

BIM – Standardiseringsbehov

Anders Ekholm, Håkan Blom, Klas Eckerberg, Kurt Löwnertz, Väino Tarandi

2013-06-20

Förord

Föreliggande arbete är slutrapport för SBUF-projektet nr 12690 "BIM standardiseringsbehov". Rapporten är en bearbetad och utvidgad version av en tidigare presenterad delrapport till Agenda ICT/BIM daterad 2013-02-22. Projektet har som syfte att skapa överblick över behovet av och föreslå insatser och utvecklingsprojekt inom standardisering för att främja tillämpning av BIM, bygginformationsmodellering.

Arbetet har initierats av OpenBIM och har tillkommit i samverkan med organisationer som driver frågor om branschgemensam standardisering för BIM. Ambitionen har varit att projektets resultat ska ha en bred förankring i svensk samhällsbyggnadssektor. Sveriges Byggindustrier och VVS-Företagen står bakom ansökan till SBUF, och den administrativa hanteringen av projektet har skötts av Sveriges Byggindustrier.

Medverkande i arbetet är:

Projektledning

Anders Ekholm, LTH/A&AEkholm AB
Olle Samuelson, IQ Samhällsbyggnad/OpenBIM
Rogier Jongeling, PlanB/OpenBIM

Arbetsgrupp Avtal och upphandling

Håkan Blom, HL Blom Konsult AB
Olof Johnson, Sveriges Byggindustrier
Johan Öström, VVS-Företagen

Arbetsgrupp Processer

Klas Eckerberg, Projektengagemang
Per Erlandsson, Regionservice, Region Skåne
Robert Velén, Skanska

Styrgrupp

Ann-Therese Albertsson, Trafikverket
Håkan Blom, HL Blom Konsult AB
Kalle Bröms, Sveriges Byggindustrier
Jan Byfors, NCC
Helena Dahlberg, Svensk Byggtjänst
Rikard Espling, Skanska Installation
Magnus Everitt, VVS-Företagen
Lars Lidén, Specialfastigheter
Per Linder, WSP
Mårten Lindström, OpenBIM

Arbetsgrupp Begrepp

Kurt Löwnertz, Sweco
Patrik Lindvall, NCC
Thomas Lundgren, Svensk Byggtjänst

Arbetsgrupp Dataformat

Väino Tarandi, KTH/buildingSMART
Andreas Udd, Skanska/buildingSMART
Jan-Anders Jönsson, Åkej AB/fi2

Sammanfattning

För att åstadkomma ett hållbart samhällsbyggande krävs effektiv informationshantering. Bygginformationsmodellering (BIM) är av strategisk betydelse för utveckling av effektivare metoder att skapa, samordna och dela bygginformation. Införandet av BIM möjliggör även utveckling av byggt teknik och affärsmodeller och leder till ökat fokus på processer för att åstadkomma god stadsbyggnad, arkitektur och brukarnytta.

En förutsättning för ett brett genomslag för BIM är emellertid gemensamma nationella och internationella riktlinjer och en konsekvent strategi för utveckling av standarder för begrepp, informationsleveranser och datalagringsformat samt avtalsformer. I Sverige har vi viktiga kunskaper och etablerade metoder för informationshantering och våra erfarenheter är viktiga att tillvarata i detta arbete. Därför måste vi aktivt delta både internationellt och nationellt med utveckling av:

- Internationella ramverksstandarder
- Nationella regelverk
- Riktlinjer för tillämpning.

Rapporten redovisar en översikt över standardiseringsbehovet för BIM och rekommenderar prioriterade utvecklingsinsatser som underlag för beslut om utvecklingsprojekt inom företag, branschorganisationer och FoU/I-finansiärer. Arbetet redovisar i diagramform översikter över standardiseringsbehovet avseende begrepp, informationsleveranser och dataformat under hela livscykeln, samt behovet av utveckling av standardavtal inom samhällsbyggnadsområdet.

Det övergripande målet för insatserna är att:

utveckla tillämpade gemensamma informationsstrukturer och metoder för att samverka, ställa krav och verifiera i informationsutbytet mellan de olika parterna i samhällsbyggnadsprocesserna.

Arbetet redovisar konkreta förslag till 10 större utvecklingsprojekt (se Fig. 5) med syfte att (förkortningarna nedan förklaras senare i texten):

1. **Etablera en arbetsordning** med tidplaner och principer för **samverkan mellan de olika projekten**, samt stommen i en nätbaserad publikationsservice **"Nationella riktlinjer för BIM"** med rekommendationer och tillämpningsanvisningar.
2. **Utveckla BSAB-systemet med BIM-anpassade tabeller** och klassifikation för fysisk planering och för fastighetsförvaltning, samt utveckla principer för klassifikation av egenskaper.
3. **Samordna informationsstrukturer för BIM och GIS** och upprätta gemensam nomenklatur och klassificering.
4. **Utarbeta riktlinjer för informationsinnehåll i informationsleveranser** i hela planerings-, bygg- och förvaltningsprocessen för att utgöra den centrala delen av en svensk **"Nationell BIM-manual"**.
5. **Samverka med buildingSMART International** de två projekten för applikationsgränssnitt (API) mot dels gemensamma informationskällor för BIM-serverar, dels Data Dictionary för bl.a. varudatabaser.
6. **Samordna och implementera de överlappande standarderna och ansvarsområdena** IFC, LandXML, CityGML, PLCS, fi2XML, OBCF, mvdXML i projekt och förvaltning.

7. **Medverka till sammanslagning och komplettering av LandXML och IFC-standarderna** samt utveckling av svensk tillämpning.
8. **Vidareutveckla och tillämpa oBCF – open BIM Collaboration Format** – för hantering av ärenden och arbetsflöden i alla typer av byggprojekt över hela livscykeln.
9. **Utarbeta förslag på begreppsbestämningar och lösningar på problem** relaterade till avtal om digital hantering och digitala leveranser.
10. Belysa möjligheterna och svårigheterna att **i samband med offentlig upphandling ställa krav på BIM-leveranser.**

Tillämpning	1			2			3			4			5			6			Projekt	
	1	2	3	1	4	9	1	5	6	1	4	9	1	5	6	1	4	9	1	2
	4			10			7	8											1	Nationella riktlinjer för BIM
																			2	Utveckling av klassifikation för BIM
Nationella regelverk	1	2	3	1	4	9	1	5	6	1	2	3	1	4	9	1	2	3	3	Samordning av informationsstrukturer för BIM och GIS
	4	9		10			7	8		4			7	8		4			4	Informationsleveranser med egenskapsredovisningar
																			5	Applikationsgränssnitt mot gemensamma informationskällor
Internationella ramverks-standarder	2	3		4			1	5	6	2	3		1	5	6	6			6	Formatsstandarder och deras tillämpning – internationellt och nationellt
							7	8					7	8		7			7	Utveckling och sammanslagning av IFC och LandXML, till både hus och anläggning
	Begrepp			Processer			Dataformat												8	Utveckling och tillämpning av oBCF – open BIM Collaboration Format
																			9	Utveckling av digitala begreppsbestämningar i standardavtal, förstudie
																			10	Offentlig upphandling med krav på BIM-leveranser

Figur 5 s. 50: Projekt fördelade på syften och standardiseringsområden.

Samordningen av BIM i det svenska samhällsbyggandet föreslås organiserat genom BIM Alliance Sweden.

Kostnaderna för de föreslagna insatserna är ca 100 mnkr över en treårsperiod, med en tillkommande årlig kostnad på ca 8 mnkr. Av dessa avser 5 mnkr det kontinuerliga utvecklingsarbetet i BIM-organisationen och 3 mnkr utveckling och underhåll av BIM-klassifikationen.

Effektiv informationshantering genom en systematisk och så långt som möjligt standardiserad användning av BIM bedöms kraftigt öka produktiviteten genom den totala planerings-, bygg- och förvaltningsprocessen. I ett antal korta fallstudier beskrivs de betydande effekterna av införande av BIM på projektnivå.

Kostnaderna för att åstadkomma effektiviseringen måste vägas mot besparingarna. En exakt bedömning av det ekonomiska utfallet är svår att göra, men mot bakgrund av tidigare svenska och internationella utredningar bör det handla om ansenliga summor i besparing. Minst 12 mdkr per år kan bedömas vara rimligt att uppnå. **Skattningar av utvecklingen i Australien tyder på en möjlig tiofaldig avkastning på investeringar på samhällsnivå i utveckling och utbildning i BIM.**

I en tabell sammanfattas den bedömda nyttan för olika parter och intressenter, samt förmågan att bidra ekonomiskt till utvecklingen av BIM-standarder.

Innehåll

1	Introduktion.....	6
2	Aktörer i standardisering och branschutveckling.....	8
3	Informationsutbyte i husets livscykel.....	14
4	Informationsutbyte i vägens livscykel	20
5	Samhällsbyggnad – informationsflöden och standarder.....	23
6	Standarder	28
7	Avtal och offentlig upphandling	37
8	Genomförande	42
9	Kostnadseffekter och finansiering.....	58
10	Referenser	67

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

För att åstadkomma ett hållbart samhällsbyggande krävs effektiv informationshantering. BIM är av strategisk betydelse för utveckling av effektivare metoder att skapa, samordna och dela information om den byggda miljön, såväl i projektering och byggande som i förvaltning.

Det har gjorts försök att mäta effekterna av tillämpning av BIM, men en svårighet är att vinsterna är spridda mellan olika aktörer och skeden (Vestergaard et al 2011). De omedelbara ekonomiska vinsterna med BIM ligger i projektsamordning och i sena skeden.

I Australien rapporteras BIM medföra en ökning av arbetskraftens produktivitet i enskilda företag i byggsektorn i med 6–9 procent per år. Den samlade vinsten med att införa BIM under hela perioden 2011–2025 beräknas motsvara ett engångsbidrag till BNP om mellan 4,8–7,6 miljarder australiensiska dollar (Allen Consulting Group 2010).

Trafikverket har en strategi för utveckling av BIM i samverkan med branschens aktörer, t.ex. ska alla investeringsprojekt från och med 2015 välja någon av fördefinierade BIM-nivåer. Ambitionen är att ett konsekvent införande av BIM ska kunna minska anläggningskostnaderna avsevärt genom att rationalisera hela kedjan planering, produktion och förvaltning (<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Teknik/Att-infora-BIM-pa-Trafikverket/>).

En förutsättning för ett brett genomslag för BIM är emellertid gemensamma nationella och internationella riktlinjer och en konsekvent strategi för utveckling av standarder för begrepp, informationsleveranser, datalagringsformat och avtalsformer. Detta är bakgrunden för flera initiativ till nationella BIM-standarder som den nordamerikanska National BIM Standard, NBIMS, (<http://www.nationalbimstandard.org/>), den finska Common BIM Requirements, COBIM, (<http://www.en.buildingsmart.kotisivukone.com/3>), den australiensiska National BIM Guide (<http://bim.natspec.org/index.php/natspec-bim-documents/national-bim-guide>) m.fl.

1.2 Problem

Det saknas översikt över standardiseringsbehovet och avtalsformer¹ för BIM som underlag för prioritering av utvecklingsinsatser genom företag, branschgemensamma standardiseringsorganisationer och FoU/I-finansiärer.

1.3 Syfte

Projektets syfte är att skapa en överblick som möjliggör identifikation av standardiseringsbehovet för tillämpning av BIM med kort och lång tidshorisont.

Utgångspunkter för arbetet är följande antaganden:

- Datorbaserad informationshantering har bidragit till kraftig effektivisering inom andra industrigrenar.
- Dagens processer i planering, byggande och förvaltning skulle kunna förenklas väsentligt om informationsleveranserna var bättre standardiserade.

¹ I det följande inkluderas frågor om avtal i det allmänna begreppet standarder.

- Effektivare informationshantering och bättre standardisering av leveranserna kan leda till att vissa av dagens föråldrade processer ersätts av helt nya.
- Standardisering av information för kravställande möjliggör uppföljning och kontroll av egenskaper hos valda lösningar och deras tillstånd genom hela livscykeln.

1.4 Avgränsning

Arbetet avser arbetsmetoder och standarder för objektbaserad informationshantering i plan-, bygg- och förvaltningsprocesserna med tillämpning inom BIM.

Frågor som har behandlats är:

- Vilka standarder finns?
- Vad är standardernas syfte och omfattning?
- Hur och i vilka processer används standarderna?
- Vilka initiativ pågår för utveckling av standarder, i Sverige och internationellt?

Mot bakgrund av analysen har utarbetats svar på följande frågor:

- Vilka åtgärder behövs beträffande utveckling av standarder?
- Vilka är målen på kort och lång sikt?

1.5 Disposition

Efter denna inledning i avsnitt 1, ges i avsnitt 2 exempel på viktiga aktörer verksamma inom standardisering och branschutveckling för BIM. I avsnitt 3 och 4 beskrivs exempel på scenarier för informationshanteringen i livscykeln för en husbyggnad respektive en väganläggning. Avsnitt 5 visar en översikt över standardiseringsbehovet avseende begrepp, informationsleveranser och dataformat under hela livscykeln. I avsnitt 6 redovisas de standarder som är aktuella. Avsnitt 7 behandlar behovet av revidering av befintliga avtalsformer med syfte att stödja BIM. I avsnitt 8 redovisas en handlingsplan och de projekt inom standardisering som behöver genomföras inom en treårsperiod. Avslutningsvis beskrivs i avsnitt 9 olika exempel på nyttan av BIM samt hur finansieringen av utvecklingsarbetet kan fördelas på olika aktörer.

2 Aktörer i standardisering och branschutveckling

2.1 Svenska förutsättningar

En förutsättning för att standardisering och annan utveckling av det fysiska samhällsbyggandet ska kunna genomföras är ett brett och aktivt deltagande från berörda parter, och att roller och arbetsfördelning mellan aktörerna tydliggörs. I Sverige finns goda grundförutsättningar i form av ett antal väl etablerade företag och myndigheter, men också en flora av relativt nya organisationer med specifika intressen.

Alla som är verksamma inom samhällsbyggandet behöver idag en strategi för digital informationshantering. Med mer eller mindre hemsnickrade modeller försöker man definiera metoder, dataformat, kommunikationsformer och annat. Bristen på breda standarder gör arbetet komplicerat, och anvisningarna blir fort inaktuella. Varje konkret projekt brukar därför inledas med en fas av "konsolidering", då man försöker matcha ihop de inblandade parternas lösningar.

På många hålls drivs intressanta och innovativa utvecklingsprojekt som syftar till att minska osäkerheten och öka nyttan av digital informationshantering: inom fastighetsförvaltning, installationsteknik, maskinstyrning, datainsamling och mycket annat. Finansieringen kommer ibland direkt från aktörerna, ibland genom SBUF och andra organ.

Några aktörer har redan tagit på sig att aktivt verka för en branschövergripande utveckling, och kan därmed spela en särskilt viktig roll i utvecklingen av informationshantering i samhällsbyggandet. Nedan beskrivs några av dessa.

2.2 AB Svensk Byggtjänst

Sedan 1934 har det branschägda företaget AB Svensk Byggtjänst arbetat med informationsförsörjning till byggande och förvaltning (Svensk Byggtjänst 2005). Man producerar bland annat tekniska handböcker för byggkonstruktion; regelverk för ekonomisk och juridisk administration; information om byggmaterial, arbetsmetoder, miljöfrågor, regelverk, lagstiftning och annat; event och möten.

Svensk Byggtjänst äger och förvaltar också BSAB, som är ett klassifikationssystem för den byggda världen. Föregångaren SfB-systemet utvecklades redan på 1940-talet, och låg sedan till grund för internationell standard inom området.

För närvarande driver Svensk Byggtjänst ett pilotprojekt kallat Fokus I. Namnet pekar på inriktningen mot informationen i de digitala modeller som tas fram i husprojektering, där form och utseende enbart är två av många aspekter. Istället koncentrerar man sig på kravställning och på definitioner av de egenskaper som behövs för att beskriva byggnadsverken i olika avseenden.

Kraven ska kunna göras alltmer detaljerade allt eftersom projekteringen framskrider. Till en början ställs övergripande krav på utrymmen, energiförbrukning, arkitektonisk utformning med mera. Detta leder fram till krav på konstruktion av stomme, tekniska installationer och andra "systembeslut". Kraven förfinas allt mer, och leder till slut fram till förslag på "recept" för byggnadsverkens delar: väggar, fönster, installationer och så vidare.

På alla nivåer kan kraven mängd- och kostnadsberäknas. Alternativa lösningar kan också prövas, så länge de uppfyller de krav som ställts.

På slutet kan entreprenörens val av recept leda fram till beställning av byggmaterial och produkter. Genom att koppla information om etappindelning direkt på objekten kan leveranser göras "just-in-time", och därigenom minska behovet av lagerhållning och svinn på byggplatsen.

Senare skickas informationen till förvaltning och drift där entreprenören kompletterat recepten med underhållsinformation, till exempel garantitider. Förvaltningen uppdaterar sedan informationen i sina system med kopplingar till objekten och vid ombyggnad skickas aktuell information ut.

Fokusl visar tydligt vilka vinster som kan göras när man väl bestämt sig för klassifikationssystem, detaljeringsgrader, definitioner av egenskaper och andra grundläggande strukturer. De visar också tydligt på begränsningarna i de system vi har idag, och därmed på behovet av utveckling. I projektet har man själva fått uppfinna lösningar på de problem som uppenbarades. Dessa lösningar ger värdefulla indata till framtida utvecklingsarbete.

2.3 Trafikverket

Trafikverket har en strategi för utveckling av BIM i samverkan med branschens aktörer, t.ex. ska alla investeringsprojekt från och med 2015 välja någon av fördefinierade BIM-nivåer (<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Teknik/Att-införa-BIM-pa-Trafikverket/>). Ambitionen är att ett konsekvent införande av BIM ska kunna minska kostnaderna avsevärt genom att rationalisera hela kedjan planering, produktion och förvaltning.

Den statliga produktivitetskommittén (SoU 2012) har också uppmärksammat vikten av att Trafikverket tar initiativ till en satsning på BIM och ger följande förslag:

- Inför i Trafikverkets riktlinjer för upphandling av projekteringsuppdrag att man särskilt ska redovisa skälen om man inte i förfrågningsunderlaget har med att BIM ska tillämpas. För bästa möjliga nytta ska BIM-kraven spegla både hur man kan effektivisera byggandet och hur man kan ha nytta av BIM i den långsiktiga förvaltningen.
- Trafikverket bör eftersträva branschgemensamma standarder och processer.

Till skillnad från andra statliga myndigheter arbetar man aktivt med att driva på hela branschens utveckling. Från att tidigare ha haft egna regelverk och tekniska anvisningar – dessutom skilda mellan dåvarande Vägverket och Banverket – söker man nu samarbete med Svensk Byggtjänst, med SIS och med internationella organisationer.

Utvecklingen drivs framför allt i de stora investeringsprojekten. I "Förbifart Stockholm" kommer för första gången de digitala modellerna utgöra juridiskt bindande underlag för upphandling av entreprenörer. Modelldata kommer dessutom i stor skala användas i produktionen, så att projekterade väglinjer direkt får styra bergborrar, schaktmaskiner och annan utrustning. Detta ställer stora krav på "digital ordning och reda". All data måste gå att verifiera, inte bara i läge utan också i granskningsstatus; är modellen granskad och godkänd för det angivna syftet?

Trafikverket kan – tack vare omfattningen av investeringarna och det uttalade intresset för nationell och internationell samverkan – spela en central roll i utvecklingen av standarder för BIM; relevant inte bara för anläggning utan för hela samhällsbyggnadssektorn.

2.4 SIS

SIS (Swedish Standards Institute) har en given central roll i utvecklingen av BIM-relaterade standarder (www.sis.se). Många av de tekniska kommittéerna och deras projekt berörs, och nya kommer att behöva skapas. Resurser kommer också att behövas för samordningen mellan fackområdena.

Sverige är genom SIS aktivt även i internationellt standardiseringsarbete. För närvarande medverkar SIS till exempel i en revidering av ISO 12006-2, som är en ramverksstandard för byggklassifikation. Grunden till denna var det svenska Sfb. Olika tillämpningar har tagits fram i de länder som valt att följa standarden. Bland andra Danmark, Storbritannien och USA har tolkningar som är av intresse att studera inför ett svenskt utvecklingsarbete. Samarbete med Svensk Byggtjänst kring BSAB-systemet blir en viktig del i detta.

SIS tekniska kommitté 269 ansvarar för standarder inom dokumentation för byggande och förvaltning. Man ger också ut en serie handböcker benämnda *Bygghandlingar 90*, som utgör byggsektorns rekommendationer för redovisning av byggprojekt. Beteckningen "90" lever kvar från publiceringen av den första utgåvan i början av 1990-talet, trots att böckerna uppdateras när behov uppstår. Del 8 i serien behandlar digitala leveranser för bygg och förvaltning, vilket gör den speciellt relevant för hantering av BIM.

2.5 Föreningen för Förvaltningsinformation

Föreningen för Förvaltningsinformation bildades efter avslutandet av programmet IT Bygg & Fastighet 2002 (<http://www.fi2.se/sa/node.asp?node=5>). Syftet är att samordna fastighetsbranschens informationshantering. Dess medlemmar är de tongivande fastighetsägarna i Sverige samt systemleverantörer och konsulter specialiserade på standarden fi2.

fi2 baseras på en de facto-standard – FI2002 – som skapades i FoU-projektet FI2002 och som sedan döptes om till fi2. fi2 syftar till att skapa ett obrutet informationsflöde i bygg- och fastighetssektorn. En förutsättning är förekomsten av standardiserade begrepp. fi2 syftar till att vara "språket" som gör att olika system inom fastighetssektorn kan samverka.

I takt med den snabba IT-utvecklingen måste fastighetssektorn ta ansvar för flödet av fastighetsinformation. Möjligheterna ökar att ställa funktionskrav på byggandet, att samordna nödvändig information, att ställa krav på systemleverantörer och på leverantörer av information.

fi2-standarderna innefattar:

- definierade informationsstrukturer
- definierade kommunikationsgränssnitt.

Formatet fi2xml används idag av alltfler fastighetsföretag och är en varumärkesskyddad de facto-standard för att hantera alla former av information som rör fastigheter.

2.6 Building SMART Sweden

IAI (International Alliance for Interoperability) kallas numera buildingSMART för att markera det utökade intresseområdet för organisationen (<http://www.buildingsmart.org/>). Under beteckningen SMART utvecklas format och metoder, med koncentration på IFC och dess delar.

