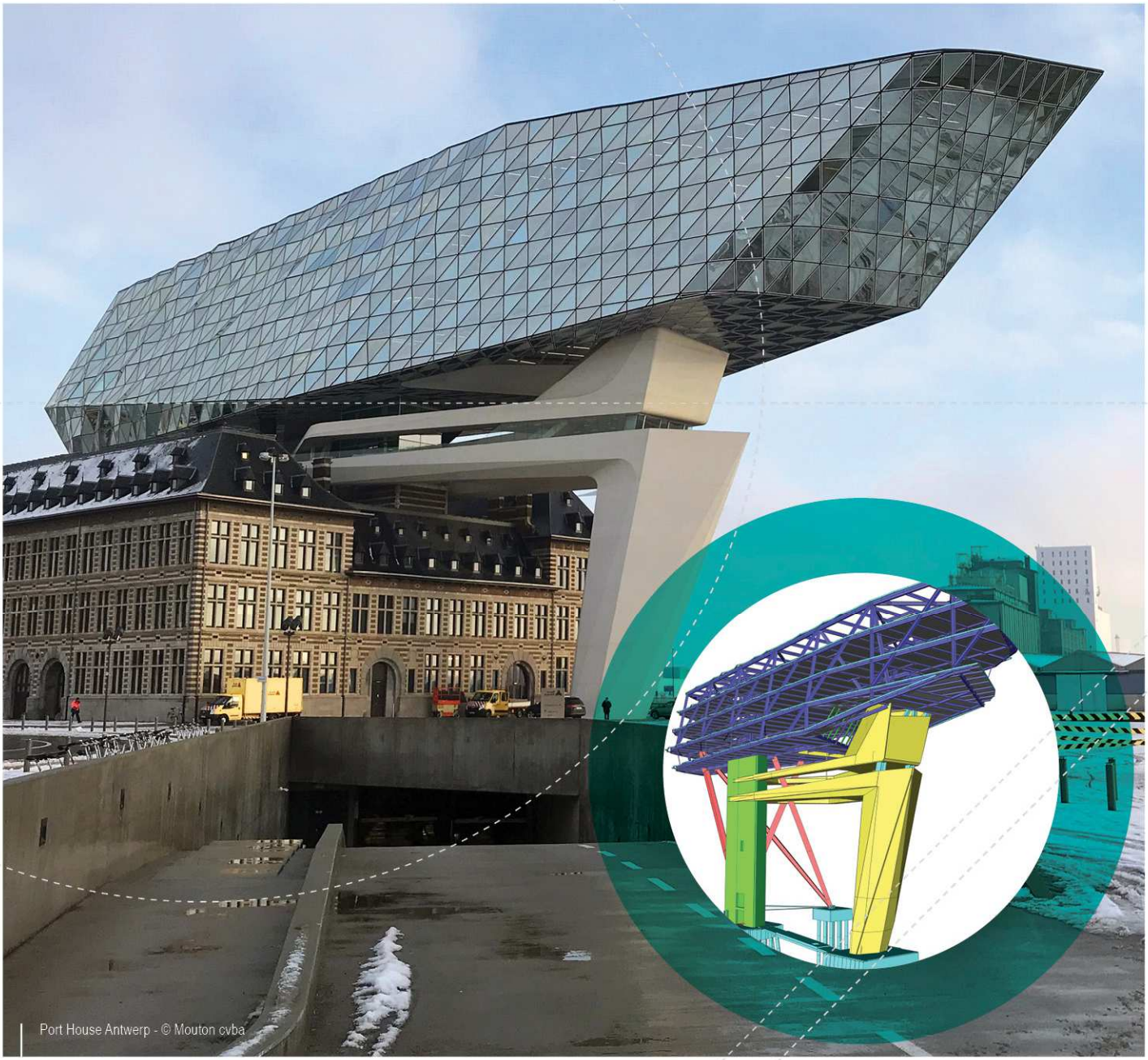
SCIA ENGINEER



BASIC CONCEPT TRAINING

SCIA Engineer 19

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 2019 SCIA nv. All rights reserved.

Inhoudsopgave

Table of Contents **3**

Hoofdstuk 1: Aan de slag **7**

1.1. Grafische gebruikersinterface **7**

1.1.1. Hoofdboom 7

1.1.2. Knoppenbalken 8

1.1.3. Eigenschappenvenster 9

1.1.4. Commandolijn 9

1.1.5. Snelkoppelingen voor beeldinstellingen 10

1.1.6. Aanpikinstellingen 11

1.2. Opties **11**

1.2.1. Omgeving 11

1.2.2. Andere 12

1.3. Projectgegevens **13**

1.3.1. Basisgegevens 13

1.3.2. Functionaliteit 14

1.3.3. Acties 15

1.3.4. Eenheid instellen 15

1.3.5. Beveiliging 16

Hoofdstuk 2: Modelleren **17**

2.1. Lijnraster **17**

2.2. Zichten, activiteiten en lagen **18**

2.2.1. Zichten 18

2.2.2. Activiteiten 19

2.2.3. Lagen 20

2.3. Selecties **21**

2.4. Beeldparameterinstelling **21**

2.5. Materialen **22**

2.6. Doorsneden **22**

2.7. 1D-elementen **24**

2.8. 2D-elementen **25**

2.9. Belastingspanelen **27**

2.10. Steunpunten **29**

2.11. Catalogusblokken **31**

2.12. Console **32**

2.13. Scharnieren **34**

2.14. Ligger - niet-lineariteit **35**

2.15. Bedding ... 36
2.16. Wijzigen geometrie ... 38
2.17. Elementen verbinden ... 39
2.18. Controleer constructie ... 40
2.19. Geometriemanipulaties ... 41
2.19.1. Kopiëren ... 41
2.19.2. Meerdere kopiën maken ... 41
2.19.3. Spiegelen ... 42
2.19.4. Breekt in gedefinieerde punten ... 42
2.20. Tabelinvoer ... 43
Hoofdstuk 3: Belastingen ... 44
3.1. Belastingsgevallen ... 44
3.2. Lastgroepen ... 44
3.2.1. Permanente lastgroep ... 44
3.2.2. Variabele lastgroep ... 45
3.3. Combinaties ... 46
3.3.1. Lineaire combinatie ... 46
3.3.2. Omhullende combinatie ... 47
3.3.3. Eurocode combinatie ... 48
3.4. Niet-lineaire combinatie ... 50
3.5. Resultaatklasses ... 51
3.6. Puntlast ... 52
3.6.1. Puntlast in knoop ... 52
3.6.2. Puntlast op staaf ... 53
3.6.3. Vrije puntlast ... 53
3.7. Lijnlast ... 56
3.8. Vlaklast ... 56
Hoofdstuk 4: Berekening ... 57
4.1. Net ... 57
4.2. Berekening/solver ... 58
Hoofdstuk 5: Resultaten ... 59
5.1. Testinvoer van gegevens ... 59
5.2. Opvragen van resultaten ... 60
5.2.1. Verplaatsing van knopen ... 61
5.2.2. 3D resultaten ... 61
5.2.3. Resultaten per component ... 61
5.2.4. Materiaallijst ... 62
5.2.5. Berekeningsverslag ... 62

5.2.6. Instellen van het eigenschappenvenster ... 63
5.3. Tabelresultaten ... 68
5.4. Afdrukvoorbeeld ... 69
5.5. Snede op 2D element ... 70
5.6. Middelingsstrook ... 71
5.7. Integratiestrook / integratie-element ... 73
Hoofdstuk 6: Staalontwerp ... 75
6.1. Staalinstellingen ... 75
6.2. Knikinstellingen ... 76
6.2.1. Standaard knikberekening ... 76
6.2.2. Toewijzen van knikgroepen ... 78
6.3. Staafcontrole gegevens ... 80
6.4. UGT controle ... 82
6.4.1. Grafische uitvoer ... 82
6.4.2. Afdrukvoorbeeld ... 83
6.4.3. Tabeluitvoer ... 84
6.5. BGT controle ... 85
6.6. Algemene autodesign ... 86
6.7. Verbindingen ... 90
Hoofdstuk 7: Betonontwerp ... 93
7.1. Betoninstellingen ... 93
7.2. Herberekende interne krachten ... 93
7.3. Aanwezige wapening ... 96
7.4. Vereiste wapening ... 98
7.4.1. 1D staven ... 98
7.4.2. 2D-elementen ... 99
7.5. Gebruikerswapening ... 101
7.5.1. 1D staven ... 101
7.5.2. 2D-elementen ... 106
7.6. 1D UGT & BGT controles ... 107
7.6.1. Capaciteit-respons ... 107
7.6.2. Capaciteit-diagram ... 107
7.6.3. Afschuiving + Torsie ... 108
7.6.4. Spanningsbeperking ... 108
7.6.5. Scheurwijdte ... 109
7.6.6. Doorbuiging ... 110
7.7. 2D scheurwijdte controle ... 111

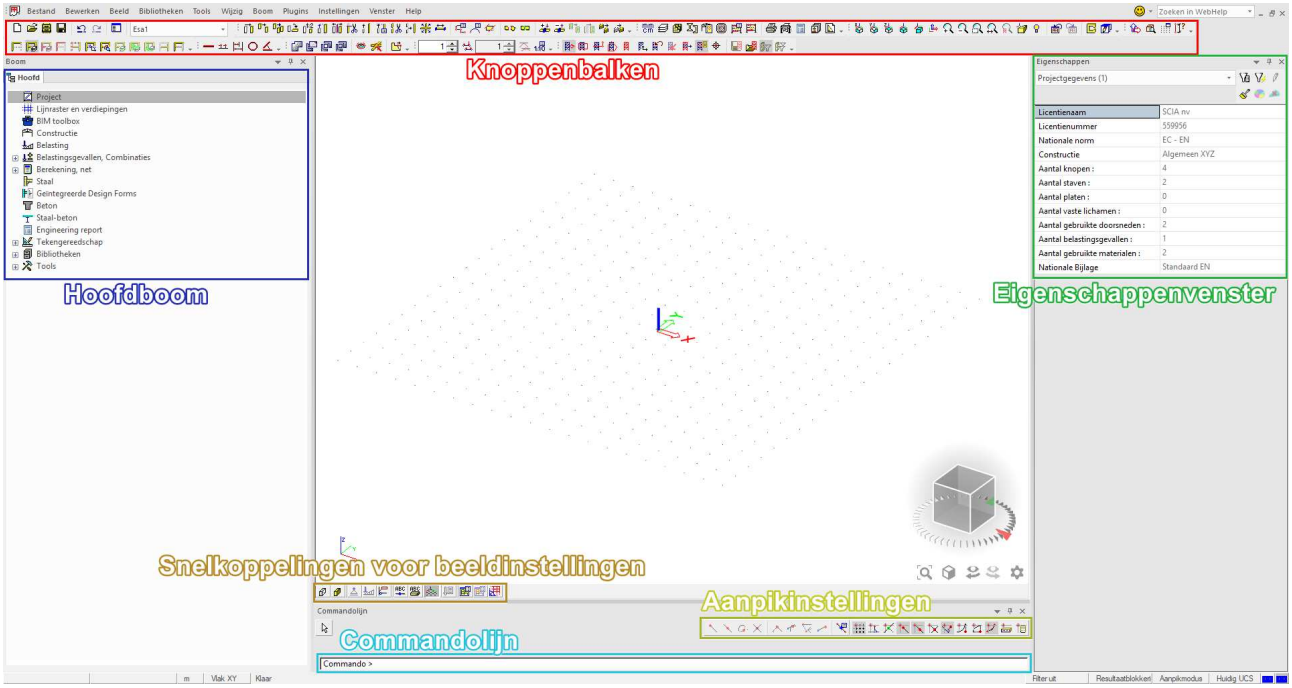
7.8. Ponscontrole 113
7.9. Normafhankelijke vervormingen 115
Hoofdstuk 8: Engineering report 116
8.1. Algemene interface 116
8.2. Algemene pagina lay-out 118
8.2.1. Pagina lay-out 118
8.2.2. Paginaformaat en pagina-afbreking 119
8.2.3. Kop- en voettekst 120
8.2.4. Hoofdstuk 120
8.2.5. Opgemaakte tekst 121
8.3. Toevoegen van afbeeldingen 122
8.3.1. Screenshots en live afbeeldingen 122
8.3.2. Inbox 123
8.3.3. Afbeeldinggalerij 123
8.3.4. Paperspace galerij 125
8.3.5. Genereren van resultatenafbeeldingen 125
8.3.6. Rapportsjabloon 128
8.3.7. Exporteren 130
8.3.8. Afdrukken 130

Hoofdstuk 1: Aan de slag

Dit hoofdstuk geeft je een algemeen overzicht van SCIA Engineer. Het bevat de grafische gebruikersinterface, de opties en de projectgegevens.

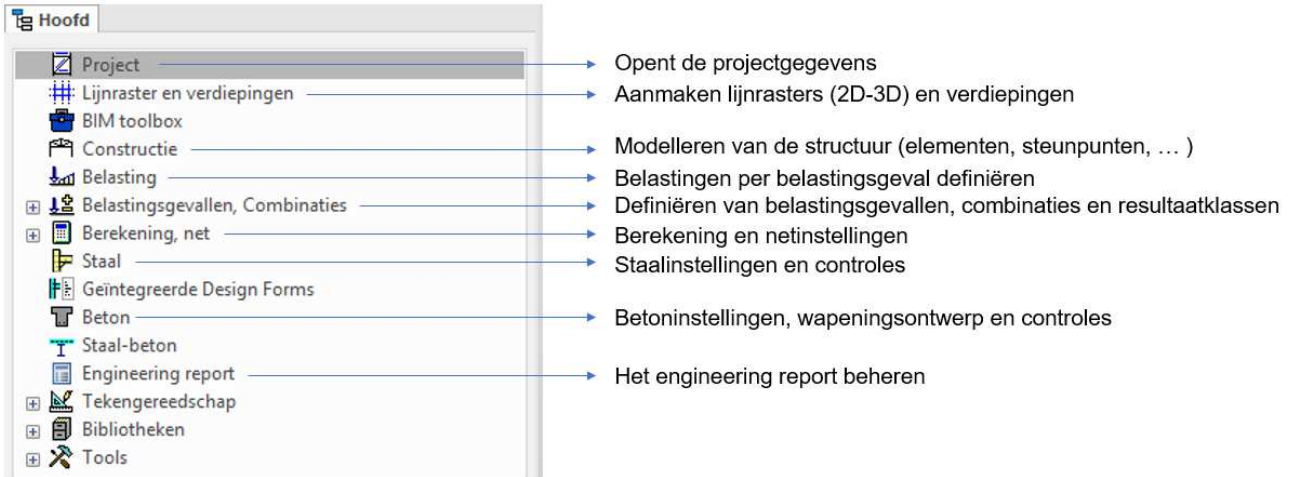
1.1. Grafische gebruikersinterface

De grafische gebruikersinterface (GUI) van SCIA Engineer bestaat uit de volgende elementen: de hoofdboom, de knoppenbalken, het eigenschappenvenster, de commandolijn, de snelkoppelingen voor beeldinstellingen en de aanpikinstellingen. Dit eerste hoofdstuk licht deze onderdelen in detail toe.



1.1.1. Hoofdboom

De hoofdboom is een gemakkelijke manier om te wisselen tussen verschillende menu's binnen SCIA Engineer. Wanneer je klikt op een item uit de hoofdboom opent een nieuwe boom met meer gedetailleerde opties binnen dit menu. De hoofdboom is in een logische volgorde gerangschikt. Dit betekent dat de items die je eerder in je project zal gebruiken, hoger in de boom zullen staan. Items die je later in het project gebruikt, staan lager in de boom gerangschikt. Bijvoorbeeld 'Lijnraster' is terug te vinden boven 'Constructie' aangezien je meestal eerst een lijnraster definieert alvorens de structuur te modelleren.



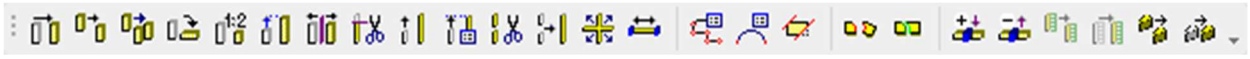
1.1.2. Knoppenbalken

De knoppenbalken geven je snel toegang tot de meest gebruikte commando's binnen SCIA Engineer. De vermelde commando's zijn onafhankelijk van de hoofdboom en blijven altijd hetzelfde. Je krijgt bijkomende uitleg gegeven over het commando wanneer je met de muis over het pictogram beweegt. Hieronder krijg je een overzicht van de beschikbare knoppenbalken en de bijhorende iconen.

Basis

Deze knoppenbalk bevat een aantal basisacties: een nieuw project starten, een project openen, een project opslaan, wisselen tussen geopende projecten,…

Geometriemanipulaties



Deze knoppenbalk bevat geometriemanipulaties zoals kopiëren, verplaatsen, spiegelen, elementen/knopen verbinden,… Deze manipulaties kan je toepassen op hoofdentiteiten (zoals knopen, 1D-elementen en 2D-elementen) en op additionele gegevens.

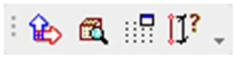
Project

In deze knoppenbalk vind je algemene instellingen en acties, databases van het project en uitvoermogelijkheden: eenheden, bibliotheken (materialen en doorsneden), controle van de constructie, engineering report, …

Beeld

Deze knoppenbalk geeft je iconen om het beeld te wijzigen: zicht in X, Y of Z richting, zoomen, zoomen naar een selectie, constructiemodel,…

Tools



Deze knoppenbalk bevat instellingen voor het UCS (User Coordinate System of gebruikerscoördinaten-systeem), de knipdoos, instellingen voor het puntraster en informatie over puntcoördinaten.

Activiteit

Deze knoppenbalk bevat commando's om de activiteit van het model aan te passen. Door deze commando's te gebruiken kan je eenvoudig bepaalde elementen tonen of verbergen.

Dimensioneringsgereedschap

Met de iconen in deze knoppenbalk kan je afmetingen plaatsen.

Modelleringsgereedschap

Deze knoppenbalk bevat een aantal manipulaties voor vaste lichamen (in een standaard model worden vaste lichamen niet gebruikt).

Schalen

Hier kan je de schaal van modelgegevens (steunpunten, belastingen, …) en van resultaten aanpassen.

Selectie van object

Deze knoppenbalk bevat verschillende mogelijkheden voor het selecteren van objecten. Je kan selecties opslaan en later terug inladen.

1.1.3. Eigenschappenvenster

Het eigenschappenvenster toont alle eigenschappen van de selectie. Zo kan je de eigenschappen makkelijk controleren en aanpassen. Je kan makkelijk wisselen tussen verschillende types entiteiten binnen eenzelfde selectie via een keuzelijst.

Naam	S1
Type	Balk (80)
Rekenmodel	Standaard
Doorsnede	CS1 - HEA300
Alfa [deg]	0.00
Staafsysteemlijn op	Midden
ey [mm]	0
ez [mm]	0
LCS	standaard
LCS-rotatie [deg]	0.00
EEM-type	standaard
Laag	Laag1
Knik	
Geometrie	
Lengte [m]	6.000
Vorm	Lijn
Beginknoop	K1
Eindknoop	K2

1.1.4. Commandolijn

De commandolijn heeft twee functies:

- het vermeld de noodzakelijke stappen die je moet uitvoeren tijdens een actie;

  Kopiëren - Selecteer entiteiten die gekopieerd moeten worden (beëindig met ESC) >

- je kan functies of acties opstarten door het correcte commando in de commadolijn te typen (en te bevestigen met de enter-toets).

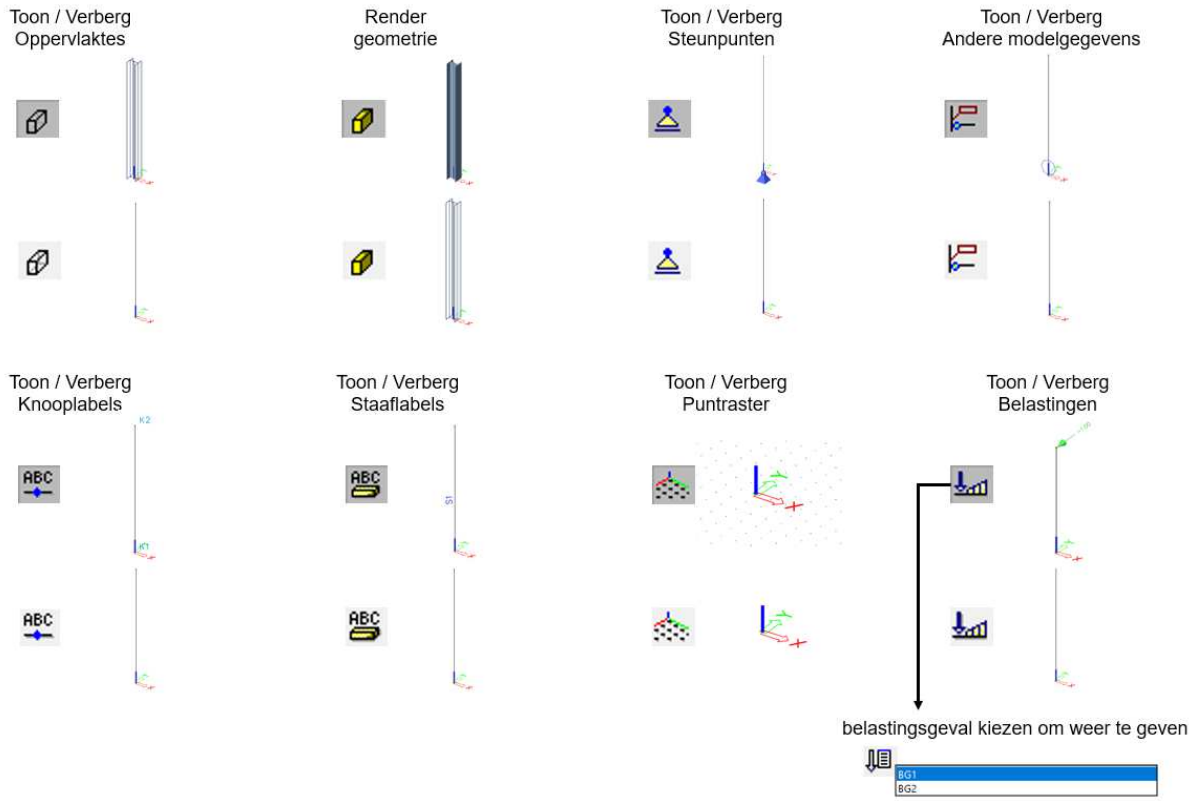
Enkele handige commando's:

sel	selecteer een knoop/element
selmn	selecteer een netknoop (mesh node)
x, y, z	zicht in X, Y of Z richting
copy, move, rotate, mirror,…	start de gekozen geometriemanipulatie
calc	start de berekening

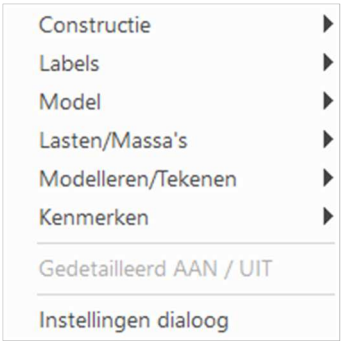
De volledige lijst met commando's is te vinden op de help-pagina's:
https://help.scia.net/19.0/nl/index.htm#vit/gui/list_of_commands.htm

1.1.5. Snelkoppelingen voor beeldinstellingen

De snelkoppelingen voor beeldinstellingen laten toe om de beeldparameters snel aan te passen. Onderstaande figuren geven een grafisch overzicht van alle mogelijkheden:

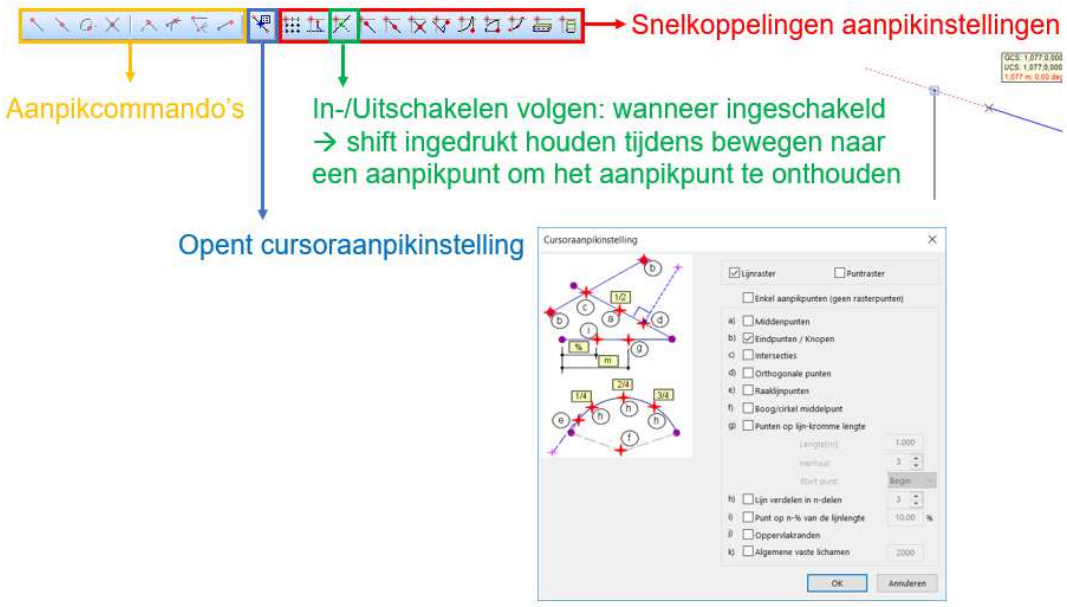


Naast de snelkoppelingen is er ook een beknopte lijst met beeldparameters beschikbaar. Deze lijst kan je openen door op volgend icoon te klikken:



1.1.6. Aanpikinstellingen

Met de ‘Aanpikinstellingen’ knoppenbalk stel je in hoe het programma punten aanpikt tijdens het modelleren. Hieronder krijg je een grafisch overzicht van alle instellingen. Bijkomende informatie komt tevoorschijn wanneer je met de muisaanwijzer over de iconen beweegt.



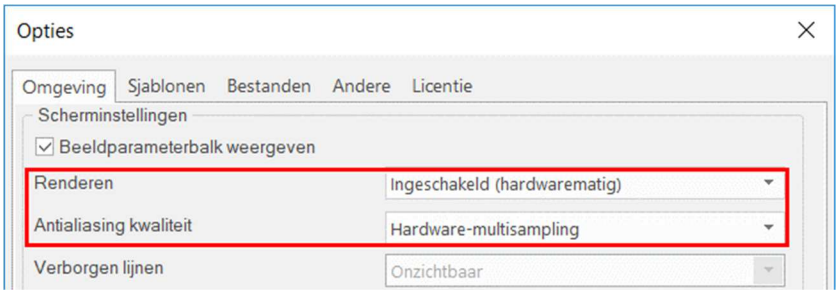
1.2. Opties

Dit hoofdstuk licht de meest gebruikte instellingen van het ‘Opties’ menu toe. Het ‘Opties’ venster open je via ‘Instellingen’ of via het icoon in de ‘Project’ knoppenbalk.

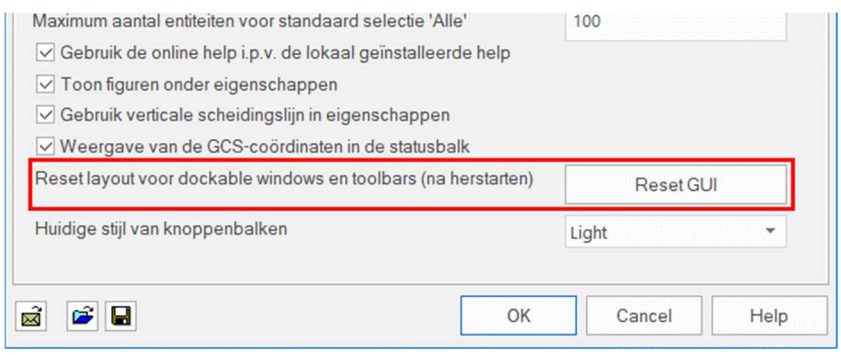
1.2.1. Omgeving

Via het ‘Omgeving’ tabblad kan je volgende instellingen aanpassen:

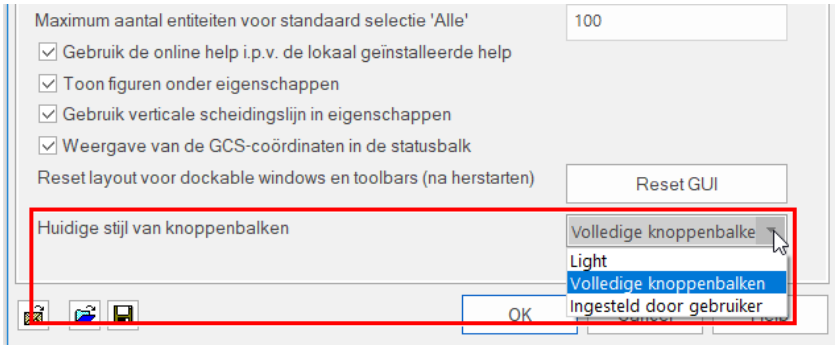
1) Je kan de instellingen ‘Renderen’ en ‘Antialiasing kwaliteit’ wijzigen. Als de grafische kaart van je computer probemen ondervindt met het renderen, kan je onderstaande instellingen verlagen.



2) Je kan de grafische gebruikersinterface (GUI) resetten.

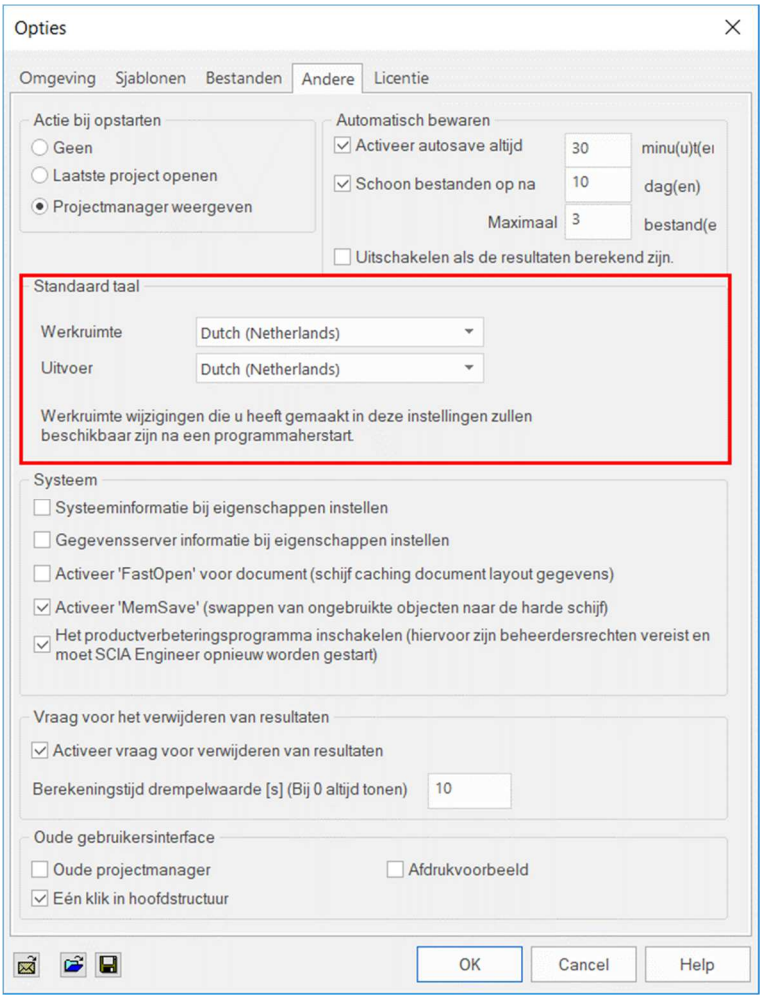


3) Je kan de stijl van de knoppenbalken aanpassen. Om alle beschikbare knoppenbalken weer te geven, dien je de optie ‘Volledige knoppenbalken’ te kiezen.



1.2.2. Andere

Op het tabblad ‘Andere’ kan je de gebruikte taal in SCIA Engineer wijzigen. Je kan een verschillende taal instellen voor de werkruimte en de uitvoer.



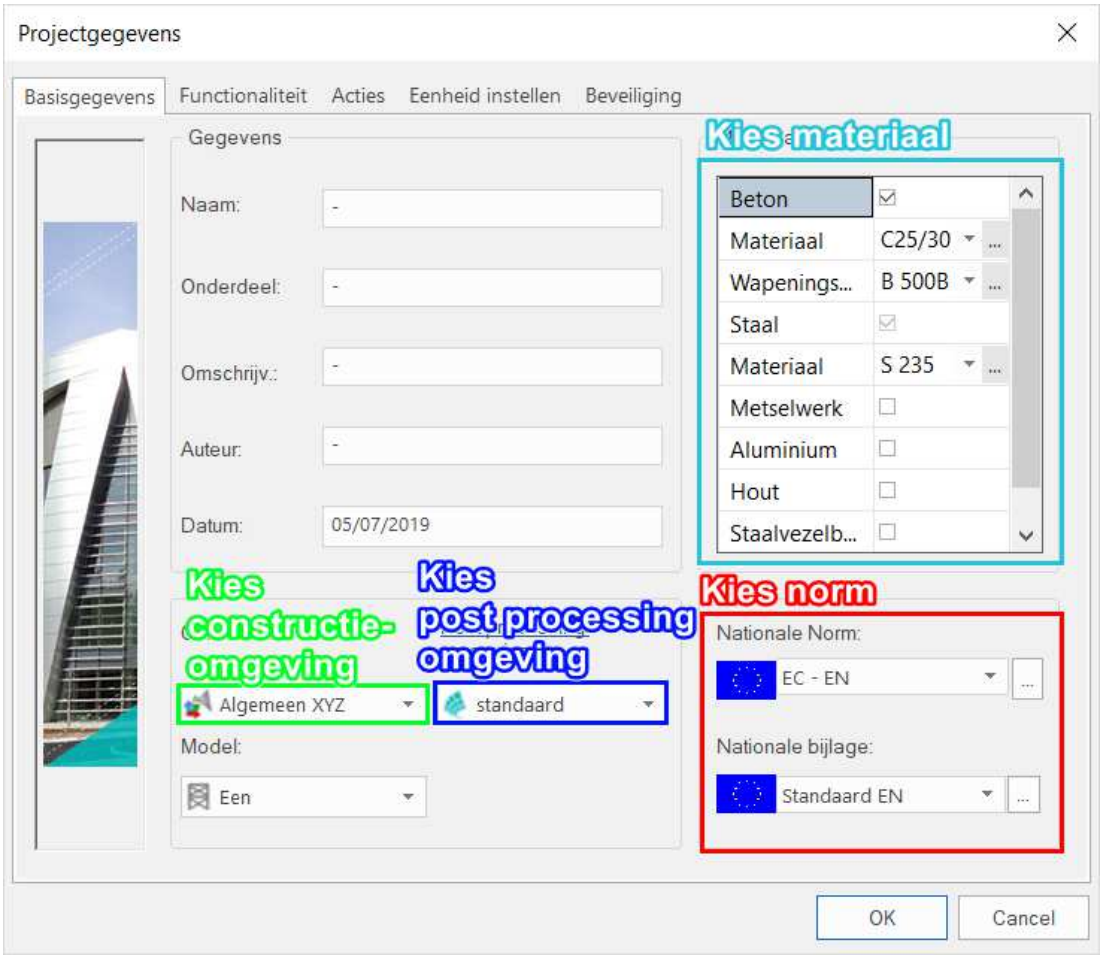
OPMERKING: enkel de talen die geïnstalleerd zijn, worden hier weergegeven. Je moet ook over de taalmodule(s) beschikken om er gebruik van te kunnen maken.

1.3. Projectgegevens

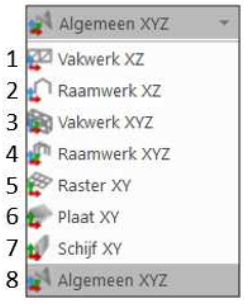
Bij het aanmaken van een nieuw project start je met het definiëren van de projectgegevens. Het ‘Projectgegevens’ venster bestaat uit de volgende tabbladen: ‘Basisgegevens’, ‘Functionaliteit’, ‘Acties’, ‘Eenheid instellen’ en ‘Beveiliging’.

1.3.1. Basisgegevens

In het tabblad ‘Basisgegevens’ stel je een aantal gegevens specifiek voor je project in.



- **Materiaal:** hier kies je de materialen die je wilt gebruiken in je project en stel je per materiaal een standaardkwaliteit in
- **Norm:** selecteer de toegepaste norm en nationale bijlage
- **Constructie-omgeving:**



1	Enkel 1D-elementen, 2D-omgeving, enkel normaalkrachten
2	Enkel 1D-elementen, 2D-omgeving
3	Enkel 1D-elementen, 3D-omgeving, enkel normaalkrachten
4	Enkel 1D-elementen, 3D-omgeving
5	Horizontaal raster
6	1D- & 2D-elementen, 2D-omgeving (horizontaal)
7	1D- & 2D-elementen, 2D-omgeving (verticaal)
8	Alles (1D- & 2D-elementen, 3D-omgeving)

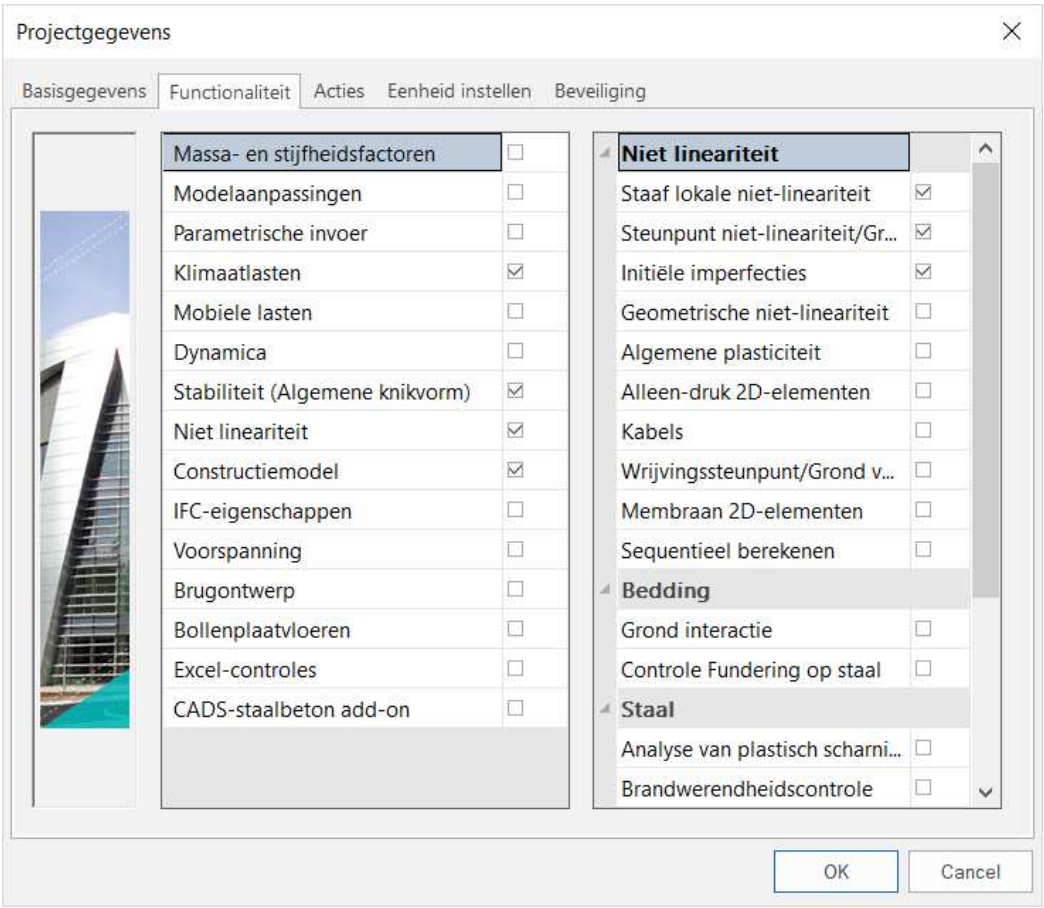
- **Post processing omgeving:** er zijn 2 post processing omgevingen: ‘v16 en ouder’ en ‘standaard’. Een post processor converteert de resultaten van de eindige elementen berekening naar bruikbare resultaten en een grafische weergave.

‘v16 en ouder’ post processor: dit is de post processor die gebruikt werd binnen SCIA Engineer versie 16 en ouder en bevat alle oude functionaliteiten. Deze post processor kan je selecteren wanneer je een functionaliteit wilt gebruiken die (nog) niet ontwikkeld is voor de standaard post processor.

‘standaard’ post processor: vanaf SCIA Engineer versie 17 is er een nieuwe post processor. Deze post processor is verenigbaar met 64 bit, er zijn nieuwe functies en oude functionaliteiten zijn in een nieuwe jasje gestoken. Niet elke functie van post processor ‘v16 en ouder’ is verenigbaar met de post processor ‘standaard’.

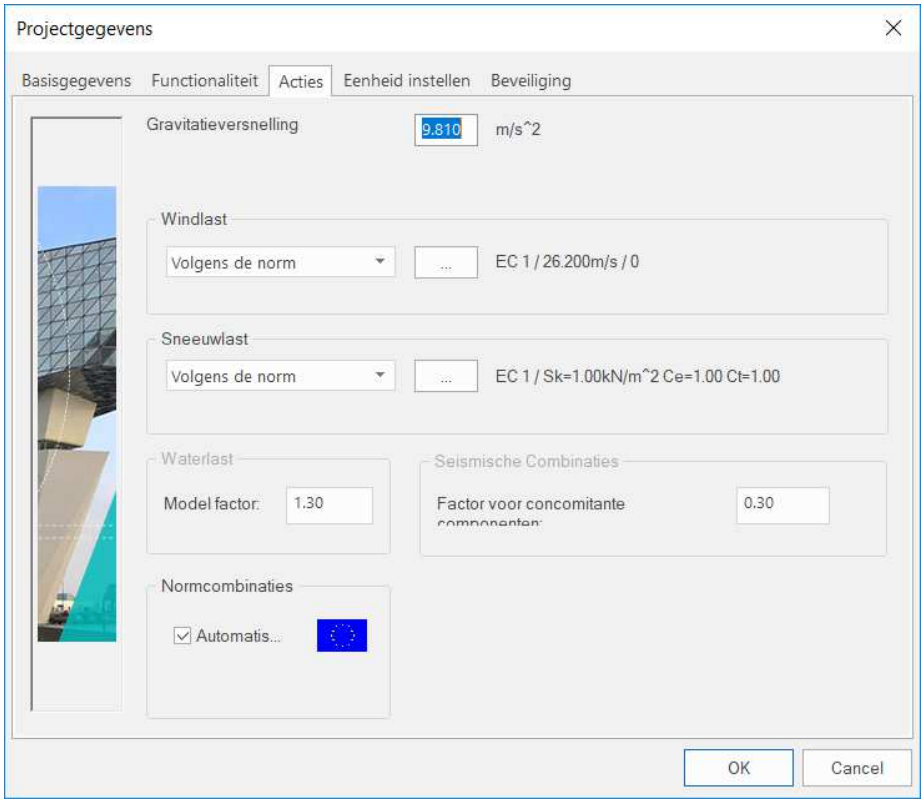
1.3.2. Functionaliteit

In het ‘Functionaliteit’ tabblad stel je in van welke functionaliteiten je in je project wil gebruik maken. Sinds SCIA Engineer 18 staan een aantal functionaliteiten op basis van de basisgegevens standaard aangevinkt.



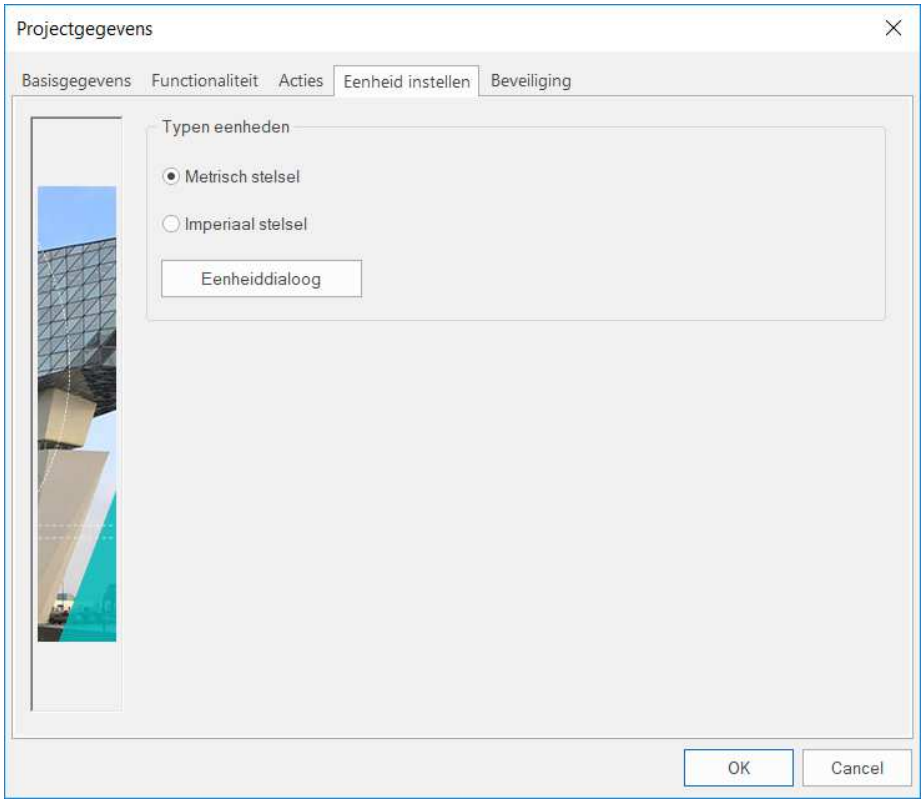
1.3.3. Acties

In dit tabblad kan je de gravitatieversnelling, windlast, sneeuwlast, modelfactor voor waterlasten, factor voor concomitante componenten van seismische combinaties en automatische aanmaak van normcombinaties instellen.



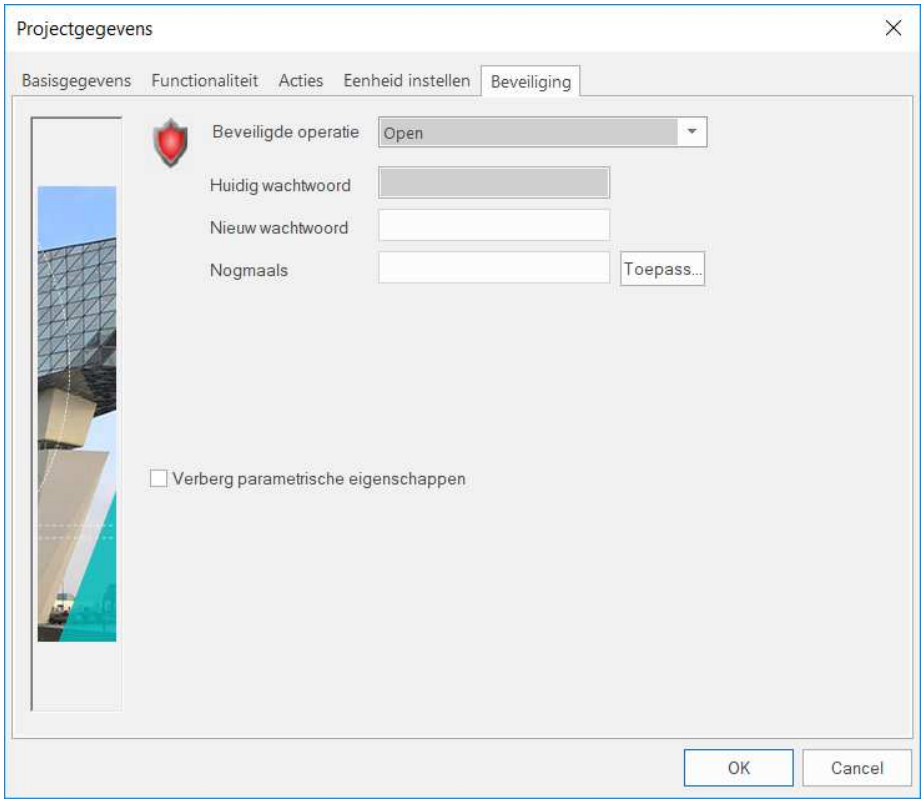
1.3.4. Eenheid instellen

In dit tabblad kies je het eenhedenstelsel voor het project.



1.3.5. Beveiliging

In het tabblad ‘Beveiliging’ kan je een wachtwoord instellen om het project te beschermen.



Hoofdstuk 2: Modelleren

2.1. Lijnraster

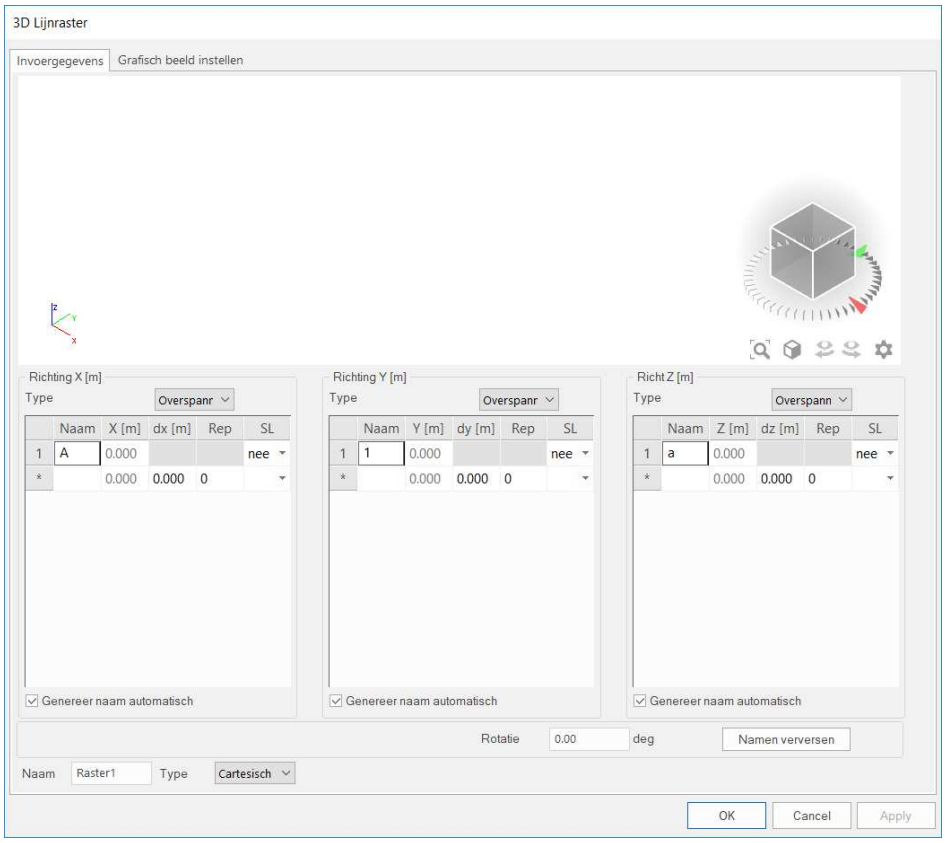
Klik in de hoofdboom op ‘Lijnraster en verdiepingen’ om een lijnraster en/of verdiepingen toe te voegen.

2D Lijnraster – Vrije lijnen

Je kan vrije lijnen gebruiken om volledig vrij een lijnraster aan te maken of om extra lijnen toe te voegen aan een lijnraster.

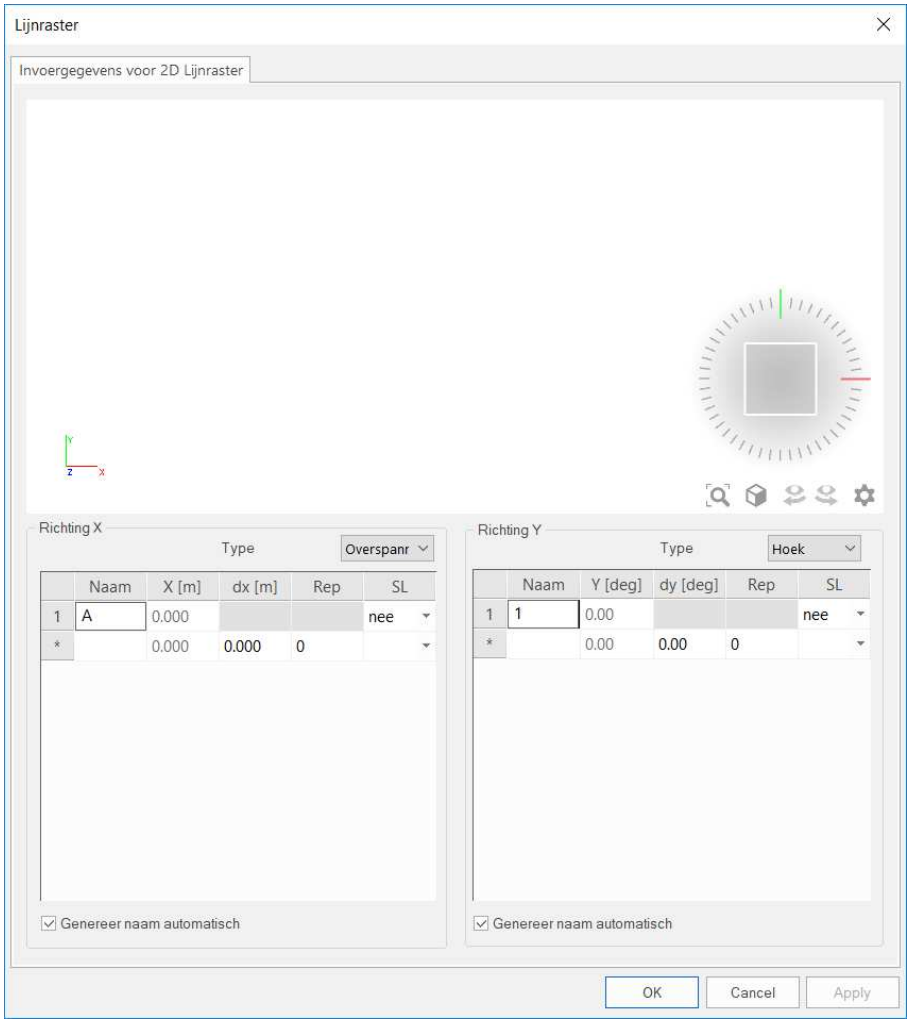
2D Lijnraster – Rechthoekig raster / 3D Lijnraster

In dit venster definieer je voor de richtingen X en Y (en ook richting Z indien een 3D raster) de afstand tussen 2 lijnen van het raster (dx, dy, dz) en het aantal lijnen (Rep).



2D Lijnraster – Circulair raster

Om een circulair raster toe te voegen, moet je afstand dx en de rotatie dy opgeven.



OPMERKING: je kan het lijnraster enkel bewerken (door erop te klikken) in het menu 'Lijnraster en verdiepingen'. Vanuit de andere menu's is het lijnraster niet aanpasbaar.

2.2. Zichten, activiteiten en lagen

2.2.1. Zichten

Je hebt drie manieren om in het model het zicht aan te passen.

1) Via sneltoetsen

- CTRL + rechtermuisknop ingedrukt houden = het model roteren
- SHIFT + rechtermuisknop ingedrukt houden OF muiswiel ingedrukt houden = het model verschuiven
- SCROLLEN (muiswiel) = inzoomen/uitzoomen

2) Via de 'Beeld' knoppenbalk

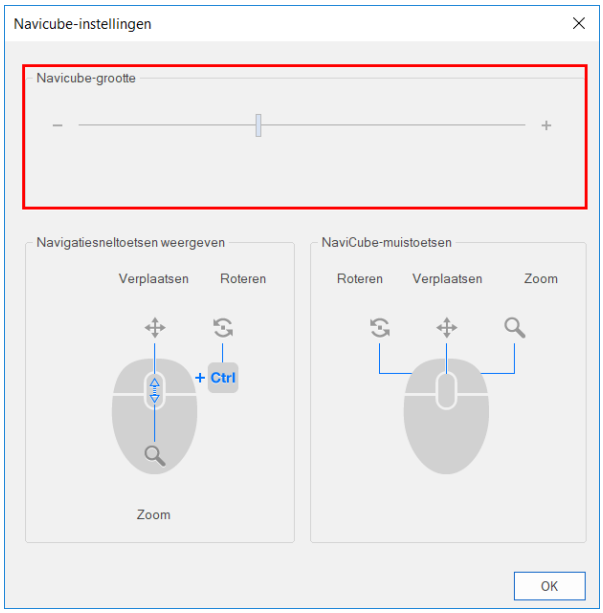
Via deze knoppenbalk stel je het zicht in volgens X, Y of Z richting of volgens de orthogonale richting.

3) Via de Navicube

Met de Navicube kan je op een eenvoudige manier het beeld aanpassen:

- linkermuisknop ingedrukt houden = roteren;
- rechtermuisknop ingedrukt houden = inzoomen/uitzoomen;
- op een vlak klikken = een zicht loodrecht op dit vlak;
- op een hoek klikken = een orthogonaal zicht (vanuit dit hoekpunt).

Je kan de instellingen van de Navicube aanpassen door op het tandwiel-symbool te klikken. Daar kan je vervolgens de grootte van de Navicube wijzigen (je kan de Navicube niet volledig verbergen).



2.2.2. Activiteiten

De ‘Activiteiten’ knoppenbalk laat je toe om binnen SCIA Engineer eenvoudig elementen te tonen of te verbergen.

Activiteit aan/uit

Activiteit door lagen

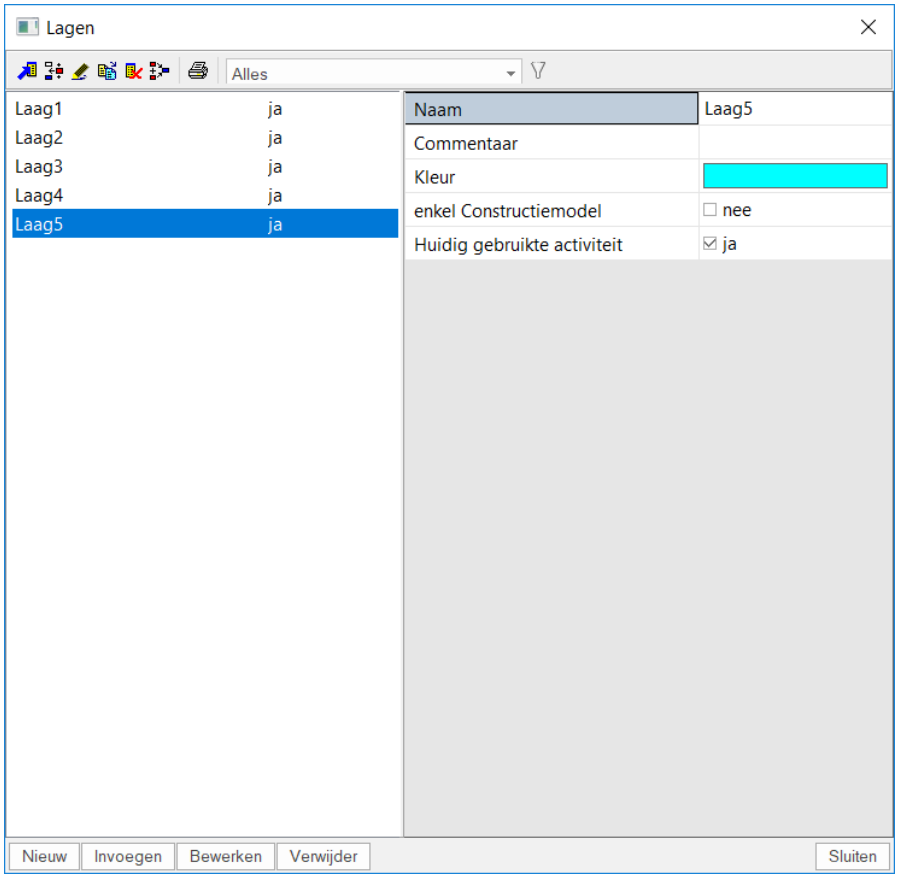
Verberg alle elementen die niet tot de huidige selectie behoren

Verberg de huidige selectie

Geef de verborgen elementen weer als een lijn

2.2.3. Lagen

Het menu ‘Lagen’ kan je openen door te klikken op het icoon in de knoppenbalk ‘Project’ of via ‘Tools’ → ‘Lagen’



In dit venster maak je lagen aan. Er zijn per laag twee selectievakjes die je kan in- of uitschakelen.

