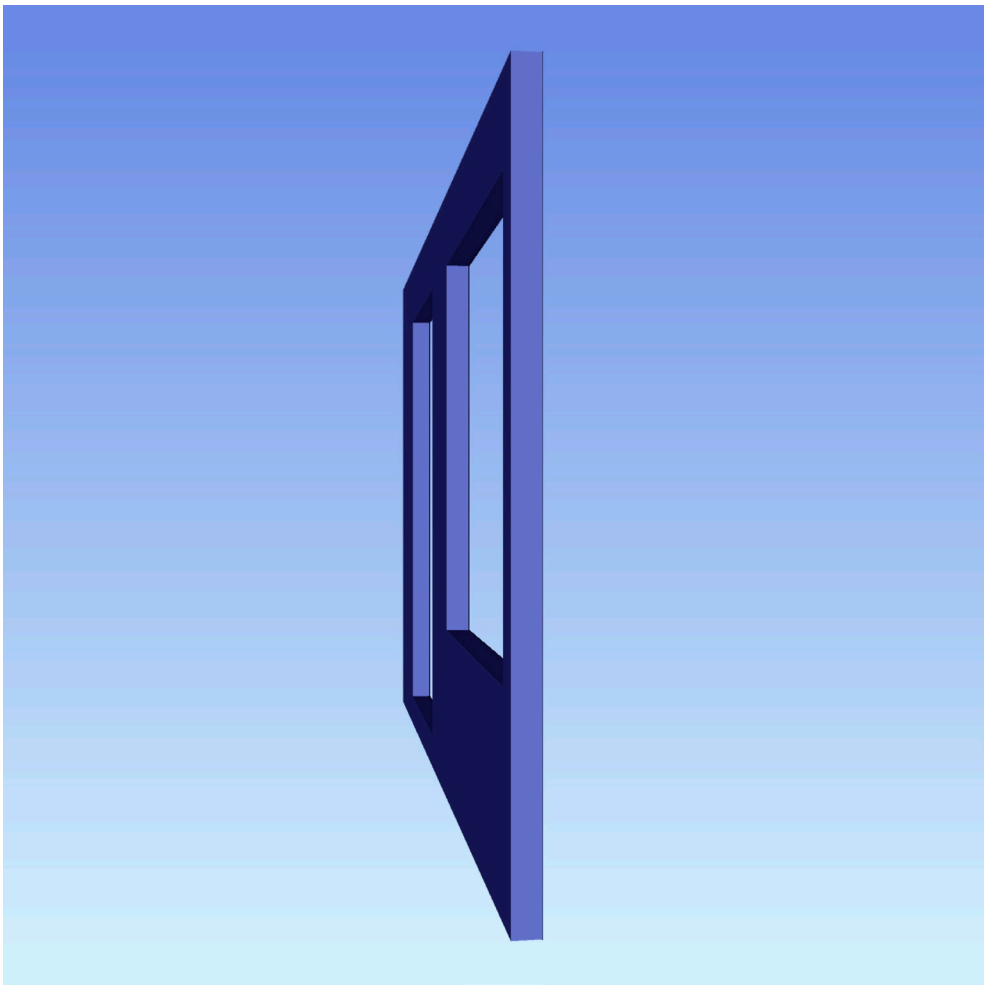
maestro•se
Creating better ways to do things



BYGG 4.0:

Praktiska test av att

BYGGA SKEPP PÅ MARKEN

Projektering med verktyg från fartygsproduktion

Dagens byggprocesser styrs av en flora av handlingar och dokument. Dessa tas fram av en fragmenterad projekteringsorganisation. Datamodeller används, men är inte kompletta och endast komplement. Detta skiljer sig från annan tillverkande industri där man jobbar tätt samman och där datamodellerna styr, i avtal, produktion och maskiner. I detta projekt har vi testat att använda verktyg och arbetssätt från en tillverkande industri, skeppsbyggnad, på två skarpa bostadsprojekt. Resultaten är slående.

Bygg 4.0

Detta projekt är en samverkan mellan totalt 13 organisationer i 4 länder. Det har letts av Lars Albinsson, Maestro Design & Mangement. Projektet har finansierats av VINNOVA//Smart Built Environment (U6-2018-7), Boverket (beslut 6586/2018) tillsammans med Maestro. Bidrag i form av nedlagt arbete har lämnats av SSI, Ndar, Vera Navis, Hyresbostäder, Sizes och Veidekke.
Arbetet har byggt vidare på tidigare projekt inom Bygg 4.0, vilka finansierats av Smart Built Environment och VINNOVA.

Projektets komplexitet säger också något om hur utmanande det är att införa helt nya sätt att arbeta inom byggbranschen. Byggprojekten spänner över många organisationgränser och detta är ofta ett hinder för förnyelse, vilket tas upp i rapporten.

Maj, 2020

Lars Albinsson, Projektledare
lars.albinsson@maestro.se

Operativa deltagare:
Pedro Antunes – Vera Navis
Nick Danese - SSI/Ndar
Micael Ekberg – Studio Ekberg
Peter Jormeus – Hyresbostäder
Christoffer Ottosson - Sizes Works
Klas Rosin – Studio Ekberg
Markus Tunlid, Veidekke
Stefan Wertheimer - Sizes Works
Joakim Örn - Veidekke

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING 4
BAKRUND 5
FEASIBILITY STUDY – DIAMANTEN 6
TRUST THE MODEL
– SKILLNADEN PÅ BYGGHANDLING OCH PRODUKTIONSMODELL 7
HUR FUNGERAR ARBETET I PRAKTIKEN? 9
EFFEKTER PÅ TILLVERKNINGEN 11
PRAKTISKT TEST – SIZES WORKS 12
HINDER: TRADITIONELL ENTREPRENAD 15
SLUTSATSER 16

1. SAMMANFATTNING

Bygg 4.0 Projektering är ett nytt sätt att utforma och planera tillverkningen av byggnader. Arbetssätt och verktyg har delvis hämtats från skeppsbyggnad. Den drar nytta av moderna digitala verktyg, är iterativ och skapar på en mer effektiv samverkan mellan professioner. I detta projekt har en skeppsbyggnadsplattform och kunskap från skeppsdesigners applicerats i två skarpa bostadsprojekt.

