

Visuell tidsplanering under produktionsskedet på byggprojekt

Niklas Häggblom

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Byggnads- och samhällsteknik

Vasa 2023

EXAMENSARBETE

Författare: Niklas Häggblom
Utbildning och ort: Byggnads- och samhällsteknik, Vasa
Inriktning: Byggnadsproduktion
Handledare: Kenneth Julin, Novia
Daniel Lönnqvist, Jake Rakennus Ab

Titel: Visuell tidsplanering under produktionsskedet på byggprojekt

Datum: 17.5.2023 Sidantal: 26

Abstrakt

Detta examensarbete behandlar ämnet tidsplanering. Uppdragsgivare för arbetet är Jake Rakennus, som är ett byggföretag med verksamhet i Österbotten.

Syftet med examensarbetet var att med hjälp av ett BIM-baserat program, skapa en 4D-tidplan för veckoplaneringen på byggarbetsplatsen. En visuell tidtabell på arbetsplatsen skulle underlätta arbetsledningen och ge klarare delmål under förverkligande av projekt.

Teorin i examensarbetet behandlar centrala delar om tidsplanering, tidplaner och BIM-baserad tidsplanering. I arbetet presenteras en översikt på tillgängliga program som stöder 4D. Examensarbetet omfattar även en testtidplan som skapades i ett av programmen. Tidplanen gjordes med handledning av en BIM-koordinator och diskussioner med projektledare och handledare. Utformandet av tidplanen stöder sig på litteratur som har studerats genom arbetet.

Resultatet blev en färdig 4D-tidplan som motsvarar uppdraget som jag blev tilldelad och förhoppningsvis kan tidplanen tillämpas i kommande byggprojekt.

Språk: svenska

Nyckelord: 4D, BIM, tidsplanering, tidtabell

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Niklas Häggblom
Koulutus ja paikkakunta:	Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Rakennustuotanto
Ohjaajat:	Kenneth Julin, Novia Daniel Lönnqvist, Jake Rakennus Ab

Nimike: Visuaalinen aikasuunnittelu rakennushankkeiden tuotantovaiheessa

Päivämäärä: 17.05.2023 Sivumäärä: 26

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö käsittelee aikasuunnittelua. Työn tilaaja on Jake Rakennus Oy, joka on Pohjanmaalla toimiva rakennusalan yritys.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda 4D-aikataulu viikkosuunnittelulle työmaalla tietomallipohjaisella ohjelmalla. Visuaalinen aikataulu työmaalla helpottaisi työnjohtoa ja antaisi selkeämpiä välitavoitteita hankkeiden toteutumiselle.

Opinnäytetyön teoria käsittelee keskeisiä osia aikasuunnittelusta, aikatauluista ja tietomallipohjaista aikasuunnittelua. Opinnäytetyössä esitetään yleiskatsaus saatavilla olevista 4D-aikataulua tukevista ohjelmista. Opinnäytetyöhön sisältyy myös yhdestä mainitusta ohjelmasta laadittu testiaikataulu. Aikataulu tehtiin tietomallikoordinaattorin ohjauksessa ja keskusteluissa työnjohtajien ja ohjaajien kanssa. Aikataulun laadinta perustuu työn aikana tutkittuun kirjallisuuteen.

Tuloksena oli valmis 4D-aikataulu, joka vastaa minulle annettua toimeksiantoa, ja toivottavasti aikataulua voidaan soveltaa tulevissa rakennushankkeissa.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: 4D, BIM, aikasuunnittelu, aikataulu

BACHELOR'S THESIS

Author: Niklas Häggblom
Degree Programme: Construction Engineering
Specialisation: Construction Management
Supervisor(s): Kenneth Julin, Novia
Daniel Lönnqvist, Jake Rakennus Ab

Title: Visual Scheduling during Construction Phase of Construction Projects

Date: 17.05.2023 Number of pages: 26

Abstract

This thesis is about scheduling. The client for the work is Jake Rakennus Oy, which is an construction company with operations in Ostrobothnia.

The purpose of the thesis was to create a 4D-schedule for the weekly scheduling on the construction site using a BIM-based program. A visual schedule at the construction site would facilitate project management and provide clearer milestones during the realization of projects.

The theory of the thesis is about central parts of scheduling, schedules, and BIM-based scheduling. In the thesis presents an overview of available programs that support 4D. The thesis also includes a test timetable that was created in one of the programs. The schedule was made of guidance of a BIM-coordinator and discussions with project managers and supervisors. The design of the schedule is based on literature that has been studied through the work.

The result was a finished 4D schedule that corresponds to the assignment I was assigned and hopefully the schedule can be applied in future construction projects.

Language: Swedish

Key words: 4D, BIM, scheduling, schedule

Ordförklaringar och förkortningar

BIM	är förkortning av <i>Building Information Modeling</i> eller <i>Building Information Management</i> , som är en eller flera virtuella modeller av en byggnad som är konstruerad digitalt. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)
IFC	står för <i>Industry Foundation Classes</i> , som är en internationell standard för att beskriva, utbyta och dela information i byggnadsbranschen. (Majcher, 2019) IFC är ett fritt neutralt filformat som ger olika tillverkares program möjlighet till att läsa och skriva samma filformat. (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021, s. 164)
Kritiska linjen	kallas de kedjor av händelser, aktiviteter och deras beroenden i nät som inte har något mellanrum i förhållande till givna villkor. Kritiska linjen är ofta gjord som en röd markering eller med dubbla streck för händelser och aktiviteter. (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021)
Aktivitet	Ett arbetsmoment som skall utföras under byggprojektets gång (Ottosson, 2021, s. 166)
Nettotid	är tiden i timmar det tar att genomföra en aktivitet (Ottosson, 2021, s. 166)
Bruttotid	är tiden i timmar/dagar baserat på arbetsveckor (Ottosson, 2021, s. 166)
3D (BIM)	3 dimensionell modell (Trimble, 2016, s. 6)
4D (BIM)	3 dimensionell modell + tidplan (Trimble, 2016, s. 6)
5D (BIM)	3 dimensionell modell + tidplan och kostnad (Trimble, 2016, s. 6)
Beroende	kallas vald eller tvingande begränsning i ordningsföljden mellan händelser och aktiviteter (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021, s. 298)
Glapp	kallas tidsspännet inom vilken en aktivitet kan skjutas fram utan att sluttiden påverkas (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021, s. 298)
Händelse	kallas målet eller delmålet som har uppnåtts för den planerade verksamheten (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021, s. 298)

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Uppdragsgivare	1
1.2	Syfte och målsättningar	1
1.3	Bakgrund	2
1.4	Metoder	3
1.5	Avgränsning	3
2	Tidsplanering	3
2.1	Allmänt	4
2.2	Tidplaner	5
2.2.1	Projekttidplan	7
2.2.2	Huvudtidplan	8
2.2.3	Produktionstidplan	9
2.2.4	Veckoplan	9
3	BIM-baserad tidsplanering	11
3.1	Programvaror för skapande av visuella tidtabeller	13
3.1.1	Vico Office	13
3.1.2	Tekla Structures	15
3.1.3	Trimble Connect	16
3.1.4	Tocoman BIM3	17
3.1.5	Navisworks	18
4	Testmodell	20
4.1	Tillvägagångssätt och presentation av tidplan	21
4.2	Revidering och uppdatering av tidplan	23
5	Resultat	24
6	Diskussion	25
7	Källförteckning	25

1 Inledning

Framgång på byggprojekt kräver produktionsplanering, övervakning och produktionsstyrning för att nå uppsatta mål. Den mest centrala delen, produktionsplanering som är tidsplanering- och styrning skapar grunden för att annan planering skall lyckas samtidigt som den upptäcker fel och olika avvikelser från planeringen. (Ratu KI-6028, 2016, s. 18)

1.1 Uppdragsgivare

Beställaren för detta examensarbete är Jake rakennus som är ett byggföretag med verksamhet i Österbotten. Företaget grundades år 2003 och har en bred ägarbas med 7 delägare. Företagets främsta verksamhetsområde är entreprenader och grynderbyggande. Helhetsansvarsentreprenader är ett av företagets starka områden där man har lång erfarenhet och ett starkt kunnande samt ett stort nätverk av samarbetspartners.

Jake rakennus vill vara en vägvisare för hållbart byggande och säkerställa att man som byggnadsentreprenör grundar sig i hållbart tänkande. Företagets viktigaste värderingar är hållbarhet, kvalitet, ärlighet och ansvar. (Jake Rakennus, 2023)

1.2 Syfte och målsättningar

Målsättningen med examensarbetet är att skapa en 4D-tidplan i ett BIM-hanteringsprogram som skulle underlätta och effektivera veckoplaneringen på arbetsplatsen samt att få mer användning och nytta ut av modellhanteringsprogrammet som företaget använder sig av.

En visuell tidplan skulle ge underentreprenörer och andra projektinvolverade en bättre uppfattning om hur schemat för projektet ser ut de närmaste veckorna. Med hjälp av tidplanen skulle arbetet på arbetsplatsen kunna effektiveras när projektets genomförare ständigt har nya och klara delmål för varje vecka. Tidplanen skulle även ge mervärde åt beställaren som hela tiden hålls uppdaterad om projektets framskridande.

