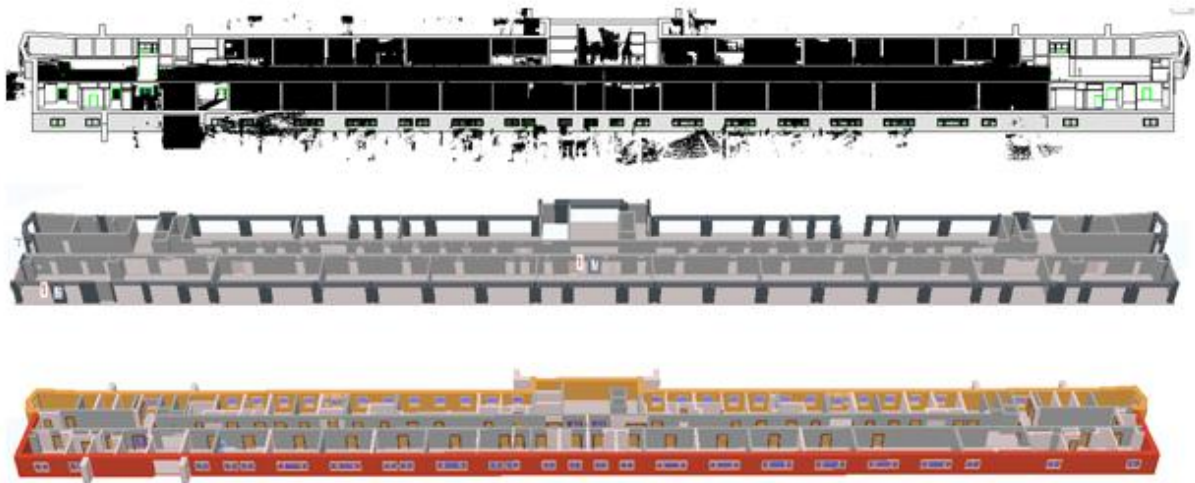




## BIM i förvaltningsskedet med avseende på konstruktion.

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör*

JULIA ALSTERBO  
JOHANNA TÖRNBERG

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
*Avdelningen för Construction Management*

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg 2012  
Examensarbete 2012:46



EXAMENSARBETE 2012:46

# BIM i förvaltningsskedet med avseende på konstruktion.

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

JULIA ALSTERBO

JOHANNA TÖRNBERG

Institutionen för bygg- och miljöteknik

*Construction Management*

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2012



BIM i förvaltningsskedet med avseende på konstruktion.

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör*

JULIA ALSTERBO  
JOHANNA TÖRNBERG

© JULIA ALSTERBO, JOHANNA TÖRNBERG 2012

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,  
Chalmers tekniska högskola 2012:46

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

Omslag:  
Omslagsbilden visar den i examensarbetet projekterade modellen.

Chalmers Reproservice  
Göteborg 2012



BIM i förvaltningsskedet med avseende på konstruktion.

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör*

JULIA ALSTERBO

JOHANNA TÖRNBERG

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

## SAMMANFATTNING

Byggindustrin som bransch är mycket traditionsbunden och har under en längre tid haft en svag utveckling. Jämfört med andra industrier så har produktiviteten inom byggsektorn inte utvecklats med samma hastighet. Som svar på detta har byggindustrin utvecklat konceptet Building Information Modeling, BIM, vilket syftar till att förbättra graden av effektivitet och med det öka lönsamheten. Idén med BIM är att det i ett byggprojekt skall finnas en gemensam modell där all information kring byggnaden finns samlad. Genom att införa ett livscykel tänkande såsom BIM i byggbranschen erhålls en högre kvalitet till ett lägre pris. Fokus med BIM har länge legat på projekteringsfasen av en byggnad, medan förvaltningen, som ofta är den längsta och mest kostsamma delen av en byggnads livscykel, i så stor utsträckning inte har använt sig av BIM. Då allt fler förvaltare upptäcker fördelarna med att använda BIM, så växer intresset att implementera det även där.

Det huvudsakliga syftet med examensarbetet är att kartlägga hur BIM kan vara brukbart för en förvaltare. Arbetet syftar även till att utvärdera vilka konstruktionsuppgifter som är viktiga ur förvaltningssynpunkt samt hur dessa ska kunna läsas ut ur en förvaltningsmodell. För att uppnå syftet har författarna utfört grundliga litteraturstudier och intervjuat personal i förvaltningsbranschen. Ett exempel på hur en förvaltningsmodell kan se ut har även tagits fram, denna modell är över ett våningsplan tillhörande Höghuset på Sahlgrenska Universitetssjukhus. Examensarbetet utfördes i samarbete med konsultföretaget WSP och Västfastigheter som står förvaltning av sjukhus i Västragötalandsregionen.

Författarna har identifierat flera fördelar när det gäller implementeringen av BIM i förvaltningsskedet. Exempelvis att det underlättar vid beslut och visualisering angående olika förslag, att en modell av en befintlig byggnad är bra som underlag vid renovering och rivning samt att med hjälp av BIM kan all information kring en byggnad samlas på ett och samma ställe. Den största utmaningen kring implementeringen av BIM ser författarna i att det kommer krävas insatser i form av en ny arbetsmetod och nya programvaror, utbildning i dessa kommer att behövas från förvaltarnas sida.

*Nyckelord: Building Information Modeling, Förvaltning, Konstruktion, Byggprocessen.*

BIM in facility management regarding construction.

*Diploma Thesis in the Engineering Programme  
Building and Civil Engineering*

JULIA ALSTERBO

JOHANNA TÖRNBERG

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

## ABSTRACT

Building Information Modeling, BIM, is the result of a technical evolution in the building industry. BIM is a process where all the information around a building is collected in one intelligent model. Working with BIM is well spread in the early stages of the building process but far less used in the main part of a building's lifecycle, the facility management. As facility managers are discovering the benefits of using BIM, the interest of implementing it is growing.

The main purpose with the thesis is to summarize how BIM can be used by a facility manager. The thesis also aims to evaluate which information regarding a buildings construction that can be useful for facility management. An example of a BIM for facility management will also be created. To gather information about the subject, the authors will use literacy studies, combined with interviews with people in the facility management business.

The benefits that the authors have identified with using BIM in facility management are among others; BIM simplifies the decision-making and visualization of different proposals, it is also a good source of information when it comes to renovation and demolition. The biggest challenge with the implementation of BIM is that it requires a new work-method and software. It also requires some education in the new way of working and gathering information.

*Key words: Building Information Modeling, Facility management, Construction.*



# Innehåll

|                                                        |      |
|--------------------------------------------------------|------|
| SAMMANFATTNING                                         | I    |
| ABSTRACT                                               | II   |
| INNEHÅLL                                               | III  |
| FÖRORD                                                 | VII  |
| BETECKNINGAR                                           | VIII |
| <br>                                                   |      |
| 1 INLEDNING                                            | 1    |
| 1.1 Bakgrund                                           | 1    |
| 1.2 Syfte och avgränsningar                            | 2    |
| 1.3 Metod                                              | 2    |
| 1.4 Medverkande företag                                | 3    |
| 1.4.1 WSP                                              | 3    |
| 1.4.2 Västfastigheter                                  | 4    |
| <br>                                                   |      |
| 2 BYGGPROCESSEN                                        | 6    |
| 2.1 Utredning och programfas                           | 6    |
| 2.2 Projektering                                       | 6    |
| 2.3 Produktion                                         | 7    |
| 2.4 Förvaltning                                        | 7    |
| 2.4.1 Drift och underhåll                              | 7    |
| 2.4.2 Förvaltning av offentliga byggnader              | 8    |
| 2.4.3 Lokalprojekt hos Västfastigheter                 | 8    |
| <br>                                                   |      |
| 3 BUILDING INFORMATION MODELING                        | 10   |
| 3.1 Tillämpning av BIM enligt WSP                      | 11   |
| 3.2 Behovet av BIM                                     | 12   |
| 3.2.1 Miljöaspekter                                    | 12   |
| 3.3 BIM i förvaltningsskedet                           | 13   |
| 3.3.1 Miljöaspekter på BIM i förvaltning               | 14   |
| 3.3.2 Exempel på BIM i sjukvårdsfastigheter            | 15   |
| 3.4 Öppna filformat och samgranskning                  | 15   |
| 3.4.1 IFC                                              | 16   |
| 3.4.2 FI2xml                                           | 17   |
| 3.4.3 TeklaBIMsight                                    | 18   |
| <br>                                                   |      |
| 4 RESULTAT                                             | 19   |
| 4.1 Västfastigheters CAD-manual                        | 19   |
| 4.2 Förvaltningsritningar för konstruktion             | 20   |
| <br>                                                   |      |
| CHALMERS, Bygg- och miljöteknik, Examensarbete 2012:46 | III  |

|       |                                             |    |
|-------|---------------------------------------------|----|
| 4.3   | Förvaltningsmodell för konstruktion         | 21 |
| 4.4   | Resultat modellering                        | 22 |
| 4.4.1 | Modellering                                 | 23 |
| 4.4.2 | Svårigheter vid modellering                 | 27 |
| 4.5   | Användandet av modellen hos Västfastigheter | 30 |
| 5     | DISKUSSION                                  | 31 |
| 6     | SLUTSATSER                                  | 35 |
| 6.1   | Förvaltning och BIM                         | 35 |
| 6.2   | Förvaltningsritningar för konstruktion      | 38 |
| 6.3   | Modellering och laserskanning               | 38 |
| 6.4   | Användandet av modellen                     | 39 |
| 7     | REFERENSER                                  | 41 |
|       | BILAGA 1                                    | A  |
|       | BILAGA 2                                    | C  |





## Förord

Det här examensarbetet är resultatet av vår högskoleingenjörsutbildning inom Byggteknik på Chalmers Tekniska Högskola. Projektet representerar 15hp och är skrivet för institutionen Bygg-och miljöteknik under våren 2012. Under projektets gång har vi fördelat arbetsuppgifterna jämt och båda har varit delaktiga för att nå resultatet. Projektet utfördes i samarbete med WSP Byggprojektering och Västfastigheter.

Ett stort tack riktas till vår handledare Henrik Carlsson på WSP Byggprojektering för ditt förtroende och respons. Vi vill även tacka Sven-Rune Andersson på Västfastigheter för vägledning kring Västfastigheters förvaltnings arbete. Tack Henrik och Sven-Rune för denna möjlighet och för ert stöd.

Vi vill särskilt tacka vår eminente handledare Mikael Viklund Tallgren på Chalmers Tekniska Högskola för din stöttning kring Autodesk Revit Structure samt respons och vägledning kring rapporten. Ett tack riktas även till vår examinator vid Chalmers Tekniska Högskola, Börje Westerdahl, för ditt stöd i arbetsprocessen.

Tack till Jesper Klarqvist och Eva von Feilitzen på WSP Samhällsbyggnad för all hjälp vid överlämnandet och hanteringen av punktmolnen samt för all övrig information ni tillhandahållit. Tack till personal på WSP Byggprojektering för att vi kunnat vända oss till er med frågor kring arbetet.

Till vår opponent Julia Dylin riktas ett hjärtligt tack för en god dialog kring rapportens innehåll och struktur.

Slutligen ett tack till personal på Västfastigheter för att ni tagit er tid för att ställa upp på våra intervjuer.

Utan alla dessa bidrag och allt engagemang hade inte denna rapport varit genomförbar.

Göteborg, maj 2012

Julia Alsterbo och Johanna Törnberg

# Beteckningar

|                             |                                                                                                                                                        |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>                    | Arkitekt                                                                                                                                               |
| <b>As-builtmodel</b>        | Modell som byggs upp från befintlig byggnad eller objekt                                                                                               |
| <b>BSAB-systemet</b>        | Gemensam klassifikation i byggsektorn. Består av ett kodsysteem som fungerar som strukturering av information kring byggdelar och produktionsresultat. |
| <b>BIM</b>                  | Building information modeling. På svenska Byggnadsinformationsmodell.                                                                                  |
| <b>Byggnadens livscykel</b> | Från byggnation till rivning.                                                                                                                          |
| <b>BIM-manual</b>           | Dokument som lämnas ut från beställare i projekt som beskriver hur BIM relaterad information skall utformas.                                           |
| <b>Bygghandlingar 90</b>    | Utgör byggsektorns rekommendationer för utformning av enhetliga och ändamålsenliga bygghandlingar.                                                     |
| <b>BH 90 del 8</b>          | Del 8, digitala leveranser för bygg och förvaltning.                                                                                                   |
| <b>CAD</b>                  | Computer Aided design                                                                                                                                  |
| <b>CAD-manual</b>           | Dokument som lämnas ut från beställare i projekt som beskriver hur CAD relaterad information skall utformas.                                           |
| <b>E</b>                    | El-projektör                                                                                                                                           |

|                           |                                                                               |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FFi</b>                | Föreningen för Förvaltningsinformation                                        |
| <b>Fi2</b>                | Standard utgiven av FFi för hantering av information i fastighetssektorn      |
| <b>Förvaltningsmodell</b> | En objektsbaserad 3D-modell anpassad och avskalad för förvaltningsarbetet     |
| <b>Xml</b>                | Extensible Markup Language                                                    |
| <b>K</b>                  | Konstruktör                                                                   |
| <b>IFC</b>                | Industry Foundation Classes                                                   |
| <b>SU</b>                 | Sahlgrenska Universitetssjukhus                                               |
| <b>PLM</b>                | Product Lifecycle Management                                                  |
| <b>V</b>                  | VVS-projektör, Värme, Vatten, Sanitet                                         |
| <b>Pts</b>                | Filformat i vilket laserskanningen erhöles till författarna                   |
| <b>Pcg</b>                | Filformat som pts-filerna konverterades till för att nyttjas i Autodesk Revit |





# 1 Inledning

Examensarbetets inledande kapitel presenterar rapportens bakgrund, syfte, avgränsningar och metod. Även en presentation av uppdragsgivarna WSP och Västfastigheter ingår i kapitlet.

## 1.1 Bakgrund

Byggbranschen har under de senaste decennierna inte effektiviserats på samma sätt som många andra branscher. Enligt regeringens byggsamordnare går upp till 50 miljarder kronor per år till spillo som följd av bland annat byggfel och materialspill. (WSPGroup, 2010) Att detta accepteras blir mer och mer ifrågasatt. Byggbranschens lösning på detta kallas Building Information Modeling, hädanefter förkortat BIM. Att arbeta med BIM ska leda till ett ökat livscykel tänkande, en effektivare byggprocess och förebyggande av kostsamma misstag.

Fokus kring BIM har länge legat på projekteringsfasen av en byggnad, medan förvaltningen, som ofta är den längsta och mest kostsamma delen av en byggnads livscykel, inte i så stor utsträckning har använt sig av BIM. Då allt fler förvaltare upptäcker fördelarna med att använda BIM, växer intresset att implementera det även där. Att redan vid projekteringen ta fram underlag för en förvaltningsmodell, vilket är en förenklad projekteringsmodell anpassad till det dagliga förvaltningsarbetet, är allt mer efterfrågat.

Bakgrunden till examensarbetet kommer från att Västfastigheter är intresserade av möjligheterna med att använda sig av BIM i deras arbete. En möjlig startpunkt för att implementera BIM i förvaltningen är att använda en förvaltningsmodell. För att skapa modeller över redan befintliga byggnader går det att utgå ifrån befintligt ritningsmaterial, då krävs det att detta är uppdaterat och stämmer överens med verkligheten. Det är även möjligt att använda sig av laserskanning, om det utförs laserskannas hela byggnaden och en exakt avspegling av byggnadens verkliga utformning erhålls.

I detta examensarbete skall en förvaltningsmodell projekteras över våningsplan fem i höghuset, 5032, som är en del av Centralkomplexet på Sahlgrenska Universitetssjukhus (SU) i Göteborg. I samband med en ombyggnation av våningsplan fem gjordes en laserinscanning över planet av mätningenjörer på WSP Samhällsbyggnad. Denna inmätning kommer ligga till grund för den förvaltningsmodell som ska projekteras i examensarbetet.

Centralkomplexet invigdes år 1959 och är väldigt utmärkande med sina 18 våningar och sin tvådelade fasad. Konstruktör för Höghuset var Hugo I Andreasson Ingenjörbyrå och det var även de som burit det konstruktiva ansvaret fram till att WSP Byggprojektering övertagit åtagandet. WSP har varit med och arbetat med flera projekt på SU och är bland annat inblandade i den pågående byggnationen av ett nytt bild- och interventionscentrum. För två år sedan fick WSP byggprojektering uppdraget att analysera bärförmågan av höghuset. Under byggnadens livstid har flera ombyggnationer genomförts och nya håltagningar har tillkommit, på grund av detta var det osäkert om byggnaden fortfarande var rätt dimensionerad för de laster den är

utsatt för. Det visade sig att byggnaden fortfarande håller för de laster den utsätts för, men ett par av de väggar som demolerats var tvungna att ersättas för att återställa byggnadens ursprungliga styvhet.

## 1.2 Syfte och avgränsningar

En litteraturstudie för att kartlägga de största frågorna kring BIM, och då i huvudsak BIM i förvaltningsskedet kommer att genomföras. Detta för att författarna ska ha en så bred grund som möjligt att stå på inför utförandet av projektet.