- **Enkel constructiemodel:** als dit is ingeschakeld, worden de elementen in deze laag niet in rekening genomen in de berekening.
- **Huidig gebruikte activiteit:** als dit is uitgeschakeld, zullen de elementen in deze laag niet zichtbaar zijn.

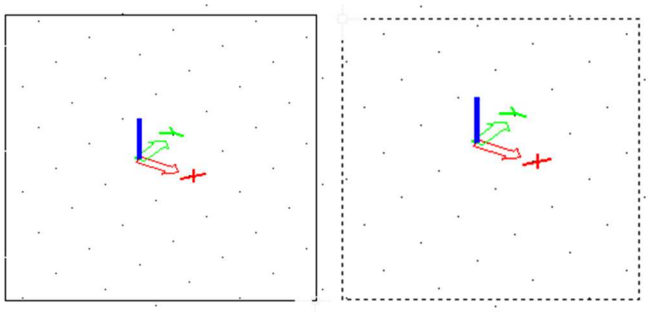
Je wijst elementen toe aan een laag door ze te selecteren en de laag te wijzigen bij de eigenschappen.

2.3. Selecties

Als je de linkermuisknop ingedrukt houdt, wordt een selectiekader actief om meerdere elementen te selecteren.

Selectiekader met volle lijn: dit type kader wordt aangemaakt door de muis naar rechts te slepen. Met dit selectiekader selecteer je enkel de elementen die volledig binnen het selectiekader vallen.

Selectiekader met stippellijn: dit type kader wordt aangemaakt door de muis naar links te slepen. Met dit selectiekader selecteer je alle elementen die deels binnen het selectiekader vallen. Met andere woorden, je selecteert alle elementen die volledig in het kader vallen en alle elementen die het kader snijden.

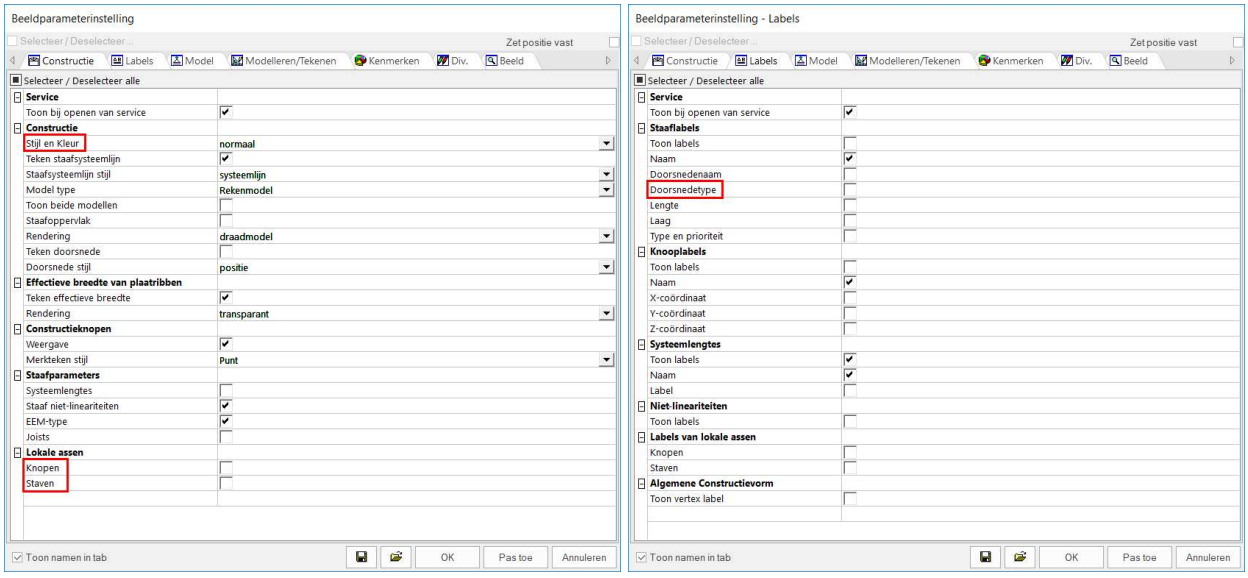


Naast het selecteren met de muis en een aantal automatische selecteertools, kan je een selectie ook opslaan. Zo kan je makkelijk een eerdere selectie opvragen.

Deze twee iconen kan je terugvinden in de knoppenbalk 'Selectie van object' of via 'Tools' → 'Selecties'

2.4. Beeldparameterinstelling

Het venster 'Beeldparameterinstelling' open je door rechtermuisklik → **'Stel beeldparameters in voor alle'**. In dit venster kan je de beeldinstellingen van je project aanpassen.

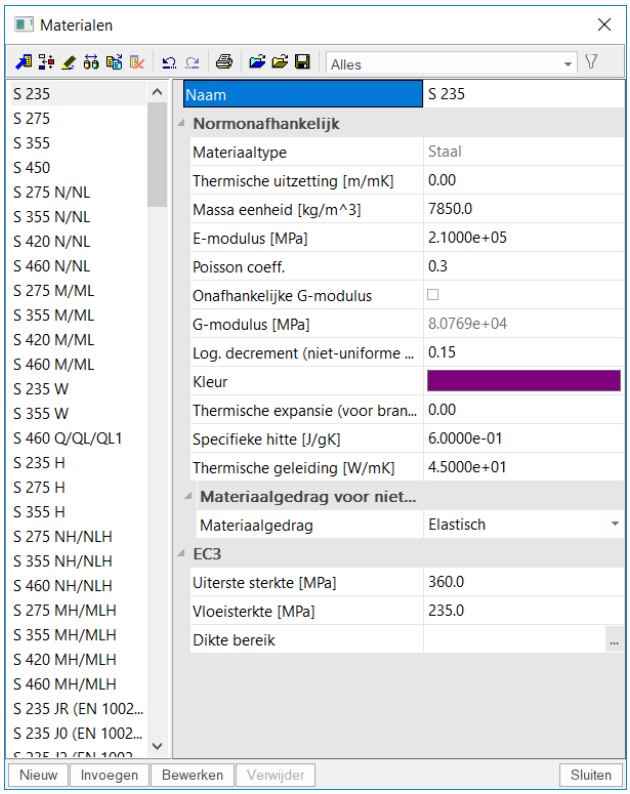


Een aantal van de meest toegepaste beeldinstellingen zijn gemarkeerd:

- **Stijl en kleur**: je kan de kleuren van de elementen in het model instellen per elementtype, doorsnede,...
- Tonen van de **lokale assen**
- Weergeven van het **doorsnedetype**

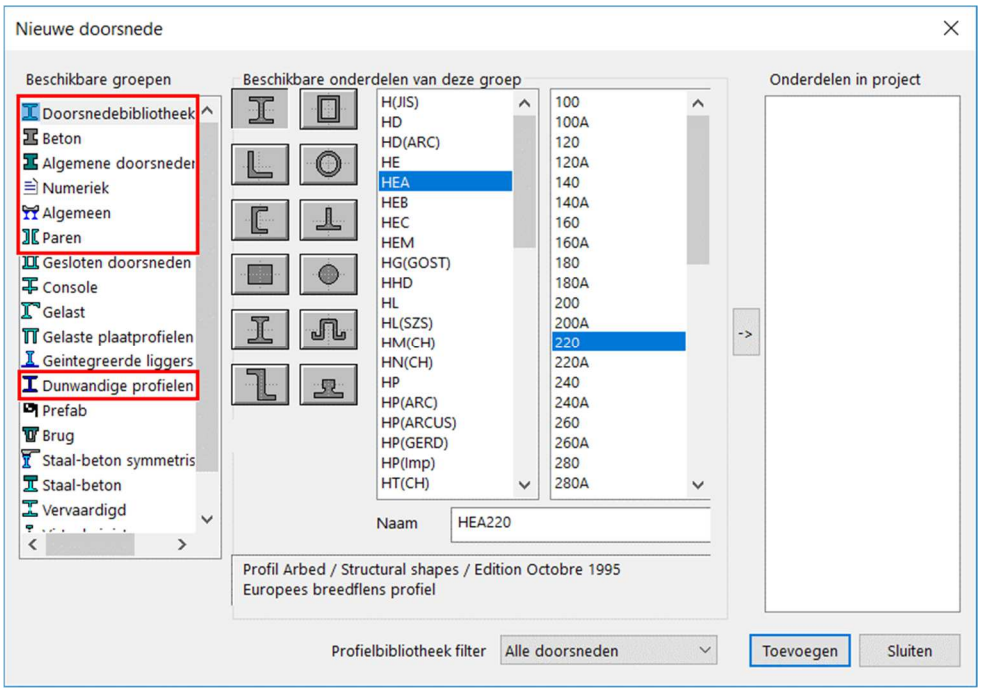
2.5. Materialen

De materiaalbibliotheek kan je openen via ‘Bibliotheken’ → ‘Materialen’ of door te klikken op het icoon in de knoppenbalk ‘Project’. In dit venster vind je alle geactiveerde materialen en hun verschillende kwaliteiten. Wanneer je een materialkwaliteit selecteert, kan je de eigenschappen wijzigen.



2.6. Doorsneden

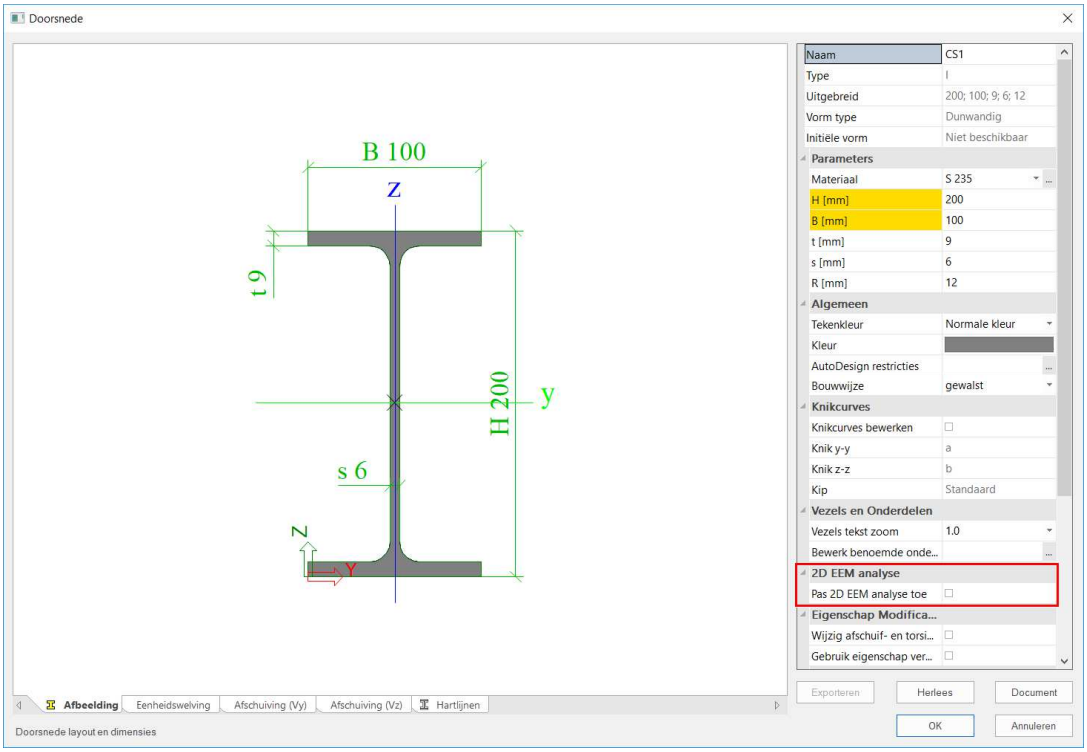
De doorsnedebibliotheek open je via ‘Bibliotheken’ → ‘Doorsneden’ of door te klikken op het icoon in de knoppenbalk ‘Project’.



In bovenstaande figuur zijn de meest gebruikte types doorsneden gemarkeerd.

- **Doorsnedebibliotheek:** in de bibliotheek vind je alle standaardprofielen (tabelvorm).
- **Beton:** hiermee kan je een specifieke betondoorsnede aanmaken.
- **Algemene doorsneden:** met deze optie maak je een algemene doorsnede aan. Het is echter niet aangewezen om dit type te gebruiken omdat dit voor stalen profielen resulteert in een dikwandige doorsnede (knikkromme d). Als je dit doorsnedetype gebruikt voor beton moet je nog een aantal instellingen aanpassen. In praktijk kan je best het type 'beton' kiezen voor een betondoorsnede en het type dunwandig' voor een staaldoorsnede.
- **Numeriek:** dit type laat toe om een numerieke doorsnede toe te voegen. Alle parameters worden toegekend aan deze doorsnede zonder dat een oppervlakte wordt toegewezen in het 3D-zicht. Dit type kan je toepassen voor dummy elementen.
- **Algemeen:** hiermee teken je een willekeurige doorsnede om toe te voegen aan je project.
- **Paren:** met dit type maak je een gepaarde doorsnede aan. Dit resulteert in een volledig meewerkende doorsnede.
- **Dunwandige profielen:** hiermee kan je een willekeurige dunwandige (staal)doorsnede aanmaken.

Wanneer je een doorsnede hebt toegevoegd, opent onderstaand venster:



In dit venster stel je de parameters in. Via **'Herlees'** worden de karakteristieken berekend. De eigenschappen van de doorsnede worden ook automatisch berekend wanneer je klikt op 'OK'.

Pas 2D EEM analyse toe: als deze optie is uitgeschakeld worden de eigenschappen berekend met vereenvoudigde formules. Als de optie is ingeschakeld, wordt een net gegenereerd om de karakteristieken te berekenen. Door dit in te schakelen worden Ay, Az, It en Iw nauwkeuriger berekend. Dit is een belangrijke optie – enkel in het geval van dikwandige doorsneden – om te controleren of de doorsnede onderhevig is aan torsie.

OPMERKING: als je een doorsnede uit de profielenbibliotheek gebruikt, hoef je bovenstaande instellingen niet te doen. De eigenschappen en karakteristieken worden dan immers uit tabellen gehaald.

2.7. 1D-elementen

Je kan een 1D-element op drie manieren aanmaken:

Staaf: met deze optie teken je een 1D-element door twee punten te definiëren. Dit element krijgt automatisch het type ‘Algemeen (0)’ of ‘Balk (80)’. De vorm van de staaf kan je instellen door het gebruik van onderstaande knoppenbalk (deze verschijnt net boven de commandolijn wanneer je een staaf tekent).

Ligger: met deze optie teken je een horizontaal 1D-element door een punt, een lengte, een richting en een invoegpunt (begin of einde balk) te definiëren. Dit element krijgt automatisch het type ‘Balk (80)’.

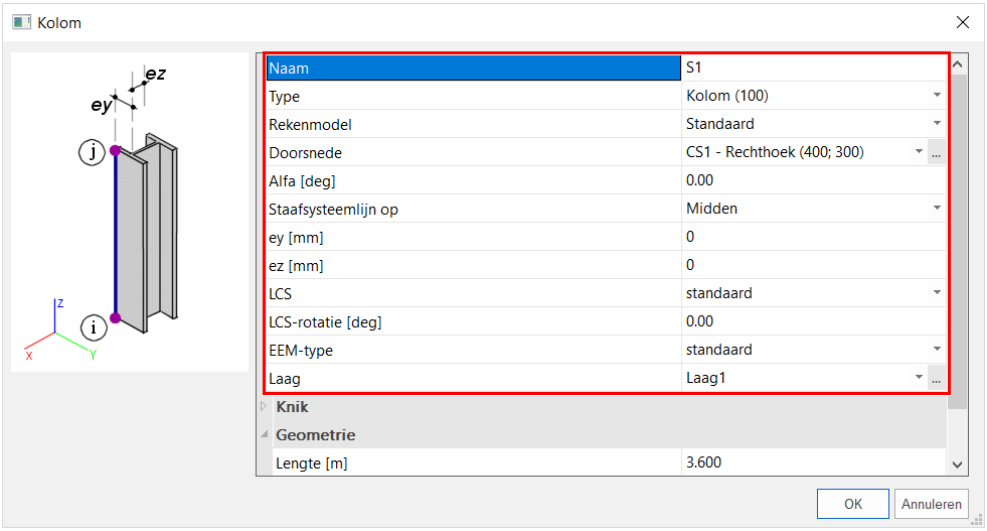
Richting	as X
Lengte [m]	6.000
Invoegpunt	begin

Kolom: met deze optie modelleer je een verticaal 1D-element door een punt, een lengte en invoegpunt (begin of einde kolom) te definiëren. Dit element krijgt automatisch het type ‘Kolom (100)’.

Lengte [m]	3.600
Invoegpunt	Onder

OPMERKING: het type is belangrijk voor het definiëren van verbindingen, om de UGT (staal)controle uit te voeren en om de berekeningsmethode te bepalen (in het ‘Beton’ menu).

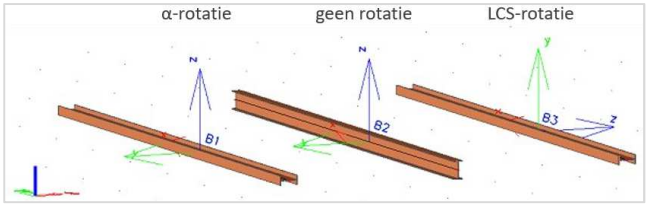
Naast bovenstaande instellingen kan je ook een aantal andere parameters instellen:



- **Type:** stel het type in.
- **Doorsnede:** stel de doorsnede in.
- **Alfa:** roteer het element rond zijn eigen as. Met deze rotatie roteer je het LCS (lokaal coördinatensysteem) niet. Dit betekent dat het LCS verschillend is van de richting van de sterke en zwakke as van het profiel.
- **Staafsysteemlijn op:** wijzig de positie van de systeemlijn van het element.
- **ey, ez:** voeg een excentriciteit toe.

- **LCS-rotatie: r**oteer het element rond zijn eigen as. Met deze rotatie roteer je het LCS samen met het element.
- **EEM-type:** hier kan je kiezen voor een standaard EEM analyse (buiging + normaalkracht) of voor ‘enkel normaalkracht’. Deze optie dient enkel aangepast te worden voor elementen die enkel onderhevig zijn aan normaalkrachten.
- **Laag:** stel de laag in.

Verschil tussen rotatiemethodes:



Je kan 1D staaf componenten toevoegen aan de staven. Het type ‘Console’ wordt hiervan het meeste toegepast en wordt verder in deze handleiding toegelicht.

2.8. 2D-elementen

Je hebt drie manieren om 2D-elementen te modelleren:

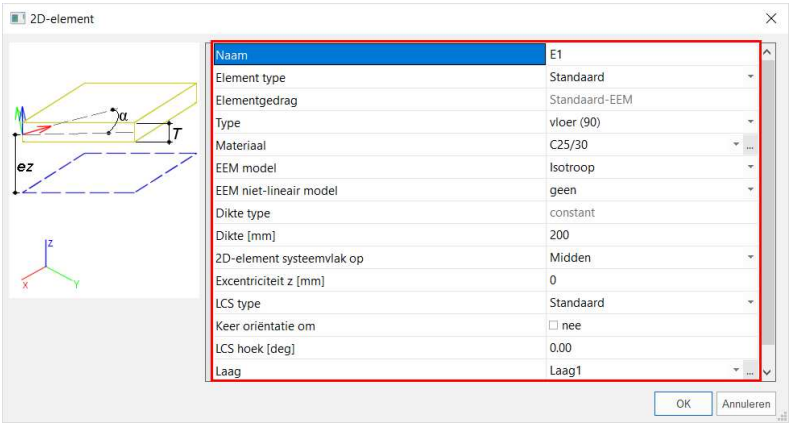
Platen: dit type 2D-element definieer je door de rand te tekenen. De vorm van de rand kan je instellen door het gebruik van onderstaande knoppenbalk (deze verschijnt net boven de commandolijn wanneer je een plaat tekent). Dit element krijgt automatisch het type ‘vloer (90)’.

Wand: dit type 2D-element maak je aan door een hoogte en een invoegpunt (boven of onder) te definiëren en vervolgens een basislijn te tekenen. Dit element krijgt automatisch het type ‘wand (80)’.

Hoogte [m]	3.600
Invoegpunt	Onder

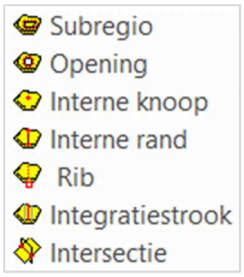
Schalen: een schaalelement definieer je door een rand te tekenen, via een omwentingslichaam of via een vouwlichaam.

Naast bovenstaande instellingen kan je ook een aantal andere parameters instellen:



- **Type:** stel het type in.
- **Materiaal:** selecteer het gewenste materiaal.
- **EEM model:** stel het EEM model in: ‘isotroop’ of ‘orthotroop’. Een orthotrope plaat heeft andere eigenschappen in de dwarse/loodrechte richting van de plaat.
- **Dikte:** stel de dikte van de plaat in. Standaard maak je een plaat met een constante dikte aan. Je kan dit nadien aanpassen naar een plaat met een variabele dikte via het eigenschappenvenster.
- **2D-element systeemvlak op:** stel het systeemvlak in: boven, onder of midden.
- **Excentriciteit:** voeg een excentriciteit toe aan de plaat.
- **LCS hoek:** wijzig de hoek van de lokale assen van de plaat.
- **Laag:** stel de laag in.

Je kan ook 2D-elementonderdelen toevoegen aan een 2D-element:



Subregio: aanmaken van een subregio. Dit is een deel van het 2D-element die een andere dikte en/of materiaalkwaliteit heeft dan de rest van het element.

Opening: aanmaken van een opening in het 2D-element.

Interne knoop: maakt een knoop aan op het 2D-element.

Interne rand: maakt een rand aan op het 2D-element. 1D-elementen die parallel lopen aan een 2D-element zijn enkel verbonden met dit element als er een interne rand gedefinieerd is.

Rib: maakt een rib aan op het 2D-element. Een rib is automatisch verbonden met het 2D-element.

Integratiestrook: een integratiestrook maakt het mogelijk om een resultaat te bekijken in een deel van het 2D-element als ware het een 1D-element is.

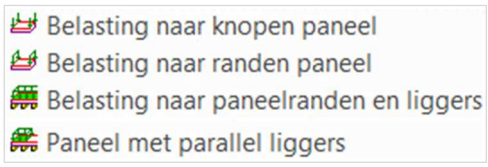
Intersectie: creëert een intersectie tussen twee 2D-elementen. Zo verbind je beide elementen met elkaar.

OPMERKING: de functie ‘Interne knoop’ is enkel toepasbaar om een knoop toe te voegen binnen de polylijn van het element. Deze functie kan je niet gebruiken om een knoop toe te voegen op de rand van een 2D-element. Hiervoor bestaat de optie ‘Bewerken polylijn – voeg knoop in’, die je kan terugvinden via ‘Wijzig’ → ‘Polylijn wijzigen’.

2.9. Belastingspanelen

Een belastingspaneel is een 2D-element dat de aangebrachte belastingen overdraagt naar zijn randen of knopen. Een belastingspaneel voegt geen stijfheid toe aan het model.

Belastingspanelen vind je terug in het ‘Constructie’ menu. Er zijn vier verschillende types belastingspanelen:



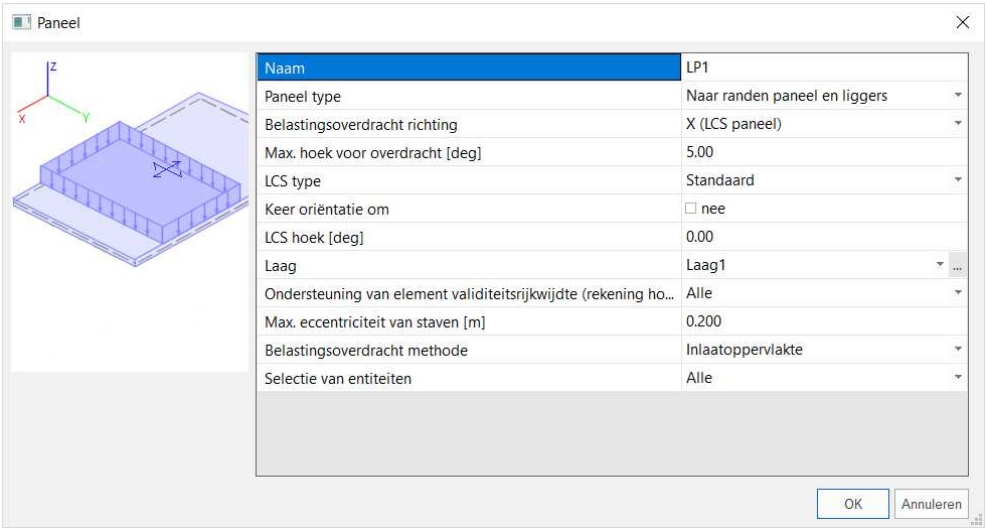
Belasting naar knopen paneel: het paneel draagt de belasting over naar de knopen van het paneel.

Belasting naar randen paneel: het paneel draagt de belasting over naar de randen van het paneel.

Belasting naar paneelranden en liggers: het paneel draagt de belasting over naar de randen van het paneel en de liggers in het vlak van het paneel.

Paneel met parallel liggers: idem als het type hierboven, waarbij het gebruik van deze functie de liggers automatisch aanmaakt.

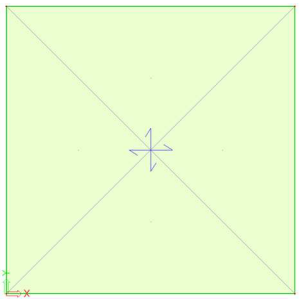
Nadat je het type paneel hebt gekozen, stel je de eigenschappen in. Je kan de parameters ook na het modelleren nog aanpassen via het eigenschappenvenster.



- **Belastingsoverdracht richting:** je kan instellen in welke richting de belastingen moeten overgedragen worden. Je kan kiezen tussen richting X, Y of beide. De X en Y richting volgen het lokale assenstelsel van het paneel.
- **Max. hoek voor overdracht:** definieert het maximum toegelaten hoekverschil tussen een rand of ligger, loodrecht op de belastingsoverdracht richting, om de interne krachten over te dragen.
- **LCS hoek:** roteert het LCS.
- **Max. excentriciteit van staven:** maximum toegelaten excentriciteit van de elementen. Als de excentriciteit meer bedraagt dan de ingestelde limiet, zal het paneel de belasting niet overdragen.

- **Belastingsoverdracht methode:** er kan tussen vier methodes gekozen worden.

  1) Inlaatoppervlakte: deze methode verdeelt het oppervlak zodanig dat het paneel de belasting op elk apart deel van het oppervlak afdraagt naar de ligger die op de rand ligt. Dit betekent dat het paneel de belasting op deze oppervlakte volledig overdraagt naar deze ligger. Opgelet: deze methode werkt niet voor complexe belastingspanelen. Het voordeel van deze methode is de snelle berekening van de belastingen.



  2) Standaard: deze methode gebruikt gewichtsfactoren om de belasting te verdelen over de liggers. Je kan de gewichtsfactoren instellen in het eigenschappenvenster.

Gewicht van belaste...	
LP3/S1	1
LP3/S2	1
LP3/S3	1
LP3/S4	1

  3) Accuraat(EEM), vaste verbinding met balken: deze methode genereert een net op het paneel en gebruikt een EEM berekening om de belastingsverdeling te bepalen. Bij deze optie hebben de liggers een vaste verbinding met het paneel.

  4) Accuraat(EEM), scharnierende verbinding met balken: deze methode genereert een net op het paneel en gebruikt een EEM berekening om de belastingsverdeling te bepalen. Bij deze optie hebben de liggers een scharnierende verbinding met het paneel.

OPMERKING: de EEM (eindige elementen methode) laat toe om een belastingsverdeling te bepalen op de onderliggende elementen, gebaseerd op de EEM respons van een hulpplaat met een eindige stijfheid. De respons van de plaat wordt bepaald vooraleer de analyse van de 3D-structuur wordt uitgevoerd (na het drukken op de actieknop 'Genereer lasten').

De randvoorwaarden van deze hulpplaat beïnvloedt de belastingsoverdracht van het paneel naar de aanliggende elementen en knopen. De verbinding van de panelen met de onderliggende liggers ter plaatse van de paneelranden kan je vast of scharnierend instellen: je kan kiezen tussen de opties 'vaste verbinding met balken' of 'scharnierende verbinding met balken', wat resulteert in een andere belastingsverdeling. De resulterende reacties van de achtergrondberekening van de hulpplaat worden geconverteerd naar de belastingen die gegenereerd worden op de werkelijke structuur. In het geval van 'vaste verbinding met balken' worden momentreacties genegeerd, aangezien deze niet voorkomen in de structurele respons.

- **Selectie van entiteiten:** de entiteiten/liggers waarop de belasting wordt afgedragen worden automatisch geselecteerd. Deze automatische selectie kan je overschrijven door deze instelling aan te passen naar ‘selectie door gebruiker’ of ‘volgens type’.

Wanneer je kiest voor **‘selectie door gebruiker’**, dien je de actieknop **‘Herlees rand/ligger selectie’** te gebruiken om elementen te selecteren/deselecteren.

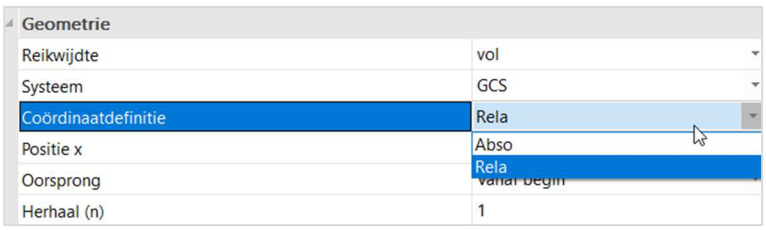
Wanneer je kiest voor **‘volgens type’**, dien je aan/uit te vinken welke types je in rekening wilt laten brengen.

2.10. Steunpunten

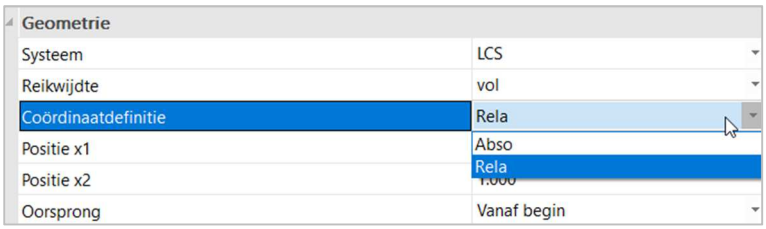
Steunpunten kan je terugvinden in het menu ‘Constructie’ → ‘Modelgegevens’:

In knoop: dit type steunpunt kan je enkel toekennen aan een knoop.

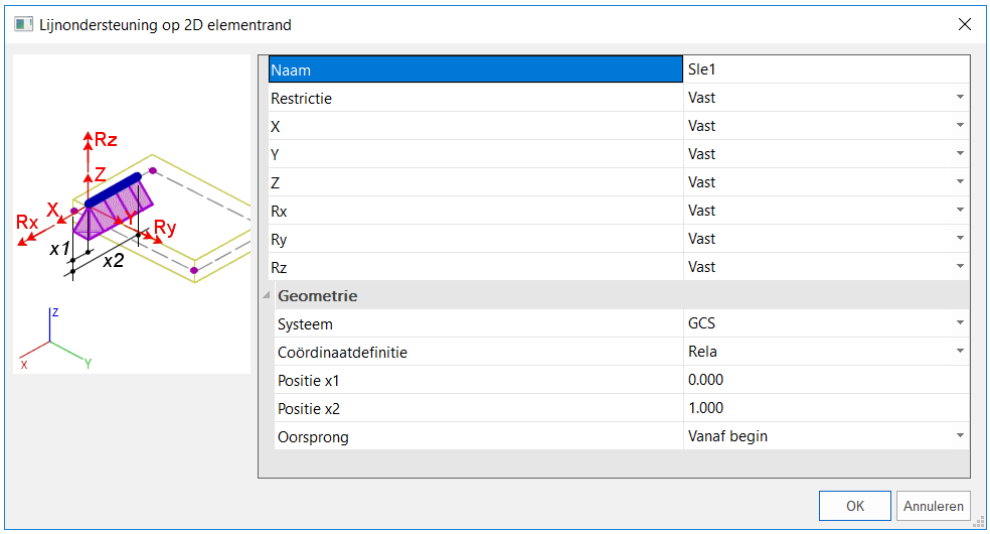
Punt op staaf: dit is een puntsteunpunt dat je kan plaatsen langs de lengte van een staaf. Vervolgens stel je de relatieve of absolute positie langs de lengte van het element in.



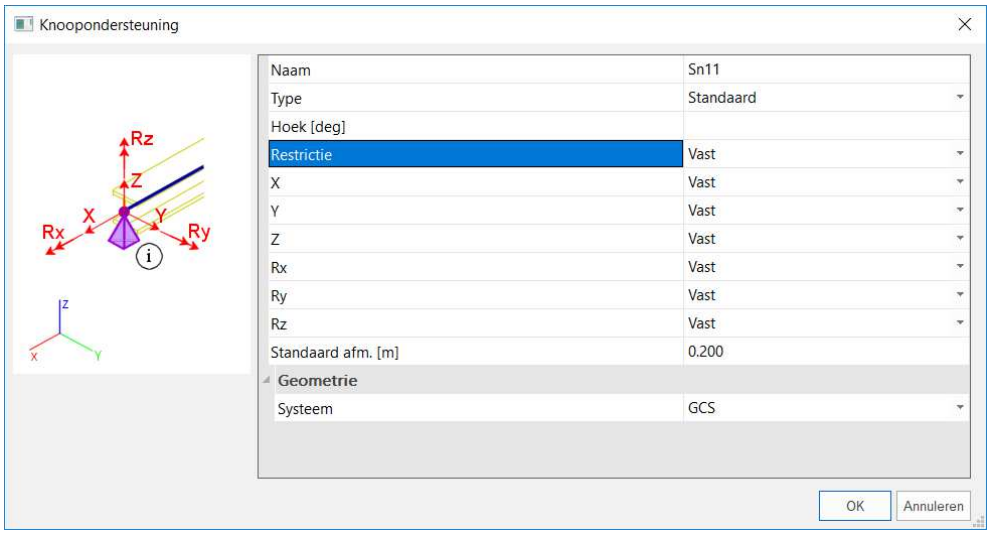
Lijn op staaf: dit is een lijnondersteuning die je kan plaatsen langs de lengte van een staaf. Vervolgens stel je de relatieve of absolute positie en de lengte van de ondersteuning langs de lengte van het element in.



(Interne) lijn of rand van 2D-element: dit is een lijnondersteuning die je kan toekennen aan de rand van een 2D-element. Vervolgens stel je de relatieve of absolute positie en de lengte van de ondersteuning langs de lengte van de rand in



Naast de positie van de ondersteuning dien je ook de randvoorwaarden (restricties) in te stellen.

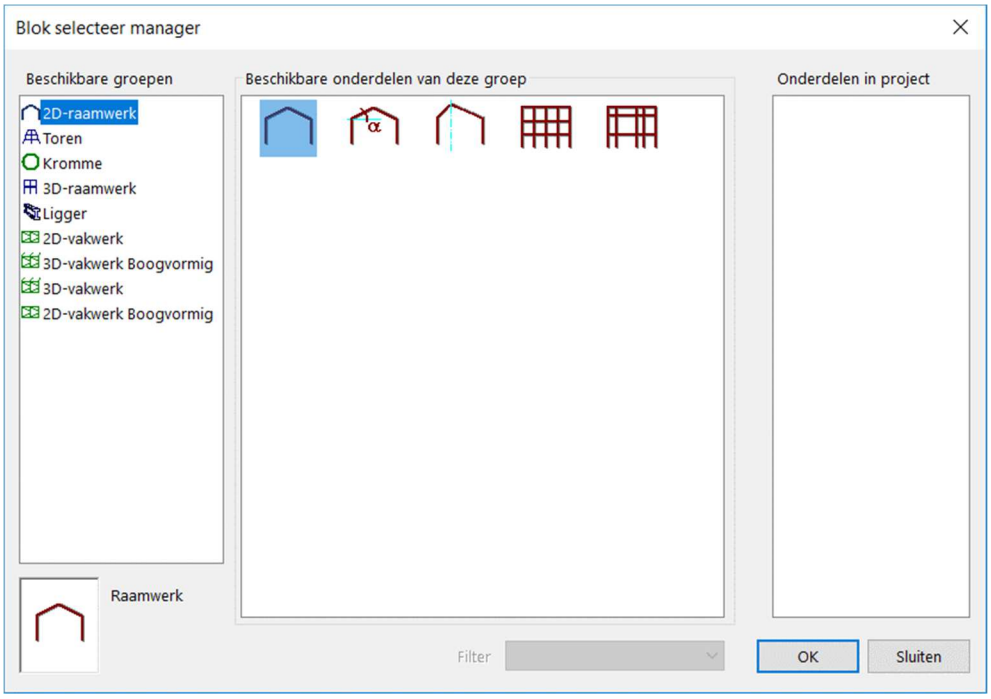


- **Hoek:** standaard volgt de ondersteuning het lokale assenstelsel van de knoop. Je kan een hoek ingeven, relatief ten opzichte van het LCS via **Rx(hoek),Ry(hoek),Rz(hoek)**. Bijvoorbeeld: Rx90,Ry90,Rz90.
- **Restrictie:** je kan kiezen uit volgende standaard restricties: ‘vast’, ‘scharnierend’ of ‘glijdend’.
- **X, Y, Z, Rx, Ry, Rz:** deze waarde(n) kan je aanpassen om een niet-standaard restrictie toe te passen.
- **Standaard afmeting:** deze optie wordt enkel gebruikt voor de reductie van het moment boven een steunpunt of een continue ligger (in het ‘Beton’ menu).

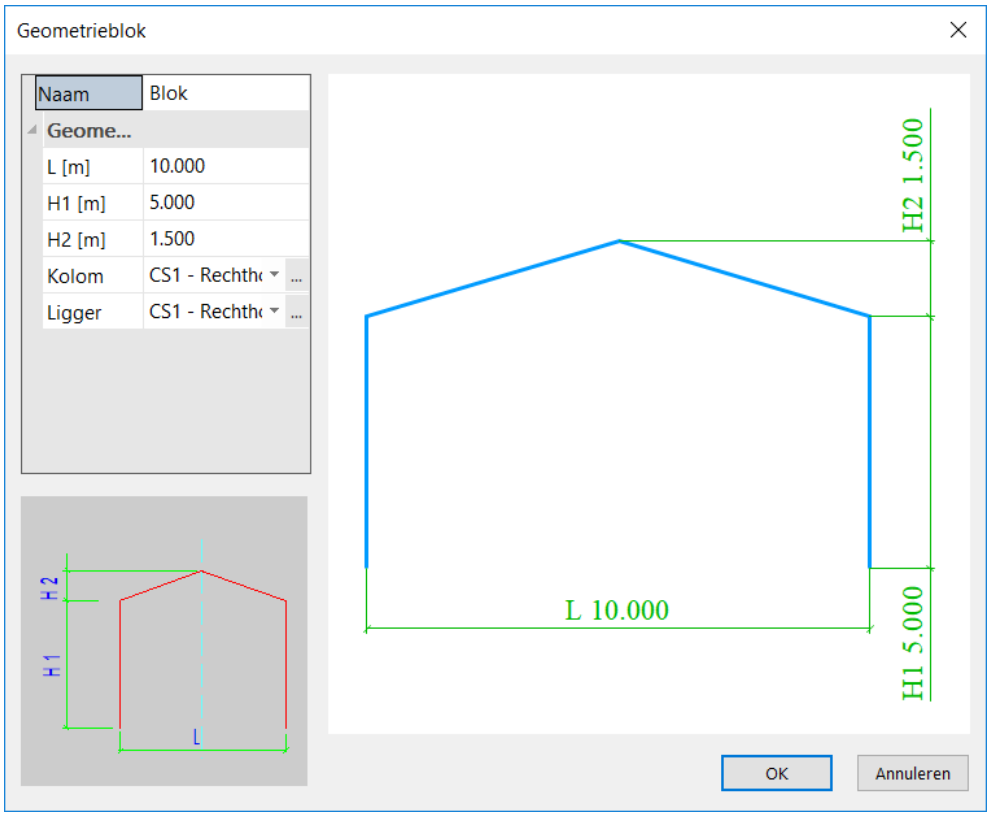
2.11. Catalogusblokken

De catalogusblokken vind je terug in het menu ‘Constructie’ → ‘Advanced Input’:

Door het gebruik van catalogusblokken kan je op een eenvoudige en snelle manier raamwerken en vakwerken invoegen.



Selecteer het gewenste type blok om toe te voegen aan het model en stel de parameters in.



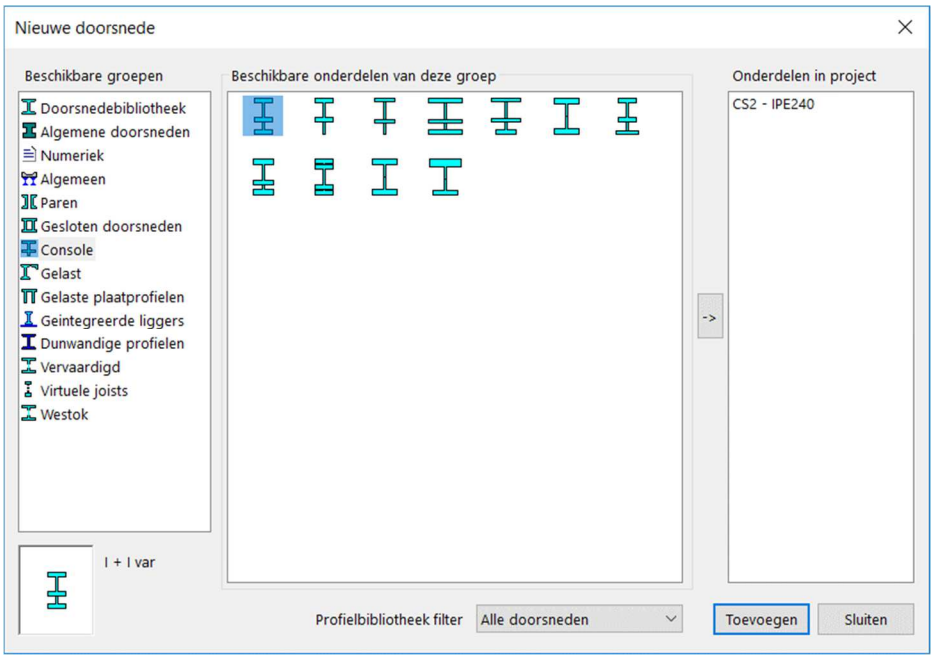
Na bevestiging via ‘OK’ voeg je de catalogusblok toe aan je model. De catalogusblok bestaat uit 1D-elementen die volledig zijn verbonden met elkaar.

2.12. Console

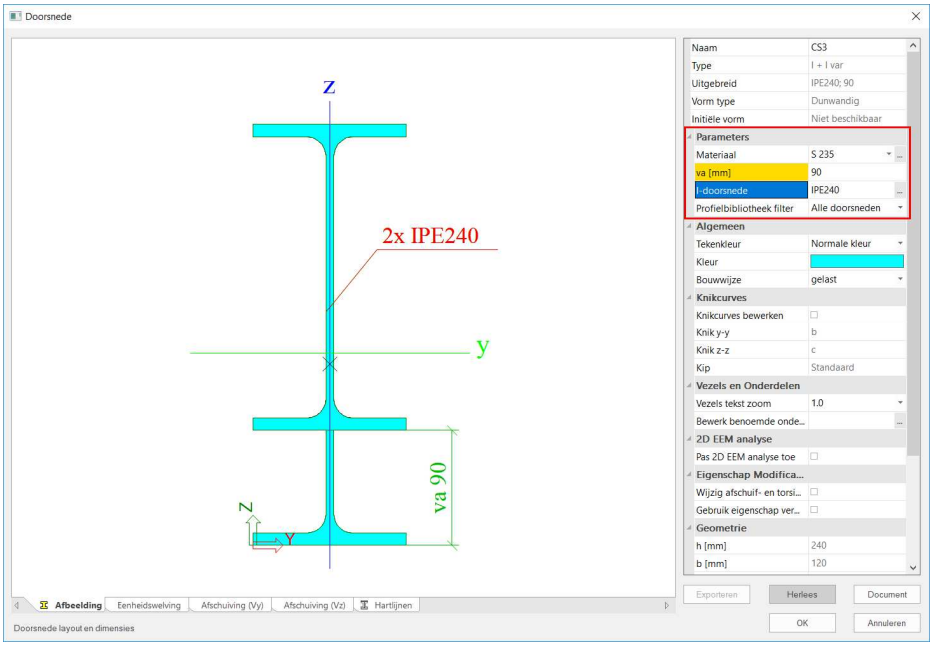
In het ‘Constructie’ menu kan je consoles terugvinden onder ‘1D Staven’ → ‘1D staaf componenten’.

Vooraleer je een console kan definieren, dien je een doorsnede van het type ‘Console’ aan te maken. Dit is de doorsnede aan het begin van de console, meer specifiek de grootste doorsnede. Deze doorsnede voeg je toe via de ‘Doorsnede’ bibliotheek OF door te klikken op de ‘Console’ functie (dan opent dit venster automatisch).

Selecteer het type console en kies voor ‘Toevoegen’:

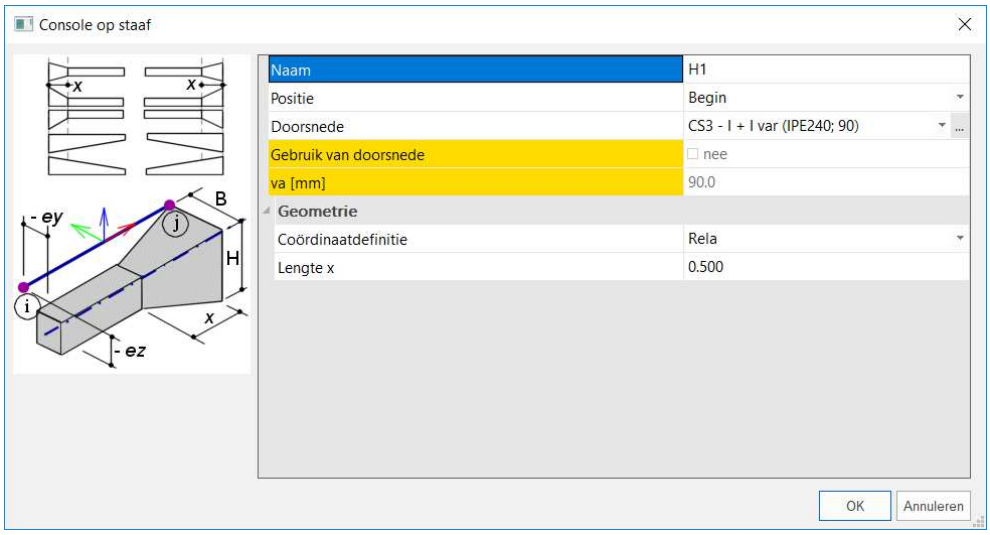


Daarna stel je de parameters van de doorsnede in.

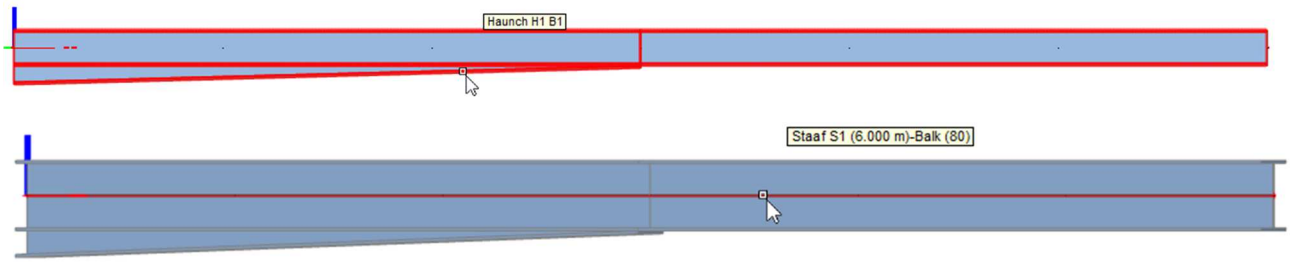


Bevestig met ‘OK’ → ‘Sluiten’ → ‘OK’

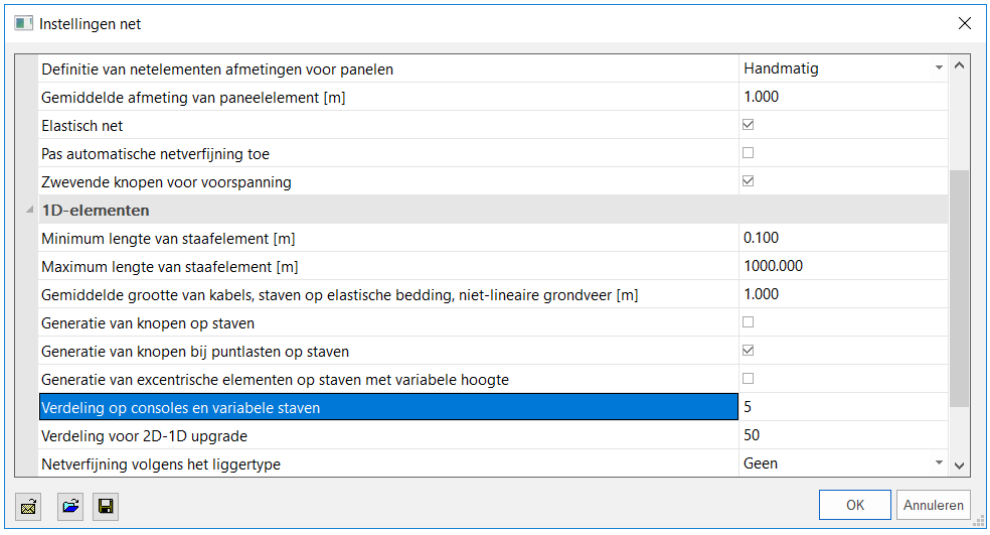
In de laatste stap definieer je de positie (begin, einde of beide uiteinden van de ligger) en de lengte van de console (relatief of absoluut).



Consoles worden beschouwd als modelgegevens die je aan een element toewijst. Dit betekent dat wanneer je het oppervlak van een element selecteert, je niet dit element selecteert wordt maar wel de additionale gegevens 'Console'. Om het element zelf te selecteren, moet je de centerlijn selecteren.



Bij de berekening verdeelt de solver een console in vijf segmenten, waarbij elk segment een eigen, constante doorsnede heeft. Het aantal segmenten kan je aanpassen via 'Instellingen net' → '1D-elementen'



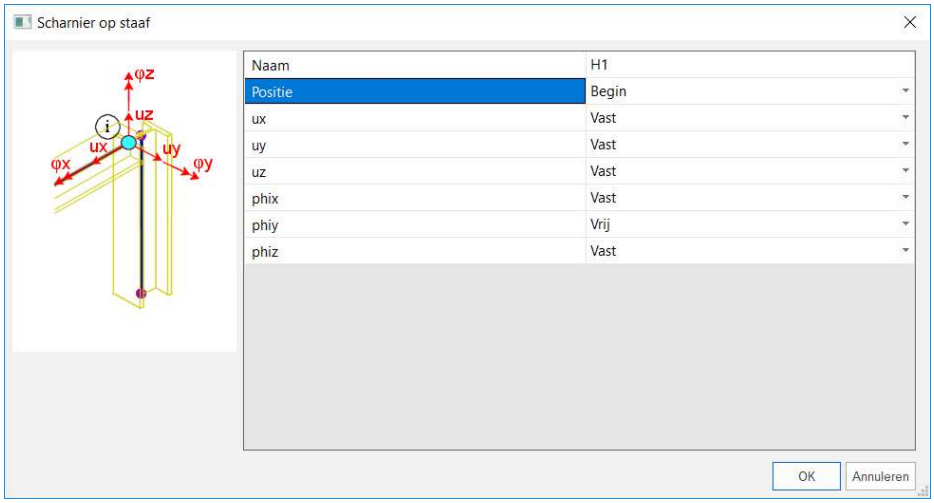
OPMERKING: indien je een verschillende console wenst aan het begin en aan het einde van een ligger, moet je deze ligger opsplitsen.

2.13. Scharnieren

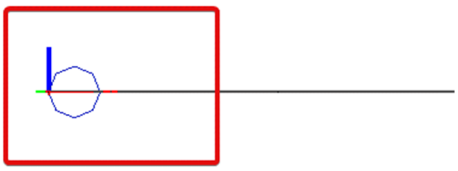
Standaard wordt elke knoop in je project beschouwd als vast, tenzij jouw project is gemodelleerd in een vakwerk-omgeving. Om een element scharnierend te maken, kan je een scharnier toevoegen aan een element. Scharnieren worden beschouwd als additionale gegevens die je toevoegt aan een element.

Scharnieren zijn terug te vinden in het ‘Constructie’ menu onder ‘Modelgegevens’:

Je dient de randvoorwaarden en de positie (begin, einde of aan beide uiteinden van de ligger) in te stellen.



Onderstaande figuur toont de visuele weergave in het model:

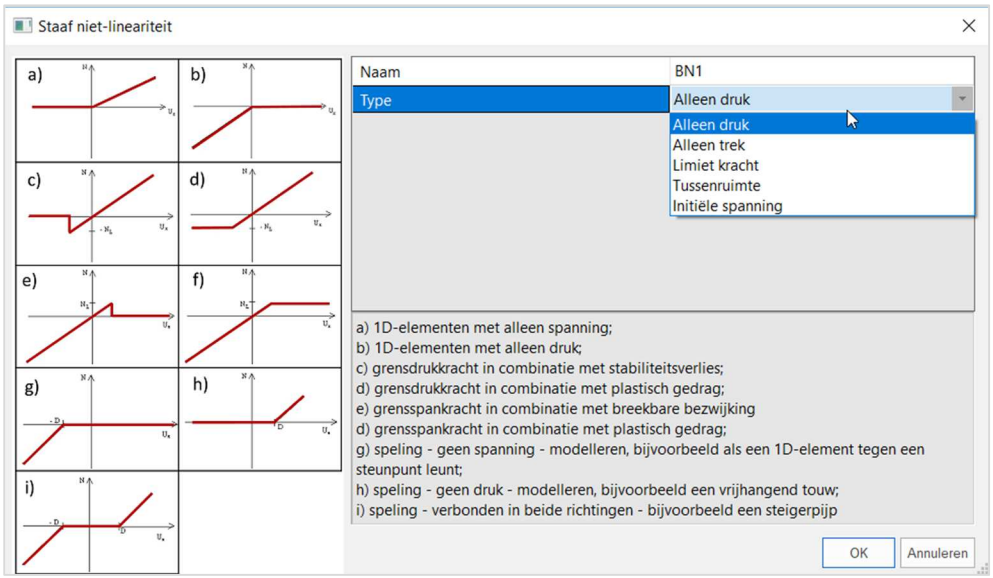


2.14. Ligger - niet-lineariteit

Het is mogelijk om een niet-lineair gedrag toe te kennen aan een ligger. Om deze optie toe te laten, dien je volgende functionaliteiten aan te vinken bij de projectgegevens:

- niet lineariteit;
- staaf lokale niet-lineariteit.

De functie ‘Ligger – niet-lineariteit’ kan je terugvinden via ‘Constructie’ → ‘Modelgegevens’. Het type niet-lineariteit dien je in te stellen zoals in onderstaand venster.



Om de niet-lineariteiten in rekening te brengen, moet je een niet-lineaire berekening laten uitvoeren. Hiervoor moet je niet-lineaire combinatie(s) aanmaken. Hoofdstuk 3 behandelt het aanmaken van belastingen en combinaties.

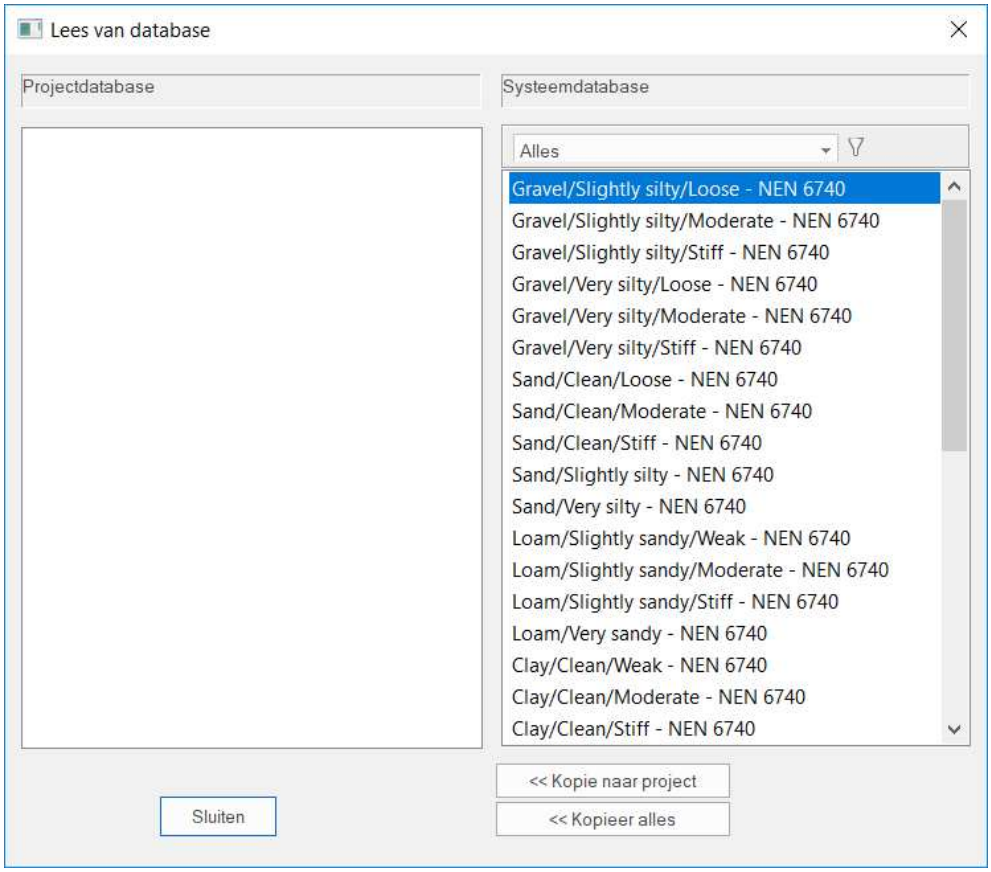
OPMERKING: het meest toegepaste type niet-lineariteit is ‘alleen trek’ en wordt gebruikt om windverbanden te modelleren. Je past dit best toe in combinatie met de eigenschap ‘enkel normaalkracht’. Deze eigenschap is eerder toegelicht in het hoofdstuk over 1D-elementen.

