

Integrationen mellan BIM och GIS

- *Vilka problem kan uppstå i samspelet mellan BIM och GIS?*



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Trafik och Samhälle / Trafik och väg

Examensarbete:
Marcus Westbroek
Viktor Brink

© Copyright Marcus Westbroek, Viktor Brink

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2023

Sammanfattning

Detta examensarbete görs i syfte om att undersöka möjligheten att integrera de två informationssystem Byggnadsinformationsmodellering (BIM) och Geografiskt informationssystem (GIS). I byggbranschen har BIM blivit alltmer användarvänligt för både leverantörer och beställare. En sak som saknats är möjligheten att bygga upp 3D modeller på en karta med ortofoto, vilket är geometriskt korrigerade flygbilder. Att skapa modeller idag är ingen nyhet men att automatisera och integrera informationen i ett flöde mellan geografiska kartor och byggnadsprojekt är en komplicerad process. Detta examensarbete ämnar sig åt att göra en problemundersökning i samarbete med Sweco, Digital Services i Malmö. Frågeställningarna som ligger till grund för arbetet är följande:

- Hur ser integrationen mellan BIM och GIS ut idag?
- Finns det några förbättringsmöjligheter för samverkan?
- Hur hade arbetsprocessen effektiviserats genom att införa en gemensam standard?
- Hur ser användandet av FME ut i dagens arbetssätt?

För att nå ett resultat har både en intervju och litteraturstudie kring ämnet utförts. Fördjupningar kring Trafikverkets kravdokument och grundläggande information om BIM och GIS finns med i *kapitel 3* för att sedan analyseras och diskuteras i *kapitel 6*. Erhållen information från litteraturstudien sammanställs med analyser från intervjustudien för att nå en sammanhängande slutsats.

Slutsatserna i denna rapport är att dagens arbetsprocess fortfarande är under utveckling, programmen för att automatisera flödet finns men egna val av arbetsflöden leder till en svårare integrering av BIM och GIS. Brist på tid och kommunikation leder till handpåläggning som förlänger processen. Det finns utforskad teknik som bör undersökas för att förbättra och automatisera arbetsgången. Implementering av BIM och GIS klassas som en viktig del i arbeten och tros endast växa. Många aktörer utvecklar nya tjänster som breddar samspelet mellan BIM och GIS. Trafikverket undersöker möjligheten att standardisera mer. Beställaren ser samspelet som en viktig och lönsam del i arbetsprocessen. Att finna en gemensam arbetsgrund för aktörerna är essentiellt då fler alternativ kräver en bredare kompetens.

Nyckelord: BIM, GIS, Integration, Standardisering

Abstract

The main purpose of this thesis is about investigating the possibility of integrating two information systems with each other. Namely Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). In the construction industry, BIM has become increasingly user-friendly for both suppliers and clients. Something that has been previously missing is building 3D models on a map with orthophotos. Creating models today is nothing new but automating and integrating information in a flow between geographic maps and building projects is a complicated process. This thesis aims to investigate the problems connected to this integration in collaboration with Sweco, Digital Services in Malmö. The questions that form the basis of the document are the following:

- What does the integration between BIM and GIS look like today?
- Are there any opportunities for improving this collaboration?
- How can the work process be made more efficient by introducing a common standard?
- What does the use of FME look like in today's working methods?

To reach a conclusive result, both an interview and a literature study on the subject have been carried out. In-depth information about the Swedish Transport Administration's requirements document and basic information about BIM and GIS is included in *chapter 3*, which is then further analyzed and discussed in *chapter 6*. Information obtained from the literature study is combined with the response from the interview study to reach a coherent conclusion.

The conclusions that could be drawn are that today's work process is complicated where many consultants are involved. Lack of time and communication leads to manual labor which prolongs the process. There are unexplored technologies that should be explored to improve and automate the workflow. The implementation of BIM and GIS is considered an integral part of today's construction project and is believed to only grow. Many actors are developing new services that broaden the interaction between BIM and GIS. The Swedish Transport Administration is investigating the possibility of introducing further standardizations. The client side see BIM and GIS as an important and profitable part of the work process. Finding a common working basis for the involved actors is essential because more alternatives often lead to consultants needing a broader set of skills.

Keywords: BIM, GIS, Integration, Standardizing

Förord

Detta examensarbete utgör den avslutande delen av författarnas utbildning inom Väg- och Trafikteknik samt Järnvägsteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Rapporten omfattar 22,5 hp av det totala 180 hp och har genomförts under perioden juni till september 2022 i samarbete med Sweco Sverige AB.

Vi vill först och främst rikta ett stort tack till Niklas Juntikka, vår handledare på Sweco, Digital Services i Malmö. Niklas har välkomnat oss in till företaget och erbjudit kontinuerligt stöd, engagemang under hela resan. Även en stor eloge till alla på Digital Services som alltid varit inbjudande och tagit sig tiden att undervisa inom ämnet.

Vi vill också utbringa ett stort tack till vår handledare från Lunds Tekniska Högskola, Pajtim Sulejmani som motiverat oss till att bli bättre, regelbundet granskat vårt arbete och gett värdefull feedback. Inget har stoppat honom från att korrekturläsa arbetet.

Tack till alla som valt att medverka i vårt arbete. Vare sig i enklare frågor, intervjuer eller granskning. Utan er hade detta arbete inte varit möjligt.

Det har varit ett sant nöje för oss att få utföra detta arbete. Tusen tack till alla vi fått lära känna över under denna period.

September 2022

Marcus Westbroek & Viktor Brink

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och målsättning	3
1.3	Frågeställningar	3
1.4	Metodbeskrivning	3
1.5	Avgränsningar	4
2	Metodik	5
2.1	Metodlära	5
2.1.1	Litteraturstudie	6
2.1.2	Intervjustudie	6
2.2	Val av metod	7
2.2.1	Förstudie	7
2.2.2	Huvudstudie	7
3	Litteraturstudie	8
3.1.1	Byggnadsprocessen	8
3.2	Byggnadsinformationsmodellering	11
3.2.1	Vad är BIM	11
3.2.2	BIM i tidigt skede	12
3.2.3	Värdet av BIM i Sverige och EU	12
3.2.4	BIM mjukvara och applikationer	14
3.2.4.1	Autocad	14
3.2.4.2	Revit	14
3.2.4.3	Navisworks Manage	14
3.2.4.4	Bentley System Microstation	15
3.3	Geografiskt informationssystem	16
3.3.1	Vad är GIS	16
3.3.2	GIS mjukvara och applikationer	16
3.3.2.1	ArcMap	16
3.3.2.2	ArcGis Pro	17
3.3.2.3	Projektwebbkarta	17
3.3.2.4	RobotSam	17
3.3.2.5	Unreal Engine – Lumen	17
3.4	GIS Tillämpningsprogram	18
3.4.1	Feature manipulator Engine	18
3.4.2	Vad är FME	18
3.4.3	FME Produkter	18
3.4.4	ProjectWise	20
3.6	Digital projekthantering	20
3.5	Objektorienterad informationsmodell	21
3.6	Utbytesnivå	23

3.7	Standardisering	24
3.7.1	Industry Foundation Classes	24
3.7.2	ISO 19650	25
4	Arbetsprocessen för BIM och GIS	26
4.1.1	GIS nulägesbeskrivning	26
4.1.2	BIM nulägesbeskrivning	28
5	Intervjustudie	30
5.1.1	Bakgrund	30
5.1.2	BIM och GIS-samordning	31
5.1.3	Standardisering av BIM- och GIS-data	32
5.1.4	FME	34
6	Analys	35
6.1	Hur ser integrationen mellan BIM och GIS ut idag?	35
6.2	Finns det några förbättringsmöjligheter för samverkan?	37
6.3	Hur hade arbetsprocessen effektiviserats genom att införa en gemensam standard?	39
6.4	Hur ser användandet av FME ut i dagens arbetssätt?	41
7	Slutsats och diskussion	42
7.1	Diskussion	42
7.2	Metod för Samordningsmodell	43
7.3	Slutsats	44
7.4	Fortsatta studier	44
8	Referenser:	45
8.1	Webbsidor	45
8.2	Litteratur	47
8.3	Video	47
8.4	Illustrationer	48
9	Bilagor	49
	Bilaga 1 – Definitionslista	49
	Bilaga 2 - Intervjufrågor	51
	Bilaga 3 - Erfarenheter	53

1 Inledning

I det inledande kapitlet kommer arbetet och det bakomliggande syftet att lyftas. Läsaren introduceras till ämnet, frågeställningar och metoder som arbetet berör.

Anläggningsbranschen står inför en modernisering där data som tidigare varit tillgänglig som fysiska produkt numera håller på att digitaliseras. Företag väljer att arbeta effektivare genom att integrera fler digitala verktyg för att underlätta projekteringsprocessen hela vägen från förstudie till förvaltningskedje.

Detta examensarbete undersöker möjligheten att förbättra samverkan mellan Byggnadsinformationsmodellering (BIM) och Geografiska informationssystem (GIS) samt hur denna samverkan anses fungera från diverse perspektiv. Dessa inkluderar leverantör, entreprenad, beställare och programutvecklare.

1.1 Bakgrund

Begreppet BIM, byggnadsinformationsmodellering, är ett digitalt arbetssätt som underlättar inom olika teknikområden. Arbetssättet hjälper bland annat till att illustrera den ekonomiska helhetsbilden för ett byggnadsprojekt under hela dess livscykel. BIM är ett vanligt arbetssätt inom konstruktion och förvaltning för att hitta alternativa lösningar till byggnadsprojekt. Modellen har flera olika egenskaper för att visualisera realistiska beteenden på byggkonstruktioner. Metodiken ger också möjlighet att hantera data i flera dimensioner. Beskrivningen av tidsrelationen och schemaläggning av olika komponenter klassificeras som 4-dimensionella BIM-modeller (4D). Läger man till kostnadsflödet och budgetering tillkommer även en dimension (5D) och kan framställas i verktyget som bygger upp värden för byggnadskomponenterna i BIM-modellen. Byggnadsinformationsmodellering är ett sätt att visualisera och hantera data med relationer till realiteten, snarare än traditionell 3D-modellering som endast behandlar geometrin (Autodesk, 2022).

GIS är ett informationssystem som används vid hantering av kartor och samhällsplanering. Redskapet används dagligen runt om i världen i olika sammanhang. GIS används när digitala kartor länkas samman med integrerad information för en specifik plats. Inom byggnadsprojekt kan visualisering av projektet granskas redan i detaljplaneringen med hjälp av satellitbilder. Vid väg eller järnvägsprojekt där oftast Trafikverket står som beställare är det

vanligt att GIS underlättar lokaliseringen av projekteten. Innehållet av GIS ger ytterligare en dimension för hur omgivande miljö ser ut och kan visa specifik information som kan vara av intresse för en bestämd plats. Det finns en rad olika program inom GIS som bygger på olika plattformar (Lantmäteriet, 2022).

Sammanlänkningen mellan BIM och GIS innebär att 3D modeller kan skapas och appliceras för ett specifikt område. Integrationen möjliggör för en automatiserad byggnadsprocess där viktiga beslut kopplade till ekonomi och förvaltning kan granskas i ett tidigt skede. Ur ett hållbarhetsperspektiv kan information om miljöpåverkan för olika material och transporter erhållas. Detta kan bidra till att ett projekt kan få bättre lönsamhet inom utsatt tidsåtgång, effektivare materialhantering och minska risken för suboptimering (Song et al, 2017).

Utmaningen idag ligger i att hanteringen av data från BIM och GIS inte är helt kompatibla med varandra. Försök till integration kan leda till att viktig datainformation kan ändras i omvandlingen till CAD- filer eller till och med försvinna i konverteringsförsöken. Det finns tillgängliga konverteringsprogram på marknaden, för att få samspelet att fungera mellan dessa program behöver data köras genom egna skript i mjukvaran Feature Manipulation Engine (FME). Detta program manipulerar data på olika sätt och används idag för att filtrera bort onödig information i syfte att förädla och automatisera flöden mellan filformaten, vilket gör data kompatibel med varandra. Problematiken kvarstår i att en viss datamängd som behandlas mellan projektörer, samordnare och kravställare inte sker efter samma förutsättningar. En standardisering kan bidra till att effektivisera arbetsflödet.

Detta examensarbete syftar till att ge en tydligare bild på hur BIM kan implementeras och sammankopplas med GIS i verkligheten för all typ av byggnadsprojekt. Studien kommer att utgå från hur processen fungerar idag och arbeta sig framåt för att hitta förbättringspotential inom BIM och GIS för smidigare hantering av data. Studien kommer till stor del av att bygga på kvalitativa studier med respondenter från både Sweco och Trafikverket för att utröna hur sammankopplingen mellan BIM och GIS fungerar idag och vilka förbättringspunkter som finns för att effektivisera arbetsflödet. I litteraturstudien klargörs mer ingående om BIM och GIS, och hur verktygen används inom byggbranschen.

1.2 Syfte och målsättning

Syftet med detta examensarbete är att analysera och granska hur Byggnadsinformationsmodellering (BIM) och Geografiskt informationssystem (GIS) kan integreras mellan varandra för att uppnå effektivare arbetsflöde. Integrationen mellan verktygen ska ge användaren bättre möjlighet att möta upp kravställningen som Trafikverket etablerat.

Målsättningen är att utifrån litteratur- och intervjustudien föreslå förbättringar i arbetsprocessen som sedan ska kunna implementeras för att uppnå effektivare arbetsflöden.

1.3 Frågeställningar

- Hur ser integrationen mellan BIM och GIS ut i idag?
- Finns där förbättringsmöjligheter för samverkan?
- Hur hade arbetsprocessen effektiviserats genom att införa en gemensam standard?
- Hur ser användandet av FME ut i dagens arbetssätt?

