



# Produktionshandling 2010

SBUF-projekt 12381

SLUTRAPPORT

**SBUF** 

 **PEAB**   
NORDENS SAMHÄLLSBYGGARE



## Förord

---

SIS publikationsserie "Bygghandlingar 90" utgör byggsektorns rekommendationer för utformning av bygghandlingar, det vill säga de handlingar som ligger till grund för produktionen av byggprojekt. Med införandet av BIM-teknik i projekteringen möjliggörs nu alternativa redovisningsformer, till exempel tvärfackliga ritningar, 3D-redovisning och färgplottning. BIM medför även att ritningsproduktionen från en modell i allt högre grad automatiseras. Att producera ritningar är inte längre kostnadsdrivande på samma sätt som förr.

I detta projekt har vi undersökt möjligheterna att skapa en framtida bygghandling optimerad för byggplatsens behov: en "Produktionshandling". Att detta projekt haft arbetsnamnet Produktionshandling 2010 är en spegling av att Bygghandlingar 90 är baserad på en tjugo år – eller snarare hundratals år – gammal manuell ritteknik. Vi tror och hoppas att Produktionshandling kan bli ett nytt begrepp i branschen, som kompletterar den traditionella bygghandlingen.

SBUF projektet 12381 "Produktionshandling 2010" genomfördes mellan september 2010 och februari 2012 av en arbetsgrupp bestående av Jan-Olof Edgar (Projektengagemang /Bjerking), Björn Alsmark, Per Gunnarson, Klas Eckerberg (Bjerking), Marie Bergström (Reinertsen), Claes Dalman (Peab), Andreas Ask (NCC), Daniel Segenstedt (Skanska) och Krister Strömberg (Byggnads). Projektet utfördes i samverkan med OpenBIM.

Vi tackar medverkande i referensgruppen som bestått av Anders Bergeling (Peab), Rikard Espling, (Skanska), Tomas Alsmarker (Tyréns), Raouf Salam (Sweco), Anna-Brita Krakenberger, (Sweco), Tore Strandgård (Incoörd), Daniel Morén (Bjerking).

Vi vill slutligen rikta ett stort tack till Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF, och Peab Sverige som bidragit med finansiering och därmed gjort det möjligt för oss att genomföra projektet.

Stockholm 2012-08-08

Projektengagemang Byggprocesstyrning AB  
(Bjerking AB)

Jan-Olof Edgar  
Projektledare





## Sammanfattning

En bärande idé med Produktionshandling har varit att skapa en tvärfacklig ritning. Byggplatsen ska inte behöva leta uppgifter i flera olika handlingar. Detta betyder att även arbetsmiljöinstruktioner, checklista för egenkontroll, beskrivningsinformation, mängdförteckningar etc. ska vara synliga på handlingen. En annan bärande idé har varit att utnyttja 3D/BIM och färgplottning även för redovisningen. Ny BIM-teknik används annars för att producera gårdagens ritningar! Det är dags att även byggplatsen får ta del av teknikutvecklingen, vilket på sikt kan leda till en bättre modernare standard för byggritningar.

Vi har hämtat inspiration från andra industrier såsom varvsindustrin samt IKEA. Dessutom har inspiration hämtats från [www.byggai.se](http://www.byggai.se) "arbetsinstruktioner på nätet". Inom ramen för Produktionshandling har även ett examensarbete studerat en annan industri – varvsindustrin – som till sin karaktär är ganska lik byggbranschen. Ett fartyg är typiskt "enstycks" produktion och påminner mycket om en byggnad till sin karaktär. Det finns till exempel våningsplan, rum och installationer. Examensarbetet heter "Handlingar och processer vid varven" och utfördes av Sara Kjellin samt Åsa Sievert vid KTH.

För att få input till projektet och att verifiera våra hypoteser har ett antal intervjuer med platschefer, arbetsledare, lagbasar samt yrkesarbetare genomförts, angående ritningsutformning, brister i redovisning och svårigheter att läsa ritningar. Detta är vår målgrupp för Produktionshandlingar. Frågorna och svaren redovisas i Bilaga 1. Det visade sig att det endast är den information som är synlig på ritningen som beaktas. Beskrivningsinformation är till exempel sällan tillgänglig för yrkesarbetare. Dagens byggritningar är inte kompletta avseende omfattning av redovisning. En stor del av byggandet är baserat på erfarenheter och praxis hos den enskilda yrkesarbetaren ("så här har vi alltid gjort"), vilket kan leda till en ojämn kvalitet, beroende på vilket arbetslag som utför arbetsuppgiften.

Utifrån de inspirationskällor vi har haft, både från IKEA, varvsindustrin samt behovet av att lägesindela BIM modeller för att bättre stödja "Supply Chain" samt logistik har vi valt att indela ritningarna i olika "ritningspaket" per byggdel eller utrymme. Indelning av byggnaden har skett utifrån BSAB-systemets byggdelar eller utrymmen, med tillhörande klassificeringskod. Byggdelen/utrymmet ska vara spårbar till sitt geografiska läge i byggnaden, som uttrycks med en logisk kodning. *Byggnadsnummer -> Våningsplan -> Sektor i plan -> Löpnummer*. Detta återspeglas i ritningsnumret.

Liksom varvsindustrin gör, har vi valt att numrera sektorer/lägen i modellen. Därför behövs en första planritning som är en littereringsplan. Varje 2D (3D)-zon får ett littera. Detta blir sedan en hänvisning till korrekt ritningspaket eller rumsritning.

Ritningspaketet ska innehålla samtlig nödvändig information för att kunna producera byggdelen. Detta paket innehåller både mängdförteckning, arbetsmiljöinstruktioner, kontrollplan, teknisk eller rumsbeskrivning samt steg-för-steg redovisning av alla teknikområden integrerat.

Huvudindelning och numrering av ritningspaketen i Produktionshandlingar sker utifrån byggdels klassificering (BSAB). Varje paket är sedan indelat i blad efter typ av aktivitet. Avsaknaden av ett gemensamt klassificeringssystem för aktivitetsindelning, har varit begränsande för projektet, och vi hoppas att branschen i framtiden utvecklar ett gemensamt klassificeringssystem (BSAB eller liknande) för aktiviteter. Vi saknar ett processororienterat angreppssätt i byggindustrin. Branschen har inte klarlagt vad som är huvudprocess, stödprocesser, respektive ledningsprocess.

Huvudsakliga fördelar med Produktionshandlingar:

- ritningspaket per byggdel, uppdelad i blad
- märkning per byggdel och aktivitet
- integration av "handlingar", till exempel förteckningar, beskrivningar
- 3D-redovisning
- steg-för-steg-uppdelning
- tvärfackliga ritningar
- färgplottning
- utsättningsvänlig måttsättning.

Projektet visade att det kan vara mycket tidskrävande och svårt att utnyttja byggbranschens BIM-verktyg till ny form av redovisning, eftersom dessa programvaror, är anpassade till traditionell redovisning av bygghandlingar. "Ny teknik används för att producera gårdagens ritningar". Detta är beklagligt, eftersom en stor möjlig potential med den nya tekniken då inte kan utnyttjas på byggplatsen.

En av slutsatserna av detta projekt är således att det i nuläget troligen är för kostsamt att ta fram Produktionshandlingar för samtliga byggdelar och varianter i en byggnad. Produktionshandlingar är dock ett utmärkt sätt att dokumentera standardiserade typkonstruktioner och montageinstruktioner, vilket väl passar den trend som just nu råder i byggbranschen att i allt större utsträckning utveckla så kallade tekniska plattformar, det vill säga byggsystem med standardiserade typlösningar. Produktionshandlingar med steg-för-steg-instruktioner bör kunna vara ett utmärkt sätt att dokumentera sådana system, och även använda i utbildningssyfte (jämför [www.byggai.se](http://www.byggai.se)).

Om Produktionshandlingar börjar tillämpas i framtiden, så får detta som konsekvens att den traditionella ritningen kan göras mindre omfattande och detaljerad. I princip kan detaljeringsnivån för bygghandlingar stanna på en "systemhandlingsnivå". Redan idag används modeller och inte ritningar i allt större grad ute i produktionen. Modern utsättning baseras på att utsättaren plockar ut koordinater (punkter), direkt ur modellen och måttsättningen behövs således inte längre för utsättning. Vi måste då börja ifrågasätta och ställa oss frågan för vem ritningen måttsätts?

Vi har i detta projekt även utvecklat förslag till alternativ redovisningsteknik, och 3D-måttsättning, som utan större svårigheter kan appliceras direkt. Genom att infoga enstaka 3D-illustrationer som komplement till den traditionella 2D-redovisningen, så skapas stora mervärden för byggplatsens förståelse, till marginell kostnad om man ändå projekterar i 3D-modeller. Detta är något vi rekommenderar alla i branschen att börja tillämpa.

## Innehållsförteckning

1	Syfte och mål .....	11
1.1	Genomförande.....	12
1.2	Avgränsningar .....	13
1.3	Arbetsgrupp.....	13
1.4	Referensgrupp.....	14
2	Dagens ritningsstandard.....	15
2.1	Ritningshistoria .....	15
2.2	Bygghandlingar 90.....	15
2.3	Målgrupper för ritningar .....	16
2.4	Traditionella byggritningar, symbolredovisning .....	19
3	Förebilder för Produktionshandling.....	23
3.1	IKEA-ritning bokhyllan "Billy".....	23
3.2	www.byggai.se .....	24
4	Examensarbete: jämförelse med varvsindustrin .....	27
4.1	Allmänt om varvsindustrin.....	28
4.2	Aktörer .....	28
4.3	Ritningsutformning.....	29
4.4	Ritningsnumrering .....	29
4.5	Ritningshantering / Revisioner .....	32
4.6	3D-modeller .....	32
4.7	Skråindelning och underentreprenörer.....	33
4.8	Beredarens roll .....	34
5	Aktivitetsindelning.....	37
5.1	SBEF systemet.....	37
5.2	BSAB-systemet .....	38
5.3	Arbetsarter.....	41
5.4	Nybyggnadslistan .....	41
5.5	Kalkylaktiviteter.....	43
5.6	Tidplansaktiviteter.....	43
5.7	Slutsatser kring aktivitetsindelning .....	44

6	Indelning av Produktionshandlingar.....	45
6.1	Ritningspaket.....	45
6.2	Ritningsnumrering (paket).....	46
6.3	Metadata/Namnruta.....	48
7	3D/BIM – Möjligheter och begränsningar.....	51
7.1	Revit.....	51
7.2	Hantering av vyer och ritningar.....	51
7.3	Assemblies.....	53
7.4	3D-armering.....	53
8	Produktionshandlingens utformning .....	55
8.1	Lean .....	55
8.2	Integrerad egenkontroll.....	55
8.3	Integrerade arbetsmiljöinstruktioner.....	55
8.4	Ritningsformat .....	56
8.5	Orienterande 2D-Vy (Sektor/Lägesindelning).....	56
8.6	3D-redovisning allmänt.....	57
8.7	Måtsättning i 3D.....	58
8.8	Färgplottning.....	58
8.9	Ritning för logistik .....	59
8.10	Rums- och lägenhetslittera .....	60
8.11	Rumsritning med kombinerad rumsbeskrivning .....	61
8.12	Tvärfackliga BIM-objekt .....	62
8.13	Steg-för-steg (Phases).....	63
8.14	Ritningspaket per byggdel .....	64
9	Ny redovisningsteknik .....	65
9.1	Tvingande och icke tvingande mått.....	65
9.2	Pilmått med referens.....	66
9.3	”Utsättningsvänlig” måtsättning.....	66
10	Slutsatser och diskussion .....	69

**BILAGOR:**

Bilaga 1: Intervjuer

Bilaga 2: Ritningsexempel Produktionshandlingar

Bilaga 3: Ritningsexempel 2D/3D-redovisning



## 1 SYFTE OCH MÅL

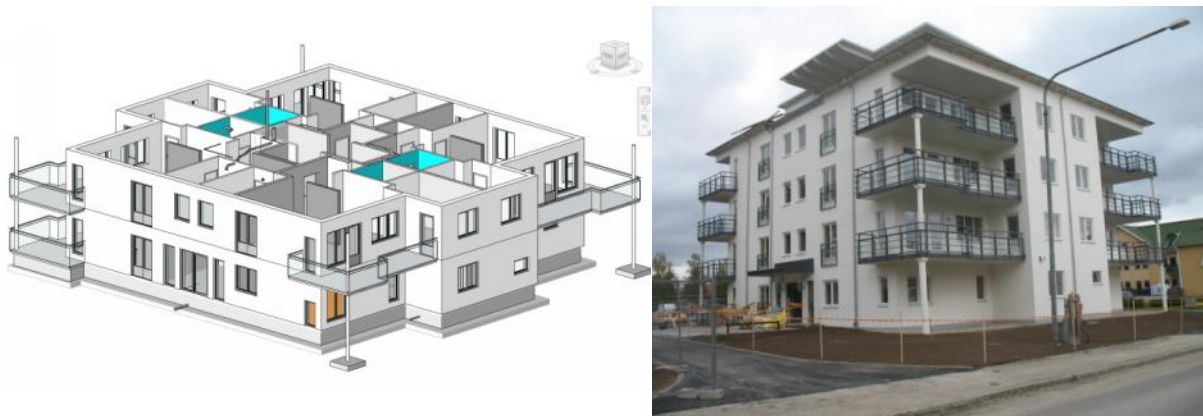
SIS publikationsserie "Bygghandlingar 90" utgör byggsektorns rekommendationer för utformning av bygghandlingar, det vill säga de handlingar som ligger till grund för produktionen av byggprojekt.

Redovisningsformen "Bygghandling" är baserad på en lång tradition av manuell ritteknik – penna, papper och ritbord – och är inte anpassad efter dagens behov och nya möjligheter som finns med moderna 3D/BIM programvaror. Den gamla rittekniken baseras i hög grad på förenklingar, till exempel symboler och linjetyper, eftersom det är förknippat med en stor manuell arbetsinsats att rita. Den här redovisningstekniken gör ritningen svårtolkad.

Dessutom finns en tradition i branschen att varje teknikerskrå gör sin egen bygghandling, vilket ökar risken för bristande samordning mellan handlingarna. Uppdelningen av ett byggnadsverk i tvådimensionella ritningar sker idag med avseende på tekniskt system, geometri och sektor/läge, snarare än att återspegla de aktiviteter som sker på byggplatsen. En och samma handling ska användas för ett flertal syften, till exempel mängdavgivning, kalkylering, tidplanering, produktionsplanering, beredning samt produktion.

Indelning i teknikområden gör att man på byggplatsen måste söka information på ett flertal ritningar. Dessutom är dagens bygghandling egentligen inte optimerad för hantverkarens behov, utan innehåller mycket "överinformation" som gör den svårläst. Det är även svårt att som entreprenör beställa rätt "nivå" på handling avseende informationsinnehåll, skalor och så vidare.

Med 3D/BIM-projektering ges nya möjligheter att producera helt andra redovisningsformer, till exempel 3D-illustrationer, färgplottning och steg-för-steg-illustrationer. Med BIM bygger man en 3D-modell ur vilken valfritt antal ritningar kan genereras med hel eller halvautomatik genom vyer, utsnitt och informationsfilter. Ritningarna kan innehålla olika kombinationer av tekniska system. Detta får som konsekvens att antalet ritningar i ett projekt inte längre är kostnadsdrivande i samma utsträckning.



Figur 1. BIM-modell för Produktionshandling samt bild från Alfta-Edsbyns Fastighets AB

Detta projekt har syftat till att ge förslag på utformning av "framtidens bygghandling", där vi har utgått från ett processororienterat arbetssätt, inspirerat av Lean-filosofin. Den nya handlingen ska vara optimerad enbart för själva utförandet på byggsplatsen (montering och hopfogning), och inte fylla andra syften. Eftersom BIM-tekniken möjliggör filtrering av information kan ett stort antal handlingar produceras, där byggnaden delas upp efter byggsplatsens aktiviteter, och varje handling enbart redovisar sådan information som är relevant för respektive aktivitet.

Handlingarnas benämning återspeglar aktiviteternas benämning. När man arbetar med databasbaserade BIM-verktyg bygger man typiskt en gemensam tvärfacklig modell, vilket gör att de nya handlingar som genereras ur modellen även kan vara helt eller delvis tvärfackliga, beroende på inblandade yrkesgrupper.

Då den gamla redovisningsformen "Bygghandling" sannolikt kommer leva kvar parallellt under en överskådlig framtid bör lämpligen den nya redovisningsformen särskiljas, varför vi har valt att kalla den nya handlingen för "Produktionshandling".

Projektet har drivits som ett utvecklingsprojekt finansierat av SBUF och medverkande företag, samt inom ramen för OpenBIM-programmet, vilket innebär att vi även kommer producera en projektrapport i kortversion som publiceras på OpenBIM:s hemsida ([www.openbim.se](http://www.openbim.se)).

## 1.1 Genomförande

Utveckling av en ny typ av ritningar är mycket omfattande. Inte bara ska själva den principiella utformningen och ny indelning efter aktiviteter utredas. Vi har även fått tänja på gränserna för vad BIM verktygen klarar av idag, eftersom de är anpassade till nuvarande ritteknik. Mycket tid har därför gått åt till att hitta metoder som är genomförbara med BIM, med djupgående tester, anpassningar och utbildning i nya programversioner.



Projektets första fas har varit en nulägesanalys med följande inslag:

- Probleminventering på byggplatser. Intervjuer med vår målgrupp, det vill säga platschefer, arbetsledare, lagbasar, hantverkare etc. Vilka problem upplevs med dagens redovisningsteknik, och vilka fel uppstår?
- Intervjuer med konsulter om deras insikt i vilken information som ska levereras och vilken nivå på redovisning byggplatsen vill ha.
- Inventering vad som gjorts tidigare inom detta område – finns goda exempel i andra branscher eller utomlands?

Projektets andra fas har varit att analysera nuvarande praxis och ritningsstandarder:

- Bygghandlingar 90
- klassifikationssystemet BSAB
- indelning av kalkylposter (aktiviteter) kalkylatorer
- indelning av aktiviteter produktionsplanerare.

Projektets tredje fas har varit att utveckla förslag på utformning av Produktionshandlingar:

- ritningsformat
- teckensnitt, skalor
- ritningsnumrering
- märkning/metadatum (egenskaper)
- ritteknik 2D/3D.

## 1.2 Avgränsningar

Projektet har avgränsats till själva ritningarna och har inte undersökt möjligheter till alternativ presentationsteknik såsom VR, smarta mobiltelefoner etc. Målet har varit att fortfarande kunna skriva ut handlingen på ett papper, som kan användas praktiskt ute på byggplatsen.

## 1.3 Arbetsgrupp

Projektet har genomförts av en arbetsgrupp med representanter för sektorns olika parter, en blandning av både entreprenörer, projektörer samt byggfacket. Arbetsgruppen har deltagit i flera möten, för att gemensamt diskutera möjligheter och svårigheter. BIM-testerna har utförts av Bjerking AB.

