

Round-trip engineering: stap voor stap

Inleiding

Deze white paper is een vervolg op een eerder verschenen bijdrage van dr. ir. J.P. Rammant (zie www.scia-online.com). In onderhavig document gaan we specifiek in op de grote voordelen voortvloeiend uit round-trip engineering tussen een 3D CAD pakket en software voor de sterkteberekeningen. Bovendien gaan we dieper in op de verschillende stappen die bij round-trip engineering een rol spelen en hoe SCIA deze heeft geïmplementeerd.

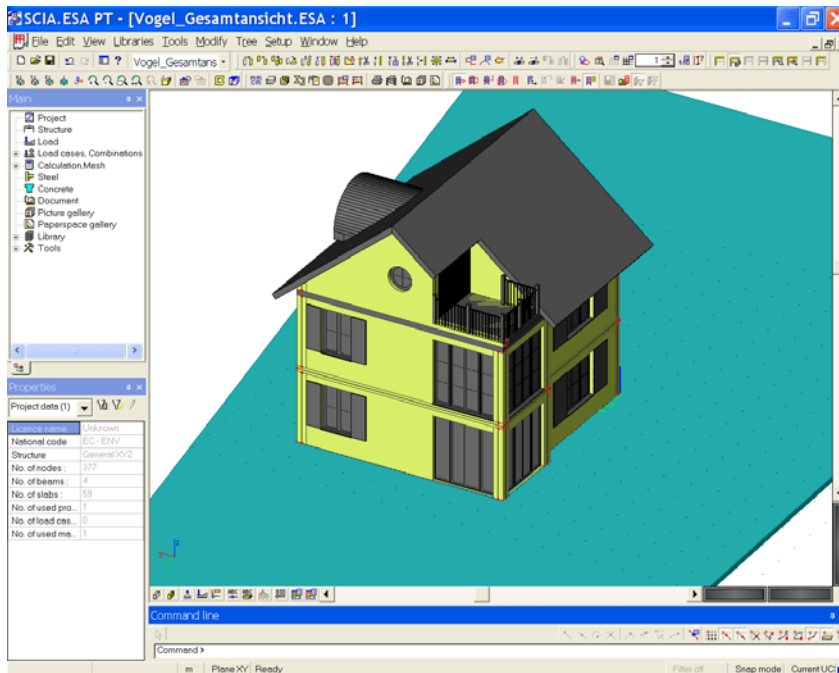
Algemeen

B.I.M. (Building Information Model) krijgt meer en meer aandacht: vele bedrijven hebben reeds hun eerste ervaring met deze manier van ontwerpen opgedaan. Er is een verschuiving gaande van het 2D tekenen naar het gebruik van intelligente 3D bouwobjecten. Met bouwobjecten wordt een virtueel model gemaakt van een constructie. Het gecreëerde model kan door de verschillende disciplines in de bouw aangewend worden en iedere discipline kan data toevoegen aan het model. Hierbij wordt telkens gebruik gemaakt van een en hetzelfde model. Zo kan de architect het initiele model opstellen en kunnen de experts op het gebied van installatietechniek het model overnemen en de ventilatie, de verwarming enz. aan het model toevoegen. Conflicten kunnen direct gesignaleerd en opgelost worden. Ook kan aan de objecten prijsinformatie gehangen worden, evenzeer worden aan de objecten bewerkingskosten vastgehangen. Hierdoor kan men dan vanuit het virtuele model complete bestekken genereren.

Ook de constructeur kan het model overnemen en een sterkteberekening uitvoeren. Echter de constructeur kijkt met een andere bril naar het model. De constructeur werkt met een zogenaamd analysemodel en dat is een afgeleide van het fysieke model (het architectuur of het structuur model), in weze een ander "view" op het model. Dit heeft uiteraard consequenties: de constructeur kan niet zomaar het architectuur model gebruiken maar er zullen extra bewerkingen op losgelaten moeten worden. Ook zal de constructeur het model verder moeten aanvullen met randvoorwaarden, belastingen etc. Belangrijk is dat bij wijzigingen in het architectuurmodel het analysemodel niet weer van nul af aan opgebouwd moet worden. Round-trip engineering is inwezen de techniek die hiervoor zorgt. In het vervolg van deze white paper zullen wij dieper ingaan op wat Round-trip Engineering voor de constructeur betekent en hoe SCIA hier op inspeelt.

