

Armering i byggprocessen – effektivisering av informationshanteringen

Dan Engström, NCC Teknik
Henrik Hyll, NCC Construction
Johanna Fredsdotter, NCC Teknik
Robert Larsson, Cementsa

Slutrapport

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK**Uppgifter om dokumentet:**

Beställare, Slutkund SBUF

Objekt Digitalisering av informationsflöde Armering

Handlingens status Slutlig

Datum 2011-12-22

Rubrik del 1 (Uppdragsnamn) 12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

Rubrik del 2 (Uppdragsnamn)

Uppdragsnummer 7179319

Dokumenttyp
Sammanfattning Slutrapport

Upprättad av

Granskad av

Godkänd av

Dan Engström
Teknisk specialist, Göteborg

[Namn]
[Funktion]

[Namn]
[Funktion]

Ändring	Datum	Sign U	Sign Gr	Sign G

NCC Construction Sverige AB, NCC Teknik

405 14 Göteborg
Besöksadress:
Gullbergs Strandgata 2
Tel. 031-771 50 00
Fax 031-15 11 88

Dokument-ID C:\Users\SEDANENG\Desktop\Armering i byggprocessen_slutrapport 2011-12-22.doc

Mall-ID Rapport.doc senast ändrad: 2003-05-20

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	5
2	Bakgrund	9
3	Syfte och mål.....	11
4	Genomförande och organisation.....	12
4.1	Beskrivning av tillvägagångssätt	12
4.1.1	Nulägesbeskrivning	13
4.1.2	Kartläggning av IT-verktyg.....	14
4.1.3	Analys av nuvarande process.....	14
4.1.4	Utveckling av ny metodik	15
4.1.5	Demonstrationsprojekt.....	15
4.1.6	Seminarier.....	20
4.1.7	Spridning av projektets resultat	21
4.2	Projektorganisation och deltagare.....	24
5	Armeringsprocessen idag.....	26
5.1	Arbetsmetodik och informationsflöde	26
5.2	Aktörernas syn på nuvarande process.....	27
5.2.1	Konstruktören	27
5.2.2	Speckonsulten	28
5.2.3	Armeringsleverantören	28
5.2.4	Entreprenören.....	29
5.3	IT-verktyg för armering.....	29
5.3.1	Introduktion	29
5.3.2	Q-spec	30
5.3.3	Q-armering.....	31
5.3.4	IMPACT Reinforcement 10.....	31
5.3.5	AutoCAD Structural Detailing 2012	32
5.3.6	Autodesk Revit Structure 2012 / CQ Tools S	33
5.3.7	Tekla Structure	34
5.3.8	Bentley Rebar / Bentley Power Rebar.....	35
5.4	Behov av förändring	36
6	En ny process.....	38
6.1	Beskrivning av den nya metodiken	38
6.2	Metodikens användbarhet - erfarenheter från genomförda pilotprojekt	47
6.2.1	Projekt 1 – Vårdbyggnad Göteborg	47
6.2.2	Projekt 2 - Köpcentrum Malmö	49
6.2.3	Projekt 3 – Parkeringsgarage Malmö	50
6.2.4	Projekt 4 – Järnvägsbro Göteborg.....	52
6.3	Hur påverkar metodiken aktörerna i värdekedjan?	54
6.3.1	Konstruktören	54
6.3.2	Entreprenören.....	55
6.3.3	Armeringsleverantören	55
6.4	Drivkrafter och hinder.....	56
6.4.1	Konstruktören	56

NCC Construction Sverige AB, NCC Teknik

405 14 Göteborg
Besöksadress:
Gullbergs Strandgata 2
Tel. 031-771 50 00
Fax 031-15 11 88

Dokument-ID C:\Users\SEDANENG\Desktop\Armering i byggprocessen_slutrappport 2011-12-22.doc

Mall-ID Rapport.doc senast ändrad: 2003-05-20

6.4.2	Entreprenören.....	56
6.4.3	Armeringsleverantören	57
7	Stödande IT-hjälpmedel.....	59
7.1	Steg 1 – K-modell 2D/3D	59
7.2	Steg 2 – Analysmodell 2D/3D	60
7.3	Steg 3 – K-modell 2D/3D med armering	61
7.4	Steg 4 – Armeringsritning	62
7.5	Steg 5 – 3D-viewer	63
7.6	Steg 6 - Armeringsspecifikationer	63
7.7	Steg 7 - Leveransplanering	64
7.8	Steg 8 - Maskinstyrning	65
7.9	Steg 9 - Mottagningskontroll	65
7.10	Slutsatser	66
8	Kvarstående utmaningar	67
8.1	Processfrågor.....	67
8.2	Teknikfrågor	67
9	Ekonomi	69
10	Bilagor.....	70
10.1	Bilaga 1: Intervjufrågor konstruktör	70
10.2	Bilaga 2: Flödeskartor nuvarande armeringsprocess.....	73

1 Sammanfattning

Armering är en mycket viktig komponent i betongkonstruktioner. Den information som krävs för att armeringen ska byggas in på ett korrekt sätt är komplicerad. Information ska överföras, tolkas, och bearbetas av flera aktörer med olika bakgrund. Ofta ställs krav på korta ledtider från godkännande av bygghandlingar till leverans av armering.

Överföring av armeringsinformation mellan de olika aktörernas IT-system sker idag mer eller mindre manuellt genom att varje aktör matar in den mottagna informationen för hand i sitt interna system. Kartläggning av armeringsflödet visar på att i princip samma armeringsinformation matas in upp till tre gånger innan armeringsjärnen levereras till byggarbetsplatsen. Detta innebär både slöseri i form av tid och pengar men innebär också en ökad risk för att fel uppstår då data hanteras manuellt i flera steg. Utvecklingen av IT-verktyg innebär samtidigt att det nu finns förutsättningar att hantera armeringsinformationen digitalt helt utan inslag av manuell inmatning av data mellan olika system. IT-verktygen är specifika i sin funktionalitet och täcker olika delar av armeringsprocessen. Användningen av dessa verktyg innebär samtidigt en förändring i nuvarande arbetssätt och ansvarsfördelning.

Mot denna bakgrund är syftet med detta projekt att utveckla, testa och beskriva en förbättrad metodik för informationshantering av armeringsjärn från projektplanering till färdig konstruktion genom nyttjande av moderna IT-verktyg som idag finns på marknaden.

Arbetet har genomförts i nära samverkan med de aktörer som är involverade i hanteringen av armeringsinformation, från projektering och specificering via tillverkning och leverans till byggarbetsplats. Arbetet inleddes med att beskriva den nuvarande armeringsprocessen samt inventering av befintliga IT-verktyg för armering.

Beskrivning av armeringsprocessen är baserad på intervjuer av konstruktör, entreprenör, speckonsult, och armeringsleverantör i sju olika projekt.

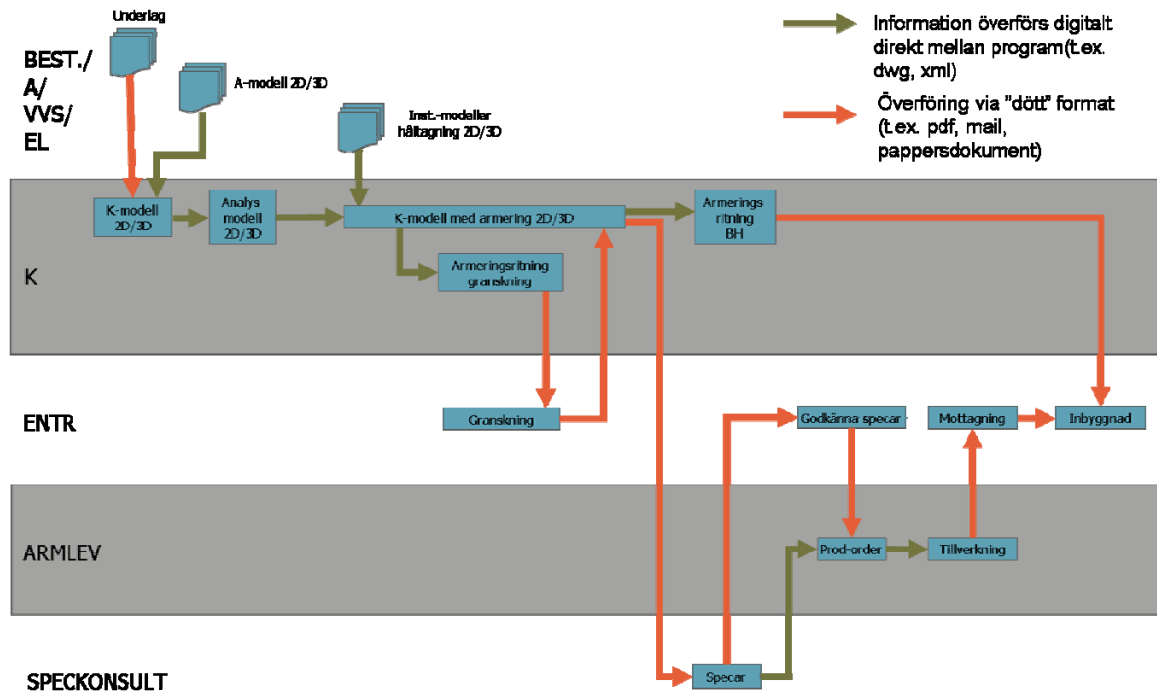
Nulägesbeskrivningen och kartläggningen av IT-verktyg utgjorde sedan underlaget för vidare arbete med att utarbeta en ny arbetsmetodik. Den föreslagna arbetsmetodiken testades sedan i olika demonstrationsprojekt. Metodiken har dessutom löpande diskuterats och förankras via workshop och publicering av artiklar i byggtidskrifter samt via projektets hemsida www.armera.se. Arbetet i sin helhet presenterades och diskuterades vid två slutseminarier. Projektets resultat har löpande publicerats på www.armera.se och där finns nu bl.a. följande material:

- Manual som beskriver den föreslagna metodiken.
- Excelmall för leveransplanering.
- Slutrapport (denna rapport, från och med januari 2012).
- Delrapporten som beskriver demonstrationsprojekt nr 3.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

- Projektpresentationer, notat från genomförda seminarier, artiklar och underhandsrapporter som berör armeringshantering.
- Länk till demofilm <http://tinyurl.com/armera1> som visar exempel på metodikens arbetssätt med utvalda IT-verktyg (från och med januari 2012).



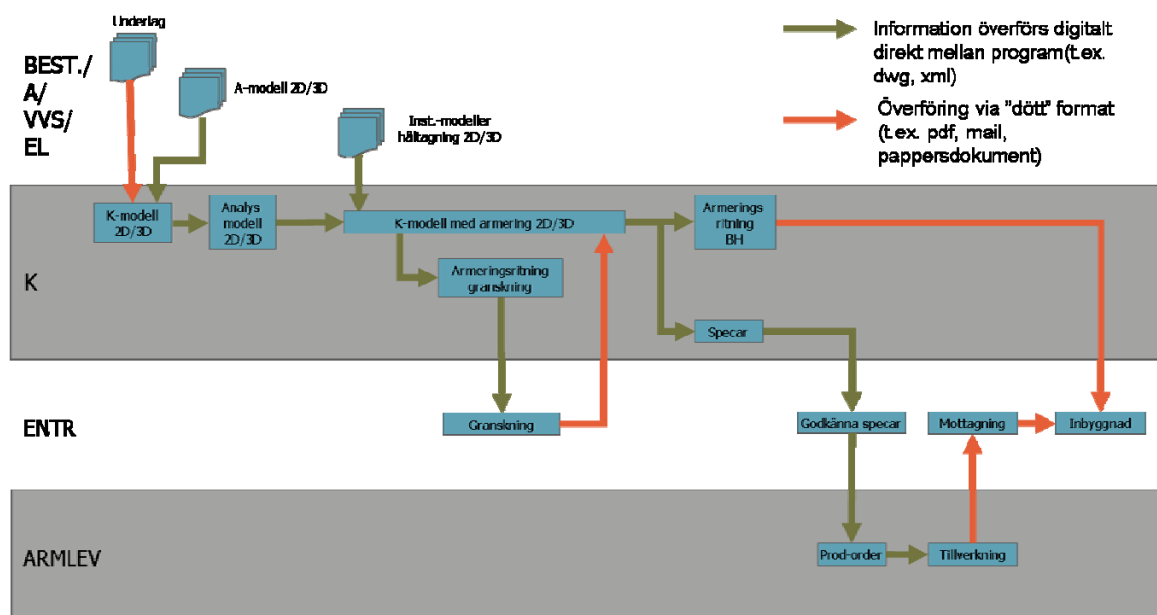
Dagens armeringsprocess karakteriseras av manuell överföring av armeringsinformation i flera steg (röda pilar i figur).

Den metodik som föreslås bygger på att utnyttja de IT-verktyg som finns för att på så vis hantera armeringsinformation digitalt från armeringsritning till tillverkning och leverans av armering. Konstruktören lägger in armering i sitt 2D eller 3D-baserade CAD-program (K-modellen). Armeringen i K-modellen anpassas efter gjutetapper och med hänsyn till aktuell armeringsmetod. Utifrån armeringsmodellen genereras med automatik armeringsspecar uppdelade per gjutetapp. Dessa specar skickas sedan till entreprenören digitalt som xml-filer kompatibla med spec-programmet Q-armering. Entreprenören använder Q-armering för att godkänna specarna och komplettera med eventuella monteringsjärn samt uppgifter om leveransplanering. För detta har även en speciell Excel-mall utvecklats inom projektet då just funktioner för att leveransplanering saknas i nuvarande version av Q-armering. Entreprenören skickar därefter Q-armeringsfilerna till armeringsleverantören där dessa läses in automatiskt till fabriken produktionsystem. Armeringen tillverkas enligt upprättade specar och levereras enligt den uppgjorda leveransplanen till arbetsplatsen för mottagningskontroll och montage.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

En viktig förändring som metodiken medför är att spec-konsulten försvinner trots att de är mycket uppskattade då de tillför mervärde i processen genom både kvalitetssäkring och produktionsanpassning av armeringshandlingarna. Därför krävs att både konstruktör och entreprenör tar ett gemensamt ansvar för kvalitetssäkring och produktionsanpassning. Även armeringsleverantörens kompetens bör utnyttjas i större utsträckning. Metodiken att ta fram spec automatiskt från K-modellen kräver tidiga beslut om val av armeringslösningar och gjutetapper. Det är därför viktigt att konstruktören, entreprenören och armeringsleverantören träffas i ett tidigt skede för att klargöra produktionsfrågor såsom val av armeringslösningar och indelning av gjutetapper mm.



SPECKONSULT

Förslag på ny arbetsmetodik där IT-verktyg används för att minimera inslag av manuell överföring av armeringsinformation.

Kartläggningen av de IT-verktyg som finns på marknaden visar på att det idag är tekniskt möjligt att arbeta enligt det arbetssätt som metodiken beskriver. För konstruktören finns flera olika metoder för att mata in armeringsinformation i modellen. Det finns programvaror för både projektering i 2D eller för att skapa 3D-modeller av armering. Flera av de studerade programmen har stöd för att automatiskt generera specar med koppling till Q-armering. Programvarorna saknar däremot stöd för att specer nät eller rullarmering. Det är få program som möjliggör att redovisa armeringsritningar med symboler enligt Bygghandlingar 90. Det är endast IMPACT Reinforcement och Revit Structure med tilläggsprogrammet CQ Tools S som har stöd för detta.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

Demonstrationsprojekten visade på att det fungerar praktiskt att arbeta enligt den nya arbetsmetodiken. Metodiken att konstruktören skapar specarna innebär ett visst merarbete som denne rimligen ska få betalt för. Nyttan med metodiken uppstår framförallt i senare led hos entreprenören och armeringsleverantören. Den enskilt största felkällan hos armeringsleverantören skulle t.ex. elimineras om specar skickas som Q-armeringsfiler. Dessutom skapas ett effektivare flöde med kortare ledtider över hela kedjan.

I de diskussioner som fördes vid slutseminariet angående metodikens introduktion i branschen så blev det tydligt att det behövs mer arbete kring att klargöra vem som skall förvalta informationsmodellen och vilka affärsmodeller som kan ligga till grund för alla ingående aktörers drivkrafter. Utan en sådan beskrivning stannar implementeringen av de tidigare resultaten.

Projektet har drivits av Sveriges Byggindustrier FoU Syd med NCC som projektledare. I projektet har även Peab och Cementa deltagit. Projektet har finansierats av SBUF, deltagande företagen NCC, Cementa, Peab samt OpenBIM.

2 Bakgrund

Byggbranschen genomgår en ständig förändring för att uppnå ökad effektivitet och lägre kostnader. Flera företag arbetar aktivt med att föra in mer industriellt tänkande i byggprocessen. Detta har gjort att logistikfrågorna har fått ett ökat fokus, vilket innebär höjda krav på planering och materialspecifikationer.

Armering är en mycket viktig komponent i betongkonstruktioner. Den information som krävs för att armeringen ska byggas in på ett korrekt sätt är komplicerad. Information ska överföras, tolkas, och bearbetas av flera aktörer med olika bakgrund. Ofta ställs krav på korta ledtider från godkännande av bygghandlingar till leverans av armering.

Överföring mellan de olika aktörernas IT-system sker idag mer eller mindre manuellt genom att varje aktör matar in den mottagna informationen för hand i sitt interna system. Detta innebär svårigheter att uppfylla krav på korta ledtider utan att riskera att fel uppstår. Vikten av ett väl fungerande informationsflöde för armering uppmärksammas även i en Chalmers-rapport¹ där tidsåtgången för hantering av armering på arbetsplatsen studerats i fyra projekt. I studien konstaterades att mellan 15-45% av armerarens totala arbetstid utgörs av tidsförluster vilket bland annat orsakas av brister i specning och leveransplanering då armeringen behövdes sorteras om på arbetsplatsen.

Under de senaste åren har moderna CAD-program utvecklats. Exempelvis så har SBUF via utvecklingsprojektet MABA varit med och delfinansierat en tilläggsmodul för armerade anläggningskonstruktioner i datorprogrammet IMPACT Reinforcement². Tilläggsmodulen innehåller funktioner för att automatiskt generera kompletta specifikationer från en armeringsritning samt styrfiler för klipp- och bockmaskiner. Dessa tekniska möjligheter utnyttjas endast undantagsvis trots att både tidsmässiga och ekonomiska fördelar kunnat påvisas. Inom branschsamarbetet Multiconcrete³ gjordes bl.a. en uppföljning där den ekonomiska potentialen bedömdes till 3-5% av den totala stomkostnaden för ett platsgjutet flerbostadshus. Potentialen är sannolikt ännu större för anläggningsprojekt.

Det finns flera orsaker till varför inte befintliga IT-verktyg utnyttjas. Exempelvis har kompatibilitetsproblem mellan olika system och program varit ett hinder. Dessa brister är idag (mer eller mindre) lösta. En orsak tycks vara brist på systemtänkande för hela processen eftersom den är uppbyggd av flera enskilda aktörer. Dagens process är suboptimerad för att minska varje aktörs kostnad istället för att se till den totala kostnaden. Den stora vinsten av att använda funktioner för exempelvis automatisk specning, uppstår inte hos konstruktören utan istället i senare led i kedjan, t.ex. hos byggentreprenören. Den fragmenterade processen försvårar konstruktörens användning av nya tekniska funktioner eftersom de initialt kan

¹ Josephson, P.-E. m.fl. (2011). *Vad kostar material, egentligen?* Chalmers-rapport 2011:2

² MABA – Mjukvara för armerade bro- och anläggningskonstruktioner, SBUF-projekt 07:14, 2007.

³ Projektkonsortium mellan Cementa och ett antal fabriksbetongintressenter

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

medföra en ökad kostnad och risktagande vilket de kanske inte får betalt för. Dessutom är medvetenheten hos entreprenörerna om fördelarna med att utnyttja automatisk specning generellt sett låg. Detta utgör också ett hinder eftersom det är byggtreprenören som ska efterfråga denna typ av tjänst från sin konstruktör. Problemen med en fragmenterad process och brist på helhetssyn vilket försvårar en effektiv hantering av armering. Fragmenterad process och brist på helhetssyn i armeringsprocessen har även uppmärksammats av bl.a. Caster & Deuschl (2007)⁴.