Jan-Olof Edgar, Projektengagemang/Bjerking  
Krister Strömberg, Byggnads  
Claes Dalman, Peab  
Andreas Ask, NCC  
Daniel Segenstedt, Skanska  
Marie Bergström, Reinertsen  
Klas Eckerberg, Bjerking

Projektledare, BIM specialist  
Byggnads  
Entreprenör  
Entreprenör  
Entreprenör  
Projektör (K)  
Projektör (L), SIS

Per Gunnarson, Bjerking  
Björn Alsmark, Bjerking

Projektör (V)  
BIM specialist

I arbetsgruppen deltog även två studenter från KTH, (examensarbete)

Sara Kjellin  
Åsa Sievert

## 1.4 Referensgrupp

Arbetet har stämmts av mot en tvärfackligt sammansatt referensgrupp.  
Referensgruppens deltagare har varit:

Anders Bergeling, Peab  
Rikard Espling, Skanska  
Tomas Alsmarker, Tyréns  
Raouf Salam, Sweco  
Anna-Brita Krakenberger, Sweco  
Tore Strandgård, Incoord  
Daniel Morén, Bjerking

Entreprenör  
Entreprenör  
Projektör (K)  
Projektör (K), BIM  
Projektör (A), BIM  
Projektör (V), BIM  
Projektör (E), Lean

## **2 DAGENS RITNINGSSTANDARD**

### **2.1 Ritningshistoria**

Redan i det gamla Egypten användes planritningar som liknar dagens handlingar. Anledningen till att det två dimensionella sättet att beskriva verkligheten används än idag är den snabba och enkla möjligheten till att ge en överskådlig bild av verkligheten. Dock har det skett många förändringar hos redovisningstekniken sedan planritningar började användas i Egypten för 5000 år sedan (Eckerberg K. 2004).

I samband med den industriella revolutionen början 1780 blev det intressant för företag att expandera globalt ([www.historia2.se](http://www.historia2.se)). Därmed uppstod behovet av internationella standarder av bland annat benämningar och symboler för att underlätta samarbeten över landsgränserna. Förutom försvårat kunskapsutbyte och hämmad utveckling, skulle ett uteblivet gemensamt skriftspråk innebära en omöjlighet för projektering och produktion i olika länder.

Datorns marknadsmässiga intåg på 1980- och 90-talet innebar slutet för den konstnärliga rittekniken vid produktion av handlingar. Med hjälp av internationella standarder började istället datorns kapacitet att utnyttjas för att förbättra kommunikationen i ritningarna (<http://www.e.kth.se>, Axenborg). Vidare har datorteknikens framfart gjort det möjligt till projektion i tre dimensioner, vilket ger en betydligt bättre uppfattning av rummet.

### **2.2 Bygghandlingar 90**

Bygghandlingar 90, som utges av SIS Förlag AB, utgör byggsektorns rekommendationer för utformning av enhetliga och ändamålsenliga bygghandlingar. Bygghandlingar 90 är uppdelat i åtta delar:

- Del 1, Redovisningsformer
- Del 2, Redovisningsteknik
- Del 3, Redovisning av mått
- Del 4, Redovisning av Hus
- Del 5, Redovisning av Installationer
- Del 6, Redovisning av ombyggnad
- Del 7, Redovisning av Anläggning
- Del 8, Digitala leveranser för bygg och förvaltning

Bygghandlingar 90 utgör en vidareutveckling av principerna i Redovisning 72 och en anpassning till den tekniska utvecklingen och kraven på bygghandlingar.

I Produktionshandlingsprojektet har vi analyserat nuvarande standarder för ritteknik och värderat fördelar och nackdelar. Syftet har varit att tydliggöra uppdelningen i olika detaljeringsgrad och skalor, och bedöma graden av anpassning till produktionens behov. Vi har även analyserat även för vem dagens handlingar skapas.

Med hänsyn till det stora antalet parter som deltar – från utredning och program till slutbesiktning och förvaltning – är enhetliga bygghandlingar ett viktigt led i kvalitetssäkringen av ett byggprojekt. Produktionshandlingar kan underlätta för byggproduktionen och vara ett bra komplement till de traditionella byggritningar som finns idag. På sikt kanske till och med ersätta dem – beroende på vad man definierar som Produktionshandling.

Detta kan få som konsekvens att den traditionella ritningen i framtiden kan göras mindre omfattande och detaljerad. I princip kan detaljeringsnivån för bygghandlingar stanna på en "systemhandlingsnivå". Redan idag används modeller och inte ritningar i allt större grad ute i produktionen. Modern utsättning baseras på att utsättaren plockar ut koordinater (punkter), direkt ur modellen och måttsättningen behövs således inte längre för utsättning. Vi måste då börja ifrågasätta dess fortlevnad. För vem måttsätts egentligen ritningen?

## 2.3 Målgrupper för ritningar

Enligt Bygghandlingar 90 Del 1 delas byggprocessen upp i två huvudskeden: "Produktbestämningsskedet" och "Produktframställningsskedet".

Produktbestämningsskedet (som utförs av projektörer) är i sin tur uppdelad i två underskeden som benämns "Programskede" respektive "Projekteringsskede".

Projekteringsskedet är i sin tur uppdelat i "Förlagshandlingsskede", "Huvudhandlingsskede" samt "Bygghandlingsskede". (Huvudhandlingar benämns numera oftast "Systemhandlingar".)

Bygghandlingsskedet är således ett skede inom Produktbestämning och dess "projekteringsskede". När vi i detta projekt skapar förslag på ritteknik för Produktionshandlingar har vi insett att vi är inne i ett annat huvudskede av byggprocessen, nämligen Produktframställningsskedet – alltså samma som själva byggandet.

Det spelar kanske inte så stor roll i sak, men om man funderar på ritningsmärkning så borde det eventuellt framgå vilket byggprocessskede ritningen tillhör. Produktionshandlingar ingår således inte som en del av Projekteringsskedet / Bygghandlingsskedet.

Bygghandlingar är ett samlat begrepp för alla de handlingar som produceras i detta handlingskedje. Dessa består av till exempel:

- tekniska beskrivningar (enligt AMA)
- ritningar
- geoteknisk rapport
- förteckningar.

Slutsats: Branschen blandar begreppen "Bygghandling" och "Byggritning". För de flesta är en Bygghandling likställt med en Byggritning, vilket inte är helt korrekt. Det var på sätt och vis enklare förr när man märkte ritningar med "Arbetsritning". Kanske borde därför hela detta projekt ha benämnts "Produktionsritningar", men om man betänker att vi vill integrera alla ingående handlingar såsom förteckningar med mera, så kanske rubriken trots allt är korrekt.

### **Programhandlingar**

Projekteringsprocessen föregås av diverse utredningar och inventeringar av funktionskrav för det blivande byggnadsverket. Detta brukar resultera i verksamhetsbeskrivningar, samt olika program till exempel utrymmesprogram som tillsammans utgör ett byggnadsprogram.

Byggnadsprogrammet är en sammanfattning av förutsättningarna för ett projekt och utgör det samlade underlaget inför beslut om fortsatt projektering. Byggnadsprogrammet ska också utgöra underlag för kostnadsuppskattning.

Handlingarna benämns "Programhandlingar". I detta tidiga skede av ett projekt produceras inte så många ritningar. Ibland produceras dock programskisser, som en del av utredningsarbetet.

Med BIM kommer kravhanteringen i allt större grad att kopplas till en rumsfunktions-databas, för att senare länkas till en BIM. Då är det möjligt att följa upp kraven och verifiera dem.

Målgrupp för Programhandlingar är:

- brukaren/hyresgästen för information och granskning
- kalkylatorn som underlag till kostnadskalkyl
- beställaren för beslut om projektets fortsättning.

### **Systemhandlingar**

I det systemskede som inleder projekteringen ska byggnaden och dess tekniska system genomarbetas. Byggnadens utformning ska anpassas till valda system. Installationernas förläggning och utrymmesbehov, bland annat i kritiska snitt, ska i allt väsentligt klarläggas.

Den efterföljande detaljprojekteringen ska således helt kunna koncentreras på detaljlösningar och utarbetandet av bygghandlingar.

Alla eventuella hinder och frågeställningar som kan påverka den fortsatta projekteringen måste redovisas i systemhandlingarna. Med dessa som grund ska projektörerna normalt

kunna starta detaljprojekteringen på bred front utan att behöva riskera någon omprojektering. Alla eventuella hinder mot detta måste vara preciserade.

Systemskedet ska således resultera i att planlösningarna är klarlagda med avseende på sådant som har påtaglig inverkan på byggnadens slutliga utformning. Byggnadens konstruktiva utformning, inklusive alla stomstabiliserande element, ska i huvudsak vara fastställd. Måttställning av alla konstruktionselement som påverkar fortsatt projektering, exempelvis balkar, pelare och installationsstråk, ska vara redovisad.

Målgrupp för Systemhandlingar är:

- brukaren/hyresgästen för information och granskning
- kommunala och statliga myndigheter för information och tillstånd
- kalkylatorn som underlag till anbuds kalkyl
- beställaren för beslut om projektets fortsättning
- samtliga projektörer som ska fortsätta med detaljprojekteringen.

### **Bygghandlingar**

Bygghandlingarna ska ge entreprenören den information denne behöver för att uppfylla projektets krav. Relativt stora variationer i omfattning kan dock motiveras av projektets omfattning, svårighetsgrad, tidplan och entreprenadform. Det är därför nödvändigt att projektledaren före start av detaljprojekteringen tar ställning till eventuella förenklingar eller till en eventuell fördjupad bearbetning.

Ritningar som produceras för en totalentreprenad är oftast inte lika detaljerade och omfattande, eftersom entreprenören redan har kunskap om sina metoder och standardutförande, samt att ansvaret ligger samlad på en part. I en utförandeentreprenad krävs mer detaljerade handlingar.

Tilläggs kontroll som krävs enligt myndighetsföreskrifter ska vara preciserad i dokument och förteckningar så att dessa kan användas för verifiering av enskilda element.

Bygghandlingar omfattar:

- tekniska beskrivningar (enligt AMA)
- ritningar
- geoteknisk rapport
- förteckningar.

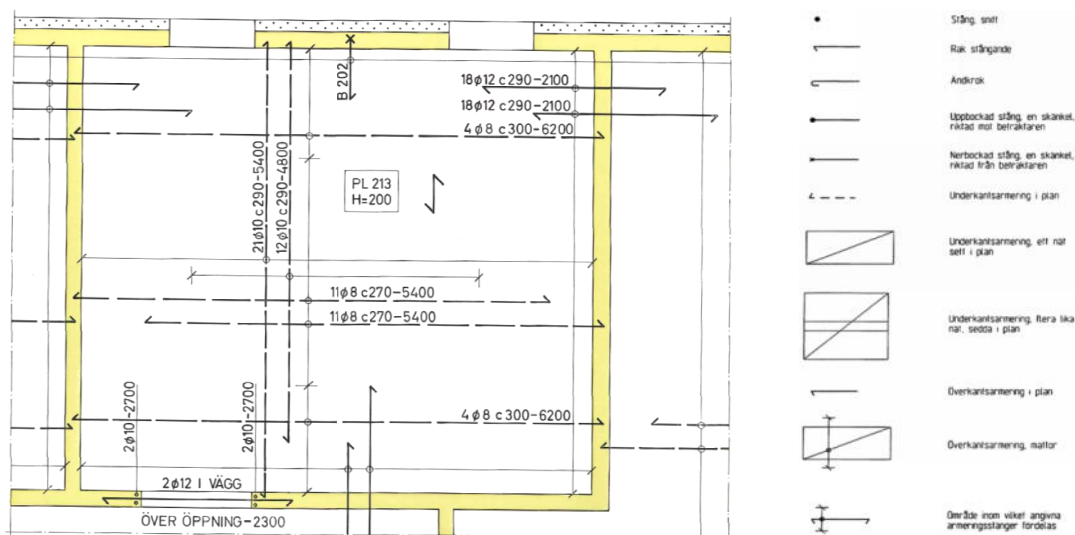
Målgrupper för byggritningar är:

- entreprenörens kalkylator som underlag till produktions kalkyl
- entreprenörens inköpare som underlag via mängdförteckningar
- entreprenörens produktionsplanerare som underlag till tidplan
- entreprenörens platsledning som underlag till beredning

- entreprenörens platsledning som underlag arbetsskydd
- entreprenörens yrkesarbetare som underlag till utförande
- beställaren för granskning
- underlag till relationsritningar.

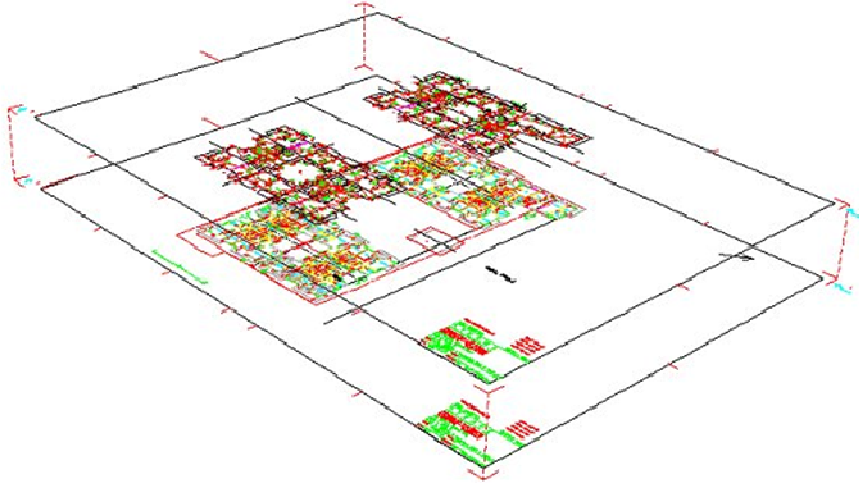
## 2.4 Traditionella byggritningar, symbolredovisning

Bygghandlingar 90 och svensk standard är baserade på en lång tradition av ritteknik som är mer än hundra år gammal. Att vi använder ritningssymboler som måste tolkas är ett sätt att förenkla och rationalisera ritandet, eftersom det tidigare var ett helt manuellt och tidskrävande arbete. Men ritningssymbolerna har även varit ett sätt att entydigt definiera vad man avser.

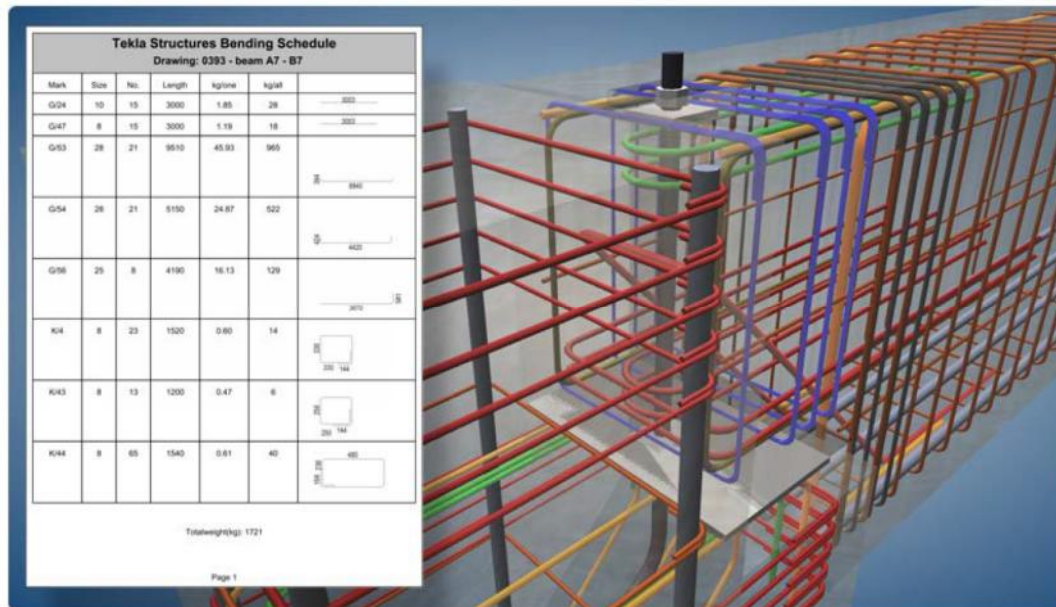


Figur 2. Symbolredovisning kräver kunskap i ritningsläsning – att kunna tolka ritningssymboler.

När man förr ritade på genomskinliga "translärer" (plastfilm) samgranskade man ritningar genom att lägga dem över varandra. På så sätt kunde utrymmeskollisioner upptäckas. När 2D-CAD introducerades på 1980-talet gjorde man på exakt samma sätt, men digitalt.



Figur 3. Traditionell samgranskning (kollisionskontroll) i 2D med hjälp av "overlay".



Figur 4. "En 3D-bild säger mer än tusen ritningar" (Bildkälla Tekla).

En strävan vid arbete med traditionella byggritningar har varit att redovisa en uppgift endast på ett eller på så få ställen som möjligt i handlingarna. Skälet är att undvika motstridiga uppgifter, som lätt kan uppstå när man reviderar handlingarna. Detta är också enligt AB04 en av de grundläggande principerna för kontraktshandlingarna.

3D-projektering har dock inneburit ett stort lyft för att kvalitetssäkra projekteringen. Informationen finns bara lagrad på ett ställe (i databasen), och alla ritningsvyer är automatiskt producerade från en och samma källa, vilket innebär att motstridiga uppgifter på handlingar inte längre förekommer.

Men alla hänvisningar mellan ritningar och övriga handlingar kan dock vara ett problem. Hänvisningar på ritningar görs ibland från ställen där uppgiften kan vara erforderlig till det ställe där den finns angiven. Alla hänvisningar till andra dokument gör ritningsläsning



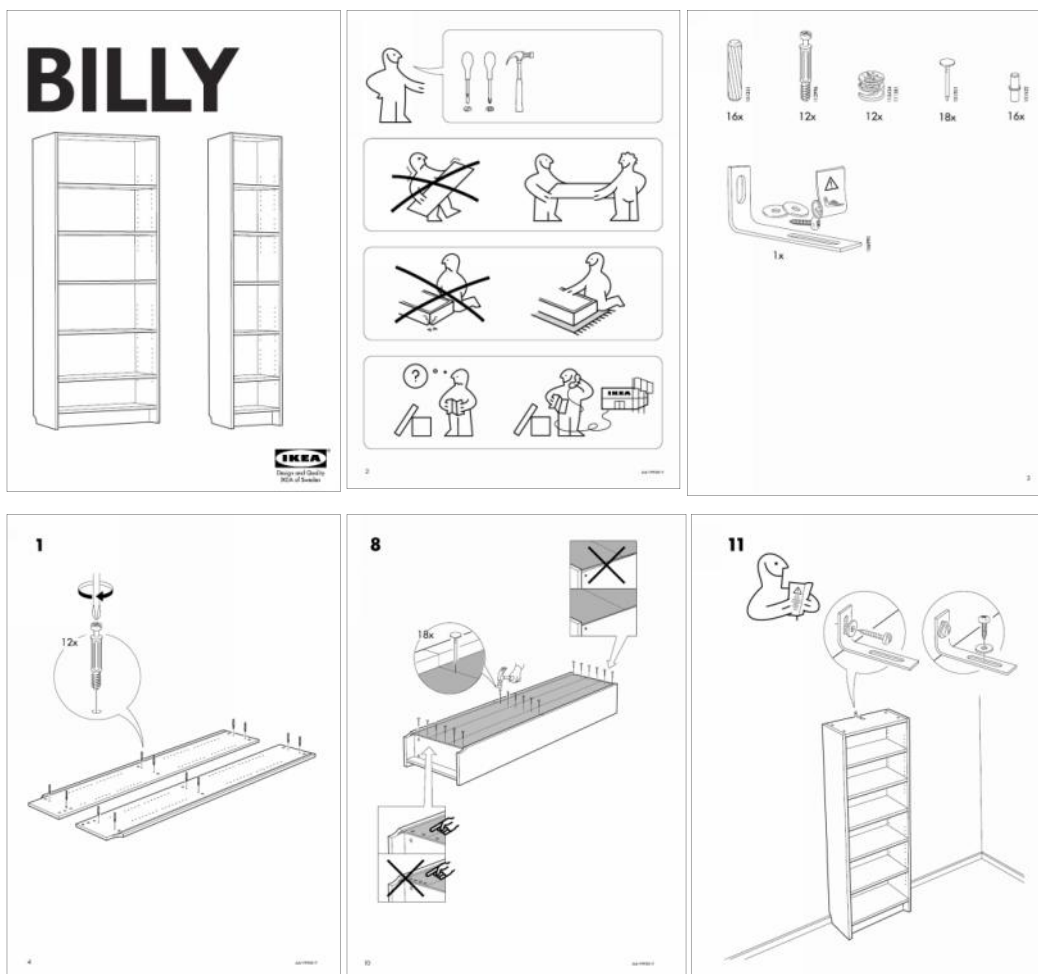
komplikerat för byggplatsen, eftersom ritningarna och dokumenten inte alltid är tillgängliga samtidigt. Att söka rätt information och skapa sig en helhetsbild, kan vara mycket tidskrävande och icke värdeskapande.

