

## Effektiv armeringsredovisning med hjälp av BIM

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör*

JAKOB ANDERSSON  
JOHAN ANDERSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Avdelningen för Construction Management  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg 2012  
Examensarbete 2012:78



EXAMENSARBETE 2012:78

# Effektiv armeringsredovisning med hjälp av BIM

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör

JAKOB ANDERSSON

JOHAN ANDERSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
*Avdelningen för Construction Management*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2012

Effektiv armeringsredovisning med hjälp av BIM

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör*

JAKOB ANDERSSON  
JOHAN ANDERSSON

© JAKOB ANDERSSON & JOHAN ANDERSSON, 2012

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,  
Chalmers tekniska högskola 2012:78

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

Omslag:  
Vybild från programmet Tekla BIMsight

Chalmers reproservice  
Göteborg 2012

## Effektiv armeringsredovisning med hjälp av BIM

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Byggingenjör*

JAKOB ANDERSSON

JOHAN ANDERSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

### SAMMANFATTNING

BIM, building information modelling, är idag ett vedertaget begrepp inom byggbranschen. Tillämpandet av BIM i byggsektorn är mycket varierande beroende på aktör och företag. De som ligger i framkant av utvecklingen använder BIM-modeller som underlag för bland annat kollisionskontroller, mängdning, kostnads kalkyler och tidplaner, medan andra aktörer inte börjat tillämpa BIM överhuvudtaget.

Då olika områden inom BIM har utvecklats i varierande grad, beror tillämpandet av denna process även på utvecklingen av det specifika delområdet som användaren vill utnyttja. Redovisning av armering tillhör en av de fraktioner som inte fullt utvecklats inom BIM. I dagsläget redovisas armering sällan korrekt i BIM-modeller, varför dessa inte kan ligga till grund för ritningsskapande. Detta medför ett dubbelarbete hos projektörer då armeringsritningar måste ritas i separata CAD-program för att uppfylla de krav branschen ställer. Konsultföretaget Reinertsen Sverige AB har formulerat en problemställning utifrån deras behov av att kunna redovisa armering korrekt i modeller och generera armeringsritningar direkt ur dessa.

Denna studie kommer att undersöka möjligheten till att generera armeringsritningar ur en modell framtagen i Tekla Structures 17. Vidare kommer studien undersöka vilken information i en armerad BIM-modell som skulle kunna vara till nytta för verksamma inom byggproduktionen.

Studien påvisar att armeringsritningar enligt svensk byggstandard kan genereras genom armeringsmodellering i 3D, vilket minskar projektörens arbete och resulterar i en effektivare projekteringsprocess. En armerad BIM-modell skulle också kunna öka kommunikationen mellan konsult och entreprenör, vilket medför teorier om en effektivare problemhantering. Det finns också goda möjligheter för produktionsledet att använda en armerad BIM-modell som underlag vid mängdning av armeringsjärn, samt även som ett illustrerande komplement till 2D-ritningar vid komplexa armeringslösningar.

Nyckelord: armering i BIM, mängdning, 3D, armering i Tekla Structures 17

## Effective reinforcement presentation using BIM

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

JAKOB ANDERSSON & JOHAN ANDERSSON

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

### ABSTRACT

BIM, Building Information Modeling has become a well-known term in the construction industry. The application of BIM in the construction sector is varied dependent on which the user is. Those who have become at the forefront of the development is using BIM models as a basis for clash detection, quantifying, cost estimates and schedules, while others are not using BIM at all.

Since different areas of BIM have been developed in different ways, the application of this process also depends on the development of the specific part in the model that the user wants to apply. Reinforcement schedules are one of the categories that are lagging behind in development. In the current situation, reported reinforcement is rarely correct in BIM models. This results in a duplicated work for consultants, to meet the requirements by the industry the reinforcement drawings then must be plotted in separate CAD software. The consultancy firm Reinertsen Sweden AB has therefore formulated a problem in terms of their need to account reinforcement correctly into the models and then generate reinforcement drawings directly from them.

This study will investigate the possibility to generate reinforcement drawings from a model developed in Tekla Structures 17. Further the study will examine which information the building production could benefit from a reinforced 3D model.

The study shows that reinforcement drawings in accordance with Swedish building standards can be generated by a reinforced 3D-model, which reduces the consultant's duplication of work and results in a faster planning process.

# Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	2
1.3 Problemformulering	2
1.4 Avgränsning	3
2 METOD	4
2.1 Ritningsskapande ur en 3D-modell	4
2.2 Produktionens syn på informationen i en armerad BIM-Modell	4
3 FÖRUTSÄTTNINGAR	5
3.1 Tekla Structures	5
3.1.1 Modellerings av armering i Tekla Structures	5
3.1.2 Ritningsskapande i Tekla Structures	6
3.2 Tekla BIMsight	6
3.2.1 Presentationsinställningar i Tekla BIMsight	6
3.3 Ritningskrav	6
3.3.1 Utformning av linjer och texter enligt BH90	7
3.3.2 Armeringsritningar enligt BH90	8
3.3.3 Ritningsstorlek – A1	10
3.3.4 Förutsättningar från Reinersten	10
4 GENOMFÖRANDE	12
4.1 Modellerings av armering i Tekla Structures	12
4.1.1 Funktioner för att modellera armering i Tekla Structures	12
4.1.2 Arbetsgång vid modellering av armering i Tekla Structures	13
4.1.3 Gruppering av armeringsstänger	15
4.1.4 Skarvning av armering	16
4.1.5 Deklarera egna armeringsbyglar	16
4.1.6 Numrering av modellen	17
4.2 Ritningsverktyg i Tekla Structures	18
4.2.1 Skapa ritning	18
4.2.2 Presentationsnivåer i ritningen	19
4.2.3 Presentation av armeringsjärn	19
4.2.4 Presentation av littera	20

4.2.5	Presentation av armeringsnät	21
4.2.6	Automatiska presentationsfilter	24
4.2.7	Skapa spridningslinjer	26
4.2.8	Skapa sektionsvy	27
4.2.9	Manuell editering	29
4.2.10	Linjebredder	31
4.2.11	Spara inställningar till MDC	32
4.3	Skapa armeringsförteckning	32
4.4	Studiebesök och intervju i produktionsledet	34
4.4.1	Diskussion kring 3D-modell	34
4.4.2	Personer som intervjuats	34
4.4.3	Byggprojekt som besökts	34
5	RESULTAT	36
5.1	Från modell i Tekla Structures till ritning	36
5.2	Produktionens nytta av information i en armerad BIM-modell	36
6	DISKUSSION	39
7	SLUTSATS	41
7.1	Vidareutveckling	41
8	REFERENSER	43

## **Bilagor**

BILAGA I	Typblad för bockningstyper av armeringsbyglar
BILAGA II	Skarvning av armering i Tekla Structures
BILAGA III	Guide till att skapa armeringsritningar, vilka följer svenska branschkrav, ur en modell i Tekla Structures
BILAGA IV	Armeringsritning skapad med hjälp av guiden i bilaga III

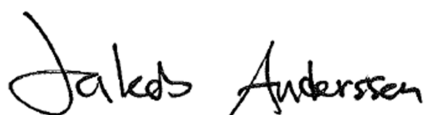


## Förord

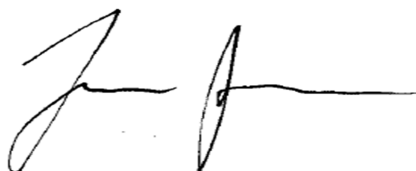
Detta examensarbete utgör den avslutande delen i byggingenjörsutbildningen vid Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. Arbetet omfattar 15 högskolepoäng och har utförts under våren 2012 i samarbete med Reinertsen Sverige AB, Göteborg.

Vi vill här rikta ett stort tack till alla som bidragit till skapandet av denna rapport. Främst vill vi tacka Reinertsen och därigenom våra handledare Keyvan Zeidi och Marie Bergström. Ett stort tack också till vår handledare från Chalmers, Mikael Viklund Tallgren, som hjälpt oss under hela arbetets gång. Ett stort tack till Tekla Sverige som tillhandahållit oss programvara för att genomföra studien, samt deras support som hjälpsamt rätat ut många frågetecken. Tack också till de tjänstemän och yrkesarbetare i produktionen som ställt upp på intervjuer och genom detta möjliggjorde vår undersökning kring informationen i en modell. Slutligen vill vi tacka de klasskamrater som gjort våra studieår till en rolig och oförglömlig period.

Göteborg, maj 2012



Jakob Andersson



Johan Andersson

## **Beteckningar**

2D – 2 Dimensioner

3D – 3 Dimensioner

AB04 - Bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader

BH90 – Bygghandlingar 90

BIM – Building Information Model/Modeling

CAD – Computer Aided Design

E – Entreprenör

K - Konstruktör

Leader line - Hänvisningslinje

Littera – Uppgiftsbeskrivande beteckning (används för armering)

MDC – Master Drawing Catalog

Mängdning – Uppmätning av erforderlig mängd material

Tekla BIMsight – Vertyg för att kombinera och granska modeller

Tekla Structures – Modelleringsvertyg för 3D och BIM

Viewer – Programvara för att öppna och läsa 3D-modeller

# 1 Inledning

BIM, Building Information Modeling, har blivit ett allt vanligare begrepp i byggbranschen. Många personer och aktörer i branschen har sin egen definition och ide om vad BIM är och hur det används (Kairos Future & WSP Group, 2011). För många är BIM en enkel 3D-modell över det aktuella bygget medan andra har tagit steget längre och ser 3D-modellen som en del av BIM (WSP Group, 2010). I det senare fallet har allt mer information knutits an till modellen och den används till exempel för kollisionkontroller, mängdning och kostnadskalkyler, men även vid projektledning för att ta fram tidplaner och undersöka byggetapper. En fördel med BIM är att flera olika parter kan jobba direkt mot en och samma databas, där förändringar hos en part direkt ger utslag även hos de övriga berörda i projektet. På så vis kommer de inblandade alltid ha de senast uppdaterade handlingarna (Brohn, C-E. 2010). Den vision och definition av BIM som NBIMS (National Building Information Modeling Standard) angett lyder enligt följande:

*“An improved planning design, construction, operation and maintenance process using a standardized machine-readable information model for each facility, new or old, which contains all appropriate information created or gathered about that facility in a format useable by all throughout its lifecycle”* (Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. Liston, K. 2011, s 15-16)

Vidare definieras alltså BIM som en process snarare än teknologi. (Kairos Future & WSP Group, 2011).

Alla aktörer i branschen har inte kommit lika långt i sitt tillämpande av BIM och 3D-modeller. Detta ter sig naturligt då ny teknik ofta är en merkostnad och oftast ej blir lönsamt sett ur ett kortsiktigt perspektiv (Byggmästarföreningen, 2012). Det skiljer sig också mellan aktörerna i vilken utsträckning informationen i en 3D-modell kan vara till nytta. Projekteringsledet är de som kommit längst i sitt användande av modeller och drar stor nytta av dem genom att i ett tidigt skede upptäcka fel och brister i bygghandlingarna, fel som ofta blir väldigt komplicerade och kostsamma att lösa på plats under byggprojektets gång (WSP Group, 2010). Produktionsledet är de som minst utnyttjar modeller och det beror till stor del på att det i många fall saknas både kunskap för att använda modellen och att modellen i sig inte når ut till produktionsplatsen, två orsaker som ofta hänger ihop (Dahlquist, H. 2010). Branschen står nu under en stor generationsväxling, samtidigt som det undervisas alltmer om användandet av datorhjälpmedel och BIM, vilket kommer leda till att fler personer med god datorvana kommer att arbeta i produktionen i framtiden (Nohrstedt, L. 2008). Allt fler modeller börjar nå ut till byggarbetsplatserna och även produktionsledet ser allt fler fördelar med BIM-modellerna (Byggmästarföreningen, 2012).

BIMs intåg i byggbranschen gör att den nu står inför en stor utvecklingsprocess. Det är för många i branschen ett helt nytt sätt att arbeta och även om det på sikt kommer att vara ett stort hjälpmedel skapar det, precis som all ny teknik, en del frågetecken. Det är många parter och moment som ska utvecklas och knytas samman för att det ska fungera med sin fulla kapacitet. Dessa moment och metoder utvecklas olika fort beroende på den aktuella efterfrågan. Vissa delar utvecklas snabbare och vissa långsammare, men för att kunna tillämpa BIM så bra och effektivt som möjligt krävs att alla ingående delar har kommit lika långt i utvecklingen (Kairos Future & WSP Group, 2011).

Redovisning av byggtkniska lösningar och även arbetet bakom dem börjar nu genom BIM och 3D-Modeller att sakta förändras. Tryckta 2D ritningar är idag ett krav i branschen enligt Allmänbestämmelser04, vilken innefattar bestämmelser för upphandling och avtal avseende entreprenader. Allt fler modeller börjar dock efterfrågas och användas för redovisning.

Tillämpandet av 3D-modeller har gett upphov till en del dubbelarbete för konsultföretagen. Modelleringsmjukvarorna har utvecklats i rask takt samtidigt som det fortfarande är en relativt ny teknik, vilket gör att det som användare kan vara svårt att ständigt hålla sig uppdaterad i programvarornas funktioner. Programmen har ännu inte heller utvecklats till den fulla användarvänlighet som skulle kunna underlätta arbetet och förståelsen. Ett problem som uppstått är att det i många fall kan vara svårt att ur en 3D-modell skapa ritningar enligt branschkrav. Projektörernas användande av 3D-modeller och branschens krav på ritningar skapar här ett extra arbetsmoment då projektören förutom 3D-modellen också får skapa ritningar i ett separat CAD-program (Keyvan Zeidi, 2012).

## 1.1 Bakgrund

Examensarbetet har utförts tillsammans med konsultföretaget Reinertsen Sverige AB, vidare benämnt som Reinertsen, vilket ingår i ett av Nordens största konsult- och entreprenadföretag Reinertsen AS. De senaste åren har koncernen haft en stark tillväxt och har idag ca 2100 anställda med en omsättning på 2,8 miljarder NOK. I Sverige verkar Reinertsen inom affärsområdena Olja & Gas, Energi & Industri samt Infrastruktur (Reinertsen, 2012a).

De ritningar som Reinertsen idag har problem med att ta fram ur 3D-modeller är främst armeringsritningar. Vid skapandet av armeringsritningar exporerar projektören armerade delar ur modellen till ett externt CAD-program, där armeringsritningen får färdigställas genom klassisk 2D-CAD (Keyvan Zeidi, 2012). I takt med att projektörernas 3D-modeller blir allt bättre utvecklas också bättre program för att presentera dem, vilket gör modellerna till ett användbart hjälpmedel även i produktionen. Det saknas dock ofta kunskap i produktionen om hur och vem som kan dra nytta av modellen.

## 1.2 Syfte

Studiens syfte är att underlätta redovisningen av armering med hjälp av en BIM-modell. Studien kommer att undersöka möjligheten till att ur en 3D-modell i Tekla Structures skapa armeringsritningar som följer dagens branschkrav. Studien kommer vidare undersöka hur en armerad 3D-modell skulle kunna bidra med information som är till nytta för produktionsledet, samt hur denna skulle kunna användas.

## 1.3 Problemformulering

De frågeställningar som anges i syftet förtydligas nedan i listform:

- Undersöka möjligheten till att direkt ur en 3D-modell i Tekla Structures skapa armeringsritningar som följer dagens branschkrav.

- Undersöka produktionens syn på en armerad 3D-modell för att se vilken information som skulle kunna vara till nytta på en byggarbetsplats.

## 1.4 Avgränsning

Examensarbetet kommer att undersöka möjligheten till skapandet av armeringsritningar enbart i programmet Tekla Structures 17. Ritningen kommer att anpassas till pappersstorleken A1. Vid studiebesöken har en 3D-modell medförts och visats. Denna modell har skapats i Tekla Structures och presenterats i programvaran Tekla BIMsight.

Studiens avgränsning gällande val av programvaror har utformats tillsammans med Reinertsen, vilka idag använder sig av Tekla Structures vid projektering av byggnadstekniska lösningar. Valet av Tekla BIMsight grundas i att det på ett smidigt sätt samverkar med Tekla Structures, att det är en gratis programvara samt att det erhållit flera priser inom området datahjälpmedel i byggbranschen.

## 2 Metod

Arbetet med ritningsskapandet kommer till stor del baseras på tester i Tekla Structures. För att komma vidare vid problem kommer även information inhämtas genom informationssökning i såväl tryckt som elektroniskt material. För att undersöka produktionsledets syn på 3D-modeller kommer ett flertal studiebesök att genomföras, där personer anställda och verksamma inom produktionen kommer att intervjuas. Examensarbetet kommer utföras med hjälp och handledning från konsultföretaget Reinertsen Sverige AB, Göteborg och Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

### 2.1 Ritningsskapande ur en 3D-modell

Vid undersökningen huruvida ritningar, utformade enligt svenska branschkrav, kan genereras direkt ur en 3D-modell erhöles en färdig sådan från Reinertsen. Modellen togs fram under projekteringen för Rättspsykiatriska vårdkedjans (RPV) nybyggnation av fastigheten Rågården, där Reinertsen var konstruktör.

Tidigt i studien upptäcktes att armeringens utformning i modellen hade stor inverkan på ritningens utseende. En mängd nya modeller skapades där olika inställningar och metoder testats för att undersöka dess olika påverkan för ritningsutformningen. Detta låg till grund för skapandet och utformningen av stycket 4.1 Modellering av armering i Tekla Structures.

Informationssökning till arbetet med ritningsskapandet har främst skett genom hjälpavsnittet i Tekla Structures 17 samt Tekla Sveriges kundsupport. Hjälp har även intagits via internet i form av forum där diskussion kring uppkomna problem har förts.

### 2.2 Produktionens syn på informationen i en armerad BIM-Modell

Vid undersökning av produktionsledets syn på informationen i en armerad BIM-modell har flera studiebesök och intervjuer genomförts. Vid studiebesöken har en armerad 3D-modell tagits med och visats upp för de intervjuade. Intervjuerna utgick från ett antal frågor gällande BIM som ett verktyg i produktionen och utvecklades sedan till en diskussion kring modellen. Diskussionen med modellen som grund gav stora möjligheter för de intervjuade att fritt tala om sina tankar och sin syn på modellen, samt vad informationen i den skulle kunna användas till.

De intervjuade personerna har samtliga flerårig erfarenhet av arbete i produktionen på olika sätt, såväl yrkesarbetare som tjänstemän. Personerna representeras från de olika uppdragspositionerna yrkesarbetare, arbetsledare och platschef/produktionschef.

## 3 Förutsättningar

För ett par år sedan togs ett beslut på konsultföretaget Reinertsen att de skulle börja implementera BIM och 3D-Modeller i alla nya projekt. Det var ett beslut från ledning och chefer med syfte att följa med i branschens utveckling och säkerställa sin position på marknaden. Beslutet innebär att det i alla projekt nu skapas en 3D-modell över byggprojektet, något som många beställare också börjat ställa som ett krav. På Reinertsen används idag huvudsakligen 3D-modelleringsprogrammet Tekla Structures vid projektering.

Då användandet av 3D-modellering blir allt mer standard utvecklas också programvarorna och dess funktioner för att möta användarnas behov. För att effektivisera projekteringen önskas nu att direkt ur 3D-modellen skapa branschkrävda ritningar (Keyvan Zeidi, 2012). Det finns många krav som beskriver hur armeringsritningar ska utformas och de krav som gäller för svensk standard presenteras i Bygghandlingar 90 (Hertzell, T, Bergenudd, C. 2003)

3D-modeller med redovisad armering börjar nu produceras allt mer under projekteringen och tids nog kommer de även nå ut till produktionen. Trots att modellerna skulle vara ett användbart hjälpmedel i produktionen används de överlag väldigt sällan på byggarbetsplatserna (Keyvan Zeidi, 2012). Det beror till stor del på okunskap och kostnader för att tillämpa ny teknik. Programvarautvecklarna har insett denna flaskhals för utvecklingen och allt fler viewerprogram har börjat utvecklas och riktas mot produktionen. Det viewerprogram som använts i denna studie är Tekla BIMsight.

### 3.1 Tekla Structures

Tekla Structures är ett BIM-program och är utvecklat av det finska företaget Tekla Corporation. Tekla Corporation grundades 1966 under namnet Teknillinen laskenta Oy (finska för ”tekniska beräkningar”). Företaget grundades av en grupp ingenjörbyråer som gick samman för att skapa datahjälpmedel till sina arbeten. År 1968 började Tekla Coperation att fokusera mer på verktyg för byggbranschen och fokus hamnade på konstruktionsteknik, vägbygge och schaktning. Tekla Coperation ligger idag i framkant vad gäller att förse byggbranschen med mjukvarulösningar för att underlätta och effektivisera arbetet. År 2011 blev Tekla Corporation uppköpta av det Amerikanska företaget Trimble och ingår såldes nu i Trimble Group.

Tekla Structures används för att skapa 3D-modeller tänkta att användas inom byggindustrin, såväl för att konstruera som att visualisera. Programmet kan hantera detaljrika lösningar och kan användas vid projektering av alla material. Modellen som skapas kan kompletteras med en mängd ytterligare data för att användas genom hela byggprocessen, från konceptutformning till tillverkning, uppförande och byggledning (Tekla, 2012a).

#### 3.1.1 Modellering av armering i Tekla Structures

Det finns i Tekla Structures flera verktyg och komponenter för att modellera armering på ett verklighetsanpassat sätt. Både möjligheten till att själv skapa unika armeringslösningar men även färdiga komponenter för att snabbt kunna utföra standardlösningar som används vid armering (Tekla Corporation, 2011).

### 3.1.2 Ritningsskapande i Tekla Structures

Dagens 3D-modeller blir en allt bättre avbild av verkligheten med noggrant modellerade detaljer. Detta leder till att ritningar kan genereras direkt ut modellerna och projekteringen kan effektiviseras.

En förutsättning vid ritningskapande är en korrekt utformad modell som följer hur byggnaden i verkligheten är tänkt att se ut. Vid 3D modellering i Tekla Structures skapas ritningen som en direkt avbild av en vy i modellen, vilket kräver en korrekt modell för att generera korrekta ritningar (Tekla Corporation, 2007a).

## 3.2 Tekla BIMsight

Genom projektering av 3D-modeller ska alla parter inom projektet kunna tillhandahålla den information som modellen innehåller (BIM forum, 2011). För att stärka BIM som branschstandard lanserade Tekla 2011 sin kostnadsfria mjukvara Tekla BIMsight. Tekla BIMsight är en viewer som enkelt kommunicerar med Tekla Structures, Tekla Solutions och även med ett flertal andra modelleringsprogram från andra mjukvaruutvecklare. Syftet är att med en Viewer för modellbaserade samarbetsprojekt förmedla information och handlingar till samtliga inblandade, även till de som inte tillhandahåller modelleringsprogrammen. I TeklaBIMsight kan alltså BIM-modeller öppnas för att låta användaren röra sig i modellen samt läsa informationen i den, utan tillgång till modelleringsmjukvaran (Tekla, 2012b).



Figur 1 – Tekla BIMsight på en byggarbetsplats (BIM Journal, 2012)

### 3.2.1 Presentationsinställningar i Tekla BIMsight

Det finns i Tekla BIMsight många olika presentationsmöjligheter. Det går till exempel att rotera och spara vyer, justera transparens och färger på objekt, visa snitt och tvärsektioner i 3D (Tekla BIMsight, 2012).

I programmet kan också specifika detaljer enkelt tas fram för granskning och uppföljning samt eventuell problemhantering där kommentarer och markeringar lätt kan bifogas (Tekla, 2012b).

## 3.3 Ritningskrav

Det finns flera olika krav för hur en armeringsritning ska utformas. Enligt Sandberg, J & Hjort, B (1996) beskrivs den önskade informationen på en armeringsritning enligt följande:



”Uppgifter som erfordras för armeringens anordning och inläggning är antal enheter, diameter, längd, bredd(nät), höjd och planläge, bockning och skarvning. Armeringen ritas med grova linjer och betongen antas inte skymma armeringen”.

Ritningar ligger ofta till grund för upphandlingar och inköp av material, vilket medför att det är av stor vikt att de utförs noggrant och följer branschens utformade standard. (Sandberg, J & Hjort, B. 1996) Den svenska standard som idag tillämpas redovisas i Bygghandlingar 90 (BH90), vilket är en serie på 8 utgåvor vilka beskriver, utifrån svenska byggsektorns rekommendationer, hur olika bygghandlingar bör utformas. Med hänsyn till det stora antalet aktörer som är verksamma under ett byggnadsprojekt är enhetliga bygghandlingar ett viktigt led för att kvalitetssäkra projekt. De rekommendationer som ges i BH90 avser främst utformningen av projekthandlingarna, det vill säga ritningar med tillhörande texthandlingar. De olika utgåvorna är uppdelade enligt följande:

- Del 1 - Redovisningsformer
- Del 2 - Redovisningsteknik
- Del 3 – Redovisning av mått
- Del 4 – Redovisning av hus
- Del 5 – Redovisning av installation
- Del 6 – Redovisning av ombyggnad
- Del 7 – Redovisning av anläggning
- Del 8 – Digitala leveranser för bygg och förvaltning (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

De rekommendationer som ges för ritningsutformning och armeringspresentation behandlas i BH90 del 2 – Redovisningsteknik (Bygg 90-serien, 2012).

### **3.3.1 Utformning av linjer och texter enligt BH90**

#### **Linjer**

För att i en ritning ange olika linjers betydelse används linjetyper. En linjetyp bestäms av dess linjebredd samt karaktär. Generellt finns de tre olika linjetyperna symbollinjer, materiallinjer och hjälplinjer.

Enligt rekommendationer från BH90 bör maximalt tre linjebredder användas i en ritning. Med fördel används det relativa breddförhållandet  $\frac{1}{2} - 1 - 2$ . Där 1 betecknar normalbred linje vilket medför att  $\frac{1}{2}$  samt 2 betecknar halvbred respektive dubbelbred linje. Den vanligast förekommande kombinationen av relativa linjebredder är 0,18, 0,35 och 0,7 mm.

Förutom linjebredd bestäms linjetypen som tidigare nämnt också av dess karaktär. Verdetaget används fem linjekaraktärer beroende på angiven linjetyp; heldragen, streckad, punkstreckad, dubbel streckad samt prickad linje (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

#### **Texter**

För att få en överensstämmande layout och för att korrekt kunna återskapa ritningar bör ett standardiserande typsnitt användas. Vid skapande av text och beteckning i

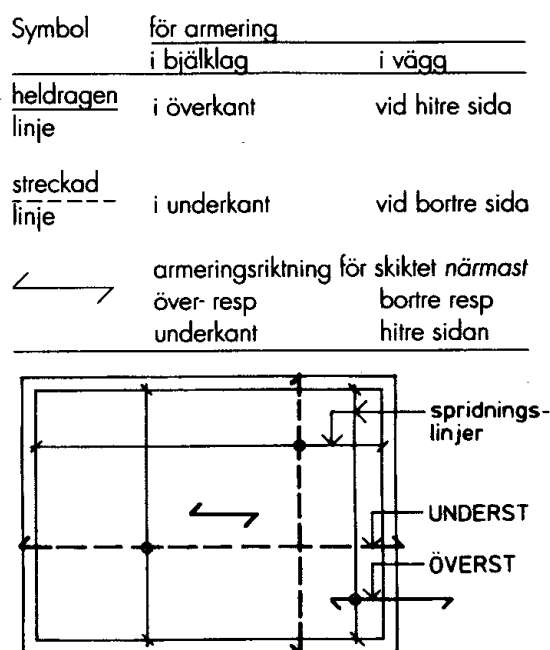
ritfält ska dessa placeras i anslutning till beskrivande objektsdel. Texter i ritfält så som mått­siffror eller beskrivande texter ska ha texthöjden 2,5 mm. För rubriker rekommenderas versalhöjden 5 eller 7 mm. För ritning avsedd att användas som underlag i produktionen ska dennes texthöjd dock inte understiga 3,5 mm. (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

### 3.3.2 Armeringsritningar enligt BH90

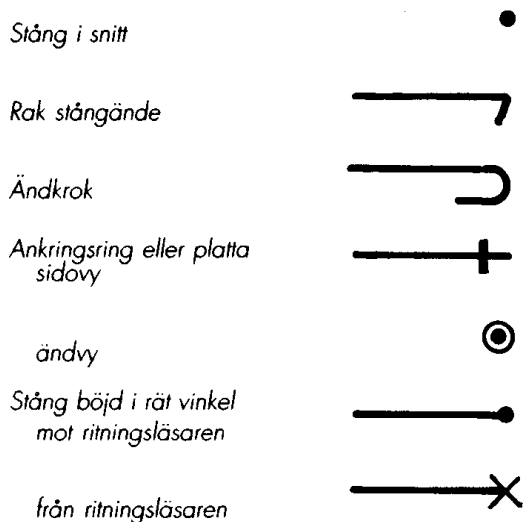
#### Armeringsjärn

Allmänt redovisas en armeringsstång som en heldragen linje. En stång belägen i ett objekts undre kant redovisas dock, på en planritning, med streckad linje. Samma presentationssätt används också för stänger i till exempel en vägg som redovisas i en elevationsvy, då den bortre stången presenteras som streckad, se figur 2 nedan.

Armeringsstänger förses på ritningar med olika ändsymboler beroende på stängernas läge och riktning. En stång redovisad med heldragen linje kompletteras med en ändmarkering likt ett kort streck, vilken ritas nedåt och mot järnets mitt. Stänger presenterade som streckad linje kompletteras istället med en ändmarkering i form av ett kort streck som ritas uppåt och mot järnets mitt, se figur 2. I figur 3 redovisas även övriga ändsymboler för armeringsstänger. I tvärsektion och detaljsnitt ritas stångändar i form av bock normalt sätt i rätt skala, medan bock med minsta tillåtna radie kan ritas med räta vinklar (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).



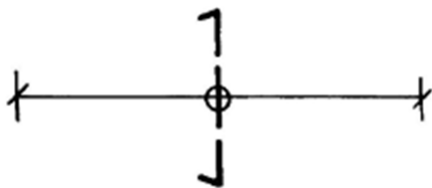
Figur 2 - Redovisning av över- respektive underkantsarmering (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003a)



Figur 3 - Redovisning för ändsymboler (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003a)

### Spridningslinjer

Lika stänger bör grupperas för att minska överflödigt information på ritningen. En armeringsgrupps utbredningsområde visualiseras i plan genom en spridningslinje. Spridningslinjen redovisas som en måttlinje mellan de yttersta stängerna i gruppen och endast ett av järnen i gruppen redovisas, se figur 4 nedan (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).



Figur 4 - Redovisning av spridningslinjer (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003b)

### Littera

Uppgifter om armeringsstänger kallas beteckning eller littera. Litteran skrivs längs med stängen eller längs en hänvisningslinje till denna och dess uppgifter utformas enligt följande:

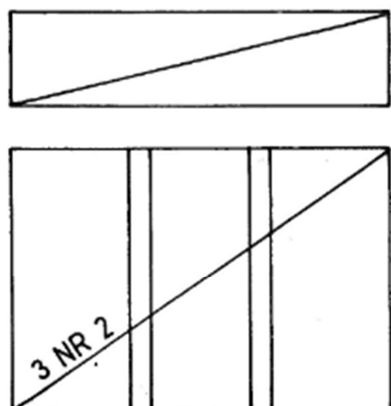
1. Antal stänger
2. Dimension
3. Kvalitet (Utelämnas ofta)
4. Centrumavstånd
5. Typbeteckning (enligt typblad för bockning)
6. Nummer (med hänvisning till armeringsförteckning)

Typbeteckningen anger vilken bockningstyp armeringsjärnet har, informationen kan för raka stänger ersättas mot klipplängden i mm. Angiven bockningstyp hänvisas med en beteckning till ett typblad där samtliga aktuella bockningstyper finns samlade, se bilaga I (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

### Armeringsnät

Redovisning av armeringsnät sker enligt BH90 i form av att nätets yttre kontur ritas skalenligt, samt att en kompletterande diagonal redovisas infäst mellan två av dess

hörn. Antalet nät samt nätets nummer enligt armeringsförteckningen presenteras längs den diagonala linjen, se figur 5 nedan.



