

Tutorial

Stalen Raamwerk

All information in this document is subject to modification without prior notice. No part of this manual may be reproduced, stored in a database or retrieval system or published, in any form or in any way, electronically, mechanically, by print, photo print, microfilm or any other means without prior written permission from the publisher. SCIA is not responsible for any direct or indirect damage because of imperfections in the documentation and/or the software.

© Copyright 2008 SCIA. All rights reserved.

Inhoudstafel

Algemene Informatie	1
Welkom	1
Scia Engineer Support.....	1
Website	2
Inleiding	3
Starten	4
Een project starten	4
Het programma starten	4
Een nieuw project starten	4
Project management	7
Bewaren, Bewaren als, Sluiten en Openen	7
Een project bewaren	7
Een project sluiten	7
Een project openen.....	7
Invoer Geometrie	8
Invoer van de geometrie	8
Profielen	8
Geometrie.....	10
Consoles	20
Scharnieren	24
Steunpunten	26
Controleer constructie	29
Constructie-entiteiten verbinden	30
De grafische voorstelling wijzigen	34
Invoer berekeningsgegevens	38
Belastingsgevallen en -groepen	38
Een permanent belastingsgeval definiëren	38
Een 2 ^e belastingsgeval definiëren	39
Belastingen	40
Combinaties	48
Berekening	50
Lineaire berekening	50
Resultaten	51
Resultaten bekijken	51
Staalcontrole	57
Knikgegevens	58
Visualiseren van systeemplengten.....	58
Knikgegevens instellen	60
Staalcontrole	63
Slankheid staal en kniklengten opvragen	63
Staalcontrole.....	65
Optimalisatie van een profiel	72
Staalverbinding	74
De staalverbinding activeren	74
Het Constructiemodel genereren	75
Een staalverbinding invoeren	76
De staalverbinding controleren	82
Gedetailleerde verbinding controle	83

Document	92
Document opmaken.....	92
Resultaten weergeven in het document	93
Een afbeelding toevoegen aan het document.....	94
Nawoord	96

Algemene Informatie

Welkom

Welkom bij de Scia Engineer Tutorial Stalen Raamwerk. Scia Engineer is een berekeningsprogramma onder Windows 2000/XP/2003/Vista met een breed toepassingsbereik: van de controle van eenvoudige raamwerken tot het geavanceerde ontwerp van complexe projecten in staal, beton, aluminium, hout,...

Het programma behandelt de berekening van 2D/3D raamwerken, plaat-, wand- en schaalstructuren, met inbegrip van profielcontrole en controle van verbindingen voor staalconstructies, ontwerp van betonwapening,...

Het volledige proces van berekening en ontwerp is in één programma geïntegreerd: invoer van de geometrie, invoer van het berekeningsmodel (belastingen, opleggingen, ...), lineaire en niet-lineaire berekening, uitvoer van resultaten, elementcontrole en optimalisatie volgens de verschillende normen, genereren van de berekeningsnota,...

Scia Engineer is verkrijgbaar in drie verschillende versies:

Versie onder licentie

De versie onder licentie van Scia Engineer is beveiligd met een 'dongle', een codeslot dat u aanbrengt op de parallelle of USB poort van uw computer of een software matige licentie op uw netwerk.

Scia Engineer is modulair en bestaat uit verschillende modules. De gebruiker kiest uit de beschikbare modules en stelt zo een berekeningsprogramma op maat samen, perfect afgestemd op zijn behoeften.

In het algemeen productoverzicht van Scia Engineer vindt u een overzicht van de verschillende beschikbare modules.

Demoversie

Als het programma geen beveiliging vindt, zal het automatisch in demoversie starten. De eigenschappen van deze demoversie zijn:

Alle projecten kunnen ingevoerd worden;

De berekening is beperkt tot projecten met 25 elementen, 3 platen/schalen en twee belastingsgevallen;

De uitvoer bevat een watermerk "Unlicensed software";

De projecten die in de demoversie opgeslagen werden, kunnen niet geopend worden in de versie onder licentie.

Studentenversie

De studentenversie beschikt voor alle modules over dezelfde mogelijkheden als de versie onder licentie. Zij wordt eveneens beveiligd door een 'dongle' of een software matige beveiliging.

De uitvoer bevat een watermerk "Studentenversie".

Projecten die in de studentenversie opgeslagen werden, kunnen niet in de versie onder licentie geopend worden.

Scia Engineer Support

Scia Engineer wordt op volgende manieren ondersteund:

Via e-mail

Stuur een e-mail naar support@Scia.be met een beschrijving van het probleem samen met de .esa-file. Vermeld verder de versienummer van het programma waarin dit project gemaakt is.

Via telefoon

België : +32 13 350310

Nederland : +31 26 3201230

Via de Scia Support website

<http://www.Scia-online.com/nl/online-support.html>

Website

Link naar Tutorials

<http://www.Scia-online.com> > Support & Downloads > Free Downloads > input e-mail address > Scia Engineer > Scia Engineer Manuals & Tutorials

Link naar eLearning

<http://www.Scia-online.com> > Support & Downloads > eLearning

Link naar Demo version

<http://www.Scia-online.com> > Support & Downloads > Secured Downloads > input username and password > Service Packs > Scia Engineer > Setup – Scia Engineer

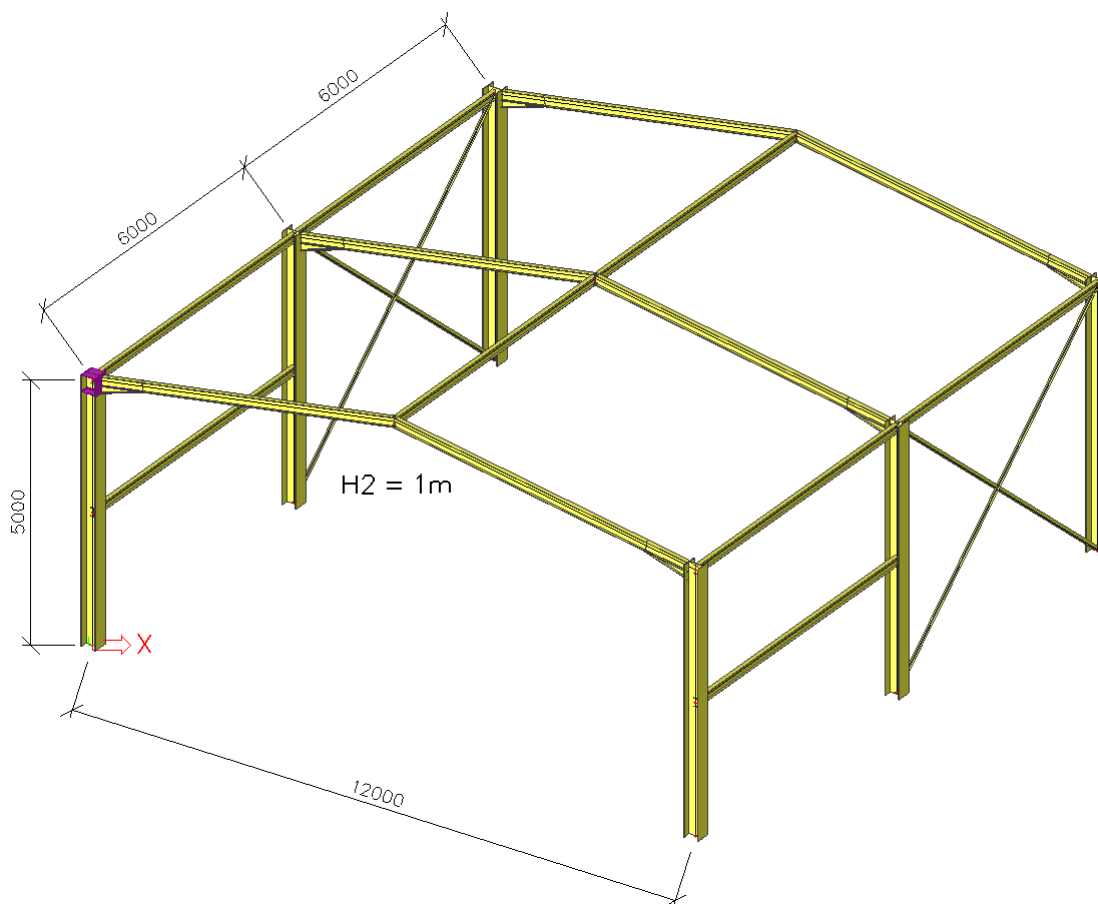
Inleiding

Deze oefening kan uitgevoerd worden met de Studenterversie en Licentieversie. Alvorens verder te gaan, moet de gebruiker bekend zijn met het gebruikers-systeem zoals dialoogvensters, knoppenbalken, menu's, de muis,...

De Tutorial beschrijft de belangrijkste functies van Scia Engineer met betrekking tot de invoer en berekening van een 3D stalen hal.

Allereerst volgt een beschrijving over hoe een nieuw project aan te maken en hoe een nieuwe constructie op te bouwen. Na het invoeren van geometrie en lasten, kan de constructie doorgerekend en de resultaten bekeken worden. Daarna worden de knikgegevens besproken en een staalcontrole uitgevoerd. De optimalisatie voor de gebruikte profielen zal toegepast worden. Er volgt ook een berekening van een staalverbinding. De oefening eindigt met een inleiding tot het document (berekeningsnota).

Onderstaande figuur geeft de constructie:



Starten

Een project starten

Het programma starten

1. Dubbelklik op de snelkoppeling "Scia Engineer" op het bureaublad van Windows.


Of:
2. Als de snelkoppeling niet geïnstalleerd is, klik op **[Start]** (Windows) en kies voor **Programma's > SCIA ENGINEER 2009.0 > SCIA ENGINEER 2009.0**.

Als het programma de licenties niet vindt, verschijnt er een venster met een melding dat het programma in DEMO-versie opstart. verschijnt.

Klik **[OK]**.

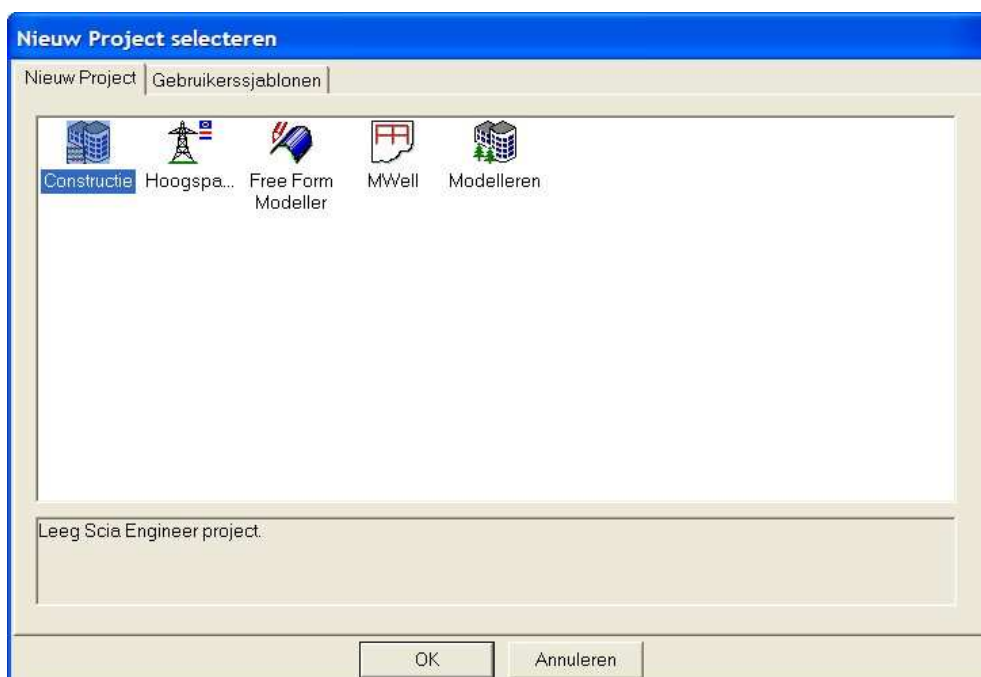
Voor deze oefening word een nieuw project aangemaakt.


Een nieuw project starten

1. Als het dialoogvenster **Openen** verschijnt, klikt u op **[Annuleren]**.
2. Klik op het icoon **Nieuw**  in de knoppenbalk.

Mogelijk verschijnt een dialoogvenster **Nieuw Project selecteren** met verschillende omgevingen. Kies **Constructie** en klik **[OK]**.

Nu verschijnt het dialoogvenster **Projectgegevens**, waarin algemene gegevens over het project ingevoerd worden.



3. Voer in de groep **Gegevens** de gegevens van uw eigen voorkeur in. Deze gegevens kunnen in de uitvoer worden vermeld, zoals bijvoorbeeld in het document en op de tekeningen.
4. Kies voor **Project niveau: Geavanceerd** en **Model: Een**.
5. Klik op de knop  onder **Nationale norm** om een standaardnorm voor het project in te stellen. Hierdoor worden de beschikbare materialen, combinatieregels en normcontroles bepaald. Voor het project van de Tutorial wordt gekozen voor **EC-EN**. Het venster **Normen in project** verschijnt.
 - a. Klik op de knop [**Toevoegen**].
Het dialoog **Beschikbare nationale normen** verschijnt.
 - b. Selecteer de Europese vlag en klik [**OK**].
U keert terug naar het venster **Normen in project** en de **EC-EN** is toegevoegd.
 - c. Selecteer de vlag met de naam **EC-EN**.
 - d. Selecteer de optie **Actieve norm** en klik [**Sluiten**].
U keert terug naar het venster **Projectgegevens** en de **EC-EN** is de actieve norm.
6. Selecteer **Raamwerk XYZ** in het veld **Constructie**.
Het type constructie (Raamwerk XZ, Raamwerk XYZ, Plaat XY, Algemeen XYZ,...) beperkt de mogelijke invoer tijdens de berekening.
7. Kies voor **Staal** in de **Materiaal** groep.
Onder het item **Staal** zal een nieuw item **Materiaal** verschijnen.
8. Kies **S235** uit het menu.
9. Bevestig de invoer met [**OK**].

Opmerkingen:

Op het tabblad **Basisgegevens** kan u een projectniveau instellen. Kiest u voor standaard, dan worden in het programma enkel de veelgebruikte basisfuncties getoond. Kiest u voor geavanceerd, dan worden alle basisfuncties getoond.

Op het tabblad **Functionaliteit** kiest u de opties welke u nodig heeft. De niet geselecteerde functionaliteiten worden hiermee uit de menu's gefilterd, wat het programma lichter maakt.


Op het tabblad **Combinaties** bevinden zich de waarden van de partiële veiligheidsfactoren. Voor deze Tutorial worden de standaardinstellingen gebruikt.

Project management

Bewaren, Bewaren als, Sluiten en Openen

Alvorens een nieuwe structuur in te voeren, bespreken we eerst hoe een project te bewaren, hoe een bestaand project te openen en hoe een project te sluiten. Tijdens het uitvoeren van deze Tutorial, kan het project op elk ogenblik bewaard worden. Op deze manier kan de gebruiker het programma op elk moment verlaten en kan hij op een later tijdstip verder werken.

Een project bewaren


Klik op  in de knoppenbalk.

Als het project nog niet bewaard is, verschijnt het venster **Oplaan Als**. Klik op het zwarte pijltje in de lijst **Bewaren**.

Selecteer de folder en/of subfolders waar het project bewaard moet worden. Kies een **File naam** en klik op **[Save]** om het project te bewaren.


Via **Bestand > Bewaren als** in het hoofdmenu, kan men hetzelfde bereiken.

Een project sluiten

Om een project te sluiten, kies Bestand > Sluiten in het hoofdmenu of klik op .

Een venster verschijnt met de vraag om het project te bewaren. Afhankelijk van deze keuze, wordt het project bewaard en het actieve venster gesloten.

Een project openen

Klik op  op een bestaand project te openen.

Selecteer de folder en/of subfolders waar het project bewaard is. Klik op **[Open]** om het project te openen (of dubbel klik op de projectnaam).

Invoer Geometrie

Invoer van de geometrie

Bij het starten van een nieuw project, moet de geometrie van de constructie ingevoerd worden. De constructie kan rechtstreeks ingevoerd worden maar er kan ook gebruik gemaakt worden van bijvoorbeeld sjablonen met parametrische blokken, DXF / DWG bestanden en andere formaten.

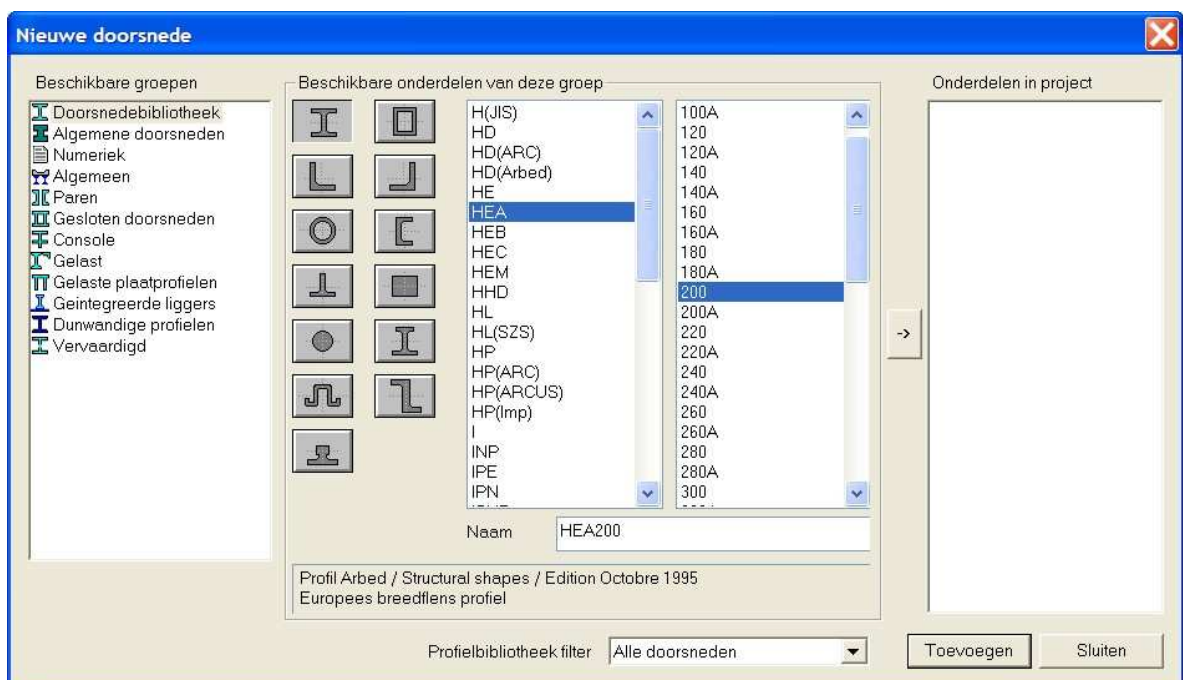
Profielen

Bij het invoeren van staven / liggers (1D elementen), wordt automatisch een profiel aan deze 1D elementen toegekend. Standaard wordt het actieve profiel getoond. Via de profielenbibliotheek kan een ander profiel gekozen worden. Vanaf het moment dat men een 1D element wilt toevoegen, opent deze bibliotheek zich automatisch.

Een profiel toevoegen

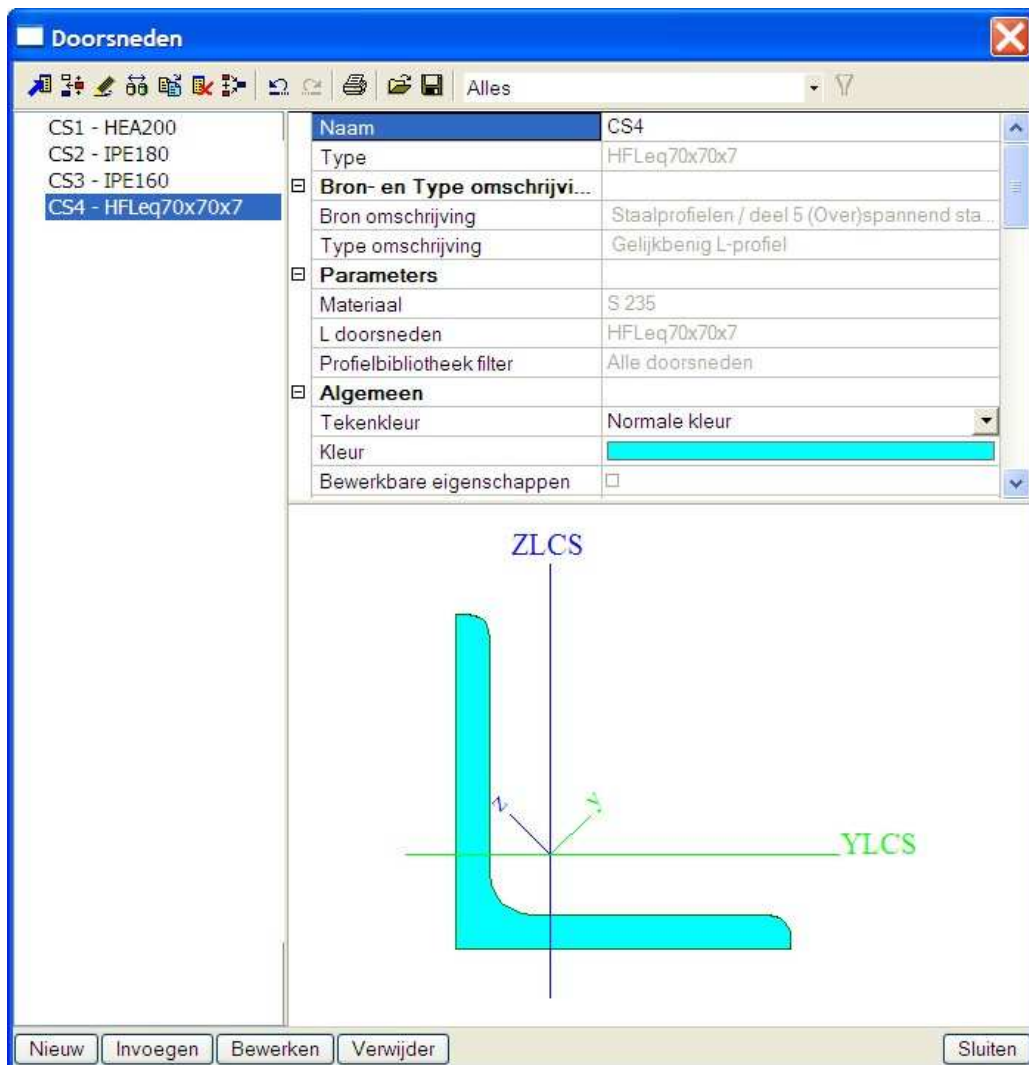
1. Klik op het symbool **Doorsneden**  in de knoppenbalk.

De **Doorsneden manager** (bibliotheek) wordt geopend. Indien er nog geen profielen in het project zitten, opent het **Nieuwe doorsnede** –venster zich automatisch.



2. Selecteer de **Doorsnedebibliotheek** in de **Beschikbare groepen**.
3. Kies in de **Beschikbare onderdelen van deze groep** voor een I profiel . Kies **HEA 200** uit de lijst.
4. Klik op **[Toevoegen]** of  om dit profiel daadwerkelijk in het project in te laden.
5. Voeg **IPE 180** en **IPE 160** ook toe aan het project.

- Kies in de **Beschikbare onderdelen van deze groep** voor een L- profiel . Kies **HFLeq 70x70x7** uit de lijst.
- Klik op **[Toevoegen]** of  om dit profiel in het project in te laden.
- Klik op **[Sluiten]** in het **Nieuwe doorsnede** –venster. De **Doorsneden manager** verschijnt.

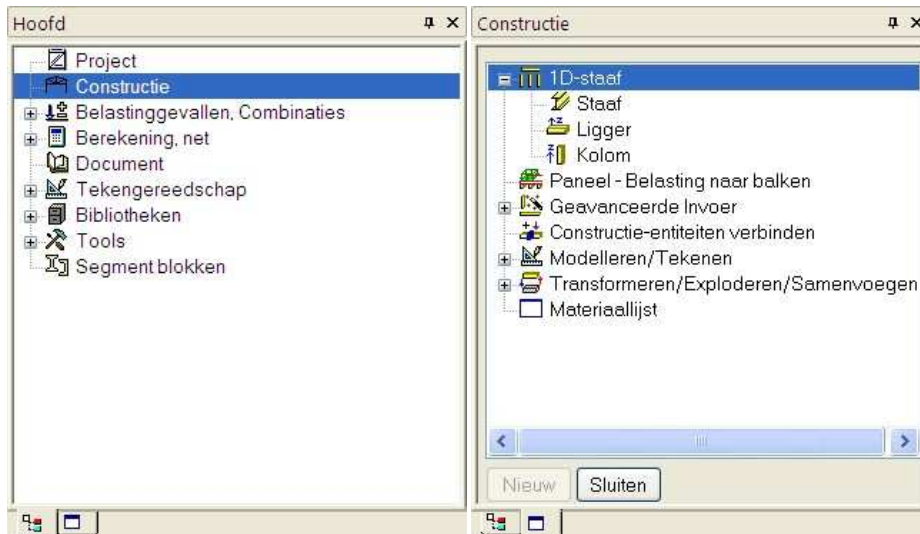


- Klik op **[Sluiten]** om de **Doorsneden manager** te sluiten en terug te keren naar het project.

Geometrie

Constructie menu

1. Bij het starten van een nieuw project wordt automatisch het **Constructiemenu** geopend in het **Hoofdvenster**. Indien u op een later tijdstip de constructie wenst te wijzigen dient u via het **Hoofdvenster** te dubbelklikken op **Constructie**.



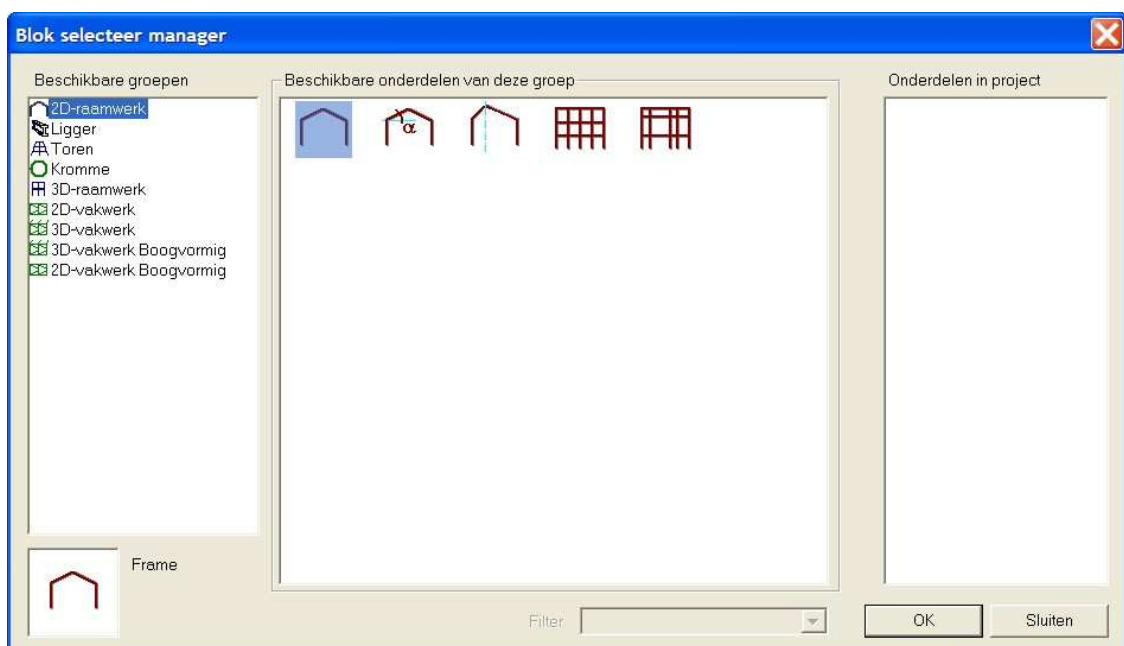
2. In dit **constructiemenu** zullen, naargelang wat reeds ingevoerd is, extra takken beschikbaar worden om de constructie in te voeren.

De constructie zal ingevoerd worden met behulp van een eerste spant (2D Raamwerk). Vervolgens zal dit spant gekopieerd worden en zullen windverbanden en horizontale ligger ingevoerd worden.

Om dit eerste spant in te voeren, kan men kolommen en liggers gebruiken. Binnen Scia Engineer kan men ook gebruiken maken van **Katalogusblokken**. Dit zijn voorgedefinieerde structuren die de invoer van de constructie vereenvoudigen en vergemakkelijken.

Een spant toevoegen via een Katalogusblok

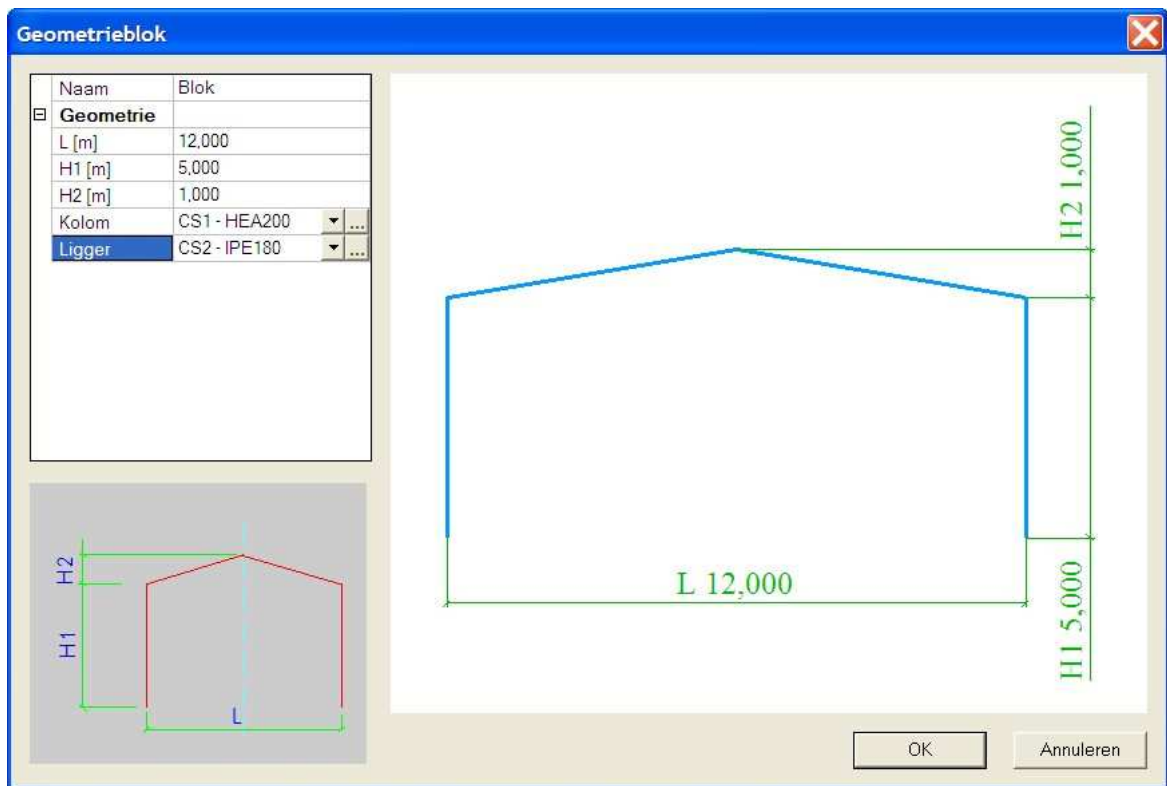
1. Om een nieuw spant toe te voegen, kiest men voor de optie **Geavanceerde invoer > Katalogusblokken** in het **Constructiemenu**. De **Blok selecteer manager** opent :



2. In de **Beschikbare groepen** kiest men voor **2D-raamwerk**.

3. In de **Beschikbare onderdelen van deze groep** kiest men voor de eerste optie: .

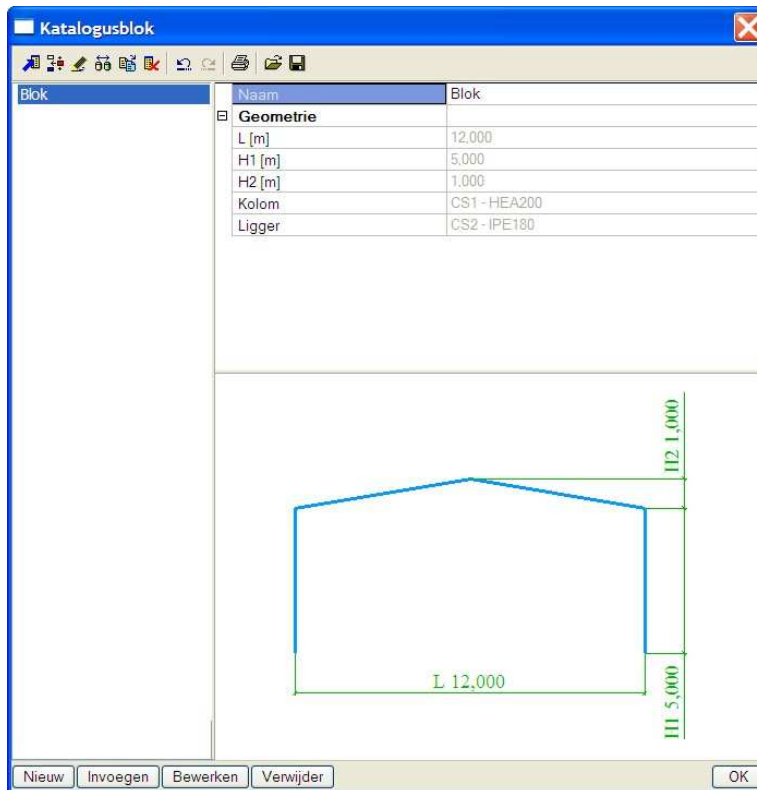
4. Bevestig de invoer met **[OK]**. Het **Geometrieblok** –venster verschijnt:



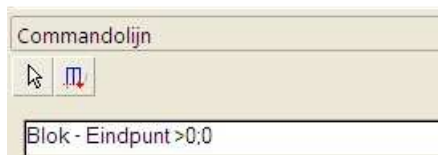
5. Voor nu de dimensies in: **L = 12m**, **H1 = 5m** en **H2 = 1m**

6. In het keuzemenu voor **Kolom** en **Ligger**, kies respectievelijk voor **HEA 200** en **IPE 180**.

7. Bevestig met **[OK]**. De **Katalogusblok manager** opent:



8. Klik **[OK]** om naar het project terug te keren.
9. Het beginpunt van de linkerkolom van het spant bepaalt het referentiepunt. Dit referentiepunt wordt geplaatst in de oorsprong van het coördinatenstelsel en dient als **Blok – Eindpunt** voor de invoer van het spant. Typ de coördinaat **0;0** onderaan in de **Commandolijn** en klik op **<Enter>** :




10. Beëindig de invoer door op **<ESC>** te klikken.


Opmerkingen:

*De eigenschappen van het geselecteerde element worden getoond in het **Eigenschappenvenster** en kunnen daar ook veranderd worden.*


*Indien er nog geen doorsneden geselecteerd zijn in het project, opent het **Nieuwe Doorsnede** –venster zich automatisch zodra men een nieuw structureel element (kolom, ligger,...) wilt invoeren*

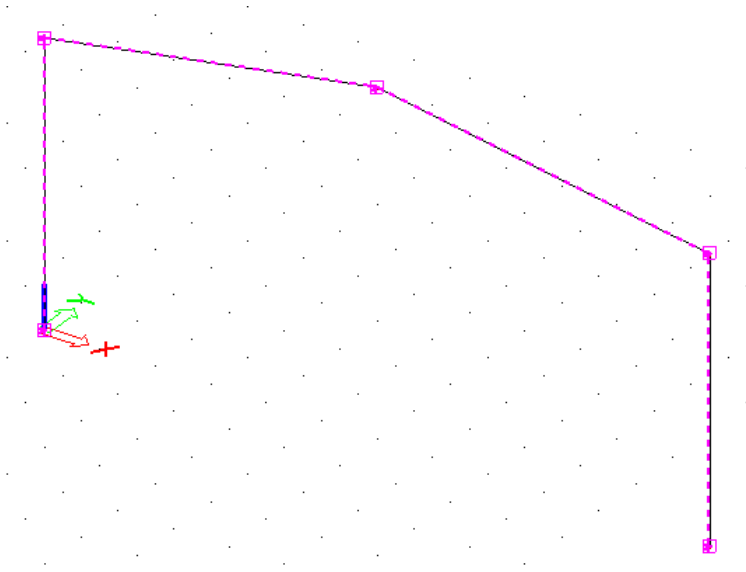
*Een invoer (element, last, ...) kan beëindigd of bevestigd worden door te klikken op **<ESC>** of via een rechtermuis klik.*


*De knop **Zoom Alles**  in de knoppenbalk laat toe om de gehele constructie in beeld te brengen. Het gebruik van , of ; om coördinaten te scheiden hangt af van de instellingen in Windows.*

Na de invoer van het eerste spant, kan dit gekopieerd worden. Aangezien er twee kopieën nodig zijn, wordt nu gebruikt gemaakt van de optie **Meerdere kopieën maken** .