En intervjustudie med Västfastigheter syftar till att kartlägga vilka konstruktionsuppgifter som är relevanta för en förvaltare, samt vilka fördelar som kan erhållas genom att avgränsa ritningsunderlaget. Utifrån detta ska det skapas riktlinjer för vilka konstruktionsuppgifter som bör överlämnas från projekterings- till förvaltningsskedet. På grund av storleken och syftet med intervjustudien avgränsas den till personal enbart från Västfastigheter. Den intervjustudie och de riktlinjer som tas fram ligger till grund för den förvaltningsmodell som kommer att skapas. Syftet med modellen är att ge ett praktiskt exempel på hur BIM kan användas som förvaltningsunderlag. Vidare syftar arbetet till att utreda hur modeller bör anpassas från projektering till förvaltning. Under skapandet av förvaltningsmodellen kommer projekteringen att ske i Autodesk Revit Structure. Valet av programvara beror på författarnas förkunskaper i Autodesk Revit och kommer inte påverka modellens funktion. Modelleringen syftar även till att visa på hur det på bästa sätt skapas en modell utifrån laserskannat material, vilka förutsättningar som är fördelaktiga samt vilka informationskällor som behövs.

### Frågeställningar

- Hur kan BIM nyttjas i förvaltningsskedet?
- Hur bör konstruktionsritningar anpassas till förvaltning?
- Hur bör underlaget för modellering utifrån laserskanning anpassas?

## 1.3 Metod

Följande metoder kommer att användas för att fullfölja projektet och rapporten.

### Intervjustudie

Intervjuer kommer att göras med representanter från Västfastigheter. De kommer att representeras av tekniskförvaltning, fastighetsförvaltning, projektledning och dokumenthantering. Intervjustudien kommer att genomföras med öppna frågor, det vill säga inga givna svarsalternativ kommer att ges. För att dokumentera intervjuerna har de med tillstånd av den intervjuade spelats in.

Intervjuer kommer att hållas i startskedet av examensarbetet, det kommer även att hållas ett utvärderande och återkopplande möte i slutskedet.

## **Litteraturstudie och Datainsamling**

Syftet med litteraturstudien är att erhålla grundfakta och få en fördjupad kunskap inom ämnet. Genom informationsinsamling från litteratur, artiklar och tidigare publikationer, skall en välgrundad och reliabel rapport presenteras. De källor som används kommer att källgranskas och vara av vetenskaplig karaktär. Mycket av informationen som kommer användas befaras vara nyare publikationer, då ämnet är av den karaktären, där av är det av högsta vikt att källgranskningen är väl genomförd.

## **3D modellering**

Autodesk Revit kommer att användas för att framställa en 3D modell. För att kunna öppna och använda sig av modellen i andra program än Autodesk Revit kommer formatet IFC att användas. För att öka användarvänligheten kommer programvaran TeklaBIMsight utnyttjas för att visualisera modellen.

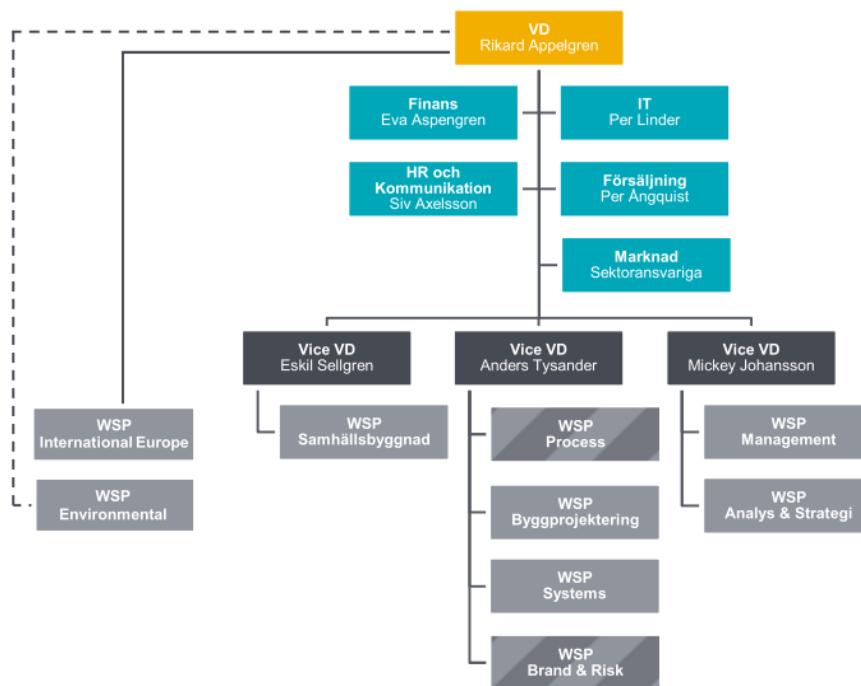
## **1.4 Medverkande företag**

Nedan presenteras de företag som rapporten utförts i samarbete med.

### **1.4.1 WSP**

”United by our difference” är det globala analys-och teknik företaget WSPs varumärkeslöfte sedan 2009 och skall representera den mångfald bland medarbetare, kunder, kompetenser och uppdrag som företaget strävar efter. WSPGroup verkar inom bygg- och anläggningssektorn. (WSPGroup, 2012A)

Företaget grundades i England på slutet av 1960-talet men tog namnet WSP, Williams Sayles Partnership, först i samband med börsnoteringen år 1987. Företaget har därefter utvecklats och etablerade bland annat sin verksamhet i Asien år 1995 och i USA år 2000. Företagets expansionskurva är skarp och utvecklingen har resulterat i att de idag är ett av de största konsultföretagen i världen. Idag finns WSP i 35 länder och på 200 kontor runt om i världen. Omkring 9000 stycken medarbetare representerar WSP i Afrika, Asien, Europa, Nordamerika och Oceanien. WSP i Sverige är en fusion mellan företaget J&W och WSPGroup, som genomfördes år 2001. I Sverige består företaget idag av omkring 2400 medarbetare med kontor runt om i landet. (WSPGroup, 2012C) WSP verkar inom en rad teknikområden, vilket redovisas i Figur 1.



Figur 1: WSP:s teknikområden. (WSPGroup, 2012B)

Detta examensarbete görs i samarbete med WSP Byggprojektering i Göteborg. Byggprojektering har idag mer än 350 konstruktörer på olika orter i Sverige, och är verksamma inom husbyggnad, industribyggnad och infrastrukturanläggning. De arbetar bland annat med projektering av byggnadskonstruktioner, byggnadsutformning, byggnadsteknik och byggnadsfysik. WSP Byggprojekterings konstruktörer har tillgång till en rad olika specialistfunktioner och avancerade rit- och beräkningsprogram, som till exempel Tekla Structures, STAAD-3 och FEM. (WSPGroup, 2012D)

WSPGroups vision idag och för framtiden är att:

*“To be the outstanding supplier of specialist and integrated services in the built and natural environment”* (WSPGroup, 2012A)

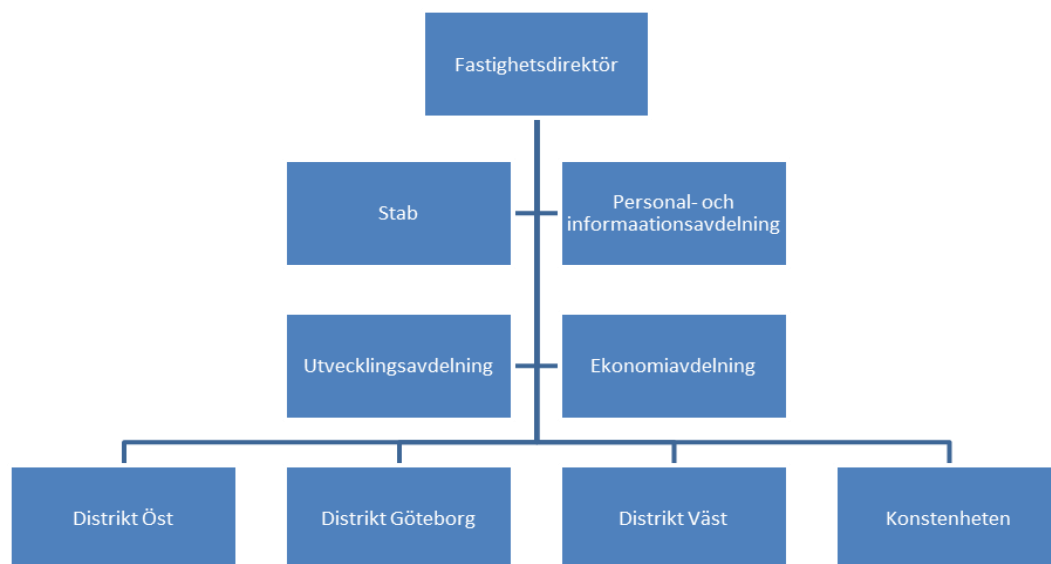
## 1.4.2 Västfastigheter

Västfastigheter är en av Sveriges största fastighetsförvaltare och ansvarar över förvaltning och lokalförsörjning i Västra Götalandsregionen. De förser regionens verksamheter med lokaler, både egna fastigheter och genom inhyrningar. Det är sjukvården som är den huvudsakliga hyresgästen men det finns även lokaler för andra ändamål, exempelvis naturbruksgymnasium, folkhögskolor och vårdcentraler. Västfastigheter har hand om utveckling och förvaltning, de ansvarar för drift och service, samt hjälper till att ta fram nya lösningar när behoven förändras. (Hellström, 2012A)

Verksamheterna i Västfastigheters lokaler förändras ständigt, och det pågår alltid ett antal byggprojekt på olika platser. Västfastigheter vill vara med i ett tidigt skede vid nybyggnationer och renoveringar. Detta för att kunna tillföra kompetens och tillsammans med kunden kunna forma en behovsrapport. Om det sedan beslutas att

byggnationen ska genomföras kan Västfastigheter även vara med och ta fram bygghandlingar och kostnads kalkyler.(Hellström, 2012A)

Organisationen inom Västfastigheter leds av en fastighetsdirektör som har en ledningsgrupp och en stab till sitt förfogande. För att kunna erbjuda en bättre service och kunna arbeta närmre sina kunder är Västfastigheter uppdelat på tre distrikt; Göteborg, Väst och Öst. Var och ett av distrikten har en fastighetschef. (Hellström, 2012B)

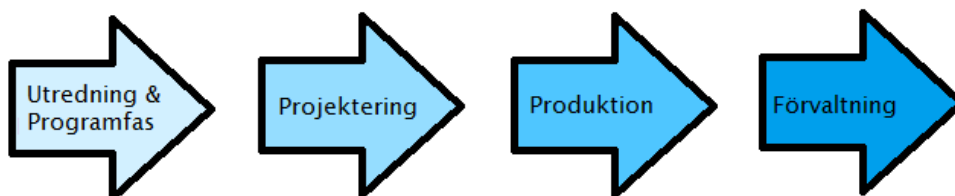


Figur 2: Västfastigheters organisation. (Hellström, 2012B)

I distrikt Göteborg finns det totalt ca 680 000m<sup>2</sup> yta att förvalta och den är fördelad på sjukhuslokaler, de har även en del vårdcentraler men dessa säljs just nu av. Den enskilt största kunden i Göteborg är Sahlgrenska Universitetssjukhus. De står för ca 95% av de lokaler som Västfastigheter förvaltar i Göteborg. (Jönsson, 2012) SU har sin verksamhet på flera platser i Göteborgsområdet; Sahlgrenska sjukhuset, Östra sjukhuset, Mölndals sjukhus, Högsbo sjukhus och på flera öppenvårdsmottagningar runtom i staden (Kullenberg, 2012).

## 2 Byggprocessen

I följande kapitel presenteras byggprocessens olika steg bestående av utredning och programfas, projektering, produktion och förvaltning. Förvaltningssteget kommer att fördjupas.



Figur 3: Byggprocessen.

### 2.1 Utredning och programfas

Starten för ett projekt kan variera stort beroende på förutsättningarna och hur klara och tydliga behov och bestämmelser som finns. Det är en lång process från beslut till färdigställande av ett objekt. I de fall som behovet och utförandet av ett projekt är osäkert utförs först en förstudie. Den ger en analys över hur behovet för det eventuella byggprojektet ser ut. Här vägs överskådligt in alla de aspekter som påverkar projektet, allt för att besluta om hur den fortsatta byggprocessen skall se ut.

Om projektet skall tas vidare görs ett utredningsarbete med djupare analyser och framtagningar av precisare fakta än i förstudien. Detta kan bland annat innehålla analyser av ytor och verksamhet samt beskrivningar av tekniska krav både kring och i byggnaden. Även miljöaspekter samt ekonomiska aspekter vägs in. Här görs även ritningar som i detta skede kallas programskisser. All information från utredningsarbetet ligger sedan till grund för byggnadsprogrammet. Det tas fram som underlag för projekteringsarbetet eller eventuella tävlingar och upphandlingar. (Nordstrand, 2000)

### 2.2 Projektering

Projekteringsfasen består av ett lagarbete där många aktörer och olika divisioner är inblandade. Kommunikation och samarbete är nödvändigt för att producera bra underlag för produktion samt en ändamålsenlig produkt för beställaren. De divisioner som är inblandade är till exempel Arkitekter, Konstruktörer, El- projektörer och VVS-projektörer. Byggnadsprogrammet ligger till grund till de förslagshandlingar som först tas fram, där arkitekten har huvudansvar. När beslut är taget kring ett förslag tas systemhandlingar fram som redovisar konstruktion och installationstekniska lösningar. Dessa fastställs innan detaljutformningarna påbörjas. I den sista delen i arbetet tas bygghandlingarna som skall ligga till grund för produktionen fram. Bygghandlingarna innehåller all detaljutformning och är mycket omfattande. (Nordstrand, 2000)

## 2.3 Produktion

Produktionsskedet är genomförandefasen av projektet. Här krävs resurser i form av material, personal och maskiner för att utföra byggproduktionen, målet är att producera ett färdigt objekt. Produktionen utförs av en byggentreprenör som arbetar i en generalentreprenad, totalentreprenad eller den mindre vanligt förekommande utförandeentreprenaden. (Nordstrand, 2000)

## 2.4 Förvaltning

Att arbeta med förvaltning av fastigheter är traditionellt sett att fokusera på den fysiska byggnaden. Byggnaden i sig är fixerad till läget, binder kapital, genererar kapital och är omgärdad av lagar och regler. De behov som byggnaderna kräver i form av driftskötsel, underhåll och reparationer styr ofta verksamheten och dess uppbyggnation. För att förvalta en större fastighet krävs personal för drift, skötsel, reparationer, städorganisation och även ibland ett antal tekniska specialister. (Lindqvist, 2009)

Nationalencyklopedin förklarar förvaltning som:

”Förvaltning, att sköta eller administrera något för någon annans räkning”.

(Nationalencyklopedin 2012)

Förklaringen visar på vikten av att även fokusera på kunden, i fastighetsförvaltningens fall hyresgästen, och att i stor mån styra organisationen efter dennes behov. Detta är en del i det som kallas fastighetsföretagande, vilket är en vidareutveckling av det klassiska och traditionella arbetet med fastighetsförvaltning. Att arbeta med förvaltning som ett företagande är att fokusera på det som bringar inkomst, det vill säga kunden, och hur deras syn på ett välfungerande samarbete ser ut. Detta leder till ett mer funktionsinriktat arbete där produktivitet, effektivitet och funktionalitet är nyckelord. I denna vidareutveckling ligger fokus även på vikten av att som fastighetsförvaltare ha ett hållbart långsiktigt tänkande med livscykelperspektiv. (Lindqvist, 2009)

### 2.4.1 Drift och underhåll

Inom förvaltning finns olika begrepp som bör förklaras för att förstå innebörden av arbetet. Drift och underhåll till exempel innefattar en mängd olika arbetsuppgifter beroende på vilken typ av objekt som arbetet berör. En generell betydelse av orden finns ändå när det rör fastighetsförvaltning.

Driftarbeten avser de arbeten som ses som löpande åtgärder. Det införlivar den tillsyn, skötsel och åtgärder som krävs för att ett objekt skall kunna användas till vad det är utformat för. Det gäller att upprätthålla de krav som finns på standard och funktionalitet.

Till underhåll räknas två kategorier av arbeten, felavhjälpande underhåll samt planerat underhåll. Att som förvaltare arbeta med ett välutformat planerat underhåll är nyckeln till ett framgångsrikt arbete, där risker för skador på människor, byggnader och miljö minimeras. Planerat underhåll kan gälla fastigheter och dess tekniska installationer men även omgivande mark och miljö. Att arbeta med långsiktig planering av

underhållet är att minimera riskerna för höga oförutsedda kostnader, då studier visar att oplanerade reparationsarbeten kan kosta upp till två till tre gånger så mycket. Detta beror på väntetider för material och arbetskraft samt även möjliga inkomstbortfall från hyresgäster. Planerat underhåll är oftast budgeterat i en flerårig underhållsplan.

Det felavhjälpande underhållet kan klassificeras som akut eller icke akut och syftar till att återställa en funktion som oförutsägbart tappat sin prestanda. (Donrell, Ingelhammar, 2011)

## 2.4.2 Förvaltning av offentliga byggnader

Att arbeta med offentlig förvaltning innebär att kundkretsen, hyresgästerna, består främst av sjukvård, äldreomsorg, skolväsendet och kulturverksamhet. Detta ligger inom den offentliga sektorn där finansieringen kommer främst från skatter, vilket då skapar en känsligare situation och krav på ökad finansiell varsamhet. Den offentliga sektorn i Sverige innefattar statens, kommunernas och landstingens verksamhet. Vidden av deras uppgifter och uppbyggnation varierar något beroende av politiskt styre, men grunduppgiften är att ge service till invånarna. I en offentlig förvaltning ligger vikten vid att kostnadseffektivt och produktionseffektivt omvandla arbete, kapital, kunskaper och information till utrymme, service och en bra arbetsmiljö för att på bästa sätt tillgodose kundens behov. (Lindqvist, 2009)

## 2.4.3 Lokalprojekt hos Västfastigheter

När det kommer till att skapa en lyckad ombyggnad, nybyggnad eller reparationsprojekt, lägger Västfastigheter stor vikt vid att ha en god kommunikation med verksamheten. Det är mycket viktigt att ha gemensamma målbilder kring vad projektet skall resultera i. För att göra projektet kostnadseffektivt är det väsentligt att dialog med verksamheten inleds i ett tidigt skede, för att slippa kostsamma ändringar senare i projekten. (Västfastigheter, 2012)

För att kunna skapa och erbjuda lokaler som matchar sina hyresgästers behov arbetar Västfastigheter med en sexstegs process i sina lokalprojekt.



