

White Paper

Parametrisch modelleren,
een basiseigenschap van BIM
geïmplementeerd in Scia 3D Modeller

Inleiding

Deze white paper is een volgende stap in de toelichting over Building Information Modelling (BIM) en leidt het begrip 'parametrisch modelleren' in. Dit document verduidelijkt de voordelen en de technologie van parametrisch modelleren in het Scia Engineer platform en in Nemetschek - Allplan. BIM maakt, communiceert en herzielt hoofdzakelijk informatie van een bouwproject, van ontwerp tot constructie (en onderhoud). **Round-trip Engineering** is de naadloze integratie tussen architectuur-, constructie-, analyse- en detailmodellen en de intelligente link hiertussen (zie white papers van Dr.Ir. J.P. Rammant, Ir. H. Oogink). Het ontwerpen gebeurt in het Scia Engineer platform; Nemetschek Allplan neemt de constructietekeningen en documentatie voor zijn rekening. Samen vormen deze geïntegreerde oplossingen de meest geavanceerde modelleersoftware voor bouwkundige informatie die vandaag de dag op de markt te vinden is.

Ingenieurs die vandaag de dag in de constructiesector werken, worden geconfronteerd met problemen zoals verhoogde kostenefficiëntie en kortere ontwerp cycli. Men kan gemakkelijk drie grote trends onderscheiden: de beschikbare tijd voor een ingenieur om een constructie te ontwerpen vermindert, de complexiteit/grootte van projecten neemt toe en de moeilijkheidsgraad van de berekening is hoog. Met andere woorden; de ingenieurs van vandaag moeten op kortere tijd moeilijkere constructies met meer gedetailleerde en geavanceerde berekeningen ontwerpen, berekenen en controleren.

Zonder vernieuwingen in de informatietechnologie zou dergelijke opdracht niet haalbaar zijn. Het gebruik van de BIM technologie bij gesynchroniseerde architectuur-, constructie- en analysemodellen en het gebruik van **Round-Trip Engineering** zoals aangeboden door Nemetschek Scia, helpen de ontwerper reeds met basisstappen om grote efficiëntiewinsten te verkrijgen. Met **parametrisch modelleren** krijgt de gebruiker nog een tool bij om de efficiëntie, productiviteit, kwaliteit en rendabiliteit te verhogen.

Wat is parametrisch modelleren?

Parametrisch modelleren is het ontwerpconcept waarbij de absolute waarden van een model of een deel ervan, zoals de hoogte van de constructies, de belasting op het bovenste oppervlak, de dikte van een lijf, de staalkwaliteit of de giettijd, worden vervangen door relatieve parameters, zie figuur 1 en 2. Deze parameters kunnen in alle soorten modellen gedefinieerd worden: analyse, detail of structuur. Nadat de parameters gedefinieerd zijn, kunnen ze makkelijk door de ingenieur aan nieuwe waarden/instellingen aangepast worden, zie figuur 3. Bijgevolg bekomt de ingenieur een relatief kleine of zelfs een grote verandering in de constructie. De eerste ontwerp vorm werd echter niet fundamenteel veranderd.

