

StruSoft FEM-Design som BIM-komponent

***Casper Gullach
s042488***

DTU-BYG - 2011

Indholdsfortegnelse

•	Forord	4
•	Integrering af information	5
	Informationen	5
	Egenskaber	5
	Geometri	6
	Statik	8
•	Analyse og design i StruSoft FEM-Design	9
	Forskydningskræfter i fugerne	9
	Korrugerede rør i elementvægge	10
	Manuel armering af vægelementer	11
•	Detaljer og arbejdstid	12
	Konstruktionsfaser	12
•	Revit model til StruSoft FEM-Design	14
	Modeltekniske observationer	14
	Huldæk	14
	Komplekse elementer	15
	Materialer	16
	Tegnetekniske observationer	16
•	Modeltjek	18
•	Kilder	20
•	Bilag	21

1. Forord

Gennem mit studie på DTU-byg og arbejde i entreprenørfirmaet MTHøjgaard er jeg blevet bekendt med programmet StruSoft FEM-Design. FEM-Design er et avanceret modelleringssoftware, som blandt andet kan beregne en bygnings stabilitet, statik, dynamik og designe stål og betonelementer. Desuden har FEM-Design en add-in til Revit Structure, som gør det muligt at importere 3D modeller fra Revit over i FEM-Design,

Jeg har igennem kursusforløbet først og fremmest fokuseret på at lære programmet StruSoft FEM-Design og dets mange funktioner og egenskaber. Dernæst har jeg set på programmet som et BIM komponent. Dvs. hvordan fungerer programmets integration med Revit Structure, hvilke ting skal man tage højde for og hvilke ting skal man tage stilling til, hvis man i et firma som MTHøjgaard vil overføre en Revit fil til StruSoft FEM-Design.

Gennem hele kursusforløbet har jeg været i løbende kontakt- og blevet vejledt af lektor ved institut for byggeri og anlæg ved DTU, Jan Karlshøj

Rapporten er indelt i 5 afsnit:

Integrering af information omhandler de to programmets evne til at formidle forskellige informationer til hinanden.

Analyse og design i StruSoft FEM-Design fokuserer udelukkende på StruSoft FEM-Design og nogle af de fordele programmet kan have i de forskellige beregningsfaser.

Detaljer og arbejdstid opsamler de to forrige kapitler og beskriver hvordan og hvornår man skal integrere de to programmer for at optimere sit arbejde.

Revit model til StruSoft FEM-Design tager udgangspunkt i en overførsel af en færdig Revit Structure model, hvor der ikke er taget højde for at den skal bruges i StruSoft FEM-Design. Herfra er det muligt at se hvor meget en normal modelleringsproces skal ændres, før at en Revit Structure model kan overføres til StruSoft FEM-Design.

Modeltjek omhandler de muligheder, der er for at tjekke Revit Structure modellen og StruSoft FEM-Design modellen med hinanden igennem et konstruktionsforløb.

I skemaer og tabeller i rapporten er Revit Structure og StruSoft FEM-Design repræsenteret med følgende logoer:

Revit Structure:



StruSoft FEM-Design:



2. Integrering af information

Kommunikation

Kommunikationen mellem Revit Structure og StruSoft FEM-Design er envejs. Det er muligt at gemme en fil i Revit Structure, som kan åbnes i StruSoft FEM-Design men ikke omvendt. Det er således heller ikke muligt at opdatere en fil i StruSoft FEM-Design uden at den information, der ikke kommer fra Revit Structure vil gå tabt.

Her er altså ikke tale om to programmer, der henter information fra en fælles fil/database men derimod en mulighed for at hente information fra Revit Structure til StruSoft FEM-Design før man begynder at regne.

Informationen

Den information, som bliver formidlet mellem et BIM-program og et FEM-beregningsprogram kan inddeles i tre kategorier: Egenskaber, geometri og statik.

Egenskaber er, som navnet antyder den information, der beskriver de egenskaber, som er tilknyttet til et givent konstruktionselement og dets tværsnit.

Geometri er informationen om et elements størrelse, form, længde, bredde mm.

Statik er de statiske forhold, der omhandler konstruktionen. Det kan f.eks. være understøtninger, laster og samlinger.

I det følgende er der undersøgt, hvordan de forskellige informationer bliver integreret og hvor meget information, der er muligt at overføre fra BIM-programmet Revit Structure til FEM beregningsprogrammet StruSoft FEM-Design.

Egenskaber

Integrationen mellem Revit Structure og StruSoft FEM-Design foregår via et add-in program som installeres i Revit Structure.

Der er således ingen decideret sammenhæng mellem de egenskaber og materialer, som konstruktionselementerne har i de to programmer. Sammenkædningen foregår i den mapping funktion som ligger i den installerede add-in. Før man kan overføre sin model, skal man ind og navngive alle profiler og materialer efter hvad de hedder i StruSoft FEM-Design.

Fordelen med dette system er, at når konstruktionselementerne er "mappet" så er man sikker på, at de har alle de nødvendige egenskaber, når modellen bliver åbnet i StruSoft FEM-Design.

På den anden side kræver denne metode en del manuelt indtastningsarbejde og skulle man være uheldig at indtaste et forkert navn, så bliver konstruktionselementet overført som et forkert profil eller med et forkert materiale.

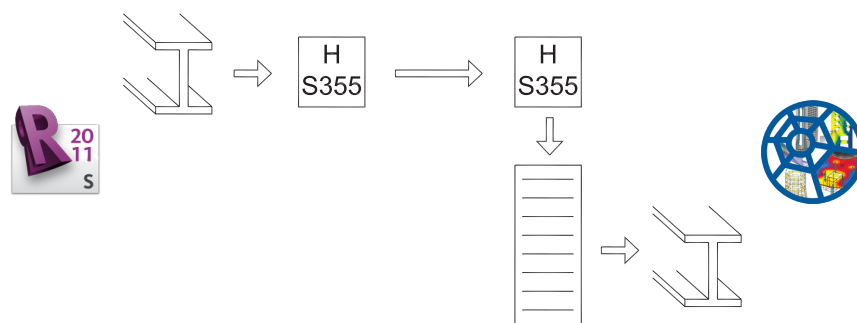


fig. 1
mapping af
egenskaber

Det kan virke lidt underligt at der ikke er tilknyttet en liste med profil- og materialenavne i add-in'en, for ved større modeller bliver det hurtigt irriterende, at man hele tiden skal skifte mellem programmerne for at finde ud af, hvad de enkelte profiler og materialer hedder i StruSoft FEM-Design.

Heldigvis bliver de indtastede informationer gemt, så hvis man bruger de samme elementer i et andet projekt, skal man ikke taste det hele igen.

Ved de første test af integrationen mellem de to programmer, opstod der et problem, når der skulle overføres elementer, hvis navn i StruSoft FEM-Design bestod af ét bogstav. Dvs. I, U, Z og T profiler. Disse profiler blev ikke overført - det var kun referencelinjen, som det ses på nedenstående screen plot.

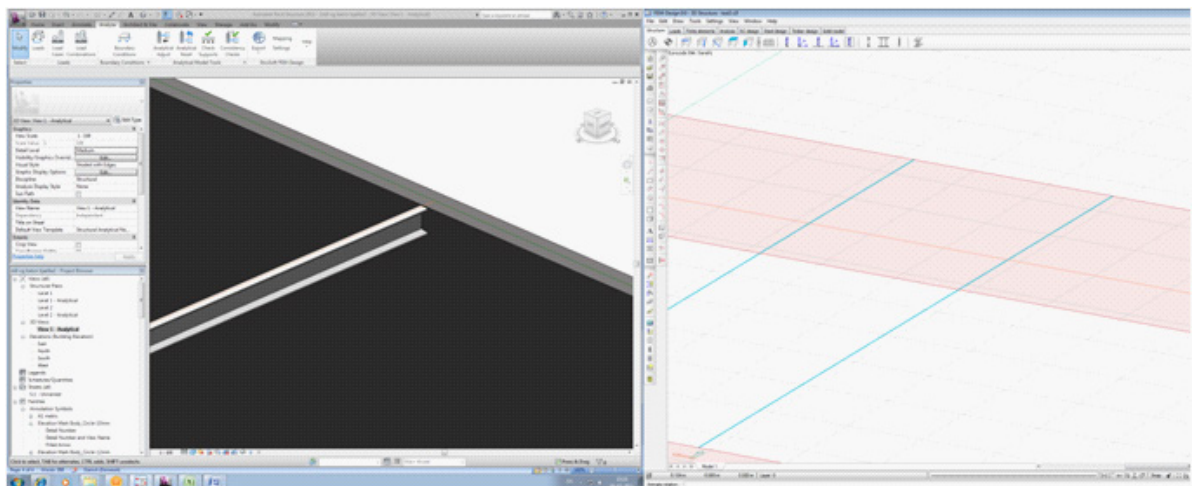


fig. 2
problemer
med overførsel
af profiler

Geometri

Selve geometrien af den modellerede konstruktion i Revit Structure, bliver overført til StruSoft FEM-Design ud fra placeringen af de forskellige elementers referencelinje. Det betyder at man skal være meget påpasselig med, hvordan man tegner sin model i Revit Structure. Luft til fuger, ændringer i element properties og andre tegnetekniske detaljer kan ikke læses af StruSoft FEM-Design og modellen kan derfor hurtigt komme til at se anderledes ud, når man har overført den, med mindre man passer på.

Ud fra forskellige overførsler af væg- og bjælkeelementer har jeg opstillet en liste over de ting, der skal tages højde for under modelleringen i Revit Structure, således at geometrien overføres korrekt til StruSoft FEM-Design.

Tabel 1. viser 4 af de mest generelle geometriske forhold, der skal tage hensyn til når man konstruerer en model i Revit Structure, som skal overføres til videre beregninger i StruSoft FEM-Design.



1.		
2.		
3.		
4.		

tabel 1.
 geometriske
 forholdsregler

1. Ved modellering af væg- og dækelementer vil der ofte opstå situationer, hvor der enten skal skæres et hjørne af elementet, en ende skal skæres skrå eller der skal isættes et hul til et vindue. Disse geometriske ændringer følger med fra Revit Structure over til StruSoft FEM-Design.

2. Udkragning eller afkortelse af bjælker og vægge kan i Revit Structure udføres ved at tilføje en positiv eller negativ extension under element properties. Disse extensions bliver ikke overført til StruSoft FEM-Design, da geometrien i programmet bliver dannet ud fra bjælkens referencepunkter i Revit Structure.

Skal der laves en udkraget bjælke skal den altså tegnes i den fulde længde. Man kan ikke tegne den til en referencelinje, som f.eks. en væg og derefter give bjælken den ønskede extension i element properties.

Tilgængelig kan man bruge extension funktionen, hvis man i Revit Structure tegningerne ønsker et mellemrum mellem to elementer, som i realiteten hænger sammen. Det kan f.eks. være to vægge, hvor man skal lave mellemrum til fugen. Her kan der laves en negativ extension, således at der i Revit Structure opstår et mellemrum men i StruSoft FEM-Design hænger væggene sammen.

3. Skrå bjælker kan dannes ved at tegne en vandret bjælke og så løfte den ene ende ved brug af offset under bjælkens element properties. I dette tilfælde flyttes bjælkens referencepunkt når enden løftes. Ændringen følger således med over i StruSoft FEM-Design.

4. Ved overførslen af det usymmetriske profil UNP fra Revit Structure til StruSoft FEM-Design blev profilet spejlvendt. Dette var det eneste usymmetriske profil, som det var muligt at overføre. Derfor kan det ikke udledes som et generelt problem, men man skal være opmærksom på at situationen kan forekomme.