Visionen för buildingSMART är att uppnå ett mer hållbart samhälle. Detta ska uppnås genom användning av internationella standarder i bygg- och anläggningsbranschen, vilket medför en kvalitativ förbättring av informationsutbytet. Organisationens mål är bland annat att:

- utveckla och underhålla internationella standarder för BIM
- underlätta marknadens anpassning till interoperabilitet genom framgångsrika och hållbara projekt
- fungera som en plattform för nätverkande
- lösa problem med höga kostnader som hindrar utbyte av data.

buildingSMART Nordic är en regional avdelning som består av de danska, finska och svenska organisationerna, medan Norge har en egen. Dessa två avdelningar deltar på varandras möten och samverkar som en gemensam. Anledningen till uppdelningen är att bättre ta tillvara den starka utvecklingen i Norge.

BuildingSMART Sweden har idag ca 40 medlemmar (<http://www.siai.se/>). Arbetet bedrivs främst på internationell nivå. Syftet med buildingSMART Sweden är att ta tillvara de svenska intressena och öka medlemmarnas lönsamhet genom SMART-konceptet. Detta görs bland annat genom att bevaka, påverka och driva på SMART-utvecklingen åt önskat håll, informera och utbilda bygg- och förvaltningssektorn samt öka uppslutningen genom fler medlemmar och mer samverkan.

2.7 OpenBIM

Organisationen OpenBIM (www.openbim.se) är en svensk ideell förening för effektivare processer i alla led och för en utvecklande konkurrens från en gemensam IT-plattform. OpenBIM:s vision är ett bättre samhällsbyggande med hjälp av BIM. OpenBIM verkar för att bästa möjliga IT-hjälpmedel och öppna standarder utnyttjas för att stimulera effektiva processer inom samhällsbyggandet.

Föreningen har (2012) cirka 100 medlemmar och påverkar samhällsbyggnadssektorns utveckling på olika sätt. Man driver för närvarande fyra intressentgrupper – Anläggning, Installation, Förvaltning och Projektledning – där medlemmarna utbyter erfarenheter, sprider goda exempel och initierar olika utvecklingsinsatser. Föreningen bedriver informations- och kommunikationsinsatser genom nyhetsbrev, seminarier, och genom sin webbplats, samt fungerar som samordnande forum för att initiera olika typer av utvecklingsprojekt.

2.8 BIM Alliance Sweden

Föreningen BIM Alliance Sweden bildades i december 2012 med syfte att från 1 januari 2014 verka som en sammanslagen förening av Fi2, buildingSMART Sweden och OpenBIM (<http://www.openbim.se/sa/node.asp?node=1382>). Samgåendet syftar till att ta ett helhetsgrepp över BIM-frågorna. Ca 150 företag är redan idag medlemmar i de nuvarande föreningarna. Genom att samla resurserna kan man få ökade resurser för omvärldspåverkan samt vidareutveckling och förvaltning av de standarder och verktyg som tagits fram.

2.9 BEAst

BEAst står för "Bygg- och fastighetsbranschens Elektroniska Affärsstandard" och har i dagsläget ca 65 medlemmar (<http://www.beast.se/>). Företag och organisationer från branschens olika delar samverkar i ett nätverk för att utveckla branschens e-affärer. BEAst:s verksamhet rör e-handel B2B, EDI,

webblösningar och e-kommunikation i branschen. BEAst föregångare hette DK Bygg och startade redan på 1980-talet. Under 1990-talet hette organisationen EDI Bygg.

BEAst utvecklar informationsstandarder för elektroniska affärer för bygg- och fastighetssektorn, baserat på internationella standarder och i nära samarbete med andra branschorganisationer. Standarder finns för bl.a. elektronisk handel, elektronisk fakturering, anläggningstransporter, märkning, hyresmaskiner, upphandling och dokumenthantering.

Standarderna innehåller allt från beskrivningar av processen, verksamhetsgränssnitt, till specifikationer och tekniska gränssnitt. Alla standarder från BEAst bygger på internationella grundstandarder och är i många fall samordnade både internationellt inom byggbranschen och med andra branscher nationellt.

2.10 Lantmäteriet

Som underlag för planering och byggande behövs olika typer av geografisk information: såväl fastighetsförhållanden, infrastruktur och andra spår av mänsklig aktivitet som naturgivna förutsättningar i form av topografi, vegetation och annat. Sådan information produceras framför allt av landets kommuner och av det statliga Lantmäteriet.

Lantmäteriet har nyligen inlett flera strategiska diskussioner och samarbeten – till exempel med Boverket, ULI Geoforum och OpenBIM – för att stärka sina tjänster som leverantör av geodata som är relevant för planering, byggande och förvaltning. Exempel är kommunal detaljplanering, bebyggelseanalyser, 3D-modellering av stadsbebyggelse och av geoteknisk information samt registrering av data från projektering till nationella databaser.

Lantmäteriet är också en aktiv part i SIS arbete, framför allt inom GIS-området. Genom sin position som nationell leverantör av information kan man spela en viktig roll också inom utvecklingen av standarder för BIM, med målet att göra informationen mångsidigt användbar.

2.11 Sveriges Kommuner och Landsting, SKL

Sveriges Kommuner och Landsting är en politiskt styrd arbetsgivar- och intresseorganisation, verksam inom en lång rad områden. Särskilt intressant för denna ansökan är ”tillväxt och samhällsbyggnad”, där frågor om planering, byggande, geografisk information och lantmäteri behandlas.

Idag behandlas dessa frågor i hög grad olika av landets kommuner. SKL kan här spela en roll för att samordna de många aktörerna, och med att bidra till prioritering av projekten. Man är också aktiv i ett antal standardiseringsarbeten inom SIS samt har bland annat tagit fram formatet Kommun-GML för utväxling av geodata med infrastrukturbyggare.

2.12 ULI Geoforum

ULI Geoforum är en nationell branschförening inom området geodata och geografisk IT. Geografisk information är data som beskriver företeelser inklusive deras geografiska läge. Man har närmare 200 organisationsmedlemmar bland statliga myndigheter, kommuner, landsting, företag, högskolor och andra organisationer.

ULI Geoforum vill att Sverige tar tillvara potentialen inom området och får effektivare samhällstjänster genom användningen av geografisk IT. Man förmedlar kunskap inom geografisk IT och arbetar för

bättre dialog mellan användare, producenter och beslutsfattare, bland annat genom att arrangera konferenser, seminarier och kurser och genom informationsspridning via webb och nyhetsbrev. Man är också engagerade inom forsknings- och utbildningsfrågor och gör användarundersökningar inom området.

ULI Geoforums huvudsakliga ambition är att vara en arena som underlättar kommunikation, erfarenhetsutbyte, ökad kunskap samt utveckling av verksamheter med hjälp av geografisk information och geografisk IT, snarare än att driva vissa profilfrågor inom området.

3 Informationsutbyte i husets livscykel

3.1 Introduktion

I syfte att konkretisera problembilden beskriver vi här skeden i livscykeln för byggande eller ombyggnad samt förvaltning av ett hus. I många processer finns stor outnyttjad potential till vinster av en ökad och mer konsekvent BIM-användning. De omfattar samtidigt aktiviteter där samverkan mellan olika parter och IT-system idag möter hinder, och där de potentiella vinsterna inte enbart eller främst kan uppstå hos en enskild part utan i gränssnitten mellan dem.

3.2 Tidiga skeden – planering och utredning

3.2.1 BIM i processen

I kommunal planering involveras information från flera olika parter. Kartmaterial genereras av Lantmäteriet och kommunalt från geografiska informationssystem (GIS) för att användas tillsammans med översiktlig information om det tilltänkta huset, producerad av byggherren och dennes konsulter. Sammanställda förslag bildar beslutsunderlag för en detaljplan som framställs av kommunen. Denna ligger sedan till grund för projekteringen.

Ett väl fungerande informationsflöde i detaljplaneskedet kan ge stora samhällsekonomiska vinster i form av bättre beslutsunderlag i den politiska processen, med hållbara och väl underbyggda planer som resultat. Processen kan också göras mer dynamisk genom studier av alternativ, som kan tas fram med mindre tidsåtgång, och där konsekvenser kan redovisas samordnat för många olika aspekter och variabler.

Tillståndsgivning är fortfarande baserad på dokument med grunden i hantering av papper. Det finns en stor potential i att grunda beslut på modellorienterad information. Exempelvis kan plan- och normuppfyllande analyseras med systemstöd. Administration och dokumentation kan också hämta data från modellen.

Detta har uppmärksammats av regeringen som gett Statskontoret uppdrag att föreslå med vilka styrmedel regeringen bör påverka utvecklingen mot en sammanhållen digital planprocess (Boende och byggande 1/2013).

3.2.2 Befintliga standarder och deras tillämpning

Utväxling av information mellan GIS och BIM är outvecklad; man förlitar sig oftast på format från olika systemleverantörer och konvertering mellan dem. Gemensamma dataformat för Sveriges kommuner saknas. Istället existerar många olika varianter, vilka varje projekt måste anpassas till.

Informationen är ofta inte aktualiserad och kvalitetsbestämd utan behöver i stor utsträckning kontrolleras och korrigeras. Modellerna i GIS och BIM har inte heller någon kompatibel struktur för objekt eller information knuten till dem, och det saknas gemensam klassifikation och terminologi. Standarder finns på ömse sidor men är inte harmoniserade. Det påbörjade samarbetet på internationell nivå mellan ISO, buildingSMART och Open Geospatial Consortium (OGC) siktar på en samordning av och gränsdragning mellan dataformatstandarder för byggande och geografisk information.

På nationell nivå har vi i stora delar väl utvecklade standarder på ömse sidor. På byggsidan innehåller BSAB-systemet en omfattande klassifikation för byggnadsverk och deras delar samt delvis för ut-

rymmen. Geografisk information standardiseras genom SIS/STANLI och på tillämpad nivå genom Lantmäteriet med flera. Det finns också handböcker med stort genomslag på ömse sidor, såsom *Bygghandlingar 90* på byggsidan och *Handbok i mät- och kartfrågor* (HMK) på kartsidan.

3.2.3 Standardiseringsbehov

Det internationella standardiseringsarbetet behöver medverkan från svensk och nordisk sida, i syfte att säkerställa att vår situation och erfarenhet ingår i resulterande standarder, och att arbetet prioriteras på ett sätt som gynnar vidare tillämpning. På internationell nivå kan man förvänta sig samordnade formatstandarder för utväxling av data samt ramverk för klassifikation och för att hantera informationsstrukturer. På den grunden behöver vi på nationell och regional nivå utveckla tillämpade gemensamma informationsstrukturer och metoder för att samverka mellan de olika parterna i planering och myndighetsdialog. Arbetet kräver ett brett deltagande från samtliga intressentgrupper.

BIM/GIS-modellens fulla värde nyttiggörs först när informationen kan presenteras på ett anpassat sätt med syfte för varje aktivitet och aktör, från illustrationer till kvalificerade analysrapporter. En viktig insats är därför också att definiera applikationsgränssnitt så att information kan hanteras av olika system och plattformar genom processen.

3.3 Projektering

3.3.1 BIM i processen

Projektering har varit den del av processen där BIM tidigast vunnit fotfäste. Modelleringen görs oftast i 3D med olika CAD-system, där de olika projektörsdisciplinerna (arkitekt, byggkonstruktör, elprojektör, vvs-projektör m.fl.) bygger var sin modell i var sitt system. Fokus har hittills legat på geometrin, men en växande önskan att använda modellerna tillsammans för exempelvis analyser har gjort objektens egenskaper allt intressantare och viktigare. I brist på standarder har var och en också lagt till egenskaper i sitt system med användning av systemets egna objektdefinitioner, och sedan har man måst matcha dem för utväxling med nästa system, t.ex. när arkitektmodellen ska användas för energianalyser.

En viktig del av modell användningen är samordning och kollisionskontroll mellan innehållet från de olika disciplinerna. Särskilda samordningsmodeller skapas då med hjälp av specialprogram där de också kan granskas och analyseras.

För leveransen av handlingar definieras utsnitt och vyer som kan presenteras som ritningar, vilket fortfarande är den juridiskt hållbara gängse formen, och det som används för att bygga huset. Ritningen innebär att man "läser" presentationen och säkerställer att den innehåller de uppgifter som är nödvändiga och tillräckliga för ändamålet. Det är också ritningen som versionshantering vid ändringar baseras på. En överlämning av modeller istället för ritningar kräver dels nya arbets- och avtalsformer, dels rent praktiskt att man på ett tillförlitligt sätt kan framställa motsvarande vyer ur modellerna för olika ändamål.

3.3.2 Befintliga standarder och deras tillämpning

Modeller struktureras dels efter de grunder som det enskilda programmet tillhandahåller, dels ofta efter branschens klassifikationssystem, främst BSAB. Information om areor i utrymmen styrs av standardiserade mätregler, och det finns även andra standarder som reglerar olika värden hos objektens egenskaper, t.ex. brandskydds- och ljudklasser. Däremot saknas standarder för att på ett enhetligt

sätt namnge objekt och deras egenskaper. buildingSMART data dictionary (bSdd) utgör ramverket för att åstadkomma detta.

För presentation används internationell standard för CAD-lager tillsammans med nationella klassifikationssystem och tillämpningsanvisningar. buildingSMART-specifikationen Model View Definition (MVD) är också användbar för att definiera urval ur en modell för presentations- eller utväxlingsändamål.

För utväxling är neutrala formatstandarder väsentliga. IFC är heltäckande för beskrivning av byggnaden, och kan kompletteras av Fi2xml för information att användas i förvaltning. Stödet för IFC är gott i system för projektering, medan Fi2 kräver särskilda översättare i programmen. Sådana stöds idag av flera program för både projektering och förvaltning. För att kvalitetssäkra processen certifierar sig leverantörerna hos föreningen fi2 förvaltningsinformation..

Leveranser behöver specificeras och kontrolleras. Bygghandlingar 90 utgör ett ramverk för att specificera och hantera leveranser. Information Delivery Manuals (IDM) stöder specifikation och automatiserad kontroll av modeller med deras objekt, men är inte ännu i praktisk användning.

3.3.3 Standardiseringsbehov

Sammanhållande riktlinjer för projektering med BIM krävs på nationell nivå för att uppnå en enhetlig tillämpning som möjliggör samverkan och hållbar information. Riktlinjerna ska innebära utnyttjande av befintliga standarder, med preciseringar av informationsinnehåll och aktiviteter i informationshanteringsprocessen.

Enhetliga definitioner för egenskaper är kanske den enskilt viktigaste standardiseringsuppgiften. Det är totalt sett en mycket omfattande insats. En möjlighet är att sätta upp delprojekt för olika ändamål, såsom hantering av utrymmen, energi- och klimatanalyser, upphandling av produkter etc.

För att utnyttja BIM-metodikens potential behöver nya arbets- och samverkansformer etableras. I den processen är utvecklade standardavtal för leverans och användning av digital information en väsentlig komponent. En tät samverkan som kan effektivisera projekteringen är också betjänt av standardmetoder och format såsom oBCF. Den metodiken är ännu i sin början och kräver fortsatt standardisering i växelspel med praktisk tillämpning.

3.4 Byggproduktion

3.4.1 BIM i processen

I en traditionell projektbaserad byggprocess levereras en modell från projekteringen vilken innehåller byggnadsdelar med en produktneutral redovisning av krav på funktioner och andra egenskaper. I samband med produktionsberedningen måste produkter och egenskaper specificeras för den industriella processens tillverkning, logistik och handel. I vanliga fall sker här ett brott i informationsflödet mellan projekteringen och den industriella tillverkningen, där man på ett övervägande manuellt sätt plockar ut data för hantering i olika andra system för produktion och för hantering av produkterna. Den resulterande informationen förs inte tillbaka till den samlade modellen på något systematiskt sätt.

En konsekvent användning av BIM i en sammanhängande kedja medför vinster såväl kort- som långsiktigt: för projektering, för upphandling, för tillverkning, för logistik och handel, för bygge/montering och inte minst för användnings- och förvaltningsfasen.

- I tidiga skeden kan information kopplas till modellen för att göra viktiga analyser som arkitektonisk kvalitet, utrymmesbehov, energiförbrukning, livscykelkostnader och beräkningar av miljökonsekvenser för att få fram den bästa lösningen.
- I projektering kan en tidig jämförelse mellan egenskapskrav och tekniska lösningar ske genom att industriella produktleverantörers egenskapsbeskrivningar tillförs i modellen och man därifrån kan analysera till exempel energibalans, miljöbelastning, användbarhet och kostnad.
- I upphandling kan modellen utgöra ett tillförlitligt underlag som ger såväl säkrare kalkyler och anbud som möjlighet att testa föreslagna eller alternativa lösningar gentemot uppställda krav.
- För tillverkning kan modellen vid behov förfinas och sedan utan översättning via ritningar och andra dokument direkt användas för maskinstyrning och kontroll, varefter produktinformationen är tillgänglig för framtida behov.
- För logistik och handel utgör modellen i detta läge en tillräcklig specifikation av ingående byggnadsdelar, som kan användas för att styra leveranser till byggplatsen och som underlag för ekonomisk reglering.
- På byggplatsen kan modellen användas som instruktion för montering och som medel för planering av de olika byggaktiviteterna. Komplettering i modellen ger uppgifter om de monterade byggnadsdelarna som sedan ingår i den slutliga dokumentationen.
- För användning och förvaltning ger information om produkter som ingår i modellen dels upplysningar om prestanda och uppgifter för drift och skötsel, dels möjlighet att vid senare tillfällen – till exempel ombyggnader och löpande förvaltning – få ytterligare uppgifter om ingående material och komponenter.

Informationsmodellen ska betraktas som en strategisk resurs som efterhand byggs på med data som används i varje skede.

3.4.2 Befintliga standarder och deras tillämpning

Klassifikationen av byggnadsdelar i BSAB är omfattande, men inriktad på aktiviteterna och resultaten på byggplatsen, och saknar därför djup när man kommer till varor och artiklar som tillverkas på annat håll. Formatstandarderna IFC tillhandahåller en objektstruktur och buildingSMART data dictionary erbjuder ett ramverk för objektens egenskaper, men där saknas såväl begrepp som värden.

För handel och logistik finns meddelandestandarder för informationsutväxling, men dessa är fristående från det innehåll som utväxlas i BIM.

Informationsstandarder som används i tillverkningsindustrin behöver studeras för att få en helhetsbild av vad de omfattar och hur de förhåller sig till standarder för byggsektorn.

3.4.3 Standardiseringsbehov

För att överbygga glappet mellan de egenskaper som krävs i den projektorienterade byggprocessen och de egenskaper som behövs för industriellt byggande och tillverkning behövs en samlad begreppsstruktur för information. De standarder som existerar inom bygg-, mekanisk och elektro-

teknisk industri behöver samordnas i ett gemensamt begreppssystem, och gränssnitt definieras mellan såväl de olika delprocesserna som de olika IT-system som är i användning.

Modellerna behöver göras mer dynamiska, så att de rymmer olika aspekter. Nuvarande standarder stöder enbart en modell som i varje skede redovisar en teknisk lösning, alternativt en mer neutral kravbild som inte är kopplad till modellen. Dessa aspekter måste kunna kombineras. Dessutom behöver de tekniska lösningarna kunna redovisas och spåras på olika detaljnivåer: som systemutformning, som detaljutformning, som monterade komponenter och som komponenter i drift. Definition av dessa nivåer – och av informationskrav för dem – är väsentligt för att åstadkomma användbara och kontrollerbara modeller.

3.5 Förvaltning och användning

3.5.1 BIM i processen

Den modell som används vid nybyggnad eller förändring har koppling mot användningsskedet dels tidigt som underlag för byggprocessen, dels som slutlig dokumentation från byggprocessen att ingå i förvaltningsmodellen.

- Underlaget omfattar som tidigare diskuterats förutsättningar i omgivningen genom karta och detaljplan, dels verksamhetens förutsättningar och krav, inklusive eventuella befintliga hus.
- Förvaltningsmodellen ska omfatta relevant information om det byggda eller ändrade huset, jämte krav och andra uppgifter om huset som krävs för förvaltningen.

Informationen kan komma från skilda källor. Vanligen tillhandahåller entreprenören en relationshandling som dokumenterar utförandet genom en uppdaterad version av det projekterade, och information för drift och användning kompletteras av byggherren med eller utan konsult hjälp. Behovet av leveranser direkt ifrån entreprenörens databaser ökar med fler lagkrav. Areor och andra uppgifter om utrymmen är en central del.

Väsentligt i det långa förvaltningsperspektivet är informationens hållbarhet; den måste kunna tolkas och litas på under många år och av personer som inte varit med när den skapats, och den måste på ett tillförlitligt sätt leva vidare i nya IT-system.

3.5.2 Befintliga standarder och deras tillämpning

Klassifikationen för utrymmen är en viktig bas. Här kompletteras eller ersätts den gemensamma klassifikationen i BSAB ofta av fastighetsägarens egna klassifikations- och identifikationssystem.

I förvaltning – liksom i övriga skeden – saknas begrepp för egenskaper och informationsstruktur för objekt. Detta blir besvärligt eftersom information för samma hus hämtas från många olika håll allteftersom huset utsätts för olika förändringar, med olika konsulter och entreprenörer som utförare, vanligen med olika IT-system som verktyg. Dessutom byter fastigheter ägare, i allt högre utsträckning också över landsgränserna. Vid sådana tillfällen bör informationen om fastigheterna gå att återanvända hos den nya ägaren.

Dataformat för förvaltning är i dag splittrade. Den internationella standarden för BIM (IFC) täcker inte in hela förvaltningskedets behov. Därför har ett antal kompletteringar – med överlapp i innehåll och användningsområden – tagits fram på nationell nivå.

3.5.3 Standardiseringsbehov

Enhetliga definitioner för egenskaper hos produkter på alla nivåer från enskilda komponenter via system och utrymmen till hela byggnadsverk behöver tas fram. Detta behöver göras i nära samverkan med internationell standardisering så att de blir språkneutrala och användbara även utanför Sveriges gränser.

Styrning av informationsleveranser blir också en nyckelfråga, där det behövs klara och tydliga riktlinjer för specifikation, genomförande och kontroll. De befintliga rekommendationerna i Bygghandlingar 90 behöver fördjupas för att mer detaljerat hantera BIM.