RESULTATEN VISAR:

- Det fungerar väldigt bra att projektera bostadshus i en skeppsplattform och stora vinster kan göras vad gäller miljö, tid, kostnader och mängden fel
- Projektering av bostadshus kan t ex gå från 6 månader till 4 veckor, inköp från dagar till minuter och med färre fel
- Maskiner, som fräsar, kan styras direkt från modellen

MEN OCKSÅ ATT:

- Traditionell organisation av projektering och entreprenad är ett hinder. Det finns t.o.m. anledning att ifrågasätta dagens entreprenadmodell i sin helhet
- Bristen på centralt ägande av processen, att investeringar som skall räknas hem i enskilda projekt samt att en stor andel beslut och tillverkning sker på site, leder till oacceptabla miljökonsekvenser och kostnader utan motsvarande vinster i kvalitet
- Nyckeln är övergången från bygghandlingar till databaserad produktionsmodell

2. BAKRUND

I projektet Bygg 4.0 har en ny typ av projektering tagits fram, som drar nytta av digitaliseringen, för att sänka kostnaderna, ökar kvaliteten och möjliggöra mer innovativ byggnation. Som i andra digitaliseringsvågor är det främst nya arbetssätt och förändrade roller, vilka möjliggörs av digitala verktyg, som är nyckeln till framgång. Det är just denna samverkan mellan nya arbetssätt och nya verktyg som leder till radikal förbättring eller ”disruption”. De nya verktygen kan också stödja och automatisera design, planering och styrning samt även automatisk tillverkning med exempelvis robotar och 3D-skrivare.

Bygg 4.0 når stor effekt genom att attackera det slöseri i arbetstid och material som idag är resultatet av en alltför fragmenterad och hantverksmässig organisation av byggprocessen, där en alltför stor del av planering sker, och beslut tas, under pågående tillverkning[1][2]. Detta är inte bara en kostnadsfråga:

- Inom EU är 20-25 % av alla vägtransporter byggmaterial[3]
- Byggbodar i Sverige drar lika mycket energi som 10 000 villor[4]
- 25-30 % av allt avfall i EU kommer från byggnation[5]

Denna resursförbrukning kan minskas avsevärt med bättre sätta bygga.

Bygg 4.0 står i samklang med den utveckling som kallas Industri 4.0, där fyran avser den fjärde av de större utvecklingsstegen:

- 1-Mekanisering och ångkraft
- 2-Löpande band och elektricitet
- 3-Datorer och automation
- 4-Digital och uppkopplade tillverkning

Nya arbetssätt och verktyg har till stor del hämtats från andra industrier, framförallt skeppsbyggnad. Det gör att deras nytta och effekter är relativt väl kända. Skeppsproduktion är effektivare än traditionellt byggande. Den avgörande skillnaden är att man där i detalj ritar färdigt och planenerar för bygget innan byggstart. Detta möjliggörs genom digitala plattformar som är integrerade, så att alla aktörer jobbar mot samma datamodell av fartyget. Detta skiljer sig från byggbranschens sk BIM, där man bl a skickar filer i olika format mellan olika aktörerna.

Det finns tillräckliga likheter mellan skepps- och husbyggnad för att anta att det skulle gå att tillämpa skeppsprinciper, metoder och teknologi på hus:

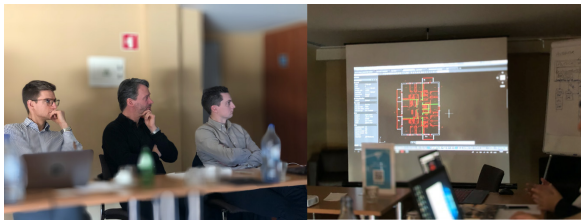
- Det är fråga om enskilda projekt, större fartyg är individuella och tillverkas inte i serier
- Både hus och fartyg består till stor del av installationer: el, ventilation, vvs osv
- Skeppsvarvet i sig är ofta en relativt enkel monteringsplats, med kran och docka, medan delar av fartygen tillverkas off-site.

1 Se vår rapport ”Att bygga skepp på marken”
2 Ex: Endast ca 15 % av rörmokares arbetstid utgörs av kvalificerad installation. (VVS-branschen)
3 Analysis of trends in EU road freight transport – Eurostaat
4 Bygga och bo primärenergiklokt - Fjärrsyn rapport 2013:28
5 Waste in Europe – European Comission/environment/waste

3. FEASIBILITY STUDY – DIAMANTEN

I samarbete med Hyresbostäder i Falköping, Veidekke och Studio Ekberg arkitekter gjordes en feasibility study. SSI ShipConstructor och skeppsdesignfirman Vera Navis i Lisabon ställde upp under några dagar för att utröna om, och i så fall hur, man kan praktiskt rita och planera ett 8-våningshus som om det vore ett fartyg.

Projektet Diamanten i Falköping, vilket används i första testet



Joakim Örn - Veidekke, Micael Ekberg, Klas Rosin – Studio Ekberg, Pedro Antunes – Vera Navis samt våningsplan i ShipConstructor.
Ej i bild Peter Jormeus – Hyresbostäder, Nick Danese - SSI, Markus Tunlid, Veidekke och Lars Albinsson

Projektet Diamanten användes som studieobjekt och ett antal ritningar /underlag hade skickats tidigare. Processen som används vid skeppsdesign gicks igenom, likheter och skillnader diskuterades. ShipConstructor plattformen presenterades i med detaljer som ansågs relevanta, bl a principer för ritningar, process, roller samt kopplingar till CAD, ERP och planeringssystem.