Statik



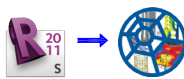
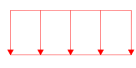

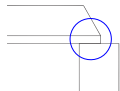
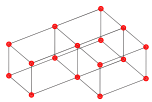

De statiske forhold kan inddeles i fem hovedpunkter: Laster, understøtninger, randbetingelser, geometri og materialer, som vist i tabel 2.

De geometriske og materielle egenskaber er forklaret tidligere i kapitlet og kan som beskrevet overføres fra Revit Structure til StruSoft FEM-Design.

Laster kan både påsættes i Revit Structure og StruSoft FEM-Design, men det er ikke muligt at overføre dem fra det ene program til det andet. Så selvom lasterne bliver påsat i Revit Structure skal de dannes på ny i StruSoft FEM-Design.

Understøtninger kan laves i Revit Structure og overføres problemfrit til StruSoft FEM-Design.

Randbetingelser eller "edge connections" som de hedder i StruSoft FEM-Design kan ikke påsættes i Revit Structure. Dvs. bygger man med præfabrikerede elementer og modellerer dem i Revit Structure, skal man ind og ændre randbetingelserne på alle elementerne i StruSoft FEM-Design, så de opfører sig som præfabrikerede elementer istedet for pladstøbte.

			
	✓	✓	✗
	✓	✓	✓
	✗	✓	✗
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓

tabel 2.
 statiske forhold

Med disse forbehold er det ikke muligt at opdatere sin model i StruSoft FEM-Design løbende. Ændres der noget i Revit Structure modellen, skal det overvejes om det kan svare sig, at hente en ny fil over til StruSoft FEM-Design eller om det er nemmere at rette ændringerne manuelt. Fordi alle laster og edge connections vil forsvinde, hvis man henter en ny fil over.

Det er altså vigtigt at finde ud af, hvornår det bedst kan svare sig at overføre informationen fra Revit Structure til StruSoft FEM-Design, for så derefter at køre programmerne sideløbende.

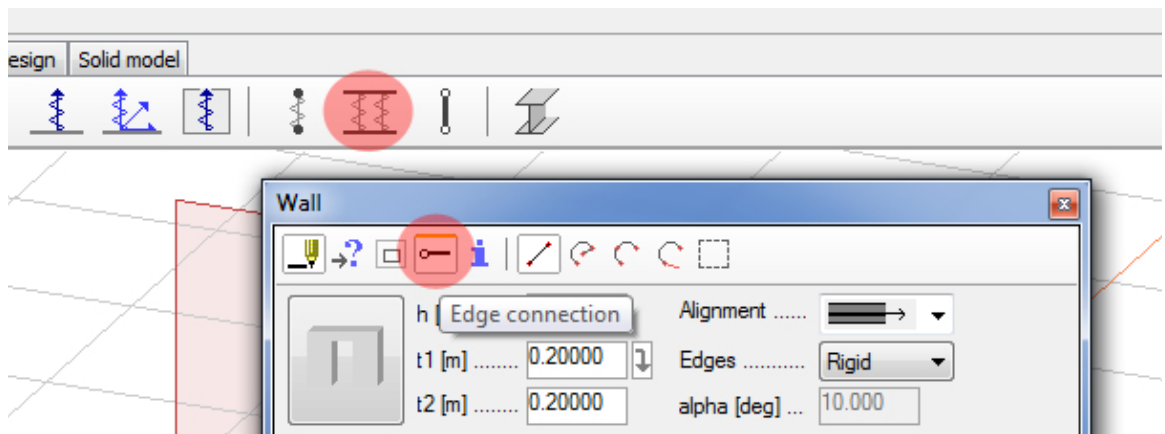
3. Analyse og design i StruSoft FEM-Design

Analyse og designdelen i StruSoft FEM-Design er stor og der er mange detaljer og muligheder, som ikke vil blive gennemgået i denne rapport.

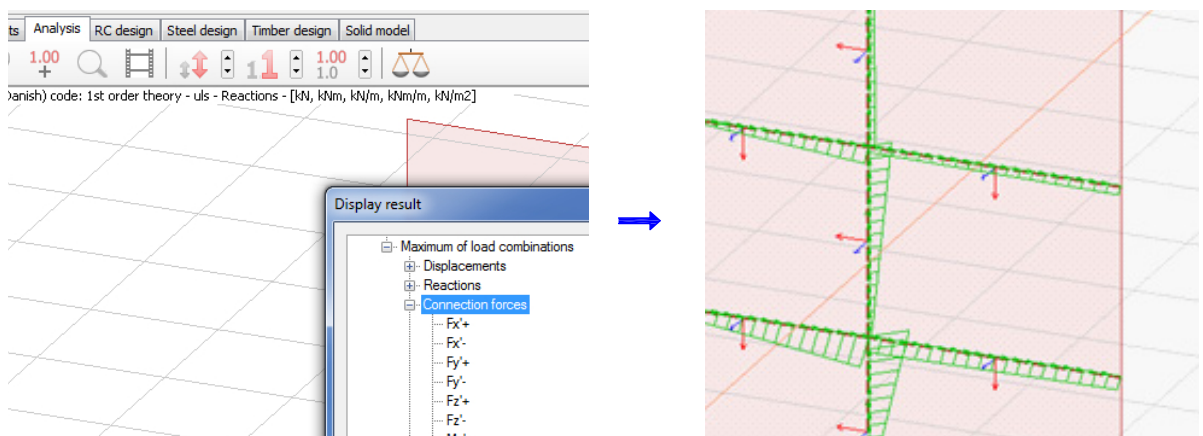
I dette afsnit vil der blive fokuseret på tre områder, som vil være til gavn under stabilitets- og detailberegninger.

Forskydningskræfter i fugerne

I en skivekonstruktion er det muligt vha. edge connections eller line-line connection at bestemme de lodrette og vandrette forskydningskræfter mellem elementerne.



laves disse samlinger mellem elementerne er det muligt i analysedelen, at få fremvist forskydningskræfterne i samlingerne. Proceduren er simpel og kan forenkle arbejdsprocessen under stabilitetsberegningerne.



Korrugerede rør i elementvægge

Under stabilitetsberegninger ses det ofte at elementvægge i "lette" byggerier har tendens til at vælte, hvis de bliver påført en stor vindlast. Derfor bliver man i disse tilfælde nødt til at indsætte korrugerede rør med lodret armering, som bliver støbt fast til konstruktionen nedenunder - typisk fundamentet.

Som det kan ses på skitsen nedenfor opstår der tit det problem, at væggen "vælder" og den effektive længde bliver for kort. Derfor indsættes en forankringskraft "F", som trækker væggen ned og holder den på plads. På den måde minimerer man momentet i fundamentet.

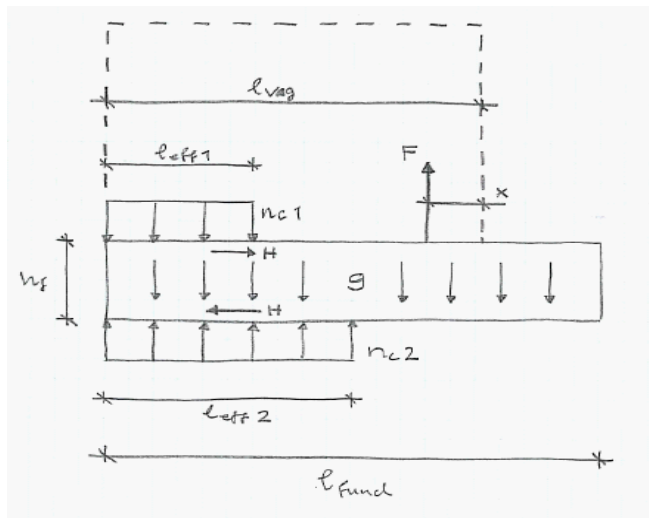


fig. 5
 Skitse af
 fundaments-
 beregning

I StruSoft FEM-Design er det muligt at lave denne lodrette armering ved at indsætte en stålbar (truss member), der hvor man ønsker det korrugerede rør og den lodrette armering. Derefter påsætter man en lodret linielast langs stålbaren, som modsvarer opdriften fra vinden.

Nedenfor er vist tre screen plots fra StruSoft FEM-Design, som illustrerer problemet. På Det første plot kan man se, hvordan væggene har tendens til at vælte pga. vindlasten. Den grønne linie på det tredje plot, er den lodrette armering, som er placeret der, hvor man ønsker det korrugerede rør.

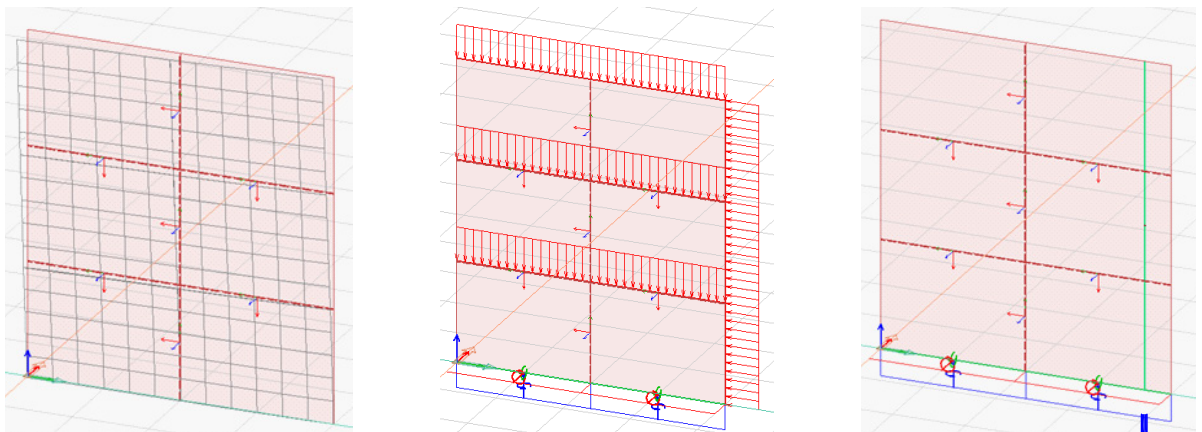
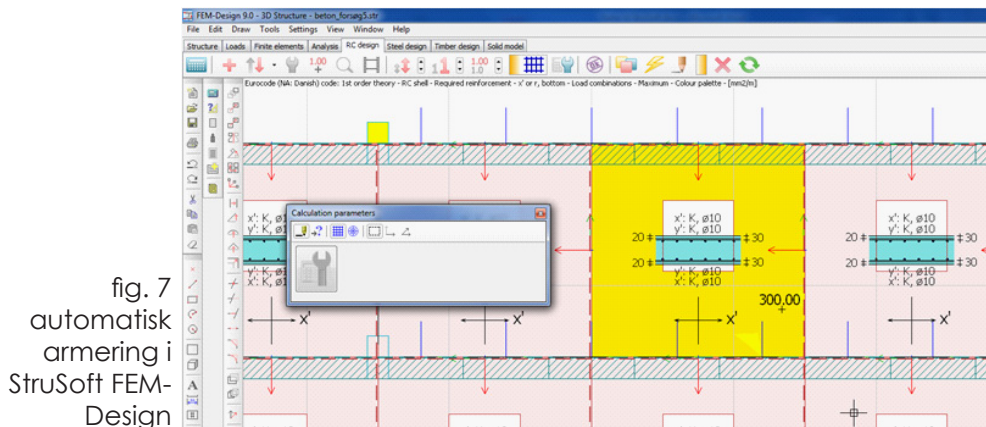


fig. 6
 Lodret
 armering i
 StruSoft FEM-
 Design

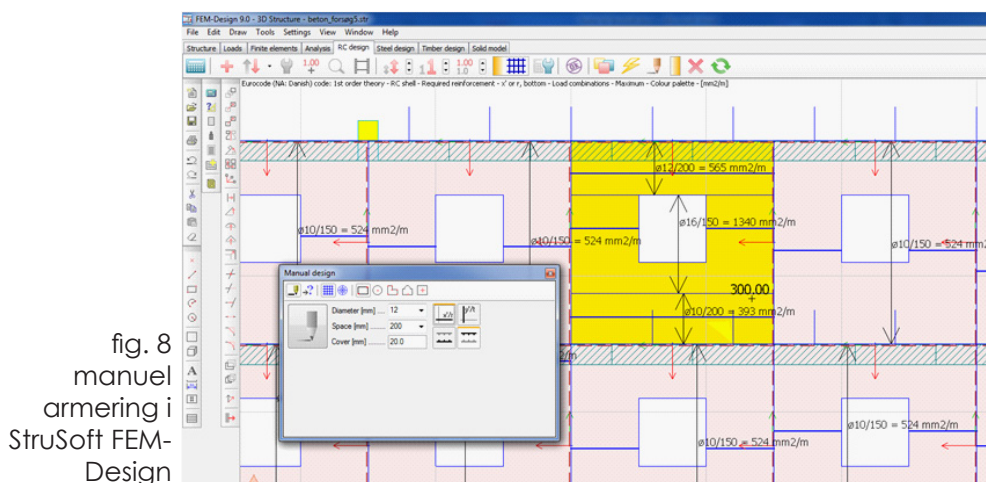
Manuel armering af vægelementer

Under RC-Design fanen kan man efterbehandle og armere de beregnede betonelementer. Programmet har en automatisk armeringsfunktion, som armere de forskellige elementer så de kan klare en ønsket lastkombination. For vægelementer betyder det at programmet angiver en netarmering i for- og bagside af væggen.