Formatstandarder och deras tillämpning behöver vidareutvecklas internationellt och nationellt för att ersätta det nuvarande lapptäcket och ge en enhetlig tillämpning.

4 Informationsutbyte i vägens livscykel

4.1 Introduktion

Nästa exempel på informationshantering i byggandet beskriver ett vägprojekt. Formen för hur sådana genomförs idag varierar i hög grad beroende på omfattningen. Små projekt är vanligen helt baserade på produktion och användning av ritningsbaserad information. Här tillämpas i mindre grad den typ av industriellt byggande som blir allt vanligare i stora projekt, där digital information används i produktionen. I stora projekt används också ofta blandade upphandlingsformer som komplicerar bilden.

4.2 Tidiga skeden – planering och utredning

4.2.1 BIM i processen

Planering och utredning av vägprojekt styrs i hög grad av Väglagen och av myndigheten Trafikverket. Till stor del handlar de tidiga skedena om att få in synpunkter från berörda parter: kommuner, markägare, allmänhet och intresseorganisationer, och att sammanväga dessa med Trafikverkets uppdrag att bygga och förvalta vägar. I dessa tidiga skeden används inte BIM, framför allt för att praktiskt tillämpbara standarder för lagring av geografiska data saknas.

4.2.2 Befintliga standarder och deras tillämpning

Såväl objektbegrepp som typ av innehåll skiljer sig stort mellan olika kommuner, och mellan kommuner och Lantmäteriet. Konsekvensen blir att endast de geometriska beskrivningarna används av de konsulter som utreder alternativa vägdragningar. Bättre samordning kan leda till att kravställning från brukare kan flöda genom hela processen, och därmed inte försvinna längs vägen.

En grov terrängmodell tas ofta fram, men uppgifter om markanvändning, bevarandevärden och annat hanteras med manuella metoder, där kartor av olika kvalitet och ursprung läggs på varandra. Dynamiska kopplingar till exempelvis vägdatabaser eller till landskapsinformation görs inte. I vissa fall används digitala databaser som grund för dessa kartor, men data extraheras utan ”intelligens” i form av egenskapsbeskrivningar.

Det finns ett antal standarder för hantering av geodata, men de flesta av dessa är på en hög abstraktionsnivå, alternativt av typen ”metastandarder”; de ger riktlinjer för etablerandet av nya standarder men har i sig ingen praktisk tillämpning.

4.2.3 Standardiseringsbehov

Behovet att göra befintliga GIS-standarder praktiskt tillämpbara i planering är stort. En samordning mellan IFC och LandXML kan vara en möjlig väg. Ett viktigt utvecklingsarbete bedrivs också i EU-projektet *Virtual Constructions for Roads (V-Con)*, som syftar till att öka effektiviteten hos nationella vägmyndigheter genom en förbättring av informationsdelning i anläggningsbranschen med hjälp av BIM.

4.3 Projektering

4.3.1 BIM i processen

I stort sett all projektering av vägar utförs idag med datorstöd. Tekniken för beräkning av geometrier är avancerad, och ger stor säkerhet vad gäller anpassning till befintliga terrängförhållanden. Från de

3-dimensionella modellerna kan mängder beräknas med stor noggrannhet, vilket underlättar utformning av alternativa lösningar.

Fram till idag har dock anpassningen till produktion och förvaltning varit rudimentär. Utvecklingen har gått längre på järnvägssidan, där ett relativt omfattande objektbibliotek byggts upp. För alla objekt registreras relevanta egenskaper, som omfattar även förvaltningens behov. Man har också börjat koda objekten enligt BSAB.

Sammanfattningsvis bedrivs projektering av väg idag med avancerad 3D-CAD, men man har bara tagit de första stegen mot en bred tillämpning av BIM.

4.3.2 Befintliga standarder och deras tillämpning

I Trafikverkets anvisningar hänvisas numera vanligen till *Bygghandlingar 90 Del 7 Redovisning av anläggning*. Här ges riktlinjer för hur digitalt arbete kan bedrivas, men dessa har ännu inte fått genomslag i de programvaror som används av planerare och projektörer. Effekten blir ofta att engagerade konsulter ”slipper” använda rekommendationer för kodning och redovisning. Projekten är regelmässigt tidspressade, vilket leder till att kontroller av levererad information inte görs på så detaljerad nivå. Konsekvensen blir att det i alla skeden råder stor osäkerhet om kvalitet och ursprung på data. Mycket görs därför om, med vidhängande risk för fel och brister i informationsöverföringen.

4.3.3 Standardiseringsbehov

Inom Trafikverket har inletts ett omfattande arbete med bestämning av begrepp relevanta för väg och järnväg, med målet att använda samma modell i hela kedjan kartering – planering – projektering – produktion – förvaltning. En sådan begreppsstruktur kan ligga till grund för fortsatt standardisering av objektens relevanta egenskaper. Först då kan BIM användas för att enklare och med större säkerhet utvärdera många alternativ för planerade vägar. Informationen blir också av större värde för fortsatt arbete i processen.

4.4 Produktion

4.4.1 BIM i processen

BIM för produktion omfattar idag ett ökande intresse för och användning av produktionsplanering – framför allt avseende hantering av schaktmassor – och maskinstyrning. I det senare fallet används projekterade väglinjer för att styra eller guida entreprenadmaskiner.

4.4.2 Befintliga standarder och deras tillämpning

På den svenska marknaden finns varken standard eller praxis för hur digital information förs över från projektering till produktion. Ofta förenklas de avancerade 3D-modellerna till enkla linjefiler, som förs över till entreprenadmaskinerna. Om den upphandlade entreprenören för grovschakten inte använder maskiner som direkt kan guidas med digitala data används väglinjerna istället som underlag för utsättning med totalstation, där vägen stakas ut med pinnar.

I de fall produktionsplanering görs används ofta annan programvara än den som projektörerna nyttjar. I brist på standard för överföring behöver modellerna därför förenklas. Oftast används Autocad dwg som överföringsformat, trots att detta är mycket begränsat vad gäller annat än geometriska data.

Man kan därför inte säga att BIM används i produktionen. Enbart de geometriska egenskaperna hos vägen används till del. Endast formatet LandXML kommer till användning. Bristen på standardisering av exempelvis redovisningen av geotekniska data gör att produktionsplaneringen görs manuellt..

Entreprenören använder vanligtvis inte sin terrängmodell för att etappindela arbetet, eller till att planera upplag av olika typer av massor. Alltför sällan tas en geoteknisk modell fram som redovisar typer av jordmaterial inom vägområdet. Istället får entreprenören göra egna antaganden, och vara beredd på att improvisera när överraskningar dyker upp. Osäkerheten kring vilka befintliga jordmassor som går att använda i vägbygget gör att anbudssumman blir högre än nödvändigt.

4.4.3 Standardiseringsbehov

Bristen på standarder för överföring av anläggningsinformation leder till stora osäkerheter. Även i de fall öppna format som LandXML används tolkas denna på olika sätt av marknadens programvaror. Detta leder till upprepade förluster i information, och till ett onödigt dubbelarbete.

Förutom behovet av standardisering finns kunskapsbrister kring de standarder och överenskommelser som faktiskt finns. Information om lyckade exempel behöver också spridas inom anläggningsbranschen. Bättre samordning genom utnyttjande av möjligheterna med BIM kan göra att de gigantiska geografiska datamängderna kan användas produktivt i planering och byggande, och att byggindustrin kan börja närma sig tillverkningsindustrin vad gäller upphandling, tillverkning, och transporter "just-in-time".

4.5 Förvaltning och användning

4.5.1 BIM i processen

När projekten är färdigbyggda återstår att lagra nödvändig information i Trafikverkets förvaltningsdatabaser. Berörda projektörer märker därför alla objekt med förvaltningskoder som visar typ av förvaltningsobjekt och vilket vägavsnitt som objekten tillhör. System för detta är väl utvecklat inom verket, både på väg- och järnvägssidan. Det innebär att förvaltningen kan ta tillvara informationen skapad i planering, projektering och produktion, vilket leder till billigare och bättre förvaltning.

4.5.2 Befintliga standarder och deras tillämpning

Det klassifikationsystem som används inom Trafikverket är dock i stort sett helt internt utvecklat, även om spår av BSAB-systemet finns. Ett stort internt projekt kallat ANDA syftar till att utveckla ett gemensamt begreppssystem för alla delar av Trafikverket. Projektet ska drivas samordnat med det europeiska projektet V-Con. Inom järnväg har arbetet med att synkronisera de egna koderna med BSAB inletts. Här håller man på att bygga upp ett bibliotek med BIM-objekt som anlitate konsulter kan använda i projekteringsarbetet.

4.5.3 Standardiseringsbehov

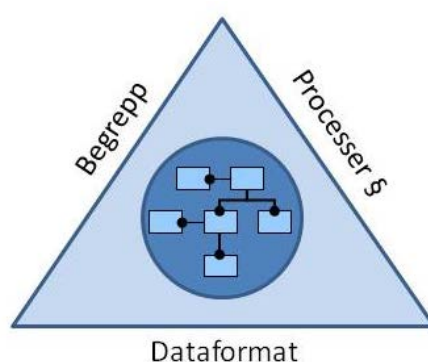
Trafikverket har alltså kommit en bit på väg att införa BIM i förvaltningen. Det som återstår är ett stort arbete med att synkronisera begrepp, klassifikation och format med resten av byggbranschen, och med övriga europeiska vägmyndigheter. Som grund för detta behövs aktiv medverkan i ett antal standardiseringsprojekt.

5 Samhällsbyggnad – informationsflöden och standarder

5.1 BIM-standardiseringens huvudområden

I samband med standardisering som stöd för BIM brukar man tala om behov av utveckling inom tre huvudområden, se Fig. 1:

- Begrepp (objektklasser och egenskaper)
- Processer (informationsinnehåll, leveransbeskrivningar, avtalsformer)
- Dataformat (begreppsscheman och filformat).



Figur 1. BIM-standardiseringens 3 huvudaspekter.

I följande avsnitt är syftet att skapa en överblick över läget inom standardiseringen inom respektive områden.

5.2 Schema över informationsflödet

I schemat, Fig. 2, beskrivs översiktligt hur informationen flödar mellan parterna i de processer som i bred mening hör till samhällsbyggandet, och i vilken mån standarder finns som stöder och underlättar flödet.

Av redovisningstekniska skäl är pilarna ritade så att de ansluter på enklaste sätt till och från boxarna med delprocesserna. Var pilarna ansluter anger således ingen skillnad i betydelse.

Färgkodningen syftar till att ge stöd för en visuell förståelse av läget. Röda pilar markerar avsaknad av standarder eller att det finns ett stort utvecklingsbehov. Gula pilar markerar att det kan finnas standarder, men att det också finns ett utvecklingsbehov eller standarder som delvis kan vara motstridiga. Gröna pilar markerar att det kan finnas ett utvecklingsbehov, men informationsflödet är ändå relativt väl standardiserat. Ofta är det beroende av företagsstandarder, och mer eller mindre manuella metoder för att överföra data mellan olika system. Regelmässigt behövs kreativa och lokala lösningar för att få flödet att fungera.

De streckade grå pilarna redovisar flöden som *inte* består av objektinformation. Som exempel kan ett beslut om beviljat bygglov levereras digitalt, men ingen koppling finns till de digitala modeller som

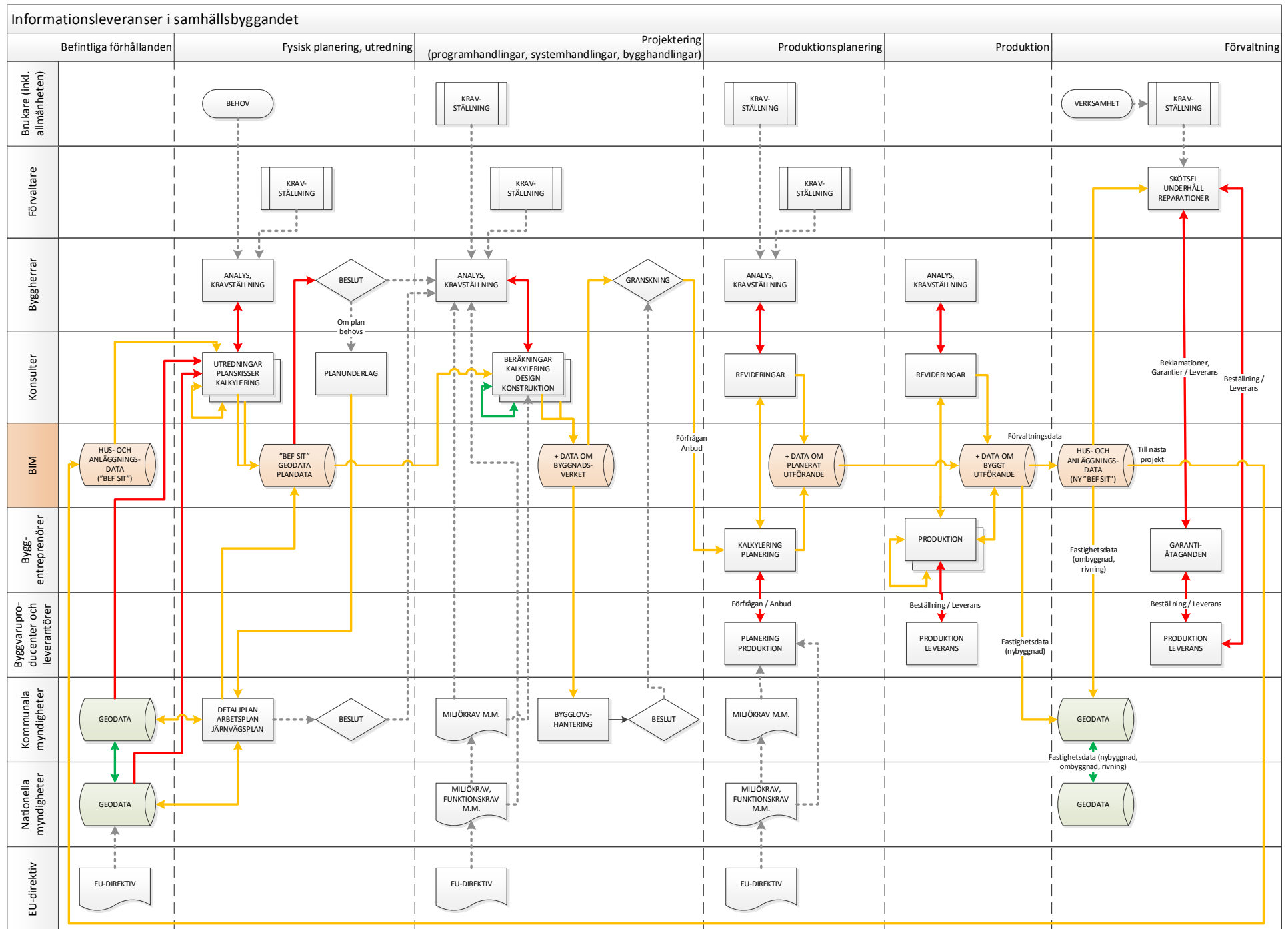
redovisats vid ansökan. Idag görs en sådan ansökan i form av ritningar och ritningsfiler, och besvaras i form av textdokument. I framtiden finns förstås inga hinder för att beslutsprocessen huvudsakligen hanterar modellinformation, och att bygglovshandläggaren själv – efter beslut i byggnadsnämnden – tilldelar objekten i modellen egenskapen ”bygglov = ja”.

Den centralt placerade BIM-databasen är i praktiken ofta uppdelad mellan parterna. Förvaltningsdata ligger av naturliga skäl vanligen hos förvaltaren. Vid projektering förekommer många varianter; vanligast är att varje konsult har lokala databaser, som vid bestämda tillfällen levererar indata till en gemensam lagringsplats. Delmängder ur denna används sedan vid produktion och vid förvaltningen, kompletterade med data producerade av entreprenören respektive förvaltaren (eller av deras anlita- de konsulter).

5.3 Matriser över standarder för begrepp och för processer

I de två matriserna på efterföljande sidor redovisas läget beträffande standardisering av begrepp respektive format som stöd för BIM. Matriserna visar förekomst av standarder för olika objektclasser och egenskaper representerande den byggda miljön med tillämpning i planerings-, bygg- och förvaltningsprocesserna. I matrisen för format redovisas geometri separat från övriga egenskaper eftersom standardisering av geometri är av särskild vikt för BIM och görs oberoende av standardisering av andra egenskaper.

Matriserna gör det möjligt att kommentera förekomsten av standarder för specifika klasser och specifika skeden. Kommentarer har angivits i texter under matrisen. Färgkodningen syftar till att ge stöd för en visuell förståelse av läget. I fält markerade med rött saknas standarder eller finns ett stort utvecklingsbehov. Inom gula fält kan det finnas standarder, men det finns också ett utvecklingsbehov eller standarder som delvis kan vara motstridiga. Även inom de gröna områdena kan det finnas utvecklingsbehov, men läget är ändå relativt väl förberett.



Figur 2. Informationsleveranser i samhällsbyggandet. Röd pil: standarder saknas. Gul pil: standarder finns delvis eller är i konflikt. Grön pil: standarder finns. Grå streckad pil: icke-digitalt informa-

Standarder för begrepp		Kommunal planering, geodata	Utredning	Projektering	Produktion	Förvaltning	Internationell	Svensk	Sektor/ Organisation
Verksamheter/aktiviteter	Objektklasser	A1	B1	C1	D1	E1	bSDD		Trafikverket
	Egenskaper	A2	B2	C2	D2	E2	bSDD		PTS
Utrymmen	Objektklasser	A3	B3	C3	D3	E3	bSDD, ISO 12006-2	BSAB 96	fi2
	Egenskaper	A4	B4	C4	D4	E4	bSDD		
Hus/Anläggning	Objektklasser	A5	B5	C5	D5	E5	bSDD, ISO 12006-2, ISO/IEC 81346-2	BSAB 96	fi2, NVDB
	Egenskaper	A6	B6	C6	D6	E6	bSDD	TNC 95	
Hus/Anläggningsdelar	Objektklasser	A7	B7	C7	D7	E7	bSDD, ISO 12006-2, ISO/IEC 81346-2	BSAB 96	fi2, TEiP
	Egenskaper	A8	B8	C8	D8	E8	bSDD	AMA, TNC 95	
Varor	Objektklasser	A9	B9	C9	D9	E9	bSDD, IEC/PAS 62569-1	AMA	
	Egenskaper	A10	B10	C10	D10	E10	bSDD	AMA	Vilma

A1 Saknas

B1–E1 Saknas men finns delvis hos Trafikverket.

A2 PTS, programteknisk standard, Landstingen

B3–E2 Saknas

A3 Påbörjad tabell finns i BSAB

B3–D3 BSAB (ISO 12006)

E3 Påbörjad tabell finns i BSAB och i fi2. Dessa behöver koordineras.

A4 Saknas

B4–E4 Areor SS 21054, i övrigt tunnsått

A5 Konkurrerande BSAB och GIS-standarder. Stort behov av samordning.

B5–E5 BSAB (ISO 12006). Samordning med IEC/EN 81346-2 för el- och mekanik behövs.

A6 Saknas

B6–E6 Nationella standarder bitvis, omfattande komplettering behövs.

A7 BSAB (ISO 12006)

B7–E7 BSAB (ISO 12006). Behov av anpassning för BIM. Samordning med IEC/EN 81346-2 för el- och mekanik behövs.

A8 Ramverk i bSDD, värden saknas. Nationella källor finns.

B8–E8 Ramverk i bSDD, värden saknas. Nationella källor finns.

A9 UNSPSC/GS1

B9–E9 UNSPSC/GS1

A10–E10 Ramverk i bSDD, värden saknas. Påbörjat för trävaror genom Vilma.

Figur 3: Begreppsstandarder i samhällsbyggnadsprocessen, behov av standardisering. Rött: standarder saknas. Gult: standarder saknas delvis eller är i konflikt. Grönt: standarder finns.

Standarder för format		Kommunal planering, geodata	Utredning	Projektering	Produktion	Förvaltning	Internationell	Svensk	Sektor/ Organisation
Verksamheter/aktiviteter	Objektklasser	A1	B1	C1	D1	E1	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS		fi2XML
	Egenskaper	A2	B2	C2	D2	E2	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS		fi2XML
	Geometri	A3	B3	C3	D3	E3	ISO 16739 = IFC 4		
Utrymmen	Objektklasser	A4	B4	C4	D4	E4	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS		fi2XML
	Egenskaper	A5	B5	C5	D5	E5	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS		fi2XML
	Geometri	A6	B6	C6	D6	E6	ISO 16739 = IFC 4		
Hus/Anläggning	Objektklasser	A7	B7	C7	D7	E7	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS, CityGML , LandXML		fi2XML
	Egenskaper	A8	B8	C8	D8	E8	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS, CityGML, LandXML		fi2XML
	Geometri	A9	B9	C9	D9	E9	ISO 16739 = IFC 4, CityGML , LandXML		
Hus/Anläggningsdelar	Objektklasser	A10	B10	C10	D10	E10	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS		sbXML
	Egenskaper	A11	B11	C11	D11	E11	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS		sbXML
	Geometri	A12	B12	C12	D12	E12	ISO 16739 = IFC 4		
Varor	Objektklasser	A13	B13	C13	D13	E13	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS, IEC/PAS 62569-1		fi2XML, sbXML
	Egenskaper	A14	B14	C14	D14	E14	ISO 16739 = IFC 4, bSDD, PLCS		fi2XML, sbXML
	Geometri	A15	B15	C15	D15	E15	ISO 16739 = IFC 4		

A1–A3	Format finns, delvis i konflikt, samordning behövs	B7–E7, B8–E8, B9–E9	Format finns [för Hus, ej Anläggning]
B1–E1, B2–E2, B3–E3	Format finns	A10–A12	Format finns, delvis i konflikt, samordning behövs
A4–A6	Format finns, delvis i konflikt, samordning behövs	B10–E10, B11–E11, B12–E12	Format finns [för Hus, ej Anläggning]
B4–E4, B5–E5, B6–E6	Format finns	A13–A15, B13–B15	Ej tillämpligt
A7–A9	Format finns, delvis i konflikt, samordning behövs	C13–E13, C14–E14, C15–E15	Format finns

Figur 4: Formatstandarder i samhällsbyggnadsprocessen, behov av standardisering. Rött: standarder saknas. Gult: standarder saknas delvis eller är i konflikt. Grönt: standarder finns (för Anläggning saknas dock de inom den kraftiga linjen.)