1.3 Bakgrund

Under diskussioner som fördes med uppdragsgivaren blev det klart ganska fort att behovet för utveckling var stort inom BIM. Eftersom företaget ständigt växer och tar sig an allt större projekt så har BIM-modeller kommit närmare vardagen inom företaget.

Nuförtiden projekteras större projekt för det mesta endast i 3D. Till en början användes 3D mest som visualiseringsverktyg, men har idag utvecklats med information om produktionsdata, energibalanser, förvaltningsinformation, mängder, fabrikstillverkning och tidplaner. BIM är ett arbetssätt eller en struktur som inte bara visar hur den färdiga byggnaden kommer att se ut, utan som även minimerar risken för samordningsmissar mellan planerare. Med BIM jobbar alla parter i samma databas och all information finns i den gemensamma plattformen. 3D är inte samma sak som BIM, fastän visualisering ingår. BIM är inte en samling med mjukvaruprogram med en gemensam server som vid CAD-projektering. I och med att allt finns i en databas så undviker man många problem på byggarbetsplatsen.

För arbetsledare finns många fördelar att arbeta i BIM, framför allt möjligheten att öka och att ge likartad information mellan alla parter. I installationstäta utrymmen som har behov av underhållning och skötsel samt i fall där delar ritas av olika projektörer är samarbetet mycket viktigt. (Ottosson, 2021, ss. 29-30)

När byggnadsarbetet inleds på ett projekt är tillverkningsritningar oftast ogjorda och görs då under projektets gång vilket medför många telefonsamtal och ständigt samarbete mellan leverantörer, entreprenörer och planerare. Planeraren får information av entreprenören om vilka konstruktionsdelar som skall prioriteras för planering för att sedan skicka vidare ritningarna till tillverkare. Planerare, tillverkare och byggentreprenören har alla sina egna tidtabeller och samverkan mellan alla inblandade blir ofta utmanande.

BIM-modeller underlättar byggnadsskedet med bland annat arbetens samspelning, hantering av förändringar och logistik planering. Användning av BIM frigör även projektledare från vissa rutinuppgifter som bidrar med en effektivare verksamhet. Detta förutsätter ändå att informationskanaler och tillvägagångssätt planeras omsorgsfullt. (Jäjävä & Lehtoviita, 2016, s. 56)

1.4 Metoder

Examensarbetets teoridel grundar sig på litteraturstudier, artiklar och böcker. Programöversikten som redovisats blev resultatet av egna studier på hemsidorna för programmen samt diskussioner och e-postkonversationer med kundrådgivare.

För att få en bättre uppfattning om problem med nuvarande system och nyttan i att visualisera tidsplaneringen har förts diskussioner med arbetsledare och projektchefer från företaget. Utformandet av testtidplanen gjordes under möten och diskussioner med handledare, projektchefer och en BIM-koordinator.

1.5 Avgränsning

Examensarbetets mest centrala del är tidsplanering under stomskedet för BIM-projekt och tyngdpunkten ligger på att få fram ett smidigt sätt att skapa visuella veckoplaner.

I arbetet presenteras en överblick på en del olika programvaror för 4D som finns tillgängliga samt en testmodell för veckoplaner med hjälp av programmet som redan används av företaget. Testtidplanen görs endast i ett program eftersom det dels skulle vara för tidskrävande att göra för varje program, dels för att företaget redan använder sig av ett modellhanteringsprogram så det skulle vara smidigare att få tidsplaneringen på arbetsplatsen i samma program och mer ekonomiskt med tanke på användarlicenser och inlärning av nya program. I tidplanen beaktas inte arbetsmomentens verkliga varaktighet eftersom det inte är nödvändigt för syftet i examensarbetet.

I programöversikten redovisas endast de mest väsentliga delarna för varje program på grund av att en noggrannare programjämförelse och utredning skulle bli för omfattande. Tidtabellstyper såsom Gantt-schema och linje-tidtabeller behandlas inte i detta examensarbete.

2 Tidsplanering

Redan för flera tusen år sedan har det vid stora projekt funnits någon typ av planering. De projektplaneringstekniker som används idag finns av många olika slag och har utvecklats med tiden. Det som de dock har gemensamt är att *de bygger upp en modell över aktiviteterna som ska planeras*. Omfattningen av planeringen kan vara det rent tekniska,

till exempel i vilken ordning olika byggdelar ska monteras i ett projekt samt hur och när resurser ska användas. (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021, s. 292)

För att åstadkomma realistiska mål i tidsplaneringen för byggnadsarbeten krävs information om arbetsprestationer, arbetsflöden, kapacitet och tillgänglig arbetskraft. Informationen fås utifrån målbedömningar, dokument och baserat på erfarenhet. Gällande tidsplanering är det väsentlig att säkerställa förverkligandet av tidtabeller och planerad produktion. Detta kräver ett tydligt koncept, dokumentation och väl gjorda tidplaner. Ett produktionsmässigt kvalitativt schema gynnar projektledningen, är bunden till vinst och ger rum för eventuella avvikelser. (Ratu KI-6028, 2016, s. 19)

2.1 Allmänt

Enligt Ottosson är tidplanen ett av de viktigaste hjälpmedel för att styra projekt. Tidplanen visar när en aktivitet skall börja och hur länge aktiviteten varar samt när den måste vara färdig. Tidsplaneringens syfte är bland annat att:

- försäkra sig om att projektet blir färdigställt i tid
- välja arbetssätt som håller planerade produktionstider
- beställa produkter med varierande leveranstider i rätt tid
- minimera kostnader vid försvårade omständigheter genom resursplanering
- veta om man behöver påskynda vissa skeden (på kritiska linjen) om man inte följer tidplanen eller veta hur lång tid man har på sig (skeden utanför kritiska linjen) utan att färdigställandet av projektet dröjer.

Genom att regelbundet stämma av utfört arbete under projekterings- och produktionskedet fås styrsignaler som underlättar uppföljning av projektet. (Ottosson, 2021, s. 165)

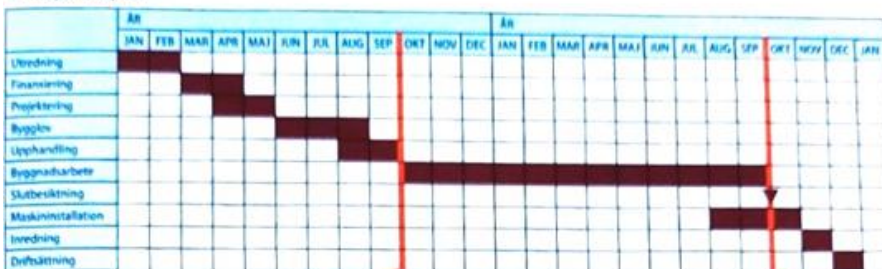
2.2 Tidplaner

För ett framgångsrikt projekt krävs kontroll över verksamheten i alla faser av projektet. Välplanerade tidplaner är bara en början. Förverkligande- och produktionsledning är alltid en av de viktigaste delarna på byggarbetsplatsen.

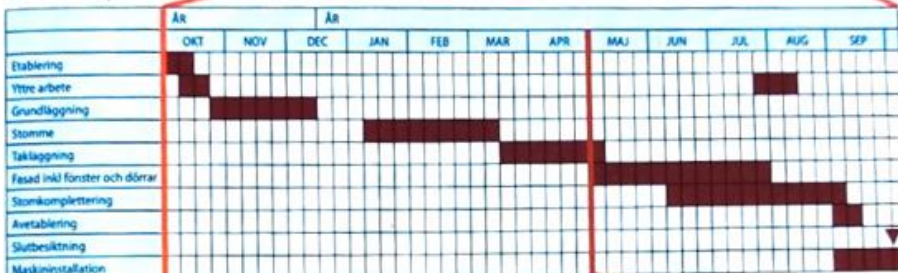
När det gäller tidsplanering görs de mest centrala lösningarna för projektet i huvudtidplanen, där tidsramen, mål och villkor bestäms. Efteråt blir tidplanerna mer detaljerade gradvis i takt med att projektet framskrider mot delmål som är kopplade till olika tidpunkter och för bestämda varaktigheter på olika skeden. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 40)

Tidsplaneringen och de tidplaner som man får ut måste anpassas efter situationen och behovet. Ofta finns det en övergripande projekttidplan som redogör för beställarens viktiga händelser i projektet. I vissa projekt gör man upp en huvudtidplan som är lite mer detaljerad än projekttidplanen. Vid ansvarsformen delad entreprenad kan beställaren använda denna tidplan för styrning av projektet. Utifrån produktionstidplanen styr entreprenören projektet vid ansvarsformen totalentreprenad. Produktionstidplanen görs ofta ganska grovt så att den enklare kan följas fastän det uppkommer korrigeringar i detaljplaneringen. Veckoplaner skapas i detaljplaneringen, ofta omfattande tre veckor som förnyas varannan vecka. (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021, s. 316)

