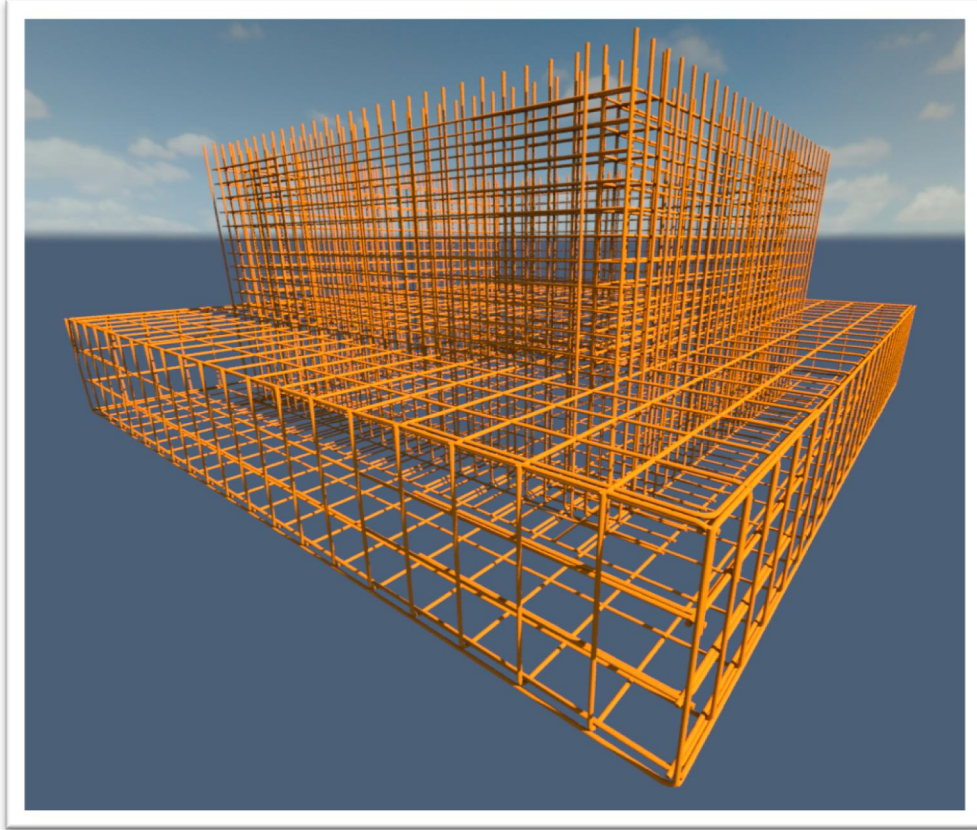




# CHALMERS

---



## **Branschriktig Armeringsredovisning från 3D-modell i Revit Structure 2015**

Examensarbete inom högskoleingenjörprogrammet Byggingenjör

JONATAN LEVI



EXAMENSARBETE 2015:130

# Branschriktig Armeringsredovisning från 3D-modell ur Revit Structure 2015

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

JONATAN LEVI

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Avdelningen för Construction management  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2015

Branschriktig Armeringsredovisning från 3D-modell i Revit Structure 2015  
*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet*  
*Byggingenjör*  
JONATAN LEVI

© JONATAN LEVI, 2015

Examensarbete 2015:130 / Institutionen för bygg- och miljöteknik,  
Chalmers tekniska högskola 2015

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

Omslag:  
Armering i en hissgrop. Revitrendering: Levi 2015

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Göteborg 2015

Branschriktig Armeringsredovisning från 3D-modell i Revit Structure 2015

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet*

*Byggingenjör*

JONATAN LEVI

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction management

Chalmers tekniska högskola

## SAMMANFATTNING

På uppdrag av byggkonstruktionsavdelningen på Ramböll Sverige AB i Uppsala har denna rapport undersökt hur väl Revit Structure 2015 fungerar för att ta fram branschriktig armeringsredovisning genererad ur 3D-modeller. Det visade sig att det går att skapa branschriktiga armeringsritningar, armeringsförteckningar och tydliga 3D-visualiseringar. Problemen, enligt författaren, är att det ännu inte är fullt användarvänligt i alla avseenden. För att ta fram armeringsritningarna krävs handpåläggning och tillgång till rätt annoteringsfamiljer. För att generera bra armeringsförteckningarna behövs kunskaper i hur kopplingen mellan modellering och scheman fungerar i programmet, samt en bra arbetsstruktur. Revits modelleringsverktyg har dock blivit bättre och bättre för varje ny upplaga som utgivits sedan 3D-armeringen introducerades. Ramböll har tillgång till tilläggsprogrammet Naviate Structure. Det är ett program som anpassar Revits armeringsredovisning till Bygghandlingar 90. Rapportens undersökning visar att det kan underlätta arbetet att ta fram handlingar. Dessutom har det undersökts hur väl det går att använda tilläggsprogrammet Dynamo för att armera byggnadselement som inte är symmetriska. Det visade sig att detta kräver lång inlärningsstid och kunskaper i programmering.

Det finns en stor potential för att Revit ska kunna mäta sig med marknadens stora armeringsverktyg Tekla. Så pass stor att armeringsleverantören Celsa Steel överväger att gå över till Revit.

Nyckelord: Revit Structure 2015, Armeringsredovisning, Armeringsförteckning, Dynamo, BIM, 3D

Reinforcement Drawings from 3D-modell in Revit Structure 2015

*Diploma Thesis in the Engineering Programme*

*Building and Civil Engineering*

JONATAN LEVI

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management [Click here to enter text.](#)

Chalmers University of Technology

## ABSTRACT

On behalf of the construction design department at Ramboll Sweden AB in Uppsala, this report has examined how well Revit Structure 2015 is as a tool for making reinforcement drawing documentation according to Swedish standards. It showed that it is possible to create reinforcement drawings, reinforcement schedules and clear 3D-visualisations. The problem, according to the author, is that it is not yet fully user-friendly in many aspects yet. To produce the reinforcement drawings it requires some extra work and access to the right annotation families. To generate Reinforcement schedules it requires that you have good knowledge on how the link between modeling and schedules work. Revit has become better and better with each new edition issued since the 3D reinforcement was introduced. Ramboll has access to the add-in Naviate Structure. It is a program that facilitates the reinforcement according to BH90. The report's survey shows that it can facilitate that work. The report also investigated how to use the add-in Dynamo to reinforce building elements that are not symmetrical. It turned out that this requires a long learning curve and great knowledge in programming.

There is a great potential for Revit to match the market's major reinforcement tool Tekla, so great that the reinforcement supplier Celsa Steel considers to start using Revit as their tool for reinforcement drawing.

Key words: Revit Structure 2015, Reinforcement, Reinforcement Schedules, Dynamo, BIM Reinforcement, 3D Reinforcement

# Innehåll

SAMMANFATTNING	I
<i>DIPLOMA THESIS IN THE ENGINEERING PROGRAMME</i>	II
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Problemformulering	1
1.4 Avgränsningar	1
2 METOD	2
3 FÖRUTSÄTTNINGAR	3
3.1 Studiebesök Celsa steel	5
3.2 Revit Structure	5
3.2.1 Byggnadsinformationsmodellering - BIM	5
3.2.2 Direkt uppdatering	6
3.2.3 Konstruktionselement	6
3.2.4 Familjer	7
3.3 Modellering av armering i Revit Structure 2015	8
3.3.1 Skapa 2D/3D ritningar i Revit Structure 2015	8
3.4 Dynamo	9
3.5 Armeringsförteckning	9
3.5.1 Q-armering och XML-filer	10
3.5.2 Från Revit Schedules till Q-armering	11
3.6 Ritningskrav	11
3.6.1 Armeringsritningar enligt BH 90	11
4 GENOMFÖRANDE	16
4.1 Modellering av armering	16
4.1.1 Armeringspanelen	16
4.1.2 Ritverktyg	20
4.1.3 Revit Extensions	24
4.1.4 Arbetsgång vid modellering av armering och framtagning av armeringsförteckning	25
4.2 Framtagning av 2D Armeringsritningar	29
4.2.1 Generera 2D Armeringsritningar via Naviate Structure	29

4.3	3D-visualiseringar	32
4.3.1	Arbetsgång vid framtagning av 3D-visualiseringar	32
5	JÄMFÖRELSE	33
5.1	Avvattningsanläggning Gryta	33
5.1.1	Förutsättningar	33
5.1.2	Tidsåtgång	33
5.1.3	Fördelar & Nackdelar	33
5.1.4	Problem/Buggar	34
6	RESULTAT/SLUTSATS/DISKUSSION	37
7	FORTSATTA STUDIER	38
8	REFERENSER	39
9	BILAGOR	40
9.1	TYPBLAD 2A	40
9.2	ARMERINGSFÖRTECKNING FRÅN REVIT STRUCTURES 2015	41



## Förord

Först och främst vill jag tacka hela byggavdelningen på Ramböll Sverige AB i Uppsala som inte varit annat än hjälpsam och välkomnande under min tid som examensarbetare på företaget. Extra tack till Tobias Nyström Vaara som kom med grundidén till detta examensarbete, styrt utformningen av frågeställningarna och sedan varit en klippa som handledare. Dessutom vill jag ge ett särskilt stort tack till Husein Musleh som tagit sig mycket tid att svara på alla mina frågor och gett mig värdefull feedback under arbetets gång. Jag vill även tacka min handledare och examinator Matthias Roupe på avdelningen för Bygg- och Miljöteknik, Construction Management vid Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg.

Jonatan Levi  
Uppsala, Juni 2015



# 1 INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

Byggkonstruktionsavdelningen på Ramböll i Uppsala projekterar bl.a. i Revit Structure 2015. Det finns delar i framtagningen av armeringsritningar som företaget tror kan göras effektivare. Framförallt då projekteringen sker i 3D programet Revit Structure. De vill nu att det undersöks om det finns effektivare arbetsgång för att skapa armeringsritningar och armeringsförteckningar än det som avdelningen i dagsläget tillämpar.

## 1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka om det går att få fram branschriktiga armeringsritningar, armeringsförteckningar samt 3D-visualiseringar ur 3D-modell i Revit Structure 2015. Dessutom undersöka hur väl armeringsverktygen fungerar för komplicerade geometrier.

## 1.3 Problemformulering

Frågeställningarna som arbetet hoppas ge svar på är om det i Revit Structure 2015 går att göra:

- Korrekta armeringsritningar enligt gällande branschstandard, Bygghandlingar 90, genererade från 3D-modell.
- Armeringsförteckningar genererade ur 3D-modell.
- Tydliga 3D-visualiseringar över armeringen i konstruktionsmodell.
- Skapa armeringslösningar till icke symmetriska byggnadsdelar.

## 1.4 Avgränsningar

Det här examensarbetet kommer enbart att hålla sig till undersökandet av möjligheten att skapa armeringsritningar och förteckningar i programmet Revit Structure 2015 i kombination med tilläggsprogrammet Naviate Structure, Revit Extensions samt Dynamo.

## 2 METOD

Arbetet med att skapa armeringsritningar, armeringsförteckningar och 3D-visualliseringar kommer ske i Revit Structure 2015, och tilläggsprogrammen Naviate Structure och Dynamo. För att ta sig an problemet kommer information hämtas via:

- Revit Structure 2015
- Autodesk's hjälpfunktioner för Revit Structure
- Öppna internetföreläsningar från erkända universitet
- Relevant material som hämtats från tryckta källor såväl som internetkällor
- Dynamo
- Tester på pågående Ramböllprojekt där Revit används som projekteringsverktyg.
- En jämförelse av framtagningen av armeringsförteckning mot ett gammalt Ramböllprojekt
- Studiebesök

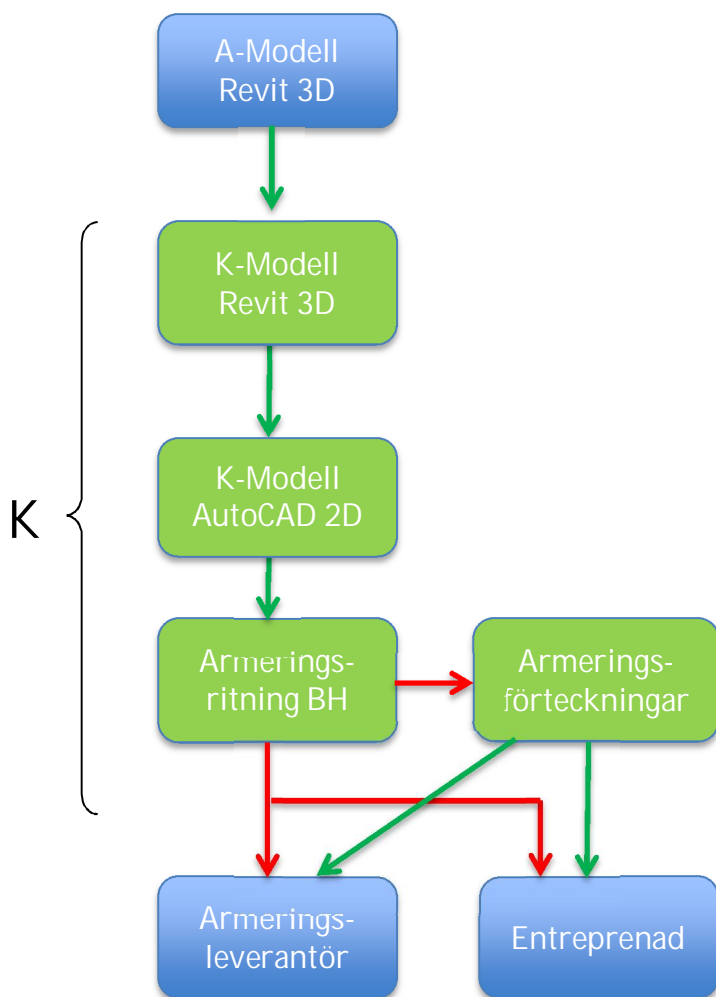
Examensarbetet kommer att utföras på Ramböll Sverige AB i Uppsala och med handledning av avdelningen Construction Management på institutionen för Bygg- och Miljöteknik vid Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

Litteraturstudien bygger i första hand på en studie gjord på uppdrag av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond(SBUF) under åren 2009-2011. Detta omfattande projekt kallades för "Armering i Byggprocessen". Det var ett forskning- och utbildningsprojekt(FoU) som var ämnat att beskriva informationsflödet i armeringsprocessen och dess hjälpmedel för framtagning av armeringsförteckningar och armeringsritningar.

### 3 FÖRUTSÄTTNINGAR

Rambölls byggkonstruktionsavdelning i Uppsala upplever att mer och mer projektering i Revit efterfrågas av beställare. Ett moment som i nuläget inte används är armeringsredovisningar ur Revit 3D-modell. När det är dags att ta fram handlingar för armering, så görs dessa i AutoCAD. Dessutom sker all armeringsspecificering och mängdning manuellt från 2D-ritningarna i AutoCad. Nu vill Ramböll undersöka möjligheten att i större utsträckning använda sig av Revit för projekteringen av armering och dess redovisning. Artikeln "Revit As A Tool For Modeling Concrete Reinforcement" av Håvard Vasshoug blev startskottet för detta arbete. Där beskrivs bl.a armeringsverktygen i Revit Structure.