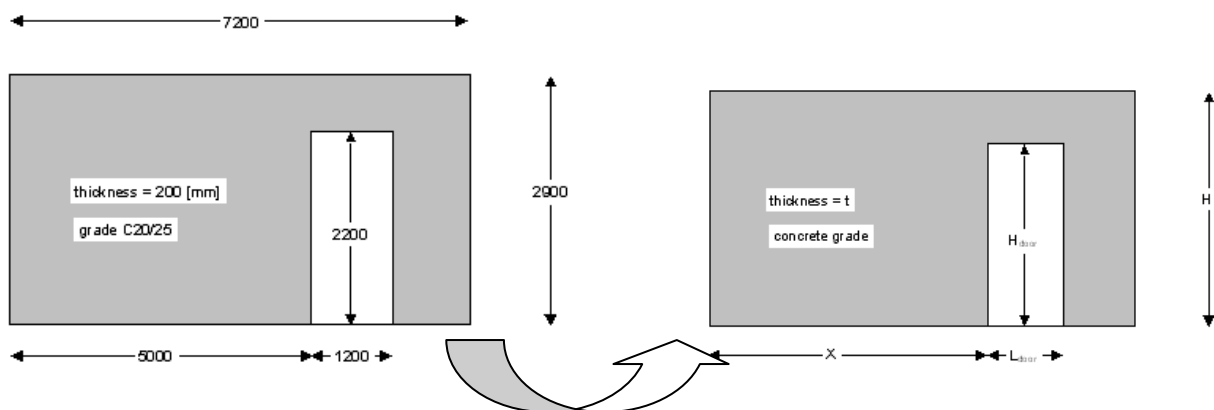


Fig. 1 Algemene tekening

Fig. 2 Keuze van de parameters

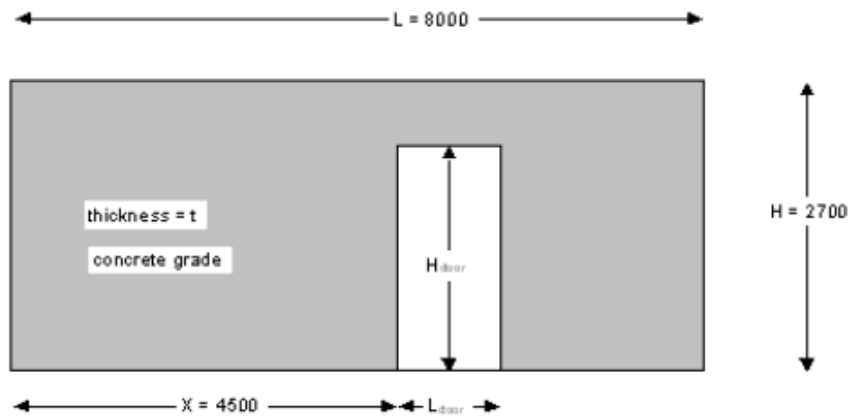


Fig. 3 *Geregenereerd model met gewijzigde waarden voor de parameters*

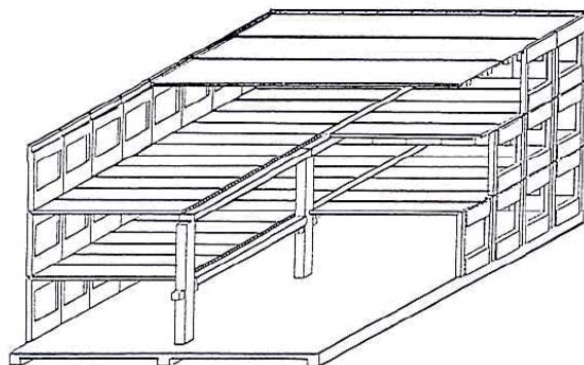
In het Scia Engineer platform kunnen bijna alle invoergegevens voor de constructie- en analysemodellen geparametriseerd worden. Wat meer is, de gebruiker kan uitgebreide gedetailleerde onderdelen (zoals wapeningskooien of draadmodellen) als een enkelvoudige entiteit parametriseren. We onderscheiden algemene ontwerpparameters (zoals belasting) en structurele objectparameters. De gebruiker is volledig vrij in de keuze van de parameters, er is geen programmeerwerk nodig omdat de gebruiker de parameters interactief aanduidt waarna het Nemetschek Scia platform een tabel genereert om de waarden van de parameters te beschrijven en in te voeren. De gebruiker heeft de mogelijkheid om een schematische tekening aan deze tabel toe te voegen.

Het gebruik van deze parameters in het ontwerpmodel (voor geometrie, materialen, belasting, ...) leidt dan tot:

een snel ontwerp (nieuwe ontwerpmodellen worden gemakkelijk opnieuw gebouwd uit gelijkaardige vormen; parametrische onderdelen kunnen opnieuw gebruikt worden in andere objecten of projecten) toegang tot meer complexiteit (parameters worden berekend uit formules of afgeleid van andere parameters, bv. het genereren van de geometrie van torens) gevoeligheidsstudies (door het effect van veranderende parameters te bestuderen).

Gebaseerd op een doorlopende herhaling, kan de gebruiker een snel ontwerp maken door de aanpassing van voorgedefinieerde invoergegevens, bv. stalen portalen of holle platen. Maar zelfs complexere constructies worden ontworpen door het gebruik van geparametriseerde gebruiker-templates of zogenaamde blokken. Door parametrische blokken zoals Lego stukjes te gebruiken bouwt de ingenieur zeer snel nieuwe constructies, bv. torenmasten of portaalconstructies. Een gelijkaardige aanpak wordt gebruikt in de prefabricatie van een betonnen gebouw: een simpele geprefabriceerde muur met openingen wordt in verschillende configuraties gebruikt. Zo krijgt de ingenieur op vrij eenvoudige wijze een volledig betonnen gebouw, zie figuur 4.