HANGARFARTYG: ETT EXTREMT FALL

För att ge en bild av process och verktyg i storskalig produktion gav Danese exemplet hangarfartyg. Huntington Ingalls, som tillverkar USAs hangarfartyg, använder ShipConstructors databas för dessa projekt. Där lagras då för ett hangarfartyg 12 000 000 objekt, där varje består av stora datamängder. Tidigare bestod underlagen till ett sådan fartyg av ca 250 000 databaser/filer utspridda hos olika aktörer. I ShipConstructor-databasen finns nu all denna information och varje data lagras bara på ett ställe och i ett exemplar. Totalt 60 000 personer hos Huntington och deras 3 000 underleverantörer arbetar med eller nyttjar information från ShipConstructor. I detta ingår då en avancerad användarhantering som säkerställer att ingen ändrar i saker de inte har ansvar för. Vissa delar är naturligtvis också hemliga på dessa krigsfartyg. Alla förändringar ”trycks ut” till varje arbetsstation vid bestämda tidpunkter för att säkerställa att alla arbetar med samma data/modeller/ritningar. De som berörs ”tvingas” att reagera på ny information. Detta ger vid handen att dessa verktyg och arbetssätt kan skalas till mycket stora projekt, med hög komplexitet och omfattande leverantörskomplex.

4. TRUST THE MODEL – SKILLNADEN PÅ BYGGHANDLING OCH PRODUKTIONS-MODELL

Det finns likheter mellan byggprojektering och fartygskonstruktion. Många olika experter måste bidra och jobba tillsammans. Ofta är många olika organisationer och företag inblandade. Den övergripande processen kan också i båda fallen beskrivas om gradvis förfining och detaljering. Tempot är dock mycket högre vid fartygskonstruktion. Då man jobbar mot samma datamodell i en gemensam plattform vid ”projektering” av fartyg kan man se varandras arbete, vilket spar tid och minskar mängden ändringar och omtag. T ex går det att göra sk kollisionskontroller var sjätte timme, i det tempo man önskar, eller t.o.m. i realtid.
Fyra punkter visar på skillnaden mellan byggnadshandling och produktionsmodell:

DATAMODELLEN STYR

Vid skeppsbyggnad är det den gemensamma datamodellen som styr och är ”sanningen”. Man säger ”trust the model”, lita på modellen! Detta betyder att all information om fartyget/byggnaden kommuniceras genom datamodellen. Det är denna man skriver avtal kring och den som ligger till grund för godkännanden, certifieringar och kontroller. Det finns inget som hindrar att man göra likadant i byggbranschen, t ex kan man enligt AF (administativa föreskrifter) ange datamodellen som styrande. Men det är mycket ovanligt, avtal inom bygg skrivs sällan med modellen som styrande underlag, vilket leder till att fokus ligger på beskrivningsdokument och ritningar i PDF.

SKILLNADEN PÅ 3D OCH DATAMODELL ÄR AVGÖRANDE

Den är vanligt att vi sätter likhetstecken mellan datamodell och 3D-modell. En datamodell i ShipConstructor innehåller dock avsevärt mycket mer information än enbart 3D-geometrin. För varje objekt finns produktdata, tillverkare, ansvarig person, inköpskrav etc.

Man kan styra hela projekteringen genom att lägga in tidplaner etc. Vid produktion finns möjlighet att lägga in tillverkningsdata som namn och behörigheter på den som utför en svets, eller garantivillkor för en produkt. Modellen blir då värdefull även för underhåll.

DATAMODELLEN ÄR KOMPLETT

Datamodellen är komplett och det är denna man bygger efter. Man modellerar en större mängd delar än vid husbyggnation. I princip alla föremål är inritade. Det är en stor skillnad mot bygg där man ofta utlämnar detaljer t ex rör och kablar för elektricitet eller endast ritar dessa i 2D. Ursprunget till den högre detaljeringsgraden vid fartyg är bl a att man måste beräkna fartygets läge, balans och djup i vattnet. Då krävs vikt och gravitationscentrum för i princip alla ingående delar.

Detta möjliggör då också en detaljerad planering av logistik, materialflöde, t ex att sk lyftplaner kan produceras automatiskt. I skeppsvärlden ingår även produktionsplanering, inköp och kostnadskalkylerna, vilka integreras i samma datamodell. Produktionsritningar har typiskt en precision på 0,2 millimetrar, vilket garanterar att delar kan produceras på olika håll och ändå passa ihop.

Att man ritar in alla delar medger också större variation, istället för att rita upp en del och sedan ange att denna skall upprepas.

Behövs ritningar till något tas dessa ur modellen, inte från andra system. Detta skiljer från bygg där t ex arkitektritningar kan komma från Revit hos arkitektens, medan elchemat kommer från MagiCad hos installationssamordnaren. Det finns inget i sådana verktygen eller byggprocessen som sådan, som garanterar att dessa fungerar tillsammans.

DOKUMENT VS MODELL

Bygghandlingar i form en stor uppsättning

dokument är svår att överblicka. Det är också svårt att upptäcka om dokumenten står i samklang eller om det finns motsägelser. Den traditionella bygghandlingen blir den principiella utformningen av en byggnad, medan ett antal av frågor uppkommer och måste lösas under byggtiden. En produktionsmodell är mycket mer komplett och går att tillverka direkt efter. Ev. problem upptäcks tidigt och kan lösas effektivare, innan material beställts och tillverkningen börjat. En komplett datamodell gör också att huset i större utsträckning kan verifieras ur många perspektiv innan byggnation.