1.4 Metodbeskrivning

För att uppnå ett resultat med en hög anknytning till verkligheten baseras den resulterande delen av detta examensarbete på två olika typer av intervjuer; semistrukturerad och temaintervjuer där deltagare med kompetens inom relevant område intervjuas. På så sätt kan man få en direkt koppling till den nuvarande problembeskrivningen och förslag på lösningar för att överbygga de hinder som finns.

I arbetet har respondenter med varierande erfarenheter intervjuats. Expertis från Trafikverket och konsulter inom området har intervjuats för att få en bred varians på de svar som frågeställningarna grundas på och möjliggör ett propert underlag för analys och förbättringsförslag. Rapporten ska både ge läsaren en överskådlig bild över BIM och GIS samt hur olika aktörer ställer sig till nuvarande arbetssätt och hur det kan förbättras ytterligare i framtiden.

1.5 Avgränsningar

Eftersom arbetet skrivs i samarbete med Sweco Sverige AB berör det i synnerhet den teknik som redan används av företaget. Nya programvaror kommer att testas men inkluderas inte i arbetet ifall de anses vara irrelevanta eller överflödigt för den resulterande delen.

Arbetet kommer inte att inkludera tillvägagångsätt som innefattar kodning av ny programvara. Endast programmering av redan befintlig mjukvara (FME) används i denna studie.

2 Metodik

I detta kapitel presenteras författarnas tillvägagångsätt för att nå fram till det resulterande analyskapitlet.

2.1 Metodlära

Examensarbetet bygger på ett tillvägagångsätt som utformas efter kvalitativa och kvantitativa undersökningar. Metoder för att nå ett resultat finns i olika utsträckningar och viktig del i forskningsprojektet är att redovisa vad som gjorts. I uppsatsen används metoder som urval av referenshantering och viktiga begrepp. Framförande av analytiska begrepp och bilagor presenteras grundligt. I texterna redogörs information om ämnet och vilka typer av källor som är sammanhängande för tidigare forskning (Paulsson, 2020). I arbetet finns följande punkter:

Källkritik: Tillvägagångsätt för att nå en historisk forskning inom valda områden. Källkritiken är vald efter trovärdighet och innehåll som lämpas till arbetet.

Teoretiskt Perspektiv: Egna hypoteser och teoretiska perspektiv för analysdelen.

Undersökningen sker med olika metodstudier för att nå ett slutgiltigt resultat. Metodläran är en fördjupad del av metoden som är angivet i *kapitel 1.4* där grundläggande information erhålls till examensarbetet. För att arbetet ska kunna nå ett godtyckligt resultat krävs det att kontrollerbarhet, upprepningsbarhet och individberoendet ska finnas med för ett välstrukturerat arbete (ibid.).

Kraven klassificeras och beskrivs till metodkapitlet och anses godkännande när dessa återupprepas i rapporten. Kontrollbarheten appliceras i arbetet för att noggrant få med hur beskrivningar förbinder sig till syftet.

Upprepningsbarheten i arbetet ökar förtroendet för läsaren då arbetet publiceras och vid senare skede tillgodoser fler individer. Forskningen kring BIM och GIS finns även individberoendet för att inte olika källor i form av individer ska ändra eller påverka resultatdelen. Tillgångarna som använts erhåller vilken typ av metod som valts för att effektivisera arbetet och uppnå syftet och frågeställningarna (ibid.).

2.1.1 Litteraturstudie

Arbetet grundar sig i tidigare forskning, rapporter och uppsatser. Det material som studerats kommer främst från internet, där Googles verktyg ”Scholar” används som sökmotor.

Litteraturstudien genomförs i syfte om att samla och lyfta tidigare studier inom området. Detta medför att läsaren begrundar den bakomliggande information och relevanta termer som berör arbetet. Källhanteringen tillåter en fördjupad kunskap för respektive kapitel som litteraturstudien innefattar.

En av fördelarna med denna metod är att det möjliggör insamlingen av större mängder information under en kort period. Detta eftersom de tidigare studierna bidrar med sekundärdata (ibid).

2.1.2 Intervjustudie

En intervjustudie är en kvalitativ metod för att undersöka och bredda kunskapen inom det valda området. Under arbetets gång genomfördes ett antal intervjuer med personer från olika kompetensområden. Dessa intervjuer skedde antingen på plats i ett fysiskt möte, digitalt antingen via Microsoft Teams eller genom ett frågeformulär där en diskussion skapas i efterhand via följdfrågor. Frågorna som ställs till diverse respondent kan variera beroende på kunskapsområde, roll inom företaget eller vilken typ av aktör det handlar om. Alla frågor delas in i ett av tre olika typer av datainsamling, idéinsamling och faktainsamling (ibid).

Med idéinsamling menar man att frågorna utgår från ett specifikt tema och formas därefter under intervjuens gång. Formen på frågorna är direkt beroende till de svar som anges. Dessa typer av frågor håller vanligen en öppen karaktär och tillåter respondenten till fria svarsalternativ (ibid).

När man ställer frågor som kategoriseras som faktainsamling är frågorna oftast standardiserade och frågeställningen är uppställd på liknande vis i alla intervjuer som ges. Med detta format kan även svarsalternativen vara utformade. Detta tillåter intervjun att genomföras som en enkät med fördelen att svaren inte kan påverkas av utomstående faktorer som inte har med själva intervjun att göra (ibid).

För att motverka förlusten av fakta eller risken av att felcitera bör intervjuerna spelas in om tillstånd av respondent ges. Anteckningarna bör endast användas som komplement till det inspelade materialet för att underlätta förståelsen vid transkribering av videomaterialet samt citering.

2.2 Val av metod

2.2.1 Förstudie

Arbetet inleder med bakgrund, syfte och mål för att sedan gå in på litteraturstudien. Förstudien är en grund till att arbetet kunde genomföras och innehåller den insamlade fakta från källor som ger läsaren en insikt om vad ämnet berör. Bakgrund och användning inom BIM och GIS ges i inledande kapitel och ger en förståelse för ämnet. Studien ger en inblick om vad innehållet handlar om och en grund för huvudstudien. Kunskap inom ämnet hittades i böcker och i tidigare forskning. Flertal diskussioner med BIM och GIS konsulter på avdelningen började i tidigt skede för att få en uppfattning om vilken fakta som var relevant för att ta med i arbetet. Inledande av förstudien ingick en uppgörelse med en av gruppcheferna på Sweco Digital Services i Malmö, en uppdragsledare för mark och en projektledare inom järnväg för genomgång av arbetet. Handledare från Sweco samordnade viktig information till frågeställningar och gav en betydande roll för inledande av arbetet.

Förstudien kunde påbörjas efter godkännande utav handledare från Sweco och Lunds Tekniska Högskola.

2.2.2 Huvudstudie

För att nå den resulterande delen i denna rapport har expertis och konsulter inom Digital Services på Sweco varit med för att diskutera och analysera kring frågeställningarna. Intervjustudierna och litteraturstudierna ger kunskap för läsaren som ingår i huvudstudien. Olika erfarenheter för respondenterna ger ett större perspektiv på faktainnehållet som inte är beroende av varandra.

Intervjufrågorna presenteras senare i arbetet, se *kapitel 9, bilaga 2*. Med avseende på tidigare Corona-pandemi och semestertider förekom flertal intervjuer på distans via Teams. Fysiska möten skedde efter godkännande av respondenterna. Mötena planerades tidigt för förberedelser kring frågor och frågeställningar som senare transkriberades till analys och diskussionsdelen, se *kapitel 6 och 7*.

Huvudstudien ger ett underlag för möjlig åtgärd för hantering av data till BIM och GIS och hur arbetsflödet fungerar idag. Exempel på vidare utvecklingsområden kommer att föreslås i *kapitel 7.4* där ett antal problematiska områden kommer att publiceras och förbättringsmöjligheter kommer föreslås.

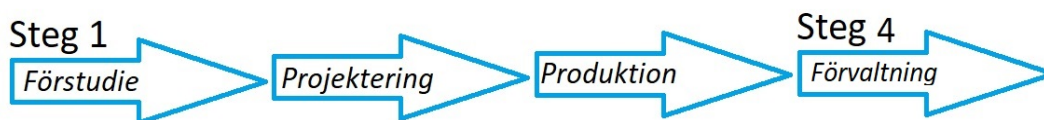
Förslagen är baserade på den information som samlats in under arbetets gång och riktar sig på arbetsprocesser som uttrycks sig som problematiska.

3 Litteraturstudie

I detta kapitel publiceras den grundläggande information som rapporten grundas på.

3.1.1 Byggnadsprocessen

När man talar om ett projekt inom byggbranschen finns vanligtvis en byggnadsprocess. Denna process delas in i fyra delmoment, Förstudie, Projektering, Produktion och Förvaltning. Figur 1 nedan illustrerar detta;



Figur 1 - Byggnadsprocessens fyra olika delskeden (Tillmar. J, 2010).

I förstudien krävs det en byggherre och en idé för att utföra ett större byggnadsprojekt. Viktigt i första fasen är att undersöka olika möjligheter och intressen i byggnadsprojektet. Det finns olika orsaker till att ett projekt påbörjas. Inom väg- och järnvägsprojekt kan följande faktorer ligga bakom en nybyggnation:

- Större uträkning av järnvägsnät (ex. Lommabanan)
- Nya järnvägsstationer
- Drift- och underhållsarbeten
- Förärv av en anläggningstillgång

Från och med att ett projekt påbörjas krävs det analyser om bygget är lönsamt för beställaren, konsulterna och entreprenadfirman som utför arbetet. Viktigt för arbetet är att de utsatta målen uppfyller sina krav. För att arbetet ska kunna fortgå ska förstudien tillhandahålla den hållbara nyttan, intresset för allmänheten och om bygget är hållbarhetsstyr (Tillmar, 2020).

I förstudien är BIM modeller effektivt för att hitta en bättre samverkan mellan byggherre och projektör. För att nå en effektiv process redan från byggstart, kan byggherren granska arbetet innan produktionen. Redan från början finns det möjligt att ta fram kalkyler för att upprätthålla och säkerställa att inte allt för stora ÄTA-arbeten (*Ändring-tilläggs-avgående arbete*) tillkommer, detta avser förändring av det ursprungliga arbetet. Implementering av BIM medger en minskning av de ekonomiska konsekvenserna. Upp till hälften av

entreprenadens installationskostnader går att bespara med 3D och 4D-modeller från BIM.

Medräknat redan från byggstart, är att tydlig information inom underhålls och miljöaspekter speglas in i projekten. För att nå kundens önskemål är det möjligt att stämma överens med slutkund gällande kostnader, kvalité och funktion (Herrera E, 2015).

I steg ett (se figur 1) ska uppgörelser mellan entreprenadfirman och konsultfirman besluta hur arbetet uppdelas, vilka som gör vad och vilken typ av arbetsform som är mest lämpad för planerat arbete.

I förstudien finns ytterligare tre områden;

- Utredningsskedet
- Programskedet
- Projekteringsskedet

Utredningsskedet innefattar lokaliseringsutredningar, omfattning av storlek, innehåll och utgifter. Detta skede görs för att nå en tydlig beskrivning hur situationen ser ut idag. Utredningar såsom tomt, markanvändning, tomtgränser och geotekniska data finns med i det första skedet. Nästa fas i utredningsskedet är miljö och behovsanalys för att i sin tur få en bygghandling. När alla krav är godkända fås handlingarna som ger underlag för de beslut som fattats.

Programskedet har som syfte att säkerställa att alla mål och förhandlingar som talats vid tidigare skede. Handlingarna klarläggs senare till projekteringsarbeten där exakta besked ges till beställaren. Syftet innehåller även att upprätthålla byggsystem, arbetsmiljöplaner, beskrivningar, miljöbeskrivningar, och kravspecifikationer. För att nå anbudet krävs det att dokument inom försäljning skapas för att senare leda till byggstart om de uppsatta målen uppfylls mellan beställaren och byggherren (Tillmar, 2020).

Projekteringsskedet inom BIM innebär att ingenjörer inom olika kategorier använder utvecklade datorprogram för att nå ett underlag till nästkommande process, *förvaltningsprocessen*. Under projektets gång kommer det in flertal ”leveranser” som består av olika skeden. Dessa skeden är allt från bygglov till systemhandlingar. Underlaget som är en studie mot leveransen klassar in olika typer av ritningar, mängdförteckningar och beskrivningar.

I projekteringsskedet är aktörerna som står bakom ritningarna ansvariga för olika delområden som de har gjort. I fall en ingenjör har designat ett våningsplan på en järnvägsstation har personen ansvar för detta delområde.

BIM projekteringen innebär att man redan från start jobbar med 3D-objekt. Processen jämfört med 2D är att man får en tydlig struktur på hur olika parametrar som volym, massa, höjd och längd, bredd, material och egenskaper kan visas i verklig skala för att sedan representeras. Alla dessa tre steg utgör senare *projekteringsprocessen* (Jongeling, 2008).

Produktionsskedet innebär att det finns tillräckliga förutsättningar för bygget att starta. Precis innan produktion ska AF (Administrativa föreskrifter), beskrivningar och dokumenthandlingar granskas på plats för att utgöra en kontroll av besiktning på byggarbetsplatsen.

Från det att spaden sätts i jorden till slutproduktion innehåller denna fas upprätthållning av kontakt med entreprenörer, kommuner och övriga intressenter som kan länkas samman med projektet. I Produktionsskedet finns det dokument som innehåller kvalitetsplaner, resursplaner, miljöplaner och övriga protokoll till besiktningar. Dessa dokument är framtagna för entreprenörerna och hantverkarna för att nå de uppsatta regelverken (Tillmar, 2020).