Fig. 4 *Typisch voorbeeld van een geprefabriceerd betonnen gebouw (van dictaat 'Gebouwen in geprefabriceerd beton' door Prof.dr.ir. J.C. Walraven & Ing. J.P. Straman, TU Delft)*



Door wiskundige formules toe te passen kan de gebruiker ook relatief complexe constructies op een gemakkelijke manier bekomen. De hoofdgebruiker, voornamelijk de hoofdingenieur, definieert de formules één keer en alleen de uitvoerende ingenieur of ontwerper is belast met het ingeven van de juiste invoergegevens voor de formules. De hoofdingenieur gebruikt parametrische templates voor de verschillende onderdelen van de constructie; de gewone gebruikers kunnen de complexe constructie, gebaseerd is op het geparametriseerde blok, tot een geheel samenvoegen, zie figuur 5 en 6.

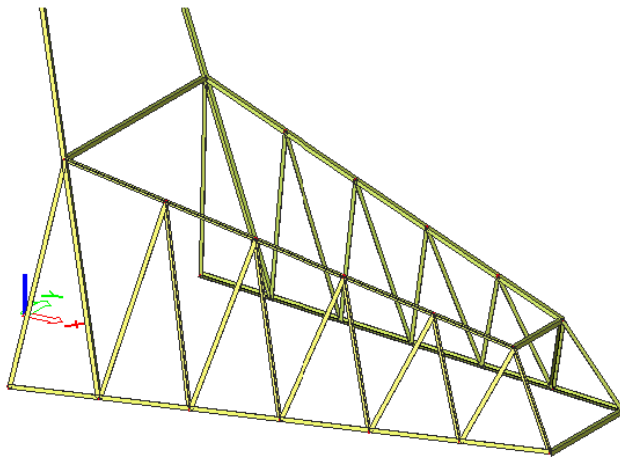


Fig. 5 Voorbeeld van een geparametriseerde arm van een vakwerktoren: de verschillende haken en hoeken zijn geparametriseerd, de complexe geometrie is berekend uit 'verborgen' formules.

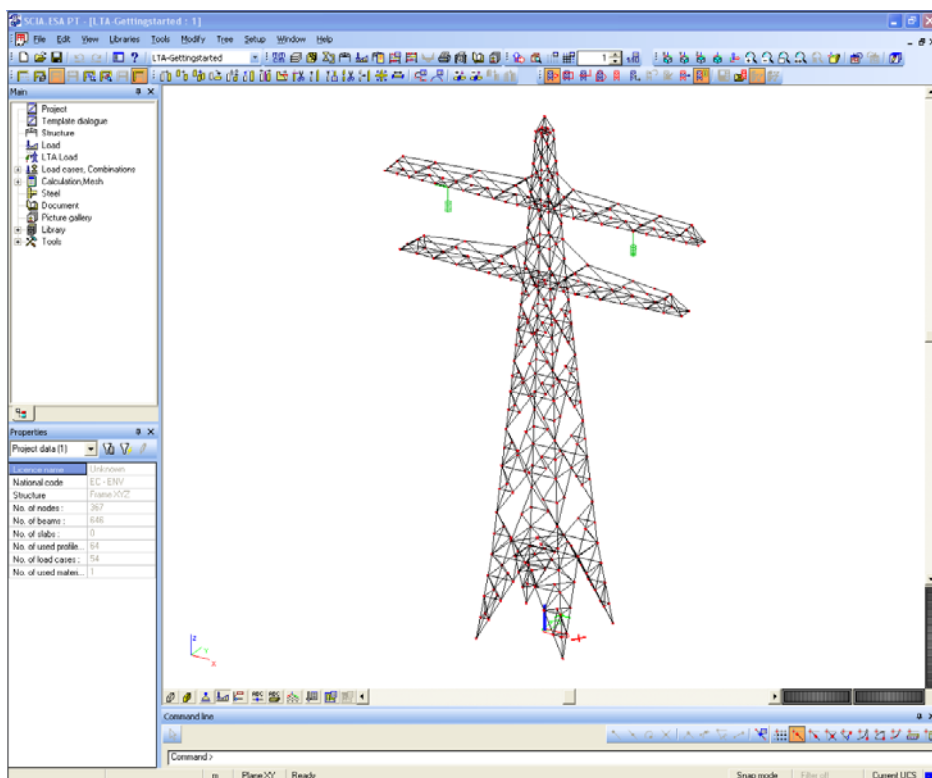


Fig. 6 Een gemonteerde complexe vakwerkmast (uitgevoerd door de gewone gebruiker). Het voorbeeld is samengesteld uit meer dan 10 verschillende parametrische blokken.