Högre krav på CAD-arbete

För att få detta att fungera, krävs att man tillämpar avsevärt strängare och tvingade regler för CAD-arbetet än vad som är vanligt för byggprojekt. Man skapar och rita t ex in objekt, med data, inte bara geometri. Data läggs in för alla discipliner, inte bara för den som skapar objektet. Relationen mellan objekt hanteras noggrannare. Om ett skåp skall monteras på en vägg, kopplas skåpet till väggen. Det innebär att om väggen flyttas följer skåpet med. Detta gäller även t ex eluttag och komponenter från olika installationssystem. Rör och kablar kan kopplas till ändpunkter och läggas ut automatiskt av systemet. Görs detta disciplinerat blir modellen i hög grad parametrisk och det går väldigt snabbat att ändra eller testa olika lösningar. Över tiden byggs då en produkt- och objektsdatabas upp, vilket gör att arbetet går mycket fortare. Det gör det möjligt att återanvända lösningar mellan olika projektet på ett mycket effektivt sätt.

Styrning av projekteringen

Själva projekteringsprocessen kan också styras också från ShipConstructor. Man sätter upp arbetsuppgifter kopplat till objekt i modellen och åsätter dem personer och tidplaner i plattformen. Detta kan t.o.m. vara tvingande. Vissa roller kan tvingas att välja arbetsuppgift när de öppnar en modell. Här finns en tydlig kulturskillnad. I allmänhet eftersträvar man att kort tider och att snabbt reagera på vad som händer i processen. Ju tidigare projekteringen är klar, desto bättre möjligheter att köpa in delar till bra pris, att förbereda tillverkningen och planera alla resurser.

Lägre kostnader för projektering

Projektering av fartyg utförs vanligtvis till fasta priser/ersättningar. Kostnaden för den kompletta projekteringen ligger enligt Vera Navis typiskt på 8-10 % av den totala produktions–kostnaden.

I en studie[1] motsvarar projekteringskostnaderna för byggherren ca 6 % av byggkostnaden för bostadshus. Till detta kommer projekteringskostnader hos entreprenör och underentreprenörer. Vid intervjuer har dessa skattats till ytterligare ca 6 %-enheter. Totalt ligger då projekteringskostnaden inom bostadsbyggande på ca 12 % av produktionskostnaden.

Trots att byggprojekteringen tar en större andel av kostnaden i anspråk vid byggnation är resultatet mindre detaljerat. T ex visar en studie[2] av VVS installationer i flerbostadshus att ca 15 % av arbetstiden under pågående tillverkning går till planering.

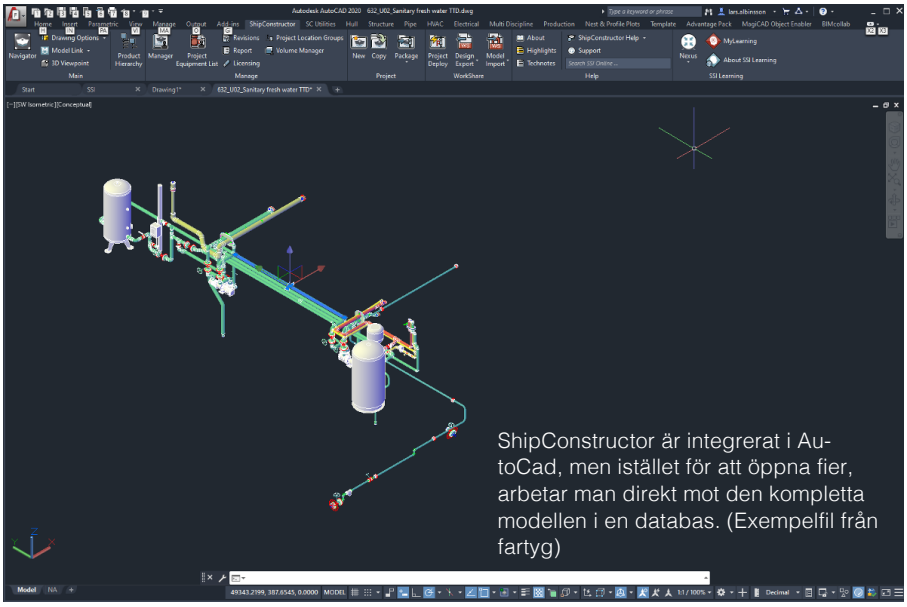
Slutsatsen är att kostnaden för projekteringen av fartyg inte är högre än kostnaden för dagens projektering av bostadshus, snarare lägre, trots det avsevärt mer omfattande och noggrannare resultatet.

1 Johnsson, A., 2017. Verkliga kostnader för bostadsbyggandet, Göteborg: SBUF & PEAB. För utförandeentreprenad anges kostanden till 16,6 % av byggherrekostnaden. Detta skall ställa i relation till byggkostnaden, vilket ger ca 6 %.

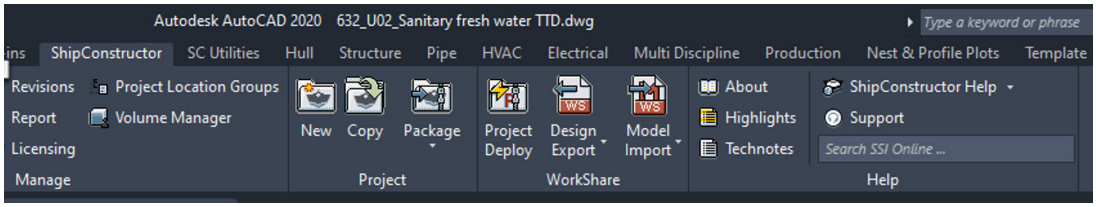
2 Arbetstidens användning vid VVS-montage, 2010, VVS branschen