Mot denna bakgrund har detta SBUF-projekt initierats med syftet att utveckla, testa och beskriva en förbättrad arbetsmetodik som inkluderar befintliga IT-verktyg. Den förbättrade metodiken är tänkt att effektivisera framtagningen av armeringsspecar utifrån projekteringsunderlaget. Dessa armeringsspecar är uppdelade utifrån gjutetapper. På byggarbetsplatsen har platschefen möjlighet att granska och justera uppdelningen så att en beställning kan göras enligt principen att en spec är en leverans och en gjutetapp. Hos armeringstillverkaren tas specen emot och ska då kunna läsas in i dennes produktionssystem.

Projektet har drivits av Sveriges Byggindustrier FoU Syd med NCC som projektledare. I projektet har även Peab och Cementa deltagit. Projektet har finansierats av SBUF, deltagande företagen NCC, Cementa, Peab samt OpenBIM.

⁴ Caster, R. & Deuschl, G. Armeringsmetoder för att uppnå ett effektivt industrialiserat platsbyggande, Examensarbete 2007:134, Avd. Konstruktionsteknik, Chalmers Tekniska Högskola.

3 Syfte och mål

Det övergripande syftet med detta projekt är att utveckla, beskriva och testa en förbättrad metodik för informationshantering för armeringsstål från projektplanering till färdig konstruktion genom nyttjande av moderna IT-verktyg.

Målet för detta projekt är att beskriva en arbetsmetodik som resulterar i:

- Förkortad total ledtid
- Effektivisering av logistikhantering av armering på byggarbetsplatsen genom att leveranserna innehåller armering till en gjutetapp, varken mer eller mindre.
- Minskat antal fel på specarna på grund av den manuella bearbetningen vid framtagandet av armeringsspecarna.

4 Genomförande och organisation

4.1 Beskrivning av tillvägagångssätt

Projektet startades i juni 2008 och avslutades under hösten 2011. Projektet har bestått av följande delmoment:

1. Nulägesbeskrivning

Beskrivning av nuvarande armeringsprocess genom att dokumentera arbetsmetodik samt informationsflödet mellan inblandade aktörer. Detta gjordes genom uppföljning av ett antal pågående projekt där inblandade aktörer intervjuades.

2. Kartläggning av IT-verktyg

Kartläggning av vilka IT-verktyg för armering som finns på den svenska marknaden. Vidare dokumenterades IT-verktygen användningsområde, funktionalitet, samt hur de stödjer informationsutbytet i armeringsprocessen.

3. Analys av nuvarande process

Här analyserades brister och problem associerade med dagens process. Vidare analyserades och föreslogs lösningar för att undvika eller mildra effekterna av dessa brister.

4. Framtagning av ny metodik

Val av ingående steg i en ny metodik sam beskrivning av dessa. Metodiken ska utnyttja de IT-verktyg som redan finns på marknaden och avsikten är att metodiken ska medföra en effektivare hantering av armeringsinformation. Målet är även att minska risken för att fel i hanteringen uppstår.

5. Demonstrationsprojekt

Här verifierades tillämpbarheten av den föreslagna metodiken genom test och uppföljning i fyra olika demonstrationsprojekt.

6. Seminarier

Redovisning och diskussion av resultat och erfarenheter från genomförda demonstrationsprojekt.

7. Spridning av resultat

Under projektets gång kontinuerligt sprida resultat i form av publicering av artiklar, och information via hemsida, utskick av nyhetsbrev. Projektets resultat har även diskuterats via arrangerad workshop och seminarier. Dessutom har resultaten löpande diskuterats och kommunicerats genom de formella och informella möten som arbetet med nulägesbeskrivningen och demonstrationsprojekten har föranlett.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

I figur 1 åskådliggörs hur de olika delmomenten har varit förlagda i tiden.

	2008		2009				2010				2011			
	Jul-sep	Okt-dec	Jan-mar	april-jun	Jul-sep	Okt-dec	Jan-mar	april-jun	Jul-sep	Okt-dec	Jan-mar	april-jun	Jul-sep	Okt-dec
Projektstart	X													
Nulägesbeskrivning (intervjuer, processkartläggning)	■													
Kartläggning av IT-verktyg		■										■		
Analys av nuvarande process			■											
Workshop				24/4										
Framtagning av ny metodik				■										
Demonstrationsprojekt 4 st					■									
Seminarier														■
Spridning av resultat														
Artikel S-byggaren nr 5/2009						X								
Nyhetsbrev (2 omgångar, ca 2500 st)						XX								
Hemsida (www.armera.se)					■									
Artikel tidningen Cementa nr 1/2011												X		

Figur 1. Tidplan för projektets delaktiviteter.

4.1.1 Nulägesbeskrivning

För att få en aktuell bild av hur processen gällande hantering av armeringsinformation ser ut och fungerar idag intervjuades ett antal nyckelaktörer i sju olika projekt. Projekten valdes ut för att täcka in både hus- och anläggningsbyggande. Projekten varierade avseende projektstorlek, entreprenadform och val av byggmetod för att fånga in eventuella olikheter kopplade till dessa aspekter. I tabell 1 nedan ges en överblick av de projekt som ingick i kartläggningen.

Tabell 1: Sammanställning av de projekt där armeringshanteringen studerades.

Typ (ort)	Entreprenör	Byggmetod	Armeringsmetod
Flerbostadshus (Göteborg)	NCC	Källare: Platsgjuten betong Stomme: Platsgjuten betong/prefab	Lösarmering, vägg nät
Flerbostadshus (Malmö)	Peab	Källare: Platsgjuten betong Stomme: Platsgjuten betong/prefab	Inläggningsfärdig armering (ILF), Vägg nät, Bamtec i

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

			bottenplatta
P-garage till kontor (Malmö)	Peab	Platsgjuten betong i bottenplatta, skalväggselement i väggar	ILF, Bamtec i bottenplatta
Polishus (Eksjö)	NCC	Källare: Platsgjuten betong Stomme: Sandwich och HDF	Lösarmering
Mindre vägbroar, 10 st (Malmö)	Svevia	Platsgjuten betong	ILF
Stor vägbro (Örekilsälven)	NCC	Platsgjuten betong	Lösarmering, ILF, Prefabricerad
Tågbro (Göteborg)	NCC	Platsgjuten betong	ILF

I varje projekt intervjuades ansvarig person hos konsultföretaget, entreprenören och armeringsleverantören. Sammanlagt intervjuades ett trettiotal personer. Ett gemensamt frågeformulär utnyttjades för att kunna jämföra svaren mellan olika projekt. Frågorna berörde upphandlingsform, arbetsmetodik, informationshantering, kommunikationsvägar samt arbetsmetoder och användning av tekniska hjälpmedel. Vissa av frågorna var anpassade till respektive aktör. Exempel på de frågor som ställdes till konstruktören redovisas i bilaga 1.

4.1.2 Kartläggning av IT-verktyg

Parallellt med nulägesbeskrivningen kartlades vilka IT-verktyg för armering som finns på marknaden. Vidare beskrevs IT-verktygets användningsområde och funktionalitet kopplat till hantering av armeringsinformation och hur de stödjer informationsflödet. Syftet var att erhålla kunskap om vilka hjälpmedel som finns idag och hur de kan stödja den metodik som utarbetats inom ramen för detta projekt. Kartläggningen genomfördes under 2009 men eftersom utvecklingen av IT-verktyg går snabbt framåt så gjordes en uppdatering av kartläggningen under 2011 för att säkerställa att analys och slutsatser verkligen baserades på senast tillgängliga information. En sammanfattning av kartläggningen redovisas i kapitel 5.3.

4.1.3 Analys av nuvarande process

Intervjuerna från nulägesbeskrivningen (4.1.1) sammanställdes för att kunna jämföras. Arbetet koncentrerades på att identifiera problem i nuvarande process och möjliga lösningar på dessa. Intervjuszvaren sammanställdes och jämfördes mellan de olika projekten för att skapa en bredare uppfattning om påtalade problem och utvecklingsbehov. Särskild vikt lades vid att analysera informationsflödet mellan aktörer. Som hjälp för detta arbete utarbetades även flödeskartor för varje studerat projekt. Flödeskartorna illustrerade schematiskt informationsflödet mellan inblandade aktörer. Arbetet utfördes av arbetsgruppen via återkommande diskussionsmöten samt genom diskussion med projektets styrgrupp. Slutsatserna gällande nuvarande process (hinder och framtidsutsikter) presenterades även vid

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

en arrangerad workshop där både konstruktörer, armeringstillverkare och entreprenörer deltog. En sammanfattning av nuläget ges i kapitel 5.1 och 5.2.

4.1.4 Utveckling av ny metodik

Utifrån de slutsatser som gjordes av nulägesanalysen utarbetades förslag på en ny arbetsmetodik. Grundläggande för detta arbete var att den nya metodiken skulle förenkla och eliminera felkällor genom att utnyttja de IT-hjälpmiddel som redan finns på den svenska marknaden. En annan viktig utgångspunkt var att metodiken skulle kunna fungera på kort sikt, dvs ingen teknisk utveckling skulle behövas för att kunna tillämpa den nya metodiken. Således gjordes också en analys av vilka IT-verktyg som skulle kunna stödja den nya metodiken.

Den föreslagna metodiken presenterades och diskuterades på en workshop med deltagare som representerade olika intressenter i värdekedjan, t.ex. konstruktörer, armeringsspecare, armeringsleverantörer, entreprenörer och forskare. Synpunkterna som framkom vid denna workshop inarbetades i metodikbeskrivningen. För att sprida metodiken i ett bredare forum publicerades metodiken även i en artikel i tidningen Samhällsbyggaren. Slutligen dokumenterades metodiken mera formellt i form av en manual. Manualen publicerades även på projektets hemsida (www.armera.se). En sammanfattning av metodiken redovisas i kapitel 6.

4.1.5 Demonstrationsprojekt

För att verifiera tillämpbarheten i den föreslagna metodiken så bestod nästa steg av att testa denna i ett antal skarpa projekt. Eftersom testfasen inföll samtidigt som byggverksamheten tvärstannat som en följd av den finansiella krisen som blommade ut under hösten 2008, så blev det nödvändigt att senarelägga testningen. För att dessutom tidsmässigt kunna hantera testningen så beslutades även att dela upp testningen av metodiken i mindre delar, dvs i ett projekt testades informationsutbyte mellan konstruktör och entreprenör och i ett annat testades överföringen mellan entreprenör och armeringsleverantör. Till slut blev det fyra projekt som ingick i själva testningen.

Projekt 1 - Vårdbyggnad Göteborg

Projektet omfattar byggandet av en rättspsykiatrisk vårdbyggnad strax utanför Göteborg. Byggnaden omfattar 96 vårdplatser samt utrymmen för administration och personal (figur 2). Dessutom byggdes en teknikbyggnad och gemensamma aktivitets- och mottagningslokaler.

Projektet utfördes som en totalentreprenad av NCC. Ansvarig konstruktör var Reinertsen och armeringen levererades av delvis från NCCs egna armeringsfabrik dels från en extern lokal armeringsleverantör. Konstruktion bestod av platsgjuten betong där konstruktören ansvarade för specning av armeringen.

I projektet testades ett 3D-baserat arbetssätt där konstruktören skapade 3D-modeller av

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

armering och armeringsspecifikationer till arbetsplatsen anpassade efter produktionsmetoder och gjutetapper. Datorprogrammet Tekla användes för 3D-modellering av armering.



Figur 2. Projekt Rågården, Göteborg. Här testades överföring mellan konstruktör och entreprenör.

Projekt 2 – Köpcentrum Malmö

Projektet omfattar byggandet av handelslokaler, kontor och bostäder samt ett underjordiskt parkeringsgarage i två plan (figur 3). Projektets totala yta uppgår till 37 000 kvadratmeter. NCC utvecklar och bygger projektet i egen regi.

Projektet innehåller ca 3 500 - 4 000 ton armering totalt. All armering beställdes klippt och bockad från NCCs armeringsfabrik förutom armeringskorgar till slitsmurar som levereras av Celsa. Ansvarig konstruktör är NCC Teknik.

I detta projekt testades kopplingen mellan arbetsplats och armeringsleverantör. Dessutom utvärderades den i projektet egenutvecklade Excelmallen för leveransplanering av armeringsspecar som finns att ladda ner kostnadsfritt från www.armera.se.

Armeringsansvarig vid NCCs arbetsplats upprättade själv specifikationerna med Q-armering baserat på 3D-modellen från konstruktören.



Figur 3. Projektet Kaninen, Malmö. Här testades överföringen mellan arbetsplats och armeringsleverantör.

Projekt 3 – Parkeringsgarage Malmö

Projektet omfattar byggandet av ett underjordiskt parkeringsgarage i två våningar beläget i centrala Malmö (figur 4). Garaget ska innehålla parkeringsplats för 440 bilar och i markplanet kommer det finnas plats för 1 000 cyklar.

Garaget angränsar delvis mot västra hamnkanalen vilket medförde behov av extra tätningåtgärder av byggarbetsplatsen och den färdiga konstruktionen. För grundläggning och tätning användes sekantpålar med tätvägg mot mark och platsgjuten betongvägg mot kanalen. Bottenplattan är platsgjuten och spänd med dragstag. Invändigt användes förspända prefabricerade pelare och balkar. Mellanbjälklaget byggdes enligt spännbalksystemet. Det översta bjälklaget består av en efterspänd platsgjuten konstruktion med en ovanpåliggande

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

fyllning med trädgårdsplanteringar. Totalentreprenör var NCC och ansvarig konstruktör var Tyréns.

I detta projekt testades kopplingen mellan konstruktör, arbetsplats och entreprenör. I projektet testades olika datorprogram som finns att tillgå på marknaden. De datorprogram som testades var:

- Impact Reinforcement (StruSoft) i kombination med ADT (Autodesk)
- CQ Tools (Cad-Q) I kombination med Revit (Autodesk)
- Celsa Q-Armlänk (Celsa Steel Service) i kombination med Tekla Structure (Tekla)

Vidare testades Navisworks Freedom 2011 som är ett gratis viewer-program och dess användbarhet på byggarbetsplatsen utvärderades.

Testningen utfördes parallellt med det skarpa byggprojektet genom att skapa ett fiktivt informationsflöde eftersom en stor del av arbetet redan var påbörjat.

Testningen genomfördes med stöd av OpenBIM och en mer detaljerad beskrivning finns att läsa i en OpenBIM-rapport⁵ som finns tillgänglig via www.openbim.se.

⁵ Hyll, H. (2011). *BIM Armeringsinformation från konstruktör till entreprenör och leverantör*. OpenBIM-rapport.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

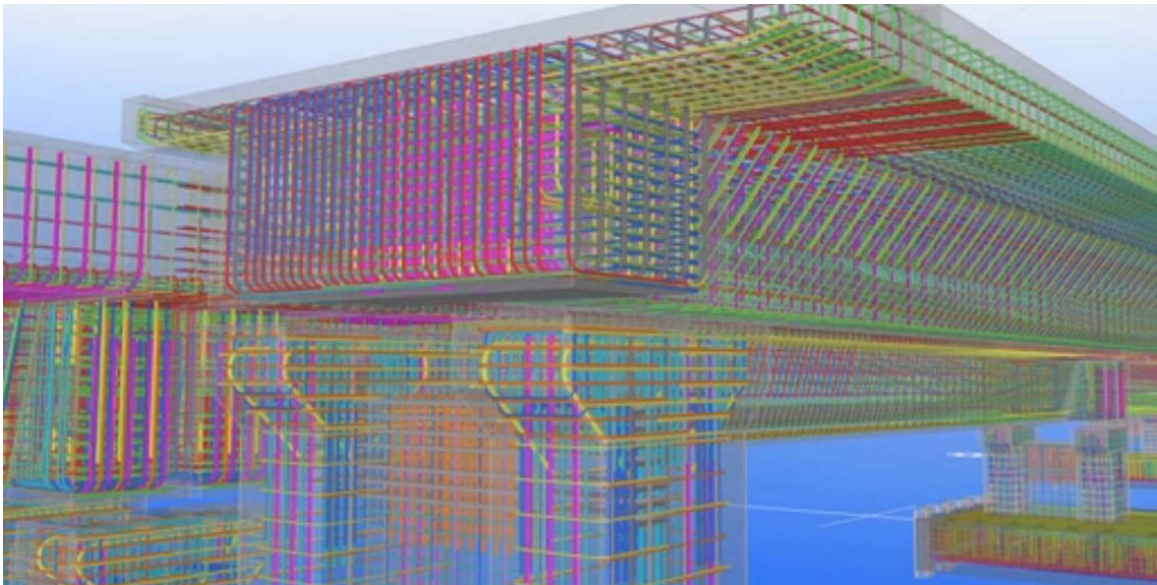


Figur 4. Bagers Plats, Malmö. Här testades överföringen mellan konstruktör och arbetsplats.

Projekt 4 – Järnvägsbro Göteborg

I detta projekt redovisas det danska byggföretaget Pihl & Søn's erfarenheter av 3D-modellering av armeringen i en platsgjuten järnvägsbro över Sävveån i Göteborg. Järnvägsbron som totalt var 450 meter lång fördelad på 20 sektioner. Den genomsnittliga armeringsmängden var 110 kg per kubikmeter betong.

Pihl som var totalentreprenör för projektet beslutade sig för att använda Tekla Structure Precast Detailing för att bygga en 3D-modell över den omfattande och komplicerade armeringen i brokonstruktionen baserat på befintliga 2D ritningar som beställarens konstruktör upprättat (figur 5). Syftet för Pihl & Søn var främst att testa användbarheten av 3D-modellering gällande granskning av armeringslösningar samt för upprättande av armeringsspecifikationer och digital överföring av dessa till armeringsleverantören Celsa.



Figur 5. 3D-modell av armering i järnvägsbro (Phil & Søn).

4.1.6 Seminarier

Resultat och erfarenheter från demonstrationsprojektet presenterades vid två arrangerade seminarier i Göteborg respektive Malmö. Som en del av redovisningen visades hur den föreslagna metodiken kan fungera i praktiken genom att med hjälp av befintliga IT-verktyg simulera utbytet av armeringsinformation mellan konstruktörens IT-verktyg och den i projektet utvecklade Excelmallen för leveransplanering av specar. Synpunkter och diskussion från seminarierna har vävts in i avsnitt 6.3 och 6.4.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK



Figur 6. Armeringsmetodikerna diskuterades av ett 30-tal personer under seminariet i Malmö.

4.1.7 Spridning av projektets resultat

Spridning av projektets resultat har skett på olika sätt. Arbetet har exempelvis publicerats i artiklar i byggtidskrifter. Information om projektet har även spridits via en egen hemsida och genom utskick av nyhetsbrev. Arbetet har även diskuterats via en arrangerad workshop i början av projektet. Slutligen har projektets slutliga resultat och erfarenheter från genomförda demonstrationsprojekt presenterats vid två seminarier.

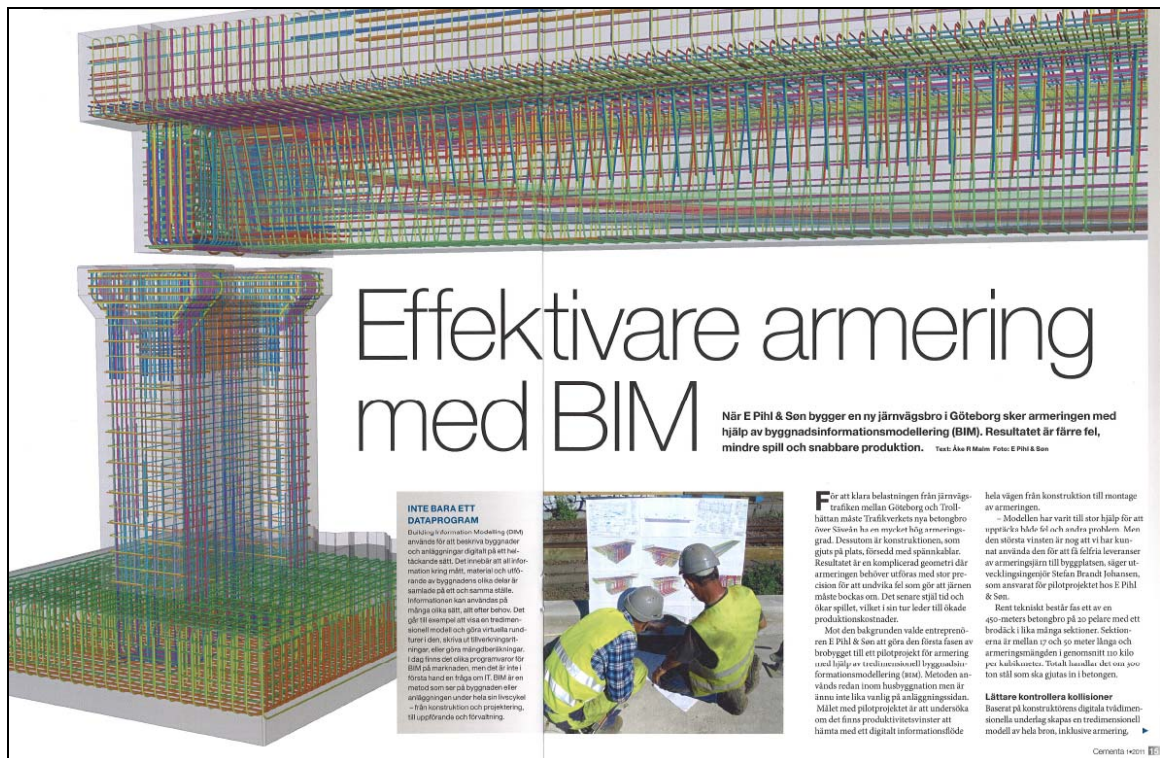
Artiklar

Samhällsbyggaren nr 5/2009

Artikeln beskriver den metodik som föreslås i projektet för att förbättra hanteringen av armeringsinformation.

