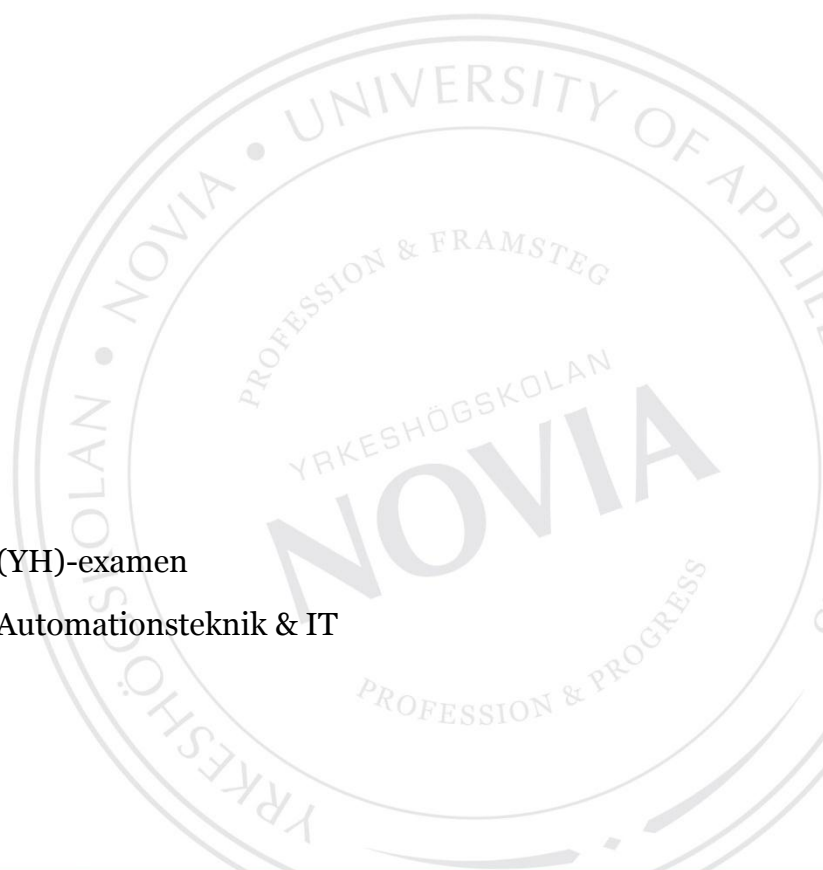


Elplanering som stöder ByggnadsInformationsModellering (BIM)

En utmaning med många möjligheter

Niklas Rosenblad

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för Automationsteknik & IT
Raseborg 2012



EXAMENSARBETE

Författare: Niklas Rosenblad

Utbildningsprogram och ort: Automation & IT, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Elplanering

Handledare: Tommy Lindén

Titel: Elplanering som stöder ByggnadsInformationsModellering (BIM)

Datum: 29.11.2012

Sidantal: 65

Bilagor: 0

Sammanfattning

Vid de flesta större offertförfrågningar och upphandlingar inom offentliga planerings- och konsultuppdrag, men också vid projektering av större privatfinansierade objekt krävs idag informationsmodellering, BIM. De flesta stora byggföretag kräver idag informationsmodeller i sina processer. För många elplanerings- och ingenjörbyråer allmänt sett föranleder denna utveckling en minst lika omvälvande förändring idag, eller inom en snar framtid, som när CAD/CAM togs i allmänt bruk i slutet av 1980-talet. Arbetet ger möjlighet att skapa sig en insikt i de grundläggande idéerna inom BIM, 4D, IFC och processerna runt ämnet. Arbetets praktiska del ger insikt i planeringsarbetenas utförande, ritnings och programtekniska detaljer. Examensarbetet genomförs vid ett privatägt eltekniskt företag, där examinanden fungerar som ägare och företagare sedan år 2000. Genom arbetet skapas en handbok för terminologin inom BIM-miljöer. Arbetet kan fungera som grund för vidareforskning och praktisk tillämpning inom området fastighetsteknisk planering och projektering.

Språk: Svenska Nyckelord: Elplanering, informationsmodellering, BIM, IFC, 3D, CADS

BACHELOR'S THESIS

Author: Niklas Rosenblad

Degree Programme: Automation and IT, Raseborg

Specialization: Electrical Systems Design

Supervisors: Tommy Lindén

Title: Electrical Systems Design Supporting Building Information Modeling / Elplanering som stöder ByggnadsInformationsModellering (BIM)

Date: 29 November 2012

Number of pages: 65

Appendices: 0

Summary

Currently the major part of RFPs and contracts in public planning, consulting assignments and projects as well as the projecting of bigger privately funded items, require information modeling, BIM. Most of the largest construction companies are today requiring information models in their processes. For many smaller electrical engineering companies and planning firms this development causes an equally revolutionary change today, or in the near future, as when CAD / CAM came into general use in the late 1980s. This study provides an opportunity to create an understanding of the fundamental concepts in BIM, 4D, IFC and processes around the subject. The practical part of this work gives an insight into the execution of the planning work methods, drawing techniques and software technical details. The practical part of this study is done in a privately owned electrical company, where the respondent acts as owner and entrepreneur since the year 2000. Through the work a handbook of terminology in BIM environment is created. This work can serve as a basis for further research and practical application in the field of BIM in the engineering, planning and design of buildings.

Language: Swedish

Key words: Electrical engineering, information modeling, BIM, IFC, 3D, CADS

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Niklas Rosenblad

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Automaatio & IT, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Sähkösuunnittelu

Ohjaajat: Tommy Lindén

Nimike: Sähkösuunnittelu tietomallinnuksen (BIM) osana / Elplanering som stöder ByggnadsInformationsModellering (BIM)

Päivämäärä: 29.11.2012

Sivumäärä: 65

Liitteet: 0

Tiivistelmä

Useammissa vähänkin suuremmissa julkisen sektorin tarjouspyynnöissä sekä projektineuvotteluissa, mutta myös yksityishankkeissa vaaditaan nykyään tietomallinnusta ja BIM:ä. Monet isot rakennusliikkeet vaativat jo prosesseissaan tietomallinnusta. Tämän takia useat insinööri- ja suunnittelutoimistot ovat joutuneet nykyään valtavan muutoskynnyksen eteen. Tämä tarkoittaa monelle vähintäänkin yhtä isoa ponnistusta kuin 1980-luvun lopussa, jolloin piirtopöydät vaihtuivat tietokoneiksi CAD/CAM:n yleisen käyttöönoton jälkeen suomalaisessa talotekniikkasuunnittelussa. Opinnäytetyö antaa mahdollisuuden tutustua sähköalan tietomallinnukseen ja BIM-suunnitteluun, sekä siihen rinnastettavaan terminologiaan, kuten esimerkiksi 4D ja IFC. Työssä esitellään, miten tietomallinnusta sekä siihen kuuluvaa teknistä suunnittelutyötä sekä ohjelmistokäyttöä on mukautettu sähkötekniikan yksityisy yrityksessä. Opinnäytetyön laatija on toiminut yrityksen omistajana sekä toimitusjohtajayrittäjänä 2000-luvun alusta lähtien. Opinnäytetyön toiminnallisena osana on käsikirja tietomallinnuksen terminologiasta sekä BIM-sähkösuunnittelun haasteista. Työtä voidaan käyttää perustana jälleenkehittelyssä sekä käytännön työkaluna talotekniikan alalla ja suunnittelussa tietomallinnuksen piirissä.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Sähkösuunnittelu, Tietomallinnus, BIM, IFC, 3D, CADS

Förord

För att bredda den egna insynen i byggbranschens som helhet, och för att kunna ta del av andra fastighetstekniska aktörers åsikter och erfarenheter har jag delat flertalet uppbyggande och informativa samtal i studiesyfte med flertalet aktiva aktörer inom branschen. Bland dessa hittas arkitekter, konstruktörer, övervakare, bygg- och huvudentreprenörer, EL- och VVSA-planerare och större entreprenadföretag. Flertalet av dem är aktiva inom regionen, men även utanför den. De större företagen är verksamma internationellt. Alla dessa företags nyckelpersoner har bidragit med viktiga aspekter till arbetet.

Jag vill rikta ett tack alla dessa ovan nämnda parter, samt alla de av planeringsbyråns kunder samt kolleger som känner sig berörda genom detta arbete.

Till min handledare samt alla lektorer och föreläsare ger jag en ödmjuk omtanke vid skrivandes stund. Ni har alla genom er insats och er pedagogik bidragit med nyanser till detta arbete.

Till min fru och mina barn för deras enorma tålamod och förståelse, tack för att ni gav mig möjligheten att genomföra dessa studier.

I Raseborg, senhösten 2012

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Omfattning	2
1.2	Frågeställningar	3
1.3	Avgränsning.....	4
2	Slutarbetets beställare.....	4
2.1	Kunskap som konkurrensfördel	4
2.2	Företaget	4
2.2.1	Kundkrets	5
3	Arbetets syfte.....	5
3.1	En handbok	5
3.2	En fördjupad och tillämpad projektmetodik	6
3.3	En sammanställande exempelsamling	6
4	BIM	7
4.1	Vad och är en BIM, och vad är inte det	7
4.2	Hur åstadkommer man det här och varför	8
5	Syftet med BIM.....	9
5.1	Byggbranschens förbättringsmöjligheter	9
5.2	Billagaste priset vinner offerttävlingen – totalekonomiskt mest fördelaktigt?.....	10
5.3	Närmaste utvecklingszonen	10
5.4	En möjlig lösning.....	11
5.4.1	Avtalstyper	12
5.5	Problem med BIM	12
6	Teoretisk förankring.....	13
6.1	Byggprocessens fasor.....	13

6.2	BIM som fastighetsteknisk planeringsmetodik.....	14
6.2.1	Standardisering	15
6.3	Samordning	16
6.3.1	Visualisering.....	16
6.4	Byggprocessens kostnader	17
7	Utmärkande särdrag	18
7.1	Flerdimensionell miljö	18
7.2	Objektorientering	19
7.3	Objektbaserad planering	21
7.4	Kunskapsexpertis- och yrkesgrupper	22
7.5	Visualisering	24
8	BIM och elplaneraren.....	24
8.1	Planeringsteknik.....	24
8.1.1	Systemnivå	25
8.2	BIM-regler	26
8.3	Elplanerarens CAD och visualiserings programvaror	27
8.3.1	Planeringsprogram för fastighetsteknik.....	27
8.4	Programmets uppbyggnad och krav på hårdvara.....	28
8.5	Objektbaserad elplanering	29
8.5.1	Till elplaneringens objekt relaterade yttre data	29
8.5.2	Yttre dokument som knyts till modellen	29
8.5.3	Mapp och filstruktur	29
8.5.4	Backup	30
8.5.5	Dokumentdatabank.....	30
8.6	Samordning och kollisionsgranskning.....	31
8.7	Planeringsdokument.....	33
8.7.1	Dokumentförteckning.....	34

8.7.2	Situationsplan	34
8.7.3	Planritningar	34
8.7.4	Centralernas huvudscheman	35
8.7.5	Centralernas kretsscheman	35
8.7.6	Stigarledningsschema	36
8.7.7	Svagströmssystemens scheman	36
8.7.8	Armaturförteckning	36
8.7.9	Elarbetsbeskrivning	36
8.7.10	Utskrifter i 2D.....	36
8.8	Belysningssimulering och –beräkning.....	38
9	Den samordnade ByggnadsInformationsModellen.....	38
9.1	BIM i polemik mot traditionell 2D-planering.....	39
9.1.1	Fördelar kontra nackdelar med BIM	40
9.2	Helhetskostnadsstruktur.....	41
10	Praktiska exempel över elplaneringsprojekt.....	42
10.1	Programvara.....	42
10.2	Projekten	42
10.2.1	De planerade anläggningarna	43
11	Beskrivning av projekteringsmetodik.....	44
11.1	Beskrivning av tekniskt arbetsflöde.....	44
11.2	Beskrivning av ekonomistyrning i planeringsprojekten	46
11.2.1	Anskaffningslagen och lag för offentlig upphandling.....	47
12	Programanvändning.....	48
12.1	Ritningssymboler och dess 3D motsvarigheter	48
12.1.1	Apparater	48
12.1.2	Hyllor och rutter	49
12.1.3	Centraler	50

12.2	Generering av 3D-symboler.....	51
12.2.1	Överföring till IFC.....	51
12.3	Visualisering	54
12.3.1	Avvikande höjder	56
12.3.2	Konfliktgranskning.....	57
13	Slutsats.....	59
	Förkortningar och begrepp	61
	KÄLLFÖRTECKNING	64

1 Inledning

Vid många projekt inom sektorn för fastighetstekniska planeringar och entreprenader faller berörda aktörer ofta i samma fallgropar gång på gång. I projekt efter projekt beskådat över tid uppstår varandra likadana problem, som alla löses på liknande sätt, men lösningarna hittas inte med en enhetlig standardiserad lösningsmodell. För att problemen och lösningarna liknar varandra kunde man kanske tillämpa en standardiserad processteknik, men detta har hittills strandat på att alla byggobjekt antytts vara unika. För byggherrar och investerare som låter bygga mindre fastigheter för försäljning, kan byggerfarenheten kanske vara av engångskaraktär. Då uppstår misstag som kanske kan undvikas för erfarna aktörer inom branschen. Misstagen kanske upprepar sig själv i projekten i dessa fall på grund av viss blåögdhet, likgiltighet, okunskap eller till och med machokultur.

Det som är svårare att ta till sig är varför branschens företag trots att de väl är medvetna om fallgroparna i processerna, blir tvingade att gå in i liknande förhållande under upprepade gånger. Roten till problemet kan tänkas vara det, att den billigaste offereraren av en anläggning får jobbet. Och till det, att den som lämnat in det billigaste priset har räknat mest fel (Kuitunen 2006). Andra orsaker vid medveten netto-, eller rent förlustbringande prissättning, kan vara företagens sinande orderstock, trängda ekonomiska utsikter och/eller trängt kassaläge. Dessa tidigare nämnda orsaker leder oftast till dålig kvalitet på anläggningarna. Orsaken till underpris kan naturligtvis också vara planerad övertagning av marknadsandelar. Dessa aspekter representerar orsaker, som inte direkt går att påverka med BIM. Dock kan högt ställda krav inom BIM-projektering påverka att oseriösa aktörer inte leds in i processerna över huvudtaget.

Kvalitetsstyrningssystemen samt de inom elbranschen tillämpade projektmetodikerna har säkert i de allra flesta fall redan listat upp kontrollpunkter för vilka saker som aldrig får gå fel i olika skeden av processen. Dyliga system har tagits fram för att undvika att aktörerna skapar och går ner i sina egna fallgropar och för att kunna påvisa en viss nivå av kvalitet.

Det finns inom elbranschen vid det här laget ofta standardiserade lösningsmodeller i företagen för de flesta problem vid det här laget.

Detta till trots skapas det fortsättningsvis, för att ge en ironisk vinkling till det hela, förutsättningar till att välja genvägar som kan leda projektgrupperna in i återvändsgränder i

processens olika skeden. Även små misstag eller felbedömningar som gjorts för att spara resurser i form av tid och pengar i början av projekteringen (inkluderande även planerings- upphandlings och systemskedet) kan bli verkligt kostsamma att korrigera i slutskedet av projektet.

De missar som kanske kunnat gömmas in i konstruktionerna och i systemen blir bestående i den byggnad som överläts till slutanvändaren oberoende. Det gamla ordspråket ”Det som göms i snö kommer fram i tö” håller alltså streck även här. Branschen har alltså ett uppenbart utvecklingsbehov.

BIM handlar långt om att skapa en tvärdisciplinär och glappfri informationsdelning i processerna. Med detta avses att få byggbranschens alla planerar- och yrkesgrupper, entreprenörer och andra aktörer att hitta större förståelse för varandra, dra i snöret åt samma håll, inte motarbete varandra i strävan att uppnå effektivitet och god kvalitet (Kymmell 2008).

1.1 Omfattning

Examensarbetets första teoretiska studiedel, som inleds efter en kortfattad beställar- och företagspresentation, omfattar en begreppsutredning och en beskrivning, eller tolkning om man så vill, av vad BIM är och vad det borde vara.

Vissa skillnader kan ses förekomma inom Norden, men med ännu större spridning globalt sett. Det teoretiska utgångsläget väljs utgående från teorier skapade av tunga namn inom BIM. Grund, teoretisk förankring och infallsvinkel väljs med hänvisande till Villem Kymmells och Marko Granroths forskning inom ämnet. Teorier och konstateranden har valts ut från andra studier och examensarbeten inom ämnet (se källhänvisning).

Teoristudiens allmänna del tar upp rådande uppfattning om BIM som planeringsmetodik i sig själv, medan de senare rubrikerna 9...11 ger en insikt i vad BIM innebär specifikt för elplanerare. BIM som planeringsmetod provas i den andra och praktiska delen av arbetet. Den andra delen av arbetet beskriver vidare genomströmningsflödet och arbetsmetoderna i några planeringsobjekt som genomförs i planeringsbyrån, som verkar som extern beställare för studien och examensarbetet. Den analytiska och tredje delen av arbetet tolkar på basis det teoretiska utgångsläget jämfört med erfarenheter från projekten analyserande

fram slutsatserna som besvarar de ställda frågeställningarna som nämns i underrubrik 1.2. Några frågor får sina svar redan under teoridelen av arbetet.

1.2 Frågeställningar

Fallgroparna är ibland dolda i planeringsprocessen, som på traditionellt byggsätt ofta kan anses ha varit separerad från den egentliga byggprocessen av anläggningarna. Ofta blir diskursen vinklad till att i efterhand söka fram och beskylla någon part som gjort en eventuell planeringsmiss genom att försummat någonting. Detta kan sedan leda till vidare sanktioner om försummelsen varit grov. Mänskliga misstag händer lätt, och även här är det alltid lätt att vara efterklok. Tyvärr leder misstag i planeringsprocesserna oftast till mindre behagliga överraskningar i senare byggprocess eller vid användning av slutprodukt. Planeringsmissar sker oftast på grund av brist på information eller felaktig sådan. Planeringsmissar kan också ske vid bristande eller otillräcklig områdeskunskap och brist på erfarenhet.

Inom elplanerings och installationsbranschens projektering borde aktörerna åta sig projekt som lämpar sig för respektive företags resurser och kunskapsnivå. Naturligtvis gäller denna sanning alla branscher. En fråga som man bör ställa sig själv som planerare är: Har vi resurser och kunskap för att genomföra ett tillfrågat uppdrag. En bra planering är viktig eftersom det är en grund för kvalitativa anläggningar. Om entreprenadernas avtal skapats med dåliga planeringar som grund, är problem nästan mera en regel mera än ett undantag. Om projektering inleds med svaga planeringsstyrkor blir projektets utförande allmänt sätt svårt och tungt. Därför är det viktigt att planeraren även i fortsättningen består av ett team som har bred kompetens, sakkännedom och erfarenhet. En fråga som arbetet ställer är: Kommer BIM att underlätta planerarens roll eller minska krav på kompetens och erfarenhet?

I slutet av projekten kanske diskussionerna går ut på att hitta betalare för en lång lista tilläggsarbeten. Dessa arbeten vill inte beställaren gärna se vare sig de baserar sig på planeringsmissar eller installationsfel eller andra försummelser och tvisten blir ett faktum som i svåra fall slutar i rätten. Kan BIM hjälpa oss vara noggranna och förutseende? och kan vi genom att använd BIM som projekteringsmetod undvika dessa döda vinklar i planeringarna som föder behov för entreprenörerna att utföra arbete som inte har omfattats i någon av de fastighetstekniska entreprenaderna?

När ska vi ingå ett BIM-projekt och när ska vi köra ett standard dokumentbaserat 2D projekt? Och hur tillverkar vi oss verktyg för att kunna avgöra detta? Vad är resultatet av en ofullständig BIM-process? Och vad kan en avbruten BIM-process resultera i.