Vil man ind og ændre i armeringen og f.eks. bruge forskellige typer og diametre til armeringen er det også muligt manuelt at armere elementerne. Her skal det dog tilføjes at, hvor der ved bjælke- og søjleelementer er mulighed for at oprette elementgrupper, skal man ved vægelementer ind og designe hvert enkelte element, hvis man vil armere manuelt.

Manuel armering er igen meget simpelt. Det foregår ved at man vælger den manuelle design funktion i RC Design og herefter markerer man det stykke af sit vægelement, som man gerne vil give en bestemt lodret eller vandret armering.



Fordelen ved den manuelle armering er, at man imodsætning til armering med standard net, kan indsætte mindre armeringsjern der, hvor lasten er lille og derfor spare relativ mængde stål.

4. Detaljering og arbejdstid

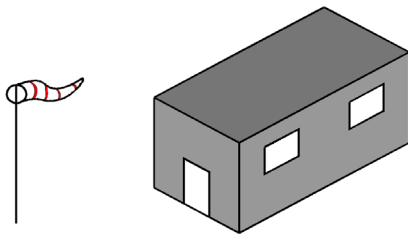
Ud fra programmernes evne til at interagere og størrelsen af den detaljeringsgrad, som programmerne kan overføre til hinanden kan man begynde at bestemme, hvorhenne i konstruktionsforløbet at det bedst kan svare sig at overføre en model.

Ser man på samarbejdet mellem Revit Structure og StruSoft FEM-Design så forholder det sig, som tidligere beskrevet, at man kan overføre en model fra Revit Structure til StruSoft FEM-Design via en add-in. Dvs. der er ikke nogen direkte interaktion mellem programmerne, men man gemmer en fil i Revit Structure som man åbner i StruSoft FEM-Design. Man kan altså ikke opdatere en model, så hver gang man sender en ny fil fra Revit Structure må man starte forfra med de ting, man har lavet i StruSoft FEM-Design.

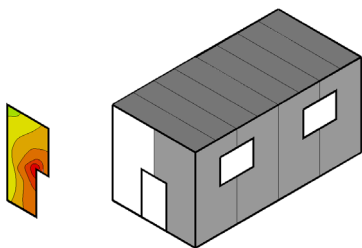
For en virksomhed, der bruger disse to programmer er det derfor vigtigt at vide, hvornår det bedst kan svare sig at overføre modellen fra Revit Structure til StruSoft FEM-Design, således at man minimerer dobbeltarbejde og rettelser og dermed også arbejdstiden.

Konstruktionsfaser

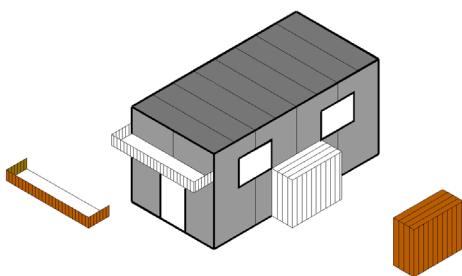
Fase 1 – overordnede stabilitetsberegninger og lastnedføring



Fase 2 - Detailberegning af konstruktionselementerne



Fase 3 – Beregning af mindre konstruktioner og detaljer på byggeriet



Ud fra undersøgelserne i forrige kapitel "Analyse og design i StruSoft FEM-Design" mener jeg at programmet har sine største fordele i fase 1 under stabilitetsberegningerne. Da det ikke er muligt at opdatere modellen uden at arbejdet i StruSoft FEM-Design går tabt og med henblik på det relativt store arbejde, der ligger i at lave randbetingelser og laster vil jeg konkludere at det mest optimale vil være at overføre en revitmodel inden stabilitetsberegningerne og derefter arbejde i og opdatere de to modeller sideløbende.

Ved større stålkonstruktioner, hvor geometrien kan være vanskelig og der ikke er så mange af de såkaldte "edge connection", kan det dog overvejes om man skal overføre en ny model fra Revit Structure til StruSoft FEM-Design, hvis de geometriske ændringer er store.

Der er ingen tvivl om at det er en stor hjælp, at man kan overføre geometri, profiler og materialer fra et BIM program til et FEM-program og StruSoft FEM-Design har med deres add-in taget et skridt på vejen for en større integration programmerne imellem. Men når det så er sagt er der stadig et stykke vej igen før programmerne er fuldt integrerede. Den endelige løsning ligger stadig et stykke derude.

5. Revit model til StruSoft FEM-Design

Det ses ofte at en BIM-model og en FEM-model bliver lavet hver for sig og at FEM-modellen på intet tidspunkt i konstruktionsforløbet bliver en del af BIM-samarbejdet.

Med de nye tiltag i FEM-programmerne, som f.eks. den tidligere beskrevne Revit add-in fra StruSoft FEM-Design, er det nu muligt at bruge BIM-modellens geometri og information i FEM-programmet.

Så hvad skal der til og hvor stor en del af den normale fremgangsmåde skal ændres, hvis man vil bruge en Revit Structure model i StruSoft FEM-Design?

Ved at bruge en færdig og "uredigeret" Revit Structure model fra MTHøjgaard har jeg prøvet at svare på dette spørgsmål ved, i flere omgange, at overføre modellen til StruSoft FEM-Design og redigere modellen i Revit Structure ind til at den kunne bruges til en analyse i StruSoft FEM-Design.

Den brugte model er et udtag fra en større Revit model og geometrien fra den den sidste udgave overført til StruSoft FEM-Design kan ses på billedet nedenfor. Bygningen består af 4 etager, hvor væggene er præfabrikerede betonelementer, dækkene er forspændte huldæk og for enden af den lille fløj står der betonsøjler med mellemliggende bjælker.

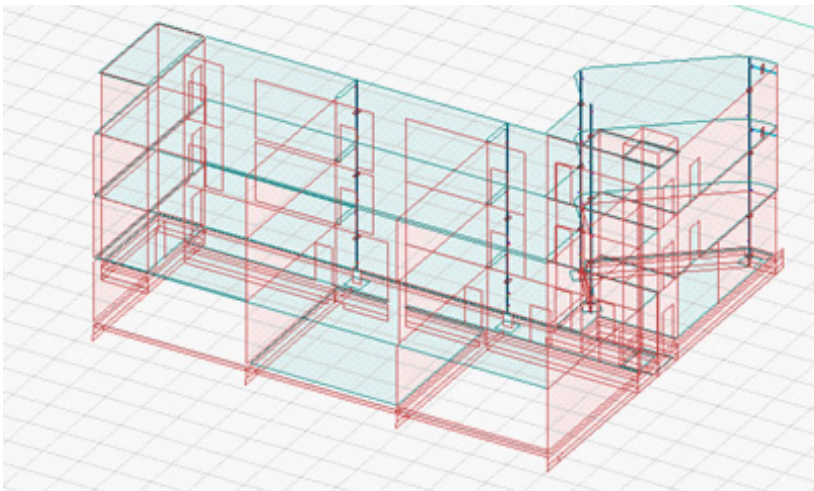


fig. 9
Den
redigerede
model i
StruSoft FEM-
Design

Modeltekniske observationer

Tre problemstillinger dukkede op ved overførslen af den uredigerede Revit Structure model. To af disse anser jeg for at være de klart vigtigste og de kan begge puttes ind under kategorien "families".

Et firma som MTHøjgaard har i deres Revit Structure bibliotek mange forskellige families, som bruges når der skal modelleres diverse søjler, bjælker, dæk og vægge. Disse families kan bestå af mere eller mindre komplekse former og jo større kompleksitet jo mindre chance er der for at elementet ikke vil kunne overføres til StruSoft FEM-Design.

Huldæk

I Revit Structure udg. 2011 er det ikke muligt at lave et huldæk, som bliver kategoriseret som "dæk". Når der laves en family, som skal være huldæk, skal den enten være ukategoriseret eller laves som en bjælke.

I StruSoft FEM-Design skal man altså lave en bjælke der har samme form, som det ønskede huldæk eller også må man lade være med at overføre huldækkene, og så istedet lave de ønskede dækelementer efter modellen er overført.

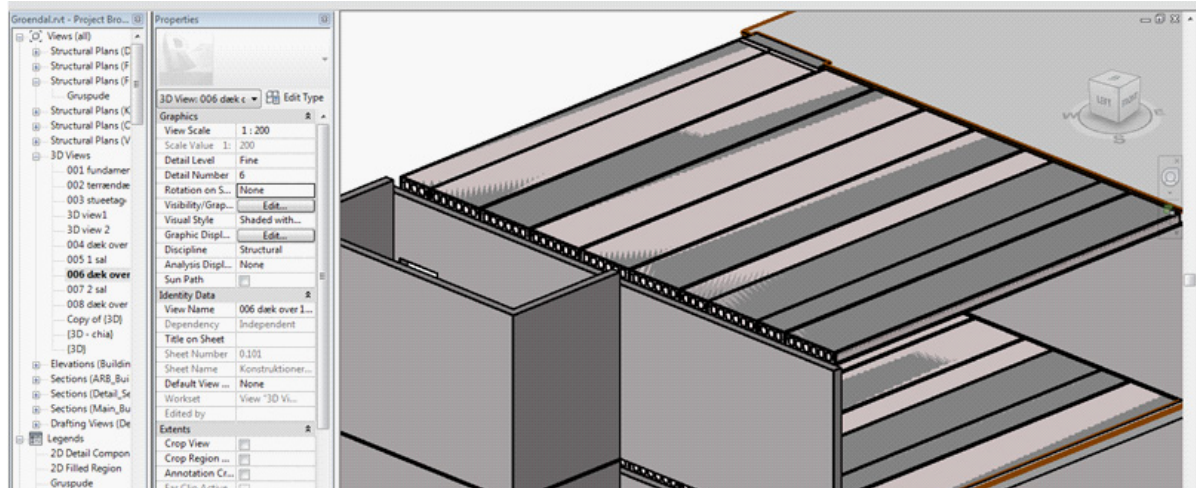


fig. 10
Screen plot fra
Revit Structure

Både Revit Structure og StruSoft FEM-Design er på nuværende tidspunkt programmeret til at arbejde med pladstøbte dæk, så der skal udvikles et huldækelement i begge programmer, således at det bliver muligt at regne på præfabrikerede dæk. Ind til da skal man være opmærksom på at dækelementerne som sådan ikke kan overføres fra det ene program til det andet.

