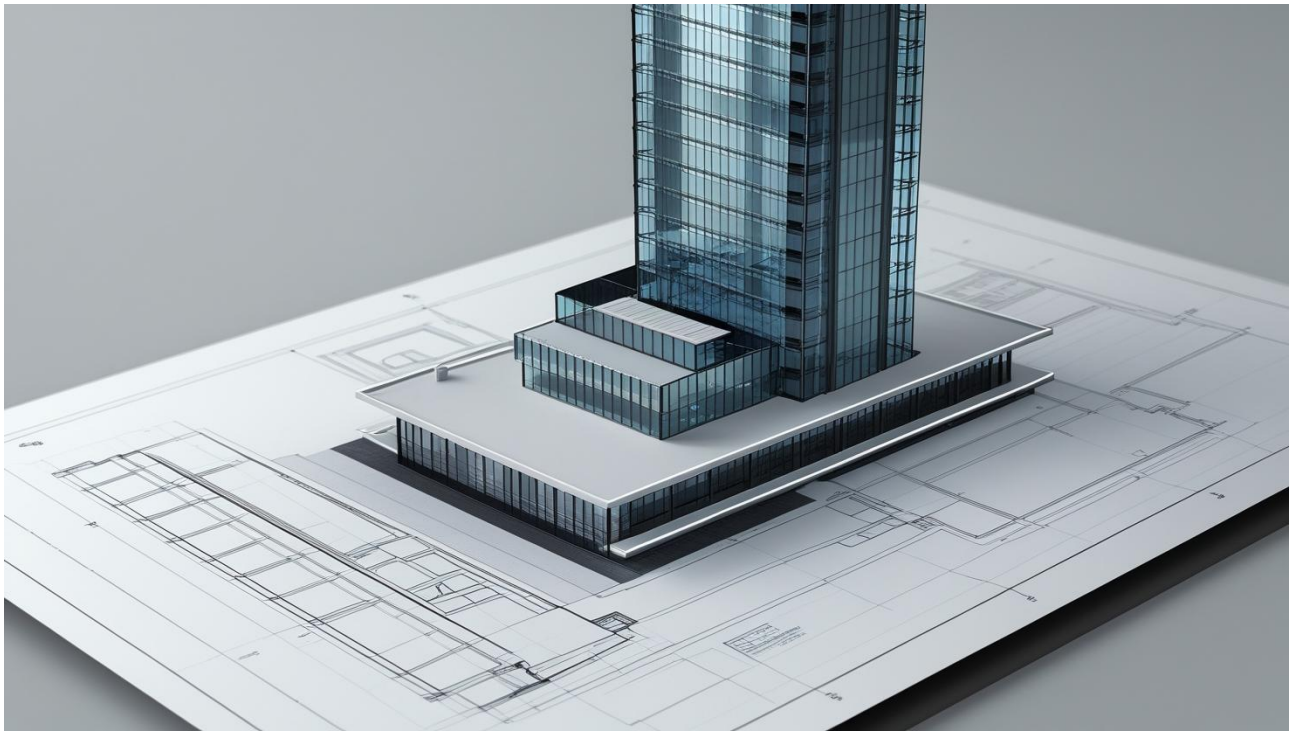
CHALMERS



Total BIM – Projektering inom installationsteknik – dagens utmaningar, lösningar och framtidsutsikt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet samhällsbyggnadsteknik

Erik Johnsson
Hugo Johansson

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLSSBYGGNADSTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2025
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Total BIM – Projektering inom installationsteknik – dagens utmaningar, lösningar och framtidsutsikt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ERIK JOHNSSON

HUGO JOHANSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Construction Management
Examinator Mikael Johansson
Handledare Mikael Johansson
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2025

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2025
www.chalmers.se

Total BIM – Projektering och produktion inom installationsteknik – dagens utmaningar, lösningar och framtidsutsikt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ERIK JOHNSSON

HUGO JOHANSSON

© ERIK JOHNSSON/HUGO JOHANSSON, 2025

Examensarbete ACEX20
Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Chalmers tekniska högskola 2025

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

Omslag:
Bilden är en AI genererad illustration av en 3d modell över en 2d ritning

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Göteborg 2025

Total BIM – Projektering och produktion inom installationsteknik – dagens utmaningar, lösningar och framtidsutsikt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik

ERIK JOHNSSON

HUGO JOHANSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Construction Management
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

BIM, Building Information Moduling, är ett begrepp som använts länge inom byggbranschen men som tappat lite av sin betydelse. I denna rapport undersöks det hur användningen av Total BIM kan förbättra och underlätta inom projektering med inriktning på installationsteknik.

Rapporten visar upp samt belyser uppfattningen av BIM i dagsläget samt en implementering av Total BIM. Ett resultat vilket erkänner skepsis från branschen samt en inte helt fullgod förståelse för verktyget och dess möjligheter. Jämförelser mellan olika verktyg för mängdning genomförs, intervjuer med branschfolk vilket styrker påståenden om ämnet.

Diskussionen belyser den existerande nyfikenheten kring ämnet samtidigt som resultaten av intervjuer och litteraturstudier visar på de hinder som finns för en fullgod implementering. Slutsatsen är att en ökad användning av Total BIM kan bidra till en mer effektiv, mer ekonomisk och hållbar byggprocess.

Nyckelord:
BIM, Total BIM, Installationsteknik, Projektering

Total BIM – planning and production within installation technology – todays challenges, solutions and future outlook

Degree Project in the Engineering Programme
Business Development and Entrepreneurship

ERIK JOHNSSON

HUGO JOHANSSON

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

ABSTRACT

BIM, Building Information Moduling, a term that has been used for a long time in the construction industry but has lost some of its meaning. This report examines how the use of Total BIM can improve and facilitate planning with a focus on installation technology.

The report shows and highlights the current perception of BIM as well as an implementation of Total BIM. A result which acknowledges skepticism from the industry as well as an incomplete understanding of the tool and its possibilities. Comparisons between different tools for quantification are carried out, interviews with industry professionals which substantiate claims on the subject.

The discussion highlights the existing curiosity about the subject, while the results of interviews and literature studies show the obstacles that exist for a successful implementation. The conclusion is that an increased use of Total BIM can contribute to a more efficient, more economical and sustainable construction process.

Key words:
BIM, Total, BIM, Installation Technology

Innehåll

SAMMANFATTNING I
ABSTRACT II
INNEHÅLL III
FÖRORD VI
BEGREPPSLISTA VII

1 INLEDNING 1
1.1 Bakgrund 1
1.2 Problemformulering 2
1.3 Syfte 2
1.4 Frågeställningar 2
1.5 Avgränsningar 3

2 TEORETISK BAKGRUND 4
2.1 Tidigare forskning – Teoretisk referensram 4
2.2 Traditionellt BIM 6
2.3 Begränsningar med ritningar 6
2.4 Begränsningar med modeller 7
2.5 BIP-koder 8
2.5.1 BSAB (83) 10
2.6 Mängdavtagning 12
2.6.1 Traditionell metod 12
2.6.2 Bluebeam 12
2.6.3 BOM – Lista 13
2.6.4 Modellbaserad mängavtagning 14

3 METOD 15
3.1 Intervjuer 15
3.2 Fallstudie - Granskning av projekt 15

4 FALLSTUDIE OCH NULÄGESANALYS 16
4.1 Beskrivning av företaget och aktuella projekt 16
4.2 Hur modeller används idag 17
4.2.1 Programmet Solibri 18
4.2.2 BIP QTO – Qutantity takeoff 19
4.3 Identifierade brister i nuvarande modellinformation 20
4.4 Exempel på situationer där ritningar fortfarande krävs 21

5 KRAV FÖR ATT ERSÄTTA RITNINGAR 22
5.1 Vilken information som saknas idag 22
5.2 Vad som krävs för att modellen ska kunna stå på egna ben 24
5.3 Exempel på informationsbärare (objektdata, mått, symboler, flöden etc.) 25
5.4 Projektering för byggklar modell 27

6 VINSTER OCH MÖJLIGHETER MED TOTAL BIM 30
6.1 Tids- och kostnadsbesparingar 30
6.2 Minskad risk för projekterings- och samordningsfel 31
6.3 Förbättrad kommunikation och samordning 33
6.4 Bättre stöd för produktion och logistik 34
6.5 Allmänna Bestämmelser (AB25) 35

7 RESULTAT OCH ANALYS 37
7.1 Användning av modeller i dagens projektering 37
7.2 Informationsinnehåll och brister i modellerna 38
7.3 Krav för att modellen ska kunna ersätta ritningar 39
7.4 Exempel på informationsbärare i modellerna 41
7.4.1 Kongahälla Center 41
7.4.2 Håstensskolan 42
7.4.3 Frieländersgatan 20 42
7.5 Besparingar vid mängdning 43

8 DISKUSSION 44
8.1 Uppfattning av BIM och användning av modell 44
8.2 Informationsbärare och kravställningar 45
8.3 Implementering av Total BIM 45

9 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER 47

10 REFERENSER 48
10.1 Bilagor 51
10.1.1 Intervjuperson 1 51
10.1.2 Intervjuperson 2 53
10.1.3 Intervjuperson 3 55
10.1.4 Exempel på BOM-lista 57
10.1.5 Exempel på mängdning via Bluebeam 62
10.1.6 Tabell tid över ritning kontra skapandet av modell. 63
10.1.7 Tabell över tid för mängdavtagning mellan Bluebeam och BOM-lista 63

Förord

Examensarbetet har utförts under vårterminen 2025 av Erik Johnsson och Hugo Johansson. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och är en av de avslutande delarna på högskoleingenjörs examen från programmet Samhällsbyggnadsteknik vid Chalmers Tekniska högskola. Arbetet har genomförts med deltagande från Ingenjörsbyrån Andersson & Hultmark AB.

Vi vill rikta ett stort tack till Adam Emretsson för allt hjälp med information samt tankar och idéer för arbetet.
Vi vill även tacka opponenter för konstruktiva opponeringen på examensarbetet.
Ett avslutande tack till Mikael Johansson, vår handledare och examinator från Chalmers tekniska högskola.

Göteborg juni 2025
Erik Johnsson & Hugo Johansson

Begreppslista

Förklaring av begrepp som används i arbetet.

BIM

Building Information Model är en digital modell för att reprensentera en byggnads fysiska och funktionella egenskaper.

Total BIM

Ett begrepp som tillämpas för att starkare beskriva att BIM syftar till helheten, hela livscykeln för en byggnad.

Installationsteknik

Ett samlingsnamn för att beskriva de tekniska lösningar eller system som installeras i en byggnad t.ex. ventilation och rör.

MagiCAD

En programvara för projektering av installationstekniska system.

Solibri

En programvara för kollisionskontrollering och informations avtagning av IFC-filer eller samlingsmodeller för byggnader.

IFC-fil

Ett filformat för att presentera och utbyta byggnadsinformation i digital form.

Digital modell

En virtuell representation av ett objekt, ofta refererat till BIM.

Autodesk

Ett företag som tillhandahåller programvaror inom CAD.

Revit

En programvara för projektering och konstruktion

Mängda/mängdavtagning

Ett begrepp för att beskriva beräkningen av mängder resurser och material i ett projekt

BSAB

Byggandets Samordning AB, ett system för att hantera information om delar

BIP

Building Information Properties, ett system för generell identifiering av objekt på typninvå

TypeID

Används för produktbeteckningar

1 Inledning

Byggbranschen står inför modernisering och utveckling, vilket kräver nya samt utvidgande av befintliga metoder för bland annat projekteringen. Där kan digitaliseringen ses som en nyckel till en ökad effektivitet, kvalitet samt kostnadsbesparingar.

Ett framträdande koncept i denna digitalisering är och har länge varit BIM, men nu pratas det även om Total BIM. Ett koncept där en total omfattning av byggprojekt ska implementeras i en och samma modell, från utformning, projektering, produktion och slutligen förvaltning.

Detta examensarbete syftar till att ta reda på och belysa eventuella problem, framtidsutsikter, dagens implementeringar av BIM bland annat. Även eventuella kostnadsbesparingar, tids effektivitet och uppfattningen inom branschen gällande ämnet kommer avhandlas.

1.1 Bakgrund

Building Information Modeling (BIM) har använts i byggbranschen i flera år och har revolutionerat sättet projekt planeras, genomförs och dokumenteras. Trots att tekniken erbjuder digitala lösningar för att effektivisera byggprocesser är det fortfarande vanligt att slutprodukten blir en traditionell 2D-ritning med omfattande dokumentation. Detta kan leda till längre arbetsprocesser, ökad risk för fel och missförstånd samt högre kostnader på grund av att byggbranschen historiskt sett varit splittrad (Bryde, Broquetas, & Volm, 2013). Att olika yrkesgrupper och discipliner arbetar separat försvårar processen med samordning av digitala arbetsflöden.
Total BIM är en metod som syftar till att ytterligare förbättra effektiviteten genom att tillhandahålla en helintegrerad process där hela projekterings- och byggfasen hanteras digitalt, utan att behöva omvandla information till traditionella ritningar. Metoden har potential att minska både arbetsinsats och materialsvinn, vilket skulle kunna innebära stora besparingar för företag inom installationsteknikbranschen.
I denna studie kommer vi att analysera och jämföra hur Total BIM förhåller sig till traditionella BIM-metoder och undersöka dess möjligheter och utmaningar. Genom

att intervjua yrkesverksamma och analysera faktiska byggprojekt hoppas vi kunna ge en tydligare bild av hur branschen kan dra nytta av denna teknik.

1.2 Problemformulering

Digitaliseringen av byggbranschen har lett till en ökad användning av digitala verktyg och hjälpmedel för att förenkla arbetet. Ett av verktygen för att lyckas med digitaliseringen är de programvaror som används för att skapa BIM modeller. Allt från de kända Autodesk programmen såsom Revit, AutoCAD till MagiCad används flitigt när projekteringsfasen i arbetet pågår. Där kan det skapas modeller i IFC-filformat som sedan kan delas med andra aktörer i samma arbete, men oftast skapas kalkyler och ritningar från dessa modeller direkt. Nackdelen med detta är att denna IFC-fil finns i flera olika uppdaterade versioner i olika personers ägo som projekterar samtidigt och som i sin tur skapar problem när arbetet fortsätter till nästa fas. Problemet med IFC-filer, när de är olika uppdaterade och ritningar ställer till det exempel på produktionsplatsen när monteringen utgår utifrån ritningen eller på samordningsmöten där IFC-filerna slås samman. Då uppstår kollisioner mellan geometriska objekt samt att versioner av filer och ritningar kan vara olika uppdaterade. Kollisioner upptäcks oftast genom kollisionsverktyg såsom Solibri eller liknande program men det tar tid och kostar pengar då produktionen kan avstanna.

1.3 Syfte

Syftet med examensarbetet är att undersöka skillnaden mellan dagens metoder inom BIM och se om det finns någon fördel med att använda Total BIM inom installationsteknikbranschen. Även undersöka vilka ekonomiska och tidsmässiga vinster det finns genom att använda sig av Total BIM i stället för ett kombinerat projekt med BIM och 2D-ritningar.

1.4 Frågeställningar

Examensarbetet förväntas besvara frågeställningar enligt nedan:

- Vilka är de största utmaningarna med att implementera Total BIM jämfört med traditionell BIM?

- Kan Total BIM bidra till att minska arbetstid och kostnader inom installationsteknik?
- Vad talar för att en implementering av Total BIM?
- Hur uppfattas Total BIM/BIM av yrkesverksamma inom branschen?

1.5 Avgränsningar

Rapporten fokuserar på hur BIM och Total BIM används inom installationsteknik, samt hur det kan implementeras. Rapporten kommer därför inte omfattas av andra byggrelaterade discipliner. Främst kommer studien omfatta och analysera ekonomiska och tidsmässiga aspekter av de olika metoderna. Studien belyser även olika tekniska detaljer om program och mjukvarulösningar. Avgränsningen avser även inriktning på projekteringen och förberedelse för produktion.

2 Teoretisk bakgrund

Byggnadsinformationsmodellering (BIM) började redan under 1970-talet att introduceras som ett begrepp och därför då anses mer akademiska och teoretiskt bundna. Jongeling beskriver att det var under tiden som de största CAD-leverantörerna, såsom Autodesk, började implementeras på marknaden som BIM började användas på riktigt (Jongeling, 2008). Den stora frågan som ställs när begreppet BIM tas upp är, vad definieras det som? Är det ett arbetssätt, en teknik eller en helt vanlig CAD-modell i 3D? Definitionen kan säkerligen diskuteras och förklaras olika utifrån vart i ett projekt som personen arbetar i men enligt Jongeling så kan en 3D-modell inte direkt klassas som en BIM. Modellen ska enligt honom innehålla en så pass detaljerad informationsstrukturering och är ett samlingsbegrepp för hur information skapas, lagras och används på ett effektivt sätt. Information som sedan hanteras digitalt för att lätt kunna användas som beslutsunderlag under en byggnads livscykel (Sjelvgren, 2023).

2.1 Tidigare forskning – Teoretisk referensram

I rapporten "Kalkyl via modell – pilotprojekt" (SBUF-projekt 13494) (Brohn, 2018) har ett forskningsprojekt på bland annat projekten NCC:s Lyckobrunnen, som en större lager hall i Brunna och Vasakronans projekt Celsius och F44. I projekten användes olika CAD-program såsom MagiCad för att skapa modeller som sedan användes för kalkyl-och kostnadsberäkningar. Även helt traditionella manuella metoder användes för mängduttagningar för att kunna utvärdera skillnader och effektivitet. Resultatet för rapporten visade att mängderna som modellerna tog fram hade mycket hög noggrannhet och hade enbart små avvikelser jämfört med manuella metoder. Samtidigt kunde lättare spårhantering implementeras via modellerna då mycket information redan fans i IFC-modellerna samt att säkerheten i mängduppgifterna ökar. Utmaningarna för att skapa modellbaserade kalkyler menar Brohn ligger i kvalitén och förståelsen i CAD-modellerna, att rätt information återfinns i varje del av modellen. Att tydliga krav och föreskrifter ställs mot projektörerna för att få rätt information i modellerna krävs som ett första steg för att effektivisera mängduttagningarna samt justeringar i programvara för att effektivisera processen ytterligare.