Nedan visas informationsflödet för armering för projektet HUMT på Ramböll i Uppsala.

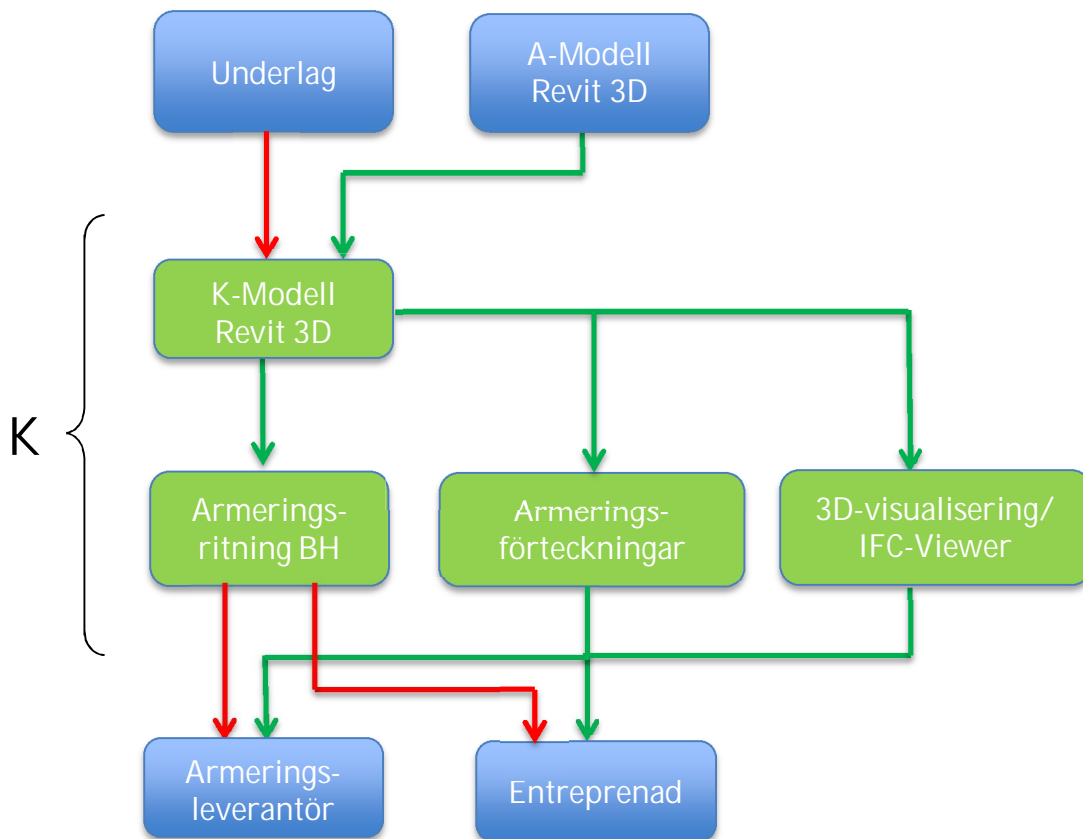


Figur 3.1: Informationshantering på Ramböll idag.

Gröna pilar indikerar att information överförs digitalt direkt mellan program(t.ex. med rvt, dwg, xml-filer )

Röda pilar indikerar död informationsöverföring. (pdf, mail, pappersdokument )

Figuren nedan visar en möjlig informationshantering för armering(SBUF 2011).



Figur 3.2: Informationsflöde (SBUF 2011).

Gröna pilar indikerar att information överförs digitalt direkt mellan program(t.ex med rvt, dwg, xml-filer )

Röda pilar indikerar död informationsöverföring. (pdf, mail, pappersdokument )

Som synes ur figur 3.1 och figur 3.2 så skulle steget att rita om planer och sektioner AutoCAD kunna hoppas över. Det skulle potentiellt spara tid. Dessutom erbjuder Revit fler möjligheter för fortsatt digitalisering av informationsflödet senare i projekteringsledet.

Enligt den slutrapport armera.se framställt, dras slutsatsen att sannolikheten är stor att K-konsulterna kommer få ett större ansvar i armeringsprocessen (SBUF 2011). Detta medför att det kommer ställas högre krav på kunnande och effektivitet hos konstruktören. Där kan eventuellt Revit Structure vara ett viktigt verktyg för att säkerställa ett effektivt arbetssätt med färre fel. Framförallt eftersom armeringsförteckningar och ritningar genereras direkt ur 3D-modell. Då minskas manuell inmatning. Dessutom kan effektiviteten eventuellt ökas då det finns färdiga armeringslösningar i programmet som snabbt kan rita ut armering i olika typer av element, t.ex. vägghörn eller grundulor.

### **3.1 Studiebesök Celsa steel**

Ett studiebesök gjordes hos Celsa steel i Västerås (30/3-2015) under detta arbetes gång. Celsa Steel Service är enligt deras hemsida "Sveriges ledande armeringsleverantör". De producerar de flesta former av armeringar och armeringslösningar. Under studiebesöket visade BIM-ingenjör och Armeringsteknikern Mitham Al-Zwair hur de arbetar. De använder Tekla som 3D-verktyg för armeringsredovisning och informationshantering. Under studiebesöket framkom det att Celsa har ingående planer på att gå över till Revit från Tekla. De ser stora möjligheter i programmet och för nära diskussioner med Autodesk. En annan anledning till bytet sades bero på att licenskostnaderna för Tekla var avsevärt högre än de hos Revit.

Fler intressanta saker som diskuterades under studiebesöket var hur de hanterade underlag från byggkonstruktörerna. De kan ta in många olika format, men de föredrar xml- eller excel-filer. Enligt Mitham är de största felet som konstruktörerna gör att de inte littererar tillräckligt tydligt eller i vissa fall över huvud taget inte littererar på armeringsritningar. Många av felet som uppstår längst informationsflödet sker vid manuell inmatning.

En viktig del i armeringsteknikernas arbete på Celsa är att ge förslag på armeringsläggningen. Detta eftersom konstruktörerna oftast inte har samma erfarenhet och kunskap om armering som Celsas armeringstekniker. Ändringar i läggningen från Celsas armeringstekniker sparar ofta både tid och resurser.

Mitham berättar att det idag är få av deras uppdrag som görs i 3D. Även om han ser en trend att det blir fler önskemål om 3D-projektering.

### **3.2 Revit Structure**

Revit är ett BIM-program som väver samman olika discipliner inom bygg, så som byggnadsdesign, ventilations-, el- och vvs-projektering, konstruktionsteknik samt byggnation (Autodesk 2015). Till skillnad från t.ex AutoCAD är Revit ett objektstyrt program. Det vill säga att programmet bl.a. är uppbyggt av objekt istället för linjer.

#### **3.2.1 Byggnadsinformationsmodellering - BIM**

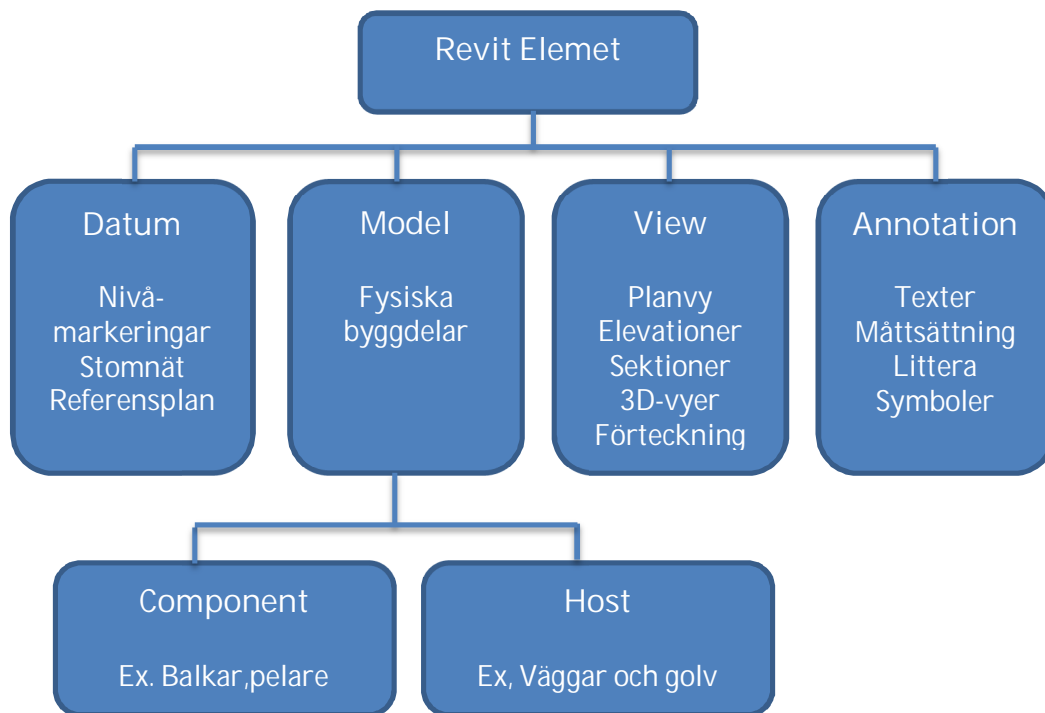
Building Information Modelling är en benämning på samordning av information. Med hjälp av BIM kan arkitekter, konstruktörer, entreprenörer och andra inblandade aktörer få en samordnad digital designinformation och dokumentation. BIM-metodiken bygger på att all information lagras i enbart en byggnadsmodells databas. Detta möjliggör att all information kan bli koordinerad och konsekvent. (Jeppsson 2014) I BIM går det att projektera i 3D-program. Dessutom så går det att lägga in information som tid (4D) och kostnader (5D).

### 3.2.2 Direkt uppdatering

Direkt uppdatering, eller dubbelriktad associativitet, är en av Revits viktigaste funktioner. Att Revit har direkt uppdatering innebär att ändringar som görs i modellen återspeglas i alla komponenter av modellen som är kopplade till denna ändring. Dessa ändringar uppdateras dessutom direkt i alla projektets vyer. Om exempelvis storleken på ett fönster ändras, så reflekteras det i alla planvyer, detaljplaner, förteckningar och sammanställningar. (Jeppsson 2014)

### 3.2.3 Konstruktionselement

Revit är uppbyggt av byggnadsobjekt. Dessa objekt kallas element. Ett enskilt element som läggs in i en modell kallas för instance. Varje element är unikt uppbyggt av parametriska värden. Element kan generellt delas in i fyra kategorier; Datum, Model, View och Annotation. Elementen ingår sedan i familjer. (Jeppsson 2014)



Figur: 3.2.3: Uppdelning av element. (Jeppsson 2014)

Datum är element som bl.a. är nivåmarkeringar och referensplan.

Model-familjerna är de fysiska elementen och de går att dela upp i två kategorier Host och Component, vilket är bra att känna till.

Hostelement är de element som utgör den platsbyggda stommen i modellen. Det är i dessa element som armering modelleras in. Till hostelement räknas bl.a. väggar, golvplattor, platsbyggda balkar och tak.

Componentelement är modellelement som utgör detaljer i konstruktionsmodellen. Det är t.ex. balkar, pelare, stag och fundament.

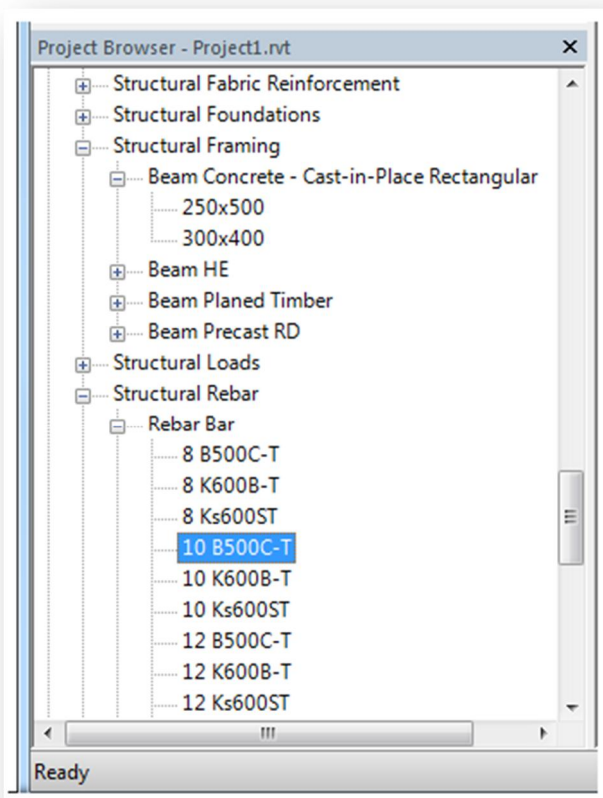


View element finns i flera olika uppsättningar bl.a. plan, elevation och 3D-vyer. Varje vy kan ges egenskaper som kan anpassas utefter det som skall visas.

Annotation är 2D-objekt som är knutna till enstaka vyer. Littera hamnar under dessa familjer. Med andra ord så syns bara littereringen i den vyn som den läggs in i.

### 3.2.4 Familjer

Familjer är en samling av element som är lika varandra. De kriterier som gäller för att flera element ska tillhöra samma familj är att de ska ha samma parametrar och användningsområde. Värdena för parametrarna kan vara olika, men antalet är detsamma. T.ex. så kan höjd och bred skilja mellan elementen i en fönsterfamilj. Det går även skapa nya element till denna familj, men då måste de nya ha exakt samma parametrar.



Figur 3.2.4: visar familjer.

Som figur 3.2.4 visar så består familjen Rebar Bar av fler olika typer av armering. Det går också att avläsa att det finns två typer i familjen Beam Concrete.

### **3.2.4.1 Komponent- och systemfamiljer**

Familjer kan vara antingen komponent- eller systemfamiljer.

Komponentfamiljer är färdiga familjer som kan laddas in projektet från utomstående bibliotek. De går att modifiera dessa genom att lägga till parametrar som påverkar funktion, material och utseende. Modifieringarna görs i familjefilen och inte i projektfilen. I biblioteket som kommer med Revit finns redan komponentfamiljer i 3D, 2D och annotationskomponenter. Genom att använda sig av standardmallar är det möjligt att skapa nya familjer. Alternativt går det att kopiera befintliga familjer och modifiera dem efter eget behov. Det finns typer av komponentfamiljer som skapas direkt i projektet, de heter In-place-familjer.

Systemfamiljer är familjer som har bestämda parametrar från Revit. Väggar, tak och måttsättningar och nivåer tillhör systemfamiljer. Till skillnad från komponentfamiljer går de inte att ladda in i projektet och det går heller inte att skapa egna systemfamiljer. Däremot går det att modifiera existerande systemfamiljer för att generera nya element av existerande systemfamiljer. Dessa modifierade element tillhör då samma systemfamilj utgångsfamiljen. Som ett exempel så går det genom att duplicera en vägg att skapa en ny vägg med andra material och tjocklek. Den kommer dock ha samma parametrar som övriga väggar och hamnar följaktligen i samma systemfamilj.