Som beskrivits i kapitel 2.3 ovan, så används en och samma byggritning för ett stort antal syften och målgrupper. Detta gör den dåligt optimerad för byggplatsens behov ute i fält.



### 3 FÖREBILDER FÖR PRODUKTIONSHANDLING

#### 3.1 IKEA-ritning bokhyllan "Billy"



Figur 5. Montageinstruktion IKEA.

En av förebilderna till Produktionshandling har varit monteringsritning till bokhyllan "Billy". Man kan förmoda att IKEA lagt ner ett stort arbete för att skapa dessa ritningar så att de på ett enkelt och pedagogiskt sätt ska kunna användas av en tekniskt oerfaren. Dessutom ska de kunna användas internationellt. Ritningen är därför i huvudsak uppbyggd av tredimensionella bilder.

Analyserar man ritningen närmare kan man konstatera att på första sidan redovisas det slutliga resultatet. Man ska få en målbild att sträva mot när man monterar bokhyllan. På sidan 2 följer "arbetsmiljöinstruktioner" (undvika tunga lyft och så vidare). I vårt tänkta "Produktionshandlingspaket" kan man på motsvarande sätt på sidan 2 redovisa BAS-P/U (arbetsmiljösamordnarens instruktioner). På sidan 3 följer "beredningen" som är en materialförteckning. Även i Produktionshandlingshandlingar har vi valt att redovisa en beredning i form av egenkontroll på sidan 3. På efterföljande sidor finns sedan steg-för-steg-instruktioner för hur möbelen ska monteras ihop.

Typiskt för en IKEA-möbel är att man i princip inte kan montera ihop den fel, eftersom konstruktören tänkt på att anpassa hålen ("form, fit and function", 3F). Dessutom måste man följa turordningen. Detta är en viktig princip att tänka på även inom bygg för att minimera fel. För att åstadkomma detta krävs ett bra samarbete mellan projektör och byggare.

### **3.2** [www.byggai.se](http://www.byggai.se)

Utvecklade Arbetsinstruktioner finns att tillgå på internet. Arbetsinstruktionerna är tänkta att användas vid detaljplanering och arbetsberedning samt i utbildningssyfte.

ByggAi utvecklas i samarbete med byggbranschen och har initierats och stöds av Sveriges Byggindustrier och FoU-Syd. Frågan om portalens förvaltning och fortlevnad är inte löst i dagsläget. Portalen drivs vidare av Mats Persson som är anställd vid Malmö högskola. Inga avgifter tas ut av de som besöker och laddar ner information från portalen. Utveckling och drift har hittills finansierats genom bidrag från SBUF, Boverket, Byggrådet och AFA Försäkring.

Arbetsinstruktionerna är sorterade efter byggtreprenörernas byggdels tabell (SBEF) och inte efter BSAB-systemet. Man väljer först ett huvudområde, och sedan en byggdel till exempel "63 Innerväggar", "Väggstommar av stålplåtsreglar".



#### 60 Sammansatta

#### 61 Komplettering invändigt på yttervägg

#### 62 Undergolv

[Undergolv med stålglättad yta](#)  
[Undergolv med stålglättad yta \(med fall\)](#)

[Uppregling undergolv](#)

[Undergolv avjämningsmassa](#)

#### 63 Innerväggar

[Väggstommar av stålpålsreglar](#)

[Limning gipsskivor på reglar](#)

[Skruvning gipsskivor på reglar](#)

[Kalksandsten](#)

[Skärmväggar av nät](#)

[Innerväggar puts](#)

[Murning med leca](#)

#### 64 Innertak

[Stomme till innertak](#)

[Gipsskivor i tak](#)

#### 65 Invändiga dörrar och partier

[Innerrörrar av trä](#)

[Specialdörrar - Branddörrar](#)

[Ytterdörr](#)

[Enkelglas](#)

#### 66 Invändiga trappor

[Räcke för invändiga trappor](#)

#### 67 Efterlagning

#### 68 Huskomplettering

Figur 6. Arbetsinstruktioner – [www.byggai.se](http://www.byggai.se).

Instruktionerna för varje byggdel är indelade efter:

- förutsättningar (personsäkerhet)
- riskinventering
- skyddsutrustning
- förarbete (beredning)
- kontrollera
- utrustning och material
- leverans
- egenkontroll
- mall och instruktion
- kontrollpunkter
- genomförande.

Sedan följer steg-för-steg-instruktioner för hur byggdelen byggs/monteras. En bärande idé med Produktionshandlingsprojektet har varit att det för varje produktionssteg ska finnas ett motsvarande blad i ritningspaketet för byggdelen. På sikt borde detta kunna samordnas.

Genomförande 3(5)  
Montering regelstomme

Bygghet: 63 Innerväggar — Stålpålsreglar

12 (14)

**Träreglar för karmar**

Runt dörröppningar monteras som regel träreglar för infästning av karmar.

Träreglarna kan placeras i stålprofilen eller som här utanpå. Långa regler - från golv till tak - är sällan så raka att de passar i stålprofilen.



www.ByggAI.se

Förra Nästa Start

Figur 7. Arbetsinstruktioner – [www.byggai.se](http://www.byggai.se).

## 4 EXAMENSARBETE: JÄMFÖRELSE MED VARVSINDUSTRIN

Inom ramen för Produktionshandling 2010 har ett examensarbete initierats och utförts av teknologerna Sara Kjellin och Åsa Sievert. Examensarbetet har skrivits vid KTH, institutionen för industriell ekonomi och organisation inom området byggprojektledning, med Örjan Wikforss som handledare. Examensarbetet är rubricerat "Handlingar och processer vid varven – En analys av varvsindustrins processanpassade redovisningsteknik med en byggares ögon".

Frågeställningen har varit att inför Produktionshandlingsprojektet utreda hur andra branscher med en mer processororienterad produktion lyckats utveckla sina ritningar och sina processer. Bilindustrin används gärna som jämförelse av byggindustrin när man vill "benchmarka" sin effektivitet och processer. Det är dock en stor skillnad på en industri som har en serietillverkning i tusentals exemplar, och byggindustrin som oftast bygger enstycksproduktion och unika projekt.

Därför har varvsindustrin bedömts vara ett bra exempel på en bransch som lyckats effektivisera sin produktion, men som fortfarande bygger unika produkter vid varje projekt. Varvsindustrin karakteriseras av komplexa produkter med korta leveranstider samt enstycksproduktion eller mycket korta serier. Detta borde således vara en bransch byggindustrin kan lära sig mycket av. Ett fartyg är dessutom mer lik en byggnad till sin karaktär än en bil. Den innehåller våningsplan, rum, installationer, hissar och så vidare.

Syfte och mål med examensarbetet var att undersöka hur varvsindustrins ritningar har utvecklats de senaste 20–30 åren, det vill säga sedan IT och 3D-CAD börjat användas samtidigt som man övergått till ett processororienterat arbetssätt, och jämföra detta med byggindustrins ritningar för att se hur de kan förbättras.

Genom studiebesök hos Kockums, både i Malmö och på Muskö, projekteringsföretaget Saltech Consultants AB i Stockholm, Lindövarvet på Odense i Danmark och STX Europes varv i Brevik i Norge, har Sara och Åsa fått en stor insikt hur varven hanterar sina processer och redovisningsteknik. För att utveckla kunskaperna inom standardisering, ritteknikens historia, generell skeppsbyggnad och arbetet ute i produktionen gjordes ett antal intervjuer med relevanta personer. De observationer som har framkommit genom dessa intervjuer är hur varvens ritningar är kodade och systematiserade, hur projekteringen och processerna ser ut med tillhörande yrkesgrupper, samt hur 3D programmen utnyttjas och hur erfarenhetsåterföringen ser ut. Vidare finns information om utbildning för att minska

skråindelningar, beredarens underlättande roll vid produktionen, hur fartyget har delats in, hantering av ändringar, säkerhet vid produktion och standardisering.

Nedan följer en sammanfattning av Sara Kjellin och Åsa Sieverts examensarbete.

## **4.1 Allmänt om varvsindustrin**

Kina är idag världsledande inom varvsindustrin. Det är omöjligt att konkurrera med deras enorma varv, som massproducerar fartyg med lönenivåer långt under de europeiska. Tack vare know-how och högteknologiska lösningar kan dock västvärlden fortfarande konkurrera inom vissa områden. Inom branschsegmenten offshoreutrustning och inredning på passagerarfartyg håller de europeiska varven fortfarande en högre standard än de asiatiska. Detta är dock bara en tidsfråga, och det finns farhågor om att varvsindustrin kommer vara borta i Europa inom tio år.

I Europa byggs allt mer komplicerade fartyg och industrin verkar inte gå mot massproduktion, snarare utvecklas processerna för unika fartyg där sena ändringar är möjliga. I Sverige finns idag endast begränsad varvsverksamhet som består av viss projektering, ubåtsproduktion samt renovering och ombyggnad av fartyg.

Skeppsbyggnad handlar mer om teknik och ingenjörsmässighet än om design och estetik. Det händer sällan att skeppsbyggare gör något av enbart estetiska skäl, utan framförallt kommer funktionen i första hand och sedan snyggas det till. Undantaget är passagerarfartygen, främst lyxkryssarna. Generellt kan skeppsbyggnadsprocessen beskrivas som en idé som börjar översiktligt och sedan dissekteras ner till minsta detalj för att därefter byggas upp igen i verkligheten. Under arbetets gång skapas annan information som planering och materialbeställning. Det finns få branschstandarder för hur processerna ska genomföras och därför ser skeppsbyggnadsprocessen olika ut från varv till varv. Tidsbilden varierar dessutom kraftigt beroende på hur komplicerat och originellt projektet är.

En stor skillnad mellan varvsindustrin och byggbranschen är att inom fartygsproduktion finns själva produktionen alltid på samma plats, medan en byggarbetsplats finns där själva byggnaden ska uppföras. Detta gör att många delar av processen på varvet förenklas då resurser lättare kan användas inom olika projekt samtidigt. Dessutom förenklas arbete med lager, kontorsplatser, rutiner och inte minst sammanhållningen mellan medarbetarna (lagarbete).

## **4.2 Aktörer**

Inom skeppsbyggnadsindustrin är redaren beställare och varvet är de som producerar och levererar en produkt. Till skillnad från i byggbranschen är redaren inte byggherre utan kan ta emot en färdig och provad produkt. I Europa blir det allt vanligare att varven lägger ut delar av processen till underleverantörer och entreprenörer; i genomsnitt mellan 60 och 80 % av projektkostnaderna. Trots detta är varven fortfarande starka processägare, med stort inflytande på hur underleverantörerna sköter sina uppgifter.



Från början fungerade klassningssällskapen som tredje part vid försäkringstecknande av fartyg och gjorde då en bedömning av fartygets skick som underlag för försäkringspremien. Idag klassar sällskapen även fartygen när det gäller utsläpp och sjösäkerhet. En annan viktig aspekt är att ritningarna följer de byggregler som finns och att fartyget sedan konstrueras enligt dessa. Fartygen även besiktigas under bruksstadiet för att behålla sin klassning. I dagsläget finns ca femtio internationella klassningssällskap. Några av de största organisationerna är Lloyd's Register of Shipping (LR), Det Norske Veritas (DNV), American Bureau of Shipping (ABS), Bureau Veritas (BV) och Germanischer Lloyd (GL).

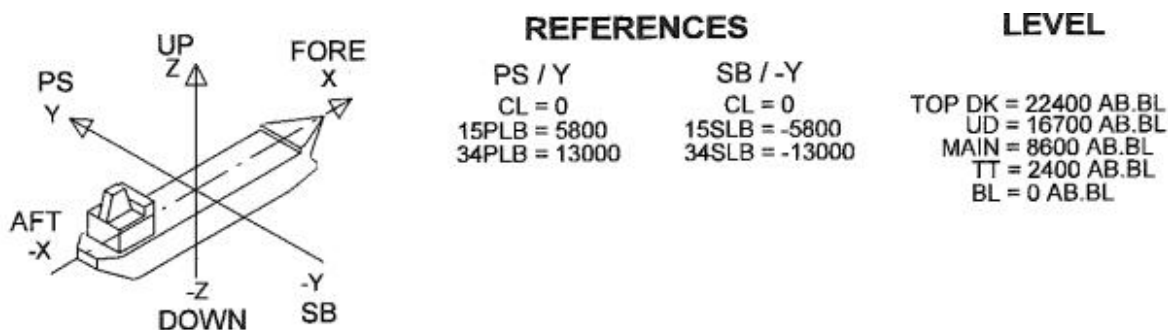
### 4.3 Ritningsutformning

Varvet i Brevik strävar efter att bara ha information som behövs i produktionen på ritningarna. Detta är en avvägning av hur mycket information som är relevant, samtidigt som den ska vara konkret och precis.

Det är inte möjligt att ha ritningar som innehåller alla discipliner, då det till exempel i maskinrummet skulle bli helt svart eftersom det innehåller så otroligt många komponenter. Istället delar de upp ritningen i en elektroritning, en rörritning och en komponentritning. Om en 2D-ritning används måste det finnas många snitt för att se vilken höjd allt ska vara i, därför används i många fall 3D.

### 4.4 Ritningsnumrering

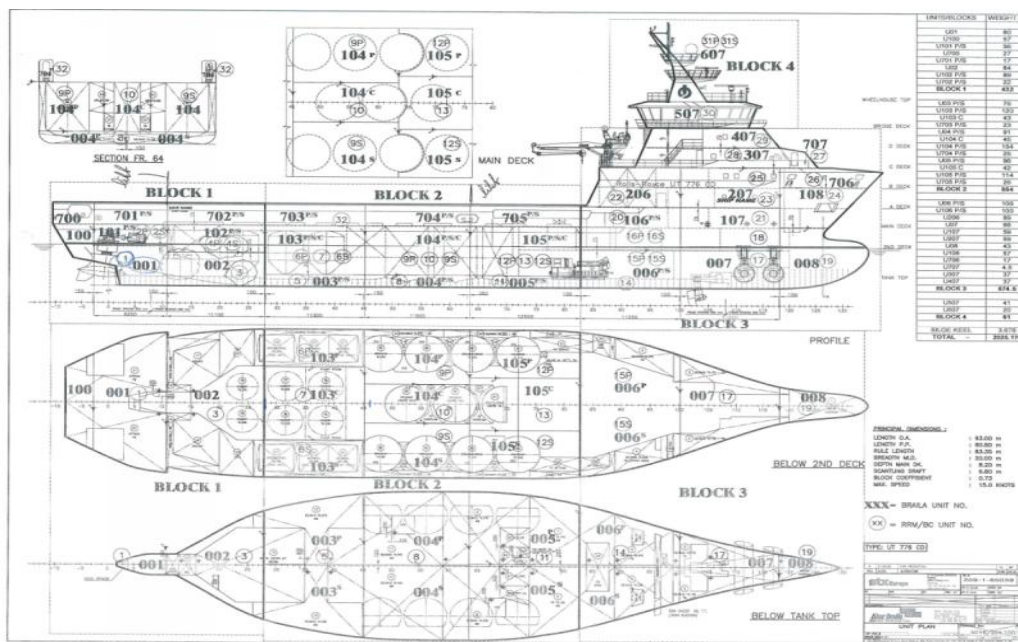
För att kunna hänvisa ritningen till en viss position på fartyget används spantnumrering och styrbord eller babord (se figur 8). Stålets spantnumrering finns i generalarrangemanget och denna används sedan för att visa positionen i fartygets längdriktning. Styrbord och babord används för att visa vilken sida av båten ritningen redovisar. Denna ikon finns med på varje tillverkningsritning till exempel en rörismetri-ritning. Vanligtvis är ritningarna indelade efter funktion och därefter position.



Figur 8. Spant och koordinatsystem för indelning av fartyg (Lindö varvet)

Ritningarna hos varvet i Brevik är först och främst uppdelade efter rum, till exempel pump- rum, propellerrum och maskinrum. Numreringen på rummen varierar mellan olika fartyg beroende på storlek, men de numrerar alltid med den lägsta siffran från aktern.

I 3D-modellen kallas rummen eller delarna för zoner, medan på monteringsritningarna kallas samma del för rumsnamnen då det är mer informativt för de som arbetar. För varje rum finns en arrangemangsrättning som visar en översikt på rummet. Det finns också tillhörande referenser till andra ritningar som visar alla discipliner som hör till rummet. Även en lista på all utrustning som ska in i respektive rum finns med i arrangemangsritningen.







Figur 12. Ritningsnumrering vid varvet i Brevik

Utöver arrangemangsritningen finns listor med information om vilka komponenter som ska vara i varje rum. Där står även vilka tillhörande ritningar som beskriver utformningen mer i detalj. Alla komponenter har ett eget identifikationsnummer som används då de ska hämtas ut från lagret. På ritningen syns bara numret, vilket också gör att ritningarna blir mer lättlästa och rena från text. För att hanteringen ska fungera med bara ett nummer, används avancerade dokumenthanteringssystem, där varje ritnings "metadata" (egenskaper) är sökbar.

#### 4.5 Ritningshantering / Revisioner

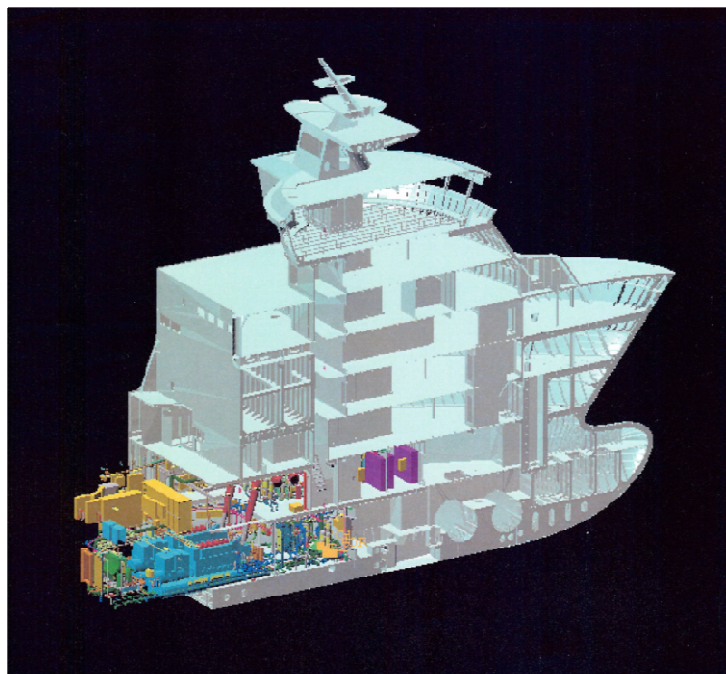
När det blir ritningsförändringar kommer det idag en "change order" och de ritningar som blivit ändrade skickas ut på nytt. De ritningar som behövs i produktionen hämtas ut genom att en ansvarig person skriver ut dem. På så sätt upprätthålls kontroll över vilka ritningar som finns i omlopp.