Tidningen Cementa nr 1/2011

Artikeln beskriver demonstrationsprojekt nummer 4 där Phil & Søn har projekterat armering i 3D och från modellen genererat datafiler som skickas automatiskt till armeringsleverantören (figur 7). Här visas således ett projekt där man i princip arbetar enligt den metodik som detta projekt förordar.



Figur 7. Artikel i tidningen Cementa om 3D-projektering av armering.

Hemsida

Projektet har även en egen hemsida: www.armera.se (figur 8). På hemsidan är det möjligt att ladda ner all relevant projektdokumentation såsom metodbeskrivning, mall för leveransplanering, presentationer, kartläggning av IT-verktyg mm. På hemsidan kommer även en film att läggas ut som visar ett exempel på 3D-modellering, automatisk specning, överföring till Excelmall för leveransplanering och vidare export till armeringsleverantör. Filmen finns på youtube (<http://www.youtube.com/watch?v=FXIXZZX-KPg>) och nås enklast genom länken <http://tinyurl.com/armera1>

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK



Figur 8. Projektets hemsida, www.armera.se.

Nyhetsbrev

Ett nyhetsbrev har skickats ut i två omgångar. I den första omgången skickades nyhetsbrevet ut till Sveriges Byggindustriers medlemsregister och till personer som deltagit i den workshop som anordnats inom projektet, samt till professorer verksamma inom byggutbildning vid LT, LTU, Chalmers och KTH. Sammanlagt omfattande det första utskicket flera hundra personer.

Det andra nyhetsbrevet skickades till personer som deltagit på brobyggnadsdagen samt till projektansvariga för planerade och pågående projekt. Detta utskick omfattade drygt 2200 adresser.

Seminarier

En workshop anordnades i april 2009 för att redovisa slutsatser av nulägesanalysen samt för att presentera förslag på en ny metodik. Inbjudan skickades till aktörer som bedömdes ha intresse av innehållet. Gensvaret blev mycket positivt och på workshopen deltog ett 20-tal personer som representerade både konsultföretag, programutvecklare, armeringsleverantörer,

NCC TEKNIK

entreprenörer och universitet.

Under hösten 2011 genomfördes två slutseminarier i Göteborg respektive Malmö där erfarenheter från pilotprojekten presenterades och diskuterades. Se även 4.1.6.

4.2 Projektorganisation och deltagare

Projektorganisationen har utgjorts av en styrgrupp och en arbetsgrupp. Styrgruppen har ansvarat för styrning av projektet avseende mål, innehåll, ekonomi samt spridning av resultat. Arbetsgruppen har genomfört själva arbetet både vad gäller utredningar och spridning av resultat (artiklar mm). Deltagande personer i styr- och arbetsgruppen visas i tabell 2 respektive 3.

Tabell 2. Deltagare i projektets styrgrupp.

Styrgrupp Namn	Företag
Anders Aldefors	NCC Construction
Britt Borgström	Sveriges Byggindustrier
Christer Karström	NCC Construction
Lars Östberg	Peab Sverige
Ronny Andersson	Cementa

Tabell 3. Deltagare i projektets arbetsgrupp.

Arbetsgrupp Namn	Företag
Dan Engström	NCC Teknik
Henrik Hyll	NCC Construction
Johanna Fredsdotter	NCC Teknik
Jonas Magnusson	NCC Teknik
Marie Bergström	Reinertsen
Pernilla Bergling	NCC Teknik
Robert Larsson	Cementa

Dessutom har även ett stort antal personer från olika företag engagerats på olika sätt i arbetet (se tabell 4) exempelvis genom aktivt deltagande eller som intervjuperson i nulägesbeskrivningen, deltagit i workshop och/eller i något av demonstrationsprojekten.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

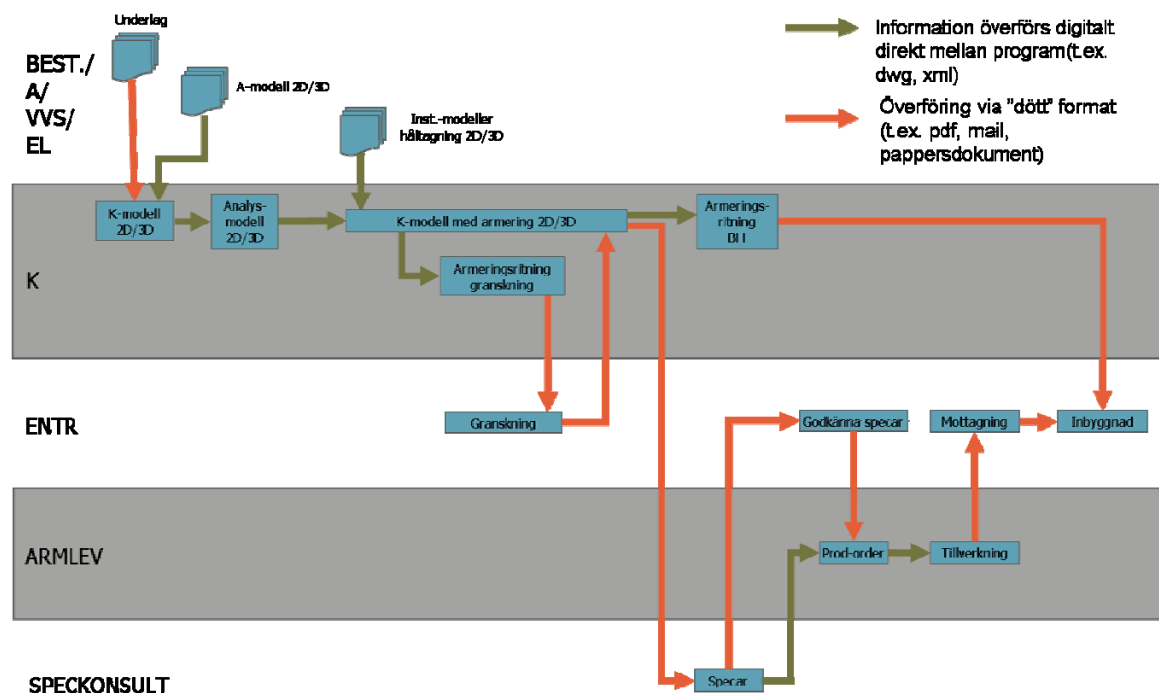
Tabell 4. Företag som varit engagerade i projektet.

Företag	Verksamhet	Företag	Verksamhet
AEC	Programutvecklare	Peab Sverige	Entreprenör
Armeringsspecare	Armeringsspec. Egenföretagare.	Phil & Søn	Entreprenör
BE Group	Armeringstillverkare	Ramböll	Konsult/konstruktör
Betongindustri	Betongtillverkare	Reinertsen	Konsult/konstruktör
Cad-Q	Programutvecklare	Stomkon	Konsult/konstruktör
Celsa	Armeringstillverkare	StruSoft	Programutvecklare
Cementa	Cementtillverkning	Sveriges Byggindustrier	Branschorg./FoU
Centerlöf & Holmberg	Konsult/konstruktör	Swerock	Betongtillverkare
Färdig Betong	Betongtillverkare	Tekla	Programutvecklare
LTH	Högskola	Tibnor	Armeringstillverkare
NCC Construction	Entreprenör	Tyréns	Konsult/konstruktör
NCC Teknik	Konsult/konstruktör		

5 Armeringsprocessen idag

5.1 Arbetsmetodik och informationsflöde

Armeringsinformation i ett byggprojekt hanteras idag av flera olika parter. I figur 9 visas ett flödesschema för projekt med platsgjutna betongkonstruktioner och där inläggningsfärdig armering använts. Fler flödeskartor redovisas i bilaga 2. De blå rutorna representerar aktiviteter som berör armeringen. Gröna pilar indikerar att informationen utväxlas i ett dynamiskt format vilket möjliggör att informationen kan läsas och tolkas av det mottagande IT-systemet. Röda pilar indikerar att information utväxlas via ett statiskt format och innebär att manuell bearbetning krävs. De horisontella vita och bruna fälten visar de olika aktörerna som är involverade i processen.



Figur 9. Nuvarande informationsflöde i projekt med platsgjutna betongkonstruktioner där inläggningsfärdig armering har använts.

Processen initieras normalt av att konstruktören beräknar armeringsbehovet i ett beräkningsprogram. Baserat på beräkningsresultatet ritas armeringen mha ett CAD-program. Ritningsarbetet görs oftast i 2D där armeringsjärnen redovisas med streck och utbredningslinjer. Armeringsritningarna skickas sedan för granskning av entreprenören innan de slutförs till bygghandlingar. Det är sällan som konstruktören specar och produktionsanpassar armeringen utan detta utförs av en speckonsult. Speckonsulten gör en

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

manuell mängdavgtagning utifrån papperskopior av armeringsritningarna och armeringstyper och mängder matas för hand in i ett specialprogram för armering (exempelvis Q-spec eller Q-armering). Det saknas alltså en direkt koppling mellan konstruktörens CAD-ritning och armeringsspecen trots att en sådan funktionalitet finns i flera CAD-program. Automatiseringsprocessen är därmed inte sammanhängande vilket både ger längre ledtider och ökar risken för fel. Speckonsulten gör även en produktionsanpassning och en extra kvalitetskontroll av armeringen.

När speckonsulten är klar skickas armeringsspecerna till entreprenören som granskar och godkänner dessa. Entreprenören använder dock inget program för att kunna modifiera specerna (t.ex. Q-armering) om så behövs utan detta sker i så fall genom nya kontakter med speckonsulten eller konstruktören. Då ändringar kommuniceras via telefon eller mail ökar risken för att något blir fel, speciellt då specerna är omfattande.

När väl armeringsspecerna är godkända skickas en beställning till armeringsleverantören. Armeringsspecerna skickas då i ett xml-format som läses in automatiskt i fabriken produktionsberedningssystem. I denna del av kedjan är alltså informationshanteringen automatiserad. Armeringen tillverkas och märks med streckkoder på märkbrickor för att kunna spåra en specifik leverans.

5.2 Aktörernas syn på nuvarande process

I detta avsnitt redovisas de viktigaste slutsatserna från de intervjuer som genomfördes med de olika aktörerna. Slutsatserna berör både arbetssätt, processen och åsikter om framtiden.

5.2.1 Konstruktören

Projektering av armering sker idag oftast i AutoCAD eller ADT och arbetssättet är då 2D-baserat. Projektering av armering görs mycket sällan i 3D trots att detta arbetssätt blir allt vanligare i den övriga projekteringen.

Konstruktören får sällan respons på sina armeringsritningar som skickas ut för granskning. Detta är ett problem då sena upptäckter av fel eller önskemål om ändringar senare i processen leder till tidspressade revideringsarbeten som ökar risken för fel. En orsak till att konstruktören sällan får respons på sina handlingar är att det ofta råder en fasförskjutning mellan projektering och produktion. I det läge som konstruktören behöver få input på armeringslösningar och tänkt produktionsutförande så har denna fråga inte hunnit aktualiseras hos entreprenören. När väl entreprenören börjar fundera på sitt produktionsupplägg så har konstruktören hunnit gå vidare med andra projekt.

Konstruktörerna är positiva till speckonsulten. Detta beror mycket på att de både produktionsanpassar och utför en extra kvalitetskontroll av armeringen.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

5.2.2 Speckkonsulten

Det finns idag endast en handfull personer som är specialiserade på att specia armering. Några är kopplade till armeringstillverkare och några är egna konsulter. Gemensamt är att alla personer snart kommer att gå i pension vilket aktualiserar frågan om speckkonsultens roll i framtidens byggprocess. Rekryteringen av nya speckkonsulter är inte enkelt då det krävs personer som är intresserade av denna typ av arbetsuppgifter och som dessutom har nödvändig produktionserfarenhet.

Spec-konsulten specar för hand armeringsjärnen från papperskopior av armeringsritningarna. Uppgifterna matas sedan in i antingen Q-spec eller Q-armering och skickas sedan i ett xml-format till armeringsleverantören där filerna läses in i ett produktionsberedningssystem.

Alla spec-konsulter är mycket erfarna gällande hur armering ska produktionsanpassas. De fyller därmed en viktig funktion vad gäller att överbrygga konstruktörens teoretiska kunnande till entreprenörens produktionstänk. Själva specningen innebär också en extra kvalitetskontroll åt konstruktören.

Spec-konsulten anser dock att entreprenören har för stort fokus på att handla upp armering per ton istället för att se till bästa tänkbara produktionsanpassning som i sin tur kan leda till betydligt större besparingar ute på arbetsplatsen.

En annan återkommande önskemål från spec-konsulten är att få tydligare armeringsritningar. Alltför ofta är ritningarna överfyllda med information, ofta lager på lager, eller så saknas relevanta uppgifter. Ett problem är dock att det inte finns någon standard för att reglera vad som ska redovisas. Det finns en nationell praxis för armeringsjärn ska redovisas men det finns inga riktlinjer för vilka vyer eller snitt av detaljlösningar som ska redovisas.

5.2.3 Armeringsleverantören

Från Q-spec eller Q-armering läses specarna in i fabriken produktionsberedningssystem med automatik. Fabriken använder ett optimeringsprogram för att minimera spill vid tillverkning. Detta förutsätter att entreprenören har god framförhållning i sin planering och beställer armering i god tid. Sena beställningar eller ändringar försvårar fabriken möjligheter att optimera sin tillverkning.

Armeringsspecarna avropas hela och huvuddelen av armeringen är standardprodukter. Armeringsleverantören kontrollerar att tillverkade armering stämmer med den spec som de fått men de gör ingen kontroll av själva specen då den förutsätts vara korrekt. Däremot görs kontroll om armeringsleverantören själva ansvarar för specningen.

Armeringsleverantören är positiv till att utnyttja möjligheten att generera specar direkt från konstruktörens CAD-program. Frågan är dock vem som säkerställer produktionsanpassning

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

av armeringen. Har konstruktören nödvändig kunskap för detta?

Armeringsleverantören önskar också att få leveransplaner i större utsträckning än vad som är fallet idag. God framförhållning av när leveranser önskas skapar bra förutsättningar för att optimera i fabriken och samtidigt säkerställa att arbetsplatsen får rätt armering i rätt tid.

Armeringsleverantören involveras också för sent i projekten. Ofta är produktionsupplägg och armeringslösningar redan bestämda och inte möjliga att påverka. Därmed utnyttjas inte armeringsleverantörens kunskap om bra lösningar och nya produkter vilket kan leda till besparingar ute på arbetsplatsen.

5.2.4 Entreprenören

Specning och leveranser av armering sker utifrån gjutetapper. Entreprenören får idag specar som pdf:er. Entreprenören använder inget IT-verktyg (t.ex. Q-armering) för att själv kunna modifiera specar. Ändringar och kompletteringar kommuniceras istället genom telefon eller mail.

I vissa fall hålls startmöte med armeringsleverantören där produktionsupplägget diskuteras och leveransplan bestäms. Varje spec avropas därefter separat allteftersom produktionen framskrider.

Entreprenören gör mottagningskontroll av leveranser. Eftersom det är ett tidsödande arbete så görs normalt kontroll genom ett stickprovsförfarande.

Liksom spec-konsulten efterfrågar entreprenören tydligare armeringsritningar. Dessutom önskas littererade husritningar på samma sätt som anläggningsritningar littereras. Entreprenörerna ser också positivt till 3D-tekniken och möjligheten att visualisera komplicerade armeringssnitt.

5.3 IT-verktyg för armering

5.3.1 Introduktion

I detta avsnitt sammanfattas kartläggning av vilka olika typer av IT-verktyg som finns på den svenska marknaden och vilket användningsområde och vilken funktionslitet som dessa verktyg har.

De program som är aktuella på den svenska marknaden är:

- Q-spec
- Q-armering

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

- IMPACT Reinforcement
- AutoCAD Structural Detailing
- Autodesk Revit Structure / CQ Tools S
- Tekla Structures
- Bentley rebar / Bentley Power Rebar

Programmen kan delas in i tre grupper:

- Specprogram
- Armeringsprogram i 2D
- Armeringsprogram i 3D

Specprogrammen hanterar endast den sista biten i armeringsprocessen, specning av armering och export till maskinkod. Q-spec och Q-armering är typiska specprogram.

Armeringsprogram i 2D har det gemensamt att de är armeringsverktyg som används i Autocad eller ADT i 2D-modellen. I övrigt är det stor skillnad på vad programmen klarar. IMPACT Reinforcement är mer komplett än AutoCad Structural Detailing.

Det finns idag tre stycken armeringsprogram i 3D på den svenska marknaden. Autodesk Revit Structure, Tekla Structure, samt MicroStation med applikationerna Bentley Rebar och Bentley Power Rebar. Gemensamt för dessa program är att de i första hand är program för 3D-modellering men det finns verktyg för att skapa armeringslösningar på ett effektivt sätt i programmen. Armeringen kan visualiseras i 3D-viewers på arbetsplatsen, materialspecifikationer och bockningslistor kan skapas i programmen samt specifikationerna kan exporteras till maskinkod. Dock saknas två viktiga steg. Armeringsspecarna följer inte svensk standard och koppling mot Q-spec och Q-armering saknas så att entreprenören kan komplettera och dela specarna. Tekla utgör där ett undantag. Där har man skapat en koppling mot Q-armering.

5.3.2 Q-spec

Q-spec är ett komplett specprogram från Celsa Steel Service med möjligheter att förteckna alla typer av armering och armeringsprodukter. Programmet följer Svensk Standard samt Bygghandlingar 90.

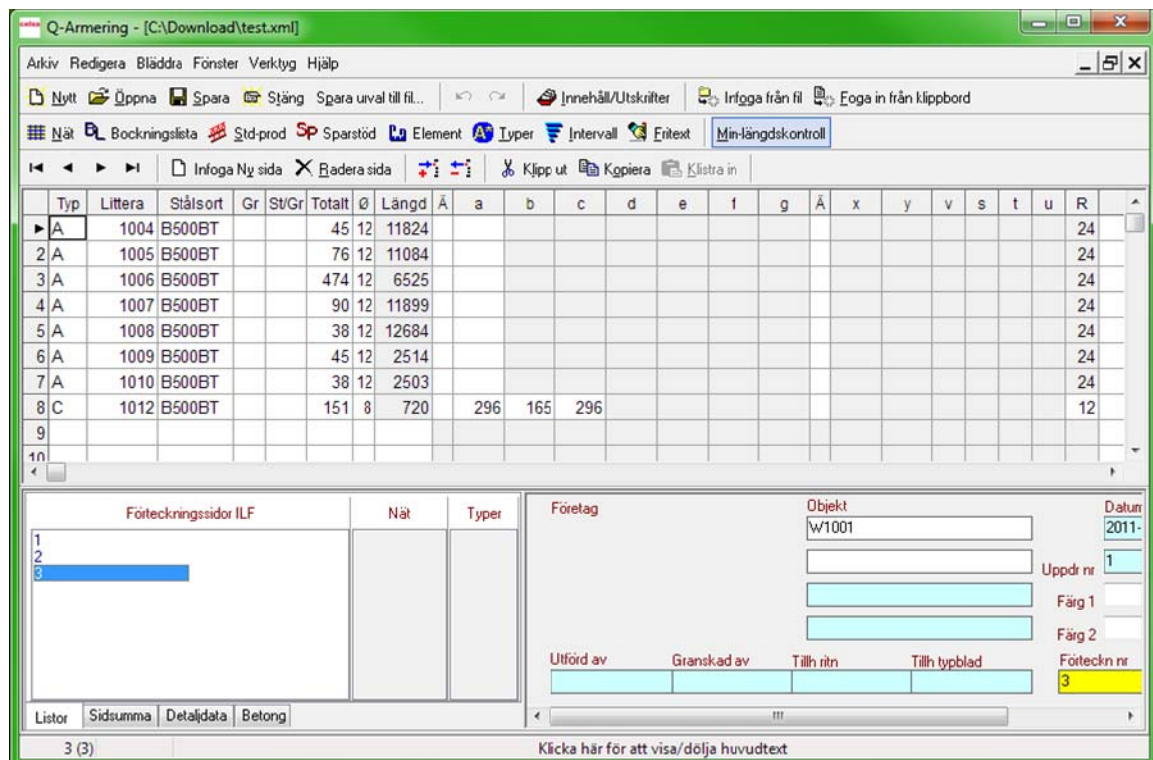
Genom att fylla i bockningslista 2A i programmet skapas en databas med beskrivning av enskilda järn. Programmet kontrollerar automatiskt varje järn i bockningslistan mot gällande norm. Programmet skapar automatiskt måttsatta ritningar på alla plana järn samt typritningar för specialfigurer. För att visualisera sammansatta produkter finns funktioner för uppritning i 3D samt av fritt valda sektioner på ritning. Filer kan sparas i xml-format.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

5.3.3 Q-armering

Specprogrammet Q-armering (figur 10) är en förenklad kostnadsfri version av Q-Spec som kan laddas ner från Celsas hemsida. Programmet är uppbyggt som ett ordbehandlingsprogram. De flesta armeringsprodukter kan förtecknas inkl. plana armeringsnät. Även egna bockningstyper kan definieras. Bockningslista med alla förtecknade stänger kan genereras. Filer kan sparas i xml-format.