De gebruiker kan de parameters ook zo beïnvloeden dat een gevoeligheidsstudie kan uitgevoerd worden. Hij definieert de reeks parameters en introduceert de incrementele stap voor de parameters. Met de rekenkracht van de huidige pc's kan de gebruiker alle ontwerpproblemen voor elke waarde van elke parameter bekijken –hij krijgt dus volledig inzicht in het gedrag van de constructie. Bovendien wordt er een speciale probleemoplosser 'AutoDesign' gebruikt om de constructie voor multiparameteroptimalisering te bewerken.

Voor dagelijks gebruik maakt de optie parametrisch modelleren in Scia Engineer en Allplan Nemetschek het mogelijk gebruikersbibliotheken van vaak gebruikte constructiecomponenten te maken: balken, muren, dwarsbalken, liggers, beugels, fundamente, prefab betonnen bibliotheken, betonnen wapeningsstaal schema's, raatliggers, stalen verbindingen, metalen deksysteem, enz. Dit zorgt voor maximale flexibiliteit voor ontwerpen en detailleren.

De gegevensstructuur die aan de grondslag van het parametrisch model ligt is zo opgevat dat wijzigingen over het volledige model verspreid worden; de 'change engine' verzekert dat de samenhangende elementen de wijzigingen van de gekozen parameters weergeven.

Enkele voorbeelden van parametrisch ontwerpen

In het volgende voorbeeld wordt parametrisch modelleren uitgebreid uitgelegd. Stel dat de ingenieur een nagespannen brug met één overspanning ontwerpt. De kostenefficiëntie vereist een minimaal (optimaal) benodigde hoeveelheid betonmassa en een minimale diepte van de brug. Nochtans is het aantal parameters dat de twee hoofdcriteria van het ontwerp beïnvloedt vrij groot: betonkwaliteit, hoogte van de doorsnede, aantal buizen in de doorsnede (om het gewicht te verminderen), diameter van de buizen in de doorsnede, grootte van de doorsnede bij de draagbalken, betondekking enz. In figuur 7 kunt u de eerste doorsnede in het ontwerp bekijken.

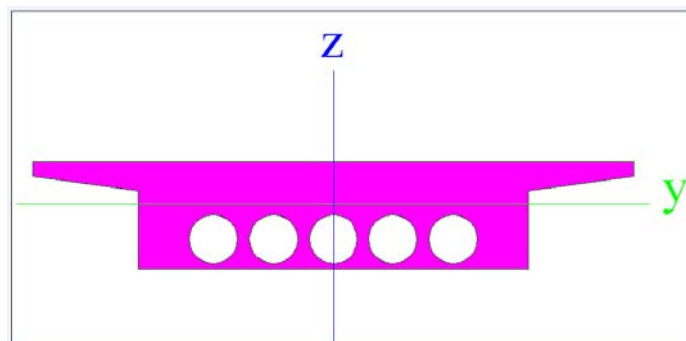


Fig. 7 Doorsnede voor een nagespannen brug met één overspanning van Scia Engineer.

We veronderstellen dat de belasting van de brug onafhankelijk is van de vorm van de doorsnede en we nemen aan dat de ingenieur zich voor wat betreft het vereiste aantal voorspanelementen en mogelijk zachte staalwapening baseert op zowel toegestane spanningen in het beton als op de capaciteit van het buigmoment. Dan zal het ontwerp van de wapening de invoerparameters, ingesteld door de gebruiker, gemakkelijk volgen.

De gebruiker verandert de locatie van de gewichtsverminderende haltes en de diameter ervan. Onmiddellijk starten complexe berekeningen op de achtergrond en gedetailleerde controles worden uitgevoerd. De nieuwe gegevens zijn direct beschikbaar voor de gebruiker. Automatische fotogeneratie laat ruimte voor een snelle **SnapChecking** van de constructie; bijgevolg wordt een snelle validatie van de resultaten verkregen. De gebruiker gaat door totdat hij genoeg inzicht in het gedrag van de constructie heeft verkregen en een optimaal ontwerp met de ontwerpcriteria heeft bereikt.