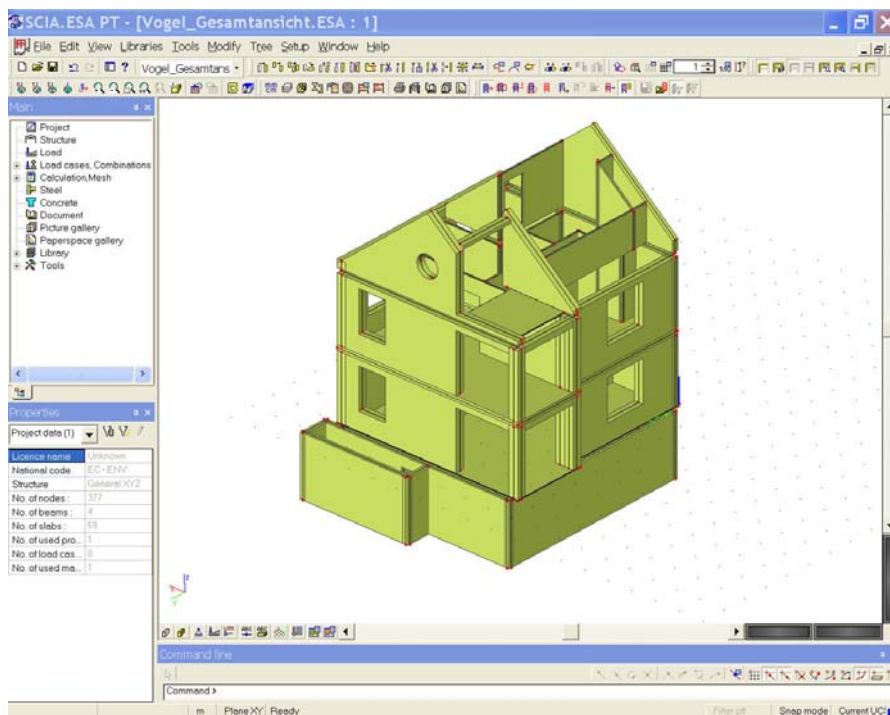
Van Architectuurmodel via Structuurmodel naar Analysemodel

Onder **TRUE-ANALYSIS** verstaan wij de techniek die het mogelijk maakt om een architectuurmodel in zijn geheel binnen te halen in de sterkteberekeningssoftware SCIA • ESA PT (Engineering Structural Applications Professional Technology). Het model wordt gefilterd en objecten die niet bijdragen aan de draagstructuur van het gebouw worden als zodanig herkend en gemarkeerd. Wel blijven ze visueel zichtbaar om de constructeur het totaalbeeld te geven. Bovendien is deze informatie vaak nuttig voor het definiëren van de belastingen en randvoorwaarden.



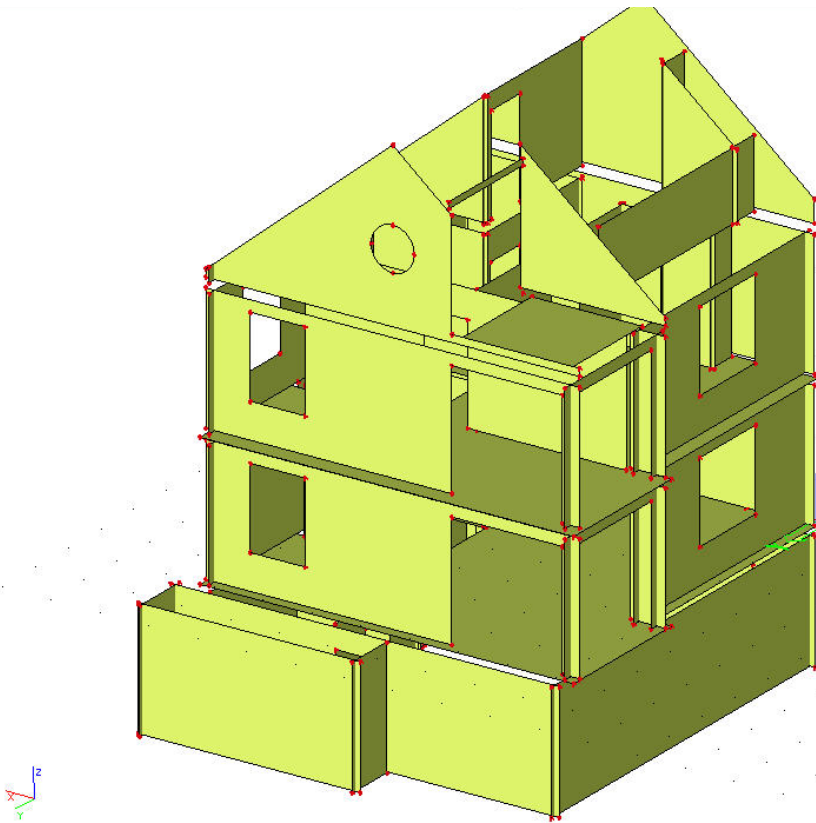
Voorbeeld van de import van een volledig architectuurmodel, gemaakt in het 3D CAD pakket Allplan, in SCIA•ESA PT.

Het architectuurmodel wordt gefilterd om het structuurmodel te verkrijgen.



Het gefilterde architectuurmodel, alleen de draagstructuur blijft over.

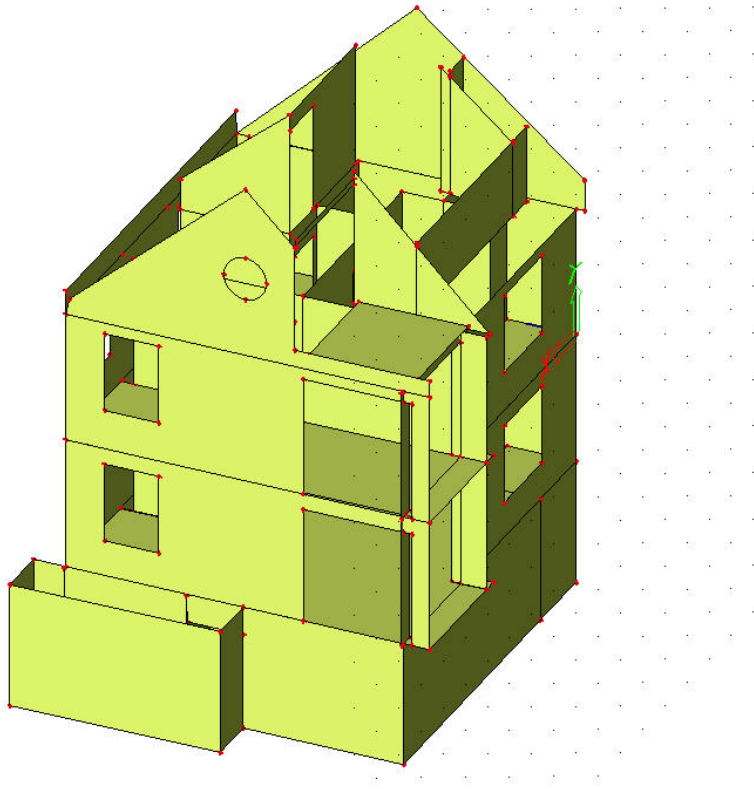
Het structuurmodel is in weze het vertrekpunt voor de constructeur. Het structuurmodel moet in staat zijn de belastingen af te dragen naar de fundamenteën. Echter een structuurmodel is niet gelijk aan het analysemodel. De stap van structuurmodel naar analysemodel is zeer gecompliceerd: vele beslissingen dienen genomen te worden aangaande verbindingen & aansluitingen tussen de verschillende objecten. Voor een analysemodel wordt uitgegaan van de aslijnen (bij staafvormige elementen zoals balken en kolommen) en van middenvlakken (bij 2D elementen zoals wanden en vloeren). Kijkende in detail naar een structuurmodel dan zien we dat de elementen onderling niet verbonden zijn.



Het afgeleide analysemodel zonder aanpassingen, zuiver de hardlijnen en middenvlakken.

Normaliter is het ondoenlijk om van hieruit alles aan te passen om een goed analysemodel te maken. Hier strandt dan vaak ook de integratie tussen CAD en rekenen. Men begint meestal terug van nul en bouwt liever het analysemodel geheel opnieuw. Uiteraard verliest men dan de automatische link met het architectuurmodel en spreekt men in weze van een separaat model geheel onafhankelijk van het B.I.M.. Van round-trip kan dan geen sprake meer zijn. Wijzigingen in het origineel architectuurmodel zullen niet doorkomen in het analysemodel, men begint als het ware weer van voren af aan.

Om dit te voorkomen heet SCIA het zogenaamde **STRUCTURE-2-ANALYSIS** algoritme ontwikkeld. Dit is een grotendeels geheel automatische manier om het structuurmodel om te zetten naar een analysemodel. De constructeur kan dit proces geheel sturen en dus het analysemodel verkrijgen zoals hij, met zijn kennis van zaken, het graag ziet.

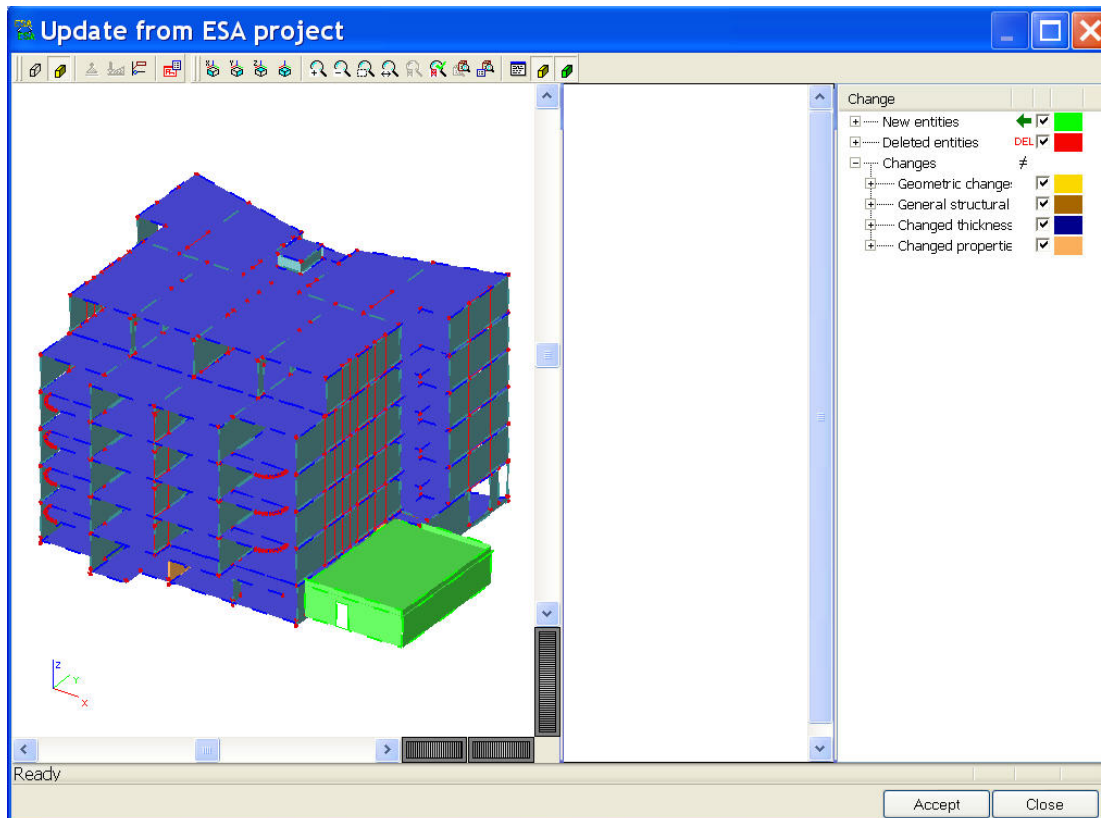


Het analysemodel na toepassing van STRUCTURE-2-ANALYSIS

Dit model kan nu verder gebruikt worden om randvoorwaarden en belastingen, belastingscombinaties etc. in te voeren. Vervolgens kan dit model doorgerekend worden met SCIA • ESA PT en kan, in geval van beton, de benodigde wapening volgens verschillende normen berekend worden.