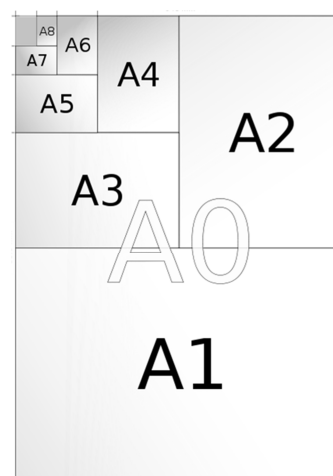
Figur 5 - Redovisning av armeringsnät (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003c)

Då armeringen utgör nät i både över- och underkant samt dessa kan redovisas på samma ritning kompletteras nätnumret med beteckningen ÖK/UK (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).

### 3.3.3 Ritningsstorlek – A1

Som standardstorlek på ritningar används pappersstorlekar enligt A-formatet. A-serien utgår från storleken A0 med arean  $1 \text{ m}^2$ , formaten halveras sedan och storleken A1 har således arean en halv  $\text{m}^2$ . Det finns i A-serien även extra breda storlekar, vilka betecknas med standardnamnet för papprets storlek men efterföljs av ett till tre F beroende på kanternas sidoförhållande.

I bygghandlingar 90 anges att det i första hand ska väljas en pappersstorlek med höjden 594 mm eller 297 mm, vilket i A serien motsvarar A1 och A3. Vid val av format rekommenderas dock att till huvuddelen av ritningarna använda storleksformatet A1. En ritning utförd som ett A1-orginal och som förminskas 50 % överensstämmer då med ett A3-orginal. Genom att utföra ritningar efter storleken A1 erhålls alltså även möjligheten att från den ritningen skapa korrekt utformade A3 ritningar (Hertzell, T. Bergenudd, C. 2003).



Figur 6 – Storleksfördelning i A-serien (ProArt, 2012)

### 3.3.4 Förutsättningar från Reinersten

Vid skapandet av ritningar i Tekla Structures använder Reinertsen specifika inställningar gällande linjebredder och text. Detta för att uppnå enhetliga ritningar.

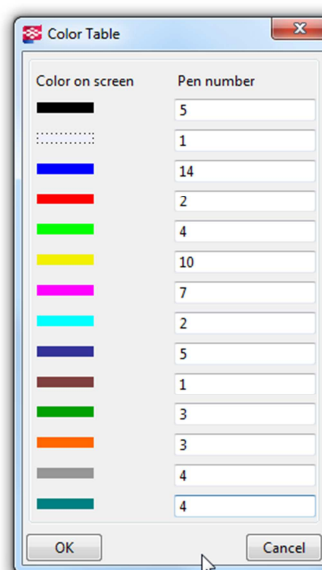
För att anpassa studien efter Reinertsens önskade utformning kommer deras inställningar gällande typsnitt och linjebredder användas vid ritningskapandet.

ISOCPEUR är det typsnitt som idag används som standard hos Reinertsen och kommer således också att användas i studien.

I Tekla Structures baseras inställningar för linjebredder på dess färgschema *Color table*, vilket kopplas till angivna pennstorlekar. En färgs linjebredd bestäms alltså av det *Pen number* det kopplas till. Den slutliga linjetjockleken på en utskriven ritning är dess *Pen number* multiplicerat med en faktor. Faktorn går att manuellt ställa in, men är från början definierad som 0,1, vilket också är det värde som Reinertsen använder.

De inställningar på *Color table* som idag används på Reinertsen illustreras enligt figur 7, till höger.

Enligt förutsättningar från Reinertsen följer deras redovisning av armeringsnät inte helt den rekommendation som ges enligt BH90. De yttre konturerna kan försummas och nätet redovisas då endast med dess diagonala streck. Littera för nät kan också variera en aning. Istället för att numrera nät i armeringsförteckningen och sedan ange ett antal av dem i ritningen, skrivs istället informationen av nätet direkt i ritningen.



Figur 7 - Reinertsens inställningar på *Color table*

## 4 Genomförande

För att undersöka hur armeringsritningar kan skapas direkt från en 3D-modell i Tekla Structures har flera inställningar testats och undersökts. Ett flertal olika modeller har skapats för att se hur modelleringen av armering påverkar ritningsskapandet. En modell har också exporterats till presentationsprogrammet Tekla BIMsight, vilken har visats vid intervjuer och studiebesök i produktionen för att påvisa olika manövrerings- och presentationstekniker i programmet. Modellen har också legat till grund för diskussionen om vilken information i en modell som skulle kunna vara till nytta för produktionsledet.

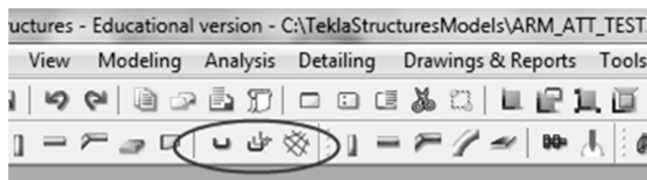
### 4.1 Modellering av armering i Tekla Structures

Avsikten med en modell är spegla verkligheten och lagra all information i det aktuella projektet. En fördel med att projektera i 3D är just att en förändring i modellen ger utslag på hela övriga projektet. Det vill säga att vid en editering undgås det tidskrävande arbetet med att separat ändra alla påverkade ritningar.

En ritning i Tekla Structures skapas som en direkt avbild av en önskad vy i modellen, vilket ställer krav på att modellen utformats korrekt.

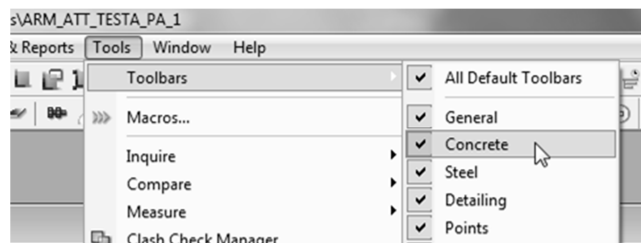
#### 4.1.1 Funktioner för att modellera armering i Tekla Structures

I Tekla Structures finns det tre huvudfunktioner för att skapa armering. Dessa genererar armering i form av armeringsnät, en grupp armeringsjärn eller ett ensamt armeringsjärn. Armeringsfunktionerna återfinns i programmets verktygsfält, se figur 8 nedan.



Figur 8 - Armeringsverktygens placering

Finns inte armeringsverktygen där tänds deras verktygsfältet genom menyn *Tools* → *toolbars* → *Concrete*, se figur 9 nedan.

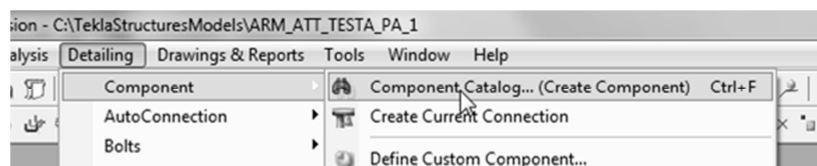


Figur 9 - Menyn för att tända verktygsfältet för armeringsverktyg

Med hjälp av huvudfunktionerna kan varierande armeringslösningar skapas efter användarens behov.

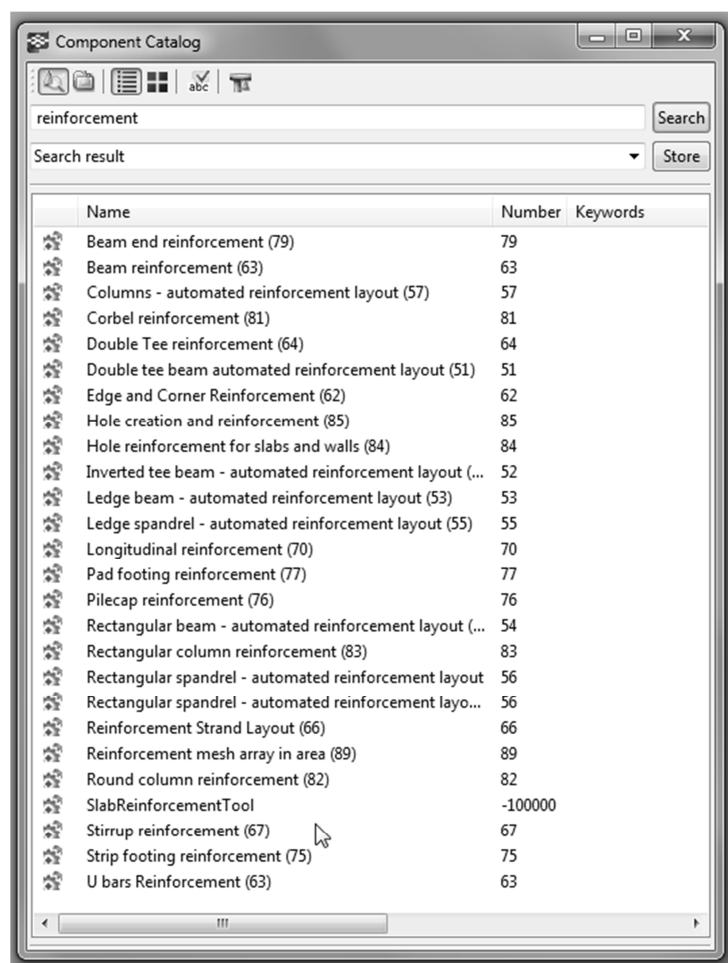
Utöver de tidigare nämnda funktionerna finns i Tekla Structures ett flertal komponenter för att skapa vanligt förekommande armeringslösningar. Dessa

komponenter återfinns under menyn *Detailing* → *Component* → *Component Catalog*, se figur 10.



Figur 10 - Menyn för att öppna komponentkatalogens

I komponentkatalogen finns en rad funktioner för att skapa specifika armeringslösningar. Komponentkatalogen har en sökfunktion där de flesta armeringsknutna komponenterna hittas genom att söka på ord som till exempel reinforcement, concrete, mesh osv, se figur 11 nedan.



Figur 11 - Komponentkatalogen

I komponentkatalogen återfinns färdiga komponenter för att skapa till exempel armeringsnät, armeringsstänger utformade som nät, armering i balkände, vid upplag, runt håltagningar, i pelare, i balkar osv.

#### 4.1.2 Arbetsgång vid modellering av armering i Tekla Structures

Det är viktigt att redan under modelleringen av armering planera hur ritningen/ritningarna ska presenteras då armeringsjärnen bör döpas enligt Tekla Structures förinställda namn. Detta för att i ritningsläget kunna skapa

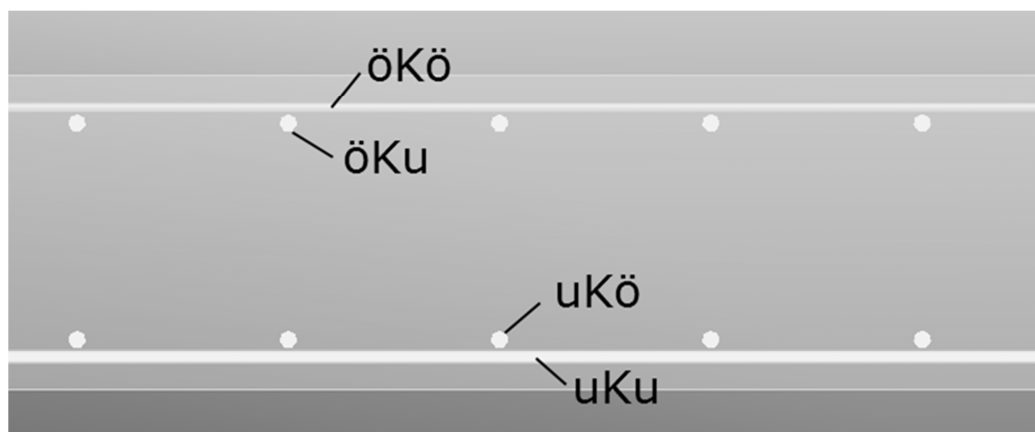
presentationsfilter för armeringsstängerna. Till exempel huvudarmeringen i en kantbalk, placerad i underkant av balken döps förslagsvis till det fördefinierade namnet Huvadarmering\_uk. Förinställda markeringsfilter kan då användas för att skapa presentationsfilter i Tekla Structures ritningsläge. Användaren kan där koppla markeringsfilter till presentationsinställningar, för att till exempel armeringen med namnet Huvadarmeirng\_uk ska presenteras som streckad linje och med rätt ändkrokssymboler för underkantsarmering, enligt anvisningar från BH90. De förinställda namn för armering och som är knutna till markeringsfilter i Tekla Structures är:

- BockatNät
- Förankring
- Huvadarmering
- Huvadarmering\_uk
- Huvadarmering\_ök
- Infästning
- Lyft
- uKu
- uKö
- ShapeA
- Shape\_A
- shape\_bygel
- Spänd
- ukNät
- ökNät
- öKö
- öKu

De fördefinierade namnen bygger ofta på bokstäver ur det svenska orden för armeringens tänkta placering. Många armeringskomponenter har inställningar som automatiskt döper de skapade stängerna till de fördefinierade namn vilka Tekla Structures anser lämpligt. Till exempel komponenten *Slab bars*, vilken genererar under- och överkantsarmering för platta på mark, döper de genererade stängerna (om inte användaren anger annat) enligt följande:

- öKö (ÖverKantÖver), för de översta stängerna i överkantsarmeringen.
- öKu (ÖverKantUnder), för de undre stängerna i överkantsarmeringen.
- uKö (UnderKantÖver), för de övre stängerna i underkantsarmeringen.
- uKu (UnderKantUnder), för de undre stängerna i underkantsarmeringen.

Se figur 12.



Figur 12 – Fördefinierade namn av armeringsstänger



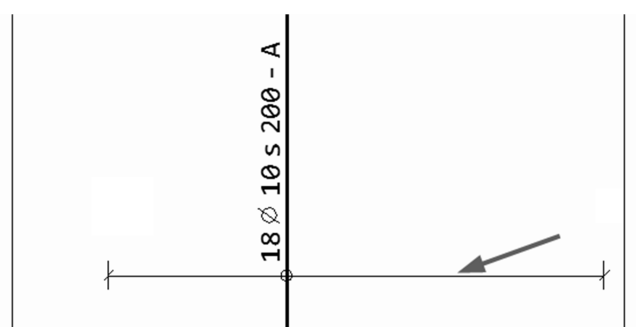
Anpassat till figur 12 ovan skulle presentationsfilter kunna skapas för att i en planvy presentera stängerna döpta till öKö och öKu som heldragna medans uKö och uKu presenteras som streckade, enligt presentationsanvisningar i BH90.

Markeringsfilter kan även skapas av användaren för att på så vis själv kunna deklarerat de namn som ska användas vid modelleringen. De filter som skapas manuellt sparas dock endast i modellen varför det kan vara bra att använda sig av de förinställda filtren så långt det är möjligt. Läs mer om skapandet av filter i kapitel 4, avsnitt 4.2.4.

Det är under modelleringen av armering viktigt att arbeta strukturerat och konsekvent. Detta då programmet ibland kan ha svårt att tolka hur objekt ska presenteras i ritningsläget när de modelleras på olika sätt och från olika riktningar. Till exempel ändersymbolerna vid raka armeringsjärn kan ibland redovisas felaktigt beroende på om järnen modellerats i olika riktningar när användaren rör sig mellan olika vyer i modellen. Det går i ritningsläget att rätta till och justera dessa fel, men ett strukturerat arbetssätt kommer minimera uppkomsten av dem och således den erforderliga tid som krävs vid färdigställandet av ritningen.

### 4.1.3 Gruppering av armeringsstänger

Att gruppera armeringsstänger i modellen är en förutsättning för att i ritningsläget kunna skapa automatiska spridningslinjer. Att ha stänger grupperade underlättar även presentationen på ritningen då alla järn i en grupp inte behöver redovisas. Stängernas antal och utbredning redovisas istället med hjälp av littera och en spridningslinje. Figur 13 nedan illustrerar presentationen av 18 identiska stänger, vilka har grupperats i modellen och försätts med en spridningslinje i ritningsläget.



Figur 13 - Spridningslinje i ritningsläget

Det går att gruppera ensamma armeringsjärn eller grupper av järn som ligger i samma plan och har samma bockningstyp (Tekla Structures 17, 2011 - *Grouping reinforcements*). För att gruppera stänger används verktyget *Group* som återfinns under menyn *Detailing* → *Create Reinforcement* → *Group*. Med verktyget aktiverat väljs de stänger användaren önskar gruppera och när sista stängen är vald markeras detta genom att klicka på musens mittknapp/scrollhjul. Med önskade stänger valda återstår nu att ge den nya gruppen av stänger sina egenskaper. Välj en av de stänger som valts att ingå i gruppen och dess egenskaper kopieras till de övriga i gruppen.

Gruppering av stänger är som tidigare nämnt en förutsättning för att skapa spridningslinjer samt önskad littera. Vid gruppering av stänger med olika längder, till exempel i en platta på mark med en sned kant, kommer dock ett visst fel genereras. Detta då grupperingen kommer behandla alla dess ingående stänger som lika långa,

trots dess olika längder. Detta kommer generera ett fel i såväl ritning som mängdförteckning, varför de stängerna bör hållas ogupperade.

#### 4.1.4 Skarvning av armering

Skarvning av armering är en detalj som ofta modelleras inkorrekt. I många fall modelleras armeringsjärnen som solida stänger genom en konstruktion, trots att längderna överskrider den tillgängliga maxlängden för armering. Felmodelleringen beror till stor del på att en modell med oskarvade stänger, trots sitt fel, ändå uppfyller dagens behov. Modelleras skarvarna inte i 3D-modellen kommer de dock inte finnas med på ritningen, då informationen till den hämtas direkt från modellen. Det finns i Tekla Structures flera sätt att skapa tillfredställande skarvar. Figur 14 nedan visar en korrekt utförd skarv/överlappning som redovisas i en planvy.



Figur 14 - Skarv/överlappning av armering i ritningsläget

För att läsa ytterligare om hur skarvar modelleras och hur verktygen fungerar se Bilaga II – Skarvning av armering i Tekla Structures.

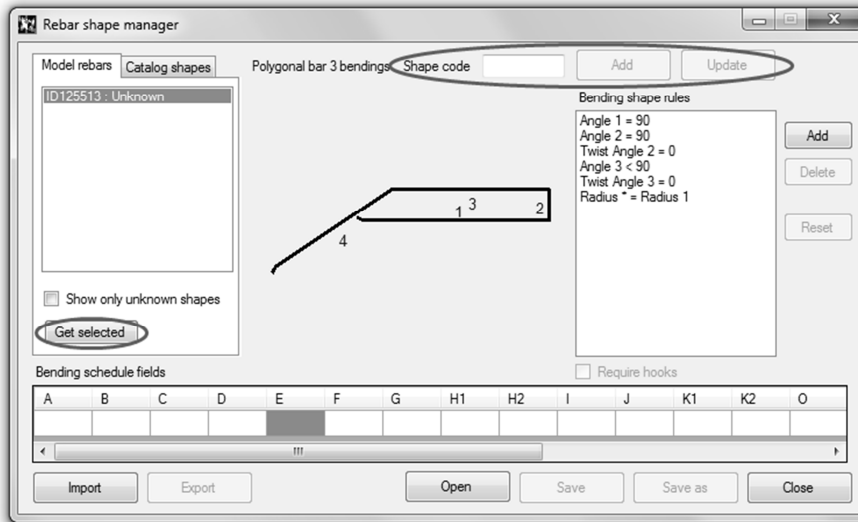
#### 4.1.5 Deklarera egna armeringsbyglar

Tekla Structures identifierar själv de vanligaste bockningstyperna och adderar automatiskt informationen till de skapade armeringsjärnen. Vid modellering i Tekla Structures går också att skapa unika armeringsjärn, vilka programmet ej klarar av att identifiera. Dessa byglar kan användaren själv deklarerat och spara för att programmet ska kunna identifiera och generera en korrekt beteckning i ritningsläget.

Verktyget för att manuellt deklarerat bockningstyper heter *RebarShapeManager* och är ett makro. *RebarShapeManager* måste aktiveras under *Tools* → *Options* → *Advanced Options* under fliken *Concrete Detailing* där parametern *XS\_USE\_USER\_DEFINED\_REBARSHAPERULES* sätts till *TRUE*. Efter aktiveringen återfinns makrot under menyn *Tools* → *Macros*. I fönstret över tillgängliga makron väljs *Global* och sedan *RebarShapeManager*, vilket startas genom knappen *Run*.

Med *Rebar Shape Manager* fönstret uppe väljs ett armeringsjärn i modellen, genom knappen *Get selected* hämtas det valda järnets inställningar till verktyget. Det valda järnet hamnar i fönstrets vänstra kant och genom att klicka på det visas dess form samt bockningsregler.

Egna järn går att döpa och spara genom att ange en beteckning i rutan *Shape code* och klicka på *Add*. *Bending schedule* fälten går att fylla i för att ange vilka värden som ska vara dynamiska och järnet kan sedan uppdateras och sparas genom *Update* och *Save*, vilket kommer att placera järnet under *Catalog Shapes* (Tekla Corporation, 2011).



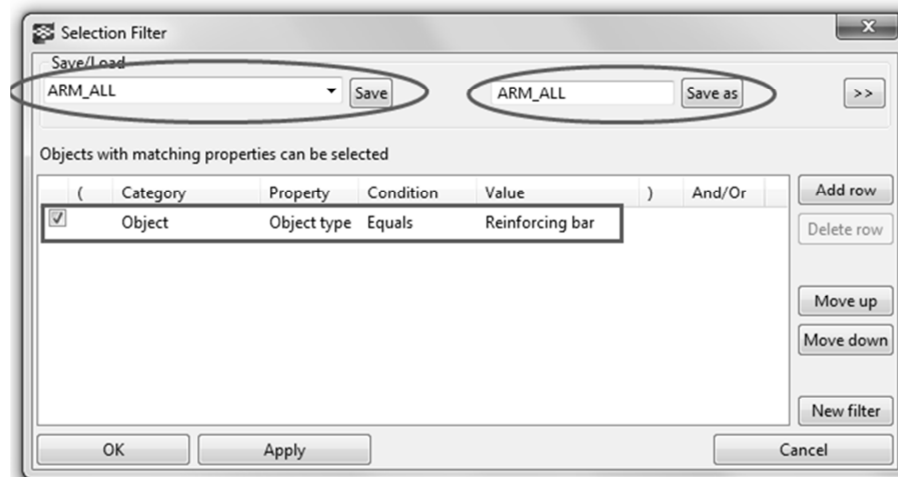
Figur 15 - RebarShapeManager fönstret

#### 4.1.6 Numrering av modellen

Genom att numrera en modell i Tekla Structures tilldelas olika objekt ett unikt nummer. Detta nummer kan användas för att identifiera och gruppera objekt beroende på till exempel dess läge eller tillhörighet till andra delar. Numrering av modellen är en förutsättning för att kunna skapa ritningar och rapporter.

Vid numrering av modellen finns en rad olika inställningsmöjligheter, vilka nås genom menyn *Drawings & Reports* → *Numbering* → *Numbering settings*. I skapandet av armeringsritningen önskas numreringen främst för att armeringsjärnens littera ska utformas på ett korrekt sätt och kunna hänvisa till en armeringsförteckning, varpå de förinställda inställningarna fungerar för ändamålet (Tekla Corporation, 2005).

För att numrera alla armeringsjärn i modellen kan ett markeringsfilter skapas, vilket kommer att underlätta markeringen av armeringen. Filtret skapas under menyn *Edit* → *Selection filter*. I *selection filter* fönstret kan Tekla Structures förinställda filter ses i rullistan i fönstrets övre vänstra hörn, se figur 16 nedan. En ny regel i ett filter skapas genom knappen *Add row* i fönstrets högra kant. För att definiera regeln som gör att endast armeringen blir markerbar skapas raden enligt figur 16 nedan.



Figur 16 - Filter

Filtret kan sedan sparas för att användas fler gånger.

Med filtret aktiverat markeras all armering och numreras genom menyn *Drawings & Reports* → *Numbering* → *Numbering series of selected objects*.

## 4.2 Ritningsverktyg i Tekla Structures

Det finns i Tekla Structures goda möjligheter till ritningsskapande. Programmet har ett ritningsläge där ritningar kan editeras och utformas efter behov. All information som en ritning innehåller hämtas direkt från modellen, vilket minskar den manuella justeringen. Eftersom informationen kommer direkt från modellen hålls ritningarna också ständigt uppdaterade vid editeringar (Tekla Structures 17, 2011 - *Main features in drawings*). Trots mycket autogenererad information från modellen krävs fortfarande manuell editering för att erhålla tydliga ritningar.

### 4.2.1 Skapa ritning

För att skapa ritningar i Tekla Structures används huvudsakligen *Master Drawing Catalog* (MDC) där alla tillgängliga verktyg för att skapa ritningar har samlats. MDC är en katalog där olika förinställda ritningar finns sparade, så kallade master drawings. En master drawing är en ritning eller en uppsättning sparade ritningsinställningar i Tekla Structures, vilken används för att skapa nya ritningar baserade på den använda master drawings inställningar (Tekla Structures 17, 2011 - *Master drawing catalog*).

Det finns i Tekla Structures fem olika ritningstyper, General Arrangement, Single-part, Assambley, Cast unit och Multidrawings.

#### **General Arrangement drawings (GA)**

Kan innehålla flera olika vyer, vilka i sin tur kan innehålla en hel modell eller vilken del som helst i den. Med GA ritningar kan till exempel konstruktions-, grund- eller stomplaner men även detaljvyer skapas.

#### **Single-part drawings (W)**

Används för att skapa tillverkningsritningar för individuella delar, till exempel i stål, trä eller plast. Ritningar kan skapas för vilken del som helst i modellen.

#### **Assembly drawings (A)**

Är tillverkningsritningar för sammansatta delar där anslutningslösningar också redovisas.

#### **Cast unit drawings (CU)**

Används för att skapa formritningar eller betongritningar med redovisad armering. Används främst vid prefabricerad betong.

#### **Multidrawings (M)**

Är en verkstadsritning som samlar flera single-part eller assembly ritningar på en ritning (Tekla Corporation, 2007a).

Vidare i denna studie utvärderas möjligheten till att skapa armeringsritningar genom GA ritningar.

### 4.2.2 Presentationsnivåer i ritningen

I Tekla Structures finns tre olika inställningsnivåer för att modifiera ritningar. Nivåerna definieras som:

- Drawing properties (Ritningsinställningar)
- View properties (Vyinställningar)
- Object properties (Objektsinställningar)

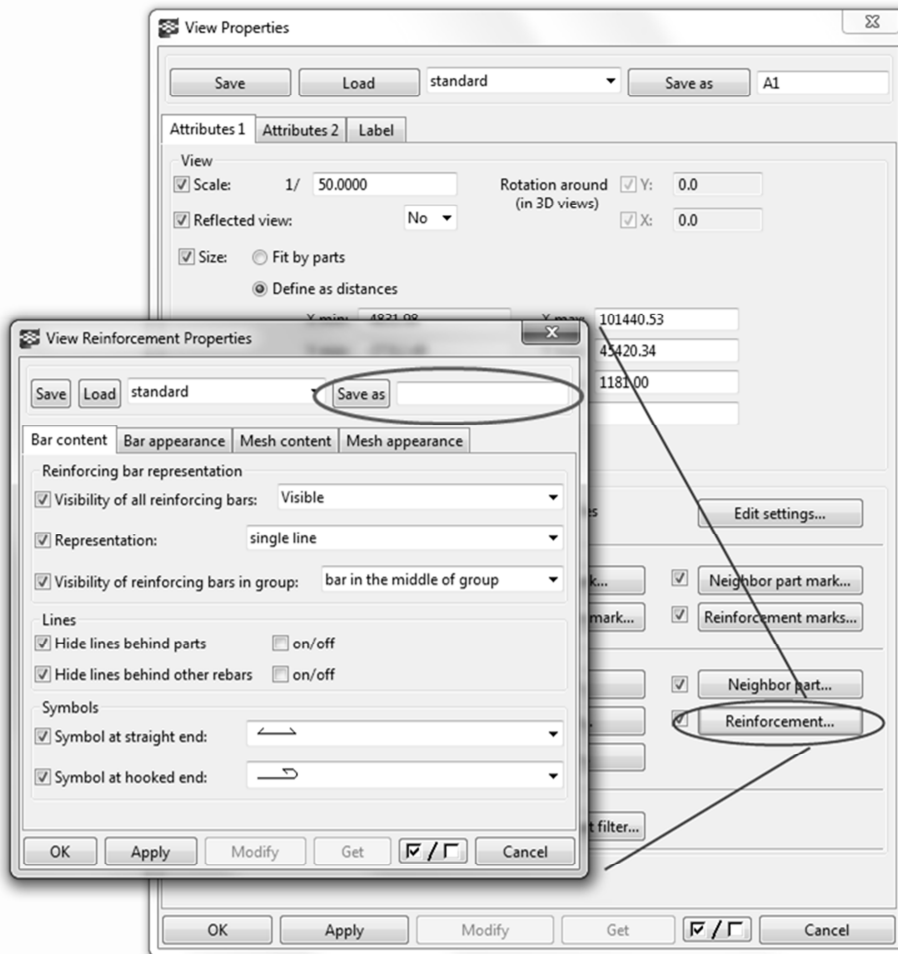
På den högsta nivån, *Drawing properties*, kan den generella presentationen för hela ritningen editeras. Till exempel egenskaper för objekt, dimensioner och littera. I den näst högsta nivån, *View properties*, editeras presentationen för en specifik vy i en ritning och i den lägsta nivån, *Object properties*, väljs hur specifika objekt ska presenteras. Modifieringar i de olika inställningsnivåerna kommer att ge varierande utslag då de prioriteras olika i programmet. *Drawing properties* är de inställningar som ger en förändring på flest objekt men också de inställningar som prioriteras lägst om vy- eller objektsinställningar justerats.

De olika inställningsnivåerna i ritningsläget nås genom att dubbelklicka i ritningen för att komma till *Drawing properties*, dubbelklicka på en vy (på vyns ram) för att komma till *View properties* eller dubbelklicka på ett objekt för att komma till *Object properties* (Tekla Structures 17, 2011 - *Three levels of modifying drawings*).