Ännu en rapport ” Total BIM Project: The Future of a Digital Construction Process” (Disney, o.a., 2023) beskriver hur en BIM-modell är den faktiska juridiska handlingen I ett byggprojekt, helt utan 2D-ritningar. Författarna betonar vikten på att erkänna BIM som juridiska dokument för att minimera eller helt av utgallra behovet av pappersritningar. Detta för att främja den mer digitaliserade arbetssättet och tvinga bort ritningarna som är ett säkert arbetssätt. För detta beskriver de ytterligare att hanteringen av dokumenten ska ske på ett smidigt sätt, molnbaserat. För att det möjliggör hanteringen av modellerna kan ske i realtid och samarbetet mellan aktörer öppnas då upp. Om detta ska kunna utvecklas till Total BIM så ska även arbetare på produktionskedjan utrustas med lättanvända mobila verktyg för att komma åt ritningar eller modeller och erhålla tillgång till information som de behöver. Att Total BIM inte är utsträckt bland byggnadsföretagen är enligt författarna bristen på engagemanget men också kompetensen inom organisationen, strategi och teknik.
En del av processen i en byggnation är granskning och kunskapsåterföring från produktionspersonalen under projekteringen, dels för att studera om modellen som tagits fram är hanterbart för byggnation likväl som att återkoppla mot beställare. Det har studerats om detta och en rapport har klargjorts ” Kan VR förbättra kunskapsåterföringen från produktionen under projekteringen?” (Johansson & Roupé, 2021). Författarna trycker på att identifiera problemen innan de når byggarbetsplatsen för att förhindra ekonomiska kostnader när hinder uppstår på produktionsplatsen. Studien visar att det finns stora möjligheter och behov av att instruera personal från produktionen att använda VR-teknik i projekteringsstadiet för att granska, planera och utföra arbetsberedning. Detta är möjligen inte den inriktningen som vårt examensarbete komma gå mot men det är en viktig del och kan vara ett verktyg för att förenkla processen mot en ritningslöst byggprocess.

Ytterligare perspektiv på Total BIM presenteras i Reza Ahmadis examensarbete *Total BIM in Swedish Installation Contracting* (AHMADI, 2024), där ett verkligt ventilationsprojekt användes för att jämföra traditionella metoder med modellbaserat arbetssätt i produktionsfasen. Studien visade att mängdavtagning via modell var upp till 40 gånger snabbare än vid traditionell manuell metod, samtidigt som kostnadsestimering blev mer träffsäker, med en skillnad på upp till 8 % i kostnadsavvikelse. Ahmadi lyfter även fram att montörer upplevde förbättrad tillgång till information, förenklad planering samt högre precision i montaget. Dock

identifierades utmaningar kring modellernas innehåll, bland annat att artikelnummer saknades, vilket försvårade vidare integration mot beställningssystem. Studien pekar därför på vikten av en komplett och korrekt modellerad information i syfte att realisera potentialen med Total BIM i praktiken.

I rapporten *Cost-Estimation in Construction: BIM versus Total BIM* (Påsse, Disney, Roupè, & Johansson, 2022) diskuteras hur Total BIM kan effektivisera kalkylprocessen genom att modellen fungerar som enda källa till information. Studien visar att BIM-baserad mängdavtagning kan minska tidsåtgången för kalkyler med upp till 90 %, jämfört med traditionella metoder. För att detta ska vara möjligt krävs dock att modellen har en hög informationskvalitet och en strukturerad datamodell. Bristande datastandarder och osäkerhet kring modellens juridiska status lyfts som hinder för implementationen. Författarna menar att det ofta saknas förståelse för BIM:s fulla potential och att tilltron till modellen brister, särskilt om informationen inte är konsekvent eller om användarna saknar rätt kompetens. Precis som Ahmadi betonar de att modellen behöver struktureras med tydliga egenskaper och att klassificeringssystem används för att skapa tillförlitliga kalkylunderlag.

2.2 Traditionellt BIM

Traditionellt har användningen av BIM varit koncentrerad till projekteringsfasen, där modellen främst används som ett effektivt 3D-verktyg för projektörer samt för samordning och kollisionskontroller mellan olika discipliner. I praktiken mynnar detta dock ofta ut i att modellen används som underlag för framtagning av traditionella 2D-ritningar. Fullt ut modellbaserade byggprocesser är fortfarande ovanliga, vilket i många fall leder till ett arbetssätt som kan beskrivas som "Hybrid-BIM" (Roupé, Disney, & Johansson, 2024). Det innebär att resurser läggs på en parallell process där både BIM-modellen och 2D-ritningar skapas och underhålls, vilket begränsar möjligheterna att fullt ut utnyttja modellens potential genom hela byggprocessen.

2.3 Begränsningar med ritningar

Traditionella arbetsprocesser inom projektering är ofta uppbyggda kring ett sekventiellt förfarande där ritningar tas fram, lämnas vidare och granskas i olika steg. Dessa processer tenderar att bli både iterativa och resurskrävande samtidigt som de inte stödjer en effektiv informationshantering. En central begränsning är att

tvådimensionella ritningar har svårt att på ett tydligt sätt förmedla den komplexitet som finns i tredimensionella objekt och relationer. I praktiken kan detta leda till att viktiga aspekter av utformning och samordning misstolkas eller helt försvinner (Roupé, Disney, & Johansson, 2024).

En viktig aspekt som författaren påpekar är tekniken och utförandet av samgranskningar. Ofta kan samgranskningen fördröjas i väntan på att ritningar ska färdigställas vilket kan innebära att projektgruppen tvingas arbeta vidare med modellen innan ritningsunderlaget är färdiggranskat (Brooks, Zantinge, & Elghaish, 2022). Då skapas en situation där olika informationsunderlag, allt ifrån modeller till ritningar, används parallellt med olika uppdateringsstatus. Resultatet kan bli en osäkerhet kring vilken information som är aktuell, vilket i sin tur riskerar att leda till fel eller missförstånd i projektet.

2.4 Begränsningar med modeller

Att ersätta traditionella 2D-ritningar med digitala modeller i byggprojekt kan innebära stora effektiviseringsvinster, men medför samtidigt ett antal betydande utmaningar och risker, särskilt när modeller används som juridiskt bindande handlingar.

En av de största utmaningarna är att modeller fortfarande betraktas som relativt nya och omogna verktyg i juridisk kontext. Till skillnad från 2D-ritningar, som är väl etablerade och har testats i både praktiken och rättssystemet, är modeller ännu inte lika juridiskt förankrade. Detta skapar osäkerhet kring deras användbarhet i kontraktssammanhang, och risken finns att en modell som juridiskt dokument kan leda till tvister om ansvar, tolkning och innehåll.

Praktiska exempel visar på konkreta svårigheter. I ett broprojekt i Iowa valde beställaren att ersätta ritningar med en modell som juridiskt dokument. Det framgår dock att processen var bristfälligt dokumenterad och att det uppstod problem, bland annat att underentreprenörer med låg erfarenhet av modellbaserat byggande hade svårt att tolka modellen. Det krävdes då att huvudentreprenören återgick till att skapa 2D-ritningar utifrån modellen.

Ytterligare en utmaning är att alla projektparter behöver ha tillräcklig kunskap för att kunna tolka och granska modellen korrekt. I ett projekt rapporterades att endast de mest erfarna användarna kunde kontrollera komplex geometri och följa upp kravuppfyllnad. Övriga medarbetare upplevde modellen som svår att använda, och

behovet av utbildning framhävdes. I andra fall, såsom vid modellbaserad installation av el kanaler, föredrog majoriteten av deltagarna att ändå ha tillgång till pappersritningar som komplement.
Utöver kompetensfrågan finns även tekniska begränsningar. Programvaror för modellering kan ha interoperabilitetsproblem, vilket kräver flera olika verktyg för att modellera komplexa objekt, med ökade kostnader och längre projekttider som följd. Standardinställningar i mjukvaran kan även generera onödig information som behöver anpassas manuellt. Detta innebär en stor initial investering i tid och resurser, en kostnad som i dagsläget ofta bara är motiverad i projekt med mycket högt värde.
Slutligen utgör mänskliga faktorer ett hinder. Det har visat sig att personal i vissa fall vägrar använda digital teknik, eller inte nyttjar den till dess fulla potential, på grund av komplexitet eller osäkerhet. I fält har problem med exempelvis surfplattor i utmanande väderförhållanden också rapporterats. Dessutom finns en upplevd förlust av kontroll när användare begränsas av programvarans funktionalitet.
Sammanfattningsvis visar forskningen att även om modellen som juridisk handling erbjuder potential för framtiden, kräver en sådan övergång tydliga juridiska riktlinjer, omfattande utbildningsinsatser, teknisk standardisering och användarvänlig programvara. Tills detta är på plats är det förenat med risk att helt förlita sig på modeller som enda handling i byggprojekt (Brooks, Zantinge, & Elghaish, 2022).

2.5 BIP-koder

BIP-koder är en central komponent inom modern byggprojektering och används för att strukturera och klassificera information i digitala byggnadsmodeller.
Förkortningen BIP står för Building Information Properties, ett initiativ i Sverige som syftar till att skapa en standardiserad metod för att märka upp objekt och system i byggnadsprojekt (BIPkoder, u.d.). Genom att tilldela varje objekt i modellen en specifik kod kan projektörer, entreprenörer och förvaltare kommunicera tydligt kring vad varje del av byggnaden representerar – oavsett om det gäller ett ventilationsaggregat, en vägg, eller ett elskåp.
En BIP-kod består vanligtvis av en alfanumerisk kombination som på ett entydigt sätt beskriver objektets funktion, typ eller tillhörighet. Bilden nedan visar ett exempel på

en BIP-kod för BSABe och BSABwr standarden.

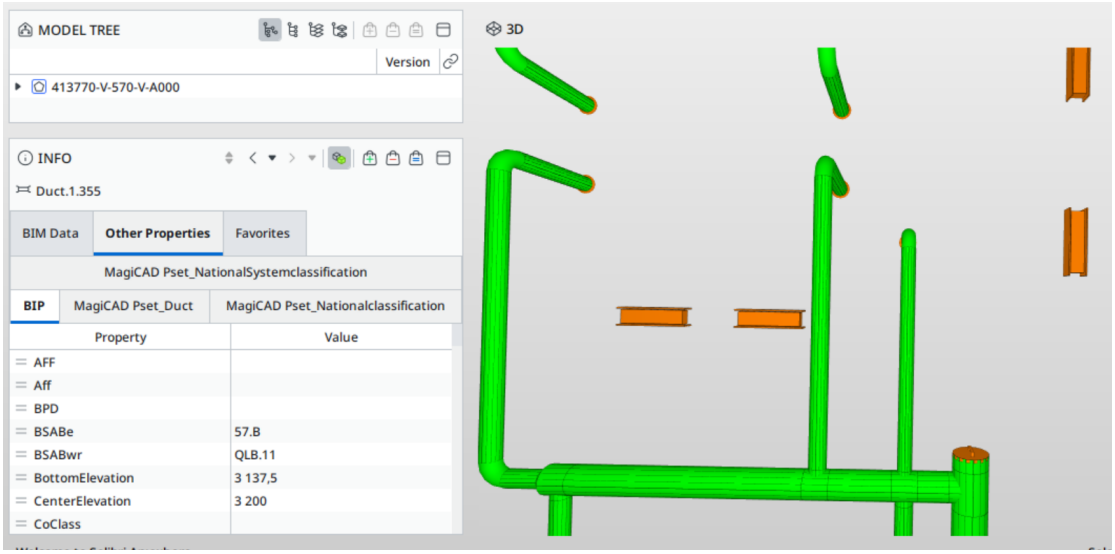


Bild 1 Exempel på BIP-koder från Friländersgatan. Bild från författare.

BSABe koden 57.B beskriver ett denna kanal tillhör ett Allmänventilationssystem. Koderna gör det möjligt att identifiera och organisera objekt på ett strukturerat sätt, vilket förenklar både modellhantering och informationsflöde genom projektets olika skeden. Inom ett BIM-projekt blir detta särskilt värdefullt, eftersom mängden data och antalet parter som interagerar med modellen är stora.

Syftet med att använda BIP-koder är framför allt att skapa ordning i det digitala informationsflödet. När varje komponent är korrekt kodad kan modellen lättare analyseras, filtreras och samordnas. Detta bidrar till en mer effektiv projektering, där risken för kollisioner eller dubbelarbete minimeras. Genom att hela projektteamet arbetar utifrån samma kodsystem underlättas också samordningen mellan olika discipliner, såsom arkitektur, konstruktion och installation.

BIP-koder har dessutom en viktig roll i kopplingen mellan modell och verklighet. I projektets tidiga skede kan de användas för att knyta objekt i modellen till kalkyler och mängdning, medan de i senare skeden blir ett hjälpmedel för att följa upp produktion, kvalitet och tidsplan. När byggnaden väl är färdigställd kommer koderna leva vidare in i förvaltningsskedet, där de används för att identifiera och hantera byggdelar vid drift, underhåll och ombyggnad.

Att arbeta med BIP-koder innebär också ett steg mot en mer digital och automatiserad byggbransch. I takt med att modeller i allt högre grad ersätter ritningar som juridiska och praktiska handlingar, blir det avgörande att informationen i modellerna är komplett, entydig och spårbar (BIPkoder, u.d.). Här spelar BIP-koder en nyckelroll – de fungerar som länkar mellan objekt, teknisk information och dokumentation, vilket gör modellerna användbara som primära informationsbärare.

Sammantaget är BIP-koder ett verktyg för att skapa tydlighet och struktur i komplexa byggprojekt. De möjliggör inte bara bättre samordning och effektivare arbetsflöden, utan utgör också en grundläggande förutsättning för att byggnadsmodeller ska kunna användas fullt ut genom hela byggnadens livscykel – från idé till förvaltning.

2.5.1 BSAB (83)

BSAB-systemet är ett svenskt klassifikationssystem utvecklat av Svensk Byggtjänst, och används för att strukturera och organisera information om byggnadens delar. Det utgör en gemensam grund för att klassificera byggdelar, tekniska system, produkter och rum i alla skeden av ett byggprojekt – från tidiga skisser till färdig byggnad och vidare in i förvaltningen. Koderna är uppbyggda i en hierarkisk struktur med bokstavs- och sifferkombinationer som gör det möjligt att sortera och analysera information på ett entydigt sätt.

I digitala modeller används BSAB-koder för att koppla objekt till rätt klass i systemet. Detta underlättar bland annat kalkyler, mängdning och dokumentation, och skapar ordning i det stora informationsflödet som ett byggprojekt innebär. BSAB är också kopplat till CoClass – det nationella svenska klassifikationssystemet för den digitala bygg- och fastighetsbranschen.

Det är viktigt att skilja på BSAB-koder och BIP-koder, eftersom de fyller olika funktioner. BSAB är ett klassifikationssystem – det vill säga en standard för vad något är, i vilken kategori eller klass ett objekt tillhör. BIP-koder däremot är ett system för objektsidentifiering – alltså ett sätt att märka upp vilket specifikt objekt det rör sig om i en viss modell eller på en viss plats. Där BSAB beskriver typen av objekt, fungerar BIP som ett ID-nummer för att hålla reda på varje unikt element i projektet.

Tillsammans kompletterar dessa system varandra i modellbaserat byggande: BSAB ger struktur och klassificering, medan BIP möjliggör spårbarhet och hantering av specifika objekt i hela byggprocessen. (Svensk Byggtjänst, u.d.)

2.5.1.1 BSAB (96)

BSAB 96 är den moderna, digitalt anpassade vidareutvecklingen av det klassiska BSAB-systemet. Där BSAB länge har varit en grundläggande struktur för att klassificera byggdelar, tekniska system och andra objekt inom byggsektorn, har BSABe tagit detta ett steg längre för att stödja digitala arbetssätt som BIM och databaserad informationshantering.

BSAB-systemet är uppbyggt med en kombination av bokstäver och siffror som grupperar objekt i kategorier, exempelvis väggar, installationer eller rumsfunktioner. Det har varit flitigt använt i tekniska beskrivningar, kalkyler och mängdförteckningar, främst i ett dokumentbaserat arbetsflöde. BSAB har tjänat branschen väl under lång tid, men har sina rötter i analoga processer där ritningar och pappersdokument stod i centrum.

BSABe däremot är utvecklat för att användas direkt i digitala modeller och informationssystem. Det ingår i det övergripande klassifikationssystemet CoClass, som är framtaget för att möta behoven i en alltmer digitaliserad bygg- och fastighetsbransch. BSABe använder ett mer flexibelt och detaljerat kodsystem som inte bara beskriver objektens tekniska egenskaper, utan också kopplar till deras funktion, skede och relationer till andra objekt i modellen.

Skillnaden mellan BSAB och BSABe ligger alltså både i struktur och användningsområde. BSAB är anpassat för traditionell dokumenthantering och används fortfarande brett i exempelvis AMA-beskrivningar. BSABe är däremot optimerat för digitala miljöer och möjliggör effektiv informationshantering direkt i BIM-verktyg, databaser och andra IT-system (BIM Alliance, u.d.). Med BSABe kan man också följa objekt över tid – från planering till drift – vilket gör det särskilt användbart i livscykelperspektiv.

2.6 Mängdavtagning

Mängdavtagning är något som utförs för att ta fram mängderna av material som behövs i ett projekt, det finns flera olika sätt att göra en mängdavtagning. De olika sätten skiljer sig beroende på hur projekteringen är genomförd samt vilken detaljnivå eventuella modeller är av.

2.6.1 Traditionell metod

Den traditionella metoden för mängdavtagning är genom att mäta och räkna för hand, där görs mängavtagningen för hand på en 2D-ritning, man mäter längderna av de olika kanalerna och antecknar varje mängd och summerar sedan detta.

2.6.2 Bluebeam

Bluebeam är en programvara för att göra mängdberäkningar till projekt. En ritning exporteras i PDF-format till Bluebeam där, med hjälp av beräkningsverktyg, enkelt kan skapa olika verktyg för att beräkna mängden av exempelvis olika typer av kanaler. I den importerade PDF-filen ritar man i Bluebeam ut det man vill göra en mängdavtagning utav, sedan exporteras denna data till ett Excel kalkylblad och kopplar till Bluebeam filen med rätt mängder och de olika verktygens definition (Bluebeam, u.d.).