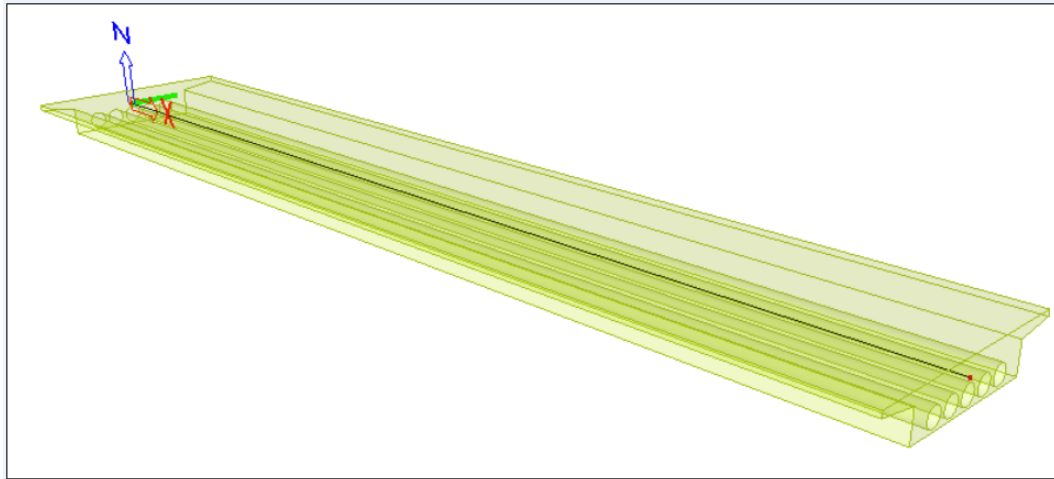


Fig. 8 Optimaal economisch ontwerp gebaseerd op aangepaste parameters – deel 1

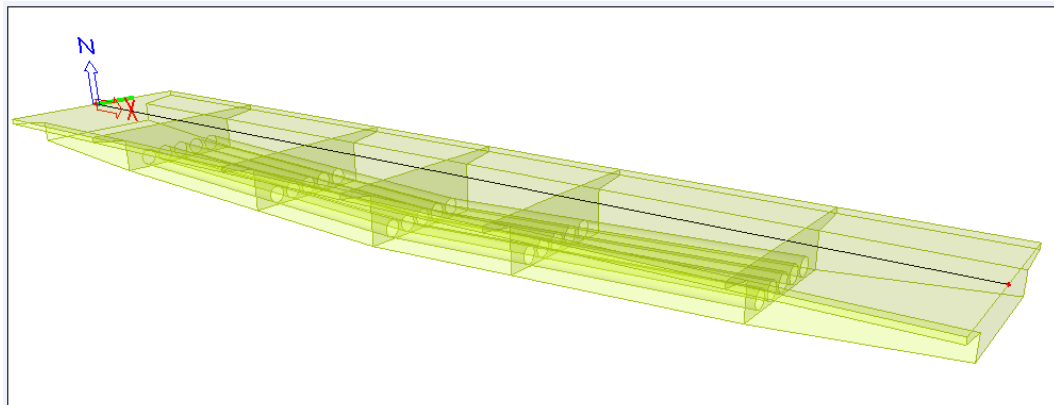


Fig. 8 Optimaal economisch ontwerp gebaseerd op aangepaste parameters – deel 2

Ook bij het detailleren van modellen, zoals in Nemetschek Allplan, worden parametrische blokken of templates gebruikt. Parametrische wapeningskooien worden gebruikt om de wapeningslayout van bv. complexe betonnen kolommen samen te stellen. Hiervoor wordt een parametrische betonnen vorm uit de vormenbibliotheek genomen. De gebruiker definieert de parameters. Hierna voegt hij speciale wapeningsvormen aan het einde, het begin en de zichtbare onderkant van de kolommen toe, zie figuur 9. De blokken worden intelligent gedefinieerd. Indien de parameter de volledige vorm van de detaillering verandert, wordt de kooi aangepast. Bovendien kan de gebruiker de parametrische wapeningsblokken na plaatsing in de constructie nog steeds opnieuw ontwerpen, zie figuur 10.