Genom att spara presentationsinställningar för objekt kan automatiska presentationsfilter enkelt skapas för hela ritningar eller specifika vyer. Objektsinställningarna måste definieras och sparas separat för *Drawing Properties* respektive *View Properties* beroende på i vilken nivå presentationsfiltret ska skapas. (Tekla Structures 17, 2011 - *Creating object level settings*)

### 4.2.3 Presentation av armeringsjärn

Presentationsinställningar för armering skapas under fliken *Reinforcement* för *View Properties* respektive *Drawing properties*. Se figur 17 nedan



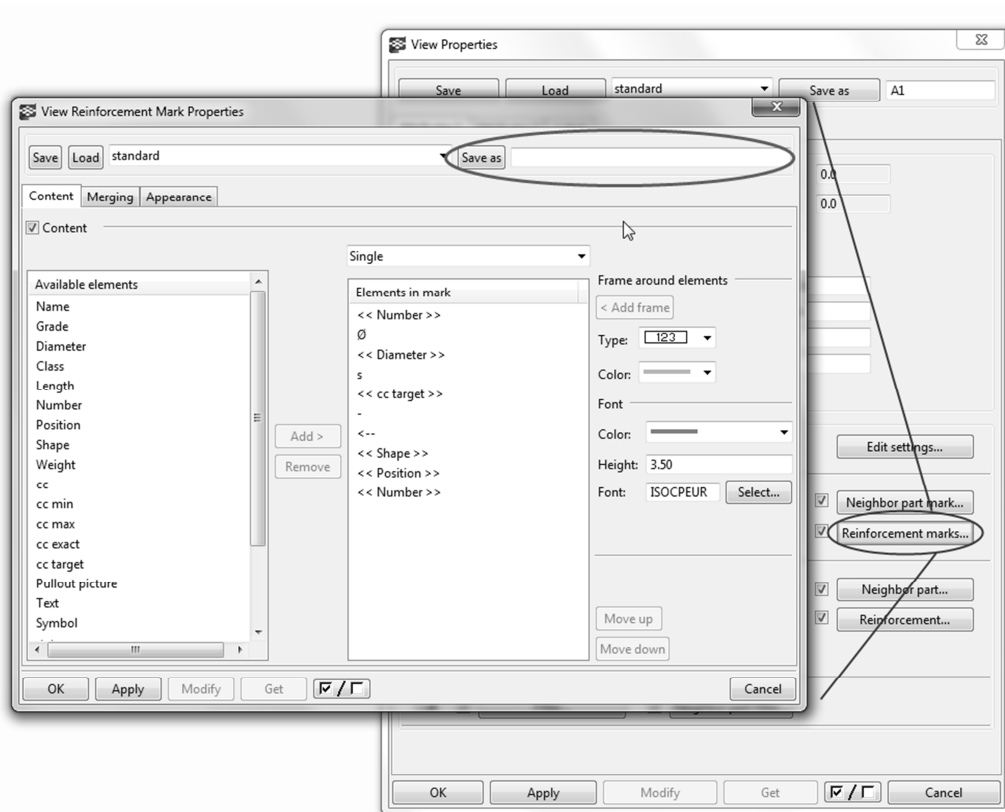
Figur 17 - View reinforcement properties

Det finns flera inställningsmöjligheter för hur armeringen kan presenteras. Under fliken *Bar content* finns inställningar för hur och om armeringen ska presenteras. Det kan till exempel väljas att armeringen ska visas som enkel linje eller som dubbla linjer, att alla stänger i en grupp ska visas eller bara den mittersta, vidare finns också möjlighet att ställa in olika ändkrokssymboler. Under fliken *Bar appearance* väljs inställningar för hur armeringens linje ska presenteras. Inställningar går att editera för linjefärg (vilket är kopplat till olika tjocklekar) och linjetyp. Under flikarna *Mesh content* och *Mesh appearance* finns inställningar för att editera presentationen av armeringsnät.

När önskade inställningar justerats under flikarna kan presentationen tillämpas genom knappen *Modify* eller sparas genom knappen *Save as*, efter att de döpts i fönstrets övre högra kant, se figur 17 ovan.

#### 4.2.4 Presentation av littera

Det går även att editera, spara eller applicera inställningar för littera på samma sätt som för armeringsjärn. Littereringens inställningar kan editeras genom fliken *Reinforcement Marks* för *View Properties* respektive *Drawing properties*, se figur 18 nedan



Figur 18 - View reinforcement mark properties

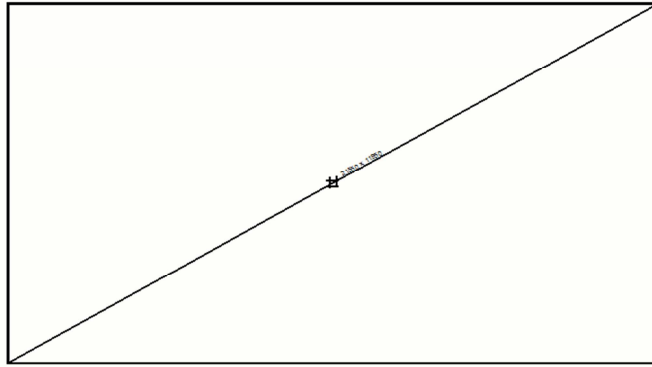
I *Mark properties* finns flera automatiska värden från modellen, vilka kan användas för att skapa litteran. Exempelvis finns värden som armeringsjärnets diameter, hur många järn som ingår i en grupp av stänger, vilken bockningstyp järnen har osv. Det går även att lägga till egen text eller en bokstav. Inställningsmöjligheter finns också för textstorlek och typsnitt. Även presentationsfilter kan sparas genom att döpa inställningar och klicka *save as* i rutans övre högra kant, se figur 18 ovan.

För att komma åt de olika inställningsmöjligheterna för ensamma stänger, grupper av stänger samt armeringsnät används rullisten under *Content*. Användaren tillåts där växla mellan de olika presentationerna genom rubrikerna *Single*, *Group* och *Mesh*.

## 4.2.5 Presentation av armeringsnät

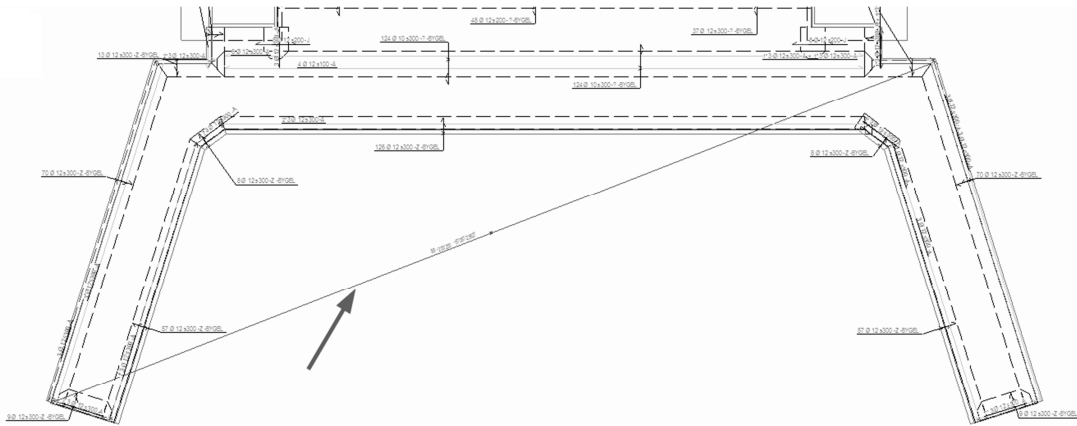
Det finns som tidigare nämnt presentationsinställningar att skapa även för armeringsnät. Nät har dock en lite speciell presentationsmetod enligt BH90 då de endast presenteras som en diagonal linje över dess utbredningsområde. Ett presentationssätt som är bra då det är lätt att tolka samtidigt som det gör en ritning mindre plottrig, eftersom stänger och utbredningslinjer då inte behöver skapas.

I Tekla Structures finns goda möjligheter för att skapa tillfredsställande presentationer av näten så länge det armerade objektet är rektangulärt eller inte har en för komplicerad form, med till exempel utstickande delar. En tillfredsställande presentation kommer också vara beroende av hur nätet modellerats i modellen. I figur 19 nedan har armeringsnätet utformats som ett solitt nät, utbrett i hela objektet och som överstiger de tillgängliga storlekarna för armeringsnät. Det är således inte korrekt modellerat men den metod som skapar den bästa autogenererade presentationen.



Figur 19 - Korrekt autoskapad presentation av armeringsnät

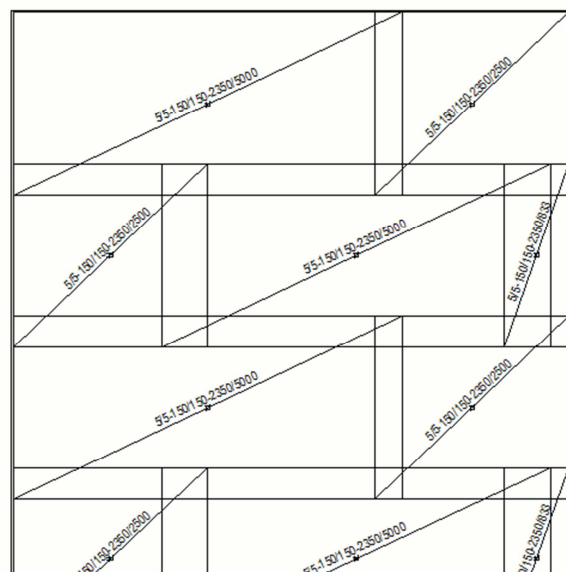
Vid samma modelleringsmetod men en annorlunda form erhålls presentationen enligt figur 20 nedan. Presentationen fäster den diagonala linjen i två av objektets motstående hörn och tar sen inte hänsyn till vad som sker däremellan, varpå en otillfredsställande presentation av nätet skapas.



Figur 20 - Otillfredsställande autoskapad presentation av armeringsnät

Figur 21 visar ett exempel på när armeringen är modellerad sanningsenligt med korrekta nätstorlekar som även överlappar. Den automatiska presentation som då erhålls blir dock rörig och plottrig då programmet skapar en presentation för varje separat nät.

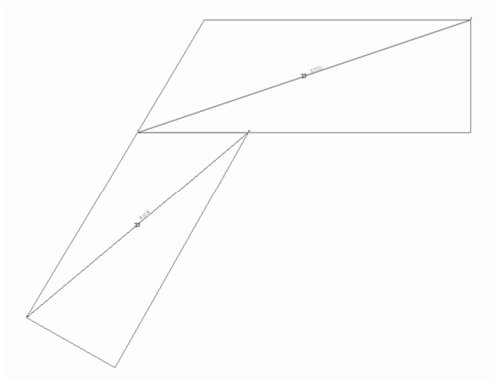




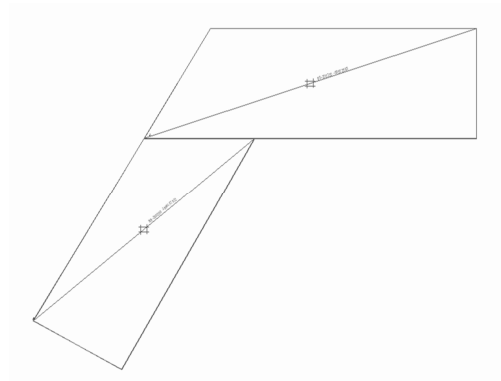
Figur 21 - Otillfredsställande armeringspresentation vid korrekt modellering

Vid betongobjekt där den automatiskt skapade nätpresentationen inte är tillfredsställande kan manuell editering utnyttjas. För att skapa en sådan presentation kan flera tillvägagångssätt användas. I ritningsläget kan den automatiska presentationen döljas genom att högerklicka på den och välja *Hide/Show* → *Hide from drawing view* alternativt dubbelklicka på nätet och i dess inställningar ange att det inte ska visas. Med den autogenererade presentationen dold kan ett diagonalt streck manuellt ritas dit och kompletteras med text för att skapa ett önskat utseende på presentationen. För att läsa ytterligare om manuella editeringsverktyg se kapitel 4, avsnitt 4.2.9.

Ett sätt för att skapa tillfredsställande redovisning av nätet med hjälp av den autoskapande presentationen är genom att manipulera modellen. Det vill säga editera den för att presentationen ska bli bra. Vid till exempel ett betongobjekt med nätarmering kan betongen delas genom verktyget *Split*. Verktyget hämtas genom menyn *Edit* → *Split* och används för att dela betongobjektet i mindre delar. Armeringen utformas sedan separat för varje del och kommer således presenteras separat för varje del. Figur 22 och figur 23 nedan, visar exempel på presentationer skapade med manuella streck, samt vid uppdelning av betongobjektet i modellen.



Figur 22 - Nätpresentation skapad manuellt i ritningsläget



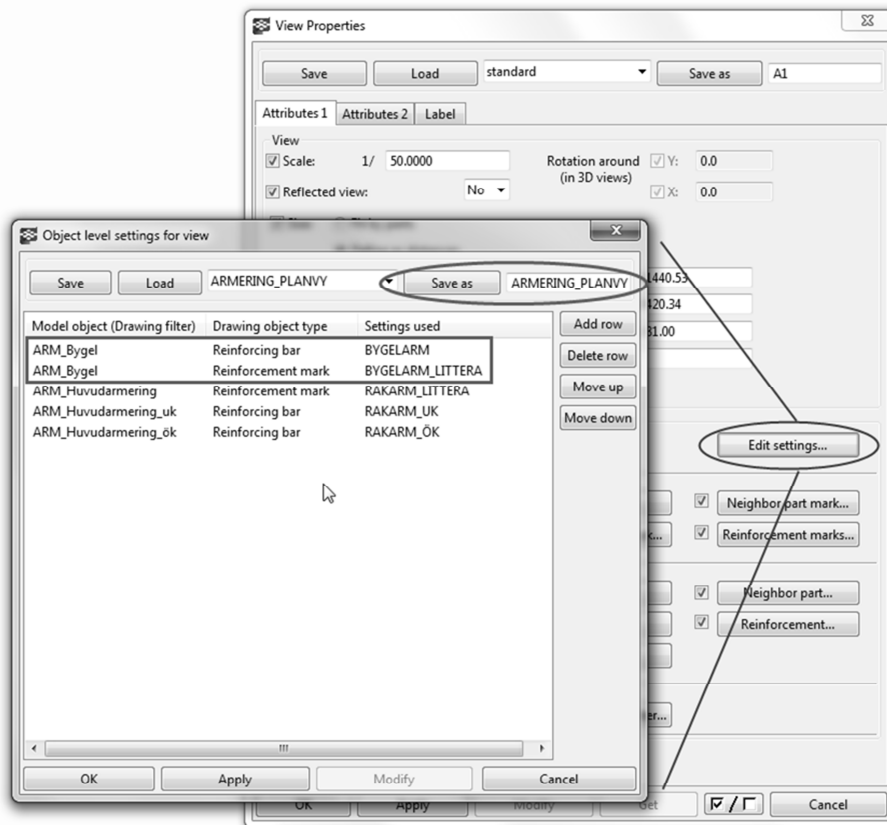
Figur 23 - Nätpresentation skapad genom editering i modellen

För att mängdningen ska bli korrekt erfordras en modell som precis speglar det tänkta resultatet. Det kommer vid redovisning av armeringsnät därför bli en kompromiss mellan att kunna skapa en autogenererad presentation alternativt armeringsförtäckning.

Det lämpligaste tillvägagångssättet är att skapa en presentation som genererar en önskad utformning för nätarmering. Skulle presentationen på ritningen visa sig otillfredsställande på grund av modelleringsteknik eller objektets form, döljs den autogenererade presentationen och skapas istället manuellt.

#### 4.2.6 Automatiska presentationsfilter

Automatiska presentationsfilter skapas genom att sparade presentationsinställningar kopplas samman med önskade objekt. Kopplingen sker under *Edit settings* för *View Properties* respektive *General arrangement drawing Properties*, se figur 24 nedan.



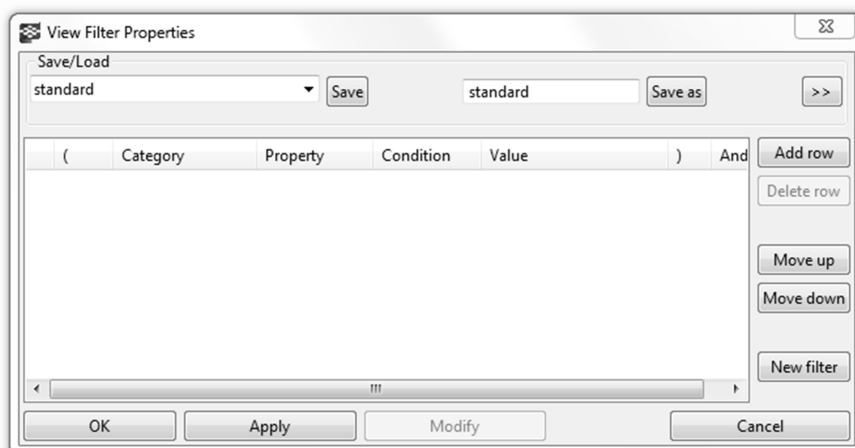
Figur 24 - Object level settings

Under *Edit settings* väljs de filter och sparade presentationsinställningar mellan vilka kopplingen ska ske. Vid koppling av armering där samma material och objektsgrupp ska presenteras på helt skilda sätt beroende på läge kan kopplingen ske genom de förinställda filter som finns i Tekla Structures. Dessa filter baseras, som tidigare nämnt, på stängernas namn i modellen. En ny koppling skapas genom knappen *Add row* i fönstrets högra sida. En ny rad skapas där regeln för kopplingen ställs in. I figur 24 ovan kommer byglarna som i modellen döpts till BYGEL att presenteras enligt de sparade presentationsinställningarna BYGELARM och dess littera kommer följa de sparade inställningar BYGELARM\_LITTERA.

Automatiska presentationsfilter skapas med fördel i View properties istället för Drawing properties då olika vyer oftast ska presenteras på olika sätt. Till exempel en planvy och en detaljvy.

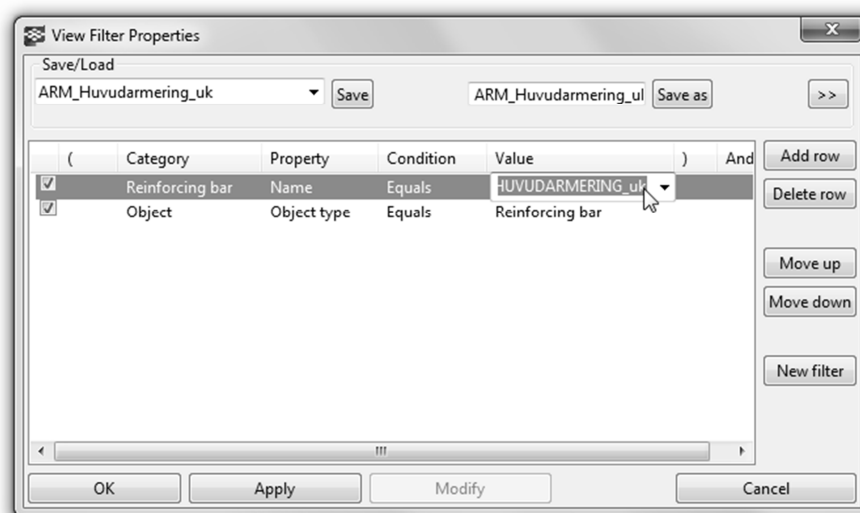
De presentationsfilter som skapats under *Object level settings* kan sparas på samma sätt som presentationsinställningarna, i rutans övre högra hörn, se figur 24 ovan.

Det kan vid skapandet av kopplingar saknas filter med önskade inställningar. Dessa kan då skapas manuellt under knappen *Filter* i *View properties* alternativt *General arrangement drawing properties* (Spelar ingen roll vilken då filtret följer med i hela ritningen även om det är skapat i en vy). För att skapa ett nytt filter klickar användaren på *Add row* i fönstrets högra kant. En ny rad infogas där olika villkor som ska gälla kan justeras, se figur 25 nedan.



Figur 25 - View Filter Properties

För att skapa ett filter likt de fördefinierade armeringsfiltren i Tekla structures kan dessa laddas och editeras. Filter laddas genom att välja dem i rullisten placerad i fönstrets övre vänstra hörn. När ett filter väljs visas dess villkor. För att skapa ett filter för armeringsstänger med ett speciellt namn, anges det önskade namnet under *Value* i den övre raden, se figur 26 nedan.

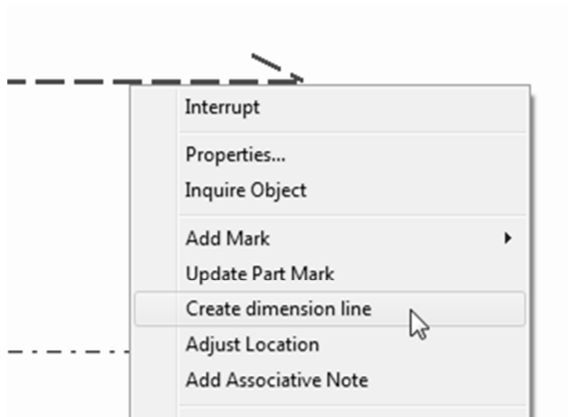


Figur 26 - Editera ett befintligt armeringsfilter

När villkoret formulerats sparas det i fönstrets övre högra hörn. Filter döps förslagsvis till ARM\_(det namn som anges för stängerna). På ovan beskrivna sätt kan filter skapas för att tillgodose användarens krav.

#### 4.2.7 Skapa spridningslinjer

Det finns i Tekla Structures ett kommando för att skapa en spridningslinje som visar en grupp armeringsstångers utbredningsområde. Verktöget hittas genom att högerklicka på armeringsstången i ritningsläget och välja *Create dimension line*, se figur 27 nedan.



Figur 27 - Skapa spridningslinje för armering i ritningsläget

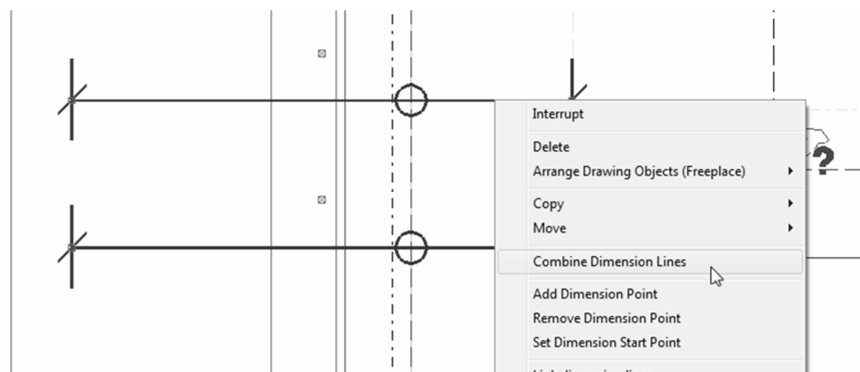
Kommandot skapar automatiskt en spridningslinje som visar i vilket intervall en grupp av armeringsstänger är utbredda. För att på ett enkelt sätt skapa spridningslinjer för alla armeringsstänger i en ritning kan ett filter användas för att underlätta markeringen av armeringsstångerna. Ett filter utformat likt ARM\_ALL (beskrivet i kapitel 4, avsnitt 4.1.6) kan användas.

Med filtret aktivt markeras all armering. Se dock till att bocka ur de förinställda filtren för att markera marks och leader line, i programmets nedre vänstra hörn. Litteran och dess hänvisningslinje tillhör armeringsstångerna och kommer således också bli markerade annars. För att släcka de förinställda filtren se figur 28 nedan.



Figur 28 - Fördefinierade filter för olika objekt

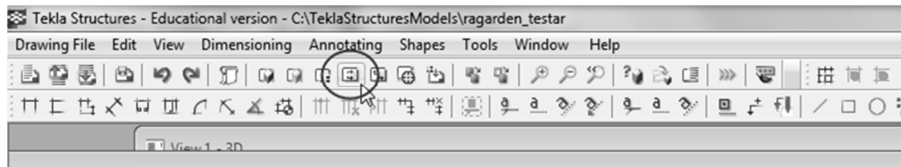
Med en spridningslinje för varje stång kan ritningen lätt bli rörig och otydlig. Spridningslinjer som visar olika armeringsjärn i samma intervall, till exempel armering i över och underkant kan därför med fördel sammanfogas till en linje. Sammanfogningen sker genom att användaren med de önskade stängerna markerade högerklickar på en av dem och väljer kommandot *Combine Dimension Lines*, se figur 29 nedan.



Figur 29 - Sammanslagning av spridningslinjer

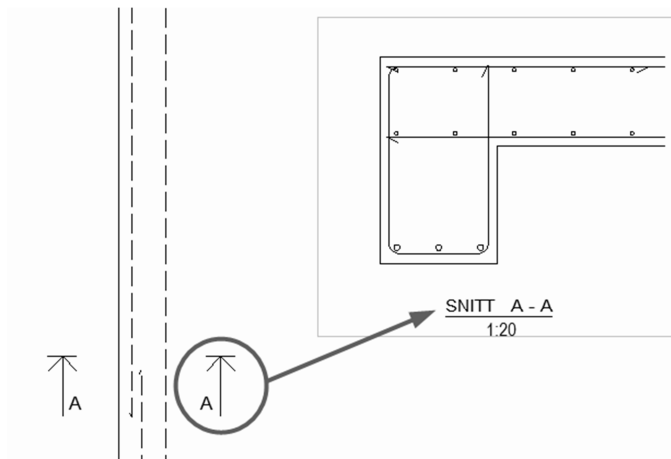
## 4.2.8 Skapa sektionsvy

I Tekla Structures ritningsläge skapas en sektionsvy genom verktyget *Section view*, se figur 30 nedan.



Figur 30 - Verktöget för att skapa detaljsnitt i ritningsläget

Verktöget finns även under menyn *View* → *Create view* → *Section view*. Verktöget skapar automatiskt en snittvy kring en illustrerad skärningslinje i ritningen. Programmet skapar också en sektionmarkering som visar var och åt vilket håll snittet är taget. Det genererar även automatisk numrering och länkning till den vy där snittet redovisas, se figur 31 nedan.



Figur 31 - Illustration av kopplingen mellan snitt och dess markering

Med verktöget valt klickas punkterna i den illustrerade skärningslinjen ut, varefter läsningsdjupet framför, respektive bakom skärningslinjen anges. Det sista steget är att ange den plats där den skapade sektionen ska placeras.

Användaren kan själv definiera om sektionerna ska namnges med nummer eller bokstäver. Denna inställning justeras under knappen *Detail View* i *General arrangement drawing properties*.

En vy i ritningen kan även skapas direkt ur en sparad vy i modellen. Detta görs antingen genom verktöget *Create drawing view of entire model view*, vilket skapar en ritningsvy innehållandes alla objekt i en sparad modellvy, eller genom verktöget *Create section view from selected area in model* vilket skapar en ritningsvy av ett valt område i en modellvy.

Verktögen används på ett liknande sätt och beskrivs enligt nedan:

- Öppna en ritningen
- Öppna listan över modellvyer genom *Views* → *Model Views* → *Model View List*, där den önskade vyn öppnas
- Klicka på det verktyg som önskas användas, *Create drawing view of entire model view* eller *Create section view from selected area in model*
  - Om *Create drawing view of entire model view* har valts: Klicka någonstans i modellvyn för att välja den
  - Om *Create section view from selected area in model* har valts: Markera det område som önskas i modellen.

- Tekla Structures skapar ritningsvyn med inställningarna från modellvyn och placerar vyn i ritningen.

När en detaljvy skapas från en vy i modellen får sektionsspliar adderas manuellt, vilket görs genom menyn *Annotating* → *Add section mark* (Tekla Corporation 2010).

#### 4.2.9 Manuell editering

Genom information i modellen, presentationsinställningar, filter, master drawings osv kan mycket information i en ritning genereras automatiskt. En armeringsritning kräver dock väldigt mycket information och det behövs fortfarande manuell editering för att utforma och färdigställa ritningar.

Den manuella editeringen utgörs främst av att flytta och placera armeringsjärn samt littera för att skapa ordning och förståelse i ritningen. Littera flyttas enkelt genom att klicka på litteran, hålla vänster musknapp nedtryckt och dra litteran till önskad position. För littera som skapats i direkt anslutning till armeringsstängerna, utan en hänvisningslinje (leader line), begränsas placeringsmöjligheterna till att litteran går att flytta längs med stängerna. För att fritt placera littera används metoden ovan samtidigt som shift-tangenten hålls nedtryckt, vilket tar bort låsningen av litterans placering och den kan då flyttas helt fritt utan att en hänvisningslinje skapas. Att hålla shift-tangenten nedtryckt fungerar även på littera med en hänvisningslinje och även linjen kommer då flyttas. En armeringsstång flyttas genom att användaren högerklickar på den önskade stängen och väljer *Adjust location*.

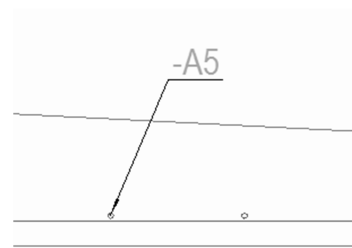
Littera och armeringsstänger kan i vissa vyer och lägen behöva editeras manuellt då den autoskapade informationen inte är tillfredsställande. Inställningarna för att ett objekt nås genom att användaren dubbelklickar på det. Objektets inställningsmöjligheter öppnas i ett nytt fönster var utformningen kan justeras. Objektinställningar har högst prioritering i ritningsläget och således kommer de manuellt editerade objekten inte att påverkas av de automatiska filtren efter att de justerats.

I snitt- och detaljvyer presenteras sällan littera för att inte skapa förvirring och dubbelredovisning. Det kan i många fall dock vara nödvändigt med korta förklarande texter och förtydliganden, vilka vanligen redovisas som en hänvisningslinje följt av en text.

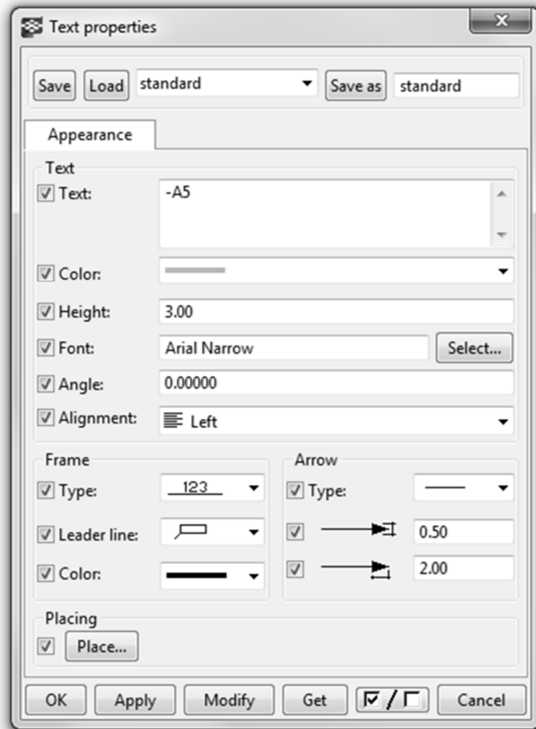
#### Hänvisningslinje med förklarande text

Verktyget för att skapa en hänvisningslinje med en förklarande text heter *Add text with leader line* och återfinns i Tekla Structures verktygsfält. Saknas verktyget tänds dess verktygsfält det genom menyn *Tools* → *toolbars* → *drawing object*.

Med verktyget valt klickas en första punkt ut där hänvisningslinjens ände ska peka. Nästa punkt klickas ut på den position där texten önskas. Texten skrivs och objektet skapas. För att justera utseendet på linjen, typsnittet eller textens innehåll dubbelklickar användaren på texten eller linjen och redigeringsmöjligheterna öppnas i ett nytt fönster, se figur 33 nedan.