Figur 10. Inmatningsvy i Q-armering.

5.3.4 IMPACT Reinforcement 10

IMPACT Reinforcement är ett AutoCAD- och ADT-baserat specialprogram för armering skapat för den svenska marknaden av StruSoft (figur 11). Följaktligen kan man redovisa armering med armeringstyper enligt typblad 2A enligt svensk standard på ritningar och i armeringsspecifikationer.

Armering kan exporteras till Fem Design och efter analys importeras tillbaka till IMPACT Reinforcement. Armeringspecar och bockningslistor kan exporteras till Q-armering för vidare export till maskinkod. Programmet har hjälpmedel för att hantera revideringsbeteckningar på litterera och på spec. Det finns även ett antal funktioner för att på ett effektivt sätt skapa armeringsritningar, t.ex. automatiska armeringsförslag, typdetaljer och smarta

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

redigeringskommandon. Det finns även en anpassning för broar med bla. typdetaljer för olika brodelar.

Armering kan visualiseras i 3D men ligger inte korrekt inlagd i 3D-modellen för visualisering av modellen på arbetsplatsen.



Figur 11. Inmatningsvy i IMPACT Reinforcement.

5.3.5 AutoCAD Structural Detailing 2012

Bland Autodesks program finns programmet AutoCad Structurall Detailing. Programmet är tänkt att användas vid detaljprojektering av stål, ståldetaljer och betong och stödjer framtagandet av tillverkningsritningar och materialspecifikationer för stål och betongkonstruktioner. Programmet ingår i Autodesk Revit Structure Suite. Används tillägsprogram till Autodesk Revit Structure kan armeringsinformation i byggnadsinformationsmodellen exporteras direkt från Revit Structure och generera 2D armeringsritningar i AutoCAD Structure Detailing enligt vald nationell standard.

Armeringsmodulen tillåter användaren att importera armeringsdata från analysprogrammet Autodesk Robot Structural Analysis för automatisk generering av ritningar. Programmet innehåller regionala databaser från länder runt om i världen för att ge tillgång till lokalt efterfrågade element så som bockningstyper enl. typblad 2A.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

Armeringsspec enligt svensk standard finns inte. För import och export av information mellan AutoCAD Structural Detailing och Revit eller Robot används formatet CIS/2.

5.3.6 Autodesk Revit Structure 2012 / CQ Tools S

Revit är ett armeringsprogram i 3D. Revit är i första hand ett program för 3D-modellering men det finns verktyg för att skapa armeringslösningar på ett effektivt sätt i programmet. I den svenska anpassningen finns bockningstyper enl. typblad 2A.

Till Autodesk Revit Structure finns tilläggsmoduler i form av hjälpmedel för att skapa armering. Armering kan automatiskt genereras i programmet för en komplett byggnad eller utvalda element i aktuellt projekt. Armering genereras med förvalda värden på parametrar för varje typarmerat betongobjekt.

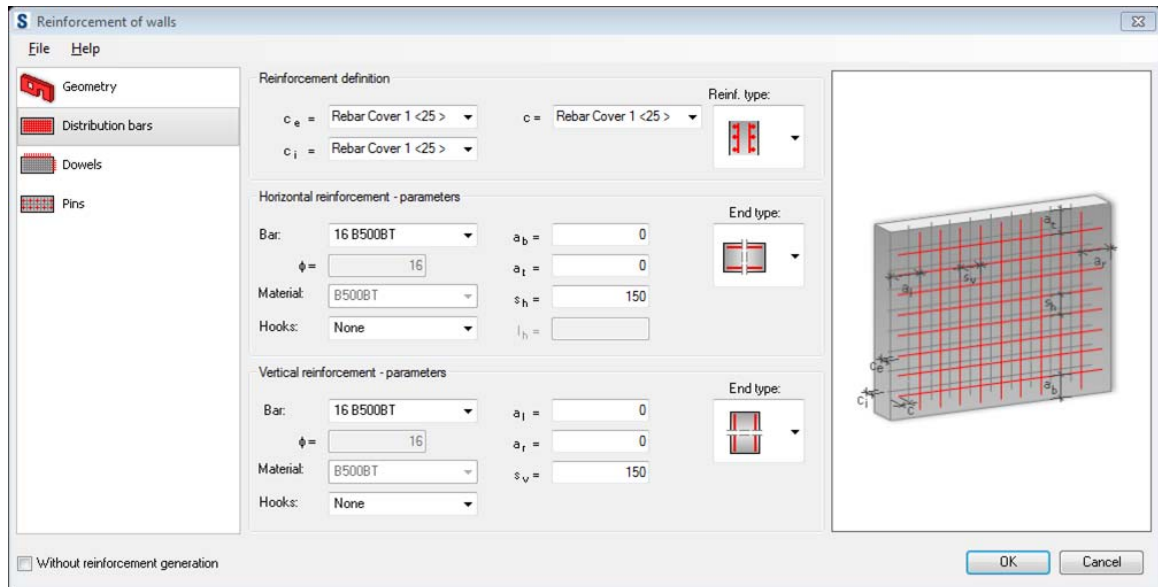
Tilläggsmoduler finns för att skapa variabelstyrd typisk armering till olika konstruktionsdetaljer, exempelvis balkar bjälklagshörn, bjälklagsöppningar, fundament, pelare, väggar och vägghörn mm.

Det finns även en tilläggsmodul för kollisionskontroll av armering . Armeringen kan visualiseras i 3D-viewers på arbetsplatsen. Materialspecifikationer och bockningslistor kan skapas i programmet men följer inte svensk redovisningsstandard. Materialspecarna kan även exporteras till word och excel som automatiskt justeras om något ändras men det finns ingen koppling mot Q-spec eller Q-armering.

Mjukvaruföretaget Cad-Q har utvecklat en tilläggsmodul (add-in) till Revit Structure som heter CQ Tools S och som gör det möjligt att få ut armeringsspecar enligt svensk standard samt koppling till Q-armering (figur 12). Det är dock inte möjligt att specia armeringsnät eller rullarmering. CQ Tools följer svensk redovisningspraxis (Bygghandlingar 90) när det gäller symboler men i redovisningen måste man själv ange vilka järn som ska redovisas i över- respektive underkant.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

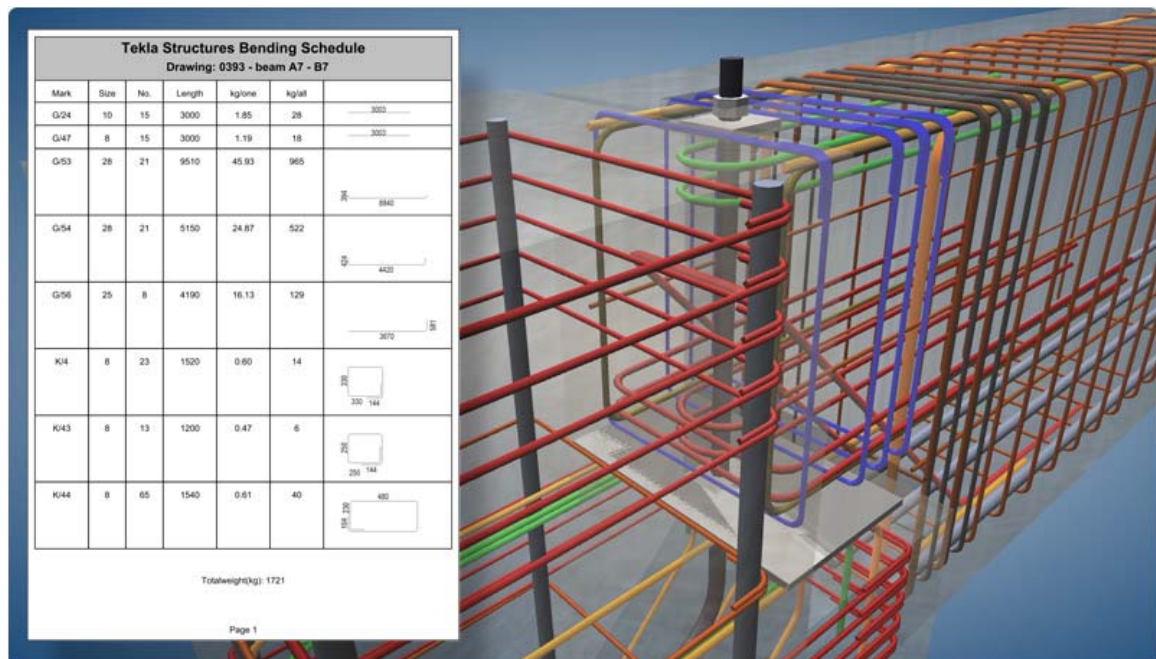


Figur 12. Inmatning av armering i CQ Tools S.

5.3.7 Tekla Structure

Tekla Structures, Reinforced Concrete Detailing är en standardkonfiguration utökad med särskilda funktioner för projektering av platsgjuten betong och armering (figur 13).

Användaren kan skapa detaljerade 3D-modeller av betongkonstruktioner med armering och sedan generera information om tillverkning och uppförande som delas ut till alla i projektet. Armering kan automatgenereras och det finns verktyg för att skapa armering för balkar och pelare mm.



Figur 13. Armering i 3D-modell med tillhörande bockningslista (Tekla Structure, Tekla.com)

Med hjälp av modelleringsfunktionen kan användaren modellera armering, skapa monteringshierarkier och uppförandesequenser och 4D simulering. Programmet har intelligenta kopplingar mellan betong och armeringsjärn och det är även möjligt att skapa detaljerade betongkopplingar och mellan olika delar i modellen. Tekla erbjuder även en rad funktioner för att effektivisera ritnings- och rapportredovisning. Det är t.ex. möjligt att generera armeringsrapporter (bockningsspecifikationer, längder, vikter). Dessa är dock inte anpassade Svensk Standard utan då får man via xml-export och import i Q-armering ta fram specifikationer anpassade efter Svensk Standard.

Programmet har även en rad samarbetsfunktioner och möjligheter att importera och exportera olika typer av filformat, t.ex. CIS/2 FEM, SDNF, XML, IFC 2x2, 2x3, DXF, DGN, DWG.

Då Tekla har skapat koppling mot Q-armering är Tekla det 3D-program som täcker störst del av hela informationskedjan.

5.3.8 Bentley Rebar / Bentley Power Rebar

Bentley Rebar och Bentley Power Rebar är Bentley Systems 2D och 3D armeringsverktyg för MicroStation. Bentley Power Rebar är ett fristående armeringsverktyg som innehåller tillräckligt av MicroStation för att programmet ska kunna köras självständigt. I övrigt är Bentley Rebar och Bentley Power Rebar lika.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

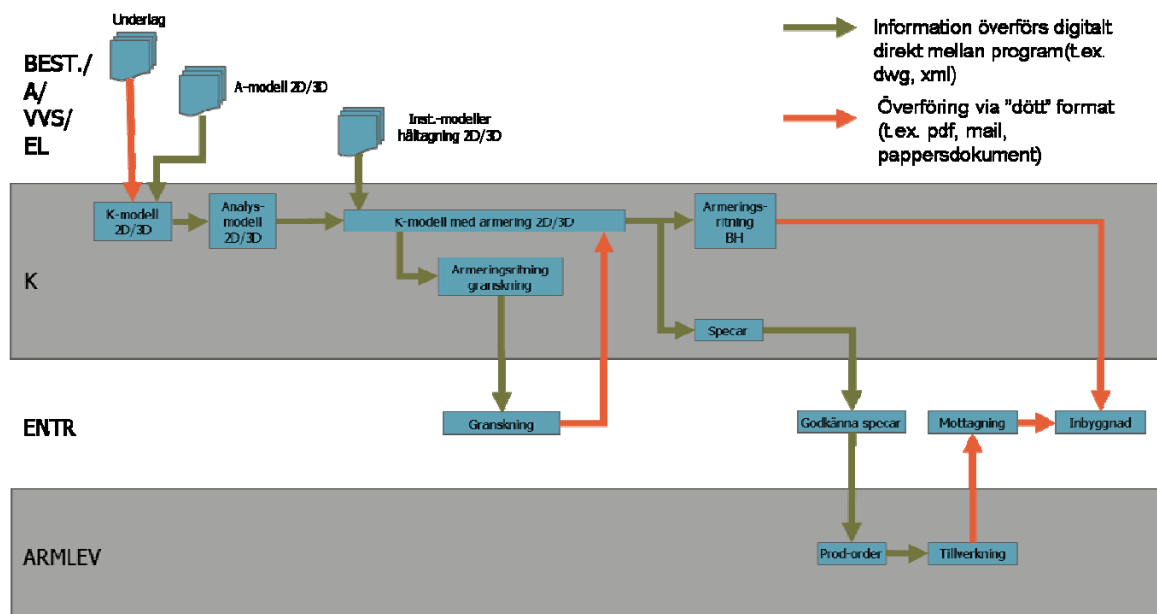
Programmet kan automatiskt generera 3D armeringsmodeller från plan, sektion eller elevation. Armeringsdetaljer kan skapas som dynamiska detaljer för att återanvändas. Kollisionskontroll av armering kan utföras. Armeringen kan visualiseras i 3D-viewers på arbetsplatsen.

Materialspekificationer och bockningslistor kan skapas i programmen samt specifikationerna kan exporteras till maskinkod.

Armeringsritningar och -specar följer inte svensk standard och koppling mot Q-spec och Q-armering saknas så att entreprenören kan komplettera och dela specarna.

5.4 Behov av förändring

Krav på en effektivare byggprocess förutsätter att moderna hjälpmedel utnyttjas på ett optimalt sätt. För armering innebär detta bl.a. att utnyttja IT-verktygens möjlighet att generera specar per automatik. Tekniken finns där och fungerar även om det inte är perfekt över hela kedjan. Men som läget är idag så får inte konstruktören uppdraget att specia armering och därmed utnyttjas inte de möjligheter till automatisk specning som moderna IT-verktyg erbjuder. Förslag på hur en ny armeringsprocess bör se ut redovisas i figur 14.



SPECKONSULT

Figur 14. Förslag på nytt informationsflöde baserat på utnyttjande av IT-verktyg och utväxling av mha filformat som minimerar den manuella överföringen av data.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

Konstruktören måste alltså ges uppdraget att även leverera armeringsspecar och då även få betalt för denna tilläggstjänst vilket bör klargöras i avtalet vid upphandlingen. Ersättning för spec-arbetet ska motiveras av kortare ledtider och en hög kvalitet eftersom specar genereras med automatik.

Detta innebär samtidigt att spec-konsultens nuvarande funktion försvinner. Även om detta inte sker över en natt så är det också viktigt att säkerställa att framtidens process fungerar även då kompetensen hos spec-konsulterna inte finns tillgå. Spec-konsulterna är idag mycket uppskattade av både konstruktörer och entreprenörer då de utgör en extra kvalitetssäkring. De erfarna spec-konsulterna bidrar med viktig kunskap vad gäller produktionsanpassning som försvinner om denna yrkesgrupp tas bort. För att säkerställa kvaliteten måste övriga aktörer ta ett större ansvar. Både konstruktören och entreprenören måste ta över kvalitetsgranskning och produktionsanpassning som spec-konsulten står för idag. Entreprenören måste därför tidigt i projektet tänka igenom produktionsupplägg och ge input till konstruktören gällande etappindelning och armeringsmetoder.

Samtidigt bör även kunskapen hos armeringsleverantören utnyttjas bättre genom att de involveras tidigt i processen. Det är fördelaktigt om det finns ett centralt avtal mellan byggtreprenören och armeringsleverantören. Så är normalt fallet för de större byggföretagen. För de mindre byggföretagen, som ibland saknar denna typ av långsiktiga avtal, bör en armeringsleverantör ändå bjudas in att medverka. Platschefen har oavsett avtal eller inte, ändå möjlighet att bestämma vilken lösning som anses vara mest fördelaktig.

6 En ny process

I kapitel 6.1 beskrivs den nya metodiken i sin helhet. Denna beskrivning finns även att ladda hem som ett fristående dokument på www.armera.se.

I kapitel 6.2 till 6.4 förs en diskussion kring metodiken och dess användbarhet samt påverkan på berörda aktörer. Diskussionen är baserad på dokumenterade erfarenheter från genomförda demonstrationsprojekt och på den diskussion som fördes vid de två slutseminarierna.

6.1 Beskrivning av den nya metodiken

I figur 15 nedan redovisas schematiskt hur ett förbättrat informationsflöde kan fungera. Symbolerna i figuren har samma innebörd som i figur 9 och 14. Jämfört med figur 14 så har denna figur detaljerats ytterligare något för att på så vis beskriva hur armeringsleverantören kommer in i processen samt en utförligare beskrivning av entreprenörens arbetsgång.

Som synes finns där ett fält för speckkonsulten men där ingår i dagsläget inga uppgifter. Denna roll har föranlett mycket diskussion eftersom den idag fyller en stor funktion inte bara med att just specifiera armeringen utan även fungera som en brygga mellan konstruktör och produktion. Eftersom det i den föreslagna modellen ingår att specifikationer genereras mer eller mindre automatiskt ifrån CAD-programvaran. Det är viktigt att ändå behålla speckkonsultens kompetens och arbete. Det innebär att de övriga aktörerna får kliva fram och ta över den extra kvalitetsgranskning och produktionsanpassning som speckkonsulten har stått för.

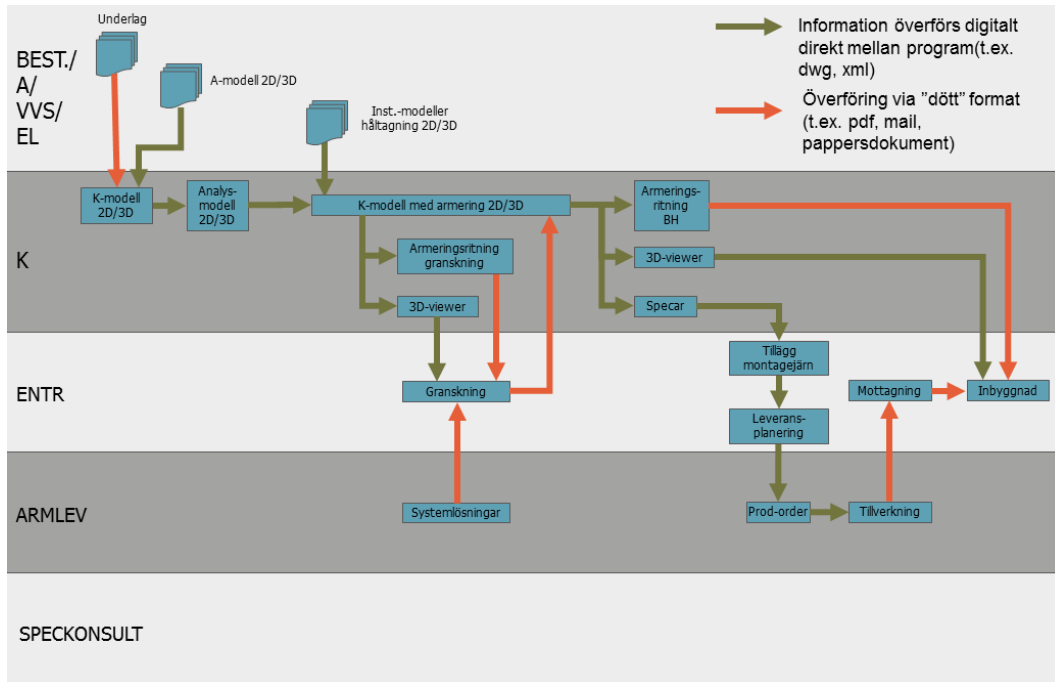
I projektet har det även ingått att inventera vilka befintliga IT-verktyg (läs kapitel 5.3) som finns tillgängliga. I den föreslagna modellen föreslås en ökad användning av just dessa IT-verktyg som möjliggör enklare och säkrare informationsöverföring mellan de olika stegen. Dock har inga nya IT-verktyg tagits fram då detta ej har ingått i projektets uppdrag. I kapitel 7 beskrivs sedan hur dessa IT-verktyg stödjer den arbetsmetodik som beskrivs här.