Armeringselementen i Revit består av systemfamiljer. Enda undantaget är Structural Rebar som består av två systemfamiljer (Bar och Hook) och en komponentfamilj (Shape).

## **3.3 Modellerings av armering i Revit Structure 2015**

Det finns flera standardverktyg i Revit Structure för att modellera armering. Dessa möjliggör korrekta avbilder av de armeringar som skall produceras. Det finns även möjlighet att använda färdiga komponenter via Revit Extensions. Armeringen kan sedan redovisas på många olika sätt beroende på gällande praxis och efterfrågan. T.ex. kan armeringen redovisas som plan- och sektionssritningar i 2D, renderade 3D bilder eller olika sorters scheman och förteckningar.

### **3.3.1 Skapa 2D/3D ritningar i Revit Structure 2015**

Ur 3D-modellerna som är skapade i Revit går det att få ut ritningar i både 2D och 3D. Dagens branschstandard utgörs enbart av 2D-ritningar. Kraven på dessa ritningar beskrivs i BH90 del 4 kapitel 6. Med hjälp av inbyggda annoteringsverktyg går det redovisa armeringen på många olika sätt. Problemet är att inga standardannoteringar i dagsläget följer de krav som BH90 ställer (Vasshoug 2014). Det finns dock tilläggsprogram som kan hantera dessa. Ett av dessa heter Naviate Structure. På Ramböll i Uppsala finns det tillgång till Naviate Structure.

#### **3.3.1.1 Naviate Structure**

Naviate Structure, utvecklat av CAD-Q, är ett tilläggsprogram till Revit Structure vars uppgift är att förenkla, automatisera och kvalitetssäkra användandet av Revit. Via Naviate Structure går det genererar 2D-representationer av 3D modellerade

armeringsjärn. Naviate Structure kan dessutom exportera armeringsförteckningar i XML-format som kan gå direkt till klippning via armeringsförtecknings-programmet Q-armering. Naviate Structure finns i dag på Ramböll Uppsala, men används inte då det i dagsläget inte finns tillräckligt med kunskap om dess funktioner.

### 3.4 Dynamo

Dynamo är ett insticksprogram som med hjälp av programmering kan skapa parametrisk styrning av objekt i Revit. Det går att använda till att bygga upp konstruktionselement eller styra redan befintliga objekt. Det är ett open-source program som är under ständig utveckling av dess användarcommunity.

I detta arbete testades grunderna i Dynamo. Förhoppningen var att lära sig armera osymmetriska konstruktionselement. Dessvärre nåddes inte den kunskapsnivån.

Det som framkom av studien var att det går att använda dynamo för att modellera armering. Det finns dock personer som t.ex lyckats armera dubbelkrökta väggar

### 3.5 Armeringsförteckning

En armeringsförteckning är en lista över de armeringsjärn som skall beställas till ett projekt. I en armeringsförteckning skall varje grupp av armeringsjärn vara specificerat med bl.a. klipplängder, radietjocklek, typ av bockning och bockningsradie. Varje grupp får en rad i förteckningen. En grupp av armeringsjärn har exakt samma geometriska egenskaper och förhåller sig på ett visst sätt till varandra (bl.a. FA-järn), vara av samma material och ha samma littera. Varje grupp av järn får ett unikt nummer, det tilldelade numret i kombination med bockningstyp kallas för littera (Cesla Steel Service). I figur 3.4 nedan går att utläsa att järnen på rad 6 har litterat C302. Detta betyder att dessa järn har bockningsformen av typen C efter typblad 2A. Typblad 2A är den förteckning som används i Sverige för att benämna standardtyper av bockning. Se typblad 2A i bilaga 1.

TYP	NUMMER	STÅL SORT	ANTAL			Ø mm	KLIPP LÄNGD	DELMÅTT/mm, VINKLAR/grad																		R	KONSTRUKTIONSEDEL ANMÄRKNINGAR	ÅR/GR
			GRP	STIGR	TOTALT			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N							
1	B	101	B500BT			86	12	2110	1665	471													24	GS rak				
2	B	102	B500BT			85	12	2110	1665	473													24	GS rak				
3	A	103	B500BT			8	12	9280																	GS rak			
4	FL	104	B500BT			1	12	266m																	GS rak			
5	C	301	B500BT			21	12	4560	265	4080	265												24	Hissgrop				
6	C	302	B500BT			22	12	5340	730	3930	730												24	Hissgrop				
7	C	303	B500BT			22	12	4410	265	3930	265												24	Hissgrop				
8	A	305	B500BT			4	12	3930																	Hissgrop			
9	A	306	B500BT			4	12	4045																	Hissgrop			
10	B	324	B500BT			58	12	2250	381	1900													24	Hissgrop				
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
SAMMANDRAG	STÅLSORT	Ø	TOT m	TOT kg	KLIPPT kg	BOCKAT kg	ARMERINGSFÖRTECKNING																					
	B500BT	12	1174	1042	806	712	PROJEKT Humanistiska Teatern	DATUM 1320006139	ANDRINGSDATUM																			
	STANDARDPRODUKTER			0	1042			UTFÖRD AV	GRANSKAD AV	TILLHÖR RITNING	TYPBLAD	FÖRT NR P4	ÄNDRING															

Figur 3.4: Exempel på en armeringsförteckning

I Revit går det skapa armeringsförteckningar genom att använda sig av Schedules. I Schedules går det att anpassa kolumner efter redovisningsönskemål. De går t.ex anpassa så att de överensstämmer med armeringsprogram som t.ex Q-armering. Det går även att styra flera olika egenskaper hos Schedules, bl.a. hur raderna ska sorteras, filtrera vilka armeringsjärn som skall ingå i schemat och formatet på kolumnerna.

### 3.5.1 Q-armering och XML-filer

På Ramböll i Uppsala används Fundia Q-armering för att skapa armeringsförteckningar. Filformatet som dessa förteckningar exporteras i är XML och kan skickas både till platschefer ute på byggen för granskning och till armeringsleverantörer för klippning. På Ramböll Uppsala matar konstruktören manuellt in data för varje järn. Dessa järn läser konstruktör från armeringsplaner och detaljer i AutoCad-modeller. Detta upplevs vara ett tidsödande moment, särskilt om projektering redan har skett i Revit och sedan överförs till AutoCAD. Dessutom så riskeras fel pga. den mänskliga faktorn.

The screenshot shows the Fundia Q-armering software interface. The main window displays a table with columns for 'Typ', 'Littera', 'Stålsort', 'Gr', 'St/Gr', 'Totalt', 'Ø', 'Längd', 'Å', and various dimensions (a, b, c, d, e, f, g, Å, x, y, v, s, t, u, R). The table contains data for various reinforcement bars, with row 104 highlighted in blue. Below the table is a control panel with fields for 'Förteckningssidor ILF', 'Nät', 'Typer', 'Företag', 'Objekt', 'Datum', 'Rev.dat', 'Uppdr nr', 'Färg 1', 'Färg 2', 'Utförd av', 'Granskad av', 'Tillh. ritn', 'Tillh. tvoblåd', 'Förteckn nr', and 'Rev'. The 'Förteckn nr' field is set to 'P4'.

Typ	Littera	Stålsort	Gr	St/Gr	Totalt	Ø	Längd	Å	a	b	c	d	e	f	g	Å	x	y	v	s	t	u	R	Konstr del	r			
1	B	101	B500BT		86	12	2110		1665	471														24	GS rak			
2	B	102	B500BT		85	12	2110		1665	473															24	GS rak		
3	A	103	B500BT		8	12	9280																			GS rak		
▶	FL	104	B500BT		1	12	266m																			GS rak		
5	C	301	B500BT		21	12	4560		265	4080	265															24	Hissgrup	
6	C	302	B500BT		22	12	5340		730	3930	730																24	Hissgrup
7	C	303	B500BT		22	12	4410		265	3930	265																24	Hissgrup
8	A	305	B500BT		4	12	3930																				Hissgrup	
9	A	306	B500BT		4	12	4045																				Hissgrup	
10	B	324	B500BT		58	12	2250		381	1900																	24	Hissgrup
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												

Figur 3.4.1: Gränssnittet för programmet Q-Armering. Detta är filen som exporterades och blev armeringsförteckningen i Figur 3.4.

### 3.5.2 Från Revit Schedules till Q-armering

I Revit Structure 2015 går det skapa en mängd olika förteckningar i Schedules. Dessa förteckningar går att modifiera så att det blir korrekta armeringsförteckningar. På så sätt så går det att generera färdiga armeringsförteckningar direkt ur 3D-konstruktionsmodell i Revit. Är förteckningen modifierad så att kolumnerna i Revits förteckning överensstämmer med kolumnerna i Q-armering, så är det bara att infoga alla värden i Q-armering med ett copy/paste kommando.

Via Revits tillägsprogram Naviate Structure går det att exportera färdiga XML-filer. Dessa XML-filerna är genererade direkt ur 3D-modellen. Viss handpåläggning behövs dock efteråt i Q-armering för att XML-filen skall vara färdig för utskick och export till armeringsförteckning.

## 3.6 Ritningskrav

Den svenska branschstandard för hur armeringsritningar ska utformas finns redovisade i Bygghandlingar 90. ”Bygghandlingar 90 utgör byggsektorns rekommendationer för utformning av enhetliga och ändamålsenliga bygghandlingar dvs. de handlingar som ligger till grund för produktionen av byggprojekt” står det i förorden till BH90. BH90 är utgiven i 8 delar. Framförallt del 2 och 4 tar upp armeringsredovisning (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

### 3.6.1 Armeringsritningar enligt BH 90

BH90:s riktlinjer för armeringsritningar finns presenterade i kommande avsnitt.

#### 3.6.1.1 Linjer


På en ritning används olika typer av linjer för att åskådliggöra de olika linjernas betydelse. I princip så finns det tre olika typer av linjer; symbollinjer, materiallinjer och hjälplinjer. Typerna bestäms utefter deras tjocklek och karaktär. BH90 rekommenderar att hålla sig till max tre linjetjocklekar på en ritning. Tjockleksförhållandena som används i vanliga fall är  $\frac{1}{2}$  - 1 - 2. Den vanligaste kombinationen av tjocklek är 0.18, 0.35 och 0.7 mm. Karaktären av linjerna kan vara heldragen, streckad, punktstreckad, dubbel streckad och prickad linje (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

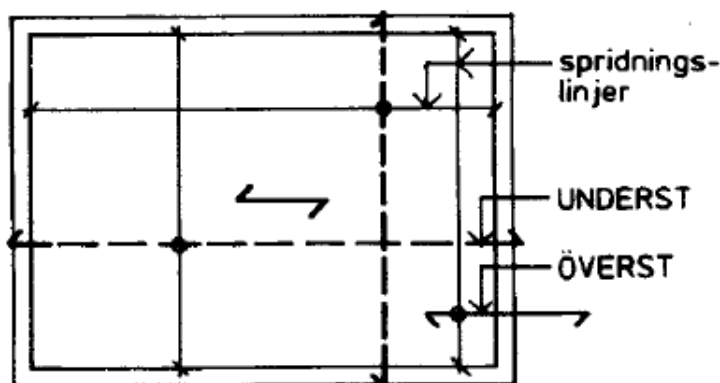
#### 3.6.1.2 Texter

Texter och siffror i ritningar bör ha standardiserade typsnitt. Höjden på text och siffror skall vara 2.5mm. De bör dessutom ligga i anslutning till de objekt som de beskriver. Höjd på rubriker rekommenderas till 5 eller 7mm (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

#### 3.6.1.3 Armeringsjärn

Generellt sätt så ritas ospänd armering med en heldragen linje. När plansnitt och vy av väggar redovisas, så skall undre stänger respektive bortre stänger redovisas med streckad linje, se figur 3.5.1.3 nedan.

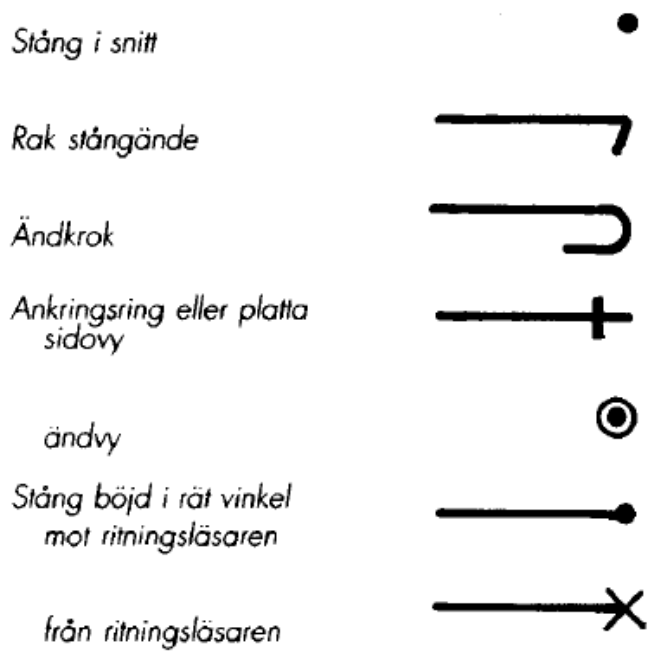
Symbol	för armering	
	i bjälklag	i vägg
heldragen linje	i överkant	vid hitre sida
streckad linje	i underkant	vid bortre sida
	armeringsriktning för skiktet närmast över- resp. underkant / bortre resp. hitre sidan	



Figur 3.5.1.3: (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

Som synes i figur 3.5.1.3 ovan, så ritas ändmarkeringar för heldragna linjer nedåt. Ifall det finns vertikala heldragna linjer så skall des ändmarkeringar ritas åt höger. För sträckande linjer är det tvärt om dvs. uppåt och åt vänster.

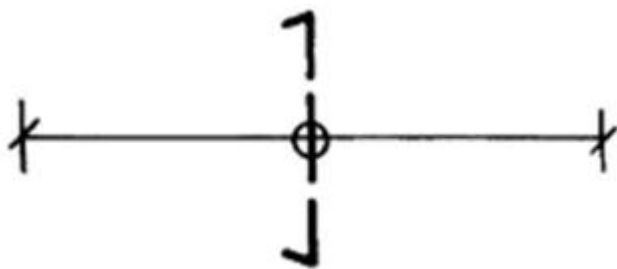
I sektions- och detaljvyer visas stängerna enligt figur 3.5.1.3.1 nedan.



Figur: 3.5.1.3.1: (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

### 3.6.1.4 Utbredningslinjer

För att redovisa lika stänger i en planvy, så används utbredningslinjer. Ändgränserna för måttet markerar de yttersta stängerna, se figur 3.5.1.4 nedan.