Slutresultatet av en dålig planering blir oftast ovillkorligen förhöjda kostnader totalekonomiskt sett. Framflyttad överlåtelse och mottagning av slutprodukten och missnöjda medspelare är i dessa fall ett faktum.

1.3 Avgränsning

Denna studie avgränsas till elplanerarens och installatörens utgångsläge och roll inom BIM-projektering. Arbetet jämför likheter och skillnader mellan standard 2D och BIM-stödd elplanering.

2 Slutarbetets beställare

Här presenteras slutarbetets beställare, tillsammans med en marknadsekonomisk återblick som beskriver orsaken till satsningen på studier, investering i kunskap och IT-utrustning.

2.1 Kunskap som konkurrensfördel

Hos företaget som beställer arbetet finns en vision om att även små företag har behov av att ständigt utveckla sig för att ens kunna stå på ställe i en föränderlig värld. Det marknadsekonomiska läget är ansträngt och detta gör att nya företag skapas som kanske gör konkurrensen än mera hård rent ekonomiskt sett. Hos de inarbetade och aktiva företagen, som förstår vikten av att följa med utvecklingen och tar alla möjligheter i bruk för att hitta konkurrensfördelar inom innovation, kan dessa tider vara lägliga för utveckling.

BIM är idag ett område som kräver specialkompetens och en god grundutbildning för att kunna omfatta såväl som planerare men även som förverkligande part av entreprenader som underlyder BIM-projektering.

2.2 Företaget

Eltjänst – Sähköpalvelu Rosenblad Ab Oy är ett privatägt familjeföretag inom elbranschen, företaget grundades år 2000 av Niklas Rosenblad som renodlat elinstallations- och planeringsföretag. Genom åren har personalsyrkan varierat mellan 2 och 9 personer. Läget

har nu stabiliserat sig till en personalstyrka på 6-7 personer och ekonomin är stabil. År 2009 ändrades bolagsformen till aktiebolag med Niklas som ägare, vd och styrelseordförande. År 2010 bildades sidoverksamhetsnamnet ESR Elkonsulten som omförsörjer renodlade planerings och konsulttjänster. ESR Elkonsulten sysselsätter för tillfället två ingenjörer utöver skrivande som fungerar som företagets vd. Installationsdelen av företaget som verkar direkt under det registrerade företagsnamnet sysselsätter en ingenjör och två till tre montörer. För att utjämna beställningstoppar används vid behov några underentreprenörer.

2.2.1 Kundkrets

Till kundkretsen hör större elentreprenörsföretag, tillverkande industri, arkitektbyråer, TeleCom- och IT-företag, offentliga instanser, städer och kommuner, husbolag och till en viss del privata kunder och egnahemshusbyggare. Företagsidén är fortsättningsvis helhetslösningar inom el och automation, men en ökande efterfrågan på renodlade ingenjörssbyråbeställningar samt skolningsuppdrag inom elsäkerhet har under de senaste åren har varit märkbar. ESR Elkonsulten svarar på den efterfrågan som opartisk elteknisk byrå.

3 Arbetets syfte

Här beskrivs vad som ämnats åstadkommas med arbetet, och hur arbetet kan användas inom el- och den fastighetstekniska planeringsbranschen och dess vidareutveckling.

3.1 En handbok

Meningen med examensarbetet är förutom att bredda den personliga kunskapsytan också att skapa ett verktyg och en samling för fackterminologi.

Branschen har saknat en finlandssvenskt skriven teoretisk förankring för EL- och fastighetstekniska planerare i mindre finländska ingenjörssbyråer och elföretag. På finskt håll finns en del forskning, facklitterära sammanställningar och examensarbeten, men på finlandssvenskt håll har man, om man velat ta del av svenskspråkigt material, ganska fort sett sig hänvisad till vårt västra grannland. Där kan infallsvinklar ännu tillsvidare vara strukturerade på ett annat sätt än i rent finländska kontexter. Standarder och dess tolkningar är andra än den Finska, som vi naturligtvis ska tillämpa i Finland.

Behovet att skapa en kortfattad manual och att ge beskrivande exempel på vad BIM inom disciplinen elteknik inom SFS 6000, alltså lågspänningsinstallationer för fastigheter är kanske uppenbar allmänt.

Behovet att på det personliga planet, såväl kognitivt som på det praktiska planet, utvecklas i området har fötts genom företaget, skolningsuppdragen och projektgrupperna jag är verksam inom är den utlösande faktorn varför ämnet BIM valdes till ämne för examensarbetet.

3.2 En fördjupad och tillämpad projektmetodik

BIM har de senare åren även påvisats vara en projektmetodik, som till exempel internationella LEAN. Även i nordisk och finsk byggprocess har BIM de senaste åren anknutits till att vara en projektmetod (Buildingsmart 2012). Metoden bygger på vision om en strukturerad byggprocess men också på livscykel tankesätt (Granroth 2011, s.18).

För vår byrå ger studien möjlighet påvisa kunskap och insikt i en kanske, vid första inblick, flummig värld. Som syfte har ställts att kunna använda arbetet delvis som en presentation i var vi står som företag inom området BIM. Inom företaget ser vi idag BIM som en möjlighet till förbättring av kvalitet, lönsamhet med samtidigt utökande av kompetensområde. Genom BIM vill man åstadkomma ett dynamiskt samarbete inom byggnadsprojekt, detta passar oss som projektteam mycket bra.

3.3 En sammanställande exempelsamling

Samtidigt med den praktiska delens utformande skapas modellbibliotek och projektreferenser, men också modellsymboler och strukturer för framtida planeringsprojekt.

4 BIM

Under denna rubrik beskrivs BIM som metodik och förklaring ges för dess begrepp.

4.1 Vad och är en BIM, och vad är inte det

Konceptet omfattar en objektorienterad planeringsprocess där ritningarna tas fram i 3D direkt eller automatiskt genereras till 3D. Planeringsprocessen kallas för ByggnadsInformationsModellering, på finska ”tietomallinnus” eller ”tietomallintaminen”. Detta betyder själva skapandet – planerandet av byggnaden inkluderande dess tekniska system och installationer. ByggnadsProduktModell, motsvarar den finska redan rätt kända termen ”TuoteTietoMalli” (Buildingsmart 2012). Detta har på senare tid blivit något av en synonym med Byggnads Informations Modell, på engelska Building Information Model (Kymmell 2008).

Objekten bildar en elektronisk modell av byggnaden, inte en ritning, i ordets rena bemärkelse av den. Ur produktmodellen kan och ska tas ut ritningar som presenterar 3D vyer eller skalade, exakta och detaljerade 2D ritningar, skärningar med mera (Granroth 2011). Modellen har information om byggnadens kommande element, komponenter, kostnader, energiförluster, det mesta. Den färdiga produkten kallas modell, medan framtagning av modellen då språkligt korrekt kan benämnas modellering.

En 3D-ritning i sig är alltså inte en byggnadsinformationsmodell, en BIM. En elektronisk visualiseringsmodell av en byggnad i exakt fotografisk noggrannhet, ljus och färgsättning är inte heller en informationsmodell. En vy skapad i ett visualiseringsprogram som exempel DiaLux som används för belysningsberäkning och simulering är inte en BIM.

För att skapa en BIM behövs djupgående information som bildar en så kallad solid modell. Den solida modellen innehåller relationsorienterade objekt. Ur den solida modellen kan exempelvis tas ut exakta och skalade 2D-ritningar, materialspecifikationer, listor, materialmassor, mängder, kostnader, livslängd med mera (Kymmell 2008, s. 29). Ur elplaneringens BIM-modell kan utöver det ovan nämnda tas ut kabellängder, elteknisk data och beräknad information, beräknade kortslutningsströmmar, kablars beräknade belastbarhet, belysnings- och ljussimuleringar, med mera. Genom att byggnaden består av objekt som kan tilldelas information och variabler kan de också innehålla uppgifter om installationsskede (4D) och pris/kostnad för montering (5D). Byggnadsprocessen kan

genom dessa faktorer simuleras virtuellt likt ett tetrisspel, fast tredimensionellt och utfört över tidsaxel.

4.2 Hur åstadkommer man det här och varför

Modellen skapas, används och uppdateras under hela byggnadstidens gång och uppdateras sedan under byggnadens resterande livstid. Genom modellen kan man slutligen, vid byggnadens livstids slutskede planera och optimera rivningen och återvinningen av den. Modellen bildar en elektronisk, intelligent kunskapsintensiv och visuell miniatyrmodell av byggnadsobjektet. Produktmodellen kan vidare tjäna fastighetens användare, servicepersonal och förvaltare under hela dess livscykel (Granroth 2011).

Genom BIM skapar möjligheten att planera och på riktigt testa den planerade produktens funktionalitet och produktens ”ihopmontering”, byggande, långt före inledandet av den egentliga byggprocessen. Genom BIM skapar vi möjligheter att kunna identifiera och definiera risker med projektet på ett överlägset sätt jämfört med standard eller traditionella planeringsmetoder, där det förutsätts det mänskliga tolkandet genom läsandet av 2D-ritningar (Kymmell 2008, s. 46). Denna förmåga har inte alla människor och hanterandet av 2D ritningar kan också för en oerfaren planerare eller projektör vara utmanande att behärska till tillräcklig nivå. Kymmell påpekar vidare i sin studie att en människa säger ”I see” när hon förstår någonting. Detta menar han, relateras till visualisering och riktar vidare uppmärksamheten mot den nära kopplingen till ordet ”förstå” (Kymmell 2008, s. 47). Med anledning av detta kan vi redan se den direkta nyttan att se och förstå byggnadens slutliga skepnad i planeringsskedet. Av detta, för att gå förbi ämnet, har naturligtvis kommande användare, försäljare och investerare en direkt nytta av.

5 Syftet med BIM

Här beskrivs mera ingående syfte och visioner inom området ByggnadsInformationsModellering, som alltså av namnet härleds till planeringsprocessens BIM.

5.1 Byggbranschens förbättringsmöjligheter

Länge har byggbranschen saknat gemensamma standardiserade lösningar, eller åtminstone tillräckligt bra verktyg för att effektivt kunna tillämpa verktyg för mera systematisk och strukturerad projektering. Genom BIM skapas en helhetslösning med märkbara fördelar. Speciellt samordning av de olika disciplinerna inom byggprojekt upplevs fortsättningsvis som utmanande (Granroth 2011).

De senaste årtionden har vi upplevt en tidspress på utförandet av så väl planeringsprocess som förverkligande process, som ytterligare har försvårat samarbetet. Viktiga tidsskeden och ställningstaganden kanske fattas på felaktiga grunder beroende av trängda förhållanden som stram budget, tidspress och kanske resursbrist. Lösningen har tidigare sökts i strukturerade samarbetsformer och tunga kvalitetssystem (Kymmell 2008).

Idag förstår man gärna att det inte är lönt att skapa kvalitetssystem för ett självändamål. Det måste också vara en nytta med kvalitetssystemen om de skapas. Påtvingade system leder till verkligt tungmanövrerade belastningsmoment, som skapar en mångfaldig arbetsbörda åt projektledare och andra av projektet berörda parter.

Diskussioner med många av ortens större och ledande bygg-, el-, och VVS entreprenörers nyckelpersoner präglade inledningens kanske färgade tonläge. Det rådande missnöjet med nuvarande 2D planeringar formar en ny avgränsande frågeställning formulerad till: Är BIM är en möjlig väg till förbättring av det rådande klimatet? Åtminstone inom teorin tror man detta.

I Norden uppstod för cirka tio år sedan diskussioner om att utveckla byggbranschen för att kunna undvika rådande problem som finns. Då var ”partnering” en möjlig lösning, där problem som uppstod skulle lösas tillsammans entreprenörer, huvudentreprenörer, planerare och byggherre sinsemellan. I samma tids era lades press på entreprenörer och planeringsbyråer att påvisa kvalitetssystem för att kunna vara med och konkurrera om entreprenaderna.

Nu ser man BIM som en möjlig lösning, och vi kommer igenom denna omvälvande omstrukturering förmodligen också att hitta metoder som certifierad projektledning PMI, som är allmänt känd inom IT, men också andra erkända verktyg som LAN, LEED samt utvecklat miljötänkande i form av Green Building och Green Star Rating kommer att platsa i större objekt (Granroth 2011, s. 11).

Praxis för nuvarande avtalsmodell är bindande entreprenadavtal där behovstriangelns hörn gärna samtliga ska vara spikade. Planerare och entreprenörer väljs enligt det förmånligaste priset (Kuitunen 2006). Syftet med BIM, kan om man vill kritisera nuvarande system, vara att bygga upp någonting nytt och bättre fungerande (Granroth 2011).

5.2 Billagaste priset vinner offerttävlingen – totalekonomiskt mest fördelaktigt?

Konkurrens skapar effektiviseringskrav, och dessa återskapar behovet att finna innovativa lösningar för att hålla konkurrenskraften. När inte nya lösningar hittas måste det prutas på någonting annat för att kunna hålla de billigaste priserna vid offertrundorna. När detta av marknadsekonomin krafter drivs till sin ytterlighet skapas, enligt en diskussion som förts med Jörgen Henriksson, teknisk direktör för ortens ledande företag inom fastighetsteknisk entreprenad, nya problem som idag kan färga verkligheten bland aktörer inom fastighetsteknik. Slutresultatet blir i de mera ledsamma fallen bara en dåligt fungerande fastighet.

Idag ser man förhoppningsvis också nyttan i att inte göra resultat på bekostnad av kvalitet. Klart bör ändå för var och en vara uppenbart att inte ens den bästa projektmetodik, problemlösningssmodell eller kvalitetssystem kan kompensera avsaknaden av kompetens eller yrkesskicklighet (Granroth 2011).

5.3 Närmaste utvecklingszonen

När man kritiskt jämför byggbranschen med annan industriell tillverkning kan konstateras att byggnadsbranschens ingenjörer och arkitekter länge har varit traditionella i sina arbetssätt. Experter har inte lätt tagit till sig ny teknik för att skapa bättre verktyg för tillverkningens planerings och projekteringsprocessen.

Denna utveckling mot effektiviserad och högre nivå användning av IT-hjälpmiddel för dessa processer kommer i detta arbete att vara i fokus. Branschen som helhet kommer antagligen att de närmaste åren utvecklas just bland annat inom områden som tas upp i detta arbete.

Byggbranschen har de senare åren fått kritik från flertalet håll för att vara föråldrade i sitt processtänkande och för att vara dåliga på att utnyttja modern teknologi. I Tekniikka & Talous 7.9.2012 hävdar Trimbles verkställande direktör Seven W. Berglund att byggnadsbranschen är 50 år på efterkälken gällande utnyttjande av teknologiska innovationer. Så illa tror jag branschens aktörer inte anser sig ligga till, men visst kan man kanske konstatera att fast varje byggprojekt är unikt, så är problemställningar och processtyrning rätt lika för de flesta projekt av liknande karaktär och omfattning.

I polemik till påståendet ovan kan ställas att enligt artikel publicerad i Hufvudstadsbladet 9.9.2012 hävdar Ola Andersson, svensk arkitekt från Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm, att finskt byggande är känt för att vara av hög kvalitet och att beslut kring byggandet fattas på väl genomtänkta lösningar och att byggandet sker på grunden av god planering.

Många stora aktörer inom finsk byggindustri har redan åren 2006 – 2007 börjat kräva 3D-informationsmodellering vid sina planeringar. Senaattikiinteistö har sedan 1.10.2007, då de konstaterade BIM vara tillräckligt färdigt för att kunna tas i bruk i de statligt finansierade byggtreprenaderna, krävt informationsmodellering enligt IFC-standarderna av konsulterna vid projektering av nya objekt. Med dem följde HKR, NCC, Skanska och YIT. (Kuitunen 2007, s. 10)

Enligt Jörgen Henriksson vid företaget Hangö Elektriska AB borde ett företag idag ständigt utveckla sina metoder och investera i kunskap och ny teknik för att hålla konkurrenskraften. Även bland mindre planerings- och ingenjörbyråer kan BIM vara en möjlighet att profilera sig och genom kunskap och relativt små investeringskostnader i modern programvara kunna skaffa sig konkurrensfördelar. Den närmaste utvecklingszonen för flertalet företag idag kan ligga inom ramen för vad BIM kan erbjuda oss.

5.4 En möjlig lösning

När tankar uppstår om vad som kunde göras för att förbättra resultaten även vid produktion av lite mindre byggnadsobjekt (<5000 m² byggnadsyta), är det av betydande skäl viktigt att aktörer inom branschen tar hänsyn till några aspekter: Inga av de i detta arbete nämnda

metoder för modern projektering kan ge oss verktyg för att lösa problem som uppstått på grund av personkemiska förslitningar eller allmän osämja. Det som eftersträvas genom användning av BIM, är minimering av bristande informationsflöde och eliminering av luckor som lätt kan uppstå i den till synes mest vattentäta och omsorgsfullt gjorda traditionella planeringsdokumentationen (Granroth 2011, s. 16).

Övergången från standard 2D-ritning och dokumentbaserad planering till att ta fram en 3D-informationsmodell kan anses vara lika omvälvande som när ritborden i de finländska ingenjörsbyråerna mot slutet av 1980-talet byttes ut mot datorassisterade ritprogram (Kuitunen 2007, s. 9).

5.4.1 Avtalstyper

Tidigare utvecklades former för olika entreprenadtyper och den allmänt tillämpade avtalsformen för elentreprenader är YSE 1998, för planeringarnas del har TATE-95 (TaloTekniikka -95) varit populär (Sähköinfo 2012). TATE förnyades grundligt genom Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 del 4 TATE för att stöda BIM inom fastighetsteknisk planering och entreprenad (Insinööritoimisto Granlund Oy 2012). Mera om avtalsformer och lagstiftningen kring området går att läsa om i Sähköalan Säännökset 2012 (Seti Oy 2012).

5.5 Problem med BIM

Som planeringsmetodik verkar ju BIM vara bra, men vad kan det resultera i om planeraren vill leverera BIM, men beställaren inte behöver, kan omfatta, eller värdesätter detta. Vad betyder en ofullständig BIM-process?

Om en planeringsprocess inleds som objektbaserad men informationsmodellen senare på grund av upplevd tidsbrist eller annan störfaktor överges, blir följderna en förhöjd planeringskostnad. Eftersom en förhöjd planeringskostnad för en standard 2D planering betyder att samma problem i förverkligandeprocessen kvarstår som tidigare, kommer den totala kostnaden för projektet att vara högre än om planeringsskedet skulle ha gjorts enligt 2D standardutförande från början. Prisstegringen beror av i vilket skede i processen den objektbaserade modellen övergetts.

Fördelar med BIM nås alltså endast om hela projekteringen omfattas som sådan ända från början till slut. Förhöjda kostnader kommer också att uppstå genom att många beslut

koncentreras till slutet av förfrågningsprocessen och viktiga beslut påverkas av deadline. Ofullständig eller avbruten BIM-process kan bli aktuell till exempel om projekteringsgruppen inte fullständigt kan omfatta BIM som projektmetod, eller om beställaren och projektgruppen har missförstått varandra gällande vad som ska levereras. (Granroth 2011, s. 27)

6 Teoretisk förankring

Processen i att planera och bygga en fastighet delas upp i två processer - den immateriella och den materiella. Den immateriella delen omfattar planering och förvaltning medan den materiella delen handlar om byggandet och underhållet av fastigheten i fråga.

6.1 Byggprocessens faser

Planeringsarbetet upphör inte genom att byggnadens egentliga produktion inleds. Planerarens roll kanske blir mera att uppfölja och stå till stöd inom traditionella projekt. Inom BIM är planeraren en mycket aktiv part under hela projekterings gång. Principiellt kan man beskriva byggprocessen som tre delskeden med börjande från (I) enligt:

- I. Planeringsfasen
 - a. Behov av byggnation
 - b. Förstudie, kartläggning och förplanering
 - c. Budgetering och finansiering
 - d. Planeringar och systemdesign
- II. Upphandlings- och förverkligandefasen
 - a. Entreprenadavhandlingar
 - b. Byggande
 - c. Övervakning
 - d. Ibruktagningar
 - e. Överlåtelse och garanti
- III. Användnings- och förvaltningsfasen
 - a. Återbetalning av investerat kapital
 - b. Boende eller annan användning som t.ex. produktion
 - c. Service och underhåll

Slutligen följer sanering av fastigheten som återuppspelar byggprocessen som en saneringsprocess där BIM-modellen kan användas. Livscykeln avslutas slutligen med rivning av fastigheten.