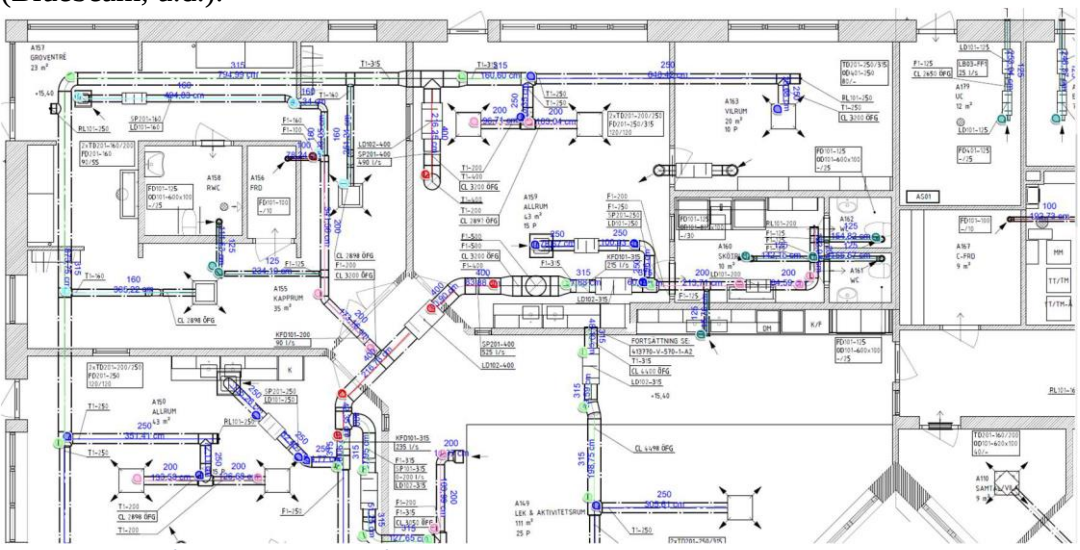
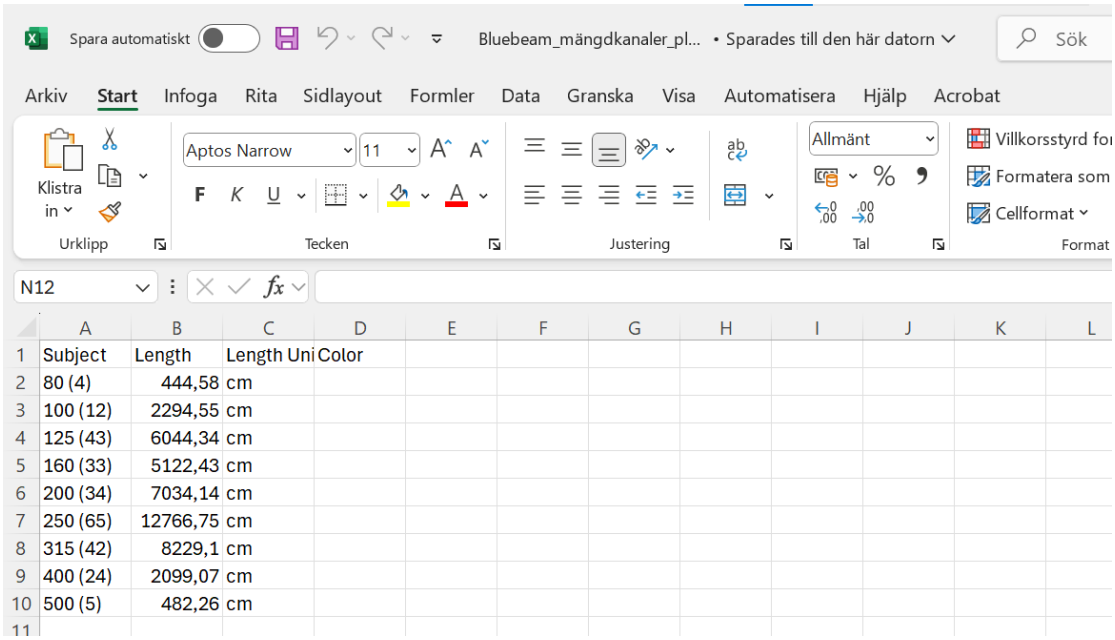


Bild 2 Exempel på mängdavtagning från Bluebeam, ritat för mängdavtagning av kanalaer. Foto författare.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Subject	Length	Length Uni	Color								
2	80 (4)	444,58	cm									
3	100 (12)	2294,55	cm									
4	125 (43)	6044,34	cm									
5	160 (33)	5122,43	cm									
6	200 (34)	7034,14	cm									
7	250 (65)	12766,75	cm									
8	315 (42)	8229,1	cm									
9	400 (24)	2099,07	cm									
10	500 (5)	482,26	cm									
11												

Bild 3 Mängdavtagning från Bluebeam. Foto författare.

2.6.3 BOM – Lista

BOM-lista, Bill Off Materials, en lista som enkelt tas fram i exempelvis MagiCAD efter projektering, där totala mängden av exempelvis en specifik kanal framgår, eller exempelvis hur många don av en viss modell som finns i projektet.

MagiCAD V&P - Bill of materials 1

Project: Lagerstandard SB Rek.11
Date: 22.05.2025
Range:

Class	Size	Series	Product	N	L [m]	Insul. A	s [mm]	Surface area
Duct	160	3			0.4			0.2 m²
Duct	250	3			0.4			0.3 m²
Duct	315	3			7.6			7.5 m²
Duct	80	1			17.1			4.3 m²
Duct	100	1			22.1			6.9 m²
Duct	125	1			80.2			31.5 m²
Duct	160	1			54.7			27.5 m²
Duct	200	1			64.9			40.8 m²
Duct	250	1			123.1			96.7 m²
Duct	315	1			79.6			78.8 m²
Duct	400	1			20.7			26 m²
Duct	500	1			2.0			3.2 m²
Duct	300x300	1			1.2			1.4 m²
Bend-15	315	3		1				0.1 m²
Bend-15	125	1		2				0 m²
Bend-15	160	1		1				0 m²
Bend-15	200	1		2				0.1 m²
Bend-15	250	1		4				0.2 m²
Bend-15	315	1		5				0.4 m²
Bend-30	160	1		5				0.2 m²
Bend-30	315	1		4				0.7 m²
Bend-30	400	1		4				1.1 m²
Bend-45	160	1		12				0.8 m²
Bend-45	200	1		1				0.1 m²
Bend-45	250	1		9				1.5 m²
Bend-45	400	1		2				0.8 m²

Bild 4 Utdrag av BOM-lista från Magicad. Foto författare.

2.6.4 Modellbaserad mängavtagning

Genom att exportera modellen som en IFC-fil kan mängdavtagning ske direkt från modellen. Detta möjliggör ett modellbaserat arbetssätt där modellen utgör det primära informationsunderlaget. En sådan modell, ofta benämnd som en Total BIM-modell, innehåller den information som krävs för att ersätta traditionella ritningsunderlag vid mängdberäkning. Denna beräkning kan exempelvis göras via solibri för att skapa en information takeoff. Detaljnivån på dessa exporter blir beroende av hur noggrant gjorda modellerna är, om det finns BSAB och BIP koder kopplade till byggnadsdelarna, exempelvis (Elecosoft, u.d.).

3 Metod

3.1 Intervjuer

En del av arbetet med att samla in information till examensarbete kommer vara att genomföra intervjuer med personer som har erfarenhet av branschen samt kunskap och erfarenhet av BIM och fråga om deras inställning till Total BIM.

3.2 Fallstudie - Granskning av projekt

En annan metod för informationsinsamling för examensarbetet är att granska genomförda samt eventuellt aktiva projekt där projektörerna tillämpar BIM/Total BIM. Det kommer även att granskas projekt där traditionell metod används för att sedan kunna jämföra dessa. Granskning av dessa projekt kommer ske hos och med hjälp av Andersson & Hultmark AB, som kommer ge oss tillgång till dessa projekt samt bistå med kompetens och expertis inom området.

4 Fallstudie och nulägesanalys

4.1 Beskrivning av företaget och aktuella projekt

Företaget Ingenjörsbyrån Andersson & Hultmark AB ett utav de större konsultföretagen i Sverige inom VVS, Sprinkler, Energi, Miljö, Styr- och Övervakning. Företaget grundades år 1982 och har idag ca 60 anställda. Andersson & Hultmark, företagets ledord ”Engagemang, Samarbete, Kvalitet, Anställningstrygghet, Öppenhet och Glädje” (Andersson & Hultmark AB, u.d.) känns som rätt beskrivning för företaget. Aktuella projekt är bland annat Hoppet 2, en förskola i Göteborg. De projekten vi i arbetet har granskat är Hoppet 2 (Friedländersgata, Göteborg), Kongahällacenter i Kungälv och Håstensskolan i Varberg.

Hoppet 2 är en förskola, ett projekt där det varit meningen att utveckla fossilfria metoder för tillverkning och transport men även för byggnation. För detta projekt har det även använts BIM, med tillämpning av BIP-koder, TypeID etc.

Bild 5: Visionsbild från KAKA arkitekter. Foto Göteborgs stad

Kongahällacenter, ett shoppingcenter i Kungälv. Där har vent gjorts, det är ett levande projekt vilket innebär att det hela tiden kommer ändringar om verksamheten i lokalerna ändras. Detta projekt har i projekteringen ett lite mer selekterat och begränsat utbud av BIM, alltså i IFC exporterna finns där inte jättemycket information kopplat till objekten.

Håstensskolan är en F-9 skola som byggs för att krav på fler skolplatser. Bygget ska vara miljöcertifierat enligt svanen (Simonsson, u.d.). Andersson & Hultmark har gjort projektering av ventilation och rör på detta projekt

4.2 Hur modeller används idag

Hur modeller används idag och vilken information som hämtas från dessa skiljer sig beroende på projekt och dess upphandling. Modeller används till stor del för visualisering, granskning och kontroll vid anpassning för projekteringen i dagsläget och inte särskilt mycket för produktionen. Det är sällan upphandlingar sker där modellen är bygghandling och därmed bindande vid produktion. Däremot finns det projekt där modeller krävs, vid BIM anpassade projekt och då ställs det en del krav på hur detta skall uppföras.

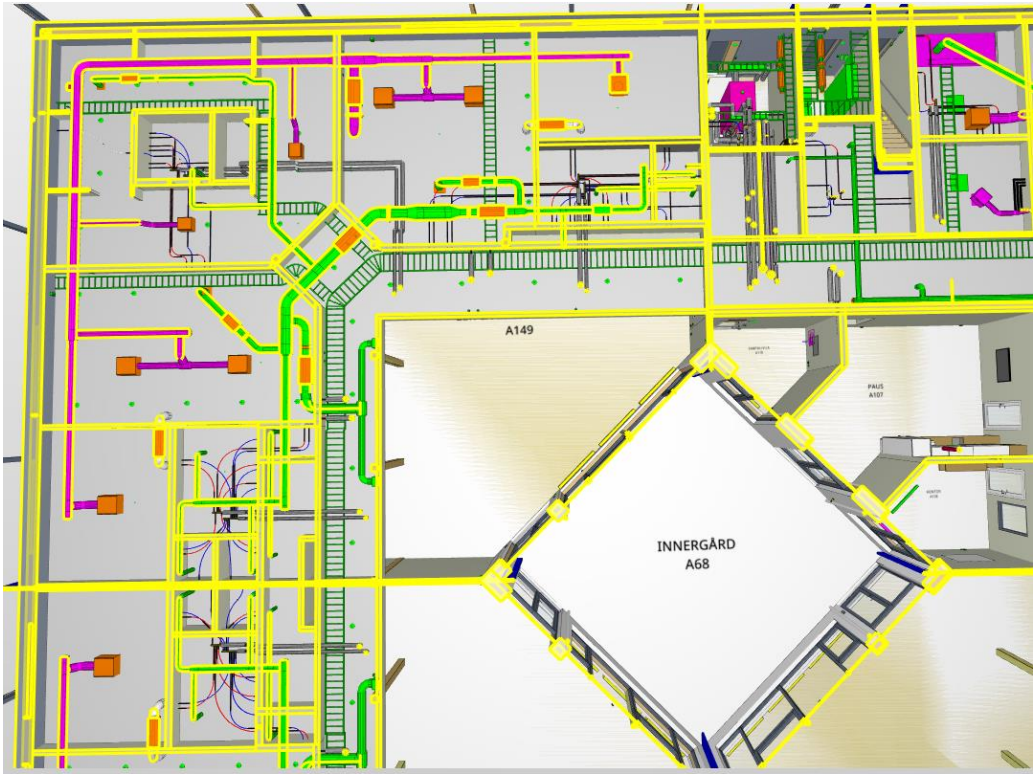


Bild 6: IFC export till Solibri från projekt Frieländersgatan 20, Foto författare.

En central funktion för modell är möjligheten att identifiera och förebygga kollisioner mellan olika system, exempelvis mellan ventilationskanaler, rörledningar och bärande byggnadsdelar. Detta sker ofta genom sam-granskning av disciplinmodeller i en gemensam samordningsmodell, där potentiella konflikter kan upptäckas i ett tidigt skede. Denna användning har blivit etablerad i många projekt, särskilt i större entreprenader där komplexiteten är hög. Ett exempel på detta är från en förskola som

AOH projekterat ventilationen i, Bild 1. Under projekteringen används modellen främst som en IFC-export för att kontrollera sin egen utveckling av arbetet samt för kollisionskontroll. Dels för att verktyget MagiCAD för AutoCAD inte tillhandhåller en bra tredimensionell vy för att granska utveckling av arbetet, dels för att Solibri är ett bra utvecklat program.

4.2.1 Programmet Solibri

Modellvalideringsverktyg som stödjer IFC-format erbjuder omfattande funktioner för både geometrisk och regelbaserad kontroll av digitala byggmodeller. Ett vanligt användningsområde är kollisionskontroll, där programmet kan identifiera oönskade överlappningar mellan komponenter, såsom mellan pelare och installationer, se Bild 2.

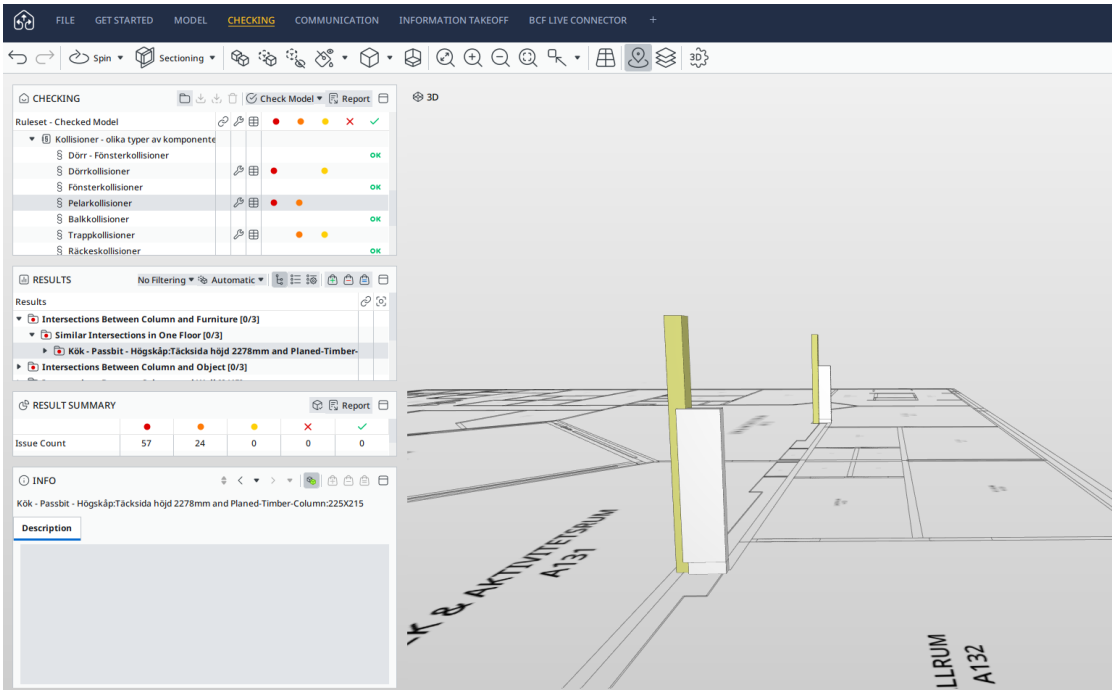


Bild 7: Visar ett exempel på en kollision mellan en pelare och en inredningsdetalj. Foto författare.

Förutom att upptäcka geometriska kollisioner möjliggör dessa verktyg även att användaren kan definiera egna kontrollregler. Exempelvis kan systemet konfigureras att kontrollera förekomsten av BSAB-koder eller andra attribut i modellen, vilket är centralt för en informationssäker projektering. Denna funktionalitet liknar ett skriptat granskningsflöde, där programmet automatiskt söker efter avvikelser från uppsatta krav (Eastman, Lee, & Teicholz, 2018).

Vetenskapliga studier visar att regelbaserad modellgranskning är en av de mest kraftfulla metoderna för kvalitetssäkring inom BIM. En korrekt genomförd granskningsprocess kan inte bara minska risken för fel i utförandet, utan även bidra till kortare byggtider och lägre kostnader (Stengel & Schultman, 2014). Detta uppnås genom att tidiga avvikelser kan upptäckas och åtgärdas redan i projekteringsskedet, istället för under produktionen där korrigeringar blir dyrare och mer tidskrävande. Utöver kollisionskontroller stödjer verktygen även granskning av icke-geometrisk information. Det kan handla om att kontrollera om vissa egenskaper är ifyllda (t.ex. rumsfunktion), eller om informationen är förstårlig mellan olika discipliner. Även tillgänglighetsanalyser är möjliga att genomföra, såsom att verifiera att ett rum tillåter tillräcklig vändradie för rullstol eller att dörrbredd uppfyller aktuella byggregler (Zhou & EL-Gohary, 2017)

Sammantaget pekar forskningen på att sådana programvaror fungerar som centrala verktyg i moderna BIM-arbetsflöden, inte bara för kollisionskontroll, utan också för samordning, informationsgranskning, och automatisering av byggnormskontroll (Succar, 2009). Deras användning stärker inte bara modellens tekniska kvalitet utan även transparensen och ansvarsstrukturen i projektets process.

4.2.2 BIP QTO – Qutantity takeoff

På webbsidan bipkoder.se (Bipkoder.se, 2025; SBUF, 2025) erbjuds ett praktiskt verktyg för att visualisera och analysera mängder utifrån klassificering med BIP-koder. Verktyget är särskilt användbart i projekteringsskedet där mängdning, kostnadskalkyler och egenkontroller ofta utgör arbetsintensiva moment. Genom att ladda upp en IFC-modell med korrekt ifyllda BIP-koder, kan användaren direkt se hur många objekt som finns inom varje kod, vilket möjliggör både kontroll av modellens fullständighet och tidig detektion av eventuella informationsbrister.