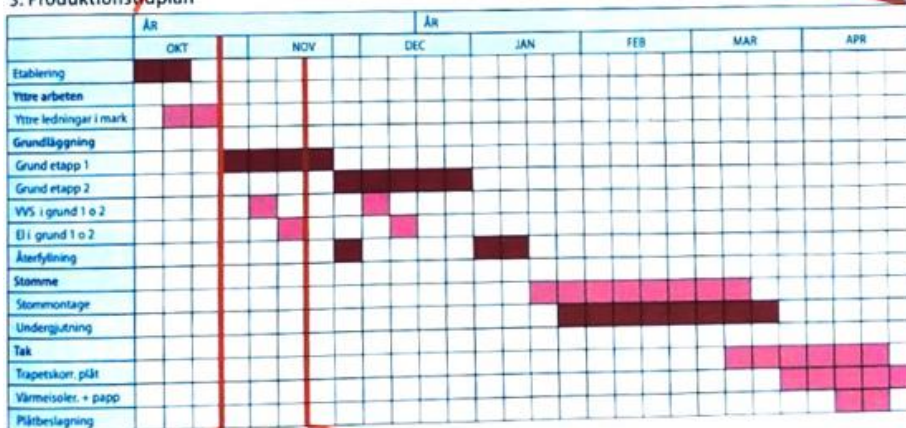
1. Projekttidplan



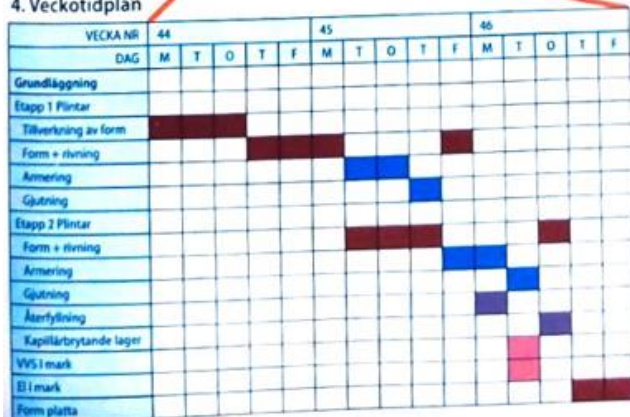
2. Huvudtidplan



3. Produktionstidplan



4. Veckotidplan



Figur 1: Tidplaners olika omfattning i byggprojekt (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021, s. 317)

2.2.1 Projekttidplan

Projekttidplanen fungerar som ett styrinstrument för genomförandet av projektet. Väsentligt för en projekttidplan är att den innehåller bestämda milstolpar och beslutspunkter samt fastställda datum för när projektet ska starta och när det skall vara klart. (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021, s. 315)

Alla viktiga aktiviteter för projektet finns med i projekttidplanen. Planen är avsedd för att styra alla entreprenörer, leverantörer, konsulter och andra som medverkar i projektet att uppnå det gemensamma målet. Projekttidplanen är ett dokument som innehåller fastställda datum för utförande av olika aktiviteter, därför är det viktigt att alla entreprenörer och leverantörer får möjlighet att påverka och ha synpunkter. Eftersom färdiga planen kan utgöra en del i avtal om när olika aktiviteter ska utföras eftersträvas att planen utformas så tydlig som möjligt. (Hansson, Olander, Landin, Persson, & Aulin, 2021, s. 315)

Projekttidplanen görs upp av byggherren för att kontrollera om projektet är möjligt att genomföra under normal byggtid. För byggherren är projekttidplanen viktig för att försäkra sig om att projektet blir färdigställt i tid. Tidplanen är även viktig för projektets kvalitet i och med att dålig schemahållning ofta åtföljs av kvalitetsbrister. Med en väl utarbetad tidplan kan överlåtandet också förberedas ordentligt. Projekttidplanen reserveras också tid för överraskningar och ändringar som säkerställer att inga onödiga kostnader uppstår för entreprenören. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 41)

Projekttidplanen skapar ramar och mål för byggprojektets genomförande. I tidplanen krävs en realistisk syn på tidpunkterna och varaktighet för olika skeden.

Byggherrens beslut för uppgörande av projekttidplanen är

- Total varaktighet
- delmål
- säsong
- utförandeordning
- Datum när planering skall vara klar

- Överlappning av planering och produktion.

(Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 41)

2.2.2 Huvudtidplan

Syftet med en huvudtidplan är att ge en summarisk bild av det planerade genomförandet. Detaljnivån bör anpassas till syftet och tidsskalan bör vara en vecka eller för större projekt en månad som minsta enhet. Till exempel ett mindre bostadsprojekt kan innehålla 20-30 aktiviteter. Aktiviteterna redovisar de viktigaste händelserna från varje skede för alla entreprenörers aktiviteter. Huvudtidplanen innehåller även vissa centrala händelser såsom vind- och vattentätt hus, ibruktagande av permanent värme, driftsatt anläggning och överlåtelse. (Révai, 2012, s. 281)

Ur entreprenörens perspektiv är huvudtidplanen den viktigaste delen i tidsplaneringen för schemaläggning av byggnadsarbeten. Vid utarbetandet av huvudtidplaner finns 3 olika former som skiljer sig med tanke på tidpunkt, noggrannhetsnivå av innehållet och syfte

- preliminär huvudtidplan
- avtalshuvudtidplan
- allmän arbetsplan.

Huvudentreprenören gör upp en **preliminär huvudtidplan** innan byggbeslutet eller innan inlämning av entreprenadpriset. Syftet med tidplanen är att kontrollera hur arbetena passar in i den byggtid som byggherren har angett i projekttidplanen. Den preliminära huvudtidplanen är vanligtvis gjord på en grov nivå och beskriver flödet av arbetet styrt av de huvudsakliga arbetsskedena. **Avtalshuvudtidplanen** blir resultatet efter förfining och eventuella ändringar av den preliminära huvudtidplanen under avtalsförhandlingarna. I avtalshuvudtidplanen mellan byggherren och huvudentreprenören är det väsentligt att den innehåller båda parternas viktiga tidpunkter och skeden. Huvudentreprenören specificerar avtalshuvudtidplanen till en **allmän arbetsplan** för arbetsplatsen och för andra entreprenörers jobb. Arbetsplanen fungerar som en tidsmässig grund för avtalet mellan huvudentreprenör och underentreprenörer. I arbetstidplanen planeras arbetsskeden

noggrannare och delas in i block eller deluppgifter. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, ss. 43-45)

2.2.3 Produktionstidplan

Produktionstidplanen skapas för ett specifikt byggskede eller en period. Syftet är att säkerställa att huvudtidplanen uppnås. Från huvudtidplanen fås information som ger ramar till produktionstidplanen. Produktionstidplanen upprättas vanligen för perioder mellan 2-6 månader eller enligt byggskedet såsom markarbeten, grundläggning, stomme, vattentak, inredning och överlåtelse. Det mest centrala kontrollverktyget på byggarbetsplatsen är produktionstidplanen, dels för dess noggrannhet, dels för dess omfattning. (Ratu KI-6028, 2016, s. 31)

Nedan finns listat olika exempel på traditionella produktionstidplaner för olika byggskedet

- markarbeten och grundläggning
- stomme och vattentak
- invändiga byggnadsdelar
- färdigställande och överlåtelse.

Under skedesplaneringen för en viss period kan målet vara till exempel, påbörja elementmonteringen på första våningen.

(Ratu KI-6028, 2016)

2.2.4 Veckotidplan

För att arbetet på byggarbetsplatsen skall kunna genomföras enligt produktionstidplanen behövs en mer utförlig och detaljerad beskrivning om vad som skall göras. Det är därför viktigt att göra upp en veckoplan som beskriver vilka arbetsmoment ska utföras under de närmaste veckorna, när de ska utföras och av vem. Veckoplaner brukar planeras för 2-4 veckors produktion, i speciella fall 6 veckor.

Syftet med veckoplanering är dels att få ut så mycket som möjligt av arbetsplatsens resurser, dels att till exempel vid en försening dela upp resurserna så att man så snabbt

som möjligt kommer i takt med arbetsplanen igen. Man strävar efter att arbeta in förseningar och att korrigera olika avvikelser från produktionsprogrammet. (Révai, 2012, s. 291)

Även vid välgjorda arbetsplaner kan olika aktiviteter ha lämnats bort av olika orsaker som sedan redovisas i veckoplanen. I veckoplanen anges tidpunkter för viktiga leveranser, montage, gjutningar och andra betydelsefulla aktiviteter. I planerna redogörs även total arbetsstyrka per yrkeskategori samt vid vissa projekt hur kranar och eventuella övriga maskiner ska utnyttjas. (Révai, 2012, s. 293)

Den viktigaste informationen för utarbetandet av veckoplanen är

- produktionstidplanen
- föregående veckoplan och genomförande
- tillgängliga resurser för arbeten
- antal timmar och utomstående arbetskraft som används
- beställningar av material och utrustning samt leveranstider
- förberedning inför arbetsmoment och situationen på platsen
- realistiskt arbetsflöde och arbetsprestationsdata
- företagsspecifika produktionsfiler.

(Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 59)

Vid utarbetandet av veckoplaner klargör arbetsledaren målen utifrån produktionstidplanen. Till exempel kan en viss konstruktion eller ett område sättas upp som ett specifikt mål enligt datum. Utöver detta utreds hur målen kan uppnås med beaktan på tillgänglig arbetskraft. Tajmingen för oavslutade arbeten baseras på byggarbetsplatsens faktiska arbetsprocesser eller arbetsprestationer. Arbete som ännu inte påbörjats bestäms på företagsspecifik basis alternativt på basis av allmänna produktionsfiler. Arbetsledare utvärderar utifrån tid- och kvantitetsmål, nödvändiga resurser och jämför med de

tillgängliga resurserna. En viktig del av veckoplaneringen är samarbetet mellan Huvudentreprenören och underentreprenörer.