Förvaltningskedet är det sista steget i processen. Förvaltningen inom byggnadsprojekt är i stora drag; drift- och underhåll på ett annat ställe. Förvaltning kan vara inom alla väg- och järnvägsprojekt. Processen innebär att arbete, ekonomi och erfarenhet omvandlas till ett utrymme för byggnadsprojektet.

Tillmar (2020) fann i sin rapport att det finns två olika utförande av förvaltningar där teknisk och ekonomisk förvaltning ligger till grund för underhåll och uthyrning av fastigheter/bostäder och upphandlingar.

3.2 Byggnadsinformationsmodellering

3.2.1 Vad är BIM

BIM är ett samlingsnamn för *Byggnadsinformationsmodellering* och för engelskan *Building Information Modelling*. Begreppet används likväl som i början vid ett projekteringsskede eller senare under projektets gång. BIM är en process för att skapa en eller flera modeller där det senare finns möjlighet att granska information kopplat till en 3D-modell. När projektören använder sig av BIM kan objektet som skapas vara allt från en järnvägsräls till en husfasad där det senare finns tillgänglig information om dessa objekt (Hansson et al. 2017).

Enligt *Hansson et al. (2017)* kan BIM definieras som följande:

- 3D/5D modeller där information av olika detaljer lagras till en databas som senare kan organiseras
- BIM behöver inte vara fysiska objekt utan kan användas som logiska sammanställningar av delar till projekten kopplat till informationen
- Granskning av olika typer av egenskaper
- Överblick för olika förhållanden mellan objekt
- Modell som under projektets livscykel tar fram lagringar över en viss tid och även tillgodoser ekonomin
- BIM tar inte hänsyn till ett visst program utan fungerar på olika plattformar med olika arbetssätt
- Från initieringsprocessen till projekteringsprocessen är det möjligt att lagra information
- Olika val gällande vyer på modellstyrningen; simuleringar, tidsplanering, beräkningar och ekonomistyrning (Hansson et al.2017).

3.2.2 BIM i tidigt skede

Ett av de tidigare upphittade dokument gällande BIM hittades redan vid årtalet 1975 där konceptet var *Building Description System*, *BDS* som grundar sig för användningen av data i stället för ritningar till olika objekt. Detta koncept från professor *Charles Eastman* hade från början bara en funktion av 2D-ritningar och parametrisk design. *BDS* infördes för att kunna förbättra befintliga ritningar inom byggdesign, konstruktion och drift samtidigt som att man eliminerar svagheterna på de befintliga områdena. Det fanns flera grundtankar bakom *BDS* som kan förknippa sig med *BIM*, där förmågor som hantering av lagring av data, beskrivningar av dokument, sammanbildningar av element och förmågor att generera ritningar. En stor utveckling skedde när konstruktören själv kunde be om olika planer, sektioner och sprängskisser hen ville få mer information om. En automatisering av data som uppdateras frekvent med hjälp av system ligger till grund för *BDS*, som vi idag känner till som *BIM*.

Första välkända termen för *Building Information Modelling*, *BIM* kom inte förens 1986 i ett dokument av *Robert Aish*. Våldigt snabbt inpå blev det välkända begreppet mer använt av förteget *GMW Computers Ltd* som även gjorde ett av dom första *CAD*-programmen *RUCAP* med förkortning *Riyadh University Computer Aided Production System* (Eastman 2008).

Under 1980 blev datorprogrammen mer välkända och flera hundra ingenjörer som använde *RUCAP* fick snart veta om de system vi känner till idag. Enligt Eastman et al. (2008) kan man följa att frågeställningen från *BDS* till *BIM* fick sitt koncept till verklighet bara inom några år.

3.2.3 Värdet av BIM i Sverige och EU

Modelleringen i dataprogram kommer vara ett enskilt språk i framtiden när det talas om *BIM*. Att kunna nyttja och fortsätta utveckla datorprogram till de 18 miljoner människor som jobbar inom anläggningsbranschen i Europa värderas högt. Information från Trafikverket (2017) ges att 9% av *BNP Brutto National Produkt* ligger till grund enbart från anläggningsbranschen. Datorprogram kopplat till arbetsplatserna idag finns i en hel annan utsträckning än förr och klassas som en digital revolution. Att samla in information om byggandet från start till slut, det vill säga under hela livscykeln omfattar användandet av *BIM* idag medger Trafikverket (2017).

EU-kommissionen som har sitt säte i Bryssel diskuterar med övriga länder i Europa om *BIM*-hantering medverkat på olika *BIM-Tasks Groups* där Trafikverket är en del av respondenterna. Förhållningssättet av *BIM* sam presenteras i EU gemensamt och representeras i handboken enligt

Europeiska unionen (2016) där Trafikverket står för hela fem av elva exempel från olika fall kopplat till arbete och byggande av BIM.

I Boken framtagen av Europeiska unionen talar man om att det ligger stort värde i:

- Offentlig upphandling av infrastrukturprojekt
- Offentlig infrastruktur som berör verksamhet & underhåll
- Lagstiftning

I den privata sektorn finns olika värden som att BIM ger bättre samordning med tekniken. I den offentliga sektorn ger modelleringen en ekonomisk fördel. Nyttan med BIM från det privata och offentliga perspektivet illustreras i tabell 1 nedan. Utöver de ekonomiska fördelarna kan även BIM se fördelar i hållbarhetsperspektivet då materialhantering och mindre avfall till deponier sker vid implementering.

Energisimuleringar efter hantering av material leder till ett lägre energibehov till de kommande infrastrukturprojekt. Även den sociala delen visar sig ur BIM perspektivet då projekten kan visa sig utåt i den offentliga miljön redan vid initieringsskedet. Lokalsamhällen kan anpassa sig till projekten som leder till bättre resursplanering, sociala experiment och kartläggning där arkitektur av historia kan uppmärksammas (Europeiska unionen 2016).

Tabell 1: Värdet av BIM under hela livscykeln, den gula färgen medger inverkan på den befintliga nyttan (Europeiska unionen, 2016).

	Leveransfas	Användningsfasen	Konstruktion	Digitalt
Ekonomi	<i>10 % procentbesparing av leveranser</i>	<i>Lägre: Underhållskostnader Driftkostnader</i>	<i>Högre: Konkurrenskraft Exportkapacitet</i>	<i>Förmånligt för: Tillväxt för IOT Service (tjänster) Interna marknader</i>
Hållbarhet	<i>Mindre: Avfall Plasthantering</i>	<i>Optimerad: Energianvändning Helhetsperspektiv Livscykelanalys</i>	<i>Förbättrad: Effektivitet på resurser & Cirkulär ekonomi</i>	<i>Högre Datainfrastruktur Effektivitet, resurser</i>
Socialt	<i>Ökad: Säkerhet Kommunikation Konsultation</i>	<i>Förbättring: Sociala tillstånd och resultat till kommuner (elevinläring, patientvård etc)</i>	<i>Ökad: Säkerhet Renlighet Attraktion till nästa generation</i>	<i>Ökad: Säkerhet (integritet) Nå ut - kompetens</i>

3.2.4 BIM mjukvara och applikationer

I detta avsnitt presenteras några viktiga programvaror inom byggnadsinformationsmodellering som ger läsaren en fördelaktigare syn på dess innehåll.

3.2.4.1 Autocad

CAD som många känner till idag härstammar egentligen redan långt tillbaka innan 2000-talet. I över 60 år har programmen lagt sin grund och kunnat utvecklas. RUCAB som tidigare nämnts och även det första CAD-programmet *Sketchpad* (1963) använde sig av olika dimensioner i x och y led, detta skulle ha stor betydelse för de senare utvecklade programmen. Programföretaget *Autodesk* etablerades 1982. Under 1990 talet blev 3D-verktygen mer aktuella och visualiseringen av byggnader och kommunikationer bland tjänster blev alltmer effektiva. Filformatet som används inom Autocad är DWG som i sin tur ordning gör det svårt för andra konkurrenter att öppna upp och integrera (Martinez, 2009).

3.2.4.2 Revit

Revit är ett välkänt program inom BIM. Revit är en programvara som jobbar ”under BIM” som i sin tur ordning får en effektiv design. Filformatet för programmet är RVT och kan användas med IFC-formatet. Programmet är lämpat för att bygga husfader såväl som broar. Revit kan användas av olika typer av projekt beroende på vilken avdelning och kompetens brukaren besitter. Revit Architecture (Arkitekter), Revit Structure (Konstruktörer) och Revit MEP som är lämpat för ingenjörer inom ventilations-, el- och vvs-projektering (Martinez, 2009).

3.2.4.3 Navisworks Manage

Autodesks mjukvara Navisworks Manage är en viktig beståndsdel för värdet av BIM. Autodesk Naviswork Manage (ANM) är en programvara som används för granskning- och samordningsprogram för att leverera BIM-projekt. ANM kan som många andra program visualisera sig och koppla ihop sektioner till en modell. Programmet har sitt komplement till andra 3D-program såsom *Revit*, *AutoCAD*, *MicroGDS*, *Solidworks* och *Inventor*.

Något unikt med ANM är att programmet stödjer flertal filer från olika tillverkare och mjukvaror. Detta gör det möjligt att utnyttja programmet på en högre grad. ANM används ofta för att sammanställa vad ingenjörer (arkitekter, VVS, väg & Järnväg, konstruktion med flera) har skapat från olika 3D perspektiv. Kända filformat som Navisworks producerar är NWD, NWC och NWF (Autodesk, 2022).

3.2.4.4 Bentley System Microstation

Bentleys mjukvara Microstation används inom anläggningsbranschen för projektering av järnväg. Datautsättningen finns möjlig i både 2D och 3D. Microstation stödjer ett flertal filformat som DWG, IFC och SHP. Mångfalden öppnar upp för samverkan mellan aktörer av olika kompetens. Systemet bygger på att användaren kan nyttja:

- Högkvalitativ ritning för infrastrukturprojekt
- Stöd för CAD, BIM och GIS
- Täckning för det nuvarande *geografiska koordinatsystemet*
- Visualisering av byggnader i verklig skala (Bentley products 2022).

3.3 Geografiskt informationssystem

3.3.1 Vad är GIS

GIS är ett datorbaserat system som många tekniker bygger på. GIS är en förkortning för Geografiska informationssystem som använder digitala kartor och en stor mängd data för att på ett precist sätt kunna avgöra ett objekts position i rummet (Lantmäteriet, u.å.).

Geografiska informationssystem används för att samla, analysera och visualisera insamlad information knuten till en plats. Från denna information kan punktens egenskaper anges och slutligen presenteras i exempelvis modeller eller tabeller. Positioneringens noggrannhet är viktig och använder sig av det nationella eller internationella referenssystemet. All data lagras antingen som en enskild fil eller i en större databas (Harrie, 2020).

GIS grundades som ett system för att hantera tvådimensionell geografisk data, anknutna till varierande koordinater, men har med tiden utvecklats till funktioner för att hantera tredimensionella modeller. Dessa modeller använder sig av enklare objekt för att beskriva och visualisera projektets resultat i ett tidigt skede.

Geodata byggs upp av objekt som i en tvådimensionell vy kallas punkter, linjer och polygoner. Denna data tilldelas koordinater som anger objektets längd och bredd. Appliceras ett värde för höjd på objektet skapas en 2,5D-data. Ansluter man flera höjdvärden till geodata tilldelas den en volym och en 3D-modell skapas (Lantmäteriet, 2014).

3.3.2 GIS mjukvara och applikationer

I detta avsnitt presenteras ett urval av mjukvaror som berör det geografiska informationssystemet.

3.3.2.1 ArcMap

ArcMap är den huvudsakliga komponenten i Esri's ArcGIS paket över geospatiala programvaror. Mjukvaran används för att se, redigera, skapa och inventera geospatial data. Det tillåter användaren att undersöka geospatial data, markera objekt och skapa kartor. Esri meddelade i oktober 2020 att de har upphört utvecklingen och stödet för programmet och uppmanar användare att övergå till den nyare ArcGIS Pro (Esri Support, 2020).

3.3.2.2 ArcGis Pro

Arcgis är en mjukvara som är tillverkad av Esri, som inriktar sig på GIS *geografiska informationssystemet*. Programmet har funktioner som interaktiva kartor, dessa pulserar ut punkter runt hela jordklotet som ger användaren en möjlighet att utforska markområden. Programmet bygger på en omvandling av data till kartor och användbar information. Möjligheterna för att se olika höjdplan, temperaturer, buller, kommungränser och bilder. I programmet ArcGis Pro går det att jobba med externa plattformar på nätet via IOT *internet of things* där filformat från både Autodesk Civil 3D, Revit, BIM 360 och Microstation är kompatibla. Lagringen till GIS sker med hjälp av filformatet SHP som står för *shapefile*, denna fil representerar data på ett område i vektorform. Arcgis är ett program som ger perspektiv för hur objekt förhåller sig till varandra (Esri, 2022).

3.3.2.3 Projektwebbkarta

Sweco använder ett internt verktyg för att samordna GIS-data. Detta verktyg kallas för Projektwebb karta och baseras på programvaran Arcgis Pro. Syftet med kartan är att erbjuda intressenter en samordnad modell över GIS-data i ett projekt, mycket likt vad en samordningsmodell eller presentationsmodell erbjuder över BIM-data. Tjänsten öppnar upp för kontinuerlig uppföljning av projektets geografiska data som exempelvis lokalisation och underlag.

3.3.2.4 RobotSam

RobotSAM är en robot som utvecklats internt av Sweco. Robotens syfte är att automatiskt skapa en samordnad modell baserat på de filer som finns tillgängligt i respektive dokumentset. Roboten skickar ut en påminnelse till varje individ ansvarig för en eller flera modeller. I slutet av veckan samordnar Roboten automatiskt alla modeller till paketerade NWD-filer som sedan en BIM-samordnare laddar in i Samordningsmodellen med tillhörande RFM/RFS.