Verktyget stödjer filtrering, sortering och summering av objekt efter exempelvis byggdel, funktion eller material, vilket ger en tydlig översikt över modellens innehåll. Detta är inte bara värdefullt för att säkerställa att rätt information finns på plats, utan även för att analysera mängder i relation till kalkylerade kostnader eller resurser (SBUF, 2025). Exempelvis kan en VVS-projektör kontrollera hur många ventilationsaggregat av en viss typ som finns i modellen eller att samtliga

installationskomponenter har rätt BIP-kod och därmed inkluderas i mängdavtagningen.
Ytterligare en styrka med verktyget är att det kan användas som stöd för systematisk egenkontroll. Genom att jämföra modellens innehåll mot förväntade eller projekterade volymer kan användaren upptäcka avvikelser i ett tidigt skede. Om ett visst byggdelssystem saknas, är felklassificerat eller har en avvikande mängd, synliggörs detta direkt i mängdsammanställningen. På så sätt kan projektörer kvalitetssäkra sitt eget arbete innan modellen går vidare till nästa skede eller delas med andra aktörer.
Grunden för att detta ska fungera effektivt är att modellen exporteras i ett öppet filformat som stödjer informationsutbyte mellan olika discipliner och programvaror, såsom IFC. IFC-modellens struktur gör det möjligt att bära både geometrisk och semantisk information, vilket är avgörande för mängdning, samordning och vidare analys.
Verktyget på bipkoder.se bygger även på kopplingar till klassificeringssystemet CoClass, som utvecklats för att skapa en gemensam informationsstruktur inom samhällsbyggnadssektorn i Sverige (Svensk Byggtjänst, 2025). På så sätt uppnås en större enhetlighet och spårbarhet i den digitala information som produceras och vidareförmedlas under projektets gång.
Sammanfattningsvis fungerar bipkoder.se som ett effektivt komplement till modelleringsverktyg och granskningsprogram som Solibri. Genom att säkerställa att klassificeringen är korrekt och att informationen i modellen är komplett, skapas bättre förutsättningar för korrekt mängdning, kvalitetssäkrade leveranser och mer resurseffektiva projekt.

4.3 Identifierade brister i nuvarande modellinformation

Några identifierade brister gällande nuvarande modellinformation är vid export av IFC-filer från exempelvis MagiCAD till andra BIM-verktyg, såsom Solibri, kan problem uppstå med bristande informationsöverföring. Den information som finns i den ursprungliga modellen följer inte alltid automatiskt med på ett korrekt eller fullständigt sätt i IFC-exporten. Det medför komplikationer för de som använder modellen i vidare skeden av projektering, granskning samt samordning.
Problem och brister med dagens sätt att använda BIM är att det ibland saknas krav på hur leverans ska ske eller att det inte är en del i upphandlingen (Carlström, 2013). Ifall

likt det är modellerna främst visuella hjälpmedel vid projektering och samordning samt kollisionskontroll. I dessa fall ligger den största vikten den geometri och den visuella presentationen snarare än att informationsinnehållet prioriteras. Det leder till att viktiga koder ty, systemtillhörighet, klassificeringar till exempel BSAB.

4.4 Exempel på situationer där ritningar fortfarande krävs

I projekt där BIM inte är en kravställning i upphandlingen, eller där det inte finns ett ramverk för hur modellen ska användas eller framställas, kvarstår kravet på traditionella 2D-ritningar. Dessa ritningar utgör även i dagsläget det juridiskt bindande underlaget vid entreprenad och är den huvudsakliga referensen för upphandling, utförande samt granskning (Installatörs företagen, u.d.). Detta särskilt gällande där standardavtal likt AB04 används där det tydligt framgår att ritningar med tillhörande tekniska beskrivningar är de gällande dokumenten.

5 Krav för att ersätta ritningar

Digitalisering av byggprocessen har medfört stora möjligheter för effektivare projektering, produktion och förvaltning. Ett av de mer långtgående målen är att helt ersätta traditionella två dimensionella ritningar med digitala modeller som enda informationskälla. För att detta ska bli verklighet krävs dock betydande anpassningar både tekniskt och organisatoriskt. Kapitlet redogör för vilken information som saknas idag, vad som behöver tillföras i modellerna, exempel på olika typer av informationsbärare samt vilka krav som ställs på projektören för ett mer tillgängligt arbete på byggplatsen.

5.1 Vilken information som saknas idag

I många projekt används idag BIM-modeller parallellt med traditionella ritningar eftersom modellerna i sin nuvarande form ofta inte innehåller all den information som krävs för att styra produktionen (AHMADI, 2024; Påsse, Disney, Roupè, & Johansson, 2022). Inom installationsteknik och särskilt i luftbehandlingssystem har vi upptäckt att det är ett återkommande problem med CAD-modellen, som för övrigt kan redovisa kanaldragningar, aggregat, dimensioner och fler viktiga parametrar, men ofta saknar den nivå av detaljer och tekniska data som är avgörande för att möjliggöra ett ritningsfritt arbete.

En av de vanligaste bristerna, som har observerats i vår fallstudie, är måttsättningar av placeringen, att den till stor del endast finns på ritningen som skapas. Även där finns det brister på ensilt dons höjdplacering som ett exempel, se bild 8. I ett luftbehandlingssystem är det avgörande att placeringar av don, spjäll, aggregat och kanaler är exakt definierade. Modellerna som studerats kan visa komponenternas lägen grafiskt men saknar ofta tydliga mått-kedjor som anger exempelvis avstånd till byggnadsdelar, höjd över golv, eller exakta centrummått för kanaler. Detta gör det svårt för montörer vid eventuell installation med hjälp av en modell.

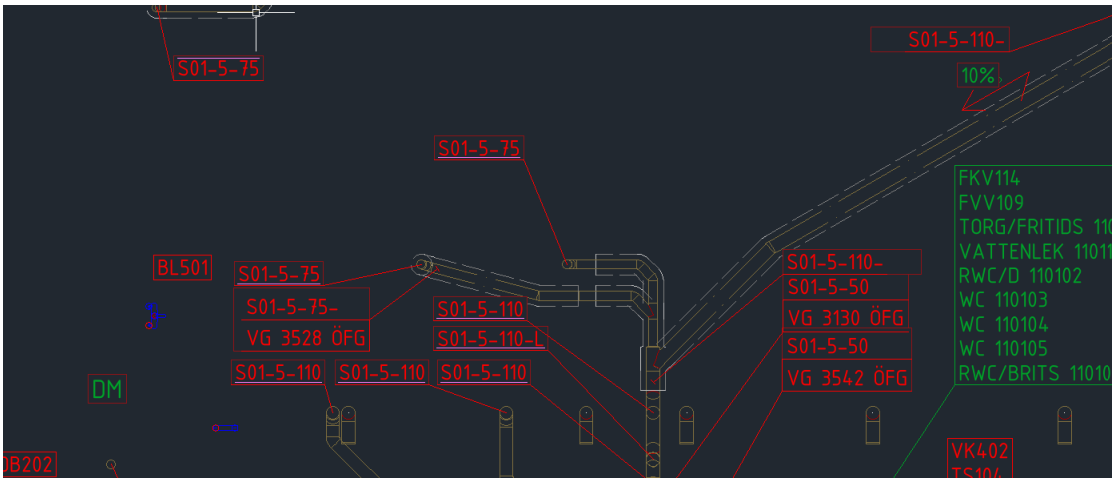


Bild 8: Exempel på bristande angivelser av höjd för don på ritning. Foto författare.

Ett annat informationstapp är avsaknaden av ett objektens tekniska data och egenskaper (Brohn, 2018; Carlström, 2013). För ett luftbehandlingssystem är specifika detaljer såsom luftflöden, tryckfall, material på kanaler, isolerings typer och brandsskyddskrav. Om sådana uppgifter inte finns inbäddade i modellen på ett strukturerat sätt, utan i stället kräver att till exempel montörer söker information i externa dokument, motverkas syftet med en ritningsfri arbetsmetod (Carlström, 2013).

I vår granskning noterades även att luftflödets riktning i kanalsystemet kan vara otydligt och information om vilka flöden som respektive ventilationsdon är projekterade för kan saknas eller vara inlagda som lösa textnoteringar i stället för att vara kopplade till objekten.
Jämfört med exempelvis elinstallationer är luftbehandling särskilt känsligt för informationsbrister i modellerna. Detta beror dels på att ventilationskanaler ofta är fysiskt större och därmed har större krockrisk mot andra byggdelar för att luftflöden måste dimensioneras och balanseras mycket exakt för att uppfylla krav på inneklimat, energieffektivitet och brandklassning. Till skillnad från elkablar, som i viss mån kan justeras i efterhand, är kanaldragningar mycket mer svårändrade efter installation. Felaktig eller ofullständig information i modellen kan därför få stora konsekvenser (Påsse, Disney, Roupè, & Johansson, 2022; Eastman, Lee, & Teicholz, 2018) både för montageprocessen och för den färdiga anläggningens funktion och driftsekonomi. Detta understryker vikten av att ventilationsmodeller är tekniskt kompletta, aktuella och tydligt strukturerade om de ska ersätta traditionella ritningar i praktiken.

5.2 Vad som krävs för att modellen ska kunna stå på egna ben

För att en BIM-modell i installationsprojekt fullt ut ska kunna ersätta traditionella ritningar krävs det att modellen inte bara är korrekt visuellt och konstruktionsmässigt utan också innehåller komplett information (AHMADI, 2024; Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011). Den informationen ska dessutom vara tolkningsbar och tillgänglig för alla involverade aktörer, särskilt montörer, projektledare och entreprenörer på byggarbetsplatsen. En sådan modell måste fungera som en samlad tillförlitlig informationskälla för planering, produktion, kvalitetssäkring, drift och i vissa fall ombyggnad. En grundläggande förutsättning är att objektdata i modellen är fullständiga och strukturerade. I praktiken innebär detta att varje installationskomponent, exempelvis ventilationskanaler, till-eller frånluftsdon, fläktaggregat, rör och ventiler måste innehålla korrekt klassificering, dimensioner, flödesvärden, materialspecifikationer och i enstaka fall tillverkaruppgifter. För att denna information ska kunna tolkas enhetligt krävs att modellen följer etablerade struktur-och kodsystem, såsom BSABe (BIM Alliance, 2016) som gör det möjligt att samordna olika teknikområden och förbättra informationsutbytet mellan projektörer entreprenörer och tillverkaren.

En annan kritisk aspekt är modellens måttsättning. För att ersätta ritningar måste modellen vara läsbar även för dem som arbetar praktiskt i produktionen. Det betyder att viktiga mått som kanalhöjder från golv, centrumavstånd, fria utrymmen för montage och anslutnings produkter ska tydligt framgå. I vanligaste fall måste detta ske genom kopplade datavyer, utsnitt eller filtrering där specifika installationssystem isoleras. I luftbehandlingssystem är det till exempel avgörande att tydligt dokumentera höjdlägen för kanaldragningar och fria sektions mått för att säkerhetsställa att montaget sker utan konflikt mot andra discipliner (Götborg & Olsson, 2016).

Modellen måste också vara självbärande, det vill säga att den inte ska vara beroende av externa dokument för att tolkas korrekt. Alla anvisningar som krävs för att montera eller installera komponenterna exempelvis riktlinjer för isolering, infästningar eller injustering av luftflöden bör vara integrerade i modellen. Det kan ske genom kopplade PDF: er, inbäddade dokument eller metadatafält direkt i objektsinformationen. Ett exempel inom ventilation är att det don i modellen inte bara har en visuell placering

utan också har en kopplad länk till tillverkarens monteringsanvisningar, ljuddata och flödesinformation. Utöver detta kräver en ritningsfri modell en strikt och tydlig versionshantering. Alla förändringar i modellen, exempelvis justeringar i kanaldragningar eller utbyten an komponenter, måste loggas, dokumenteras och kommuniceras till alla berörda parter. Bristande kontroll på detta kan leda till att montörer på plats bygger efter en tidigare version av modellen vilket kan orsaka förseningar och felmontage vilket skapar merkostnader (Påsse, Disney, Roupè, & Johansson, 2022). I komplexa VVS och luftbehandlingssystem kan sådana fel få omfattande följdeffekter, särskilt om de upptäcks först i driftskedet.

5.3 Exempel på informationsbärare (objektdata, mått, symboler, flöden etc.)

För att en modell ska kunna användas som fullvärdig produktionshandling krävs att den innehåller ett flertal olika typer av information, ofta kallade informationsbärare. Dessa bär inte bara visuella eller geometriska data utan även tekniska, funktionella och logistiska egenskaper som är nödvändiga för att produktionen ska kunna genomföras korrekt och effektivt särskilt inom installationsteknik där detaljeringsgraden ofta är avgörande för montage och samordning.

En av de mest grundläggande informationsbärarna är objektdata (AHMADI, 2024; Brohn, 2018). I ett ventilationssystem innebär detta att varje enskild kanal, böj, don eller aggregat måste ha metadata som beskriver till exempel dimensioner, material, luftflöden, ljuddata, tryckfall, brandklassning och eventuella underhållskrav. Denna information är avgörande för att kunna planera montage, beställa rätt komponenter, och i vissa fall även för att utföra injusteringar och driftsättning, se bild 9. Utan korrekt och komplett objektdata tvingas montörer och tekniker återgå till externa dokument vilket underminerar hela syftet med en ritningsfri modell.

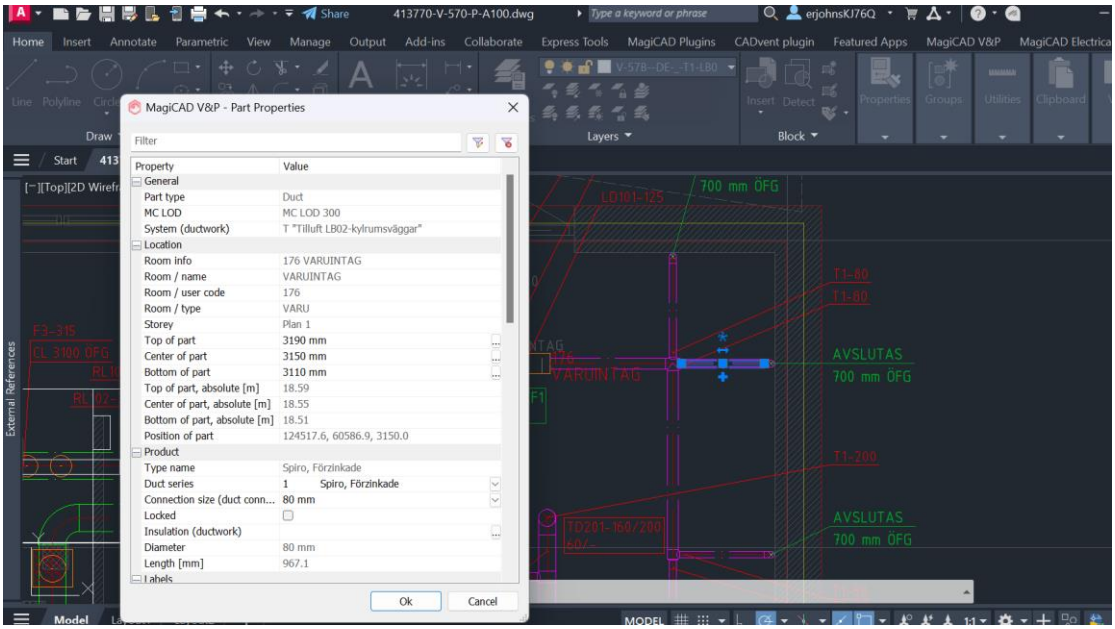


Bild 9: Visar en korrekt beskrivning av exempelvis montagehöjder från Friedländersgatan som var BIM-baserat. Foto författare.

Måttsättning är en annan central informationsbärare. Det räcker inte att en kanal eller rör syns i modellen, dess exakta placering måste vara tydligt angiven. I praktiken innebär detta att montagehöjder, avstånd till väggar och tak, samt fria sektions mått måste gå att utläsa ur modellen, antingen direkt eller genom särskilda mätverktyg i modellvyn. Inom exempelvis luftbehandling är detta avgörande eftersom även små avvikelser kan påverka funktionen i systemet eller orsaka kollisioner.

Symboler och grafiska representationer är en typ av informationsbärare (Götborg & Olsson, 2016) som har stor betydelse i samordningsskedet. Även om modellen är tredimensionellt är det fortfarande vanligt att använda schematiska symboler eller färgkoder för att förtydliga exempelvis komponent typer, flödesriktningar eller systemtillhörighet (Götborg & Olsson, 2016). En välfungerande modell förutsätter därför att dessa symboler är enhetlig utformade och kopplade till rätt data för att det inte ska gå att misstolkas.

Flödesdata utgör även det en viktig kategori inom installationsteknik. I ett ventilationssystem måste exempelvis luftflöden, hastigheter och tryckförhållanden anges och fördelas rätt mellan komponenterna. Denna information används inte bara för dimensionering utan även för injustering och kontroll i produktions- och

driftskedet. Om modellen saknar flödesdata eller om denna information är svåråtkomlig förlorar modellen sitt värde som arbetsunderlag i praktiken.
I en modell so ska användas som en ensam informationsbärare måste dessa olika typer av data vara väl integrerade och tillgängliga. Det räcker inte att informationen finns, den måste också vara strukturerad, läsbar, sökbar och logisk uppbyggd. Det ställer krav på både programvaran, arbetsmetodiken och de personer som projekterar och modellerar. För installationsdiscipliner som ventilation och VVS, där mängden detaljer och komponenter är stor är detta en särskilt kritisk framgångsfaktor.

de projekt som granskats i vår fallstudie finns det olika mycket informationsbärare på olika projekt. Resultaten för dessa finns under kapitel 7.4.

5.4 Projektering för byggklar modell

För att en BIM-modell inom installationsteknik ska kunna ersätta ritningar och fungera som ett självständigt produktionsunderlag krävs att den projekteras med byggskedets behov i fokus. Traditionellt har projektering främst syftat till att uppfylla myndighetskrav och stödja teknisk samordning men i en modellbaserad produktionsmiljö måste modellen även kunna användas operativt av montörer, arbetsledare och underentreprenörer på plats. Detta ställer särskilda krav på både innehåll, struktur och detaljnivå i modellerna.

En grundläggande förutsättning är att modellen anpassas efter det utförande som faktiskt ska byggas. Det innebär att installationsobjekt, såsom ventilationsaggregat, kanaler, rördragningar och fästanordningar, inte bara modelleras schematiskt utan med verklighetstrogna dimensioner, exakta lägen och tydliga kopplingar till komponenters tillverkningsdata (Lindström & Björkman, 2023). Modellen ska med andra ord spegla den faktiska verkligheten, snarare än en förenklad teknisk idé.