2.15. Bedding

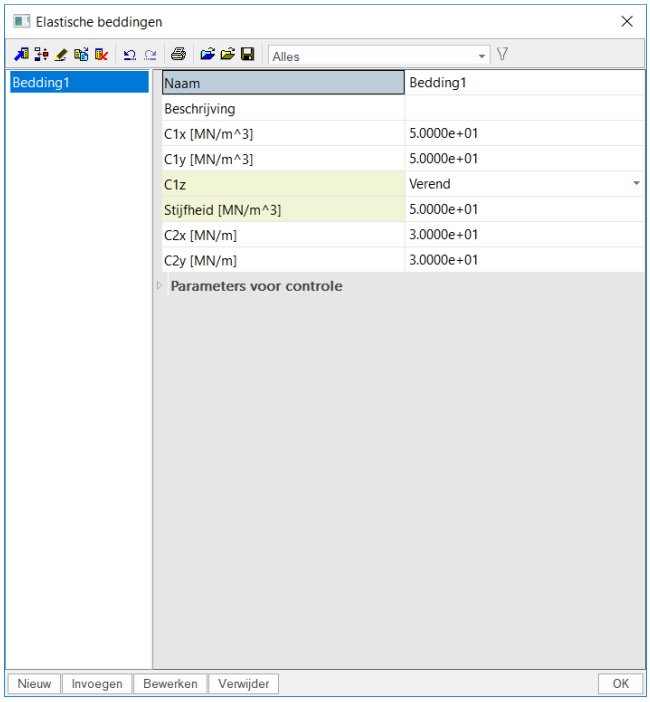
Wanneer in je model een 2D-element gemodelleerd is, kan je de functie bedding toevoegen via ‘Constructie’ → ‘Modelgegevens’ → ‘Steunpunt’:

Je kan de optie ‘Oppervlak (elas. fundering)’ gebruiken om een bedding toe te kennen aan een 2D-element.

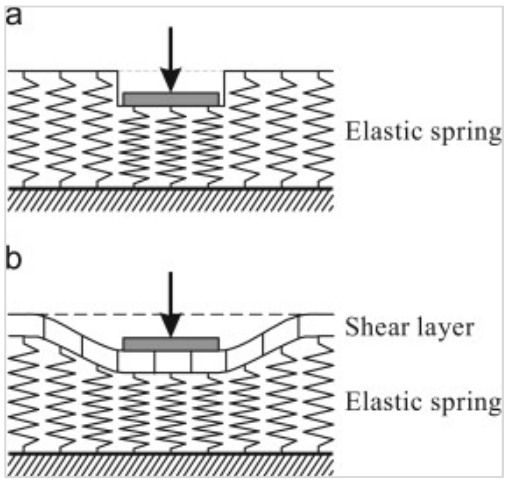
In het eerste venster kan je een voorgedefinieerde bedding (volgens NEN 6740) kiezen. Om zelf een bedding aan te maken, kan je hier kiezen voor ‘Sluiten’.



Vervolgens kan je nog een aantal parameters instellen alvorens de bedding toe te kennen in je model:



- **C1z:** stijfheid van de grond in Z richting.
- **C1x, C1y:** stijfheid van de grond in de horizontale richting. Als deze stijfheid niet gekend is, kan je 10% van de stijfheid in Z richting gebruiken als benadering.
- **C2x, C2y:** deze factoren koppelen de vervorming in Z richting tussen verschillende grondzones. Onderstaande figuur toont de theorie van Winkler (figuur a) waarbij deze parameters gelijk zijn aan 0. Figuur b toont de theorie van Pasternak, waarbij de C2-parameters een bepaalde waarde hebben. Meestal zijn deze waarden niet bepaald en worden ze 0 verondersteld.



2.16. Wijzigen geometrie

Je kan de geometrie van elementen om drie manieren aanpassen.

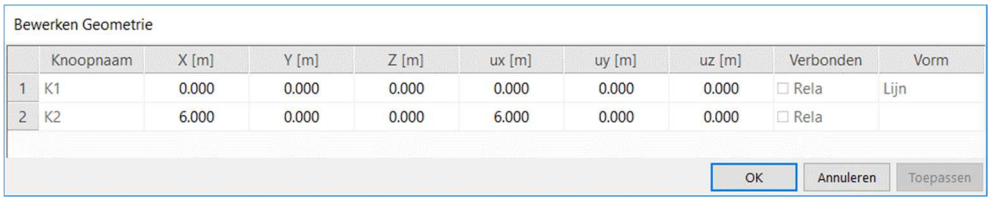
1) Via het eigenschappenvenster

De geometrie van een element kan je aanpassen door de coördinaten van de knopen van het element te wijzigen. Als je een knoop hebt geselecteerd, kan je de coördinaten aanpassen in het eigenschappenvenster.

2) Via actie 'Tabel bewerk geometrie'

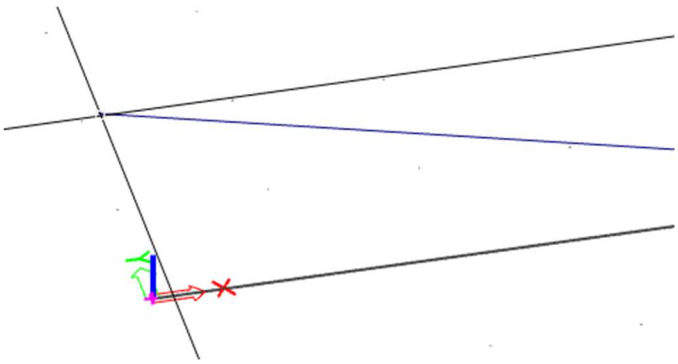
De geometrie van een element kan je ook wijzigen door het element te selecteren en te kiezen voor de actie 'Tabel bewerk geometrie' onderaan het eigenschappenvenster.

In de tabel kan je vervolgens de coördinaten van de knopen van het element aanpassen.



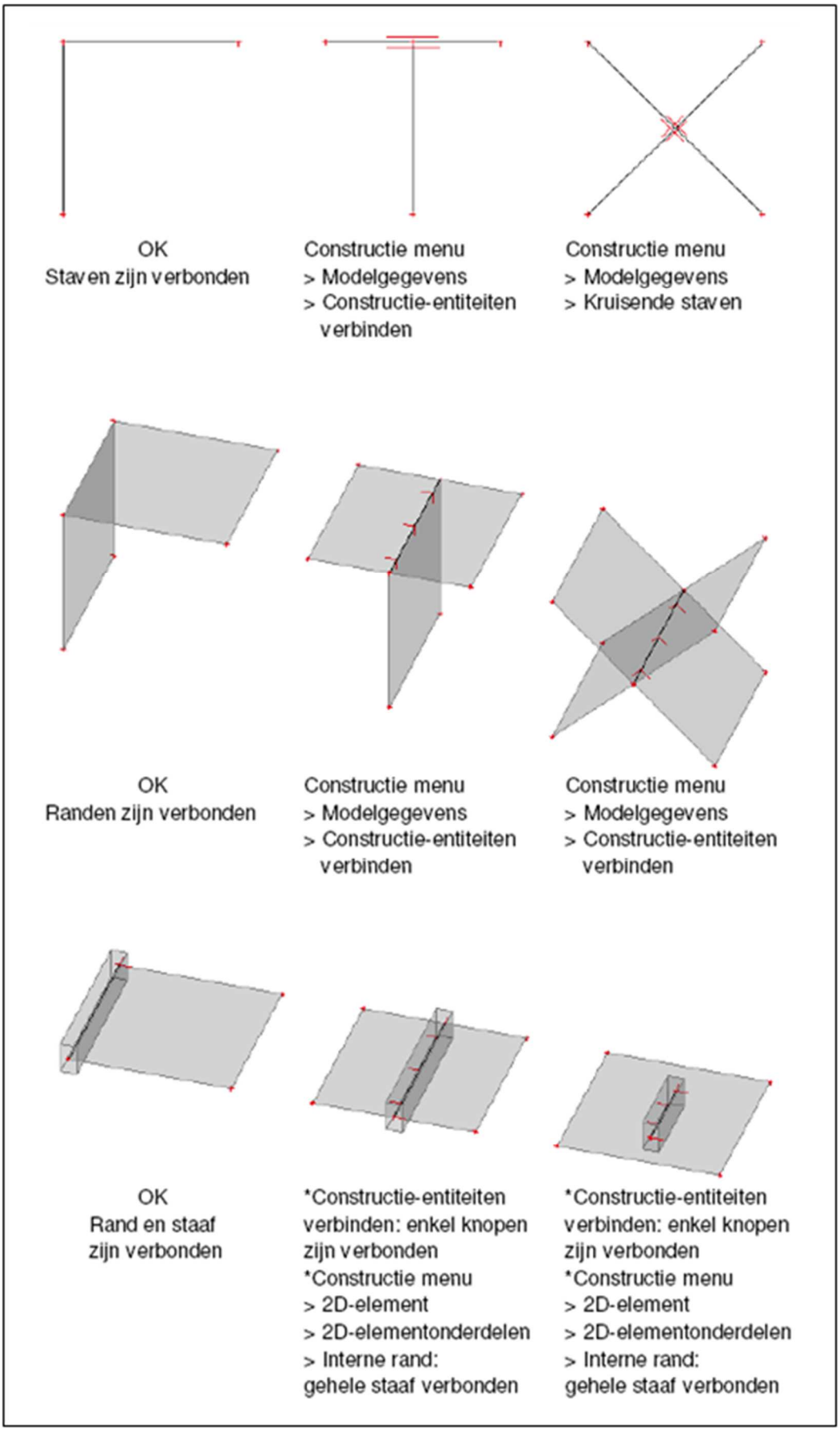
3) Door te klikken en slepen

Wanneer je een knoop, een element of verschillende knopen geselecteerd hebt, kan je deze verplaatsen door met muis erboven te gaan staan, de linkermuistoets ingedrukt te houden en te slepen naar een nieuwe locatie.



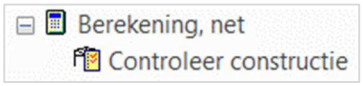
2.17. Elementen verbinden

Het is belangrijk om te weten dat niet alle elementen automatisch worden verbonden. Onderstaand schema geeft een grafisch overzicht van alle elementen die je zelf dient te verbinden.

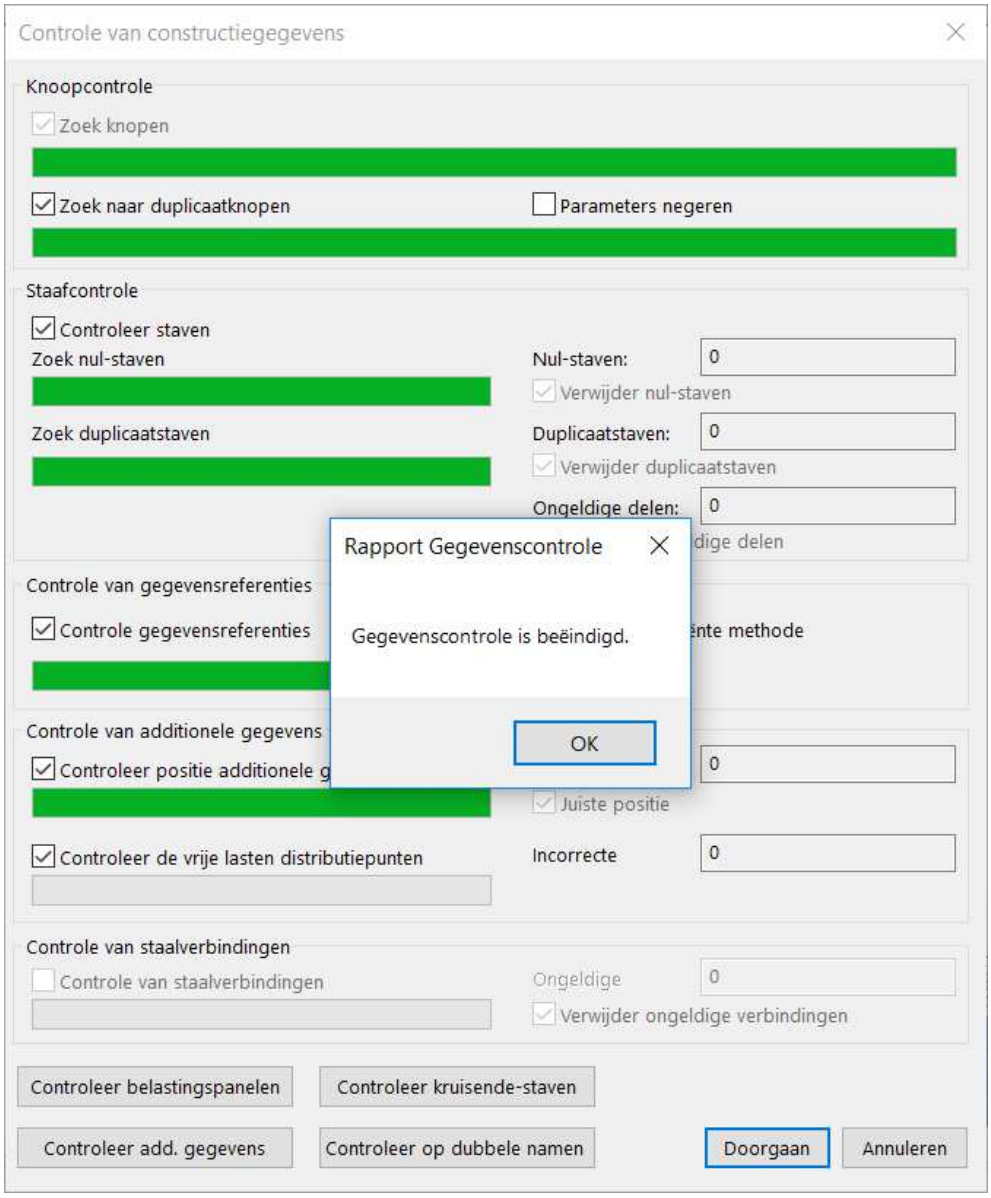


2.18. Controleer constructie

Van zodra je jouw model hebt vervolledigd en vooraleer je de berekening start, kan je de functie ‘Controleer constructie’ uitvoeren. Deze functie gaat na of er fouten aanwezig zijn in het project, meer specifiek omtrent duplicaatstaven, corrupte gegevens,...



Als er geen opmerkingen zijn, wordt onderstaand venster getoond:



2.19. Geometriemanipulaties

In dit hoofdstuk vind je toelichting omtrent een aantal geometriemanipulaties. De stappen die je moet doorlopen om een manipulatie correct uit te voeren worden weergegeven in de commandolijn. De geometriemanipulaties vind je terug vinden in de knoppenbalken en onder de menubalk ‘Wijzig’.

2.19.1. Kopiëren

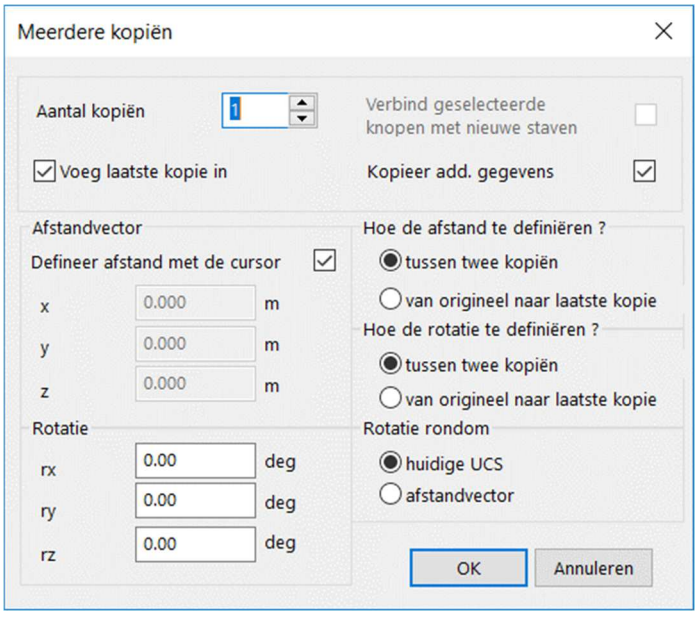
Gebruik het commando ‘Kopiëren’ of de snelkoppeling CTRL+C.

Hieronder vind je de acties die te volgen zijn om het kopiëren uit te voeren. Deze stappen worden eveneens aangegeven in de commandolijn tijdens het commando.

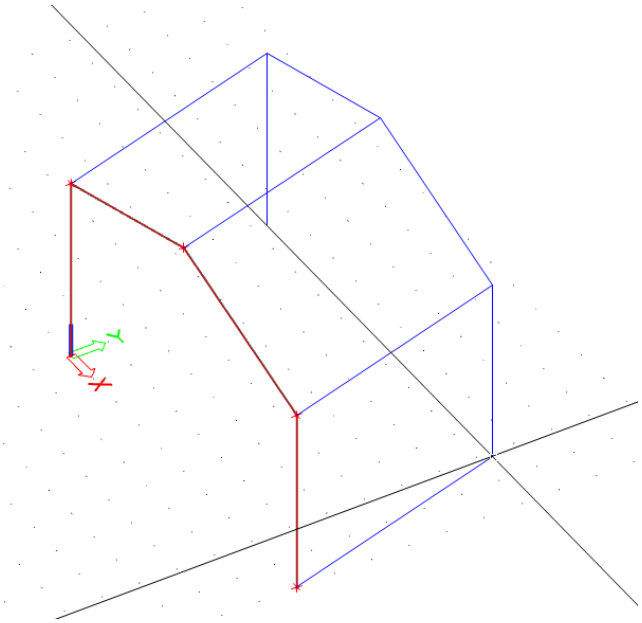
Kopiëren - Selecteer entiteiten die gekopieerd moeten worden (beëindig met ESC) >
Kopiëren - Startpunt >
Kopiëren - Eindpunt >

2.19.2. Meerdere kopiën maken

Om een meer geavanceerde kopieeractie uit te voeren, kan je gebruik maken van het commando ‘Meerdere kopiën maken’.



- **Aantal kopiën:** stel het aantal kopiën in.
- **Voeg laatste kopie in:** deze optie bepaalt mee het aantal dat je moet invullen in het ‘aantal kopiën’ veld. Als de optie is aangevinkt en het ‘aantal kopiën’ bedraagt 7, dan zullen er 7 kopiën worden gemaakt. Als de optie niet is aangevinkt en het ‘aantal kopiën’ bedraagt 7, dan zullen er 6 kopiën worden gemaakt. De bestaande selectie telt als de eerste kopie.
- **Verbind geselecteerde knopen met nieuwe staven:** als dit is aangevinkt, worden alle geselecteerde knopen verbonden met liggers aan dezelfde knopen van de volgende kopie.



- **Kopieer additionale gegevens:** als dit is aangevinkt, worden alle additionele gegevens van de selectie (steunpunten, consoles, ...) mee gekopieerd.
- **Afstandvector:** de waarden die je hier definieert, bepalen de afstand/rotatie tussen de kopiën.

2.19.3. Spiegelen

Gebruik het ‘Spiegelen’ commando.

Hieronder vind je de acties die te volgen zijn om het spiegelen uit te voeren. Deze stappen worden eveneens aangegeven in de commandolijn tijdens het commando.

Spiegelen - Selecteer entiteiten die gespiegeld moeten worden (beëindig met ESC) >
Spiegelen - Spiegelvlak - startpunt >
Spiegelen - Spiegelvlak - eindpunt >

2.19.4. Breekt in gedefinieerde punten

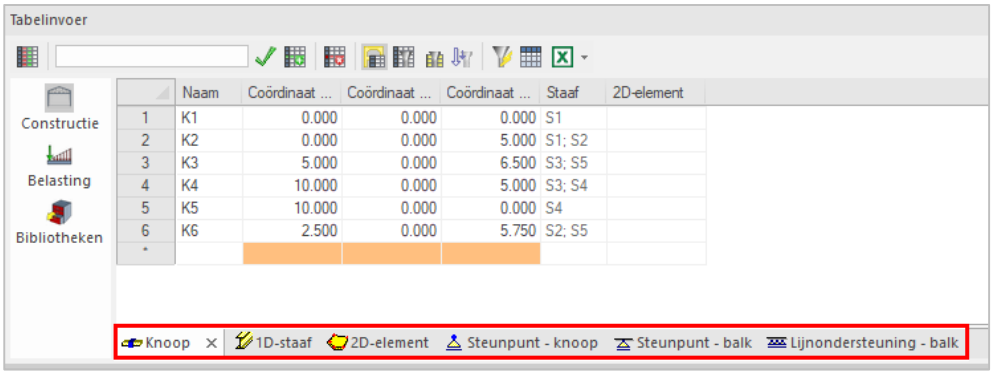
Gebruik het ‘Breekt in gedefinieerde punten’ commando. Met deze functie kan een element opgesplitst worden in verschillende segmenten.

Hieronder vind je de acties die te volgen zijn om het opbreken in segmenten uit te voeren. Deze stappen worden eveneens aangegeven in de commandolijn tijdens het commando.

Breken - Selecteer krommen die gebroken moeten worden (beëindig met ESC) >
Breken - Voeg breekpunten in >

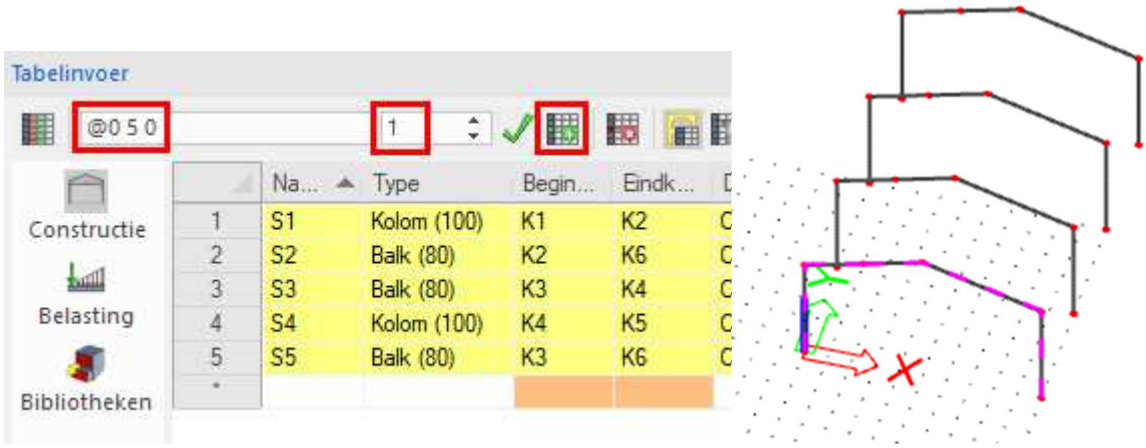
2.20. Tabelinvoer

In SCIA Engineer worden elementen vaak getekend, maar je kan ze ook toevoegen door middel van tabelinvoer. Dit venster heeft een tabblad per type element (knopen, 1D-elementen, 2D-elementen,...). Deze tabbladen zijn aangeduid in onderstaande figuur. De oranje vakken moet je invullen om een element toe te voegen. Als een tabblad ontbreekt, kan je dit toevoegen door rechts te klikken op een ander tabblad en het ontbrekende tabblad te kiezen.



De inhoud van de tabel kan je kopiëren naar Excel en omgekeerd. Je kan hiervoor ook de sneltoetsen CTRL+C gebruiken. Daarnaast is er ook een functie om de tabel te exporteren als een Excel-bestand:

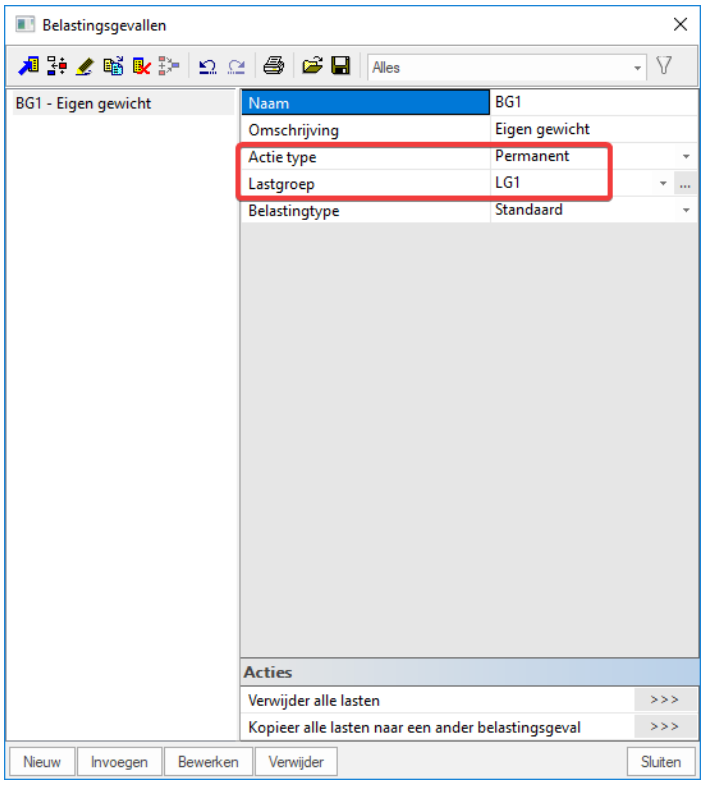
Je kan in de tabelinvoer rijen kopiëren om zo een gelijkaardige actie uit te voeren als het commando ‘Meedere kopiën maken’. Om dit uit te voeren moet je (de rijen van) de elementen selecteren, de afstand tussen de kopiën en het aantal kopiën definiëren en vervolgens klikken op de knop ‘Kopieer rij’.



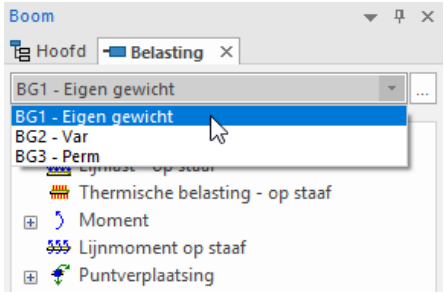
Hoofdstuk 3: Belastingen

3.1. Belastingsgevallen

Voor elke belasting kan je een belastingsgeval aanmaken. In de instellingen van de belastingsgevallen bepaal je of het gaat om een permanente of variabele belasting en tot welke lastgroep het belastingsgeval behoort. Deze twee instellingen zijn belangrijk om correct combinaties te genereren. Je kan onderstaand venster openen via de hoofdboom → 'Belastingsgevallen, Combinaties' → 'Belastingsgevallen'.



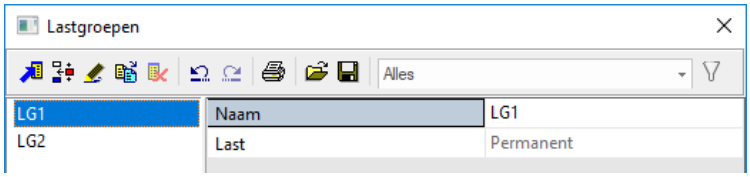
In het 'Belasting' menu kan je wisselen tussen de verschillende gedefinieerde belastingsgevallen om de belastingen effectief te tekenen/definiëren.



3.2. Lastgroepen

Met behulp van lastgroepen bepaal je het type van de belasting en de relatie tussen de belastingen in deze groep. Afhankelijk van het type belastingsgeval (permanent of variabel), kan je de overeenstemmende lastgroep definiëren.

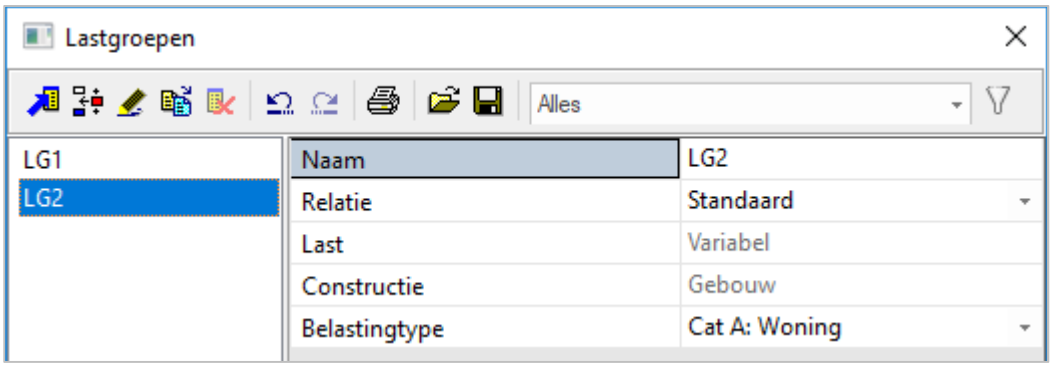
3.2.1. Permanente lastgroep



Er is slechts één permanente lastgroep per project, omdat alle permanente lasten opgeteld worden en ze geen verschillende categorieën hebben.

$$\begin{cases} \sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{"+"} \gamma_P P \text{"+"} \gamma_{Q,1}\psi_{0,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\psi_{0,i} Q_{k,i} & (6.10a) \\ \sum_{j\geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{"+"} \gamma_P P \text{"+"} \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\psi_{0,i} Q_{k,i} & (6.10b) \end{cases}$$

3.2.2. Variabele lastgroep



In tegenstelling tot de permanente lastgroep, kan je meerdere variabele lastgroepen definiëren. Voor elk type belasting (wind, sneeuw,…) kan je een verschillende lastgroep aanmaken. Dit komt omdat in 6.10a/6.10b de verschillende types belastingen variëren tussen de hoofdvariabele groep en subvariabele groep. De verschillende types belasting zijn bepaald door de optie 'Belastingstype'. Bij het belastingstype kan je de categorie van de belasting instellen. Op deze manier weet het programma welke psi-factoren moeten gebruikt worden (volgens Eurocode 0).

$$\begin{cases} \sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{"+"} \gamma_P P \text{"+"} \gamma_{Q,1}\psi_{0,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\psi_{0,i} Q_{k,i} & (6.10a) \\ \sum_{j\geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{"+"} \gamma_P P \text{"+"} \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\psi_{0,i} Q_{k,i} & (6.10b) \end{cases}$$

Daarnaast moet je de relatie tussen de belastingen instellen.

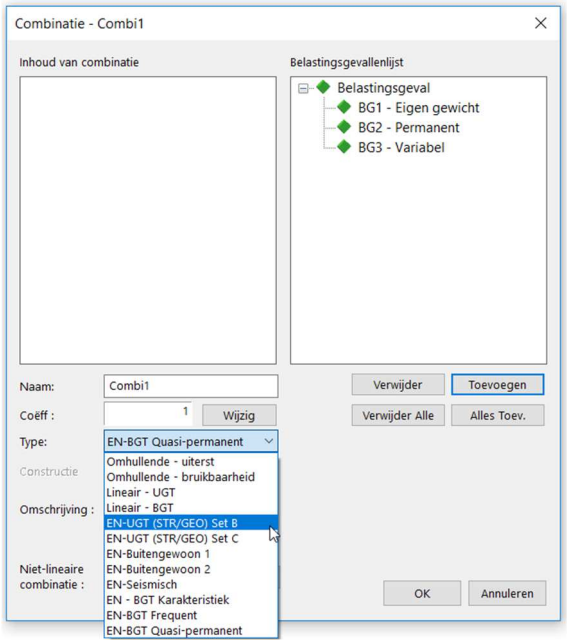
- **standaard:** alle combinaties mogelijk;
- **exclusief:** slechts één last van elke lastgroep kan in een combinatie aanwezig zijn;
- **samen:** de belastingen kunnen enkel samen aangrijpen in een combinatie.

VOORBEELD: beschouw de lastgroepen LG A en LG B. Deze zijn beide toegewezen aan dezelfde lastgroep.

- **standaard: LG A <u>en/of</u> LG B**
- **exclusief: LG A <u>of</u> LG B**
- **samen: LG A <u>en</u> LG B**

3.3. Combinaties

Je kan kiezen tussen drie types combinaties. De verschillen hiertussen worden verderop uitgelegd. Je kan een combinatie toevoegen via de hoofdboom → ‘Belastingsgevallen, Combinaties’ → ‘Combinaties’.



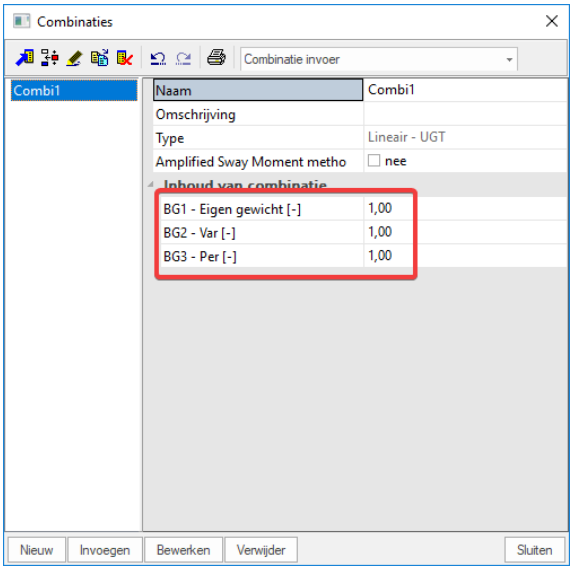
Dit venster bevat twee lijsten met belastingsgevallen. De linkse lijst bevat de inhoud voor de combinatie die aangemaakt zal worden, de rechtse lijst bevat alle beschikbare belastingsgevallen. Je kan een belastingsgeval toevoegen door te dubbelklikken in de rechtse lijst of via de knoppen ‘Toevoegen’ en ‘Alles Toev.’. Na het selecteren van de gewenste belastingsgevallen, moet je het type van de combinatie kiezen.

3.3.1. Lineaire combinatie

Een lineaire combinatie is een combinatie die je volledig zelf opbouwt. Het is een enkele combinatie die de geselecteerde belastingsgevallen bevat, alsook de coëfficienten die je zelf definieert.

Kies het type lineaire combinatie (UGT of BGT):

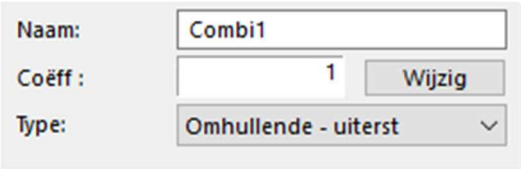
Stel de coëfficienten in:



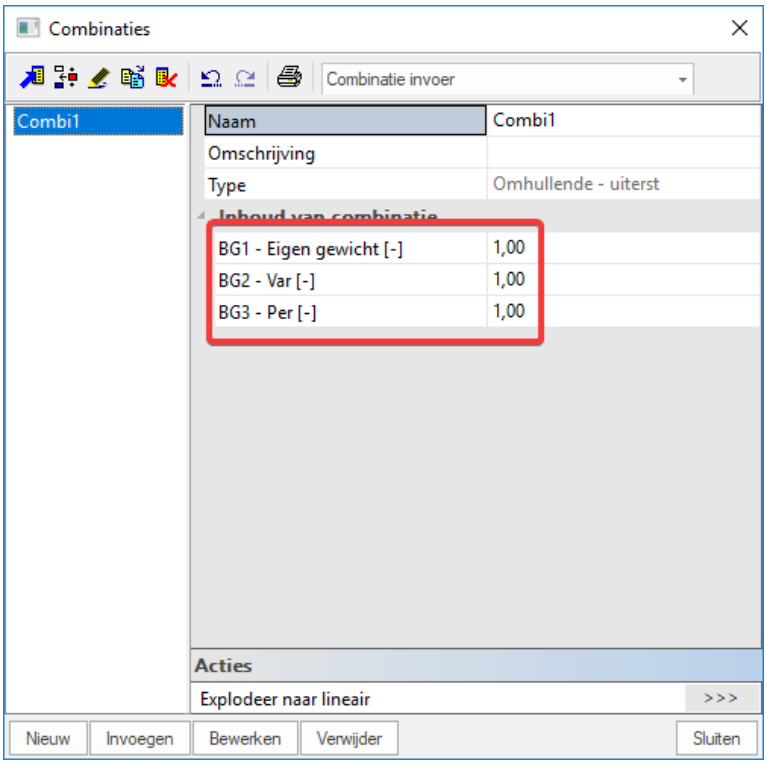
3.3.2. Omhullende combinatie

Een omhullende combinatie is een groepscombinatie. Alle mogelijke combinaties die gegenereerd kunnen worden, rekening houdend met de relaties van de lastgroepen, zijn vervat in deze ene combinatie. De coëfficienten dien je zelf in te stellen.

Kies het type omhullende combinatie (uiterst of bruikbaarheid):



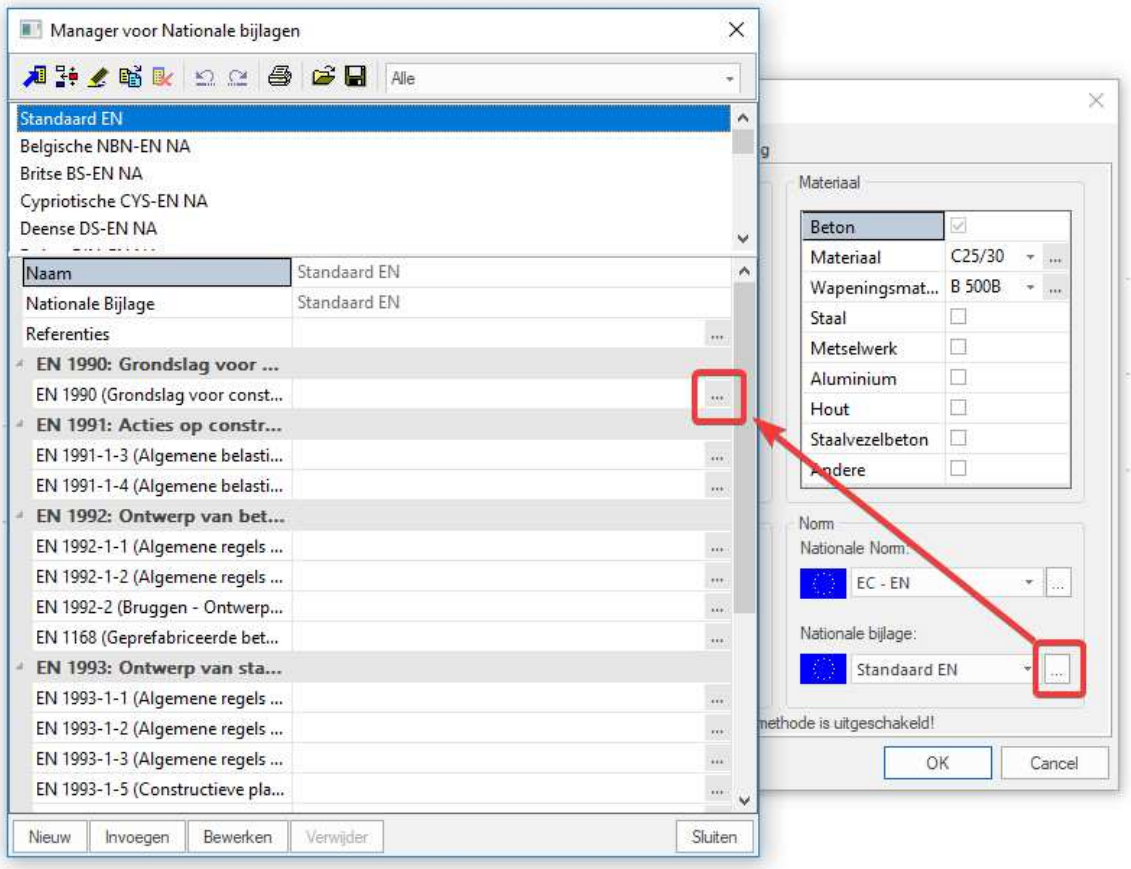
Stel de coëfficiënten in:



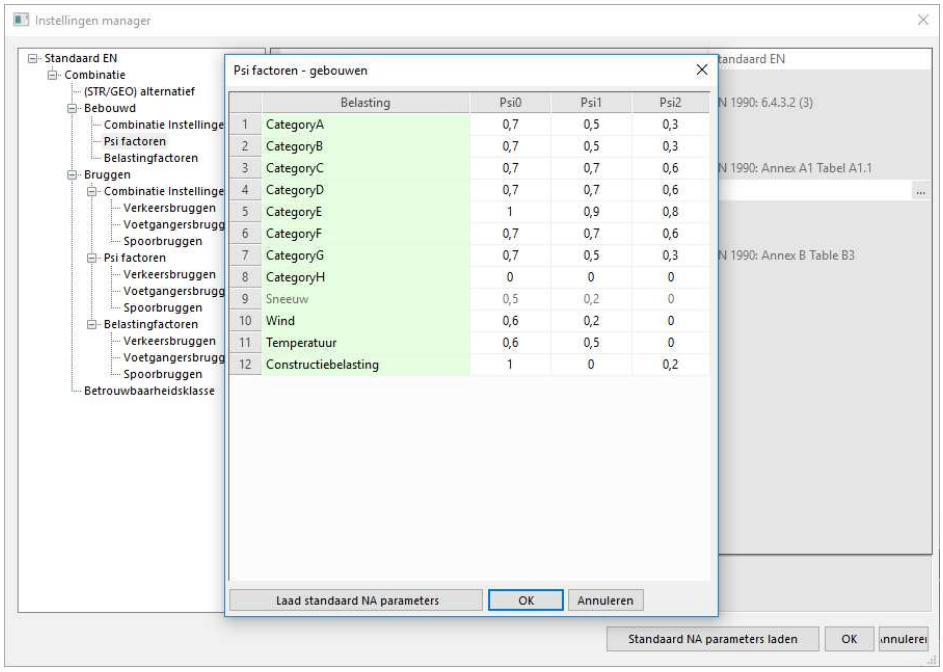
Om de inhoud van een groepscombinatie te bekijken, klik je op ‘Explodeer naar lineair’. Deze optie splitst de groepscombinatie op in alle afzonderlijke lineaire combinaties.

3.3.3. Eurocode combinatie

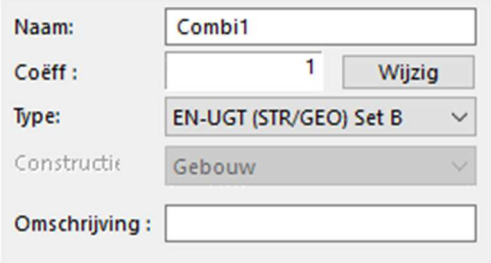
Een Eurocode combinatie is een groepscombinatie. De relaties tussen de belastingen en de categorieën zijn gegenereerd door gebruik te maken van de inhoud van de lastgroepen. De categorieën bepalen de psi factoren. Deze kan je terugvinden via de hoofdboom → 'Project'. Vervolgens open je de bibliotheek van de nationale bijlage door te klikken op de drie puntjes. Vervolgens selecteer je de relevante nationale bijlage (EN 1990).



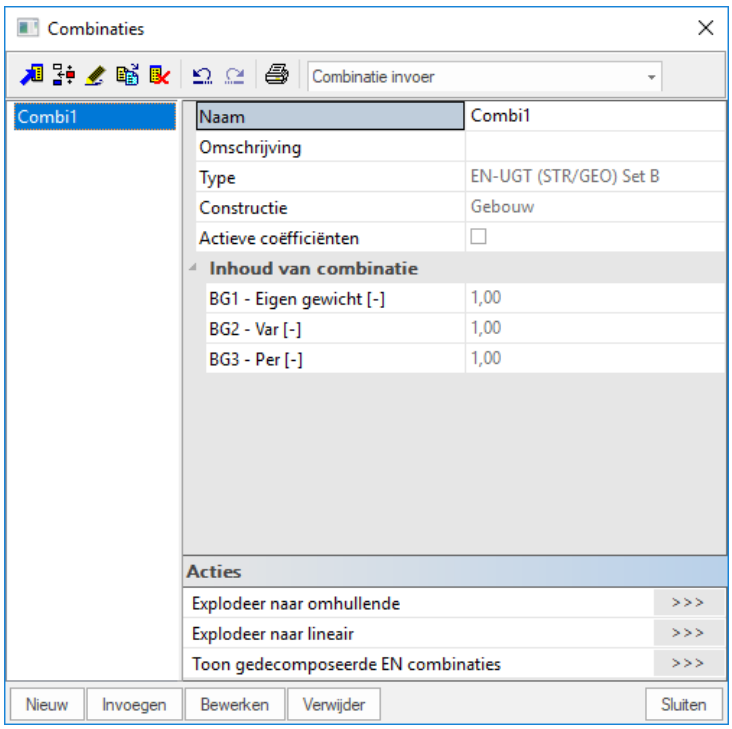
Hierin staan de instellingen van EN 1990. De tabel met psi factoren staat onder 'Bebouwd'. De waardes hiervan kan je aanpassen indien gewenst.



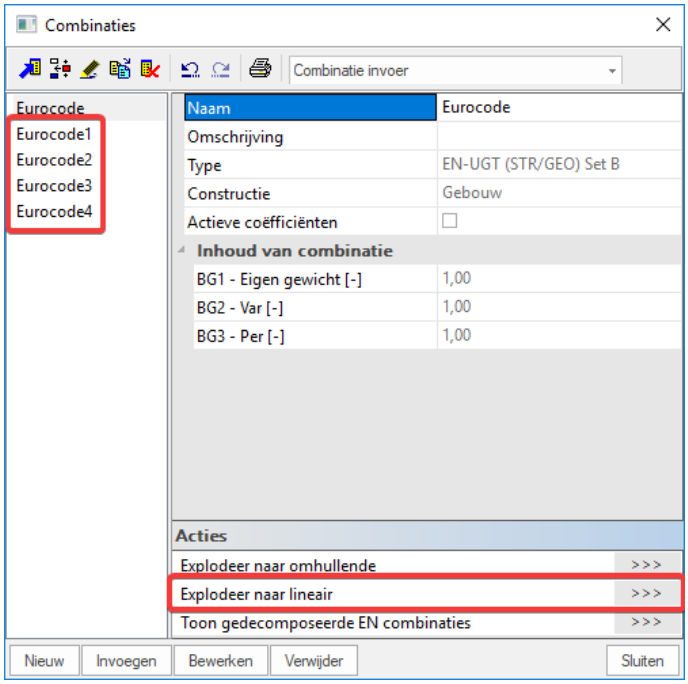
Om een Eurocode combinatie te maken, selecteer het type EN-UGT of EN-BGT:



De coëfficiënten kunnen niet aangepast worden. Deze worden automatisch toegekend aan het belastingsgeval binnen de combinatie.

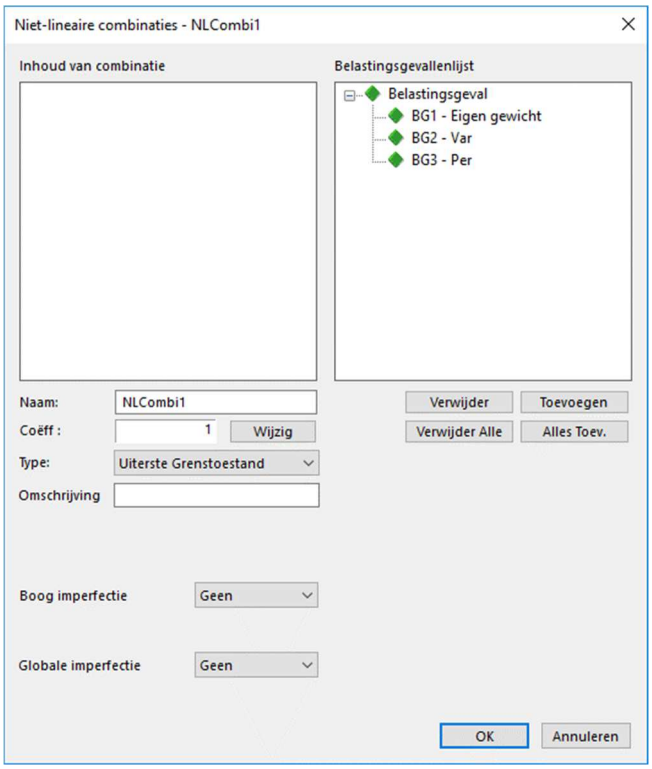


Om de inhoud van de groepscombinatie te bekijken, klik je op ‘Explodeer naar lineair’. Deze optie splitst de groepscombinatie op in alle afzonderlijke lineaire combinaties.

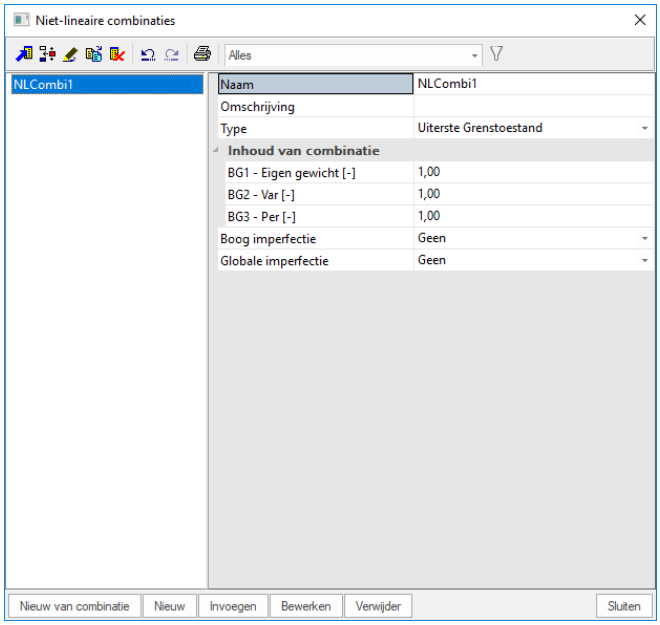


3.4. Niet-lineaire combinatie

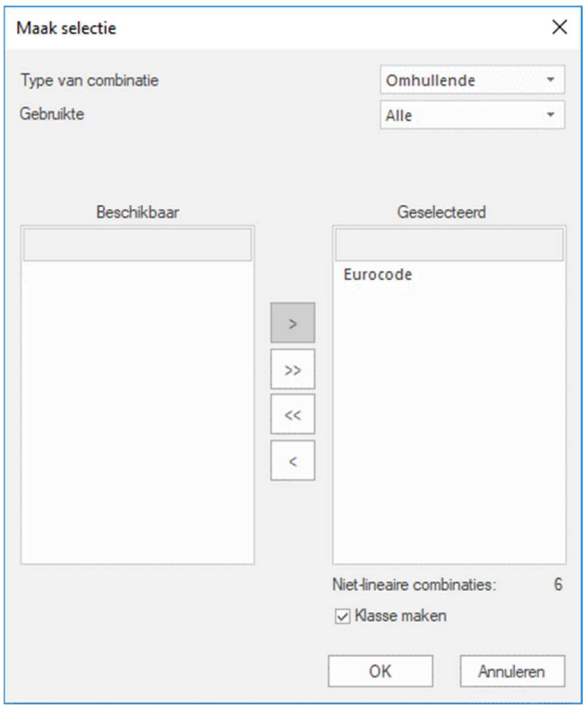
Om een niet-lineaire berekening uit te voeren zijn niet-lineaire combinaties nodig. Deze kan je toevoegen via de hoofdboom → 'Belastingsgevallen, Combinaties' → 'Niet-lineaire combinaties'.



Net zoals in het 'Combinatie' venster, moeten de gewenste belastingsgevallen toegekend worden aan de niet-lineaire combinatie. Dit is steeds een enkele combinatie, vergelijkbaar met een combinatie van het type 'Lineair'. Het type van de niet-lineaire combinatie kan je kiezen uit: 'Uiterste Grenstoestand' of 'Bruikbaarheidsgrenstoestand'. Tot slot kan je ook een boog- en/of een globale imperfectie instellen. Dit is echter enkel nodig om een tweede-orde berekening uit te voeren.



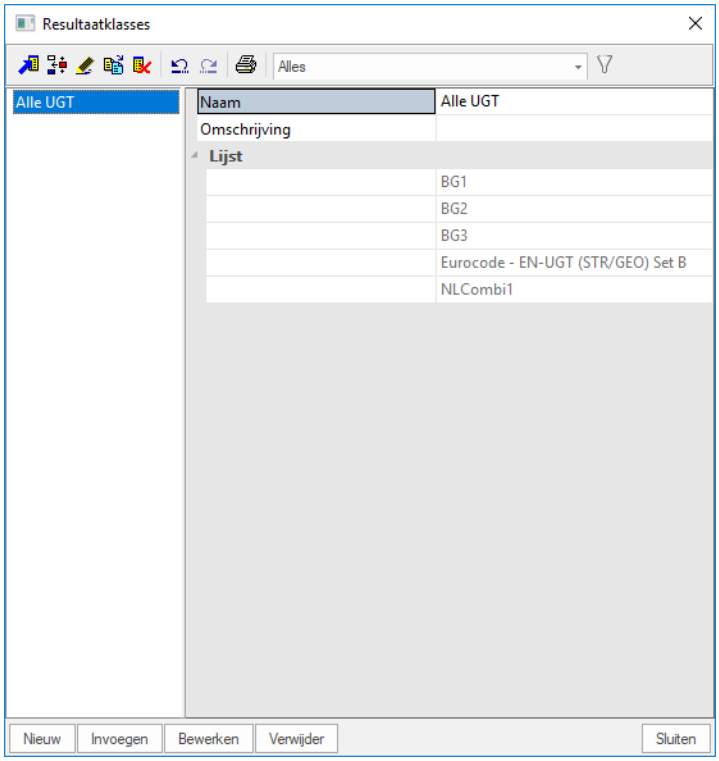
In dit venster kan je nog de coëfficiënten en de imperfecties aanpassen. De optie 'Nieuw van combinatie' laat je toe om automatisch niet-lineaire combinaties te genereren uitgaande van de reeds aangemaakte (lineaire) combinaties.



Kies het type combinatie (lineair of omhullende) en selecteer de combinaties die je wilt omzetten naar niet-lineaire combinaties.

3.5. Resultaatklasses

Via een resultaatklasse kan je meerdere combinaties tegelijk beschouwen. Bij het opvragen van de resultaatklasse in het ‘Resultaten’ menu wordt dan de omhullende van de combinaties getoond. De resultaatklasses kan je aanmaken via de hoofdboom → ‘Belastingsgevallen, Combinaties’ → ‘Resultaatklasses’.

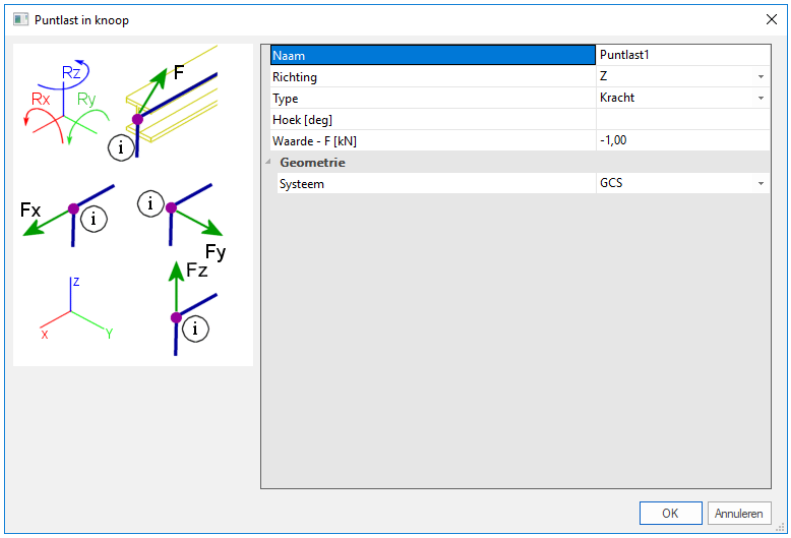


3.6. Puntlast

In het ‘Belasting’ menu kan je belastingen definiëren/tekenen. Je kan kiezen uit drie types puntlasten.

3.6.1. Puntlast in knoop

Deze puntlast kan je enkel plaatsen in knopen. Je kan volgende opties instellen:

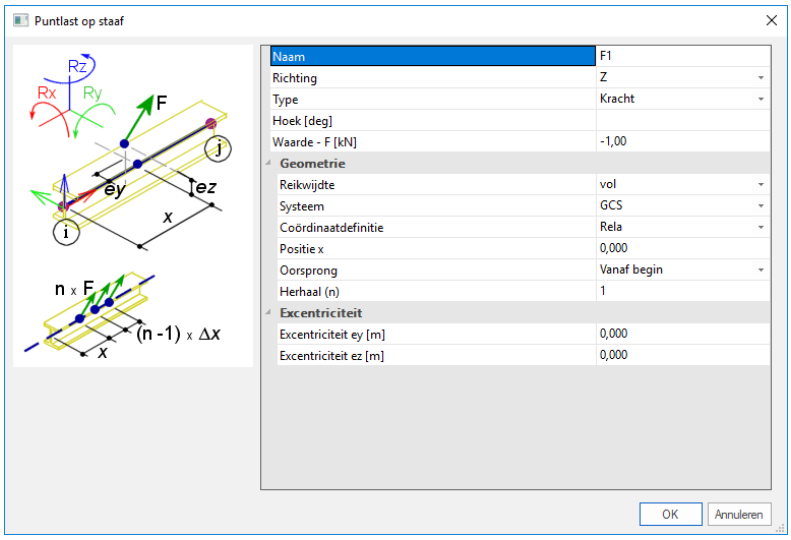


- **Richting:** bepaalt de richting van de kracht.
- **Type:** het standaardtype is ‘Kracht’. Dit kan je wijzigen naar ‘Wind’ of ‘Sneeuw’. Hierdoor splitst de optie ‘Waarde’ naar ‘Effectief oppervlak’ en ‘Coëfficiënt’.
- **Hoek:** er kan een hoek ingesteld worden voor de puntlast. Geef hiervoor een waarde in voor Rx, Ry, Rz.

- **Waarde:** bepaalt de grootte van de kracht.
- **Systeem:** bepaalt de richting volgens het globale (GCS) of lokale assenstelsel (LCS).

3.6.2. Puntlast op staaf

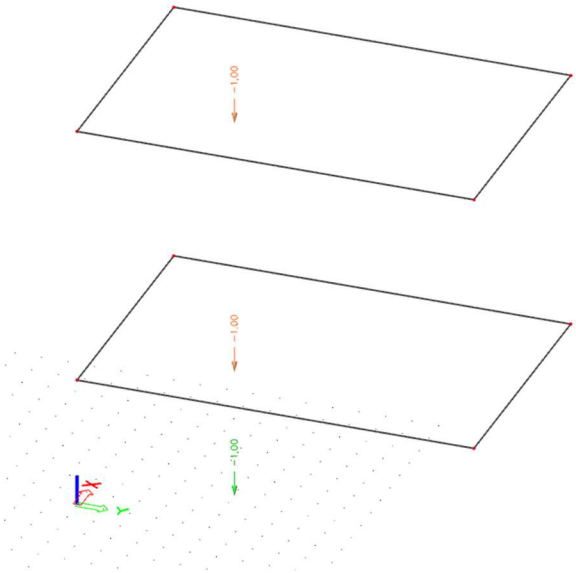
Deze puntlast plaats je over de lengte van een staaf.

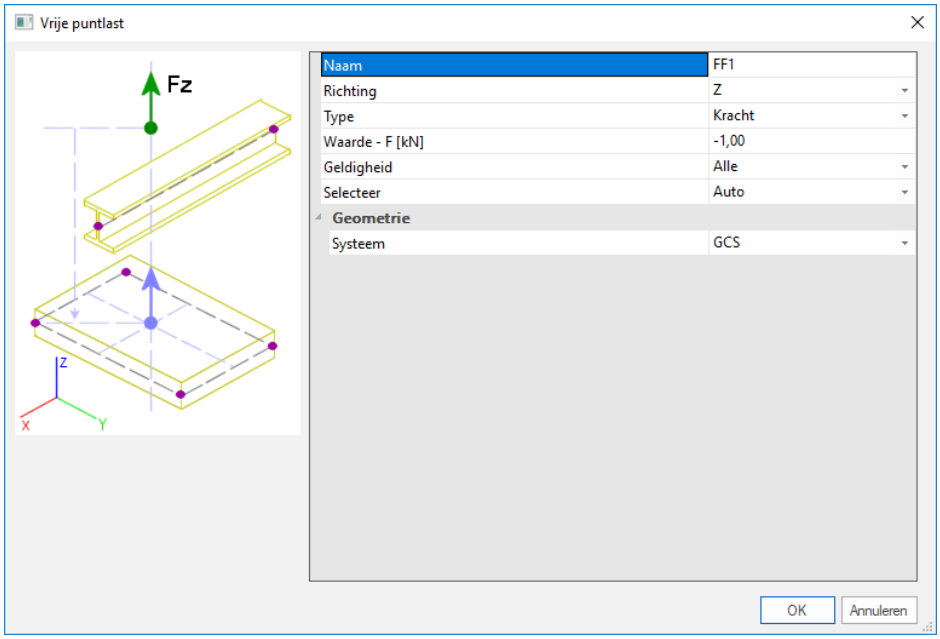


- **Reikwijdte:** bepaalt de kracht over de volledige lengte van de staaf of per overspanning.
- **Coördinaatdefinitie:** bepaalt de positie relatief (waarde tussen 0 en 1) of absoluut (waarde in m).
- **Oorsprong:** bepaalt de kracht vanaf het begin of vanaf het einde van de staaf.
- **Herhaal (n):** herhaalt de puntlast. Als (n) groter is dan één, moet je ook een tussenafstand opgeven.
- **Excentriciteit:** geeft een excentriciteit aan de puntlast.

3.6.3. Vrije puntlast

Een vrije puntlast kan je enkel plaatsen op een 2D-element. Je moet de geometrie steeds invoeren in het XY-vlak van het huidige UCS. Bij het tekenen heeft de kracht dus enkel een X en Y coördinaat. De kracht zal gegenereerd worden op elk 2D-element dat deze X en Y coördinaat bevat. Dit betekent dat wanneer er een plaat gedefinieerd is boven de vrije puntlast, de puntlast ook gegenereerd wordt op deze plaat.

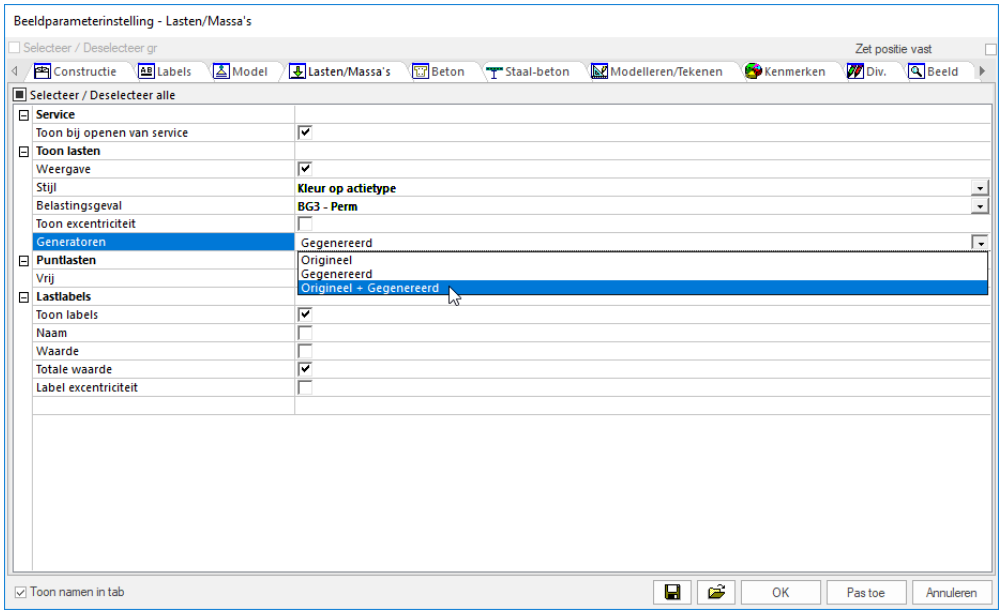




- **Geldigheid:** deze optie beïnvloedt het genereren van de last. De mogelijkheden zijn: 'Alle', 'Z+', 'Z-' of '0'. Dit houdt in dat de belasting gegenereerd zal worden op respectievelijk alle 2D-elementen, enkel de 2D-elementen met een positieve/negatieve Z coördinaat of enkel in het gedefinieerd XY-vlak met Z coördinaat gelijk aan 0. Wanneer de optie **'Selecteer'** op **'Selecteer'** wordt gezet, zullen de lasten enkel gegenereerd worden op de elementen die je zelf selecteert bij het uitvoeren van de Actie **'Toon actief 2D-element'**.
- **Selecteer:** er zijn twee opties: 'Auto' en 'Selecteer'. 'Auto' genereert de last op alle elementen. Bij 'Selecteer' moet je zelf de elementen selecteren waarop de last zal aangrijpen.

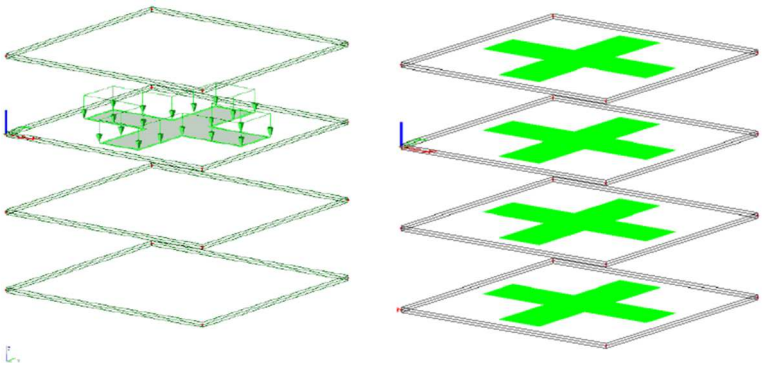
Om een voorbeeld te zien van de genereerde lasten, selecteer je de last en klikt je op 'Genereer lasten' onder 'Acties'.

Om te wisselen tussen de gegenereerde en de originele belasting en vice versa kan je de gegeneerde belasting verwijderen OF via rechtermuisklik → 'Stel beeldparameters in voor alle' → 'Lasten/Massa's'.

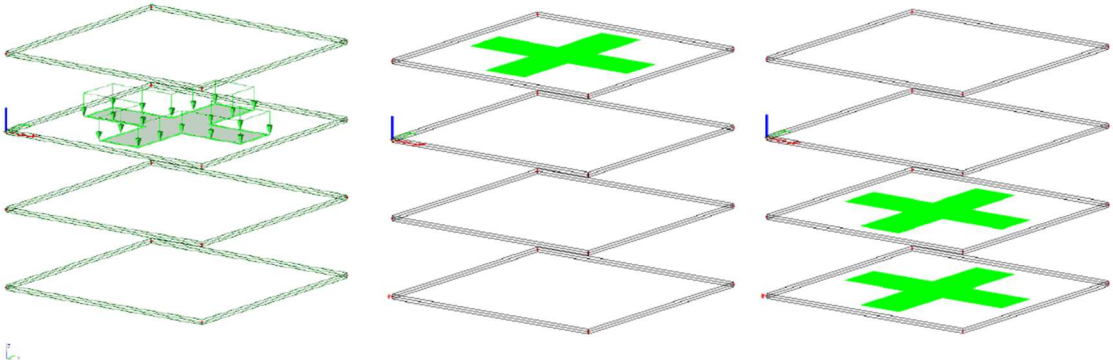


De volgende figuren geven een grafische weergave van alle mogelijke geldigheden.

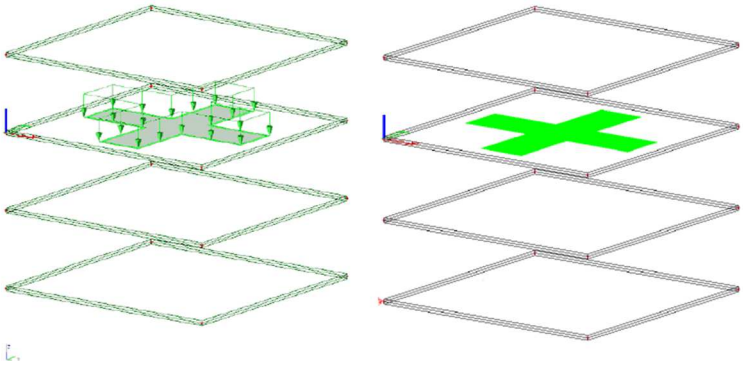
- **Selecteer = Auto, Geldigheid = Alle**



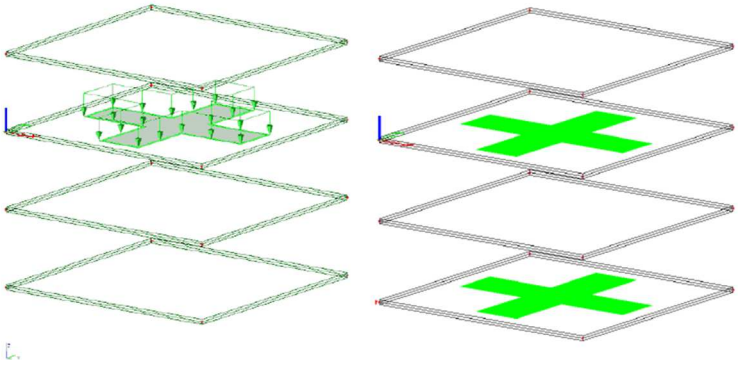
- **Selecteer = Auto, Geldigheid = +Z en -Z**



- **Selecteer = Auto, Geldigheid = Z = 0**



- **Selecteer = Selecteer, Geldigheid = Alle *(Plaat 1 en 3 zijn geselecteerd)***



3.7. Lijnlast

Je kan drie types lijnlasten toevoegen: ‘op staaf’, ‘op 2D element rand’ en ‘vrij’.

De instellingen voor lijnlasten zijn dezelfde als die van puntlasten. De enige extra instelling is de lengte van de lijnlast. Deze kan relatief (waarde tussen 0 en 1) of absoluut zijn.

Coördinaatdefinitie	Rela
Positie x1	0,000
Positie x2	1,000

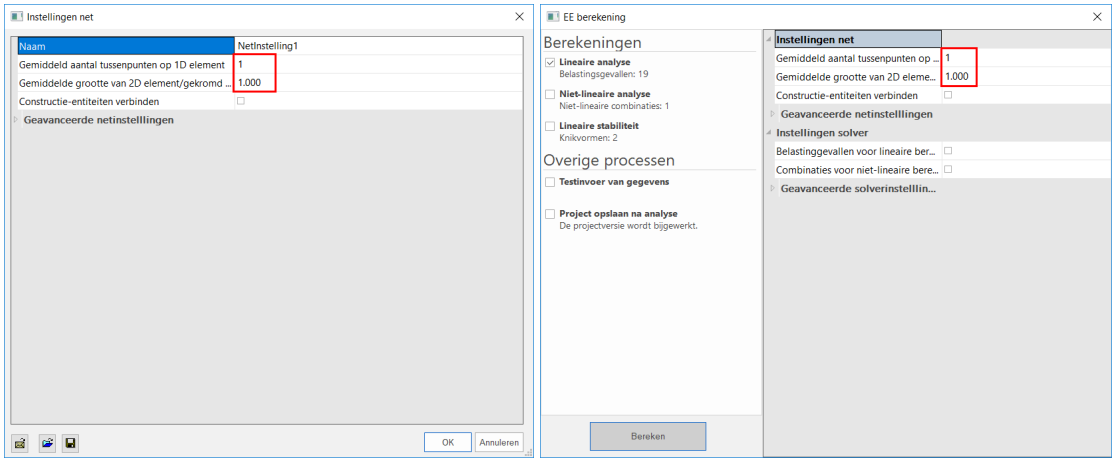
3.8. Vlaklast

Je kan kiezen uit twee types vlaklasten: ‘op 2D element’ en ‘vrij’. De instellingen zijn dezelfde als bij de reeds besproken lasttypes.

Hoofdstuk 4: Berekening

4.1. Net

De standaardinstelling voor een 1D-element is 1 netelement. Voor een 2D-element is dit een gemiddelde grootte van 1m per netelement. Deze waardes kunnen aangepast worden via de hoofdboom → 'Berekening, net' → 'Instellingen net' OF bij het starten van de berekening.



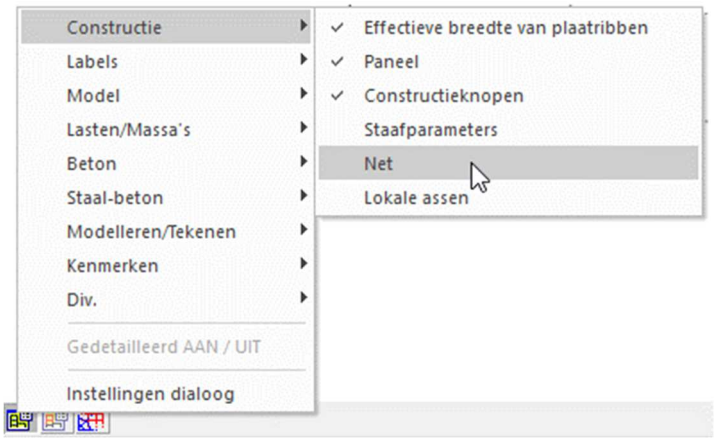
Deze instelling heeft een invloed op de nauwkeurigheid van de resultaten en op de snelheid van de berekening.

Het net kan getoond worden via rechtermuisklik → 'Stel beeldparameters in voor alle'

- 'Constructie' tabblad → 'Net' → 'Net tekenen'
- 'Labels' tabblad → 'Net' → 'Toon labels'

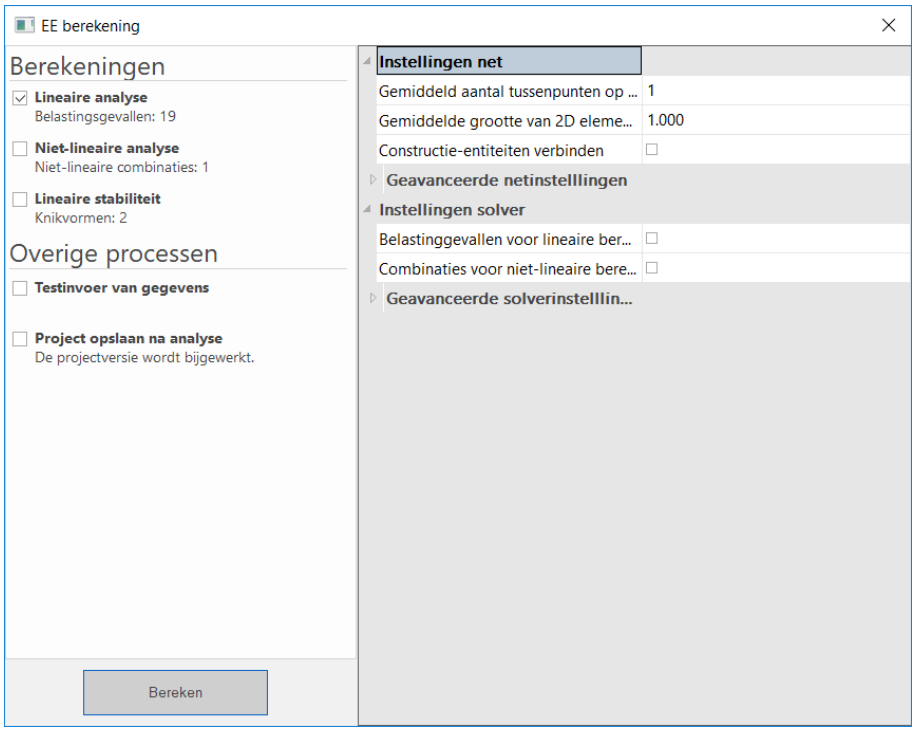
OF

Klik op 'Snel aanpassen van beeldparameters op hele constructie' boven de commandolijn



4.2. Berekening/solver

De berekening kan gestart worden via het icoon in de knoppenbalk ‘Project’, via de hoofdboom → ‘Berekening, net’ → ‘Berekening’ OF door ‘calc’ te typen in de commandolijn.



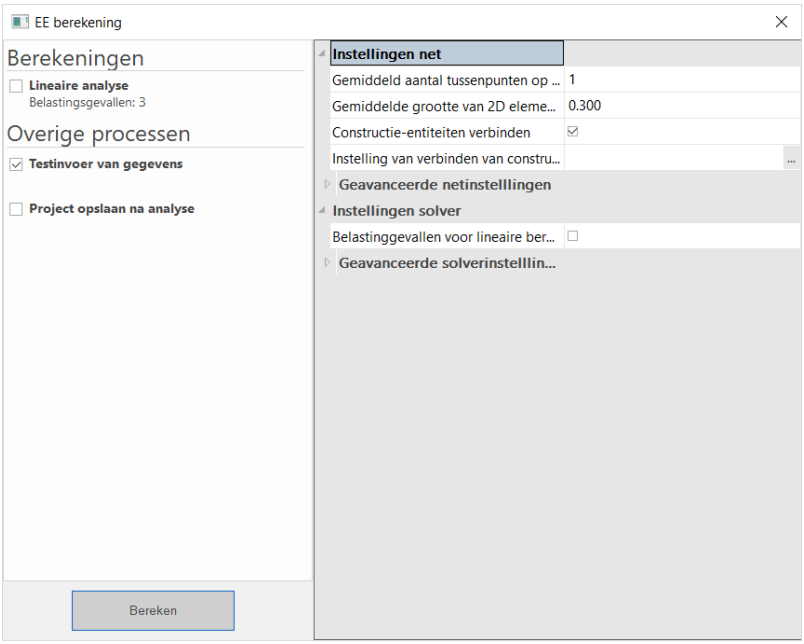
Linksbovenaan het venster kan je de gewenste analysetypes aanvinken.

OPMERKING: je kan de optie ‘Constructie-entiteiten verbinden’ inschakelen zodat het programma automatisch deze functie uitvoert vooraleer de berekening gestart wordt.

Hoofdstuk 5: Resultaten

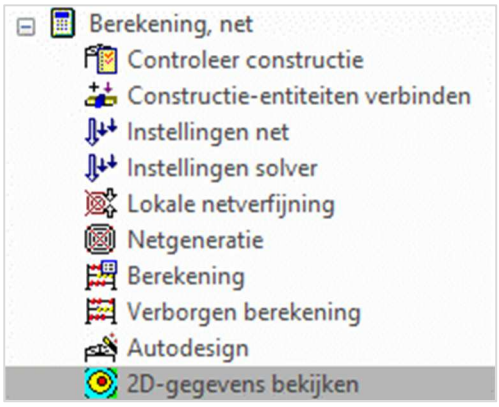
5.1. Testinvoer van gegevens

Wanneer je de berekening start, kan je een testinvoer van de gegevens uitvoeren.

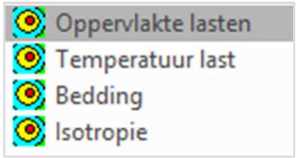


OPMERKING: de optie 'Testinvoer van gegevens' wordt niet ondersteund voor de 64 bit versie.

In de hoofdboom onder 'Berekening, net' kan je dan een nieuwe fucntie zien verschijnen: '**2D-gegevens bekijken'.**



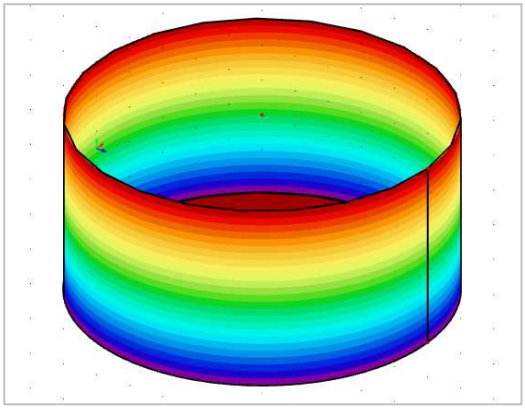
Vervolgens kan je de invoer van het project controleren via volgende opties: '**Oppervlakte lasten', 'Temperatuur last', 'Bedding', 'Isotropie'.**



Selecteer de invoer die je wilt controleren en verander de eigenschappen om de juiste invoer weer te geven. Hieronder vind je een voorbeeld voor een tank met een variabele druk.

Naam	Oppervlakte lasten
Selectie	Alle
Belastingtype	Belastingsgevallen
Belastingsgevallen	BG2 - Variabele druk
Filter	Nee
Waardes	qz
Systeem	Globaal
Waardes	Meer comp
Fx	☑
Fy	☑
Fz	☑
Mx	☑
My	☑
Mz	☑
Grafisch beeld instellen 2D	...

- **Selectie:** bekijk de invoer van de volledige structuur of slechts een deel ervan.
- **Belastingtype, Belastingsgevallen:** selecteer het belastingsgeval waarvan de invoer getest moet worden.
- **Waardes:** bepaal de te controleren waardes.
- **Systeem:** kies ‘Globaal’ of ‘Lokaal’. Het lokale systeem volgt het lokale assenstelsel van de elementen en het globale systeem volgt het globale assenstelsel. Voor dit voorbeeld is ‘Lokaal’ gekozen omdat we een gekromd element beschouwen.



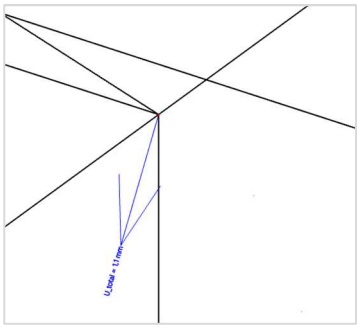
5.2. Opvragen van resultaten

Na het uitvoeren van de berekening zal je het ‘Resultaten’ menu zien verschijnen in de hoofdboom:

In het ‘Resultaten’ menu kan je volgende resultaten opvragen:

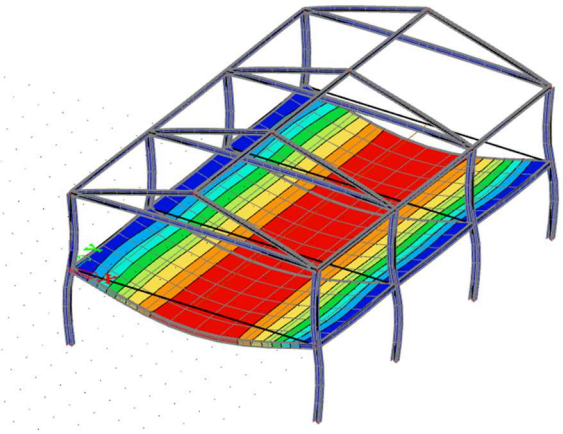
5.2.1. Verplaatsing van knopen

Dit resultaat geeft je de verplaatsing en rotatie van alle knopen in de structuur. Dit is een rechtstreeks resultaat uit de EEM analyse.



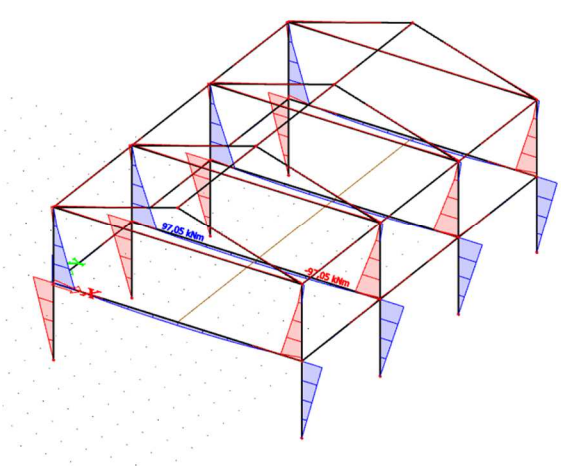
5.2.2. 3D resultaten

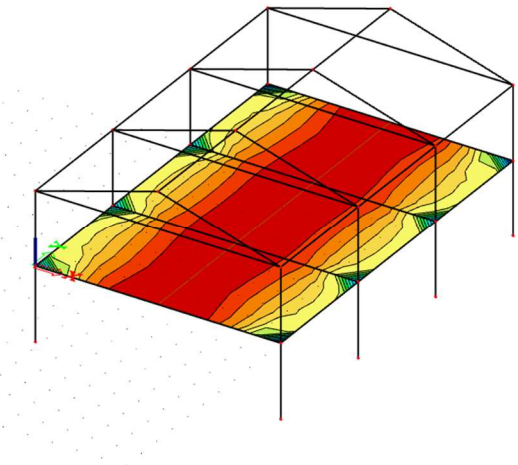
Er zijn twee soorten 3D resultaten: '**3D verplaatsing' en '3D stress'**. Om deze resultaten te genereren, worden 1D resultaten van 1D-elementen en 2D resultaten van 2D-elementen omgezet naar 3D resultaten. Dit gebeurt aan de hand van transformatieformules. Deze resultaten zijn niet berekend in de (solver)berekening, maar worden uitgevoerd door de post processor. Omwille van de transformatie, kan het genereren van de resultaten wat tijd in beslag nemen, afhankelijk van de grootte van de structuur (en de verfijning van het net).



5.2.3. Resultaten per component

Voor elke component is er een item in het 'Resultaten' menu: **steunpunten, liggers (1D-elementen) en 2D-elementen**. Voor elk van deze componenten zijn er gedetailleerde resultaten beschikbaar. De resultaten zijn berekend tijdens het uitvoeren van de (solver)berekening en nemen dus geen extra tijd in beslag om te genereren. Het verschil met de 3D resultaten is dat deze resultaten worden weergeven in 1D voor liggers en in 2D voor 2D-elementen.





5.2.4. Materiaallijst

In de materiaallijst vind je informatie terug over de **massa,** het **oppervlak** en het **volume** van de gebruikte materialen in het project.

Materiaallijst

Selectie: Alle
Sorteertype: Materiaal

Samenvatting

Materiaal	Massa [kg]	Oppervlak [m²]	Volume [m³]
Beton	9080,0	21,040	3,6320e+00
Totaal	9080,0	21,040	3,6320e+00

Opmerking: De waarde 'Oppervlak' vertegenwoordigt voor 1D-elementen de totale blootgestelde oppervlakte, en voor 2D-elementen correspondeert deze alleen met de oppervlakte van het vlak met het zwaartepunt.

Beton (1D)

Materiaal	Dichtheid [kg/m³]	Massa [kg]	Oppervlak [m²]	Volume [m³]
C25/30	2500,0	1080,0	5,040	4,3200e-01
Totaal		1080,0	5,040	4,3200e-01

Beton (2D)

Materiaal	Dichtheid [kg/m³]	Massa [kg]	Oppervlak [m²]	Volume [m³]
C25/30	2500,0	8000,0	16,000	3,2000e+00
Totaal		8000,0	16,000	3,2000e+00

5.2.5. Berekeningsverslag

In het berekeningsverslag kan je het evenwicht nagaan tussen de ingevoerde lasten en de reacties.

Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D-elementen	46
Aantal netknopen	29
Aantal vergelijkingen	174
Belastingsgevallen	BG1, BG2
Start van de berekening	01.02.2019 14:25
Einde berekening	01.02.2019 14:25

Som van lasten en reacties

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
BG1	Lasten	0,00	0,00	-39,71
	reactie in de knopen	0,00	0,00	39,71
	reactie op de lijnen	0,00	0,00	0,00
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG2	Lasten	0,00	0,00	-608,28
	reactie in de knopen	0,00	0,00	608,28
	reactie op de lijnen	0,00	0,00	0,00
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00

5.2.6. Instellen van het eigenschappenvenster

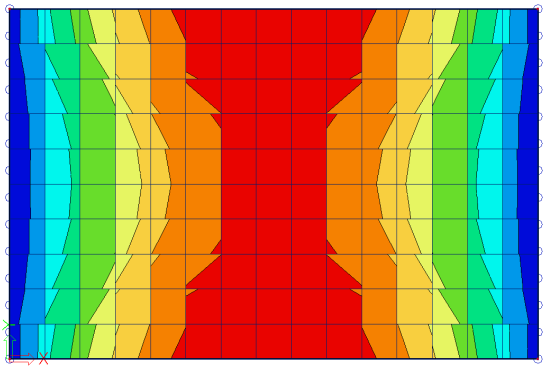
Nadat je gekozen hebt welk resultaat je wilt opvragen, moet je nog de eigenschappen hiervan instellen. Ter illustratie wordt het eigenschappenvenster van de 'Interne 2D-krachten' genomen. Andere resultaten hebben gelijkaardige opties in het eigenschappenvenster.

Naam	Interne 2D-krachten
Selectie	
Type van selectie	Alle
Filter	Nee
Resultaat geval	
Type last	Combinaties
Combinatie	Combi1
Enveloppe (voor 2D-tekening)	Absolute extreme
Middeling van pieken	☐
Locatie	In knooppunten gem. bij macro
Systeem	LCS net element
Extreem	Globaal
Type van waarden	Basis grootheden
Waardes	m_x
Uitvoerinstellingen	
Print combinatie sleutel	☑
Standaard resultaten	☑
Resultaten op snedes	☐
Resultaten op randen	☐
Tabelinstellingen	
Instellingen voor fouten, w...	
Grafisch beeld instellen 2D	...

- **Type van selectie:** bekijk de resultaten van de volledige structuur of slechts een deel ervan.
- **Filter:** filter op materiaal, wildcard, laag of dikte.
- **Type last:** kies het belastingsgeval, de combinatie of de klasse.
- **Enveloppe:** toon minimum, maximum of absolute extreme waarden. Absolute extreme waarden weergeven de grootste absolute waarde.
- **Locatie:** het eindige elementennet in SCIA Engineer bestaat uit lineaire 3- en/of 4-hoekige elementen. Per element worden er 3 of 4 resultaten berekend, één in elke knoop. Bij het opvragen van de resultaten op 2D-elementen geeft de optie 'Locatie' in het eigenschappenvenster je de mogelijkheid om deze resultaten op 4 manieren te weergeven.
    - **In knopen, geen gemiddelde**

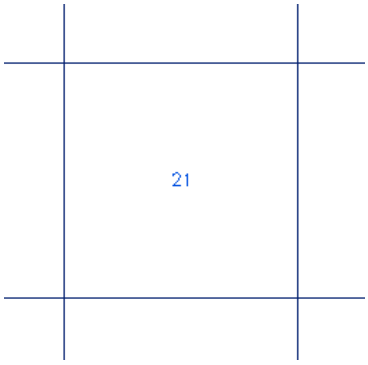
      Alle resultaatwaarden worden in rekening genomen, er wordt geen middeling uitgevoerd. In elke knoop worden dus de 4 waarden van de aangrenzende elementen getoond. Indien deze 4 resultaten sterk verschillend zijn van elkaar, wijst dit erop dat het toegepaste net te grof is. Deze weergave van de resultaten geeft je dus een goed beeld van de discretisatiefout in het rekenmodel.

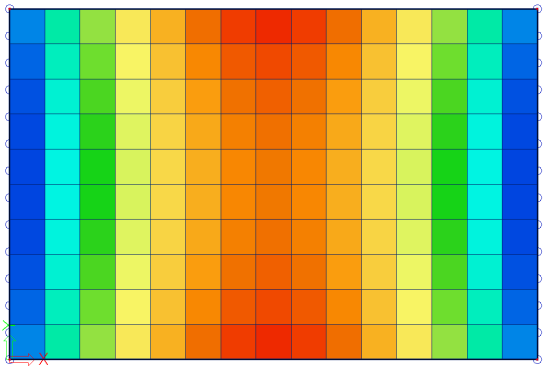
12	16	24	30
9	18	25	31
11	16	24	29
9	17	24	30



- **In centrum**

  Per eindig element wordt het gemiddelde van de resultaten in de knopen berekend. Aangezien er slechts 1 resultaat is per element, wordt de weergave met isobanden een mozaïek. Het verloop over een snede is een getrapte curve.

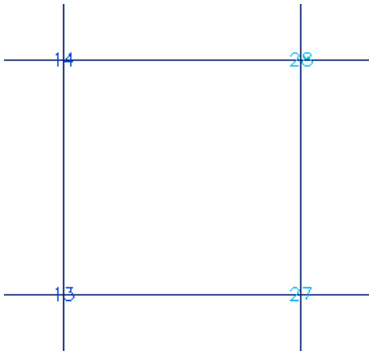


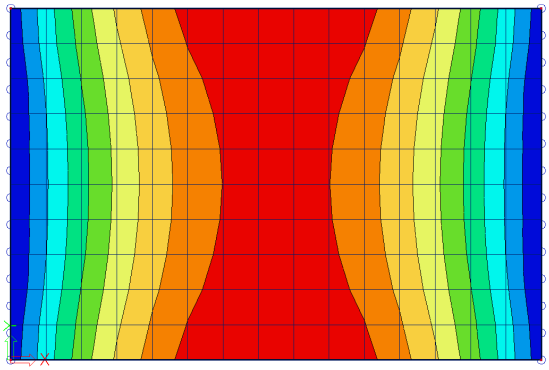


- **In knopen, gemiddelde**

  De resultaatwaarden van aangrenzende eindige elementen worden uitgemiddeld in de gemeenschappelijke knoop. Hierdoor wordt grafisch een vloeiend verloop van de isobanden bekomen.
  In bepaalde gevallen is het niet toelaatbaar om de resultaatwaarden over knopen te middelen:

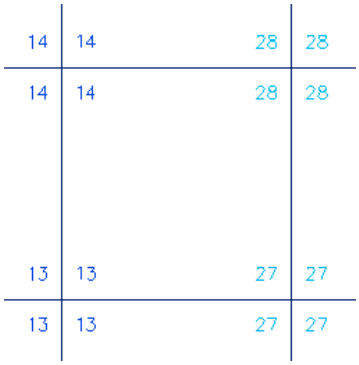
  - Bij de overgang tussen 2D-elementen met verschillende lokale assenstelsels;
  - Indien een resultaat werkelijk discontinu is, zoals de dwarskracht ter hoogte van een lijnoplegging in een plaat. De pieken verdwijnen dan volledig door het uitmiddelen van positieve en negatieve dwarskrachten.

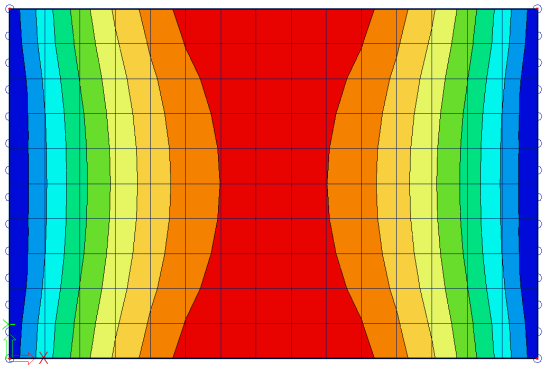




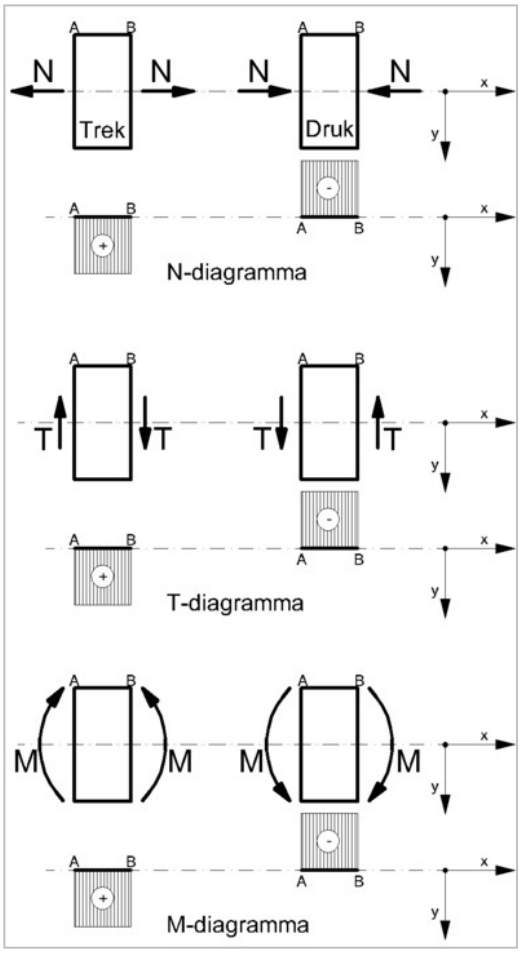
- **In knopen, gemiddelde bij macro**

  De resultaatwaarden worden per knoop slechts gemiddeld over netelementen die én tot hetzelfde 2D-elementen behoren, én dezelfde lokale asrichtingen hebben. Dit lost de problemen op genoemd bij de optie ‘In knopen, gemiddelde’.

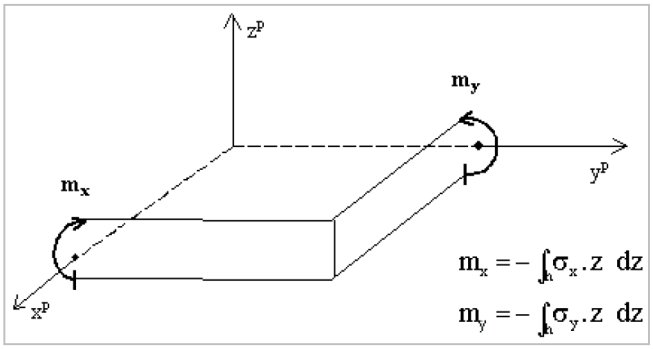




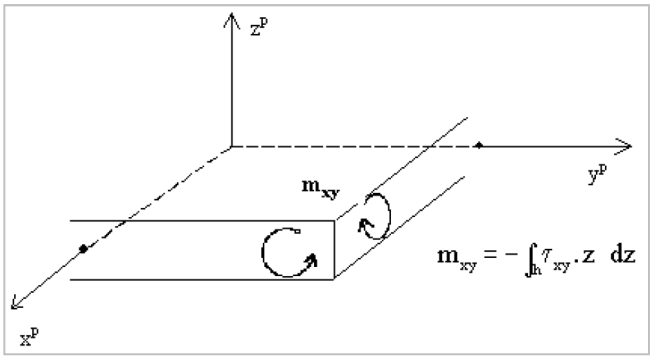
- **Systeem:** richting volgens ‘LCS van het net element’ of ‘LCS van het 2D-element’.
- **Extreem:** dit kan je instellen op ‘Globaal’, ‘Element’ of ‘Net’. ‘Globaal’ betekent dat enkel de maximale waarde van het hele model wordt weergeven. Voor ‘Element’ wordt het maximum per element getoond. Voor ‘Net’ wordt het maximum per net element weergeven.
- **Type van waarden:** er zijn drie types van waarden: ‘Basis grootheden’, ‘Hoofdgrootheden’ en ‘Elementaire ontwerpgrootheden’.
    - **Basisgrootheden = Karakteristieke waarden**
        - **1D Staven**



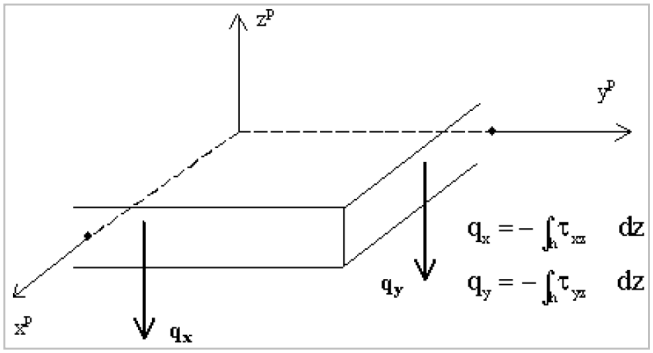
        - **Buiging (platen, schalen)**
            - Buigmomenten mx, my



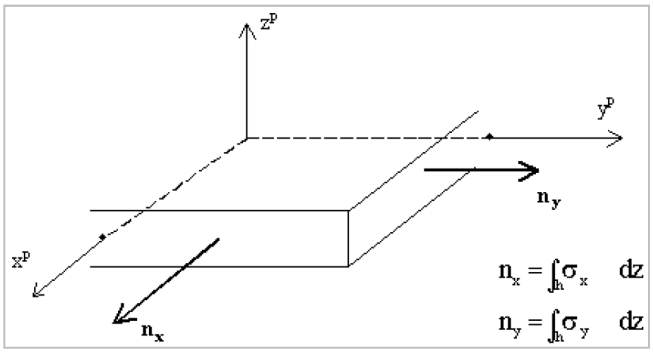
- Torsiemoment mxy



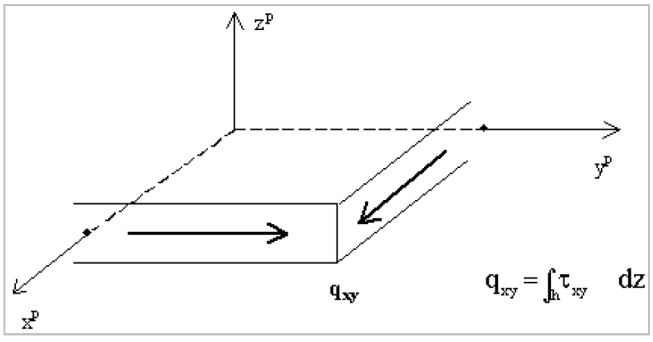
- Dwarskrachten qx, qy (=vx, vy)



- **Membraaneffecten (wanden, schalen)**
  - Membraankrachten nx, ny

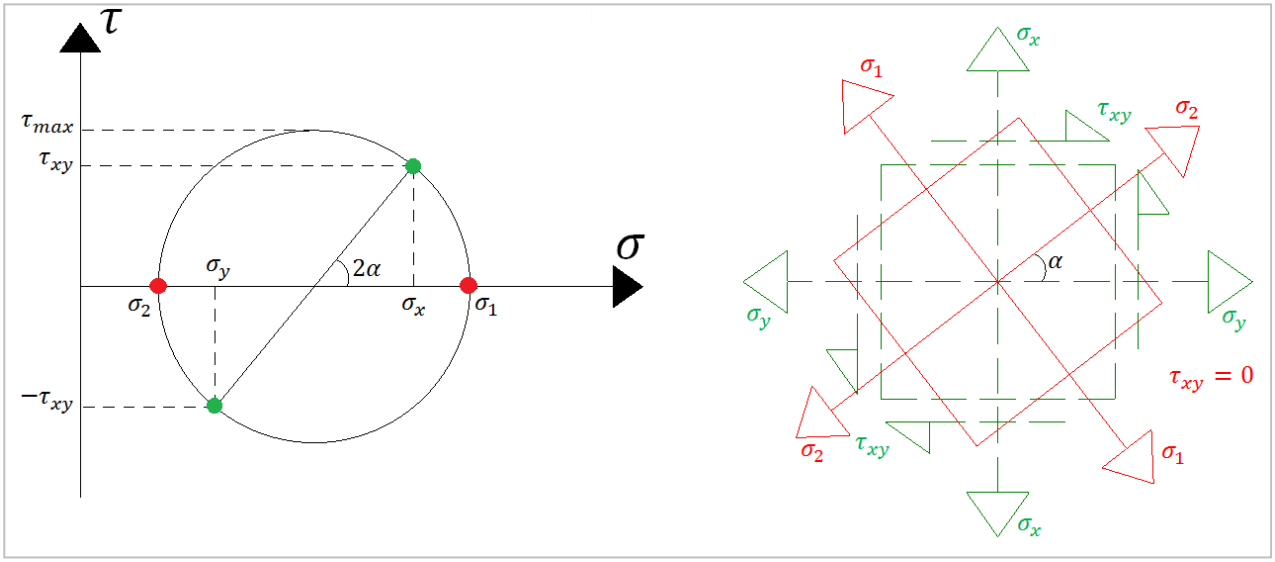


  - Dwarskracht qxy (=nxy)



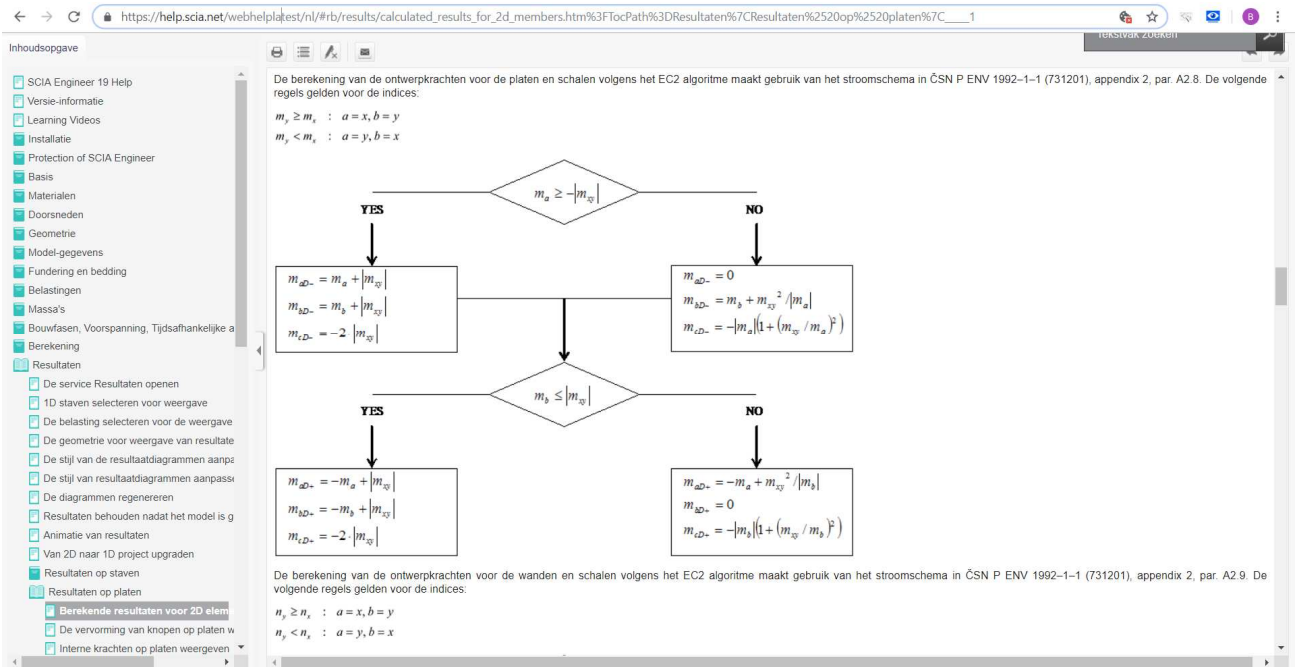
- **Hoofdgrootheden**

  De hoofdgrootheden geven de resultaten volgens de assen van de grootste spanningsrichtingen (hoofdrichtingen), te bepalen met de cirkel van Mohr.

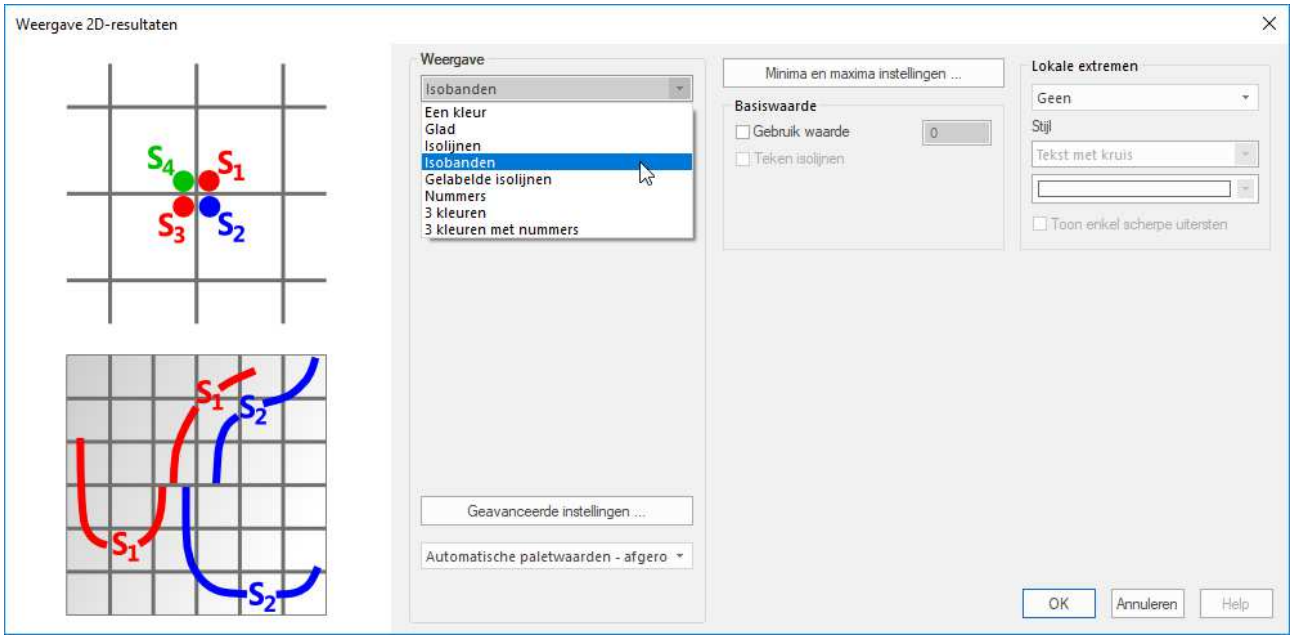


- **Wapeningsgrootheden = Ontwerpwaarden**

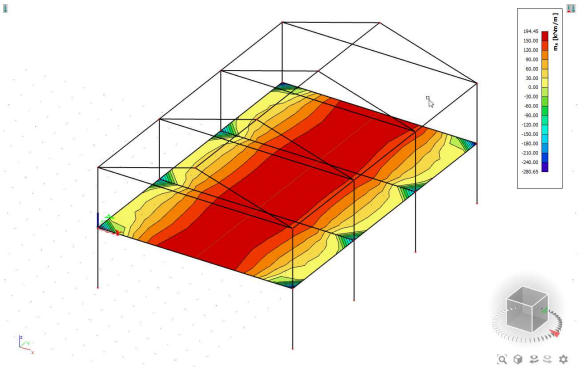
  Voor de afleiding van de wapeningsgrootheden uit de basisgrootheden wordt gebruik gemaakt van formules uit de Eurocode (je kan deze formules ook terugvinden via https://help.scia.net/webhelplatest/nl/#rb/results/calculated_results_for_2d_members.htm%3FTocPath%3DResultaten%7CResultaten%2520op%2520platen%7C_____1).



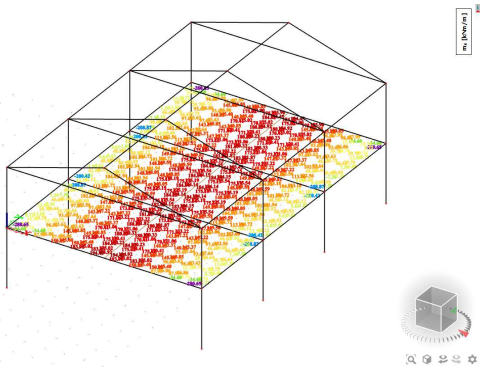
- **Grafisch beeld instellen 2D:** via de drie puntjes open je het venster ‘Weergave 2D-resultaten’. Hier kan je bepalen hoe de resultaten (isobanden, isolijnen, nummers,...) moeten weergeven worden. Je kan ook een maximum- en minimumwaarde instellen.



Isobanden

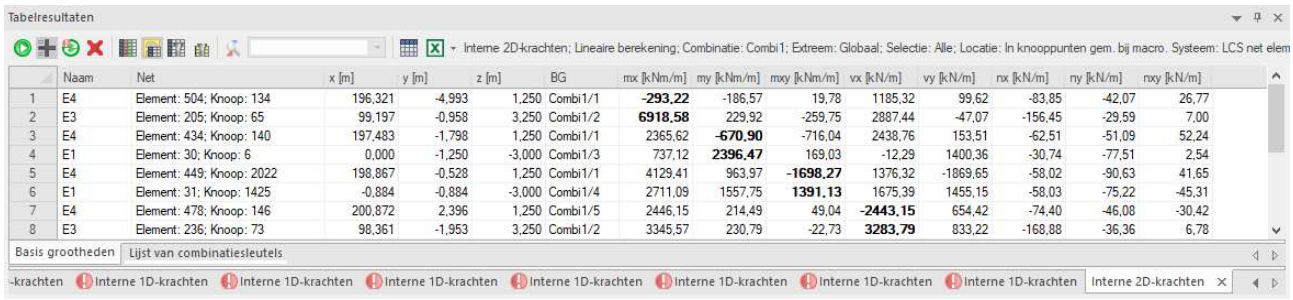


Nummers



5.3. Tabelresultaten

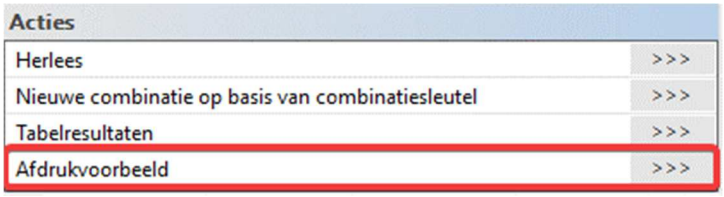
Je kan de resultaten ook laten weergeven in tabelvorm. Deze tabelresultaten kan je openen door te klikken op ‘Tabelresultaten’ onder ‘Acties’.



	Naam	Net	x [m]	y [m]	z [m]	BG	mx [kNm/m]	my [kNm/m]	mxy [kNm/m]	vx [kN/m]	vy [kN/m]	nx [kN/m]	ny [kN/m]	nxy [kN/m]
1	E4	Element: 504; Knoop: 134	196,321	-4,993	1,250	Combi1/1	**-293,22**	-186,57	19,78	1185,32	99,62	-83,85	-42,07	26,77
2	E3	Element: 205; Knoop: 65	99,197	-0,958	3,250	Combi1/2	**6918,58**	229,92	-259,75	2887,44	-47,07	-156,45	-29,59	7,00
3	E4	Element: 434; Knoop: 140	197,483	-1,798	1,250	Combi1/1	2365,62	**-670,90**	-716,04	2438,76	153,51	-62,51	-51,09	52,24
4	E1	Element: 30; Knoop: 6	0,000	-1,250	-3,000	Combi1/3	737,12	**2396,47**	169,03	-12,29	1400,36	-30,74	-77,51	2,54
5	E4	Element: 449; Knoop: 2022	198,867	-0,528	1,250	Combi1/1	4129,41	963,97	**-1698,27**	1376,32	-1869,65	-58,02	-90,63	41,65
6	E1	Element: 31; Knoop: 1425	-0,884	-0,884	-3,000	Combi1/4	2711,09	1557,75	**1391,13**	1675,39	1455,15	-58,03	-75,22	-45,31
7	E4	Element: 478; Knoop: 146	200,872	2,396	1,250	Combi1/5	2446,15	214,49	49,04	**-2443,15**	654,42	-74,40	-46,08	-30,42
8	E3	Element: 236; Knoop: 73	98,361	-1,953	3,250	Combi1/2	3345,57	230,79	-22,73	**3283,79**	833,22	-168,88	-36,36	6,78

5.4. Afdrukvoorbeeld

Daarnaast kan je de resultaten ook weergeven in het afdrukvoorbeeld. Dit toont je de tabel die gegenereerd wordt door het engineering report.



Interne 2D-krachten

Lineaire berekening
Combinatie: Combi1
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element

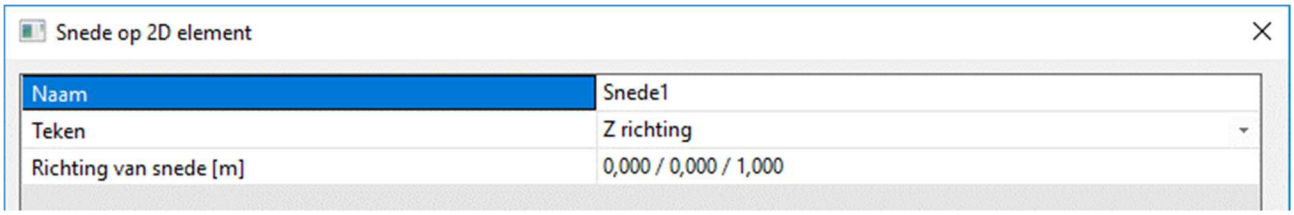
Basis grootheden

Naam	Net	Positie [m]	BG	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
S11	Element: 3404 Knoop: 593	11,593 0,000 0,000	Combi1/1	**-55,13** -270,62	-0,35	-25,94 201,42	-5,24 -26,29	-2,84
S11	Element: 3406 Knoop: 597	12,185 0,000 0,000	Combi1/1	-55,10 **-275,91**	0,24	-2,13 155,66	-5,19 -25,96	-1,84
S3	Element: 796 Knoop: 882	14,852 3,000 0,000	Combi1/1	**4,51** **7,67**	0,00	0,21 0,00	0,00 0,00	0,00
S11	Element: 3403 Knoop: 3670	11,000 0,000 0,308	Combi1/1	-3,37 -216,50	-18,11	**-105,34** -165,75	0,61 -26,69	-0,94
S11	Element: 3429 Knoop: 3696	19,000 0,000 0,308	Combi1/1	-3,37 -216,50	18,11	**105,34** -165,75	0,61 -26,69	0,94
S11	Element: 3403 Knoop: 5	11,000 0,000 0,000	Combi1/1	-18,00 -189,77	**-21,43**	-86,47 **-401,75**	**-8,01** -35,91	**-6,43**
S6	Element: 1789 Knoop: 1946	-6,148 0,000 4,000	Combi1/1	1,57 0,00	0,05	0,31 0,20	**1,60** 0,01	0,00
S6	Element: 1621 Knoop: 9	-10,000 0,000 0,000	Combi1/1	-18,00 -189,77	**21,43**	-86,47 **401,75**	-8,01 **-35,91**	**6,43**
S6	Element: 1633 Knoop: 1790	-9,704 0,000 4,000	Combi1/1	1,67 0,07	-0,24	1,74 0,30	0,10 **0,02**	0,04

Naam	Combinatiesleutel
Combi1/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2

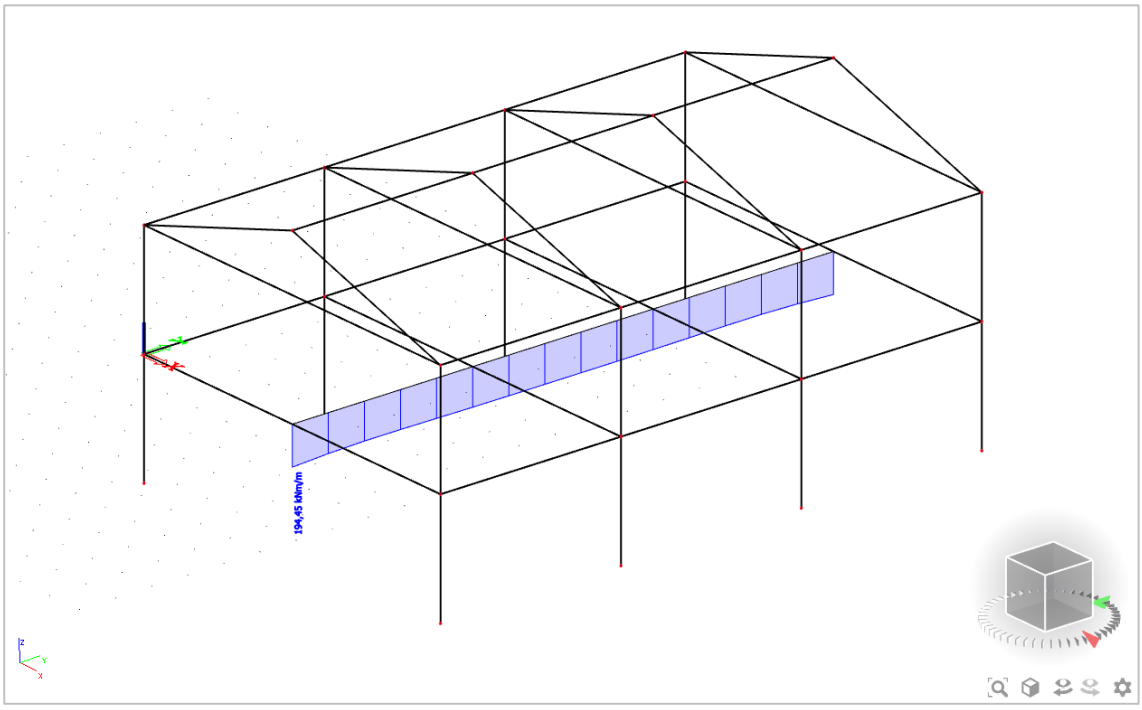
5.5. Snede op 2D element

De optie om een snede aan te maken op een 2D-element vind je terug onder ‘Tools (2D-resultaten)’:



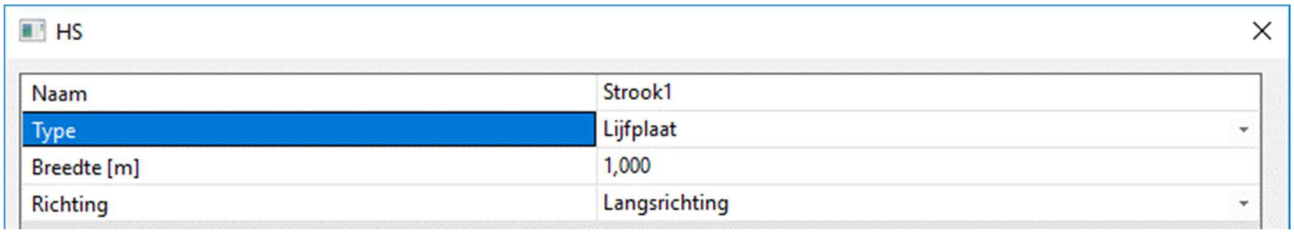
- **Teken**: bepaalt de richting van het resultaat dat is getekend op de snede.
- **Richting van snede:** bepaalt de richting van de snede die gemaakt wordt door een vector X/Y/Z. Bijvoorbeeld 0/0/1 is een snede in de Z richting.