3.3.2.5 Unreal Engine – Lumen

Unreal Engine 5 är en spelmotor utvecklad av Epic Games som primärt används för att utveckla dator- och tv-spel. Med motorn kan man utveckla mer avancerad grafik på modeller. Det kan förekomma i form utav spelbanor, material, partikelsystem och belysning (Epic Games, u.å.). Genom att applicera dessa grafikfunktioner till en samordningsmodell kan man skapa en mer

avancerad presentationsmodell som presenteras vid särskilda tillfällen, exempelvis vid samråd med allmänheten.

3.4 GIS Tillämpningsprogram

Det finns ett antal värdefulla tillämpningsprogram som förenklar ett eller flera segment i projekteringsprocessen. Programmen visualiserar och sammansätter alla olika typer av format.

3.4.1 Feature manipulator Engine

3.4.2 Vad är FME

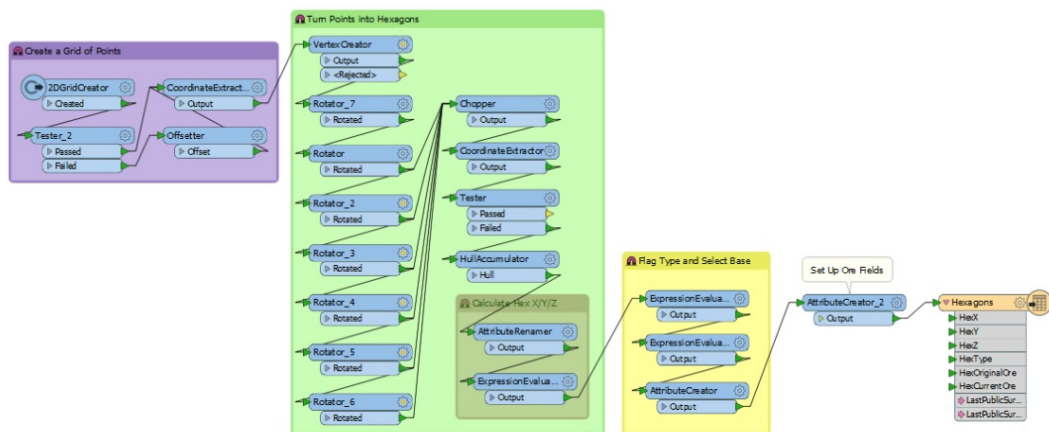
Feature Manipulator Engine (FME) är ett tredjepartsprogram som underlättar övergångar mellan olika mjukvaror. Ett av programmets huvudsyften är att konvertera datorfiler så att alla format samspelar med varandra. Ursprungligen skapades programmet för att integrera kartor åt länsstyrelsen från skogsindustrin. Största problemet som uppstod innan FME skapades var att data gick förlorad under utvecklingen. Verktyget anpassar filformaten och tillhandhåller information, orientering och kalkylering (Safe Software, 2022).

3.4.3 FME Produkter

Det finns tre huvudsakliga grupper inom FME plattformen; *FME Desktop*, *FME Server* och *FME Cloud*.

FME Desktop innehåller tre olika applikationer, *FME Workbench*, *FME Data Inspector* och *FME Quick Translator*. Desktop visar användaren hur gränssnitten hör ihop.

Workbench innebär att filer konfigureras och används i ett specifikt användningsområde. Workbench använder sig utav en så kallat Writer som innefattar den ursprungliga filen och en Reader som läser filen efter den blivit manipulerad. Manipulationen av en fil sker med hjälp av Transformers som ändrar olika egenskaper och attribut efter önskat syfte, se *figur 4* nedan. Lagringen utför senare en förändring av data. Efter sammanställning av data används transformationer som kopplar ihop gränssnitt som indikerar hur flödet fungerar.



Figur 4 – Ett exempel hur en workbench kan se ut i FME (Safe, 2016)

FME Data Inspector är ett verktyg inom FME där visualisering kan ske under hela projektets livscykel. Programmet tar emot alla filer som FME stödjer. Samling utav data i FME Inspector används främst för att förhandsvisa innan översättningen eller granskningen av projektet.

Programmet är flexibelt och kan användas i början eller slutet av projekt för att inspektera hur vyn ser ut ovanifrån mot filerna som läggs in i systemet. Workbench samarbetar med Inspector där data konverteras till 2D och 3D filer. Förtydligande är FME Inspector inte anpassningsbart som ett verktyg att inom GIS-Kartläggning. Programmet är skapat främst för att ge en översyn på datavalideringen och inte funktionsbaserat (ibid).

Quick Translator ger en lättare översättning av datorfiler, den innehåller inte avancerade funktioner, dessa nyttjas bättre i Workbench. Används ofta på mindre projekt där filer snabbt behöver konverteras. Möjligheterna för användning av olika format finns även hos Quick Translator (Sweco, 2022).

FME Server innebär en ökning av integrationer av arbete som gjorts i FME Desktop. Körningar med schemaanpassade automatiseringar för tid eller exakta intervall har FME Server tillgång till. Servern ger ett arbetssätt som gör det möjligt att jobba i realtid samtidigt som olika projekt kan köras och distribueras samtidigt. **FME Cloud** och FME Server är nästan samma sak, ända som skiljer dessa är den lokala distributionen (Safe, 2020).

Feature manipulator Engine kan användas inom BIM och GIS för att sammanställa och presentera data i ett senare skede. Sweco använder sig av FME där certifierad personal, utvecklar och presenterar data från olika avdelningar.

3.4.4 ProjectWise

ProjectWise är ett datahanteringssystem från Bentley Systems avsett för projektsamarbete mellan aktörer internt och externt. Tjänsten erbjuder en molnbaserad infrastruktur som typiskt är uppbyggd med flertalet servrar där data lagras i databaser. Insättning samt uttag av data kan ske beroende på vilken grad av åtkomstbehörighet användaren har. All information och filer sparas till en gemensam plattform och erbjuder användaren en säker och smidig informationshantering. I systemet finns olika filgrupper kallat dokumentset. Varje ämnesområde har ett eller flera dokumentset som tillhör det projektet. En samordnare tar sedan dessa objekt från dokumentseten och sammanställer dem till en samordningsmodell.

Trafikverket är en stor uppdragsgivare som använder sig av ProjectWise gällande konstruktions- och anläggningsinformation samt det som klassas som teknisk information (Trafikverket, 2021).

3.6 Digital projekthantering

Trafikverkets dokument *Digital projekthantering* TDOK 2012:35 innehåller övergripande kravställning som ska uppfyllas gällande digital projekthantering. Dokumentet riktar sig till projektörer eller de inom konstruktion och är aktuella i Trafikverkets alla investeringsprojekt. Dokumentets syfte är att skapa gemensamma förutsättningar över hur den digitala informationen i investeringsprojektet ska bearbetas. Detta möjliggörs genom att krävställa vilken information som ska produceras, utbytas och levereras samt hur arbetet ska utföras.

I dokumentet finner man även grundläggande information kring hur man arbetar med den digitala informationen. Detta avser även specifika roller som krävs i ett projekt samt tillåtna filformat för CAD-filer och dokument, tabell 2 nedan är hämtad från TDOK 2012:35 och redovisar detta:

Tabell 2: Anger grundläggande filformat för CAD och dokument.

Typ	Filformat	Filversion
Textdokument arbetsdokument	DOCX	MS Office, 2010, 2013
Textdokument fastställda (frysta)	PDF	PDF
Ritningsdefinitionsfiler, modellfiler, utbytesnivå B	DWG, DGN	2015, 2017, 2019 V8i
Presentationer, bildspel	PPTX	MS Office, 2010, 2013
Bilder	JPEG	
Ritningar (frysta), Utbytesnivå C	PDF	PDF
Kalkylering	XLSX	MS Office , 2010, 2013
Komprimerad samling av filer, paketeringsformat	ZIP	
Mätning/Utsättning	XML, PXY, LIN, PRF, TIT, GEO,	LandXML version 1.1
Linjeföring väg, utbytesnivå A	XML, LIN, PRF	LandXML version 1.1
Spårgeometrier järnväg	XML, ALG, TRL, TGF	LandXML version 1.1
Samordningsmodell och ämnesområdesmodell*		
Ämnesområdesmodell utbytesformat, utbytesnivå A, B	DWG, DGN	2015, 2017, 2019 V8i
Maskinstyrning/guidning	XML	LandXML version 1.1
GIS	SHP	
Ortofoto	TIF, ECW	
Indesign	indd	

3.5 Objektorienterad informationsmodell

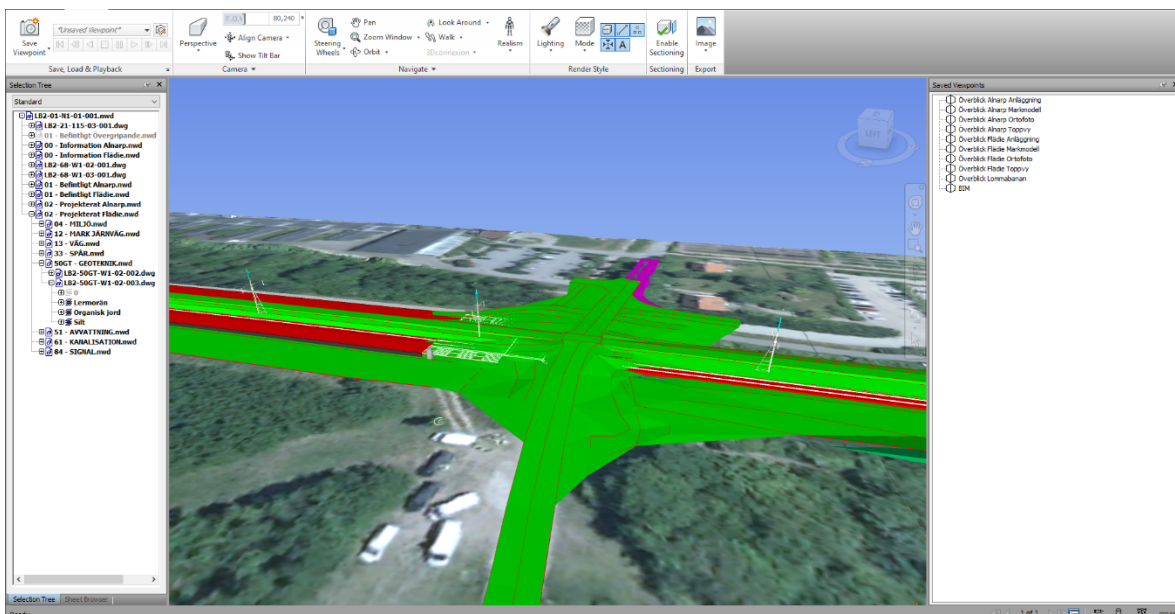
I projekt där Trafikverket agerar som beställare är det deras kravställning som gäller på levererade objekt. Trafikverkets kravdokument *Objektorienterad Informationsmodell – Väg och Järnväg* (TDOK 2015:0181) tillhandahåller alla specifika krav som ställs på varje enskilt objekt och aktör delaktig i ämnesområden. Dåvarande Vägverket eller Banverket har framställt dessa dokument och hänvisar till dem i samtliga projekt gällande infrastruktur. De är aktuella till de ersätts av en nyare utgåva (Trafikverket, 2019).

Trafikverket använder flera begrepp för att definiera modeller i leveransprocessen. Objektorienterad informationsmodell är ett samlat namn för de anläggningsmodeller som ska innefattas i leveransen av ett BIM projekt där Trafikverket är beställare. En objektorienterad informationsmodell består ofta av visuell data beskrivet i 3D med angivet attribut (ibid).

Kravdokumentets (TDOK 2015:0181) innehåller flertal modeller som används under projektets livscykel. Ämnesområdesmodellen är en 2D/3D-modell som omfattar objekt från ett specifikt teknikområde (ibid).

I samband med att en sådan modell skapas ska en Redogörelse för ämnesområdesmodell (RFÄ) tillhandhållas. Detta medföljande dokument innehåller information om objektet kring ändringar och uppdateringar som gjort i specifika ämnesområden. Den beskriver vilka programvaror som används under konstruktionen (Trafikverket, 2022).

En samordningsmodell består av en eller flera sammansatta ämnesområdesmodeller. Modellen sammanställs vanligtvis i ett av flera samordningsprogram där den granskas och bearbetas efter behov. Syftet med modellen är att skapa en visualisering av projektets alla ingående modeller och ligger till grund för planering, styrning och uppföljning av det kommande arbetet i projektet. Samordningsmodellen står som brygga för samordning av utformning och kommunikation mellan olika teknikområden. Modellen kan hållas enkel och behöver inte spegla verkligheten i ting som materialegenskaper, färg och ljussättning (Trafikverket, 2019).



Figur 2: Visar en vy från samordningsmodellen i projektet Lommabanan etapp 2. Modellen skapas i Navisworks.

En presentationsmodell huvudsakliga syfte är att på ett övergripande sätt kommunicera med projektets intressenter, myndigheter och allmänheten. Denna typ av modell baseras på samordningsmodellen eller specifika ämnesområdesmodeller. Modellen kan kompletteras med grafik som ökar den visuella upplevelsen, det kan handla om ytmaterial, vegetation, fordon, ortofoto och modeller av människor. Simulering av sol, väder och himmel kan

också tillfogas ifall det är fördelaktigt. En presentationsmodell kan skapas genom CAD-baserade samordningsverktyg samt VR-teknik. Bilder och animationer kan tilläggas efter behov (ibid).