Veckoplaner presenteras ofta i form av en linje-tidtabell. Uppgiftsspecifikt markeras

- uppgiftens namn och definition av arbetsobjektet, till exempel formning av grundsulor på linje 4 i område B-D
- överenskomna mål för arbetsprestation
- nödvändiga resurser
- tidsåtgång för arbetsuppgiften.

(Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, ss. 59-60)

Viikkoaikataulu		Kohde: Viikot _____-_____ 20__																				
Tehtävänimike ja työkohde	Työryhmä RAM + RM	Työsaavutus	Tavoite- määrä	Viikko							Viikko											
				M	T	K	T	P	L	S	M	T	K	T	P	L	S					
Täyttö ja tasaus	2 RM + KK	320 m ² idt/tv	Ruudut 2-5, 7-9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Lämpöeristeen ja suojapaperin asennus	2 RM	200 m ² /tv	1-3, 6-8	1	—	6	2	7	3	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Muuraus	3 RAM + 5 RM	45 m ² /tv	225 m ²	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Liittyvät työt:																						
Laatan raudoitus		1,5 ruutua/tv															2	8	3	9	4	5
Imubetonointi		1 ruutu/tv															1	2	3	4	5	

Figur 2: Veckoplan exempel (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 59)

3 BIM-baserad tidsplanering

Tidtabeller för byggprojekt kan skapas antingen för hand på papper, eller med vanliga tidsplaneringsprogram, alternativt med skräddarsydda datorprogram avsedda för byggprojekt. Vid skapande av tidtabeller är planering viktigast och inte användning av ett visst tidplaneringsprogram. Det är viktigt att granska genomförbarheten av den färdiga tidtabellen innan den kan användas. Som verktyg för tidsplanering har utvecklats program som underlättar skapandet av tidtabeller. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 34)

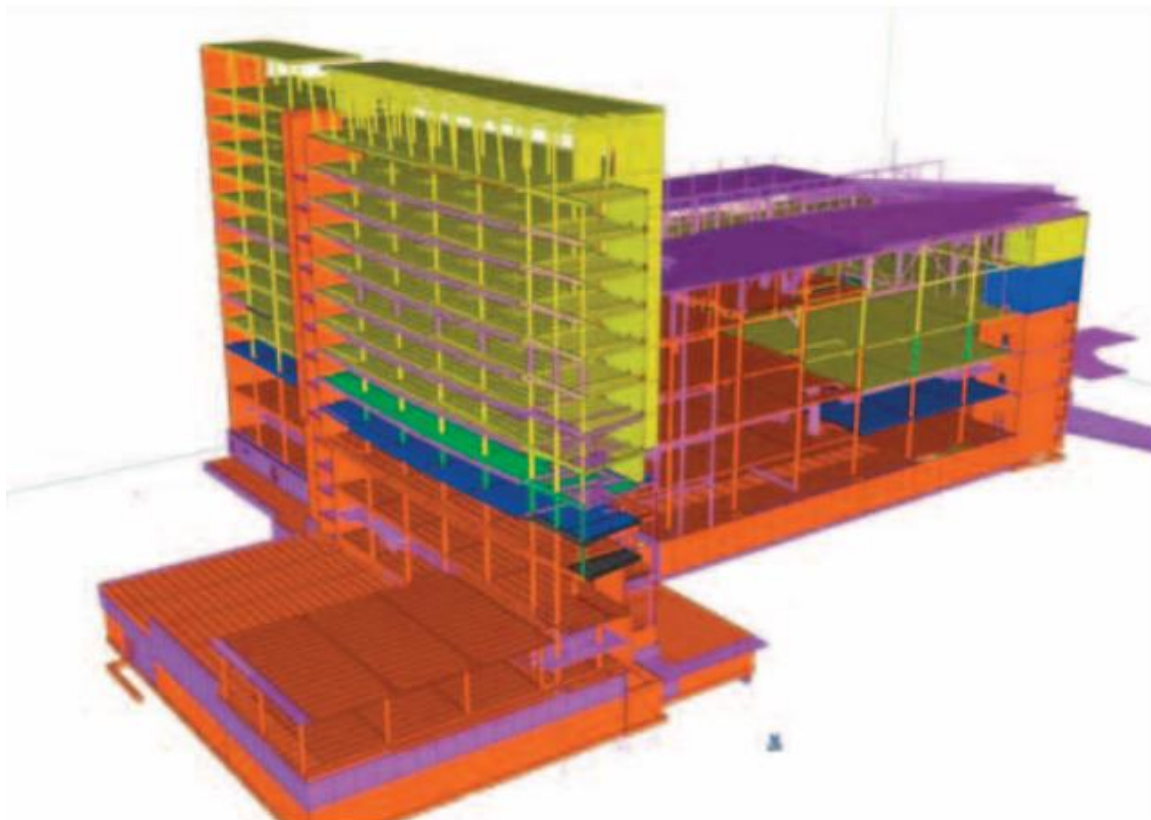
Byggnader är komplexa objekt där funktionsdugligheten påverkas av många faktorer. Byggnadens funktionalitet går inte att förutspå eller bedömas innan den är färdig, eftersom i den traditionella utförandeformen byggs byggnadens prototyp på plats och endast användarna kan avgöra hur byggnaden fungerar. Ur en BIM-modell kan man enkelt skriva ut ritningar såsom skärningar och vyer av den framtida byggnaden.

Med hjälp av BIM-modellen är det lättare att förstå hur funktionsdugligheten kommer att bli för den färdiga byggnaden samt detaljerat hur byggnaden kommer att se ut. BIM-modellen kan ses som virtuell byggnad och prototyp som innehåller all information från alla planeringsområden. Dessutom gör BIM-modellens visuella klarhet och den exakta information den innehåller om byggnaden, materialet och dess egenskaper att modellens värde ökar under användning och underhåll av byggnaden. (Jäjävä & Lehtoviita, 2016, s. 29)

Modeller överlämnas till entreprenören i en sådan form att schemaläggning är möjligt med de tillgängliga programvaror för uppgiften. På byggarbetsplatsen kan 4D-tidtabellen presenteras som en modell vy, där olika konstruktionsdelar som skall monteras på olika tidpunkter visas med olika färger. Beroende på tidtabellens noggrannhetsnivå kan byggnadsdelarna vara märkta olika dagar, veckor eller månader. I modellvyn kan även konstruktioner som skall monteras i ett senare skede presenteras.

Modellvyer kan delas till andra parter utan att de behöver ha ett installerat datamodellsbaserat program. 4D-tidtabellen kompletterar tidtabellen för byggnadsarbetet som ges till beställaren och styr till exempel ordning för kompletterande planering. Tidtabellen och att hålla sig till den är för beställaren en av de mest intressanta och uppföljda sakerna i projektet. Presentationen av tidtabellen, såväl som dess förverkligande är i en datamodell under till exempel platsmöten ett mycket mer illustrativt sätt att presentera jämfört med traditionella tidtabeller. (YTV, 2012, s. 4)

Monteringstidpunkter för de viktigaste byggnadsdelarna är väsentligt att registrera i datamodellen som till exempel grundsulor, stomme och väggelement. 4D-tidtabeller kan endast presenteras för de konstruktioner som har modellerats. Även då har konstruktioners eller sammansättnings noggrannhet en betydande inverkan på tidtabellens noggrannhetsnivå. (YTV, 2012, s. 4)



Figur 3: Exempel på datamodellbaserad tidtabell under stomskedet (YTV, 2012, s. 5)

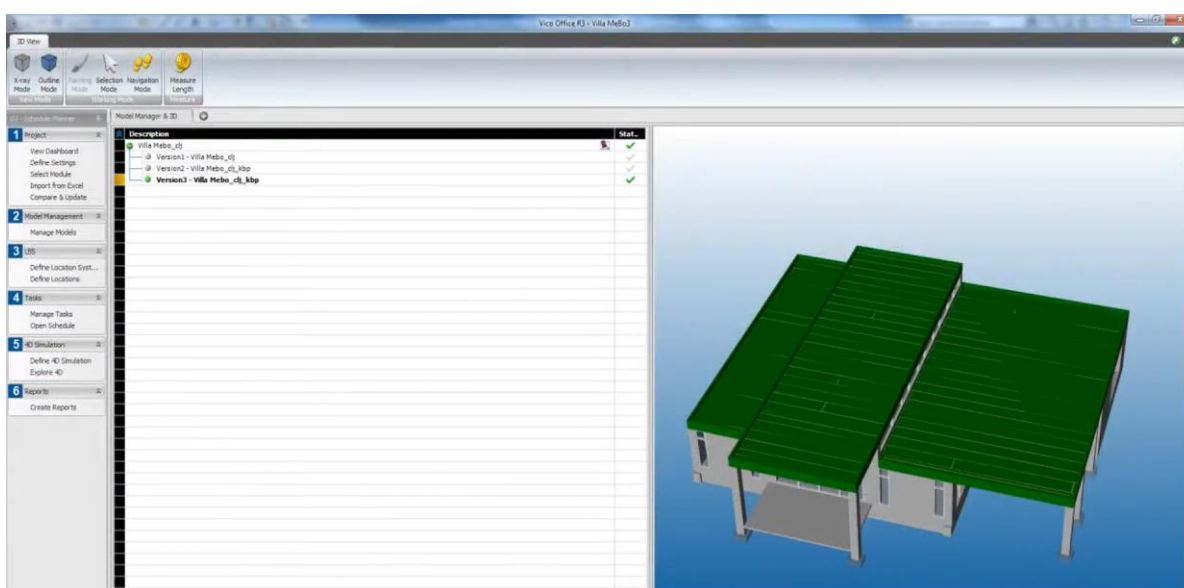
Färgkoder: orange= monterad, blå=denna vecka, grön=nästa vecka, gul= över två veckor, lila=över två veckor, olika entreprenörer