Meerdere kopieën maken

1. Allereerst dient met alle entiteiten te selecteren. Doe dit via optie **Selecteer alle**  in de knoppenbalk. Op deze manier worden zowel alle staven als knopen geselecteerd en gekleurd in magenta:



2. Selecteer vervolgens de optie **Meerdere kopieën maken**  via de knoppenbalk **Wijzig > Meerder kopieën maken**.

Meerdere kopiën

Aantal kopiën: 2

Voeg de allerlaatste kopie ook in

Verbind geselecteerde knopen met nieuwe staven:

Additionalle gegevens kopiëren:

Afstandvector

Definieer afstand met de cursor:

x: 0,000 m

y: 6,000 m

z: 0,000 m

Rotatie

rx: 0,00 deg

ry: 0,00 deg

rz: 0,00 deg

Hoe de afstand te definiëren?

tussen twee kopiën

van origineel naar laatste kopie

Hoe de rotatie te definiëren?

tussen twee kopiën

van origineel naar laatste kopie

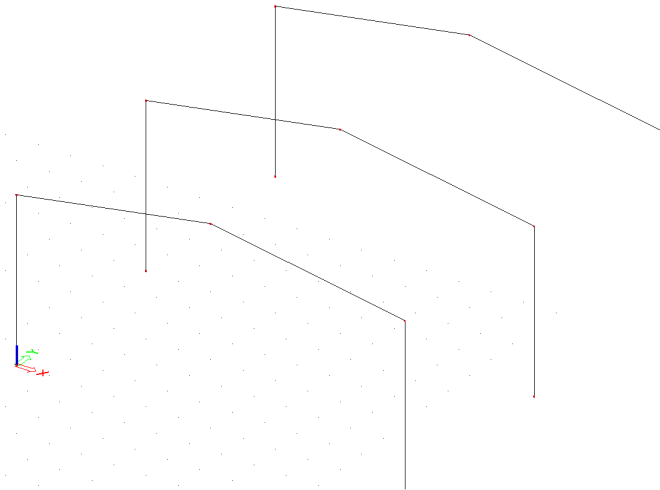
Rotatie rondom

huidige UCS

afstandvector


OK Annuleren

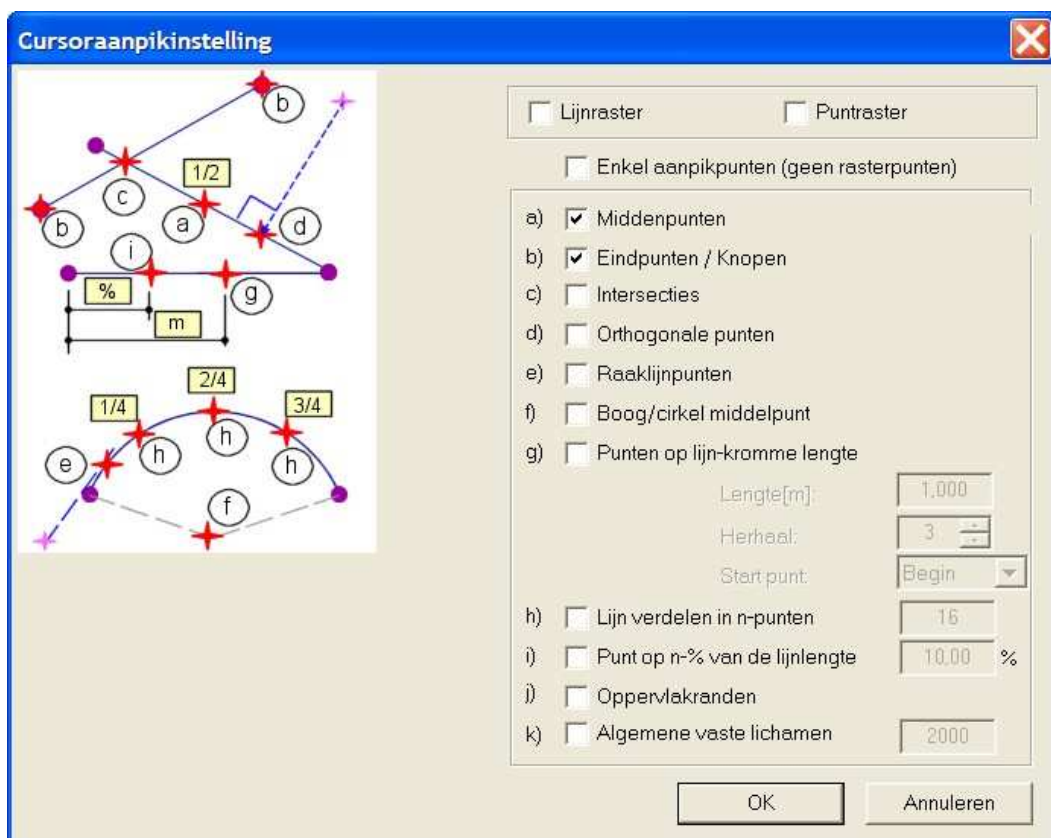
3. Het **Aantal kopieën** betreft hier **2**.
4. Om manueel de afstand tussen de spanten in te geven, dient men de optie **Definieer afstand met de cursor** uit te vinken. Vervolgens geeft men **6m** als afstand in de **Y richting** in. Deze afstand wordt, zoals aangegeven in het venster, gedefinieerd tussen 2 kopieën.
5. Klik **[OK]** om de invoer te bevestigen. Het spant is nu gekopieerd.
6. Klik **<ESC>** om de selectie te beëindigen.



Na invoer van de spanten, kunnen de langsliggers in het model toegevoegd worden. De begin- en eindknoten van de balken zijn reeds bekend: nl. de start- en eindknoten van de reeds aanwezige liggers. Om deze reden hoeft men de langsliggers niet toe te voegen d.m.v. coördinaten, maar kan men gebruik maken van de **Cursor aanpikinstellingen**.

Cursor aanpikinstellingen

1. Klik op **Cursor aanpikinstellingen**  in de **Commandolijn** of druk op [**Aanpikmodus**] rechtsonder in het scherm. Het volgende venster verschijnt:
2. Activeer opties **a)** en **b)** om zo makkelijk de middenpunten en eindpunten van de reeds aanwezige elementen te kunnen aanklikken.

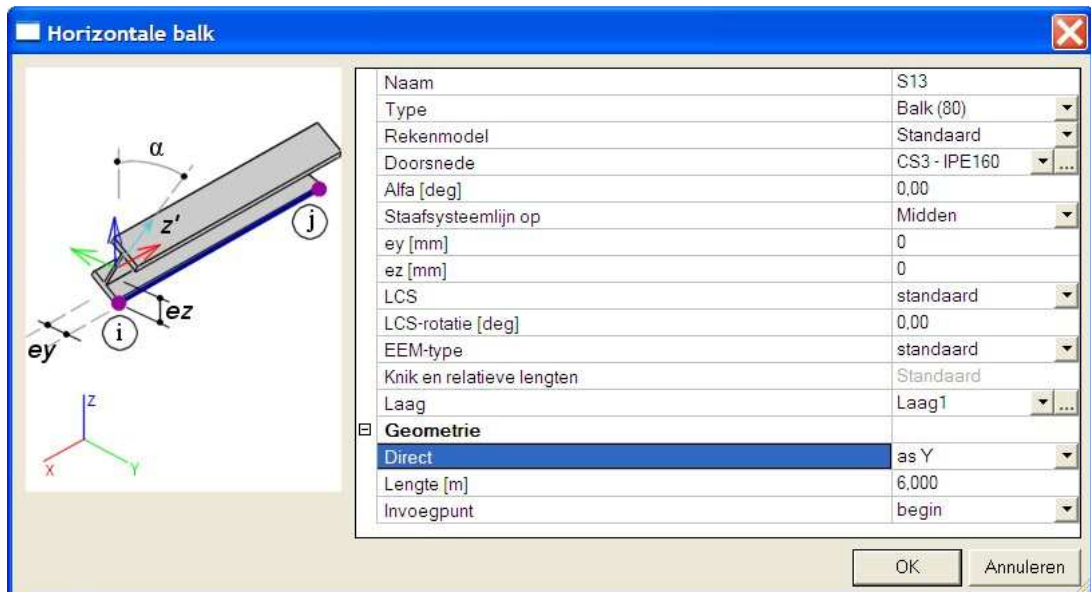


3. Klik [**OK**] om te bevestigen.

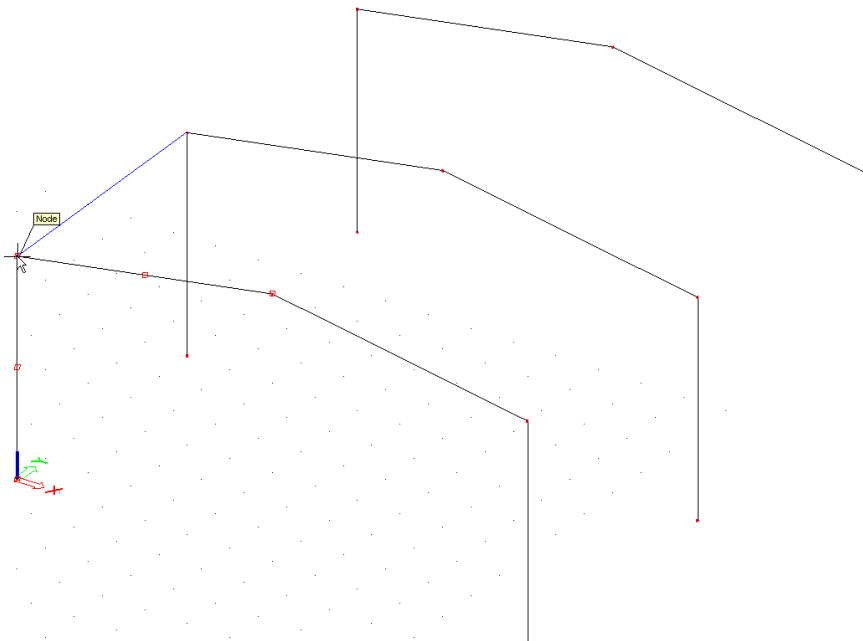
Nu kunnen de langsliggers ingevoerd worden.

Een ligger toevoegen

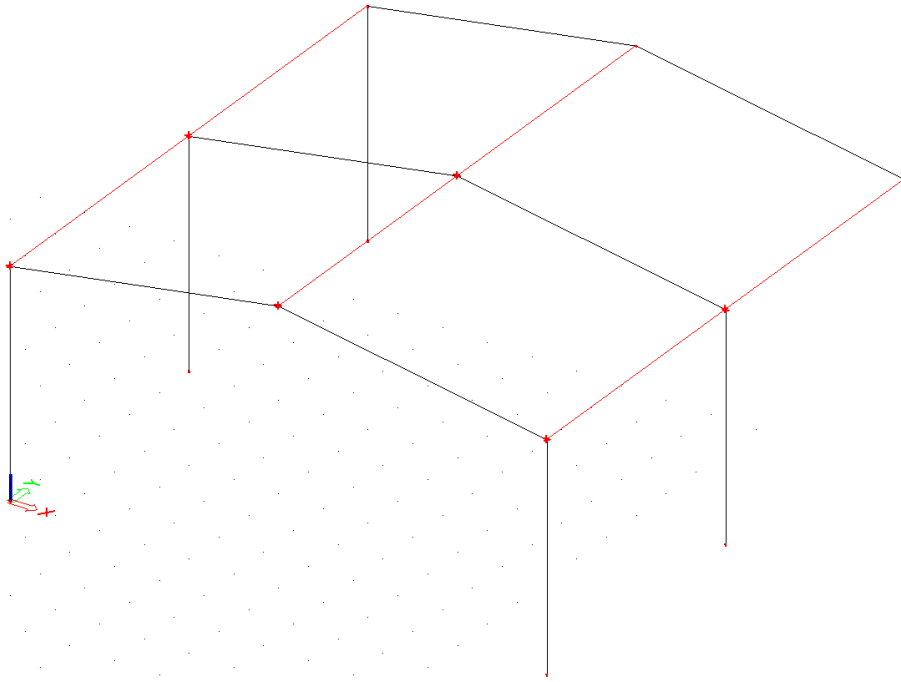
1. Om een nieuwe ligger in te voeren, kiest men voor **Ligger** in het **Constructiemenu**.
2. De parameter Doorsnede verandert men naar **IPE160**.



3. Omdat het constructietype **Raamwerk XYZ** twee horizontale richtingen, nl. X en Y, heeft, moet men de juiste richting voor deze ligger ingeven bij de parameter **Direct**. Kies voor **as Y**.
4. De **Lengte [m]** is in dit geval **6m**.
5. Het **Invoegpunt** staat standaard op **begin**. Dit betekent dat het linkerpunt het beginpunt van de ligger bepaalt.
6. Bevestig met **[OK]**.
7. Nu kan men een eerste ligger invoeren door met de muis te klikken op de bovenste knoop van de linkerkolom:



8. Voeg de andere liggers op identiek dezelfde manier toe, namelijk door telkens de klikken op de bovenste knopen van de kolommen:



9. Klik **<ESC>** om de invoer te beëindigen.
10. Klik nogmaals **<ESC>** om de selectie te beëindigen.

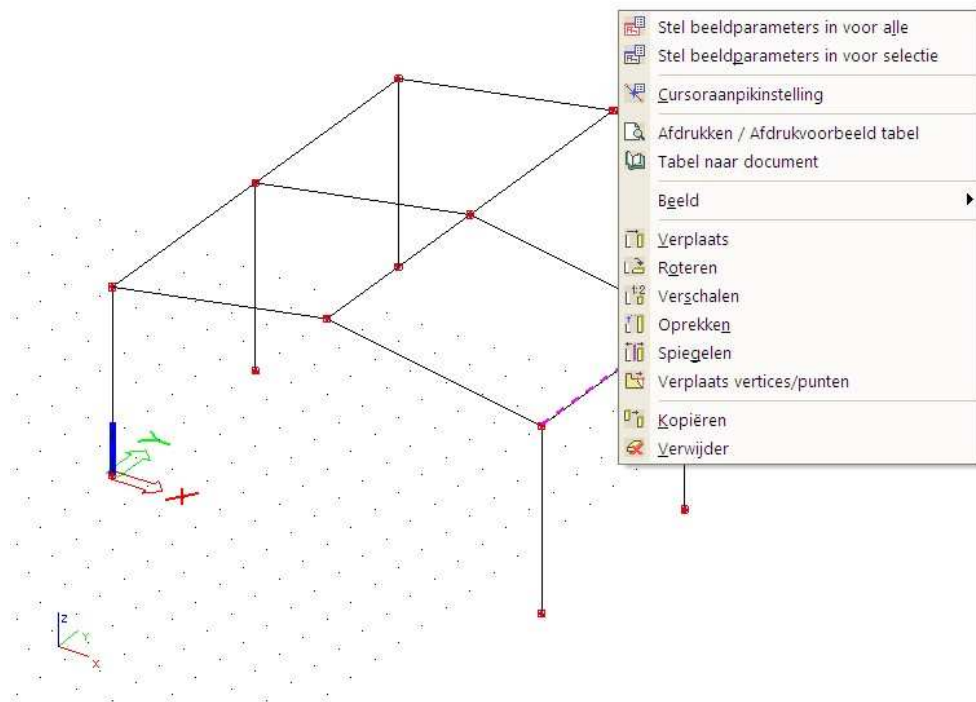
Opmerking:

De Meerder kopiëren maken –optie laat ook toe om automatisch liggers in te voegen tussen de verschillende spanten.

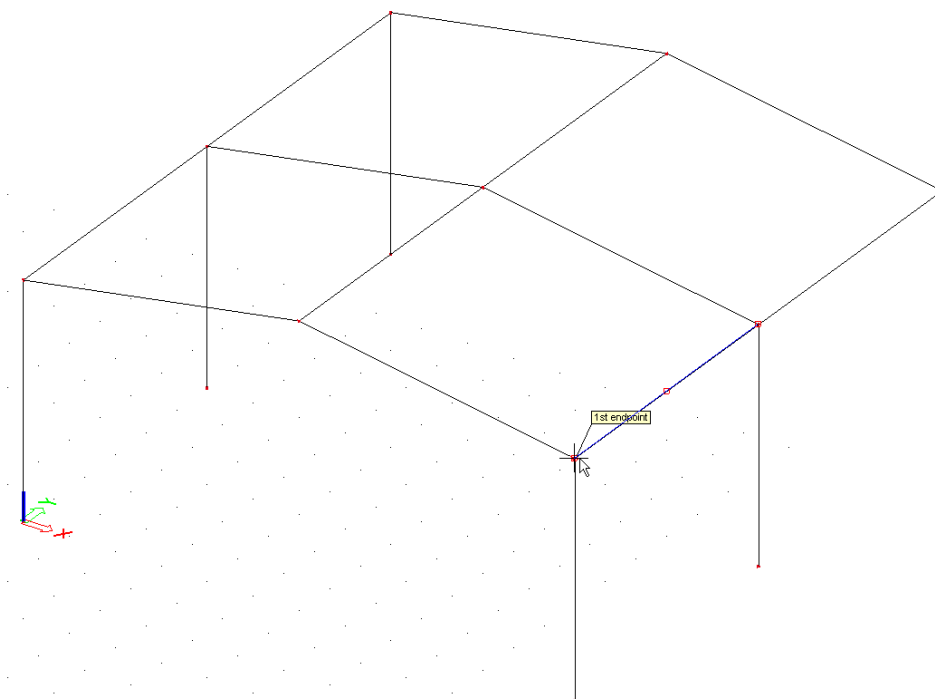
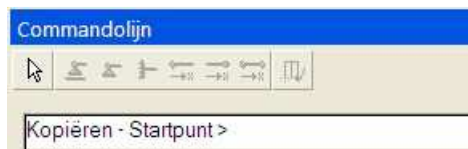
Tussen het eerste en tweede spant bevinden zich extra 2 horizontale balken. Om deze balken in te voeren, kan men opnieuw gebruik maken van de optie Ligger. Scia Engineer laat echter ook toe om deze manueel entiteiten te kopiëren.

Entiteiten kopiëren

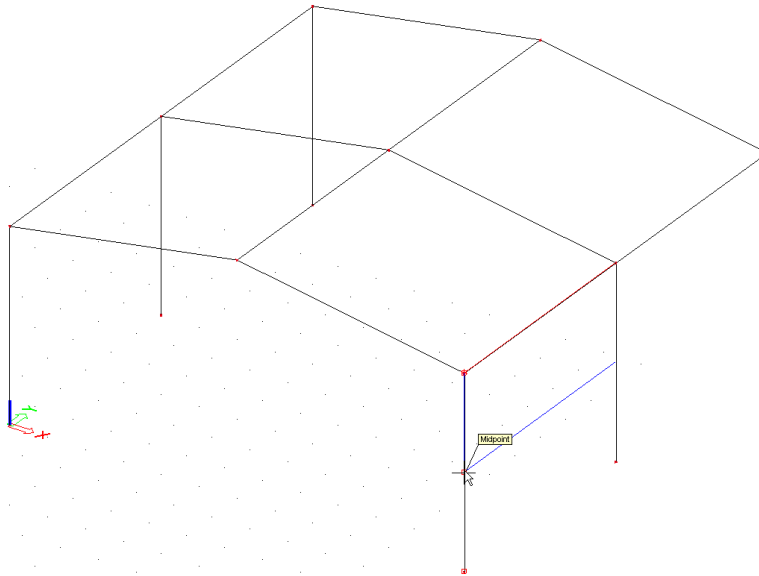
1. Ten eerste moet men bepalen welke entiteit (element) men wil kopiëren. Aangezien het hier een horizontale ligger betreft, kan men een van de reeds bestaande horizontale liggers selecteren d.m.v. de linkermuis knop. De magenta kleur duidt aan dat deze ligger nu geselecteerd is. De eigenschappen van deze ligger zijn zichtbaar in het **Eigenschappenvenster**.
2. Klik met de rechtermuis knop ergens in het scherm (witte achtergrond). Het menu dat verschijnt lijst de mogelijkheden op voor de geselecteerde entiteit:



3. In dit menu kiest men voor de optie **Kopiëren**  **Kopiëren**
4. Het programma vraagt voor het **Startpunt** van de kopie in de **Commandolijn**. Klik met de linkermuis knop op de beginknoop van de geselecteerde ligger:



- Vervolgens moet men het **Eindpunt** ingeven. Dit is de knoop naar waar het startpunt moet gekopieerd worden. Omdat de nieuwe ligger begint in het midden van de kolom, wordt het middenpunt van de kolom aangeduid als Eindpunt:



Omdat de **Middenpunten** reeds geactiveerd werden in de Cursor aanpikinstellingen kan men dus gemakkelijk de middenpunten van de kolommen aanklikken.

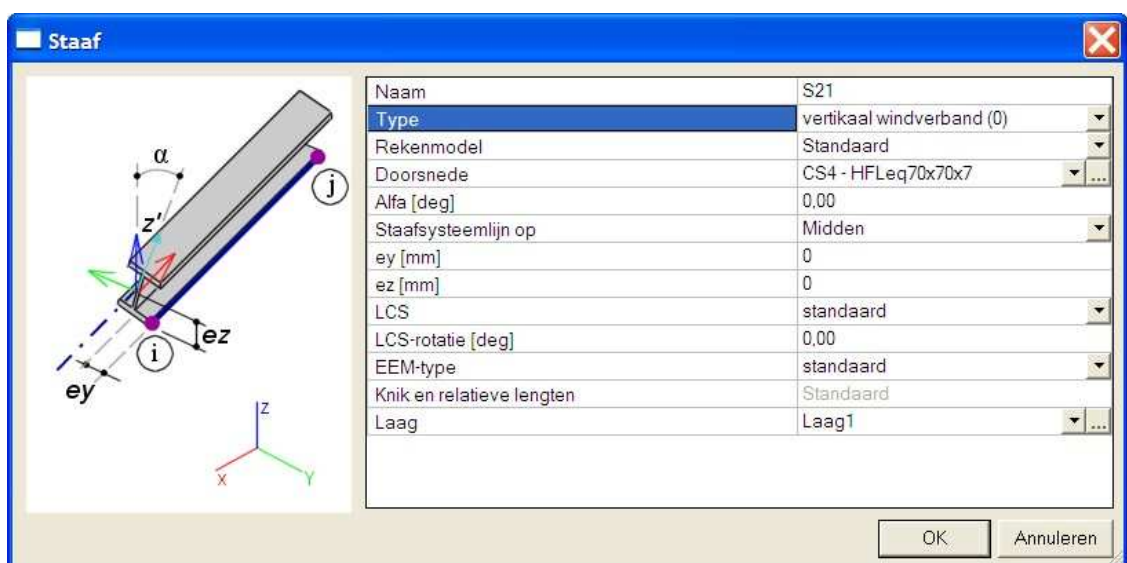
- Nadat de eerste ligger gekopieerd is, blijf het commando om te kopiëren actief. Dit betekent dat men nu onmiddellijk het eindpunt van de 2^e ligger kan aangeven op het middenpunt van de linkerkolom.
- Klik **<ESC>** om de invoer te beëindigen
- Klik nogmaals **<ESC>** om de selectie te beëindigen.

Na de invoer van de horizontale staven, kan men nu de windverbanden invoeren.

De windverbanden zijn geen kolommen, maar ook geen liggers. Men moet dus de optie **Staaft** gebruiken uit het **Constructiemenu**.

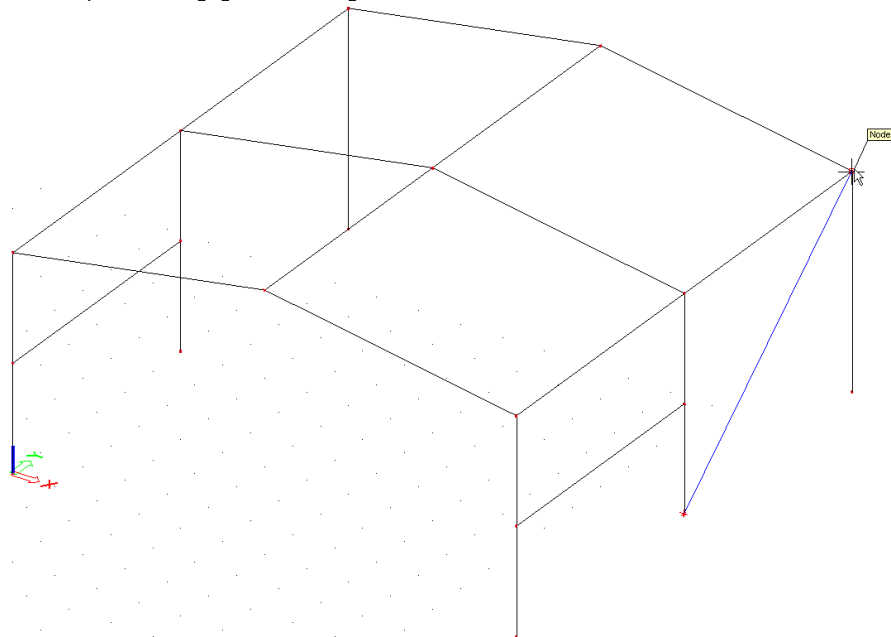
Een windverband toevoegen

- Om een nieuw 1D-element toe te voegen, gebruikt men de optie **Staaft** in het **Constructiemenu > 1D-staaft**.



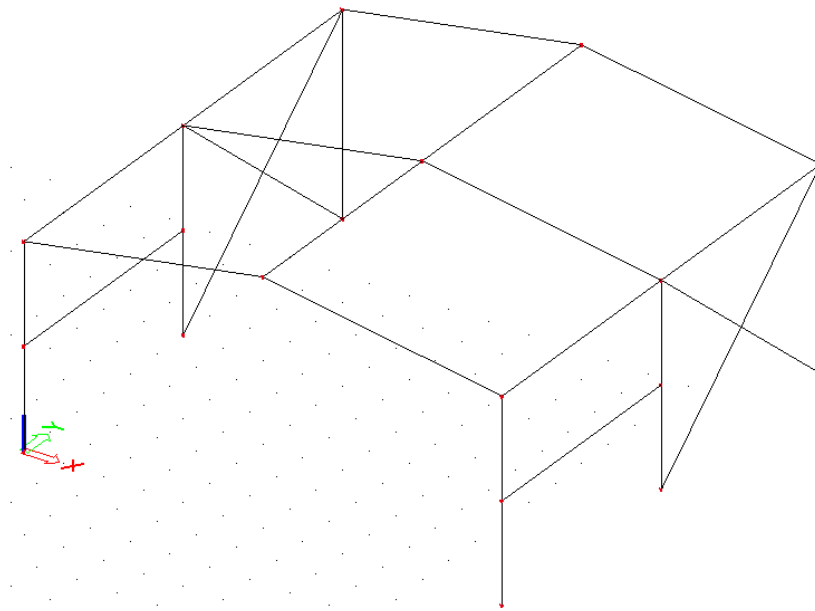
- Als **Type** stelt men **vertikaal windverband (0)** in. Dit type is alleen van belang bij het CONSTRUCTIE model en heeft geen invloed op het Rekenmodel dat we nu opstellen.

3. Bij **Doorsnede** kiest men voor **HFLeq 70x70x7**
4. Bevestig met **[OK]**.
5. Nu kunnen de windverbanden getekend worden tussen het 2^e en 3^e spant. Klik hiervoor telkens op de begin- en eindknoop zoals aangegeven in de figuur:



6. Klik **<ESC>** om de invoer te beëindigen.
7. Klik nogmaals **<ESC>** om de selectie te beëindigen.

De constructie is volledig klaar. Om de geometrie invoer te vervolledigen worden ook nog consoles, scharnieren en steunpunten ingevoerd.