Figur 4: Västfastigheters sexstegs process. (Västfastigheter, 2012)

### Behovsanalysen

Här analyseras behovet av en förändring och vilka mål och visioner som skall uppnås med en ändring. Det är viktigt att utreda vilka begränsningar som finns och vilka målsättningar som skall prioriteras. I behovsanalysen identifieras möjliga motgångar, problem och behov, men analysen innehåller inte lösningar på dem. Behovsanalysen skall resultera i en rapport som ger en bild av de grundläggande förutsättningarna och målen för projektet, även förslag till tidplan, organisation och ekonomiska aspekter ingår. (Västfastigheter, 2012)



## **Förstudie**

Förstudien innebär en fördjupning i projektet. Här analyseras lösningar till det som behovsanalysen visat på. Förstudien skall visa på ett huvudalternativ men även andra förslag. Idéskisser, volymstudier, verksamhetsbeskrivning och en grov kostnadskalkyl är delar av vad som skall ingå i denna process steg.

I detta skede tillsätts även en projektorganisation bestående av bland annat styrgrupp och projektgrupp. (Västfastigheter, 2012)

## **Produktbestämning**

Här är målsättningen att ta fram en programhandling och en systemhandling. Till grund för dessa tas detaljerade funktionslösningar fram som beslutsunderlag.

I programhandling och systemhandling finns all information som behövs för att genomföra projektet. Även redovisningar av rumsfunktioner, tekniskutrustning, hyresinformation och krav på miljö och myndighetsbestämmelser finns i dessa handlingar. (Västfastigheter, 2012)

## **Produktion**

Projektering och produktion är nästa steg i processen. Ritningar och beskrivningar tas fram och sedan inleds projektet i praktiken. Västfastigheter anlitar entreprenörer och konsulter för projekteringen och produktionen. (Västfastigheter, 2012)

## **Ibruktagande**

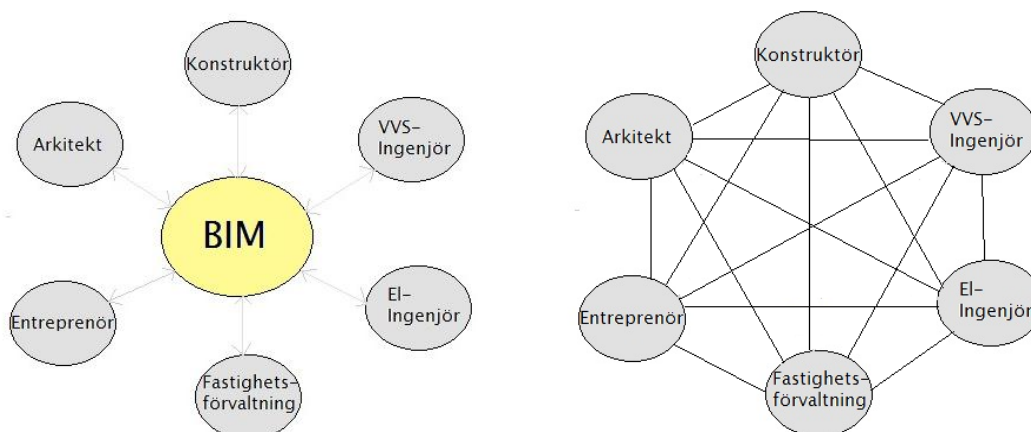
Planeringsmöten sker innan inflyttning för att arbetet skall flyta smidigt. Här ordnas även med de sista detaljerna för att göra lokalen ultimat för användning. (Västfastigheter, 2012)

## **Utvärdering**

Efter genomfört projekt och inflyttning görs en utvärdering över hur processen gått och hur väl målsättningar och behov uppfyllts. I detta skede vill Västfastigheter ta lärdom inför framtida projekt och överse de processer som lett fram till resultatet. När ett projekt är färdigställt görs även en garantibesiktning. (Västfastigheter, 2012)

### 3 Building Information Modeling

Building Information Modeling, eller BIM som det härnäst kommer att kallas, syftar till att samla, hantera och dela information kring ett objekt genom hela dess livscykel. Tanken är att det i ett projekt skall finnas en gemensam informationsmodell där allt som projekterats finns samlat. Under byggprocessen bidrar ett flertal olika aktörer med underlag till modellen. Arkitekten har sin modell som ligger till grund för konstruktörens beräkningar och modell. El och VVS ingenjörerna projekterar sina modeller och sedan kopplas dessa samman till en gemensam BIM. Denna BIM blir underlag för produktionen, och den kommer att fortsätta uppdateras och redigeras under projektets gång. (Eastman et al, 2008) Eftersom denna BIM är tillgänglig för alla aktörer, har alla tillgång till varandras information och eventuella ändringar i någon modell blir direkt synliga för alla, vilket i sin tur underlättar för kommunikation och samordning (Dehlin, 2011). Detta förenklar flödet av frågor, missförstånd kan undvikas och tid sparas på att information inte behöver skickas runt till alla berörda. Eventuella kollisioner mellan exempelvis konstruktion och ventilation är lätta att upptäcka och går snabbt att förebygga genom omprojektering. Om de istället upptäckts ute i produktionen, hade det tagit tid att åtgärda och det hade blivit betydligt mer kostsamt. (Smith, Tardif 2009A) När projektet är färdigställt är det möjligt att skapa en förvaltningsmodell som ska fortsätta uppdateras kontinuerligt under byggnadens livscykel.



Figur 5 och 6: Med hjälp av en BIM förenklas flödet av kommunikation mellan de olika aktörerna.

Det som skiljer en BIM från en traditionell 3D modell, som bara innehåller geometrier, är att den förutom att visa en 3-dimensionell bild av ett objekt även innehåller relevant information för byggprocessen och varje specifik del av byggnaden. En BIM är dessutom objektorienterad, vilket innebär att varje specifikt objekt innehåller information om dess geometri, massa och material etcetera. De olika objekten i modellen ska dessutom integrera med varandra, vilket medför att om till exempel ett objekt som finns i en vägg ändrar sin massa, så ändras även hela väggens massa automatiskt. Ett annat exempel är när en dörr ska placeras i en vägg så anpassar den sitt karm- och insättningsdjup till väggens dimensioner. (Eastman et al, 2008)

I projekteringsskedet är det dessutom möjligt att via en BIM kunna skapa simuleringar av exempelvis klimat, solljus eller brandutrymning. Informationen som finns i en BIM kan även användas som underlag vid utsättning eller för att skapa energiberäkningar över byggnadens energianvändning. (Dehlin, 2011)

Förutom att en BIM kan användas som produktionsunderlag och ute på byggarbetsplats så är det även möjligt att skapa så kallade 4D- och 5D-modeller. Detta ger ytterligare fördelar med BIM i produktionsskedet. I en 4D-modell finns en tidplan kopplad till modellen, det är då möjligt att visualisera hur byggnaden byggs upp steg för steg enhetligt med tidplanen. Med hjälp av en 4D visualisering är det lätt att se eventuella brister och fel i tidplanen, kollisioner mellan olika aktiviteter i produktionen upptäcks enkelt och går då att förebygga. I en 5D-modell tas även hänsyn till den ekonomiska aspekten. Då kopplas ett kalkylprogram till modellen, och på så vis går det att i ett tidigt skede se kostnader för olika konstruktionslösningar och materialval. (Eastman et al, 2008)

### **3.1 Tillämpning av BIM enligt WSP**

WSP har delat in BIM i tre nivåer som kallas BimOne, BimTwo och BimThree.

#### **BimOne**

I det första och grundläggande steget, BimOne, arbetar de inom samma disciplin med en gemensam BIM. De största vinsterna i det här steget sker inom den egna arbetsgruppen, där ett effektivare arbetssätt ger en högre kvalitet på slutprodukten. Det behövs fortfarande en överlämning till nästa del och disciplin i byggprocessen, BIM är därför inte fullt utnyttjat. (WSPGroup, 2010)

#### **BimTwo**

I BimTwo har utnyttjandet av BIM kommit ett steg längre, och flera discipliner arbetar i en och samma BIM. Då BimTwo innebär att de olika aktörerna hela tiden har inblick i varandras arbete sker en ständig kontroll och samordning av modellen. Detta leder till att kostsamma misstag upptäcks tidigt och på så vis undviks att hamna i produktionen. Detta sparar både tid och pengar. (WSPGroup, 2010)

#### **BimThree**

För att uppnå BimThree krävs det att arbetet med BIM sker i hela byggprocessen. Det medför att alla aktörer; projekterings-, bygg- och förvaltningsskedet, arbetar i en gemensam BIM. För att arbetet i BimThree ska vara möjligt gäller det att det ligger i beställarens intresse att arbeta med det. (WSPGroup, 2010)

Enligt WSP är de största fördelarna med att arbeta med BIM:

- Genom BIM kan misstag i projekteringen upptäckas och rättas till redan i ett tidigt skede. Stora kostnader som går åt till att rätta till misstag ute i produktionen, skulle kunna undvikas genom att göra ett utförligt projekteringsarbete. Det skulle på så vis bli en lägre kostnad med en högre kvalitet på slutresultatet.

- Med hjälp av en BIM-modell är det lättare för en byggherre eller brukare att få insyn i och förstå processen, detta leder till ökad kommunikation och korrekta förväntningar på slutprodukten. (WSPGroup, 2010)

## 3.2 Behovet av BIM

När det gäller effektiviteten inom byggindustrin, försvinner så mycket som 50 miljarder kronor per år på grund av byggfel och materialspill, detta motsvarar ca 30% av den totala produktionskostnaden (WSPGroup, 2010).

Produktiviteten inom byggindustrin är ett stort problem, om den jämförs med andra industriers produktivitet så har de utvecklats betydligt mer och med högre hastighet. Om en betraktelse görs av produktionsindustrins utveckling över de senaste 50 åren så har den tekniska utvecklingen gett snabbare och effektivare produktion till lägre priser, ett utvecklingsmål som inte byggbranschen når. (Smith, Tardif 2009B)

Exempelvis var bilindustrin bland de första att införa ett livscykel tänkande på sina produkter. Begreppet PLM, Product Lifecycle Management, infördes i branschen under 1980-talet. Genom att bilindustrin började se till produktens hela livscykel, från design till skrotning, reducerades felet medan produktiviteten gick upp. Bilindustrin lyckades därmed minska produktionstiden och upptäckta konflikter på ett tidigt stadium. Detta ledde till sparat kapital och att kostsamma förändringar i slutfasen minskades. PLM är inspirationen och målbilden för det av byggbranschen utvecklade BIM-begreppet. (WSPGroup, 2010) Byggindustrin jämförs ofta med just bil- och flygindustrin när det gäller utveckling och produktivitet. Detta är inte en helt rättvis jämförelse då förutsättningarna skiljer sig. Det finns två viktiga faktorer att ta hänsyn till, den första är att både flyg- och bilindustrin producerar sina produkter i fabriksmiljö, där produktion och tillvägagångssätt kan undersökas och effektiviseras på plats, samt att arbetskraften till stor del består av maskiner och robotar. Den andra faktorn som påverkar är att i till exempel flygindustrin så finns det endast två huvudtillverkare, Boeing och Airbus. Dessa två styr då till stor del hela produktionsmarknaden kring flygplan, med leverantörer, kvalitetskrav, tidsscheman och andra produktionspåverkande faktorer. Inom bilindustrin är det tillskillnad från flygplansindustrin flertalet stora biltillverkare som styr marknaden, vilket ger liknande men ändå inte identiska förhållanden. Om dessa faktorer sätts i jämförelse med byggindustrin kan väsentliga skillnader ses, i byggindustrin är aktörerna extremt många, arbetskraften är till stor del fortfarande hantverkarna själva och mycket av varorna till produktionen kommer från leverantörer i närliggande område, vilket då ger en begränsad konkurrens. Även faktorer som väder och vindförhållanden påverkar effektiviteten och produktiviteten på byggarbetsplatser i en annan utsträckning än den påverkar bil- och flygindustrin. (Smith, Tardif 2009B)

Genom att införa och tillämpa ett livscykel tänkande i form av BIM i byggbranschen, medför det att produktiviteten inom byggindustrin ökar och att högre kvalitet erhålls till ett lägre pris. (WSPGroup, 2010)

### 3.2.1 Miljöaspekter

Utvecklingen av byggbranschen bör även inkludera ett mer respektfullt förhållande till miljön. Ett exempel är USAs råvarumaterialanvändning där ca 75% utnyttjas av

bygg- och anläggningsbranschen. Det innebär möjligtvis en hög samhällsutveckling, men även att en stor del av slöseriet och oförmågan att återvinna sker inom byggsektorn. Detta medför även ett ansvar i miljöproblem som till exempel globaluppvärmning. När jordens befolkning ökar i samklang med att vår boendestandard världen över blir bättre, så måste grundläggande förbättringar i branschens miljöarbete göras. Förmågan att reducera spill vid produktion måste även den förbättras. Byggindustrin bör sträva efter att producera byggnader med låg energiförbrukning, återvinningsbart material, produktivare byggprocess och en effektivare förvaltning. Studier visar på att så mycket som 35% spenderas på icke värdeförhöjande arbete och slöseri i bygg-och anläggningsbranschen. (Josephson, Saukkoriipi, 2009) Detta är oförklarligt dåligt och inte försvarbart idag då teknologi och möjligheter till förbättring finns. Problemet med spillmaterial på arbetsplatsen beror på en dålig grad av återanvändning och återvinning i branschen. Spillmaterialet behandlas som en homogen flod av skräp, vilket medför att det blir oekonomiskt att sortera ut värdefulla delar. Många av branschens aktörer ser inte de möjliga ekonomiska och miljömässiga vinster som skulle kunna erhållas om insatser att sortera och återvinna sätts bruk. (Smith, Tardif 2009B)

Att arbeta med BIM skulle förenkla planeringen av återanvändning och återvinningsarbete genom att bland annat underlätta arbetet med APD, arbetsplats disposition. Värden finns även i att enkelt kunna utläsa vilken typ av material som återfinns i byggkomponenterna. Om dessa två faktorer ses i samförstånd kan det förutses och planeras för en rad viktiga företeelser:

- Vilken typ av spillmaterial som kan förväntas.
- Varifrån det kommer.
- När det behöver tas hand om.

Det går då att sträva efter att "plocka ned" byggnader istället för att demolera dem, genom att sortera och återvinna kan råmaterialens värde återinställas. Detta resulterar i att det går att erhålla stora ekonomiska och miljömässiga värden i att riva rätt. (Smith, Tardif 2009B)

### **3.3 BIM i förvaltningsskedet**

För att lyckas med BIM i hela byggprocessen krävs att alla olika aktörer kommunicerar och samarbetar över gränserna, samt skaffar en förståelse av varandras arbeten. I den här processen måste även förvaltarna implementeras. Att använda BIM i förvaltningsskedet förespås kunna ge stora fördelar i arbetet med att uppnå en effektiv förvaltning av husets funktioner och tekniska lösningar. (Lindström, Jongeling & Nilsson, 2012A)

I förvaltningsskedet finns generellt stor behov av strukturerad och digitaliserad information, särskilt vid förvaltning av större och mer komplexa objekt. I Boken *The Facility Management Handbook*, beskrivs att det finns genomgående brister i branschen angående uppdateringar och uppdateringssystem. Det finns svårigheter i att konstant inneha pålitliga ritningar som visar förändringar som görs på befintliga objekt. Det saknas ofta tydlig, välorganiserad och fullständig dokumentation som

skildrar byggnadens status i realtid. Vid nyproduktion och tillbyggnad skulle det aldrig tillåtas att inte fullständig dokumentation och ritningsmaterial överlämnas till byggnadens nästa steg i livscykeln. Vid renoveringsarbeten och ändringar som utförs i förvaltningsfasen så finns det generellt en bristfällighet i uppdateringsprocessen. Detta kan ha flera orsaker, exempelvis tidsbrist, okunskap och att det kan vara olönsamt att uppdatera mindre ändringar. Detta leder till att efter ett antal år och smärre ändringar så kan ritningsmaterialet för både A, K, V och E vara opålitliga. (Cotts, Roper, & Payant, 2010)

När det handlar om förvaltning så är det av yttersta vikt att hanteringen av dokument fungerar, då objekten nyttjas, underhålls och repareras för att passa nyttjarnas föränderliga behov. De ständiga kraven på förnyelse kräver ett pålitligt beslutsunderlag för att inte resultera i extra arbete och att fel beslut tas. (Lindström, Jongeling & Nilsson, 2012B) De förhoppningar som Cotts, Roper, & Payant, 2010 förmedlar i sin bok är att BIM är vägen att gå för att lösa dessa problem. Vidare anser författaren att nyttjandet av BIM bör reducera problemen med att upprätthålla en god uppdatering. Den mängd information som finns kring en byggnad i förvaltningsskedet existerar idag i flera olika programvaror och i olika format. Detta skall kunna bakas ihop och kopplas till en modell där all information är kanaliserad.