6 Standarder

6.1 Ramverksstandarder för begrepp

Här beskrivs i korthet viktiga delar i det standardkomplex som gäller klassifikation, egenskapsbeskrivning för objekt samt gemensam terminologi kring information för byggande och förvaltning och som har uppmärksammats i föregående matriser över aktuell status för standardiseringsbehovet.

De internationella standardiseringsorganen tar främst fram ramverk vilka beskriver strukturer för klassifikation och objekttegenskaper, samt terminologistandarder för gemensam förståelse av olika begrepp.

6.1.1 EN ISO 12006-2

Building construction–Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification of information

Denna standard ger definitioner och en uppsättning rekommenderade klassifikationstabeller omfattande byggnadsverk med dessas delar och utrymmen ur såväl funktions- som produktionsperspektiv, dock utan detaljerat innehåll. Avsikten är att utgöra grund för nationella klassifikationssystem, så att dessa får en likartad uppbyggnad, med målsättningen att en harmonisering kan ge möjlighet till översättning – ”mappning” – mellan de olika systemen.

ISO 12006-2 har tillämpats vid utvecklingen av det svenska BSAB 96, nordamerikanska Omniclass, brittiska Uniclass, danska CCS m.fl. I praktiken har synen på indelningsgrunderna dock varierat mellan de olika systemen, så att t.ex. svenska BSAB 96 har en strikt syn på indelning av byggdelar efter funktion, medan andra system såsom brittiska Uniclass mer betonar konstruktiva skillnader.

Standarden genomgår för närvarande en revidering med syfte att närmare täcka behoven för klassificering i BIM. I den nya versionen definieras byggnadsdel, ”Construction element”, som en del av byggnadsverk med avseende på såväl teknisk funktion som form och position.

6.1.2 IEC-ISO 81346

Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules; Part 2: Classification of objects and codes for classes

Del 1 av denna standard ger allmänna principer för strukturering av system och information om system. Grundat på dessa principer ges regler och vägledning för hur entydiga referensbeteckningar utarbetas för objekt i system. Sådana beteckningar för objekt är en nyckel till att bland olika slags dokument finna information om just det objektet. Del 2 av standarden innehåller tabeller för klassifikation av installationssystem inom huvudsakligen el och mekanik.

Referensbeteckningarna består av en klassificerande och en identifierande del. Principerna är allmänna och avses tillämpas på alla tekniska områden (t.ex. maskinteknik, elektroteknik, byggnadsteknik, processteknik). De kan användas för system som baseras på eller kombinerar olika slags teknik. Standarden är ett ramverk, och beskriver reglerna för att skapa strukturer som modeller av komplexa förhållanden, men utan att ge konkreta exempel på hur det ska göras i praktiken.

Tillämpningar av standarden är bl.a.: ISO/TS 16952-1 Teknisk produktdokumentation– Referensbeteckningssystem–Del 1: Allmänna appliceringsregler, samt ISO/TS 16952-10 Teknisk produktdokumentation–Referensbeteckningssystem–Del 10: Kraftverksanläggningar. Standarden ska enligt EU-direktiv tillämpas i Sverige inom el- och mekanikområdet. Byggbranschen i Sverige tillämpar generellt sett inte referenssystematiken, förutom i Trafikverkets anläggningsregister.

6.1.3 ISO 12006-3

Building construction – Organization of information about construction works Part 3: Framework for object-oriented information

Denna standard ger definitioner och en grundläggande datamodell för att organisera information om objekt med deras egenskaper. Den utgör ett ramverk för databaser och applikationer som innehåller sådan information i strukturerad form.

Tillämpningen sker främst vid upprättandet av databaser för objekt och egenskaper såsom buildingSMART data dictionary. Ytterligare vägledning för detta finns i ISO 16354:2013 Guidelines for knowledge libraries and object libraries.

6.1.4 ISO 13567

Technical product documentation – Organization and naming of layers for CAD

Standarden, som består av tre delar, ger principer för lagerindelning, en syntax och värden för lagerbeteckningar samt en metod för beskrivning av lageruppsättningar med deras beteckningar. För delar av beteckningarna ges detaljerade kodlistor, medan andra delar lämnas öppna för tillämpning av nationella eller projektspecifika koder.

Lagernamnet enligt standarden består av en sträng med teckenbestämda fält för delkoder: ansvarig part, element (fysiska objekt), presentation, elementets status samt ytterligare några frivilliga fält.

Standarden avser att på ett systematiskt sätt möjliggöra urval av den grafiska informationen ur en CAD-modell, med primärt syfte att presentera bestämda vyer på ritningar eller på bildskärm. Lagerindelning tillämpas även för andra ändamål där man behöver åstadkomma ett urval ur CAD-filer, t.ex. för att exportera en bestämd delmodell. Den allmänna strukturen ger en mångfasetterad urvalsmöjlighet och kan användas även med andra tekniska mekanismer för att gruppera information än lager, såsom attribut till objekt.

6.2 Nationella regelverk för begrepp

På nationell nivå ges specifikationer som konkretiserar ramverksstandardernas strukturer med klassindelning och värden. För olika länder resulterar bl.a. etablerade traditioner, arbetssätt och roller i skillnader i omfattning, detaljeringsgrad och gränsdragning mellan klasser.

6.2.1 BSAB 96

Det svenska klassifikationssystemet för objekt i byggd miljö, BSAB 96, tillämpar ramverksstandardens ISO 12006-2 med ett urval tabeller av de rekommenderade. BSAB-systemet efterträdde det tidigare SfB-systemet, som även kommit att användas i andra länder.

Systemet omfattar tabeller för infrastrukturella enheter (anläggningar bestående av flera olika byggnadsverk), byggnadsverk, byggdelar, utrymmen och produktionsresultat. Därutöver ges en metod för

beteckning av byggdelstyper, dvs byggdelar kopplade till en konstruktiv uppbyggnad, men här ges inte detaljerade tabeller.

Den viktigaste tillämpningen och ursprunget till systemet är AMA som är en serie handböcker för upprättande av tekniska beskrivningar för byggproduktion. BSAB-systemet har dock kommit att användas för många andra tillämpningar, såsom kalkyler, ritningsnummer och dokumentbeteckningar, CAD-lagerbeteckningar, utrymmesprogram etc. De strikta och begränsande principerna som utgår från det ursprungliga tillämpningsområdet har dock medfört svårigheter för andra tillämpningar, inklusive BIM. I vissa fall, t.ex. standard för ritningsnumrering, har kompletterande koder med delvis annan betydelse lagts till.

6.2.2 CAD-lager

Som komplement till lagerstandarden ISO 13567 har en nationell kodlista för lagernamnets olika koder tagits fram och givits ut av Svensk Byggtjänst som SB-Rekommendationer 11 (utgåva 3). Skriften innehåller även råd och riktlinjer för lagerhantering.

Beteckningar för element ansluter till BSAB-systemet, med åtskilliga tillägg för att täcka behovet av underindelning för presentationsändamål. Därutöver ges koder för landskapsinformation baserad på Trafikverkets anvisningar. För övriga fält i lagernamnet har standardens koder utökats med specifika koder utifrån svensk praxis och erfarenhet.

6.2.3 TEiP

TEiP är ett kombinerat klassifikations- och beskrivningssystem för totalentreprenader som utvecklas och underhålls av Trafikverket. TEiP ser anläggningar som helheter samt deras delar i olika nivåer, exempelvis en väganläggning med delen vägkonstruktion med sina mindre delar i form av exempelvis vägkropp och undergrund. Förutom helheter och delar hanterar TEiP även typer och platser för varje del, exempelvis Räck/ Broräcke och Mitträcke/ Broräcke.

TEiP har en struktur som kan användas direkt i BIM för alla typer av information om anläggningsobjekt. Strukturen för väganläggningar är väl utprovad i många totalentreprenader och utvecklas nu även för järnvägsanläggningar med mera. TEiP kan även kopplas till AMA för beskrivning av material och utförande av tekniska lösningar.

6.2.4 Fi2

För fastighetsförvaltning har Föreningen för förvaltningsinformation Fi2 tagit fram en begreppsmodell, fi2, som utöver de fysiska objekten även innehåller processanknutna objekt för förvaltningsaktiviteter, inklusive resurser, organisation, avtal m m. Begreppen som innefattas finns dokumenterade i Fastighetslexikon som getts ut av Fi2, dels i handböckerna för de olika versionerna av fi2.

Avsikten är att kunna utväxla information med fastighetssystem, varför modellerna är direkt knutna till dataformatet fi2xml. I dagsläget används fi2xml framförallt för import av modelldata till fastighetssystem, och ett antal systemleverantörer har implementerat fi2 som gränssnitt.

6.3 Tillämpningar inom begreppsstandarder

Utöver tabeller för objektclasser och egenskaper publiceras vägledningarna som specificerar tillämpningarna. Vägledningarna förekommer på olika nivåer – som nationella rekommendationer, för företag eller enskilda projekt.

Bland tillämpningarna kan också räknas informationsresurser som bygger på ramstandarder, såsom definitioner, värdelistor etc. strukturerade efter standardiserade regler.

6.3.1 Bygghandlingar 90 Del 8 Digitala leveranser för bygg och förvaltning

Rekommendationerna för utformning av bygghandlingar, utgivna av SIS Förlag, kompletterades 2008 med Del 8 Digitala leveranser för bygg och förvaltning, som dels behandlar processen kring utväxling av information för byggande och förvaltning, dels ger förslag till utformning av specifikation för och dokumentation av informationsleveranser.

Rekommendationerna är allmänna på nationell nivå, och är tänkta att implementeras som tillämpningsanvisningar med konkreta föreskrifter för delsektorer, företag och projekt. De är strukturerade så att samma struktur ska kunna följas i tillämpningsanvisningarna.

För begreppsbildningen har skriften ett värde genom att ett antal termer ges normativa definitioner i syfte att underlätta kommunikationen i processerna.

6.3.2 Tillämpningsanvisningar Fi2

Utifrån Bygghandlingar 90 Del 8 har Föreningen för Förvaltningsinformation Fi2 utarbetat tillämpningsanvisningar för leveranser till och från förvaltning. Dessa anvisningar gäller alltså för en given delsektor. Fortfarande ges möjlighet till preciseringar i projekt eller företag genom ett komplettera med ett antal ämnesbestämda bilagor.

6.3.3 TNC

Ett flertal tekniska ordböcker och termlistor ges ut av TNC. De viktigaste för byggsektorn och BIM är:

- TNC 95 Plan- och byggtermer 1994
- TNC 99 Byggekonomiska termer
- TNC 102 Svensk-engelsk byggordbok.

6.3.4 buildingSMART Data Dictionary

Detta projekt som tidigare gick under namnet IFD syftar till att bygga upp en databas enligt ramverksstandard ISO 12006-3. Den tekniska plattformen är på plats och data är under uppbyggnad. Rutiner och ansvar för hantering av innehållet har inte funnit sina slutgiltiga former.

bSDD är tänkt att innehålla begrepp (objektklasser och egenskaper), där varje begrepp ges en unik beteckning och knyts till termer och definitioner på olika språk. Avsikten är alltså att åstadkomma språkneutrala begrepp som direkt motsvaras av termer på olika språk och därför kan utväxlas utan skillnader i betydelse. Målet är att bSDD ska innehålla alla begrepp av intresse i samband med BIM. Uppbyggnaden av databasen ska ske genom medverkan från olika organisationer runt världen.

Sverige har bidragit genom träprojektet VilmaBas med egenskaper för sågade trävaror. VilmaBas är ett pågående omfattande projekt administrerat genom Sveriges Bygg & Järnhandlareförbund där träprodukter egenskapsdeklareras så att digitala grunddata för att stödja elektroniska affärer etableras (<http://www.branschradet-vilma.se/?articleId=487&lang=SE>).

6.3.5 PTS

PTS, Program för Teknisk Standard, är landstingsfastigheters system för att åstadkomma rätt kvalitet i projektering, byggande och förvaltning (http://pts.lj.se/web/Vad_ar_PTS.aspx). Grunden i PTS är en branschgemensam struktur baserad på BSAB 96 för sortering och uppmärkning av information.

Fördelen med strukturen är att den kan läsas och användas på ett bra sätt i alla delprocesser som tidiga systemlösningar, beslutsdokument i form av huvudhandlingar, i fortsatt konstruktionsarbete, byggande och förvaltning. Strukturen ger också möjligheter till säker och direkt uppdatering under ledning av informationsansvarige.

6.4 Standarder för processer

6.4.1 ISO/TS 12911:2012 Framework for building information modelling (BIM) guidance

ISO/TS 12911:2012 Framework for building information modelling (BIM) guidance fastställer ett ramverk för utarbetande av vägledning för bygginformationsmodellering (BIM).

Standarden är tillämplig vid utarbetandet av riktlinjer för modellering av byggnader och anläggningar i alla skalor, från en grupp med flera byggnadsverk till enskilda delar av ett byggnadsverk. Behov av vägledning för genomförande av BIM-processer förekommer under hela byggnadsverkets livscykel. Den huvudsakliga användaren av ramverket är en informationsansvarig som tillämpar standarden som stöd för att strukturera en internationell, nationell eller projektbaserad BIM-vägledning. Ramverket kan också användas för utarbetande av BIM-vägledning för programleverantörer.

6.4.2 COBie

I USA har kraven på information till förvaltningen kommit längre än i Sverige, vilket till stor del beror på införandet av COBie (*Construction Operations Building information exchange*). COBie är ett format för informationsutbyte som tagits fram av den amerikanska armén med början 2007. I december 2011 blev det godkänt av den amerikanska National Institute of Building Sciences som en del av National Building Information Model (NBIMS-US) standard.

Syftet är att hantera viktiga projektdata, bl.a. utrustningslistor, produktdatablad, garantier, reservdelslistor och scheman för förebyggande underhåll. Formatet används idag främst inom fastighetssektorn i USA. Dess framgång beror till stor del av att det är mångsidigt och kan användas tillsammans med flera olika program. COBie har införlivats i programvara för planering, design, konstruktion, idrifttagning, drift, underhåll och kapitalförvaltning.

Formatet är tekniskt okomplicerat, och bygger på Excel-datablad med tabeller. Formatet är textbaserat och icke-grafiskt. Hur mycket information som lagras styrs av behovet i det aktuella skedet i processen. För stora projekt kan informationen lagras i format baserade på STEP part 21 eller ifcXML.

6.4.3 IDM

buildingSMART:s standard för processer är också känd som Information Delivery Manual eller IDM. Den är en formell ISO standard, ISO 29481-1:2010 Building Information Modeling—Information delivery manual—Part 1: Methodology and format.

IDM har som syfte att skapa en gemensam uppfattning hos alla parter för när man ska utbyta information och exakt vad som ska innefattas, bland annat genom att ange:

- vem som ska leverera information
- fackmässiga krav på innehållet i informationen
- syftet med överlämnandet
- vilka aktörer som behöver ta del av informationen
- när leverans av information är planerad.

Till en specifik informationsleverans kan kopplas en Model View Definition eller MVD, en delmängd av IFC-modellen som leveransen utnyttjar. Programvaruutvecklare kan då införliva denna MVD i sina applikationer.

6.4.4 LOD

Level of Detail (även Level of Development) eller Informationsnivå är ett begrepp som refererar till graden av detaljering i en informationsleverans avseende innehåll av objektclasser och egenskaper.

Idén om informationsnivåer syftar till att eliminera den osäkerhet vid beställning av utförande och tillverkning som kan uppkomma på grund av oklara avgränsningar, felaktiga förväntningar, olika arbetstakt och detaljeringsgrad mellan ämnesområden samt brist på kunskap om eller fokus på efterföljande processer.

Det huvudsakliga syftet med standardiserade informationsnivåer kan sägas vara att säkerställa att kommunikationen förbättras så att både informationsutbytet mellan två aktörer och innehåll och omfattning av uppdrag för olika aktörer, kan specificeras entydigt.

Metoden med informationsnivåer kan stödja informationshantering under hela byggandets livscykel, från planering till projektering, produktion och förvaltning. Metoden kan användas både i konventionella skedesindelade projektförlopp och i andra sammanhang som vid inköp, funktionsentreprenader, systemleveranser, osv.

Den första detaljerade principen för indelning i informationsnivåer har utarbetats av AIA, American Institute of Architects, i Document E202-2008 (AIA 2008). AIA's modell innefattar fem nivåer som vardera förknippas med ett specifikt informationsinnehåll, och för detta auktoriserade användningar:

1. Byggnadens övergripande volymer med areor, volymer, orientering, läge. Byggnadsfunktion kan anges.
2. Byggnadsdelar som övergripande system eller konstruktioner (assemblies) med approximativa mängder, storlek, läge och orientering.
3. Byggnadsdelar som preciserade konstruktioner med angivande av mängder, storlek, form, läge och orientering.
4. Byggnadsdelar som preciserade konstruktioner med angivande av mängder, storlek, form, läge och orientering, samt med angivande av ingående delar och anslutningar.
5. Utförda konstruktioner med angivande av mängder, storlek, form, läge och orientering, samt med angivande av ingående delar och detaljer.

AIA rekommenderar att man för varje skede i processen specificerar detaljeringsgrad för varje byggnadsdel samt den aktör som har ansvaret för specifikationen. Arbeta med utveckling av standardiserade informationsnivåer pågår både i Sverige genom Svensk Byggtjänst och internationellt i bl.a. Norge och Danmark.

6.5 Standarder för dataformat

6.5.1 IFC (ISO 16739)

IFC är en heltäckande, stabil och öppen internationell standard för utväxling av BIM-data i bygg- och förvaltningssektorn. Den stöds internationellt av ca 150 olika programvarutillämpningar. IFC utvecklas av buildingSMART som också har en certifieringsprocess för att stödja programvaruutvecklarnas kvalitetssäkring och för att ge förtroende hos slutanvändarna. IFC är skriven i EXPRESS-språket (ISO 10303-11).

Version IFC 4, som publicerades som ISO-standard (ISO 16739) i mars 2013, ersätter den tidigare versionen 2x3, vilken kommer att leva parallellt en längre tid. Översättare mellan de olika versionerna kommer att finnas.

Kompletterande standarder till IFC avseende begrepp och processer är buildingSMART Data Dictionary (tidigare IFD) för klassifikation och begreppsdefinitioner och ISO 29481-1:2010 Building Information Modeling–Information Delivery Manual–Part 1: Methodology and format, för definition av informationsleveranser. Även denna har utarbetats genom buildingSMART.

6.5.2 LandXML

LandXML är en öppen specifikation för utbyte av anläggnings- och terrängdata, och utvecklades ursprungligen av LandXML.org. Standarden omfattar bl.a. karteringsdata, tomtdata, 3D väg-, gatu- och järnvägsmodeller, samt vattenvägar och rörnät. Förutom geometri för körbanor, tvärsnitt och ytor, kan andra vanliga egenskaper utbytas. I princip täcker LandXML-schemat de grundläggande informationsbehoven i samband med markexploatering och har implementerats i större programvaror.

Både OGC (Open Geospatial Consortium) och building-SMART arbetar nu för att ta över utvecklingen. Organisationen buildingSMART har uppmärksammat LandXML och ser på sikt att det bör integreras i IFC. Strategin för detta kan enligt buildingSMART delas upp i ett kortsiktigt och ett långsiktigt mål. I ett kortsiktigt perspektiv kan LandXML användas som ett kompatibelt anslutet format till IFC. Detta kräver en hel del utveckling av IFD, IDM och MVD kopplat till IFC.

I ett långsiktigt perspektiv bör utvecklingen av LandXML göras så att formatet blir en integrerad standard i IFC. Erfarenheter från det kortsiktiga skedet är viktiga för en integrerad standard.

6.5.3 CityGML

CityGML är en öppen datamodell och implementerad som ett tillämpningsschema av GML3 (Geographical Markup Language v3) av OGC (Open Geospatial Consortium) och ISO TC211. CityGML är en öppen standard som är fri och gratis att använda.

CityGML är en allmän informationsmodell baserad på XML (och den geografiska utvidgningen) med en kodning för representation, lagring och utväxling av virtuella 3D stads- och landskapsmodeller. CityGML tillhandahåller en standardmodell och mekanism för att beskriva 3D-objekt med avseende på geometri, topologi, semantik och utseende. Den definierar fem olika nivåer av detaljering, så kallade Level of Detail, LOD.

CityGML kommer att bli ett EU-krav genom Inspire-direktivet inom några år. All stadsrelaterad information ska kunna knytas till staden och dess delar i 3D-objekt uttryckta i CityGML.

Inspire-direktivet är ett EU-initiativ som syftar till att skapa en europeisk infrastruktur för rumsliga data med syfte att möjliggöra delning av rumslig information mellan offentliga organisationer och underlätta allmänhetens tillgång till geografisk information (<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/48>.)

6.5.4 PLCS

ISO 10303-239 PLCS, Product Life-Cycle Support, är en ISO-standard inom-STEP-familjen. Standarden stödjer skapandet och hanteringen över tid av kvalitetssäkrad information för en produkt och dess underhåll, och kan användas för att specificera och kontrollera nödvändiga underhållsaktiviteter genom en komplex produkts hela livscykel.

Informationsmodellen kan skräddarsys av industri och organisationer genom användning av referensdata (-bibliotek) RDL (Reference Data Library) med objektklasser och egenskaper. RDLs roll är att komplettera semantiken i PLCS-modellen för tillämpning i industrin.

Fördelen med PLCS är dess integrerade vy av den kompletta livscykeln för produkter, som t.ex. byggnadsdelar. Informationsutbyte definieras med hjälp av så kallade DEX-ar, Data Exchange Specification. PLCS ger ett neutralt och öppet ramverk för samtliga livscykelkedan.

6.5.5 fi2XML

fi2xml har sitt ursprung i ett projekt som drevs av IT Bygg och Fastighet 2002 (ITBoF). fi2XML är ett dataformat i XML för förvaltningsrelaterad (hus) information. Formatet är ett av flera från föreningen Fi2. Den senaste versionen av fi2xml lanserades 2012.

fi2xml används främst inom två huvudområden. Det ena är att överföra stora mängder fastighetsinformation mellan olika fastighetsystem. Det andra området är att fungera som bas för standardiserade applikationsgränssnitt mellan fastighetsystem och olika satellitsystem som t.ex. lås och passersystem.

Genom att skapa processkartor över de vanligast förekommande verksamheterna och analysera hur informationsflödet sker i processerna så definierades de begrepp som behövdes för att skapa en grund för språket fi2xml.