Om de resultaten weer te geven op de snede, kies je voor de optie ‘Resultaten op snedes’ in het eigenschappenvenster bij het opvragen van een resultaat.



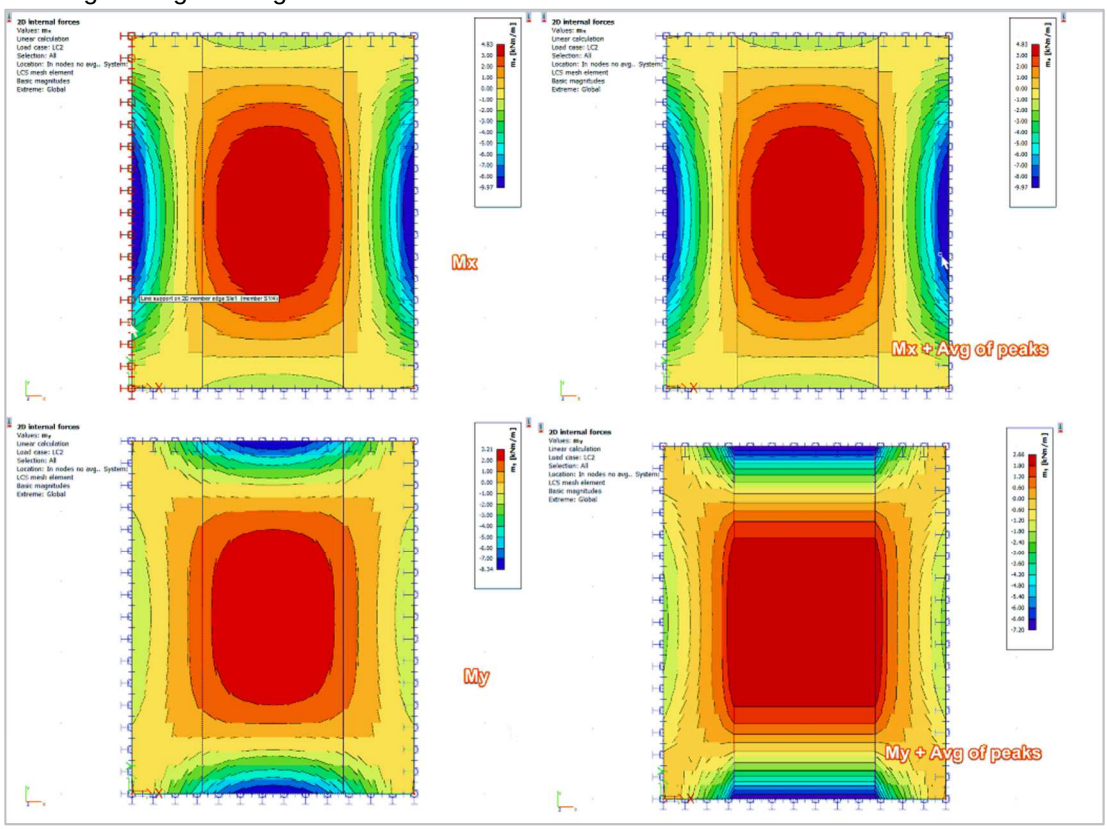
5.6. Middelingsstrook

Een middelingsstrook middelt piekwaarden over een zone. Deze optie vindt men terug in het ‘Resultaten’ menu onder ‘Tools (2D-resultaten)’:



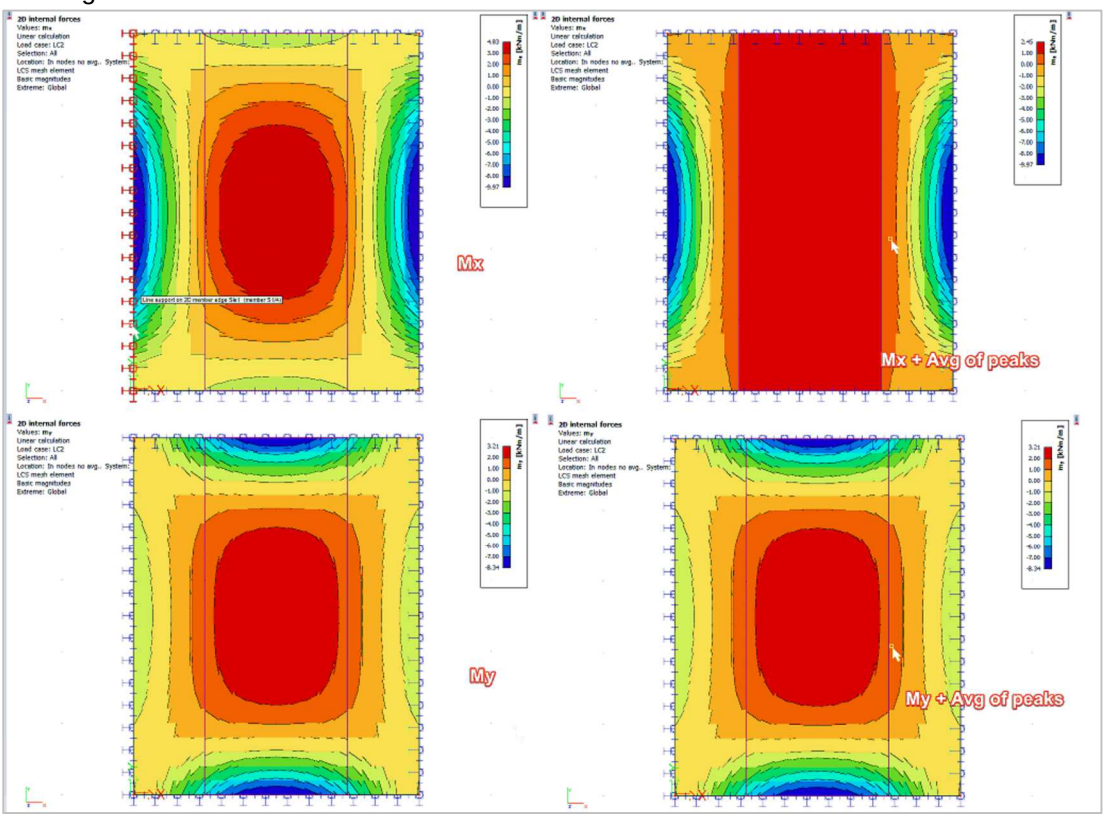
- **Type:** je kan een punt of lijfplaat kiezen.
- **Dimensies:** hier stel je de afmetingen van het punt of van de lijfplaat in.
- **Richting:**

1) Richting = Langsrichting



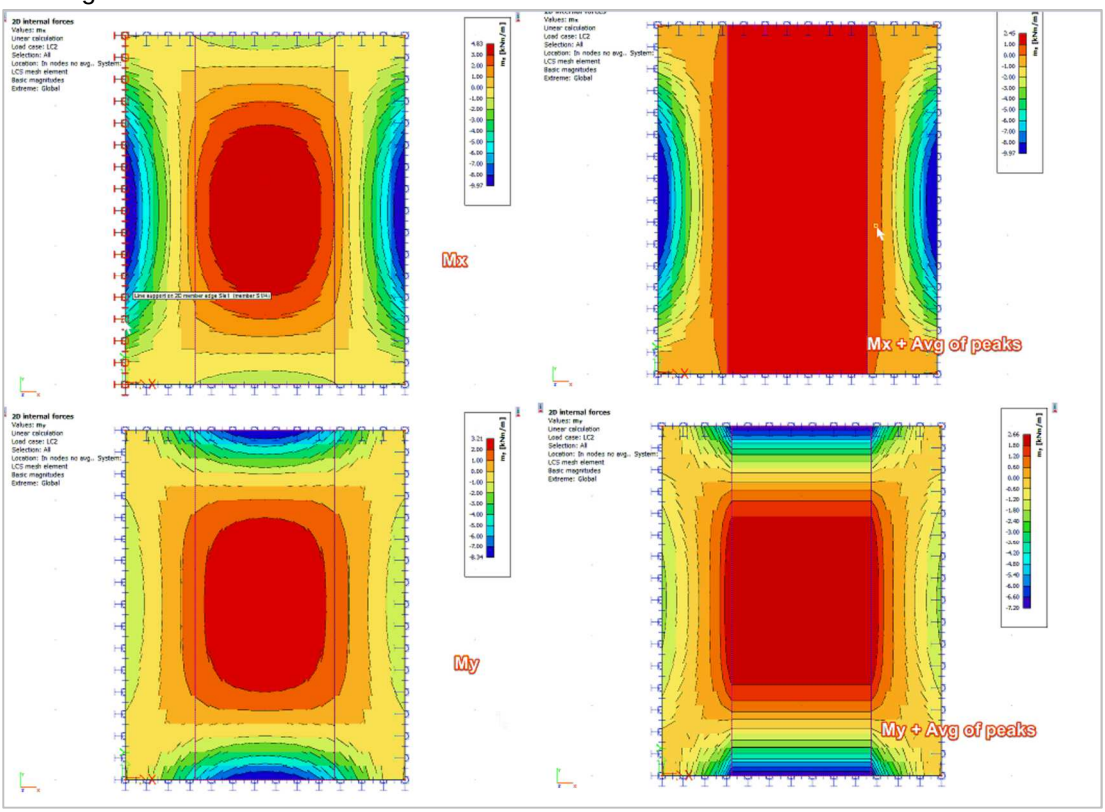
Langsrichting betekent dat de middeling gebeurt volgens de langsrichting van de strook. In het bovenstaande voorbeeld is dit de y-richting (verticaal). Dit betekent dat de middeling gebeurt voor my. De waarden van my zijn gemiddeld in de x-richting.

2) Richting = Haaks



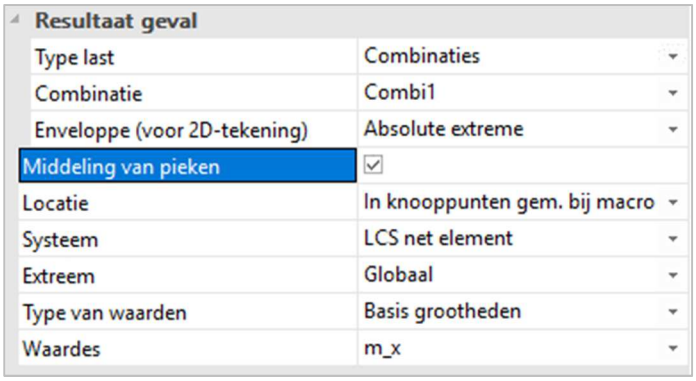
Haaks betekent dat de middeling gebeurt volgens de haakse richting van de strook. In het bovenstaande voorbeeld is dit de x-richting (horizontaal). Dit betekent dat de middeling gebeurt voor mx. De waarden van my zijn gemiddeld in de y-richting.

3) Richting = Beide



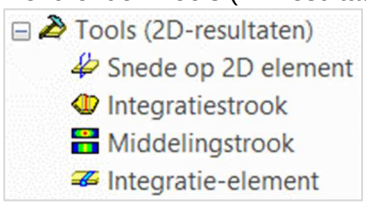
Beide betekent dat de middeling gebeurt in beide richtingen van de middelingsstrook. Dit betekent dat zowel de waarden van mx als my worden gemiddeld in de richtingen haaks op mx en my.

Om de middelingsstrook te activeren, moet je de optie ‘Middeling van pieken’ aanvinken in het eigenschappenvenster.

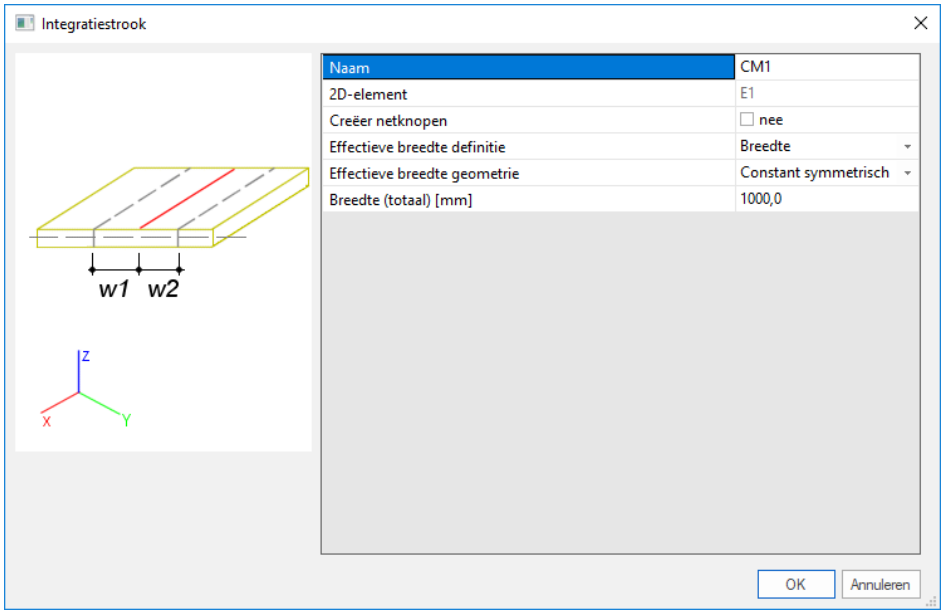


5.7. Integratiestrook / integratie-element

Een integratiestrook is een strook die je definieert op een 2D-element. Op deze strook kan je resultaten opvragen alsof het een 1D-element is. Een integratie-element lijkt hier sterk op, maar dit werkt dan in 3D. Zo kan je de resultaten over meerdere 2D-elementen beschouwen. Deze opties vind je terug in het ‘Resultaten’ menu onder ‘Tools (2D-resultaten)’.

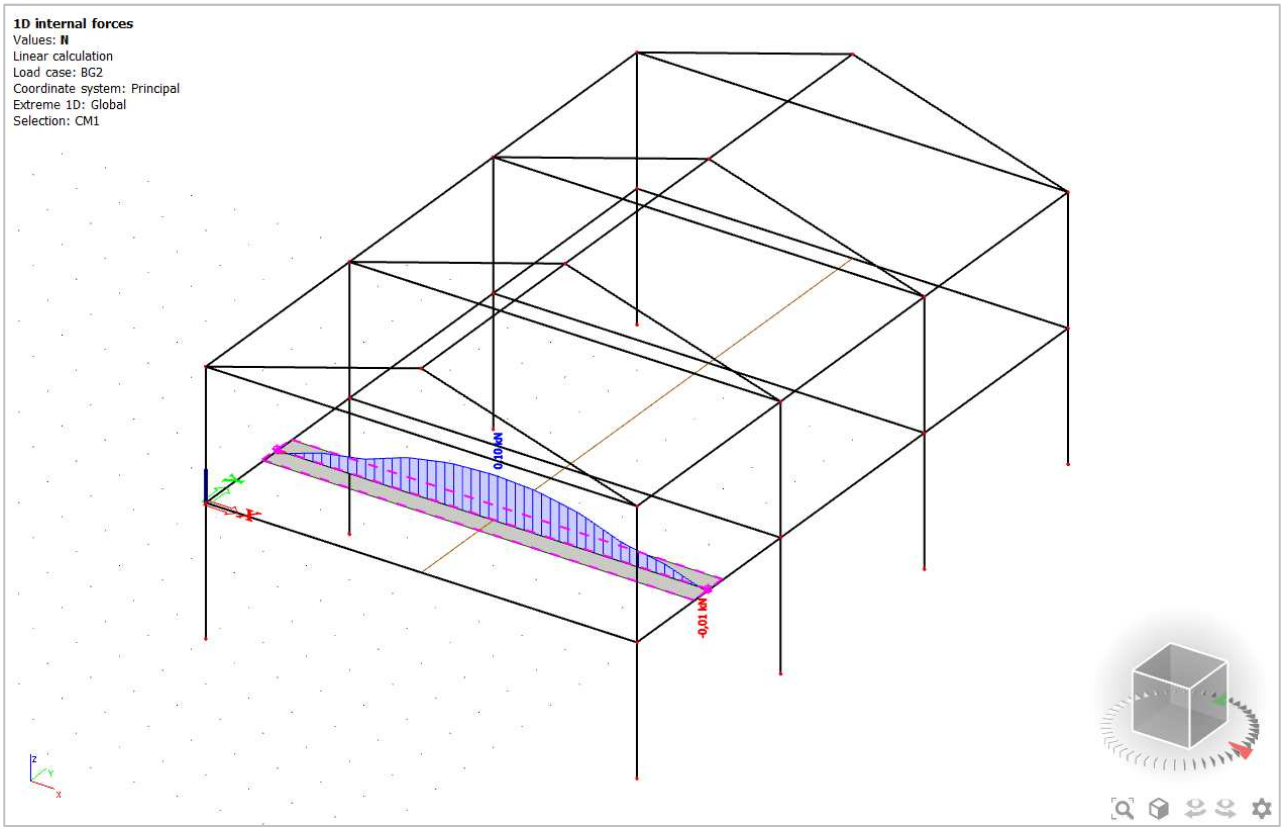


Bepaal de breedte van de integratiestrook.

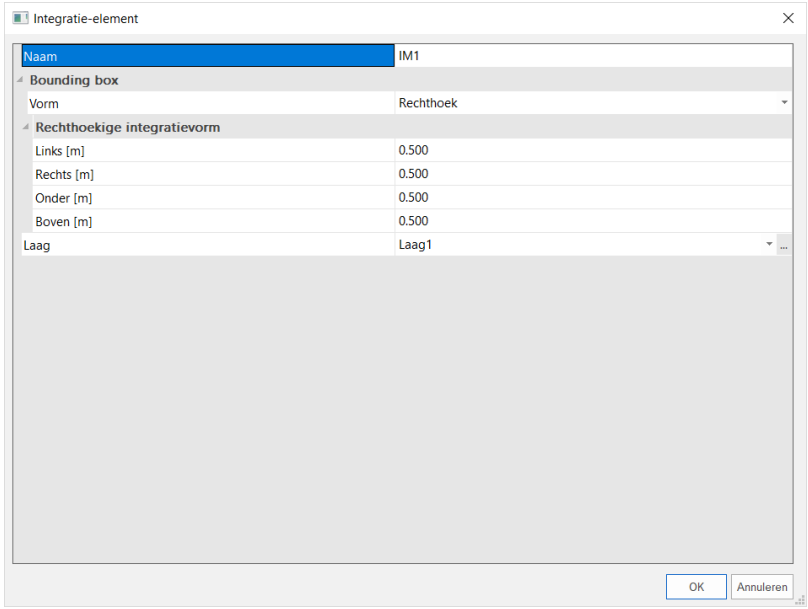


Ga naar ‘Liggers’ → ‘Interne 1D-krachten’ → vink de optie ‘Integratiestrook’ aan

Resultaat geval	
Type last	Belastingsgevallen
Belastingsgeval	BG1 - Eigen gewicht
Integratiestrook/-element	☑



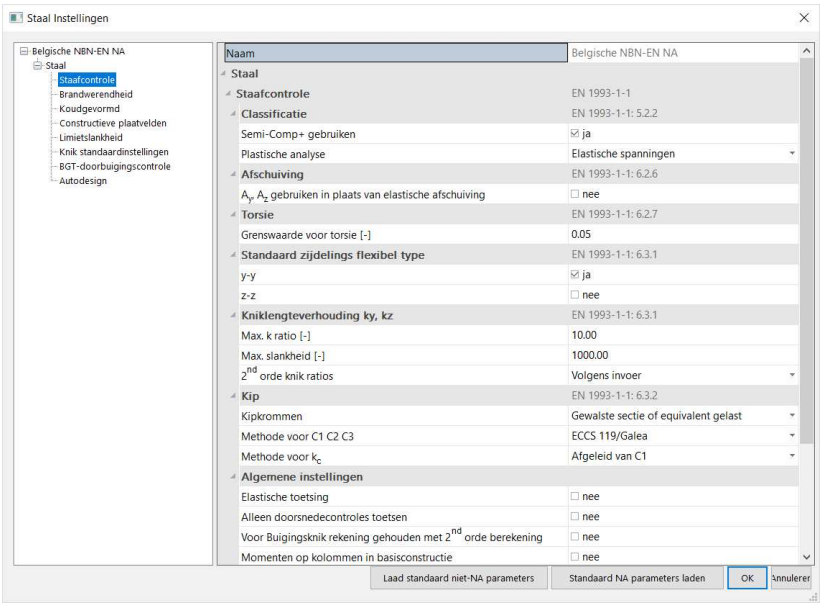
De werkwijze is gelijkaardig voor een integratie-element. In het venster stel je nu een vorm in en kies je waarden voor de bijhorende parameters.



Hoofdstuk 6: Staalontwerp

6.1. Staalinstellingen

Je kan de staalinstellingen openen via ‘Staal’ → ‘Liggers’ → ‘Staal Instellingen’.



In dit venster kan je algemene instellingen wijzigen. Deze instellingen hebben een invloed op de controle. Ze zijn standaard ingesteld volgens de Eurocode. Een meer gedetailleerde uitleg over dit menu kan je terugvinden in de staalhandleiding.

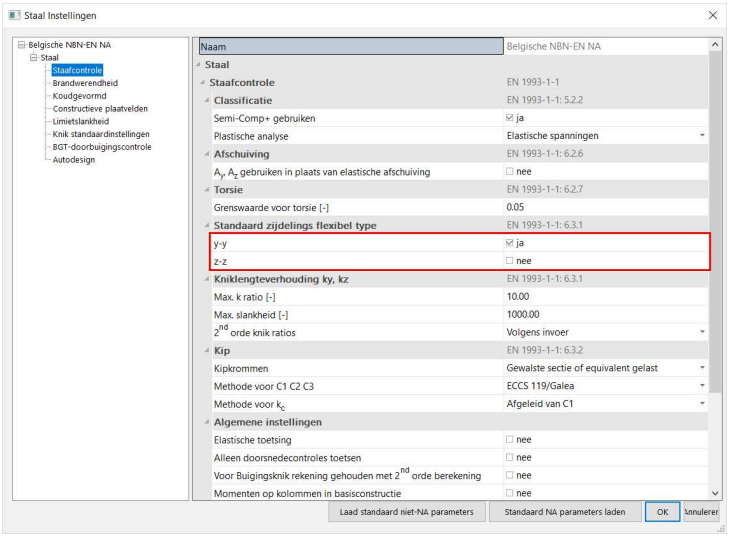
Je kan de instellingen overschrijven voor een of meerdere elementen door middel van ‘Staafgegevens staal’. Met deze optie open je een venster waarin specifieke instellingen kunnen worden meegegeven aan een (of meerdere) element(en).

6.2. Knikinstellingen

Je kan de knikfactoren op een aantal manieren bepalen. De eerste manier is dat je alles standaard ingesteld laat staan en dat je SCIA de knikfactor automatisch laat berekenen. Een tweede optie is het toekennen van knikgroepen op elementen om de bepaling van de knikfactor te begeleiden.

6.2.1. Standaard knikberekening

Wanneer je deze methode gebruikt, moet je slechts één aanpassing maken. In de staalinstellingen stel je het standaard zijdelings flexibel type in.



Met deze instellingen wordt bepaald of de structuur zijdelings flexibel is of niet (geschoord of niet-geschoord) rond de sterke (y-y) en de zwakke (z-z) as van de profielen in de structuur. Afhankelijk van deze instelling wordt een andere formule gebruikt om de knikfactor te bepalen:

- voor een niet-zijdelings flexibele structuur:

$$k = \frac{(\rho_1\rho_2+5\rho_1+5\rho_2+24)(\rho_1\rho_2+4\rho_1+4\rho_2+12)2}{(2\rho_1\rho_2+11\rho_1+5\rho_2+24)(2\rho_1\rho_2+5\rho_1+11\rho_2+24)}$$

- voor een zijdelings flexibele structuur:

$$k = x\sqrt{\frac{\pi^2}{\rho_1 x}+4}$$

met

k	knikfactor
L	systeemlengte
E	elasticiteitsmodulus
I	traagheidsmoment
C_i	stijfheid in knoop i
M_i	moment in knoop i
ϕ_i	rotatie in knoop i

$$x = \frac{4\rho_1\rho_2 + \pi^2\rho_1}{\pi^2(\rho_1+\rho_2)+8\rho_1\rho_2}$$

$$\rho_i = \frac{C_i L}{EI}$$

$$C_i = \frac{M_i}{\phi_i}$$

De waarden voor M_i en ϕ_i zijn benaderend bepaald door de interne krachten en de bijhorende vervormingen, overeenkomstig met de knikvormen. Dus bij het uitvoeren van een lineaire berekening zullen er in de achtergrond 2 extra belastingsgevallen automatisch worden aangemaakt en berekend om de knikfactoren voor de elementen te bepalen. **Bij niet-lineair rekenen moet de gebruiker dus ook een lineaire berekening uitvoeren. Anders worden er geen knikfactoren berekend en kan er geen staalcontrole uitgevoerd worden.**

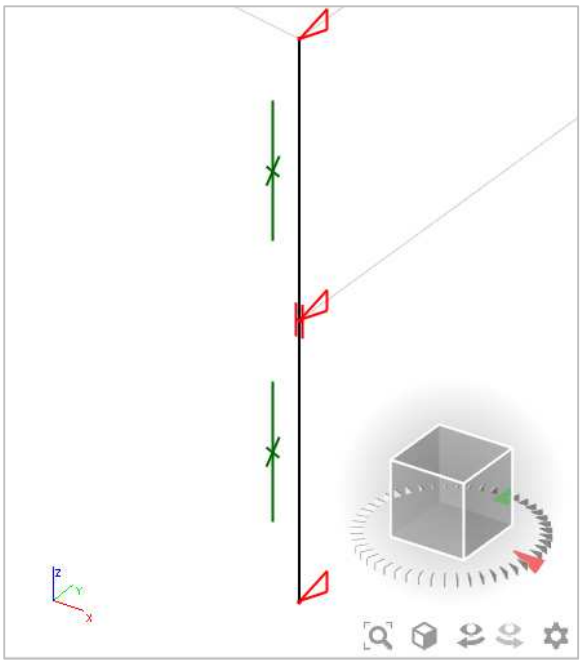
De volgende belastingsgevallen zijn beschouwd in de lineaire berekening voor de berekening van de knikfactoren:

- belastingsgeval 1:
    - op liggers worden lokaal verdeelde belastingen qy = 1 N/m en qz = -100 N/m geplaatst;
    - op kolommen worden globaal verdeelde belastingen Qx = 10000 N/m en Qy = 10000 N/m geplaatst.

- belastingsgeval 2:
    - op liggers worden lokaal verdeelde belastingen qy = -1 N/m en qz = -100 N/m geplaatst;
    - op kolommen worden globaal verdeelde belastingen Qx = -10000 N/m en Qy = -10000 N/m geplaatst.

De gebruikte benadering geeft goede resultaten voor raamwerken met loodrechte starre en halfstarre balkverbindingen. **Voor andere gevallen moet je de berekende knikfactoren kritisch beoordelen.**

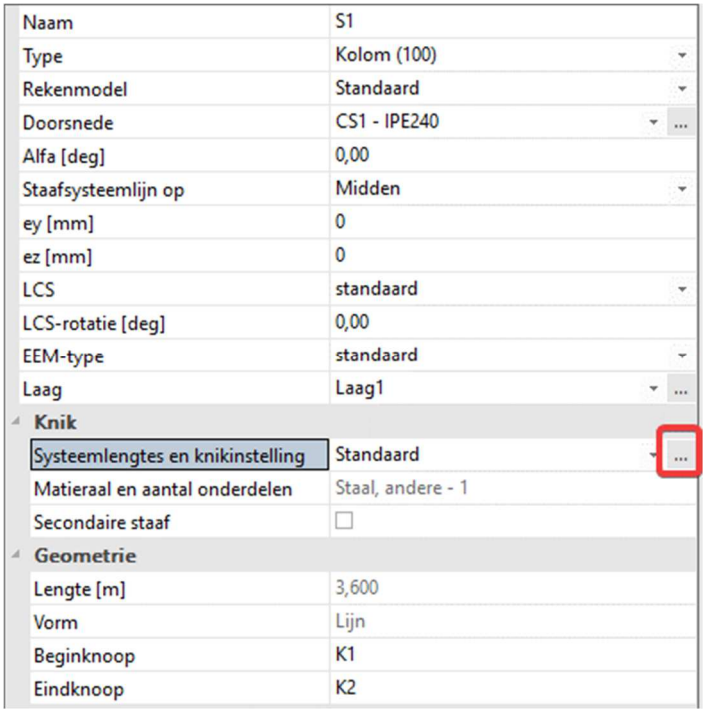
De systeemlengte van elk kniksysteem is automatisch bepaald door SCIA. Soortgelijke elementen behoren tot hetzelfde kniksysteem. Het kniksysteem kan gesplitst worden in meerdere systemen wanneer er een steunpunt of een element loodrecht op het beschouwde element in de richting van de sterke of zwakke as aanwezig is. Het kniksysteem is dan enkel verkort voor de relevante as.

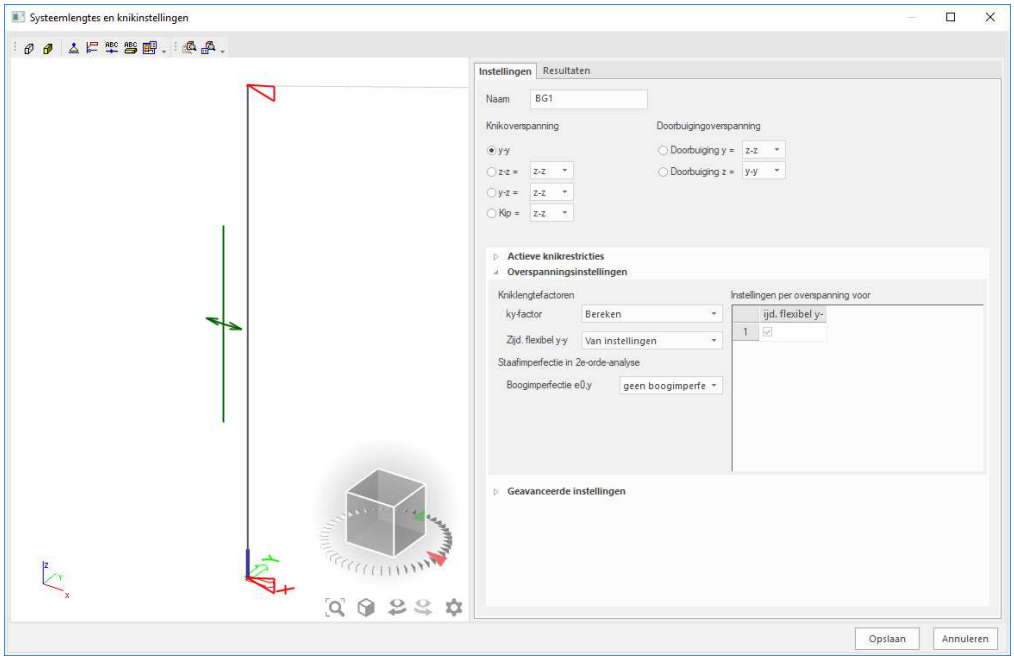


6.2.2. Toewijzen van knikgroepen

Om meer invloed te hebben op de bepaling van de knikfactoren kan je manueel knikgroepen toewijzen aan elementen. Eenzelfde knikgroep kan je toepassen op elementen met hetzelfde kniksysteem (zelfde lengte en kniksteunen).

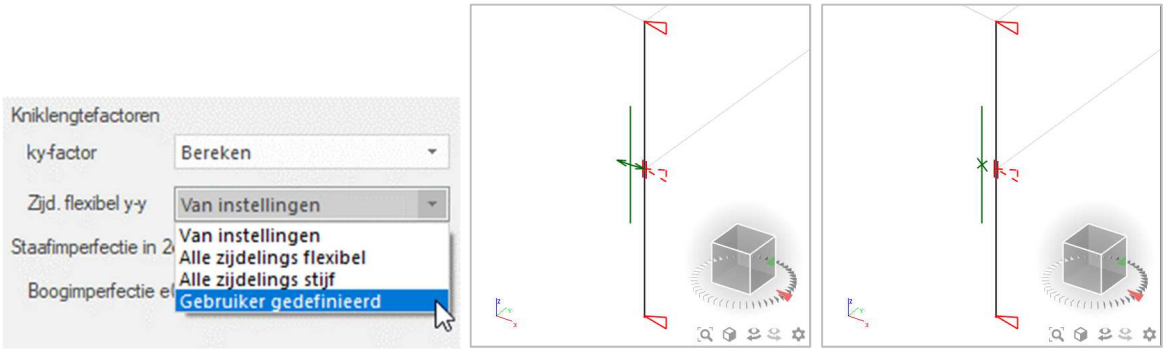
Om een knikgroep aan te maken, selecteer je het element en klik je op de drie puntjes naast **'Systeemlengtes en knikinstelling'** in het eigenschappenvenster.



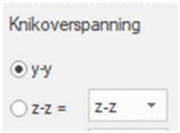


- **Knikrestricties:** de knikrestricties kan je instellen door het aanklikken van de driehoeken of door het openen van de actieve knikrestricties en het aan-/uitvinken van de opties. Een restrictie toevoegen zal het kniksysteem inkorten.

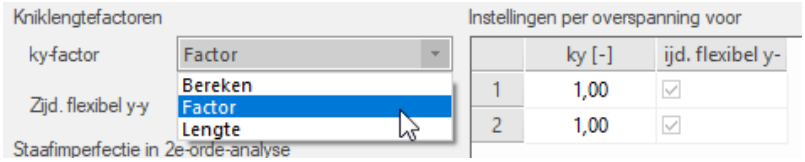
- **Zijdelings flexibel:** je kan bepalen of de structuur zijdelings flexibel is of niet (volgens de actieve as) door op de groene lijn te klikken of door dit te veranderen in de instellingen. Een kruis betekent niet-zijdelings flexibel en een dubbele pijl betekent zijdelings flexibel.



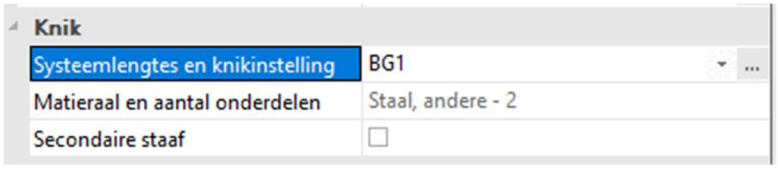
- **Knikoverspanning:** deze instelling bepaalt aan welke as de aanpassingen worden gemaakt (sterk of zwak).



- **k-factor:** de k-factor kan bepaald worden op 3 manieren: berekend door SCIA Engineer (reeds hierboven beschreven), ingesteld door jou of door de kniklengte in te stellen. Wanneer je 'factor' of 'lengte' kiest, kan je de waarde veranderen in de tabel naast deze instelling.



Na het instellen van de knikgroep, moet je bevestigen met 'Opslaan' om dit toe te passen op het gekozen element. De eigenschap is nu veranderd in het eigenschappenvenster. Deze knikgroep kan nu toegepast worden op elementen met hetzelfde kniksysteem. De knikgroep overschrijft voor dit element de instellingen voor knik in de staalinstellingen.



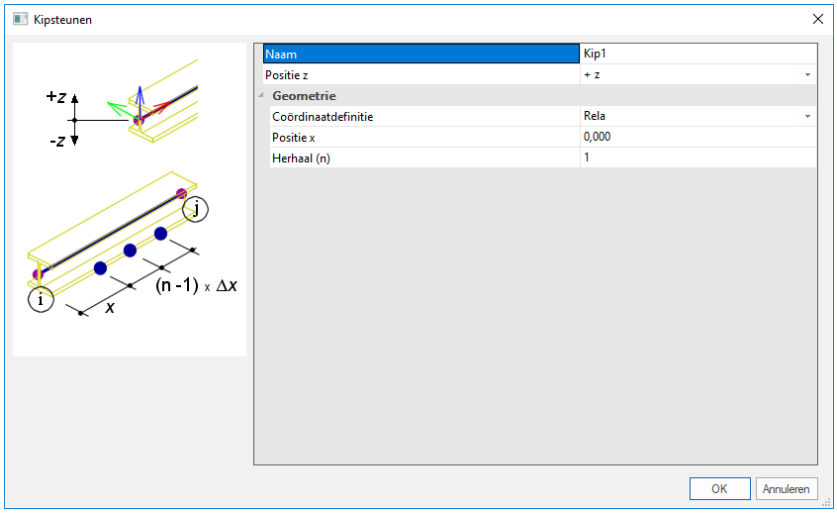
6.3. Staafcontrole gegevens

Er zijn sommige effecten die niet in rekening kunnen gebracht worden in het model, maar die de controle wel kunnen beïnvloeden. Dit kunnen we in rekening brengen door gebruik te maken van ‘Staafcontrole gegevens’. Dit zijn gegevens die enkel de controle beïnvloeden. Deze elementen worden niet effectief toegevoegd in het model en hebben dus geen invloed op de interne krachten.

We zullen de volgende staafcontrole gegevens beschouwen in dit document:

Kipsteunen

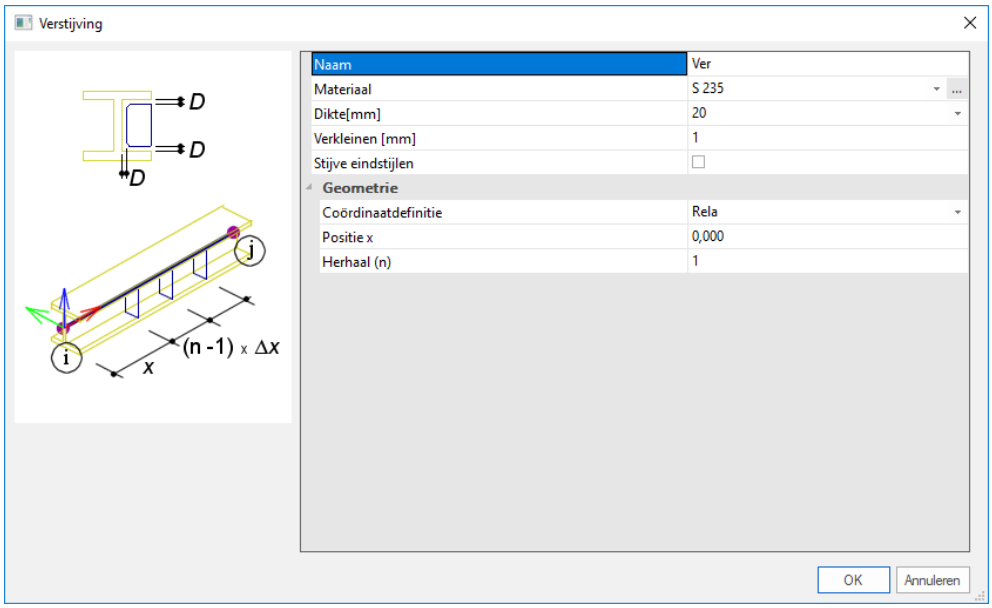
In werkelijkheid kan de kiplengte korter zijn dan deze bepaald door SCIA. De reden hiervoor is dat in SCIA de elementen verbonden worden door de systeemlijn of eenvoudigweg omdat sommige elementen niet gemodelleerd worden. De kipsteun heeft een invloed op de kiplengte van de staaf. De nieuwe kiplengte is dan de lengte tussen de toegevoegde kipsteunen.



Je dient de positie (bovenaan of onderaan de staaf) en de locatie van de kipsteunen in te stellen.

Verstijvingen

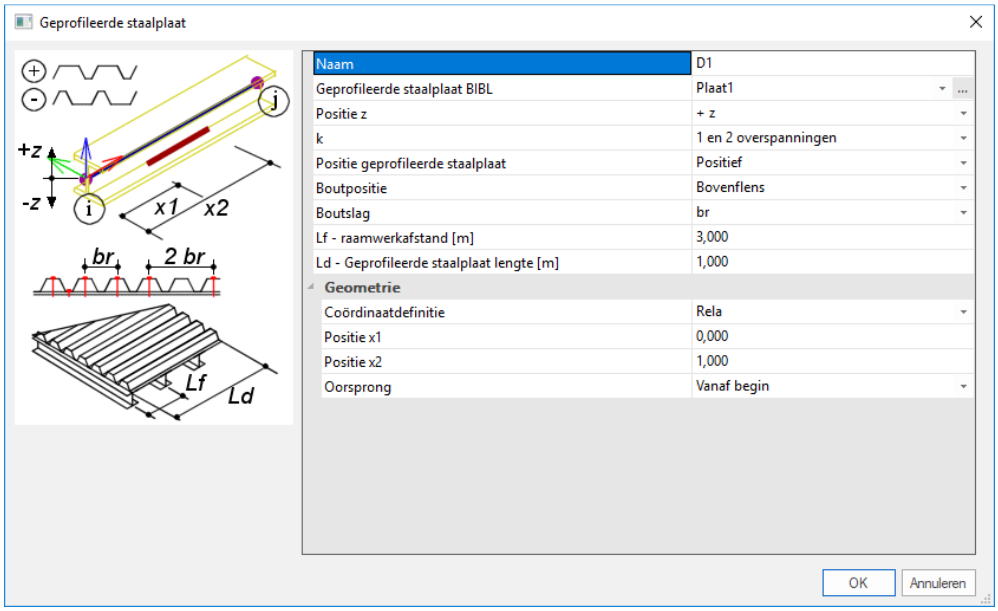
Verstijvingen verhogen de afschuifoppervlakte in een sectie. Dit is voordelig voor de afschuivingscontrole. Dit type staafcontrole gegevens is toegevoegd omdat het niet mogelijk is om de verstijvingen te gaan modelleren. De staaf is immers een 1D-element en heeft dus geen oppervlak (wordt berekend als lijn).



Om een verstijving in te voegen, moet je de geometrie, het materiaal en de positie instellen.

Geprofileerde staalplaat

Doorgaans wordt de geprofileerde staalplaat niet gemodelleerd. Dit omwille van de aanname dat voor een stalen hal de volledige belasting wordt overgedragen naar de 1D-structuur. Ze wordt toegevoegd om de stijfheid van de geprofileerde staalplaat + het effect op de berekening van M_{cr} in rekening te brengen zonder de standaard aanname te veranderen.



Je kan de parameters van de geprofileerde staalplaat en de locatie instellen.

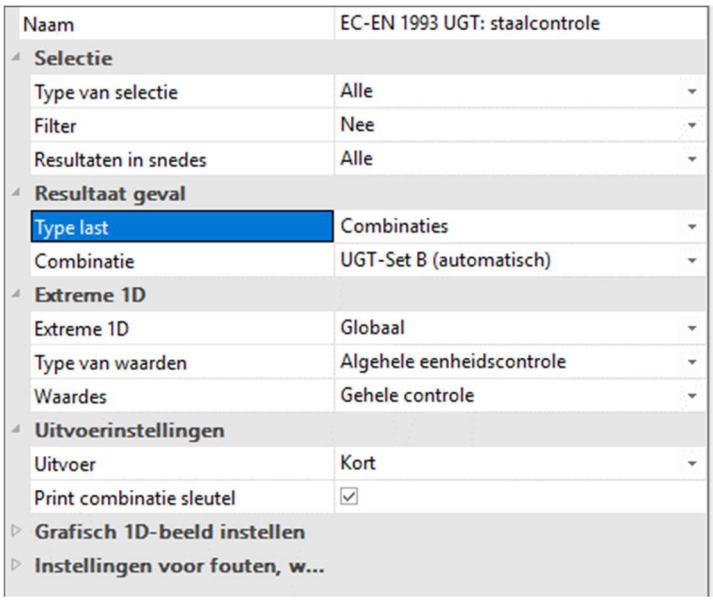
OPMERKING: je kan meer informatie over staafcontrole gegevens terugvinden in de staalhandleiding.

6.4. UGT controle

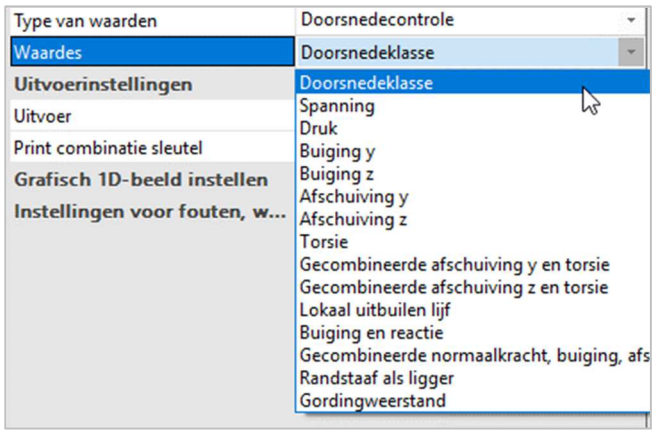
Je kan de UGT controle vinden in het ‘Staal’ menu **na** het uitvoeren van de berekening. Deze controle geeft je grafisch de hoogste eenheidscontrole (van alle uitgevoerde controles) per sectie van een element. Je kan zowel een doorsnedecontrole als een stabiliteitscontrole uitvoeren. Alle controles worden uitgevoerd volgens de Eurocode. Naast de grafische uitvoer kan je ook het afdrukvoorbeeld opvragen voor meer gedetailleerde (tussen)resultaten.

6.4.1. Grafische uitvoer

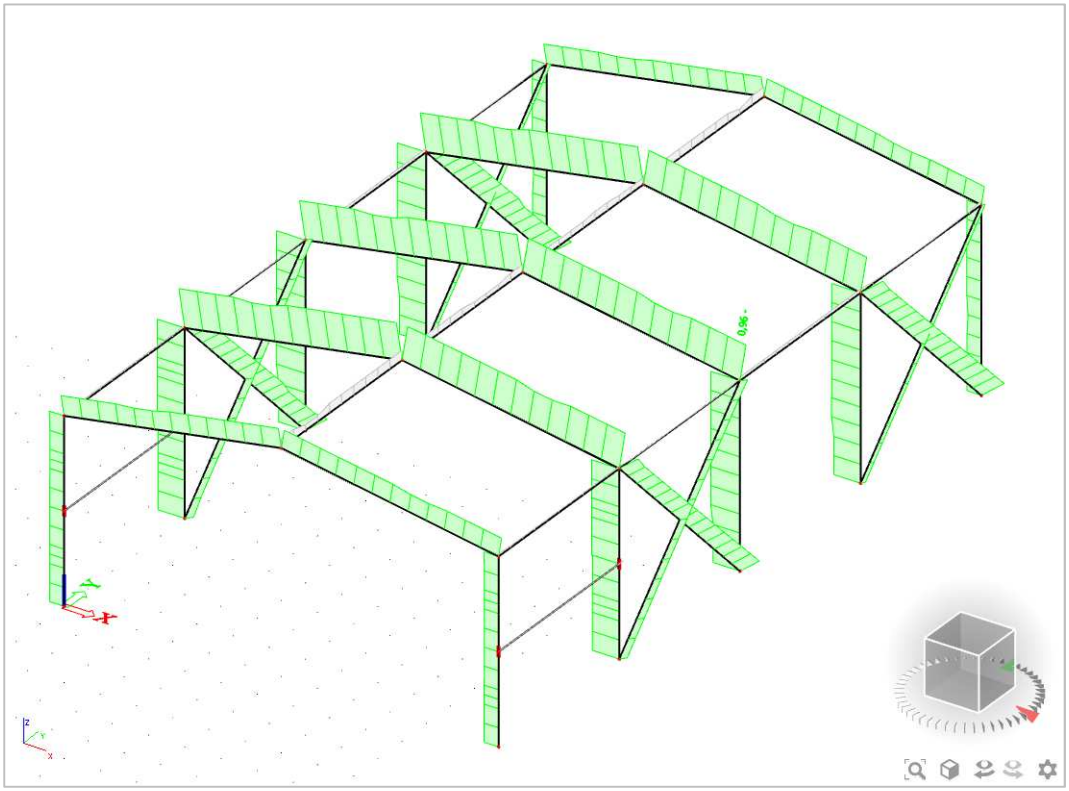
Je kan de grafische uitvoer instellen in het eigenschappenvenster. De meeste instellingen komen overeen met deze uit het ‘Resultaten’ menu.



- **Type van waarden:** je kan kiezen voor ‘algehele eenheidscontrole’, ‘doorsnedecontrole’ of ‘stabiliteitscontrole’.
- **Waardes:** je kan de algehele controle (van de instelling hierboven) bekijken, alsook aparte controles.



Na het instellen van het eigenschappenvenster, klik je op ‘Herlees’ onder ‘Acties’ om het resultaat te bekijken.



6.4.2. Afdrukvoorbeeld

Na het instellen van het eigenschappenvenster en het herlezen kan je het afdrukvoorbeeld opvragen. Dit bevat de uitvoer gegenereerd door het engineering report in gedetailleerde tabellen.

Er zijn drie types uitvoer: ‘**Kort’, ‘Samenvatting’** en **‘Uitgebreid’:**

Bij de uitgebreide uitvoer is het mogelijk te kiezen of de uitvoer moet worden weergeven in tabellen, formules of beide.

Hieronder vind je een voorbeeld van de gedetailleerde uitvoer met tabellen en formules:

Drukcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

A	3,9100e-03	m^2
$N_{c,Rd}$	918,85	kN
Eenheidscontrole	0,06	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,9100 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 918,85[kN] \quad \text{(EC3-1-1: 6.10)}$$

$$\text{Eenheidscontrole} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-56,81[kN]|}{918,85[kN]} = \mathbf{0,06 \leq 1,00} \quad \text{(EC3-1-1: 6.9)}$$

Controle buigend moment voor M_y
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

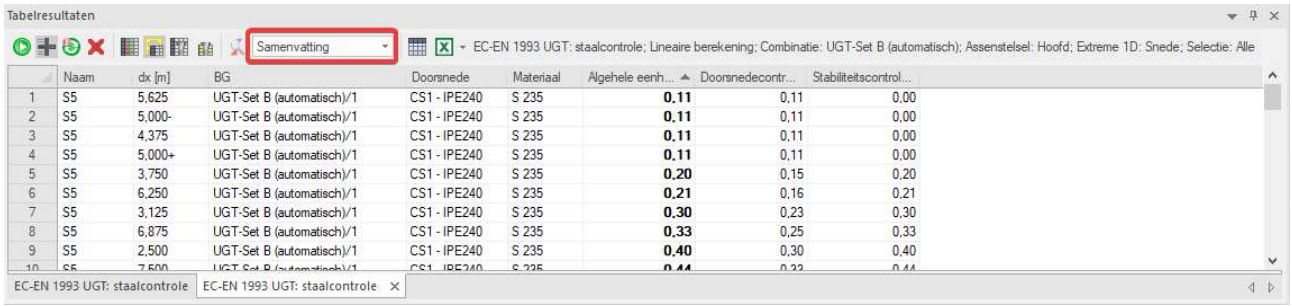
$W_{pl,y}$	3,6700e-04	m^3
$M_{pl,y,Rd}$	86,25	kNm
Eenheidscontrole	**1,96**	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,6700 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 86,25[kNm] \quad \text{(EC3-1-1: 6.13)}$$

$$\text{Eenheidscontrole} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|-168,73[kNm]|}{86,25[kNm]} = \mathbf{1,96 > 1,00} \quad \text{(EC3-1-1: 6.12)}$$

6.4.3. Tabeluitvoer

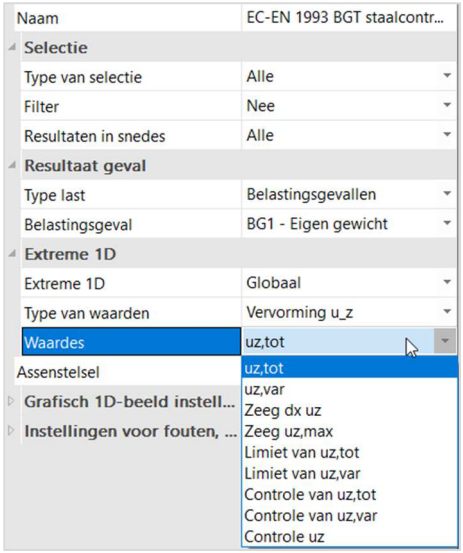
Tot slot kan je de resultaten bekijken in de tabeluitvoer. Wanneer je dubbelklikt op een rij in deze tabel, krijg je het afdrukvoorbeeld van dit element. Hier kan je ook het type van uitvoer kiezen (samenvatting of uitgebreid).



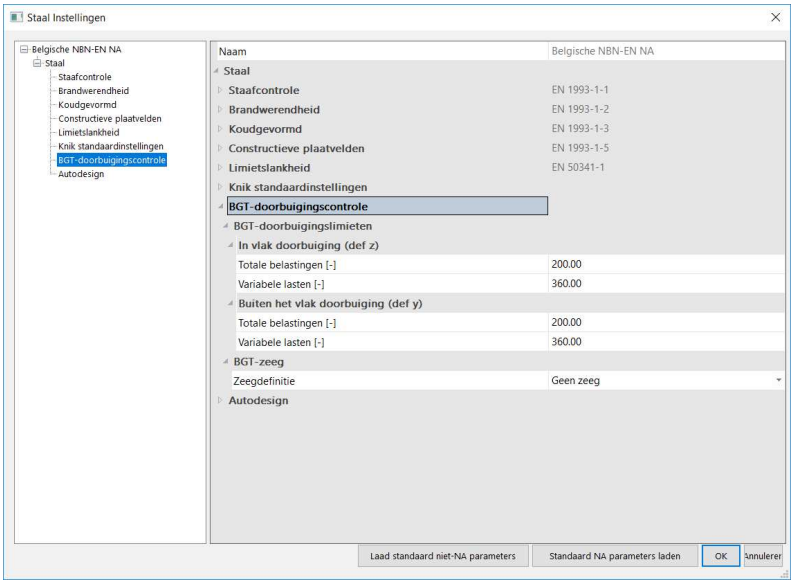
6.5. BGT controle

Je kan de BGT controle terugvinden in het ‘Staal’ menu **na** het uitvoeren van de berekening. Je kan kiezen voor de algemene eenheidscontrole of voor een specifieke waarde in Y of Z richting:

Wanneer je kiest voor ‘Vervorming u_z’, worden volgende waardes beschikbaar:



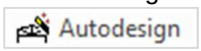
- **u,tot** of **u,var:** de relatieve vervorming van elk element onder de totale belasting of onder het variabel gedeelte van de belasting.
- **Zeeg:** de zeeg over de lengte van het element (dx uz) of de maximale zeeg over het volledige element (uz,max).
- **Limiet van u,tot** of **u,var:** de limiet van de relatieve vervorming L/x voor de totale belasting of voor het variabel gedeelte van de belasting. Je kan deze x-waarde instellen bij de staalinstellingen of op element niveau bij de optie ‘Systeemlengtes en knikinstellingen’. Je kan op dezelfde plaats de zeeg instellen.



- **Controle:** de relatieve vervorming wordt vergeleken met de limiet. Je kan de totale vervorming, het variabel gedeelte van de vervorming of de overkoepelende controle bekijken.

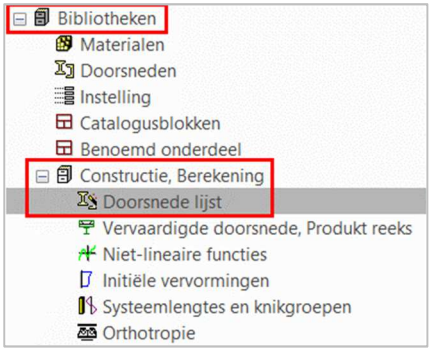
6.6. Algemene autodesign

Je kan de algemene autodesign-functie terugvinden in de hoofdboom → 'Berekening, net'.

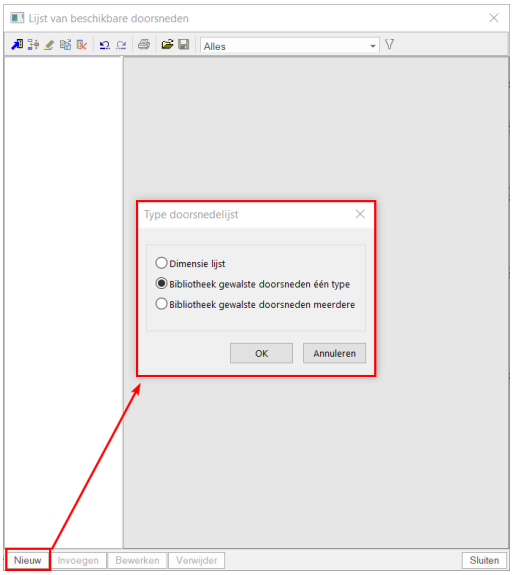


Je kan de autodesign-functie toepassen om automatisch een optimale eenheidscontrole voor de gebruikte doorsneden in een project te bekomen. Je kan een eenvoudige autodesign uitvoeren aan de hand van onderstaande stappen.

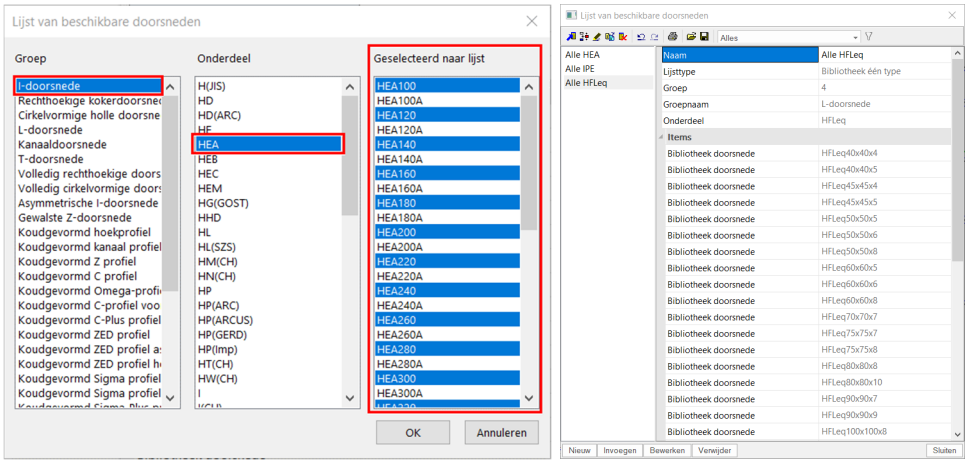
De eerste stap bestaat eruit dat je zelf een lijst maakt met doorsneden waaruit het programma mag kiezen. Vervolgens pas je deze lijst toe tijdens de autodesign, zodat het programma wordt gedwongen om staaldoorsneden te gebruiken uit je aangemaakte lijst. Zo wordt vermeden dat het programma niet-standaard doorsneden zoals IPE400O, HEA260A, ... toepast. De doorsnedelijst kan je vinden in de hoofdboom → 'Bibliotheken' → 'Constructie, Berekening' of via de menubalk.



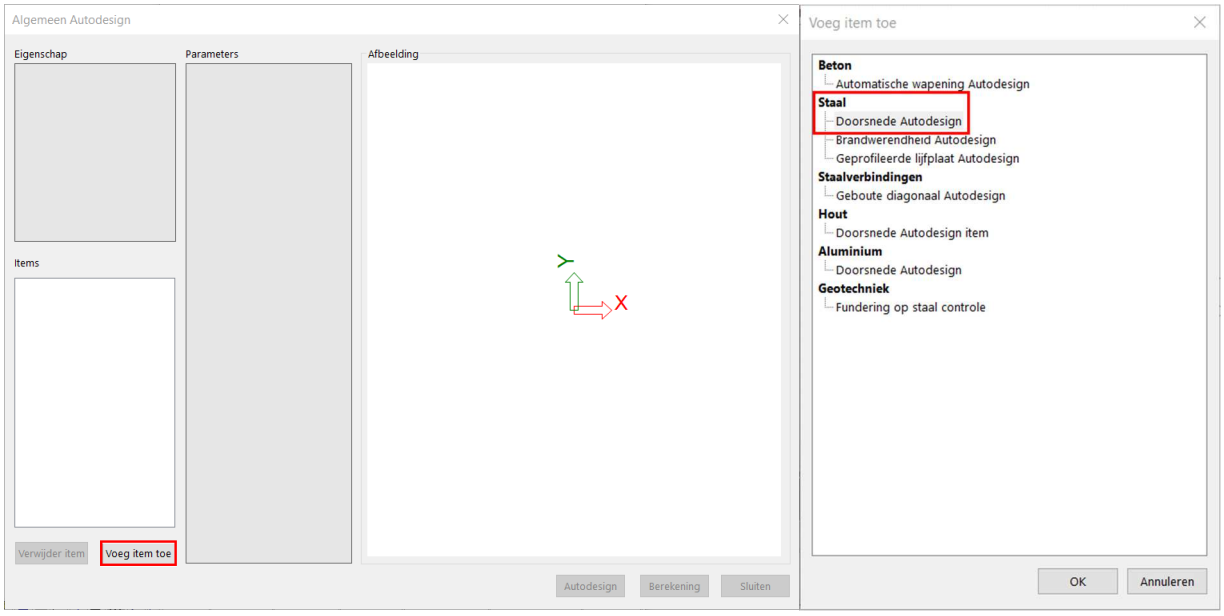
Als je de functie 'Doorsnede lijst' kiest, opent de doorsnedelijst manager en kan je een nieuwe lijst aanmaken via 'Nieuw'. Nadien kan je het type van de doorsnedelijst aanpassen , bijvoorbeeld een doorsnedelijst met slechts 1 type van staalprofielen of een lijst met meerdere types samen, ... In dit voorbeeld wordt de optie **'Bibliotheek gewalste doorsneden één type'** gekozen.



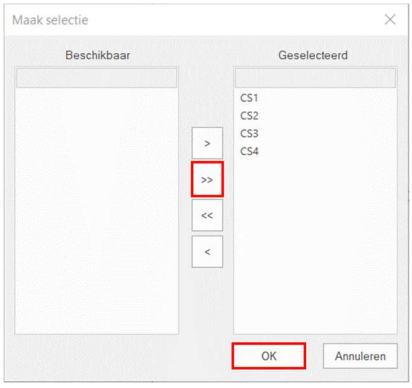
Wanneer je bevestigt met ‘OK’, wordt de profielbibliotheek geopend en kan je de doorsneden selecteren die je wilt toevoegen aan de lijst. Onderstaande figuur geeft een voorbeeld van een lijst met HEA-profielen. Na bevestiging wordt de lijst toegevoegd aan de doorsnedelijst manager. Door deze stappen te herhalen kan je meerdere lijsten aanmaken binnen eenzelfde project.



Na het aanmaken van de doorsnedelijst kan je de functie **‘Autodesign’** kiezen om de autodesign manager te openen. Je kan een nieuw item toevoegen, waarna onder ‘Staal’ de optie **‘Doorsnede Autodesign’** beschikbaar komt.



In de volgende stap dien je te kiezen welke doorsnede(n) moeten geoptimaliseerd worden.



In het volgende venster definieer je de parameters voor de autodesign.

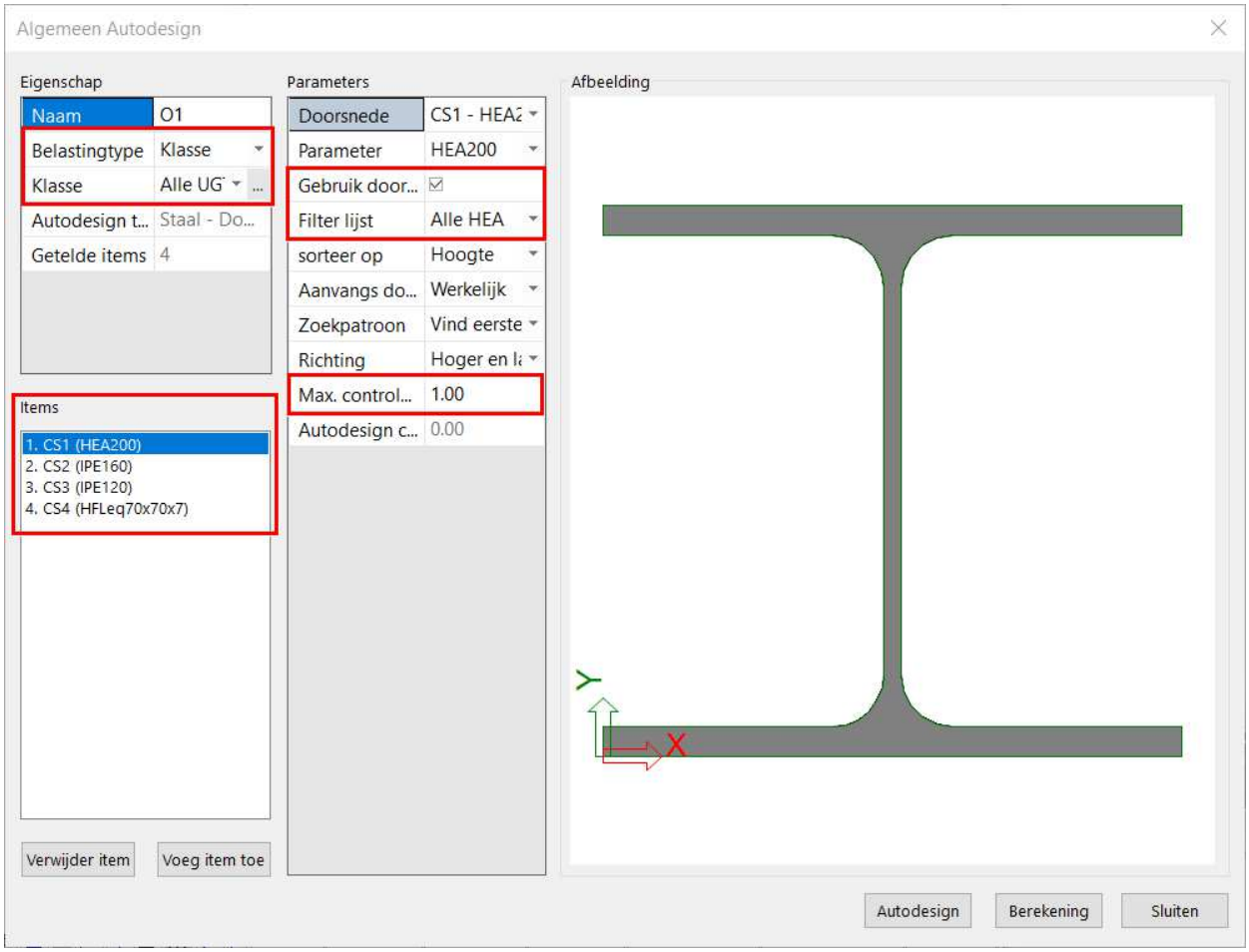
Het is belangrijk om het correcte belastingstype in te stellen. Je kan kiezen voor een belastingsgeval, een combinatie of een klasse.

Daarnaast is het mogelijk om een doorsnedelijst te kiezen door de optie ‘Gebruik doorsnedelijst’ aan te vinken en vervolgens de gewenste lijst te selecteren bij ‘Filter lijst’.

Als laatste kan je een maximum waarde instellen voor de geoptimaliseerd eenheidscontrole via de optie ‘Max. controle’.

Je kan de parameters instellen per doorsnede in de lijst ‘Items’.

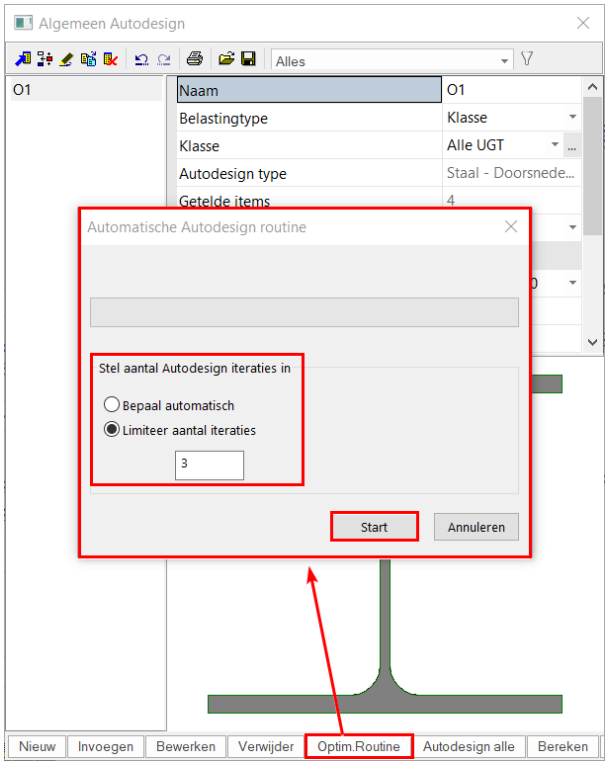
Wanneer alles goed staat ingesteld, kan je kiezen voor ‘Autodesign’.



Van zodra je dit laatste commando hebt uitgevoerd, wordt een samenvatting van de uitgevoerde autodesign weergegeven. Deze tabel toont de geoptimaliseerde profielen, met hun bijhorende eenheidscontrole.

Doorsnede	Parameter	sorteer op	Filter lijst	Oorspronkelijke doorsnede	Autodesign van doorsnede	Autodesign controle [-]
CS1 - HEA220	HEA220	Hoogte	Alle HEA	CS1 - HEA200	CS1 - HEA220	0.77
CS2 - IPE270	IPE270	Hoogte	Alle IPE	CS2 - IPE160	CS2 - IPE270	0.89
CS3 - IPE100	IPE100	Hoogte	Alle IPE	CS3 - IPE120	CS3 - IPE100	0.99
CS4 - HFLeq75x75x8	HFLeq75x75x8	Hoogte	Alle HFLeq	CS4 - HFLeq70x70x7	CS4 - HFLeq75x75x8	0.93

Je kan ook een iteratieve autodesign uitvoeren. Je kan dit uitvoeren in de autodesign manager via het commando **'Optim. Routine'**. Vervolgens stel je een limiet in op het aantal uit te voeren iteraties (bijvoorbeeld 3 in onderstaande afbeelding). Je kan dit ook instellen op 'Bepaal automatisch'. De routine wordt uitgevoerd nadat je klikt op '**Start**'.



Van zodra de iteraties klaar zijn, wordt je een overzicht gegeven van alle routine stappen met alle geoptimaliseerde profielen en bijhorende eenheidscontroles.

1. Routine stap: 1
1.1. O1

Doorsnede	Parameter	sorteer op	Filter lijst	Oorspronkelijke doorsnede	Autodesign van doorsnede	Autodesign controle [-]
CS1 - HEA200	HEA200	Hoogte	Alle HEA	CS1 - HEA200	CS1 - HEA220	0.77
CS2 - IPE270	IPE270	Hoogte	Alle IPE	CS2 - IPE160	CS2 - IPE270	0.88
CS3 - IPE80	IPE80	Hoogte	Alle IPE	CS3 - IPE100	CS3 - IPE100	0.63
CS4 - HFLeq80x80x8	HFLeq80x80x8	Hoogte	Alle HFLeq	CS4 - HFLeq70x70x7	CS4 - HFLeq75x75x8	1.00

2. Routine stap: 2

Doorsnede	Parameter	sorteer op	Filter lijst	Oorspronkelijke doorsnede	Autodesign van doorsnede	Autodesign controle [-]
CS1 - HEA200	HEA200	Hoogte	Alle HEA	CS1 - HEA220	CS1 - HEA200	0.85
CS2 - IPE270	IPE270	Hoogte	Alle IPE	CS2 - IPE270	CS2 - IPE270	0.87
CS3 - IPE80	IPE80	Hoogte	Alle IPE	CS3 - IPE100	CS3 - IPE80	0.93
CS4 - HFLeq80x80x8	HFLeq80x80x8	Hoogte	Alle HFLeq	CS4 - HFLeq75x75x8	CS4 - HFLeq75x75x8	0.97

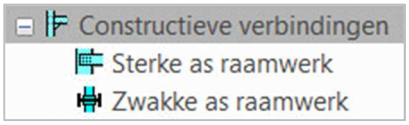
3. Routine stap: 3

Doorsnede	Parameter	sorteer op	Filter lijst	Oorspronkelijke doorsnede	Autodesign van doorsnede	Autodesign controle [-]
CS1 - HEA200	HEA200	Hoogte	Alle HEA	CS1 - HEA200	CS1 - HEA200	0.80
CS2 - IPE270	IPE270	Hoogte	Alle IPE	CS2 - IPE270	CS2 - IPE270	0.96
CS3 - IPE80	IPE80	Hoogte	Alle IPE	CS3 - IPE80	CS3 - IPE80	0.77
CS4 - HFLeq80x80x8	HFLeq80x80x8	Hoogte	Alle HFLeq	CS4 - HFLeq75x75x8	CS4 - HFLeq80x80x8	0.96

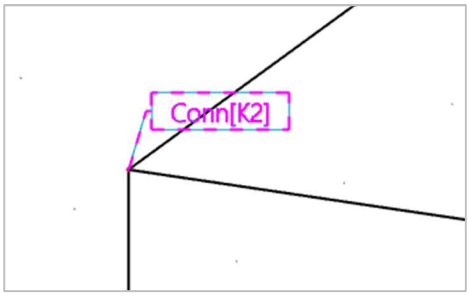
6.7. Verbindingen

Om een verbinding te kunnen creëren in het ‘Staal’ menu, moet je de functionaliteit ‘Staalverbindingen’ inschakelen (via de projectgegevens):

Je kan een verbinding toevoegen aan het model via ‘Staal’ → ‘Verbindingen’ → ‘Constructieve verbindingen’. Je hebt de mogelijkheid tussen een sterke as verbinding of een zwakke as verbinding:

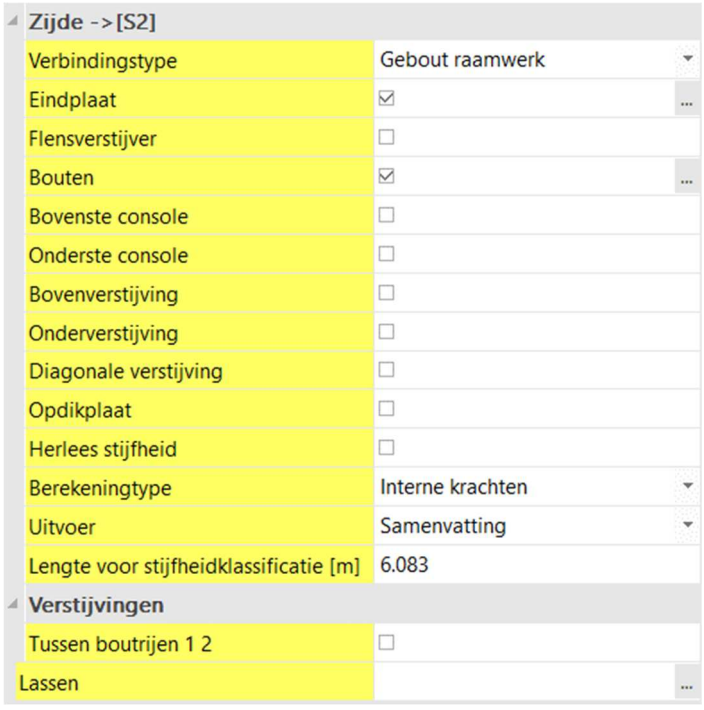


Nadat je het gewenste type hebt gekozen (in onderstaand voorbeeld wordt gewerkt met een verbinding ‘sterke as raamwerk’), dient je de knoop te selecteren waar je de verbinding wilt plaatsen. Alle staven die in de knoop toekomen worden vervolgens geselecteerd. Je kan staven deselecteren die niet dienen beschouwd te worden. Vervolgens wordt een label weergegeven op deze knoop.

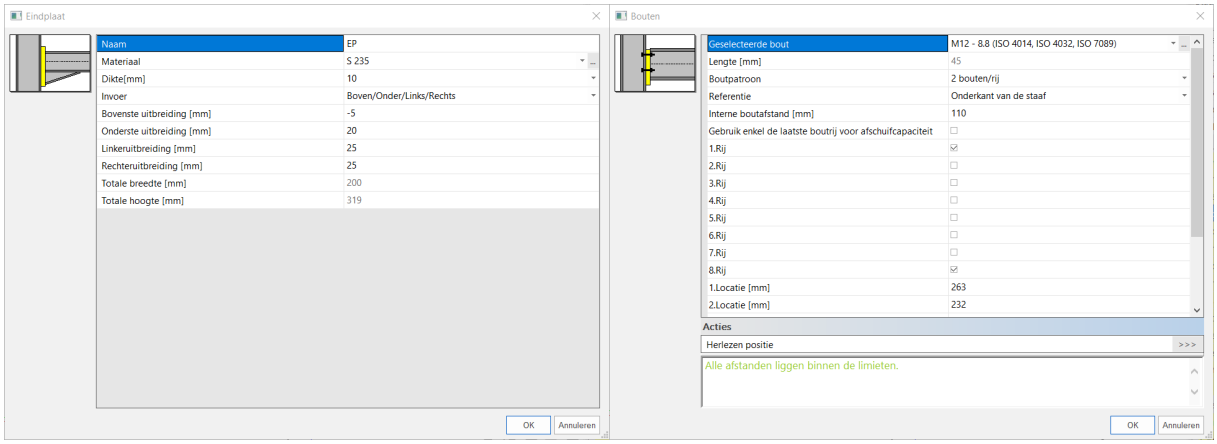


OPMERKING: je kan de verbinding enkel aanmaken als de elementen het correcte type hebben. Een kolom moet het type ‘kolom’ hebben en een balk het type ‘balk’ (zie hoofdstuk 1D-elementen).

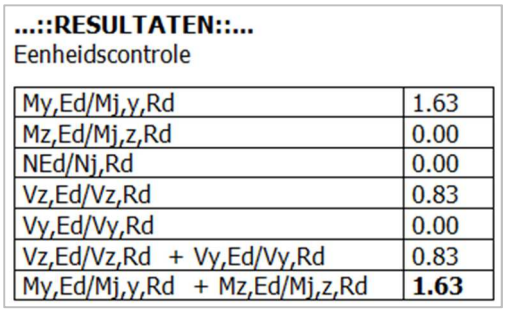
Wanneer je het label selecteert, kan je de verbinding gedefiniëren via het eigenschappen-venster. Je dient de verbinding samen te stellen door de gewenste componenten aan te vinken.



Je kan iedere component bewerken door te klikken op de drie puntjes na de component.



Wanneer je de verbinding hebt gedefinieerd, kan je onderaan het eigenschappenvenster bij de ‘Acties’ kiezen voor ‘Herlees’. Het afdrukvoorbeeld wordt dan automatisch geopend. In het afdrukvoorbeeld kan je zien welke sterktecontroles (volgens Eurocode) zijn uitgevoerd.

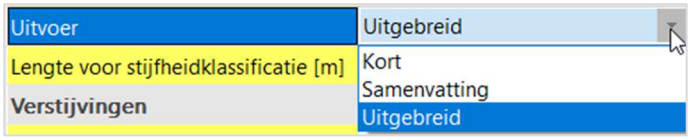


...::RESULTATEN::...

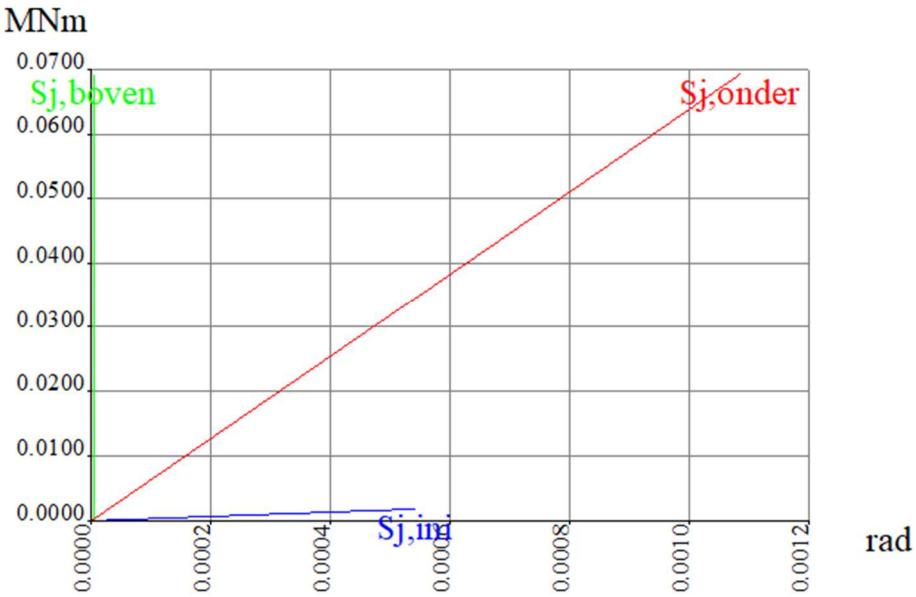
Eenheidscontrole

My,Ed/Mj,y,Rd	1.63
Mz,Ed/Mj,z,Rd	0.00
NEd/Nj,Rd	0.00
Vz,Ed/Vz,Rd	0.83
Vy,Ed/Vy,Rd	0.00
Vz,Ed/Vz,Rd + Vy,Ed/Vy,Rd	0.83
My,Ed/Mj,y,Rd + Mz,Ed/Mj,z,Rd	**1.63**

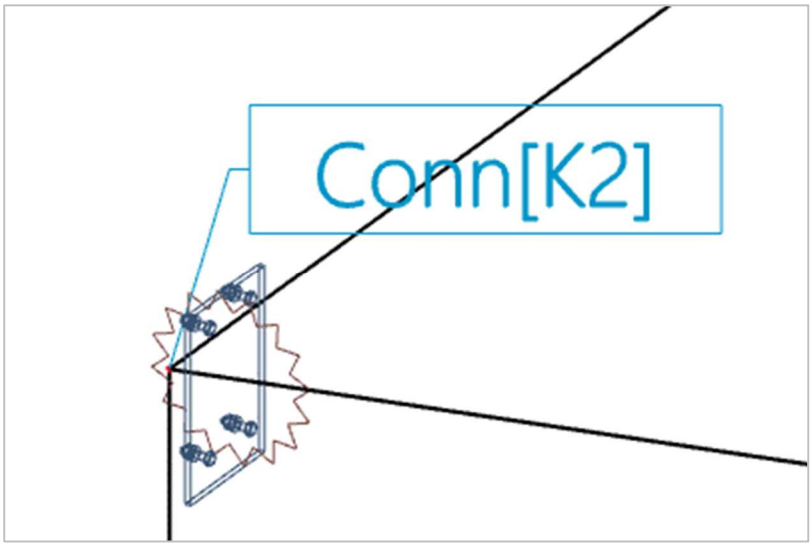
Je kan een meer gedetailleerde uitvoer verkrijgen door te kiezen voor ‘Uitgebreid’ als type uitvoer in het eigenschappenvenster:



Naast de sterktecontrole, wordt er ook een stijfheidscontrole uitgevoerd. In het globale model wordt er een stijfheid verondersteld per knoop. Deze stijfheid is volledig vast of is de stijfheid van een scharnier dat is toegevoegd aan de knoop. De stijfheid die verondersteld is in het model zal gecontroleerd worden met de verbinding die je net hebt aangemaakt. Als de stijfheid van de verbinding niet tussen bepaalde grenzen ligt, zal de stijfheid van het model moeten worden aangepast. Volgens onderstaande grafiek ligt de stijfheid van de verbinding (blauwe lijn Sj,ini) niet tussen de grenzen Sj,boven en Sj,onder (een stijve knoop is verondersteld).



Je kan dit automatisch laten aanpassen via de optie **'Herlees stijfheid'**. Wanneer je deze optie aanvinkt, zal een scharnier worden toegevoegd aan de knoop **nadat je het project hebt herberekend.** Dit scharnier krijgt dan de reële stijfheid van de verbinding.

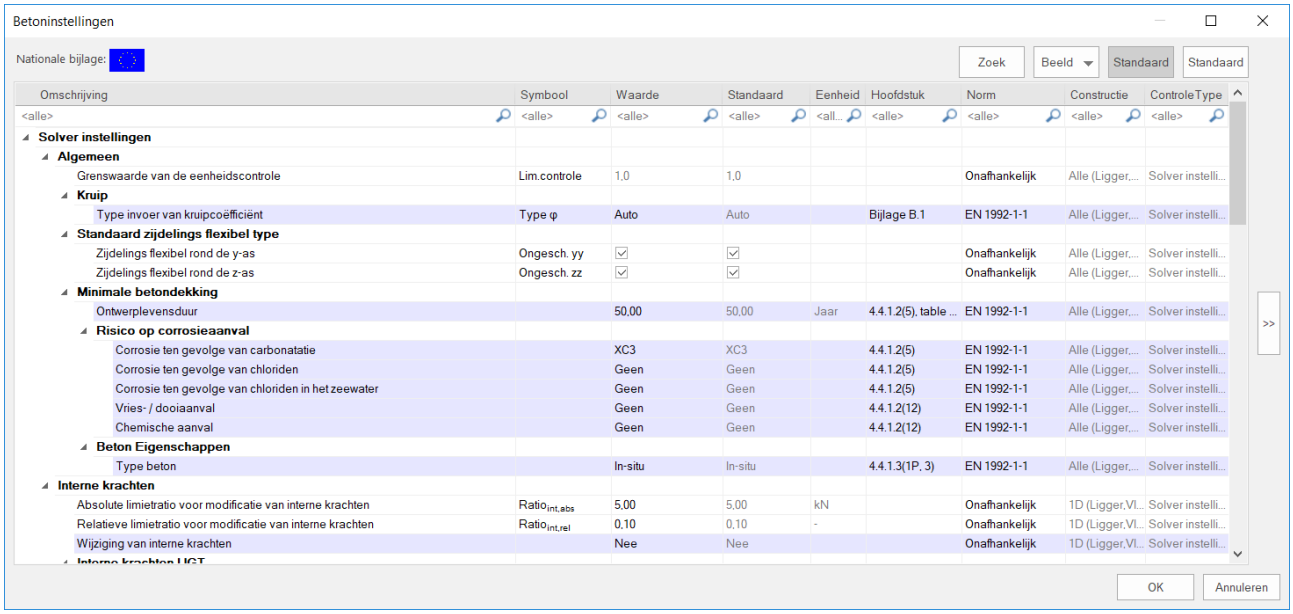


OPMERKING: wanneer je de stijfheid laat aanpassen, zullen de interne krachten ook wijzigen. Dit betekent dat de UGT en BGT controles van de liggers ook zullen wijzigen.

Hoofdstuk 7: Betonontwerp

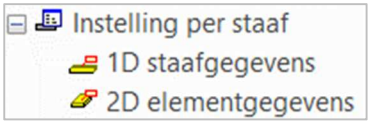
7.1. Betoninstellingen

Je kan de betoninstellingen openen door te navigeren naar het ‘Beton’ menu en de optie ‘**Betoninstellingen (structuur)**’ te selecteren.



In dit venster zijn alle betoninstellingen gedefinieerd. Dit omvat de algemene betoninstellingen (kruip, risico op corrosieaanval,...), instellingen met betrekking tot het herberekenen van de interne krachten en alle instellingen betreffende de UGT- en BGT-controles. Een volledige beschrijving van deze instellingen kan je terugvinden in de geavanceerde betonhandleiding.

Je kan deze instellingen ook wijzigen voor één bepaald element. Hiervoor kan je de optie ‘**Instellingen per staaf**’ selecteren. Hierdoor kan je kiezen om specifieke gegevens of instellingen toe te kennen aan zowel een 1D- als 2D-element. Als je één van deze opties activeert, kan je vervolgens één of meerdere elementen selecteren en vervolgens de parameters voor deze elementen definiëren.

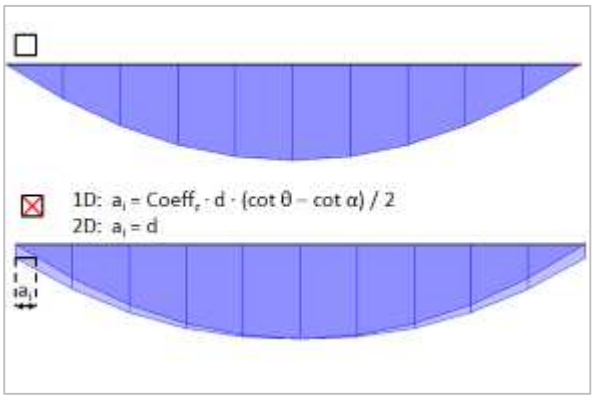


7.2. Herberekende interne krachten

Voor het ontwerp van betonnen elementen zal er gebruik gemaakt worden van herberekende interne krachten. Hiervoor worden de volgende beschreven regels toegepast. Deze kan je eveneens terugvinden in de betoninstellingen.

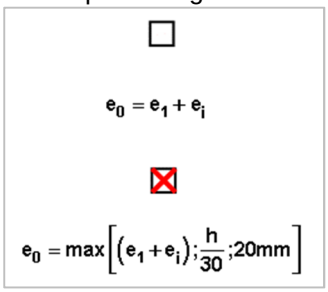
Verschuivingsregel

Deze optie houdt rekening met de toegevoegde trekkracht als gevolg van de afschuifkracht door gebruik te maken van de verschuivingsregel voor de momentenlijn:



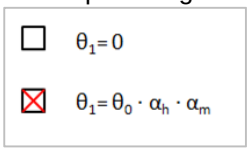
Minimale waarde van de excentriciteit

Deze optie brengt de minimale waarde voor de excentriciteit in rekening:



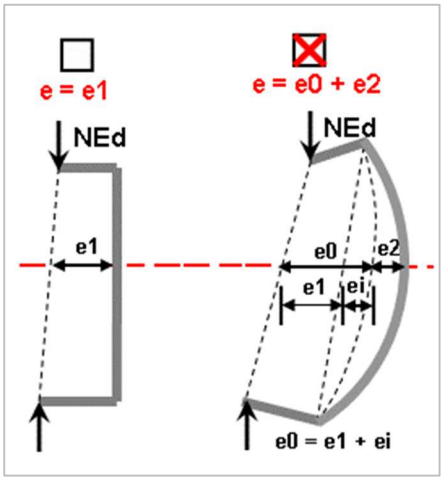
Geometrische imperfectie

Deze optie voegt een geometrische imperfectie toe:

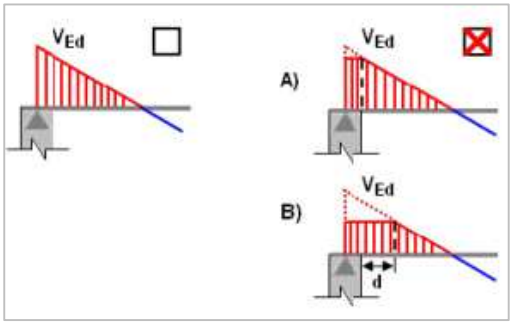


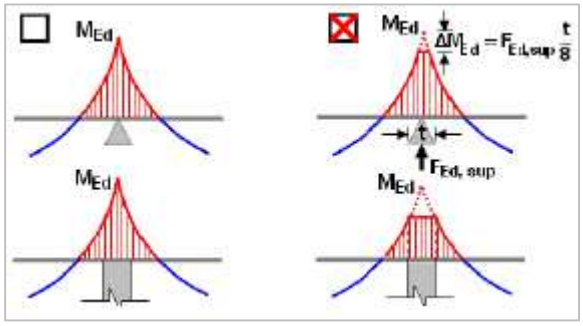
Tweede orde effect

Deze instelling brengt het tweede orde effect in rekening wanneer de slankheid groter is dan de limietslankheid:



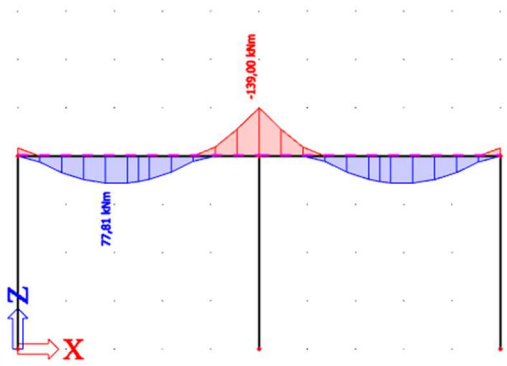
Reductie van de dwarskracht en het moment boven steunpunten



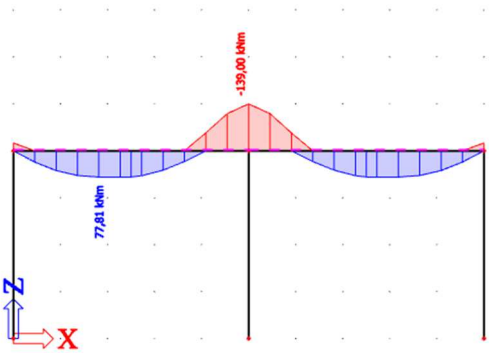


De waardes voor de herberekende interne krachten kan je raadplegen via '**Ontwerp As**' →'**1D staven**' → '**Interne krachten**'. Je kan zowel de interne krachten uit de EEM-berekening (N, M) als de herberekende interne krachten opvragen.

M



MEd



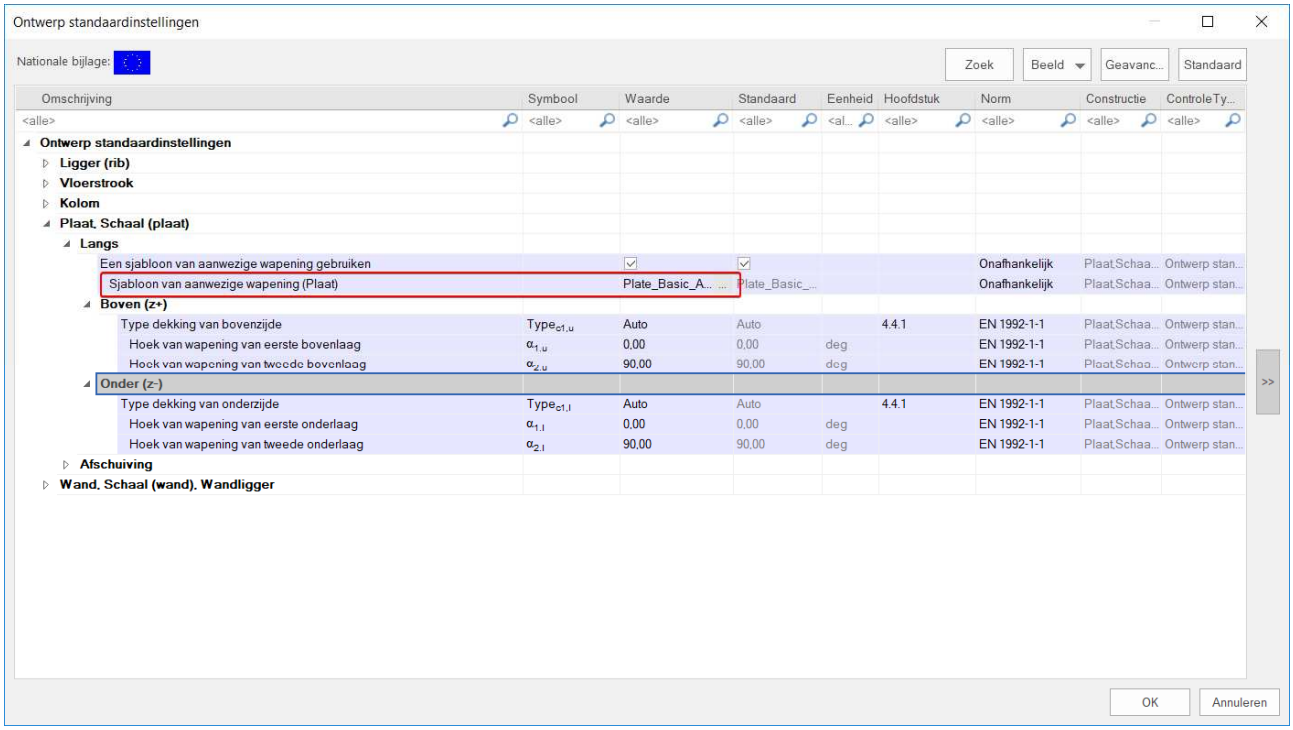
7.3. Aanwezige wapening

Vooraleer de theoretische wapening berekend wordt, kan je een wapeningssjabloon toekennen aan de elementen. Dit sjabloon kan je gebruiken om:

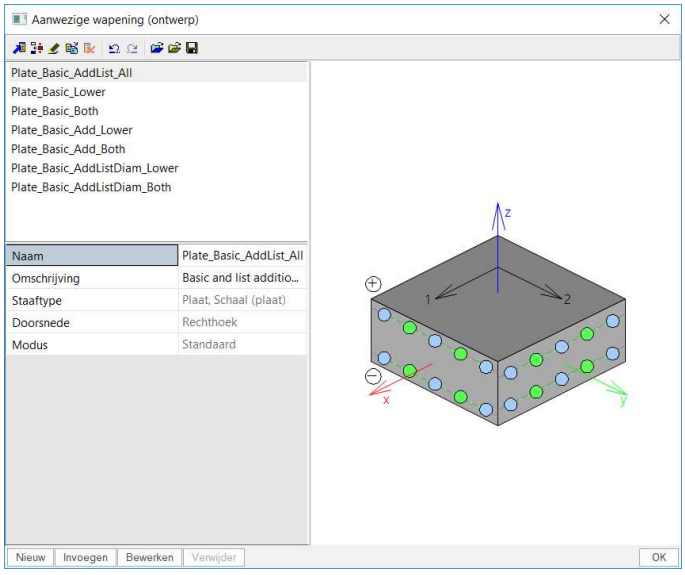
- te vergelijken met de theoretisch berekende wapening. Hierdoor kan je snel achterhalen waar de wapeningshoeveelheid van het sjabloon onvoldoende is.
- de ponscontroles, scheurwijdtecontrole, alsook de normafhankelijke vervormingen uit te voeren (**enkel voor 2D-elementen**)

De wapening toegevoegd door het sjabloon is de '**Aanwezige wapening'**. Deze '**Aanwezige wapening'** kan je toevoegen binnen de '**Ontwerp standaardinstellingen**', die je kan terugvinden in het menu '**Ontwerp As**'.

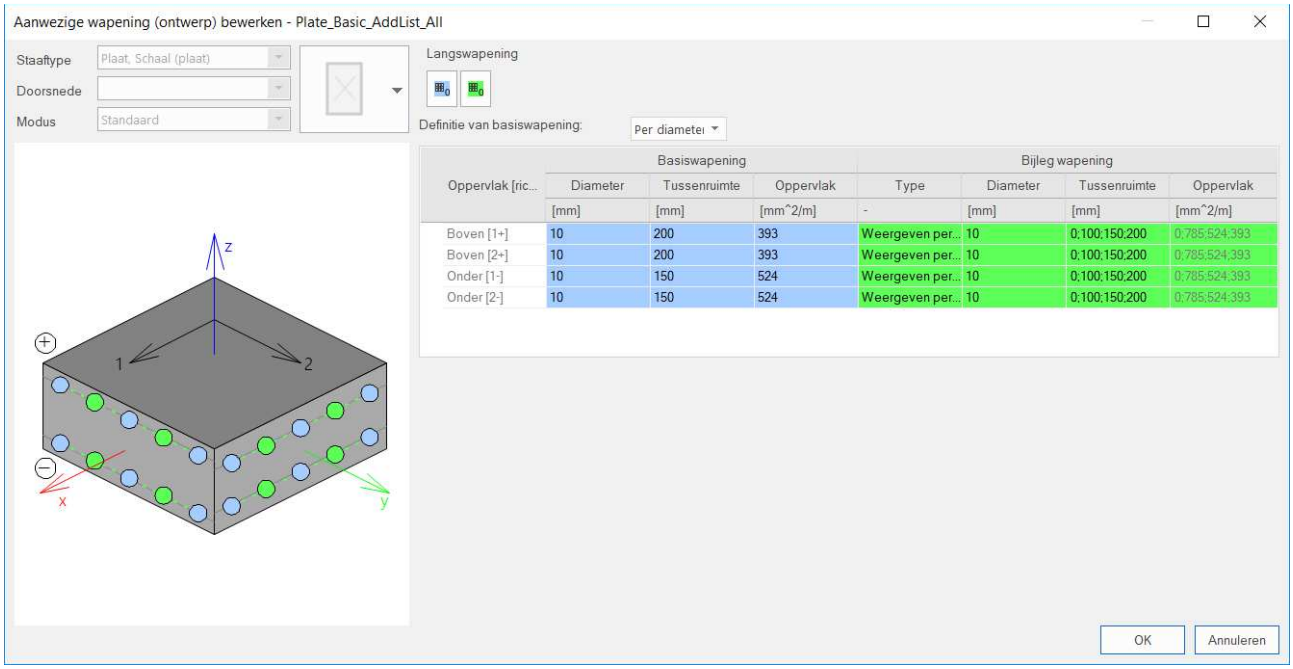
Het volgende voorbeeld is van toepassing op een 2D-element, maar de werkwijze is dezelfde voor 1D-elementen.



Klik vervolgens op de 3 puntjes naast 'Sjabloon voor aanwezige wapening (Plaat)'. Hierna opent een venster met al de beschikbare sjablonen binnen SCIA.



Vervolgens kan je een van deze sjablonen selecteren, een nieuw sjabloon aanmaken of een bestaand sjabloon bewerken. Hiervoor moet je het sjabloon selecteren en vervolgens kiezen voor de optie '**Bewerken**'.



In dit venster kan je de wapening definiëren.

Er zijn twee verschillende wapeningstypes:

- **Basiswapening:** de wapening wordt toegevoegd voor de hele plaat.
- **Bijlegwapening:** deze wapening wordt alleen toegevoegd in de zones waar – volgende theoretisch berekende wapening – bijkomende wapening vereist is. Voor dit wapeningstype kan je zowel één enkele diameter met bijhorende tussenafstand definiëren, alsook een lijst met ofwel verschillende diameters ofwel verschillende tussenafstanden.

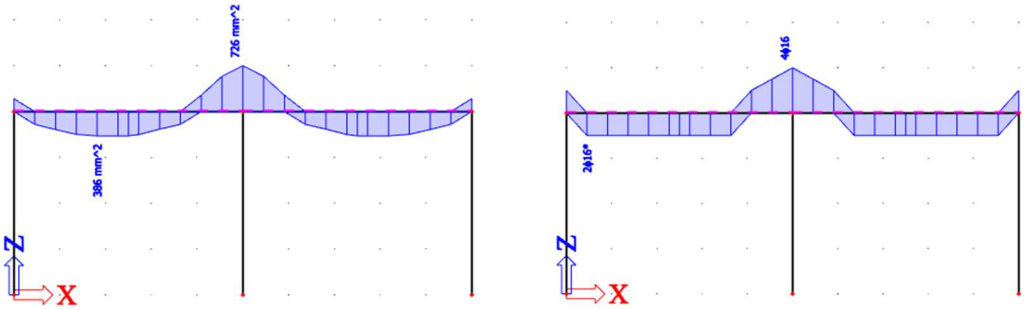
7.4. Vereiste wapening

Je kan de vereiste wapening raadplegen in het ‘Beton’ menu bij ‘**Wapeningsontwerp (UGT)**’. Dit is zowel van toepassing voor 1D- als 2D-elementen.

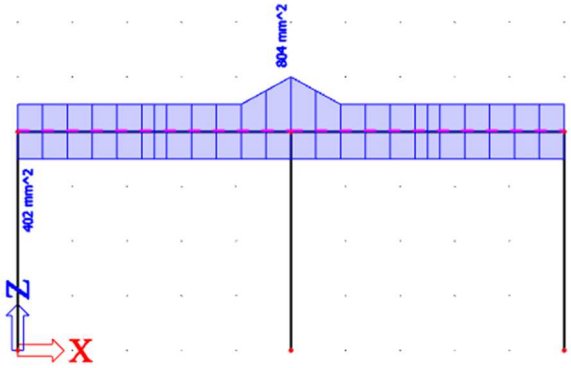
7.4.1. 1D staven

Binnen het wapeningsontwerp van 1D staven heb je keuze tussen twee types van waarden:

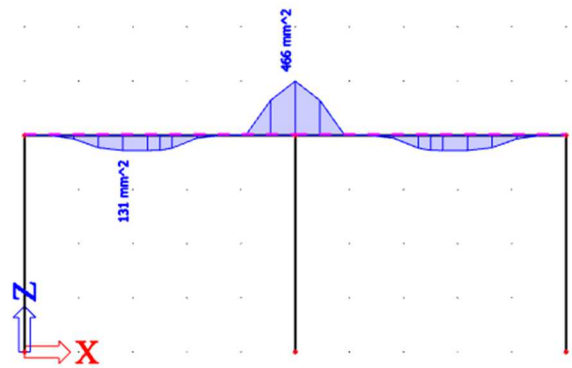
- **Vereist:** deze waarde geeft je de theoretisch berekende waarde. De volgende waardes voor de vereiste wapening zijn beschikbaar: **Asreq** (vereiste longitudinale wapening), **Aswmreq** (vereiste dwarskrachtwapening), **Asreq(ϕ)** (vereiste longitudinale wapening weergegeven met behulp van diameters) en **Aswmreq(ϕ)** (vereiste dwarskrachtwapening weergegeven in diameters).



- **Aanwezig:** voor de aanwezige wapening kunnen eveneens twee verschillende waardes bekeken worden, namelijk **As,prov** en **As,add,req**.
  As,prov is de wapening die gedefinieerd is in het sjabloon.



  As,add,req is de theoretisch vereiste bijlegwapening bovenop de aanwezige wapening uit het sjabloon. Dit betekent dat wanneer de vereiste wapeningshoeveelheid groter is dan de aanwezige wapening er voor deze waarde een resultaat gegenereerd kan worden.

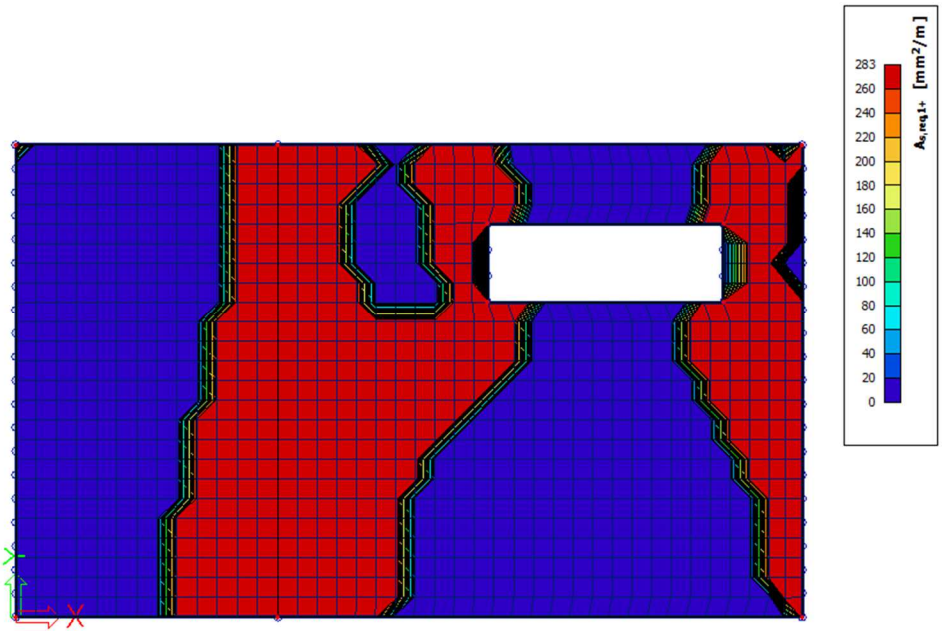


7.4.2. 2D-elementen

In het wapeningsontwerp (UGT) voor 2D-elementen heb je 4 verschillende wapeningstypes:

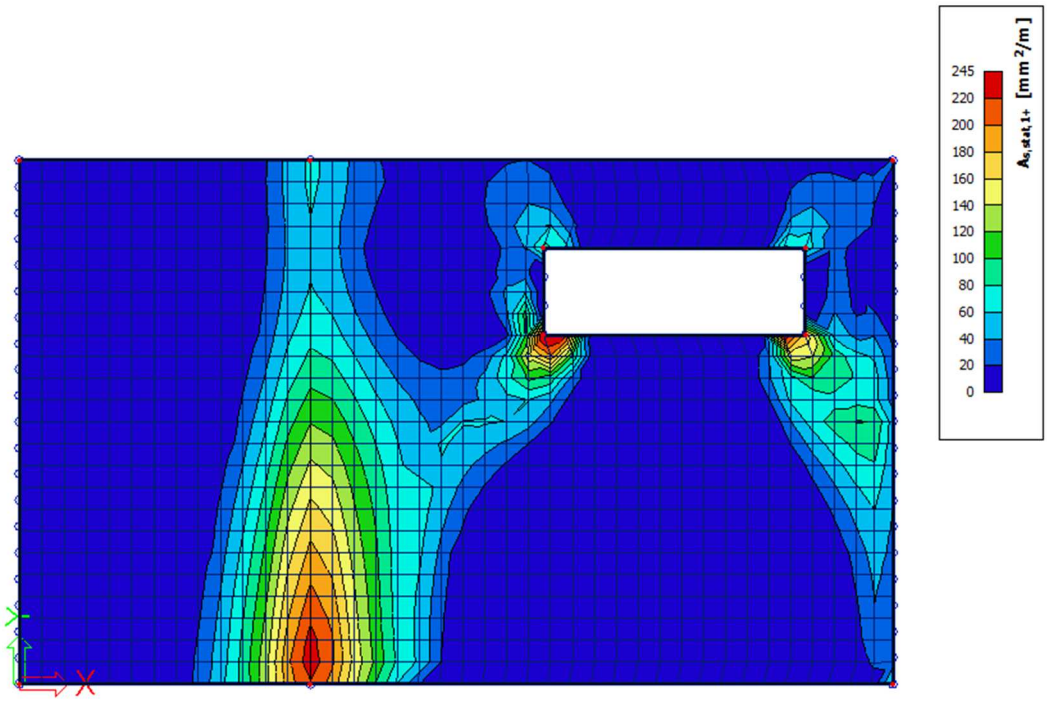
- **Vereist:** deze waardes geven de theoretisch vereiste wapening, rekening houdend met de detailleringsregels.

Plaat, Schaal (plaat)		
Langs		
Controleer min. ratio van de hoofdwapening		☑
Type minimale trekhoofdwapening voor de bovenzijde		Auto
Type minimale trekhoofdwapening voor de onderzijde		Auto
Controleer max. ratio van de hoofdwapening		☑
Controleer min. transverse ratio van de secundaire wapening		☐
Controleer min. staafafstand		☑
Minimale staafafstand	slp.min	20
Controleer max.ruimte van de hoofdlangswapening		☑
Controleer max.ruimte van de secundaire langswapening		☑
Afschuiving		
Minimale verhouding van afschuifwapening controleren		☑
Minimale dikte van elementen met afschuifwapening controleren		☑
Minimale dikte van een element met afschuifwapening	h_{min}	200
Maximale afstand tussen afschuifverbindingen controleren		☑
Maximale afstand tussen afschuifverbindingen	$Coeff_{smax.p.s}$	0,8



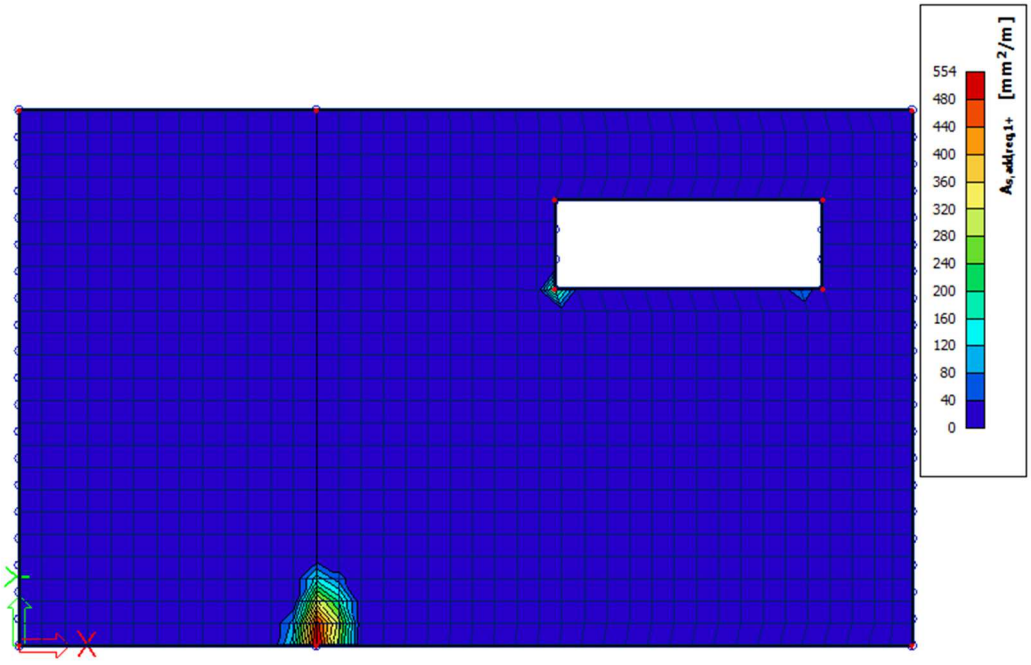
As,req1+: de theoretisch vereiste wapening aan de bovenzijde van de plaat (positieve Z richting) in de eerste wapeningsrichting, rekening houdend met de detailleringsregels.

- **Vereist (statisch):** deze waardes geven de theoretisch vereiste wapeningshoeveelheden weer, **zonder** de detailleringsregels in rekening te brengen.



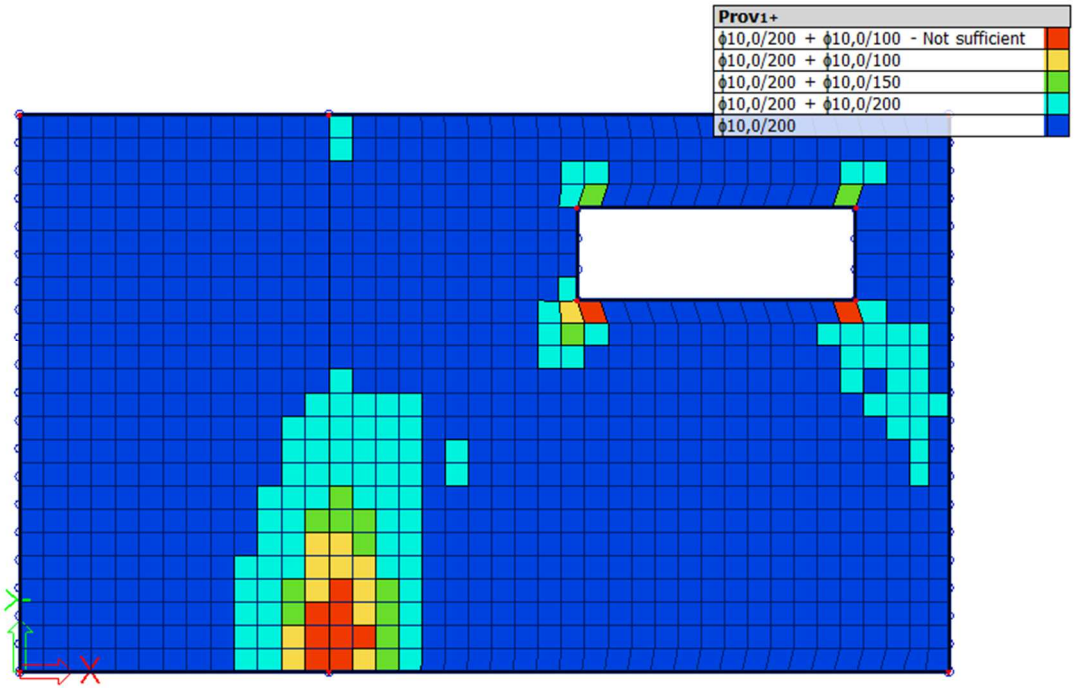
As,stat1+: de theoretisch vereiste wapening aan de bovenzijde van de plaat (positieve Z richting) in de eerste wapeningsrichting, **zonder** rekening te houden met de detailleringsregels

- **Vereist (extra):** deze waardes geven aan in welke zone de aanwezige wapening niet voldoet en er bijlegwapening voorzien dient te worden. Dit betekent dat in zones waar het resultaat gelijk is aan 0, er geen bijlegwapening voorzien dient te worden. In de zones waar het resultaat verschillend is van 0, dient er bijkomende wapening voorzien te worden.



As,add,req1+: theoretisch vereiste bijlegwapening bovenop de aanwezige wapening aan de bovenzijde van de (positieve Z richting) in de eerste wapeningsrichting.

- **Aanwezig:** de waardes geven de aanwezige wapeningshoeveelheden weer die je gedefinieerd hebt in het wapeningssjabloon.



As,Prov1+: de aanwezige wapening aan de bovenzijde van de plaat in de eerste wapeningsrichting. Wanneer elementen aangeduid worden in het rood, betekent dit dat de in het sjabloon gedefinieerde bijlegwapening onvoldoende is.

7.5. Gebruikerswapening

7.5.1. 1D staven

In het theoretische wapeningsontwerp is berekend waar wapening nodig is.

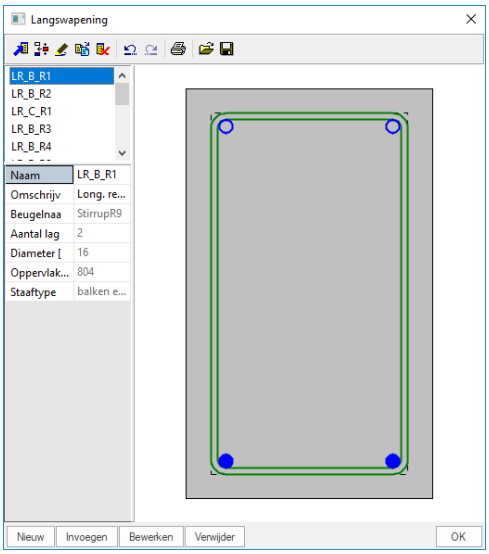
Sinds SCIA Engineer 19.0 is het mogelijk om de aanwezige wapening meteen te converteren naar praktische wapening. Je kan kiezen voor de actie ‘Conversie voor werkelijke staven’ wanneer je kiest voor de optie ‘Ontwerp As’ → ‘1D staven’ → ‘Ontwerp As’ and als je het resultaat hebt gegenereerd voor ‘Aanwezig’ als ‘type van waarden’ in het eigenschappenvenster.

Vervolgens krijg je een venster waarin wordt toegelicht of de conversie is gelukt. Indien de conversie niet mogelijk is, wordt een omschrijving van de reden gegeven.

Na de conversie kan je de wapening nog aanpassen door deze te selecteren en te kiezen voor de actie ‘Bewerken wapening’.

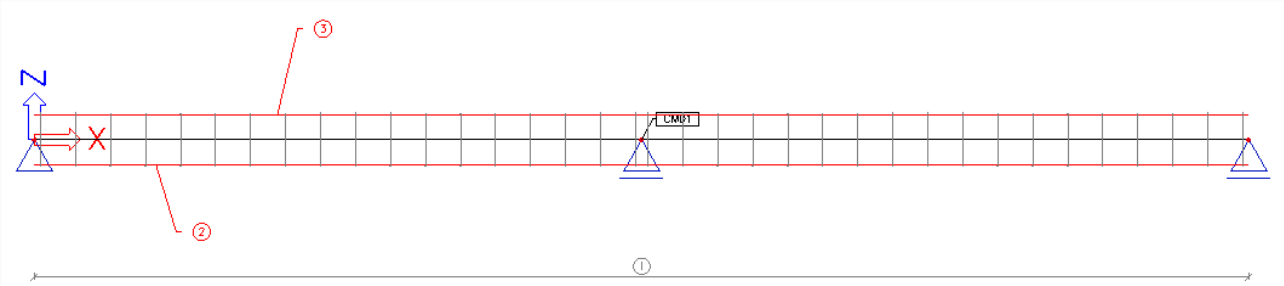
Je kan uiteraard ook manueel praktische wapening plaatsen door nieuwe wapening toe te voegen over de volledige lengte van de ligger. Dit wordt gedaan via 'Wapening invoer + wijzigen' → '1D staven' → 'Nieuwe wapening'.

Selecteer de begin- en eindknoop van de ligger en kies een sjabloon voor de langswapening:



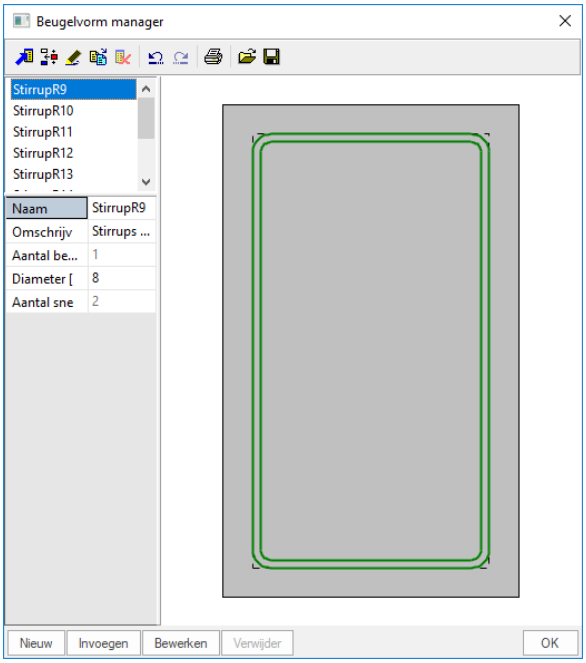
Selecteer vervolgens vanwaar de parameters van de wapening worden genomen:

De praktische wapening wordt vervolgens grafisch weergeven:

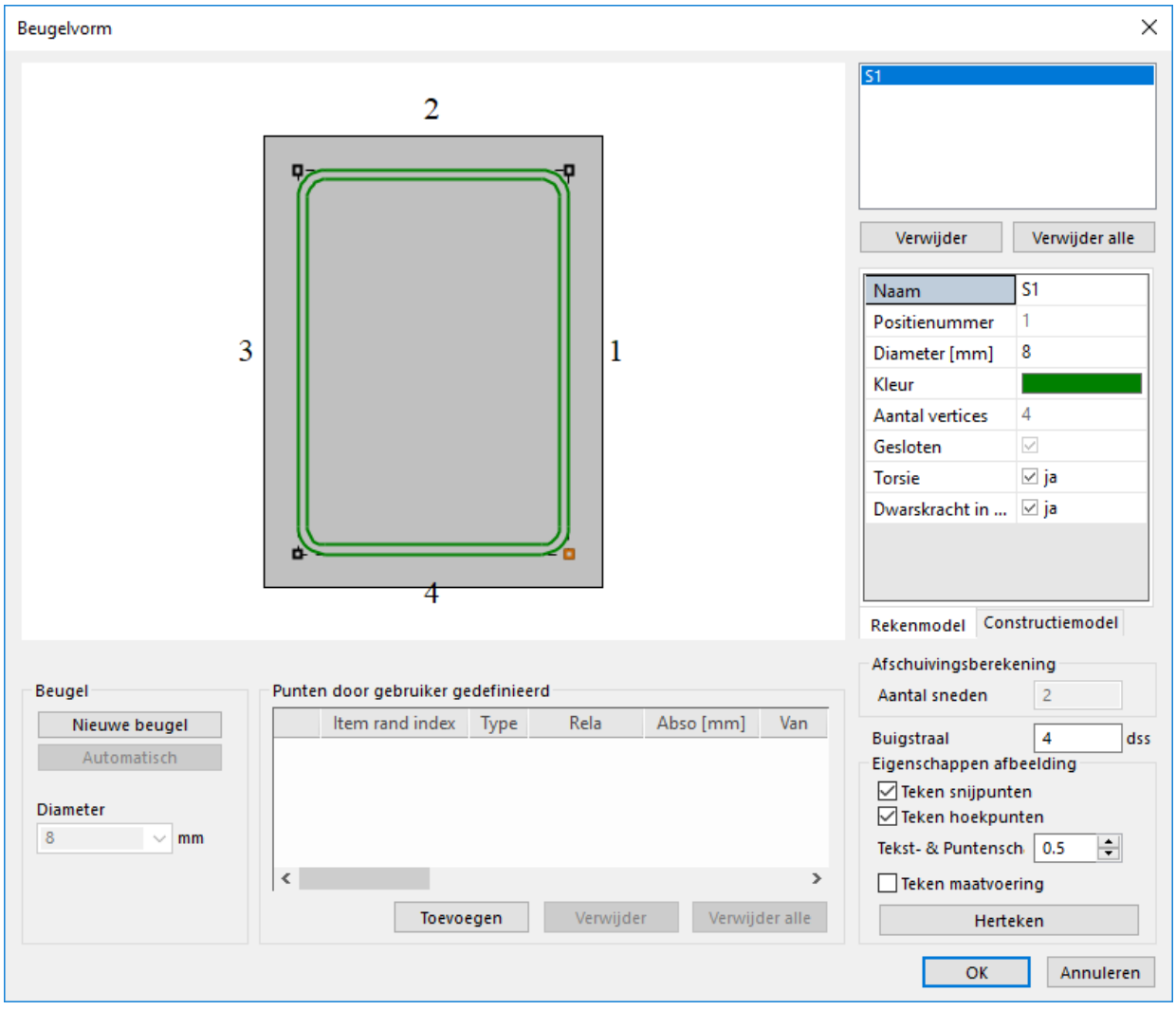


Je kan zelf lokaal ‘Nieuwe beugels’ of ‘Nieuwe langswapening’ toevoegen aan de staaf.

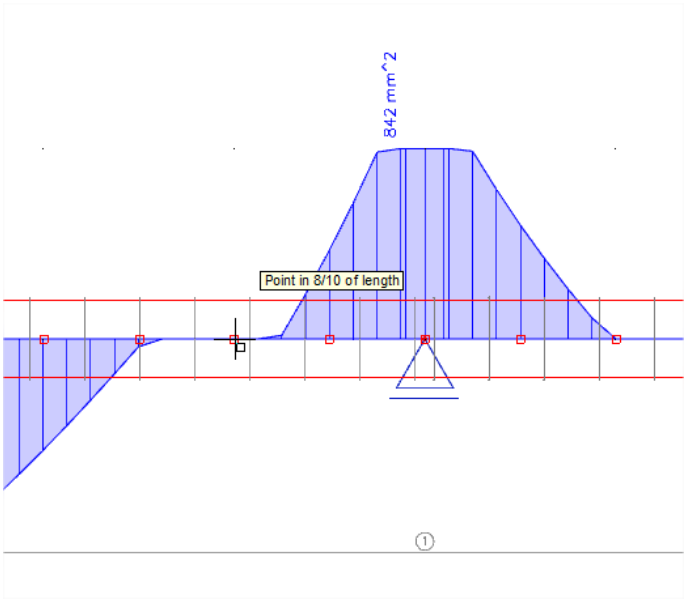
Voor de beugels selecteer je de beugelvorm:



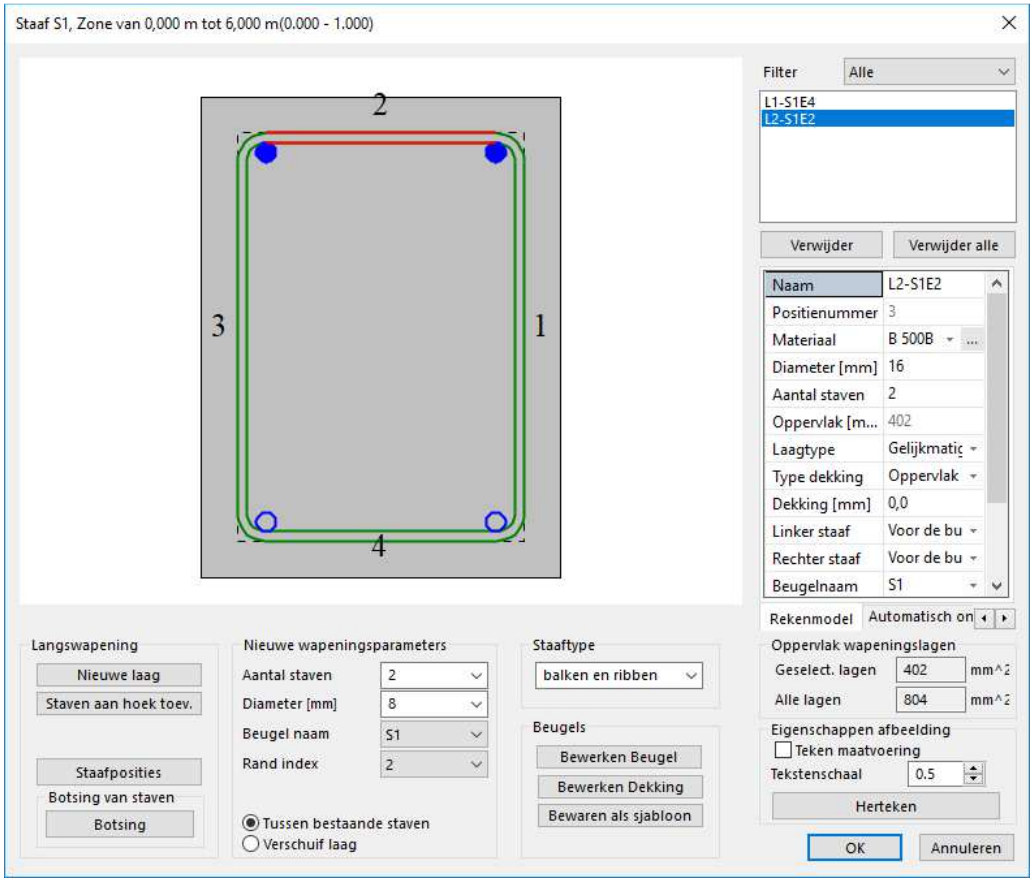
De beugelvorm kan je aanpassen of je kan een nieuwe vorm aanmaken. Hiervoor dien je zelf punten toe te voegen.



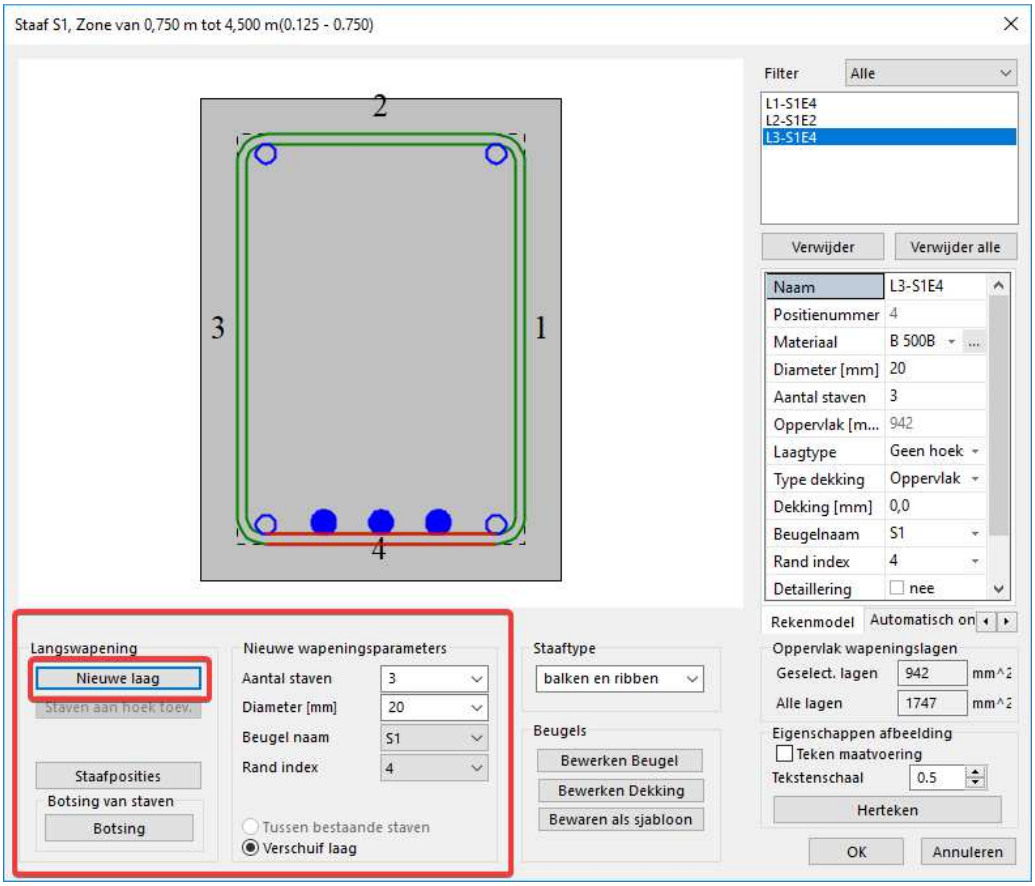
Voor de langswapening kan je precies definiëren waar je de extra praktische wapening wilt plaatsen (via de cursor aanpikinstelling):



De configuratie voor de geselecteerde zone van het element wordt getoond:



Hier kan je instellen waar de extra wapening moet toegevoegd worden:

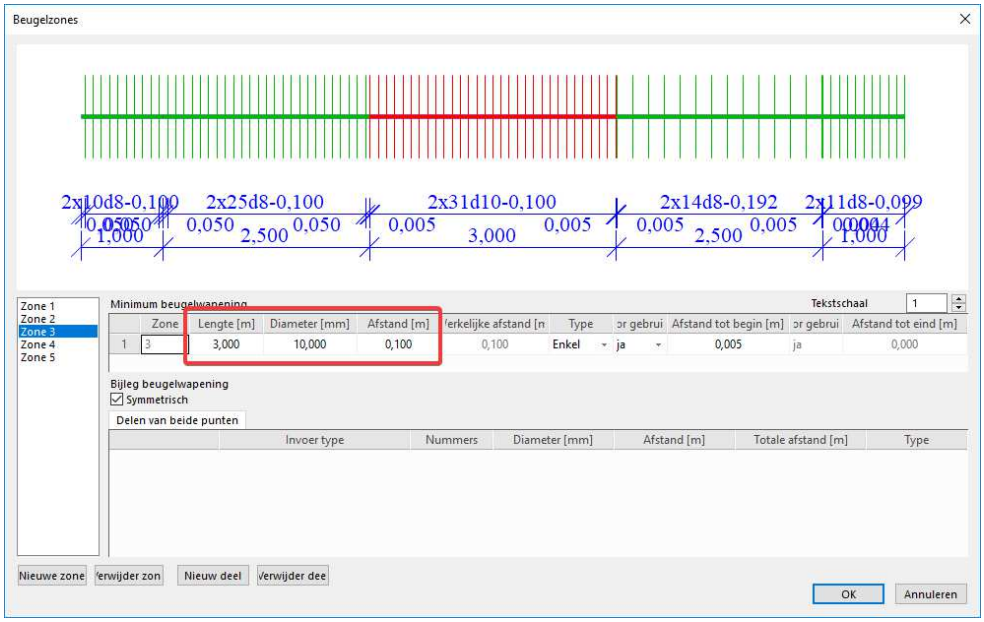


Gemakkelijkheidshalve worden er 3 staven van 20 mm toegevoegd die nodig zijn over de volledige oppervlakte waar extra wapening is vereist. Dit kan uiteraard ook meer in detail gedaan worden.

Dezelfde procedure wordt herhaald voor de langswapening bovenaan (boven het steunpunt).

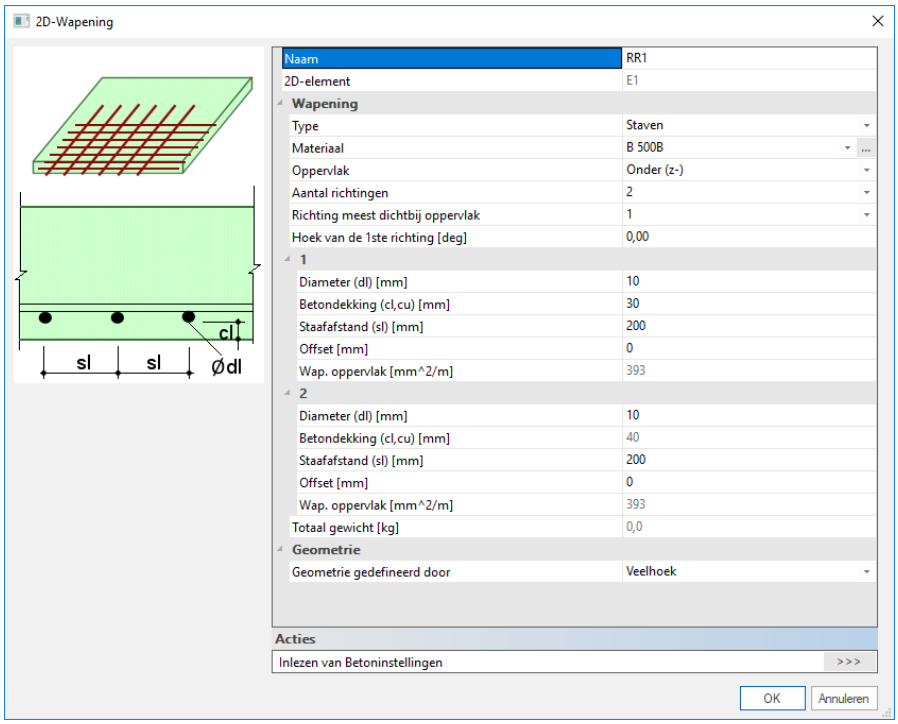
Bovendien moet je de dwarskrachtwapening verhogen in de zones boven het steunpunt. Dit kan je doen door de diameter van de beugels te verhogen of door de afstand tussen de beugels te verlagen.

Je kan verschillende beugelszones aanmaken via de actie ‘Bewerken beugelafstanden:

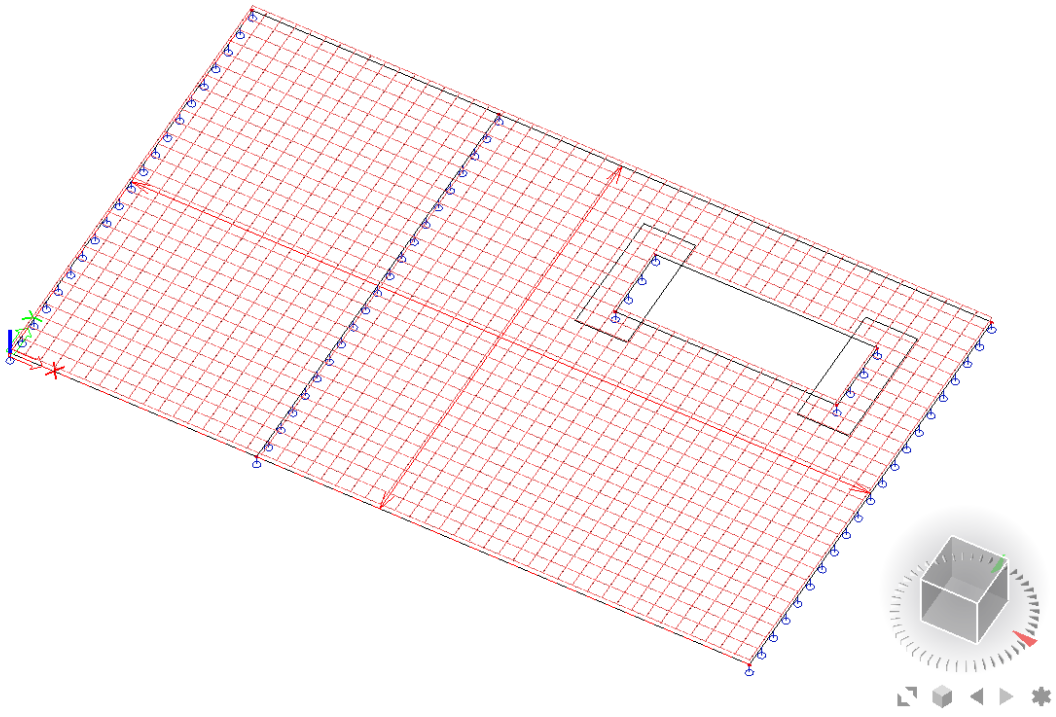


7.5.2. 2D-elementen

Naast de theoretisch vereiste en aanwezige wapening is er ook praktische of gebruikerswapening. Dit type wapening voeg je toe aan een plaat via 'Beton' → 'Wapening invoer+wijzigen' → '2D-Wapening'.



Deze wapening dien je apart toe te voegen aan de boven- en de onderzijde van de plaat (telkens in twee wapeningsrichtingen).



OPMERKING: je kan meerdere lagen praktische wapening toevoegen aan hetzelfde oppervlak. De wapening die aan dit oppervlak wordt toegevoegd is dan de som van al deze lagen.

7.6. 1D UGT & BGT controles

Je hebt de keuze uit volgende controles voor 1D staven in SCIA Engineer. De uitvoer opvragen van deze controles is analoog aan het ‘Resultaten’ en ‘Staal’ menu en wordt niet verder uitgelegd in deze sectie.

7.6.1. Capaciteit-respons

De capaciteit-respons is gebaseerd op de berekening van de spanning en de vervorming in een bepaalde component (betonvezel of wapeningsstaaf). De controle bestaat uit de vergelijking van die spanningen en vervormingen met de limietwaarden volgens EN 1992-1-1.

Extreme waarden van spanning/rek in component

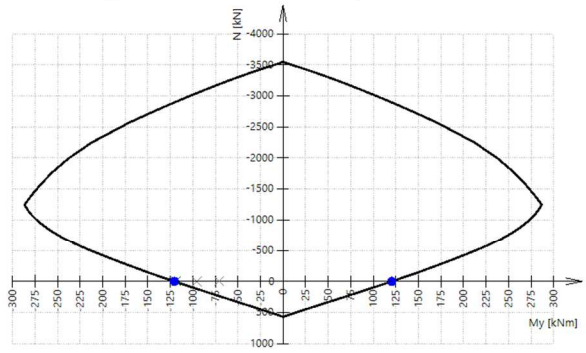
Type component	Vezel / Staaf	ε [‰]	ε_{lim} [‰]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	E.C. [-]	Status
Beton - druk	1	-1.59	-3.5	-18.2	-20	0,91	OK
Beton - trek	3	2.55	0	0	0	0,00	OK
Wapening - druk	1	-1.18	-22.5	-235	-454	0,52	OK
Wapening - trek	3	2.14	22.5	427	454	0,94	OK

7.6.2. Capaciteit-diagram

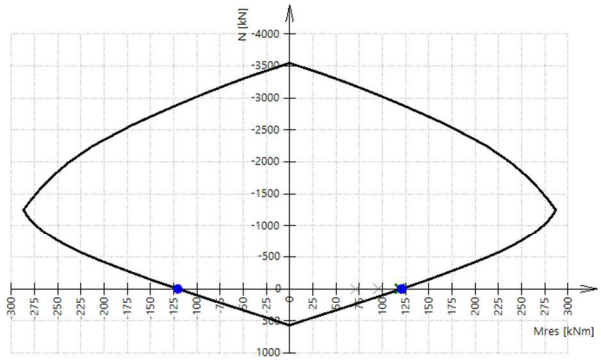
De service ‘Capaciteit – diagram’ maakt gebruik van een interactiediagram: een grafiek die aangeeft in hoeverre betonstaven weerstand kunnen bieden aan een aantal combinaties van normaalkracht en buigend moment.

Deze controle berekent de uiterst toelaatbare interactie tussen de normaalkracht N en de buigende momenten My en Mz.

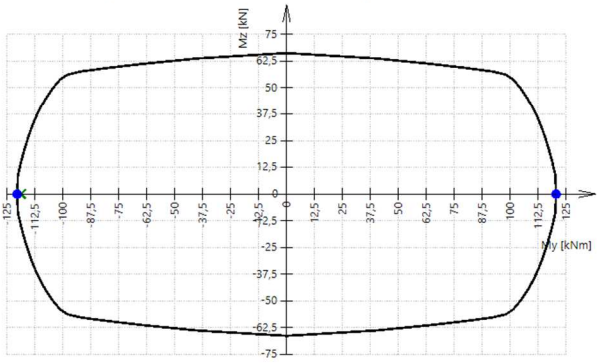
3D-interactiediagram - Verticale doorsnede N-M $_y$



3D-interactiediagram - Verticale doorsnede N-M $_{res}$



3D-interactiediagram - Horizontale doorsnede M_y-M_z



7.6.3. Afschuiving + Torsie

De controle van de interactie tussen afschuiving en torsie bestaat uit drie controles volgens artikels 6.1 - 6.3 in EN 1992-1-1:

- controle van afschuiving;
- controle van torsie;
- controle van de interactie tussen afschuiving en torsie.

Afschuifcontrole

Controle V_{Rdmax}

$V_{Ed} = 100\ kN \leq V_{Rdmax} + V_{ccd} + V_{td} = 717\ kN$

Opm.: De controle voldoet voor het verbrijzelen van de drukschoor ($V_{Ed} \leq V_{Rd,max} + V_{td} + V_{ccd}$).

Controle V_{Edmax}

$V_{Ed} = 100\ kN \leq V_{Edmax} + V_{ccd} + V_{td} = 713\ kN$

Opm.: De controle voldoet voor dwarskracht nabij de ondersteuning ($V_{Ed} \leq V_{Ed,max} + V_{td} + V_{ccd}$).

Controle V_{Rdc} en V_{Rds}

$V_{Ed} = 100\ kN > V_{Rdc} = 65kN$ and $V_{Ed} = 100\ kN < V_{Rds} + V_{ccd} + V_{td} = 101\ kN$

Opm.: De controle voldoet voor dwarswapening ($V_{Ed} < V_{Rds} + V_{ccd} + V_{td}$).

Eenh. Controle

$$UC = \frac{abs(V_{Ed})}{V_{Rd}} = \frac{abs(100\,kN)}{101\,kN} = 0.99$$

7.6.4. Spanningsbeperking

De spanningsbeperkingcontrole is gebaseerd op de verificatie van:

- **drukspanning in het beton**: een hoge waarde van drukspanning in beton kan leiden tot de vorming van scheuren in langsrichting, de verspreiding van microscheuren in beton en hogere kruipwaarden (voornamelijk niet-lineair). Dit effect kan leiden tot een toestand waarin de constructie onbruikbaar is.
- **trekspanning in de wapening:** de wapening wordt getoetst op spanning als gevolg van een ontoelaatbare aanwezigheid van rek en daardoor scheurvorming in beton.

Controle van scheuren in doorsnede

Belasting	Type module	E_c [MPa]	Combi.	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_{ct} [MPa]	h [mm]	$f_{ct,eff}$ [MPa]	Scheur-vorming.
Kort	E_c	0	Kar.	0	-188	0	12.5	500	2.9	JA

Spanningscontrole in beton

Controletype	Belasting	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	y_i [mm]	z_i [mm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_c/\sigma_{c,lim}$ [-]	Status
§7.2(2) Kar.	Kort	0	-188	0						UIT
§7.2(3) Q.-P.	Kort	0	-188	0	0.15	-0.25	-20.6	-13.5	1.53	Niet OK

Spanningscontrole in niet-voorgespannen wapening

Controletype	Belasting	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	y_i [mm]	z_i [mm]	σ_s [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_s/\sigma_{s,lim}$ [-]	Status
§7.2(5) Kar.	Kort	0	-188	0	0.1	0.2	296	400	0.74	OK

7.6.5. Scheurwijdte

De scheurwijdte wordt berekend volgens artikel 7.3.4 in EN 1992-1-1.

Berekening van scheurkrachten (ongescheurde sectie)

Maximale spanning in beton

σ_{ct} = 12.5 MPa

Scheurkrachten

N_{cr} = 0 kN M_{cry} = -43.7 kNm M_{crz} = 0 kNm

σ_{ct} = 12.5 MPa > σ_{cr} = 2.9 MPa => Scheurvorming

Opm.: De scheur is verschenen, omdat de maximale trekspanning is minder dan de scheursterkte.

Maximale scheurafstand

s_{max} = 47.5 mm ≤ 5*(c+0.5*ϕ_{eq}) = 250 mm or $\rho_{p,eff}$ = 0, daarom:

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi_{eq}}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 0.04 + \frac{0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot 0.02}{0.0429} = 215 \text{ mm} \quad (7.11)$$

Gemiddelde rek in de wapening

$$\varepsilon_{sm_cm} = \max\left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \left(\frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \right) \cdot \left(1 + \alpha_E \cdot \rho_{p,eff} \right)}{E_s} ; \frac{0.6 \cdot \sigma_s}{E_s} \right) \quad (7.9)$$

$$= \max\left(\frac{296 \cdot 10^6 - 0.46 \cdot \left(\frac{2.9 \cdot 10^6}{0.0429} \right) \cdot \left(1 + 6.1 \cdot 0.0429 \right)}{200 \cdot 10^9} ; \frac{0.6 \cdot 296 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} \right) = 1.28 \text{ ‰}$$

Berekende scheurwijdte

$$w = \varepsilon_{sm_cm} \cdot s_{r,max} = 1.28 \cdot 215 = 0.276 \text{ mm} \quad (7.8)$$

Grenswaarde van scheurwijdte

w_{max} = 0.3 mm

7.6.6. Doorbuiging

De berekening van de doorbuiging gebeurt volgens artikel 7.4.3 in EN 1992-1-1.

De vereenvoudigde methode wordt gebruikt waarbij de berekening tweemaal wordt gedaan. Het element wordt ongescheurd en volledig gescheurd beschouwd waarop dan formule 7.18 wordt geïnterpoleerd volgens artikel 7.4.3(7). Dit is de standaard ingestelde methode.

Doorbuigingen

Lineaire doorbuiging

$\delta_{lin,y} = u_{ys} + u_{yl} = 0 + 0 = 0$ mm

$\delta_{lin,z} = u_{zs} + u_{zl} = 0 + -3.12 = -3.12$ mm

Directe doorbuiging

$\delta_{imm,y} = u_{yl} \cdot ratio_{uys} = 0 \cdot 2.79 = 0$ mm

$\delta_{imm,z} = u_{zl} \cdot ratio_{uzs} = -3.12 \cdot 2.41 = -7.53$ mm

Korte-termijn doorbuiging

$\delta_{short,y} = u_{ys} \cdot ratio_{uys} = 0 \cdot 2.79 = 0$ mm

$\delta_{short,z} = u_{zs} \cdot ratio_{uzs} = 0 \cdot 2.41 = 0$ mm

Lange termijn + kruip doorbuiging

$\delta_{long,creep,y} = u_{yl} \cdot ratio_{uyl} = 0 \cdot 5.09 = 0$ mm

$\delta_{long,creep,z} = u_{zl} \cdot ratio_{uzl} = -3.12 \cdot 3.29 = -10.3$ mm

Kruip doorbuiging

$\delta_{creep,y} = u_{yl} \cdot (ratio_{uyl} - ratio_{uys}) = 0 \cdot (5.09 - 2.79) = 0$ mm

$\delta_{creep,z} = u_{zl} \cdot (ratio_{uzl} - ratio_{uzs}) = -3.12 \cdot (3.29 - 2.41) = -2.73$ mm

Lange termijn doorbuiging

$\delta_{long,y} = \delta_{long,creep,y} - \delta_{creep,y} = 0 - 0 = 0$ mm

$\delta_{long,z} = \delta_{long,creep,z} - \delta_{creep,z} = -10.3 - -2.73 = -7.53$ mm

Additionele doorbuiging

$\delta_{add,y} = \delta_{short,y} + \delta_{long,creep,y} - \delta_{imm,y} = 0 + 0 - 0 = 0$ mm

$\delta_{add,z} = \delta_{short,z} + \delta_{long,creep,z} - \delta_{imm,z} = 0 + -10.3 - -7.53 = -2.73$ mm

Limit additional doorbuiging

$\delta_{add,lim,y} = 0$ mm

$\delta_{add,lim,z} = \frac{-l_{0z}}{Lim_{add}} = \frac{-5}{500} = -10$ mm

Totale doorbuiging

$\delta_{tot,y} = \delta_{short,y} + \delta_{long,creep,y} = 0 + 0 = 0$ mm

$\delta_{tot,z} = \delta_{short,z} + \delta_{long,creep,z} = 0 + -10.3 = -10.3$ mm

Limiet totale doorbuiging

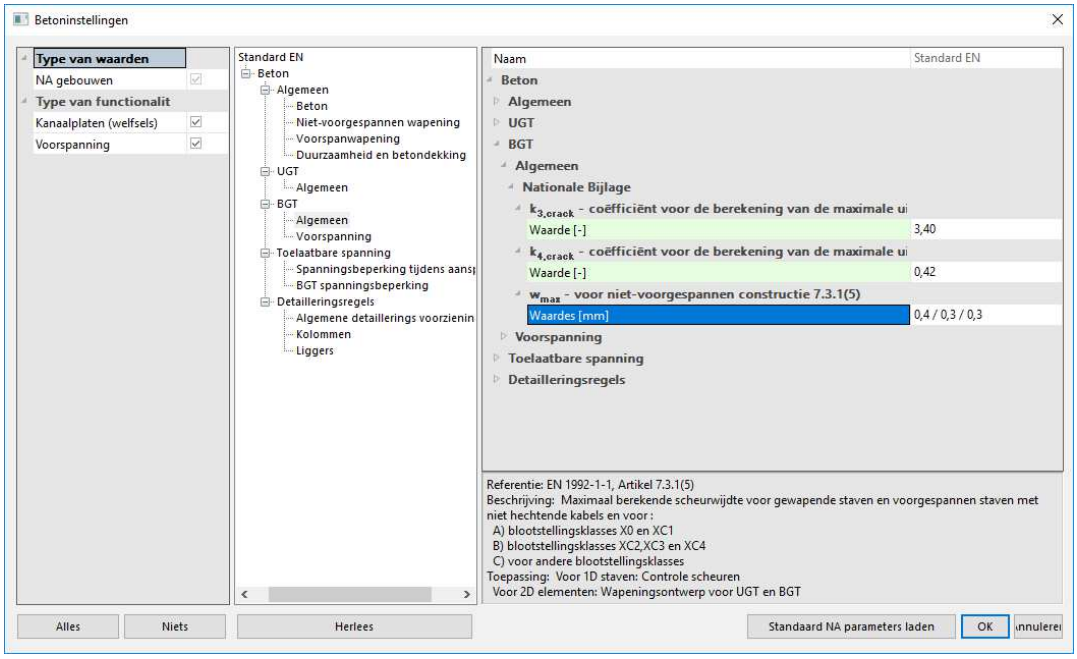
$\delta_{tot,lim,y} = 0$ mm

$\delta_{tot,lim,z} = \frac{-l_{0z}}{Lim_{tot}} = \frac{-5}{250} = -20$ mm

7.7. 2D scheurwijdte controle

Voor de 2D-elementen zijn er minder controles: namelijk de scheurwijdte controle en de ponscontrole.

De waarden van de maximale scheurwijdte (w_{max}) zijn nationaal bepaalde parameters, afhankelijk van de gekozen milieuklasse. Deze waarden kan je instellen via de hoofdboom → 'Project' → 'Nationale bijlage [...]' → 'EN 1992-1-1 [...]'.

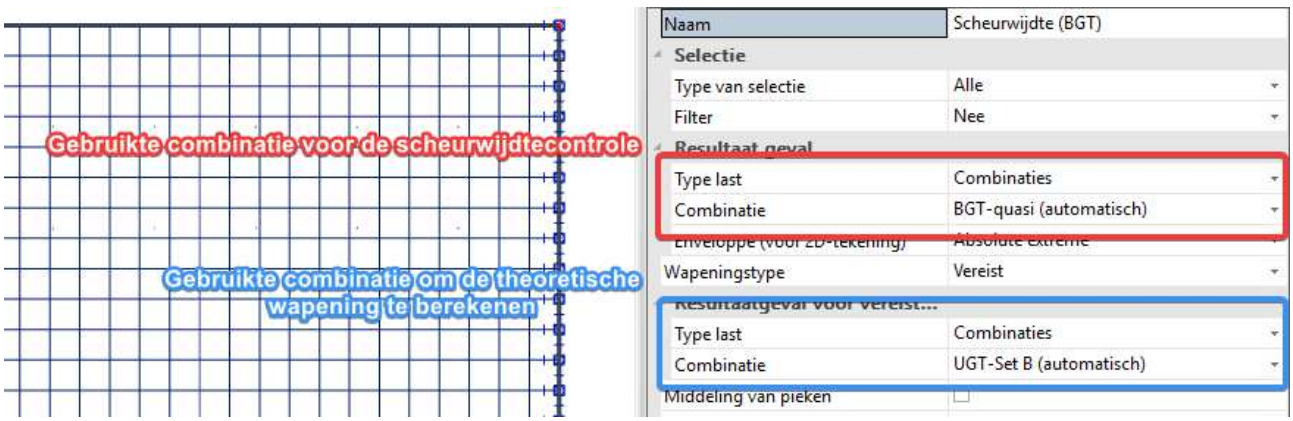


Wapeningstype

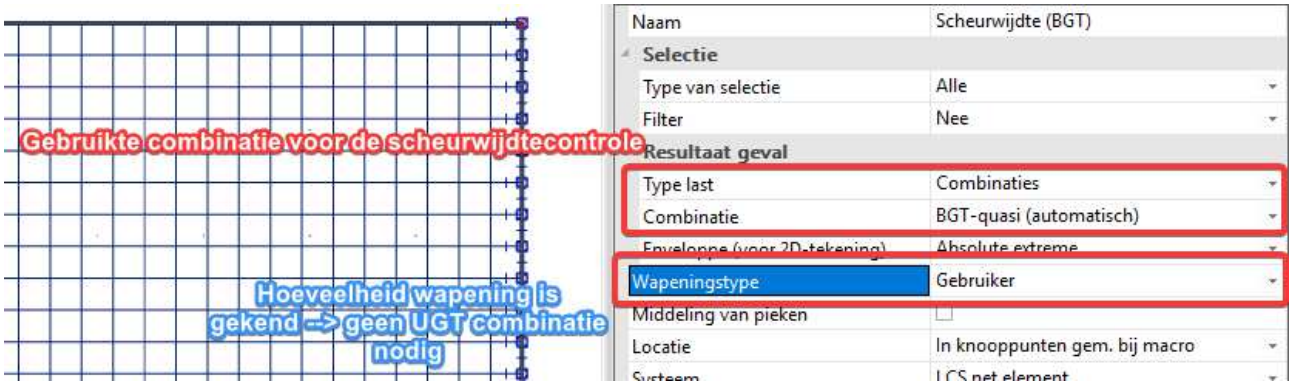
De scheurwijdte controle kan je laten uitvoeren voor de drie types van wapenings (vereiste, aanwezige en gebruikerswapening) voor een quasi permanente BGT combinatie.

Voor wapeningstypes 'Vereist' of 'Aanwezig' moet je ook een UGT combinatie kiezen. Dit is noodzakelijk omdat de vereiste/aanwezige wapening berekend is op basis van een UGT combinatie. Nadat de wapening is berekend, wordt deze gebruikt om de scheurwijdte controle uit te voeren (dit wordt automatisch gedaan door de software).

Vereiste/aanwezige wapening

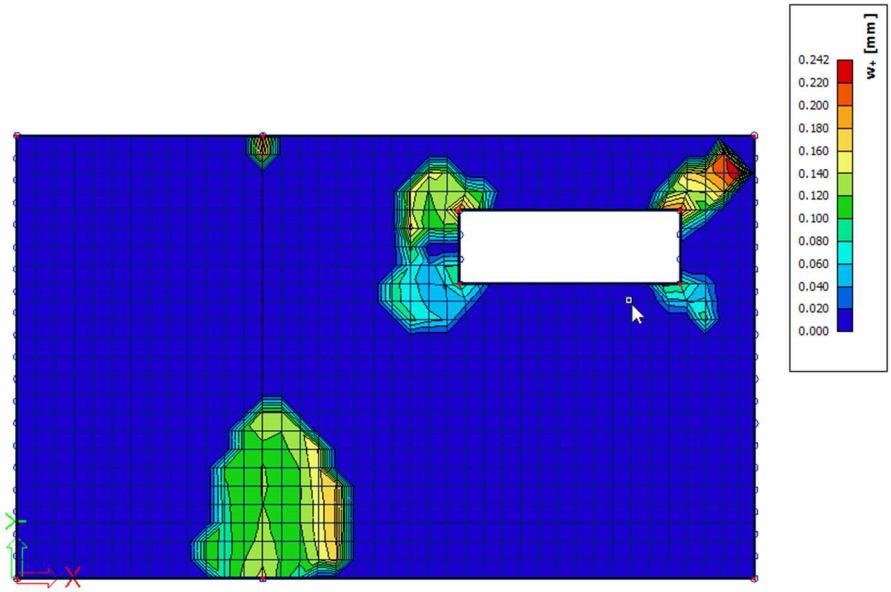


Gebruikerswapening



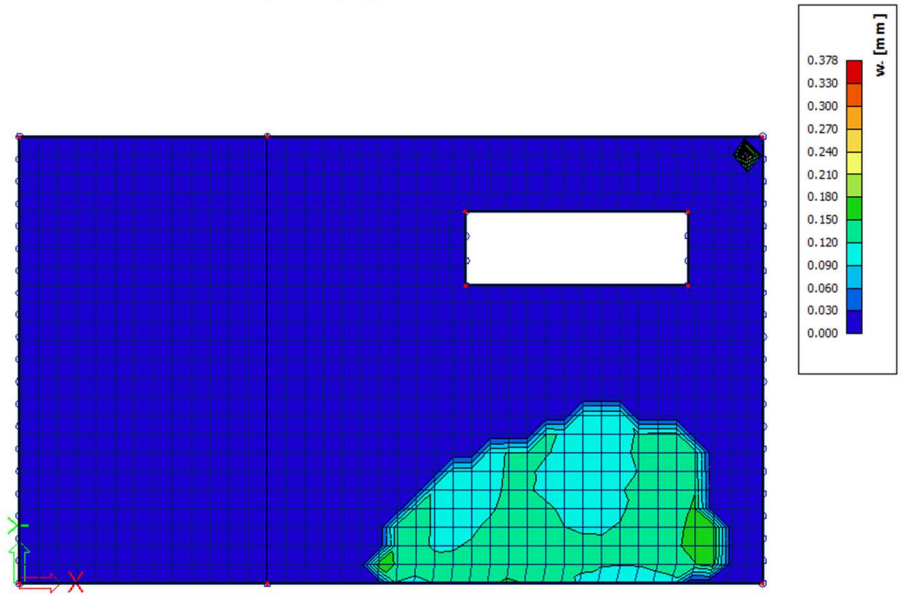
Scheurwijdte w+

Combinatie = BGT; Wapeningstype = Vereist; Waarde = **w+**



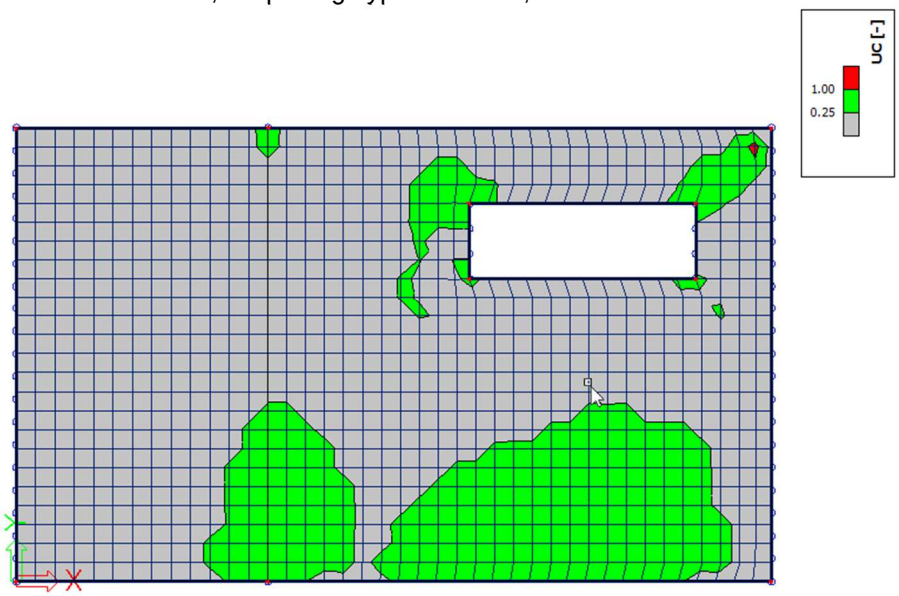
Scheurwijdte w-

Combinatie = BGT; Wapeningstype = Vereist; Waarde = **w-**



Eenheidscontrole (Unity check)

Combinatie = BGT; Wapeningstype = Vereist; Waarde = **UC**

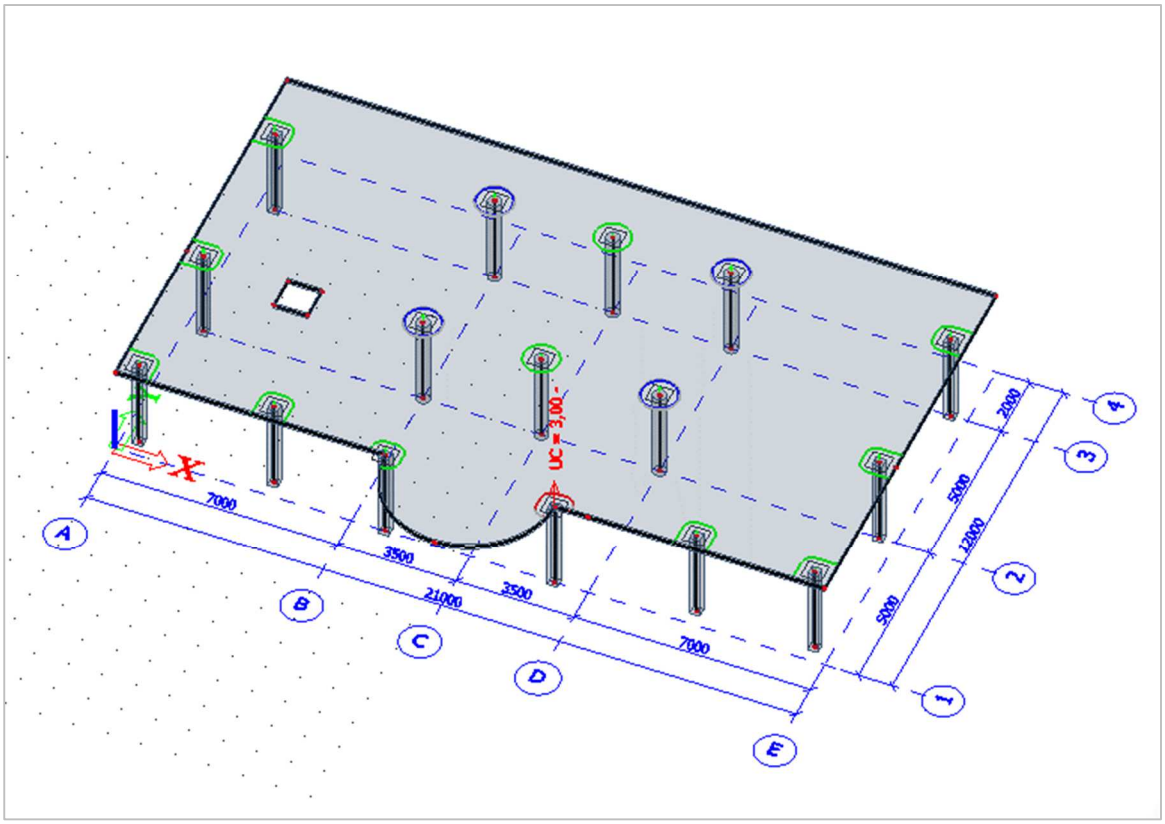


7.8. Ponscontrole

Je kan het ponsontwerp vinden via ‘Beton’ → ‘Onwerp As’ → ‘2D-elementen’ → ‘Pons ontwerp’.

De beta factor wordt automatisch berekend en de vorm van de kolom wordt ook automatisch herkend. Dit betekent dat je niets moet bepalen om de ponscontrole uit te voeren.

Voor het uitvoeren van het ponsontwerp dien je wel het eigenschappenvenster in te stellen. Hier dien je het wapeningstype te kiezen (zoals bij de scheurwijdte controle).



Er zijn drie verschillende types resultaten:

- **Groene weergave:** het beton kan de geconcentreerde belasting opnemen.

Pons ontwerp

Lineaire berekening
Combinatie: ULS
Extreem: Globaal
Selectie: N61
Samenvatting

Naam	BG	Ponsgeval	Ponsvorm	$UC_{vRd,max}$ [-]	$UC_{vRd,c}$ [-]	Afschuifwapeningsomtrek	$UC_{vRd,cs}$ [-]	$UC_{Asw,det}$ [-]	UC [-] Controle
N61	ULS/1	Interne kolom	Cirkel (400)	**0,17**	**0,52**	niet vereist	-	-	0,52 OK

Beton

Naam	BG	Ponsgeval	Ponsvorm	V_{Ed} [kN] β [-]	$M_{Ed,y}$ [kNm] $M_{Ed,z}$ [kNm]	Plaat h [mm]	Materiaal f_{cd} [MPa]	d_{eff} [mm] ρ_l [%]	u_0 [m] u_1 [m]	$v_{Ed,u0}$ [MPa] $v_{Ed,u1}$ [MPa]	$v_{Rd,max}$ [MPa] $v_{Rd,c}$ [MPa]	$UC_{vRd,max}$ [-] $UC_{vRd,c}$ [-]
N61	ULS/1	Interne kolom	Cirkel (400)	**128,46** 1,15	0,09 13,98	Plafond 200,00	C30/37 20,00	160,00 0,18	1,257 3,267	0,73 0,28	4,22 0,55	**0,17** **0,52**

- **Blauwe weergave:** het beton kan de geconcentreerde belasting niet opnemen, maar ponswapening kan worden ontworpen.

Pons ontwerp

Lineaire berekening
Combinatie: ULS
Extreem: Globaal
Selectie: N59
Samenvatting

Naam	BG	Ponsgeval	Ponsvorm	$UC_{vRd,max}$ [-]	$UC_{vRd,c}$ [-]	Afschuifwapeningsomtrek	$UC_{vRd,cs}$ [-]	$UC_{Asw,det}$ [-]	UC [-] Controle
N59	ULS/1	Interne kolom	Cirkel (400)	**0,36**	**1,06**	3x 12Ø8(radiaal) 80+2x80=240	**0,71**	**1,00**	1,00 OK, MAAR

Beton

Naam	BG	Ponsgeval	Ponsvorm	V_{Ed} [kN] β [-]	$M_{Ed,y}$ [kNm] $M_{Ed,z}$ [kNm]	Plaat h [mm]	Materiaal f_{cd} [MPa]	d_{eff} [mm] ρ_l [%]	u_0 [m] u_1 [m]	$v_{Ed,u0}$ [MPa] $v_{Ed,u1}$ [MPa]	$v_{Rd,max}$ [MPa] $v_{Rd,c}$ [MPa]	$UC_{vRd,max}$ [-] $UC_{vRd,c}$ [-]
N59	ULS/1	Interne kolom	Cirkel (400)	**265,21** 1,15	26,85 6,10	Plafond 200,00	C30/37 20,00	160,00 0,38	1,257 3,267	1,52 0,58	4,22 0,55	**0,36** **1,06**

Wapening

Naam	BG	Afschuifwapeningsomtrek	u_{out} [m] a_{out} [mm]	$s_{t,u1}$ [mm] $s_{t,out}$ [mm]	Controleomtrekken (afstand/capaciteit)	Materiaal $f_{ywd,ef}$ [MPa]	$A_{sw,req}$ [mm²] $A_{sw1,min}$ [mm²]	A_{sw} [mm²] $A_{sw,tot}$ [mm²]	$v_{Rd,cs}$ [MPa] $k_{max}v_{Rd,c}$ [MPa]	$UC_{vRd,cs}$ [-] $UC_{Asw,det}$ [-]
N59	ULS/1	3x 12Ø8(radiaal) 80+2x80=240	3,472 354	230 230	320/71%	B 500B 290,0	103 11	603 **1810**	1,42 0,82	**0,71** **1,00**

- **Rode weergave:** het beton kan de geconcentreerde belasting niet opnemen en ponswapening kan niet worden ontworpen.

Pons ontwerp

Lineaire berekening
Combinatie: ULS
Extreem: Globaal
Selectie: N20
Samenvatting

Naam	BG	Ponsgeval	Ponsvorm	$UC_{vRd,max}$ [-]	$UC_{vRd,c}$ [-]	Afschuifwapeningsomtrek	$UC_{vRd,cs}$ [-]	$UC_{Asw,det}$ [-]	UC [-] Controle
N20	ULS/1	Hoekkolom	Rechthoek (300;300)	**0,86**	**1,01**	3x 9Ø8(radiaal) 80+2x80=240	**0,68**	**3,00**	3,00 NIET OK

Beton

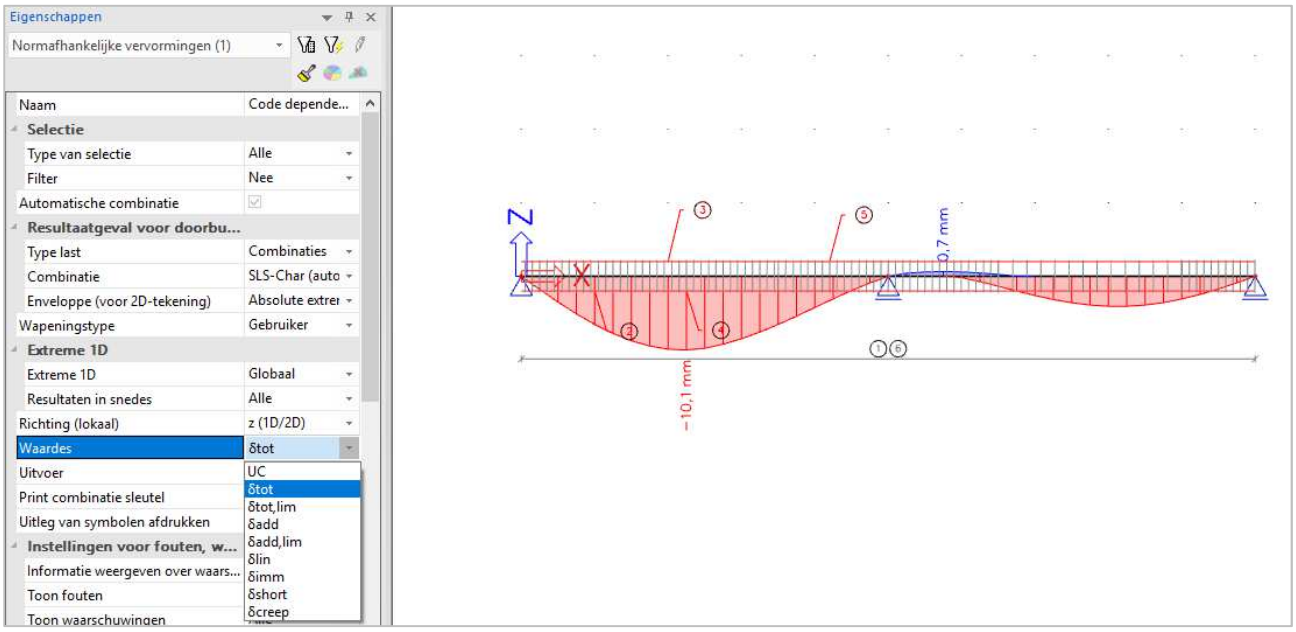
Naam	BG	Ponsgeval	Ponsvorm	V_{Ed} [kN] β [-]	$M_{Ed,y}$ [kNm] $M_{Ed,z}$ [kNm]	Plaat h [mm]	Materiaal f_{cd} [MPa]	d_{eff} [mm] ρ_l [%]	u_0 [m] u_1 [m]	$v_{Ed,u0}$ [MPa] $v_{Ed,u1}$ [MPa]	$v_{Rd,max}$ [MPa] $v_{Rd,c}$ [MPa]	$UC_{vRd,max}$ [-] $UC_{vRd,c}$ [-]
N20	ULS/1	Hoekkolom	Rechthoek (300;300)	**139,68** 1,50	19,42 6,98	Plafond 200,00	C30/37 20,00	160,00 0,30	0,359 2,362	3,65 0,55	4,22 0,55	**0,86** **1,01**

Wapening

Naam	BG	Afschuifwapeningsomtrek	u_{out} [m] a_{out} [mm]	$s_{t,u1}$ [mm] $s_{t,out}$ [mm]	Controleomtrekken (afstand/capaciteit)	Materiaal $f_{ywd,ef}$ [MPa]	$A_{sw,req}$ [mm²] $A_{sw1,min}$ [mm²]	A_{sw} [mm²] $A_{sw,tot}$ [mm²]	$v_{Rd,cs}$ [MPa] $k_{max}v_{Rd,c}$ [MPa]	$UC_{vRd,cs}$ [-] $UC_{Asw,det}$ [-]
N20	ULS/1	3x 9Ø8(radiaal) 80+2x80=240	2,395 328	222 222	320/68%	B 500B 290,0	63 10	452 **1357**	1,45 0,82	**0,68** **3,00**

7.9. Normafhankelijke vervormingen

De berekening van normafhankelijke vervormingen is een bi-lineaire berekening. De berekening wordt uitgevoerd, stijfheden worden gereduceerd en de berekening wordt opnieuw uitgevoerd met de gereduceerde stijfheden. Dit is een vereenvoudigde voorstelling. Je kan een gedetailleerde uitleg terugvinden in de betonhandleiding. Hieronder zie je een voorbeeld met de bijhorende waarden van dit type berekening.



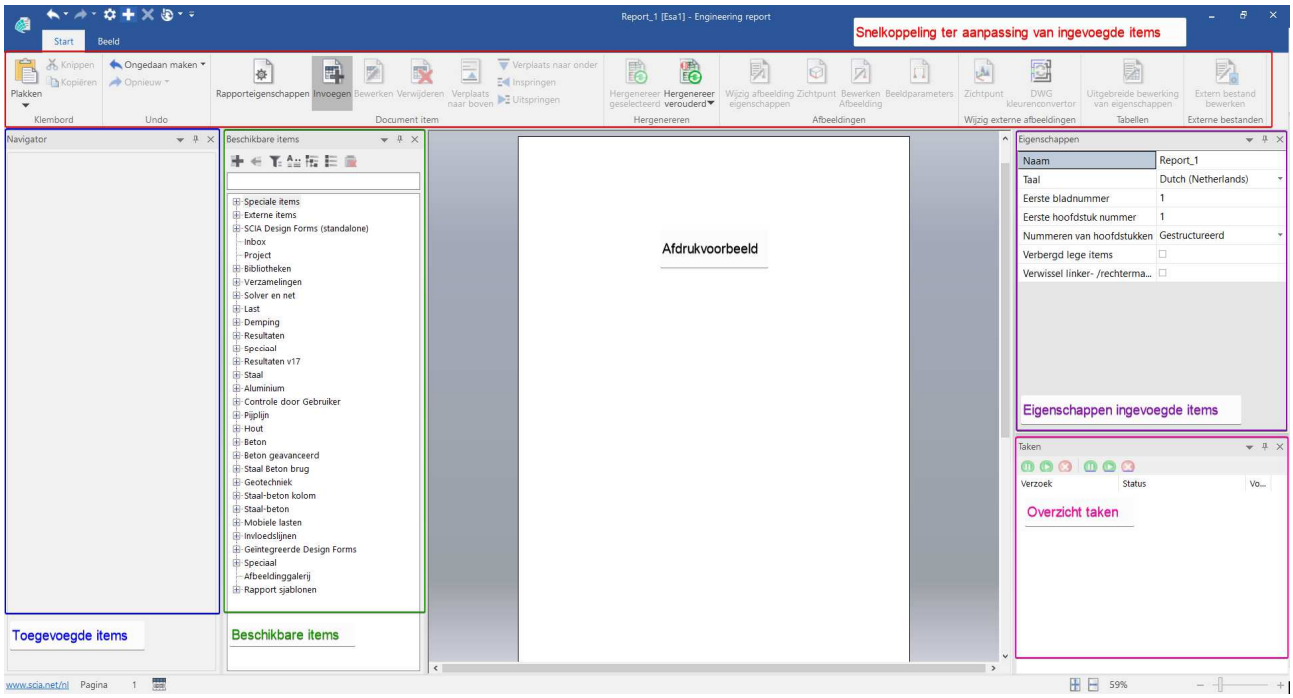
Voor 1D-element

Naam	dx [m]	BG Type wapening	φ(t,t0) [-]	δlin,y [mm] δlin,z [mm]	δimm,y [mm] δimm,z [mm]	δshort,y [mm] δshort,z [mm]	δcreep,y [mm] δcreep,z [mm]	δadd,y [mm] δadd,z [mm]	δadd,lim,y [mm] δadd,lim,z [mm]	δtot,y [mm] δtot,z [mm]	δtot,lim,y [mm] δtot,lim,z [mm]	UC [-] Controle
B1	2,250	SLS-Char (auto)/1 Gebruiker	2,37	0,0 -3,5	0,0 -4,6	0,0 -6,4	0,0 -3,6	0,0 -5,5	20,0 10,0	0,0 **-10,1**	40,0 20,0	0,55 OK
B1	5,750	SLS-Char (auto)/2 Gebruiker	2,37	0,0 0,2	0,0 0,5	0,0 0,5	0,0 0,2	0,0 0,2	20,0 10,0	0,0 **0,7**	40,0 20,0	0,03 OK

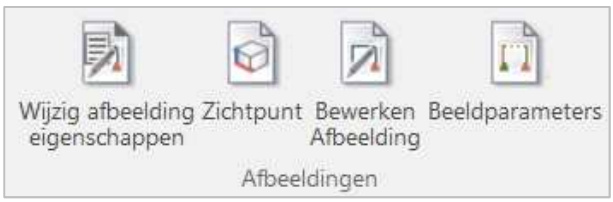
Hoofdstuk 8: Engineering report

8.1. Algemene interface

De algemene interface van het engineering report is opgebouwd uit 5 verschillende vensters. Deze lay-out kan je steeds – door middel van het verslepen van de vensters naar de correcte positie – aanpassen naar je eigen noden. De volgende afbeelding geeft een algemeen overzicht van de verschillende vensters en de bijhorende functie.



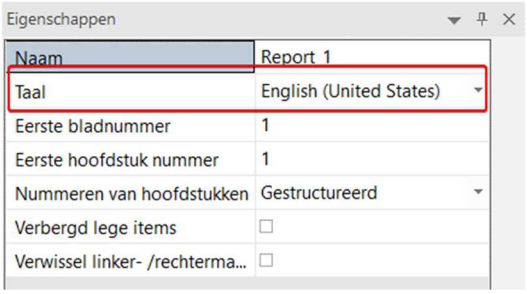
Het engineering report werkt door middel van items. Deze items bevatten alle informatie die beschikbaar is in SCIA Engineer. Om een item toe te voegen aan het rapport, dien je dit item te selecteren en dubbel te klikken in het venster '**Beschikbare items**'. Hiernaast kan je items ook zoeken door middel van de naam in het zoekvenster bovenaan in dit venster te typen. Zodra je dit item hebt toegevoegd, verschijnt deze in het venster van de '**Navigator**' of '**Toegevoegde items**' op voorgaande afbeelding. Deze toegevoegde items kan je steeds aanpassen door gebruik te maken van het eigenschappenvenster in het engineering report. Dit eigenschappenvenster steunt op hetzelfde principe als het eigenschappenvenster in de modelomgeving van SCIA Engineer. De aan het rapport toegevoegde afbeeldingen kan je eveneens steeds wijzigen door middel van de snelkoppelingen 'Wijzig afbeelding eigenschappen', 'Zichtpunt',... die je ziet op de onderstaande afbeelding.



Na het aanpassen van één of meerdere toegevoegde items, is het noodzakelijk dat je de inhoud van het engineering report hergenereert of update. Je kan dit commando uitvoeren voor zowel een individueel item als voor de volledige inhoud van het rapport. Dit doe je met behulp van de iconen '**Hergenereer geselecteerd**' of '**Hergenereer verouderd**'.

De geavanceerde eigenschappen van de toegevoegde items kunnen kan je op hun beurt aanpassen door middel van het icoon '**Bewerken**'.

De taal waarin de output gegenereerd kan je aanpassen in de algemene eigenschappen van het engineering report.

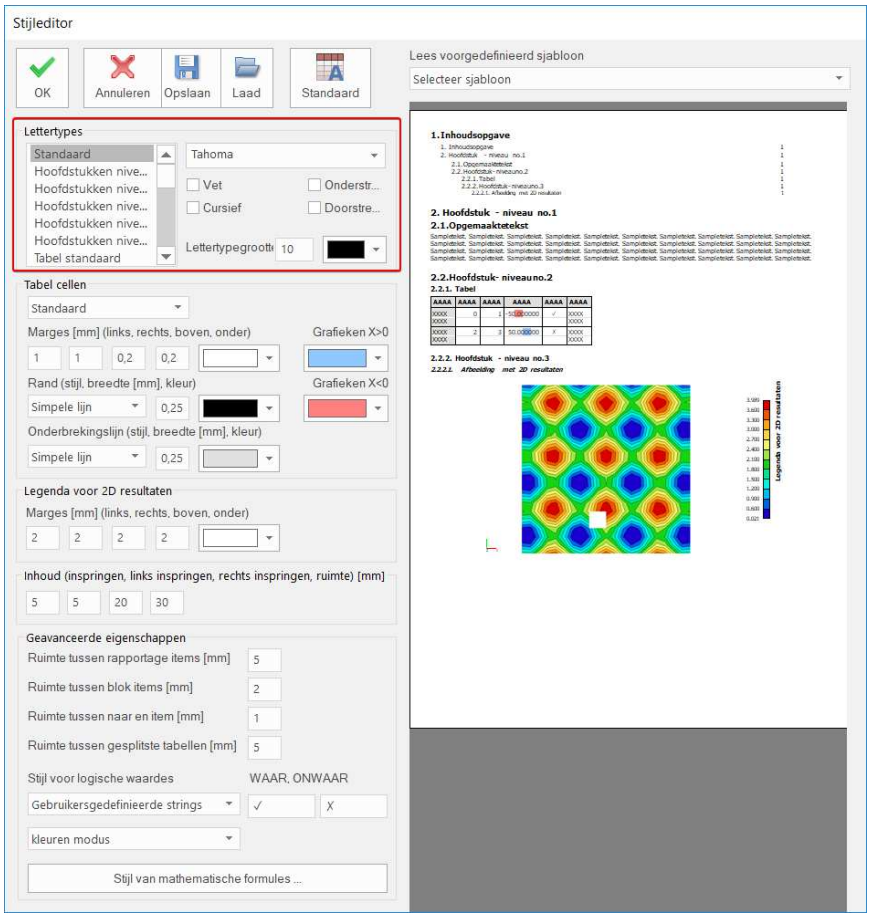


8.2. Algemene pagina lay-out

Het volgende hoofdstuk omvat informatie omtrent verschillende items die je kan hanteren om de algemene pagina lay-out van het engineering report te verzorgen.

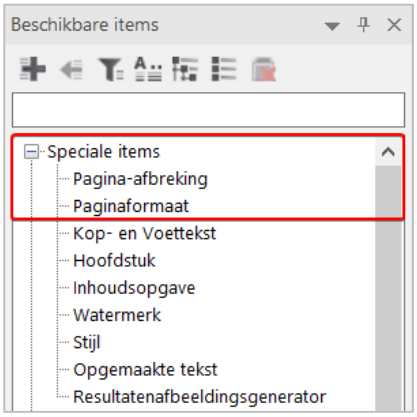
8.2.1. Pagina lay-out

De algemene pagina lay-out van het rapport kan je wijzigen door middel van het beschikbare sub-item '**Stijl**'. Dit sub-item kan je terugvinden onder het beschikbare item '**Speciale items**'. Van zodra dit item aan het rapport is toegevoegd, kan je dit aanpassen door het icoon '**Bewerken**' te kiezen. Vervolgens wordt de '**Stijleditor**' geopend. Deze editor biedt je de mogelijkheid om alle instellingen inzake de lettertypes, de tussenafstanden en de kleuren van de tekst in het rapport te personaliseren.

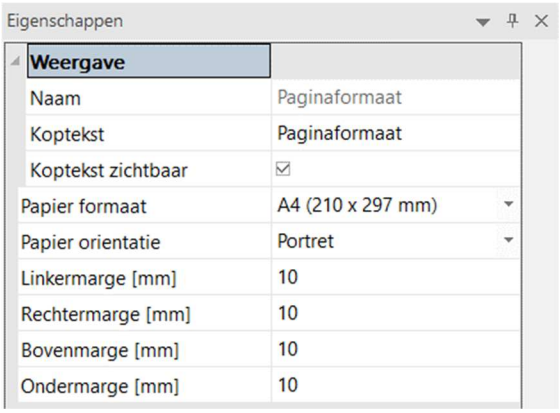


8.2.2. Paginaformaat en pagina-afbreking

Het paginaformaat van het rapport kan je aanpassen door toevoeging van het item '**Paginaformaat**'. Dit item is een subcategorie van het beschikbare item '**Speciale items**'. Dit is eveneens van toepassing voor het item '**Pagina-afbreking**' waarbij je een pagina-afbreking – bijvoorbeeld aan het einde van een hoofdstuk – kan definiëren.

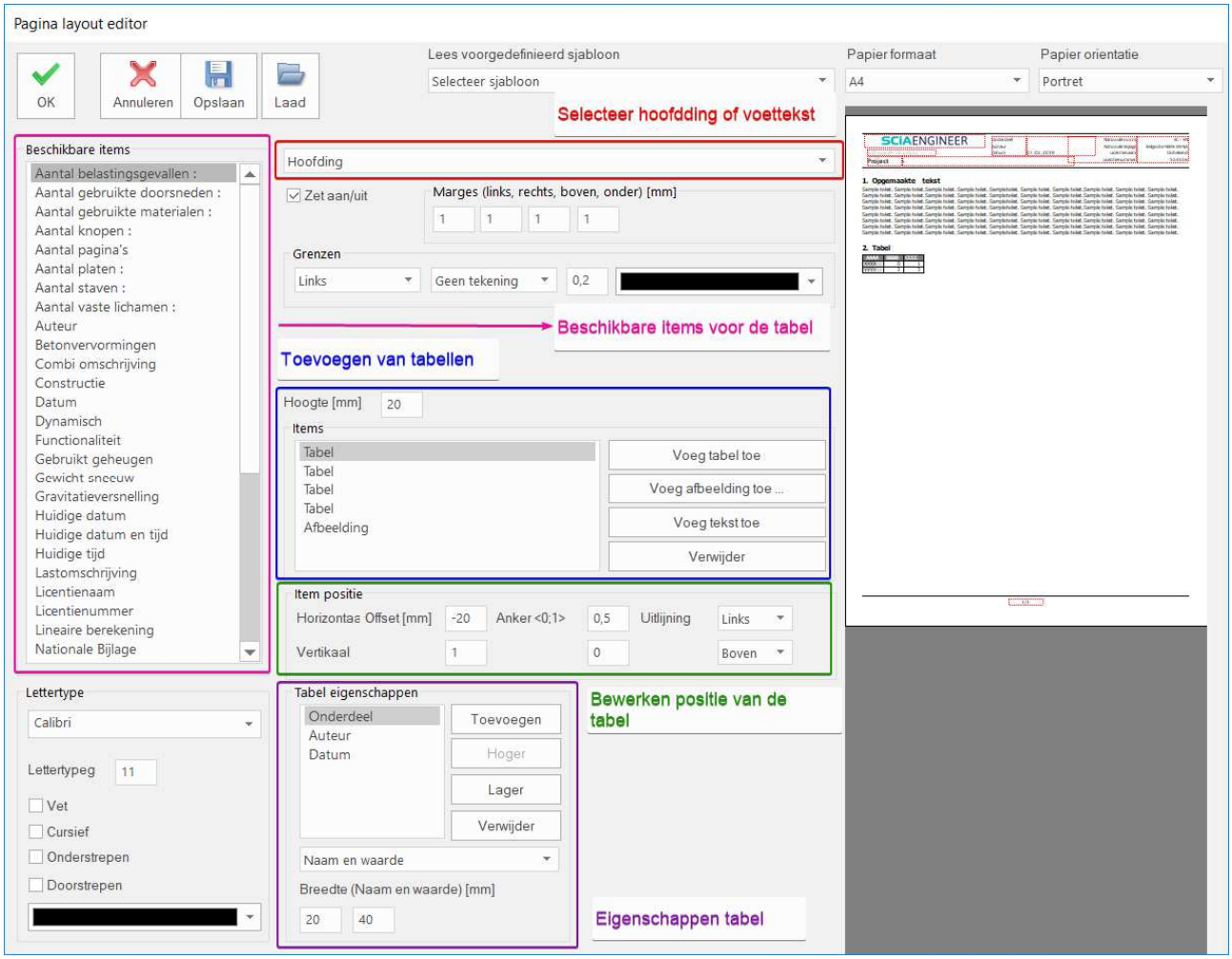


Nadat je het item '**Paginaformaat**' hebt toegevoegd is het eveneens mogelijk de bijhorende eigenschappen – zoals formaat en marges – aan te passen in het eigenschappenvenster.



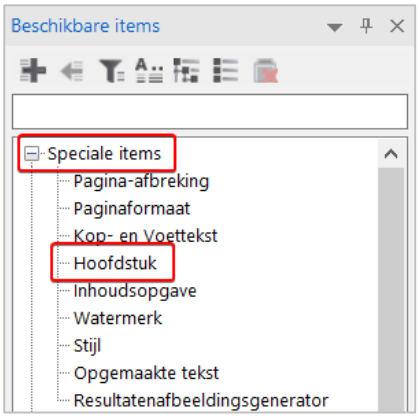
8.2.3. Kop- en voettekst

Het item '**Kop- en voettekst**' kan je terugvinden in de categorie van '**Speciale items**'. Door het icoon 'Bewerken' te gebruiken, kan je deze kop- en voettekst volledig naar je wensen personaliseren. Dit item kan je vervolgens ook bewaren als een sjabloon en vervolgens gebruiken in latere projecten.



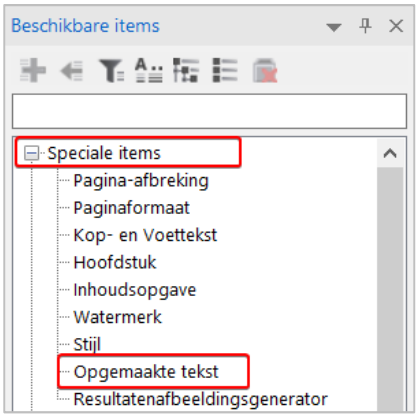
8.2.4. Hoofdstuk

Je kan ook verschillende hoofdstukken in het rapport creëren. Hiervoor dien je het speciale item '**Hoofdstuk**' toe te voegen aan het engineering report.

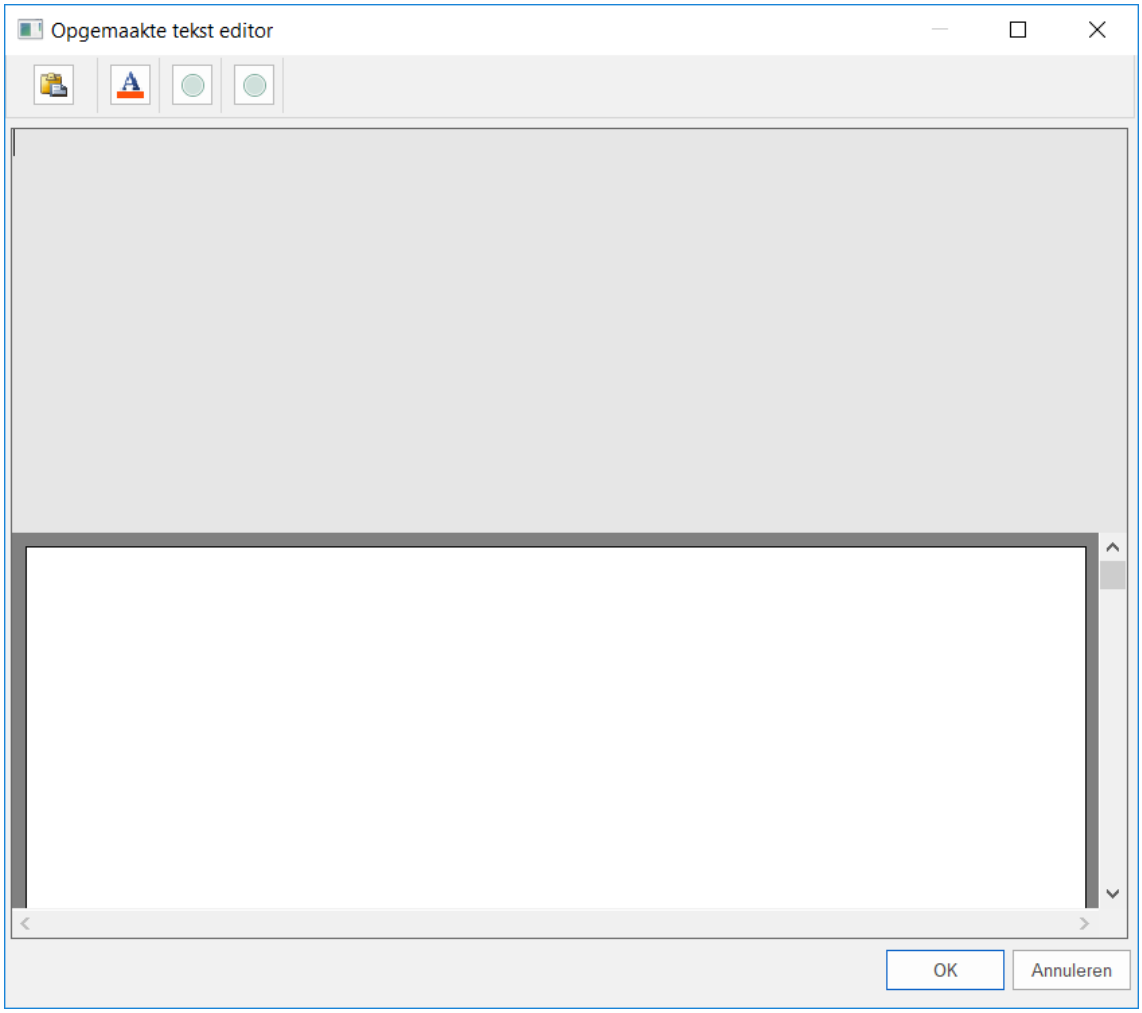


8.2.5. Opgemaakte tekst

In het engineering report kan je ook manueel tekst invoeren. Dit doe je via het speciale item '**Opgemaakte tekst**'.



Van zodra je dit item hebt toegevoegd, kan je – na het activeren van de snelkoppeling '**Bewerken**' – manueel tekst toevoegen aan het rapport.



8.3. Toevoegen van afbeeldingen

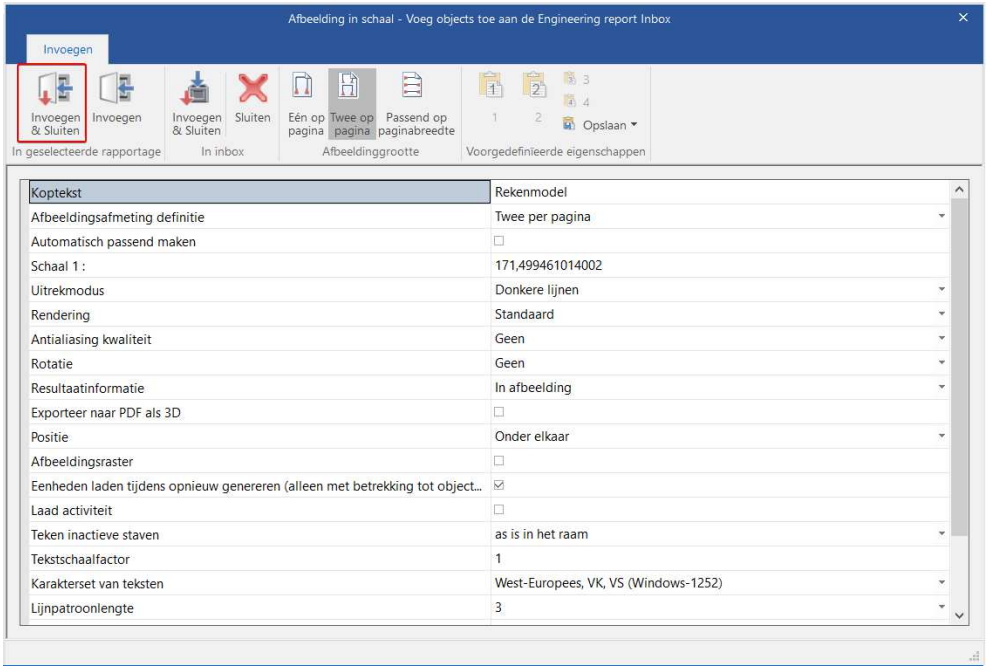
Bij het opstellen van een engineering report kan je steeds verschillende afbeeldingen toevoegen ter vervollediging van de rapportage. Je kan deze afbeeldingen op verschillende manieren toevoegen. Deze methodes bespreken we in de volgende secties.

8.3.1. Screenshots en live afbeeldingen

Een eerste mogelijkheid waarmee je afbeeldingen kan toevoegen aan het rapport bestaat uit de commando's '**Screenshot in Engineering report**', '**Live afbeelding met schaal in Engineering report**' en '**Live afbeelding in Engineering report**'. Deze opties laten je toe om afbeeldingen van het model naar het rapport te zenden en je kan deze oproepen door middel van een rechtermuisklik in het grafisch venster in SCIA Engineer.

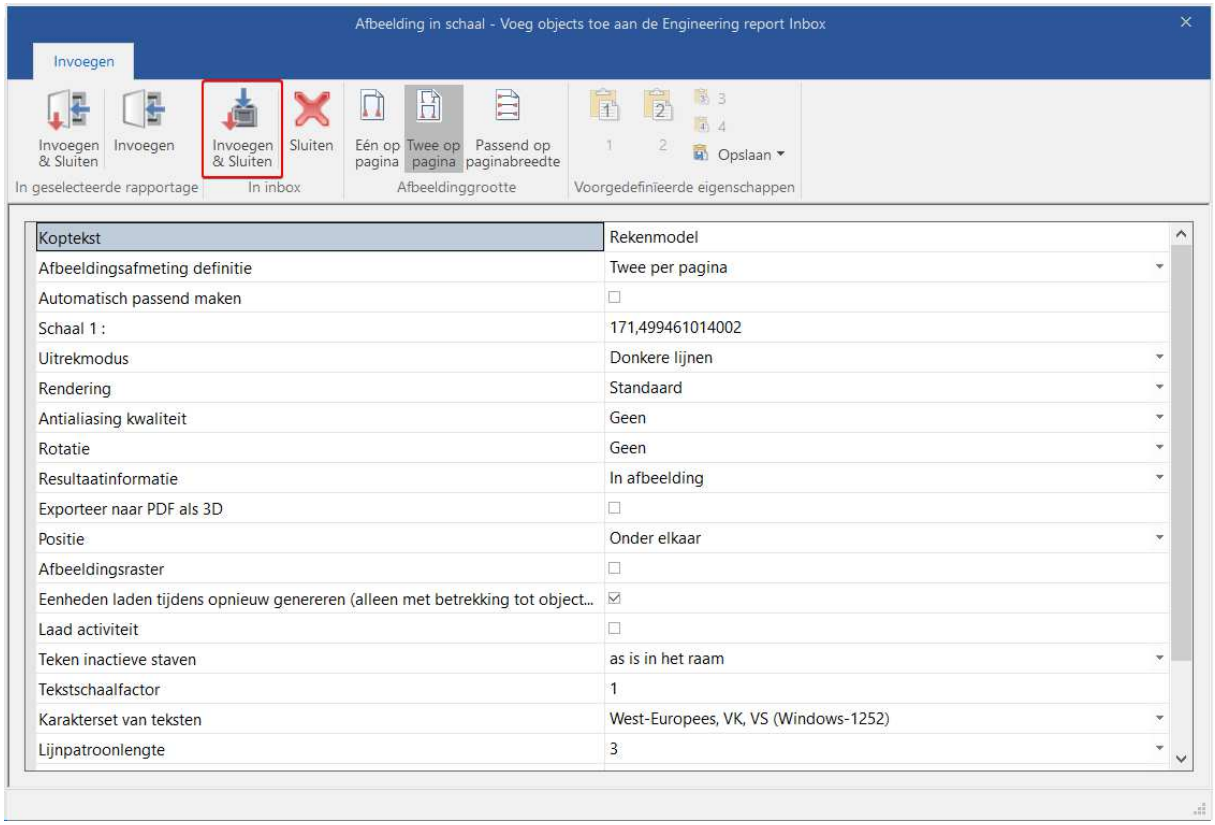
Daarnaast is het eveneens van groot belang dat je de verschillen tussen beide types van afbeeldingen kent. Een screenshot is namelijk een vaste momentopname. Hierdoor is het **niet** mogelijk zijn dat je deze afbeelding update nadat je de structuur nog zou aanpassen. Live afbeeldingen daarintegen kan je wel updaten na het aanpassen van je model.

Nadat je een afbeeldingstype hebt gekozen, kan je deze afbeelding aan het rapport toevoegen door het activeren van het commando '**Invoegen & Sluiten**'.



8.3.2. Inbox

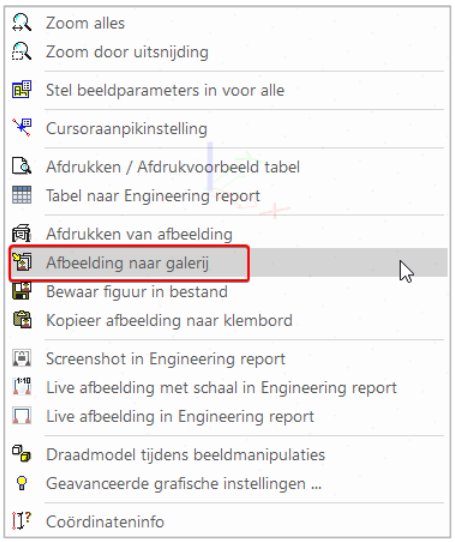
Je kan live afbeeldingen of screenshots, in plaats van deze onmiddellijk naar het rapport te zenden, ook naar de '**Inbox**' van het engineering report zenden. Deze optie laat je toe de gecreëerde afbeeldingen later aan het rapport toe te voegen. Om de afbeeldingen naar de inbox te zenden, dien je de optie '**Invoegen & Sluiten**' aan te klikken in het tabblad '**In inbox**'.



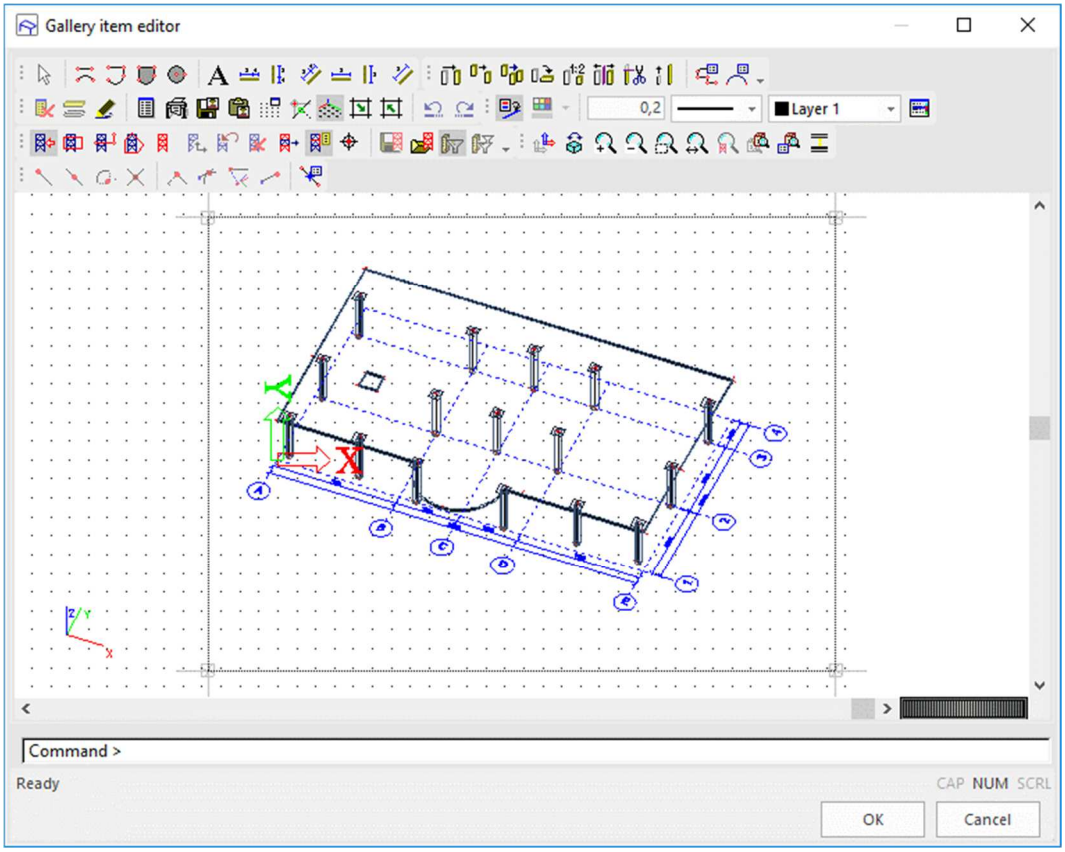
8.3.3. Afbeeldinggalerij

Je kan afbeeldingen je aangemaakt hebt in de modelomgeving eveneens naar de afbeeldinggalerij zenden. Deze optie biedt je de mogelijkheid om de gegenereerde afbeelding te bewerken en bijkomende gegevens – zoals maatlijnen – aan de afbeelding toe te voegen zonder het model aan te passen. De afbeeldinggalerij vind je terug in de hoofdboom onder de optie '**Tekengereedschap**'.

Een afbeelding stuur je naar de afbeeldinggalerij door middel van een rechtermuisklik in het grafisch venster en het kiezen van de optie '**Afbeelding naar galerij**'.



Zoals reeds vermeld, kan je deze afbeeldingen eveneens aanpassen in de afbeeldinggalerij zonder bijkomende gegevens aan het model toe te voegen in de modelomgeving. Om deze afbeeldingen aan te passen, dien je de optie '**Bewerken**' te selecteren in de afbeeldinggalerij.

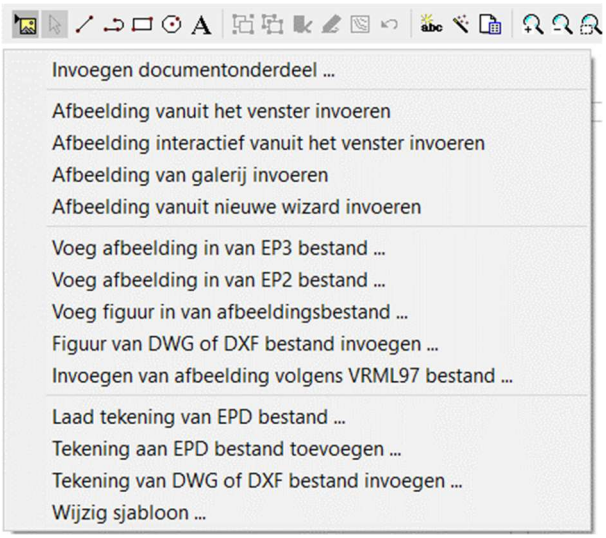


Afbeeldingen van de galerij kan je vervolgens toevoegen aan het rapport met behulp van het beschikbare item '**Afbeeldinggalerij**'.

8.3.4. Paperspace galerij

De paperspace galerij vind je eveneens terug onder '**Tekengereedschap**'. De paperspace biedt je de mogelijkheid om planaanzichten te maken van het model.

Nadat je een nieuwe paperspace galerij afbeelding hebt gecreëerd, kan je verschillende items toevoegen met behulp van de volgende opties:

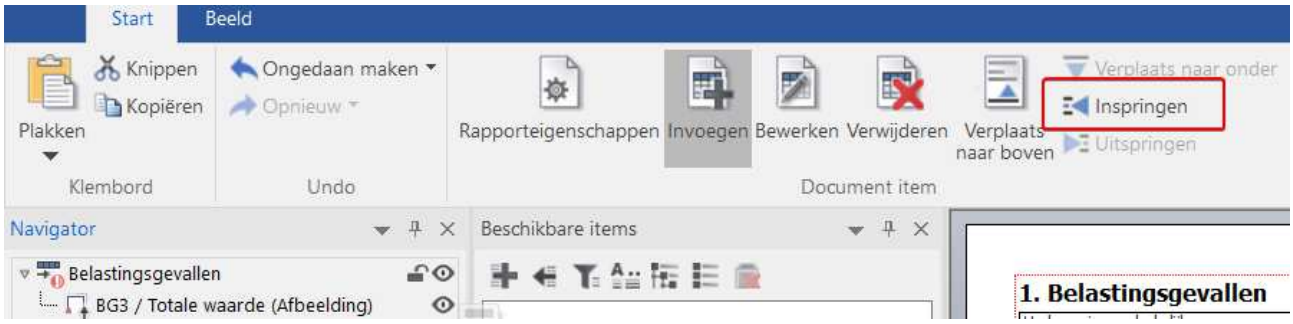


8.3.5. Genereren van resultatenafbeeldingen

Voor het genereren van afbeeldingen met betrekking tot de resultaten van het berekende model, heb je twee verschillende werkmethodes: je kan gebruik maken van het commando '**Inspringen**' of je gebruikt het item '**Resultatenafbeeldingsgenerator**'. Beide opties lichten we hieronder toe.

Inspringen

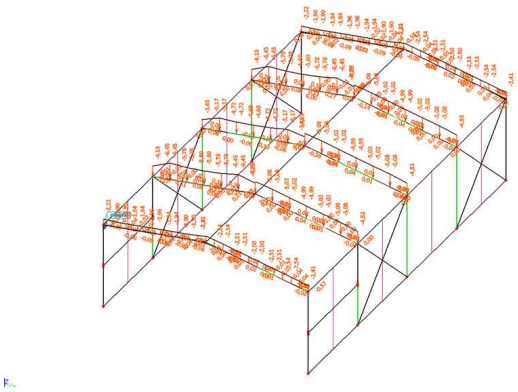
Bij het opstellen van een engineering report kan je de snelkoppeling '**Inspringen**' toepassen. Als je dit commando toepast, namelijk het inspringen van een tabel of afbeelding onder een beschikbaar item, herkent SCIA automatisch de relatie tussen deze items en zal de bijhorende output gegenereerd worden. De volgende afbeeldingen geven hiervan een illustrerend voorbeeld wanneer een afbeelding onder de tabel van belastingsgevallen ingesprongen wordt.



1.2. Load cases - BG2

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG2	Dakbelasting	Permanent	LG1
		Standard	

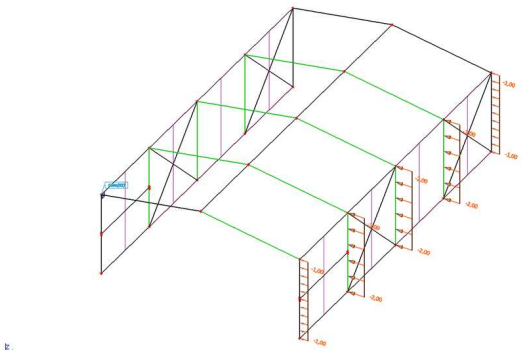
1.2.1. BG3 / Tot. value



1.3. Load cases - BG3

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG3	Wind X	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

1.3.1. BG3 / Tot. value



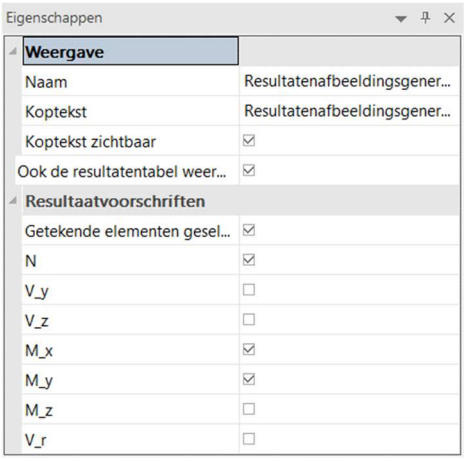
Resultatenafbeeldingengenerator

De resultatenafbeeldingengenerator is een item dat je terugvindt onder de optie '**Speciale items**'. Om dit item te gebruiken, moet je zowel een resultatentabel als een live afbeelding hieronder laten inspringen.

De resultatenafbeeldingengenerator:

- gebruikt de informatie van de resultatentabel;
- gebruikt het zichtpunt van de afbeelding;
- geeft de resultaten weer die gekozen zijn in het eigenschappenvenster.

Je dient in het eigenschappenvenster van de generator te definiëren voor welke resultaten er een afbeelding moet gegenereerd worden. In het volgende voorbeeld worden er afbeeldingen genereerd voor de geselecteerde resultaten 'N', 'M_x' en 'M_y'.



1. Result picture generator

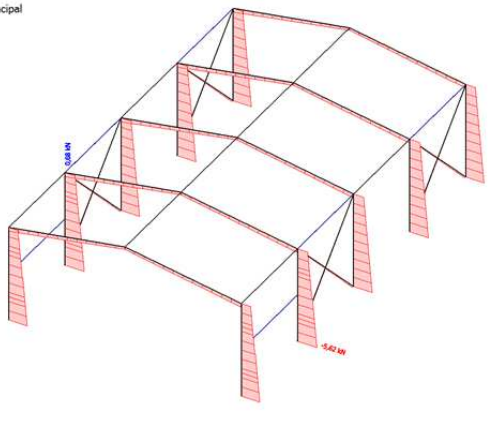
1.1. 1D internal forces

Linear calculation
Load case: BG1
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All

Name	dx [m]	Case	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
S8	0,000	BG1	**-5,62**	0,07	0,78	0,00	0,00	-0,20
S22	0,000	BG1	**0,08**	0,00	0,12	0,00	-0,10	0,00
S36	7,071	BG1	-0,45	**-0,12**	-0,12	0,00	-0,14	-0,15
S35	0,000	BG1	-0,42	**0,12**	0,12	0,00	-0,15	-0,14
S5	2,500+	BG1	-4,21	0,03	**-0,78**	0,00	-1,95	0,10
S3	0,000	BG1	-1,16	-0,01	2,41	**0,00**	-3,73	0,00
S2	0,000	BG1	-1,16	0,01	2,41	**0,00**	-3,73	0,00
S7	0,000	BG1	-1,21	0,00	**2,49**	0,00	**-3,91**	-0,01
S8	5,000	BG1	-2,97	0,04	0,78	0,00	**3,90**	0,20
S20	5,000	BG1	-2,77	-0,10	0,74	0,00	3,72	**-0,31**
S16	5,000	BG1	-2,95	0,08	0,78	0,00	3,90	**0,21**

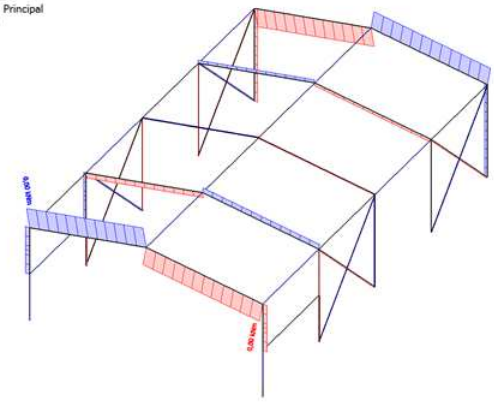
1.2. BG3 / Tot. value - N

Values: **N**
Linear calculation
Load case: BG1
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All



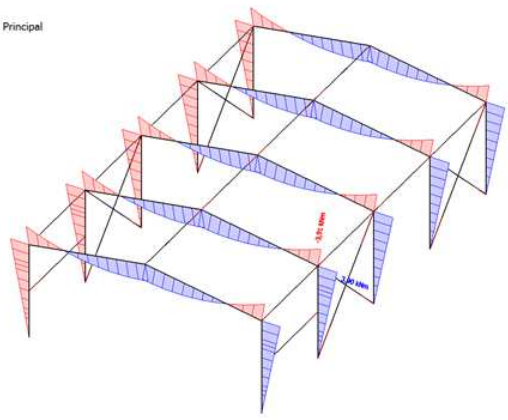
1.3. BG3 / Tot. value - M_x

Values: **M_x**
Linear calculation
Load case: BG1
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All



1.4. BG3 / Tot. value - M_y

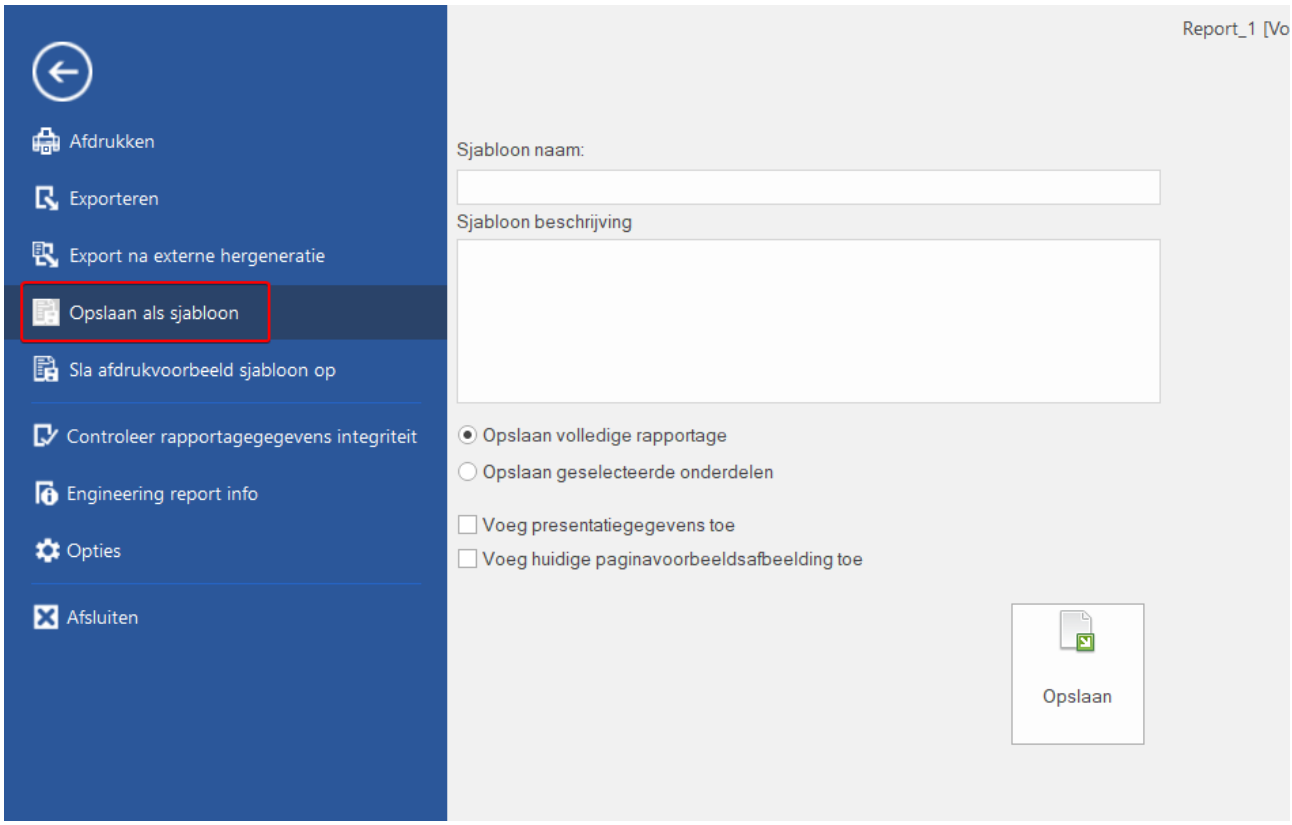
Values: **M_y**
Linear calculation
Load case: BG1
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All



8.3.6. Rapportsjabloon

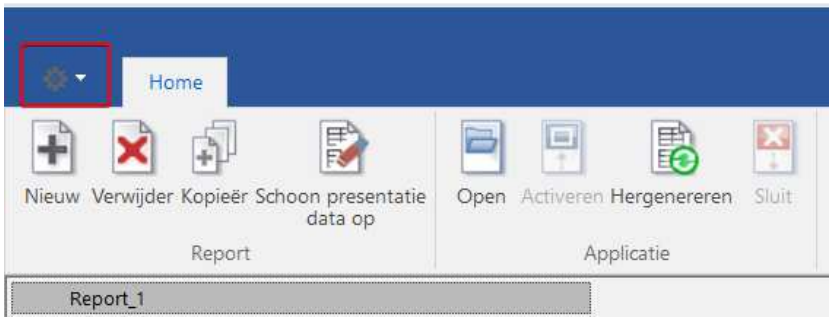
Het engineering report biedt je eveneens de mogelijkheid om een bepaalde lay-out te bewaren als een sjabloon. Van zodra je dit sjabloon hebt bewaard, kan je dit importeren in eender welk project. Het engineering report zal vervolgens alle items van het sjabloon automatisch genereren in overeenstemming met de gegevens van het nieuwe project.

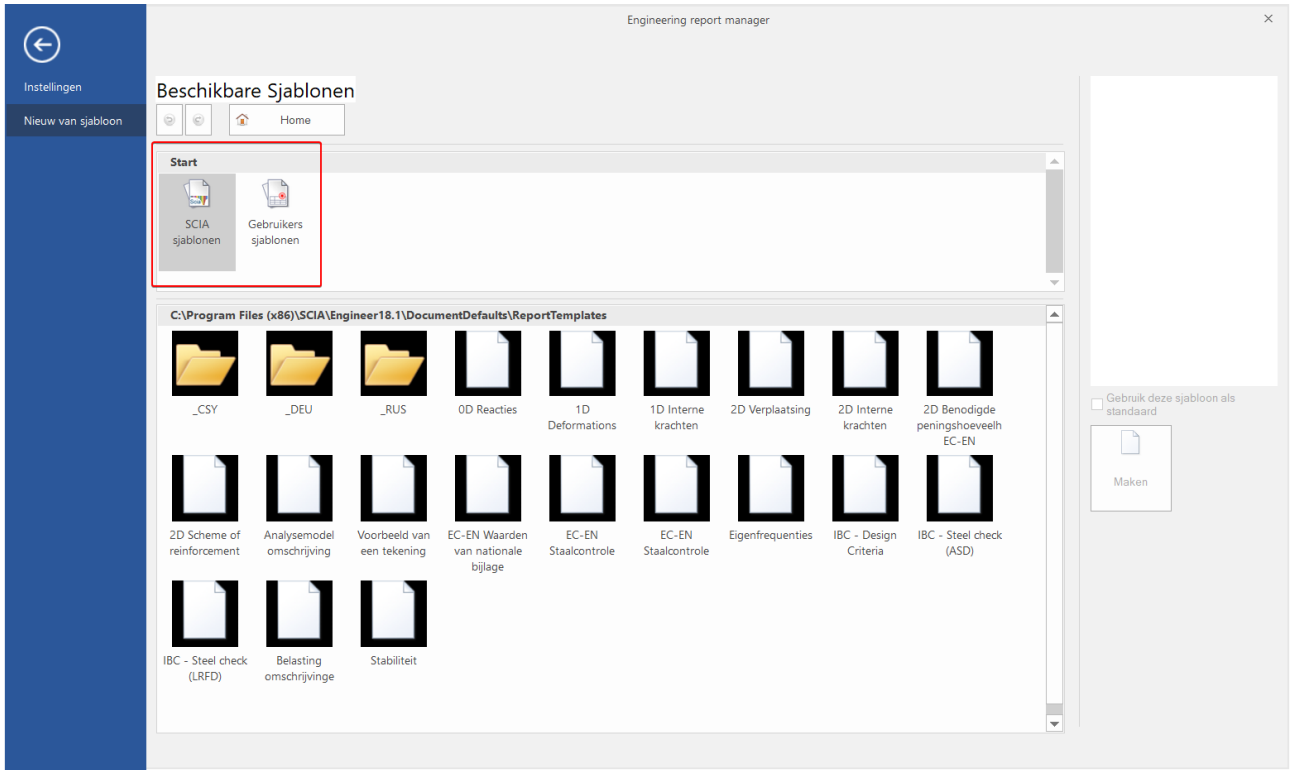
De lay-out kan je bewaren als sjabloon door middel van de optie '**Opslaan als sjabloon**', dat beschikbaar komt wanneer je het logo van SCIA Engineer aanklikt.



OPMERKING: het is aangewezen dat je het sjabloon bewaart op de door SCIA voorgestelde locatie. Hierdoor zal de software in staat zijn dit sjabloon toe te passen in toekomstige projecten.

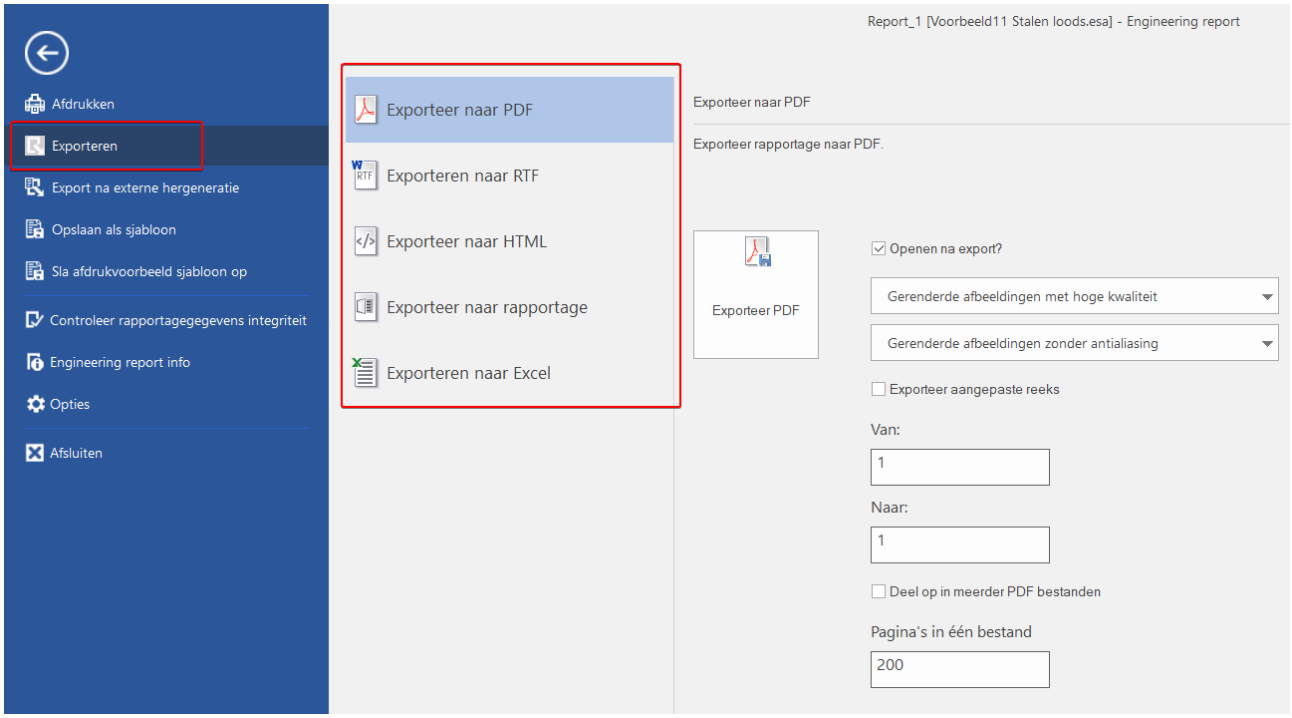
De engineering report manager biedt je de mogelijkheid om zowel een vooropgesteld sjabloon door SCIA of een gebruikerssjabloon toe te passen. Dit wordt weergegeven aan de hand van de volgende afbeeldingen.

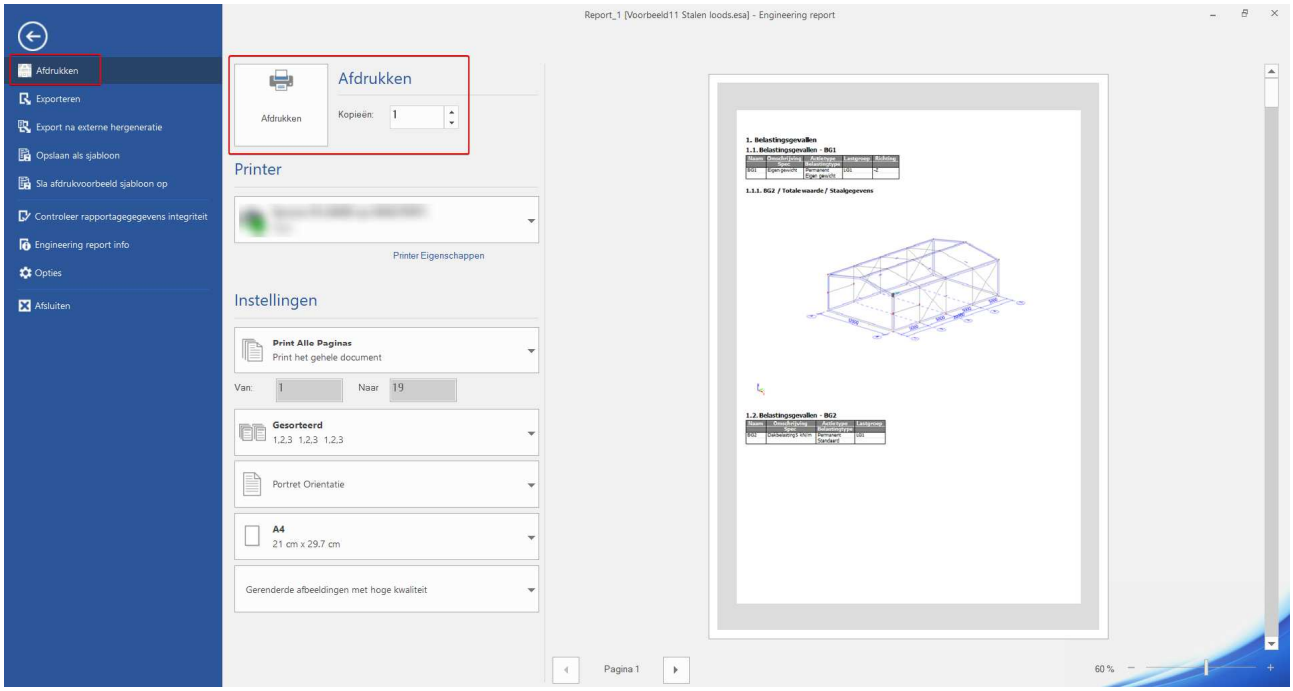




8.3.7. Exporteren

Het engineering report kan je ook exporteren naar verschillende bestandsformaten. Deze types worden in de volgende afbeelding weergegeven. Het exporteren van het rapport kan je uitvoeren door via het logo van SCIA naar de optie '**Exporteren**' te navigeren.



8.3.8. Afdrukken

Je kan het engineering report afdrukken door via het logo van SCIA de optie '**Afdrukken**' te activeren. Dit wordt weergegeven op de volgende afbeelding.