5. HUR FUNGERAR ARBETET I PRAKTIKEN?

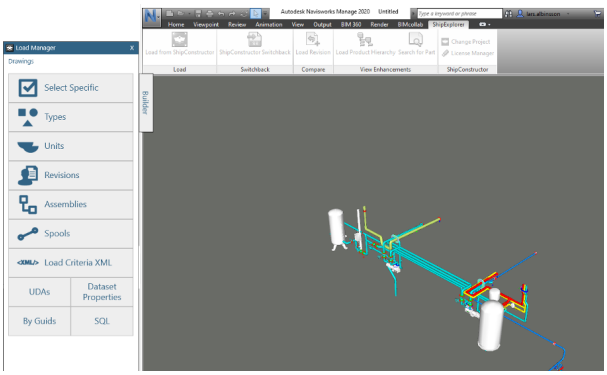
ShipConstructor är integrerat i AutoDesks CAD-verktyg AutoCad, men istället för att öppna och spara filer, arbetar man direkt mot den kompletta modellen i en databas. Olika verktyg med speciella funktioner arbetar också mot samma modell. T ex verktyg för konstruktion av EL, VVS och ventilation. Det gör att man upplever ShipConstructor som ”en app för att rita hela fartyg”. Själva 3D modellerna lagras i databasen med en teknik som kallas associative DWG. Denna säkerställer att modeller, geometri och produktdata alltid hänger ihop. Man kan välja ut den del man vill arbete med på många olika sätt. T ex ett rum, ett system eller en funktion. Man kan också söka efter en viss produkt eller material och direkt få upp dessa i AutoCad. Detta är nyckeln till verktyget och den stora skillnaden mot traditionellt BIM-arbete, där informationen ligger ut spridd i olika modeller, ritningar och dokument. Det är också möjligt att lägga till nya typer av data i databasen. T ex om man vill lagra information om särskilda miljöeffekter. Som nämnt ovan kan olika delar låsas för olika roller, så att man inte av misstag ändrar något man inte har ansvar för.



ShipConstructor är integrerat i AutoCad, men istället för att öppna fier, arbetar man direkt mot den kompletta modellen i en databas. (Exempelfil från fartyg)



Verktygen för alla olika installationer är också integrerade och arbetar mot samma modell. (Hull och Structure motsv stomme, Pipe VVS, HVAC ventiation och Electrical el samt styr och regler.) Ingen export/import behövs.



Externa programvaror kan integreras. Här NavisWorks, som öppnar modeller direkt från databasen och kan användas av personer som inte har eller ska ha tillgång till ShipConstructor. T ex montörer, inköpare, projektledare. Även här slipper man import/export och all information är komplett och uppdaterad.

UTFORMNING, TILLVERKNING OCH LOGISTIK I SAMMA MODELL

Man modellerar inte bara det färdiga fartyget utan även tillverkningen. Arbetsmoment ligger också som objekt i modellen. Detta hanteras i ShipConstructor genom att man skapar olika hierarkier mellan uppsättningar av objekt. Det kan vara ordningen på rum och byggnadens våningsplan, men också produktionsordning, inköpsordning, kostnader och logistik. Sådana hierarkier kan läggas till fritt efter behov.

VAD SAKNAS?

Det finns inget generellt stöd för t ex IFC. Man kan inte heller direkt importera ritningar från ex Revit, Archicad eller ens AutoCad, då dessa inte har tillräcklig information/data om de inritade objekten. Man kan öppna dem, men måste rita om dem i ShipConstructor. Detta är en effekt av den integrerade plattformen.

Det saknas vissa simuleringsfunktioner som idag används i byggbranschen. t ex av flöden och akustik i ventilationssystem. Det saknas också många specifika produkter, t ex fönster och dörrar, som krävs i svenska hus. Dessa måste läggas in manuellt eller genom att skapa särskilda scripts.

Ett arbete framåt för Bygg 4.0 är att utforska möjligheterna att koppla traditionella BIM-verktyg till plattformar som Ship Constructor, Dassault och naturligtvis följa AutoDesks utveckling av sin egen BIM-plattform. Kopplingar till existerande verktyg får dock inte leda till att man ”går tillbaka” till dagens BIM-projektering, utan att vidmakthålla en gemensam datamodell.

6. EFFEKTER PÅ TILLVERKNINGEN

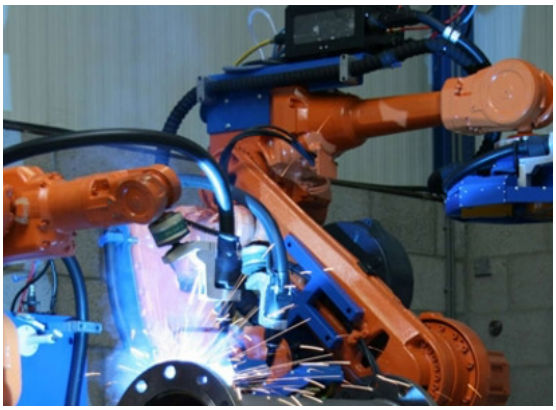
Som nämnts är en fördel med ”fartygsprojekteringen” att man även tar hänsyn till, och planerar, tillverkningen. Här tar vi upp tre exempel som skulle gå att tillämpa inom bygg.

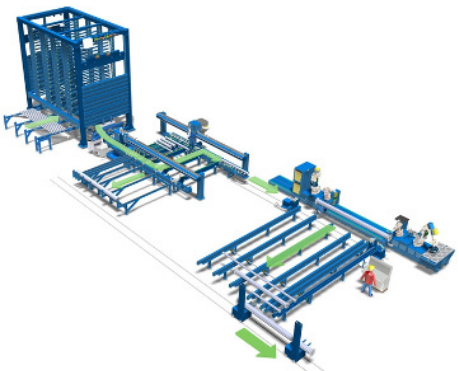
TILLVERKNING AV STÖRRE DELAR OFF-SITE

En särskild teknik som används är att skapa ”assemblies” och ”spools”. Detta innebär att man väljer ut alla delar som ingår en t ex i ett fläktrum och hanterar dessa som komplett produkt eller modul. Olika underleverantörer får exakta ritningar/modeller, materialförteckningar och monteringssekvenser, som de tillverkar kompletta delar ifrån. Dessa då snabbt monteras på bygget. Ett fläktrum kan t.o.m. tillverkas komplett på verkstad. Då allt ritas med en precision på typiskt 0,2 mm behövs ingen anpassning eller bearbetning på site. Detta gör att mycket kan tillverkas parallellt och off-site, vilket minskar den totala produktionstiden avsevärt. Det liknar tillverkningen av badrumsmoduler, men kan tillämpas på i princip vad som helst i byggnaden. Det ställer dock höga krav på tillverkningen av olika moduler. Vid badrum t ex, räcker det då inte med att insidan är tillverkad med precision; även väggar, anslutningar och fästpunkter på utsidan av modulen måste ha samma precision så att man inte måste anpassa den omgivande byggnaden vid monteringen.

MINSKAT SVINN

Genom att produktionsplanering sker i samma plattform kan materialsvinn undvikas. Ett exempel är rör. Val och kapning planeras för att minimera svinnet. Överblivna rör hamnar i lagret och systemet kan automatiskt använda dessa i nästa projekt. Detta kan också ske hos underleverantörer. Skillnaden mot att köpa material för ett enskilt projekt, kanske av en enskild underentreprenör, transportera detta till site, kapa och installera för att sedan ”återvinna” överblivet material i containers är slående.





Automatisk rör-tillverkning: CNCmaskin med fyra svetsrobotar som tillverkar färdiga rörsystem, i många dimensioner direkt från t ex ShipConstructor modeller. Dessa är lika effektiva för enstaka rör som får långa serier och producerar på minuter något som manuellt tar flera timmar. (Kranendonk)

AUTOMATISK TILLVERKNING AV ENSTAKA FÖREMÅL

Många olika maskiner och system kan använda ritningsinformation från ShipConstructor utan ”översättningar”. Och precisionen gör automatisk tillverkning enklare. En viktig utveckling är idag att det är möjligt att med automatisk tillverkning tillverka enstaka föremål med samma effektivitet som vid massproduktion. Inom varvsindustrin satsar man mycket på det, då man sällan har långa serier. Då man redan arbetar helt digitalt och med produktionsritningar, går denna utveckling mycket fort. Här finns mycket som kan introduceras i byggbranschen.

7. PRAKTISKT TEST – SIZES WORKS

Sizes Works är ett nystartat företag som tillverkar flerbostadshus i massivträ. Det har grundats specifikt för att bygga en fullt automatiserad fabrik, där husen tillverkas i färdiga moduler, med hög flexibilitet. Sizes vill möjliggöra varierade hus som kan tillverkas till låg kostnad och med hög kvalitet. Modulsystemet är väldigt flexibelt. T ex kan ett rum bestå av flera moduler och i ett hus kan varje modul vara unikt utformad. Redan från början etablerades ett samarbete med Bygg 4.0. Produktionen startade i februari 2019, med en produktionslinje utformad för en industriell process men med personal. Tanken var att pröva ut momenten och introducera robotar etc då man funnit ett optimalt sätt att tillverka moduler. (Detta kan jämföras med sk 0-serier i bilindustrin, där man för hand tillverkar något 100-tal bilar för att utveckla produktionslinjen.)

Under våren 2019 presenterades resultaten från feasibility-studien av ShipConstructor för företagets ledning. Ledningen ansåg att detta låg väldigt nära den vision och de behov man hade. Flera personer i ledning kom inte från byggbranschen utan från ABB och fordonsindustrin. För dessa var det som presenterades inte lika nytt som för dem som hade bakgrund i byggbranschen.

En två dagars workshop genomfördes med SSI-ShipConstructor/Ndar och Vera Navis samt personal från alla delar av Sizes projekterings- och produktionsorganisation. Vera Navis och Ndar presenterade arbetssätt, ShipConstructor och Lars Albinsson/Bygg 4.0 ledde samtalen om hur dessa kunde fungera i Sizes verksamhet. I och med detta byggdes en bild upp av hur en ny process och hur den nya plattformen orde fungera. Efter utvärdering beslutade Sizes att ta in ShipConstructor som företagets plattform för projektering och produktionsplanering/styrning. Systemet ansågs passa väl i en den process man vill bygga upp och att det erbjuder stöd för den fortsatta automationen av tillverkningen.

KOLLA PARKSTAD

Under sommaren/hösten 2019 startades projektering av ett bostadsprojekt, Kolla Parkstad, i ShipConstructor. Första steget var att sätta upp plattformen, definiera grunddata och utbilda i första hand CAD-operatörer. Nästa steg var att börja rita stommen inkl alla träpaneler. Detta är naturligt då man måste börja med stommen för att rita huset. Men träpanelerna har varit ett problem i sig, i den traditionella projekteringen. Det är brist på tillverkare av träpaneler i massivträ i Europa. Det innebär relativt långa leveranstider, vilket gör det fördelaktigt att boka kvantiteter i god tid. Panelerna köps färdiga från fabrik och varje panel måste vara färdigritad med produktionsritningar vid slutlig beställning. Tidigare plockade dessa ut från Revit eller annat CAD-system. Från detta skapades inköpslistor i Excel.

Detta tog flera dagar. Bl a då risken för fel var stor och det hela måste kontrolleras många gånger. I det fall ritningar ändrades fick man i princip börja om från noll.

Träpaneler på några minuter

I den nya projekteringen tar detta några minuter, genom val av lämplig produkthierarki. Beställningsunderlaget är då också helt konsistent med modellen utan risk för fel. I nästa steg kommer man att projektera även installationerna i ShipConstructor.

Inte bara det färdiga huset modelleras, utan även monteringssekvens och arbetsmoment läggs in i datamodellen. Det gör det möjligt att t ex beställa material med noggranna leveranstider, leveransplats, till och med vilken produktionsplats i fabriken det skall till.