Entiteter och strukturer sätts ihop till meddelanden. För att hålla fi2xml stabilt så uttrycks variationer och preciseringar med hjälp av klass och värdelistor. Alla meddelanden tas fram i projektform kring ett väl strukturerat informationsbehov. Inom föreningen Fi2 har ett arbete påbörjats för att synkronisera fi2xml med IFC och Cobie. Detta arbete kommer att fortsätta i föreningen BIM Alliance Sweden.

6.5.6 oBCF

oBCF (open BIM Collaboration Format) är utvecklat av Tekla och Solibri för att vara en öppen standard för att möjliggöra kommunikation av information mellan olika BIM verktyg. oBCF är byggt på ett XML-schema för att koda meddelanden som informerar en programvara om olika frågor/ärenden som identifierats i en BIM-modell av en annan programvara. oBCF separerar ärendet från den aktuella modellen i och med att endast referenser görs till objektens ID:n.

Ett ärende skapas – t.ex. vid model checking – och referenser till objekten i fråga (med GUID:er) hämtas. Status och kommentarer knyts till ärendet och kan t.ex. avse frågor, svar och förslag. Varje ärende kan också ha kamera och definierad vy med en bild tagen i den aktuella 3D-vyn av BIM-modellen.

Den täta kopplingen till IFC-datamodellen positionerar oBCF som en utvidgning av IFC-formatet med fokus på arbetsflöden och processer (också nära relaterat till IDM). Formatet är oberoende av vilken IFC-version som används.

En version 2 är på gång, och kommer att ha stöd för Cloud och server-tillämpningar. En komplett beskrivning finns hos GTDS workspace (<http://gtds.iabi.eu/>)

6.5.7 mvdXML

Model View Definition XML är en standard som har utvecklats och underhålls av buildingSMART, än så länge enbart inom organisationen. Version 1.0 finns tillgänglig sedan våren 2012, efter öppen granskning/remiss.

En Model View Definition definierar vad som måste ingå i en datautväxling, som en definierad del av ett schema, t.ex. av IFC:s datamodell. MVD:er har historiskt varit tolkade av människor i form av diagram och dokument. MVD:er är nu också maskinläsbara i form av mvdXML, vilket är buildingSMART:s format. Standarden används:

- för att validera överensstämmelse med krav
- för att generera härledda scheman
- för att indikera tabelldata (t.ex. COBie excel-ark)
- för att generera dokumentation
- av IFC4 som innehåller mvdXML för inbyggda begrepp.

ifcDOC Tool är en fri windowsapplikation i open source, ägd av buildingSMART International. Den är framtagen för att skapa/editera Model Views, publicera Model Views, importera/exportera mvdXML, generera dokumentation och validera IFC-filer.

Specifikation (XML schema definition) och dokumentation finns på (www.buildingsmart-tech.org/specifications/mvd-overview).

7 Avtal och offentlig upphandling

7.1 Inledning

I detta avsnitt behandlas bristerna med avseende på leveranser av digitala informationsmängder från t.ex. BIM i befintlig lagstiftning för offentlig upphandling, samt i sektorns standardavtal för upphandling av konsulttjänster, entreprenader och materialleveranser.

Det finns anledning att anta att dessa brister försvårar eller rent av hindrar utvecklingen inom tillämpningen av BIM för ökad effektivitet i samtliga skeden i bygg- och förvaltningsverksamhet.

7.2 Bakgrund

7.2.1 Problemformulering

BIM innebär stora möjligheter till ökad effektivitet, högre kvalitet, större brukarengagemang och ett genomtänkt livscykelperspektiv på investeringar och underhåll. För att utvinna dessa fördelar krävs förnyelse och förändring av såväl processer som aktörer och incitamentsmodeller vilket i sin tur kommer att skapa nya roller och affärsmodeller.

Avtalsgruppens uppgift i projektet "Standardisering för BIM" är att undersöka om genomslagskraften i den förnyelse och effektivisering som BIM innebär hindras eller begränsas av de existerande standardavtalen och upphandlingsformerna. Uppgiften begränsas till en kartläggning av existerande standardavtal med avseende på den juridiska status som kan knytas till den digitala informationen, oavsett om denna skapas och levereras av beställaren vid projektering eller tillhandahålls inför en entreprenad.

Arbetsgruppens hypotes är att om möjlighet finns att åsätta en BIM juridisk status jämställd med beskrivning eller ritning så kommer detta att driva på utvecklingen av BIM och bidra till ökad takt i det förestående nödvändiga förändringsarbetet.

Vad gäller upphandling avgränsas motsvarande inventering till offentlig upphandling, d.v.s. det som regleras i lag (2007:1091) om offentlig upphandling (LOU) och lag (2007:1092) om upphandling inom områdena vatten, energi, transporter och posttjänster (LUF). Dessutom begränsas inventeringen till att enbart omfatta sådan offentlig upphandling där BIM eller digitala leveranser i övrigt ingår.

7.2.2 Metod

De existerande standardavtalen ABK 09, AB 04, ABT 06 och ABM 07 har kartlagts med avseende på förekomsten av begrepp eller skrivningar som entydigt avser digital information. I de fall dessa standardavtal saknar sådana begrepp eller skrivningar, vilket översiktligt kan antas, kommer ett antal förslag på lösningsprinciper att anges.

Möjligheterna att skapa nya förändrade avtals- respektive uppdragsformer bättre anpassade till BIM har inte kartlagts, utan hänvisning görs till befintliga utredningar t.ex. "BIM och avtalsformer" (Qvarnström et al 2012). Inom ramen för projekt inom ett framtida strategiskt innovationsområde (SIO) bör även detta tas upp som ett möjligt forsknings-/utredningsprojekt.

7.3 Standardavtal

7.3.1 Generellt

Avtalen har inventerats med avseende på begrepp som direkt kan knytas till digital information vare sig det gäller skapande, tillhandahållande eller leverans av sådana informationsmängder.

I samtliga avtals inledande begreppsbestämningar definieras kontraktshandlingar på ett sätt som *skulle kunna* tolkas så att även digital information kan inkluderas i begreppet. Att förutsätta att en levererad/tillhandahållen BIM kan inkluderas i begreppet kontraktshandling kan dock skapa problem då detta inte kan anses vara praxis eller gängse uppfattning. Därför krävs ett klagörande genom entydiga definitioner vad avser digitala informationsmängder och digitala leveranser.

7.3.2 AB04, ABT 06, ABK 09

I avtalens inledande Begreppsbestämningar saknas begreppet "digital informationsmängd" eller begrepp som entydigt skulle kunna tolkas med den innebörden.

I definitionen av Kontraktshandlingar ingår handlingar som är "fogade till kontraktet" och "angivna som gällande för kontraktsarbetena/uppdraget". En rimlig tolkning av detta skulle kunna vara att en digital informationsmängd inkluderas som en handling gällande för uppdraget, men det faller utanför normal praxis och gängse uppfattning.

I övrigt förekommer begreppet "handlingar" frekvent, dock utan att särskilt uttala eventuellt digitalt innehåll eller ursprung.

Begreppet "datafiler" förekommer i ABK 09 när det gäller äganderätten (7 kap 8§: "...originalhandlingarna liksom till de datafiler vilka handlingarna framställts ur").

7.3.3 ABM 07

I avtalet saknas begreppsbestämningar annat än för "köpesumma" och "skriftligen". Definitionen av skriftligen överensstämmer med de övriga regelverkens, men kan inte anses generellt täcka digitala informationsmängder, t.ex. en BIM.

7.3.4 Slutsats

Förutom vad som anges i ABK 09, 7 kap 8§ (se 7.3.2 ovan) saknas begrepp eller skrivningar i samtliga undersökta standardavtal som entydigt avser en digital informationsmängd. Begrepp som datafil, datamodell, digital informationsmängd eller digital leverans saknas även vid reglering av nyttjanderätt och ansvar. Det saknas således idag i de undersökta standarddokumenten möjlighet att knyta leverantörens ansvar och/eller mottagarens nyttjanderätt till någon del av det digitala innehållet i en leverans av digital information.

7.4 Offentlig upphandling

Enligt LOU och LUF ska alla upphandlingar ske i överensstämmelse med EU:s grundläggande upphandlingsprinciper dvs. kraven på transparens, icke-diskriminering, likabehandling, proportionalitet och ömsesidigt erkännande. Detta framgår av 1 kap 9 § i LOU och LUF.

En fråga är hur det går att handla upp en entreprenör med BIM (Byggnadsinformationsmodeller) i ett förfrågningsunderlag (FU) och om det kan stöta på problem. Detta är i första rummet ett tekniskt

problem och avser hur man på ett lämpligt sätt kan infoga en BIM med förfrågan i övrigt och också se till att den på ett enkelt sätt förs över till anbudsgivarna.

Förfrågningsunderlag är definierat i LOU (och LUF) som: underlag för anbud som en upphandlande myndighet tillhandahåller en leverantör.

Ett FU får inte vara otydligt eller formulerat så det riktar sig mot en särskild leverantör.

I 9 kapitlet i LOU och LUF (som också tillämpas på upphandlingar utanför det direktivstyrda området dvs. förenklade upphandlingar i 15 kap. under tröskelvärdet för byggtreprenader) finns regler som gäller kommunikation, information och dokumentation.

Enligt 9 kap 1 § är huvudregeln att anbud ska lämnas skriftligen om inte myndigheten bestämmer att anbud kan lämnas elektroniskt eller på annat sätt. Enligt 9 kap 2 § ska vid kommunikation med elektroniska medel dessa inte vara icke-diskriminerande, allmänt tillgängliga och möjliga att använda tillsammans med sådan maskin- och programvara som i allmänhet används. Enligt 9 kap 3 § ska information om de specifikationer som är nödvändiga för elektronisk inlämning av anbud finnas tillgänglig för alla berörda parter, elektroniska anbud vara försedda med elektronisk signatur samt ska den upphandlande myndigheten ha sådan utrustning att den elektroniska kan ta emot anbud, ritningar och planer på säkert sätt.

Vad innebär detta mer konkret?

Enligt 9 kap § 1 ställs alltså krav på att myndigheten ska informera om det sätt på vilket kommunikation i den specifika upphandlingen ska ske: Det ska stå i annons eller FU, annars bryter man mot kravet på transparens och öppenhet.

Bestämmelsen i 9 kap 2 § innebär att det inte är möjligt att använda ny teknik för kommunikation vid upphandling då det anses diskriminerande. Myndigheten får alltså inte kräva att potentiella anbudsgivare skaffar helt nytt system, maskin eller programvara för att ta del av FU. Leverantörens tillträde till anbuds-förfarandet får inte begränsas.

Bestämmelsen i 9 kap 3 § syftar till att säkerställa att användningen av elektroniska medel vid upphandlingar inte är diskriminerande eller på annat sätt strider mot de grundläggande upphandlingsrättsliga principerna.

Så långt själva upphandlingsförfarandet. Utöver vad som ovan angivits finns i LoU/LuF ingenting som direkt utgör hinder för upphandling t.ex. att uppdragsresultat av projektering ska utgöras av en BIM eller att en BIM tillhandahålls som informationsbärare för kontraksarbetena. För att en sådan upphandling ska vara rättvis och utvärderingsbar krävs att noggranna leveransspecifikationer upprättats i förfrågningsunderlaget som entydigt beskriver och preciserar kraven på digitala informationsmängders begrepp, objektklasser, egenskaper, överföringsprocesser, dataformat etc.

Om en BIM ingår som en del av FU måste anbudsgivarna också beredas möjlighet att kunna ta del av all information (t.ex. en modell). Här kan krävas att beställaren i anbudsskedet tillhandahåller någon form av programvara till anbudsgivarna så de kan ta del av informationen; vilket också prövats i t.ex. Röforsprojektet.

Ska vissa informationsmängder (objekt/datafiler/modeller) åsättas en legal status så att de gäller före t.ex. ritningar måste detta anges och metod för sådan märkning preciseras. Om sådana krav på en levererad BIM inte framgår av förfrågningsunderlaget kan inte upphandlingen anses vara i överensstämmelse med lagens mening.

Förmågan och kompetensen hos andra beställare än de riktigt stora att prestera sådana förfrågningsunderlag är starkt begränsad och utgör i det största hindret för upphandling av t.ex. BIM-projektering.

7.5 Förslag till åtgärder

7.5.1 Standardavtal

Revideringar av de undersökta standardavtalen sker regelbundet med ca 10-årsintervall. Det betyder att det kommer att ta lång tid innan samtliga avtal försetts med entydiga begrepp för digitala informationsmängder.

På kort sikt kan följande göras:

1 Särregleringar och begreppsbestämningar

För enskilda entreprenadkontrakt resp. konsultuppdrag kan bestämmelser intas, s k särregleringar (t.ex. i administrativa föreskrifter), som skiljer sig från vad som anges i AB 04, ABT 06 eller ABK 09. För att dessa ska vara giltiga måste särskilda krav på tydlighet vara uppfyllda. I praktiken ska alla särregleringar föras in under koden AFC/AFD/AUC 111 (AUC = AB 04, AFD = ABT 06, AUC = ABK 09) i administrativa föreskrifter i FU.

Om man vill ändra en befintlig begreppsbestämning eller lägga till en ny begreppsbestämning i AB 04, ABT 06 eller ABK 09 ska denna ändring eller nya begreppsbestämning framgå under den aktuella koden (111) samt ska också framgå var man återfinner själva ändringen/nya begreppsbestämningen (särregleringen) i de administrativa föreskrifterna; om den nu inte anges direkt under AFC/AFD/AUC 111.

Genom en särreglering kan alltså nya begreppsbestämningar införas (t.ex. "digital informationsmängd") eller att man försöker sig på att definiera begreppet handling innefattande "digital informationsmängd". En annan möjlighet är att befintliga begreppsbestämningar vidgas till sin betydelse (t.ex. med "Beskrivning" jämför även en BIM). Sistnämnda ändring medför t.ex. att en BIM rangordnas före en ritning eller övrig handling (jmf AB 04 kap 1 § 3); vilket har sin betydelse vid eventuella motstridigheter.

2 Villkorsbilagor

Inom ramen för OpenBIM har särskilda villkorsbilagor tagits fram för att underlätta för parterna att inkludera digital information i leveranser, för ansvar och nyttjanderätt.

För projekteringsuppdrag enligt ABK 09 finns en avtalsmall "Avtal för digital leverans 2010". Begränsningen i denna är dels att den endast avser projektering, dels utgör ett eget avtal som måste undertecknas av parterna för aktuellt uppdrag. Detta är ett något omständligt förfarande och mallen ska bl.a. av detta skäl revideras för att istället utgöra en villkorsbilaga till ett ABK 09-kontrakt. Revidering kommer att göras under 2013.

För anläggningsprojekt har (2012) två villkorsbilagor tagits fram:

- Villkor för digitala leveranser projekteringsuppdrag anläggning (ABK 09)
- Villkor för digitala leveranser i anläggningsentreprenader (AB 04).

Samtliga mallar enligt ovan finns tillgängliga för nerladdning från OpenBIM:s hemsida.

På längre sikt kommer sannolikt standardavtalen att revideras.

Förslag till begreppsdefinitioner och lösningar på problematik relaterat till digital hantering som hämtas ur t.ex. Bygghandlingar 90 bör tillställas Byggandets Kontraktskommitté (BKK) i god tid innan nästa revidering av AB 04, som torde ligga näst i tur.

Ansvar för att komplettera standardavtalen AB 04, ABT 06, ABK 09, ABM 07 till att även omfatta digitala informationsmängder vilar på BKK, Byggandets Kontraktskommitté, varför arbetet i ett utvecklingsprojekt bör genomföras som en förstudie i samverkan med BKK.

7.5.2 Offentlig upphandling

I det fall som krav på BIM-leveranser ställs i ett förfrågningsunderlag (FU) är det nödvändigt att även en leveransspecifikation upprättats av beställaren. Leveransspecifikationen ska precisera de digitala informationsmängdernas innehåll och egenskaper, t.ex. informationsstrukturer, begrepp och format.

Utan en sådan leveransspecifikation är det inte möjligt att åsätta den tillhandahållna digitala informationen någon juridisk status att jämföras t.ex. med beskrivningar eller ritningar, utan informationen tillhandahålls endast "för information".

Tillämpningen av LOU/LUF kan bli mer konsekvent och stringent om kompetensen kring BIM och digitala leveranser höjs i upphandlande enheter, vilket skulle innebära ökad effektivitet och brukar nytta för byggande och förvaltning av såväl anläggningar som hus.

Inom området offentlig upphandling finns ett antal studier och forskningsprojekt genomförda de senaste åren och regeringen har även uttryckt att det finns ett behov av ökade satsningar på forskning om upphandling bl.a. eftersom området utgör en väsentlig grund för det hållbara samhällsbygandet. Problematiken kring offentlig upphandling fokuserar i detta projekt enbart på sådan offentlig upphandling som inkluderar BIM-leveranser.

8 Genomförande

8.1 Handlingsplan

8.1.1 Övergripande mål

Beskrivningarna av utvecklingsbehoven i ovanstående avsnitt har här sammanfattats i konkreta förslag till utvecklingsinsatser för en kommande treårsperiod. Utvecklingsinsatserna grupperas efter de tre huvudområdena för standardisering: begrepp, processer med avtalsformer och dataformat. Även frågan om implementering och informationsspridning behandlas.

Det övergripande målet för standardiseringsarbetet är:

att utveckla tillämpade gemensamma informationsstrukturer och metoder för att samverka bl.a. ställa krav och verifiera i informationsutbytet mellan de olika parterna i samhällsbyggnadsprocesserna.

8.1.2 Begrepp

För att kunna utbyta digitala objektbaserade data krävs gemensamma begreppsstrukturer och definitioner av objektklasser och egenskaper. Idag använder ofta parterna i processen samma termer men med olika betydelse. Detta gäller objektklasser på alla nivåer av komplexitet, till exempel "järnväg", "byggnad", "dörr" och "fläkt". Samma gäller egenskaper som "längd", "vikt", "kulör" och "hållfasthet". I handlingsplanen ingår därför (exempel på uppgifter anges med kursiv text):

att ta fram en samlad begreppsstruktur för information genom livscykeln, med målet att samordna de standarder som existerar inom geografiska data, bygg-, mekanisk och elektroteknisk industri

att utveckla standarder för definitioner av objektklasser, med målet att de ska kunna användas under hela livscykeln – direkt eller som översättning mellan olika klassifikationssystem

att ta fram enhetliga definitioner för objektens egenskaper, i nära samverkan med internationell standardisering så att de blir språkneutrala och användbara även utanför Sveriges gränser.

8.1.3 Processer med avtalsformer

Det fysiska samhällsbyggandet syftar övergripande till att skapa och förvalta miljöer för mänsklig verksamhet. Krav från brukare på rumsliga och funktionella egenskaper behöver kunna verifieras genom hela processen, med allt mer detaljerade krav på tekniska egenskaper hos de fysiska objekten: dimensioner, isoleringsförmåga, kulör, brandklass med mera. I handlingsplanen ingår därför:

att utveckla metoder för kravställning och verifiering av objekt och egenskaper i informationsleveranser

att utveckla metoder så att de digitala modellerna stödjer ett livscykelperspektiv och rymmer egenskaper knutna till olika aspekter: krav (verksamhet, säkerhet, miljö, energi, estetik, förvaltning); detaljeringsgrader; tekniska lösningar; varuinformation med mera.

Grunden för informationsutbytet är att man kommit överens om dels vilken information som ska levereras i varje situation, dels vilken juridisk status informationen har. I handlingsplanen ingår därför:

att utveckla avtalsformer för digital hantering och digitala leveranser med begreppsbestämningar och lösningar på problem relaterade till offentlig upphandling.

8.1.4 Dataformat

Användarna behöver hjälp att praktiskt kunna hantera de datamängder som produceras i processen. Hjälpen består dels i gränssnitt mot databaserna, dels gemensamma format för att hantera in- och utmatning i systemen. Beroende på syftet blir verktygen och presentationsformerna vitt skilda: för visualisering, för energiberäkningar, för tillgänglighetsanalyser med mera. I handlingsplanen ingår därför:

att definiera och tydliggöra applikationsgränssnitt mot gemensamma informationskällor, till exempel modellserver och varudatabaser, så att information kan hanteras av olika system och plattformar genom processerna

att vidareutveckla formatstandarder och deras tillämpning – internationellt och nationellt – för att ersätta det nuvarande lapptäcket av format för hus, anläggning och för geografiska data, och ge dessa en enhetlig tillämpning.

8.1.5 Implementering och informations spridning

För att få genomslag krävs omfattande insatser att samordna utvecklingsarbetet och att informera om de framsteg som görs. I handlingsplanen ingår därför:

att föreslå organisation och finansiering för utveckling, förvaltning och spridning av de bransch-gemensamma informationsstrukturerna och överenskommelserna. Arbetet kräver ett brett deltagande från samtliga intressentgrupper: kommunala och statliga myndigheter, planerare, förvaltare, byggherrar, projektörer, entreprenörer, byggvaruproducenter, programvaruutvecklare med flera.

8.2 Projekt

Inledning

Följande avsnitt beskriver ett antal projekt som har bedömts som särskilt angelägna att genomföra. Inledningsvis presenteras förslag till en integrerad förstudie omfattande samtliga projektområden och som syftar till att skapa riktlinjer för det fortsatta arbetet, därefter beskrivs på ett övergripande sätt projekt avseende begrepp och processer följt av projekt avseende format, samt avslutningsvis projekt avseende avtalsformer. I efterföljande avsnitt beskrivs organisationen för samverkan kring utvecklingsarbetet.

Projekten behandlar handlingsplanens områden och berör standardisering av begrepp, processer (inkl. avtal) och dataformat, relaterat till olika nivåer, internationellt, nationellt och nationella tillämpningsanvisningar. En överblick över projekten ges i Fig. 5.

Kostnadsberäkningarna är mycket översiktliga med ambitionen att vara korrekta inom en 10-potens, dvs. 100 tkr, 1 mnkr, 10 mnkr osv. Med hänsyn till behovet av särskild expertis beräknas ett manår kosta 1,5 mnkr om man räknar in alla kostnader.