1. K-modell

Processen startar med att konstruktören, baserat på arkitektens A-modell, skapar en K-modell i ett objektorienterat CAD-program (figur 15). I detta skede beslutas om K-modellen ska göras i 2D eller i 3D. För 2D K-modell används lämpligen Autocad eller ADT som är det vanligaste cad-programmen i Sverige. Alternativt väljer man att göra K-modellen i 3D och exportera ut 2D K-modeller i dwg-format. Fullversion av Autocad krävs när armeringsprogram ska användas. För 3D K-modell väljs mellan Revit Structure och Tekla Structure.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

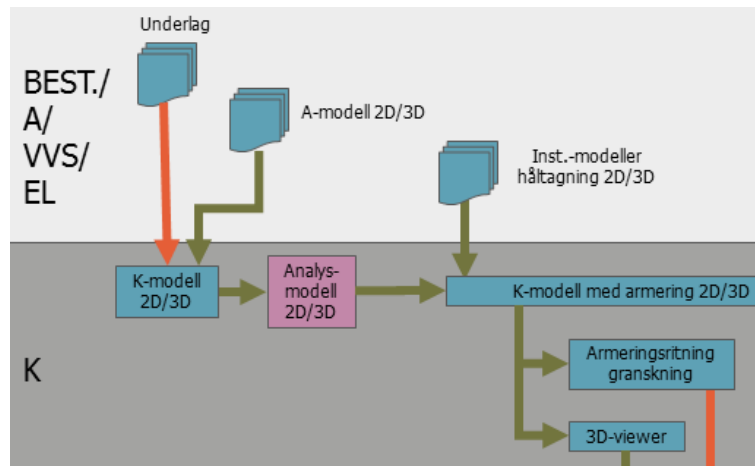
NCC TEKNIK



Figur 15. Förslag på ett förbättrat informationsflöde.

2. Analysmodell

Dimensionering av armering sker i analysmodellen (figur 16).



Figur 16. Analysmodell.

För 2D K-modeller kan import av bjälklag och väggar ske till olika analysprogram. Export av armering från analysprogram till K-modell kan också ske.

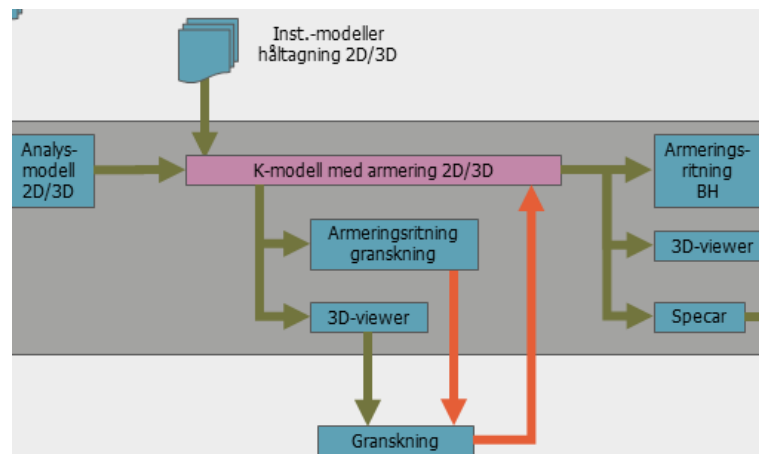
NCC TEKNIK

Vid 3D K-modeller kan import av struktur ske från K-modellen och export av armering från analysmodellen till K-modellen.

Export av armering är idag inte vanligt förekommande. Hjälpmidlen för att rita armering för konstruktionsritningar är inte tillräckligt effektiva i analysprogrammen utan uppritning av armering bör fortfarande ske i armeringsprogrammet.

3. K-modell med armering

Efter att analysen är utförd kan K-modellen kompletteras med armering (figur 17). Armeringen läggs in efter gjutetapper redovisade från entreprenören.



Figur 17. K-modell med armering

För 2D K-modell används i första hand Impact Reinforcement (www.strusoft.com) och i andra hand AutoCad Structure Detailing.

För 3D-alternativet Revit Structure används Cad-Q:s CQ Tools (www.cad-q.com) och för Tekla Structure används Q-Armlänk från Celsa (www.celsa-steelservice.com).

Alla tre programvarupaketerna löser armeringen av betongkonstruktionen och alla har möjlighet att skapa armeringspecifikationer som är kompatibla med Q-armering.

4. Produktionsanpassning

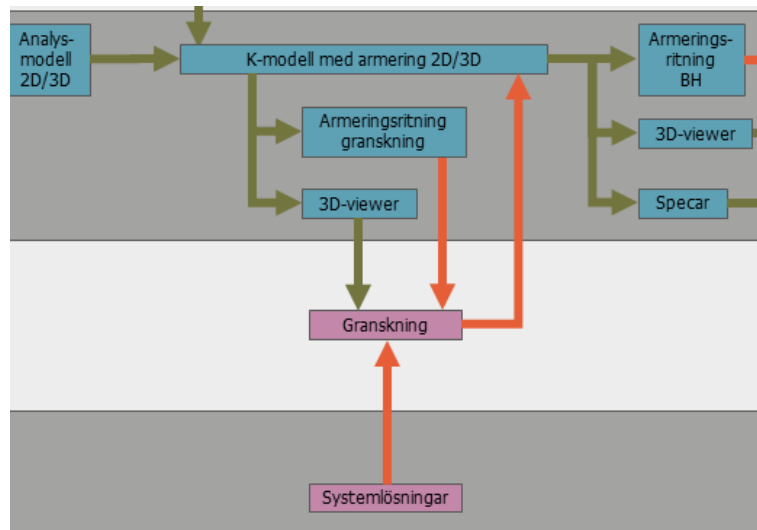
Som tidigare nämnts så har produktionsanpassning i många fall skett genom speckonsultens försorg. Denna roll måste tas över av övriga aktörer fullt ut. Det finns dessutom ett önskemål ifrån armeringsleverantörerna att komma in tidigare i processen för att kunna använda bättre lösningar som annars inte är möjliga att välja i ett senare skede.

I figur 18 kan val av systemlösningar komma in på olika ställen i processen. Ju tidigare valen

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

av systemlösningar kommer in i processen desto enklare blir det för konstruktören att ta hänsyn till dess val. Senare i processen när handlingarna är mer eller mindre färdiga kommer vissa systemlösningar inte att vara möjliga att välja.



Figur 18. Produktionsanpassning

Företag kan ta strategiska beslut om hur man vill arbeta i sina projekt. Vid totalentreprenader har byggentreprenören möjlighet att påverka detta. Dessa systemlösningar kommer då in som en projekteringsförutsättning som konsulten ska ta hänsyn till.

Företag som inte har något standardiserat sätt att arbeta kan ändå vid totalentreprenader påverka lösningar. Då kommer val av systemlösningar in först när handlingarna är påbörjade och det är dags att diskutera produktionsanpassning.

Vid generalentreprenader, där byggentreprenören kommer in först när bygghandlingarna är klara, är möjligheterna att påverka mindre.

Vid totalentreprenader bör byggentreprenören på ett tidigt stadium sätta in sig i projektets produktionsaspekter för att ge konstruktören information om vilken etappindelning och produktionsordning som är aktuell. Detta bör ske genom att konstruktören och platschefen träffas och går igenom konstruktionen.

Därefter återkommer produktionsanpassningen igen när konstruktören är klar med granskningshandlingar för armering. Då träffas konstruktören, platschefen och säljaren från armeringsleverantören. Tillsammans går man igenom konstruktionen och tittar på valda armeringslösningar. Armeringsleverantören har här möjlighet att presentera alternativa lösningar. Det kan t ex gälla nyttjandet av nät, rullarmering, prefablösningar eller alternativa bockningstyper. Konstruktören justerar K-modellen efter de valda lösningarna.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

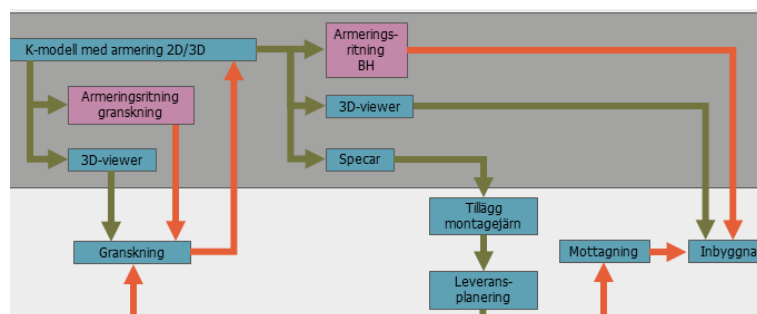
Produktionsritningar för rullarmering och prefablösningar utförs av armeringsleverantören.

Konstruktören är fortfarande ansvarig för konstruktionen och platschefen fattar beslut utifrån produktionsaspekter. Eftersom armeringsleverantören ska vara med på ett tidigt stadium är det fördelaktigt om det finns ett centralt avtal mellan byggentreprenören och armeringsleverantören. Så är fallet för de större byggföretagen men för de mindre byggföretagen som ibland saknar denna typ av långsiktiga avtal bör en armeringsleverantör ändå bjudas in att medverka. Platschefen har oavsett avtal eller inte ändå möjlighet att bestämma vilken lösning som anses vara mest fördelaktig.

Målet med produktionsanpassningen är att kunna ge konstruktören klara direktiv om vilka lösningar som önskas i produktionen.

5. Armeringsritning

Armeringsritning skapas från K-modellen (figur 19). I 2D K-modell redovisas armering skapad med Impact Reinforcement. Detta program är i dagsläget det enda där armeringen redovisas enligt BH90.



Figur 19. Armeringsritning

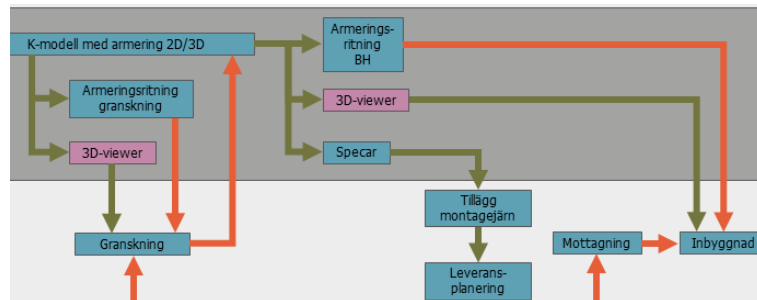
Från 3D K-modell genereras armeringsritningar automatiskt mha ritningskommandon i respektive cad-program. För att redovisa armeringen enligt BH 90 krävs Anpassningar. 3D-programmen når inte riktigt ända fram.

6. 3D-viewer

Vid varje utskick av armeringsritningar skickas även en 3D-viewer med från K-modellen för att tydliggöra hur armeringen ser ut (figur 20). Det är viktigt att skicka ut den uppdaterade 3D-viewern samtidigt med armeringsritningarna för att viewern ska vara uppdaterad och användas.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

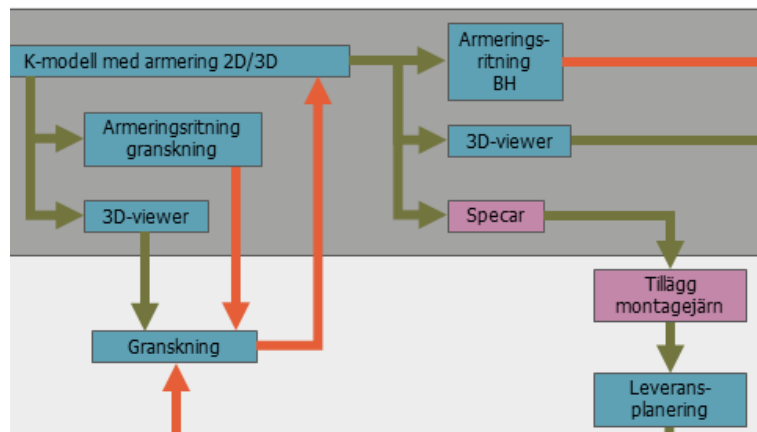


Figur 20. 3D-viewer

Armering skapad med Impact Reinforcement i 2D K-modell kan för ett enskilt objekt som t.ex en balk, visualiseras i en 3D-viewer. Ska hela konstruktioner visualiseras, är det en viewer för Revit eller Tekla som gäller.

7. Specning

Specningen sker i två steg (figur 21). Den huvudsakliga specningen sker genom att mängderna tas ut från CAD-programvaran. I steg två sker en kompletterande specning av monteringsjärn av byggentreprenören.



Figur 21. Specning

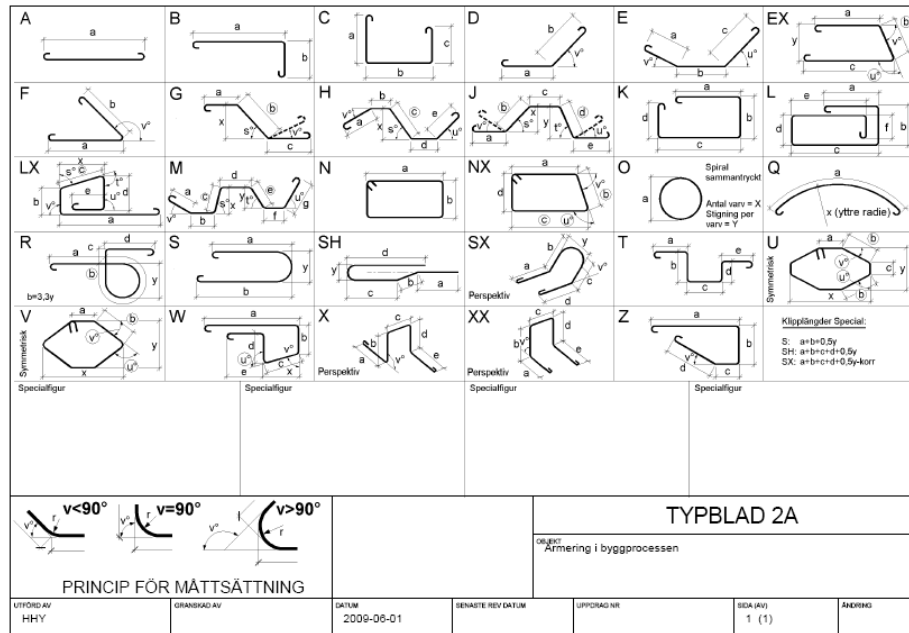
När armering har skapats med hjälp av ovan redovisade verktyg genereras etappindelade armeringsspecar automatiskt från den etappindelade K-modellen. Varje etapp redovisas på separata specar. Specen exporteras som en xml-fil till Q-armering (www.celsasteel-service.com).

Konstruktören mailar xml-filerna till platschefen som kan läsa dessa med Q-armering. Nu finns det möjlighet för platschefen att komplettera specarna med monteringsjärn. För att inte blanda ihop vad som är vad, bör monteringsjärnen specas på separata specar. En spec för montagejärnen som hör till respektive leverans av armering. Förslagsvis döps specarna till

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

prefixet M följt av ett ordningsnummer, exempel M-01. Fördelen med Q-armering är att programmet använder sig av typblad 2A (figur 22) som anger ett standardiserat sätt att ange bockningstyper.



Figur 22. Typblad 2A

I Q-armering (figur 23) får specaren stöd med vilka parametrar som måste fyllas i för att en bockningstyp ska vara entydigt bestämd. När man valt bockningstyp så tänds de kolumner upp som ska fyllas i. Programmet protesterar även om bockningstypen inte går att producera med de valda parametrarna. Det kan vara att ett delmått är för litet för att bockningsmaskinerna ska kunna greppa om järnet. Även om något delmått är för stort protesterar programmet då det kan visa sig bli svårt att transportera på vanlig lastbil med bredden 2,45 m.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

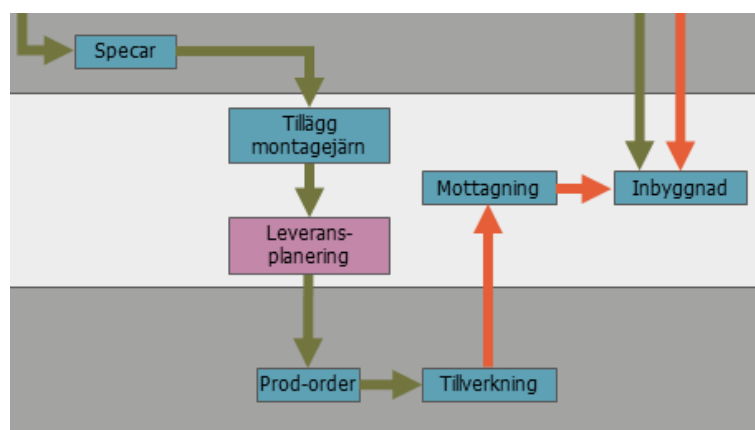
The screenshot shows the 'Fundia Q-armering' software interface. The main window displays a spreadsheet with columns for 'Typ', 'Littera', 'Stålsort', 'Gr', 'St/Gr', 'Totalt', 'Ø', 'Längd', and various dimensions (a, b, c, d, e, f, g, Å, x, y, v, s, t, u, R). Below the spreadsheet is a data entry form with fields for 'Företagsid', 'Nät', 'Typ', 'Företag', 'Objekt', 'Datum', 'Rev dat', 'Uppdr nr', 'Färg 1', 'Färg 2', 'Utförd av', 'Granskad av', 'Till nr', 'Till typblad', 'Fötecknr', and 'Rev'.

Figur 23. Vy från Q-armering

Det finns även möjlighet att komplettera de vanliga armeringsjärnen med armeringsnät. Antingen kan man välja standardnät eller utforma näten enligt eget önskemål. Till exempel kan man vilja ha stängerna tätare i den ena delen av nätet och glesare i den andra.

8. Leveransplanering

I dagsläget finns det ingen funktion i Q-armering som möjliggör leveransplanering (figur 24) av specarna.



Figur 24. Leveransplanering

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

En i detta projekt framtagen Excel-mall (figur 24) fyller upp det glapp som idag finns. Mallen finns att ladda ner ifrån projektets hemsida: www.armera.se. I mallen kan man importera samtliga spec-filer ifrån Q-armering och få en samlad bild över aktuella specar samt de med äldre revideringar.