Komplekse elementer

Ved overførslerne af MTHøjgaards Revitmodel dukkede et andet problem om. Søjler og bjælker med konsoller var også oprettet som særlige familier. Hovedbjælken/søjlen blev overført til StruSoft FEM-Design, men konsollerne kom ikke med over. I stedet for skal man ind i StruSoftmodellen og lave en excentrisitet i de samlinger, hvor der skulle have været konsoller.

Den eneste modeltekniske løsning, der umiddelbart kan være til dette problem vil være at oprette konsollerne som simple korte bjælker og derefter placere dem, hvor man ønsker konsoller.

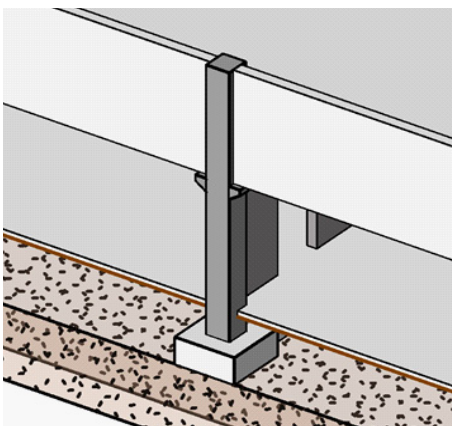


fig. 11
Screen plot fra
Revit Structure

Et andet problem med komplekse familier var at alle de vægelementer, som havde en kurvet form var oprettet som søjle-familier. Da deres geometri var kompleks kunne man ikke overføre dem direkte til StruSoft FEM-Design. I stedet for skulle disse vægelementer være blevet tegnet som almindelige vægelementer og altså ikke være oprettet som særlige

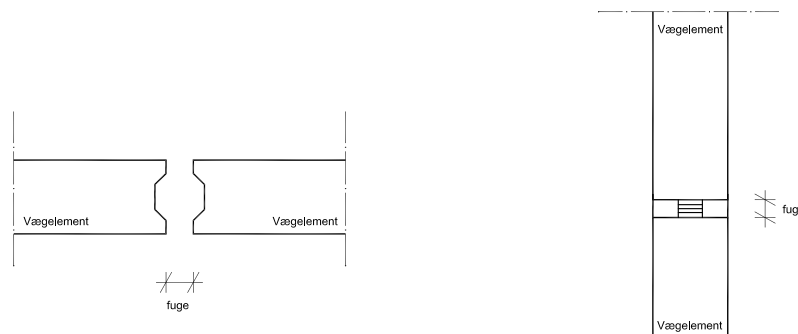
families. Fordelen ved at oprette vægelementerne som families er at man kan lave et parametrisk objekt, så formen nemt og hurtigt kan ændres i Revit Structure. Men da det ikke altid er muligt at overføre disse families til StruSoft FEM-Design skal det overvejes om det kan svare sig, at lave elementerne som simple uparametriske vægge og dermed slippe for at skulle modellere dem igen i StruSoft FEM-Design,

Materialer

Den sidste modeltekniske ting der skal holdes øje med når man modellerer i Revit Structure er materialerne. Når der f.eks. oprettes vægge i programmet, så har de under deres egenskaber ikke angivet noget materiale. Konstruktøren skal derfor være opmærksom på at elementerne skal have angivet et materiale i deres properties, hvis de skal have tilknyttet et materiale i StruSoft FEM-Design.

Tegnetekniske observationer

Rent tegneteknisk er der en ting, som kan skabe store problemer, når en model skal overføres fra Revit Structure til StruSoft FEM-Design. Det drejer sig om de mellemrum man laver i Revit Structure-modellen de steder, hvor der skal være fuger.



Mellemrummene kan laves på tre måder, hvoraf de to metoder skaber problemer ved overførslen.

Hvis fugen laves som en family dvs. en form for usynlig bjælke eller søjle, vil man ved overførslen blive informeret om, at StruSoft ikke kan genkende dette objekt og det ikke kan overføres. Desuden kan denne fuge-family i nogle situationer ændre på væggenes referencelinjer, således at de ikke længere hænger sammen. Det sker fordi Revit Structure arbejder med såkaldte constrains, hvilket vil sige at programmet ikke godtager at der ligger to elementer oveni hinanden og derfor flytter væggenes referencelinjer væk fra fugen. Det betyder at når modellen overføres til StruSoft FEM-Design, så er der mellemrum mellem elementerne.

Hvis fugen laves som et decideret mellemrum mellem elementerne, så taler konsekvenserne for sig selv. Mellemrummene vil blive overført til StruSoft FEM-Design og elementerne vil ikke hænge sammen i FEM-modellen og kan derfor ikke analyseres.

Sidst er det muligt, som tidligere beskrevet, at lave mellemrummene ved først at tegne elementerne helt sammen og derefter lave en negativ extrusion i element properties. På denne måde bliver der skabt et mellemrum, men referencelinjerne hænger stadig sammen, så når modellen bliver overført til StruSoft FEM-Design vil elementerne hænge sammen.

Da det i BIM-modellen er påkrævet at tegne mellemrummene således at tegningerne og målstætninger bliver rigtige er det vigtigt at det bliver gjort på den rigtige måde. Laves fugerne efter en af de to først beskrevne metoder kan modellen ikke bruges i StruSoft FEM-Design og derfor skal der konstrueres en helt ny model til FEM-programmet.

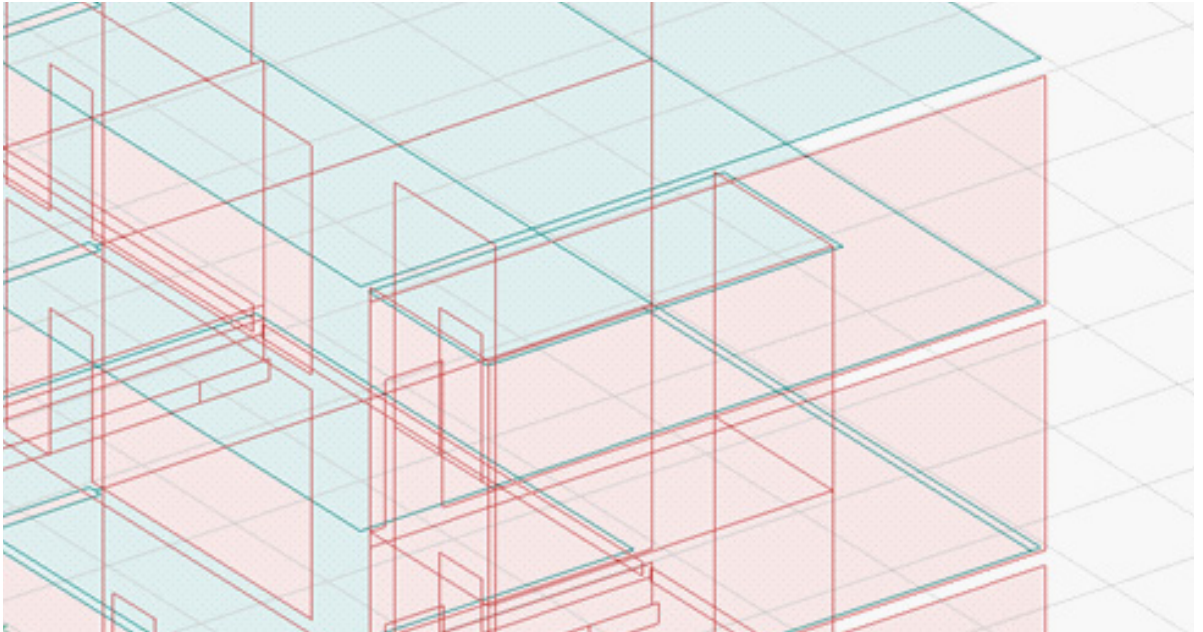


fig. 12
Screen plot
fra StruSoft
FEM-Design,
der viser
mellemrum
mellem
elementerne

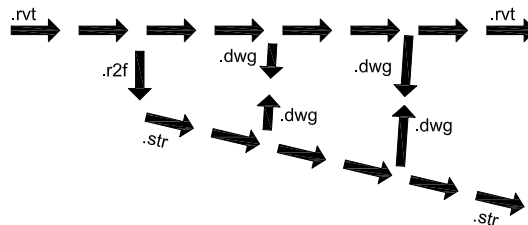
6. Modeltjek

Da Revit Structure og StruSoft FEM-Design ikke arbejder ud fra en database, men med to sideløbende modeller er det vigtigt, set i et BIM-perspektiv, at der er muligheder for at tjekke de to modellers geometri bliver ved med at være ens.

Efter en Revit Structure model er overført til StruSoft FEM-Design, vil der i et normalt konstruktionsforløb komme løbende ændringer, som vil blive rettet i begge modeller. Ved større projekter kan der komme mange ændringer i konstruktionen og der vil derfor være en risiko for, at enten BIM- eller FEM-modellen ikke vil blive fuldt opdateret i nogle situationer.

Ved brug af Revit Structure og StruSoft FEM-Design er der to metoder til at tjekke modellerne op mod hinanden:

1. Revitmodellen og StruSoft modellen gemmes som dwg filer og åbnes i Navisworks.



Navisworks kan åbne dwg filerne og det er i dette program muligt at lave clash-tests. Der er dog det problem at Revitmodellen bliver overført som solids mens StruSoft-modellen bliver overført som streger.

Det er derfor ikke muligt at opstille et regelsæt, der kan få programmets clash-test til at vise om modellerne er ens. Det er kun visuelt på skærmen, at man kan se om modellerne passer sammen.

Nedenfor er vist et screen plot fra Navisworks, hvor to modeller fra hhv. Revit Structure og StruSoft FEM-Design er importeret. Ved at lægge modellerne i forskellige farvede lag er det muligt at se, om der er uoverensstemmelser i konstruktionerne.

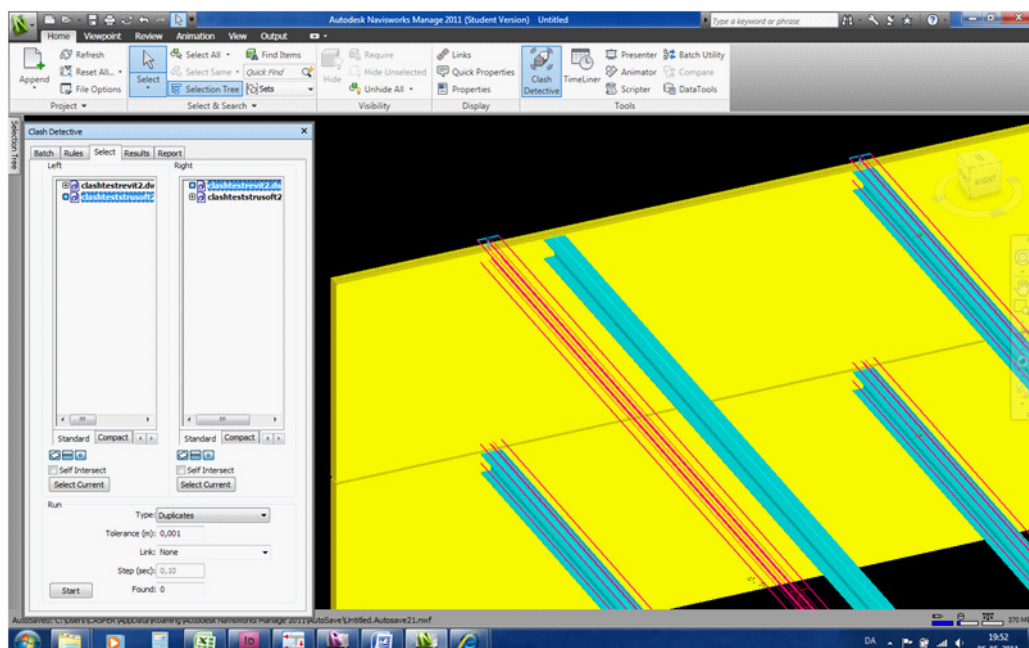
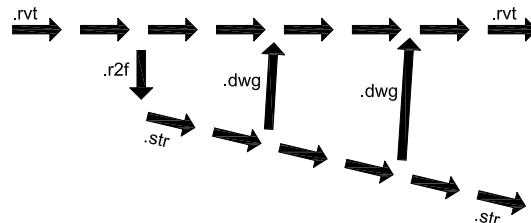


fig. 13
Screen plot fra
Navisworks

2. StruSoft modellen gemmes som dwg fil og importeres i Revit Structure.



Da det ikke er muligt at få Navisworks til at lave en sammenligning af de to modeller, kan man i stedet blot gemme StruSoft modellen som en dwg fil og importere den i Revit Structure. Her er det igen kun muligt manuelt at finde uoverensstemmelserne mellem de to modeller, men man kan som firma spare en del penge, hvis man slipper for at skulle købe Navisworks.