Figur: 3.5.1.4: (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

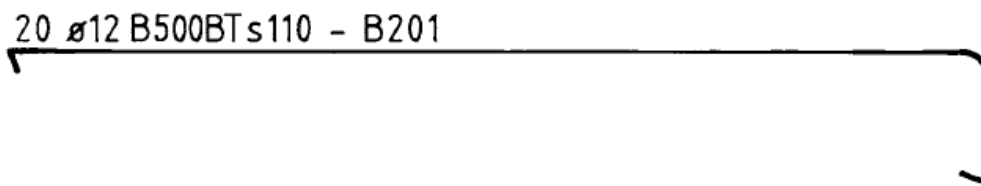
### 3.6.1.5 Littera

Armeringsstångens egenskaper skrivs längs med stången eller längs en hänvisningslinje till denna. De uppgifter som armeringsstångerna har kallas littera och ska redovisas enligt följande 6 kriterier:

1. Antal stänger (eller antal buntar och antal stänger i bunten)
2. Dimension
3. Kvalitet
4. Centrumavstånd i mm mellan stänger (eller mellan buntar)
5. Typ (enligt typblad för bockning)
6. Nummer (med hänvisning till armeringsförteckning.)

Typbeteckningen och nummer för raka stänger kan ersättas av klipplängden.

Litterat till armeringsstången i figur 3.5.1.5 nedan talar om att bockningstypen är B och dess unika nummer är 201. Dessutom går det utläsa att det är totalt 20 stänger med diametern 12mm. Stålkvaliteten är B500BT och stängerna är utlagda med ett inbördes avstånd på 110mm.

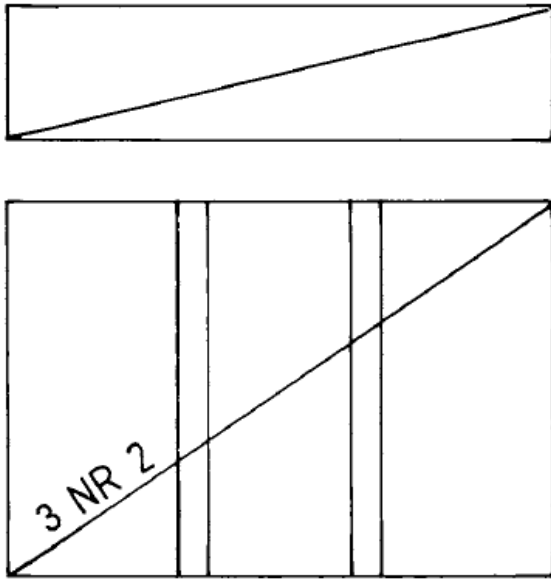


Figur: 3.5.1.5: (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

### 3.6.1.6 Armeringsnät

Armeringsnät ritas med en ytterkontur som är skalenlig och följer det element som skall armeras. Den kompletteras med en diagonal linje från övre högra hörnet till undre vänstra hörnet. Beroende på om nätet ligger i överkant eller underkant så får nätnumret ett tillägg i form av UK eller ÖK.





Figur: 3.5.1.6 (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

### 3.6.1.7 Ritningsstorlek – A1

Ritningars standardstorlekar följer A-serien. Enligt BH90 skall det i första hand användas A1 eller A3, vilket betyder en höjd på 594mm eller 297mm. A1 är precis 100% större än A3, vilket underlättar då man vill skala om originalritningar och fortfarande behålla korrekta ritningar. I A-serien finns dessutom extra breda storlekar. De betecknas med bokstaven F efter standardnamnet på pappret. (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

## 4 GENOMFÖRANDE

Arbetet med att skapa armeringsritningar ur Revit Structure 3D-modell har gjorts med hjälp av tutorials och hjälpsidor på nätet. Undersökningen har gått till så att verktyg och inställningar som Revit erbjuder har testats på en 3D-modell som Ramböll Uppsala tillhandahållit. Testerna på modellen i kombination med handledning från konstruktörer på Ramböll har legat till grund för detta kapitel.

### 4.1 Modellering av armering

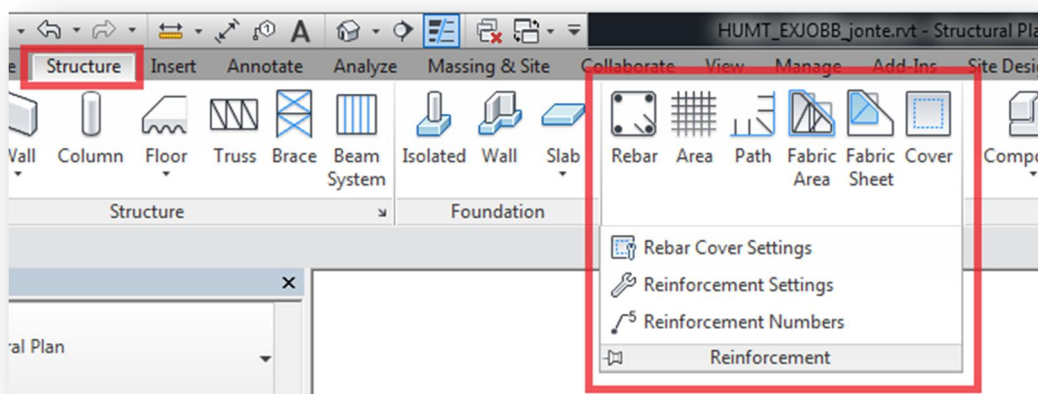
Armeringsmodellering i Revit Structure kan göras på olika sätt. Armeringen som modelleras in 3D objekt som är en del av konstruktionsmodellen. Den placeras i ett värdelement genom att använda Reinforcement-verktygen eller Revit extension-verktygen.

I Revit går det att modellera både vanlig armering och nätarmering. Det finns flera olika verktyg för detta, som alla passar för olika typer av armering och betongelement. Mycket av modelleringen kan anpassas efter hur konstruktören föredrar att jobba. Senare i kapitlet ges en mer ingående beskrivning av hur dessa verktyg fungerar, samt vilka inställningar som är bra att känna till.

Fördelar med att projektera i 3D är den direkta uppdateringen. Som nämnts i tidigare kapitel, vilket innebär att när en ändring görs i en vy, så uppdateras alla vyer och mängder i projektet. Det medför att förteckningsscheman genereras fortlöpande och kontroller kan göras. Dessutom kan dessa förteckningar exporteras.

#### 4.1.1 Armeringspanelen

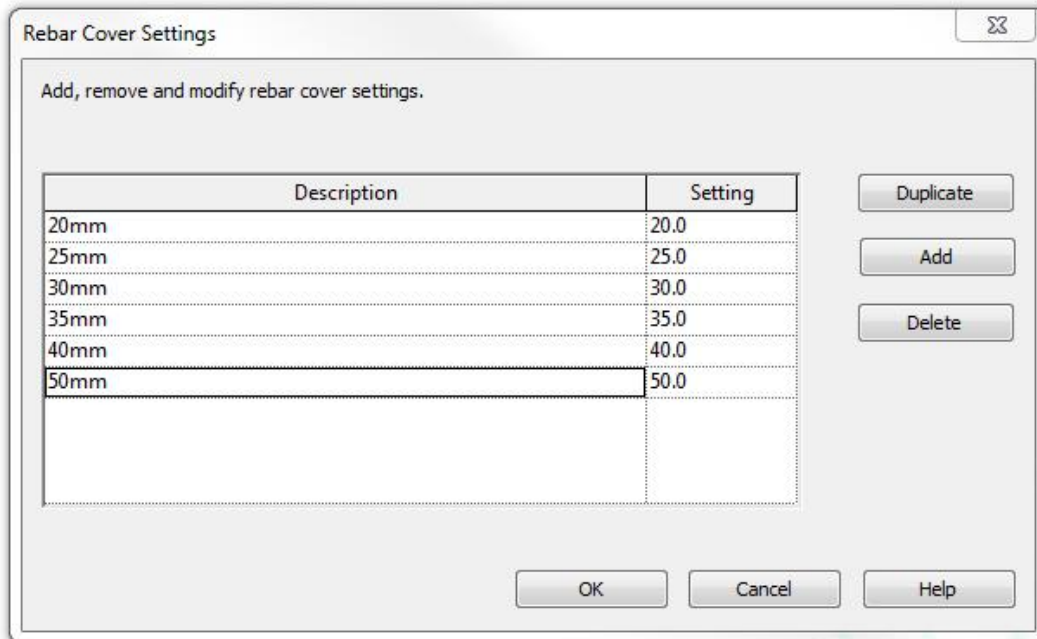
Under menyfliken "Structure" finns panelen "Reinforcement". Där finns grundverktygen för armering som Revit erbjuder. Expanderas panelen så syns även knappar för att nå de olika inställningar som kan redigeras. Med hjälp av grundverktygen så kan man skapa många olika armeringslösningar.



Figur: 4.1.1. Armeringspanelen.

#### 4.1.1.1 Rebar Cover settings

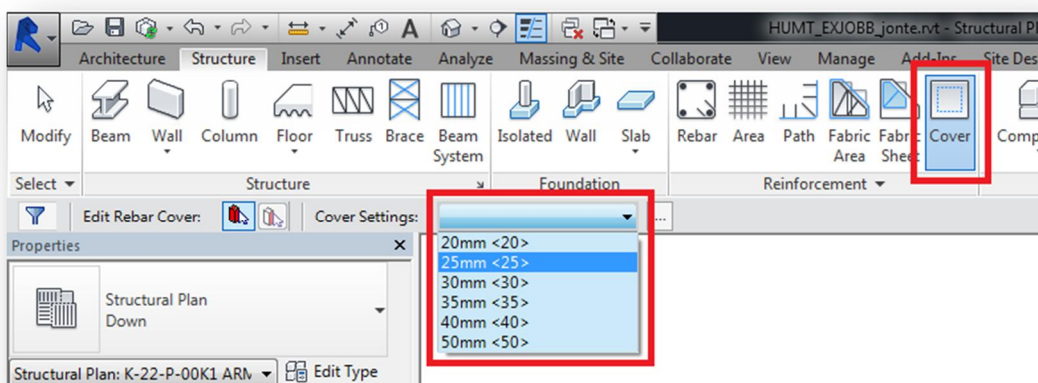
Innan det är dags att modellera armering är det bra att ha skapat en lista över de täckande betongskikten som är tänkta att användas i projektet. Detta görs i Rebar Cover Settings. Genom att trycka på "Add" skapas de betongskikten som önskas.



Figur:

##### 4.1.1.1. Skapa betongskickt.

När det sedan är dags att armera en betongsektion, så väljs täckskikt med verktyget Edit Rebar Cover. Markera en betongsektion när cover-verktyget är aktivt, så kommer en rullmeny med listan över täckskikten som är skapa i Rebar Cover Settings upp i optionsmenyn se figur: 4.1.1.1.2

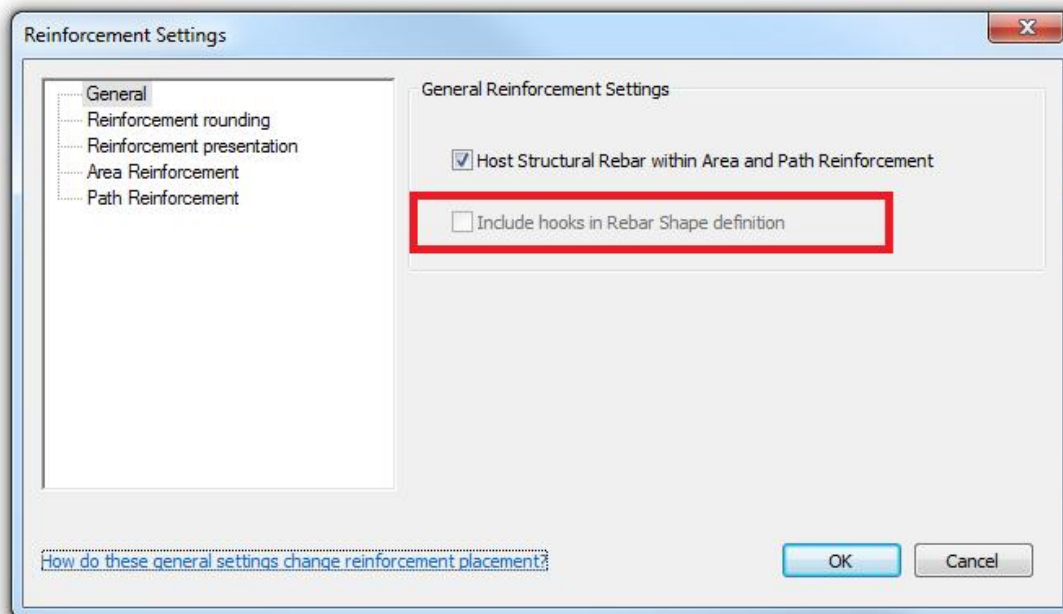


Figur: 4.1.1.1.2. Betongskiktmenyn.

#### 4.1.1.2 Reinforcement settings

I Reinforcement settings väljs olika inställningar för hur armeringen ska vara fördefinierad med avseende på bl.a. ändkrokar och Area- och Path Reinforcement. Viktigt är att göra ett val ifall ändkrokarna skall vara inkluderade i Rebar Shape eller

inte. Detta måste väljas innan första armeringsobjektet modelleras, därefter släcks möjligheten att ändra detta.



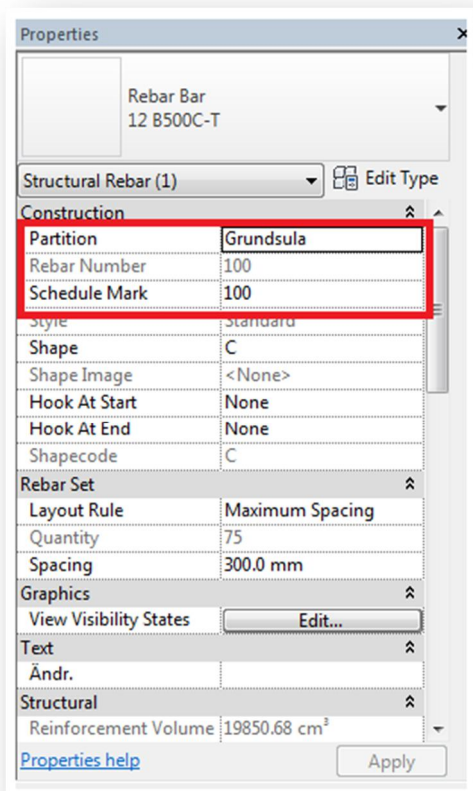
Figur: 4.1.1.2. Reinforcement settings.

Är boxen för ändkrokarna (se figur 4.1.1.2.) inte iverkade kan dessa väljas till i efterhand för varje armeringselement. Är den iverkade så går det inte att ändra ändkrok, vilket gör att ändkroken måste vara förbestämd i Rebar-familjen.

#### 4.1.1.3 Reinforcement numbers

Reinforcement number är väldigt viktigt att ha koll på hur det fungerar, eftersom dessa ligger till grund för armeringsförteckningen. I armeringsförteckningar så ska varje armeringsjärn ha ett unikt littera. När armeringsobjekt läggs in i konstruktionsmodellen får den automatiskt ett nummer som heter Rebar Number och ett som heter Schedule Mark (se Figur: 4.1.1.3.). I Revit gäller det att modifieras dessa nummer medan de läggs in modellen, för att få ordning på armeringsförteckningarna.