Figur 32 - Illustration av förklarande text med pil

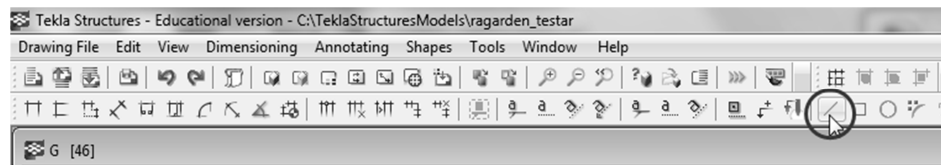


Figur 33 - Inställningsmöjligheter för text och pil

I fönstret redigeras det önskade utseende för texten och pilen för att sedan tillämpas genom knappen *Modify* längst ner i fönstret.

### Linje (med pil)

En linje skapas med verktyget *Draw line*, se figur 34 nedan, vilket skapar en rak linje mellan två önskade punkter.

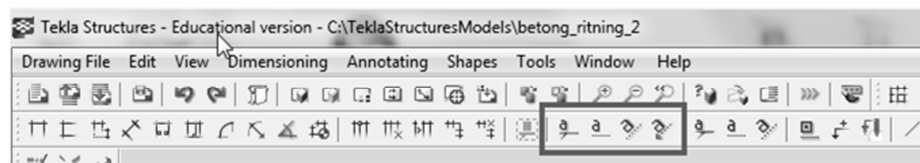


Figur 34 - Linjeverktygets placering

Efter att linjen är skapad kan den editeras efter önskemål. Detta görs i linjens inställningar, vilka nås genom att användaren dubbelklickar på linjen. Inställningarna öppnas i ett nytt fönster där till exempel linjetyper ändras eller en ändrsymbol kan adderas.

### Text

En text kan i olika skepnader infogas i ritningen genom verktygsfålet *Add text*, se figur 35 nedan.



Figur 35 - Textverktygets placering



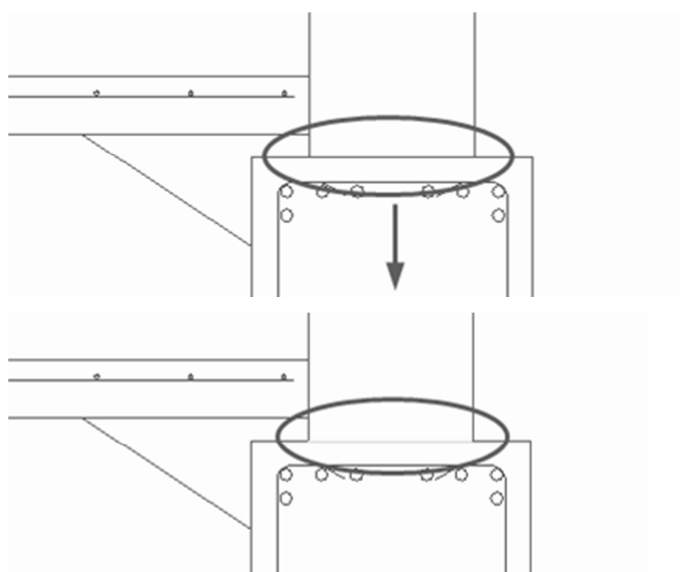
Verktögsfältet återfinns också under menyn *Annotating* → *Add text* där de olika verktygen kan väljas. När en text har adderats till ritningen öppnas textens inställningar genom att användaren dubbelklickar på den. I inställningarna kan textens utformning fritt redigeras efter önskemål.

### Symbol

En symbol infogas till ritningen genom verktyget *Add symbol*. I verktygets inställningar finns ett bibliotek där alla de symboler programmet skapar automatiskt finns att tillgå, till exempel symbolen för armeringsnät.

### Dölja fel och skarvar

Vid mindre justeringar av utseendet på ritningar, främst för att dölja oönskade streck eller objekt kan verktygen *Cover-up Area* och *Cover-up Line* användas. Verktygen återfinns under menyn *Shapes* i ritningsläget och dess funktion illustreras enligt figur 36 nedan.



Figur 36 - Illustration av dold linje med *Cover-up Area* / *Cover-up Line*

Verktygen används genom att rita över det objekt som användaren önskar att dölja. Antingen med ett streck, *Cover-up Line*, eller med en rektangel, *Cover-up Area*.

### Ändra storlek på ändsymbolerna för armering

Storleken på de genererade ändsymbolerna kan ibland vara otillfredsställande och bör då ändras. Dess inställningar justeras i menyn *Tools* → *Options* → *Advanced options* under *Concrete Detailing*, där värdet på *XS\_REBAR\_BEND\_MARK\_SYMBOL\_MIN\_SIZE* och *XS\_REBAR\_END\_SYMBOL\_MIN\_SIZE* ändras.

#### 4.2.10 Linjebredder

I Tekla Structures kopplas olika linjebredder till olika färger i ritningsläget. Denna koppling sker i fönstret *Color table*. För att ställa in linjebredderna för olika färger följs instruktionerna nedan:

- Öppna ritningen

- Gå till Printer Catalog, vilken nås genom menyn *Drawing File* → *Print Drawings* och knappen *Add/edit*.
- Välj den önskade skrivarinstansen och klicka på *Color table*
- Definiera önskade linjebredder

Som tidigare nämnt multipliceras de värden som anges i *Color table* med faktorn 0,1 för att erhålla dess linjebredd vid utskrift. En färg med Pen number 2 kommer således presenteras som en 0,2 mm bred linje på utskrivna ritning (Tekla Structures 17, 2011 - Changing the pen numbers for colors).

#### 4.2.11 Spara inställningar till MDC

När en ritning utformats efter önskemål kan dess inställningar sparas och sedan läggas till i MDC. Med inställningarna tillgängliga i MDC går de att använda som en mall när nya ritningar ska skapas.

En ritnings inställningar sparas genom knappen *Save as* i dess *General arrangement drawing properties*. När ritningens inställningar sparats kan ritningen också göras tillgänglig i MDC. Detta görs i ritningslistan vilken öppnas genom menyn *Drawings & reports* → *Drawing List*. Högerklicka på önskad ritning och välj *Add to Master drawing catalog*. En miniatyrbild kan skapas för ritningen under *Tools* → *Create preview picture* i ritningsläget.

Med inställningar sparade och en miniatyrbild skapad öppnas MDC där användaren högerklickar på den sparade ritningen och väljer *Edit properties*. I inställningarna anges ritningens namn, beskrivning, nyckelord samt sökväg till miniatyrbilden. Ritningen kan flyttas till önskad mapp i MDCs filträd genom att högerklicka på den och använda kommandot *Add to*.

Den skapade ritningsmallen finns nu tillgänglig enbart i den aktuella modellen. För att göra den tillgänglig för alla kommande modeller som skapas kopieras de skapade inställningarna från modellens mapp till den mapp där informationen till Tekla Structures allmänna MDC anges. Från modellmappen kopieras filen *masterCatalog.xml* samt filter, ritnings- vy- och objektsinställningar till `...environments\sweden\system\`.

Det ovan beskrivna sättet kan anses som tämligen osmidigt och svårt. Den sparade ritningen kan istället hämtas direkt i MDC från modellen den finns sparad i. Detta görs genom verktyget *Select models where cloning templates are collected*. Verktyget låter användaren välja en befintlig modellmapp att hämta ritningar ifrån och dess sparade ritningsinställningar blir då tillgängliga även i det aktuella projektet.

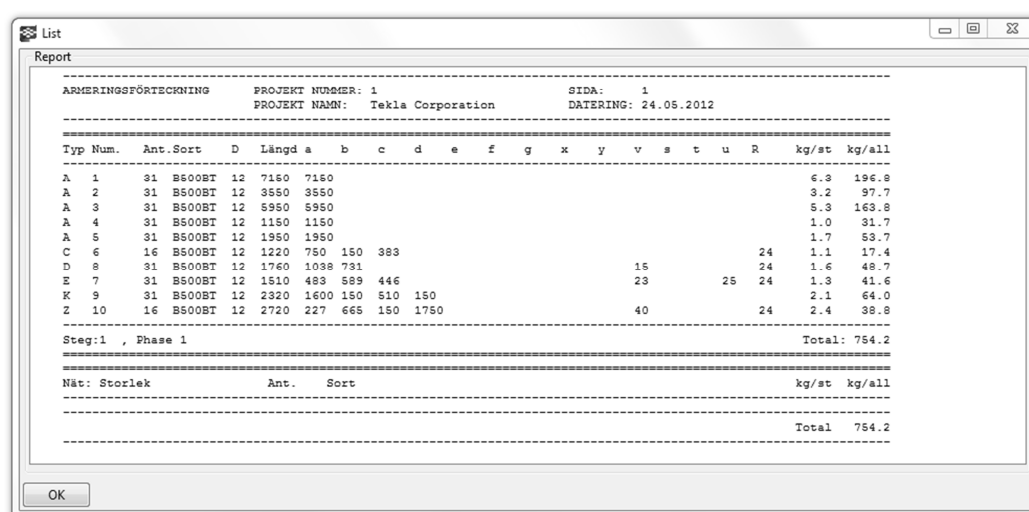
Genom att kopiera filer mellan modellmappen och programmets allmänna inställningsmappar kan informationen gå förlorad vid programuppdateringar som skriver över den befintliga installationen. Många företag och kunniga i programvaran skapar därför en egen startmiljö som inte påverkas av uppdateringar.

### 4.3 Skapa armeringsförteckning

En armeringsförteckning består av en lista innehållandes alla de armeringsjärn som redovisas i en ritning. Varje rad i armeringsförteckningen beskriver en eller flera

grupper av armeringsjärn som har samma geometriska form, littera och materialegenskaper. För varje rad redogörs för stängernas erforderliga klipplängder, bockningsradier samt övrig information (Celsa steelservice, 2012).

En armeringsförteckning kan skapas direkt från en modell i Tekla Structures genom verktyget *Report*, vilket återfinns under menyn *Drawings & Reports* → *Create Report*. I fönstret *Report* listas alla de tillgängliga rapporter som kan skapas, såväl Tekla Structures fördefinierade som de som skapats av användaren. Den rapport som skapar armeringsförteckningen heter *Rebar\_schedule\_SWE* och väljs i rutan bland tillgängliga rapporter. Under *Titles in reports* anges rapportens titel och i rutan *Name* anges det filnamn rapporten ska erhålla vid dess skapande. Under fliken *Options* väljs hur och om rapporten ska visas. När önskade inställningar valts skapas rapporten genom knapparna *Cretae from all*, vilken skapar en rapport för hela modellen, eller knappen *Create from selected* som skapar en rapport över de objekt som markerats (Tekla Corporation, 2007b)



The screenshot shows a window titled 'List' with a sub-window 'Report'. The report content is as follows:

ARMERINGSFÖRTECKNING		PROJEKT NUMMER: 1		SIDA: 1															
		PROJEKT NAMN: Tekla Corporation		DATERING: 24.05.2012															
Typ Num.	Ant.	Sort	D	Längd a	b	c	d	e	f	g	x	y	v	s	t	u	R	kg/st	kg/all
A 1	31	BS00BT	12	7150	7150													6.9	196.8
A 2	31	BS00BT	12	3550	3550													3.2	97.7
A 3	31	BS00BT	12	5950	5950													5.3	163.8
A 4	31	BS00BT	12	1150	1150													1.0	31.7
A 5	31	BS00BT	12	1950	1950													1.7	53.7
C 6	16	BS00BT	12	1220	750	150	383						24					1.1	17.4
D 8	31	BS00BT	12	1760	1038	731							15					2.4	48.7
E 7	31	BS00BT	12	1510	483	589	446						23		25			1.3	41.6
K 9	31	BS00BT	12	2320	1600	150	510	150										2.1	64.0
Z 10	16	BS00BT	12	2720	227	665	150	1750					40					2.4	38.8
Steg:1 , Phase 1																		Total: 754.2	
Nät: Storlek	Ant.	Sort																kg/st	kg/all
																		Total 754.2	

Figur 37 - Armeringsförteckning i Tekla Structures

Armeringsförteckningen som skapas enligt denna mall är helt beroende av en korrekt modellerad och numrerad modell. Ett fel som kan uppstå är då grupper av armeringsjärn med olika längder skapas. Grupperingen krävs för att i ritningsläget skapa spridningslinjer, dess information blir dock felaktig då gruppens alla ingående järn behandlas som lika långa, ett fel i modellen vilket genererar en felaktig mängdförteckning.

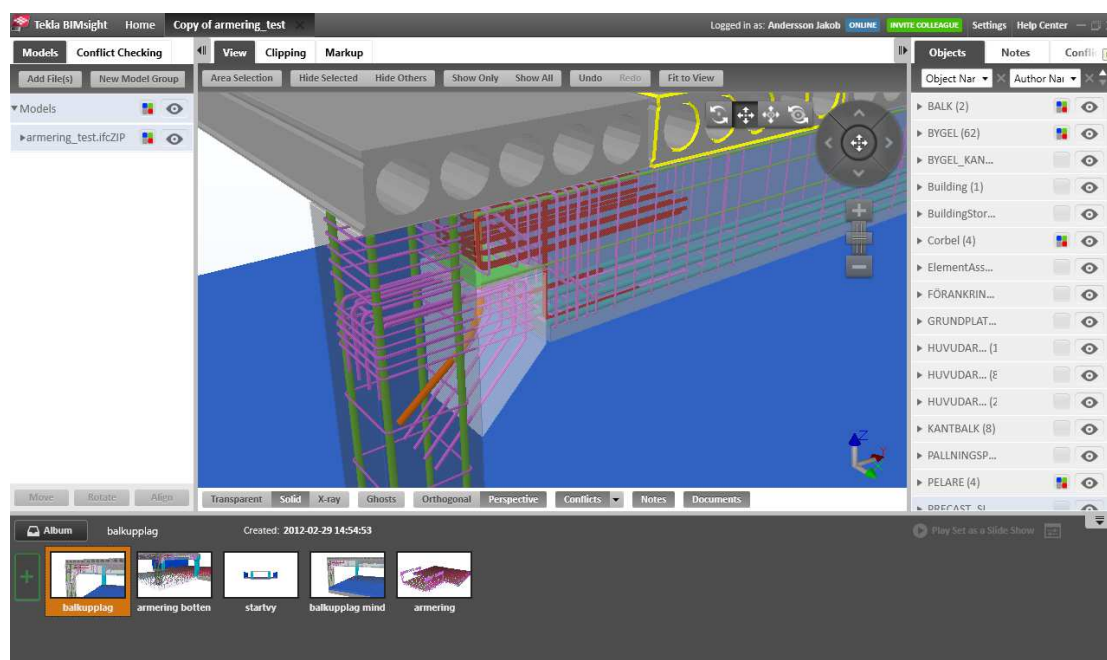
Utöver programmets egna möjligheter till att skapa armeringsförteckningar finns även en separat programvara, så kallad add-in, som heter Q-armlänk och har skapats för ändamålet. Add-in programmet är utvecklat av armeringstillverkaren Celsa Steel Service och hämtar automatiskt armeringsinformation från en modell i Tekla Structures. Informationen kan direkt användas som beställningsunderlag och elektroniskt skickas till tillverkaren. Informationen kan även justeras av användaren för att exempelvis en entreprenör ska kunna lägga till monteringsjärn i sin beställning (Reinertsen, 2012b).

## 4.4 Studiebesök och intervju i produktionsledet

För att undersöka vilken information i en armerad BIM-modell som kan vara till nytta för produktionsledet har fyra studiebesök genomförts. De genomfördes på byggarbetsplatser i och omkring Göteborg. Vid studiebesöken medfördes en 3D-modell presenterad i Tekla BIMsight, vilken låg till grund för intervju och diskussion.

### 4.4.1 Diskussion kring 3D-modell

Den modell som legat till grund för diskussionerna under studiebesöken användes för att påvisa olika presentations- och manövreringsmöjligheter i modellen. Intervjuerna har inletts med några grundläggande frågor om BIM som ett verktyg i produktionen och sedan utvecklats till en diskussion kring de intervjuades tankar om modellen och dess möjligheter. Diskussionernas längd och innehåll har varierat mellan de olika besöken, ofta i förhållande till de intervjuades förkunskaper om BIM och 3D-modeller. Den modell som presenterats har främst syftat till att redovisa möjligheter för armeringspresentation.



Figur 38 - Skärmdump över TeklaBimsight

### 4.4.2 Personer som intervjuats

De personer som intervjuats från produktionen har representerat olika entreprenörföretag och består av såväl arbetsledare, platschef samt yrkesarbetare.

### 4.4.3 Byggprojekt som besökts

#### Tunnelbygge vid E6, Peab AB

Inför breddningen av E6 genomförs en breddning av den befintliga gång och cykeltunneln i höjd med Brandkärr i ritning mot Bäckebo (Göran Gustavsson, 2012).

#### Ombyggnation/tillbyggnad vid Sahlgrenska, Skanska AB

Om- och tillbyggnation av bild och interventionscentralen vid Sahlgrenska. Arbetet omfattar grundläggnings, stomme och fasad arbeten för att erhålla tätt hus (Anders Lövgren, 2012).

**Bostadsprojektet Mathildeberg, Väst-bygg AB och Svenska Armering och Betongbyggen AB**

Bostadsprojektet Mathildeberg i Krokslätt består av 146 nyproducerade lägenheter med tillhörande underjordiskt garage (Joakim Nylander, 2012).

**Bostadsprojektet Prisma, Tuve Bygg AB**

Nybyggnation av 103 stycken bostadsrätter och hyresrätter i Västra Frölunda. Bostäderna är fördelade på tre punkthus på vardera 9 våningar. Projektet innefattar även ett garage inbyggt under två av husen (Christoffer Lundell, 2012).

## 5 Resultat

Under denna rubrik kommer resultaten för studien att presenteras. Vid redovisning av ritningsskapandet utgår studien från en färdig 3D-modell som erhållits från Reinertsen. Ritningsskapandets arbetsgång, verktyg och inställningar kommer att redovisas som en separat bilaga vilken har utformats som en guide. Resultat från undersökningen i produktionsledet redovisas som en sammanställning av de intervjuades åsikter.

### 5.1 Från modell i Tekla Structures till ritning

För att applicera det linjebreddförhållande Bygghandlingar 90 rekommenderar bör linjebredderna 0,18 0,35 och 0,7 användas. För att anpassa linjetjocklekarna till Reinertsens inställningar gällande pennstorlekar bör därför färgerna enligt nedan följas:

- Röd – halvbred, används på spridningslinjer, hänvisningslinjer osv
- Mörkgrön – normalbred, används på ytterkonturer för objekt (exklusive armering) i ritningen
- Orange – normalbred, används för text i ritningen
- Magenta (rosa) – dubbelbred, används för armeringen i ritningen

De övriga inställningar och verktyg som använts, samt arbetsgången för att skapa ritningen presenteras i bilaga III – Guide till att skapa armeringsritningar, enligt svenska branschkrav, ur en modell i Tekla Structures. Den redovisade guiden redogör tillvägagångssättet samt rekommenderade inställningar, utifrån de givna förutsättningar som benämns i kapitel 3, för att skapa armeringsritningar från en modell i Tekla Structures. Guiden redogör vidare för hur en ritningsmall skapas och sedan kan tillämpas på kommande ritningar som ska utformas.

I bilaga IV redovisas en ritning som skapats genom att följa guiden i bilaga III.

### 5.2 Produktionens nytta av information i en armerad BIM-modell

Alla de intervjuade har uppfattat fördelar med BIM-modeller, vissa i större utsträckning än andra. De intervjuade tjänstemännen tror att BIM är något som kommer implementeras allt mer i branschen och på sikt kommer att tillämpas allt mer. De tror dock att det idag är en bit kvar och att modellerna behöver utarbetas ännu ett steg innan de fullt ut kan nyttjas i produktionen. Idag är den generella uppfattningen i produktionen att BIM och 3D är en merkostnad och kräver spetskunskap, men att det vid komplexa projekt kan vara ett bra hjälpmedel.

#### Presentationshjälp

Såväl yrkesarbetare som tjänstemän i produktionen är positiva till en BIM-modell som hjälpmedel. Behovet av modellen som presentationsverktyg blir dock beroende på projekt. Främst yrkesarbetarna men även tjänstemännen ansåg att modellen skulle vara överflödig vid projekt med enklare armeringslösningar, till exempel bostadsprojekt där mycket upprepande av enklare armering används. De tror dock att

det vid komplexa armeringsprojekt, så som till exempel tågbroar och hamnprojekt, skulle kunna vara ett väldigt användbart hjälpmedel för att underlätta förståelsen om armeringsjärnens placeringar.

### **Presentationsmetod**

Under intervjuerna diskuterades olika möjligheter för hur modellen skulle vara tillgänglig på produktionsplatsen. Möjligheten till att presentera modellen i portabla läsplattor mottogs varierande respons. Det var främst yrkesarbetarna som ansåg att det skulle vara svårt att använda denna presentationsmetod då elektroniken ofta kan vara väldigt smuts- och väderkänslig, samtidigt som många personer rör sig på arbetsplatsen ansåg de också att det fanns stor risk att läsplattan skulle förstöras på annat sätt genom olika missöden. Tjänstemän i produktionen ansåg dock att läsplattor skulle kunna vara ett bra sätt för att presentera modellens innehåll, förutsatt att de klarar de yttre påfrestningar som krävs på en byggarbetsplats. Alla de intervjuade tyckte att den bästa lösningen i dagsläget skulle vara att modellen fanns tillgänglig på en dator på platskontoret. Där skulle berörda personer kunna röra sig i- och diskutera modellen. Där skulle även enklare vybilder kunna skrivas ut och tas med ut på arbetsplatsen.

### **Mängdning**

Alla de intervjuade anser att mängdning är ett moment som bör kunna effektiviseras genom en BIM-modell. Det krävs dock att modellen är helt korrekt utformad och att produktionsledet kan lita på de siffror som genereras ur den. Ett problem som skulle kunna uppstå är att monteringsjärn inte ritas in i modeller (vilket det inte heller gör i 2D-ritningar), vilket skulle leda till att för lite armering beställdes. Några av de intervjuade ansåg dock att det borde gå att multiplicera modellens siffror med en uträknad faktor för täcka det erforderliga behovet av monteringsjärn.

En av de intervjuade platscheferna tror även att en BIM-modell skulle underlätta och utöka användandet av förbockade järn. Det kräver som tidigare nämnt att modellen är tillräckligt utvecklad för att utgöra underlag för mängdning fullt ut. Han tror då att i stort sett alla järn på ett byggprojekt skulle kunna beställas färdigbockade, vilket skulle leda till en effektivare armeringsprocess.

### **Ökade kommunikationsmöjligheter mellan K och E**

Många av de intervjuade tjänstemännen tror att en BIM-modell skulle kunna underlätta kommunikationen mellan K och E vid felprojektering och bristfälliga handlingar. Vid projekteringsfel av den grad då konstruktören behöver kopplas in uppstår ofta tidskrävande driftstopp. Konstruktören måste då besöka arbetsplatsen och granska utförandet av arbetet för att senare återvända till kontoret där nya lösningar arbetas fram. Lösningen redovisas sedan ofta som en enkel handskiss. Med hjälp av en BIM-modell skulle byggledaren vid projekteringsfel istället kunna kontakta konstruktören och beskriva problemet med hjälp av modellen, konstruktören kan i sin tur direkt i modellen undersöka problemställningen för att senare leverera en digital lösning tillbaka till byggledaren. Vissa av de intervjuade tror att denna process skulle minska tidsåtgången för problemlösningen i många situationer och således minska driftstoppen.

### **Egenkontroller**

De företag som inför gjutningar utför egenkontroller av armering tror att en 3D-modell skulle kunna vara ett bra komplement vid dessa kontroller. Armeringsritningar

i 2D kan vara både svåra att tolka och jämföra med verkligheten. Med en 3D-modell visas armeringens placering på ett tydligare sätt vilket medför att det blir lättare att lokalisera avvikelser och brister i pågående armeringsarbeten. Med 3D-modellen som komplement skulle alltså avvikelser lättare identifieras och kontrollerna skulle bli av högre kvalitet.

### **Övriga tankar från produktionen**

Många av de intervjuade såg 3D-modeller som ett väldigt användbart verktyg för projektörerna och kunde förstå att det främst var de som drev dess utveckling framåt. De trodde också att 3D-modeller kunde minimera felprojekteringen och de problem som idag ofta uppstår och måste lösas på plats av produktionsledet. En av de intervjuade ansåg att en 3D-modell kunde vara ett väldigt bra verktyg för framtiden då det är ett väldigt smidigt sätt att lagra och spara informationen om ett projekt. Han ansåg vidare att det också kunde vara till stor nytta vid ombyggnationer, då armeringens utformning och placering i olika byggnadsdelar enkelt skulle kunna presenteras, förutsatt att en korrekt modell finns att tillgå.

En del av de intervjuade tjänstemännen beskriver byggbranschen som konservativ där förändringar och nya metoder ofta kan vara svåra att börja tillämpa, vilket även kommer att gälla BIM och 3D-modellers intåg i branschen. De tror dock som tidigare nämnt att det kommer implementeras allt mer, men att någon måste börja tillämpa det fullt ut för att se fördelarna. Först då kommer resten av branschen att haka på.



## 6 Diskussion

För att undersöka hur användandet av BIM kan effektivisera armeringsredovisningen har dels en ritning skapats från en 3D-modell, samt har en intervjustudie genomförts. Ritningsskapandet har genomförts för att undersöka möjligheten till att skapa ritningar enligt branschkrav direkt ur en 3D-modell, vilket skulle effektivisera projektörens arbete. Intervjustudien har genomförts i produktionsledet för att undersöka vilken information i en armerad 3D-modell som skulle kunna hjälpa och effektivisera deras arbete.

Genom informationen i den guide som presenteras i resultatkapitlet kan den skapade ritningsmallen utvecklas ytterligare. Till exempel genom att skapa fler filter och presentationer samt koppla dessa mot varandra. Genom att i modelleringen planera noggrant för kommande ritning kan armeringsstänger döpas för att ge korrekta presentationer i fler än en vy. Till exempel en bygel som ligger i underkant i ett objekt ska presenteras som streckad i planvyn. Skulle samma bygel befinna sig i ytterkanten av ett objekt, på den sida från vilken en elevationsvy redovisas, skulle bygeln presenteras som heldragen linje. Genom att i modelleringen planera för detta kan armeringsjärnet döpas för ändamålet, till exempel till BYGEL\_UK\_HITRE. Där UK skulle presentera dess position i en planvy och HITRE dess position i en elevationsvy. En uppsättning separata vyinställningar skulle då kunna utformas och sparas som VY\_ELEVATION. Inställningarna i denna vy skulle se ut på samma sätt som för planvyn, med undantaget att kopplingarna mellan filter och presentationer skulle ändras. I en planvy skulle ovan beskrivna bygel, BYGEL\_UK\_HITRE kopplas till en presentation som genererar en streckad linje, medans den i en elevationsvy skulle kopplas till en presentation som genererar en heldragen linje. Vidare skulle även ytterligare presentationer kunna skapas för armeringsnäts littera. Texten UK respektive ÖK skulle kunna adderas de befintliga presentationerna och kopplas till filtren ukNät respektive ökNät. Informationen i rapporten och bilagan kan således ligga till grund för en mer dynamisk ritningsmall än den som redovisas i guiden.

Resultatet i intervjustudien visar att informationen i en armerad 3D-modell i dagsläget ofta ses som överflödig. Verksamma inom produktionen ser främst fördelar med modeller som underlag för mängdning. Modellerna som används är sällan tillräckligt korrekta för att utgöra detta underlag, vilket leder till att de endast används som ett visuellt verktyg. Nyttan av att använda modellen enbart för dess illustrativa funktion beror dock på projekt. Vid projekt med komplexa armeringslösningar, så som exempelvis tågbroar och hamnar kan den vara till stor nytta, medans den i övriga projekt ses som överflödig. Skulle korrekt modellerade modeller, vilka kan utgöra underlag för mängdning, nå ut till produktionsplatserna skulle dessa tas emot positivt och komma till stor användning. Vi tror också att om modellerna väl når ut till produktionsplatserna och börjar tillämpas för mängdning skulle fler personer utbildas inom verktyget och på så sätt skulle dess ytterligare funktioner belysas och utnyttjas.

Då studien har genomförts med hjälp av ett konsultföretag har urvalet av de intervjuade i produktionen bestått av personer och företag som frivilligt ställt upp på att intervjuas, vilket skulle kunna påverka resultatet. Resultatet i denna studie stämmer dock bra överens med andra undersökningar och rapporter kring ämnet. Intervjuerna har också utförts på både yrkesarbetare och platsledning, vilket medför att resultatet behandlar åsikter från alla yrkesgrupper.

För att utvärdera skapandet av armeringsritningar i Tekla Structures hade kunskaper i andra liknande programvaror underlättat. Förkunskap inom programmet hade också medfört att arbetet hade kunnat utvärderas djupare.

## 7 Slutsats

Genom att använda BIM och 3D modeller finns goda förutsättningar att effektivisera armeringsredovisningen, både för projektörer och produktionsledet.

Genom att direkt ur en 3D-modell i Tekla Structures skapa ritningar som följer branschkrav effektiviseras projekteringen. Detta leder till att projektören slipper dubbelarbetet med att i en separat programvara färdigställa ritningar från modellen. Projektörens arbete effektiviseras vilket leder till att den erforderliga tiden minskar. I Tekla Structures finns flera verktyg och funktioner för att generera information automatiskt ur modellen, varpå ritningsskapandet troligtvis också kommer att gå snabbare än vid 2D-CAD. 3D-modellering ger också goda förutsättningar för att ständigt hålla ritningarna uppdaterade, vilket kan vara ett stort jobb vid 2D-CAD där en förändring på en ritning ej uppdateras på övriga ritningar. När 3D-modeller med armering skapats kan de också användas som ett hjälpmedel i produktionen. Många personer tror att implementering av BIM i produktionen kommer att gå trögt, men de ser samtidigt många fördelar med informationen i modeller.

Utifrån studien redogörs för att armeringsritningar, vilka följer de krav branschen ställer, kan skapas från en modell i Tekla Structures. Vid skapandet av armeringsritningar är modellens utformning av stor vikt och har en avgörande roll för ritningens resultat. Utifrån studien påvisas också att mycket information automatiskt kan genereras från modellen till ritningen. Det krävs dock manuellt arbete för att editera och justera fel som kan uppkomma. Det krävs också manuell justering för att på ett bra och tydligt sätt placera informationen som hämtas från modellen. Ritningsskapande från en 3D-modell underlättar också möjligheten till att ständigt ha alla handlingar uppdaterade, då ändringar i en modell direkt ger utslag i ritningarna.

Utifrån studien kan vidare slutsatser också dras för produktionens syn på användandet av, samt informationen i, en armerad BIM-modell. Anställda inom produktionen har överlag en positiv inställning till BIM-modeller som ett hjälpmedel i sitt arbete. Modellen skulle främst användas som ett visuellt verktyg för att redovisa byggtkniska lösningar, samt som underlag för mängdning. Modellens utnyttjande som visuellt verktyg blir dock avgörande beroende på projekt. I till exempel huskonstruktioner där mycket standardlösningar används för armering ses modellen ofta som överflödig, medan den i mer komplexa projekt efterfrågas och ses som ett kraftfullt hjälpmedel. Modellen som ett visuellt verktyg skulle även underlätta kommunikationen mellan konstruktörer och entreprenörer, samt redovisningen av till exempel revideringar som sker under ett byggprojekt. Med en BIM-modell som underlag för mängdning skulle även användandet av förbockade järn kunna öka. Något som skulle effektivisera hela armeringsprocessen på byggarbetsplatsen.