Wijzigingen in de het oorspronkelijke model

Nadat de constructeur zijn model samengesteld heeft en b.v. de benodigde wapening berekend heeft, kan er een wijziging in het oorspronkelijke model optreden: de architect heeft een wand verwijderd of een opening is verschoven. Het is van belang dat de constructie opnieuw doorgerekend wordt. Uiteraard wil de constructeur niet weer van voren af aan beginnen. Hier biedt de zogenaamde **MODEL-UPDATER** uitkomst. Het nieuwe model wordt vergeleken met het oorspronkelijke model. De verschillen worden zichtbaar gemaakt en de constructeur kan besluiten wat hij wel en niet wil overnemen naar zijn analysemodel. De verschillen kunnen zijn: een element is verwijderd, een element is toegevoegd, een element is aangepast of een element is verschoven. Met behulp van verschillende kleuren worden deze verschillen zichtbaar gemaakt. Dit is een zeer belangrijke functionaliteit en bespaart de constructeur veel tijd en geld. Door een simpele klik is het model aangepast en kan de constructeur een herberekening lanceren. De lasten, de randvoorwaarden, de combinaties en dergelijke zijn bewaard gebleven en hoeven niet opnieuw ingevoerd te worden.



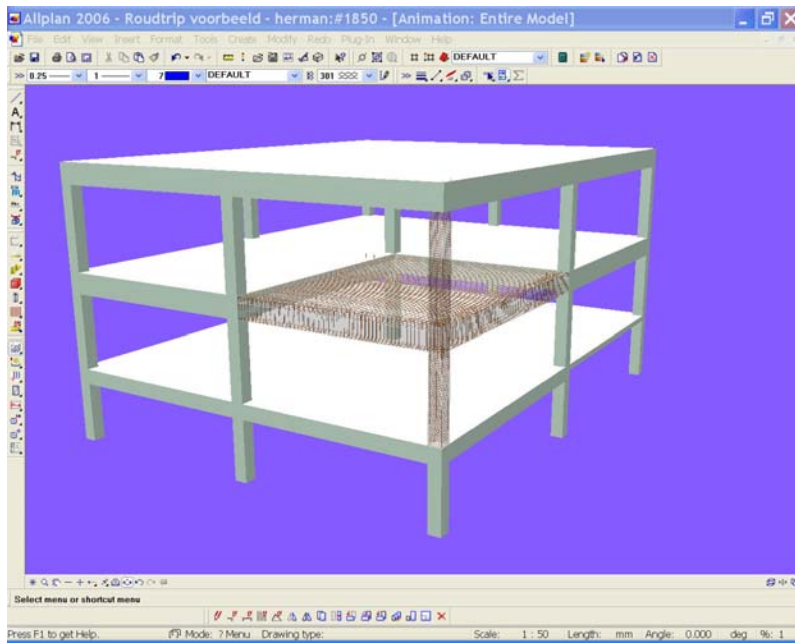
Voorbeeld van de **MODEL-UPDATER**

REBAR-INTEGRATOR

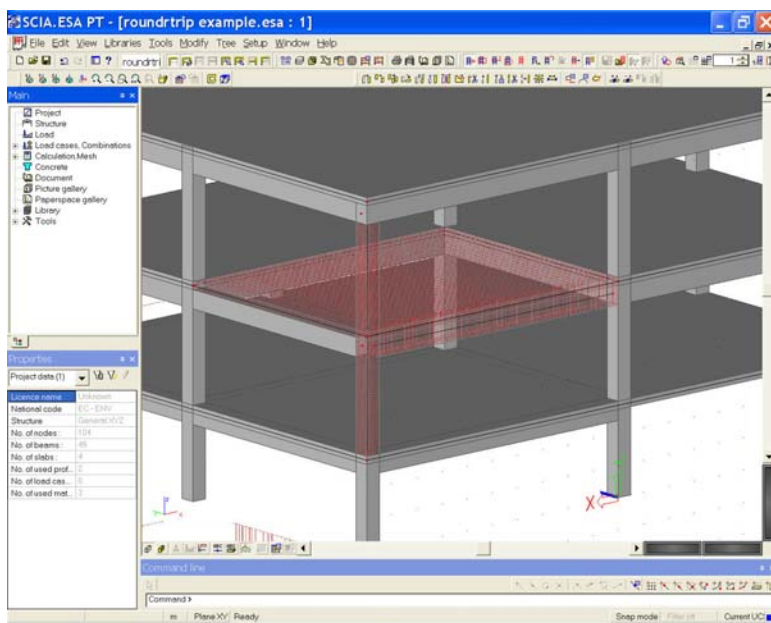