Ytterligare fördelar kan enligt författaren ses för förvaltare med äldre objekt i sin ägo. Om BIM modeller skapas över befintliga byggnader så erhålls en uppdaterad informationskälla om byggnadernas status, vilket i många fall tidigare saknats. Detta är lika viktigt vid nyproduktion som för äldre byggnader, då det är av yttersta vikt att bevaka den äldre konstruktionens standard. Enligt Cotts, Roper, & Payant, 2010, så borde BIM stå som standard och krävas från förvaltarsidan vid varje nyproduktion och större renovering. (Cotts, Roper, & Payant, 2010)

### **3.3.1 Miljöaspekter på BIM i förvaltning**

”Energieffektivisering är att göra energianvändningen så ekonomiskt effektiv som möjligt för användarna och samtidigt så hållbar som möjligt för samhället” (Wingfors, 2011). Att energieffektivisera är en mycket viktig del i att skapa ett hållbart samhälle och det finns idag hårda restriktioner och mål i Sverige på hur detta ska uppnås. I de miljömål som presenteras, så ligger målsättningarna i Sverige på en minskning av energiförbrukningen med 20% till år 2020 och 50% till år 2050, dessa ses i jämförelse med 1995 års resultat. (Wingfors, 2011) Det är därför av största vikt att möjligheterna att spara energi i våra byggnader prioriteras redan i projekteringsstadiet. Där fattas beslut angående byggnadens miljö och energieffektivitet. Dessa beslut resulterar i en energieffektivare förvaltningsfas och miljömässiga förtjänster för förvaltaren. Idag läggs stor tidsåtgång vid att manuellt föra in data i beräkningsprogram för energiåtgång. Genom att utnyttja en BIM och få en koppling med indata från BIM till energiberäkningen, erhålls en tidsbesparande och effektivare process. Det är i den tidiga fasen av projekteringen som detta kan implementeras och det krävs en dialog mellan arkitekter och energispecialister. I ett projekt som beskrivs i boken *Bim visar vägen*, gjordes tester med programvarorna Revit och ArchiCAD samt flera energianalysystem. Informationsöverföringen skedde i standardiserat format, så som IFC. Resultaten påvisade problem i överföringsfasen och att resultatet beror mycket på hanteringen av modellen från arkitektsidan. Vidare beskrivs i artikeln vikten av en

tidig dialog och behovet av att energispecialisten är aktiv som energisamordnare i projekten. (Lindström, Jongeling & Nilsson, 2012C)

Med tanke på den konstanta ombyggnationen som sker på de stora förvaltningsobjekten, så finns det stor möjlighet för förvaltaren att påverka de beslut som tas angående nya installationer och material som byggs in. Här finns möjligheten att påverka vilken nivå av miljövänlighet som objektet får. Det är inte bara här insatser måste göras, det är av största vikt att det finns utbildad personal för att främja miljövänligheten och att de kan hantera och använda den nya tekniken på rätt sätt. Erfarenhet, kunskap, inställning och utbildning är av lika stor vikt som lösningarna i sig. Det samma gäller för användningen av BIM, det krävs från förvaltarnas sida en viss ansträngning för att kunna utnyttja fördelarna. För att kunna genomföra stora gröna förändringar så krävs utbildning på alla nivåer, vilket även gäller i utnyttjandet av en BIM i förvaltning. Genom att förvaltningen ärver möjligheten från projekteringsfasen att erhålla specifik information om material och teknik i objektet så skapas en ökad förståelse för byggnaden. Detta i sin tur kan leda till att det mest medvetna och miljövänliga beslut tas. (Cotts, Roper, & Payant, 2010)

### **3.3.2 Exempel på BIM i sjukvårdsfastigheter**

Locum AB är Stockholms läns lanstings fastighetsbolag, vilket innebär att de är en av de större fastighetsförvaltarna i Sverige. Locum har beslutat sig för att satsa på BIM, eftersom att fastighetsbolaget kommit till de slutsatserna att det finns bra möjligheter att spara pengar i satsningen. Genom sina ramavtalade arkitekter har Locum, med planritningar som underlag, börjat bygga upp en modellbank. Primärt modelleras objektsbaserade 3D-modeller med möjlighet att senare lägga till kategorier och information. Vilken programvara som nyttjas vid projekteringen är inte relevant, kravet är att leveransen är i IFC-format tillsammans med originalmodell. En stor stöttepelare i projektet är BIM-manualen som är en utvidgning av en CAD-manual. Den stora nyttan av detta massiva arbete ser Locum i att få ordning på sina ytor, se hur de är fördelade, använda BIM i upphandlingen av städning och hyresavtal, samt att kunna använda modellen visuellt i olika sammanhang. Förvaltaren ser även nytta i att ha sina objekt uppmodellerade som underlag vid renovering och tillbyggnation. (Lindström, Jongeling & Nilsson, 2012D)

## **3.4 Öppna filformat och samgranskning**

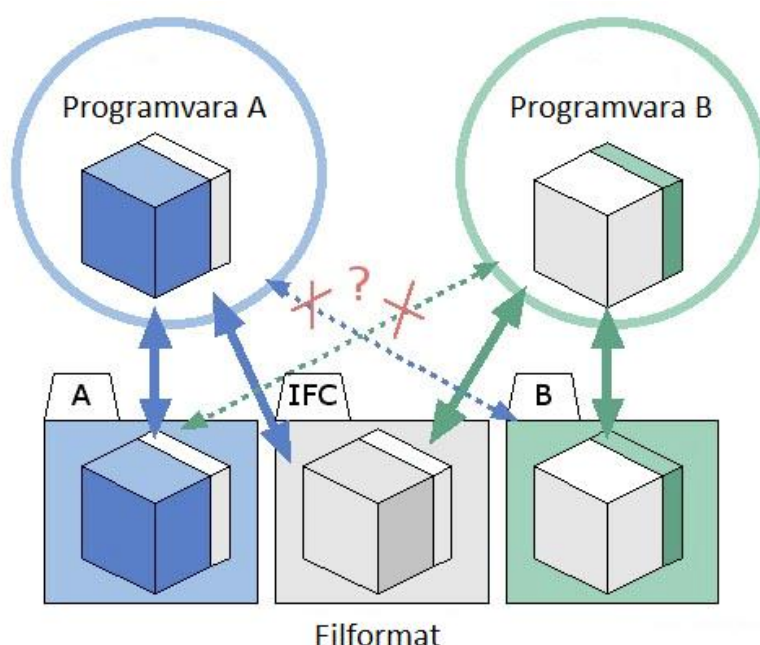
För att kunna genomföra ett BIM-projekt så effektivt som möjligt, är det viktigt att det går att växla intelligent information mellan olika mjukvaror. För det mesta använder inte de olika aktörerna inom projektering samma programvaror, vilket gör det svårt att öppna de olika modellerna tillsammans då de inte har samma filformat. Om denna interoperabilitet ska vara möjlig krävs ett neutralt och öppet filformat som flera mjukvaruprogram kan hantera. Det finns flera exempel på sådana filformat, men den här rapporten lyfter fram IFC, som är kompatibelt med de flesta programvaror, och FI2xml som främst används för att utbyta data mellan olika program i förvaltningsskedet.

Idag finns det flera olika programvaror på marknaden som är till för att det lätt ska gå att samgranska modeller som är framtagna av olika aktörer. Det går med hjälp av dessa program göra kollisionsskontroller, det går att vandra runt i en modell och ta

mått, och det går att göra en del olika simuleringar. Exempel på sådana program är Autodesk Navisworks, Solibri Model Checker och TeklaBIMsight.

### 3.4.1 IFC

IFC, eller Industry Foundation Classes som det heter, är ett öppet filformat som gör det möjligt att dela och utbyta data mellan olika programvaror. Det är utvecklat av buildingSMART som är en ideell organisation vars syfte är att underlätta användningen av BIM. IFC stöds av över 130 olika mjukvaruprogramvaror, vilket gör att separata aktörer lokalt kan arbeta med det filformat som passar dem bäst för ett speciellt syfte, men att de sedan samverkar mot en gemensam modell genom från programmen exporterade IFC-filer. Det är exempelvis möjligt att exportera en Revitfil till IFC format för att sedan öppna den med ett annat program som stöder IFC. (buildingSMART, 2012)



Figur 7: Två mjukvaruapplikationer med olika filformat kan leverera data mellan varandra genom att använda IFC format. (Mittaviiva, 2009)

Målet med IFC är att det ska bli enklare att använda information om en byggnad genom hela dess livscykel, från förstudie, projektering och byggande till förvaltning. (Smith, Tardif 2009C) För att detta ska fungera bra krävs att det finns utarbetade standarder för hur olika byggnadsobjekt ska hanteras i en modell. En IFC byggs upp av olika objekt som struktureras efter ett schema. Objekten delas in i olika objektklasser, där objekten i samma klass har liknande egenskaper. Där beskrivs även vilken relation olika objekt har till varandra. Objekten kan ges geometriska, materiella eller funktionella egenskaper. (Smith, Tardif 2009F)

För att vara så beständigt som möjligt består IFC av en helt vanlig textfil. Detta ska göra det möjligt för information att leva vidare även om inte programvaran den ursprungligen projekterades i finns kvar. (Solibri, 2012)



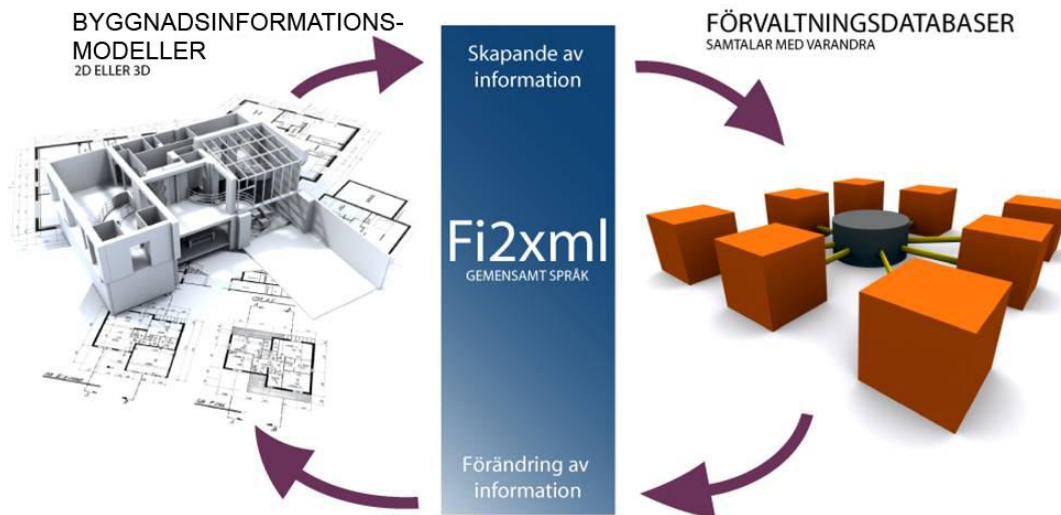
## **Svårigheter med IFC.**

När en mjukvara exporterar till IFC format så tappas ofta en del av informationen bort på vägen. Det beror på att det filformat som mjukvarorna tillhandahåller kan hantera en mer detaljerad information än vad IFC kan. För att inte den informationen ska gå förlorad, är det viktigt att spara data i både IFC och det filformat som mjukvaran använder. (Johansson, 2009) Problematiken ligger också i att mjukvaruutvecklarna inte fullt ut kan eller vill lägga tid på att utveckla bra export- och importfunktioner till sina programvaror. Exempelvis har Autodesk lagt över utvecklingen och ansvaret av IFC-export på användaren, vem som helst kan gå in och modifiera eller förbättra den befintliga exportören. (Viklund Tallgren, 2012)

### **3.4.2 FI2xml**

Föreningen för förvaltningsinformation, FFi, är en ideell förening med ca 75 medlemmar. FFi:s målsättning är att skapa en grundläggande struktur för hantering av information i förvaltningsbranschen. Föreningens vision är: "Vi är garanten för ett obrutet informationsflöde". FFi startades 2002 som ett projekt vars målsättningar var att förbättra förutsättningarna för IT i förvaltningssektorn. Vidare var målsättningarna för projektet att förvalta och vidareutveckla en gemensam grundstruktur för stabil informationshantering och kommunikation inom förvaltning, där resultatet blev Fi2. Likt BSAB-systemet fungerar Fi2 som en grundläggande och gemensam standard, användandet är mycket utbrett och underlättar för kommunikation och informationsdelning. (FFi, 2011)

För export och import av förvaltnings information skapades Fi2xml. Detta är baserat på XML, vilket står för Extensible Markup Language och är ett universellt dataspråk med märkning-och utbyggnadsmöjligheter av information. Fi2xml är baserat på Fi2:s grunddatabasstruktur för kommunikation i förvaltningsbranschen och möjliggör alltså en överföring av informationen mellan IT-system. Genom att fi2xml kan översätta information till det öppna xml-språket så kan olika system kommunicera som inte har samma ursprungsbas. Detta ger möjligheter till överföring av exempelvis teknisk- eller ekonomiskinformation till förvaltningssystem. (FFi, 2012)



Figur 8: Exempel på användning av BIM mot förvaltning med hjälp av Fi2xml. (Fi2, 2012)

### 3.4.3 TeklaBIMsight

TeklaBIMsight är en programvara framtagen av företaget Tekla för att underlätta BIM användning, det är en kostnadsfri mjukvaruapplikation utvecklad med avseende på modellbaserade projektsamarbeten. Programvaran är framtagen för att i projekt kunna kombinera alla discipliners projekteringar, oavsett programvara, i en enad modell. Programmet kan sedan utnyttjas till en rad funktioner:

- Utföra kollisionskontroller.
- Identifiera och lösa problem.
- Dela information.
- Användas som diskussionsunderlag.

Beroende på vilken information som läggs in i programmet kan även information om byggnadens konstruktionsdelar och installationer visas, det går även att göra egna noteringar, samt färglägga och visuliserar modellen i olika lägen. (TeklaBIMsight, 2012)

## 4 Resultat

Resultatet i rapporten bygger på de i projektet genomförda delarna, detta innefattar litteraturstudien, intervjuer och skapandet av en förvaltningsmodell.

### 4.1 Västfastigheters CAD-manual

Följande stycke är ett resultat av den intervjustudie gjord med personal från Västfastigheter, samt en granskning av deras CAD-manual.

Som tidigare nämnts behövs det uppdaterade och riktiga dokument och handlingar kring byggnader för att arbetet med förvaltningen ska gå så enkelt som möjligt. Det är därför viktigt att det finns tydliga och väl inarbetade arbetssätt för hur dessa handlingar ska tillhandagges Västfastigheter och hur de ska hållas uppdaterade.

Vid nybyggnad och större ombyggnationer tar Västfastigheter fram en CAD-manual som tillhandahålls de olika aktörerna. I den framgår det hur CAD och BIM relaterade dokument ska utformas för att ge Västfastigheter största möjliga nytta och kostnadseffektivitet. Det ställs krav och önskemål huvudsakligen på informationens innehåll och utformning. Exempelvis finns det beskrivet hur Västfastigheter vill att layouten ska se ut på framtagna handlingar, det finns angivet lagerindelning, texthöjder och hur det ska se ut på färdig plottad ritning. De riktlinjer som finns för redovisning av ritningar grundar sig i Bygghandlingar 90 del 8, och det är dessa som ska följas om det saknas något i CAD-manualen.

I varje projekt utses en CAD-samordnare vars uppgift är att leda och samordna projektets CAD-arbete, samt säkerställa att den tekniska dokumentationen som framställs överlämnas till Västfastigheter. Det utses även en CAD-ansvarig från varje disciplin, A, K, E och V, som är kontaktperson till CAD-samordnaren. Det är den CAD-ansvarige som ska se till att den egna disciplinen följer CAD-manualen, och det är de CAD-ansvariga för de olika disciplinerna som deltar vid CAD-samordningsmöten.

När ett projekt är genomfört lämnas samtliga handlingar över till Västfastigheter där de tas om hand av en dokumenthanterare. Dokumenthanteraren ser till att alla ritningar och dokument hamnar på rätt ställe i Västfastigheters system. De använder sig av programvaran Hyperdoc för att hantera dokument. Där är dokumenten organiserade efter ort, sjukhus, byggnadsnummer och plan.

Som bilaga i CAD-manualen finns dokumentet ”Beskrivning av omfattning och innehåll i förvaltningsritningar för distrikt Göteborg”, detta är en beskrivning över omfattning och innehåll av de förvaltningsritningar som Västfastigheter vill ha överlämnade. Dokumentet är baserat på bilaga 2 i rapporten ”Förvaltningshandlingar för förvaltning och teknisk drift. Distrikt Göteborg 2005-06-14”. Förvaltningsritningar är förenklade ritningar som enbart innehåller det som behövs i det dagliga förvaltningsarbetet. I bilagan finns det beskrivet vilka förvaltningsritningar de vill ha från A, V och E. Det står i vilken skala de vill ha och vad ritningarna ska innehålla. Det saknas däremot en beskrivning över vilka förvaltningsritningar de vill ha överlämnade från konstruktionssidan.

## 4.2 Förvaltningsritningar för konstruktion

Den intervjustudie som genomfördes med personal från Västfastigheter behandlade delvis vilka konstruktionsuppgifter som är relevanta ur en förvaltares perspektiv. Resultatet från detta har sammanställts och utifrån det har författarna tagit fram följande riktlinjer för vilka konstruktionsuppgifter som är viktiga att kunna läsa ut ur förvaltningsritningarna:

- Vad som är bärande stomme.
- Var det finns befintlig håltagning.
- Var det är möjligt att göra håltagningar.
- Vad bärande väggar och bjälklag är uppbyggda av.
- Var pelare och balkar är placerade.
- Dimensionerande last

För att komplettera bilagan ”Beskrivning av omfattning och innehåll i förvaltningsritningar för distrikt Göteborg”, har författarna med CAD-manual och intervjustudier som underlag, tagit fram en ny del där disciplinbeteckningen är K. I den nya bilagan redovisas typ av ritning, en kort innehållsbeskrivning, skala och eventuellt någon anmärkning. Här finns även redovisat BSAB-koden för ritningens innehåll, samt SvenskStandards kod för ritningskategori. BSAB-systemet är det vanligaste klassificeringssystemet för byggobjekt i Sverige.