### 7.1 Vidareutveckling

Det resultat som framtagits i samband med denna studie påvisar hur branschriktiga armeringsritningar kan genereras direkt ur Tekla Structures, vilket är ett första steg mot en effektivare redovisningsprocess av armering. Med denna studie som grund finns goda möjligheter att ytterligare utveckla det berörda området. I helhet kan ämnet behandlas mer djupgående, specifika exempel på vidareutveckling är:

- En mer omfattande undersökning om möjligheten att i Tekla Structures skapa armeringsföreteckningar och specifikationer.

- Undersökning om effektivare sätt att utföra redovisning av armeringsnät.
- Eventuell undersökning om hur den manuella handpåläggningen kan minskas.
- Djupgående studie för att korrekt skapa en armerad och numrerad modell som kan utgöra grund för mängdning.

Som nämnt i både inledning och resultat förekommer det i dagsläget sällan helt korrekt armerade BIM-modeller. Det finns potential att utveckla undersökningen av produktionens syn på BIM, och då genomföra en djupare undersökning över hur informationen i modeller kan tillämpas i produktionen. Till exempel genom att försöka implementera och undersöka användandet av en modell i ett byggprojekt.

## 8 Referenser

### Tryckta källor

- Hertzell, T. Bergenudd, C. (2003) *Bygghandlingar 90 – 2 Redovisningsteknik*.  
Upplaga 2. Stockholm: SIS Förlag AB. (Bygghandlingar 90, Del 2)
- Sandberg, J. Hjort, B. (1996) *Armeringsteknik*. Upplaga 6. Stockholm:  
Byggentreprenörerna.
- Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. Liston, K. (2011) *BIM Handbook A guide to  
building information modeling for owners, managers, designers, engineers and  
contractors*. Upplaga 2. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Tekla Corporation. (2007a) *Principles of drawings*, Häfte som är framtaget av Tekla  
Corporation som undervisningsmaterial.
- Tekla Corporation. (2007b) *Numbering and reports*. Häfte som är framtaget av Tekla  
Corporation som undervisningsmaterial.
- Tekla Corporation. (2011) *Platsgjuten betong*. Häfte som är framtaget av Tekla  
Corporation som undervisningsmaterial.
- Tekla Corporation (2010) *Drawing manual*. Häfte som är framtaget av Tekla  
Corporation som en manual för arbete med rinting.
- Kairos Future & WSP Group. (2011) *10 Truths about BIM*.

### Elektroniska källor

- Tekla BIMsight. (2012) Tekla BIMsight. [www.teklabimsight.com](http://www.teklabimsight.com)  
[http://www.teklabimsight.com/helpcenter/Tekla\\_BIMsight-QuickReferenceGuide.pdf](http://www.teklabimsight.com/helpcenter/Tekla_BIMsight-QuickReferenceGuide.pdf)  
(2012-03-24)
- Byggmästarföreningen. (2012) Byggbiz mars nr 2/12  
[http://www.stockholmsbf.se/UserFiles/Publikationer/Byggbiz/2012/BYGGBIZ\\_2-12\\_webb.pdf](http://www.stockholmsbf.se/UserFiles/Publikationer/Byggbiz/2012/BYGGBIZ_2-12_webb.pdf) (2012-05-03)
- Reinertsen (2012a) Om oss. [www.reinertsen.se](http://www.reinertsen.se)  
<http://www.reinertsen.se/index.php?c=121&kat=Om%20oss> (2012-05-10)
- Reinertsen (2012b) Ny rättspsykiatrisk vårdbyggnad som BIM-projekt.  
[www.reinertsen.se](http://www.reinertsen.se). <http://www.reinertsen.se/article.php?id=177> (2012-05-15)
- Tekla (2012a) Så började det. [www.tekla.com](http://www.tekla.com).  
<http://www.tekla.com/SE/ABOUT-US/HISTORY/Pages/Default.aspx> (2012-03-14)
- Tekla (2012b) Tekla BIMsight vinnare i tävling om Mest Innovativa Produkt i USA.  
[www.tekla.com](http://www.tekla.com).  
<http://www.tekla.com/se/about-us/news/pages/tekla-bimsight-vinnare-tavling-om-mest-innovativa-produkt-usa.aspx> (2012-04-03)
- Brohn, C-E. (2010) BIM Byggnadsinformationsmodeller för byggmästare.  
[www.openbim.se](http://www.openbim.se).  
[http://www.openbim.se/documents/OpenBIM/OpenBIM\\_projekt/BIMhandbok-2010-02-01.pdf](http://www.openbim.se/documents/OpenBIM/OpenBIM_projekt/BIMhandbok-2010-02-01.pdf) (2012-05-06).

WSP Group. (2010) BIM förändrar branschen. [www.wspgroup.com/sv/](http://www.wspgroup.com/sv/).  
[http://www.wspgroup.com/upload/documents/PDF/Sweden/PA/PoA\\_3\\_10.pdf](http://www.wspgroup.com/upload/documents/PDF/Sweden/PA/PoA_3_10.pdf) (2012-05-06)

BIM forum. (2011) Tekla lanserar BIMsight för bättre samarbete.  
<http://www.netcommunity.se/BIM>.  
<http://www.netcommunity.se/201102163735/BYGG/BIM/Press/Tekla-lanserar-BIMsight-for-battare-samarbete-3735/menu-id-858> (2012-04-03)

Bygg 90-serien. (2012) Bygg 90-serien. [www.sis.se](http://www.sis.se).  
<http://www.sis.se/tema/bygg1/Bygg-90-serien/> (2012-04-05)

Celsa steelservice. (2012) Inläggningsfärdig armering. [www.celsa-steelservice.se](http://www.celsa-steelservice.se).  
<http://celsa-steelservice.se/produkter/ilf/> (2012-05-04)

Nohrstedt, L. (2008) Bygglärare åter i skolbänken. *Byggvärlden*. 2008-03-20.  
<http://www.byggvarlden.se/nyheter/byggprojekt/article89457.ece> (2012-05-06)

Dahlquist, H. (2010) Byggföretag hänger inte med i IT-utvecklingen. *Byggvärlden*.  
2010-09-17. <http://www.byggvarlden.se/nyheter/naringsliv/article2474813.ece> (2012-05-06)

Tekla Structures 17, 2011 - *Grouping reinforcements* [Programmets hjälpfunktion]

Tekla Structures 17, 2011 - *Main features in drawings* [Programmets hjälpfunktion]

Tekla Structures 17, 2011 - *Master drawing catalog* [Programmets hjälpfunktion]

Tekla Structures 17, 2011 - *Three levels of modifying drawings* [Programmets hjälpfunktion]

Tekla Structures 17, 2011 - *Changing the pen numbers for colors* [Programmets hjälpfunktion]

Tekla Structures 17, 2011 - *Creating object level settings* [Programmets hjälpfunktion]

### **Muntliga Källor**

Keyvan Zeidi. Projektör, Reinersten – Löpande intervjuer 15 mars – 20 maj, 2012

Göran Gustavsson. Arbetsledare, Peab AB – Intervju 1 mars, 2012

Joakim Hvit - Yrkesarbetare, Peab AB – Intervju 1 mars, 2012

Peter Hvit - Yrkesarbetare, Peab AB – Intervju 1 mars, 2012

Anders Lövgren - Arbetsledare, Skanska AB – Intervju 16 mars, 2012

Joakim Nylander – Platschef, Wäst-bygg AB – Intervju 23 april, 2012

Fredrik Blomqvist – Arbetsledare, Svensk Armering och Betongbyggen AB – Intervju 23 april, 2012

Christoffer Lundell - Platschef, Tuve Bygg AB – Intervju 24/4

## **Bildkällor**

BIM Journal (2012) [http://www.bimjournal.com/wp-content/uploads/2011/11/F\\_ca7fb38f851dfc397e78c1dc9d5250454e98344ccb9221.jpg](http://www.bimjournal.com/wp-content/uploads/2011/11/F_ca7fb38f851dfc397e78c1dc9d5250454e98344ccb9221.jpg) (2012-03-15)

Hertzell, T. Bergenudd, C. (2003a) *Bygghandlingar 90 – 2 Redovisningsteknik*.  
Upplaga 2. Stockholm: SIS Förlag AB. (Bygghandlingar 90, Del 2) - sid 115

Hertzell, T. Bergenudd, C. (2003b) *Bygghandlingar 90 – 2 Redovisningsteknik*.  
Upplaga 2. Stockholm: SIS Förlag AB. (Bygghandlingar 90, Del 2) - sid 117

Hertzell, T. Bergenudd, C. (2003c) *Bygghandlingar 90 – 2 Redovisningsteknik*.  
Upplaga 2. Stockholm: SIS Förlag AB. (Bygghandlingar 90, Del 2) - sid 119

ProArt (2012) [http://proart.se/sites/default/files/A\\_format.jpg](http://proart.se/sites/default/files/A_format.jpg) (2012-03-20)





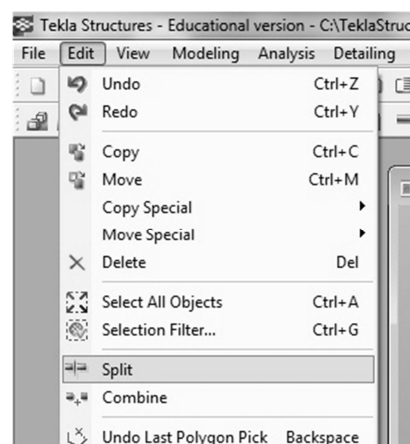
<b>A</b> 	<b>B</b> 	<b>C</b> 
<b>D</b> 	<b>E</b> 	<b>EX</b> 
<b>F</b> 	<b>G</b> 	<b>H</b> 
<b>J</b> 	<b>K</b> 	<b>L</b> 
<b>LX</b> 	<b>M</b> 	<b>N</b> 
<b>NX</b> 	<b>O</b> Spiral sammantryckt  Antal varv = x Stigning per varv = y	<b>Q</b>  (Yttre radie)
<b>R</b>  $b = 3,3y$	<b>S</b>  Klippängd $a + b + 0,5y$	<b>SH</b>  $d = b + c + 100$ Klippängd $a + b + c + d + 0,5y$
<b>SX</b>  Perspektiv	<b>T</b> 	<b>U</b>  Symmetrisk
<b>V</b>  Symmetrisk $x$	<b>W</b> 	<b>X</b>  Perspektiv
<b>Z</b> 	<p><b>Mått inom</b> <b>se anvisningar Svensk Armering®</b>  Ändförankringar: Ändkrok vänd likadant som i typfiguren anges med <b>L</b> och ändkrok vänd åt motsatt håll med <b>M</b>. Ankringsring anges med <b>A</b>.  Bockningsmåttan avser ytterkonturer.</p>	



## Skapa skarv/överlapp av armering

Vid modellering skapas oftast armering utan skarvar och delas sedan upp där skarven önskas. Det finns i Tekla Structures en färdig funktion för att skapa en överlappning av två mötande armeringsstänger. Beskrivningen nedan redogör för ovannämnda arbetsgång.

Först ska den skapade armeringsstången, eller gruppen av stänger, delas upp i två delar där den erforderliga skarven önskas. Detta görs genom kommandot split, vilket hämtas i menyn *Edit* → *Split*, se bilden till vänster.



Med verktyget aktiverat väljs de ensamma stänger eller grupper av stänger som skall delas. Nästa steg är att välja den första punkten i den tänkta axel kring vilken armeringen skall delas. Dra en linje som illustrerar den tänkta axeln, se bilden nedan.



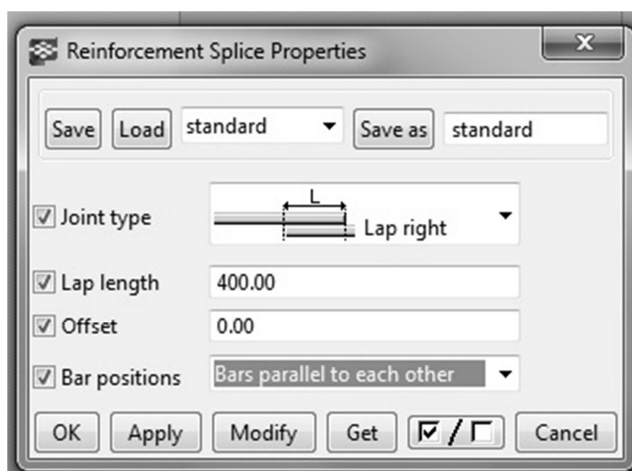
När linjen är utritad delas armeringsstångerna vilket illustreras i bilden nedan.



Med stängerna delade används verktyget *Reinforcement splice* för att skapa överlappningen. Först öppnas och justeras skarvens inställningar under menyn *Detailing* → *Properties* → *Reinforcement* → *Reinforcement Splice*, se bilden nedan.

I inställningarna definieras överlappningens egenskaper, till exempel åt vilket håll skarven skall utföras, längd på skarven och stängernas position. Det går här också döpa och spara en uppsättning inställningar för att snabbt kunna växla mellan inställningar där olika skarvtyper ska användas.

När önskade inställningar editerats väljs verktyget genom menyn *Detailing* → *Create Reinforcement* → *Reinforcement Splice*.



Med verktyget aktiverat väljs den första stängen/gruppen av stänger som skall skarvas. Peka sedan på den andra delen av det armeringsjärn som delats och skarven skapas. Överlappningen av stänger redovisas genom den lilla symbolen intill den skapade skarven, se figuren nedan.



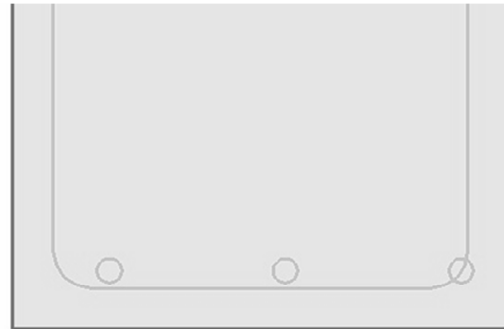
För att presentationen på ritningen skall bli riktig krävs att armeringens skarvar är modellerade där de skall förekomma. Genom att använda den ovan beskrivna funktionen, *Splice*, för att skapa skarvar kan ändå viss problematik uppstå vid ritningspresentation av armeringen. Skarven behövs för att ritningens planvy skall bli korrekt, funktionen placerar dock järnen som skarvas på eller bredvid varandra. Det påverkar inte planvyn på ett negativt sätt, men i en detaljvy blir en korrekt presentation beroende av var snittet tas. Nedan följer en bildserie av en underkantsarmerad kantbalk. Skarven är skapad genom verktyget *Splice* och skarven är utförd genom att armeringsjärnen placeras bredvid varandra.



Bilden till vänster visar ett snitt där de båda skarvade stängerna syns.

Nästa bild (till höger) visar samma detaljvy, men där snittet är taget så att enbart stängerna placerade åt höger syns.

På bilden till höger syns felet än mer uppenbart och denna armeringslösning skulle ej gå att genomföra då den yttersta stången skulle krocka med varje omslutande bygel. Skulle snittet däremot tas så att bara de vänstra stängerna från den första bilden skulle synas så erhålls en korrekt vybild enligt nedan.



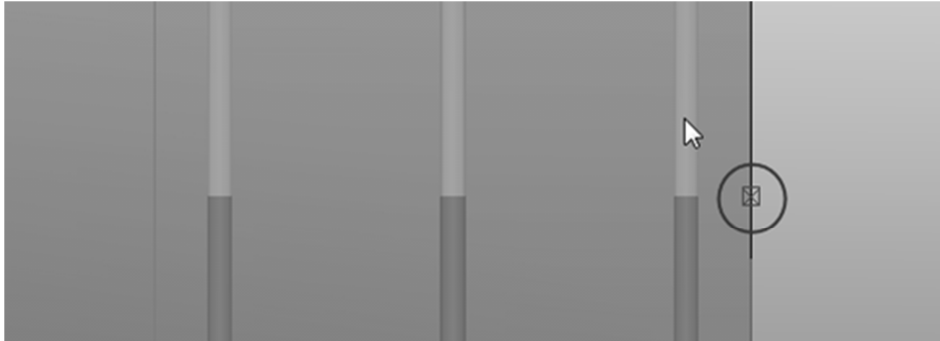
Skulle skarven utförts genom att placera de skarvade stängerna över och under varandra skulle inte krocken med bygel uppstå, men en korrekt detaljvy skulle ändå vara beroende av att snittet tas på en speciell del av armeringen.

Detta problem uppstår på grund av att armeringen traditionellt ritas som helt raka streck på en ritning, detta trots att de i verkligheten är aningen formbara och vid en skarvning böjs tillbaka och fortsätter i sin ursprungliga position. Tekla Structures inbyggda funktion för skarvning av stänger går bra att använda där det ej finns risk för kollision med andra stänger och där detaljerade snitt ej kommer att redovisas. Till exempel armering i en platta på mark där det finns gott om plats och ej kommer påverka ritningsutformningen att stängerna placeras någon centimeter i sidled.

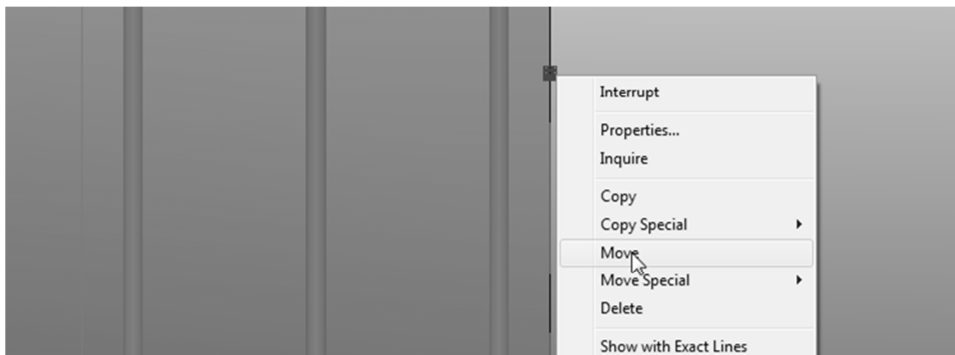
Vid objekt där den funktionen *Splice* inte skapar tillfredställande skarvar kan detta lösas genom att dela upp järnen med funktionen *Split*, som tidigare beskrivet. Istället för att använda den färdiga skarvfunktionen skapas här istället skarvningen manuellt, genom att förlänga stängerna. De förlängda stängerna kommer att krocka och placeras inuti varandra, vilket kommer generera en viss felmodellering som inte kommer spegla verkligheten. Denna typ av lösning kommer i vissa fall än dock vara närmare verkligheten än skarvar skapade genom den inbyggda skarvfunktionen, *Splice*.

För att förlänga järnen, markeras den ena stången/gruppen av stänger som tidigare delats. Med armeringen markerad uppenbarar sig en liten rosa symbol i anslutning till

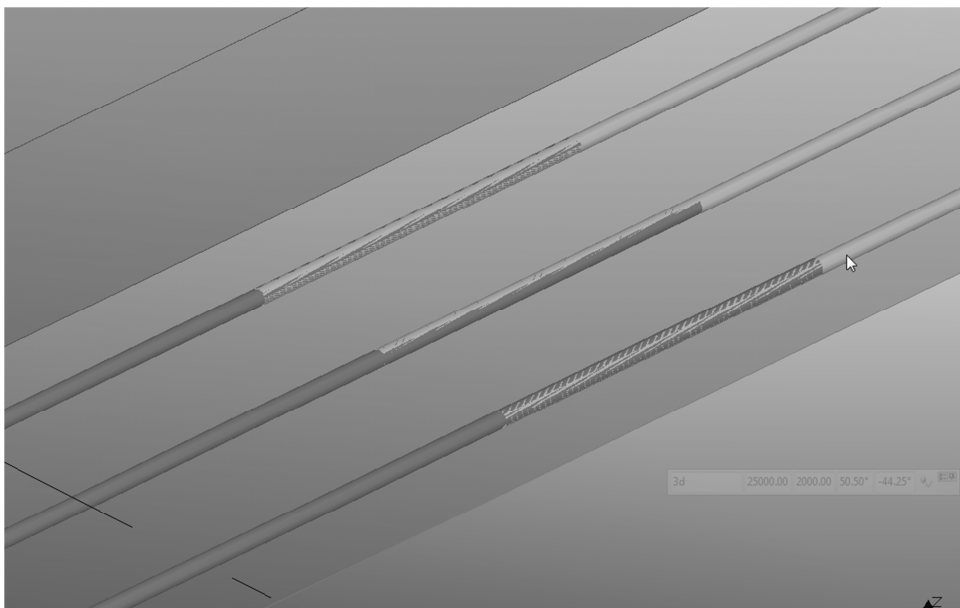
dess ände. Denna symbol indikerar armeringens spridning, det vill säga till vilket område armeringen sträcker sig.



Markera den rosa symbolen genom att trycka på den. Med symbolen vald kan den flyttas för att öka eller korta stängernas längd. Kommandot *Move* hämtas genom att högerklicka på symbolen och välja *Move*, se figuren nedan.



Med verktyget valt klickas en första punkt ut (förslagsvis på den rosa symbolen) och sedan väljs den sträcka och riktning i vilken stängernas längd skall ändras. Det går också att endast klicka ut den första positionen, ställa markören i önskad riktning och sedan skriva in det värde som önskas för att editera stängerna. Bilden nedan visar en skarv skapad genom manuellt förlängda stänger.



Guide till att skapa armeringsritningar, enligt svenska branschkrav, från en modell i Tekla Structures





## Innehållsförteckning

1	Förutsättningar .....	1
1.1	Arbetsgång.....	1
2	Skapa en ritningsmall .....	2
2.1	Intällningar för ritningen – General arrangement drawing properties.....	3
2.2	Inställningar för planvy – View Properties.....	6
2.2.1	Vy information .....	7
2.2.2	Presentationsinställningar för littera.....	8
2.2.3	Presentationsinställningar för armeringsjärn.....	15
2.2.4	Skapa presentationsfilter .....	18
2.3	Inställningar för sektionsvy – View Properties .....	22
2.3.1	Vy information .....	22
2.3.2	Vy inställningar .....	22
2.3.3	Presentationsinställningar för armeringsstänger .....	24
2.3.4	Presentationsinställningar för littera.....	25
3	Spara ritningsmallen.....	26
4	Tillämpa mallen och färdigställ ritningen .....	27
4.1	Inställningar i ritningen .....	27
4.2	Planvy .....	27
4.2.1	Skapa spridningslinjer .....	27
4.2.2	Skapa manuell presentation för armeringsnät .....	28
4.2.3	Manuell editering – flytta stänger och littera .....	29
4.3	Sektionsvy .....	29
4.3.1	Redigera sektionspilar .....	30
4.3.2	Manuell editering i sektionsvyn .....	30
4.3.3	Skapa klipplinjer .....	30
4.4	Övrig manuell editering.....	31
4.4.1	Manuell editering av objektsinställningar .....	31
4.4.2	Dölj stänger och skapa spridningslinjer manuellt .....	31
4.4.3	Flytta en vy till en annan ritning .....	31
4.4.4	Dölj streck och områden i ritningen .....	32
4.4.5	Addera linjer, texter och pilar till ritningen.....	32



# 1 Förutsättningar

Guiden redogör för arbetsgången vid skapandet av armeringsritningar från en modell i Tekla Structures 17. Guiden förutsätter en korrekt utformad modell vilket i detta avseende, förutom att armeringen modelleras som den i verkligheten är tänkt att se ut, innebär att:

- Armeringsstänger är döpta efter namn som anger dess position samt som innefattas av filter, antingen fördefinierade i Tekla Structures eller skapade i ritningsmallen.
- Att armeringsjärnen är numrerade.
- Att armeringsjärn är grupperade där det erfordras.
- Samt att okända bygeltypen deklarerats i Tekla Structures *RebarShapeManger*.

## 1.1 Arbetsgång

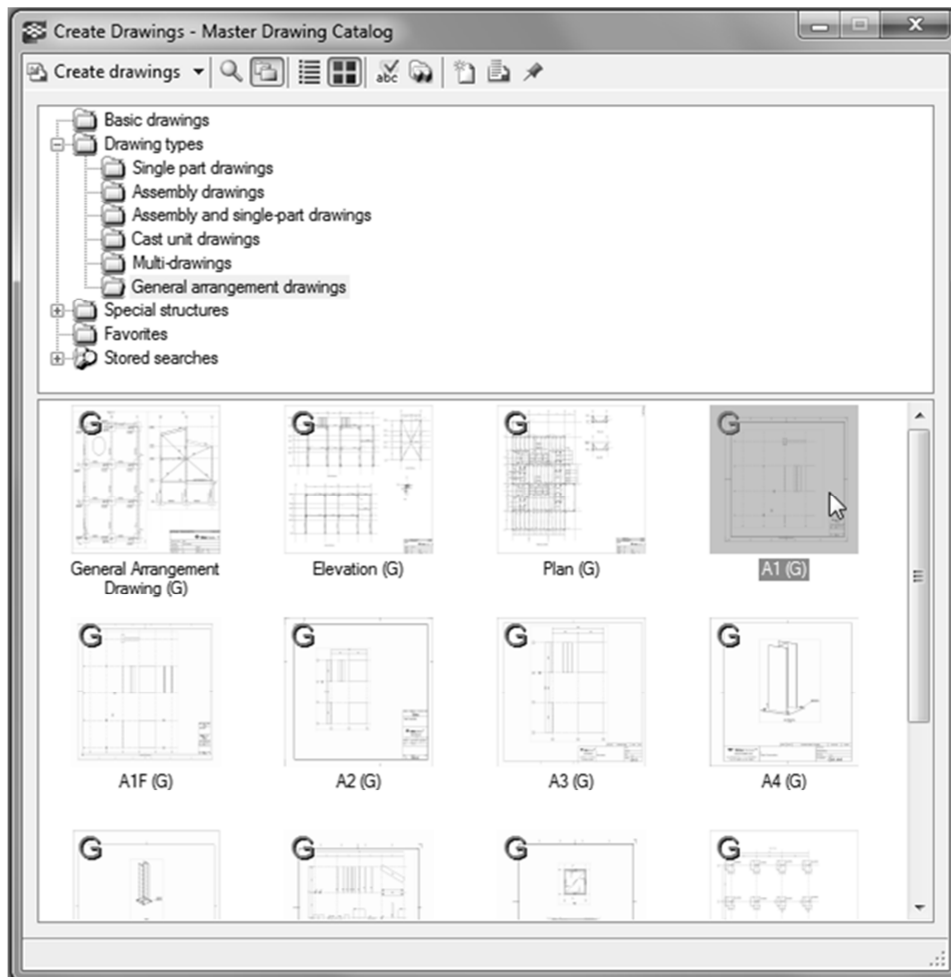
Vid skapandet av ritningen kommer först en ritningsmall att utformas. Utifrån mallen skapas sedan den önskade ritningen, vilken färdigställs genom manuell editering i Tekla Structures ritningsläge. Guiden kommer vid framställandet av ritningen utgå från en planvy, ur vilken sektioner kommer skapas.

Ritningsmallen kommer att utformas som en *General arrangement* ritning.

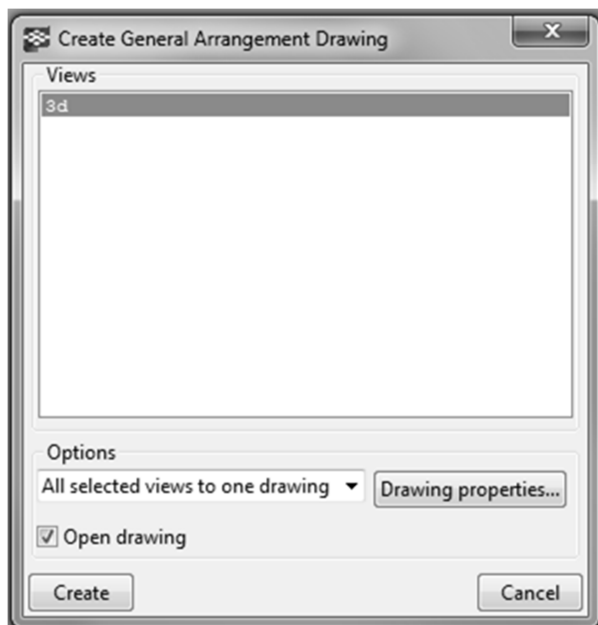
## 2 Skapa en ritningsmall

En ritningsmall skapas genom att en önskad ritning och alla dess inställningar sparas för att på så sätt kunna tillämpas på nya ritningar. För att skapa mallen krävs således en ritning att utgå ifrån.

Skapa ett nytt projekt och öppna en vy i modellen. En ritning skapas från MDC, vilken återfinns under menyn *Drawings & Reports* → *Create drawing*, se bilden nedan.



I MDC finns Tekla Structures förinställda ritningar samt användarens sparade ritningsinställningar. Guiden utgår från Tekla Structures A1(G) ritning, vilken återfinns under *General arrangement drawings* i filträdet. A1(G) är en *General Arrangement* ritning i A1 format med Tekla Structures egna ritningshuvud och ram. Önskar användaren att utgå från en speciell mall med till exempel eget rithuvud och ram väljs den här. Med önskad mall vald är nästa steg att klicka på *Create drawing* i MDC's övre vänstra hörn. Därefter skickas användaren vidare till ett fönster där den vy som ritningen ska skapas ifrån kan väljas, se bilden nedan.

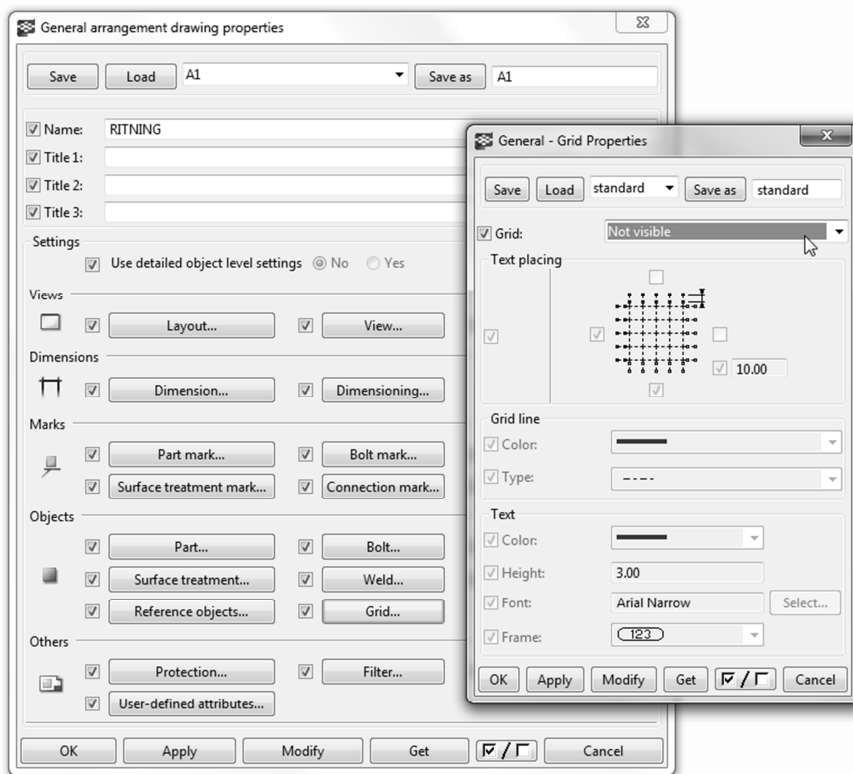


I den tomma modellen finns bara en vy, vilken väljs. *All selected views to one drawing* ska vara valt i rullisten och *Open drawing* skall bockas i. Ritningen skapas och öppnas genom knappen *Create*, vilken också skickar användaren till programmets ritningsläge.