- Rebar number ges automatiskt av Revit och styrs av partitions och av ordningen den läggs in i modellen.
- Schedule Mark är nummer som användaren tillskriver armeringsobjektet. Schedule Mark är fördelaktigt att använda som littera i sitt Revit Schedule, eftersom det går att justera manuellt, samt för att Naviate Structure använder Schedule Mark när XML-filer genereras.

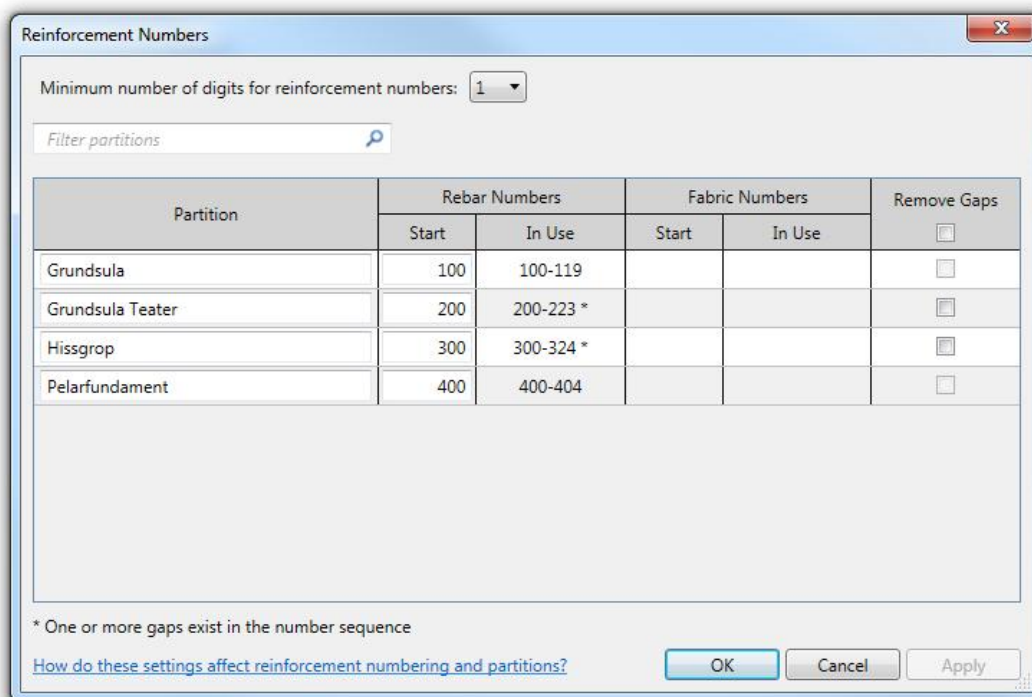


Figur: 4.1.1.3. Egenskaperna hos ett armeringsobjekt.

## Partitions

Med hjälp av funktionen partition kan man knyta varje armeringsobjekt till en grupp. Det görs för att enklare hantera och läsa armeringsförteckning. När armeringsobjektet läggs in i modellen med standardverktygen så går det att tillskriva objektet en partition i förväg. Då kommer objektets Rebar Number bli det lägsta oanvända numret i denna partition.

De olika grupperna (partitions) läggs in i Reinforcement numbers. Se figur 4.1.1.4. Då armeringsmodelleringen av grundsulan görs, går det välja att all litterering börjar på ett specifikt nummer. I Figur: 4.1.1.3.1. nedan syns att Grundsula har littera från 100 och Hissgrop har littera från 300.



Figur: 4.1.1.4. Uppdelningen av armering i Partitions.

Det underlättar att numret i Schedule Mark är samma nummer som i Rebar number. Detta eftersom Naviate Structure littererar efter Schedule Mark när det exporterar armeringsförteckningar till Q-armering i XML-filformat.

När armeringsförteckningar genereras via Naviate Structure går det att föra med konstruktionsdelsanmärkningarna. För att konstruktionsdelsanmärkningarna för en armeringsstång ska bli samma som dess partition, så skrivs samma namn som partition in i "Comments" som ligger i Objekt properties under Identity Data.

## 4.1.2 Ritverktyg

I Revit går det att modellera både vanlig armering och nätarmring. Det finns flera olika verktyg för detta, som alla passar för olika typer av armering och betongelement. I detta delkapitel beskrivs grundverktygen för armering.

Verktygen är:

- Structural Rebar
- Structural Path Reinforcement
- Structural Area Reinforcement
- Structural Fabric Areas
- Structural Fabric Reinforcement

Utöver detta kan det vara bra att känna till att Structural Rebars består av två systemfamiljer och en komponentfamilj. Skillnaden är förklarad i kap.3.2. Structural Fabric Reinforcement består av två systemfamiljer.

- Structural Rebar
  - Rebar Bar (systemfamilj)
  - Rebar Hook (systemfamilj)
  - Rebar Shape (komponentfamilj)
- Structural Path Reinforcement
- Structural Area Reinforcement
- Structural Fabric Areas
- Structural Fabric Reinforcement
  - Fabric Sheet (systemfamilj)
  - Fabric Wire (systemfamilj)

#### **4.1.2.1 Structural Rebar**

Structural Rebar är grundverktyget i Revit. Det nås via Reinforcementpanelen under fliken Structure. Det finns många olika sätt att använda sig av detta verktyg. För att komma åt Rebar-verktyget skall en sektionssvy av önskat element vara aktivt. Väl där går det att välja vilken typ av armering som skall modelleras. Det görs i properties fönstret.

Structural Rebar består av tre familjer.

Den ena är Rebar Bar-familjen som är en systemfamilj som framförallt styr stålqualität och dimensioner. I först hand är det diameter på armeringsjärnet som är viktigt att hålla koll på.

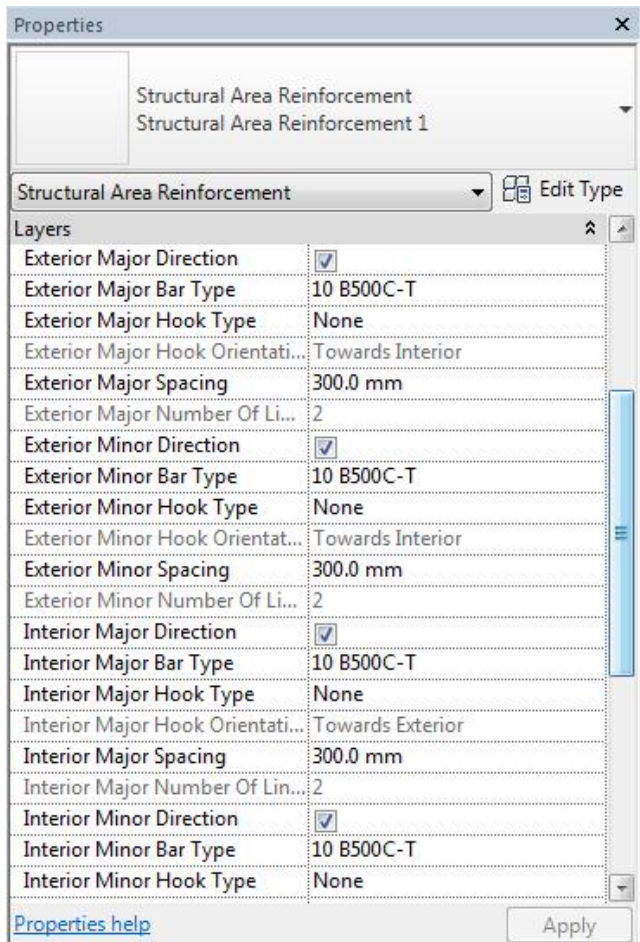
Den andra familjen som är en systemfamilj är Rebar Hook-familjen. Som namnet antyder så består denna familj av olika typer av ändkrokar. I vissa fall har ändkrokarna redan lagts till i Rebar Shape, vilket kan skapa problem.

Den tredje familjen är Rebar Shape-familjen. Denna familj är en komponentfamilj. Det går därmed att ändra dess parametrar och form. Med andra ord går det att skapa egna former för sina armeringsjärn. När ett projekt öppnas med Naviate Structure-template, så finns färdiga Rebar Shapes inlagda som motsvarar de böckningstyper som finns beskrivna i typblad 2A.

#### **4.1.2.2 Structural Area Reinforcement**

Det här verktyget används för att armera upp ett element som har modellerats som en area, t.ex. en vägg eller ett bjälklag. Detta görs genom att i vy markera ett hostelement och sedan rita ut ett område inom detta element som armeringen skall fylla. I figur:

4.1.2.2. nedan går att se de val som går att göra. Det finns möjlighet att modifiera armeringen både i överkant och underkant, och i båda riktningarna. Med andra ord är det 4 olika järn som styrs. Stålsort, ändkrok är valen som görs i layers. Dessutom går det att välja maximalt s-avstånd eller ett bestämt antal number av armeringsjärn. Detta verktyg är väldigt effektivt för armering av väggar och bjälklag.



Figur: 4.1.2.2. Visar valen som går att göra för Structural Area Reinforcement.

### 4.1.2.3 Structural Path Reinforcement

Detta verktyg påminner mycket om Strucutral Area Reinforcement. Skillnaden med detta verktyg är att det här armeras längst en linje istället för en area. Ett exempel på när detta verktyg är bra är längst en kurvad vägg. Problemen med detta verktyg är dock flera. Det första och mest uppenbara är att det enbart går att armera med den Rebar shapefamilj som står först i listan bland dina Rebar shapes. Vilket enligt svenska typblad 2A ger ett A-bockat järn. Det vill säga en rak stång. För att ändra bockningstyp krävs att armeringen bryts upp till singelinstanser. Vilket medför problem med armeringsförteckningen. Dessutom blir det mycket jobb då dimensioner och placering skall ändras, eftersom varje armeringsjärn måste ändras för sig istället för en grupp.



#### **4.1.2.4 Structural Fabric Areas**

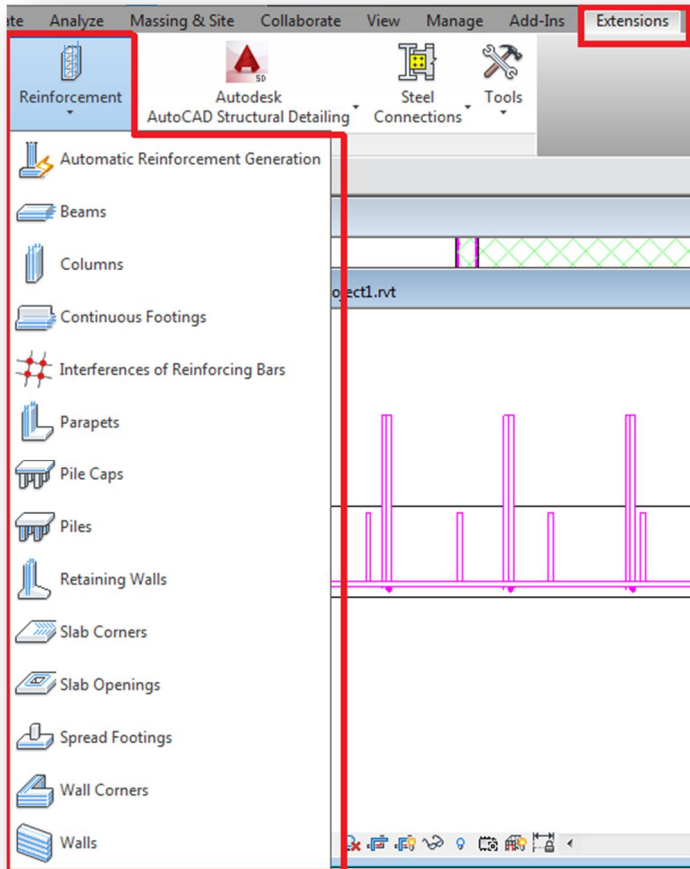
Fungerar som Area Reinforcement men, istället för ILF-järn så modelleras armeringsnät in. Detta verktyg har dock inte undersökts djupare i detta arbete.

#### **4.1.2.5 Structural Fabric Reinforcement**

Detta verktyg används för att lägga in en instans av ett armeringsnät. Till skillnad från Fabric Area där ett område fylls med armeringsnät, så är det enbart ett armeringsnät som läggs in.

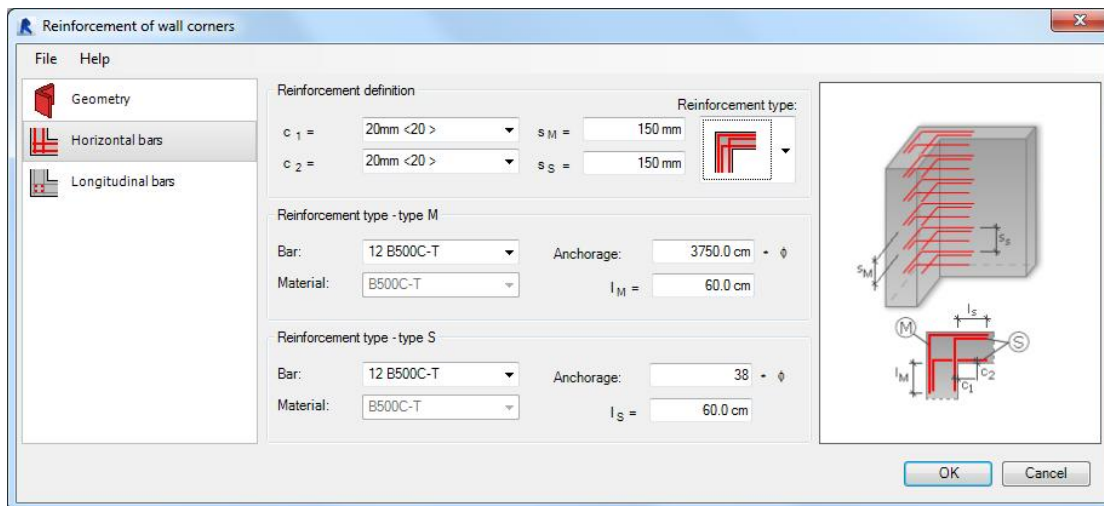
### 4.1.3 Revit Extensions

Utöver grundverktygen i Revit, så går det att modellera armering via Revit Extensions. Extensions är ett tillägsprogram som utökar Revits kapacitet i vissa nyckelområden, armering är ett av dessa områden. Det går att ladda ner från autodesks hemsida([autodesk.com](http://autodesk.com)). I extensions Reinforcement-flik finns ett flertal färdiga komponenter som underlättar modelleringens arbetsgång, se figur 4.1.3.



Figur: 4.1.3. Färdiga armeringslösningar under Reinforcement-fliken i Extensions.

Som syns på figur: 4.1.3. så erbjuder Revit extensions armeringslösningar för flertalet element. Pelare, grundsulor, balkar, bjälklagshörn, pelarfundament mm. Komponenterna är anpassade parametriskt efter de olika värdelement som finns i Revit. I figur: 4.1.3.1. nedan visas hur komponenten för vägghörn ser ut. Figuren visar att det går att välja flera olika armeringslösningar. Dessutom går det välja stålsort, dimensioner, m.m.

