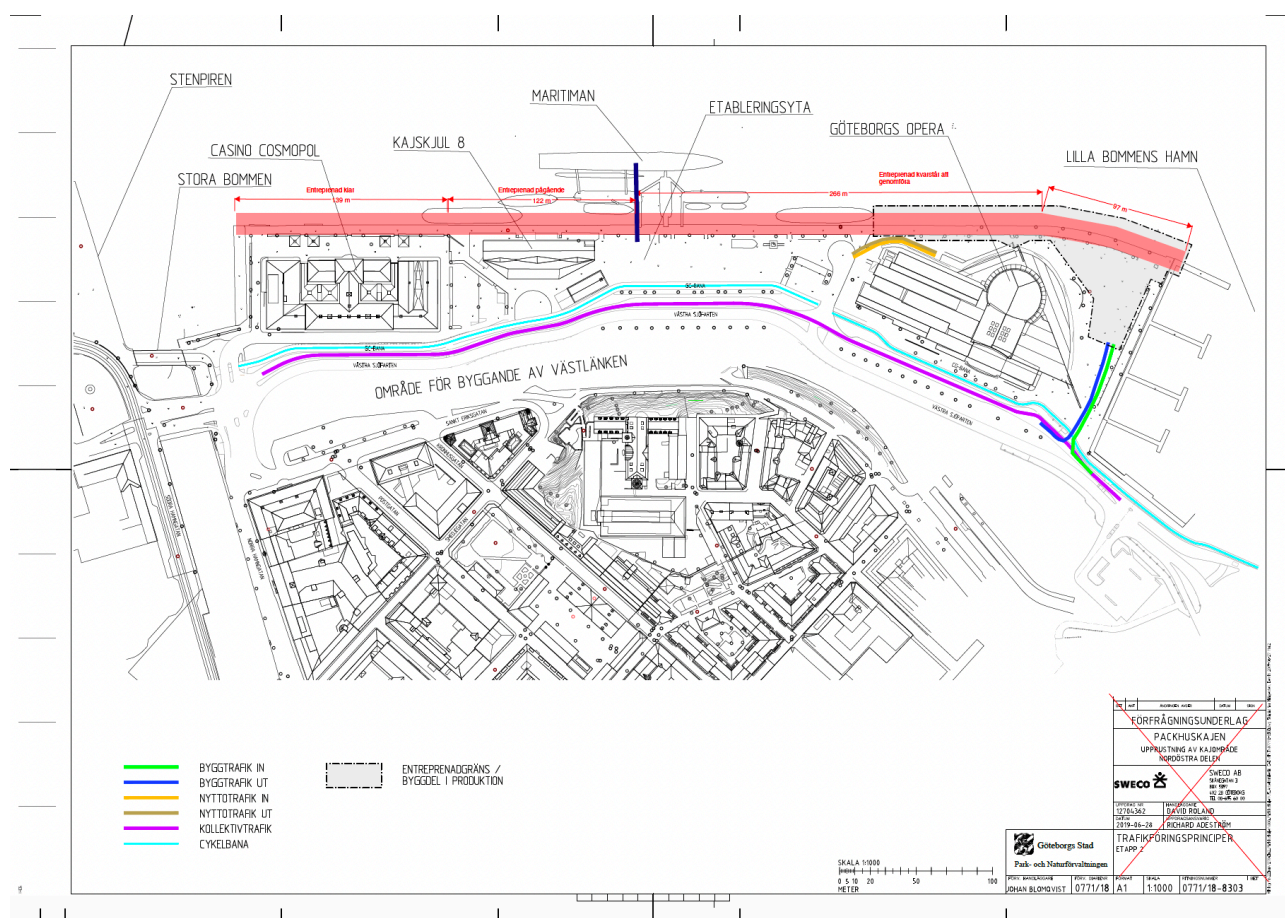
En annan svårighet är den tekniska komplexiteten då det är höga initiala kostnader för implementering av BIM och bristande utbildning och kompetens hos användare. BIM-systemet är teknisk avancerad och kräver specialiserad kunskap för att effektivt använda BIM.

En till svårighet är begränsade möjligheter för integration av BIM med andra informationskällor och programvaror samt svårigheter att hantera och utbyta stora mängder data som generats av BIM. Eftersom BIM används för att hantera känslig information om byggprojekt, finns det också säkerhetsrisker som måste hanteras och systemet måste därför skyddas från potentiella hot som dataintrång och hackers.

4 Projektstudie

4.1 Projekt Packhuskajen

Den 150 år gamla Packhuskajen började anläggas på 1860-talet och har använts som lastkaj genom åren. Kajen sträcker sig från Stora Bommen, förbi Casinobryggan och österut mot Jussi Björlings plats vid Göteborgsoperan enligt figur 6. Platsen är kulturhistorisk och en del av befästningsverket runt det gamla Göteborg. Kajen har historiskt sett använts som en plats för emigranter att ta sig till USA. Packhuskajen är uppbyggd på rustbädd, där träpålar kördes ner i gytjtjan till ett djup på cirka sju meter som stöttar upp en plankbotten, som man sedan byggt på stenkonstruktionen. Packhuskajens konstruktionen varierar mellan olika sträckor på kajen och detta har medfört att kajen har satt sig olika under åren som gått. Efter besiktning insåg kommunen att kajen är i stort behov av renovering. Kajens utformning är numera krokig då kajen har både i sidled och i höjddled har förskjutit sig (Göteborgs Stad, 2023). Skanska Sverige AB har fått i uppdrag av Göteborgs park- och naturförvaltning att renovera och förstärka upp Packhuskajen i olika etapper. Kajen blir mer flexibel och byggd för framtiden (Skanska, u.å.).



Figur 6: Ritning över arbetsområdet (röd markering) för kajkonstruktionen i projektet.

För att vara ledande och fortsätta driva samhällsutvecklingen framåt är det viktigt för Skanska att ligga i framkant inom många områden för att kunna möta framtidens utmaningar. En stor utmaning inom det tekniska området gäller digitalisering och IT.

4.2 Att arbeta med 2D-ritningar

Första etappen genomfördes mellan december 2019 och september 2021 där Skanska arbetade med det traditionsenliga arbetssättet – nämligen med 2D-ritningar. Under första etappen renoverades 123 meter av Packhuskajen, från Casinobryggan till Kajskjul 8. Kajen får stabilare konstruktion genom att ersätta den gamla konstruktionen med en stabilare kaj i betong som grundläggs på nya pålar av stål borrade till ett djup mellan 60–80 meter ner till berg. Då kajen har stått förankrad i leran kommer den nu att stå förankrad på berg under Göta Älv. Samtidigt höjs kajen till två meter ovanför medelvattennivån och förses med ett älvkantsskydd. Detta för att klimatsäkra staden för framtida höga vattenstånd och översvämningar. För att ta vara på kulturmiljön som finns avslutas arbetet för denna etapp med återställning av k-märkta storgatstenar från 1800-talet.

4.2.1 Fördelar med 2D

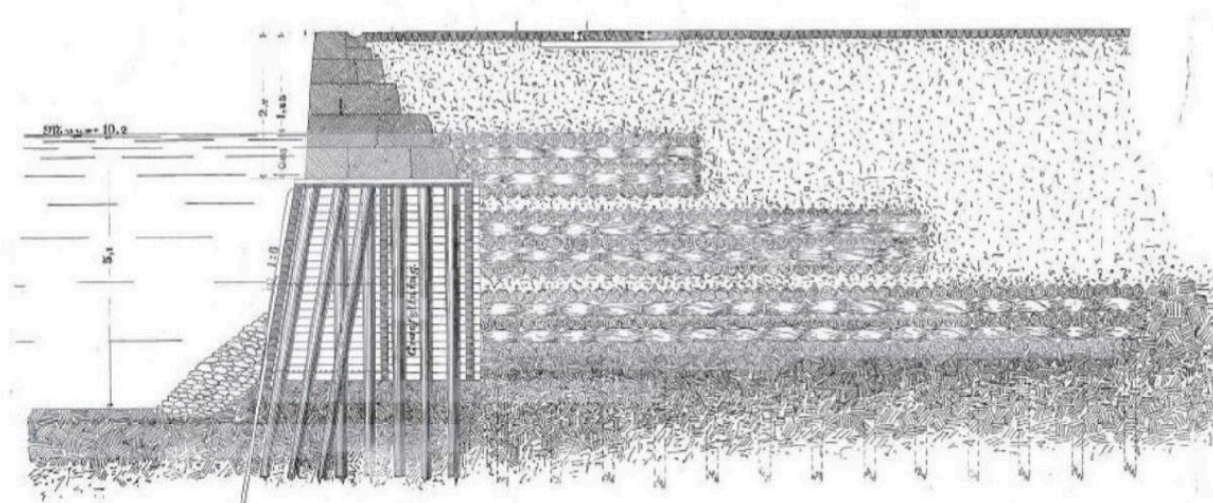
En av fördelarna med pappersritningar är möjligheten att lägga till anteckningar vid ändringar eller tillägg av ny information. Vid användning av 2D-ritningar är informationshanteringen betydligt enklare än vid 3D-modeller. Dock kan viktig information gå förlorad om den inte finns med i modellen. Yrkesarbetarna som är erfarna och känner till vad de ska leta efter kan ha nytta av 3D-modeller som komplettering till ritningar eftersom det ger mer detaljerad information på armeringslager och andra konstruktioner. Däremot är 2D-ritningar enklare att hantera och ger en överblick över informationen, samt kan även enkelt vikas och förvaras i arbetskläderna.

4.2.2 Nackdelar med 2D

Det finns dock nackdelar med 2D-ritningar då det kan se rörigt ut på grund av mycket streck och punkter, vilket kan innehålla väldigt lite information och vara svårt att förstå för oerfarna personer inom branschen. Sammanfattningsvis kan det sägas att valet av informationshantering i byggprojekt beror på individuella preferenser och erfarenheter. Erfarna yrkesarbetare kan dra nytta av 3D-modeller som komplettering till ritningar, medan mindre erfarna personer kan ha svårt att avläsa 2D-ritningar. Pappersritningar kan vara användbara vid tillägg av ny information, men kan vara svåra att avläsa och kan i många fall se rörigt ut. Valet av metod bör bero på projektets specifika krav och behov.

4.3 Att arbeta med 3D-modellering

För andra etappen som började i mars 2022 har Skanska under denna del totalentreprenad på projektet och valt att enbart arbeta med 3D-modellering. Etapp två sträcker sig bort från första etappens avslut bort till Maritiman. Fokuset för denna etapp är att byta ut gamla träpålar i grundläggningen till nya stålpålar för att skapa en stabilare kaj som ska hålla under en lång tid (Göteborgs Stad, 2023). Packhuskajens befintliga konstruktion från 1800-talet är uppbyggd med stenmurar som vilar på rustbädd som ligger på pålgrupper av träpålar i celler med timrade väggar på totalt sju rader enligt figur 7. Rustbädden består av krönstenar i granit med underliggande stenskoning av kalk- och sandsten, som i sin tur till vissa delar blivit putsad med betong. Bakom stenmuren förstärks konstruktionen med 4 pålrader och 7 meter brett påldäck. Pällängderna varierar mellan 5–8 meter. Konstruktionen innanför kajen är bankpålat med korta träpålar motsvarande 16 meter. Ovanpå pålningen ligger flera lager risknippen som har i syfte att motverka ojämna sättningar samt kompensera för den tunga fyllningen.