Redogörelse för modell (RFM) är ett av Trafikverkets verktyg för att kontrollera vad projektören gjort sedan den senaste avstämningen. Den innehåller en eller flera RFÄ och beskriver de levererade modellernas attribut och potentiella avvikelser från ställda krav. En RFM ska bifogas vid leverans från konsult till Trafikverket samt vid leverans från Trafikverket till entreprenör.

3.6 Utbytesnivå

Trafikverket strävar efter att uppnå ett obrutet informationsflöde. Med detta menas att all information hamnar i en och samma databas. För att uppnå detta har Trafikverket etablerat tre utbytesnivåer som hanterar utbyte av objektorienterade informationsmodeller. De tre nivåerna beskrivs nedan:

- Utbytesnivå A – Innehåller modeller i *originalformat* och kan rymma specifika programvaruberoende komplexa elementtyper som inte på ett enkelt sätt kan överföras mellan programlattformar. Det kan innefatta parametriska objekt och objektattribut. Programspecifika inställningsfiler är ofta nödvändigt för korrekt presentation och fortsatt bearbetning av modellen.
- Utbytesnivå B – I denna nivå definieras de format Trafikverket betraktar som vertygsneutrala. Gällande CAD filer i denna nivå används DWG- eller DGN-format. Övriga filtyper som rymmer digital anläggningsinformation finns format specificerat i Trafikverkets kravdokument Data om anläggningen.
- Utbytesnivå C – Består av låsta objekt och publiceringsformat med information som passerat tidigare kriterier från nivå A och B. Dessa publiceringsformat kan läsas av ett av Trafikverkets godkända programvaror för Viewer program (Trafikverket, 2022).

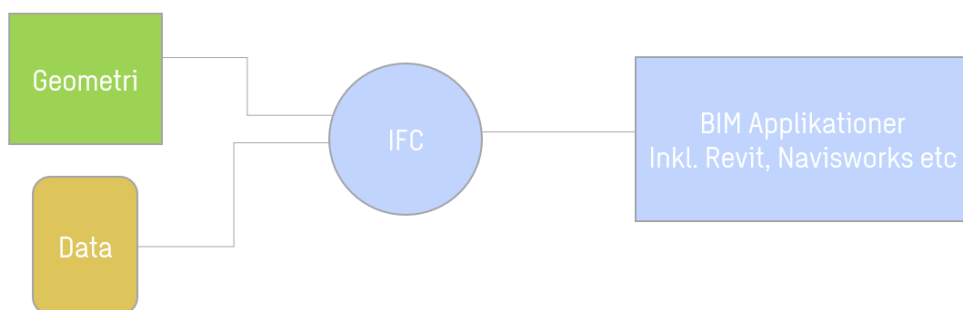
Fullständig definition finns tillgänglig från kapitel 9 i TDOK 2015:0181.

3.7 Standardisering

Vid införande av gemensamma modeller i projekt blir standardisering och öppna format viktiga för entydighet. En av fördelarna med detta är att det stödjer det gemensamma språket i utvecklingsprojekt kopplat till infrastrukturen. För mer information angående den gemensamma metodiken för standardisering. Enligt Trafikverket finns det olika utbytesnivåer som finns med för standardiseringen. Dessa aspekter innefattar begrepp, datamodeller och olika processer som i sin tur stödjer utvecklingen så att alla parter talar samma språk. (Bosch-Sijtsema et al., 2020).

3.7.1 Industry Foundation Classes

Industry Foundation Classes (IFC) är ett öppet och neutralt filformat för BIM som möjliggör att projektörer eller konstruktörer kan sammankoppla olika projekt som skapats i olika program. IFC har blivit certifierat (ISO 16739-1:2018) och har datautbyte och byggande inom infrastrukturobjekt. Formatet är användbart då översättningar sker direkt i modellen. Attributen som filen läser in kan slutligen ge en sammansättning av information som genereras från vart filen först kommer ifrån.



Figur 3 – Visualisering hur IFC översätter data till en gemensam fil.

Nackdelen med införandet av IFC är att byggnadsprojekt har varit den större rollen vid användning och att grundtanken egentligen är att beskriva byggfasen. Infrastrukturprojekt har inte implementerats med samma utsträckning ännu. Därav begränsas både erfarenheter och kunskap för att realisera formatet. På senare tid har beställare sett fördelar med att jobba mer integrerat och att jobba i öppna format. Filformatet anses som en viktig förutsättning enligt Trafikverket och därav har Sverige anslutit sig till en standardiseringsgrupp för infrastrukturprojekt i Europa.

Gruppen kallas för *Infrastructure Room* och har som uppgift att ta fram ytterligare delar för järnvägen (Bosch-Sijtsema et al, 2020).

3.7.2 ISO 19650

För att uppnå ett universellt arbetssätt har Norge, Storbritannien och Finland börjat införa specifika standarder och filformat. Fördelen med ISO 19650 är att den tillåter en gemensam terminologi, struktur och indata för alla projekt. Certifikatet är en global standard för att bearbeta information över ett projekts livscykel. ISO 19650 har från 2018 gett en mer strukturerad informationsstyrning som senare ger bättre förutsättningar för effektiva leveranser med högre kvalité (ibid).

4 Arbetsprocessen för BIM och GIS

I detta kapitel beskrivs arbetsprocessen som den ser ut i dagsläget. Syftet med detta är att få en bättre förståelse för ämnet och kunna ge en mer exakt bild av problematiken som kan uppstå i dagens arbetsätt.

Under arbetets gång har två nulägesanalyser genomförts för att få en klarare bild över hur Sweco jobbar med GIS och BIM.

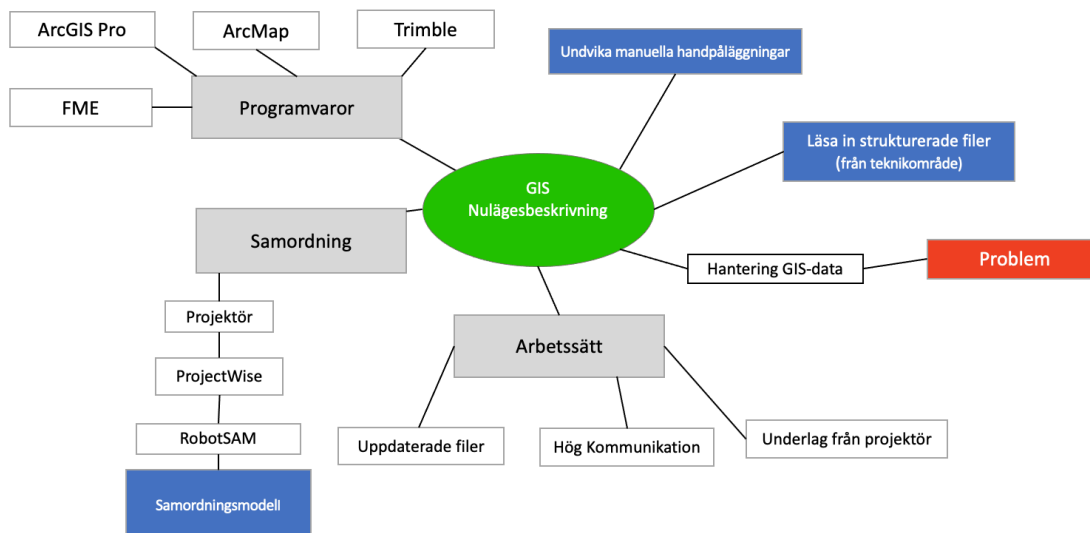
Två figurer har skapats i syfte om att illustrera detta (*se figur 5 & 6 sid 27,28*). Figurerna har gjorts utifrån insamlad information från möten med BIM- och GIS-samordnare. Sammanställning med flertal stödord redogjordes från totalt fyra olika möten. Nulägesbeskrivningen innehåller hur det ser ut idag, vilka problem som finns och vilka framtidsvisioner som man strävar efter.

4.1.1 GIS nulägesbeskrivning

För att få en överblick på hur arbetsättet inom GIS ser ut har möten skett på plats i Malmö med lämpliga kandidater. Nulägesbeskrivningen har kunnat identifierats från konsulter som dagligen arbetar med verktyget. I *figur 5* nedan kan arbetsättet sammanfattas med olika rutor som presenterar på vart problemen ligger och vad konsulterna vill se i framtiden (blå ruta).

Geografiska informationssystemet har ofta underlag från olika projekteringsavdelningar som ger upphov till problematisk hantering. Problematiken leder till en avsevärd handpåläggning som gör projekten mindre kostnadseffektiva.

I analysdelen *kapitel 6* ges ytterligare information på hur expertis inom området sammanfattar problematiken och vad som hindrar automatiseringen av presentationen av både BIM och GIS. Se undertill i figur 5 för hur GIS används och implementeras i projekt idag.



Figur 5 – Nulägesbeskrivning av GIS med problematik (röd ruta) och framtidsvisioner (blå rutor).

Nulägesbeskrivningen i *figur 5* är främst gjord för Lommabanan etapp 2 där kravställningar och arbetsflödet kan variera beroende på vad som ska byggas och hur stort projektet är. Webbkartan/Kartmodellen i figuren är intern utav Sweco och används för visualisering av GIS-data se *kapitel 3.11.3*. Möten med GIS-samordnare beskriver dagens arbetsprocess och frågor som ställts presenteras i bilaga 2.

I dagens läge har Trafikverket inga leveranskrav på GIS-data. Men flera anställda från Sweco förväntar sig att detta kommer förändras i framtiden. De menar att GIS-data innehåller information som i dagsläget inte går att spegla på samma sätt i BIM och är därför ett viktigt komplement för en fullständig bild över projekteringsområdet.

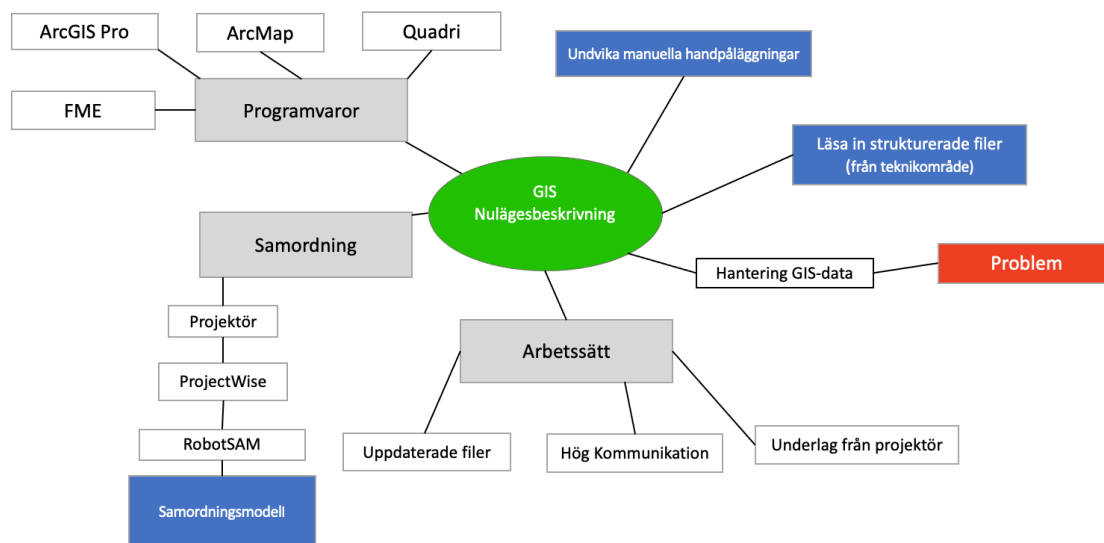
Som GIS-samordnare för Lommabannan etapp 2 ansvarar man för att rätt information visas på Projektwebbkartan. En av de huvudsakliga uppgifterna är att sammanställa inkommande filer från projektörer. Dessa filer kan förekomma i olika filformat och innehåller ofta diffusa benämningar på dess innehåll.

4.1.2 BIM nulägesbeskrivning

Arbetsättet för BIM granskades av två olika respondenter som har varierad erfarenhet från BIM. Informationen kommer från en samordnare och en som är ansvarig för Lommabanan i verktöget BIM. I figuren nedan beskrivs kortfattat hur upplägget ser ut och hur Sweco jobbar för att få samordningsmodellen godkänd från Trafikverket.

Svårigheterna för BIM är att få GIS-data att kommunicera med samordningsmodellen. Konsulter som jobbar med verktöget har stundvis svårigheter med att identifiera projekterade modeller som ska appliceras rätt till det slutgiltiga formatet, dvs betong eller ballast kan ibland ligga fel.

I figur 6 nedan finns rutor som beskriver hur situationen ser ut idag och vilka visioner det bör finnas till framtiden (blå rutor). Problembeskrivningen visas i röd ruta och beskriver de svårigheter som finns idag.



Figur 6 – Nulägesbeskrivning av BIM med problematik (röd ruta) och framtidsvisioner (blå rutor).

BIM-samordnaren har god kontakt med projektörerna och sammanställer all data till en modell som sedan Trafikverket utvärderar och granskar. Innan projektet levereras till beställaren ändras formatet till ett äldre format (2013) se *figur 6*. Formatet stödjer de kravställningar som Trafikverket har på järnvägsprojekt, i detta fall till Lommabanan.

Visionerna är att kunna se GIS-data i BIM och att hitta vad som är relevant till samordningsmodellen. Under arbetets gång har BIM samma förutsättningar som GIS när det kommer till automatiserade sammanställning av filer. RobotSAM samordnar de befintliga filerna från dokumentsetet i ProjectWise där sedan en BIM-samordnare kontrollerar den sammanslagna modellen i Navisworks.

Om ett fel upptäcks så skickas modellen tillbaka till ansvarig projektör som får revidera och återlämna modellen. En samordningsmodell används som ett verktyg för att följa upp projektet under dess livscykel. Ska modellen presenteras för större parti kan man välja att exportera den till ett Lumen där den behandlas med snyggare material, belysning och reflektioner.

