

# Optimalisaties binnen het 3D-construeren

## Bijlage 9.1 Software onderzoek

Advies- en Ingenieursbureau voor bouwconstructies

van de laar



Studenten:	Samantha Zeilstra	Danny van den Elzen
Studentennr:	2067742	2039433
Opleiding:	Bouwkunde (voltijd)	Civiele Techniek (voltijd)

Datum:	15-06-2017
Versie:	2.0

Bedrijfsbegeleider:	ir. R.W.H. (Robert) Peters (Constructief ontwerper / Projectleider)
Afstudeerbegeleider:	ir. J. Vreede (Afstudeercoördinator / Docent)
Afstudeerbegeleider:	ir. A.W.A.M.J. van den Bogaard (Docent)
Afstudeerbegeleider:	ir. E. Hulsenbosch (Docent)

Onderwijsinstelling:	Avans Hogeschool (HBO)
Uitstroomprofiel:	Constructief Ontwerpen

## Inhoud

9.1.1	Marktonderzoek 3D-rekensoftware .....	3
9.1.2	mogelijkheden binnen 3D-rekensoftware .....	6
9.1.3	3D-rekensoftware in Nederland .....	8
9.1.4	Praktijkervaring construeren in rekensoftware, met vooraf gemodelleerd model uit tekensoftware .....	10
9.1.5	Cursussen voor het 3D-construeren en het omzetten van een 3D-tekenmodel naar 3D-rekensoftware.....	13

### 9.1.1 Marktonderzoek 3D-rekensoftware

*Binnen de professionele ingenieursbranche zijn er verschillende 3D-rekenpakketten welke dagelijks worden gebruikt. Complexe driedimensionaal uitgewerkte bouwconstructies, bestaande uit plaat-, schijf-, staaf- en andere ruimtelijke elementen, kunnen uitgebreid middels de software getoetst worden. Hieronder vindt u een opsomming van de diverse softwarepakketten waar veelvuldig gebruik van wordt gemaakt:*

#### 1. SCIA Engineer

Iedereen heeft er wel eens van gehoord. SCIA Engineer is wereldwijd een erg populair programma onder de professionele ingenieursbureaus. Middels het programma kunnen 2D en 3D modellen ontworpen en geanalyseerd worden. Dagelijks worden zowel in de bouwkundige- als in de civiele branche de meest uiteenlopende complexe constructies gedimensioneerd in beton, staal, hout en aluminium. De organisatie achter SCIA vindt het belangrijk om een vlekkeloze uitwisseling met BIM binnen de software mogelijk te maken. Uitwisseling met Tekla, Revit en Allplan zou geen enkel probleem moeten vormen.<sup>1</sup>



#### 2. Robot Structural Analysis Professional (RSAP)

De software RSAP, ook wel afgekort als Robot, is een professioneel programma ontworpen door Autodesk. Middels de software is het mogelijk om 3D-modellen constructief te analyseren en modellen te toetsen op omgevingsinvloeden middels simulaties. Autodesk is trotse eigenaar van het erg succesvolle tekenprogramma Revit. Men garandeert een 100% perfecte uitwisseling tussen Revit en Robot voor optimaal gebruikersgemak. Complexe structuren berekenen binnen een gemakkelijke omgeving is een configuratie waar Autodesk voor staat. Ingenieurs zouden met de softwarepakketten van Autodesk snel en efficiënt moeten kunnen werken.<sup>2</sup>



#### 3. RFEM NL

De rekensoftware RFEM wordt wereldwijd gebruikt en heeft een groot aantal gebruikers. Gebruikersgemak, lage investeringskosten en diverse mogelijkheden qua berekeningen, zijn de kenmerken waar RFEM sterk voor staat. Zowel in 2D als in 3D kan er gerekend worden aan constructies voor de civiele techniek, de utiliteitsbouw, de werktuigbouw, de staalbouw, de scheepsbouw, de industrie, etc. Gebruikers hebben voordelen bij de praktische werkwijze van sterkteberekeningen, de stabiele omgeving van het programma en het keurig in elkaar stekende berekeningsrapport.<sup>3</sup>



#### 4. Axis VM13 (Technosoft)

AxisVM 13 is een softwarepakket ontworpen door Technosoft. Deze rekensoftware zou naadloos moeten uitwisselen met de wereldwijd bekende tekensoftware Tekla. De rekensoftware AxisVM biedt uitkomst voor complexe, maar ook eenvoudige constructieve ontwerpen. Het programma zou gebruiksvriendelijk moeten zijn en geen beperking kennen in het aantal ingevoerde knopen, staven en/of elementen.



<sup>1</sup> Bron: (Scia, SCIA Engineer, 2017)

<sup>2</sup> Bron: (Autodesk, 2017)

<sup>3</sup> Bron: (RFemNL, 2017)

Statische-, dynamische-, lineaire-, geometrische- en niet-lineaire-berekeningen kunnen door AxisVM van 3D-elementen uitgevoerd worden.<sup>4</sup>