Fig. 9 Parametrische wapeningsblokken in Allplan

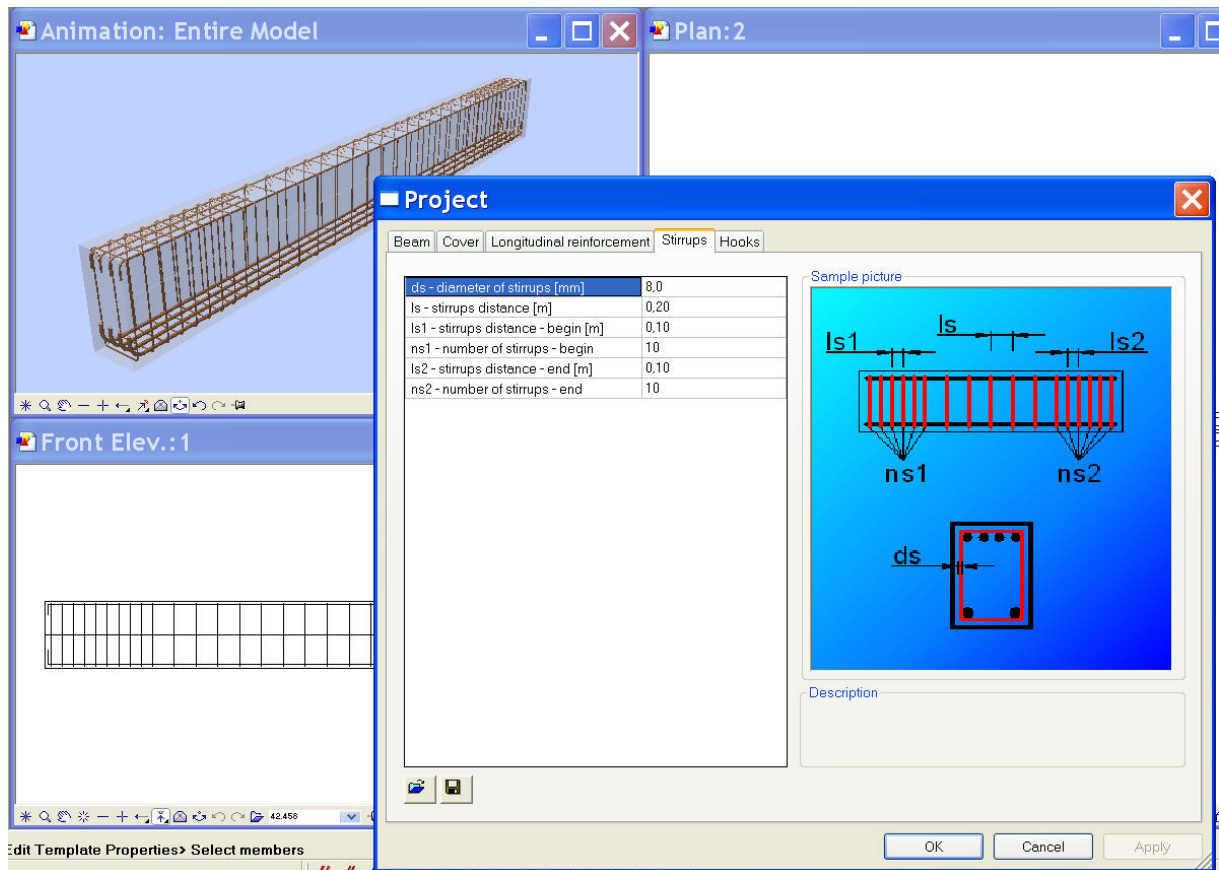


Fig. 10 Wijziging van wapeningskooien in Allplan.

Scia 3D Modeller houdt de wijzigingen aan het model bij van zodra ontwerp en detaillering gesynchroniseerd worden. De wijzigingen zijn onmiddellijk zichtbaar in het model.

Voortdurende ontwikkelingen

De Parametric Modeller wordt uitgebreid om het creëren van 'op maat' verbindingen voor staal, beton, gemengde structuren en andere materialen (hout en aluminium) op een meer directe manier mogelijk te maken. De ontwikkelaars zullen de intelligentie van de verbindingen versterken door gedragsvoorschriften en regels aan de verschillende geparametriseerde verbindingdelen (bv. verstijving, bout) toe te voegen en door bewerkingen (algemeen Boolean, voor de praktijk snijden, boren ...) te integreren, zie figuur 11.