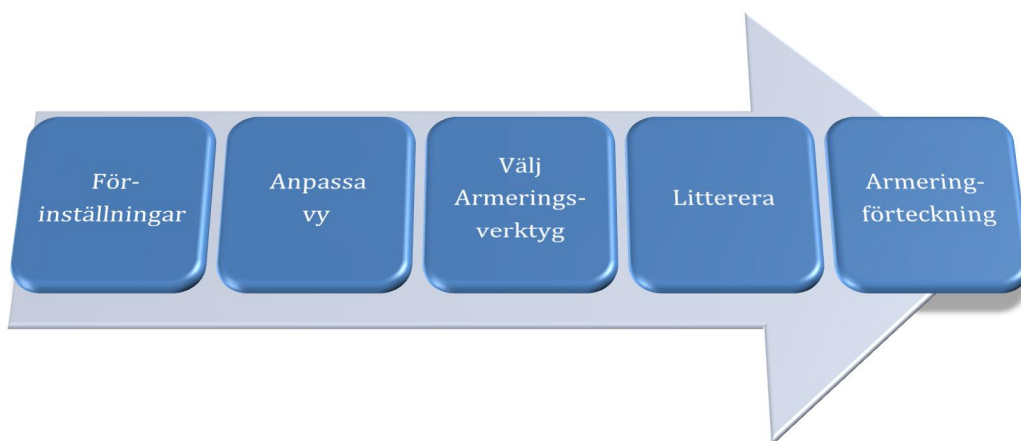


Figur: 4.1.3.1. Val av armeringslösning för vägghörn i Revit extensions.

Något som måste tas hänsyn till när det modelleras med Extensions är att Rebar Shapes inte anpassas efter typblad 2A. Armeringsjärnen måste därför redigeras i efterhand, så att littera och bockningstyp blir anpassat till övriga modellen.

#### 4.1.4 Arbetsgång vid modellering av armering och framtagning av armeringsförteckning

Det finns flera olika sätt att modellera i Revit Structure 2015. Detta arbete kommer ge ett förslag på hur detta arbete kan läggas upp. I detta förslag utgår författaren från att det finns en färdig 3D-modell där armering kan läggas in.



Figur: 4.1.4: Arbetsgång vid modellering och framtagning av armeringsförteckning.

##### 4.1.4.1 Förinställningar

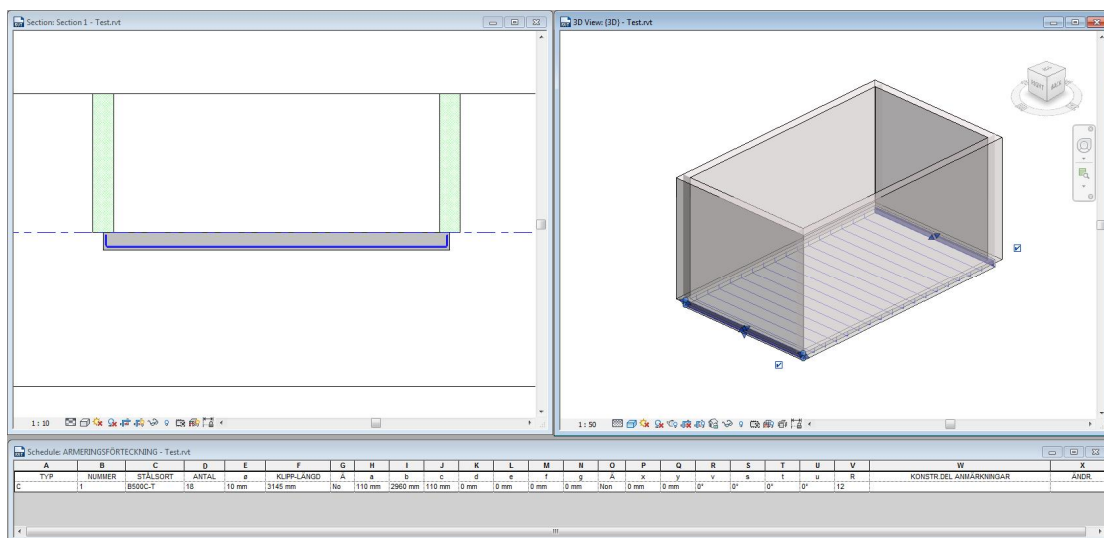
Viktiga förinställningar är att se till så att det finns rätt armeringsfamiljer och att det finns ett färdigt Schedule. Det går att skapa projekt templates som innehåller detta. Se till så att de armeringsfamiljer som krävs finns tillgängliga i det projekt som ska

användas. Armeringsfamiljerna ska följa typblad 2A för att det enkelt skall kunna genereras armeringsscheman i slutändan. Se även till att det finns ett färdigt Schedule som är anpassat efter företagets arbetssätt och som på ett bra sätt är kopplat till Q-armering,

När projektet väl är skapat, är det bra att ha förinställt betongskikt som förväntas användas i projektet. Det är fördelaktigt att välja detta innan modellering börjar. Detta görs genom cover-verktyget. Görs detta innan armeringen läggs in så underlättas arbetet.

#### 4.1.4.2 Anpassa vy

Det är viktigt att välja bra vyer att modellera i. Detta val avgörs av vilket element som skall armeras. Oftast kan det vara fördelaktigt att ha flera vyer uppe samtidigt. T.ex. så är det fördelaktigt att ha 3D-, plan- och ett Schedulevy öppna samtidigt. När armeringen modelleras i planvyn så syns den direkt i de två andra vyerna och kan då justeras efter behov.



Figur: 4.1.4.2: Anpassning av flera vyer vid armeringsmodellering. Här är 3D-, plan- och Schedulevy öppna.

#### 4.1.4.3 Välj armeringsverktyg

Valet av armeringsverktyg beror på vilket sorts element som skall armeras. T.ex. om en vägg skall armeras upp sparas tid genom att använda Strucural Area Reinforcement. Skall däremot ett vägghörn armeras kan det förmodligen vara fördelaktigt att använda Revit extensions. Kunskapen om vilka verktyg som bäst lämpar sig för vid de olika situationerna lär man sig efterhand som programmet används.

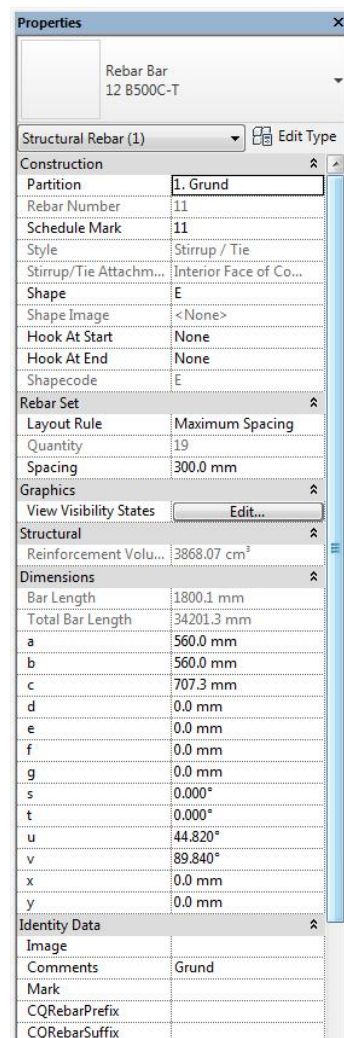
#### 4.1.4.4 Littretra

När det kommer till littretringen finns det flera olika sätt att arbeta. Det system som författaren valt går ut på att dela upp elementen i olika partions. I dessa så väljs sedan

nummer. Är schemavyn öppen är det möjligt att justera armeringsobjekten i takt med att de läggs in i modellen.

Stegen för litterering blir således.

1. Lägg in önskat armeringsobjekt i ett hostelement.
2. Markera det inlagda elementet och titta i properties.
3. I properties välj vilken partition armeringen skall tillhöra.
4. Se därefter till att armeringsobjektet har de önskade parametrarna rätt valda. De ska ha ett Schedule mark-nummer (littera) som följer den valda logiken i förteckningen.
5. Dessutom skall Comments-rutan stämma med Partition. Det är detta som sedan blir konstruktionsanmärkning på armeringsförteckningen.
6. Och se även till så antal stänger, typ och avstånd är inställda som önskat.
7. Titta i ditt Schedule så att det hamnar på rätt rad.



Figur: 4.1.4.2: Properties vid litterering

#### 4.1.4.5 Armeringsförteckning

Om de tidigare förklarade stegen i det här arbetssättet följs, så kommer armeringsförteckningen hela tiden att uppdateras under arbetets gång. Detta medför att kontrollen över de olika armeringsobjekten är överskådlig om det finns en utarbetad logik i littereringen.

När sedan alla armeringsobjekt är inlagda i modellen, så är också armeringsförteckningen klart att exporteras. Det kan i vissa fall vara nödvändigt med handpåläggning i efterhand i programmet Q-armering.

##### 4.1.4.5.1 Exportera armeringsschema via Naviate Structure

När det är dags att exportera Schedules till Q-armering är Naviate Structure ett bra verktyg. Det gäller dock att modellen är uppbyggd på ett sådant sätt att Naviate

Structure använder önskade parametrar när XML-filer genereras. XML-filer är de filer som armeringsförteckningar i Q-armering har.

#### **4.1.4.5.2 Anpassa till Q-armering**

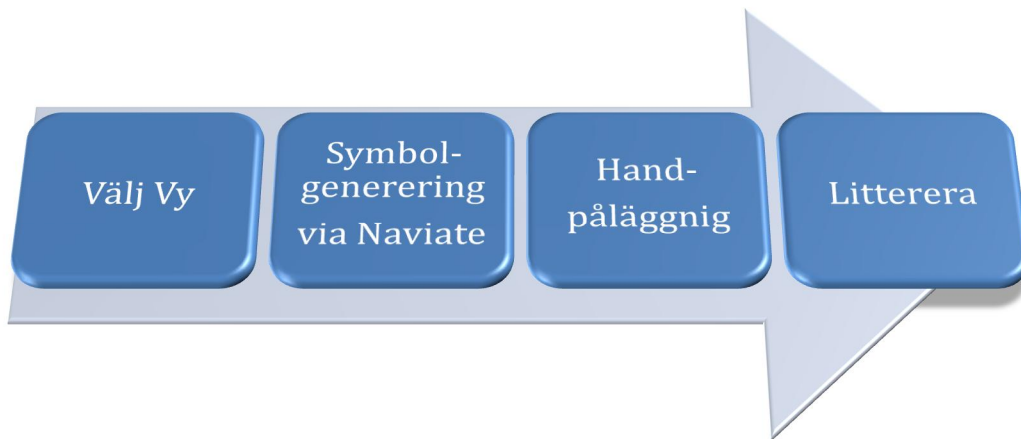
Armeringsförteckningar som har genererats ur Revit Structure 2015 via Naviate Structure kan sedan via handpåläggning modifieras så att det blir korrekta armeringsförteckningar i Q-armering. Ett exempel på en sådan handpåläggning kan vara specialfall som att BPP(Bockas På Plats) behöver skrivas in manuellt i kolumn B då BA järn littereras.

## 4.2 Framtagning av 2D Armeringsritningar

För att ta fram armeringsritningar ur Revit Structure 2015 behövs tillgång till ett bibliotek med branschriktiga symboler och littera. I dagsläget har Revit inget färdigt verktyg för att ta fram branschriktiga armeringsritningar som är gångbara i Sverige. Det finns anpassade tilläggsprogram som har dessa bibliotek. Ett av dessa tilläggsprogram är Naviate Structure. Det här arbetet kommer enbart presentera hur armeringsritningar tas fram via Naviate Structure. Detta eftersom Ramböll i Uppsala har tillgång till Naviate Structure.

### 4.2.1 Generera 2D Armeringsritningar via Naviate Structure

Naviate Structures styrka ska bl.a. vara att genereringen av symboler som följer svensk branschstandard. Vid enklare armeringslösningar fungerar det ganska bra. När det är många järn inblandade blir det klurigare att få till korrekta redovisningar. Här presenteras grunderna i 2D-genereringen.



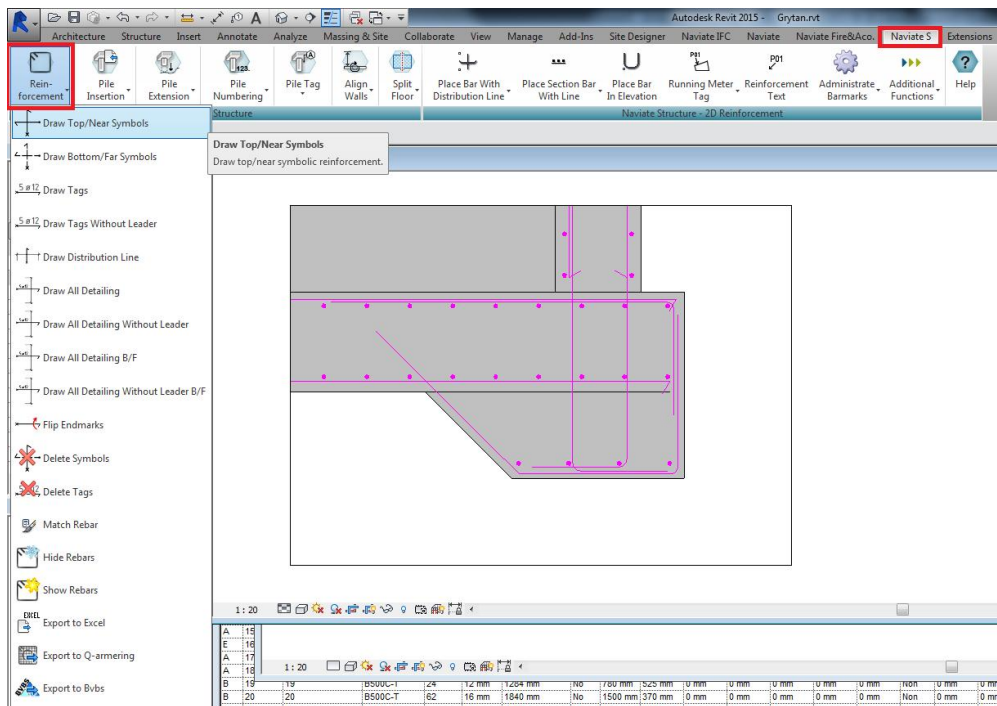
Figur: 4.2.2: Arbetsgång vid generering av 2D-ritning.

#### 4.2.1.1 Detaljsektion

Några enkla steg för att redovisa detaljsektion.

Välj en önskad vy som du vill redovisa. Tex. en grundsula. Se till så att de armeringsjärn som skall redovisas syns.

Gå in i Naviate Structure-fliken och menyn Reinforcement. Välj där funktionen "Draw Top/Near symbols". Då skall 2D-representation med ändmarkeringar för varje armeringsjärn genereras.