#### 5. IFC manager

IFC Manager is een programma ontworpen door Technosoft en bekijkt de constructieve beoordeling van 3D-modellen vanuit een andere invalshoek. Door middel van dit programma hebben zij het mogelijk gemaakt om een uitwisseling te creëren tussen 3D-tekenprogramma's en de bestaande 2D-rekenprogramma's van Technosoft zelf. Hun eigen 2D-rekenprogramma als Liggers, Raamwerken, Balkenroosters, Verbindingen, etc, zijn dusdanig populair en betrouwbaar bestempeld, dat deze koppeling er wel moest komen. Uitwisselingen zouden onder andere mogelijk moeten zijn met ontwerpprogramma's als Revit, Tekla en Allplan. Al deze uitwisselingen zullen geschieden op basis van IFC-bestanden (Industry Foundation Classification), welke door het ontwerpprogramma zelf aangemaakt kan worden. Binnen IFC manager kan vervolgens aansluitend het 3D-model digitaal bekeken worden en kunnen specifieke onderdelen en/of combinaties van onderdelen geëxporteerd worden naar de 2D-rekensoftware. Grote voordelen zouden onder andere de gekoppelde berekening, middels SQL-database, aan het totale 3D-model zijn. Wijzigingen van de doorsnedeafmetingen en/of materiaaleigenschappen door een constructeur, worden automatisch doorgevoerd naar de 2D-rekensoftware.<sup>5</sup>

#### 6. MatrixFrame 5.3

Matrix Software is software van Nederlandse bodem en gerealiseerd voor bouwtechnische automatisering. Binnen Matrix is men erg bezig met ontwikkelingen voor het optimaliseren van de software. De software is in het bijzonder ontworpen voor bouwtechnische ingenieurs, staalconstructiebedrijven en kozijnproducenten. Dankzij de open structuur van MatrixFrame is het mogelijk de software naar eigen wensen in te richten en door te ontwikkelen.<sup>6</sup>



#### 7. Staad-Pro

Staad-Pro is een 3D-rekensoftware programma, welke één op één aansluit op het tekenprogramma Tekla Structures. Binnen modellen van Tekla kunnen nauwkeurige, betrouwbare en gedetailleerde informatie aan elementen toegekend worden. Volgens hen heeft dit mede gezorgd voor het grote succes voor het deelnemen aan de BIM-werkwijze binnen de uitvoering. Tekla Structures in combinatie met Staad-Pro, is inmiddels ingezet voor het construeren van stadions, fabrieken, installaties, bruggen, offshore constructies, wolkenkrabbers, etc.



Staad-Pro is binnen Tekla Structures een interne aparte module. Na exporteren naar Staad-Pro kunnen berekeningen uitgevoerd worden en resultaten grafisch weergegeven worden. Door het toepassen van verschillende kleuren, kunnen capaciteiten van de Unity Check's snel fysiek inzichtelijk worden gemaakt.<sup>7</sup>

<sup>4</sup> Bron: (Technosoft AxisVM, 2017)

<sup>5</sup> Bron: (Technosoft IFC manager, 2017)

<sup>6</sup> Bron: (Heico Heuver, Ron Weener, 2017)

<sup>7</sup> Bron: (Tekla, 2017)

#### 8. FEM Design

FEM Design is ontworpen door StruSoft. Op basis van de eindige elementen methode (EEM) kunnen 3D-modellen geanalyseerd en berekend worden. Alle constructieve ontwerpen worden hierbij aan de richtlijnen en eisen van de Eurocode onderworpen. FEM Design biedt een



**FEM-Design**

unieke en gebruiksvriendelijke omgeving, wat het maken en bewerken van een model eenvoudig maakt. De mogelijkheden qua constructies met de materiaalsoorten beton, staal en hout zijn groot.<sup>8</sup>

#### 9. CBS Pro 20.0

CBS Pro is een makkelijke, maar krachtige softwaretool, waarmee meerdere verdiepingen van beton of andere materialen, gemoduleerd kunnen worden. Met zijn 'objectgeoriënteerde' benadering kan een ingenieur structureel en snel een model opbouwen door middel van componenten. Men is hierbij heel vrij in de keuze van de geometrie van de elementen. CBS Prof heeft een intelligente import verband met het programma ArchiCAD.<sup>9</sup>

#### 10. ETABS V9

Dit programma is gebouwd voor het ontwerpen en controleren van stalen en/of gewapende betonnen constructies. De specialisatie/kracht zit hem in het uitvoeren van een seismische analyse binnen de software. Door middel van deze geofysische methode (door seismische golven), kunnen constructieve ontwerpen beproefd worden op de werkelijkheid.<sup>10</sup>

**ETABS®**

---

<sup>8</sup> Bron: (StruSoft, 2017)

<sup>9</sup> Bron: (Graphisoft, 2017)

<sup>10</sup> Bron: (Graphisoft, 2017)

### 9.1.2 mogelijkheden binnen 3D-rekensoftware

*Wanneer naar de diversiteit van softwarepakketten wordt gekeken, is een bepaald patroon qua mogelijkheden te zien. Voor de onbekende gebruiker, volgt onderstaand een korte introductie betreffend de volgende aspecten:*

- Interface
- Invoer geometrie
- Invoer 3D model
- Invoer belasting
- Resultaten
- Toetsing
- Rapportage
- Onderhoud

#### Interface

*‘Het geheel van middelen dat de gebruiker in staat stelt met een computersysteem te communiceren’.*<sup>11</sup>

Met de interface wordt het algemene deel bedoeld. Het gaat om de overzichtelijkheid van het programma. Algemene aspecten die bij veel programma's grotendeels hetzelfde zijn, zijn de plaatsing van de menuboom, commandobalk en de knoppenbalk.