## 2.1 Intällningar för ritningen – General arrangement drawing properties

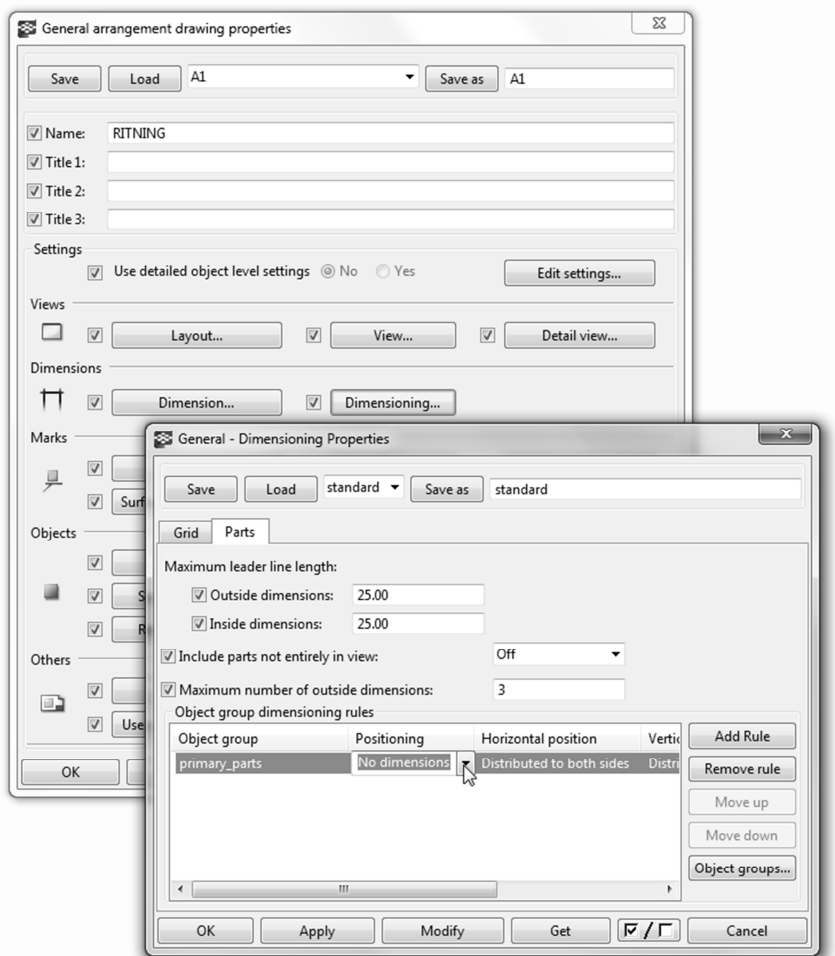
Börja med att ändra inställningar som ska gälla för hela ritningen. Detta görs under *General arrangement drawing properties*, vilka nås genom att dubbelklicka i ritningens bakgrund alternativt genom menyn *Drawing File* → *Drawing properties*. Inställningar skall justeras för att släcka rutnätet, ta bort mått och centrumlinjer för delar samt ange vilken linjetyp och färg som gäller för olika delar.

Inställningarna för rutnätet återfinns genom att klicka på *Grid*, se bilden nedan.



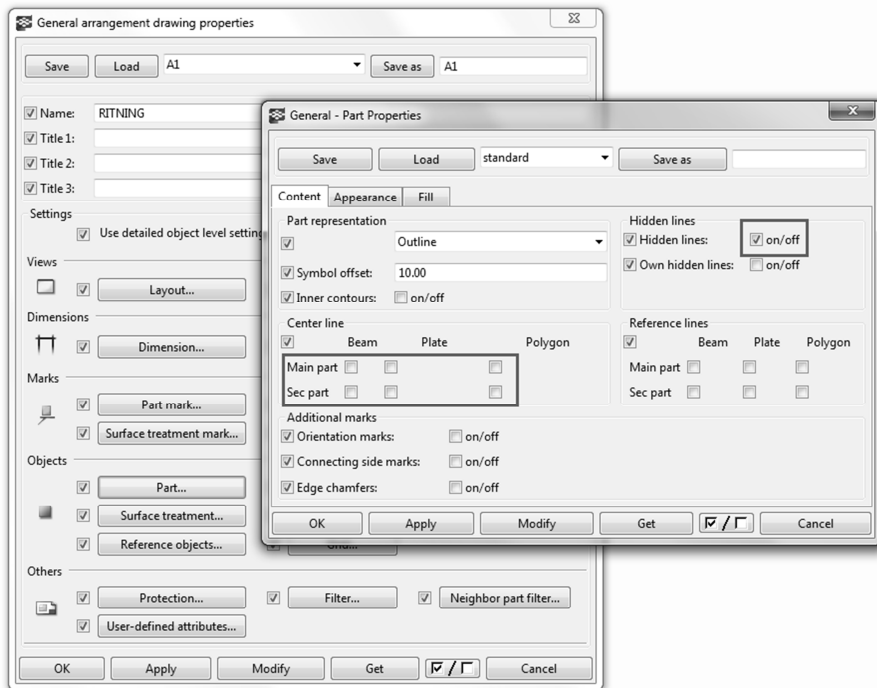
Välj *Not visible* i rullisten för att släcka rutnätet. Inställningarna appliceras genom knappen *Modify* innan fönstret stängs genom knappen *Ok*.

Inställningarna för måttlinjer återfinns genom att trycka på *Dimensioning* i *General arrangement drawing properties*, se bilden nedan.

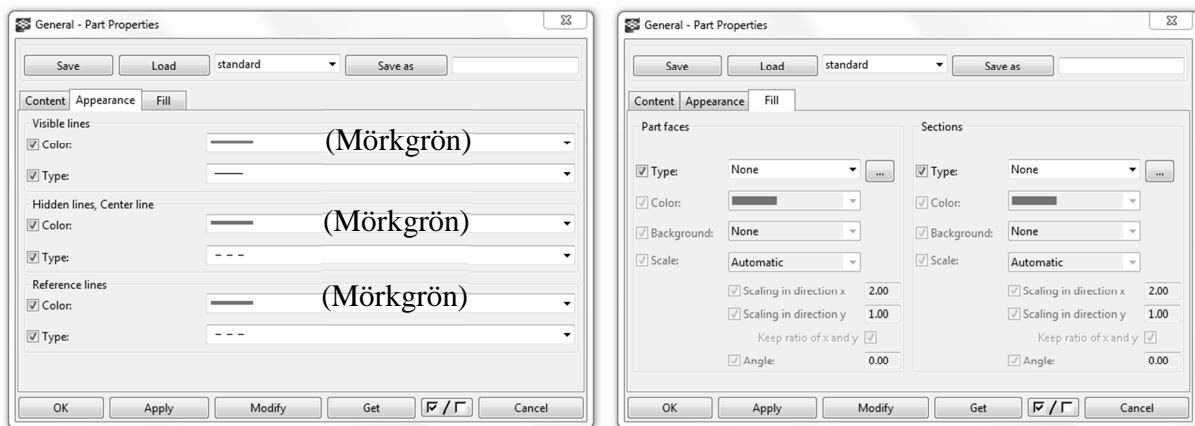


I det nya fönstret släcks måttlinjerna under fliken *Parts*, där *No dimensions* väljs under *Positioning*, se bilden ovan. Klicka *modify* för att applicera inställningarna och stäng fönstret genom knappen *Ok*.

De förinställda inställningarna i ritningsmallen skapar streckprickade linjer tvärs genom objekt i ritningen. Dessa linjer släcks under knappen *Part* i *General arrangement drawing properties*, där *Center line* hålls urbockade. För att visa dolda delar av objekt skall *Hidden lines* vara förbockad, se bilden nedan.



Vidare i inställningarna för *Part* definieras presentationsinställningarna för objekts dolda och synliga linjer. Dessa justeras under fliken *Appearance* och redovisas enligt bilden nedan till vänster. Under fliken *Fill* justeras presentationsalternativ för huruvida delar skall vara fyllda eller ej. I en armeringsritning skall inga delar vara fyllda och i rullisterna för både delar och sektioner väljs *None*, enligt bilden nedan till höger.



När inställningarna valts tillämpas de genom knappen *Modify* innan fönstret stängs genom knappen *Ok*. De generella inställningar som önskas för ritningen har nu justerats och fönstret *General arrangement drawing properties* kan stängas.

## 2.2 Inställningar för planvy – View Properties

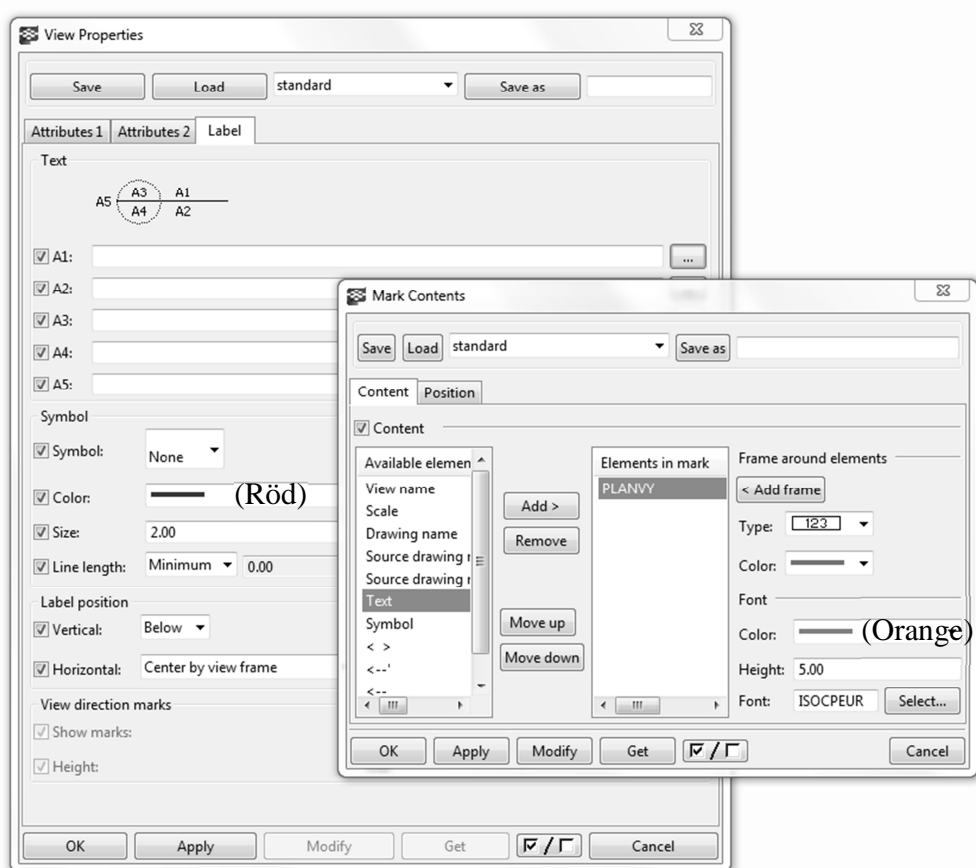
Inställningar skall nu skapas och editeras för en planvy. Detta görs i fönstret *View properties*, vilket nås genom att dubbelklicka på en vvs ram eller genom menyn *View* → *Drawing View*



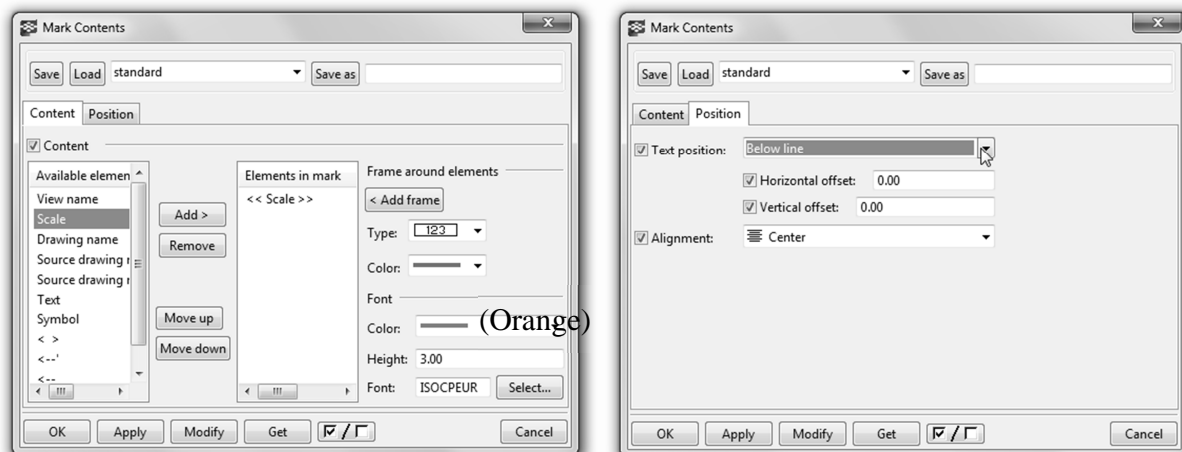
*properties*. I *View properties* kommer olika objektspresentationer skapas för att ange hur armeringen och dess littera ska presenteras i den specifika vyn. Presentationerna som skapats kommer sedan att kopplas ihop med olika filter för att tillämpas på önskade objekt.

## 2.2.1 Vy information

Börja med att fylla i information för vyn under fliken *Label*, se bilden nedan. Under *Symbol* väljs färgen till röd och dess storlek till 2. Under A1 justeras inställningarna enligt det lilla fönstret till höger i bilden nedan, där PLANVY är infogat som en vanlig text. Typsnittet väljs till ISOCPEUR, textstorleken till 5 och textfärgen till orange, inställningarna sparas genom knappen *Apply* innan fönstret stängs genom knappen *Ok*.



Informationen i A2 justeras enligt bilderna nedan och tillämpas genom knappen *Modify*, innan fönstret stängs genom knappen *Ok*.

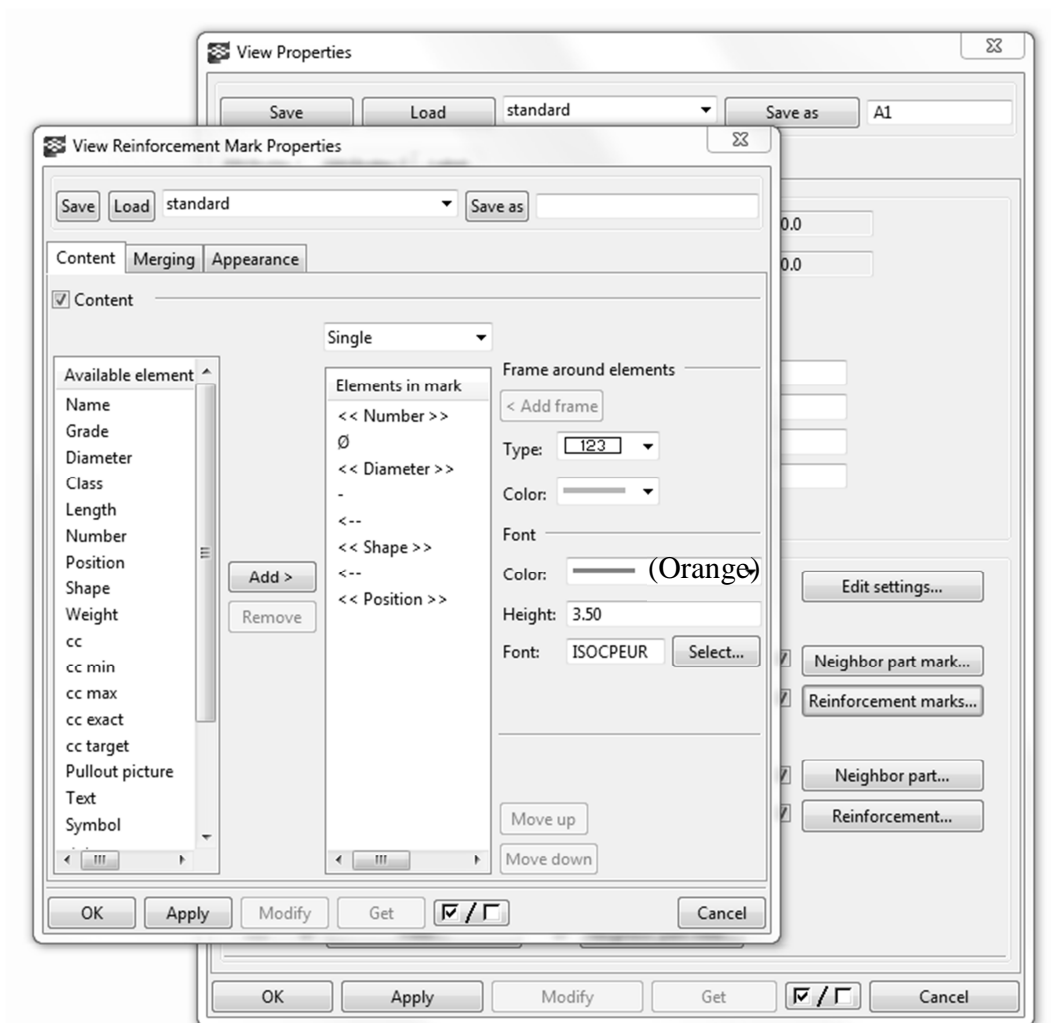


När informationen utformats enligt ovan beskrivet skall resterande ändringar ske under fliken *Attributes 1* i *View properties*, där också önskad skala kan väljas för vyn.

## 2.2.2 Presentationsinställningar för littera

I guiden kommer två olika presentationer för littera att skapas, en för raka armeringsstänger, samt en för armeringsbyglar. Börja med att anpassa inställningarna för raka armeringsstänger.

Littera kallas i Tekla Structure för *Marks* och dess inställningar för armering nås genom knappen *Reinforcement marks*, se bilden nedan.



Under fliken *Content* väljs den information som automatiskt skall genereras för stängerna. Där väljs även typsnitt och teckenstorlek. Det finns en rad olika information som automatiskt kan hämtas ur modellen och dess rekommenderade inställningar presenteras enligt bilden ovan.

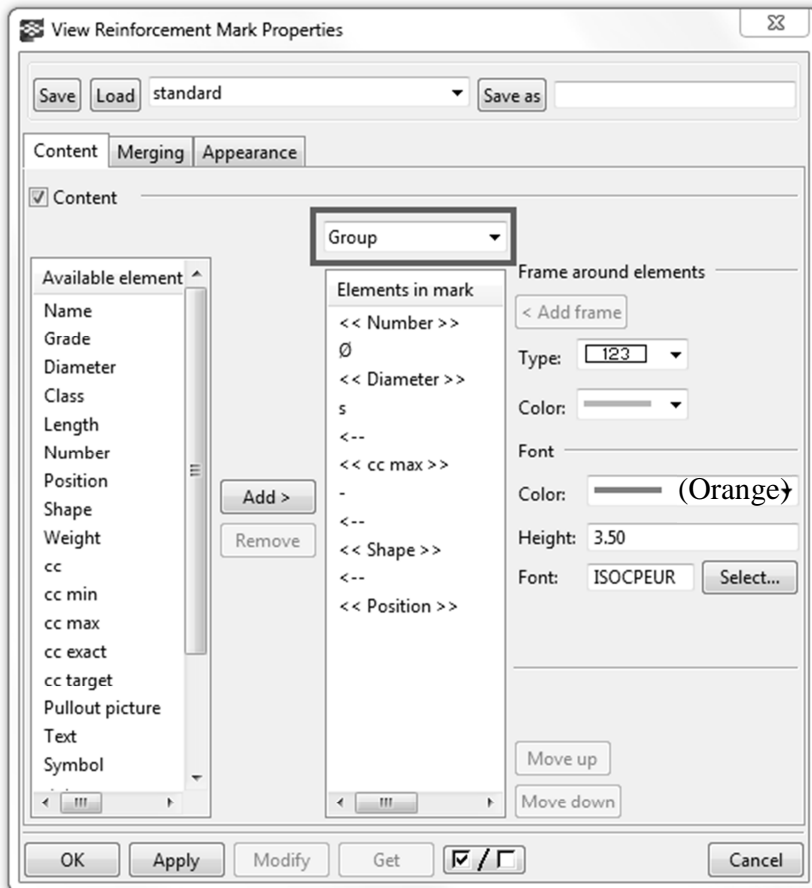
Informationen i litteran består av:

- Number – Antal stänger av samma sort (informationen hämtas automatiskt ur modellen).
- Ø – Symbolen för diameter, kan antingen skapas som text eller genom att infoga den som symbol (det rekommenderas att skapa den som vanlig text då det kommer ge ett mer enhetligt utseende i presentationen).
- Diameter – Armeringsjärnets diameter (informationen hämtas automatiskt ur modellen).
- - Ett enkelt streck infogat som text, används för att skapa ett önskat utseende på presentationen.
- <-- Ett tecken som minskar avståndet mellan de attribut den placeras mellan. Enligt bilden ovan kommer -, Shape och Position fogas samman.
- Shape – Anger armeringsjärnets bockningstyp.

- Position – Ett unikt nummer för identiska armeringsjärn. Utgör tillsammans med Shape den kod som används för att lista erforderlig mängd av järn på armeringsförteckningen.

Som typsnitt väljs ISOCPEUR och textstorleken skall vara 3,5. Textens färg väljs till orange.

Inställningar enligt ovan gäller endast för enstaka armeringsstänger. För att editera inställningarna för grupper av stänger väljs *Group* i rullistan och dess innehåll justeras enligt bilden nedan.



Den nyttillkomna informatonen består av:

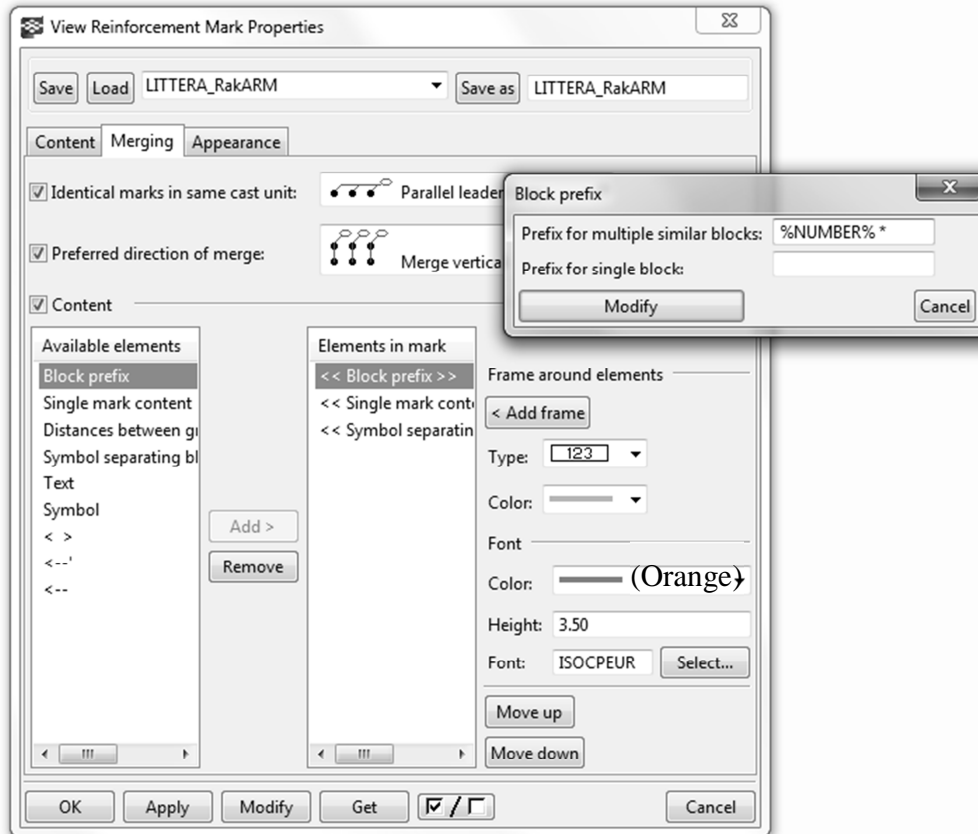
- s – Text där bokstaven s är infogad, beteckningen för stängernas centrumavstånd.
- cc max – Det maximala centrumavstånd som finns mellan armeringsstängerna i en grupp. Här finns flera olika cc alternativ att välja mellan, men detta är det som generellt fungerar bäst.

18 raka armeringsjärn med diametern 12 mm och centrumavståndet 230 mm skulle enligt inställningarna i bilden ovan presenteras med följande textrad:

18 Ø 12 s230 -A7

Under fliken *Merging* redigeras de inställningar som skall användas vid sammanslagen littera. Det vill säga då littera för olika grupper av stänger kan presenteras gemensamt. Detta kan ske till

exempel då identiska stänger med samma utbredningsområde är placerade i olika plan. De rekommenderade inställningarna för *Merging* följer enligt bilden nedan.



Informationen består av:

- Block prefix – Innehåller information om antalet separata litteror som ska presenteras tillsammans. Dess rekommenderade inställning visas i det lilla fönstret till höger i bilden. Texten %NUMBER% kommer att generera det antal lika presentationer som sammanfogats. Fältet *Prefix for single block* lämnas tomt.
- Single mark content – Är det block av information som ett separat littera består av.
- Symbol separation – Låter användaren deklarerar den symbol som önskas användas vid sammanslagning av litteror innehållandes olika information. Här väljs tecknet +.

Enligt presentationsinställningarna i bilden ovan skulle två grupper av identiska armeringsstänger vars littera slagits samman presenteras enligt följande:

**2 \* 18 Ø 12 s230 -A7** - Där det fetstilta är en ensam grupps littera

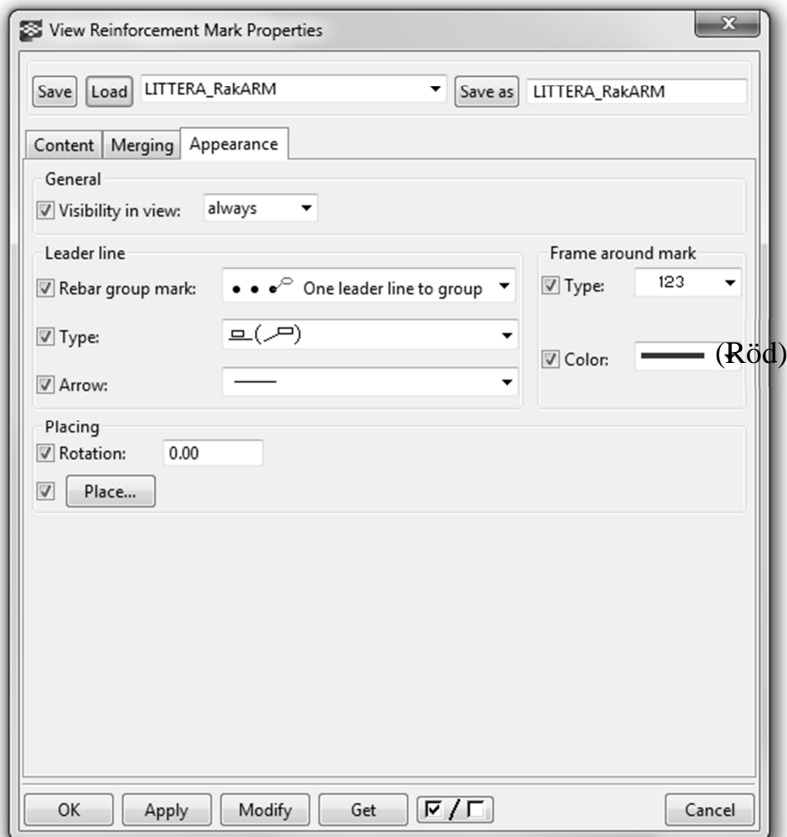
En sammanslagning mellan två grupper av armeringsstänger med olika littera skulle presenteras enligt följande:

**18 Ø 12 s230 -A7 + 10 Ø 11 s230 -A5** - Där det fetstilta är en ensam grupps littera.

Presentationen ovan kan ibland anses som otillräcklig. Den kan då kompletteras med texten ÖK/UK för att ytterligare förtydliga armeringsstångernas presentation. Denna text kan antingen

adderas till den sparade presentationen alternativt manuellt editeras där det krävs. Genom manuell editering kan även annan information tas bort eller adderas senare.

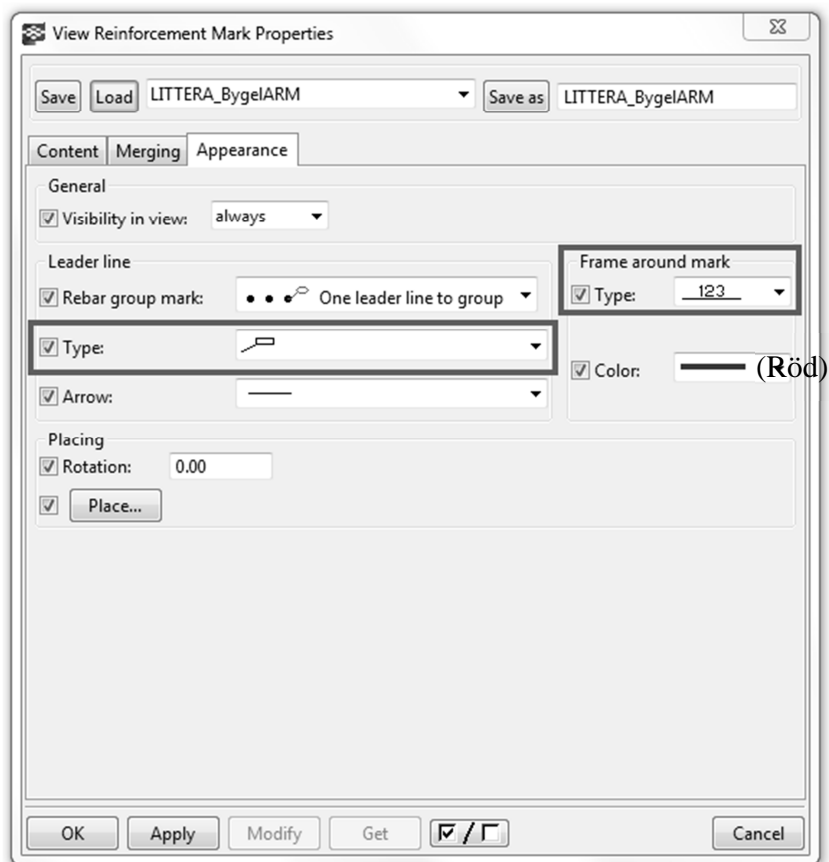
Det sista steget i skapandet av en presentation är att välja när och hur litteran skall presenteras. Detta görs under fliken *Appearance* där *Visibility in view* ska vara *always*. Under *Leader line* väljs *Type* enligt bilden nedan, vilket kommer att presentera litteran längs med armeringsjärnet om utrymme finns, annars skapas texten med fri placering och en hänvisningslinje mellan järn och littera.



Vid *Color* väljs färgen till röd.

När önskade inställningar skapats för enstaka och grupper av raka armeringsstänger sparas presentationen genom knappen *Save as*, efter att inställningarna döpts till ett passande namn i rutan bredvid (namnförslag: LITTERA\_RakArm). När presentationsinställningarna sparats stängs rutan genom *Cancel*.