Gröna kolumner kan ändras Skicka synpunkter till: info@armera.se

Armeringsspecifikationer

Importera XML-fil (Q-Armering)
Hjälp

Spara ändringar
Visa markerad specifikation
Radera markerad specifikation
Skapa fil med valda specar till Q-Armering

Projekt-nummer	Leveransdag	Spec	Rev	Beskrivning rad	Beskrivning rad	Beskrivning rad	Beskrivning rad	Vikt	Last-längd	Last-bredd	Senaste version	Till Q-Armering
223697	A-10			P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	HISSGRÖP		1 866	5 080	967	*	x
223697	A-11	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		13 269	12 000	1 006	*	x
223697	A-12	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		12 729	12 000	1 526	*	x
223697	A-13	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		13 327	12 000	700	*	x
223697	A-14	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		14 023	12 000	700	*	x
223697	A-15	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		107 737	12 000	1 405	*	x
223697	A-15_01	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		31 185	3 482	1 405	*	x
223697	A-15_02	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		4 983	12 000	700	*	x
223697	A-15_03	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		31 185	3 482	1 405	*	x
223697	A-15_04	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		31 185	3 482	1 405	*	x
223697	A-15_05	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		9 200	3 482	1 405	*	x
223697	A-16	B		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		3 308	12 000	20	*	x
223697	A-17	B		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		3 654	12 000	20	*	x
223697	A-18	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		3 123	12 000	20	*	x
223697	A-19			P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		3 952	12 000	593	*	x
223697	A-20	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		5 532	12 000	700	*	x
223697	A-21	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		4 030	12 000	20	*	x
223697	A-22	A		P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		2 892	12 000	20	*	x
223697	A-23			P-HUS BAGERS F MALMÖ	BOTTENPLATTA	UK ARMERING GI		2 892	12 000	20	*	x

Figur 25. Excell-mall för leveransplanering

För att undvika missförstånd bör man använda principen att alla järn på en spec har ett och samma leveransdatum. För att underlätta detta finns det i Excel-mallen en funktion att splittra specar om man vill ha olika leveransdatum. Uppgifterna kan sedan exporteras till Q-armerings xml-format som är det armeringsleverantören föredrar.

Så fort specarna är klara bör de skickas till armeringsleverantören med en preliminär leveransplan. Detta ger armeringsleverantören en möjlighet att förutse sin produktion med en längre tidshorisont än den kontraktsevenliga leveranstiden.

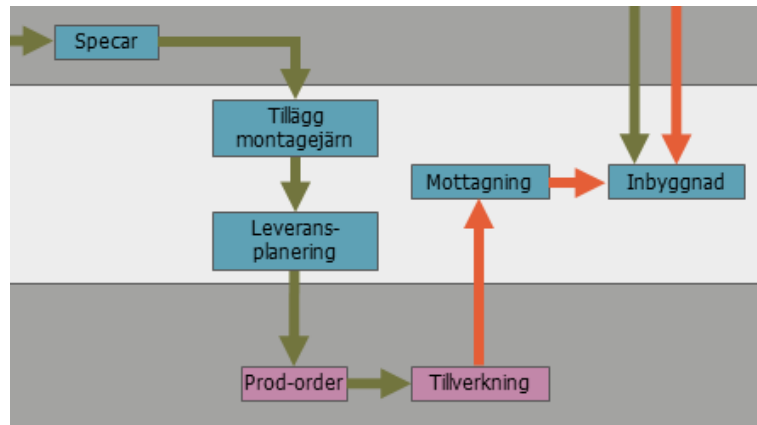
Monteringsjärnen är oftast inte av sådan mängd att leverantören behöver lång framförhållning på detta. De kan således specas efterhand och bifogas avropen som görs i enlighet med det leveransavtal som man har. Om byggentreprenören vill ha lägre priser på armeringen bör den ha god framförhållning i beställningarna så att leverantören kan optimera sin verksamhet.

9. Produktion

Informationsflödet för produktionen (figur 26) är till största del ett internt informationsflöde för den enskilda armeringsleverantören. Det viktigaste är att armeringsleverantören har talat om för konstruktör/byggentreprenör i vilket format den vill ha armeringsspecarna skickade. Specarna ska kunna läsas in automatiskt i produktionssystemet för att förenkla för armeringsleverantören och minska risken för inmatningsfel.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

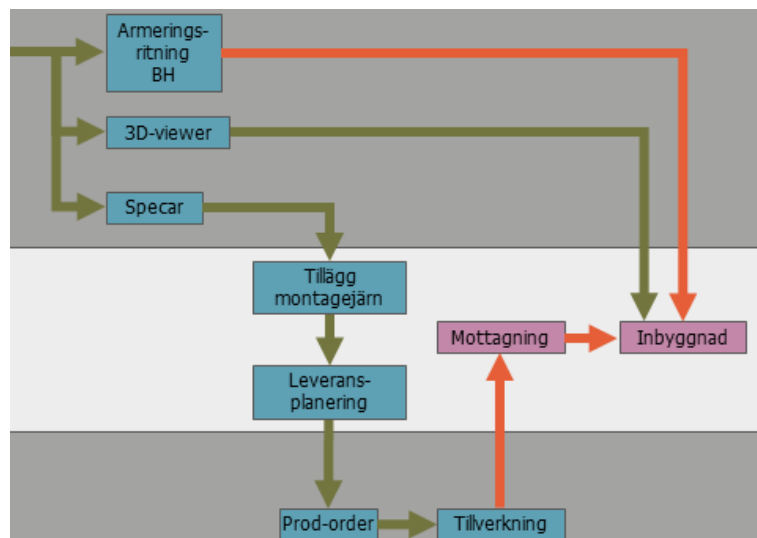
NCC TEKNIK



Figur 26. Produktion

10. Leverans

När det gäller leveranser (figur 27) är det ingen skillnad i detta föreslagna informationsflöde jämfört med traditionellt flöde. Med leveranserna följer en pappersföljesedel och respektive armeringsbunt är märkt med märklapp.



Figur 27. Leverans

6.2 Metodikens användbarhet - erfarenheter från genomförda pilotprojekt

6.2.1 Projekt 1 – Vårdbyggnad Göteborg

I detta projekt testades 3D-modellering och specning av armering samt användning av 3D-

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

viewers på arbetsplatsen.

Erfarenheter av 3D-modellering och specning

Projektet hade relativt okomplicerade geometrier men under projekteringen var det stor press på konstruktören att snabbt få fram handlingar. I konstruktörens åtagande ingick att konstruera huset, modellera armering, ta fram armeringsspecifikationer och göra beräkningar samt ritningar. I detta projekt modellerade konstruktören armeringen i 3D med hjälp av Tekla och specificerade armeringen från modellen. På grund av tidspressen (nio hus skulle konstrueras på åtta månader) tvingades man till en omväg där grovritningar skulle tas fram mycket snabbt vilket innebar att armeringsspecifikationen fick komma i andra hand. Grovritningar gjordes i Tekla som därefter omvandlades till dwg-filer vilka användes vid efterföljande specning. Detta ansågs vara en omständlig metodik som tyvärr blev nödvändig på grund av tidspressen.

Den tid som krävdes för att modellera armeringen i detta första pilotprojekt bedömdes vara dubbelt så stor jämfört med traditionellt 2D-baserat arbetssätt. Den extra arbetstiden för modellering ansågs dock kunna motiveras om armeringen ska specas eftersom då specar kan genereras per automatik från 3D-modellen och därmed eliminera tidsödande arbete med att handräkna alla järn och manuellt skriva in alla uppgifter i Q-armering.

Att få armeringen specad automatiskt från modellen innebär också att risken för fel minskar jämfört med att specas manuellt. Detta blir särskilt tydligt i mer komplexa projekt. Upplevelsen är att man ser vad man gör och blir därmed mer uppmärksam på fel och brister i föreslagen armeringslösning. Q-armering protesterar dessutom om man exempelvis har använt bockningsradier som inte är rimliga. Det finns dock en fara i att man riskerar att lita för mycket på datorns specifikationer. Det ansågs därför vara viktigt att konstruktören har kunskap för att kunna avgöra om föreslagen armeringslösning är rimlig.

Beställning och tillverkning

Eftersom projektet var stort (nio hus totalt) delades entreprenaden upp i två delar med två olika arbetslag. Det ena arbetslaget beställde armering från NCCs egna armeringsfabrik och det andra arbetslaget beställde armering från en extern leverantör som fanns i närområdet.

De som beställde från NCC's fabrik hade skickat specifikationerna från konstruktören direkt till fabriken utan produktionsanpassningar medan de som använde armeringstillverkaren på plats gjorde en produktionsanpassning och kontroll av specarna innan beställning skickades till armeringsleverantören. Resultatet blev att de som inte gjorde produktionsanpassningar fick göra klart fler tilläggsbeställningar. Det produktionsanpassningsmöte som metodiken föreslår ska genomföras i ett tidigt skede mellan konstruktör, entreprenör och armeringsleverantör skulle till stor del eliminera det som upplevs som extraarbete. Det mest väsentliga är hur stor insikt konstruktören har om produktionsmetoden för projektet och därigenom kunskap om hur armeringen ska anpassas därefter.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

3D-viewers på arbetsplatsen

Det var inte möjligt att visa Tekla's 3D-modell med armering ute på arbetsplatsen m.h.a. en "3D-viewer" trots flera försök. Modellen exporterades som dxf eller dwg men blev då så stor att den inte gick att få ut till arbetsplatsen. Arbetsplatsen hade Teklas gratisviewer men den visar inte armeringen. Därför fick arbetsplatsen modellen som IFC men inte heller då gick det att se modellen även då Navis Works användes. Entreprenören i projektet såg dock ett värde i att kunna se armeringen i 3D ute på arbetsplatsen både för att enklare kommunicera komplicerade lösningar och för granskning i samband med beställning av armering.

Samlade erfarenheter

Konstruktören var allmänt positiv till det arbetssätt som metodiken beskriver, speciellt att modellera armering i 3D och specia från denna. För att metodiken ska fungera så krävs utveckling av mjukvaran. Exempelvis så klarar inte Tekla att hantera armeringsnät på önskvärt sätt utan det får skapas ett speciellt makro för detta vilket kräver speciell kompetens. Det är inte heller möjligt att få ut armeringsritningar som följer svensk redovisningspraxis.

För att entreprenören fullt ut ska kunna dra nytta av att få armeringsspecifikationer direkt från konstruktörens modell måste följande förutsättningar vara uppfyllda i projektet:

- Det filformat som används måste möjliggöra att arbetsplatsen kan se armeringen direkt i 3D-modellen.
- Produktionsberedningsmötet måste genomföras. Konstruktören behöver få information om hur entreprenören tänker sig genomföra produktionen, vilka armeringsmetoder som ska användas och indelningen av gjutetapper. Här bör även armeringsleverantörens kunskap utnyttjas.
- Produktionsberedningsmötet måste planeras och genomföras vid rätt tidpunkt. Om mötet genomförs för tidigt i projektet kommer inte entreprenören kunna lämna konkret information om produktionsupplägget. Dessutom ökar risken för att produktionsupplägget kan komma att ändras om mötet läggs för tidigt. Om mötet äger rum för sent så får inte konstruktören värdefull input från entreprenören och kan därför tvingas ändra sina handlingar om entreprenören tänkt annorlunda gällande metodval och etappindelning. Vidare så blir det även svårt att utnyttja armeringsleverantörens kompetens gällande alternativa lösningar och produkter.

6.2.2 Projekt 2 - Köpcentrum Malmö

I detta projekt testades överföringen av armeringsspecar mellan entreprenören och armeringsleverantören.

Produktionsanpassning av armering

I projektet specade entreprenören all armering utifrån konstruktörens armeringsritningar med hjälp av Q-armering. Varje etapp specades för sig inklusive montagearmering. Vid specning

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

lades stor vikt vid att tänka igenom och produktionsanpassa armeringen, t.ex. genom att minska antalet ”specialjärn” och hur järnen ska monteras.

En viktig lärdom från projektet är att om ledtiden skall kunna kortas som ett resultat av att konstruktören ansvarar för specning (vilket då görs automatiskt från k-modellen), krävs ett nära samarbete mellan konstruktör och entreprenör under projekteringsskedet. Orsaken är att konstruktören i allmänhet saknar tillräcklig insikt i byggarbetsplatsen förutsättningar och hur man praktiskt monterar armeringen. Samarbetet bör ske i en kontinuerlig dialog för att på så vis undvika att entreprenören i ett sent skede upptäcker att ritningarna är fel ur produktionssynpunkt som då framtvingar ändringar i ett sent skede då tiden för att göra ändringar är mycket begränsad och risken för att fel uppstår ökar.

Produktionsanpassad projektering (läs: projekterings resultat) är svår att åstadkomma utan återkommande samtal mellan entreprenör, konstruktör och armeringstillverkare redan under projekteringen. För att produktionsanpassa projekteringen bör man alltså angripa projekterings metoder och produktionsanpassa dem. Ett exempel på hur man kan realisera ett sådant arbetssätt är via partnering med s.k. ”Big Room” där entreprenör, konstruktör och armeringstillverkare alla har inflytande på varandras arbete. Finns det inte möjlighet att göra det kan man projektera enligt metoden ”Aktiv Design”. Med Aktiv Design menas att under projekteringen förbereds olika alternativa lösningar för att hantera de naturliga variationer eller svåröversägliga förhållanden som förekommer i byggskedet. Aktiv Design pågår också under byggskedet och förutsätter att den naturliga variationen eller de svåröversägliga förhållandena först har definierats i mätbara egenskaper. Det är kanske därför viktigare att konstruktören har verktyg som är flexibla och som möjliggör att på ett enkelt sätt anpassa armeringslösningar efter entreprenörens synpunkter, exempelvis koppling till gjutetapper, förlängning, kapning av längder etc.

Excelmall för leveransplanering

I projektet testade entreprenören den Excel-mall för leveransplanering och som utvecklats inom detta SBUF-projekt. Det allmänna intrycket av mallens funktioner och användbarhet var mycket positivt. Samtidigt ansåg entreprenören att Excelmallens funktioner bör ingå i Q-armering så att man slipper hantera två olika program.

6.2.3 Projekt 3 – Parkeringsgarage Malmö

I detta projekt testades det digitala flödet av armeringsinformation från konstruktören till entreprenören och vidare till armeringsleverantören. Konstruktören skapade armeringsritningar utifrån en 2D- eller 3D-modell beroende på vilka datorprogram som användes. De datorprogram som testades var:

- Impact Reinforcement (StruSoft) i kombination med ADT (Autodesk)
- CQ Tools (Cad-Q) i kombination med Revit (Autodesk)
- Celsa Q-Armlänk (Celsa Steel Service) i kombination med Tekla Structure

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

(Tekla)

Konstruktören ansvarade även för specning av armering med hjälp av de olika programalternativen. Vidare testades Navisworks Freedom 2011 som är ett gratis viewer-program och dess användbarhet på byggarbetsplatsen utvärderades.

Konstruktören

Den första och viktigaste slutsatsen är att det finns flera metoder för att redan hos konstruktören mata in armeringsinformation i modellen för att sedan enkelt exportera specar som är indelade i gjutetapper.

Generellt kan sägas att tidsåtgången för att ta fram armeringsritningar samt specar är marginellt större än då enbart armeringsritningar tas fram. Det är dock svårt att exakt säga hur mycket mer då det i de första projekten ingår en del lärotid. En grov uppskattning är att det rör sig om 5% extra arbete för hela K-projekteringen. Detta merarbete ska konstruktören rimligen få betalt för. Fördelarna med metodiken ligger framför allt i senare led hos entreprenören och armeringsleverantören.

Metodiken att ta fram specar automatiskt från K-modellen kräver tidiga beslut om val av armeringslösningar och gjutetapper. Det är viktigt att konstruktören, entreprenören och armeringsleverantören träffas i ett tidigt skede för att gemensamt välja armeringslösningar.

Även om alla programvarorna klarade av att specera lösarmering så var det ingen som klarade av att specera nät eller rullarmering automatiskt.

Entreprenören

Modellen från CQ Tools och Revit demonstrerades för platschef och arbetsledare ansvarig för armering på byggarbetsplatsen Baggers plats. Vid demonstrationen användes ett gratis viewer-program från Autodesk som heter Navisworks. Varken platschefen eller arbetsledaren hade sett programmet innan.

Vid demonstrationen var underkantsarmering färgad blå, överkantsarmering gul och väggarmering var röd på ena sidan och grön på andra sidan. Enligt konstruktören som demonstrerade finns idag ingen praxis när det gäller färgval.

I Navisworks visas armeringen som linjer och ej som objekt vilket gör att armeringen inte visas med sin verkliga tjocklek.

Synpunkterna från platschefen och arbetsledaren var att enkel armering inte är något problem att se i 2D men det finns en fördel med 3D för utvalda komplicerade delar.

Platschefen och arbetsledaren poängterade också vikten av att ha ett uppstartsmöte mellan

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

entreprenören och konstruktören för att klarlägga önskemål gällande armeringen. Exempel på frågor som då behöver klargöras är:

- Littreering
- Armeringsmetod (val av lösarmering, nät eller rullarmering)
- Etappindelning
- Specindelning så att 1 spec = 1 leverans
- Färgmärkning
- Ändkrokars utformning

Armeringsleverantören

Armeringen i projektet levererades från NCC's egna armeringsfabrik i Norrköping. Fabrikschefen har inte varit med på något möte gällande val av armeringslösningar. Dock ser han det som önskvärt när så sker.

Fabrikschefen ser stora fördelar med att få armeringsspecarna tillhanda digitalt som Q-Armeringsfiler. Då kan nämligen fabriken läsa in specarna automatiskt i sitt produktionssystem. Så fort beställningen med de digitala filerna kommer till fabriken läses specarna in direkt. I de fall beställningarna kommer som pdf-filer måste specarna matas in manuellt i produktionssystemet. Detta görs inte kontinuerligt varpå pdf-specarna läggs på hög och kan bli liggande i 4-5 dagar innan de blir inmatade. Förutom att där finns en fördröjning i hanteringen så står den manuella inmatningen för ca 60 % av alla fel i fabriken. Om alla specar kom som Q-Armeringsfiler skulle således fabriken enskilt största felkälla elimineras. Inte konstigt att fabrikschefen uppmanar alla platschefer att ladda ner Q-Armering.

Även på armeringsfabriken ser man stora fördelar med att armeringen är noga uppdelad på olika specar så att all armering på en spec ska levereras samtidigt. I de fall där detta har blivit sammanblandat har man stora problem att hålla koll på vad som är levererat och inte.

6.2.4 Projekt 4 – Järnvägsbro Göteborg

I detta projekt undersökte Pihl & Søn fördelar och möjligheter av att modellera armering i 3D. Speciellt studeras nyttan av att kunna specera armering direkt från 3D-modellen samt möjligheten att dessa kan läsas in automatiskt i armeringsleverantörens produktionssystem.

K-modell med armering

Pihl Søn's erfarenheter av att modellera armeringen i 3D visade på flera fördelar och möjligheter. Genom att kunna studera armeringen i 3D upptäcktes exempelvis att vissa delar av armeringen inte praktiskt skulle kunna monteras. Detta hade inte uppmärksammats vid granskning av 2D-ritningarna. Vidare upptäcktes en rad kollisioner mellan armering och ingjutningsgods. Då armeringen exporterades till Q-armering upptäcktes ytterligare fel i form av felaktiga bockningsradier.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

Modellen med armering som skapats för den första brosektionen kunde återanvändas i de efterföljande sektionerna. Mindre justeringar av armeringen krävdes som följd av varierande spännvidder samt p.g.a. löpande optimering av armeringsutformningen. En del armeringsgrupper (motsvarande 15-20% av armeringen) behövde också justeras manuellt.

Ett på förhand befarat problem gällde om modellen innehållande alla armeringsjärn skulle kräva för stort lagringsutrymme. Detta visade sig dock inte vara några problem att hantera modellen men en kraftfullare stationär dator rekommenderas dock för modelleringsarbete.

Överföring av armeringsspecar till armeringsleverantör

Det var önskvärt att automatiskt kunna generera uppgifter från 3D-modellen för tillverkning av armering enligt det xml-format som kan läsas av Celsa's produktionssystem. Det visade sig dock att Tekla's definitioner på armeringsobjekten inte överensstämde med typblad 2A vilken används för att definiera armeringsjärnens geometri. Således fick man inom projektet avsätta resurser för att lösa detta. Denna anpassning gjordes i två steg där det första steget innebar att man skapade en textfil som genererade listor på järnen som sedan manuellt matades in i Q-armering. Detta var dock ingen önskvärd lösning och arbetet fortsätta med att skapa en direktkoppling mellan modell och Q-armering. Pihl & Søn lade ner mycket tid på att testa denna koppling som till slut fungerade tillfredställande.

Även leveranserna trimmades in där varje armeringsleverans hade en specifik färgkod tillhörande en viss gjutetapp vilket även enkelt kunde visas i 3D-modellen.

3D-viewer och användning av modellen ute på arbetsplatsen

Modellen visade sig också vara användbar ute på arbetsplatsen på byggmöten som underlag vid diskussioner kring komplicerade armeringslösningar. Tekla's viewer användes för att detta syfte. Enligt Pihl & Søn fungerade viewern bra och modellen kunde hanteras tillfredställande i en bärbar dator med normal prestanda. En 22-tums skärm och HD-projektor är dock att rekommendera.