Met de menubalk wordt het programma bediend en deze is bovenin het programma te vinden. Onder de menubalk is de knoppenbalk te zien. Dit zijn de knoppen waarmee elementen aangemaakt, verandert of verplaatst kunnen worden. Met de knoppenbalk wordt gedurende de opbouw van het model de hele tijd gewerkt. Aan de hand van de menuboom kan er gespecificeerd worden. Met deze menuboom, ook wel projectbrowser genoemd, kan er meer gedetailleerd naar een element gekeken worden. Vaak kan deze menuboom verplaatst worden. De menuboom staat dikwijls verticaal aan de linker- of rechterkant van programma.

Natuurlijk is er ook het grafische venster. Dit is het applicatievenster waar de tekening van het te ontwerpen object wordt getoond.

#### Invoer geometrie

Met de invoer van de geometrie gaat het vooral om het eenvoudig kunnen plaatsen en aanpassen van elementen. De software dient een bibliotheek van materialen en profielen te hebben waarin de juiste gegevens in staan, zoals de sterkte. Tevens gaat het om het eenvoudig opbouwen van een 3D model. Het plaatsen van stramien is een handig hulpmiddel hiervoor, evenals het plaatsen van maatvoering zal ervoor zorgen dat het overzichtelijk blijft.

#### Invoer 3D-model

Op dit vlak zijn er nog volop ontwikkelingen bezig die het proces van het importeren / exporteren van een 3D model moeten vereenvoudigen. Aan de hand van een IFC bestand kunnen 3D modellen afkomstig van tekensoftware worden geïmporteerd in 3D-rekensoftware. IFC is een universeel bestandsformaat wat door diverse programma's in te lezen is. Sommige rekensoftwareleveranciers hebben hun eigen uitwisselingbestand ontwikkeld. Voorbeelden hiervan is *CADS* en *Revit applicatie*. *CADS* is voor een betere uitwisseling tussen het rekenprogramma *SCIA Engineer* en het tekenprogramma *Revit*. De applicatie van *Revit* zorgt voor een betere uitwisseling tussen *Revit* en *AxisVM* en *Robot* (van Autodesk). Deze applicatie bestaat pas sinds oktober 2016 en wordt door *Technosoft* (leverancier van *Axis VM*) aanbevolen te gebruiken in plaats van een IFC bestand. De reden hiervoor is dat deze applicatie juist gebruik maakt van de analytische lijnen binnen *Revit*, in

---

<sup>11</sup> (VanDale, 2017)

plaats van het bouwkundig model, waar IFC mee werkt. Wel werkt deze Revit extensie maar één kant op, van Revit naar AxisVM en niet terug<sup>12</sup>.

Ondanks dat het al wel mogelijk is, wordt hier nog niet veel mee gewerkt. Reden hiervoor is dat het model dat geïmporteerd wordt vaak niet alle gegevens bevat die benodigd zijn om het model te berekenen en controleren. Hierdoor is het model niet volledig en kost het te veel tijd om het model te controleren of aan te passen. Mede door bovenstaande redenen wordt het model nog vaak apart van elkaar opgebouwd (zowel in de tekensoftware als in de rekensoftware).

### Invoer belastingen

Een belangrijk aspect is het invoeren van de belasting. Het dient mogelijk te zijn verschillende soorten belasting in te voeren zoals punt-, vlak- en lijnlasten voor de verschillende belastinggevallen zoals blijvende, variabele en windbelasting. Eveneens is het belangrijk dat de richting en grote van de belasting onafhankelijk van elkaar aangepast kan worden. Tevens is het van belang dat verschillende belastingcombinaties kan worden gebruikt en idealiter kunnen worden aangepast. Daarnaast is het fijn als de verschillende belastingen duidelijk en overzichtelijk worden aangegeven en aangepast of uitgeschakeld kunnen worden, waardoor het eenvoudiger is te achterhalen wat bepaalde krachten teweegbrengen.

### Resultaten

Met 3D-rekensoftware wordt het inzichtelijk gemaakt hoe elk element invloed heeft op een ander. Hierin is het mogelijk voor een constructeur de belastinggevallen of combinaties door te laten rekenen die de constructeur wil bekijken. Tevens is het handig dat er zelf ingesteld kan worden wat er precies berekend wordt, zoals de verplaatsing, oplegreacties en de krachtenverloop. Aan de hand van visuele context zal een en ander duidelijker en overzichtelijker worden.

### Toetsing

Voor de toetsing van de constructie is het van belang dat de juiste normen (NEN-norm en Eurocode) toegepast worden. Aan de hand van Unity Checks kan er bepaald worden of de profielen die toegepast zijn voldoen of aangepast dienen te worden.

Tevens dient er getoetst te kunnen worden op scheurvorming, torsie, kip en knik.

Het programma hoort de mogelijkheid te bieden om zowel een BGT als een UGT toetsing te doen.

### Rapportage

Voor de rapportage is het belangrijk dat het overzichtelijk is. Aan de hand van visuele ondersteuning kan een en ander verduidelijkt worden. Het wordt ook als prettig ervaren als een bedrijf de rapportage kan aanpassen aan zijn of haar wensen.

### Onderhoud

Natuurlijk dient de software om de zoveel tijd geüpdatet worden. Dit zodat de samenwerking met andere software optimaal blijft en eventuele verbeteringen toegevoegd kunnen worden. Echter, dient dit niet te veel tijd te kosten. Met problemen is het tevens fijn als er een helpdesk is die eventuele vragen kan beantwoorden.