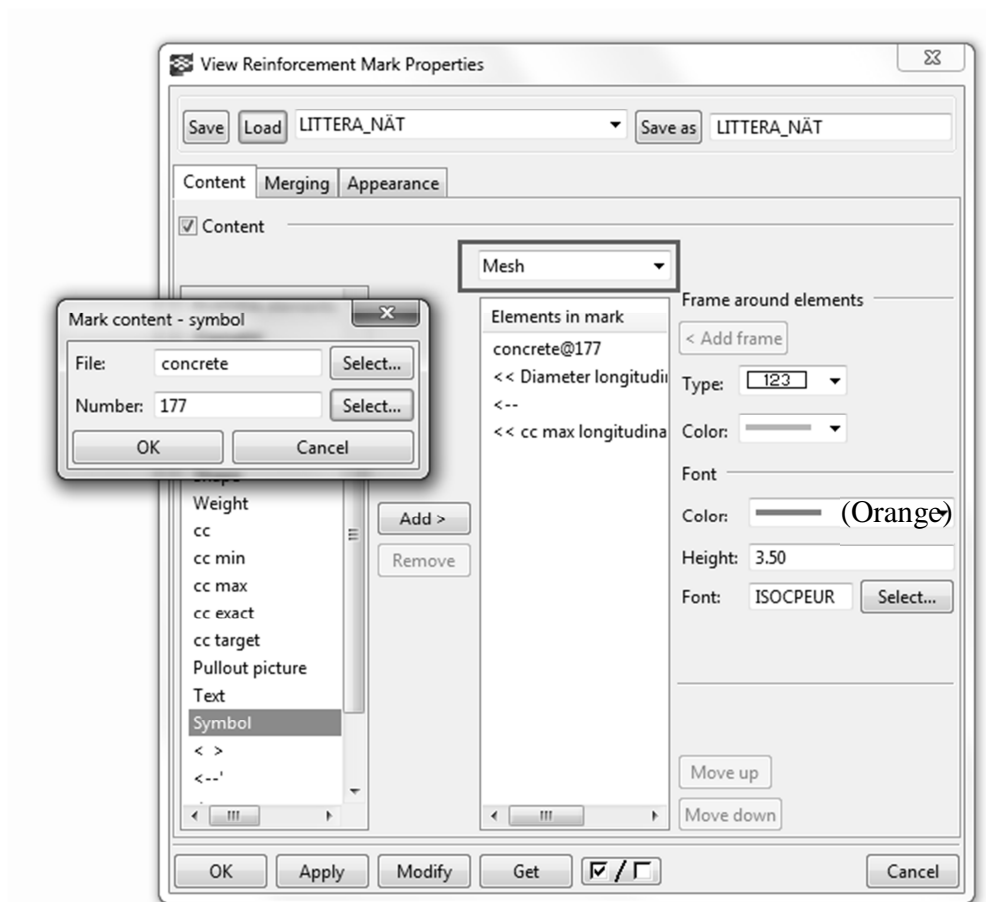
Den andra presentationen som skall skapas kommer att ange inställningarna för hur litteran till armeringsbyglar ska presenteras. Denna presentation skapas med samma inställningar som raka armeringsstänger, förutom en justering under fliken *Appearance* där de båda *Type* under *Leader line* samt *Frame around mark* väljs enligt bilden nedan. Denna ändring kommer medföra att litteran för byglar alltid kommer att presenteras med en fri placering samt en hänvisningslinje.



För att slippa göra om hela presentationen kan den tidigare skapade presentationen (LITTERA\_RakARM) laddas och editeras. Detta görs genom att presentationen väljs i rullisten i fönstrets övre vänstra hörn och laddas genom knappen *Load*.

När inställningarna för bygelpresentationen är klara sparas även dessa genom knappen *Save as*, efter att de döpts i fönstrets övre högra hörn (namnförslag: LITTERA\_BygelArm). Fönstret stängs med knappen *Cancel* efter att presentationen sparats.

Den sista presentation som skall skapas kommer att gälla för armeringsnät. Dess inställningar nås genom rullisten i *Mark Properties* där *Mesh* väljs, se bilden nedan.



Informationen i nätets presentation består av:

- concrete@177 – Är symbolen för armeringsnät. Dess inställningar redovisas i det lilla fönstret till vänster i bilden ovan. Som alternativ till armeringsnätets symbol går även att infoga tecknet # som en vanlig text.
- Diameter longitudinal – Anger nätets diameter för stänger i ena riktningen (förutsätter nät med lika dimension i båda riktning).
- cc max longitudinal – Anger nätets maximala cc i ena riktningen (förutsätter nät med lika cc i båda riktningar).

När inställningarna för nätet redigerats enligt ovan sparas dess inställningar genom knappen *Save as* (namnförslag: LITTERA\_NÄT).

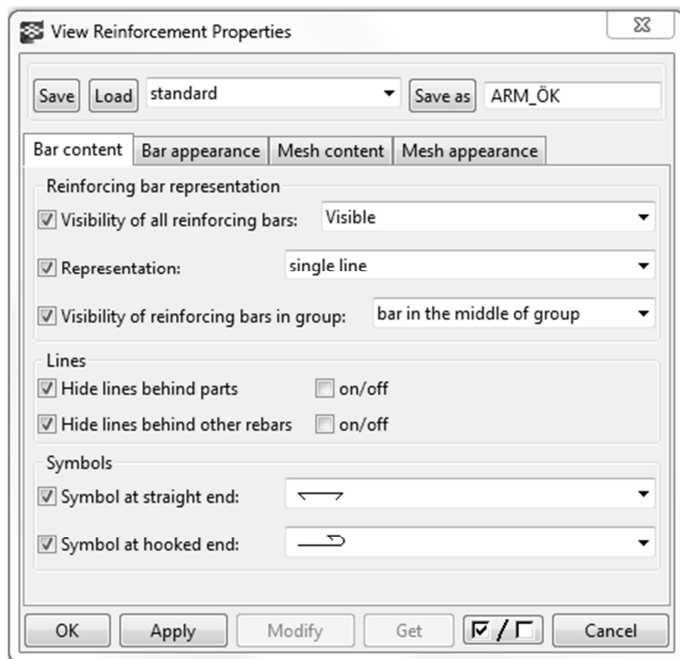
De erforderliga presentationerna för littera har nu skapats och fönstret kan stängas. Den sista redigeringen för presentationen av littera är att i dess allmänna inställningar deklarerar att littera alltid skall visas i vyn. Öppna därför återigen *Reinforcement properties* där *Always* väljs för *Visibility in view*, under fliken *Appearance*. Inställningarna sparas genom knappen *Apply*. För att sammanslagningen av littera skall fungera korrekt kan det ibland krävas att dess inställningar definierats även i de allmänna egenskaperna. Justera därför inställningarna för flikarna *Content* samt *Merging* på samma sätt som för LITTERA\_RakArm, beskrivet ovan, och avsluta med att spara inställningarna genom knappen *Apply*.



### 2.2.3 Presentationsinställningar för armeringsjärn

När presentationsinställningar för litteran sparats skall presentationsinställningar för armeringens utformning skapas. För armeringen skapas fyra olika presentationer. En för järn placerade i överkant, en för järn placerade i underkant, en för armeringsnät samt en för byglar vars övre del är kortare än dess undre.

Armeringspresentationerna skapas under knappen *Reinforcement* i *View properties*, se bild nedan. Börja med att skapa presentationen för armering placerad i överkant.



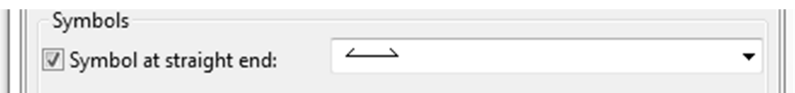
*Visibility of all reinforcing bars* ska vara *Visible* för att alla stänger på ritningen skall vara tillgängliga. I rullisten *Representation* finns flera valmöjligheter för att presentera stängerna, till exempel som dubbellinjer, enkellinjer, fyllda linjer osv. *Singel line* skall dock vara kvar som det valda alternativet. Under *Visibility of reinforcing bars in group* finns möjlighet att välja presentationsmetod för grupperade stänger. Användaren kan välja att visa alla stänger i en grupp, den sista stången i en grupp, en stång i mitten av en grupp osv. Välj *Bar in the middle of the group*. Under *Symbols* finns möjlighet att välja ändkrokssymbol, vilken varierar beroende på stångens placering. Olika ändkrokssymboler kommer väljas för under- respektive överkantpresentationerna. Symbolen för stänger i överkant väljs enligt bilden ovan.

Under fliken *Bar appearance* definieras de linjetyper samt färger som kommer att presentera armeringsjärnen, se bilden nedan. *Hidden lines* kan lämnas med transparent färg vald då det inte kommer att påverka utformningen.

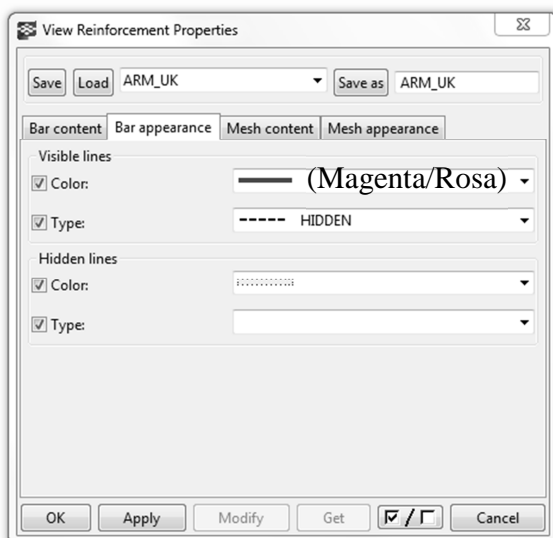


När önskade inställningar valts sparas sedan dessa genom att döpa inställningarna (namnförslag: ARM\_ÖK) och klicka *Save as* i fönstrets övre högra hörn.

Nästa presentation att skapa är för armeringsjärn placerade i den undre- eller borte delen av ett objekt. Denna presentation har liknande inställningar som ovan, men dess ändsymbol väljs åt motsatt håll under fliken *Bar content*, se bilden nedan.

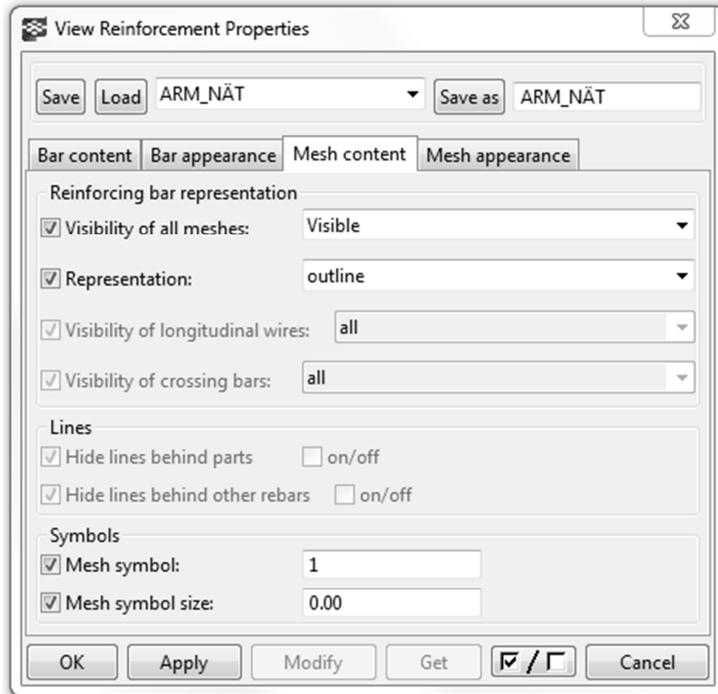


Under fliken *Appearance* ändras också linjetypen till streckad (hidden) enligt bilden nedan.



När editeringarna gjorts sparas även denna uppsättning av inställningar (namnförslag: ARM\_UK).

Inställningarna för nätpresentationen justeras under flikarna *Mesh content* och *Mesh appearance* istället för *Bar content* och *Bar appearance* som för stängerna. Inställningarna i fliken *Mesh content* justeras enligt bilden nedan:

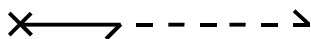


Under fliken *Mesh appearance* väljs färgen för nätet till magenta (rosa) innan presentationen sparas (namnförslag: ARM\_NÄT).

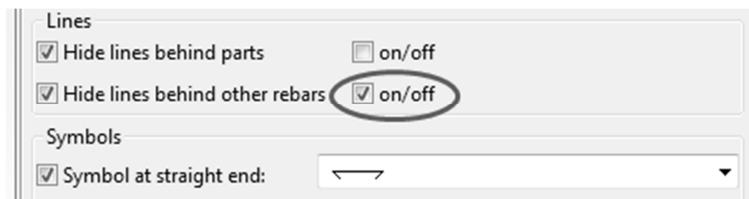
Den sista presentationen som skall skapas är en speciallösning för att följa de presentationsrekommendationer som anges i BH90. Presentationen kommer att användas för de byglar som är längre i underkant än vad de är i överkant samt vars övre del är placerad i ett objekts överkant medan dess undre del är placerad i objektets undre kant. Till exempel ett c-järn enligt bilden nedan:



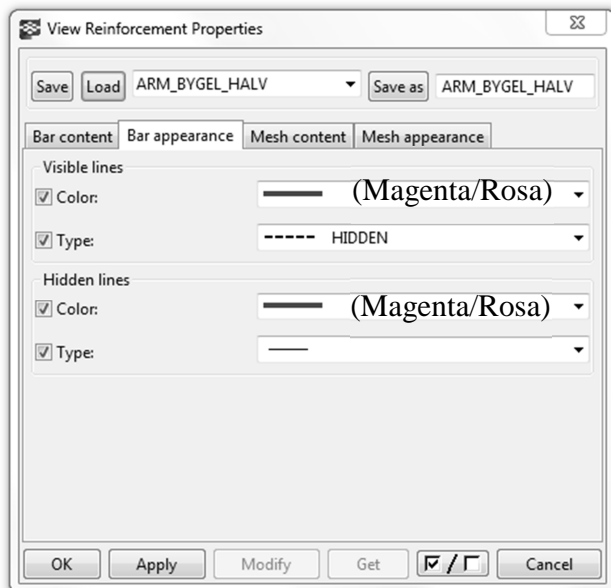
Bygeln skall enligt BH90 presenteras med dess längre undre del som streckad och den kortare övre delen som heldragen, likt bilden nedan illustrerar.



För att skapa presentationen används under *fliken Bar content* samma inställningar som för överkantsarmeringen, förutom att rutan efter *Hide lines behind other rebars* kryssas i, se bild nedan.



Under fliken *Bar appearance* väljs linjetyp för *Visible lines* till streckad (hidden) och för *Hidden lines* till heldragen, se bilden nedan.



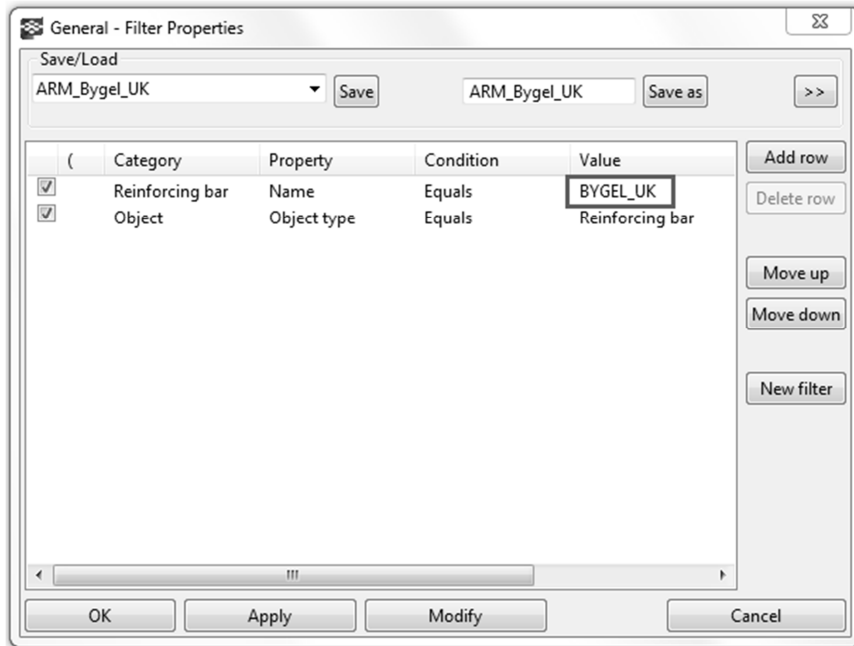
När inställningarna justerats sparas presentationen med knappen *Save as* (namnförslag: ARM\_BYGEL\_HALV)

De valda inställningar kan vid första anblick verka felvända, men de kommer att generera det önskade resultatet då programmet inte tar hänsyn till vilken del av bygelns som ligger i över- respektive underkant. Det skiljer istället på vad som syns och inte i en vy sedd uppifrån och ner på bygelns. Den längre utstickande delen skulle då vara synlig och presenteras därför med streckad linje. Den kortare övre delen av bygelns kommer även den synas och presenteras som streckad, men eftersom den har en gömd del under sig kommer det heldragna strecket dölja det streckade och således presenteras som heldragen. Denna presentation är som sagt en speciallösning och används såldes också bara på de byglar där det krävs.

## 2.2.4 Skapa presentationsfilter

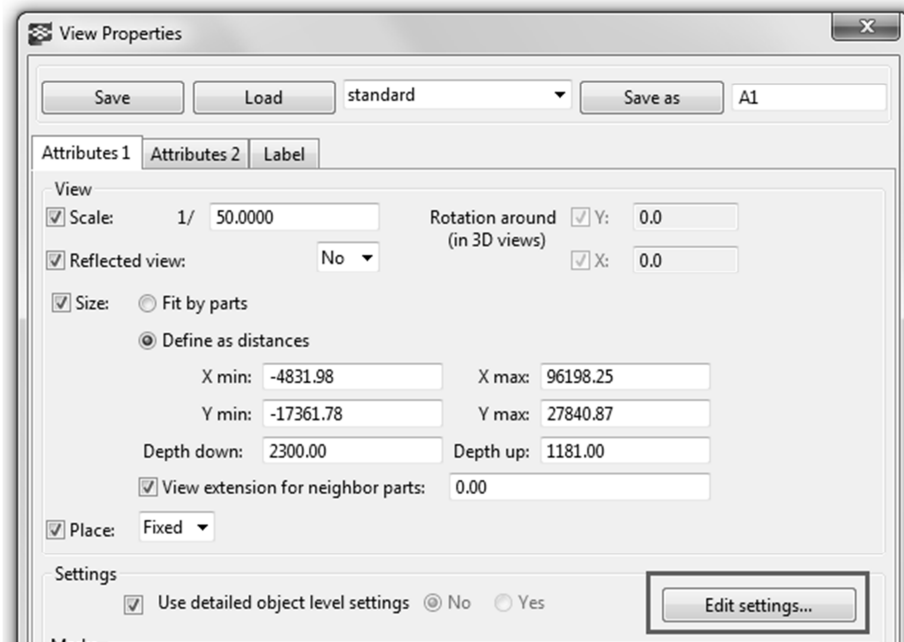
När littera och armeringspresentationerna är klara ska dessa kopplas till de önskade armeringsjärnen. Kopplingen kommer ske genom att presentationerna kopplas samman med olika filter. Det finns i Tekla Structures flera färdiga filter, vilka bygger på stängernas namn. Dessa namn skall armeringsstängerna döpts efter redan under modelleringskedet. De byglar som kommer presenteras som streckade (ARM\_UK) eller delvis streckade (ARM\_BYGEL\_HALV) har dock inget fördefinierat filter, utan dessa får skapas manuellt. Nya filter skapas under knappen *Filter* i *View properties* alternativt *General arrangement drawing properties* (det spelar

ingen roll vilken då filtret följer med i hela ritningen även om det är skapat i en vy). För att skapa ett nytt filter kan det befintliga filtret ARM\_Bygel editeras. Genom att klicka på filtret i rullisten i fönstrets övre vänstra hörn visas dess villkor. Ändra villkoret som säger att objektets namn skall vara lika med BYGEL. Ange där istället det namn som stängerna döpts, eller kommer att döpas, till (förslagsvis BYGEL\_UK). När villkoret ändrats sparas det som ARM\_BYGEL\_UK och kommer nu kunna användas vid skapandet av kopplingarna mellan filter och presentationer.

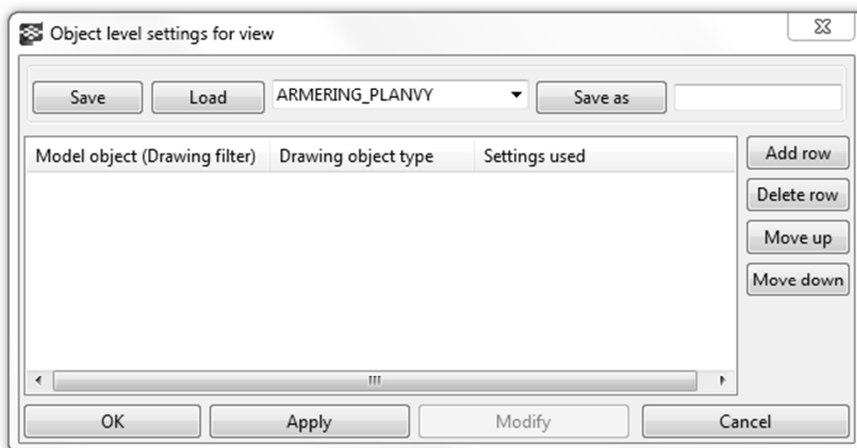


På ovan beskrivna sätt kan användaren skapa de filter som önskas för att kunna koppla armering till littera. Guiden förutsätter vidare att filtren ARM\_BYGEL\_HALV samt ARM\_NÄT skapas.

Kopplingarna mellan presentationer och filter görs under *Edit settings* i *View properties* fönstret, se bilden nedan.

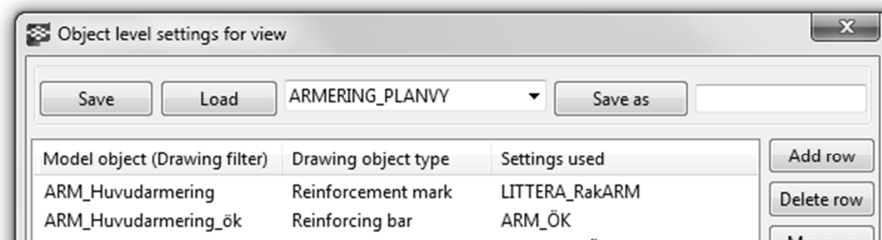


Fönstret *Object level settings for view* öppnas och det är här inställningarna för kopplingarna ska definieras. För att skapa en ny rad och länka samman ett filter med en presentation klickar användaren på *Add row* i fönstrets högra kant, se bilden nedan.

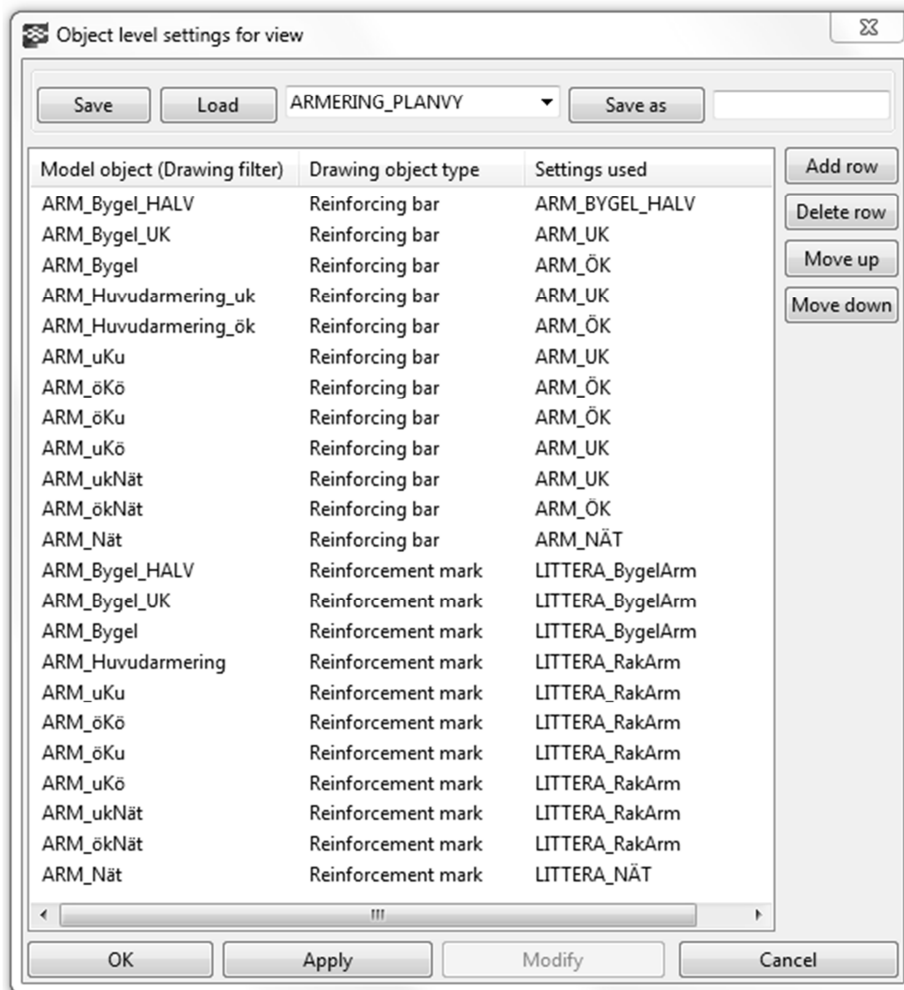


Ett filter väljs under *Model object* och under *Drawing object type* väljs typen av objekt som skall kopplas. Under *Settings used* väljs slutligen en av de sparade presentationsinställningarna.

I den översta raden i bilden nedan har filtret *ARM\_Huvudarmering* (ett i Tekla Structures fördefinierat filter som väljer alla objekt av typen armeringsjärn samt vars namn börjar med Huvudarmering) valts. Det som skall kopplas är littera och alltså har *Reinforcement mark* valts under *Drawing object type*. Under *Settings used* väljs slutligen de sparade litterainställningarna *LITTERA\_RakArm*. Raden under länkar samman ett filter med sparade inställningar för en armeringspresentation, varför *Reinforcing bar* har valts under *Drawing object type*.



Nedan följer en bild över de samtliga länkar som skapats:



En uppsättning kopplingar mellan filter och presentationer kan döpas och sparas i fönstrets övre högra hörn. Döp och spara kopplingarna till ARMERING\_PLANVY innan de aktiveras genom knappen *Apply* i fönstrets undre kant. Fönstret kan sedan stängas genom knappen *Ok*.

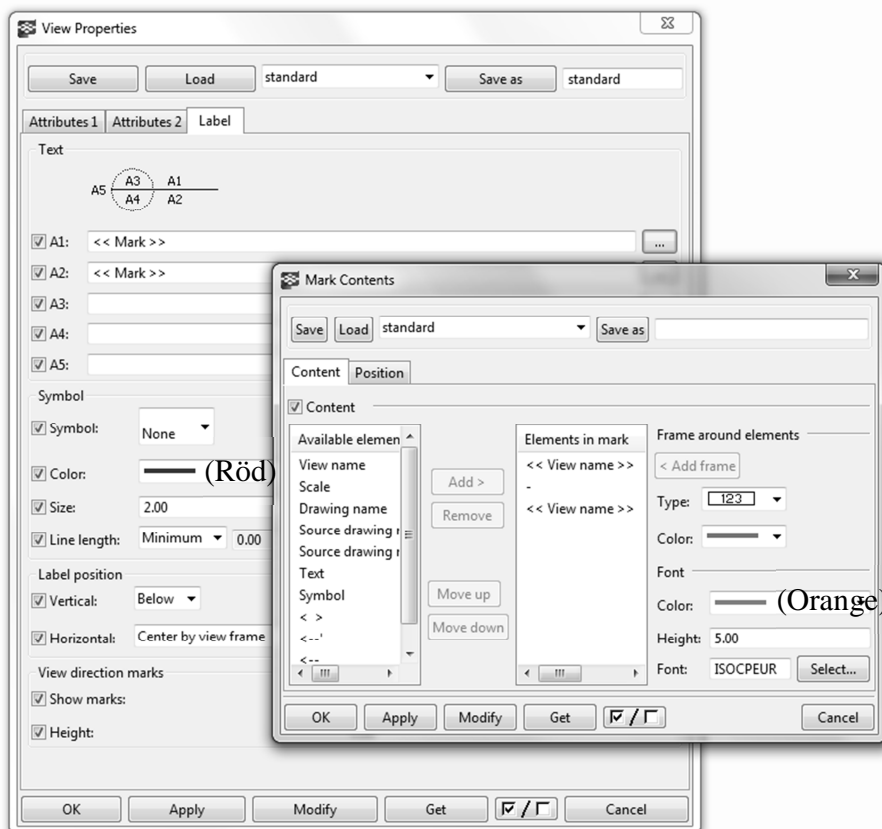
När alla inställningar utformats enligt beskrivet ovan döps och sparas hela vyns inställningar genom knappen *save as* i *View Properties* övre högra hörn (namnförslag: VY\_PLAN). När vyns inställningar sparats stängs *View Properties* genom knappen *Cancel*.

## 2.3 Inställningar för sektionsvy – View Properties

När planvyns inställningar är klara skall inställningar för sektion- och snittvyer skapas och editeras.

### 2.3.1 Vy information

Börja med att redigera sektionvyns information under dess *View properties* och fliken *Label*. Utformningen redigeras på samma sätt som för planvyn, undantaget att informationen under *A1* väljs enligt bilden nedan. Även informationen i *A2* utformas på samma sätt som för planvyn.

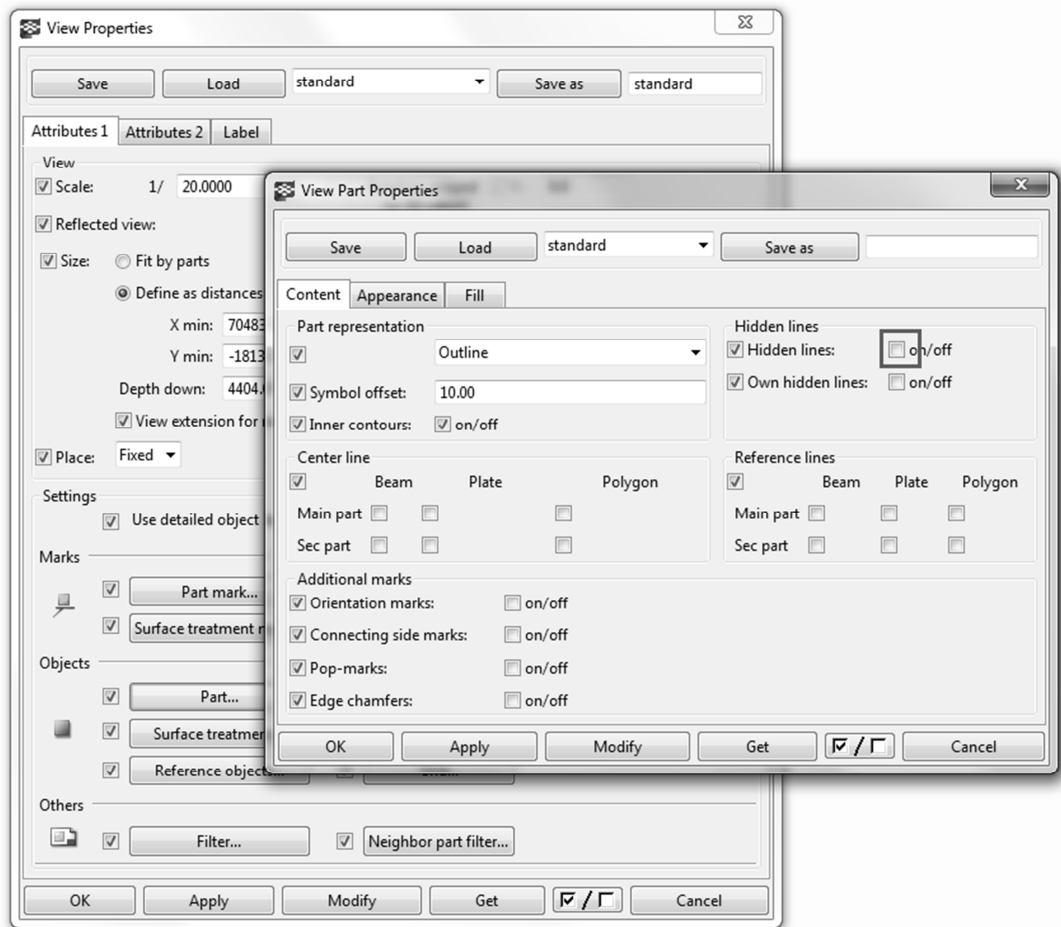


När vyns rubrik har redigerats appliceras inställningarna genom knappen *Apply*. Efter att rubriken redigerats skall rutnätet släckas på samma sätt som tidigare beskrivet i kapitel 3. I detta fall sker dock editeringen under fliken *Attributes 1* i *View properties*, istället för *General arrangement drawing properties*.