Har man Navisworks så ser jeg er en fordel i at bruge det program, da elementerne her bliver importeret som selvstændige objekter og det derfor er muligt at "tænde" og "slukke" for de forskellige lag. I Revit Structure derimod bliver dwg filen importeret som et element. Dvs. i Navisworks er det muligt først at kigge på søjler og derefter bjælker, men i Revit Structure er alle elementerne "tændt" hele tiden.

Nedenfor er et screen plot af de to modeller i Revit Structure.

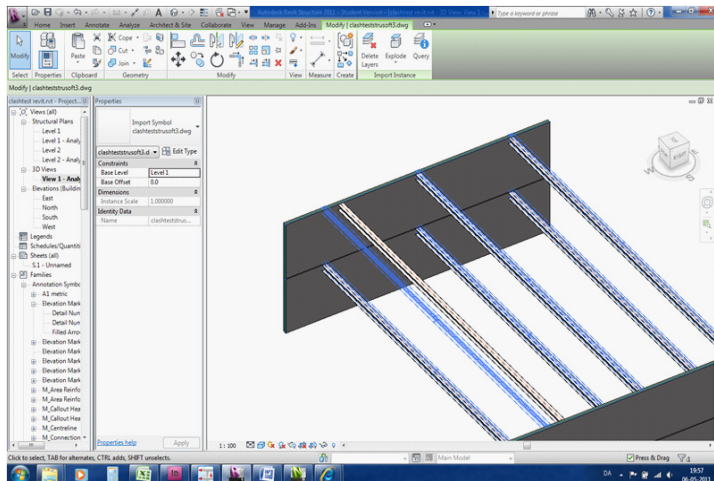


fig. 14
Screen plot fra
Revit Structure

Som ved overførslen af Revitmodellen til StruSoft FEM-Design ser jeg nogle gode tendenser i mulighederne for løbende at kunne tjekke modellerne op mod hinanden. Det kræver dog stadig en del manuelt arbejde og et mere automatiseret tjek er ønskeligt. Desuden er det ikke muligt at gemme StruSoft modellen i et ifc format, hvilket er lidt ærgerligt, da det ville åbne op for flere muligheder for et BIM-samarbejde.

7. Kilder

Gennem Kursusforløbet har jeg modtaget vejledning fra følgende personer:

Jan Karlshøj - Lektor på institut for byggeri og anlæg, DTU

Dennis Kristensen - Bygningsingeniør, Ekas og repræsentant for StruSoft i Danmark

Derudover har jeg været i kontakt med supportafdelingen fra StruSoft og brugt firmaets training guides til StruSoft FEM-Design.

Som inspiration til rapporten har jeg læst "Structural modelling and analysis using BIM tools", Master's Thesis, June 2010 af Anne Kathrine Nielsen & Søren Madsen fra Aalborg Universitet.

8. Bilag

Gennem kurset har en stor del af tiden gået med at arbejde med selve programmet StruSoft FEM-Design. Igennem forløbet har jeg skrevet ned, hvad jeg har lavet og hvordan jeg er kommet frem til det.

De ting, som jeg ikke har kunne finde plads til i rapporten har jeg vedlagt som bilag på de følgende sider.

Bilaget er notebaseret og består hovedsageligt af screen plots fra StruSoft FEM-Design. De er vedlagt for at vise den proces, jeg har været igennem for at nå til det endelige resultat.

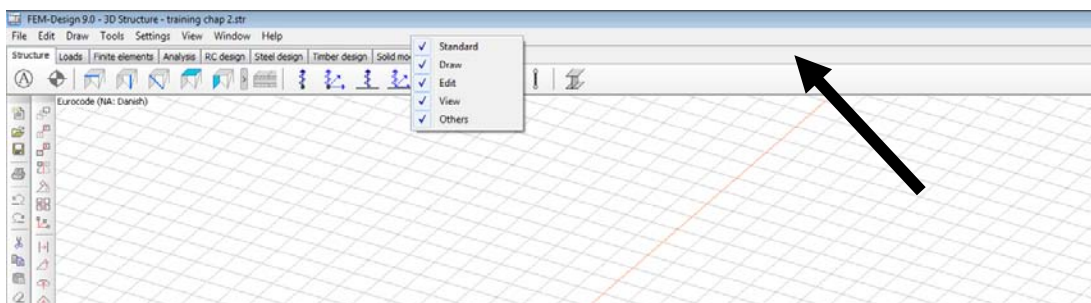
1.1 GENERELLE BEMÆRKNINGER VED BRUG AF PROGRAMMET

Da en del af kurset har bestået i at lære programmet har jeg valgt at starte rapporten med nogle noter, jeg har gjort mig, der kan hjælpe og forenkle arbejdet med programmet.

Nogle af disse anvisninger står også i StruSoft's træningsguider, men jeg har medtaget dem da jeg mener de er vigtige at kunne og samtidigt noget man ikke vil/bør bruge tid på at finde ud af.

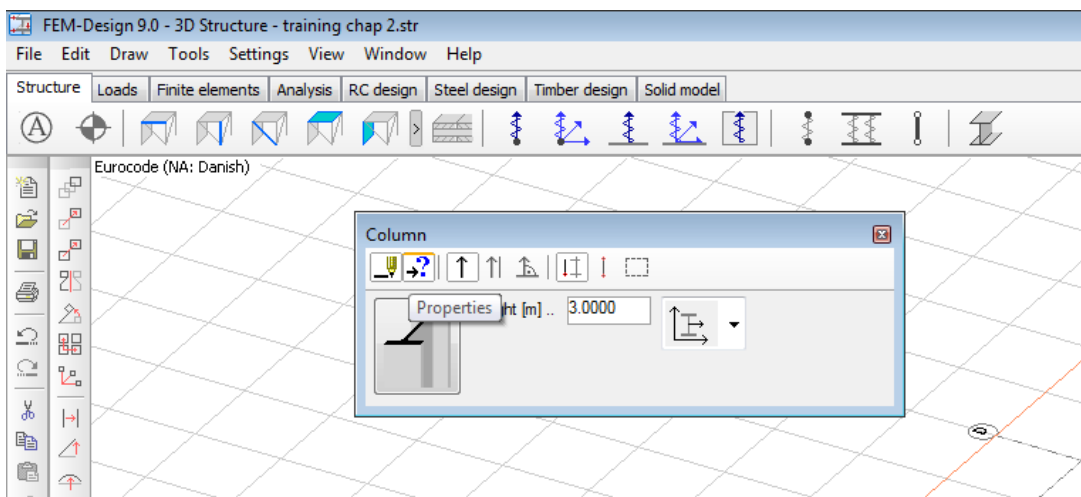
1.1.1 TOOLBAR'EN

For at få alle de forskellige features frem på toolbar'en i programmet skal man højreklikke på den vandrette informations-bjælke i toppen af vinduet og derefter vælge de forskellige tool-ikoner:



1.1.2 ELEMENT PROPERTIES

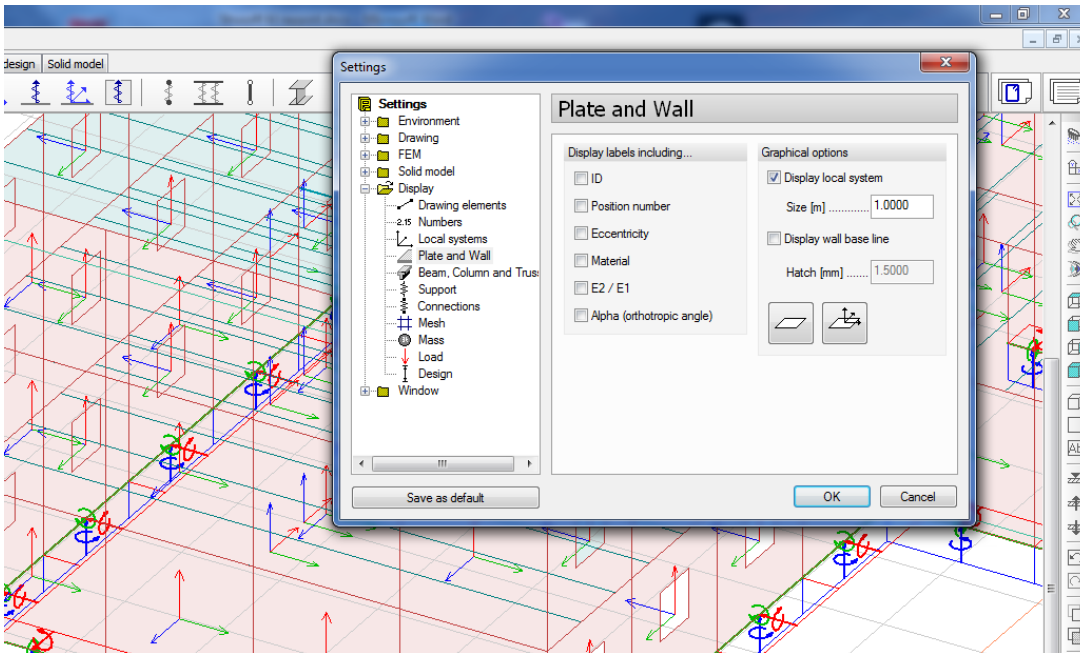
For at se eller ændre i et elements egenskaber skal man vælge en af de 5 ikoner oppe i venstre hjørne (bjælke, søjle, afstiver, dæk og væg). Herefter vælger man ikonet med spørgsmålstegn [->?] og markere det ønskede element. Man kan nu tjekke egenskaberne for elementet:



1.1.3 LOKALT KOORDINATSYSTEM

Når man indsætter modeller i FEM-Design fra f.eks. Revit, så er det altid en god idé at tjekke at elementerne vender rigtigt.

For at tjekke om elementerne vender den rigtige vej kan man få vist de lokale koordinatsystemer, ved at gå i "settings" -> "Display" -> "Plate and wall" og slå "display local system" til:



1.1.4 RELATIVE KOORDINATER

FEM-Design har en smart funktion, når man skal bruge "snap" funktionen og f.eks. lave et vindueshul i en væg. Her kan man vælge et punkt og ud fra det bruge relative koordinater til at lave det ønskede hul.

Man kan bruge de relative koordinater ved at trykke F12. Man skal blot være opmærksom på, at det punkt man starter ud fra i nogle tilfælde ikke skal markeres med et museklik, men man blot skal placere cursoren på punktet og derefter trykke F12.