---

<sup>12</sup> Informatie komt uit het interview met dhr. R. Rekers, Technsoft zie bijlage **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**

### 9.1.3 3D-rekensoftware in Nederland

Zoals eerder verteld is er een grote diversiteit aan 3D-rekensoftware op de markt beschikbaar. Binnen de Nederlandse ingenieursbureaus zijn er een aantal rekenpakketten, welke hun voorkeur verlenen. In deze paragraaf wordt in hoofdlijnen algemene informatie verstrekt betreffende deze rekenpakketten.

Nederland telt zo'n 3.284 ingenieursbureaus, variërend van technisch advies binnen de bouwkunde, infrastructuur, watermanagement, industrie en stedenbouwkunde. (Ingenieursbureau, 2017) Aangezien de softwareleveranciers vermelden hoeveel gebruikers (qua licentie of bedrijf) ze hebben, zowel in het binnen- als in het buitenland, wordt de populariteit aan de hand daarvan gemeten. De software wordt benoemd op volgorde van grootte van gebruikers.

#### RFEM

Gebruikers: +/- 9000 gebruikers<sup>13</sup>

RFEM is onderdeel van en ontwikkeld door een Duitse softwarebedrijf Dlubal, dat is opgericht in 1987. Dlubal biedt twee verschillende softwareprogramma's aan, namelijk RSTAB en RFEM. RSTAB is een stavenprogramma, terwijl RFEM een stavenprogramma en eindige elementenprogramma is. RFEM wordt in diverse landen in Europa en de Verenigde Staten gebruikt.

Dlubal is gevestigd in Duitsland (hoofdkantoor), Frankrijk, Italië, Polen Tsjechië en de Verenigde Staten. Op verschillende universiteiten in Slowakije, Griekenland en Zwitserland, maar ook in de Verenigde Staten, zoals Nebraska en New Jersey, wordt er les over RFEM gegeven en onderzoek in gedaan.<sup>14</sup>

Ook in Nederland is er een afstudeeronderzoek gedaan aan de TU Delft.<sup>15</sup>

Voor studenten worden er gratis licenties verleend en scholen kunnen voor een vergoeding van €100,- (excl. BTW) per twee jaar, licenties aanschaffen.<sup>16</sup>

Doordat studenten al bekend kunnen raken met software op school, zal dit de kans vergroten dat de software later gebruikt wordt in verschillende bedrijven.

In totaal wordt er (in combinatie met RSTAB) in 71 landen gebruik gemaakt van de software, waarbij er meer dan 6.000 bedrijven en 25.000 licenties worden verschaft.

#### SCIA Engineer

Gebruikers: + 5000 bedrijven + 8000 licenties<sup>17</sup>

SCIA is opgericht in 1974 in België en actief in meer dan 50 landen. Op dit moment is het gevestigd in België (hoofdkantoor), Tsjechië, Frankrijk, Nederland, Slowakije, Zwitserland en de Verenigde Staten. Daarnaast heeft SCIA nog agentschappen en verdelers in diverse landen.<sup>18</sup>

SCIA Engineer is één van de bekendste 3D-rekensoftware in Nederland. Dit kan mede komen doordat het ten opzichte van andere bedrijven transparant is. Gratis licenties voor studenten, online Webinars en veel uitleg hoe de software werkt, zouden wellicht hebben bijgedragen aan de bekendheid. Tevens is er een E-learning beschikbaar waarin de basis wordt besproken voor het gebruik. Daarnaast is SCIA lid van Nemetschek Group. Onder Nemetschek Group vallen nog andere softwareprogramma's zoals ALLPLAN, Solibri, Vectorworks en Graphisoft.

Met Nemetschek Group wordt onder andere de 3D BIM-werkstroom ontwikkeld en onderzocht, om innovatieve, efficiënte en betrouwbare technische werkzaamheden in de bouw te realiseren.

<sup>13</sup> Bron: (RFemNL, 2017)

<sup>14</sup> Bron: (Dlubal, Dlubal, 2017)

<sup>15</sup> Bron: (Dlubal, Dlubal thesis, 2017)

<sup>16</sup> Bron: (Dlubal, Dlubal software, 2017)

<sup>17</sup> Bron: (Scia, Scia gebruikers, 2017)

<sup>18</sup> Bron: (Scia, Scia vestigingen, 2017)



### AxisVM

Gebruikers: 4500 gebruikers<sup>19</sup>

AxisVM is onder de naam InterCAD opgericht in 1991(Hongarije).

Buiten het hoofdkantoor in Hongarije, hebben ze resellers in onder andere India, Verenigde Staten, Spanje, Servië en het Verenigd Koninkrijk.

Sinds 2002 is Technosoft, een Nederlands softwarebedrijf, medeontwikkelaar voor AxisVM.

Ook voor AxisVM is een studentenlicentie te verkrijgen. (Technosoft, 2017)

Tevens zijn er voor AxisVM enkele video's beschikbaar, waarin wordt uitgelegd hoe het programma werkt en tevens zijn er schriftelijke handleidingen die verdere uitleg geven.

### Matrixframe

Gebruikers: 1400 bedrijven<sup>20</sup>

Matrixsoftware is een zelfstandig Nederlands softwareproducent, gespecialiseerd in bouwtechnische automatisering. Het is opgericht in 1983 en is sindsdien bezig met het ontwikkelen van software voor bouwtechnisch ingenieurs, kozijnproducenten en staalconstructiebedrijven.