5 Intervjustudie

I denna del summeras respondenternas bemötande till diverse frågor. Slutsatser dras utifrån medhåll och motsägelser.

5.1.1 Bakgrund

För att lättare förstå analysdelen presenteras alla interna och externa respondenter i tabell 3 och 4 respektive. Frågorna skickades minst sex dagar före intervjutillfälle för att ge möjligheten att förbereda sig för frågorna. I intervjustudien finns det olika arbetsroller och erfarenheter, därav är frågorna anpassade för varje respondents yrkesprofession se *bilaga 3*. Tabell 3 nedan är sorterade utifrån arbetsroller och inriktningar. Intervjuerna har ägt rum antingen på distans via Teams eller på Swecos kontor i Malmö. En diskussion har alltid eftersträvat oavsett format. Enstaka svar på frågor har kunnat besvarats direkt via mailkonversation. Alla intervjuer har kretsat kring Swecos projekt Lommabanan etapp 2.

Tabell 3: Interna respondenter från Sweco.

Respondent	Region	Arbetsroll	Aktör
Anna Rolén	Norr	BIM-samordnare	Konsult
Anonym	Norr	BIM-samordnare/TA	Konsult
Aziza Tashta	Syd	BIM-samordnare	Konsult
Isabelle Gröndal	Syd	GIS-samordnare	Konsult
Niklas Juntikka	Syd	BIM-ansvarig	Gruppchef

Tabell 4: Externa respondenter.

Respondenter	Region	Arbetsroll	Aktör
Anonym		Entreprenadingenjör	
Anonym		Entreprenadingenjör	
Pedram Tahmoury	Trimble	System Key Manager	Säljare
Susanne van Raalte	Trafikverket	Utredare inom BIM	Beställare

5.1.2 BIM och GIS-samordning

I intervjustudien fanns det tankar om att BIM och GIS är användbara verktyg som underlättar byggprocessen i specifika skeden. Utvecklingen med hjälp av modellerna har gjort stora framsteg med vad programmen kan prestera, det fanns dock saker som kan reformeras. Mindre projekt där man kunnat testa och applicera samordningen har lett till att beställaren har fått ett ökat förtroende. Nackdelen som finns i mindre projekt är att resurserna och kompetensen för att skapa en modell inte är lika genomarbetat som i dom större projekten. Vid större och mer omfattande jobb blir det allt mer vanligare med att man använder sig av modellerna. Från att traditionella ritningar användes för enbart några år sedan till att möten idag mellan konsult och beställare nästintill enbart består av BIM-modeller, anses vara framtida arbetsprocessen enligt respondenterna.

”Sen 2013 är det krav på att ta fram modeller i alla projekt, men inte i mindre projekt. Många projektledare tycker inte att det är relevant, men det kommer bli mer relevant när vår förvaltningsplan kommer att introduceras i större skala”

Von Raalte, Trafikverket

Att kunna släcka och tända information på olika plaster leder till större förståelse för samtliga inblandade aktörer i utredningsskedet se *kapitel 3*. Ordet BIM anses mer som en process än som en slutprodukt från väg och järnvägssidan. För BIM-samordnare anses det vara viktigt med att få ett jämt flöde i processen. Att jobba utifrån ett homogent arbetssätt där man är med och delar tankar kring uppdragen är ofta en viktig parameter för att kunna lyckas i ett projekt. För projektörerna är det viktigt att innehållet från deras teknikområden är rätt ifrån början. Respondenterna menade också på att arbetssättet idag ofta leder till allt för mycket handpåläggningar, vilket resulterar i att missvisande information kan hamna i den slutgiltiga modellen. Med gemensamma erfarenheter och god kvalitetssäkring vid utförande, är respondenterna enade kring att samordning av modeller är en viktig faktor för en fortsatt lyckad byggnadsprocess.

”Vi genererar ut bra instruktioner till våra projektörer så att de har en möjlighet att göra rätt från början, det ska vara lätt att göra rätt! Då får man bra resultat”

Rolén, Sweco

Respondenterna på entreprenadsidan menar på att BIM och GIS måste utvecklas och automatiseras lite mer innan det är användbart. Just nu är arbetssättet lite för nytt för att introduceras i en större skala. De menar att BIM just nu lämpar sig bättre inom bygg- och arkitekturen. Men på lite längre sikt är respondenterna enade om att genomförandet av samordningsmodellerna kommer att vara värdefulla även för dem. Just nu används traditionell projektering i 2D fortfarande för projekt med kontraktssummor upp emot 40 miljoner kronor. Metoder för att slutföra eller hantera mindre projekt i dagsläget anses fungera bra, samordningsmodeller här spelar mindre roll i dagens arbetsprocess.

”Samordningsmodellerna måste jobbas igenom för att det ska ge någon nytta i dagsläget. Järnvägen är mer komplext uppbyggt än om man jämför med byggbranschen när det gäller husbyggnad. När framtiden tar ut sin rätt och verktygen är väl genomarbetade kan det även vara en stor nytta för oss”

Entreprenadingenjör - Järnväg

5.1.3 Standardisering av BIM- och GIS-data

Vid införandet av filer för att samordna BIM-data har flertal samordnare varit enade om att hanteringen är omfattande om den inte följer en standardiserad struktur. Det kan hända att det saknas viktig information där manuellt arbete och längre kommunikationsled behövs för projektörerna. Respondenterna hade velat ha en standard för att lättare kunna få ett gemensamt arbetsflöde. Mer tydlighet kring för vilka filer man ska arbeta med och information kring det hade hanteringen av dessa underlättats. Genom att få in rätt lagernamn, filnamn, Units i CAD samt hantering av godtyckliga utbytesformat har man sett en snabbare process i arbetsflödet. Detta gäller för teknikområdet BIM.

”I mina projekt stöter jag ofta på problem när projektörer ska ladda upp filer i den gemensamma arbetsytan, då man har missat information. En annan utmaning är att se till att samtliga projektörer laddar upp i det utbytesformat som kund har bett om”

Tashta, Sweco

Utvecklingen för programmen och filformat är inte fastställt idag. Aktörer som arbetar med plattformar inom infrastrukturen menar på att det format som är aktuellt för GIS har varit en standard under en längre tidsperiod. Lantmäteriet har kunnat leverera shape-format, detta har utvecklare kunnat ta del av för att kunna producera en standard för import till datorprogram som hanterar både GIS och BIM. Fördelen med att få in shape-filer är att grundkartan för godtycklig stad i Sverige följer samma uppbyggnad. Tendenser för införande av andra GIS format kan vara aktuellt från Lantmäteriet, men det står fast att lönsamheten för att jobba med liknande format som shape skulle vara optimalt.

När företag jobbar mot olika eller egna GIS-program och ska ta ut shape-filer, finns det ingen direkt standard. Respondenterna menar även på att man får ut information på olika sätt, dock går det här problemet att lösa med olika konverteringsregler, som exempelvis de som Trimble tagit fram i Quadri.

Aktörerna instämmer med att öppna format ger fler färdigheter för egenskaper på ett objekt och att man får mer korrekt information, *se kapitel 3.7* för information om öppna format. Problem uppstår när nya filformat ska ersättas. Öppna format som IFC har talats vid under de senare åren från beställaren. Respondenterna menar på att formatet finns men att det inte riktigt lanserats ännu, trots att målsättningar varit att kravställa formatet för ett flertal år sedan.

”IFC formatet är ett neutralt format. Det är inte Autodesk eller Bentley. Formatet är från Building Smart, och det är ju ett format som dessutom är världsledande. Där försöker man skapa en standard i hela världen. Tillgångar som att bygga upp exakta attribut vill man ha, och det är det som är nyckeln, att man får fram attributen eller informationen”

Tahmoury, Trimble

”Jag skulle vilja ha det helt integrerat med modellerna och kartan, det finns programvaror som är bättre på det men vi styr ju inte vilka programvaror som leverantörerna använder men det borde vi göra för att bli mer effektiva. Har vi samma programvara då kanske alla kan automatisera mer. Man kan säga att leverantören ska tjäna på det och vi ska tjäna på det”

Von Raalte, Trafikverket

5.1.4 FME

Från litteraturstudien erbjuder Safe Software en rad olika tjänster. Man kan inspektera, konvertera och automatisera dataflöden. Majoriteten av respondenterna har daglig kontakt med FME men flera av dem tycker att det kan vara svårt att behöva skapa dessa skript från grunden. De ser mjukvaran som lösningen till färre problem som uppstår när man jobbar med data- och informationssamordning. Många av dessa komplikationer uppstår när man försöker integrera de två informationssystemen med varandra. Att infoga GIS-data in i exempelvis Navisworks medför att en del data kan bli missvisande eller gå förlorat helt. GIS-data innehåller ofta väldigt mycket information, och mycket av denna information som markattribut kan gå förlorat vid export. En respondent berättade om hur träd-koordinater importerade från GIS till Navisworks representerade som små punkter där hon sedan var tvungen att gå in manuellt och ge dessa mindre punkter en cylindrisk form med volym.

Ett annat exempel som togs upp var hur bekymmersamt det kunde vara att dropera GIS-data samt klippa den befintliga markmodellen.

Flera respondenter inom Sweco berättade om en gemensam arbetsyta där de lagrar äldre FME skript som kan tänkas vara användbara i framtida projekt. Detta så kallat "BIM-nätverk" kommer inte alla åt men finns tillgängligt för informationssamordnare inom hela Sweco.

"Syns man inte så finns man inte är ett uttryck som de brukar använda sig utav för att de ska markera i sina modeller att ja men här är ett viktigt område för syns man inte i samordningsmodellen då finns man inte då är det ingen som tar hänsyn till dig. Det vill säga att då om naturmiljö har varit och inventerat träd exempelvis som då måste bevaras, finns inte dessa med i samordningsmodellen då syns de ju inte och då finns de inte för de andra projektorerna som inte vet om allt"

Rolén, Sweco

6 Analys

I detta kapitel redovisas analyser från den genomförda studien. Insamlad information kombinerat med respons från intervjuer vägs in med syfte att besvara samtliga frågeställningar.

6.1 Hur ser integrationen mellan BIM och GIS ut idag?

Från Litteraturstudien visade det sig tydligt att programmen inte är helt kompatibla med varandra. Från intervjustudier framgår det tydligt att ett samarbete är nödvändigt för att undvika manuellt arbete mellan olika filformat. Det framgår att Autodesk, Esri och Bentley inte är helt samspelta när det kommer till gemensamma filformat.

Vid genomförandet av intervjustudien visade det sig att konsulter använder sig av olika program beroende på teknikområde. Gällande BIM-samordning används vanligen Navisworks där 3D modeller sparas i filformatet NWD. Programmet passar bättre när det kommer till samarbete mellan företrädare för fler discipliner. För kontinuerlig användning av programmet och teknisk erfarenhet från konsulter utgör Navisworks en bra helhet för 3D modeller på väg- och anläggningssidan. För att integrera GIS till BIM används vanligen Arcgis PRO för att kunna visa interaktiva kartor. Externa underlag kommer in till samordnaren som sedan behöver bearbetas.

I intervjustudien visar det sig att det är svårt med hantering av GIS-data. Vid sammanställning av Autodesk DWG-format (BIM) till GIS SHAPE-filer brister det i arbetsflödet. Det finns inget standardiserat arbetssätt då flera konstruktörer utför uppdrag som är oberoende av varandra. Otillräckliga kravställningar gör det svårt att hitta en röd tråd genom projekt i dagsläget. Från beställarens sida menar man på att det finns framtidsplaner på att ställa tydligare krav på GIS, som planeras att bli allt mer central i takt med att utveckling av samordningskartor sker kontinuerligt.

För konsulter finns det inga direkta krav på GIS i dagsläget. Trafikverket är de som förser leverantören med deras egna data. Beställningar med shape filer förekommer mest idag för att kunna inventera platser, som senare läggs in i Trafikverkets GIS-mappar för att kunna sköta inventeringen av sin infrastruktur.

Utifrån de hållbarhetsmål som finns och med rådande teknikutvecklingen ser Trafikverket på BIM och GIS som centrala för att interagera för att kunna uppnå sina måls. Studien pekar mot att samspelet kommer ha en större betydande roll i framtida infrastrukturprojekt, och att fortsatt optimering framöver kommer därför att genomföras.

Intervjustudien understryker att GIS-hantering har en betydande roll i samordningsmodellen. Största problemet ligger i att handpåläggningen är för tidskrävande för konsulterna och att samspelet inte fungerar helt optimalt mellan programmen. Det finns ingen automatisering för arbetssättet idag. Manuella konverteringar görs olika mycket beroende på hur stora projekten är och vem som bär ansvar för den levererade produkten. Även Trafikverket ser dom manuella handpåläggningar som ett mindre effektivt arbetssätt. Att kunna nyttja kompetensen på vad konsulterna är bra på snarare än att arbeta med manuella handpåläggningar hade kunnat möjliggöra ännu bättre tekniska lösningar.

Respondenterna var eniga om att hanteringen inte bara ligger på att samordnarna utan också på att alla teknikområden måste leverera rätt filer direkt. Då arbetssättet inte är helt kravställt ännu och att det klassas som ett arbetsmaterial, så är kunden införstådd med att samspelet inte alltid är felfritt. Kommunikation är en viktig detalj och hur man förmedlar och hanterar sitt resultat för beställare i dagsläget.

I intervjustudien är de svarande överens om att en integration mellan BIM och GIS är nödvändig för framtiden. Utvecklingen sker kontinuerligt från båda sidorna men det finns fortfarande utrymme för förbättringar. Vilken del av byggnadsprocessen man befinner sig i har mindre betydelse nu jämfört med tidigare då Trafikverket också vill utveckla sina verktyg. På entreprenadsidan är det svårt att hantera regelverken och järnvägen anses fortfarande som ett komplext område. Detta leder till att det inte är helt genomförbart i dagsläget, men att kommande tid ser ljusare för integrering av verktygen.

6.2 Finns det några förbättringsmöjligheter för samverkan?

Respondenterna var eniga om att det finns förbättringsmöjligheter. Problemet ligger inte i bristande kunskap utan snarare på att flödena inte följer en gemensam tråd. Att kunna hitta ett gemensamt arbetssätt och få alla i byggnadsprocessen medvetna om vilka förutsättningar det finns att skapa en samordningsmodell i projektwebbkartan och få fram samrådskartor för allmänheten kan skapa en grogrund för standardiseringen. I Sverige är metodiken för framtagning av modeller mer manuellt konfigurerat än automatiserat. Respondenter menar på att förändringar kommer att ske när fler aktörer i större och även mindre projekt ser nyttan med det. Från entreprenadsidan finns det delade åsikter om BIM och GIS i dagens arbetssätt. Deras tankar och idéer påverkar genomförandet av projekten då man inte kunnat leverera modeller till förvaltningsprocessen och att en traditionell standard betraktas fungera bra.

För att kunna arbeta mer integrerat med BIM och GIS pekar studien på att det finns möjligheter att hitta mer kunskap när det kommer till samrådskartan. Från medverkande respondenter visar det sig att beställaren kan fixera modeller i kartan direkt via en länk. Från samrådskartan, eller vad leverantören kallar projektkartan, finns grunddata från projekt där kontinuerlig information hela tiden uppdateras. I nyare projekt går trenden mot att man använder den mer, för att utveckla detta verktyg finns det förbättringsmöjligheter med att införa GIS-applikationer som hjälper till med stöttning av arbete internt. Applikationen skulle hjälpa till att underlätta hanteringen av GIS data. Hur GIS-applikationen från Trafikverket skulle införas är inte fastställt idag. Kartan anses fungera mycket bra idag för specialiserade konsulter inom flera teknikområden, men att uppbygganden är komplex.

Studier pekar på att användningen för kartor finns med i de större järnvägsprojekten. Integration av kartor är något Trafikverket arbetar mot. Förutsättningar finns ifall alla jobbar med samma arbetssätt. För att se potential för att effektivisera processen skulle ett råd vara att använda ett och samma program. Användningen skulle bli mer effektiv då integrationen av programvaran skulle vara den samma. Ifall beställare och konsult skulle använda sig av ett och samma program blir effektiviteten mer påtaglig, vilket i sin tur kan påverka budgeten positivt för både beställare och konsult. Optimeringen kring samma program anses även lönsamt för arbetsflödet eller arbetssättet som finns idag.

Kommunikation är ett begrepp som upprepats av samtliga respondenter. Allt handlar inte om att var och en ska göra sitt arbete. För att få en lyckad samordningen är respondenterna enade om att det är viktigt att projektörer får se sina gränssnitt. Det är viktigt att gränssnitten blir rätt både för modellerna och i kartan. Förbättringsmöjligheter gällande kommunikation är förslagsvis chattmiljöer inom koncernen där man kan koppla dokumentation till modeller så att data inte försvinner. Förutsättningarna här är att fler konsulter inom företaget kan se dina modeller. Ifall ingen kan ta del av modellen finns det mindre behov att behålla den.

Andra förbättringsmöjligheter inom GIS applikationer är att underlätta den befintliga arbetsmetoden på Sweco. Att ha en gemensam databas där alla som jobbar med GIS kan lägga in sin data för att sedan kunna exportera ut dessa vidare till större projekt. Intervjustudien och litteraturstudien pekar mot att en standardisering kring egna databaser också skulle vara användbart. En modifiering av standarden för att sedan projektanpassa.

6.3 Hur hade arbetsprocessen effektiviserats genom att införa en gemensam standard?

Från litteraturstudien är det uppenbart att det finns många aktörer på marknaden som erbjuder efterfrågade programvaror och tjänster. De stora aktörerna som är ledande inom marknaden är Autodesk, Bentley och ESRI men fler mindre alternativ som Trimbles Quadri är med och utmanar, vilket bör främja utvecklingen.

Problematiken som uppstår är att fler alternativ inte alltid resulterar i en bättre produkt. I denna bransch arbetar konsulter ofta individuellt, ibland i flera projekt samtidigt. Detta kan medföra en tidsbrist att utforska och begrunda nyare tekniker vilket ofta leder till att man som projektör oftast förlitar sig på det som känns bekvämt.

I intervjustudien fick respondenter besvara frågan om vilken mjukvara de använder sig av. Majoriteten av dem besvarade att de använde det som de alltid gjort, den mjukvara som de lärt sig sedan tidigare.

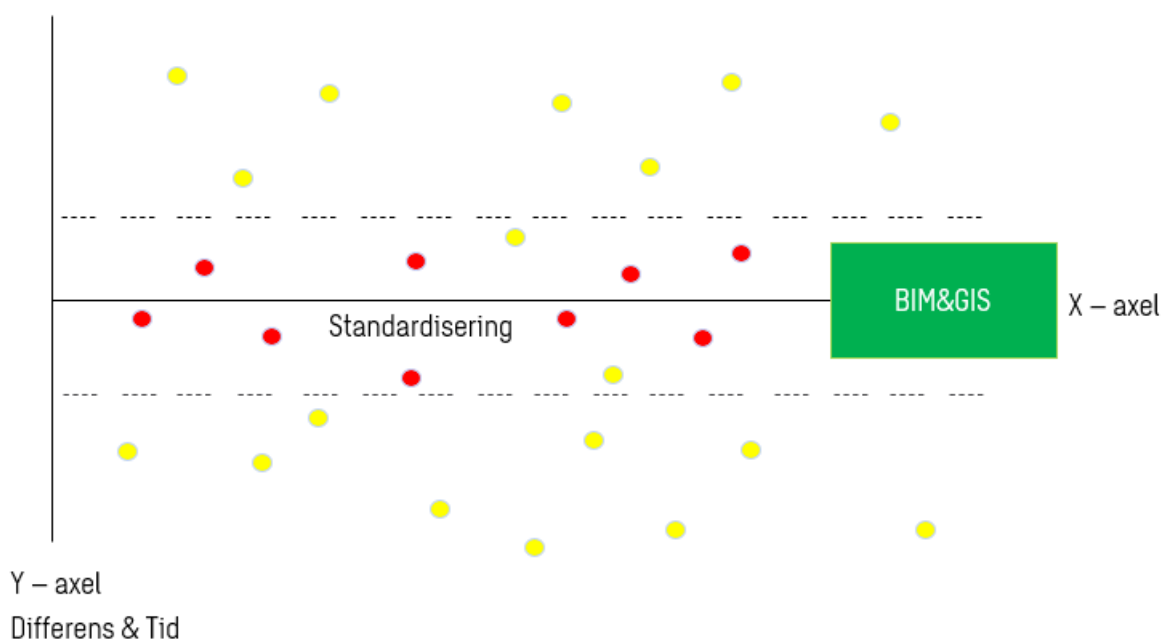
När det är en så pass stor mängd individer involverade i ett projekt som det oftast är i denna bransch, och var och en använder den mjukvara som de behagar, leder det till att varje enskild individ gör på sitt eget sätt. Detta leder till att rollen som samordnare har ett hektiskt arbete där konvertering och revidering mellan samordnare och projektör är vanligt.

Mycket av denna handpåläggning hade kunnat undvikas om man hade en standardisering för hur dessa leveransutbytes skulle genomföras.

En respondent från Trafikverket berättar att de jobbar aktivt med att forska kring utvecklingen av innovativa sätt att förändra deras och resterande branschens arbetssätt med BIM. Respondenten från Trafikverket hänvisar till en rapport som de skrivit med syftet att ta fram en kunskapsbas som kan lägga grunden för framtida utveckling inom området. Det långsiktiga målet är att öka innovation, kvalitet, produktivitet och bilda ett mer oavbrutet digitalt informationsflöde.

Samma respondent berättade även att i vissa länder som exempelvis Storbritannien, Norge och Finland har man valt att satsa på ett par specifika standarder och filformat, där Storbritannien varit tidigt ute att införa en nationell standard för BIM. Se nedan i figur 7 för exempel av standardisering av Norge och Sverige.

Införandet av arbetssättet ger högre produktivitet med lägre tidsåtgång för sammanställningen av BIM och GIS. De står just nu i en transaktion från sin tidigare nationella standard mot den nya internationella ISO³ 19560 standarden.



Figur 7 – Produktivitet av standardiseringen i Sverige och Norge (*gula markeringar efterliknar Sverige och röda Norge. Mer tidsåtgång desto högre differens*)

När Trafikverket beställer GIS-data från sina leverantörer finns där idag ingenting som säger hur denna data ska levereras. Varje enskild kommuns data skiljer sig från den andre. Det finns ingen kravställning som säger hur data ska skapas, bearbetas eller levereras.

I Norge finns denna standardisering kring GIS-data. Alla kommuners grunddata finns bevarat i samma system, benämnt på samma sätt och levereras på liknande vis till Vägvesenet.

Att data levereras i samma format hade minskat dagens befintliga handpåläggning, vilket bör eftersträvas.

6.4 Hur ser användandet av FME ut i dagens arbetssätt?

I dagens arbetssätt används FME som ett komplement för att lösa problem som uppstår i andra moment. Samordnare använder FME Workbench för att vrida och vända på levererade objekt från projektörer i syfte om att få högre kompatibilitet. Denna kompatibilitet är nödvändig för att få en korrekt och fullständig modell där all information presenteras.

Flera respondenter, framför allt de i rollen som samordnare, uttryckte sig om att de tycker mjukvaran är svår och att de tar hjälp av kunniga medarbetare som hjälper till att framställa dessa skript som kan tänkas behövas. Då mjukvaran innefattar programmering kan det finnas en kunskapsbrist som kan åtgärdas genom en introduktionskurs som introducerar användaren till mjukvaran utan att behöva lära sig koda.

Det framgick även från respondenter från Sweco region norr att de använder sig utav ett så kallat "BIM-nätverk" där de sparar äldre FME skript från tidigare projekt. Denna yta finns på Swecos egna ProjectWise sida och innehåller endast ett fåtal skript i dagsläget. Flera respondenter inom Sweco hade föredragit att denna gemensamma yta används mer omfattande och att de användbara skript som sparats namnges och får en beteckning utifrån vilket arbetsmoment där ämnade för att underlätta.

Genom att använda denna gemensamma yta skapas ett effektivare arbetsflöde för de som är involverade. Det underlättar för presumtiva konsulter som är nya inom branschen och inte har tidigare erfarenhet av mjukvaran eller en bakgrund inom data- och IT.

Ett par exempel på konflikter som framkommit från respondenter:

- Importen av koordinater från GIS in i Navisworks
- Drapering av infogade modeller i Navisworks automatiskt
- Attributdata går förlorad vid integrationen från GIS till Navisworks
- Skript som skalar av överflödiga lager vid infogade av objekt i GIS.

Detta är endast ett fåtal exempel där respondenter uttryckt att de önskat att det fanns ett befintligt FME skript.

7 Slutsats och diskussion

7.1 Diskussion

Samspelet mellan BIM och GIS har granskats i denna rapport. Med hjälp av *frågeställningarna* och *syftet* med rapporten kunde litteraturstudie och intervjustudie genomföras för att komma fram till ett resultat.

Syftet med arbetet har varit att se hur integrationen ser ut idag för BIM och GIS, både för konsulterna och Trafikverket. Samt att undersöka hur möjliga tillämpningar av program fungerar och hanterar dagens samspel.

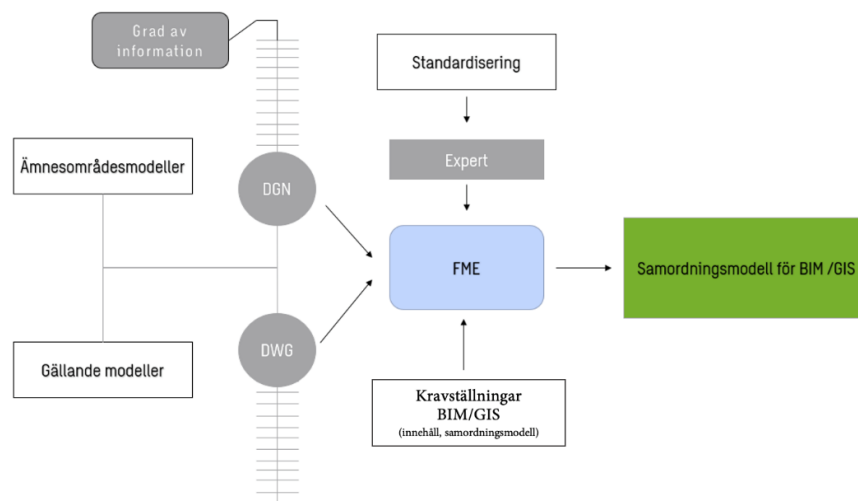
Målet med rapporten är att läsaren ska kunna bedöma hur användandet av hur BIM och GIS fungerar, samt att kunna förstå vilken inverkan verktygen har an på det hållbara samhällsbyggandet för både vägbyggnads- och järnvägsprojekt.

Slutsatserna som dragits baseras på analysen från litteraturstudien och intervjustudien. De tyder på att de större aktörerna Autodesk och ESRI fortsatt vill utveckla kompatibiliteten mellan de två informationssystemen BIM och GIS. Trafikverket fortsätter att använda BIM och ser positivt på att inkludera mer GIS-data i framtidens projekt. Men utan en övergripande standardisering kommer den handpåläggning som krävs av dagens konsulter att fortsätta.