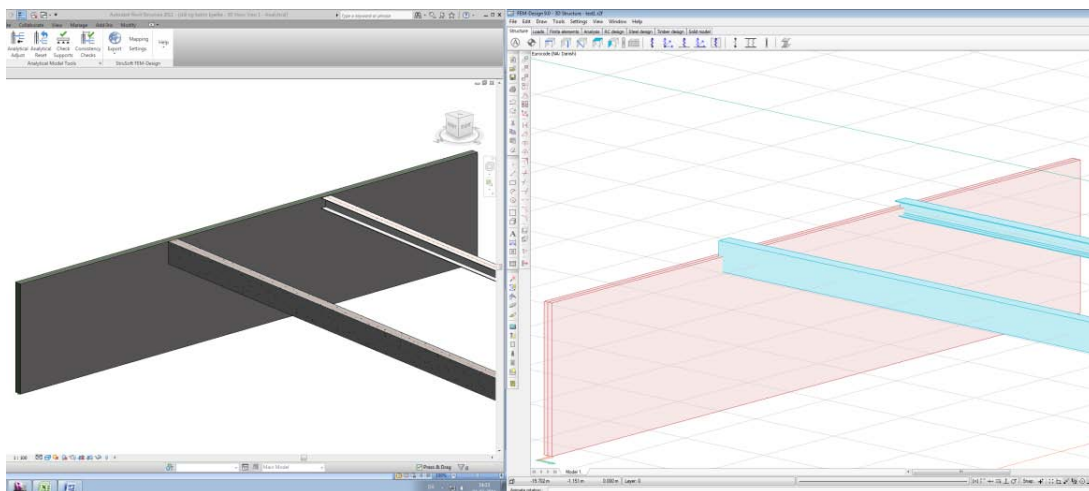
1.1 MODELLERING I REVIT

I et firma som MTHøjgaard sidder der hovedsageligt en konstruktør og modellerer i Revit og en ingeniør og modellerer i et FEM-Design program. For at ingeniøren skal kunne bruge en Revit model til sine beregninger er det derfor vigtigt at konstruktøren ved præcis hvordan den givende konstruktion skal modelleres for at den kan bruges i et FEM-Design program.

For at finde ud af hvilke parametre der bliver overført fra Revit Structure til StruSoft FEM-Design har jeg derfor lavet nogle små test med helt simple bjælke elementer, således at man kan opstille et regelsæt for, hvordan man skal modellere i Revit, hvis modellen skal bruges i FEM-Design.

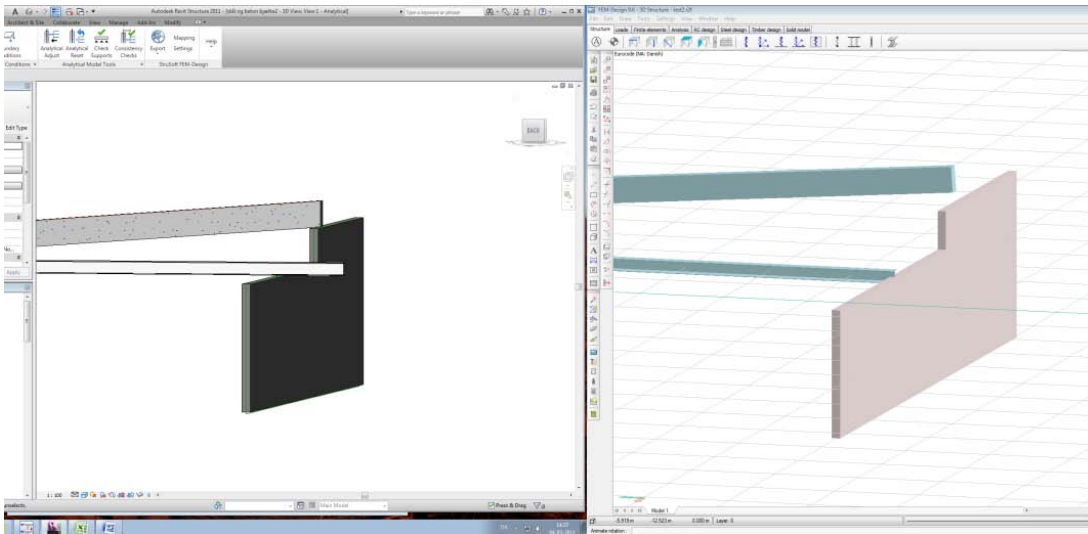
1.1.1 REFERENCELINJER

I FEM-Design ligger elementerne med referencelinjen i centrum, når de bliver overført fra Revit, lige meget hvordan man indstiller den i Revit. Dette er som sådan logisk nok, da FEM-Design fungerer som et frame-analyse program og tykkelserne af bjælkerne i FEM-Design kun er en visuel feature.



Man skal derfor være opmærksom på at der kan opstå problemer, hvis man i Revit tegner et element, hvor man ændrer dets position eller længde via redigeringsværktøjer eller elementets properties. Dvs. at det der bliver visualiseret i Revit ikke stemmer overens med hvad der rent faktisk er tegnet.

Som et eksempel på det kan man se billedet nedenunder, hvor den ene bjækelængde er ændret vha. offset-funktionen i dets properties. Altså er bjæklens referencelinje kortere end det der bliver vist i Revit og bjælken vil derfor være kortere når den bliver overført til FEM-Design.

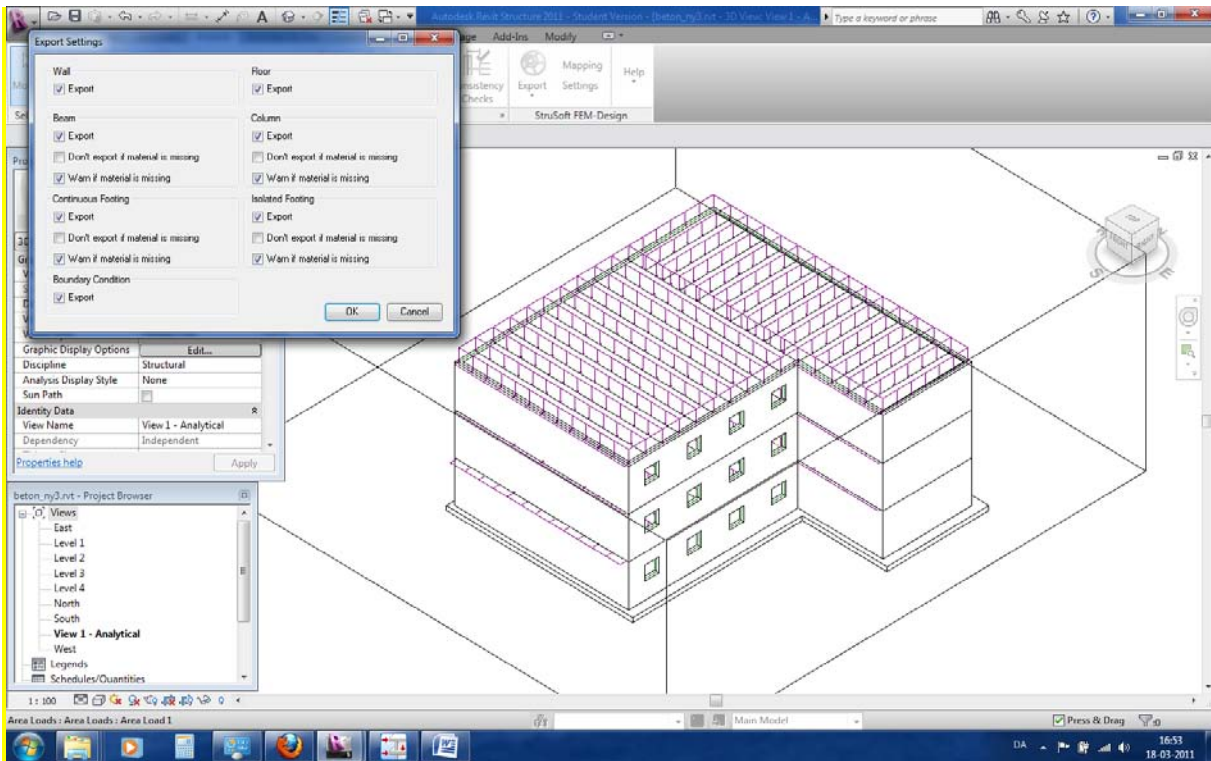


Desuden skal man være opmærksom på, om bjælken har referencelinjen i top, midt eller bund af profilet i Revit.

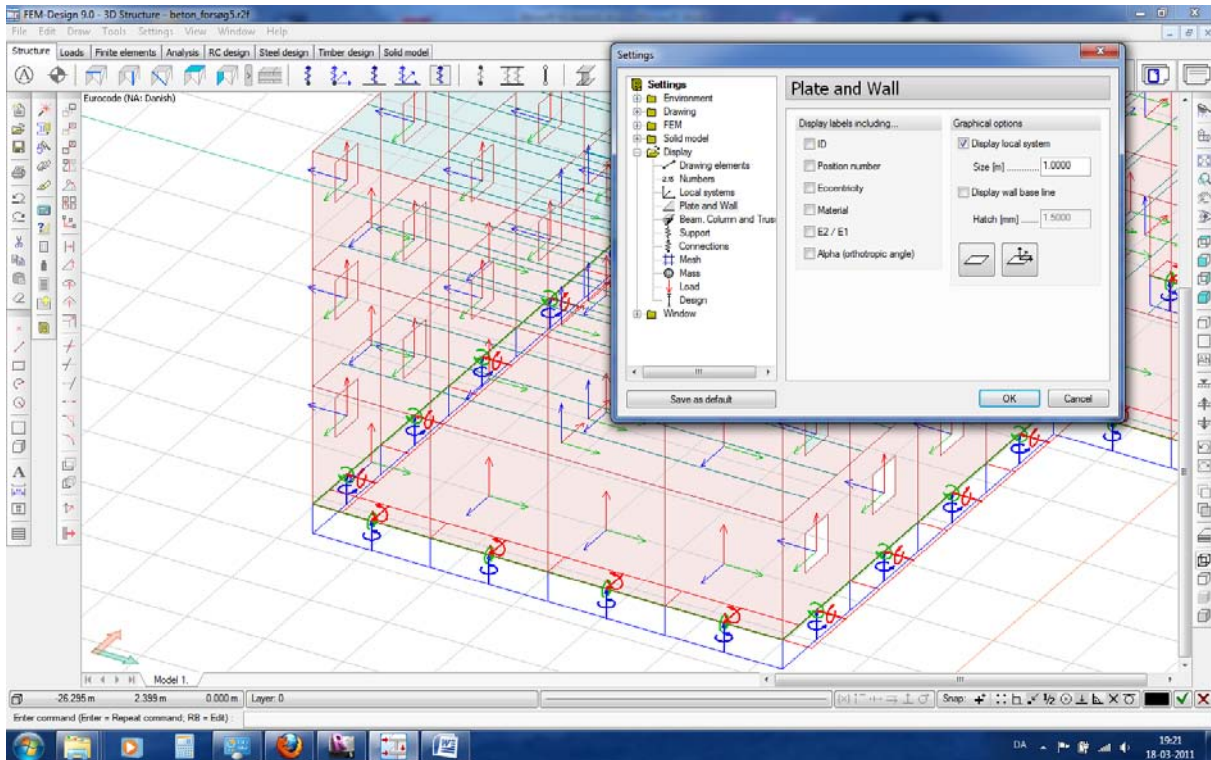
Som det ses ovenfor har den skrå bjælke referencelinjen i midten af profilet. Så selvom det ser ud til at den støtter på væggen i Revit, så svæver den i luften, når den bliver overført til FEM-Design.

Det mest optimale vil være at sørge for at referencelinjen ligger der, hvor profilet bliver understøttet, da man her vil få den mest nøjagtige model i FEM-Design.