Voor matrixframe is ook een studentenversie verkrijgbaar alsook een educatieversie voor universiteiten en hogescholen.

### Robot Structural Analysis

Gebruikers: onbekend

Robot Structural Analyses is onderdeel van het softwarebedrijf Autodesk. Autodesk is opgericht in 1982 (Amerika). Autodesk is vooral bekend van het 2D-tekensoftware AutoCAD en later het 3D-tekenprogramma Revit. Robot Structural Analysis wordt in Nederland niet veel gebruikt en staat zelfs niet bij de productenlijst van Autodesk Nederland.<sup>21</sup> Dit komt vooral doordat het programma een aantal jaar terug gebruiksonvriendelijk was en achterbleef in ontwikkeling. Eenmaal een ander programma aangeleerd kiezen weinig bedrijven nog weer voor Robot Structural Analysis. Wereldwijd gezien wordt Robot Structural Analysis meer gebruikt. Dit heeft vooral te maken met de ontwikkelingen van de laatste tijd, waarbij de integratie tussen rekenen en tekenen belangrijker is geworden.

De reden waarom Robot Structural Analysis toch bij het lijstje van bekende softwarepakketten staat, komt omdat veel bedrijven gebruik maken van het 3D-tekensoftware Revit. Aangezien beide programma's van dezelfde softwareontwikkelaar afkomstig zijn, zal de onderlinge samenwerking beter werken dan alle andere 3D-rekensoftware. Tevens komt er, waarschijnlijk dit jaar, een nieuwe Autodesk 3D-softwareprogramma uit onder de naam React Structures.

---

<sup>19</sup> Bron: (AxisVM, 2017)

<sup>20</sup> Bron: (Matrixframe, 2017)

<sup>21</sup> Bron: (Autodesk-products, 2017)

### 9.1.4 Praktijkervaring construeren in rekensoftware, met vooraf gemodelleerd model uit tekensoftware

*Het is duidelijk dat 3D-rekensoftware al enige jaren bestaat en met de ontwikkelingen van nu is het steeds interessanter om hier gebruik van te maken. Zeker aangezien er de laatste jaren ook meer 3D-tekeningen worden gemodelleerd. In dit gedeelte wordt gekeken wat de stand van zaken op dit moment is, bij zowel Van de Laar en de vijf meest gebruikte 3D-rekensoftwarepakketten. Hierbij wordt onderzocht naar het gebruik van 3D-rekenprogramma's, in combinatie met een vooraf gemodelleerd model uit tekensoftware.*

#### Ervaring Van de Laar

De constructeurs van Van de Laar hebben al enige ervaring met 3D construeren. Echter gebruiken ze de software niet om gehele gebouwen in te berekenen. Robert, constructeur en projectleider bij Van de Laar, heeft de nodige ervaring gehad waarbij uitkomsten van het 3D-rekensoftware als absolute waarheid werden aangezien, waar dit echter niet het geval bleek te zijn.

Van de Laar heeft bijna alleen ervaring met de 3D-rekensoftware AxisVM. Aan de hand van dit programma wordt onder andere, indien nodig, vloeren, trappen of andere elementen berekend. Toch wordt er, in verband met overzichtelijkheid, ook in het 2D-rekenpakket Technosoft gewerkt.

#### Softwareleveranciers

Er zijn veel bedrijven die gebruik maken van 3D-rekensoftware. Dit is wel te zien aan de verschaftte licenties die alleen al de meest bekende 3D-rekensoftware verschaffen. Om te kunnen werken met de software worden door leveranciers cursussen gegeven, echter worden deze niet altijd gevolgd. De reden waarom dit niet altijd wordt gevolgd, is omdat het vaak bij de basis blijft. Tevens willen leveranciers ook zoveel mogelijk verdienen, waardoor bij veel cursussen maar één aspect behandeld wordt. Op deze manier kunnen leveranciers meerdere cursussen aanbieden en er meer geld voor vragen.

Aan de hand van correspondentie komt naar voren dat hier nog te weinig vraag naar is.

#### SCIA – SCIA Engineer klantenservice

Er is correspondentie geweest met de klantenservice van SCIA Engineer. In bijlage **Fout!**

**Verwijzingsbron niet gevonden.** is de vragenbrief te zien. De focus werd gelegd op het importeren van een 3D-model naar, in dit geval, SCIA Engineer. Het IFC-format, afkomstig van het onafhankelijke partij Building Smart, zou het meest worden gebruikt voor het uitwisselen van modellen. Wanneer een model via een IFC bestand is binnengehaald, dienen nog enkele handelingen in SCIA Engineer te worden gedaan, namelijk:

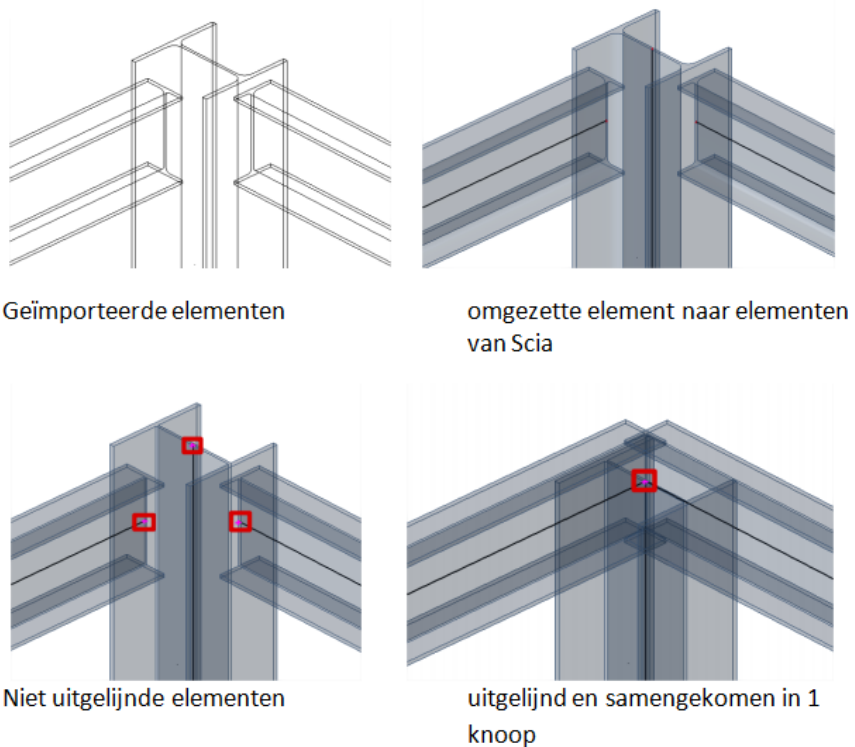
- Het omvormen van volume elementen naar 1D-staafelementen of 2D-plaat/wand elementen
- Het uitlijnen van elementen teneinde goede verbindingen te verkrijgen.

Dit zijn aspecten die veel tijd vergen om aan te passen, waardoor de twijfel kan ontstaan of de tijd die bespaard is nog wel relevant is. Om ook in bovenstaande handelingen tijd te besparen is de plug-in BIM toolbox ontworpen.

Voor extra uitleg van de BIM toolbox werd verwezen naar een Webinar en een handleiding, die door desbetreffende persoon zelf is geschreven.

In de handleiding wordt bijvoorbeeld uitgelegd hoe verschillende elementen qua volume omgevormd en de systeemlijnen uitgelijnd kunnen worden.

Door middel van de BIM toolbox hoeft er niet bij elke verbinding apart gekeken te worden, maar worden verbindingen automatisch, zoals het voorbeeld rechts, uitgelijnd en gekoppeld. Aangezien dit grotendeels automatisch gebeurt, en daarna nog eventueel enkele verbindingen zelf kunt controleren, kost dit niet veel tijd. Deze plug-in is gratis te downloaden en voor iedereen beschikbaar.



Figuur 0.1 koppeling analytische lijnen

De Webinar<sup>22</sup> geeft uitleg welke stappen doorlopen dienen te worden en welke aspecten extra aandacht vergen. In de Webinar kwam tevens naar voren dat SCIA een strategisch overeenkomst heeft gemaakt met Autodesk, via een geautoriseerde ontwikkelaar CADS. Hiermee kan het analytisch model van Revit eenvoudig worden geïmporteerd naar SCIA en vice versa. Hiermee kan ook tijdens het aanpassen van de constructie weer geëxporteerd worden naar Revit.

#### AxisVM - Technosoft

Dezelfde vragenbrief is gestuurd naar Technosoft, leverancier van AxisVM. Technosoft adviseerden het gebruik van IFC niet meer, omdat ze een Revit extensie hebben wat beter werkt. Deze extensie is meer gericht op het analytisch model, in plaats van het bouwkundig model (waar IFC mee werkt). Deze applicatie is pas sinds oktober 2016 op de markt en daardoor nog weinig over bekend. Het was gelijk duidelijk dat het bedrijf nog weinig deed met het importeren van een 3D model in AxisVM. De reden hiervoor is volgens hen het ontbreken van interesse van constructeurs. Extra informatie hadden ze daarom niet. Wel zijn ze bereid om te helpen daar waar nodig is. Het gesprek met verdere informatie is terug te vinden in bijlage **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.2.**

#### RFEM – MSc Engineering / RFEM

Voor RFEM ervaart op dit moment weinig problemen rondom uitwisselingen met een vooraf gemodelleerd model. RFEM kan namelijk met verschillende bestandsformaten bestanden uitwisselen. Bestandsformaten zoals IFC, Revit, AutoCAD en Tekla structures zijn enkele voorbeelden. Voordeel is dat de uitwisseling plaats kan vinden in beide richtingen. Hierdoor wordt de communicatie geoptimaliseerd.

<sup>22</sup> Bron: (Scia Webinar, 2017)

## Robot Structural Analysis - CAD&Company

Tevens is CAD&Company ook gecontacteerd door middel van een vragenbrief, om informatie te krijgen over Robot Structural Analysis. CAD&Company benadrukten de relevantie van de opbouw van het Revit-model. Een analyse valt of staat in hoeverre onderdelen de benodigde informatie bevatten. Binnen Robot Structural Analysis is er een tool die kan controleren of de benodigde objecten wel of niet de benodigde informatie bevatten. Deze tool heet Collaborea. Dit wordt echter niet gebruikt in Robot Structural Analysis, maar bij Revit. De focus ligt hiermee vooral op de eigenschappen van de elementen en niet of ze goed aan elkaar gekoppeld zijn in de rekensoftware. Daarnaast gaf een andere medewerker van CAD&Company, die meer gespecialiseerd is, ook een reactie. Zij vertelde dat de uitwisseling tussen Revit en Robot Structural Analysis soepel verloopt. Ze verwees naar de voordelen van Revit, dat daarmee in een vroeg stadium het model te analyseren en voor te bereiden is. Dit is eenvoudig te doen aan de hand van de *StructuralAnalysisToolkit* uit de Autodesk Appstore. Tevens verwees ze naar een blog<sup>23</sup> van haar en een Webinar<sup>24</sup>, wat verder ingaat over het importeren en analyseren van een Revit model in Robot Structural Analysis.