Modellen användes också för att gå igenom planerade arbeten där även projektets olika underentreprenörer deltog. 3D-vyer (snap-shots) av armeringslösningar användes för att öka förståelsen för dess utformning och hur armeringsjärnen skulle monteras. Modellen användas även för att visa hur de olika brosektionerna geometriskt varierade vilket upplevdes som svårt att få en uppfattning om genom att enbart studera 2D-ritningar.

Intresset och förståelsen för teknikens användbarhet ökade successivt ute på arbetsplatsen. Modellen kom därför att användas aktivt ute på arbetsplatsen för både granskning och för att ut olika typer av materialmängder, inte bara armering.

Jämförelse av tidsåtgång mellan projektering av armering i 2D och 3D

Pihl & Søn gjorde även en egen bedömning av skillnad i tidsåtgång mellan 2D-baserad ritningsframställning och 3D-modellering. Slutsatsen var att det tog längre tid att skapa en

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

3D-modell av den första brosektionen jämfört med att ta fram 2D-ritningar. För en ny Tekla användare tog det dubbelt så lång tid medan för en erfaren användare så tog det 10-20% längre tid jämfört med traditionell projektering. Om samma armeringslösning kunde återanvändas i efterföljande sektioner så minskades tidsskillnaden snabbt. Redan efter fyra upprepningar så var det ingen skillnad för en erfaren användare jämfört med traditionell projektering. Därtill ska läggas det mervärde som en 3D-modell innebär i form av visualiseringsmöjligheter och automatisk specning och direkt export till spec-program. Det var dock inte möjligt att få ut armeringsritningar från 3D-modellen som följer svensk redovisningspraxis.

6.3 Hur påverkar metodiken aktörerna i värdekedjan?

6.3.1 Konstruktören

Om konstruktören även ska ansvara för specning kommer detta att innebära ett merarbete, åtminstone initialt. Detta bör de rimligen få betalt för. Problemet som bland annat diskuterats under seminarierna är vem som är beredd att betala för tjänsten? Beroende på upphandlingsform så tillfaller nyttan av att få specar från konstruktören aktörerna i senare delen av processen, nämligen entreprenören och armeringsleverantören. Ytterst kan ju även beställaren få nytta om armeringskostnaderna i projektet minskas. Det är dock inte uppenbart vem som har störst nytta eller hur den fördelas mellan de olika aktörerna.

Armeringsleverantören kan exempelvis få nytta genom minskade interna kostnader (60% reduktion av alla fel) men som väljer att inte sänka priset på armering i samma grad utan ökar istället sin marginal. Samma situation kan även gälla entreprenören eller beställaren. Oavsett vem som tar hem nyttan så måste konstruktören få ersättning för detta merarbete. Det bör klargöras redan i upphandlingen av konstruktören.

Konstruktören måste också ihop med entreprenören ta ett större ansvar för kvalitetssäkring och produktionsanpassning av armeringen. Här är det viktigt att konstruktören tidigt får input från entreprenören. Genom att planera in produktionsanpassningsmöte med entreprenören och även en armeringsleverantör kan dessa frågor klargöras.

Konstruktörerna har relativ god kunskap om vilka olika mjukvaror som finns på marknaden och vilka fördelar och nackdelar dessa har. De mjukvaror som erbjuds för 3D-modellering av armering kräver stora investeringar i både hårdvara, uppdateringar och utbildning. Detta kan försvåra en övergång från 2D till 3D för mindre konsultföretag. Det finns dock mjukvaror som arbetar i 2D men med möjlighet att skapa specar automatiskt enligt det arbetssätt som föreslås i metodiken. Dessa mjukvaror är betydligt billigare och kräver inte heller samma utbildningsinsats för att komma igång.

En annan fråga som diskuterades under seminarierna är ansvarsfrågan då 3D-modeller med armering används i projekt. Vem ansvarar för att informationen i modellen är riktig och

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

vilken modellversion (eller dokument) är juridiskt bindande? Detta har inte utretts vidare men det framkom att avtalsmallar har utarbetas inom OpenBIM som bland annat avser att klarlägga just ansvarsfrågan då 3D-modeller används.

6.3.2 Entreprenören

Då metodiken föreslår att konstruktören ska ansvara för framtagning av armeringsspecifikationer krävs att konstruktören har tillräcklig kunskap om bra lösningar ur produktionssynpunkt samt hur produktionen är tänkt att genomföras i projektet. Denna kunskap har ofta inte konstruktören och därför vilar ansvaret på entreprenören att se till att förmedla denna information tidigt i projekteringsskedet. En nära dialog mellan konstruktör och entreprenör är också positivt ur kvalitetssynpunkt då fel och brister enklare kan upptäckas om entreprenören är mera delaktig i framtagningen av armeringsritningar och tillhörande specar.

Även armeringsleverantörens kunskap bör utnyttjas i större utsträckning och i ett skede där dennes synpunkter faktiskt kan påverka utformningen av armeringen. Metodiken föreslår därför att entreprenören ska genomföra ett produktionsanpassningsmöte med konstruktören och där även en armeringsleverantör bjuds in att delta.

För metodiken ska fungera så krävs också att entreprenören medverkar till att det digitala flödet av armeringsinformation förblir obrutet genom att använda Q-armering och Excelmallen för att granska och komplettera konstruktörens specar med bl.a. leveransinformation och som därefter skickas vidare digitalt till armeringsleverantören. Entreprenören bör således avsätta tid för att lära sig använda både Q-armering och Excelmallen.

God framförhållning vid beställning av armering är också viktigt för att armeringsleverantören ska ges en möjlighet att kunna optimera sin produktion. Om detta påverkar entreprenörens nuvarande arbetssätt beror i stor utsträckning på varje företags eller platslednings rutiner för planering och inköp.

För att utnyttja möjligheterna med att visualisera armeringen i 3D så krävs också att entreprenören investerar i utbildning av personal och utrustning för att kunna använda 3D-viewers på arbetsplatsen. Normalt bör gratisversion av 3D-viewers vara tillräckligt och kunna användas på en bärbar pc med normal prestanda. Investeringen bör således mest handla om utbildningsinsatser i aktuella programvaror. Det är dock viktigt att entreprenören tänker igenom hur man vill använda sig av tekniken. Vilken information vill man kunna visualisera?

6.3.3 Armeringsleverantören

För armeringsleverantören innebär inte metodiken några direkta förändringar i arbetssätt. Det arbetssätt som metodiken föreslår innebär att armeringsleverantören kommer få armeringsspecar skickade till sig som xml-filer från konstruktören istället för att de kommer från spec-konsulten. Eftersom inte armeringsleverantören ansvarar för kvalitetssäkring av specarna utan de går direkt in i produktionssystemet så innebär detta inte någon förändring i

NCC TEKNIK

hanteringen för armeringsleverantören.

En annan positiv effekt av det arbetssätt som förordas av metodiken är att specarna ska delas upp efter gjutetapper med information om önskad leveranstidpunkt vilket skapar ökad tydlighet och ordning i beställningarna. Om dessutom entreprenören använder Excelmallen så ökar spårbarheten bland projektets armeringspecar.

På ett av seminarierna framkom även från en av de större armeringsleverantörerna att de arbetar med en ny webbaserad tjänst för armering. Exakt vad denna tjänst ska komma att erbjuda och hur denna kan komma påverka hanteringen av armeringsinformation återstår att se.

6.4 Drivkrafter och hinder

6.4.1 Konstruktören

Ett incitament för konstruktören att anpassa sig efter det arbetssätt som föreslås av metodiken är möjligheten att erbjuda nya tjänster (specning eller 3D-visualisering av armering) som de kan ta betalt för. Om dessutom en bättre kvalitet kan påvisas i dessa nya tjänster så kan detta leda till att de kan ta bättre betalt och fler kunder.

Ett annat incitament är att metodiken förordar ett närmare samarbete med entreprenören och armeringsleverantören. Detta bör vara positivt för konstruktören då information från produktionen ofta saknas samtidigt som entreprenören blir mer medveten om de konstruktionsmässiga krav som konstruktören måste ta hänsyn till i projektet.

De hinder som kan försvåra konstruktörens övergång till föreslagen metodik består dels i att ingen vill betala konstruktörens för att leverera armeringsspecar då de kan få dessa till ett lägre pris från speckonsulterna. För att motivera detta så är det nödvändigt att klargöra värdet av att skapa sammanhängande informationsflöde och var detta värde realiserar i form av minskade kostnader, dvs vem som rimligen bör betala för konstruktörens merarbete. Samma resonemang gäller även för 3D-modeller och visualiseringar av armering.

Det finns även en del tekniska hinder i befintliga 3D-program som kan försvåra en övergång för konstruktören, t.ex. att 3D-programmen inte följer svensk redovisningspraxis för armeringsritningar eller att vissa armeringsprodukter såsom nät och rullarmering inte hanteras. Utvecklingen har dock under senare år gått snabbt framåt och flera tekniska framsteg har gjorts enbart under tiden som detta projekt pågått. Det finns därför anledning att tro att även de brister som påtalats i denna rapport kommer att kunna lösas på sikt.

6.4.2 Entreprenören

Om entreprenören kan få produktionsanpassade specar direkt från konstruktören blir ledtiden

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

från armeringsritning till leverans av armering kortare. Dessutom elimineras manuell inmatning av data vilken är en källa risken för att fel uppstår. Detta sammantaget kan leda till minskade kostnader för entreprenören.

Arbets sättet förutsätter dock att entreprenören är mer aktiv under projekteringen och lämnar synpunkter gällande produktionsupplägg (metodval, etappindelning mm) till konstruktören. Detta innebär å andra sidan bör vara positivt för entreprenören då armeringen blir rätt från början och man slipper en situation med sena ändringar som i sig innebär stor risk för att fel uppstår.

Hantering av armeringsspecifikationen förenklas också av IT-verktygen Q-armering och Excelmallen.

Ansvarfördelningen blir också tydligare om konstruktören även ansvarar för specningen vilket förenklar processen om exempelvis något behöver förändras. Då räcker det att kommunicera med en part.

Möjligheten att granska armering i 3D är också positivt då det förenklar förståelsen för komplicerade snitt och fel kan enklare upptäckas.

De hinder som kan uppstå är naturligtvis om specarna från konstruktören inte är tillräckligt bra eller att entreprenören inte ser något mervärde i att få specarna digitalt direkt från konstruktören. Risken är då stor att man återgår till att anlita speckonsulter som man dessutom är mycket nöjd med.

Ett annat hinder finns i att entreprenören faktiskt måste bryta invanda mönster och anpassa sig till att hantera specar med Q-armering etc. För den yngre generationen kommer detta inte vara något problem men för de äldre som är vana att hantera specar i pappersformat kan det uppstå problem.

6.4.3 Armeringsleverantören

För armeringsleverantören är det naturligtvis intressant att få armeringsspecar levererat digitalt som Q-armeringsfiler då en stor felkälla ligger i att manuellt överföra armeringsuppgifter till produktionssystemet. Det minskar dessutom ledtiden från ankomst av order tills att den ligger i produktionssystemet vilket ökar möjligheten att planera produktionen. Dessutom kan de resurser som arbetar med att mata in specar manuellt frigöras till andra mer värdeskapande arbetsuppgifter.

Metodiken förespråkar även att armeringsleverantören kommer in i ett tidigt skede då det fortfarande finns möjlighet att påverka utformningen av armeringen. Detta är naturligtvis också positivt och något som armeringsleverantörerna redan idag eftersträvar.

För armeringsleverantören är det viktigt att de programvaror som används av konstruktörerna

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

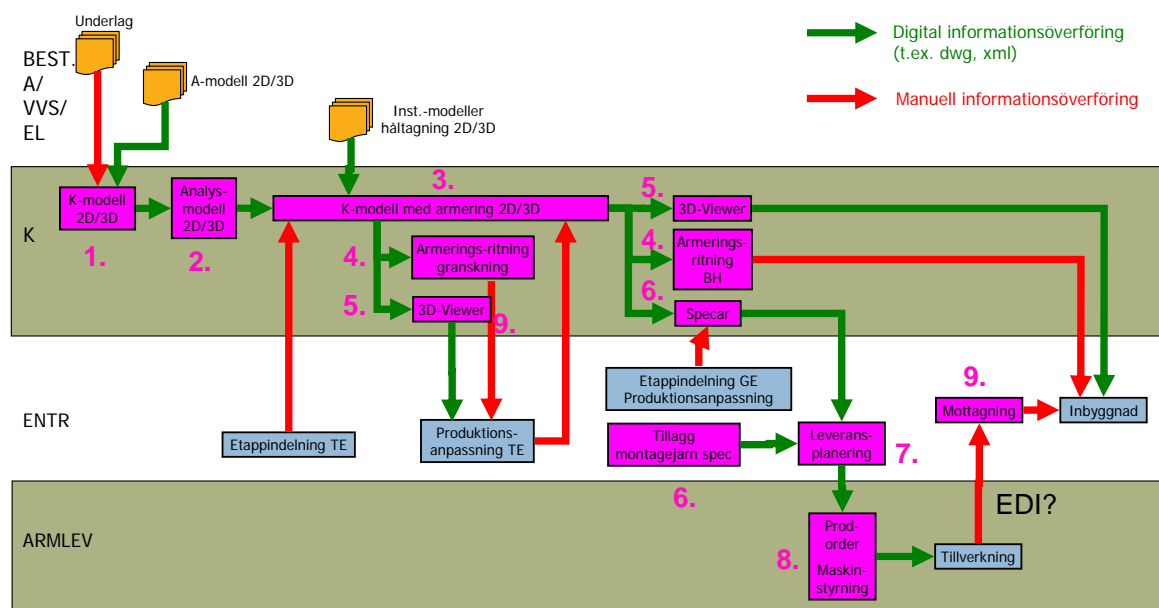
NCC TEKNIK

kan kommunicera med Q-armering. Q-armering måste därför uppdateras då det sker förändringar i konstruktörens programvaror som påverkar kommunikationen. Detta kräver både tid, pengar och specialkompetens för att säkerställa. Hittills har det sannolikt vara varit väl investerade pengar fastän programmet varit gratis att använda. En ökad användning av 3D-program med olika sätt att definiera armering kan innebära ökade kostnader än tidigare för anpassningar och uppdateringar. På sikt skulle detta kunna medföra att en licensavgift tas ut för att använda programmet vilket i sin tur kan påverka användningsgraden vilket vore negativt för att hålla ihop ett digitalt sammanhängande flöde av armeringsinformation.

7 Stödjande IT-hjälpmedel

I detta kapitel redovisas hur de olika IT-verktygen stödjer hanteringen av armeringsinformation enligt den metodik som beskrivits i kapitel 6.

I figur 28 redovisas en modell av hur informationshanteringen i armeringsprocessen med dagens IT-verktyg kan fungera. I varje steg redovisas vad som krävs av armeringsprogrammet för att stödja digital informationsöverföring senare i processen. Det är alltså viktigt att rätt program används i början av processen för att all information som man vill använda senare i processen ska finnas med.



SPECKONSULT

Figur 28. Informationsflöde i armeringsprocessen.

7.1 Steg 1 – K-modell 2D/3D

För att informationen som förs in i modellen ska kunna användas digitalt och på ett effektivt sätt i armeringsprocessen krävs att modellen är:

- Objektbaserad
- Har en egen databas
- Kan exporteras till analysprogram

Program som uppfyller dessa krav är armeringsprogrammen i 3D:

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

- Revit Structure / CQ Tools S
- Tekla Structures
- Bentley Structure / Bentley Rebar

Program som uppfyller dessa krav utom kravet på egen databas är armeringsprogrammen i 2D/3D:

- IMPACT Reinforcement (kan sparas i ritning eller som separat databas)
- AutoCAD Structural Detailing

7.2 Steg 2 – Analysmodell 2D/3D

Import av modeller från CAD-program är vanligt förekommande idag både i 2D och 3D. Modellen importerar då som s.k. grafisk modell och utgör ett underlag från vilket analysmodellen geometriskt på nytt byggs upp. För en effektiv process är dock önskemålen att analysprogrammet kan:

- Importera struktur från K-modell. Vid en effektiv process bör analysmodellen kunna importeras med sin intelligens kvar så att modellen inte behöver byggas upp på nytt i analysprogrammet. Det räcker inte med att man kan importera den grafiska modellen.
- Exportera struktur och armering till K-modell

Program som uppfyller dessa krav är analysprogrammen:

- Robot
- Staad
- Strusoft FEM-Design

Analysprogrammen och CAD-programmen kommunicerar olika bra med varandra. De flesta program kan exportera eller importera dwg eller dxf-filer som grafiska modeller. För att kunna importera eller exportera modeller med intelligens måste programmen kunna exportera och importera i IFC-format eller i respektive programs format.

IFC-formatet är dock inte fullt utvecklat och har haft problem med att bli etablerat varför programleverantörerna har valt att satsa mer mot något enskilt CAD-program. Robot har t.ex. kopplingar till Revit. Staad har kopplingar mot Tekla respektive Bentley Structure. Strusoft's FEM-design har koppling mot AutoCad och ADT.

Efter utförd beräkning med valda dimensioner och armering exporteras den justerade modellen med armering tillbaka till K-modellen. Detta är inte vanligt idag och beror bl. a

på att arbetet med att bygga K-modellen och analysmodellen sker samtidigt. Det är dock eftersträvansvärt att arbeta mot att integrera modellerna för att få en snabbare och kvalitetssäkrad process med modeller som stämmer överens.

7.3 Steg 3 – K-modell 2D/3D med armering

Kompletterande armering läggs in och justering av armering för korrekt redovisning av armering utförs. För en effektiv process krävs att armeringsprogrammet kan:

- Importera armering från analys-modell
- Ge armeringsförslag
- Typarmering
- Skapa enskilda fri forms armeringsobjekt
- Bockad armering enl. typblad 2A, 1979
- Nät
- Rullarmering
- Koppla armering till konstruktionsdelar.
- Etappindelning i sent skede
- Kollisionskontroll
- Visualisering i 3D

Det finns idag inget program som klarar alla kraven men många av kraven klarar armeringsprogrammen:

- Revit Structure / CQ Tools S
- Tekla Structure
- Bentley Structure /Bentley Rebar
- Strusoft Reinforcement

Strusoft Reinforcement är idag det mest heltäckande programmet. Programmet saknar endast visualisering i 3D och kollisionskontroll.

De övriga programmen saknar stöd för typarmering, bockad armering enl. typblad 2A-1979, rullarmering och kanske det viktigaste, etappindelning i sent skede. För att verktyget ska vara effektivt måste konstruktören kunna införa gjutfogar och armeringsskarvar vid gjutfogarna i ett sent skede utan att rita om all armering på t.ex ett plan alternativt måste informationen om detta ha redovisats av entreprenören i ett tidigt skede.

7.4 Steg 4 – Armeringsritning

I armeringsprogrammet skapas armeringsritningar från K-modellen med armering. För en enkel och tydlig redovisning samt för att minska risken för fel och missförstånd vid redovisning av armering på armeringsritningar krävs:

- Redovisning av armering enl. nationell praxis (Bygghandlingar 90)
- Val av redovisning - varje järn eller fördelningslinje
- Möjlighet att skapa en egen ritningslayout
- Ändring i modell slår igenom på ritning
- Ändring på ritning slår igenom i modell
- Stöd för att hantera ändringar
- Stöd för att hantera litterering av armering

Det enda program som idag klarar alla kraven är:

- IMPACT Reinforcement

Revit med tilläggsprogrammet CQ Tools S är det enda av 3D-armeringsprogrammen som har stöd för redovisning av armering enligt svensk praxis.

De 3D-armeringsprogram som klarar de flesta punkterna men som saknar redovisning av armering enl. nationell praxis samt stöd för att ändringar är:

- Tekla Structure
- Bentley Structure /Bentley Rebar

Av spec-programmen:

- Q-spec tillverkningsritning armering

Det har länge förekommit diskussioner om redovisningen kan förenklas och inte utföras enl. nationell praxis eller standard utan på det sätt som respektive program stödjer. Så länge armeringsritningar används finns det ingen anledning att inte kräva att armering redovisas på traditionellt sätt eftersom den annars skulle redovisas olika beroende på vilket program som använts och då är det programmen som får styra och inte vad som är bäst för den som utför arbetet. Först när 3D-viewers redovisar all armeringsinformation samt kan användas vid armering på plats istället för armeringsritningen kan kravet på nationell redovisning slopas.