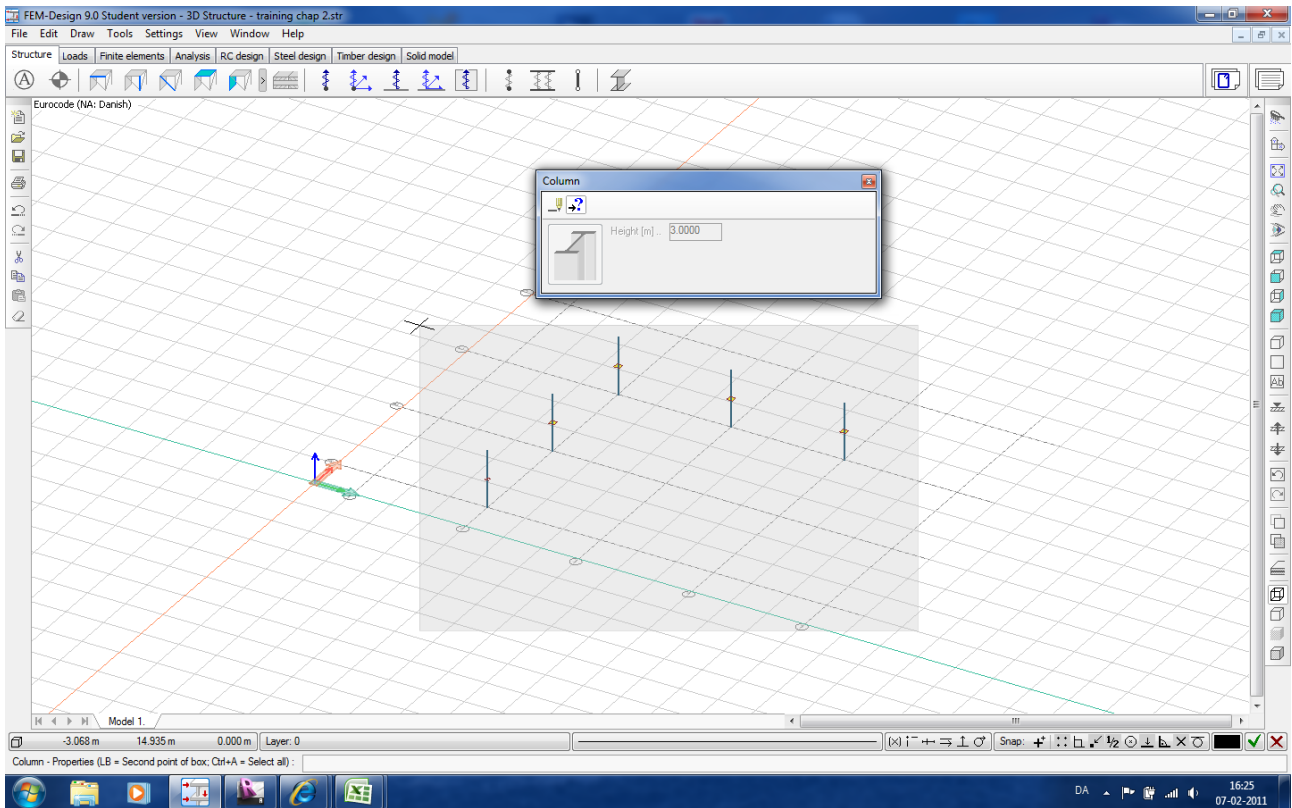
LASTER



Understøtninger:

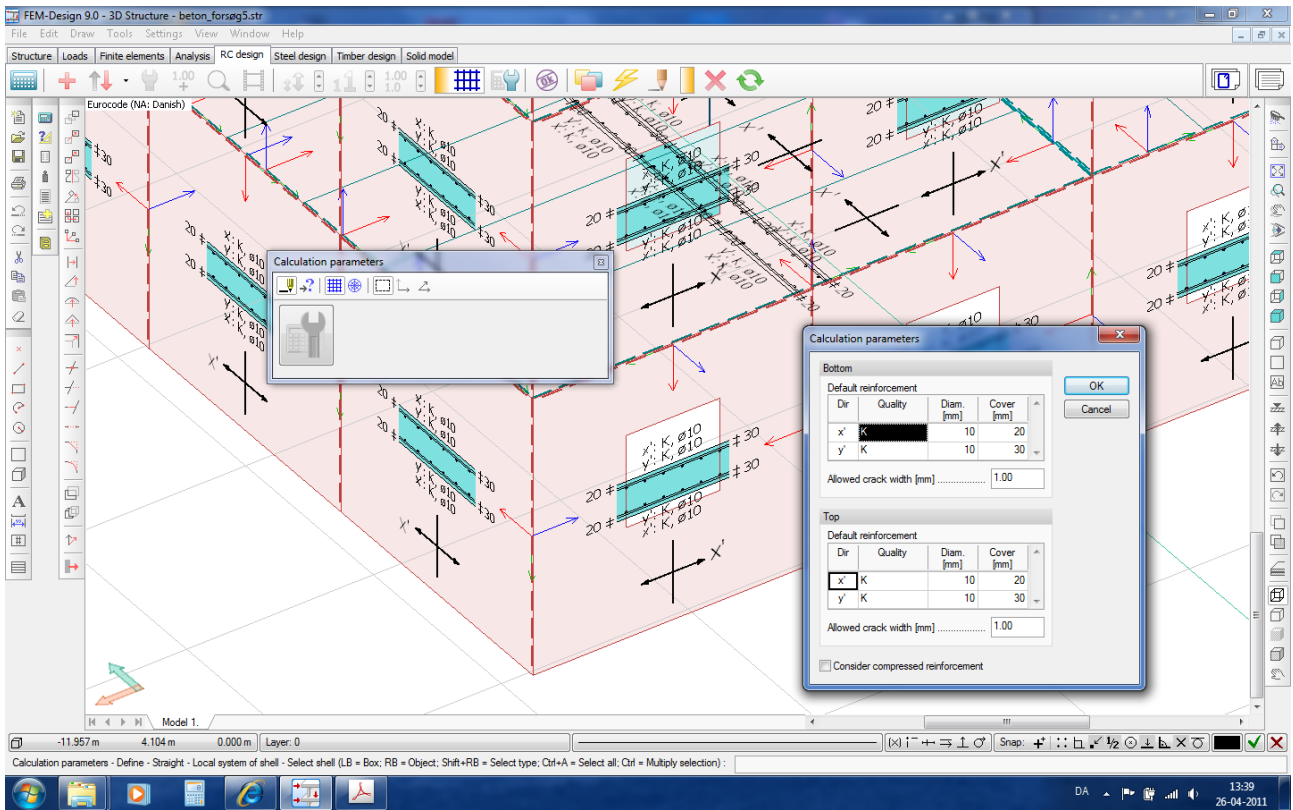


Changing properties:

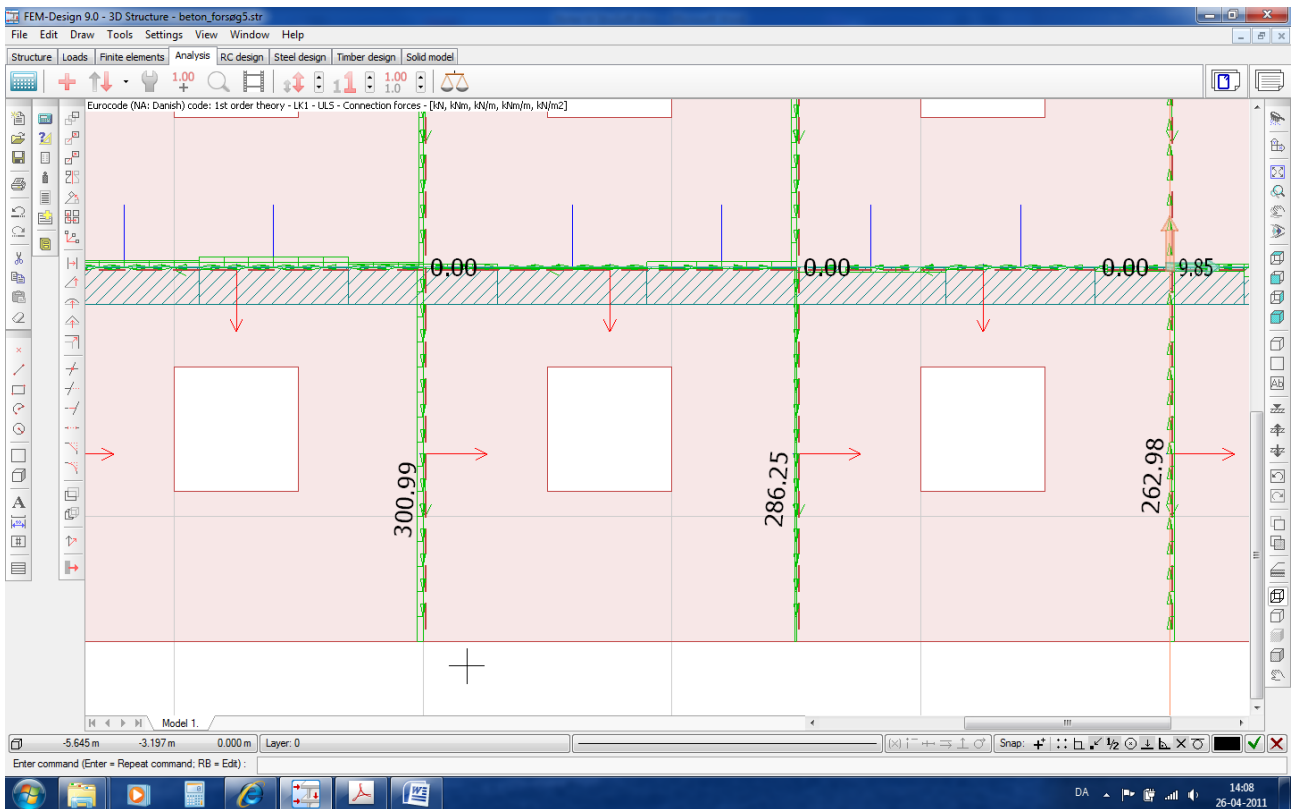


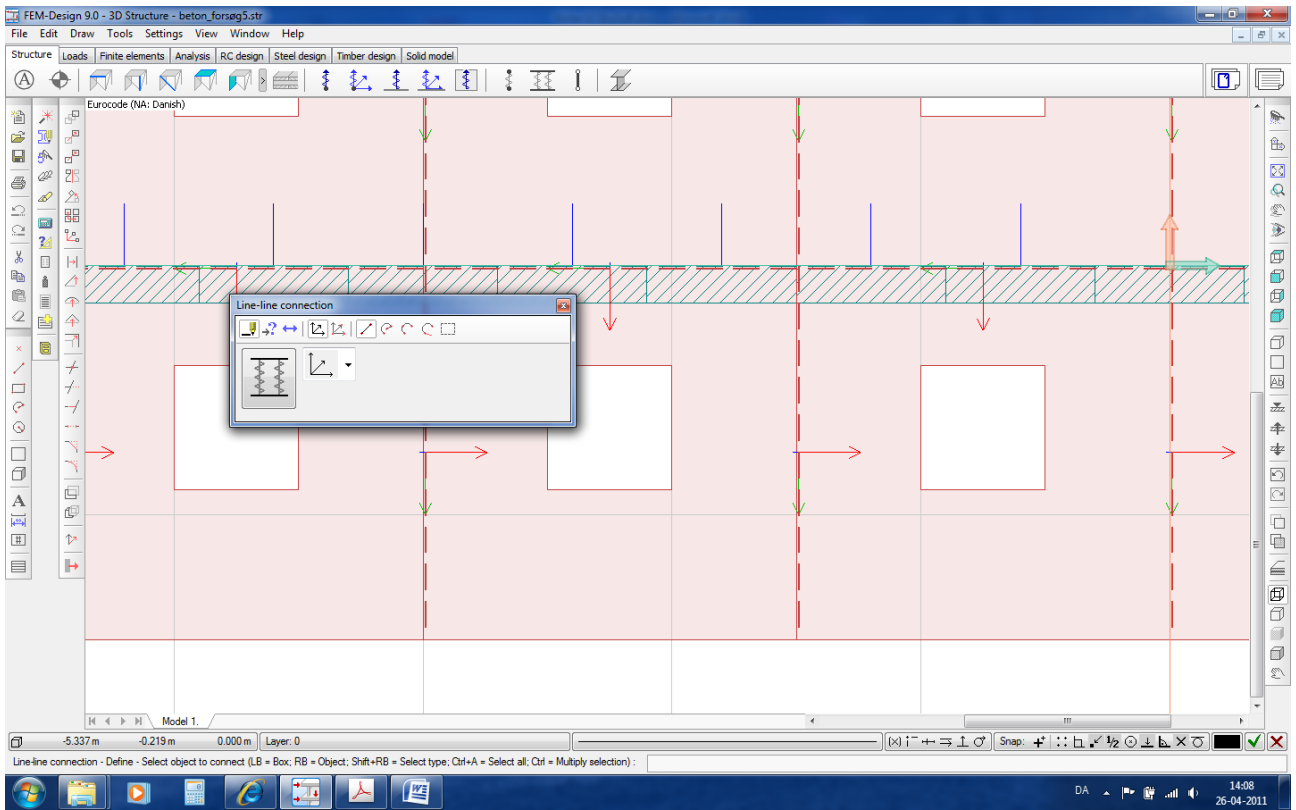
Man vælger søjlen, bjælken etc oppe i venstre hjørne. Derefter trykker man på "?" og man kan nu markere de elementer man gerne vil ændre ved at starte markeringen i højre side og "drage" den over de ønskede elementer. Derefter kan properties indstilles på de valgte elementer.