För att stödja detta måste detaljnivån (LOD – Level of Development) i modellen väljas (Bedrick, 2024) utifrån utförandets behov, snarare än endast ur ett projekteringsperspektiv. En byggklar modell för exempelvis luftbehandling bör innehålla information om höjd över golv, tillgänglighet för service, avstånd till andra system samt infästnings principer, inte bara flöden och dimensioner. Ju mer av dessa

uppgifter som kan levereras redan i projekteringsfasen desto mindre beroende blir produktionen av kompletterande ritningar eller tolkningar.

Klassifikation och struktur är en annan viktig aspekt (AHMADI, 2024). Användning av standardiserade system som BSAB eller CoClass möjliggör en enhetlig informationsstruktur, vilket förenklar tolkningen och återanvändningen av data. Objektens metadata måste vara konsekvent ifyllda och relevanta för den som ska bygga. Exempelvis bör en ventil i modellen inte bara ha ett namn utan även information om produktkod, flödeskapacitet, tryckfall, monteringsriktning och underhållsbehov.

För att ytterligare förbättra byggbarheten bör modellen innehålla visuella hjälpmedel och informationslager som är direkt anpassade för produktion (Lindström & Björkman, 2023). Det kan innebära färgkodning av system, separata vyer för olika entreprenader, tydliga installationszoner och 3D-sektioner med montageordning. Dessa verktyg möjliggör ett mer intuitivt arbetsflöde, särskilt i trånga eller tekniskt komplexa installationsmiljöer som exempelvis schakt eller undertak.

Samordning och kollisionskontroll är också centralt (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011). En modell som används för produktion får inte innehålla konflikter mellan exempelvis ventilationskanaler och bärande stomme, kabelstegar eller sprinklersystem. Detta kräver en noggrann och iterativ samordningsprocess i projekteringsfasen, gärna med stöd av visuella verktyg som Clash detection och installationssekvenser i 4D.

Slutligen är användarperspektivet avgörande. De som ska bygga måste involveras redan under projekteringen, exempelvis genom digitala sam granskningar eller workshops, där montörer och arbetsledare kan ge synpunkter på modellens begriplighet och praktiska användbarhet. En modell som fungerar teoretiskt men inte är läsbar i praktiken riskerar att bli en parallell dokumentation snarare än ett verkligt produktionsstöd.

Att projektera för byggklara modeller innebär därmed ett skifte: från traditionell ritningscentrerad projektering till en datadriven och utförandefokuserad

modellutveckling där installationsteknikens särskilda behov tas i beaktande redan från början. Det är ett arbete som kräver både teknisk kompetens och förståelse för produktionsprocessen men som i förlängningen kan ge stora vinster i effektivitet, kvalitet och informationsflöde.

6 Vinster och möjligheter med Total BIM

Efter att ha redogjort för de krav och förutsättningar som behöver uppfyllas för att BIM-modellen ska kunna ersätta traditionella ritningar inom installationsteknik är det relevant att rikta fokus mot de potentiella vinster och möjligheter som en sådan övergång kan medföra. För installationsbranschen, där komplexa system ofta kräver noggrann samordning och tydlig dokumentation, kan vinsterna vara särskilt påtagliga. Förutom att bidra till ökad effektivitet och minskade fel, erbjuder modellen förbättrade förutsättningar för logistikstyrning, materialhantering och uppföljning (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011; Succar, 2009). I detta kapitel diskuteras konkreta effekter såsom tids- och kostnadsbesparingar, minskad felmarginal, förbättrad kommunikation och samordning, samt stärkt produktionsstöd (Björk, 2025). Avsnittet avslutas med reflektioner och lärdomar från genomförda intervjuer och projekt där Total BIM tillämpats, vilket bidrar med praktiska perspektiv till den teoretiska genomgången.

6.1 Tids- och kostnadsbesparingar

Implementeringen av Total BIM inom installationsteknik medför betydande möjligheter till tids- och kostnadsbesparingar, både i projekterings- och produktions skedet (Berggren & Kadefors, 2022). Genom att hela byggnadsinformationen samlas i en samordnad och uppdaterad modell minimeras behovet av dubbeldokumentation, parallella ritningar och upprepade informationsöverföringar mellan aktörer. Detta innebär att projektörer, installatörer och entreprenörer kan arbeta mer effektivt, med tillgång till samma uppdaterade informationskälla i realtid (Succar, 2009).

En av de mest påtagliga effekterna är den minskade tidsåtgången för felhantering och projektering. I traditionella arbetsflöden kan bristfälligt samordnade ritningar leda till kollisioner mellan installationer, exempelvis mellan ventilationskanaler, elstegar och rördragningar. Dessa kollisioner upptäcks ofta sent i processen, (Eastman, Lee, & Teicholz, 2018) ibland först under produktionen vilket kräver kostsamma omdragningar eller tillfälliga lösningar. Med Total BIM och kollisionskontroller i modelleringsskedet kan dessa konflikter upptäckas och åtgärdas i förväg, vilket avsevärt reducerar risken för stillestånd och extraarbete på byggplatsen (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011).

Vidare effektiviseras mängdning och materialplanering, eftersom modellen tillhandahåller exakta kvantiteter och mått direkt kopplade till verkliga komponenter (SBUF, 2019). Detta möjliggör mer träffsäker beställning av material, minskat svinn samt bättre förutsättningar för prefabricering – vilket i sin tur kortar ledtider och minskar kostnader (Björk, 2025). För luftbehandlingssystem, där kanaldragningar ofta kräver anpassade dimensioner och precisa installationstider, kan detta ge särskilt goda effekter.

Ytterligare en tidsbesparande aspekt är möjligheten att använda modellen som verktyg för produktionsplanering och logistik. Genom att koppla tidplaner (t.ex. 4D-BIM) till modellobjekten skapas en översiktlig visualisering av installationernas utförandefas, vilket underlättar samordningen mellan olika yrkesgrupper (Hartman, Gao, & Ficher, 2008). Detta medför att arbetsmoment kan optimeras i tid och rum, vilket reducerar väntetider och ineffektiv resursanvändning .

Ekonomiskt sett skapar detta en potential för både direkta besparingar i form av minskade arbets- och materialkostnader, och indirekta vinster genom minskat antal störningar, färre fel, samt bättre möjligheter till uppföljning och kontroll (Sagarkar V. , 2024). Sammanfattningsvis utgör Total BIM ett verktyg som inte enbart förbättrar byggprocessens kvalitet, utan även dess ekonomiska hållbarhet.

En jämförelse av kvalitet samt kvantitet gällande mängdning har genomförts i arbetet, där jämfördes Bluebeam samt BOM-lista från MagiCAD. Resultatet redovisas senare i rapporten.

6.2 Minskad risk för projekterings- och samordningsfel

BIM-modellen ger en exakt tredimensionell representation av byggnaden och dess installationssystem, vilket gör att fel i måttsättning, placering och samordning kan undvikas i högre grad än vid användning av ritningar (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011).

Modellens precision medför att mått- och placeringsfel, som ofta uppstår vid tolkning av ritningar, i hög grad kan undvikas. I en traditionell ritning anges ofta mått som

referenser mellan byggdelar, vilket lämnar utrymme för feltolkning. I en modell är varje objekt däremot exakt placerat i förhållande till byggnadsstrukturen, vilket ger en mer tillförlitlig grund för utförande (Eastman, Lee, & Teicholz, 2018) . Detta är särskilt relevant för installationstekniska system, där exempelvis kanaler, rör och kabelstegar ofta dras i snäva utrymmen och måste samordnas noggrant med bärande konstruktioner och andra tekniska system.

Samordningsproblem mellan discipliner är en annan typ av felmarginal som minskar. Kollisioner mellan installationer, eller mellan installationer och stomme, kan upptäckas i ett tidigt skede med hjälp av modellbaserade verktyg för krockkontroll (Clash detection) (NBIMS, 2015). Det ger möjlighet att åtgärda problem redan i projekteringsfasen i stället för under produktion, vilket minskar risken för tidskrävande om projektering eller ombyggnation.

Modellen bidrar även till att minska fel relaterade till trånga eller otillräckligt planerade installationsutrymmen. I en ritning kan det vara svårt att fullt ut visualisera rummets tredimensionella egenskaper, vilket gör det svårare att säkerställa åtkomst för montage och framtida underhåll. I en modell kan dessa faktorer kontrolleras direkt genom visuell inspektion eller simuleringar, vilket underlättar praktisk genomförbarhet (SBUF, 2019).

Informationsavvikelser mellan olika handlingar är ytterligare en källa till felmarginaler som modellen effektivt kan eliminera. I ritningsbaserade processer är det vanligt att planritningar, sektionsritningar och tekniska scheman inte är helt samstämmiga, särskilt vid sena ändringar. En central modell, där all information uppdateras i realtid, skapar en gemensam källa till sanning (single source of truth) som reducerar risken för motstridigheter.

Slutligen möjliggör modellen bättre versionshantering och minskar risken att produktionen baseras på inaktuella handlingar. Vid ändringar i ritningsbaserade projekt kan flera versioner cirkulera parallellt, vilket skapar osäkerhet och felaktigt utförande. I en modell sker ändringar direkt i databasen, och alla användare kan få åtkomst till den senaste versionen med tydlig spårbarhet över vad som har förändrats.

Sammantaget innebär modellbaserad projektering inom installationsteknik en mer kontrollerad, sammanhängande och korrekt informationshantering, vilket bidrar till att väsentligt minska felmarginalerna och därmed höja kvaliteten i såväl projektering som utförande.

6.3 Förbättrad kommunikation och samordning

En central fördel med en modellbaserad arbetsmetod inom projektering för installationsteknik är den väsentligt förbättrade kommunikationen och samordningen mellan olika discipliner och aktörer. I traditionella projekt, där information förmedlas genom en uppsättning ritningar och dokument, finns en inneboende risk för missförstånd, inkonsekvenser och informationsbortfall (Azhar, 2011). BIM-modellen fungerar däremot som en gemensam plattform där all relevant information är samlad, uppdateras i realtid och kan nås av samtliga projektdeltagare.

Modellen möjliggör en transparent och tydlig dialog mellan exempelvis VVS-, el- och byggkonstruktörer, där varje part direkt kan se hur deras system samverkar med andra discipliner (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011). Detta minskar behovet av manuell koordinering och tolkning av andras ritningar, och leder till färre krockar och motstridigheter i projektdokumentationen. Särskilt inom installationsteknik, där tekniska system ofta måste samexistera i trånga schakt eller undertak, är en noggrann samordning avgörande för ett fungerande slutresultat. Med en korrekt strukturerad och uppdaterad modell blir denna samordning inte bara enklare att genomföra, utan även mer pålitlig.

Dessutom underlättar modellen kommunikationen mellan projekteringsteam och andra involverade parter, exempelvis beställare, entreprenörer och leverantörer. Genom att använda visualiseringar, simuleringar och gränssnitt som är lättare att tolka än traditionella tekniska ritningar, kan även personer utan teknisk bakgrund delta mer aktivt i beslutsprocessen (Kymmell, 2008). Detta kan leda till bättre förståelse för projektets tekniska lösningar och tidigare identifiering av eventuella behov av förändringar.

Samordning i tid är en annan aspekt som förstärks genom modellen. Med hjälp av till exempel 4D-simuleringar, där modellen kopplas till en tidplan, kan man analysera

byggskedets logik och identifiera eventuella problem i förväg (Hartman, Gao, & Ficher, 2008). Det bidrar till att undvika schemakonflikter mellan installation och andra byggmoment, något som i sin tur leder till smidigare produktion och färre förseningar.

Slutligen skapar modellen ett strukturerat och spårbart kommunikationsflöde, där varje ändring dokumenteras och syns för alla berörda. Detta ökar transparensen och underlättar ansvarsfördelningen, särskilt i komplexa projekt med många inblandade aktörer. I praktiken innebär detta att fel och brister som tidigare kunnat gå oupptäckta i överlappen mellan olika discipliner nu i större utsträckning kan förebyggas redan under projekteringen, vilket stärker hela projektets kvalitet och effektivitet.

6.4 Bättre stöd för produktion och logistik

Implementeringen av Total BIM i projektering innebär inte enbart en förbättring av informationshanteringen i produktions skedet, utan skapar även betydande förutsättningar för att optimera byggproduktionens logistik och genomförande (SBUF, 2019). Inom installationsteknik, där arbetet ofta präglas av trånga utrymmen, sekvensberoende arbetsmoment och många komponenter som måste samverka, är tillgången till en koordinerad och detaljerad modell avgörande för att stödja effektiva produktionsflöden.

Med en BIM-modell som är anpassad för byggande kan installationer projekteras med ett högre mått av precision och byggbarhet. Exempelvis möjliggör modellen noggrann kontroll av utrymmesbehov, samordning med andra tekniska system samt planering av installationsordning. Detta ger montörer och arbetsledare på plats bättre förutsättningar att förbereda arbetet, vilket minskar improvisation och projektering under produktionen (Berggren & Kadefors, 2022).

Vidare kan modellen kopplas till tidsplaner, leveransscheman och resurshantering, vilket möjliggör en digitalt stödd logistikplanering. Detta är särskilt värdefullt inom installationsteknik, där rätt komponent måste finnas tillgänglig vid rätt tidpunkt och på rätt plats. Genom att utnyttja modellen kan leveranser optimeras och lagringsbehov på arbetsplatsen minimeras. I kombination med prefabricering, som blir allt vanligare, blir modellen ett verktyg för att definiera exakta mått, anslutningspunkter och installationsvillkor – allt nödvändigt för att komponenter ska kunna tillverkas och levereras färdiga för montering.

BIM skapar även förutsättningar för digitala arbetsberedningar, där arbetsmoment kan visualiseras och analyseras i förväg. Detta stärker produktionens förutsägbarhet och minskar risken för störningar. Exempelvis kan ventilationskanaler och VVS-rör kontrolleras mot byggkonstruktion och andra system innan produktionen startar, vilket bidrar till att minska antalet kollisioner och ändringar i fält.
Ett annat viktigt stöd är kopplingen mellan modellen och materialdata, som gör det möjligt att automatisera mängdavtagning och skapa underlag för beställningar. Genom att hämta data direkt ur modellen minskar risken för fel som annars kan uppstå vid manuell tolkning av ritningar. Detta leder inte bara till tidsbesparingar, utan även till mer exakt kalkylering, vilket i sin tur stärker projektets ekonomiska kontroll.
Slutligen kan modellen också stödja efterföljande moment som driftsättning och dokumentation. När installationsdata integreras i modellen redan under projekteringen skapas en digital tvilling som kan användas under hela byggnadens livscykel (Stengel & Schultman, 2014). Detta underlättar inte bara överlämning till beställare, utan också framtida underhåll, felsökning och ombyggnad.
Total BIM, när den tillämpas konsekvent inom installationstekniks projektering, erbjuder därmed inte enbart ett stöd för ritningsfri produktion, utan fungerar även som en central plattform för logistikoptimering och produktionsteknisk samordning i alla skeden av byggprocessen.

6.5 Allmänna Bestämmelser (AB25)

I och med införandet av AB 25 får den digitala modellen en betydligt mer central roll i entreprenadjuridiken jämfört med tidigare regelverk. Till skillnad från AB 04, där digitala modeller ofta betraktades som komplementära till ritningar och beskrivningar, är modellen i AB 25 uttryckligen som ett formellt kontraktsunderlag med definierade rättsliga konsekvenser. Enligt 1 kap. 15 § från remissan av AB25 (Svensk Byggtjänst, 2025) åläggs den part som tillhandahåller en digital modell ett tydligt ansvar för dess funktionalitet och tillgänglighet under hela entreprenadtiden. Modellen måste dessutom vara versionshanterad på ett sådant sätt att förändringar enkelt kan spåras och särskiljas. Det är också ett krav att modellen tillhandahålls i ett öppet dataformat, vilket stärker samordningen och möjliggör effektivare arbetsflöden mellan olika aktörer och system (Svensk Byggtjänst, 2025).

Detta innebär i praktiken att den digitala modellen, snarare än att vara ett frivilligt hjälpmedel, nu blir ett centralt verktyg för att både utföra och följa upp entreprenadarbeten. Informationshanteringen blir mer strukturerad och det skapas bättre förutsättningar för mängdavtagning, kvalitetssäkring och samordning, särskilt i komplexa byggprojekt. Jämfört med AB 04 där modellen ofta betraktades som icke-bindande information om inget annat särskilt avtalats, får modellen i AB 25 en starkare juridisk ställning.

7 Resultat och analys

Detta kapitel redogör för resultaten från tre semistrukturerade intervjuer med yrkesverksamma VVS-projektörer och den information som har inhämtats från undersökningen av projekt. Syftet med intervjuerna var att undersöka hur BIM.modeller används i dagens installationsprojektering, vilka informationsbrister som finns, vad som krävs för att modeller ska kunna ersätta ritningar samt vilka vinster och hinder som upplevs med Total BIM. Resultaten har strukturerats utifrån rapportens frågeställningar och kompletterats med exempel från granskade modeller.

7.1 Användning av modeller i dagens projektering

Intervjupersonerna beskrev att de i dagsläget arbetar aktivt med modeller i olika skeden av projektet, särskilt under projekteringsfasen. Modellen fungerar främst som ett verktyg för visualisering och samordning mellan discipliner, vilket också lyfts i den teoretiska bakgrunden kapitel 2.2 som en av de mest etablerade användningarna av BIM. I linje med det som konstaterades i kapitel 4.2, används modellerna framför allt i kollisionskontroller och för att säkerställa teknisk samordning mellan exempelvis ventilationssystem, bärverk och el dragningar.

Intervjuperson 2 berättade att hen använder CAD och BIM parallellt i sitt dagliga arbete, och att BIM-modellen utgör ett stöd men inte ersätter ritningar:
"*Man får en bättre översikt av en ritning, och entreprenören har möjlighet att kladda på ritningen som vi sedan använder som underlag för relationsritningar. Men det är ett väldigt bra komplement till ritningar även för de som utför arbetet, och det ersätter i stort sett sektionsritningar som vi sällan behöver leverera idag*." (Bilaga 10.1.2)

Denna observation stämmer överens med analysen i kapitel 4.2, där det konstateras att modellen inte är tillräcklig som ensam informationsbärare i byggskedet. Samtidigt visar intervjuerna att modellen har potential att ta en större roll i framtiden, särskilt i projekt där kravställning och digital kravställning är hög. Intervjuperson 1 bekräftade detta:

"Framför allt är detta [att modeller inte räcker i dag] för att vi själva inte lägger in all information i modellerna då detta är rätt tidskrävande = kostar mycket för beställaren. Men skulle detta bli krav så tror jag det är möjligt..." (Bilaga 10.1.1)
Sammanfattningsvis visar resultaten att BIM-modellen har en etablerad plats i projekteringen, men att det fortfarande finns ett tydligt beroende av ritningar, något som hindrar ett helt modellbaserat arbetssätt i produktionen.