7.5 Steg 5 – 3D-viewer

I en 3D-viewer kan man öppna modellen och titta på den men inte ändra något. Programmen brukar vara enkla och hantera. Många programleverantörer tillhandahåller gratis programvara för detta som gör det möjligt för alla inblandade att öppna modellen och granska den. Modellen skickas ut till berörda parter tillsammans med armeringsritningarna för att underlätta granskning och planering av arbetet.

Det är viktigt att man i hela processen skickar ut den uppdaterade modellen tillsammans med uppdaterade armeringsritningar vid varje utskick av handlingar. Viewern ska ha samma datum och som den senast utskickade handlingen för att få användas. Den är inte som K-modellen levande utan är en daterad utskrift från modellen. De krav som bör ställas med avseende på 3D-viewer är:

- Visualisering i 3D
- Kollisionskontroll

Program som stödjer kraven:

- Revit Structure / CQ Tools S
- Tekla Structure
- Bentley Structure /Bentley Rebar
- IMPACT Reinforcement*
- Q-spec tillverkningsritning armering*

*Kollisionskontroll ingår inte.

Alla 3D armeringsprogram har visualisering i 3D samt kollisionskontroll. Kollisionskontrollen finns inte alltid tillgänglig i viewer-programmet utan i en del fall i huvudprogrammet. Att det finns möjlighet att utföra kollisionskontroll i viewer-programmet gör det enkelt för många att kontrollera sina delar.

I IMPACT Reinforcement och Q-spec är det möjligt att presentera armeringskorgen eller armeringobjektet i 3D men inte hela projekt.

7.6 Steg 6 - Armeringsspecifikationer

I armeringsprogrammet skapas armeringsspecen från K-modellen med armering. För en effektiv process krävs för effektiv hantering av armeringsspecen:

- Automatiskt genererad från modell /databas

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

- Följer svensk standard *
- Stöd för hantering av revidering *
- Automatisk hantering av revideringsbeteckningar i spec. *
- Koppling till Q-spec / Q-armering *

Automatisk generering av armeringspec kan ske från modell eller databas i följande program:

- IMPACT Reinforcement *
- Revit Structure / CQ Tools S
- Tekla Structure
- Bentley Structure /Bentley Rebar
- Q-spec
- Q-armering

*Krav markerade med en asterisk uppfylls endast av IMPACT Reinforcement av armeringsprogrammen. Specprogrammen följer också svensk standard. Revit med CQ Tools S samt Tekla är de 3D-program som uppfyller koppling mot Q-armering.

7.7 Steg 7 - Leveransplanering

För att kunna göra avrop och planera armeringsleveranser digitalt krävs att armeringsprogrammet kan hantera information om leveranser, etappindelningar och uppdelning av armering på byggdel. För en effektiv process krävs att armeringsprogrammet kan hantera:

- Redovisning av leveranstider på etapper / armeringsobjekt

Följande armeringsprogram i 3D stödjer hantering av information om leveranstider och etapper:

- Revit Structure / CQ Tools S
- Tekla Structure
- Bentley Structure /Bentley Rebar

Följande excelprogram stödjer hanteringen av information om leveranstider och etapper:

- Excel-programmet kopplat till Q-spec eller Q-armering

Excel-programmet som kan ladda in armeringsspecar från Q-spec eller Q-armering och dela armeringsspecar i leveranser, har tagits fram av projektet och finns för nedladdning på projektets hemsida: www.armera.se.

Programmet är tänkt att användas av entreprenörer. I armeringsprogrammen i 3D läggs information om etapp och leveranstider in i armeringsobjektet så att armeringsspecar kan sorteras på etapp och leveransdatum.

7.8 Steg 8 - Maskinstyrning

För att styra kap och bockningsmaskiner samt tillverkning av rullarmering krävs att armeringsprogrammet kan exportera armeringsspecar och bockningslistor som maskinstyrningsfiler.

För en effektiv process krävs att armeringsprogrammet har:

- Koppling till kap- och bockningsmaskiner direkt / indirekt
- Koppling till tillverkning av rullarmering *

Följande armeringsprogram kan exportera maskinstyrningsfiler:

- IMPACT Reinforcement *
- Revit / CQ Tools S*
- Tekla Structure
- Bentley Structure /Bentley Rebar
- Q-spec
- Q-armering

*IMPACT Reinforcement exporterar indirekt maskinstyrningsfiler via Q-spec eller Q-armering.

De olika programmen kan exportera maskinstyrningsfiler i olika format och olika armeringsfabriker styrs av olika maskinstyrningsformat varför kontroll behöver göras att rätt format används i projektet.

7.9 Steg 9 - Mottagningskontroll

I dag finns inget armeringsprogram som stödjer mottagningskontroll på arbetsplatsen. För att uppnå en effektiv mottagningskontroll av armering på arbetsplatsen så skulle befintlig teknik så som EDI kunna användas. De krav som därför kan ställas på armeringsprogram är att dessa kan stödja en skannad mottagningskontroll på arbetsplatsen.

7.10 Slutsatser

Armering är en viktig komponent i dagens betongkonstruktioner. Informationen som krävs för att säkerställa att armering projekteras, tillverkas, levereras och byggs in på korrekt sätt och på avsett plats i konstruktionen innebär många utmaningar.

Mycket har hänt under projektets gång med betydande framsteg i mjukvaror som finns på marknaden.

Idag finns det inget program som ensamt klarar av att täcka hela informationsflödet i armeringsprocessen. Vid projektering i 2D klarar IMPACT Reinforcement tillsammans med Q-spec eller Q-armering av att täcka större delen av informationsflödet. Revit stödjer projektering av armering i 3D och med tilläggsprogrammet CQ Tools S kan specar och ritningar dessutom fås anpassade efter svensk praxis. CQ Tools gör det även möjligt att exportera specar till Q-armering.

I fler och fler projekt krävs dock projektering i 3D. Ett alternativ är då att projektera i 2,5D, d.v.s. att K-modellen utförs i 3D utan armering för att sedan exporteras till 2D för att armeras m.h.a. IMPACT Reinforcement. Vill man i projektet arbeta med 3D fullt ut så är detta möjligt men man får då ge avkall på att armeringsritningar och armeringsspecar ska följa svensk standard och kunna bearbetas digitalt av entreprenören. Tekla är ett undantag då de har koppling mot Q-armering och därmed kan presentera armeringsspecar enligt svensk standard.

8 Kvarstående utmaningar

8.1 Processfrågor

Den viktigaste förändringen som metodiken föreslår är att speckonsulten försvinner. Därmed måste de uppgifter som idag utförs av speckonsulten fördelas på övriga aktörer. En utmaning blir således att säkerställa att produktionsanpassning och kvaliteten bibehålls i projekten. Förslaget är att konstruktören övertar ansvaret för att specia armering och att ansvaret för produktionsanpassning delas mellan konstruktör, entreprenör och armeringsleverantör. Om det produktionsanpassningsmöte som ska genomföras enligt metodiken blir tillräckligt återstår att se. Troligt är dock att det krävs ett närmare samarbete mellan konstruktör och entreprenör under projekteringen för att säkerställa god produktionsanpassning. Att så verkligen blir fallet måste säkerställas i varje enskilt projekt. En utmaning i detta är ju att konstruktören och entreprenören normalt arbetar med flera projekt samtidigt som alla befinner sig i olika skeden vilket försvårar att matcha frågor och svar till rätt tidpunkt då parterna inte är i fas med varandra.

En återkommande fråga genom hela projektet är vem som kommer att tjäna på det arbetssätt som metodiken föreslår. Utan en tydlig beskrivning av affärsnyttan försvåras introduktionen av det nya arbetssättet i en bredare form eftersom incitamenten för inblandade parter förblir vaga. Frågan om affärsnyttan är också kopplad till vem som ska äga och förvalta den informationsmodell som inbegriper all den armeringsinformation som hanteras under projektets livscykel och vilka affärsmodeller som kan ligga till grund för alla ingående aktörers drivkrafter.

8.2 Teknikfrågor

Det finns idag IT-verktyg som tillsammans möjliggör att uppnå ett sammanhängande och automatiserat informationsflöde. Konstruktören har flera möjliga programvaror att välja på som möjliggör att skapa en modell med armeringsinformation som sedan kan specar kan genereras från och som är anpassade till gjutetapper. Hos alla programvaror som studerats i denna rapport så återstår dock att lösa så att de kan specar nät och rullarmering automatiskt.

En annan teknisk utveckling som är önskvärd är att förse Q-armering med funktioner för att dela upp specar och att komplettera med leveransinformation. Så länge är dock den Excel-mall som utvecklats i detta projekt ett fungerande alternativ.

Intresset för 3D-projektering växer sig allt starkare och är redan etablerat inom andra discipliner. Projektet har visat på möjligheter med att även projektera armering i 3D. Dessa programvaror har många kraftfulla funktioner men en kvarstående utmaning är dock att dessa även ska kunna skapa armeringsritningar som följer svensk redovisningspraxis på ett effektivt sätt.

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

Det sammanhängande informationsflödet som förespråkas av metodiken bygger till stor del på den defacto-standard som Q-armering's xml-format idag utgör. De CAD-program som undersökts i denna rapport stödjer alla det xml-format som används av Q-armering. Q-armering ägs av armeringstillverkaren Celsa Steel Service och metodiken är således beroende av vad Celsa gör och inte gör med programmet i framtiden. Dessutom är inte informationsmodellen heltäckande då information som bl.a. berör inköp och leveranser saknas. På sikt vore det därför intressant att skapa en neutral och heltäckande informationsmodell som kan delas av marknadens aktörer. I Interreg IV-projektet "*Branschgemensam informationsmodell för armering*" beskrivs en informationsmodell som syftar till att även täcka in inköps och leveransprocesser.

Som framgår av metodiken saknas en lösning för att hantera mottagningskontroll och spårbarhet ute på arbetsplatsen digitalt. Det har dock gjorts en del studier av olika möjliga lösningar, bl.a. genom att utnyttja RFID-teknik. Studien redovisas i rapporten "*Möjligheter med RFID i byggproduktion*"⁶. Hittills har inte RFID fått genomslag delvis beroende på svårigheter att få tekniken att fungera på ett robust sätt ute på arbetsplatsen. Ett annat hinder som påpekas i rapporten är avsaknad av informationsstandarder för byggprodukter som även kan kommunicera med företagens egna affärssystem.

⁶ Reslow, J. (2008). *Möjligheter med RFID i byggproduktion*.

9 Ekonomi

Projektet har haft följande finansiering:

Ansökan SBUF	620 000 kr
Egeninsatser deltagande parter	240 000 kr
NCC	180 000 kr
Cement- och betongintressenterna.	200 000 kr
SUMMA	1 240 000 kr

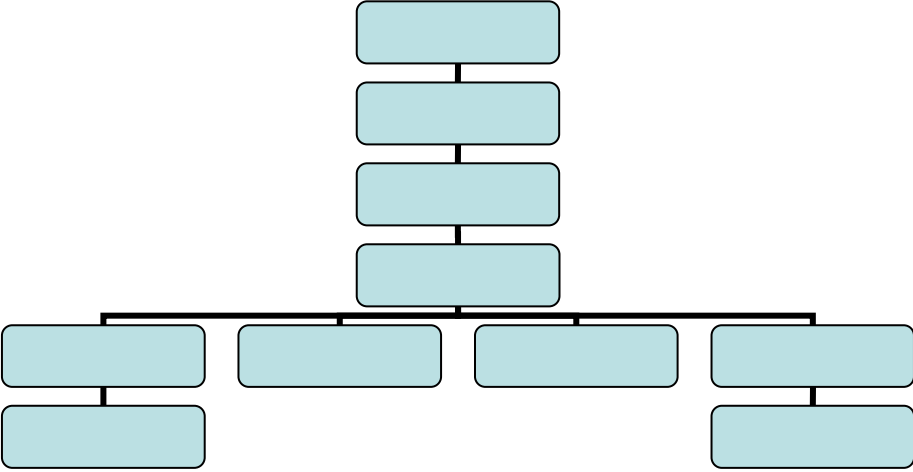
Med egeninsatserna borttagna har projektet haft en budget på 1 000 000 kr.

Kostnaderna för projektets olika delmoment har varit följande:

Nulägesbeskrivning	115 000 kr
Utveckling av ny metodik	110 000 kr
Inventering av IT-stöd	85 000 kr
Manual för ny metodik	30 000 kr
Pilotprojekt	160 000 kr
Administration och samordning	120 000 kr
Reskostnader	75 000 kr
Nyhetsbrev	40 000 kr
Seminarium	90 000 kr
Slutrapport	175 000 kr
SUMMA	1 000 000 kr

10 Bilagor

10.1 Bilaga 1: Intervjufrågor konstruktör

Projektfakta (utgår om detta redan är känt)			
	<ul style="list-style-type: none"> • Projektnamn • Projektstorlek (byggkostnad, BTA), • Uppdragskostnad • Projektets entreprenadform • Mängd armering (totalt) • Armeringsmetod lös, ILF, prefab (ange procentuell viktsfördelning) <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> HUS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Väggar ▪ Bjälk ▪ Grund </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> BRO <ul style="list-style-type: none"> # Överbyggnad # Underbyggnad </td> </tr> </table> <p>Skissa en Projektorganisation med Gränssnitt för de olika aktörerna.</p> <p style="text-align: center;">Organisationsplan</p> <div style="text-align: center;">  <pre> graph TD A[] --- B[] B --- C[] C --- D[] D --- E[] E --- F[] E --- G[] F --- H[] G --- I[] H --- J[] I --- K[] </pre> </div>	HUS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Väggar ▪ Bjälk ▪ Grund 	BRO <ul style="list-style-type: none"> # Överbyggnad # Underbyggnad
HUS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Väggar ▪ Bjälk ▪ Grund 	BRO <ul style="list-style-type: none"> # Överbyggnad # Underbyggnad 		
Upphandlingsform			
	<ul style="list-style-type: none"> • Hur är du upphandlad, dvs hur får du betalt i projektet? • Vad ingår i ditt åtagande gällande armering? • Vad är ditt ansvar vad gäller armering? (beräkning, ritning, specning...?) • Incitament , tex bonus, besparingsbeting, få betalt för en bättre lösning 		

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

NCC TEKNIK

	Arbetsmetodik
	<ul style="list-style-type: none"> • Beskriv arbetsmetodiken avseende beräkning, ritning, specning av armering? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Huvudsakliga stegen (namn, vad görs, vilken indata krävs, vad blir utdata och vem är mottagare)? ▪ Vilka verktyg/hjälpmedel använder du i de olika skedena? • Beskriv händelseförlopp vid ändringar under produktionsskedet? (Revideringshantering)
	Projekteringskrav
	<ul style="list-style-type: none"> • Finns det några beställarkrav som påverkar armeringsprojekteringen och i så fall på vilket sätt? • Har ni några företagsinterna projekteringskrav avseende armering? • Finns det några speciella krav/önskemål på ritningsredovisning och i så fall vad består dessa av? • Vem ställer dessa? (arbetsplatsen??) • Är dessa projektspecifika eller återkommande?
	Informationsflöde
	<ul style="list-style-type: none"> • Beskriv vilken typ av information som du behöver för dina olika uppgifter? • Vilken är din uppgift? • Vad innehåller denna information för uppgifter? • Från vem/vilka personer får du denna information? • I vilket format får du informationen? Tex papper, elektroniskt (word, excel, pdf, ACAD annat) • Behöver du bearbeta informationen innan du kan använda den med dina verktyg/hjälpmedel? • Hur lagrar du informationen? • Vilken typ av information lämnar du vidare och till vem? • I vilket format? • Har du behov av att delge information med andra aktörer under arbetes gång? I så fall hur görs detta? • Vad anser du vara problematiskt gällande hantering/utbyte av armeringsinformation?
	Kommunikationsvägar
	<ul style="list-style-type: none"> • Vilka aktörer kommunicerar du med under projektet? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontraktsfrågor ▪ Teknik
	Produktionsanpassning
	<ul style="list-style-type: none"> • Har arbetsplatsen specificerat önskemål om armeringsutformning? • Vilken grad av prefabricering av armering används i projektet? Se även projektfakta • I vilket skede av projektet beslutades detta? • Hur har detta påverkat ditt arbete? • Har arbetsplatsen angett önskemål om hur ritningar ska se ut? Se även projekteringskrav • Har arbetsplatsen specificerat indelning i gjutetapper? • När beslutades detta?

12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen.

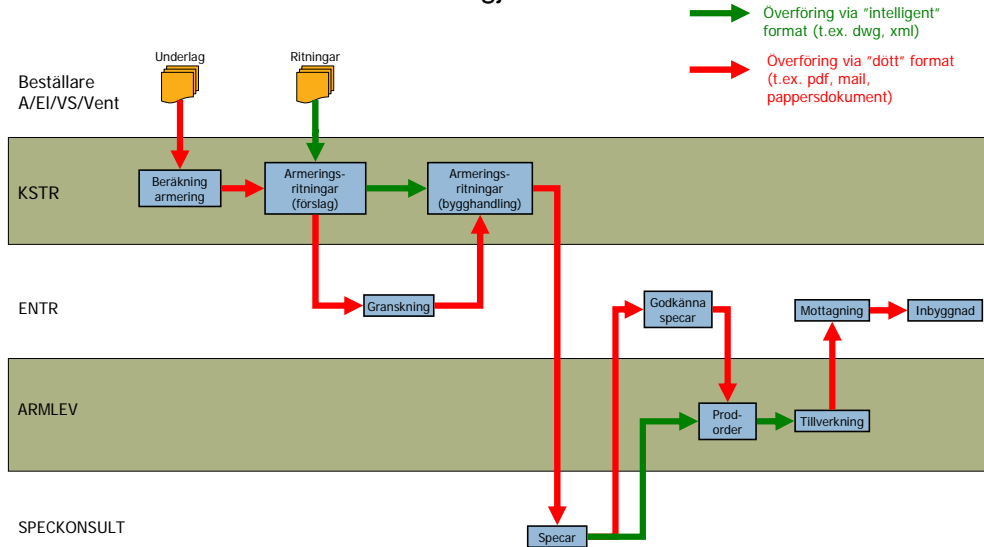
NCC TEKNIK

	<ul style="list-style-type: none"> • Har detta påverkat ditt arbete och i så fall på vilket sätt?
	Specning (utifall Kstr gör detta)
	<ul style="list-style-type: none"> • Vem har ansvarat för specning av armering? • Tidsåtgång för specning? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontrakterat arbete ▪ Ändringsarbete • Vilka hjälpmedel användes för specning? • Vilket format levererades underlag för specning? • Vilket format levererades specarna vidare? • Vad var orsaken till ändringar och vem initierade dessa? • Har arbetsplatsen definierat hur specning ska öras map arbetsordning och etappindelning? • Hur hanteras ändringar av specar, t ex versionshantering/revideringsmarkeringar?
	Projekteringsverktyg
	<ul style="list-style-type: none"> • Vilket verktyg används för att rita armering? • Sparas armeringsjärnen som enskilda objekt i en databas? • Projekteras armering i 3D? • Ritas alla armeringsjärn? Redovisas någon armering schablonmässigt? • Hur hanteras ändringar som påverkar armeringsutformning? • Vem initierar dessa ändringar? Vad var orsaken? • Hur bestäms armeringsinnehållet? Vilka verktyg används?
	Kvalitetskontroll
	<ul style="list-style-type: none"> • Vilka typer av fel förekommer? Vilka av dessa är vanligast och vilka är alvarligast? • Orsaken till uppkomst? • Vilka konsekvenser får dessa för dig för övriga? • Hur arbetar du med att förebygga dessa? • Hur mycket tid läggs på att kontrollera handlingar?
	Tidsåtgång armering
	<ul style="list-style-type: none"> • Ritning / specning / granskning / kommunikation <ul style="list-style-type: none"> ▪ kontrakterat arbete ▪ kontrakterat tillägsarbete ▪ ej kontrakterat tillägsarbete • Antal armeringsritningar • Antal armeringsspecar (antal littera per spec medv)
	Förbättringsarbete/potential
	<ul style="list-style-type: none"> • Ser du några problem med dagens arbetssätt gällande armeringsinformation? • Hur kan andra aktörer förbättra/förändra sitt arbete så att ditt arbete förbättras? Vad krävs för detta? • Hur kan du förbättra/förändra ditt arbete för att förbättra för övriga aktörer? Vad krävs för detta?

- Anser du hantering av armeringsinformation i aktuellt projekt är jämförbart med praxis?

10.2 Bilaga 2: Flödeskartor nuvarande armeringsprocess

Generaliserat flödesschema: Platsgjutet ILF



Generaliserat flödesschema: Platsgjutet+prefab