Den immateriella såväl som den materiella delen av byggprojekt greppar de delprocesser som utspelar sig under byggnadens hela livstid. (Granroth 2011, s.10)

6.2 BIM som fastighetsteknisk planeringsmetodik

När BIM används som metod för planering och systemframtagning förutsätts som grundförutsättning alltid CAD-ritningar tas fram i eller genereras till 3D. En tredimensionell ritning (3D) är inte en BIM-modell i sig, utan endast en 3D-ritning. För att åstadkomma en informationsmodell måste datainformation om objekten som planeringen innehåller tilldelas och relationsbindas till varandra. Systemens utformande sker genom dialogiskt samarbete. Det i CAD format genererade materialet överförs sedan till maskinkod i en IFC-fil. Alla planeringsdiscipliners samordnade IFC-material bildar gemensamt en fastighetsteknisk BIM.

Diametralt görs detta i 2D dokumentbaserad planering exempelvis genom samplottning, men då finns endast den grafiska informationen om systemen som funktion i en plan. Arkitektur är en viktig del av BIM, men det är inte allt. Till exempel fastighetstekniska ingenjörer bildar en mycket viktig del i BIM (Kymmell 2008, s. 170). En fastighet utan El, automation och VVS är som ett tomt, kallt och mörkt skal. Detta gäller då också för fastighetens virtuella förebild, BIM-modellen. Inom BIM är det alla bidragande expert- och planeringsgrupper som tillsammans genom sina egna discipliners material skapar den samordnade modellen som slutligen kan ges namnet en BIM.

Mellan olika discipliners program finns behov att ständigt kunna utbyta information sinsemellan (Kymmell 2008, s. 192). Detta faktum gör det viktigt att ha strukturerad form och en standardiserad modell att följa. Detta samarbete beskrivs i IDM som A och O för ett väl förlöpande projekt.

En BIM-samordnare har i de flesta fall hand om planeringsstrukturens gemensamma databas där innehållet genereras efterhand, kan verifieras och effektivt uppdateras under hela planeringens och informationsmodelleringens gång för att slutligen överlåtas till beställaren eller förvaltaren.

6.2.1 Standardisering

För dataimport och –export har en internationell IAI-standard för datatransaktionsformat IFC (Industry Foundation Classes) tagits fram. BuildingSmart är en internationellt fungerande samarbetsorganisation, International Alliance for Interoperability (IAI) (Granroth 2011, s. 20).



Figur 1. IFC 2X3 - Certificat

Den allmänt använda och internationellt tillämpade versionen av IFC idag heter IFC-2x3, även om IFC 4 har lanserats. Inhemska Kymadata Oy har certifierad IFC – export och CADS Planner PRO är fullt kompatibel med det också finska programmet Tekla Structures (Kymdata Oy 2012).

Finska fastighetsägare, programföretag och ingenjörbyråer samt större byggföretag är medlemmar i samarbetsforumet BuildingSmart Finland. Ändamålet för samarbetsforumet är att stöda dess medlemmars implementering av BIM-baserade processer (BuildingSmart Finland 2012).

För processtandardisering har en informationsstandard i form av en manual för leveranser tagits fram. I manualen beskrivs hur de till BIM underliggande processernas program- och informationskrav ska utformas. Här beskrivs och styrs när och hur information ska bytas mellan de olika projektgrupperna. Manualen kallas för Information Delivery Manual, IDM och är en under utveckling varande standard vid namn ISO 29481-1:2010 ISO/PAS (Granroth 2011, s. 20).

6.3 Samordning

BIM-visualiseringskonsulten eller -samordnaren kan ta in alla deldisciplinernas genererade objektbaserade 3D-modeller ur IFC-filer in i den helhetsomfattande modellen för visualisering konfliktgranskning och sammanställning. Kollisionsgranskning kan utföras i realtid mellan disciplinerna för fastighetsteknisk planering. Som direkt fördel av detta kan också konstruktören och arkitekten bearbeta hållfasthetskrav och -beräkningar, belastningar och utrymmesbehov under hela planeringsprocessens gång. Information om utrymmeskrav för de olika installationskulturernas krav blir belysta i ett tidigt skede av planeringsprocessen. Dessa aspekter är några av de mest utmärkande fördelarna med BIM. De utmaningar som återuppstår är naturligtvis ett oavbrutet informationsflöde de olika planeringsdisciplinerna emellan under hela projektets gång (Granroth 2011).

För att sammanfatta konstateras att BIM strävar efter är att minska eller eliminera informationsförluster och luckor mellan system, program och expertis, inte att ingripa i problematik skapad av den mänskliga sektorn i sig (Granroth 2011). Genom BIM kan man dock kunna tänka sig att förekommande även av dessa konflikter och förslitningar minskar, genom att rätt information verkligen finns innanför modellen och är lättillgänglig för alla.

6.3.1 Visualisering

Samordnaren och arkitekten som använder sig av effektiva visualiseringsprogram kan göra upp imponerande vyer och ”walk thure” filmsnuttar ut BIM-modellen som många gånger är fotografiskt detaljerade med skuggor, ljus och färger. När nu dessa baserar sig på den solida modellen är det en BIM visualisering, som nu kan ge mervärde åt planeringsteamet och skapa förståelse och insikt hos beställare, entreprenörer och kommande användare.



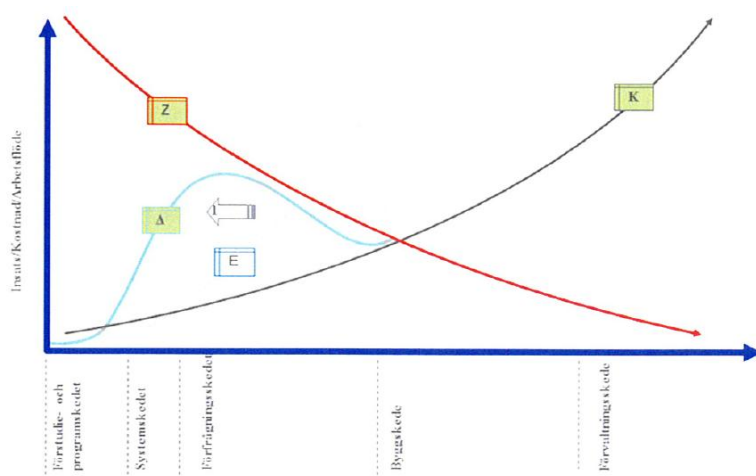
Figur 2 BIM-visualisering av en byggnads fasad och närmaste gatuparti (<http://www.buildingsmart.fi/>)



Figur 3 Bild över en BIM från BuildingSmart Finlands hemsida (<http://www.buildingsmart.fi/>)

6.4 Byggprocessens kostnader

I traditionella byggprojekt kan till och med 30 % av byggkostnader vara uppkomna genom slarv, informationsförluster och missförstånd. Genom BIM och objektbaserad planering och entreprenadform som stöder detta antar man att dessa kostnader kan komma ner till 15 %. BIM ökar planerings och övervakningskostnaderna med 15 – 30 % över kostnaderna för en traditionell planering, men besparing för hela projektets kostnader kan vara 10 % (Granroth, s. 24, 25).



Figur 4. Modell framtagen av Granroth, M. över möjlighet att göra förändringar vid en specifik tidpunkt, kontra vad det kostar, BIM-byggprocess. Z = Möjlighet att påverka kostnad och utförande, K = Kostnad för att förändra, E = Arbetsflöde, traditionell ritningsorienterad, Δ = Arbetsflöde, objektorienterad (Granroth 2011, s. 27).

BIM kommer inte komplettera vikten av god projekt- och arbetsledning, men BIM har ansetts vara en projektmetod i sig. Vikten av glappfritt informationsutbyte vid skapandet av informationsmodellen är en förutsättning för att det hela överhuvudtaget ska kunna fungera (Granroth 2011, s. 10). Genom en mycket väl och omsorgsfullt genomförd

traditionell 2D planering kan man komma ner till att 2 % av kostnader beror av kvalitetsfel. Genom BIM går det att minska andelen till under 2 % (Granroth 2011, s. 24).

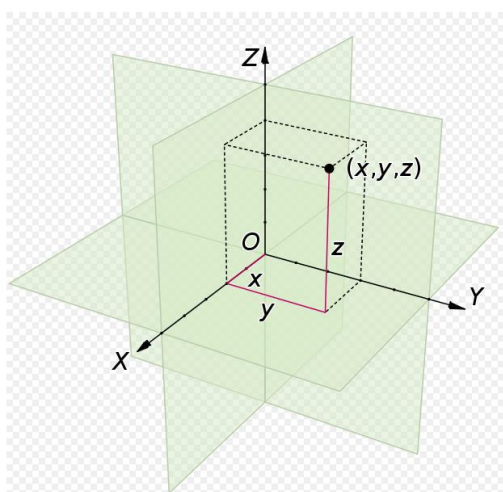
Vidare konstaterar Granroth att man bör gå in för objektorienterad planeringsprocess endast om man kan garantera att samtliga involverade parter omfattar processen och dess metoder, eftersom kostnaderna vid en ofullständig eller avbruten BIM-process kommer att vara högre än i traditionellt utförda projekt. (Granroth 2011, s. 27)

7 Utmärkande särdrag

Genom utvecklingen av programvaror har det skett en möjlighet att tillföra djupgående information bakom element i CAD-ritningar. Genom denna utveckling kan det skapas objektorienterade miljöer. Vikten ligger fortfarande, lika som vid traditionell 2D-ritning, vid exakt måttsättning och noggrannhet.

7.1 Flerdimensionell miljö

Arbetsätten utvecklas och till ritningen förs dimensioner som förutom längd och bredd (på x, y -skala) nu består även av djup eller höjd (z) samt annan information som vikt, belastningsförmåga och hållfasthetskalkylering, livslängd, monteringskedje och tillverknings-tid med flera har tillkommit. Nya dimensioner i planerandet har framtagits. Det talas idag om dimension 4D som består av 3D + tid och installationsordningsföljd och 5D som består av 3D + kostnadsuppskattning. (Granroth 2011, s. 13)



Figur 5. X, Y och Z –axlarna presenterade grafiskt (Kull 2012, s. 19)

Ovan i figur 5 är de tre axlarna för bredd höjd och djup presenterade.

Särskilt utmärkande drag för BIM inom byggnadsproduktion, återgivna av Lund, M. 2012, är att modellens funktioner och systemens eller delarnas påverkan sinsemellan är definierad. För byggnadsplaneraren eller konstruktören kan detta betyda att om en vägg flyttas så flyttas också dörren och fönstren med den. För elplaneraren betyder detta att informationen om väggens flytt inte blir ouppmärksammasad.

Granroth 2011 påpekar vidare att möjligheten för mängdavtagning ur informationsmodellen är en stor fördel. Givetvis ligger samma behov kvar som tidigare att kunna ritningstekniskt producera en bra planering, men framtagning av olika tabeller och eventuella skärningsbilder kommer att kunna tas fram automatiskt från modellen och behöver inte ritas var för sig. Genom att tilldela objekten hänvisningstexter som 2D symbol kommer dessa att följa med 2D-plottningen automatiskt. Ändring av texterna och hänvisningarna sker centrerat från databas vilket gör allting effektiv och exakt och minimerar slarvfelsriskerna.

7.2 Objektorientering

Inom programmering finns det om begrepp som objektorienterad. Det innebär ungefär att man berättar för programmet man bygger hur det ska fungera för att likna en människas syn på världen. I objektorienterad programmering uppfattar man programmet som en modell av den verklighet där programmet ska fungera. Objekten manipuleras av programmet genom i klasser angivna funktionsbeskrivningar. Ett objektorienterat program kan innehålla en varierande mängd föremål, objekt som alla har en unik identitet

Ett inte objektorienterat program kan förliknas med en apparat vart information matas in (indata) och funktioner tas ut (utdata). Detta traditionella och kanske föråldrade synsättet på programmering kan kallas för funktionsorienterat.

(Skansholm 2008, s. 59, 60)

Med BIM som utgångsläge kan vi konstatera en likhet mellan objektorienterad programmering och objektbaserad planering.

Som exempel visas en enkel C#-kod där användaren vill komma åt specifika objekts identitet ur Autodesk Revit programmet. När man använder Autodesk är detta möjligt genom API (Application Programming Interface). Autodesk låter användaren komma åt en

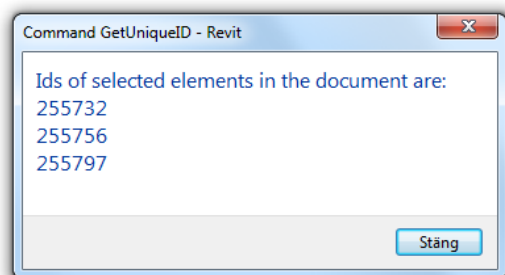
del av programkoden genom användandet av sin egen API-applikation. Denna låter användaren skapa egna macron och add-ins till programmet.

(Kull 2012)

```

11 namespace GetUniqueID
12 {
13     [Transaction(TransactionMode.ReadOnly)]
14     public class Command : IExternalCommand
15     {
16         public Result Execute(ExternalCommandData commandData, ref string message,
17                               ElementSet elements)
18         {
19             try
20             {
21                 UIDocument uidoc = commandData.Application.ActiveUIDocument;
22                 Selection selection = uidoc.Selection;
23                 ElementSet collection = selection.Elements;
24
25                 if (0 == collection.Size)
26                 {
27                     TaskDialog.Show("Revit", "You haven't selected any elements.");
28                 }
29                 else
30                 {
31                     String info = "Ids of selected elements in the document are: ";
32                     foreach (Element elem in collection)
33                     {
34                         info += "\n\t" + elem.Id.IntegerValue;
35                     }
36                     TaskDialog.Show("Revit", info);
37                 }
38             }
39             catch (Exception e)
40             {
41                 message = e.Message;
42                 return Result.Failed;
43             }
44             return Result.Succeeded;
45         }
46     }
47 }
48
49

```

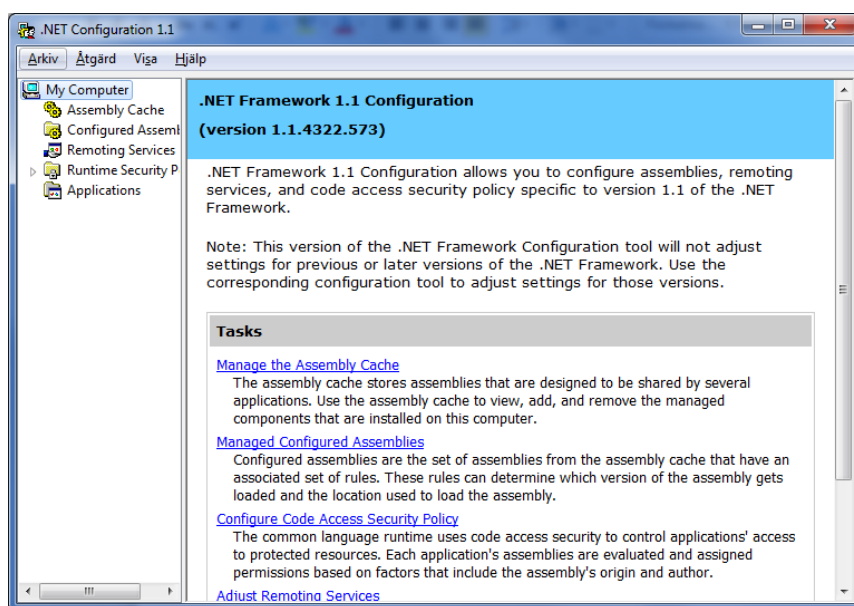


Figur 6. Identiteter av valda objekt visade i C#-miljö. Materialet framtaget genom Andreas Kull vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm (Kull 2012).

Informationen under 7.2 presenteras för att påvisa vissa likheter mellan objektorienterade program och BIM, vilket kan ge fingervisning till att den renodlade modellframställningen inom BIM förutsätter en djupgående programanvändning när det utförs rätt.

Kodning och skapande av C#-program utförs enklast genom Microsoft Visual Studio Express. Programmet kan laddas ner och installeras gratis från Microsoft. För att kunna köra C#-program krävs att ramverket .NET är installerat på datorn. Vid installering av Visual Studio kommer .NET med automatiskt.

(Skansholm 2008)



Figur 7. Konfiguration av .NET.

Exempel på objektorienterade programmeringsspråk är C#, C++ och Java. Objektorienterad planering, som kan anses ha vissa liknande särdrag med objektorienterad programmering, som består av objekt som tillsammans bildar en interaktiv helhet. I vårt fall informationsmodellen.

7.3 Objektbaserad planering

Traditionell 2D-ritning består av funktioner och data, inte objekt. Data framställs i grafisk form bestående av symboler och streck i ett 2-dimensionellt plan, som bildar en för människan läslig graf, en bild eller en ritning. Funktionerna beskrivs i form av text, eller inom elplanering i form av funktionsschema eller vad vi vill kalla det. Vikten av att ha kompletterande dokument och beskrivningar är stor. Vi kan kalla traditionell planering för dokumentbaserad planering i detta sammanhang.

Lund, A. påpekar i sitt examensarbete BIM inom byggnadsproduktion 2012, (genom Aecbytes AutodeskRevitArchitecture, 2009) att inom BIM-stödd byggnadsplanering är objekten i modellen uppbyggda så, att elementens utseende och egenskaper samt dimensioner och dess objektorienterade information går lätt att ändra. Detta kallas att objekten är parametriserade.

En regelrätt utförd informationsmodell inom byggnads- och konstruktionsplanering innehåller relationsinformation. För att på ett förenklat sätt beskriva sambanden så betyder detta inom byggdisciplin att fönster och dörrar anges av positioner som är relaterade till en viss vägg där de är monterade. (Lund 2012)

Inom fastighetsteknisk planering behandlas objekt, även om en viss typ av relationsinformation är nödvändig även inom det området.

Man kommer inom BIM åt att manipulera objekten antingen direkt, vid namn eller genom referenser.

Inom objektorienterad programmering lyder samma sanning som ovan. Ytterligare beskrivs objekten beskrivs av instansvariabler och operationer (tillståndsviabler respektive metoder) (Skansholm 2008).

7.4 Kunskapsexpertis- och yrkesgrupper

Olika lagar, standarder och förordningar samt tillverkares direktiv, som är baserade på gällande standarder bildar idag ramarna för möjligheter och skyldigheter inom byggnadsproduktion. För att åstadkomma en större, i synnerhet en offentlig byggnad, krävs att många yrkesgrupper tillför sin expertis i såväl planerings- som byggnadsskedet.

Vid små byggnadsobjekt (egnahem, radhus, mindre höghus) kanske planerarens och förverkligarens yrkesskicklighet långt kan vila på kunskap införskaffad genom arbetserfarenhet. Vid större byggnadsobjekt är kraven på anpassad arkitektur, spetskompetens och expertis stora. Konsulter och entreprenörer är alltmer inriktade på smalare expertområden. Denna utveckling har uppstått efterhand som system och leveranser har blivit tekniskt mera utvecklade och expertis och spetskompetens ofta idag krävs för att uppnå bra resultat. Efter hand som experterna och projektgrupperna blir flera till antalet så blir det mera krävande att uppnå ett fungerande informationsutbyte expertgrupperna emellan. Som tidigare nämnt är behovet att kunna samla denna utspridda

intelligens och kunskap på ett glapp- och friktionsfritt sätt stort. Ett fungerande team med samlad gruppintelligens är viktigt för projektets framgång ur såväl ekonomisk som praktisk synvinkel beskådat.