7.2 Informationsinnehåll och brister i modellerna

En viktig observation från intervjuerna är att även om modellerna i många fall innehåller teknisk korrekt information, upplevs de ofta som otillräckliga eller svåranvända när de gäller att fungera som enda informationsbärare i produktionen. Detta bekräftas i kapitel 5.2, där det framhålls att bristfällig måttsättning, otillgängliga objektdata och svåröverblickade flöden är återkommande problem.

Intervjuperson 1 betonade exempelvis att helhetsbilden ofta går förlorad i modellen: *"Man får inte översikten i BIM som man får över en vanlig ritning där man lätt kan följa rörstråk och tillhörande text"* (Bilaga 10.1.1).

Citatet pekar på att modellen, trots sin detaljrikedom, inte alltid lämpar sig för att snabbt förstå samband och funktion, något som är avgörande för installationspersonal ute på fältet. Det handlar alltså inte bara om att informationen finns – utan om att den är praktiskt åtkomlig och tydligt strukturerad. Vidare menade samma intervjuperson att mycket av informationen teoretiskt kan föras in men att det sällan görs systematiskt:

"Ofta finns all information. Vi kan tex se luftflöden till don mm om vi väljer att föra in det." (Bilaga 10.1.1).

Detta illustrerar att en stor del av problemet inte handlar om teknisk begränsning, utan snarare om avsaknaden av struktur och kravställning. I linje med vad som redovisas i kapitel 4.3 skapar detta osäkerhet kring hur mycket man kan lita på modellen i praktiken. Även hanteringen av modellversioner lyftes som ett område med förbättringspotential. Enligt intervjupersonerna varierar rutinerna för

versionshantering mellan olika projekt. Intervjuperson 1 berättade att vissa projekt har dedikerade portaler med versionshistorik, medan andra saknar förändringsloggar: *"Det är lite olika från projekt till projekt men oftast används en portal där man kan följa tidigare versioner... I vissa projekt skrivs även förändringsloggar... och i andra skrivs det inte något sådant dokument."* (Bilaga 10.1.1)

Intervjuperson 2 bekräftade att viss struktur kan finnas i mer välorganiserade projekt: *"I mitt nuvarande projekt laddar samtliga discipliner upp modeller varje vecka tillsammans med ett leveransmeddelande där vi anger ändringar på varje plan."* (Bilaga10.1.2).

Sammantaget visar dessa uttalanden att det i praktiken finns en variation i hur versioner hanteras, vilket kan skapa osäkerhet och risk för att olika aktörer arbetar med olika versioner av modellen. I synnerhet för luftbehandlingssystem är korrekt och tydligt angiven information avgörande. Som framgår i kapitel 5.3 och exemplifieras i dokumentet, måste komponenter som don, fläktar och aggregat innehålla uppgifter om flödesriktning, ljuddata och tryckfall. Om detta inte anges direkt i modellen eller är svåråtkomligt, tvingas montörer förlita sig på parallella dokument – vilket underminerar modellen som ensam källa.
Sammanfattningsvis visar intervjuerna att informationsbristen i modellerna inte nödvändigtvis ligger i vad som tekniskt sett kan läggas in, utan i vad som faktiskt görs i praktiken. Detta understryker behovet av tydliga informationskrav och ett enhetligt arbetssätt vid modellering, om modellen ska kunna ersätta ritningar i framtiden.

7.3 Krav för att modellen ska kunna ersätta ritningar

Resultaten från intervjuerna visar att dagens modeller inte är tillräckligt utvecklade för att fullt ut kunna ersätta ritningar inom installationsteknik. Detta bekräftar det som behandlas i kapitel 5.2, att det krävs en kombination av informationsmässig fullständighet, teknisk struktur och praktisk användbarhet för att modellen ska kunna stå på egna ben i byggproduktionen. Intervjuperson 1 pekar på att informationsinnehållet varierar beroende på projektets krav. I många fall är det helt enkelt för tidskrävande att mata in all nödvändig information:

"I projekt där vi inte har krav på oss att leverera 3D-modeller med väldigt mycket information i så gör vi oftast inte det, då det är rätt tidskrävande för oss att föra in den informationen" (Bilaga 10.1.1).

Trots detta finns det en tydlig förväntan på att mer information ska inkluderas i framtiden:
"...men detta tror jag kommer komma mer och mer, att ha kompletta 3D-modeller med all information" (Bilaga 10.1.1).

När det gäller strukturering av data används BSAB i modellerna, men det finns vissa begränsningar:
"Ja vi använder BSAB. Tycker det generellt funkar bra, gäller bara att vara lite uppmärksam då inte alla produkter har detta inlagt ifrån början" (Bilaga 10.1.1).

Denna kommentar belyser det behov av förbättrad datakvalitet och kodning som också diskuteras i kapitel 4.1. Det är inte tillräckligt att ha ett klassifikationssystem – det måste också användas konsekvent och på rätt sätt. För att modellen ska fungera som enda källa till information lyfter intervjupersonerna även behovet av bättre rutiner för att tydliggöra vad som är bygghandling och vad som är arbetsmaterial. Intervjuperson 1 betonar också vikten av tydligare kommunikation mellan projektörer och entreprenörer:

"Det behövs tydligare rutiner för detta och även en tydligare kommunikation ifrån entreprenörer i vad och hur vill dom det ska [vara]", intervjuperson 1 (Bilaga 10.1.1).

Sammantaget visar intervjusvaren att projektörerna är medvetna om vad som krävs för att modellen ska kunna ersätta ritningar men att bristande kravställning, tidsbegränsningar och otydliga processer fortfarande är ett hinder. För att modellen ska kunna stå på egna ben behövs alltså inte bara tekniska anpassningar, utan också förändrade arbetssätt och tydligare samspel mellan projektering och produktion.

7.4 Exempel på informationsbärare i modellerna

För att en modell ska kunna ersätta ritningar som ensam informationsbärare krävs att den innehåller flera typer av information, inte bara geometri, utan även tekniska och funktionella data som är direkt användbara i produktion. Genom analys av granskade modeller, i kombination med den teoretiska genomgången i kapitel 5.3, identifieras fyra centrala informationsbärare: objektdata, mått, symboler och flödesinformation. Nedan finns resultat för hur informationen för BIP-koder sammanställts från de olika projekten.

7.4.1 Kongahälla Center

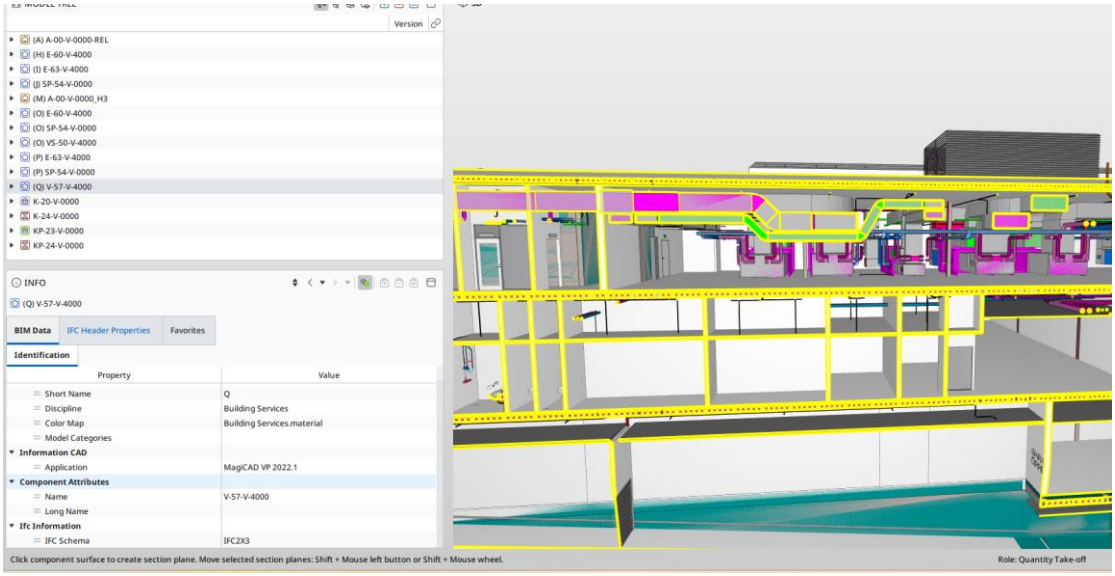


Bild 10 IFC-export av projekt Kongahälla Center till solibri, källa författare.

Från IFC export från Kongahälla Center kunde inga BIP-koder från BSAB familjerna finnas, detta för att det inte var ett krav att modellen skulle fungera i ett BIM-projekt och att det inte var ett krav från entreprenören. Koderna återfinns i projektfilen i CAD-programmet då de automatiskt finns med för att produkterna som används ligger skapade i en katalog som är förprogrammerade med information om objekten.

7.4.2 Håstensskolan

Bild 11: IFC-export av projekt Håstensskolan till solibri, källa författare.

Även i detta projekt återfinns ingen data under BIM data att BIP-koder för BSAB-familjerna finns. Detta finns, som i ovanstående projekt, med i CAD-filen, men har valt att sorteras bort på grund av att detta inte var ett krav för entreprenör och att IFC-filen blir av mindre storlek.

7.4.3 Frieländersgatan 20

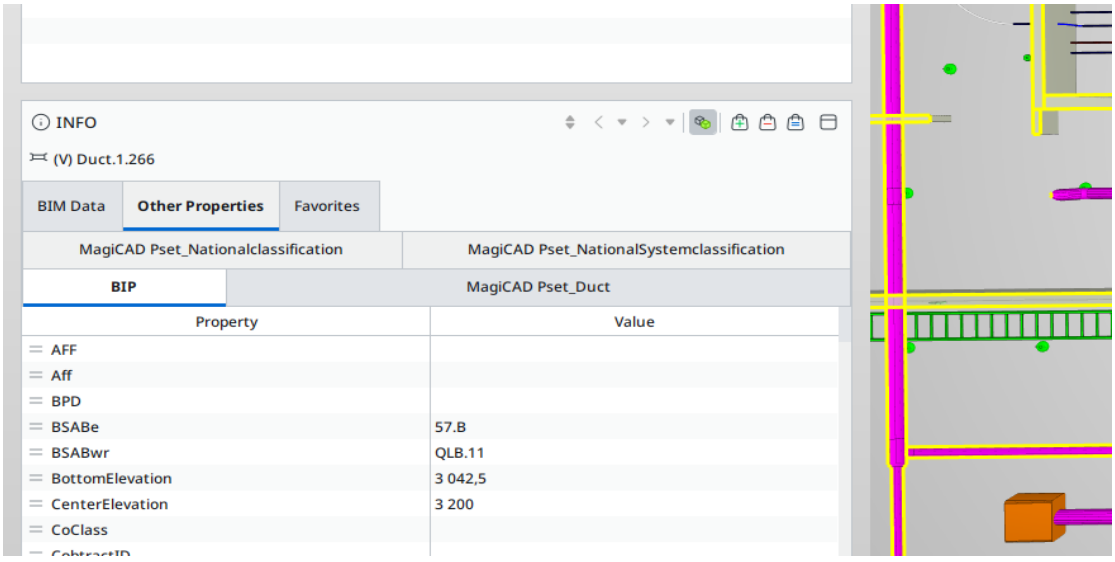


Bild 12 IFC-export av projekt Frieländersgaten 20 till solibri, källa författare.

Skillnaden mellan de övriga två projekten och detta projekt är att relationen till BIP-koder (BSAB) finns tillgänglig i IFC-exporten. Detta för att kravet på denna byggnad var att en modell av stuket av Total-BIM skulle skapas och skickas till entreprenör. Eftersom koderna

7.5 Besparingar vid mängdning

Som nämnts i kapitel 6.1 genomfördes en undersökning där mängdning via traditionell metod i Bluebeam jämfördes med en automatiskt framtagen BOM-lista från MagiCAD. Syftet med denna jämförelse var att undersöka såväl kvaliteten som kvantiteten i mängduppgifterna, för att därigenom utvärdera effektivitetspotentialen hos modellbaserad mängdavtagning i ett Total BIM-sammanhang.
Mängdavtagning med Bluebeam representerar ett mer manuellt tillvägagångssätt där objekt markeras direkt i PDF-ritningar och summeras genom mätverktyg. Detta tillvägagångssätt är beroende av korrekt skala, tydlig ritningsinformation samt användarens noggrannhet. Från kapitel 6.1 visade att denna metod fortfarande kräver mycket arbetstid, riskerar inkonsekventa resultat och ofta behöver kompletteras med manuella kontroller. I kapitel 2.5.2 beskrivs också hur denna metod är ett steg framåt från ren handmängdning, men fortfarande en del av ett ritningsberoende arbetsflöde.

I kontrast till detta kunde BOM-listan från MagiCAD genereras nästan omedelbart efter slutförd projektering. Som förklaras i kapitel 2.5.3 extraheras materiallistan direkt från modell, baserat på korrekt inmatade objektdata, som presenterar exakta antal och längder. Detta innebär en betydande tidsbesparing i själva mängdavtagningen, men också ett ökat förtroende för datakvaliteten, förutsatt att modellen är korrekt uppbyggd och strukturerad enligt exempelvis BIP-koder och TypeID, vilket behandlats i kapitel 2.4.

Tiden för att skapa en ritning kontra med att göra en fullständig modell av ett plan, med behandling av BIP-koder och systemtillhörigheter skiljer sig inte i stor utsträckning mellan tillvägagångssätten, se tabell i bilaga 10.1.6. Det som är tidsvinnande är mängdavtagningen mellan de olika tillvägagångssätten. Dels hur man vill gruppera de olika objekten utifrån BIP-koder och dels i noggrannhet i mängdavtagningen generellt kan ses i bilaga 10.1.4 och 10.1.5. Tiden som läggs för att koda in alla de BIP-koder vinner företaget vid mängdavtagningen, se bilaga 10.1.7. Att tilläga är att ingenjörsbyråer, som AOH, inte skickar med en mängdavtagning till entreprenör om inte detta ingår i kontraktet. Det är entreprenörens vinning som bidras med denna metod.

8 Diskussion

I följande kapitel görs en diskussion och reflektion över det gångna arbetet, vad anser vi om resultatet i rapporten och dess litteraturstudie samt svaren från intervjufrågorna. Diskussionen kommer delas in i delar där de reflekteras kring de olika frågeställningarna och huvudområdena för arbetet.

8.1 Uppfattning av BIM och användning av modell

I början av rapporten gjordes en litteraturstudie om ämnet och begreppet BIM och Total BIM, där förklaringar om hur tolkningar för begreppet och arbetssättet som koncept. I kapitel 3 tas det upp hur utvecklingen av BIM sett ut och vad arbetssättet kommit att bli. Vad vi kan konstatera utifrån det genomförda arbetet är att uppfattningen av BIM och vad som är BIM, väldigt olika. När vi påbörjade arbetet hade vi en idé gällande *”Vad är BIM”* och till stor del har denna tanke besvarats relativt tillfredställande, dock är branschen inte så långt fram som vi kunde tro.

Den generella uppfattningen skulle kunna sammanfattas att BIM används dagligen i arbete med projektering men inte till den nivå att all data omfattas, utan endast den nödvändiga data för visualisering och samordning nyttjas. För att ett projekt ska ta vara på all den information och data som finns tillgänglig i modeller behöver en kravställning från beställaren göras, annars används bara modellen som verktyg vid projektering och samordning, inte vidare till produktion då traditionella 2D-ritnnigar är triumferande.

Uppfattningen om Total BIM och dess implementering var något vi ställde oss positiva till från en början, då tankar om att all nödvändiga data, programvara och hjälp finns tillgänglig, vilket borde leda till att det bör användas. Det som uppkommit i arbetet är dock bland annat tanken från Intervjuperson 1 att en lösning med säkra filformat som ska fungera en byggnads livslängd är en viktig försäkring vid en helt digitalt baserad modellering.

Hur modeller används idag belyses i kapitel 4.2 samt i resultatet, där vi kan konstatera att det vanligaste användandet av BIM inte är all den information som finns att tillgå utan det används som ett verktyg för att underlätta projektering i form av visualisering

och kollisionskontroll. Det känns som att den uppfattning och de tankar vi haft med oss in i projektet och vad vi sedan kommit fram till skiljer sig då användandet av BIM är mindre än vad vi trott. Ändock kan vi se en nyfikenhet gällande ämnet och förhoppningar om en ändring som ska fungera i längden.

8.2 Informationsbärare och kravställningar

För att en modell ska kunna användas likt konceptet Total BIM, det vill säga från ritande till projektering, produktion och slutligen förvaltning kan vi konstatera att det behövs korrekta och bra informationsbärare för modellerna.

Rapporten har belyst flera typer av informationsbärare till exempel BSABe, BIP-koder och CoClass. Dessa är bra och fyller en viktig funktion för att kunna arbeta med digitala modeller, dock har vi kunnat konstatera att det finns brister i dessa gällande tydlighet då de i vissa fall kan vara väldigt specifika, samtidigt som det i andra fall är väldigt generella. Detta är något en av våra intervjupersoner belyser *”…Finns brister i att specialprodukter kanske inte alltid har en kod.”*. (Bilaga 10.1.3)
Det kan dock tyckas att acceptansen för att nyttja dessa informationsbärare borde vara på en rimlig nivå, där avseendet är att implementera nya arbetssätt för att driva en utveckling.

Vidare gällande kravställningar på BIM fås genom resultatet och intervjuerna en tydlig uppfattning att kravställningar är av betydande roll. Tanken om att en implementering av Total BIM skulle vara runt hörnet är önsketänkande, men kanske ändock en möjlig önskning. För att modeller ska användas, upprättas och med sin rätta information och data krävs det att beställare ställer krav på detta, samt att det är med i upphandling. Rapporten kommer fram till detta i kapitel 4.4 samt att resultatet även belyser detta, vilket leder till att vi kan konstatera att en implementering inte kommer ske utan krav och engagemang från alla inblandade.