7.2 Metod för Samordningsmodell

Metoden för att samordna en modell för BIM och GIS presenteras i figur 8. Tankekartan innehåller strukturer som omfattar olika steg för att kunna nå metodbeskrivningen (se kapitel 1.4).

Frågeställningen som besvaras (grön färg) är det slutgiltiga skedet för att nå syftet med arbetet. Processen med att nå samordningsmodellen är beskriven på tankekartan i figuren nedan, där viktiga rubriker och innehåll finns med för att förstå processen från början till slut. Rubrikerna omfattar relevant information till utformning av hur metoden genomfördes.



Figur 8 – Skiss av metodiken till samordningsmodell för BIM och GIS (Grad av information inkluderar all data i modellen som typsnitt, lager, punkter, linjer etc)

Ämnesområdesmodellerna från projektörerna är data från programmen. Det kan vara olika delmoment till projekten som *spår*, *signal* eller *lågspänningsanläggningar*. Informationen som uppdateras frekvent utskickas med olika filformat på BIM/GIS projekten.

FME skalar ner och filtrerar information där ett innehåll med kravställningar från Trafikverket slutligen kan bli en samordningsmodell enligt figur 8 (grön).

7.3 Slutsats

Nedan representeras följande frågeställningar och slutsatser.

- Var brister kompatibiliteten mellan GIS och BIM?

Kompatibiliteten idag brister när arbetssättet inte följer samma standard. Verktygen används på olika sätt av både samordnare och projektörer. Manuella handpåläggningar sker oregelbundet, vilket försvårar automatisering.

- Vilka möjliga tillvägagångssätt finns det för att komma runt bristerna?

Antingen att införa ett öppet format som alla kan nyttja och bearbeta. Eller jobba utifrån en tydlig struktur som man ifört i andra länder, med att ha en gemensam standard.

- Vilka är framtidens utvecklingsmöjligheter för respektive leverantör?

Att kunna automatisera integrationen helt med hjälp av FME. Få samordnare att slippa jobba med manuella konfigureringar och nyttja deras kompetenser på att bygga upp hållbarhetsmässiga byggnadsprojekt både inom väg och järnvägsprojekt. Hitta en gemensam standard för BIM och GIS. Utveckla projekt gemensamt och ta del av teknikområdets erfarenheter.

7.4 Fortsatta studier

Inom BIM och GIS finns det fortsatt mycket att studera. När arbetet genomfördes kom fler tankar om frågeställningar som skulle vara relevanta för framtida examensarbete. Följande frågeställningar baseras efter litteraturstudien i *kapitel 3* och intervjustudien i *kapitel 5*:

- Hur jobbar Trafikverket mot den internationella standarden ISO 19650?
- Kan man använda det öppna formatet IFC som standard?
- Hur stor del av arbetsprocessen kan man automatisera?
- Möjliga fördelar kring integration av BIM/GIS för miljö och hållbarhet.

8 Referenser:

8.1 Webbsidor

Autodesk, 2022, Precision & Predictability,
<https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/pdfs/slideshare-precision-predictability-bim-in-preconstruction.pdf>
(Hämtad 2022-05-26)

Autodesk, 2022, Navisworks, overview
<https://www.autodesk.se/products/navisworks/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
(Hämtad 2022-05-26)

Autodesk, 2022, Solutions (BIM)
<https://www.autodesk.se/solutions/bim/benefits-of-bim>
(Hämtad 2022-06-23)

Bentley, 2022, Microstation
<https://www.bentley.com/en/products/brands/microstation>
(Hämtad 2022-06-02)

ESRI, 2022, Capabilities
<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/capabilities/make-maps>
(Hämtad 2022-06-03)

ESRI (2020) *Technical Support – Overview*
<https://support.esri.com/en/Products/Desktop/arcgis-desktop/arcmap/10-8-1>
(Hämtad 2022-08-17)

Europeiska unionen, 2017, *Eu Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector (BIM)*
http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2017/07/EUBIM_Handbook_Web_Optimized-1.pdf
(Hämtad 2022-06-14)

Herrera, E (2015) *BYGGNADSINFORMATIOSNMODELLERING (BIM) - ANVÄNDNING UNDER BYGGPROCESSEN - Möjligheter och hinder med BIM*. Mälardalens Högskola.
<https://www.diva-portal.org/>
(Hämtad 2022-06-27)

Jongeling, R (2008) *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt - En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*. Luleå tekniska universitet.

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva>

(Hämtad 2022-06-27)

Lantmäteriet (2014) *Förutsättningar för att tillhandahålla kart- och bildinformation i tre dimensioner (3D)*. Dnr 505–2013/3895.

<https://www.lantmateriet.se/contentassets/>

(Hämtad 2022-07-05)

Martinez, C., Papdimitriou, C (2009) *CAD-Samordning— en arbetsprocess mot en oundviklig evolution parallellt med teknologin*. Malmö Högskola

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2>

(Hämtad 2022-05-30)

Sweco (2022) - *Storsatsning på järnväg i Skåne*

<https://www.sweco.se/aktuellt/pressmeddelanden/storsatsning-pa-jarnvag-i-skane/>

(Hämtad 2022-06-28)

Safe (2018) - *Introduction to the FME Data Inspector*

<https://safe-software.gitbooks.io/fme-desktop-basic-training-2018/>

(Hämtad 2022-06-29)

Safe (2018) – *What is FME*

[What is FME? · Introduction to FME Desktop](#)

(Hämtad 2022-06-29)

Safe (2020) *Article – Introduction FME*

<https://community.safe.com/s/article/Feature-Comparison-FME-Server-and-FME-Cloud>

(Hämtad 2022-07-05)

Song, Y., Wang, X., Tan, Y., Wu, P., Sutrisna, M., Cheng, J., & Hampson, K. (2017) - *Trends and Opportunities of BIM-GIS Integration in the Architecture, Engineering and Construction Industry: A Review from a Spatio-Temporal Statistical Perspective*. *ISPRS International Journal of Geo-Information*

<https://www.mdpi.com/>

(Hämtad 2022-07-06)

Trafikverket, 2020 - Bosch-Sijtsema,P, van Raalte,S, Carlstedt J,
Modellorienterat integrerat arbetssätt. Ärendenummer: 6883
Göteborg 2020-03-32
Trafikverket - Modellorienterat integrerat arbetssätt 2020
(Hämtad 2022-08-23)

Trafikverket, 2017, *BIM-infomrationsmodellering (BIM)*
<https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/byggnadsinformationsmodellering-bim/>
(Hämtad 2022-06-14)

Vad är GIS? Av Lantmäteriet (u å)
<https://www.lantmateriet.se/sv/kartor/lantmateriet-i-skolan/geoskolan/lektioner-med-gis-for-grundskolan/vad-ar-ett-gis/>
(Hämtad 2022-06-23)

8.2 Litteratur

Hansson B, Landin A, Olander S, Persson U, Aulin R Byggledning
Projektering 1:3 2017 – Projekteringsprocessen 6.12.1 sid 162.
Studentlitteratur AB, Lund. ISBN 9789144105727

Paulsson, U. (2020). Examensarbete - *Att skriva uppgavsbaseade uppsatser och rapporter* (1:1 uppl.). Lund: Studentlitteratur

Harrie, L. (red.) (2020) Geografisk informationsbehandling – teori, metoder och tillämpningar. 7 uppl. Studentlitteratur AB, Lund. ISBN 9789144131740

8.3 Video

GIS och BIM tillsammans - koll på både detaljer och sammanhang med hjälp av Youtube [Video] (2020 4 juli) Oscar Monell - Esri,Sverige -
<https://www.youtube.com/watch?v=0rieIIVbJwE>
(Hämtad 2022-06-07)

8.4 Illustrationer

Tillmar, J (2010) – Byggnadsprocessen [Figur] – *BIM som en effektivisering av projekteringsprocessen – en fallstudie vid PEAB Sverige AB, region Linköping*

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva>

(Hämtad 2022-06-18)

Safe Software (2016) – FME Workbench [Figur] – *FME Desktop Components*

<https://desktopmanualbasic.safe.com/DesktopBasic1Basics>

(Hämtad 2022-06-14)

9 Bilagor

Bilaga 1 – Definitionslista

Bilaga 1 innehåller en lista för att definiera de begrepp som används genom rapporten.

Attribut	Data-information som beskriver en egenskap hos ett objekt.
BIM	Byggnadsinformationsmodellering. Informationssystem som innefattar modeller laddade med information.
CAD	Computer Aided Design. Digitalt designverktyg som används för att skapa objekt.
Drapera	Teknik för att anpassa en textur eller objekt efter yta.
Data	Information som förmedlar ett värde.
Digitalisering	Process om att omvandla information till ett digitalt format.
DWG	Filformat för CAD-modeller.
RVT	Filformat för filer som skapats i Revit.
NWD	Filformat för Navisworks dokument.
ESRI	Amerikanskt företag och utvecklare av bland annat ArcGIS.
FME	Förkortning på Feature Manipulation Engine. FME är en plattform som effektiviserar översättningar av data.
Filformat	Hur en viss datamängd lagras för ett specifikt program.
Geodata	Data som på något vis knutits till en plats i ett geografiskt koordinatsystem.
GIS	Geographic Information System. Ett datorbaserat informationssystem för att hantera geodata.
IFC	Ett öppet och internationellt filformat.
ISO	Publicerar internationella standarder för produkter och processer inom ett brett spektrum av områden.

ISO 19655	Internationell standard för att hantera information över hela livscykeln.
Metadata	Anger information om data, vem, när och hur man skapat data.
RUCAP	Tidigt <i>CAD program</i> som främst arkitekter använde sig utav.
RFÄ	Förkortning på <i>redogörelse för ämnesmodell</i> . I RFÄ är syftet att redogöra för uppdateringar och ändringar man gjort i olika ämnesområden.
Ortofoto	Flygfoto som korrigeras geometriskt så att alla objekt förefaller vara avbildade rakt uppifrån och i samma skala.
Plug-in	Ett tillägsprogram som ökar funktionaliteten hos redan befintlig mjukvara, kräver installation.
Parametrisk modellering	Modellering byggd på användarangivna regler och parametrar. En regel kan t.ex. vara att väggen ska gå upp till taket. Om parametern "takhöjd" ändras så ändras automatiskt då också väggen.
Shape-fil	Filformatet som ESRI-produkter använder sig utav.
Spatiala data	Data som kan lokaliseras i tre dimensioner.
Textur	En bild som läggs ovanpå ett objekt för att förändras dess utseende.

Bilaga 2 - Intervjufrågor

De intervjufrågor som ställdes till de olika respondenterna, sorterade utifrån arbetsroll.

Konsult:

Introduktion

- Vem är du? Vad har du för position och erfarenhet?

BIM & GIS

- Hur ser användandet ut av BIM i dina projekt idag?
- Vilken mjukvara använder du i arbetslivet?
- Finns där några alternativ?
- Var kan problem uppstå i projektet?
- Vilka utmaningar stöter ni på?
- Finns där några förbättringsmöjligheter?

Digitalisering

- Hur ser förhållandet ut mellan manuellt arbete kontra automatiserat?
- Vart kan det uppstå handpåläggning i arbetsprocessen?
- Hur kan man förbättra detta?

FME

- Kommer du i kontakt med FME i arbetslivet?
- Hur används det i dagens projekt?
- Finns där någon förbättringspotential?
- Finns där något sätt att bevara och ta del av äldre FME skript?

Kravställning

- Vad ska du BIM-samordnare leverera/presentera enligt krav?

Leverans

- Vad ska du som GIS-samordnare leverera/presentera?

Beställare:

BIM & GIS

- Hur arbetar Trafikverket med BIM & GIS i dagens projekt?
 - Ser ni någon förbättringsmöjlighet gällande dagens arbetssätt?
- I hur stor utsträckning inkluderar Trafikverket BIM & GIS-data i sina projekt?
 - Vad är det som avgör detta?
 - Skiljer det sig mellan projekten? Varför?
 - Vad levererar ni till entreprenaden?
- Hur arbetar Trafikverket med den produkt som levereras? Exempelvis en färdig Samordningsmodell

Standardisering & Visualisering

- Hur ser Trafikverket på att inkludera/standardisera GIS-data i projekt där de agerar som beställare?
 - Finns där hinder för att genomföra detta?
 - Tror du att GIS-data kommer inkluderas i Trafikverkets kravställning framöver?
- Hur ofta uppdaterar man de nuvarande leveranskraven?
 - Kan dessa krav skiljas mellan projekt?
- Hur jobbar Trafikverket med visualisering av BIM & GIS-data?
 - Finns där någon förbättringspotential?

Trimble

- Berätta mer om Novapoint / Quadri
- Fördelen med Quadri över t.ex. Navisworks
- Vad ser du på öppna format som IFC?
- Kan det hjälpa samspelet mellan BIM och GIS?

Bilaga 3 - Erfarenheter

Konsult:

Anna Rolén

Har en bakgrund som GIS-ingenjör i botten och även mätteknik. Susanne har även jobbat som datasamordnare i 20 år. Jobbade tidigare för banverket och har varit kvar sen 1999. Från grunden har datasamordning varit huvudsysslan, men har nu gått över till BIM-samordning

Aziza Tashta

Aziza är en BIM samordnare på Sweco. Har tidigare jobbat som projektingenjör i 2 år. Efter det arbetet inom BIM projekt i 2 år och nu BIM samordnare i 6 månader.

Beställare:

Susanne Von Raalte

Susanne är senior specialist och utredare inom BIM och GIS på Trafikverket. Just nu så sitter hon och arbetar med den nya stambanan i Sverige, från Stockholm till Malmö och Malmö till Göteborg.

Övriga respondenter valde att vara anonyma.