## Matrixframe – Matrix Software

Door middel van de correspondentie met Matrix Software zijn enkele problemen, met betrekking tot het importeren van een 3D model, duidelijk geworden. Aangezien modellers gebruik maken van Solids, bouwkundige elementen, en de constructeur van analytische lijnen, moet een modelleur rekening houden met de wensen van de constructeur. Dit houdt in dat de modelleur goed moet weten wat de analytische lijnen zijn en daar is Revit, volgens Matrix Software, niet handig voor. De volgende twee problemen werden uitgelegd door Matrix Software.

*‘Het eerste probleem is dat de modelleur de analytische lijn ‘slim’ moet positioneren. Als de analytische lijn door de zwaartelijnen van een profiel loopt en vervolgens past de constructeur het profiel aan, dan wordt bij de terugweg naar Revit de grootte van het gebouw aangepast. Dit mag natuurlijk niet. In het geval van een simpel spant, met twee kolommen en een ligger, moeten dan de analytische lijnen op de buiten omtrek van het spant geplaatst worden. Bij wijziging van het profiel wordt dan alleen de binnenmaatvoering aangepast.*

*Het tweede probleem is dat Revit geen analytische lijnen opslaat in assembly's. Dit is wel het meest vervelende probleem. Het betekent namelijk dat het voor bedrijven die het modeleren van hun productie in hoge mate geautomatiseerd hebben met Revit, per definitie onmogelijk is om te koppelen met rekensoftware.’*

Het advies van Matrixsoftware is dat het koppelen eigenlijk alleen mogelijk is als het model is opgebouwd uit losse entiteiten uit de profielentabel van Revit. Dan wordt elke keer wel de analytische lijn geplaatst. Vervolgens moet de modelleur dan de analytische lijnen aanpassen. Dan is het pas mogelijk het model te gebruiken voor rekensoftware.

---

<sup>23</sup> Bron: (Mollet, 2017)

<sup>24</sup> Bron: (Vermeulen, 2017)

### 9.1.5 Cursussen voor het 3D-construeren en het omzetten van een 3D-tekenmodel naar 3D-rekensoftware

*Nu duidelijk is geworden wat de mogelijkheden zijn binnen het 3D-construeren, wordt beschreven wat de ervaring is van het bedrijf Van de Laar en wordt aan de hand van de eerder genoemde correspondentie bekeken of er door de leveranciers cursussen worden aangeboden. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar het 3D-construeren op zich, maar ook naar de werkwijze rondom het overzetten van een vooraf gemodelleerde 3D-tekenmodel naar een 3D-rekenmodel.*

#### Van de Laar

De constructeurs binnen Van de Laar vinden het belangrijk dat een constructeur, voordat hij werkt met 3D-rekensoftware, in ieder geval een cursus heeft gevolgd over EEM-berekeningen. De constructeurs die een Master constructie hebben gevolgd op een Technische Universiteit, die hebben al een gedegen basis voor wat betreft de Eindige Elementen methode. Er zijn binnen deze Master een aantal mechanica vakken die toegespitst zijn op de Eindige Elementen Methode. Dit is al een goede basis voor het werken met 3D-rekensoftware. Het maakt daarin niet uit met welk 3D-rekensoftwarepakket gewerkt wordt. Voor constructeurs die een HBO-opleiding hebben gevolgd en met 3D-rekensoftware een berekening moeten maken, zullen tijdens het maken van deze berekening, worden ondersteund door een constructeur met ervaring. Er is altijd de mogelijkheid om een cursus over de Eindige Elementen Methode te gaan volgen, maar dit zal wel zelf aangegeven moeten worden, er zijn hier namelijk geen standaard cursussen voor. Mogelijkheid om een Eindige Elementen Methode cursus te volgen is er zeker, echter, het is best wel lastig om een goede cursus hiervoor uit te zoeken, aangezien de meeste cursussen gericht zijn op het gebruik van het 3D-rekenprogramma en niet de achtergronden van de rekenmethode.

Voor de toekomst wil Van de Laar meer gebruik maken van 3D-rekensoftware, vandaar dit afstudeeronderzoek. Echter, het zal nooit de werkmethode van nu, zoals handberekeningen en 2D-berekeningen met Technosoft, vervangen. Van de Laar wil zeker kijken of het kan helpen om vaker een compleet gebouw of groter deel van het gebouw in te voeren in 3D-rekensoftware om te kijken of er voordeel uit te halen is. De uitwisseling tussen Revit en AxisVM zal met de dag beter worden en de ontwikkelingen zullen zeker gevolgd worden.

Ondanks dat de modelleurs automatisch een analytisch model aanmaken voor het eventueel kunnen importeren van een Revit model in 3D-rekensoftware, wordt hier nog weinig tot niks mee gedaan. Een modelleur heeft wel eens geprobeerd een model te importeren naar AxisVM, echter kwam hij er toen gelijk al achter dat het model meer gegevens diende te hebben, zoals kwaliteiten en eigenschappen van kolommen. Echter wordt er steeds meer informatie gevraagd door aannemers ten behoeve van de calculatie. Hiervoor dient de Revit bibliotheek sowieso te worden geüpdatet.