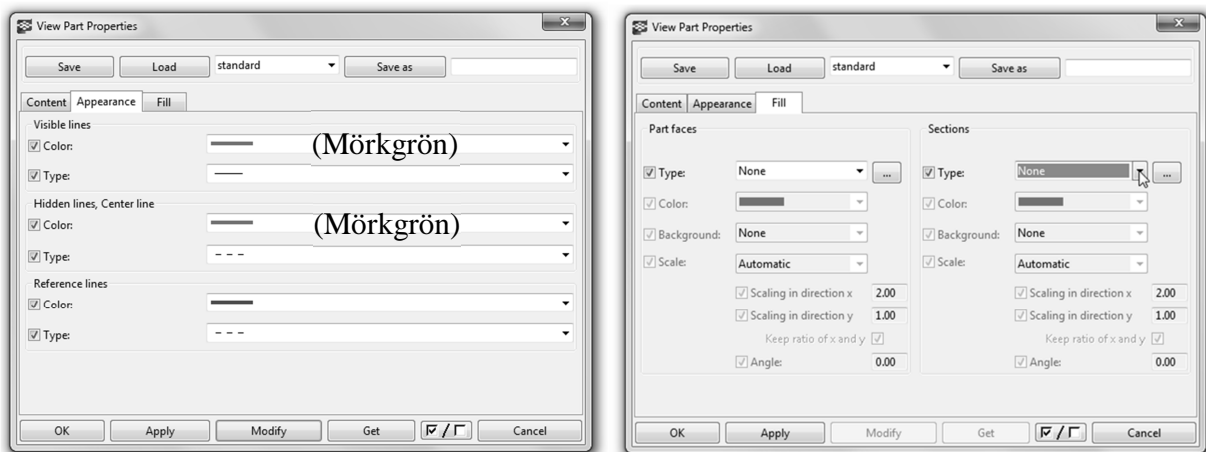
### 2.3.2 Vy inställningar

I sektionsvyn ska inga dolda linjer visas, öppna därför inställningarna för *Part* under *View properties*, där *Hidden lines* bockas ur enligt bilden nedan.





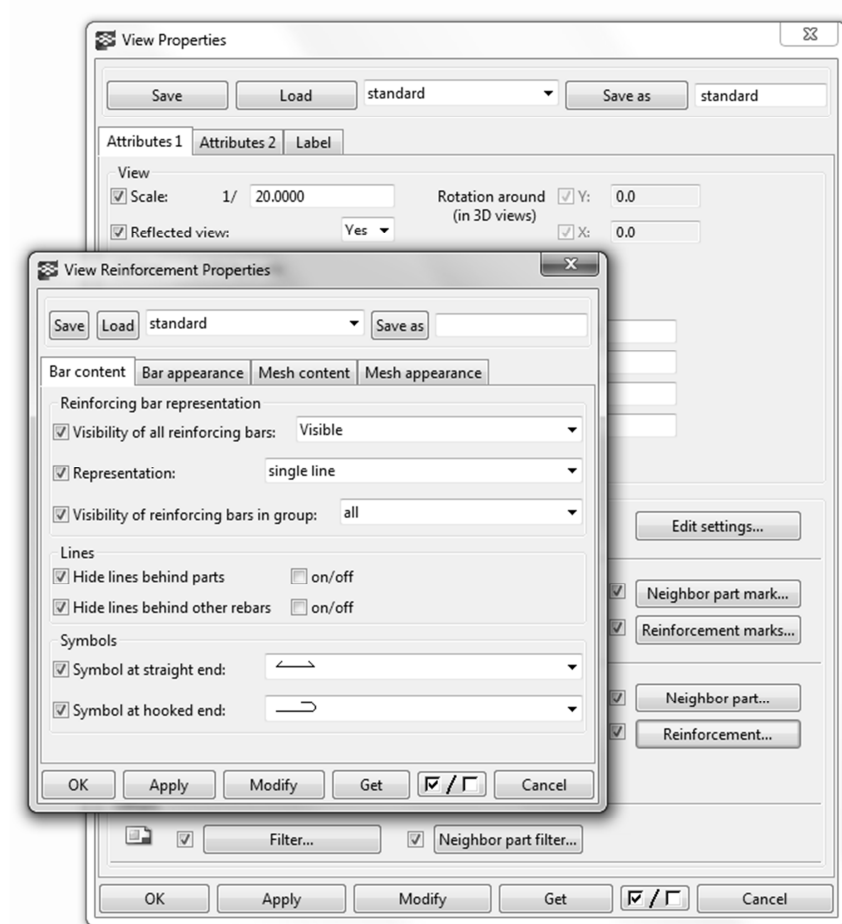
Under fliken *Appearance* väljs de färger som skall presentera olika objekt i ritningen. Färgerna justeras enligt den vänstra bilden nedan. Slutligen släcks fyllningen under fliken *Fill*, där *none* väljs i rullisten enligt bilden nedan till höger.



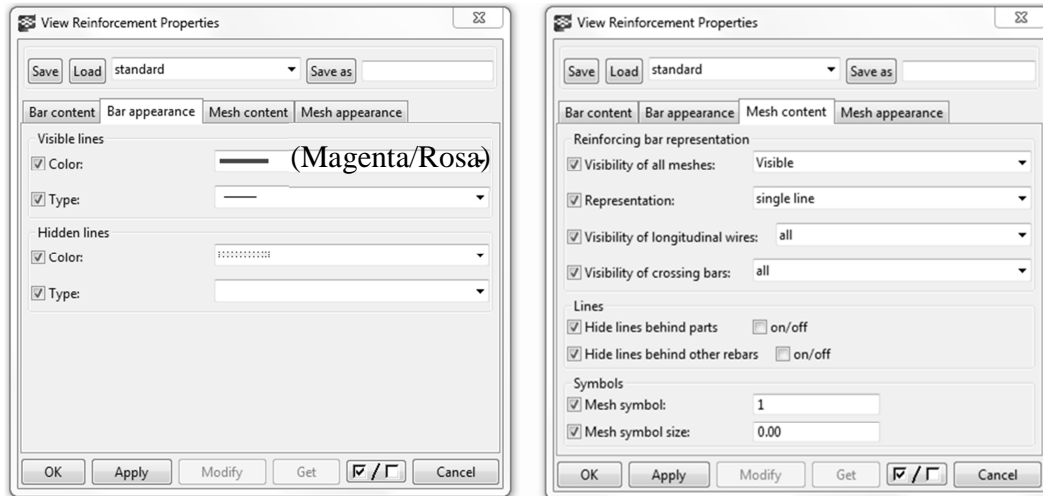
De önskade inställningarna för objekten sparas genom knappen *Apply* innan fönstret stängs.

### 2.3.3 Presentationsinställningar för armeringsstänger

I en sektionsvy ska all armering synas men ingen littera. Armeringspresentationen editeras som tidigare under knappen *Reinforcement* i *View properties*. För att visa all armering används inställningarna i bilden nedan.



Vidare inställningar i de resterande flikarna för *Reinforcement properties* editeras enligt bilderna nedan:



Under fliken *Mesh appearance* editeras inställningar precis som för *Bar appearance* enligt bilden ovan till vänster. Spara de valda inställningarna genom att klicka på *Apply* innan fönstret stängs.

### 2.3.4 Presentationsinställningar för littera

I sektionen skall ingen littera visas, vilket definieras under *Reinforcement marks* i *View properties*. Under flikarna *Content* samt *Merging* töms därför allt innehåll i litteran, tänk också på att *Content* innehåller information för *Singel*, *Grop* samt *Mesh*. Slutligen väljs *Visibility in view* till *None* under fliken *Appearance*. När inställningarna enligt ovan är redigerade sparas de med knappen *Apply*, varefter fönstret kan stängas.

I denna vy ska all armering presenteras på ett enhetligt sätt, därför sparas och kopplas inte olika inställningar till speciella stänger.

De valda inställningarna för sektionsvyn sparas i *View properties* övre högra hörn, förslagsvis döps presentationen till *VY\_SEKTION*.

### 3 Spara ritningsmallen

När inställningarna för ritningsmallen har editerats klart sparas de genom knappen *Save as*, uppe till höger i ritningens *General arrangement drawing properties*. Med de önskade inställningarna sparade ska de nu adderas till MDC. Detta kan utföras på olika sätt, till exempel genom att importera ritningen från den aktuella modellen, kopiera och flytta filer mellan modell- och installationsmappar eller skapa en egen startmiljö för Tekla Structures. Den metod som guiden vidare kommer beskriva är att importera den sparade ritningen från en befintlig modell. Detta görs i ritningslistan vilken öppnas genom menyn *Drawings & reports* → *Drawing List*. Högerklicka på önskad ritning och välj *Add to Master drawing catalog*. I MDC kan användaren högerklicka på den sparade ritningen och välja *Edit properties* för att nå ritningsmallens inställningar, där till exempel ritningens namn, beskrivning och nyckelord kan anges. Ritningen kan flyttas till önskad mapp i MDCs filträd genom att högerklicka på den och använda kommandot *Add to*.

Den sparade ritningen kan nu användas även i andra modeller genom att den importerar till den aktuella modellens MDC, vilket görs genom vertyget *Select models where cloning templates are collected*. Verktöget låter användaren välja en befintlig modellmapp att hämta ritningar ifrån och dess sparade ritningsinställningar blir då tillgängliga även i det aktuella projektet.

I samband med att ritningsmallen sparas föreslås även att en förteckning över de fördefinierade namnen skapas. Förteckningen bör innehålla namn samt tänkt placering för armeringsstängerna och kommer kunna användas under kommande modellskapande.

## 4 Tillämpa mallen och färdigställ ritningen

När en modell arbetats fram och en ritning skall skapas sker detta i MDC, beskrivet i kapitel 2 skapa ritning. I MDC väljs den skapade ritningsmallen som grund för att fortsätta med utformningen av ritningen.

För en armeringsritning bör användaren utgå från en helt plan vy, sedd ovanifrån alternativt framför det aktuella objektet. Ett plant läge erhålls i modellen genom att klicka ctrl+p i den önskade vyn.

### 4.1 Inställningar i ritningen

Börja med att fylla i information för ritningen, det vill säga ritningens namn, vem som gjort den, dess status osv. Informationen anges i *General arrangement drawing properties* vilka nås genom att dubbelklicka i ritningens bakgrund. I fönstret döps ritningen i fältet *Name* och namnet sparas genom knappen *Modify*. Den övriga informationen som skall anges beror av det ritningshuvud som används och fylls i under knappen *User-defined attributes*.

Under *General arrangement drawing properties* kan ett filter skapas för att dölja oönskade objekt i ritningen. Trots att ritningens läsdjup uppåt sätts till noll kan till exempel pelare och väggars konturer fortfarande synas. Inställningar kan skapas för att dölja dessa under knappen *Filter*, där önskade villkor formuleras för att dölja objekt.

Storleken på de genererade ändsymbolerna kan ibland vara otillfredsställande och bör då ändras. Ändsymbolernas inställningar justeras i menyn *Tools* → *Options* → *Advanced options* under *Concrete Detailing*, där värdet på *XS\_REBAR\_BEND\_MARK\_SYMBOL\_MIN\_SIZE* och *XS\_REBAR\_END\_SYMBOL\_MIN\_SIZE* skall justeras. Det rekommenderade värdet för de båda är 3, observera att denna editering kommer påverka alla ritningar.

### 4.2 Planvy

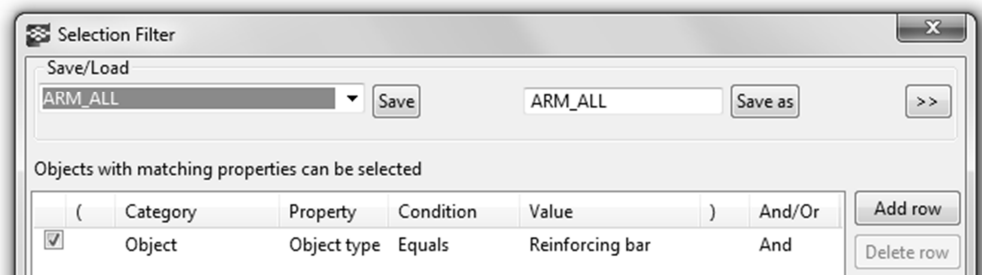
Majoriteten av den autogenererade informationen för planvyn har skapats genom ritningsmallen och det återstår nu manuell editering för att färdigställa ritningen. Den manuella editeringen handlar till stor del om att justera placeringen av stänger och littera för att skapa en tydlig och enhetlig ritning. För att tillämpa ritningsmallens sparade inställningar för planvyn laddas de i dess *View settings*. Detta görs genom att välja de önskade inställningarna i rullisten och klicka *Load*. Inställningarna appliceras sedan genom knappen *Modify*.

#### 4.2.1 Skapa spridningslinjer

Innan stänger och littera placeras skall dock spridningslinjer för armeringen skapas. Detta då de kommer uppta en del utrymme på ritningen och det är lättare att placera litteran och stängerna med all annan information på plats.

För att skapa spridningslinjer i planvyn skapas först ett filter för att markera all armering. Filtret skapas genom menyn *Edit* → *Selection filter*.

I *Selection Filter* fönstret skapas villkoret enligt bilden nedan:

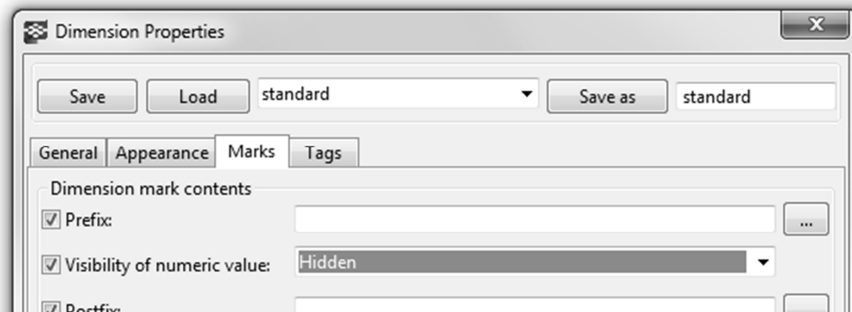


Avslutningsvis sparas filtret under namnet ARM\_ALL.

Med filtret aktivt markeras all armering. Se till att bocka ur de förinställda filtren för att markera marks och leader line i programmets nedre vänstra hörn. Litteran och dess hänvisningslinje tillhör armeringsstängerna och kommer således också bli markerade annars. För att släcka de förinställda filtren se bild nedan:



Med all armering markerad skapas spridningslinjerna genom att högerklicka på en armeringsstång och välja *Create dimension line*. Spridningslinjer skapas nu för alla grupperade armeringsjärn. För att dölja måttet på alla spridningslinjer avaktiveras armeringsfiltret (ARM\_ALL) och endast det fördefinierade filtret för att markera dimensionslinjer väljs i programmets nedre vänstra hörn. Markera alla dimensionslinjer och gå till *Dimensioning* → *Dimension properties* i programmets huvudmeny. Under fliken *Marks* sätts *Visibility of numeric value* till *Hidden*, se bilden nedan.



Avsluta med att klicka på *Modify* för att alla mått på spridningslinjerna ska döljas.

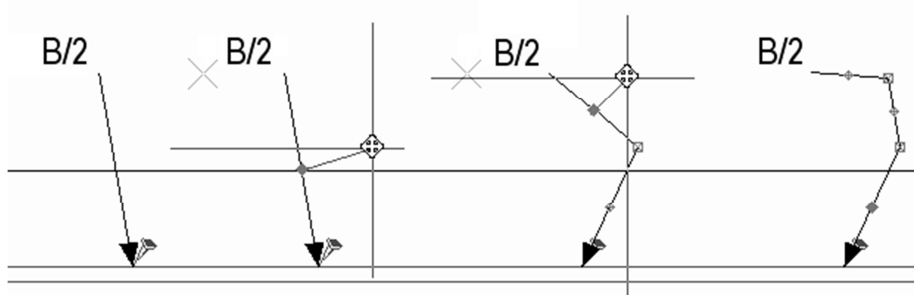
## 4.2.2 Skapa manuell presentation för armeringsnät

Den autogenererade presentationen för armeringsnät är inte alltid tillfredsställande och kan då enkelt döljas för att låta användaren skapa redovisningen manuellt. Presentationen kan döljas genom att högerklicka på den och välja *Hide/Show* → *Hide from drawing view*. Alternativt kan i nätets inställningar, vilka nås genom att dubbelklicka på nätpresentationen, väljas att det inte ska visas. Med den autogenererade presentationen dold kan diagonala streck ritas manuellt och kompletteras med text och symbol för att skapa ett önskat utseende på presentationen.

### 4.2.3 Manuell editering – flytta stänger och littera

Nu återstår manuell editering för att få planvyn bra och tydlig. Editeringen handlar, som tidigare nämnt främst om att flytta stänger, måttlinjer och littera. En armeringsstång flyttas genom att högerklicka på den och välja *Adjust location*. Littera flyttas enkelt genom att användaren håller ner vänster musknapp och drar litteran till önskad plats. För littera som skapats på linjen för armeringsstången är dess placering låst och kan bara flyttas i sidled längs med armeringsstången. Håller användaren ner shift-tangenten samtidigt som litteran dras kan den dock placeras fritt och frångå denna låsning. Detsamma gäller för littera som skapats med en hänvisningslinje. Om användaren med shift-tangenten nedtryckt flyttar litteran kommer även dess hänvisningslinje att följa med.

Genom att klicka på en hänvisningslinje kan dess fästpunkts position och/eller utformningen ändras. Med linjen markerad visas dess fästpunkt som en rosa nål och gula punkter (handtag) uppenbarar sig också på linjen. Dessa handtag går sedan att fritt dra för att justera utformningen på linjen, se bilden nedan.



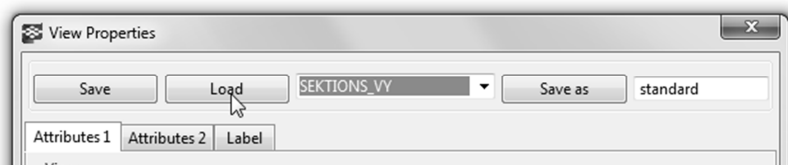
Bildkälla: Tekla Structures 17, 2011 – [Programmets hjälpfunktion]

Spridningslinjer flyttas också genom att klicka på dem och dra till önskad plats. Flera olika spridningslinjer som visar samman intervall kan också sammanfogas genom att markera linjerna, högerklicka och välja *Combine dimension lines*.

## 4.3 Sektionsvy

En sektionsvy skapas genom verktyget *Create section view*, *Create section view from selected area in model* eller *create section view from entire model view*. Skapa en sektionsvy och placera ut snittet på önskad plats.

När sektionsvyn skapats kan de sparade vyinställningarna i ritningsmallen tillämpas. Detta görs genom att välja önskade inställningar i vyns *View properties* och klicka *Load* för att ladda dem, se bild nedan. Inställningarna appliceras sedan genom knappen *Modify*.



När en sektionsvy skapas genom verktyget *Cretae section view from selected area in model* eller *create section view from entire model view* skapas inga automatiska sektionsmarkeringar som visar var sektionen är tagen. Dessa får då manuellt adderas genom menyn *Annotating* → *Add section mark*.

### 4.3.1 Redigera sektionspilar

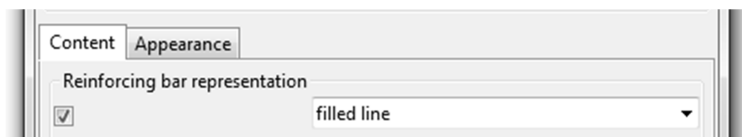
För att redigera utformningen på sektionspilarna öppnas dess inställningar under menyn *Annotating* → *Properties* → *Section mark* eller genom att dubbelklicka på en skapad sektionsmarkering. En önskad uppsättning av inställningar justeras och sparas. De sparade inställningarna går sedan att applicera på alla de övriga sektionspilarna.

En användbar inställning för sektionspilar är att Tekla Structures själv håller reda på i vilken ritning en vy ligger. Det tillämpas genom att i sektionsmarkeringen infoga informationsblocket *Source drawing name when moved*, vilket kommer skapa en hänvisning till den ritning vyn befinner sig i, ifall den flyttas från den aktuella ritningen.

### 4.3.2 Manuell editering i sektionsvyn

Den autogenererade informationen har nu skapats. Vyn kräver oftast mindre manuell editering än planvyn och den handlar då oftast om förklarande och kompletterande texter med pilar. Ibland kan också ändryggningsymboler skapas inkorrekt, exempelvis vid egendefinierade byglar eller då stänger i modellen skapats inkonsekvent och från olika riktningar. Genom att dubbelklicka på ett armeringsjärn öppnas det specifika järnets inställningar och den kan därefter justeras efter behov. Exempelvis genom att ändra ändryggningsymboler, linjetyp osv.

För att armeringsjärn i snitt skall presenteras med fyllda tvärsnitt tillämpas beskrivningen ovan, där *Reinforcing bar representation* sätts till *filled line*, se bilden nedan.



### 4.3.3 Skapa klipplinjer

När ett snitt är taget på så vis att delar klipps skall även en klipplinje skapas. Detta kan antingen göras manuellt i ritningsläget med hjälp av streck, alternativt genom att använda det makro som finns för ändamålet. Makrot används genom att:

1. Gå till menyn *Tools* → *Macros*
2. Välj *Drawing tools* och klicka *Run*
3. Välj verktyget *Create cut lines* i det vertygsfält som öppnas, se bilden nedan
4. Välj
  - linjetyp: streckprickad
  - färg: röd
  - skala: 1



5. Välj den del i vyn som klippts
6. Klicka på *Create*

## 4.4 Övrig manuell editering

I detta avsnitt beskrivs några manuella funktioner och arbetssätt som visat sig användbara för att färdigställandet av ritningen.

### 4.4.1 Manuell editering av objektsinställningar

Alla inställningar för objekt i ritningen kan justeras manuellt och dess inställningar nås genom att dubbelklicka på det önskade objektet.

Genom manuella inställningar kan användaren till exempel ändra litteran för en specifik armeringsstång, presentationen för ett specifikt armeringsjärn, konturlinjerna för ett betongobjekt, ändrsymbolerna på ett specifikt armeringsjärn osv. Manuell editering av objektsinställningar ger användaren stora möjligheter till att styra olika objekts presentationer.

### 4.4.2 Dölj stänger och skapa spridningslinjer manuellt

Som nämnt i förutsättningarna är gruppering av stänger ett villkor för att skapa spridningslinjer samt önskad littera. Vid gruppering av stänger med olika längder, till exempel i en platta på mark med en sned kant, kommer dock ett visst fel att genereras. Detta då grupperingen kommer behandla alla dess ingående stänger som lika långa, trots deras olika längder. Felet kommer vidare generera följdfel i litteran samt eventuell mängdförteckning.

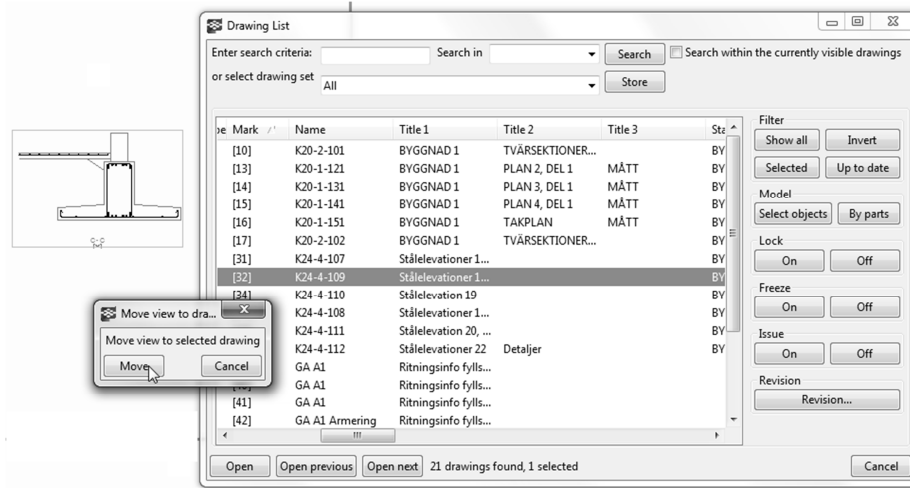
Genom att gruppera stängerna kan spridningslinjen automatiskt skapas i ritningsläget men litteran får då korrigeras manuellt. Lämnas istället stängerna ogrupperade i modellen kommer ingen spridningslinje att kunna skapas och varje stång kommer redovisas med sin egen tillhörande littera. Guiden rekommenderar att stängerna hålls ogrupperade i modellen och således presenteras varje stång på ritningen. I ritningen döljs stängerna manuellt och även en spridningslinje skapas manuellt. Detta tillvägagångssätt rekommenderas för att generera en så korrekt modell som möjligt.

Armeringsstänger döljs på samma sätt som armeringsnäten genom att användaren högerklickar på önskad stång och väljer *Show/Hide* → *Hide from drawing view*. Spridningslinjer skapas som måttlinjer genom verktygen *Add Dimension*. Med önskade stänger dolda och en måttlinje som illustrerar dess utbredningsområde editeras litteran manuellt för den stång som valts att visas.

### 4.4.3 Flytta en vy till en annan ritning

Om ett projekt kräver ett flertal sektioner för att redovisa armeringen ryms dessa sällan på en ensam ritning. Genom att skapa sektionsvyer med verktyget *Create section view* framställs då också kopplingar mellan snittets placering och den skapade sektionen. Vyerna kan sedan enkelt flyttas till andra befintliga ritningar genom att högerklicka på vynes ram och välja *Move to*

*drawing*. Ritningslistan öppnas och där väljs den önskade ritningen för vyn, som flyttas genom knappen *Move*, se bilden nedan.

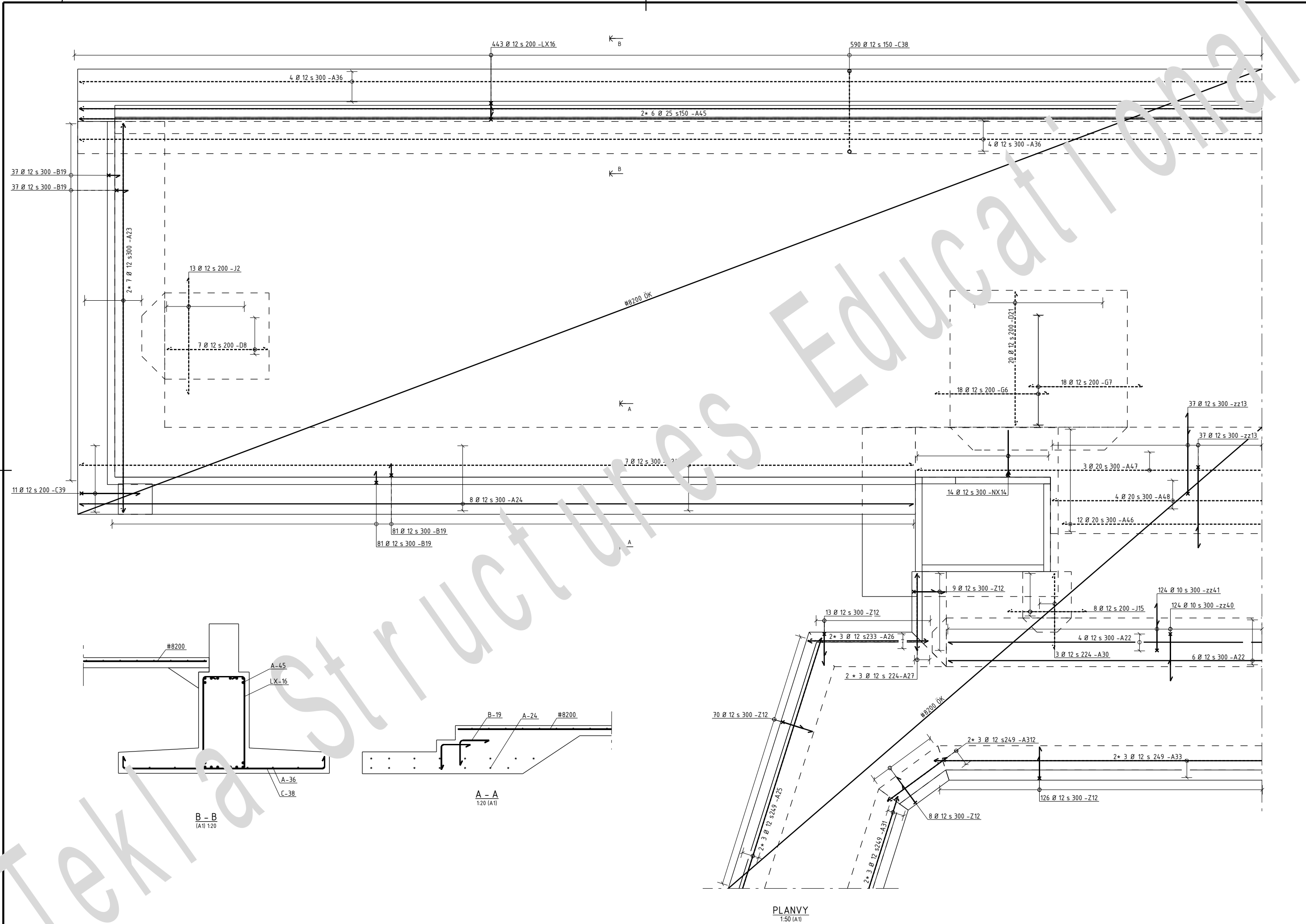


#### 4.4.4 Dölj streck och områden i ritningen

För att i efterhand editera ritningens utseende på grund av missar eller problem i modelleringen kan verktygen *Cover-up Line* och *Cover-up Area* användas. De båda verktygen återfinns under menyn *Shapes*.

#### 4.4.5 Addera linjer, texter och pilar till ritningen

Linjer, pilar, texter och kombinationer av dessa kan skapas genom verktyg i Tekla Structures ritningsläge. Genom dessa verktyg skapas kompletterande texter och förklaringar, vilket ofta efterfrågas i sektionsvyer.



B - B  
(A1) 1:20

A - A  
1:20 (A1)

PLANVY  
1:50 (A1)