Armering af vægge:

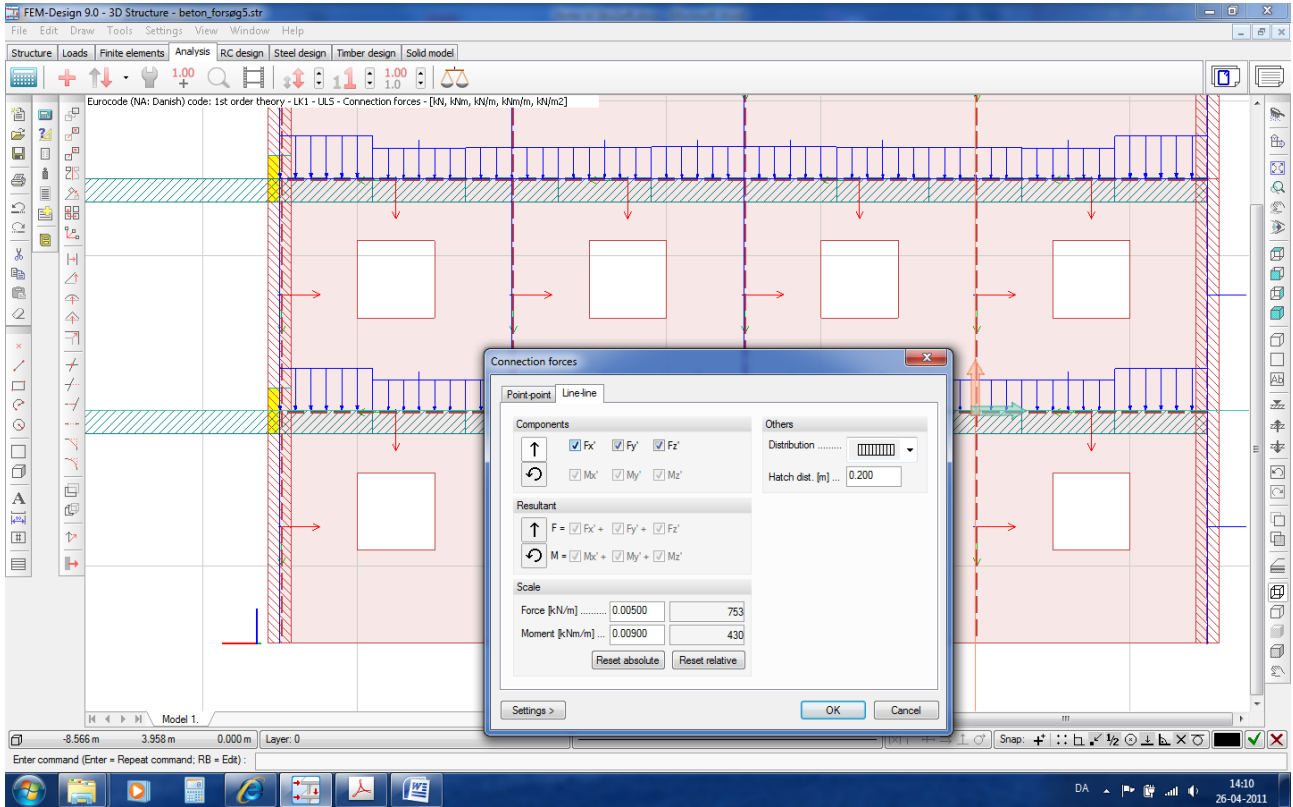


Forskydningskræfter i fugerne:

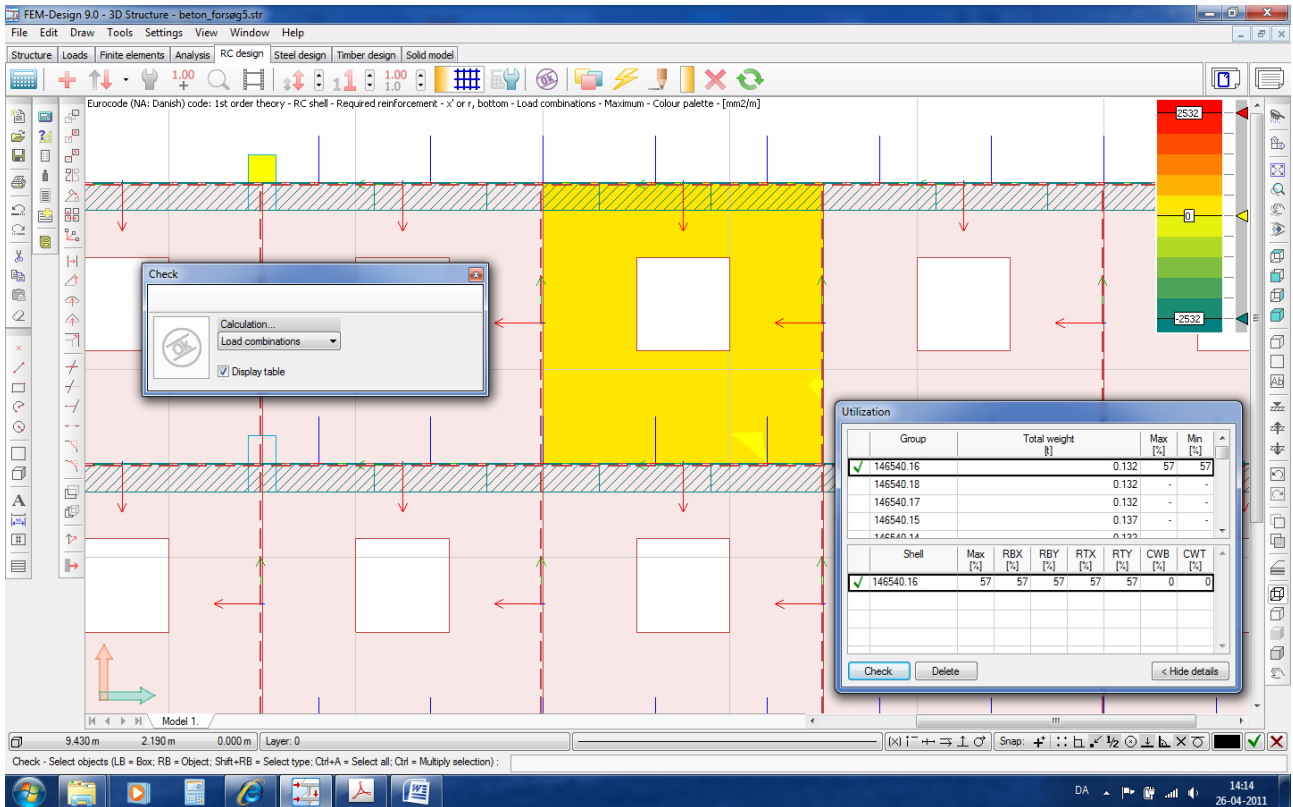




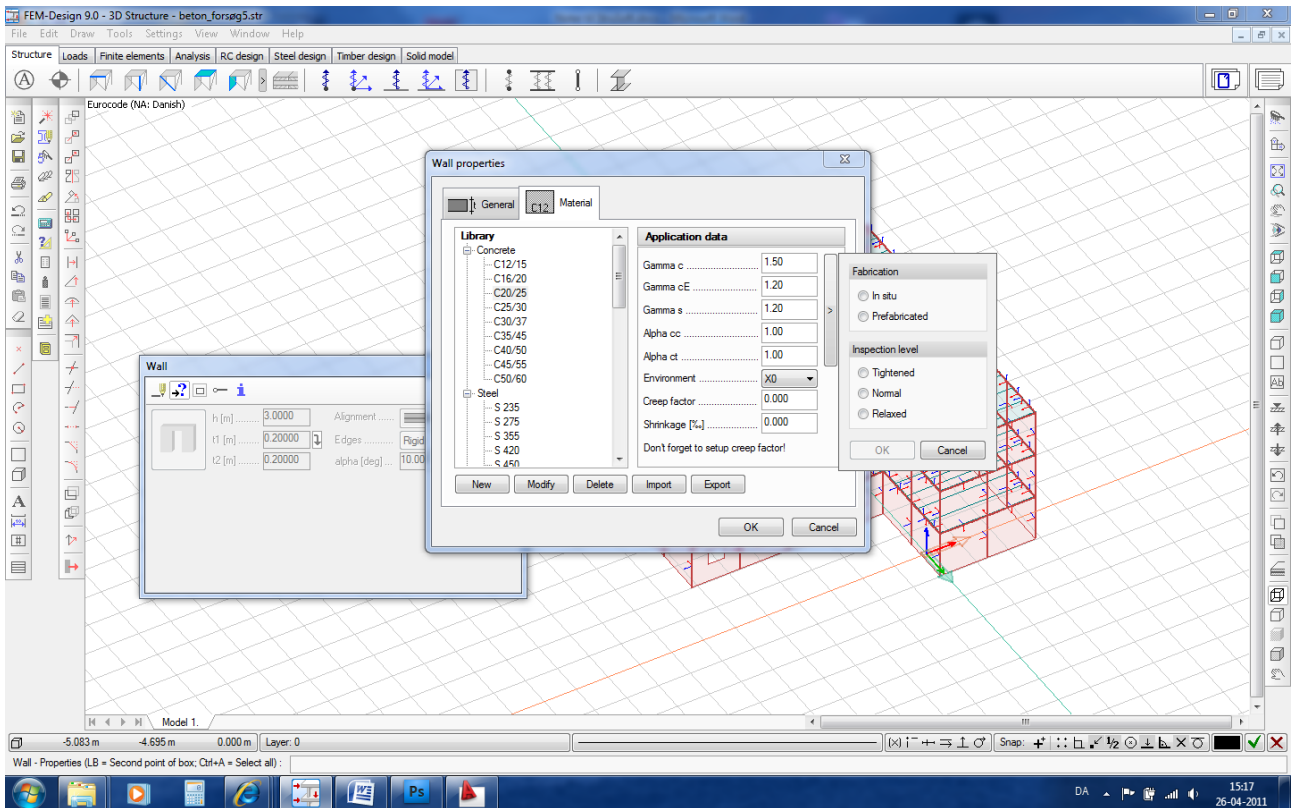
Forskydningskræfter



Manuel og automatisk armering ud fra spændinger i væggen



Prefabricated or insitu



Quantity estimation:

