

lateral buckling restraint - attaches - steel check - creep - charges climatiques - dynamic analysis - lateral buckling - brandweerstandsanalyse - timber - 1st order - verstijvers - buisverbinding - diseño de planos de armaduras - pandeo lateral - verbindingen - shear connection - verificación - armatures longitudinales - pórtico - unión base columna - voorontwerp - unión tubular - haunch - connexion moment - cimbras - vérification acier - unity check - Eurocode 2 - mesh - retaining wall - raidisseur - Eurocode 3 - longitudes de pandeo - connections - ACI 138 - acero - 2nd ordre - portal frame - Eurocode 8 - andamios - kip - dwarskrachtverbinding - BS 8110 - dalle de fondation - seismische analyse - armaduras longitudinales - BIM - gelaste verbinding - 2de orde - buckling - funderingszool - poutre sur plusieurs appuis - maillage - malla - uniones - 2D raamwerken - fire resistance analysis - voiles - cracked deformation - gescheurde doorbuiging - longueurs de flambement - pandeo - reinforcement - unity check - cantonera - dynamische analyse - hout - ossatures 3D - koudgevormde profielen - placa de extreme - 1er orden - continuous beam - connexion soudée - momentverbinding - praktische wapening - renforts au déversement - fluencia - estribos - déformation fissurée - EHE - beugels - Eurocódigo 3 - platine de bout - análisis dinámico - column base plate - kruip - rigid link - welded connection - charpente métallique - moment connections - estructuras 2D - kniestuk - assemblage métallique - 3D raamwerken - second ordre - beam grid - cargas climáticas - Eurocode 2 - Eurocode 5 - wall - deformación fisurada - lien rigide - enlace rígido - 2D frames - estructuras 3D - éléments finis - vloerplaat - steel connection - scheurvorming - integrated connection design - armatures pratiques - analyse sismique - nieve y viento - practical reinforcement - charges mobiles - dalle - wapening - perfiles conformados en frío - Eurocode 3 - connexion tubulaire - unión a momento - 3D frames - treillis de poutres - roof truss - practical reinforcement design - portique - kipsteunen - análisis sísmico - Eurocode 8 - seismic analysis - B.A.E.L 91 - uniones atornilladas - bolts - ossatures 2D - eindige elementen - losa de cimentación - restricciones para el pandeo lateral - optimisation - wand - kniklengtes - end plate - dakspanten - kolomvoetverbinding - stirrups - acier - staalcontrole - cálculo de uniones integrado - paroi - dessin du plan de ferrailage - stiffeners - mobiele lasten - Eurocódigo 8 - Eurocódigo 5 - longitudinal reinforcement - doorlopende liggers - rigidizador - beton armé - fluage - CTE - connexion pied de poteau - langswapening - connexions - hormigón - neige et vent - elementos finitos - armaduras - cold



Aan de slag

Diamonds

formed steel - jarret - uittekenen wapening - puente grúa - analyse dynamique - flambement - keerwanden - optimisation - steel - cercha - 2º orden - slab on grade foundation - entramado de vigas - Eurocode 5 - prédimensionnement - multi span beam - bouten - armatures - floor slab - poutre continue - pared - staal - 1er ordre - NEN 6770-6771 - connexion cisaillement - losa - déversement - viga continua - predimensionering - 1ste orde - unión metálica - CM 66 - madera - análisis resistencia al fuego - verbindingen - 2nd order - bois - Eurocode 2 - profilés formés à froid - verificación acero - predesign - unión soldada - fisuración - beton - muro de contención - optimalisatie - foundation pads - fissuration - concrete - AISC-LRFD - HCSS - assemblage métallique - Eurocode 3 - viga con varios apoyos - armaduras prácticas - balkenroosters - unión a cortante - buckling length - boulons - cracking - Eurocode 8 - knik - Eurocode 2 - radier - eindplaat - Eurocódigo 2 - FEM - tornillos - NEN 6720 - moving loads - balk op meerdere steunpunten - cargas móviles - funderingsplaat - étriers - analyse resistance au feu - cercha - globale knikfactor - dynamische analyse - wapening - maillage - malla - uniones - radier

Niets uit deze uitgave mag op enigerlei wijze worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Bij aankoop van het programma **Diamonds** verwerft de koper een licentie voor het gebruik ervan. Het is de gebruiker verboden deze licentie geheel of gedeeltelijk over te dragen aan derden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

De uitgever is geenszins aansprakelijk voor eventuele fouten die het programma en/of deze handleiding nog zou kunnen bevatten en ziet af van elke verantwoordelijkheid voor schade die zou voortvloeien uit het al of niet verkeerd gebruik van het programma **Diamonds** en/of deze handleiding.

Inhoudsopgave

1	INLEIDING.....	1
2	BASISVAARDIGHEDEN	2
2.1	PROJECTBEHEER.....	2
2.2	MODELBEHEER	3
2.3	TEKENEN.....	4
2.4	SELECTEREN	5
2.5	VENSTER CONFIGURATIE.....	6
2.6	TYPES.....	9
2.7	SNELTOETSEN	10
2.8	CONFIGURATIE GRAFISCHE KAART	11
2.8.1	Probleem 1.....	11
2.8.2	Probleem 2.....	12
2.8.3	Probleem 3.....	13
2.8.4	Probleem 4.....	14
3	VOORBEELDEN IN BETON.....	16
3.1	VOORBEELD 1: BEREKENING VAN EEN DOORLOPENDE BALK	18
3.1.1	Doel van de oefening	18
3.1.2	Definiëren van de structuur.....	18
3.1.3	Definiëren van de lasten.....	22
3.1.3.1	Aanmaken van de lastengroepen.....	23
3.1.3.2	Invullen van de lastengroepen.....	24
3.1.3.3	Combinaties maken.....	26
3.1.4	Berekening van de mesh	28
3.1.5	De globale elastische analyse.....	29
3.1.6	Berekening van de wapening	37
3.1.7	Berekening van de gescheurde doorbuiging	42
3.2	VOORBEELD 2: BEREKENING VAN EEN VLOERPLAAT	47
3.2.1	Doel van de oefening	47
3.2.2	Definiëren van de structuur.....	47
3.2.3	Definiëren van de lasten.....	70
3.2.3.1	Aanmaken van de lastengroepen.....	70
3.2.3.2	Invullen van de lastengroepen.....	71
3.2.3.3	Combinaties maken.....	72
3.2.4	Berekening van de mesh	72
3.2.5	De globale elastische analyse.....	73
3.2.6	Berekening van de wapening	81
3.2.7	Berekening van de gescheurde doorbuiging	86
3.2.8	Opstellen van een rekennota	90
3.2.8.1	Maatgeving.....	90
3.2.8.2	Deelrapport 1: Geometrie	94
3.2.8.3	Deelrapport 2: Lasten.....	100
3.2.8.4	Deelrapport 3: Globale resultaten	101
3.2.8.5	Deelrapport 4: Detailresultaten	104
3.2.8.6	Afdrukvoorbeeld.....	107
3.3	VOORBEELD 3: BEREKENING VAN EEN FUNDERINGSPLAAT OP BASIS VAN SONDERINGSGEGEVENS.....	108

3.3.1	Definiëren van de structuur.....	109
3.3.2	Definiëren van de lasten.....	119
3.3.2.1	Aanmaken van de lastengroepen.....	119
3.3.2.2	Invullen van de lastengroepen.....	120
3.3.2.3	Combinaties maken.....	123
3.3.3	Berekening van de mesh	123
3.3.4	De globale elastische analyse.....	124
3.3.5	Berekening van de wapening	128
3.3.6	Berekening van de gescheurde doorbuiging	132
3.4	VOORBEELD 4: UITBREIDING TOT EEN 3D BOUWWERK MET DRAGENDE METSSELWERKWANDEN.....	135
3.4.1	Definiëren van de structuur.....	136
3.4.2	Definiëren van de lasten.....	154
3.4.2.1	Aanmaken van de lastengroepen.....	154
3.4.2.2	Invullen van de lastengroepen.....	154
3.4.2.3	Combinaties maken.....	157
3.4.3	Berekening van de mesh	157
3.4.4	De globale elastische analyse.....	157
3.4.5	Berekening van wapening	158
3.4.6	Berekening van de gescheurde doorbuiging	160
3.5	VOORBEELD 5: MODELLEREN VAN EEN KELDERVERDIEPING	162
3.5.1	Definiëren van de structuur.....	163
3.5.2	Definiëren van de lasten.....	173
3.5.2.1	Aanmaken van de lastengroepen.....	173
3.5.2.2	Invullen van de lastengroepen.....	174
3.5.2.3	Combinaties maken.....	176
3.5.3	Berekening van de mesh	176
3.5.4	De globale elastische analyse.....	176
3.5.5	Berekening van wapening	178
4	VOORBEELDEN IN STAAL	180
4.1	VOORBEELD 1: 2D	181
4.1.1	Doel van de oefening	181
4.1.2	Definiëren van de structuur.....	181
4.1.3	Definiëren van lasten.....	188
4.1.3.1	Aanmaken van de lastengroepen.....	189
4.1.3.2	Invullen van de lastengroepen.....	193
4.1.3.3	Combinaties maken.....	202
4.1.4	Berekening van de mesh	204
4.1.5	De globale elastische analyse.....	204
4.1.6	Parameters voor normcontrole	213
4.1.6.1	Knik	213
4.1.6.2	Kip.....	218
4.1.7	De sterkte- en stabiliteitscontrole.....	220
4.1.8	Optimalisatie van profielkeuze	228
4.2	VOORBEELD 2: 3D	231
4.2.1	Doel van de oefening	231
4.2.2	Definiëren van de structuur.....	231
4.2.3	Definiëren van lasten.....	244
4.2.3.1	Aanmaken van de lastengroepen.....	244
4.2.3.2	Invullen van de lastengroepen.....	246
4.2.3.3	Combinaties maken.....	256

4.2.4	Berekening van de mesh	256
4.2.5	De globale elastische analyse.....	256
4.2.6	Parameters voor normcontrole	258
4.2.6.1	Knik	258
4.2.6.2	Kip	260
4.2.7	De sterkte- en stabiliteitscontrole.....	260
4.2.8	Optimalisatie van profielkeuze	262
4.2.9	Berekening van de verbindingen.....	262
4.2.9.1	Detailering van de verbinding.....	263
4.2.9.2	Combinaties selecteren	264
4.2.9.3	De verbinding berekenen	265
4.2.9.4	De verbinding in de bibliotheek plaatsen	268
4.2.9.5	De verbinding toekennen	270
4.2.9.6	Verifiëren van knopen binnen Diamonds.....	272
5	VOORBEELDEN IN HOUT.....	274
5.1	VOORBEELD 1: 2D	274
5.1.1	Doel van de oefening	274
5.1.2	Definiëren van de structuur.....	274
5.1.3	Definiëren van de lasten.....	281
5.1.3.1	Aanmaken van de lastengroepen.....	282
5.1.3.2	Invullen van de lastengroepen.....	286
5.1.3.3	Combinaties maken.....	293
5.1.4	Berekening van de mesh	295
5.1.5	De globale elastische analyse.....	296
5.1.6	Parameters voor normcontrole	303
5.1.6.1	Knik	304
5.1.6.2	Laterale torsieknik	307
5.1.7	De sterkte- en stabiliteitscontrole.....	307
5.1.8	Optimalisatie van profielkeuze	311
5.2	VOORBEELD 2: 3D	315
5.2.1	Doel van de oefening	315
5.2.2	Definiëren van de structuur.....	315
5.2.3	Definiëren van de lasten.....	328
5.2.3.1	Aanmaken van de lastengroepen.....	328
5.2.3.2	Invullen van de lastengroepen.....	330
5.2.3.3	Combinaties maken.....	339
5.2.4	Berekening van de mesh	339
5.2.5	De globale elastische analyse.....	339
5.2.6	Parameters voor normcontrole	341
5.2.6.1	Knik	341
5.2.6.2	Laterale torsie knik	343
5.2.7	Normcontrole	343
5.2.8	Optimalisatie van profielkeuze	344

1 Inleiding

De beste manier om vertrouwd te geraken met de werking van het pakket Diamonds bestaat erin een aantal voorbeelden door te nemen.

De voorbeelden laten u kennis maken met een groot aantal functionaliteiten van het programma zonder ze allemaal te overlopen. Afhankelijk van de verworven licenties zal u één of meerdere voorbeelden kunnen doornemen. Bij de start van ieder voorbeeld worden de vereiste licenties meegedeeld.

Met Diamonds kan u een brede waaier van structuren modelleren en berekenen. We onderscheiden in deze handleiding de volgende voorbeelden:

- Voorbeelden in beton
 - Berekening van een doorlopende balk
 - Berekening van een vloerplaat
 - Berekening van een funderingsplaat op basis van sonderingsgegevens
 - Uitbreiding tot een 3D bouwwerk met dragende metselwerkwanden
 - Modelleren van een kelderverdieping
- Voorbeelden in staal
 - Berekening van een 2D portiek
 - Berekening van een 3D loods
- Voorbeelden in hout
 - Berekening van een 2D dakgebinte
 - Berekening van een 3D loods

Om de voorbeelden niet te overladen, hebben we de uitvoerige omschrijving van alle functies van het programma samengevat in de grijze kaders of verwijzen we naar de Referentie-handleiding.

Meer informatie over de implementatie van de Eurocodes in Diamonds, vindt u op onze website www.buildsoft.eu onder de sectie 'Support – Over Eurocodes'.

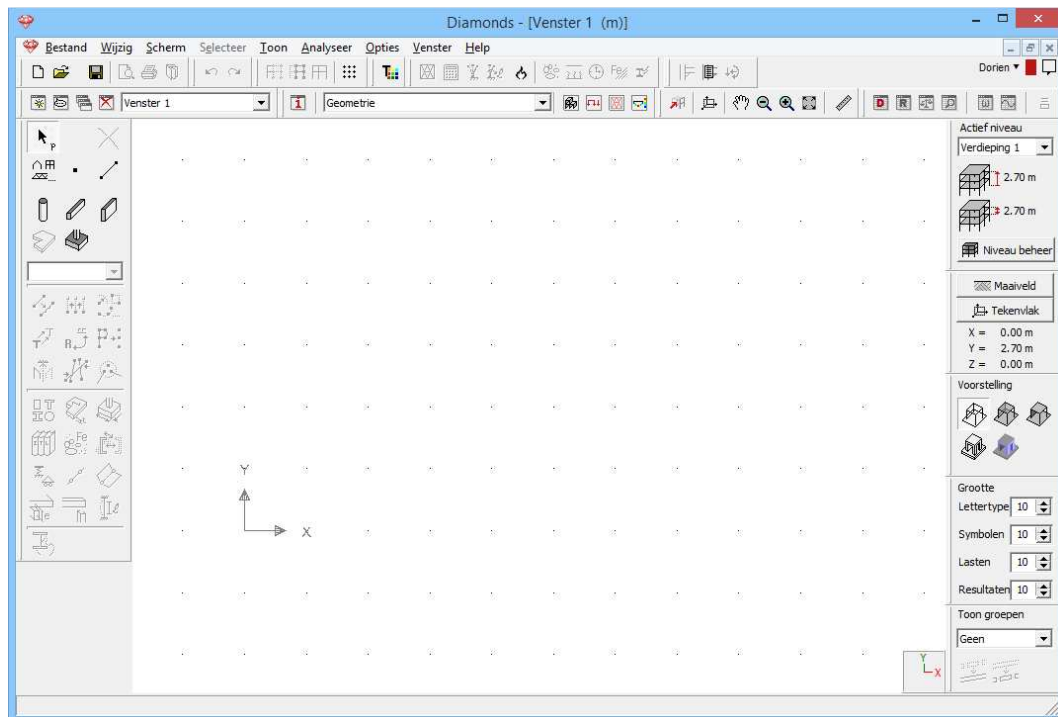
Paragraaf §2 beschrijft de Diamonds **basisvaardigheden**. Het is aanbevolen deze eerst door te nemen alvorens u aan de voorbeelden begint. De voorbeelden veronderstellen dat u deze vaardigheden beheerst.

Paragraaf §3 beschrijft **voorbeelden in beton**, paragraaf §4 **voorbeelden in staal** en paragraaf §5 **voorbeelden in hout**.

Begin niet aan 'voorbeeld 3' als u 'voorbeeld 1' niet hebt doorgenomen. De uitleg/opmerkingen/tips... die in 'voorbeeld 1' aan bod kwamen, worden niet meer herhaald in de voorbeelden erna.

2 Basisvaardigheden

Start Diamonds op. U krijgt volgend scherm te zien.



In de paragrafen die volgen overlopen we kort:

- Hoe u een project kan beheren
- Hoe u een model kan beheren
- Hoe u in Diamonds kan tekenen
- Hoe u elementen kan selecteren
- Wat een 'vensterconfiguratie' is en hoe u deze kan wijzigen.
- Wat 'Types' zijn en hoe u ze kan instellen.

2.1 Projectbeheer

Met het icoon  opent u **een nieuw project**. Deze functie is ook beschikbaar in de menu-instructie 'Bestand' – 'Nieuw'.

Met het icoon  opent u **een bestaand project**. Deze functie is ook beschikbaar in de menu-instructie 'Bestand' – 'Open'.

Met het icoon  **bewaart u het huidige project**. Deze functie is ook beschikbaar in de menu-instructie 'Bestand' – 'Bewaar'.

Met het icoon  krijgt u **een afdrukvoorbeeld van het actieve modelvenster**. Deze functie is ook beschikbaar in de menu-instructie 'Bestand' – 'Afdrukvoorbeeld'.

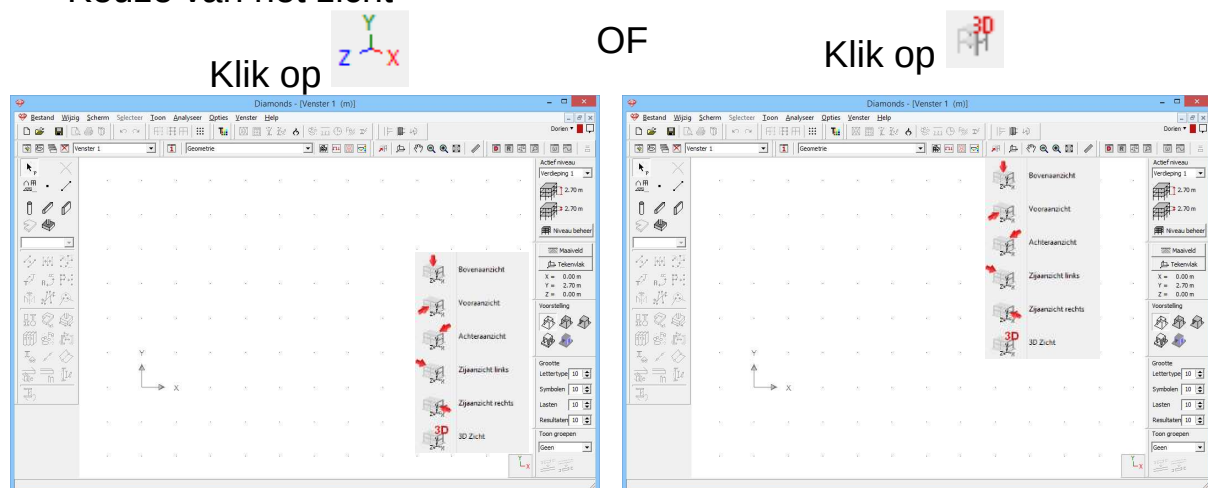
Met het icoon  **drukt u de inhoud van het actieve modelvenster af**. Deze functie is ook beschikbaar in de menu-instructie 'Bestand' – 'Afdrukken venster'.

Met het icoon  **opent u de rapportmanager**. Deze functie is ook beschikbaar in de menu-instructie 'Bestand' – 'Rapport beheer'. De rapportmanager komt uitvoerig aan bod in §3.2.8.

2.2 Modelbeheer

Volgende functies laten u toe het zicht van een model te manipuleren:

- Keuze van het zicht

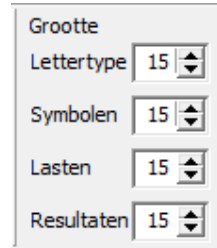


- Verplaatsen van het model
 - o Via de muis: houd de scrol (wiel) van muis ingedrukt en beweeg met de muis
 - o Via icoon: gebruik de knop 
- In en uitzoomen
 - o Via de muis: beweeg de scrol (wiel) van de muis
 - o Via iconen: gebruik de knoppen  en 
- 3D roteren
 - o Via de muis: houd de scrol (wiel) van muis en de SHIFT-toets ingedrukt. Beweeg met de muis.
 - o Via de schuifbalken: verplaats de schuifbalken rechts en onder om het model in 3D zicht te roteren
- Model centreren op scherm:  of F12

- Keuze van de voorstelling



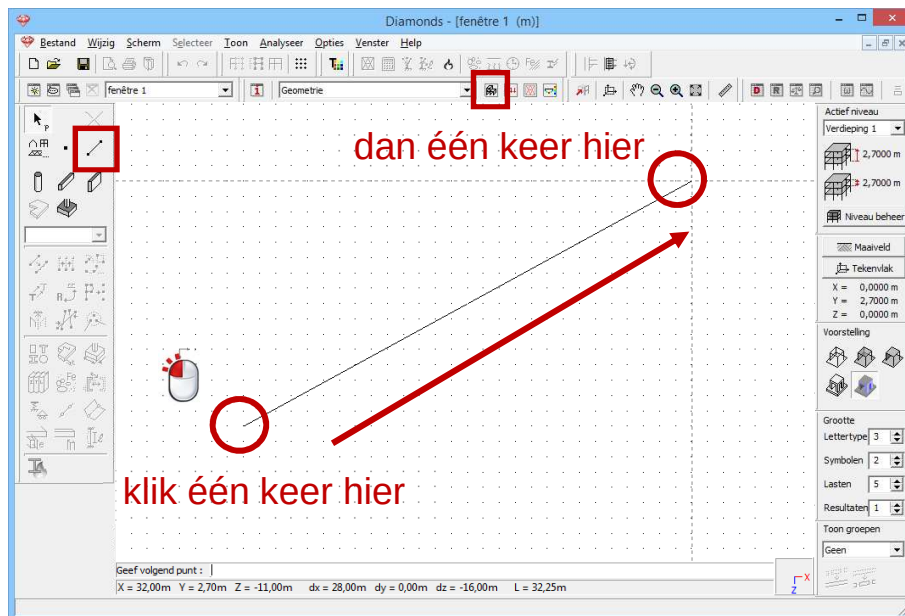
- De grootte van het lettertype kan u wijzigen in het palet dat zich bevindt aan de rechterzijde van het werkvenster. Merk op dat u er benevens de lettergrootte ook de grootte van de symbolen, belastingen en resultaten kan aanpassen.
- U kan de eenheden en het aantal decimalen na de komma wijzigen via 'Opties' -> 'Eenheden en decimalen'.



2.3 Teken

Lijnen kunnen meteen getekend worden. Het is niet nodig eerst punten te tekenen.

- Direct op het scherm (enkel in 2D zicht): klik eenmaal om het beginpunt te bevestigen. Ondertussen verplaatst de lijn zich mee met de cursor. Klik nogmaals om het eindpunt van de lijn te bevestigen.



- Via coördinaten in 2D/3D zicht:
 - o Geef de 2 (of 3) coördinaten in van het assenstelsel dat u rechtsonder ziet, gescheiden door puntkomma.
 - o Vb: Vooraanzicht: XY vlak => afstand in x-richting; afstand in y-richting
 - o Plaats het @teken voorop om relatieve coördinaten in te geven

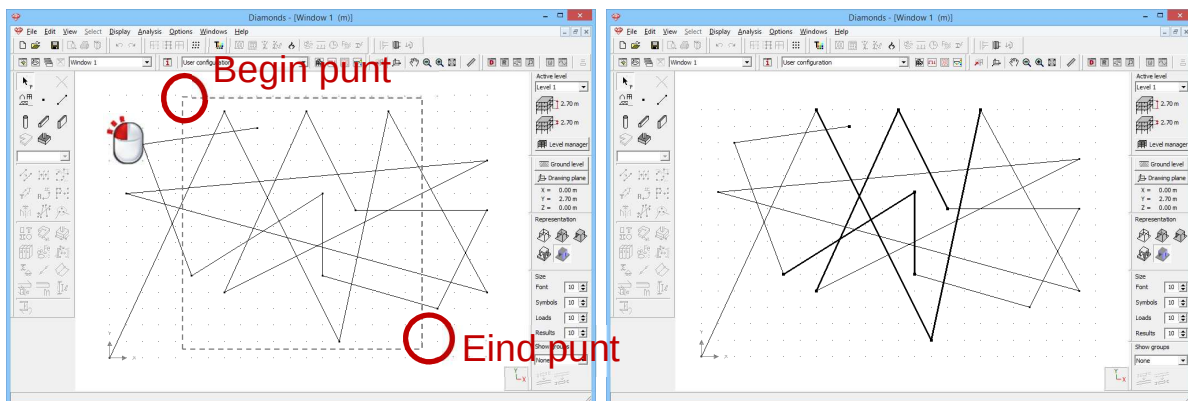
Vb: Bovenaanzicht: XZ vlak => @afstand in x-richting; afstand in z-richting

- ENTER: Teken van huidige lijn beëindigen, u kan op een andere plaats verder tekenen.
- ESC of  : Tekenfunctie beëindigen

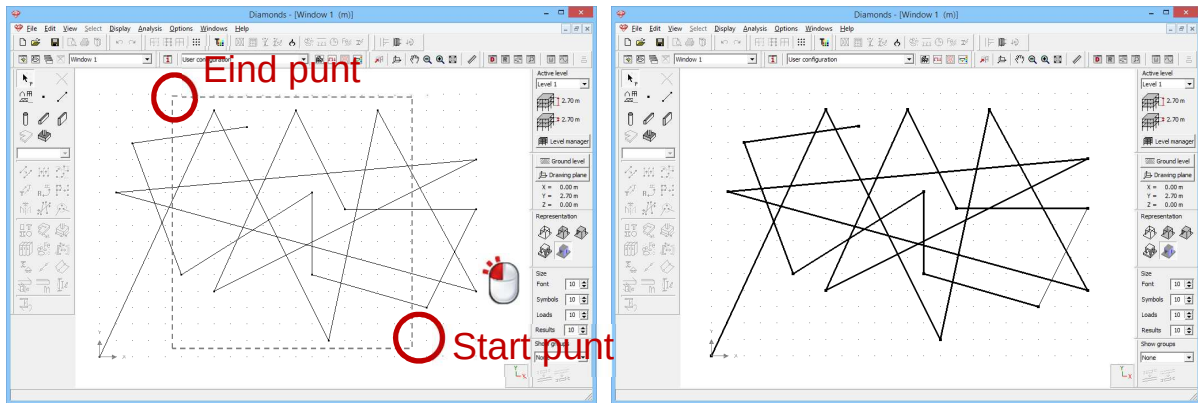
2.4 Selecteren

Geselecteerde punten en lijnen (zonder doorsnede) worden 'dikker' voorgesteld. Geselecteerde lijnen (met sectie) of platen worden standaard in een ander kleur (nl. geel) voorgesteld.

- 1 element selecteren: klik eenmaal op het element.
- Meerdere elementen selecteren
 - o Toevoegen aan selectie: houd de SHIFT-toets ingedrukt en klik ondertussen de andere elementen eenmaal aan.
 - o Verwijderen uit selectie: houd de SHIFT-toets ingedrukt en klik ondertussen de geselecteerde elementen eenmaal aan.
- Selectiekader
 - o Van links naar rechts: enkel de elementen die volledig in het selectiekader vallen, worden geselecteerd.



- o Van rechts naar links: alle elementen die volledig of gedeeltelijk in het selectiekader vallen, worden geselecteerd.

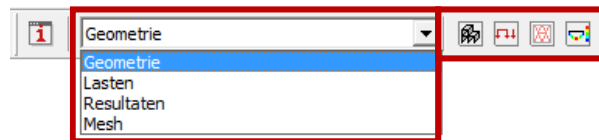


Tijdens het bewegen van de muis (met ingedrukte muisknop) wordt de selectiekader in stippellijn voorgesteld.

- Elementen van hetzelfde type: hou de CTRL-toets ingedrukt en klik ondertussen 1 element van dit type aan (om het even welk element).

2.5 Venster configuratie

Diamonds heeft 4 standaard configuraties met bijhorend iconenpalet: Schakel eenvoudig tussen configuraties met de pull down lijst of de iconen in de werkbalk.



Geometrie*

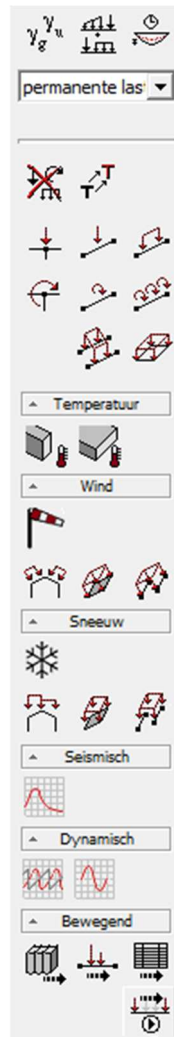
Mesh**



*Opbouw van het model:
tekenen,
spiegelen,
roteren,
translateren,
randvoorwaarden
en secties
toekennen,
definitie van knik-
en kiplengtes

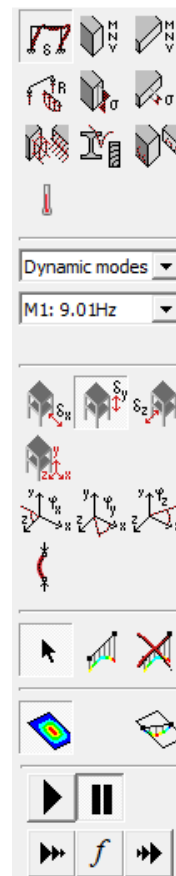
** Bekijken en
controleren van
de mesh

Lasten



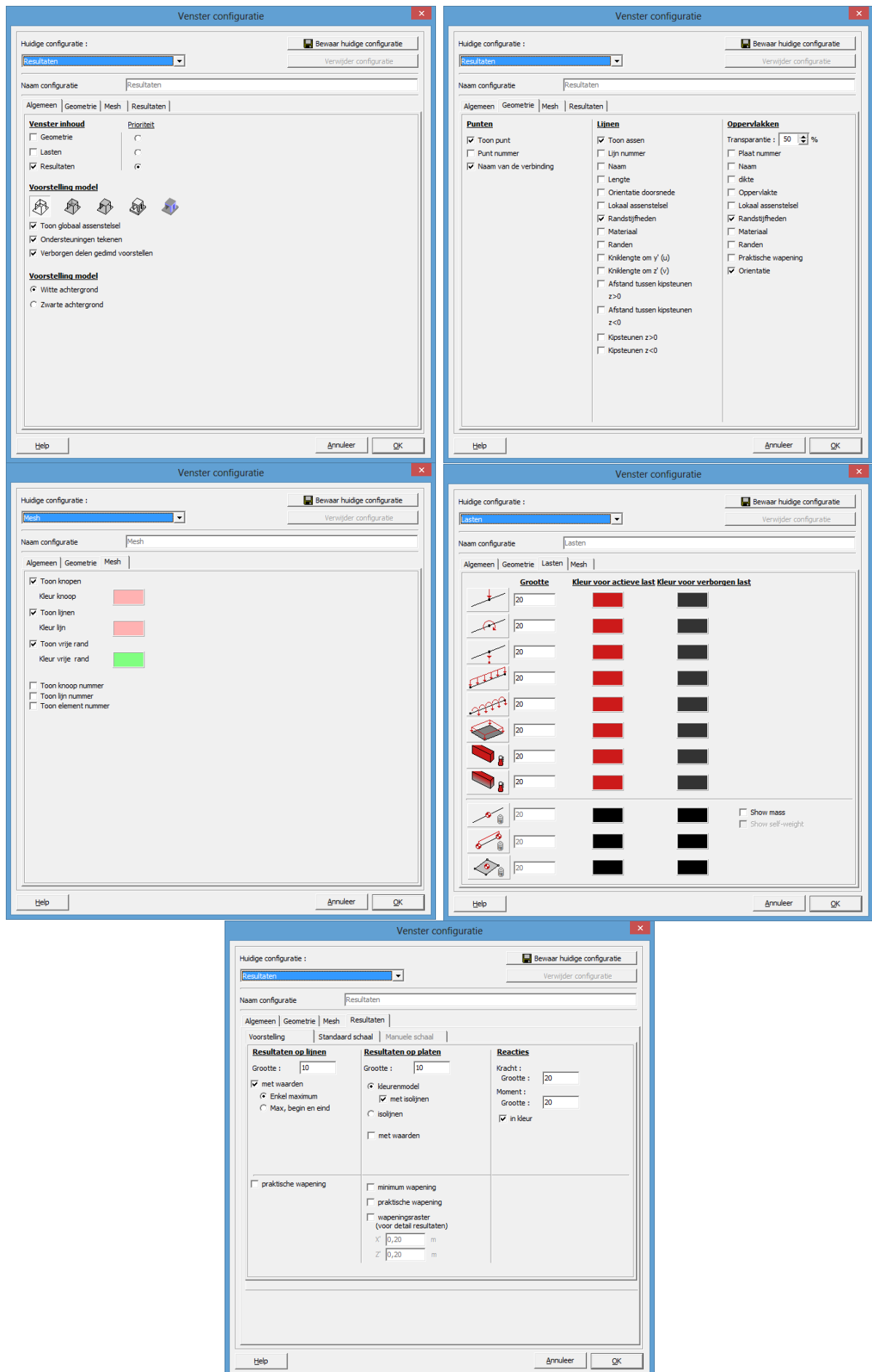
Lastengroepen
definiëren en
invullen, lasten-
combinaties
maken

Resultaten



Globale
resultaten en
detailresultaten
bekijken

De knop  laat u toe om de visualisatie van het model te wijzigen. Afhankelijk van de gekozen configuratie kan u verschillende opties aanvinken die u vervolgens in de vensterconfiguratie te zien zal krijgen.

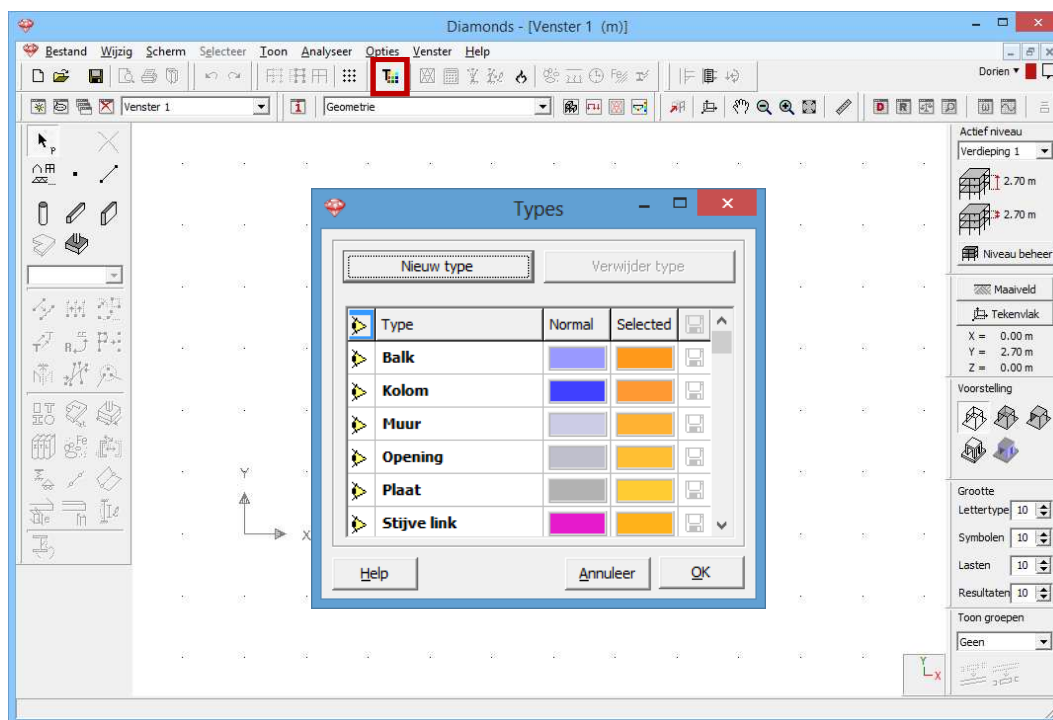


2.6 Types

Wanneer u in Diamonds een model opbouwt, zal u merken dat elk element (zoals een balk, kolom, plaat, ...) een bepaalde kleur krijgt.

Dit komt door dat Diamonds een aantal 'Types' herkent.

U vindt alle standaard in Diamonds gedefinieerde 'Types' terug wanneer u in de iconenbalk op het icoon  klikt.



Het werken met design types heeft een tweetal voordelen:

1. U behoudt dankzij de kleuren **overzicht** in uw project.
2. U kan alle elementen van een bepaald type **in één keer selecteren**.
U klikt met de linkermuisknop op één enkele balk van een bepaald type terwijl u de CTRL-toets van uw toetsenbord ingedrukt houdt. Samen met deze balk zullen ook alle andere elementen welke behoren tot hetzelfde type worden mee geselecteerd.

U kent een type toe door de betreffende elementen in het model te selecteren en pas erna het gewenste type in de lijst met types aan te duiden.

2.7 Sneltoetsen

- SHIFT
- CTRL
- ALT
- DELETE
- ENTER
- ESC
- SPATIE
- CTRL + A
- CTRL + N
- CTRL + O
- CTRL + P
- CTRL + Q
- CTRL + S
- CTRL + Z
- CTRL + C
- SHIFT + CTRL + Z
- SHIFT + CTRL + DELETE
- F1
- F2
- F3
- F9
- F10
- F11
- F12
- SCROLL
- SHIFT + SCROLL ingedrukt
- Rechter klik in tekenveld
- Dubbel klik in tekenveld
- Letter 'a' of 'A'
- Letter 't' of 'T'
- Letter 'r' of 'R'
- Letter 'e' of 'E'
- Letter 'd' of 'D'
- Letter 'm' of 'M'
- Bijkomende elementen selecteren
- Hulpmiddel bij tekenen van orthogonale lijnen
- Alle elementen van een zelfde type selecteren
- Elementen van een zelfde groep selecteren
- Plaatranden met plaat mee selecteren
- Elementen of lasten verwijderen
- Nieuwe lijn tekenen (in tekenfunctie)
- Beëindigen tekenfunctie (in tekenfunctie)
- Intelligente cursor deactiveren
- Alle elementen selecteren
- Nieuw bestand
- Open bestand
- Afdrukken venster
- Afsluiten Diamonds
- Bewaar bestand
- Ongedaan maken (Undo)
- Kopiëren tabelgegevens
- Herhalen (Redo)
- Verwijderen plaat m.u.v. plaatranden
- Verwijderen van snijlijn zonder het snijpunt te verwijderen
- Verwijderen van lijn m.u.v. eindpunten
- Openen Diamonds Help
- Berekenen wapening
- Uitvoeren staalnormcontrole
- Uitvoeren elastische analyse
- Vergroten
- Verkleinen
- Alles tonen
- Scrol ingedrukt houden en muis bewegen: verschuiven (Pan)
- Scrollen: in/uitzoomen
- Roteren (3D orbit)
- Open 'Venster configuratie'
- Open 'Raster instellingen'
- Teken nieuwe lijn
- Opent het translatievenster.
- Opent het rotatievenster.
- Opent het extrudeervenster.
- Opent het venster om lijnen op te delen.
- Opent het venster om te spiegelen.

2.8 Configuratie grafische kaart

Bij het eerste gebruik van Diamonds is de configuratie van de grafische kaart is niet altijd optimaal voor het gebruik van Diamonds. Daarom overlopen we hier enkele vaak voorkomende problemen en hun oplossingen.

2.8.1 Probleem 1

Symptomen:

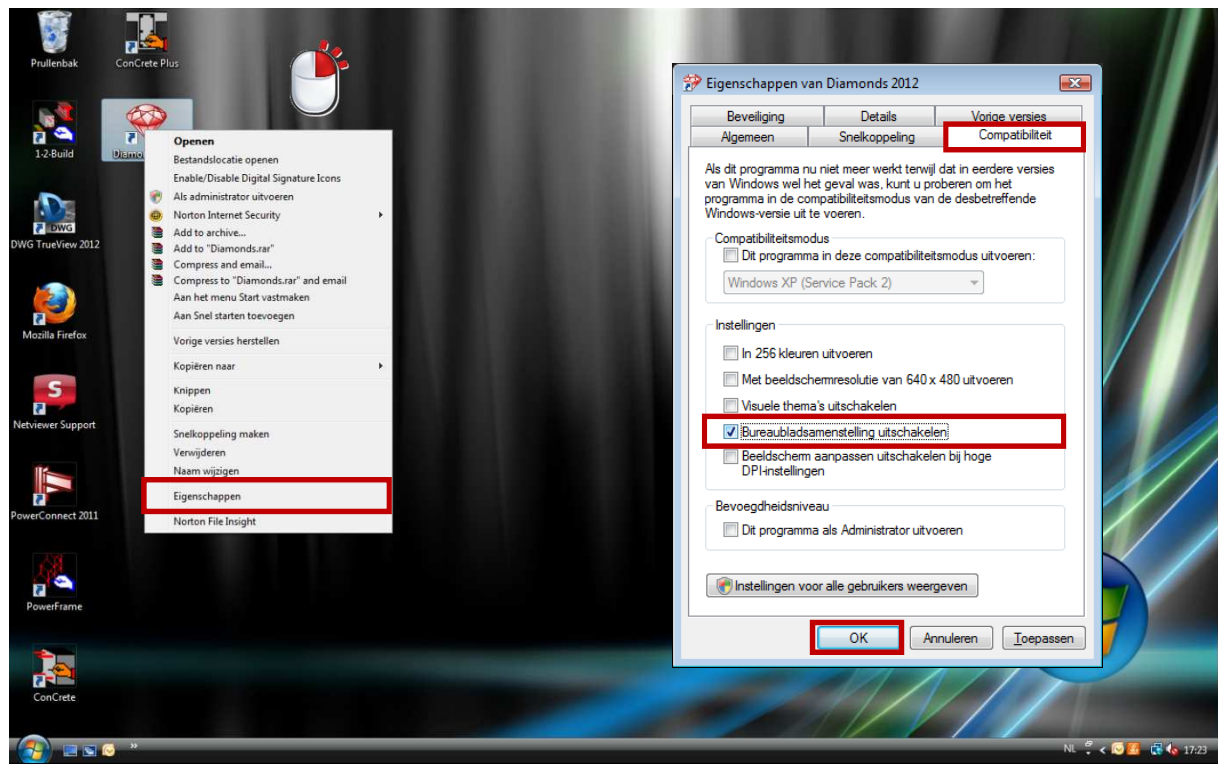
- Ik zie mijn cursor niet.
- Als ik een lijn tekenen, verschijnt de lijn pas na enkele seconden.
- Als ik elementen selecteer, duurt het enkele seconden voordat ik de selectie zie.

Besturingssysteem:

- Windows Vista
- Windows 7 (niet op Windows 8 of 10)

Oplossing:

- Sluit Diamonds af
- Klik met de rechter muisknop op het icoon van Diamonds dat zich op het bureau blad bevindt.
- Klik op 'Eigenschappen' en ga naar het tabblad 'Compatibiliteit'
- Vink de optie 'Bureaubladsamenstellingen uitschakelen' aan.
- Klik op 'OK'.
- Start Diamonds opnieuw op.



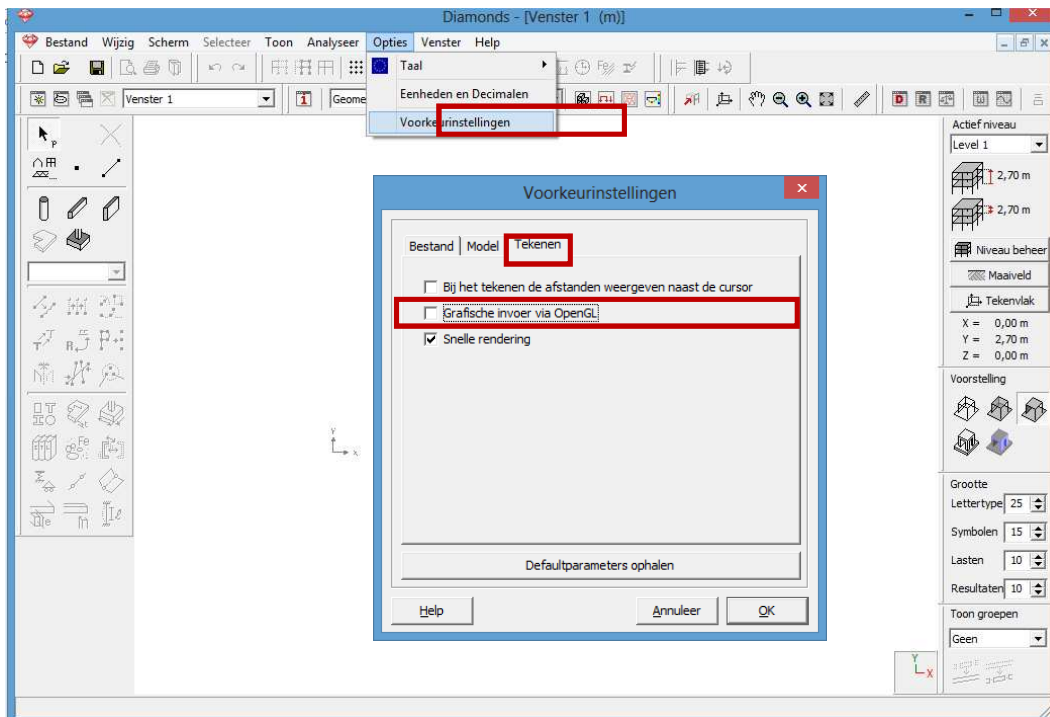
2.8.2 Probleem 2

Symptomen:

- Bij het tekenen, zie ik het assenkruis dubbel. Het lijkt alsof het assenkruis hapert.
- Diamonds reageert traag.
- Ik heb de oplossing in §2.8.1 geprobeerd, en het probleem is nog niet (helemaal) opgelost.

Oplossing:

- Ga naar 'Opties' -> 'Voorkeurinstellingen'
- Klik op het tabblad 'Tekenen'
- Vink de optie 'Grafische invoer via Open GL' aan of uit.
- Klik op 'OK'.

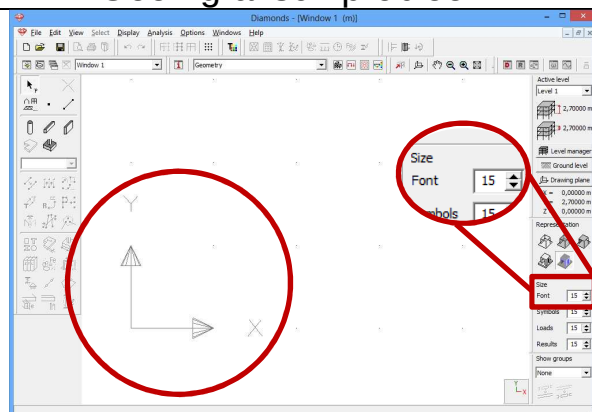


2.8.3 Probleem 3

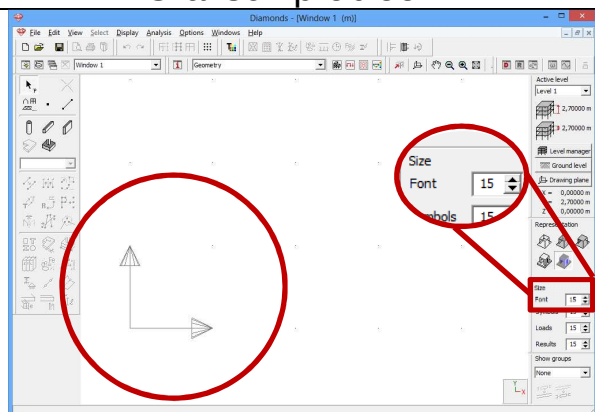
Symptomen:

- Ik zie de assen van het assenkruis niet, hoewel de lettergrootte voldoende groot is.
- Bij het bekijken van de lasten, zie ik de cijfers niet, hoewel de lettergrootte voldoende groot is.
- Bij het bekijken van de resultaten, zie ik de waarden niet, hoewel de lettergrootte voldoende groot is.

Geen grafisch probleem

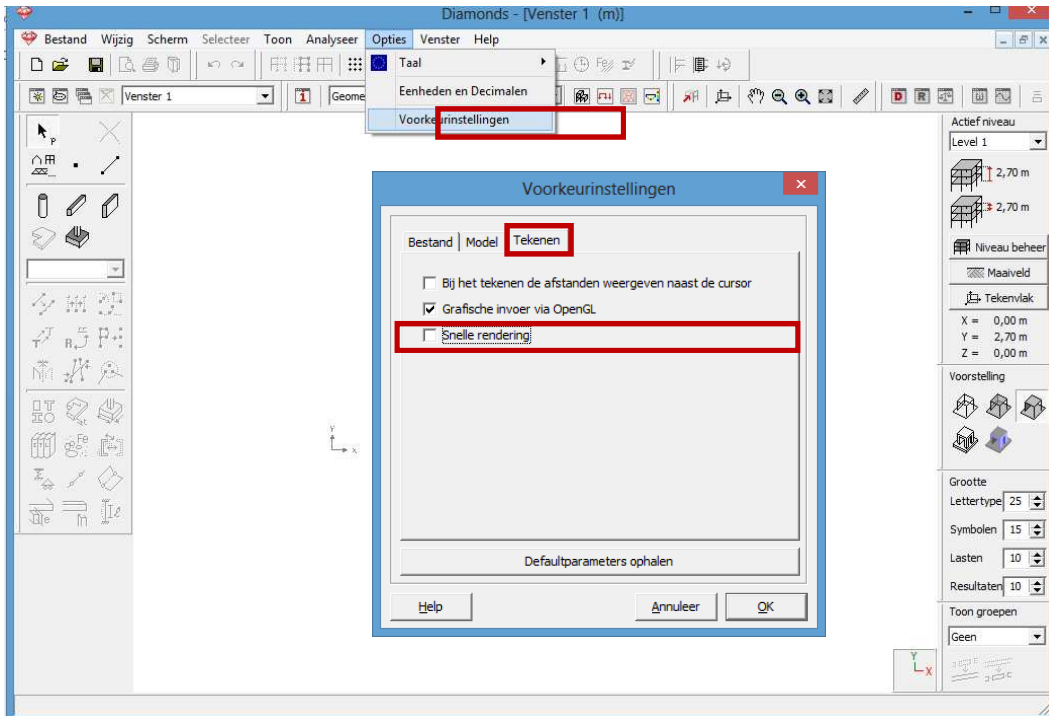


Grafisch probleem



Oplossing:

- Ga naar 'Opties' -> 'Voorkeurinstellingen'
- Klik op het tabblad 'Teken'
- Vink de optie 'Snelle rendering' aan of uit.
- Klik op 'OK'.



2.8.4 Probleem 4

Symptomen

- Diamonds reageert traag.
- Ik krijg soms de foutmelding 'Poging tot het lezen of schrijven van beveiligd geheugen'.

Besturingssysteem:

- Heeft niets met het besturingssysteem te maken.
- Mogelijke oorzaken:
 - o De computer bevat 2 grafische kaarten en Diamonds start op met minst goede.
Het komt minder vaak voor dat een computer 2 grafische kaarten heeft, maar als het toch voorkomt, is het belangrijk dat Diamonds met de sterkste grafische kaart opstart.
 - o De computer bevat een slechte grafische kaart. Een ATI of een nVidia grafische kaart is aangeraden.

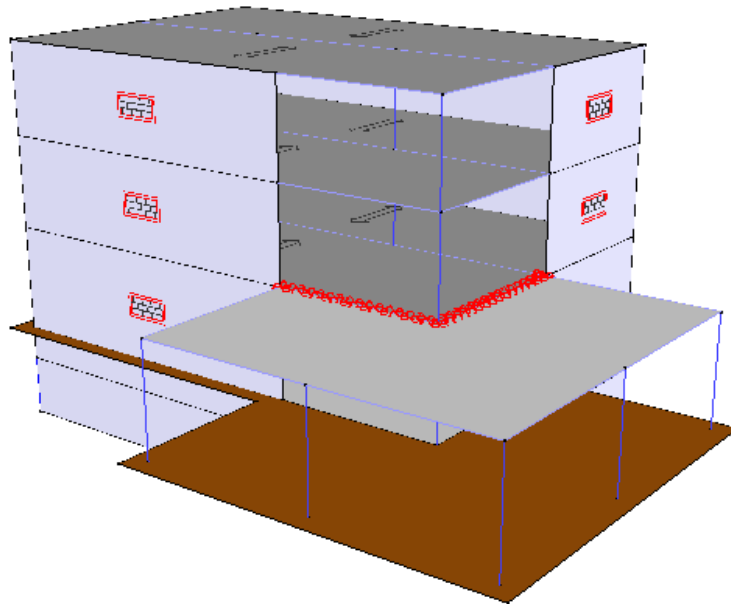
Oplossing (indien de computer 2 grafische kaarten bevat):

- Sluit Diamonds af.

- Klik met de rechter muisknop op het icoon van Diamonds dat zich op het bureau blad bevindt.
- Indien de computer 2 grafische kaarten bevat, ziet u niet staan 'Uitvoeren met grafische processor'. Uit de lijst kiest u dan de meest krachtige grafische kaart (meestal NVIDIA).
 - Het is aanbevolen om bij 'Standaard grafische processor wijzigen...' deze grafische kaart standaard aan Diamonds te koppelen.
- Klik op 'OK'.
- Start Diamonds opnieuw op.

3 Voorbeelden in beton

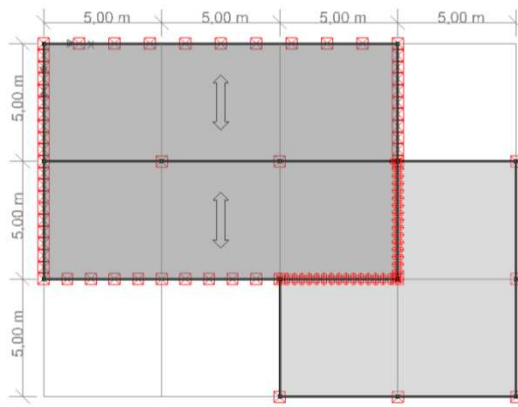
Dit klassieke gebouw bestaat uit 2 identieke appartementen op de 1^e en 2^e verdieping en een winkelruimte op de gelijkvloerse verdieping. In tegenstelling tot het hoofdgebouw, dat over een eerder introvert karakter beschikt, is de uitbouw op het gelijkvloers voorzien van grote glaspartijen. Het hoofdgebouw is volledig onderkelderd.



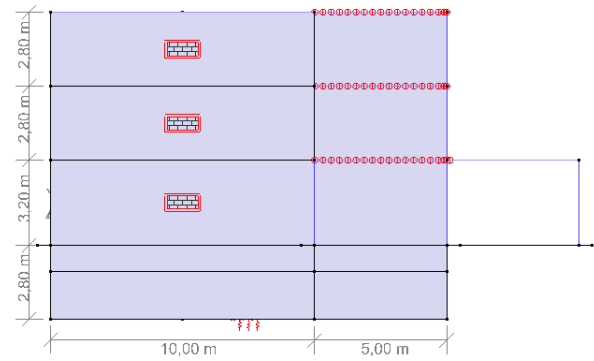
De buitenmuren van het hoofdgebouw zijn opgetrokken uit dragend metselwerk. Om een zekere flexibiliteit omtrent de indeling van het gebouw te verzekeren, worden geen dragende binnenmuren voorzien.

De verdiepingshoogte van de gelijkvloerse verdieping bedraagt 3,2m. De appartementen evenals de kelderverdieping hebben een hoogte van 2,8m.

Er is gekozen voor een systeem van breedplaten waarvan de richting in onderstaande figuur is vastgelegd. De breedplaten dragen van voor- naar achtergevel en zijn scharnierend opgelegd op alle wanden en balken. Er wordt tijdens de opstort geen voeg voorzien in het midden van de overspanning. De dakplaat boven de uitbouw en de funderingsplaten worden ter plaatse gestort. Tussen het hoofdgebouw en de uitbouw worden geen momenten overgedragen.



Grondplan



Vooraanzicht

De belasting op alle verdiepingen, behalve de dakplaten:

- Permanent: 2kN/m^2
- Gebruiksbelasting: 2kN/m^2

De belasting op de dakplaten:

- Permanent: 1kN/m^2

Voor alle platen, kelderwanden, balken en kolommen wordt een betonkwaliteit C25/30 gebruikt. We nemen aan dat het grondwaterniveau is gelegen op 1m onder het maaiveld.

Het model zal in verschillende stappen worden opgebouwd.

- We starten met de berekening van de doorlopende balk in het eerste verdiep (§3.1).
- Vervolgens berekenen we de vloerplaat van de eerste verdieping (§3.2).
- In een volgend model dimensioneren we de funderingsplaat in de veronderstelling dat geen kelder aanwezig is (§3.3). We nemen hierbij aan dat we de resultaten van een diepsondering ter beschikking hebben.
- In een volgende stap wordt het 3D model opgebouwd, vertrekkende van de vloerplaat die we zopas hebben berekend (§3.4).
- Tot slot modelleren we de kelderverdieping. We gaan na in welke mate het grondlagenconcept nog kan toegepast worden (§3.5).

In de eerste twee voorbeelden zal voldoende aandacht worden besteed aan de organische berekening (wapeningsberekening, gescheurde doorbuigingsberekening). Het derde en vierde voorbeeld legt de nadruk eerder op de uitgebreide modelleerfuncties binnen Diamonds.

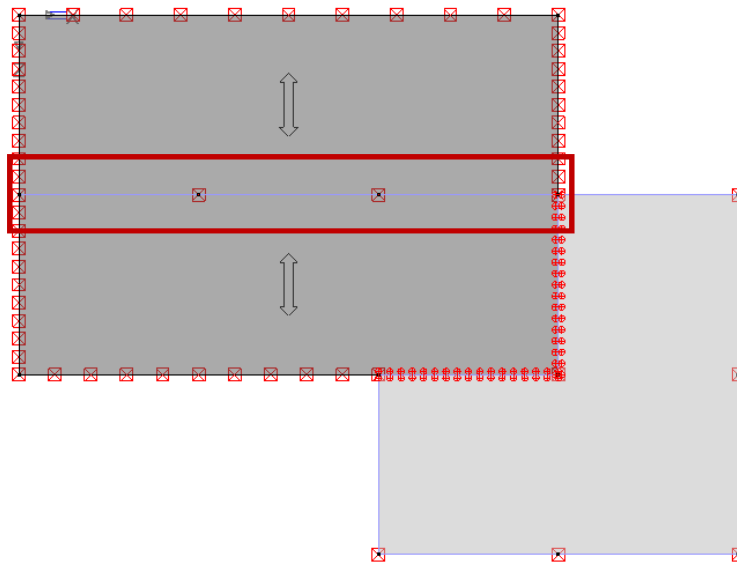
3.1 Voorbeeld 1: Berekening van een doorlopende balk

Vereiste licenties: ✓ 2D Bars
✓ Concrete Design

3.1.1 Doel van de oefening

In een eerste voorbeeld modelleren en berekenen we de doorlopende ligger in de vloerplaat van de eerste verdieping.

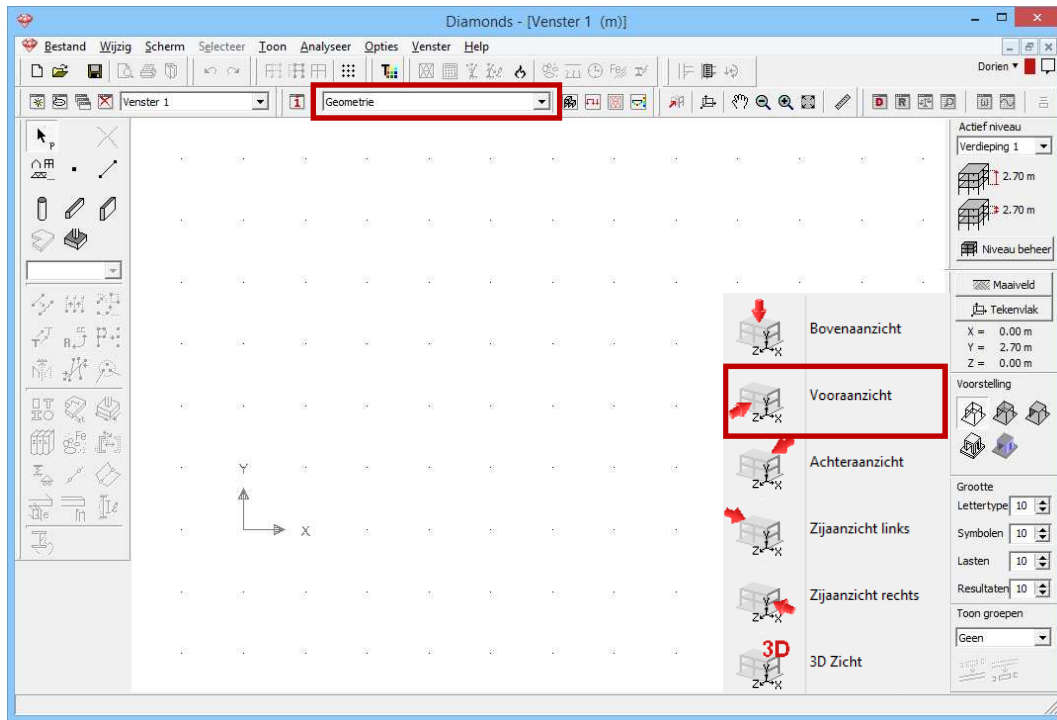
We berekenen de elastische krachten in de balken, bepalen de vereiste wapeningssecties. We gaan ook na of de gescheurde doorbuiging na kruip toelaatbaar is.



3.1.2 Definiëren van de structuur

Stap 1: Naar configuratie 'Geometrie'

Het definiëren van de structuur gebeurt in de configuratie 'Geometrie'. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Geometrie'.



Ga vervolgens na of u zich in een vooraanzicht bevindt. Is dit niet het geval, klik dan in de iconenbalk op de knop  of in de rechterbenedenhoek op  en selecteer het eerste zichtpunt 'Vooraanzicht'. U activeert aldus een verticaal tekenvlak.

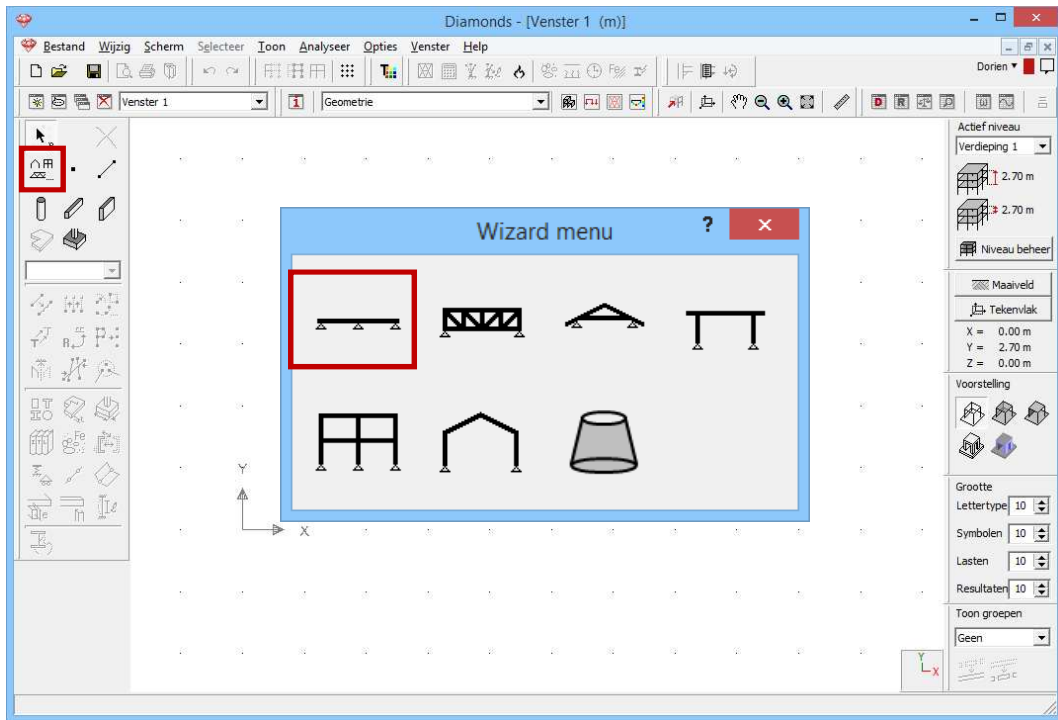
Stap 2: Structuur generator

U kan een structuur invoeren op volgende manieren:

- Onmiddellijk tekenen op het scherm , met de muis
- Teken op het scherm d.m.v. coördinaten, met het toetsenbord
- Gebruik maken van de structuur generator .
- Een dxf inladen.

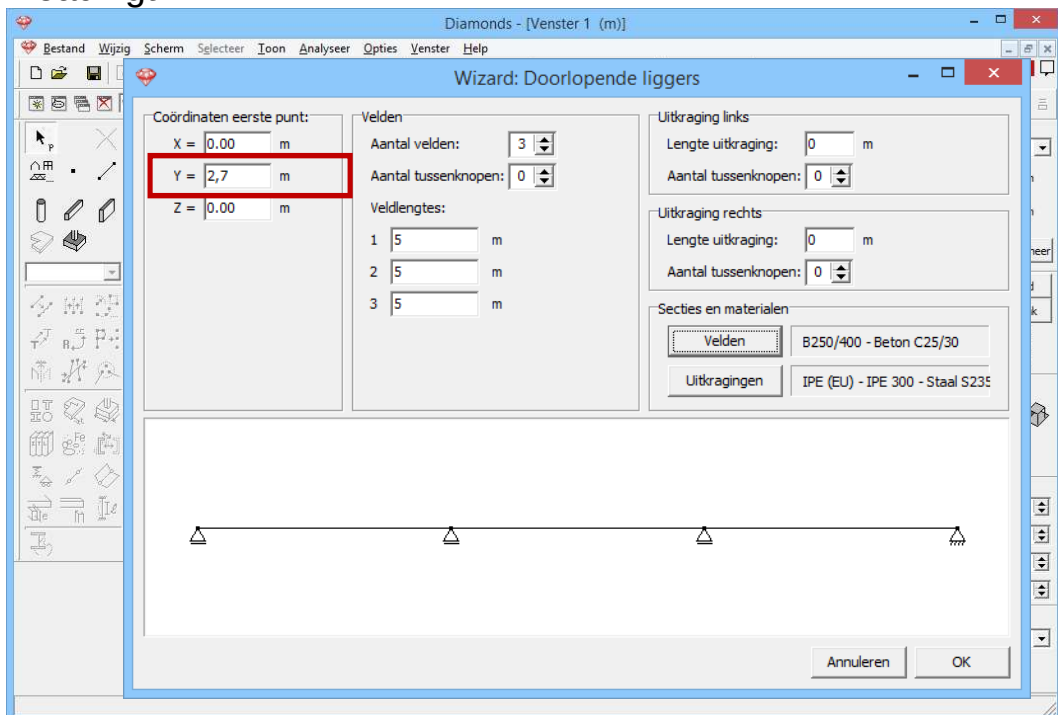
In dit voorbeeld maken we gebruik van de structuur generator. De structuur tekenen komt aan bod in voorbeeld 2 §3.2.

Klik op het icoon  in het palet. Er verschijnt een dialoogvenster waarin u kan kiezen welk type structuurvorm u wenst te genereren. Kies voor een doorlopende balk zoals aangegeven op volgende figuur.

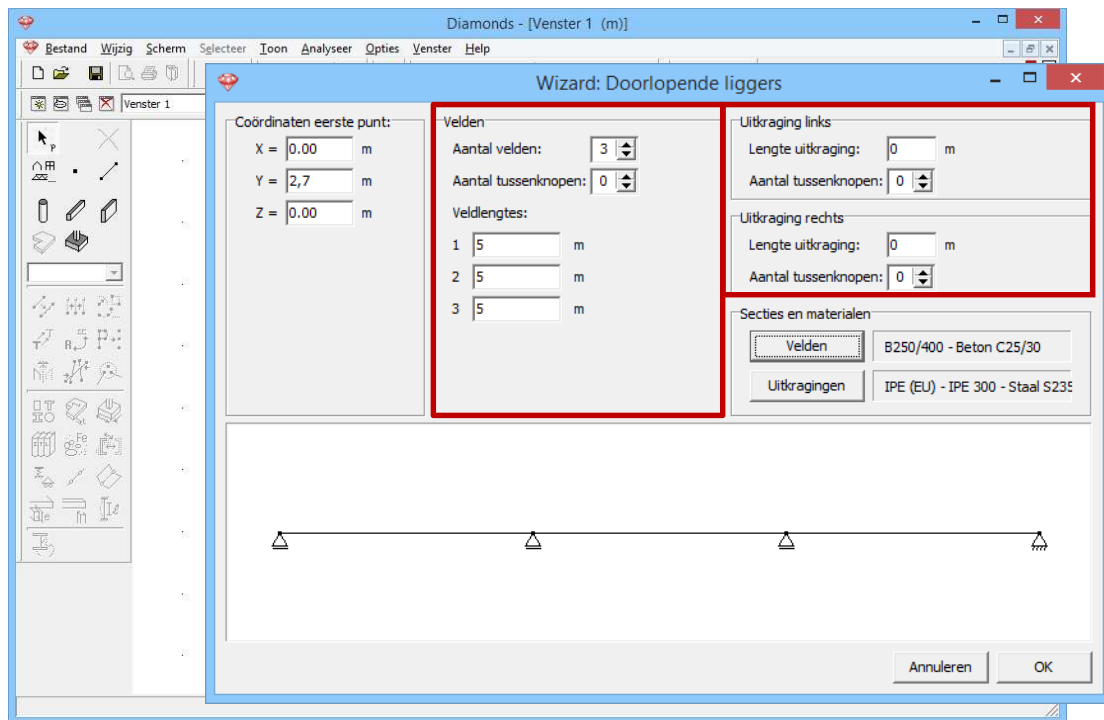


Nadien vraagt Diamonds u de geometrische gegevens van de doorlopende balk. Neem de gegevens over zoals in onderstaande figuur:

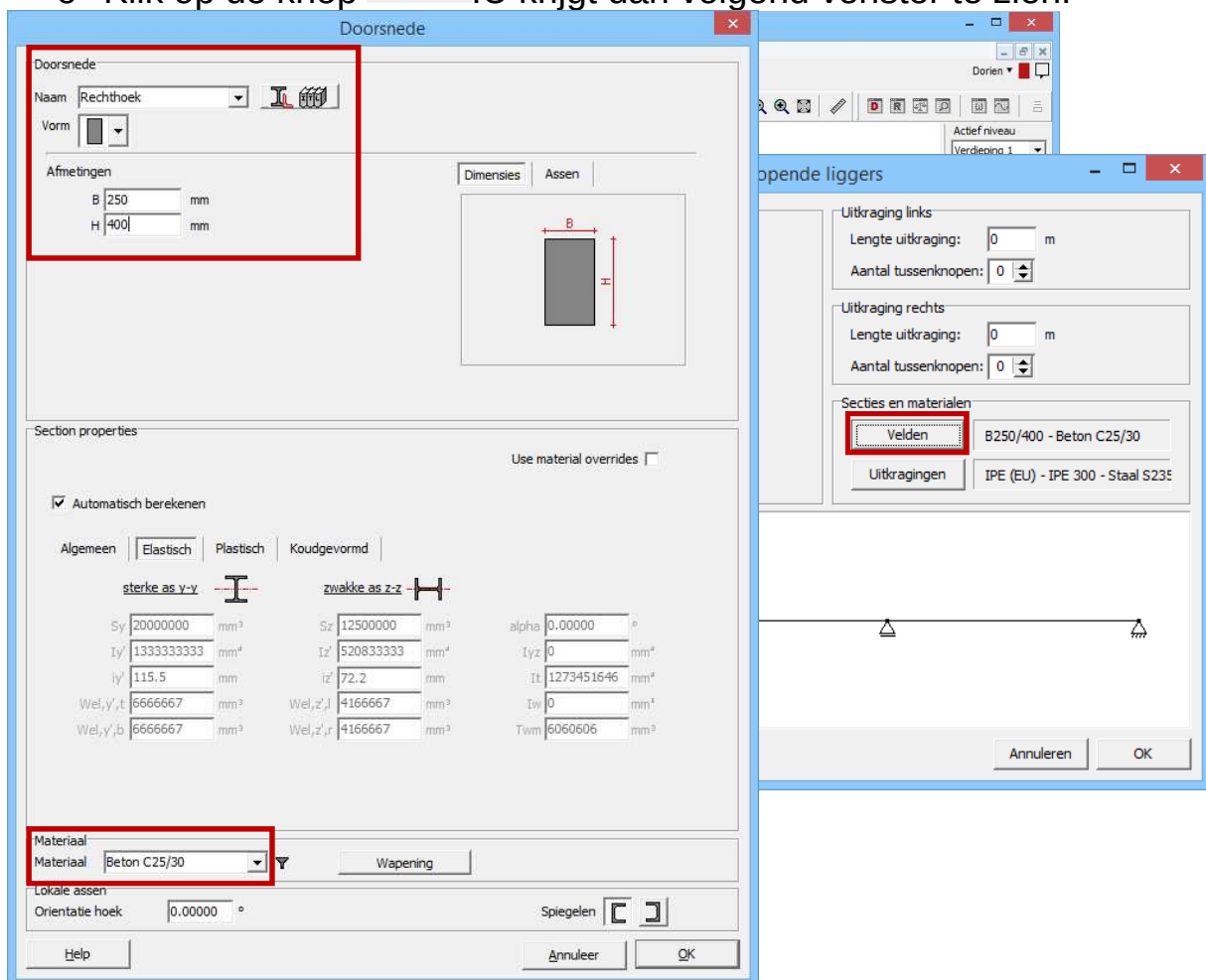
- Stel in dat de balk moet getekend worden op het niveau $Y=2,7\text{m}$. Voor het verdere verloop van deze oefening maakt het niveau niets uit. Maar in de volgende oefening (§3.2) willen we dit model uitbreiden met een plaat. In dat geval is het handig als de balk al onmiddellijk op het juiste niveau ligt.



- Wijzig de lengte van de overspanningen en stel de lengte van de uitkragingen in op 0,00m



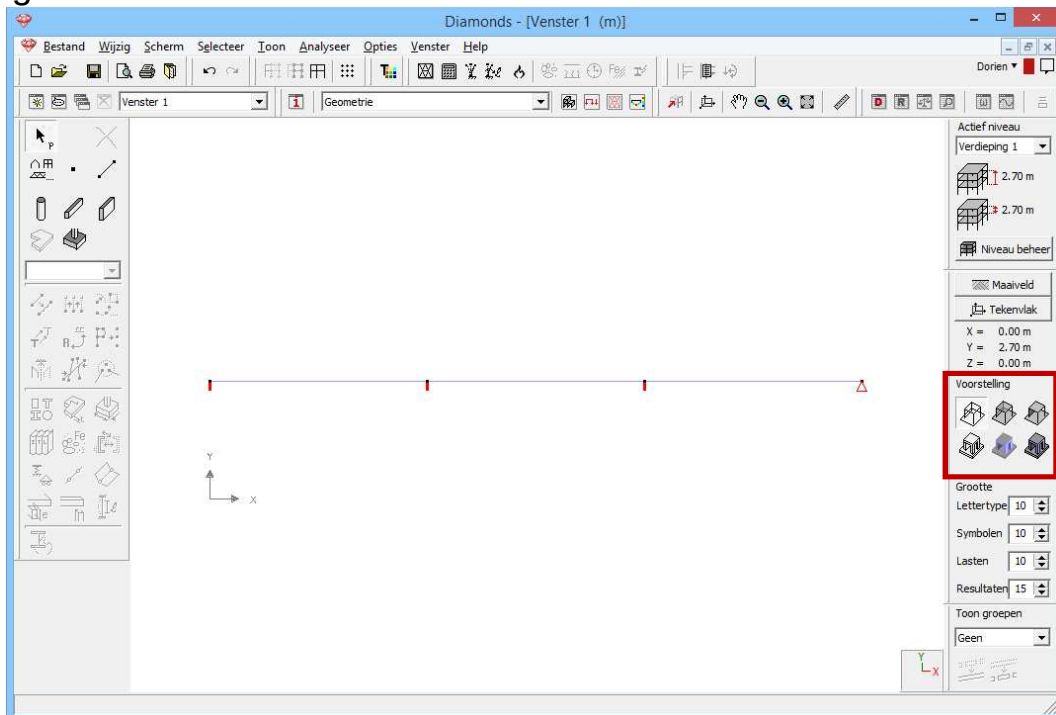
- Wijzig de doorsnede van de balken naar een rechthoek 250x400mm.
 - o Klik op de knop **Velden**. U krijgt dan volgend venster te zien:



- o Kies voor een rechthoekige vorm.

- o Vul de afmetingen van de sectie in (B250xH400mm).
- o Selecteer het juiste materiaal (Beton C25/30).

Klik vervolgens 2 maal op 'OK' om de structuur te tekenen. U krijgt onderstaand beeld. In onderstaande figuur is geopteerd voor een draad voorstelling . Maar u kan de balk ook in solid voorstelling  weergeven.



Ziezo, de structuur is nu volledig opgebouwd. Hierna definiëren we de belastingen.

3.1.3 Definiëren van de lasten

Stap 3: Naar configuratie 'Lasten'

We verlaten nu de configuratie 'Geometrie' en activeren de configuratie 'Lasten' om de lasten in te voeren. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Lasten'.



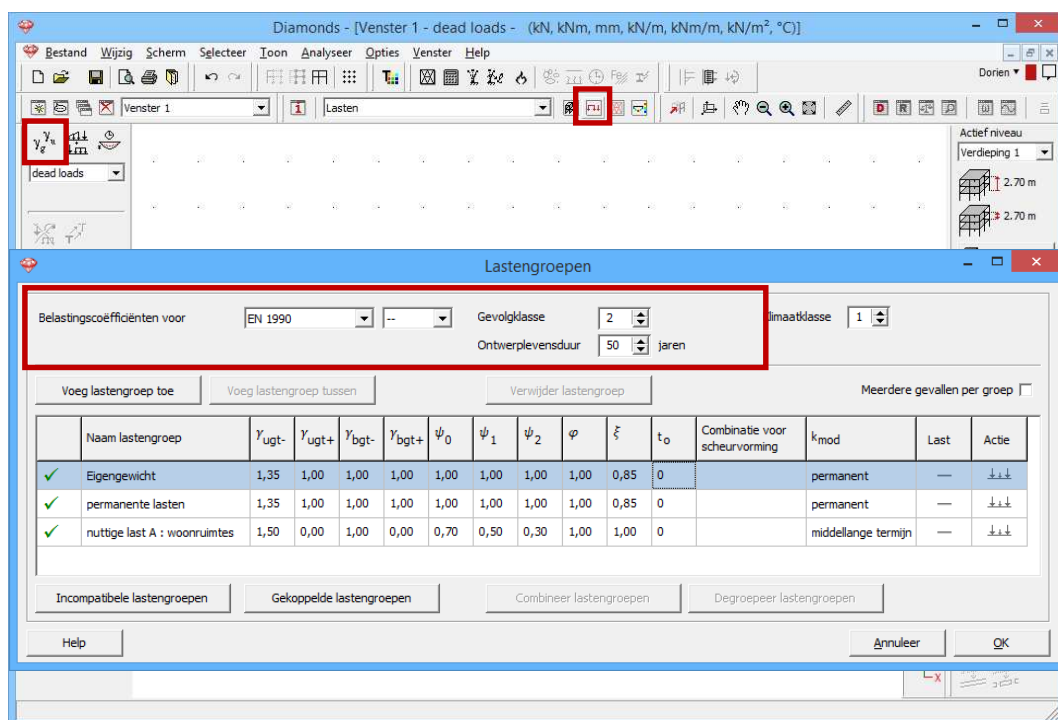
Over configuratie 'Lasten'

Bij het configuratievenster 'Lasten' behoort een afzonderlijk palet met daarin alle functies voor het definiëren van de verschillende belastingen en het genereren van de belastingscombinaties. Merk op dat het gezichtspunt bij het switchen tussen beide configuratievensters onveranderd blijft.

3.1.3.1 Aanmaken van de lastengroepen

Stap 4: Aanmaken lastengroepen

Voordat u enige last aanbrengt, is het belangrijk de verschillende belastingsgevallen te definiëren die u nodig heeft. Klik op de knop $\gamma_g \gamma_u$ van het palet van het venster 'Lasten'. U krijgt volgend scherm te zien:



Over het venster 'Lastengroepen'

- In de keuzemenu bovenaan kiest u aan welke norm de veiligheidscoëfficiënten en combinatiefactoren dienen te beantwoorden. Momenteel staat deze ingesteld op 'Eurocode 0', zonder nationale bijlage.
- De veiligheidscoëfficiënten zijn in sommige nationale bijlagen ook afhankelijk van de **gevolgklasse** en de **ontwerplevensduur**. Beiden zijn gekoppeld aan het economisch en/of maatschappelijk belang van het bouwwerk. Een hogere/langere gevolgklasse/ontwerplevensduur zal leiden tot hogere veiligheidsfactoren.
- Rechts bovenaan kan u de **klimaatklasse** opgeven. Deze klimaatklasse is representatief voor een bepaald vochtgehalte van de lucht/het hout. Diamonds gebruikt de klimaatklasse om de modificatiefactor k_{mod} te bepalen. De modificatiefactor k_{mod} brengt de invloed van de belastingsduur en het vochtgehalte op de sterkte eigenschappen in rekening. Naast de klimaat klasse, is de modificatiefactor k_{mod} ook afhankelijk van de houtsoort

en de belastingsduurklasse. De belastingsduurklasse moet u voor ieder belastingsgeval opgeven in de laatste kolom.

- In de tabel eronder staan standaard de **belastingsgevallen** 'Eigengewicht', 'Permanente lasten' en 'Nuttige last A' voorgedefinieerd. Op het eigengewicht na, kunt u deze vrij hernoemen of verwijderen. De invulvakjes rechts van de naam van elk belastingsgeval bevatten de veiligheidscoëfficiënten en combinatiefactoren nodig voor de automatische generatie van de belastingscombinaties.
- We gaan niet in op de andere parameters in dit venster.

Om het voorbeeld eenvoudig te houden, laten we deze parameters onaangeroerd zoals in de figuur hierboven. Klik vervolgens op de knop 'OK'.

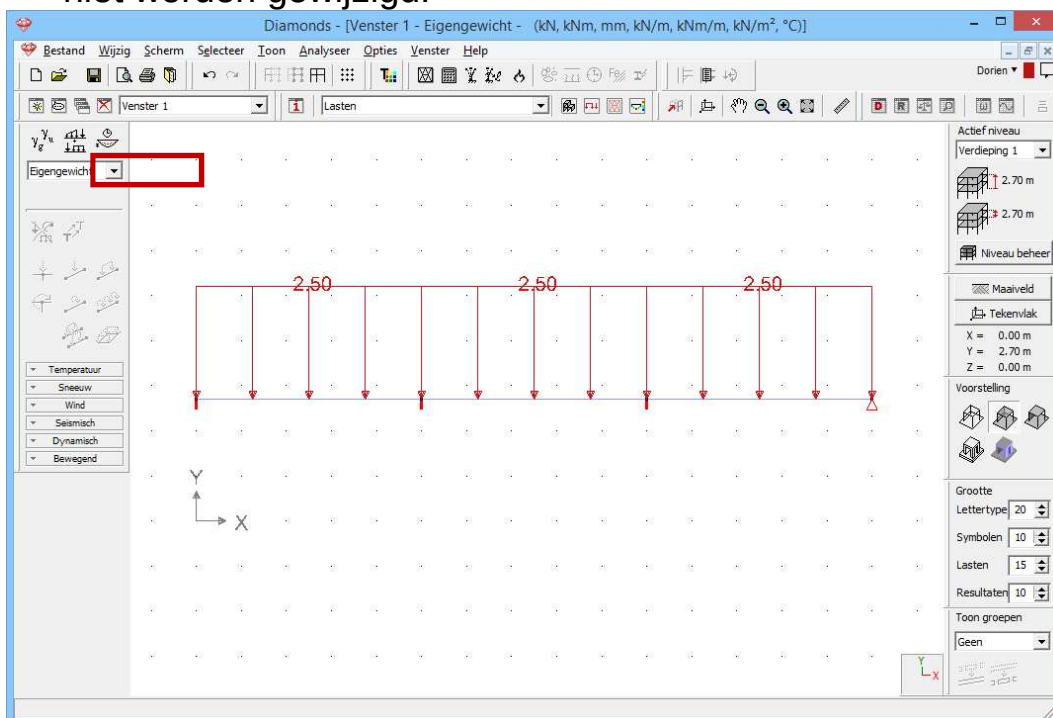
3.1.3.2 Invullen van de lastengroepen

Nu de lastengroepen gedefinieerd zijn, kunnen we lasten toekennen aan de structuur.

Voor de eenvoud veronderstellen we dat de balk 50% van de belastingen op de vloeren draagt. De andere 50% wordt verdeeld over de voor- en achtergevel. Dit komt er op neer dat de balk de lasten over 5m breedte opneemt.

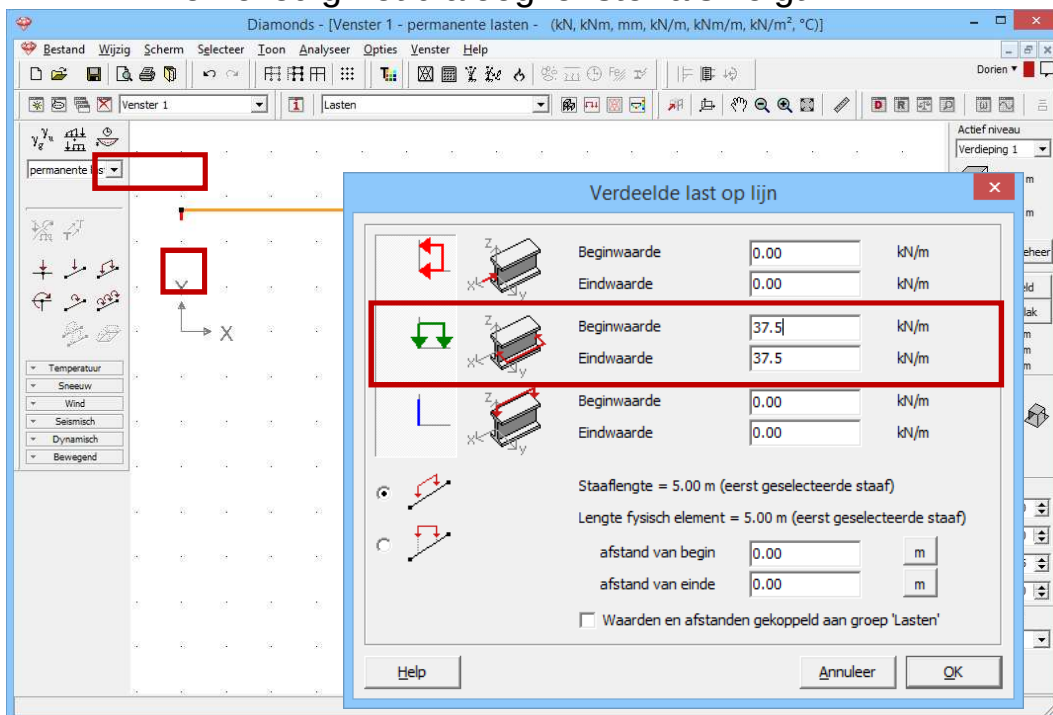
Stap 5: Invullen lastengroepen 'eigengewicht', 'permanent' en 'nuttig'

- Het **eigengewicht** van de balk wordt automatisch berekend en kan niet worden gewijzigd.

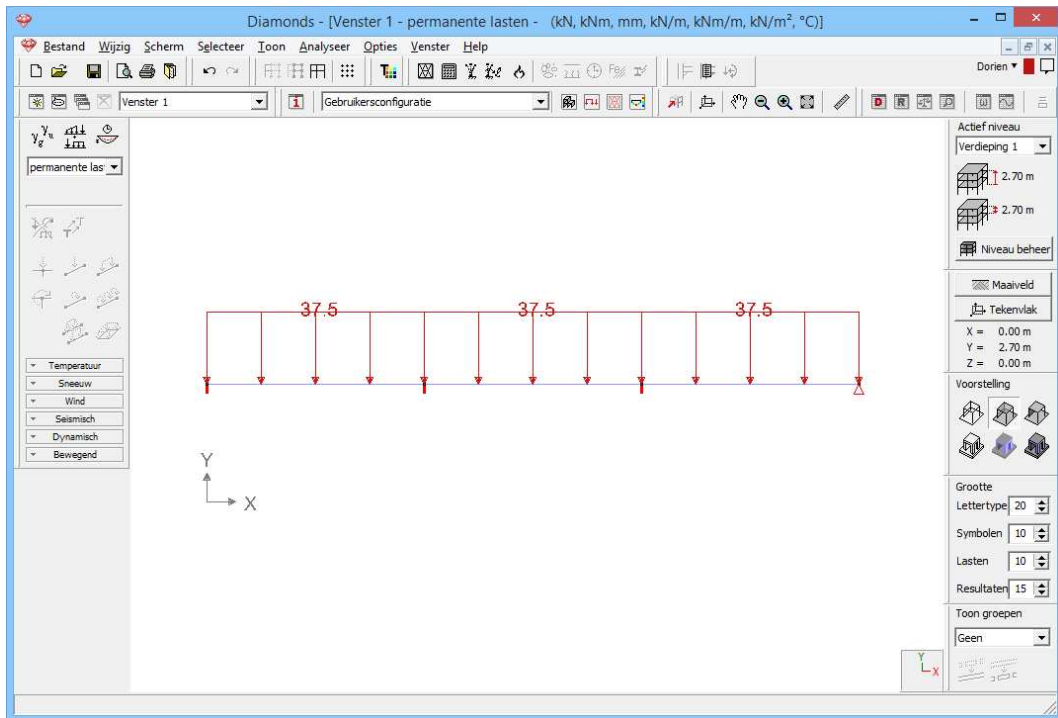


- De **permanente belasting** op de balken wordt bepaald uit het eigengewicht van de vloer ($4,5\text{kN/m}^2 \cdot 5\text{m} = 22,5\text{kN/m}$) en de permanente belasting die erop staat ($3,0\text{kN/m}^2 \cdot 5\text{m} = 15\text{kN/m}$). Totaal permanente belasting: $37,5\text{kN/m}$.
- Gebruik het pull down-menu om de lastengroep 'Permanente lasten' te activeren.
- Selecteer vervolgens alle balken en klik op de knop . Merk op dat slechts die iconen zullen oplichten die toegepast kunnen worden op de geselecteerde elementen.

Vervolledig het dialoogvenster als volgt:



In het configuratievenster 'Lasten' worden de ingevoerde lasten grafisch voorgesteld.



Controleer d.m.v. bovenstaande figuur of u de lasten goed hebt ingegeven. Indien u een fout gemaakt hebt, kan u:

- De desbetreffende staaf dubbelklikken en in het venster dat verschijnt de waarden aanpassen.
- OF u selecteert de elementen met een fout en u verwijdert de lasten met . U moet de belasting nadien opnieuw definiëren.
- De **gebruiksbelasting belasting** op de balken wordt bepaald als $2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 5 \text{ m} = 10,0 \text{ kN/m}$
- Selecteer nu in het pull down-menu de lastengroep 'Nuttige last A: woonruimtes'
- Definieer op dezelfde manier als voor de permanente lasten een lijnlast van 10 kN/m .

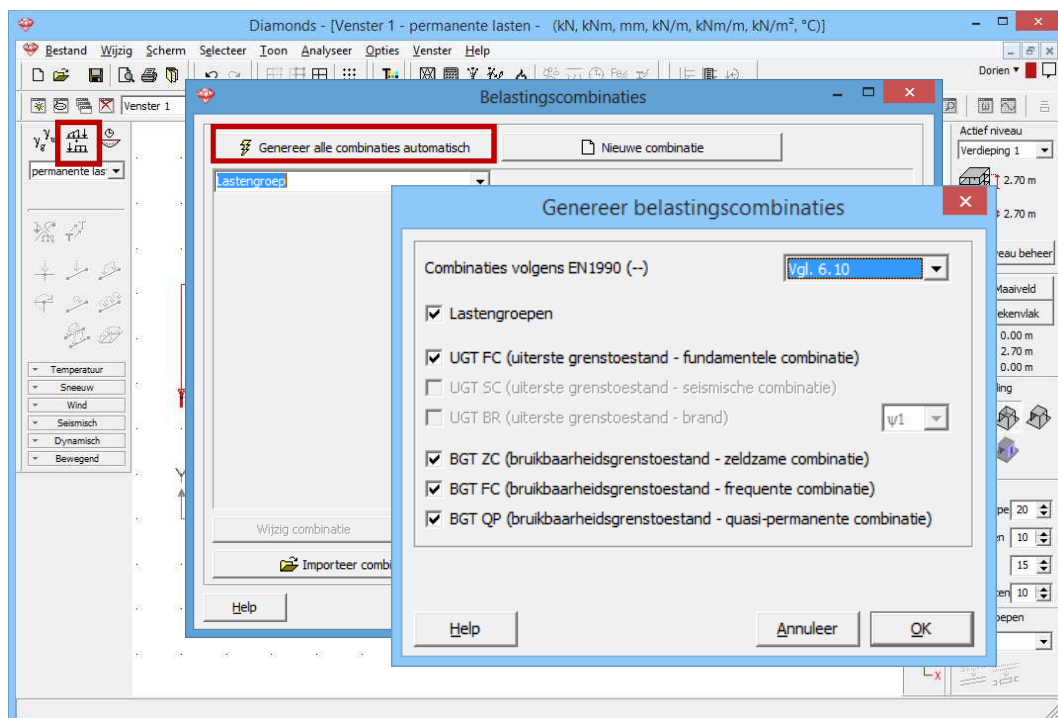
3.1.3.3 Combinaties maken

Alvorens de berekening te starten dienen we eerst de combinaties te genereren.

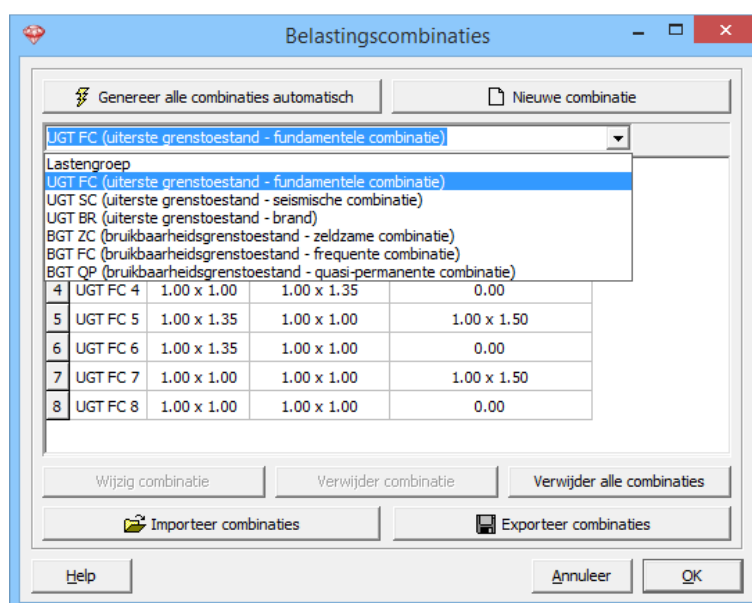
Stap 6: Combinaties maken

Klik op de knop  in het palet behorend bij de configuratie 'Lasten' . Er verschijnt een dialoogvenster met hierin een nog lege lijst van de combinaties.

Klik op de knop  **Genereer alle combinaties automatisch**, duid in het pull down-menu aan dat u de klassieke, weliswaar conservatieve vgl. 6.10 wenst toe te passen en kruis alle grenstoestanden aan.

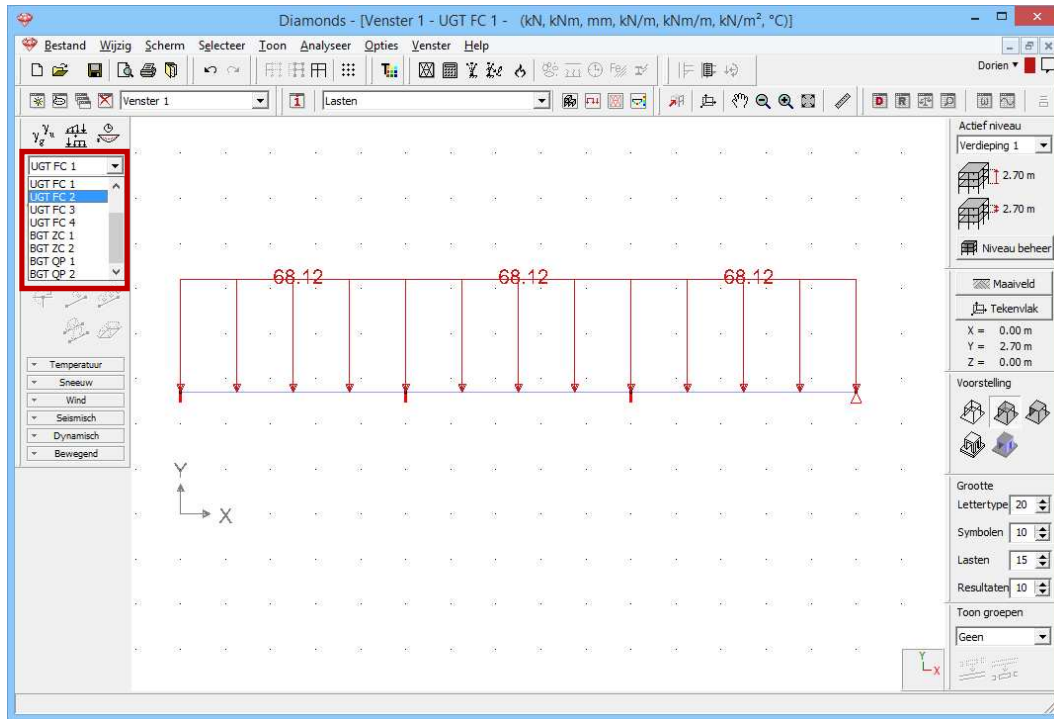


Nadat u op de knop 'OK' geklikt heeft, verschijnen alle volgens de norm vereiste combinaties, gegroepeerd per grenstoestand. Indien gewenst, kan u deze combinaties nog wijzigen **Wijzig combinatie** of zelf eigen combinaties definiëren **Nieuwe combinatie**. Om de geselecteerde combinatie(s) te verwijderen klik op **Verwijder combinatie**. Met de knop **Verwijder alle combinaties** verwijdert u alle combinaties.



Klik op 'OK' om het dialoogvenster voor de lastencombinaties te sluiten.

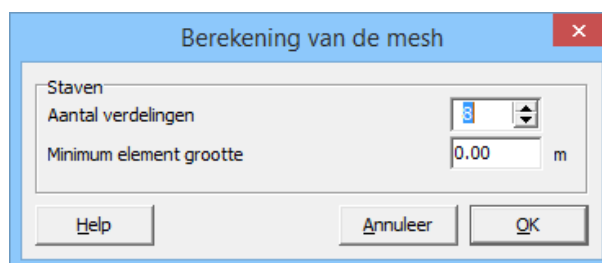
In het pull down-menu van het palet 'Lasten' zijn nu ook de namen van de verschillende lastencombinaties terug te vinden. Selecteert u één van deze combinaties, dan wordt in het venster het geheel van lasten voorgesteld die tijdens deze combinatie zullen aangrijpen.



3.1.4 Berekening van de mesh

Stap 7: Genereren van de mesh

Klik in de iconenbalk op de knop  of selecteer de menu-instructie 'Analyseer – Mesh...'. Laat alles op default staan en klik op 'OK'.



Een venster toont u de vooruitgang van de berekening.

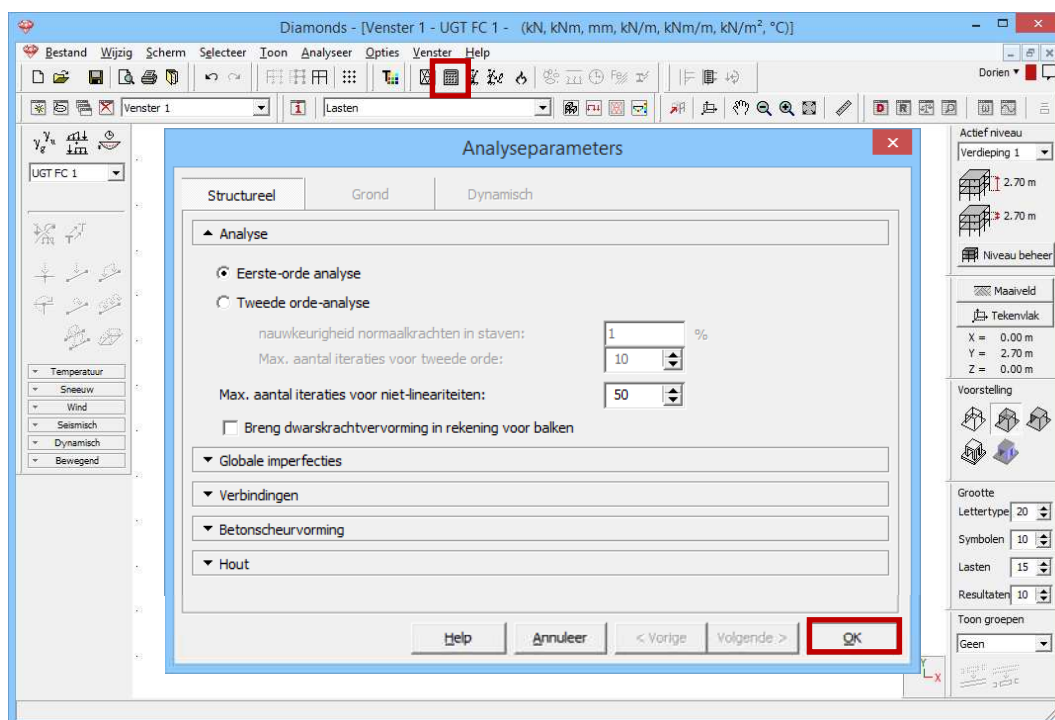
Over de meshgenerator

Hier noteert u het aantal elementen waarin een staaf dient opgedeeld: 8 tot 10 verdelingen is een goede keuze.

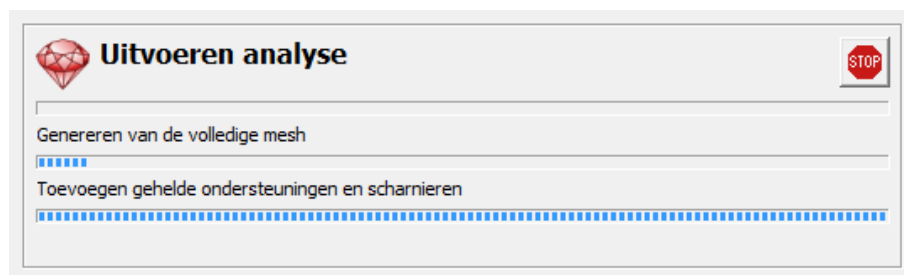
3.1.5 De globale elastische analyse

Stap 8: Elastische analyse

Om de analyse te starten, selecteert u de menu-instructie 'Analyseer – Elastische Analyse'. U kan de analyse ook rechtstreeks starten door gebruik te maken van de functietoets **F9** of d.m.v. het icoon  in de iconenbalk. Volgend dialoogvenster verschijnt:



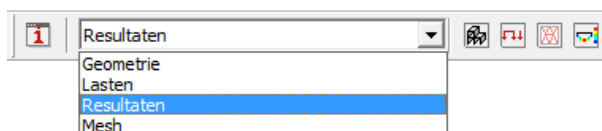
We kiezen voor een 1^{ste} orde analyse en bevestigen met 'OK'. Een dialoogvenster toont u de vooruitgang van de berekening.



De knop  laat u toe om de berekening te stoppen. Als u de berekening stopt, zal ze later volledig opnieuw aangevat moeten worden.

Stap 9: Naar configuratie 'Resultaten'

Om de resultaten van de berekening grafisch te bekijken, klikt u bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteert u in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Resultaten'.



Over configuratie 'Resultaten'

In het bijhorende palet aan de linkerzijde van het modelvenster vindt u bovenaan een aantal knoppen die elk een specifieke groep van resultaten vertegenwoordigen.

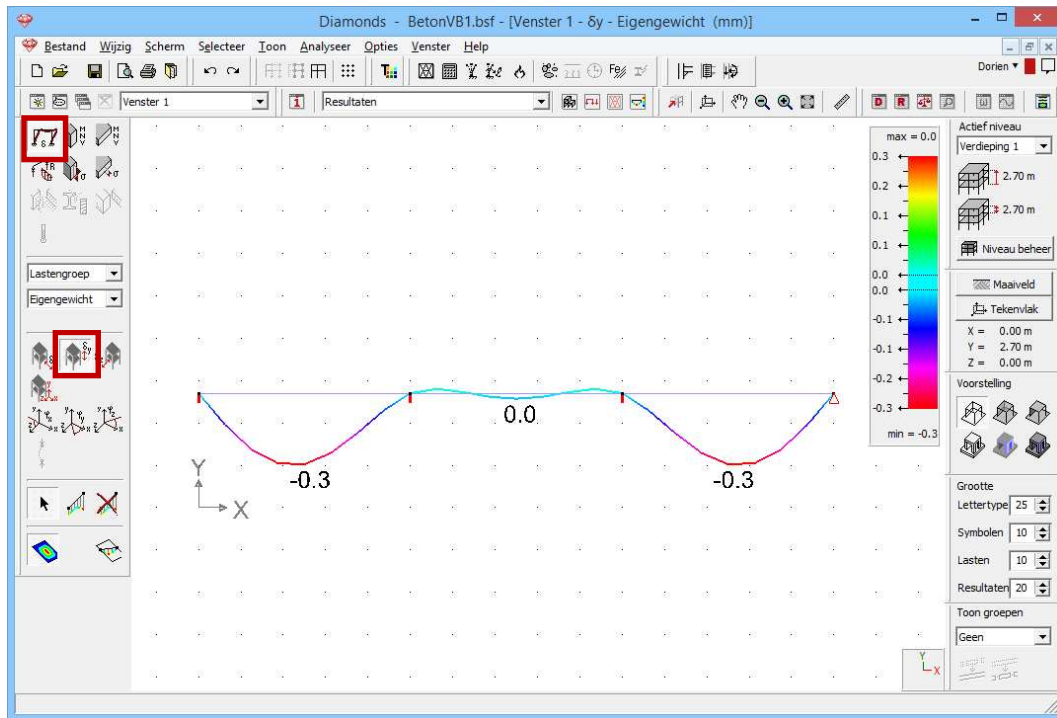
- Enkel die knoppen zijn beschikbaar waarvoor een berekening is uitgevoerd.
- Eens één van deze knoppen is ingedrukt, kan u de bijhorende deelresultaten opvragen door middel van de eronder gelegen knoppen.
- Vervolgens duidt u aan voor welke belastingscombinatie u de resultaten wenst te bekijken. In een eerste pull-down menu selecteert u het type lastencombinatie (individuele lastengroep, UGT FC, UGT SC, BGT ZC, BGT FC of BGT QP), vervolgens geeft u aan welke specifieke lastengroep of ontwerpcombinatie moet worden gevisualiseerd. In het geval van een belastingscombinatie kan u kiezen tussen ofwel een individuele belastingscombinatie (aangeduid met een nummer) ofwel de omhullende. In die situaties waarin het resultaat een omhullende voorstelt kan het zijn dat voor sommige resultaten ook nog eens moet worden aangeduid of de minimum (min) dan wel de maximum (max) resultaten moet worden weergegeven.

We overlopen hieronder enkele resultaten.

Stap 10: Vervormingen

Diamonds toont u standaard de verticale verplaatsingen in de Y-richting voor de eerste combinatie (of de eerste lastengroep wanneer u ook de combinaties voor de lastengroepen heeft gedefinieerd). U zal merken dat

de knop voor de verplaatsingen  actief is. Eronder is de knop voor de verticale verplaatsingen volgende de globale Y-as  δ_y actief.

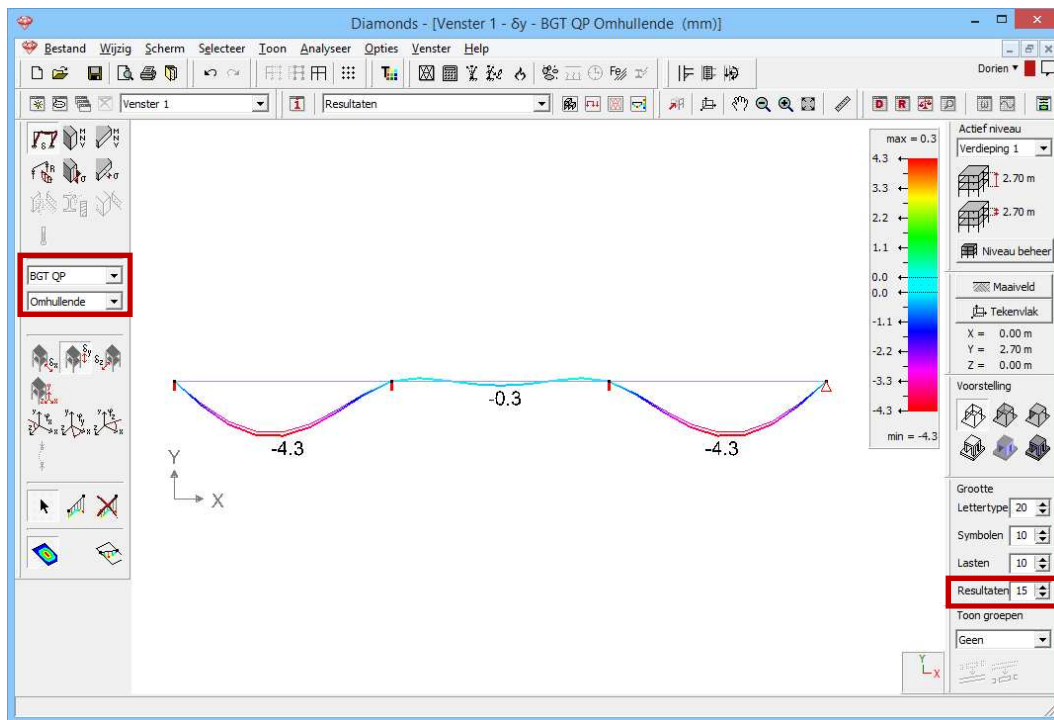


Selecteer nu de combinatiegroep 'BGT QP' en kies voor de omhullende. We merken op dat:

- de maximale doorbuiging is 4,3mm. Vergis u niet, deze doorbuiging is een elastische doorbuiging! De gescheurde doorbuiging na kruip kan 3 tot 5 keer groter zijn.
- In alle combinaties BGT QP en p iedere positie van de balk gaat Diamonds op zoek naar de minimum waarde van de doorbuiging. Die waarden worden voorgesteld door de **dunne lijn**.

In alle combinaties BGT QP en op iedere positie van de balk gaat Diamonds op zoek naar de maximum waarde van de doorbuiging. Die waarden worden voorgesteld door de **dikke lijn**.

Vandaar dat deze figuur 'omhullende' noemt.



Merk op dat u de grootte van de uitwijking kan regelen in het palet 'Grootte' dat zich bevindt aan de rechterzijde van het werkvenster.

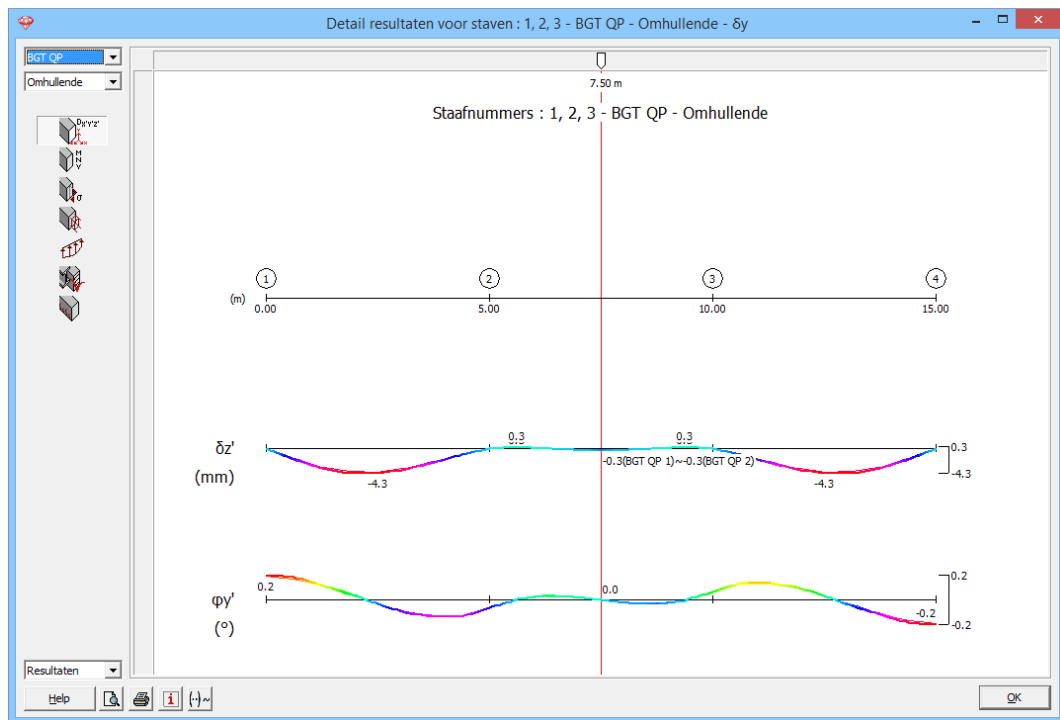
Over de schaal

In Diamonds wordt standaard een symmetrische kleurenschaal toegepast voor alle resultaten. U kan evenwel kiezen voor een andere schaal aanduiding in de 'Resultaten configuratie' .

U dient deze standaardschaal als volgt te begrijpen: de uiterste waarden van het kleurenpalet stemmen overeen met de grootste positieve OF grootste negatieve waarde. Inderdaad loopt de kleurenschaal van -4,3 naar +4,3mm. Wel wordt de grootste respectievelijk kleinste waarde boven en onder de schaal aanduiding weergegeven. Bijgevolg zal in het bovenstaande resultaat slechts de onderste helft van het kleurenpalet worden gebruikt.

Stap 11: Vervormingen in het detailvenster

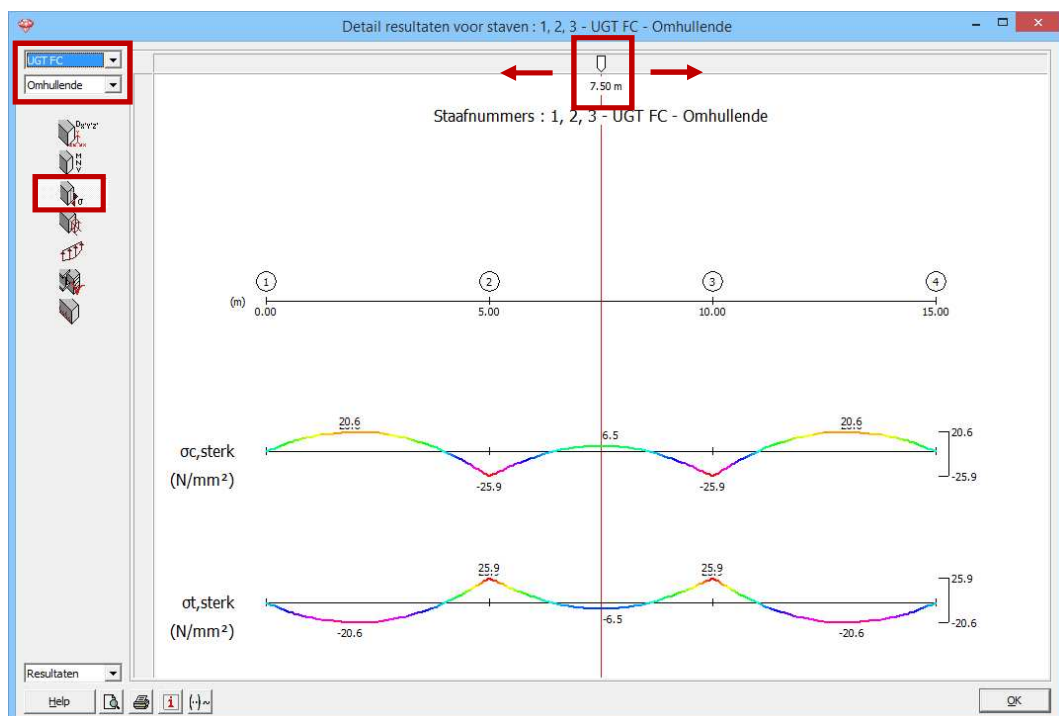
Selecteer alle balken. Klik op het icoon  rechts in de werkbalk. Een nieuw venster opent. Aan de linkerkant vindt u alle knoppen uit de 'Resultaten configuratie' van toepassing op lijn elementen (balken en kolommen).



Merk op dat in dit venster de vervormingen worden gegeven volgens het lokaal assenstelsel van de lijn elementen. Ook de hoekverdraaiingen $\varphi_{x'}$ (rond de lokale x'-as) worden weergegeven. Klik op 'OK'.

Stap 12: Spanningen in het detailvenster (staafniveau)

Toon nu de elastische spanningen (op basis van de doorsnede in beton) voor de combinatie UGT FC omhullende.



U kan de grootheden opvragen op een willekeurig positie door middel van de schuifbalk. Bovendien kan u ook een afstand ingeven. Raadpleeg bijvoorbeeld de resultaten op 2,45m. Onder de witte pijl vult u hiertoe '2,45' in.

Bij een omhullende combinatie verschijnt tevens de bepalende combinatie. U kan dit uitschakelen door één maal op de knop  te klikken, deze zal dan veranderen in .

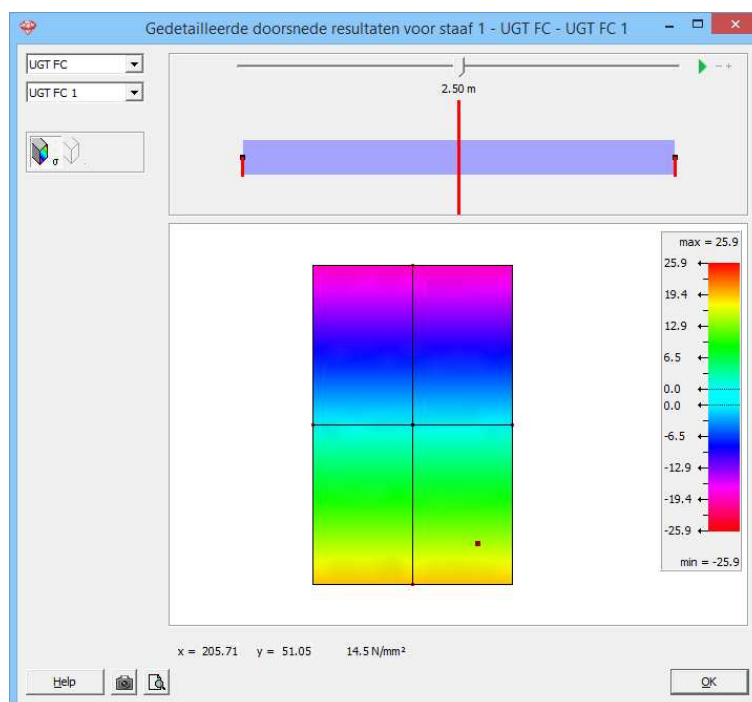
Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.

Stap 13: Spanningen in het detailvenster (doorsnede niveau)

Toon nu de spanningen voor de combinatie **UGT FC1**.

- Selecteer de eerste balk en klik op het icoon  rechts in de werkbalk.
- Of dubbel klik de eerste balk.

Een nieuw venster opent.



U kan de spanningen in iedere doorsnede opvragen door middel van de schuifbalk. Bovendien kan u ook een afstand ingeven. Raadpleeg bijvoorbeeld de resultaten op 2,5m. Onder de witte pijl vult u hiertoe '2,5' in.

Klik met de muis op de doorsnede, om de spanningen op die positie te raadplagen.

Merk op dat de spanningen in dit venster **ALTIJD** elastisch zijn!

Over detailresultaten op doorsnedeniveau

Kies links boven voor welke **lastengroep of combinatie** u een detail van de spanningen wil zien.

D.m.v. de **schuifbalk** bovenaan bepaalt u de positie van de doorsnede waarvoor u een detail van de spanningen wil zien. Door te klikken op het getal onder de slider, kan u ook een positie opgeven.

Resultatenveld met schaal:

- In het resultatenveld wordt het geselecteerde profiel grafisch voorgesteld samen met de hoofdtraagheidsassen (HTA). Indien het profiel dubbel symmetrisch is, dan vallen de deze assen samen met de lokale assen.
- Op de hoofdtraagheidsassen (HTA) worden rode punten weergegeven. Dit zijn de punten waarvoor de spanningen ($N + M_y$ en $N + M_z$) worden gegeven in het globaal resultaten venster. De positie van deze punten wordt bepaald als het snijpunt van de HTA met de 'bounding box' van het profiel (rechthoekige box die het profiel omhult).
- Komt u met de muis in de buurt van deze rode punten, dan zal Diamonds ernaar snappen.
- Beweeg met de muis over het profiel om op de gewenste positie de spanningen af te lezen. Bij 'x' en 'y' kan u ook zelf coördinaten invullen. De spanningen die u hier afleest zijn t.g.v. $N + M_y + M_z$
- Een drukspanning is negatief, trekspanning is positief.

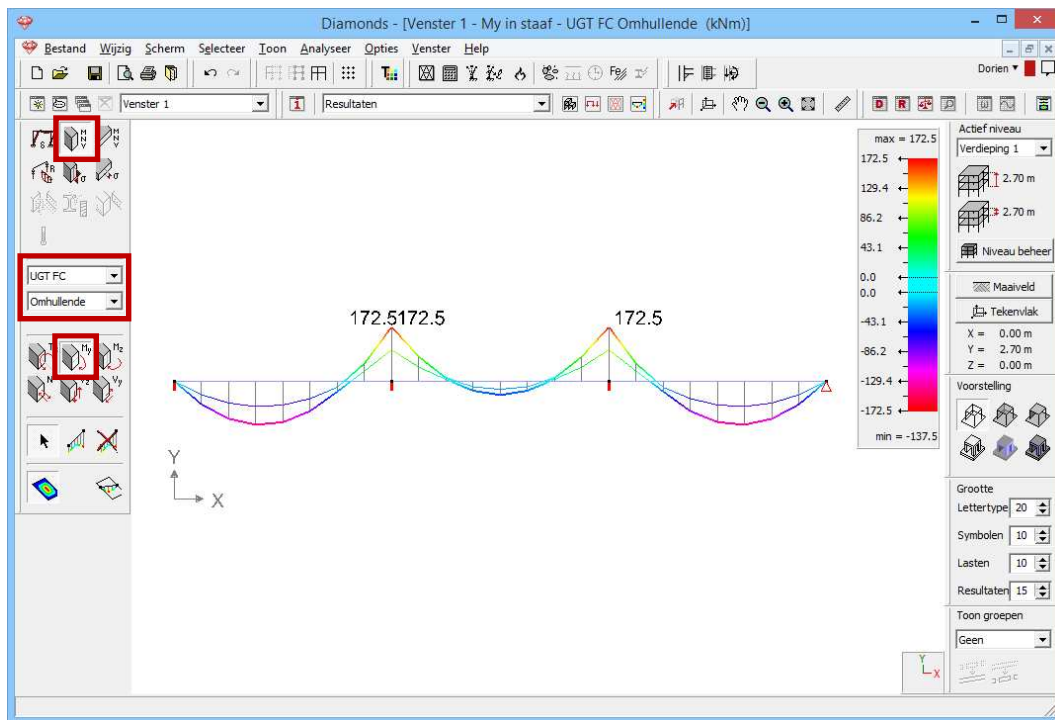
Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.

Stap 14: Buigend moment M_y

We visualiseren ditmaal de buigende momenten M_y . Klik in het palet op



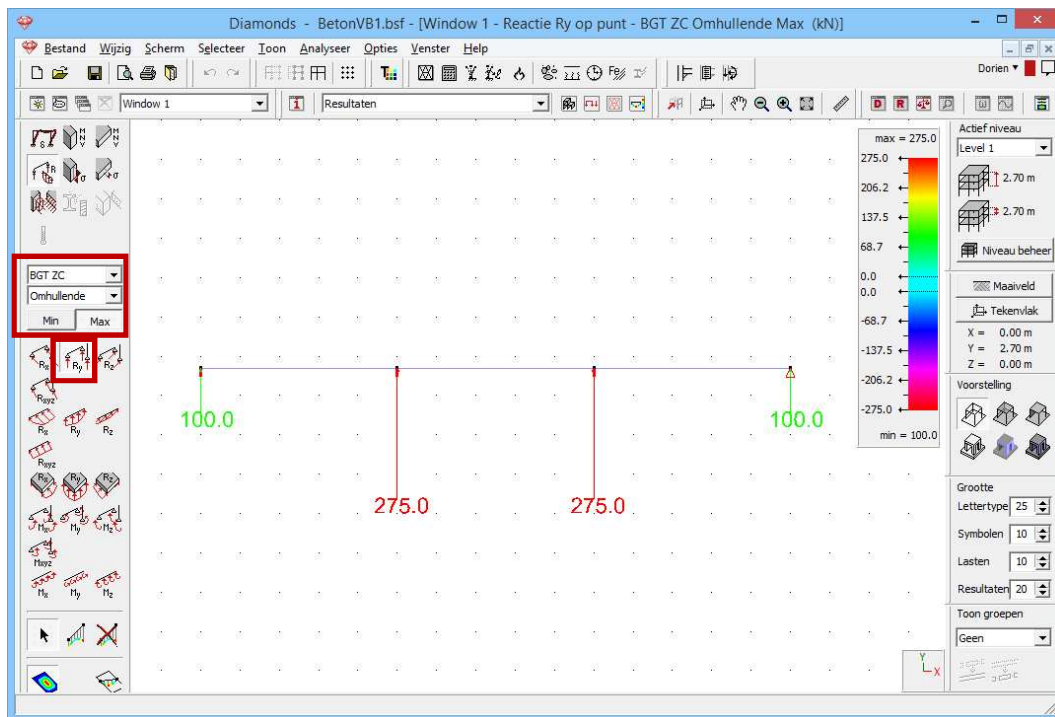
en selecteer de balkresultaten M_y . Kies voor de combinatie UGT FC omhullende.



De momentenlijn wordt steeds weergegeven aan de getrokken zijde van het element. Het teken van het moment stemt overeen met de richting van de lokale assen. In dit geval is de lokale z'-as naar boven gericht en veroorzaakt een positief moment dus trek aan de bovenzijde.

Stap 15: Reacties

Eenmaal terug in het modelvenster klikken we in het palet op de knop  voor het tonen van de reacties. Alle reacties worden door Diamonds afzonderlijk weergegeven. In dit voorbeeld interesseren ons de verticale knoopreacties onder de combinatie 'BGT ZC': we selecteren de reacties R_y .



Tot zover een overzicht van de functionaliteiten in de configuratie 'Resultaten'.

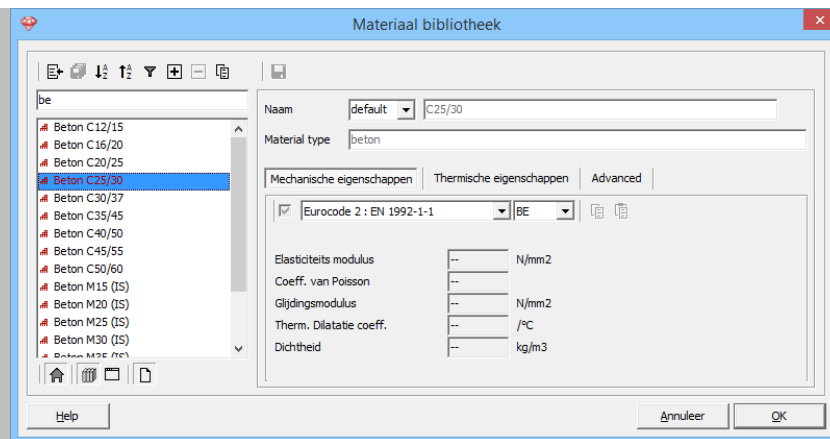
3.1.6 Berekening van de wapening

Over de dimensionering van beton

Met Diamonds berekent u de benodigde langswapening. Voor balken en kolommen wordt bijkomend de vereiste dwarswapening bepaald. Er wordt geen dwarskrachtencontrole uitgevoerd voor plaalementen! Een eventuele ponscontrole kan wel uitgevoerd worden. Voor meer informatie verwijzen we naar de referentiehandleiding.

Alvorens de berekening te starten, controleren we de eigenschappen van het gebruikte beton en de gebruikte wapening.

Kies de menu-instructie 'Wijzig – Materiaalbibliotheek' en selecteer in de linker kolom het materiaal 'Beton C25/30'. Beton C25/30 is een standaard materiaal. Standaard materialen worden aangegeven door het icoon .

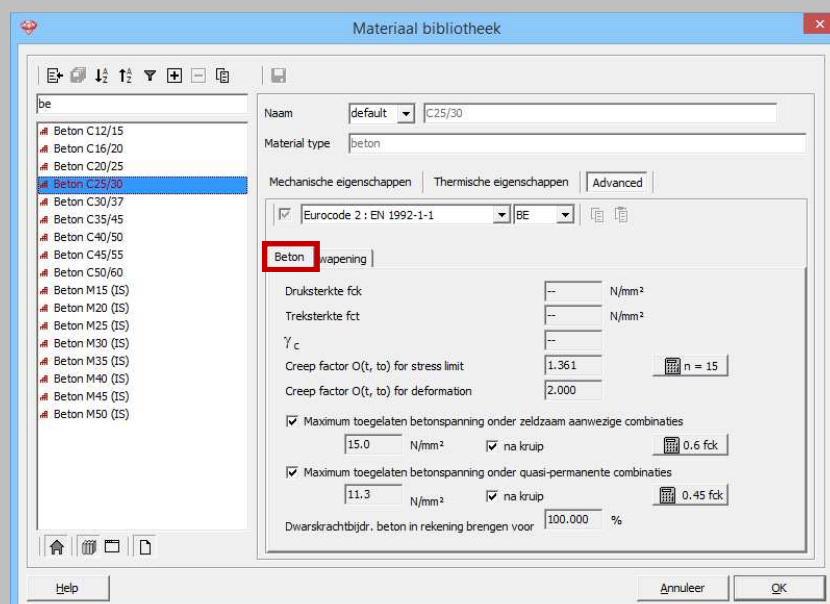


De eigenschappen van standaard materialen zijn bepaald op basis van de normen en kunnen niet gewijzigd worden. Wenst u toch wijzingen aan te brengen, dan zal u een nieuw materiaal moeten aanmaken. User-defined materialen worden gemarkeerd met het icoon .

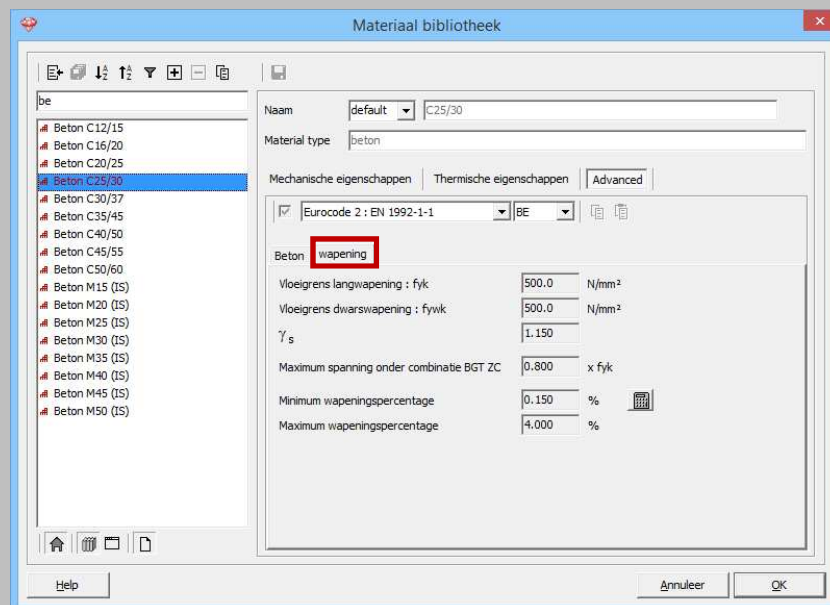
Aan de rechter kant van dit venster vindt u:

- de **elastische eigenschappen** zoals de elasticiteitsmodulus, de coëfficiënt van Poisson, de glijdingsmodulus, de thermisch dilatatie coëfficiënt en de dichtheid.
- de **thermische eigenschappen** die gebruikt worden bij een brandweerstandsanalyse.
- de sterkte eigenschappen in het tabblad 'geavanceerd'. In het bijzonder overlopen we de eigenschappen die van toepassing zijn voor Eurocode 2: EN 1992-1-1 [--].

In het eerste tabblad vinden we de materiaaleigenschappen terug voor het beton: de karakteristieke cilinderdruksterkte f_{ck} , de treksterkte f_{ctk} , de partiële veiligheidscoëfficiënt γ_c en de kruipfactoren φ worden in dit venster gegeven. Ook de grenzen van de betonspanningen in de bruikbaarheidsgrenstoestand worden gegeven.



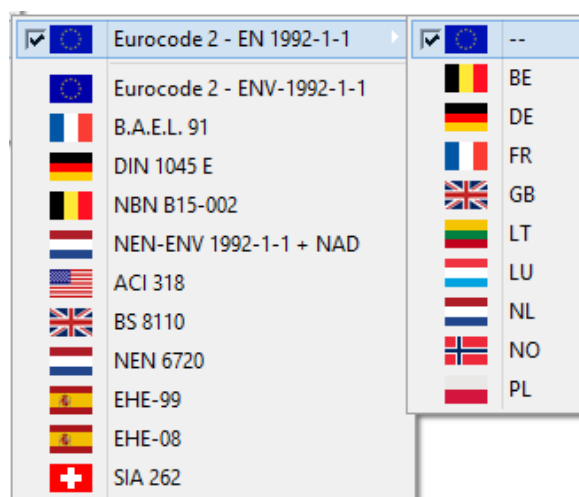
De **eigenschappen van de wapening** vindt u terug in het tweede tabblad van dit dialoogvenster: de staalkwaliteit van de langs- f_{yk} en dwarswapening f_{ywk} , de partiële veiligheidsfactor voor het wapeningsstaal γ_s , de grens voor de staalspanning en het minimum/maximum wapeningspercentage.



Klik op 'OK' om de materiaalbibliotheek te sluiten.

Stap 16: Keuze van de betonnorm

Selecteer nu de menu-instructie 'Analyseer – Betonnorm...' en duidt aan dat u de wapening wilt berekenen conform de Europese norm EN 1992-1-1. We doen geen beroep op een nationale bijlage [--].

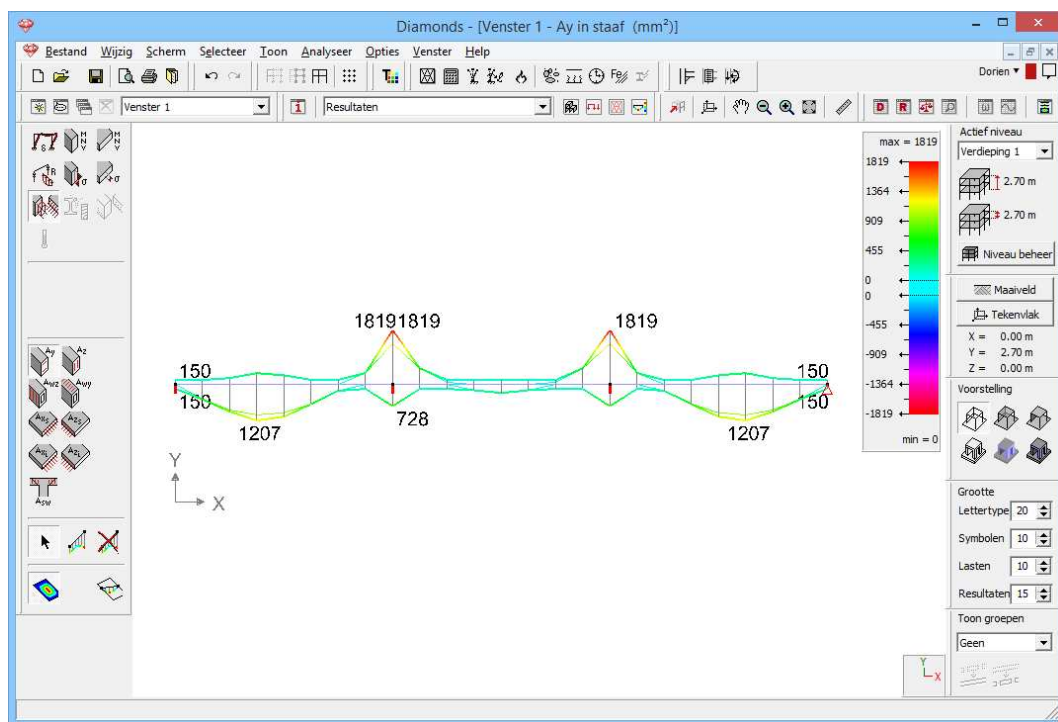


Stap 17: Berekening van de wapening

Kies vervolgens in het menu de instructie 'Analyseer – Berekening wapening', druk op **F2** of klik op de knop  in de werkbalk. Er verschijnt een dialoogvenster dat u de voortgang van de berekening toont.

Eenmaal de berekening beëindigd, wordt in het 'Resultaten'-palet de knop  geactiveerd voor de voorstelling van de wapeningsresultaten. De wapeningsresultaten van zowel balken als platen worden door dezelfde knop  voorgesteld. Net zoals voor de andere resultaten, selecteert u een specifieke wapening de eronder gelegen knoppen. Merk op dat u ditmaal geen belastingscombinatie kan kiezen. **Immers, de wapening wordt berekend op basis van de omhullenden van de verschillende grenstoestanden.**

Visualiseer de langswapening in de balken: selecteer de langswapening A_y . De langswapening A_y is de wapening die nodig is om te weerstaan aan de momenten M_y (buiging rond de sterke as).



De berekende hoeveelheid wapening correspondeert met de optimale (meest economische) hoeveelheid.

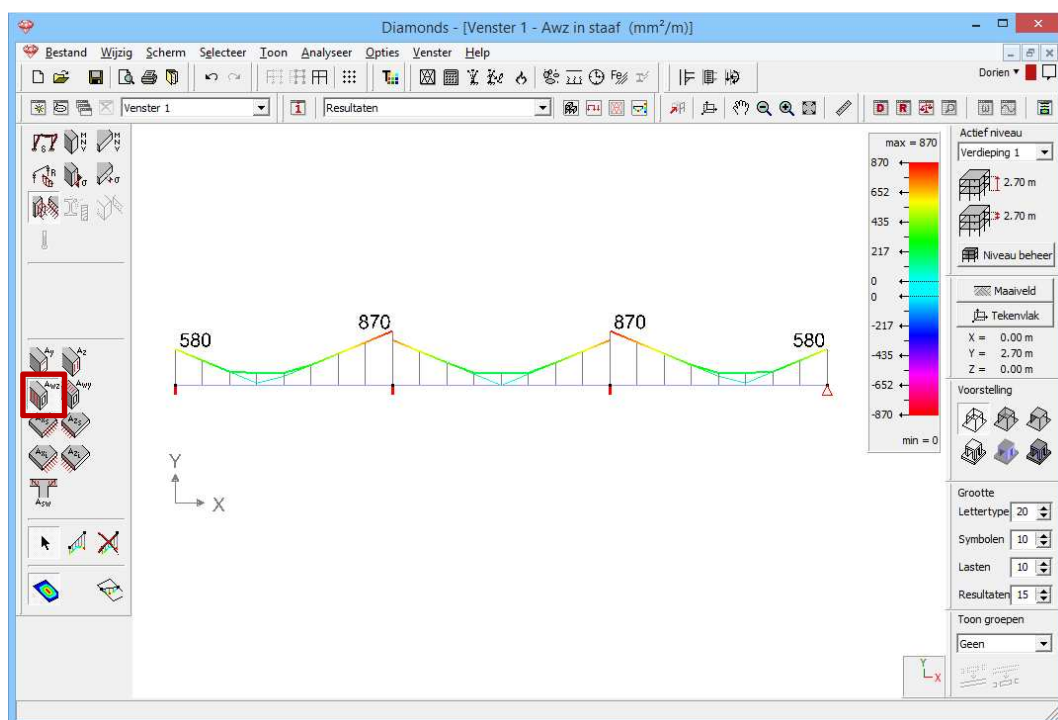
De hoeveelheid wapening wordt steeds getekend aan de kant van de balk waar ze nodig is.

De **dunne lijnen** van de grafieken stellen de hoeveelheid wapening voor die nodig is om enkel te voldoen aan de uiterste grenstoestand UGT.

De **dikke lijnen** vertegenwoordigen de hoeveelheid die, behalve met de uiterste grenstoestand, ook rekening houdt met de bruikbaarheids-grenstoestanden BGT voor de spanningen, met de minimale wapenings-vereisten en met een eventueel knikgevaar.

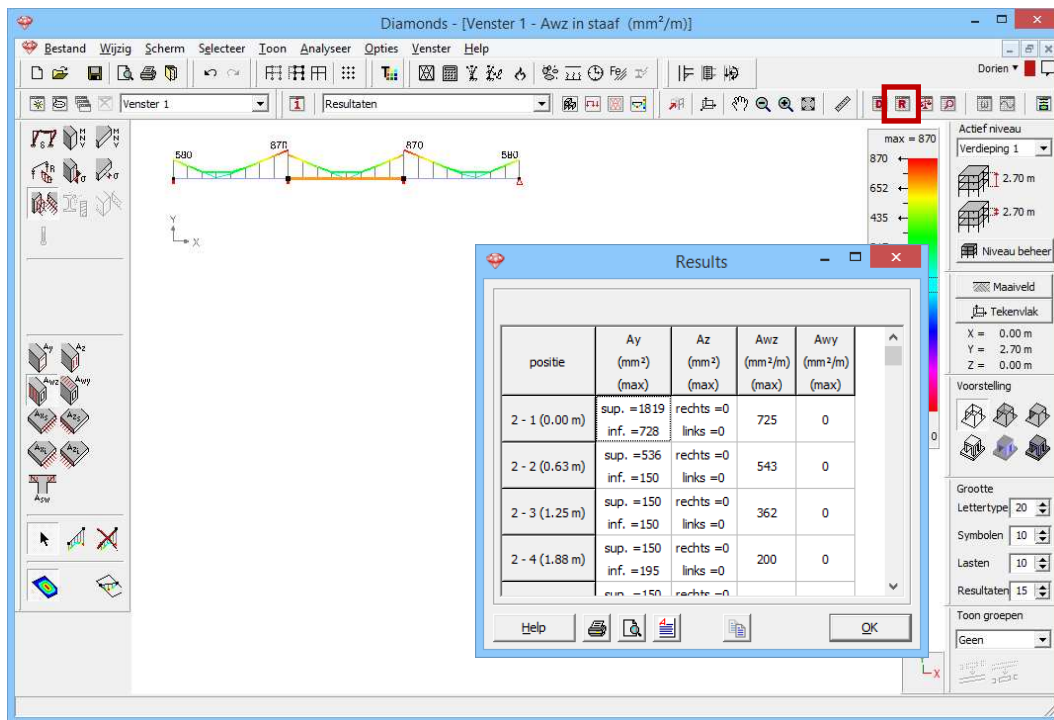
Op die plaatsen waar de dikkere lijn ver van de dunneren lijn afligt, zijn de bruikbaarheidsgrenstoestanden BGT belangrijk. Dit wijst op een slanke ligger, waarvan de hoogte kleiner is dan de optimale hoogte.

De andere drie resultaten verlenen u de resultaten voor de langswapening voor buiging rond de zwakke as en de resultaten voor de dwarskrachtwapening voor buiging rond de sterke, resp. zwakke as.



Stap 18: Wapeningsresultaten in tabelvorm

Selecteer de midden overspanning en klik vervolgens op het icoon . De wapeningsresultaten van de middelste balk worden ditmaal in tabelvorm weergegeven. U vindt er de 4 benodigde langswapeningen (boven, onder, links en rechts) en de dwarswapening volgens de 2 hoofdrichtingen (A_{wy} en A_{wz}) en dit voor elk meshpunt van de staaf.



3.1.7 Berekening van de gescheurde doorbuiging

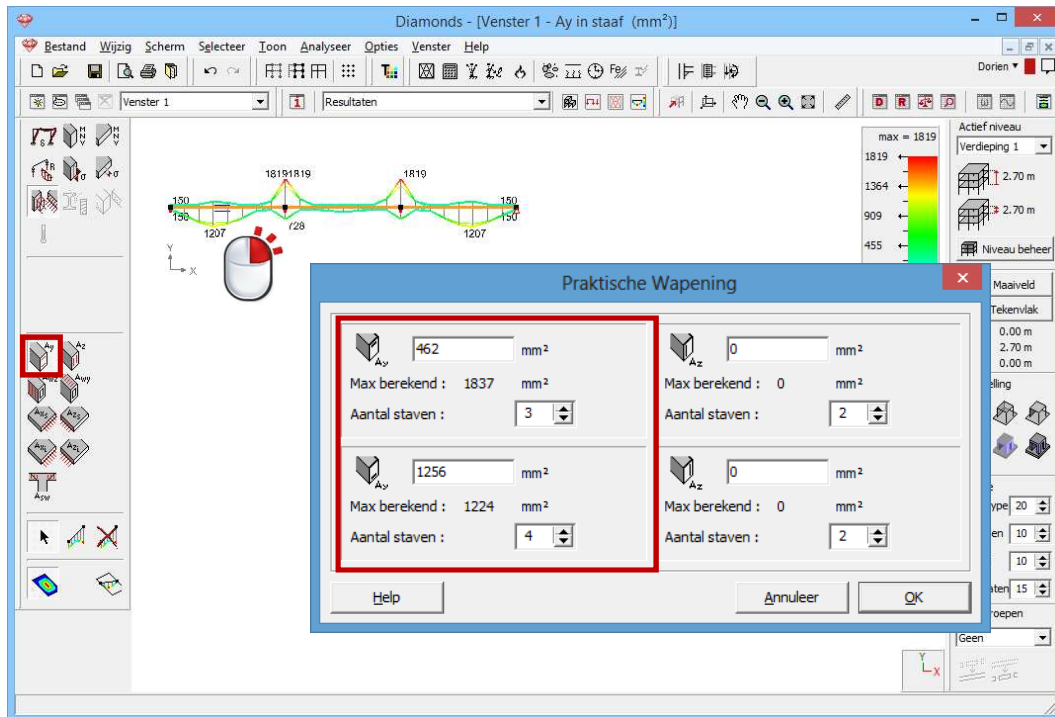
De doorbuiging die u tot dusver hebt berekend, is een elastische doorbuiging, gebaseerd op de elastische materiaaleigenschappen van het beton zoals gedefinieerd in de materialenbibliotheek. Niettemin zal in de praktijk de doorbuiging van structuren in gewapend beton sterk afhankelijk zijn van de mate waarin het beton scheurt.

Die scheurvorming treedt op wanneer het buigend moment in de zeldzaam aanwezige combinaties het scheurmoment M_r overschrijdt. Het scheurmoment M_r is afhankelijk van de treksterkte van het beton en van de geplaatste hoeveelheid wapening.

Geeft u geen verdere specificaties dan veronderstelt Diamonds dat er in de praktijk juist evenveel wapening geplaatst wordt als het programma berekend heeft (of de minima opgelegd door de norm). Wilt u het programma dwingen om voor een bepaalde plaat of balk toch rekening te houden met een voorziene wapening, dan kan u dit opleggen in de vorm van praktische wapening.

Stap 19: Toekennen van praktische wapening aan de balken

Visualiseer één van de vier wapeningsresultaten van de balken. Selecteer vervolgens met de CTRL-toets alle balken en druk de rechtermuisknop in.



We voorzien in alle balken:

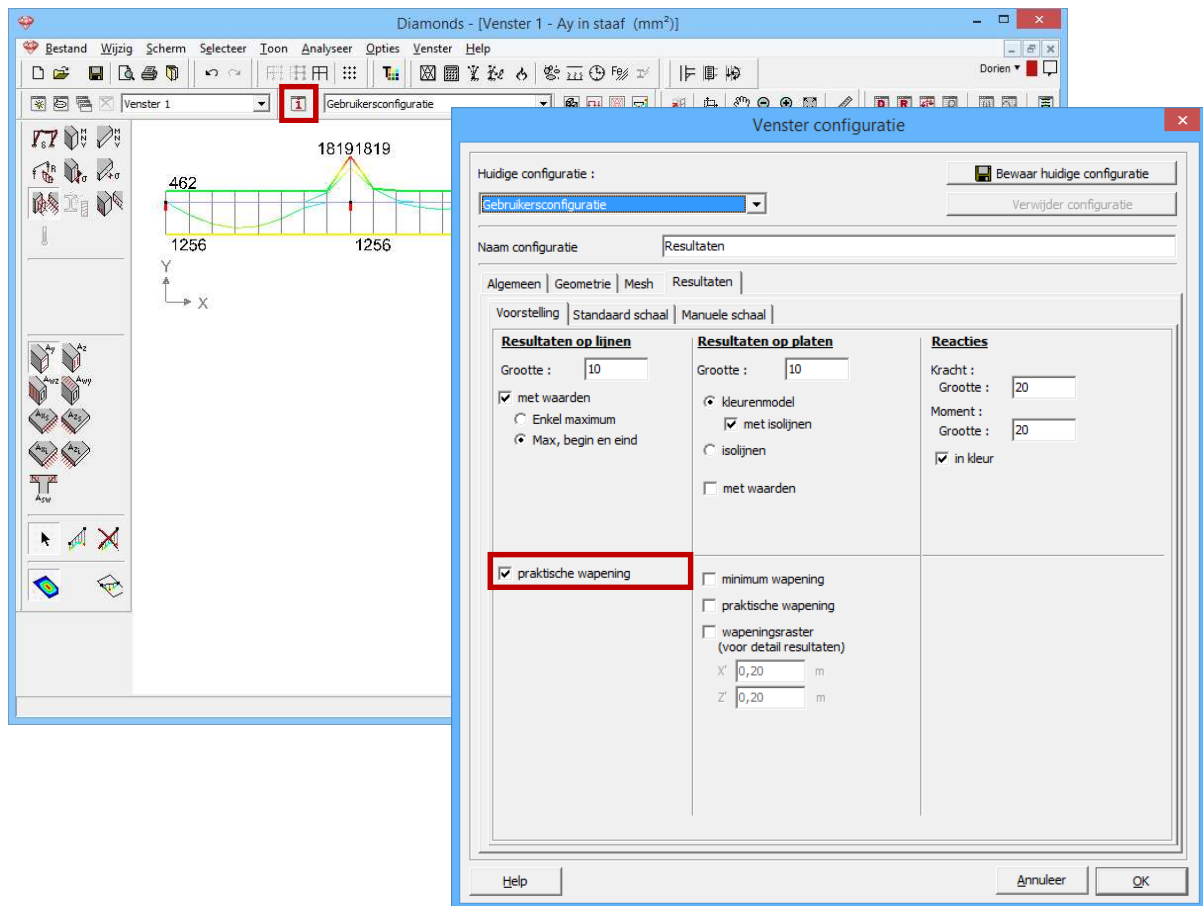
- een boven wapening: 3xØ14 (461mm²)
- een onder wapening: 4xØ20 (1256mm²)

Eronder vindt u de maximum berekende wapening voor elk van de 4 langswapeningen (boven, onder, links en rechts). Op plaatsen waar de theoretische berekende wapening groter is dan de praktische wapening, zal Diamonds tijdens de gescheurde doorbuigingsberekening met deze praktische wapening geen rekening houden.

We duiden ook aan dat deze wapening over 3 en 4 staven zal worden verdeeld. Dit aantal is belangrijk voor de berekening van de scheurwijdte. Bevestig met 'OK'.

Stap 20: Praktische wapening in de balken grafisch voorstellen

U kan deze praktische wapening laten opnemen in de grafische voorstelling van uw resultaten. Klik daarom in de iconenbalk op de knop  om de configuratie-instellingen van het actieve configuratievenster ('Resultaten') te wijzigen. Selecteer het tabblad 'Resultaten' en duid aan dat ook de praktische wapening die is toegekend aan de staven grafisch moet worden weergegeven. Klik op 'OK'.



In bovenstaande figuur is in één oogopslag duidelijk op welke plaatsen bijkomende wapening moet voorzien worden.

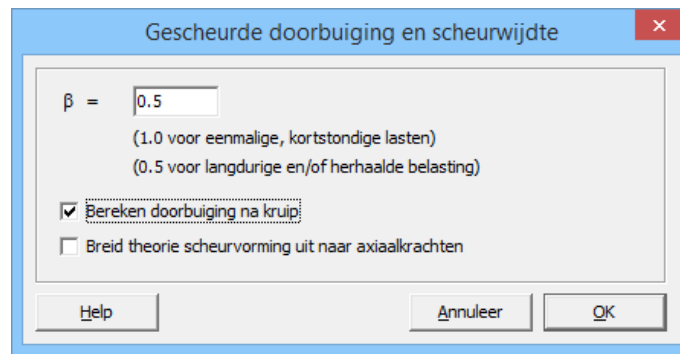
Stap 21: Berekenen gescheurde doorbuiging

We kunnen nu starten met de berekening van de gescheurde doorbuiging. Eerst en vooral willen we u wijzen op het feit dat u met Diamonds

- hetzij de totale doorbuiging
 - hetzij de doorbuiging op een specifiek tijdstip
- kan berekenen.

De tweede benadering houdt rekening met het tijdstip waarop een bepaalde last actief wordt en laat u toe om bijvoorbeeld de bijkomende doorbuiging te begroten die eventueel zou kunnen leiden tot schade aan scheidingswanden.

We beperken ons tot de berekening van de totale gescheurde doorbuiging. Kies de menu-instructie 'Analyseer – Gescheurde doorbuiging' of klik in de iconenbalk op de knop . Het volgende dialoogvenster verschijnt:

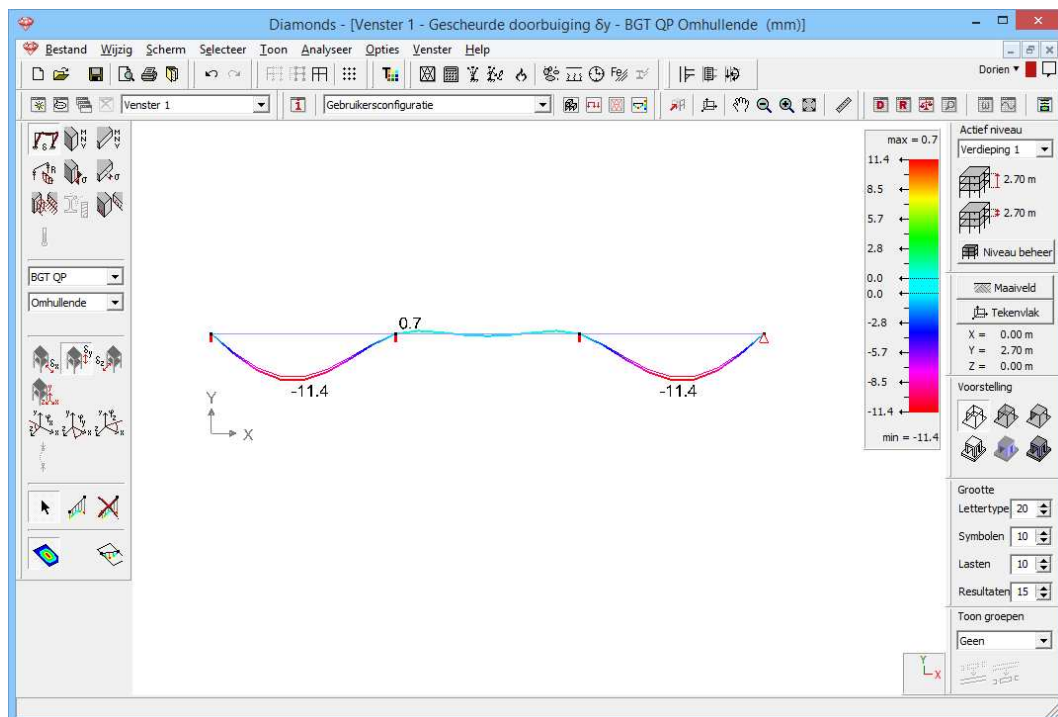


Laat de parameter β ongewijzigd en vink aan dat u rekening wilt houden met het kruiseffect van het beton. Bevestig met 'OK'. Ook nu zal een dialoogvenster u de vooruitgang van de berekening tonen.

Stap 22: Bekijken van de resultaten

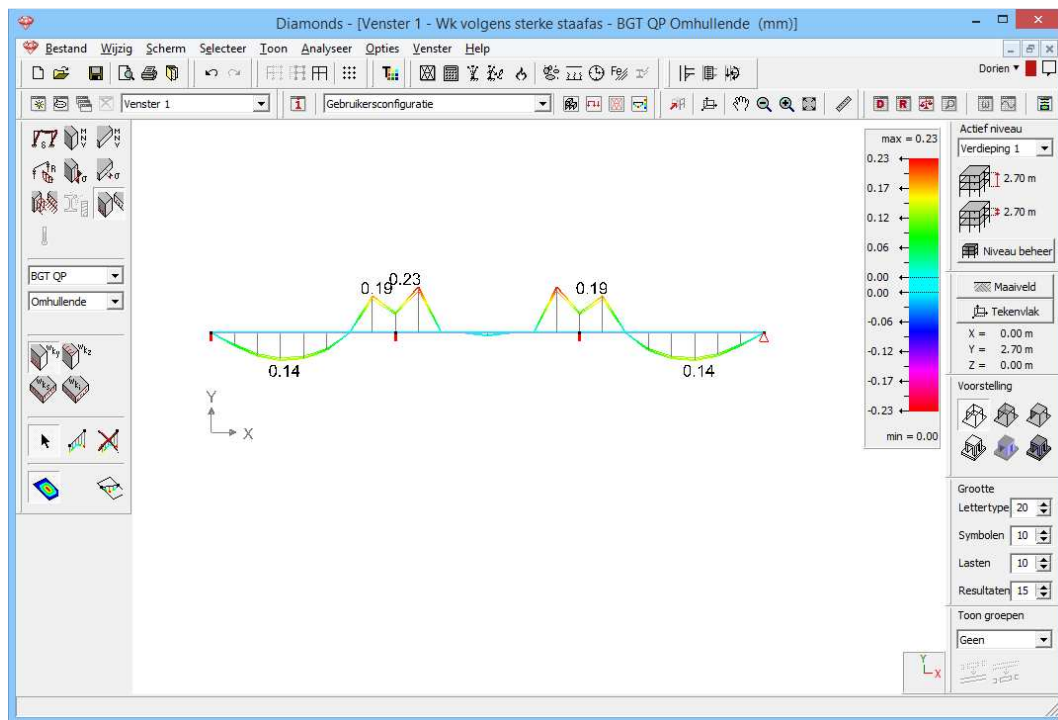
Eens de berekening is beëindigd, vindt u onder de knop  van het 'Resultaten'-palet niet langer de elastische maar wel de gescheurde doorbuiging na kruip terug. Bovendien kan u nu ook de scheurwijdte in de balken en platen visualiseren via de knop .

Hieronder ziet u de gescheurde doorbuiging δ_y na kruip voor de omhullende 'BGT QP'.



Merk op dat deze doorbuiging ongeveer 3 à 4 keer groter is dan de elastische doorbuiging. Deze toename is deels te wijten aan kruipeffecten deels aan de gescheurdheid van het beton (op basis van de zeldzaam aanwezige combinatie).

Ook de scheurwijdte zelf dient geëvalueerd te worden onder de quasi-permanente combinatie. Zo vinden we bijvoorbeeld in de balken een maximale scheurwijdte onder BGT QP van 0,23mm.



Voilà, u hebt met dit eerste voorbeeld uitgebreid kennis kunnen maken met de voornaamste functies van Diamonds. Veel van deze functionaliteiten zullen ook in de volgende voorbeelden opnieuw aan bod komen, doch er zal ook worden getracht andere toepassingen van Diamonds in de verf te zetten.

We maken voor dit (simpele) voorbeeld geen rekennota. Het volgende voorbeeld leent zich daar beter toe, aangezien in dat model ook platen zitten.

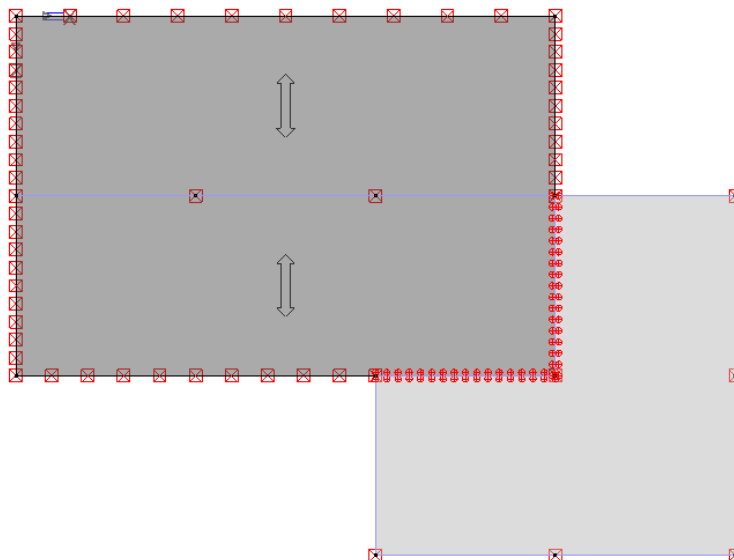
Opmerking: U hoeft dit model niet op te slaan, in de volgende oefeningen (§3.2) wordt opnieuw vanaf 'nul' begonnen.

3.2 Voorbeeld 2: Berekening van een vloerplaat

Vereiste licenties:	✓ 2D Bars ✓ 2D Slabs ✓ Concrete Design
----------------------------	--

3.2.1 Doel van de oefening

In een tweede voorbeeld modelleren en berekenen we de volledige vloerplaat van de eerste verdieping. We berekenen de elastische krachten in de balken en platen en bepalen de vereiste wapeningssecties. We gaan ook na of de gescheurde doorbuiging na kruip toelaatbaar is. Ten slotte maken we ook een berekeningsnota.



3.2.2 Definiëren van de structuur

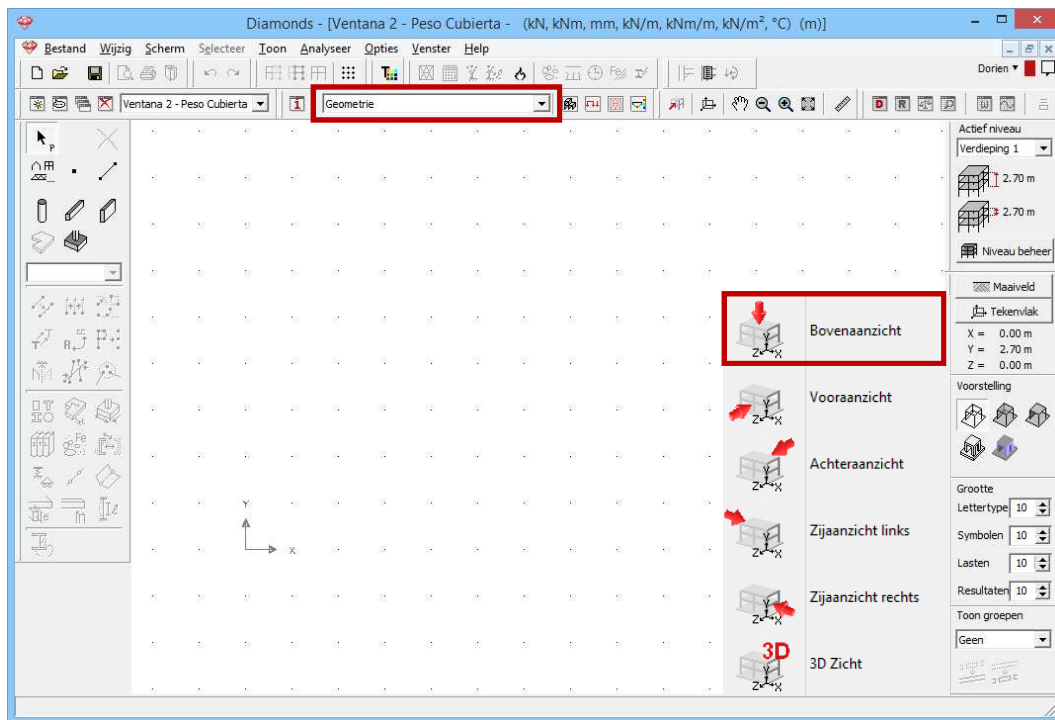
Stap 1: Start van een nieuw project

Start een nieuw project via de menu-instructie 'Bestand – Nieuw' of .

We zouden de geometrie uit §3.1 kunnen uitbreiden, maar om zoveel mogelijk functies van Diamonds aan bod te laten komen, doen we dit niet.

Stap 2: Naar configuratie 'Geometrie'

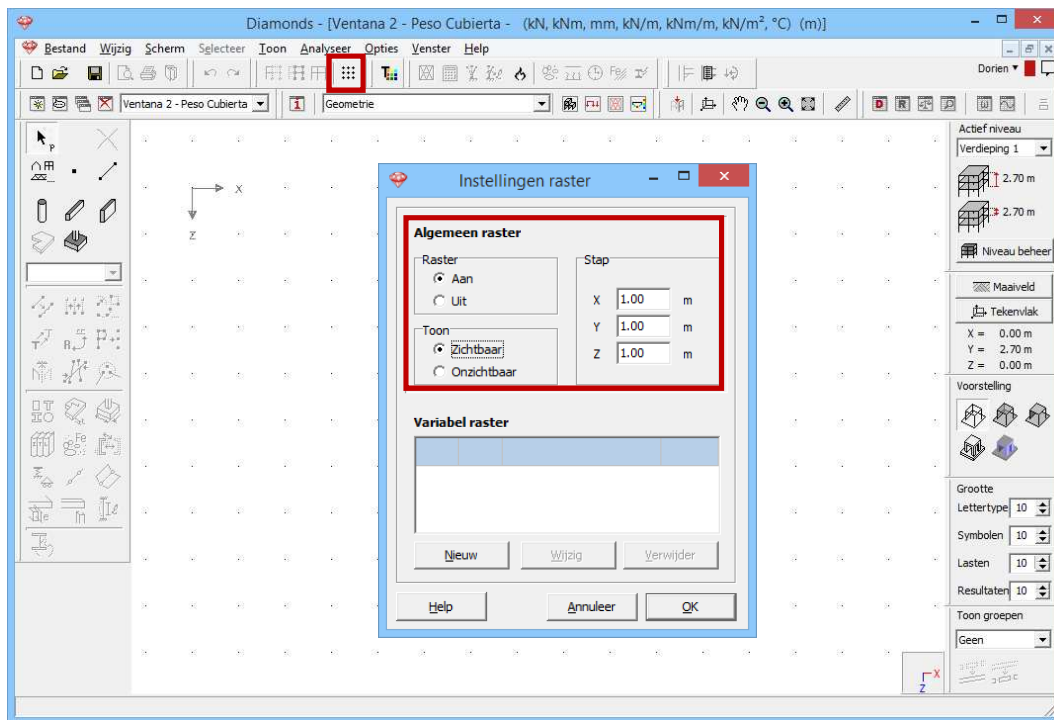
Het definiëren van de structuur gebeurt in de configuratie 'Geometrie'. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Geometrie'.



Ga vervolgens na of u zich in een bovenaanzicht bevindt. Is dit niet het geval, klik dan in de iconenbalk op de knop  of in de rechterbenedenhoek op  en selecteer het eerste zichtpunt 'Bovenaanzicht'. U activeert aldus een horizontaal tekenvlak. De tekendiepte is voor het berekenen van een horizontale plaat niet relevant.

Stap 3: Definiëren raster

Alvorens met het tekenen van start te gaan, definiëren we een raster. Selecteer in de iconenbalk de knop  en opteer voor een standaard raster met een pas van 1 meter in alle richtingen. Duid aan dat u het raster wilt activeren en zichtbaar maken.

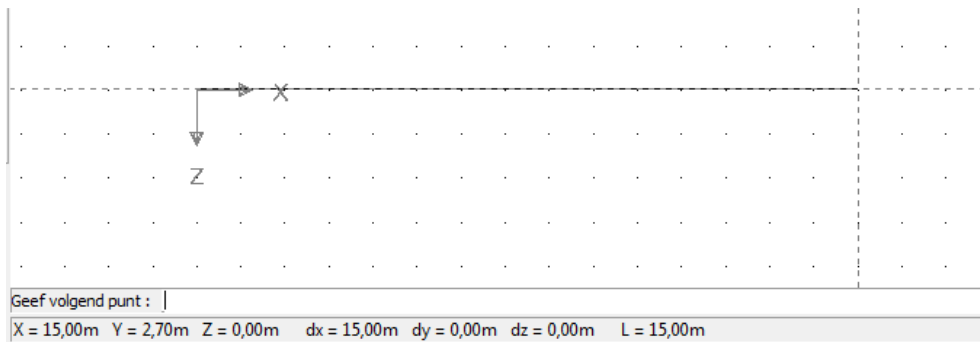


U bent nu klaar om uw project te beginnen.

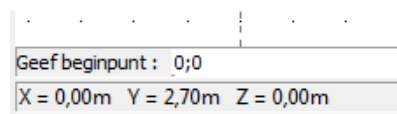
Stap 4: Teken eerste contourlijn

We starten met de ingave van de contouren van de platen. Activeer daarom de tekenfunctie met de knop  van het 'Geometrie'-palet en definieer eerst en vooral de achter rand van de plaat. U hebt alsdan de keuze om

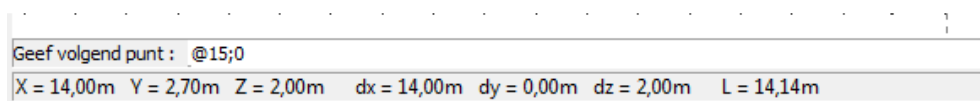
- ofwel de lijn met behulp van uw muis te tekenen (door zowel op de start- als eindpositie de linkermuisknop eenmaal in te drukken). U kan zich hierbij baseren op de coördinaten die onderaan in de informatiebalk worden weergegeven en die zich aanpassen in functie van de beweging van de muis. Eens het beginpunt is aangeduid – kies bijvoorbeeld als startpunt de oorsprong van het assenstelsel – vindt u er ook de geprojecteerde afstanden tot het startpunt en de lengte van het te definiëren lijnstuk. Beweeg bijvoorbeeld de muis naar het punt waarvoor $dx = 15m$ en $dz = 0m$ en duidt dit punt met uw linkermuisknop aan.



- ofwel de coördinaten van beide eindpunten in de daartoe voorziene invulbalk onderaan het modelvenster op te geven. De coördinaten van een punt worden gescheiden door een “;”. Indien u zich in een bovenaanzicht bevindt, dient u enkel 2D coördinaten in te vullen.



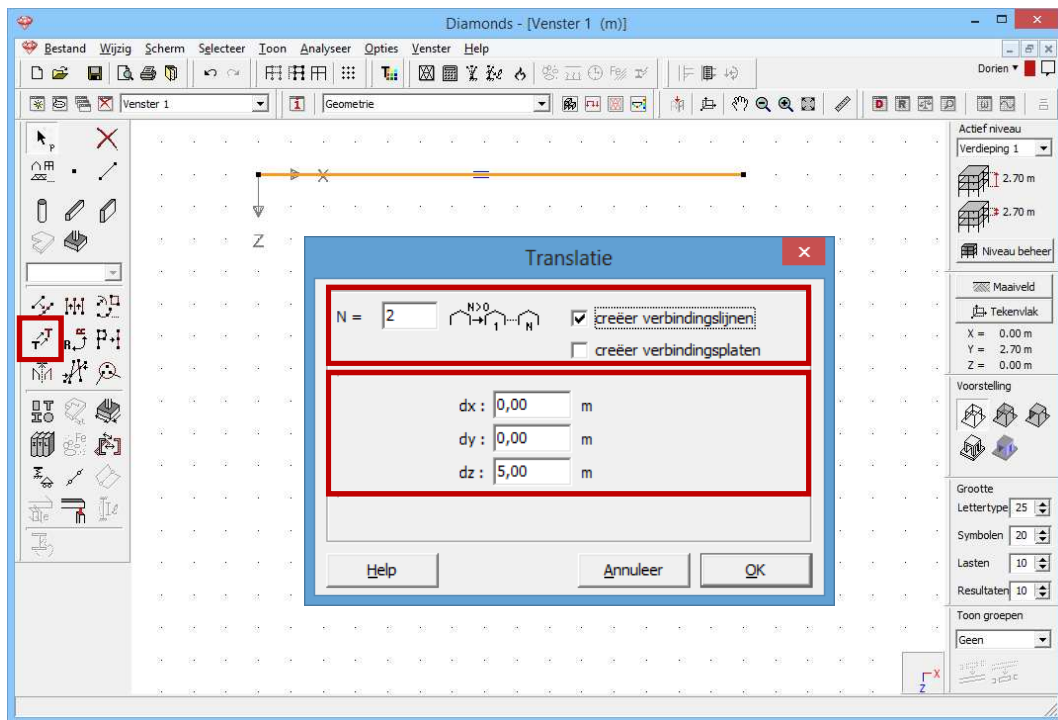
Gebruik telkenmale de ENTER-toets van uw toetsenbord nadat u de coördinaten van een punt hebt ingetypt. Naast de ingave van absolute coördinaten is het tevens mogelijk met “@” het eindpunt van een staaf d.m.v. relatieve coördinaten vast te leggen.



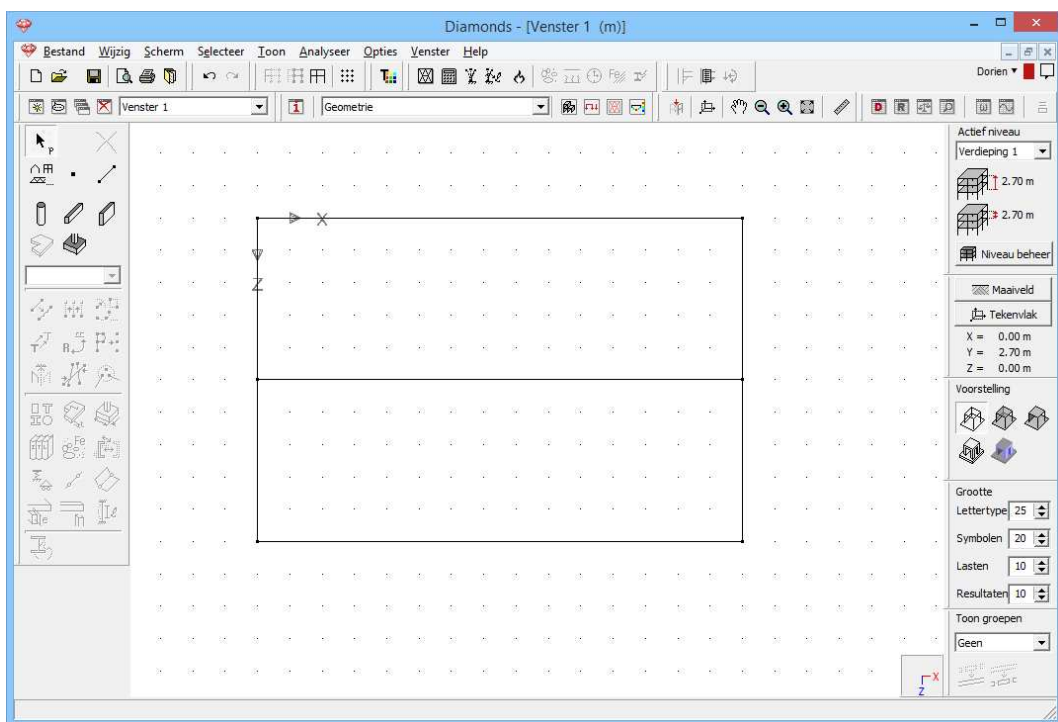
Zo, u hebt uw eerste lijn getekend. Schakel nu met  de tekenfunctie uit of druk de ESC-toets in van uw toetsenbord.

Stap 5: Andere contourlijnen de definiëren

Selecteer deze lijn door er met de muis op te klikken. Onmiddellijk worden een aantal knoppen van het palet actief, die u kan toepassen op het geselecteerde element. Klik op de knop  om dit lijnstuk te kopiëren. Vervolledig het dialoogvenster zoals hieronder.



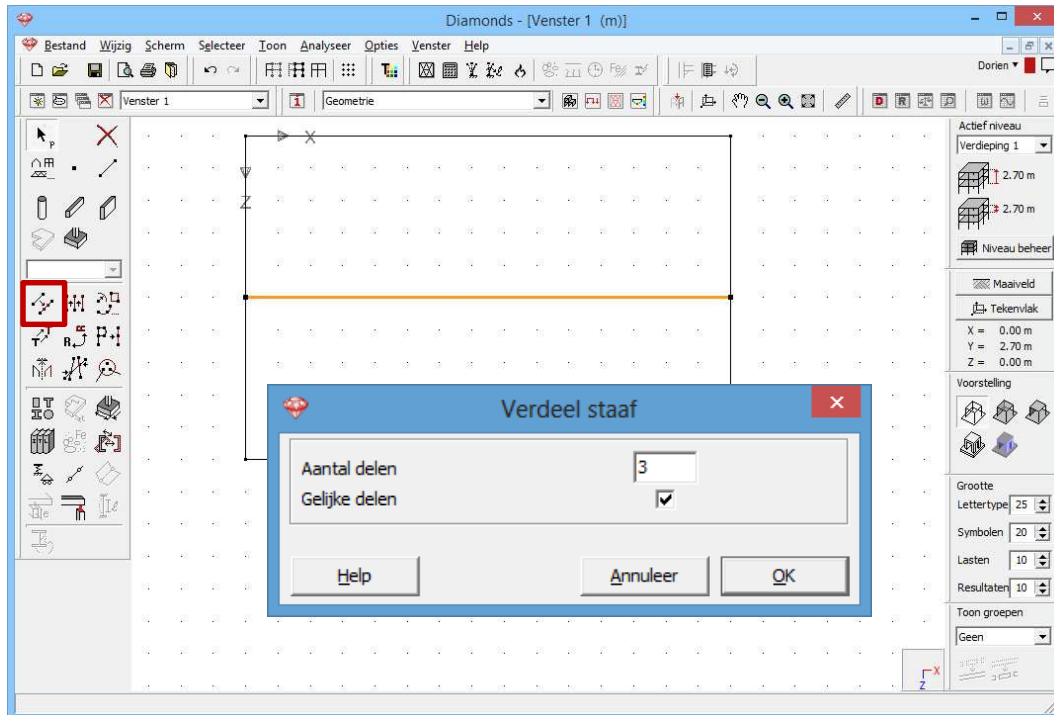
Klik op 'OK' en u bekomt de volgende tekening:



Over het venster 'Translatie'

- In het veld 'N' vult u het **aantal gewenste kopieën** in. Als het om een translatie gaat, blijft N gelijk aan 0.
- In de 3 velden daaronder kan men de **translatievector** (of de kopievector) ingeven.
- Als u ten slotte nog het vakje 'creër verbindingslijnen' of 'creër verbindingsplaten' aanvinkt, zal Diamonds automatisch respectievelijk lijnen of platen tussen de gekopieerde punten tekenen.

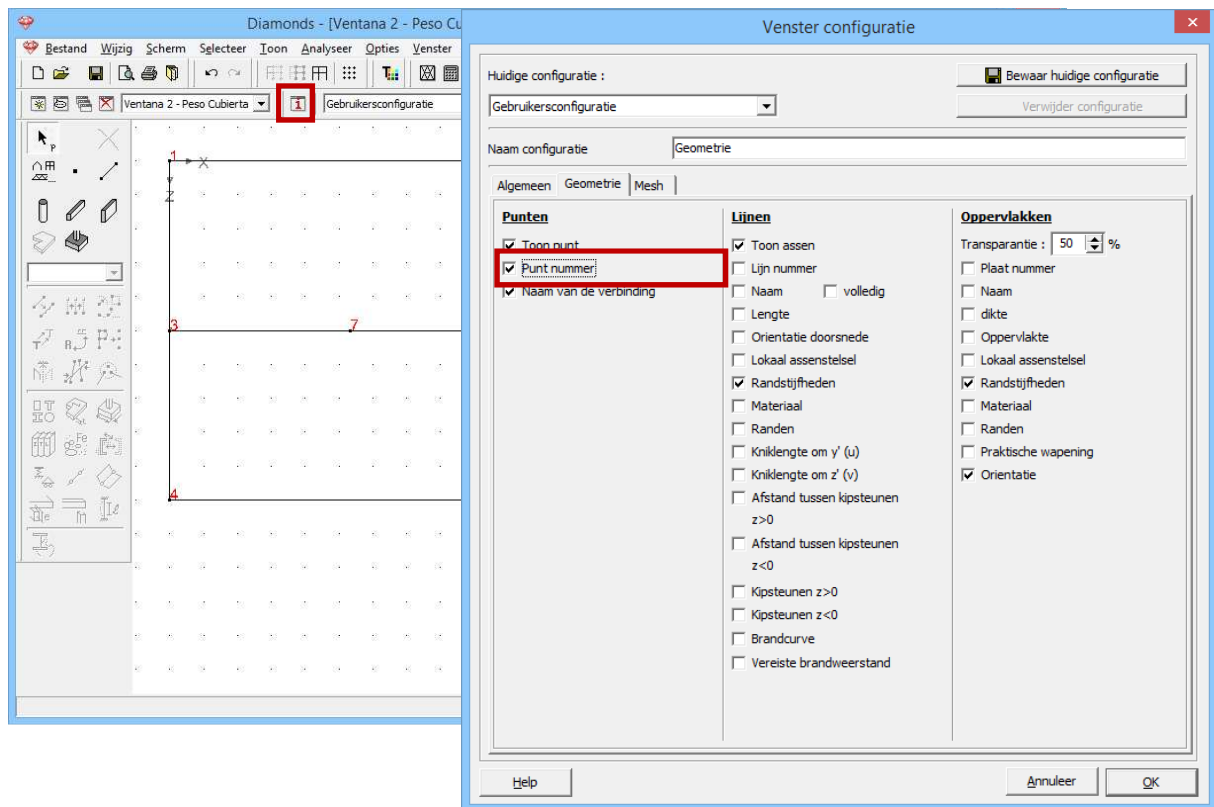
Selecteer ditmaal de middelste lijn en druk op  om het lijnstuk te splitsen in 3 gelijke delen. Bevestig met 'OK'.



Aldus is ook de positie van de kolommen in het hoofdgebouw vastgelegd.

Stap 6: Knoopnummers zichtbaar maken

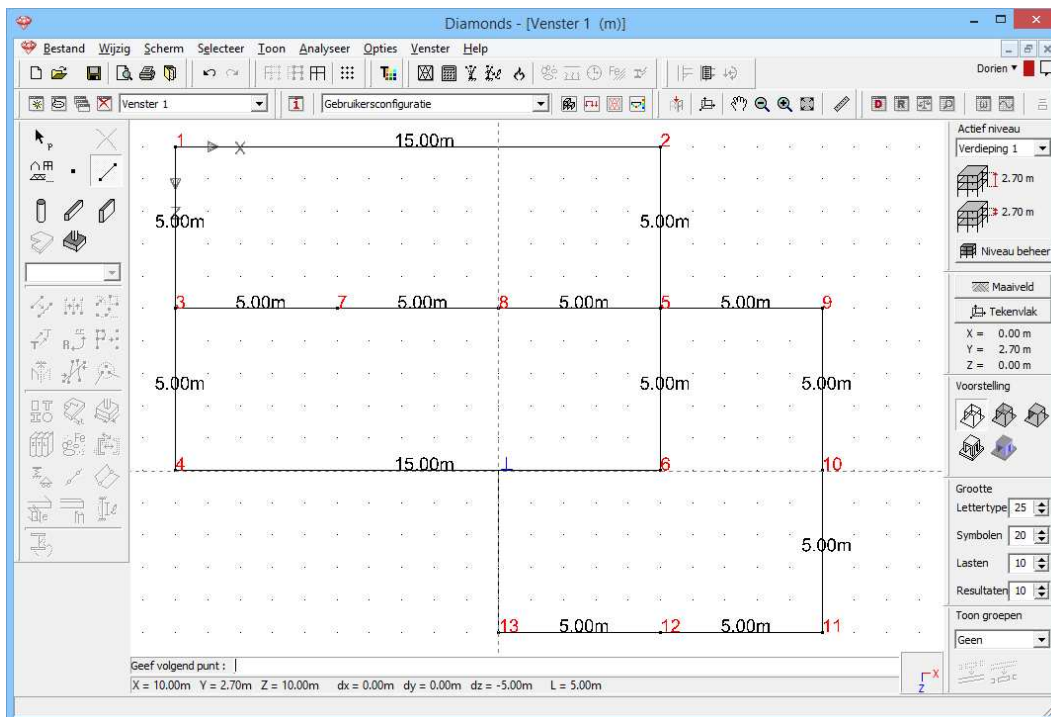
Alvorens de omtrek van de uitbouw te tekenen, willen we de knoopnummers zichtbaar maken. Daartoe dienen we de vensterconfiguratie 'Geometrie'  aan te passen. Klik in de iconenbalk op de knop  en selecteer het tweede tabblad 'Geometrie'. Hierin treft u alle modelinformatie die samen met de tekening kan worden getoond.



Duid in de eerste kolom aan dat u de knoopnummers wenst weer te geven en klik op de knop  **Bewaar huidige configuratie**. Bevestig dat u de configuratie wilt vervangen. Aldus zal de huidige vensterconfiguratie 'Geometrie' deze nieuwe instelling bewaren. Telkenmale u hierna deze specifieke configuratie opvraagt, zullen nu de knoopnummers in het venster worden weergegeven. Klik tot slot op de knop 'OK' om dit dialoogvenster te sluiten.

Stap 7: Contouren plaat tekenen

We tekenen nu de contouren van de plaat van de uitbouw op de gelijkvloerse verdieping en starten bij knoopnummer 5. Selecteer daarom opnieuw de knop . De knoopnummers tonen u de volgorde van tekenen. Merk op dat u de aaneensluitende staven in één beweging kan tekenen door de opeenvolgende punten aan te duiden. De tekenfunctie eindigt u met de ESC-toets.



Voor het tekenen van de laatste lijn maakt u handig gebruik van de intelligente cursor van Diamonds. Dit is een cursor die eigenhandig detecteert wanneer hij in de buurt komt van bvb. een bestaand punt of een bestaande staaf. In het bijzonder snapt de intelligente cursor hier, bij het tekenen van het tweede punt van de laatste lijn, naar de orthogonale projectie op de bestaande staaf. Merk op dat de lijn tussen knooppunten 4 en 6 automatisch wordt gesplitst.

Om de structuur zo groot mogelijk weer te geven binnen het configuratievenster 'Geometrie', selecteert u in het menu 'Scherm' het commando 'Toon alles' of klikt u in de iconenbalk op het icoon . U kan hiervoor ook de functietoets F12 gebruiken.

Stap 8: Genereren van platen

Eenmaal de contouren van de platen zijn getekend, kunnen we de platen ook effectief genereren. Selecteer in het commando 'Selecteer – Alles', trek een selectiekader over het hele model of gebruik 'CTRL+A'.

De volledige tekening wordt in het vet weergegeven om aan te duiden dat de alle elementen zijn geselecteerd.

Klik nu op de knop voor het zoeken naar platen.

Over de knop 'Genereer platen'



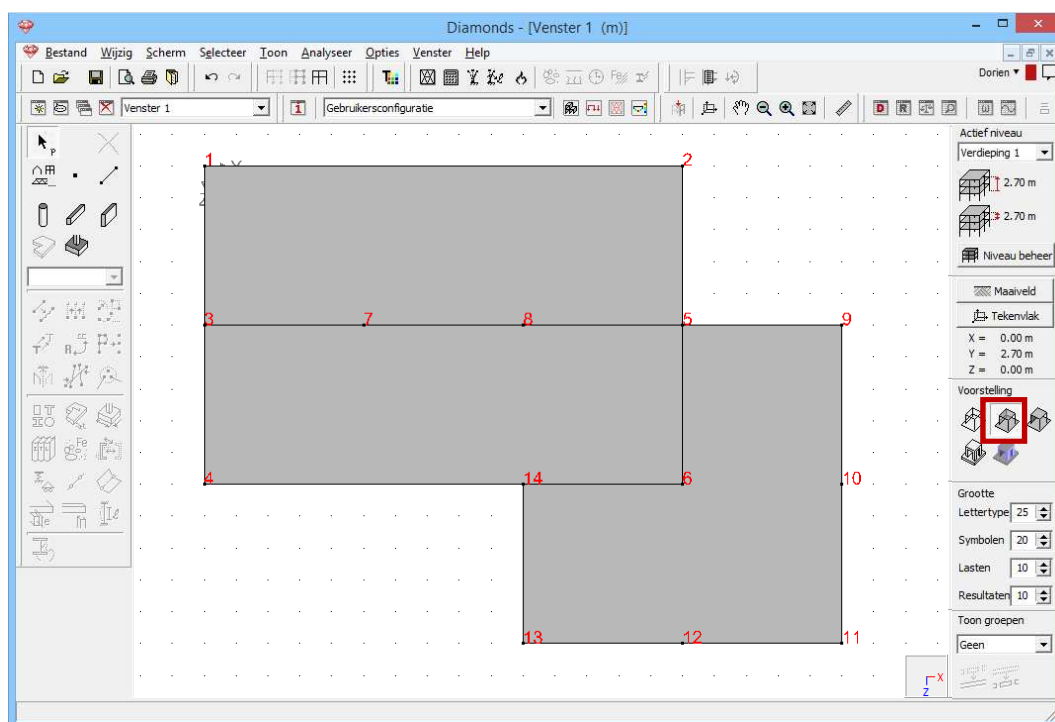
In het bijzonder kijkt Diamonds na tussen welke geselecteerde staven een plaat kan gevormd worden. Twee voorwaarden moeten vervuld zijn:

- Alle geselecteerde staven dienen in hetzelfde vlak gelegen te zijn.
- De staven dienen één of meerdere gesloten omtrekken te vormen.

Diamonds definieert drie onafhankelijke platen welke in het grijs worden voorgesteld. Ziet u de platen niet, dan bevindt u zich vermoedelijk in een

draadmodel voorstelling . In zo'n weergave zal u enkel de randen van een plaat herkennen. U wijzigt de voorstellingswijze in de toolbar aan de rechterzijde van het modelvenster. Kiest u voor een transparant

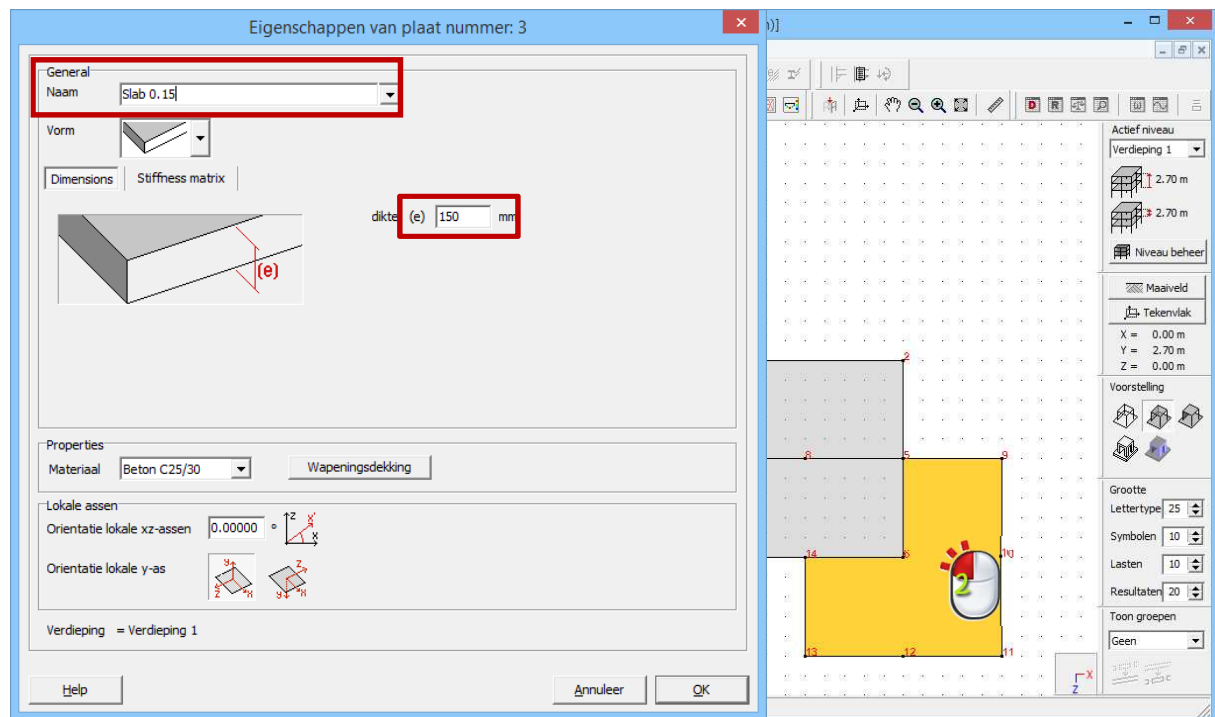
vlakkenmodel  dan worden naast de contouren ook de platen in een bepaalde kleur weergegeven. Het model blijft evenwel doorzichtig zodat u ook eventuele andere elementen die zich onder de plaat zouden bevinden, kan zien.



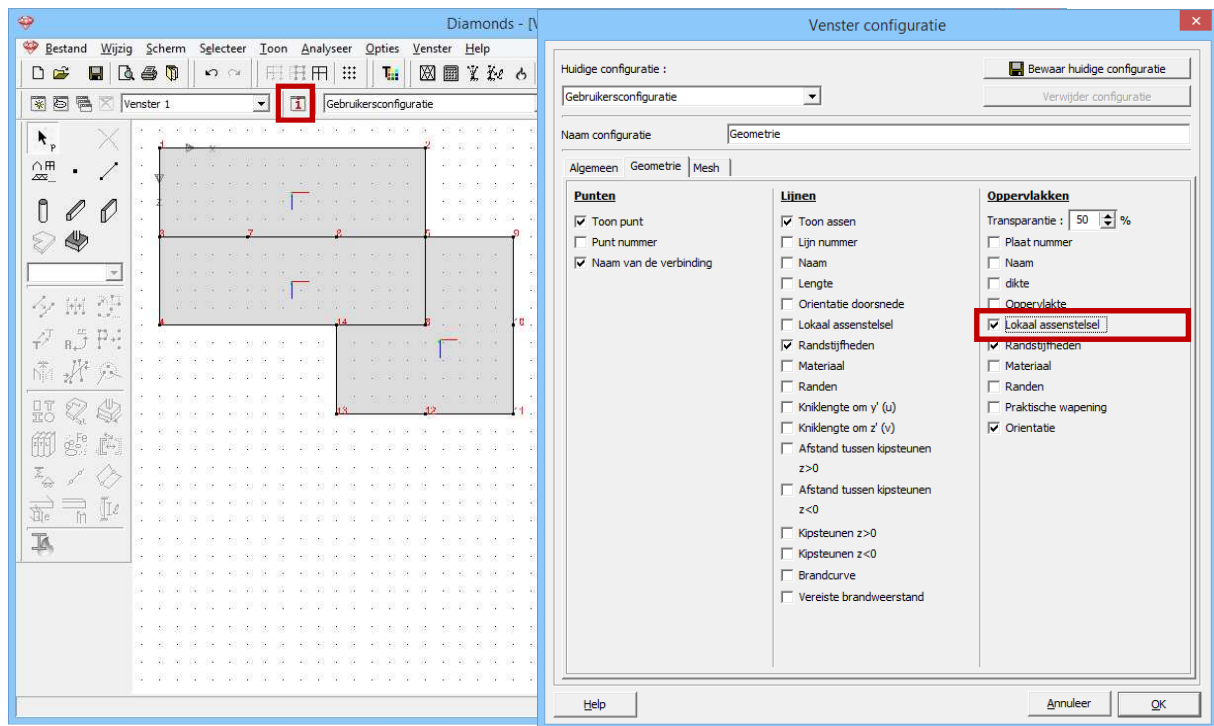
Stap 9: Wijzigen van de plaat eigenschappen

De platen zijn a priori isotroop en hebben allen een dikte van 20cm. U kan de eigenschappen van één enkele plaat wijzigen door de betreffende plaat te dubbelklikken. Dubbelklik bijvoorbeeld op de plaat rechtsonder en wijzig de dikte van de plaat naar 15cm. Bemerkt dat een geselecteerd

plaatenelement default in het geel wordt weergegeven. We verwijzen naar §2.6 voor meer informatie over 'Types'.

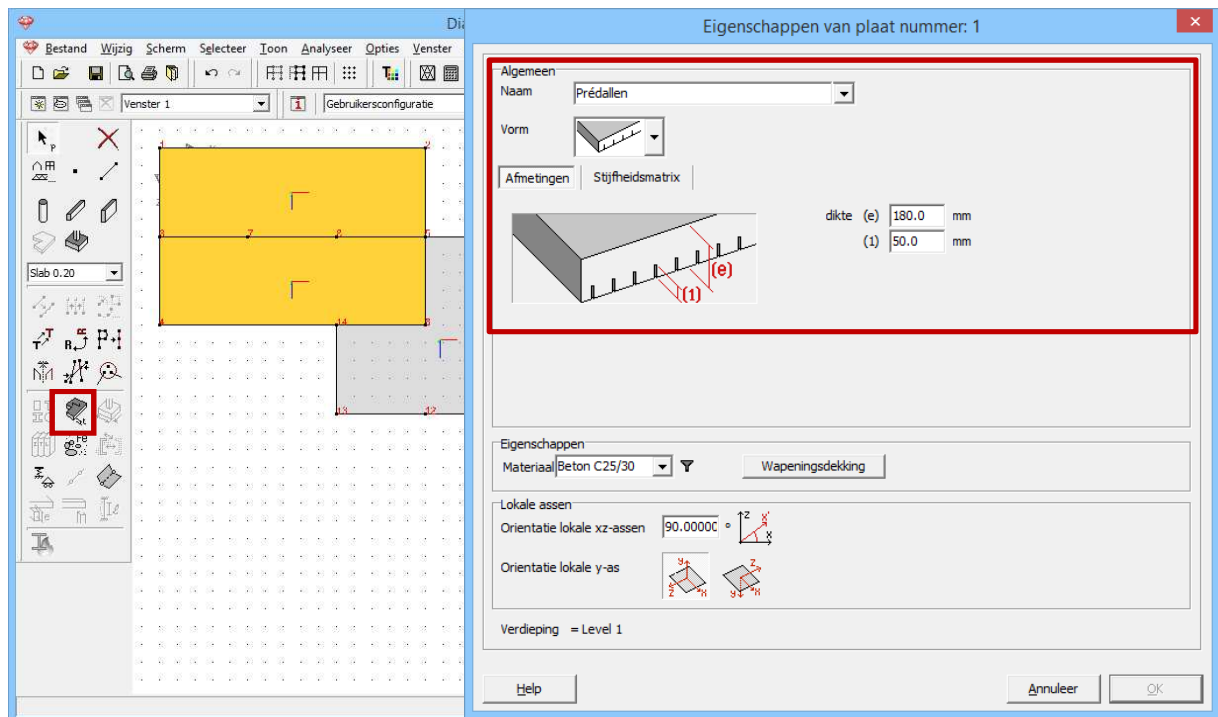


De andere twee platen zijn breedplaatvloeren. Dergelijke vloeren hebben een orthotroop karakter, d.w.z. dat zij in twee loodrechte richtingen een verschillende opbouw hebben en derhalve over een verschillende stijfheid bezitten in beide richtingen. Voor orthotrope platen geldt per definitie dat de hoofddraagrichting steeds samenvalt met de lokale x'-as. Standaard zal het lokale assenstelsel van een plaat steeds samenvallen met het globale assenstelsel (dus x'-as // X-as resp. z'-as // Z-as). Omdat nu de breedplaten dragen van boven naar onder, m.a.w. // aan de globale Z-as, dient ook het lokale assenstelsel van de plaat te worden aangepast. U kan op analoge wijze als het weergeven van de knooppnummers de oriëntatie van de platen zichtbaar maken. Klik op  en duid aan dat het lokale assenstelsel van de vlakken moet weergegeven worden. Eventueel kan u hier beslissen ook andere plaatinformatie af te beelden. We klikken ditmaal onmiddellijk op 'OK' zodat een tijdelijke gebruikersconfiguratie wordt aangemaakt waarin de gewenste modelinformatie is te zien tot wanneer u opnieuw één van de standaard configuraties (Geometrie, Lasten, Mesh of Resultaten) selecteert.



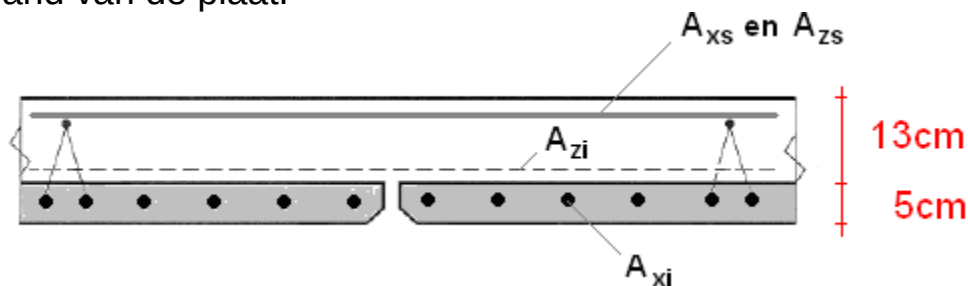
Selecteer nu beide platen en klik op de knop  van het palet om de plaafeigenschappen aan te passen. Wijzigingen die nu worden uitgevoerd, zullen ditmaal van toepassing zijn op beide geselecteerde elementen.

Noteer eerst en vooral een naam voor de plaatdoorsnede en selecteer in het volgende pull down-menu het tweede plaattype. Rechts ervan noteert u de totale dikte van de plaat (dus breedplaat + opstort) en de dikte van de breedplaten (predallen). Concreet betekent dit dat bij het opstellen van de stijfheidsmatrix in de hoofddraagrichting ($// x'$ -as) de volledige dikte van de plaat in rekening wordt genomen en in de nevendraagrichting ($// z'$ -as) enkel op de dikte van de opstort wordt gerekend.

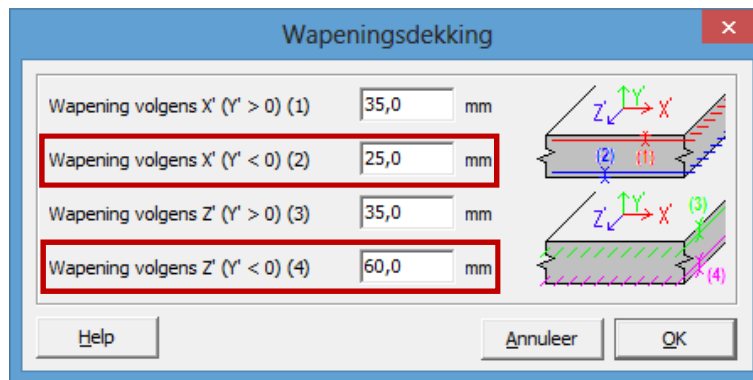


Het toegekende materiaal (Beton C25/30) laat u ongewijzigd. Door middel van de knop **Wapeningsdekking** opent u een nieuwe dialoog box waarin u de bruto dekking op de langswapening kan definiëren. De bruto wapeningsdekking op boven- en onder wapening is de afstand vanaf het zwaartepunt van de wapening tot de boven- respectievelijk onderrand van de doorsnede. De nuttige hoogte van de doorsnede die nodig is voor de berekening van de langswapening kan hieruit onmiddellijk worden afgeleid.

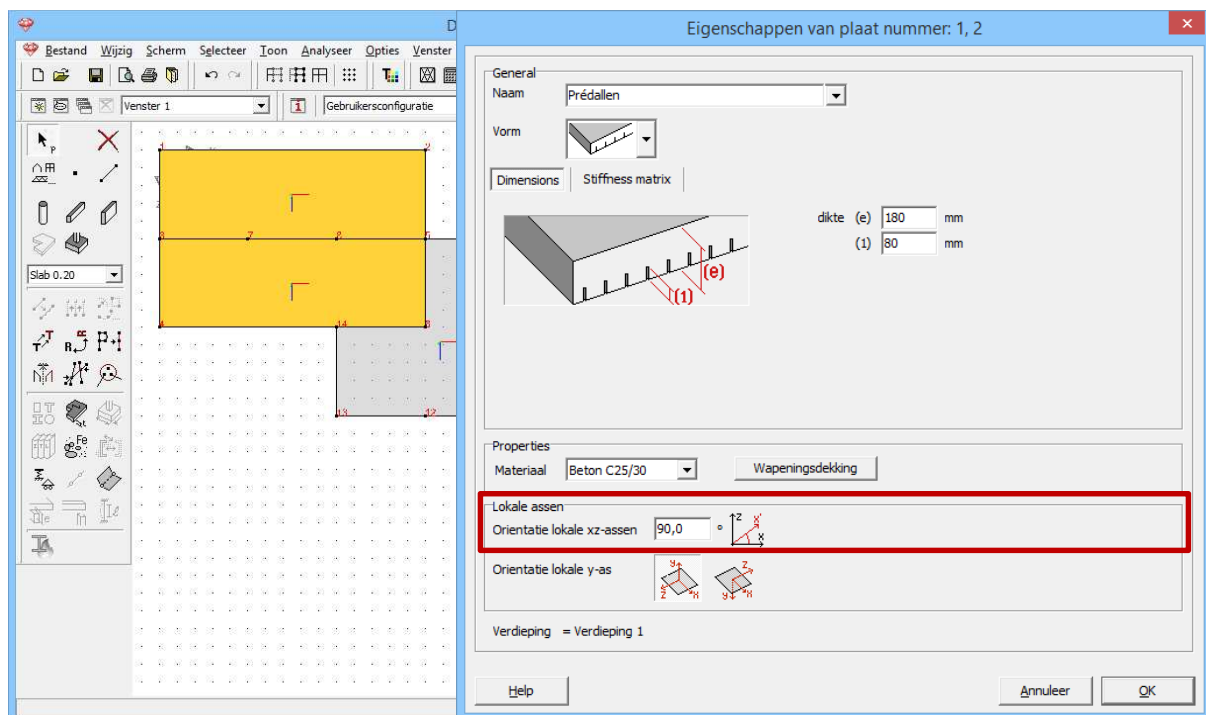
De dikte van de breedplaten bedraagt 5cm. We nemen aan dat de langswapening (A_{xi}) zich in het midden van de breedplaten bevindt. De verdeelwapening in de breedplaten berekenen we niet. Wel zijn we geïnteresseerd in het aantal verdeelstaven (A_{zi}) boven de voegen. Hieruit volgt dat de dekking op deze wapening groter moet zijn dan de dikte van de breedplaat. Het boven net (A_{xs} en A_{zs}) plaatsen we op 35mm van de bovenrand van de plaat.



Vervolledig nu op basis van bovenstaande informatie de volgende dialoog box en bevestig met 'OK'.

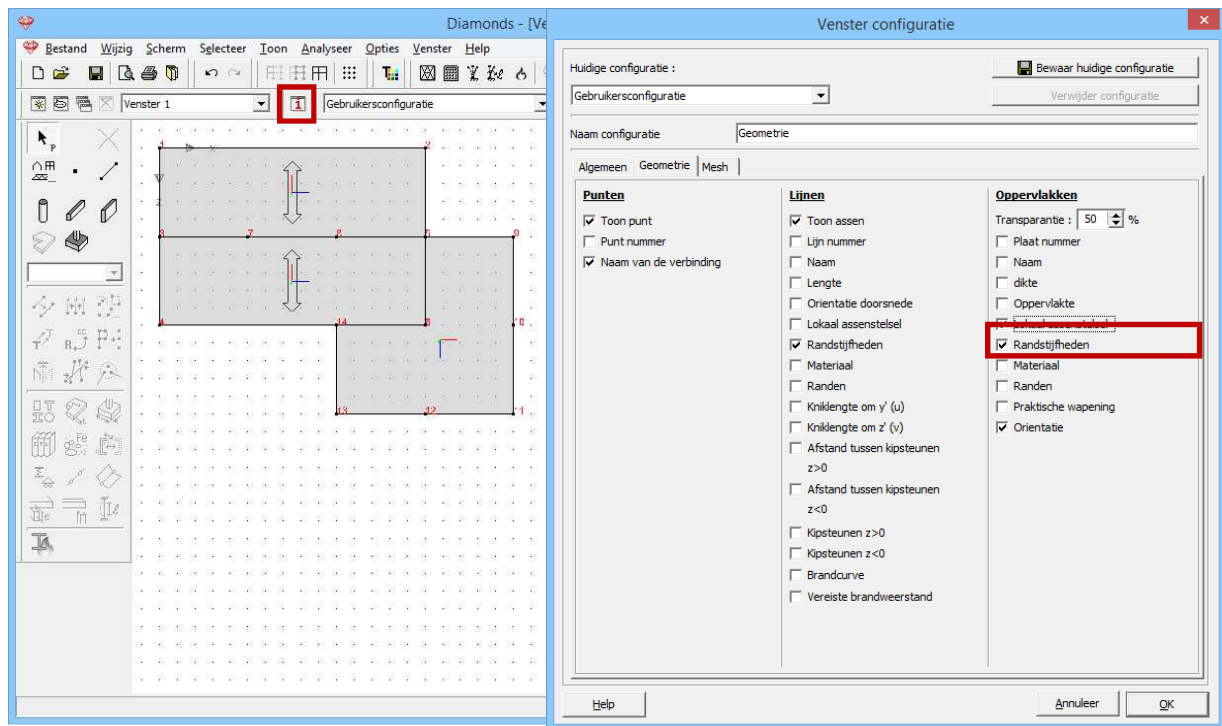


U komt opnieuw terecht in het dialoogvenster van de plaafeigenschappen. Hierin roteren we nu nog het lokale assenstelsel over 90° zodat de lokale x'-as evenwijdig komt te liggen met de globale Z-as, dit om eerder vermelde redenen.



Klik ook hier op 'OK' zodat de nieuwe doorsnede-eigenschappen, de oriëntatie en de dekkingen aan de geselecteerde platen worden toegekend.

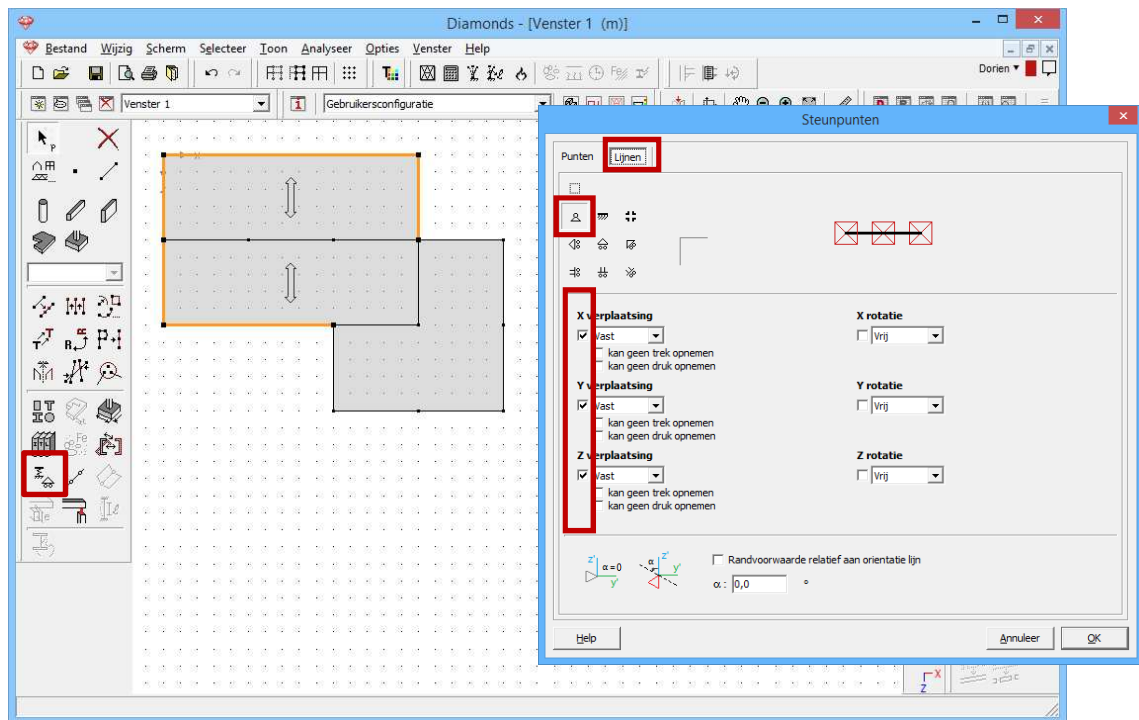
Hebt u de vorige stappen succesvol doorgenomen, dan zal een pijl u de richting van de breedplaten duidelijk maken, althans indien in het dialoogvenster van de configuratie-instellingen is aangekruist dat de oriëntatie van de platen moet worden weergegeven.



De duidelijkheid van dit symbool zal afhangen van het type grafische kaart waarover uw pc beschikt. In alle geval dient u het symbool te herkennen wanneer u de tekening voorstelt volgens een draadmodel. U selecteert hiervoor de knop  in de toolbar aan de rechterzijde van uw configuratievenster.

Stap 10: Definieren van de lijnondersteuningen

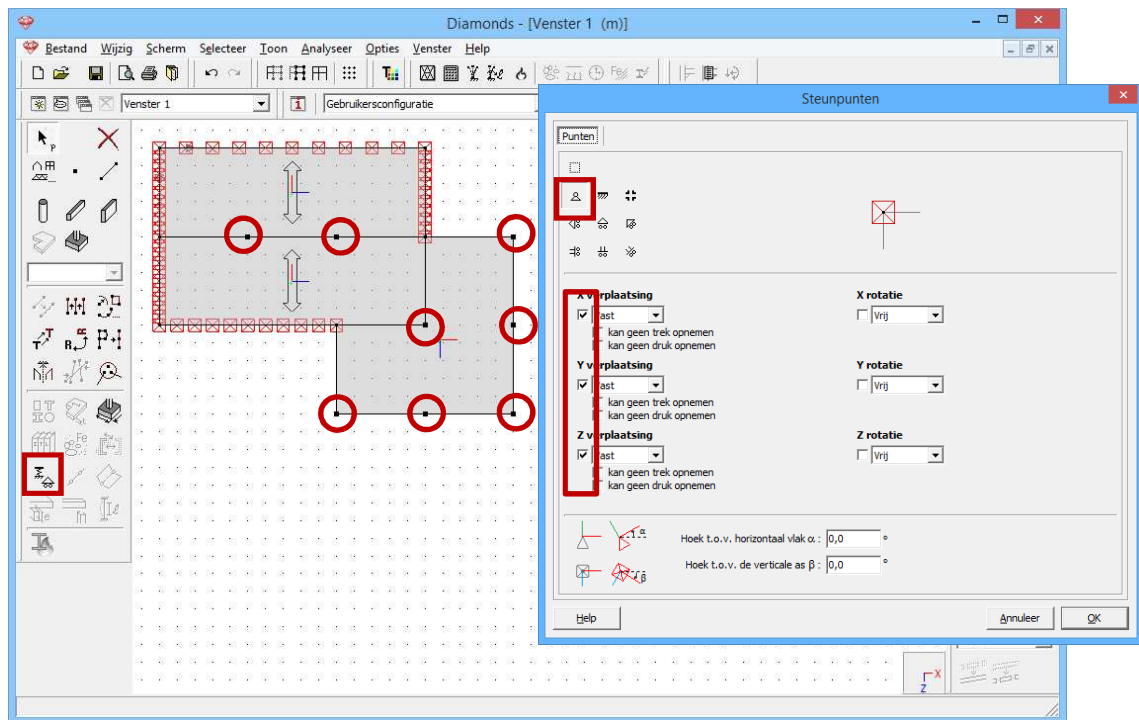
We definiëren hierna de steunpunten. De vloerplaat wordt ondersteund door een aantal wanden en kolommen welke we modelleren als vaste lijn- en knoopondersteuningen. We starten met de definitie van de steunlijnen. Selecteer met behulp van de SHIFT-toets de volgende lijnen en klik in het 'Geometrie'-palet op de knop .



Omdat samen met de lijnen ook de eindpunten worden geselecteerd, kan u in dit dialoogvenster steunpunten definiëren voor zowel knopen als lijnen. We kiezen in het tweede tabblad (lijnen) voor een scharnierende oplegging door hetzij in de linker kolom onmiddellijk de knop  in te drukken, hetzij de drie kruisvakjes voor de verplaatsingen aan te kruisen. Bevestig met 'OK'.

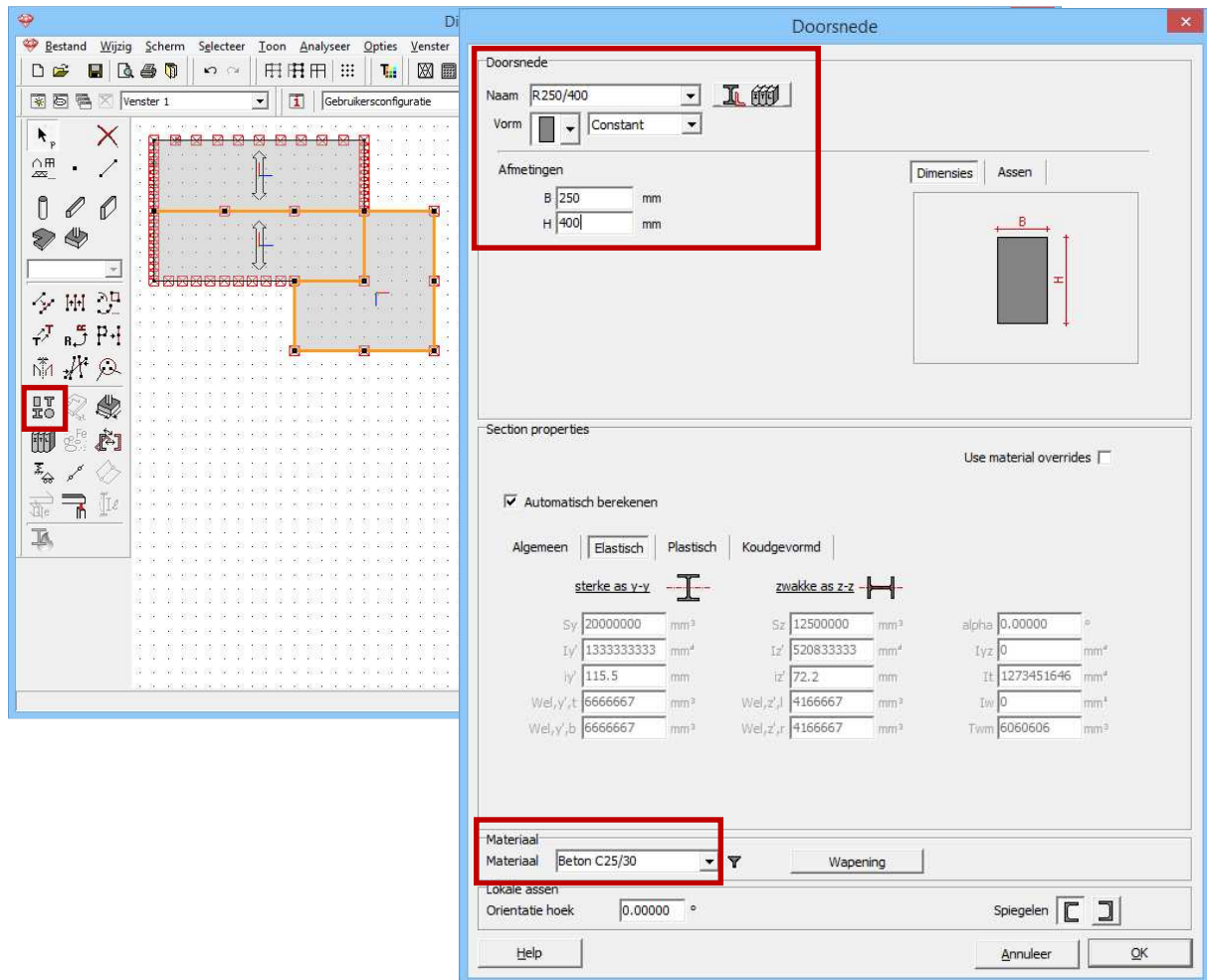
Stap 11: Definiëren van de puntondersteuning

Selecteer nu op dezelfde manier alle punten van het model die niet behoorden tot de eerste selectie, in het bijzonder de punten met knoopnummers 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 en 13. Klik opnieuw op  en veronderstel ook voor deze punten een scharnierende ondersteuning.



Stap 12: Toekennen balk sectie

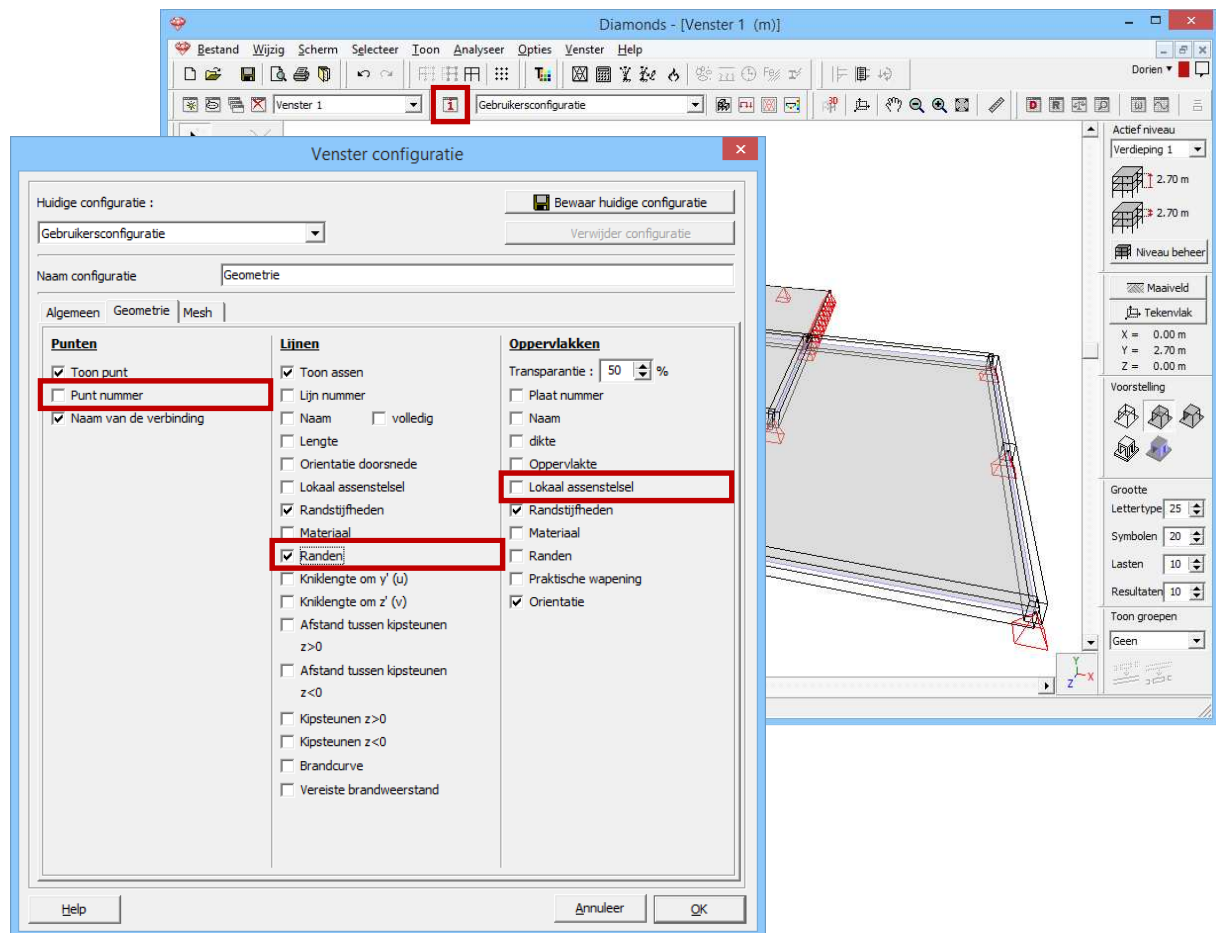
Selecteer nu alle lijnen waaraan geen ondersteuning is toegekend en klik op  voor het definiëren van een doorsnede op basis van een typevorm.



- Linksboven noteert u eerst en vooral de naam van het nieuwe profiel.
- Via het uitrolmenu onder de naam van de doorsnede kan u vervolgens de gewenste profielvorm selecteren. Kies in de lijst voor een rechthoekige doorsnede.
- Definieer vervolgens de afmetingen van de doorsnede, welke worden voorgesteld in de principetekening. Alle karakteristieken worden automatisch berekend.
- Eronder selecteert u het gewenste materiaal. We kiezen voor 'Beton C25/30'. De dekkingen op de langswapening alsook de oriëntatie van de staven laat u ongewijzigd. Standaard wordt een bruto wapeningsdekking van 35mm aangenomen.

Bevestig deze dialogbox met 'OK' en verifieer of de balken met gegeven doorsnede in het modelvenster worden weergegeven. Hoogstwaarschijnlijk zal u de configuratie-instellingen opnieuw moeten wijzigen. Klik daarom nogmaals op  en kruis aan dat u de profielranden wenst weer te geven. Klik op 'OK' en selecteer voor de gelegenheid eens het onderste zichtpunt in de rechterbenedenhoek van het venster zodat

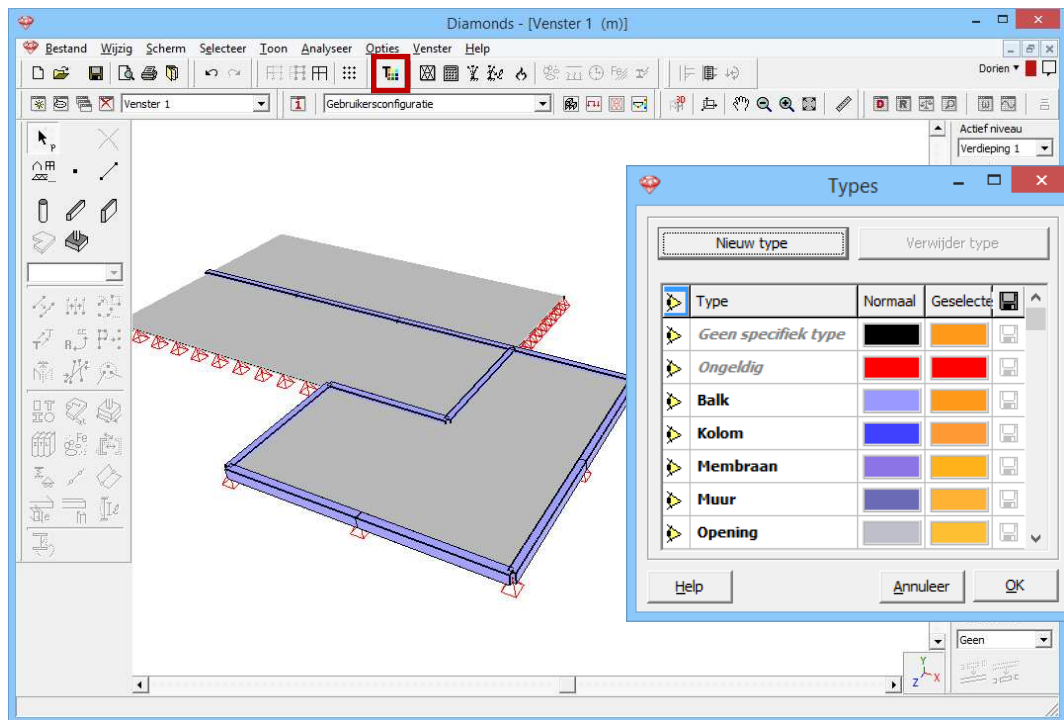
de tekening in perspectief wordt afgebeeld. U kan het zichtpunt wijzigen door middel van de schuifbalken rechts en onder het modelvenster.



Kiest u verder voor een solid model weergave ( of ), dan zullen alle elementen volumetrisch worden voorgesteld. De voorstelling in kleur toont u bovendien welke elementen tot eenzelfde design type behoren.

Stap 13: Definiëren van types

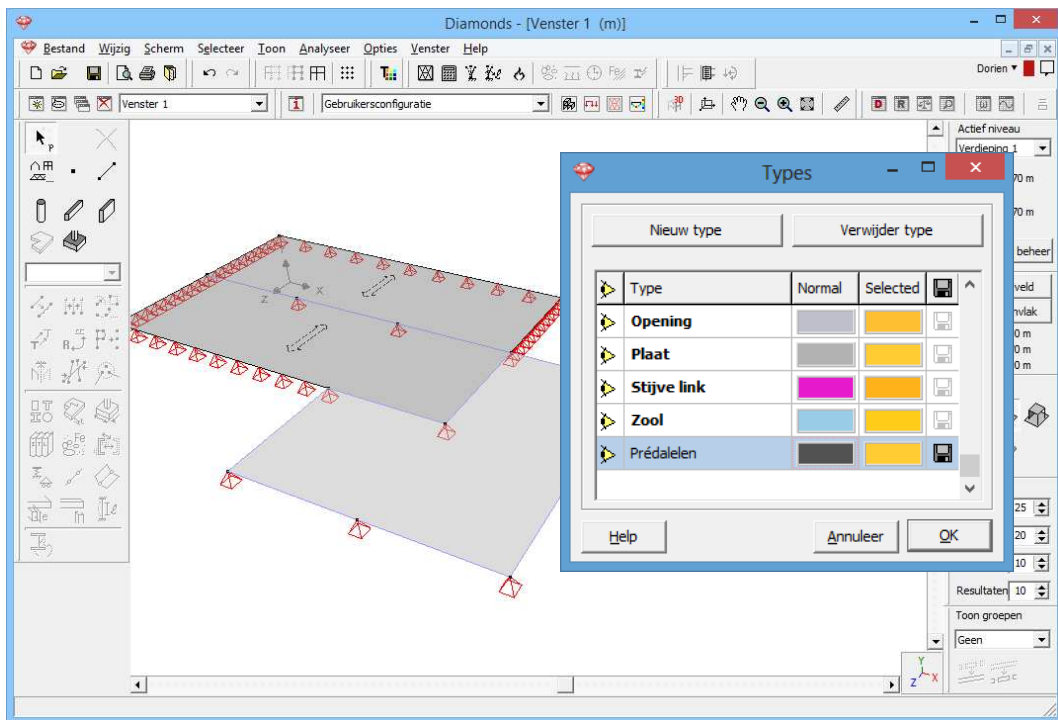
Uit de tekening volgt dat reeds een aantal standaard types zijn aangemaakt. Balken en platen zullen a priori herkend worden als een apart type. U vindt alle in Diamonds gedefinieerde design types terug wanneer u in de iconenbalk op het icoon  klikt.



We wensen bijvoorbeeld nog de breedplaatvloeren als een apart type te behandelen.

- Selecteer beide platen d.m.v. de SHIFT-toets en klik op .
- Definieer een nieuw type met de knop **Nieuw type** waarvan u de naam onmiddellijk kan wijzigen.
- Opdat we deze platen gemakkelijk zouden herkennen, kennen we aan dit type ook een andere kleur toe. We kunnen zelfs de kleur van het element bepalen in het geval dat het element wordt geselecteerd.
- Bevestig met 'OK' en deselecteer beide platen.

Dat het nieuwe type wel degelijk aan de breedplaatvloeren is toegekend, herkent u aan de nieuwe kleurenvoorstelling. In de onderstaande figuur is opnieuw gekozen voor een transparante voorstelling .

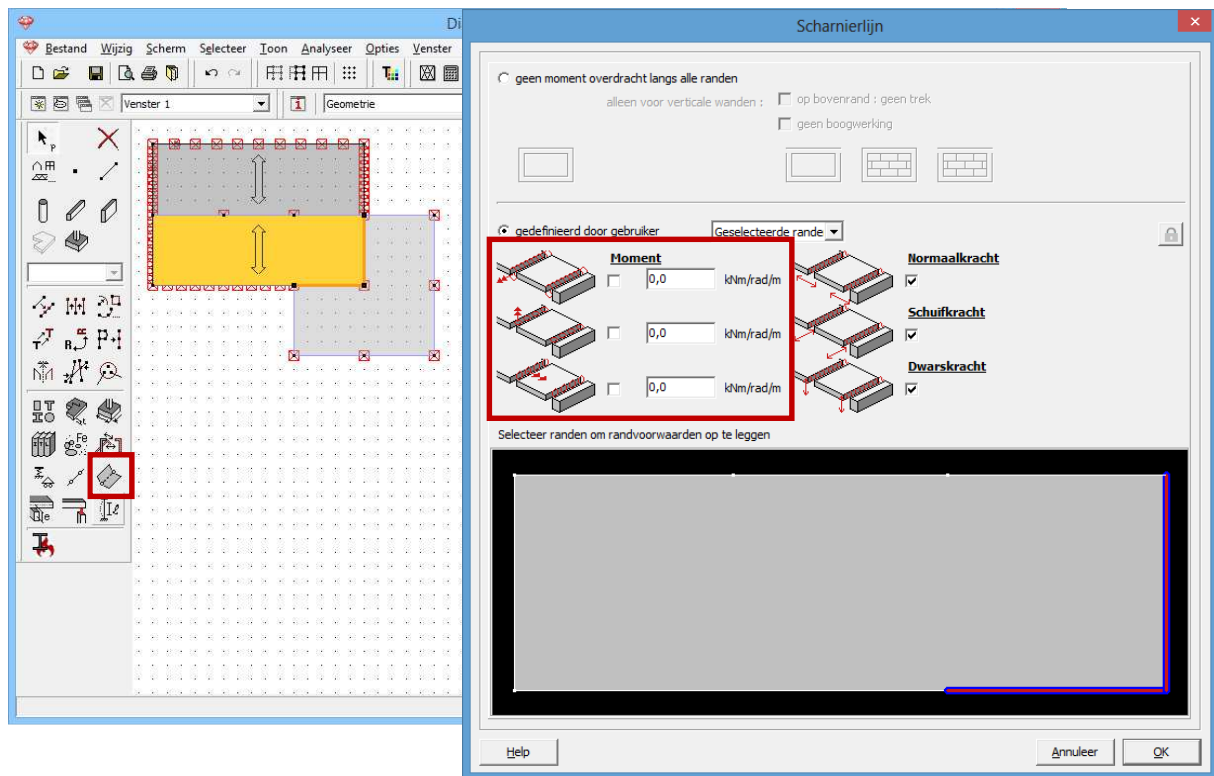


Stap 14: Randvoorwaarden aan de plaatranden toevoegen

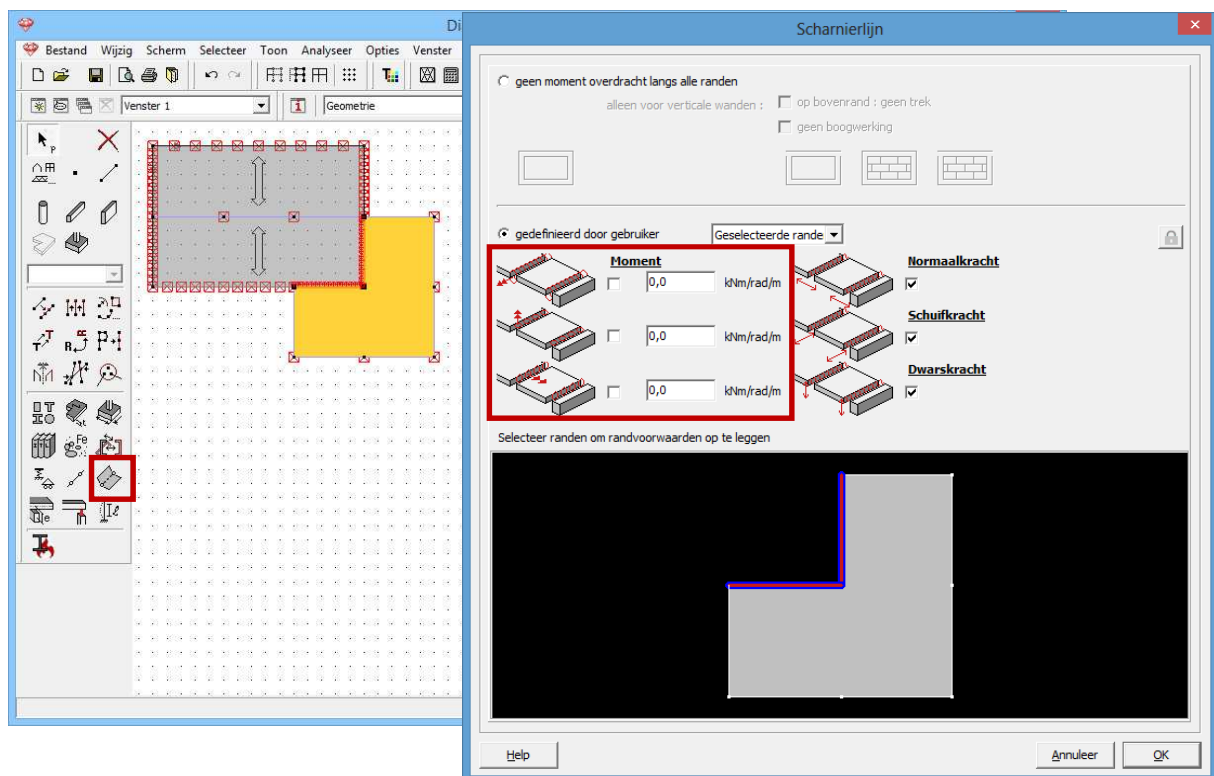
De voorlaatste stap bij de opbouw van ons model bestaat erin enkele scharnierlijnen aan te brengen. Er is gezegd dat tussen de uitbouw en het hoofdgebouw geen momenten worden overgedragen. Er wordt met andere woorden een voeg voorzien tussen de breedplaatvloeren en de isotrope plaat.

- Selecteer de breedplaatvloer die grenst aan de uitbouw, samen met de randen grenzend aan de plaat, en klik op de knop .
- In de dialogbox die verschijnt, herkent u onderaan een afbeelding van de geselecteerde plaat. De geselecteerde randen worden meteen herkend.
- Kruis in de onderste helft van dit venster alle momenten omheen deze randen uit.
- Bevestig met 'OK'.

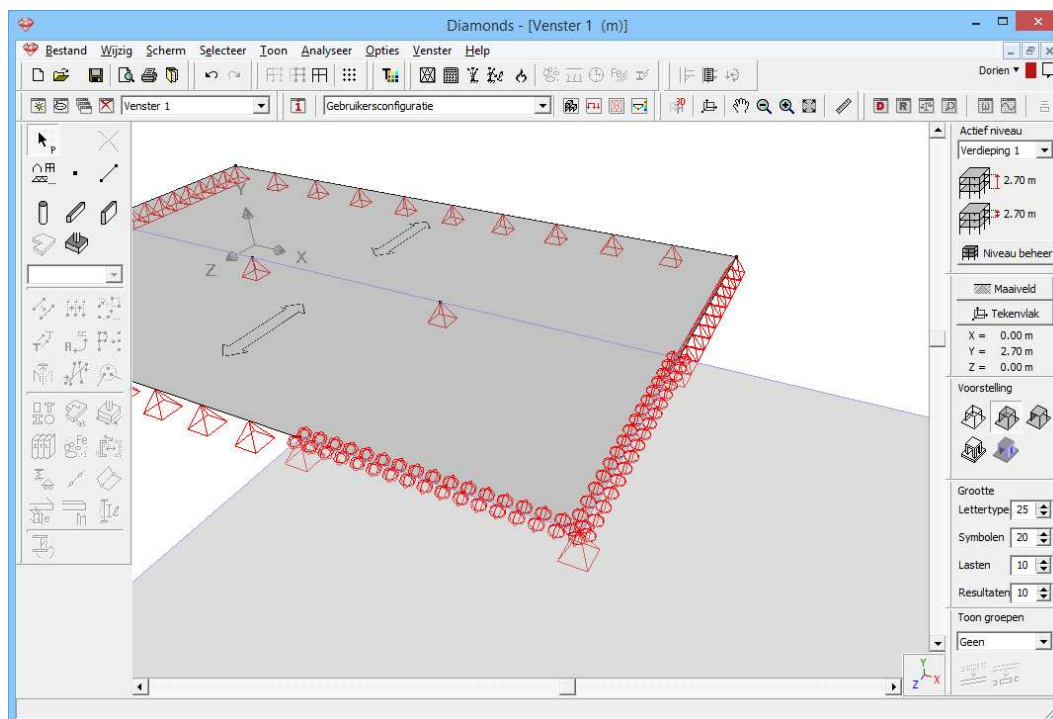
Het is ook mogelijk om enkel de plaat te selecteren, en vervolgens in het dialoogvenster de randen aan te duiden de SHIFT-toets.



Gezien beide platen langsheen deze rand door een balk worden ondersteund, kan u ook een scharnierlijn aan de andere zijde van de balk definiëren. Herhaal daarom dezelfde werkwijze en ken ditmaal een scharnierlijn toe aan de twee randen van de plaat die grenzen aan het hoofdgebouw.

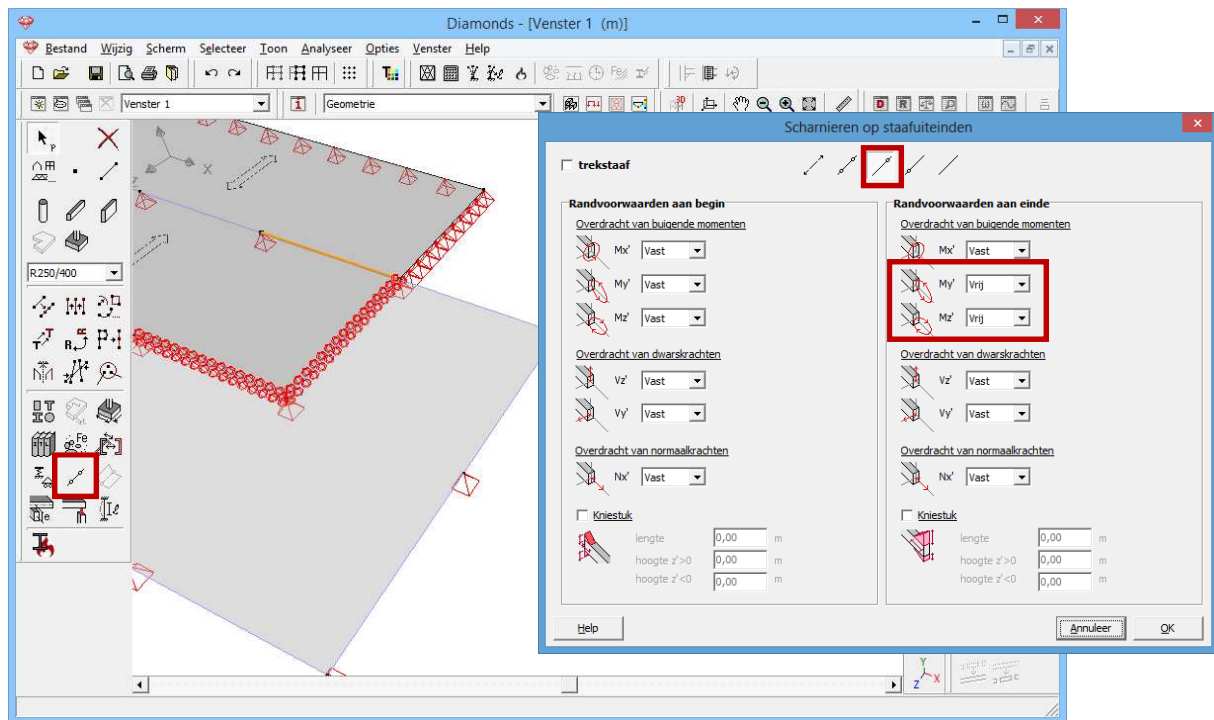


Wijzig voor de laatste keer uw configuratie-instellingen (via ) zodat nu ook de randstijfheden worden weergegeven.



Stap 15: Moment scharnier op de balk

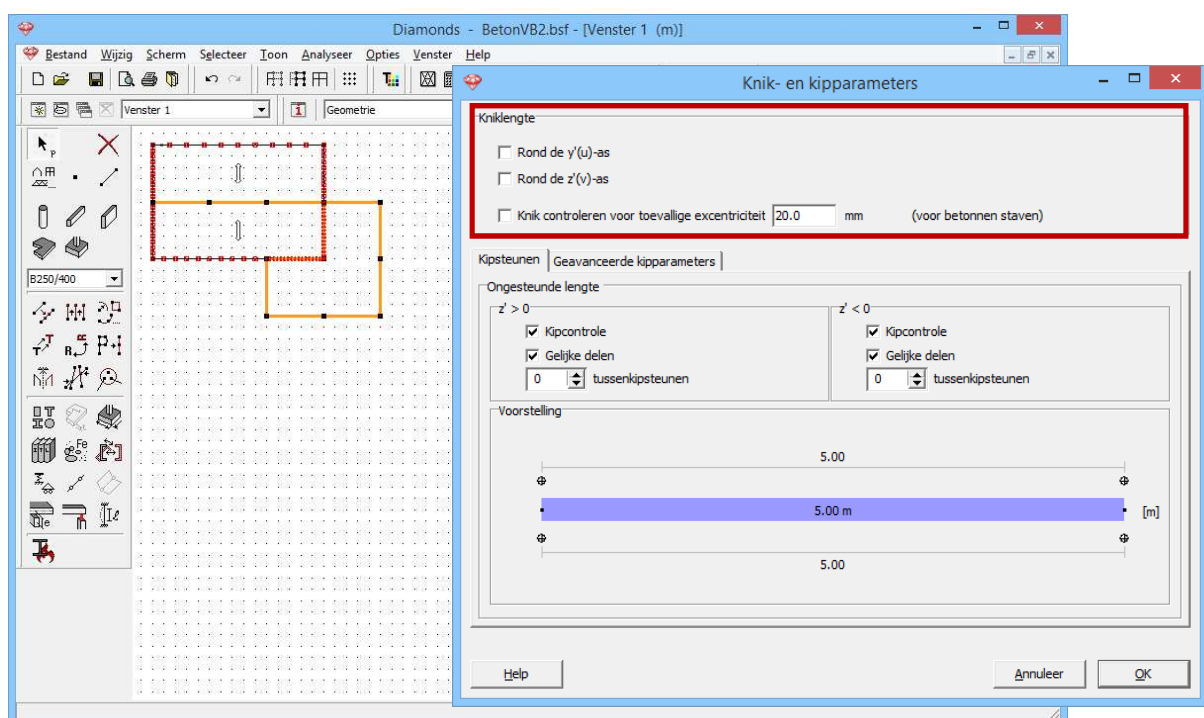
We definiëren een momentscharnier op het uiteinde van staafnummer 9 met als doel de doorlopende ligger in het hoofdgebouw los te koppelen van de uitbouw. Selecteer in het menu de instructie 'Selecteer – Staafnummer...' om staafnummer 9 te selecteren en klik erna in het palet op de knop . Schakel de momenten uit ter hoogte van het staafuiteinde met grootste x-coördinaat en bevestig met 'OK'.



Stap 16: Knikcontrole voor de balken in de platen uitschakelen

We nemen aan dat de balken die in het plaatoppervlak liggen niet kunnen uitknikken. Daarom schakelen we de knikcontrole voor deze balken uit.

Selecteer de balken en klik daarna op de knop . Schakel alle vinkjes bij 'knik' uit.



Ziezo, de structuur is nu volledig opgebouwd. Hierna definiëren we de verschillende belastingen.

3.2.3 Definiëren van de lasten

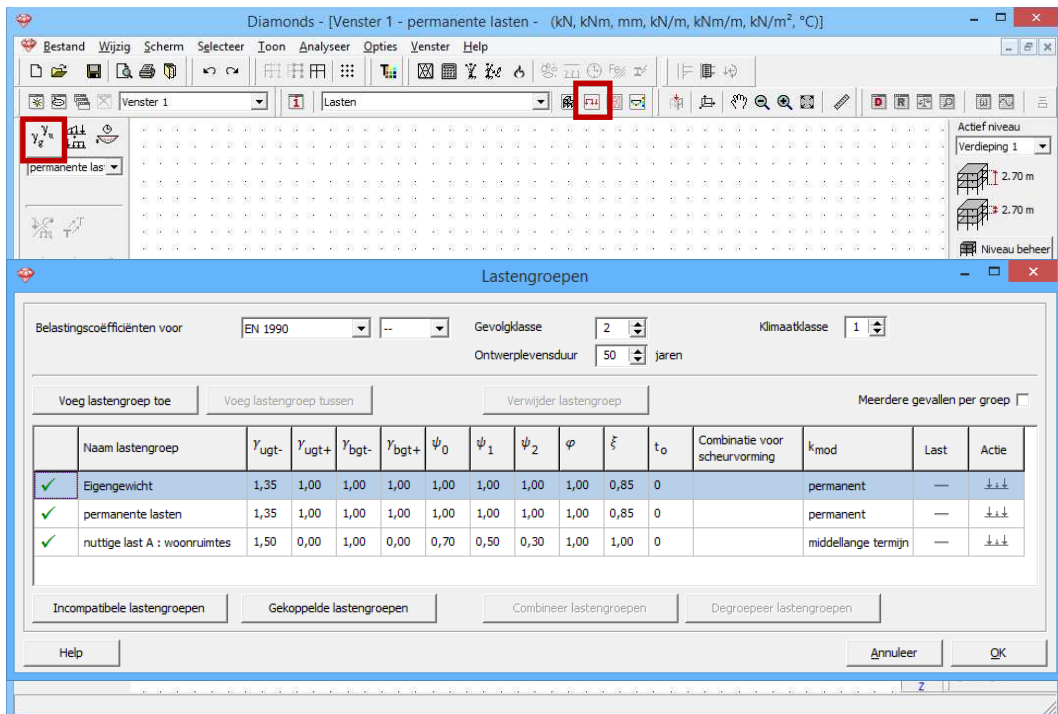
Stap 17: Naar configuratie 'Lasten'

We verlaten nu de configuratie 'Geometrie' en activeren de configuratie 'Lasten' om de lasten in te voeren. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Lasten'.

3.2.3.1 Aanmaken van de lastengroepen

Stap 18: Aanmaken lastengroepen

Voordat u enige last aanbrengt, is het belangrijk de verschillende belastingsgevallen te definiëren die u nodig heeft. Klik op de knop  van het palet van het venster 'Lasten'. U krijgt volgend scherm te zien:



Lastengroepen

Belastingscoëfficiënten voor: EN 1990 -- Gevolgklasse: 2 Klimaatklasse: 1

Ontwerplevensduur: 50 jaren

Voeg lastengroep toe Voeg lastengroep tussen Verwijder lastengroep Meerdere gevallen per groep ☐

	Naam lastengroep	$\gamma_{\text{ugt-}}$	$\gamma_{\text{ugt+}}$	$\gamma_{\text{bgt-}}$	$\gamma_{\text{bgt+}}$	ψ_0	ψ_1	ψ_2	φ	ξ	t_o	Combinatie voor scheurvorming	k_{mod}	Last	Actie
✓	Eigengewicht	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0		permanent	—	↓↓↓
✓	permanente lasten	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0		permanent	—	↓↓↓
✓	nuttige last A : woonruimtes	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	1,00	1,00	0		middellange termijn	—	↓↓↓

Incompatibele lastengroepen Gekoppelde lastengroepen Combineer lastengroepen Degroepeer lastengroepen

Help Annuleer OK

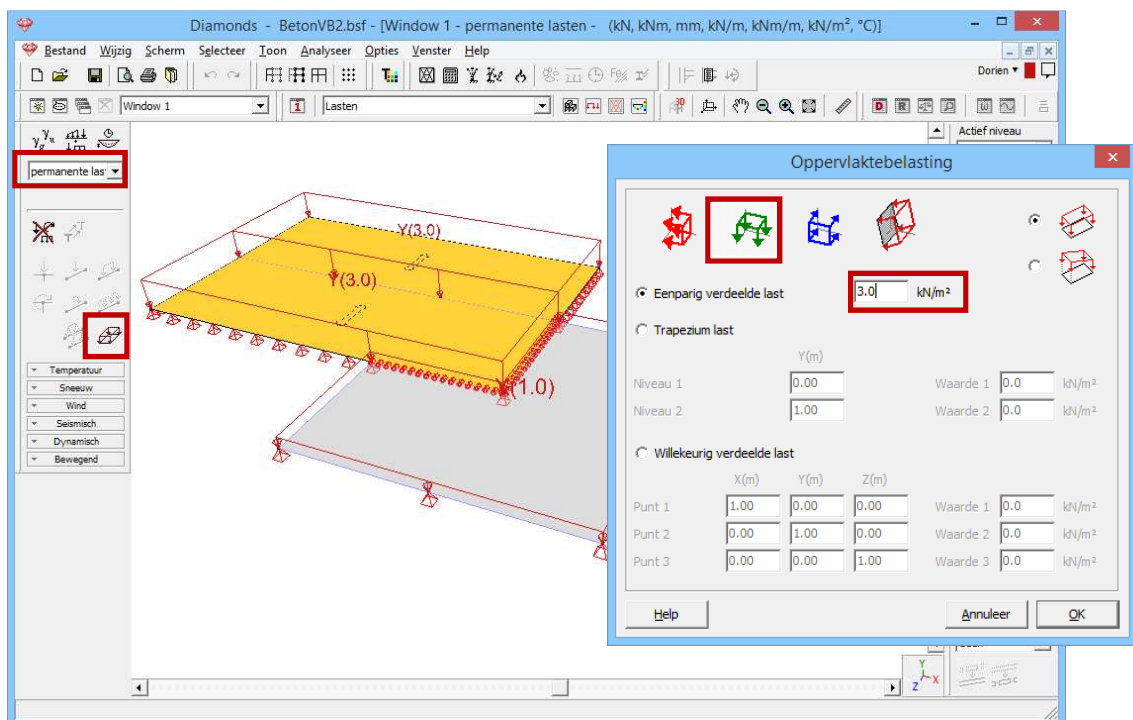
Om het voorbeeld eenvoudig te houden, laten we de reeds aanwezige parameters onaangeroerd zoals in de figuur hierboven. Klik vervolgens op de knop 'OK'.

3.2.3.2 Invullen van de lastengroepen

Nu de lastengroepen gedefinieerd zijn, kunnen we lasten toekennen aan de structuur.

Stap 19: Invullen lastengroepen 'eigengewicht', 'permanent' en 'nuttig'

- Het **eigengewicht** wordt automatisch berekend en kan niet worden gewijzigd.
- De **permanente belasting** op de breedplaatvloeren bedraagt 3kN/m^2 .
 - o Gebruik het pull down-menu om de lastengroep 'Permanente lasten' te activeren.
 - o Selecteer nu alle breedplaatvloeren (gebruik de CTRL-toets) en klik op de knop . Merk op dat slechts die iconen zullen oplichten die toegepast kunnen worden op de geselecteerde platen.
 - o Vervolledig het dialoogvenster als volgt:



In het configuratievenster 'Lasten' worden de ingevoerde lasten grafisch voorgesteld.

Selecteer vervolgens de plaat van de uitbouw en voer op dezelfde manier een eenparig verdeelde permanente belasting in van 1kN/m^2 .

- Selecteer nu in het pull down-menu de lastengroep '**Nuttige last A: woonruimtes**' en definieer ditmaal op de breedplaatvloeren een eenparig verdeelde belasting van 2kN/m^2 .

We voorzien geen nuttige belasting op de plaat.

3.2.3.3 Combinaties maken

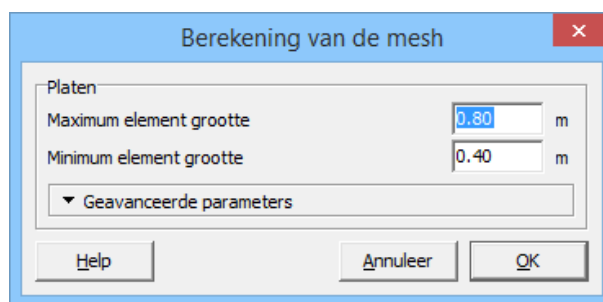
Stap 20: Combinaties maken

Genereer de combinaties  zoals beschreven in §3.1.3.3.

3.2.4 Berekening van de mesh

Stap 21: Genereren van de mesh

Klik in de iconenbalk op de knop  of selecteer de menu-instructie 'Analyseer – Mesh...'. Noteer een maximum elementgrootte van 0,8m en een minimale van 0.4m.



Klik nu op 'OK' om de berekening van het eindige elementennet te starten. Een venster toont u de vooruitgang van de berekening.

Over de meshgenerator

Diamonds is een 'op verplaatsingen gebaseerde' eindig elementen programma. Dit betekent concreet dat het model in een beperkt aantal (= eindig aantal) elementen zal worden opgedeeld. Het opstellen van zo'n eindig elementennet duiden we aan met de term 'meshgeneratie'.

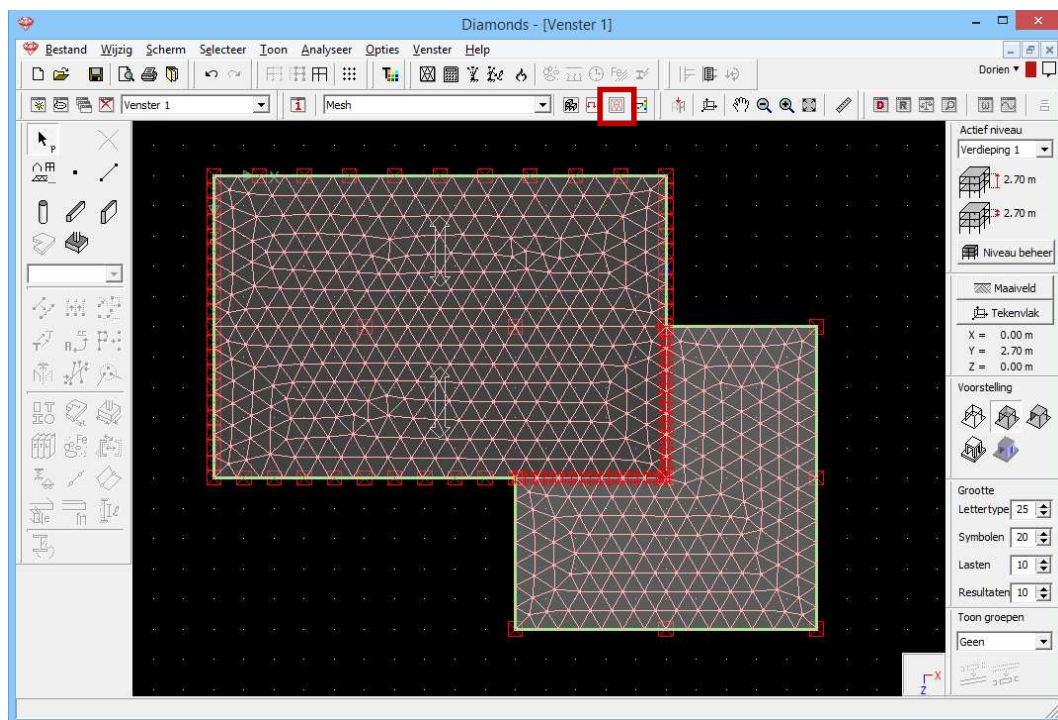
De gegevens in de **bovenste helft** van dit dialoogvenster hebben betrekking op de verdeling van de **plaatelamenten**.

- Met de **maximumafmeting** regelt u de algemene fijnheid van de mesh. Diamonds zal trachten de plaat op te delen in gelijkzijdige driehoekselementen met zijde gelijk aan deze maximumafmeting. Richtwaarde: 3 à 4 keer de plaatdikte.
- Dankzij de **minimumafmeting** manipuleert u de elementenverdeling rond kleinere lijnstukken of dicht bij elkaar gelegen punten. Richtwaarde: 1 à 2 keer de plaatdikte.

De betekenis van de overige parameters kan u nalezen op onze support website: <http://buildsoftsupport.com/knowledge-base/how-to-pick-the-mesh-size/>.

Stap 22: Controleren van de mesh

Eens het elementennet is gegenereerd, maken we de mesh zichtbaar met . In een bovenaanzicht ziet het model er nu als volgt uit:



We merken op dat niettegenstaande de vrij grote maximumafmeting, toch een relatief dicht en regelmatig net wordt bekomen. Een net bestaande uit regelmatige ($\approx$ gelijkzijdige) driehoeken is noodzakelijk gezien de kwaliteit van de resultaten sterk afhangt van de vorm van de elementen.

3.2.5 De globale elastische analyse

Stap 23: Elastische analyse

Volg de zelfde stappen als in §3.1.5.

Stap 24: Naar configuratie 'Resultaten'

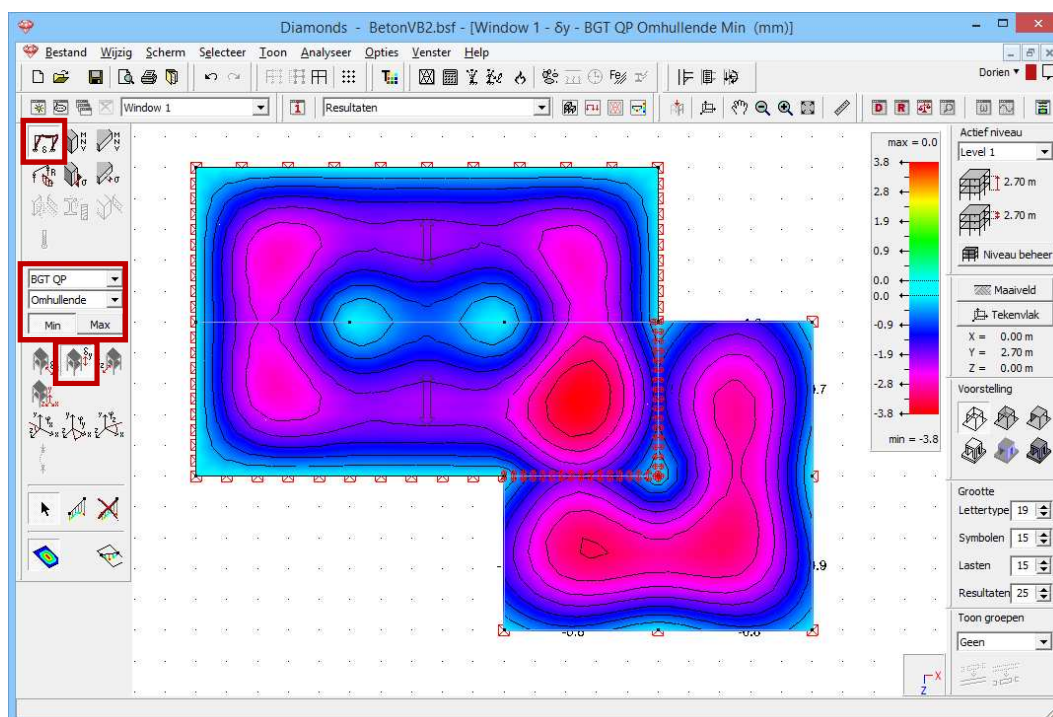
Om de resultaten van de berekening grafisch te bekijken, klikt u bovenaan in de iconenbalk op het icoon .

We overlopen hieronder enkele resultaten.

Stap 25: Verplaatsingen

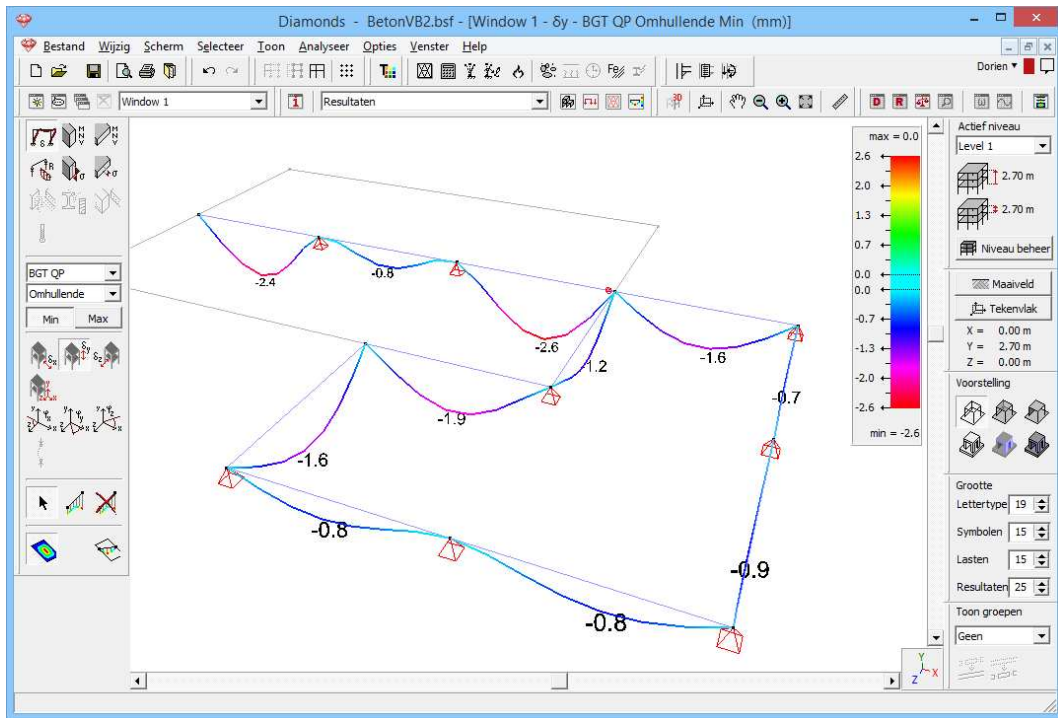
- Klik in het 'Resultaten'-palet op de knop  voor het bekijken van de vervormingen.
- Selecteer in het eronder gelegen pallet de verticale verplaatsingen δ_y volgens de globale Y-as.
- Selecteer vervolgens de combinatiegroep 'BGT QP' en kies voor de omhullende der resultaten.

Omdat we op zoek zijn naar de grootste neerwaartse doorbuiging selecteren we eronder de keuze "min", wat duidt op de kleinste reële waarde. Gezien de neerwaartse doorbuiging tegengesteld is gericht ten opzichte van de positieve y-as, kunnen we deze keuze van combinatie begrijpen. De maximale elastische doorbuiging bedraagt 3,8mm. De figuur hieronder is weergegeven in draadmodel  en er is gekozen voor een bovenaanzicht.

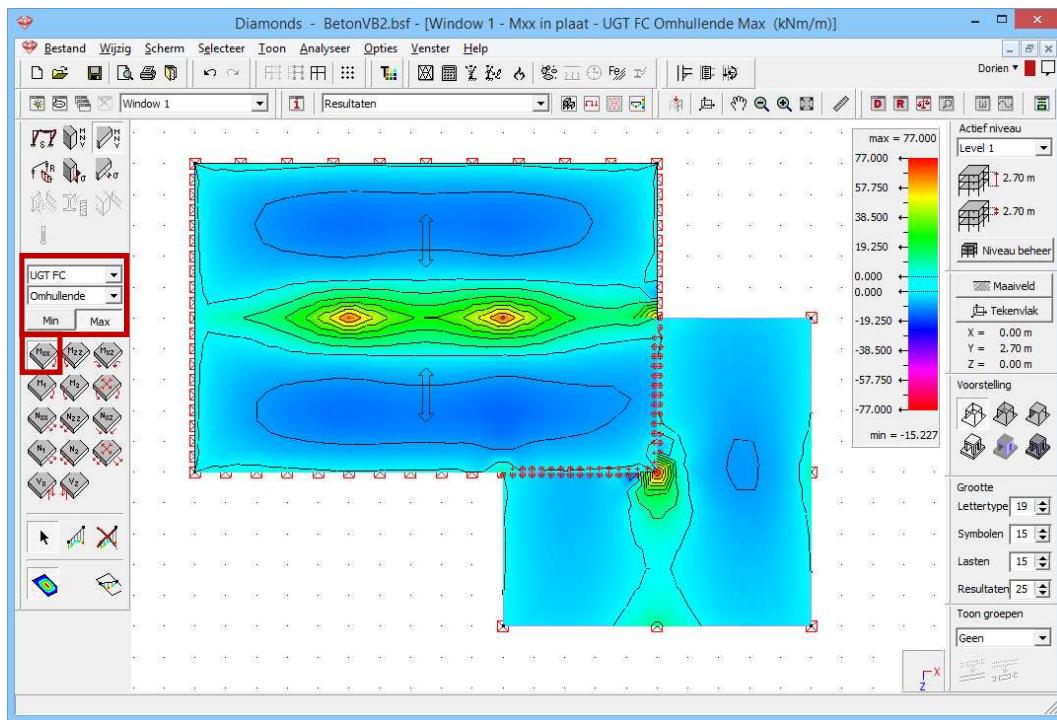


Stap 26: Verplaatsingen in de balken

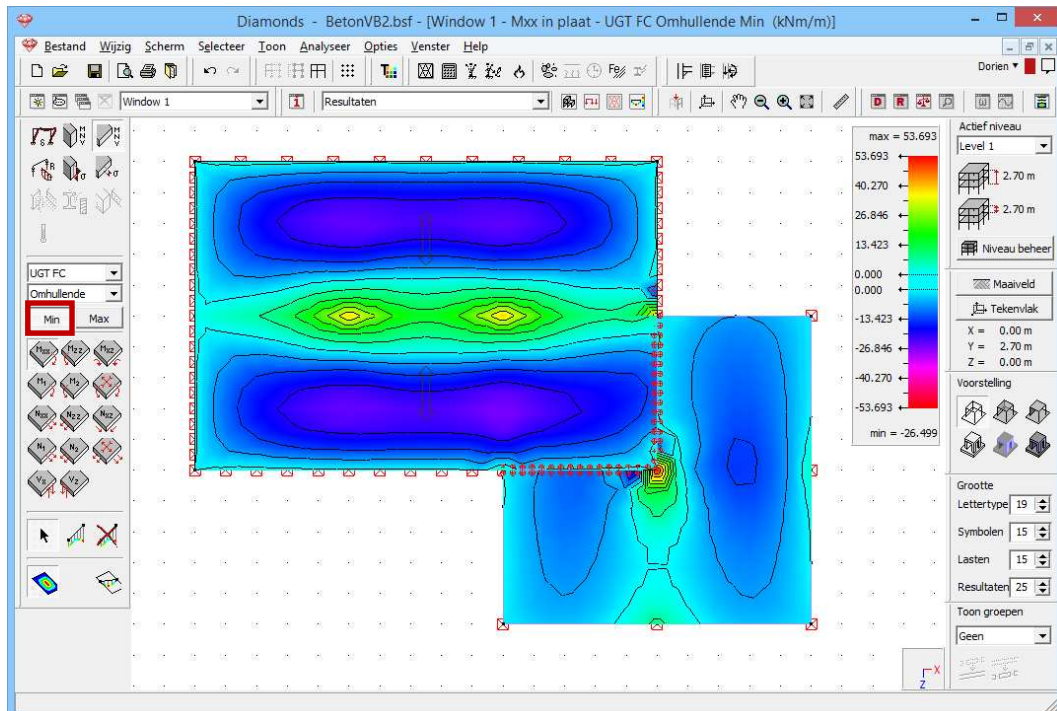
Als u bijvoorbeeld enkel de vervormingen van de balken wenst te zien, selecteert u alle balken (met de CTRL toets) en klikt u op . Kies voor een 3D zicht.



Klik vervolgens in de iconenbalk op het icoon  om opnieuw alle elementen zichtbaar te maken en kies opnieuw voor een bovenaanzicht. We visualiseren ditmaal de buigende momenten M_{xx} in de platen. Klik in het palet op  en selecteer de plaatresultaten M_{xx} . In het bijzonder toont u de maximale waarden van de omhullende der combinaties in de uiterste grenstoestand (UGT FC). De notatie 'max' duidt hier op de grootste reële waarde. Een buigend moment wordt steeds aan de getrokken zijde van het element getekend (dat ziet u duidelijk in een 3D zicht). Het teken van het moment stemt overeen met de richting van het lokale assenstelsel. In normale gevallen, is de lokale y' as naar boven gericht, zodat trek ontstaat in de onderste vezels. Hier vinden we dus de grootste steunpuntsmomenten in de plaat terug.

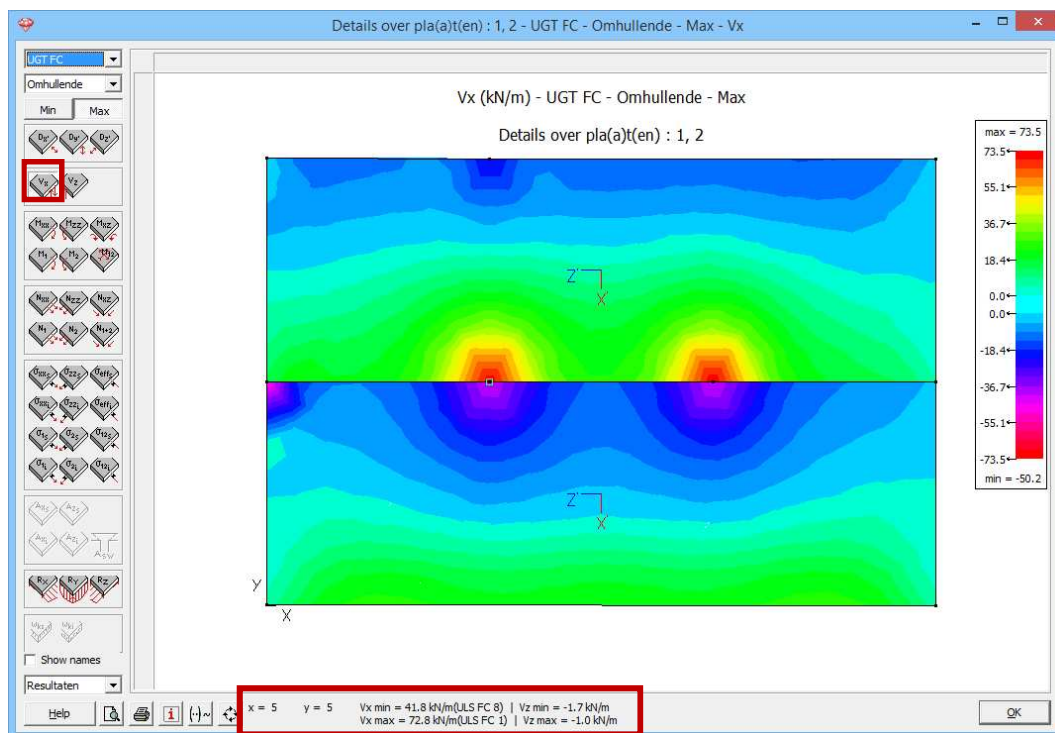


Bent u op zoek naar de grootste veldmomenten (grootste negatieve buigende momenten), dan kiest u voor de combinatie 'UGT FC – Omhullende - min'. Op basis van deze momenten wordt de langswapening (onder wapening) in de predallen bepaald.



Selecteer nu beide breedplaatvloeren (met CTRL-toets), druk de SHIFT-toets in en selecteer ook de 2 steunpunten die midden in deze breedplaten liggen. Klik op het icoon  helemaal rechts in de iconenbalk om een detailresultaat van deze platen op te vragen. Een nieuw venster wordt

geopend met daarin een planzicht van de geselecteerde platen. Aan de linkerzijde vindt u alle knoppen van het 'Resultaten'-palet die van toepassing zijn voor platen. U kan de tekening in de gewenste positie draaien door middel van de knop  linksonder dit venster. Onderstaande figuur toont u de maximale dwarskrachten V_x voor de omhullende 'UGT FC'.



We herkennen een symmetrisch dwarskrachtenverloop ten opzichte van de balkondersteuning. Beweegt u de muis over de tekening, dan verschijnen onderaan de waarden van de resultaten die behoren tot dezelfde familie van de geselecteerde grootheid. Wanneer u in de buurt komt van de geselecteerde steunpunten, zal Diamonds naar deze punten snappen. Zo kan u snel het gewenste resultaat opvragen.

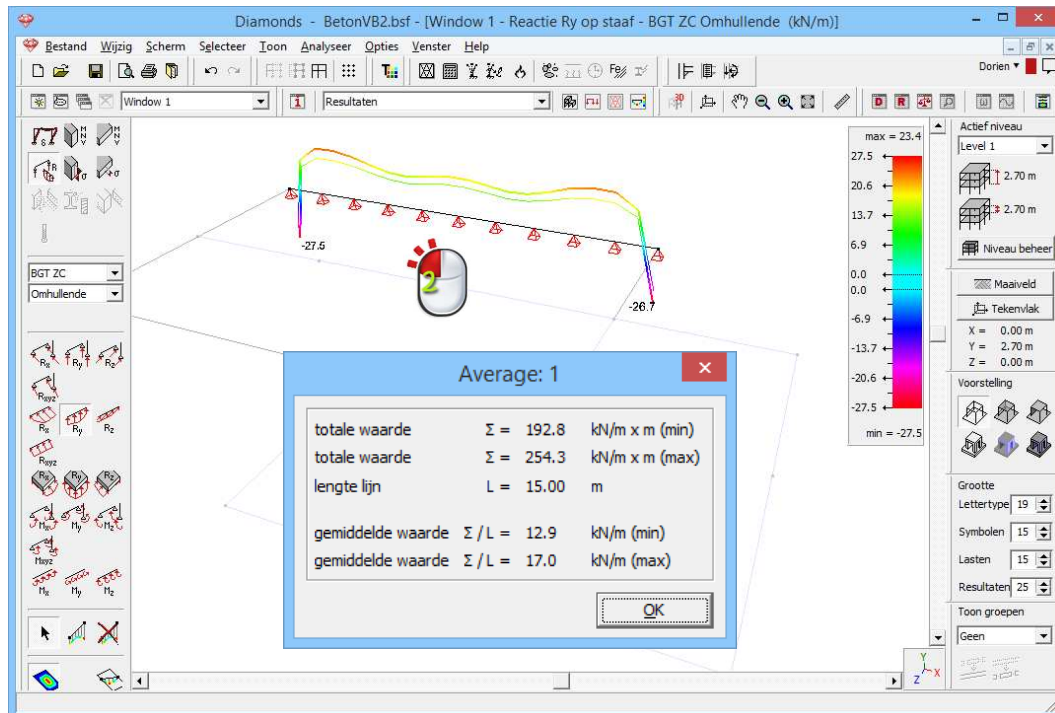
Eventueel kan u inzoomen en/of pannen om het gewenste resultaat sneller op te halen.

Bij een omhullende combinatie verschijnt tevens de bepalende combinatie. U kan dit uitschakelen door één maal op de knop  te klikken, deze zal dan veranderen in . Om de informatie opnieuw weer te geven, klik nogmaals op diezelfde knop.

Klik op 'OK'.

Eenmaal terug in het modelvenster klikken we in het palet op de knop  voor het tonen van de reacties. Alle reacties worden door Diamonds afzonderlijk weergegeven. In dit voorbeeld interesseren ons de verticale

knoop- en lijnreacties onder de combinatie 'BGT ZC omhullende'. In het bijzonder selecteren we de lijnreacties  R_y . We maken de resultaten enkel zichtbaar voor de achter rand van het hoofdgebouw en dubbelklikken deze lijn. Er verschijnt een dialoogvenster waarin de totale alsook de gemiddelde waarde van de reactie is opgenomen.



Over de ganse lijn vinden we een gelijkmatig verdeelde opwaartse reactie van ± 17 kN/m terug (max). Enkel in de hoeken wil de plaat oplichten en ontstaan neerwaartse reacties. Sluit dit dialoogvenster.

Selecteer nu alle lijnondersteuningen en klik op de knop . Alsdan bekomt u een tabel met de minimum en maximum waarde van de reactiekrachten over de geselecteerde lijnondersteuningen.

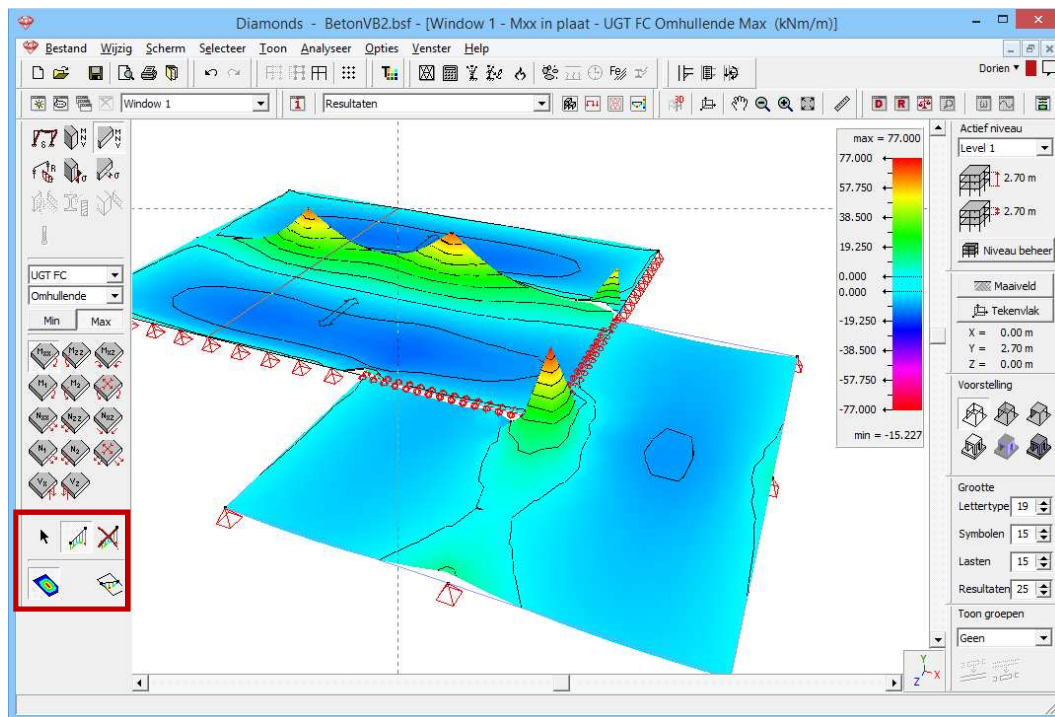
Results

BGT ZC Omhullende

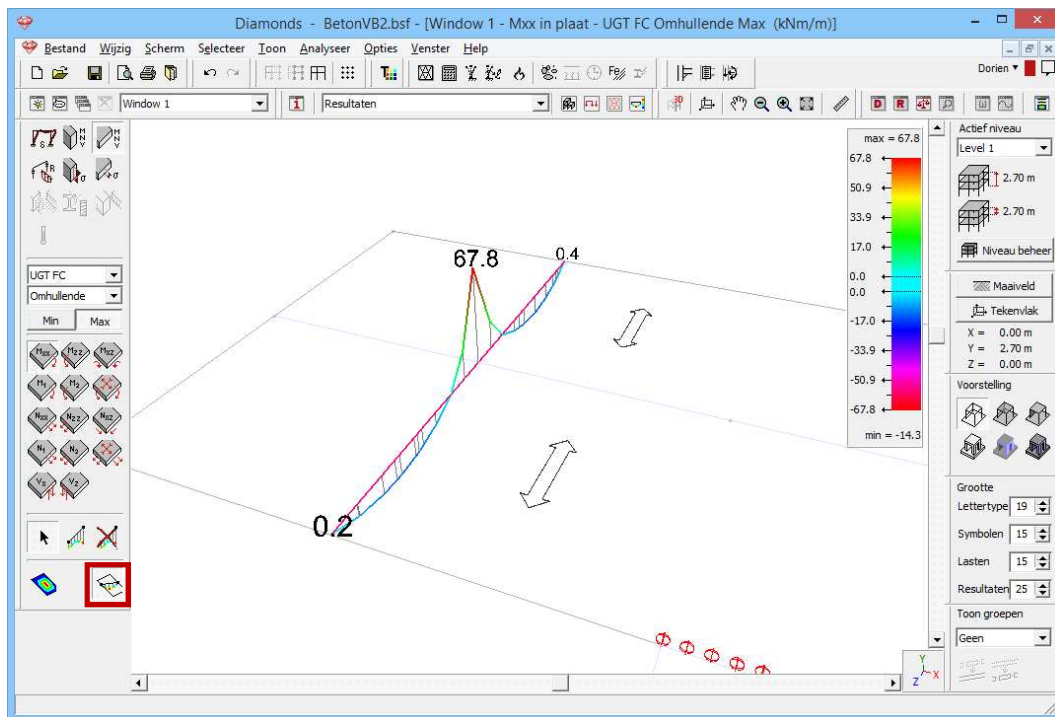
staaf nummer	R.Fx (kN/m) (min)	R.Fx (kN/m) (max)	R.Fy (kN/m) (min)	R.Fy (kN/m) (max)	R.Fz (kN/m) (min)	R.Fz (kN/m) (max)	R.Mx (kNm/m) (min)	R.Mx (kNm/m) (max)	R.My (kNm/m) (min)	R.My (kNm/m) (max)	R.Mz (kNm/m) (min)	R.Mz (kNm/m) (max)	IR.Fx (kN/m) (min)	IR.Fx (kN/m) (max)	IR.Fy (kN/m) (min)	IR.Fy (kN/m) (max)	IR.Fz (kN/m) (min)	IR.Fz (kN/m) (max)	IR.Mx (kNm/m) (min)	IR.Mx (kNm/m) (max)	IR.My (kNm/m) (min)	IR.My (kNm/m) (max)	IR.Mz (kNm/m) (min)	IR.Mz (kNm/m) (max)
1	0.0	0.0	-25.6	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	193.0	253.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	-28.3	67.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.3	78.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	-28.5	67.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.3	77.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	-37.6	417.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	137.1	173.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	-26.4	285.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	206.6	257.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
totaal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	653.3	840.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Sluit dit dialoogvenster en maak de volledige structuur opnieuw zichtbaar via de knop  in de iconenbalk.

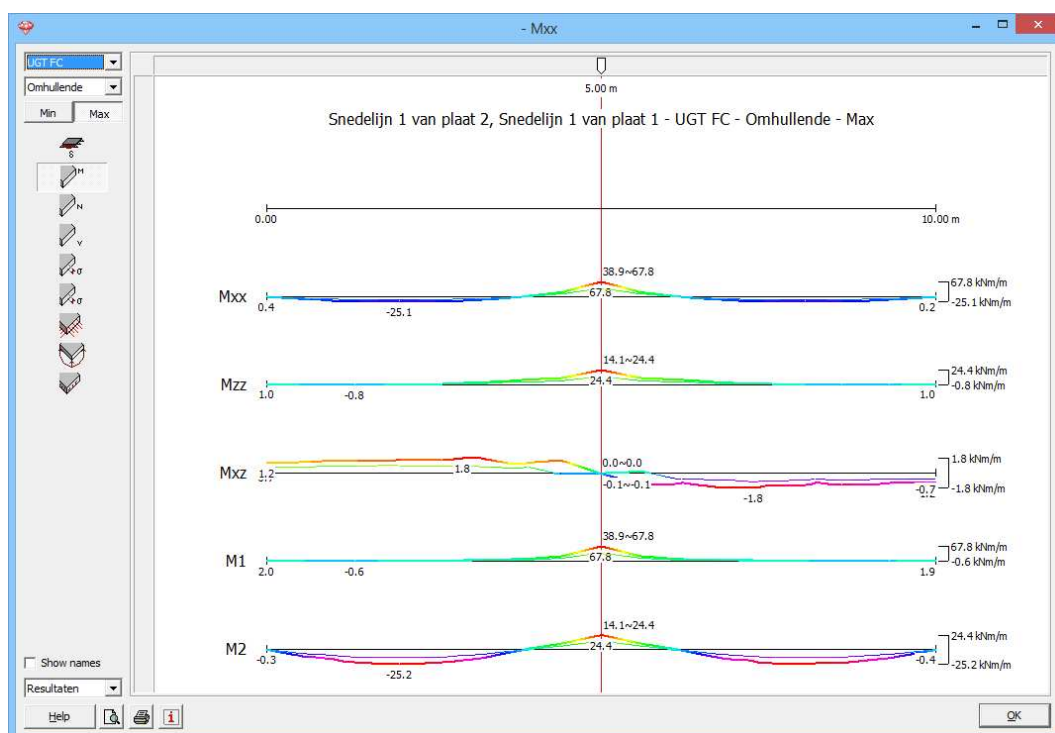
U hebt nu uitvoerig de kans gehad alle beschikbare resultaten te overlopen. Echter, wat tot hertoe nog niet aan bod is gekomen, is de functie van de onderste knoppen van het palet. Zij maken het mogelijk de berekeningsresultaten van de platen weer te geven volgens snedelijnen. We zijn bijvoorbeeld geïnteresseerd in de buigende momenten M_{xx} langsheen een snede (// Z-as) door de linkse kolom van het hoofdgebouw. Maak eerst de maximale momenten M_{xx} onder de omhullende 'UGT FC' zichtbaar en klik op  voor het tekenen van een snedelij. Maak hiervoor gebruik van de intelligente cursor.



De snedelij zal de balk precies ter hoogte van de kolom kruisen en zal derhalve in tweeën worden opgedeeld. Klik nu opnieuw op  om de tekenfunctie te beëindigen en selecteer ditmaal de knop . Hieronder volgt het resultaat:



Ook voor snedelijnen kan u een gedetailleerd resultaat opvragen. Selecteer de ganse snedelijlijn (met de SHIFT-toets) en klik in de iconenbalk op  om alle snedekrachten langsheen deze lijn grafisch voor te stellen.



Bevestig met 'OK' en klik onderaan het palet op  om de globale resultaten opnieuw zichtbaar te maken. Eventueel verwijdert u de snedelijnen via de knop . Deze functie is uiteraard enkel beschikbaar voor de geselecteerde snedelijnen.

Er rest ons nog in een volgende paragraaf de wapening te berekenen en de gescheurde doorbuiging te begroten.

3.2.6 Berekening van de wapening

Stap 27: Keuze van de betonnorm

Selecteer nu de menu-instructie 'Analyseer – Betonnorm...' en duidt aan dat u de wapening wilt berekenen conform de Europese norm EN 1992-1-1. We doen geen beroep op een nationale bijlage.

Stap 28: Berekening van de wapening

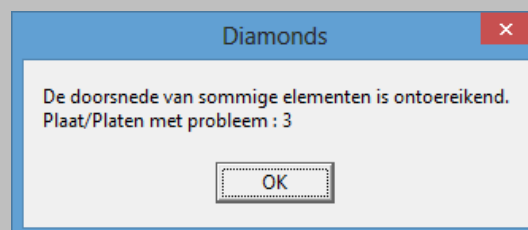
Kies vervolgens in het menu de instructie 'Analyseer – Berekening wapening', druk op **F2** of klik op de knop  in de werkbalk. Er verschijnt een dialoogvenster dat u de voortgang van de berekening toont.

Stap 29: Bekijken van de resultaten

Eenmaal de berekening beëindigd, wordt in het 'Resultaten'-palet de knop  geactiveerd voor de voorstelling van de wapeningsresultaten.

Over de foutmelding 'De doorsnede van sommige elementen is ontoereikend'

Indien de dikte van de platen of de nuttige hoogte van de balken onvoldoende is om een geldig wapeningsvoorstel te leveren, verschijnt volgende boodschap:

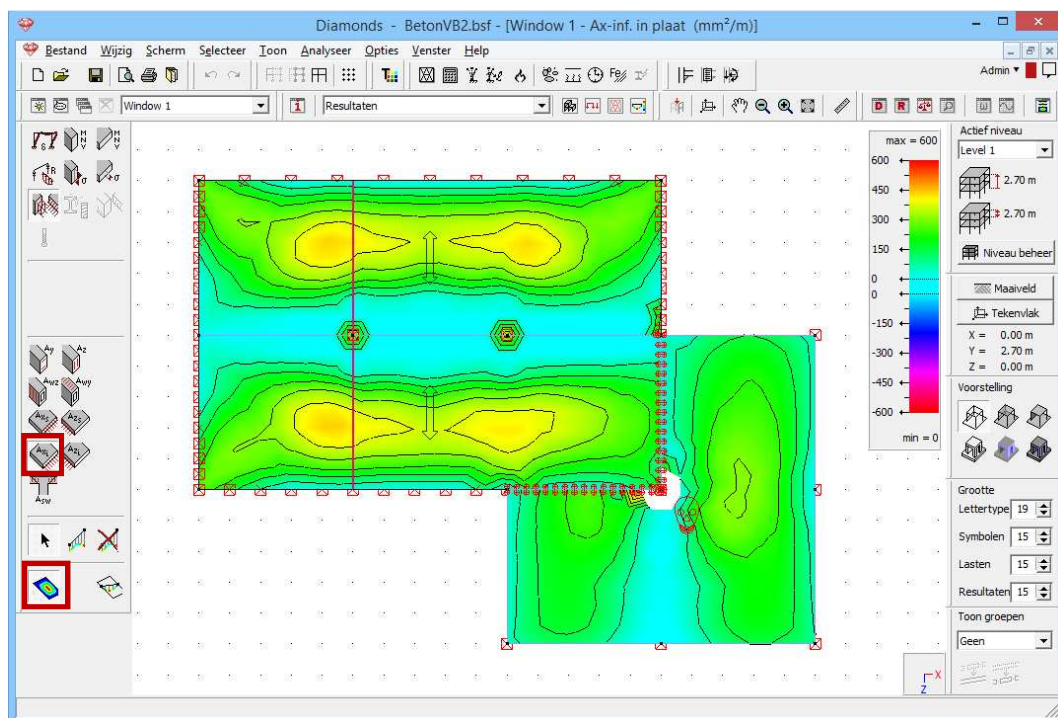


U hoeft bij zo'n boodschap niet onmiddellijk te panikeren. Voor platen zal de zone waar zich een probleem voordoet, vaak zéér plaatselijk zijn. Veelal dient de reden gezocht in de momentenpieken die zich voordoen ter hoogte van tussensteunpunten of in de buurt van discontinuïteiten in de geometrie, gezien in dit geval geen uitmiddeling van de momenten geschiedt. Nu, vaak zullen andere elementen, die niet in het rekenmodel zijn genomen, deze pieken teniet doen. Zo zal bijvoorbeeld de steunpuntsbreedte ervoor zorgen dat de momentenpiek wordt afgetopt. Ga daarom steeds na of een dikkere plaat wel de moeite loont!

Voor balken daarentegen zal vrijwel steeds een grotere doorsnede noodzakelijk zijn.

De wapeningsresultaten van zowel balken als platen worden door dezelfde knop  voorgesteld. Net zoals voor de andere resultaten, selecteert u een specifieke wapening via de onderliggende knoppen van het 'Resultaten'-palet.

Visualiseer bij wijze van voorbeeld de onder wapening in de platen evenwijdig met de lokale x'-as.



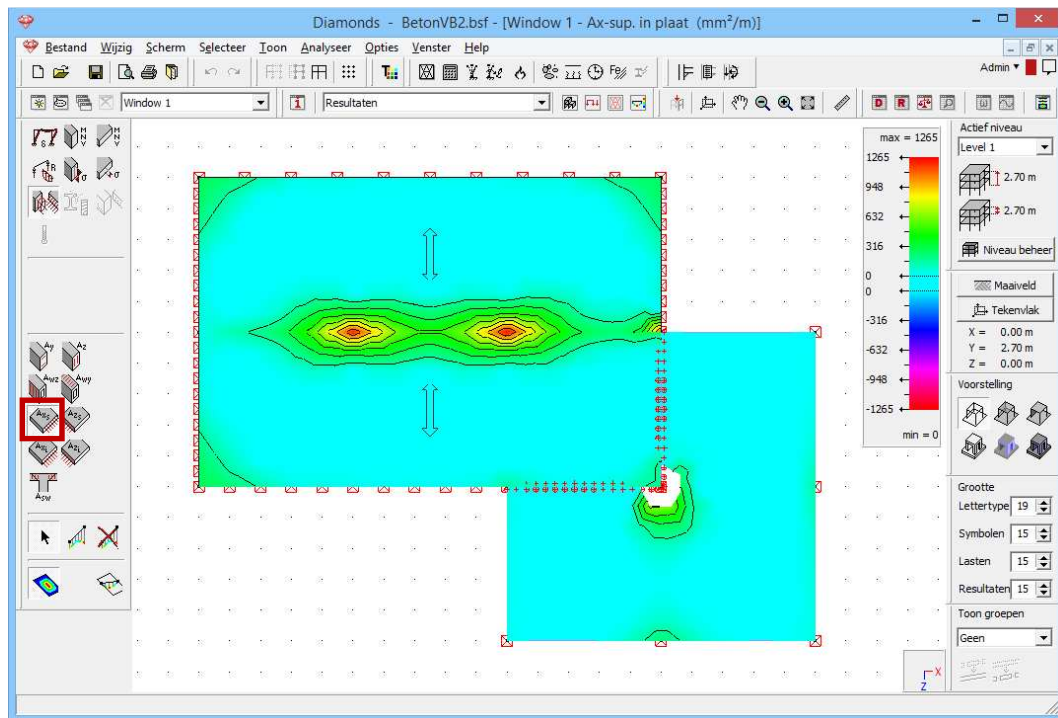
De wapeningsresultaten worden steeds lokaal gedefinieerd. Bijgevolg kunnen we uit deze tekening de vereiste langswapening in de breedplaten afleiden. Uit de wapening A_{xi} van de isotrope plaat volgt dan weer het aantal staven evenwijdig met de globale X-richting (die identiek is aan de lokale x' richting).

Verder merkt u op dat de driehoekselementjes waarvoor geen wapening kon worden berekend, niet worden ingekleurd. We herkennen zo'n elementjes in aansluiting van de plaat met de onderste breedplaatvloer. Bovendien zal iedere plaat waarvoor een onvolledig resultaat is bekomen, worden voorzien van een doodshoofdje. Dit doodshoofdje wordt steeds getekend in het geometrisch zwaartepunt van de plaat en niet op de plaats waar het probleem zich voordoet!

U kan de oorzaak van het doodshoofdje achterhalen door de plaat te dubbelklikken. Alsdan verschijnt een dialoogvenster waarin u een

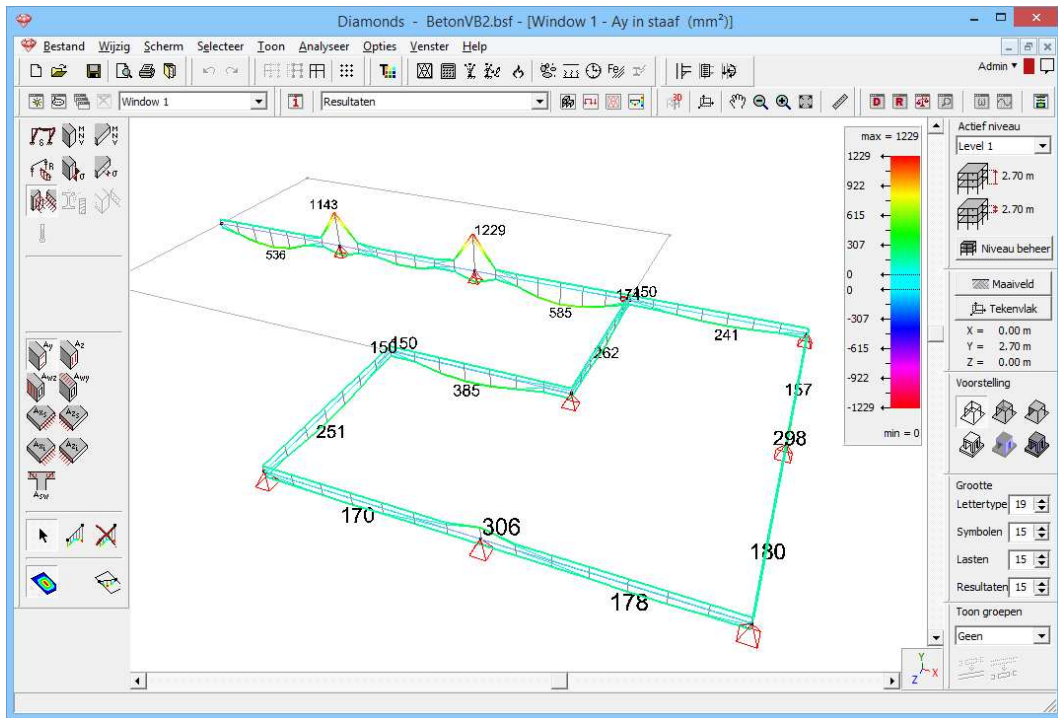
praktische wapening kan definiëren. Helemaal onderaan treft u het doodshoofdje opnieuw aan met vermelding van de grenstoestand waarvoor geen geldig wapeningsvoorstel kon geleverd worden. Zo vinden we o.a. dat voor de plaat wel een oplossing is gevonden in UGT, terwijl bij de controle in BGT een te grote wapening moet worden bijgeplaatst om te voldoen aan de spanningscontrole in de zeldzame combinaties.

Sluit dit dialoogvenster met 'OK' en selecteer nu de wapening A_{xs} voor het visualiseren van de boven wapening parallel met de x'-as.



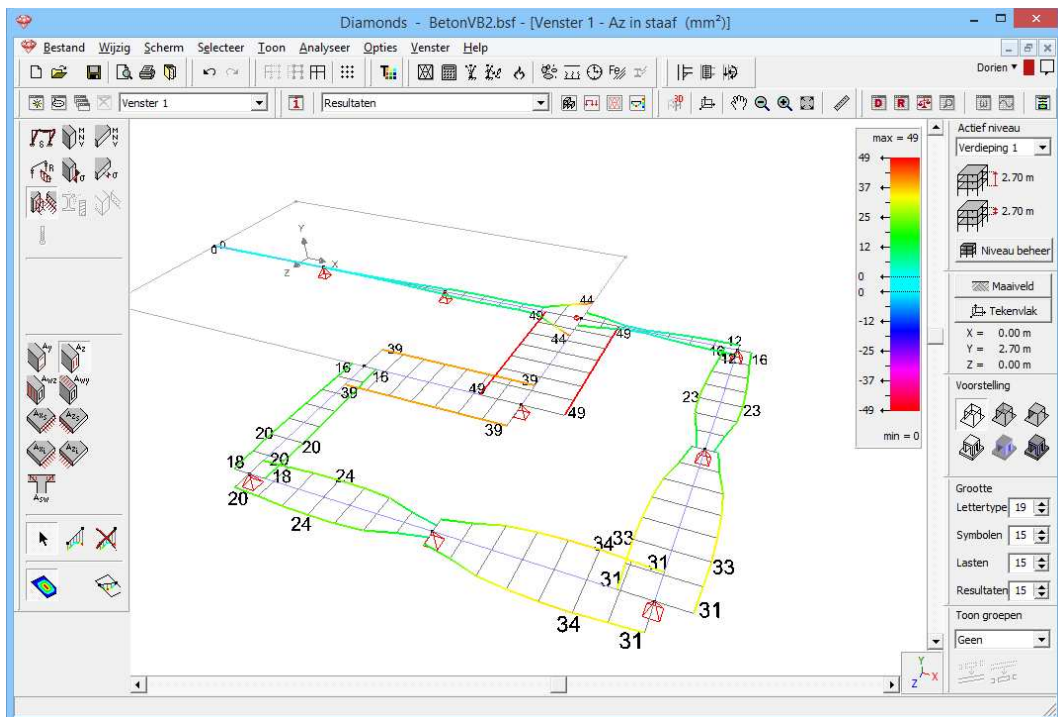
De grootste boven wapening moet voorzien worden in de buurt van de kolommen.

We tonen hierna de langswapening in de balken. Selecteer de langswapening A_y en kies voor een 3D-voorstelling.



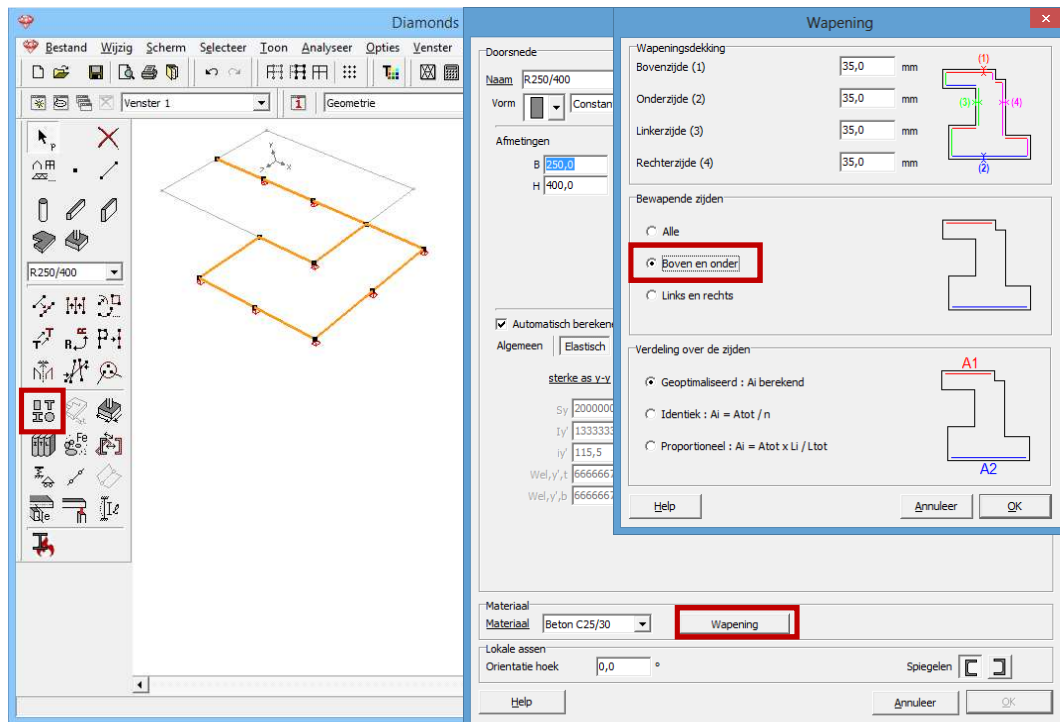
De hoeveelheid wapening wordt steeds getekend aan de kant van de balk waar zij nodig is.

Merk op dat we naast boven- en onder wapening, ook flank wapening krijgen A_z :

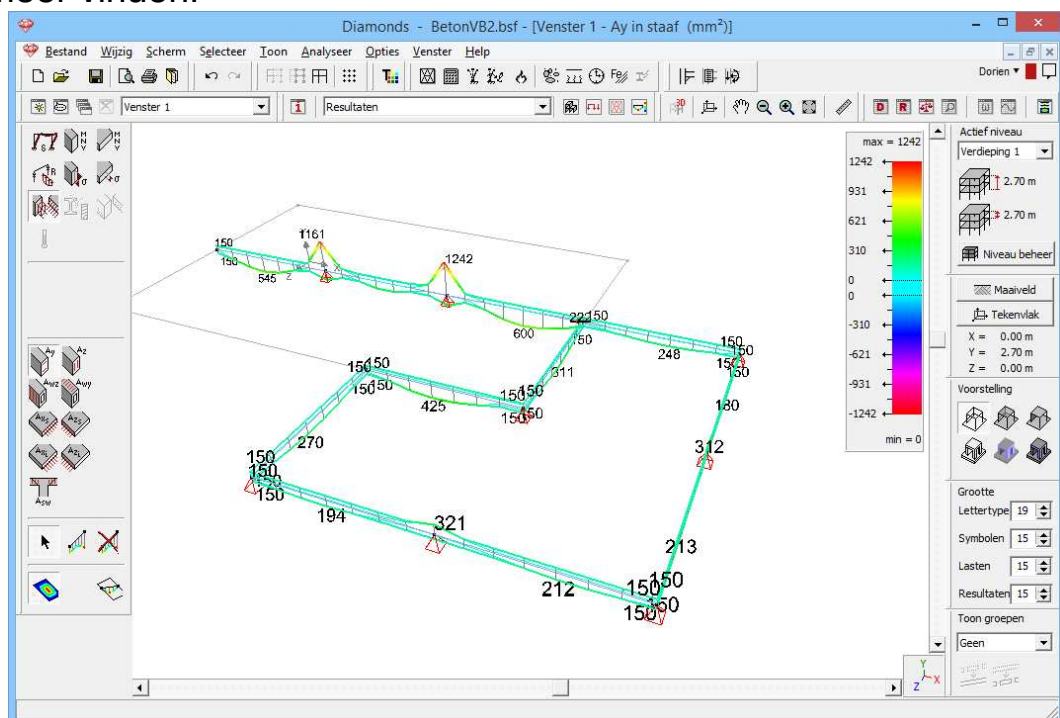


Stap 30: Flankwapening elimineren

Wenst u voor de balken enkel boven- en onder wapening A_y (dus geen flankwapening A_z) dan kan u dat specifiek opleggen in Diamonds. Ga hiervoor terug naar het Geometrie-venster  en selecteer de balken. Klik nu op het icoon voor de doorsnede eigenschappen  en vervolgens op **Wapening** en kies enkel 'boven- en onder wapening'.



U hoeft enkel de wapening voor deze elementen te herberekenen. U vindt onderstaande figuur voor de langswapening A_y . U zal geen flankwapening A_z meer vinden.



Stel voor het verdere verloop van de oefening in dat u toch wapening wenst langs de 4 zijden van de balken.

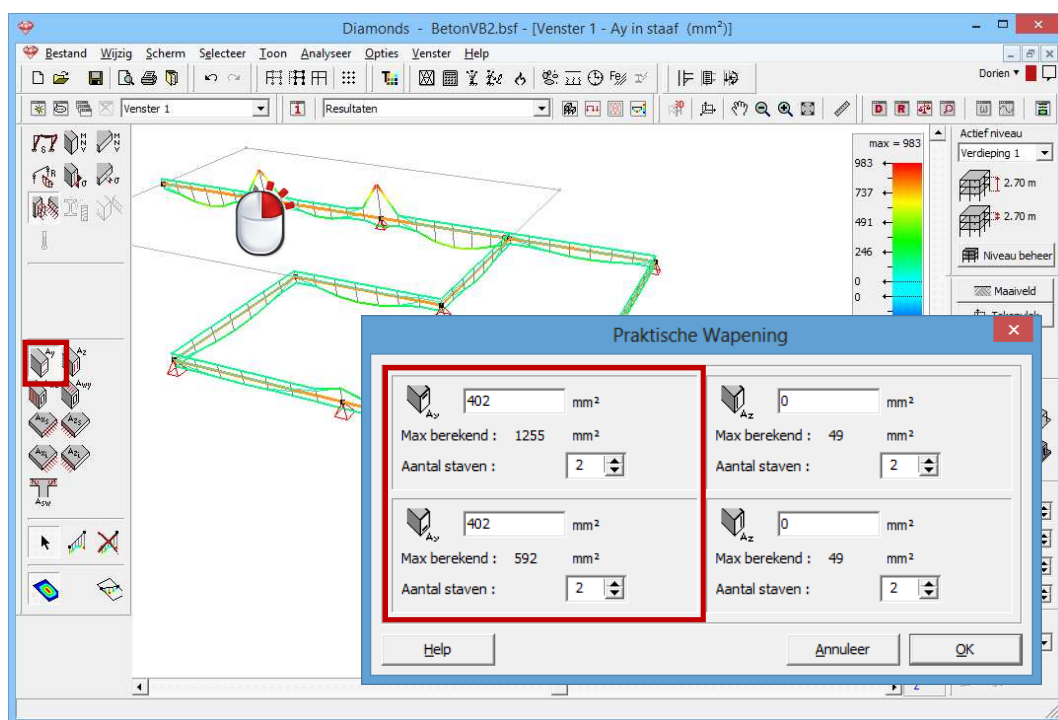
3.2.7 Berekening van de gescheurde doorbuiging

Stap 31: Toekennen van praktische wapening aan de balken

Visualiseer in het configuratievenster 'Resultaten' één van de vier wapeningsresultaten van de balken. Selecteer vervolgens met behulp van de CTRL-toets alle balken en druk de rechtermuisknop in.

We voorzien in alle balken

- een boven wapening: $2 \times \emptyset 16$ (402 mm^2)
- een onder wapening: $2 \times \emptyset 16$ (402 mm^2)



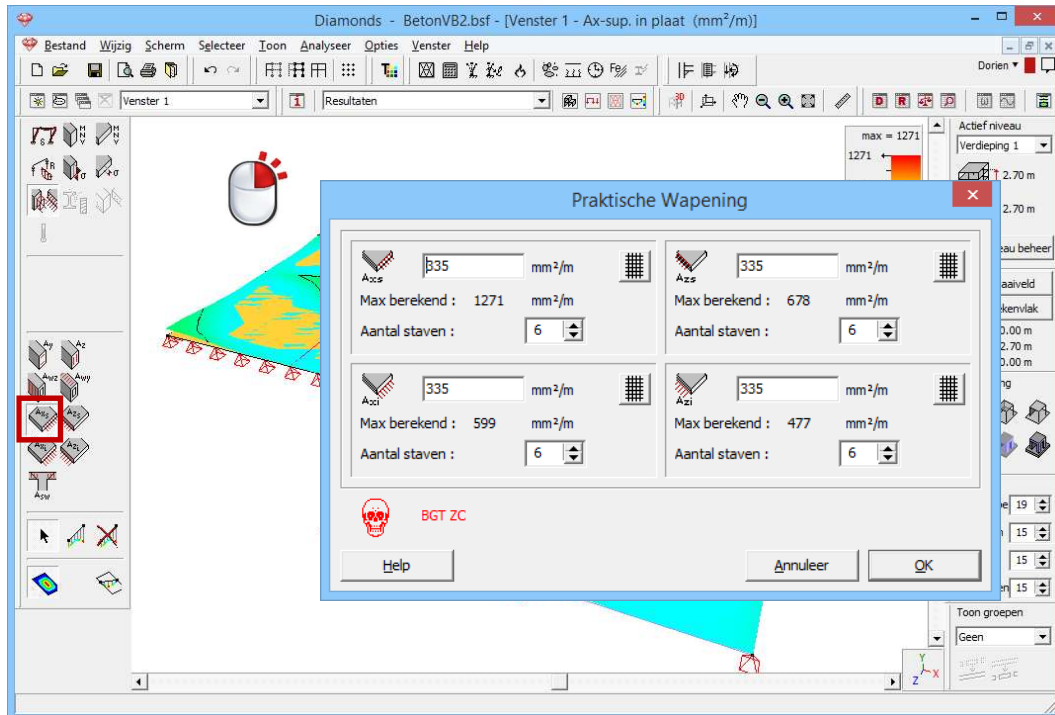
Bevestig met 'OK'.

Stap 32: Toekennen van praktische wapening aan de platen

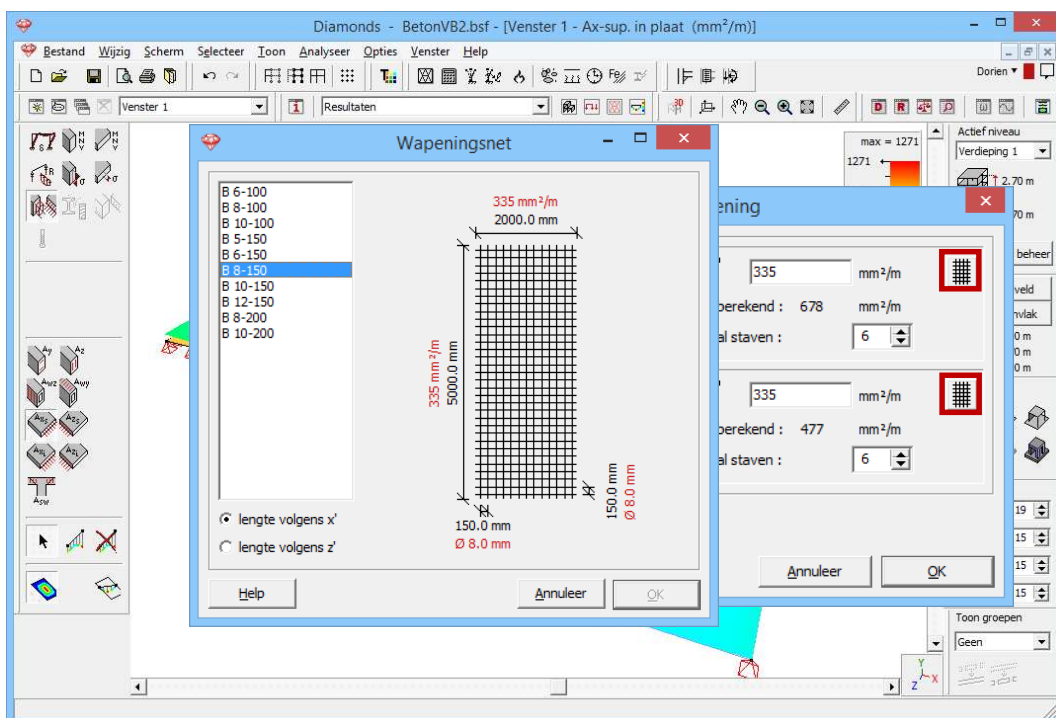
We kennen nu ook aan de breedplaatvloeren en de isotrope plaat een praktische wapening toe.

- Selecteer één van de vier wapeningsresultaten voor platen.
- Selecteer alle platen (dus de 2 breedplaatvloeren en het dak)
- Klik op de rechtermuisknop.

- Voorzie:
 - o Een boven wapening: wapeningsnet Ø8 alle 150mm
 - o Een onder wapening: wapeningsnet Ø8 alle 150mm



Ofwel noteert u de ermee corresponderende waarde in mm²/m in de daartoe voorziene invulvakjes, ofwel klikt u op de knop  en duid u het betreffende wapeningsnet in de linker kolom aan.



U vindt in dit venster alle wapeningsnetten terug die in de nettenbibliotheek van Diamonds zijn opgenomen. Voor meer informatie over deze nettenbibliotheek verwijzen we naar de Referentiehandleiding. Klikte u op 'OK', dan is alle vereiste informatie onmiddellijk ingevuld en dit voor zowel de x'- als z'- richting. Merk op dat ook hier het aantal staven per lopende meter wordt gevraagd. Inderdaad zal Diamonds ook de scheurwijdte in de platen berekenen.

Stap 33: Berekenen gescheurde doorbuiging

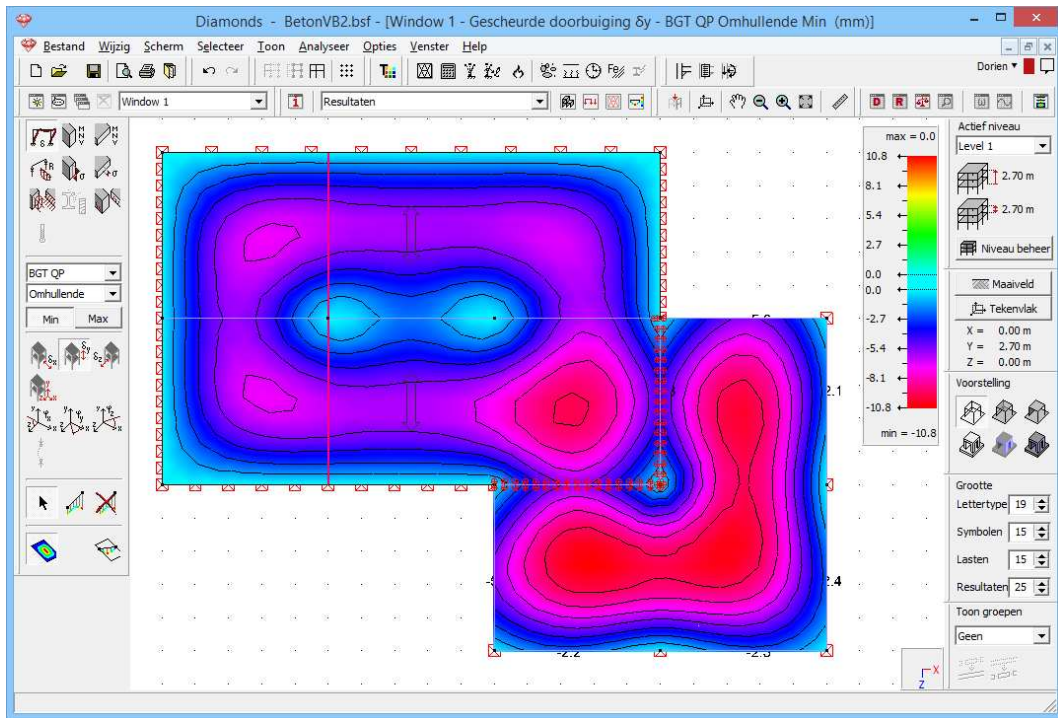
Kies de menu-instructie 'Analyseer – Gescheurde doorbuiging' of klik in de iconenbalk op de knop . Breng kruip in rekening.

Opmerking: In de zone waarvoor in de uiterste grenstoestand of de bruikbaarheidsgrenstoestand geen wapeningsvoorstel kon geleverd worden, zal Diamonds een wapeningssectie voorzien die overeenkomt met het maximum wapeningspercentage die u bij de eigenschappen van het betonstaal hebt gespecificeerd. Zo bent u niet verplicht de doodskopjes weg te werken en bekomt u alsnog een realistische gescheurde doorbuiging.

Stap 34: Bekijken van de resultaten

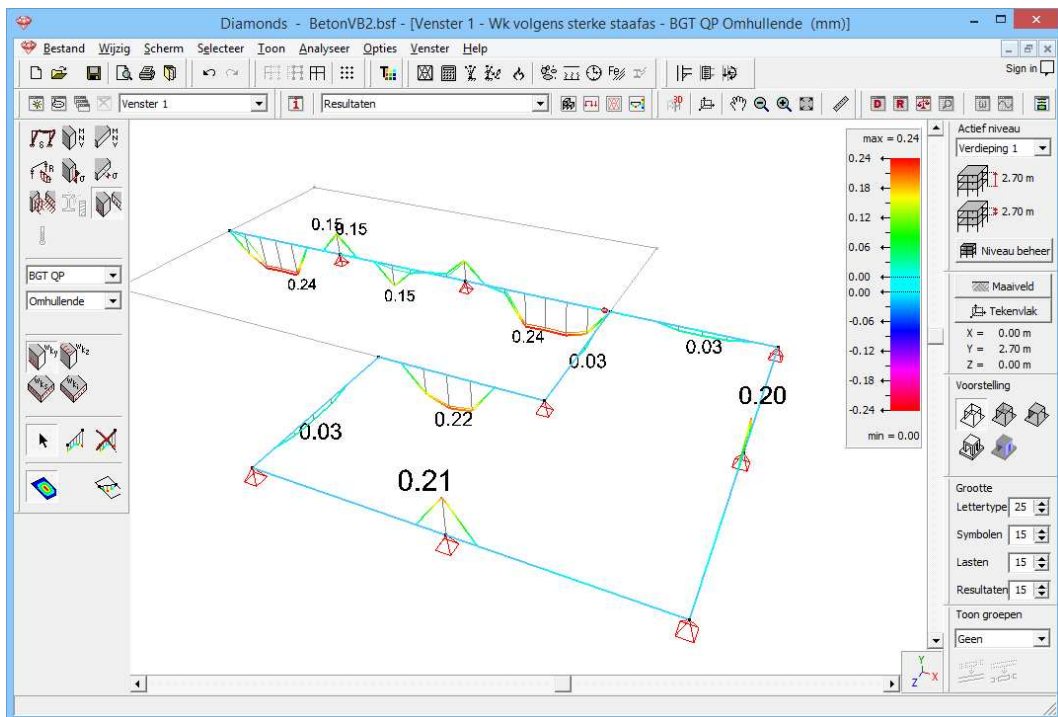
Eens de berekening is beëindigd, vindt u onder de knop  van het 'Resultaten'-palet niet langer de elastische maar wel de gescheurde doorbuiging na kruip terug. Bovendien kan u nu ook de scheurwijdte in de balken en platen visualiseren via de knop .

Hieronder ziet u de gescheurde doorbuiging δ_y na kruip voor de omhullende 'BGT QP'.



Merk op dat deze doorbuiging ongeveer 3 à 4 keer groter is dan de elastische doorbuiging. Deze toename is deels te wijten aan kruipeffecten deels aan de gescheurdheid van het beton (op basis van de zeldzaam aanwezige combinatie).

Ook de scheurwijdte zelf dient geëvalueerd te worden onder de quasi-permanente combinatie.



Opmerking: In §3.4 zal dit model verder worden uitgebreid. Vandaar dat u het bestand best bewaard.

3.2.8 Opstellen van een rekennota

In deze opdracht wordt u gevraagd om, op basis van het project dat u hiervoor hebt uitgewerkt, een rapport samen te stellen die de kracht van de Diamonds Rapportbeheerder illustreert.

U kan verschillende rapporten tegelijkertijd genereren en achteraf in één beweging afdrukken. Aldus is het mogelijk om in één rapport de geometrie of de resultaten van een structuur volgens verschillende gezichtspunten weer te geven. Ook kan per rapport een ander deel van de constructie worden gerapporteerd. Er wordt u specifiek gevraagd volgende deelrapporten te definiëren:

1. Een deelrapport waarin de volgende gegevens zijn opgenomen:
 - o een grondplan van de vloerplaat met afmetingen
 - o de doorsnedegegevens van de liggers
 - o een overzicht van de gebruikte materialen.
2. Een deelrapport waarin de lasten volgens de verschillende lastengroepen grafisch worden voorgesteld op een perspectiefzicht van de plaat. Definieer in dit deelrapport eveneens de gegevens van de verschillende lastengroepen en de samenstelling van de gedefinieerde lastencombinaties.
3. Een deelrapport met een afbeelding van de buigende momenten M_{xx} & M_{zz} en de wringmomenten M_{xz} in de breedplaatvloeren onder de combinaties UGT FC omhullende 'max' en 'min'.
4. Een deelrapport met de voorstelling van de wapeningsresultaten (A_y , A_{wz}) van alle balken netjes onder elkaar, samen met een 3D zicht op de geometrie met aanduiding van de balknummers.

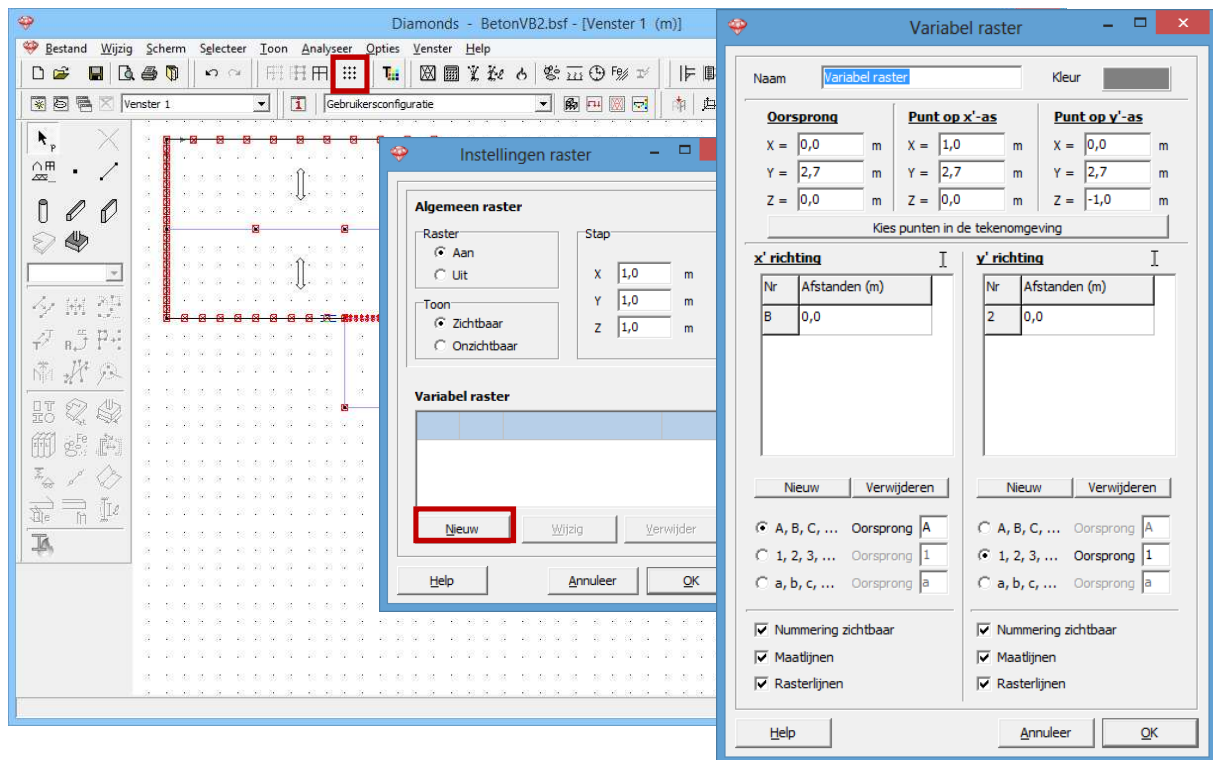
Genereer tevens een globale inhoudsopgave voor deze 4 rapporten.

3.2.8.1 Maatgeving

Stap 35: Teken van de maatlijnen

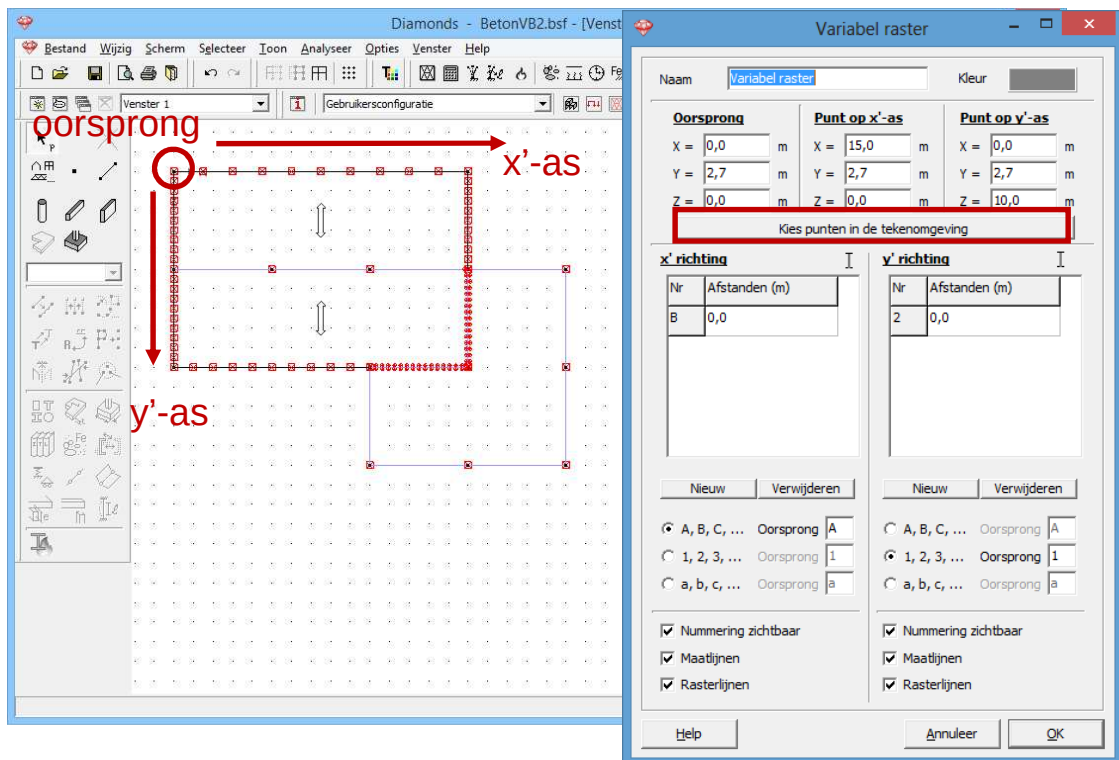
Voor we het rapport maken, definiëren we eerst de afmetingen van de structuur. We maken hiervoor gebruik van een raster. Ga naar het Geometrie-venster . Kies een draadvoorstelling  en neem een bovenaanzicht d.m.v. .

Klik nu op  en op **Nieuw** om een nieuw raster te definiëren. Volgend venster verschijnt:

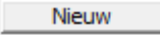


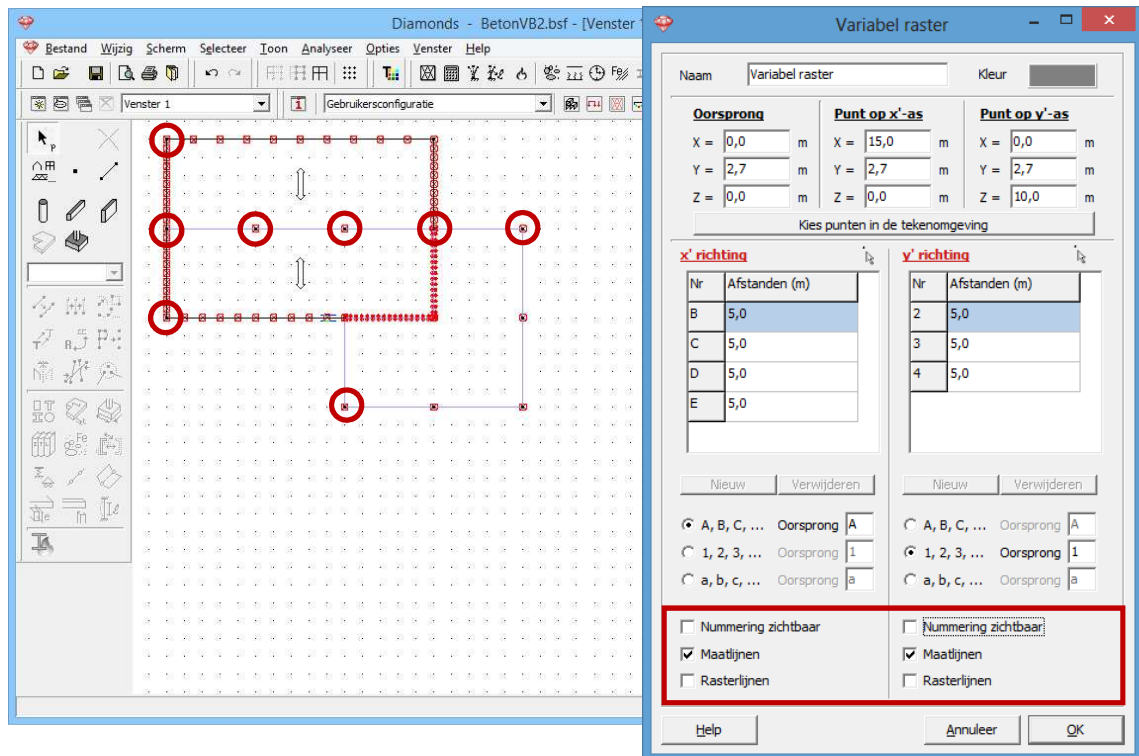
Dit venster laat u toe om een (variabel) raster te definiëren dat u enerzijds kan gebruiken om een structuur te tekenen, en anderzijds kan gebruiken om een structuur te bematicen. Hiervoor gaat u als volgt te werk:

- Geef het raster een naam en kies een kleur.
- Definieer in welk vlak u bematicingen wenst. Dit kan op 2 manieren:
 - o Ofwel geeft u bij 'Oorsprong', 'Punt op x'-as' en 'Punt op de y'-as' coördinaten in
 - o Ofwel duidt u deze coördinaten rechtstreeks op het scherm aan in de modelgeometrie d.m.v. de muis. Klik hiertoe op de knop **Kies punten in de tekenomgeving**. U start met een punt voor de oorsprong aan te klikken. Vervolgens verschijnt de x'-as die uw cursor volgt. U klikt een tweede punt aan om de richting van de x'-as vast te leggen. Eens de x'-as vastligt, kan u op analoge manier de y'-as vast leggen door nogmaals een punt aan te klikken.



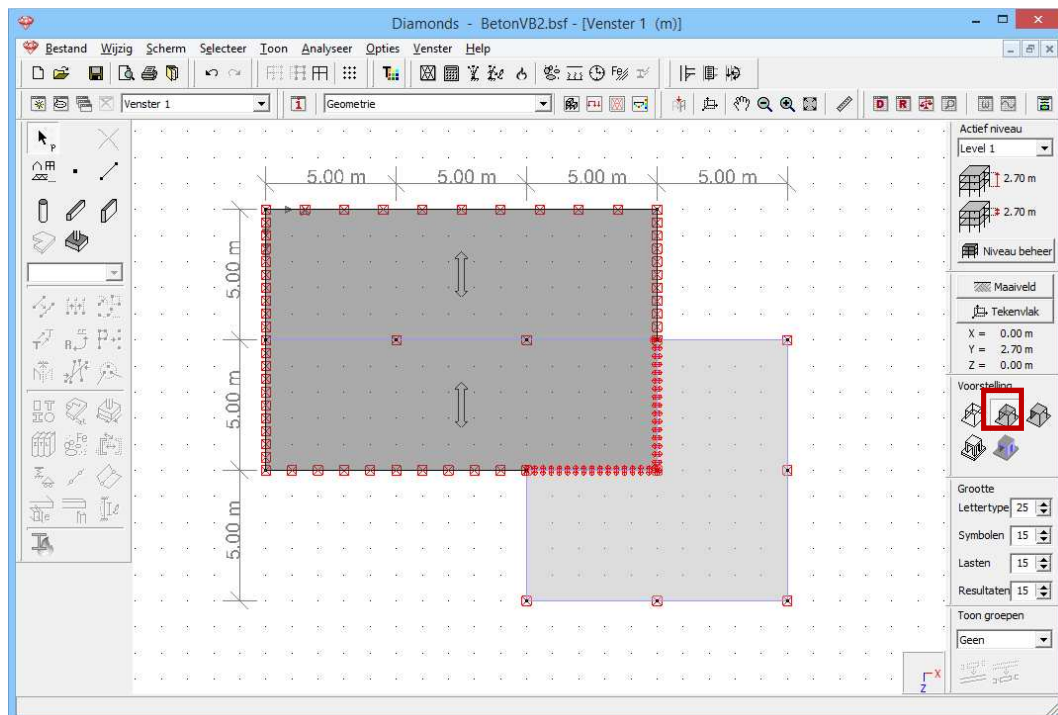
Opmerking: Zoom voldoende uit voordat u maatlijnen definieert, dat maakt het aanduiden van de richting van de assen makkelijker.

- Vervolgens moet u in de kolommen 'x'-richting' en 'y'-richting' aangeven welke afstanden u wenst te zien. Dit kan opnieuw op 2 manieren:
 - o Indien het icoon  actief staat, dient u zelf punt per punt toe te voegen d.m.v. de knop . De coördinaten van elk nieuw punt kan u manueel invullen of u kan het punt met de cursor in de modelgeometrie aanklikken.
 - o Wanneer u eenmaal klikt op , verandert dit icoon naar  en kan u in de modelgeometrie meerdere punten tegelijk selecteren, zonder dat u ze eerst moet toevoegen d.m.v. de knop . Klik op  bij zowel de x'- als y'-richting.
 - o Selecteer onderstaande punten terwijl u de SHIFT-toets ingedrukt houdt.



U kan punten uit de lijst verwijderen door het desbetreffende punt te selecteren en op de knop **Verwijderen** te klikken.

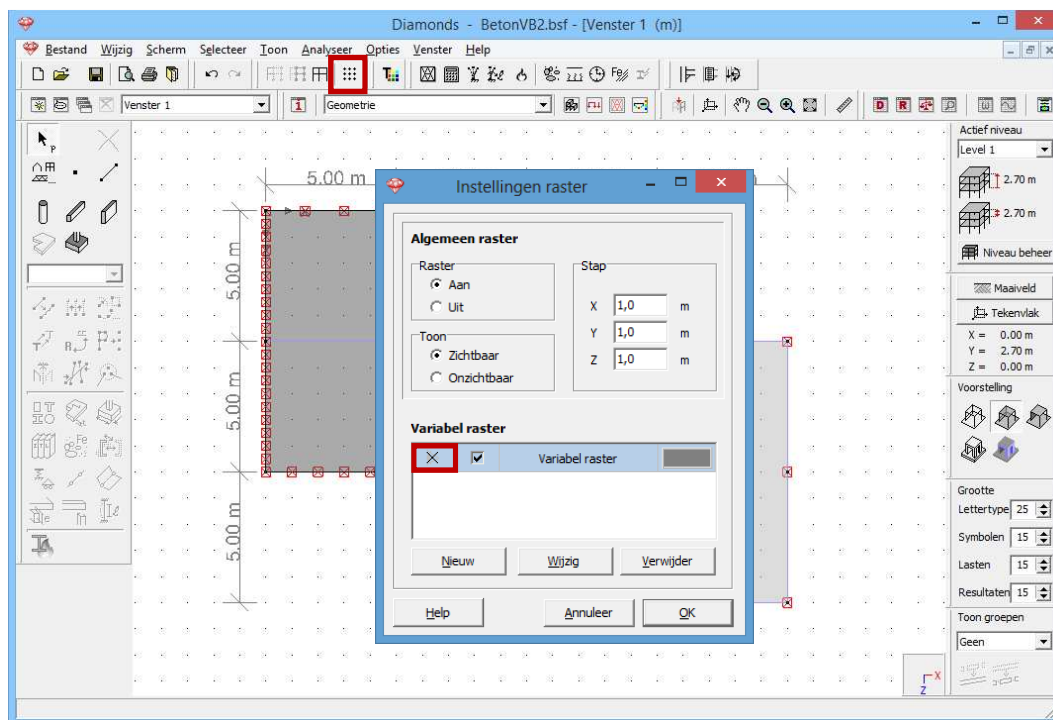
- Ten slotte kan u nog aangeven hoe u de richting wenst te nummeren en of u de nummering/ maatlijnen/ rasterlijnen zichtbaar wilt in de desbetreffende richting.
- In onderstaande tekening zijn enkel de maatlijnen zichtbaar.



Er zijn enkel bematingen gevraagd in het eerste rapport, niet in de andere rapporten. Alsdan heeft u 2 mogelijkheden:

- ofwel zet u het raster hier **zichtbaar** en schakelt u het raster in het rapportbeheer uit wanneer u het niet wenst te zien
- ofwel zet u het raster hier **onzichtbaar** en schakelt u het raster in het rapportbeheer aan wanneer u het wenst te zien.

Aangezien de onderste optie het minste werkt vraagt, kiezen we voor de onderste optie. Zet het raster op onzichtbaar.

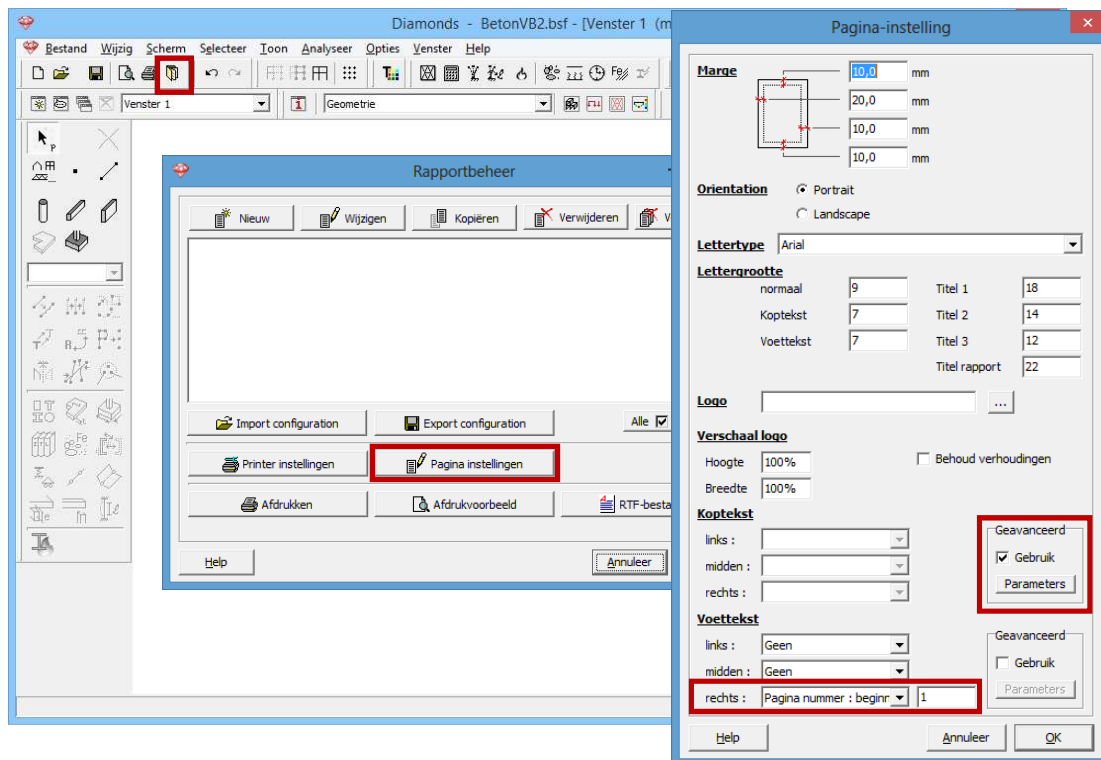


3.2.8.2 Deelrapport 1: Geometrie

Stap 36: Deelrapport 1

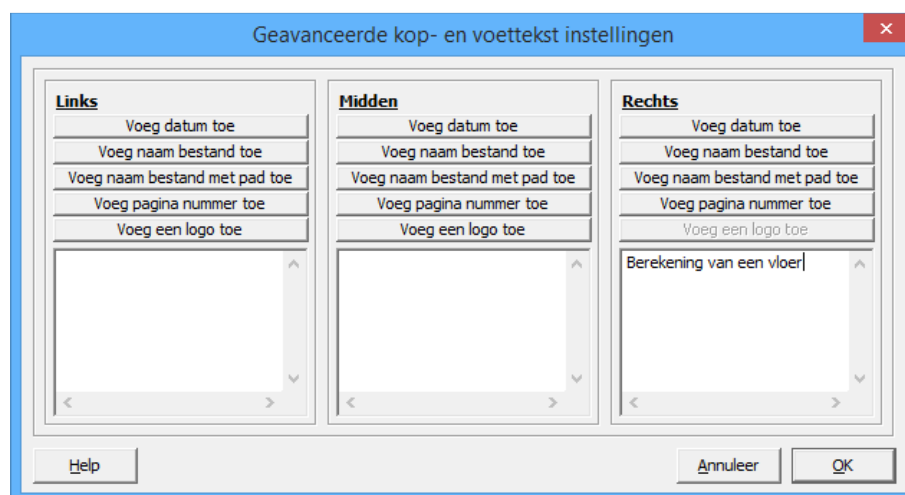
Kies de menu-instructie 'Bestand – Rapport beheer' of klik op het icoon  om de rapportbeheerder te openen.

Laten we eerst de bladinstellingen vastleggen. Klik op  en vervolledig het dialoogvenster als volgt:



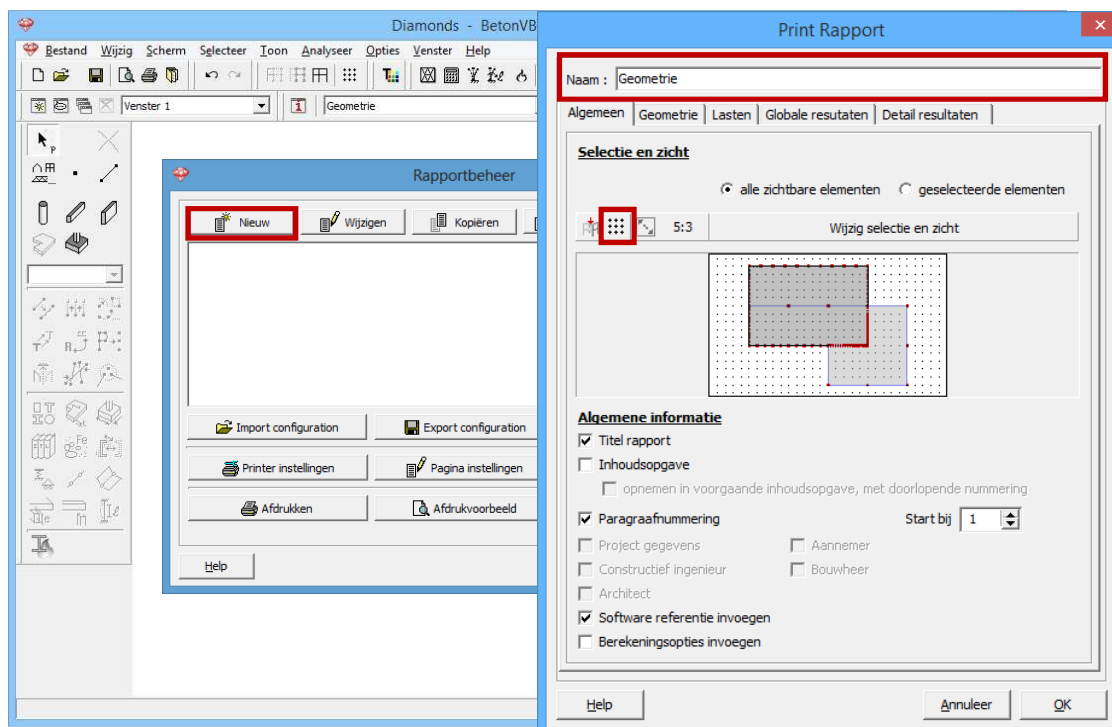
Maak gebruik van de optie 'logo' om uw eigen logo in te laden.

We voorzien iedere pagina van een kop- en voettekst. Kruis rechts aan dat u voor de koptekst gebruik wilt maken van de geavanceerde instellingen. Klik op de knop **Parameters** en noteer in het rechterveld de titel van het document. Hier voegt eventueel uw logo toe.

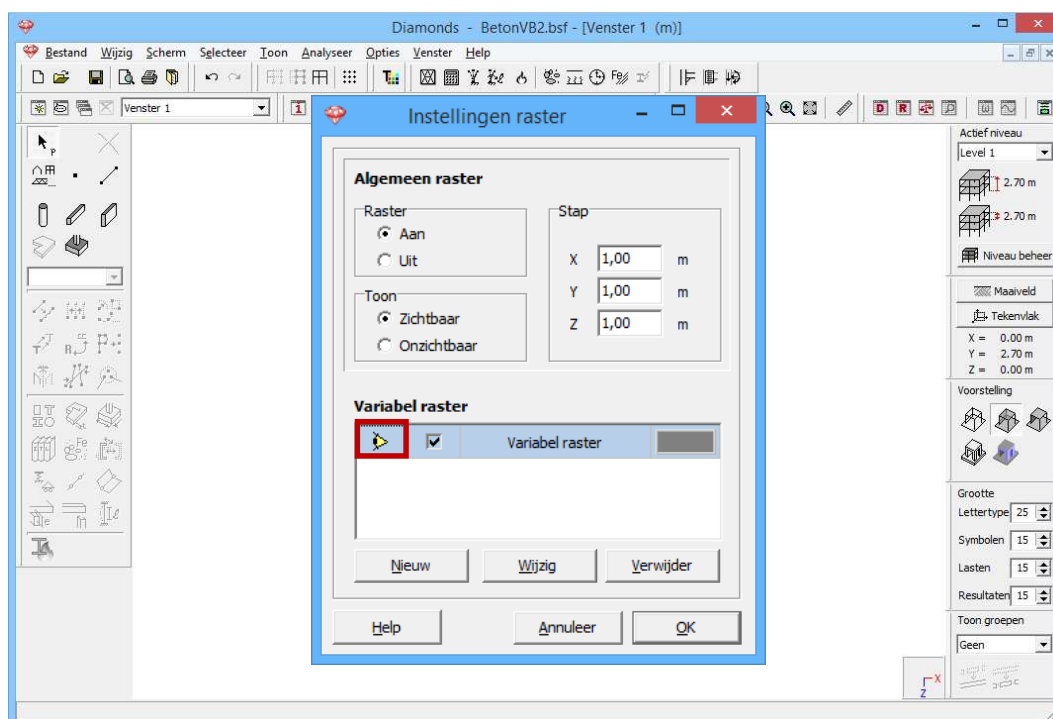


Klik op 'OK'. Als voettekst noteren we rechtsonder enkel het paginanummer vertrekkende van het nummer 1.

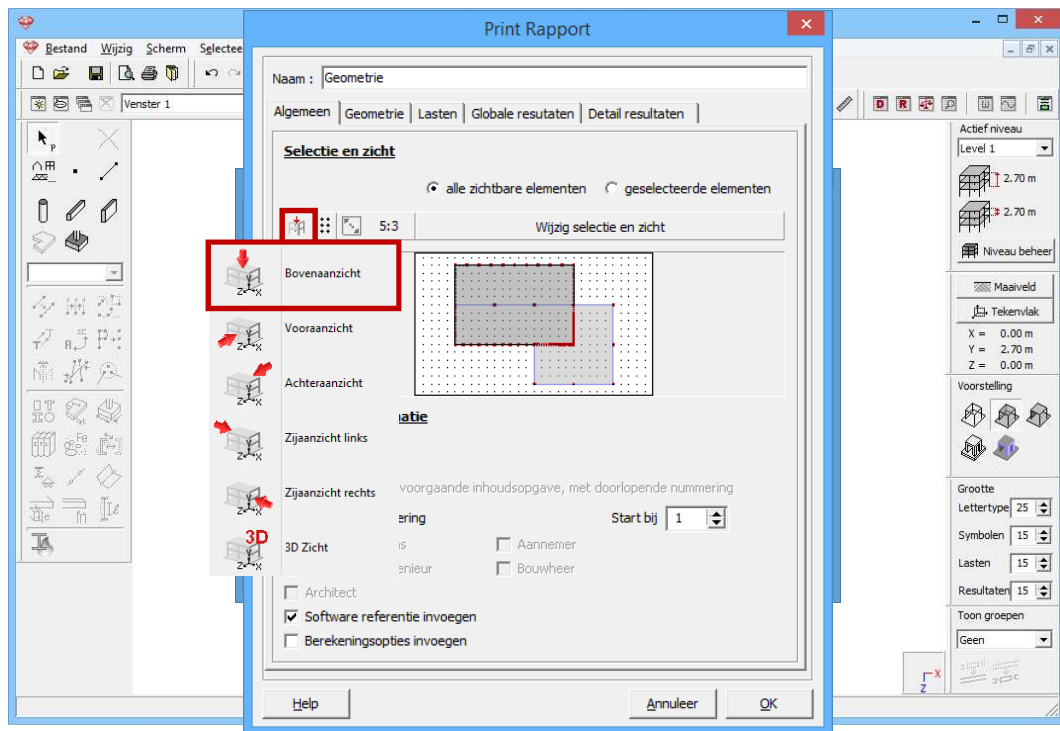
We bevestigen de pagina-opmaak met 'OK' en klikken ditmaal op de knop  voor het samenstellen van de eerste deelnota.



Druk op de knop , alsdan opent het venster met de raster instellingen. Zet het raster met de bemating zichtbaar.



Klik vervolgens op 'OK' om terug te keren naar de rapportmanager. Klik nu op  en kies voor een bovenaanzicht.



Controleer op de afgebeelde elementen en het zicht (voor, zij, 3D, ...) overeenkomen met uw wens. Indien dit niet te geval is, volg dan de geavanceerde procedure in onderstaande grijze kader.

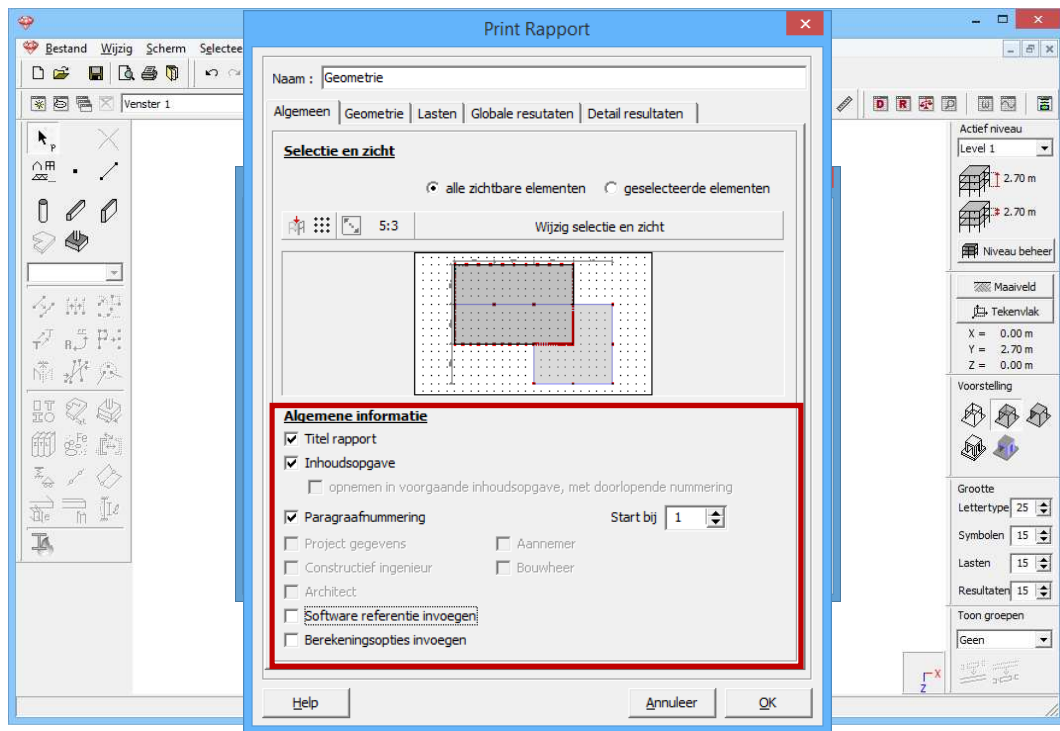
Over de optie 'Wijzig selectie en zicht'

Ongeacht wat u in de rekennota wilt weergeven (geometrie, lasten of resultaten), legt u in dit eerste tabblad telkens het gezichtspunt (boven-, voor-, achter- of zijaanzicht of perspectief) vast.

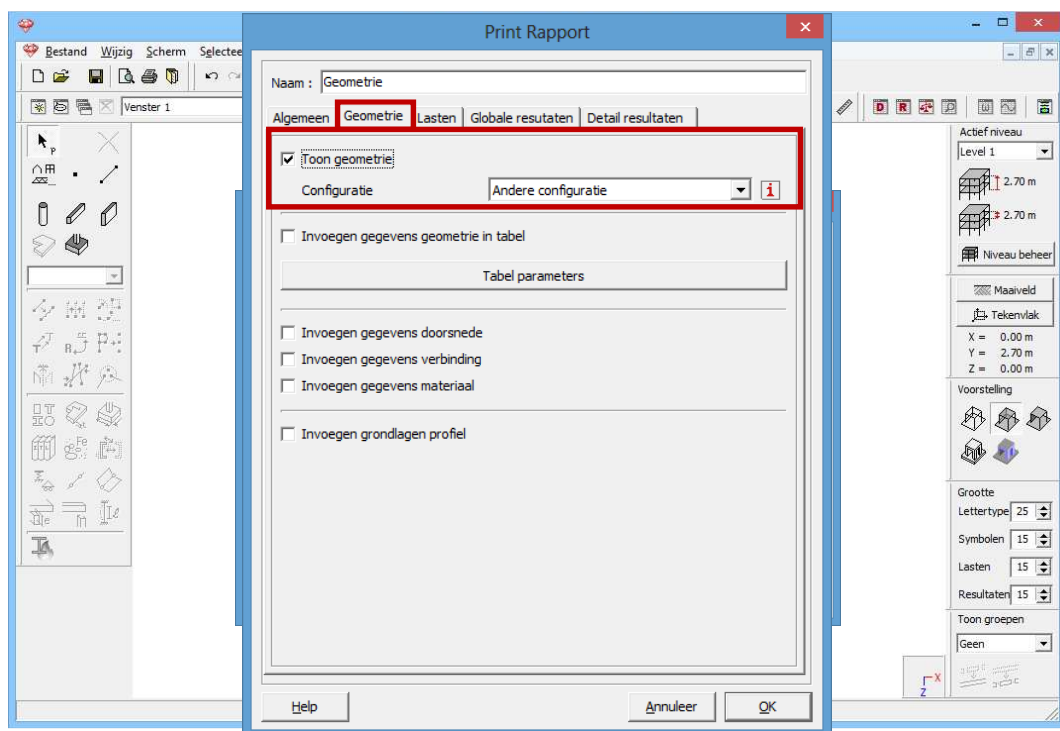
Daarnaast maakt u hier ook duidelijk op welke elementen het deelrapport van toepassing is. U kan hiervoor op twee manieren tewerk gaan:

- Via de knop **Wijzig selectie en zicht** keert u terug naar het modelvenster van de actieve configuratie alwaar u de oriëntatie en zichtbaarheid van de elementen naar uw eigen goeddunken kan wijzigen.
- Via  kan u kiezen uit de standaard zichten die Diamonds bevat. Bij het kiezen van een standaard zicht, zal Diamonds automatisch de selectie gecentreerd en zo groot mogelijk in het venster weergeven.

Onderaan dit tabblad vindt u aan 'Titel rapport' en 'Inhoudsopgave'. De titel die zal worden gebruikt is de naam van dit rapport, m.a.w. "Geometrie". De optie 'Inhoudsopgave' maakt een nieuwe inhoudsopgave voor dit rapport. De paragraafnummering mag aangevinkt blijven.

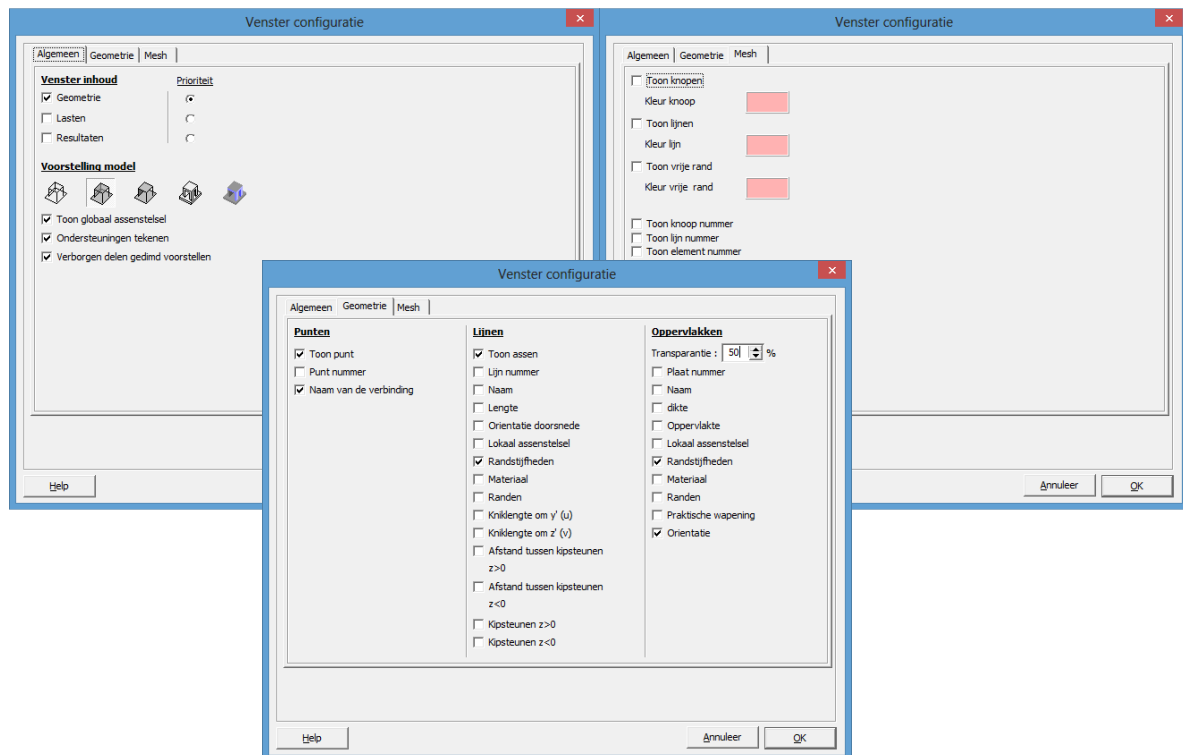


Selecteer nu het tweede tabblad 'Geometrie' en kruis het eerste vakje aan.

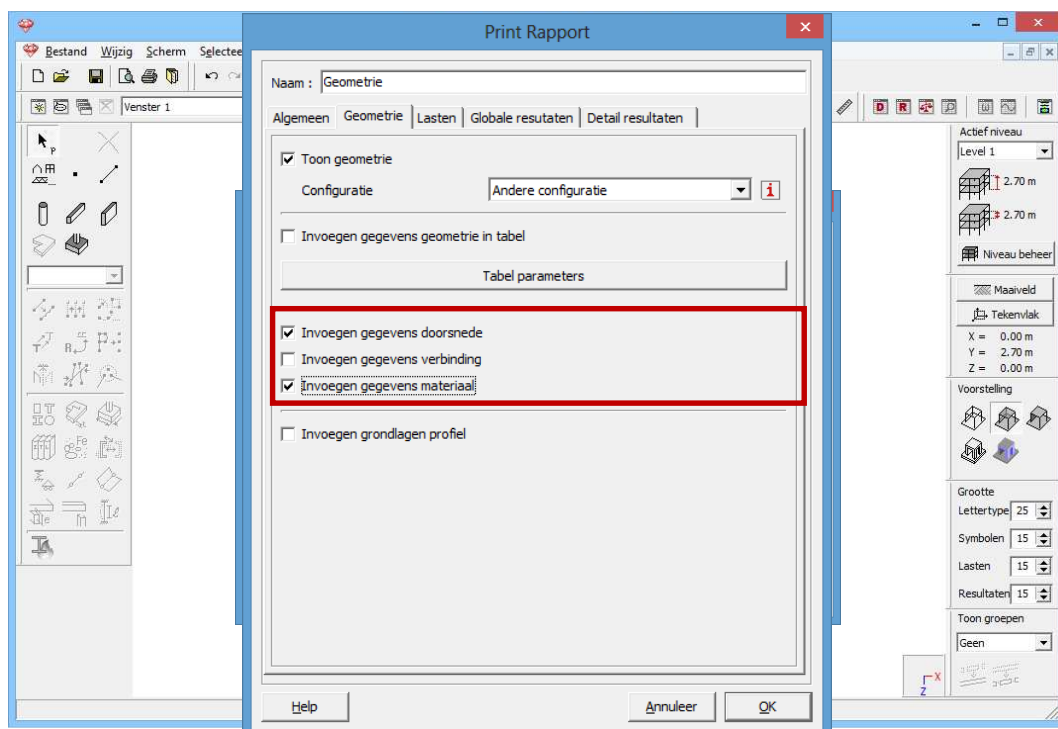


Het gezichtspunt is nu vastgelegd, doch de voorstellingswijze dient nog ingesteld te worden. Welnu, duidt in het ernaast gelegen pull down-menu de configuratie aan volgens welke het model dient afgebeeld te worden. U vindt er alle in het model gedefinieerde configuraties terug. Uiteraard wensen we hier enkel de geometrie te zien, dus kiest u hier voor de configuratie 'Geometrie'. Herinner u dat aan een configuratie heel wat

modelinformatie vasthangt. U kunt ze desgewenst nog aanpassen via de knop .



Kruis ten slotte nog aan dat de doorsnede- en materiaalgegevens in de rekennota moet opgenomen worden en klik op 'OK'.



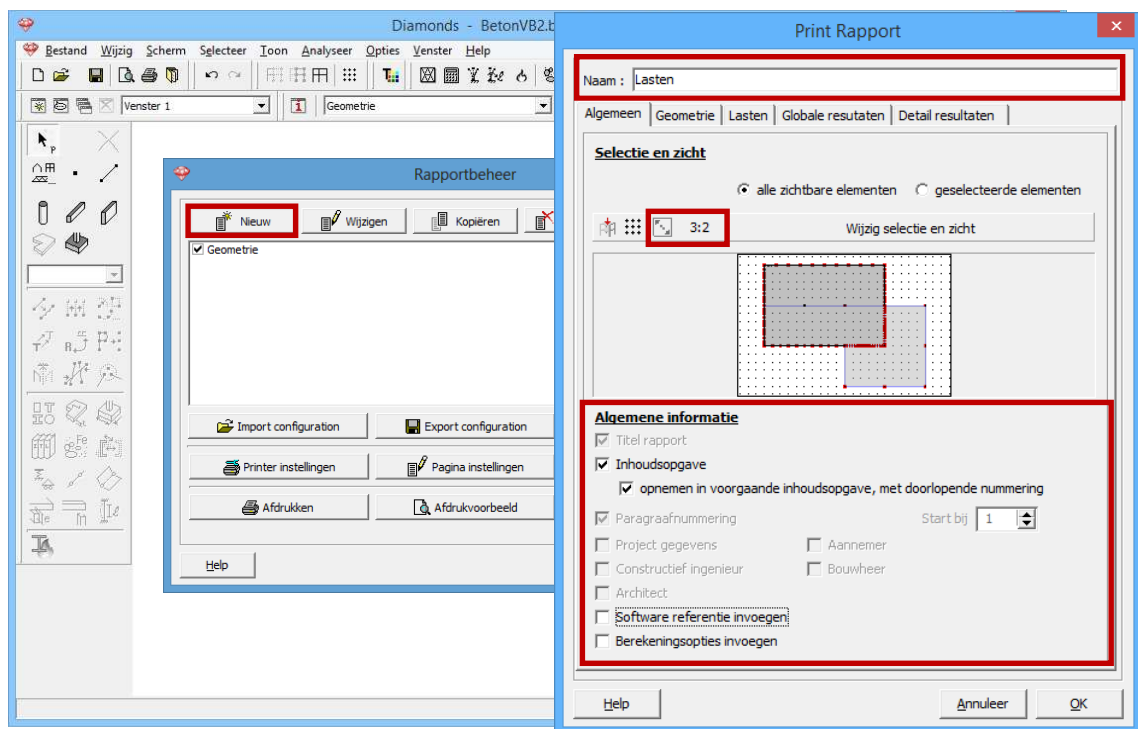
Ziezo, het eerste deelrapport is afgerond. We stellen nu een nota samen waarin de verschillende lastengroepen grafisch worden voorgesteld.

3.2.8.3 Deelrapport 2: Lasten

Stap 37: Deelrapport 2

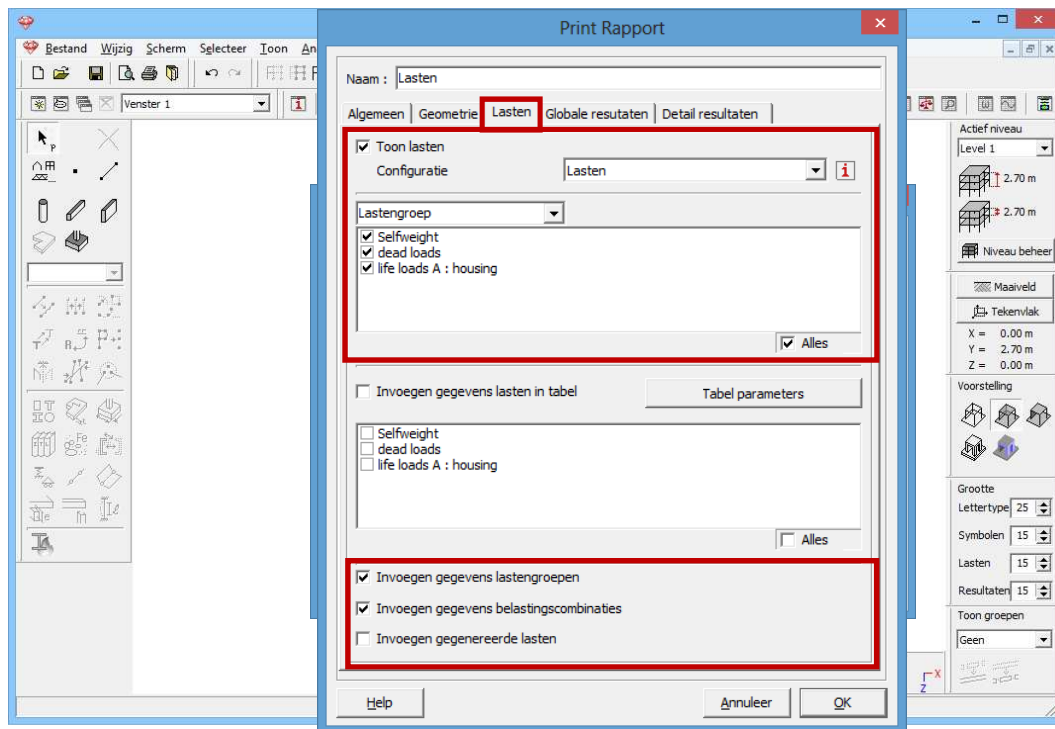
Klik op  Nieuw.

- Noem deze deelnota 'Lasten'.
- Met de knop  kan u de schaal van de afbeeldingen wijzigen. Kies voor  3:2.
- Wijzig de oriëntatie van de vloerplaat naar een perspectiefzicht via de knop .
- Laat de inhoudsopgave van dit rapport aansluiten op de inhoudsopgave van het eerste rapport. Vink hiertoe de optie 'opnemen in voorgaande inhoudsopgave, met doorlopende nummering' aan.



Selecteer nu het tabblad 'Lasten'.

- Kruis aan dat u de lasten grafisch wenst voor te stellen.
- Kies vervolgens in de pull down-menu de configuratie 'Lasten'. Eventueel kan u via het knopje  de instellingen van deze configuratie wijzigen.
- Selecteer erna het type 'Lastengroep' en kruis de 3 lastengroepen aan.



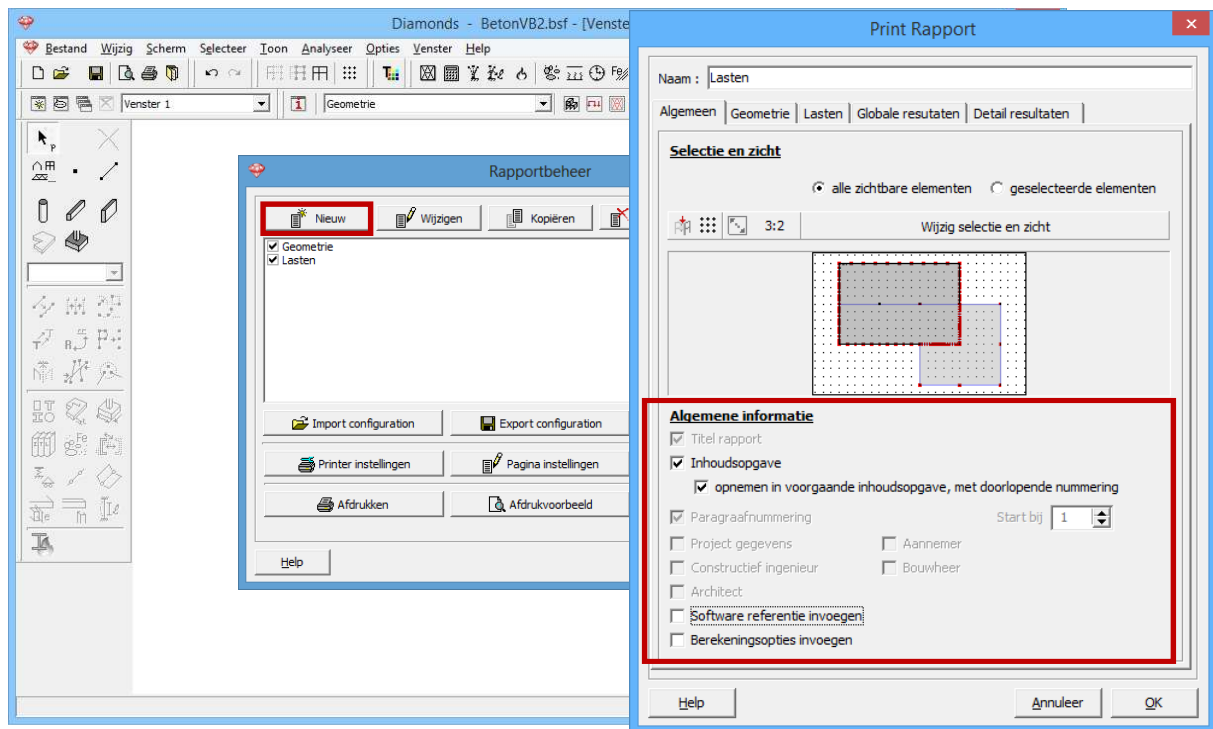
Er is ook gevraagd de gegevens van de verschillende lastengroepen en de samenstelling van de gedefinieerde lastencombinaties in de nota op te nemen. Vink daarom het voorlaatste en laatste vakje aan en klik ten slotte op 'OK'. De tweede deelnota is hiermee gedefinieerd.

3.2.8.4 Deelrapport 3: Globale resultaten

Stap 38: Deelrapport 3

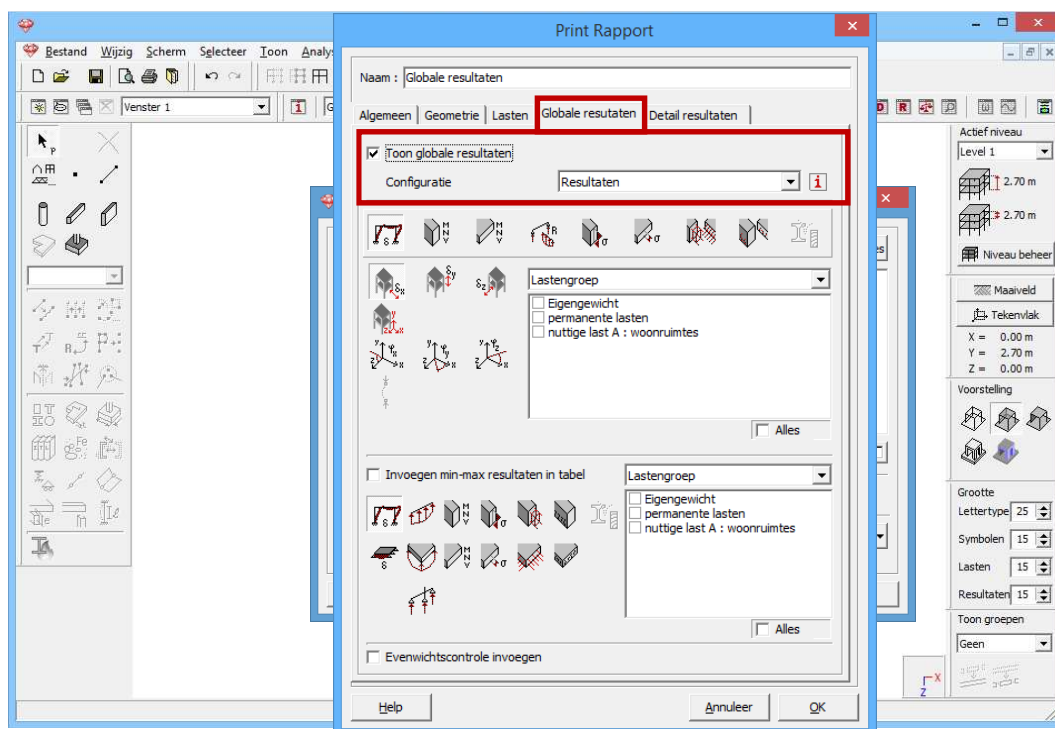
We definiëren een nieuwe deelnota met  **Nieuw**.

- Noem deze deelnota 'Globale resultaten'.
- Kies een bovenaanzicht via de knop .
- Laat de inhoudsopgave van dit rapport aansluiten op de inhoudsopgave van het eerste rapport. Vink hiertoe de optie 'opnemen in voorgaande inhoudsopgave, met doorlopende nummering' aan.



Selecteer nu het tabblad 'Globale resultaten'.

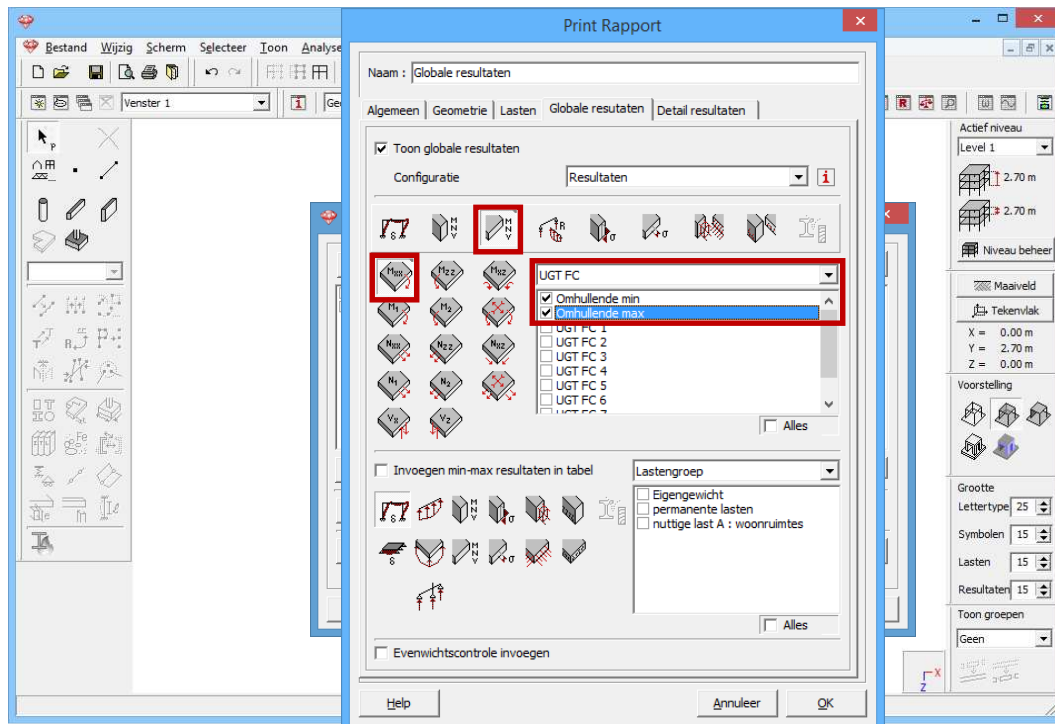
- Kruis aan dat u de resultaten grafisch wenst voor te stellen.
 - Kies vervolgens in de pull down-menu de configuratie 'Resultaten'.
- Eventueel kan u via het knopje  de instellingen van deze configuratie wijzigen.



Vervolgens selecteert u welke resultaten u in de rekennota wilt opnemen.

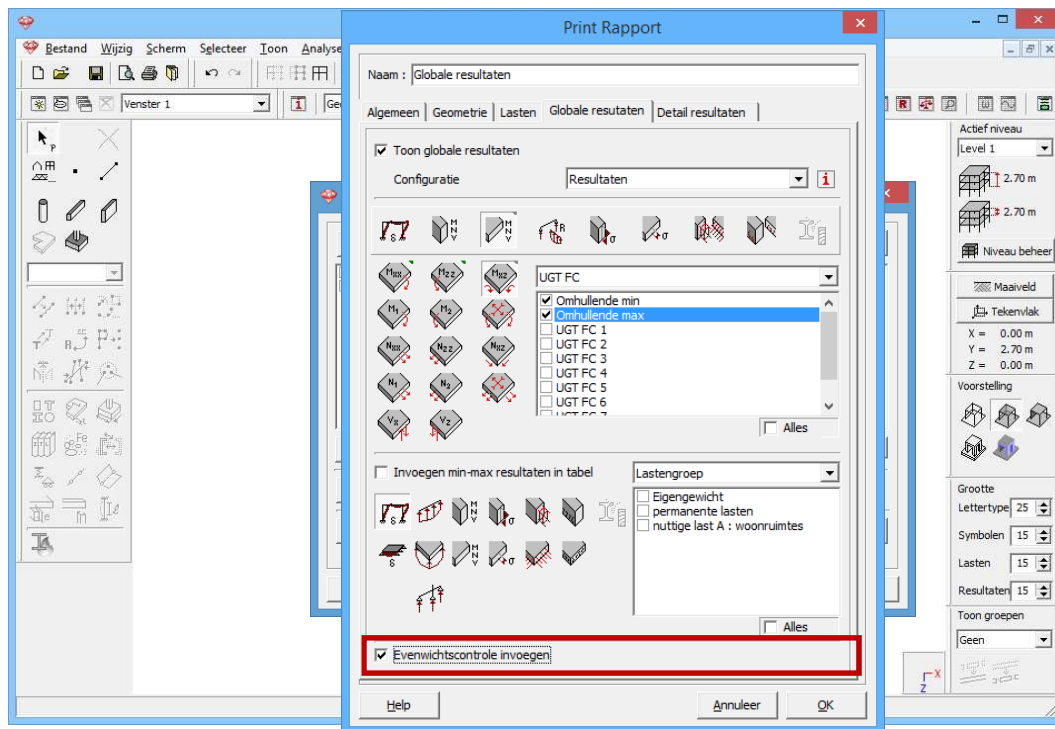
- Klik op .
- Duid de kracht M_{xx} aan.

- Kruis in de lijst der UGT FC combinaties beide omhullenden (max en min) aan.



Herhaal nu deze bewerking voor de krachten M_{zz} en M_{xz} (selecteer dus onmiddellijk een nieuwe kracht in het pull down-menu en duid ook voor deze kracht aan welke combinaties dienen afgebeeld te worden) en klik op 'OK'. In totaal zal dit deelrapport bestaan uit 6 afbeeldingen.

Vink de optie 'Evenwichtscontrole invoegen' aan. Deze zal voor elke lastengroep en combinatie de aangrijpende (verticale en horizontale) lasten sommeren en de (verticale en horizontale) reacties sommeren.



Klik ten slotte op 'OK'. De derde deelnota is hiermee gedefinieerd.

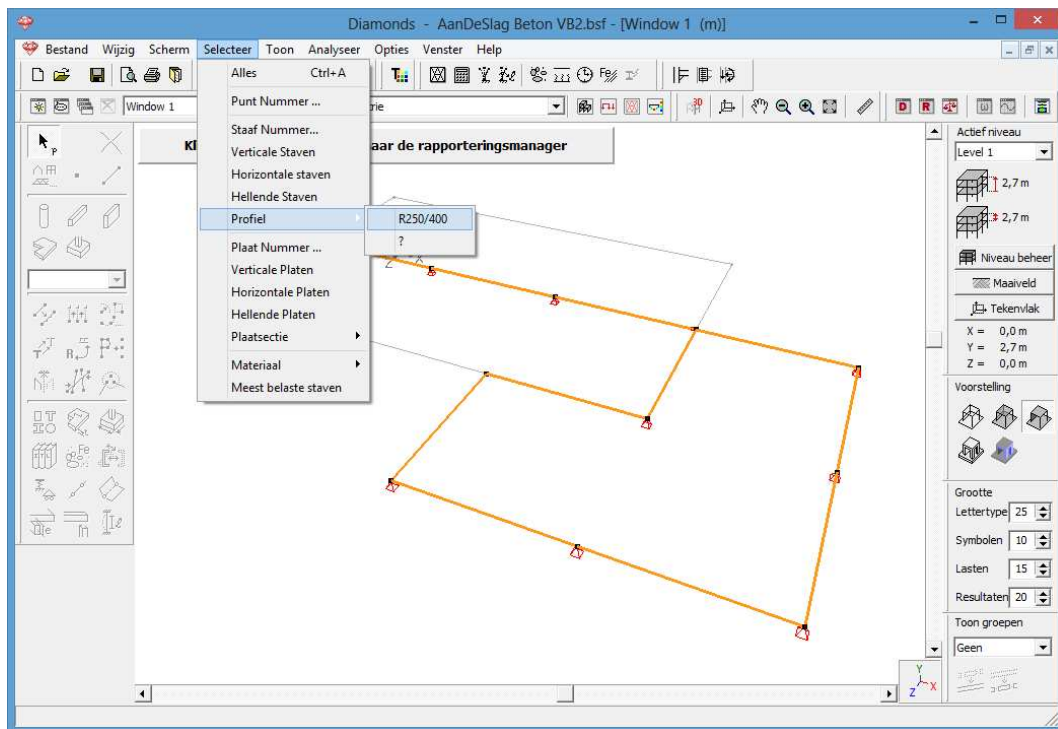
3.2.8.5 Deelrapport 4: Detailresultaten

Stap 39: Deelrapport 4

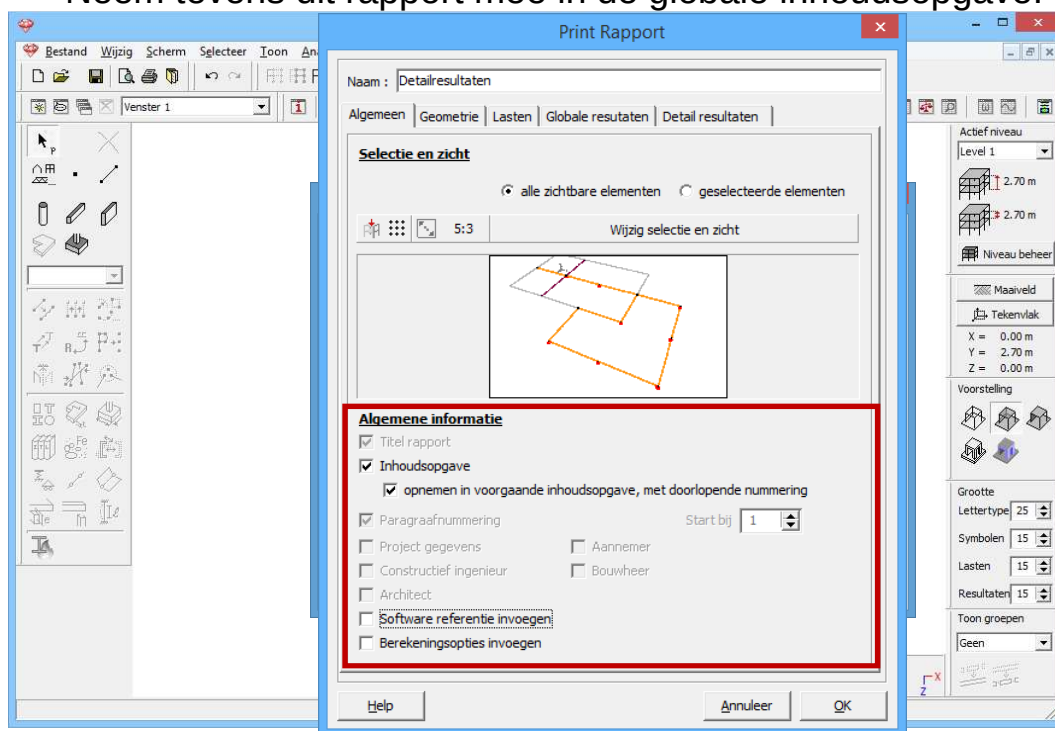
In een laatste rapport wordt gevraagd naar een detailresultaat van de wapening in de balken samen met een perspectiefzicht op de geometrie met aanduiding van de balknummers.

Welnu, open een nieuwe rekennota met  **Nieuw**.

- Noem deze rekennota 'Detailresultaten'.
- Klik op de knop **Wijzig selectie en zicht** om de oriëntatie van het model vast te leggen. Kies vervolgens rechtsonder voor een perspectiefzicht en maak enkel de balken zichtbaar via de functie . Keer via **Klik hier om terug te keren naar de rapporteringsmanager** terug naar de rapportbeheerder.

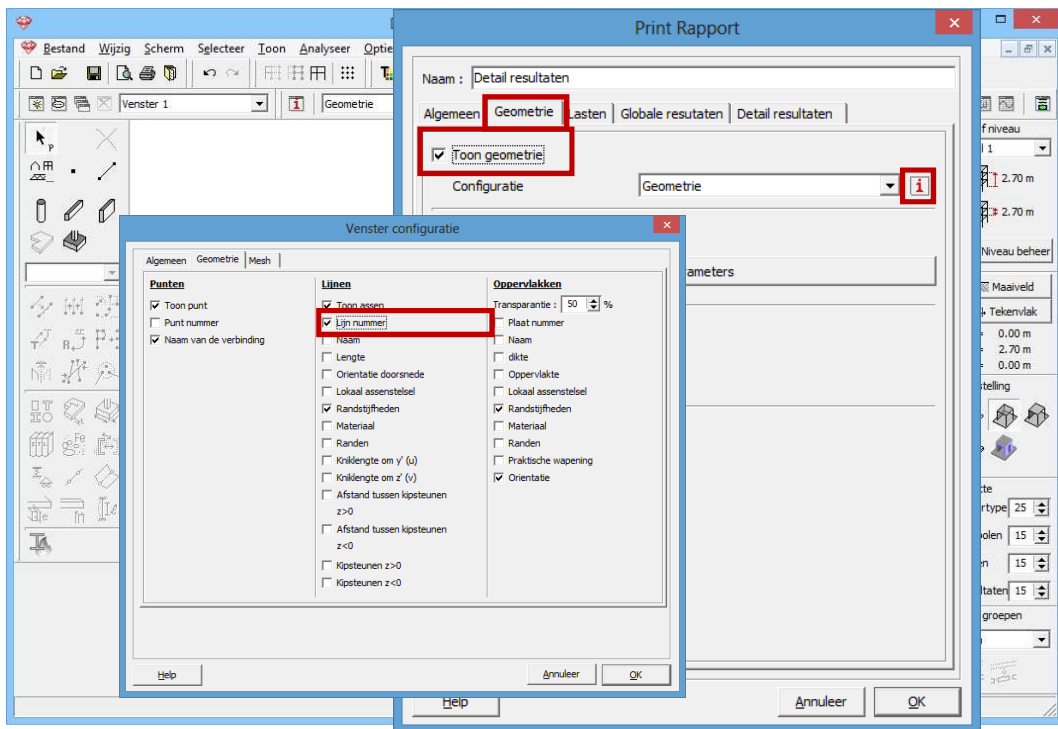


- Neem tevens dit rapport mee in de globale inhoudsopgave.



Selecteer nu het tabblad 'Geometrie'.

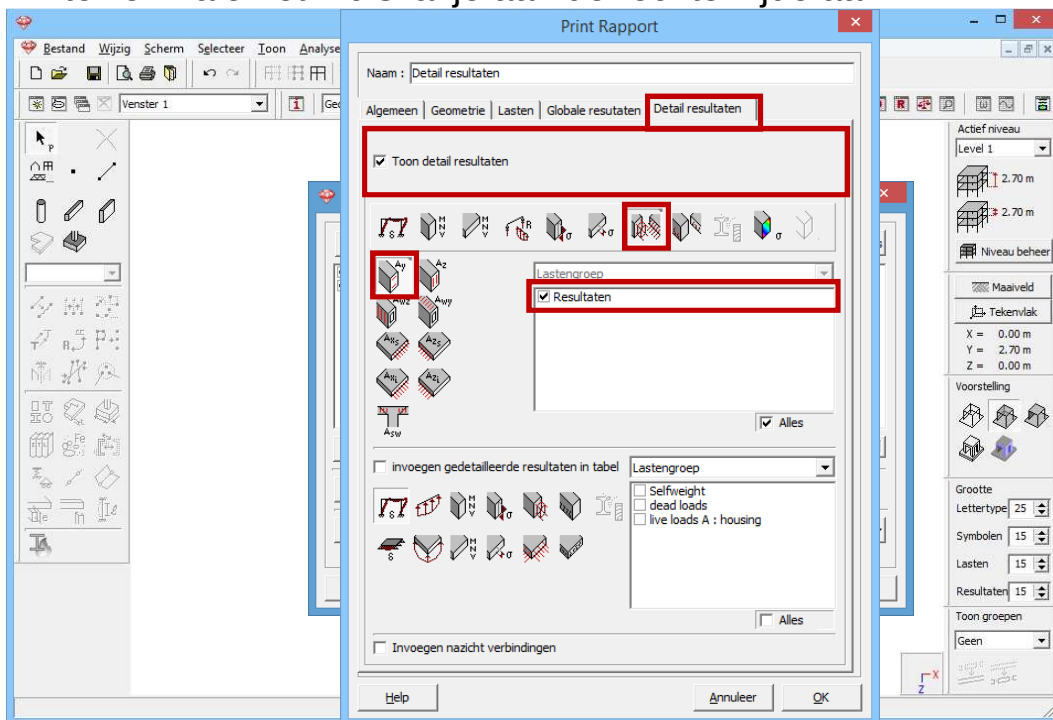
- Kruis het eerste vakje aan.
- Klik vervolgens op de knop  en duid in het tabblad 'Geometrie' aan dat u de lijnummers wilt weergeven.



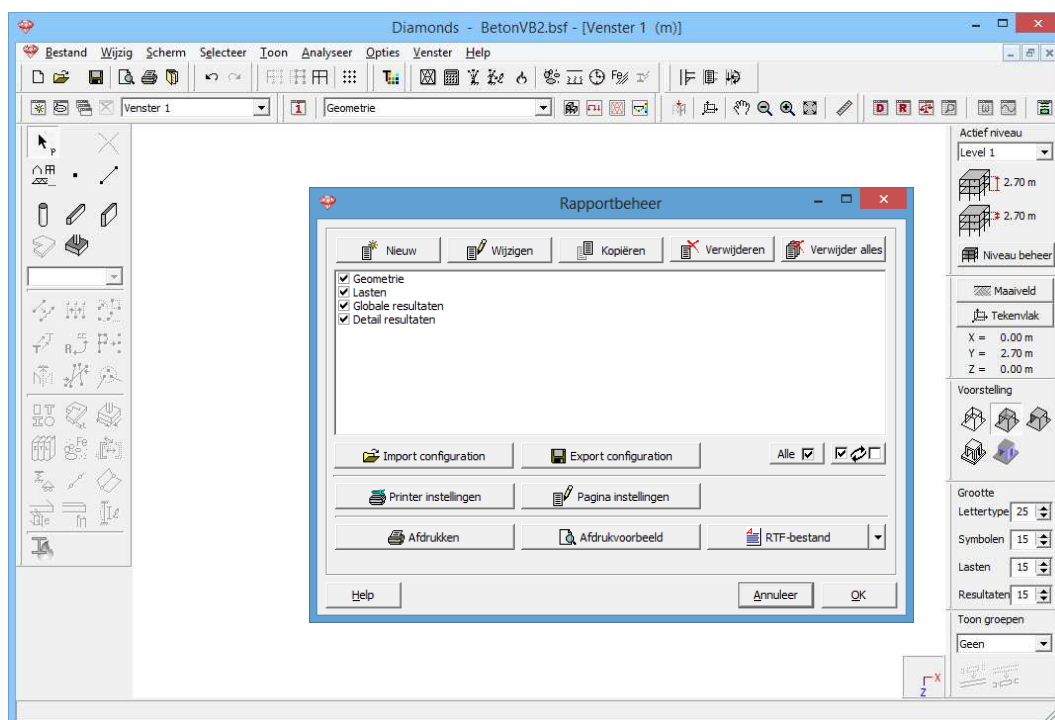
Bevestig met 'OK'.

Activeer nu ook het laatste tabblad 'Detail resultaten'.

- Kruis aan dat u de detail resultaten grafisch wilt weergeven.
- Klik op de knop  en selecteer in het eronder gelegen pull down-menu de langswapening A_y en de dwarskrachtwapening A_{wz} . Vink telkenmale het kruisvakje aan de rechterzijde aan.



Klik op 'OK' om dit venster te sluiten. Alle vier deelrapporten zijn nu samengesteld. De rekennota is klaar om afgedrukt te worden.



3.2.8.6 Afdrukvoorbeeld

Stap 40: Afdrukvoorbeeld

U kan ten allen tijde een afdrukvoorbeeld maken van ofwel de ganse rekennota ofwel de aangekruiste deelrapporten via de knop  **Afdrukvoorbeeld**.

Eens een rekennota naar behoren is opgesteld, kan u deze afdrukken via de knop  **Afdrukken**. Ook kan u de berekeningsnota wegschrijven in een RTF-bestand  **RTF-bestand** zodat het later met een tekstverwerker kan geopend/bewerkt worden.

3.3 Voorbeeld 3: Berekening van een funderingsplaat op basis van sonderingsgegevens

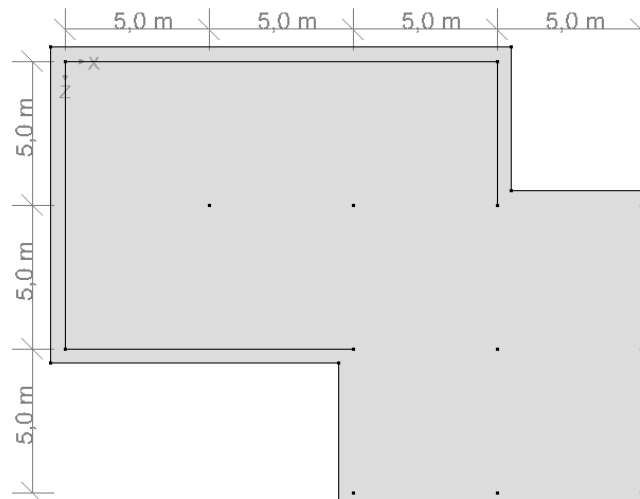
Vereiste licenties:

- ✓ 2D Bars
- ✓ 2D Slabs
- ✓ Concrete Design

We gaan nu over tot de berekening van een algemene funderingsplaat op volle grond. We veronderstellen geen enkele uitgraving, m.a.w. de funderingsaanzet en het maaiveld vallen samen. Verder nemen we aan dat een diepsondering is uitgevoerd, waaruit volgend grondlagenprofiel kan worden afgeleid:

Laagdikte [m]	C [-]	A [-]	OCR [-]	CC [%]	γ_d [kg/m ³]	γ_n [kg/m ³]
1	120	180	1,0	0,0	1600	2000
3	350	525	1,0	0,0	1600	2000
4	260	390	1,0	0,0	1600	2000
10	340	510	1,0	0,0	1600	2000

- De samendrukkingsconstante C en herbelastingsconstante A zijn dimensieloos en worden afgeleid uit de conusweerstand.
 - De overconsolidatieratio OCR geeft weer in welke mate de grond vroeger al is belast.
 - Het drainage ratio CC geeft weer hoeveel poriën water al gedraineerd is.
 - γ_d en γ_n zijn het droog en nat volumegewicht van de grond.
- De grondwaterstand bevindt zich 1 meter onder het maaiveld.



In bovenstaand grondplan stemmen de lijnen overeen met de onderrand van de muren die zijn gebruikt ter ondersteuning van de zonet berekende vloerplaat. De kolomvoeten worden voorgesteld door punten. De funderingsplaat heeft ten opzichte van de muren en de kolommen een uitsteek van 0,5m. De dikte van de plaat bedraagt 30cm en opnieuw wordt gebruik gemaakt van een betonkwaliteit C25/30. De bruto wapeningsdekking is 35mm, zowel voor boven- als onder wapening.

Voor de belasting wordt uitgegaan van volgende gegevens:

- Onderaan elke muur wordt een gelijkmatig verdeelde verticale lijnlast uitgeoefend op de funderingsplaat ter grootte van 85kN/m voor de permanente lasten (inclusief de bijdrage te wijten aan het eigengewicht van de boven structuur) en 10kN/m voor de gebruikslasten.
- Alle centrale kolommen oefenen op de funderingsplaat een puntlast ter grootte van 600kN voor de permanente lasten (inclusief de bijdrage te wijten aan het eigengewicht van de boven structuur) en 100kN voor de gebruikslasten.
- De puntlasten uitgeoefend door de kolommen aan de randen van de fundering bedragen zijn permanent van aard en bedragen slechts 60kN.

3.3.1 Definiëren van de structuur

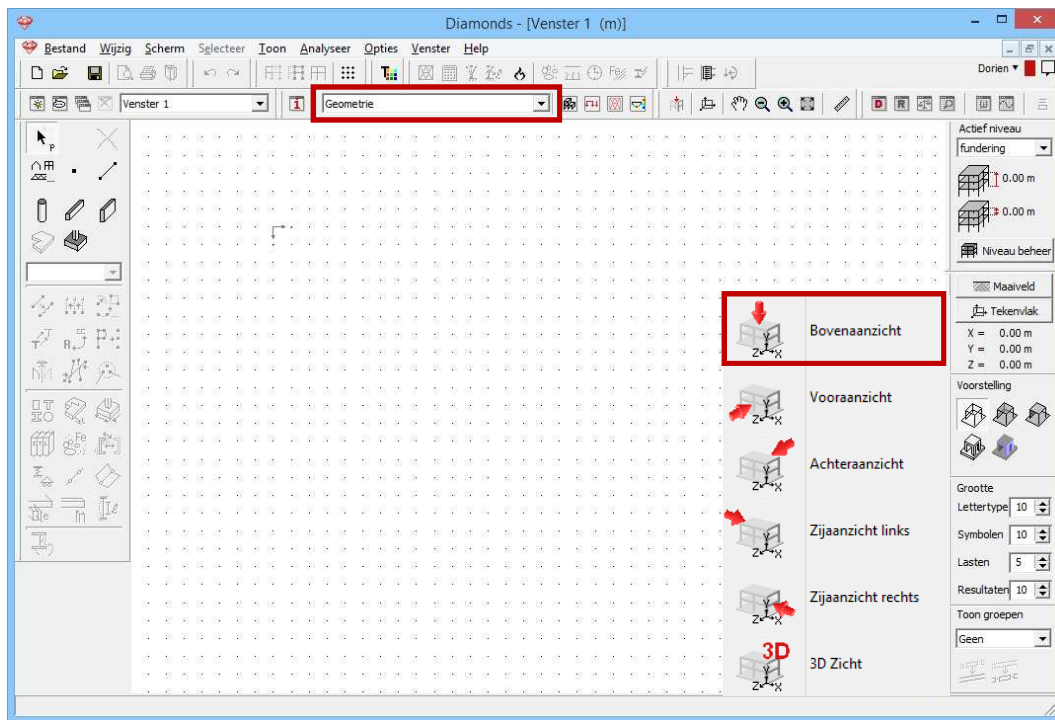
Stap 1: Start van een nieuw project

Start een nieuw project via de menu-instructie 'Bestand – Nieuw' of .

Stap 2: Naar configuratie 'Geometrie'

Klik vervolgens in de iconenbalk op het icoon  om de configuratie 'Geometrie' met bijhorend palet naar voor te brengen.

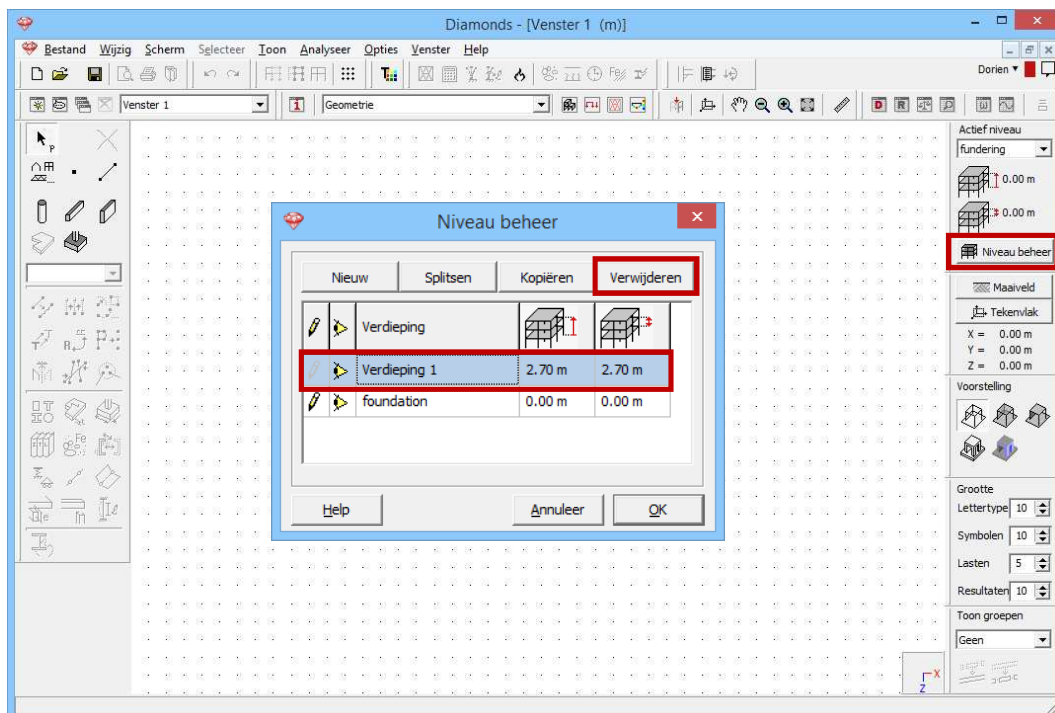
Ga vervolgens na of u zich in een bovenaanzicht bevindt. Is dit niet het geval, klik dan in de iconenbalk op de knop  of in de rechterbenedenhoek op  en selecteer het eerste zichtpunt 'Bovenaanzicht'. U activeert aldus een horizontaal tekenvlak.



Stap 3: Niveaubeheer instellen

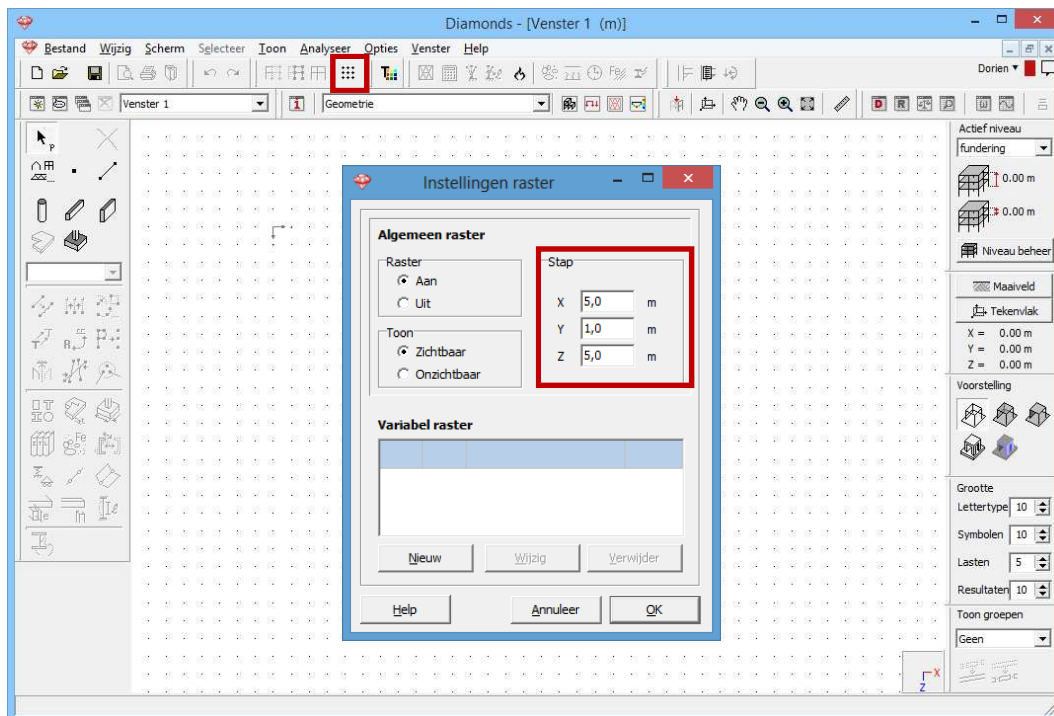
In Diamonds maakt het niet op welk niveau (= globale Y-coördinaat) u de structuur tekent, maar omdat we deze funderingsplaat in §3.4 willen recupereren, stellen we het niveaubeheer correct in.

Klik op de knop **Niveau beheer**. Selecteer het niveau 'Verdieping 1' en klik op **Verwijderen**. Klik op 'OK' om het venster te sluiten.



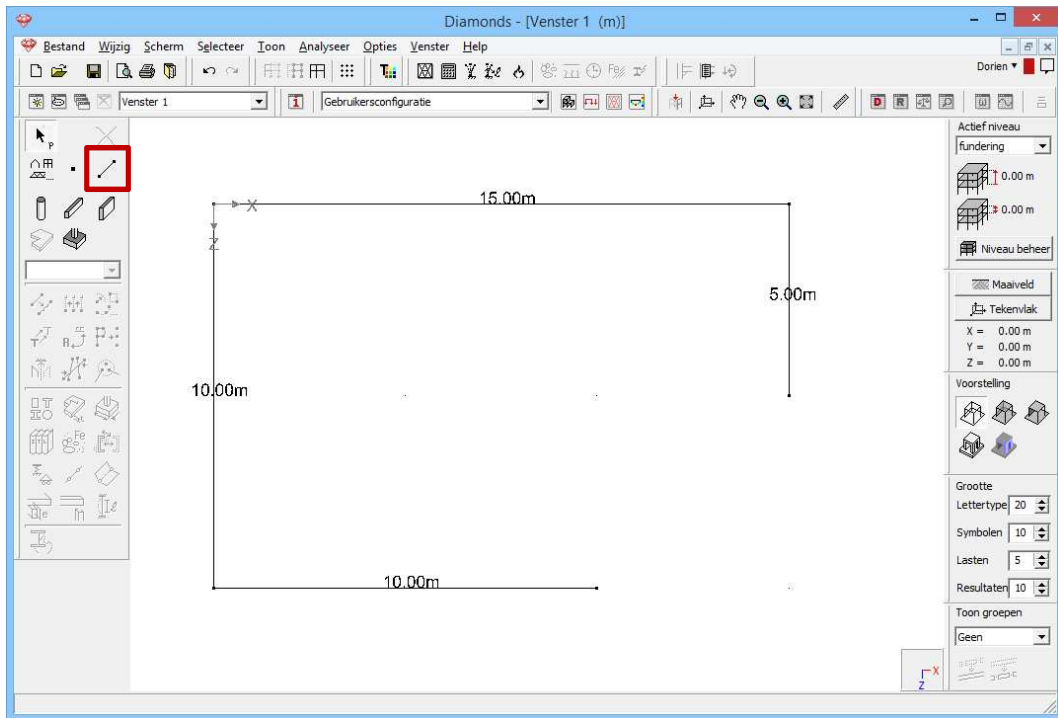
Stap 4: Wijzigen van de rasterstap

Klik op  om de rasterstap van het standaard raster te wijzigen naar 5m. Bevestig met 'OK'.

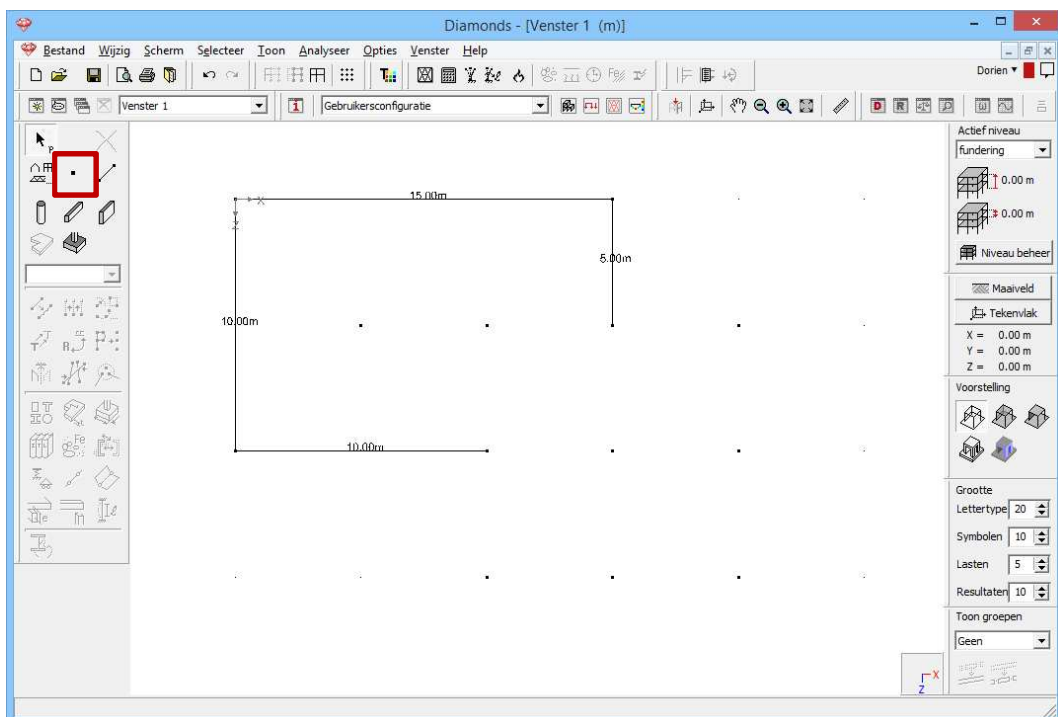


Stap 5: Teken van lijnen en punten waarop lasten zullen aangrijpen

Teken met behulp van de knop  alle constructielijnen waaraan een lijnbelasting zal worden toegekend. Alle lijnstukken hebben een lengte die een veelvoud is van 5m. Laat de linkerbovenhoek van de tekening samenvallen met de oorsprong van het globale assenstelsel.



Klik vervolgens op de knop  en teken nu alle constructiepunten. Voor het tekenen van een punt, navigeert u de muis naar een rasterpunt en drukt u eenmaal de linkermuisknop in.



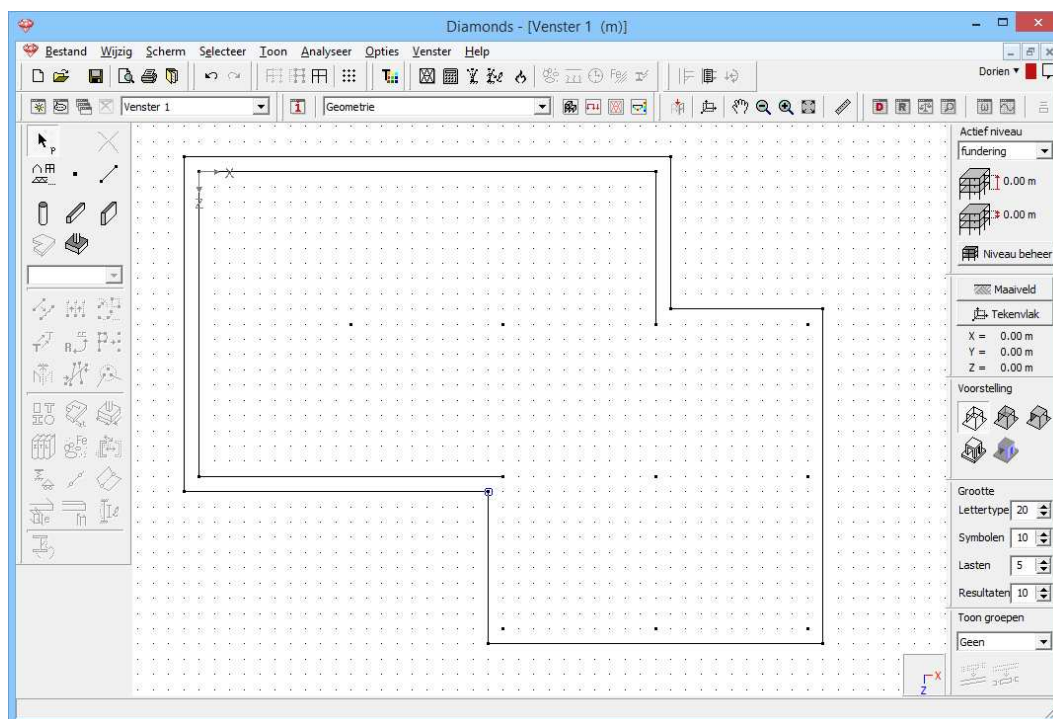
Beëindig de tekenfunctie via de knop . Maximaliseer de tekening met  of **F12** zodat de geometrie zo groot mogelijk wordt weergegeven.

Stap 6: Wijzigen van de rasterstep

Klik op  en wijzig de rasterstep naar 0,5m. Sluit dit venster met 'OK'.

Stap 7: Teken van de omtrek van de funderingsplaat

Activeer opnieuw de tekenfunctie  en teken de omtrek van de funderingsplaat. Maak gebruik van het raster om een uitsteek van een 0,5m te realiseren.

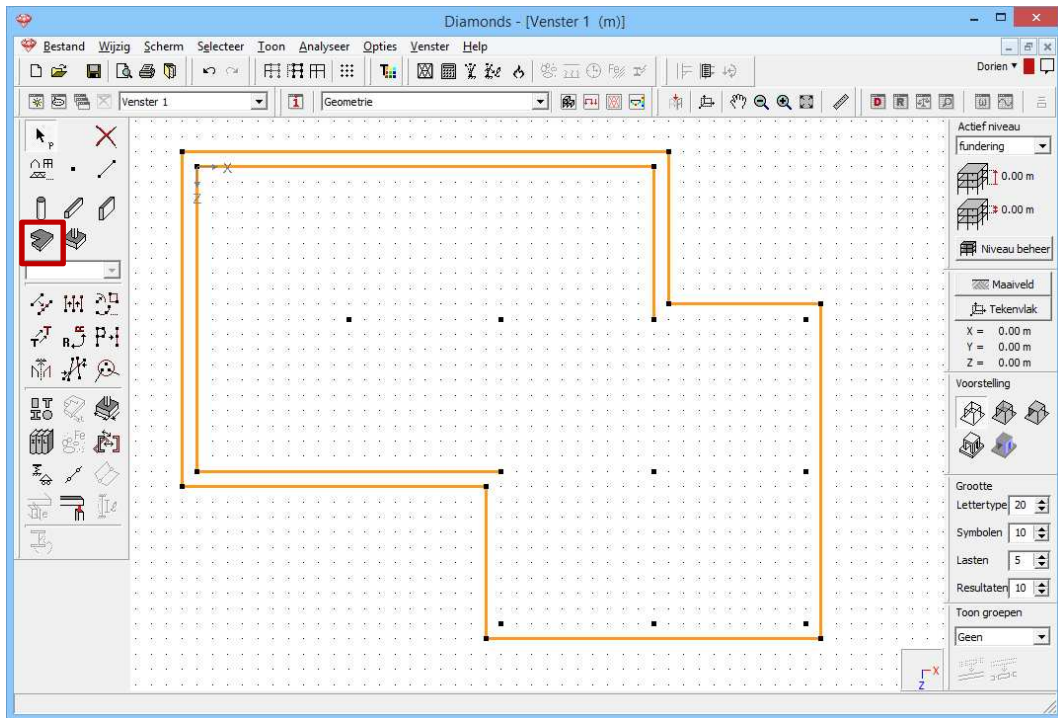


De funderingsplaat kan nu worden gedefinieerd.

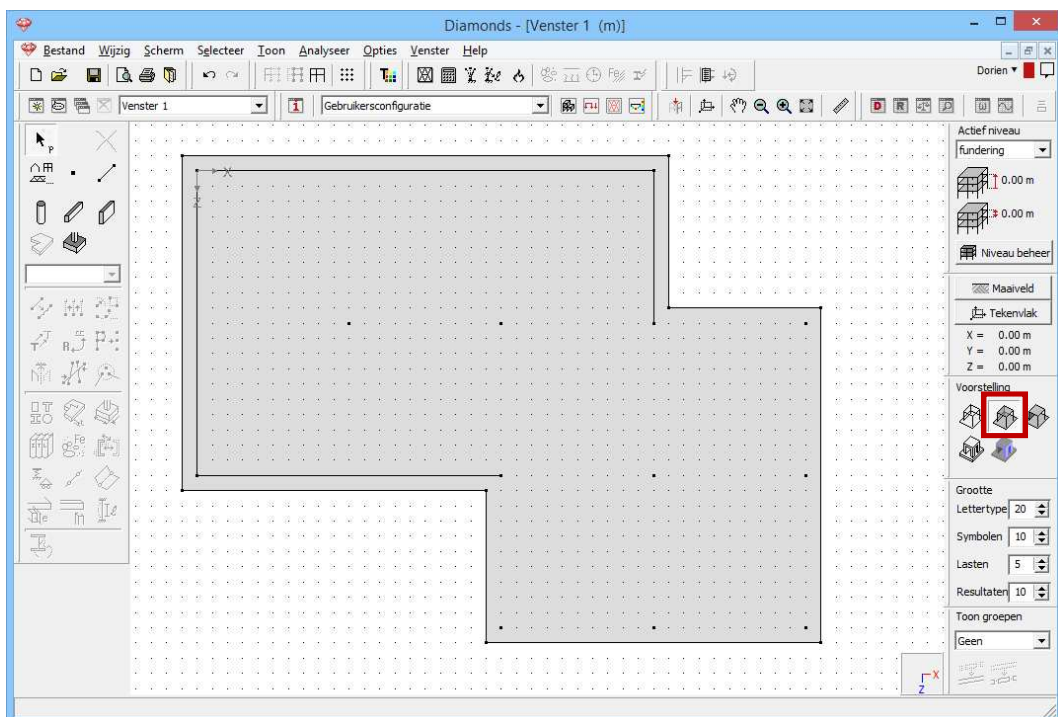
- Ofwel selecteert u enkel de buitenranden van de funderingsplaat met behulp van de SHIFT-toets.
- Ofwel selecteert u de volledige structuur door het trekken van een selectiekader of CTRL+A te gebruiken.

We kiezen gemakshalve voor de tweede mogelijkheid: druk op CTRL+A.

Klik op de knop  zodat Diamonds het zoeken naar platen kan starten. Er is slechts één gesloten omtrek aanwezig zodat ook maar één enkele plaat zal worden gevormd.

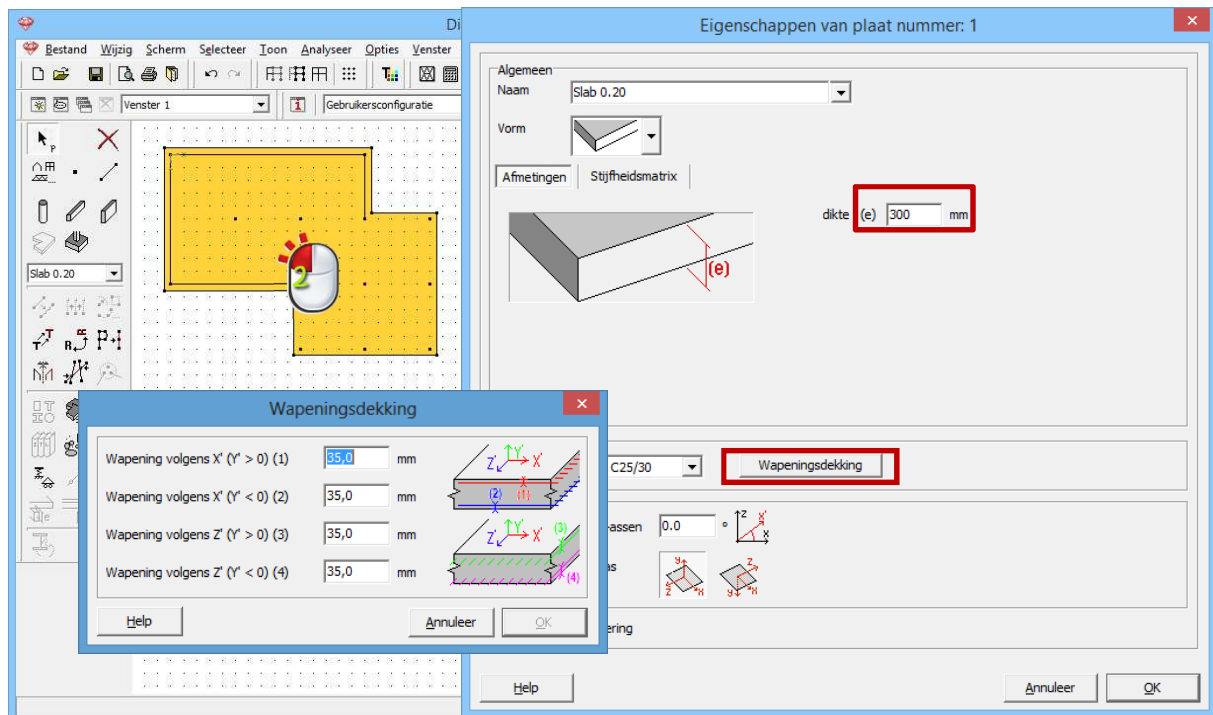


Kies in de toolbar aan de rechterzijde van het modelvenster voor een vlakkenmodelweergave  zodat zowel de plaat als alle constructielijnen en –punten worden voorgesteld.



Stap 8: Wijzigen van de plaat eigenschappen

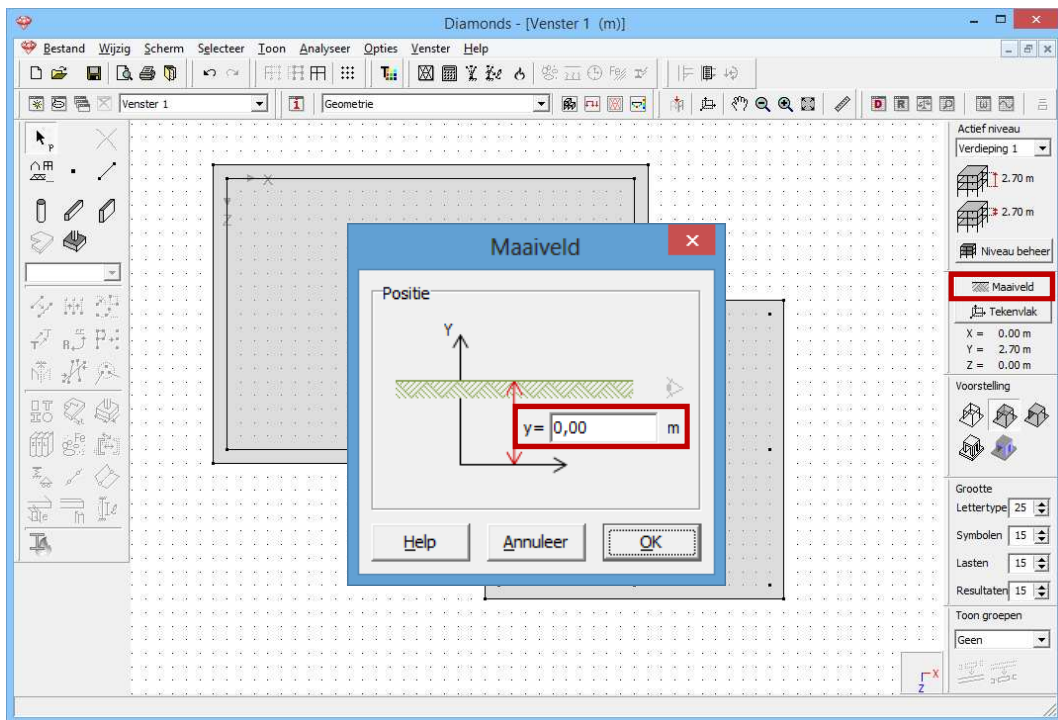
De plaat heeft een standaard dikte van 20cm. Dubbelklik daarom op deze plaat en wijzig in het dialoogvenster de dikte naar 30cm.



Controleer ook de dekking op de langswapening. Klik op **Wapeningsdekking** en aanvaard de standaard dekking van 35 mm. Bevestig tweemaal met 'OK'.

Stap 9: Definiëren van het maaiveld

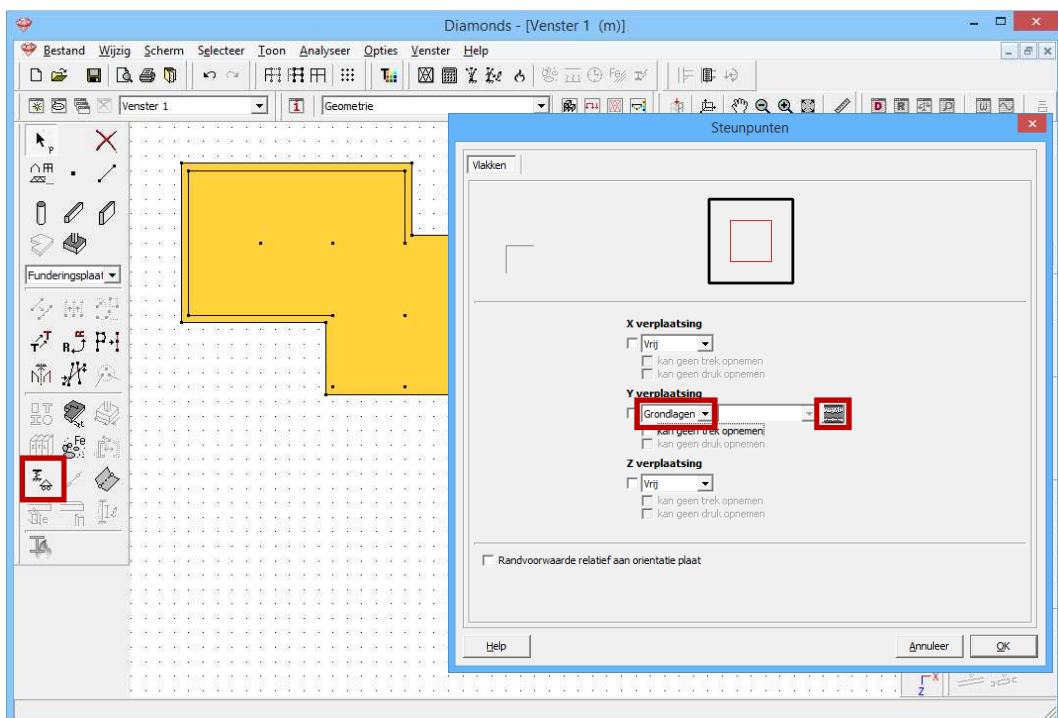
Omdat we gebruik maken van grondlagen, moeten we de ligging van het maaiveld vast leggen. Stel de ligging van het maaiveld in op 0,0m.



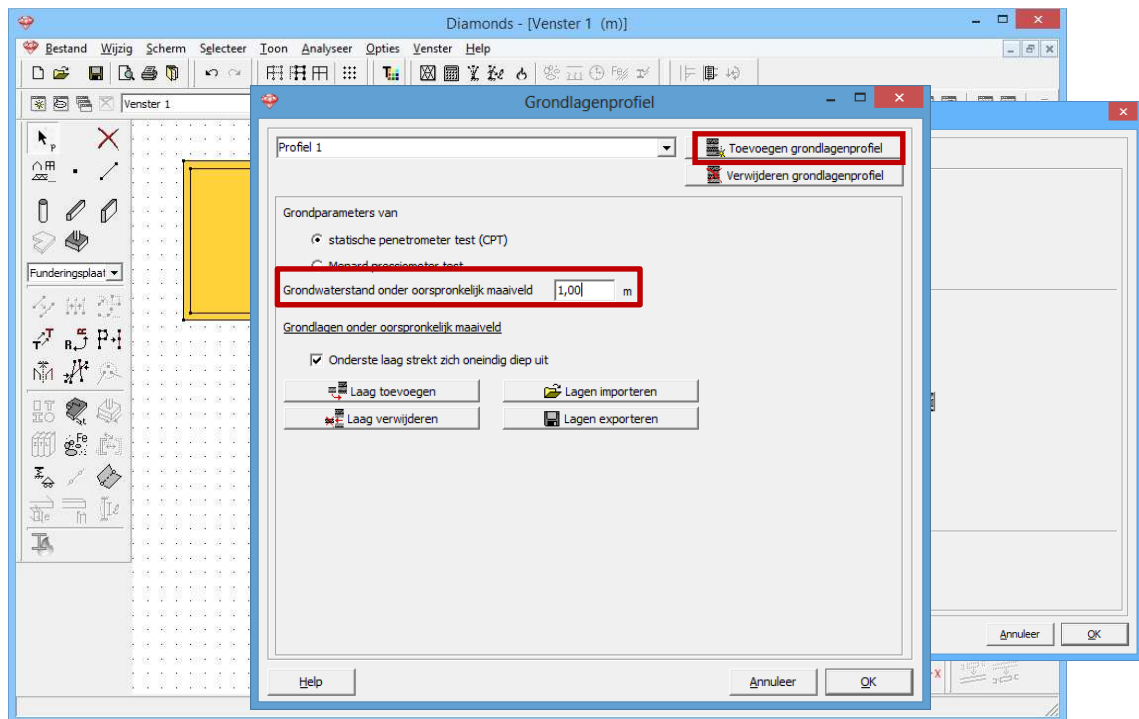
Stap 10: Definiëren van de grondeigenschappen

Selecteer de plaat en klik op .

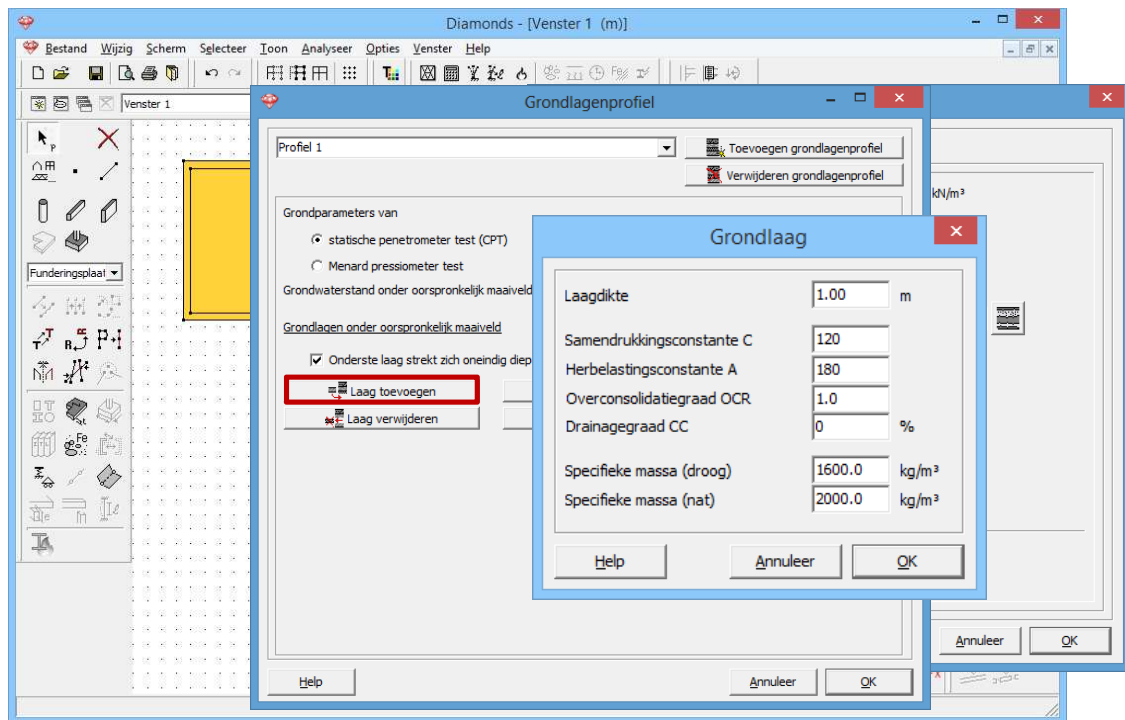
- De X- en Z-verplaatsing kan u verhinderen, maar het hoeft niet gezien op de funderingsplaat toch geen horizontale belastingen zullen aangrijpen.
- Duid aan dat u in de Y-richting gebruik wilt maken van de ingestelde grondlagen.



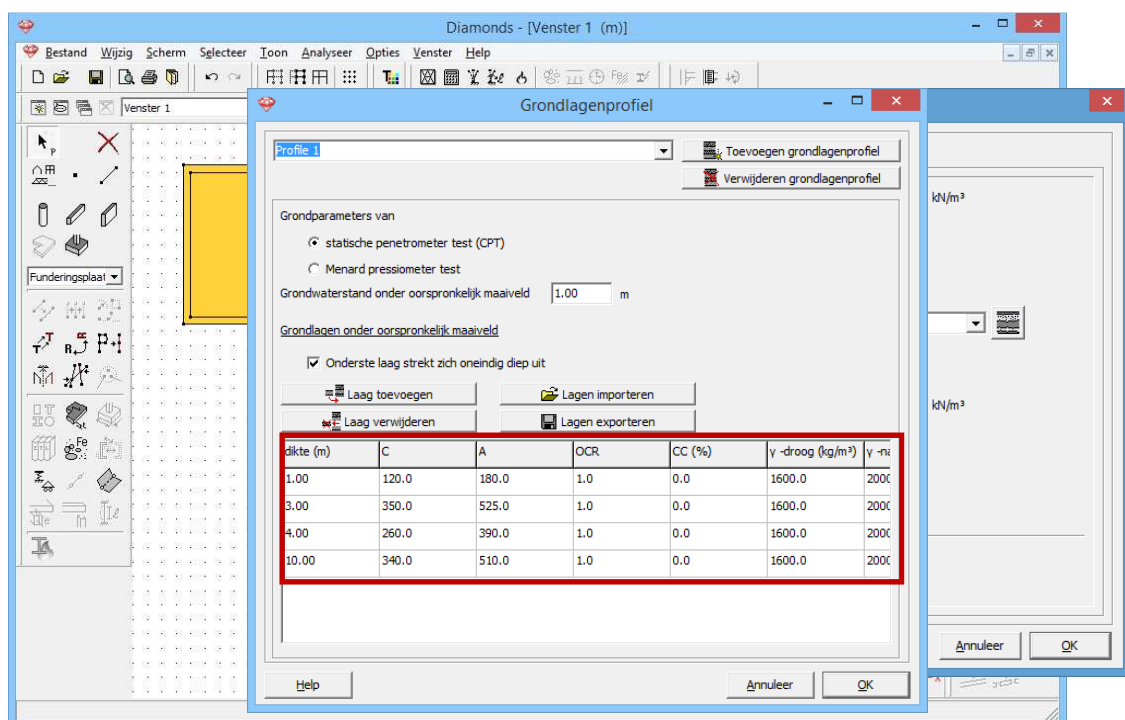
Klik nu op . Een nieuw grondlagenprofiel voegt u toe door middel van de knop  **Toevoegen grondlagenprofiel**. Duid aan dat de grondparameters zijn bekomen uit een statische penetrometer test (CPT) en noteer dat de grondwaterstand 1 meter onder het maaiveld is gelegen.



We definiëren vervolgens de verschillende grondlagen en starten met de grondlaag net onder het maaiveld. Klik op  **Laag toevoegen** en noteer in het volgende venster de laagdikte, de samendrukkingsconstante C , de herbelastingsconstante A en het droge γ_d en natte γ_n volumegewicht van de eerste grondlaag.

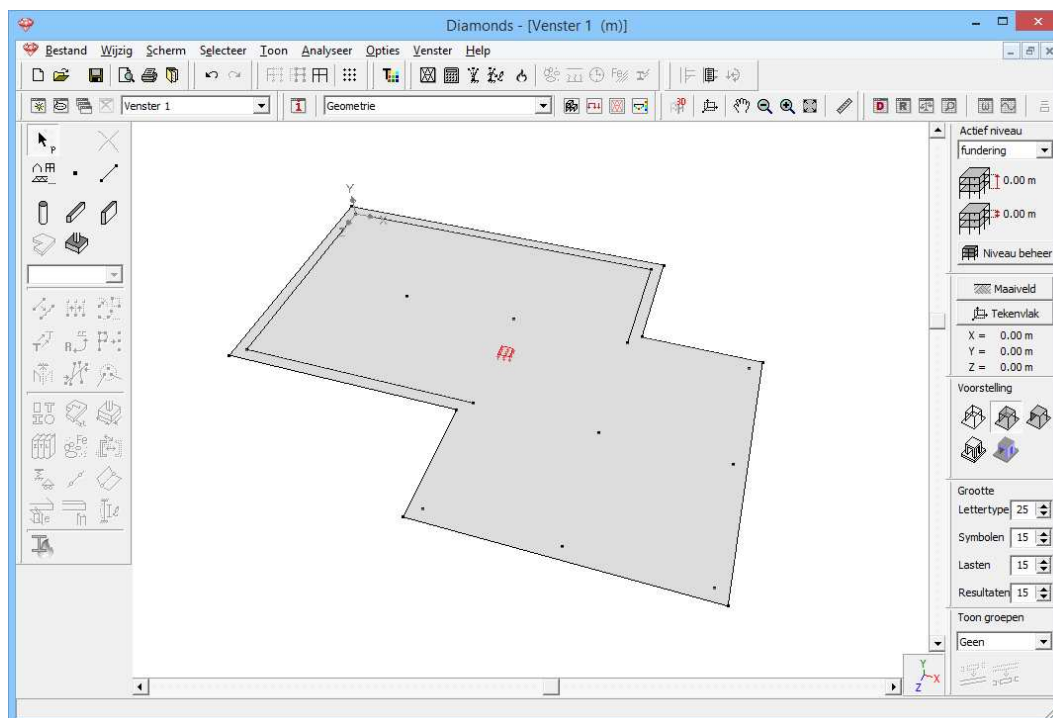


Bevestig met 'OK' en herhaal dezelfde werkwijze voor het toevoegen van de andere grondlagen. Alle gedefinieerde grondlagen worden keurig onder elkaar weergegeven:



Omdat we deze grondlagen ook willen gebruiken in een volgend project, klikken we op de knop **Lagen exporter**. Bewaar het tekstbestand met daarin alle gegevens van de grondlagen op een door u aangeduide plaats, zodat u dit bestand later opnieuw kan inlezen.

Verlaat nu alle dialoogvensters met de 'OK' - knop. Dat het grondlagenprofiel wel degelijk aan de funderingsplaat is toegekend, herkent u aan het symbool in het zwaartepunt van de plaat.



Zo, de geometrie van de structuur is ingegeven.

3.3.2 Definiëren van de lasten

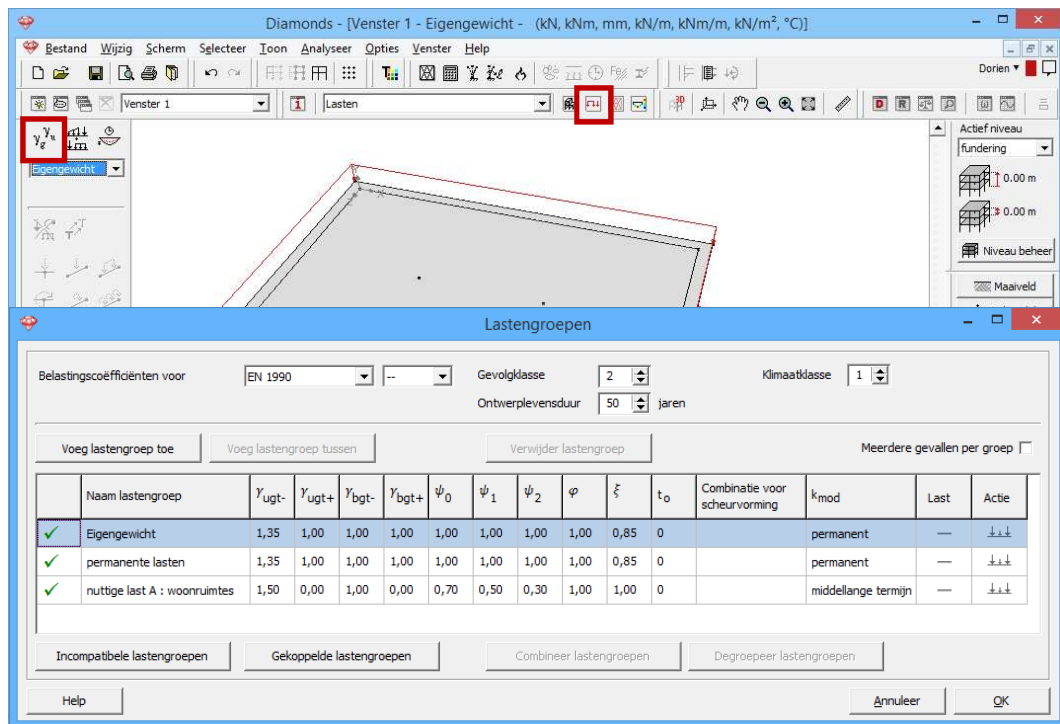
Stap 11: Naar configuratie 'Lasten'

We verlaten nu de configuratie 'Geometrie' en activeren de configuratie 'Lasten' om de lasten in te voeren. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Lasten'.

3.3.2.1 Aanmaken van de lastengroepen

Stap 12: Aanmaken lastengroepen

Voordat u enige last aanbrengt, is het belangrijk de verschillende belastingsgevallen te definiëren die u nodig heeft. Klik op de knop  van het palet van het venster 'Lasten'. Vervolledig indien nodig het dialoogvenster als volgt:



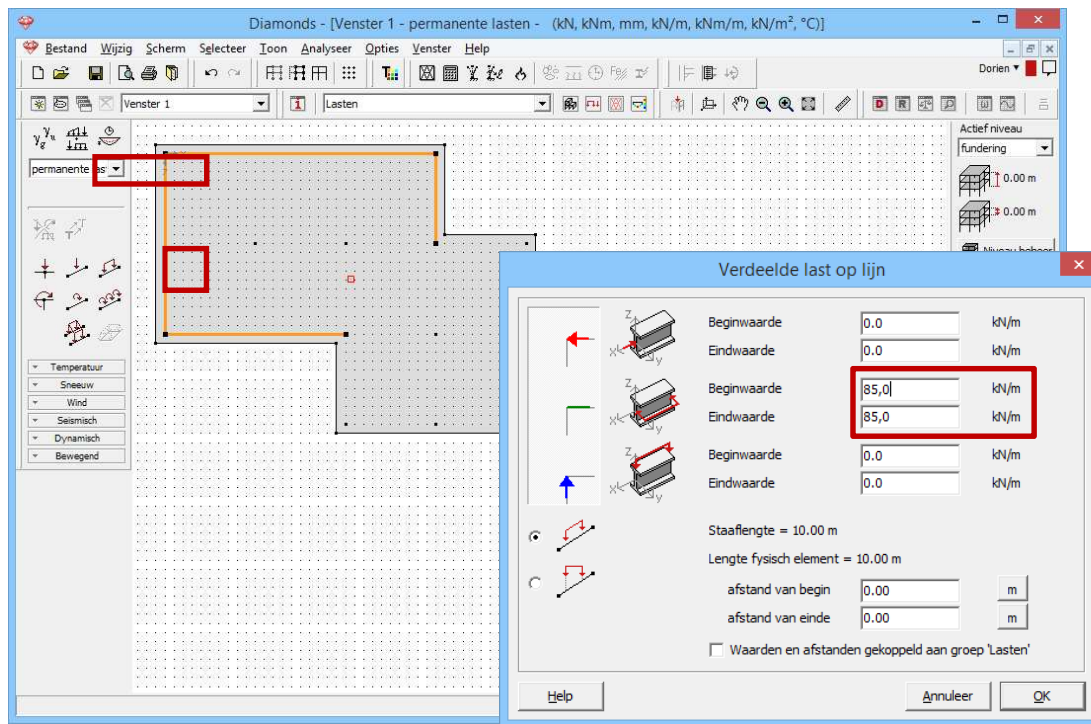
Sluit het dialoogvenster d.m.v. 'OK'.

3.3.2.2 Invullen van de lastengroepen

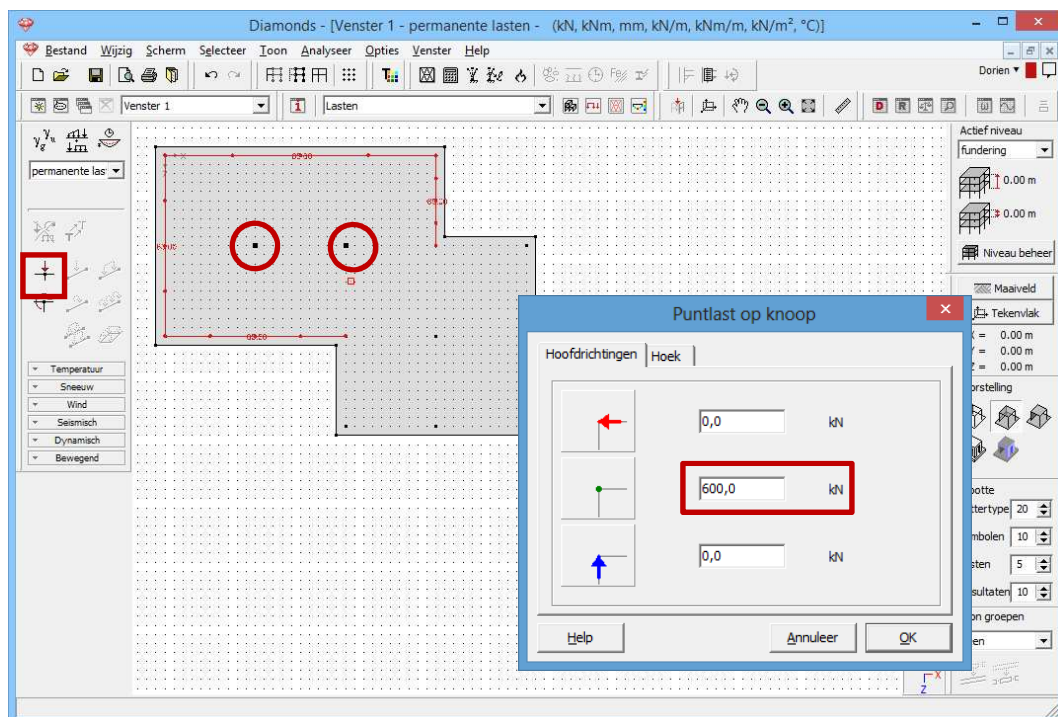
Nu de lastengroepen gedefinieerd zijn, kunnen we lasten toekennen aan de structuur.

Stap 13: Invullen lastengroepen 'eigengewicht', 'permanent' en 'nuttig'

- Het **eigengewicht** wordt automatisch berekend en kan niet worden gewijzigd.
- Selecteer via het pull down-menu van het 'Lasten'-palet de lastengroep '**Permanente lasten**'.
 - o Selecteer alle lijnen met uitzondering van de funderings-randen en klik in het palet op de knop . Noteer een uniform verdeelde last van 85kN/m.



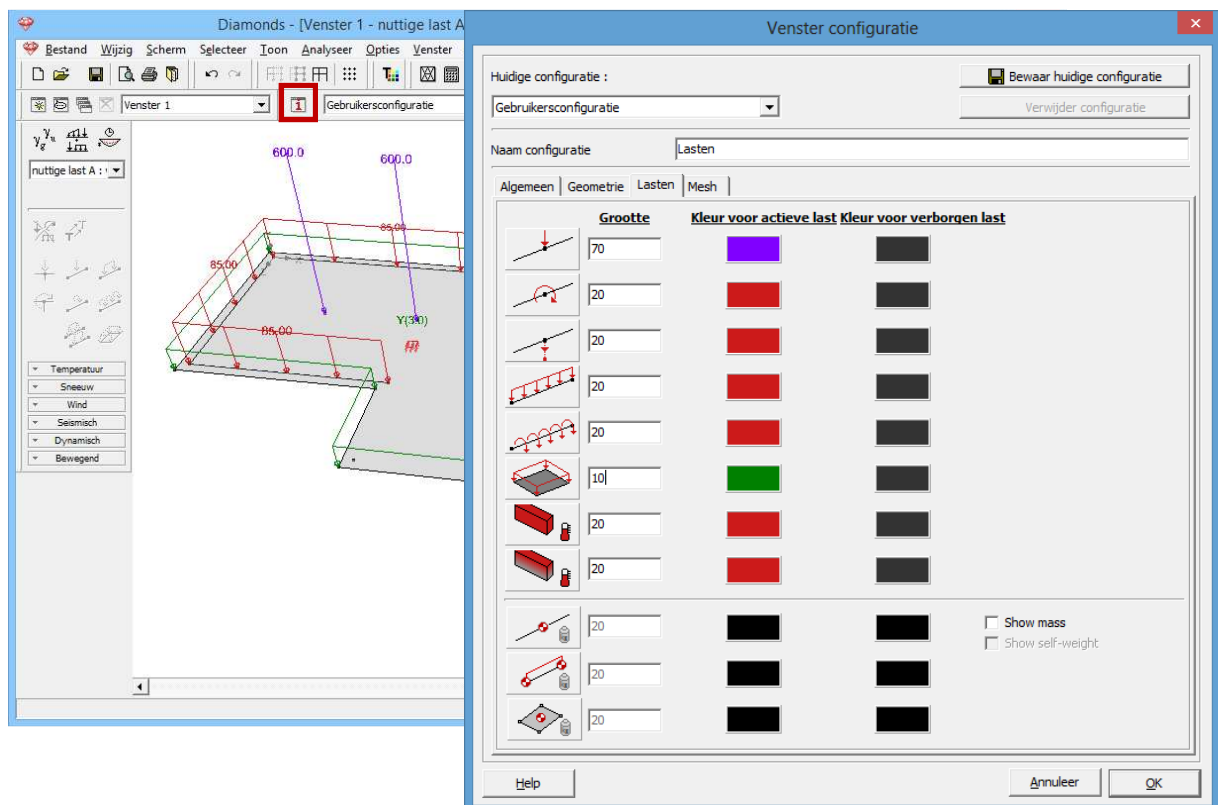
- o Bevestig met de knop 'OK'.
- o Selecteer vervolgens de twee punten linksboven en klik op . Definieer op de punten een knooppbelasting van 600kN:



- o Klik op 'OK'.
- o Herhaal deze bewerking om ook een permanente belasting van 60kN aan te brengen op de andere punten.

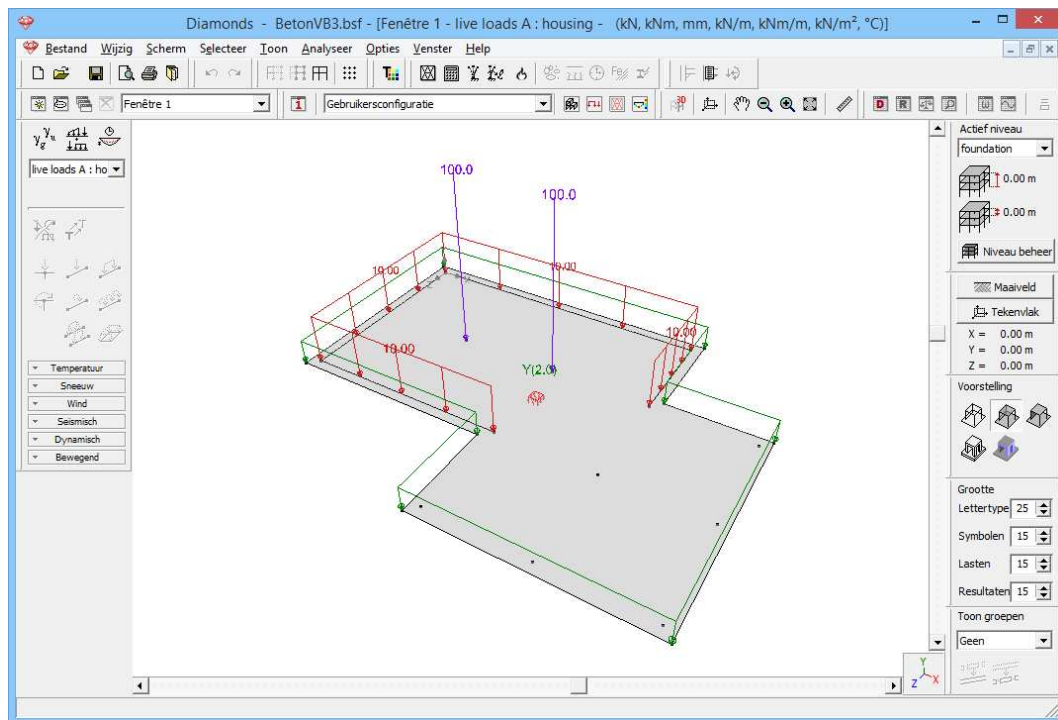
- o Definieer ten slotte nog de permanente belasting die rechtstreeks op de funderingsplaat aangrijpt. Selecteer de funderingsplaat en klik op . Noteer een eenparig verdeelde last van 3kN/m^2 .

We stellen hieronder de permanente belasting voor in perspectiefzicht. U zal merken dat ieder type belasting is voorgesteld in een ander kleur. Wenst u dezelfde configuratie, kies dan in het menu 'Toon' de instructie 'Venster configuratie...' of klik op . Een dialoogbox met daarin alle instellingen van de configuratie 'Lasten' wordt opgeroepen. Selecteer het tabblad 'Lasten' en definieer nu voor iedere type belasting een andere kleur door met uw muis in het corresponderende kleurveld te klikken. Merk ook op dat u per belastingstype een andere schaalfactor kan opleggen. In onderstaande weergave zullen bijvoorbeeld de knooplasten groter worden weergegeven dan de gelijkmatig verdeelde belastingen.



Klik op de knop  **Bewaar huidige configuratie** om de huidige instellingen te bewaren. Bevestig dat u de actieve configuratie wenst te vervangen en sluit dit dialoogvenster met 'OK'. Worden de belastingen globaal te klein weergegeven, verander dan eerder de grootte in het palet "Grootte" aan de rechterzijde van het modelvenster dan de pixelgrootte (zie §2.2).

- We selecteren nu in het pull down-menu van het 'Lasten'-palet de lastengroep '**Nuttige last A**'.
- o Definieer op dezelfde manier onderaan elke muur een lijnlast van 10kN/m.
- o We plaatsen ook een puntlast van 100kN in de twee punten linksboven te wijten aan de belasting die door de kolommen in het hoofdgebouw wordt afgedragen.
- o Verder grijpt op de funderingsplaat nog een veranderlijke verdeelde belasting van 2kN/m² aan.



3.3.2.3 Combinaties maken

Stap 14: Combinaties maken

Genereer de combinaties  zoals beschreven in §3.1.3.3.

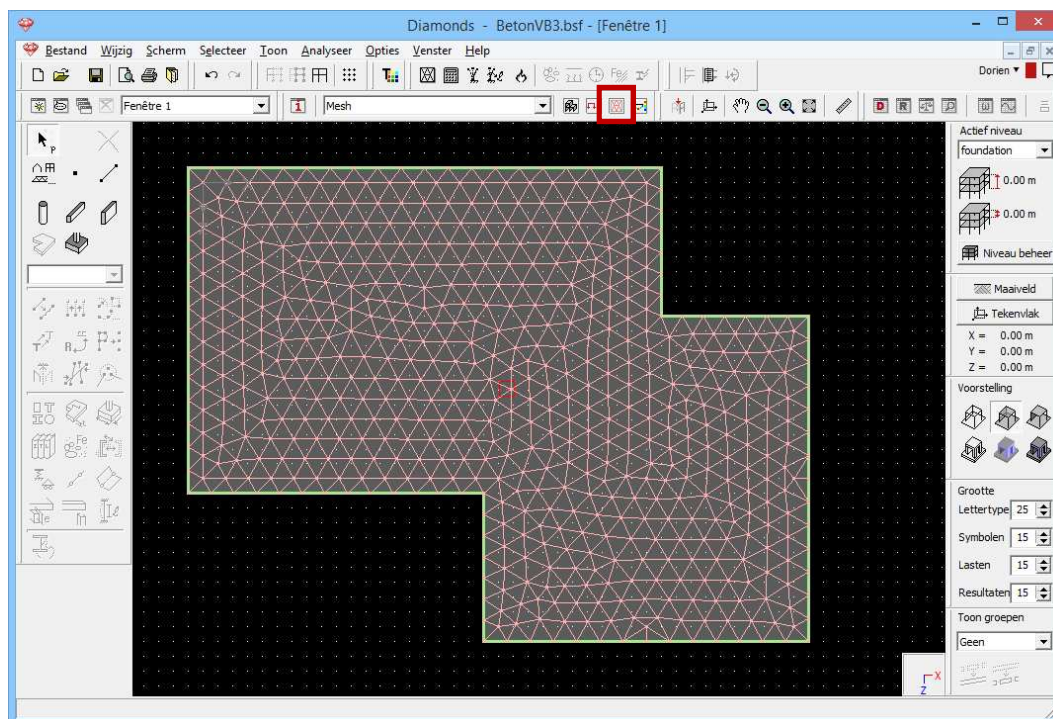
3.3.3 Berekening van de mesh

Stap 15: Genereren van de mesh

Genereer de mesh  met dezelfde parameters als in §3.2.4.

Stap 16: Controleren van de mesh

Eens het elementennet is gegenereerd, maken we de mesh zichtbaar met . In een bovenaanzicht ziet het model er nu als volgt uit:

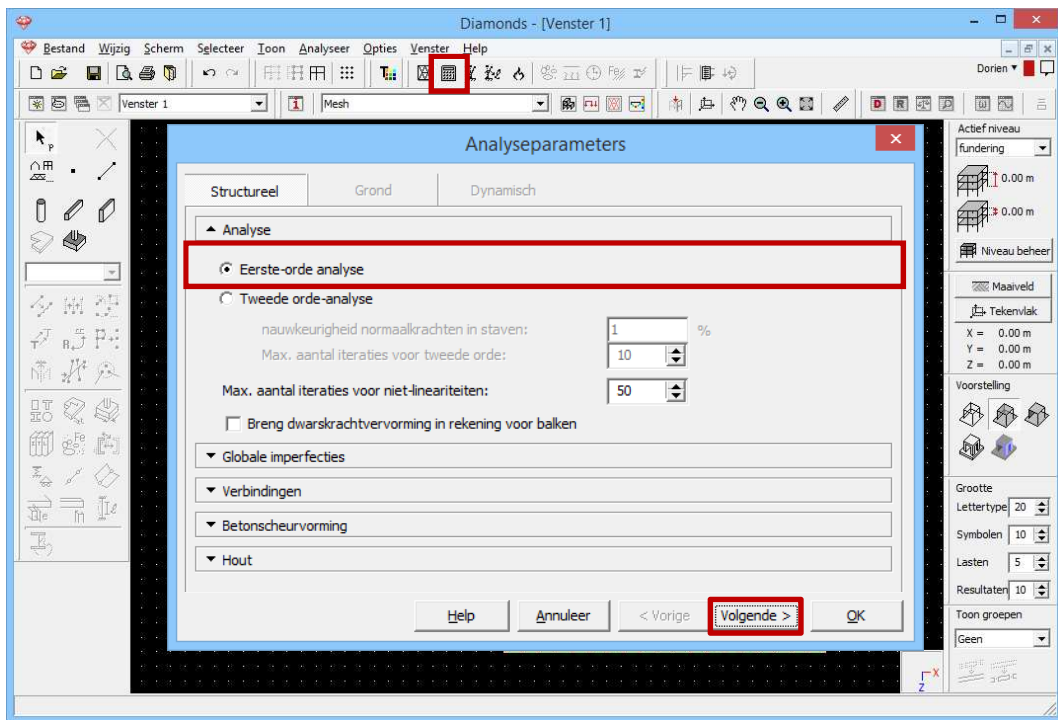


Er springen geen onregelmatigheden in het oog; het net staat garant voor een goed resultaat!

3.3.4 De globale elastische analyse

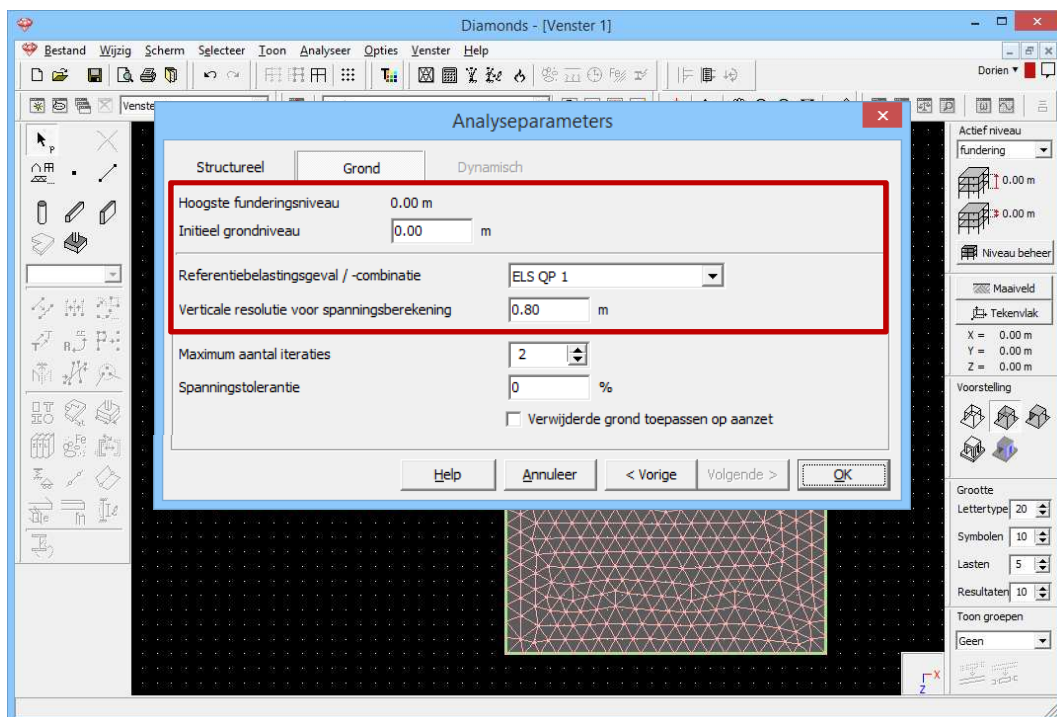
Stap 17: Elastische analyse

Om de analyse te starten, selecteert u de menu-instructie 'Analyseer – Elastische Analyse'. U kan de analyse ook rechtstreeks starten door gebruik te maken van de functietoets **F9** of d.m.v. het icoon  in de iconenbalk. Volgend dialoogvenster verschijnt:



We kiezen voor een 1^{ste} orde analyse en klik vervolgens op 'Volgende'.

De precieze bedding is nog niet gekend. De eerste stap in de berekening van het model bestaat er dan ook in om op basis van de sonderingsgegevens en een geschikte belastingscombinatie een correct verloop van de verende bedding te bepalen. Een aantal parameters dienen echter nog vastgelegd te worden:

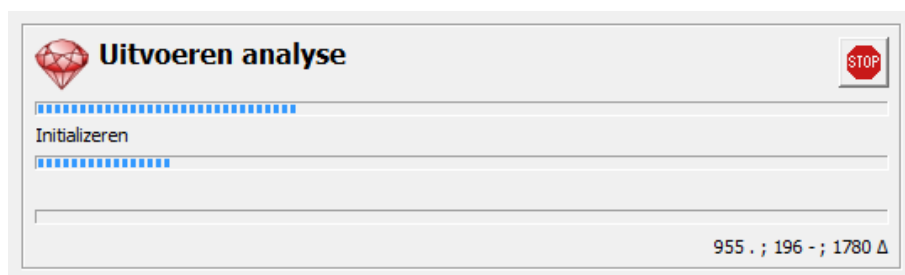


De parameters in **het tweede tabblad** van dit dialoogvenster houden verband met de grond- en terrein eigenschappen.

- Eerst geeft Diamonds u het peil van de hoogste fundering waaraan een grondlagenprofiel is toegekend. In dit voorbeeld is slechts één funderingsplaat gedefinieerd en dit in het vlak $Y = 0$ (niveau “fundering”).
- We veronderstellen verder in dit voorbeeld geen enkele uitgraving, zodat ook het maaiveldpeil is gelegen op $Y = 0$. Omdat maaiveld en funderingsaanzet samenvallen heeft het geen zin een terreinbelasting in rekening te brengen.
- Daaronder selecteert u in het pull down-menu de belastingscombinatie op basis waarvan u de bedding wenst te berekenen. Omdat de grootste zetting in dit geval zal worden verkregen voor de eerste quasi-permanente belastingscombinatie, kiezen we in de lijst voor “BGT QP1”.
- De resolutie in de diepte bepaalt de dikte van de opeenvolgende lagen Δh die zullen worden beschouwd tijdens de zettingsberekening. Diamonds stelt de resolutie gelijk aan de gekozen maximum afmeting van de driehoekselementen. Voor een resolutie van 60cm zal de zetting elke 60cm worden geëvalueerd. Beschikt u over een grondlagenprofiel met C-waarden alle 20cm, dan zullen telkens 3 lagen worden samengenomen in de vorm van een gemiddelde C-waarde.
- Ten slotte leggen we het maximum aantal iteraties vast op 2.

Eens alle parameters zijn ingevuld zetten we de berekening verder via de knop ‘OK’.

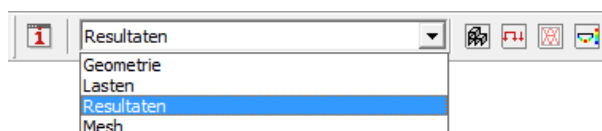
Een dialoogvenster toont u de vooruitgang van de berekening.



Eens het verloop van de verende bedding is berekend, zal de eigenlijke elastische analyse worden uitgevoerd.

Stap 18: Naar configuratie ‘Resultaten’

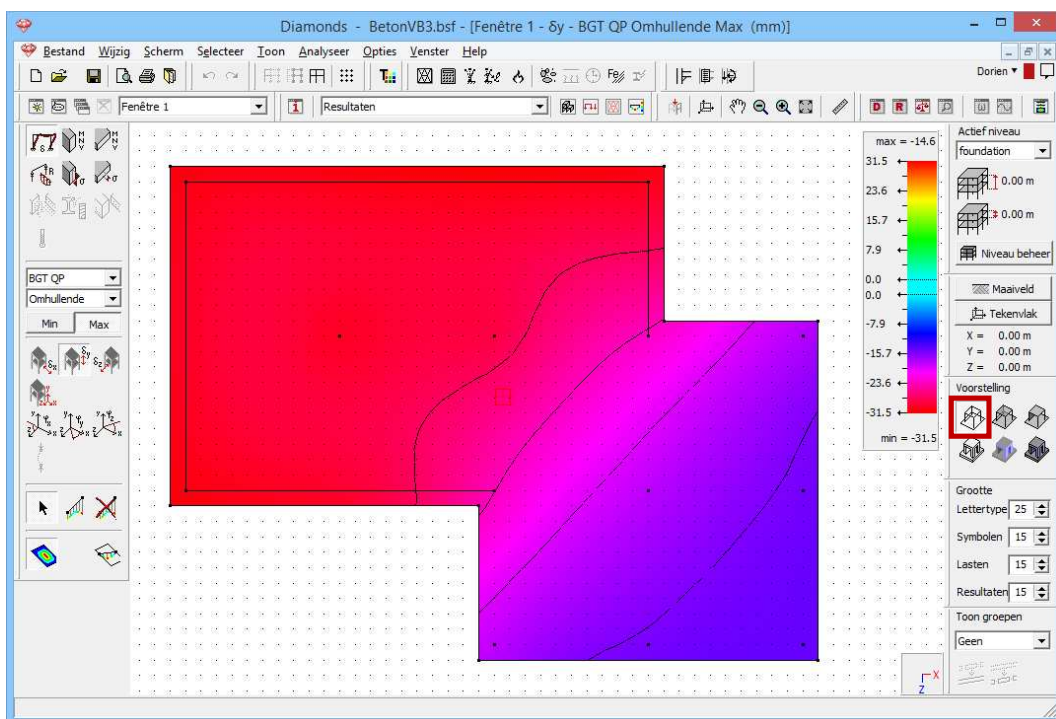
Om de resultaten van de berekening grafisch te bekijken, klikt u bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteert u in het naastliggende pull down-menu de configuratie ‘Resultaten’.



We zijn in de eerste plaats geïnteresseerd in de zettingen van de funderingsplaat.

- Klik in het 'Resultaten'-palet op de knop  voor het bekijken van de vervormingen.
- Selecteer vervolgens de verticale verplaatsingen δ_y volgens de globale y-as.
- De combinatie 'BGT QP – Omhullende - min' toont u in elk punt de grootste neerwaartse (elastische) doorbuigingen onder alle quasi-permanente combinaties.

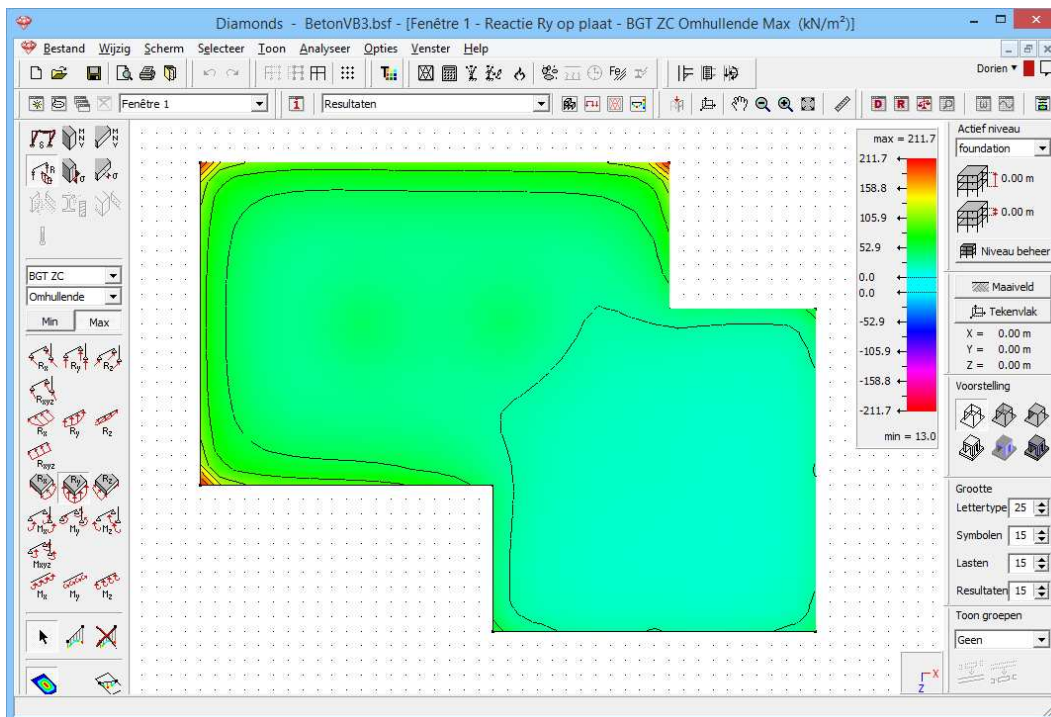
De figuur hieronder is weergegeven in draadmodel  en er is gekozen voor een bovenaanzicht.



Het hoofdgebouw zal uiteraard de grootste zetting ondergaan.

Tevens zijn we geïnteresseerd in de grondreacties.

- Klik in het palet op de knop  voor het bekijken van de reacties.
- Selecteer de verticale plaatreacties R_y volgens de globale y-as.
- In het bijzonder kiezen we voor de omhullende 'BGT ZC max'.



Opwaartse reacties worden steeds positief gerekend. Gezien de volledige plaat een neerwaartse verplaatsing ondergaat, zal ieder veertje van de bedding worden ingedrukt. We vinden m.a.w. de grootste reactie wanneer we kiezen voor de bovenste (max) omhullende van de zeldzaam aanwezige combinaties. De grootste grondspanningen concentreren zich op de hoeken van de platen.

3.3.5 Berekening van de wapening

Stap 19: Keuze van de betonnorm

Selecteer nu de menu-instructie 'Analyseer – Betonnorm...' en duidt aan dat u de wapening wilt berekenen conform de Europese norm EN 1992-1-1. We doen geen beroep op een nationale bijlage [--].

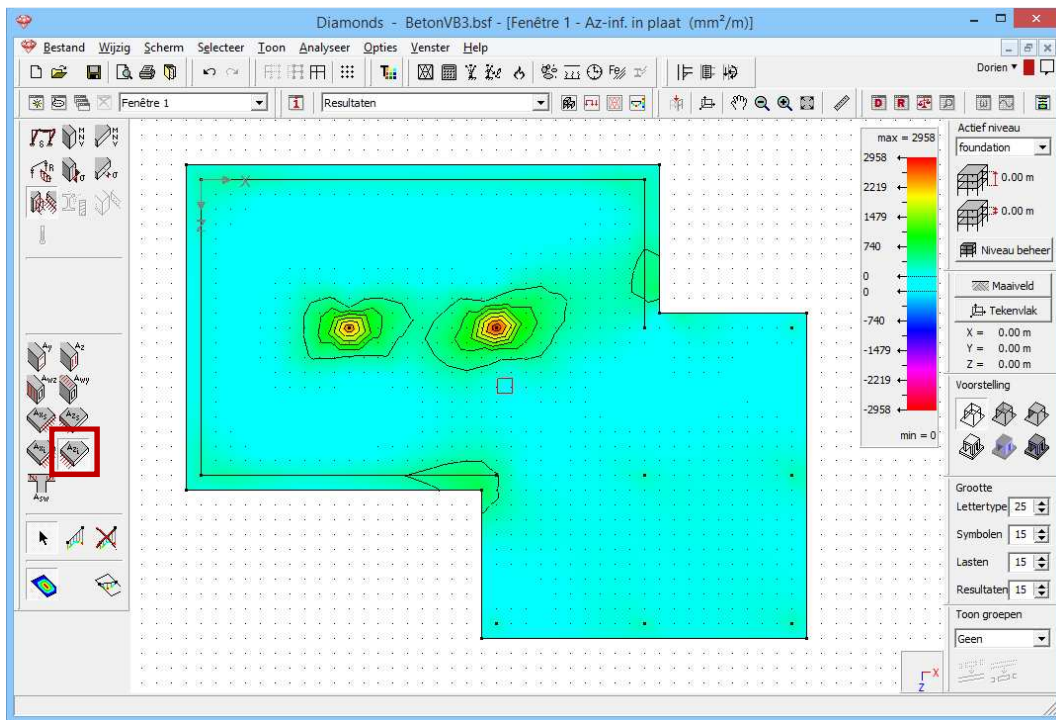
Stap 20: Berekening van de wapening

Kies vervolgens in het menu de instructie 'Analyseer – Berekening wapening', druk op **F2** of klik op de knop  in de werkbalk. Er verschijnt een dialoogvenster dat u de voortgang van de berekening toont.

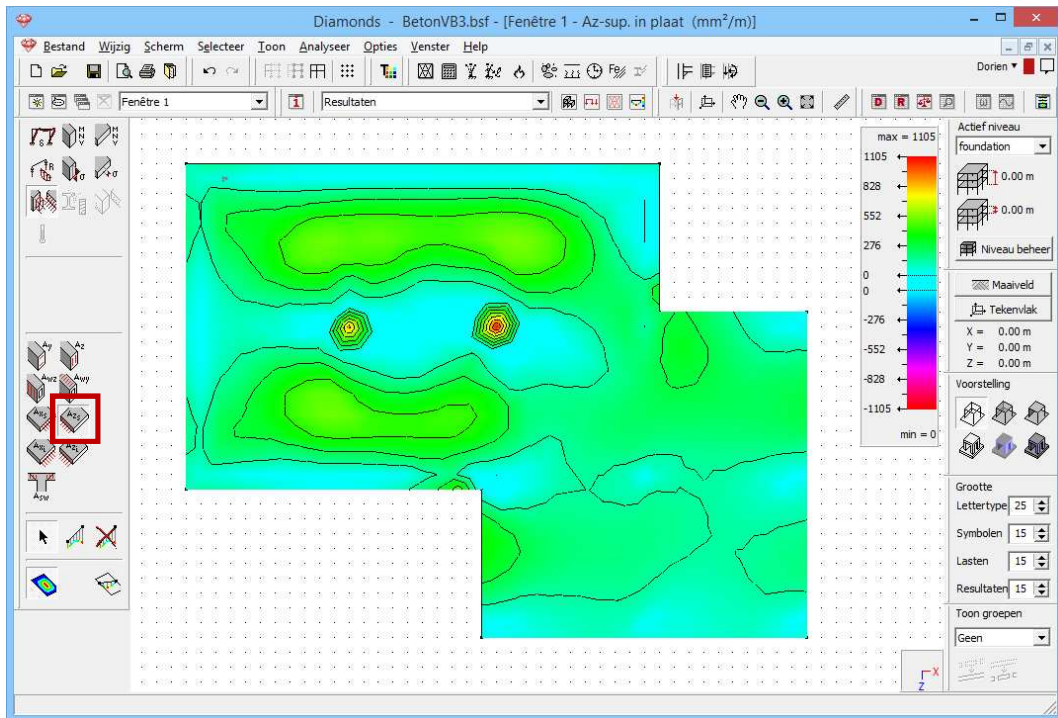
Stap 21: Bekijken van de resultaten

Eenmaal de berekening beëindigd, wordt in het 'Resultaten'-palet de knop  geactiveerd voor de voorstelling van de wapeningsresultaten.

Selecteer bijvoorbeeld de langswapening A_{zi} , welke overeenstemt met de onder wapening in de funderingsplaat evenwijdig met de lokale z' -as. Zoals verwacht situeert de onder wapening zich onder de kolommen van de hoofdbouw.



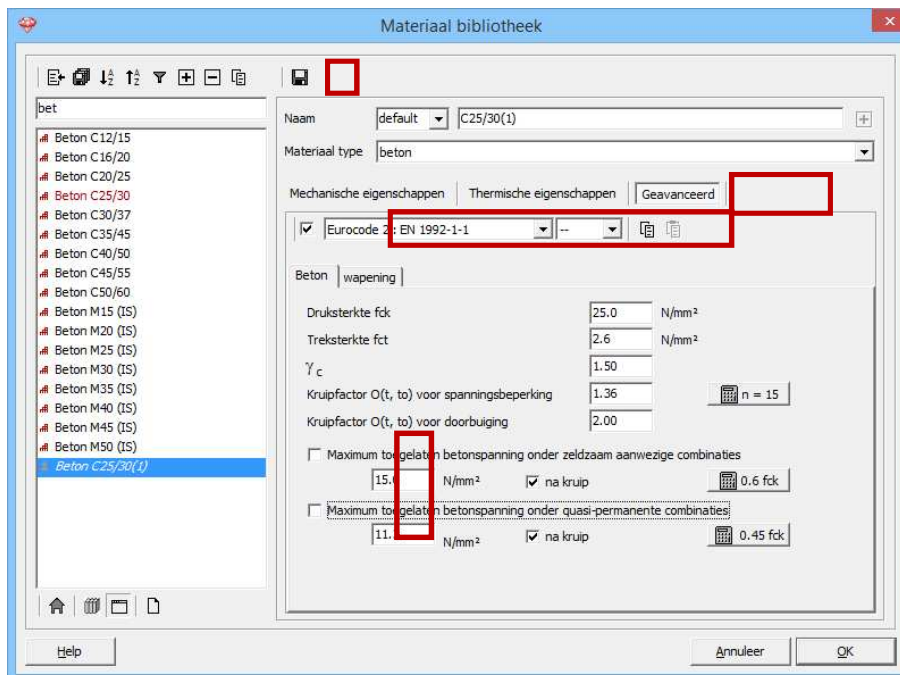
Anderzijds vinden we de grootste boven wapening in de velden tussen de wanden en kolommen. Hieronder visualiseren we de boven wapening evenwijdig met de lokale z' -as.



De piekwapening onder de kolommen volgt vermoedelijk uit de controleberekening in BGT. Op die plaats zal extra drukwapening worden voorzien om de drukspanningen in BGT QP en BGT ZC te beperken.

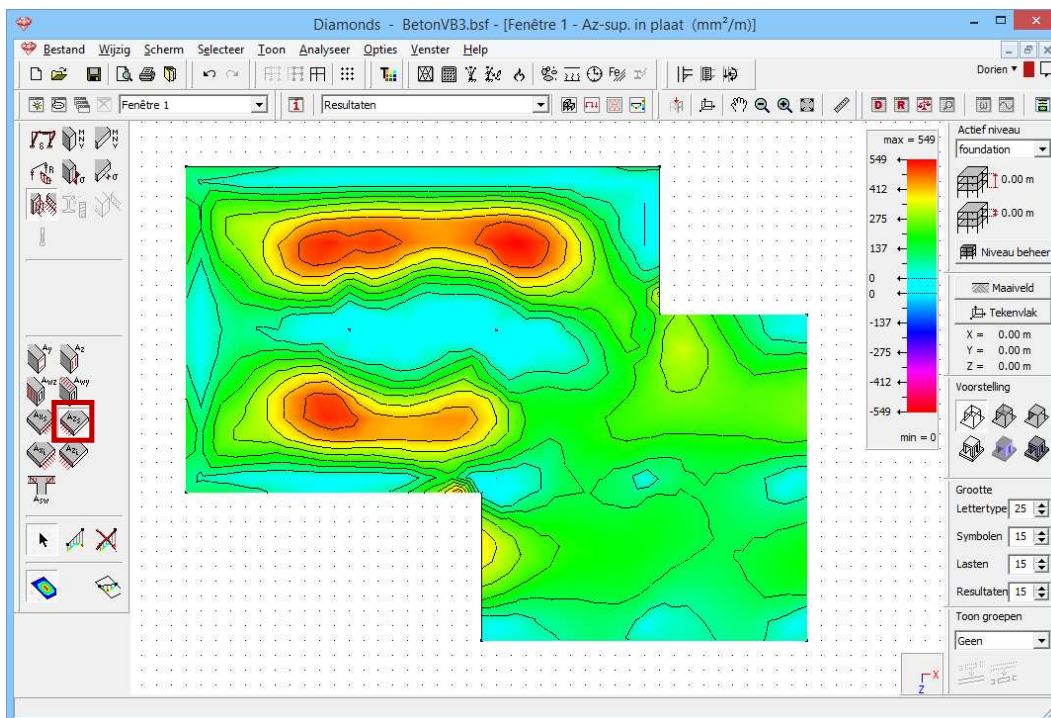
Bij wijze van voorbeeld schakelen we de spanningscontrole in BGT even uit.

- Kies in het menu de instructie “Wijzig – Materiaalbibliotheek”
- Selecteer in de linker kolom het materiaal ‘Beton C25/30’.
- Klik vervolgens op de knop . Zo maken we een user-defined materiaal aan, waarvoor we de eigenschappen kunnen wijzigen.
- Ga naar het tabblad ‘Geavanceerd’.
- Selecteer de norm ‘Eurocode 2 : EN 1992-1-1 [--]’.
- In het tabblad ‘Beton’ duidt u aan dat in BGT QP en BGT ZC geen maximum toegelaten betonspanning dient opgelegd door de bijhorende kruisvakjes uit te vinken.



Klik op  om de wijzigingen op te slaan. Sluit het dialoogvenster met 'OK'. Ken dit zelf gedefinieerde materiaal toe aan de plaat d.m.v. de knop  in de Geometrie configuratie.

Hervat de elastische analyse  en de berekening van de wapening . Alsdan bekomt u het volgende resultaat voor A_{zs} :



Hieruit volgt dat in UGT onder de kolommen geen boven wapening wordt gevonden wat bewijst dat de boven wapening in de eerder gemaakte

berekening voortspruitte uit de spanningscontrole in de bruikbaarheidsgrenstoestanden.

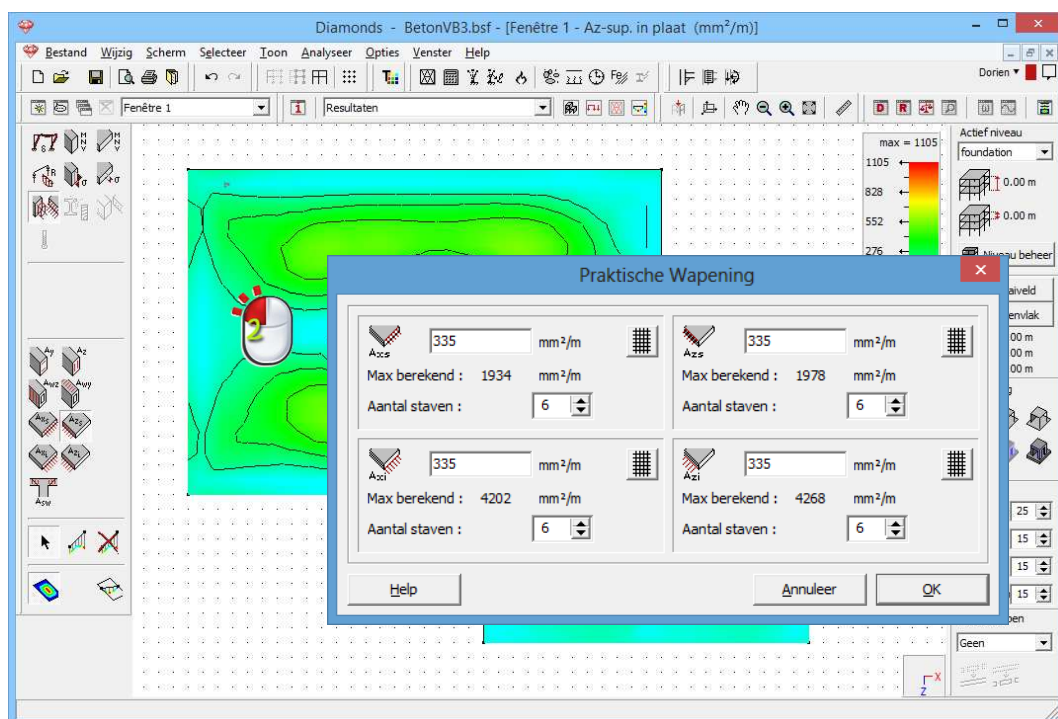
Zet voor het verdere verloop van de oefening het materiaal terug naar het standaard materiaal 'C25/30' en herreken het model.

3.3.6 Berekening van de gescheurde doorbuiging

Stap 22: Toekennen van praktische wapening

We voorzien de funderingsplaat van een praktisch wapeningsnet.

- Ga naar de 'Resultaten'–configuratie.
- Zorg ervoor dat de wapeningsresultaten van de platen zichtbaar zijn
- Dubbel klik op de funderingsplaat en vervolledig het dialoogvenster als volgt (wapeningsnet Ø8 alle 150mm):



Bevestig met 'OK'.

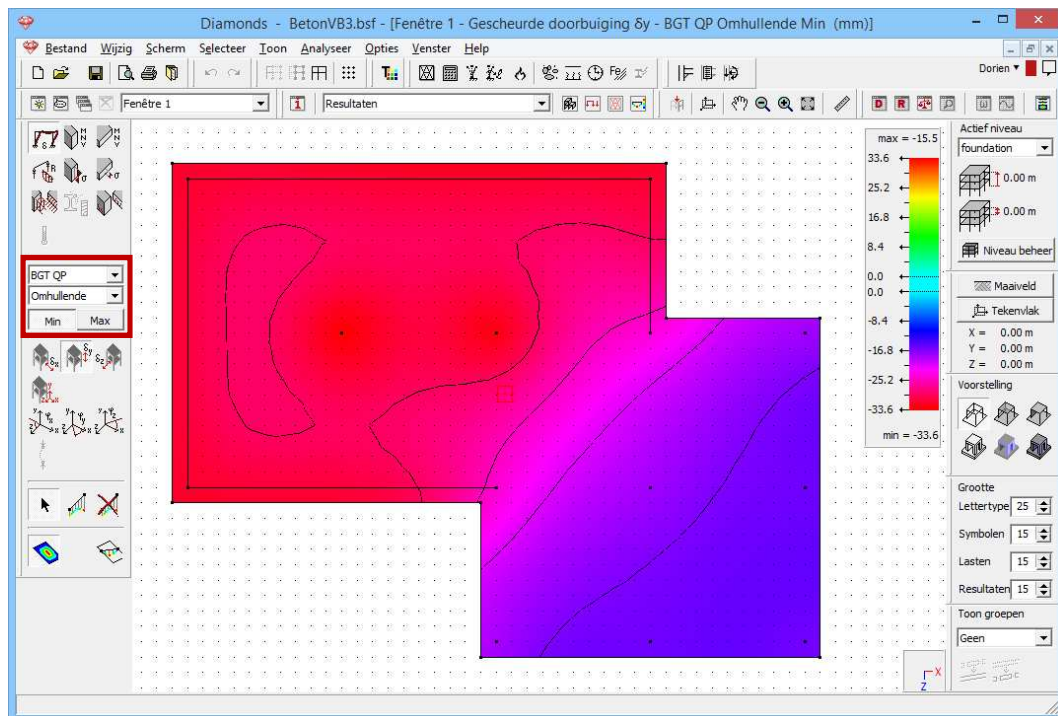
Stap 23: Berekenen gescheurde doorbuiging

Kies in het menu de instructie "Analyseer – Gescheurde doorbuiging" of klik op de knop  in de werkbalk boven het modelvenster. Aanvaard de voorgestelde waarde voor β en voer een berekening uit na kruip.

Stap 24: Bekijken van de resultaten

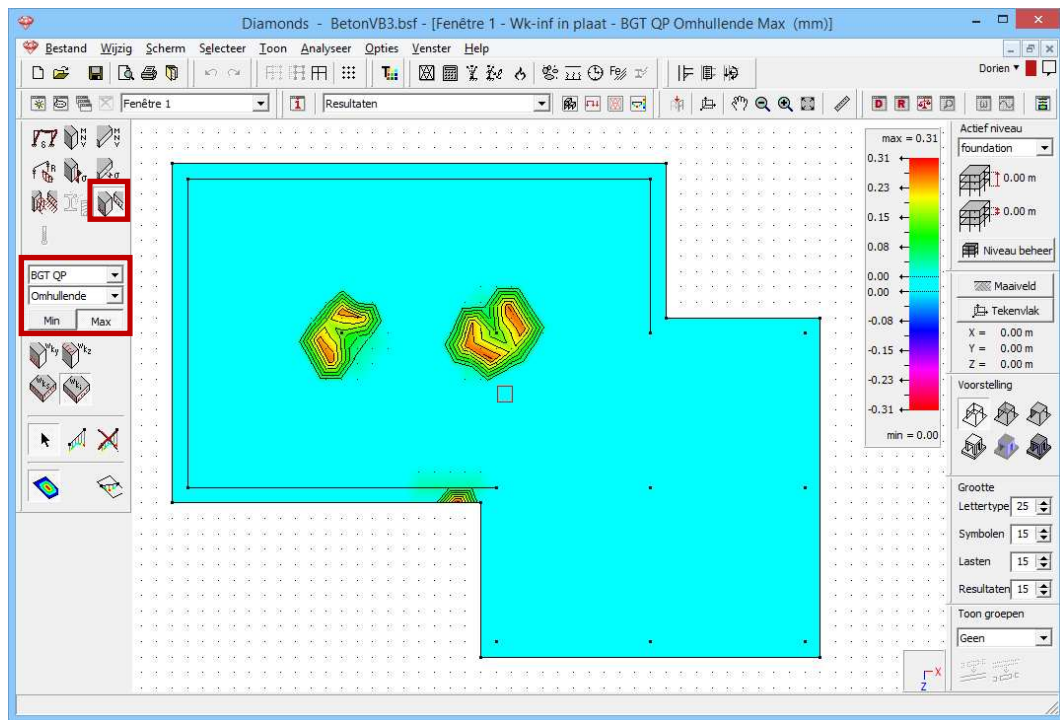
Eens de berekening is voltooid, zal u de gescheurde doorbuiging i.p.v. de elastische doorbuiging bij deze knop  vinden. Bovendien is ook de knop voor de scheurwijdtes actief  geworden.

Hieronder ziet u de scheurde doorbuiging na kruip voor de combinatie BGT QP omhullende 'min'.



De zetting is ten opzichte van de elastische vervorming maar weinig toegenomen. Wel doet de grootste zetting zich niet enkel voor aan de randen van de funderingsplaat maar ditmaal ook in de zone waar de plaat de twee centrale kolommen ondersteunt.

Evalueren we de scheurvorming in de plaat, dan kunnen we de toename van de zetting in die zone begrijpen. Klik in het palet op de knop  en selecteer de scheurwijdte $w_{k,j}$ om de scheurwijdte in de onderzijde van de funderingsplaat weer te geven. Omdat de gescheurdheid van de doorsnede steeds wordt geëvalueerd onder de zeldzaam aanwezige combinaties, kiezen we voor de omhullende 'BGT QP max'.



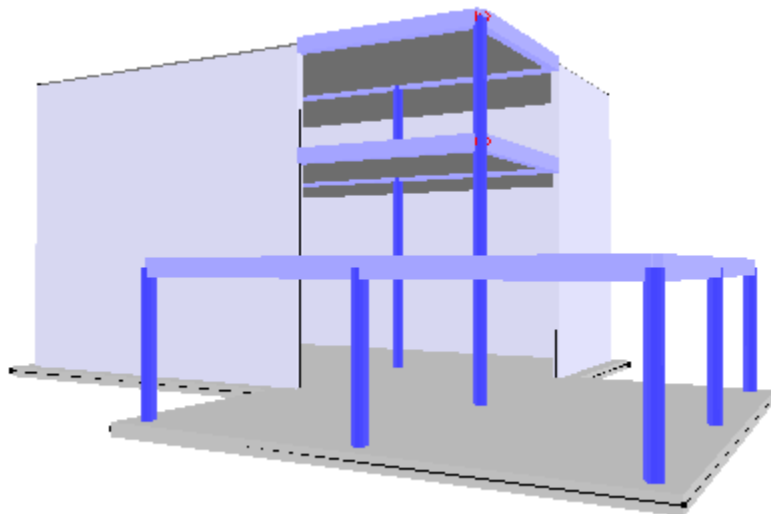
Inderdaad is de funderingsplaat onder de centrale kolommen in belangrijke mate gescheurd. De stijfheid van de plaat zal in die zone dan ook afnemen wat de toename in zetting verklaart.

Opmerking: In §3.4 zal dit model verder worden uitgebreid. Vandaar dat u het bestand best bewaard.

3.4 Voorbeeld 4: Uitbreiding tot een 3D bouwwerk met dragende metselwerkwallen

Vereiste licenties:	✓ 2D Bars	✓ 3D Bars	
	✓ 2D Slabs	✓ 2D Plates	✓ 3D Plates
	✓ Concrete Design		

In plaats van vloerplaat en fundering apart te berekenen, kan geopteerd worden om het gebouw in zijn totaliteit in te geven. Waar u in het eerste geval een aantal eenvoudige aannames hebt geformuleerd betreffende de lastendaling naar de fundering, zal ditmaal rekening worden gehouden met de werkelijke stijfheden van de ondersteunende wanden en kolommen en zal de lastendaling 'automatisch' geschieden. Een verschil in stijfheid van de ondersteuningen alsook de differentiële zetting van de fundering kan ervoor zorgen dat het werkelijke doorbuigingspatroon en de eruit resulterende wapeningsresultaten verschillen van een eenvoudig opgezet 2D model.



Dat het een klassiek gebouw betreft bestaande uit een aantal verdiepingen, laat toe het verdiepingconcept in Diamonds met de eraan verbonden functionaliteiten toe te passen. We herhalen dat de verdiepingshoogte van de gelijkvloerse verdieping 3,2m bedraagt. Alle andere etages hebben een hoogte van 2,8m.

Om geen tijd te verliezen met het herdefiniëren van de verdiepingvloer, vertrekken we van de 2D vloerplaat die in §3.1 werd berekend. Het model zal worden opgebouwd in verschillende stappen:

1. Eerst en vooral breiden we het 2D model uit tot een volwaardige verdieping. Met andere woorden, we verwijderen alle starre ondersteuning en vervangen deze door wanden en kolommen met eindige stijfheid.
2. Vervolgens kopiëren we deze verdieping, ofwel door middel van de translatiefunctie ofwel met behulp van de functie 'Niveaubeheer' naargelang slechts een deel van de verdieping of de volledige verdieping dient gekopieerd.
3. Tot slot definiëren we de funderingsplaat met bijhorende bedding.

Alle wanden zijn opgetrokken uit metselwerk waarvan u de elastische eigenschappen in onderstaande tabel terugvindt.

	
E	6170 N/mm ²
ν	0,15
α	0,000008 /°C
ρ	1700 kg/m ³

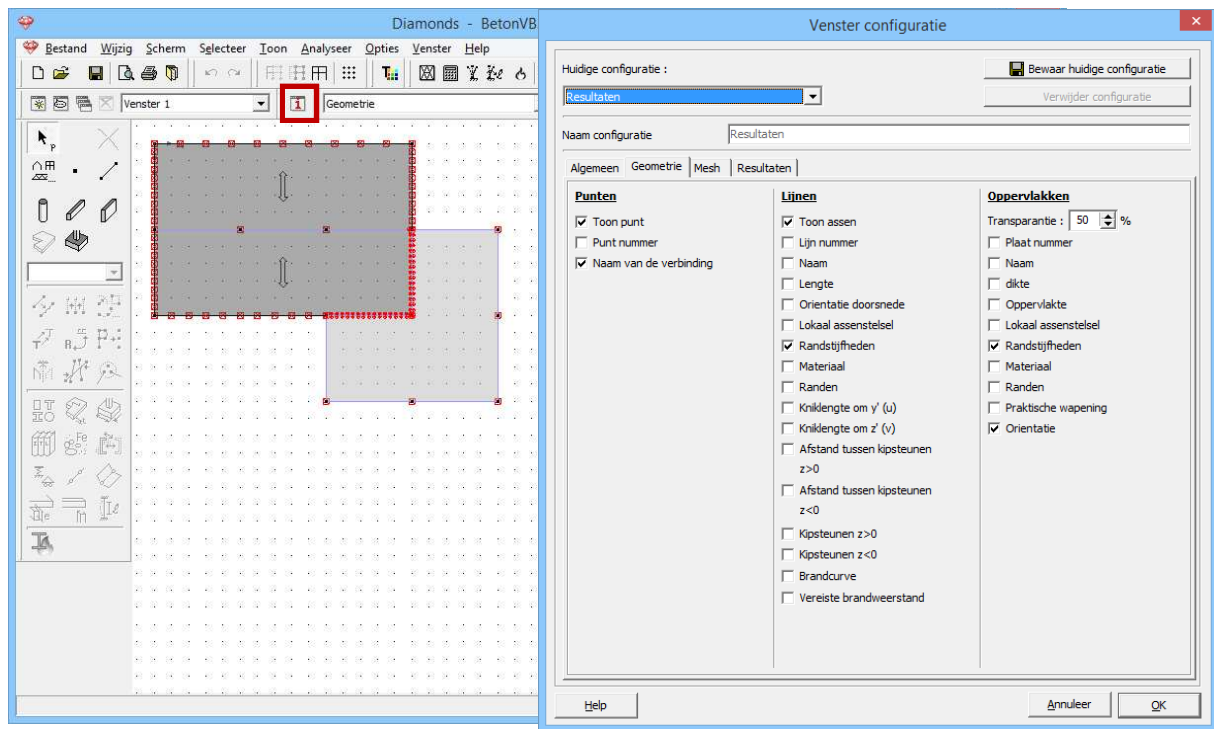
De kolommen zijn uitgevoerd in gewapend beton C25/30 en hebben een cirkelvormige doorsnede met diameter 300mm.

Eens de geometrie van het model is vervolledigd en de belastingen op de plaat en de fundering is aangepast, rekenen we de structuur door. We overlopen kort enkele resultaten.

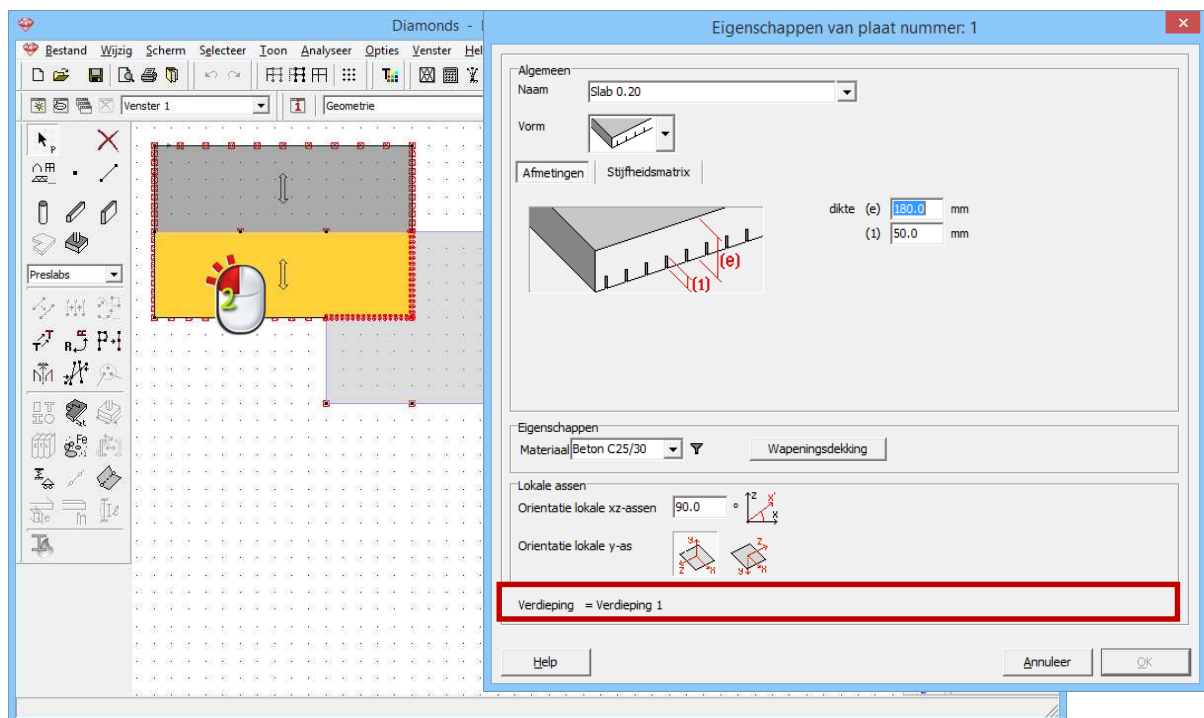
3.4.1 Definiëren van de structuur

Stap 1: Openen van het project uit §3.1

Open het bestand uit §3.2 via de menu-instructie 'Bestand – Open' of klik op . Klik vervolgens in de iconenbalk op het icoon  om de configuratie 'Geometrie' met bijhorend palet naar voor te brengen. De vloerplaat wordt afgebeeld met volgende modelinformatie:



Deze plaat is normaliter getekend in het horizontale tekenvlak $Y=2,7\text{m}$. Dit tekenvlak komt overeen met 'verdieping 1' van de level manager. Dat de plaat wel degelijk tot deze verdieping behoort, kan u nagaan door een plaat te dubbelklikken. Helemaal onderaan ontdekt u tot welke verdieping het geselecteerde element behoort.

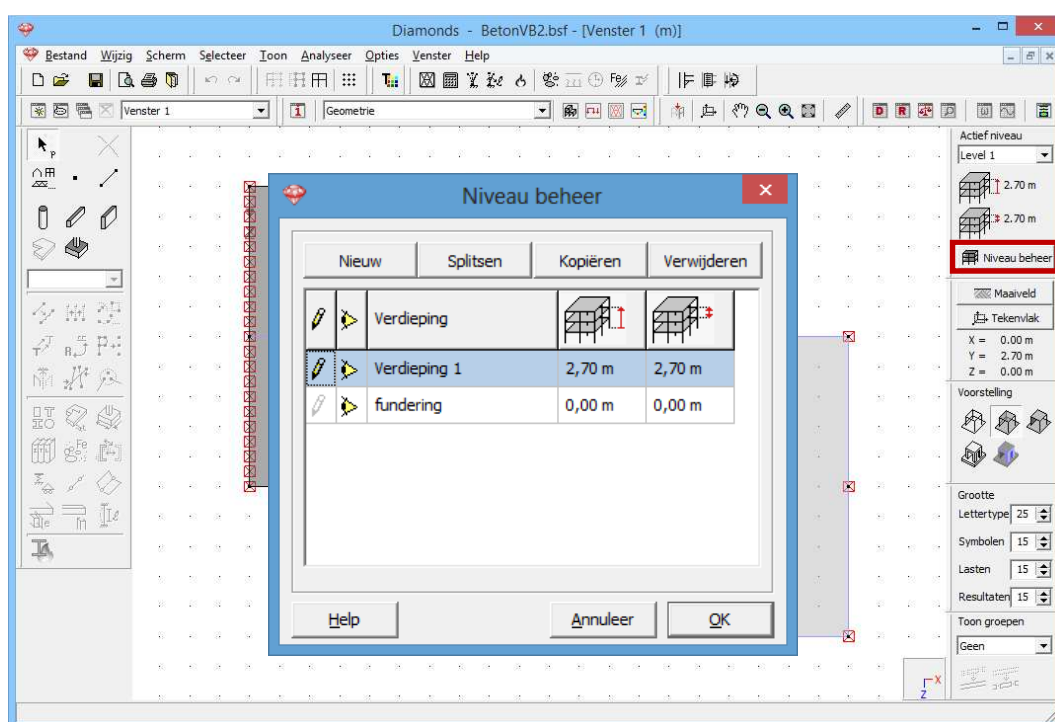


Opmerking: Indien u de plaat in §3.1 hebt getekend in een ander horizontaal tekenvlak, gelieve dan eerst de volledige plaat te selecteren

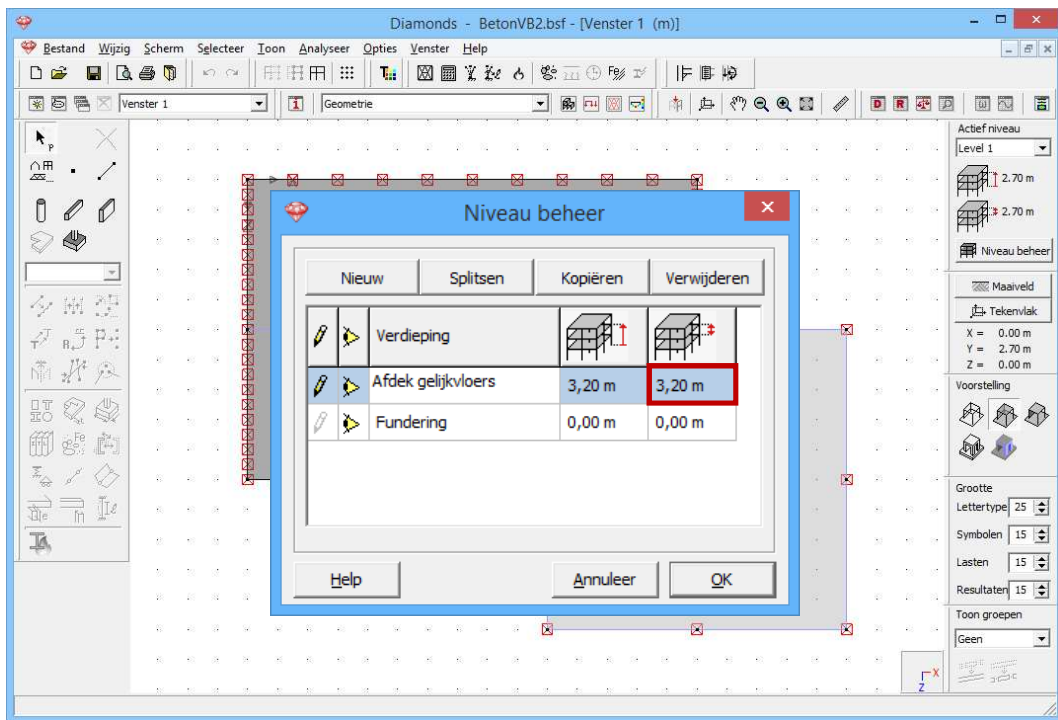
en deze via de functie  naar het gewenste niveau ($Y = 2,7\text{m}$) te translateren.

Stap 2: Niveau beheer aanpassen

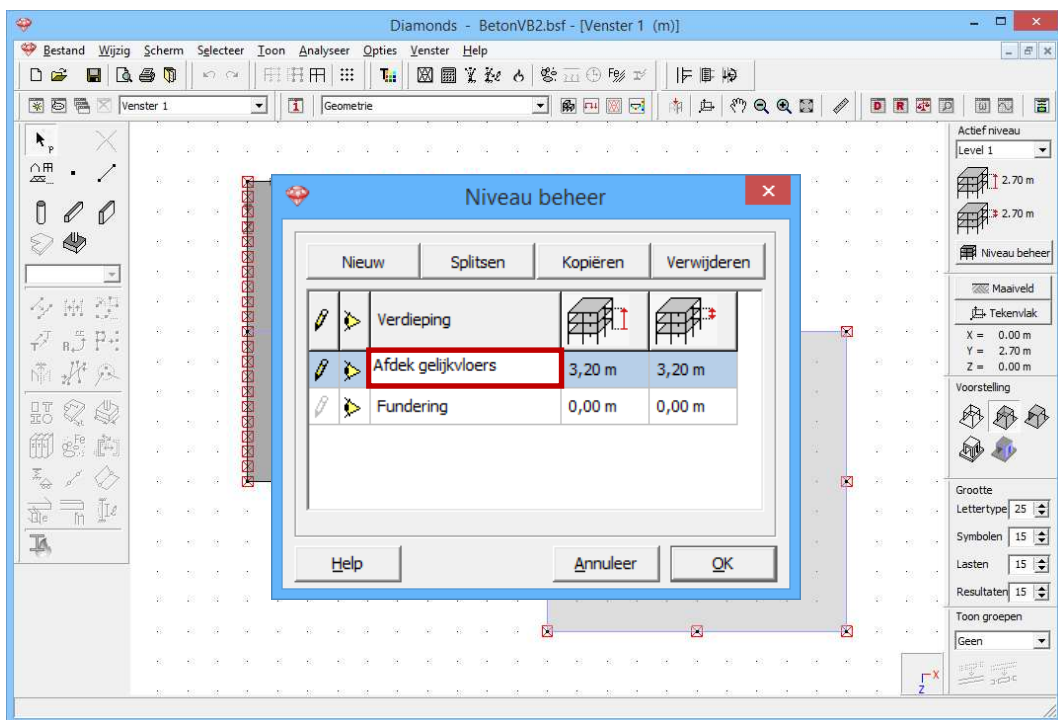
De verdiepingshoogte van de gelijkvloerse verdieping bedraagt evenwel 3,20m. We dienen bijgevolg eerst het niveau van de eerste verdieping aan te passen. Klik daarom in het palet aan de rechterzijde van het modelvenster op de knop  Niveau beheer. Het volgende dialoogvenster verschijnt:



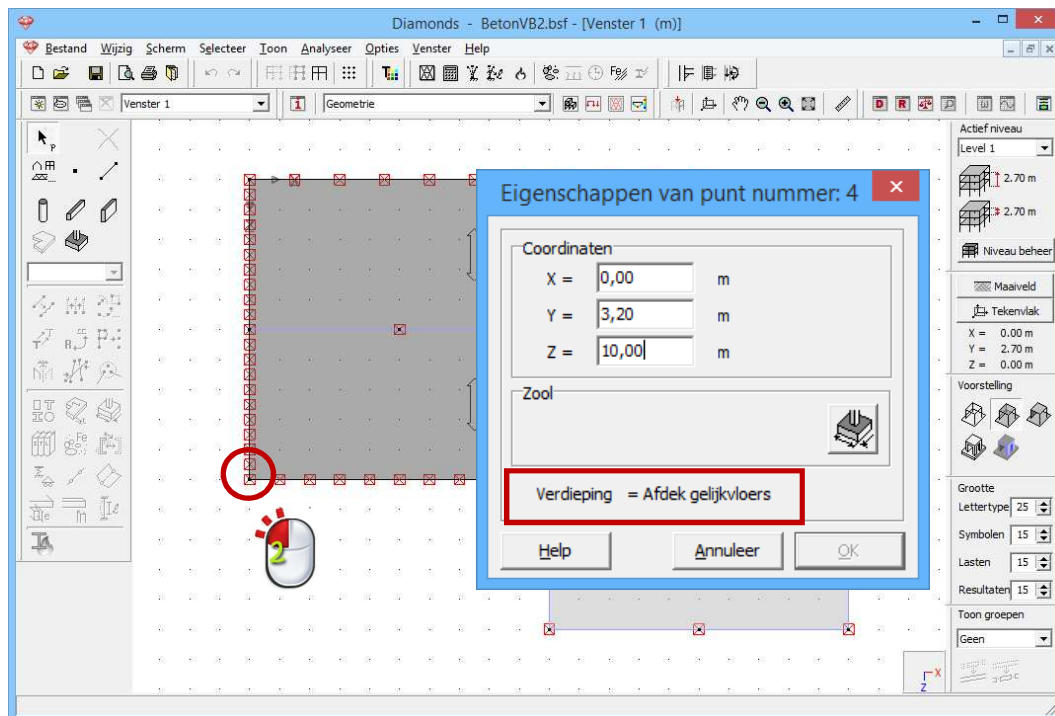
Hierin vindt u een opsomming van alle verdiepingen in het project. Op heden zijn slechts twee niveaus gedefinieerd, een funderingsniveau op 0,0m en een eerste verdieping met verdiepingshoogte 2,7m. **Selecteer nu de laatstgenoemde verdieping en editeer de verdiepingshoogte. Wijzig de hoogte naar 3,20m.** Het niveau van de verdieping wordt automatisch aangepast.



Opmerking: Onder 'verdieping' verstaat Diamonds de vloerplaat met onderliggende wanden en kolommen. Dit kan voor enige verwarring zorgen, gezien in deze context 'Verdieping 1' eigenlijk de gelijkvloerse verdieping voorstelt. Om verdere verwarring te vermijden, hernoemen we de verdieping naar 'Afdek gelijkvloers'.



Sluit nu dit dialoogvenster (klik op 'OK') en verifieer of de coördinaten van de knopen en de verdiepingsnaam wel degelijk zijn aangepast. Dubbelklik bijvoorbeeld één enkele knoop:



Sluit het venster met “Annuleer”.

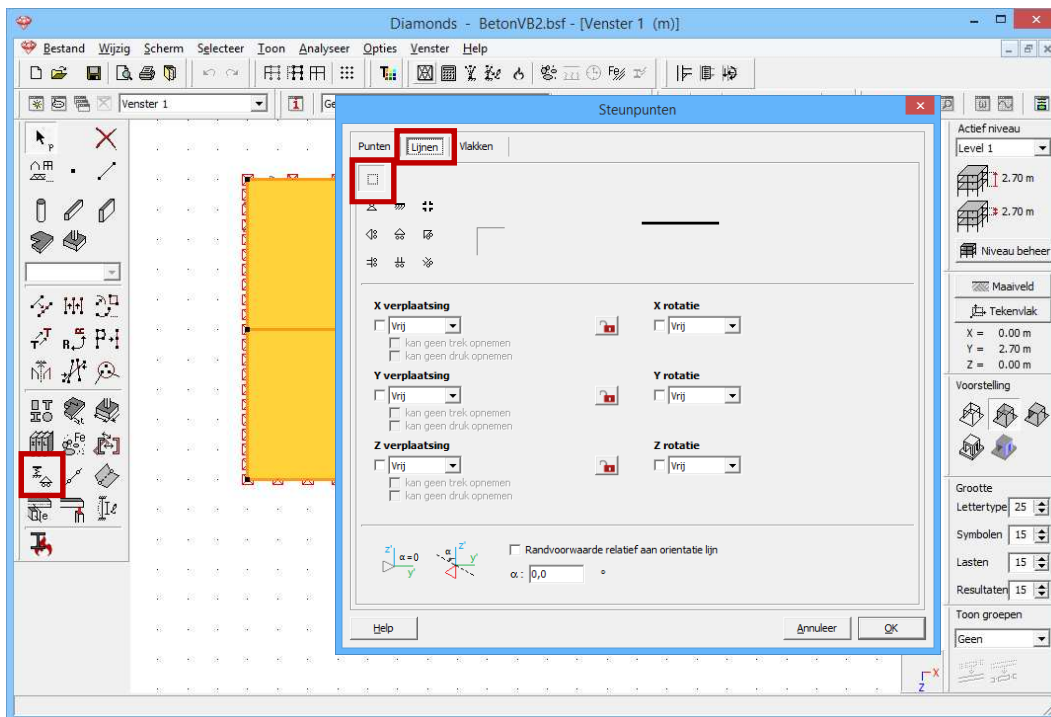
Stap 3: Steunpunten en – lijnen vervangen door wanden en kolommen

We wensen nu alle steunpunten en steunlijnen te vervangen door wanden en kolommen.

We starten met het verwijderen van de steunpunten.

- Selecteer het hele model.
- Klik vervolgens in het palet 'Geometrie' op de knop  en navigeer naar het tabblad “Lijnen”.

De slotjes  aan de rechterzijde maken u bewust dat de X-, Y- en Z-verplaatsing niet voor alle geselecteerde staven was vastgezet. U dient bijgevolg eerst deze slotjes open  te maken alvorens u de verhinderde verplaatsingen kan uitkruisen.

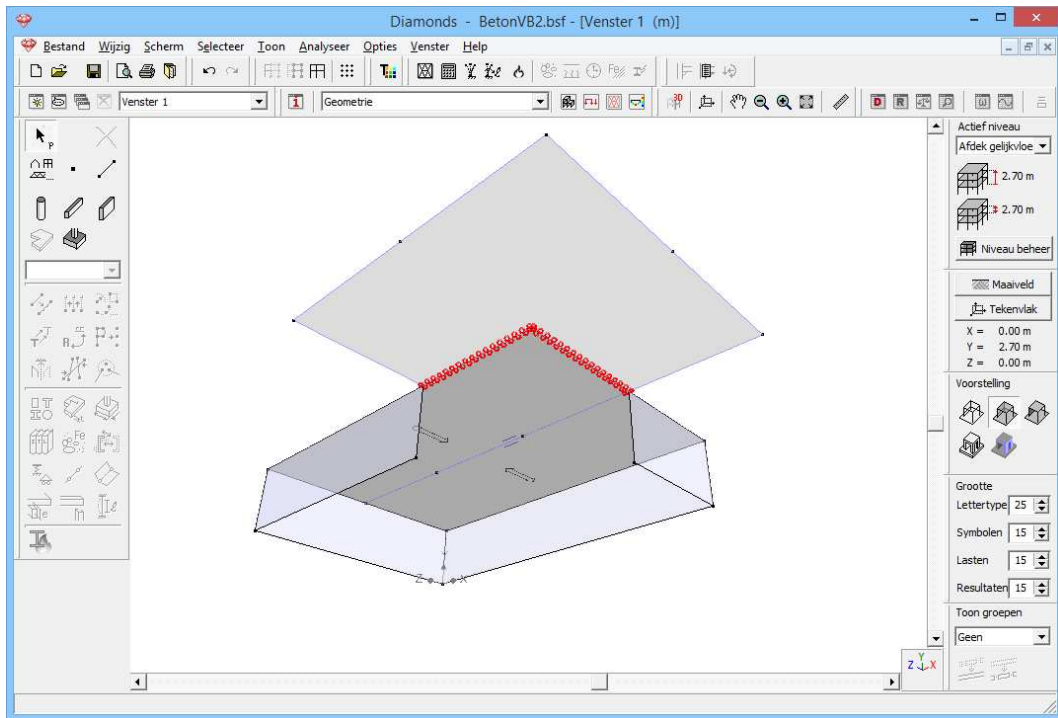


Herhaal deze bewerking door ook in het tabblad “Punten”. Klik op ‘OK’.

Stap 4: Teken van wanden

Klik vervolgens in het palet op de knop  om het tekenen van wanden te beginnen. Het tekenen van wanden gebeurt analoog aan het tekenen van lijnen met dit verschil dat onder de getekende lijn onmiddellijk een vlak (wand) wordt gegenereerd met hoogte gelijk aan de verdiepingshoogte van de actieve verdieping. Eens alle lijnen waaraan een lijnondersteuning was toegekend, zijn hertekend, klikt u opnieuw op  om de tekenfunctie te beëindigen.

Kies rechtsonder het dialoogvenster voor een perspectiefzicht en ontdek de zonet getekende wanden. De onderstaande figuur wordt weergegeven vanuit een lager gelegen gezichtspunt.

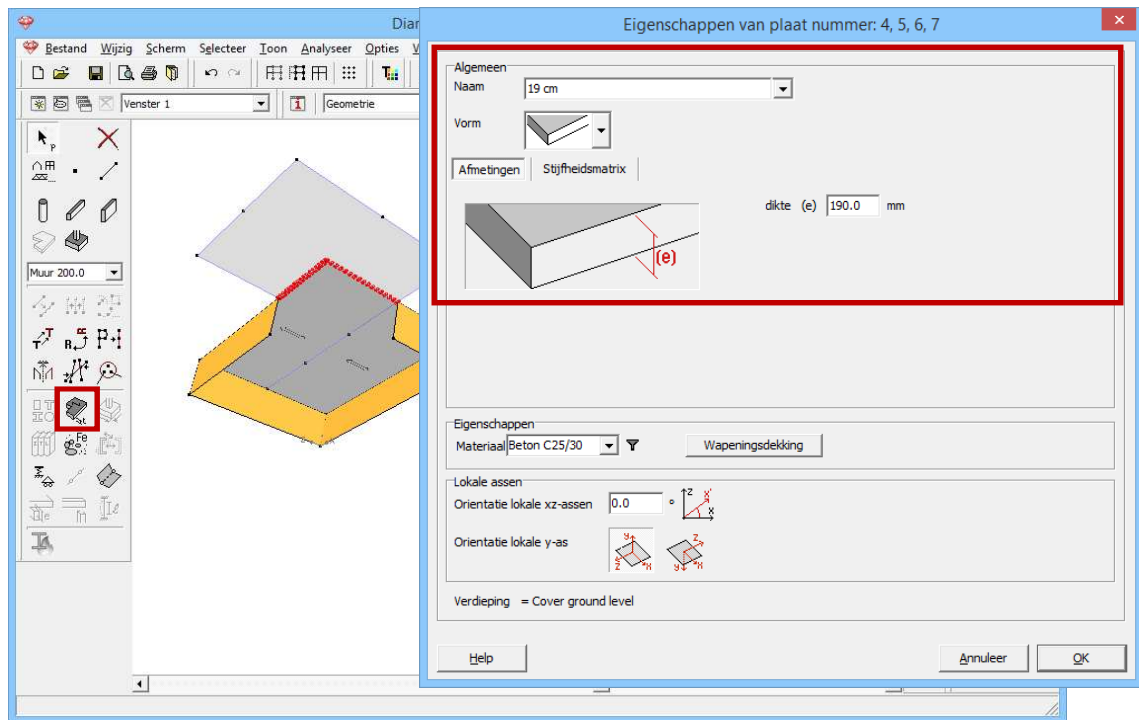


Stap 5: Wijzigen van de eigenschappen van de wanden

Selecteer nu alle wanden:

- Ofwel gebruikt u de menu-instructie “Selecteer – Verticale platen”.
- Ofwel selecteert u met de linkermuisknop één enkele wand terwijl u de CTRL-toets ingedrukt houdt. Deze selectiewijze is mogelijk omdat ook alle wanden, die zijn gedefinieerd via de functie , automatisch behoren tot een apart designtype.

Eens de selectie is uitgevoerd, klikt u in het palet op de knop  om de dikte en de naam van de wanden te wijzigen. Het materiaal laten we voorlopig ongewijzigd.

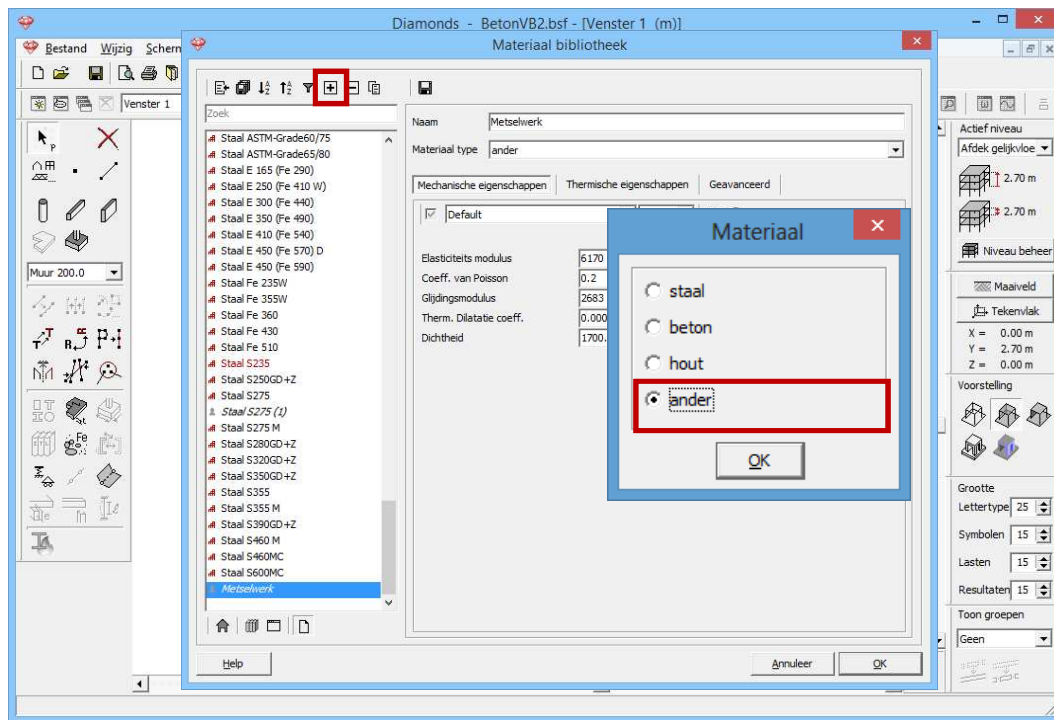


Opmerking: Indien het model reeds zou bestaan uit wanden met verschillende dikte, dan kan u aan de geselecteerde wanden (of platen) de juiste plaatsectie toekennen via het pull down-menu in het geometrie palet. Enkel de doorsnede-eigenschappen (naam, plaattype en dikte) zullen aan de nieuw gedefinieerde wand worden toegekend, het materiaal zal steeds verwijzen naar het standaardmateriaal.

Stap 6: Uitbreiding van de materiaalbibliotheek

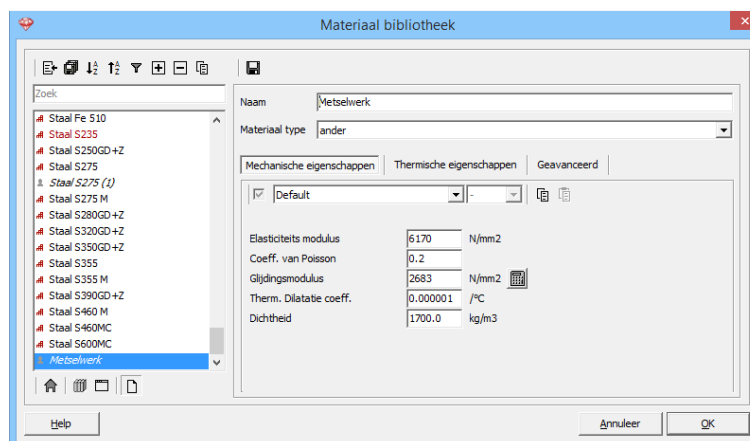
De wanden zijn voorlopig nog steeds opgetrokken uit beton. Omdat de materialenbibliotheek nog geen materiaal bevat met de eigenschappen van metselwerk, maken we eerst dit nieuwe materiaal aan:

- Open de materialenbibliotheek via de menu-instructie "Wijzig – Materiaalbibliotheek...".
- Klik linksonder op de knop .



Eerst wordt u gevraagd tot welk type het nieuwe materiaal behoort. Het type materiaal is belangrijk voor de soort normcontrole die na de elastische analyse kan worden uitgevoerd. De normering voor metselwerk is niet in Diamonds opgenomen, vandaar dat voor dit materiaal ook geen bijkomende normcontrole kan worden gerealiseerd. Bijgevolg selecteren we de vierde optie en klikken op 'OK'.

Het nieuwe materiaal is in de bibliotheek opgenomen. Rest ons nog de naam en de elastische eigenschappen van het materiaal te noteren:

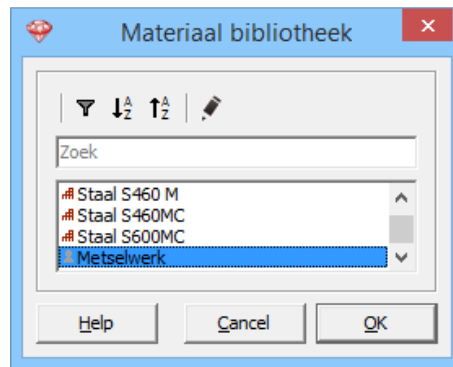


Bevestig met 'OK'.

Stap 7: Het materiaal 'Metselwerk' toekennen aan de wanden

We kennen het materiaal 'Metselwerk' nu toe aan de wanden:

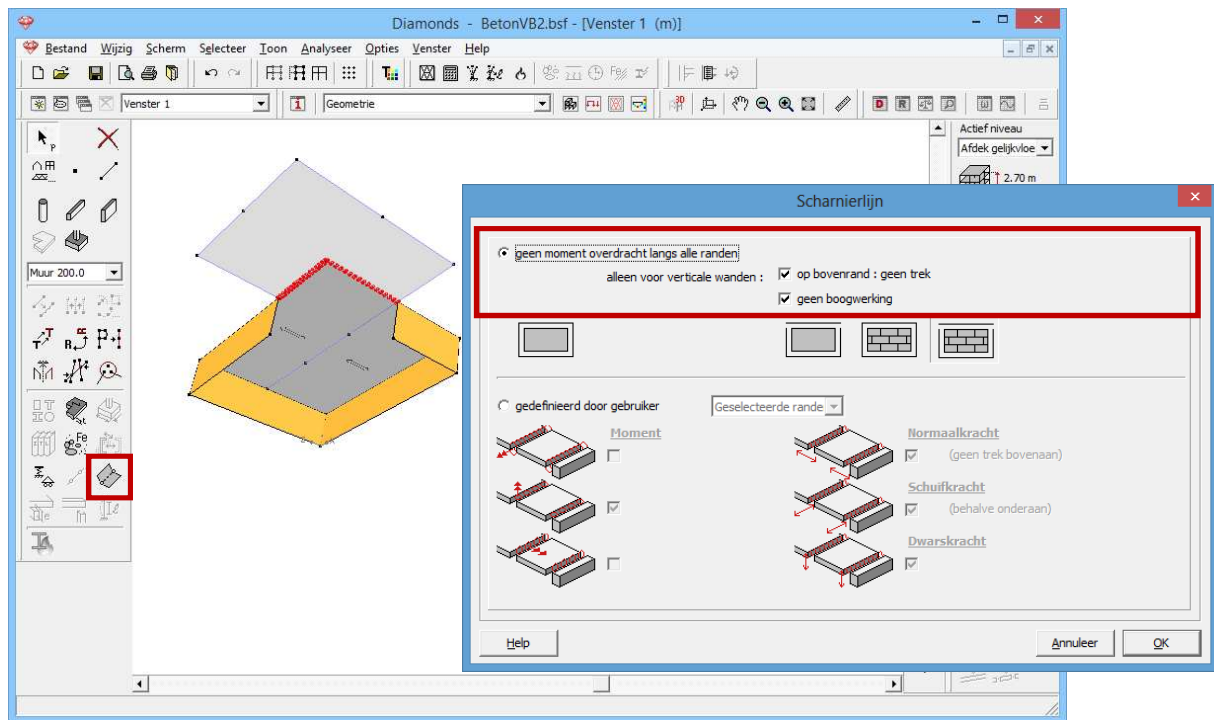
- Selecteer nu alle wanden.
- Klik op de knop .
- Selecteer het zopas gedefinieerde materiaal uit de lijst.
- Klik ten slotte op 'OK' om het nieuwe materiaal aan de geselecteerde elementen toe te kennen.



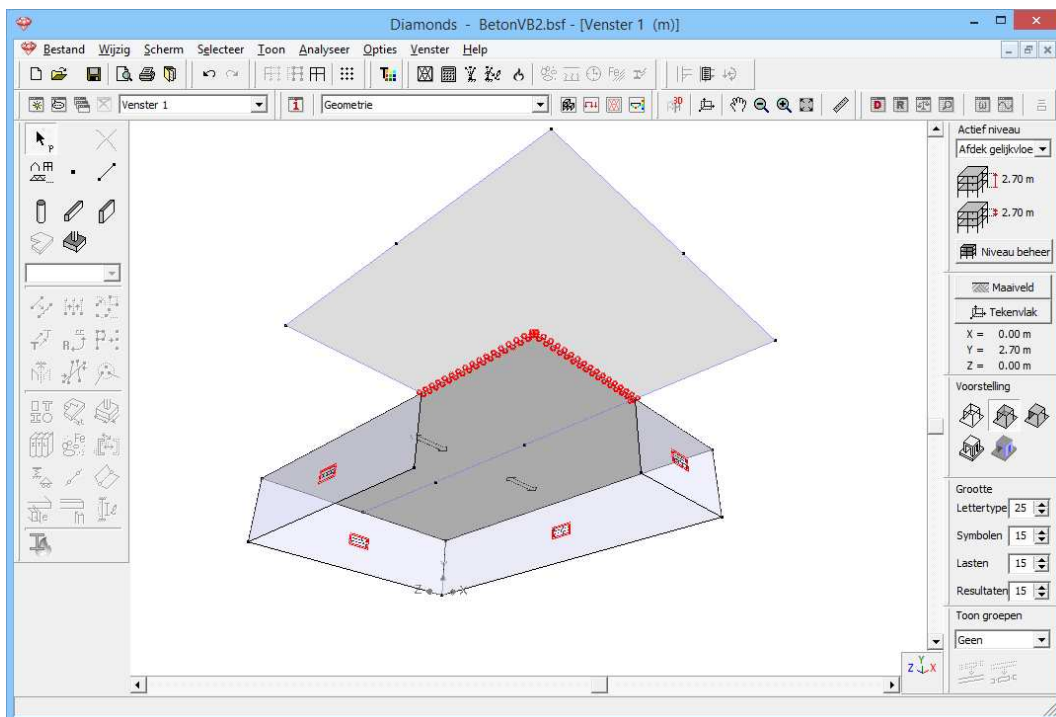
Stap 8: Aan de wanden het gedrag van metselwerk opleggen

Wanden die zijn opgetrokken in metselwerk en waarop een vloerplaat is opgelegd, kunnen in principe het oplichten van de vloerplaat niet beletten. Daarenboven zal voor een dergelijk element steeds worden verondersteld dat langsheen zijn randen geen momenten kunnen overgedragen worden. Deze zéér specifieke randvoorwaarden kunnen in Diamonds op eenvoudige wijze worden toegekend aan verticale wanden.

- Selecteer alle wanden (gebruik bijvoorbeeld de CTRL-toets).
- Klik op de knop  voor het toekennen van randvoorwaarden aan plaatranden.
- Kies bovenaan de optie 'geen moment overdracht langs randen'. Vink ook aan dat er geen trek aan de bovenrand en geen boogwerking toegelaten is. De metselwerkmuur heeft dus vooral een lastendalingsfunctie, geen spreidingsfunctie.



Bevestig met 'OK'. Alle wanden worden nu gekenmerkt door het symbool .

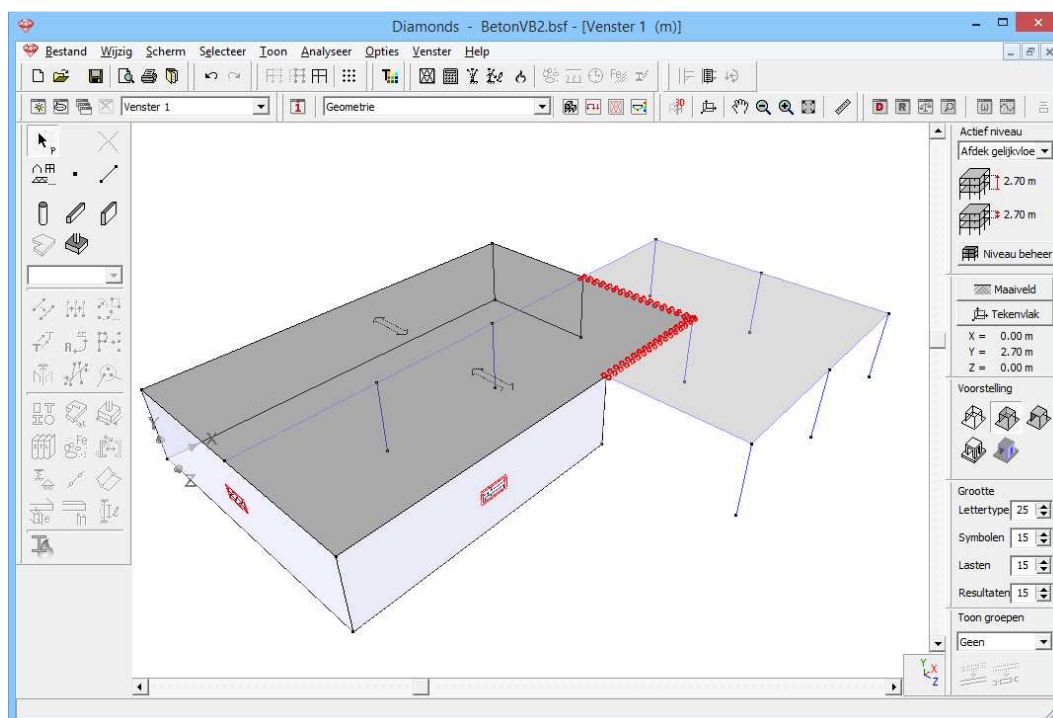


Opmerking: Wees er u van bewust dat dit symbool er enkel op duidt dat een aantal specifieke randvoorwaarden langsheen de randen van het element zijn opgelegd. Het betekent hoegenaamd niet dat aan het element ook automatisch de materiaaleigenschappen van metselwerk worden toegekend noch dat zich geen trekspanningen binnen het element kunnen voordoen.

Stap 9: Kolommen toevoegen

Nu de wandeigenschappen zijn aangepast, starten we met de definitie van de kolommen.

- Kies voor een bovenaanzicht.
- Selecteer in het palet de knop .
- Teken een kolom door een punt in een modelvenster aan te klikken. Onder dit punt wordt onmiddellijk een verticale lijn gegenereerd waarvan de hoogte opnieuw overeenstemt met de verdiepingshoogte van de actieve verdieping.
- Definieer alle kolommen onder de knooppunten waaraan voorheen een steunpunt was toegekend.
- Beëindig de tekenfunctie met de knop .
- Kies opnieuw voor een 3D zicht:

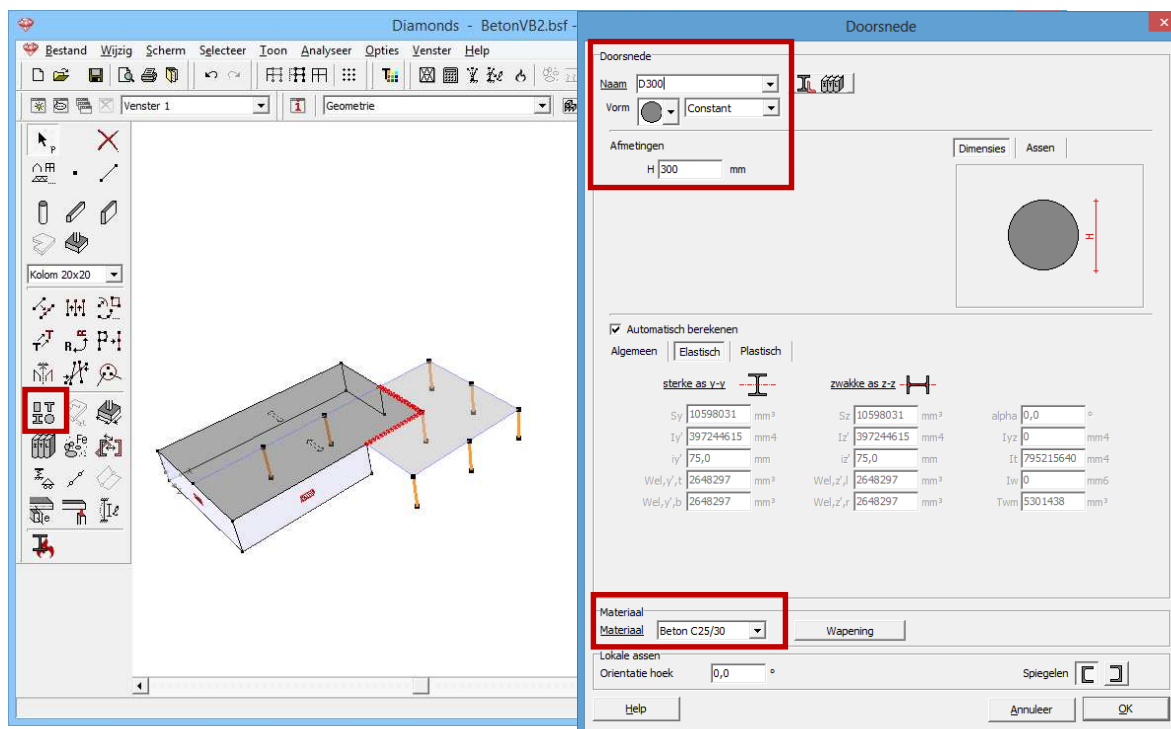


Stap 10: Wijzigen van de sectie van de kolommen

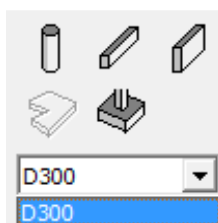
Alle kolommen hebben een standaard doorsnede: een rechthoekige doorsnede van 200 op 200mm in gewapend beton C25/30. Ook voor kolommen getekend met de functie  is een apart type voorzien.

- Gebruik dan ook de CTRL-toets om alle kolommen tegelijkertijd te selecteren.

- Klik in het palet op de knop  om een andere doorsnede aan de kolommen toe te kennen. Vervolledig het dialoogvenster als volgt:



Opmerking: via het pull down-menu onder de tekenfuncties in het palet 'Geometrie' vindt u alle reeds in het model gedefinieerde kolomdoorsnedes terug.



Zo kan u na het indrukken van de knop  onmiddellijk de sectie selecteren die aan de kolom moet worden toegekend.

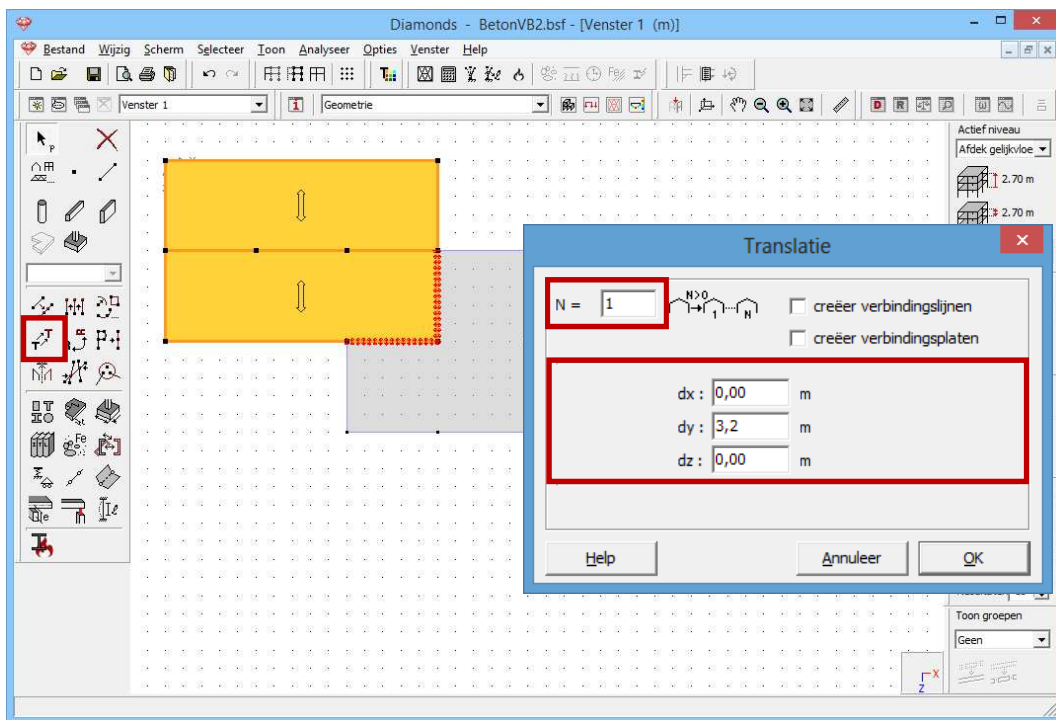
Stap 11: Eerste verdiep maken

Met deze bewerking is de geometrie van de gelijkvloerse verdieping afgerond. Zoals in de inleiding is gegeven zal enkel het hoofdgebouw van verdiepingen worden voorzien. We dienen hier dus slechts een deel van de structuur te kopiëren.

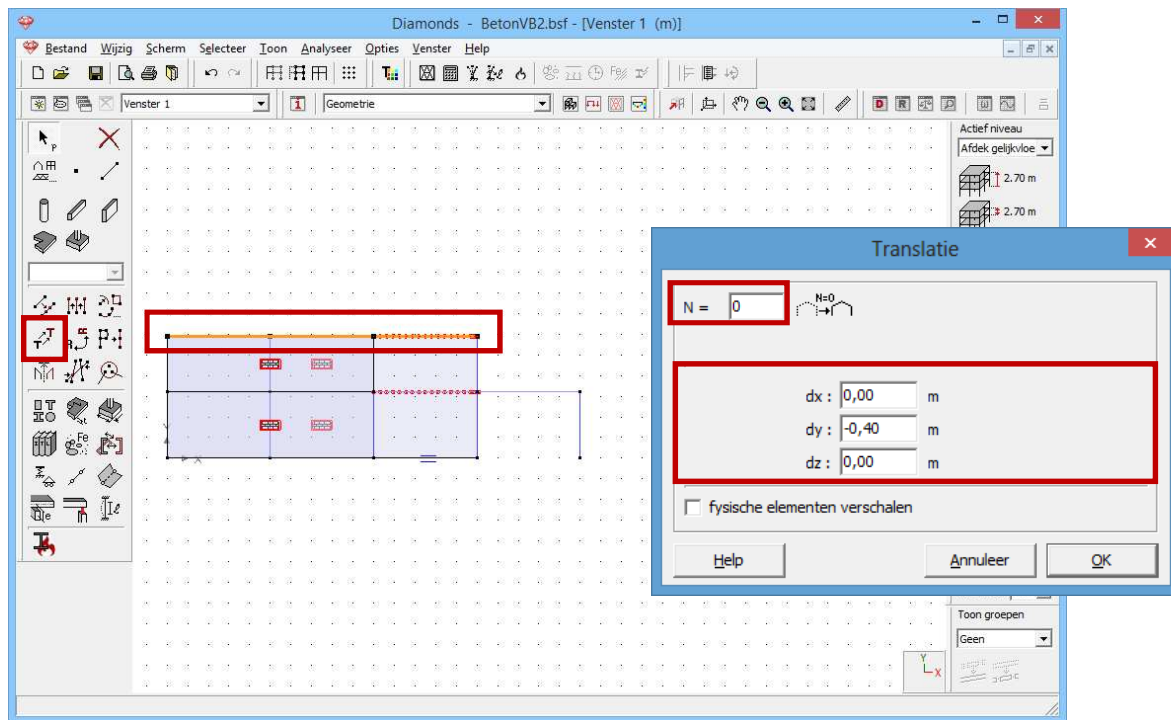
- Selecteer dat deel dat u wenst te kopiëren. Kies een bovenaanzicht en trek een selectiekader omheen het hoofdgebouw. Immers, bij zo'n handeling selecteert u alle tot de actieve verdieping behorende

elementen (dus zowel de vloerplaat als de ondersteunende wanden en kolommen)

- Klik vervolgens in het palet 'Geometrie' op de knop  en voer een kopie (N = 1) uit in de positieve Y-richting. Let erop dat de afstand identiek is aan de hoogte van de geselecteerde elementen, zo niet zullen de kopie en de oorspronkelijk structuur elkaar gedeeltelijk overlappen. Bevestig met 'OK'.



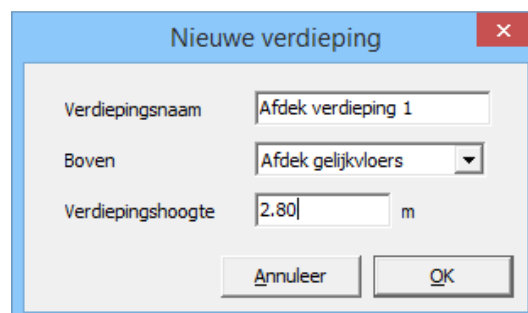
Kies nu voor een vooraanzicht en selecteer de bovenste vloerplaat met randen (d.m.v. een selectiekader). Klik op  en voer ditmaal een translatie (N = 0) uit in de negatieve y-richting.



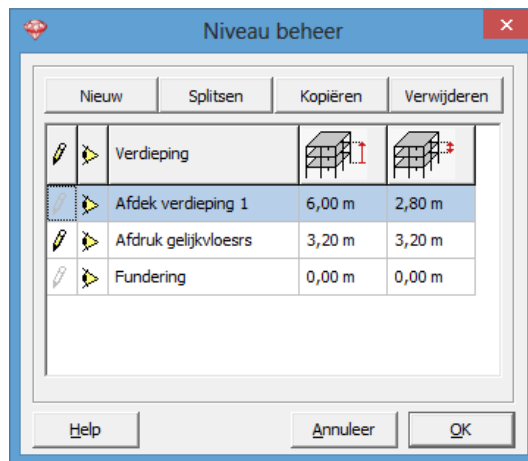
Klik wederom op 'OK'. De vloerplaat van de tweede verdieping is nu gelegen op het niveau +6,00m, de hoogte van de eerste verdieping bedraagt 2,80m.

Stap 12: Niveaubeheer uitbreiden

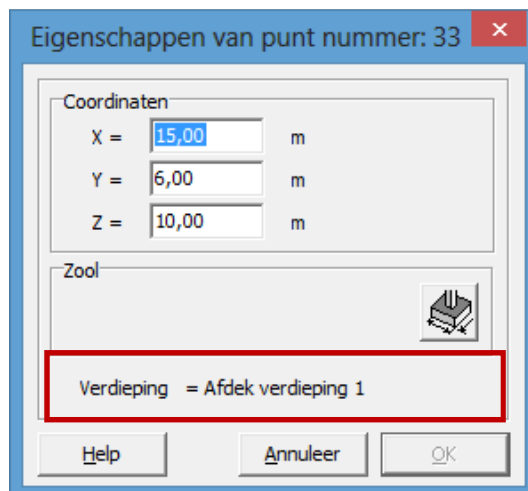
Niettemin het model nu bestaat uit twee verdiepingen (gelijkvloerse + 1^{ste} verdieping), zal Diamonds er slechts één herkennen. Open daarom de niveau beheerder d.m.v. de knop  Niveau beheer aan de rechterkant van het modelvenster en klik op **Nieuw** om een nieuwe verdieping met verdiepingshoogte 2,8m toe te voegen. Wijzig ook onmiddellijk de naam naar 'Afdek 1^e verdieping'.



Het niveau zal automatisch worden aangepast.



Van het ogenblik dat u klikt op 'OK', zullen alle punten, lijnen, vlakken die behoren tot deze nieuwe verdieping door Diamonds automatisch herkend worden. Bijvoorbeeld dubbelklikt u op één van de knopen die gelegen zijn op niveau +6,00m.



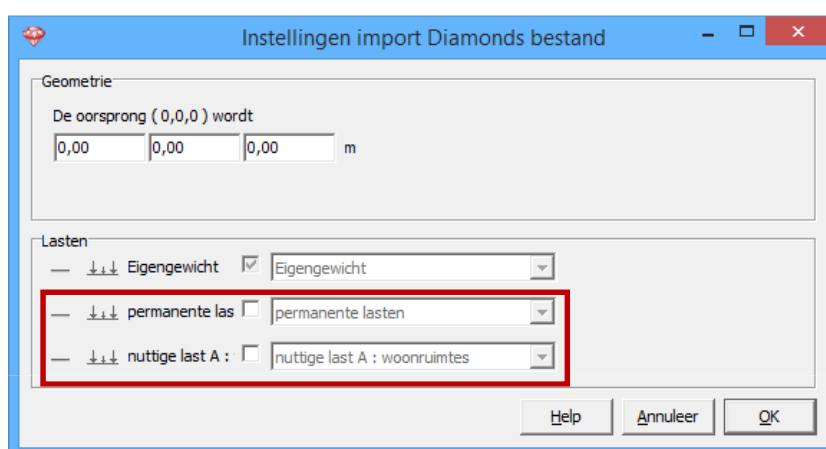
Ook de geometrie van de eerste verdieping is hiermee afgerond.

Stap 13: Tweede en laatste verdieping maken

We gaan verder met de definitie van de tweede en laatste verdieping. Ook hier kunnen we de te kopiëren structuur selecteren en deze via de knop  kopiëren. Echter, gezien deze verdieping identiek is aan de eerste etage, bestaat een veel snellere methode. Open daarom nogmaals de niveau beheerder, selecteer de verdieping "Afdak 1^e verdieping" en klik ditmaal op de knop **Kopiëren**. Vervolledig het onderstaande dialoogvenster zodat de ganse eerste verdieping wordt gedupliceerd. Deze functie heeft het bijkomende voordeel dat de nieuwe verdieping direct boven de huidige etage wordt geplaatst.

gedefinieerd, namelijk de onderranden en de voeten van de wanden respectievelijk de kolommen van de gelijkvloerse verdieping. Volg de stappen in §3.3.1 om de funderingsplaat te vervolledigen. Gebruik als ondersteuning in plaats van grondlagen een uniforme bedding met veerconstante van 1400kN/m^3 .

- U importeert het Diamonds bestand met reeds gemodelleerde funderingsplaat uit §3.3, inclusief alle secties, steunpunten en lasten. Via het menu 'Bestand – Importeer – Importeer Diamonds' kiest u het juiste bestand. U vult de nieuwe coördinaten in voor het punt (0,0,0) of duidt dit rechtstreeks aan op scherm. In dit geval komt de oorsprong van de funderingsplaat (0,0,0) overeen met de oorsprong in het 3D model. U bevestigt het dialoogvenster met 'OK'.

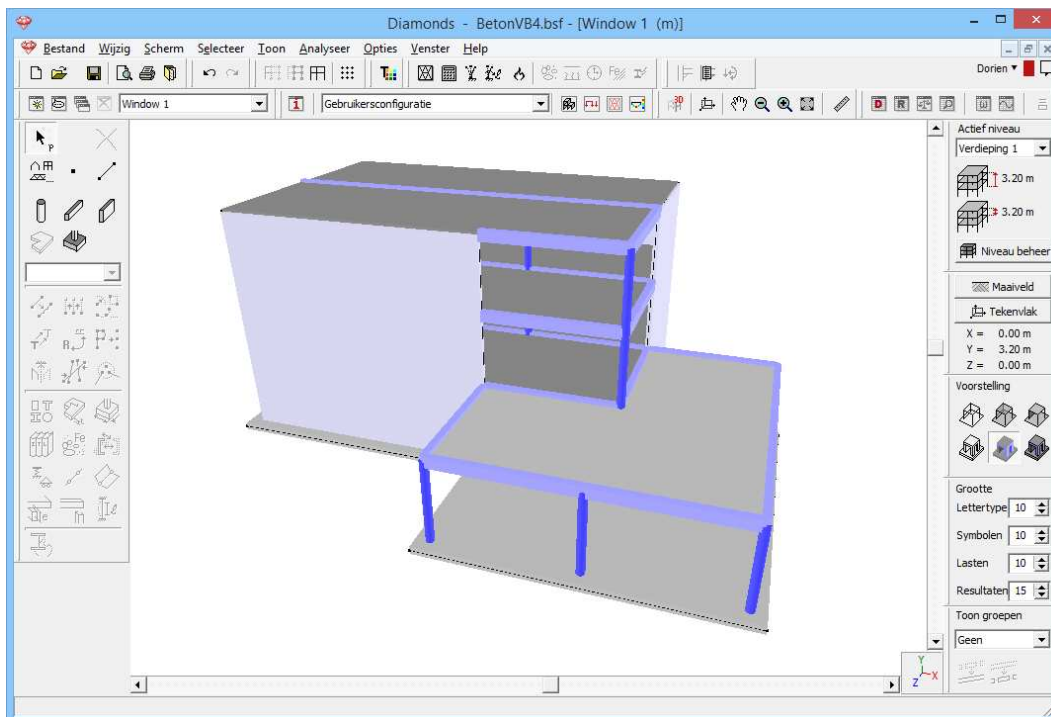


Bij het importeren kan u beslissen welke lastengroepen moeten worden overgedragen. **Importeer enkel het eigengewicht!**

Indien de funderingsplaat niet op het juiste niveau staat, kan u op de 'undo' knop  klikken en de funderingsplaat opnieuw importeren op het juiste niveau.

Beide opties leiden tot hetzelfde resultaat.

We tonen hieronder het gebouw in solid model weergave .



Merk nog op dat we geen scharnieren aan de uiteinden van de kolommen hebben voorzien. Dit betekent dan ook dat de kolommen stijf zijn verbonden met de balken en de platen.

3.4.2 Definiëren van de lasten

Stap 15: Naar configuratie 'Lasten'

We verlaten nu de configuratie 'Geometrie' en activeren de configuratie 'Lasten' om de lasten in te voeren. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Lasten'.

3.4.2.1 Aanmaken van de lastengroepen

Stap 16: Aanmaken lastengroepen

Klik op de knop . U zal zien dat de lastengroepen niet opnieuw gedefinieerd hoeven te worden. Want in het voorbeeld uit §3.2 hadden we reeds lastengroepen gedefinieerd.

3.4.2.2 Invullen van de lastengroepen

Stap 17: Invullen lastengroepen 'eigengewicht', 'permanent' en 'nuttig'

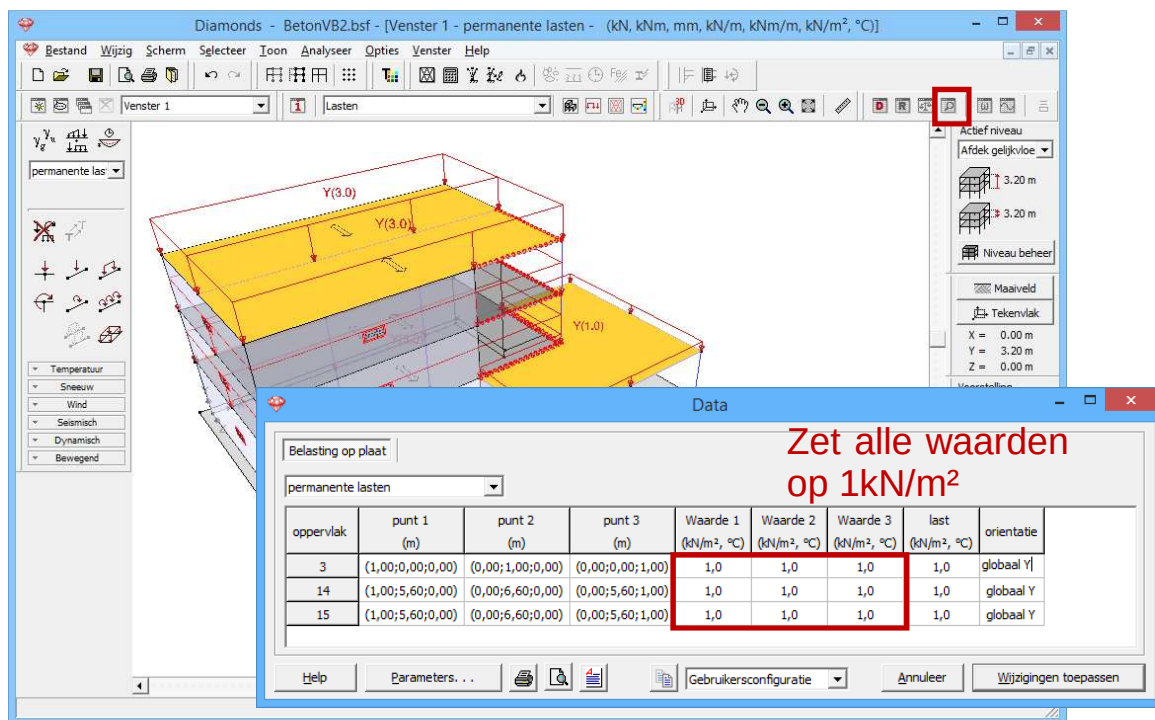
We gaan nu verder met het ingeven van de verschillende belastingen.

We overlopen de belastingen die aanwezig zouden moeten zijn:

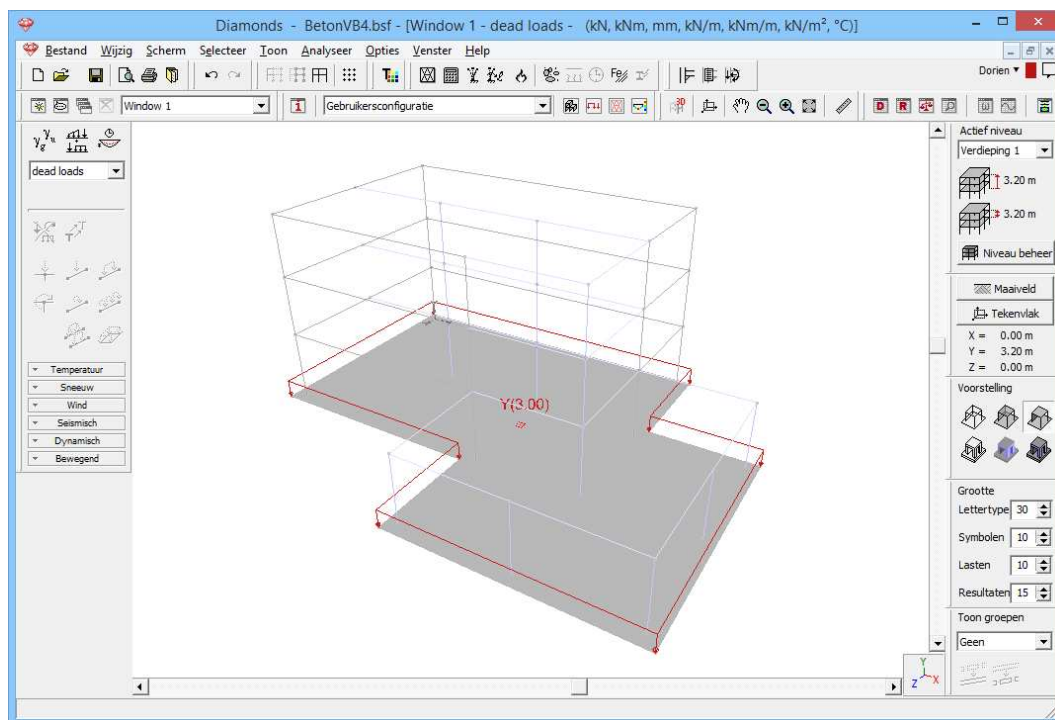
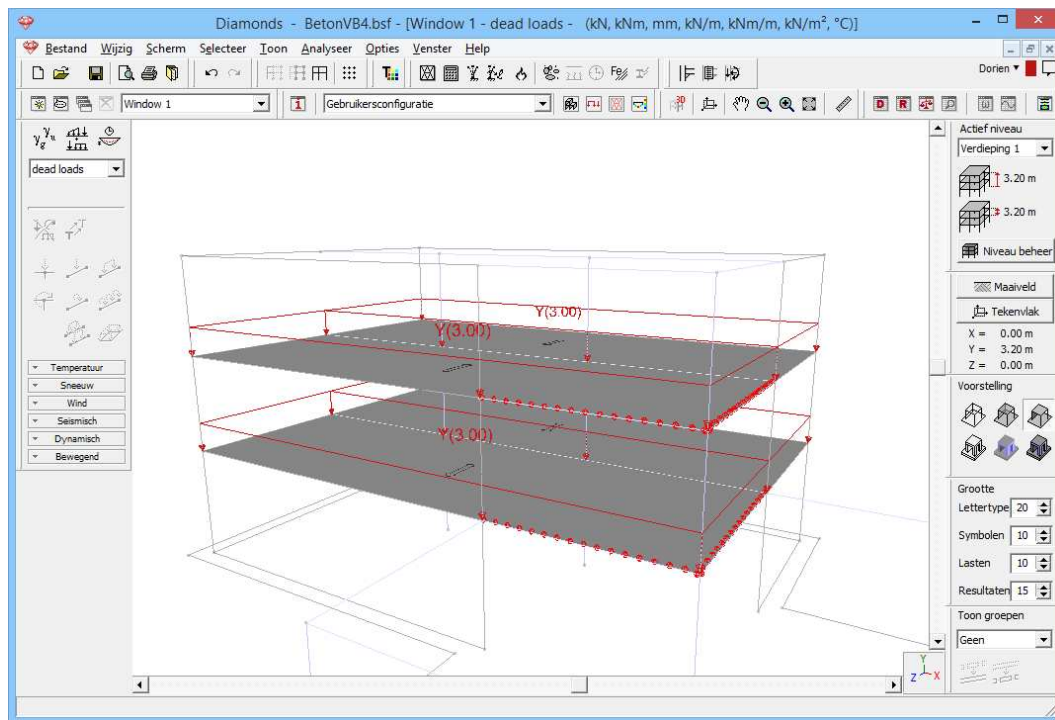
- Het **eigengewicht** wordt automatisch berekend en kan niet worden gewijzigd.
- Belasting in de lastengroep '**Permanente lasten**'.
 - o Op de dakplaten
 - o Selecteer beide dakplaten d.m.v. de SHIFT-toets.
 - o Klik op het icoon .

Een venster verschijnt met in tabelvorm een opsomming van alle permanente belastingen die zijn gedefinieerd op de geselecteerde platen.

- o Klik met de linkermuisknop een waarde aan en verander nu de waarde van de eenparig verdeelde belasting naar 1 kN/m^2 .
- o Voer deze bewerking uit totdat alle waarden op 1 kN/m^2 staan.
- o Klik op Wijzigingen toepassen om de wijzingen te bevestigen.



- o Op de 2 prédal-vloeren en fundering staat 3 kN/m^2 .



- Belasting in de lastengroep '**Nuttige last A**'.
 - o Op de dakplaten
 - o Selecteer beide dakplaten d.m.v. de SHIFT-toets.
 - o Verwijder de belasting d.m.v. van de knop .
 - o Op de 2 prédal-vloeren staat 2kN/m^2 .
 - o Op de funderingsplaat staat 2kN/m^2 .

3.4.2.3 Combinaties maken

Stap 18: Combinaties maken

Genereer de combinaties  zoals beschreven in §3.1.3.3.

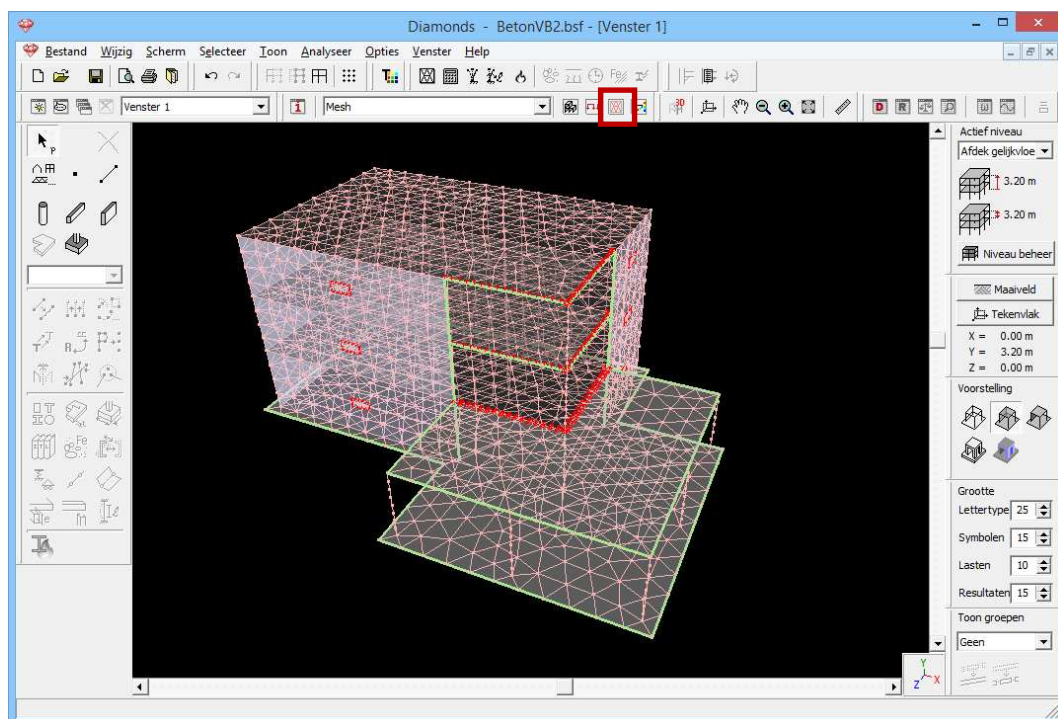
3.4.3 Berekening van de mesh

Stap 19: Genereren van de mesh

Genereer de mesh  met dezelfde parameters als in §3.2.4.

Stap 20: Controleren van de mesh

Eens het elementennet is gegenereerd, maken we de mesh zichtbaar met . In een perspectiefzicht ziet het model er nu als volgt uit:



Er springen geen onregelmatigheden in het oog, we mogen kwalitatief goede resultaten verwachten!

3.4.4 De globale elastische analyse

Stap 21: Elastische analyse

Om de analyse te starten, selecteert u de menu-instructie 'Analyseer – Elastische Analyse'. U kan de analyse ook rechtstreeks starten door gebruik te maken van de functietoets **F9** of d.m.v. het icoon  in de iconenbalk. Gebruik dezelfde instellingen als in §3.3.4 (en zorg ervoor dat het niveau van het maaiveld op 0,0m staat!).

Ditmaal wordt een iteratieve berekening uitgevoerd. De reden is de definitie van de metselwerkwanden. Immers, er is opgelegd dat deze wanden aan de bovenrand enkel druk kunnen opnemen. Dat de berekening voor iedere lastencombinatie wordt hernomen, wijst er op dat sommige platen (in de hoeken) inderdaad zullen oplichten.

We staan in dit voorbeeld niet stil bij de resultaten van de elastische berekening.

3.4.5 Berekening van wapening

Stap 22: Berekenen van de wapening

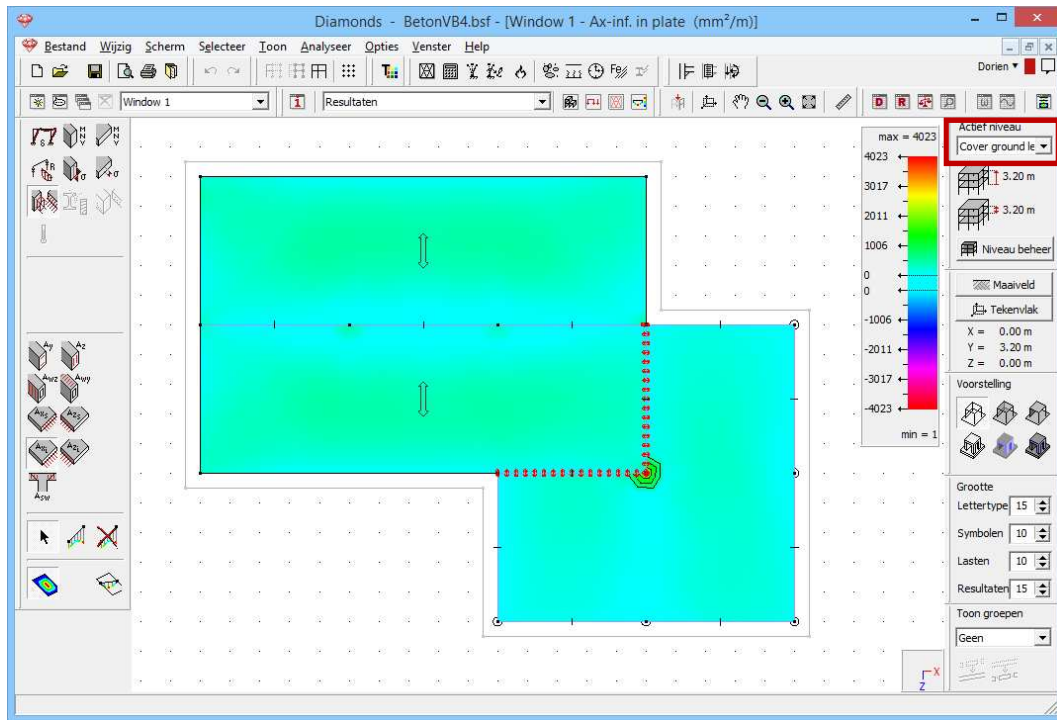
Voor het berekenen van de wapening  met dezelfde instellingen aan als in §3.2.6.

Ook hier geeft Diamonds op het einde van de berekening de melding dat voor sommige platen de wapening niet voor ieder element kon berekend worden. We geven geen gevolg aan deze waarschuwing en klikken op 'OK'.

Stap 23: Bekijken van de resultaten

Eenmaal de berekening beëindigd, wordt in het 'Resultaten'-palet de knop  geactiveerd voor de voorstelling van de wapeningsresultaten.

Selecteer de langswapening A_{xi} , die overeenstemt met de onder wapening in de platen evenwijdig met de lokale x'-as.



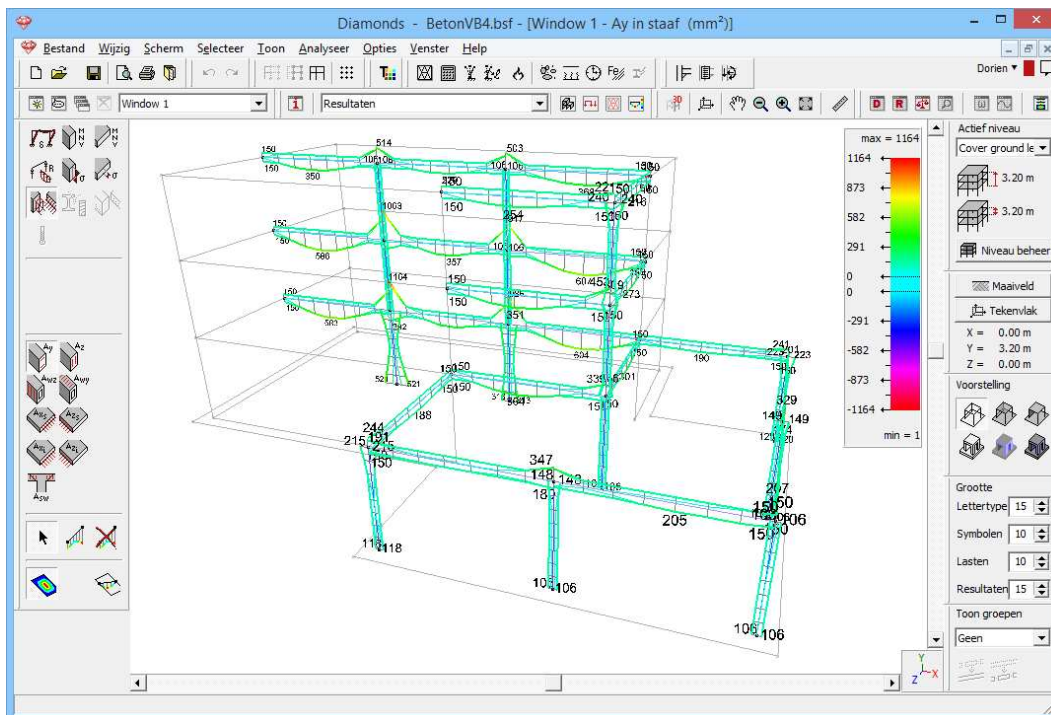
Niettegenstaande de ondersteuning van de vloerplaat ditmaal de zetting van de fundering zullen volgen, is de veldwapening (afgezien van deze in de hoeken van de breedplaten) nagenoeg dezelfde als deze die is bekomen in §3.2.

Kies wederom voor een 3D voorstelling en selecteer de langswapening A_y in balken en kolommen.

Het is mogelijk om slechts voor een deel van de structuur de resultaten te tonen:

- Selecteer de desbetreffende elementen (balken, kolommen, platen, wanden).
- Klik dan op het icoon . De kleurschaal zal aangepast worden i.f.v. de geselecteerde elementen.

Om weer alles zichtbaar te maken, klikt u op het icoon .



Opmerking: Er is voor de berekening van de wapening in de kolommen geen rekening gehouden met de werkelijke kniklengte van de kolommen. Gezien geen kniklengteberekening werd uitgevoerd, zal tijdens de knikcontrole een kniklengte worden aangenomen die gelijk is aan de groeps lengte (in dit geval de systeemplengte) van de staven. Omdat alle kolommen in dit model elastisch zijn ingeklemd (en dus over een kniklengte zullen beschikken die kleiner is dan de systeemplengte) mag u een veilig wapeningsresultaat verwachten.

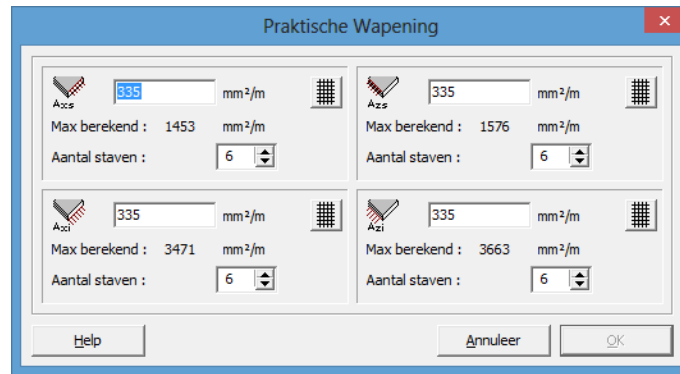
3.4.6 Berekening van de gescheurde doorbuiging

Stap 24: Toekennen van praktische wapening aan de balken

Alvorens de gescheurde doorbuigingsberekening aan te vatten, verifiëren we of alle platen en balken voorzien zijn van praktische wapening.

Bij het kopiëren of importeren van verdiepingen worden ook praktische wapening meegenomen. In principe is de praktische wapening dus voor alle verdiepingen in orde.

Hebt u echter de funderingsplaat niet geïmporteerd, maar vanaf nul gemodelleerd, dan dient u nog een praktisch wapeningsnet toe te kennen aan de funderingsplaat. Dubbelklik daarom op de funderingsplaat (zorg ervoor dat de wapeningsresultaten van de platen zichtbaar zijn) en vervul het dialoogvenster als volgt:



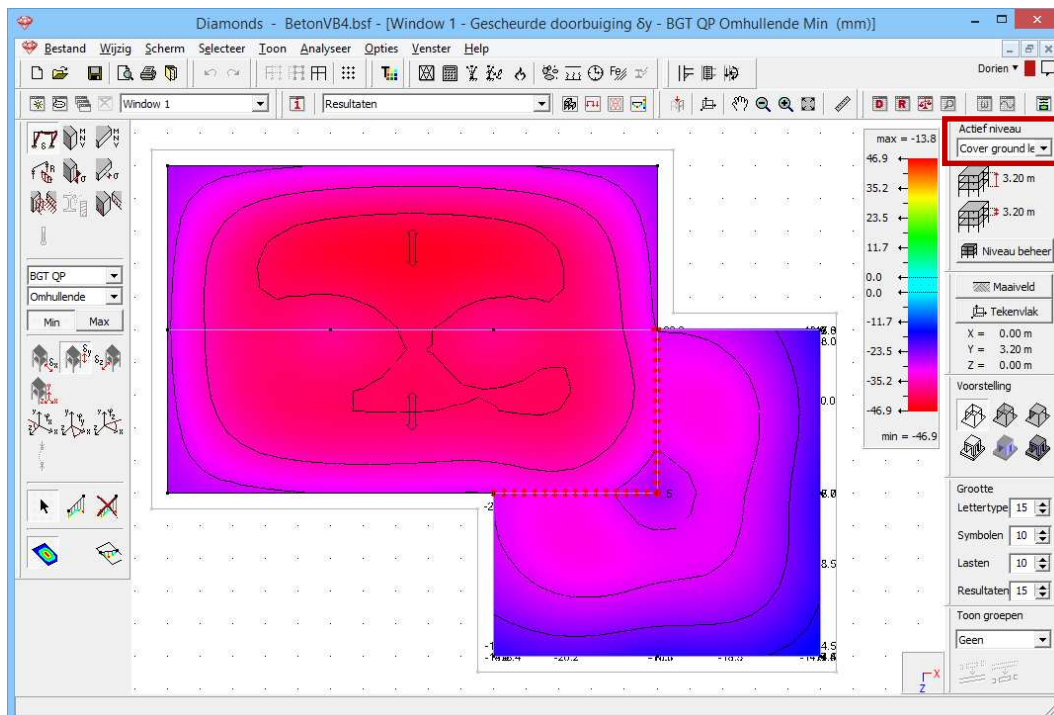
Bevestig met 'OK'.

Stap 25: Berekenen gescheurde doorbuiging

Kies nu in het menu de instructie “Analyseer – Gescheurde doorbuiging” of klik op de knop  in de werkbalk boven het modelvenster. Aanvaard de voorgestelde waarde voor β en breng kruip in rekening.

Stap 26: Bekijken van de resultaten

We tonen hieronder de maximale gescheurde doorbuiging onder de combinaties ‘BGT QP min’ van de vloerplaat van de eerste verdieping.



Opmerking: In §3.5 zal dit model verder worden uitgebreid. Vandaar dat u het bestand best bewaard.

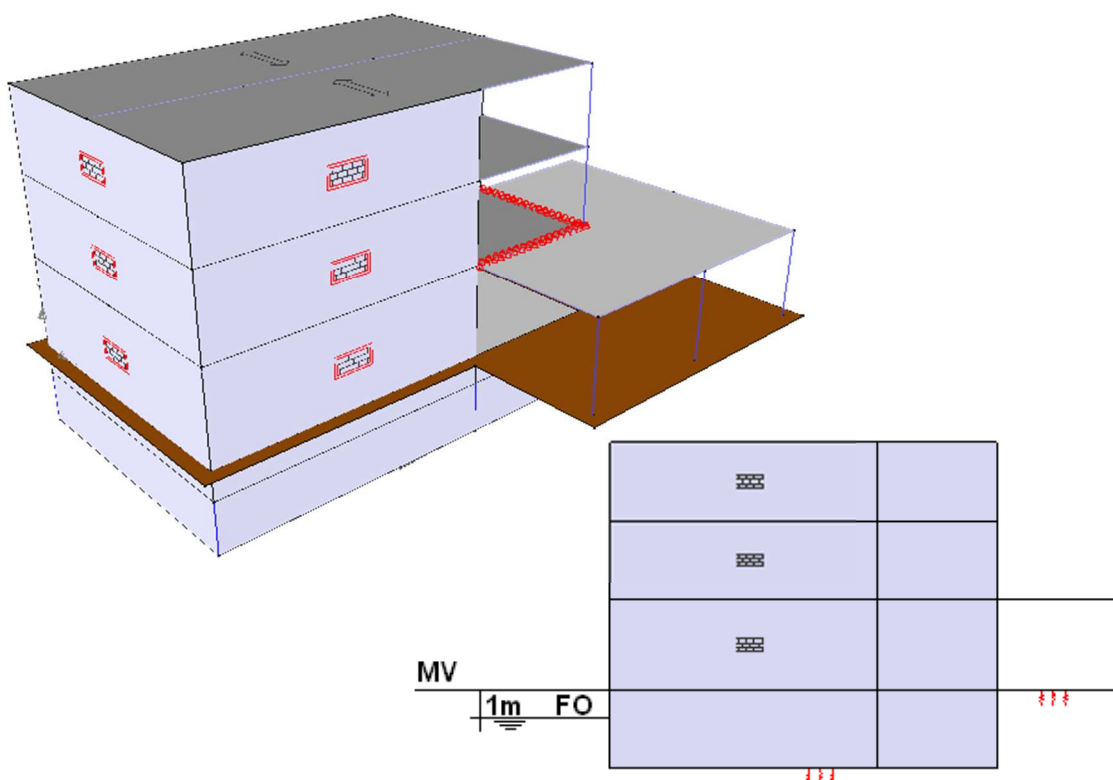
3.5 Voorbeeld 5: Modelleren van een kelderverdieping

Vereiste licenties:	✓ 2D bars	✓ 3D Bars	
	✓ 2D Slabs	✓ 2D Plates	✓ 3D Plates
	✓ Concrete Design		

De laatste stap bestaat in het modelleren en berekenen van de kelderverdieping. We nemen aan dat enkel de hoofdbouw is voorzien van een kelder, wat maakt dat het model zal bestaan uit twee funderingsplaten op verschillend niveau. We doen ditmaal opnieuw beroep op de resultaten van het sonderingsverslag en gebruiken dezelfde sondering voor beide funderingen.

De kelderverdieping heeft een hoogte van 2,8m en wordt ter plaatse gestort. De dikte van de kelderwanden bedraagt 20cm. De kolommen van de bovenverdieping worden verondersteld door te lopen in de kelder.

Verder bevindt de grondwaterstand zich 1m onder het maaiveld. De waterstand kan als permanent worden beschouwd.



3.5.1 Definiëren van de structuur

Stap 1: Openen van het project uit §3.4

Open het bestand uit §3.4 via de menu-instructie 'Bestand – Open' of klik op . Klik vervolgens in de iconenbalk op het icoon  om de configuratie 'Geometrie' met bijhorend palet naar voor te brengen. Kies voor een bovenaanzicht. Zorg ervoor dat het grondplan van de fundering wordt weergegeven.

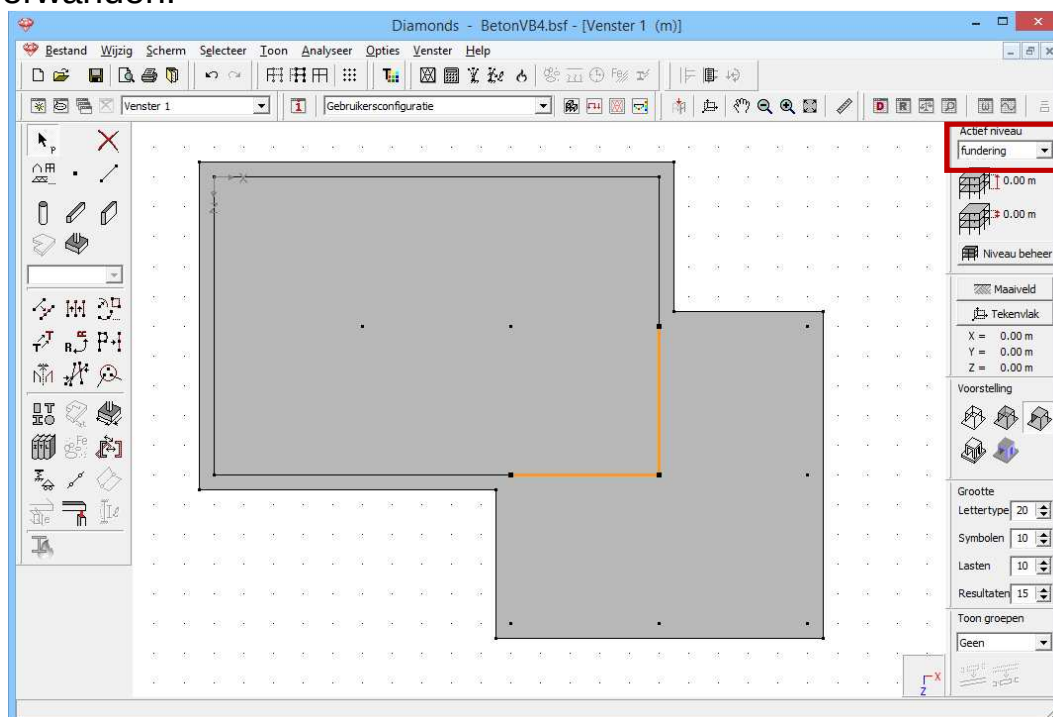
Stap 2: Verwijderen van de oude randvoorwaarden

Alvorens het model uit te breiden, verwijderen we de grondlagen die aan de funderingsplaat zijn toegekend:

- Selecteer de funderingsplaat.
- Klik in het palet op de knop .
- Zet alle vrijheidsgraden los en bevestig met 'OK'.

Stap 3: Teken de aslijnen kelderwand

Vervolgens tekenen we met  de twee ontbrekende aslijnen van de kelderwanden.

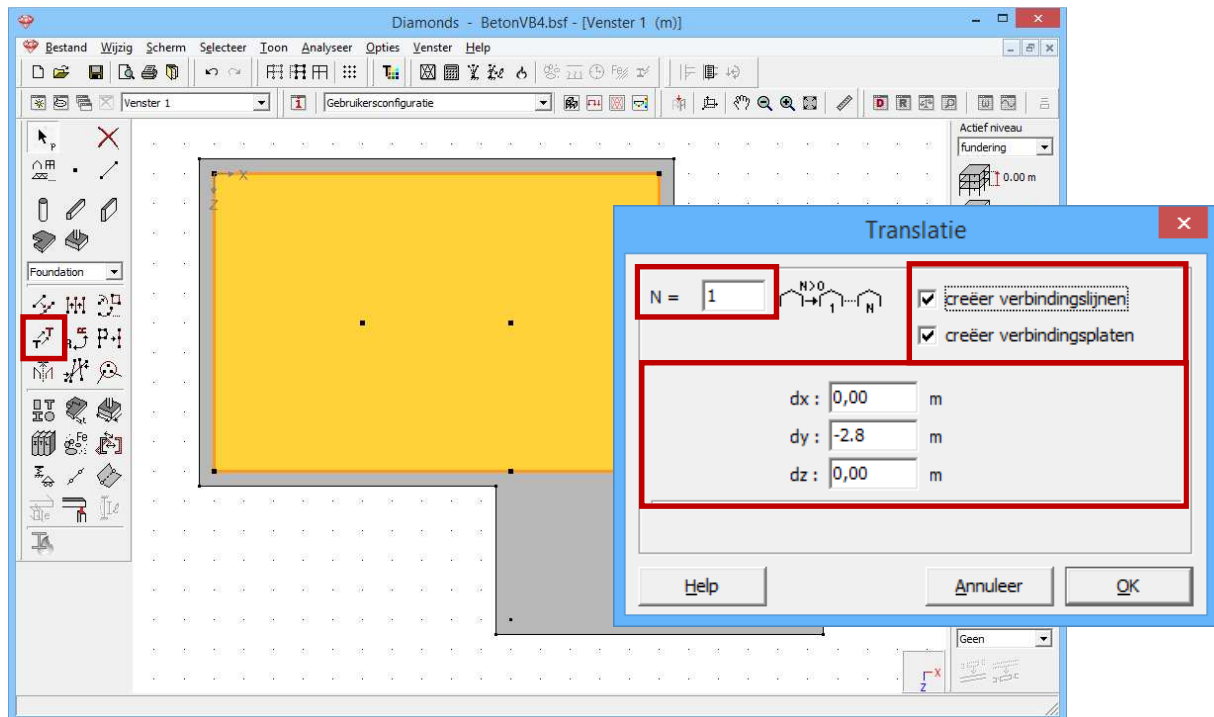


Eens de knop  opnieuw is ingedrukt, verifieert Diamonds of nieuwe plaatomtrekken kunnen gevormd worden. De fundering zal worden

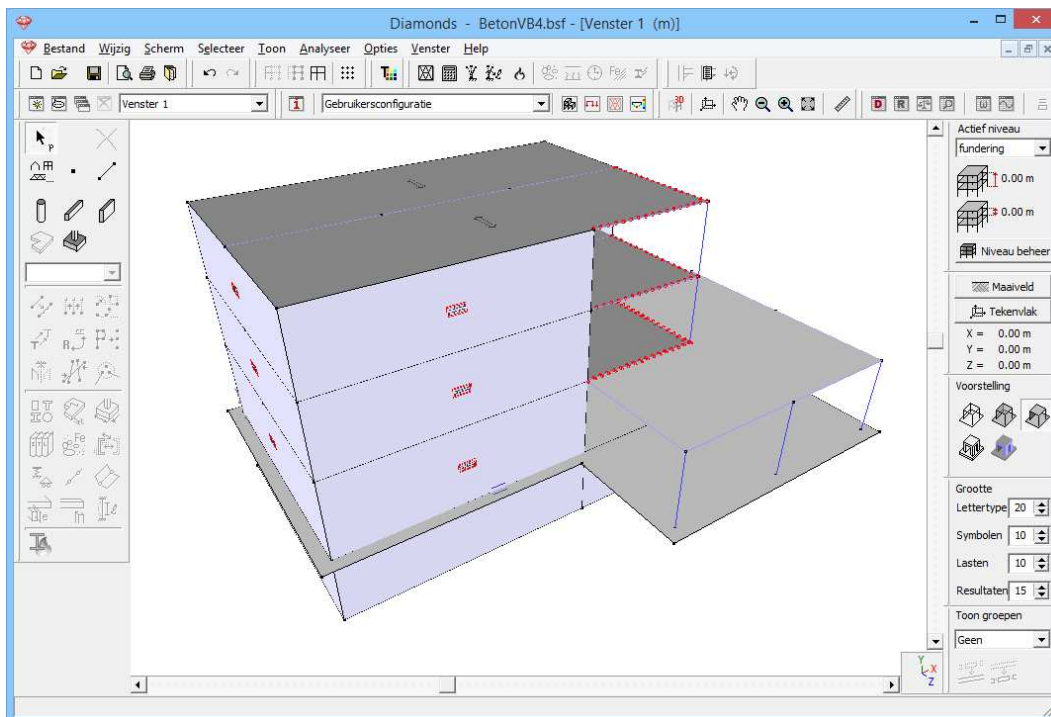
opgedeeld in twee platen, waarvan de ingesloten plaat het plafond van de kelder zal voorstellen.

Stap 4: Definiëren van de kelder

Trek nu een selectiekader omheen de kelderomtrek en klik in het palet op de knop .



Kopieer de plaat over -2,80m en laat Diamonds automatisch beide platen verbinden door het creëren van wanden. Bevestig met 'OK' en kies voor een perspectiefzicht: een extra verdieping is aan het model toegevoegd.

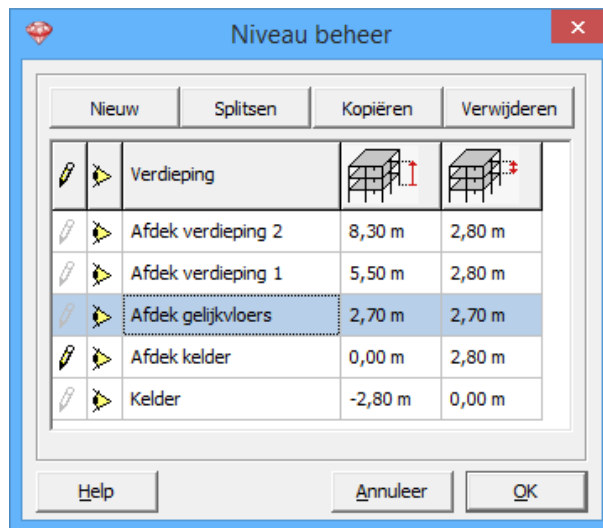


De dikte van de funderingsplaat van de kelder bedraagt 30cm. Voor de kelderwanden wordt de standaard dikte van 20cm aangenomen.

Stap 5: Uitbreiden van het niveaubeheer

Niettegenstaande in het model een kelderverdieping is toegevoegd, wordt deze etage nog niet als dusdanig herkend door de level manager. Open daarom de niveau beheerder d.m.v. de knop **Niveau beheer** aan de rechterkant van het modelvenster en klik op **Nieuw** om een nieuwe verdieping met hoogte 2,8m onder de fundering toe te voegen. Noem deze verdieping 'Keldervloer'.

Het niveau van de keldervloer wordt automatisch aangepast naar -2,8m. Wijzig eventueel nog de naam van de verdieping 'fundering' naar 'Afdek kelder'.



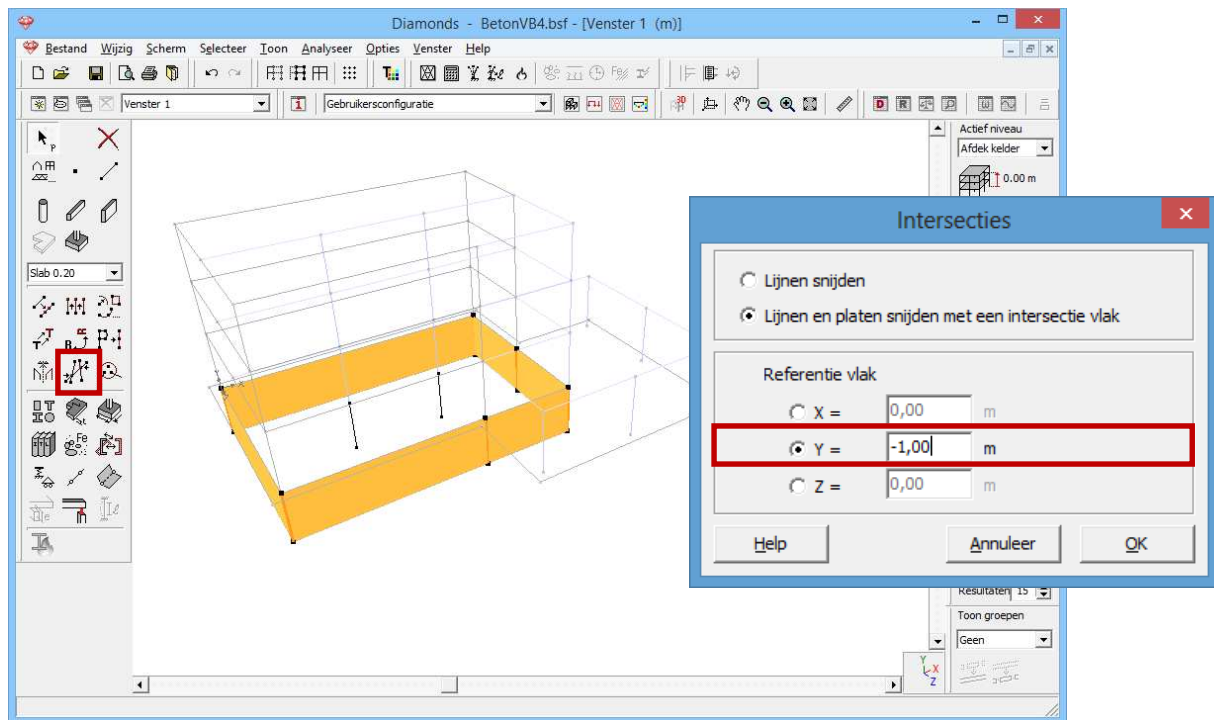
Om de leesbaarheid en het gebruiksgemak te verhogen, kiezen we er nog voor bovenste drie verdiepingen te verbergen door eenmaal met de linkermuisknop op het symbool  aan te prikken. Bevestig met 'OK'.

Opmerking: De verborgen delen worden in het lichtgrijs weergegeven. Wenst u deze volledig te verbergen, kruis dan in het venster van de configuratie-instellingen de optie "Verborgen delen gedimd voorstellen" uit.

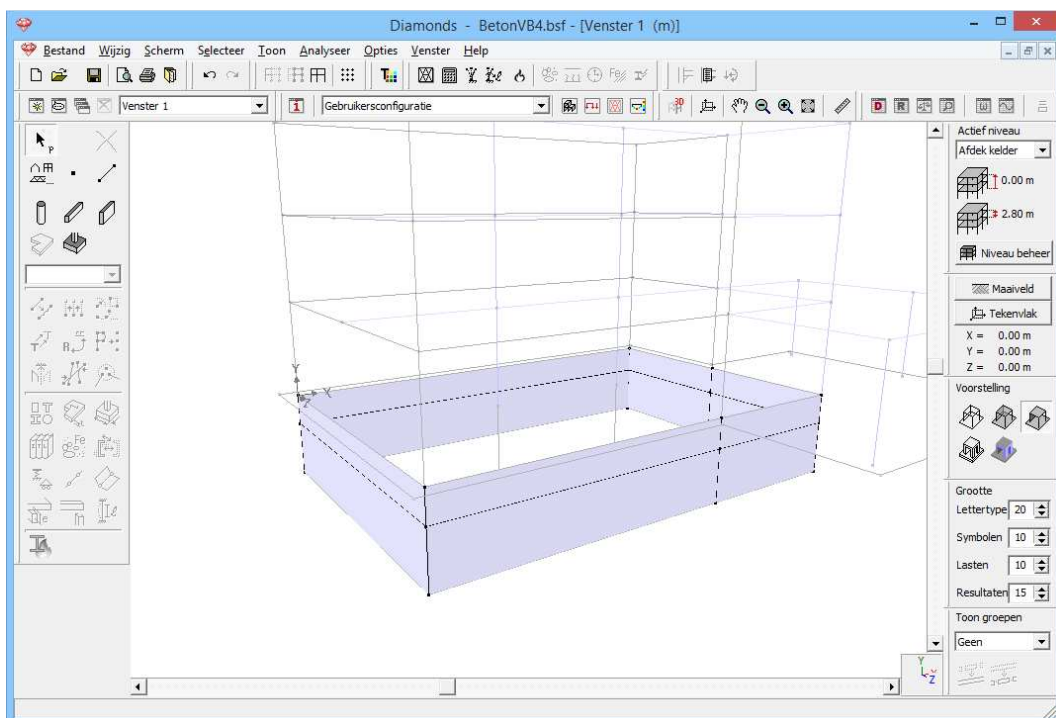
Stap 6: Model doorsnijden om later de waterdrukken gemakkelijk te kunnen definiëren

Om later de horizontale waterdrukken te kunnen definiëren, is het noodzakelijk het gedeelte kelderwand dat zich onder water bevindt af te bakenen. Om die reden doorsnijden we de kelder met het horizontale referentievlak $Y = -1\text{m}$.

- Selecteer alle wanden van de kelder.
- Klik in het palet op de knop .
- Vervolledig het dialoogvenster als volgt:



Klik op 'OK'. Ter hoogte van de doorsnijding wordt een snijlijn gedefinieerd wat maakt dat de wanden worden gesplitst. De kelderwanden onder -1m kunnen nu apart worden geselecteerd.

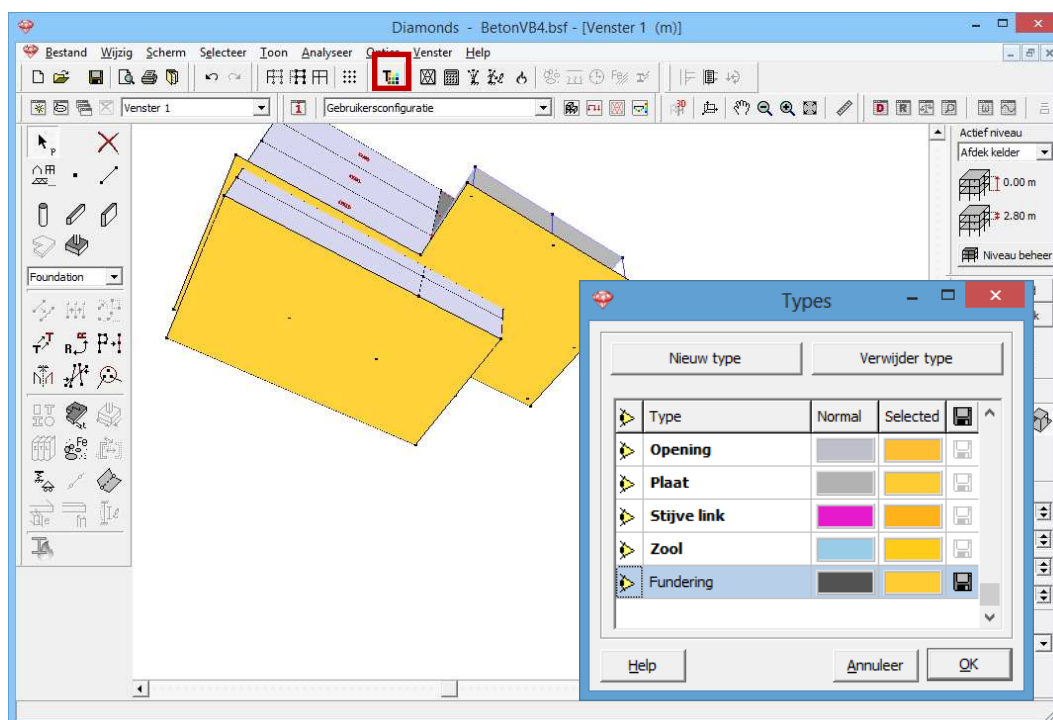


*Opmerking: Een alternatief bestaat erin dat u m.b.v. de level manager de kelderverdieping splitst d.m.v. de knop **Splitzen**. Alsdan zullen de kelderwanden worden ondergebracht in twee aparte verdiepingen. In het kader van deze oefening is deze oplossing misschien minder relevant.*

Stap 7: Toekennen van types

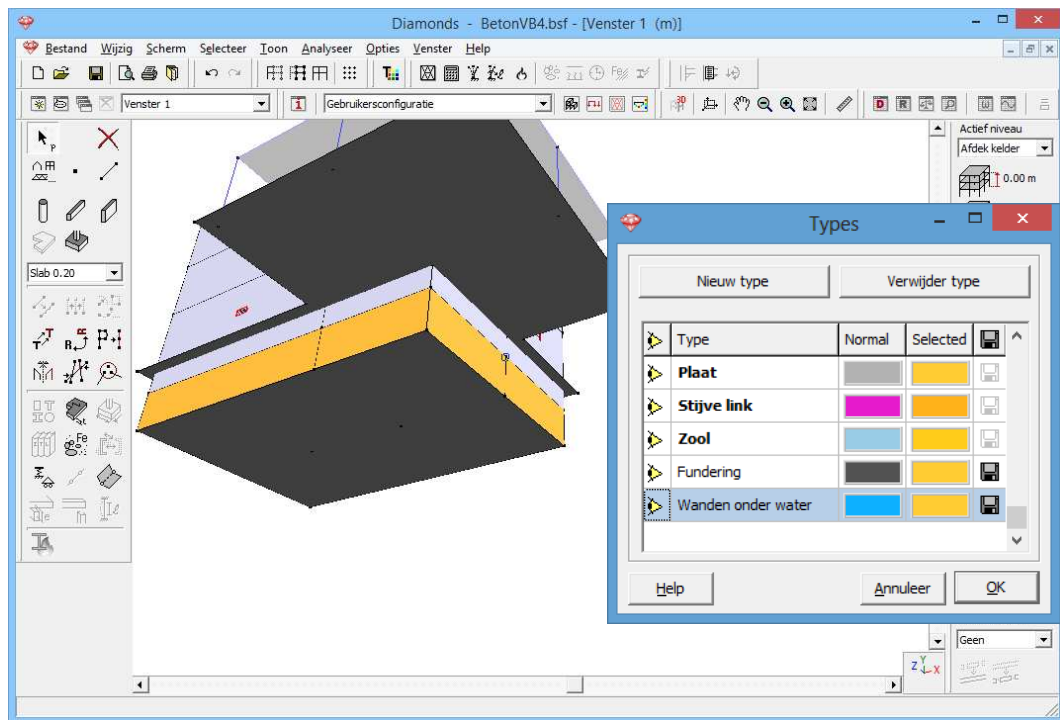
Om het selecteren in de toekomst te vergemakkelijken, wensen we eerst de funderingsplaten en de ondergedompelde kelderwanden te onderscheiden van de rest van de structuur door het toekennen van twee nieuwe design types.

- Selecteer eerst beide funderingsplaten d.m.v. de SHIFT-toets (neem daarvoor een aanzicht lang onder).
- Klik in de iconenbalk op de knop .
- Definieer een nieuw type “Funderingsplaat” en kies een herkenbare kleur.



Klik op 'OK' om het nieuwe type aan de geselecteerde elementen toe te kennen.

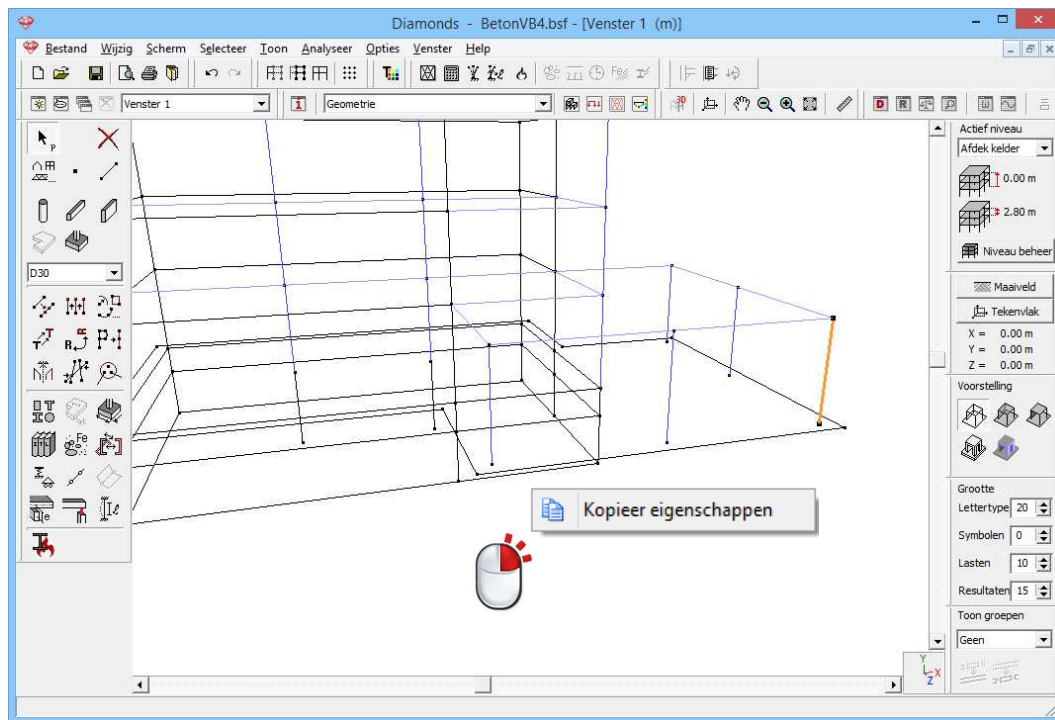
Selecteer vervolgens (opnieuw met de SHIFT-toets) alle kelderwanden die zich onder de grondwaterstand bevinden (eventueel draait u de tekening d.m.v. de horizontale schuifbalk) en klik opnieuw . Maak op analoge wijze het type “Kelderwanden” aan en kies ook hier een andere kleur. Bevestig met 'OK'.



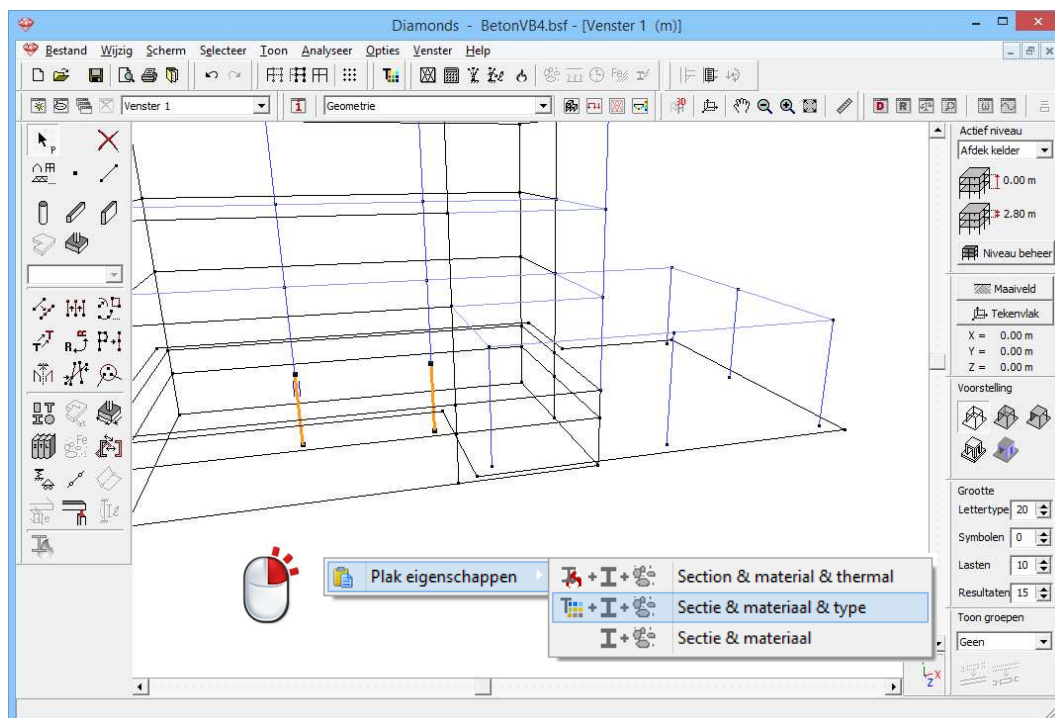
Stap 8: Toekennen van secties aan de kolommen

Aan alle nieuw gegenereerde vlakken (kelderwanden en funderingsplaat) werd onmiddellijk een dikte toegekend, in tegenstelling tot de twee staven (kolommen) in het midden van de kelder. We kennen daarom eerst de cirkelvormige sectie ook aan beide lijnstukken toe.

- Neem een draad voorstelling .
- Selecteer één van de kolommen met doorsnede D300.
- Klik één maal met de rechter muisknop en selecteer: 'Kopieer eigenschappen'.



- Selecteer de twee kolommen in de kelder.
- Klik één maal met de rechter muisknop en selecteer: 'Plak – Sectie, materiaal en type'.



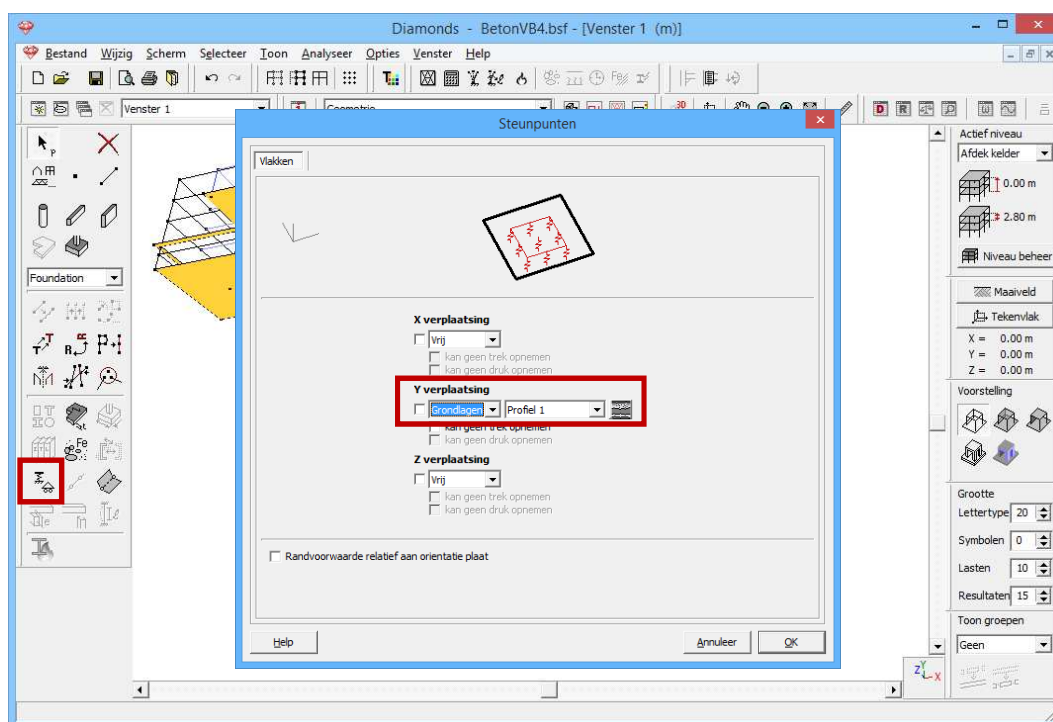
Stap 9: Definiëren van de grondeigenschappen

Definiëren we nu de grondeigenschappen.

- Selecteer de twee funderingsplaten (gebruik de CTRL-toets).
- Klik op de knop .
- Verhinder de X- en Z-verplaatsing
- Maak in de Y-richting gebruik van de ingestelde grondlagen.

Omdat we na het importeren van de funderingsplaat in §3.4.1 de grondlagen even hebben uitgeschakeld (door veerconstante op 0 kN/m^3 te zetten), is het grondlagen profiel nog beschikbaar in dit model.

Als het grondlagenprofiel niet meer beschikbaar is, klik dan op , dan op  **Toevoegen grondlagenprofiel** en importeer de grondlagen  **Lagen importeren**.



Verlaat nu het dialoogvenster met de 'OK'. Aan beide platen is nu hetzelfde grondlagenprofiel toegekend, niettegenstaande ze op een verschillend niveau zijn gelegen.

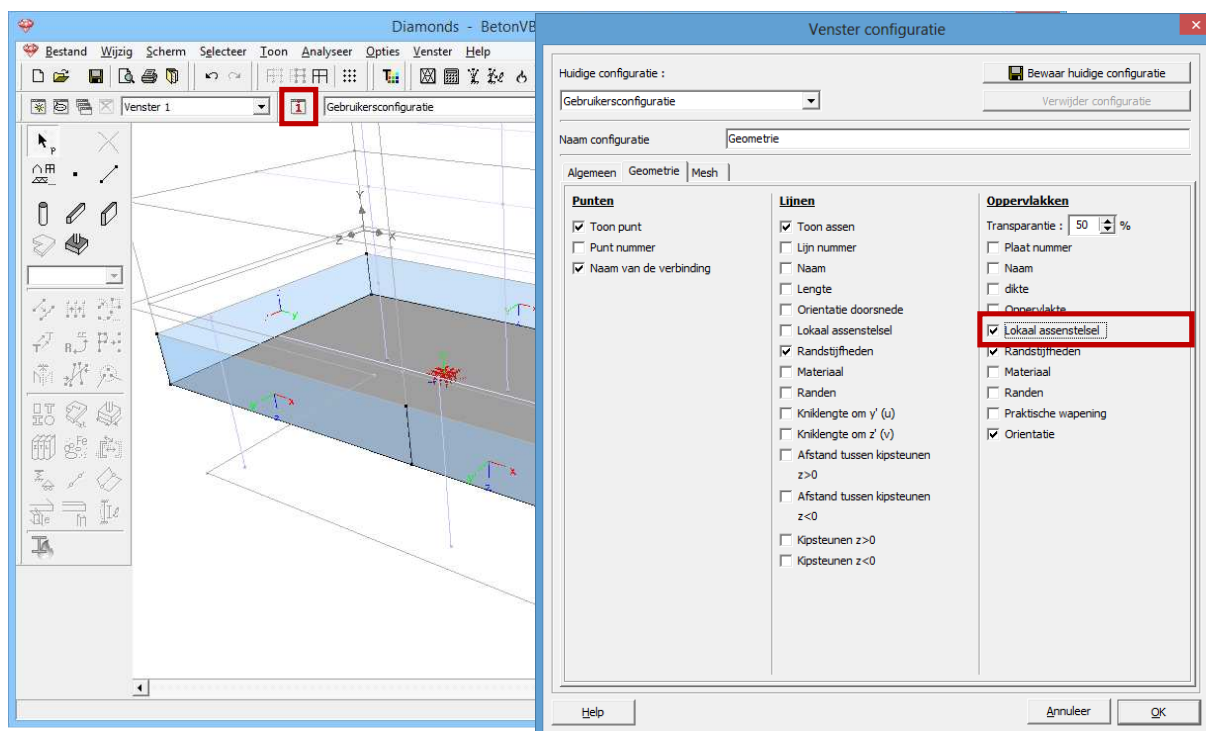
Opmerking: Dit grondlagenprofiel is gedefinieerd ten opzichte van een bepaald referentieniveau (i.e. het oorspronkelijk maaiveld). Tijdens de analyse zal u worden gevraagd het niveau van dit referentievlak vast te leggen. Eens dit is gebeurd, kent Diamonds niet enkel de grondlagen die gelegen zijn onmiddellijk onder de verschillende funderingen maar anderzijds ook de diepte van de uitgraving per fundering zodat met een

eventuele terreinbelasting kan rekening gehouden worden. Vandaar dat hetzelfde grondprofiel kan gebruikt worden voor beide funderingsplaten.

Stap 10: Lokale assen van de platen in dezelfde richting zetten

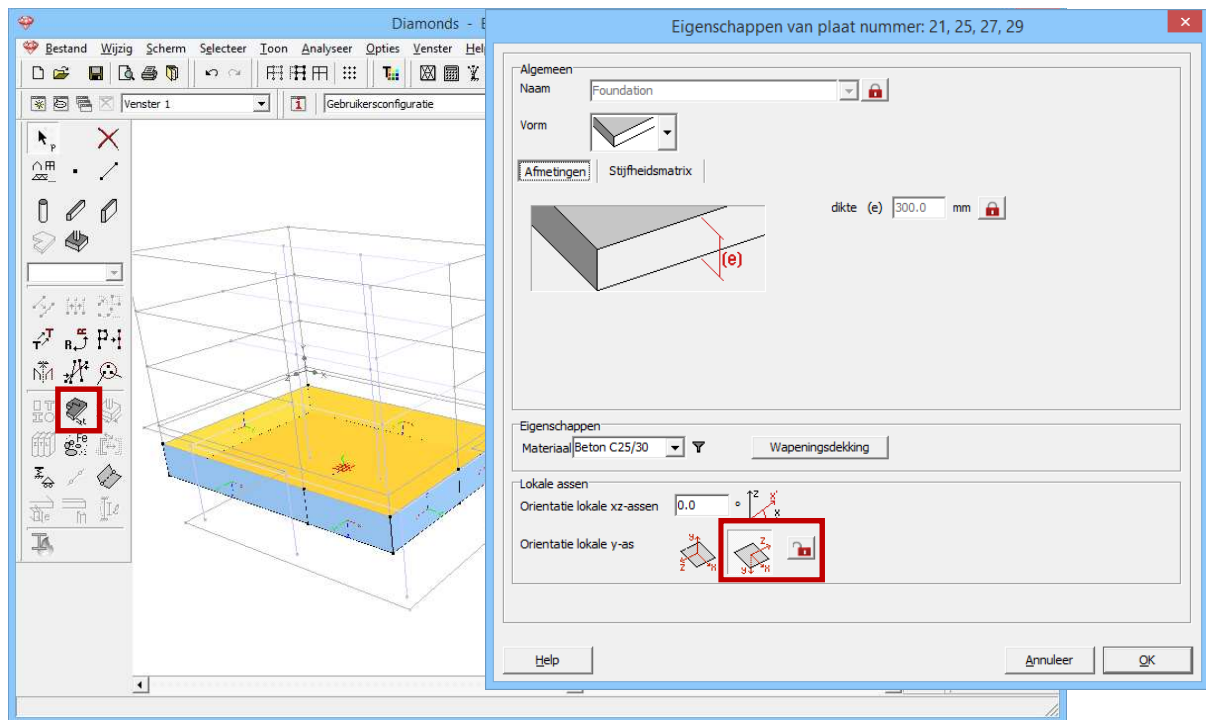
Zo, in principe is de geometrie van de structuur afgerond. Echter, alvorens over te stappen naar de 'Lasten'-configuratie, is het raadzaam de lokale oriëntatie van de kelderwanden en funderingsplaat die zich onder water bevinden op zodanige wijze aan te passen dat de lokale y'-as steeds naar buiten is gericht, zodat in de volgende paragraaf de waterdrukken in één operatie kunnen aangebracht worden.

Open via het volgende dialoogvenster en visualiseer de lokale assen van de vlakken.



In bovenstaande afbeelding zijn enkel die elementen zichtbaar die onder het freatisch oppervlak zijn gelegen. Selecteer nu de achterste twee kelderwanden alsook de kelderplaat en klik in het palet op de knop . Wijzig de plaatorientatie door simpelweg de tweede knop in te drukken.

Merk op dat de plaatorientatie niet is vergezeld van een slotje wat betekent dat deze eigenschap identiek is voor alle geselecteerde elementen. Het zijn overigens slechts deze "vrije" eigenschappen die bij het sluiten van het dialoogvenster effectief zullen worden toegekend aan de selectie.



Zoals u merkt zal de lokale y'-as van richting zijn veranderd. Ook de x'- en z'-as zijn gewijzigd zodat het rechtshandig assenstelsel wordt behouden.

3.5.2 Definiëren van de lasten

Stap 11: Naar configuratie 'Lasten'

We verlaten nu de configuratie 'Geometrie' en activeren de configuratie 'Lasten' om de lasten in te voeren. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Lasten'.

3.5.2.1 Aanmaken van de lastengroepen

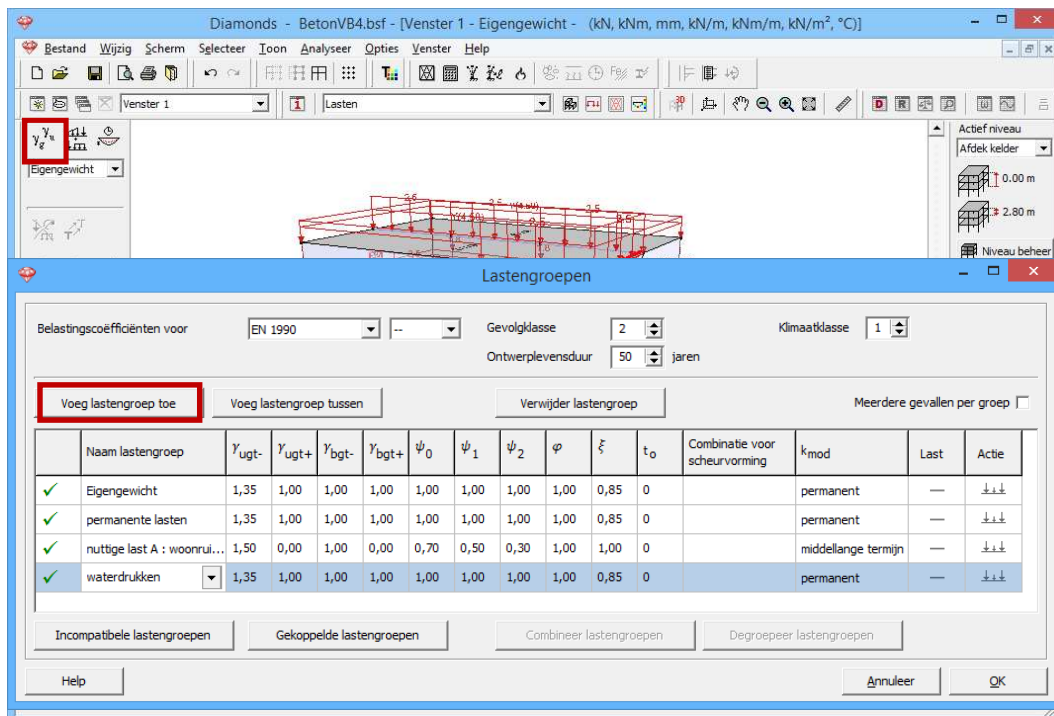
Stap 12: Aanmaken lastengroepen

De permanente en veranderlijke belasting die aangrijpen op de funderingsplaat van de kelder, zijn reeds ingevuld, gezien deze werden mee gekopieerd met de plaat zelf.

Omdat de grondwaterstand is gelegen boven de aanzet van de kelderfundering, is een extra lastengroep vereist voor de definitie van de waterdrukken.

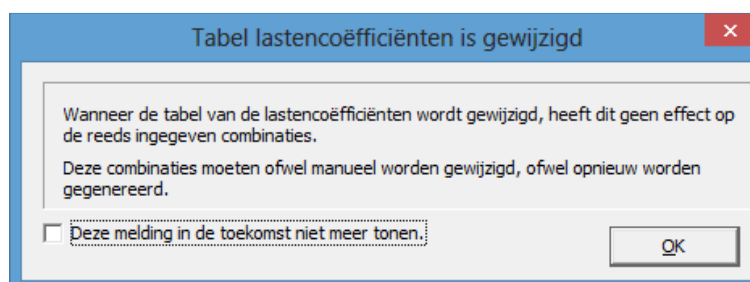
- Klik in het palet op .

- Voeg via de knop linksboven **Voeg lastengroep toe** een nieuwe lastengroep toe. Als we aannemen dat de grondwaterstand niet varieert, dan zijn onderstaande coëfficiënten van toepassing:



Bevestig met 'OK'.

Indien in het bestand reeds belastingscombinaties waren gedefinieerd, dan zal Diamonds u waarschuwen dat deze belastingscombinaties niet langer conform zijn met deze nieuw gedefinieerde lastengroepen. Desgewenst kan u aangeven dat u deze melding in de toekomst niet langer wenst te zien, doch wij raden u aan dit niet te doen om eventuele vergissingen te vermijden.



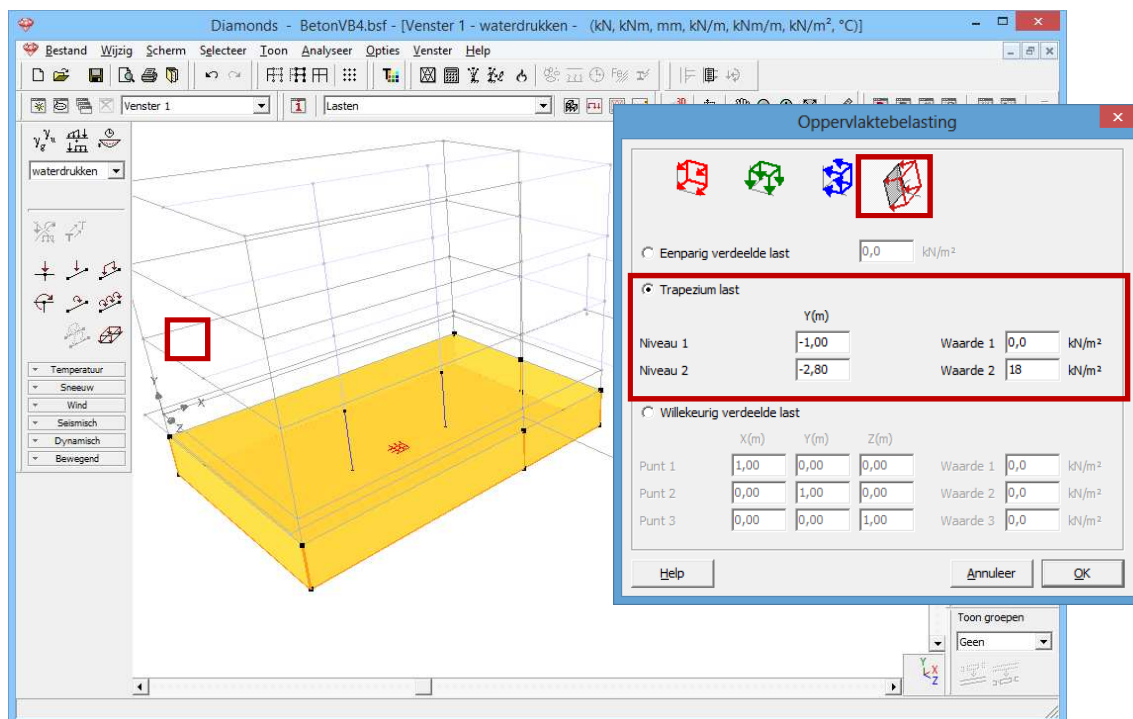
3.5.2.2 Invullen van de lastengroepen

Stap 13: Invullen lastengroepen 'eigengewicht', 'permanent' en 'nuttig'

Deze lasten staan reeds op de structuur.

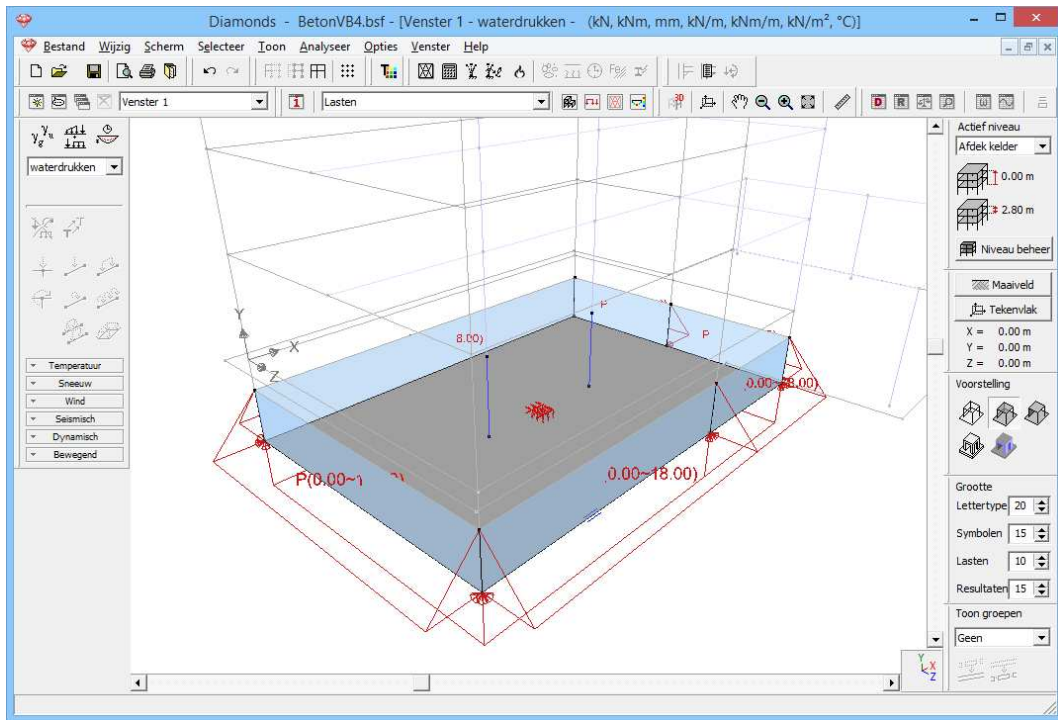
Stap 14: Invullen lastengroep 'Waterdrukken'

- Duid nu de zopas gedefinieerde lastengroep 'Waterdrukken' aan in het pull down-menu van het 'Lasten'-palet.
- Selecteer alle elementen die zich onder de grondwaterstand bevinden (gebruik de CTRL-toets).
- Klik op . Het volgende dialoogvenster verschijnt:



- Eerst en vooral duidt u aan dat de oppervlaktebelasting lokaal dient aangebracht.
- Ten tweede maakt u gebruik van een functie die specifiek is ontwikkeld voor het definiëren van grond- en waterdrukken. Hoe gaat u tewerk? Welnu, noteer simpelweg de grootte van de belasting (waterdrukken) op twee gekende niveaus en Diamonds genereert op zijn beurt een belasting die lineair varieert in de diepte.

Klik op 'OK' en bekom de volgende figuur:



Ontdek een trapeziumvormige belasting op de kelderwanden en een eenparige verdeelde opwaartse belasting op de kelderplaat.

3.5.2.3 Combinaties maken

Stap 15: Combinaties maken

Genereer de combinaties  zoals beschreven in §3.1.3.3.

3.5.3 Berekening van de mesh

Stap 16: Genereren van de mesh

Genereer de mesh  met dezelfde parameters als in §3.2.4.

3.5.4 De globale elastische analyse

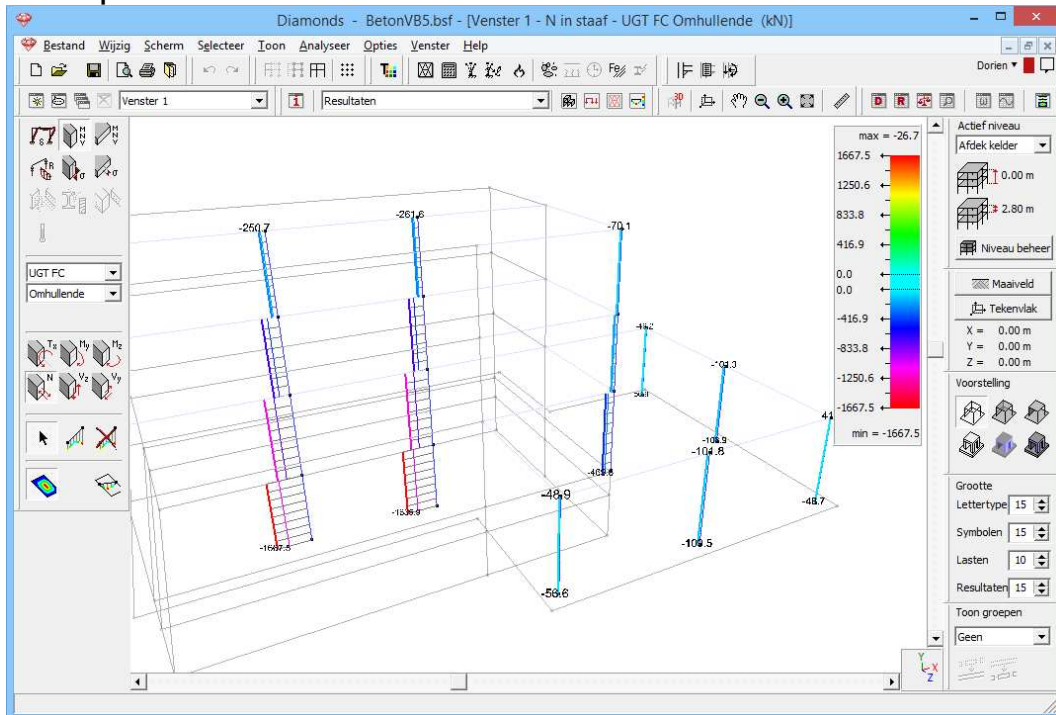
Stap 17: Elastische analyse

Om de analyse te starten, selecteert u de menu-instructie 'Analyseer – Elastische Analyse'. U kan de analyse ook rechtstreeks starten door gebruik te maken van de functietoets **F9** of d.m.v. het icoon  in de iconenbalk. Neem dezelfde instellingen als in §3.3.4 (en zorg ervoor dat het niveau van het maaiveld is ingesteld op 0,0m).

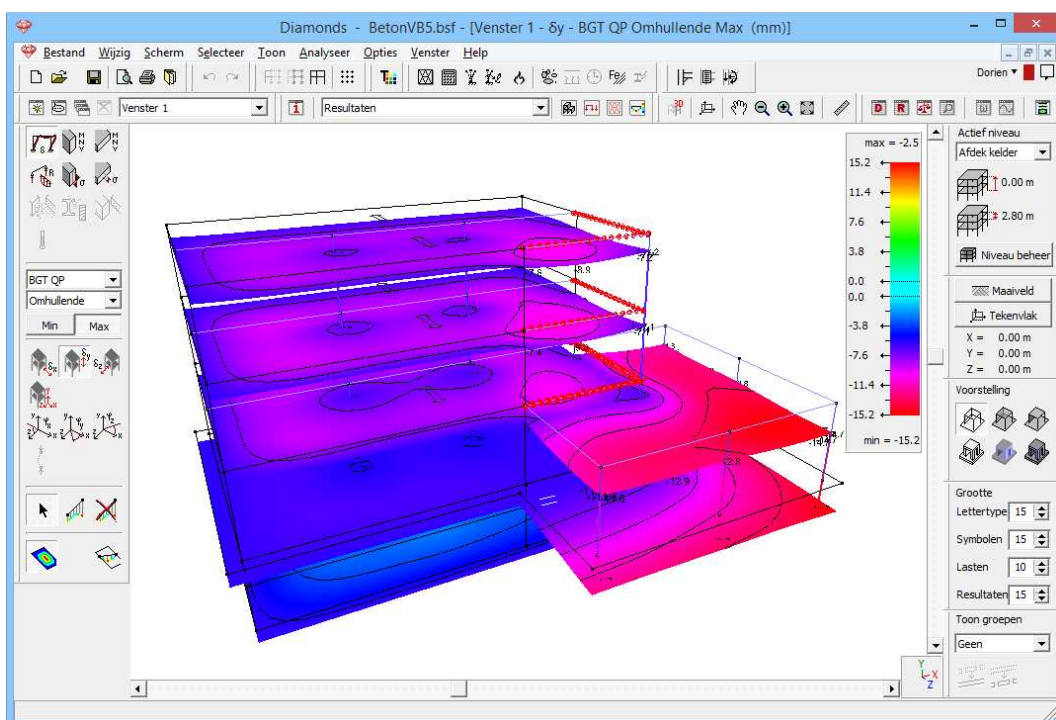
Stap 18: Naar configuratie 'Resultaten'

Om de resultaten van de berekening grafisch te bekijken, klikt u bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteert u in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Resultaten'.

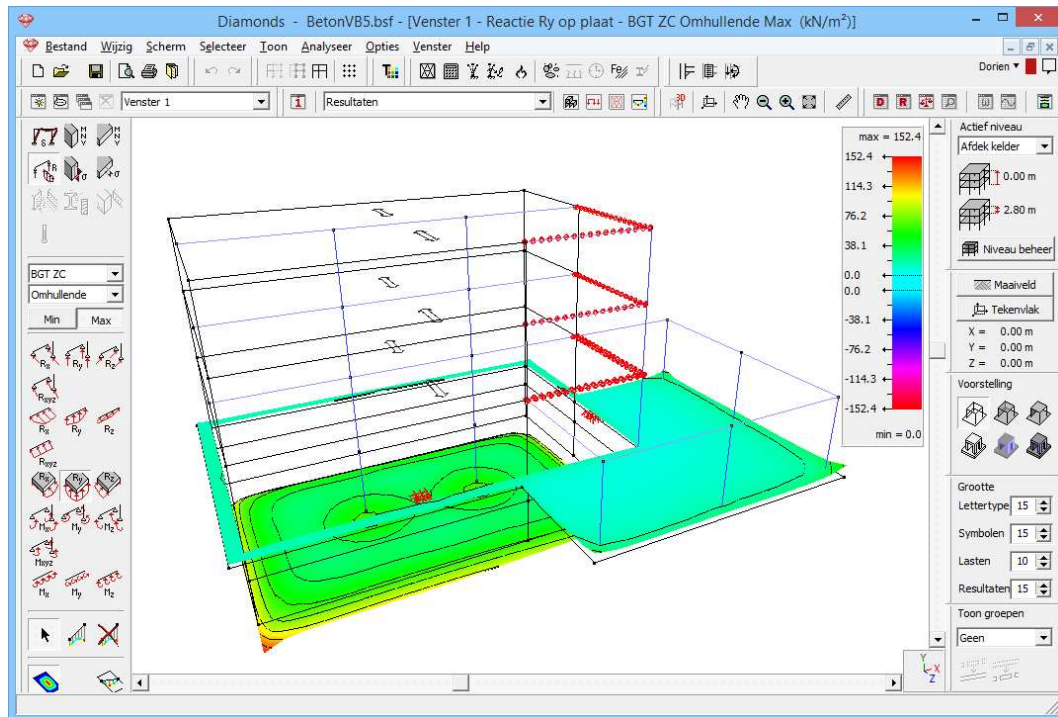
We overlopen hieronder enkele resultaten.



de normaalkrachten in de kolommen UGT FC omhullende



de elastische doorbuiging δ_y BGT QP omhullende min (de wanden werden onzichtbaar gezet)



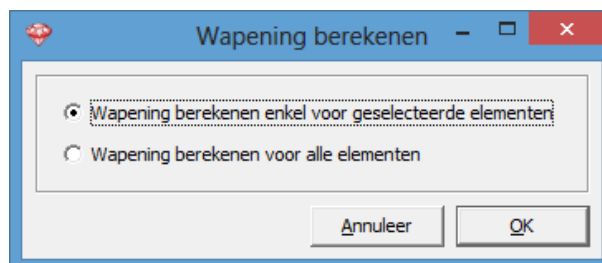
de grondreacties BGT ZC omhullende max

3.5.5 Berekening van wapening

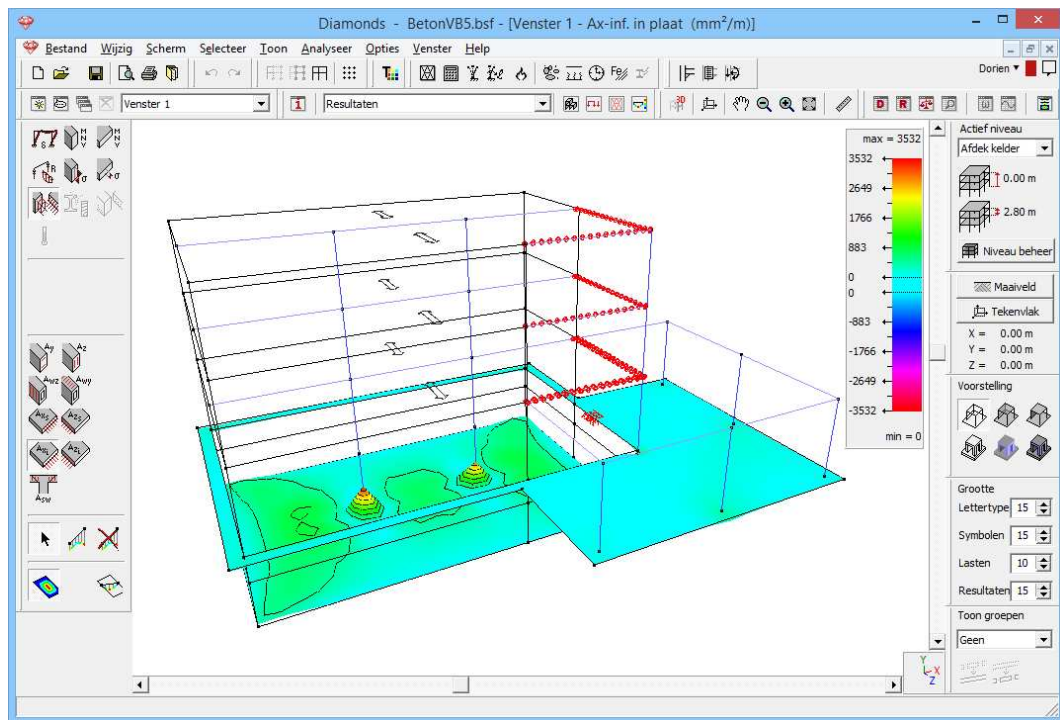
Stap 19: Berekenen van de wapening

Voor het berekenen van de wapening nemen dezelfde instellingen aan als in §3.4.5.

Het is echter ook mogelijk de wapeningsberekening slechts uit te voeren voor enkele op voorhand geselecteerde elementen. Selecteer daarom beide funderingsplaten met de CTRL-toets en klik in de iconenbalk op het icoon . Het volgende dialoogvenster verschijnt:



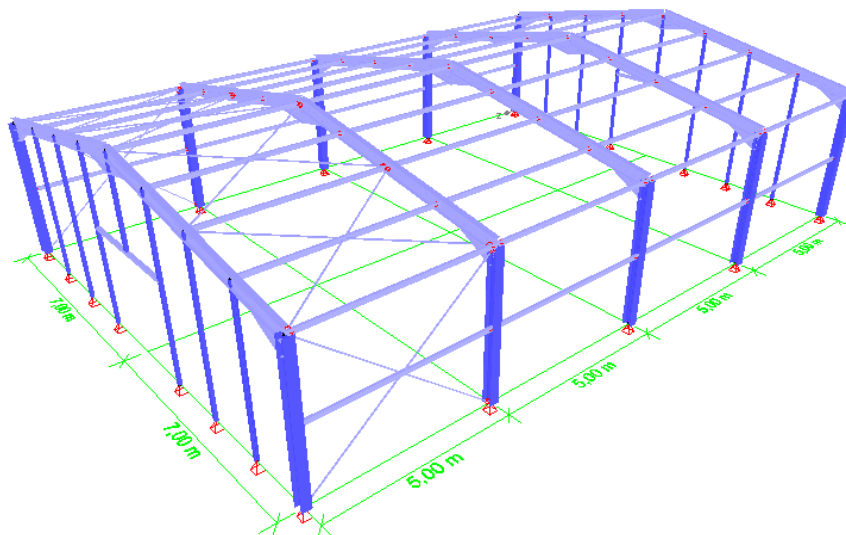
Bevestig met 'OK' en visualiseer de wapening A_{xi} .



Opgelet: gezien de lokale oriëntatie van de onderste plaat is gewijzigd, stelt A_{xi} voor deze plaat de boven wapening voor in de x' -richting.

4 Voorbeelden in staal

In deze paragraaf berekenen we een loods bestaande uit 5 portieken. Hier bij vertrekken we uit een 2D-model (§4.1) dat we later uitbreiden naar een 3D-model (§0).



Bij het berekenen van het 2D-model lichten we de wind- en sneeuw generator toe. Bij het 3D-model de oppervlaktelastgenerator.

De gehanteerde berekeningen zijn voor beiden hetzelfde. Met uitzondering dat in de 3D-structuur een zijsprong wordt gemaakt naar PowerConnect om een verbinding te detailleren (dit is in het 2D-model evengoed mogelijk).

We maken in deze voorbeelden geen rapport. Dit wordt uitgebreid uitgelegd in het eerste voorbeeld beton (§3.2.8). De werkwijze is analoog.

4.1 Voorbeeld 1: 2D

Vereiste licenties:

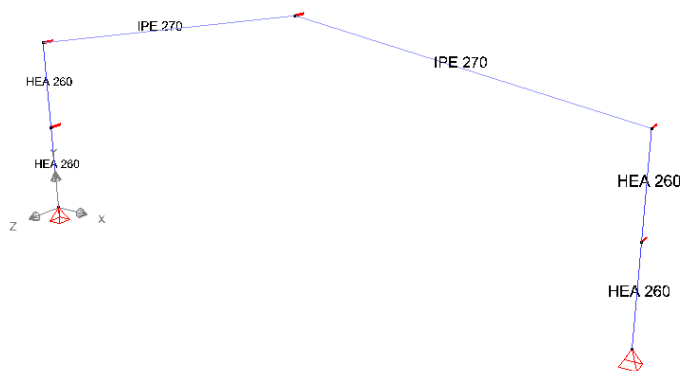
✓ 2D Bars

✓ Steel Design

4.1.1 Doel van de oefening

In dit voorbeeld behandelen we de berekening van een stalen portiek. We berekenen de inwendige krachten en spanningen in de staven en voeren nadien een normcontrole uit voor de sterkte en de stabiliteit.

De te berekenen portiek ziet er als volgt uit:

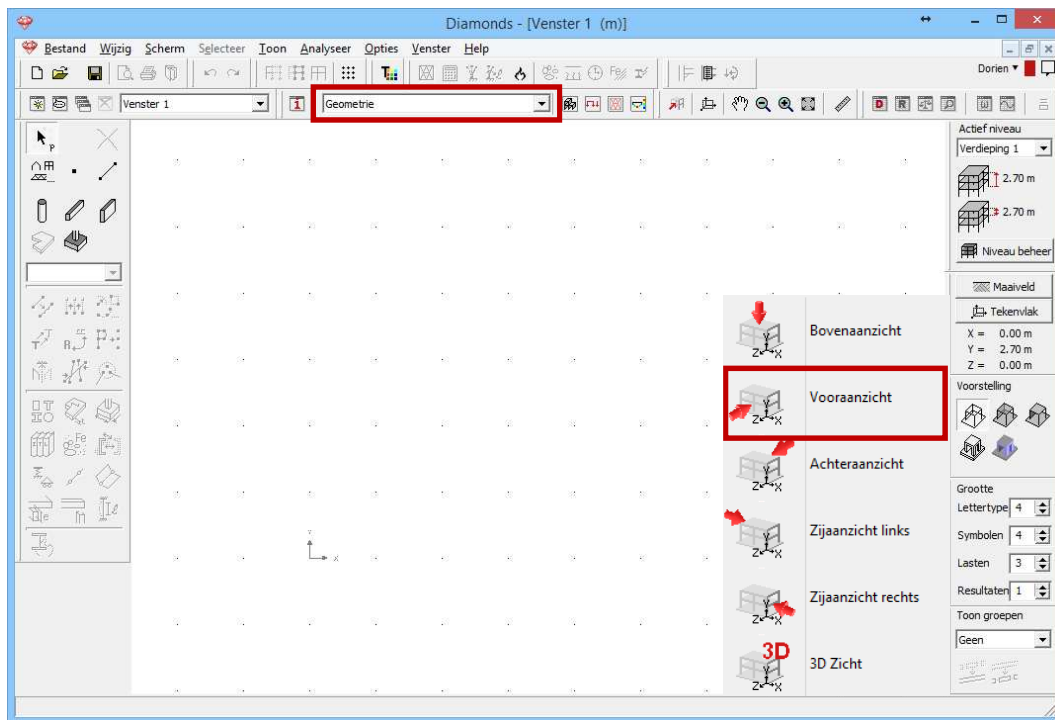


De staalkwaliteit is S235.

4.1.2 Definiëren van de structuur

Stap 1: Naar configuratie 'Geometrie'

Het definiëren van de structuur gebeurt in de configuratie 'Geometrie'. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Geometrie'.



Ga vervolgens na of u zich in een vooraanzicht bevindt. Is dit niet het geval, klik dan in de iconenbalk op de knop  of in de rechterbenedenhoek op  en selecteer het eerste zichtpunt 'Vooraanzicht'. U activeert aldus een verticaal tekenvlak.

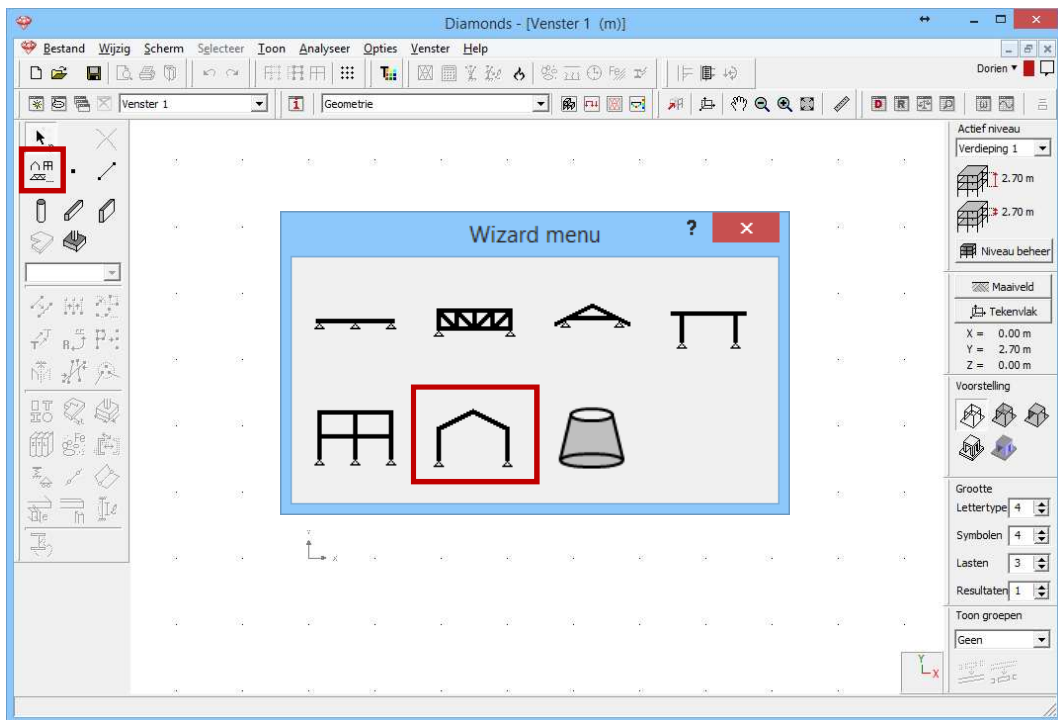
Stap 2: Structuur generator

U kan in de vorm van de structuur op verschillende manieren ingeven:

- Onmiddellijk op het scherm tekenen met de muis via .
- Door het ingeven van de puntcoördinaten d.m.v. het toetsenbord.
- U kan de structuur generator  gebruiken.
- Of u kan een dxf-importeren.

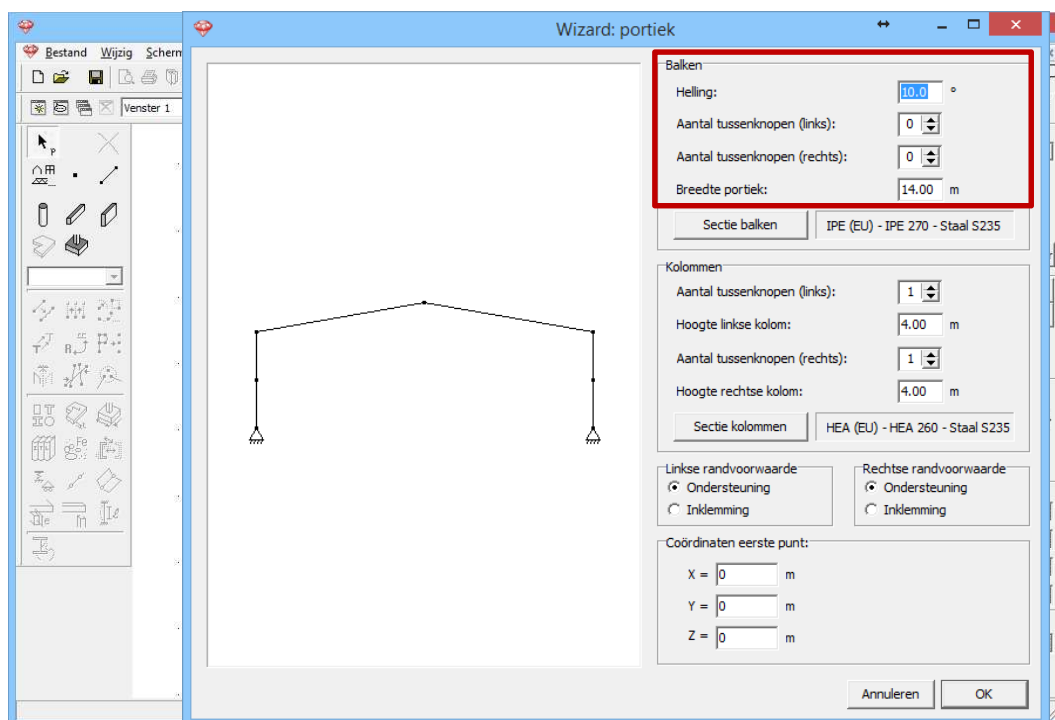
In dit voorbeeld gebruiken we de structuur generator. De structuur tekenen met de muis wordt behandeld in §3.2.

Klik op het icoon  in het palet. Er verschijnt een dialoogvenster waarin u kan kiezen welk type structuurvorm u wenst te genereren. Kies voor een portiek zoals aangegeven op volgende figuur.

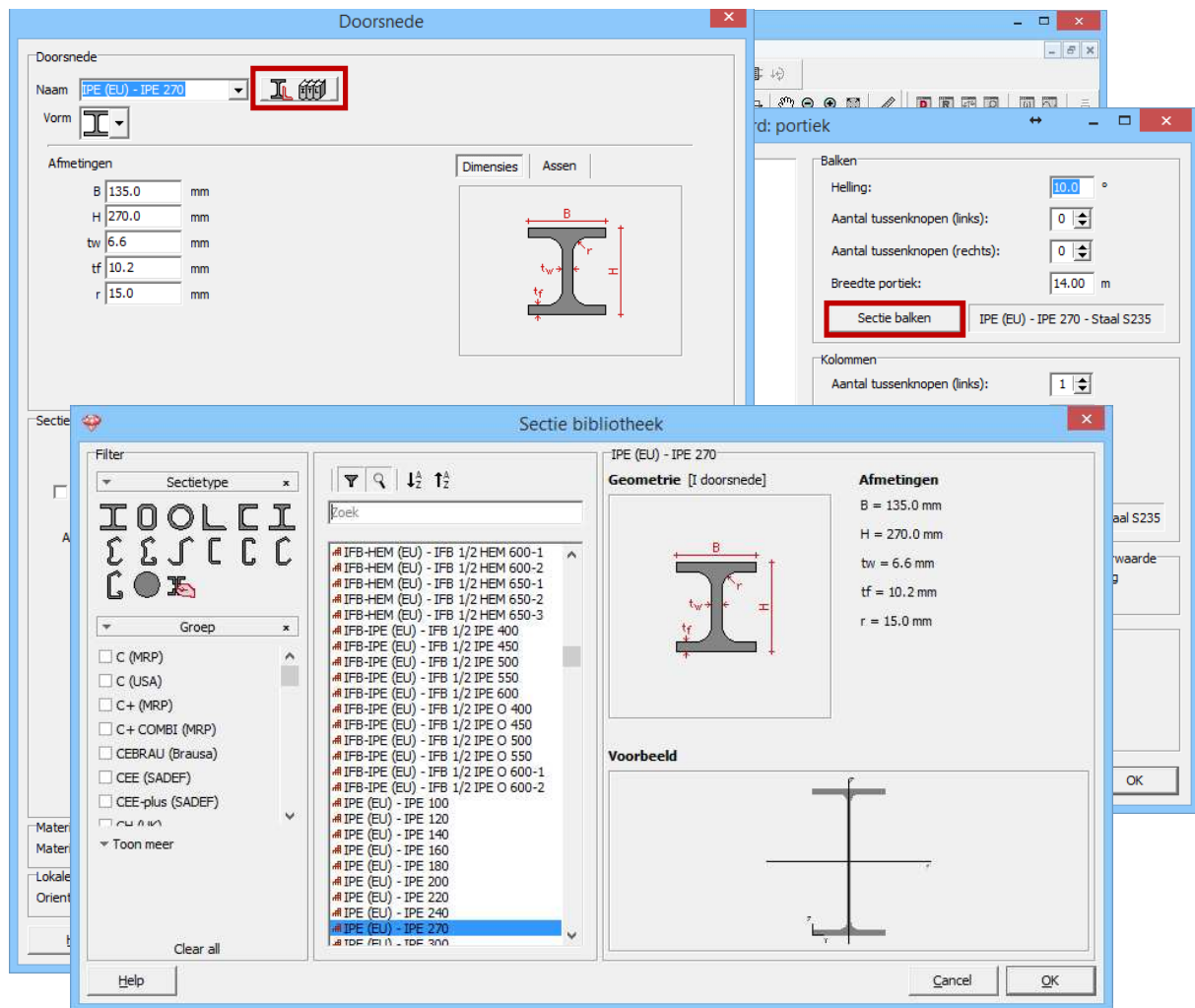


Vervolgens vraagt Diamonds u enkele geometrische gegevens van het portiek:

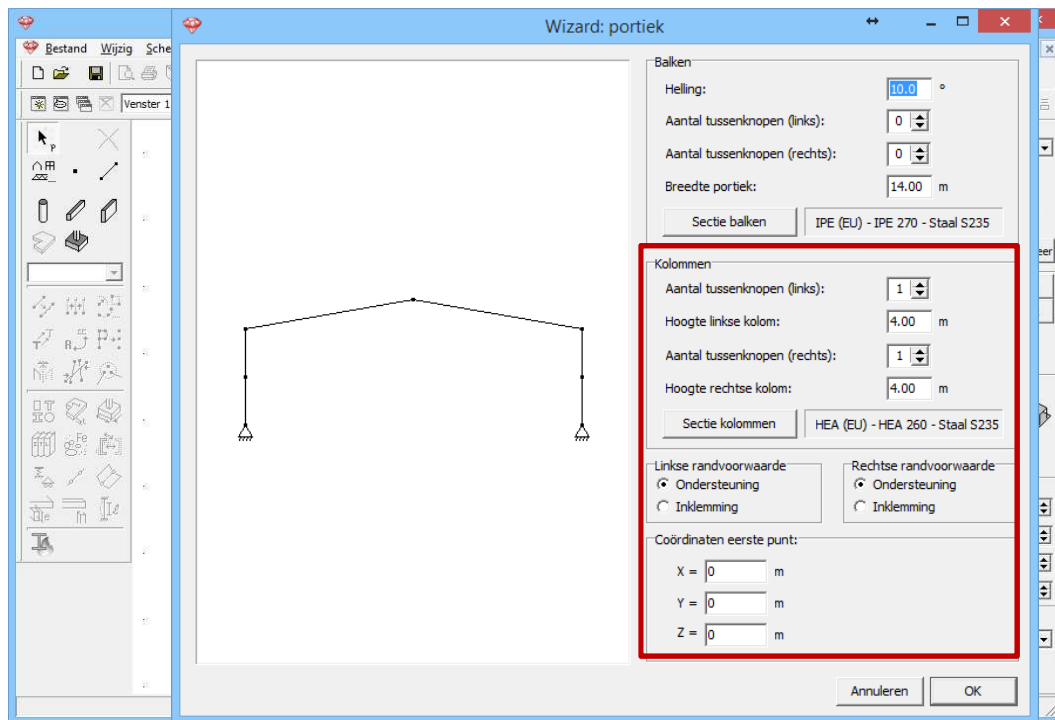
- Geef eerst de helling en de breedte van het portiek op.



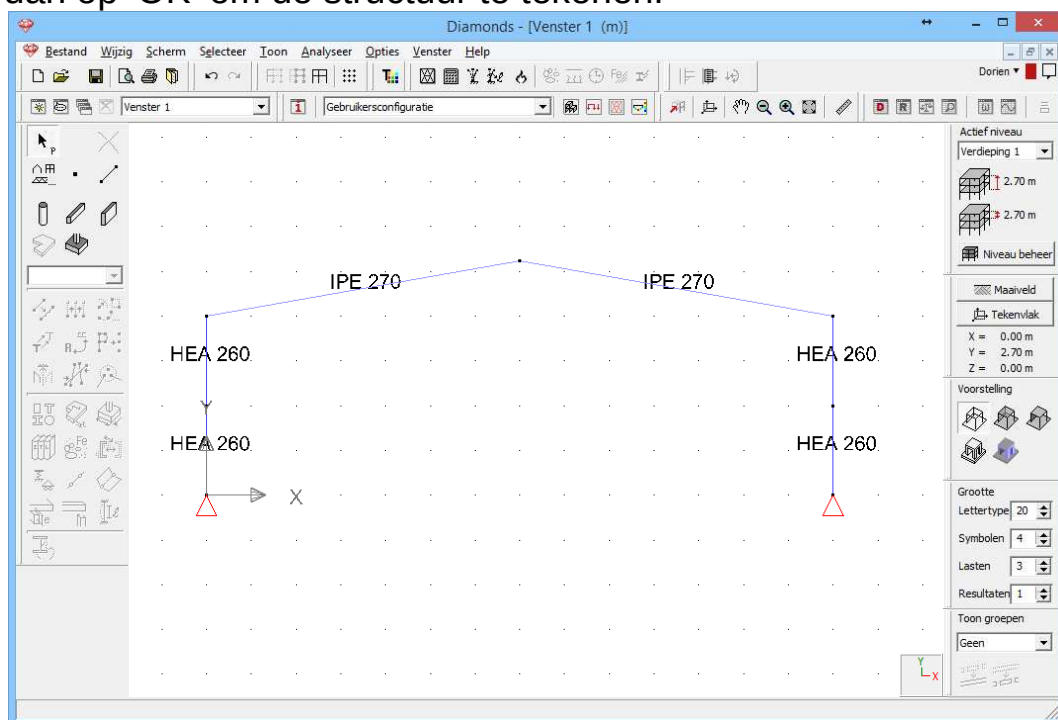
- Wijzig de doorsnede van de balken naar een IPE 270
 - o Klik op de knop **Sectie balken**. U zal het volgende scherm zien:



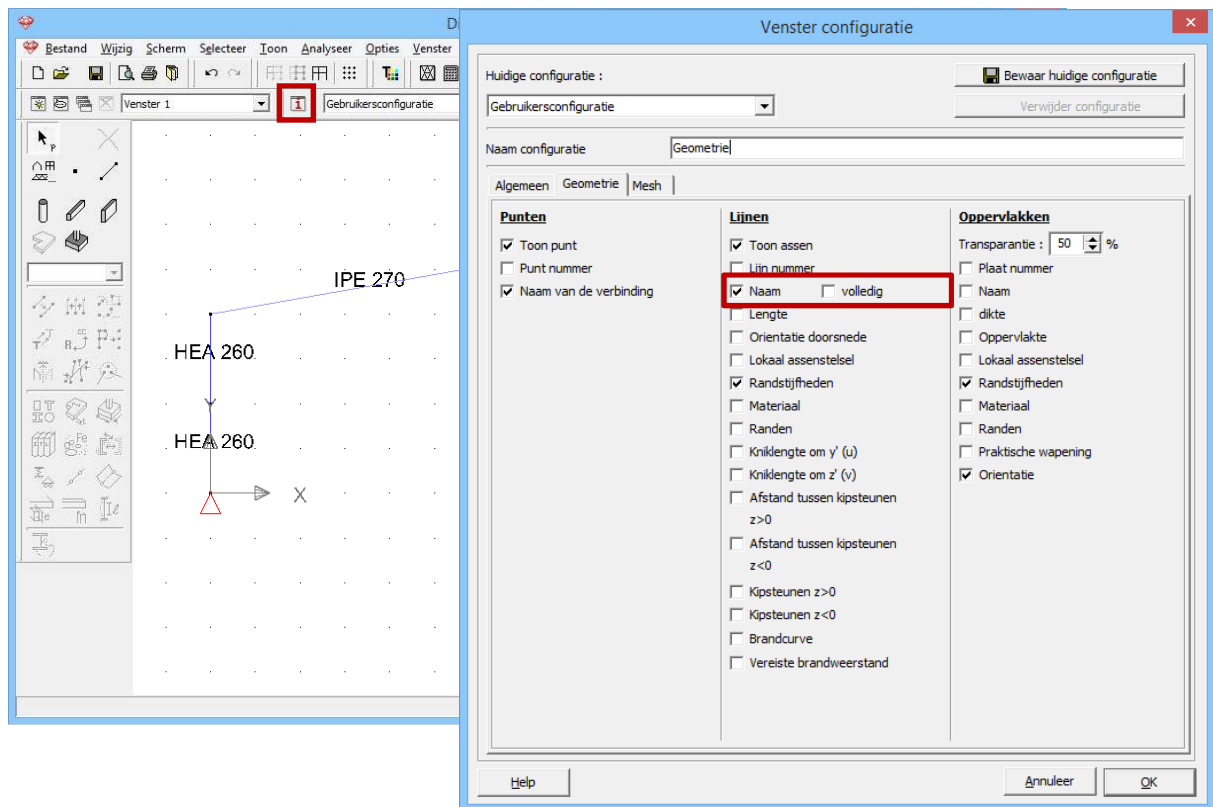
- o Klik nu op  en selecteer een IPE 270 uit de lijst.
- o Het gebruikte materiaal zal het standaard materiaal zijn. In dit geval 'Staal S235'.
- o Klik op 'OK'.
- Herhaal deze stappen voor de kolommen.
 - o De hoogte van de kolommen is 4m.
 - o Elke kolom heeft één tussen knoop.
 - o De sectie van de kolommen is een **HEA 260**.
- Kies voor een scharnierende ondersteuning.
- Zorgt ervoor dat de portiek in de oorsprong wordt getekend.



Klik dan op 'OK' om de structuur te tekenen.



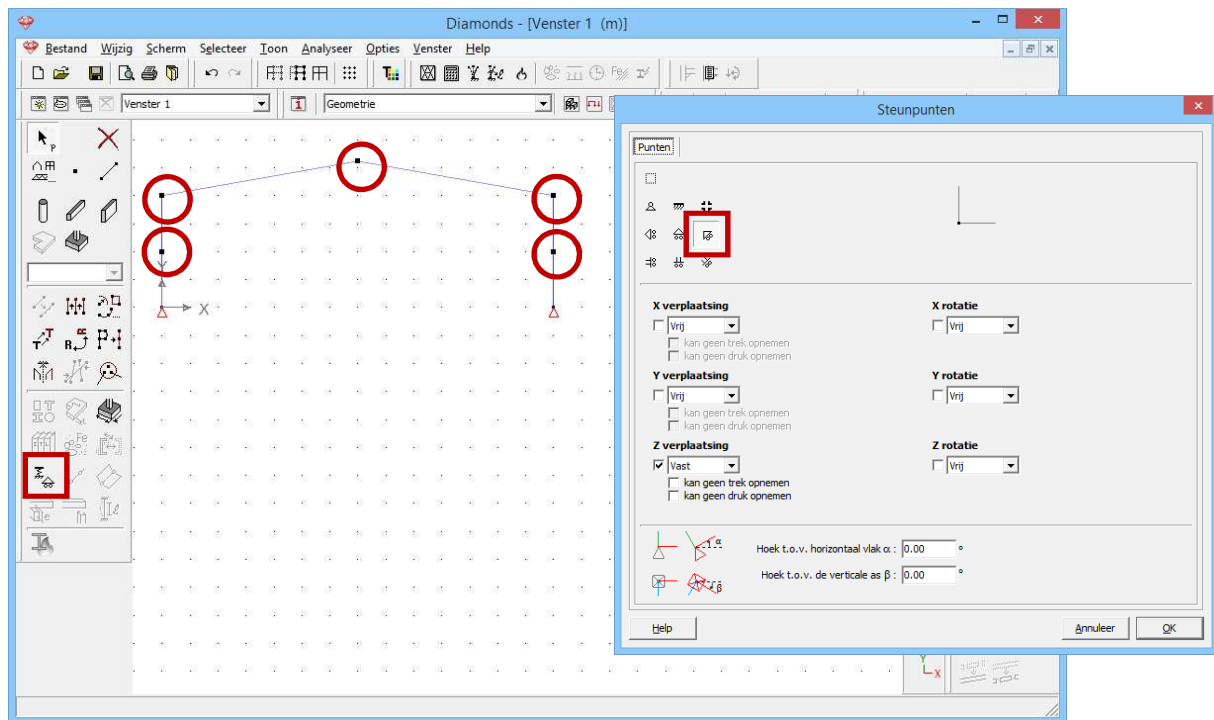
Diamonds tekent niet altijd alle informatie bij de elementen in het Geometrie-venster. U kan zelf instellen welke gegevens u wenst te zien. Klik hiervoor op . Kruis in het tabblad 'Geometrie' onder de titel 'Lijnen' het kruisvakje 'Naam' aan.



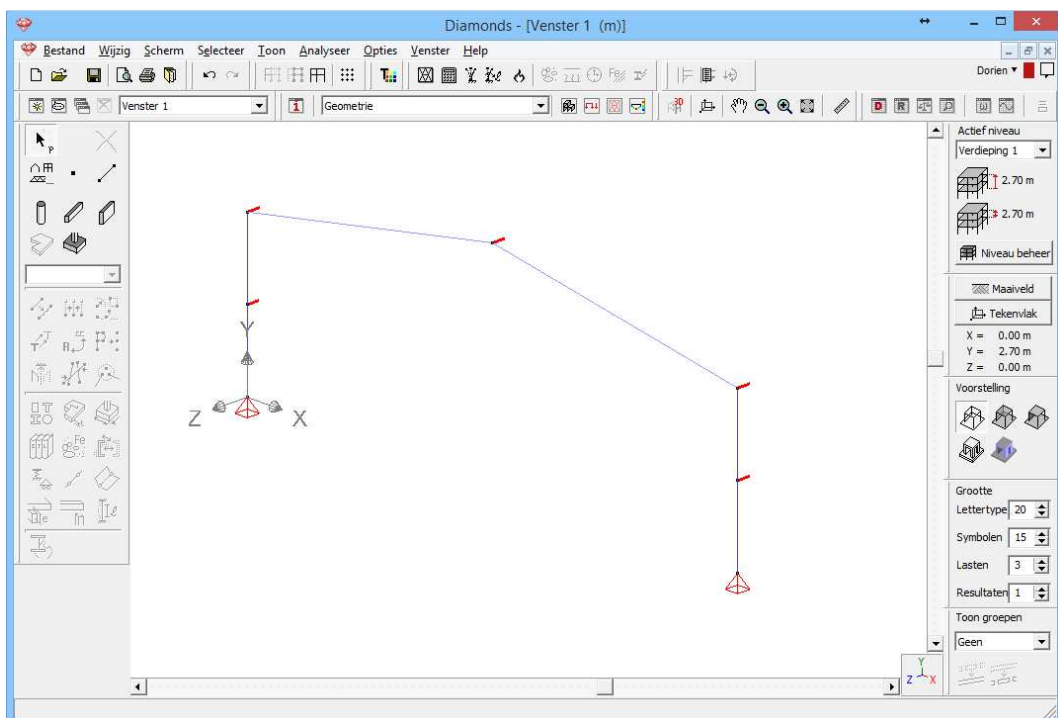
Bemerk dat u met het pull down-menu bovenaan dit dialoogvenster deze parameters ook kan instellen voor de vensters 'Lasten' en 'Resultaten'.

Stap 3: Structuur vast zetten in de z-richting

Om de aan te geven dat dit spant eigenlijk uit een 3D-loods komt, zetten we de alle punten (behalve de steunpunten - die reeds vast staan in de z-richting) vast in de z-richting. Selecteer hiervoor de punten en klik op .



Als resultaat ziet u in een perspectief zicht 'streepjes' verschijnen in de globale Z-richting. Deze geven visueel aan dat het portiek daar niet in de Z-richting kan verplaatsen.



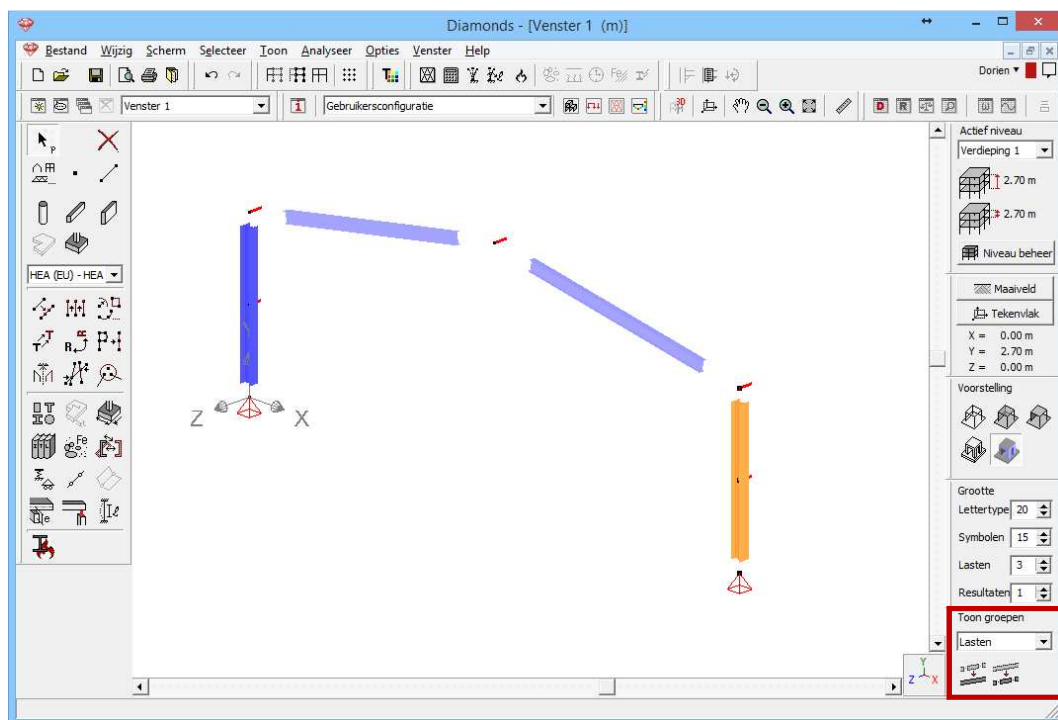
Stap 4: Definieren van een groep voor lasten

Ten slotte definiëren we nog dat de deelkolommen één **groep** vormen.

Over groepen

Een groep bestaat uit aparte staven die in elkaars verlengde liggen, die zich gedragen alsof ze één doorlopende staaf zijn. Groepen zijn nuttig bij het toekennen van variabele secties, excentriciteiten en bij het definiëren van lasten. In dit voorbeeld kennen we een groep toe aan de kolommen om daarna de trapezium belasting gemakkelijk te kunnen aanbrengen.

Kies een solid-voorstelling  van het model. Rechts onderaan vindt u een pallet dat toelaat groepen te definiëren. Kies in het pull down-menu voor 'Lasten'. Met de knop  kan u geselecteerde staven groeperen, met  degroeperen.

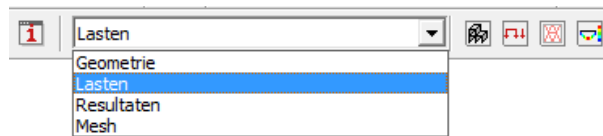


Selecteer de 2 deelkolommen rechts en klik op 'groeperen' . Doe hetzelfde voor de 2 linkse deelkolommen.

4.1.3 Definiëren van lasten

Stap 5: Naar configuratie 'Lasten'

We verlaten nu de configuratie 'Geometrie' en activeren de configuratie 'Lasten' om de lasten in te voeren. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Lasten'.



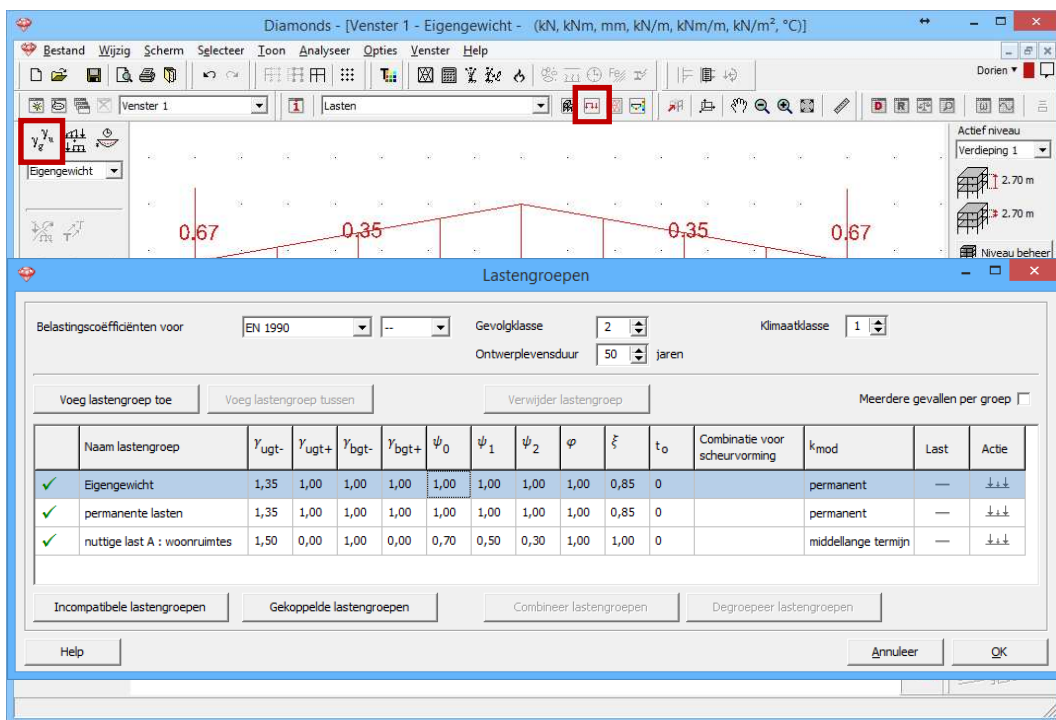
Over configuratie 'Lasten'

Bij het configuratievenster 'Lasten' behoort een afzonderlijk palet met daarin alle functies voor het definiëren van de verschillende belastingen en het genereren van de belastingscombinaties. Merk op dat het gezichtspunt bij het switchen tussen beide configuratievensters onveranderd blijft.

4.1.3.1 Aanmaken van de lastengroepen

Stap 6: Aanmaken lastengroepen

Voordat u enige last aanbrengt, is het belangrijk de verschillende belastingsgevallen te definiëren die u nodig heeft. Klik op de knop $\gamma_g \gamma_u$ van het palet van het venster 'Lasten'. U krijgt volgend scherm te zien:



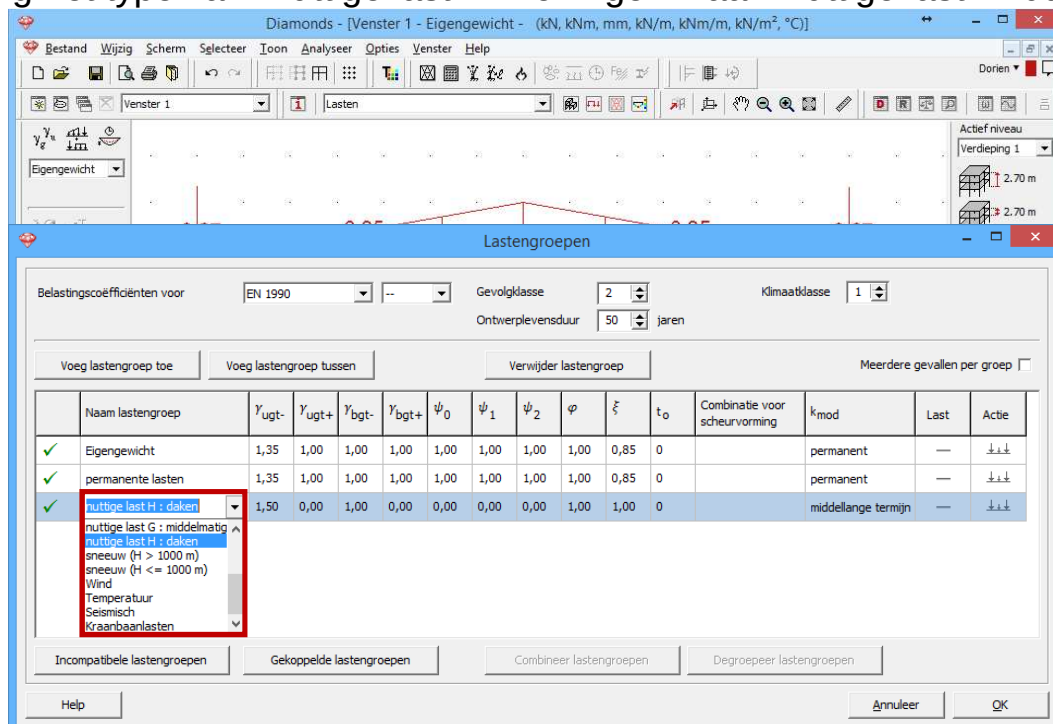
Over het venster 'Lastengroepen'

- In de keuzemenu bovenaan kiest u aan welke norm de veiligheidscoëfficiënten en combinatiefactoren dienen te beantwoorden. Momenteel staat deze ingesteld op 'Eurocode 0', zonder nationale bijlage.
- De veiligheidscoëfficiënten zijn in sommige nationale bijlagen ook afhankelijk van de gevolgklasse en de ontwerplevensduur. Beiden zijn gekoppeld aan het economisch en/of maatschappelijk belang van het bouwwerk. Een hogere/langere gevolgklasse/ontwerplevensduur zal leiden tot hogere veiligheidsfactoren.

- Rechts bovenaan kan u de klimaatklasse opgeven. Deze klimaatklasse is representatief voor een bepaald vochtgehalte van de lucht/het hout. Diamonds gebruikt de klimaatklasse om de modificatiefactor k_{mod} te bepalen. De modificatiefactor k_{mod} brengt de invloed van de belastingsduur en het vochtgehalte op de sterkte eigenschappen in rekening. Naast de klimaat klasse, is de modificatiefactor k_{mod} ook afhankelijk van de houtsoort en de belastingsduurklasse. De belastingsduurklasse moet u voor ieder belastingsgeval opgeven in de laatste kolom.
- In de tabel eronder staan standaard de belastingsgevallen 'Eigengewicht', 'Permanente lasten' en 'Nuttige last A' voorgedefinieerd. Op het eigengewicht na, kunt u deze vrij hernoemen of verwijderen. De invulvakjes rechts van de naam van elk belastingsgeval bevatten de veiligheidscoëfficiënten en combinatiefactoren nodig voor de automatische generatie van de belastingscombinaties.
- We gaan niet in op de andere parameters in dit venster.

Stap 7: Wijzigen van het type 'nuttige last'

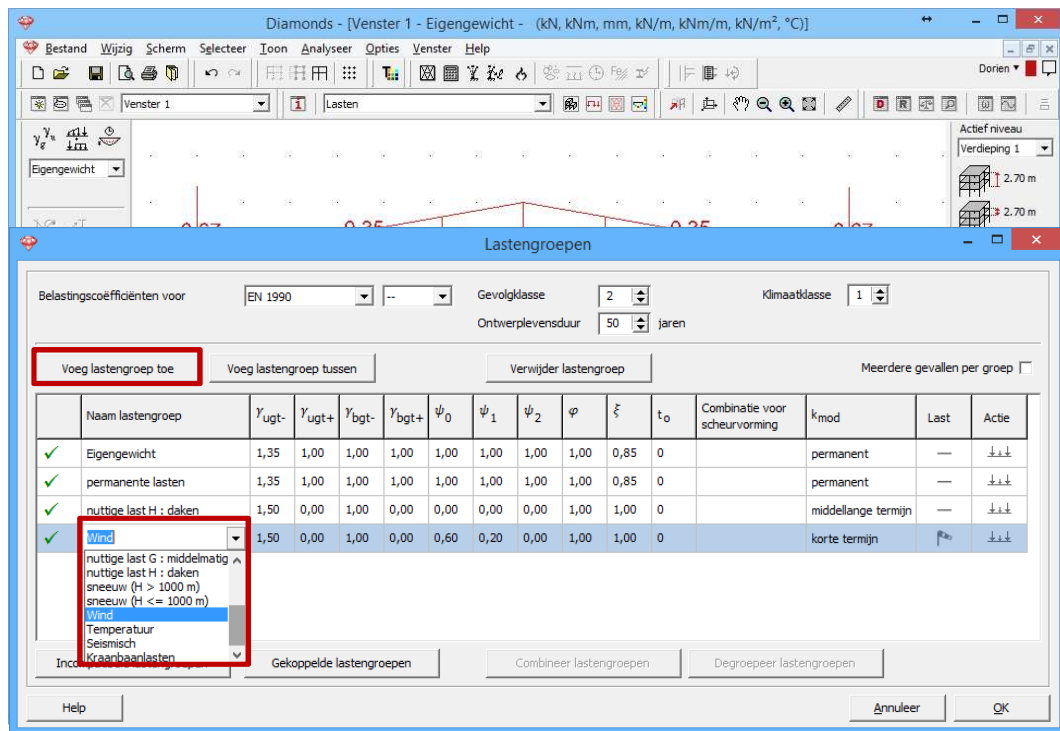
Wijzig het type van 'Nuttige last A: woningen' naar 'Nuttige last H: daken'.



Stap 8: Aanmaken lastengroep 'wind'

We voegen nu nog een belastingsgeval 'wind' toe.

- Klik op **Voeg lastengroep toe**.
- Selecteer in de lijst het voorgedefinieerd type 'wind'. Merk op dat Diamonds zelf de veiligheidscoëfficiënten en combinatiefactoren invult.



We beschouwen in 16 soorten wind:

- Wind links opwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind links opwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind links neerwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind links neerwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind links opwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind links opwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind links neerwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind links neerwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind rechts opwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind rechts opwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind rechts neerwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind rechts neerwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind rechts opwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind rechts opwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind rechts neerwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind rechts neerwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)

Deze 16 soorten wind, brengen we onder in deellastengroepen. U kan deellastengroepen definiëren door ☐ Meerdere gevallen per groep aan te vinken.

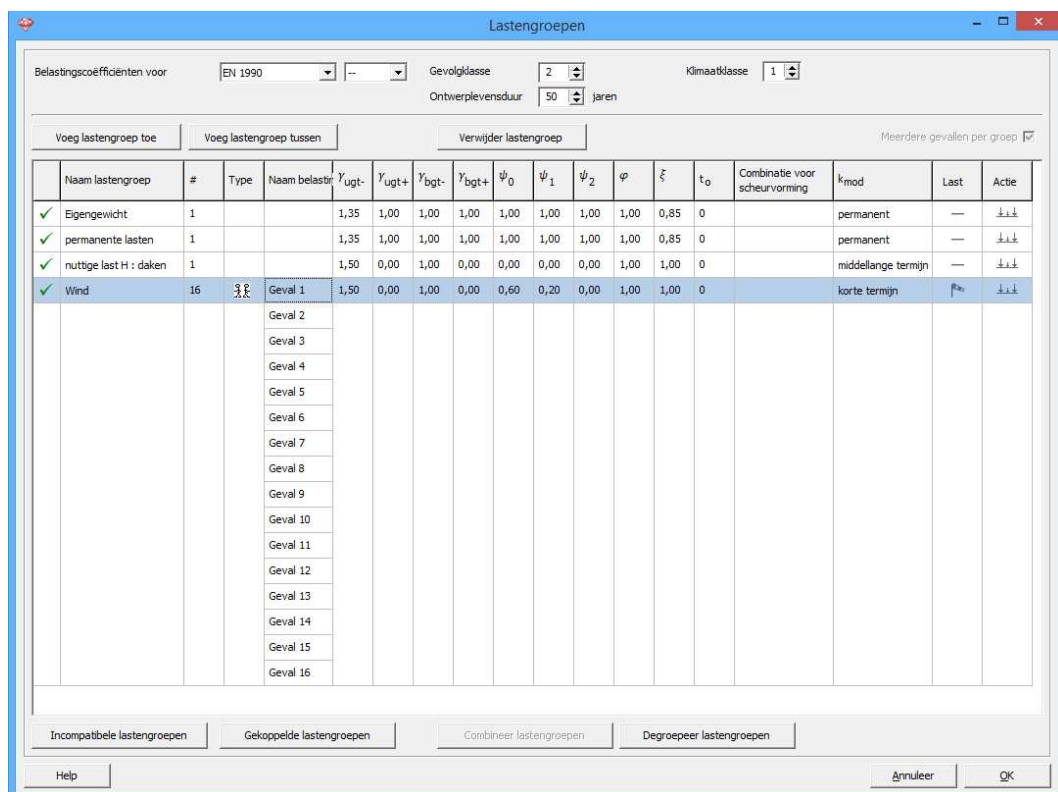
Naast elke lastengroep kan u nu aangeven hoeveel deellastengroepen u wenst en een figuur met 'mannetjes' verschijnt. Klik op de figuur tot de mannetjes de handen uit elkaar hebben.

Over Deellastengroepen

De 'mannetjes' kunnen elkaar een hand geven of niet. Klik op de mannetjes om te switchen tussen beide.

- Als de mannetjes elkaar geen hand  geven, wil dit zeggen dat de deellastengroepen **incompatibel** zijn (m.a.w. de deellastengroepen kunnen nooit samen op de structuur staan). Dit is bijvoorbeeld het geval bij wind en sneeuw.
- Geven de mannetjes elkaar een hand , dan zullen de deellastengroepen allemaal samen op de structuur aangrijpen. Dit is nuttig wanneer bijvoorbeeld de permanente last op een vloer wordt uitgesplitst.

Vervolledig de tabel zoals hieronder:



Opmerking: omdat we het spant 2D bekijken, hebben we de wind uit het vlak niet laten genereren, maar dit kan u ook met de windgenerator.

Stap 9: Aanmaken lastengroepen 'sneeuw'

Ten slotte voegen we ook nog een lastengroep 'sneeuw' toe:

- Klik op **Voeg lastengroep toe**.
- Maak dit belastingsgeval van het type 'sneeuw ($H \leq 1000\text{m}$)'
- Definieer 3 deellastengroepen
 - o Geval 1
 - o Geval 2
 - o Geval 3

Belastingscoëfficiënten voor: EN 1990 -- Gevolgklasse: 2 Klimaatklasse: 1
Ontwerplevensduur: 50 jaren

Voeg lastengroep toe Voeg lastengroep tussen Verwijder lastengroep Meerdere gevallen per groep ☒

	Naam lastengroep	#	Type	Naam belasting	γ_{ugt-}	γ_{ugt+}	γ_{bgt-}	γ_{bgt+}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	φ	ξ	t_o	Combinatie voor scheurvorming	k_{mod}	Last	Actie	
✓	Wind	16		Geval 1	1,50	0,00	1,00	0,00	0,60	0,20	0,00	1,00	1,00	0			korte termijn		
				Geval 2															
				Geval 3															
				Geval 4															
				Geval 5															
				Geval 6															
				Geval 7															
				Geval 8															
				Geval 9															
				Geval 10															
				Geval 11															
				Geval 12															
				Geval 13															
				Geval 14															
				Geval 15															
				Geval 16															
✓	sneeuw (H ≤ 1000 m)	3		Geval 1	1,50	0,00	1,00	0,00	0,50	0,20	0,00	1,00	1,00	0			korte termijn		
				Geval 2															
				Geval 3															

Incompatibele lastengroepen Gekoppelde lastengroepen Combineer lastengroepen Degroepeer lastengroepen

Help Annuleer OK

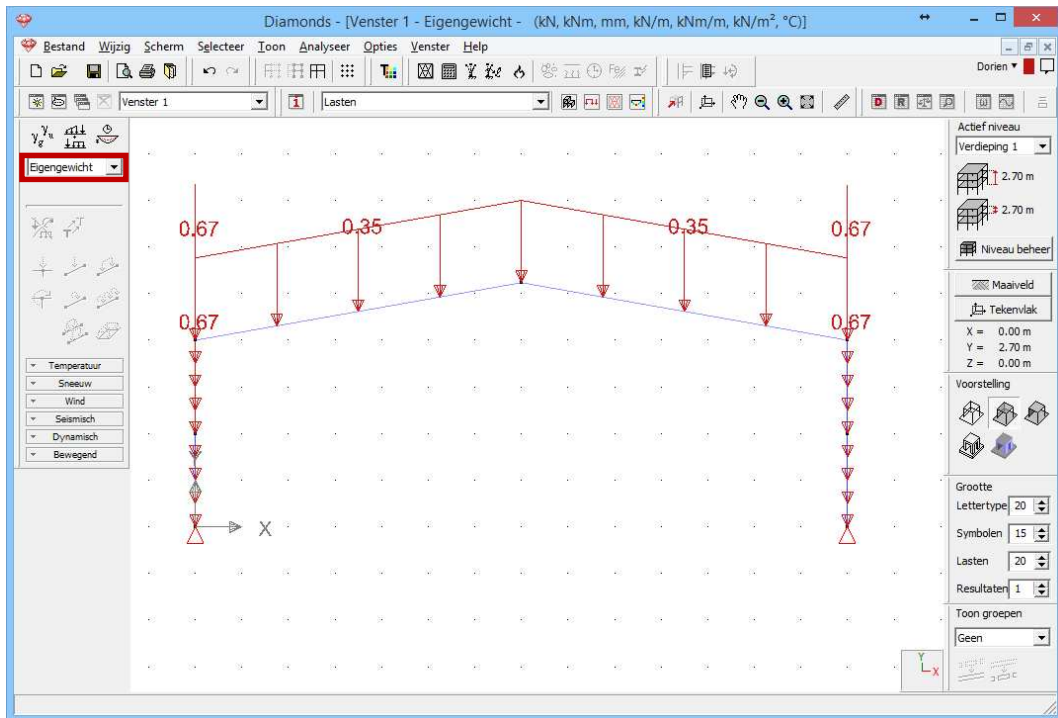
Klik vervolgens op de knop 'OK'.

4.1.3.2 Invullen van de lastengroepen

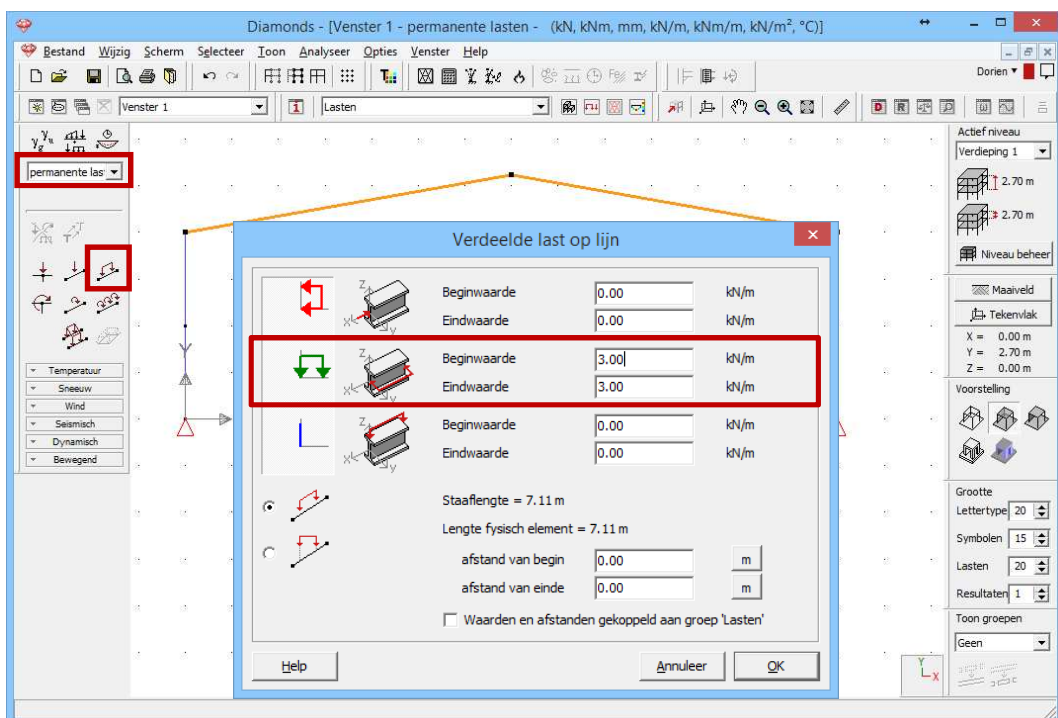
Nu de lastengroepen gedefinieerd zijn, kunnen we lasten toekennen aan de structuur.

Stap 10: Invullen lastengroepen 'eigengewicht', 'permanent' en 'nuttig'

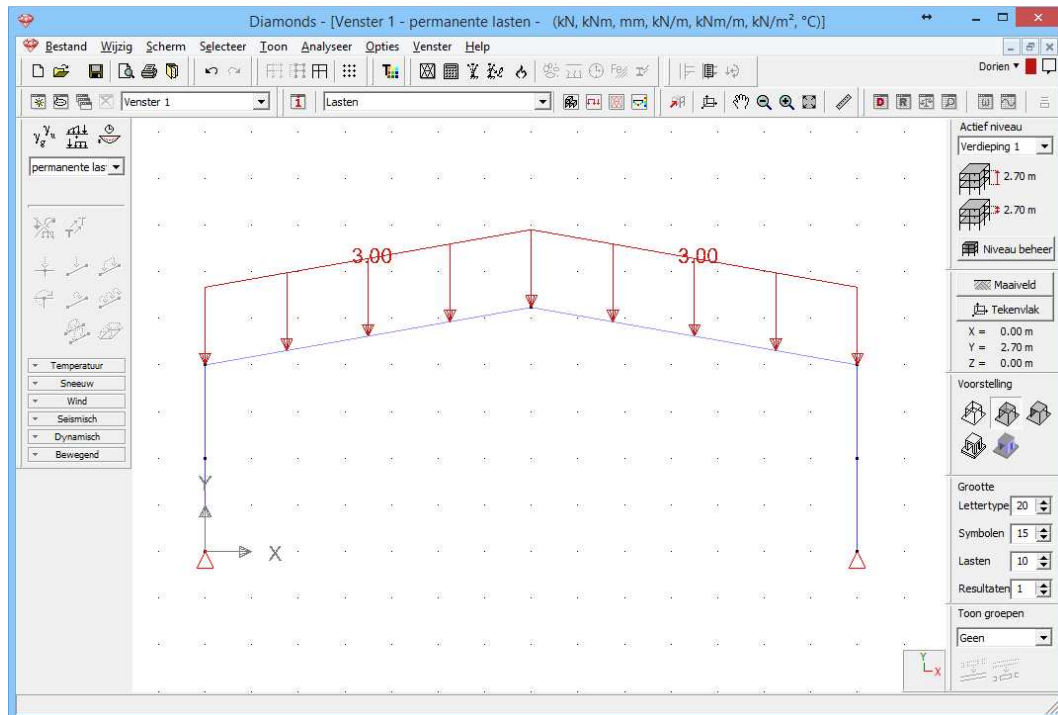
- Het **eigengewicht** wordt automatisch berekend.



- Op de beide spantbenen brengen we een **permante last** aan.
 - o Kies uit de pull down-menu het belastingsgeval 'Permanente last'.
 - o Selecteer vervolgens de twee spantbenen.
 - o Klik op de knop . Met deze knop brengt u verdeelde lasten op een staaf aan in de richting evenwijdig aan één van de globale assen.
 - o Vervolledig het dialoogvenster als volgt:



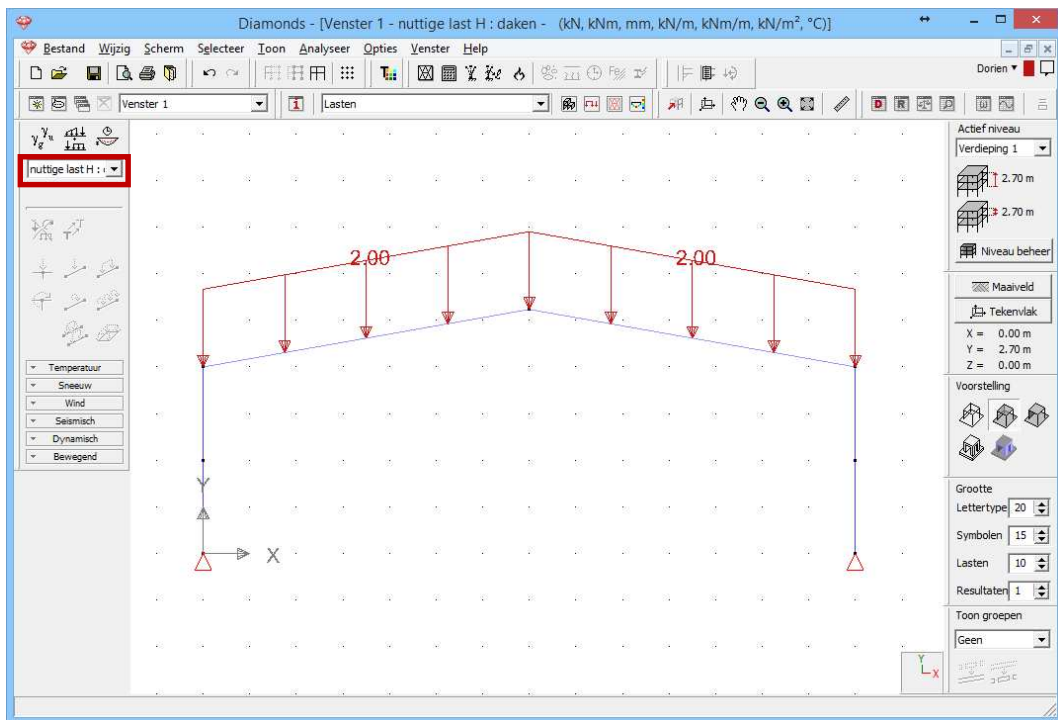
In het venster 'Lasten' worden de ingevoerde lasten grafisch voorgesteld:



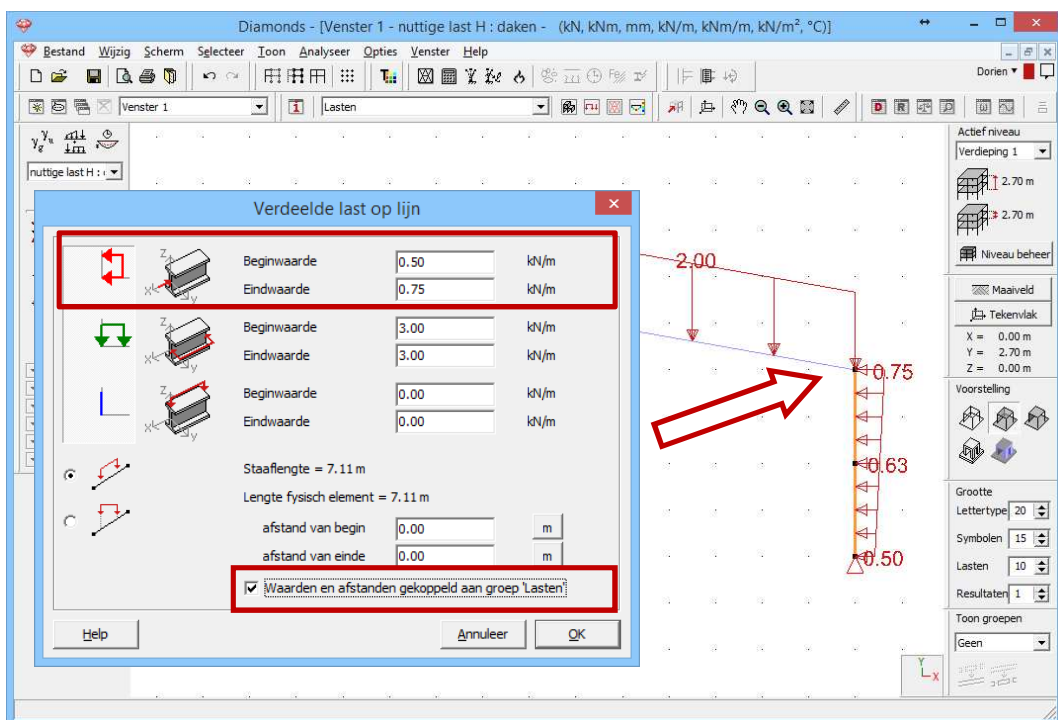
Controleer d.m.v. bovenstaande figuur of u de lasten goed hebt ingegeven. Indien u een fout gemaakt hebt, kan u:

- o De desbetreffende staaf dubbelklikken en in het venster dat verschijnt de waarden aanpassen.
- o OF u selecteert de elementen met een fout en u verwijdert de lasten met . U moet de belasting nadien opnieuw definiëren.

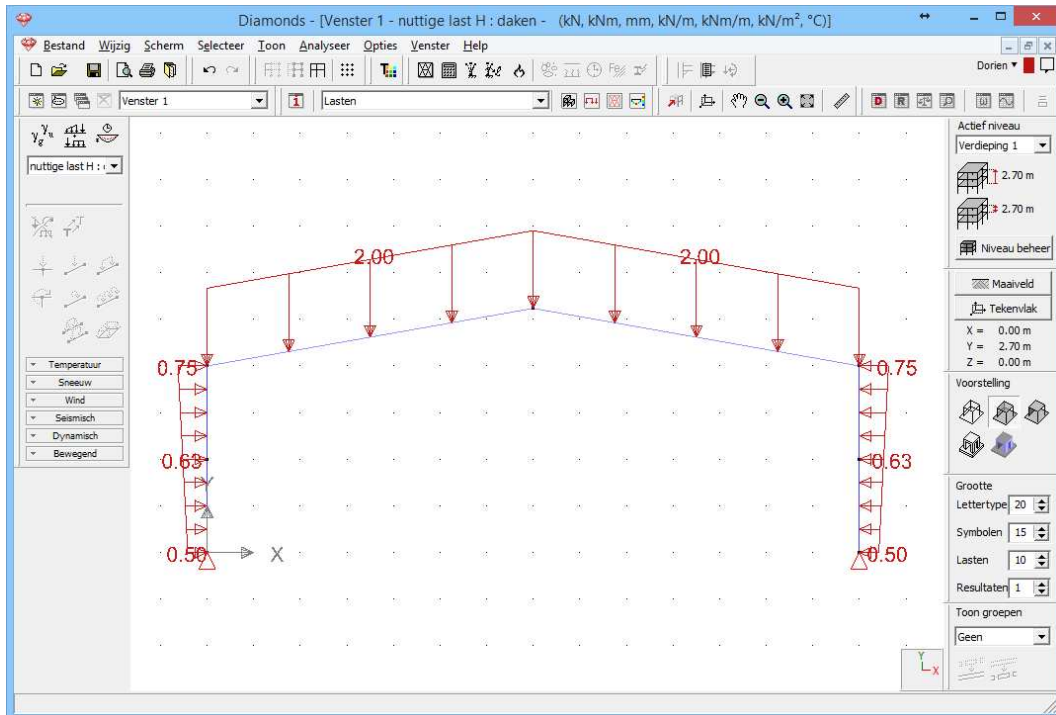
- Voer op dezelfde manier in het belastingsgeval '**Nuttige last H: Daken**' een verdeelde belasting in van 2kN/m op de twee spantbenen.



Op beide kolommen plaatsen we een trapeziumlast (0,50kN/m tot 0,75kN/m). Selecteer bijvoorbeeld de rechtse kolom en klik op . Vervolledig het dialoog venster zoals hieronder. Zorg ervoor dat de optie 'Waarden gekoppeld aan fysisch element' aangevinkt is. Doordat we de kolom gedefinieerd hebben als fysische groep, zal Diamonds de trapezium last over de volledige kolom plaatsen en niet op elke deekolom apart.



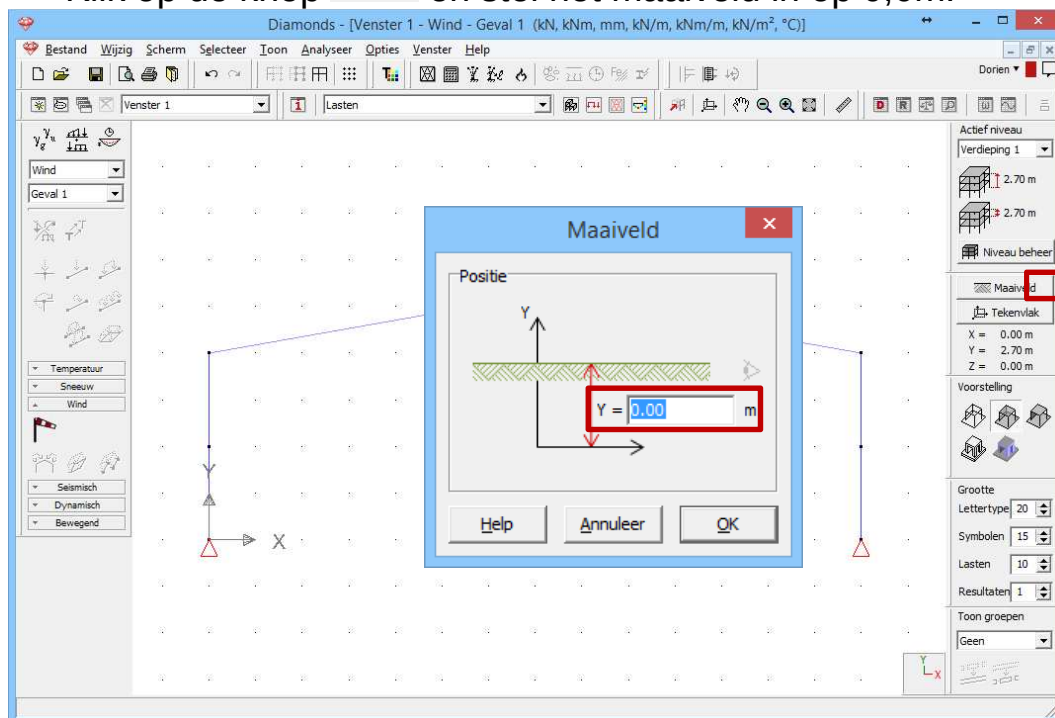
Doe hetzelfde voor de linkse kolom, maar vul dit keer negatieve waarden in (-0,50 en - 0,75 i.p.v. 0,50 en 0,75).



Stap 11: Invullen lastengroepen 'wind'

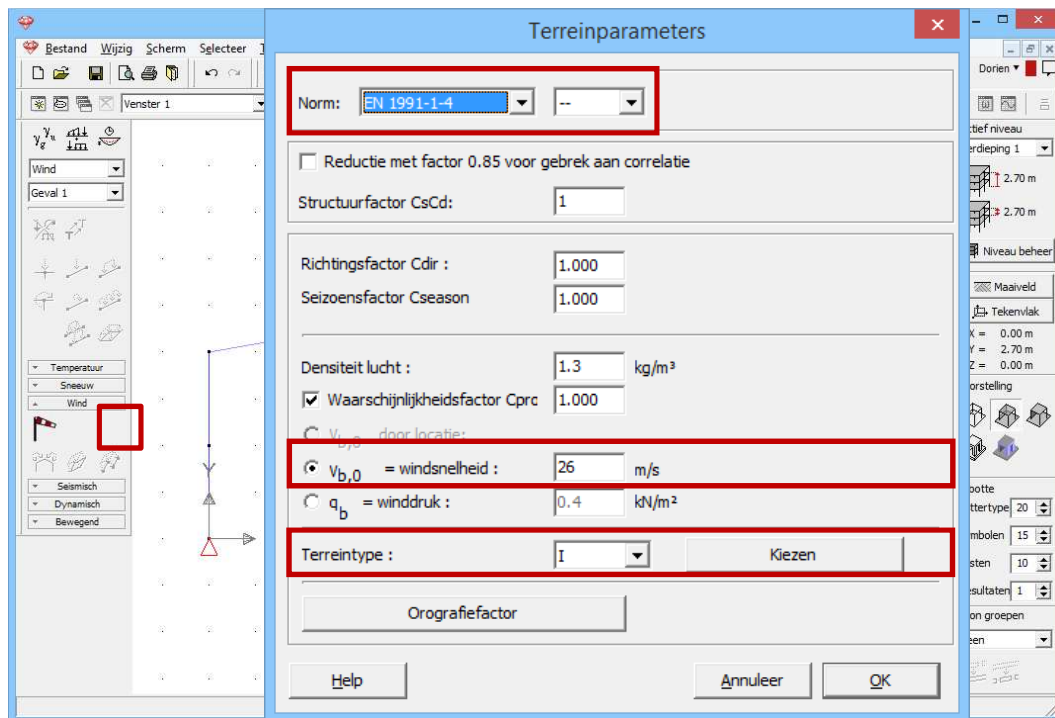
Om **wind** te genereren:

- Klik op de knop  en stel het maaiveld in op 0,0m.



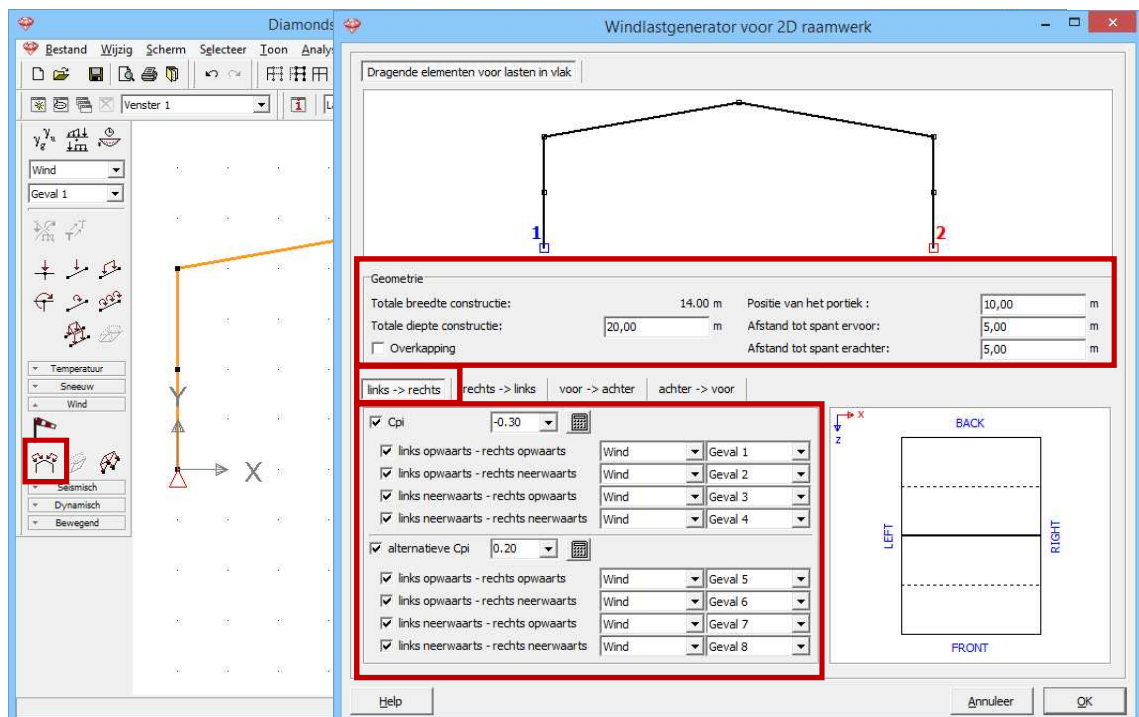
- Selecteert u de lastengroep 'wind' en de eerste deellastengroep 'wind l o -> r o (-0.3)' uit het pull down-menu.

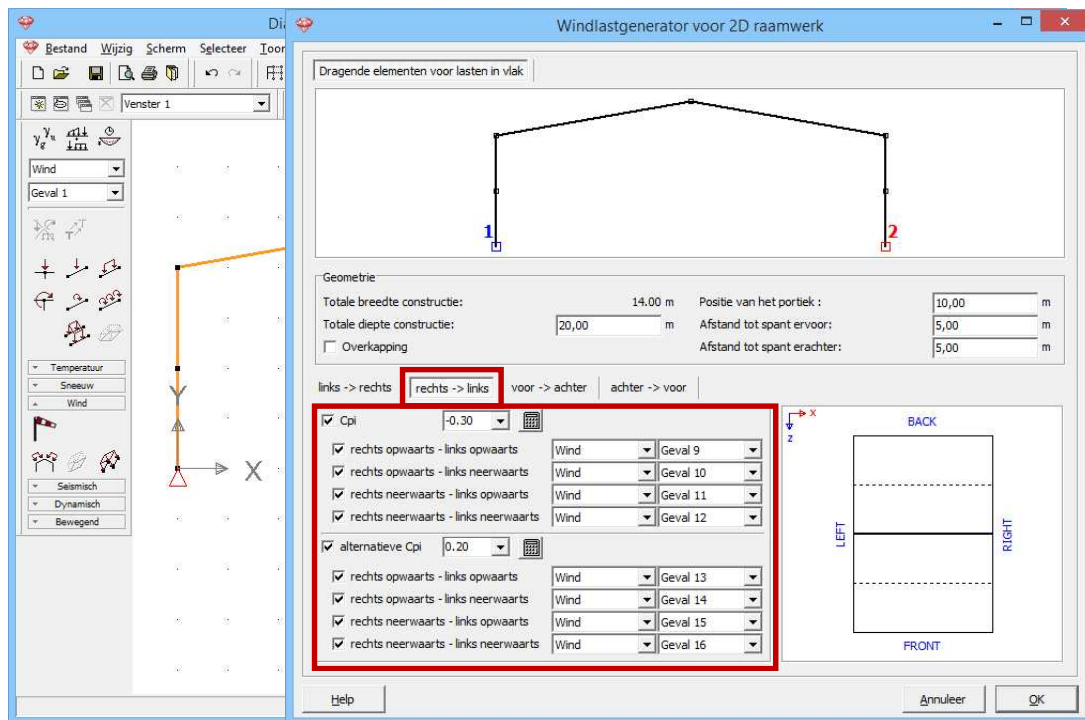
- Klik op  om de wind norm en de terreinparameters in te stellen.



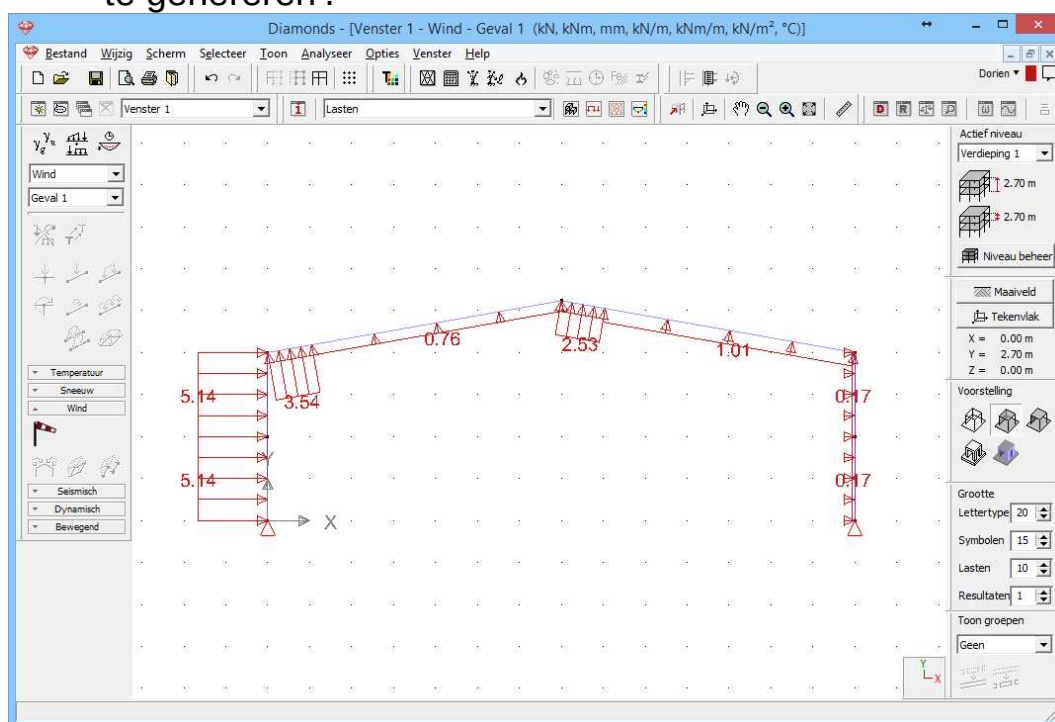
- o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
- o Zet de basis windsnelheid op 26m/s en het terreintype op 'I'.
- o Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.

- Selecteer nu het hele spant en klik op  om de windgenerator op raamwerken te starten.





- o Vervolledig het venster zoals hierboven. Klik dan op 'OK' om de wind te genereren'.



Over de windgenerator

- In het **bovenste gedeelte** krijgt u een kopie van de geselecteerde staven te zien. De staven in het vet representeren de omtrek van het raamwerk, waarop de wind wordt verondersteld aan te grijpen.
- In de **kader 'Geometrie'** noteert u de totale diepte van de constructie alsook de positie van het geselecteerde raamwerk ten opzichte van de kopgevel (FRONT) en de afstand tot het vorige en volgende raamwerk. De figuur aan de rechterzijde toont u in grondplan de positie van dit raamwerk ten opzichte

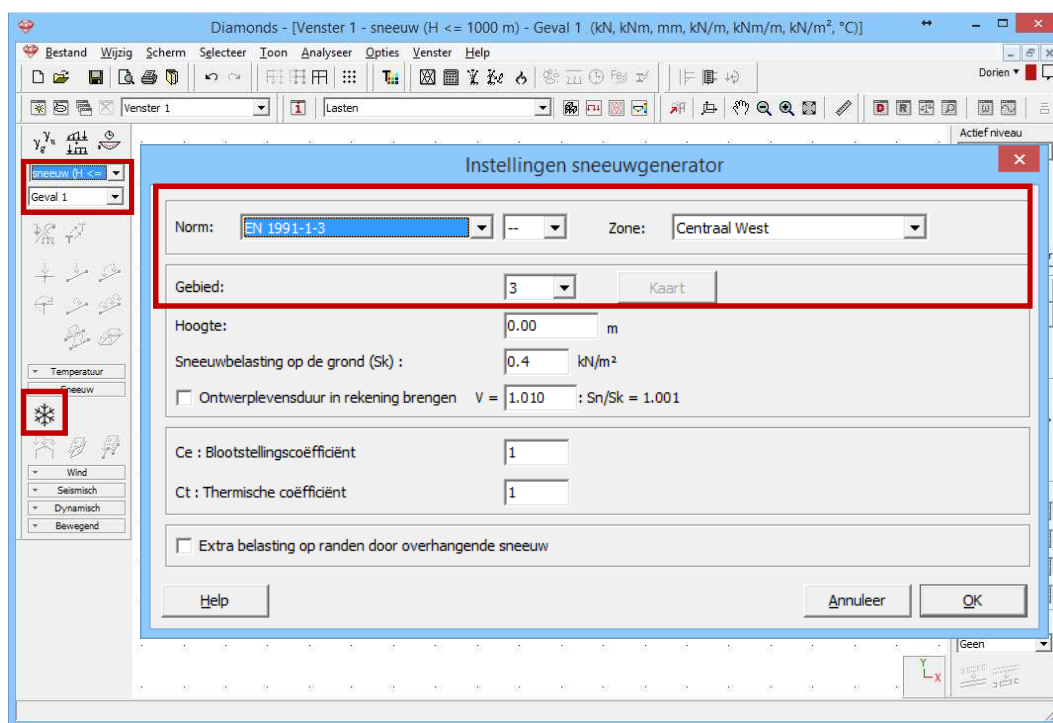
van de voor- en achterzijde van het gebouw. Ook het vorige en volgende raamwerk worden, weliswaar in stippellijn, weergegeven. Het assenstelsel linksboven legt de oriëntatie van het gebouw eenduidig vast.

- In de **tabbladen** 'links -> rechts', 'rechts -> links', 'voor -> achter' en 'achter -> voor' duidt u aan welke windbelastingen moeten worden gegenereerd, met welke inwendige drukcoëfficiënt c_{pi} moet worden gerekend en in welke lastengroep deze belastingen moeten worden ondergebracht.

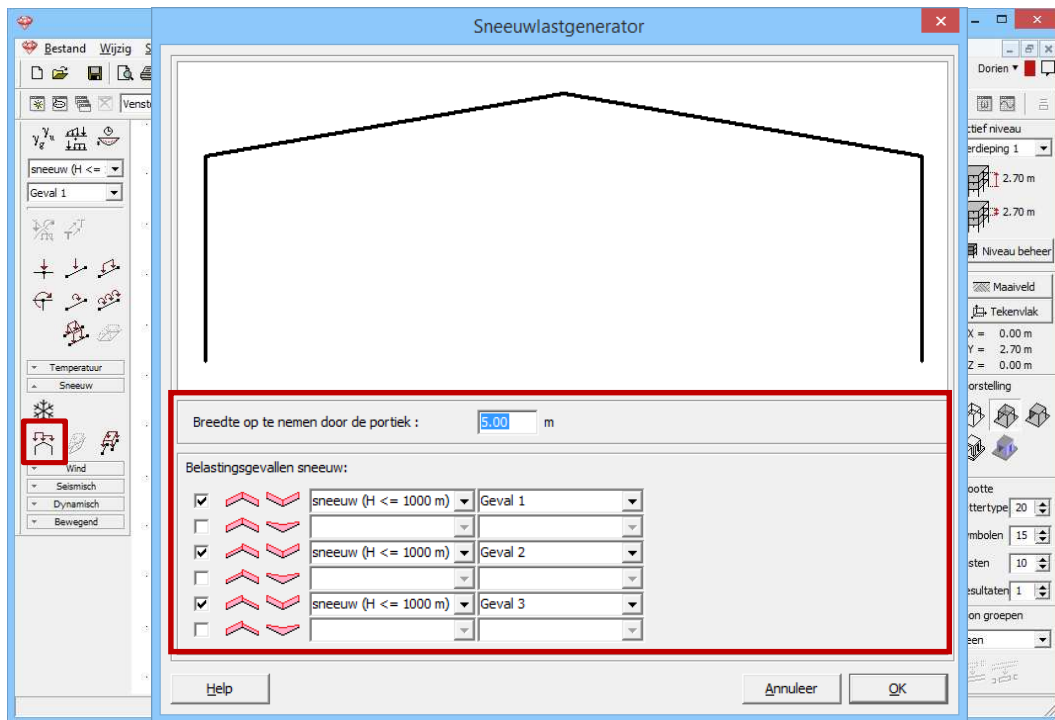
Stap 12: Invullen lastengroepen 'sneeuw'

Om **sneeuw** te genereren:

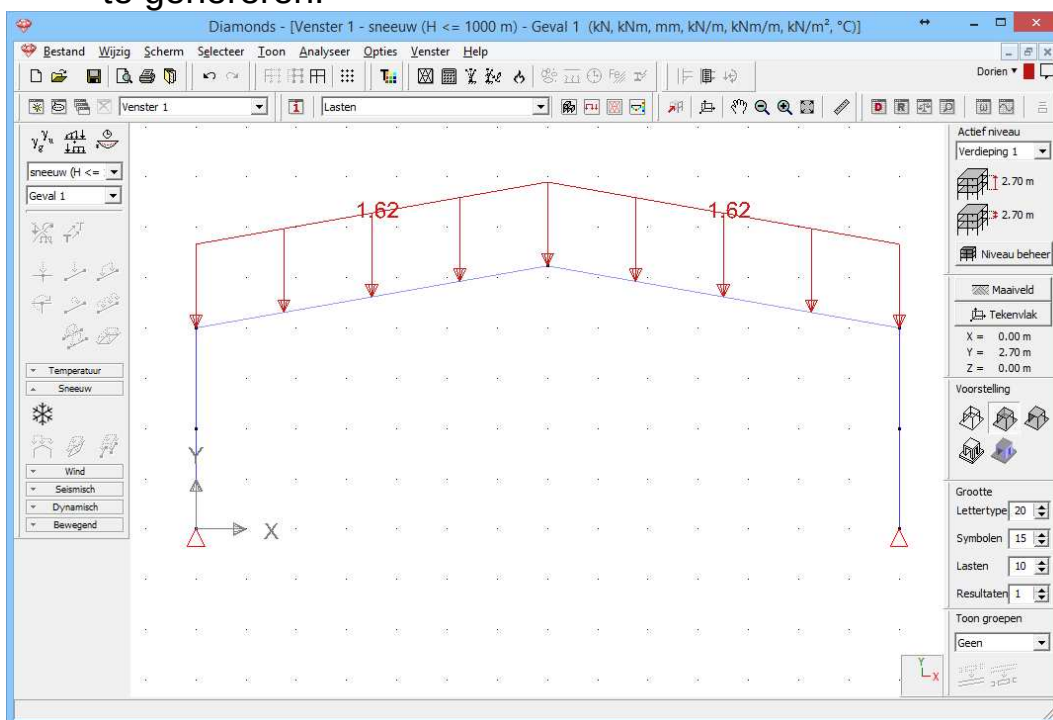
- Selecteer de lastengroep 'sneeuw' en de eerste deellastengroep 'Geval 1' uit het pull down-menu.
- Klik op  om de sneeuwnorm en de terreinparameters in te stellen.



- o Selecteer de norm EN 1991-1-3 [--].
- o Kies ' [--] Centraal West gebied 3' als zone.
- o Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.
- Selecteer nu het hele spant en klik op  om de sneeuwgenerator op raamwerken te starten.



- o Vervolledig het venster zoals hierboven. Klik op 'OK' om de sneeuw te genereren.



Over de Sneeuwgenerator

- In het **bovenste gedeelte** krijgt u een kopie van de geselecteerde staven te zien. De staven in het vet representeren de omtrek van het raamwerk. Op basis van deze contour wordt de sneeuwbelasting op alle horizontale en eventuele schuine staven berekend.
- In het **midden** van dit venster geeft u aan hoeveel breedte het spant opneemt.

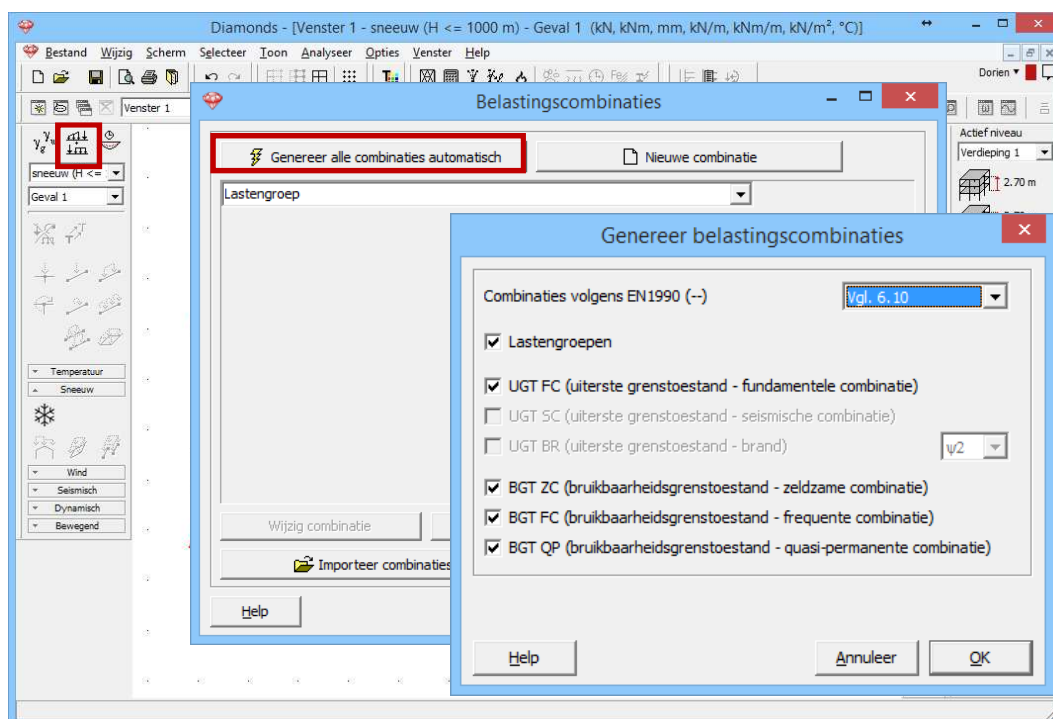
- **Onderaan** duidt u aan welke sneeuwbelastingen moeten worden gegenereerd en in welke lastengroep deze belastingen moeten worden ondergebracht.

4.1.3.3 Combinaties maken

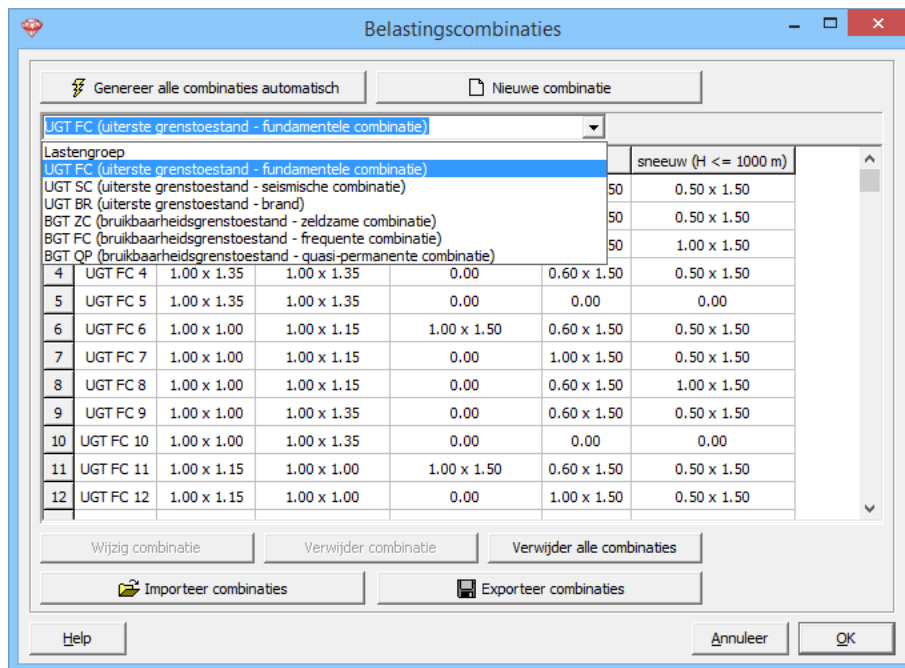
Stap 13: Combinaties maken

Klik op de knop  in het palet behorend bij de configuratie 'Lasten' . Er verschijnt een dialoogvenster met hierin een nog lege lijst van de combinaties.

Klik op de knop  **Genereer alle combinaties automatisch**, duid in het pull down-menu aan dat u de klassieke, weliswaar conservatieve vgl. 6.10 wenst toe te passen en kruis alle grenstoestanden aan.

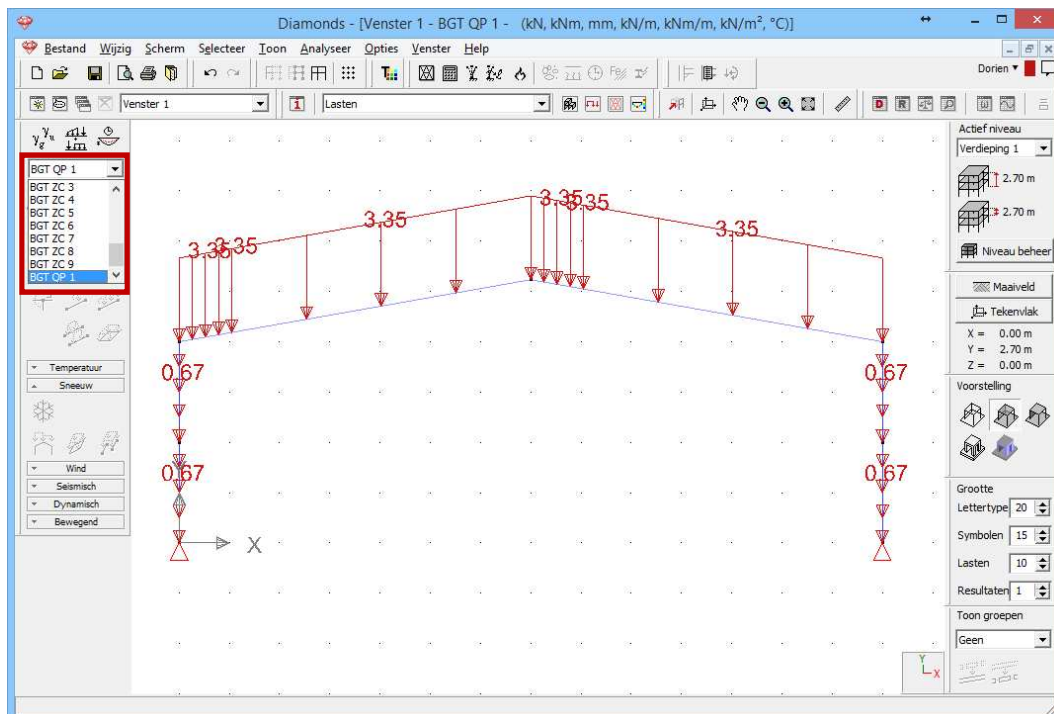


Nadat u op de knop 'OK' geklikt heeft, verschijnen alle volgens de norm vereiste combinaties, gegroepeerd per grenstoestand. Indien gewenst, kan u deze combinaties nog wijzigen  **Wijzig combinatie** of zelf eigen combinaties definiëren  **Nieuwe combinatie**. Om de geselecteerde combinatie(s) te verwijderen klik op  **Verwijder combinatie**. Met de knop  **Verwijder alle combinaties** verwijdert u alle combinaties.



Klik op 'OK' om het dialoogvenster voor de lastencombinaties te sluiten.

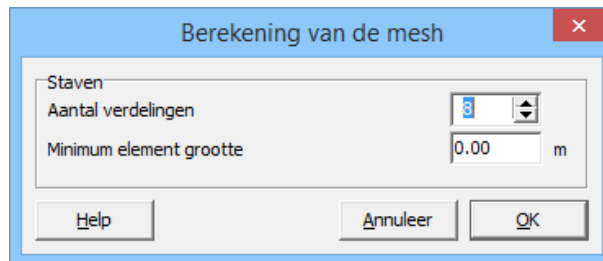
In het pull down-menu van het palet 'Lasten' zijn nu ook de namen van de verschillende lastencombinaties terug te vinden. Selecteert u één van deze combinaties, dan wordt in het venster het geheel van lasten voorgesteld die tijdens deze combinatie zullen aangrijpen.



4.1.4 Berekening van de mesh

Stap 14: Genereren van de mesh

Klik in de iconenbalk op de knop  of selecteer de menu-instructie 'Analyseer – Mesh...'. Laat alles op default staan en klik op 'OK'.



Een venster toont u de vooruitgang van de berekening.

Over de meshgenerator

Hier noteert u het aantal elementen waarin een staaf dient opgedeeld: 8 tot 10 verdelingen is een goede keuze.

Meer info op onze support website: <http://buildsoftsupport.com/knowledge-base/how-to-pick-the-mesh-size/>

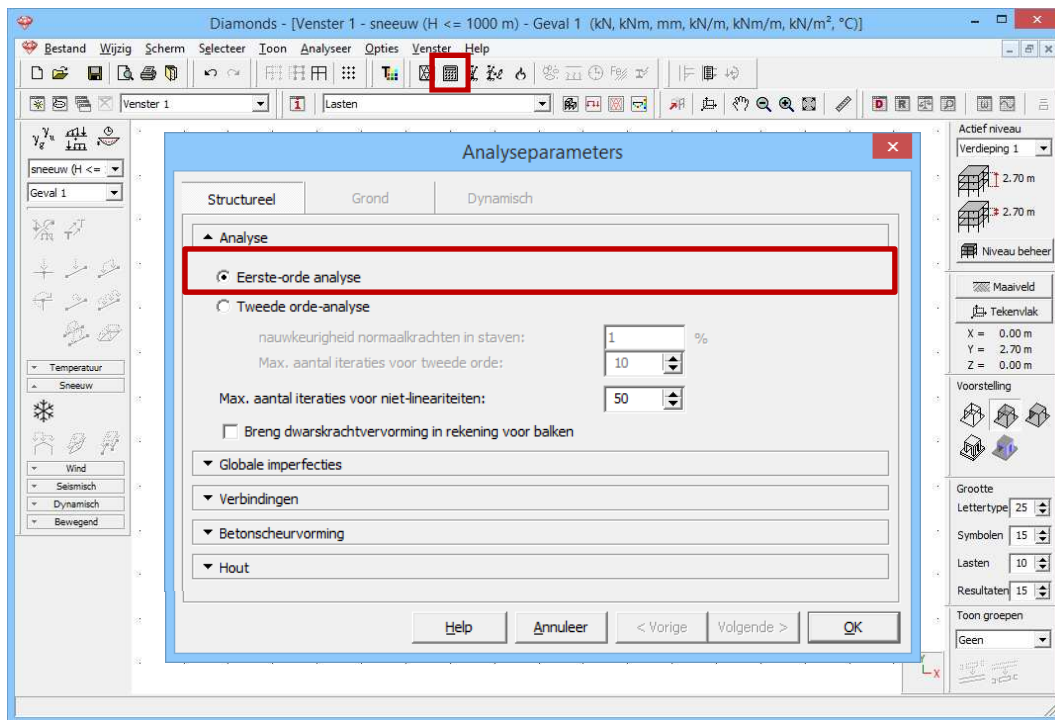
4.1.5 De globale elastische analyse

Eenmaal de geometrie van de structuur en de erop aangrijpende lasten bepaald zijn, kunnen we de berekening van de structuur doorvoeren. Dit verloopt in 2 stappen:

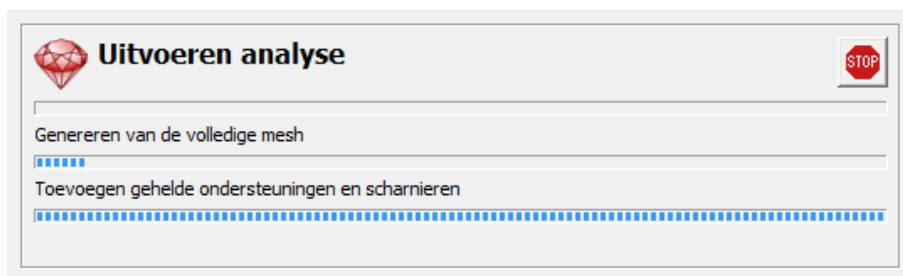
- Eerst berekenen we de inwendige krachtsverdeling volgens een elastische analyse
- Vervolgens worden deze resultaten getoetst aan sterkte en stabiliteitscontrole volgens een welbepaalde norm (zie §4.1.6 en §4.1.7).

Stap 15: Elastische analyse

Om de analyse te starten, selecteert u de menu-instructie 'Analyseer – Elastische Analyse'. U kan de analyse ook rechtstreeks starten door gebruik te maken van de functietoets **F9** of d.m.v. het icoon  in de iconenbalk. Volgend dialoogvenster verschijnt:



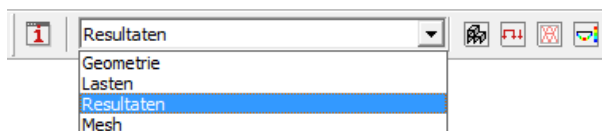
We kiezen voor een 1^{ste} orde analyse en bevestigen met 'OK'. Een dialoogvenster toont u de vooruitgang van de berekening.



De knop  laat u toe om de berekening te stoppen. Als u de berekening stopt, zal ze later volledig opnieuw aangevat moeten worden.

Stap 16: Naar configuratie 'Resultaten'

Om de resultaten van de berekening grafisch te bekijken, brengen we het venster 'Resultaten' naar voren. Selecteer hiervoor  of 'Resultaten' uit de pull down lijst.



Over configuratie 'Resultaten'

In het bijhorende palet aan de linkerzijde van het modelvenster vindt u bovenaan een aantal knoppen die elk een specifieke groep van resultaten vertegenwoordigen.

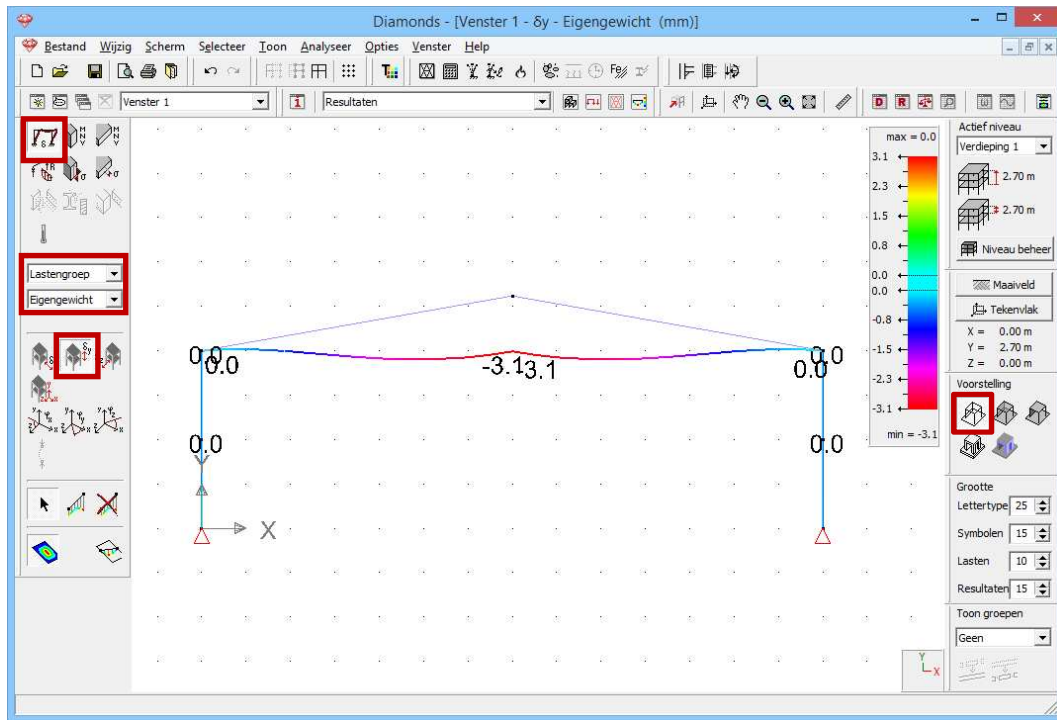
- Enkel die knoppen zijn beschikbaar waarvoor een berekening is uitgevoerd.
- Eens één van deze knoppen is ingedrukt, kan u de bijhorende deelresultaten opvragen door middel van de eronder gelegen knoppen.
- Vervolgens duidt u aan voor welke belastingscombinatie u de resultaten wenst te bekijken. In een eerste pull-down menu selecteert u het type lastencombinatie (individuele lastengroep, UGT FC, UGT SC, BGT ZC, BGT FC of BGT QP), vervolgens geeft u aan welke specifieke lastengroep of ontwerpcombinatie moet worden gevisualiseerd. In het geval van een belastingscombinatie kan u kiezen tussen ofwel een individuele belastingscombinatie (aangeduid met een nummer) ofwel de omhullende. In die situaties waarin het resultaat een omhullende voorstelt kan het zijn dat voor sommige resultaten ook nog eens moet worden aangeduid of de minimum (min) dan wel de maximum (max) resultaten moet worden weergegeven.

We overlopen hieronder enkele resultaten.

Stap 17: Vervormingen

Diamonds toont u standaard de verticale verplaatsingen in de Y-richting voor de eerste combinatie (of de eerste lastengroep wanneer u ook de combinaties voor de lastengroepen heeft gedefinieerd). U zal merken dat

de knop voor de verplaatsingen  actief is. Eronder is de knop voor de verticale verplaatsingen volgende de globale Y-as  actief.



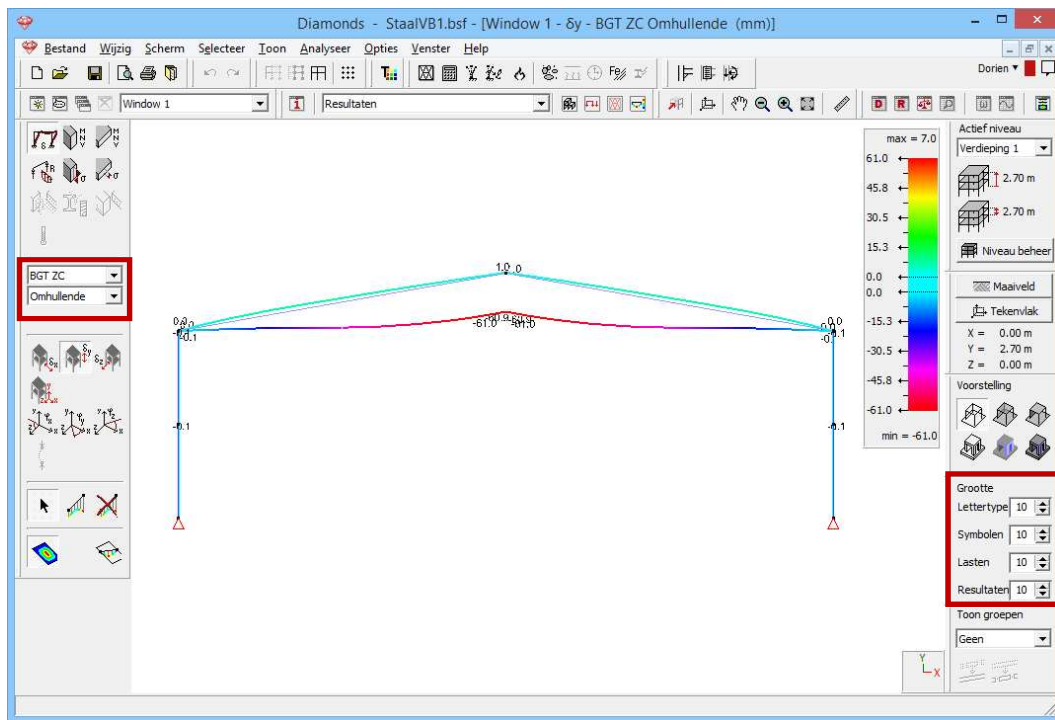
In bovenstaande figuur is geopteerd voor een draad voorstelling .

Selecteer nu de combinatiegroep 'BGT ZC' en kies voor de omhullende. We merken op dat:

- de maximale doorbuiging is 61mm.
- In alle combinaties BGT ZC en op iedere positie van de balk gaat Diamonds op zoek naar de minimum waarde van de doorbuiging. Die waarden worden voorgesteld door de **dunne lijn**.

In alle combinaties BGT ZC en op iedere positie van de balk gaat Diamonds op zoek naar de maximum waarde van de doorbuiging. Die waarden worden voorgesteld door de **dikke lijn**.

Vandaar dat deze figuur 'omhullende' noemt.



Merk op dat u de grootte van de uitwijking kan regelen in het palet 'Grootte' dat zich bevindt aan de rechterzijde van het werkvenster.

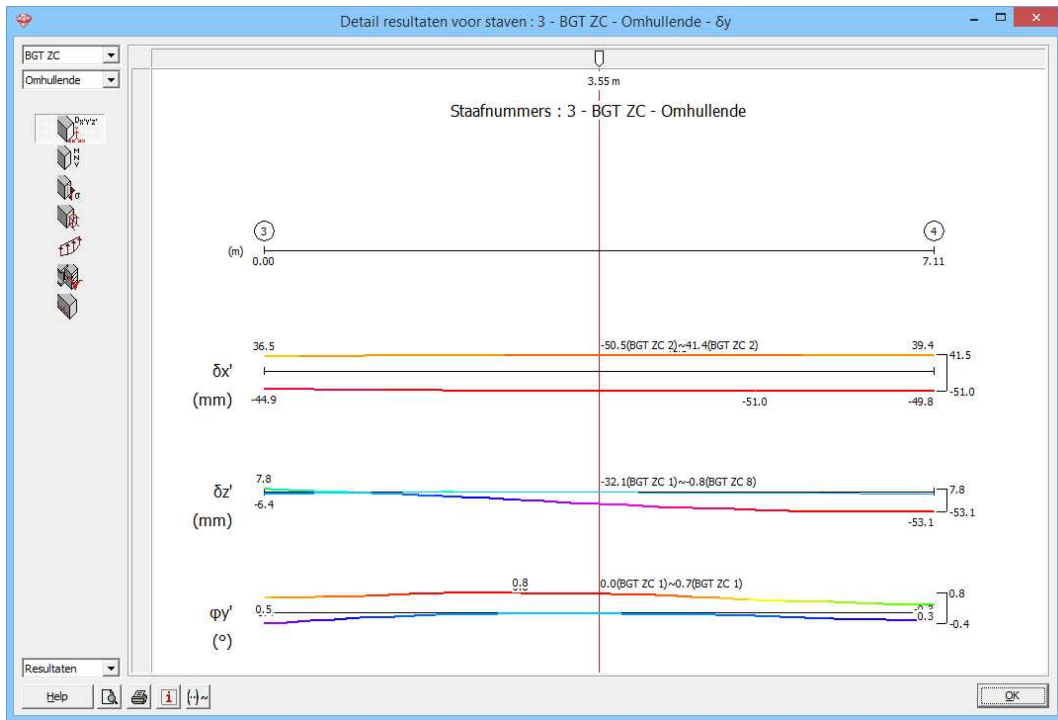
Over de schaal

In Diamonds wordt standaard een symmetrische kleurenschaal toegepast voor alle resultaten. U kan evenwel kiezen voor een andere schaal aanduiding in de 'Resultaten configuratie' .

U dient deze standaardschaal als volgt te begrijpen: de uiterste waarden van het kleurenpalet stemmen overeen met de grootste positieve OF grootste negatieve waarde. Inderdaad loopt de kleurenschaal van -61,0mm naar +61,0mm. Wel wordt de grootste respectievelijk kleinste waarde boven en onder de schaal aanduiding weergegeven. Bijgevolg zal in het bovenstaande resultaat slechts de onderste helft van het kleurenpalet worden gebruikt.