Vid ett stort byggprojekt kan expertgrupperna för planering till exempel bestå av:

- Projektledarbyrå
 - Byggledning och koordinering, övervakning, hållande av möten
- Byggherrens representanter och övervakare för bygg, el, VVSA, brand o.s.v.
- Arkitektbyrå
 - Huvudplanerare, helheten
- Konstruktör
 - Byggnadskonstruktioner, hållfasthetsberäkningar
- GEO-teknisk konsultbyrå
 - Markgrund, område, infra
- Akustikplanerare
- Inredningsarkitekt och interiörplanerare
- Brandkonsult
 - Rök-gasevakuering, nödutrymningsvägar
- Sprinklerplanerare
 - Släckningssystem
- VVS-planeringsbyrå
 - Vatten, värme, ventilation, sanitet och automation för reglerteknik
- Elplaneringsbyrå (El, brandalarm, data/tele, AV-teknik, styrteknik, belysning mm.)
 - Intern kollisionssgranskning och visualisering
 - Belysningsberäkning och simulering
- Automationsplanering (om inte ingår i El- eller VVS-planering)
 - Reglerkretsar och fastighetsautomation
- CAD/BIM-samordnare
 - Har hand om informationsmodellens sammanställning (om inte arkitekten)
 - Kollisionssgranskning

Det kan redan ur denna förenklade lista över aktörer dras slutsatsen att informationsutbytet och trafiken av datafiler mellan dessa planerare är omfattande och behöver en ledd systematik och strukturerad modell för att fungera väl (Kymmell 2008, s. 193, 198). Ofta är expertgrupperna spridda över ett geografiskt stort område och planerings- och

projektmöten sker ofta över videokonferens. Inom BIM är en av de mest fundamentära grundförutsättningarna ett fungerande informationsutbyte (Kymmell 2008).

7.5 Visualisering

En väl sammanfogad objektbaserad modell presenterad genom en grafiskt visualisering i form av byggnadens elektroniska 3D-modell (Se figur 3), skapad av dessa expertisers producerade elektroniska material ger oss en mera konkret bild av vad BIM är. Samordning genom visualisering är enkel och exakt i BIM-projekt.

8 BIM och elplaneraren

En genomgång av BIM som helhetskoncept var viktigt för att skapa en teoretisk grund att vila tillbaka på. Eftersom detta arbete behandlar elplanering, är frågeställningen skriven ur elplanerarens utgångsläge. Arbetet tangerar i fortsättningen BIM ut elplanerarens synvinkel. Saker som tas upp är dennes problem- och utmaningar gällande BIM-krav, programanvändning, ritteknik, IT och förutsättningar samt omöjligheter. Frågeställningarna som ställdes inledningsvis besvaras under arbetets fortsatta gång.

8.1 Planeringsteknik

För elplanerarens deldisciplin tas ritningarna vanligtvis fram i 2D med genererande funktion till 3D genom att tillföra objekten information om längd, bredd och djup samt installationssätt. BIM som idé fungerar i regel lite tvärtom, men detta behöver inte vara ett problem eller ett hinder för elplaneraren att delta i BIM-processen som sådan.

Elplaneraren bör i tidigt skede av projekteringen leverera information till konstruktörer och arkitekt om utrymmesbehov för centraler, kopplingsstativ för tele och data (ethernet och fiber), BUSS, kameraövervakning, passerkontroll och brandsystem. Viktigt är att utrymmen för kabelrutter och stigarschakt, håltagningsbehov som kan påverka hållfasthet i bärande konstruktioner samt som exempel brandpåfrestning och utvecklande av farliga rökgaser ur elmaterial tas i beaktande i ett tidigt skede av planeringen. När schaktbehov och kabelrutter planeras bör brandzoner och brandklasser tas i beaktande.

3D modellen skapas ur planritningar, dessa används fortfarande på traditionellt sätt under installationsskedet men med stöd ur BIM-modellen och elritningens 3D-utförande. BIM

har inte skapat märkbar förenkling i elplanerarens behov av att skapa övriga dokument i form av beräkningar, tabeller och beskrivningar förutom att den tidigare rätt tunglästa elarbetsbeskrivningen kan förkortas märkbart. (Kymmell 2008)

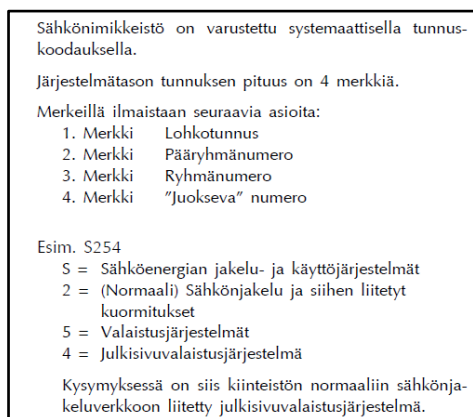
Dokumentet ska bindas till modellen, som ska gå att integrera i den gemensamma visualiserings- och informationsmodellen. (Granroth 2011, s.45).

Till informationsmodellen bör elplaneraren bidra med IFC-filer innehållande centralernas, kabelkanalernas och –hyllornas, armaturernas 3D symboler och placeringar.

(YTV 2012, s 29)

8.1.1 Systemnivå

Objekten tilldelas information till attributen som kan synkroniseras med material databaser och elgrossisternas prislistor enligt SSTL-nummer. Inom fastighetsteknisk planering har objekten olika nivåer i de systemspecifika hierarkierna. Hit hör exempelvis kabelhyllor till programhuvudnivå SH11. De objekt och komponenter i modellens elanläggning som har anknytning till SH11 kan belysas eller släckas, frysas och manipuleras centralt genom att utföra operationer på nivå SH11. SH11 ”kaapelihylljärjestelmä” tilldelas en specifik Electric-systemnivå S110. Namnet S... härleds till den internationell ”Sähköniikeistö 2010”-namnrymden Nummerserien som följer efter S är en logisk sammansättning av systemnivåernas kodning.



Figur 8. Urklipp ur ST-kort 70.10

Exemplet i figur 8 beskriver att Systemnivå S254 ur sähköniikeistö 2010 systemet där: S står för elenergidistributions och användarsystem, 2 eldistribution och till denna kopplade belastningar, 5 belysningssystem och 4 fasadbelysningssystem.

(Sähköinfo 2012, ST 70.10)

I detta avseende, för att dra parallell till objektorienterad programmering, kan ”kabelhylla” i nivå SH11 anses vara en klass. Objekt i system S110, som klassen SH11 beskriver, kan vara unika objekt. De unika objekten tilldelas ytterligare information om bredd, höjd, Sstl-nummer och typkod (t.ex. MEKA_K80). Kabelhyllan tilldelas ytterligare information om monteringskoordinater i planet (x, y-koordinat) och rummet (z-koordinat).

SH11 och andra huvudnivåer kan skilt inkluderas eller exkluderas av IFC-transport. Genom detta väljs vilka objekt som tillförs BIM från de deldisciplinära planeringsinstanserna.

8.2 BIM-regler

Vissa regler är viktiga att följa när man delar BIM-modellen (skickar ut eller laddar upp till projektdatabas). Nedan en komprimerad lista över detaljer som bör beaktas när man opererar med DWG-filer.

- Dokumentens revision och ursprungs- samt senaste handläggare och datering framgår klart
- DWG-filer bör sparas och genereras med standard AutoCAD font. Inga custom-fonter används
- För alla AutoCAD baserade modeller ska EXTERNAL REFERENCE (X-ref) kommandot användas. Inga X-ref binds vid eller importeras till modellen. (I CADS: ”Viitekuva”.)
- Rita ingenting i layer noll (0). (”Taso 0” i CADS.)
- Rita ingenting i print-layer. (I CADS ”Tulostustaso”.)
- Packa DWG-filer med AutoCAD-kommando (inte till zip eller WinRar) före sparning i DWG eller transformering till IFC för att förhindra att onödigt material medföljer utskick (minimerar också risken att filer kraschar).
- Alla ”layers” (nivåer) är tända och aktiva.
- Text som hänvisas till objekt sparas som 2D nivå och som annan systemnivå än objektets 2D och 3D symbol för att möjliggöra släckning, frysning och uteslutande ur IFC.
- Alla entiteter är olika varandra, definierade av olika färger, linjetyper och bredder och av systemspecifika layers.

(Kymmell 2008, s. 189)

8.3 Elplanerarens CAD och visualiserings programvaror

Bland elplaneringsföretag och fastighetstekniska planeringsbyråer finns i användning CAD-program som till exempel:

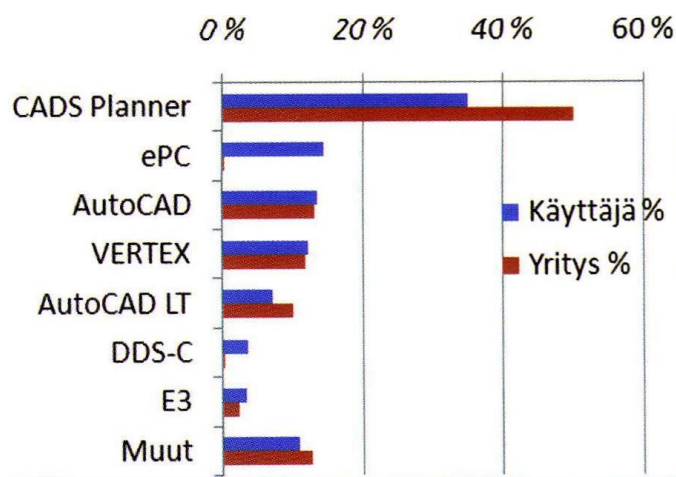
- CADS Planner
 - o Med programutförande: ElectricLite, ElectricStandard och PRO
 - o (För BIM lämpar sig endast PRO)
- AutoCAD
- MagiCAD (som fungerar ovanpå AutoCAD)
- VERTEX
- AutoCAD LT

(Muittari 2009, s. 36)

8.3.1 Planeringsprogram för fastighetsteknik

CadsPlanner electric PRO v. 16 har en förbättrad 3D ritningsfunktionalitet jämfört med tidigare versioner, och programmet är användbart i objektorienterade planeringsprojekt vilket även bekräftas i arbetets praktiska del. Programmet stöder IFC-informationsmodell filimport och –export. Programmet är fullständigt kompatibelt med .dwg-filer (Kyndata 2012).

Bland renodlade elföretag inom planering och installation är Kyndatas CADS Planner det mest använda programmet. Muittari påpekar 2009 i sitt examensarbete att elplaneringar för fastigheter i de flesta fall görs i CADS Planner vilket stämmer överens med undersökningens resultat i tabellen nedan som är tagen ur en undersökning publicerad i programföretagens tidskrift Valokynä 2009 (Muittari 2009, s 32).



Figur 9. Diagram över planeringsprogramanvändare (Valokynä 2009, s. 24)

8.4 Programmens uppbyggnad och krav på hårdvara

De flesta program som används inom planeringsbyråer och av arkitekter samt konstruktörer är använda i Windowsmiljöer. Genom CADS Planner PRO 16 och CADS Planner DM är det också möjligt att exportera mängdberäkningskalkyler och annat material i tabellform till exempel till Microsoft Excel.

CADS Planner ställer idag följande krav på hårdvara var programmet installeras:

Centralenhet och minne

- Intel Pentium 4 eller AMD Athlon, 1,6 GHz eller större
- 4 Gt centralminne
- Fritt utrymme på hårddisken minst 200 Mt, beroende på applikation, för att försäkra felfritt funktionsmönster önskas att fritt utrymme vore 400 Mt eller mera

Drivrutin

- Windows XP, Windows Vista eller Windows 7, 32- eller 64-bitars drivrutin

Grafikkort och monitor

- OpenGL-kompatibel, 1280 x 1024 True Color –noggrannhet avklarande grafikkort med eget minne
- CADS Planner stöder användandet av alla till monitorer som passar ihop med Windows, stöder möjlighet till delbar skärm

Inmatningsutrustning

- Standard mus och tangentbord lämpade för Windows
- Mus med scroll-funktion är att rekommendera eftersom zoomning och panoramafunktioner är märkbart lättare genomförbara då

(Kymdata Oy 2012)

8.5 Objektbaserad elplanering

Objektens information skapas genom användning av databaser, elektroniska produktdatablad som knyts till objekten samt olika typer av relationsinformation.

8.5.1 Till elplaneringens objekt relaterade yttre data

Information om SSTL-nummer, ljussimuleringar, effektinformation, belysningseffektinformation samt eltekniska teoretiska beräkningar som kablers belastbarhet, förläggningssätt, kortslutningsströmmar tilldelas objekten.

Av stor vikt är att ritningstekniskt producera och upprätthålla olika ritningsdokument som samverkar genom projektets databas, för CADS-Planner Electrics del bildas det specifika projektets databasinformation i en Projektmappen med filnamn EDBproject.mdb. Information tilldelas om möjligt till attribut bundna till objekten i modellen.

8.5.2 Yttre dokument som knyts till modellen

Tyvärr är det inte alltid möjligt eller ens vettigt att lagra all information i ritningens objekt även om det eftersträvas, programvara sätter dels begränsningar för vad som är möjligt. Mycket information tas inom elbranschen fram utanför modellen och projektgruppen i synerhet i entreprenadskedet.

Sådana dokument är det viktigt att binda till ritningsförteckningar och elplaneringens struktur på andra sätt. Yttre dokument som knyts till modellen bör vara uppgjorda i standard format. (Kymmell 2008, s.185)

8.5.3 Mapp och filstruktur

Det rekommenderas att en logisk mappstruktur byggs upp på ett, i nätverket för projektgruppen publikt, serverområde där filerna läggs in logiskt. Ett sparningssystem som stöder evaluering efteråt och som sparar historia om arbetet och arbetsflödet är nödvändigt

för att generellt sett åstadkomma ett ingenjörsmässigt arbetssätt. Således gäller detta också inom projektmetodiken BIM. Till projektmapparna styrs sedan alla yttre filer som dokument, protokoll, presentationer, dokumentation, fotografier eller videosnuttar som tillhör projektet i sin helhet.

Inom ESR Elkonsulten används ett utkvitterings och sparningssätt av filer genom att filen som öppnas för bearbetning alltid sparas om till dagens datum enligt (ååååmmdd) till exempel FilnamnBenämning_20121103.*, eller RitningsNummer_20121103.

Alla CAD/BIM filer lagras i roten i en mapp som heter exempelvis ElPlanering. I den mappen finns ytterligare mapp för A-ritningar var alla filer som anknyts till byggnadens huvudplanering sparas. Genom detta kan refetrens bilder och X-ref filer till den egentliga elplaneringen mjukkodas som .ARK/Filnamn_Beskrivning_ååååmmdd.*. Detta förfarande möjliggör evaluering av arbetsflöde, enkel delning av filmaterial och byte av referensfiler med mera.

Övrig information som dokument, foton, protokoll med flera sparas i mappar och undermappar, som på ett beskrivande men kort sätt berättar respektive pärms innehåll.

Ingen kritisk information får lagras stationärt på användarmaskinerna.

8.5.4 Backup

Backup på datamaterial dygnsvis är nödvändigt för att förhindra dataförlust ifall ett maskinhaveri eller annan störning inträffar. Enligt (Kymmell 2008) påvisas nödvändigheten i ett fungerande och logiskt system enligt ovan i sin publikation om BIM, 4D CAD simulering från 2008.

Inom ESR används SBServer2011 med tre hårddiskivor och extern backup-enhet. Systemet gör innehålls- och system backup till band alla vardagsnätter. Banden klarar datamaterial på 160GB/st.

8.5.5 Dokumentdatabank

För hela projektgruppen bestående förutom av expertisgrupperna listade i kapitel 8, även byggherren och dess övriga representanter, är det vanliga sättet idag att låta upprätthålla ett filarkiv man kommer åt via en webbplats. Exempel på liknande portaler och projektbanker är Raksanet, Buildercom, pärmen.se, och ProIT. De berörda parternas projektledare eller kontaktpersoner tilldelas användarnamn och lösen för inloggning och rättigheter att

använda portalen är sedan ofta utformad att passa respektive användare. För att få publicera material och ladda upp filer och dokument på det web-baserade sparningsområdet bör en självkontrollrapport över det överförda materialet publiceras undertecknat i samband med uppladdningen.

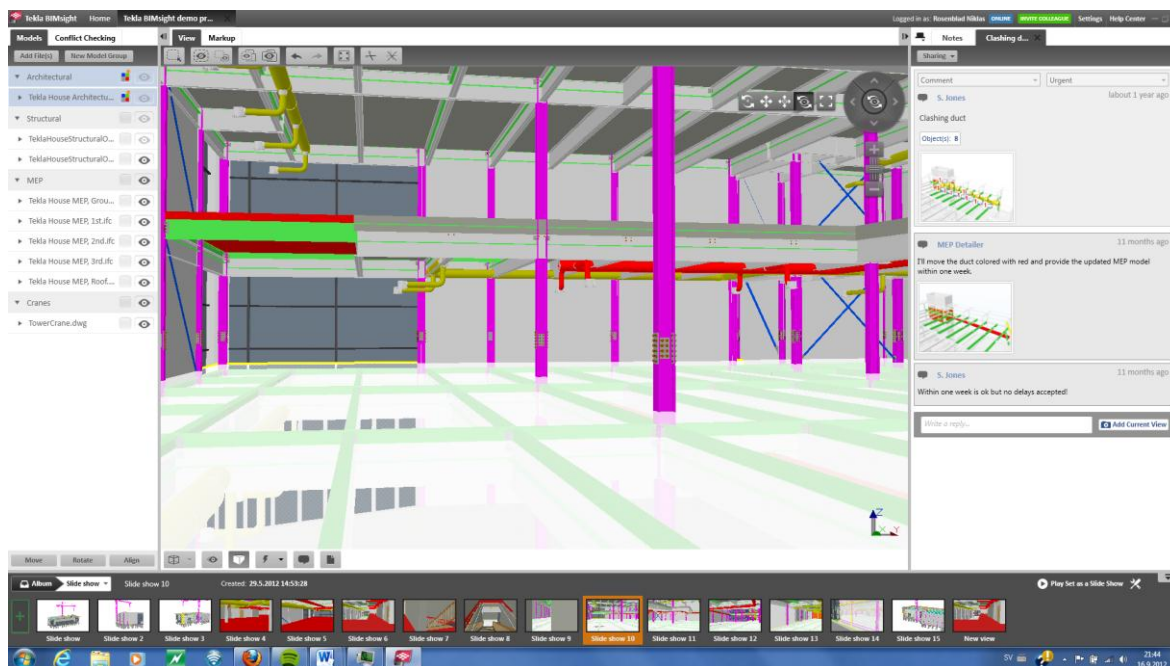
8.6 Samordning och kollisionsgranskning

De fördelar BIM definitivt för med sig är exakt utförd och visualiserad kollisionsgranskning av de olika installationsplanerarnas system och anläggningar.

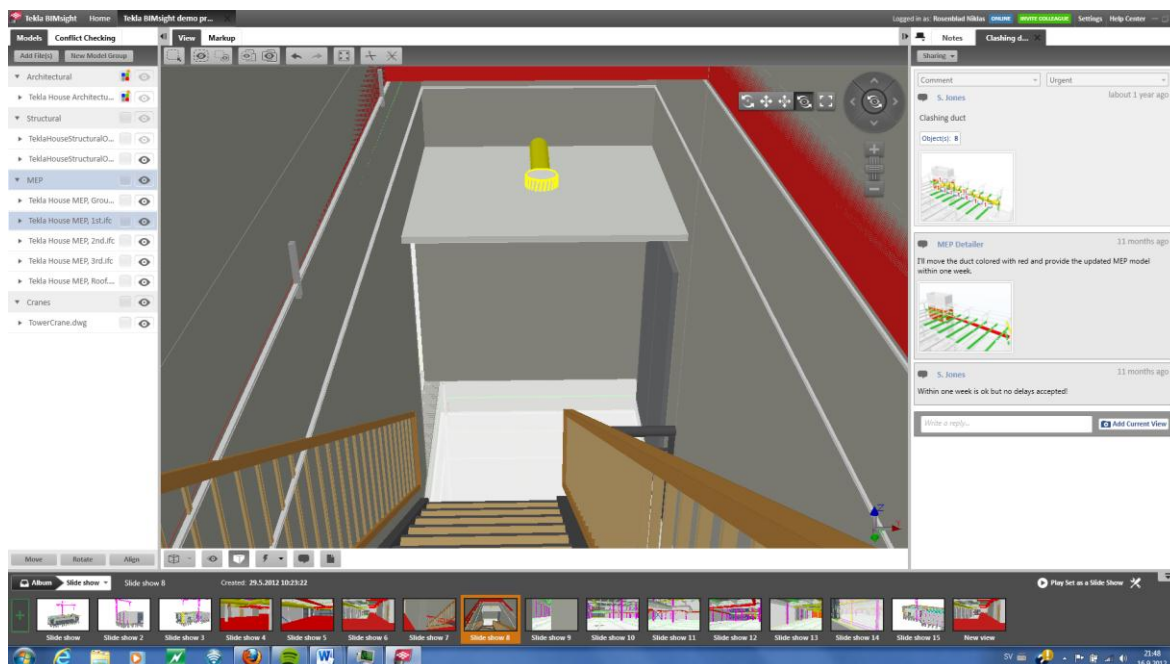
Det är skäl att kontrollera det producerade materialet kompatibilitet med visualiseringsprogrammet separat. Detta sker genom att göra körning till IFC-fil och importera filen till ett BIM visualiseringsprogram. Före utskick till CAD samordnaren är det av orsak att kontrollera att positioner och koordinater är enligt de begärda enligt CAD/BIM-manualen som projektkoordinatorn skickar ut. De vanligast använda koordinaterna är 0, 0, 0 (Kuitunen 2007, s. 14).

Några program för visualisering av IFC-material för byggnader och infrastrukturer, som tills vidare kan laddas ner gratis är:

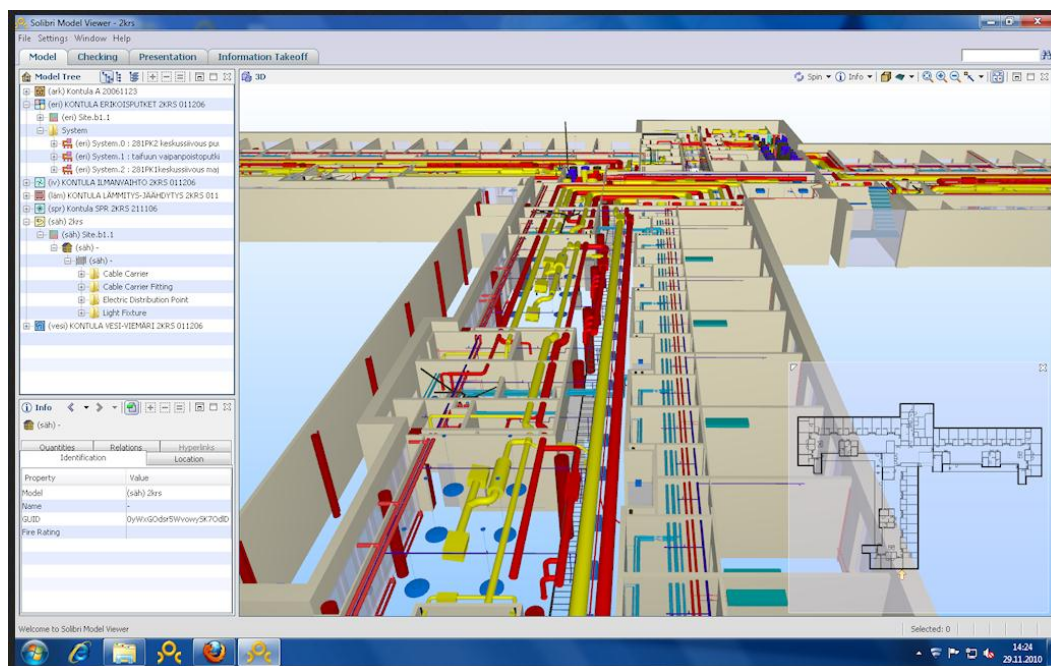
- Tekla BIM sight
- Solibri Model Viewer



Figur 10. Printvy ur TEKLA BIM sight programmet



Figur 11. Armatyr i printvy ur TEKLA BIM sight programmet



Figur 12 Solibri Model Viewer demobild

Det går med enkla medel att i realtid åstadkomma mycket intressanta och verklighetsrelaterade grafiska presentationer genom samordning i ett visualiseringsprogram.

CAD/BIM samordningskonsulterna och arkitekterna kan skapa mäktiga vyer och helhetsbilder av deldisciplinernas material, ofta med fotolika exaktheter över rummens

detaljer, färger, skuggor och ljussättning. Godtyckliga presentationer går det även att skapa själv till exempel genom ovan nämnda program (Figur 10, 11).

Fotografisk kvalitet är inte nödvändigt att eftersträva i fastighetstekniska visualiseringar där kollisionssgranskning och överensstämmandet med konstruktörens höjder och håltagningsreservationer är de väsentliga sakerna att få gjorda. Konflikter, kollisioner korrigeras efter granskningen, och kollas därefter på nytt tills en konfliktfri modell kan konstateras. Nämnas bör att BIM-modellen inte endast är en grafik utan är en riktig återgivning av byggnaden och dess system i en elektronisk modell. En BIM modell innehåller alltså massvis med information.

För den fastighetstekniska elplaneraren generellt sett, kommer tyngdpunkten att bli vilande på objektorientering och inprogrammering av typer och data för systemets komponenter och utrustning. Det gäller att i planeringsskedet noggrant specificera och välja material samt installationssätt för att kunna få ut tillförlitliga massalistor före förfrågningsskedet.

Det saknas i CADS och de flesta CAD-baserade program idag möjligheter att enkelt skapa relationer till 4D och 5D. Dessa är exempel på tillfällen där koppling till yttre dokument som projekttidtabell och massaberäkningskalkylernas prissättning sker.

8.7 Planeringsdokument

Till en bra elplanering hör fortsättningsvis även dokument enligt den gamla vana ordningen, strukturen utgår från dokumentförteckningen som anger ritningarnas och dokumentens nummer, beskrivning, länk till lagringsplats, datum, revidering och handläggare. I Finland kan elbeskrivningssystemet enligt Sähkönimikkeistö S2010 användas. Kategorierna för systemen används inom BIM redan vid genererande av ritningar i CADS.

I ett inte BIM-orienterat projekt är den immateriella massan av olika ritningar och tabeller lätt överväldigande stor. Även om ritningar och tabellmaterial samt beskrivningar i välorganiserade och välgjorda fall är strukturerad och för den väl insatta också förståelig, skapas lättare ett informationsglapp mellan de olika discipliner och genom detta stegrade produktionskostnader grundade av rivning, återuppbyggnad och korrigeringar i byggskedet. Samordning är svårutförd i standard planering. (Granroth 2011, s 18).

Planritningar och skärningar för förfrågning och detaljplanering kan lätt tas ut ur informationsmodellen i 2D. Dokumenten i elplaneringens förfrågningsskede kan vara:

8.7.1 Dokumentförteckning

Tabell som innehåller information om upphandlingsdokumentens ritningar, deras nummer, datering, skala, pappersark och senaste revidering.

8.7.2 Situationsplan

Ritning som anger fastighetens placering på kartan, när ritning tas ut ur modellen presenteras den i 2D och då bör höjdkurvor vara angivna och ritningen skalad i lämpligt förhållande till arkets storlek. Utgångsläge i pappersark A1 och skala 1:500 är allmänt använt.

8.7.3 Planritningar

Presenterade i 2D tas dessa ut ur 3D modellen, vanligtvis skalade i förhållandet 1:50 eller 1:100. Ritningarna återger elpunkter, kablage och gruppering enligt standard elplaneringar. Kanaler, hyllor och kulvertar bör vara synliga på den allmänna planritningen elpunkter och gruppering.

3D-vyer ur strategiskt utvalda vinklar och områden kan vara presenterade också i pappers- eller .pdf -form för att återge kabelhyllor och centralers visualisering. Detta kan underlätta entreprenörernas visualisering av byggnadsobjektet om de räknar massor på traditionellt sätt. För att BIM ska kunna komma till sin fulla nyttoegrad krävs att installatörerna kan ta ut visualiseringar ur modellen under installationsarbetenas gång. En verklighetsrelaterad 3D vy ger så mycket mera information än endast en ritning i pappers- eller .pdf-format.

BIM är dock tänkt att omfatta hela byggprocessen och då är det av vikt att alla entreprenörer och aktörer omfattar det elektroniska modellerings viset att tänka. Antagligen har vi ännu långt hit och det realistiska är att massaberäkningar och mängd-avtagning sker av planeraren och presenteras i tabellform parallellt med de traditionella 2D ritningarna ännu länge.

Åtminstone i förfrågningsskedet återger planritningarna systemen dokumentvis på de printade ritningarna enligt:

- Elpunkter och gruppering
 - o centraler, hyllor mm.

- Data och tele
- AV-system
- Övervakning
 - alarm, passerkontroll, kamera
- Brandalarmanläggning
 - systemritningar och utrymningsplan
- Rökgasutsug och brandgasevakuerings

Det är viktigt att planeraren och installationskonsulterna ges möjlighet att träffa entreprenörerna under upphandlingsskedet för att återge information om BIM-modellen och de i den innehållande information och på vilka grunder allting har tagits fram. Dessa är saker som en dator inte klarar av att förmedla utan en mänsklig dialog är av stor betydelse.

8.7.4 Centralernas huvudscheman

De på planritningarna genererade elgrupperna med relaterad information om ledningstyp, skyddsanordning, gruppkabellängd (som programmet beräknar utgående från den 3-dimensionella planritningen) tas genom databasen in till centralscheman. För lite större byggnader blir centralområdena och centralerna lätt flera till antalet. Automatiserad databasanvändning minskar riskerna för mänskliga faktorns misstag. Scheman och tabeller skapas genom programfunktioner exakt och tidseffektivt.

Scheman bör idag innehålla uppgifter om gruppablarnas längd, impedans och teoretiskt beräknad kortslutningsström i matnings- och den mest ofördelaktiga punkten.

8.7.5 Centralernas kretsscheman

Dessa ritas ofta först i detalj eller arbetsritningsskedet på traditionellt genomförda entreprenader och planeringsbeställningar. Enligt TATE2012:s nya utförandemodell kan dessa ritningar höra till planeraren att ta fram och bör då ursprungligen vara uppmärksammade i dokumenthandlingarna.

Här presenteras styrkretsar i schematisk form med ett logiskt och standardiserat ritningssätt. Ritningen är svår att generera helt genom programfunktioner men dessa underlättar arbetet betydligt.

Kretsscheman är ofta framställda genom ett kunskapskomprimerat hantverk likt PLC programmering. Arbetssättet för krävande kretsschemaritning liknar långt ett sätt som ofta används inom framtagning av ladderdiagram ur ett sekvensdiagram.

8.7.6 Stigarledningsschema

Detta schema kan rimligtvis genereras i planritningarna och tas in genom databasen ProDB men kan även i vissa fall göras för hand. Schemat presenterar centraler, deras område och positioner, stigarkablering samt kortslutningsströmberäkningar i schematisk form.

8.7.7 Svagströmssystemens scheman

Här specificeras de olika systemens kablering och komponenter i scheman

I schemat bör åtminstone framgå komponenternas antal och exempelprodukter, kablar och kopplingsexempel.

8.7.8 Armaturförteckning

Armaturförteckningen tas direkt ur databasen som genererad information från planritningarna. Här framkommer på traditionellt sätt armaturernas typ, tillverkare, installationssätt, reflektor, anslutningsdon, lampsockel, lamptyp, effekt och effektfaktor samt armaturernas antal relaterade till positioner som överensstämmer med de på planritningarna angivna positionerna.

8.7.9 Elarbetsbeskrivning

Denna, från traditionella planeringsprocesser kända långa beskrivning, av elanläggningens beställare, olika systemkrav, installationsätt, granskningsförfarande, garantisummor med mera kan genom BIM göras betydligt kortare. De mest väsentliga beskrivningarna kommer fortfarande att vara presenterade i dokumentet. Riktlinjen bör vara att modellen och ur modellen tagna 2D ritningar berättar vad som ska installeras, beskrivningen specificerar hur.

8.7.10 Utskrifter i 2D

Det är tillsvidare nödvändigt att göra utskrifter till PDF- och pappersdokument vid olika skeden av projektet. Utskriftserier brukar göras vid offertförfrågan/upphandlingsskedet, vid fastställande av detalj- och arbetsritningar och vid överlåtelse av slutritningar. Vid olika revideringar är det också (om projektet styrs av dokumentbaserade godkännande och arbetsprocesser) viktigt att få ut exakta och skalade ritningar.

Det är att rekommendera att utskrifter sker i standard dokumentformat, till exempel A1. När ritningarna skalas till 1:50 eller 1:100 bör noggranna konvektionslinjer göras för sektionerna av byggnaden. Till dessa sektioner fastställs sedan ett

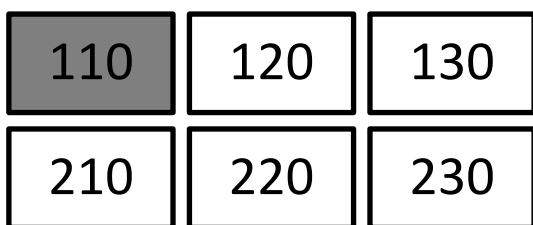
utskriftsområdesnummer. Eftersom dokumenten bör vara exakt lika genom projektets gång, borde en extern referens-fil innehållande konvektionslinjer och koordinatsystem för segmenten skapas av arkitekt eller konstruktör. Denna fil används sedan av alla planeringsdiscipliner under projektets gång. Filen borde höra till standardupplägget över projektets allmänt använda referensfiler.

När utskriftsområdena tilldelas dokumentnumrering områdesvis, kan samma indelningssystem tillämpas för alla planeringsexpertisers utskrifter på ett genomgående logiskt vis.

Till exempel ett system där Planeringsdisciplin-System-VåningUtskriftsdelen är presenterade i numreringslogiken är bra. Exempelvis till en byggnad runt 3000 m² kunde en i figur 13 presenterad karta över utskriftsområden användas, när skalan är 1:50 och standardiserad arkstorlek A1 (594 x 841 mm) används.

Utskrift till olika pappersark är sedan lätt att göra efter behov eftersom standarddokument har likadana proportioner. Ritningar skalade i 1:50 på A1-ark utskrivna på en A3 (297 x 420 mm) har samma proportioner, men skalan blir i stället 1:100. Motsvarande en till 1:100 skalad ritning på A1-ark får skala 1:200 vid utskrift på papper A3. Pappersark standardiserade enligt ISO-A –typen har utgångsläget att yta för ark A0 (841 x 1189 mm) = 1m².

Alla ritningar som berörs av områdesindelningen bör ha en översiktsvy över områdena, med det specifika dokumentets aktuella område enligt indelningen, inlagd i titelfältet. Området bör vara märkt på något vis, exempelvis diagonalsträckt eller gråskalat som i exempelmodellen i figur 13. I exempelmodellen är det aktuella området 110 gråskalat och kunde vara presenterat i en ritningsnummerserie enligt figur 14.



Figur 13. Utskriftsområden, del 110 gråskalat

Disciplin (EL)	System huvudnivå	Electric S2010-nivå	Andra våningen	Utskrifts- område
S-	2	11	2	110

Figur 14. Exempel på ritningsnummerlogik

Alltså skulle utskrift i 2D över kabelhyllor få ritningsnummer S-211-2110 för andra våningens aktuella printdel 110.

8.8 Belysningssimulering och –beräkning

Beräkning och simulering kommer förmodligen att kunna göras i modellen i framtiden, men för stunden används skilda simuleringsverktyg för beräkning av belysningseffekter. DiaLux är ett bra verktyg som kan laddas ner och installeras gratis. Beräkningsplan kan exporteras ur CADS direkt till DiaLux och vice-versa.

Visualiseringsprogrammen som används inom BIM kan användas till bestämmande av ljussättning med beaktande av skuggor och dagsljusets inverkan.

9 Den samordnade ByggnadsInformationsModellen

Informationsmodellen skapas alltså inte endast av att en eller några discipliner bidrar med sina objektbaserade modeller, utan av att alla berörda deldiscipliner tillför informationsmodellen material för att BIM-modellen ska vara användbar. (Granroth 2011, s. 53)

Som framgick redan tidigare borde informationsmodellering som projekteringsteknik alltså endast vara befogad att inleda om den kan göras fullständig. I andra fall förlorar den sin egentliga mening, att vara en elektronisk helhetsomfattande modell. Processen resulterar då endast i en dyr och ofullständig 3D-modell av en byggnad som inte behöver motsvara verkligheten.

9.1 BIM i polemik mot traditionell 2D-planering

Genom informationsmodellen kan projektets parter som inte är bygg- eller teknikbranschens yrkespersoner ta del av byggnadens teknik och egentliga utformning redan i tidigt planeringsskede. Flertalet fördelar som uppnås med BIM ligger hos investeraren och slutanvändaren.

Ljussimulering, dagsljus och skuggområdesmodeller, monteringsordning och utmanande byggnadsskeden kan visualiseras på ett förståeligt sätt.

Dylika anföranden har tidigare bara genom konsulternas muntliga och förenklade presentationer av 2D-ritningar och presentationer av system i form av Power Points eller andra liknande metoder eller delgivning av broschyrernas information samt samplottnings kunnat ta del av byggnadens planerade system.

Nu kan dessa projektets nyckelpersoner redan i inledningsskedet av planeringsprocesserna vara delaktiga i projekteringen på ett omfattande sätt. I välstrukturerade BIM-projekt kan byggherre, investerare, beslutsfattare samt som exempel, kommande användare av byggnaden, tidigt invigas i byggnadens visuella utseende, och de kan delgivas information på en mycket praktisk och förståelig nivå från början. (Kymmell 2008)

I traditionellt genomförda större projekt samlas dokument ofta i en webbaserad projektbank där .pdf-filer kan laddas ner. Dock är alla ritningar här presentationer av deldisciplinernas ritningar och dokument enskilt. Dessa filer är oförståeliga för många vanliga användare. Dokumentmassorna är stora och hierarkin krånglig att omfatta.

Ledarskapet i 2D projekt är ofta hierarkiskt uppbyggd. Information ”pantas” i planeringsföretagen och knippas ihop i dokument just före överlåtelse av planeringsuppdraget. Ritningar levereras till beställaren eller till betalaren, information ges inte till någon annan. (Paappanen 2011, s. 12)

Ritningar och filer hanteras givetvis fortfarande i BIM-projekt disciplinvis inom byråerna, men presentationer för användarna kan ske genom den samordnade modellen. Presentationer sker inte längre i BIM-projekt på basis av klara ritningar skilt för sig, utan genom modellen under tiden den framställs av projektgruppen bestående av samlad yrkesexpertis.

I standard 2D planering är kollisionssgranskningar svår genomförda eftersom de grundar sig på manuell kontroll av 2D-bildernas angivna montagehöjder, djup och bredd. Här spelar den mänskliga noggrannheten en betydande roll. I bästa fall görs samplattning av 2D-DWG filer men ofta inte ens det.

I en 3D-mall kan kollisionssgranskning göras disciplinerna emellan, genom programmen. Detta genomförs på några minuter, med mänskliga misstagfaktorn så gott som eliminerad. Denna fördel är tankeställande eftersom alla planerare ändå bör tänka sig in i hur byggnaden kommer rent geometriskt att se ut som färdig också vid 2D planeringsprocesser. Med 3D behöver höjdförhållandet inte endast föreställas för planeraren själv genom sin visuella fantasi och förmåga, det går att dra nytta av 3D-visualisering genom programmen rent i praktiken.

I en 3D-modell som tillförts 4D och 5D kan byggnadsprojektets gång simuleras bit för bit samtidigt som man ser de i realtid uppsående kostnaderna byggskedesvis. Direkt kostnads och tidsmässig inverkan på borttagna objekt respektive tillagda objekt görs genom BIM överskådlig i direktanknuten relation.

9.1.1 Fördelar kontra nackdelar med BIM

Nedan presenteras fördelar respektive nackdelar med BIM. Det bör vid tolkning av tabellen tas i beaktande att även om nackdel konstateras, är funktionen kanske inte ens möjlig att utföra i en traditionell 2D-planering.

FÖRDELAR	NACKDELAR
Kollisions och konfliktkontroller	Programkompatibilitet kan vara en utmaning
Virtuella och exakta visualiserings-möjligheter	Kan vara svårt att tillämpa ny teknik, alla kommer kanske inte att vara villiga att medverka
Mindre fel i planerings- och byggprocesserna	Bör omfatta hela byggprocessen över tid och alla dess parter
Simuleringar	-
Inbyggt stöd för projekttidtabeller mm.	-
Mängdavgivning och kostnadsberäkningar	Vem tar ansvar för eventuella fel
Projektmetod som sammanfogar projektets	Är detta inte alltid möjligt till 100 (?)

olika yrkesgrupper tvärgående	
Förvaltningsinformation	
Sparar papper och resande, miljövänligt	Höjer IT-kostnader något
Utvecklande och innovativ utmaning	Alla involverade bör ha datakunskap

Figur 15. Några för- kontra nackdelar med BIM.

9.2 Helhetskostnadsstruktur

Genom BIM kan man enligt Marko Granroths påpekande i sin bok, BIM – ByggnadsInformationsModellering, Orientering i en modern arbetsmetod, spara märkbara kostnader totalt sett jämfört med traditionell planering. Kostnadsinbesparingarna kan totalt sett uppgå till 13 % av de totala produktionskostnaderna för ett hus på 10 000 m². Nedan presenteras en tabell framtagen av Granroth.

Antag att kvaliteten går att bibehålla eller förbättra med hjälp av objektsbaserad projektering för ett hus på 10 000 m². Projekteringsskedet genomförs på 7 månader istället för 12 månader, den forcerade projekteringen (fast track) genomförs alltså 5 månader snabbare än traditionell projektering. Hyresintäkten antas vara 2 500 kr/m² och år där LOA är 8 000 m² av byggnaden, som är uthyrningsbart, tabell 2.

Tabell 2 Besparing för traditionell projektering kontra objektsbaserad projektering med tidigare uthyrning för hus på 10 000 kvm.	
	Summa (milj. SEK)
Intäkter genom tidigare uthyrning (5 månader * 8 000 m ² * 2 500 kr/ m ² och år)	8,3
Tidigare inflyttning motsvarar en besparing	~ 8 miljoner

Vid beräkning av tabell 2 har en förenkling gjorts. Ingen hänsyn tas till kostnader för upplåning av kapital (ränta, byggkrediter).

Tabell 3 Total besparing för traditionell projektering kontra objektsbaserad projektering med tidigare uthyrning, minskat slöseri och färre fel för hus på 10 000 kvm		
	Traditionell byggprocess	BIM-byggprocess
Kostnad		
Totalkostnaden, objektsbaserat (milj. [SEK]))	197,7	178,4
Tidigare inflyttning (milj. [SEK])		-8,3
Övrigt (milj. [SEK])		
Mervärdesskatt (milj. [SEK])		
Totalkostnad (milj. [SEK])	197,7	171,1
Skilnad [SEK]	~ 26,6 miljoner	

BIM byggprocess med god tidplanering, forcerad byggprocess genom tidigare inflyttning, bättre byggstyrning under byggskedet kan innebära en besparing på ~ 26,6 miljoner eller nästan 13 % på totalkostnaden mot traditionell projektering i samma projekt (tabell 3).

Figur 16. Granroth om total kostnadsinbesparing i BIM kontra standard 2D projektering (Granroth 2011, s 26).

10 Praktiska exempel över elplaneringsprojekt

I den andra delen av examensarbetet, som börjar från och med rubrik 10 beskrivs praktiska exempel och delar av arbetsinsatser som gjorts till två regionala planeringsprojekt samt ett till utlandet exporterat projekt. Ur planeringsprocessernas tekniska programanvändning tas det fram belysande exempel samt beskrivningar av mer generella metoder, som sedan tillämpats i praktiken.

Planeringarna utfördes av ESR Elkonsulten / Eltjänst Rosenblad Ab under hösten 2012 när processen för examensarbetet pågick. Vissa av planeringarna och byggnadsprocesserna pågår delvis ännu. Ett av objekten planerades som traditionellt 2D projekt, men CADS-ritningarna har sedan till examensarbetet och självstudier genererats om till 3D för modellbeskrivning. De övriga planeringarna projekteras som objektbaserade processer.

10.1 Programvara

Eltjänst Rosenblad Ab och senare ESR Elkonsulten använder CADS Planner sedan 2002 vilket påverkar att projekt presenterade i detta examensarbete använder CADS Planner PRO som huvudsakligt planeringsverktyg. Förutom detta används DiaLux, Tekla BIMsight samt Microsoft Office program (Word, Excel, Access). Förutom dessa kan det skapas hjälpapplikationer i Visual Studio C#. För mängdavgiftningarnas prissättning används X-Paja av PajaData Oy som är en del av den nordiska HantverksData koncernen.

10.2 Projekten

Byggnaderna består av en ishalls elplanering, en fabriksfalls budgeteringsplanering för el och fastighetsteknisk samordning, en del av planeringsarbetet med en logistikcentral ämnad för tungtrafikspedition samt en BIM-stödd elplanering till ett arkitekturritat egnahemshus.

I presentationen av projektens planeringsprocesser beskrivs arbets- och projektmetoder, tekniska programfunktioner i form av bilder och beskrivningar samt förklaringar och beräkningar. Presentation över planeringsdokument och teknik för framställande av dessa.

10.2.1 De planerade anläggningarna

Ishallens elanläggnings budgeteringsplanering gjordes redan under hösten och vintern 2011, beställningen fortsatte sedan som ändringsplanering gentemot byggherren. Ishallens yta är ca 3000 m². Projekteringen fortsatte under våren och sommaren 2012 genom detalj- och arbetsritningar samt simulering och kollisionsgranskningar för den fastighetstekniska entreprenören till vilken även samtliga kretsscheman till centralerna gjordes. VVSA och EL planeras med CADS Planner PRO.

Produktionshallen budgeteringsplanering gjordes under sensommaren och hösten 2012. Hallen utrustas med traversbom (lyftkran) som ställer speciella krav på el- och ventilationssystemens rent praktiska planering och samordning genom att utrymmet för ändamålet inte är stort, dels kan inga vertikala hyllor eller föremål finnas i vägen för traversbommen som kan köras längs hela hallens längd på 130 m.

Hallens yta är 3000 m² och höjd 8,7 m. Byggnaden planeras helt i 3D, huvud-, konstruktions- och arkitektplanering genomförs med Tekla Constructions programvara och VVSA och EL planeras med CADS Planner PRO. Huvudplanerare för objektet är en ansedd aktör inom området Aaro Kohonen och FMC Group, som även har framträtt som pionjärer i finskt 3D och BIM projektering. Aaro Kohonens historia och utveckling presenteras även på Teklas hemsidor.

Det som presenteras av logistikcentralens är delar av projektering som görs till Sverige, planeringen sköts som underentreprenad till entreprenören av elanläggningen som har helhetsentreprenad. Helheten består av allt från projektering till driftsättande av anläggningen. Planeringen är krävande på grund av fastighetens stora yta och volym. Hallens golvyta är 22 500 m² och höjden är 11,7 m.

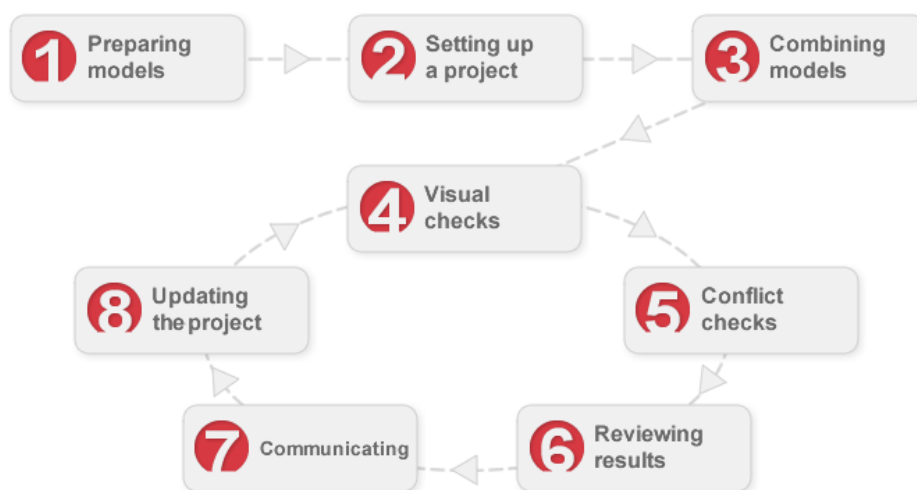
Ett egnahemshus som samordnas genom BIM presenteras också. Planeringen hann inte bli färdig vid examensarbetets sammanställandetidpunkt så endast en del visualiserat IFC-material kan delges i arbetet.

11 Beskrivning av projekteringsmetodik

Här beskrivs projektmetodik och arbetsmetoder vi tillämpat i projekten.

11.1 Beskrivning av tekniskt arbetsflöde

En arbetsflödesprincip som rätt långt beskrivs i visualiseringsprogramleverantören Tekla BIMsights manual tillämpas i BIM-baserade planeringsprocesser. Flödet är presenterat i figur 8. Metoden bygger på att skapa förhållande där informationsluckor mellan planerardisciplinerna och entreprenörerna inte ska uppstå.



Figur 17 Arbetsprocessen i BIM baserad planering enligt Tekla. Processens flödesbeskrivning: 1 Förbereder modeller, 2 Skapar projekt, 3 Kombinerar modeller, 4 Visualiseringar, 5 Konfliktgranskningar, 6 Revidering av resultat, 7 Kommunikation, 8 Uppdateringar i projektet (Tekla 2012).

Närmare analys av flödesdiagrammet ger en insikt i de olika momentens skeden där projektet inleds i moment ett (1), efter att ett behov av att bygga en fastighet uppstått och investerare samt byggherre finns. Projekteringen behöver naturligtvis stöd av IDM för att kunna kallas en BIM (sidan 15). Inom BIM är utgångsläget alltid fungerande och oavbrutet informationsutbyte. Flödet fortsätter sedan till moment två (2) där projektet sätts igång, inledande planeringsmöte samt fortsatta projektmöten hålls. Här sker planerings- och ritningsarbete samt beräkningar och framtagning av CAD/BIM material inom

planeringsgrupperna. Här sker samordning och interna visualiseringar och samkörning av system. Noggrannhet, försiktiga framskridanden och detaljarbete präglar en BIM-process.

Processen övergår i moment fyra (4). Här utförs visuella granskningar av system och disciplinernas modeller kontrolleras visuellt i modellen. Flödet övergår till moment fem (5), där konflikt- och kollisionssgranskningar utförs systematiskt i en samordnad modell. Efter konfliktgranskning revideras resultaten i moment sex (6). Genom kommunikation genom dialog i moment sju (7), som naturligtvis även överlappar och framkommer som viktig även i de övriga momenten görs överenskommelser om vilken planeringsgrupp som gör hurudana korrigeringar för att uppnå en konfliktfri modell. Projektet uppdateras i moment åtta (8) varefter modellen igen tas in till moment fyra för upprepad granskning, kontroll revidering, uppdatering och kontroll.

Genomgång av faserna 1...8 sker upprepningsvis ända tills en konfliktfri och fungerande helhetsmodell har uppnåtts. Nämnas bör att denna process inte upphör genom att det egentliga byggandet har inletts, men redan i upphandlingsskedet har redan en långt felfri och noggrant detaljerad objektmodell skapats.

Genom denna process skiljer sig BIM märkbart från en traditionell dokumentbaserad planeringsprocess.

Tanken med metoden är vidare att ingen planerare gör långt framskridna egna lösningar som kan bli motstridiga med de andra systemens uppbyggnad. Genom täta projektmöten och informationsutbyte av datamaterial kan ett smidigt arbetsflöde uppnås där inget dubbelarbete eller onödigt korrigeringar uppstår. Huvudsaken är att det vid inledande av de egentliga utförandeentreprenaderna inte längre finns konflikter som gör att egentliga installationer eller konstruktioner i byggnaden måste rivas och byggas om (Stycke 6.4).

När modellen är klar för budgeteringsförfrågan, kan offertförfrågningsmaterialet skickas ut. I synnerhet i offentlig upphandling sker förfrågan enligt strikta rutiner där offerterna oftast tas in i slutna kuvert. En annan metod att tillämpa är en förhandlingsmodell där byggherre, planerare (konsult) och entreprenörer träffas och går igenom handlingarna tillsammans. Den valda entreprenören bör ha påvisad dataanvändarkunskap för att kunna omfatta fördelarna med BIM.

I dessa fall är entreprenören en aktiv part i den fortsatta BIM-projekteringen. Efter att entreprenörer valts deltar de med andra ord i arbetsflödet med den objektbaserade

modellen. Denna process fortgår sedan och modellen revideras och uppdateras ända tills byggnaden med dess installationer och system står klar och välfungerande för att börja betjäna användare och beta sitt investerade kapital tillbaka.

11.2 Beskrivning av ekonomistyrning i planeringsprojektet

Det är skäl att ha överenskommen faktureringsrätt i de olika skedena, som motsvarar kostnaderna för insatserna. Faktureringsraterna bör det komma överens om i upphandlingsskedet och kontraktet för uppdraget bör stöda och binda raterna eller faktureringstidpunkterna. Företaget borde ha koll på sin egen kostnadsbas och utifrån den kunna beräkna ett arvode per timme som finansierar de verkliga kostnaderna.

I ett kontrakt för BIM elplanering borde förutom de självklara sakerna om beställare, leverantör, kravspecifikation, planeringsobjekt och planeringens omfattning, faktureringsvillkor med flera, framgå åtminstone följande saker:

- Tidtabell för BIM-möten och mötenas antal för prisuppskattning
- Programvaror och kompatibilitetskrav
- IFC filformat
- Immateriella materialets äganderätt

Vid Eltjänst Rosenblad Ab och ESR Elkonsulten tillämpas en projektmetodik som omfattar integration av ekonomistyrning i projektens tekniska arbetsflöde så att dessa två tillsammans med möjliga tilläggsleveranser bildar en överskådlig och hållbar helhet.

Det är viktigt att de tillämpade projektmetodikerna stöds av företagets kvalitetssystem och kvalitetssystemet i sin tur tilldelar projektmetodiken spelrum för att vara effektiv och dokumenterande. För att kunna leverera kvalitativa produkter och ekonomiskt effektivt utförda leveranser krävs fungerande och upplevt lättrodda system som inte belastar processerna som ett självändamål.

Granroth nämner i sin sammanfattning att faktorer som finansiell stabilitet, organisation och kvalitetsarbete är viktiga att ta fasta på vid utvärderingen av anbudet för entreprenaderna (Granroth 2011). Samma gäller naturligtvis också redan i upphandlingsskedet med planerarorganisationer.

11.2.1 Anskaffningslagen och lag för offentlig upphandling

Ekonomidelen i projektmetodiken bör innehålla beskrivning av rutiner som stöder lagar och myndigheternas krav för påvisande av tillräcklig tillförlitlig ekonomistyrning inom företaget. Som exempel vid offentliga upphandlingar bör idag ekonomin hos de aktörer vars anbud tas med i upphandlingarna vara stabil (Anskaffningslagen 348/2007). Mellan företag finns även en lag som förbinder beställaren att kontrollera det ekonomiska skicket i vilket leverantörsföretaget eller -näringsidkaren befinner sig i. Förfarandet gäller skatter, pensioner, olycksförsäkring och arbetsavtal (Lag 1233/2006).

12 Programanvändning

Här presenteras några arbetsflöden i CADS Planner PRO v16 och Tekla BIM Sight endast ur elplanerarens synvinkel. Observera att processerna styrs från information som fås från planeringsmöten och andra discipliners IFC-material, visualiseringar med mera.

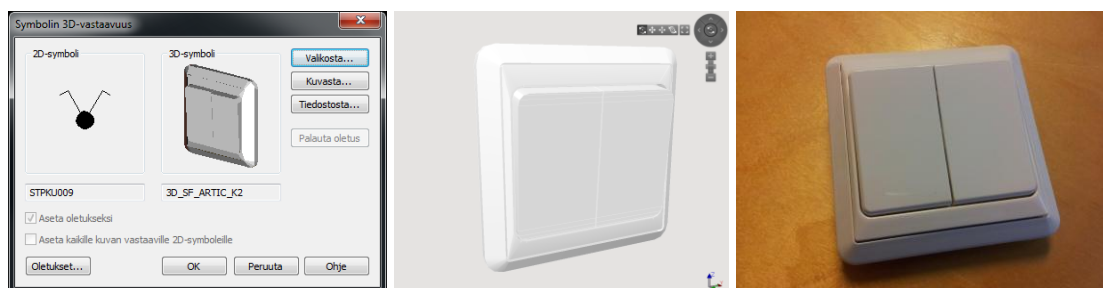
12.1 Ritningssymboler och dess 3D motsvarigheter

Som exempel presenteras nedan några vanliga symboler, dess 2D-motsvarighet och apparatens verkliga motsvarighet i praktiken.

12.1.1 Apparater

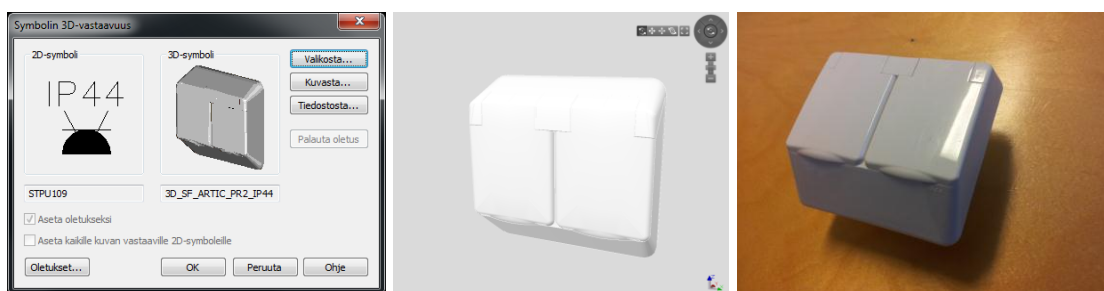
Nedan presenteras några apparaters standard 2D symbol med dess motsvarande 3D symbol ur CADS symbolregister. För att göra en jämförelse till en verklig apparat så har 3D symbolen importerats genom en IFC-fil till en visualisator. Slutligen presenteras ett fotografi av samma apparat i verkligheten.

I figurserie 18 presenteras en strömställare av typ Artic.



Figur 18. Vänster: Strömfors Artic kronbrytare ur CADS 3D symbolregister. Mitten: Samma strömställare visad ur BIM visualiseringsprogram genom IFC filtransport. Höger: Samma strömställare i verkligheten

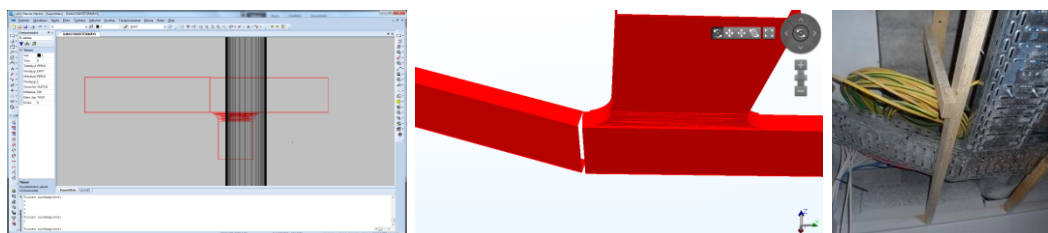
I figurserie 19 presenteras ett uttag av typ Artic, IP44.



Figur 19. Vänster: Strömfors Artic dubbeluttag IP 44 ur CADS 3D symbolregister. Mitten: Samma uttag visad ur BIM visualiseringsprogram genom IFC filtransport. Höger: Samma uttag i verkligheten

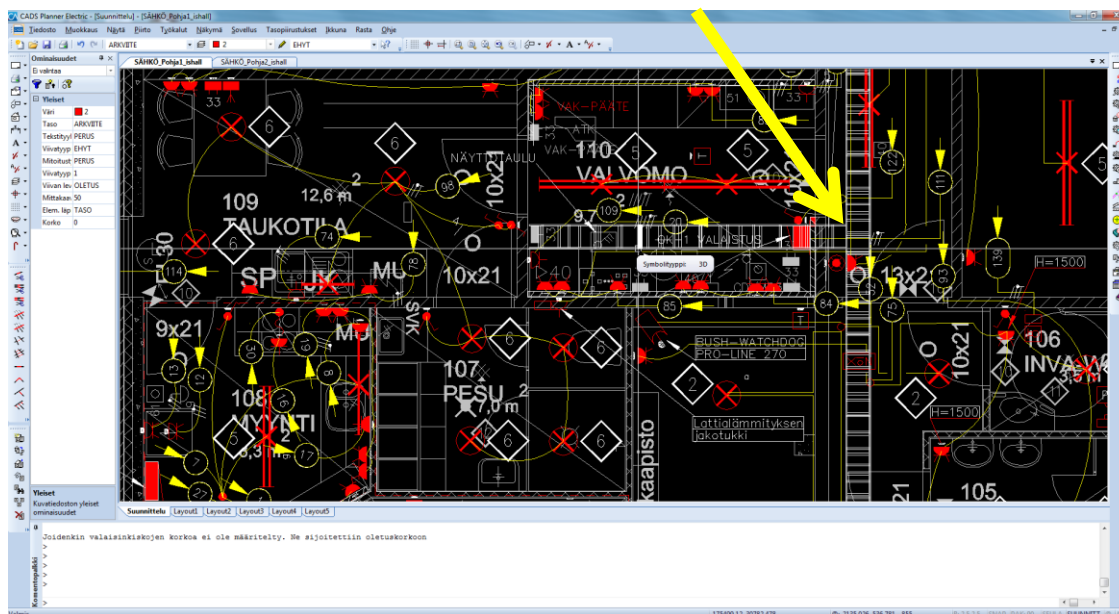
12.1.2 Hyllor och rutter

I figur 20 har en kabelhyllas symbol i en 2D skärmdump jämförts med samma kabelhylla visualiserad i Tekla BIMsight och sedan kabelhyllan som den monterats i verkligheten. Ovan kabelhyllan löper ett ventilationsrör som tyvärr saknas i visualiseringsbilden i mitten av figurserien.



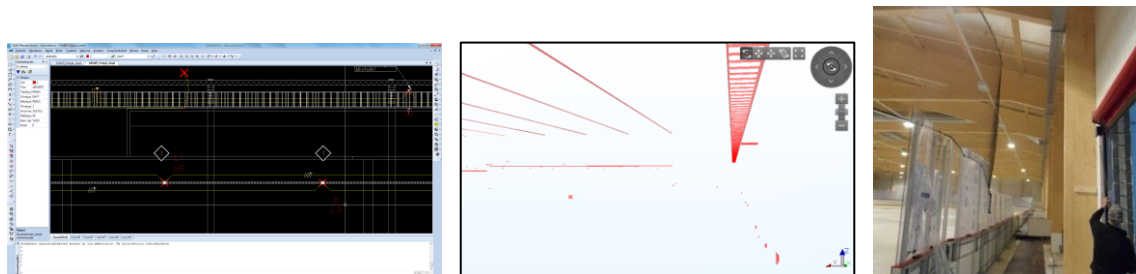
Figur 20. Vänster: Kabelhylla och ventilationsrör presenterad i 2D i ett CADS fönster. Mitten: Samma kabelhylla visualiserad i Tekla BIM sight. Höger: Samma kabelhylla och ventilationsrör i verkligheten. Planering och fotografi är taget från Raseborgs ishall.

I figur 21 finns kabelhyllan presenterad i ett lite större sammanhang i en 2D skärmdump. Bilderna och ritningarna är från Raseborgs Ishall 2012. Kabelhyllans T-avgrening under ventilationsröret från figur 20 har visats med en pil i bilden.



Figur 21. Kabelhyllan från figur 16 i en 2D vy som omfattar allmän el och gruppering

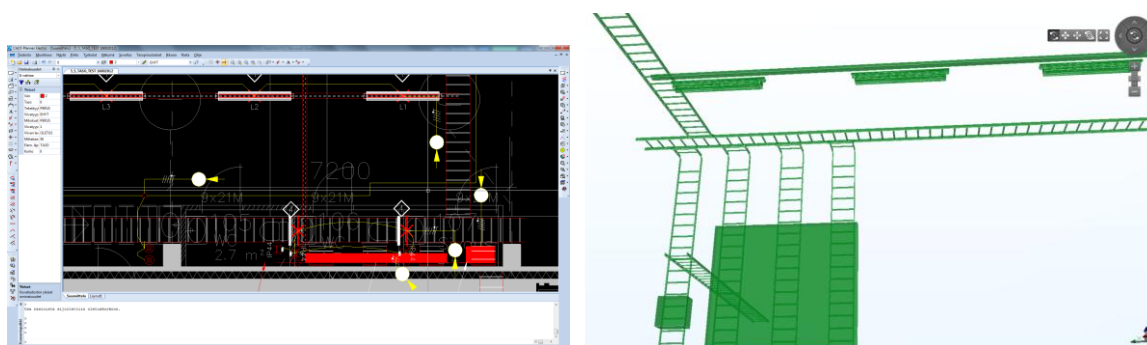
I figur 22 framgår kabelhylla och belysningsramper i 2D skärmdump från CADS, samma kabelhylla och ramper visualiserade i BIMsight och slutligen till höger i serien samma upplägg i verkligheten. Ritningar och fotografier är från Raseborgs Ishall 2012.



Figur 22. Vänster: Kabelhylla och armaturskenor i 2D CADS fönster. Mitten: Kabelhylla och armaturskenor visualiserade i Tekla BIM sight. Höger: Samma kabelhylla och armaturskenor i verkligheten. Planering och fotografi är tagna ur Raseborgs ishall.

12.1.3 Centraler

I bildserie 23 presenteras en central, kabelhyllor och armaturer med kontaktskenor i 2D i CADSfönster, samma anläggning visualiserad i BIMsight. Planeringsvy i 2D och BIM visualisering är tagna ur industrihallens planeringsmaterial.



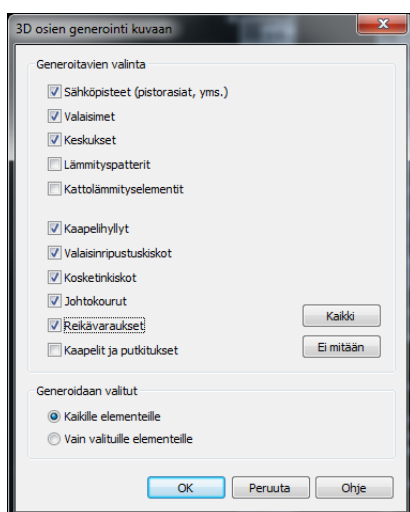
Figur 23. Vänster: Central och kabelhyllor i 2D CADS fönster. Höger: Samma kabelhyllor och central visualiserade i Tekla BIM sight. Vyerna är tagna ur en fabriksbolls planeringsprojekt.

12.2 Generering av 3D-symboler

När man gör upp planritningar i CADS Planner eller även andra CAD baserade program som till exempel MagiCADS som körs på AutoCAD genereras alla 3D symboler från motsvarande 2D symbol. Händelseförkopplet som följer beskriver denna process.

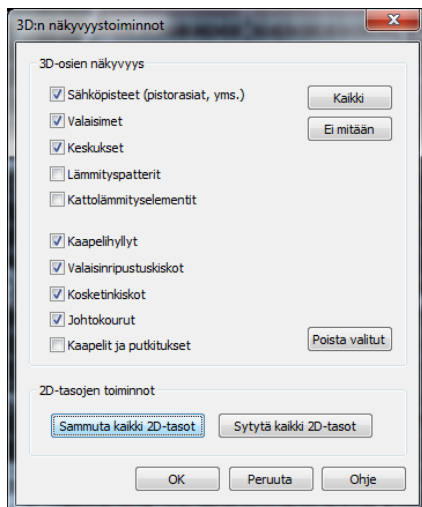
12.2.1 Överföring till IFC

I figurerna 24...26 presenteras generering av 3D-symboler, släckning av valfria 2D-symboler och slutligen export till IFC-filformat i CADS Planner Pro. Nu förutsätts det att 2D symboler (objekt) med specifikt definierade nivåer har tilldelats modellen. 2D symbolerna genereras till synliga 3D-nivåer med kommando: "3D osien generointi kuvaan". Här kan väljas hurudan typ av objekt som väljs ha med i körningen.



Figur 24. Genererande av 3D symboler i CADS Planner PRO

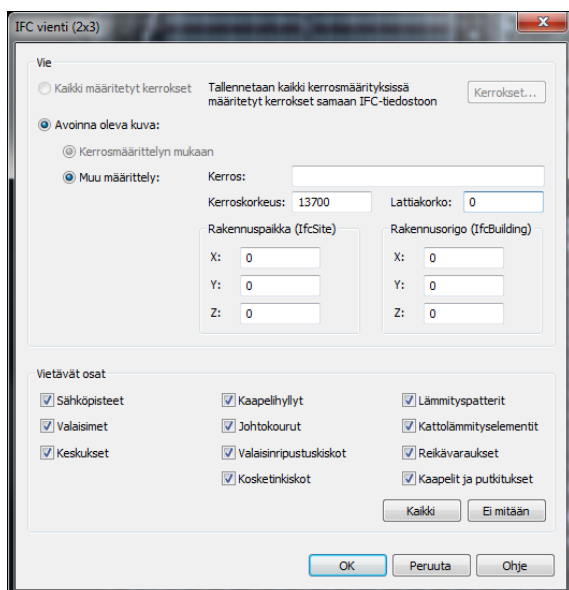
Efter att objekten nu har genererats 3D synlighet kan vi definiera vilka huvudnivåer vi väljer att hålla synliga.



Figur 25. Efter att 3D symbolerna är genererade väljs vilka 2D och 3D symbolnivåer ska vara tända eller släckta.

Efter det här kan vi överföra modellen till IFC.

Videxporten väljs vilka delar eller nivåer vi ska köra till IFC-filen. Vi ska också nu definiera koordinater för vår anläggning. Om inget annat angetts ska 0, 0, 0 gälla för x, y, z koordinaterna. Om byggnaden inte har byggnadsorigo definierat enligt kartkoordinater så gäller 0, 0, 0 även här.



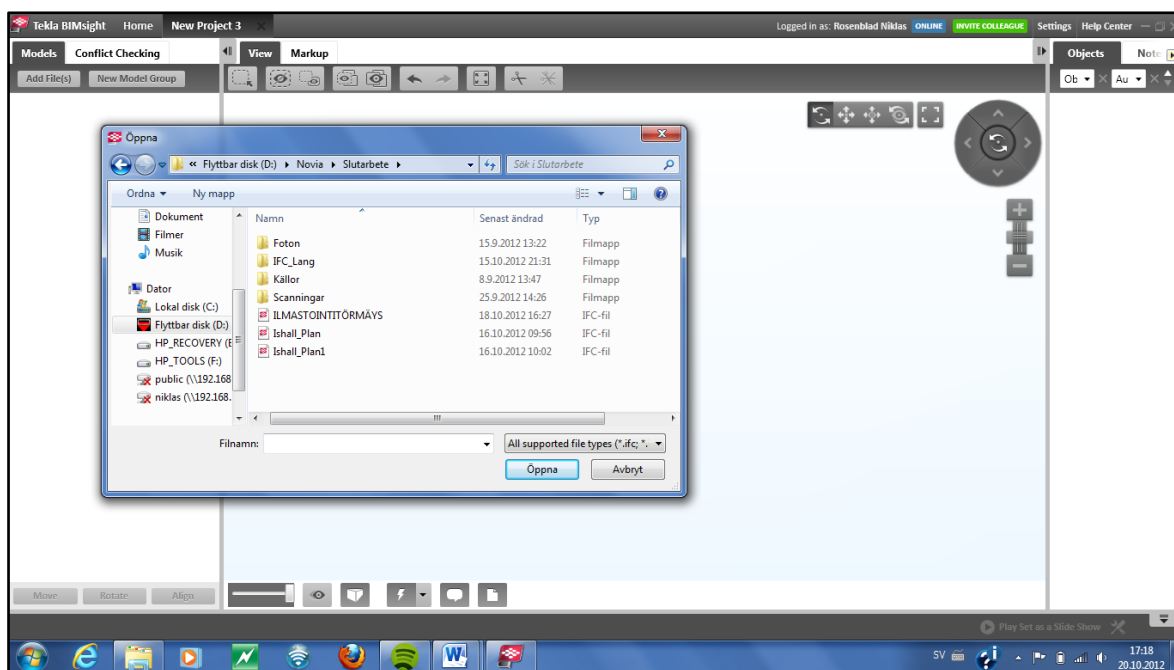
Figur 26. För att visualisera eller sända/ta emot material i BIM-projekt överförs materialet till en IFC-fil.

När man för över material till IFC är det viktigt att känna till positionerna för de olika våningarnas origokoordinater om de avviker från 0, 0, 0. Om inte origokoordinaterna överensstämmer går det så att elsystemet tas in avvikande från höjd från havet (exempelvis på 100 m höjd under eller över den egentliga byggnadskroppens modell) varvid elmodellen inte svarar mot målet (Kuitunen 2006, s. 33). Om x, y koordinaterna avviker förskjuts elanläggningens placering i motsvarande riktning.

En fullständig BIM modell har korrekt definierad position för byggnadens fysiska läge enligt kartkoordinater och höjd över havet. Det är viktigt att ha höjderna och positionen rätt i IFC filen. Naturligtvis går höjden att ändra även i visualiseringsprogrammet men om filerna är många kan det bli krångligt. Visualiseringen och kollisionskontrollen mistar sin exakthet om inte höjderna för de olika nivåerna är korrekt.

Arkitekten eller konstruktören kan meddela exakta origokoordinater om de inte är kända. Dock framgår dessa ur byggnadens A-ritningar och det är skäl att använda bottenen som referensbild vid uppgörandet av de tekniska ritningarna. Då är måtten rätt från början. Om våningarna är flera till antalet kan man med fördel ha alla våningar i samma IFC-fil. CADs har en skild parameter för byggnadens 0-koordinat som ska överensstämma med våningarnas 0-nivå. På detta sätt kan symboler och hyllor mm. ritas in på deras rätta höjder från golvet.

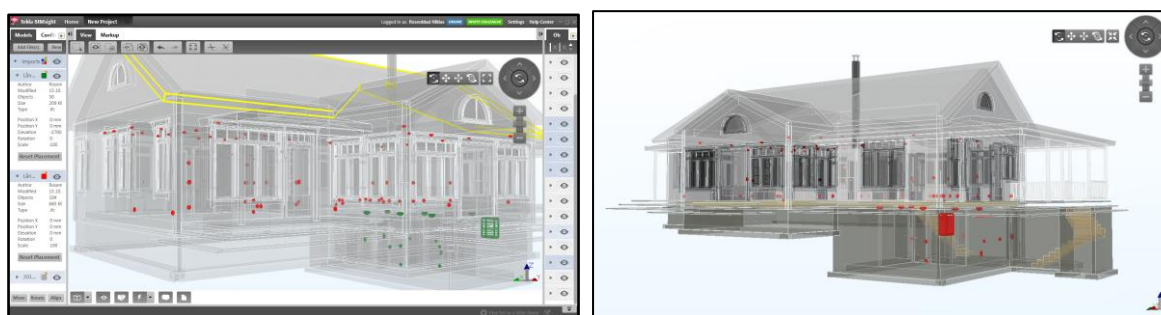
Slutligen kan IFC materialet importeras till en visualiserare i figur 27.



Figur 27. IFC-materialets import till Tekla BIM sight.

12.3 Visualisering

Nedan i figurerna 28 och 29 framgår ett arkitektritad egnahemshus i vilken inomhus elpunkter tagits in i modellen för visualisering och godkännande av beställaren. Övre våningens elpunkter är ritade till golvnivå 0, källarens elpunkter är förskjutna enligt Byggnadsorigo koordinater $x = 0$ mm, $y = 0$ mm, $z = -2720$ mm.



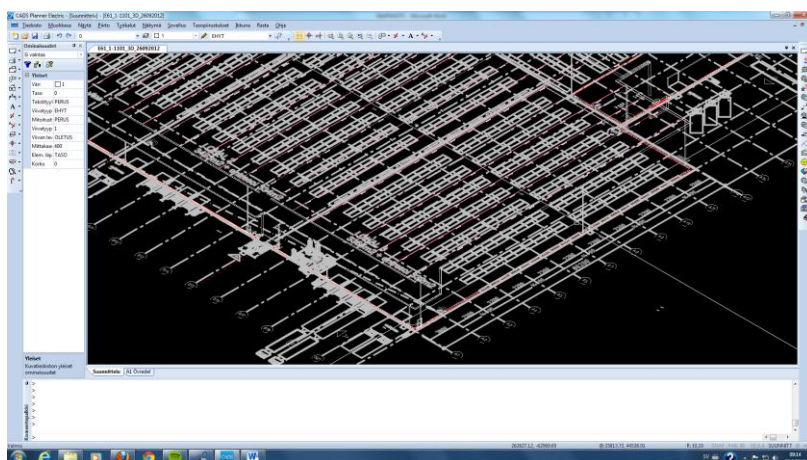
Figur 28. Elpunkter importerade med IFC till Tekla BIM sight. Vyn är ur planeringen är till ett arkitektritad egnahemshus



Figur 29. Elpunkter i samma objekt som i figur 28, till höger elcentralen. Väggen som leder från trapphuset till rummet med elcentralen har gjorts genomskinlig.

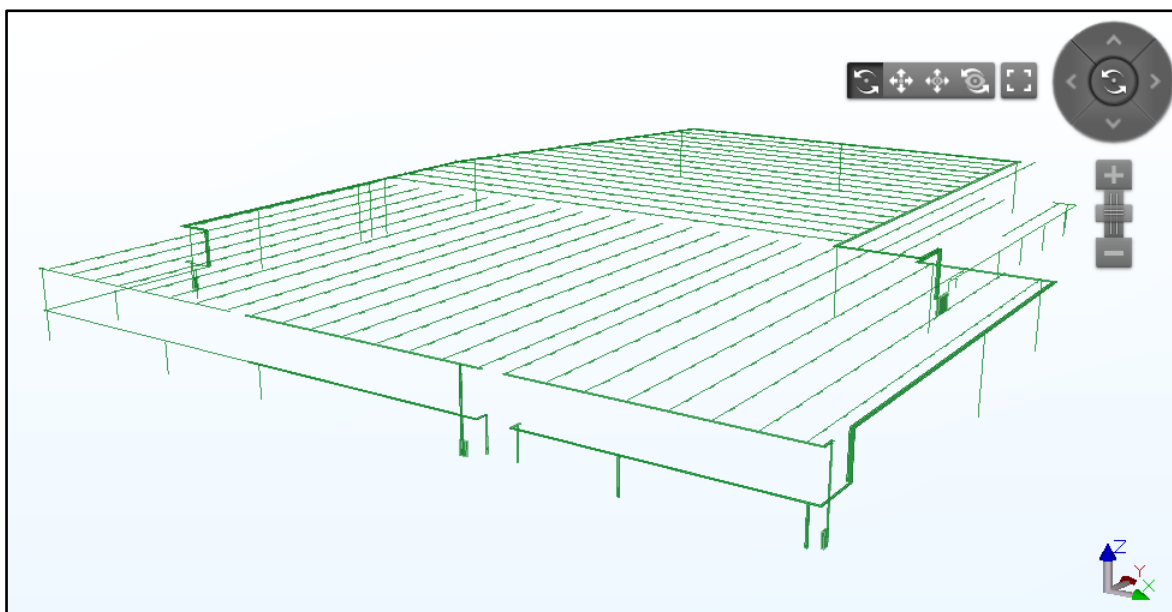
Till en fullständig BIM-projektering hör också landskapsplaneringens BIM-modeller. Den samordnade modellen kan på det sättet senare återanvändas i större projekt som exempelvis projektering för infrabyggnade. Då krävs kännedom om kartkoordinaterna och höjd över havet som bör överensstämja med modellens respektive koordinater.