Under intervjustudie och inläsning så har det framkommit att det är viktigt att de dokument som skall användas i förvaltningsarbetet är avskalade och preciserade för förvaltning. Från Västfastigheters sida vill de i förvaltningsritningar endast se det som är relevant för det dagliga bruket av ritningarna.

Nedan visas författarnas resultat och slutprodukt av K-disciplinens leverans till förvaltningsritningar. Finns även i bilaga 1.

| Huvudgrupp     | Disciplinbeteckning | BSAB-kod | Typ av ritning           | Innehåll                                                                                       | Skala | Anmärkningar                                           |
|----------------|---------------------|----------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------|
| 7-Konstruktion | K                   |          |                          |                                                                                                |       |                                                        |
|                | K                   | 20       | 1. Planritning           | Bärande element så som pelare, balkar och väggar. Sektionsmarkering, stomlinjer, förklaringar. | 1:100 | Rensas från måttättning i objektet, detaljmarkeringar. |
|                | K                   | 20       | 2. Sektioner             | Bjälklag, bärande element, plushöjder, våningshöjder.                                          | 1:100 | Rensas från detaljmarkeringar.                         |
|                | K                   | 20       | 4. Elevationer           | Håltagningar i bärande element, höjder.                                                        | 1:100 |                                                        |
|                | K                   | 20       | 5. Förteckningsritningar | Uppbyggnad och beskrivningar av byggdelar. Föreskrifter över dimensionerande laster.           |       |                                                        |

Figur 9: Beskrivning av förvaltningsritningar konstruktion.

Som redovisats i den nya bilagan så anser författarna att en planritning (K20-1) är relevant ur förvaltningssynpunkt. Detta styrks av att det vid intervju kommit fram att det är viktigt att kunna lokalisera bärande element. Detta är viktigt främst då håltagningar skall planeras och utföras. Om dimensionerande laster varierar stort över planet så är det viktigt att även de redovisas, i annat fall är föreskrifterna i förstärkningsritningarna tillräckliga. Även vid rivningsarbeten och vid stora flyttar är

det viktigt att se vilka delar av ett objekt som måste hållas intakta. Att enkelt kunna ta del av denna information är även viktigt när möjliga framtida ombyggnationer planeras. För att tydliggöra ritningarna bör de enligt författarna rensas från invändiga mått, då det räcker med stomlinjer. Detaljmarkeringar bör även tas bort då detaljer inte redovisas i förvaltningsritningar.

Att erhålla sektionsritningar (K20-2) som förvaltningshandlingar är viktigt för att komplettera planritningen när det handlar om höjder, fönsterplaceringar och för att visa bjälklaget. Det är även viktigt att sektioner och plan finns för att skapa en bättre uppfattning av objektet. När det gäller elevationer (K20-4) så anser författarna att dessa är viktiga för att visa på vilka håltagningar som objektet är dimensionerade för.

I förvaltningen är även förteckningsritningar (K20-5) användbara för att se uppbyggnation och material i bärande stomme, exempelvis kan dessa vara relevanta vid bormningsarbeten. Här bör även föreskrifter för dimensionerande laster ingå. Redovisningen av lasterna är av stor vikt för förvaltningen då planering för innehållet i ett rum görs, exempelvis om en tung röntgenapparat skall placeras ut.

Med grund i intervjuarbetet är de ovan redovisade uppgifterna de som författarna anser är nödvändiga för själva förvaltningsarbetet av fastigheter.

### **4.3 Förvaltningsmodell för konstruktion**

Intervjuerna behandlade även frågor kring behovet och intresset för BIM i det dagliga förvaltningsarbetet. Här diskuterades BIM i allmänhet, men även vilken information som skulle kunna vara relevant i konstruktionsdelen av en förvaltningsmodell. En förvaltningsmodell som skall användas i det dagliga förvaltningsarbetet bör innehålla samma anpassade information som förvaltningsritningar.

När Västfastigheter projekterar nya byggnader har de satt som krav att i största mån erhålla objektsbaserade 3D-modeller. Därifrån tas 2D-ritningar ut ur modellen, dessa är de som sedan används. Själva modellen används alltså ännu inte efter projekteringsstadiet, men existerar och kan verka som underlag för konsulten vid fortsatta projekt.

Vid ombyggnationer och renoveringsarbeten används till mestadels 2D-material i form av CAD- eller pappersritningar fortfarande. Detta beror på att det befintliga materialet består av traditionella ritningar. Resultatet av intervjuerna visade på en positiv syn hos Västfastigheter angående BIM och de möjliga fördelar som kan erhållas. Även många funderingar och frågeställningar belystes, vilket visade på en betänksamhet angående implementeringen.

De konstruktionsuppgifter som beskrivs i den framtagna leveransmallen för K, kapitel 4.2, ska även kunna läsas ut ur en förvaltningsmodell. Förutom dessa framkom även att andra uppgifter från en BIM var relevanta att kunna använda i samband med konstruktionsuppgifterna. Exempel på dess är:

## **Funktionskrav**

Det är fördelaktigt att i förvaltningsarbetet snabbt kunna ta mått och uppskatta areor. Även för att kunna orientera sig rätt i modell mot verklighet.

- Mått
- Area

## **Information**

Möjlighet att koppla information till modellen är viktigt för förvaltningsarbetet. Följande punkter är kopplingar som skulle vara fördelaktiga anser Västfastigheter.

- Ursprunglig funktion i rummet, exempelvis hur många personer och vilken aktivitet rummet är dimensionerat efter.
- Rummets nuvarande funktion.
- Taggningar och rumsnummer.
- Ändringar som gjorts i efterhand, till exempel förstärkningsarbeten.

## **Tester**

Att göra flyttester med funktionsmått och möjlighet att se bärande konstruktion samtidigt vore användbart anser Västfastigheter, då de ibland måste riva väggar för att kunna möjliggöra flytt av stora maskiner.

Med ovanstående resultat som grund påbörjades arbetet med en förvaltningsmodell för arkitektur och konstruktion.

## **4.4 Resultat modellering**

För att skapa en förvaltningsmodell av Centralkomplexets höghus plan 5, har författarna haft en laserinscanning i form av punktmoln, gjord av WSP Samhällsbyggnad Geografisk Information, som underlag. Fotografier som togs i samband med inscanning, samt en dwg där uppställningsplatser och inmätningpunkter är utsatta, har också använts som underlag. Där laserinscanning saknas eller är svårtolkad har Västfastigheters senast uppdaterade planritning över våning 5 använts som beslutsunderlag.

Förvaltningsmodellen kommer att bestå av en A-modell och en K-modell, där huvuduppgiften är att skapa en välfungerande K-modell. Projekteringen sker i Autodesk Revit Structure, modellen skall sedan exporteras till IFC-format och visualiseras i TeklaBIMsight.

### **Byggnadsteknisk beskrivning**

Höghuset 5032 har en bärande stomme bestående av platsgjutna bjälklag, väggar, pelare och balkar.

De vertikala lasterna bärs av de armerade platsgjutna bjälklagen, balkarna, pelarna och hjärtväggarna. Med hjälp av hjärtväggarna förs en del av lasterna från bjälklagen ned till bottenplattan och fördelas till pålar. Resterande last förs av fasadbalkar till pelarna i yttervägg, ner till bjälklaget i källaren. Här förs lasterna ned i bottenplattan via betongväggar i källaren.

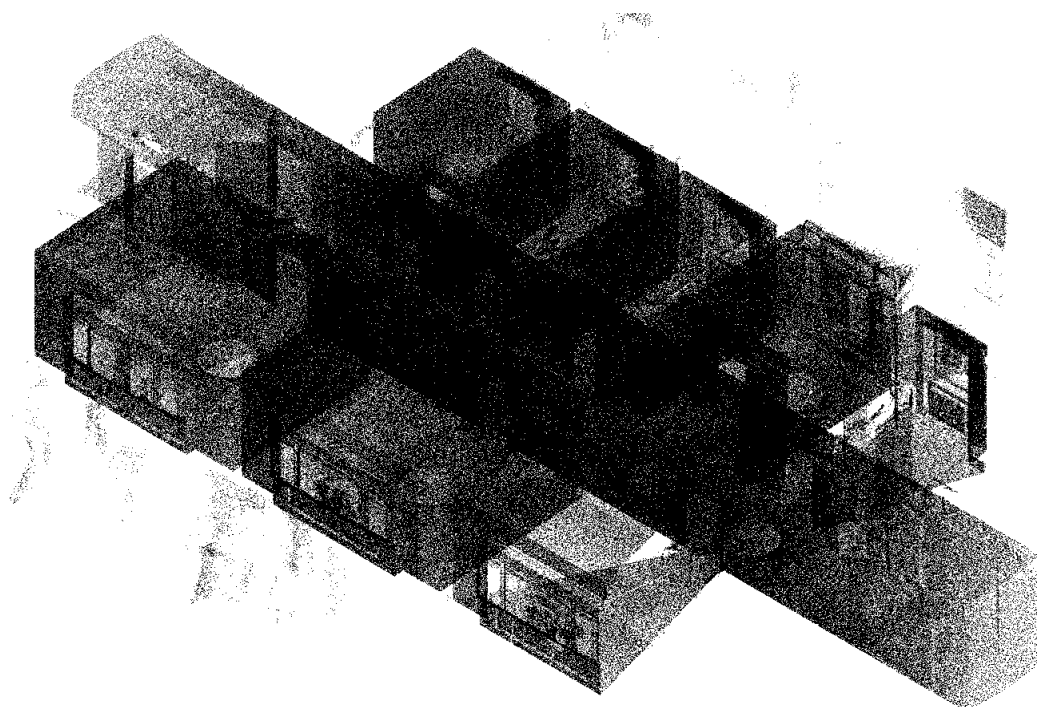
Betongväggarna i huset verkar stabiliserande för de horisontella lasterna, det görs genom att den horisontella lastbäringen fördelas till de stabiliserande betongväggarna via skivverkan i bjälklaget. (Sparrings, Helling 2010)

#### 4.4.1 Modellering

##### Uppstart

De punktmoln som tillhandahålls från Geografisk Information bestod av tio stycken filer i formatet \*.pts, storleken på dessa varierade mellan 1-8Gb. För att kunna öppnas med Revit Structure var de tvungna att konverteras till filformatet \*.pcg, vilket var en något tidskrävande process.

Då ett och samma koordinatsystem använts vid inmätningen så placerades punktmolnen rätt i förhållande till varandra direkt när de öppnades i Revit. De hamnade också på rätt plushöjd, +65.128, vilket stämmer överens med de plushöjder angivna på de gamla ritningar författarna har tagit del av.



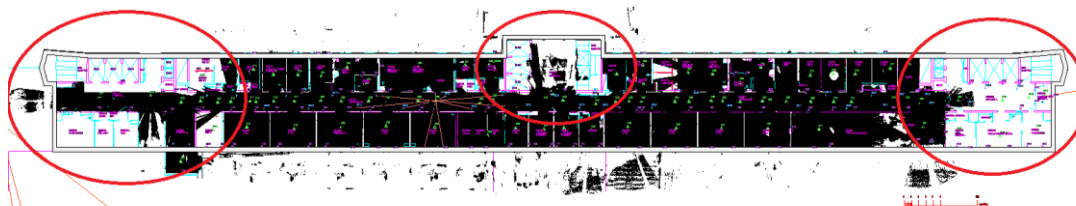
*Figur 10: Exempel på 3D-vy av ett punktmoln öppnat i Revit Structure.*

Beroende på hur punktmolnet studeras kan olika egenskaper läsas ut. Om det öppnas i en plan vy går det att se väggarnas tjocklek samt dörrar och fönsters placering. Det går däremot inte att skapa någon uppfattning av takhöjd eller ett fönsters vertikala placering. Detta studeras enklast genom att ta ut olika sektioner eller elevationer. För

att skapa en tydlig rumsuppfattning och helhetsbild är det enklast att använda sig av en 3D-vy, vilket bilden ovan är ett exempel på.

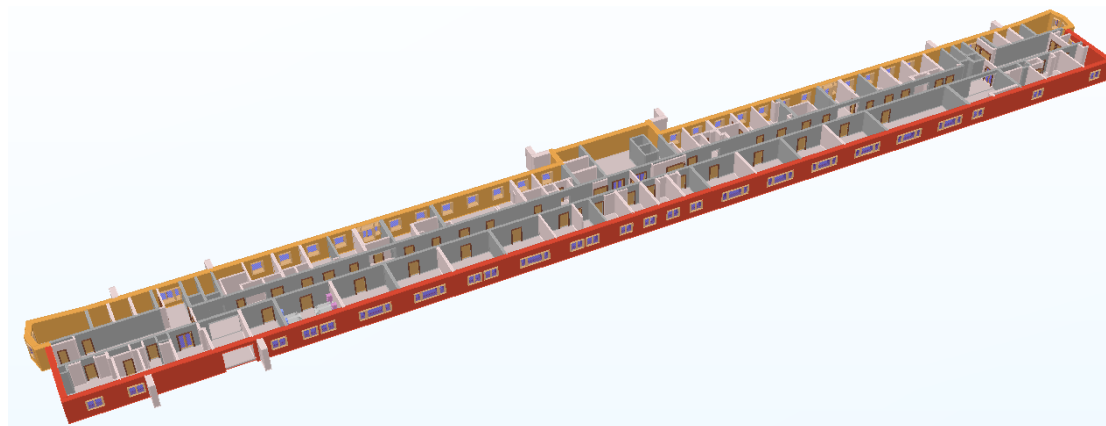
### A-modell

I den mån det gick har punktmolnen uteslutande använts som underlag för modelleringen. Dock saknades inskannad data på en del platser, främst i trapphusen, och då har fotografier och befintliga dwg-ritningar använts för att bygga modellen. Dessa delar är därmed inte lika exakta som de med laserskannat underlag.



Figur 11: Exempel på där inskannat material saknats och dwg använts som underlag.)

Till att börja med mättes vägg tjockleken i punktmolnen, sedan modellerades väggen i rätt storlek på rätt placering. Hänsyn till håltagningar och dörrar gjordes inte i detta skede. När alla väggar var på plats skapades ett bjälklag. Därefter placerades dörrar, fönster och öppningar ut på korrekt placering. Dessa modellerades med riktiga mått genom att mäta och tolka punktmolnet. I och med detta var A-modellen färdigställd och huvuduppgiften bestående av att göra en K-modell påbörjades.



Figur 12: Färdig A-modell öppnad med TeklaBIMsight.

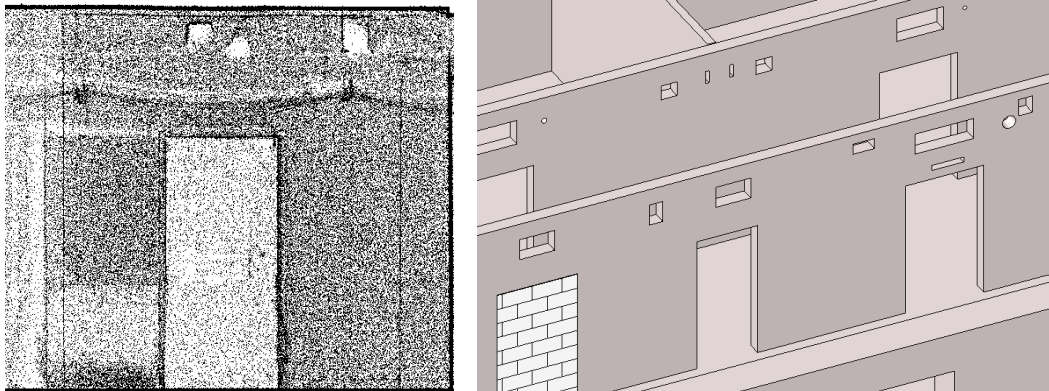
### K-modell

Arbetet med K-modellen påbörjades med noga studier av befintligt ritningsmaterial. Underlaget bestod av de gällande ritningsmaterialen, i form av plan-, sektion- och elevationsritningar. Dessa ritningar är de ursprungliga samt ett antal revideringar.

A-modellen länkades in för att användas som referens gällande de exakta koordinaterna. Därifrån skapades en modell för konstruktionen, där arbetet inleddes med bjälklag, hjärtväggar och stabiliserande väggar. I K-modellen är det endast väggarnas betongkärna som visualiseras, dess tjocklek har modellerats utifrån konstruktionsritningarna.