Doordat Allplan voorziet in het modelleren van 3D wapeningen kan via de round-trip tussen Allplan en SCIA • ESA PT ook de wapening uitgewisseld worden. Hier zijn verschillende mogelijkheden. In Allplan kan de tekenaar wapening toevoegen aan het model waarna men vervolgens in SCIA • ESA PT controleert of de wapening voldoet aan de geldende voorschriften dan wel om b.v. een fysisch niet-lineaire doorbuigings-berekening te doen. Het gehele model inclusief wapening wordt dan in SCIA • ESA PT binnengelezen en via de hiervoor beschreven features omgezet in een analysemodel. Via de REBAR-INTEGRATOR kan de wapening toegekend worden aan de specifieke analyse- objecten, ook kan men aangeven welke staven daadwerkelijk in de berekening meegenomen moeten worden.

Indien de wapening niet voldoet kan in SCIA • ESA PT de wapening geoptimaliseerd worden zodat aan de geldende voorschriften voldaan wordt met een minimum hoeveelheid wapeningsstaal.

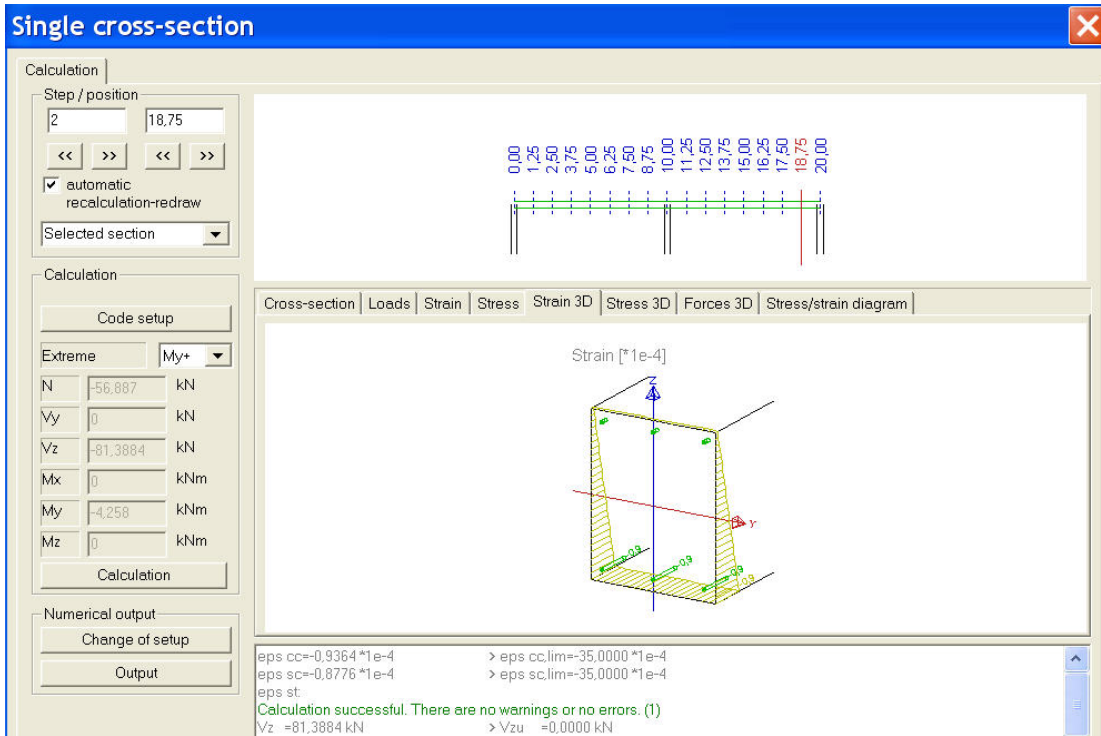
Een ander weg is dat de constructeur met behulp van SCIA • ESA PT het model doorrekent en de wapening laat optimaliseren. Het gehele model inclusief de wapening wordt daarna doorgegeven aan Allplan. Hier kan men dan de detaillering verder uitwerken en de wapeningstekeningen samenstellen. Ook buigstaten en bestanden voor directe aansturing van buigmachines kunnen automatisch via Allplan gegenereerd worden.