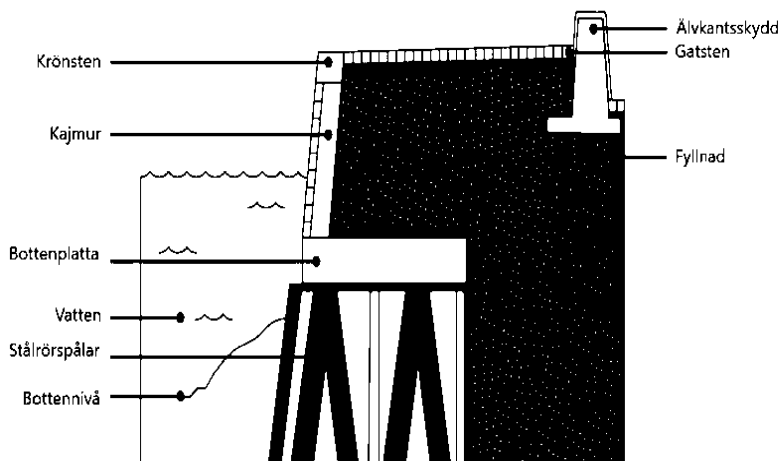


Figur 7: Gamal ritning över Packhuskajens befintliga konstruktion från 1860-talet.

För en stabilare kajkonstruktion kommer den nya konstruktionen att bestå av stålpålar. Utanför den befintliga kanten på kajen kommer en spont att slås ca 2–2,5 meter. Den befintliga konstruktionen kommer att demonteras efter den yttersta sponten slagits och ersätts med en ny kajkonstruktion. Den nya kajkonstruktionen består av platsgjuten L-stödmur grundlagd på stålpålar som visas översiktligt i figur 8. Krönsten som redan finns i konstruktionen kommer att demonteras för att senare återanvändas i den nya kajkonstruktionen. Där konstruktionen inte tillåter återanvändning av krönsten kommer det ersättas med ny bohusgranit. Nuvarande krönsten

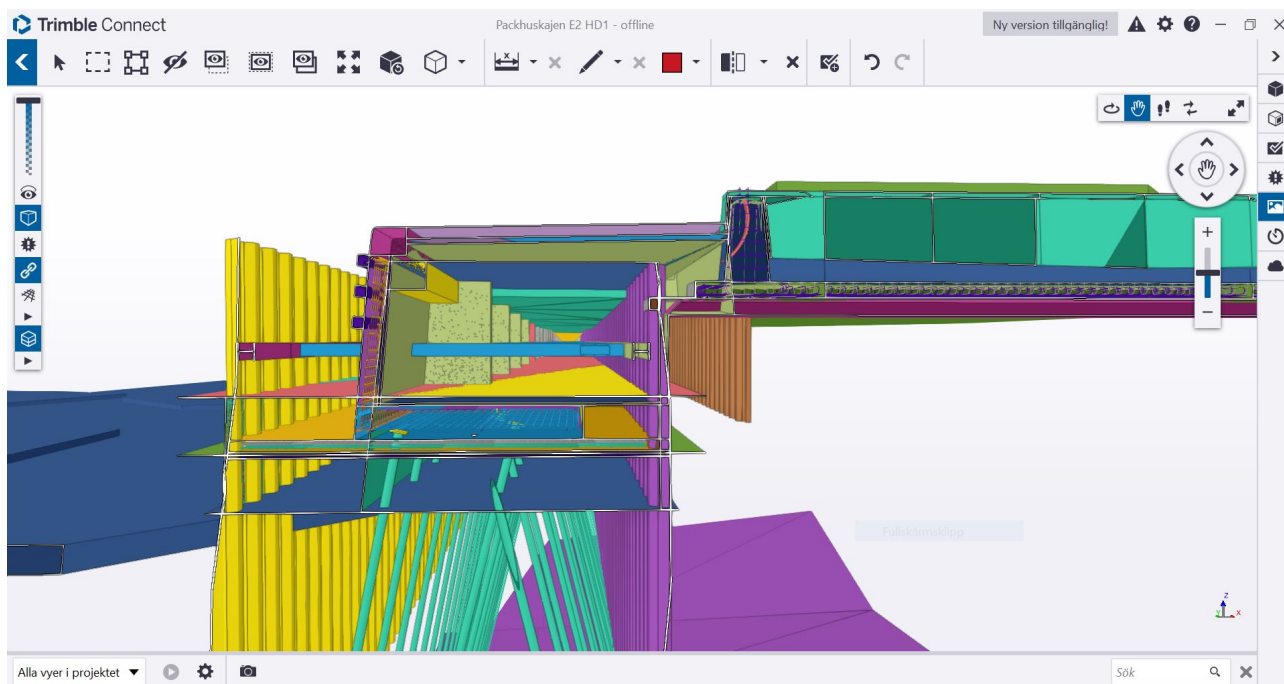
ligger på nivå +1,5–+2,0. I den nya konstruktionen kommer ovankant krönsten att läggas på nivå +2.0.

Konstruktionskiss



Figur 8: Enkel skiss över Packhuskajens nya konstruktion.

Figur 9 är en detaljerad sektionsskärning av 3D-modellen som motsvarar samma konstruktionsritning som 2D-ritningen ovan visar enligt figur 8. Detta visar på att den främsta fördelen med användning av BIM i byggprojekt är den detaljerade visualiseringen över en konstruktion som inte är möjligt med en 2D-ritning.



Figur 9: En detaljerad sektionsskärning av 3D-modellen över Packhuskajens nya konstruktion.

4.3.1 Fördelar med 3D-modellering

En alltmer vanligt förekommande metod för konstruktionsarbete är användningen av 3D-modellering. En av de största fördelarna med 3D-modellering enligt respondenterna är att det ger en tydlig överblick över alla komponenter och deras placering i modellen. Denna fördel möjliggör också tydliga vyer över kollisioner mellan olika komponenter, vilket inte är möjligt med 2D-ritningar. Modellen ger en mer korrekt och realistisk bild av hur konstruktionen faktisk ska se ut och fungera. Detta är särskilt viktigt för personer som inte har mycket erfarenhet av pappersritningar, eftersom det kan vara svårt att förstå den totala helheten med hjälp av streck och punkter. 3D-modellering tillåter användaren att se den verkliga bilden av hur konstruktionen är tänkt att se ut och fungera, vilket ger en enklare förståelse av projektet i helhet.

En annan fördel med 3D-modellering enligt respondenterna är att det ger möjlighet att upptäcka fel i ett tidigt skede genom visualisering av modellen genom att vrida runt den. Detta gör det möjligt att korrigera eventuella fel eller problem innan konstruktionen går vidare till produktion. När det gäller armering i konstruktioner är 3D-modellering särskilt användbart, eftersom det möjliggör en tydlig visualisering av olika armeringslager. Dessutom gör 3D-modellering det möjligt att se hela projektet på en och samma gång samt att navigera enkelt fram och tillbaka i modellen oavsett vilket skede projektet befinner sig i. Detta är mycket fördelaktigt jämfört med pappersritningar som kräver att man bläddrar igenom många ritningar för att hitta den önskade informationen.

Slutligen är 3D-modellering också mycket användbart för att visualisera specifika detaljer i konstruktionen. Det gör det möjligt att se mer översiktligt hur en viss konstruktion ska se ut och fungera. Sammantaget är 3D-modellering en effektiv och användbar metod för konstruktionsarbete, och dess fördelar sträcker sig från att ge en tydlig överblick över komponenterna till att visualisera konstruktionen på ett realistiskt sätt.

4.3.2 Nackdelar med 3D-modellering

Att skapa 3D-modeller är en tidskrävande och kompetenskrävande process som kräver behärskning av specialiserad programvara. Vid användning av 3D-modellering kan det vara tidskrävande för projektörer att korrigera modellen när komponenter kolliderar eller när fel upptäcks under produktionen. Komplexiteten i vissa projekt kan göra det svårt att använda 3D-modellering, vilket begränsar dess användning.

Programvaran som används för 3D-modellering är inte perfekt och kan ibland bete sig oförutsägbart. Till exempel kan programmet ha svårt att skilja mellan olika armeringslager och filtrera bort vissa komponenter i komplexa vinklar. Att ändra eller lägga till ny information i modellen kan kräva att projektören ritar en ny version av modellen, och vissa komponenter kan inte automatiskt mätas och måste därför tas fram manuellt.

Ytterligare utmaningar som uppstår när man använder 3D-modeller i produktionen är att det kan vara lätt att trycka på fel komponenter, vilket kan leda till felaktiga vyer eller att viktiga detaljer försvinner. Dessa problem kan också öka risken för misstag, eftersom användaren ibland kan släcka komponenter i modellen utan att veta om det, vilket leder till att viktiga delar av modellen inte visas. Detta kräver att användaren hela tiden får återgå till grundvyn för att visa dolda komponenter, vilket kan ta tid och fördröja produktionen.

En annan utmaning med 3D-modellering är att det kan vara krångligt att navigera och innehålla överflödigt information. Detta kan fördröja produktionen och minska effektiviteten. Dessutom kan det vara svårt att arbeta med 3D-modeller på fältet, eftersom elektronisk utrustning som iPad och telefoner kan vara känsliga för olika väderförhållanden och svåra att hantera. Sammanfattningsvis är det viktigt att inse att 3D-modellering kan vara en värdefull resurs för att visualisera projekt och identifiera potentiella problem. Samtidigt kan det också vara en utmaning att använda 3D-modeller på ett effektivt sätt, och det är viktigt att förstå dess begränsningar och utmaningar för att kunna använda den på ett optimalt sätt.

4.4 Informationshantering

3D-modeller är en vanlig form av digital representation som används inom många yrkesområden, inklusive arkitektur, teknik och tillverkning. Dock kan 3D-modeller ofta innehålla överflödigt information som inte är nödvändig för att utföra en specifik uppgift. För att lösa detta problem, kan användare filtrera bort information som anses vara irrelevanta och minimera informationsspalten. Men det är viktigt att notera att för lite information kan leda till att modellen inte ger tillräckligt med information för att optimalt visa sin potentiella användning. För att skapa en 3D-modell måste projektören fylla i en profil, material och tillhörande klass. Programvaran kan dock automatiskt visa överflödigt information som inte behövs. För att hjälpa yrkesarbetarna att urskilja reviderade komponenter från de ordinarie, kan projektören gruppera dem efter informationsinmatning.

När en modell är skapad uppdateras den inte automatiskt vid ändringar, vilket är en fördel eftersom det kan lätt uppstå fel så fort någon i arbetslaget gör en ändring. Istället måste projektören skapa en ny modell och markera manuellt vilka komponenter som har ändrats. Dessa markeringar gör det enklare för yrkesarbetarna att identifiera förändringar i modellen. Det är också viktigt att notera att yrkesarbetarna som jobbar med modellen ute i produktionen kan upptäcka fel på ett annat sätt än projektören eftersom de har en annan syn på användningen av modellen. Förekomsten av upprepande arbetsmoment inom projektet gör det möjligt att använda samma pappersritningar för att utföra upprepande arbetsmoment, eller om man redan har lärt sig att utföra ett liknande arbetsmoment tidigare. Dock är detta inte lika effektivt som att använda en digital 3D-modell som kan uppdateras automatiskt och som är mer intuitiv att arbeta med för yrkesarbetarna.

4.5 Kollisionshantering

Programvaran väljer oftast att inte använda dem eftersom programmet tenderar att visa för många icke-kritiska kollisioner, exempelvis när armeringsjärn kolliderar med varandra. Istället utför projektören visuella kollisionkontroller på ett enklare sätt genom att rotera modellen och se om några komponenter kolliderar. I fallet med Packhuskajens modell, som är relativt enkel, bedöms visuella kollisionkontroller vara tillräckliga. Det skulle vara tidskrävande för projektören att behöva flytta varje armeringsjärn som kolliderar i modellen. Istället förlitar sig projektören på yrkesarbetarna ute i produktionen för att flytta på de armeringsstänger som orsakar kollisioner. Dessa erfarna yrkesarbetare kan snabbt upptäcka avvikelser och agera utifrån sina egna erfarenheter istället för att modellen måste ritas om.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att projektören väljer att utföra visuella kollisionkontroller istället för att förlita sig på programvarans automatiska kontroller. Detta beslut är baserat på att programvaran tenderar att visa icke-kritiska kollisioner och att modellen är tillräckligt simpel för att visuella kontroller ska vara tillräckliga. Genom att involvera erfarna yrkesarbetare i produktionen kan man snabbt upptäcka och hantera eventuella kollisioner utan att behöva göra om hela modellen.

4.6 3D-implementeringens värde i projektet

Detta stycke behandlar användningen av 3D-projektering och dess fördelar och utmaningar i ett projekt med upprepande arbetsmoment med en konstruktion som är liknande längs hela sträckan.

Trots att projektet är passande för personer med mindre erfarenhet av 3D-projektering, har arbetslaget tenderat att inte aktivt använda modellen eftersom många arbetsmoment utförs på samma sätt. Detta ger dock arbetslaget mer tid och förståelse för att lära sig använda 3D-projektering. Eftersom framtidens arbete kommer att bli mer digitalt, är det fördelaktigt för arbetslaget att utveckla sin kompetens inom området. Dock påpekas det att det är dubbelarbete att skapa både 3D-modeller och 2D-ritningar.

På grund av den repetitiva naturen av arbetsmomenten och likheten i konstruktionen har modellen inte använts i stor utsträckning. Detta innebär att arbetslaget kan glömma hur modellen används eftersom den inte används kontinuerligt. Det kan gå upp till en månad innan modellen används igen eftersom samma struktur byggs. Modellen anses dock vara nödvändig och används vid speciella etapper eller vid förändringar i projektet. Det noteras att den begränsade användningen av programvaran för 3D-modellering förhindrar en fullständig inläring av programvaran.

För närvarande efterfrågar man en kombination av arbetsmetoder, där användningen av 3D-modeller blir enklare och anpassningsbar. I framtiden förväntas det bli lättare att arbeta med 3D när funktioner som underlättar och uppfyller behoven införs. Det är också viktigt att systemet är användarvänligt och anpassat för användare med olika tekniska kunskapsnivåer, inklusive äldre personer med begränsad teknisk erfarenhet. Implementeringen av en sådan arbetsmetod kan dock vara utmanande.

Det påpekas också att projektet innehåller många repetitiva arbetsmoment, särskilt eftersom kajen har en liknande utformning längs hela sträckan. Initialt granskades modellen noggrant för den första delen av sträckan, men därefter användes minnet som referens för att utföra återstående etapper. Konstruktören betonar att de alltid utgår från 3D-modellen och skapar 2D-ritningar utifrån den. Detta sparar tid och minskar arbetsbelastningen i projektet ur ett ekonomiskt perspektiv. Det noteras dock att det kan vara tidskrävande att få hela arbetslaget att anpassa sig till det digitala arbetssättet, särskilt för dem som inte är vana vid att hantera datorer, då det tar längre tid att granska en 3D-modell jämfört med 2D-ritning.

5 Resultat

5.1 Presentation av respondenter

I detta avsnitt presenteras resultatet från intervjuerna som utförts på projekt Packhuskajens byggetablering i Göteborg. Majoriteten av arbetslaget saknar tidigare erfarenheter kring att arbeta med 3D-modellering, vilket leder till att fokuset hamnade på deras syn på fördelar och utmaningar under projektets gång angående att jobba med 3D-modellering i produktionen. För att få in olika synvinklar har olika yrkesgrupper och befattningar blivit intervjuade.

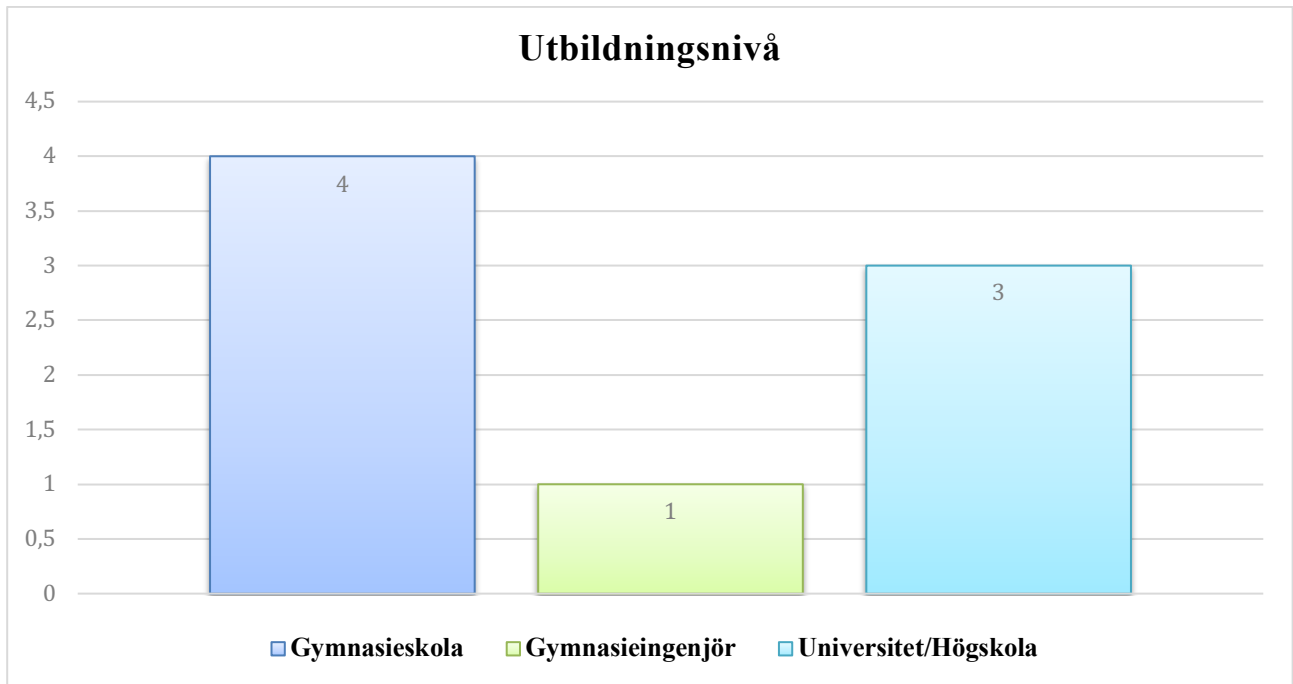
#	Yrkesroll	Erfarenheter	Frågor
1	Arbetsledare	1 år	Bilaga 2
2	Arbetsledare	12 år	Bilaga 2
3	Projekterare, CAD-projektör	23 år	Bilaga 3
4	Yrkesarbetare, snickare	16 år	Bilaga 1
5	Yrkesarbetare, snickare	17 år	Bilaga 1
6	Yrkesarbetare, betong- och armeringsarbetare	20 år	Bilaga 1
7	Produktionschef	9 år	Bilaga 2
8	Projektchef	8 år	Bilaga 2

Tabell 2: Respondenter med respektive yrkesroll och erfarenhet samt vilka frågor som ställdes under intervjun.

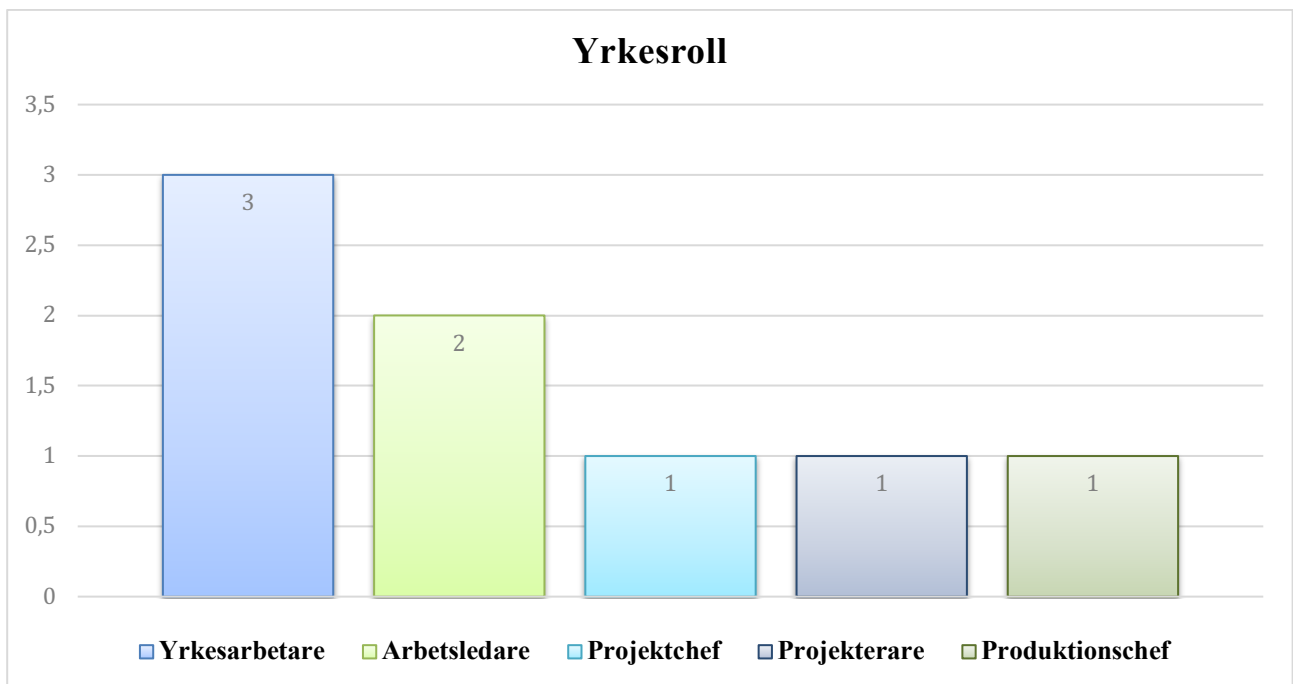
- Respondent 1: Respondent 1 har arbetat inom byggnadssektorn i 1 år som arbetsledare och har gymnasieutbildning med inriktning samhällsbyggande, miljö och teknik. Efter avslutad gymnasieutbildning läste respondent 6 ett år på Skanska Gymnasiet i Växjö och utbildade sig till gymnasieingenjör, vilket motsvarar rollen som arbetsledare. Respondent 1 har använt olika programvaror under sin utbildning men har inte tidigare arbetat med 3D-modellering.
- Respondent 2: Respondent 2 har arbetat inom byggnadssektorn i 12 år som snickare och har gymnasieutbildning med inriktning bygg. Dennes nuvarande befattning är