Vanuit verschillende leveranciers worden cursussen aangeboden om te kunnen werken met de 3D-rekensoftware. Op de vraag of er ook cursussen worden gegeven die gericht zijn op het onderling uitwisselen van 3D-modellen met teken- en rekensoftware, geven eigenlijk alle leveranciers hetzelfde antwoord, namelijk nee.

### SCIA – SCIA Engineer klantenservice

Voor SCIA Engineer zijn verschillende cursussen te volgen. De meeste cursussen richten zich specifiek op verschillende aspecten zoals, kniklengtes van staal, rapportage of normcontroles koudgevormde staalprofielen. De kosten van het volgen van een cursus is afhankelijk van de duur van de cursus. Een cursus die maar een halve dag duurt kost € 290,- en een cursus van een hele dag kost € 530,- en 2 dagen kost € 1.060,-.<sup>25</sup>

Er zijn ook veel Webinars en video's, die een en ander uitleggen. In deze Webinars wordt onder andere aandacht besteed aan het importeren van een 3D-model en de bijkomende aandachtspunten. Of hier ook aandacht aan wordt besteed in de cursussen is onbekend.

### AxisVM - Technosoft

Voor AxisVM is er bij Technosoft ook een gevorderde cursus te volgen. Deze cursus wordt herhaaldelijk in een jaar gehouden. De cursus duurt 2 dagdelen en wordt gegeven om een constructeur beter bekend te maken of te introduceren met de in- en uitvoer van het 3D-EEM-programma AxisVM.

De kosten van de cursus zijn onbekend. Er zijn voor de rest geen Webinars en maar enkele video's beschikbaar met uitleg. Echter de video's die beschikbaar zijn, zijn vaak in het Engels of Duits, wat het al moeilijker maakt om te volgen.

Het importeren van een 3D model naar AxisVM wordt door Technosoft niet behandeld tijdens de training. Dit heeft volgens hun te maken met de lage animo en dat volgens hun constructeurs conservatief zijn in hun werk. Door Technosoft wordt hier voor de rest weinig tot geen aandacht aanbesteed.

### Robot Structural Analysis - CAD&Company

Bij CAD&Company ligt op dit moment niet de focus om trainingen te geven over Robot Structural Analysis. De reden hiervoor is dat veel constructeurs voor een ander programma hebben gekozen, omdat Robot Structural enkele jaren geleden niet meer mee ging met zijn tijd.

Echter wordt er wel een 4-daagse training gegeven door een andere leverancier genaamd I-theses.<sup>26</sup> Cad&Company heeft wel, zoals eerder genoemd, een Webinar en blog die ingaan over het analyseren van Revit en Robot Structural Analysis.

### Matrixframe – Matrix Software

Matrix Software geeft diverse cursussen door de maand heen, verschillend voor starters, gevorderden en specifieke cursussen. Echter cursussen over het importeren en gebruiken van een Revit model worden niet gegeven, ondanks dat er wel veel vraag naar is. De reden hiervoor legt dhr. Fokkema als volgt uit: *'Natuurlijk is er veel vraag, maar zolang bovenstaande problemen niet opgelost zijn, is koppelen met rekensoftware erg lastig. Er zijn wel enkele bedrijven die bekend zijn met bovenstaande beperkingen en toch gebruik maken van het tekenmodel voor het rekenen. Bij die bedrijven zijn de modelleurs geïnstrueerd om met analytische lijnen te werken. Er zijn op dit moment naar mijn weten nog geen tools die antwoord hebben op bovenstaande problemen.'*

Met bovenstaande problemen worden de problemen bedoeld die worden uitgelegd bij de paragraaf: *'3D-construeren in de praktijk'- (Matrixframe – Matrix Software)'*

De cursussen die wel worden gegeven kosten €450,- per persoon, per dag (excl. BTW). De locatie is bij Matrixsoftware op kantoor.<sup>27</sup>

<sup>25</sup> Bron: (Geplande groepsopleidingen, 2017)

<sup>26</sup> Bron: (Ithesis, 2017)

<sup>27</sup> Bron: (Cursus aanmelding, 2017)

## RFEM – MSc Engineering / RFEM

RFEM geeft diverse cursussen. Voor beginners is er een basisopleiding, waarmee een cursist wordt opgeleid voor het dagelijks gebruik van RFEM. Tevens is er de cursus Tips&Tricks, deze gaat meer in op procesversnellers. De kosten van het volgen cursussen is afhankelijk van de locatie en tijdstip. Een cursus volgen bij RFEM op kantoor kost €390,-. Daarentegen kost het €1.150,- om de cursus op eigen locatie te volgen in de ochtend en middag en €950,- als het in de middag en avond gegeven kan worden (alles is exclusief BTW).<sup>28</sup> Buiten de cursussen om, worden er nog diverse gratis webinars aangeboden. Deze staan beschreven op een kalender van RFEM. De webinars die al geweest zijn, zijn ook gratis, na registratie, terug te bekijken. Tevens zijn er nog diverse Engelstalige webinars, afkomstig van Dlubal, die verder ingaan in bijvoorbeeld de uitwisseling tussen Revit en RFEM.

---

<sup>28</sup> Bron: (Training/Cursusoverzicht, 2017)