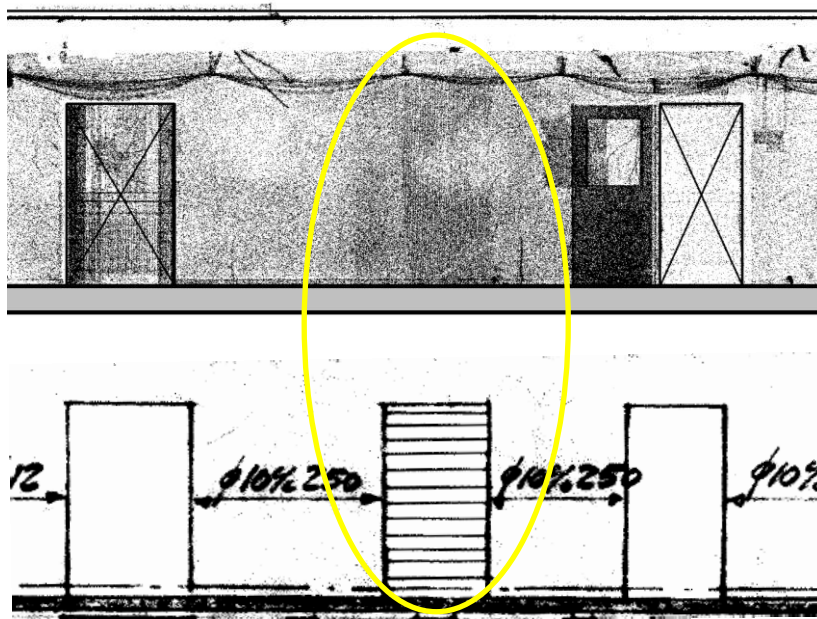


En stor del i arbetet med K-modellen bestod av att inkludera alla befintliga håltagningar i modellen. Här användes laserskanningen som underlag och kontroller gjordes mot elevationsritning. Vid olikheter har beslut tagits genom noga avvägningar av materialet som fanns att tillgå.



Figur 13 och 14: Exempel på hur håltagningar ser ut i punktmolnet samt hur det redovisats i modellen.

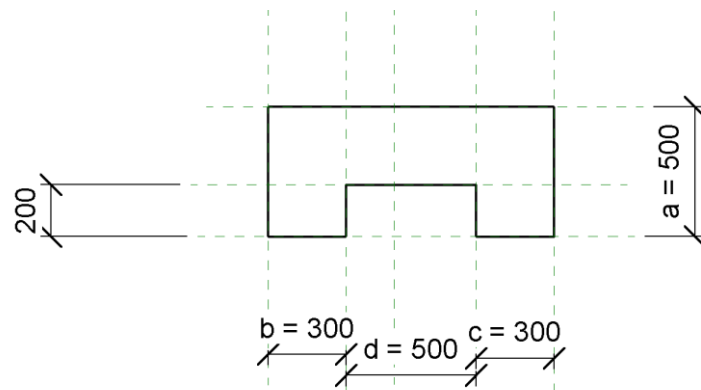
Elevationsritningen visar även håltagningar som i dagsläget är igensatta. Det är viktigt att visa även dessa i modellen då det kan bli aktuellt att vid ombyggnation öppna upp igen.



Figur 15 och 16: Den övre bilden visar punktmolnet, och den undre visar elevationsritningen, där syns det att det finns en igensatt dörr. (WSP Byggprojektering, 2012)

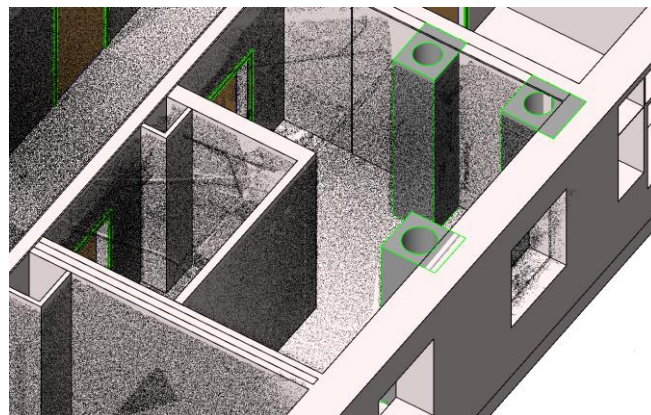
Vidare skapades pelare och balkar. Pelarna skapades utifrån de gamla konstruktionsritningarna. De flesta av pelarna är av samma form fast har olika mått, därför skapades en familj i Revit där förhållandet mellan pelarnas sidor sattes ut.

Genom att använda sig av familjen kunde varje enskild pelare ges sina mått utan att behöva projektera en ny varje gång den skulle användas.



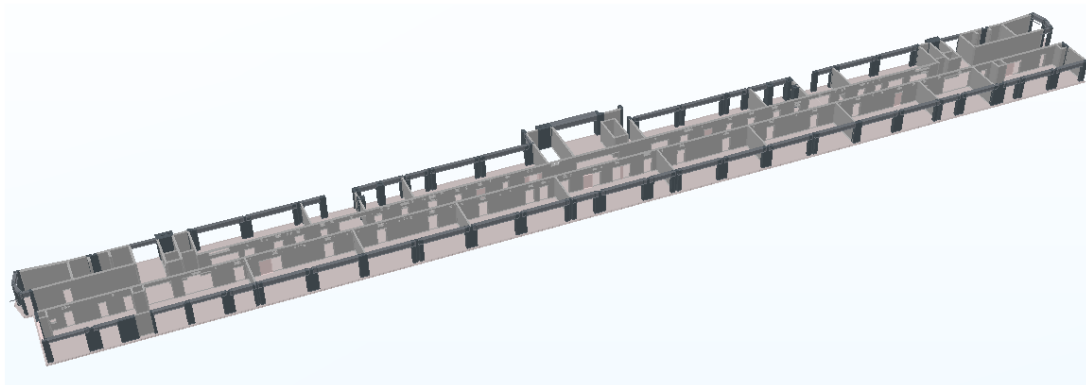
Figur 17: Exempel på projekterad pelarfamilj i Revit, de olika måtten  $a, b, c$  och  $d$ , kan ändras när pelaren placeras i projektet.

Då pelarna sitter i ytterväggen och inte syns i punktmolnet, har författarna utgått från ritningsmaterialet för att placera ut dem. På ett par ställen är pelarna synliga och då kunde bekräftas att placeringen av pelare stämmer mellan ritningsunderlaget och laserinscanningen.



Figur 18: Pelarnas placering passar med punktmolnet.

Balkarna skapades även dem utifrån ritningsunderlaget och placerades in i förhållande till pelarna. Bjälklaget modellerades även det till korrekt tjocklek i k-modellen. Överlag hade bjälklaget i stort sett samma tjocklek, dock med vissa undantag.



Figur 19: Färdig K-modell öppnad med TeklaBIMsight.

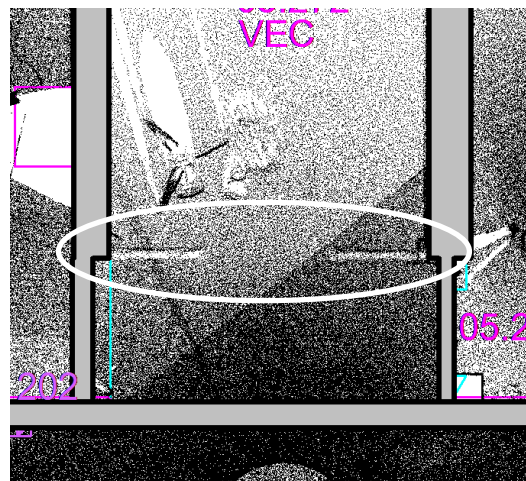
#### 4.4.2 Svårigheter vid modellering

Under modelleringens gång har en del svårigheter upptäckts, dessa kan ibland förebyggas genom att vid laserskanningstillfället tänka på en del mindre detaljer som kan underlätta hanteringen av punktmolnen. En del av dessa redovisas nedan med hjälp av fotografier tagna vid laserskanningstillfället samt skärmbilder över hur punktmolnen ser ut i Revit.

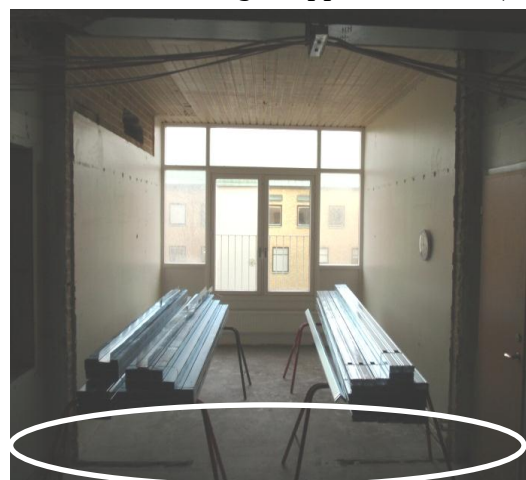
##### Missuppfattningar

I flera fall har det varit svårt att tyda hur verkligheten ser ut genom att enbart studera det laserskannade materialet, det har då varit en stor hjälp att även ha fotografier att tillgå.

Bilderna nedan föreställer båda samma rum. Den övre bilden visar punktmolnet i en plan vy i Revit. Här finns tolkningssvårigheter då det är svårt att avgöra vad strecken markerade i bilden föreställer. Den nedre bilden är ett fotografi som togs i samband med laserskanningen, med hjälp av den är det enkelt att se att det är resterna av en tidigare vägg nere på golvet. I det här fallet och i liknande situationer har det varit till stor hjälp att ha riktiga fotografier att studera och utvärdera.



Figur 20: Bilden visar laserskanningen öppnad i Revit. (Skärmbild Revit)

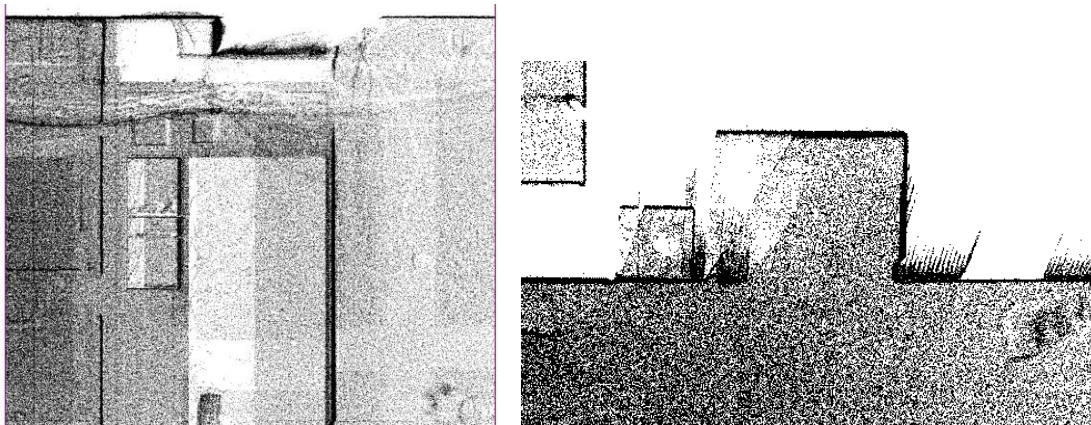


Figur 21: Bilden visar verkligheten i form av ett foto. (von Feilitzen, Klarqvist, 2009)



Det finns fler exempel på då det har varit svårt att tyda hur verkligheten ser ut genom att enbart ha punktmolnen som underlag. Att modellera ut i från laserskanning medför att projektören ställs inför ett antal mer eller mindre komplicerade tolkningsproblem, men med hjälp av erfarenhet, besök på plats, dwg-underlag och foton kan en avvägning enklare göras. På så vis erhålls en så verklighetstrogen modell som möjligt.

På nedanstående bilder syns en nisch med ett inbyggt skåp. Den vänstra bilden visar en sektion tagen på nischen framifrån, den högra visar en plan vy av nischen. Den undre bilden visar ett fotografi. Utan det verkliga fotografiet hade det varit svårt att få en klar bild över hur verkligheten faktiskt ser ut.



Figur 22: Sektion och plan vy över nischen.



Figur 23: Fotografi som visar övre delen av nischen. (von Feilitzen, Klarqvist, 2009)

I och med att en mätpunkt, 226, finns med på fotografiet, är det enkelt att koppla samman bild till rätt plats i punktmolnet. Detta på grund av att mätpunkterna även är utsatta på medföljande dwg-underlag.

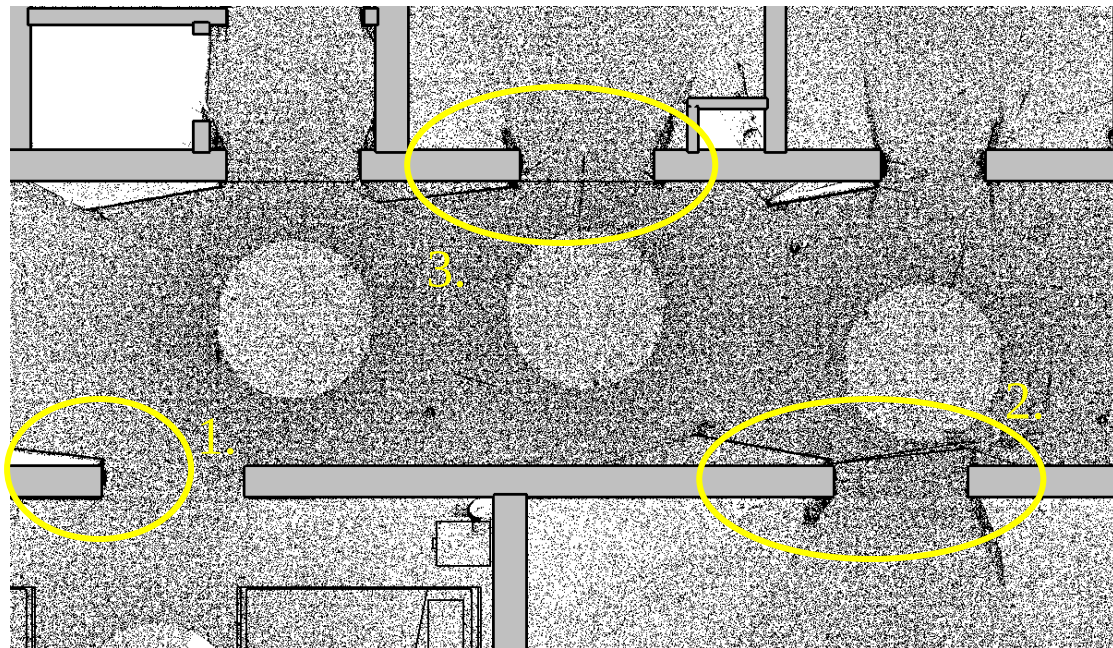
En del av de håltagningar som existerar och ska visualiseras i K-modellen, var vid inskanningstillfället igensatta med plast och frigolit. Detta gjorde att inskanningen ibland var svårtydd och utan fotografiernas hjälp hade det varit svårt att avgöra om det verkligen var en håltagning.



Figur 24 och 25: Den vänstra bilden (von Feilitzen, Klarqvist, 2009) visar ett foto där det framgår att håltagningen är igensatt, den högra bilden visar hur detta framkommer något otydligt i punktmolnet.

## Dörrar

Vid vissa tillfällen har det varit svårt att tyda storleken på dörrar, vilket håll de öppnas åt och ifall det överhuvudtaget existerar en dörr. Är dörren stängd är det lätt att den uppfattas som en vägg, är den helt öppen kan det istället bli så att den "är i vägen" så att det som existerar bakom dörren inte skannas in. Nedanstående bilder redovisar några bättre och sämre exempel på hur olika lägen på dörrar påverkar resultatet.

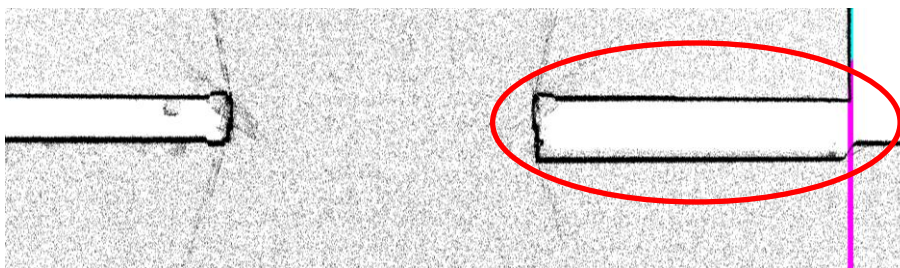


Figur 26: De olika exemplen visar på bättre och sämre positionering av dörrar.



1. I det här fallet har dörren varit i ett och samma läge vid alla inskanningstillfällen, det som finns bakom dörren blir därmed aldrig inskannat, och dess gestaltning är därmed inte 100 procent trovärdig.
2. Här har dörren stått i ett flertal olika lägen, och onödigt många streck efter dörren har därmed kommit med i punktmolnet.
3. Detta är ett bra exempel på hur dörren bör stå för att skapa så bra underlag för modellering som möjligt enligt författarna. Dörren har varit både stängd och öppen, men endast i två lägen, vilket inte skapar en massa streck som förvirrar.

I nedanstående fall är dörren helt uppslagen, vilket gör att det lätt kan misstolkas som en väggjocklek, istället för en uppslagen dörr plus en vägg som det faktiskt är. I det här fallet hade det underlättat om dörren varit öppen i det ena läget och stängd i nästa, för att på så vis ge en tydligare bild av verkligheten.



Figur 27: Exempel på när en öppen dörr skapar en felaktig illusion.

## 4.5 Användandet av modellen hos Västfastigheter

För att ta fram innehållet i förvaltningsmodellen har intervjustudier med Västfastigheter utförts och efter avslutad modellering genomfördes en presentation av modellen i TeklaBIMsight. En givande diskussion hölls kring modellen, där positiva och negativa åsikter redovisades. Vid tillfället visades positiv inställning till det utförda arbetet men programvarans brister åskådliggjordes.