Ruwbouw met 3D wapeningen in Allplan



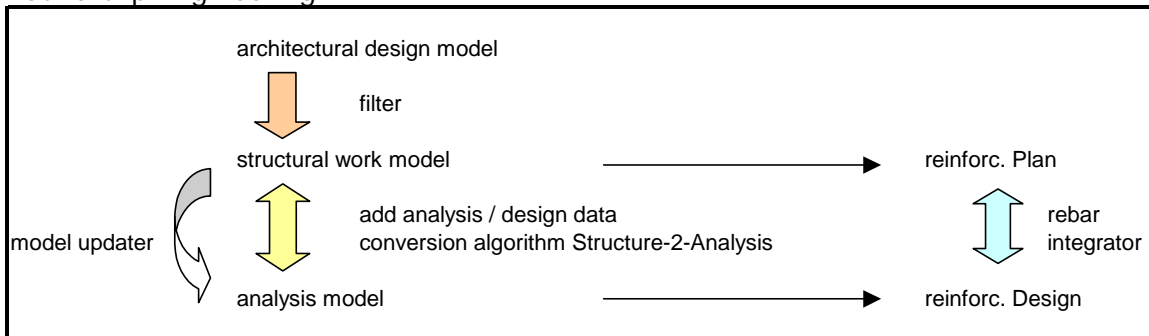
Ditselfde gebouw getransfereerd naar SCIA • ESA PT met de REBAR-INTEGRATOR



Voorbeeld van een controleberekening in een bepaalde snede van een gewapende balk.

In onderstaand schema is de bovenstaande werkmethode weergegeven:

Round-trip Engineering

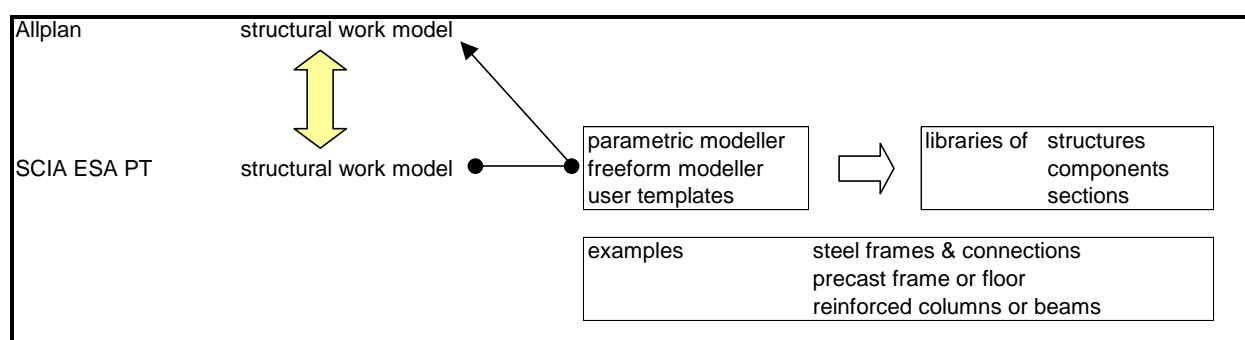


Schematische weergave van het principe van Round-Trip Engineering

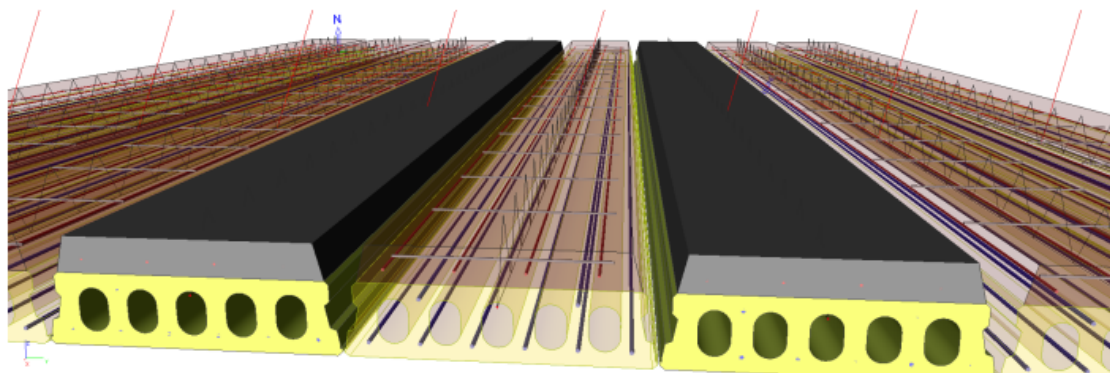
PARAMETRIC- EXCHANGE

Naast de uitwisseling van modellen via de hierboven omschreven round-trip engineering kan men voor veel voorkomende gelijkaardig structuren besluiten om een en ander te parametriseren. In SCIA • ESA PT is een 'parametric modeller': met deze technologie worden structuuronderdelen geparametriseerd. Dit geldt voor alle grootheden: geometrie, doorsneden, lasten en alle eigenschappen van de objecten. Hiermee kan men eenmalig een model maken en deze vele malen hergebruiken door eenvoudig een aantal parameters aan te passen, afhankelijk van de actuele situatie. Het geparametriseerde model kan zowel in Allplan als in SCIA • ESA PT gebruikt worden. Deze zogenaamde **PARAMETRIC- EXCHANGE** functie kan voor enkele elementen of voor gehele structuren aangewend worden. Men kan hiermee ook een set geparametriseerde bouwelementen maken (incl. wapening) en opslaan in een bibliotheek. In SCIA • ESA PT worden deze elementen opgeroepen en doorgerekend incl. optimalisatie van de wapeningen en vervolgens via de round-trip in Allplan verder bewerkt. Echter deze geparametriseerde elementen kunnen ook direct in Allplan opgeroepen worden en gebruikt om snel een constructie, bijvoorbeeld een precast gebouw, op te zetten.

Schematische weergave van Parametric-Exchange.



Een voorbeeld van parametrisatie is hierna uitgewerkt voor holle vloeren: de vloerelementen zijn



geparametriseerd en worden hier in een structuurmodel samengebruikt ter berekening van de bijkomende langswapeningen in de stortlaag.

Conclusie

Round-trip engineering is een geavanceerde toepassing van B.I.M., waaruit tal van voordelen voortkomen: de courante praktijk om steeds handmatig wijzigingen aan te brengen aan diverse modellen (architectuur-, ruwbouw-, analyse-model) is achterhaald. Met round-trip engineering bekomt men grote tijdswinst en reduceert men de kans op fouten. Dit is reeds duidelijk vast te stellen bij het uitwisselen van de geometrie, doch is nog effectiever bij de uitwisseling van 3D wapeningsgegevens. Wijzigingen doorgevoerd in de ene applicatie worden automatisch meegenomen naar de andere applicatie. Zo sluiten architectuur, engineering en uitvoering naadloos op elkaar aan. De doorbraak in efficiëntie en kwaliteit ligt in B.I.M.; met het inzetten van gepaste tools realiseert de bouwwereld een technologiesprong.