För att hålla reda på att det inte finns några gamla ritningar kvar ute i produktionen hos Kockums bockar en kvinna på kontoret av de gamla ritningarna innan de nya lämnas ut. Till fartygen finns fem exemplar av varje ritning och alla dessa samlas alltså in innan de nya delas ut. En ritning delas ut till verkstaden, en arkiveras och tre stycken ges till beredarna. Ifall nya ritningar behöver plockas ut går det bra att skriva ut den senaste versionen ur datorn, men egna utskrifter är bara giltiga i ett dygn.

#### 4.6 3D-modeller

Innan systemen modellerades i datorer byggdes fysiska modeller i plast, vilket var tidskrävande. I produktionen används 3D-modellen i en visualiseringsvy (se figur 13), men de har inte tillgång till att göra ändringar i modellen. På en skärm går det att klicka sig fram och skriva ut ritningar eller ta bilder av modellen för att skriva ut. Systemet har använts i ca 4 år och har varit en stor fördel vid komplexa system och utrymmen. Programmet används inte dagligen i produktionen, utan mer som hjälp när ritningar och instruktioner är svåra att tyda.

3D programmet som används i Brevik heter Foran och används av samtliga yrkesgrupper. Underleverantören av skrov i Rumänien använder sig av programvaran Tribon.



Figur 13. 3D modellens visualiseringsfunktion ute i produktionen vid varvet i Brevik

Genom att 3D-modellen alltid finns tillgänglig kan de som arbetar i produktionen aldrig skylla på att det varit otydligt i ritningarna hur något skulle utföras, då det alltid finns möjlighet att kontrollera det.

Kockums Muskö varv menar att det är svårt att projektera ubåtar utan 3D på grund av de trånga utrymmena och den komplexa formen. Konstruktörerna i Malmö ritade i 3D och lägger sedan in 3D bilder i monteringsanvisningarna till produktionen. Produktionen på Muskö har inte tillgång till modellen, utan får nöja sig med 3D ritningar utskrivna på papper. Det räcker med ritningar och en 3D bild för att kunna producera. På Lindövarvet är 3D-modellen uppbyggd efter block och informationen om en del innehåller även information om intilliggande block, vikt, tyngdpunkt och identifikationsnummer. Modellen används bland annat till kollisionsskontroll.

#### **4.7 Skråindelning och underentreprenörer**

De yrkesgrupper som finns på Kockums varv är främst elektriker och mekaniker, samt svetsare och plåtslagare. På varvet har stor möda lagts ner på att undvika suboptimering mellan skråna genom att bland annat utvidga befogenheterna mellan dem. Exempelvis var plåt förut tvungen att sätta dit skruvar, men idag tillåts flera yrkeskategorier att sätta dit vissa typer av skruvar. Undantaget är el, som är så specifikt att andra yrkesgrupper inte kan

blandas in. Ett nytt arbetssätt där arbetet sker i lag har implementerats, men detta försvåras av de parallella projekten.

För att undvika skråindelning och öka medvetenheten av eget ansvar anordnar Kockums en utbildning för de anställda. Det började på 90-talet med en 40 timmars utbildning för alla anställda där de behandlar områden inom kvalitet, tydliga målformuleringar, hälsa och säkerhet. De ansåg att om inte grundsynen fanns så var det svårt att börja med processerna. Resultatet av utbildningen blev märkbart och företagets vinstmarginal ökades. Utbildningen började med att upplysa om kopplingen mellan miljö och arbetsmiljö. Den allmänna åsikten bland de anställda var ofta att "det där fixar någon annan". Därför behövdes information om vikten av hur jobben utförs vid kvalitetssäkring. Vidare gavs information om det personliga ansvaret, det vill säga, vad det kostar att slarva.

På Kockums Malmö sker bara projektering, men ingen produktion. Detta skulle medföra en risk för ogenomförbara konstruktioner ifall de kontorsanställda inte får se systemen i verkligheten. Det motverkar Kockums genom att låta sina konstruktörer i Malmö besöka produktionen i Karlskrona och på Muskö. På så sätt fås en ökad förståelse för produktionen och dess processer.

#### **4.8 Beredarens roll**

På alla varv som besökts har beredaren varit en nyckelperson i produktionen. I Brevik har produktionsberedaren framförallt ansvar för att allt material finns tillgängligt för produktionen. Från lagret kvitteras de förnumrerade komponenterna ut och levereras till respektive yrkesarbetare.

På Kockums finns det en grupp som bara arbetar med arbetsberedning. Deras uppgift är framförallt att se till att allt material som behövs finns tillgänglig och att alla moment är tidsbestämda. Beredaren plockar ut material ur förråden och sammanställer ett paket som sedan levereras till exempelvis svetsaren ute i produktionen. Svetsaren ska få alla komponenter som behövs. Det som inte finns i förrådet får beredaren köpa in från annat håll. Svetsaren ställer krav på att allt ska finnas till hands i verkstaden, det är beredarens jobb att se till att svetsaren kan koncentrera sig på att svetsa under sin arbetstid. Svetsaren ska inte behöva lägga tid på att leta material och verktyg.

Med i arbetspaketen följer inte bara ritningar, utan även dokument över de kontroller som ska genomföras vid varje moment. Upptäcks någon felaktighet på ritningar så rapporteras detta med en avvikelse till berörd teknikavdelning.

Med anledning av att mängden handlingar på Kockums i Karlskrona är omfattande, är det beredarens uppgift att se till att de i produktionen alltid arbetar efter senaste handlingarna. Till sin hjälp har beredarna det nya dokumenthanteringssystemet där de alltid har tillgång till den senaste uppdateringen.

Fördelen med att använda ett PLM-system (Product Life cycle Management), som Kockums gör, är att samma fil kan nås från olika mappar i systemet. Då används ett löpnummer som saknar innebörd vilket kan vara en fördel om det förekommer flera olika system i samma organisation. PLM är också bra om många dokument återanvänds och används i flera projekt samtidigt. Om ritningar och dokument dessutom har ett namn, förutom kodningen, så kan det tyckas vara överflödigt information och onödigt komplicerat att även ha ett kodsysteem att följa.





## 5 AKTIVITETSINDELNING

En del av projektet har varit att analysera aktiviteter som typiskt förekommer i entreprenörens tidplan, och vilken indelningsgrund, struktur och benämning som förekommer. Tanken har varit att Produktionshandlingarna ska kunna indelas i paket, benämnas och numreras på samma sätt som aktiviteternas.

Begreppet "aktivitet" definieras enligt följande:

- BSAB 96: "identifierbart handlande som har bestämt syfte".
- Terminologicentrum TNC: "identifierbar sekvens av avsiktliga händelser".

Aktiviteter kan indelas efter geografisk avgränsning, typ av resultat samt metod. I kalkyler brukar man skilja på tillverkningsaktiviteter och gemensamma aktiviteter (arbetsplatsomkostnader med mera). I tidplaner talar man om tidaktiviteter – tidplansaktiviteter.

Det finns tyvärr inte någon branschgemensam standard för indelning och klassificering av aktiviteter eller ens gemensamma begrepp, vilket betydligt har försvårat för projektet. Att ha en branschöverenskommen kodning av aktiviteter är centralt för att kunna indela och numrera Produktionshandlingar på ett standardiserat sätt. Vi får hoppas att branschen tar tag i detta, till exempel genom att utveckla ett klassificeringssystem (BSAB eller liknande).

### 5.1 SBEF systemet

Initialt trodde vi att det branschgemensamma BSAB-systemets klassifikationsgrund var bas för aktiviteternas kodning och sortering, men så visade det sig inte vara fallet. Istället används i huvudsak fortfarande byggentreprenörernas gamla "byggdelstabell" (SBEF) som är numrerad från 1–99, i en slags grov sekvensföljd från grunden till taket. SBEF är i många avseende identisk med gamla BSAB 83. Även [www.byggai.se](http://www.byggai.se) är sorterad efter den gamla tabellen.

Flertalet entreprenörer och kalkylatorer i Sverige har alltså ännu inte bytt till "nya" BSAB 96 från 1998! Att så inte har skett beror troligen på att BSAB 96 inte primärt stöder entreprenörens behov, utan är avsett främst för tekniska beskrivningar enligt AMA. Ett exempel på detta är att indelningsgrund för byggdelar är dess *funktion*, och inte som en entreprenör tänker dess *konstruktion*. Begreppet byggdelar kan därför bli lite förvirrande och teoretiskt. En annan orsak till att flertalet entreprenörer inte bytt system är att det får stor påverkan på andra administrativa system – till exempel kontoplan och kalkylregister – vilket gör ett byte både kostsamt och svårt.

**BYGGDELSTABELL**

0	SAMMANSATTA BYGGDELAR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
1	MARK	10 Sammansatta	11 Rörning Rivning Fyllning	12 Schakt Fyllning	13 Markförstärkning Dränering	14	15 Ledning Kulvert Tunniar	16 Vägar Planer	17 Trädgård	18 Markutrus. Stödmurar	19
2	HUSLINDER-BYGGNAD	20 Sammansatta	21	22 Schakt Fyllning	23 Markförstärkning Dränering	24 Grundkonstruktion	25 Kulvert Tunniar	26	27 Platta på mark	28 Huskompl	29
3	STOMME	30 Sammansatta	31 Väggar	32 Pelare	33	34 Bjällklag Balkar	35	36 Trappor Hisschakt	37 Samverk. takstom	38 Huskompl	39
4	YTTERTAK	40 Sammansatta	41 Takstomme	42 Taklagskompl	43 Taktäckning	44 Talofot o gavlar	45 Kompl takluckor	46	47 Terrasser Allaner	48 Huskompl	49
5	FASADER	50 Sammansatta	51 Stokompl Utfackring	52	53 Fasadbeklädnad Ytsikt	54	55 Fönster Dörrar Partier Portar	56	57	58 Huskompl	59
6	STOMKOMPLETTERING/RUMSBILDNING	60 Sammansatta	61	62 Undergolv	63 Inneväggar	64 Innetak	65 Invändiga dörrar Glaspartier	66 Invändliga trappor	67	68 Huskompl	69
7	INV YTSIKT/ RUMSKOMPLETTERING	70 Sammansatta	71	72 Ytsikt Golv Trappor	73 Ytsikt vägg	74 Ytsikt tak Undertak	75	76 Villa varor	77 Skåp och inredn snickerier	78 Rumskomplettering Övrigt	79
8	INSTALLATIONER	80 Sammansatta	81	82 Process	83	84 Sanitet Värme	85 Kyla Luft	86 El	87 Tript	88 Styr	89
9	GEMENSAMMA ARBETEN TILLFÄLLIGA FABRIKEN	90 Sammansatta	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Figur 14. SBEF, Byggtjänstens "gamla" bygghandboken.

## 5.2 BSAB-systemet

BSAB – som ursprungligen stod för "Byggandets Samordning AB" – är en grundsystematik för kommunikation i bygg och förvaltningsprocesserna. Idag är det ett varumärke ägt av AB Svensk Byggtjänst. BSAB är bygg- och fastighetssektorns gemensamma "språk", och bas för informationsstrukturen.

Jan-Olof Edgar har parallellt med detta SBUF-projekt gjort en utredning om BSAB-systemet åt Svensk Byggtjänst. Systemet har inte utvecklats nämnvärt sedan 1990-talet. Det kommer krävas en ganska omfattande vidareutveckling och anpassning för att bättre stödja en integrerad BIM-baserad kalkyl- och planeringsprocess hos entreprenörerna. Idag är det ett stort informationsglapp mellan projektering och produktion, vilket gör att kalkylatorerna måste tolka och "mappa" det som har ritats till rätt kalkylrecept.

BSAB-systemet är uppdelat i olika tabeller. De två tabeller som i huvudsak används är "Bygghandboken" och "Produktionsresultat".



Figur 15. BSAB-systemet från Svensk Byggtjänst.

Definitionerna är enligt BSAB 96:

- byggdel: "del av byggnadsverk som fyller en huvudfunktion i byggnadsverket"
- produktionsresultat: "*resultat av en aktivitet på byggplatsen för produktion av del av eller helt byggnadsverk*".

Ett produktionsresultat är således egentligen inte aktiviteten sig, utan resultatet av flera föregående aktiviteter. Detta är orsaken till varför en sakvara till exempel ett fönster betraktas som ett produktionsresultat (NSC.112 - Fönster och fönsterdörrar av trä). Ett fönster kräver ett montage med ingående resurser till exempel karmskruvar, monteringskilar, snickare och så vidare.

Ett av resultaten från utredningen är ett konstaterande att två för entreprenören viktiga tabeller saknas eller är inte kompletta i BSAB-systemet, nämligen "Byggdelstyp" och "Produktionsaktivitet".

Byggdelstyp är en förädlad byggdel där dess konstruktion (uppbyggnad) av produktionsresultat (ingående material) är tydligt angiven.

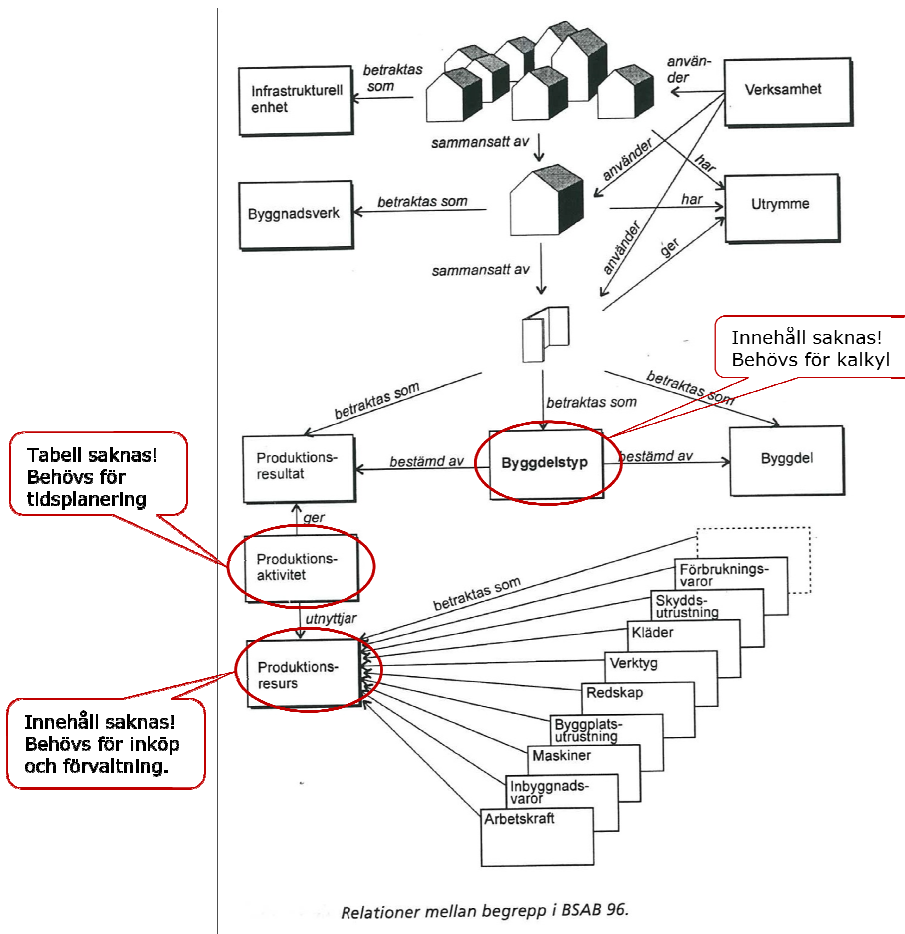
Produktionsaktivitet är de ingående aktiviteter som krävs för att färdigställa ett produktionsresultat. Ett exempel är när man bygger innerväggar med gipsskivor. Idag finns bara produktionsresultatet "gipsskivor" (KBC.211 - Skikt av gipsskivor på regler i vägg, pelare e d inomhus), medan tidplaneraren typiskt vill dela upp i två aktiviteter – "enkling" samt "dubbling". Detta beror på att dessa två aktiviteter dels sker vid olika tillfällen, dels kräver olika resurser och enhetstid.

Det är således ett antal produktionsaktiviteter som ger ett produktionsresultat, det vill säga produktionsaktiviteterna ingår i de "steg-för-steg-sekvenser" som vi vill beskriva med Produktionshandling.

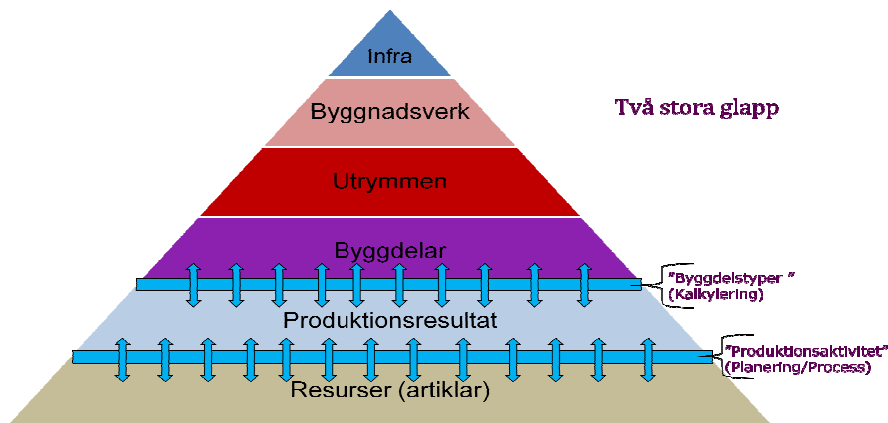
En av idéerna med Produktionshandling är att tänka en framtida process där skråindelning av yrkesarbetare reduceras, och liksom varvsindustrin låta en yrkesarbetare göra gränsöverskridande arbeten. På så sätt blir det ett bättre samarbete i arbetslagen och man underlättar för varandra. Genom att tänka "aktivitetsordning för en byggdel" så är det enklare att besluta att den som är mest lämpad och tillgänglig för uppgiften också utför den. Ett exempel skulle kunna vara att snickaren sätter upp även tomdosor och vp-rör för el i exempelvis en innervägg när han ändå är på plats. Då skulle aktiviteten "montera dosa" vara en produktionsaktivitet i ett produktionsresultat (SBE.21 - Runda apparatdosor) för en byggdelstyp (43.CB/41 - Innerväggar (inte stominnerväggar) - skivor och stålregelverk).

Redan 1998 beskrevs i boken "BSAB – System och tillämpningar" (Svensk Byggtjänst) "aktivitetskoder" (ännu ett nytt begrepp). Resultatet av aktiviteter på byggbyggsplatsen för produktion av byggnadsverk motsvaras i BSAB-systemet av produktionsresultat. Aktivitetskoder används för att gruppera kalkylen och arbetsprocessen i hanterbara delar.

Aktiviteterna är unika för varje projekt, men många är lika från projekt till projekt, så kallade "typaktiviteter" (ytterligare ett nytt begrepp). Om typaktiviteterna ska kommuniceras mellan olika aktörer och system bör en branschgemensam systematik användas. Helst bör aktiviteter i kalkylen direkt kunna kopplas samman med tidplansaktiviteterna. Detta är dock ofta svårt att åstadkomma. De återkommande typaktiviteterna borde på sikt kunna klassificeras i en ny tabell för produktionsaktiviteter i BSAB-systemet.



Figur 16, Resultat av BSAB utredning. Tabeller för produktionsaktiviteter och produktionsresurser saknas.



Figur 17, Resultat av BSAB utredning, Förslag på utvecklade tabeller.

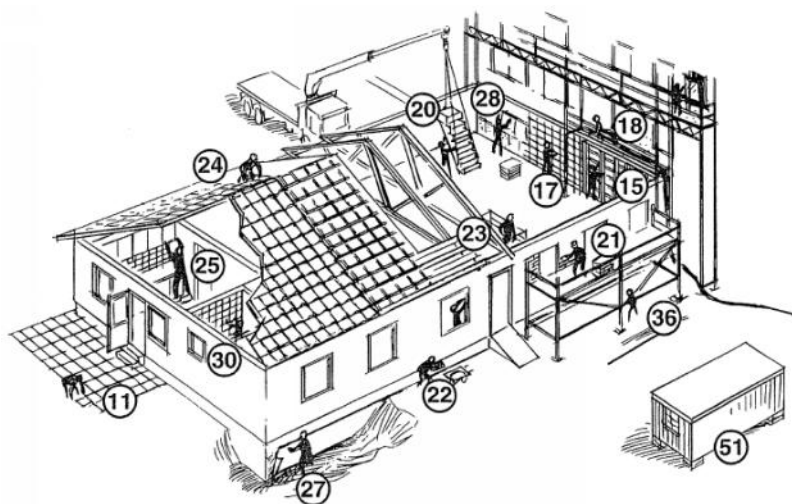
### 5.3 Arbetsarter

Inom Skanska använde man fram till 1980-talet begreppet "arbetsart" för att indela aktiviteter. Exempel på arbetsarter var "bygga form", "armera", "gjuta", "riva form". Det tycks som att Nybyggnadslistan nedan är baserat enligt samma princip. Det borde kunna vara möjligt att klassificera arbetsarter.

### 5.4 Nybyggnadslistan

Nybyggnadslistan från 1999 är ett systematiserat tidunderlag som Byggtreprenörerna och fackförbundet Byggnads utarbetat gemensamt. Koderna utgör ett eget system och följer inte till exempel BSAB. Listan är framtaget i syfte att användas vid såväl kalkylering som vid framtagande av ackordsunderlag. Nybyggnadslistan innehåller enhetstider och mätregler för de flesta förekommande arbetsmoment inom nyproduktion. Utöver enhetstider innehåller listan förhandlingsbara objektstillägg för olika objektstyper.

Byggnads har speciellt utsedda personer som mäter det som byggs efter färdigställande och stämmer av förbrukad tid mot den som överenskommits enligt nybyggnadslistan. På så sätt kan ackordet stämmas av.



Figur 18, Nybyggnadslistans arbetsarter

Nybyggnadslistan är uppdelad efter "arbetsarter" (se kapitel 5.3). Arbetsartens huvudrubriker är att betrakta som en "aktivitetsgrupp":

- 11 Schakt, återfyllning m m
- 15 Formsättning
- 17 Armering
- 18 Betonggjutning
- 20 Montering av element
- 21 Murning
- 22 Putsning
- 23 Stolpverk
- 24 Beklädnader
- 25 Snickerier
- 27 Fuktisolering
- 28 Värme- och ljudisolering
- 30 Plattsättning
- 36 Ställningar
- 51 Gemensamma arbeten

Varje arbetsart är indelad i underrubriker för vilken typ av produktionsresultat man åstadkommer till exempel:

- 15:0 Förtillverkning av form
- 15:1 Vägghorm
- 15:2 Pelare och balkar
- 15:3 Valvform
- 15:4 Trappor
- 15:5 Inggjutningsgods

Arbetsarterna är också indelade i olika "typaktiviteter".

Punkt	Aktivitet	Enhet	Tid
	<b>15:1 Form för väggar</b>		
101	Traditionell vägghorm t o m 0,15 m	m	0.09
102	Traditionell vägghorm över 0,15 m t o m 0,25 m	m	0.16
103	Traditionell vägghorm över 0,25 t o m 0,40 m	m	0.23
104	Tillägg - form i grund	m	0.02
105	Traditionell vägghorm över 0,40 m	m <sup>2</sup>	0.58
106	Traditionell vägghorm över 0,40 m av bräder för synlig yta	m <sup>2</sup>	0.71

Figur 19, Nybyggnadslistans typaktiviteter.

## 5.5 Kalkylaktiviteter

Det saknas enhetliga begrepp i byggbranschen. För yrkesgruppen kalkylatorer benämns byggdelar – till exempel väggar och bjälklag – som ”aktiviteter”, vilket blir både missvisande och förvirrande. Det förekommer ett fackspråk bland kalkylatorer, som till exempel en projektör har svårt att förstå.

En kalkyl delas typiskt upp på följande vis:

### Byggdel

Första nivån är övergripande och innehåller markarbeten, stomme, stomkompletteringar, yttertak, fasader, kompletteringar, olika sorters installationer med mera.

### Huvudaktivitet

Sorterar i byggdelar samt var de finns i byggnaden (sektor), exempelvis pelare, väggar, bjälklag, tak, fönster, dörrar, etc., samt Plan 1, Plan 2 och så vidare.

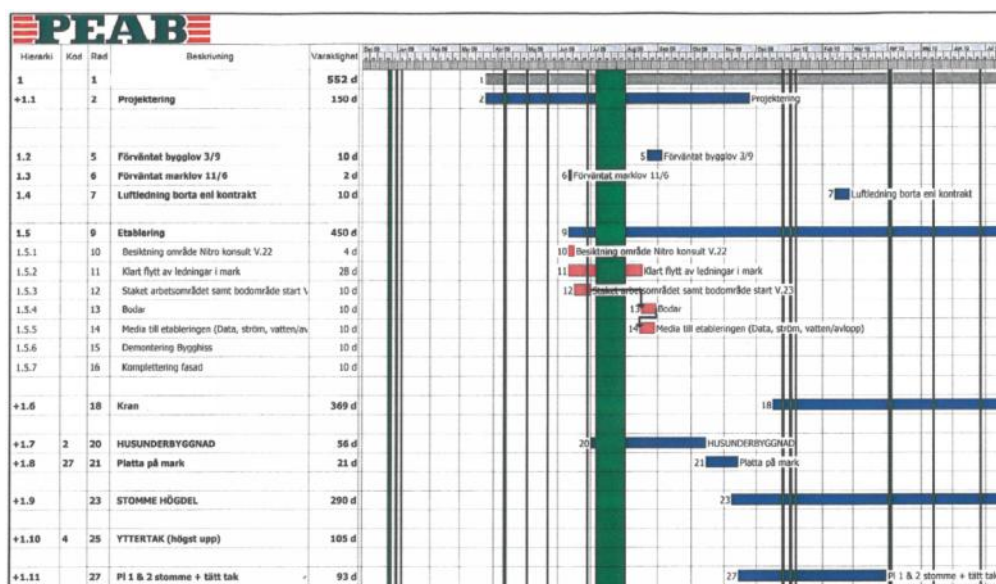
### Underaktivitet

Vad som ska göras under varje huvudaktivitet, till exempel för en betongpelare krävs det vanligtvis form, armering, betong och efterlagning.

### Kalkylresurs

Här hamnar de resurser som behövs för att utföra varje underaktivitet. Resurserna består av material och personalåtgång.

## 5.6 Tidplansaktiviteter



Figur 20, Traditionell tidplan.

Kalkylens kodning görs om till produktionens kodning i tidplanen. En aktivitet kan hos Peab till exempel kodas 1131A. Viss information kan då tolkas ur koden 1131A = Byggnad (1) + Plan(1) + Stomme (3) +Väggar(1) + Träarbetare (A).

Ovanstående exempel visar en del av den information ("metadata") som en Produktionshandling måste märkas med.

## 5.7 Slutsatser kring aktivitetsindelning

Ett problem i den ursprungliga visionen har varit att aktivitetsindelning på byggplatsen är yrkesgruppsberoende. Exempelvis är VVS-installationerna i ett badrum att betrakta som en egen aktivitet, och ingår inte i aktiviteten "bygga bjälklag" eller "bygga badrum". På [www.byggai.se](http://www.byggai.se) är till exempel en golvbrunn en egen (huvud)aktivitet. Bättre systematik vore att indela en huvudaktivitet (bygga bjälklag) i underaktiviteter = arbetsarter.

Vi saknar ett processororienterat angreppssätt i byggindustrin. Vi har inte klarlagt vad som är huvudprocess, stödprocesser, respektive ledningsprocess. Även BSAB:s tabell för märkning av utrymmen borde kunna användas för att märka ritningar för rummet. Ett rum kan då betraktas vara en huvudaktivitet.

En utbyggnad av BSAB-systemets tabeller för produktionsaktiviteter skulle till exempel kunna baseras på Nybyggnadslistans koder. En klassificeringsmetod behövs, och för detta kan Produktionsresultattabellen i BSAB användas genom att utöka den med tilläggs-koder. Inled med PR-kod, bygg på med nummer för aktivitet, avskilt med snedstreck.

Exempel: Nybyggnadslistans 15:1 (Form för väggar) kan benämnas ESB (Formar för betonggjutning i hus), eller mer finindelad om man vill (ESB.22 Formar av plywoodskivor). Om Nybyggnadslistans alla aktiviteter ("arbetsmoment") kan återanvändas, kan exempelvis "15:130 Tillägg – insida form för hisschakt" numreras ESB.22/15:130.



## 6 INDELNING AV PRODUKTIONSHANDLINGAR

### 6.1 Ritningspaket

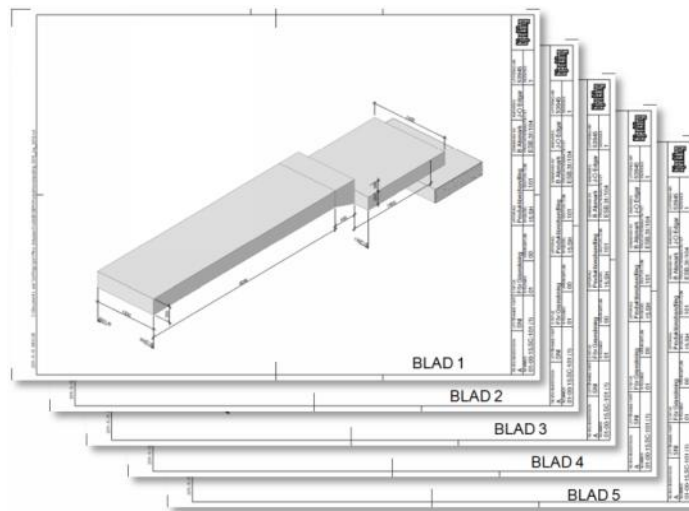
Utifrån de inspirationskällor vi har haft – från IKEA, från varvsindustrin, och från behovet att lägesindela BIM modeller för att bättre stödja "Supply Chain" och logistik – har vi valt att indela ritningarna i olika "ritningspaket" per byggdel eller utrymme. Indelning av byggnaden har skett utifrån BSAB-systemets byggdelar eller utrymmen, med tillhörande klassificeringskod. Byggdelen/utrymmet ska vara spårbar till sitt geografiska läge i byggnaden, som uttrycks med en logisk kodning. *Byggnadsnummer -> Våningsplan -> Sektor i plan -> Löpnummer*. Detta återspeglas i ritningsnumret.

Ritningspaketet ska innehålla all nödvändig information för att kunna producera byggdelen. Paketet innehåller mängdförteckning, arbetsmiljöinstruktioner, kontrollplan, teknisk eller rumsbeskrivning samt en integrerad steg-för-steg-redovisning av alla teknikområden.

Ritningspaketet är uppdelat i ett bladsystem som redovisar varje aktivitet eller steg som tillhör byggdelen/utrymmet. Avsaknaden av en branschgemensam standard för aktivitetsindelning har varit en stor begränsning för projektet. Det har dock inte rymts inom projektets ram att föreslå en ny standard för aktivitetsnumrering. Indelningsgrunden för Produktionshandlingar har istället fått göras principiellt.

Varje blad har märkning med metadata i namnrutan, bland annat vilket produktionsresultat bladet tillhör (NSC.222 - Innerdörrar av trä) samt en arbetsart enligt nybyggnadslistan (till exempel 25:007 montering av innerdörrar). På så sätt kan bladen sorteras upp i de som avser en viss yrkeskategori, till exempel snickare.

Genom denna uppdelning stödjer vi även kalkylatorernas behov av att sortera upp sin kalkyl i aktiviteter. Byggdel är samma som vår byggdel (till exempel fasad), Huvudaktiviteten blir produktionsresultatet (till exempel ytterdörr), och underaktivitet blir arbetsart (montera ytterdörr).

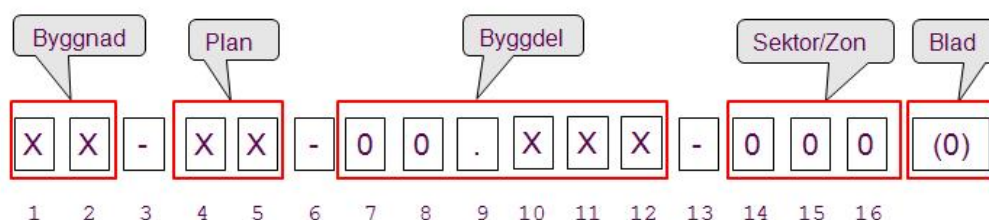


Figur 21, Ritningspaket för en byggdel, uppdelad i blad för olika aktiviteter

## 6.2 Ritningsnumrering (paket)

Vi har som bas för numrering av Produktionshandlingar utgått från svensk standard för numrering av Bygghandlingar SS032271, som är baserad på BSAB koder, och där ritningsindelningen i huvudsak baserad på "Byggdelar". Hela ritningspaketet har samma ritningsnummer, men uppdelad på olika "blad" (för olika aktiviteter).

Om ritningsnumret ska göras intelligent och unikt, blir namnet ganska komplext, till exempel 01-00-15.SC-101.



Figur 22, Ritningsnumrets uppbyggnad

### Byggnadsnummer (2 tecken)

Många projekt innehåller flera huskroppar, och att märka ritningen med korrekt byggnadsnummer har ansetts vara viktigt. Även om inte Produktionshandlingar är tänkta att användas som relationsritning, kan det vara en fördel om det finns ett fält för byggnadsnummer, som fastighetsägaren kan sortera ritningarna efter.

### Plan (2 tecken)

Våningsplan är kanske det mest centrala i sortering av ritningar. Genom att särskilja ritningar med våningsplan blir det möjligt att använda samma sektorskod på varje plan. Därför har vi bedömt att detta ska ingå i ritningsnumret.

### **Byggdelskod/Utrymmeskod BSAB (6 tecken)**

Dessa positioner används för att identifiera och sortera efter byggdelar till exempel en pelare eller ett badrum.

### **Sektor/Rumsnummer (3 tecken)**

Varje plan kan delas upp i sektorer eller rum. Dessa kan numreras på ett logiskt sätt. Även BIM objekten kan märkas till vilken sektor de tillhör, för att på så sätt underlätta för byggplatsens logistik. Varje mängdpost kan härledas till en unik geografisk position.

Även byggdelar kan knytas till en lägeskod, även om det blir mer komplext. Ett försök har gjorts att dela in en platsgjuten grund i sektorer med unika koder (hänvisningar). När man ska detaljredovisa innerväggs elevationer så blir dessa knutna till rum. Detta innebär att en väggs ena sida redovisas i ena rummet och väggens andra sida till det andra rummet. Detta kan kanske tyckas onödigt komplicerat, men om man tänker att syftet med elevationen är att redovisa eldosors placering, kortlingar och så vidare, så är detta objekt och information som är knutet till ett visst rum.

Positionen för sektor kan även användas som ett rent löpnummer för byggdelar samt ritningar (0-999), om man inte väljer att knyta till lägen.

### **Blad**

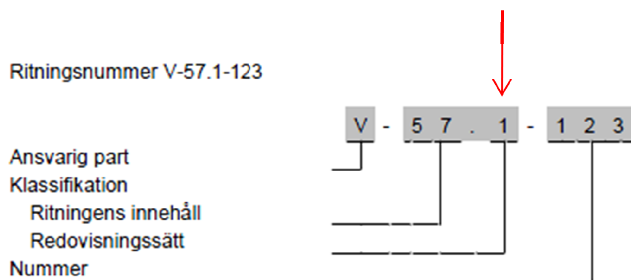
I den fasta industrin – till exempel i varvsindustrin – är det vanligt att dela upp en ritning i flera numrerade blad. Principiellt kan varje blad då redovisa en produktionsaktivitet, men ibland kan flera blad krävas för en och samma aktivitet. Därför har vi valt att skilja på bladnummer från aktivitetssekvens, som istället är ett separat fält i namnrutan.

Exempel på ritningsblad för grundplint:

- Byggdela enligt BSAB: 15.SC = Grundplintar.
- Produktionsresultat enligt BSAB: ESB.22 = Formar av plywoodskivor.
- Arbetsart enligt Nybyggnadslistan: 104 = Form i grund.

Produktionsaktivitet har benämnts genom en sammanslagning av byggdela och produktionsresultat *ESB.22/104* (se kapitel 5.7). Bladet i ritningspaketet avser i detta exempel alltså "en formritning för en grundplint"

Ett alternativt ritningsnumreringssystem kan vara att låta ritningsnumret vara löpande, och istället ange metadata enbart via fält i namnrutan. I ett sådant alternativ kan man använda ritningsnumrering enligt svensk standard SS 032271, och skapa en ny kod för redovisnings-sätt. Siffran 9 är ledig och skulle kunna visa att det är en Produktionshandling.



Figur 23, Position för redovisningssätt enligt SS032271.

Redovisningssätt (SS032271 utgåva 2)	Ritningsdef. fil	2D-Modellfil	3D-modellfil
Sammansatta ritningar	0	A	V
Planritningar	1	P	
Sektioner	2	S	
Fasadritningar	3	F	
Uppställningsritningar	4	U	
Förteckningar	5	T	
Detaljritningar	6	D	
Koordineringsritningar	7	X	
Scheman	8	H	
Produktionshandling	9	Z	

Figur 24, Förslag på ny kod för Produktionshandling enligt SS032271.

### 6.3 Metadata/Namnruta

Vi har identifierat följande behov av metadata:

- utförande part (för vem ritningen är ämnad)
- byggnadsverk (kan vara ett byggnadsnummer eller BSAB kategori)
- våningsplan
- sektor i plan inom våningsplanet (kan även vara rum/zon eller löpnummer)
- byggdel (enligt BSAB byggdels- eller utrymmesstabell)
- produktionsaktivitet och arbetsart (se kapitel 5.7)
- aktivitetssekvens (turordning för aktiviteten).

Observera att datum saknas, vilket kan vara kontroversiellt. Eftersom alla ritningar har plott-datum märkning i marginalen så blir det överflödigt med datum även i namnrutan. Dessutom är ritningen märkt med aktuell revision/version, och det är denna som är juridiskt gällande och därmed viktigare än datum.

REVISION/VERSION A	UTFÖRANDE PART SNI	STATUS För Granskning		UPPDRAG Produktionshandling		GRANSKAD AV B Alsmark	ANSVARIG J-O Edgar	UPPDRAG NR 53945	
NUMMER 01-00-15.SC-101 (1)	BYGGNAD 01	VÄNINGSPLAN 00	BYGGDEL 15.SH	SEKTOR / ZON 101	PRODUKTIONSAKTIVITET ESB.31/104	SEKVENNS 1			

Figur 25, Namnruta för Produktionshandling (vertikalställd).

Namnrumen för Produktionshandling är placerad vertikalt på ritningens högra sida. Detta för att inte inkräkta på ritytan såsom traditionella namnrutor gör. Dessutom underlättar det när man bläddrar, om ritningarna sätts in i en pärm.

Med inspiration från varvsindustrin (se kapitel 4.4) har vi valt att inte skriva ut texter om ritningens innehåll. I namnrutan syns bara ritningsnumret samt metadata, vilket gör hanteringen mer konsekvent. Ritningens innehåll kan utläsas genom att i ett dokumenthanteringssystem tolka och skriva ut metadatakoderna i klartext.

Namnrumen återspeglar de metadata som ska kunna utläsas ur ritningspaketet. Längst ner till vänster är "ritningspaketnummer" samt bladnummer inom parentes. Fälten till höger om ritningen förtydligar ritningsnumret som metadata i olika fält *Byggnad*, *Våningsplan*, *Byggdel*, *Sektor* (löpnummer).

Sedan följer metadatafält för:

### Produktionsaktivitet

Varje blad är märkt med kod för produktionsaktivitet – alternativt arbetsart – som är kopplad till sekvensnummer. Produktionsaktivitet är sammanslagen av produktionsresultat (BSAB) och arbetsart enligt nybyggnadslistan.

### Sekvens

Ett sekvensnummer är ett produktionssteg och en tänkt produktionsordning. Typiskt hänger sekvensnumret ihop med produktionsaktivitetskod, samt fältet "Utförande part".

### Revision/Version

Första frisläppta versionen kommer alltid ha revidering A. Ett sådant dokument kommer märkas med dokumentstatus "Godkänt" i fältet "Status". Dokument som inte är frisläppta, det vill säga annan status är godkänt, har även ett löpande versionsnummer, exempelvis A.001, A.002 och så vidare.

### Utförande part

Enligt svensk standard består ritningsnumrets första två positioner av "ansvarig part", det vill säga vilket teknikområde som gjort ritningen. Eftersom Produktionshandling strävar efter att vara tvärdisciplinära har vi tyckt det vara viktigare att ha ett fält för vem ritningen är ämnad. Detta kan vara en kod för ett tvärfackligt arbetslag, eftersom det blir ett paket av ritningar som följer byggdelen. Är det inte ett arbetslag kan en specifik yrkesgrupp anges, till exempel "snickare" med någon kod. I exemplet ovan "SNI".

**Status**

Ritningens granskningsstatus märks i enlighet med nya SB11 CAD-lager, utgåva 3, kap. 8.1 *Koder för dokument- och objektstatus*. Detta är koder för faser i gransknings- och godkännandeprocessen, till exempel "Under arbete", "För granskning", "Godkänt" och så vidare.

**Uppdrag**

Namn på uppdraget eller projektet.

**Granskad av**

Namn på den person som granskat och godkänt handlingen.

**Ansvarig**

Namn på den som är ansvarig konstruktör eller handläggare för projektet. Vi har bedömt att "Ritad av" är överflödigt eftersom detta inte är förknippat med något egentligt ansvar.

**Uppdrag Nr**

Nummer på uppdrag eller projekt.

## **7 3D/BIM – MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR**

Ett stort antal idéer har utvecklats inom ramen för projektet. Dessa är i huvudsak baserade på BIM verktygens möjligheter till alternativa redovisningsmetoder.

### **7.1 Revit**

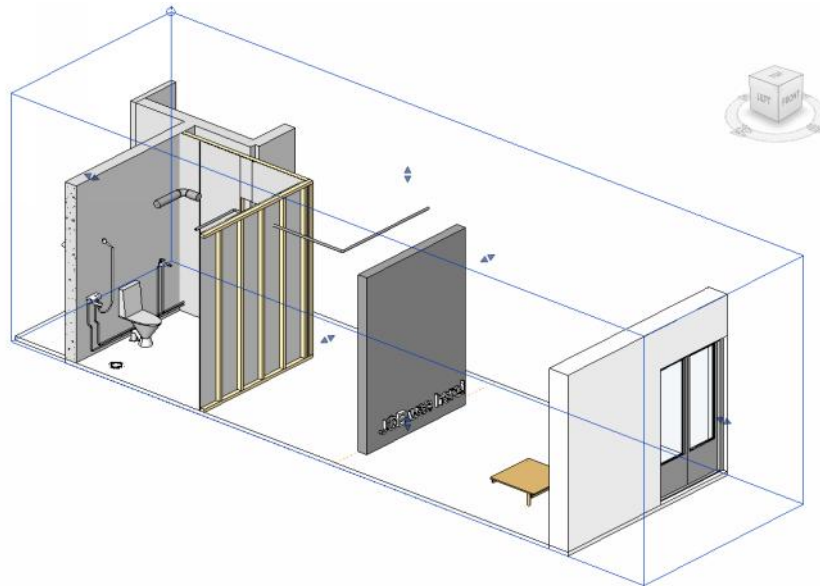
Testerna har utförts i BIM-programvaran Revit från Autodesk, eftersom det är den enda på marknaden förekommande programvara som stödjer samtliga teknikområden, vilket har varit en av projektets grundidéer att skapa tvärfackliga samplottade handlingar.

Vi har utgått ifrån vad som varit praktiskt möjligt att genomföra med dagens BIM verktyg. Tyvärr är BIM-programvarorna anpassade till byggbranschens gamla ritteknik, eftersom IT-industrin har lyssnat på vad marknaden vill ha. Detta är synd, eftersom potentialen med nya redovisningsformer – till exempel i 3D – inte kan genomföras fullt ut.

Först i version 2012 av Revit var det till exempel möjligt att låsa en 3D-vy och skriva text samt måttsätta, och att skapa någon form av enklare ”produktstruktur”. Produktstruktur innebär att en modell kan sorteras i en kompositionell hierarki (”part-assembly-struktur”). Revit är begränsad i sina möjligheter att på ett enkelt sätt beskriva strukturer i termer av ”ingår i” eller ”består av”. Detta är centralt inom CAD-program för mekanik och i PDM/PLM-system.

### **7.2 Hantering av vyer och ritningar.**

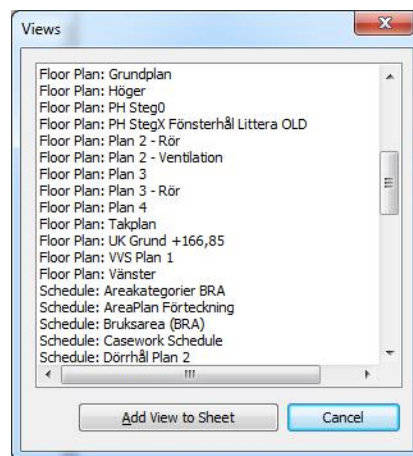
I CAD-program för mekanik – till exempel Solidworks – är det typiskt att grafiska vyer och ritningar är kopplade till byggdelen (objektet), och att vyerna kan på så sätt enklare kan sorteras logiskt och hierarkiskt. Vyn begränsas därmed automatiskt till att bara visa ett specifikt objekt. I Revit är det bara möjligt att skapa ritningsvyer genom att begränsa modellens vy geografiskt – klippa vyn – eller genom att använda olika filter. Det är inte möjligt att på ett enkelt sätt koppla vyer och ritningar knutna till byggdelar. En ny funktion för ”assemblys” som kom i Revit 2012 kan dock vara en lösning på detta för större sammanställningar. Tyvärr är dock vyernas orientering inte parallella med byggdelens koordinat-system utan med projektets.



Figur 26, Klippning av 3D-vy i Revit

Att använda metoden att geometriskt modellbegränsa vyer innebär dessvärre att inte heller mängdavgivningen stödjer en koppling till byggdelar eller aktivitetsindelning av BIM-modellen. Mängderna blir typiskt sorterade per våningsplan.

Alla vyer i Revit skapas, sorteras och namnges separerat från ritningarna. Sortering av vyer sker enbart genom att ange egenskaper, med maximalt tre nivåer. En stor utmaning blir därför att namnge varje vy, så att man hittar igen den kopplat till rätt byggdel. I Produktionshandlingar skapas ett mycket stort antal vyer och ritningar, vilket gjort att praktisk hantering blivit mycket tidskrävande.



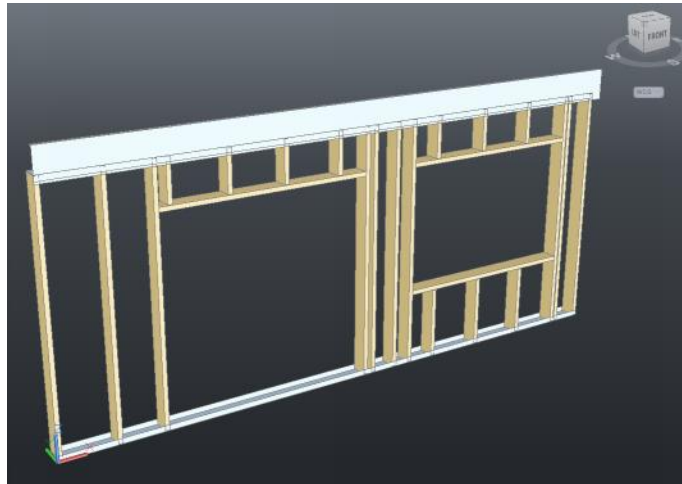
Figur 27, Lista över vyer i Revit

En annan nackdel i Revit är att namnrutan inte automatiskt kan ärvas egenskaper från byggdelen eller från läget. Det blir således ett extra arbete att fylla i namnrutan. Dessutom ökar risken för fel, eller för motstridiga uppgifter. En lösning kan vara att namnrutan fylls i genom att (delvis) skapa en tabell ("schedule") med data från byggdelen, till exempel byggnad, våningsplan och så vidare, eller med ritningens metadata. Då slipper man skriva in samma sak flera gånger.



### 7.3 Assemblies

En ny möjlighet att skapa sammanställningar (Assemblies) i Revit 2012 har utvärderats. Tyvärr finns en begränsning – så vitt vi har kunnat bedöma – att objekt från Revit MEP inte får ingå i Assemblyn, så vi fick återgå till att arbeta med geografiskt begränsade vyer.



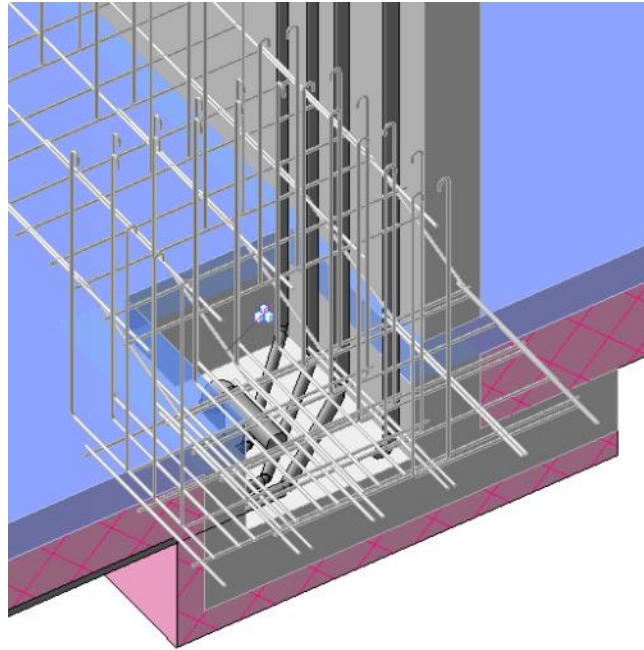
Figur 28, Väggsassembly (montageenhet) i AutoCad Architecture.

### 7.4 3D-armering

Vi har utvärderat redovisning av 3D-armering i Revit. Det är komplicerat att slå på 3D-visningsläge för armeringsjärn. Detta måste göras för varje järn individuellt, kopplat till en specifik 3D-vy. Dessutom finns ett val att visa järn "unobscured", vilket innebär att armeringsjärnet alltid visas längst fram i bilden: dolda linjer sätts ur spel.

I normala fall räknar Revit och andra 3D-programvaror ut vad som är dolt av något annat. Detta blir ett problem när armeringen är ingjuten i betong, eftersom den då inte syns. Har man väl slagit på 3D blir det "override", det vill säga armeringsjärnen visas alltid synliga. För ögat ser det då ut som att järnen svävar i luften.

Enda sättet att lösa detta är att dölja betonggeometrin, och redovisa armeringskorgen separat. Detta blir inte så tydligt. Helst skulle istället gjutformen modelleras, så som det ser ut på byggplatsen före gjutning.



*Figur 29, 3D-armering i Revit – "Unobscured" – med VS-rör synliga.*

## 8 PRODUKTIONSHANDLINGENS UTFORMNING

Vi har analyserat all input vi fått – från varvsindustrin, från IKEA, från intervjuer med yrkesarbetare och från andra referenser – och försökt åstadkomma ”framtidens ritning”, baserad på 3D-redovisning som komplement till 2D, samt plottning i färg.

### 8.1 Lean

För att utforma ”framtidens bygghandling” har vi utgått från ett processororienterat arbetssätt, inspirerat av Lean-filosofin. Den nya handlingen ska vara optimerad enbart för själva utförandet på byggplatsen – montering och hopfogning – och ska inte fylla andra syften. Lean betyder resurssnål eller ”slimmad”. Begreppet används av många branscher idag, och syftar till att identifiera och eliminera faktorer i en produktionsprocess som inte skapar värde för kunden.

Även ritningar ska vara resurssnåla, rensade från ovidkommande information. Sådan information gör bara ritningen svårläst och är förmodligen inte värdeskapande. Det är viktigt att resonera kring vilken information som är väsentlig för respektive produktionsaktivitet och vilken som inte är det.

### 8.2 Integrerad egenkontroll

Ett av bladen i ritningspaketet är en checklista för egenkontroll, med inspiration från [www.byggai.se](http://www.byggai.se) (se kapitel 3.2).

### 8.3 Integrerade arbetsmiljöinstruktioner

Arbetsmiljöfrågor kan underlättas med BIM (”Safety BIM”). BAS-P och BAS-U kan med modellens hjälp virtuellt granska den blivande arbetsplatsen utifrån arbetsmiljösynpunkt. Det är därmed möjligt att göra en ”virtuell skyddsron”. I Produktionshandlingar har vi alltid ett blad i ritningspaketet som beskriver arbetsmiljö och risker. Jämför IKEA (se kapitel 3.1) samt [www.byggai.se](http://www.byggai.se) (se kapitel 3.2).

Varje planritning kan även vara försedd med information om temporära utrymningsvägar och planerad skyltning. Exempelvis kan man markera var stämp till väggelement inte får placeras så att utrymningsväg inte blockeras.

Integrerade ritningar för APD-planer (arbetsplatsdisposition) i 2D-CAD och i 3D-BIM är relativt enkelt att skapa, men har inte rymts inom budgeten för detta projekts.

## 8.4 Ritningsformat

Vi har baserat Produktionshandlingarna på formatet A3. Detta var det format som enligt våra intervjuer byggplatsen föredrar. Ambitionen att hålla sig till A3 som format har dock väckt vissa frågeställningar. Är det lämpligt att använda A3 för att beskriva ett helt våningsplan? Det är betydligt enklare om man zon- eller rumsindelar en byggnad. Då kan man generera en ritning per rum eller byggdel.

### Namnruta

Vi har skapat en ny typ av namnruta som inte inkräktar lika mycket på ritytan, placerad i högra marginalen, med de metadata som krävs (se kapitel 6.3 och figur 25).

## 8.5 Orienterande 2D-Vy (Sektor/Lägesindelning)

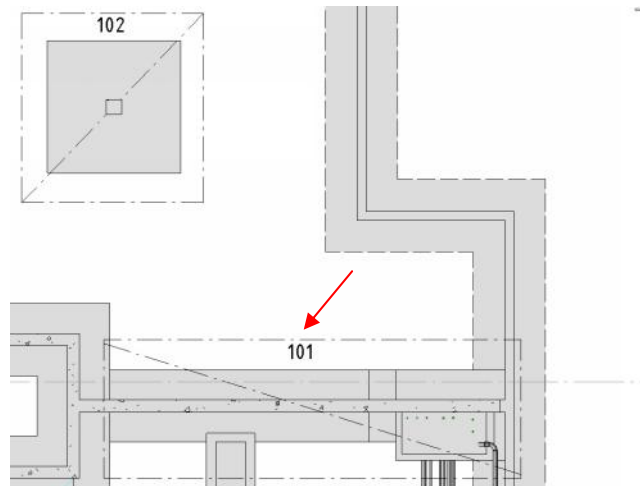
Det finns ingen branschpraxis för hur en byggnad ska delas upp i sektorer/lägen. Det vanligaste är våningsplansuppdelning samt indelning av våningsplanet i rutor, till exempel 1:50-ritningar. Vi vill i Produktionshandling dela upp i tydliga byggdelar, eftersom även BIM-modellens objekt är uppdelad på det sättet.

Detta är inte helt enkelt. Ett exempel på svårighet är att grundläggningen oftast är platsgjuten och sammanhängande. Det går därmed inte att på ett enkelt sätt avgränsa de olika delarna i grundkonstruktionen. Här kan man försöka att indela efter placering, typ "Grundsula Linje A – Öster". Vi har begränsat ritningsvyn till att passa in till placering snarare än till byggdelen.

I projektet har vi valt att följa exemplet från varvsindustrin att numrera sektorer/lägen i modellen. Därför behövs även en första planritning som är en littereringsplan (precis som fartygsexemplet). Varje 2D (3D)-zon får ett littera (se bilaga). Detta blir sedan en hänvisning till korrekt ritningspaket eller rumsritning.

Därmed blir inte byggdelen (klassifikationen) så avgörande, utan i princip kan man även följa ett littera (artikelnummer). I 2D är det lätt att skapa rektanglar för att markera sektorerna. På sikt bör man på motsvarande sätt kunna indela i 3D genom att skapa "3D-boxar" (se exempel figur 26). Vi har valt att för varje sektor/läge skapa en box som klipper 3D-vyn och på så sätt kan vi redovisa till exempel "grundsula 101", trots att den är sammangjuten med övriga kantbalkar.

Precis som varvsindustrin och IKEA har en översiktlig första ritning, har vi försökt att skapa liknande planritningar för att orientera till rätt byggdel och rätt ritningspaket.



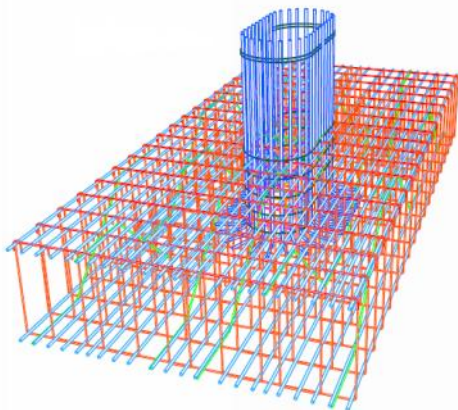
Figur 30, Zon/Läges indelad grundplan. Grundsula 101 redovisas separat i Produktionshandlingar.

## 8.6 3D-redovisning allmänt

I takt med att det blir vanligare att projekteringen utförs i 3D bör möjligheten utnyttjas för bättre redovisning. Dagens skalriktiga 2D-ritningar kommer troligen inte helt ersättas, men många gånger orsakar den gamla redovisningstekniken svårigheter för byggplatsen. Inte bara ska man kunna översätta 2D-symboler till bilder. Symbolerna är heller inte måttriktigt placerade. 2D-redovisning betyder även att flera olika vyer – plan, sektion, elevation – krävs för att fullständigt förstå en konstruktion. Man måste man finna dessa vyer med hjälp av hänvisningar, sektionspilar med mera, ofta dessutom på olika ritningar.

Med 3D räcker det många gånger med en enda bild för att skapa samma förståelse. ”En bild säger mer än tusen ritningar”. Fördelarna med att även redovisa i 3D på ritningar kan tyckas uppenbara: en bild är betydligt enklare att förstå än symboler. Men en utmaning med BIM och 3D redovisning är dock att *entydigt* definiera vad en geometri betyder. Så länge man har tillgång till modellen (databasen), så kan objektets klassificering – märkning med BSAB kod – utgöra denna entydighet. Men utskrivet på papper kan man inte utesluta att förväxling och misstolkning kan ske. I teorin skulle ett cirkulärt armeringsjärn kunna förväxlas med ett VS-rör och så vidare. Ett sätt att underlätta detta kan till exempel vara att plotta med olika färger, och att skriva ut en färgnyckel bredvid.

En annan begränsning är att det inte går att få skalenliga 3D-vyer eftersom det oftast är ett perspektiv. (Att skalmäta på ritningar bör man ändå inte göra). Dessutom ser man bara från ett håll. Flera 3D-vyer kan krävas för att ”gå runt” byggdelen.



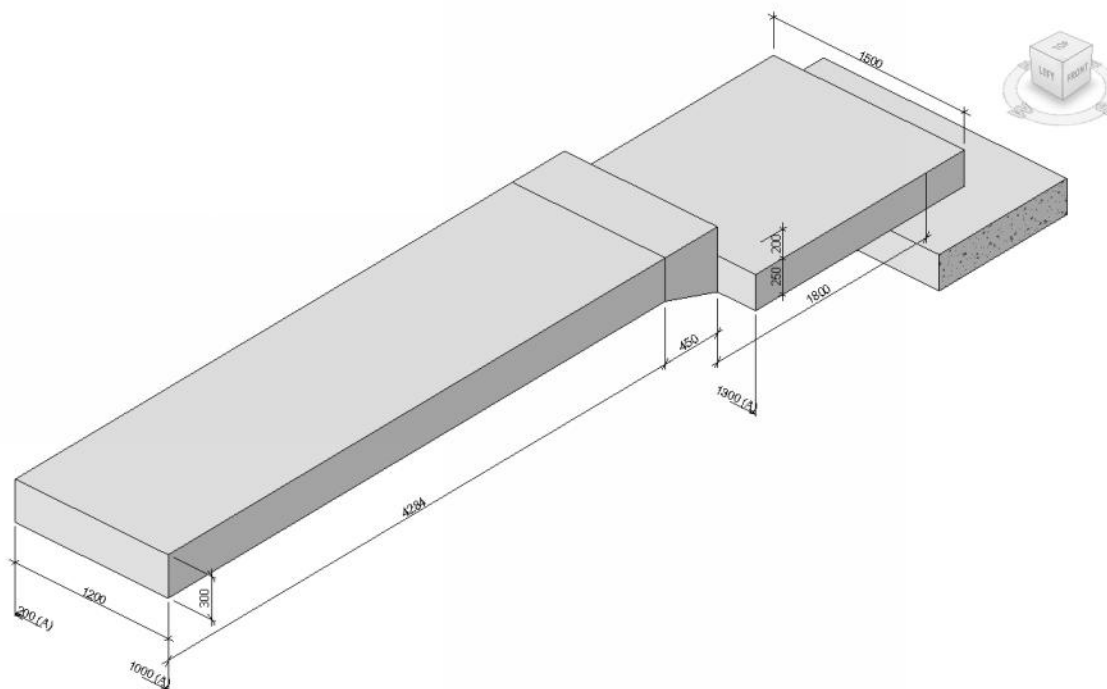
Figur 31, Färgplottad 3D-redovisning.

De flesta projektörer som gått över till 3D-modellering hävdar att 3D radikalt ökar förståelsen för vad man ritar och konstruerar. Varför ska vi då till byggsplatsen bryta ner modellen till svårlästa 2D-snitt och symboler? Nu är det dags att även byggsplatsen och yrkesarbetarna får ta del av modellens stora illustrativa fördelar, helst i kombination med färgplottning.

I bilaga 3 redovisas ett exempel från Bjerking, som visar hur 3D-redovisning kan komplettera 2D för en trädetalj.

## 8.7 Måttsättning i 3D

Först i Revit 2012 kom möjligheten att måttsätta och skriva texter i 3D-vyer. Detta görs genom att 3D-vyn "läses".



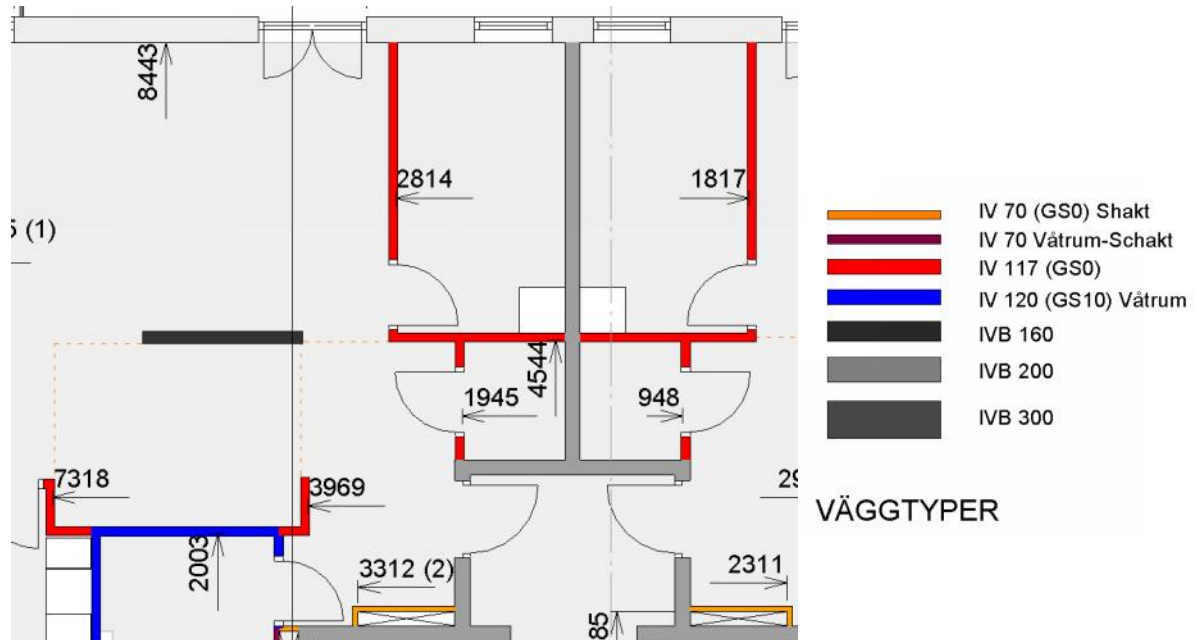
Figur 32, 3D-måttsättning

Måttsättning fungerar relativt bra så länge som man "kommer åt" att måttsätta (att ingen detalj är dold bakom något annat). Men det är svårt att måttsätta från till exempel baslinjer på ett enkelt sätt. Därför har vi i Produktionshandling uppfunnit ett nytt pilmått med hänvisning till baslinje (se kapitel 9.2).

## 8.8 Färgplottning

Vi har valt att färgplotta Produktionshandlingar. För de flesta är det enklare att identifiera färger än linjetyper och text. I nedanstående exempel har vi färgkodat innerväggarna på en planritning. Detta är en enkel inställning i Revit där vi i ett visst visningsläge (Course), kan välja olika färg för olika väggfamiljer.

Revit kan enkelt producera en "färgnyckel" (en "legend") som infogas på ritningen. På så sätt slipper till exempel snickaren och kalkylatorn leta efter en märkning med väggglittera.



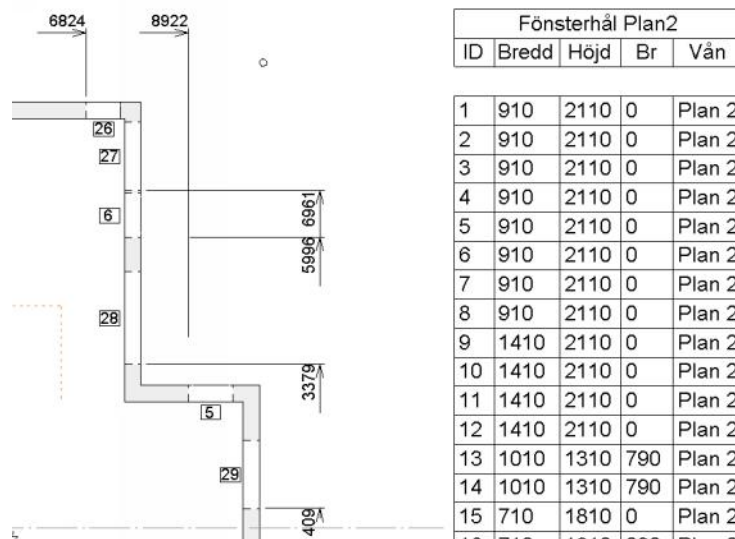
Figur 33, Färgplottad innerväggsritning, med färgnyckel

Färgkoderna gör det även möjligt sektionera modellen och plotta i 3D. Man sparar mycket arbete genom att inte behöva placera ut varje väggglittera och få dem läsbara. Att färgplotta en ritning kostar marginellt mycket mer än en svart-vit ritning.

## 8.9 Ritning för logistik

En av de stora fördelarna med BIM är att varje objekt – varje instans – har ett unikt ID-nummer (GUID) kopplat till ett visst geografiskt läge i modellen.

I Produktionshandlingar har vi utnyttjat detta genom att släcka fönster samt dörrar och enbart visa hålen. Varje hål har då ett ID, som kan skrivas ut i till exempel en tabell på Produktionshandling. Tabellen visar bröstningshöjd och hålmått.



Figur 34, Logistikritning med ID-nummer på hål (fönsterobjekt).

Det är samma ID som fönstret eller dörren har och som är ett löpnummer (Mark) från Revit. Det finns en stor fördel med detta arbetssätt. Varje artikel som ska levereras till byggplatsen kan då märkas med ett för byggplatsen unikt "artikelnummer", och på så sätt har varje fönster eller dörr en geografisk tillhörighet. Detta underlättar logistiken.

Tanken är att det är hålet som är informationsbärare för logistik. Hålet fylls sedan med ett fönster eller en dörr. Det är samma grundidé som BSAB-systemets "öppningskomplettering": ett fönster kompletterar hålet. För dörrar och fönster går det även att få ut i en tabell till vilket rum som de ansluter. Genom att avläsa ID-numret i tabellen ges info om objektet. ID-numret är en nyckel till att kunna läsa mer om till exempel en dörr i en större förteckning. All sådan information behöver inte längre skrivas ut på en ritning.

Tyvärr kan användaren av misstag skriva in samma ID för två olika dörrar eller fönster, men Revit ger dock en varning (så länge det är inom samma "Category"). Ett ID kan således förekomma flera gånger om man är slarvig. Det är dock relativt lätt att se detta i rapporter och tabeller, eftersom det blir en rad per hål. En annan nackdel är även att löpnumret stegas upp i den takt man ritar, så det finns stor risk för "osorterad" och "ostrukturerad" löpnummerserie. I princip gör inte detta något, såvida man inte försöker bygga in intelligens i numren.

## 8.10 Rums- och lägenhetslittera

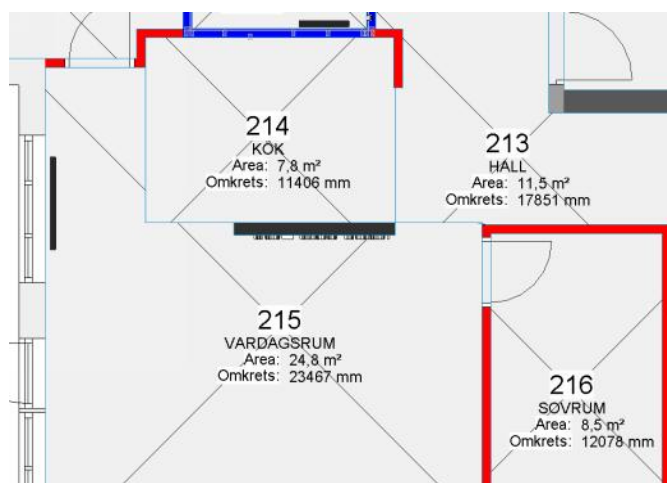
Rummet och lägenheten är centralt för att kunna skapa en slags zon och tillhörighet. Rummet utgör en geografiskt logisk placering för transportlogistik, och därför är det viktigt att rummet numreras per lägenhet. I Produktionshandlingsexemplet har vi numrerat alla lägenheter i Hus A och på plan 2 med prefix 2, till exempel A21 och A22.

Rummen som tillhör lägenhet A21 har numrerats med prefixet "21": 211, 212, 213 och så vidare. På så sätt kan man förstå att rummet 211 tillhör lägenhet 21. Om ett projekt även



innehåller olika huskroppar, så bör man även lägga till ett prefix för husnummer. Då skulle ett rum kunna heta A211, A212, A213 och så vidare.

I Revit visas rummens utbredning automatiskt med ett kryss när man markerar det. Det är även möjligt att slå på grafiken permanent, vilket vi utnyttjat i Produktionshandling. Detta är en stor fördel när rum ansluter mot varandra utan väggar emellan, till exempel mellan kök och matplats. Det är viktigt för byggplatsen att förstå var gränsen går, eftersom det kanske är olika ytskikt och andra skillnader (se figur 35). Rumsgränser är ottydligt eller inte alls redovisade i traditionella A-ritningar.

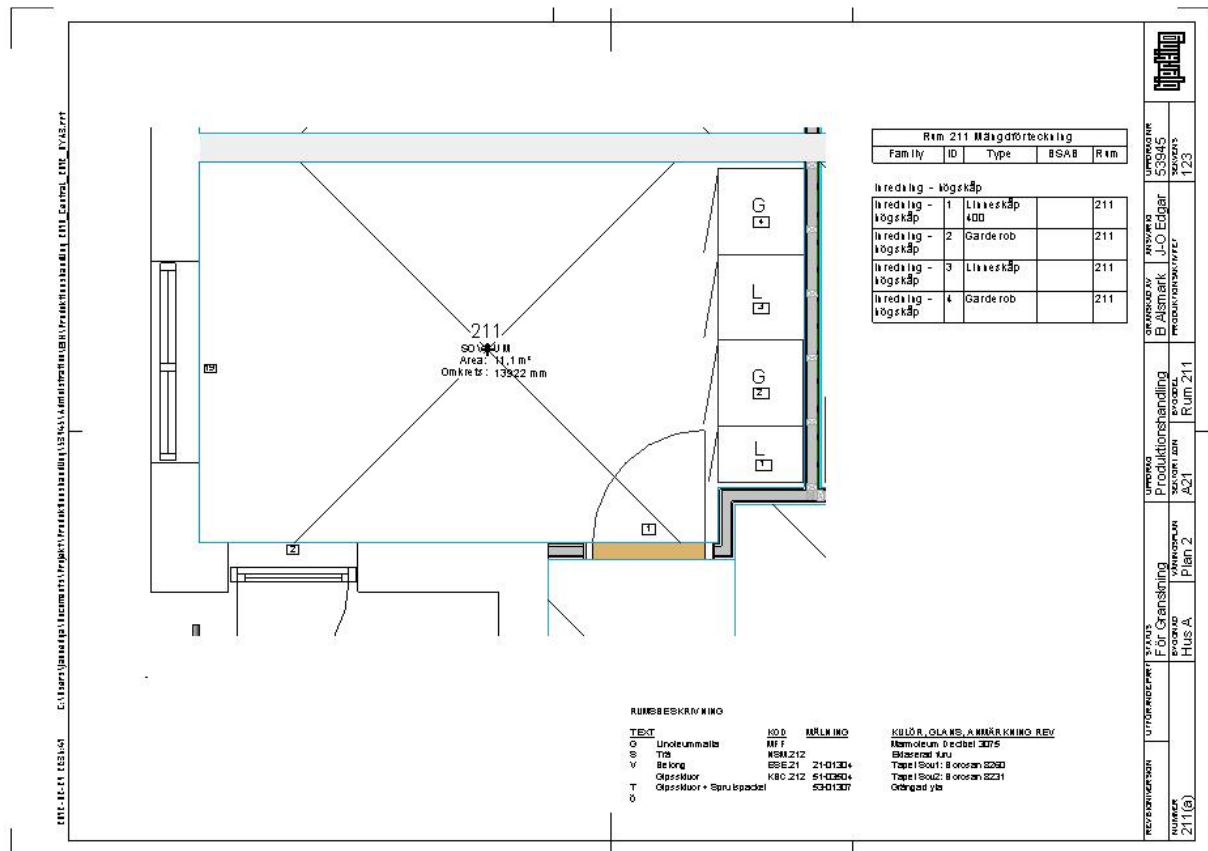


Figur 35, Rum- och zonutbredning grafiskt redovisad samt littera

## 8.11 Rumsritning med kombinerad rumsbeskrivning

Intervjuer med byggplatser visar att enbart det som syns på ritningen tas hänsyn till. Idag görs typiskt rumsbeskrivningar som ett separat dokument. I Produktionshandling har vi valt att baka ihop den med en grafisk vy över rummet. För varje rum skapas en separat rumsritning, som även utgör rumsförteckning ("rumsa") i framtiden. Alla inbyggnadsvaror – till exempel fast inredning, fönster och dörrar – är ID-märkta i planvyn. Ritningen innehåller en mängdförteckning för rummet, där ID för varje objekt kan spåras till dess innehållsbeskrivning.

Tyvärn kan inte data knytas till rumsobjektets ytor (golv, vägg, tak och så vidare). Detta hade underlättat framtagandet av en integrerad rumsbeskrivning. Nu måste denna information knytas till hela rummet. Om till exempel två olika väggar (rumsytor) har olika ytskikt, till exempel en fondvägg, så finns ingen platshållare för detta. En möjlighet är då att skapa väggelevationer, och i varje sådan elevation skriva in information om väggen. Alternativt markeras fondväggen med en pil.



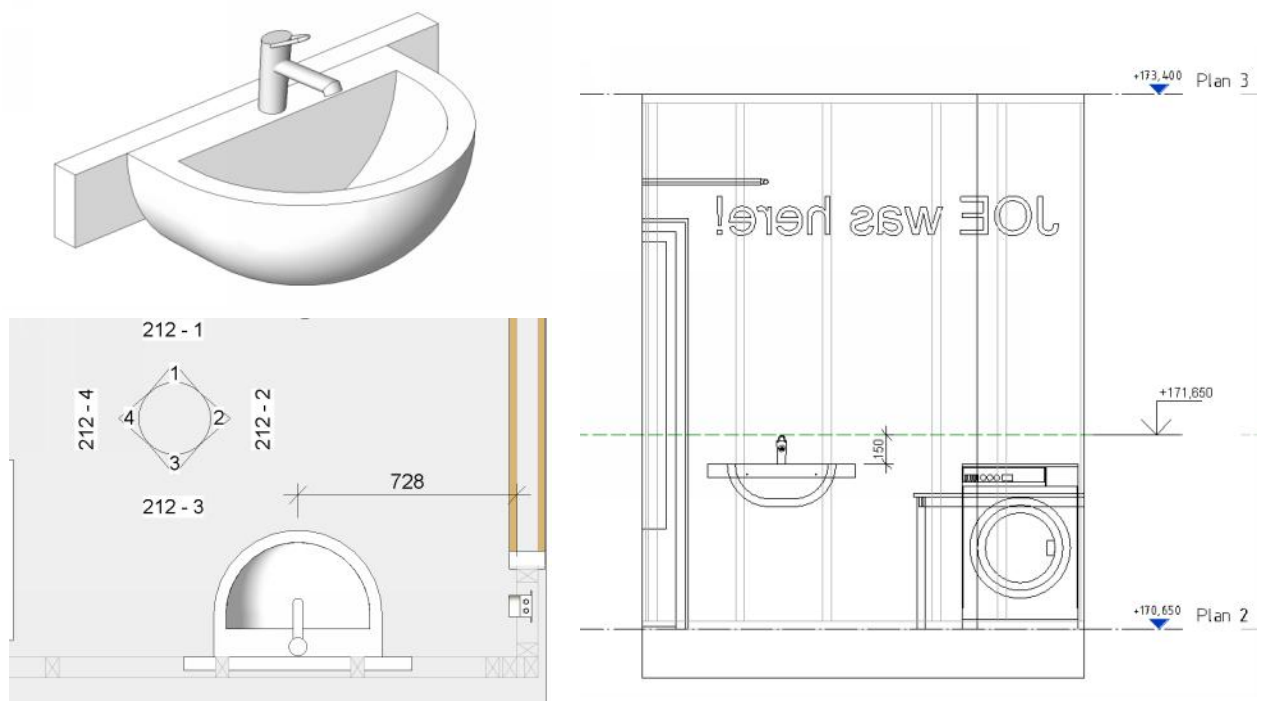
Figur 36, Rumsritning med integrerad rumsförteckning

## 8.12 Tvärfackliga BIM-objekt

Många byggdelar, till exempel väggskåp och handfat, kräver olika former av förstärkning av väggen för infästning. Vanligen görs detta med så kallade kortlingar. Ofta är borrhållsläget kritiskt eftersom detta styr placering av förstärkningen. Placeringen är oftast produktspecifik. Kortlingarna monteras långt före själva handfattet av en annan yrkesgrupp än VVS-installatören, nämligen snickaren. Kortlingsplaceringen borde därför redovisas på snickarens ritning, vilket inte är fallet idag.

Ett sätt att lösa detta behov kan vara att i BIM-objektet integrera redovisning som tillhör ett annat fackligt teknikområde. I vårt exempel har vi integrerat infästningen (kortlingen) i handfatsobjektet, och på så sätt redovisas kortlingsplaceringen automatiskt så fort handfattet placeras ut i modellen. Det är även möjligt att visa kortlingen endast i en viss vy, till exempel i elevationsvyn.

I Revit är det enkelt att skapa väggelevationer, kopplade till exempelvis utbredningen av en vägg.

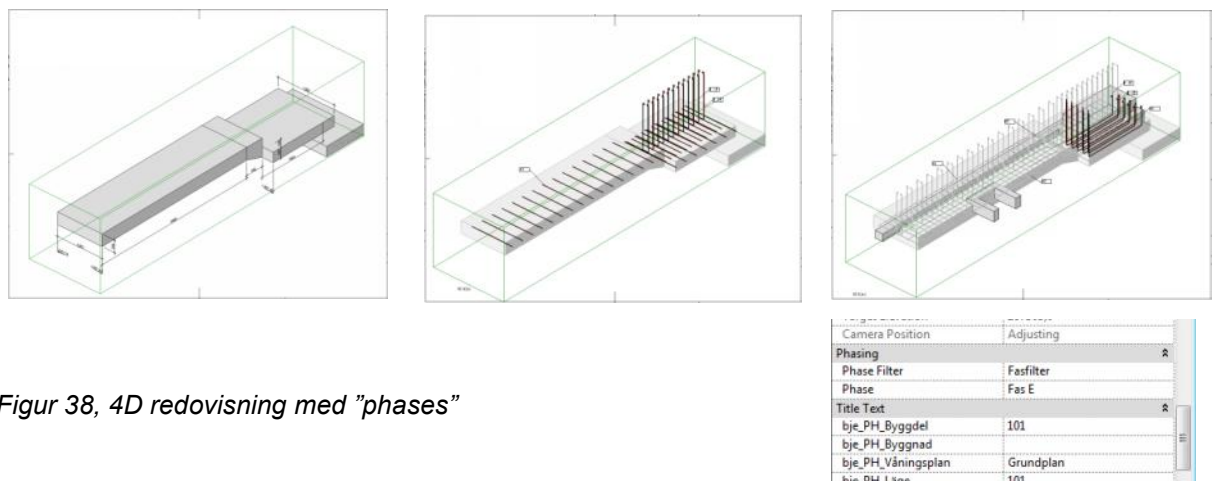


Figur 37, Automatgenererade väggelevationer med utsättningslinje. Handfat med integrerad kortling.

### 8.13 Steg-för-steg (Phases)

För att dela upp ritningar i olika steg eller faser – produktionsaktiviteter – har ett flertal "phases" och vyfilter skapats i Revit. Detta överensstämmer i princip med diskussionen om att en BIM måste förädlas i olika steg, på samma sätt som man inom traditionell ritningsproduktion haft olika syften och detaljrikedom med olika ritningar (Förslagshandling, Systemhandling och Bygghandling). Inom BIM-världen benämns detta ofta för "LOD" (Level of Detail eller Level of Development).

Genom att koppla faser till modellen kan tidplanens olika aktiviteter illustreras på ritningar (4D-sekvens).



Figur 38, 4D redovisning med "phases"

Tyvärr kräver varje vy och ritning en viss manuell hantering i Revit. Man måste addera alla vyfilter eftersom Revit inte kan spara dessa i olika konfigurationer. Man måste även ange vynes eller ritningens egenskaper, så att den sorteras rätt. Man måste dessutom infoga vyn på ett ritningsark, namnge och plotta ritningen och så vidare. Det är en stor brist i Revit att vyer och ritningar inte kan ärva zonens eller rummets egenskaper. Revit har ingen inbyggd logik eller logisk struktur; man kan enbart avgränsa vyer genom att grafiskt klippa eller maskera den övriga modellen. Detta skapar ett stort merarbete och stor risk för fel. Jämför man till exempel med CAD/PLM-system som industrin använder är sådana relationer (master-slave) centrala begrepp.

Merarbetet kan dock betraktas som rimligt, om man betraktar den nytta som Produktionshandlingar kan ha ute på byggplatsen.

## 8.14 Ritningspaket per byggdel

En av de bärande idéerna i projektet har varit tvärdisciplinär redovisning. För att få en helhetsbild ska man inte behöva leta efter information i ett flertal handlingar. Allt ska finnas på ett ställe. Ett ritningspaket med blad för varje byggdel, eller huvudaktivitet.

### Blad1

På samma sätt som IKEA och varvsindustrin har en bild på första sidan har vi valt att alltid som första sida i ett ritningspaket ha en illustrativ och förklarande 3D vy. Detta gäller även för våningsplan, där vi har hämtat inspiration från mäklarannonser med nedklippt vy. Första bladet i ett ritningspaket för en byggdel är en orienterande 3D-vy ritning som visar hur byggdelen ser ut som färdigbyggd det vill säga målet med aktiviteten. Här kan även måttsättning i 3D placeras.

### Blad2

Produktionshandlingar har alltid ett blad som avser arbetsmiljö och risker. Jämför IKEA (se kapitel 3.1) och [www.byggai.se](http://www.byggai.se) (se kapitel 3.2).

### Blad 3

Checklista för egenkontroll, samt eventuell mängdförteckning.

### Blad 4

Fjärde bladet är en 2D-vy samt eventuella sektioner. 2D-vyn används i huvudsak för att tydliggöra indelningen i sektorer, vilket kan vara svårt att illustrera i en 3D-vy. Genom att ange byggdelens littera får man en hänvisning Även här redovisas kompletterande måttsättning

### Blad 5

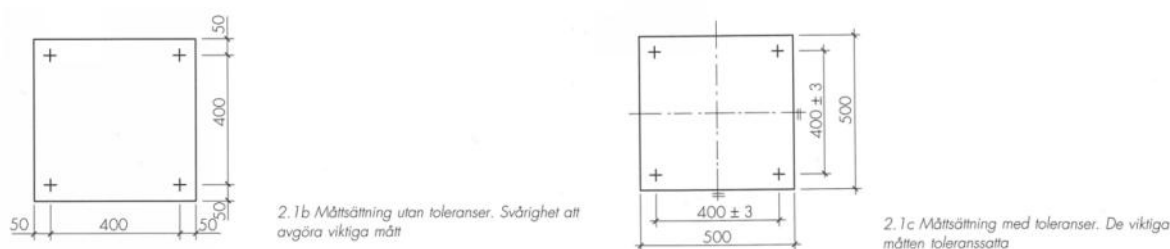
Steg-för-steg-instruktioner uppdelade i aktivitetssekvens och utförande part. Produktionsaktivitetens kod skiljer sig mellan aktiviteterna.

## 9 NY REDOVISNINGSTEKNIK

### 9.1 Tvingande och icke tvingande mått

Det finns ett behov att särskilja mått som är viktiga och tvingande från mått som ger sig själva ("blir över" i en måttkedja). Det kan till exempel röra sig om krav på tillgänglighet, som kräver ett visst minimiavstånd. Många gånger drunknar de viktiga måtten i det överflöd av måttsättning som en byggritning normalt innehåller.

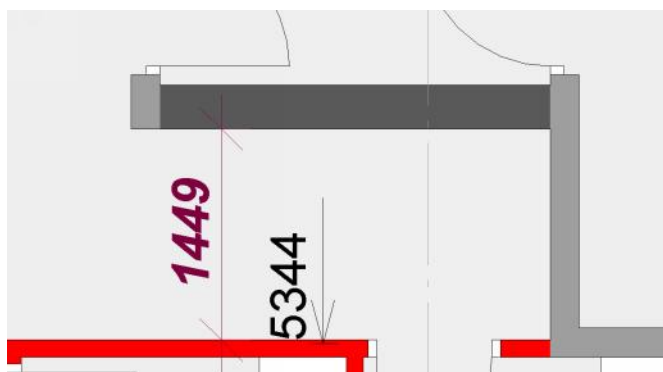
I Bygghandlingar 90 Del 3 föreslås att viktiga mått markeras med toleranser (+/-)



Figur 39, 4D Redovisning av viktiga mått med toleranser (Bygghandlingar 90 Del 3).

Detta fungerar bra på en detaljerad tillverkningsritning, men mindre bra på en måttsatt planritning för exempelvis en lägenhet.

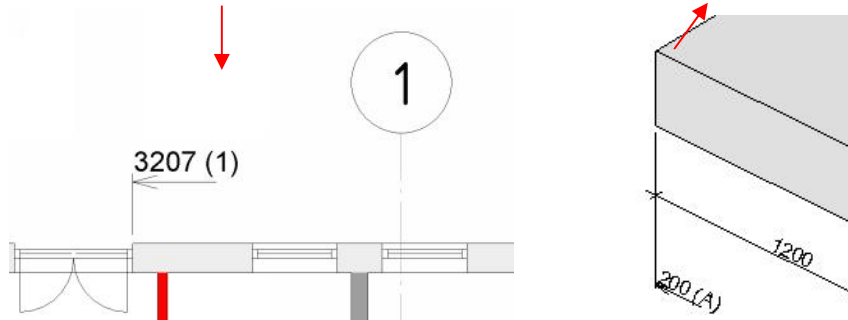
I Produktionshandling har vi valt att skapa en extra tydlig måttsättningsstil för tvingande mått som avviker från de mått som är icke tvingande. Måttsättningsstilen har en avvikande röd färg; teckensnittet är kursivt och fett. Om programvaran hade medgett detta med automatik hade man alternativt kunna tänka sig en rektangel runt måttet.



Figur 40, Förslag på redovisning av tvingade mått.

## 9.2 Pilmått med referens

Vi föreslår också införandet av pilmått med referens till stom- eller baslinje. Observera att begreppet baslinje i BH90 har ersatts med "sekundärlinje" i "sekundärnätet". ("Primärnät" utgörs av kartors koordinatsystem.) Referensen gör det lättare att måttsätta i 3D, då man förstår från vilken bas/sekundär linje som måttet utgår ifrån.



Figur 41, Förslag på ny typ av pilmått med referens till sekundärnät, lämplig för 3D-måttsättning.

## 9.3 "Utsättningsvänlig" måttsättning

Intervjuer med utsättare i Bjerking visar att en stor del av dagens utsättning sker direkt utifrån den digitala CAD-ritningen. Koordinater hämtas ut från modellen och styr automatiskt utsättningsutrustningen. Detta innebär att i princip behövs ingen måttsättning längre. Man måste då ställa sig frågan för vem ritningen måttsätts?

I Bygghandlingar 90 Del 3 beskrivs att måttsättning behövs för projekteringskedet, för byggskedet och för förvaltningskedet. Måttsättning för projekteringskedets inledning innehåller *funktionsmått* såsom rums- och fönstermått, men även fria mått i vertikalled erfordras. Denna typ av funktionsmått är inte ändamålsenlig för byggarbetsplatsen. Här önskar man måttsättning som minimerar antalet räkneoperationer för utsättning. Det är också viktigt att placera måttsättning så att den går att använda praktiskt ("slå ut") på byggplatsen.

Intervjuer med yrkesarbetare visar att innerväggar helst ska slås ut med skenans ena sida markerad. Innerväggarna har därför i vårt exempel måttsatts till sida regel. Detta kallas i Revit för "Core", och är en inställning man väljer innan man pekar ut måtten. Det gäller att vara noggrann när man definierar väggtypen vilket eller vilka skikt som ska vara "core".

Måttsättningstypen är pilmått som utgår från baslinjer. Sådana mått kan dock vara opraktiska att sätta ut, eftersom bärande innerväggar ibland står i vägen. Ett alternativ skulle kunna vara att måttsätta lätta väggar med utgångspunkt från stomväggar.

En tänkt regel är att pilmåtten går till den väggsida som är närmast baslinjen. Det går mycket snabbt att peka ut måttsättning till innerväggens stomme.



*Figur 42, Utsättningsvänlig måttsättning: pilmått till regeln/skenans placering.*

Ett annat förslag är att slå ut en höjdlinje till exempel 1000 mm över färdigt golv. Begreppet färdigt golv är dock inte exakt, eftersom nivån är beroende av vilken ytbeklädnad golvet ska få. I ett badrum är ju dessutom golvet lutande. Fördelen med vårt förslag är att placering i höjdlid av blir mer exakt (se utsättningslinje figur 37).





## 10 SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Grundidén med Produktionshandling är att antalet ritningar inte längre är kostnadsdrivande, eftersom dessa – när väl modellen är färdigbyggd – med rätt inställda mallar i princip kan genereras med en knapptryckning. Det har dock varit ett omfattande arbete i projektet att skapa och namnge vyer, ritningar, vyfilter med mera, eftersom mallar saknas i branschen idag. Detta är dock en initialkostnad, som är av karaktären engångskostnad.

Våra intervjuer med yrkesarbetare och platsledning visade att endast är den information som är synlig på ritningen beaktas vid byggplatsen. Beskrivningsinformation är sällan tillgänglig för yrkesarbetare. Dagens byggritningar är inte kompletta avseende omfattning av redovisning. En stor del av byggandet är baserat på erfarenheter och praxis hos den enskilda yrkesarbetaren: ”så här har vi alltid gjort”. Detta kan leda till ojämn kvalitet, beroende på vilket arbetslag som utför arbetsuppgiften. (Så var det en gång i tiden även i bilbranschen, när bilbyggandet i stort sett var ett hantverk. Begreppet ”måndagsexemplar” härstammar från denna tid.) Målet med Produktionshandlingar har varit att all information ska finnas lätt tillgänglig, och att mindre därmed ska lämnas till slumpen.

Huvudindelningen av Produktionshandlingar sker först utifrån byggdelsklassificering; därefter har bladsystemets indelning varit efter typ av aktivitet. Avsaknaden av ett gemensamt klassificeringssystem för aktivitetsindelning har dock varit begränsande för projektet. I projektet har inte rymts att göra en detaljuppdelning av produktionsaktiviteter. Förslaget får istället betraktas som en princip för framtida tillämpning, för att ställa krav på programvaruleverantörer. Vi hoppas att branschen vidareutvecklar klassificeringssystem för att omfatta även aktiviteter. Här kan SBUF stöda utvecklingen.

Ambitionen i projektet har varit att föreslå en ny typ av redovisningsteknik, som faktiskt utnyttjar att det finns en 3D-modell tillgänglig. Det visade det sig dock vara mycket tidskrävande och svårt att utnyttja byggbranschens BIM-verktyg, eftersom dessa programvaror är anpassade till traditionell redovisning av bygghandlingar.

Ny teknik används alltså för att producera gårdagens ritningar. Detta är beklagligt, eftersom en stor potential med den nya tekniken då inte utnyttjas på byggplatsen. Hade vi valt något annat 3D-CAD program från tillverkningsindustrin som hanterar produktstrukturer (”assembly”) bättre, hade 3D-redovisning varit betydligt enklare. Då hade vi å andra sidan saknat den byggrelaterade funktionalitet som finns inbyggd i BIM verktygen.

Det är vår förhoppning att framtida versioner av BIM-programvaror bättre stödjer 3D-redovisning och produktstrukturer, och att denna rapport ska vara en bidragande faktor till detta.

En slutsats är att det i nuläget troligen är för kostsamt att ta fram Produktionshandlingar för samtliga byggdelar och varianter i en byggnad. Produktionshandlingar är dock ett utmärkt sätt att dokumentera standardiserade typkonstruktioner och montageinstruktioner. Detta passar väl in i den trend som just nu råder i byggbranschen, att i allt större utsträckning utveckla "tekniska plattformar": byggsystem med standardiserade typlösningar.

Produktionshandlingar med steg-för-steg-instruktioner bör kunna vara utmärka för att dokumentera sådana system, och även att använda i utbildningssyfte (jämför [www.byggai.se](http://www.byggai.se)).

Men även om man inte löper linan fullt ut och producerar färgplottade steg-för-steg-ritningar, så bidrar 3D-illustrationer – som komplement till traditionell 2D-redovisning – till att underlätta förståelsen på byggplatsen. Om man ändå projekterar i 3D så är detta något som absolut rekommenderas. Merkostnaden för att infoga 3D-illustrationer är obetydlig. Även måttsättning i 3D fungerar relativt bra, och kan vara ett bra komplement till 2D-måttsättning. Vi har i detta projekt även visat att färgplottning kan skapa mervärde för att ytterligare förtydliga för byggplatsen, och utvecklat förslag till alternativ redovisningsteknik som använder färger för olika syften.

Eftersom Produktionshandlingar är optimerade för produktionens behov blir konsekvensen att de traditionella ritningarna i framtiden kan göras mindre omfattande och detaljerade. I princip kan detaljeringsnivån för ritningar i bygghandlingsskedet stanna på en systemhandlingsnivå. Idag används modeller istället för ritningar i allt större grad ute i produktionen. Modern utsättning baseras på att utsättaren plockar ut koordinatsatta punkter direkt ur modellen. Måttsättningen behövs därmed inte längre i samma grad för utsättning.

Även med Produktionshandlingar behövs fortfarande en relativt traditionell översiktlig planritning. Denna fungerar som en orienterande handling för att litterera byggdelar och deras läge. Sådana ritningar – montageplaner – används typiskt vid stål- och prefabmontage, men kan relativt enkelt användas även vid platsbyggda konstruktioner. Det ligger en stor potential i att använda BIM-programvarornas ID-nummer för varje byggdel, till exempel fönster. Detta är ett mycket användbart underlag för logistik, både på byggplatsen och hos leverantörerna.

## **NORDENS SAMHÄLLSBYGGARE.**

Peab bygger framtidens hållbara samhälle.

Vi är den självklara partnern i  
samhällsbyggandet i Norden.

Vi skapar idéer, tar initiativ och är nydanande.

Vi arbetar resurssnålt och våra  
klimatsmarta lösningar ligger i framkant.

Det vi gör är hållbart genom hela livscykeln.