Projektering på 4 veckor

Man räknar med att projekteringstiden för ett 8-våningshus skall gå från 6-8 månader till 4 veckor när systemet är fullt implementerat.

UTMANINGAR

Det är naturligtvis inte trivialt att introducera ett nytt arbetssätt och helt ny teknik, inte ens i en nystartad fabrik. De viktigaste har varit:

RITNINGAR FRÅN ARKITEKTER

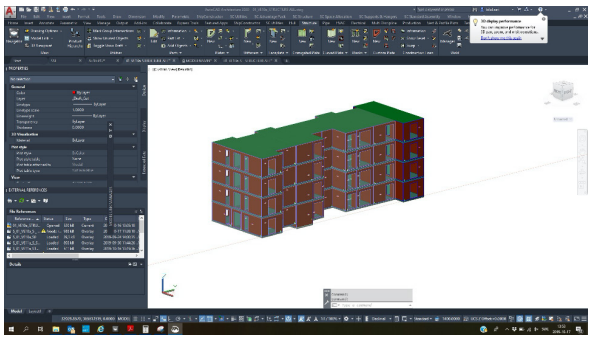
Idag ritar inga arkitekter man samarbetar med i ShipConstructor. Det betyder att husen måste ritas om i verktyget. Det ställer krav på samarbetet med arkitekter, framförallt för att hantera ändringar. Vid sidan om de digitala verktygen, måste arkitekterna också förstå modulsystemets villkor och regler.

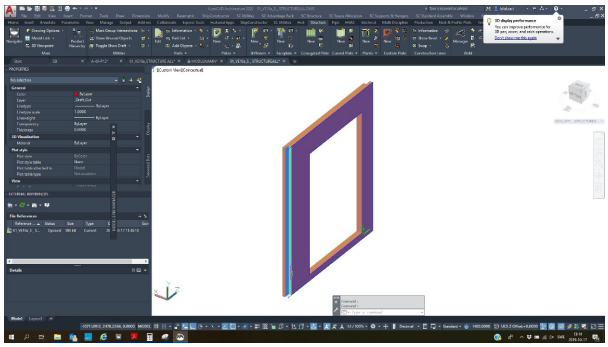
KONSULTER

Viss expertis anlitas för projektering av installationer. Idag arbetar inte dessa i ShipConstructor, vilket gör att man måste manuellt säkerställa att konstruktionerna hos externa konsulter är konsistenta med modellen i ShipConstructor.

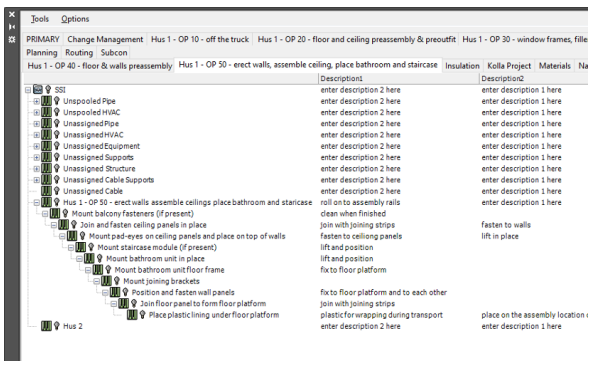
KULTUR

Att projektera färdigt och i detalj är ovant för dem som kommer från byggbranschen. Man har heller inte rutinen att eventuella problem i produktionen skall återföras till projekteringen. Detta är en kulturfråga, då man i byggbranschen ofta väljer löser problem i tillverkningen istället för att justera frågan i projekteringen. Ett exempel är elinstallatörer som upptäcker att hålen för en dosa är för litet, men istället för att påtala detta så konstruktionen kan ändras, väljer denne att själv borra upp doshålen.
Det krävs ett nytt ledarskap för att leda arbetet, i och med att det ställs nya krav på process, leveranser och verktyg.





Massivträstommen till ett hus i Kolla Parkstad i ShipConstructor. Alla paneler får exakta mått och modellen kan styra NC-fräsar etc. Alla moduler kan vara olika, verktyget kan enkelt hanera variationen mellan dessa



Arbetsmoment för montering och sekvens skapas direkt i ShipConstructor. Då kan beställningar av material automatiskt kopplas till ex tidpunkt och plats.

Montering av färdig husmodul på site, vilket tar ca 15 minuter/per modul.

DATA

Alla produkter som ingår i Sizes hus måste läggas in i ShipConstructor, med kompletta data och 3D-modeller med exakt geometri, inkopplingar, fästen etc. Initialt har detta tagit tid. Arbetet minskar dock över tid, då det blir allt färre nya produkter för varje projekt man genomför. Dessutom ger det bättre kontroll över vilka produkter som sätts in i huset.

EFFEKTER

De bedömda effekterna av det nya systemet och den modulära tillverkningen är följande:

- Sizes räknar med att projekteringstiden för 8-våningshus skall gå från 6-8 månader till 4 veckor när systemet är fullt implementerat.
- Projekteringskostnader minskar motsvarande 10 % av totalkostnaden
- Tiden på site minskar med ca 4 månader
- Minskat svinn; överskott i fabriken återanvänds
- Snabbare produktion och minskad kapitalbildning
- Verktyg och arbetssätt bidrar till den mer industriella kultur bolaget eftersträvar.

8. HINDER: TRADITIONELL ENTREPRENAD

I Dimanten-projektet som var föremål för den första studien, önskade byggherren, Hyresbostäder i Falköping att tillämpa Bygg 4.0 principen och testa ShipConstructor i projekteringen. Det gick inte då man redan genomfört en upphandling av en totalentreprenad, utan nödvändiga krav. I dialog med projekteringsorganisationen fann vi också att detta inte skulle vara möjligt.