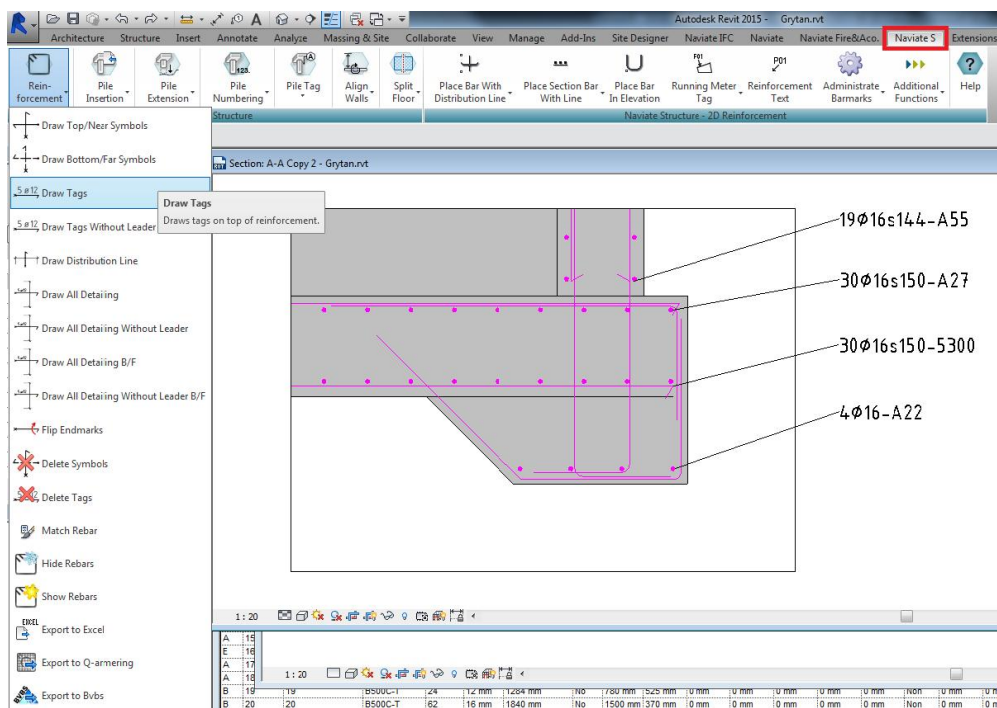


Figur: 4.2.1.1: Här syns att ändmarkeringar på vissa järn genererats.

Det kan behövas en del handpåläggning i efterhand. T.ex. flytta på stängerna så de syns tydligt. En vanlig handpåläggning är att ändmarkeringen är riktad åt fel håll. Detta justeras via "Flip Endmark".

Sedan är det dags att litterera stängerna. Detta görs antingen vi annotate-fliken. Där används "Tag by Category"-funktionen.

Alternativt så används Naviate Structure-fliken och funktionen "Draw Tags" genererar littera. Detta littera är mer flexibelt vad det gäller placering.



Figur: 4.2.1.1.1: Här har littera genererats.

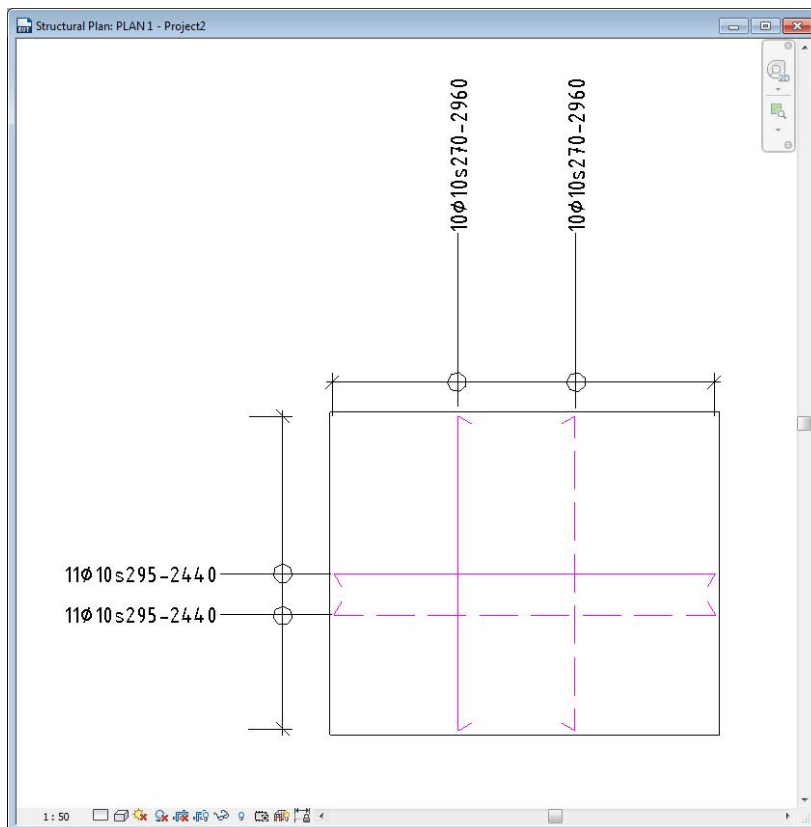


### 4.2.1.2 Armeringsplan

Det finns framförallt två saker som skiljer plan- och detaljritningar. Det ena är utbredningslinjen och det andra är att järn i underkant ska vara streckade.

Börja med att välja vy som skall redovisas. Generera överkantsarmering för sig med funktionen "Draw all Detailing". Välj sedan underkantsarmeringen och välj funktionen "Draw all Detailing B/F".

De utbredningslinjer som genereras behöver oftast viss handpåläggning för att stämma med armeringsjärnen. Detsamma gäller littereringen som oftast hamnar i fel vinkel. Figur 4.2.1.2. visar hur det kan se ut efter handpåläggningen är klar.



Figur: 4.2.1.2: Visar en armeringsplan

## 4.3 3D-visualiseringar

3D-visualiseringar kan vara ett bra komplement till ritningar när ett särskilt invecklat område skall armeras. Det finns idag ingen branschstandard för dessa visualiseringar. Dessutom går det att exportera modellen som IFC-fil, så den går att visa i 3D-viewers.

### 4.3.1 Arbetsgång vid framtagning av 3D-visualiseringar



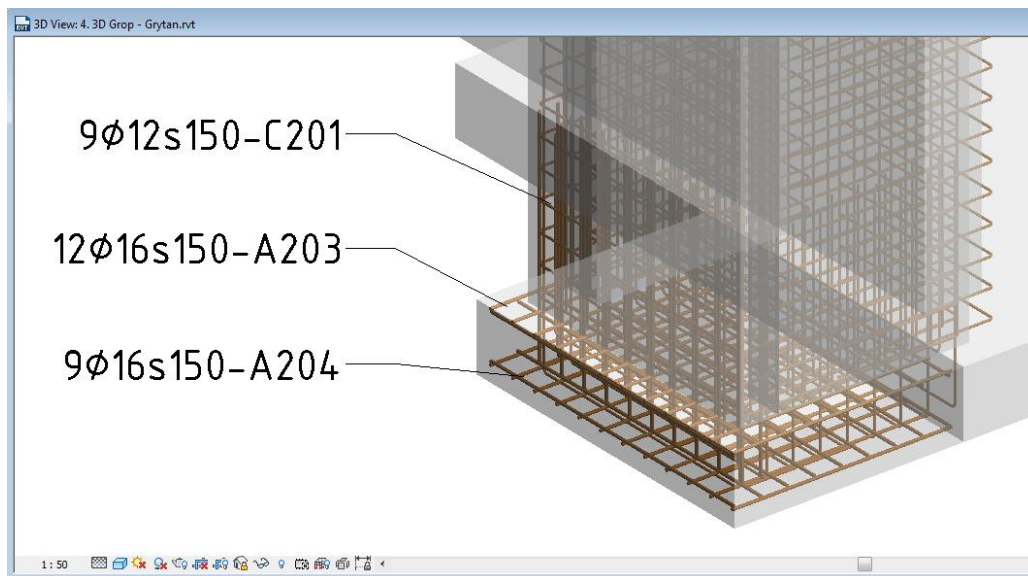
Figur: 4.3.1: Arbetsgång vid framtagning av 3D-Visualiseringar

Börja med att välja den 3D-vy som skall visualiseras. Med hjälp av section box går det att avgränsa det som skall visas. Därefter gäller det att låsa vyn för att kunna litterera. Låsa vyn görs genom att välja Save Orientation and Lock View.



Figur: 4.3.1.1: Låsning av vyn.

Därefter går det utmärkt att använda verktyget "Tag by Category" i annotate-fliken för att litterera.



Figur: 4.3.1.2: Litterering av vyn.

## 5 JÄMFÖRELSE

En frågeställning som var intressant för Ramböll var om tidsåtgången för att skapa armeringsförteckningar kan kortas med hjälp av Revit Structure 2015. I denna rapport har därför en jämförelse gjorts för framtagning av armeringsförteckning mellan Revit och AutoCad.

### 5.1 Avvattningsanläggning Gryta

Ramböll Uppsala projekterade 2013 en avvattningsanläggning. I detta uppdrag ingick utförandet av armeringsritningar och armeringsförteckningar. Författaren till denna rapport undersökte hur lång tid det skulle ta om armeringsförteckningen gjordes i Revit Structure 2015 istället för AutoCAD.

- Uppmätta resultat: Tidsåtgång
- Jämförelse: Armeringsmängd, Smidighet, Korrekthet i handlingarna.
- Anmärkningar och förslag gjordes på Revit Structure 2015.

#### 5.1.1 Förutsättningar

En 3D-modell skapades som armeringen kunde modelleras in i. Tidsåtgången började räknas från det att första järnet modellerades in i konstruktionsmodellen.

De som hade gjort projektet i AutoCAD var nya användare vilket motsvarar ungefär samma kunskapsnivå som författaren.

#### 5.1.2 Tidsåtgång

Ramböll räknade med att det tog ca 4 arbetsdagar att göra armeringsförteckningarna manuellt genom AutoCAD.

I Revit tog det ca 25 timmar, alltså ca 3 dagar. Det skall dock tilläggas att det skulle krävas ett par timmar till för att få till rätt hänvisningar.

#### 5.1.3 Fördelar & Nackdelar

De stora fördelarna med att ta fram armeringsförteckning från 3D-modell är att dimensionerna på armeringsjärnen genererades automatiskt, vilket gör att inga järn missas i armeringsförteckningen.

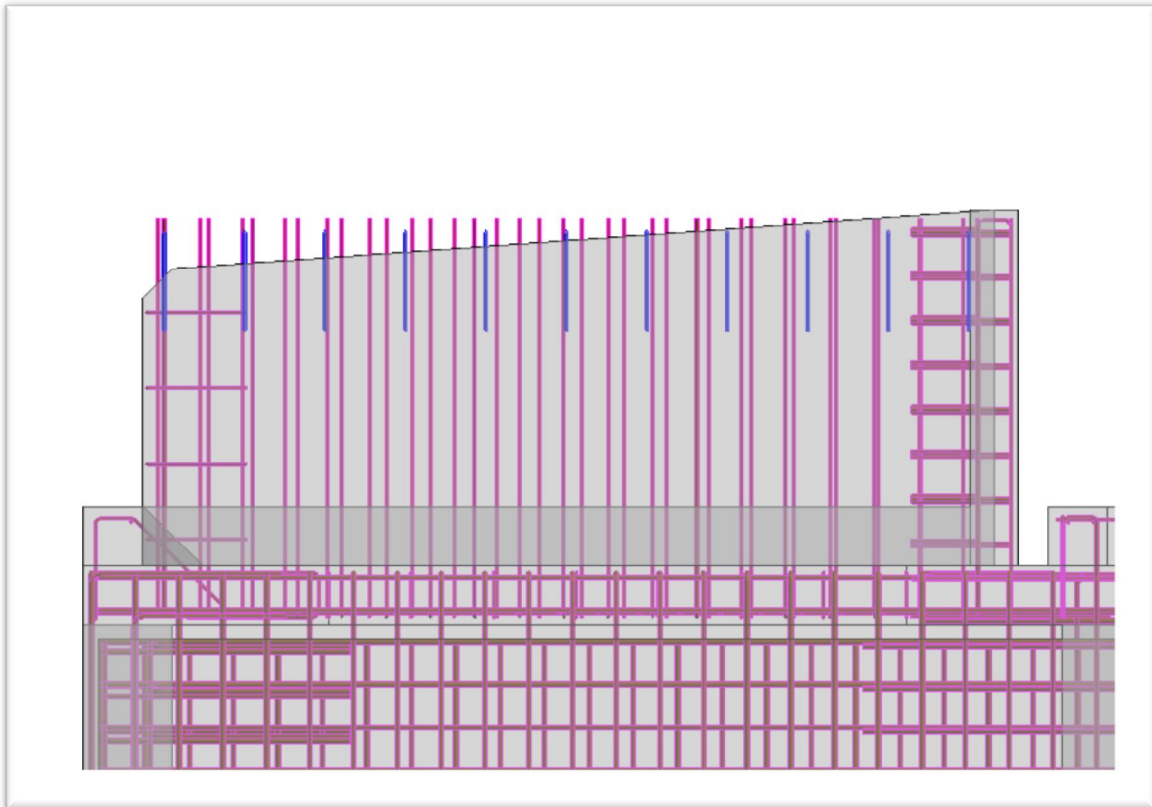
Nackdelarna är att de verktyg som finns i Revit just nu inte är helt användarvänliga ännu. Det är många buggar i Revit Structure 2015 som kostar tid. Skulle dessa fixas till skulle Revit kunna bli riktigt effektivt.

### 5.1.4 Problem/Buggar

När det gäller Armeringsmodellering har Autodesk fortfarande en del att jobba på för att Revit ska bli ett effektivt verktyg. Nedan listas de problem/buggar som programmet visade när Gryta armerades. Dessutom ges förslag till nästa utgåva av Revit.

- När man flyttar utbredning på armering i vissa vyer så ändras längd på armeringsstänger. Detta medför att Revit automatiskt ger armeringsobjektet ett nytt Rebar number. Det i sin tur gör att armeringsförteckningen ändras. Då får man manuellt uppsöka var längdändringen skett och ursprungslängden, så att armeringsobjekten återgår till rätt Rebar number.
  - ✓ Skapa en funktion som gör att armeringsdimensionerna går att låsa.
- Armeringsobjekt med samma littera och som är exakt lika blir inte uppdelade i grupper då de hamnar i Schedules. T.ex. då samma typ av järn används i flera olika väggar, då brukar det förteckningen skrivas in hur många grupper av stänger det finns.
  - ✓ Skapa en post som visar hur många grupper av armeringsobjekt det finns av varje Schedule mark eller Rebar Nummer.
- När flera armeringsstänger har samma Schedule Mark eller Rebar Nummer blir det problem i schedules. För att fixa till det behöver man söka upp de järnen som har samma nummer och ge dem olika. Problemet är att det är svårt att se vilka järn det är som är lika.
  - ✓ Då en rad markeras i Schedules, ge de korresponderande armeringsjärnen färger som tydligare urskiljer dem från övriga stänger.
- Schedulevyn har problem med scrollfunktionen. Vilket gör att det blir krångligt att jobba i den vyn.
  - ✓ Fixa scrollen.
- När utbredningen av en armeringsgrupp ska läggas ut i 3D- eller 2D-vy så kommer inte alltid handtagen som styr dessa fram. Det kan vara riktigt frustrerande. Rapportskrivaren har inte hittat ett system för hur det går att få fram dessa. Byte av vy, alternativt klicka på andra objekt kan fungera ibland, andra gånger inte.
  - ✓ Fixa så att handtagen alltid syns. Alternativt att det finns en klickfunktion för att få fram dem. Ordna ett fält i Objekt properties där det manuellt går att skriva in utbredningen.
- När speglingsverktyget används så ändras ibland dimensionerna på armeringsobjekten.
  - ✓ Fixa bugg.