arbetsledare och har tidigare arbetat med 3D-projektering i samverkan med 2D-ritningar. Projektet respondent 2 arbetade på hade 3D-modell men arbetade utifrån 2D-ritningar.

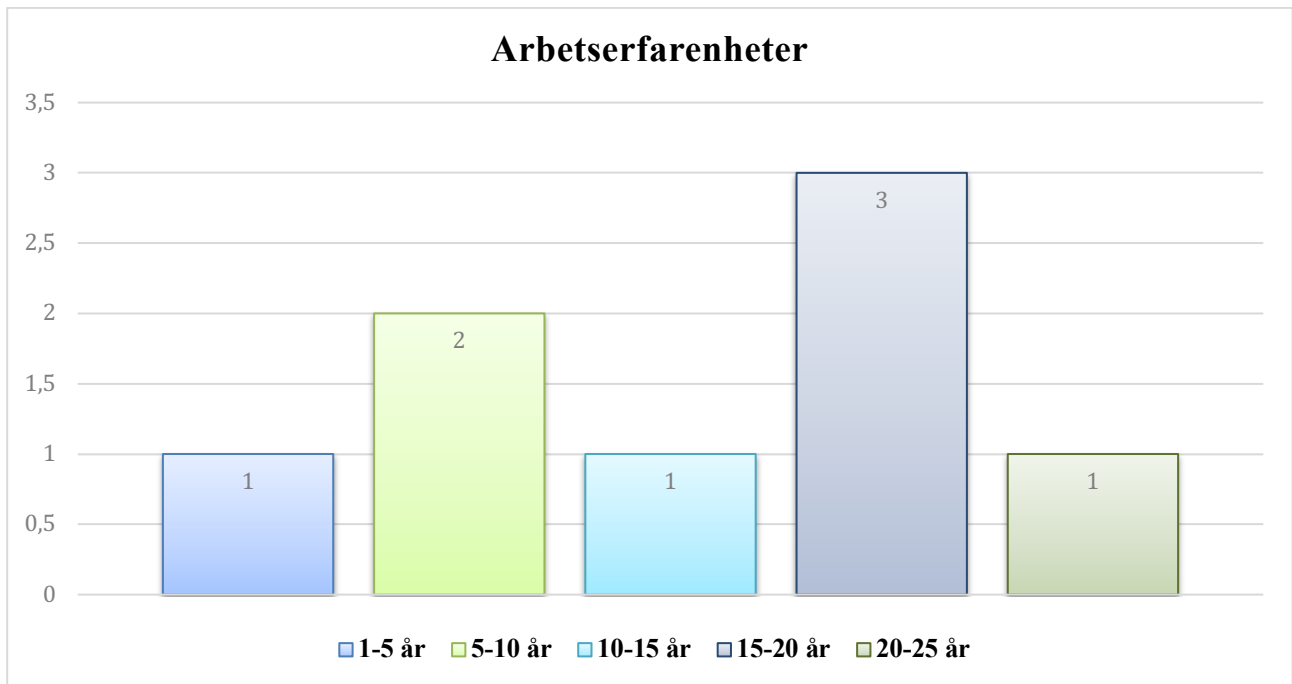
- Respondent 3: Respondent 3 har arbetat inom byggnadssektorn i 23 år och har universitetsutbildning med inriktning väg- och vattenbyggnad. Kompetensen respondent 1 besitter kring 3D-modellering är hög och kommer från det dagliga arbetet då dennes nuvarande befattning är CAD-projektör sedan 8 år tillbaka. Respondent 3 har tidigare jobbat med 3D-modellering i Skanska-projekten Kardonbanan och Ängelholm.
- Respondent 4: Respondent 4 har arbetat inom byggnadssektorn i 16 år som snickare och har gymnasieutbildning med inriktning bygg. Respondent 4 har tidigare arbetat lite med 3D-modellering i ett testprojekt.
- Respondent 5: Respondent 5 har arbetat inom byggnadssektorn i 17 år som snickare och har gymnasieutbildning med inriktning bygg. Respondent 5 saknar helt kompetens kring 3D-modellering eftersom denne tidigare endast arbetat med 2D-ritningar.
- Respondent 6: Respondent 6 har arbetat inom byggnadssektorn i 20 år som betong- och armeringsarbetare och har gymnasieutbildning med inriktning bygg. Respondent 6 saknar helt kompetens kring 3D-modellering då denne tidigare bara har arbetat med 2D-ritningar.
- Respondent 7: Respondent 7 har arbetat inom byggnadssektorn i 9 år och haft olika befattningar. Dennes nuvarande befattning är produktionschef och har tidigare arbetat lite med 3D-modellering. Respondent 7 har högskoleutbildning med inriktning väg och vatten.
- Respondent 8: Respondent 8 har arbetat inom byggnadssektorn i 8 år och haft olika befattningar. Dennes nuvarande befattning är projektchef och har tidigare arbetat lite med 3D-modellering. Respondent 8 har högskoleutbildning med inriktning byggnadsteknik.



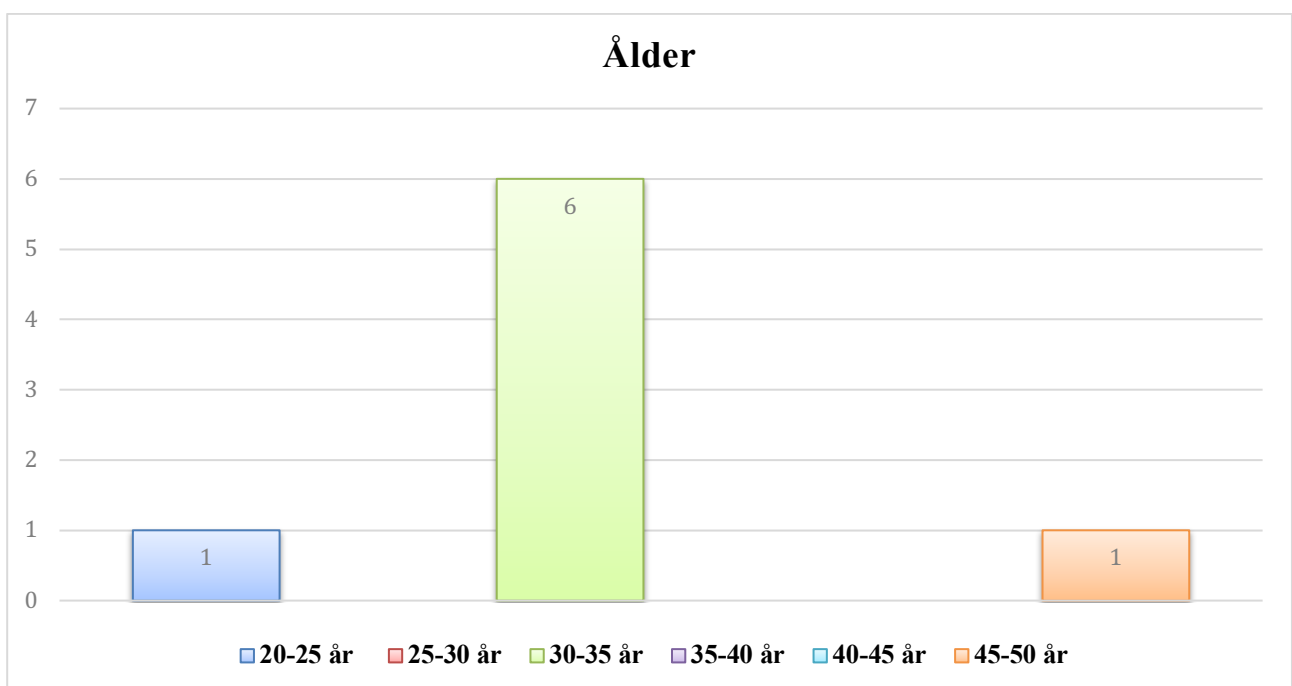
Figur 10: Diagram över utbildningsnivåer bland respondenter.



Figur 11: Diagram över yrkesroller bland respondenter.



Figur 12: Diagram över arbetserfarenheter bland respondenter.



Figur 13: Diagram över åldern bland respondenter.