Idag görs projekteringen i entreprenader vanligen av ett stort antal (10-20) olika aktörer, som sällan gör flera projekt efter varandra. Denna fragmentering blir i sig ett hinder för förnyelse. Det anses inte lönsamt att inom ett typiskt bostadsprojekt introducera nya verktyg och arbetssätt. Investeringsviljan är totalt sätt mycket låg, i och med att aktörernas ekonomiska horisont huvudsakligen är det enskilda projektet. Detta i sig gör att förnyelsen inom byggbranschen är mycket låg. Det gäller inte bara nya arbetssätt som Bygg 4.0 eller skeppsplattformar. I stort sett varje större förändring möter dessa hinder.

En typisk projekteringsorganisation är decentraliserad på flera sätt. Varje deltagare förväntas också kunna projekteringsprocessen och att samverka med andra roller/kompetenser. Det betyder att det inte krävs någon introduktion av metod eller projektledning som styr över arbetssätten. Detta anses vara effektivt, då alla är ”självgående”. Detta är kopplat till fråga om ansvar. Varje specialist har ansvar för funktionen inom sitt område. Det gör att varje expert ställer krav för att säkerställa den enskilda funktionen, utan att nödvändigtvis ta hänsyn till vilka effekter detta har på andra områden eller huset som helhet. Bristen på integrerade verktyg gör det också långsamt och dyrt att utforska olika lösningar, vilket leder till lägre kvalitet i utformning och funktion. Ett återkommande exempel är sk schakt för ventilation, vatten och avlopp. Storlek och placering av dessa har stor påverkan på lägenhetsutformning och byggkostnad. Då arkitekter, ventilationsspecialister, VVS-specialister och de som arbetar med stommen inte arbetar i samma miljö, kan man inte effektivt utforska någon större mängd lösningar. Upplevelse, yteffektivitet och tillverkning får då vanligtvis stå tillbaka för teknisk funktion hos de enskilda systemen.

Enbart nya digitala verktyg ändrar inte automatiskt på detta. Ansvar för helheten, att göra avvägningar och att skapa bättre utformningar är en fråga om ledarskap och affärsmodeller. Idag finns ingen tydlig roll som tar sig an dessa uppgifter.

ÄR DET OMÖJLIGT ATT EFFEKTIVISERA TRADITIONELL ENTREPRENAD?

Det bör vara möjligt att introducera en ny process, nya verktyg och en förändrad tillverkning, även med befintliga aktörer. Man måste inte övergå till modulsystem och husfabriker. Men det är inte möjligt med nuvarande affärsmässiga relationer som är projektbaserade. Tanken att digitala verktyg i projekteringen, t ex BIM-system, i sig själva, skulle kunna öka effektiviteten kraftfullt i en traditionell entreprenad får nog anses stå på väldigt lös grund.

Introducerar man nya verktyg i själva projekteringen, *samt* förnyar organisation, produktion och affärsmodeller, bör detta ge kunna ge stor effekt även i entrepredorganisationer.

Vi kommer att fokusera detta i kommande studier och experiment.

9. SLUTSATSER

Arbetssättet och afärsmoddell är lika viktigt som verktygen och dessa skall sitta ihop.

Sammantaget visar de två testerna att:

- Det fungerar väldigt bra att projektera bostadshus i en skeppsplattform och stora vinster i tid, kostnad och mängden fel kan göras
- Projektering av bostadshus kan t ex gå från 6 månader till 4 veckor, inköp från dagar till minuter och med färre fel
- Maskiner, som fräsar, kan styras direkt från modellen

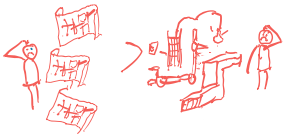
Men också att:

- Traditionell organisation av projektering och entreprenad är ett hinder.
  Det finns t.o.m. anledning att ifrågasätta dagens entreprenadmodell i sin helhet
- Bristen på centralt ägande av processen, att investeringar som skall räknas hem i enskilda projekt samt att en stor andel beslut och tillverkning sker på site, leder till oacceptabla miljökonsekvenser och kostnader utan motsvarande vinster i kvalite
- Nyckeln är övergången från bygghandling till produktionsmodell

Traditionell entreprenad:

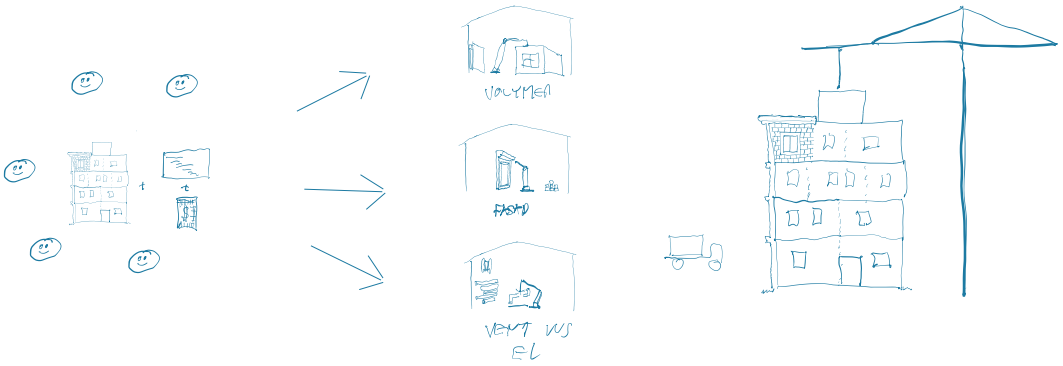
Projektering per diciplin i olika verktyg, bygghandling i dokument

Okompletta ritningar, olösta problem, bristfällig planering, onödiga transporter, materialförluster och avfall



Bygg 4.0:

Projektering i gemensam datamodell, inkl kostnader och planering

Tillverkning av monteringsfärdiga delar, parallellt i verkstäder

Endast montering på site, litet avfall, få transporter