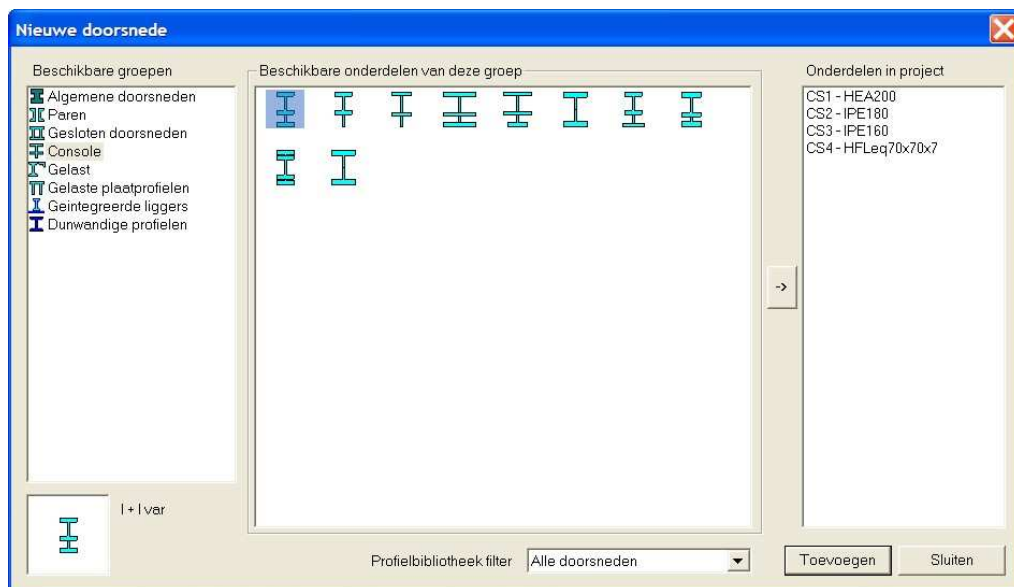
Consoles



Ter plaatse van de verbinding tussen kolommen en balken worden consoles toegevoegd op de balken. In Scia Engineer wordt een console bepaald door de volgende parameters:

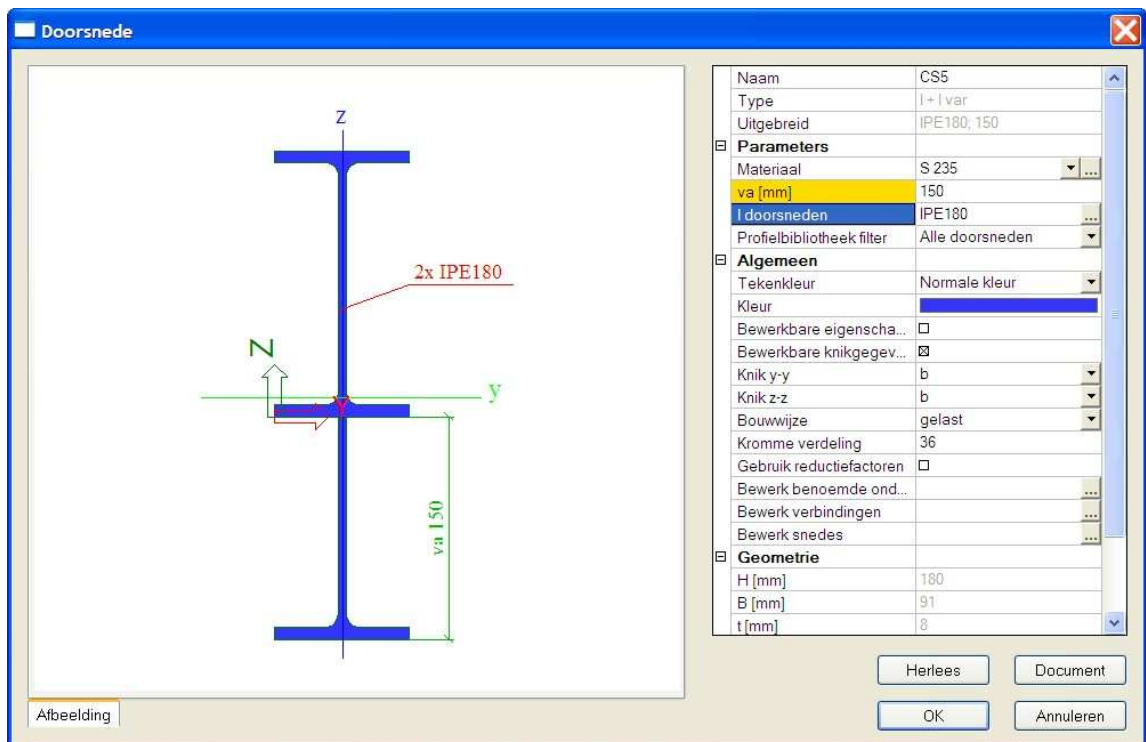
- een doorsnede met variabele hoogte
- een lengte waarover de variabele hoogte varieert naar 0

Een console invoegen

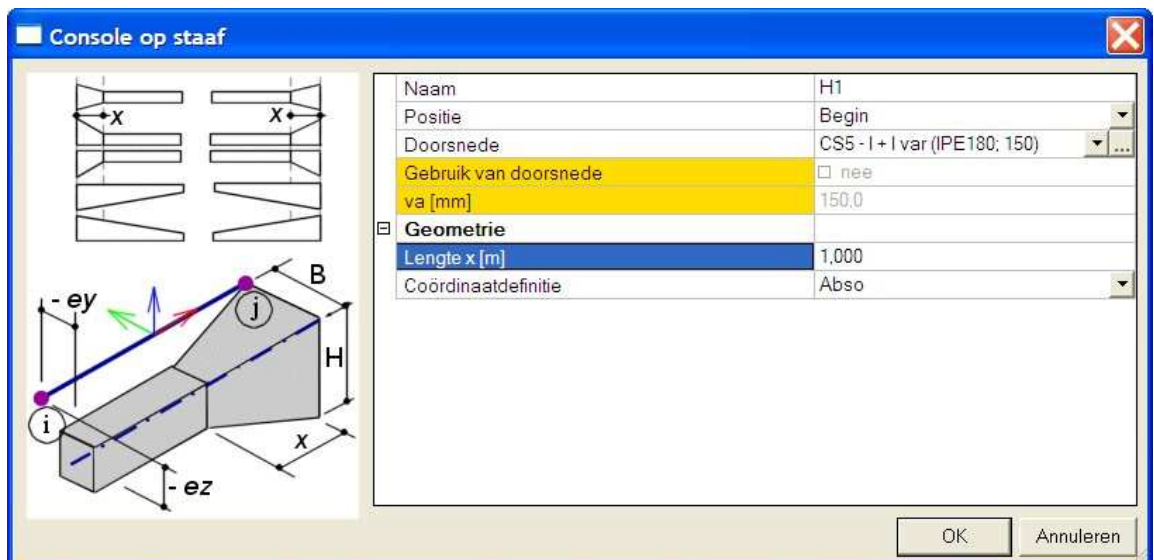
1. Om een nieuwe console toe te voegen, kiest men voor **1D-staaf > 1D-elementonderdelen > Console** in het **Constructiemenu**.
2. Zoals reeds vermeld wordt een console bepaald door een variabel profiel. Omdat in dit project nog geen variabel profiel ingevoerd is, opent het **Nieuwe doorsnede** –venster zich automatisch.
3. Selecteer uit de **Beschikbare groepen** de groep **Console**.



4. In de **Beschikbare onderdelen van deze groep**, kiest men voor **I + I var -profiel** 
5. Klik op **[Toevoegen]** of  om dit profiel in het project te laden. Het **Doorsnede** –venster verschijnt. Hier kan met de eigenschappen van dit variabel profiel aanpassen.

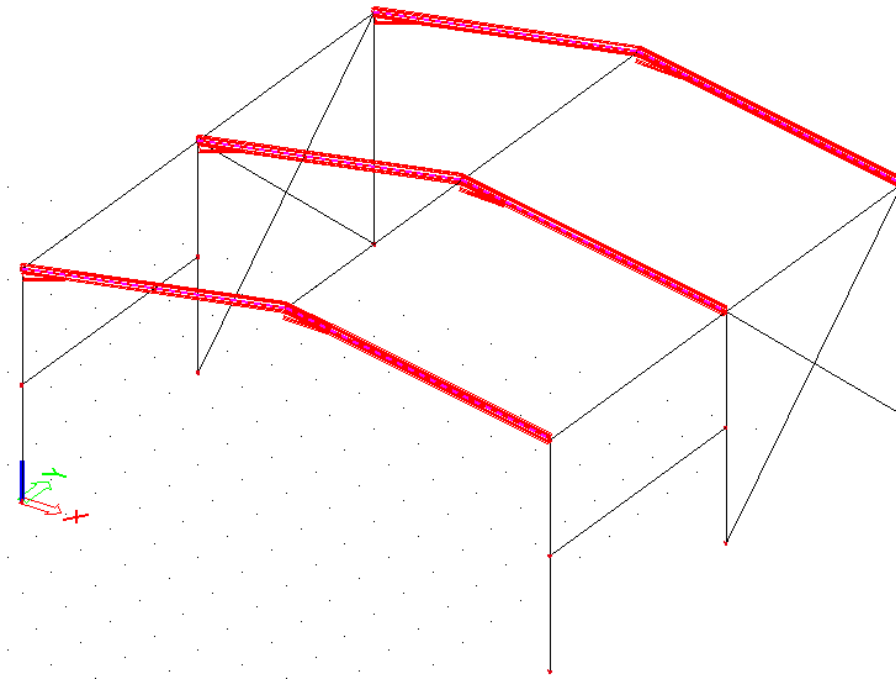


6. In het veld **I doorsneden** kiest men voor **IPE180** door op **...** te klikken achter het type.
7. Na dat het juiste type (IPE180) is gekozen, wordt de variabele hoogte ingesteld op **va [mm] = 150mm**.
8. Bevestig met **[OK]**
9. Het Nieuwe doorsnede –venster verschijnt. Klik **[Sluiten]** om dit venster te sluiten.
10. De **Doorsnede manager** opent. Klik **[OK]** om ook dit venster te sluiten.
11. Tenslotte ziet men het venster **Console op staaf**.





12. In het veld voor de **Positie** kiest men voor **Begin** om het begin van de console in de beginknoop te positioneren.
13. De instellingen voor **Coördinaatdefinitie** wordt op **Abso** gezet wat betekent dat de lengte waarover het variabel profiel werkt kan ingegeven worden in absolute eenheden (nl. in meter).
14. Na het aanpassen van de coördinaten definitie past men de lengte van de console aan in het veld **Lengte x[m]**. In dit geval kiest men voor **1m**.
15. Bevestig met **[OK]**

- Nu vraagt het programma om de elementen te selecteren waarop de console moet gezet worden. Selecteer de 6 dakliggers met de linkermuis knop:



- Klik <ESC> om de invoer te beëindigen.
- Klik nogmaals <ESC> om de selectie te beëindigen.

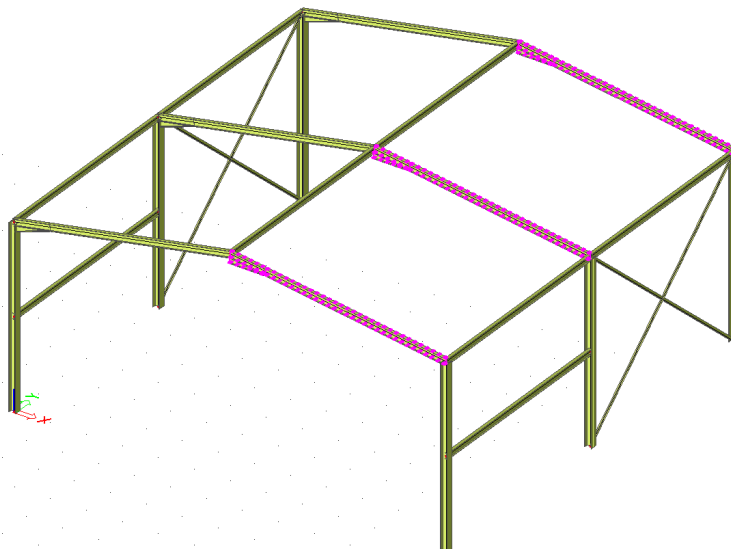
Uit vorige figuur blijkt dat de consoles correct gepositioneerd worden aan de linkerkant van het raamwerk. Aan de rechterkant echter bevinden de consoles zich op het verkeerde uiteinde. Op dit te visualiseren, klikt men op de volgende symbolen onderaan de **Commandolijn**:

- Toon / Verberg oppervlaktes**  om de oppervlaktes van de doorsneden te visualiseren.
- Render geometrie**  om een gerenderde constructie te bekomen.

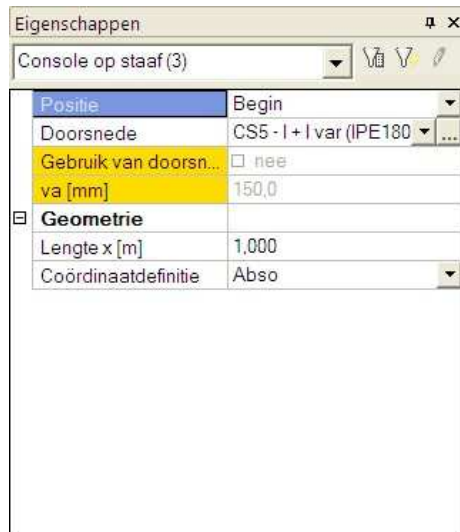
De positie van de 3 consoles aan de rechterkant moet nog gecorrigeerd worden via hun **Eigenschappenvenster**.

Entiteiten aanpassen via het Eigenschappenvenster

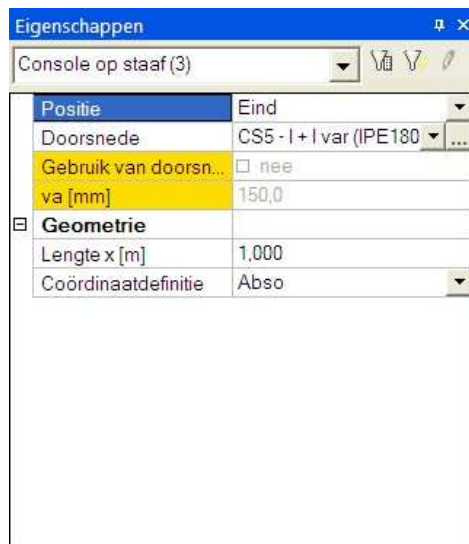
- Selecteer de 3 consoles m.b.v. de linkermuis knop.



2. Het **Eigenschappenvenster** geeft de gemeenschappelijke eigenschappen van de 3 entiteiten:

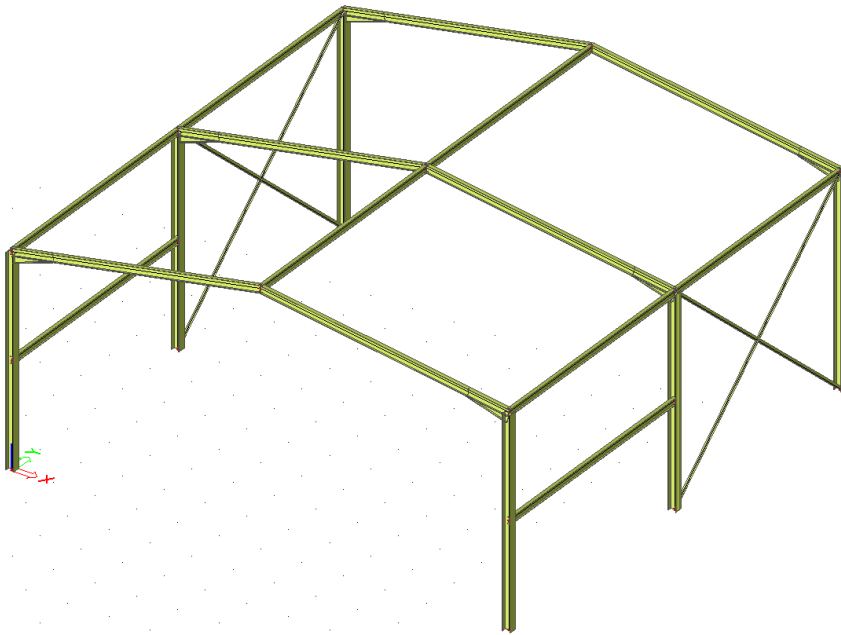


3. Hier kan men zien dat de **Positie** op **Begin** ingesteld staat.
4. Verander deze instelling naar **Eind**.



De aanpassing wordt onmiddellijk zichtbaar in het grafische venster.

5. Klik **<ESC>** om de selectie te beëindigen.



Klik in de **Commandolijn** op **Toon / Verberg oppervlaktes**  en **Render geometrie**  om beide opties te deactiveren en om dus enkel de systeemlijnen te visualiseren.

Opmerking:

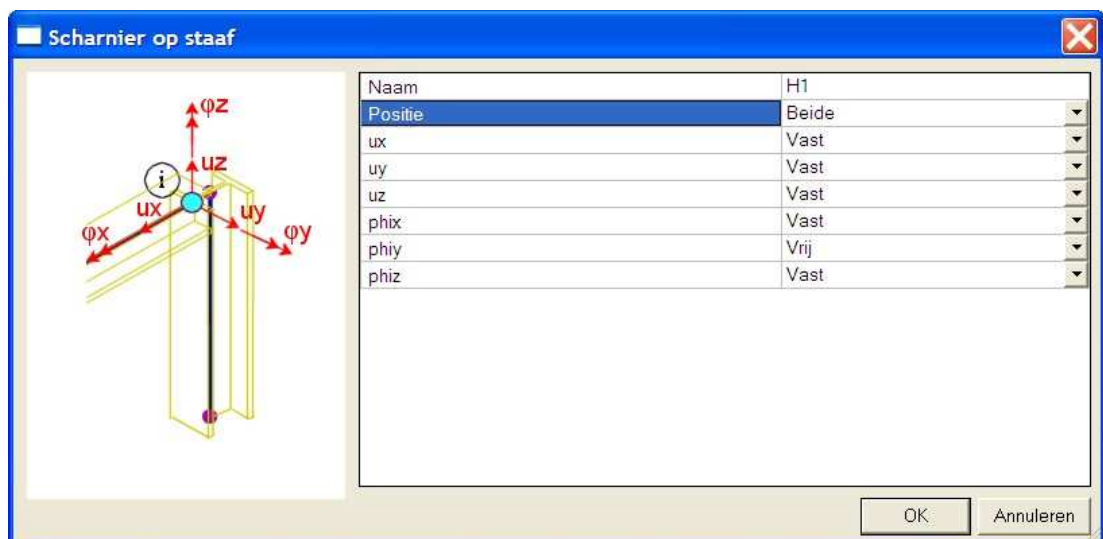
Een console overschrijft het originele profiel op een staaf. Specifiek voor dit project betekent dat de dakliggers vervangen worden door het I + I var profiel. Als de console verwijderd wordt, blijft enkel het I + I var profiel achter over de volledige lengte van de ligger i.p.v. de I-doorsnede.

Scharnieren

De diagonalen worden in dit project scharnierend verbonden met de kolommen. Omdat het constructietype Raamwerk XYZ is, zijn de staven momentvast met elkaar verbonden. Daarom moet men de scharnieren manueel toevoegen.

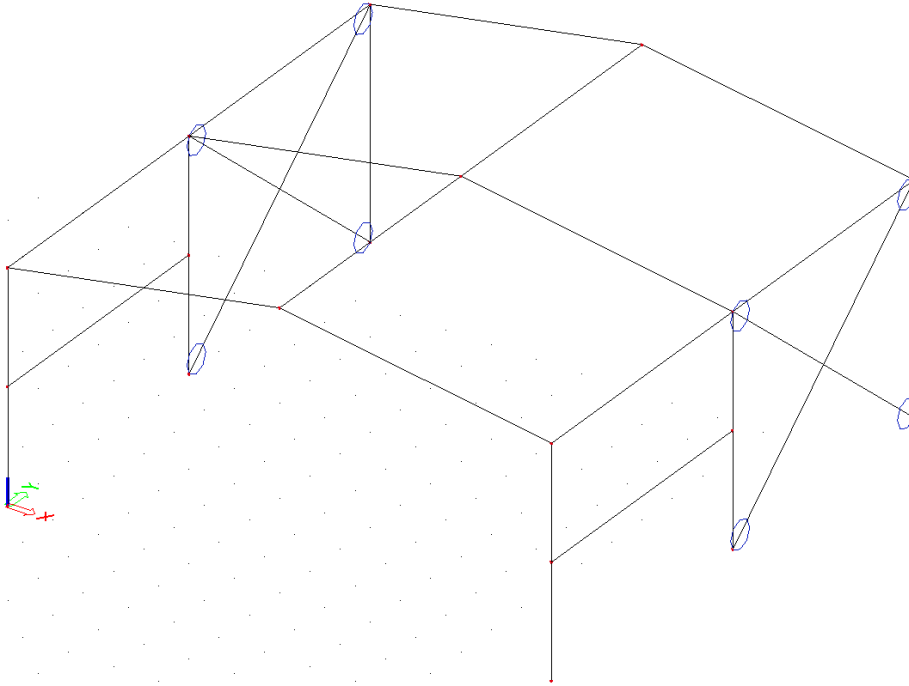
Scharnieren toevoegen

1. Om scharnieren toe te voegen, kiest men voor **Modelgegevens > Scharnier op staaf** uit het **Constructiemenu**.



2. De scharnieren zullen zowel aan het begin als aan het einde van de windverbanden toegevoegd worden. Daarom zet met de **Positie** op **Beide**.

3. Om een scharnier te bekomen, zet men de rotatie **fiy** op **Vrij**. De andere translaties en rotaties blijven **Vast**. Op deze manier zullen de diagonalen enkel scharnierend zijn in de vlakken van de zijkanten.
4. Bevestig de invoer met **[OK]**.
5. De scharnieren worden toegevoegd als men met de linkermuis knop de diagonalen aanvinkt.
6. Klik **<ESC>** om de invoer te beëindigen.
7. Klik nogmaals **<ESC>** om de selectie te beëindigen.



Opmerking:

Scharnieren worden altijd gedefinieerd in relatie tot het lokale assenstelsel van een staaf.

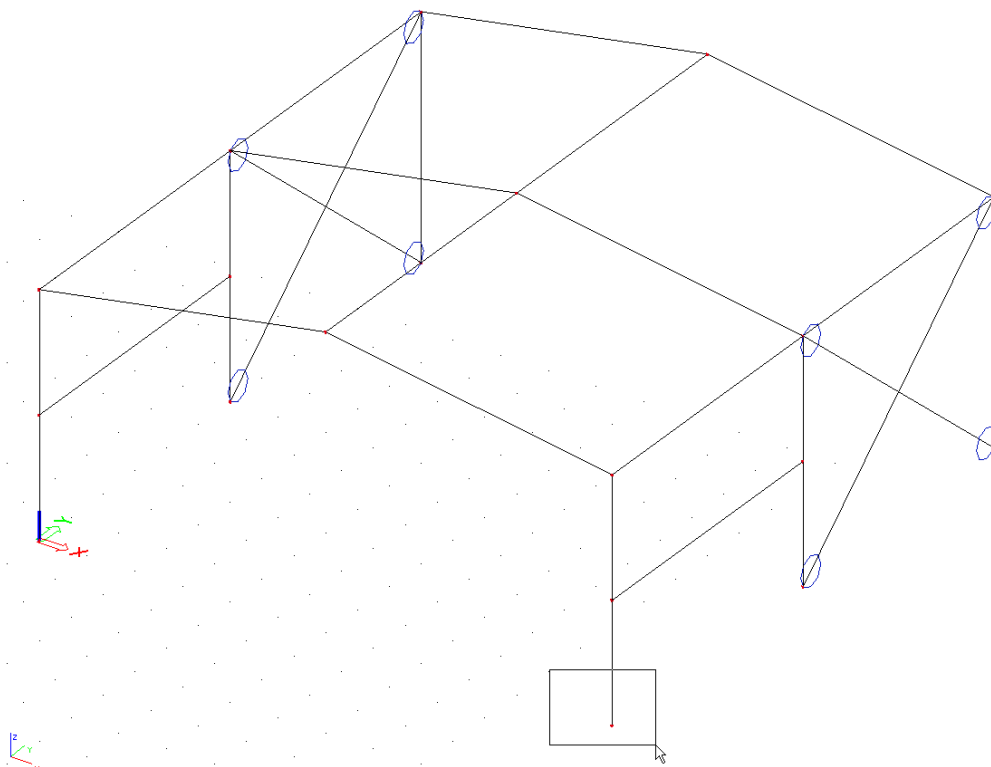
Steunpunten

De geometrie invoer wordt vervolledigd met het aanbrengen van steunpunten. De kolomvoeten worden als scharnierend gemodelleerd.

Alvorens het aanbrengen van de steunpunten, selecteert men best eerst de knopen waar men de steunpunten wilt plaatsen. Men kan deze knopen manueel selecteren, maar Scia Engineer laat ook toe om op een simpele manier meerdere entiteiten tegelijk te selecteren op basis van een gemeenschappelijke eigenschap.

Selectie van elementen volgens een eigenschap

1. Om alle kolomvoeten (knopen) te selecteren, selecteert men eerst een eerste knoop door er een kader rond te trekken met de muis.




2. Het **Eigenschappenvenster** toont de parameters van deze geselecteerde knoop:

Eigenschappen	
Knoop (1)	
Naam	K5
GCS-coördinaat	
Coördinaat X [m]	12,000
Coördinaat Y [m]	0,000
Coördinaat Z [m]	0,000
UCS-coördinaat	
Coördinaat ux [m]	12,000
Coördinaat uy [m]	0,000
Coördinaat uz [m]	0,000
Staven	
Staaf	S4

3. Vervolgens dient men de eigenschap te selecteren die identiek zal zijn voor alle steunpunten. De eigenschap die identiek is voor alle kolomvoet knopen is de coördinaat Z volgens het globale assenstelsel. Klik met de linkermuis knop op eigenschap **Coördinaat Z [m]**.

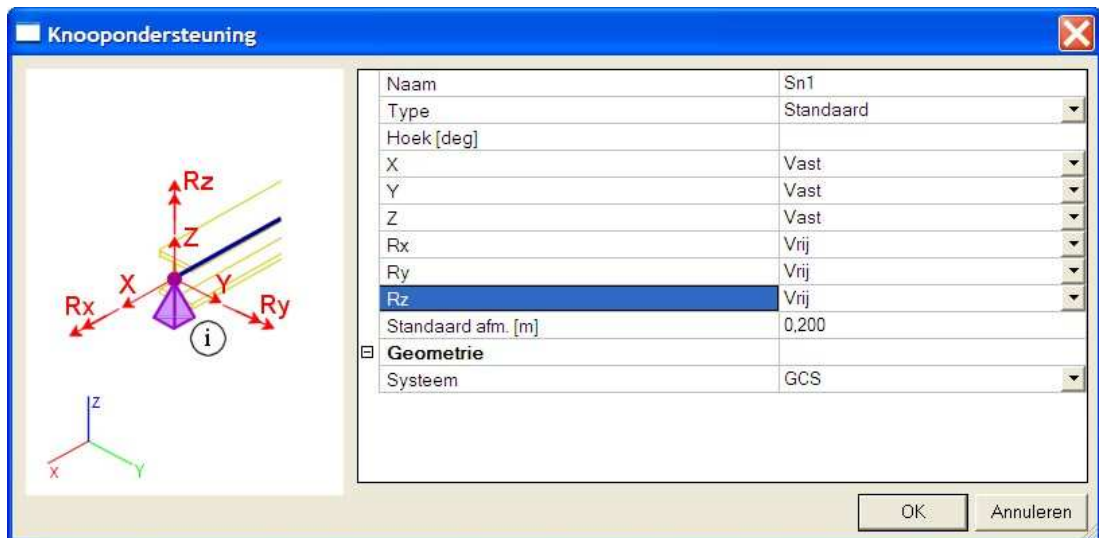
Eigenschappen	
Knoop (1)	
Naam	K5
GCS-coördinaat	
Coördinaat X [m]	12,000
Coördinaat Y [m]	0,000
Coördinaat Z [m]	0,000
UCS-coördinaat	
Coördinaat ux [m]	12,000
Coördinaat uy [m]	0,000
Coördinaat uz [m]	0,000
Staven	
Staaf	S4

- Klik op de optie **Selecteer elementen middels hun eigenschap** . Het programma selecteert nu alle entiteiten met dezelfde eigenschap. In dit geval dus alle knopen waarvan de coördinaat Z gelijk is aan **0m**.

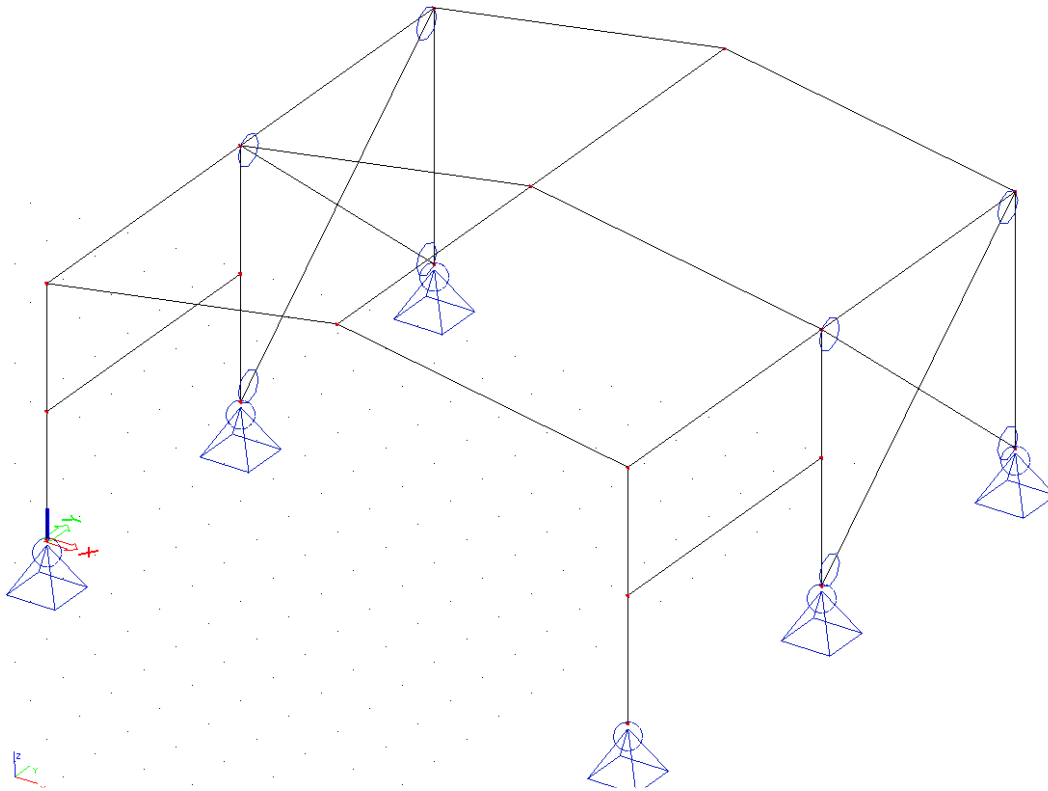
De kolomvoet knopen zijn nu geselecteerd. Steunpunten kunnen nu rechtstreeks op deze geselecteerde knopen gezet worden.

Steunpunten invoeren

- Om steunpunten in te voeren, kiest men voor **Modelgegevens > Steunpunten > in knoop** uit het **Constructiemenu**.




- In een scharnierend steunpunt zijn alle translaties **Vast** en alle rotaties **Vrij**.
- Bevestig met **[OK]**. De steunpunten worden automatisch toegekend aan de geselecteerde knopen.
- Klik **<ESC>** om de selectie te beëindigen.



Opmerkingen:

Als men het kader bij de selectie van linksboven naar rechtsonder trekt worden enkel de entiteiten die zich volledig binnen het kader bevinden, geselecteerd. Als men het kader van rechtsonder naar linksboven trekt worden zowel de entiteiten die zich volledig binnen als de entiteiten die het kader snijden, geselecteerd.


De Commandolijn bevat een aantal voorgedefinieerde steunpunten. In dit project, had men ook onmiddellijk voor de optie **Scharnierende ondersteuning**  kunnen kiezen.

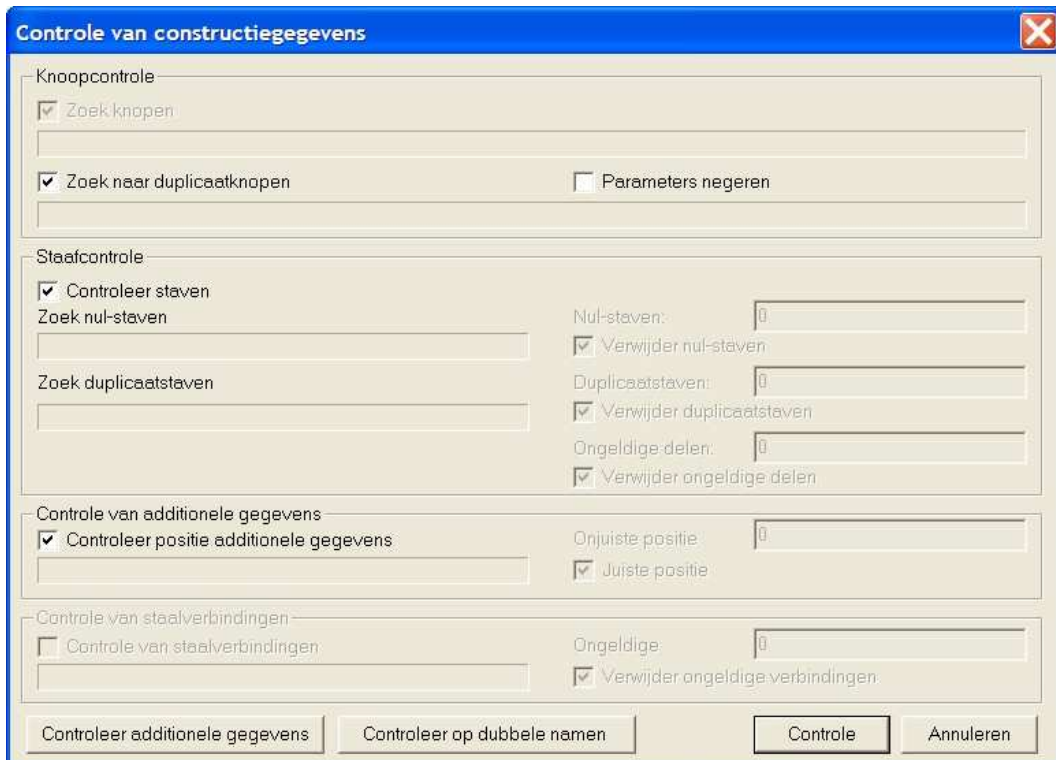
Analoog aan de selectie van knopen, had men ook de optie **Selecteer elementen middels hun eigenschap**  kunnen gebruiken om de diagonalen waarop de scharnieren aangebracht zijn, snel te selecteren. De bepalende eigenschap zou hier de **Doorsnede** geweest zijn.

Controleer constructie

Na de invoer van de constructie, kan deze gecontroleerd worden op fouten m.b.v. de optie **Controleer constructie**. Met deze tool wordt de constructie gecontroleerd op duplicaatknopen, duplicaatstaven, nul-staven,...

De constructie controleren

1. Dubbel klik op de optie **Controleer constructie** in het **Constructiemenu** of druk op  in de knoppenbalk.
2. Het venster **Controle van constructiegegevens** verschijnt. Hier ziet men de verschillende controles.



3. Klik [**Controle**] om de controle te starten.
4. In het volgende venster **Rapport Gegevenscontrole** verschijnt de bevestiging dat er geen problemen zijn gevonden.



5. Sluit de controle af door op [**OK**] te klikken.

Constructie-entiteiten verbinden

Een kolom en een dakligger hebben een gemeenschappelijke knoop. De eindknoop van de kolom is immers de beginknoop van een dakligger. De dakliggers evenals de diagonalen zijn dus automatische verbonden met de kolommen.

Staven die aankomen in het middenpunt van een andere staaf eindigen niet in een constructie knoop. De begin- en eindknoop van deze staven liggen in het middenpunt van een andere staaf en zijn dus niet automatisch verbonden met de kolom.

Hier volgt een beschrijving hoe men staven met elkaar moet verbinden.

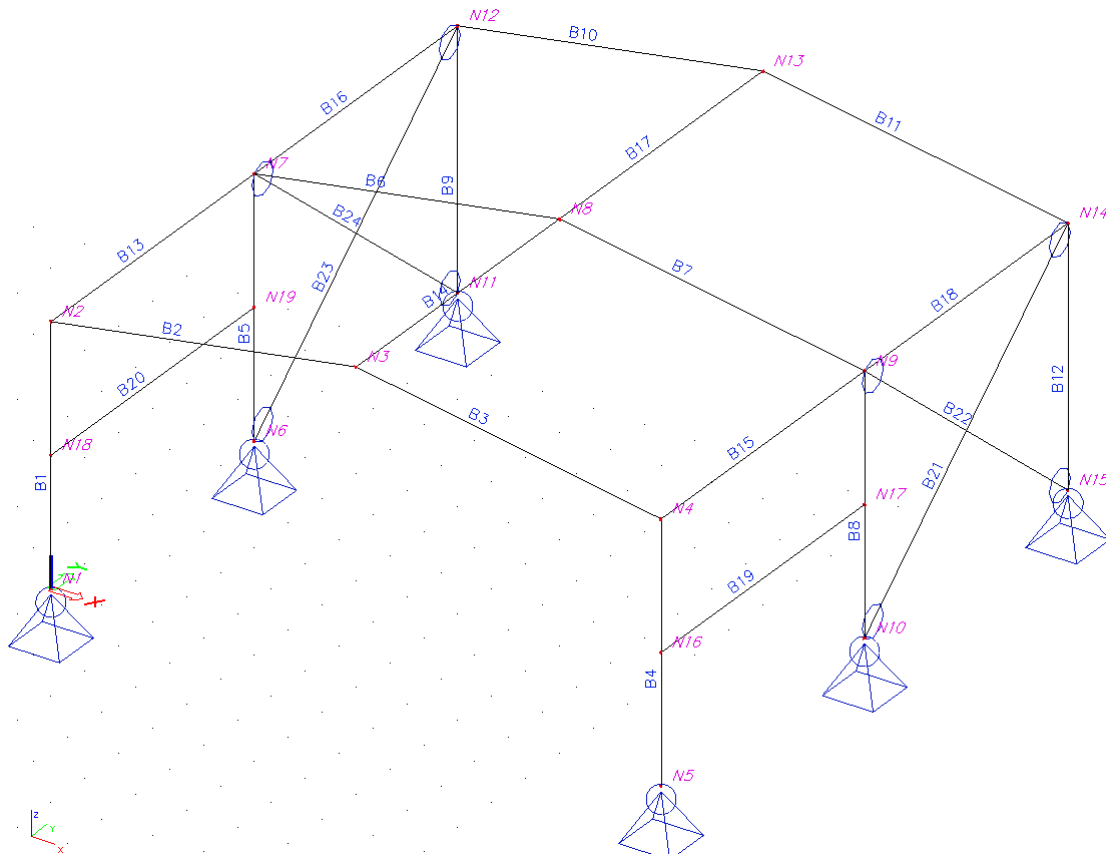
Om de namen van de knopen en staven te visualiseren, kan men de labels gebruiken die zich in de **Commandolijn** bevinden.

Knooplabels activeren

Knooplabels activeert men via de optie  bovenaan de **Commandolijn**.

Staaflabels activeren

Staaflabels activeert men via de optie  bovenaan de **Commandolijn**.



Als men kolom **S1** selecteert met de linkermuis knop, ziet men de eigenschappen ervan in het **Eigenschappenvenster**.



Hier ziet men dat de beginknoop **K1** is en de eindknoop **K2**. Knoop **K18** behoort niet tot de kolom. Om staaf **S20** met de kolom te verbinden, gebruikt men het commando **Constructie-entiteiten verbinden**.

Verbinden van elementen

1. Indien nodig: deselecteer alle selecties / elementen door op **<ESC>** te klikken.

2. Dubbel klik op de optie **Constructie-entiteiten verbinden** in het **Constructie menu** of klik op  in de knoppenbalk.

3. Een dialoogvenster verschijnt. Deze vraagt of u wilt doorgaan met alle entiteiten:



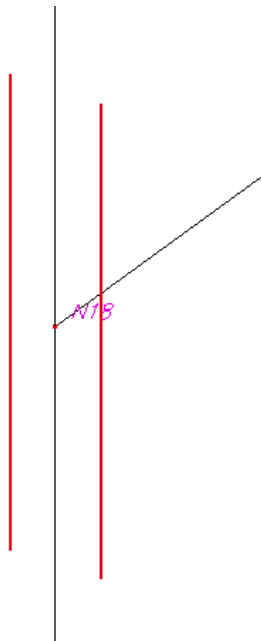
4. Antwoord '**JA**'. Het volgende scherm toont het dialoogvenster om de constructie-entiteiten te verbinden.



5. Bevestig met <OK>.
6. Een venster verschijnt met de volgende melding:



7. De verbonden knopen worden in het grafische scherm voorgesteld d.m.v. een dubbele rode lijn:



Als men nu bijvoorbeeld ligger **S20** selecteert en het **Eigenschappenvenster** bekijkt, ziet men dat knoop **K18** ook tot kolom **S1** en knoop **K19** tot kolom **S5** behoren.

Eigenschappen [X]

Staaf (1) [V] [Y] [P]

Naam	S20
Type	Balk (80)
Rekenmodel	Standaard
Doorsnede	CS3 - IPE160
Alfa [deg]	0,00
Staafsysteemlijn op	Midden
ey [mm]	0
ez [mm]	0
LCS	standaard
LCS-rotatie [deg]	0,00
EEM-type	standaard
Knik en relatieve len...	Standaard
Laag	Laag1
Geometrie	
Lengte [m]	6,000
Vorm	Lijn
Beginknoop	K18
Eindknoop	K19
Knopen	
K18	tot S1
K19	tot S5

Acties

Knikgegevens	>>>
Tabel bewerk geometrie	>>>

Opmerking:

Als een actieve selectie niet gedeselecteerd wordt alvorens het commando *Constructie-entiteiten verbinden* uit te voeren, zal het programma enkel die elementen verbinden die huidig geselecteerd zijn.

Het is ook mogelijk om de twee voorgaande commando's in 1 keer uit te voeren. Daarvoor moet men de optie **Controle (voeg samenvallende knopen samen, wis onjuiste entiteiten)** bij de **Instelling van verbinden van constructie entiteiten** aanvinken.

8. Klik **[Sluiten]** onderaan het **Constructiemenu**.

De grafische voorstelling wijzigen

Beeld wijzigen

Binnen Scia Engineer zijn er diverse mogelijkheden om de grafische voorstelling van de constructie te wijzigen. Hieronder worden de belangrijkste opties behandeld:

- Het zichtpunt op de constructie wijzigen
- Een kijkrichting instellen
- Het vergrootglas gebruiken
- Beeldparameters wijzigen via het menu **Beeldparameters**

Het zichtpunt op de constructie wijzigen

Het zichtpunt instellen via de wielen. Rechts onderaan het grafische scherm staan drie wielen, waarvan twee horizontaal en één verticaal. Met deze **wielen** kan op de constructie **ingezoomd** worden of kan de constructie **verdraaid** worden.

1. Om op de constructie te zoomen of om de structuur te verdraaien klikt u op het wiel (de cursor zal veranderen van een pijl naar een hand), hou de linker muistoets ingedrukt en beweeg het wiel.

Of

Het zichtpunt instellen door middel van een combinatie van toetsen en muis.

2. Hou CTRL + rechter muistoets tegelijkertijd ingedrukt en beweeg de muis om de constructie te *verdraaien*.
3. Hou SHIFT + rechter muistoets tegelijkertijd ingedrukt en beweeg de muis om de constructie te *verplaatsen*.
4. Hou CTRL + SHIFT + rechter muistoets tegelijkertijd ingedrukt en beweeg de muis om de constructie *in of uit te zoomen*.

Opmerking:

Wanneer de structuur verdraaid wordt terwijl er een knoop geselecteerd is, dan draait de structuur rond de geselecteerde knoop.

Een kijkrichting instellen ten opzichte van het globaal assenstelsel

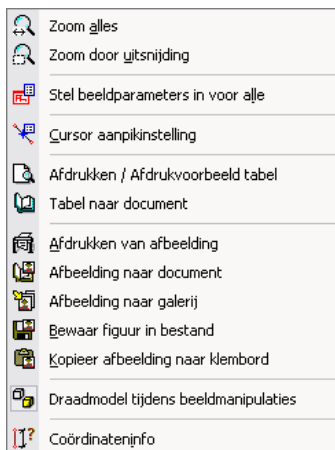
1. Klik op de knop **Zicht in richting-X**  voor een aanzicht in de X-richting.
2. Klik op de knop **Zicht in richting-Y**  voor een aanzicht in de Y-richting.
3. Klik op de knop **Zicht in richting-Z**  voor een aanzicht in de Z-richting.

Het vergrootglas

- Gebruik  om te vergroten.
- Gebruik  om te verkleinen.
- Gebruik  om te zoomen in een venster.
- Gebruik  om de hele structuur in beeld te krijgen.
- Gebruik  om te zoomen op een selectie.

Beeldparameters wijzigen via het menu Beeldparameters

1. Klik in het grafische scherm op de rechter muistoets. Het volgende snelmenu verschijnt:



Opmerking:

Indien voorafgaandelijk een element geselecteerd was, kan u een instelling definiëren die enkel van toepassing is op de geselecteerde elementen. (Een aangepast snelmenu verschijnt).

2. Kies de optie **Stel beeldparameters in voor alle**. Het venster **Beeldparameterinstelling** verschijnt. Het menu bestaat uit verschillende tabbladen. U kan de beeldparameters instellen voor alle entiteiten, of enkel voor de geselecteerde entiteiten.

Beeldparameters – Entiteiten

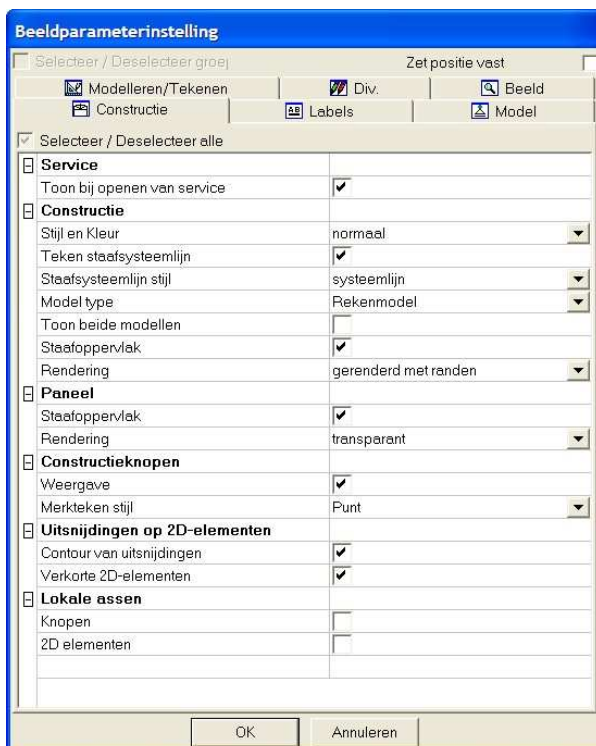
Via het tabblad **Constructie** kan de voorstelling van de verschillende entiteiten aangepast worden.

Op dit tabblad zijn de volgende items van belang voor dit project:

Stijl en kleur: U kan kleuren weergeven per laag, per materiaal, per doorsnede of volgens constructietype.

Teken Doorsnede: Hiermee wordt het symbool van de doorsnede op elke staaf weergegeven.

Lokale Assen - Staven: Hiermee worden de lokale assen van de staven geactiveerd.



Beeldparameters – Labels en Omschrijving

Via het tabblad **Labels**, kunnen de labels van de verschillende entiteiten worden weergegeven. In de groep **Staaflabels** bijvoorbeeld kunnen volgende items worden weergegeven in het label:

Naam: De naam van de doorsneden weergegeven in het label.

Doorsnedetype: Het type doorsnede weergegeven in het label.

Lengte: De lengte van de staaf weergegeven in het label.

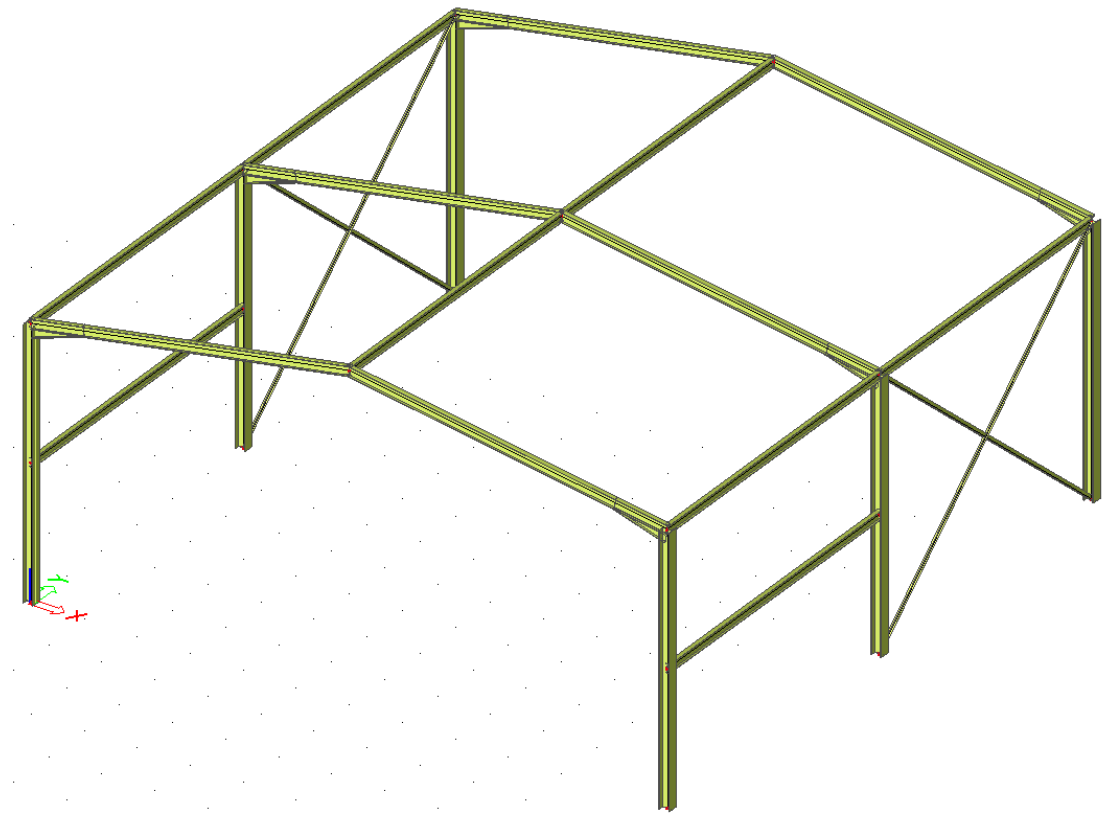
Toon labels: Slechts als dit item aangevinkt is, zullen de aanduidingen op het scherm weergegeven worden. Dit is dus een aan-uit knop voor het tonen van de aangeduide gegevens.

Beeldparameters – snelkoppelingen

In de knoppenbalk bovenaan de **Commandolijn** zijn een aantal veelgebruikte opties gegroepeerd waaronder:

- **Toon/verberg oppervlaktes**  om de oppervlaktes van de doorsneden weer te geven.
- **Render geometrie**  om de staven gerendeerd te bekijken.
- **Toon /verberg steunpunten**  om steunpunten en scharnieren weer te geven.
- **Toon /verberg belastingen**  om het belastingsgeval zichtbaar te maken.
- **Toon /verberg andere modelgegevens**  om de modelgegevens (scharnieren, verbonden knopen,...) te tonen.
- **Toon /verberg knooppunten**  om het label van de knopen te zien.
- **Toon verberg/ staaflabels**  om het label van staven te zien.
- **Stel belastingsgeval in voor weergave**  om het actief belastingsgeval te wijzigen.
- **Snel Aanpassen van beeldparameters op hele constructie**  om snel toegang te krijgen tot de opties uit het menu Beeldparameters.

Na rendering wordt volgende structuur bekomen:



Invoer berekeningsgegevens

Belastingsgevallen en -groepen

Elke belasting wordt aan een belastingsgeval toegekend. Een belastingsgeval kan verschillende lasttypes bevatten.

Aan elk belastingsgeval worden eigenschappen toegekend die belangrijk zijn bij het genereren van combinaties. Zo kan het actietype van een belastingsgeval permanent of variabel zijn.

Elk variabel belastingsgeval wordt met een belastingsgroep verbonden. De groep bevat informatie over de categorie van de belasting (gebruikslast, wind, sneeuw,...) en over het voorkomen (standaard, samen, exclusief). Bij een exclusieve groep, kunnen de verschillende lasten toegekend aan de groep niet samen voorkomen in een normcombinatie. Bij standaard combinaties, laat de combinatiegenerator het gelijktijdig voorkomen van de lasten van een zelfde groep wel toe.

De manier waarop belastingsgevallen gedefinieerd worden, is bepalend voor de belastingscombinaties die de generator aanmaakt. Het wordt aangeraden het hoofdstuk over belastingen en combinaties uit de referentiehandleiding grondig te bestuderen.

In dit project worden twee belastingsgevallen ingevoerd:

- **BG1**: Permanent belastingsgeval: eigengewicht van de staven + dakbelasting


- **BG2**: Variabel belastingsgeval: zijwaartse wind

Een permanent belastingsgeval definiëren

1. Dubbelklik op  Belasting in the **Hoofdmenu**.
2. Alvorens een last in te voeren, moeten de belastingsgevallen eerst gedefinieerd worden. Omdat er nog geen belastingsgevallen in dit project aanwezig zijn, opent de **Belastinggevallen manager** automatisch.
3. Automatisch wordt ook een belastingsgeval **BG1** aangemaakt. Dit is een permanent belastingsgeval van het type **Eigengewicht**. Door dit belastingsgeval aan te maken, zal het eigengewicht van de constructie automatisch ingerekend worden.
4. Omdat ook er ook manueel lasten (daklasten) in het eerste belastingsgeval toegevoegd zullen worden, moet het **Belastingtype** veranderd worden naar **Standaard**.
5. Bij **Omschrijving** kan men een beschrijving geven van dit belastingsgeval. In dit project kiest men voor "**Eigengewicht constructie**".



Een 2^e belastingsgeval definiëren

1. Klik op **Nieuw** of op  om een 2e belastingsgeval in te voeren..
2. Als omschrijving wordt “**wind**” ingegeven:
3. Omdat dit een variabel belastingsgeval is, verandert men het **Actie type** naar **Variabel**.



4. De lastgroep LG2 wordt automatisch aangemaakt. Klik op  om de eigenschappen van deze lastgroep te zien.



Het **EC1 – lasttype** bepaalt de veiligheids- en reductiefactoren die gebruikt worden bij het samenstellen van combinaties. In dit project kiest men voor het type **Wind**.

5. Klik **[OK]** om de **Lastgroepen manager** te sluiten en terug te keren naar de **Belastinggevallen manager**.
6. Klik **[Sluiten]** om de **Belastinggevallen manager** te sluiten.

Opmerking: lastgroepen

Elke last wordt in een groep ingedeeld. Deze groepen beïnvloeden de combinaties die gegenereerd worden alsook de normafhankelijke factoren die toegepast worden. De volgende logica wordt hierbij gevolgd.

Variabele belastingsgevallen die niets met elkaar te maken hebben, koppelt u aan verschillende variabele groepen. Per groep stelt u de categorie van de last in (zie EC1). De combinatiefactoren uit de Eurocode worden gegenereerd op basis van de aanwezige belastingsgroepen. Van zodra twee belastingsgevallen horende bij verschillende groepen in een gegenereerde combinatie aanwezig zijn, worden verminderingfactoren toegepast voor de transiënte lasten.

Indien de belasting deelbaar is, voert u de verschillende delen in als afzonderlijke belastingsgevallen. Zolang geen variabele last horende tot een andere groep in de belastingscombinatie aanwezig is, mogen geen verminderingfactoren toegepast worden. De verschillende belastingsgevallen van een deelbare last koppelt u bijgevolg aan één enkele variabele groep.

De belastingsgevallen van hetzelfde type, maar die niet samen mogen optreden, plaatst u in één enkele groep die u exclusief maakt. Bijvoorbeeld “Wind X” en “Wind -X” zijn gekoppeld aan één enkele exclusieve groep “Wind”.

Belastingen

Na de invoer van de Belastinggevallen, opent het **Belastingmenu** automatisch:

De eerste last bevat (**BG1**) bevat 2 lasten:

- Eigengewicht van alle staven
- Extra dakbelasting

Wisselen tussen belastinggevallen

Activeer BG1 door dit belastinggeval aan te duiden in het keuzemenu:




Invoeren van het eigengewicht als lineaire last

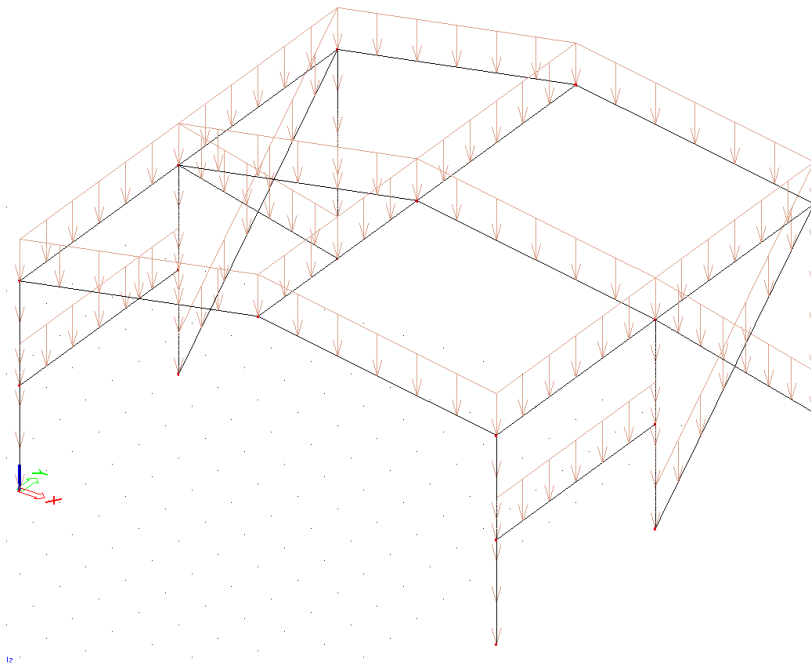
1. Annuleer elke mogelijke activiteit door op <ESC> te klikken.
2. Klik op **Lijnlast – op staaf** in het **Belastingmenu**. Het **Lijnlast op staaf** –venster verschijnt:



3. Bij **Type** kiest men voor **Eigen gewicht**. De **Richting** van deze last is volgens de globale **Z**-as en de **Zwaartekrachtcoëfficiënt** is **-1**, zodat de last verticaal naar beneden zal werken.
4. Bevestig de invoer met **[OK]**.

5. Selecteer alle staven m.b.v het symbool **Selecteer alle**  in de knoppenbalk.
6. Klik **<ESC>** om de invoer te beëindigen.
7. Klik nogmaals **<ESC>** om de selectie te beëindigen.

Het **Eigengewicht** wordt als volgt grafische voorgesteld:

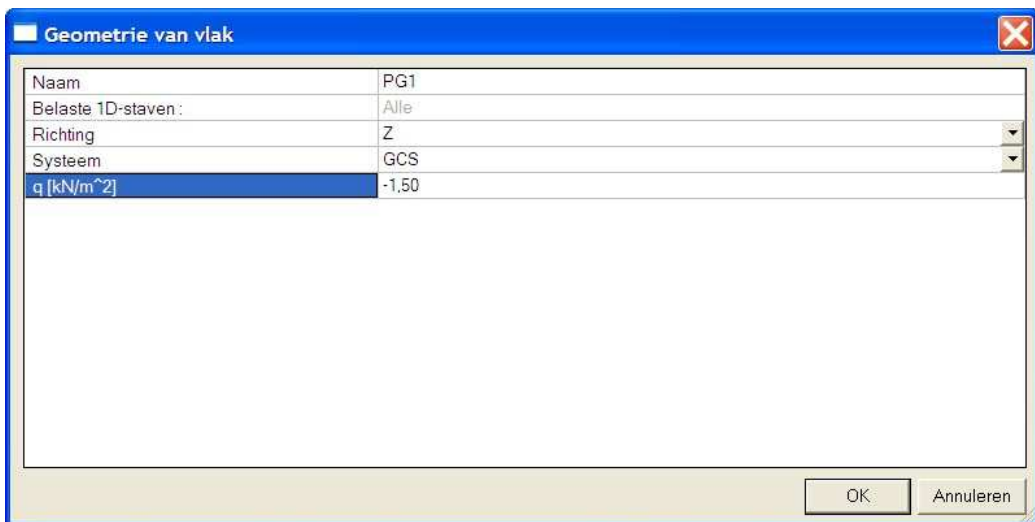


De daklast wordt vastgesteld op een waarde van $1,5\text{kN/m}^2$ als oppervlakte last. Enkel de dakliggers en niet de langsliggers worden rechtstreeks belast.

Invoeren van een daklast als oppervlakte last

Om een **Oppervlaktelast op staven** in te kunnen voeren, maakt men gebruik van de optie **Vlaklast generator**. Deze vlaklast generator kan enkel gebruikt worden in het actieve **Werkvalk**. Om dus een daklast in te voeren, zal men eerst het werkvlak naar het dak moeten verplaatsen.

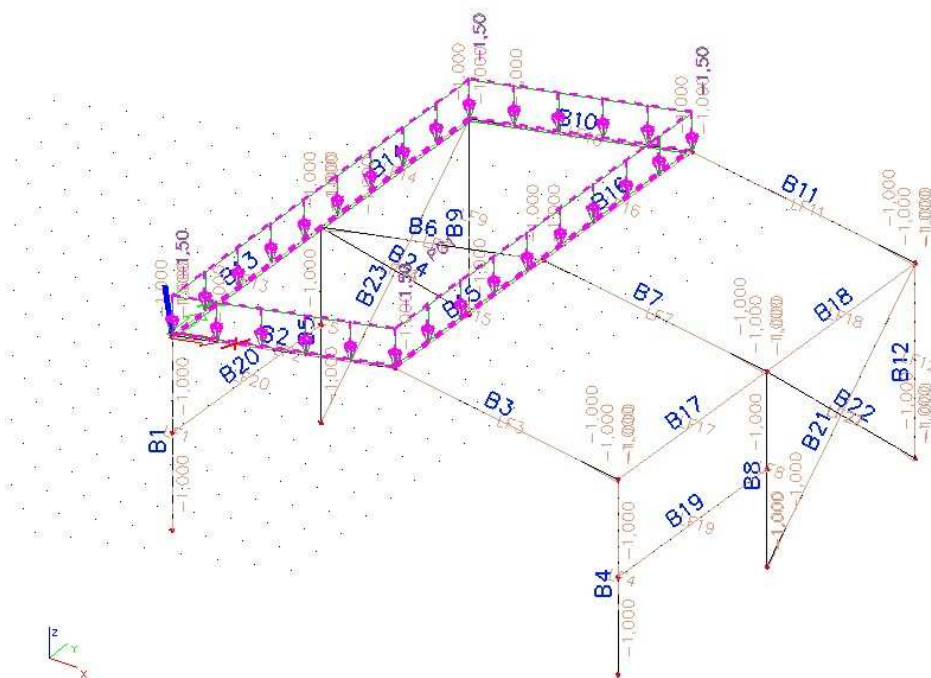
1. Ga naar **Tools > UCS** en selecteer de optie  Volgens entiteit **LCS**
2. Selecteer element **S2**.
De lokale z-as van S2 (het LCS) volgt de inclinatie van het dak. Als gevolg zal nu ook het werkvlak de inclinatie van het dak volgen.
3. Klik op **Vlaklast generator** in het Belastingmenu. Het **Geometrie van vlak** –venster opent:



4. De **Richting** van de belasting is **Z** en het **Systeem** is volgens het globale coördinaten system **GCS**. Dus last werkt dus vertikaal.
5. Verander de **Waarde** naar **-1,5 kN/m²**.
6. Bevestig de invoer met **[OK]**.
7. Klik **Nieuwe rechthoek** in de **Commandolijn**:



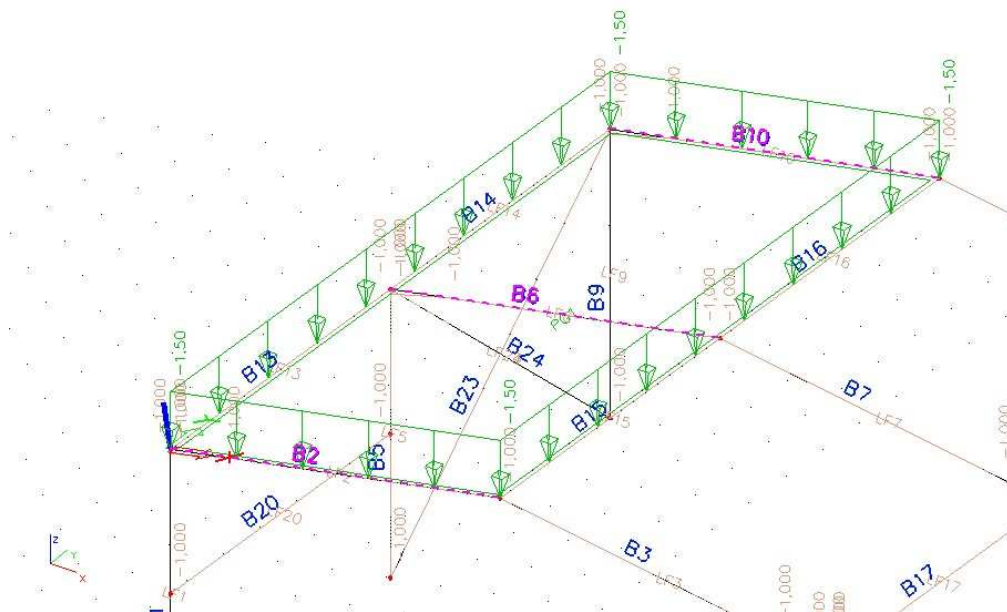
8. Klik op knoop **K2** (linkerknoop in het linker dakgedeelte) als beginpunt en op knoop **K13** (rechterknoop in het linker dakgedeelte) als eindknoop



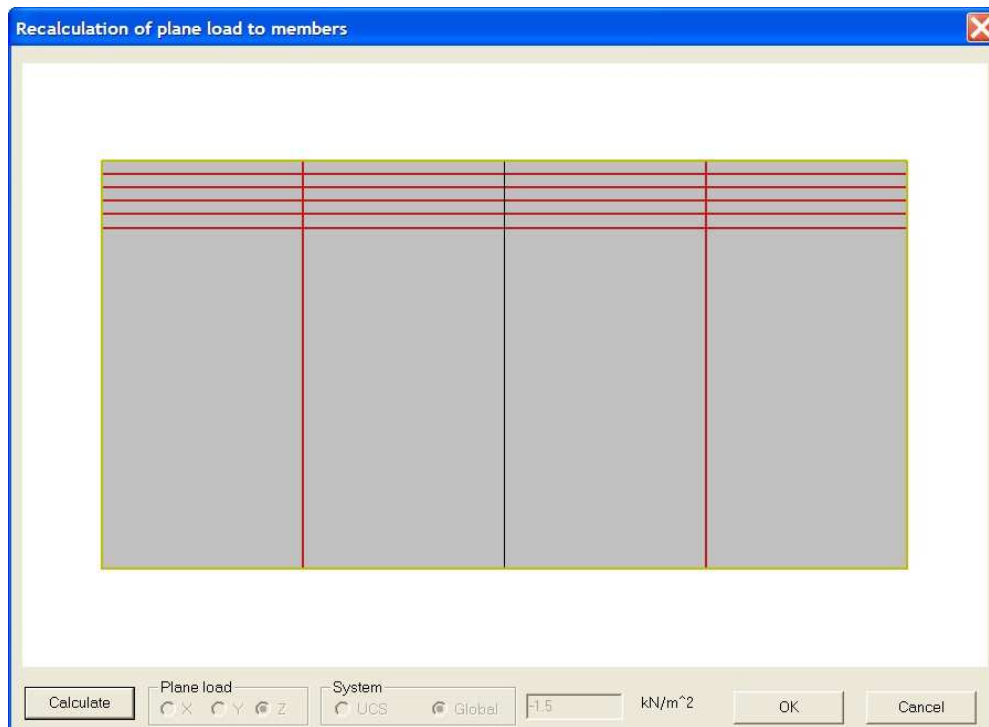
9. Klik op **<ESC>** om de invoer te beëindigen.
10. De belasting blijft gekleurd, wat betekent dat deze nog altijd geselecteerd is. Selecteer in het keuzemenu in het **Eigenschappenvenster > Belaste 1D-staven** de optie **Geavanceerd**:



- In het **Acties** –venster, klik op naast **Staafselectie herlezen** op **>>>** om aan te duiden dat enkel de dakliggers en niet de langsliggers rechtstreeks belast zullen worden.
- Klik op staaf **K2**, **K6** en **K10**:

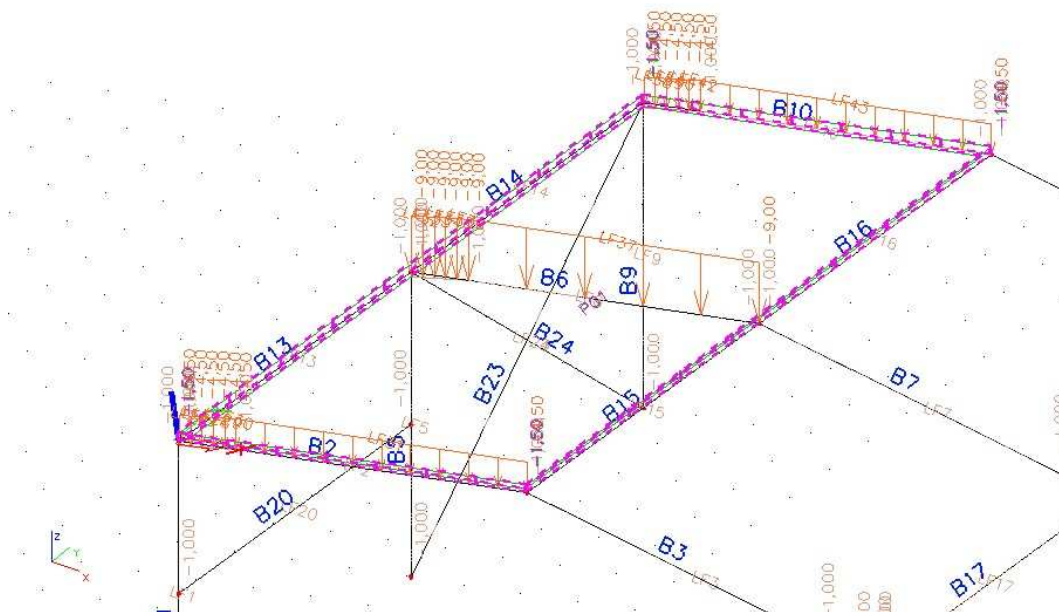


- Klik **<ESC>** om deze selectie te bevestigen.
- Klik naast **Herlees** op **>>>** in het **Acties** –venster om de oppervlakte last te hergenereren.
- Het **Herberekenen van vlaklast naar staven** –venster opent. Klik op de knop **Bereken** links onder.

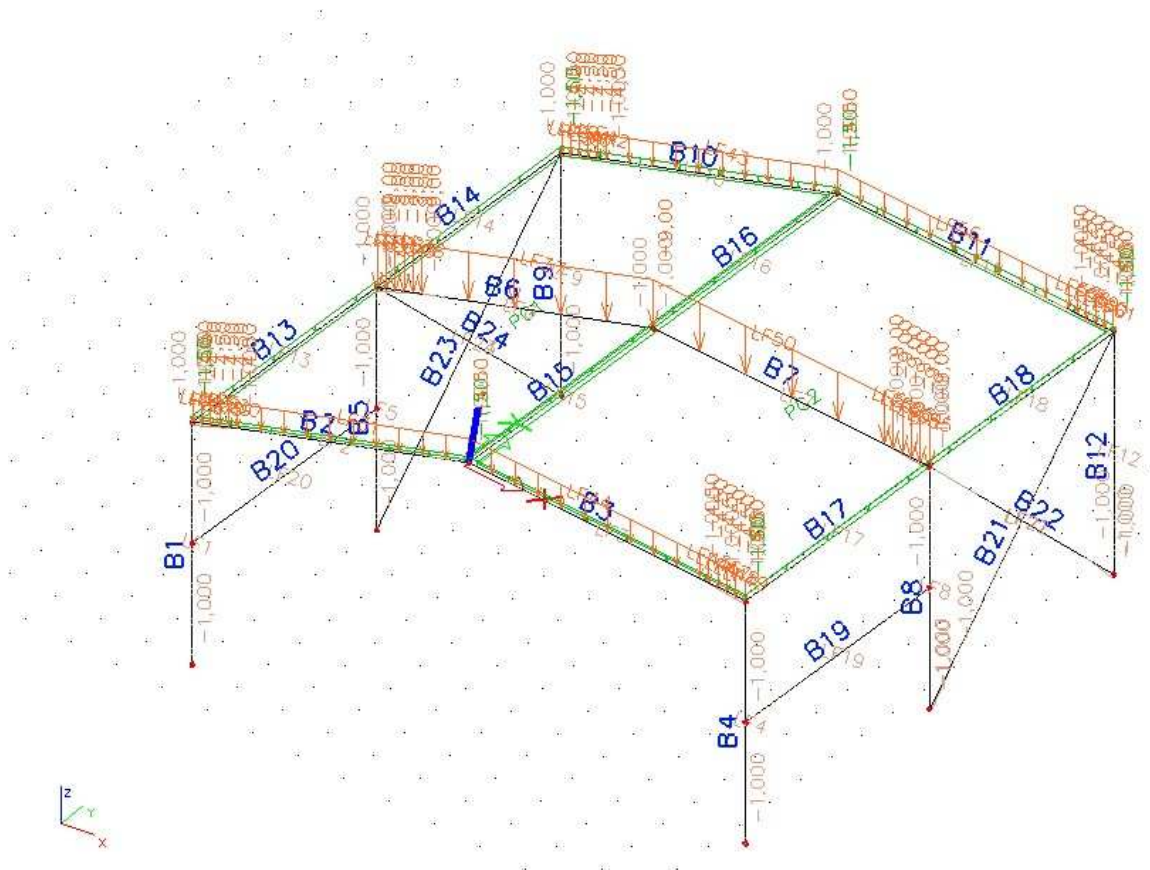


Men ziet een verfijning van de berekende lijnlast bij het begin van de liggers. Dit gebeurt automatisch o.v.v. de aanwezig consoles. Consoles worden immers automatisch verfijnd.

16. Klik <OK> om te bevestigen.
17. Men ziet nu de herrekenende lijnlasten op de 3 dakliggers:



De invoer van de daklast op het rechtergedeelte van het dak gebeurt analoog. (Verplaatst het UCS, voer een Vlaklast in, herlees de staafselectie).



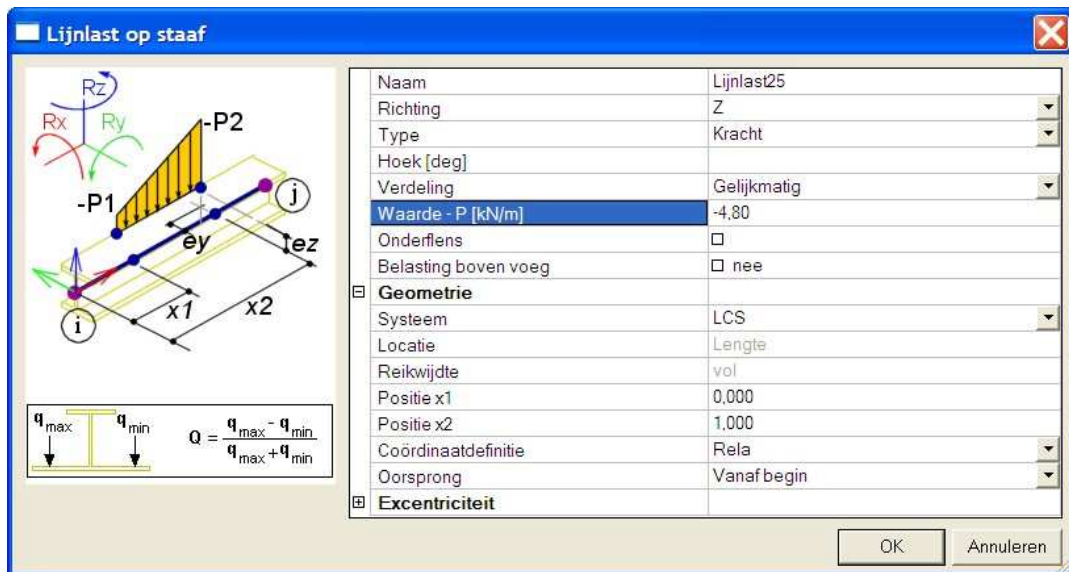
Wisselen tussen belastinggevallen

Activeer BG2 door dit belastinggeval aan te duiden in het keuzemenu:

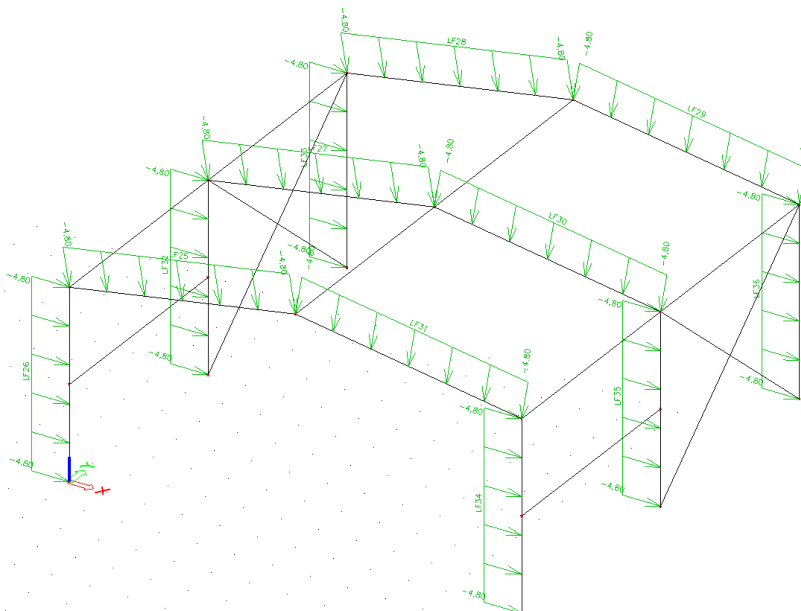


Invoeren van een lijnlast

1. Klik op **Lijnlast – op staaf** in het Belasting menu. Het venster **Lijnlast op staaf** opent:



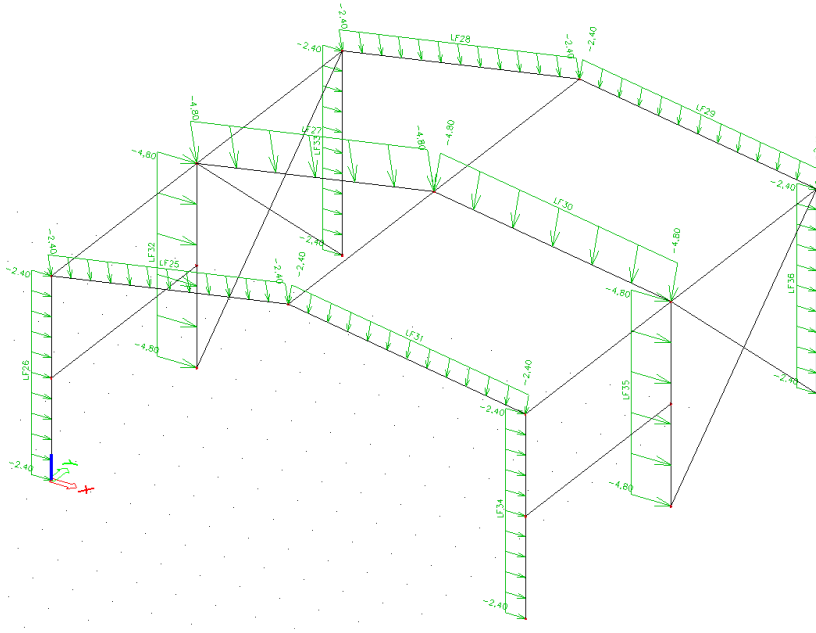
2. Verander het **Type** naar **Kracht**.
3. De **Richting** is **Z** en het **Systeem** wordt bepaald door het lokale assenstelsel **LCS**. De lineaire lasten werken nu immers in relatie tot de lokale assen van elke staaf.
4. Verander de **Waarde** naar **-4,8 kN/m**.
5. Bevestig de invoer met **[OK]**.
6. Selecteer de staven waar deze windlasten op werken: de dakliggers en de kolommen.
7. Klik **<Esc>** om de invoer te beëindigen..
8. Klik nogmaals **<Esc>** om de selectie te beëindigen.



De last op het eerste en laatste spant moet nu nog gehalveerd worden.

Een last aanpassen

1. Selecteer de lijnlasten op de liggers en kolommen van het eerste en laatste spant door er op te klikken met de linkermuis knop.
2. De gemeenschappelijke eigenschappen van deze 8 staven worden getoond in het **Eigenschappenvenster**.
3. Verander de **Waarde** van **-4,8 kN** naar **-2,4 kN** in dit Eigenschappenvenster.
4. Bevestig de aanpassingen met **<ENTER>**.
5. Klik **<ESC>** om de selectie te beëindigen.



Klik **[Suiten]** om het Belastingmenu te verlaten en terug te keren naar het Hoofd menu.

Opmerking:

De **Commandolijn** bevat een aantal voorgedefinieerde lasten:




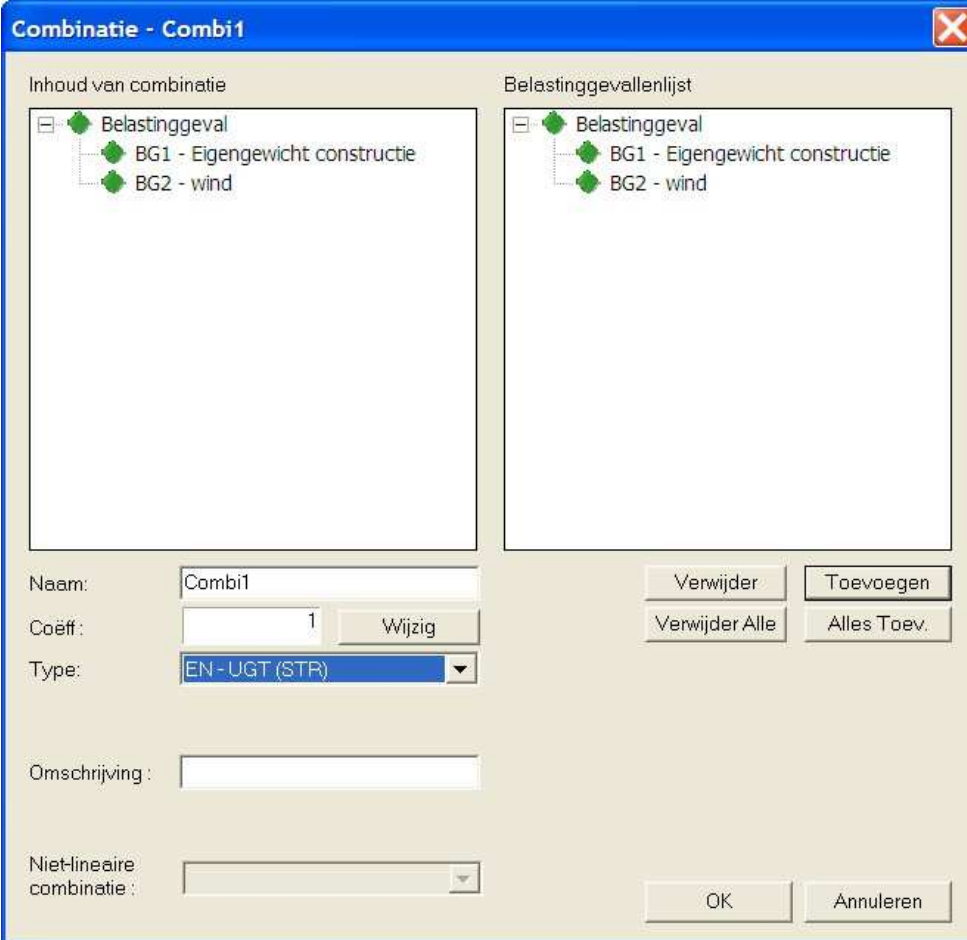
die tot een snelle en simpele invoer van lasten kan dienen.



Combinaties

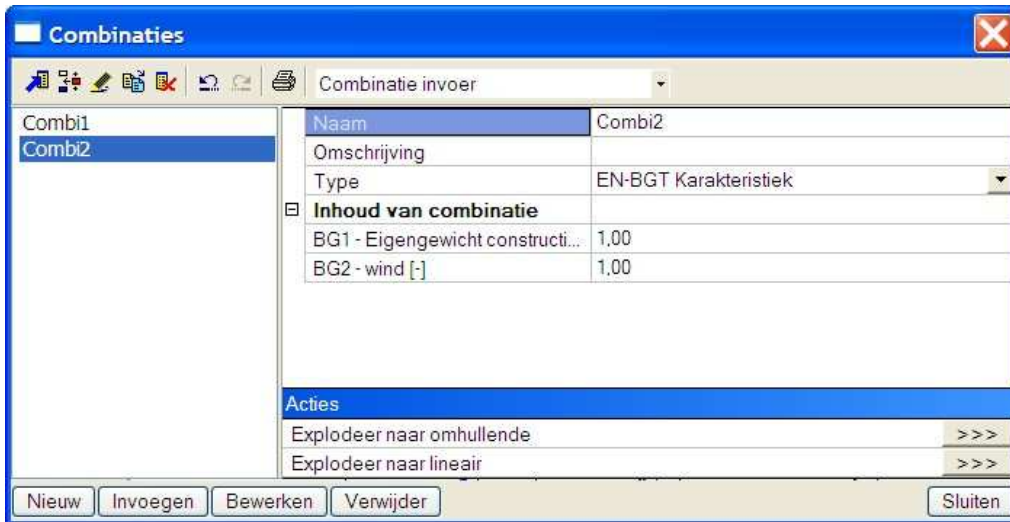
Na het opstellen van de belastinggevallen, moeten deze gecombineerd worden. In dit project worden 2 combinaties aangemaakt. Een dient als Uiterste Grenstoestand (UGT), de andere als Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT).

Combinaties opstellen

1. Dubbelklik op  **Combinaties** onder  **Belastinggevallen, Combinaties** in het **Hoofdmenu**.
2. Aangezien er nog geen combinaties opgesteld zijn, verschijnt het venster op een nieuwe combinatie aan te maken:



3. Het **Type** van de combinatie wordt gezet op **EN – UGT (STR)**. D.m.v. deze combinatie zal Sia Engineer automatisch alle mogelijke combinaties genereren rekening houdend met de regels uit de Eurocode. Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar een ander Tutorial.
4. Klik op **[Alles toevoegen]** om alle belastinggevallen in de tot de combinatie toe te voegen.
5. Bevestig met **[OK]**. De **Combinatie manager** verschijnt.
6. Klik op  of  om een 2^e combinatie op te stellen.
7. Verander het **Type** naar **EN-BGT Karakteristiek**.
8. Bevestig de invoer met **[OK]**.
9. Klik **[Sluiten]** om de **Combinatie manager**.



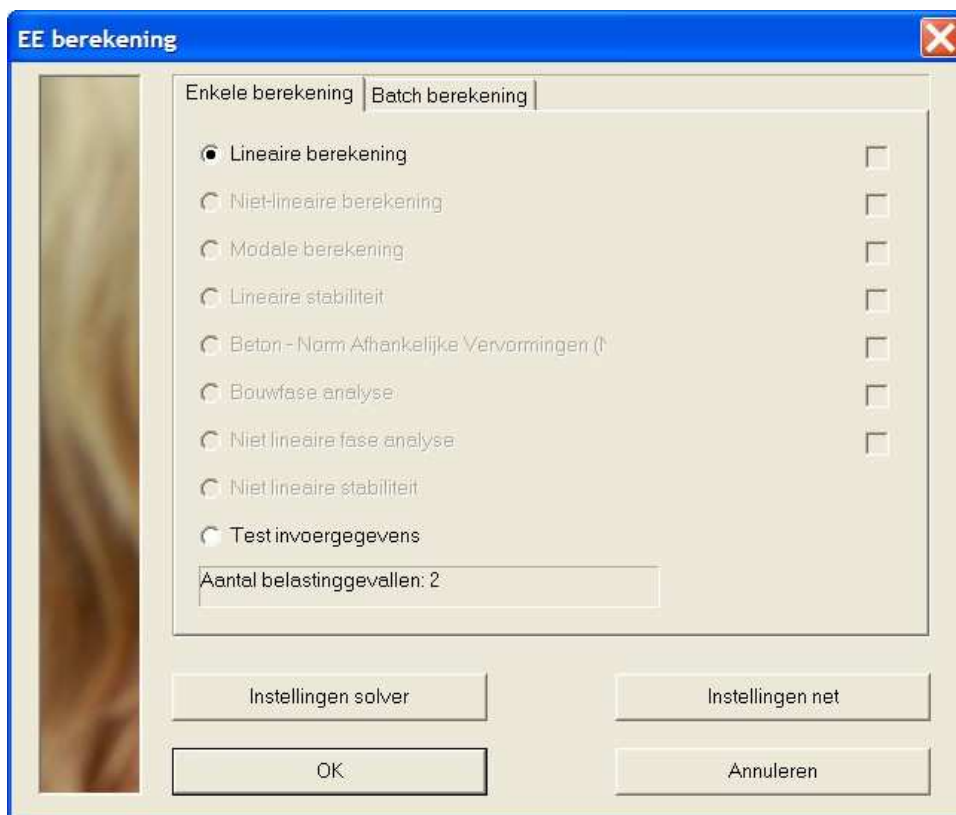
Berekening

Lineaire berekening

Het analyse model is nu klaar. De berekening kan gestart worden.

Lineaire berekening uitvoeren

1. Dubbelklik op  Berekening in het  Berekening, net menu van het **Hoofdmenu**.
2. Het venster om de EE berekening te starten, verschijnt. Klik **[OK]** om te starten.




3. Een melding na de berekening vertelt dat de berekening beëindigd werd en dat de **Som van lasten en reacties OK** is. Klik **[OK]** om dit venster te sluiten.

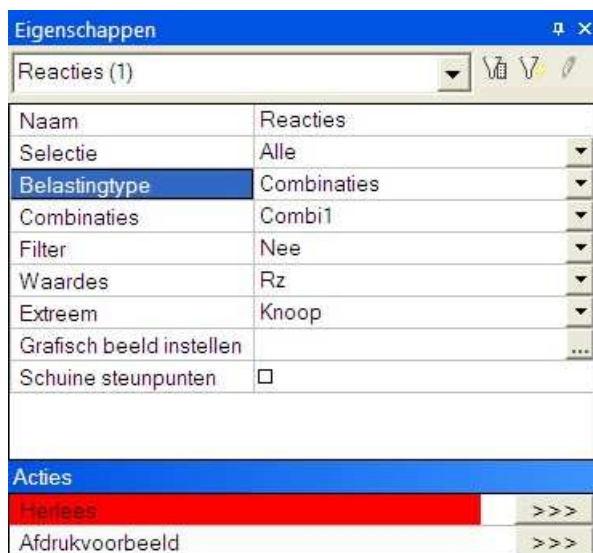
Resultaten


Resultaten bekijken

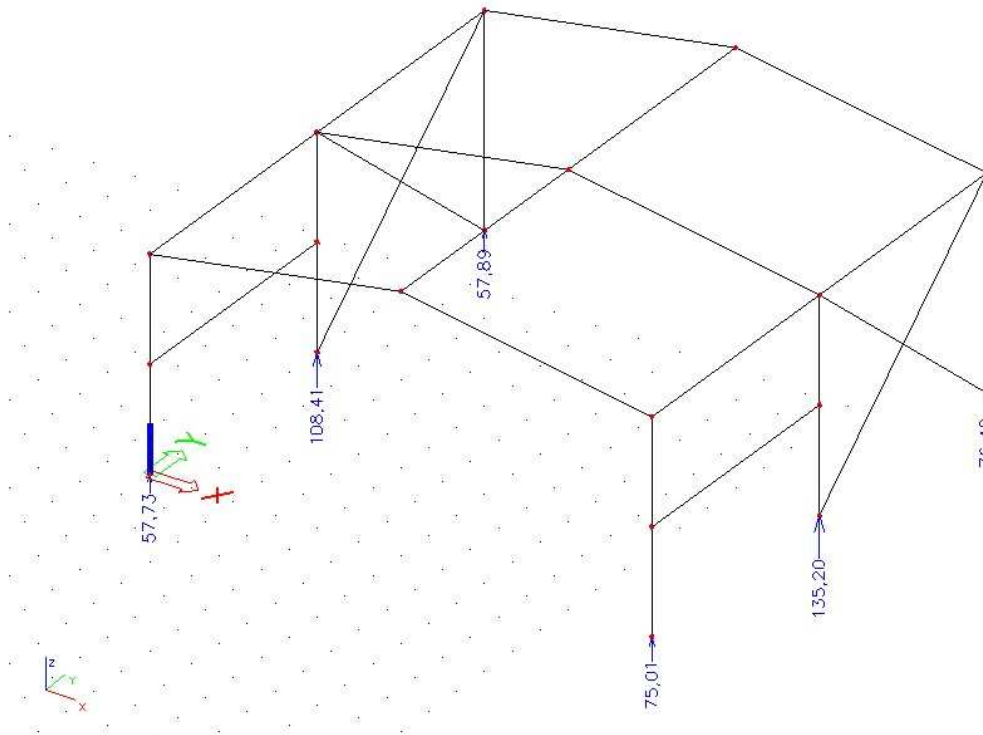
Na het uitvoeren van de berekening, kunnen de resultaten bekeken worden.

Reactiekrachten

1. Dubbelklik op  **Resultaten** in het **Hoofdmenu**. Het **Resultatenmenu** verschijnt:
2. Onder **Steunpunten**, klik op **Reacties**.
3. De opties in het **Eigenschappenvenster** worden als volgt ingesteld:
 - de **Selectie** wordt **Alle**.
 - het **Belastingtype** is hier **Combinaties**. Als **Combinatie** wordt **Combi1** gekozen.
 - de **Waardes** zijn **Rz**.
 - het **Extreem** verandert men naar **Knoop**



4. De **Actie Herlees** heeft een rode achtergrond. Dit betekent dat het grafische scherm nog moet herlezen worden. Klik op  naast **Herlees** om de resultaten grafisch weer te geven.



5. Om de resultaten in tabelvorm te tonen, gebruikt men het **Afdrukvoorbeeld**. Klik op **>>>** naast Afdrukvoorbeeld om dit te openen.

The screenshot shows the Scia Engineer software interface. The main window displays a 3D model of the steel frame with reaction values. Below the model, the 'Afdrukvoorbeeld' (Print Preview) window is open, showing a table of reaction results.

Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
 Selectie : Alle
 Combinaties : Combi1

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn1/K5	Combi1/1	-42,13	0,03	74,97
Sn1/K5	Combi1/2	-10,98	0,05	32,67
Sn1/K5	Combi1/3	-38,29	0,01	63,53
Sn1/K5	Combi1/4	-14,83	0,06	44,10
Sn2/K1	Combi1/3	-0,12	0,05	46,32
Sn2/K1	Combi1/4	14,83	0,06	44,10
Sn2/K1	Combi1/2	10,98	0,05	32,67
Sn2/K1	Combi1/1	3,72	0,07	57,76
Sn3/K6	Combi1/3	0,16	7,48	87,72
Sn3/K6	Combi1/4	26,44	8,03	80,58

The interface also shows a 'Reacties (1)' properties panel on the left and a command line at the bottom.


Opmerking:

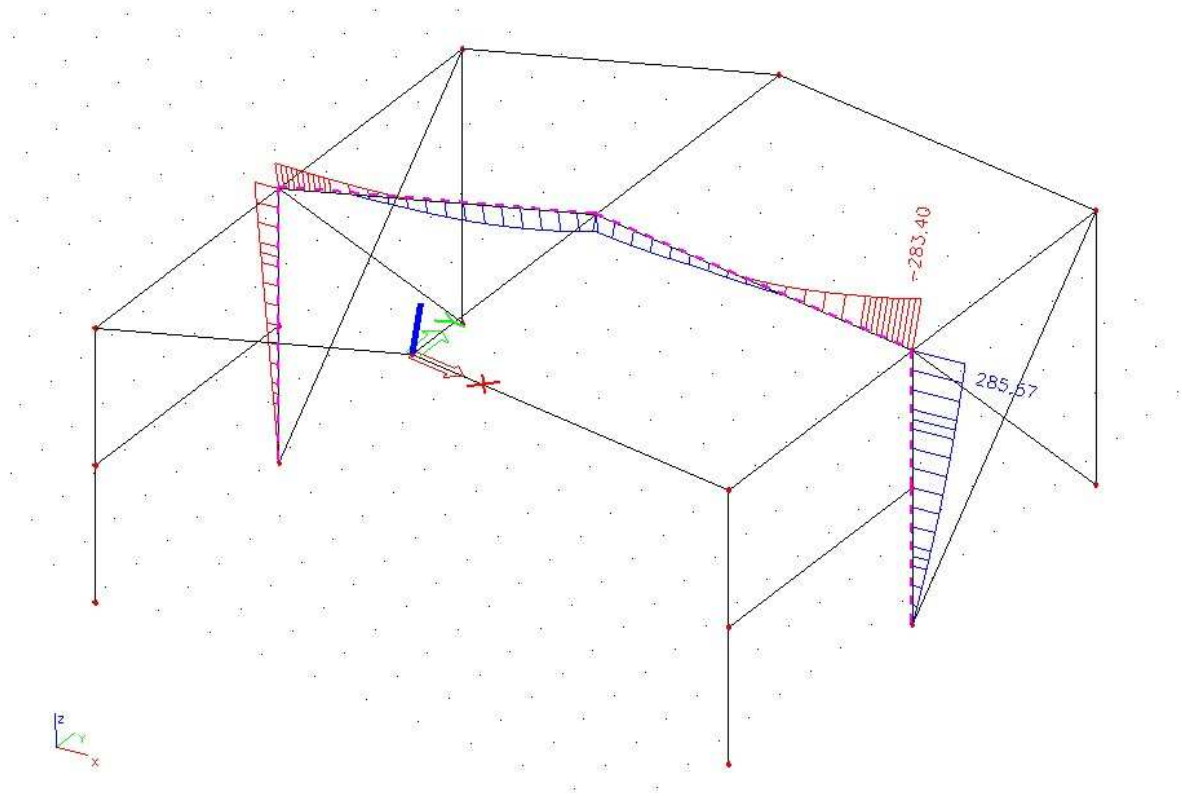
Het Afdrukvoorbeeld verschijnt tussen het grafische scherm en de Commandolijn. Men kan het Afdrukvoorbeeld groter maken om meer gegevens te zien.

Interne krachten van staven

1. Klik op **Interne krachten van staven** onder **Staven**
2. De opties in het **Eigenschappenvenster** worden nu als volgt ingesteld:
 - de **Selectie** wordt **Huidig**.
 - het **Belastingtype** is hier **Combinaties**. Als Combinatie wordt **Combi1** gekozen.
 - de **Waardes** zijn **My**.
 - het **Extreem** verandert men naar **Globaal**



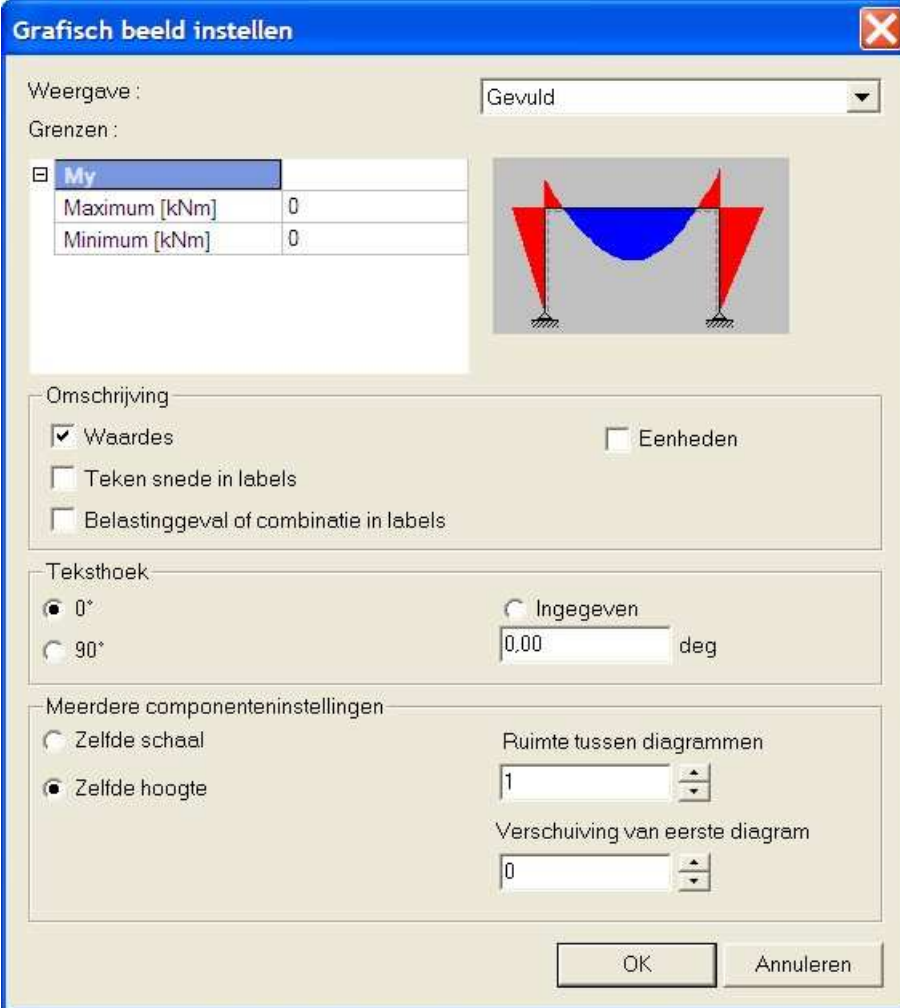
3. Selecteer de kolommen en de liggers van het middelste spant met de linkermuis knop.
4. Klik op  naast de knop **Herlees** om de resultaten grafisch te tonen.



Om de grafische weergave van de resultaten te veranderen, kan men het **Grafisch beeld instellen**.

Grafisch beeld instellen

1. Klik in het Eigenschappen venster op  naast de optie **Grafisch beeld instellen**. Het volgende venster verschijnt:



Grafisch beeld instellen

Weergave : Gevuld

Grenzen :

My	
Maximum [kNm]	0
Minimum [kNm]	0

Waardes Eenheden

Teken snede in labels

Belastinggeval of combinatie in labels

Teksthoek

0° Ingegeven

90° 0.00 deg

Meerdere componenterinstellingen

Zelfde schaal Zelfde hoogte

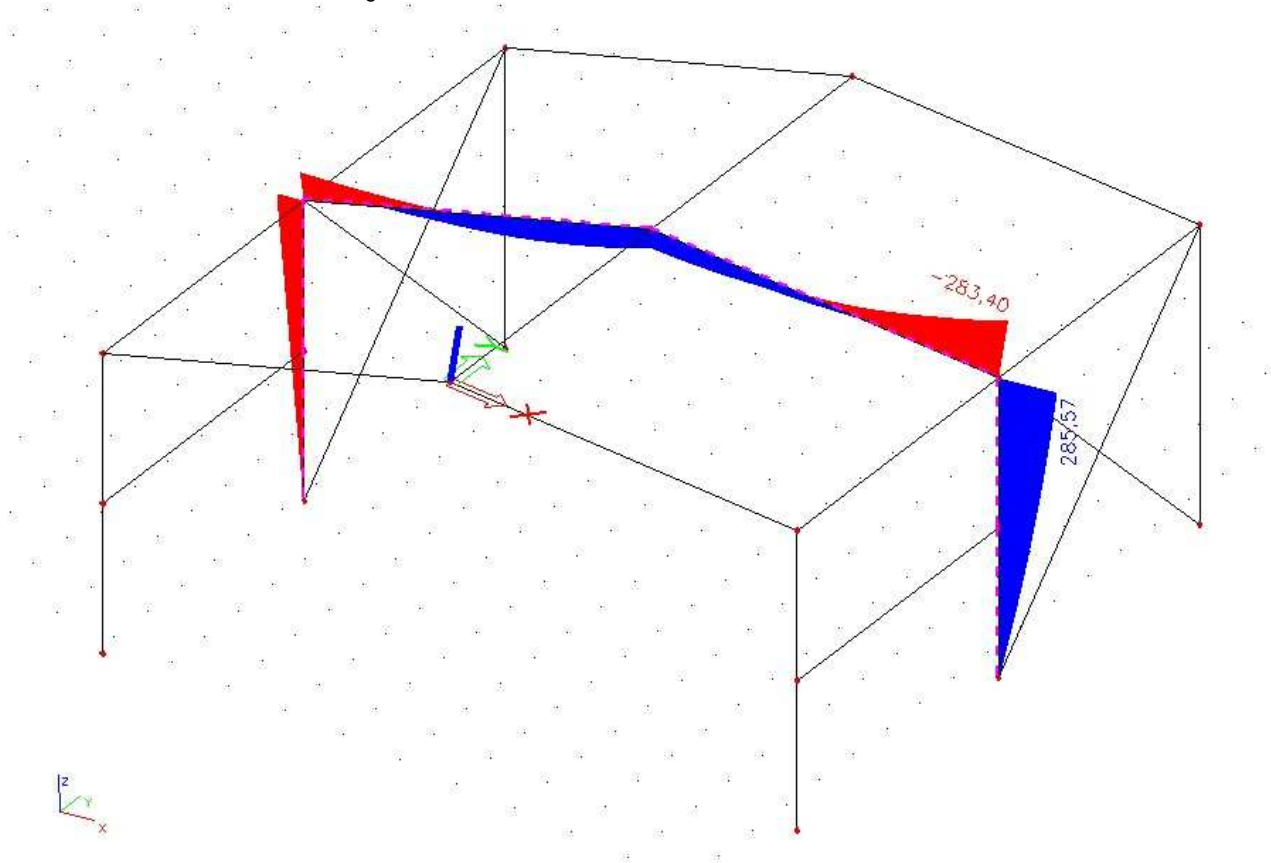
Ruimte tussen diagrammen 1

Verschuiving van eerste diagram 0

OK Annuleren

2. In **Weergave**, kies voor **Gevuld**.
3. De **Teksthoek** wordt **0°**.
4. Klik **[OK]** om dit te bevestigen.

5. Klik vervolgens opnieuw in het **Eigenschappenvenster** op **>>>** naast de **Actie Herlees**. De grafische weergave wordt herlezen met de nieuwe instellingen.



6. Klik **[Sluiten]** om het **Resultatenmenu** te verlaten.
7. Klik **<ESC>** om de selectie te beëindigen.

Opmerking:

Om het lettertype/grootte van de resultaten te wijzen, kan men het menu **Instellingen > Lettertype** openen.

Staalcontrole

De Scia Engineer modules bevatten een aantal krachtige tools om staalberekeningen uit te voeren overeenkomst de gekozen norm.

Een beperkt overzicht van de mogelijkheden:

- Invoer van geavanceerde staalgegevens
- Simpele invoer en bewerkingen van de knikgegevens
- Invoer van verstijvingen, kipsteunen, beplatingen,...
- Eenheidscontrole van profielen
- Optimalisatie van staalprofielen
- Brandwerendheidscontrole
- Invoer en berekening van raamwerkverbindingen
- Invoer en berekening van diagonaalverbindingen
- Automatische generatie van overzichtstekeningen
- Automatische generatie van verbindingstekeningen
- Relatieve vervormingscontrole
- ...

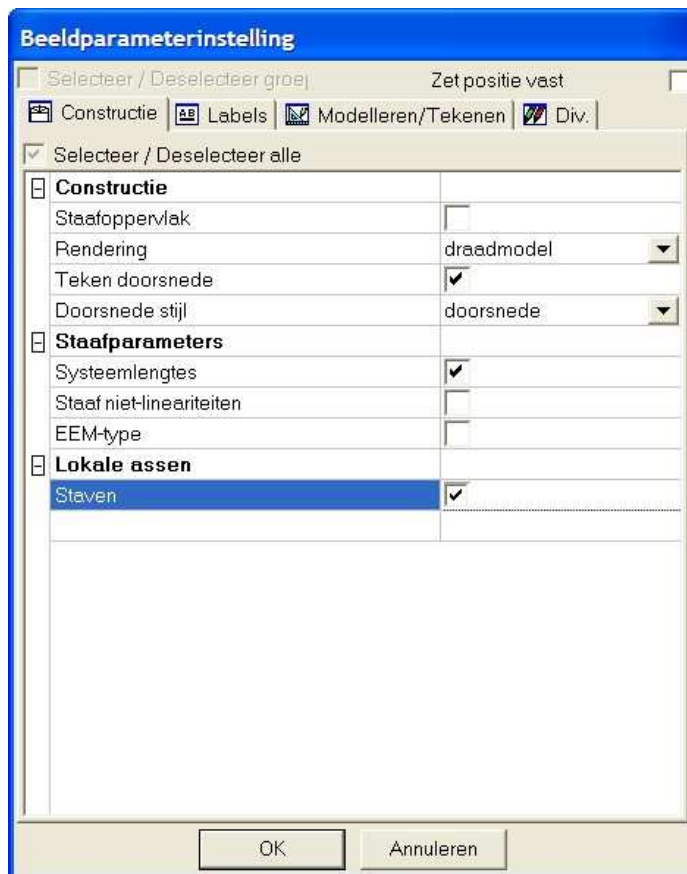
In deze oefening komen de basisgegevens voor de staalberekening aan bod. Voor meer gedetailleerde en bijkomende informatie wordt verwezen naar de technische achtergrond en de cursus Advanced Steel Training.

Alvorens de staalberekening kan starten, moet de knikgegevens gecontroleerd worden. M.b.v. de Beeldparameters, kunnen de systeemplengten gevisualiseerd worden.

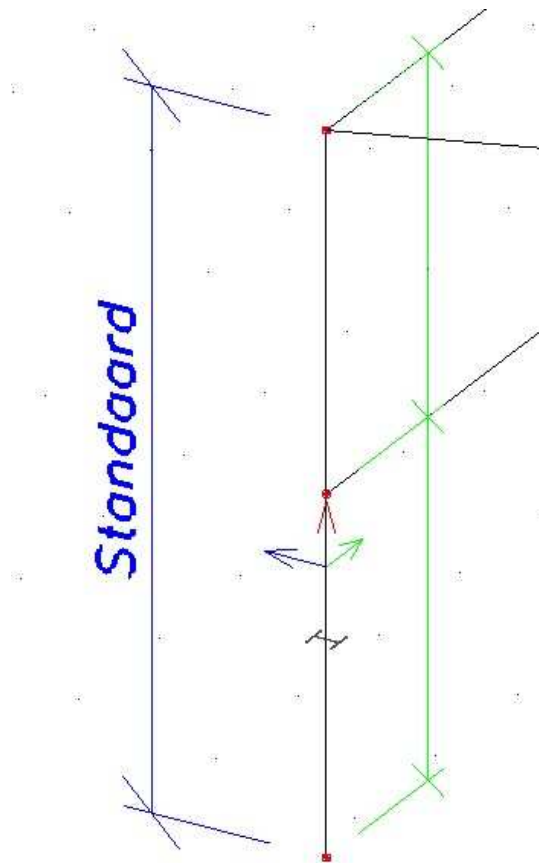
Knikgegevens

Visualiseren van systeemplengten

1. Selecteer met de linkermuis knop de kolom **S1**.
2. Klik met de rechtermuis knop op een willekeurige positie in het werkvlak. Een lijst met verschillende mogelijkheden verschijnt.
3. Kies in deze lijst voor **Stel beeldparameters in voor selectie**. Het venster **Beeldparameterinstelling** opent:



4. Activeer de **Systeemplengtes** en **Teken doorsnede** om de referentielengte en het profiel van deze kolom te tekenen.
5. Activeer ook **Lokale assen –Staven** om het lokale assenstelsel van de kolom te visualiseren.
6. Bevestig met **[OK]**.
7. Klik **<ESC>** om de selectie te beëindigen.



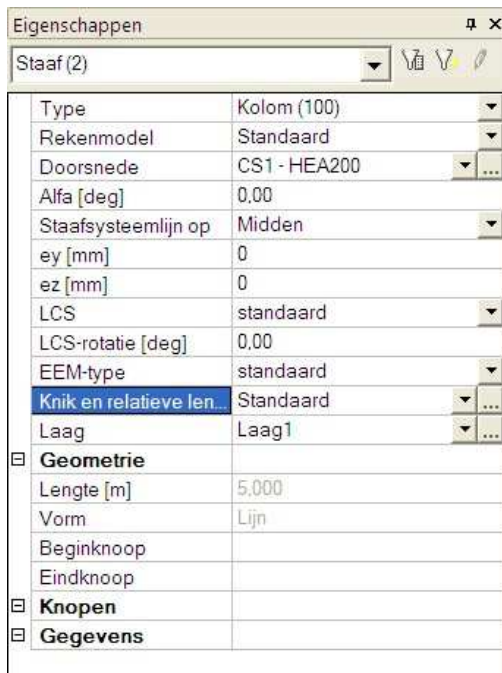
De figuur toont dat de systeemplengte L_y voor knik rond de sterke as (y-y) gelijk is aan 5m (totale hoogte van de kolom).

De systeemplengte L_z voor knik rond de zwakke as (z-z) is hier 2,5m (2maal). De ligger die aansluit in het midden van de kolom dient hier dus als een steunpunt voor knik rond de zwakke as, dus voor buiging in de Y-richting.

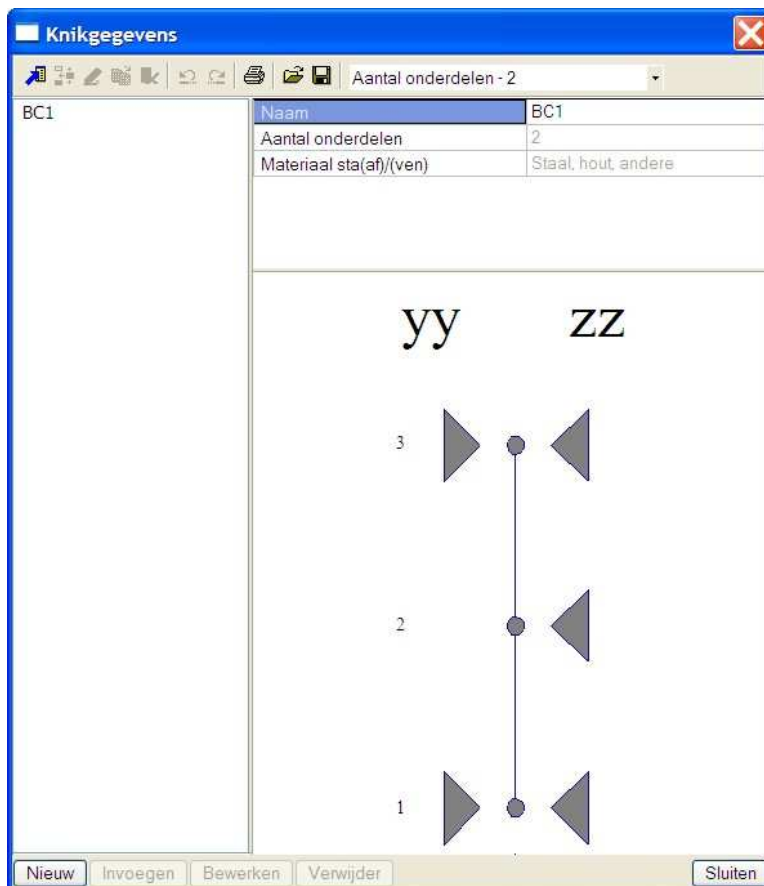
Om de knikgegevens van een element aan te passen, kiest men voor **Knik en relatieve lengten** in het **Eigenschappen venster** van het geselecteerde element.

Knikgegevens instellen

1. Selecteer beide kolommen van het eerste spant met de linkermuis knop.
2. Het **Eigenschappenvenster** toont de gemeenschappelijke eigenschappen van beide kolommen. De **Knik en relatieve lengten** staan op **Standaard**:



3. Klik op **...** naast **Knik en relatieve lengten**. Het venster met de **Knikgegevens** opent zich:



Dit venster toont dat het midden van de kolommen ondersteund wordt voor knik rond de zwakke as en ook dat het midden van de kolommen niet ondersteund wordt voor knik rond de sterke as.

- Klik op **[Bewerken]** om de knikgegevens aan te passen. Het venster **Knik- en relatieve lengtes** verschijnt:

- In het submenu **Algemene instellingen** bevinden zich o.a. volgende gegevens:

- De **Naam** bevat de naam van de knikgegevens, in dit geval **BC1**.
- ky-factor** en **kz-factor**: in deze velden kan men instellen dat het programma de knikfactoren moet berekenen of dat de gebruiker zelf een knikfactor of kniklengte moet ingeven.
- Ongeschoord yy** en **Ongeschoord zz**: in deze velden kan men instellen of de knikfactoren als geschoord of ongeschoord moeten berekend worden. Als men kiest voor **Volgens alg. staal instellingen** worden de standaard instellingen uit het **Staal** menu gebruikt.

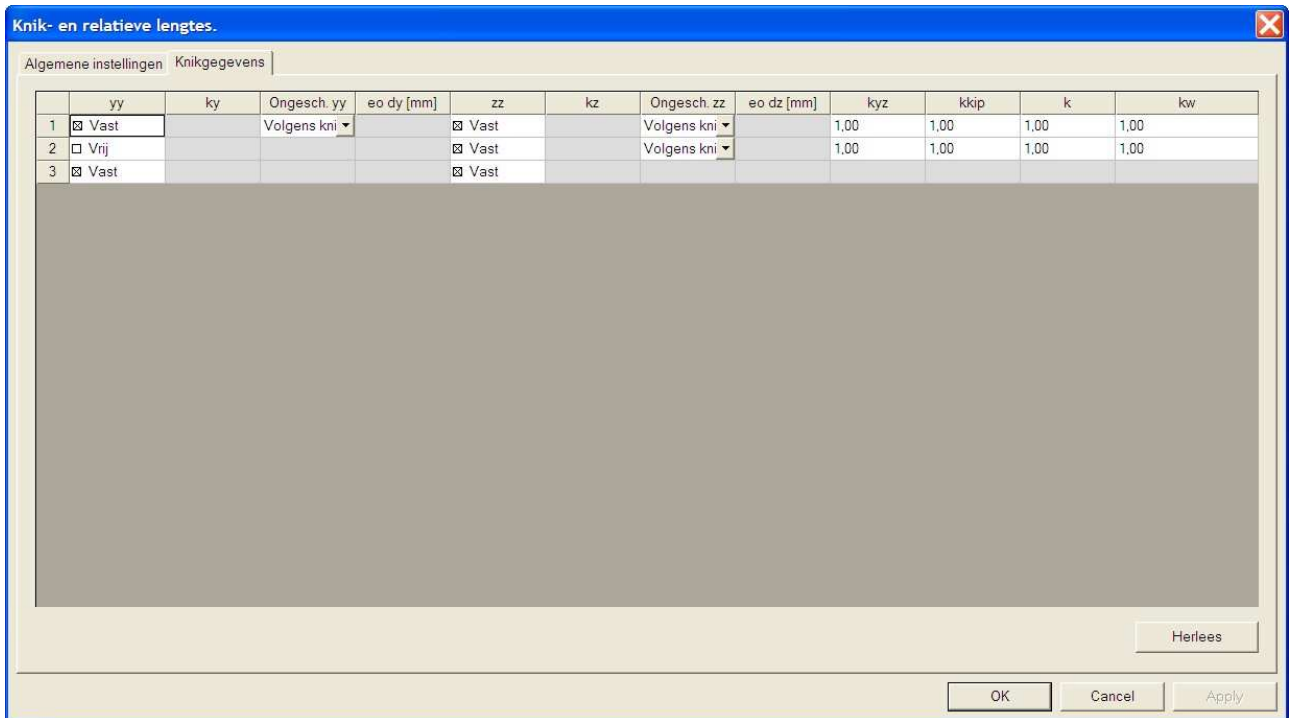
Opmerking:

De standaard instellingen voor de knikgegevens worden getoond onder **Staal > Staven > Instelling > Standaardinstelling knikgegevens**. Bij een staalberekening is de constructie standaard ongeschoord voor knik rond de sterke as en geschoord voor knik rond de zwakke as.

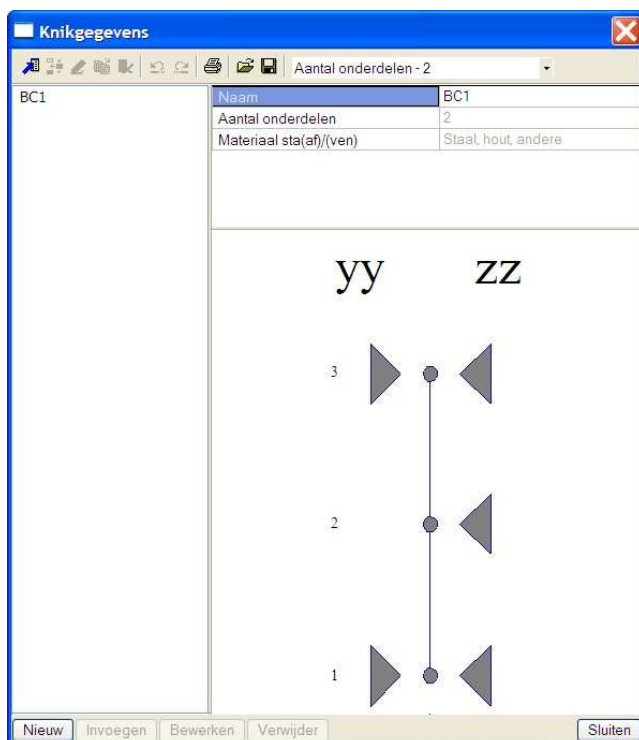
- Relatie kniksystemen**: hier kan men de gebruikte systeemplengten voor torsieknik en kip instellen.
 - Relatie relatieve vervormingen systemen**: hier kan men de gebruikte systeemplengten voor relatieve vervormingen instellen.
- In het submenu (tab) **Knikgegevens**, kan men de parameters meer in detail bewerken. De kolommen bestaan telkens uit 2 stukken wat betekent dat er dus 3 punten beschikbaar zijn: (1) onderaan, (2) in het midden waar de horizontale ligger aansluit en (3) bovenaan bij de dakliggers.

Bijvoorbeeld: door op positie (2) de optie **Vrij** aan te passen naar **Vast** voor yy, zal de knik rond de sterke as van kolom ook beïnvloed worden. Dit zou betekenen dat rond deze as de systeemplengte ook de helft van de totale hoogte van kolom (=2,5m) zou worden.


In deze oefening behouden we de standaardinstellingen.



7. Klik **[OK]** om dit venster nu te sluiten.
8. Het beginvenster met de Knikgegevens verschijnt weer. Klik **[Sluiten]** om dit venster te sluiten.




9. Het **Eigenschappenvenster** toont dat de **Knik en relatieve lengten** nu ingesteld staan op **BC1**.
10. Klik **<Esc>** om de selectie te beëindigen.

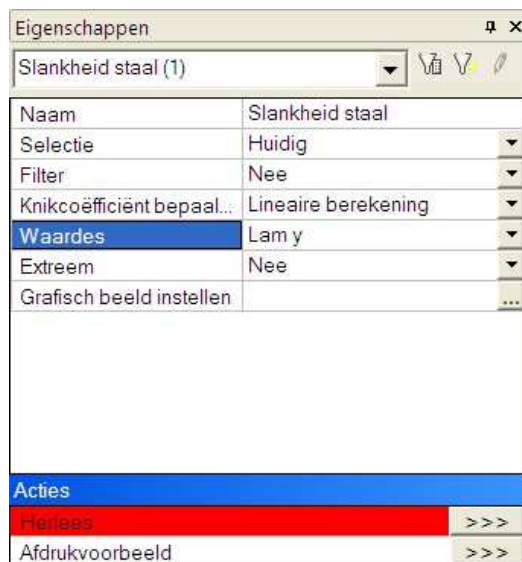
Na het instellen / controleren van de knikgegevens, gaat men verder met de staalcontrolé. Deactiveer eerst de **Staaftparameters** en **Lokale assen** via de **Snel aanpassen van beeldparameters op de hele constructie**  optie onderaan in de **Commandolijn**.

Staalcontrole

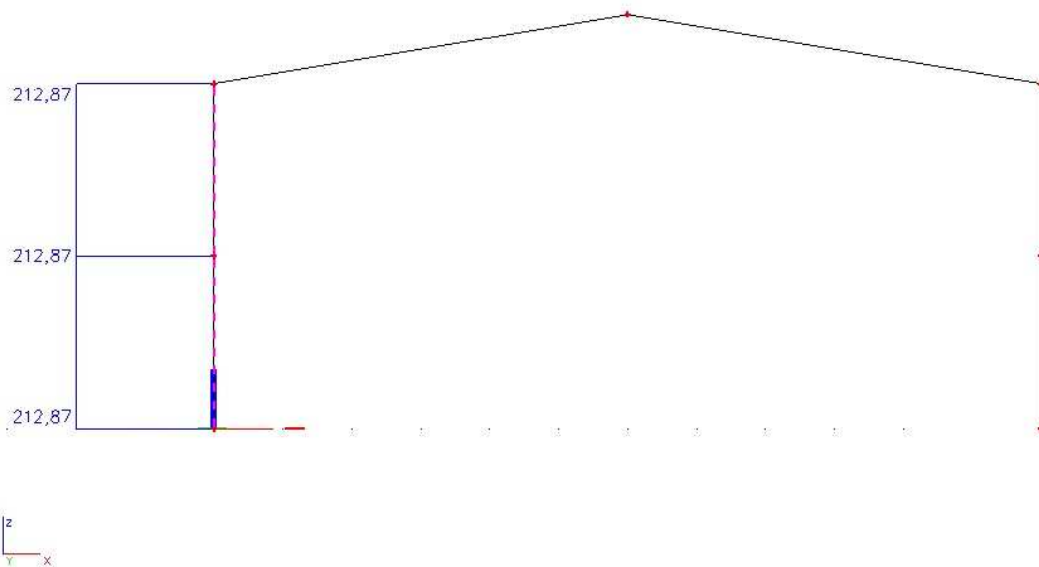
Dubbelklik op  Staal in het **Hoofdmenu** om het **Staalmenu** te openen.

Slankheid staal en kniklengten opvragen

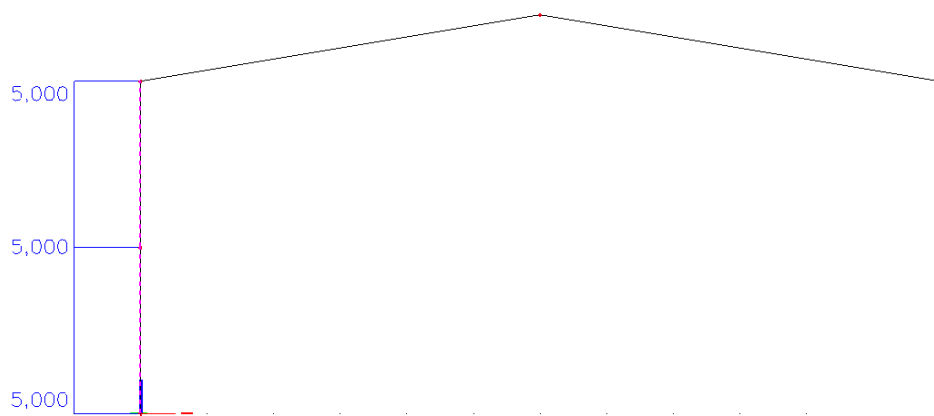
1. Klik op  Slankheid staal in het **Staalmenu**.
2. Als deze optie niet beschikbaar is, moet de constructie nog doorgerekend worden. Doe dit via de optie **Verborgen berekening**  in de knoppenbalk.
3. De opties in het **Eigenschappenvenster** (Slankheid staal) worden als volgt ingesteld:
 - de **Selectie** is **Huidig**.
 - de **Waardes** zijn **Lam y**, dit is de slankheid rond de yy-as
 - het **Extreem** wordt **Nee**
4. Selecteer kolom **S1**.



5. Klik op  naast **Herlees** in het **Eigenschappenvenster – Acties**. De resultaten verschijnen nu grafisch op het scherm.

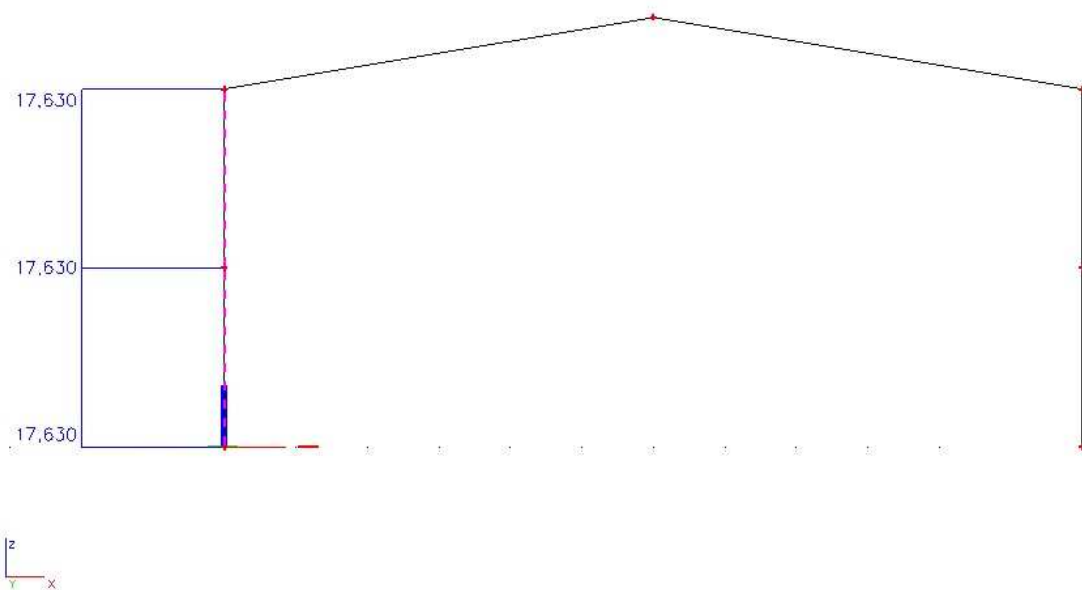


6. Verander de **Waardes** naar **Ly** om de systeemplengten voor knik rond de sterke as te tonen.
7. Klik op **>>>** naast **Herlees** in het **Eigenschappen venster – Acties**.



Zoals reeds eerder aangegeven bedraagt de systeemplengte 5m

8. Verander de **Waardes** naar **ly** om de kniklengte rond de sterke as te tonen.
9. Klik op **>>>** naast **Herlees** in het **Eigenschappenvenster – Acties**.

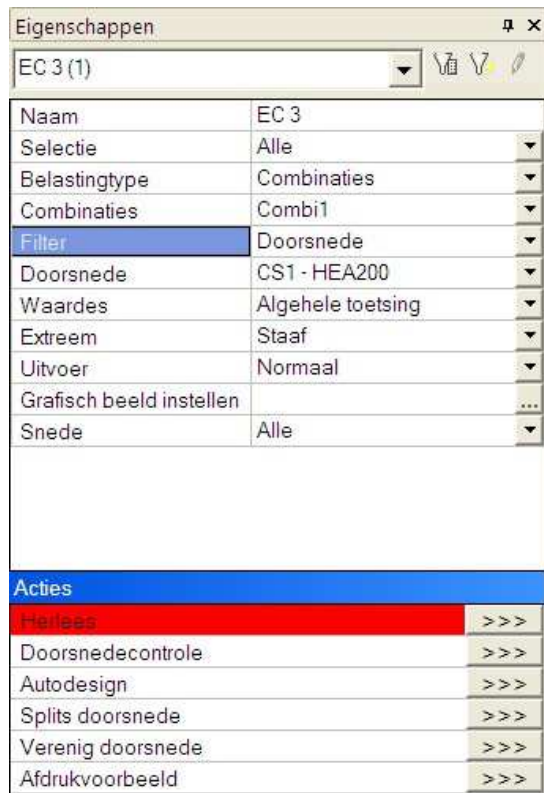


De kniklengte l_y wordt bepaald als de systeemplengte L_y vermenigvuldigd met de knikfactor k_y .

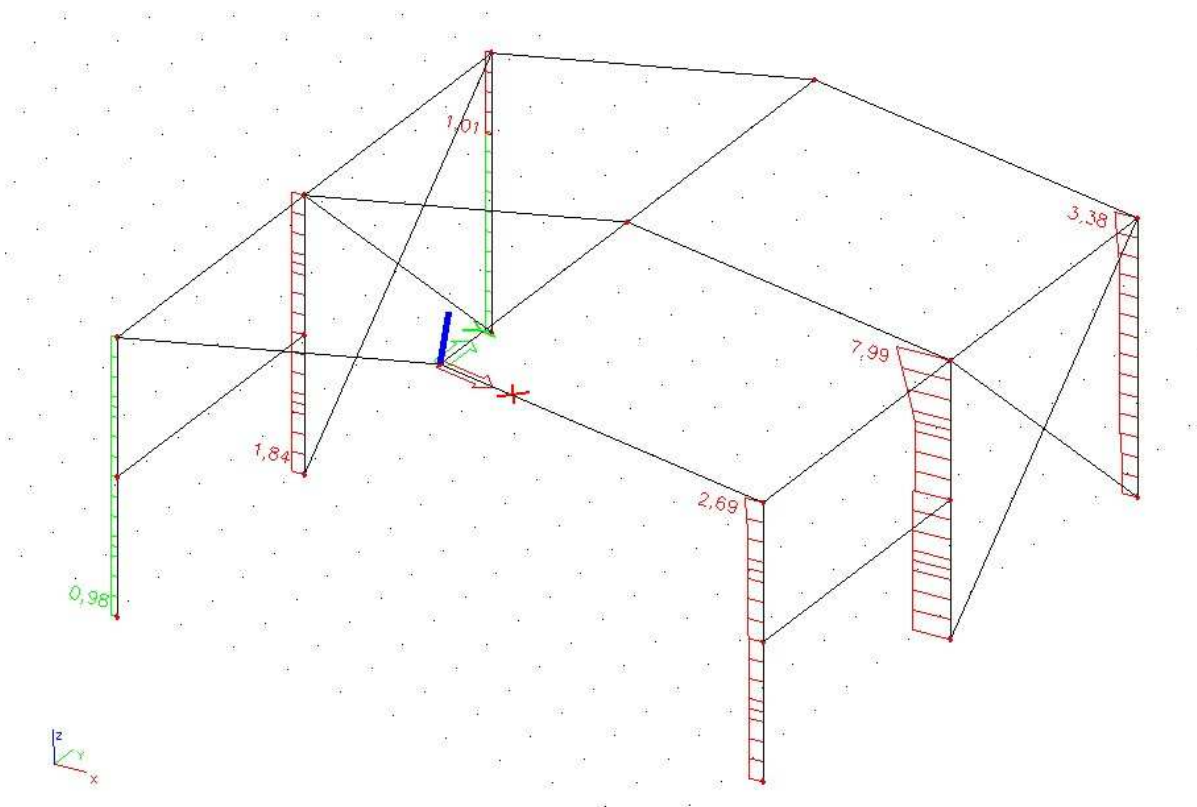
Na het opvragen van de basisgegevens voor de staalberekening, kan een staalcontrole uitgevoerd worden. Een eenheidscontrole wordt berekend volgens de Norm. De eenheidscontrole bevat zowel een doorsnedecontrole als een stabiliteitscontrole.

Staalcontrole

1. Klik op  Controle in het **Staalmenu**
2. De opties in het **Eigenschappenvenster** (Slankheid staal) worden als volgt ingesteld:
 - de **Selectie** is **Alle**
 - het **Belastingtype** is hier **Combinaties**. Als Combinatie wordt **Combi1** gekozen.
 - de **Filter** wordt veranderd naar **Doorsnede**
 - voor **Doorsnede** wordt het type **HEA200** gekozen. Zo wordt enkel de staalcontrole van de kolommen gevisualiseerd.
 - de **Waardes** zijn **Algehele toetsing**.
 - het **Extreem** verandert men naar **Globaal**



3. Klik op **>>>** naast **Herlees** in het **Eigenschappenvenster – Acties**.



Het grafische scherm toont dat de maximale eenheidscontrole optreedt in een van de kolommen. Om de reden van deze te hoge eenheidscontrole te achterhalen, kan men het **Afdrukvoorbeeld** met een gedetailleerde uitvoer van de staalcontrole openen.

4. Alvorens het **Afdrukvoorbeeld** te openen, verander de **Uitvoer** naar **Uitgebreid** in het **Eigenschappenvenster**. Klik **>>>** naast de **Actie – Afdrukvoorbeeld** op dit te openen.

Staalcontrole

Lineaire berekening, Extreem : Staaf

Selectie : S8

Combinaties : Combi1

Doorsnede : CS1 - HEA200

EC3 : EN 1993 Normcontrole

Staaf S8	HEA200	S 235	Combi1/1	7.99
----------	--------	-------	----------	------

Basisgegevens EC3 : EN 1993

Partiële veiligheidsfactor Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1.00
Partiële veiligheidsfactor Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1.00
Partiële veiligheidsfactor Gamma M2 voor weerstand van netto doorsnede	1.25

Gegevens materiaal

bezwijksterkte fy	235.00	MPa
treksterkte fu	360.00	MPa
fabricatie	gewalst	

SPANNINGSCONTROLE

Breedte-tot-dikte verhouding voor interne drukonderdelen (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. blad 1)
verhouding 20.62 op positie 2.50 m

verhouding		
maximale verhouding	1	42.05
maximale verhouding	2	48.42
maximale verhouding	3	108.56

==> Profiel klasse 1

Breedte-tot-dikte verhouding voor uitstekende elementen(EN 1993-1-1 : Tab.5.2. blad 2).
verhouding 7.88 op positie 2.50 m

verhouding		
maximale verhouding	1	9.00
maximale verhouding	2	10.00
maximale verhouding	3	13.78

==> Profiel klasse 1

Kritische controle op positie 5.00 m

Interne krachten

N _{Ed}	-121.95	kN
V _{y,Ed}	-0.02	kN
V _{z,Ed}	39.20	kN
T _{Ed}	-0.11	kNm
M _{y,Ed}	285.57	kNm
M _{z,Ed}	0.17	kNm

Opgepast: De eenheidscontrole voor torsie alleen is 0.04 voor UGT combi 1.

Controle druk

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.2.4 en formule EN 1993-1-1 : (6.9)

Doorsnede classificatie is 1.

Tabel van waarden		
N _{c,Rd}	1264.30	kN
eenheidscontrole	0.10	

Torsiecontrole

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.2.7. en formule EN 1993-1-1 : (6.23)

Tabel van waarden		
tau t _{,Rd}	136.30	MPa
tau t _{,Ed}	5.48	MPa
eenheidscontrole	0.04	

Controle afschuiving (V_y)

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 en formule EN 1993-1-1 : (6.25)

Tabel van waarden		
V _{c,Rd}	570.62	kN
eenheidscontrole	0.00	

Controle afschuiving (V_z)

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 en formule EN 1993-1-1 : (6.25)

Tabel van waarden		
V _{c,Rd}	240.93	kN
eenheidscontrole	0.16	

Controle buigend moment (M_y)

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.2.5. en formule EN 1993-1-1 : (6.12)

Doorsnede classificatie is 1.

Tabel van waarden

Mc,Rd	101.05	kNm
eenheidscontrole	2.83	

Controle buigend moment (Mz)

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.2.5. en formule EN 1993-1-1 : (6.12)

Doorsnede classificatie is 1.

Tabel van waarden

Mc,Rd	47.94	kNm
eenheidscontrole	0.00	

Gecombineerde controle buiging, normaalkrachten afschuiving

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. en formule EN 1993-1-1 : (6.41)

Doorsnede classificatie is 1.

Tabel van waarden

MNVy.Rd	101.05	kNm
MNVz.Rd	47.94	kNm

alfa 2.00 Beta 1.00

eenheidscontrole 7.99

Staaft voldoet NIET aan spanningscontrole !

STABILITEITSCONTROLE

Knikparameters	yy	zz	
type	ongeschoord	geschoord	
Slankheid	212.96	30.66	
Gereduceerde slankheid	2.27	0.33	
Knikkromme	b	c	
Imperfectie	0.34	0.49	
Knikfactor (omega_buc)	0.17	0.94	
Lengte	5.00	2.50	m
lef/l _{sys}	3.53	0.61	
Kniklengte	17.64	1.53	m
Kritische Euler belastingen	245.87	11865.07	kN

Waarschuwing: slankheid 212.96 is groter dan 200.00 !

Knikcontrole

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule EN 1993-1-1 : (6.46)

Tabel van waarden

Nb.Rd	211.21	kN
-------	--------	----

eenheidscontrole	0.58	
------------------	------	--

Kipcontrole

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule EN 1993-1-1 : (6.54)

Tabel van waarden		
Mb.Rd	96.02	kNm
Wy	430000.00	mm ³
reductie	0.95	
imperfectie	0.21	
gereduceerde slankheid	0.41	
methode voor kippkromme	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	602.18	kNm
eenheidscontrole	2.97	

LTB		
Kiplengte	2.50	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.24	
C2	0.01	
C3	0.99	

last in zwaartepunt

Controle druk en buiging

volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interactie Methode 1

Tabel van waarden		
kyy	1.164	
kyz	0.811	
kzy	1.711	
kzz	1.476	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	5380.00	mm ²
Wy	430000.00	mm ³
Wz	204000.00	mm ³
NRk	1264.30	kN
My,Rk	101.05	kNm

Mz,Rk	47.94	kNm
My,Ed	285.57	kNm
Mz,Ed	0.22	kNm
Interactie Methode 1		
Mcr0	484.74	kNm
gereduceerde slankheid 0	0.46	
Cmy,0	0.854	
Cmz,0	0.960	
Cmy	0.978	
Cmz	0.960	
CmLT	1.000	
muy	0.550	
muz	0.999	
wy	1.105	
wz	1.500	
npl	0.096	
aLT	0.994	
bLT	0.001	
cLT	1.258	
dLT	0.117	
eLT	21.073	
Cyy	0.916	
Cyz	0.459	
Czy	0.584	
Czz	0.657	

eenheidscontrole = $0.58 + 3.46 + 0.00 = 4.04$

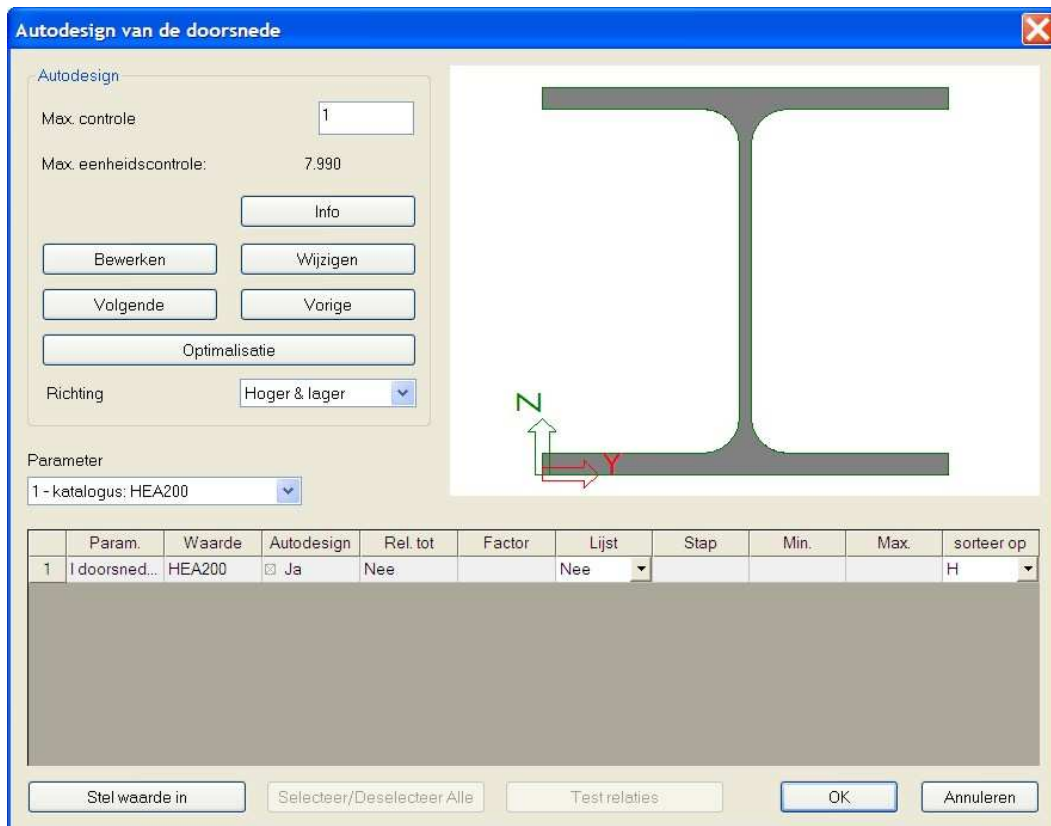
eenheidscontrole = $0.10 + 5.09 + 0.01 = 5.20$

Element voldoet NIET aan stabiliteitscontrole !

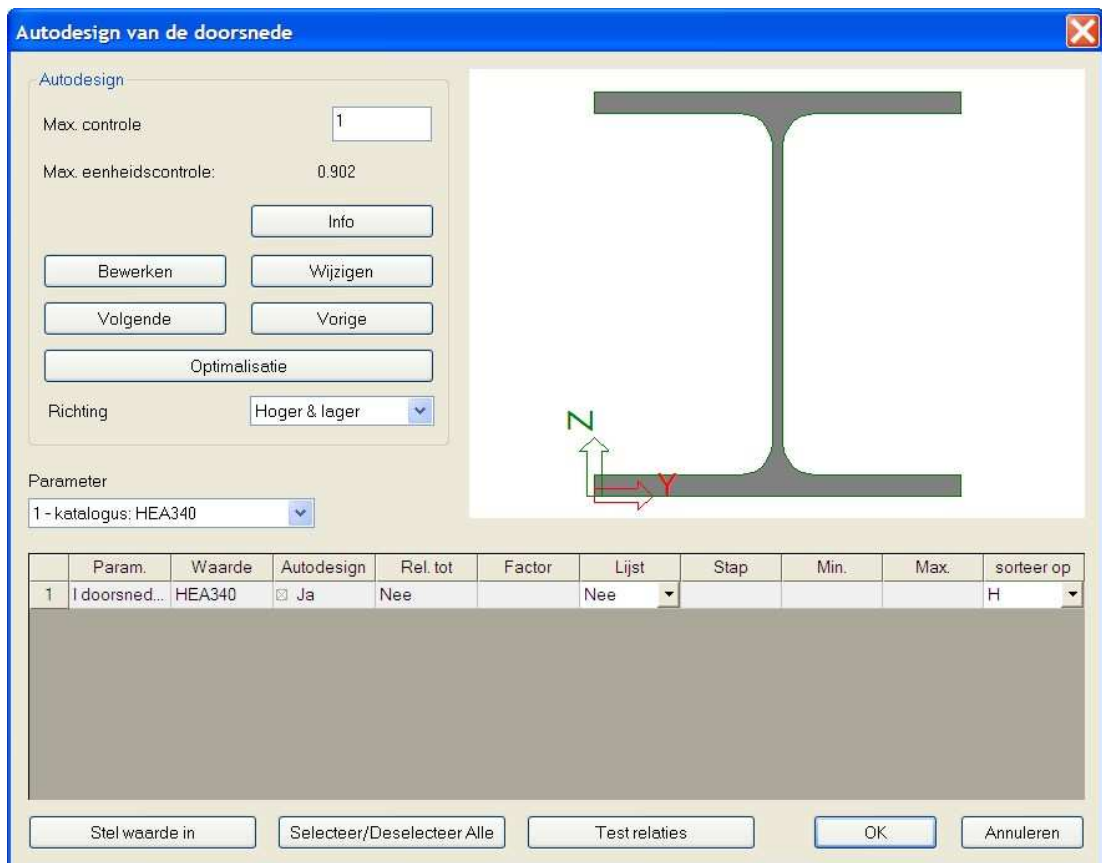
Scia Engineer laat een eenvoudige en makkelijke optimalisatie van de profielen toe. Het programma stelt automatisch het profiel voor dat aan de regels van de norm voldoet.

Optimalisatie van een profiel

1. Klik in het **Eigenschappenvenster** naast **Autodesign** op **>>>**. De eigenschappen worden behouden, zodat het profiel HEA200 geoptimaliseerd wordt. Het venster **Autodesign van de doorsnede** verschijnt:



2. Dit venster toont nogmaals de maximale eenheidscontrole van de kolom HEA200 = 7,990
3. Klik op de knop **Optimalisatie**. Het programma zoekt nu in de profielenbibliotheek welke doorsnede wel voldoet aan een maximale eenheidscontrole gelijk aan 1.




Het blijkt dat een **HEA340** wel voldoet aan de regels uit de Norm. De maximale eenheidscontrole is nu 0,902.

4. Bevestig de optimalisatie met **[OK]**.

Opmerking:

Na een optimalisatie moet het project herrekend worden. De veranderde doorsneden veranderen het eigengewicht van de constructie en de stijfheid van het geheel, wat leidt tot een andere verdeling van de interne krachten.

Dit betekent dat na opnieuw berekenen van de constructie, de staalcontrole ook opnieuw moet uitgevoerd worden aangezien de krachten nu anders zijn.

5. Om snel de berekening opnieuw te starten kiest men voor de optie **Verborgen berekening**  in de knoppenbalken..
6. Klik **[Sluiten]** om het **Staal menu** te verlaten.

Opmerking:

Een optimalisatie wordt altijd uitgevoerd voor een doorsnede. De geoptimaliseerde doorsnede wordt altijd toegekend aan alle staven met die doorsnede.

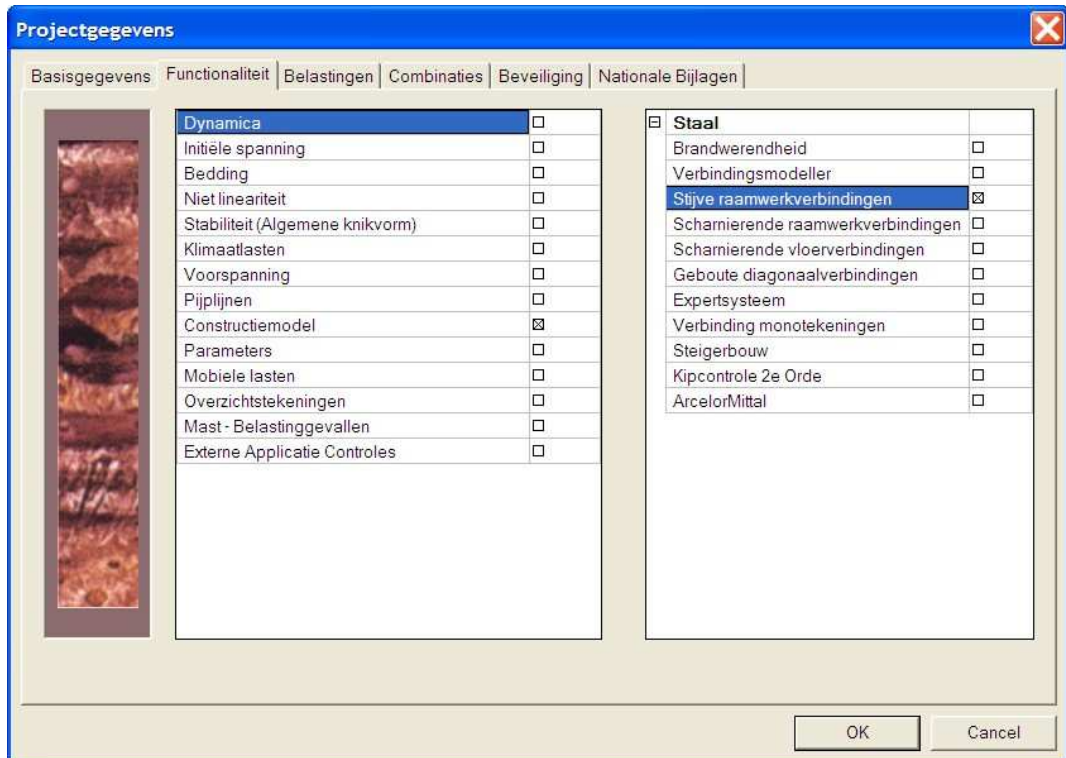
Staalverbinding

Scia Engineer laat toe een gedetailleerde staalverbinding in te voeren. Zowel momentvaste als scharnierende verbindingen kunnen gemodelleerd worden. Ook diagonaalverbinding en vloerverbindingen zijn mogelijk.

In deze oefening voegt men een stijve raamwerkverbinding in tussen een kolom en een dakligger.

De staalverbinding activeren

- Om een staalverbinding te kunnen invoeren, moet men eerst deze Functionaliteit opvragen. Dubbelklik op  **Project** in het **Hoofdmenu** om de **Projectgegevens** te openen en klik op de tab **Functionaliteiten**:

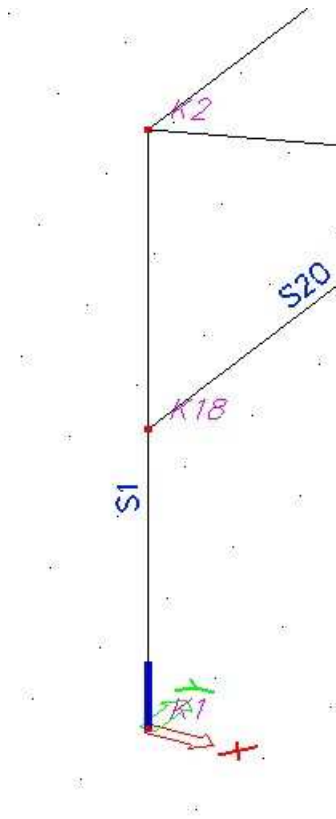


- Rechts in het Staal gedeelte, vinkt men de optie **Stijve raamwerkverbindingen** aan. Automatisch wordt de functionaliteit **Constructiemodel** aan de linkerkant ook geactiveerd. Deze is nodig voor de opbouw van de verbinding.
- Bevestig met **[OK]**

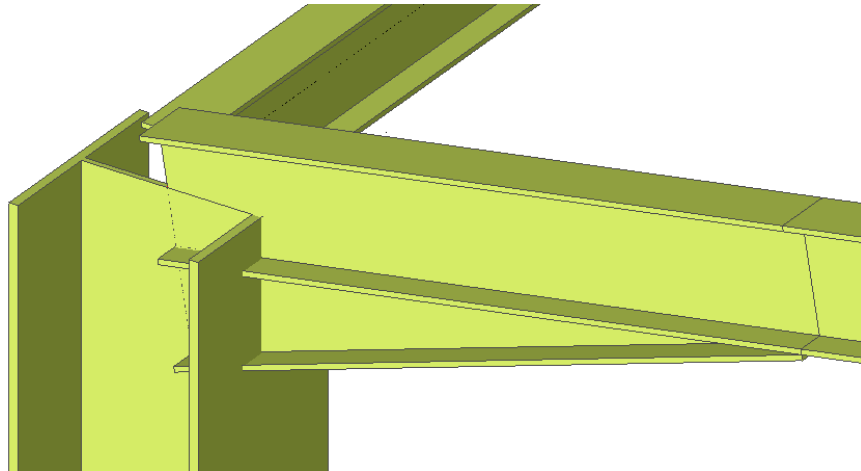
Als de vereiste functionaliteit, Constructiemodel, geactiveerd is, kan men dit model ook genereren.


Het Constructiemodel genereren

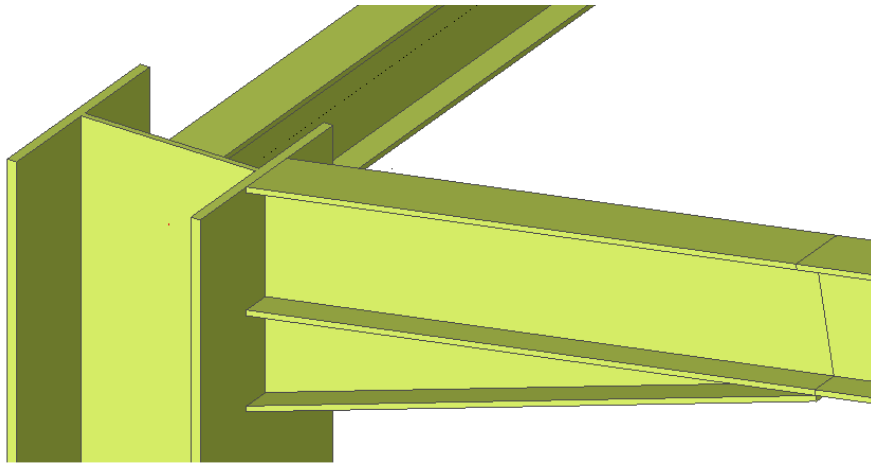
1. Zoom in op knoop **K2**. Dit is de knoop tussen kolom **S1** en ligger **S2**.



2. In de **Commandolijn**, klik op **Toon / Verberg oppervlaktes**  en op **Render geometrie** . Het programma toont nu het analyse model (=Rekenmodel):



3. In het Rekenmodel komen de staven aan in dezelfde knoop, nl. **K2**. In werkelijkheid stop de ligger daar waar hij de kolom raakt of andersom. In Scia Engineer kan met dit ingeven door het constructiemodel te genereren.
4. Activeer dit constructiemodel door op **Constructiemodel genereren**  in de knoppenbalk te klikken of via **Beeld > Stel beeldparameters in > Genereer constructiemodel**.



Het constructiemodel toont de structuur zoals in de praktijk. Op dit model, kan men nu een verbinding invoeren.




Opmerking:

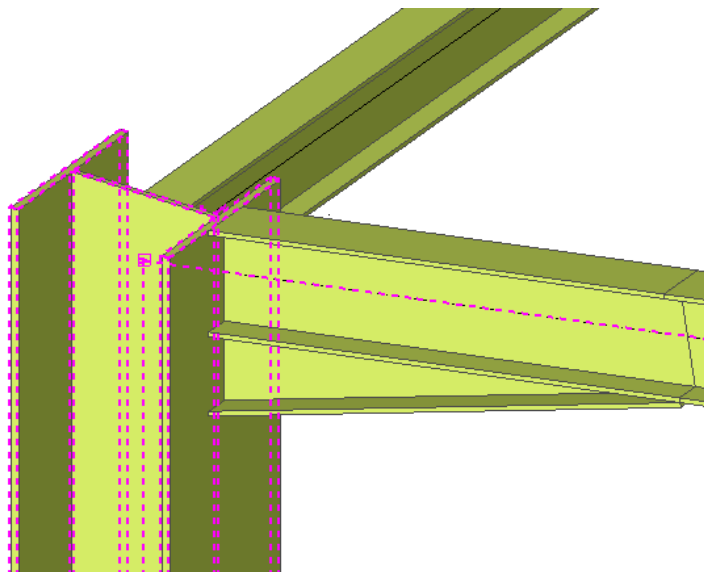
Het constructiemodel gebruikt prioriteiten. Het element met de hoogste prioriteit heeft prioriteit over een element met lagere prioriteit. Een element van type Kolom heeft standaard een hogere prioriteit dan een element van het type Balk. Om deze reden wordt de ligger onderbroken daar waar hij snijdt met de kolom.

Via **Instellingen > Staافتypen** kan men de prioriteiten aanpassen.

Staalverbindingen zijn altijd gebaseerd op het constructiemodel. Dit wil zeggen dat als de kolom doorloopt en de ligger onderbroken wordt er een verbinding met een eindplaat op de ligger kan ingevoerd worden. Als de ligger doorloopt, bevindt de eindplaat zich bovenaan de kolom.

Een staalverbinding invoeren

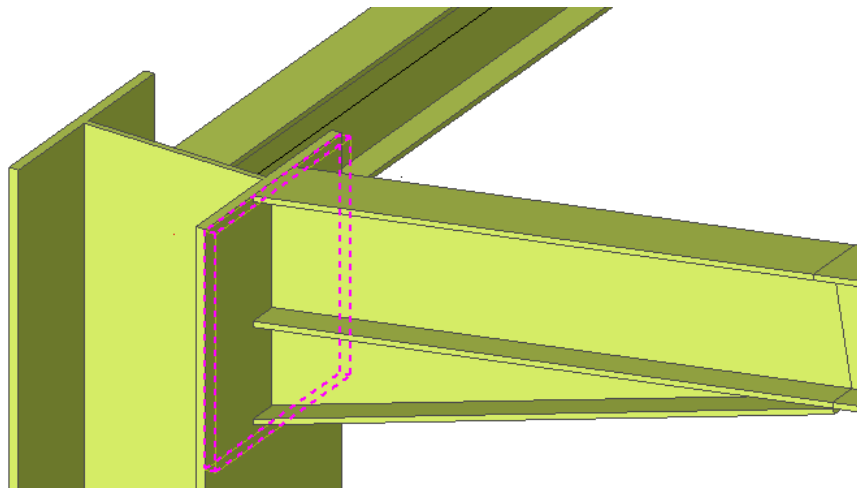
1. Dubbelklik op  **Staal** in het **Hoofd menu**.
2. Dubbelklik op  **Raamwerk gebout/gelast - Sterke as** onder .
3. Het programma vraagt nu voor het verbindingspunt (in de **Commandolijn**). Selecteer **K2**.
4. Het programma selecteert automatisch alle staven die aankopen in knoop **K2**. Omdat de verbinding zich tussen kolom en ligger bevindt, moet men de langsligger **S13** deselecteren. Klik op **CTRL** en selecteer met de linkermuisknop **S13** om deze te deslecteren.




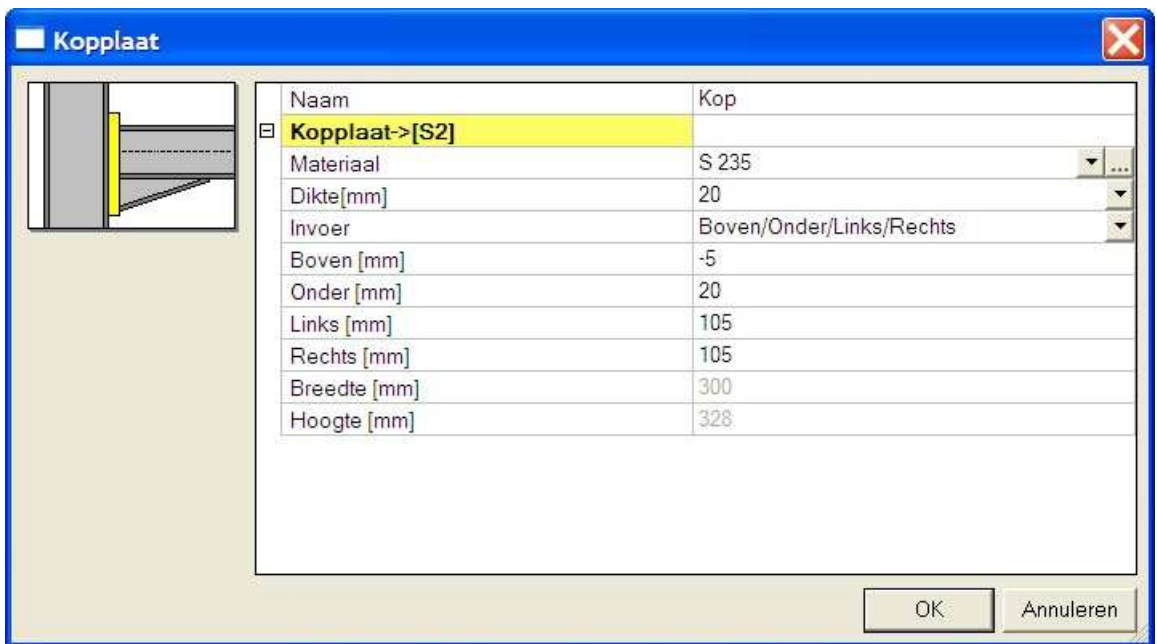
5. Klik **<Esc>** om de selectie te beëindigen. De verbinding is nu ingevoerd en de eigenschappen zijn zichtbaar in het **Eigenschappenvenster**.



6. De optie worden als volgt geconfigureerd:
 - het **Belastingtype** wordt **Combinaties** met als combinatie **Combi1**
 - het **Raamtype** is geschoord.
7. Vervolgens kunnen de verschillende componenten in de verbinding ingevoerd worden via dit Eigenschappenvenster. Activeer de optie **Kopplaat**. De kopplaat wordt ook onmiddellijk grafisch zichtbaar.




8. Om de eigenschappen van deze kopplaat te veranderen, klikt men op  naast de Kopplaat in het Eigenschappenvenster. De eigenschappen zien er als volgt uit en kunnen hier ook aangepast worden:



9. Klik **[OK]** om dit venster te sluiten.
10. Vervolgens worden de **Bouten** ook geactiveerd:



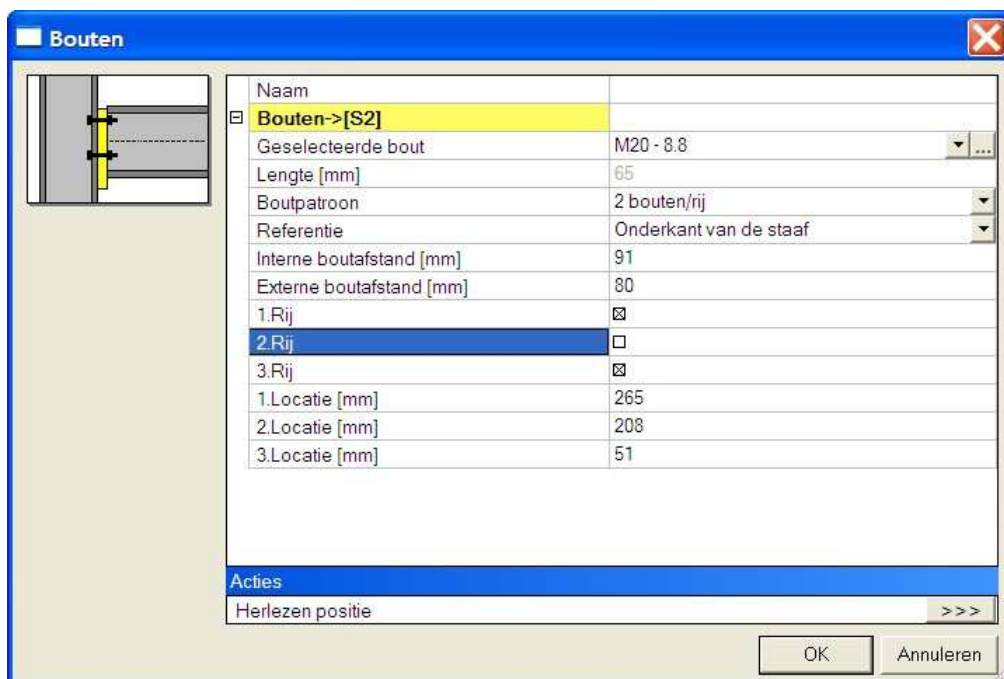
Ook de bouten worden grafisch toegevoegd.

11. Om de boutparameters aan te passen, klikt men op  naast de optie **Bouten**.
12. Bij **Geselecteerde bout**, kiest men voor een **M20 – 8.8**. Een venster waarschuwt dat de boutpositie nu wel veranderd is.

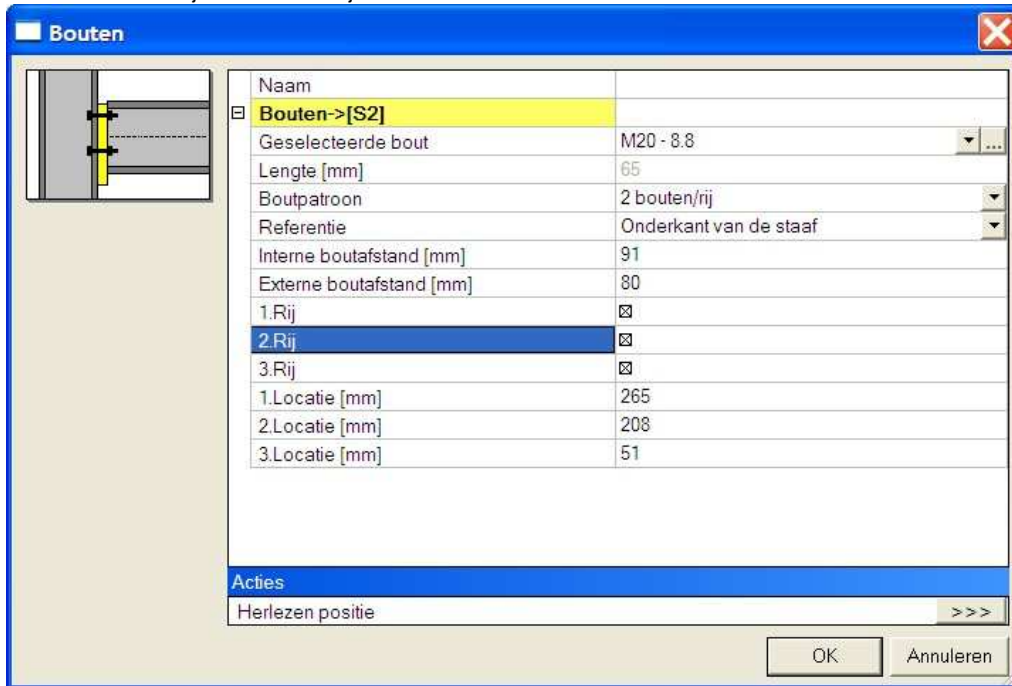


Klik **Ja**: De positie van de bouten, tussenliggende afstanden, afstanden tot de rand van de kopplaat,... worden automatisch aangepast.

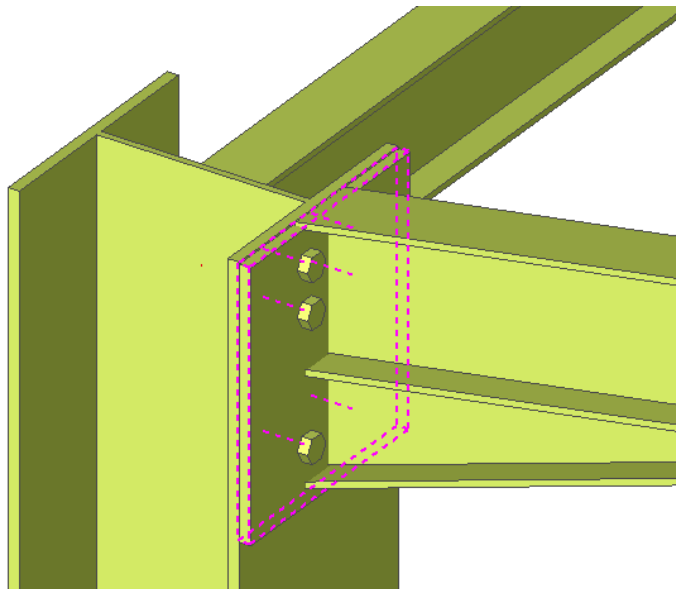
13. Het venster toont verder dat de 1^e en 3^{de} rij bouten ingevoerd zullen worden:



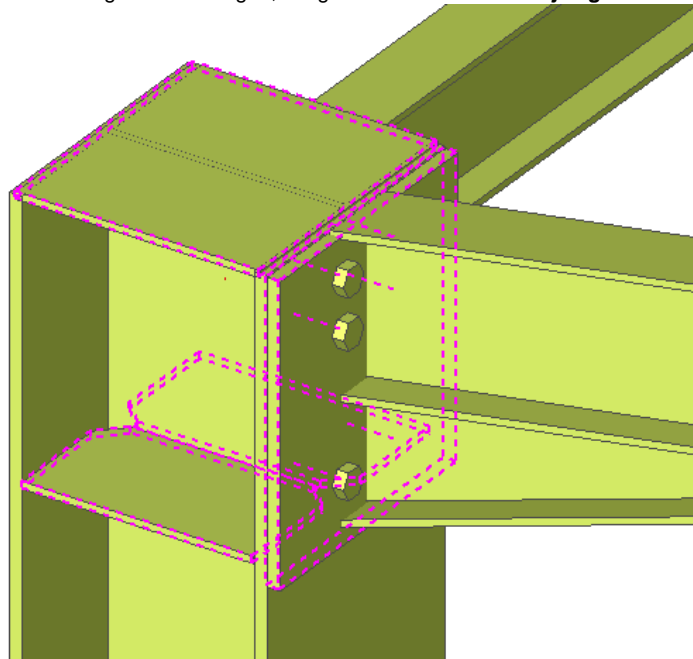
Activeer ook de 2^e rij om in totaal 3 rijen bouten in te voeren:



14. Klik **[OK]** om de invoer te bevestigen. De bouten worden opnieuw grafisch getoond:



15. Om de verbinding te vervolledigen, voegt men ook **Bovenverstijving** en **Onderverstijving** toe.:

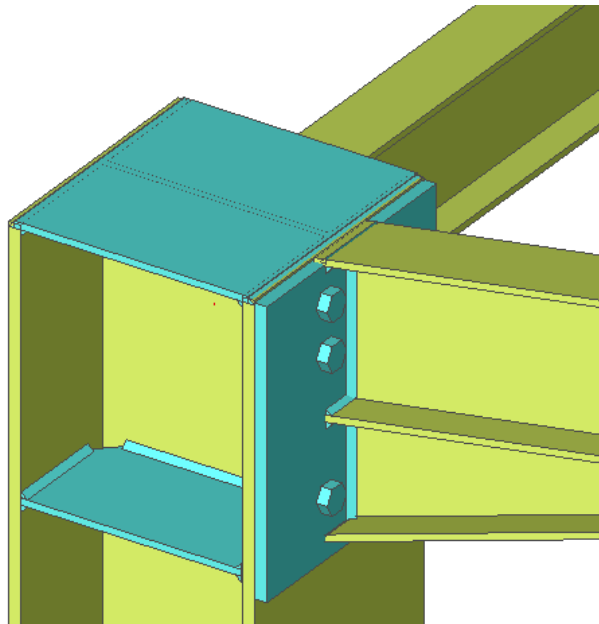


Momenteel wordt de verbinding in dezelfde kleur als het model gevisualiseerd. Verander door gebruik te maken van de **Beeldparameterinstellingen**.

16. Klik met de rechtermuis knop ergens in het werkvlak. Een lijst met opties wordt zichtbaar.
17. In deze lijst, kies voor de optie **Stel beeldparameters in voor selectie**. Het venster **Beeldparameterinstelling** verschijnt.
18. Activeer de **Lassen** en de optie **Gekleurd**:



19. Sluit dit venster met **[OK]**.
20. Klik op **>>>** naast **Herlees** in het **Eigenschappenvenster – Acties** om de aanpassing grafisch door te voeren:



De verbinding is nu volledig gemodelleerd. Tenslotte kan men deze ook nog controleren.

De staalverbinding controleren


1. Klik in het **Eigenschappenvenster > Acties** op **S2** naast **Resultaten**:

Staalverbinding	
Naam	Conn
Rekenwaarde van de momentweerstand ...	34,38
Rekenwaarde van de dwarskrachtweesta...	293,53
Rekenwaarde van de normaalkrachtweers...	268,05
Eenheidscontrole M/MRd [-]	1,31
Eenheidscontrole V/VRd [-]	0,14
Eenheidscontrole M/MRd - N/NRd [-]	1,37
Resultaat van stijfheid: Sj [MNm/rad]	5,6958e+00
Resultaat van stijfheid: Sj.ini [MNm/rad]	2,5791e+01
M [kNm]	-45,00
V [kN]	39,67
N [kN]	-15,61
Controleer M	Verbinding voldoet NIET
Controleer V	Verbinding voldoet
Controle MN	Verbinding voldoet NIET
Stijfheidcontrole	Niet toepasbaar.
Zwakste onderdeel in trekzone	Kolomflens in trekspanning (Ft,fc,Rd)
Zwakste onderdeel in drukzone	Druk op punt console / ligger
Belastinggeval/Combinatie	Combi1
Ligger	S2

2. Dit resultaten venster toont de verschillende eenheidscontroles, de stijfheid Sj, het zwakste onderdeel in de verbinding,...

De controle toont duidelijk dat de eenheidscontrole niet voldoet. De gebruiker zou dus de configuratie van de verbinding moeten aanpassen.

In dit specifieke geval, kan men aflezen dat de Kolomflens in trekspanning (Ft,fc,Rd) het zwakste deel is in de verbinding. De gebruiker zou dus het gebruikte profiel voor deze kolom moeten aanpassen omdat de verbinding het buigmoment en dus trekspanning in de flens van de kolom, niet kan opnemen. Dit wordt echter in deze oefening overgeslagen, maar is volledig analoog aan de beschrijvingen uit vorige hoofdstukken.

3. Sluit dit menu met **[OK]**.
4. Om de resultaten ook in tabelvorm te krijgen, gebruikt men opnieuw het **Afdrukvoorbeeld**. Klik op  naast **Open Afdrukvoorbeeld** in het **Acties** –menu.
5. Klik **<ESC>** om de selectie te beëindigen.
6. Klik **[Sluiten]** onderaan het **Staalmenu** om terug te keren naar het **Hoofdmenu**.

Gedetailleerde verbindingsscontrole

Staalverbinding

Naam	Conn								
Knoop	K2								
Verbindingstype	Gebout raamwerk								
Verbindingsgeometrie	Knie								
Verbonden staven	Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
	S1	CS1 - HEA340	5,000	Lijn	K1	K2	Kolom (100)	standaard	Laag 1
	S2	CS5 - I + I var (IPE180; 150)	6,083	Lijn	K2	K3	Balk (80)	standaard	Laag 1
Delen van de verbinding: Zijde->[S2]	Interne boutafstand [mm]			91					
	Externe boutafstand [mm]			80					
	Geselecteerde bout			M20 - 8.8					
	Lengte [mm]			65					
	1.Locatie [mm]			265					
	2.Locatie [mm]			208					
	3.Locatie [mm]			51					
	Boutpatroon			2 bouten/rij					
	Bibliotheek met Bouten			Naam		M20 - 8.8			
			Geselecteerde bout		M20 - ISO 4017				

	Geselecteerde sluitring	M20 - ISO 7089
	Geselecteerde moer	M20 - ISO 4034
	Sluitring aan de moer	üüü
	Sluitring aan de boutkop	üüü
	Moerkwaliteit	8
	Boutklasse	8.8
	Grenstreksterkte [MPa]	800,0
	Type	Normaal
	Delta [mm]	7
	Bouten	Naam
Boorgat [mm]		22
Benodigde diameter voor boutsleutel [mm]		80
Boutkopdiameter [mm]		30
Diagonaal boutkopdiameter [mm]		34
Boutkophoogte [mm]		13
Bruto doorsnede [mm ²]		314
Trekgebied [mm ²]		245
Diameter [mm]		20
Moer	Naam	M20 - ISO 4034
	Diameter [mm]	30
	Diagonale diameter [mm]	33
	Hoogte [mm]	16
Sluitring	Naam	M20 - ISO 7089
	Interne diameter [mm]	21
	Externe diameter [mm]	37
	Dikte [mm]	3
Naam	Kop	
Materiaal	S 235	
Dikte[mm]	20	
Boven [mm]	-5	
Onder [mm]	20	
Links [mm]	105	
Rechts [mm]	105	
Breedte [mm]	300	

Hoogte [mm]	328
-------------	-----

Naam	Ver
Materiaal	S 235
Verkleinen [mm]	1
Dikte[mm]	8
Naam	Ver1
Materiaal	S 235
Verkleinen [mm]	1
Dikte[mm]	8

AnchorData

Concrete Data

Analyse verbindingsdetails: Zijde->[S2]

Volgens EN 1993-1-8

Console onder[S2]

hc	124.25	mm
lc	826.96	mm
b	91.00	mm
tf	8.00	mm
tw	5.30	mm
las ab	7.00	mm
las ac	4.00	mm

Partiële veiligheidsfactor

Gamma M0	1.00
Gamma M1	1.00
Gamma M2 bout	1.25
Gamma M3	1.25
Gamma M2 las	1.25

1. Interne krachten

Combi1

N	-15.61	kN
Vz	39.67	kN
My	-77.06	kNm

Trek boven

2. Rekenwaarde van de momentweerstand MRd

2.1. Rekenwaarde van de weerstand van de basiscomponenten

2.1.1. Kolomlijf panel in afschuiving (EN 1993-1-8 art. 6.2.6.1)

Kolomlijf in afschuiving (Vwp,Rd) gegevens		
Kolomlijf in afschuiving (Vwp,Rd)	555.32	kN
Beta	1.00	
Avc	4547.75	mm ²

2.1.2. Kolomlijf onder druk (EN 1993-1-8 art. 6.2.6.2)

Kolomlijf in druk (Fc,wc,Rd) gegevens		
Kolomlijf in druk (Fc,wc,Rd)	268.05	kN

2.1.3. Balkflens en lijf onder druk (EN 1993-1-8 art. 6.2.6.7)

Balkflens in druk (Fc,fb,Rd) gegevens		
Balkflens in druk (Fc,fb,Rd)	268.05	kN
doorsnedeklasse	1	
Mc,Rd	79.41	kNm
hb-tfb	296.25	mm

2.1.4. Rekenwaarde van de trekweerstand van boutrij

(effectieve lengte in mm, weerstand in kN)

Ft,Rd = 141.12 kN

2.1.4.1. Kolomflens

rij	p (p1+p2)	alfa	e	m	n	e1
1	0.0+28.4	8.00	104.50	19.15	23.94	40.11
2	28.4+78.3	-	104.50	19.15	23.94	-
3	78.3+ 0.0	8.00	104.50	19.15	23.94	-

rij	leff,cp,i	leff,nc,i
1	120.32	153.20
2	120.32	207.22
3	120.32	153.20

ri j	leff,c p,g	leff,n c,g	leff,cp, ge1	leff,nc, ge1	leff,cp, ge2	leff,nc, ge2
1	-	-	-	-	116.93	77.97
2	213.4 1	106.7 1	116.93	131.99	216.81	181.94

3	-	-	216.81	127.91	-	-
---	---	---	--------	--------	---	---

Voor individuele boutrij:

rij	leff,1	leff,2	leff	(Ft,fc,Rd)	(Ft,wc,Rd)	omega
1	120.3	153.2	153.2	201.00	268.05	1.00
2	120.3	207.2	207.2	201.00	268.05	1.00
3	120.3	153.2	153.2	201.00	268.05	1.00

Voor boutgroep:

groep	leff,1	leff,2	leff	(Ft,fc,Rd)	(Ft,wc,Rd)	omega
1-1	120.3	153.2	153.2	201.00	268.05	1.00
1-2	233.8	238.3	238.3	390.64	268.05	1.00
1-3	340.9	340.9	340.9	569.58	268.05	1.00

2.1.4.2. Kopplaat

rij	p (p1+p2)	alfa	e	m	n
1	0.0+28.4	8.00	104.50	39.46	49.32
2	28.4+78.3	8.00	104.50	39.46	49.32
3	78.3+ 0.0	8.00	104.50	39.46	49.32

rij	leff,cp,i	leff,nc,i
1	247.91	315.65
2	247.91	315.65
3	247.91	315.65

rij	leff,c p,g	leff,n c,g	leff,cp,ge1	leff,nc,ge1	leff,cp,ge2	leff,nc,ge2
1	-	-	-	-	180.72	199.81
2	-	-	180.72	199.81	-	-
3	-	-	280.60	249.75	-	-

Voor individuele boutrij:

rij	leff,1	leff,2	leff	Ft,ep,Rd	Ft,wb,Rd
1	247.91	315.65	315.65	282.24	393.14

2	247.91	315.65	315.65	282.24	393.14
3	247.91	315.65	315.65	282.24	393.14

Voor boutgroep:

groep	leff,1	leff,2	leff	Ft,ep,Rd	Ft,wb,Rd
1- 1	247.91	315.65	315.65	282.24	393.14
1- 2	361.44	399.61	399.61	525.16	497.72
3- 3	247.91	315.65	315.65	282.24	393.14

$N_{j,Rd} = 268.05 \text{ kN}$

gegevens		
Kolomlijf in druk (Fc,wc,Rd)	268.05	kN
Balkflens in druk (Fc,fb,Rd)	536.11	kN

2.2. Bepalen van $M_{j,Rd}$

rij	h[mm]	Ft[kN]
1	260.69	201.00
2	203.92	67.06
3	47.27	0.00

$M_{j,Rd} = 66.07 \text{ kNm}$

2.3. Bepaling van $M_{j,Rd}$ voor gedrukte console t.p.v. ligger

gegevens		
alfa	8.08	deg
Af	728.00	mm ²
Ad	492.90	mm ²
ro	0.99	
Me	34.38	kNm
$M_{j,Rd}$	34.38	kNm
MEd	-45.00	kNm

3. Rekenwaarde van de afschuifweerstand VRd

VRd gegevens		
VRd	293.53	kN
Fv,Rd	94.08	kN
e1,ep	43.11	mm
e1,cf	40.11	mm
p1	56.77	mm
k1 plaat	2.50	

k1 balk	2.50	
Alfa_b plaat	0.61	
Alfa_b kolom	0.61	
Alfa_d plaat	0.61	
Alfa_d kolom	0.61	
Fb,ep,Rd	175.70	kN
Fb,cf,Rd	144.95	kN
VRd ligger	325.59	kN

4. Berekening stijfheid

4.1. Rekenwaarde van de rotatiestijfheid

rij	k4[mm]	k3[mm]	k5[mm]	k10[mm]	keff[mm]
1	44.89	2.13	21.18	7.22	1.48
2	61.43	2.92	21.18	7.22	1.84

Sj gegevens

Sj	5.70	MNm/rad
Sj,ini	25.79	MNm/rad
z	232.70	mm
mu	4.53	
k1	7.43	mm
k2	-	
keq	3.27	mm

4.2. Klassificatie stijfheid

Niet toepasbaar.

4.3 Controle vereiste stijfheid

Niet toepasbaar.

4.4 Classificatie ductiliteit

De bezwijkmode ligt niet in de afschuifzone van de kolom.

In de kolomflens hebben we het volgende:

$$0.36 \sqrt{f_{ub}/f_y} d < t \leq 0.53 \sqrt{f_{ub}/f_y} d$$

Dit resulteert in een gemiddelde classificatie voor vervormbaarheid : klasse 2.

5. Eenheidscontrole

Eenheidscontrole	
MSd/MjRd	1.31
VSd/VRd	0.14
Eenheidscontrole M/MRd + N/NRd	1.37

De verbinding voldoet niet !

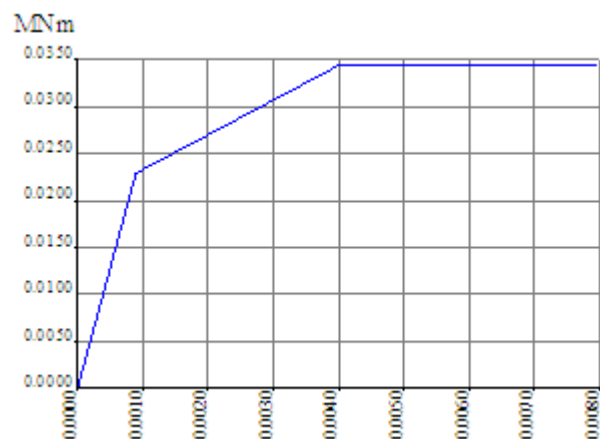
6. Ontwerpberekeningen
 6.1. Berekening lasnaad af / Minimum dikte th voor verstijving in kolom

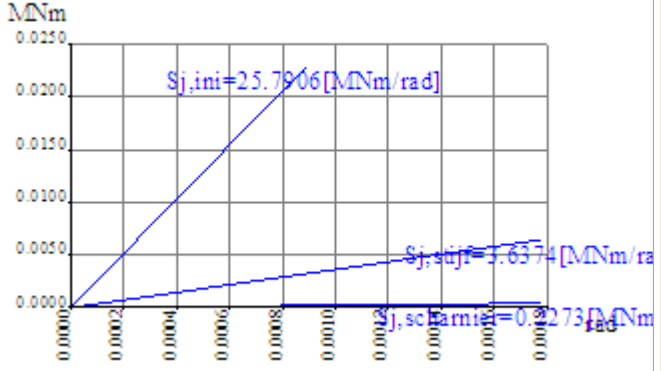
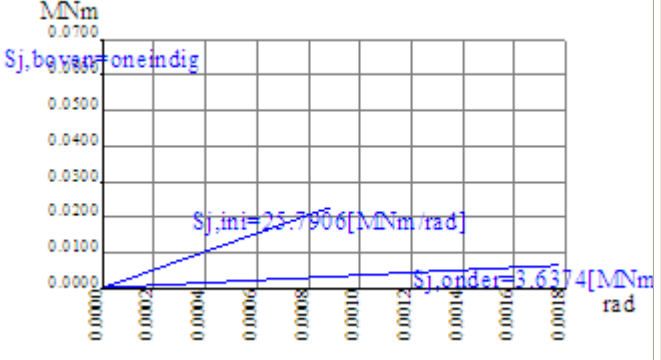
gegevens		
MRd	66.07	kNm
Gamma	1.40	
h	304.80	mm
FRd	303.48	kN
NT,Rd	171.08	kN
N	240.74	kN
Fu	360.00	MPa
BetaW	0.80	
minimum af	5.20	mm
af	4.00	mm
Minimale dikte	11.26	mm

6.2. Berekening aw

gegevens		
Ft	268.05	kN
Fv	17.80	kN
lw	399.61	mm
Fu	360.00	MPa
BetaW	0.80	
minimum aw (a2)	2.00	mm
aw	3.00	mm

Moment-rotatie diagram
 : Zijde->[S2]



	<p>Stijfheidsclassificatie : S stijf en S scharnierend: Zijde->[S2]</p>	
	<p>Stijfheidsclassificatie : S klein en S groot: Zijde->[S2]</p>	
	<p>Stijfheidsclassificatie : S klein en S groot: Zijde->[NONAME]</p>	

Opmerking:

Verbindingen zijn additionele data wat betekent dat verbindingen ook gekopieerd kunnen worden.

Document

In dit laatste deel van de tutorial wordt aangegeven hoe een rekennota kan opgesteld worden.

Document opmaken


1. Dubbelklik op  Document in het **Hoofdvenster** of klik op  in de knoppenbalk. Het **Document** verschijnt.
De Projectgegevens worden automatisch weergegeven in de hoofding van het document.
2. Klik op de knop [**Nieuw**] onderaan het **Documentmenu**. Het venster **Nieuw documentonderdeel** verschijnt.

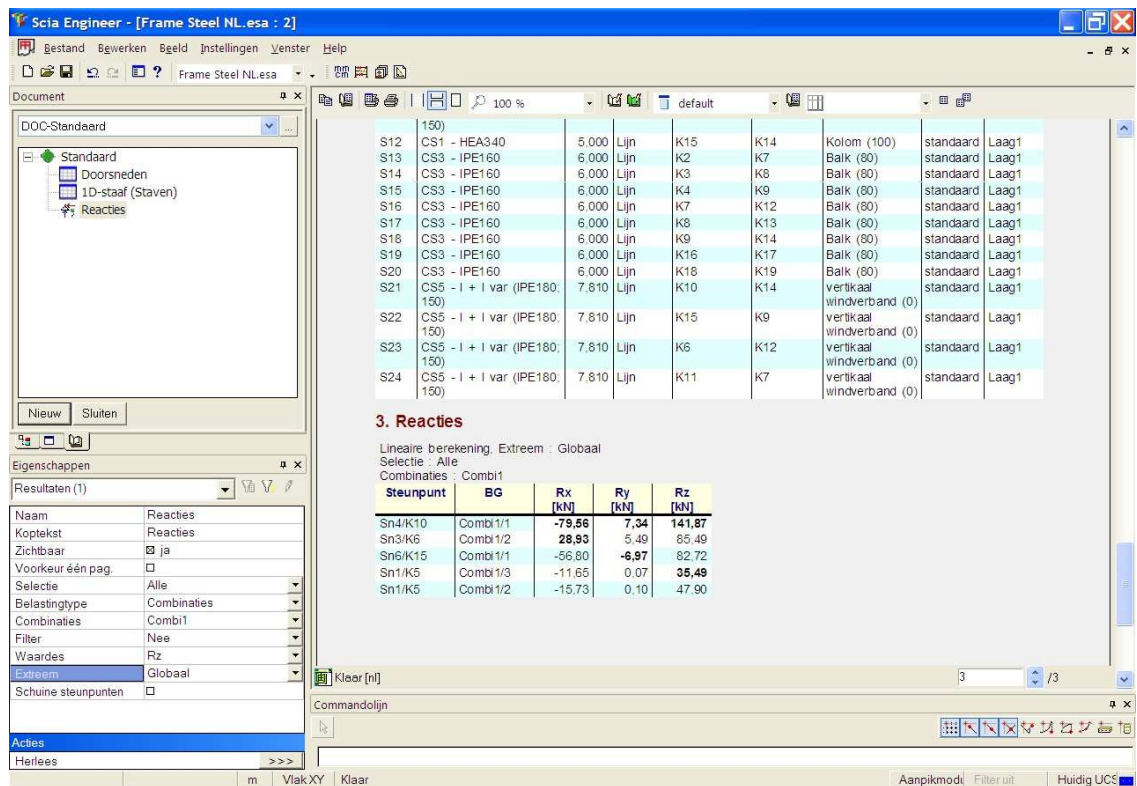


3. Aan de hand van dit venster kunnen diverse gegevens in het document worden ingevoegd..
 - Open de groep **Bibliotheken** en klik op **Materialen**. Klik op [**<<< Voeg toe**] om dit onderdeel aan het document toe te voegen.
 - Selecteer **Doorsnede**. Klik op [**<<< Voeg toe**] om dit onderdeel aan het document toe te voegen.
 - Open de groep **Constructie** en klik op **Staven**. Klik op [**<<< Voeg toe**] om dit onderdeel aan het document toe te voegen.
 - Open de groep **Resultaten** en klik op **Reacties**. Klik op [**<<< Voeg toe**] om dit onderdeel aan het document toe te voegen.
4. Klik op [**Sluiten**] om het venster **Nieuw documentonderdeel** te sluiten en terug te keren naar het document

De onderdelen die toegevoegd werden aan het document worden weergegeven in het **Documentmenu**. De volgorde van de onderdelen kan gewijzigd worden door deze met de muis te verslepen. Aan de rechterzijde van het scherm wordt het Afdrukvoorbeeld van het document getoond.

Resultaten weergeven in het document

- In het **Documentmenu**, klik op **Reacties**. In het **Eigenschappen venster** kunnen opnieuw de eigenschappen aangepast worden analoog aan het eigenschappen venster in de grafische omgeving.
 - het veld **Selectie = Alle**.
 - het **Belastingtype** wordt **Combinaties** met als combinatie **Combi1**
 - de Waardes zijn Rz
 - het **Extreem** is **Globaal**
- Klik op  achter de functie Herlees in het Acties –menu.




The screenshot shows the Scia Engineer interface. The Document menu is open, showing 'Reacties' selected. The Properties window is open, showing 'Selectie: Alle', 'Belastingtype: Combinaties', and 'Extreem: Globaal'. The Results table is displayed below the Properties window.

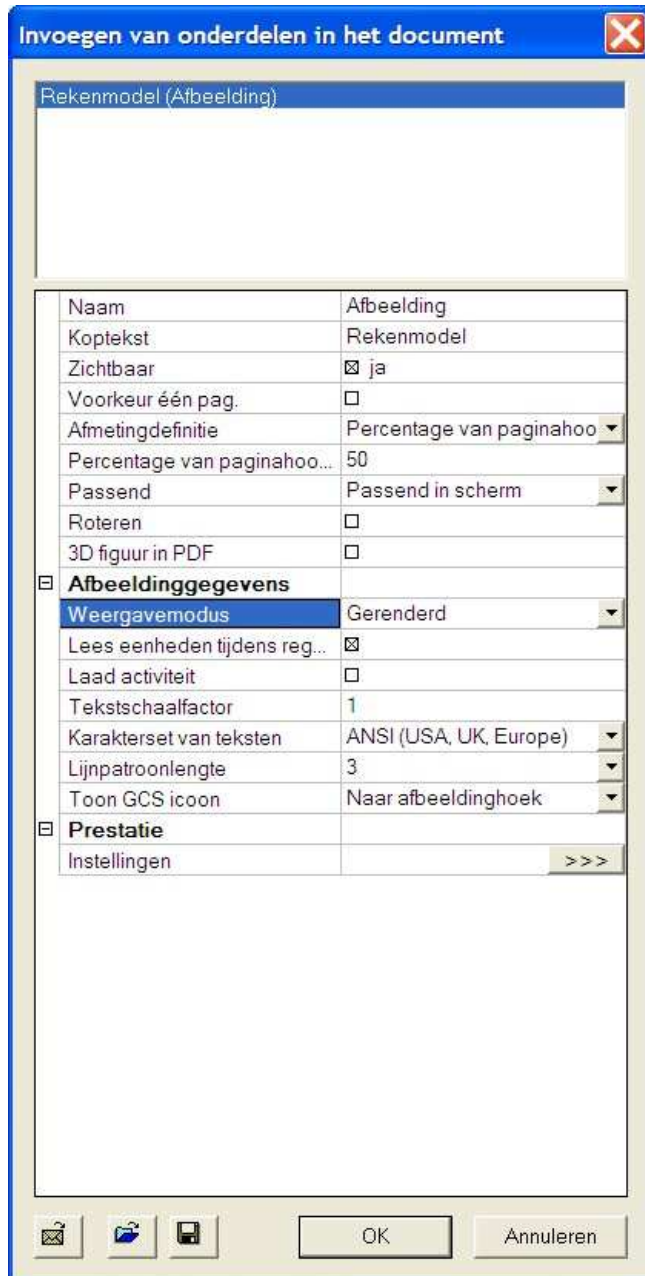
Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn4/K10	Combi 1/1	-79,56	7,34	141,87
Sn3/K6	Combi 1/2	28,93	5,49	85,49
Sn6/K15	Combi 1/1	-56,80	-6,97	82,72
Sn1/K5	Combi 1/3	-11,65	0,07	35,49
Sn1/K5	Combi 1/2	-15,73	0,10	47,90


- Click the **[Close]** button below the **Document Menu** to close the document and to return to the structure.

Een afbeelding toevoegen aan het document

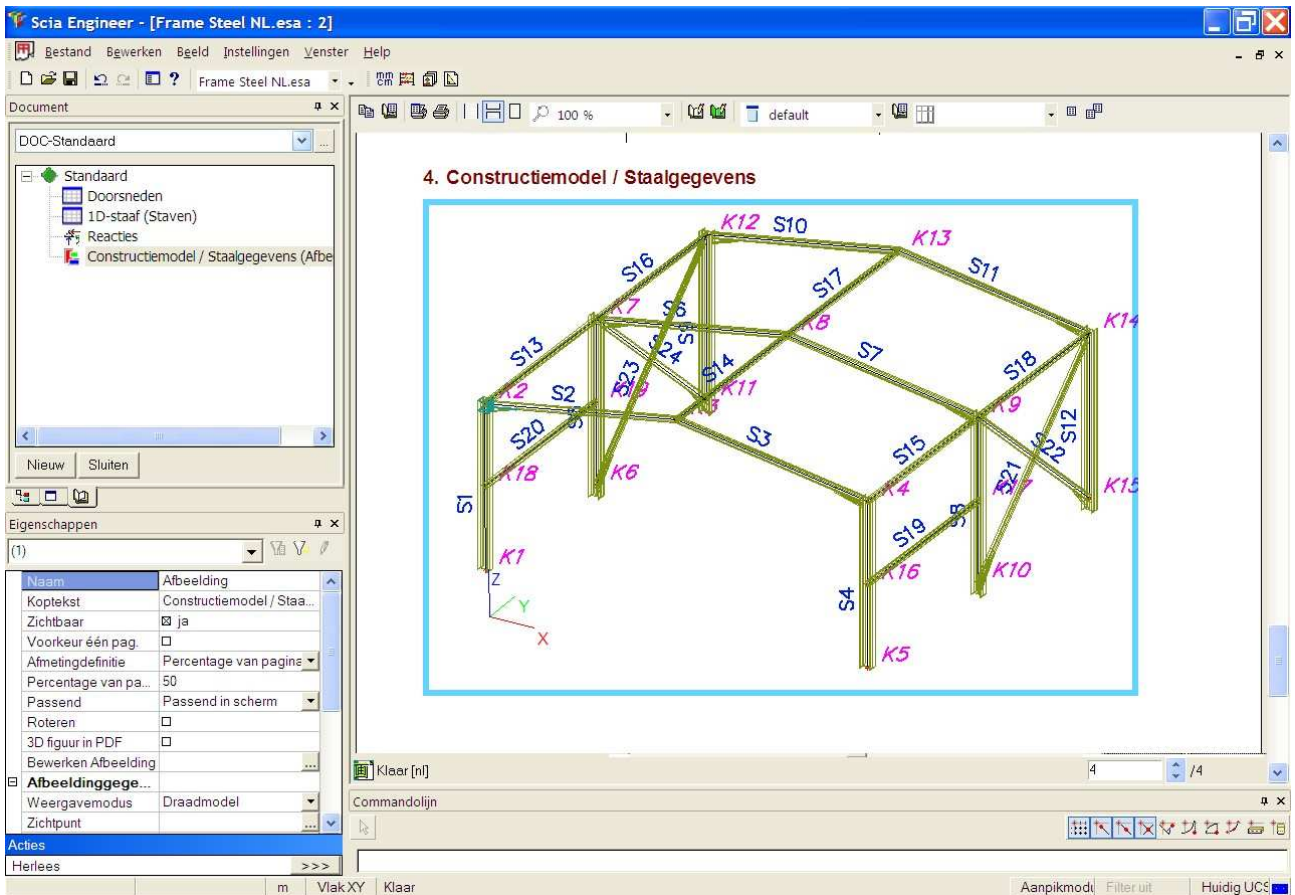
1. Klik op het symbool **Afdrukken afbeelding**  in de knoppenbalk.
2. Kies uit het menu voor de optie **Afbeelding naar document** om het huidige zichtpunt als figuur naar het document te zenden.

Het volgende venster verschijnt (**Invoegen van onderdelen in het document**):



3. Het veld **Percentage van paginahoogte** wordt veranderd naar **50** zodat de figuur een grootte krijgt gelijk aan 50% van een pagina..
4. De instelling **Weergavemodus** verandert naar **Gerenderd** om de figuur als gerenderde structuur weer te geven in het document.
5. Bevestig de invoer met **[OK]**. De figuur is nu toegevoegd aan het document.
6. Klik op  in de knoppenbalk op het **Document** opnieuw te openen.

7. Selecteer in het **Document** de **Figuur**. De figuur wordt nu getoond in het Document.



8. Klik opnieuw op [**Sluiten**] onderaan het Document menu op terug te keren naar de constructie.

Nawoord

In deze oefening werden de basisfunctionaliteiten van Scia Engineer betreffende de invoer van een stalen constructie, inclusief een staalverbinding, geïntroduceerd.

Na het lezen van deze tekst en het uitvoeren van het voorbeeld moet de gebruiker in staat zijn zelf een structuur in te voeren en te berekenen.

Voor meer gedetailleerde informatie over invoer, berekening en uitvoer wordt verwezen naar de Technische Achtergronden en geavanceerde trainings.