- När edit sketch-verktyget skall ändras hos ett armeringsobjekt så hänger sig Revit.
  - ✓ Fixa bugg.
- Ibland snappar armeringslängderna till det valda tätskiktet. Det kan vara problematiskt då en specifik längd på armeringsjärnet erfordras.
  - ✓ Ha en funktion som gör att det går stänga av snapp från armeringsjärnet till tätskiktet.
- Det går inte göra utbredningen av en armeringsgrupp annat än horisontalt eller vertikal. Detta medför att armering hamnar utanför element. Se figur 5.1.4. nedan.
  - ✓ Se till så att det även går att justera utbredningen i z-led. T.ex. så skulle det kunna finnas vertikal handtag då en armeringsgrupp har en horisontell utbredning.
- Det går det inte att ha olika längder i en armeringsgrupp. Se b-järnen som alla sticker upp lika långt. Se figur 5.1.4. nedan.
  - ✓ Skapa ett verktyg som gör att det går att klippa av armeringstänger i en grupp.
- Det gäller att ha koll på ändkrokarna i properties. När N-järn läggs ut är de förinställda med ändkrokar M. Vilket är betyder att ändkroken är motsatt mot standardtypbockningen. Detta syns dock inte i konstruktionsmodellen, men gör att armeringsförteckningen blir fel.
  - ✓ Om ändkrokar används. Kontrollera så att de är rätt inställda i properties fönstret för järnet, eftersom det inte syns i konstruktionsmodellen.



*Figur: 5.1.4. C-järnen (blåmarkerade) följer inte väggens profil. Dessutom går det inte att ha olika längder i en armeringsgrupp. Se b-järnen som alla sticker upp lika långt.*

- Konstruktionsdelsanmärkningarna som genereras kan bara få med de 15 första tecknen som står i rutan.
- Armeringsjärn av samma typ och dimensioner kan få olika littera pga av att böckningen är speglad. T.ex. så kan  $a=1200\text{mm}$  och  $b=500\text{mm}$  ges ett Rebar number medan  $a=500$  och  $b=1200$  får ett annat. Trots att det blir identiska järn. Skrivs Schedule mark in manuellt så att de får samma littera, då försvinner måtten i schemat. Och skulle måtten i schemat ändras då blir det fel i modellen.

## 6 RESULTAT/SLUTSATS/DISKUSSION

I detta kapitel sammanfattas resultaten på de frågeställningarna som ställdes i början av rapporten. Frågeställningarna som arbetet hoppades ge svar på var om det i Revit Structure 2015 går att göra:

- Korrekta armeringsritningar enligt gällande branschstandard(BH90) genererade från 3D-modell.
  - Det går att göra. Tilläggsprogram som Naviate Structure underlättar framtagningen. Dock så finns det problem som gör att handpåläggningsarbetet blir stort.
- Armeringsförteckningar genererade ur 3D-modell.
  - Armeringsförteckningarna bjuder på stor flexibilitet. Användarvänligheten kan absolut ökas. Dessutom bör Naviate Structures förmåga att generera smidiga förteckningar bli bättre.
- Tydliga 3D-visualiseringar över armeringen i konstruktionsmodell.
  - Här finns många möjligheter att göra snygga visualiseringar. I form av 3D-illustrationer som är smidiga att litterera. M.h.a. Naviate Structure går det att exportera modellen till IFC-fil och öppna i 3D-viewer. Vilka parametrar som följer med vid en sådan export har inte studerats. Det finns dock inte någon särskild standard för hur en 3D-illustration skall se ut.
- Skapa armeringslösningar till icke symmetriska byggnadsdelar.
  - Revits verktyg klarar i dagsläget inte av att armera icke symmetriska byggnadsdelar på ett bra sätt. Med hjälp av Dynamo går det skapa alla möjliga sorters armeringslösningar. Detta är dock invecklat och kräver stort kunnande i Dynamo och programmering.

## 7 FORTSATTAS STUDIER

Det finns fortfarande mycket som går att studera när det kommer till Armeringsredovining i Revit. Även hanteringen av armeringsinformation och flöden är intressant att undersöka vidare på i ett större perspektiv. Detta arbete visar att det finns en stor potential i Revit. Nedan listas några områden som är intressant för fortsatta studier.

- Hantering av familjerna. Det går jobba vidare med armeringsfamiljernas egenskaper. T.ex. typböckningen FL (fallande längder).
- Undersöka hur Revit Extensions kan anpassas så att det blir ännu smidigare att använda, samt för att det ska fungera med svensk branschstandard.
- Hur 2D-genereringen av stängerna kan göras bättre.
- Fixa de buggar/problem som är nämnda i arbetet.
- Dynamiska möjligheter i kombination med armering.
- Djupare jämförelser av effektiviteten och vinsterna av 3D-armeringen.
- Studera värdet av att konstruktören projekterar i 3D. Hur mycket bör de ta betalt?
- Undersöka hur 3D-modeller kan användas vidare. T.ex ute på byggarbetsplats eller hos armeringsleverantör.
- Koppling mellan armering och beräkningsprogram.
- Studera strukturerade arbetsätt för att ta fram armeringsförteckningar för större projekteringar då det krävs många gjutetapper.



## 8 Referenser

Andersson, J. och Andersson J (2012) *Effektiv armeringsredovisning med hjälp av BIM*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. (Examensarbete inom Institutionen för Bygg- och Miljöteknik).

Autodesk (2015) <http://www.autodesk.se> (2015-02-20).

Autodesk University (2015) <http://au.autodesk.com> (2015-02-20).

Celsa Steel Service (2015) <http://celsa-steelservice.se/> (2015-04-09).

Dynamo (2015) <http://www.dynamobim.org> (2015-05-04).

Engström, D., Hyll, H., Fredsdotter, J. och Larsson, R. (2011) *12025 Armering i byggprocessen. Effektivisering av informationshanteringen*. Göteborg: SBUF. (SBUF uppdragsnummer: 7179319).

Hertzell, T. Bergenudd, C. (2003) *BYGGHANDLINGAR 90 – byggsektorns rekommendationer för redovisning av byggprojekt; del 2*. SIS Förlag AB: (SIS Förlag AB. ISBN 91 7162 826-8)

Katz, G. (2014) Stanford University online classes [YouTube] <http://www.youtube.com/bimtopia>. (2015-03-15).

Jeppsson (2014) *Lär dig revit structures 2015 - Grunder, Första upplagan*, Jeppsson CAD Center AB, Göteborg, Sweden, 316 sid.

Namdar, S. och Hernodh, O. (2013) *3D-modellering av en plattrambro i Tekla Structures*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan. (Examensarbete inom Institutionen för Byggteknik och Design).

Vasshoug, H. (2014) *Revit As A Tool For Modeling Concrete Reinforcement*. Las Vegas: Autodesk University. (SE6926)

# 9 Bilagor

## 9.1 TYPBLAD 2A

<b>A</b> 	<b>B</b> 	<b>C</b> 	<b>D</b> 	<b>E</b> 	<b>EX</b> 
<b>F</b> 	<b>G</b> 	<b>H</b> 	<b>J</b> 	<b>K</b> 	<b>L</b> 
<b>LX</b> 	<b>M</b> 	<b>N</b> 	<b>NX</b> 	<b>O</b> 	<b>Q</b> 
<b>R</b> 	<b>S</b> 	<b>SH</b> 	<b>SX</b> 	<b>T</b> 	<b>U</b> 
<b>V</b> 	<b>W</b> 	<b>X</b> 	<b>XX</b> 	<b>Z</b> 	<b>Specialfigurer</b> S: $a+b+0.5y$ SH: $a+b+c+d+0.5y$ SX: $a+b+c+d+0.5y$ -korr
<b>Specialfigurer</b>	<b>Specialfigurer</b>	<b>Specialfigurer</b>	<b>Specialfigurer</b>	<b>Specialfigurer</b>	<b>Specialfigurer</b>
<b>PRINCIP FÖR MÅTTSÄTTNING</b> 		<b>GRANSKAD AV</b>	<b>SENASTE REV DATUM</b> 3/27/2015	<b>UPPDRAKS NR</b>	<b>ANDRING</b>
<b>UTFÖRD AV</b>	<b>DATUM</b> 3/27/2015	<b>OBJEKT</b> Humanistiska Teatern	<b>SIDA (AV)</b> 1 (1)		
<b>TYPBLAD 2A</b>					

# 9.2 ARMERINGSFÖRTECKNING STRUCTURES 2015

FRÅN REVIT

Armeringsförteckning genererad ur 3D-modell under jämförelsestudien.

Fundia Q-armering30

5/26/2015 10:12:32 AM

FÖRT.NR	ILF	BYGGNADSEDEL	kg/SIDA	TILLHÖR RITNING	DATUM	ÄNDRINGS DATUM	ÄNDR
1	P1	X	Enter address here	0			
2	P2	X	Enter address here	0			
3	P3	X	Enter address here	0			
4	P4	X	Enter address here	0			
5	P5	X	Enter address here	0			
6	P6	X	Enter address here	0			
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

INNEHÅLL	SAMMANDRAG
ANSVARIG Jonatan Levi	OBJEKT Gtrytan exjobb
LÄND Sverige	SENASTE DATUM 5/26/2015
	SIDA 1 (2)

Fundia Q-armering30

5/26/2015 10:12:32 AM

	STÅLSORT	DIM	LÄNGD m	MASSA kg	VARAV BOCKAT kg	STÅLSORT (forts)	DIM (forts)	LÄNGD m (forts)	MASSA kg (forts)	VARAV BOCKAT kg (forts)	BOCKNING kg							TOTAL
											GRUPP							
											1	2	3	4	5	6		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		

ILF	SAMMANDRAG
ANSVARIG Jonatan Levi	OBJEKT Gtrytan exjobb
LÄND Sverige	SENASTE DATUM 5/26/2015
	SIDA 2 (2)



TYP	NUMMER	STÅL SORT	ANTAL			Ø mm	KLIPP LÄNGD	DELMÅTT mm, VINKLAR: grader																R	KONSTRUKTIONSEDEL ANMÄRKNINGAR	ENDR.															
			GRP	ST/GR	TOTALT			A	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o				p	q	r	s	t	u									
1	E	90	B500C-T			9	10	925		460	136	350													45		12	Bjälklag körsto													
2	A	91	B500C-T			2	10	2210																				Bjälklag													
3	C	92	B500C-T			17	10	1125		500	160	500															12	Bjälklag runt H													
4	C	93	B500C-T			38	10	1025		450	160	450															12	Bjälklag runt H													
5	C	94	B500C-T			68	10	785		350	120	350															12	Bjälklag													
6	A	96	B500C-T			33	12	1500																				Bjälklag													
7	B	97	B500C-T			64	10	1675		340	1349																12	Bjälklag Stänks													
8	B	98	B500C-T			26	10	1785		450	1349																12	Bjälklag Stänks													
9	C	99	B500C-T			12	10	1125		500	160	500															12	Bjälklag runt H													
10	C	100	B500C-T			4	10	625		250	160	250															12	Bjälklag runt H													
11	B	104	B500C-T			40	10	1575		240	1349																12	Bjälklag Stänks													
12	A	105	B500C-T			7	12	5730																				Bjälklagsplatta													
13	A	106	B500C-T			6	12	1900																				Bjälklagsplatta													
14	A	107	B500C-T			6	12	2930																				Bjälklagsplatta													
15	A	108	B500C-T			20	12	730																				Bjälklagsplatta													
16	A	109	B500C-T			13	12	1430																				Bjälklagsplatta													
17	A	110	B500C-T			13	12	205																				Bjälklagsplatta													
18	A	111	B500C-T			7	12	2960																				Bjälklagsplatta													
19	A	112	B500C-T			19	12	5000																				Bjälklagsplatta													
20	A	113	B500C-T			9	12	1505																				Bjälklagsplatta													
SAMMANDRAG	STÅLSORT	Ø	TOT m	TOT kg	KLIPPT kg	BOOKAT kg																					UTFÖRD AV			GRANSKAD AV			TILLHÖR RITNING			TYPLAD			FÖRT NR		ÄNDRING
				0		0																																	P3		
	ARMERINGSFÖRTECKNING																																								
PROJEKT: PROJ EKTNAMN Enter address here DATUM:      ÄNDRINGSDATUM: UPPDRAG NR 1 FÄRG 1 - FÄRG 2 - FÖRT NR P3      ÄNDRING																																									

TYP	NUMMER	STÅL SORT	ANTAL			Ø mm	KLIPP LÄNGD	DELMÅTT mm, VINKLAR: grader																R	KONSTRUKTIONSEDEL ANMÄRKNINGAR	ENDR.															
			GRP	ST/GR	TOTALT			A	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o				p	q	r	s	t	u									
1	A	114	B500C-T			15	12	450																					Bjälklagsplatta												
2	A	115	B500C-T			8	12	200																					Bjälklagsplatta												
3	A	116	B500C-T			7	12	505																					Bjälklagsplatta												
4	A	117	B500C-T			1	12	4000																					Bjälklagsplatta												
5	A	118	B500C-T			10	12	1600																					Bjälklagsplatta												
6	A	119	B500C-T			10	12	1615																					Bjälklagsplatta												
7	A	120	B500C-T			7	16	5730																					Bjälklagsplatta												
8	A	121	B500C-T			5	16	1900																					Bjälklagsplatta												
9	A	122	B500C-T			5	16	2930																					Bjälklagsplatta												
10	A	123	B500C-T			20	16	730																					Bjälklagsplatta												
11	A	124	B500C-T			13	16	1440																					Bjälklagsplatta												
12	A	125	B500C-T			13	16	260																					Bjälklagsplatta												
13	A	126	B500C-T			7	16	2960																					Bjälklagsplatta												
14	A	127	B500C-T			20	16	5000																					Bjälklagsplatta												
15	A	128	B500C-T			9	16	1505																					Bjälklagsplatta												
16	A	129	B500C-T			15	16	450																					Bjälklagsplatta												
17	A	130	B500C-T			8	16	200																					Bjälklagsplatta												
18	A	131	B500C-T			7	16	505																					Bjälklagsplatta												
19	A	132	B500C-T			1	16	4000																					Bjälklagsplatta												
20	A	133	B500C-T			10	16	1600																					Bjälklagsplatta												
SAMMANDRAG	STÅLSORT	Ø	TOT m	TOT kg	KLIPPT kg	BOOKAT kg																					UTFÖRD AV			GRANSKAD AV			TILLHÖR RITNING			TYPLAD			FÖRT NR		ÄNDRING
						0																																	P4		
	ARMERINGSFÖRTECKNING																																								
PROJEKT: PROJ EKTNAMN Enter address here DATUM:      ÄNDRINGSDATUM: UPPDRAG NR 1 FÄRG 1 - FÄRG 2 - FÖRT NR P4      ÄNDRING																																									