8.3 Implementering av Total BIM

När det diskuteras om möjligheterna att implementera Total BIM i praktiken framstår juridiska förutsättningar som en avgörande faktor. Som vi skrivit i kapitel 6.5 innebär införandet an AB 25 en viktig förändring där den digitala modellen ges an tydligare

och mer rättslig förankrad roll i entreprenaden. Om bestämmelsen träder i kraft kommer modellen inte längre att betraktas som ett frivilligt komplement, utan som en formellt reglerad informationsbärare med krav på funktionalitet, tillgänglighet och versionshantering. Det här kan i förlängningen ge modellen den legitimitet som krävs för att den ska kunna ersätta ritningar i större omfattning.

Vi har under arbetets gång identifierat att en stor del av osäkerheten kring modellens användning handlar just om avsaknaden av tydliga spelregler. Det är fortfarande vanligt att ritningar prioriteras eftersom de juridiskt sett väger tyngst, även i projekt där modeller används aktivt i projekteringen. Genom AB 25 skapas en struktur där modellen kan ges större juridisk betydelse, förutsatt att detta tydligt avtalas mellan parterna. Till exempel kan en ändring i modellen utgöra en skriftlig beställning. Det här öppnar upp för ett mer effektivt digitalt arbetsflöde, där modellen kan fungera både som projekteringsverktyg och juridiskt dokument.

Samtidigt är det tydligt att en sådan implementering inte kan ske utan rätt förutsättningar. Vi har sett i kapitel 5 att många modeller idag saknar den informationsnivå som krävs för att användas fullt ut i produktion. Här kan AB 25 fungera som ett ramverk för att ställa tydligare krav vid upphandling, till exempel gällande öppet filformat. Men även om det juridiska stödet stärks, kvarstår behovet av utbildning och praktisk tillämpning. Vi ser att kompetens hos projektörer, samordnare och montörer kommer att vara avgörande för att övergången till Total BIM ska bli lyckad.

9 Slutsatser och rekommendationer

I följande kapitel tas slutsatser från rapporten med dess undersökning upp samt ett antal rekommendationer för hur en full implementering av BIM skulle kunna göras.

Av resultatet i rapporten kan vi konstatera att branschen står inför stora förändringar inom en åskådlig framtid, en framtid där utveckling och digitalisering är ett faktum. Att nyttja Total BIM kommer troligtvis inte att ske över en natt, men en implementering kommer ske i en ökande grad.

Men hänsyn till resultatet vilket visar att viljan att utveckla användandet av BIM finns och är troligtvis i mån av mer kunskap, förklaring och ett förtydligande om hur det ska fungera samt användas en viktig pusselbit i framtiden.

Slutligen kan man sammanfatta resultatet med att verktygen, möjligheten och kunskapen finns för att bygga med helt digitala modeller. Men en stor byggsten för att ta sig mot en mer digitaliserad framtid ligger i att entreprenören ställer krav, även AB25 kommer ställa krav på att digitala modeller ska bli mer kompletta och vara betydande som bygghandling. Fungerar det, kommer utvecklingen att ske.

En rekommendation vi kan se för branschen är att vara nyfikna, lyhörda och ledande i utvecklingen av digitala modeller. För när kraven kommer att det är ett måste med Total BIM, kommer kunskapen att premieras.

10 Referenser

AHMADI, R. (2024). *Total BIM in Swedish Installation.* Göteborg: Chalmers.

Andersson & Hultmark AB. (u.d.). *aohab.se*. Hämtat från https://www.aohab.se/vilka-ar-vi/

Azhar. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry.* Leadership and Management in Engineering.

Bedrick, J. (den 31 December 2024). *Bimforum.* Bimforum. Hämtat från Level of Development (LOD) Specification: https://bimforum.org/resource/lod-level-of-development-lod-specification/

Berggren, & Kadefors. (2022). *Effektivare byggprojekt med digitala verktyg.* Göteborg.

BIM Alliance. (2016). *bimalliance*. Hämtat från BSAB-systemet – struktur för klassifikation: https://www.bimalliance.se

BIM Alliance. (u.d.). *BIP - Building Information Properties*. Hämtat från bimalliance.se: https://www.bimalliance.se/for-dig-inom-bygg-och-forvaltning/standarder-for-digital-informationshantering/bip-building-information-properties/

BIPkoder. (u.d.). *Om BIP*. Hämtat från bipkoder.se: https://www.bipkoder.se/#/info

Bipkoder.se. (den 24 April 2025). *QTO – Mängdavtagning via IFC*. Hämtat från https://www.bipkoder.se/#/qto

Björk, C. (den 12 Februari 2025). *ACE- Total BIM.* Hämtat från chalmers.se: https://www.chalmers.se/aktuellt/nyheter/ace-total-bim/

Bluebeam. (u.d.). *Mängdavtagningar*. Hämtat från bluebeam.com: https://www.bluebeam.com/se/workflows/takeoffs-and-estimation/

Brohn, C.-E. (den 15 September 2018). *"Kalkyl via modell – pilotprojekt" (SBUF-projekt 13494)*. Hämtat från SBUF: https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/6a07c38c-51fe-48e4-8783-6dd7548a7cf7/FinalReport/SBUF%2013494%20Slutredovisning%20Kalkyl%20pilotprojekt%20SBUF.pdf

Brooks, T., Zantinge, R., & Elghaish, F. (2022). *Investigating the future of model-based construction in the UK.*

Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (den 14 Januari 2013). *The project benefits of Building Information Modelling (BIM)*. Hämtat från https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786312001779

Carlström, P. (2013). *BIM och organisationskommunikation i byggprocessen.* Helsingborg: LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg.

Disney, O., Johansson, M., Leto, A. D., Roupé, M., Sundquist, V., & Gustafsson, M. (den 27 december 2023). *Total BIM Project: The Future of a Digital Construction Process*. Hämtat från https://research.chalmers.se/publication/528868/file/528868_Fulltext.pdf

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling.* Wiley.

Eastman, R. S., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook.*

Elecosoft. (u.d.). *Visuell mängdavtagning från BIM-modellen direkt till din kalkyl*. Hämtat från elecosoft.com: https://elecosoft.com/se/programvaror/bidcon/bim/

Götborg, A., & Olsson, P. (2016). *Digitala leveranser.* Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

Hartman, T., Gao, J., & Ficher, M. (2008). *Areas of Application for 3D and 4D Models on Construction Projects.* Journal of Construction Engineering and Management.

Installatörs företagen. (u.d.). *Byggnadsinformationsmodellering*. Hämtat från in.se: https://www.in.se/foretagare/digitalisering/bim/#/

Johansson, M., & Roupé, M. (den 08 februari 2021). *Kan VR förbättra kunskapsåterföringen från produktionen under projekteringen?* Hämtat från SBUF: https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/596fe167-bcc5-40d1-a402-3c3d5522a9dc/FinalReport/SBUF%20137%2063%20VR%20f%C3%B6r%20kunskaps%C3%A5terf%C3%B6ring%20(1).pdf

Jongeling, R. (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt.* Luleå: Luleå tekniska universitet.

Kymmell, W. (2008). *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations.* McGraw-Hill.

Lindström, M., & Björkman, A. (2023). *BIM-modell som bygghandling i produktion.* Uppsala universitet.

NBIMS. (2015). *National BIM Standard - United States Version 3.* National Institute of Building Sciences.

Nordic BIM group. (den 20 Maj 2025). *Solibri*. Hämtat från Nordic BIM group: https://www.nordicbim.com/sv/solibri?utm_term=solibri&utm_campaign=SE+%7C+Solibri+%7C+2023+%7C+Search&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=9941632476&hsa_cam=19844899146&hsa_grp=150758267681&hsa_ad=651784852030&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-308462258380&hsa_

Påsse, D., Disney, O., Roupè, M., & Johansson, M. (2022). *COST-ESTIMATION IN CONSTRUCTION: BIM.* Göteborg: Chalmers.

Roupé, M., Disney, O., & Johansson, M. (2024). *Total BIM – modellbaserat och informationsdrivet arbetssätt.* Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

Sagarkar, V. (den 9 Juli 2024). *Hur BIM leder till kostnadsbesparingar och ökad effektivitet i byggandet*. Hämtat från desapex.se: https://www.desapex.se/blog-posts/hur-bim-leder-till-kostnadsbesparingar-och-okad-effektivitet-i-byggandet

Sagarkar, V. (2024). *Quantifying BIM-driven Efficiency in MEP Engineering.* Journal of Construction Innovation.

SBUF. (2019). *Upphandling, kalkyl och produktion via modell – Krav på projektörens leverans av modell.*

SBUF. (den 30 Januari 2025). *BIP QTO effektiviserar och visualiserar*. Hämtat från SBUF: https://www.sbuf.se/projektresultat/artikel?id=e2d1ceaa-5003-4f81-a75a-751f29a0fe37

Simonsson, M. (u.d.). *Nya Håstensskolan i Varberg*. Hämtat från ncc.se: https://www.ncc.se/vara-projekt/hastensskolan/

Sjelvgren, A. (2023). *Byggnadsinformationsmodellering, BIM.* Karlskrona: Boverket.

Solibri Inc., A Nemetschek company. (den 7 Januari 2025). *ntroducing Solibri CheckPoint: Business success delivered with a new cloud-based model checking solution*. Hämtat från Solibri: https://www.solibri.com/checkpoint/articles/introducing-solibri-checkpoint-business-success-delivered-with-a-new-cloud-based-model-checking-solution

Stengel, R. V., & Schultman, F. (2014). *Building Information Modeling (BIM) for Existing Buildings – Literature Review and Future Needs.* Automation in Construction.

Succar, B. (2009). *Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholder.* Automation in Construction.

Svensk Byggtjänst. (2025). *Allmänna bestämmelser.* Stockholm: Svensk Byggtjänst.

Svensk Byggtjänst. (den 15 Maj 2025). *CoClass – Svensk informationsstruktur för samhällsbyggnad*. Hämtat från Svensk Byggtjänst: https://coclass.byggtjanst.se/login

Svensk Byggtjänst. (2025). *Remissversion av AB 25 – Allmänna bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader.*

Svensk Byggtjänst. (u.d.). *Välkommen till BSAB*. Hämtat från bsab.byggtjanst.se: https://bsab.byggtjanst.se/

Zhou, W., & EL-Gohary, N. (2017). *Semantic NLP-Based Information Extraction from Construction Regulatory Documents for Automated BIM Rule Checking.* Journal of Computing in Civil Engineering.

10.1 Bilagor

Här presenteras bilagor.

I följande tre avsnitt förekommer intervjusvaren i röd text.

10.1.1 Intervjuperson 1

1. Bakgrund och roll

- Kort beskriv din yrkesroll och vilka huvudsakliga arbetsuppgifter du har inom projektering? Projektering av VVS i byggnader.
- Hur länge har du arbetat med projektering inom installationsteknik, och hur länge på ditt nuvarande företag? Jobbat i 8 år samtliga på samma företag.
- Hur länge har du arbetat med BIM-modeller i din projekteringsprocess? Samtliga år i grunden, sen var det en del mindre projekt i början där det inte var lika stort fokus på BIM-modeller.

2. Användning av modeller i projektering

- Hur används BIM i ert projekteringsarbete i dagsläget? Det används mycket. Framför allt i lite större projekt är det väldigt viktigt för samtliga discipliner.
- Anser du att modellerna i dagsläget är tillräckliga för att ersätta ritningar? Varför eller varför inte? Nej. Framför allt är detta då vi själva inte lägger in all information i modellerna då detta är rätt tidskrävande=kostar mycket för beställaren. Men skulle detta bli krav så tror jag det är möjligt men då behöver vi som projektörer vara mkt mer detaljerade i informationen vi stoppar in i caden för samtliga produkter.

3. Informationsinnehåll och struktur

- Vilken typ av information upplever du oftast saknas i modellerna för att de ska kunna användas som ensam informationsbärare? Det beror på. I projekt där vi inte har krav på oss att leverera 3d-modeller med väldigt mycket information i så gör vi oftast inte det då det är rätt tidskrävande förr oss att föra in den informationen men detta tror jag kommer komma mer och mer att ha kompletta 3d-modeller med all information.
- Använder ni någon särskild struktur eller kodsystem (t.ex. BSABe osv) för att klassificera och organisera information i modellerna? Hur väl fungerar det? Finns det brister? Ja vi använder BSAB. Tycker det generellt funkar bra gäller bara att vara lite uppmärksam då inte alla produkter har detta inlagt ifrån början.

4. Koordinering och samverkan

- Hur påverkar BIM ert samarbete med andra discipliner i projekteringsfasen? Det funkar bättre. Lättare att se krockar mot andra discipliner.
- Upplever du att BIM-modellen underlättar samordningen jämfört med traditionella arbetssätt? Ja verkligen. Och skulle väl säga att det börjar bli mer standard än undantag att ha 3d-samordning.

5. Kvalitet, fel och versionering

- Hur säkerställs kvaliteten på informationen i modellen under projekteringen? Det är upp till varje enskild person. Men kommer nog komma en rutin kring detta för att få en bättre kvalitetssäkring när denna information blir viktigare och viktigare.
- Finns det en fungerande process för versionshantering och dokumentation av ändringar i modellen? Det är lite olika från projekt till projekt men oftast används en portal där man kan följa tidigare versioner och oftast har projekten en upphandlingsrutin där alla laddar upp nya modeller tex på fredagar. I vissa projekt skrivs även förändringsloggar av vad som är förändrat sedan förra uppladdningen och i andra skrivs det inte något sådant dokument.

6. Utmaningar och utvecklingsbehov

- Vilka är de största utmaningarna du ser i att gå mot en helt modellbaserad projektering utan ritningar? Den största utmatningen skulle jag säga är ute på byggena. Att entreprenör ska vilja jobba med detta och även kunna/hitta sätt att jobba med bara en modell.
- Vilken typ av utveckling, kompetens eller verktyg behövs enligt dig för att göra modellerna mer produktionsanpassade direkt från projektering? Det behövs tydligare rutiner för detta och även en tydligare kommunikation ifrån entreprenörer i vad och hur vill dom de ska vara.

7. Framtidsperspektiv

- Hur ser du på utvecklingen mot Total BIM inom projektering av installationstekniska system? Jag tror fortfarande det är långt bort men klart det börjar komma mer och mer att så mycket information som möjligt ska finnas med i modellerna.
- Vilka steg tror du är nödvändiga för att modellen ska kunna fungera som enda källa till information genom hela projektets livscykel? Det svåra är ju just tidshorisonten, en byggnad ska ju stå mellan 50-100 år minst och det räcker ju att titta på teknikutvecklingen de senaste 50-100 åren. Här behövs ju ett säkerställande kring filformat och möjlighet att läsa gamla modeller i framtiden. Sen är det andra att detta

sätter höga krav på att fastighetsägaren alltid håller modellen ajour. För alla förändringar som sker i fastigheten måste föras in i modellen annars blir den ganska snabbt inaktuell.

10.1.2 Intervjuperson 2

1. Bakgrund och roll

- Kort beskriv din yrkesroll och vilka huvudsakliga arbetsuppgifter du har inom projektering? Jag jobbar främst som konstruktör i större projekt där jag ritar VS och VE i CAD.
- Hur länge har du arbetat med projektering inom installationsteknik, och hur länge på ditt nuvarande företag? Jag har totalt jobbat i 6 år, varav 5 år hos Andersson och Hultmark.
- Hur länge har du arbetat med BIM-modeller i din projekteringsprocess? Egentligen under alla mina 6 år.

2. Användning av modeller i projektering

- Hur används BIM i ert projekteringsarbete i dagsläget? Det används dagligen. För det mesta ritar jag på ena skärmen i CAD och har BIM på andra skärmen. Med jämna mellanrum för jag över det jag ritar i CAD till BIM och ser över så att det ser bra ut och inte krockar med andra dicipliner.
- Anser du att modellerna i dagsläget är tillräckliga för att ersätta ritningar? Varför eller varför inte? Nej det anser jag inte. Man får en bättre översikt av en ritning, och entreprenören har möjlighet att kladda på ritningen som vi sedan använder som underlag för relationsritningar. Men det är ett väldigt bra komplement till ritningar även för dom som utför arbetet, och det ersätter i stor sett sektionsritningar som vi sällan behöver leverera idag.

3. Informationsinnehåll och struktur

- Vilken typ av information upplever du oftast saknas i modellerna för att de ska kunna användas som ensam informationsbärare? Ofta finns all information. Vi kan tex se luftflöden till don mm om vi väljer att föra in det. Men man får inte översikten i BIM som man får över en vanlig ritning där man lätt kan följa rörstråk och tillhörande text.

- Använder ni någon särskild struktur eller kodsystem (t.ex. BSABe osv) för att klassificera och organisera information i modellerna? Hur väl fungerar det? Finns det brister? I dom senaste projekten som jag har jobbat med har vi använt oss av BIP-koder för beteckningar för produkter. Vi anger även BSABe-koder. Jag tycker det fungerar bra, det ställer högre krav på oss att välja rätt produkter och ange rätt information. Jag upplever dock att modellerna kan bli lite tunga av all information.

4. Koordinering och samverkan

- Hur påverkar BIM ert samarbete med andra discipliner i projekteringsfasen? Det påverkar mycket och har verkligen underlättat. Det är lätt och smidigt att göra kollisionskontroller, antingen själv eller av en BIM-samordnare och se vart olika discipliner krockar.

- Upplever du att BIM-modellen underlättar samordningen jämfört med traditionella arbetssätt? Ja, helt klart.

5. Kvalitet, fel och versionering

- Hur säkerställs kvaliteten på informationen i modellen under projekteringen? I större projekt brukar det finnas en BIM-manual med regler som alla discipliner förhåller sig till.

- Finns det en fungerande process för versionshantering och dokumentation av ändringar i modellen? I mitt nuvarande projekt laddar samtliga discipliner upp modeller varje vecka tillsammans med ett leveransmeddelande där vi anger ändringar på varje plan.

6. Utmaningar och utvecklingsbehov

- Vilka är de största utmaningarna du ser i att gå mot en helt modellbaserad projektering utan ritningar? Den största utmaningen är att alla entreprenörerna ska hoppa på tåget. Många föredrar en hederlig ritning. En annan utmaning är mindre projekt där det kanske inte finns ekonomi för att vara så detaljerad. Vi kanske inte ens får en A-modell i IFC-format.