Tillämpning	1	2	3	1	4	9	1	5	6	Projekt
	4			10			7	8		1 Nationella riktlinjer för BIM
Nationella regelverk	1	2	3	1	4	9	1	5	6	2 Utveckling av klassifikation för BIM
	4	9		10			7	8		3 Samordning av informationsstrukturer för BIM och GIS
Internationella ramverksstandarder	2	3		4			1	5	6	4 Informationsleveranser med egenskapsredovisningar
							7	8		5 Applikationsgränssnitt mot gemensamma informationskällor
	Begrepp			Processer			Dataformat			6 Formatstandarder och deras tillämpning – internationellt och nationellt
										7 Utveckling och sammanslagning av IFC och LandXML, till både hus och anläggning
										8 Utveckling och tillämpning av oBCF – open BIM Collaboration Format
										9 Utveckling av digitala begreppsbestämningar i standardavtal, förstudie
										10 Offentlig upphandling med krav på BIM-leveranser

Figur 5. Projekt fördelade på syften och standardiseringsområden.

8.2.1 Projekt nr 1 Nationella riktlinjer för BIM

Behov

Denna rapport föreslår ett antal större projekt med syfte att tillsammans täcka behovet av utvecklad standardisering för BIM avseende svenska tillämpningar och svenskt internationellt samarbete. Resultaten av dessa projekt behöver samordnas och inarbetas i svensk samhällbyggnadssektor. Ansvaret för samordningen bör ligga hos BIM Alliance Sweden. Allteftersom resultaten föreligger behöver de göras tillgängliga och implementeras. BIM Alliance Sweden bör svara för detta bl.a. genom en nätbaserad publikationsservice "Nationella riktlinjer för BIM" som kan ses som en vidareutveckling av handboksserien Bygghandlingar 90, som utges av SIS. Nationella riktlinjer för BIM har internationella motsvarigheter, bl.a. i Finland, Norge, Danmark, Storbritannien och USA.

Nuvarande Bygghandlingar 90 Del 8 innehåller viktiga delar men behöver kompletteras med konkreta beskrivningar och anvisningar vad gäller utbyte av information beträffande typ, syfte, skede, status, aktivitet, detaljeringsgrad med mera. "Nationella riktlinjer för BIM" ska innefatta definitioner av digitala objekt och leveransbeskrivningar som är anpassade för det aktuella syftet: för kartering, för fysisk samhällsplanering, för projektering, för produktion, för förvaltning och till slut för rivning och återvinning.

Mål

Detta projekt har karaktär av förstudie med syfte att etablera en arbetsordning med tidplaner och principer för samverkan mellan de olika projekten, samt stommen i den nätbaserade publikationsservicen "Nationella riktlinjer för BIM". Projektet ska resultera i principer för hur resultat av olika projekt kan tillföras svensk samhällsbyggnadssektor i form av rekommendationer och tillämpningsanvisningar.

Nytta

Det eftersträvade resultatet är en gemensam processyn som backas upp av konkreta metoder och hjälpmedel för utformning av informationsleveranser. Detta för att stödja samtliga parter i en livscykelomfattande informationsbyggnad.

”Nationella riktlinjer för BIM” ska utgöra en stabil kunskapsplattform för nationell tillämpning i den svenska samhällsbyggnadssektorn samtidigt som internationella standarder ska utnyttjas för större kraft och bredare samverkan.

Genomförande

Som komplettering till det underlagsmaterial som presenteras i föreliggande rapport inventeras relevanta standarder, överenskommelser, BIM-manualer, programvaror och andra hjälpmedel som används i branschen.

Som medverkande i projektet varav några är potentiella finansörer föreslås SIS, föreningen BIM Alliance Sweden, Sveriges Byggindustrier, Svensk Byggtjänst, Boverket, Sveriges Kommuner och Lands-ting, Trafikverket, Lantmäteriet och ULI Geoforum.

Fem statliga fastighetsförvaltande verk (Akademiska Hus, Specialfastigheter, Fortifikationsverket, Statens Fastighetsverk och Riksdagsförvaltningen) har ett relativt nystartat samarbete med gemensam upphandling av konsultstöd för BIM. Dessa behöver också engageras i projektet. Detsamma gäller ett antal övriga engagerade byggherrar, konsulter, förvaltare, programvaruutvecklare och andra parter.

Resursbehov

- | | |
|--|-----------|
| • Tillämpningsexperter förvaltning | 0,5 manår |
| • Tillämpningsexperter husbyggnad | 0,5 manår |
| • Tillämpningsexperter anläggningsbyggnad | 0,5 manår |
| • Tillämpningsexperter tillverkande industri | 0,5 manår |
| • Tillämpningsexperter planering och GIS | 0,5 manår |
| • Metodik- och standardexperter | 0,5 manår |
| • Teknikexperter system och kommunikation | 0,5 manår |

Totalt 5 miljoner kronor under 1-2 år.

8.2.2 Projekt 2 Utveckling av klassifikation för BIM

Behov

Ramverksstandarden ISO 12006-2 syftar till att täcka informationsbehovet för hela livscykeln inklusive planering, byggande och förvaltning. Den håller för närvarande på att revideras för anpassning till BIM. Även BSAB-systemet behöver utvecklas för att stödja BIM, och en förstudie har gjorts med projektet FokusI vid Svensk Byggtjänst. För att täcka hela livscykeln behövs att svensk systematik utsträcks till att utöver bygg även omfatta fysisk planering och förvaltning.

Definierade egenskaper är nödvändiga för digitalt objektorienterat informationsutbyte. Internationellt saknas en egenskapsklassifikation.

Mål

Resultat av denna utvecklingsinsats är:

- internationell standardisering inom ISO/TC 59/SC 13, i samverkan med buildingSMART och Open Geospatial Forum, OGC
- utveckling inom BSAB-systemet av BIM-anpassade tabeller för Construction Element enligt den reviderade versionen av ISO 12006-2
- utveckling av principer för klassifikation av egenskaper
- utvidgad klassifikation för fysisk planering (utförs som del av projekt 4)
- utvidgad klassifikation för fastighetsförvaltning
- rekommendationer för mappning mot andra ledande klassifikationssystem.

Nytta

Klassifikation är en nyckel till att bygga konsistenta och väl strukturerade modeller som kan användas mångsidigt i olika aktiviteter. Ett utvidgat BIM-anpassat klassifikationssystem för hela livscykeln ger stöd för att samordna aktiviteter över fack- och disciplinräns, t.ex. att göra analyser för nyttjande, energi, fysisk planering och livscykelkostnader. Klassifikation för byggsektorn är idag i stor utsträckning nationell, men genom att använda den internationella ramverksstandard som bas ges möjligheter att "mappa" mot andra länders klassifikation.

Genomförande

Projektet genomförs och finansieras i samverkan mellan SIS TK 269, Svensk Byggtjänst, Trafikverket, BIM Alliance Sweden, Sveriges Byggingustrier, de statliga byggherrarna m.fl.

Samordningen av informationsstrukturer för BIM och GIS organiseras som ett särskilt projekt nr 3.

Resursbehov

- | | |
|---|--------------|
| • Standard- och systematikexperter | 4 manår |
| • Tillämpningsexperter byggande | 4 manår |
| • Tillämpningsexperter förvaltning | 4 manår |
| • Tillämpningsexperter fysisk planering och GIS | se projekt 3 |

Totalt cirka 18 miljoner kronor under en treårsperiod. En fortsatt förvaltning därefter krävs, för att utifrån erfarenheter av tillämpning behovsanpassa och vidareutveckla klassifikationssystemen med en insats av 3 miljoner kronor årligen.

8.2.3 Projekt 3 Samordning av informationsstrukturer för BIM och GIS

Behov

Både BIM och GIS används under hela samhällsbyggnadsprocessen. GIS nyttjas mest under idéskede, utredningsskede och förvaltning, medan BIM nyttjas mest under projekteringsskede och produktion. Man kan säga att de båda systemen hanterar likartad information men med olika detaljeringsgrad. .

För att förtydliga problemställningen bör man titta på vad behoven är hos de huvudsakliga användarna av de två systemen. Geografisk information hanteras och ägs huvudsakligen av myndigheter och andra offentliga aktörer som t.ex. kommuner, medan BIM-information och tillhörande system mest används och ägs av privata aktörer som t.ex. fastighetsägare och entreprenörer. Olika aktörer är alltså intresserade av samma objekt men med olika detaljeringsgrad i informationen.

Idag uppstår svårigheter för myndigheter och kommuner att utföra sina uppgifter på ett effektivt sätt eftersom det inte finns någon standardiserad koppling mellan GIS och BIM. Det är svårt för utförarna

att ta till sig kraven på de objekt som ska byggas då kraven oftast presenteras i textdokument istället för attribut kopplade till geografiska områden eller geometriska objekt.

Mål

En begreppsmässig samordning med byggande och förvaltning är angelägen. I många fall används samma termer men för helt olika syften, vilket försvårar likriktning. Arbetet bör inledningsvis inriktas mot att skapa "översättningstabeller" mellan GIS- och BIM-domänerna.

Nytta

Förutom att detta underlättar flödet av information genom hela livscykeln skulle arbetet öka medvetenheten om de olika behoven. Detta kan på sikt underlätta uppbyggnaden av gemensam nomenklatur och klassificering.

Genomförande

Arbetet bör drivas gemensamt mellan nedan angivna aktörer enligt följande:

1. En bred arbetsgrupp inrättas för att kartlägga, analysera och dokumentera aktuella processer, informationsflöden och informationsmängder. Med detta som utgångspunkt analyseras framtida informationsbehov och vilka åtgärder som behöver vidtas för att åstadkomma en gemensam kontinuerlig informationsprocess för samhällsbyggnadsprocessen.
2. Resultatet i del 1 ovan används som input till vilka åtgärder som behöver vidtas avseende standardisering av begrepp, kodning och format för att BIM- och GIS-data ska kunna integreras "sömlöst" i samhällsbyggnadsprocessen.

Det är viktigt att organisationer som länsstyrelser, kommuner och privata fastighetsägare deltar i förändrings- och standardiseringsarbetet. Följande organisationer är aktuella: Lantmäteriet (se nedan), SKL, BIM Alliance Sweden (konsulter, entreprenörer, fastighetsbolag), ULI Geoforum, buildingSMART, Kommuner, Länsstyrelser, Trafikverket, Boverket och SIS, i samverkan med universitet och högskolor.

Arbetet ska relateras till Statskontorets utredning om en sammanhållen digital planprocess (se avsnitt 3.2.1). Arbetet bör aktivt bidra till det internationella samarbetet mellan ISO, buildingSMART och Open Geospatial Consortium (OGC), som siktar på en samordning av och gränsdragning mellan dataformatstandarder för byggande och geografisk information. Flera svenska ISO-kommittéer behöver engageras i detta arbete.

Resursbehov

- Standard- och systematikexperter 2 manår
- Tillämpningsexperter byggande 2 manår
- Tillämpningsexperter förvaltning 2 manår
- Tillämpningsexperter fysisk planering och GIS 2 manår

Totalt cirka 12 miljoner kronor under en treårsperiod. Fortsatt förvaltning därefter krävs, och samordnas med förvaltning av övrig klassifikation för BIM.

8.2.4 Projekt 4 Informationsleveranser med egenskapsredovisningar

Behov

Som en grund för praktiskt fungerande överenskommelser om informationsleveranser behövs gemensamma begrepp för olika delprocesser och deras behov av information om produkter och egenskaper. Behovet av information om egenskaper och detaljeringsgrad i objektbeskrivningen behöver specificeras för produkter, utrymmen och typiska aktiviteter. I detta ingår att beskriva egenskapsstrukturer för såväl produkter som processer.

Enhetliga definitioner för egenskaper är kanske den enskilt viktigaste standardiseringsuppgiften. Det är totalt sett en mycket omfattande insats. En möjlighet är att sätta upp delprojekt för olika ändamål, såsom hantering av utrymmen, energi- och klimatanalyser och upphandling av produkter.

Delar av denna struktur finns framtagna, annan kräver branschövergripande utvecklingsarbete. Ett sätt att strukturera behoven är att utgå från den del av buildingSMART-arbetet som avser *Information Delivery Manuals* (IDM) ISO 29481, samt standarden för BIM-vägledning ISO 12911. För varje del av processen – det vill säga för varje typ av leverans – behöver man definiera vilket behov av objektinformation som finns. För varje intressent behöver objekten bära en viss uppsättning data: ekonomiska, juridiska, fysisk/tekniska, estetiska och så vidare.

Grundläggande begrepp skiljer sig åt mellan många av de inblandade aktörerna. Det bör dock vara relativt enkelt att fastställa de viktigaste gemensamma definitioner som behövs, baserat på inventerade lokala BIM-manualer och processbeskrivningar. Genom att utveckla en svensk praxis med grund i definitioner i buildingSMART Data Dictionary kan förvirringen minska.

Vad gäller förvaltning har ett stort arbete redan genomförts inom Fi2 som bland annat har utvecklat ett system för att beskriva informationsleveranser.

En specifik del i projektet bör vara att studera eventuell svensk tillämpning av redan framtagna metoder i andra länder, såsom formatet *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie). Potentiellt finns här en tekniskt okomplicerad metodik för hantering av objektdata för informationsleveranser med speciell inriktning mot förvaltningens behov. Flera aktuella utvecklingsprojekt kring formatet pågår för närvarande, framför allt i USA. Andra anvisningar och rekommendationer har tagits fram i de övriga nordiska länderna, samt i Storbritannien och Singapore.

Mål

Målet med projektet är att utarbeta svenska riktlinjer för informationsinnehåll inklusive detaljeringsgrad, i informationsleveranser i planerings-, bygg- och förvaltningsprocesserna. Riktlinjerna omfattar även verifiering och certifiering. Även själva arbetssättet för bestämning av informationsinnehåll i leveranser och produktbeskrivningar ska utvecklas. Dessa riktlinjer utgör den centrala delen av svenska "Nationella riktlinjer för BIM".

Nytta

Sektorsomfattande överenskommelser om innehållet i informationsleveranser – inklusive begrepp för processer och produkter med deras egenskaper – är en förutsättning för att smidigt och kvalitets-säkert utväxla information. Detsamma gäller för en hållbar långsiktig förvaltning, där den samlade informationsmängden för byggnader och anläggningar är användbar över tid.

Genom att etablera standardiserade gränssnitt för informationsflöde mellan aktörer, IT-system och processer är det möjligt att få en fungerande och effektiv informationshantering genom livscykeln, med bestående hög informationskvalitet. Det kan bl.a. gälla bygglovsansökningar och energi- och miljödeklarationer. Implementering av standarderna direkt i kommersiella IT-system eftersträvas, vilket gör det möjligt även för små aktörer och mindre projekt att tillämpa kvalificerad BIM.

Genomförande

Projektet bör ledas och samordnas av SIS, BIM Alliance Sweden och Lantmäteriet. Olika typer av pilotprojekt behöver genomföras. Här kan framför allt Trafikverket spela en viktig roll. TRV har nyligen genomfört en ambitiös studie av sina behov av standardisering av BIM-arbetet, med speciell inriktning mot IFC med alla dess delar. Man har också en strävan att snabbt öka användningen av digitala objekt genom hela processen. Utvecklingen av informationsleveranser baserade på bSDD kan därigenom snabbt få konkreta försöksobjekt, något som i hög grad påverkar trovärdigheten i arbetet.

Arbetet med redovisning av egenskaper bör bedrivas som separata delprojekt för olika ändamål, såsom hantering av utrymmen, energi- och klimatanalyser, upphandling av produkter etc.

Resursbehov

- | | |
|---|---------|
| • Standardexperter ISO, OGC, buildingSMART | 2 manår |
| • Metodik-, systematik- och processexperter | 2 manår |
| • Tillämpningsexperter byggande och förvaltning | 2 manår |
| • Teknikexperter system och kommunikation | 2 manår |
| • Pilotprojekt | 4 manår |

Totalt ca 18 miljoner kronor under 3-5 år. Till detta kommer interna utvecklingskostnader hos Trafikverket, systemleverantörer och andra praktiskt medverkande.

8.2.5 Projekt 5 Applikationsgränssnitt mot gemensamma informationskällor

Behov

För att den information som lagras under byggprocessen ska kunna hanteras av olika system och plattformar behöver man definiera och tydliggöra applikationsgränssnitt (API) mot gemensamma informationskällor, till exempel modellserver och varudatabaser.

Koncepten "BIM-server" och "cloud based BIM services" röner allt större intresse från byggindustrin. Många av de BIM-tjänster som används idag skapas utan hänsyn till andra tjänster och har olika, för sin uppgift specifikt designade gränssnitt. Kopplingen mellan de olika tjänsterna måste därför göras manuellt, och med metoder som skiljer sig mellan tjänsterna. Standardisering av ett API för BIM skulle förbättra möjligheterna för innovationer i industrin, med BIM-tjänster som samverkar med varandra.

Inom buildingSMART utvecklas nu ett standard-API för BIM Web Services för att hantera molnbaserad BIM. Standarden har arbetsnamnet BIMSie (BIM Services information exchange). Arbetet sker under ledning av bland andra TNO från Holland och NIBS/buildingSMART Alliance i USA. Standarden kommer att baseras på beprövade öppna BIM-standarder som IFC och OBCF, och på beprövade informationsstrukturer som COBie.

buildingSMART Data Dictionary har ett öppet API, nu i version 3. Detta möjliggör sökningar och även ändringar i Data Dictionary för den som har rättigheter.

Mål

Här föreslås framtagande av ett applikationsgränssnitt (API) mot gemensamma informationskällor, till exempel modellserver och varudatabaser. Arbetet genomförs som ett nationellt standardiserings- och implementeringsprojekt i samverkan med de två projekten för BIM-servrar respektive Data Dictionary inom buildingSMART International. Data Dictionary kommer också till användning för sökning i varudatabaser.

Det svenska projektet är omfattande och omfattar både standardisering, tillämpning, certifiering, pilotprojekt och utbildning för två delvis olika områden. Arbetet sker i samverkan med det internationella arbetet inom buildingSMART, och med tillämpningarna i fokus.

Nytta

Projektet avser begreppsbestämningar och ligger till grund för informationsutbyte med BIM-modeller i servrar/Cloud respektive utarbetande av BIM-objekt i varudatabaser och objektbibliotek. Förväntad nytta med projektet blir enkel, tydlig och öppen tillgång till affärskritisk information via standardiserade gränssnitt.

Detta innebär i sin tur stora utvecklingsmöjligheter för många aktörer i branschen: varuleverantörer, entreprenörer, förvaltande organisationer, projektörer, informationsleverantörer med flera. Det öppnar också för utforskandet av olika alternativ genom simuleringar och optimeringar av funktioner och fysiska lösningar i byggnader och anläggningar, även med leverantörsspecifika lösningar.

Genomförande

Arbetet genomförs tillsammans med svenska intressenter i BIM Alliance Sweden och buildingSMART International. Den svenska insatsen avser tillvaratagande av svenska intressen avseende metodik, implementering, certifiering och pilotprojekt.

Resursbehov

- Modellerings-, IFC- och Data Dictionary-expert: 4 månår
- Tillämpningsexperten – Infrastruktur, GIS, Bygg 4 månår
- Programvaruexperter – GIS, Anläggning, Hus 4 månår

Totalt ca 18 miljoner kronor under 2 år.

8.2.6 Projekt 6 Formatstandarder och deras tillämpning

Behov

Formatstandarder och deras tillämpning – internationellt och nationellt – behöver vidareutvecklas för att ersätta det nuvarande lapptäcket av format för hus, anläggning och för geografiska data, och ge dessa en enhetlig tillämpning.

De standarder och områden som bör prioriteras är IFC, LandXML, CityGML, PLCS, fi2XML, OBCF, mvdXML. Uppgiften är att komplettera, synkronisera, länka ihop och även införa i andra standarder där så är lämpligt. Exempel på det senare är att också definiera fi2XML-meddelanden i IFC-formatet, vilket ökar samverkan med t.ex. norsk byggsektor.

Utvecklingen behöver bedrivas på många fronter: inom internationella buildingSMART, Inspire, openInfra, OGC, samt BIM Alliance Sweden och SIS-kommittéer.

De svenska aktörerna på BIM-området medverkar i olika omfattning och med olika delar i det internationella standardiseringsarbetet. Vissa arbeten är överlappande, och många sker utan kännedom om andras arbete. Med den nya föreningen BIM Alliance Sweden kommer till att börja med de tre

huvudaktörerna inom BIM-standardiseringsområdet i Sverige att samverka på ett nytt sätt och också erbjuda andra aktörer inom bland annat GIS-området att medverka, t.ex. Lantmäteriet.

Mål

Förslaget är att skapa ett nationellt standardiserings- och implementeringsprojekt där de överlappande standarderna och ansvarsområdena möts och samordnas avseende integration och samverkan i projekt och förvaltning. Helhetsperspektivet från standardisering till tillämpning i pilotprojekt, certifiering av programvaror och utbildning av användarna måste stödjas.

Nytta

Mer kompletta, heltäckande och samverkande standarder ger större möjligheter till ett obrutet informationsflöde. Speciellt är detta viktigt för de delar som saknar objektorienterade standarder för byggnader, anläggningar och terräng. Idag saknas det mycket i de anläggningsrelaterade standarderna avseende objekthantering för design, produktion, drift och förvaltning samt projektledning. Med utvecklade standarder för anläggningar kan inte minst maskinstyrning och materialhantering utvecklas ytterligare.

En utveckling av certifiering och validering av leveranser blir effektivare med mer heltäckande och samverkande standarder.

Genomförande

Arbetet genomförs tillsammans med svenska intressenter i BIM Alliance Sweden och buildingSMART International, SIS, Trafikverket, Lantmäteriet och ULI Geoforum. Den svenska insatsen avser tillvaratagande av svenska intressen avseende metodik, implementering, certifiering och pilotprojekt.

Koordinering av IFC och LandXML genomförs som ett separat projekt, se projekt nr 7.

Resursbehov

- Standardexperter IFC, CityGML, PLCS m.fl. 4 manår
- Tillämpningsexperter – hus, anläggning och GIS 4 manår
- Programvaruexperter – hus, anläggning och GIS 4 manår

Totalt ca 18 miljoner kronor under 2 år.

8.2.7 Projekt 7 Utveckling och sammanslagning av IFC och LandXML

Behov

LandXML.org upphörde som organisation 2012. Nu är både OGC (Open Geospatial Consortium) och buildingSMART aktiva med att förbereda integration av LandXML med de egna standarderna. Samtidigt har inletts en samverkan om LandXML mellan OGC och buildingSMART. För buildingSMART är det ett kortsiktigt mål att integrera den befintliga standarden utan ändringar, men på längre sikt måste den anpassas till ett mer objektorienterat förhållningssätt.