3.1 Programvaror för skapande av visuella tidtabeller

3.1.1 Vico Office

Vico Office är ett modulärt projekt- och riskhanteringsverktyg som ständigt utvecklas och optimeras av Trimble. Modulerna kan appliceras helt efter kundens behov, vilket betyder att kunden betalar endast för de moduler som behövs i de faser av byggprocessen. Programmet är specialbyggt för konstruktion och är designad som en tätt integrerad, BIM-neutral plattform till vilken flera typer av BIM-modeller kan publiceras och sammanlänkas. (Vico Office, 2023)

Vico office kan kombinera och publicera datamodeller från olika leverantörer och använda dessa modeller för tidsplanering och kostnadsberäkning. Programmet har verktyg för kostnadsberäkning, mängdberäkning, tidsplanering och förändringshantering samt projektledning. Mängderna kommer automatiskt från datamodellen till programmet. Med hjälp av programmet kan man kontrollera mängdberäkningen och olika kostnadsberäkningsversioner går att jämföra visuellt. Modellens platsindelningar och sektioner kan bindas till projektets tidtabelluppgifter och nya modellversioners mängder uppdateras automatiskt i schemat. Programmet har också egna interna kommunikationsverktyg. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017)



Figur 5: Programvy ur Vico Office



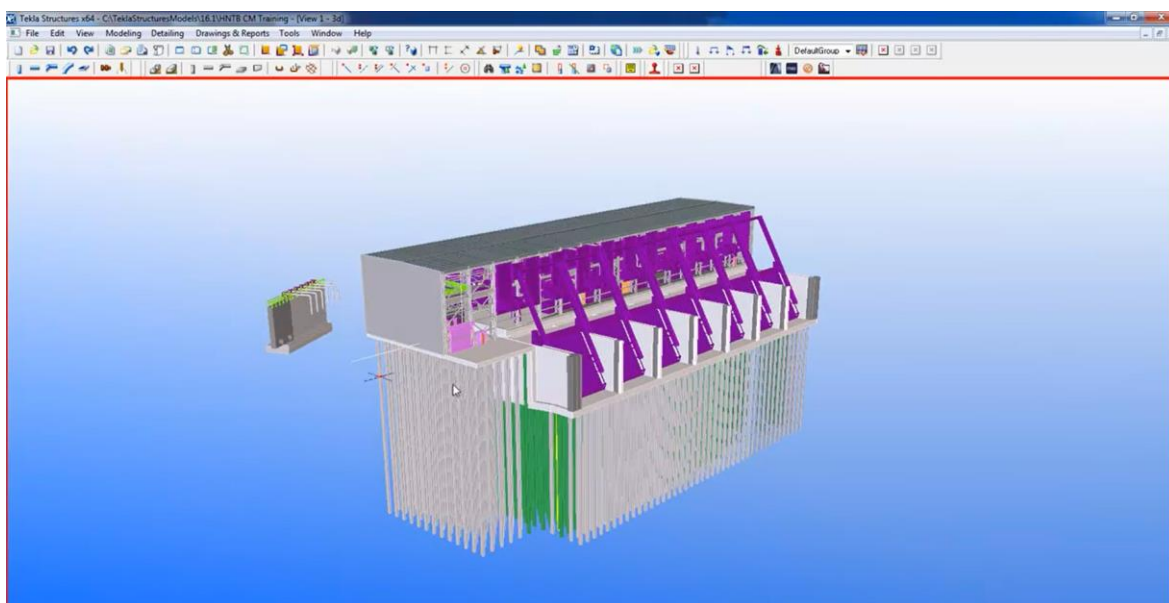
Figur 4: Vico Office

3.1.2 Tekla Structures

Tekla Structures är en BIM-programvara för byggnadsbranschen där användare kan skapa och hantera BIM-modeller i stål eller betong.

Task manager är ett verktyg i Tekla Structures som tillåter användare att infoga tidskänslig data i 3D Tekla Structures modeller och styra schemat i olika skeden och detaljnivåer under hela projektets genomförande. Med aktivitetshanteraren är det möjligt att skapa, lagra och hantera schemalagda aktiviteter och länka dem till deras motsvarande modellobjekt. Med hjälp av aktiviteterna skapas anpassningsbara modellvyer och 4D-simuleringar av projektets fortskridande.

Aktiviteter kan importeras från externa projekthanteringsverktyg eller skapas direkt i Task manager. (Tekla Structures, 2023)



Figur 6: Programvy ur Tekla Structures

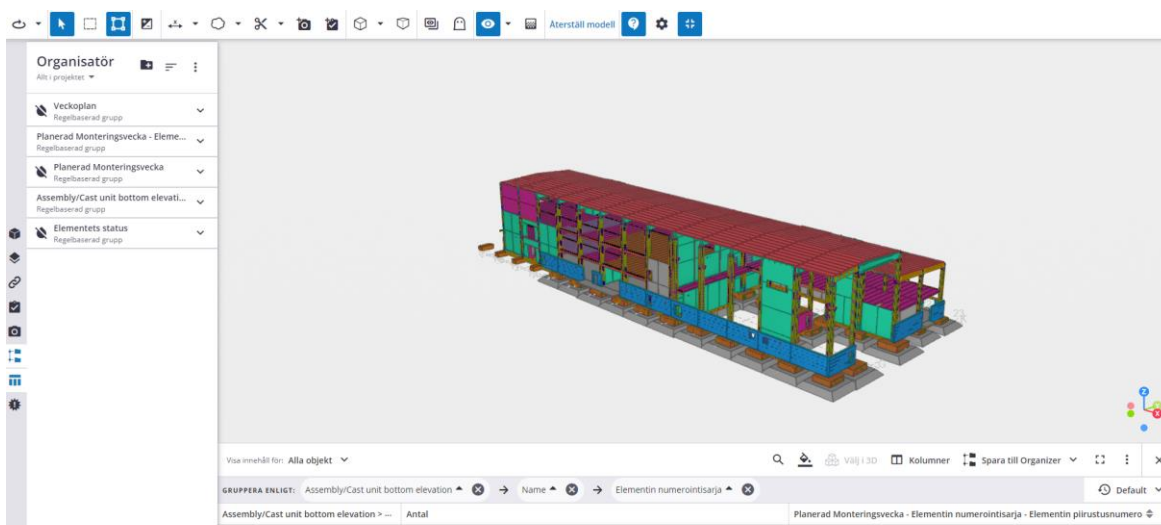


Figur 7: Tekla Structures

3.1.3 Trimble Connect

Trimble Connect är en projektsamarbetsplattform gjord för byggnadsbranschen. Projektintressenter kan enkelt dela, kommentera och hantera den senaste informationen i projektet. Trimble Connect kan användas i olika faser av arbetsflöden, såsom konstruktionskoordinering och granskning, kommunikation samt vid hantering av aktiviteter och uppgifter under hela projektet. Programvaran innehåller lättanvända användargränssnitt för stationära och mobila enheter. Plattformen hjälper till att behålla kontrollen över ändringar genom ständigt samarbete, så att kostsamma omarbetningar orsakade av föråldrad information kan undvikas. (Trimble Connect, 2023)

Trimble Connect har även en gratisversion med begränsade funktioner som ändå gör det möjligt att följa projektets framskridande. (Trimble Connect, 2023)