Nedan i figur 30 en vy över en del av 22 500 m² kabelhyllor, armaturskenor och centraler visade i 3D CADS.



Figur 30 CADS 3D-vy

Och samma vy intagen som IFC-fil till TeklaBIMsight presenterad i figur 31.

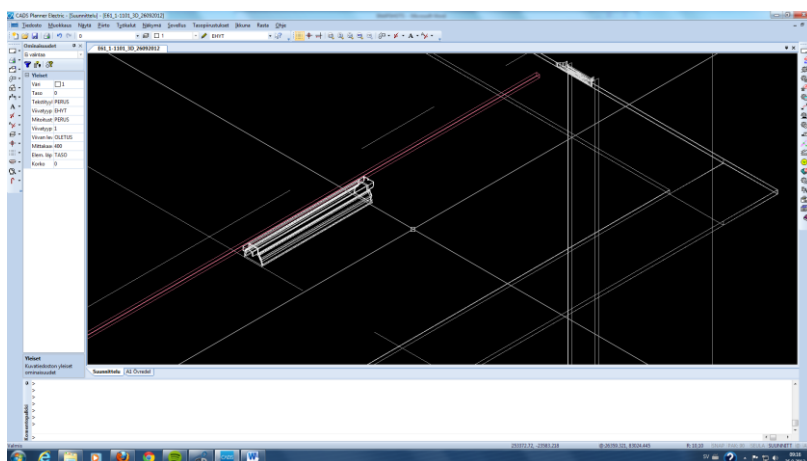


Figur 31 Kabelhyllor, armaturer och centraler i TeklaBIMsight

I Tekla kan man steglöst rotera och förstora 3D-modellen vilket underlättar visualiseringen.

12.3.1 Avvikande höjder

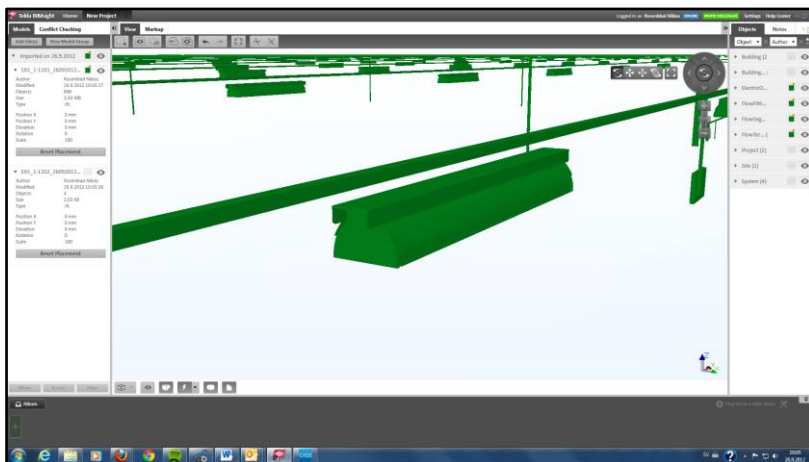
Nedan i figur 32 presenteras en armatur förlagd på kontaktskena i CADS



Figur 32. 2x54 W T5 industriarmatur monterad på kontaktskena i CADS Planner

Respektive samma armatur och skena i TeklaBIMsight i figur 33. Nedan kan lätt konstateras att höjden för armaturens förläggning är några centimeter för låg, vilket var svårt att se i CADS. Kontaktskenans undre kant bör överensstämma med montagehöjd för armaturen. Vid ritningstillfället är det knepigt att avgöra respektive höjder i Z-koordinat

vilket leder till att man i början bör testa sig fram och ändra höjden tills rätt montagehöjd kan konstateras visuellt.

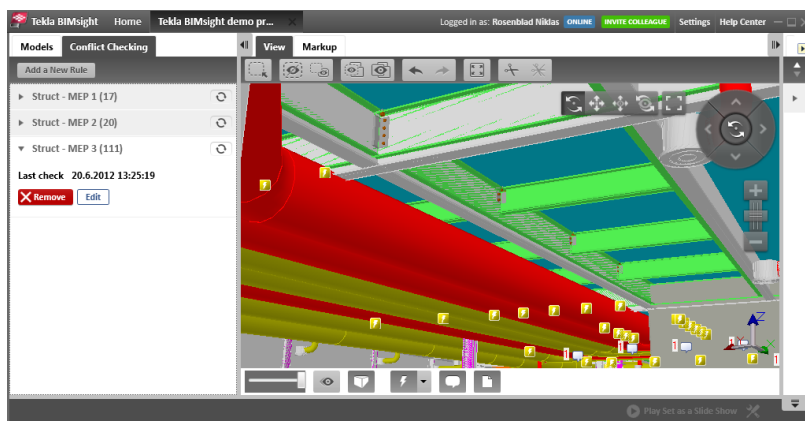


Figur 33 Samma armering och kontaktskena som i figur 32 intagna till TeklaBIMsight

Det är skäl att kontrollera sitt egna IFC-material genom en visualiserare för utskick till samordnare. Denna del bör tas in som egenkontroll i rutinerna vid arbete i BIM-projekt.

12.3.2 Konfliktgranskning

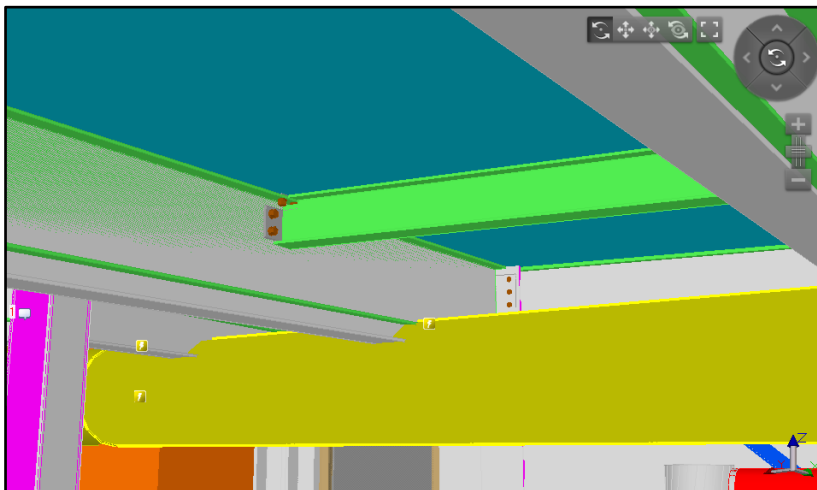
Genom att skapa regler för alarmnivåer för konflikter och kollisioner kan dessa lätt upptäckas. I figur 34 ser vi konflikterna i ett visst rum angivna som rektanglar innehållande en blix.



Figur 34. Start av konfliktgranskning i TeklaBIMsight

Närmare granskning av området för konflikterna i figur 34 visar att ventilationstrumma angetts med för hög installationshöjd varvid den kolliderar med takbalkarna i konstruktionen. Detta framgår i figur 35. Sådana missar leder lätt till problem om de

passerar kontrollen eftersom de lätt leder till sänkt innertakhöjd och ändrad installationshöjd på sprinklerrör, kabelkanaler och arbuturer som kommer ovan och under ventilationsröret.



Figur 35 Ventilationskanal kolliderar med bärande konstruktion

När en konflikt påträffas korrigeras samtliga systems installationshöjder till att motsvara ett kollisionsfritt tillstånd.



Figur 36 Konfliktpositioner och deras koordinater

I figur 36 visas de olika konflikterna numrerade positionsvis. Om man dubbelklickar en konfliktposition leder programmet en direkt till den ifråga varande koordinaten i modellen och man kan även visuellt se vad konflikten handlar om. Regler för toleransvärde med mera kan ställas in centralt i hanteringsmenyn för kollisionsgranskning.

13 Slutsats

Erfarenheter från några BIM-projekteringar har visat att planerarens arbete ökar en del, vilket bör tas i beaktande vid prissättningen av planeringsarvoden. En klar fördel som tidigt kunde konstateras är att problemen vid BIM löses på planeringsborden, inte på arbetsfälten som traditionellt. Detta förutsätter naturligtvis att planerna följs och att även förverkligandegrupperna av fastigheterna bestående av entreprenörer och byggherrar med flera använder sig av modellen i sitt arbete.

Som svar på de frågorna som arbetet ställer inledningsvis och som inte tidigare fått sina direkta svar, kan nu konstateras att BIM i någon mån kommer att underlätta planerarens roll. Detta inte alls genom minskat krav på kompetens, yrkesskicklighet och -erfarenhet. Endast genom att exakt information, om BIM och IDM tillämpas korrekt, finns tillhanda på ett lätt tillgängligt och överskådligt sätt underlättas arbetet markant. Den som drar mest nytta av BIM är investeraren och slutanvändaren av byggnaden.

Informationen flyttar ut från tusentals sidor dokumentbaserad information till modeller och möten samt samarbete kring problem. Också ansvaret för lösandet av problem delas genom BIM över olika discipliner. Genom BIM frångår vi slutligen det hierarkiska synsättet att lösningar görs enligt levererade ritningar. Ofta hörs inom dokumentbaserade projekt följande: ”problemen får lösas av någon annan”, ”på våra ritningar står det så här och så tänker vi förverkliga”, ”vi levererar ritningar enligt vad det frågas efter och till dem som betalar, inget mera!”, ”era hyllor är i vägen för våra rör, flytta dem!”.

Dessa är problem som BIM vill förebygga att inte skulle uppstå. Genom samarbete och detaljrik information och insikt i andras processer kommer BIM att hjälpa oss vara noggranna och förutseende. Vi kan förhoppningsvis genom projekteringsmetod BIM som omfattar öppenhet och samarbete lättare hitta konflikter och dold motstridig information.

Man bör trots klara fördelar vara aktsamma när man väljer att ingå ett BIM-projekt. Sakor som åtminstone bör kontrolleras är:

- Vad är beställarens egentliga förväntningar gällande slutmål, projekt, planerare o.s.v.
- Budgetering för projektet
 - Faktureringsvillkor

- Budgetering för planering och design
- Projekttidtabell
 - Tidtabell för planering och design (finns det tid tillräckligt?)
 - Deadline för upphandlingsdokument
 - Tidpunkt för inledandet byggandeprocess
 - Omfattningsnivå (enligt TATE 95 eller TATE 12 eller annat, vad ska vi leverera?)
- Är alla projekteringsgrupper villiga och kompetenta nog att samarbeta genom BIM/IDM (kommer grupperna att kunna samarbeta?)
- Hitta verktyg för att identifiera om de egna resurserna med säkerhet räcker till (SWOT-analys, egenutvärdering)

Om det går att fastställa att man tryggt kan ingå ett kontrakt om BIM-stödd planering är det utan tvivel att föredra att göra så. Om flertalet, eller ens någon kritisk del av punkterna listade ovan, verkar anknyta till att en avbruten BIM-process kan bli aktuell i senare skede, är det klokast att välja att ingå ett avtal om omsorgsfullt utfört traditionellt och dokumentbaserat uppdrag.

Detta hindrar naturligtvis inte att planeringsgrupperna internt arbetar i 3D-miljö, men med en lättare version eller utebliven objektdatatilldelning. Om redan EL-VVS kunde samarbeta kring konceptet kunde märkbart mera kvalitativa planeringar kunna levereras egentligen utan extra kostnad. Redan denna enkla utveckling av planeringsrutiner kunde leda till att flertalet fatala misstag med enkla medel kunde undvikas.

Erfarenhet från några projekt visade vårt planeringsteam att när man en gång inlett och genomfört en 3D leverans, och lyckats dra nytta av och uppleva fördelarna det tillför, återgår man ogärna till dokumentbaserad planering i 2D.

Frågan om hurudan metod som ska tillämpas, hittar sin lösning bäst genom förhandlingar och samtal de berörda parterna emellan. I fall om vilket är det ett fungerande samarbete, glappfritt informationsutbyte, välplanerade och välbyggda fastigheter vi alla ska sträva till att uppnå. Detta oberoende vilken projekt- eller planeringsmetod som används. Förmodligen kommer lägret av elplanerare även långt i framtiden vara två. Ett som förespråkar, utvecklar och arbetar inom BIM med dess klara fördelar som trumfkort, och ett annat som fortsätter föredra dokumentbaserad 2D planering med dess väl inarbetade rutiner som trygghet.

Förkortningar och begrepp

BIM	Byggnads Informations Modellering, översatt från engelskans Building Information Modeling
Begrepp	En av människan skapad tankemodell som beskriver objekt i den rådande verkligheten
Bildnivå	"Taso" inom CADs, "Layer" för t.ex. AutoCad. Nivå i vilken element och symboler skapas, nivåerna kan tändas, släckas, frysas och smältas för önskad presentation av det grafiska materialet
CAD	Computer Aided Design. Datorassisterad planering
C#	Programmeringsspråk utvecklat av Microsoft, används inom Windows miljöer, uttalas C-sharp
2D	I en traditionell planeringsritning framträder en byggnads bottenlösning i ett plan betraktat i rät vinkel uppifrån. Detta benämns som en 2D (tvådimensionell) grafisk avbildning med horisontella och vertikala dimensioner (x, y)
3D	När man skapar en till axel (z) i rummet för att definiera höjd eller djup kallad vi denna nu tredimensionella grafiska avbildning för en 3D-ritning. En 3D-ritning i sig själv är inte en informations-modell
4D	3D + tid, tidsinformation tillförs modellens objekt bl.a. för att kunna simulera montageordning över tid samt ge uppskattad byggtid för anläggningen
5D	4D + pengar, för att kunna skapa en uppfattning om kostnader för byggandet av anläggningen i realtid med design. Fungerar även som kostnads och mängdavgivning

Dokument	Dokumentdata som en behandlas som en enhet
Dokumentbaserad	Paradigm som används främst inom informationsbehandling. Information behandlas och flyttas som dokument vars information är läslig för människan men inte för en maskin. Motsatsen till dokumentbaserad är objekt- eller produktmodellbaserad
Format, filformat	Anger hur data i en fil är kodad
Produktinformation	En specifik produkts information, tolkningsbar av människa och maskin, definierat som en produktinformationsmodell. Till exempel information om en byggnads komponenter som lagrats i en IFC fil
ProduktInformationsModel	En begreppsmodell som definierar ändamålet för produktinformationens datainnehåll. Till exempel är en IFC Objektmodell en produktinformationsmodell definierad för byggnadsproduktion och fastighetstekniks produktinformation.
IDM	Information Delivery Manual, en internationell ISO/PAS standard för informationsutbyte i BIM-projekt
IFC	Industry Foundation Classes, en internationell ISO/PAS standard för objektmodellers dataflyttningsformat inom byggnation och fastighetsteknik. Definierar grunden för att garantera kompatibilitet mellan olika dataprogram
IT	Informationsteknologi
ICT	(Information and Communication Technology) Informations och kommunikationsteknologi
ITC	(Information Technology in Constructions) Informations-teknologi för konstruktioner

PAS

Publicly Available Specification. Av ISO eller IEC publicerat dokument eller specifikation, som är öppet tillgängligt. Kan vara till exempel en mellanfas till en standard som inte ännu uppfyller kraven.

KÄLLFÖRTECKNING

Litteratur

D1-Käsikirja (2012) Publicerad av Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Esbo: Painokurki Oy

Granroth, M. (2011) *BIM – ByggnadsInformationsModellering, Orientering en modern arbetsmetod*. Lärobok. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan

Insinööritoimisto Granlund Oy (2012) *Yleiset Tietomalli Vaatimukset YTV 2012 osa 4 TATE*. Rakennustietosäätiö, helsingfors: COBIM-hanke

Kaleva, K. (2012) Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE 12. Helsingfors: Insinööritoimisto Granlund Oy

Kull, A. (2012) *Compatibility issues with BIM*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), department of Civil and Architectural Engineering

Kymmell, W. (2008) *Building Information Modeling – Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*. United States of America: The McGraw-Hill Companies

Kuitunen, J. (2007) AMK-opinnäytetyö: *3D-sähkösuunnittelu ja tietomallit*. Tampereen ammattikorkeakoulu: Sähkötekniikan koulutusohjelma, talotekniikka

Muittari, S. (2009) AMK-opinnäytetyö: *Sähkö- ja automaatio-suunnittelu tietokoneavusteisessa ympäristössä*. Seinäjoen ammattikorkeakoulu: Tietotekniikan koulutusohjelma

Paappanen, J. (2011) AMK-opinnäytetyö: *TIETOMALLI- JA DOKUMENTTIPOHJAISEN RAKENNE-SUUNNITTELUN VERTAILU*. Saimaan ammattikorkeakoulu: Rakennustekniikan koulutusohjelma, rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

SETI Oy (2012) *Sähköalan Säännökset 2012*. Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy: Tamerfors, Tamprint Oy

Skansholm, J. (2011) *Skarp programmering med C#*. (Uppl. 1:3) Lund: Studentlitteratur Ab

Artikel i Tekniikka & Talous (7.9.2012) *Byggnadsbranschen 50 år på efterkälken*. Seven W. Berglund, Trimble vd

Samtal och intervjuer

Henriksson Jörgen – Niklas Rosenblad (12.9.2012) i Hangö Elektriska Ab:s utrymmen. *Samtal om fastighetstekniska entreprenader och –planeringar*. Hangö

Dominicus Björkstam, db-arkitekter – Niklas Rosenblad (november 2012) *telefonsamtal och e-post korrespondens om BIM och IFC kompatibilitet*. Ekenäs

Petter Löfgren, Auratherm Ab – Niklas Rosenblad (augusti 2012) *telefonsamtal om fastighetstekniska entreprenader och dess problem*

Elektroniska källor

BUILDINGSMART Uppgifterna samt BIM fasadfoto och samordningsvisualiseringsbild från headern hämtade ur företagets hemsidor 19.9.2012. Tillgänglig: <http://www.buildingsmart.com/>

Fingrid Oyj, Arkadiagatan 23 B, PB 530, FI-00101 Helsingfors, Finland. Uppgifterna hämtade från koncernens hemsidor 27.12 .2010 och 3.1.2011. Tillgänglig: http://www.fingrid.fi/attachments/se/media/publikationer/det_lyser_i_landet.pdf

SOLIBRI Uppgifterna hämtade ur företagets hemsidor 11.9.2012. Tillgänglig: <http://www.solibri.com/images/stories/viewer/solibri-model-viewer-large.png>

SÄHKÖINFO Uppgifter hämtade ur företagets elektroniska databas SEVERI ur ST-kort, ST handböcker och sähkönimikkeistö 2010 (03.11.2012). Tillgänglig genom avgiftsbelagd licens: <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

TEKLA Uppgifterna hämtade ur företagets hemsidor 14.9.2012. Tillgänglig: <http://www.teklabimsight.com/helpcenter/takeATour.jsp>

Rakennusinsinööriliitto. Uppgifterna hämtade ur förbundets hemsidor 14.9.2012. Tillgänglig: <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>