Ett projekt på nordisk nivå har påbörjats under 2012, med Finland och deras infraBIM-arbete som utgångspunkt. Möjligheter finns även för svensk medverkan. Den brittiska regeringen genomför för närvarande en omfattande satsning på nationella BIM-strategier. Utveckling av LandXML kommer att vara en del i detta arbete. Ett viktigt utvecklingsarbete bedrivs också i EU-projektet Virtual Constructions for Roads (V-Con), som syftar till att öka effektiviteten hos nationella vägmyndigheter genom en förbättring av informationsdelning i anläggningsbranschen med hjälp av BIM.

Mål

Förslaget är att skapa ett utvecklingsprojekt för svensk tillämpning av LandXML i förhållande till IFC-standarderna i det nordiska arbete som leds av Finland. Det finska arbetet med infraBIM har investerat mycket tid i att definiera de olika värdemängderna för stora delar av LandXML-standarderna, som nu Sverige kan ta del av i och med ett samarbete.

Ett sådant internationellt samarbete skulle också bidra till buildingSMART:s och OGC:s utveckling av infrastrukturstandarder. Många tabeller – i BSAB och motsvarande på GIS-sidan – behöver kompletteras eller utvecklas för att definiera de olika LandXML-objekten och för att bestämma de tillhörande egenskaperna.

Projektet skulle även delta i det internationella arbetet med att länka samman IFC- och LandXML-standarderna på datamodellområdet.

Nytta

En precisering av objekthanteringen och värdemängderna på infrastrukturområdet leder till en effektivare process. De projekterade BIM-modellerna kan också kopplas direkt till produktionen i form av inmätning, utsättning, maskinstyrning med mera, för såväl hus- som anläggningsprojekt.

Genomförande

Arbetet sker i nordisk samverkan. Den svenska delen av arbetet genomförs av svenska intressenter i BIM Alliance Sweden och buildingSMART International i samverkan med SIS, Trafikverket, Lantmäteriet, ULI Geoforum och de stora konsultbolagen inom infrastrukturområdet. Den svenska insatsen avser tillvaratagande av svenska intressen avseende metodik, implementering, certifiering och pilotprojekt.

Totalt kommer arbetet inom buildingSMART Infra att ta 3 år, och vara relaterat till tidtabellen för motsvarande brittiska utvecklingsarbete.

Resursbehov

- Modellerings-, IFC- och LandXML-expert: 1 manår
- Tillämpningsexperten – hus, anläggning och GIS 1 manår
- Programvaruexperter – hus, anläggning och GIS 1 manår

Totalt ca 4,5 miljoner kronor under 1 år.

8.2.8 Projekt 8 Utveckling och tillämpning av oBCF – open BIM Collaboration Format

Behov

Ett stort behov finns att hantera ärenden, förfrågningar (RFI, requests for information) och beslut avseende BIM-objekt, enligt IFC:s datamodell mellan olika aktörer på ett robust och objektorienterat sätt under hela livscykeln. Detta kan åstadkommas genom utveckling och användning av oBCF och efterföljande standarder.

Den aktuella versionen av oBCF stödjer endast objektrelaterade ärenden. En utvidgning mot att identifiera alla typer av arbetsflöden i byggprocessen och omfattningen av ärenden för alla slags byggprojekt över samtliga livscykelskedan behövs.

Klassifikation av oBCF-ärenden behöver utvecklas för de olika typer av meddelanden och ärenden som kan förekomma.

Mål

Arbetet innefattar:

- Identifikation av ärenden och arbetsflöden för alla typer av byggprojekt över hela livscykeln.
- Analys av befintliga standarder i andra branscher för informationsmeddelanden mellan olika roller och aktörer i byggprocessen.
- Test av webservice-API-et för "Cloud oBCF" som utvecklas av DDS i Norge.
- Definition av detaljeringsnivån för nästa oBCF-specifikation.
- Utveckling av publika specifikationer för testning i flera BIM-applikationer och plattformar.
- Publicering av den nya förbättrade versionen av oBCF.

Nytta

Användningen av ett förbättrat oBCF kan bl.a. vara att tillhandahålla icke modellrelaterad information som omfattar den variation av erfarenhetsåterföring som görs under design och produktion; för rumsliga konflikter men också för andra typer av koordinering.

Ett format som stödjer arbetsflöden mellan aktörer, med information avseende objektrelaterade frågor länkade till design, produktion eller förvaltningsskeden, kommer att förbättra den totala effektiviteten i samarbetet mellan projektens och samhällets aktörer.

Med molnbaserade datalager för transaktionerna ökar transparensen dramatiskt i viktiga arbetsflöden i byggsektorn. Den första versionen av open BIM Collaboration Format används redan i verkliga projekt, men med begränsad omfattning avseende innehåll och funktionalitet. En ytterligare utveckling kommer att möjliggöra ett transparent och spårbart arbetsflöde av robust affärsinformation, vilket är en förutsättning för automatiserade processer i byggsektorn.

Genomförande

Arbetet genomförs tillsammans med svenska intressenter i BIM Alliance Sweden och buildingSMART International. Den svenska insatsen avser tillvaratagande av svenska intressen avseende metodik.

Experter behövs på IFC:s datamodell, livscykelmodellering och tillhörande programvaruutveckling över flera industridiscipliner. Likaså behövs erfarenhet i samverkan mellan olika discipliner över hela byggnadsverkens livscykel av grupper av områdesexperter. Det svenska bidraget kan vara affärstillsämpningarna.

Resursbehov

- | | |
|---|------------|
| • Specifikation av ärenden, arbetsflöden och funktioner | 0,5 manår |
| • Analys av existerande standarder | 0,25 manår |
| • Test av Cloud oBCF | 0,25 manår |
| • Utveckling av specifikationer | 0,5 manår |
| • Test av applikationer och färdigställande av oBCF | 0,5 manår |

Totalt ca 3 miljoner kronor under 1 år.

8.2.9 Projekt 9 Utveckling av begreppsbestämningar för digital informationshantering i standardavtalen AB 04, ABT 06, ABK 09 och ABM 07, förstudie

Inledning

För avtalsområdet föreslås två utvecklingsprojekt, varvid förutsätts att utvecklingsprojekt nr 1 "Nationella riktlinjer för BIM" i avsnitt 9.3.1 genomförts liksom projekt nr 4 "Informationsleveranser och egenskapsredovisningar" i avsnitt 9.3.4 genomförts. Projektet är ett förarbete till framtida revideringar av standardavtalen.

Behov

Möjligheten att åsätta digitala informationsmängder legal status i en leverans av digital information saknas idag i standardavtalen, vilket skapar otydlighet i jämförelse med annan levererad information t.ex. ritningar och beskrivningar.

Mål

I samverkan med Byggandets Kontraktskommitté, BKK, och i överensstämmelse med resultatet av framtagna riktlinjer enligt "Nationella riktlinjer för BIM" (se 9.3.1 ovan) utarbetas förslag på begreppsbestämningar och lösningar på problem relaterade till digital hantering och digitala leveranser.

Nytta

Möjligheten att i kontraktshandlingar genom en leveransspecifikation ge digitala informationsmängder, t.ex. en BIM eller delar av en BIM, juridisk status att jämföras med beskrivningar skulle innebära en effektivare bygg- och förvaltningsprocess för såväl hus som anläggningar. Visst dubbelarbete kommer att försvinna och kvaliteten på projekteringsinformation och förvaltningsinformation kommer att höjas när kraven sätts i en leveransspecifikation som är en del av kontraktshandlingarna.

Avtalen berör alltid två parter, beställare och leverantör. Nyttan av moderniseringar, förbättringar och förtydliganden i avtalen ska tillkomma båda parter i lika stor utsträckning. Resultatet ska bli ökad tydlighet som i sig resulterar i färre tvister. Införande av begrepp i avtalen som svarar mot dagens och framtidens tillämpningar av digitala informationsmängder/leveranser t.ex. BIM, innebär även att kunskap och förståelse om dessa tillämpningar ökar och driver på utvecklingen.

Genomförande

Nyttan delas således lika mellan alla parter och projektet bör finansieras gemensamt genom branschorganisationerna Sveriges Byggindustrier, STD, Byggherrarna, Byggmaterialindustrin, varvid några större aktörer – exempelvis Trafikverket och Fastighetsverket – kan ta en ledande roll.

Resursbehov

Framtagen lösning, begreppsbestämningar m m är gemensamma i de olika standardavtalen.

Total kostnad för en sektorsrepresentativ expertgrupp under ett år bedöms till 1 miljon kronor. Revideringen av standardavtalen i övrigt finansieras enligt BKK:s normala principer.

8.2.10 Projekt 10 Offentlig upphandling med krav på BIM-leveranser

Behov

Möjligheterna att effektivisera projektering, byggande och förvaltning med hjälp av BIM är stora. Den bristande kompetensen kring BIM i offentlig verksamhets upphandlande och förvaltande enheter är vanligtvis det största hindret för utvecklingen av BIM-tillämpningar. Kompetenshöjning inom detta område är därför angeläget.

Mål

I samverkan med offentliga beställare, konsulter och utförare, och med utgångspunkt från gällande lagstiftning och Upphandlingsutredningens slutrapport "Den goda affären" (SOU 2013), belyses möjligheterna och svårigheterna att kravställa om BIM i förfrågningsunderlag.

På basis av framtagna riktlinjer och regelverk (se ovan 9.3.1 "Nationella riktlinjer för BIM" och 9.3.4 Informationsleveranser och egenskapsredovisningar) upprättas förslag (mallar) på leveransspecifikationer för olika typer av tillämpningar: allt från större anläggningsprojekt till produktion av hus.

Exempel på framtagna leveransspecifikationer från genomförda projekt där BIM och digitala leveranser tillämpats enligt de nationella riktlinjerna samlas därefter löpande och läggs upp på en webbportal som underhålls av förslagsvis BIM Alliance Sweden. På samma webbportal kan även läggas "BIM-nyttor" som tagits fram i agendaprojektet "ICT-BIM för ett hållbart samhällsbyggande".

Nytta

Projektet avser att belysa svårigheter och möjligheter att kravställa om BIM i förfrågningsunderlag. En ökad kunskap om kravställande kring BIM och digitala leveranser vid offentlig upphandling innebär färre överprövningar, kortare handläggningstider, generellt effektivare processer och ökad brukarnytta.

Nyttan kommer primärt de upphandlande myndigheterna till del i form av kunskapsuppbyggnad och kortare handläggningstider, men även i form av att undvika framtida överprövningar.

Genomförande

Finansieringen bör primärt sökas hos Trafikverket, SKL och de större statliga byggherrarna (Akademiska Hus, Fastighetsverket, Specialfastigheter m.fl.)

Resursbehov

Kostnaden för analys av kartläggning av möjligheter och hinder, mallar för leveransspecifikationer i olika tillämpningar samt kostnaden för uppläggning av tillämpningsexempel på webb bedöms till totalt 2 miljoner kronor under ett år. Driftskostnaden bedöms till hundratusen kronor årligen.

8.2.11 Sammanställning av projekt och resursbehov

Nedan görs en sammanställning av de totala bedömda kostnaderna för standardiseringsprojekten.

Projekt	Tid	Kostn
Projekt 1 Nationella riktlinjer för BIM	12 mån	5
Projekt 2 Utveckling av klassifikation för BIM	36 mån	18
Projekt 3 Samordning av informationsstrukturer för BIM och GIS	36 mån	12
Projekt 4 Informationsleveranser med egenskapsredovisningar	36–60 mån	18
Projekt 5 Applikationsgränssnitt mot gemensamma informationskällor	24 mån	18
Projekt 6 Formatstandarder och deras tillämpning	24 mån	18
Projekt 7 Utveckling och sammanslagning av IFC och LandXML	12 mån	4,5
Projekt 8 Utveckling och tillämpning av open BIM Collaboration Format	12 mån	3
Projekt 9 Begrepp för digital informationshantering i standardavtal, förstudie	12 mån	1
Projekt 10 Offentlig upphandling med krav på BIM-leveranser	12 mån	2
Summa mnkr		99,5

Till dessa tillkommer kostnader för BIM Alliance Sweden om ca 5 mnkr årligen (se nedan) samt löpande förvaltning av BIM-standarder om ca 3 mnkr årligen.

8.3 BIM-organisation

8.3.1 Behov

Processen mot branschgemensam användning av BIM har hittills varit långsam, till stor del beroende på att utveckling oftast bedrivits inom separata byggprojekt utan samordning eller kommunikation. Tillämpningar med teknisk och metodisk höjd har åstadkommit, men sinsemellan disparata och i tid och syfte begränsade till ett enskilt projekt (se bl.a. avsnitt 9.2 nedan).

För samordning och genomförande av utvecklingsinsatserna behövs en permanent organisation för det digitala samhällsbyggandet. Samtliga parter i samhällsbyggandet bör vara representerade, och förvaltningen ges fasta resurser. Organisationen ska vara ett övergripande forum för att samordna utvecklingsinsatserna, för att bistå med råd kring finansiering, och för att sprida information om resultat och om lyckade projekt. Det konkreta utvecklingsarbetet bör bedrivas i projekt drivna av de inblandade parterna. Organisationen bör ha kompetens och mandat att identifiera utvecklingsbehov, ansöka om finansiering och leda utvecklingsprojekt.

8.3.2 Nytt

En fast organisation kan ge det stöd som hittills saknats för att samla erfarenheter av tillämpning och initiera fortsatt utveckling, och för att sprida och tillgängliggöra den gemensamma metodik som utformas i utvecklingsprojekten. Därmed stimuleras processen mot en samverkande, utbredd och sektorsomfattande BIM-användning.

8.3.3 Genomförande

Den svenska samordningen av BIM i samhällsbyggandet bör organiseras genom BIM Alliance Sweden. Organisationen bildades i december 2012. Den representerar efter fusionen mellan Open BIM, buildingSMART Sweden och Fi2 en stor del av samhällsbyggandets aktörer med byggherrar, entreprenörer, konsulter, programvaruutvecklare, myndigheter och organisationer som medlemmar.

BIM Alliance Sweden har som ändamål att främja ett digitalt obrutet informationsflöde genom alla processer inom samhällsbyggnadssektorn. Detta ska ske genom att driva implementering av befintliga goda IT-lösningar och öppna standarder; förvalta standarder och gemensamma verktyg; samt initiera och samordna utveckling utifrån gemensamma behov. Föreningens verksamhet organiseras med en styrelse, en verkställande arvoderad funktion, samt med en brett förankrad nätverkande nivå som bygger på medlemmars engagemang.

Föreningens serviceverksamhet bedrivs genom ett servicebolag som är helägt av föreningen. Till detta kommer en omfattande projektverksamhet finansierad genom FoU-medel från offentliga och privata finansiärer.

8.3.4 Årligt resursbehov

Den befintliga medlemsbasen samt ytterligare bedömd finansiering möjliggör en långsiktig finansiering om ca 5 miljoner kronor per år, med personal motsvarande minst 4 helårstjänster. Ett antal personer arvoderas på deltid för att driva föreningens verksamhet tillsammans med och för medlemmarna.

- Kansli 4 personer och lokaler
- Expertis 2 manår/år
- Implementeringsaktiviteter 2 manår/år.

9 Kostnadseffekter och finansiering

9.1 Sektorsgemensamma effekter

9.1.1 Allen-rapporten

Som nämnts i inledningen bedömer man i Allen-rapporten (Allen Consulting Group 2010) att BIM medför en ökning av arbetskraftens produktivitet i enskilda företag (arkitekter, ingenjörer, entreprenörer och förvaltare) i byggsektorn i Australien med 5,5–9,6 % per år. En forcerad bred tillämpning av BIM på australiensisk nationell nivå beräknas stärka BNP med 0,2 punkter (0,002 %) år 2011 jämfört med om man inte infört BIM. Med tiden blir effekterna större; år 2025 skulle skillnaden uppgå till 0,05 %. Den samlade vinsten med att införa BIM under hela perioden 2011–2025 motsvarar ett engångsbidrag år 2010 till BNP om 4,8–7,6 miljarder australiensiska dollar.

Översatt till svenska förhållanden skulle den samlade vinsten med att införa BIM under perioden 2011–2025 motsvarar **ett engångsbidrag till Sveriges BNP år 2010 om 12,4–19,6 mdkr.**²

Införandet av BIM medför samhällskostnader för bl.a. utbildning, administration och omställning som beräknas till 500 miljoner australiensiska dollar. Cost/benefit-faktorn på samhällsnivå för investering i BIM bedömer man är i storleksordningen 10, vilket anses vara en mycket lönsam investering. Redan en faktor på 2 anses motivera statliga investeringar i anläggning av ny infrastruktur som vägar och järnvägar.

Dessa är avsevärda summor som om de kunde verifieras motiverar stora investeringar för införande av BIM.

9.1.2 NIST studien

Investeringarna i "capital facilities" – motsvarande kommersiella, institutionella och industriella anläggningar utgörande en del av den samlade bygg- och fastighetssektorn i USA – uppgick år 2002 till 374 miljarder USA-dollar. En studie vid NIST, National Institute of Standards, 2002 visade på årliga kostnader för bristande interoperabilitet för denna sektor på 15,8 miljarder USA-dollar, dvs. ca 4 % av den totala omsättningen (Gallaher et al. 2002).

Omräknat till svenska förhållanden med bygginvesteringar på ca 300 mdkr år 2012 skulle motsvarande kostnader för bristande interoperabilitet uppgå till **12 mdkr årligen**.

9.1.3 Jongeling-studien

I en studie inriktad på att identifiera nyttoeffekter för olika aktörer i byggprocessen har Jongeling (2008) med hjälp av ett räkneexempel försökt visa på nyttoeffekter med användning av BIM. Studien är baserad på intervjuer med aktörer och exempel från olika projekt, och visar att lågt räknad är netto besparingen för ett fiktivt projekt ca 4 % av byggkostnaderna. Summan ligger i nivå med NIST-studiens beräkningar.

9.1.4 Sammanfattning

Besparingar genom införande av BIM och kostnader på grund av bristande interoperabilitet är avsevärda. Besparingarna för svenska förhållanden beräknas utgöra minst **4 %** av de totala bygginvesteringarna, grovt räknat **12 mdkr** per år.

² Givet att Sveriges BNP utgör ca 40 % av Australiens och att en australiensisk dollar kostar ca 6,45 kr.

Den offentliga andelen av investeringarna i byggsektorn utgör ca 25 % (Sveriges Bygginstrument 2011). Med denna andel utgör den offentliga sektorn en dominerande aktör och skulle kunna göra besparingar på minst **3 mdkr** årligen på införande av BIM.

9.2 Effekter på projektnivå

9.2.1 Inledning

Nedan redovisas ett antal exempel på projekt där man prövat möjligheterna att effektivisera processerna med hjälp av BIM. Exempelen skulle kunna vara betydligt fler, och täcka en större variation av projekt. Men de visar ändå på de nya möjligheter som uppkommer och de nyttor som uppstår för de olika parterna. En sammanställning av dessa nyttor finns i avsnitt 9.3.1 nedan.

9.2.2 Fysisk översiktsplanering i Österåker

En privat byggherre har prövat att med BIM åstadkomma en dynamisk planeringsprocess för ett nytt område i tätorten Åkersberga. En 3-dimensionell modell har byggts upp, med flygskannad geodata i botten. Olika hustyper har lagts in som dynamiska objekt, där egenskaper som våningsantal, innehåll, längd, lägenhetsstorlekar etc. kan varieras. Utifrån detta presenteras löpande data i samlad form om till exempel exploateringsgrad, brutto- och bruksareor och förväntat invånarantal.

Modellen används alltså som kommunikationsmedel och beslutsunderlag i planeringsprocessen, med den unika egenskapen att ge en mångsidig överblick över stora områden, samtidigt som den kan utforskas med noggrannhet i den lilla skalan på kvarters- eller byggnadsnivå.

Vinsterna uppstår på flera händer: kommunen får ett säkrare planeringsunderlag, där konsekvenser av olika planeringsalternativ kan avläsas för infrastruktur och kommunal service med mera; byggherrar kan med god precision förutse vilka möjligheter planen ger; projektering kan underlättas när de översiktliga förutsättningarna har utretts på ett mångsidigt sätt.

Framförallt uppstår nyttan i kommunikationen mellan olika intressenter. En lättbegriplig visualisering av planen och dynamik i analysen gör att alla intressenter får en likvärdig bild, att förståelsen ökar och konsekvenserna blir tydligare. Följden blir en kortare plan- och byggprocess, dels genom att osäkerhet och farhågor som kan leda till överklaganden och sena omarbetningar undanröjs, dels genom att bygglovsprocessen effektiviseras när man redan tidigt kunnat gå ner på noggrannhet på byggnadsnivå. Trygghet i kostnadsberäkningar ger ökad trygghet i de investeringar som behöver göras.

Värdet av gemensamma standarder och riktlinjer gäller främst processen och arbetsformerna. För att uppnå den önskade dynamiken krävs en "manual" för arbetet. Till skillnad från det traditionella synsättet med överlämningar mellan olika parter i en linjär process sker arbetet parallellt med dialog mellan aktörerna. Även ansvarsförhållandet mellan parterna påverkas av detta, med krav på anpassade avtalsformer. Utväxlingen av data mellan olika involverade system kräver idag högt specialiserad kompetens, och skulle i hög grad underlättas av gemensamma standarder för dataformat och begreppsstrukturer för BIM och GIS.

9.2.3 Informationshantering i UMAS-projektet

Universitetssjukhuset Malmö Allmänna Sjukhus, UMAS, numera Skånes Universitetssjukhus, SUS, uppförde åren 2008–2011 en ny byggnad för akutmottagning och infektionsklinik³. Omfattningen var

³ Informationen om UMAS-projektet har hämtats från (Robertson 2011)

19 000 kvm nybyggnad och 5 000 kvm ombyggnad. Byggherren Regionfastigheter ställde krav på att byggnadens skulle projekteras som en objektorienterad 3D-modell med kravställd objektinformation.

Som totalentreprenör för ventilationsentreprenaden valdes Sydtotal. Företagets affärsidé är ta ett helhetsansvar för ventilationsentreprenaden avseende projektering, tillverkning och installation. Informationshanteringen görs med stöd av objektorienterade programvaror. I ett idealt projekt görs projekteringen i CADvent, som möjliggör konstruktion och bestämning av ingående komponenter. Informationen överförs till CAMvent, som styr plasmaskärare för tillverkning av plåt detaljer för efterföljande automatiserad bockning och hopsättning av ventilationsrör m.m.