5.2 Användning av BIM i produktionen

Att fullkomligt arbeta med BIM och 3D-modell är ett nytt arbetssätt för arbetslaget på projektet Packhuskajen. Samtliga yrkesarbetare har många års erfarenhet inom byggbranschen och har i majoriteten av sitt yrkesliv enbart arbetat med det traditionella arbetssättet – nämligen med 2D-ritningar. Projektet har delats in i etapper där etapp 1 genomfördes med 2D-ritningar medan etapp

2 som pågår nu genomförs utifrån 3D-modell. Att byta arbetssätt är svårt i byggbranschen där vanan handlar om att arbeta på ett specifikt arbetssätt. En av respondenterna sa:

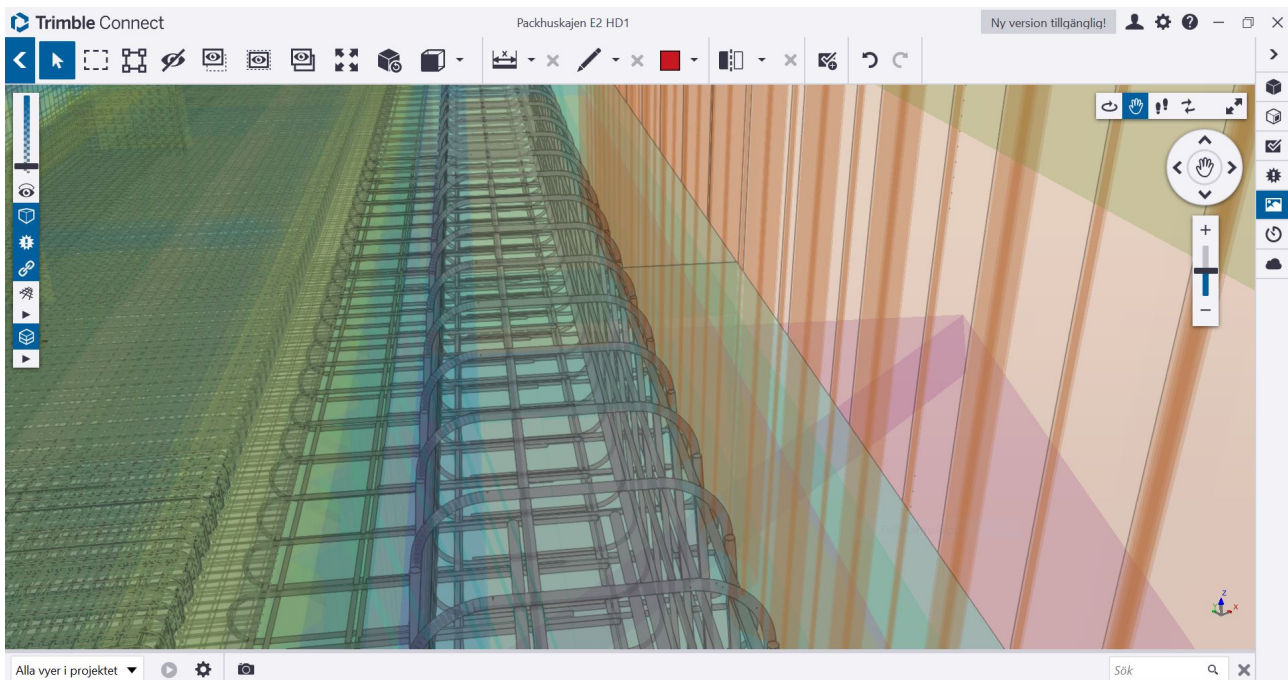
”Ska man vara realist så får man inse att man inte kan byta arbetssätt över en dag då man har jobbat med något i 15 år. Men det handlar nog mycket om vanan.”

Respondent 5

Trots ovanan har arbetslaget tagit till sig den positiva fördelen kring att arbeta med BIM. Figur 14 visualiserar armeringskonstruktionen på betongmuren i 3D-modellen medan figur 15 visar den verkliga bilden på armeringskonstruktionen ute i produktion. Ett praktiskt exempel över vilken fördel 3D-modellen har när det gäller visualisering och hur det stämmer i motsvarande med verklig byggande. En av respondenterna sa:

”... med 3D-modell kan du faktisk se hur det är tänkt på riktigt. 3D är jättebra för att man kan se den verkliga bilden utifrån hur någon har tänkt och hur det ska monteras.”

Respondent 5



Figur 14: Bild från 3D-modellen som visualiserar en armeringskonstruktion.



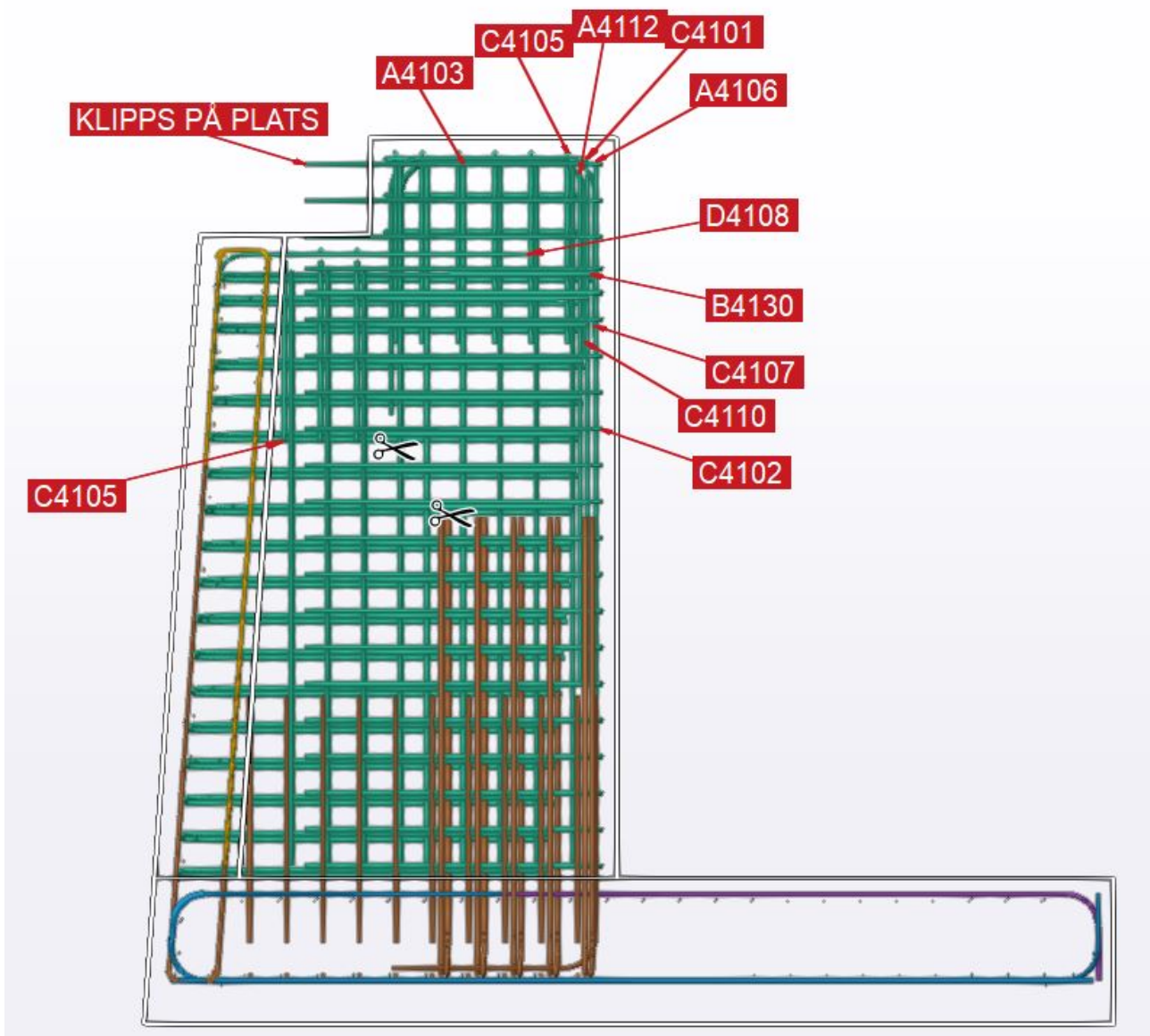
Figur 15: Bild på verklig armeringskonstruktion ute i produktion.

Trots fördelarna med BIM behövde arbetslaget ändå ta ut pappersritningar för att ta fram mått för att utföra vissa arbetsmoment. Detta är på grund av att programvaran inte kunde sätta ut mått direkt i modellen. Det är tidskrävande för yrkesarbetarna att behöva dölja oönskade komponenter i modellen för att manuellt kunna ta fram mått som var nödvändigt för arbetet. En av respondenterna sa:

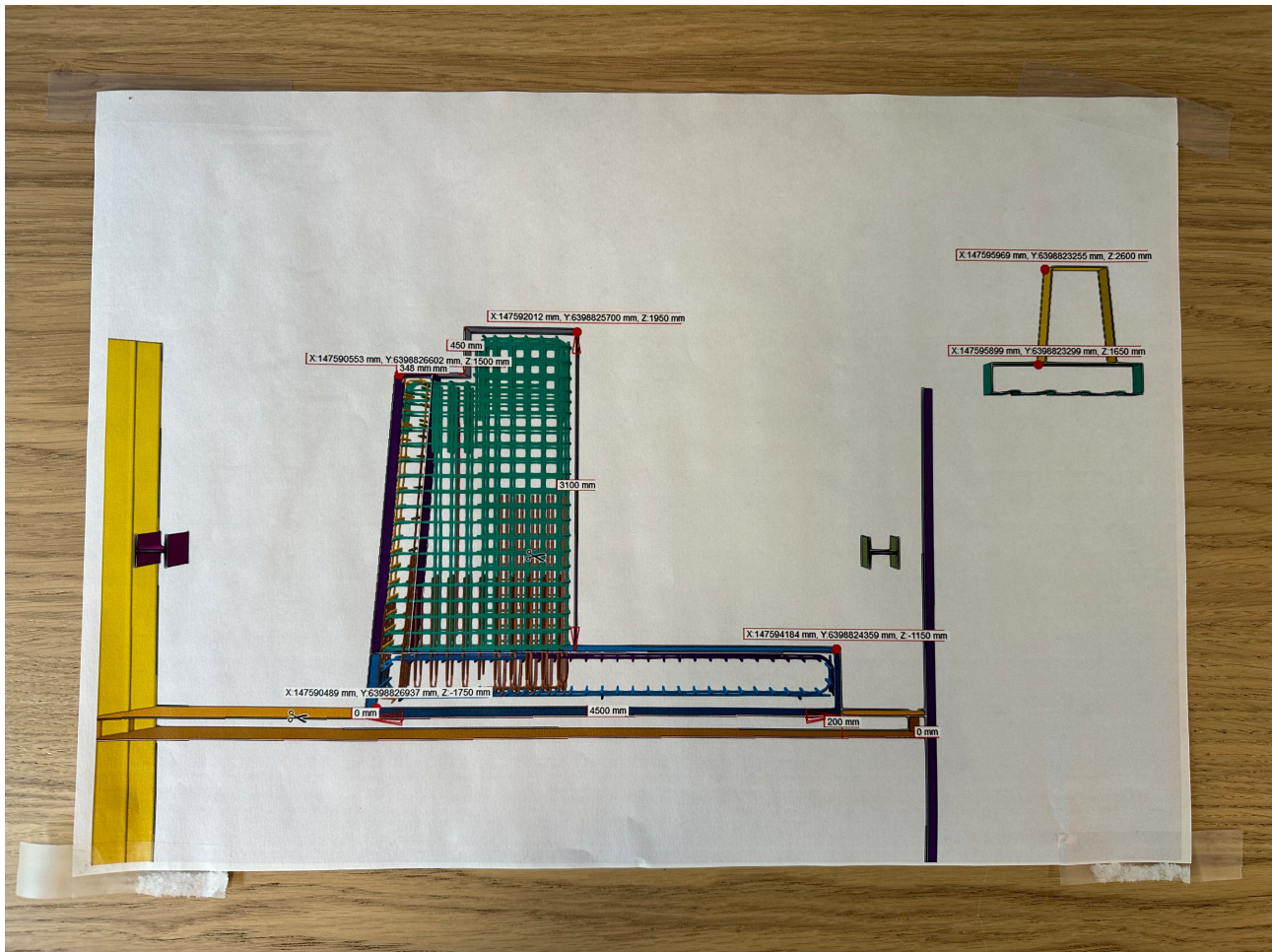
''Hade önskat en funktion som tog fram alla mått direkt och att de var utplacerade på önskade komponenter. Alternativt markera ett område i modellen och få fram måtten direkt för att slippa manuellt ta fram de. Nu får jag ändå klicka mig fram flera gånger i modellen för att få fram ett visst mått.''

Respondent 4

Figur 16 är tagen från 3D-modellen som visar konstruktionen över betongmuren med information som inte är relevant för yrkesarbetarna. Det som är användbart för yrkesarbetarna ute i produktionen är främst storleken, mängden, placeringen och centrumavståndet för en armering. Figur 17 är en utskrift som en av yrkesarbetarna har tagit ut från modellen och figur 18 är en nerskalad version med handskrivna nivåberäkningar.



Figur 16: Bild på betongkonstruktion för en betongmur från 3D-modellen.



Figur 17: Bild på betongkonstruktion för en betongmur med olika mått.

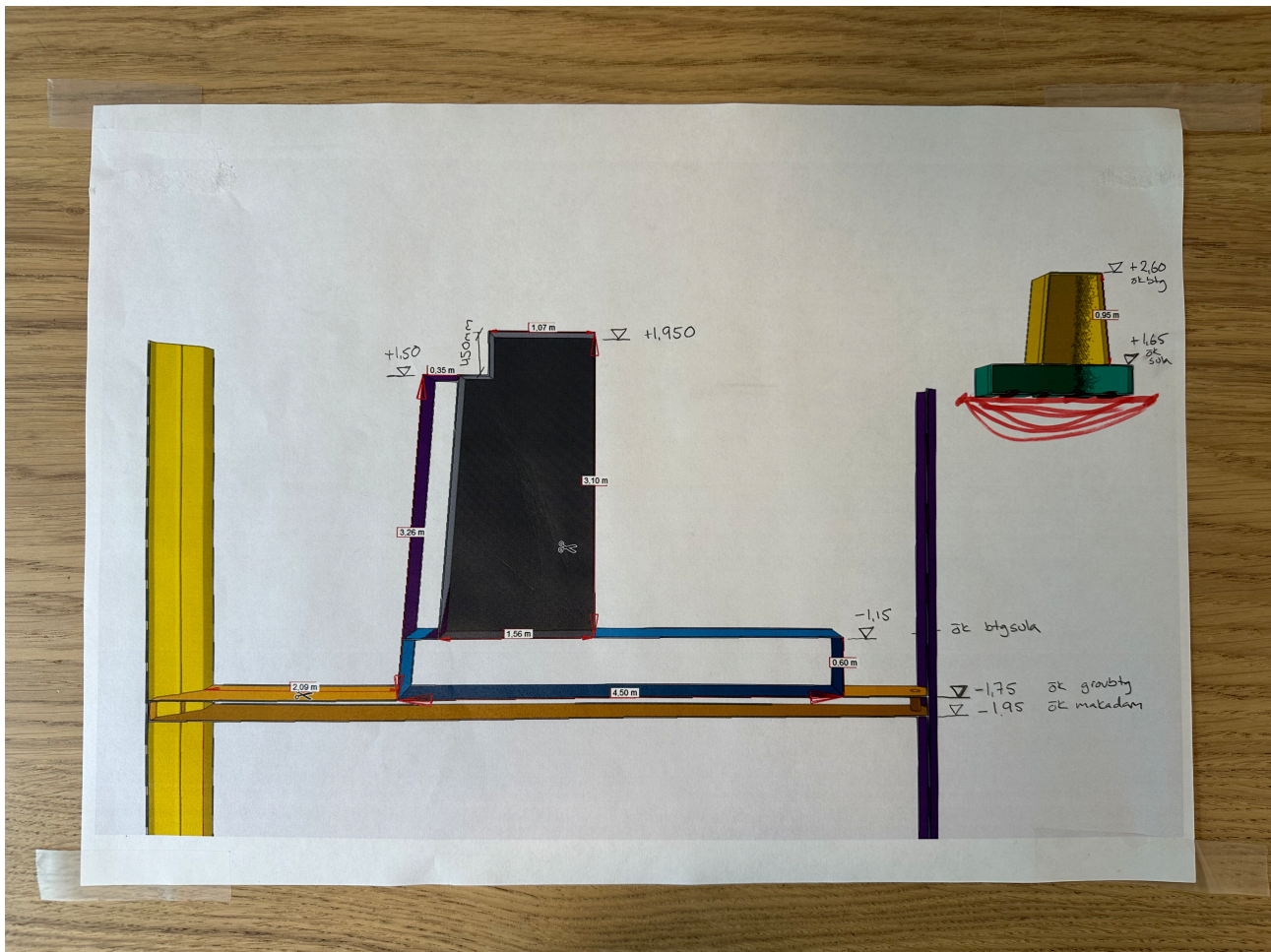
Att 3D-modellering är krånglig och komplex är något respondenterna är övertygade om. Vid saknad kompetens kring arbetssättet blir det krångligt och tidskrävande, vilket reducerar effektiviteten i produktionen. De flesta fallen behöver man dölja flera komponenter innan man får den vyn man önskar. Två av respondenterna sa:

”Att det är krångligt, svårt att navigera och innehåller överflödigt information. Det kan synka produktionen då det är tidskrävande att hålla på med 3D-modellen.”

Respondent 6

”Pappersritningar ger ut väldigt mycket information på väldigt kort tid medan 3D-modell måste man trycka och dölja enskilda komponenter för att få fram detaljer. På 2D kan du välja vad du vill se och direkt få en övergripande vy på det du ser.”

Respondent 2



Figur 18: Bild på handskrivna nivåskillnader för en betongmurs konstruktion.

En annan utmaning är hanteringen av elektroniska apparater ute i produktionen. Historiskt har byggbranschen arbetat med 2D-ritningar i form av utskrivna pappersvyer som går att vika ihop och förvaras lätt i arbetskläderna. Vilket tyvärr inte är lika lätthanterligt när det kommer till större elektroniska apparater som exempelvis dator och iPad. Två av respondenterna sa liknande saker som tyder på att detta är ett vanligt problem kring det digitala arbetssättet:

” Sen får man tänka på att elektronik i form av iPad och telefoner är känsliga vid olika väderförhållanden och blir därmed svåra att hantera. Pappersritningar som kan vikas och förvaras i bakfickan är betydligt mycket enklare att hantera. Det är här det handlar om hur praktiken och teorin samspelar sig med hur användningen verkligen fungerar i verkligheten ute på plats.”

Respondent 2

Elektroniska apparater är väderkänsliga och fungerar nästintill inte vid regn och oväder. Produktionen stannar inte upp vid regn och oväder då yrkesarbetarna är vana att arbeta i växlande väderförhållanden. Men elektroniska apparater som inte fungerar vid användning leder oftast till att produktionen stannar upp och som i sin tur kan orsaka förseningar i projektet. För att hantera denna utmaning finns en dator uppkopplat till trådlöst nätverk i en container ute på byggarbetsplatsen som tillåter arbetslaget möjligheten att kunna titta på 3D-modellen vid behov ute i produktionen enligt figurerna 19 och 20.



Figur 19: Bild på dator inne i en container ute i produktion.



Figur 2: Bild på containern ute i arbetsområdet med dator uppkopplat med trådlöst nätverk för möjligheten att kolla 3D-modellen.

Problemet med detta är att containern ligger på utkanten av arbetsområdet, vilket betyder att det är ett visst transportavstånd mellan själva arbetsmomentet och containern enligt figur 21 och 22. Då projektet består av 120 meter lång kajkonstruktion gör att arbetsområdet är stor i yta, vilket betyder att transportsträckan mellan containern och arbetsmoment tar onödig tid från produktionen. Det påpekades från samtliga yrkesarbetare att nödvändiga information hinner glömmas under transporten till och från containern. Tidsåtgången för transporten till och från containern gör att effektiviteten i produktionen minskar och onödig tid går till spillo. Pappersritning som förvaras i arbetskläderna hade tillåtit yrkesarbetaren att på plats kunna kika

på eventuella lösningar eller funderingar som uppstår vid problem som hindrar produktionen att fortsätta. En av respondenterna sa:

” Man har också märkt att det är otympligt att ha med sig dator eller iPad ut på fältet, likaså med telefonen eftersom det blir för plottrigt då skärmen är för liten för att se detaljer. Vi kan gå och kika på modellen i en dator i containern men risken finns att man har glömt av vad man kollade efter när man går därifrån. Pappersritning tillåter en att stå där och snabbt kunna dubbelkolla något man har glömt. Att dubbelkolla snabbt med 3D funkar ju men i praktiken mycket svårare att jobba med det ute på fält.”

Respondent 5



Figur 21: Bild som visar var containern är utplacerad (till vänster) i förhållande till arbetsområdet.



Figur 22: Bild på arbetsområdet för en 120 meter lång kajkonstruktion.

5.3 Vägen till en papperslös bransch

Likt andra branscher vill även byggbranschen hänga med den tekniska utvecklingen mot en papperslös bransch. Att byta arbetssätt för en yrkesarbetare som i många år är van vid att arbeta efter tar lång tid. Arbetslaget på projektet Packhuskajen har nu under några år arbetat med både 2D-ritningar och 3D-modellering. Då samtliga yrkesarbetarna föredrar att arbeta med pappersritningar framför 3D-modeller finns önskan om ett arbetssätt av samverkan mellan 2D och 3D. Arbetslaget har under detta projekt uppmärksammat det gemensamma arbetssättet

mellan 2D och 3D som bevisar att samverkan mellan dessa två arbetssättet är den optimala eftersom det ena arbetssättet kompletterar det andra:

''Den övergripande överblicken man får på en 2D-ritning är outstanding och den får du inte i en 3D-modell. Då är det bara att börja släcka massa komponenter. Sen får man tänka på att elektronik i form av iPad och telefoner är känsliga vid olika väderförhållanden och blir därmed svåra att hantera. Pappersritningar som kan vikas och förvaras i bakfickan är betydligt mycket enklare att hantera. Det är här det handlar om hur praktiken och teorin samspelar sig med hur användningen verkligen fungerar i verkligheten ute på plats.''

Respondent 2

I stort sett önskas samverkan på grund av informationshanteringen. 2D-ritningar kan snabbt och enkelt ge mycket information för någon som är van att titta på de med tanke på den långa erfarenheten kring arbetssättet. För någon som aldrig sett 2D-ritningar tidigare kan det lätt bli plottrigt då ritningen oftast innehåller flertal streck och punkter, vilket leder till att 3D-modeller kan ge en tydlig överblick som inte 2D-ritningar kan. För någon som är ny i branschen är 3D-modell betydligt lättare att avläsa tack vare den detaljerade visualiseringen som modellen förser.

För att kunna implementera det digitala arbetssättet behövs det användas kontinuerligt. Att arbeta med 3D-modeller är tidskrävande och kräver kunskap då det är komplex. Vinsten av att implementera det digitala arbetssättet börjar främst på ett lättare projekt, likt projektet Packhuskajen där kajkonstruktionen är relativt enkel och konstruktionen ser samma ut längs hela sträckan. Att konstruktionen i sig är relativt enkel ger arbetslaget mer tid att förstå hur programvaran kan användas. Nackdelen blir istället att modellen används för lite då konstruktionen innehåller många upprepande arbetsmoment, vilket leder till att yrkesarbetarna arbetar utifrån minnet från tidigare utförda moment och arbetar inte aktivt med modellen då det inte behövs på samma sätt.

'' Modellen har använts i en liten utsträckning då konstruktionen är ungefär samma hela sträckan vilket betyder upprepande arbetsmoment, vilket leder till att man har glömt av hur modellen använts då det inte använts kontinuerligt. Vi har inte behövt titta på modellen på samma sätt då vi bygger samma sak. Det kan gå en månad innan vi tittar på modellen igen.''

Respondent 5

Programvaran är ett hinder som försvårar det digitala arbetssättet. 3D-modeller kan uppfattas som komplex för personer med mindre tekniska kunskaper. För att få alla på samma nivå, enligt respondent 5, behöver programvaror vara på en enkelnivå som passar alla åldrar eftersom det finns äldre personer som arbetat i flera år inom byggbranschen som är teknisk okunnig. För att bli en papperslös bransch behövs det digitala arbetssättet implementeras direkt och i alla projekt för att alla aktivt ska arbeta med det. Som respondent 6 påpekar nedan behöver man arbeta på det sättet i alla projekt för att bibehålla lärandet men också möjligheten att ta till sig arbetssättet. Att arbeta ibland på ett visst sätt tillåter inte människan att helt kunna applicera arbetssättet eftersom det aldrig hinner bli en vanesak.

''Nu när vi saknar erfarenheter kring detta arbetssätt och arbetar sällan med modellen så måste modellen vara på en enkelnivå då vi annars har glömt hur man gör. Det är också viktigt att det är anpassningsbar. För oss som använder det då och då kan modellen inte vara för krångligt. Nästan på barnnivå med tanke på att det finns äldre människor som har betydligt mindre tekniska kunskaper. Det är tyvärr där det är svårt att implementera detta arbetssätt.''

Respondent 5

''Kontinuerlig användning av det i alla projekt så det inte blir att man arbetar fullt med 3D i ett projekt medan i ett annat arbetar man inte alls med det. Det behövs kanske implementeras direkt för att det ska funka och att alla är på samma plan.''

Respondent 6

6 Diskussion

Det här avsnittet behandlar kopplingen mellan den teoretiska bakgrunden och resultaten från intervjuerna.

6.1 BIMs påverkan i produktionen

Enligt Eastman m.fl. (2018) är en positiv effekt till användning av BIM i produktionen den tydliga överblicken och visualiseringen 3D-modellen ger samt möjligheten i tidigt skede upptäcka fel och kollisioner innan produktionen tar fas. Möjligheten med BIM är många men otillräcklig kunskap är ett stort hinder för att effektivisera produktionen. Enligt respondenterna är det tidskrävande att ta fram information i modellen, då det behöver navigeras fram och dölja flera komponenter för att få fram önskad vy med tillräcklig information. Att hårdvaran finns i en container vid änden av arbetsområdet gör att tillgängligheten begränsas, vilket leder till att produktionen bromsas då det är tidskrävande att transportera sig till och från containern. Att nödvändiga information hinner glömmas bort är en annan orsak som bromsar produktionen då yrkesarbetarna eventuellt behöver dubbelkolla information ytterligare en gång.

6.2 Generationsfråga

Flera av respondenterna har många års erfarenheter inom byggbranschen arbetat enbart med pappersritningar. Under intervjuerna finns önskan av ett arbetssätt som kombinerar 2D och 3D för det optimala arbetssättet för att produktionen ska bli så effektiv som möjligt då dessa två arbetssätten kompletterar varandra på vissa sätt som det andra inte kan. Men om de fick välja ett arbetssätt var samtliga yrkesarbetarna överens om att välja 2D framför 3D. Orsaken landade i att det beror på ett arbetssätt som följt med genom många års erfarenhet och ligger inpräglat i hur de arbetar. Att helt byta arbetssätt man är van vid är tidskrävande och anses inte vara lika nödvändig eftersom det tidigare har fungerat i praktiken efter många år inom branschen. Åldern i arbetslaget är varierande och det syns tydligt att de yngre generationerna föredrar att jobba med 3D. Det kan vara på grund av att man har växt upp med digitalisering och är mer van att arbeta med den tekniska kunnigheten.

6.3 Standardisera BIM

För att bli en papperslös byggbransch enligt erfarna yrkesarbetare behövs implementeringen ske på ett direkt sätt där hänsyn måste tas till inkörningsperioden som krävs för inläringen då 3D-modeller är komplexa. Enligt respondenterna kan nyckeln till implementeringens framgång vara genom att standardisera BIM i samtliga projekt, vilket gör att anställda tvingas anpassa sig till att

arbeta mer digitalt. Att arbeta mer digitalt kräver kunskap och kontinuerlig användning, vilket gör att implementeringen försvåras när vissa projekt arbetar mer digitalt än andra projekt som inte arbetar med det alls. Att implementera BIM-användning i ett projekt som är mindre komplex är en fördel då användaren får tid att lära sig att förstå och hantera programvaran. Trots det kan nackdelen bli att modellen använts för lite då projektet i sig är för enkel och arbetsmomentet kan utföras utifrån minnet. Det är tydligt att användningen av BIM begränsas av hård- och mjukvaran för oerfarna yrkesarbetare eftersom programvaran är anpassad för experter. (Disney, m.fl., 2022). För att komma till den papperslösa branschen är det också viktigt att programvarorna utvecklas till den nivå som är anpassad för alla användare oavsett ålder. Att programvaror är för komplex och krånglig är ett stort hinder till varför många har negativ syn på den digitala implementeringen och resulterar i att många väljer att arbeta utifrån det traditionella arbetssättet eftersom det är tryggt och fungerat i praktiken.

Att användningen av BIM begränsar byggfasen kan i många fall bero på tekniska hinder och beroendet av 2D-pappersritningar. För att helt eliminera behovet av traditionella 2D-pappersritningar behöver BIM vara den primära informationskällan i ett projekt, under alla projektets faser, vilket även skulle förstärka förståelsen inom BIM samtidigt som det utvecklar nya digitala arbetsmetoder (Disney m.fl., 2022). Det krävs investeringar i tekniken, kontrakt- och regleringsmässiga förändringar för att 3D-modeller ska vara vedertaget bruk inom byggbranschen. Implementeringen av modellbaserad konstruktion kan medföra minskandet av mindre kvalificerade jobb. Samtidigt riskerar mindre företag som inte investerar i den tekniska utvecklingen att bli utelämnade medan större entreprenörer tar ledningen (Brooks, m.fl., 2022).

7 Slutsats

Den här uppsatsen handlar om hur man kan tillämpa och använda BIM och dess förmåner i ett pågående anläggningsprojekt. Efter litteraturstudie insamlades nödvändig information om BIM för en djupare förståelse för hur BIM kan tillämpas inom byggbranschen. Intervjuer och fältstudier gav praktiska resultat på för- och nackdelarna kring användning av BIM ute i produktionen. Samtliga i arbetslaget har lång erfarenhet av att arbeta enligt det traditionella arbetssättet – nämligen 2D-ritningar. Trots det har arbetslaget haft positiv inställning och tagit till sig fördelarna som BIM bidrar med inom byggbranschen. Dock är yrkesarbetarna inte helt övertygade om den papperslösa branschen då det saknas en hel del effektivitet kring arbetssättet. Nyckeln till implementeringens framgång ligger i att programvaran måste vara anpassningsbar för alla användare samt att det digitala arbetssättet implementeras i samtliga projekt för att alla anställda ska aktivt arbeta med det.

BIM kan tillämpas i många områden och mycket av framtiden handlar om en digitaliserad värld på grund av den tekniska utvecklingen som ständigt påverkar samhället. BIM ger många fördelar under ett projekts livscykel – från projekteringen, under konstruktionsfasen men även vid drift och underhåll efter projektet är färdigbyggt. Företag som använder BIM i byggprojekten kan enklare visualisera projektet på ett tydligare sätt med bättre förståelse för alla ingående element. Samtidigt som BIM reducerar kollisioner och förhindrar fel innan det faktiskt uppstår ute i produktionen, som vanligtvis kan orsaka förseningar och onödiga kostnader.

7.1 Besvara frågeställningarna

Vad är för- och nackdelarna med tillämpning av BIM i ett anläggningsprojekt?

I projektet Packhuskajen har tydliga fördelar med BIM visats under fältstudier och respondenternas svar från intervjuerna. 3D-modellen visar en tydlig överblick på hur konstruktionen ser ut samt hur den ska konstrueras. Att projektets konstruktion är relativt enkel tillåter respondenterna att få en djupare förståelse i hur programvaran kan användas då de inte behöver lägga för mycket tid på att navigera i modellen för att få en övergripande överblick. Nackdelen med en enkel konstruktion där upprepande arbetsmoment förekommer leder till att modellen inte används kontinuerligt eftersom yrkesarbetarna slutför liknande arbetsmoment från minnet. Det leder till att kunskapen kring den tekniska användningen försvinner och inlärningsprocessen upprepar sig när yrkesarbetarna väl behöver använda modellen. Utöver det är modellen i sig komplex och kräver att olika komponenter döljs för att få en önskad vy. Det leder till att produktionen minskar i effektivitet då tidsåtgången går till att navigera flera lager

för att dölja komponenter i modellen. Dessutom är elektroniska apparater i form av iPad och dator extremt väderkänsliga, vilket gör att det behöver förvaras i en torr miljö. BIM är i många fall effektivt men fältstudie har visat att ute i produktion är det smidigare med 2D-ritningar.

Under vilka förutsättningar ger det värde att implementera BIM?

Resultaten från intervjuer och fältstudier visar att värdet av att implementera BIM främst ger mest vinning kring administrativa arbeten. I projektet Packhuskajen använder inte respondenterna BIMs fulla kapacitet, eftersom deras arbetsmoment kräver information som lätt kan fås på en 2D-ritningar. För administrativa arbeten, exempelvis beställa betongblandning, kan arbetsledare lättare ta ut den information som behövs från modellen istället för att manuellt behöva räkna fram hur många ton betong det ska beställas. För att inte nämna komplexiteten kring programvaran som kräver kunskap för att det ska effektivisera produktionen.

7.2 Sammanfattning

Genomförandet av projektstudien har givit positiv inställning till användning av digitala verktyg och 3D-projektering. För att kunna bli den papperslösa byggbranschen krävs kontinuerlig användning av de digitala verktygen. Det krävs också att de digitala verktygen utvecklas och är anpassningsbar, vilket gör det möjligt för olika individer att lättare kunna ta till sig användningen av de digitala verktygens fulla kapacitet.

Ämnen för studier i framtida examensarbeten:

- ⇒ Hur en BIM-programvara borde se ut inkluderande olika funktioner som på ett bra sätt tilltalar alla olika yrkesrollers användning i projektet
- ⇒ Möjligheten att generellt tillämpa föreskrift eller referensdokument för specifika programvaror inom byggbranschen

8 Referenser

American Institute of Architects. (2022). *AIA Digital Documents Guide: Levels of Development*.
https://zdassets.aiacontracts.org/ctrzdweb02/zdpdfs/digital-practice-docs_guide.pdf

Annika Lantz. (2013). *Intervjumetodik* (3. uppl.). Studentlitteratur AB.

Beetz, J., Borrman, A., Koch, C., & König, M. (2018). *Building Information Modeling – Technology Foundations and Industry Practice*. Springer International Publishing AG.

Brooks, T., Elghaish, F., & Zantige, R. (2022). *Investigating the future of modelbased construction in the UK*. 22: 2046-6099.

Eastman, C., Lee, G., Sacks, R., & Teicholz, P. (Red.). (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers (Third Edition)*. John Wiley & Sons.

Disney, O., Roupé, M., Johansson, M. et al (2022). *Total BIM in Practice: A dynamic single source of information on the construction site. Proceedings of the 22nd International Conference on Construction Applications of Virtual Reality (CONVR 2022)*, 22: 874-885.

Disney, O., Roupé, M., Johansson, M., & Leto, A. D. (2022). *Embracing BIM in its totality: a Total BIM case study*. 22: 2046-6099.

Göteborgs Stad. (2023, 16 januari). *Packhuskajen*.
<https://stadsutveckling.goteborg.se/projekt/centrum/packhuskajen/>

Kensek, K. M., & Noble, D. E. (2014). *Building Information Modeling: BIM in current and future practice*. John Wiley & Sons.

Skanska. (2015, 2 februari). *BIM i Projektet Röforsbron* [Video]. OneSkanska Play.
https://play.one.skanska.com/media/1_bnbm4uzg

Skanska. (2017, 20 mars). *Historien om Skanska*. <https://www.skanska.se/om-skanska/skanska-i-sverige/historia/>

Skanska. (2023, 25 april). *Kort om Skanska*. <https://www.skanska.se/om-skanska/skanska-i-sverige/kort-om-skanska/>

Skanska. (u.å.). *Packhuskajen, Göteborg*. <https://www.skanska.se/vart-erbjudande/vara-projekt/264195/Packhuskajen%2C-Goteborg>

Skanska. (2018, 26 september). *Teknisk spetskompetens*. <https://www.skanska.se/vart-erbjudande/produkter-och-tjanster/teknisk-spetskompetens/>

Skanska. (u.å.). *Verksamheten i Sverige*. <https://www.skanska.se/om-skanska/skanska-i-sverige/verksamheten-i-sverige/>

Svensk Byggtjänst. (2021, 5 mars). *Vad är BIM?* <https://byggtjanst.se/artiklar/vad-ar-bim>

Trimble. (2022, 6 april). *What is BIM (Building Information Modeling)*. <https://constructible.trimble.com/construction-industry/what-is-bim-building-information-modeling>

9 Bilagor

Bilaga 1

Frågor till yrkesarbetarna

Frågor som handlar om karriärsbakgrund

- Vad har du för bakgrund och yrkestitel?
- Hur länge har du arbetat inom byggbranschen?
- Vad tycker du om den digitala implementeringen i byggbranschen?
- Har du arbetat med 3D-projektering i ett annat projekt innan?
- Har du fått utbildning i hur ni ska använda programvaran Trimble Connect?
 - Var utbildningen tillräcklig för att du ska känna att du kan utföra ditt arbete utan ritningar?
- Upplever du att det finns otillräcklig kompetens när det kommer till användning av 3D-modeller inom byggsektorn?

Frågor som handlar om produktionen

- Tillverkar du produktionsvyer från 3D-modellen?
- Känner du att du får tillräcklig med information från modellen?
 - Hur tar du ut information från programvaran?
- Föredrar du att arbeta med pappersritningar eller 3D-modeller?
 - Varför?
- Vilka fördelar upplever du att en 3D-modell har jämfört med 2D-ritning?
- Vilka hinder och svårigheter har förekommit kring att arbeta med 3D-projektering?
- Tror du det finns en vinst med att arbeta med 3D-projektering framför 2D?
 - En vinst ur ekonomisk/tidsmässig perspektiv eller implementeras detta arbetssätt bara för att byggsektorn ska hänga med i den tekniska utvecklingen?
- Vilka möjligheter har 3D-projektering inneburit för projektet hittills?
- Tycker du att programvaran saknar funktioner som skulle kunna underlätta dina arbetsmoment?
- Har det förekommit att modellen inte har varit uppdaterad?
 - Har detta medfört fel i produktionen?
- Har du behövt ta ut pappersritningar under specifika produktionsfas för att kunna utföra vissa arbetsmoment?

- Vilka fördelar och svårigheter medför detta?
- Vilka fördelar har programvaran inneburit för projektet?
 - Vilka hinder och utmaningar har uppstått under produktionens gång?
- Vilka lärdomar tar du med dig till framtida projekt?
 - Vilka hinder kan förhindras? Vad kan förbättras?
- Hur ser du på att arbeta helt digitalt i framtida projekt?

Bilaga 2

Frågor till arbetsledare/produktionschef/projektchef

Frågor som handlar om karriärsbakgrund

- Vad har du för bakgrund och yrkestitel?
- Hur länge har du arbetat inom byggbranschen?
- Vad tycker du om den digitala implementeringen i byggbranschen?
- Har du arbetat med 3D-projektering i ett annat projekt innan?
 - Vilket projekt?

Frågor som handlar om programvaran

- Är det här första projektet som ni använder programvaran Trimble Connect i?
 - Vad var målet med den digitala implementeringen i detta projekt?
 - Varför har ni valt att använda programvaran Tekla i det här projektet?
- Vilka funktioner och fördelar har programvaran Tekla tillfört projektet?
- Vilka fördelar har 3D-modell jämfört med 2D-ritning?
- Hur ser informationshanteringen ut?
 - Vilka ritningar har ni valt att ta fram under projekterings olika faser?
 - Använder olika yrkesroller olika modeller/ritningar?
 - Tillverkar ni produktionsvyer i programvaran? Finns det även 2D-ritningar?

Frågor som handlar om projekteringen

- Utförs kollisionkontroller och informationskontroller?
 - Hur ofta?
 - Uppdateras modellen automatisk efter varje ändring?
- Har ni under projekteringsfasen fått ge synpunkter på modellen?

Frågor som handlar om produktionen

- Finns det möjlighet till att filtrera i modellen?
- Hur hanterar ni överflödiga information?
- Har yrkesarbetarna fått en grundläggande utbildning i programvaran Trimble Connect och hur den ska användas ute i produktionen?
- Tillverkar ni produktionsvyer till yrkesarbetarna eller gör de det på egenhand?
- Hur tar yrkesarbetarna med sig informationen från modellen ut i produktionen?
- Har ni behövt ta ut pappersritningar under specifika produktionsfas för att kunna utföra vissa arbetsmoment?
 - Vilka fördelar och svårigheter medför detta?
- Uppdateras modellen med tillhörande status på utförda/pågående arbetsmoment?
 - Behöver ni manuellt dokumentera utförda arbetsmoment direkt i modellen?
 - Är kvalitetskontrollen/statusen i produktionen kopplat till modellen?
- Vilka fördelar har programvaran inneburit för projektet?
 - Vilka hinder och utmaningar har uppstått under projektets gång?
 - Pågår projekteringen och produktionen parallellt?
 - Kan kollisioner som uppstår beror på att projekteringen och produktionen sker parallellt?
- Vilka lärdomar tar ni med er till framtida projekt?
- Hur ser du på att arbeta helt digitalt i framtida projekt?

Bilaga 3

Frågor till Skanska Teknik

Frågor som handlar om karriärsbakgrund

- Vad har du för bakgrund och yrkestitel?
- Hur länge har du arbetat inom byggbranschen?
- Vad tycker du om den digitala implementeringen i byggbranschen?
- Har du arbetat med 3D-projektering i ett annat projekt innan?
 - Vilket projekt?

Frågor som handlar om programvaran

- Är det här första projektet som ni använder programvaran Tekla Structures och Trimble Connect i?
- Vilken nivå ligger din kompetens i användningen av programvaran Tekla Structures?
 - Vad var målet med den digitala implementeringen i detta projekt?
 - Varför har ni valt att använda programvaran Tekla Structures och Trimble Connect i det här projektet?
- Hur ser informationshanteringen ut?
 - Vilka ritningar har ni valt att ta fram under projekterings olika faser?
 - Använder olika yrkesroller olika modeller/ritningar?
 - Tillverkar ni produktionsvyer i programvaran? Finns det även 2D-ritningar?

Frågor som handlar om projekteringen

- Kan det hända att det blir överflödigt information i modellen?
 - Finns det möjlighet till att filtrera i modellen?
- Har yrkesarbetarna fått en grundläggande utbildning i programvaran Tekla och hur den ska användas ute i produktionen?
- Tillverkar ni produktionsvyer till yrkesarbetarna eller gör de det på egenhand?
- Utförs kollisionkontroller och informationskontroller?
 - Hur ofta?
 - Uppdateras modellen automatisk efter varje ändring?
- Uppdateras modellen med tillhörande status på utförda/pågående arbetsmoment?
 - Dokumenteras utförda arbetsmoment direkt i modellen?
 - Är kvalitetskontrollen/statusen i produktionen kopplat till modellen?
 - Ersätter nya reviderade filer automatisk de gamla? Kan filerna upptäcka kollisioner vid ersättningen?
- Vilka fördelar har programvaran inneburit för projekteringen?
 - Vilka hinder och utmaningar har uppstått i projekteringen samt under produktionen?
 - Pågår projekteringen och produktionen parallellt?
 - Kan kollisioner som uppstår beror på att projekteringen och produktionen sker parallellt?
- Vilka lärdomar tar ni med er till framtida projekt?
- Hur ser du på att arbeta helt digitalt i framtida projekt?

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
AVDELNINGEN FÖR CONSTRUCTION MANAGEMENT
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se



CHALMERS