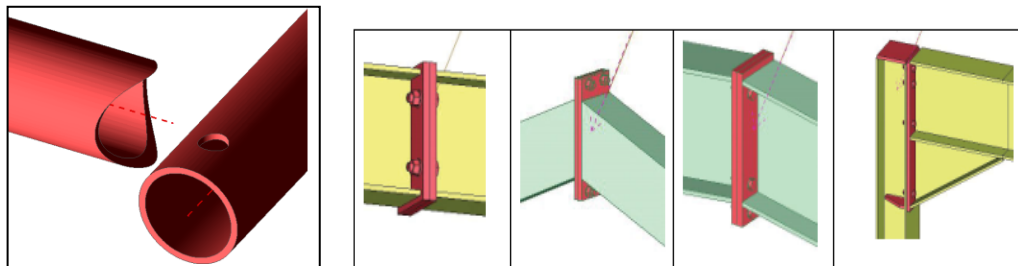


Fig. 11 Open verbindingen bij het modelleren en ontwerpen van constructies

De aanwezigheid van de Parametric Modeller in de algemene Allplan CAD omgeving opent een wereld vol nieuwe toepassingen in BIM: gebruikersgedefinieerde aanpassing van automatische bouwkundige documentatie en tekeningen. De uitbreiding van Scia 3D Modeller met volumes en vrije vorm oppervlakken bieden volledige vrijheid bij het ontwerpen van complexere constructies.

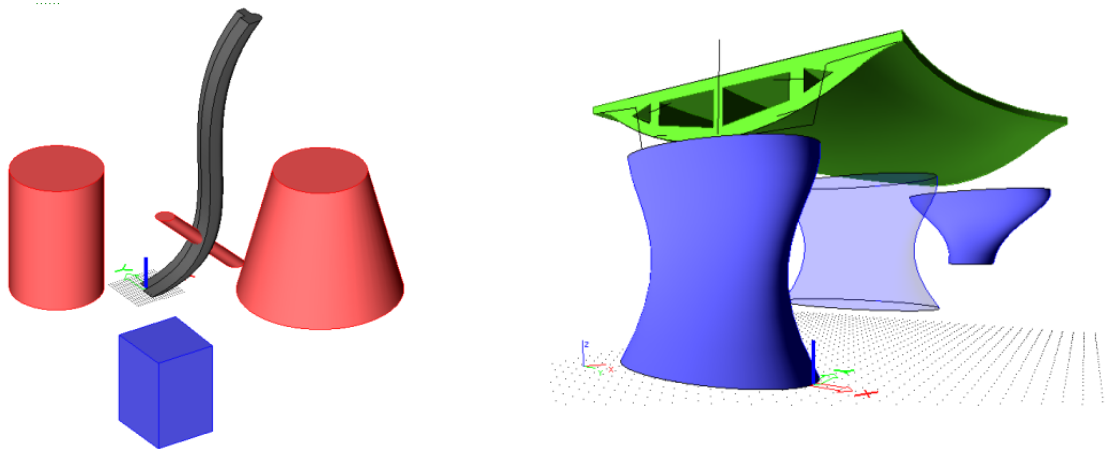


Fig. 12 3D volumetrisch modelleren en 'vrije vorm' oppervlakken

Besluit

Parametrisch modelleren is een belangrijke tool voor het verhogen van de kostenefficiëntie en de verkorting van de ontwerpcyclus. Ingenieurs die werken met gebouwen en bruggen kunnen bestaande modellen gemakkelijk opnieuw gebruiken en ze snel opnieuw ontwerpen. Ingenieurs die Parametric Modelling gebruiken, draaien hun niet om voor zeer complexe modellen met nog complexere berekeningen. Parametrische blokken worden gebruikt om complexe modellen op te bouwen. De toepassing van deze BIM-technologie heeft volgende voordelen: een hogere efficiëntie bij het ontwerpen en detailleren, een verbeterde kwaliteit door minder ontwerpfouten en een grotere flexibiliteit omdat gebruikers de ontwerpaspecten 'beheersen'.

Van alle softwareprogramma's is dit Nemetschek Scia product de enige volledige modelleersoftware voor bouwkundige informatie, dit omwille van de geïmplementeerde vernieuwingen met betrekking tot tweevoudig constructie- en berekeningsdesign, parametrisch modelleren en 'open access' voor klanten.