Figur 7: Programvy ur Trimble Connect



Figur 8: Trimble Connect

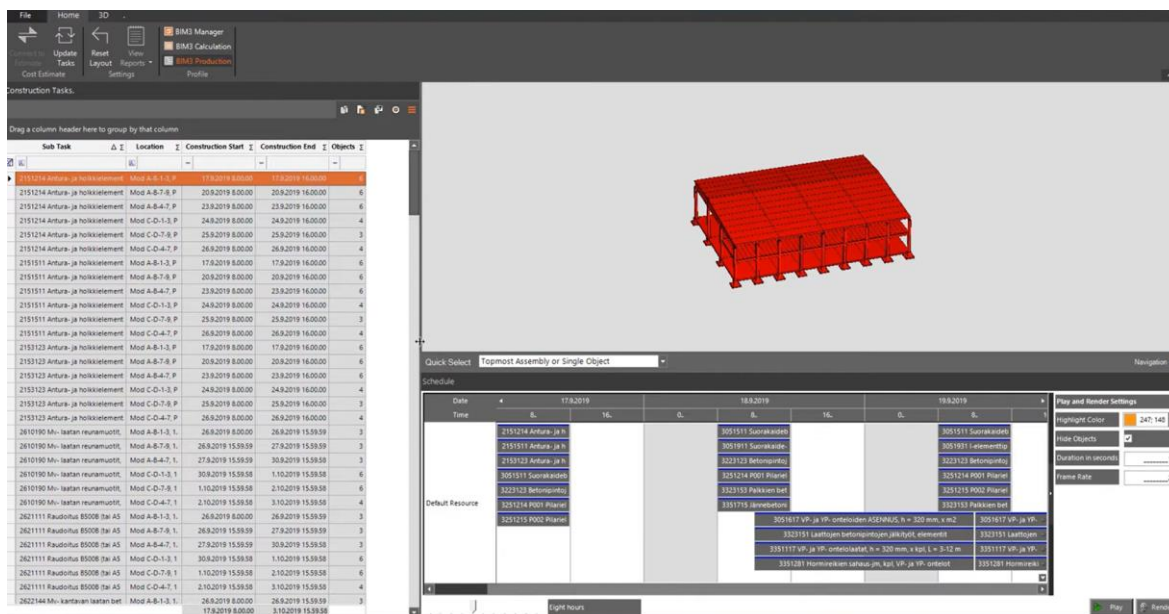
3.1.4 Tocoman BIM3

BIM3 är tocomans programvara för BIM-modeller och är deras mest omfattande och heltäckande program. Tocoman BIM3 består av tre moduler, BIM3 Manager, BIM3 Laskenta och BIM3 Tuotanto. Enligt Tocoman har BIM3 många fördelar gällande tidsplanering, riskanalyser och hantering under byggnadens hela livscykel. (Tocoman, 2023)

BIM3 Manager är avsedd för kollisionkontroller och modifieringar av IFC-modeller innan de lämpar sig för kostnadsberäkning och produktion. Funktioner i modulen är bland annat, uppdelning av modeller i block, redigera och lägga till egenskapsinformation på objekt samt modellers sammansättning och kollisionkontroller.

BIM3 Laskenta modulen stöder mängd- och kostnadsberäkning i BIM. Mängdberäkningarna i BIM3 kan användas och sammanställas i Tocoman Laskenta. BIM3

Tuotanto är ämnad för projektledning och underentreprenörer. I modulen är det möjligt att skapa 4D-simuleringer över byggnadsprojektet. (Tocoman, 2023)



Figur 10: Programvy ur Tocoman BIM3 Tuotanto



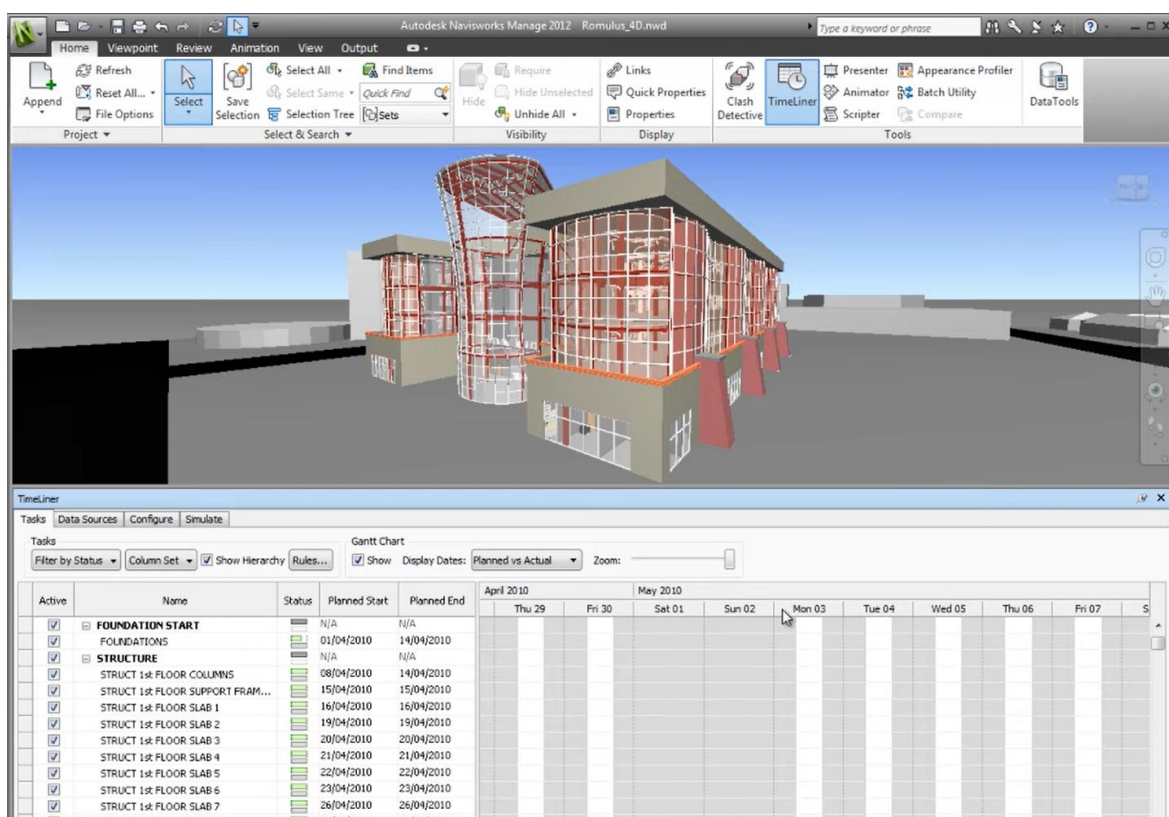
Figur 12: Tocoman BIM3

3.1.5 Navisworks

Navisworks är en programvara för projektgranskning där användare har möjlighet att skapa 4D-simuleringar genom att kombinera 3D-modeller med tidplaner. Nedan finns en kort översikt för 4D hantering i Navisworks.

- Importera 3D-modeller: Möjlighet att importera 3D-modeller från olika datamodelleringsprogram.
- Skapa tidplaner: Användare kan skapa tidplaner i andra programvaror alternativt skapa direkt i Navisworks egna planeringsverktyg.

- Länka 3D-modeller och tidplaner: Importerade tidplaner och 3D-modeller kan länkas ihop möjliggör automatisk visualisering av byggprocessen över tid och skapar en 4D-simulering.
- Analysera simuleringen: 4D-simuleringen kan kontrolleras för att identifiera problem och konflikter i byggprocessen.
- Samarbeta och kommunicera: Programmet inkluderar ett samarbets- och kommunikationsverktyg som gör det möjligt för användare att dela 4D-simuleringen med andra projektintressenter. (Salvesen, 2023)



Figur 11: Programvy ur Navisworks

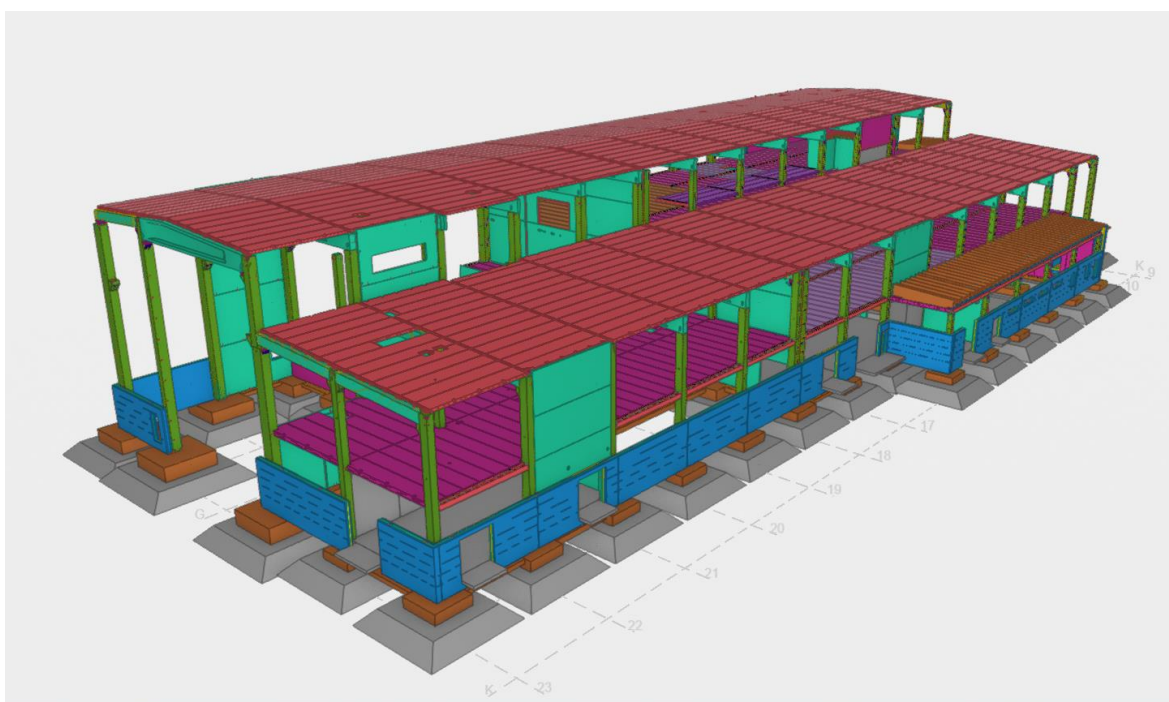


Figur 12: Navisworks

4 Testmodell

BIM-modellen som används i detta examensarbete är från en produktionshall inom båtindustrin och ligger i Jakobstad. Hallen omfattar 7700m² är delvis i två och tre våningar. Huvudentreprenör för projektet är Jake Rakennus. Projektet är unikt eftersom fokus ligger på koldioxidsnålt byggande och energieffektiva hustekniklösningar som innefattar bland annat en bjälklagskonstruktion av återvunnet stål. Stommen är i huvudsak gjord i betong. (Jake rakennus, 2023)

I testtidplanen behandlas endast 3D-modellen för stomkonstruktion och grundläggning, se (figur 14).



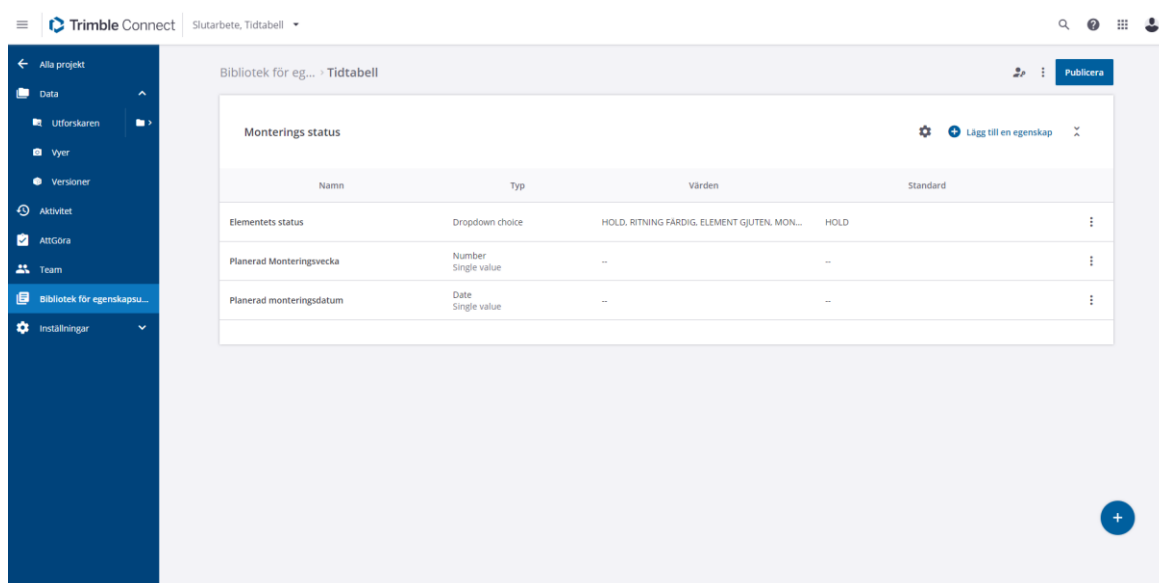
Figur 13: Testmodell, 3D-modell för stomme

Tidplanen gjordes i Trimble Connect med Business Premium Licens. Arbetet med tidplanen inleddes med att starta ett projekt i programmet och att införa modellen i IFC-format till projektet. Eftersom inläring av ett nytt program är tidskrävande och komplicerat så har jag tagit stöd av Niklas Wiik, BIM-koordinator som har varit till en stor hjälp under arbetet.

4.1 Tillvägagångssätt och presentation av tidplan

Tidplanens utformning är gjort baserat på litteratur, branschkrav samt utifrån uppdragsgivarens önskemål och behov. Arbetsprestationers verkliga längd har inte beaktats i tidplanen eftersom det inte är väsentligt med tanke på målsättningen med examensarbetet. Arbetskedens olika ordningsföljd är endast gjord i grova drag av samma anledning.

Eftersom Trimble Connect inte har någon allmänt verktyg för 4D-tidtabeller så har tidplanen gjorts med andra metoder. Programmet har en färgläggningfunktion och verktyg för egenskapsuppsättningar som gör det möjligt att skapa förinställningar för funktioner. De färdiga egenskapsuppsättningarna sparas som ett bibliotek (se figur 15) och går även att spara för den egna organisationens bibliotek, där det finns möjlighet att tillämpa egenskapsuppsättningarna på andra projekt. Egenskaper som används i denna tidplan är elementets status, planerad monteringsvecka och planerad monteringsdatum.

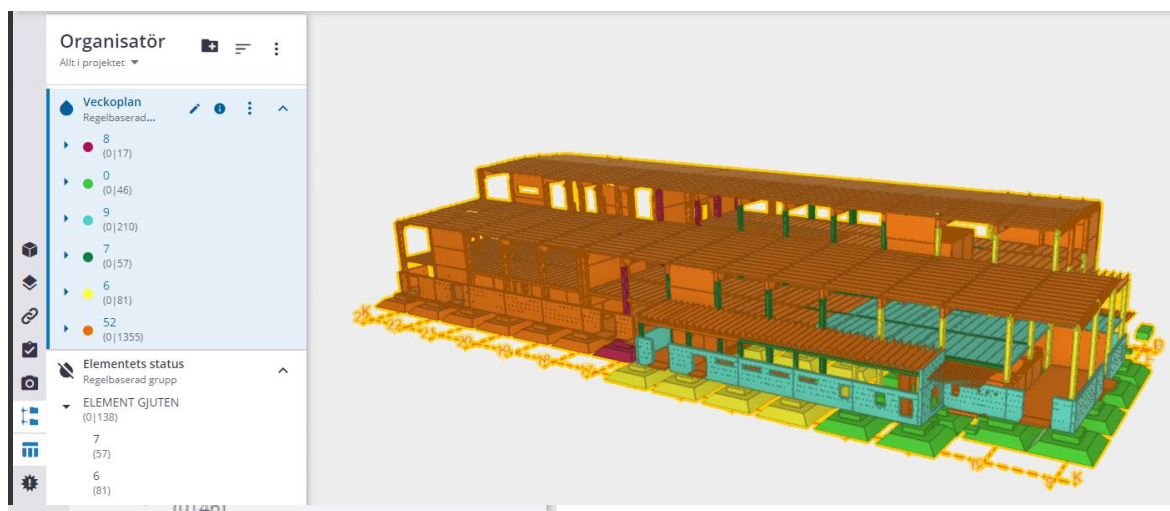


Figur 14: Bibliotek för egenskapsuppsättningar

För att presentera tidplanen skapas en regelbaserad grupp där egenskapsuppsättningen tillämpas. Gruppen sparas i organisatör så att andra projektmedlemmar kan se tidplanen. Elementets status som nämndes i föregående stycke används redan i företaget för att underlätta hela stomprocessen för planerare, projektledare och leverantör. Tidplanen gjordes 4 veckor lång vilket (Révai, 2012, s. 291) och (Koskenvesa & Sahlstedt, 2017, s. 59) anser vara lämpligt för veckoplaner.

Presentationen av tidplanen finns på två olika sätt eftersom den är sammanlänkad med färgläggningen för elementets status. I gruppen veckoplan styr veckoplanen för färgläggningen och elementets status presenteras som en flik under varje vecka (se figur 17). I gruppen elementets status styr den för färgläggningen och veckorna finns som flik under varje statutyp (se figur 18). I exemplet redogör veckoplanen för veckorna 6-9.

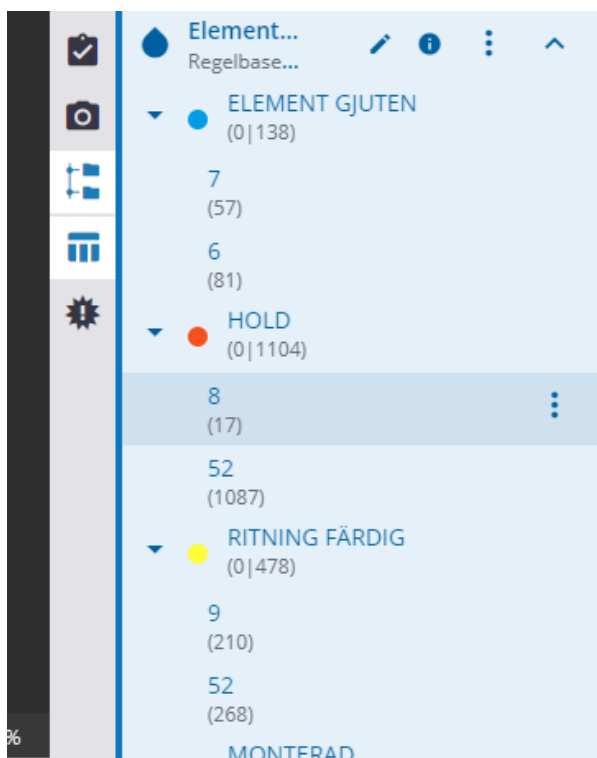
Veckorna skapas automatiskt i tidplanen genom att skriva in planerad monteringsvecka för de byggdelar som har markerats. För att effektivt markera byggdelar används områdesmarkering samt egenskaper för byggdelar.



Figur 16: Veckoplan (ljusgrön=monterad, orange=omonterad, gul=pågående vecka, mörkgrön nästa vecka, röd=vecka 8 och ljusblå=vecka 9



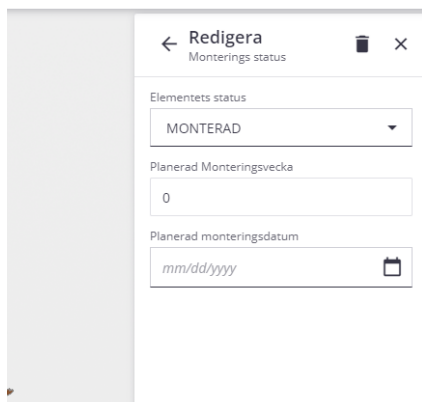
Figur 17: Elementets status för delar som skall monteras vecka 6. (35 delar är monterade).



Figur 18: Elementets status, (till exempel vecka 8 finns 17 delar som är oplanerade och behöver prioriteras).

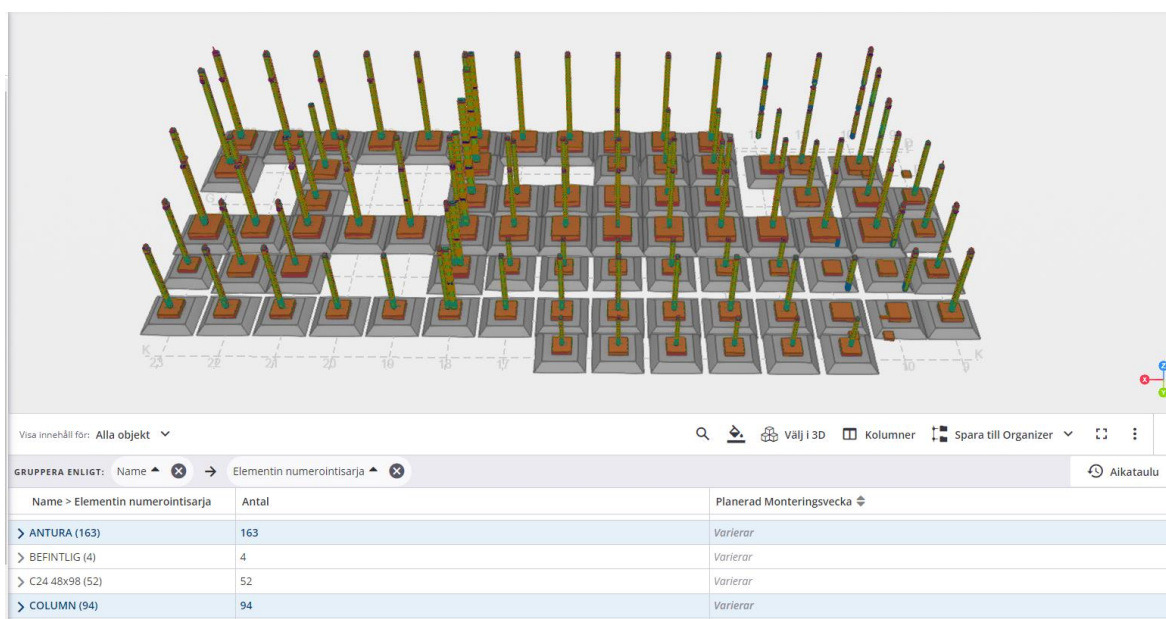
4.2 Revidering och uppdatering av tidplan

Kontinuerlig uppdatering av veckoplaner kan göras genom att markera den gångna veckan i veckoplanen och ändra planerad monteringsvecka till 0(monterad), på samma gång kan man även ändra elements status till monterad. Om inte monteringen har förverkligats enligt veckoplanen på grund av överraskningar eller andra faktorer som påverkar förverkligandet kan omonterade delar flyttas fram i tidplanen. Gångna veckor försvinner automatiskt ur tidplanen efter att delarna är ändrade till monterade.



Figur 19: Uppdatering av tidplan

Egenskaper för byggdelarna kan användas som filtrering för att snabbt markera ett område som skall schemaläggas, till exempel namn på byggdel, våning, område, monteringshöjd och serienummer.



Figur 20: Filtrering av byggdelar

5 Resultat

Målsättningen med examensarbetet var att hitta ett effektivt sätt att utföra tidsplanering på byggarbetsplatsen med hjälp av ett BIM-baserat program. Utgångsläget var att använda det BIM-baserade programmet som redan används i företaget och skapa ett lättanvänt system som skulle kunna tillämpas vid BIM-projekterade objekt.

Examensarbetet resulterade i en 4D-tidplan i Trimble Connect och en översikt på alternativa program som finns tillgängliga. Baserat på resultatet kan uppdragsgivaren ta beslut om ibruktage av 4D-tidplanen. Genom att föra diskussioner med planerare innan ett projekt startas kan man påverka modellernas egenskaper så att tidsplaneringen går smidigare. Till exempel att konstruktioner är uppdelade i våningar och områden underlättar mycket när man markerar byggdelar för att ändra status eller planerad monteringsvecka. Golvgjutningar är också ett bra exempel som sätter krav på modelleringen men ger många fördelar om tidsplaneringen sker i BIM.

Organisations biblioteket i Trimble Connect ger möjlighet att med ett knapptryck föra över förinställningarna till nästa projekt. Fördelen med tidplanen kombinerad med elementets status är att man kan redigera monteringsvecka och status under samma flik samtidigt som det ger en bättre uppfattning om vad som behöver prioriteras hos leverantörer och på byggarbetsplatsen. Genom att ha 2 olika former av tidplanen kan fler projektintressenter ha nytta av den beroende på vad man vill ha för information.

6 Diskussion

Examensarbetet har gett mig många nya kunskaper angående tidsplanering och framför allt tidsplanering i BIM. Processen med själva tidplanen har varit intressant och lärorikt trots att inläring av programmet krävde en hel del tid. En del skeden av arbetet har varit utmanande av den orsaken att jag inte har någon tidigare erfarenhet av projektledning.

Under arbetets gång har konstaterats, att möjligheterna för att kunna skapa 4D-tidplaner smidigt är väldigt beroende av modellernas noggrannhetsnivå och kvalitet. Med en BIM-modell av god kvalitet är det lättare att utveckla tidsplaneringen, till exempel att skapa produktionstidplaner under färdigställande skedet. Huvudtidplaner i 4D skulle ge mervärde åt beställaren med möjligheten att se genomförandeplanen och förverkligandet i 3D. När underentreprenörer och andra projektinvolverade anländer till byggarbetsplatsen skulle de snabbt kunna få en uppfattning om vad som är planerat de närmaste veckorna med hjälp av 4D-tidplanen samt att risken för omarbetningar minskas.

4D-tidsplanering för husteknik skulle vara ett intressant ämne för vidare forskning. Större projekt har ofta en omfattande husteknik som skapar stora utmaningar för alla entreprenörer att monteringsarna sker i rätt ordning. Inom BIM finns det många utvecklingsmöjligheter, speciellt gällande tidsplanering skulle det vara intressant att studera tillvägagångssätt att helt gå över till 4D.

7 Källförteckning

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Hansson, B., Olander, B., Landin, A., Persson, U., & Aulin, R. (2021). *Byggledning - Projektering*. Lund: Studentlitteratur AB.

- Jake Rakennus. (den 02 03 2023). *Jake Rakennus*. Hämtat från Jake Rakennus: <https://www.jakerakennus.fi/sv/framsida/>
- Jake rakennus. (den 12 05 2023). *jakerakennus.fi*. Hämtat från Jake rakennus: <https://www.jakerakennus.fi/sv/jake-rakennus-bygger-bathall-for-baltics-skönheter/>
- Jäjävä, P., & Lehtoviita, T. (2016). *Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla*. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Koskenvesa, A.; & Sahlstedt, S. (2017). *Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus*. Helsinki: Rakennustieto.
- Latvala, J. (den 05 10 2012). Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminnassa. *Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminnassa*. Vantaa, Finland: Fira Oy.
- Majcher, J. (den 03 12 2019). *BIM Corner*. Hämtat från Everything worth knowing about the IFC format: <https://bimcorner.com/everything-worth-knowing-about-the-ifc-format/>
- Ottosson, H. (2021). *Vad när hur och av vem*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Ratu KI-6028. (2016). *Aikataulukirja*. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.
- Révai, E. (2012). *Byggstyrning*. Stockholm: Liber AB.
- Salvesen, S. (den 11 4 2023). Navisworks Manage. *E-post konversation*. Norge.
- Tekla Structures. (den 07 03 2023). *tekla.com*. Hämtat från support.tekla.com: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2023/int_ifc_general_info
- Tekla Structures. (den 11 04 2023). *tekla.com*. Hämtat från Tekla User Assistance: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2023/tm_intro_task_manager
- Tocoman. (den 15 05 2023). *tocoman.fi*. Hämtat från Tocoman BIM3: <https://www.tocoman.fi/bim3>
- Trimble. (den 12 01 2016). *Vico Office Introduction*. Hämtat från Trimble Buildings: https://support.vicosoftware.com//FlareFiles/Content/Training/Intro_Vico_Office_Metric_PDF/Intro_Vico_Office_Metric.pdf
- Trimble Connect. (den 10 05 2023). *Trimble Connect*. Hämtat från Trimble: <https://docs.browser.connect.trimble.com/what-is-trimble-connect>
- Vico Office. (den 15 05 2023). *vicooffice.dk*. Hämtat från Vico Office: <https://vicooffice.dk/en/solutions/>
- YTV. (den 1 3 2012). Yleiset tietomallivaatimukset 2012. *Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa*. Finland: Rakennustieto Oy.