- Vilken typ av utveckling, kompetens eller verktyg behövs enligt dig för att göra modellerna mer produktionsanpassade direkt från projektering? Att hitta

ett tydligt sätt att tydliggöra vad som är bygghandling och inte i en stor modell där det förekommer flera byggskeden samtidigt i olika delar.

7. Framtidsperspektiv

- Hur ser du på utvecklingen mot Total BIM inom projektering av installationstekniska system? Jag föredrar att ha BIM som ett bra komplement till ritningar.

- Vilka steg tror du är nödvändiga för att modellen ska kunna fungera som enda källa till information genom hela projektets livscykel? Som jag nämnde innan så behöver man hitta ett sätt att göra det tydligt vad som är stämplat bygghandling och inte osv. Det händer att montörer ser saker i IFC-filen som snarare är en skiss och tar det för sanning. Så krävs det såklart att man får rätt förutsättningar från projektet, att A och K med fler också använder BIM på samma sätt.

10.1.3 Intervjuperson 3

1. Bakgrund och roll

- Kort beskriv din yrkesroll och vilka huvudsakliga arbetsuppgifter du har inom projektering? Projektör VVS

- Hur länge har du arbetat med projektering inom installationsteknik, och hur länge på ditt nuvarande företag? 9 år

- Hur länge har du arbetat med BIM-modeller i din projekteringsprocess? Beroende på storlek av projekt. Till och från under hela min arbetstid

2. Användning av modeller i projektering

- Hur används BIM i ert projekteringsarbete i dagsläget? Dagligen i större projekt

- Anser du att modellerna i dagsläget är tillräckliga för att ersätta ritningar? Varför eller varför inte? Nej! Det finns ingen bestämt standard filformat vi vet kommer fungera i alla år framöver. Den digitala värden går fort…hus står i 100 år… Löser man den frågan så kanske.

3. Informationsinnehåll och struktur

- Vilken typ av information upplever du oftast saknas i modellerna för att de ska kunna användas som ensam informationsbärare? Informationen på objekt kan

styras as oss själva. Vi väljer själv vilken information som är relevant och där tycker jag vi ofta ringar in allt.

- Använder ni någon särskild struktur eller kodsystem (t.ex. BSABe osv) för att klassificera och organisera information i modellerna? Hur väl fungerar det? Finns det brister?
  Olika från projekt till projekt. Tycker de funkar bra. Finns brister i att specialprodukter kanske inte alltid har en kod.

4. Koordinering och samverkan

- Hur påverkar BIM ert samarbete med andra discipliner i projekteringsfasen?
  Lättare att samordna

- Upplever du att BIM-modellen underlättar samordningen jämfört med traditionella arbetssätt? Ja!

5. Kvalitet, fel och versionering

- Hur säkerställs kvaliteten på informationen i modellen under projekteringen?
  Upp till enskild projektör att få in rätt information

- Finns det en fungerande process för versionshantering och dokumentation av ändringar i modellen? Ja de flesta portaler har versionshistorik.

6. Utmaningar och utvecklingsbehov

- Vilka är de största utmaningarna du ser i att gå mot en helt modellbaserad projektering utan ritningar? Filformat man vet fungerar om 100 år

- Vilken typ av utveckling, kompetens eller verktyg behövs enligt dig för att göra modellerna mer produktionsanpassade direkt från projektering?
  Bättre mjukvara i alla fall för EL och VVS – sidan. Vi ritar i autocad eller revit som är långsamma och fungerar dåligt när modellerna blir större. Kan inte utnyttja hårdvarans fulla kapacitet. Körs endast på en kärna.

7. Framtidsperspektiv

- Hur ser du på utvecklingen mot Total BIM inom projektering av installationstekniska system? Jag ser positivt på framtiden. Det kommer bli mer och mer BIM

- Vilka steg tror du är nödvändiga för att modellen ska kunna fungera som enda källa till information genom hela projektets livscykel?
  Hitta en lösning på hur filformatet skall hanteras framöver. Krävs tydlighet vad som gäller när de kommer till vad som är juridiskt och inte i modellen.

10.1.4 Exempel på BOM-lista

Range:

Class	Size	Series	Product	N	L [m]	A	Insul.	s Surface [mm]	area
Duct	160	3			0.4				0.2 m²
Duct	250	3			0.4				0.3 m²
Duct	315	3			7.6				7.5 m²
Duct	80	1			17.1				4.3 m²
Duct	100	1			22.1				6.9 m²
Duct	125	1			80.2				31.5 m²
Duct	160	1			54.7				27.5 m²
Duct	200	1			64.9				40.8 m²
Duct	250	1			123.1				96.7 m²
Duct	315	1			79.6				78.8 m²
Duct	400	1			20.7				26 m²
Duct	500	1			2.0				3.2 m²
Duct	300x300	1			1.2				1.4 m²
Bend-15	315	3		1					0.1 m²
Bend-15	125	1		2					0 m²
Bend-15	160	1		1					0 m²
Bend-15	200	1		2					0.1 m²
Bend-15	250	1		4					0.2 m²
Bend-15	315	1		5					0.4 m²
Bend-30	160	1		5					0.2 m²
Bend-30	315	1		4					0.7 m²
Bend-30	400	1		4					1.1 m²
Bend-45	160	1		12					0.8 m²
Bend-45	200	1		1					0.1 m²
Bend-45	250	1		9					1.5 m²
Bend-45	400	1		2					0.8 m²
Bend-45	125	1		6					0.2 m²
Bend-45	160	1		7					0.5 m²
Bend-45	200	1		2					0.2 m²
Bend-45	250	1		4					0.7 m²
Bend-45	315	1		2					0.5 m²
Bend-45	400	1		4					1.7 m²
Bend-90	100	1		7					0.4 m²
Bend-90	125	1		31					3 m²
Bend-90	160	1		3					0.5 m²
Bend-90	200	1		1					0.3 m²
Bend-90	250	1		7					2.7 m²

Bend-90	315	1		3	1.9 m²
Bend-90	315	3		4	2.5 m²
Bend-90	80	1		5	0.2 m²
Bend-90	100	1		4	0.3 m²
Bend-90	125	1		4	0.4 m²
Bend-90	160	1		7	1.1 m²
Bend-90	200	1		5	1.3 m²
Bend-90	250	1		20	7.9 m²
Bend-90	315	1		8	5 m²
Bend-90	400	1		5	5 m²
Bend-20	315	1		2	0.2 m²
T-branch-90	200/200/100	1		3	0.2 m²
T-branch-90	200/200/125	1		12	1.2 m²
T-branch-90	250/250/200	1		3	0.6 m²
T-branch-90	250/250	1		6	1.4 m²
T-branch-90	315/315/160	1		6	1.2 m²
T-branch-90	315/315/250	1		7	2.1 m²
T-branch-90	315/315	1		1	0.4 m²
T-branch-90	500/500	1		3	2.7 m²
T-branch-90	315/315	3		5	1.8 m²
T-branch-90	125/125/80	1		1	0 m²
T-branch-90	160/160/100	1		1	0.1 m²
T-branch-90	160/160	1		2	0.2 m²
T-branch-90	200/200/100	1		1	0.1 m²
T-branch-90	200/200/125	1		2	0.2 m²
T-branch-90	200/200/160	1		2	0.2 m²

Range:

Class	Size	Series	Product	N	L	Insul.	s Surface
					[m]	A	[mm] area
T-branch-90	200/200	1	0.1 m²	1			
T-branch-90	250/250	1	2.5 m²	11			
T-branch-90	315/315/100	1	0.1 m²	1			
T-branch-90	315/315/160	1	0.2 m²	1			
T-branch-90	315/315/250	1	2.4 m²	8			
T-branch-90	315/315	1	1.8 m²	5			
T-branch-90	400/400/160	1	0.3 m²	1			
T-branch-90	400/400/200	1	1 m²	3			
T-branch-90	400/400/250	1	2.3 m²	6			
T-branch-90	400/400/315	1	1.4 m²	3			
T-branch-90	400/400	1	1.7 m²	3			

X-branch	200/200/125/125	1	0.1 m²	1
Outlet	315/250	3	0.3 m²	2
Outlet	125/80	1	0.1 m²	1
Outlet	125/125	1	0.1 m²	1
Outlet	200/100	1	0.3 m²	3
Outlet	200/125	1	0.5 m²	5
Outlet	200/200	1	0.4 m²	2
Outlet	400/400	1	0.3 m²	1
Outlet	315/250	1	0.5 m²	3
Reducer/Expa	100/80	1	0 m²	1
Reducer/Expa	100/80	1	0 m²	1
Reducer/Expa	125/80	1	0 m²	2
Reducer/Expa	160/100	1	0 m²	1
Reducer/Expa	160/125	1	0 m²	2
Reducer/Expa	200/125	1	0.1 m²	5
Reducer/Expa	200/125	1	0.1 m²	3
Reducer/Expa	200/160	1	0 m²	1
Reducer/Expa	200/160	1	0 m²	3
Reducer/Expa	250/160	1	0 m²	2
Reducer/Expa	250/200	1	0 m²	2
Reducer/Expa	250/200	1	0.2 m²	12
Reducer/Expa	315/160	1	0 m²	1
Reducer/Expa	315/200	1	0.1 m²	2
Reducer/Expa	315/200	1	0.2 m²	3
Reducer/Expa	315/250	1	0.2 m²	12
Reducer/Expa	315/250	1	0.3 m²	8
Reducer/Expa	400/200	1	0.1 m²	1

Reducer/Expa 400/250	1	0.1 m^2	1
Reducer/Expa 400/315	1	0.2 m^2	5
Reducer/Expa 400/315	1	1.5 m^2	6
Reducer/Expa 500/315	1	1.4 m^2	3
Reducer/Expa 500/400	1	1.4 m^2	3
Reducer/Expa 300x300/200	1	0.1 m^2	2
Reducer/Expa 300x300/250	1	0.2 m^2	4
Supply air d 250	JEVSJS-_ JS-250-500-540		18
Supply air d 600x100	OD101	TVA/N-600-100	28
Supply air d 800x100	OD101	TVA/N-800-100	6
Supply air d 125	TD201	JRC-160-420(R4)+TRI-125-160(N)	1
Supply air d 160	TD201	JRC-200-600(R4)+TRI-160-200(N)	12
Supply air d 200	TD201	JRC-250-600(R4)+TRI-200-250(N)	14
Supply air d 250	TD201	JRC-315-600(R4)+TRI-250-315(N)	14
Supply air d 315	TD201	JRC-315-600(R4)+TRI-315-315(N)	2
Supply air d 100	TD202	ULA/N-100(R1)	2
Extract air 100	FD101	URH/A-100	8
Extract air 125	FD101	URH/A-125	31
Extract air 160	FD101	URH/A-160	2
Extract air 160	FD201	JRC-160-420(E)	3
Extract air 250	FD201	JRC-250-600(E)	7
Extract air 315	FD201	JRC-315-600(E)	1
Extract air 300x300	FD302	AGC/N-300-300	6
Extract air 125	FD401	BRTO-1-125	2

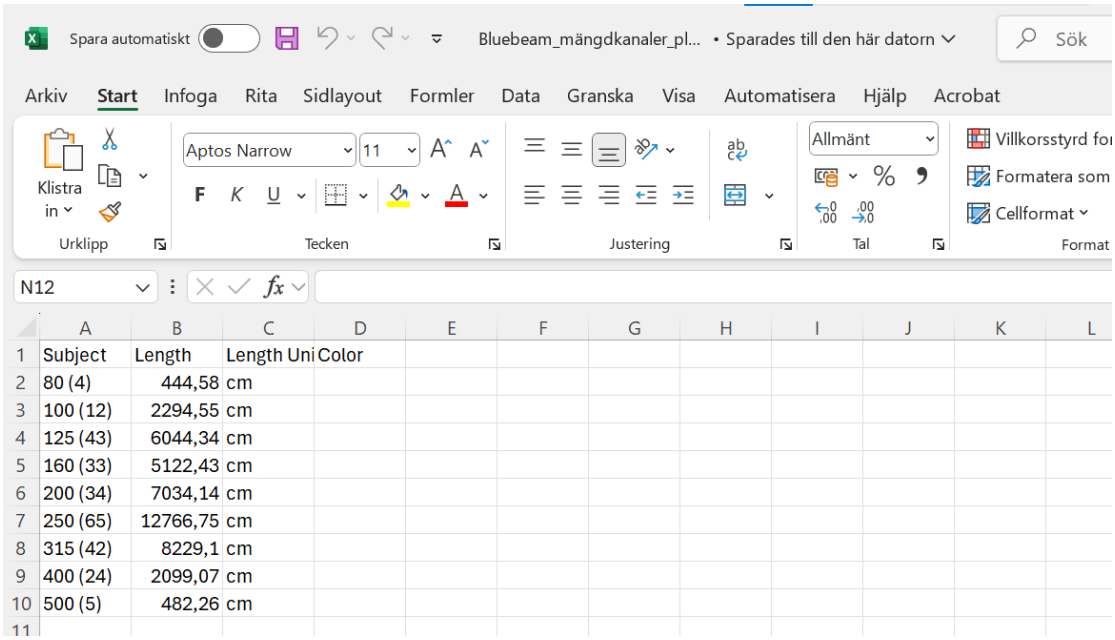
Extract air 250			JEVEExha Exhaust spigot 250		7			

Range:

Class	Size	Series	Product	N	L [m]	Insul. A	s [mm]	Surface area
Extract air 315		JEVEJCE-	JCE-3+1	12				
Extract air 500x50		OD101	ORTOa 500 DOUBLE N	1				
Extract air 250		OD401	E5O250	6				
Exhaust air 125		AD102	RVA 125	2				
Flow damper 200		KFD101	DAU 200 0.5 m^2	3				
Flow damper 315		KFD101	DAU 315 2 m^2	6				
Flow damper 250		SP101	BRTA-2-250-1 0.2 m^2	2				
Flow damper 315		SP101	BRTA-2-315-1 0.5 m^2	4				
Flow damper 160		SP201	DIRU-160 0.1 m^2	3				
Flow damper 250		SP201	DIRU-250 0.3 m^2	6				
Flow damper 400		SP201	DIRU-400 0.5 m^2	6				
Silencer	125	LD101 2.1 m^2	LFAC-1-125-600	9				
Silencer	160	LD101 0.9 m^2	LFAC-1-160-600	3				
Silencer	200	LD101 0.4 m^2	LFAC-1-200-600	1				
Silencer	250	LD101 3.8 m^2	LFAC-1-250-600	8				
Silencer	315	LD101 0.6 m^2	LFAC-1-315-600	1				
Silencer	315	LD102 8 m^2	LFAC-1-315-900	9				
Silencer	400	LD102 6.8 m^2	LFAC-1-400-900	6				
Air handling 125			LB02-CF1 K 125 EC sileo	1				
Air handling 125			LB03-FF1 K 125 EC sileo	1				
Air handling 125			LB04-FF1 K 125 EC sileo	1				
Access panel 160		RL101	Cleaning cover-016-circ plug	1				

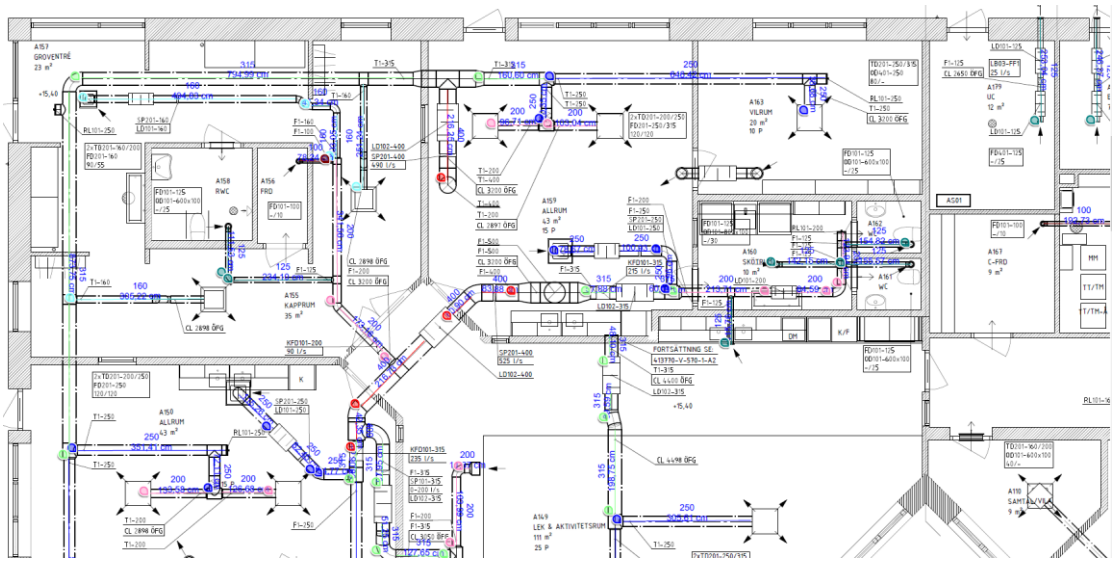
Access panel 200	RL101	Cleaning cover-020-circ plug	2
Access panel 250	RL101	Cleaning cover-025-circ plug	15
Access panel 315	RL102	Cleaning cover-031-circ plug	4
Jeven light		2x18W	3
Jeven light		2x58W	10
Jeven module		IK201	13
Jeven module		IK401	1

10.1.5 Exempel på mängdning via Bluebeam



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Subject	Length	Length Uni	Color								
2	80 (4)	444,58	cm									
3	100 (12)	2294,55	cm									
4	125 (43)	6044,34	cm									
5	160 (33)	5122,43	cm									
6	200 (34)	7034,14	cm									
7	250 (65)	12766,75	cm									
8	315 (42)	8229,1	cm									
9	400 (24)	2099,07	cm									
10	500 (5)	482,26	cm									
11												

Skärmbild av en sammanställning av mängdning i Bluebeam



Skärmbild av pdf från mängdning i Bluebeam

10.1.6 Tabell tid över ritning kontra skapandet av modell.

Tid för att utfärda en ritning kontra göra en fullständig modell (av ett plan)						
	Ritning	Modell				
Antal timmar	4	3				

Tabell 1 Tabell tid över ritning kontra skapandet av modell

10.1.7 Tabell över tid för mängdavtagning mellan Bluebeam och BOM-lista

Tid för att utföra mängdtagning av ett plan Fridländersgatan 20					
	Bluebeam	BOM-lista			
Antal minuter	120	10			

Tabell 2 Tabell över tid för mängdavtagning mellan Bluebeam och BOM-lista

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2025
www.chalmers.se