Det Västfastigheter anser är givande är att få en verklighetsbaserad och uppdaterad modell som ger en uppfattning av det som verkligen förvaltas. För att till fullo nyttja BIM i förvaltningen krävs många flera funktioner än det som är möjligt i TeklaBIMsight. Från Västfastigheters sida önskar de kunna koppla samman sin information kring hyresgäster, rumsnummer samt information kring förvaltningsarbetet med enkla sökvägar i modellen. De vill även ha möjligheten att utföra mindre ändringar själva, något som inte ges i TeklaBIMsight utan kräver projekteringsprogramvara som exempelvis CAD eller Revit. De konstaterar att om BIM skall implementeras i förvaltningsarbetet så måste all information samlas på en plats. Det ska gå enkelt att söka information genom rumsnummer, det ska vara lätt att uppdatera och det ska kunna länkas till befintligt material. Att ta fram en förvaltningsmodell är en del i att implementera BIM i förvaltningen men det krävs många fler delar för att få en fullständig funktion.

## 5 Diskussion

Det huvudsakliga syftet med rapporten är att kartlägga hur BIM kan vara användbart för en förvaltare, rapporten syftar även till att utvärdera vilka konstruktionsuppgifter som är viktiga ur förvaltningssynpunkt, samt hur dessa ska kunna läsas ut ur en förvaltningsmodell.

För att bli så insatta som möjligt kring BIM och förvaltning, samt få en god insikt i hur diskussionerna och åsikterna kring BIM ser ut i nuläget, utförde vi i ett tidigt skede en litteraturstudie. Där ingick både litteratur, rapporter och artiklar. Eftersom BIM är ett aktuellt och relativt nytt ämne så är materialet som finns att läsa nyskrivet och i många fall utfört av förespråkare som håller en positiv karaktär. Detta har lett till att vi fått en god inblick i nuläget, men det har krävts en ansträngning för att förhålla sig objektiv till ämnet. Ett besök på openBIM konferensen, inriktad mot BIM i förvaltning, i Stockholm den 26 mars 2012, visade att vi var väl uppdaterade i frågan, samt att vi hade samma frågeställningar som branschen i övrigt. Vi har även utfört en intervjustudie med personal från Västfastigheter, den behandlade bland annat deras syn på BIM och hur de tror att BIM kan vara användbart för dem. Överlag så har de "negativa" åsikter kring BIM i förvaltningen som framkommit i arbetet handlat mer om själva implementeringen av BIM, och hur den skall utföras, än själva konceptet. Dessa åsikter och betänksamheter nådde oss främst vid intervjustudien och besöket på openBIM- konferensen i Stockholm. Därav kan slutsatsen dras att valet av att samla information från flera olika källor var ett positivt beslut för att erhålla en nyanserad och objektiv bild av BIM.

Rapporten har i huvudsak fokuserat på BIM i förvaltningsskedet. För att nå fram till denna del i rapporten har vi valt att först presentera bygg- och förvaltningsprocessen samt BIM i största allmänhet. Vi har valt att ingående presentera behovet och resultatet av BIM i allmänhet, för att peka på att BIM påverkar hela livscykeln. Allt detta för att ge läsaren en grundlig introduktion till projektets kärna, BIM i förvaltningen. Det är relativt enkelt att se att fördelarna med att implementera BIM är mycket stora för hela byggkedjan. När det kommer till förvaltningen finns det stora frågetecken som behöver redas ut. Ett av de största hindren är att det på stora objekt ofta pågår en mängd mindre reparationsarbeten och projekt konstant. Detta resulterar i en enorm mängd uppdateringsjobb som måste utföras på ritningar. Ofta sker inte denna informationsuppdatering överhuvudtaget. Det är självklart viktigt att föra in ändringar även i dagens dokumentsystem, men om en BIM skulle användas i arbetet så anser vi att det är ännu viktigare att den hålls uppdaterad. Detta grundar sig i att om en modell finns att tillgå, så uppfattas gärna den nya tekniken som sanning. Det är därför viktigt att föra in hur det ser ut i realtid, antingen genom en uppdatering av modellen eller att påvisningar av ändringen redovisas med till exempel en kommentar eller länkat dokument.

Det som gör förvaltningsskedet extra komplicerat är att det inte, som i de tidigare skeden, handlar om att producera en produkt till beställare. Förvaltningsskedet handlar mer om en förädlingsprocess, där hänsyn måste tas till ursprungliga idéer och äldre byggnader, tillsammans med ny teknik, nya byggnader och nya förutsättningar. Att det ofta bedrivs verksamhet i lokalerna och att huvuduppgiften för en förvaltare är att ge god service för kunden, måste också tas hänsyn till i det dagliga

förvaltningsarbetet. Detta gör att möjligheterna till förändring i arbetssätt och implementering av ny teknik i förvaltningsskedet är komplicerad. I och med intervjustudierna har författarna även insett att förvaltningsarbetet av sjukhusbyggnader är ännu mer komplicerat med tanke på att verksamheten kan vara mycket känslig för störningar och tekniska problem.

Eftersom det finns viss problematik kring dokumenthantering och handlingarna idag så kanske implementering av BIM känns som en ytterligare komplicerande faktor i förvaltningsskedet. Vår åsikt är att det inte behöver leda till det, här kommer vikten av att kunna samordna sina system in för att minska uppdateringsarbetet. Att förändra system, kanske inhandla nya programvaror och koppla samman information är en stor förändringsprocess och det kommer ta lång tid i förvaltningssidan. Detta beror på som tidigare skildrat vikten av att förvaltningsarbetet konstant fungerar och att om det satsas på nya system och förändring så skall denna vara pålitlig och bestående för framtiden. Som presenterats ovan kommer en satsning på ny teknologi ge många fördelar även om det kommer att kräva tid, utbildning, nya rutiner och en ekonomisk satsning. Faktum är att framtidens teknologi utvecklas hela tiden och för att skörda fördelar måste det satsas.

Den andra delen av arbetet var att utvärdera vilka konstruktionsuppgifter som är viktiga ur förvaltningssynpunkt och utifrån dessa skapa en mall för överlämning av förvaltningsritningar över konstruktion. För att ta fram vilket innehåll som var relevant i förvaltningsritningar för K, har vi använt oss av resultatet ifrån den litteratur- och intervjustudie vi gjort. Att enbart Västfastigheter intervjuats kan ses som bristfälligt, men då arbetet riktar sig mot dem och det är de som kommer nyttja resultatet anser vi att det räckte. Resultatet som skapades är anpassat för att fungera med de leveranskrav som redan fanns för A, E och V. Den största avgränsningen som gjorts är att detaljritningarna valts bort, då vi inte anser att de kommer användas i själva förvaltningsarbetet. Vi har inte hittat något liknande arbete och resultatet går därför inte att jämföra med något annat. Vi anser dock att tillräckligt med information har erhållits för att få ett trovärdigt resultat.

Utifrån de krav som ställs på förvaltningsritningar för K, skapades också en förvaltningsmodell. I och med att det är en modell anpassad för förvaltning är innehållet i den anpassat efter det, modellen är därför avskalad från överflödiga information. Det som visas är enbart den bärande konstruktionen och dess uppbyggnad. Exempelvis armering i betong redovisas inte, då det enligt våra resultat räcker att enbart visa att det är en bärande konstruktion. Vill förvaltningen bygga om eller ändra något vet de med hjälp av modellen om de behöver kontakta konstruktör för konsultation.

När det gäller modelleringen har vi valt att använda oss av Autodesk Revit Structure, valet beror i första hand på att vi hade mest förkunskaper i det, och att Revit kan exportera till IFC-format. Valet av programvara har inte påverkat modellens slutresultat, dock har vi under projektets gång upptäckt att Revit inte exporterar så bra till IFC som andra programvaror gör. Om modellen istället exporteras till Autodesk Navisworks format, kommer större mängd och mer detaljerad information med.

Att modellen i första hand gjorts utifrån punktmoln, gör att den är mer exakt än den skulle ha blivit om enbart ritningsunderlag hade funnits till hands. Jämförelse mellan punktmolnen och ritningsunderlaget visar att det skiljer sig en del på vissa ställen, och



eftersom punktmolnen är en avspegling av verkligheten ger det ett riktigare resultat. Det saknades dock laserinscannat underlag på vissa ställen och där har vi fått titta på ritningsunderlaget. Vi har jämfört hur det skiljt sig på andra ställen, och försökt anpassa de okända delarna efter det, för att skapa ett så riktigt resultat som möjligt. Den färdiga modellen är i våra ögon så exakt som det gick att få med det underlag vi hade tillgång till.

Huvuduppgiften i projektet var att skapa en förvaltningsmodell för konstruktion, men då denna i sig kan vara svår att förstå och orientera sig i valde vi att även skapa en enklare A-modell. A-modellen gör att det är enklare att få en helhetsbild och det är lättare att förstå var i modellen vi tittar. Det är utifrån laserskanningen A-modellen i första hand är skapad och det är den som är en korrekt avspegling av verkligheten och utgör därmed en så kallad as-bult modell.

Vid utvärderingen av modellen framkom det att Västfastigheter saknade rumsnummer i modellen. Då rumsnummer hör till A-modellen och vårt fokus i första hand låg på K-modellen, valde vi att inte lägga tid på att lägga in rumsnummer. För användandet av en fullständig förvaltningsmodell är dock detta viktigt att ha med. Ett annat önskemål förvaltningen hade på modellen var att den skulle vara lätthanterlig och inte kräva allt för stora och avancerade programvaror för att kunna användas. I och med användandet av IFC och TeklaBIMsight som viewer anser vi att vi uppnått det när det gäller själva visualiseringen. Det finns dock mycket kvar för att uppnå fullständig användning av BIM. Det största frågetecknet kring hur en BIM ska bli till så stor nytta som möjligt för förvaltningen, är hur alla deras uppgifter angående ett objekt ska kopplas till en förvaltningsmodell. Genom att använda TeklaBIMsight går det att titta på modellen och få en bra bild av verkligheten. Det är i vårt fall med K-modellen enkelt att se om en vägg är bärande eller inte, och vart håltagningar kan göras. Det går genom TeklaBIMsight däremot inte att få tillgång till den information som finns kring byggnaden på andra ställen. Att kunna se ett rumsfunktionsprogram eller att enkelt kunna se vilken hyresgäst som finns i ett rum direkt i samband med en öppnad förvaltningsmodell vore användbart. Ett dokumenthanterings program som hanterar all information kring en byggnad, men även kan visa modeller och fungera som en viewer tror vi är nödvändigt för att BIM ska kunna användas fullt ut i förvaltningen. Att då kunna söka på ett rumsnummer och direkt komma till rätt rum och få fram all information kring det vore optimalt.

TeklaBIMsight fungerar kanske inte så bra som förvaltningsprogram, men programvaran är ändå ett mycket bra verktyg och en möjlighet att köra pilotprojekt där modeller kan testas och utvärderas för förvaltningsverksamhet, utan att det är för kostsamt.

Vad som är fördelaktigt med att arbeta med en BIM är att med hjälp av öppna format kan informationen enkelt flyta mellan aktörerna i projektet. När detta sedan skall flyttas till förvaltning så ger de öppna formaten fler möjligheter. Den största anledningen till att använda öppna format är att kunna säkerställa att informationen som läggs in i BIM blir beständig i framtiden. IFC presenteras som den bästa lösningen, men det är svårt att garantera att det verkligen kommer att vara hållbart. Med hjälp av de öppna formaten så kan olika programvaror nyttjas och informationen står inte och faller med en vis programvaruleverantör. Detta är en nyckelfråga för förvaltarna, och en stor anledning till att de i är återhållsamma med satsningar på ny

teknik. Förvaltningsarbetet sker under större delen av en byggnads livscykel och påverkar dess livslängd och funktionalitet. En effektiv och bestående förvaltning är målsättningen med att utveckla förvaltningsarbetet och enligt författarnas åsikt bör BIM vara en del av det i framtiden.

## 6 Slutsatser

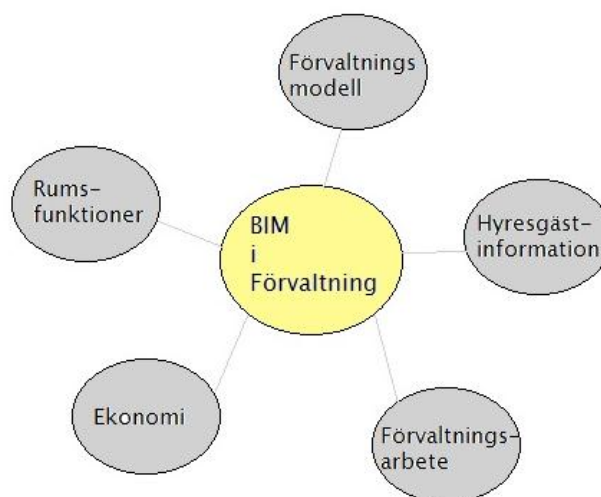
Följande frågeställningar kan utläsas ur rapportens syfte:

- Hur kan BIM nyttjas i förvaltningsskedet?
- Hur bör konstruktionsritningar anpassas till förvaltning?
- Hur bör underlaget för modellering utifrån laserskanning anpassas?

### 6.1 Förvaltning och BIM

Den konceptuella idén med BIM efter projekteringsstadiet är enligt branschen att en BIM skall nyttjas, uppdateras och fyllas på med information under hela byggnadens livscykel. Detta förlopp är en vision av hur BIM optimalt kommer att användas i förvaltningen. Ett av de stora hindrena mot genomslaget av BIM är komplexiteten i att skapa förändringar och effektivare lösningar i byggbranschen. Att en implementering av BIM faktiskt initierats är en positiv utveckling, även om den fortfarande är dröjande. Att använda öppna format vid konvertering och nyttjande av modellen är en förutsättning för att få det just nu säkraste formatet för att säkerställa informationens beständighet.

När det kommer till att använda BIM i förvaltningen handlar det om ett större koncept där modellen från projekteringsstadiet är en del i helheten. Det handlar i huvudsak om att med hjälp av BIM samla det omfattande förvaltningsarbetet i en central plats, där alla funktioner och all information finns att tillgå.



*Figur 28: Med hjälp av en BIM i förvaltningen kan all information i förvaltningsskedet kopplas samman till en modell.*

Med hjälp av inläsningsstudier, intervjuer och besök på OpenBIM-konferensen i Stockholm, mars 2012, har vi lyssnat av branschens åsikter och kommit till följande slutsatser kring för- och nackdelar med BIM i förvaltning:

#### + **Beslutsunderlag och visualisering**

När förvaltningsaktörer deltar i projekteringsfasen i ett tidigt skede, så är det mycket fördelaktigt att kunna använda sig av 3D-objekts modell som beslutsunderlag och diskussionsmaterial. Det är för de flesta människor mycket enklare att bilda en uppfattning som är mer verklighetsbaserad när 3D-visualisering presenteras istället för vanliga 2D-ritningar. Då kan utformning och lösningar diskuteras och debatteras för att få ett resultat efter produktion som är bra anpassat efter objektets ändamål. Det kan även underlätta kommunikationen med hyresgästen, till exempel i sjukvården, där personalen som ska arbeta i lokalerna i ett tidigt skede kan få se utformning och få möjlighet att ge sina synpunkter. Med hjälp av BIM kan då en gemensam uppfattning skapas hos alla inblandade parter, och på så vis nås ett resultat som fler är nöjda med.

#### + **Underlag vid renovering och rivning**

Med en ordentligt uppdaterad BIM av en befintlig byggnad erhålls vid renoveringsarbete eller tillbyggnad ett mycket bra underlag för projektering. En BIM kan då nyttjas för att ta fram information för A,V,K och E, samt låta modellen användas för beslutsunderlag, projektering, produktionsunderlag och åter i förvaltning. Detta kan resultera i en mer kostnads- och tidseffektiv process med ett bättre resultat.

Vid rivningsarbete kan en BIM användas för att enkelt se vilka material som finns i byggnaden, vilket förenklar för återvinning och deponi.

#### + **I det dagliga drift och underhållsarbetet**

I drift och underhållsarbetet är det arbeten kring el, VVS och ventilation som görs med högst frekvens. Här erhålls då de flesta fördelarna vid användningen av en BIM. Med hjälp av modellen finns en enkel visualisering av installationer, vilket kan underlätta vid felsökningsarbetet. I en BIM finns även objektsinformation, vilket är användbart när installationer måste bytas ut. Ett exempel är vid fläktbyte, då tekniskinformation kring fläkten, dess märke och typ, kan vara bra information att ha.

Vid håltagningar och förändringar av planlösning är det av största vikt att ha tillgång till konstruktionsdokumentation av byggnaden. Med hjälp av en BIM kan förvaltaren enkelt se var bärande element finns, och kan då snabbt rådfråga konstruktörer angående ombyggnation.

Kopplas rumsnummer till modellen blir det lätt att orientera sig. Använder förvaltaren en viewer såsom TeklaBIMsight är det lätt att ta mått direkt i modellen, och det går då snabbt att bilda en uppfattning om area i ett utrymme.

#### + **Simuleringsmöjligheterna**

Med en fungerande BIM finns möjligheter till simuleringar, tester och analyser. Detta anser författarna är en stor fördel med den nya utvecklingen. Vid nyproduktion, renovering och ombyggnation finns som tidigare skildrat, möjligheter att göra

kollisionskontroller i program som TeklaBIMsight, Navisworks och Solibri. Det finns även andra simuleringar som kan vara användbart för förvaltningen. Exempel på detta är flyttningssimuleringar, som kan vara särskilt användbart i sjukvården då stora röntgenapparater skall flyttas. Med hjälp av en BIM kan man kontrollera passagemått, om väggar behöver tas ned, var bärande element finns och hur resultatet kommer se ut. Teknologin utvecklas konstant och möjligheterna med energisimuleringar, flödestester och andra installationsprovningar kommer att öka, vilket kommer att kunna utveckla den effektiva förvaltningen.

Med hjälp av det som kallas 4D och 5D finns också möjliga vinster i förvaltningen enligt författarna. Detta främst vid om- eller nybyggnad om förvaltaren har rollen att handla upp entreprenaden. Med hjälp av en BIM finns då möjligheter att ta fram mängder och ungefärliga tidsplaner, för att precisera upphandling och kostnader.

#### **+ Samling av information**

Ett av de viktigaste målen med att implementera BIM i förvaltningsskedet är att kunna minska ”öarna” av information. I dagsläget finns information oftast i separata system för till exempel hyresgästinformation och förvaltningsarbeten. Om det går att baka ihop de olika informationsplatserna till en, effektiviseras arbetet, uppdatering behöver inte ske i fler steg och en helhetsbild av informationen blir lättare att tillgå. Här är utvecklingen av fi2xml av störst vikt för att kunna kommunicera mellan förvaltningssystem och BIM.

#### **- Komplicerad implementering**

Att i nya projekt få förvaltningsdokument i 3D och BIM kräver ingen större insats. Svårigheten ligger i att omvandla befintliga förvaltningsritningar till BIM. Det är en tids- och kostnadskrävande process. Det kräver även att det underlag som använts är uppdaterat och korrekt.

#### **- Programvaror**

Nya programvaror för att kunna hantera BIM kommer att behövas. Det är även viktigt att modellerna och informationen i förvaltningsskedet är beständig och kan leva kvar under mycket lång tid. IFC presenteras som den bästa lösningen, men det är svårt att garantera att det verkligen kommer att vara hållbart. Att satsa på BIM och de öppna formaten blir ett risktagande för förvaltningen.

#### **- Kräver viss utbildning**

För att kunna nyttja ny programvara och nya system fullt ut, krävs att personalen erhåller en viss grundläggande kunskap.

#### **- De ekonomiska vinsterna är inte direkta**

Om ett bibliotek av förvaltningsmodeller ska byggas upp krävs det ekonomiska insatser. Vinsterna som kan ses i användandet av modellerna är i första hand tidsbesparing och ett förenklat arbete. Ekonomiska vinster kommer först i ett långsiktigt perspektiv till följd av effektivare förvaltning.

## 6.2 Förvaltningsritningar för konstruktion

I dagsläget har Västfastigheter tydliga riktlinjer över vilka förvaltningsritningar de vill ha från A, V och E. Det saknas däremot en beskrivning över vilka förvaltningsritningar de vill ha överlämnade från konstruktionssidan. Utan några avgränsningar erhåller de en svårhanterlig mängd ritningar. Följande punkter ska styrka vikten av att anpassa konstruktionsritningar till förvaltning.

- Den stora mängd information som hanteras i dagsläget är svåröverskådlig och kan inte hanteras effektivt.
- Om ritningarna inte är anpassade efter förvaltningens behov, innehåller de en mängd irrelevant information vilket resulterar i svårttytt ritningsmaterial för förvaltaren.
- Om anpassade förvaltningsritningar skapas, kan förvaltaren själv dra slutsatser kring frågor rörande en byggnads stomme. På så vis slipper de kontakta konstruktör kring frågor de kan lösa själva.

## 6.3 Modellering och laserskanning

Att modellera utifrån en laserskanning är enligt våra åsikter ett mycket bra sätt att erhålla en så verklighetsbaserad modell som möjligt av ett befintligt objekt. Enligt våra erfarenheter så är det gällande dwg eller ritningsunderlaget inte alltid överensstämmande med den aktuella statusen. Detta gäller då främst objekt där mycket arbete och förändringar utförs.

I själva modelleringsarbetet krävs det viss tid och ansträngning innan projekteringsarbetet och avläsningen av punktmolnet går snabbt och smidigt. Det är viktigt att arbeta med sektioner, 3d-visualiseringen och plan vyn i för att erhålla en korrekt uppfattning om verkligheten.

Vid modellering av vår A-modell i Revit har vi använt en kombination av laserskanning, digitala foton och en dwg-fil som underlag. Allt det som är synligt i modellen har i första hand modellerat utifrån laserskanningen för att erhålla en så korrekt relationsmodell som möjligt.

Vid modelleringsarbetet har vi stött på ett antal svårigheter och svårtolkade objekt, som i vissa fall kunnat undvikas från början vid inskanningstillfälle. Med våra erfarenheter av arbetet med denna modell har vi sammanställt ett antal punkter som kan tas i beaktning redan vid inskanningstillfället, för att underlätta modelleringen:

- **Dörrläge.**

Enligt våra åsikter bör dörrar skannas in i två lägen, helt öppna och helt stängda. Då erhålls fullständigt underlag för modellering utan onödiga streck.

- **Digitala foton.**

Att ha digitala foton som underlag har varit en nödvändighet för oss för att kontrollera att inget missförstås. När det kommer till foton är det nödvändigt att kunna orientera sig i objektet, vilket för oss var enkelt då foton var tagna mot de siffrummerade inmätningpunkterna. Vad som är viktigt att ha i åtanke är att få med problematiska platser där till exempel ”udda” och ”annorlunda” element eller lösningar finns. Om inskanningen görs för att modellera ifrån kan vara bra att i förhand konsultera med projektören för vad som kan vara extra viktigt. Exempelvis om håltagningar skall redovisas, är det mycket bra om dessa även finns som kontrollmöjlighet på foto. Det kan vara svårt att avgöra om en fördjupning är ett genomgående hål eller motsatt.

- **Uppställningsplatser och inmätningpunkter.**

Uppställningsplatser och inmätningpunkter bör medfölja redovisade i ritningsmaterial. Det huvudsakliga syftet med detta är att kunna orientera sig i de digitala foton. Det kan även vara intressant att se hur många uppställningspunkter som finns för att vid osäkerheter kunna bedöma trovärdheten av det som uppfattas. Finns det flera uppställningar och inskanningar av ytan så är underlaget mycket pålitligt.

- **Textförklaring.**

Om någon byggnadsteknisk eller arkitektonisk lösning i objektet är annorlunda, eller om något kan missuppfattas så underlättar det för projektören om en liten text och eventuell bild kan medfölja. Detta bör då kopplas till bilden och/eller numreras i medföljande redovisningar över uppställningsplatser och inmätningpunkter. Här måste en avvägning göras för att inte skapa för mycket extra arbete för mätningenjören, gentemot vinsterna i tid för projektören.

- **Mindre ytor.**

Även om det är omöjligt att göra en uppställning i ett litet utrymme, exempelvis ett förråd, så är det till en fördel att få med en del punkter för att kunna bedöma en väggs korrekta placering och tjocklek. Detta kan lösas genom att placera laserskannern så att den kan mäta in genom en öppen dörr.

## **6.4 Användandet av modellen**

Modellen som skapats i examensarbetet är en förvaltningsmodell som är avskalad och anpassad att användas för det dagliga förvaltningsarbetet, likt ändamålet med förvaltningsritningar. Modellen är inte fullständig utan saknar förvaltningsuppgifter från V och E. Förvaltningsmodellens ändamål är inte att ligga till underlag för vidare projektering då den är en enklare och anpassad efter sitt syfte. Vid ombyggnation som kräver ny projektering och inblandning av tekniska konsulter ska den ursprungliga BIM som togs fram vid projekteringen användas. Vi anser att en förvaltningsmodell bör tas fram vid nybyggnad när en modell har skapats vid projekteringen, men att ta fram en förvaltningsmodell över befintliga byggnader är aktuellt när det saknas uppdaterad och riktiga uppgifter kring objektet, alternativt om det är byggtekniskt komplicerat. När det kommer till uppdateringsprocessen av modellerna kvarstår frågetecken exempelvis; vem ansvarar för uppdatering av förvaltningsmodellen samt originalmodellen? Ett alternativ är att förvaltningen vid mindre ändringar själva uppdaterar förvaltningsmodellen, då krävs programvara och viss kunskap för att

utföra ändringarna. Vid större projekt anlitas konsult som då ansvarar och uppdaterar ursprungsmodellen och samtidigt uppdaterar ursprungsmodellen mot förvaltningsmodellen.

För den dagliga användningen av modellen kanske en viewer är fullt tillräcklig, då är TeklaBIMsight ett alternativ. I programmet finns många avgränsningar när det gäller funktioner men ett antal enkla och grundläggande möjligheter finns och kan nyttjas i programmet. De främsta möjligheter som författarna ser med TeklaBIMsight för att arbeta med modeller i förvaltningen är:

- Visualisera och orientera sig på ett smidigt sätt för att kunna diskutera olika lösningar och idéer.
- Möjligheter till att tända och släcka de olika disciplinernas modeller för att enkelt kunna ska en uppfattning om till exempel den bärande stommen.
- Färglägga olika objekt som exempelvis behöver uppmärksammas vid senare tillfälle.
- Länka dokument och noteringar kring det som visas i programvaran.
- Snabbt kunna göra enkla mätningar av till exempel passager och rumshöjder.
- Möjligheter att se den information kring byggdelarna som följer med vid konverteringen, exempelvis material och mått.

Till dessa fakta bör även vägas in att det är en gratis programvara som är enkel att hantera och ladda ned.



## 7 Referenser

### TRYCKTA KÄLLOR:

Cotts, G. D. Roper, O. K. Payant, P.R. (2010) *The Facility management Handbook*. AMACOM, New York, United states of America.

Dehlin, S (2011) *RFID och BIM i byggproduktion*. NCC Teknik, Göteborg. Sid 17-22.

Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. Liston, K. (2008) *A BIM Handbook A Guide to building information modeling*. John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, United States of America. Sid 1-24.

FFi (2011) *Föreningen för förvaltningsinformation verksamhetsberättelse årsredovisning*. Föreningen för förvaltningsinformation, Stockholm.

Johansson, P. (2009) *Byggherre-ICT*. Tekniska Högskolan Jönköping, Jönköping. Sid 20.

Josephson, P-E. Saukkoriipi, L. (2009) *31 rekommendationer för ökad lönsamhet i byggandet*. Chalmers tekniska högskola, Göteborg. Sid 17.

Lindström, M. Jongeling, R. Nilsson, G. (2012) *A BIM visar vägen*. CA Andersson, Malmö. Sid 8.

Lindström, M. Jongeling, R. Nilsson, G. (2012) *B BIM visar vägen*. CA Andersson, Malmö. Sid 26.

Lindström, M. Jongeling, R. Nilsson, G. (2012) *C BIM visar vägen*. CA Andersson, Malmö. Sid 68-69.

Lindström, M. Jongeling, R. Nilsson, G. (2012) *D BIM visar vägen*. CA Andersson, Malmö. Sid 50-51.

Lindqvist, T. (2009) *UFOS antologi, del 1 offentligt fastighetsföretagande*. Sveriges kommuner och landsting, Stockholm.

Nordstrand, U. (2000) *Byggprocessen*. 3:e upplagan. Liber AB, Stockholm.

Smith, D.K. Tardif, M. (2009) *A: Building Information Modeling- A Strategic Implementation Guide*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, United States of America. Sid A: 1-23, B:27-54, C: 57-83, D: 91-102, E: 118-123, F: 129-152.

Sparrings, B. Helling, H. (2010): *Sahlgrenska universitetssjukhuset, Höghuset Byggnad 5032, Analys av bärformåga*. Västfastigheter, Göteborg, sid 2.

WSPGroup. (2010): *Lilla boken om BIM*. WSPGroup Sweden. Sid 11-47.

## ELEKTRONISKA KÄLLOR:

- Björck, M. (2010) *Historik*.  
www.sahlgrenska.se (2012-04-13).
- BuildingSMART (2012) *Model-Industry Foundation Classes*.  
www.buildingsmart.com (2012-02-23)
- FFi (2012) *Standard för informationshantering inom fastighetssektorn*.  
www.fi2.se (2012-04-13)
- Hellström, M. (2012)A: *Om oss*. Västfastigheter.  
www.vastfast.vgregion.se (2012-01-31)
- Hellström, M. (2012)B: *Organisation*. Västfastigheter.  
www.vastfast.vgregion.se (2012-01-31)
- Kullenberg, L. (2012): *Om sjukhuset*. Sahlgrenska Universitetsjukhuset.  
www.sahlgrenska.se/sv/SU/Om-sjukhuset/ (2012-03-19)
- Nationalencyklopedin (2012) *Förvaltning* www.ne.se (2012-03-22)
- Solibri (2012) *IFC and BIM*. www.solibri.com (2012-03-27)
- Tekla (2012) *Beginning of Tekla*. www.tekla.com (2012-02-22)
- Tekla (2012) *Framtidens lösning är modellbaserad* . www.tekla.com/SE (2012-02-22)
- Tekla (2012) *Teklas programvaruprodukter*. www.tekla.com/SE (2012-02-22)
- TeklaBIMsight (2012) *What is TeklaBIMsight?* www.teklabimsight.com(2012-02-22)
- Västfastigheter (2012) *Vägen till lokaler som matchar dina behov*.  
www.vasfast.vgregion.se (2012-04-10)
- Wingfors, H. 2011, *Energieffektivisering*, Svensk energi  
www.svenskenergi.se\_(2012-03-27)
- WSPGroup. (2012)A: *WSPs vision och värderingar*. www.wspgroup.com/sv/  
(2012-02-01)
- WSPGroup. (2012)B: *Affärsområden*. www.wspgroup.com/sv/(2012-02-01)
- WSPGroup. (2012)C: *WSP history*. www.wspgroup.com/sv/ (2012-02-01)
- WSPGroup. (2012)D: *Byggprojektering*. www.wspgroup.com/sv/ (2012-03-27)

### **MUNTliga KÄLLOR:**

Donrell, C. Ingelhammar, C (2011) LBT311 *Presentation och introduktion av kursen*, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg (2011-10-26)

Jönsson, M (2012) Teknisk Förvaltning, Västfastigheter (2012-03-07)

Viklund Tallgren, M. (2012) Forskningsingenjör, Chalmers Tekniska Högskola. (2012-05-15)

### **BILDKÄLLOR:**

Fi2. (2012) *Bakgrund*. [www.fi2.se](http://www.fi2.se) (2012-04-13)

Hellström, M. (2012)B: *Organisation*. Västfastigheter.  
[www.vastfast.vgregion.se](http://www.vastfast.vgregion.se) (2012-01-31)

Mittaviiva. (2009)  
[http://www.mittaviiva.fi/hannu/BIM\\_project/index\\_bim\\_basics\\_en.html](http://www.mittaviiva.fi/hannu/BIM_project/index_bim_basics_en.html) (2012-03-27)

von Feilitzen, E. Klarqvist, J. (2009) *Bilder tagna av WSP Samhällsbyggnad vid laserskanningen av plan 5*. (2009-11-05)

WSP Byggprojektering. (2012) *Elevationsritning över hjärtvägg i höghuset* (2012-05-02)

WSPGroup. (2012)B *Affärsområden*. [www.wspgroup.com/sv/](http://www.wspgroup.com/sv/) (2012-02-01)



# Bilaga 1

Kravmall för förvaltningsritningar, disciplinbeteckning

| Huvudgrupp     | Disciplinbeteckning | BSAB-kod | Typ av ritning           | Innehåll                                                                                          | Skala | Anmärkningar                                            |
|----------------|---------------------|----------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------|
| 7-Konstruktion | K                   |          |                          |                                                                                                   |       |                                                         |
|                | K                   | 20       | 1. Planritning           | Bärande element så som pelare, balkar och väggar.<br>Sektionsmarkering, stomlinjer, förklaringar. | 1:100 | Rensas från måttsättning i objektet, detaljmarkeringar. |
|                | K                   | 20       | 2. Sektioner             | Bjälklag, bärande element, plushöjder, våningshöjder.                                             | 1:100 | Rensas från detaljmarkeringar.                          |
|                | K                   | 20       | 4. Elevationer           | Håltagningar i bärande element, höjder.                                                           | 1:100 |                                                         |
|                | K                   | 20       | 5. Förteckningsritningar | Uppbyggnad och beskrivningar av byggdelar.<br>Föreskrifter över dimensionerande laster.           |       |                                                         |



## **Bilaga 2**

### **Intervjustudie Fastighetsförvaltare**

#### ***Del 1. Allmänt***

Namn:

Titel:

Utbildning:

Ansvarsområde:

Huvudsakliga arbetsuppgifter:

Tid på Västfastigheter:

#### ***Del 2. Arbetet idag***

Beskriv arbetsprocessen kring Västfastigheters förvaltning?

Vilka system använder ni för att få fram uppgifter kring fastigheten?

Hur fungerar det idag?

Får man fram den information man söker ur programvaran?

Får man fram relevant information för förvaltning och rätt mängd för det man söker?

Var finns/uppstår de största problem och missförstånden?

Om ändringar görs i fastighet eller i handlingar, hur sker uppdateringen?

#### ***Del 3. Dokument och handlingar***

Vilken typ av handlingar tar ni oftast information ifrån (A,K,V,E)?

Vilken information kring fastigheten är mest relevant för er?

Hur mycket används K-ritningar (endast vid ombyggnationer), hur ofta används dom och vilken information tas ut från k-ritningar?

Använder ni de förvaltningsritningar som upprättats för A, V och E?

Saknas en mall för förvaltningsritningar konstruktion?

#### ***Del 4. 3d-modell/BIM***

Kommer ni i kontakt med 3d-modeller/BIM i ert arbete idag?

Har ni tagit fram uppgifter ur en BIM tidigare?

Om en BIM skulle finnas, vilken information skulle vara mest aktuell för er, i ert dagliga arbete, att enkelt ta fram?

Tror ni att det skulle vara enklare att ta fram uppgifter i en BIM än ur vanliga ritningar?

Skulle en 3d-modell vara användbart som diskussionsunderlag?

Vilka parametrar anser du vara viktiga för att en modell ska leva vidare och vara bestående för framtida förvaltning?