CAMvent är också ett internt affärssystem som hanterar administration och produktionsberedning. Genom den integrerade informationshanteringen styrs även leveranser till montageplatsen. Allt material är numrerat och levereras vid avsedd tidpunkt till bestämt utrymme, uppmärkt för montage med tredimensionella montagevyer. I dagens traditionella ventilationsmontage uppskattas ca halva arbetstiden åtgå till att leta reda på delar som ska monteras och att inhandla komponenter till byggarbetsplatsen. Bara 10 % av arbetstiden används till montaget.

UMAS-projektet projekterades som en utförandeentreprenad. Projekteringen utfördes av en konsult med programvaror som inte var fullt kompatibla med Sydtotal, som därför tvingades göra om stora delar av modelleringsarbetet. Det ledde till onödiga kostnader och man kunde inte fullt ut dra nytta av integrerad informationshantering.

I en utförandeentreprenad utförs detaljprojektering med bestämning av tekniska lösningar och ingående produkter. I samband med produktionen ska komponenter väljas av entreprenören. Det är normalt att entreprenören har egna krav på produkter och att därför detaljprojekteringen måste göras om i större eller mindre utsträckning. Ett sätt att hantera dilemmat är att tillämpa totalentreprenader där detaljprojekteringen utförs av entreprenören. Detta är också grunden för Sydtotal affärsidé.

För att stödja projektering av tekniska lösningar för en utförandeentreprenad bör standardiserade produkter användas i en generisk BIM modell. Entreprenören ska inte behöva göra en omprojektering utan bör veta hur de egna produkterna kan ersätta branschstandardens, och implementera utbytet i de egna informationssystemen. Den standardisering som krävs avser: definition av egenskaper hos respektive produkt; bestämning av informationsbehovet vid genomförandet av konstruktionsberäkningar och kalkyler; överföring av information till integrerade maskinstyrnings- och affärssystem.

Besparingarna vid UMAS-projektet uppges ha medfört omkring 50 % bättre resultat för entreprenören Sydtotal, som med ca 120 montörer har sparat ca 3–4 montörtjänster per år med sitt arbetssätt. Nyttan av standardiseringen fördelar sig huvudsakligen på entreprenören Sydtotal som tar marknadsandelar och ökar resultatet med sin affärsmodell, och byggherren som får en kortare byggprocess och i förlängningen lägre bygg- och förvaltningskostnader.

9.2.4 Nya Karolinska Sjukhuset

NKS-projektet i Solna omfattar byggande och drift av ett nytt sjukhus med en bruttoarea om ca 320 000 m². En omfattande BIM-projektering har genomförts, där alla installationskomponenter utförts som objekt med unik märkning och en komplett uppsättning egenskaper, till exempel klassificering, typbeteckning, systemtillhörighet, brandklass, effekt och flöde.

Den förväntade nyttan kommer att uppstå främst genom dagliga besparingar i driftskedet. Istället för att vid fel söka efter en komponent på plats i byggnaden kan personalen identifiera och lokalisera den direkt i modellen och till objektet koppla en felanmälan, och sedan kan rätt person med rätt verktyg och reservdelar åtgärda problemet på plats. Dessutom blir arbetet på ett helt annat sätt oberoende av personlig kunskap. Nya medarbetare kan snabbt arbeta praktiskt istället för att under veckor eller månader läras upp av befintlig personal innan en överlämning kan göras.

I detta projekt har man upprättat specifikationer för all information inom projektets ram, vilket bara är framkomligt i stora projekt. En standardiserad specifikation gör det möjligt att utan startsträcka tillämpa samma metodik i alla typer av projekt. Dessutom blir då informationen enhetlig och underlättar samverkan med nya partner för exempelvis förvaltning och ombyggnader, samtidigt som den blir kompatibel med olika IT-system.

9.2.5 El-entreprenad Nya Karolinska Sjukhuset

För el-entreprenaden vid Nya Karolinska Solna har nyttan av BIM konkret visat sig i väsentligt bättre metoder att välja och styra mot komponenter i elsystemet. Genom att använda BIM-modellen och dess 3D-underlag har man kunnat automatisera mängdavgivning och exportera data vidare i systemet för kalkyl och produktionskalkyl i andra system. Detta har genom nyttjande av för projektet specifika recept sparat många timmar av kalkylarbete.

Vidare har man kunnat automatisera arbetet med att märka och registrera komponenter i systemet. Genom denna rutin har Skanska sparat 3–4 månaders arbete för sina ingenjörer och projektledare. Slutligen har man genom nyttjande av modellen goda möjligheter att kontrollera alla förändringar. Nyttan av detta är att man är trygga med att man bygger rätt och har den senaste informationen.

All kraft och belysning kopplas med snabbkopplingskablage och ett hus kan innehålla 30 km kablage. Med hjälp av en egenutvecklad programvara kontrolleras längden på kablagen direkt i modellen och montörerna lätt kan se vilket kablage som ska sitta var. Programmet genererar en beställningslista som skickas till tillverkaren. Kablagen levereras märkta och montörerna kan plocka ihop rätt komponenter direkt.

Att använda modellerna i förvaltningen kommer att ge ett stort mervärde jämfört med att tvingas använda icke-unika objekt med information. Den unika märkningen är en nödvändighet i förvaltningsskedet.

Den nytta man har i projektering och byggande kommer med stor sannolikhet överträffas av nyttan man kommer att ha under de många åren i förvaltningsskedet. Sammantaget bedöms vinsten av BIM enbart för el-entreprenaden vara i storleksordningen från 5 till 10 miljoner kronor eller ca 1 % av kostnaden.

9.2.6 Rölforsbron

Rölforsbron är ett pilotprojekt med målet att utvärdera hur BIM påverkar processens alla delar i olika skeden. Trafikverket tillhandahöll inte ritningar i förfrågningsunderlaget utan endast en modell.

I projektet tillämpas incitament för att bredda användningen av BIM i byggskedet. Trafikverkets syfte med projektet är att "utveckla branschen" och "vända utvecklingen i branschen". Trafikverket har satt till extra resurser för att detta ska bli ett fullständigt BIM-projekt.

Projektet visar att det är möjligt att upphandla baserat på en BIM, och att även med ett begränsat nyttjande av modellen i ett första projekt har nyttoeffekter uppstått utan att kostnaderna ökat. Dessa nyttor består i enklare mängdtagning, bättre underlag för arbetsberedning, arbetsplatsdisposition, samt ökad förståelse av produktionsförhållanden genom visualisering.

Med större inslag av standardisering kunde BIM använts i ännu större omfattning. Därför är projektet Röforsbron ett bra exempel på hur ökad standardisering kan skapa nytta för Trafikverket. Det visar också att Trafikverket tror att framtiden ligger i ökade BIM-tillämpningar.

9.2.7 BIM-nytta Clarion Arlanda

Projektet hotell Clarion Arlanda omfattar 30 000 kvadratmeter fördelade över tolv våningar med totalt 414 rum. Inom projektet har BIM använts i stor utsträckning, bland annat för rumsfunktionsplanering, samordning, analyser, inköp, tidplanering, mängdning, kalkylering och logistikplanering. Den 1 november 2012 lämnades hotellet över till byggherren Swedavia. Samtidigt levererades även BIM-modellen för eventuella framtida tillämpningar inom Swedavia.

Specifikation och verifiering av funktioner och inredningsstandard i rum är ett krävande och i dagsläget manuellt arbete som ofta innebär kommunikationssvårigheter mellan hyresgästen, byggherren, entreprenören och inblandade konsulter. Det är vanligt att programmet inte längre stämmer vid ändringar. Det är dessutom svårt att rationalisera rummens olika funktioner och standard på grund av att informationen inte är integrerad och sökbar. I projektet användes ett modellbaserat rumsfunktionsprogram där rumsobjekt från arkitektens 3D-modell kopplades till en extern databas. På detta sätt kunde man enkelt hålla koll på alla rum, deras innehåll och standard, och hur ändringar i form av ändrade kundkrav eller alternativa inköp påverkade kvalitén av det totala rumsfunktionsprogrammet och dess kostnad.

NCC kunde med hjälp av strukturerade 3D-modeller samordna projekteringen på ett systematiskt och noggrant sätt. Man kunde även läsa av ytor och materialmängder från modellerna som underlag till inköp, tidplanering och kostnadskalkylering. Genom att fokusera på gemensam begreppsstruktur i olika modeller, inklusive kalkyldatabaser, inköpsplaner och tidplanering, kunde en sådan integration göras. Integrationen har rationaliserat genomförandet starkt och har sparat många timmar av manuell beräkning och manuell spårning av ändringar.

Genom att enkelt få tillgång till information från modellerna kunde inköpsarbete och logistiken effektiviseras och preciseras, vilket har lett till flera delupphandlingar och exaktare inköp. Att till exempel veta hur mycket gips, dörrar med mera som finns på ett visst plan är till stor nytta när beställningar ska göras vad gäller mängd, plats och tid. Egentliga upplagsplatser behövdes inte. Ett annat exempel gäller de prefabricerade badrummen som tillverkades i Italien. Den logistikansvarige har vetat vilka badrum som kommer på respektive lastbil och kranföraren och mottagarna på våningsplanet har exakt kunnat se var varje badrum ska placeras.

En nyttoeffekt som inte ska glömmas bort är påverkan av arbetssättet på projektdeltagare. Tydligheten och säkerheten som modellerna skapade i projektet resulterade i ett stort engagemang och bra stämning, samt en vilja att samarbete utöver de vanliga yrkesgränserna.

Modellerna nyttjades även till avancerade flödesberäkningar för att säkerställa att skillnaderna i lufttryck mellan Clarion Arlanda och Sky City skulle kunna hanteras på ett säkert sätt. Med hjälp av dessa

modellbaserade beräkningar fick man exakta och tydliga resultat och kunde därmed minimera risken för feldimensionering och för behovet av kostsamma justeringar i efterhand.

Inom Clarion Arlanda uppgick kostnaderna för hela projektet på 630 mnkr och för installationer till omkring 180 mnkr. Genom att undvika fel sparar man normalt sett 5 % av kostnaderna på installationssidan. Besparingen på installationsdelen uppskattas grovt till omkring 9 mnkr. Besparingar som resultat av bättre logistik, bättre inköp, exaktare mängder är svårt att uppskatta, men en grov bedömning är att omkring 5 % på ett belopp på 200 mnkr sparades, dvs 10 mnkr. Dessa belopp är bara två exempel. Ingen hänsyn har tagits till bättre funktioner och driften av installationssystem och av huset i sig.

Inom kalkylarbetet sparades mycket tid, och man kunde reducera risken drastiskt som resultat av exakta mängdberäkningar. I en mycket tidig kalkyl reserverades omkring 14 mnkr för osäkerhet i mängder som sedan kunde tas bort när mängderna från modellerna användes. Det första kalkylarbete som genomfördes manuellt tog två veckor arbetstid, varav en substantiell del gick till manuella mängdberäkningar. Användning av modellerna i ett senare skeden effektiviserade i hög grad detta arbete.

9.2.8 Vasakronan

Vasakronan är Sveriges största fastighetsbolag, med ett fastighetsbestånd om cirka 2,6 miljoner kvadratmeter, koncentrerat till kontors- och butiksfastigheter belägna i landets storstadsregioner. Motiven när Vasakronan nu introducerar BIM i organisationen är att effektivisera såväl uthyrningsprocess som fastighetsdrift.

Varje år genomför Vasakronan omkring trehundra lokalanpassningar vid uthyrning till nya hyresgäster. Genom att förkorta genomförandetiden för anpassningarna kan hyresintäkterna ökas väsentligt. För en enda anpassning om tusen kvadratmeter kan en månads tidigare inflyttning innebära en direkt intäkt på 200–400 tkr. Tidsvinsten kan uppnås genom att modellen ger bättre beslutsunderlag för val av lokaler, till exempel vad gäller lokalens visuella uttryck; möjlighet att disponera ytan; kapacitet i installationssystem, energi- och lastförutsättningar. Dessutom kan projektering, upphandling och genomförande av ombyggnadsarbeten kan göras effektivare.

En snabb process förutsätter en standardiserad modellstruktur för informationskällorna. Det ger förutsättningar bland annat för direkta jämförelser mellan olika fastigheter. För ett smidigt informationsutbyte med andra involverade parter krävs att man använder gemensamma standarder, inte företagsspecifika.

9.3 Finansiering av standardiseringsarbetet

9.3.1 Nyttoeffekter för olika intressenter

Genom att försöka beskriva nyttoeffekterna för huvudkategorier av intressenter kan man få en indikation om vilka som skulle kunna tänkas vara intresserade av att medverka med finansiering av standardisering för främjande av BIM. Generellt gäller att man i de flesta fall måste vända sig till någon typ av branschförening för att börja diskussionen om finansiering.

Nyttor som uppkommer med användning av BIM och som exemplifierats i projektredovisningarna avser både processförbättringar, produktförbättringar och nya affärsmöjligheter. Särskilt kan man framhäva:

- lägre kostnader
- tydligare visualisering
- nya affärsmöjligheter
- högre kvalitet, färre fel
- fler alternativa lösningar
- förbättrad kommunikation.

Nedan exemplifieras erhållna nyttor för olika intressenter.

Brukare och allmänhet får:

- bättre användning av skattemedel och hyror
- mindre resursförbrukning
- ökad energieffektivitet
- mer ändamålsenliga produkter.

Byggherrar får möjlighet att:

- systematisera kravställandet och göra bättre upphandlingar av både konsulter och entreprenörer
- sälja in idéer till kunder (hyresgäster/brukare) genom bättre visualisering, hyresgästanpassning, alternativlösningar etc.

Fastighetsförvaltare ges möjligheter till:

- systematiskt, planerat och effektiviserat underhåll
- planlagda besiktningar och kontroller
- planerade inköp vid reparation och reinvestering
- optimering av lokalytor.

Arkitekter/teknikkonsulter får:

- bättre samordning som ger färre fel och minskade ekonomiska risker
- potential för en ökad marknad avseende mer kvalificerade tjänster
- bättre möjlighet att ta betalt för nyttan av tjänster i form av simuleringar, utformning av många alternativa lösningar, visualiseringar, kalkyler för både investering och livscykelkostnader.

Bygg- och installationsentreprenörer får möjlighet att:

- göra snabbare och säkrare kalkyler i offertskeden
- undersöka alternativa lösningar
- effektivisera inköp och leveranser/transporter
- minimera spill
- förkorta byggtider.

Byggmaterialtillverkare/grossister får möjlighet att:

- lämna indikativa offerter redan i tidiga skeden
- styra om leveranser till företag/regioner med många projekt i stället till för enstaka projekt
- påverka material- och produktval
- bli en part redan i projekteringen

- rationalisera genom minskad lagerhållning och mer "just in time"-leveranser.

Statliga och kommunala myndigheter får möjligheter att:

- få bättre och säkrare beslutsunderlag vid planering
- genom visualiseringar och simuleringar förankra planförslag så att överklaganden minimeras
- driva överklagandeprocesser snabbare genom att säkrare underlag
- visualisera och ge förståelse för förslag i rättsväsendet
- skapa snabbare och effektivare bygglovsprocesser där fundamentala samhällskrav (tillgänglighet, energiprestanda, bärighet etc.) kontrolleras mer eller mindre automatiskt
- uppnå sina ambitioner om ett ökat bostadsbyggande genom att byggandet i sig effektiviseras och de relativa kostnaderna minskar.

Programvaruleverantörer erhåller en:

- ökad marknad när programvarorna blir var mans egendom i smarta telefoner och datorplattor, inte bara verktyg för några få
- möjlighet att vidareutveckla program och konkurrera med smarta lösningar när marknaden ökar.

Informationsleverantörer:

- kan leverera strukturerad information, som exempel kan Svensk Byggtjänst erhålla bättre struktur i BSAB vilket ger större möjlighet att anpassa AMA-system etc. till digitala processer och därmed möjlighet för Byggtjänst att fortsätta sälja och utveckla AMA-familjen.

9.3.2 Ekonomisk nytta för samhälle och företag

Effektiv informationshantering genom en systematisk och så långt som möjligt standardiserad användning av BIM bedöms kraftigt öka produktiviteten genom den totala planerings-, bygg- och förvaltningsprocessen. Kostnaderna för att åstadkomma detta måste vägas mot de besparingar som följer av effektiviseringen. En exakt bedömning av det ekonomiska utfallet är svår att göra, men mot bakgrund av de utredningar som nämnts ovan bör det handla om ansenliga summor i besparing: minst 12 mdkr per år kan bedömas vara rimligt att uppnå. Skattningar av utvecklingen i Australien tyder på en möjlig tiofaldig avkastning på investering i utveckling och utbildning i BIM.

Det är mot denna bakgrund man ska se de föreslagna insatserna om ca 100 mnkr över en treårsperiod, och den tillkommande årliga kostnaden på ca 8 mnkr. Av detta avses 5 mnkr för det kontinuerliga utvecklingsarbetet i BIM-organisationen och 3 mnkr för BIM-klassifikationen. Finansieringen bör delas mellan offentliga och privata medel och fördelas i relation till den nytta som respektive part erhåller.

Nedanstående tabell sammanfattar bedömd nytta för parter och intressenter i processerna, samt rimligt ekonomiskt bidrag till utvecklingen av BIM-standarder. Det har inte bedömts relevant att dela upp de sammanlagda ekonomiska vinsterna på respektive part; detta bör göras av parterna själva i deras fortsatta medverkan i utvecklingen.

Den samlade bedömda förmågan till medfinansiering inklusive bidrag "in-kind" uppgår enligt den tabellen till ca 190 mnkr per år. Kostnaderna för standardiseringen för BIM om ca 100 mnkr per år under 3 år tycks därför kunna vara möjliga att finansiera.

Tabell 1: Bedömd nytta och rimlig insats för parter och intressenter i processerna.

Parter	Lägre kostnader	Tydligare visualisering ⁴	Nya affärsmöjligheter	Högre kvalitet, färre fel	Fler alternativa lösningar	Förbättrad kommunikation	Specifika nyttor	Omfattning ⁵
Brukare (inkl. allmänheten)	X	X		X	X	X	Bättre användning av skattemedel och hyreskostnader. Mindre resursförbrukning. Ökad energieffektivitet.	0
Byggherrar	X	X	X	X	X	X	Systematiskt kravställande. Bättre upphandlingar. Bättre visualisering, hyresgästanpassning, alternativlösningar.	10
Förvaltare	X	X	X	X	X	X	Strukturerad förvaltningsinformation. Rationaliserad förvaltning och inköp. Optimering av lokalytor. Bättre underlag för ombyggnader.	10
Arkitekt/Teknikkonsulter		X	X	X	X	X	Bättre samordning. Ökad marknad för kvalificerade tjänster. Möjlighet att ta betalt för nyttan av tjänster.	10
Bygg- och installations-entreprenörer	X	X	X	X	X	X	Snabbare och säkrare kalkyler. Undersökning av alternativa lösningar. Effektivare inköp och leveranser. Mindre spill. Minskad tidsåtgång.	10
Byggmaterial-tillverkare/grossister			X		X	X	Ökad möjlighet att delta i projekteringen och med tidiga offerter. Samordning av leveranser. Påverka produktval. Minskad lagerhållning med leveranser "just-in-time".	10
Statliga och kommunala myndigheter		X				X	Bättre beslutsunderlag för planering och lovgivning. Färre överklaganden. Ökat bostadsbyggande.	10
Programvaruleverantörer			X				Ökad marknad.	10
Intressenter								
BEAst							Stöd åt sina medlemmar.	0
BIM Alliance Sweden							Stöd åt sina medlemmar.	0
Lantmäteriet			X				Ökad marknad för geoinformation och karttjänster.	5
SIS							Publicering av standarder.	0
Svensk Byggtjänst			X				Branschstöd. Ökad marknad.	1
Sveriges Kommuner och Landsting							Stöd åt sina medlemmar.	5
Trafikverket	X	X	X	X	X	X	(se byggherrar och förvaltare)	25
ULI Geoforum								0
Övriga statliga fastighetsförvaltande verk	X	X	X	X	X	X	(se byggherrar och förvaltare)	25
Formas							Utvärdering av samhällsbyggandet.	1
Vinnova							Stöd till svensk utveckling.	50
SBUF							Stöd åt sina medlemmar.	10
Boverket							Stöd åt samhällsbyggandet.	0
Summa								192

⁴ Tydligare visualisering ger positiva effekter i form av bland annat bättre beslutsunderlag, säkrare teknisk samordning och ökad förståelse vid kalkylering och produktionen.

⁵ Uppskattad omfattning under en 3-årsperiod inklusive egeninsatser.

10 Referenser

AIA (2008). *AIA Document E202-2008. Building Information Modeling Protocol Exhibit*. American Institute of Architects.

Allen Consulting Group (2010). *Productivity in the buildings network: assessing the impacts of Building Information Models*. Report to the Built Environment Innovation and Industry Council, Sydney, October.

Qvarnström G., Ask A., Hooper M. (2012). *BIM och avtalsformer*. Open BIM, Stockholm.

Ekholm A., Blom H., Eckerberg K., Löwnertz K., Tarandi V. (2013). *Standardisering för BIM*. Rapport till Agenda ICT/BIM 2013-02-22

Gallagher, M., O'Connor A., Dettbarn J., Gilday L. (2002). *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*. NIST GCR 04-867. U.S. Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology.

Robertson A. (2010). *Integrerad informationshantering i byggprocessen. En jämförande studie av skeppsbyggnadsindustrin och byggbranschen*. Licentiatavhandling. Avdelningen för Projekteringsmetodik, Lunds Universitet, Lunds Tekniska Högskola. SOU (2011).

SOU (2012) *Vägar till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen*, SOU 2012: 39, Stockholm 2011

Svensk Byggtjänst (2005). *BSAB 96 System och tillämpningar*. AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Sveriges Byggindustrier (2011). *Fakta om byggandet*. Stockholm: Sveriges Byggindustrier.

Vestergaard, F., Karlshøj, J., Hauch, P., Lambrecht, J. och Mouritsen, J. (2011) *Måling af økonomiske gevinster ved Det Digitale Byggeri*. Rapport SR 12-02—SR 12-07, DTU Byg, Danmarks Tekniske Universitet.