Stap 18: Vervormingen in het detailvenster

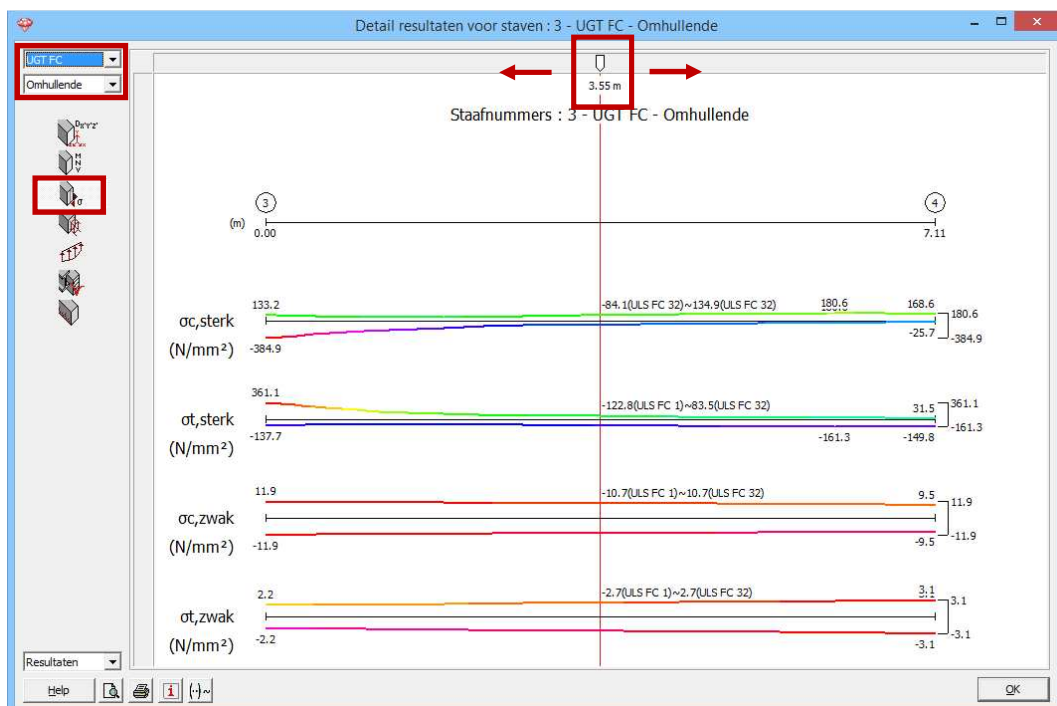
Selecteer de linker balk. Klik op het icoon  rechts in de werkbalk. Een nieuw venster opent. Aan de linkerkant vindt u alle knoppen uit de 'Resultaten configuratie' van toepassing op lijn elementen (balken en kolommen).



Merk op dat in dit venster de vervormingen worden gegeven volgens het lokaal assenstel van de lijn elementen. Ook de hoekverdraaiingen φ_y , (rond de locale y' -as) worden weergegeven.

Stap 19: Spanningen in het detailvenster (staafniveau)

Toon nu de elastische spanningen voor de combinatie UGT FC omhullende.



Om te oordelen of de structuur in staat is weerstand te bieden aan de aangrijpende krachten, dienen we een verificatie volgens Eurocode 3 uit te voeren. We kunnen echter nu al een eerste inschatting maken van de kans op succes. We bekijken hiervoor de spanningen. Deze spanningen mogen in de uiterste grenstoestand de vloeigrens niet overschrijden (voor S235: $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$). We kunnen dus snel verifiëren of dit wel gerespecteerd wordt.

In dit voorbeeld wordt de vloeigrens evenwel overschreden (in UGT FC). Bij een lichte overschrijding kan men niet a priori zeggen of de structuur al dan niet zal voldoen, omdat de getoonde spanningen elastische normaalspanningen zijn en de verificatie enerzijds niet altijd elastisch maar dikwijls ook plastisch gebeurt en anderzijds ook schuifspanningen in rekening brengt. Een verificatie is dus zeker noodzakelijk.

U kan de grootheden opvragen op een willekeurig positie door middel van de schuifbalk. Bovendien kan u ook een afstand ingeven. Raadpleeg bijvoorbeeld de resultaten op 2,45m. Onder de witte pijl vult u hiertoe '2,45' in.

Bij een omhullende combinatie verschijnt tevens de bepalende combinatie. U kan dit uitschakelen door één maal op de knop  te klikken, deze zal dan veranderen in .

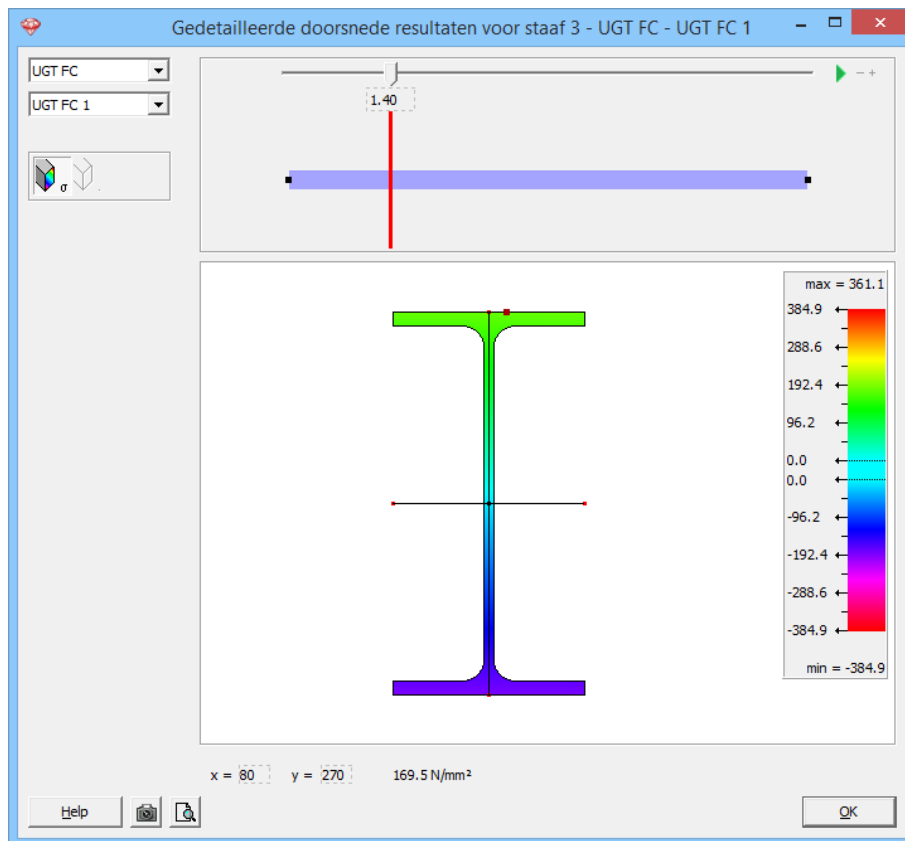
Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.

Stap 20: Spanningen in het detailvenster (doorsnede niveau)

Toon nu de spanningen voor de combinatie **UGT FC1**.

- Selecteer de linker dakbalk en klik op het icoon  rechts in de werkbalk.
- Of dubbel klik op de balk.

Een nieuw venster opent.



U kan de spanningen in iedere doorsnede opvragen door middel van de schuifbalk. Bovendien kan u ook een afstand ingeven. Raadpleeg bijvoorbeeld de resultaten op 1,4m. Onder de witte pijl vult u hiertoe '1,4' in.

Klik met de muis op de doorsnede, om de spanningen op die positie te raadplagen.

Over detailresultaten op doorsnedeniveau

Kies links boven voor welke **lastengroep of combinatie** u een detail van de spanningen wil zien.

D.m.v. de **schuifbalk** bovenaan bepaalt u de positie van de doorsnede waarvoor u een detail van de spanningen wil zien. Door te klikken op het getal onder de slider, kan u ook een positie opgeven.

Resultatenveld met schaal:

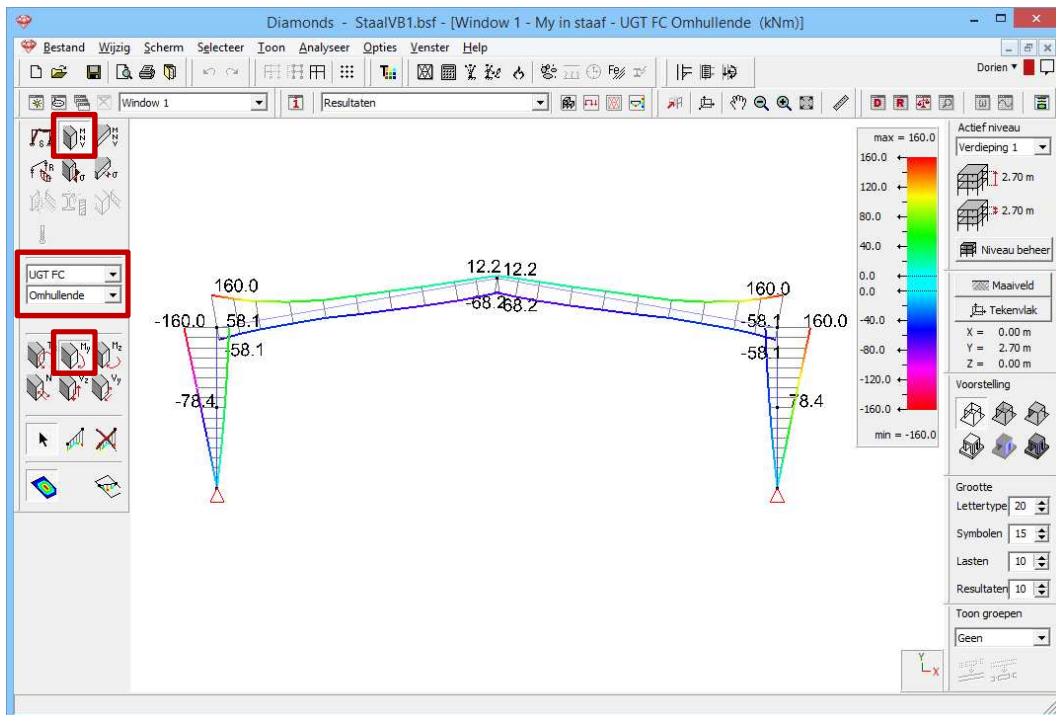
- In het resultatenveld wordt het geselecteerde profiel grafisch voorgesteld samen met de hoofdtraagheidsassen (HTA). Indien het profiel dubbel symmetrisch is, dan vallen de deze assen samen met de lokale assen.
- Op de hoofdtraagheidsassen (HTA) worden rode punten weergegeven. Dit zijn de punten waarvoor de spanningen ($N + M_y$ en $N + M_z$) worden gegeven in het globaal resultaten venster. De positie van deze punten wordt bepaald als het snijpunt van de HTA met de 'boundingbox' van het profiel (rechthoekige box die het profiel omhult).

- Komt u met de muis in de buurt van deze rode punten, dan zal Diamonds ernaar snappen.
- Beweeg met de muis over het profiel om op de gewenste positie de spanningen af te lezen. Bij 'x' en 'y' kan u ook zelf coördinaten invullen. De spanningen die u hier afleest zijn t.g.v. $N + M_y + M_z$
- Een drukspanning is negatief, trekspanning is positief.

Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.

Stap 21: Buigend moment M_y

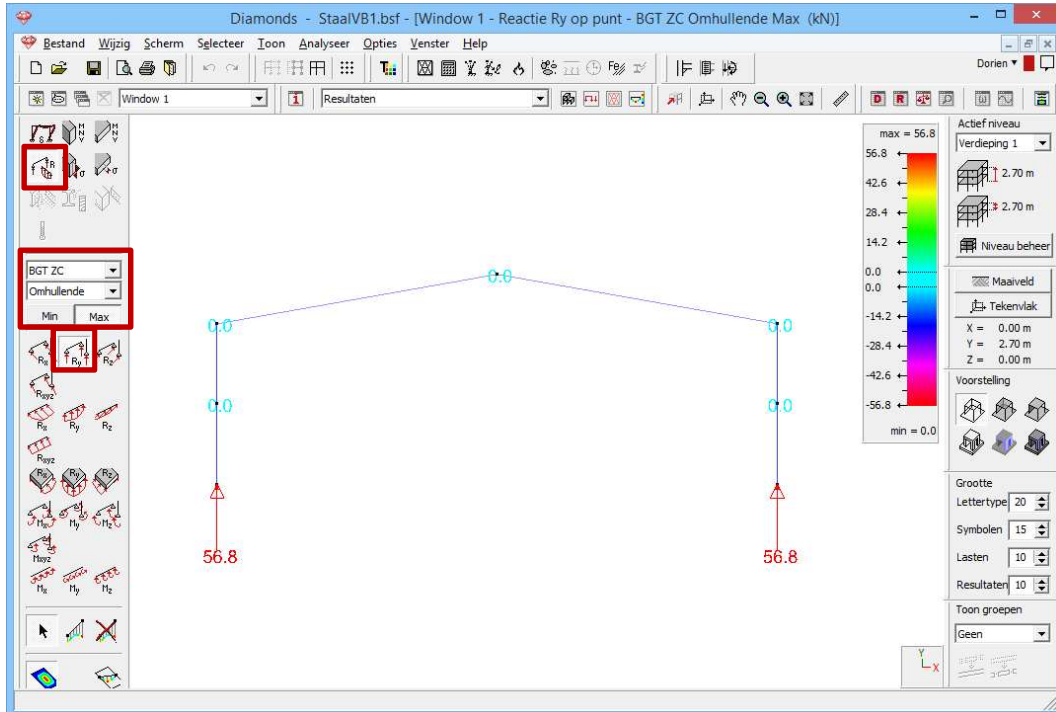
We visualiseren ditmaal de buigende momenten M_y . Klik in het palet op  en selecteer de balkresultaten M_y . Kies voor de combinatie UGT FC omhullende.



De momentenlijn wordt steeds weergegeven aan de getrokken zijde van het element. Het teken van het moment stemt overeen met de richting van de lokale assen. In dit geval is de lokale z'-as naar boven gericht en veroorzaakt een positief moment dus trek aan de bovenzijde.

Stap 22: Reacties

Eenmaal terug in het modelvenster klikken we in het palet op de knop  voor het tonen van de reacties. Alle reacties worden door Diamonds afzonderlijk weergegeven. In dit voorbeeld interesseren ons de verticale knoopreacties onder de combinatie 'BGT ZC': we selecteren de reacties R_y .



Tot zover een overzicht van de functionaliteiten in de configuratie 'Resultaten'.

4.1.6 Parameters voor normcontrole

Over de staalcontrole

De interne krachten in de structuur zijn gekend. Nu vragen we ons af of de structuur deze interne krachten wel aan kan? Dit gebeurt aan de hand van de normtoets (zie §4.1.7). Deze normtoets bevat 2 luiken:

- Controle van de sterkte: is de structuur voldoende sterk om de interne krachten te weerstaan?
- Stabiliteitscontrole: is de structuur voldoende stabiel en wil deze onder invloed van de krachtwerving niet uitknikken of uitkippen?

Om de sterktecontrole uit te voeren, dient u niets extern in te stellen. Om de stabiliteitscontrole tot een goed einde te brengen, dient u als gebruiker de knik- en de kipparameters juist in te stellen.

4.1.6.1 Knik

Knik is het bezwijken/instabiel worden van een staaf onder een drukkracht.

Doordat Diamonds werkt volgens het principe as-op-as, kan het zijn dat continue elementen (= elementen die in één stuk worden vervaardigd) gemodelleerd worden als een reeks opeenvolgende afzonderlijke elementen.

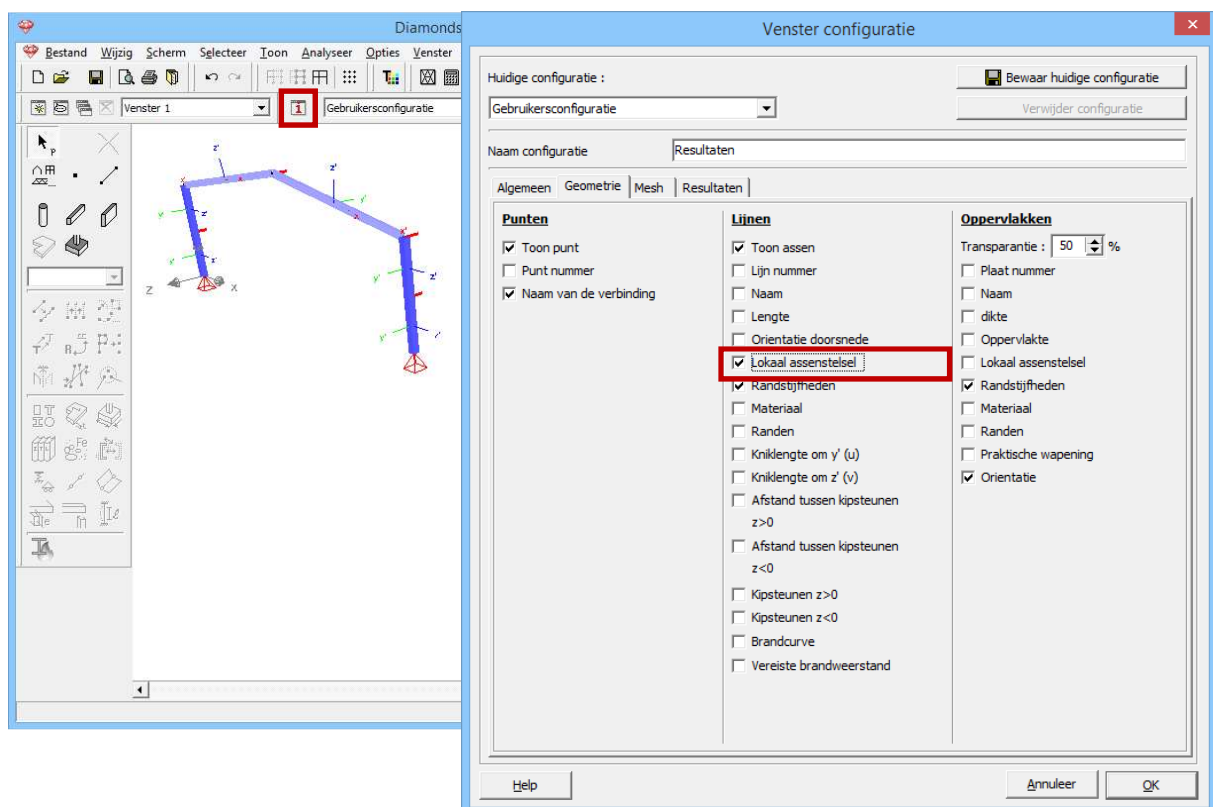
In dit voorbeeld zullen de kolommen als één geheel worden uitgevoerd, ook al hebben we halverwege steunen in de z-richting ingegeven. Het feit dat deze kolom uit 2 individuele elementen bestaat, kan leiden tot een onderschatting van de kniklengtes indien we niet de juiste definities maken.

Met de 'juiste definities' bedoelen we 'het instellen van knikgroepen'. Daarbij leggen we aan Diamonds op welke staven samen kunnen uitknikken in een bepaalde richting.

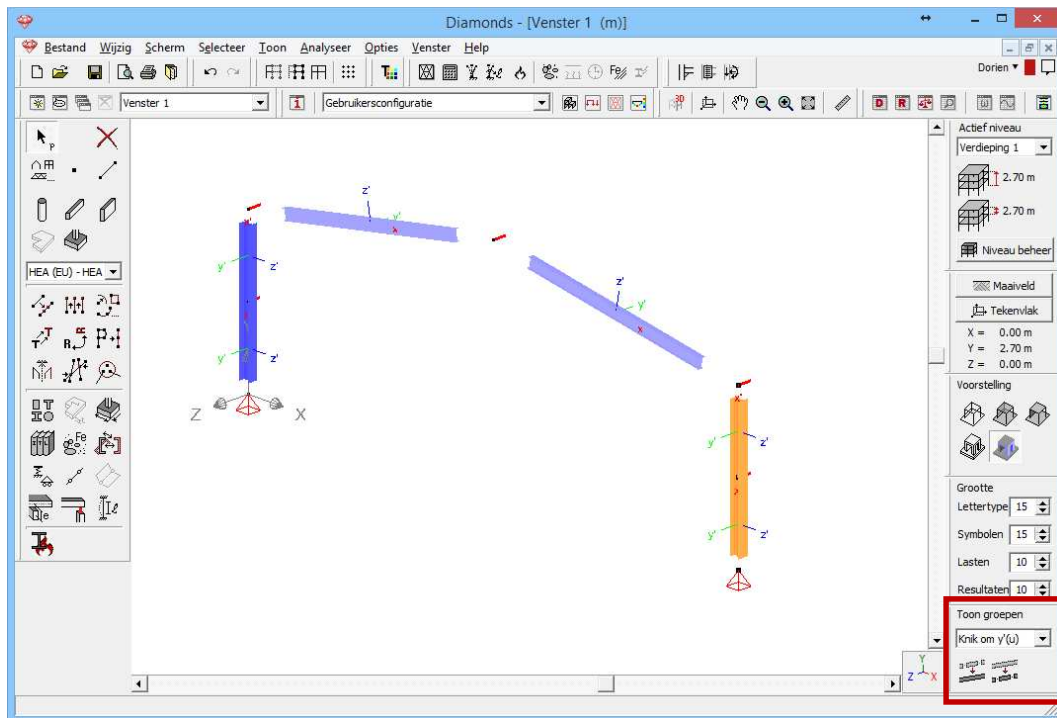
Stap 23: Instellen groepen voor knik

Om de groepen in te stellen keren we terug naar het Geometrie-venster , waar we een solid  3D voorstelling van de structuur nemen.

Omdat uitknikken steeds gebeurt rond de (lokale) sterke of zwakke as, maken we het lokaal assenstelsel van de staven zichtbaar via .



Rechts onderaan vindt u een pallet dat toelaat groepen te definiëren. Met de knop  kan u geselecteerde staven groeperen, met  degroeperen.



We bekijken eerst de groepen voor **knik om de $y'(u)$ -as** van de rechtse (geselecteerde) kolom.

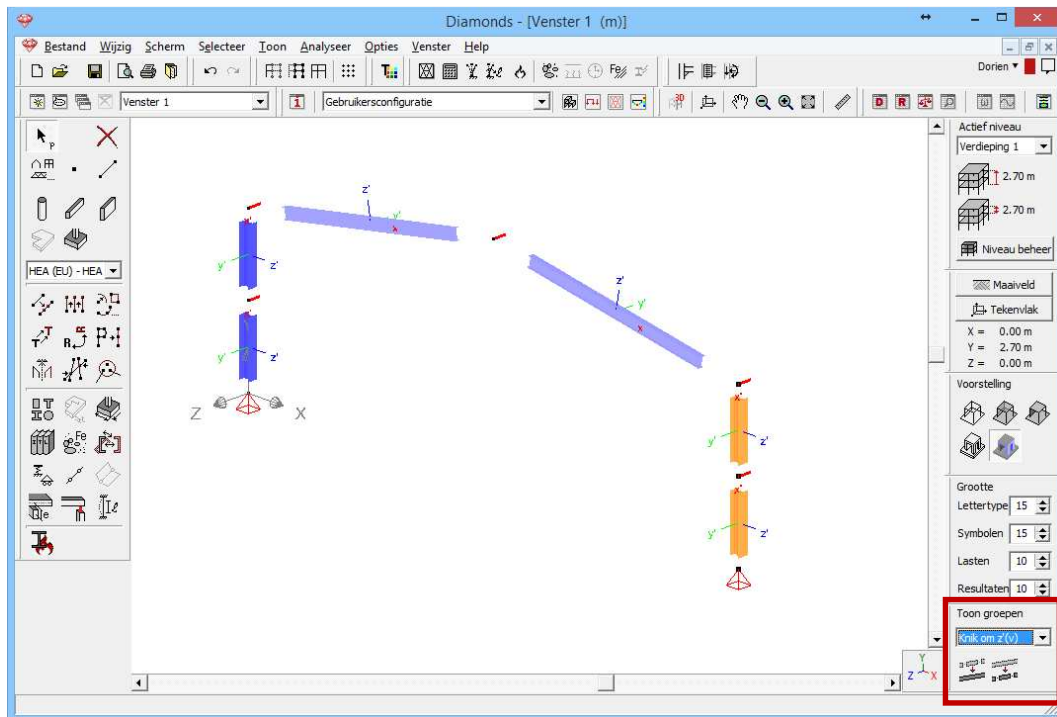
- We selecteren dan ook 'Knik om $y'(u)$ ' uit de pull down lijst (zie bovenstaande figuur).
- Knik om $y'(u)$ -as wil voor deze kolommen zeggen, uitknikken naar **links of naar rechts in het vlak** van het spant. Aangezien niets het uitknikken van de 2 dealkolommen in die richting belemmert, **moeten ze gegroepeerd zijn**.
- Selecteer de 2 kolommen en klik op .
- Hetzelfde geldt voor de linkse kolom (dus herhaal bovenstaande bewerking voor de linkse kolom).

We bekijken vervolgens de groepen voor **knik om de $z'(v)$ -as** van de rechtse (geselecteerde) kolom (zie onderstaande figuur).

- We selecteren dan ook 'Knik om $z'(v)$ ' uit de pull down lijst.
- Knik om $z'(v)$ -as wil voor deze kolommen zeggen, uitknikken naar **voor of naar achter uit het vlak** van het spant. Aangezien de steun in de Z-richting het samen uitknikken van de 2 dealkolommen in die richting belemmert, **moeten ze gedegroepeerd zijn**. Als de bovenste dealkolom om de $z'(v)$ -as uitknikt, wil dit niet zeggen dat de onderste dealkolom dat ook doet.

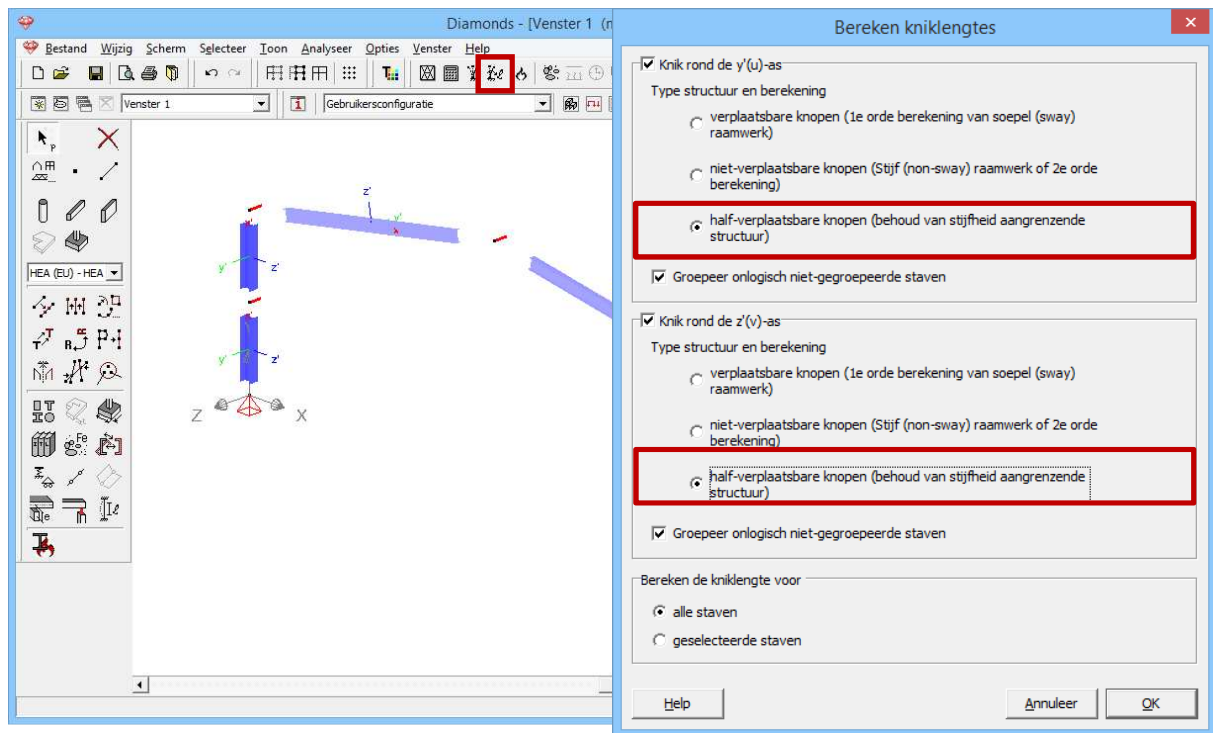
- Selecteer de 2 kolommen en klik op .
- Hetzelfde geldt voor de linkse kolom (dus herhaal bovenstaande bewerking voor de linkse kolom).

De dakligger is niet opgedeeld, zodat u hier geen groepen kan en dient in te stellen.



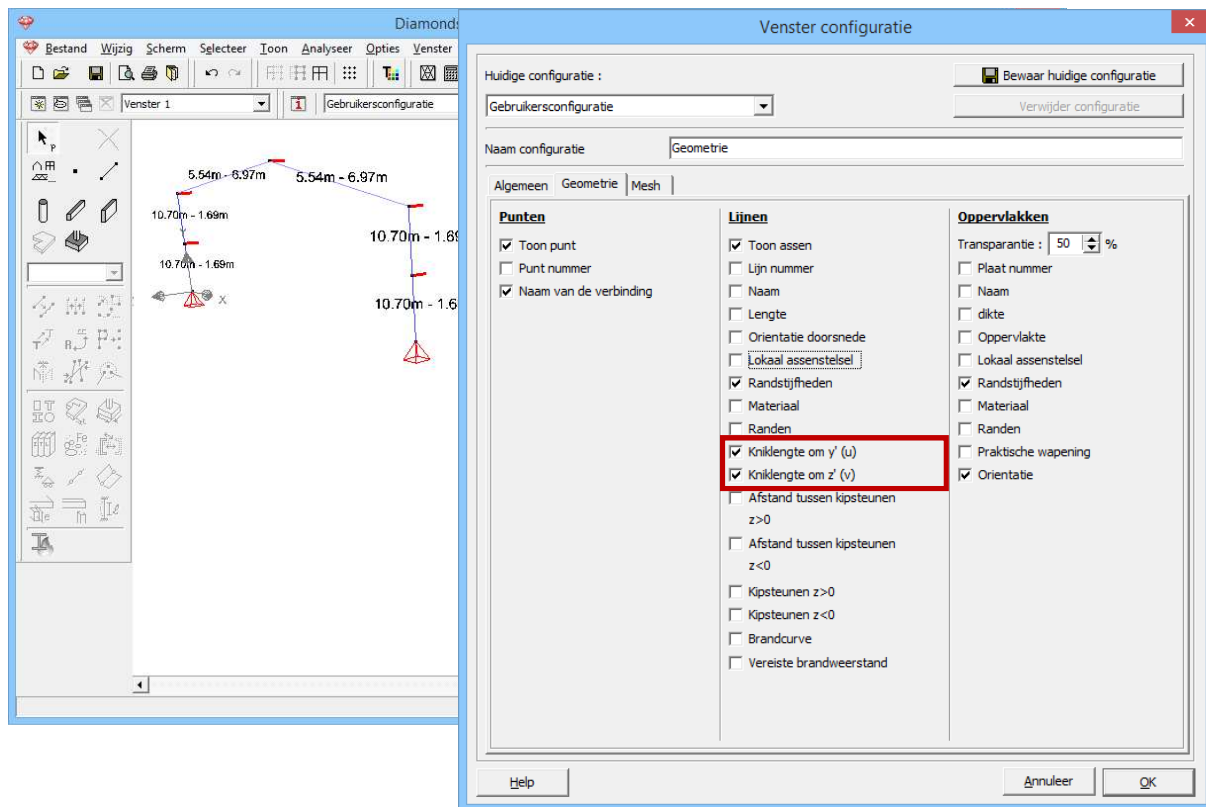
Stap 24: Berekenen kniklengtes

Nu de groepen correct staan ingesteld, kunnen we de kniklengtes berekenen. Om de kniklengtes te berekenen, klikt u op het icoon  bovenaan in de iconenbalk.



Diamonds vraagt u in functie van de richting (rond $y'(u)$ - of $z'(v)$ -as) voor welk type structuur en voor welk soort analyse achteraf u de kniklengtes wil bereken. We kiezen hier voor de optie 'half-verplaatsbare knopen'. Deze zal u de meest realistische kniklengtes opleveren. Meer informatie over de opties bij kniklengte berekening vindt u in de Referentiehandleiding Diamonds. Klik op 'OK' om de berekening van de kniklengtes te starten.

Om de zonet berekende kniklengtes te bekijken, keren we (indien nodig) terug naar het 'Geometrie'-venster . Klik vervolgens op  en vraag om de kniklengtes te bekijken in en uit het vlak.



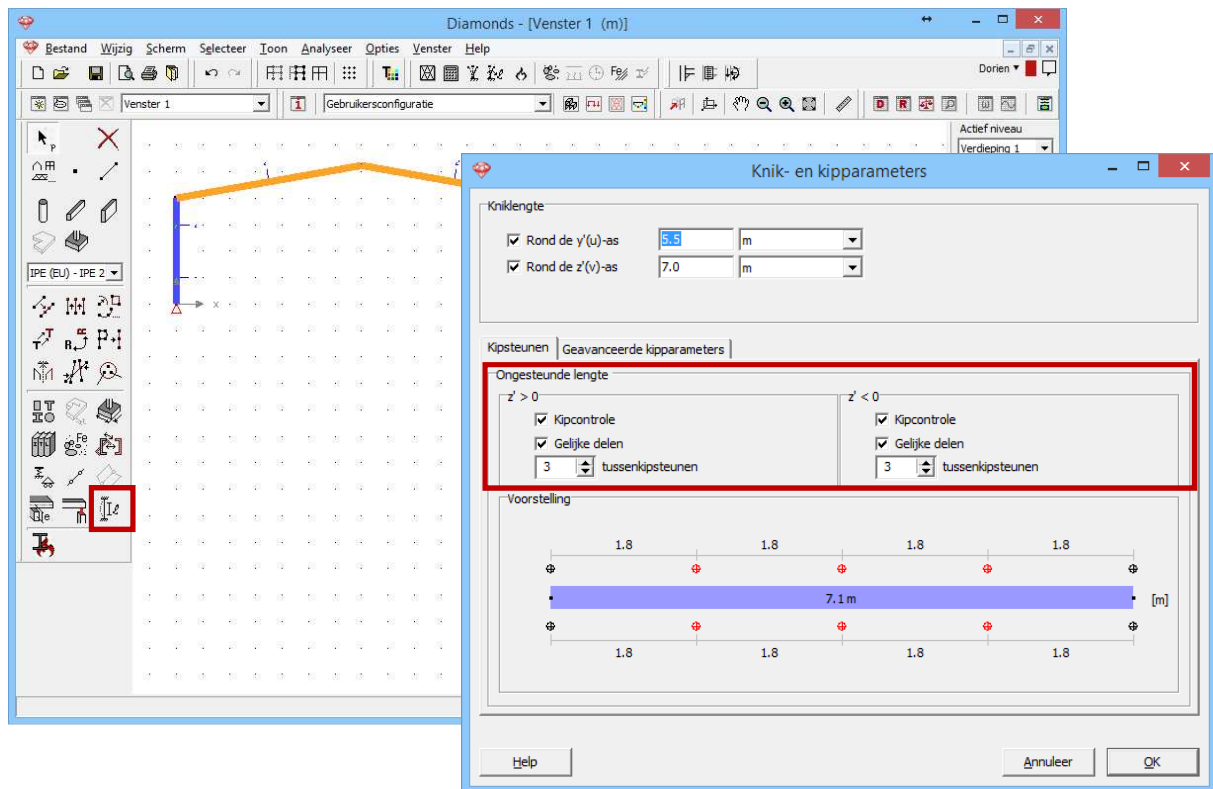
4.1.6.2 Kip

Kip is het instabiel worden (bezwijken) van de gedrukte flens onder invloed van een buigend moment. Een synoniem voor 'kip' is 'laterale torsieknik'.

Stap 25: Instellen van de kiplengte

De gordingen die zich in het dak bevinden (zie 3D model), modelleren we niet in dit 2D-model. De aanwezigheid van deze gordingen heeft echter wel invloed op de kiplengte. We gaan de gordingen dan ook voorstellen d.m.v. kipsteunen.

- Ga naar het 'Geometrie'-venster .
- Selecteer de dakliggers en klik op .



In dit venster kan u

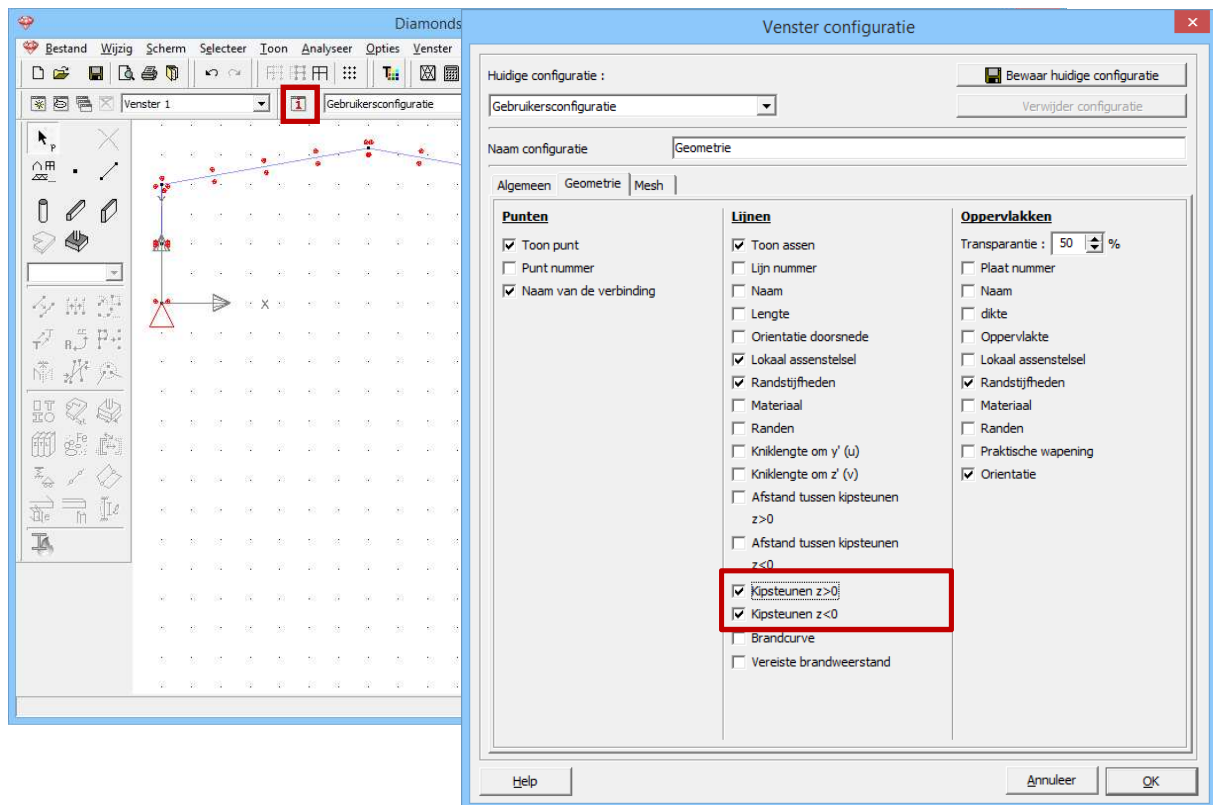
- de (al dan niet berekende) kniklengtes bekijken/ aanpassen
- de kipsteunen opleggen via het tabblad 'Kipsteunen'
- de kipparameters aanpassen.

De **kniklengtes** hebben we zonet in §4.1.6.1 berekend, zodat we hiervoor niets meer moeten instellen.

De **kipparameters** laat u best ten allen tijde op 'Berekend' staan.

We veronderstellen dat de gordingen het uitkippen van zowel de boven als onderflens van het profiel tegen houden. Aangezien elk dakvlak 3 gordingen bevat, verhoogt u het aantal kipsteunen tot '3'.

De kleine rode bolletjes die ontstaan ter hoogte van de dakliggers in het model, wijzen op de aanwezigheid van deze kipsteunen.



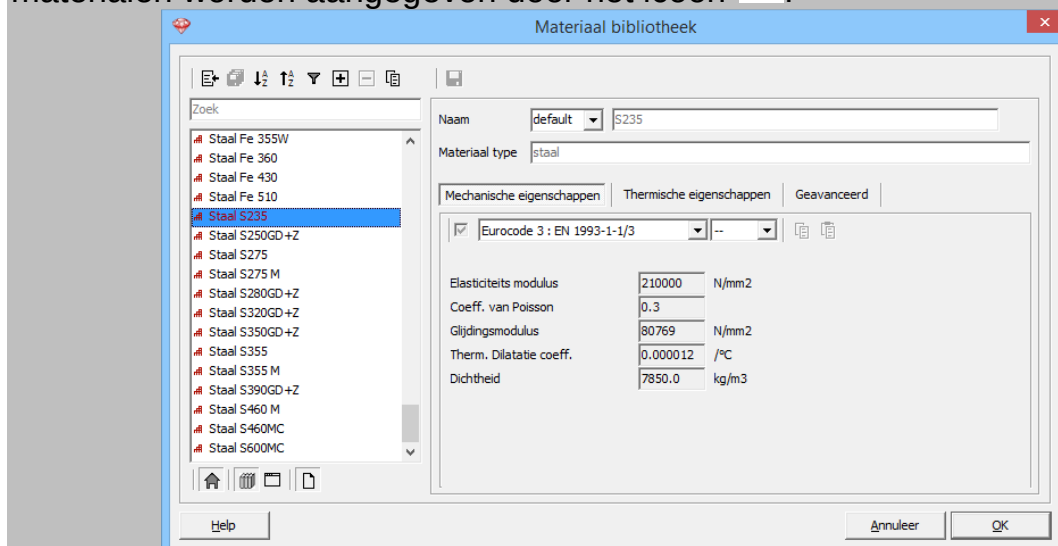
4.1.7 De sterkte- en stabiliteitscontrole

Over de sterkte- en stabiliteitscontrole

Met de sterkte- en stabiliteitscontrole verifiëren we de sterkte en de knik-/kipgevoeligheid van de staven volgens een bepaalde norm.

Alvorens de berekening te starten, controleren we de eigenschappen van het gebruikte hout.

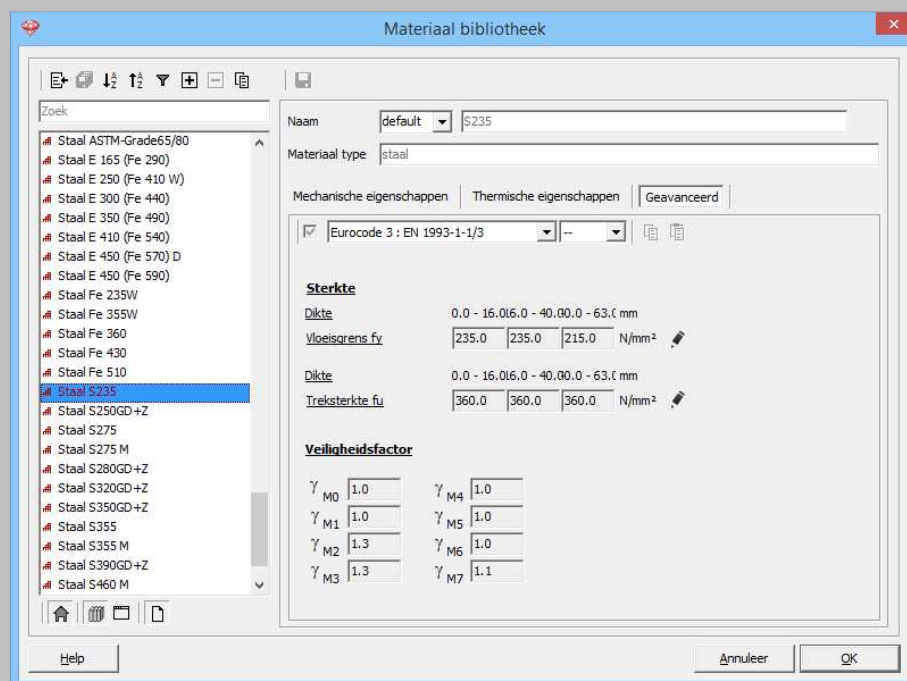
Kies de menu-instructie 'Wijzig – Materiaalbibliotheek...' en selecteer in de linker kolom het materiaal 'S235'. Staal S235 is een standaard materiaal. Standaard materialen worden aangegeven door het icoon .



De eigenschappen van standaard materialen zijn bepaald op basis van de normen en kunnen niet gewijzigd worden. Wenst u toch wijzingen aan te brengen, dan zal u een nieuw materiaal moeten aanmaken. User-defined materialen worden gemarkeerd met het icoon .

Aan de rechter kant van dit venster vindt u:

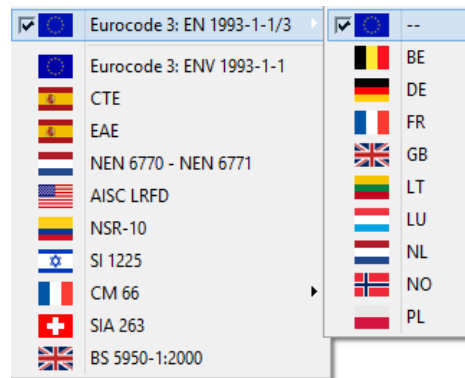
- de **elastische eigenschappen** zoals de elasticiteitsmodulus, de coëfficiënt van Poisson, de glijdingsmodulus, de thermisch dilatatie coëfficiënt en de dichtheid.
- de **thermische eigenschappen** die gebruikt worden bij een brandweerstandsanalyse.
- In het laatste tabblad 'Geavanceerd' vind u de sterkte eigenschappen die gebruikt worden bij een staalcontrole. In het bijzonder overlopen we de eigenschappen die van toepassing zijn voor Eurocode 3: EN 1993-1-1 [--]. De mechanische eigenschappen zoals de vloeigrens f_y en de breukgrens f_u i.f.v. de dikte van de onderdelen (flens en lijf) worden in dit venster gegeven. Als ook de veiligheidscoëfficiënten die op de vloeigrens zullen worden toegepast.



Klik nu op 'OK' om dit venster te sluiten.

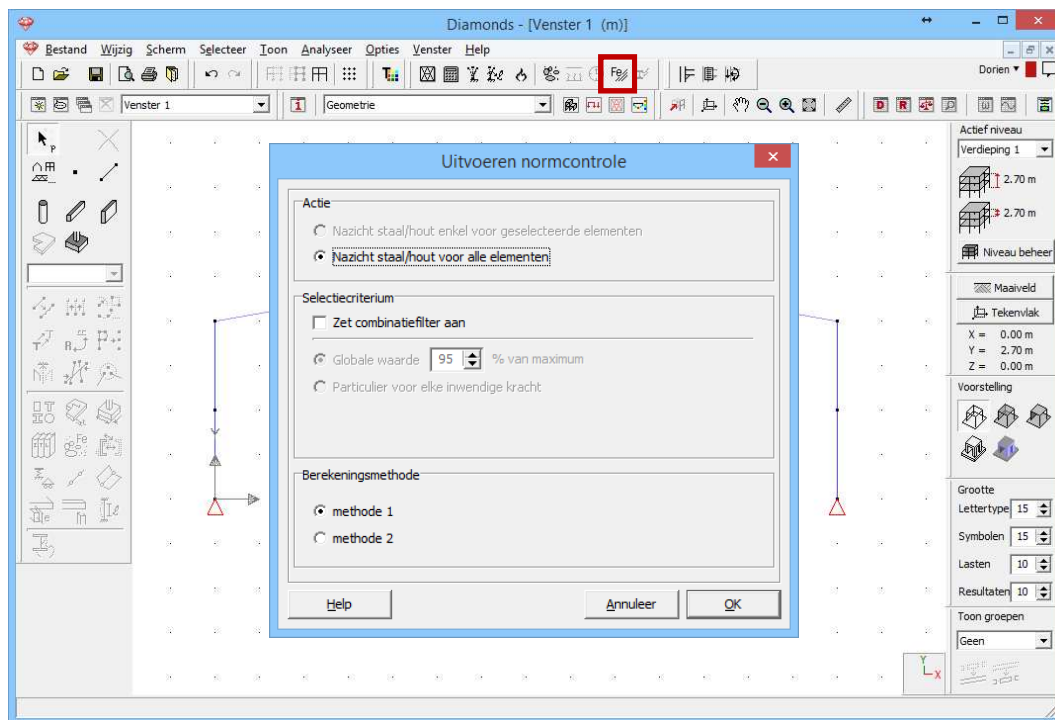
Stap 26: Keuze van de staalnorm

Vergewis u er altijd eerst van dat u de juiste norm gekozen heeft. Selecteer in het menu het item 'Analyseer' → 'Staalnorm' → 'Eurocode 3: EN 1993-1-1/3' → '--'.



Stap 27: Sterkte en stabiliteitscontrole

Om de normcontrole te starten, selecteert u in het menu het ‘Analyseer – Normtoets staal en hout...’ of klikt u op **Fe** of **F3**.



Neem de instellingen over zoals hierboven en klik op ‘OK’ om de normcontrole uit te voeren.

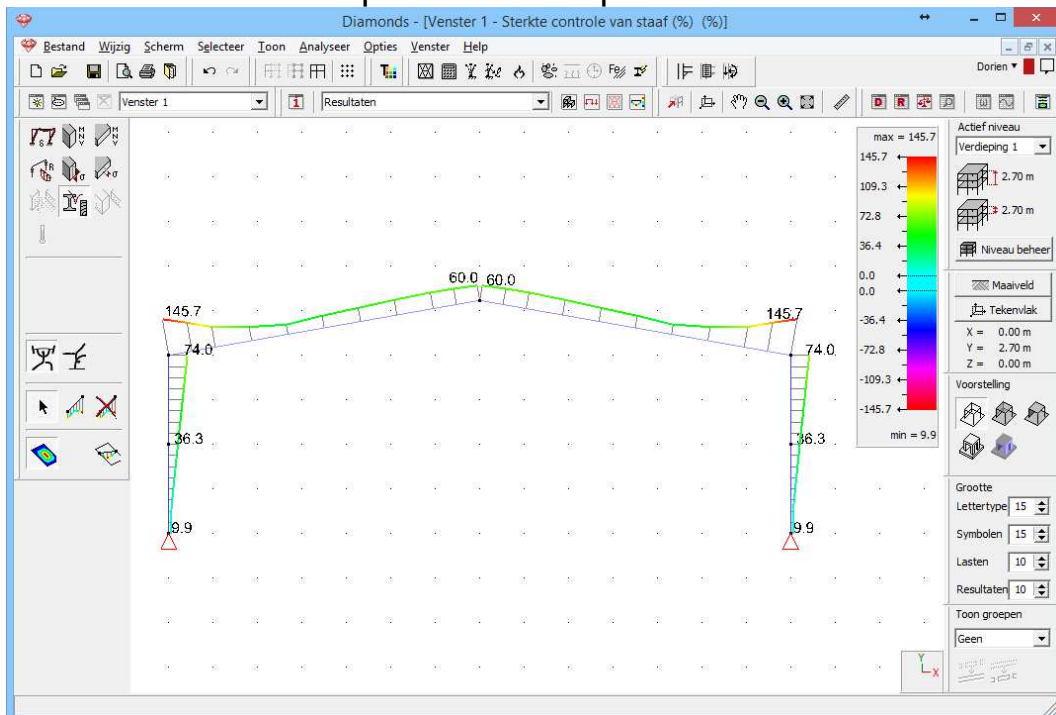
Over het venster ‘Uitvoeren normcontrole’

- In de kader ‘**Actie**’ selecteert of u de staal- en houtcontrole wil uitvoeren voor de geselecteerde staven of voor alle staven.
- In de kader ‘**Selectiecriteria**’ kan u opgeven of Diamonds deze controle moet uitvoeren voor **alle combinaties** of **slechts voor de maatgevende combinaties**. We gaan hier niet verder op in, meer informatie vindt u in de Referentiehandleiding.
- Bij ‘**Berekeningsmethode**’ kan u (als de norm het toe laat) opgeven volgens welke methode de interactie van knik en kip gecontroleerd moet worden.

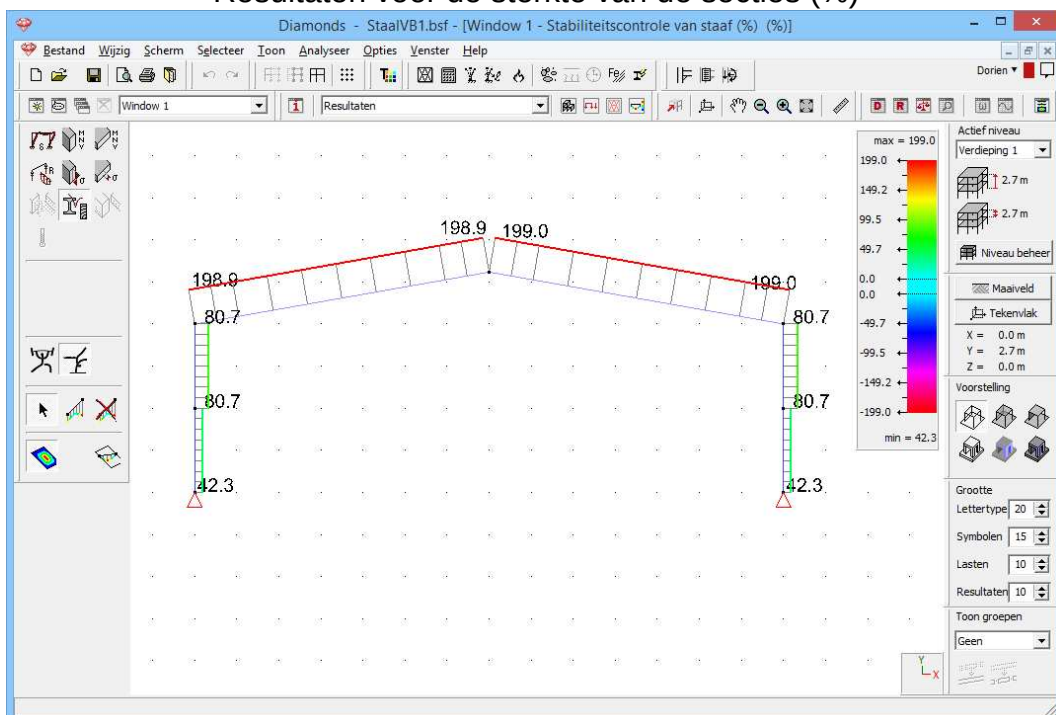
Wanneer de berekening voltooid is, wordt er een bijkomende knop zichtbaar in het Resultaten-venster . Daaronder ziet u volgende 2 iconen:

-  voor het bekijken van de resultaten van het nazicht op sterkte;
-  voor het bekijken van de resultaten van het nazicht op stabiliteit.

Deze resultaten worden uitgedrukt in percentages van de maximale capaciteit. De maximum opneembare capaciteit is 100%.



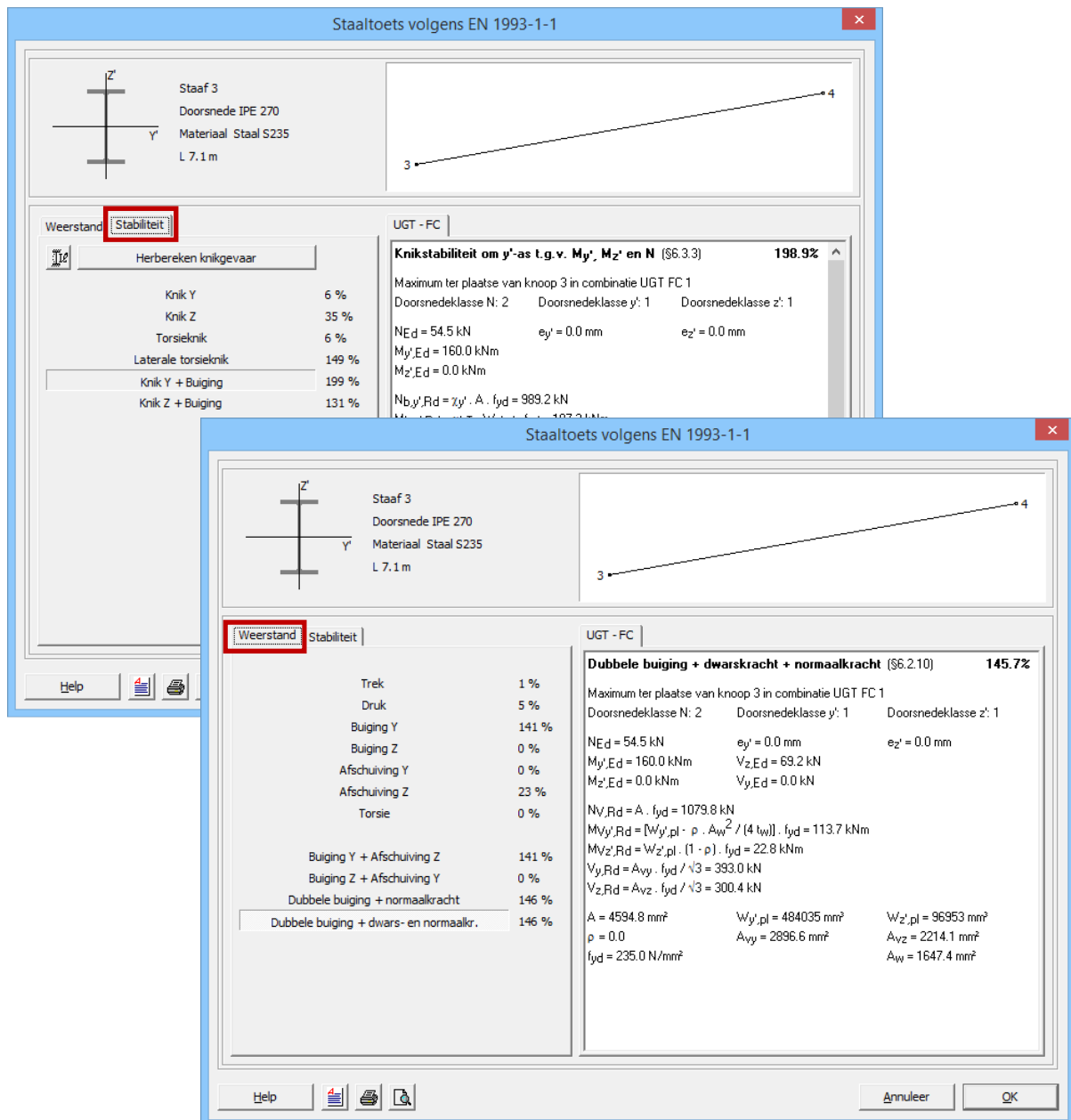
Resultaten voor de sterkte van de secties (%)



Resultaten voor stabiliteit (%)

We zien dat de structuur niet voldoet voor zowel sterkte als stabiliteit (= percentages groter dan 100%).

Om meer informatie te krijgen over het probleem, dubbelklikken we met de muis het linker spantbeen in het Resultaten-venster. Zorg er wel voor dat de resultaten voor de normcontrole zichtbaar zijn ( en ).



Uit het venster met de sterktecontrole leren we dat de controle 'buiging + dwarskracht + normaalkracht' ons het hoogste percentage (146%) geeft. Als we naar iedere 'controle' apart kijken, zien we dat buiging de bepalende factor is. Deze controle geeft een percentage groter dan 100% EN dit percentage is opmerkelijk hoger in dan de percentages bij dwarskracht en normaalkracht. De enige oplossing voor dit probleem is een zwaardere doorsnede (= hoger weerstandsmoment) of een betere staalkwaliteit (= hogere vloeigrens f_y) kiezen.

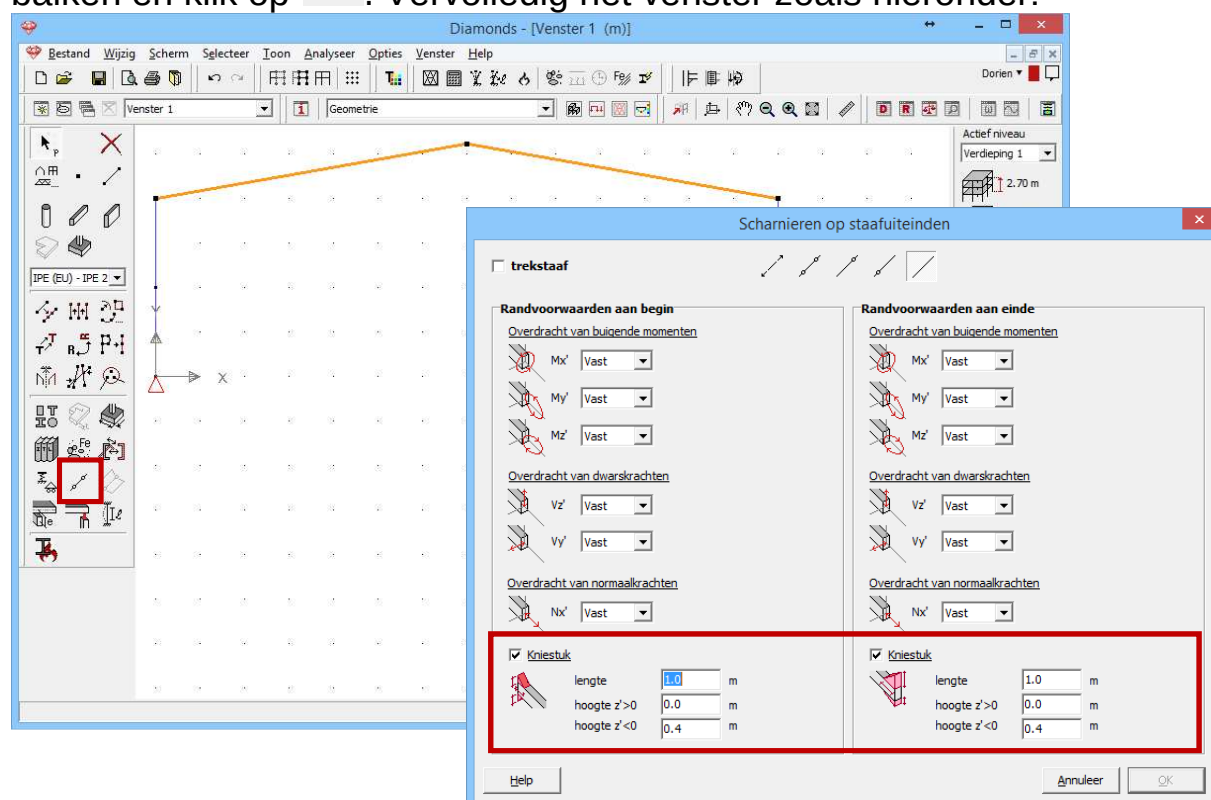
Uit het venster met de stabiliteitscontrole leren we dat de controle 'buiging + druk' ons het hoogste percentage (199%) oplevert. Wanneer we naar iedere 'controle' apart kijken, zien we dat laterale torsieknik (= t.g.v. buiging) de bepalende factor is. Deze controle geeft een percentage groter dan 100% EN dit percentage is opmerkelijk hoger in dan de percentages

bij knik (= t.g.v. druk). Om een stabiliteitsprobleem t.g.v. kip op te lossen, zou u meer kipsteunen kunnen toevoegen en zodoende de kiplengte reduceren. In dit geval is het percentage zodanig hoog (komt niet eens in de buurt van 100%) dat dit geen oplossing is. Opteren voor een zwaardere doorsnede of een betere staalkwaliteit zijn de enige mogelijkheden.

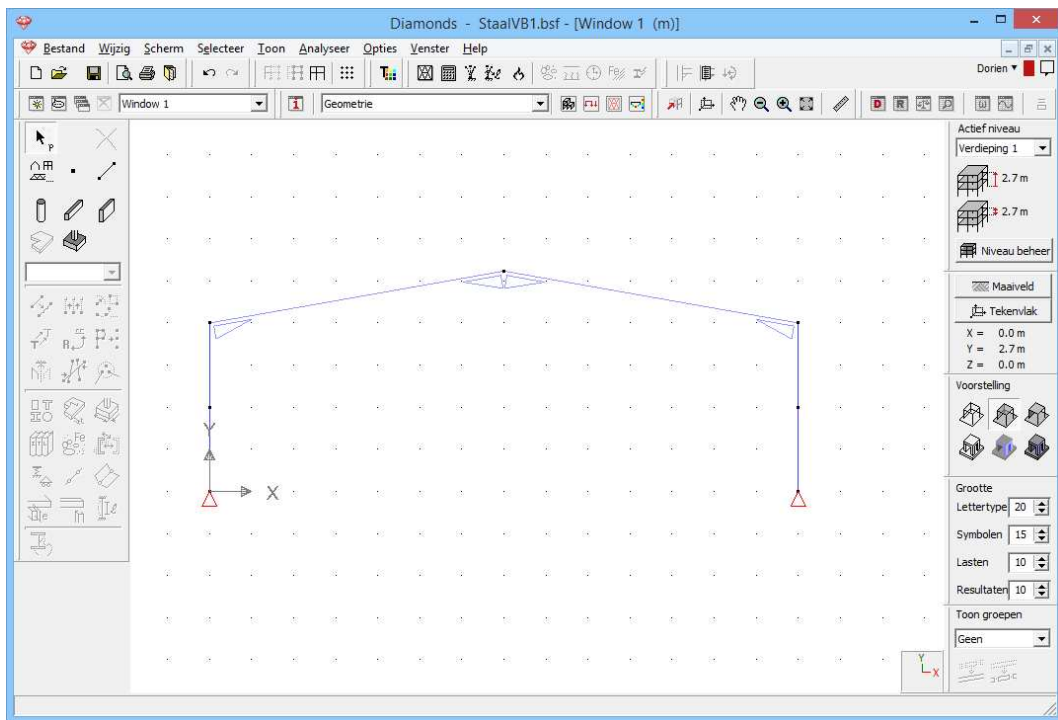
Stap 28: Toevoegen kniestuk

We merken op dat ter hoogte van de staafuiteinden het moment (en dus de normcontrole) behoorlijk hoog is t.o.v. het midden van de balken. We kunnen onze profielen plaatselijk verstijven door kniestukken in te voegen. Hierdoor kunnen we doorgaans lichtere profielen gebruiken voor de balken en aldus een gewichtsbesparing doorvoeren.

Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Geometrie'. Selecteer de balken en klik op . Vervolledig het venster zoals hieronder:

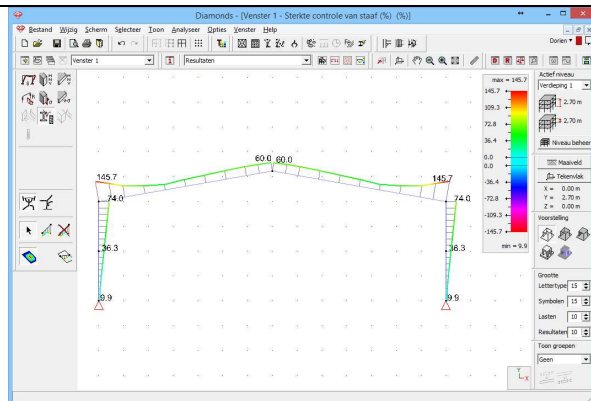


Klik op 'OK' om de kniestukken toe te voegen. Onder de balken verschijnen nu de kniestukken.

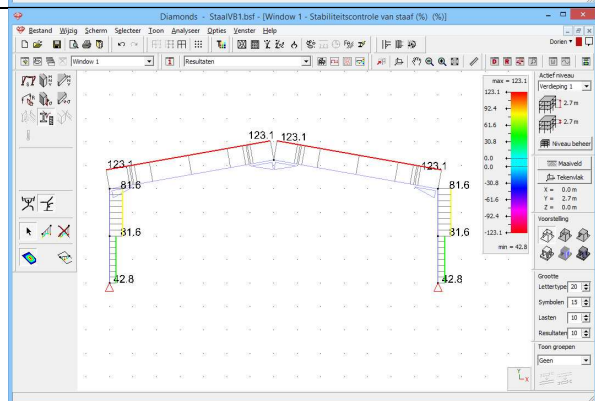
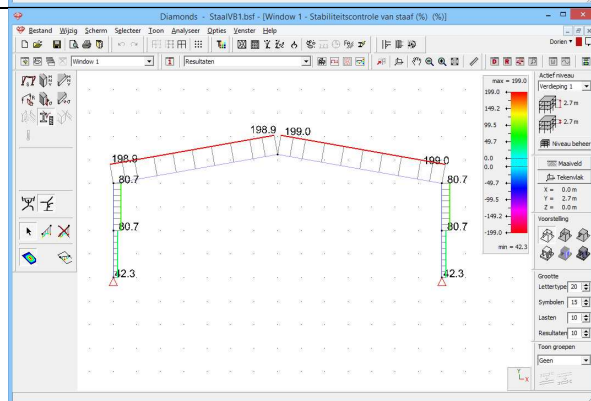
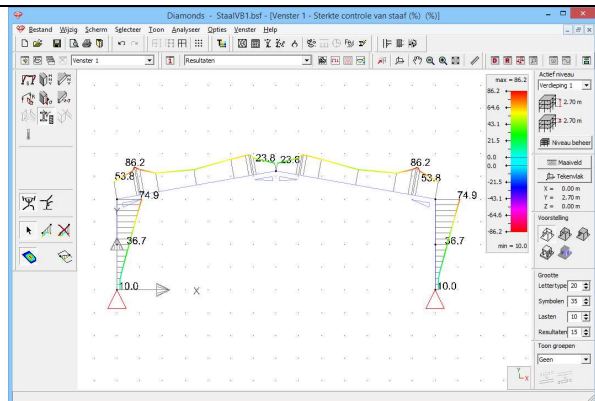


Maak de mesh opnieuw . Reken opnieuw elastisch door . Doe de normcontrole opnieuw . U zal zien dat de sterkte- en stabiliteitscontrole gedaald zijn in percentages.

Zonder kniestuk



Met kniestuk



4.1.8 Optimalisatie van profielkeuze

In dit voorbeeld hebben we duidelijk een iets minder goede profielkeuze gemaakt.

We zullen hier gebruik maken van het optimalisatie-algoritme van Diamonds om de meest optimale profielen toe te kennen.

De optimalisatie gebeurt steeds op basis van de bekomen percentages van de verificatie die we net hebben uitgevoerd (§4.1.7).

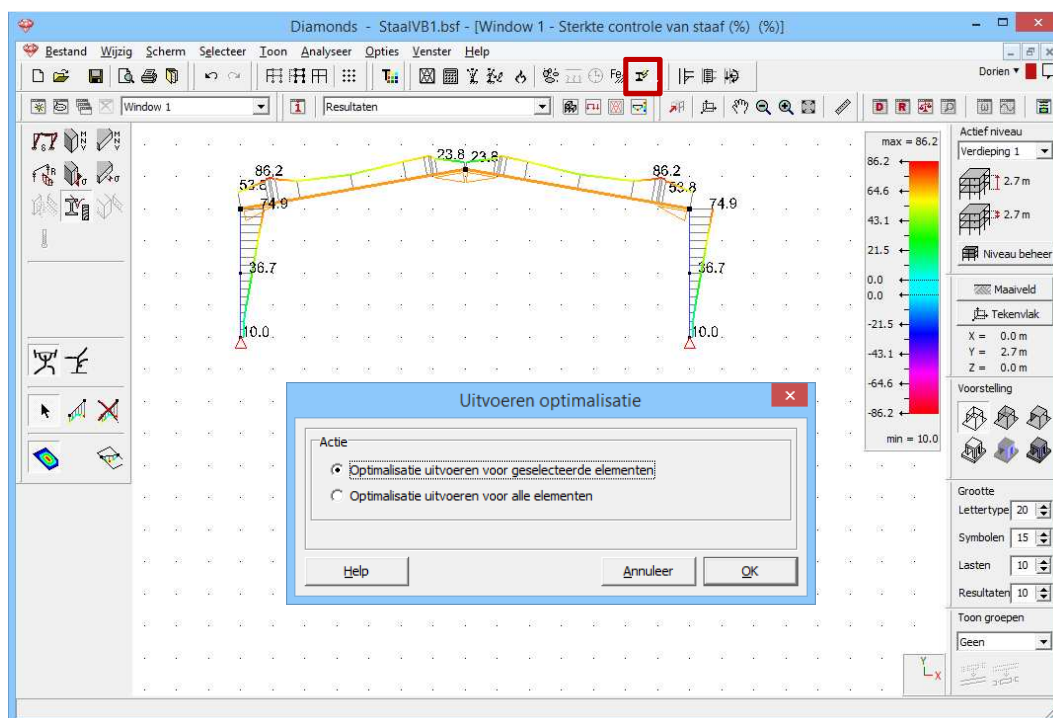
De optimalisatie van een sectie kan gebeuren op twee manieren:

- De eerste manier wordt toegepast op profielen die uit de bibliotheek werden gekozen;
- De tweede wanneer de doorsnede gedefinieerd is op basis van een typevorm. Voor deze laatste kan men de hoogte of breedte in stappen laten variëren om te komen tot de optimale sectie.

In ons voorbeeld vallen we terug op **de eerste manier**. De tweede manier zal aan bod komen bij het berekenen van een houten structuur (§5.2.8).

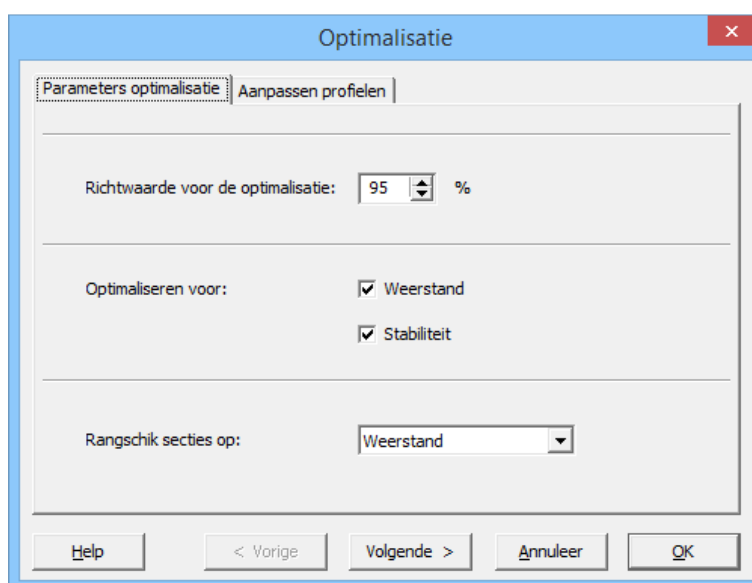
Stap 29: Optimalisatie van de profielkeuze

Om de optimalisatie te starten, selecteert u de instructie 'Analyse – Optimalisatie' of klik op de knop  in de iconenbalk.

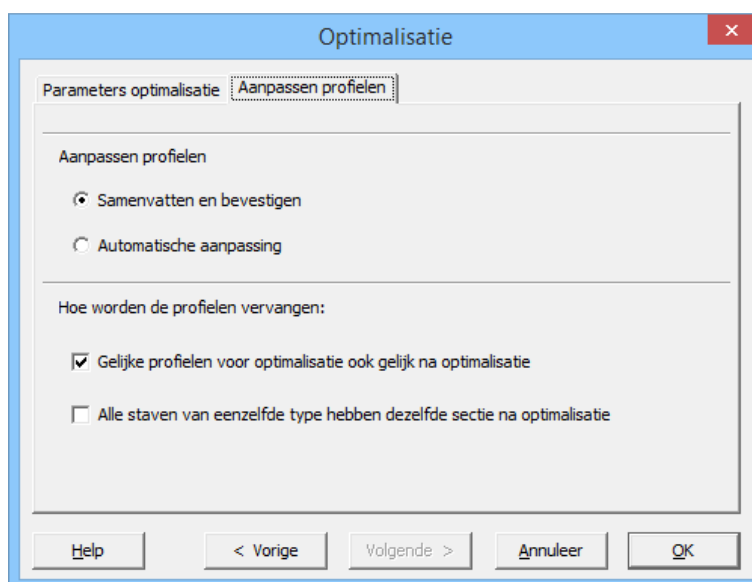


Indien u elementen geselecteerd had (zoals de liggers in onderstaande figuur), voor u klikt op , zal Diamonds vragen of u de optimalisatie wenst uit te voeren voor de selecteerde elementen of voor alle elementen. Als bovenstaand venster verschijnt, kies dan voor de optie 'Optimalisatie voor alle elementen'.

Vervolgens zal Diamonds u een venster tonen met daarin de parameters voor de optimalisatie:



The screenshot shows the 'Optimalisatie' dialog box with the 'Parameters optimalisatie' tab selected. The 'Aanpassen profielen' tab is also visible. The 'Richtwaarde voor de optimalisatie' is set to 95%. The 'Optimaliseren voor' section has checkboxes for 'Weerstand' and 'Stabiliteit', both of which are checked. The 'Rangschik secties op' dropdown is set to 'Weerstand'. The bottom buttons are 'Help', '< Vorige', 'Volgende >', 'Annuleer', and 'OK'.



The screenshot shows the 'Optimalisatie' dialog box with the 'Aanpassen profielen' tab selected. The 'Samenvatten en bevestigen' radio button is selected. The 'Automatische aanpassing' radio button is unselected. The 'Hoe worden de profielen vervangen:' section has a checked checkbox for 'Gelijke profielen voor optimalisatie ook gelijk na optimalisatie' and an unchecked checkbox for 'Alle staven van eenzelfde type hebben dezelfde sectie na optimalisatie'. The bottom buttons are 'Help', '< Vorige', 'Volgende >', 'Annuleer', and 'OK'.

Neem de instellingen uit bovenstaande vensters over.

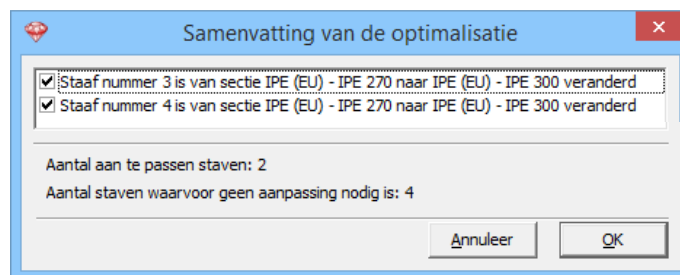
Over het venster 'optimalisatie'

- In het eerste tabblad '**Parameters optimalisatie**' geeft u de richtwaarde op voor de optimalisatie. Het optimalisatieproces zoekt het profiel dat het

dichtst het ingestelde percentage benadert zonder het te overschrijden. Meer informatie vindt u in de referentiehandleiding.

- In het tweede tabblad '**Aanpassen profielen**', kan u vragen om de optimale keuze van de profielen te rapporteren. Dit betekent dat Diamonds u een lijst genereert met betere profielkeuzes dan de huidige. Vraagt u deze rapportering niet, dan verandert Diamonds automatisch de profielen naar de betere profielkeuze.

Wanneer de optimalisatie beëindigd is, verschijnt er een dialoogvenster met de samenvatting van de optimalisatie:



Diamonds stelt u voor sommige profielen te wijzigen. U kan deze wijziging accepteren of negeren door de corresponderende lijn aan of uit te kruisen. Aanvaardt de wijzigingen.

Opmerking: In §0 zal dit model verder worden uitgebreid. Vandaar dat u het bestand best bewaard.

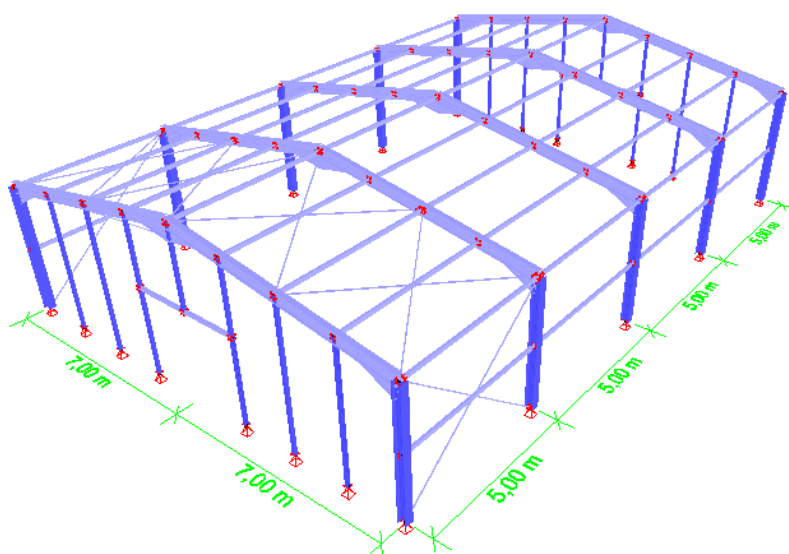
4.2 Voorbeeld 2: 3D

Vereiste licenties:

- ✓ 2D Bars
- ✓ 3D Bars
- ✓ Steel Design
- ✓ Steel Connection Design (voor §4.2.9)

4.2.1 Doel van de oefening

We berekenen nu een 3D staal structuur. Hieronder vindt u een schets van de te berekenen structuur:

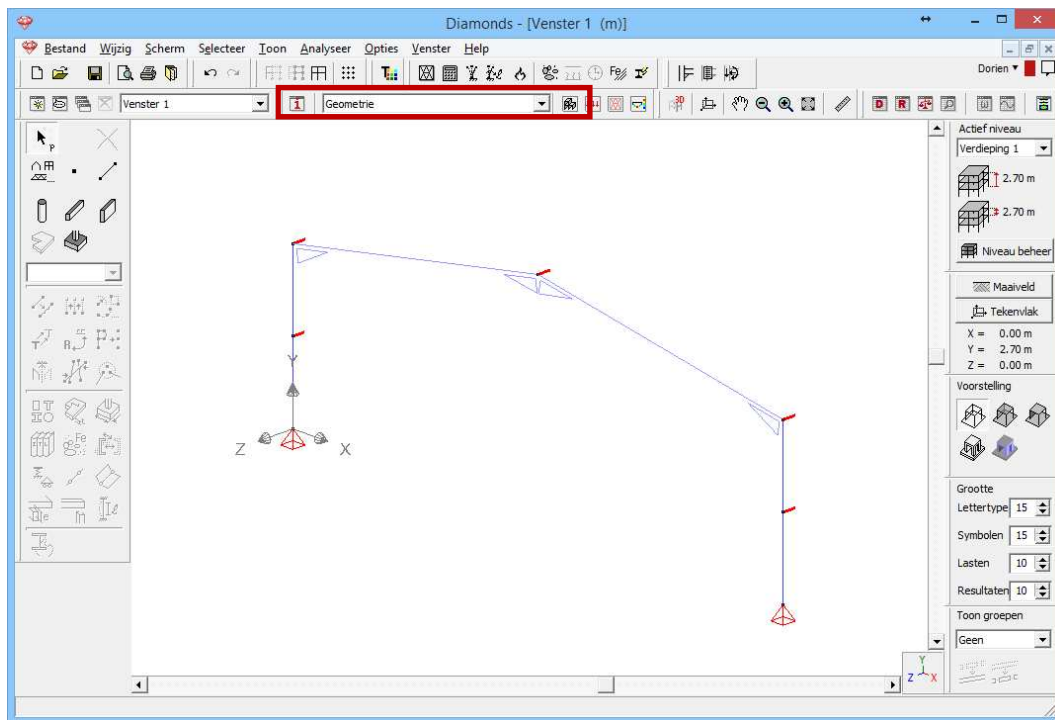


We gaan deze loods opbouwen vertrekkende vanuit het 2D portiek uit de vorige opgave (§4.1).

4.2.2 Definiëren van de structuur

Stap 1: Openen van het 2D-model uit §4.1

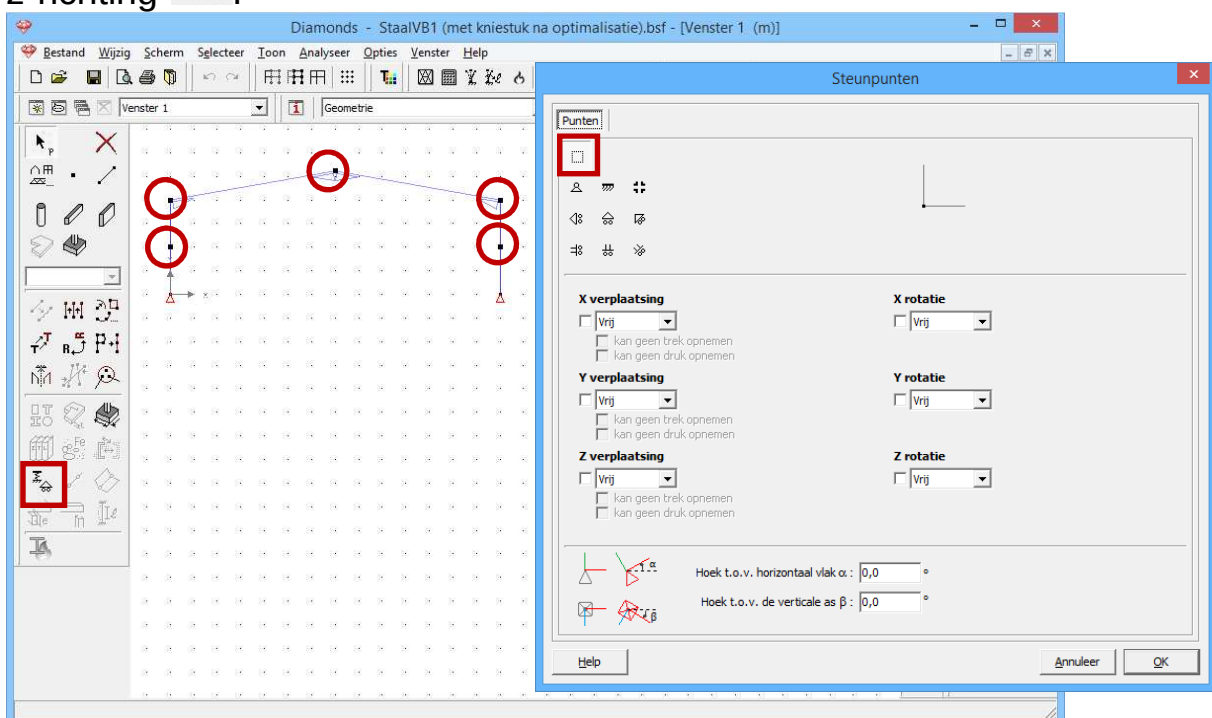
Indien het portiek uit §4.1 niet geopend is, klik op  en open het portiek.



Het aanpassen van de structuur gebeurt in de configuratie 'Geometrie'. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Geometrie'.

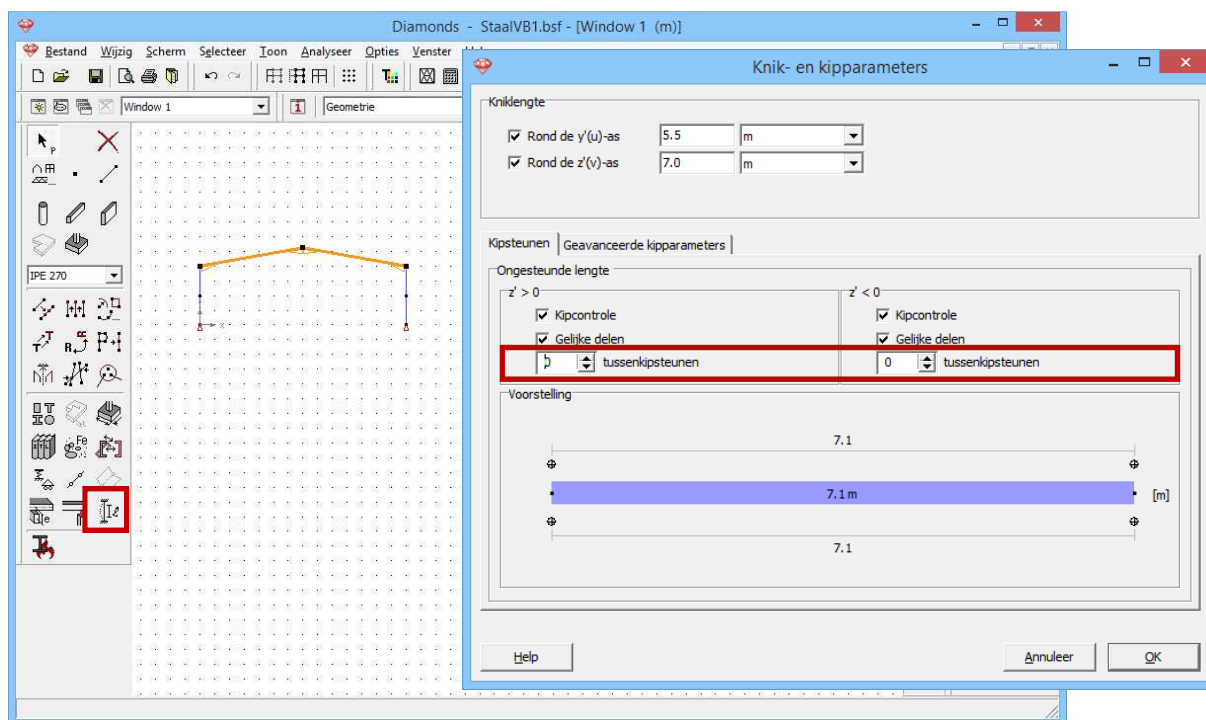
Stap 2: Verwijderen van de steunpunten in de Z-richting

Selecteer alle punten behalve de steunpunten en verwijder de steun in de z-richting .



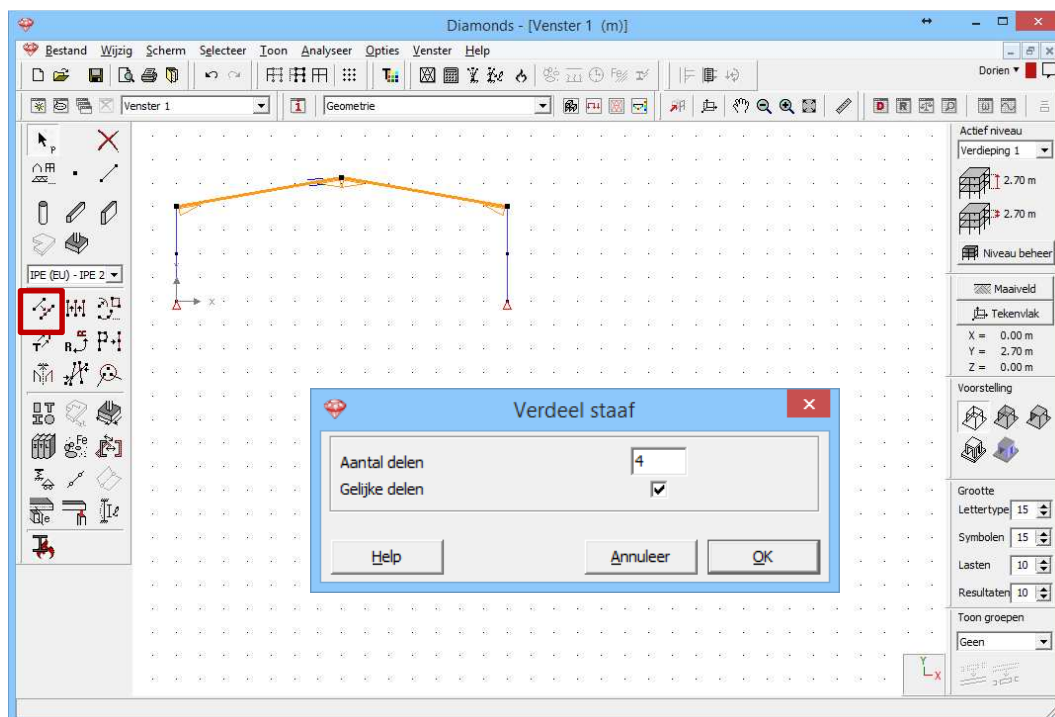
Stap 3: Verwijderen van de kipsteunen

Selecteer de dakliggers en verwijder de kipsteunen . In het 3D-model gaan we de gordingen effectief modelleren.



Stap 4: Dakliggers opdelen

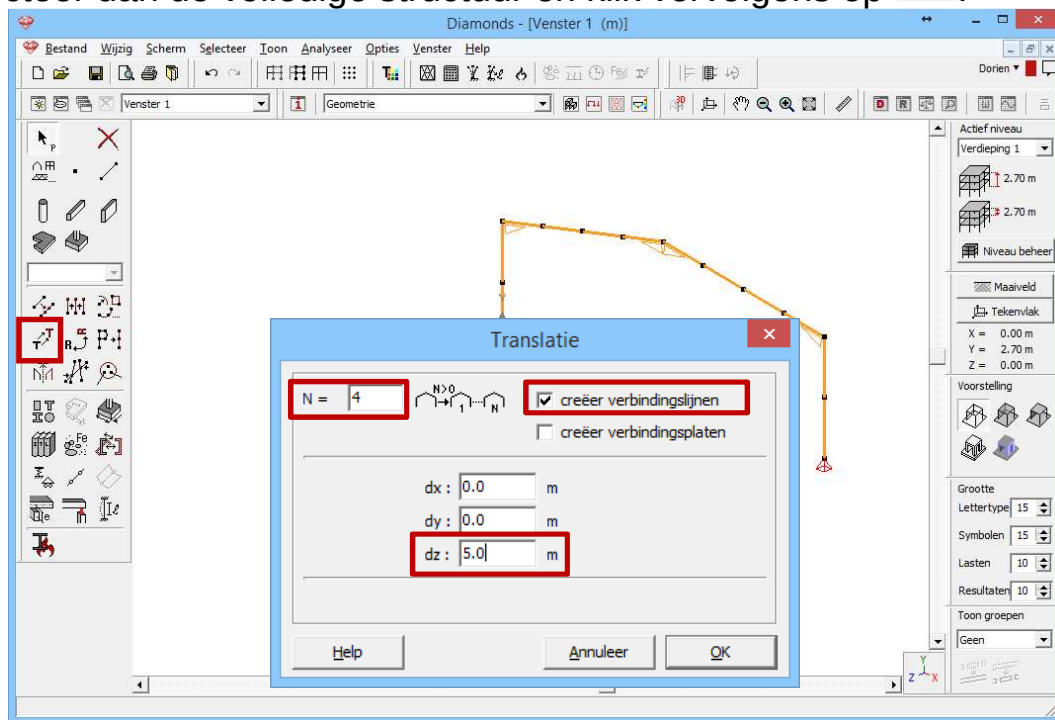
Selecteer de dakliggers en deel ze op in 4 gelijke stukken .



Stap 5: Kopiëren van het 2D spant tot een 3D model

We hebben nu één portiek gedefinieerd in 2D; we zullen deze nu een aantal maal dupliceren om een 3D-structuur bekomen. Bij het dupliceren worden niet alleen alle geometrische eigenschappen overgenomen, maar ook de lasten.

Selecteer dan de volledige structuur en klik vervolgens op .



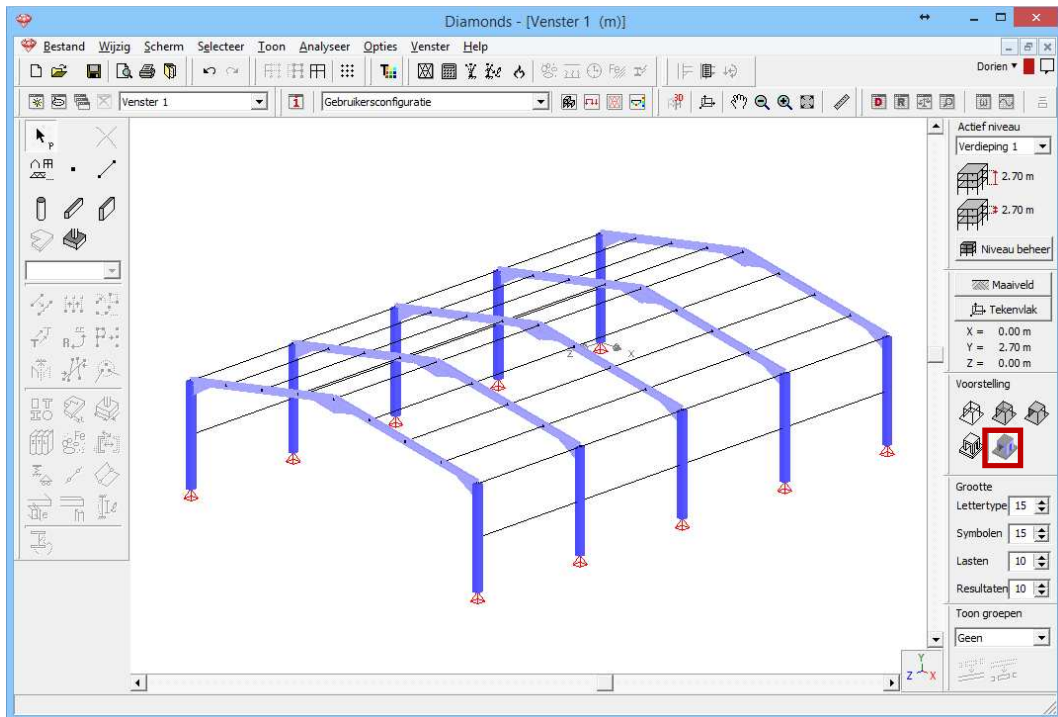
Vul het venster aan zoals hierboven en druk op OK.

Over het venster 'Translatie'

- In het veld 'N' vult u het **aantal gewenste kopieën** in. Als het om een simpele translatie gaan, blijft N gelijk aan 0.
- In de 3 velden daaronder kan men de waarden van de **translatievector** ingeven (of de kopievector).
- Als u ten slotte nog het vakje 'creër verbindingslijnen' of 'creër verbindingsplaten' aanvinkt, zal Diamonds automatisch respectievelijk lijnen of platen tekenen tussen de gekopieerde punten.

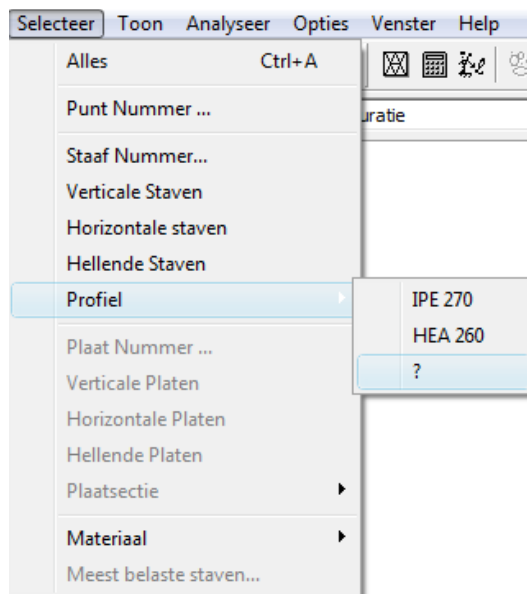
Om nu te zien wat Diamonds gedaan heeft, moet men het project in een perspectief zicht plaatsen. Klik op  rechts onderaan en kies voor een 3D zicht.

Er verschijnen onderaan en rechts van het venster schuifbalken waarmee u het gezichtspunt kan veranderen. U kan ook de toets **F12** of  gebruiken om de gehele structuur in het venster te kunnen zien.



Stap 6: Profiel toekennen aan de dwarsbalken

De profielen van de gordingen zijn nog niet gedefinieerd. Selecteer nu alle gordingen en ken er een IPE120 toe. Om de gordingen te selecteren druk op:



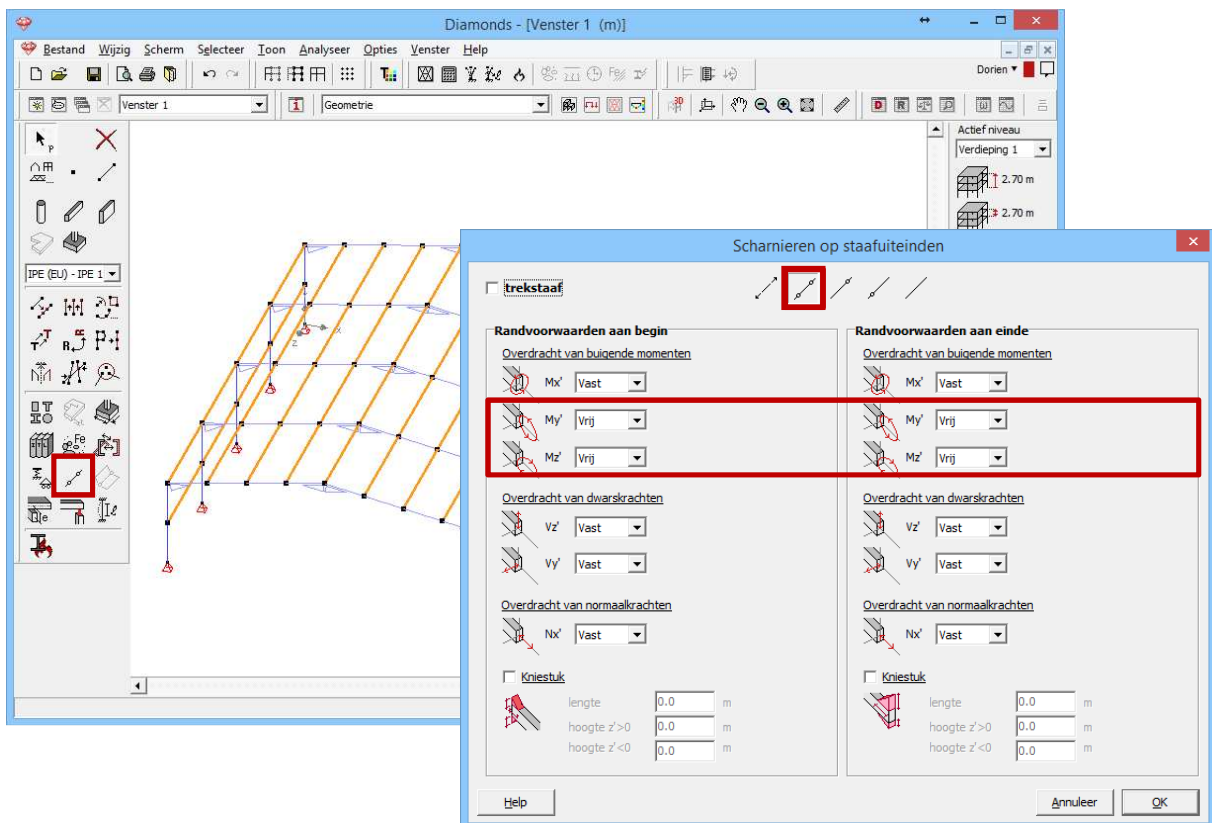
Opmerking: We hadden de gordingen ook kunnen selecteren door de CTRL-toets in te drukken en op één van de gordingen te klikken.

Klik op  om de sectiebibliotheek te openen en selecteer een IPE 120 uit de lijst.

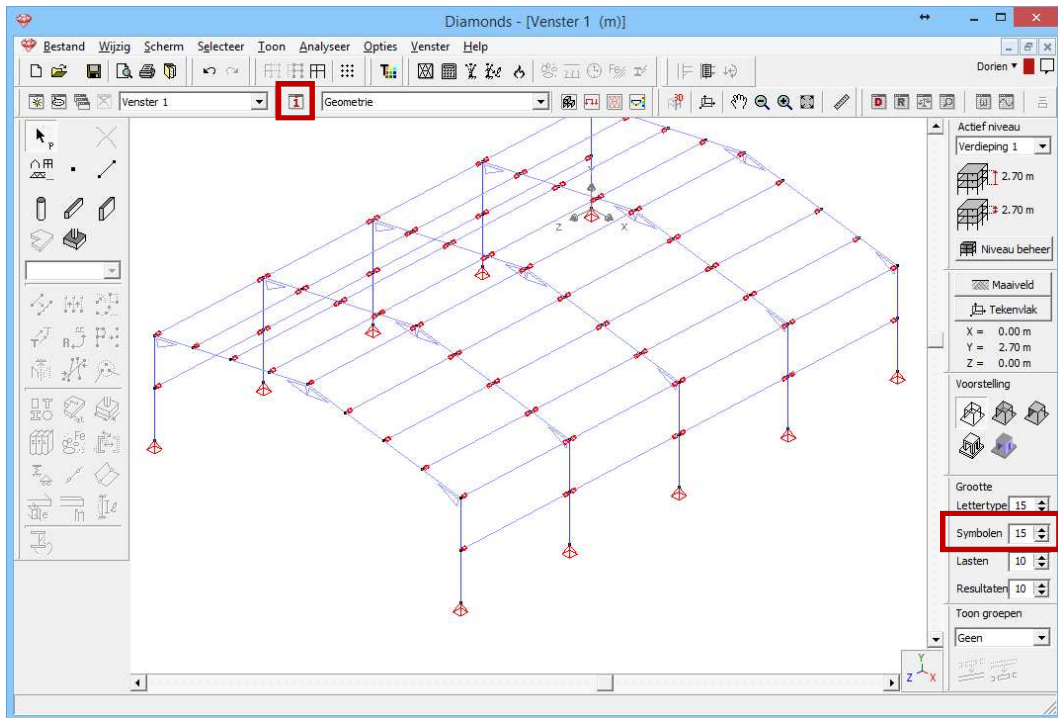
Stap 7: Gordingen scharnierend

We veronderstellen dat de gordingen via hoekijzers tussen de spanten opgelegd zijn, zodat er geen overdracht van buigende momenten mogelijk is.

- Selecteer alle gordingen (IPE 120)
- Klik op de knop .
- Vervolledig het dialoogvenster zoals hieronder.



Wanneer u uw keuze bevestigt, verschijnen er kleine ronde symbolen op de uiteinden van de gordingen. Deze wijzen op de aanwezigheid van een scharnier. M_x houdt u in dit geval vast. Indien u dit vrij zet, betekent dit dat de staaf (gording) vrij kan roteren om de eigen as, wat niet zo is.



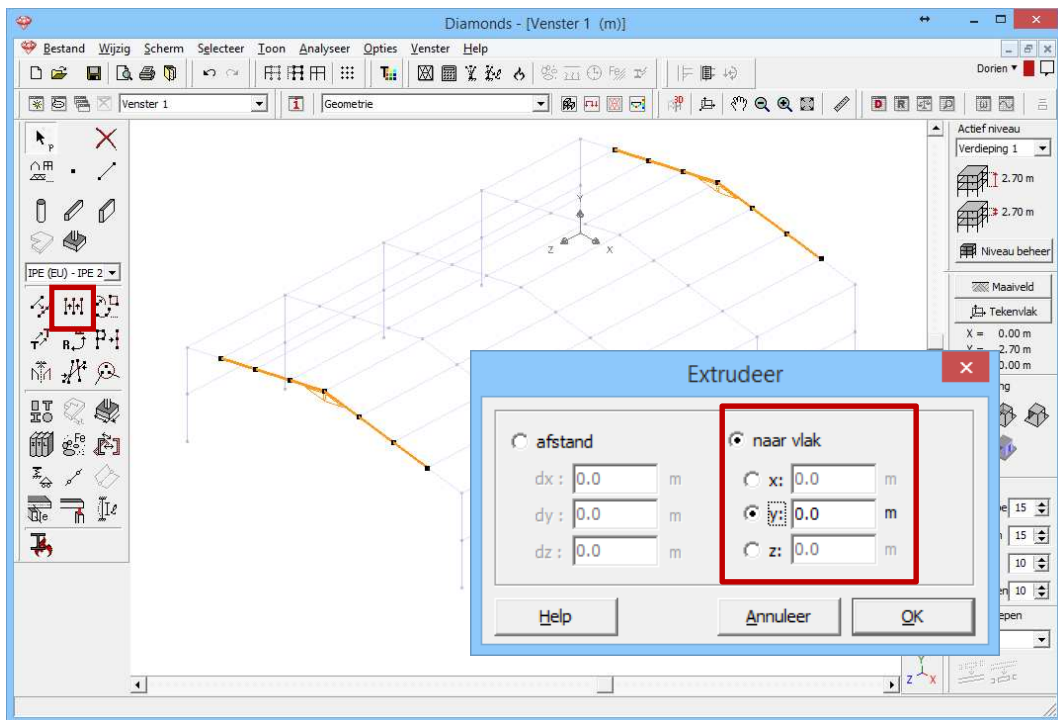
Ziet u deze niet, zorg dan

- dat u via  in het tabblad 'Geometrie' de optie 'Randstijfheden' hebt aangevinkt onder 'Lijnen'.
- dat de symbolen voldoende groot staan (zie §2.2).

Stap 8: Structuur van de kopgevel tekenen

We moeten nu nog de structuur van beide kopgevels, alsook de windverbanden invoeren. We beginnen met de gevels en gebruiken hiervoor de functie 'Extrusie'.

- Selecteren voor beide gevels alle punten op de spantbenen, uitgenomen deze die aansluiten op de kolommen. Dit kunnen we eenvoudig doen door in een vooraanzicht een selectiekader te trekken van links naar rechts die de spantbenen bevat, behalve de eindpunten ervan.
- Klik vervolgens op de knop  in het palet.
- Kies voor de optie 'naar vlak' en duidt aan dat u wil extruderen tot aan het vlak Y=0m.



Met deze functie creëren we staven met beginpunt in de geselecteerde knopen en met het eindpunt bepaald door de componenten van de ingevoerde vector.

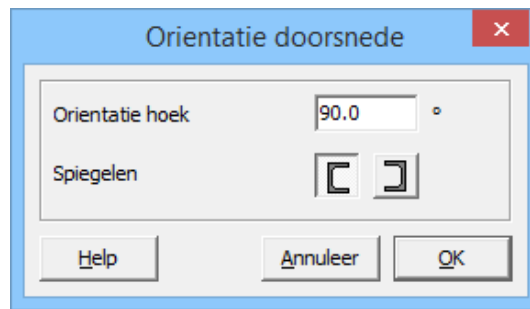
Stap 9: Profiel en steunpunten toekennen aan de kopgevels

Ken vervolgens aan de nieuwe staven een profiel HEA100 toe  en zet scharnierende steunpunten  aan de eindpunten onderaan.

Stap 10: Oriëntatie van de profielen in de kopgevel wijzigen

Diamonds neemt zelf een standaard oriëntatie voor de profielen aan. We wensen de HEA100 profielen echter 90° te draaien om ze meer efficiënt te gebruiken.

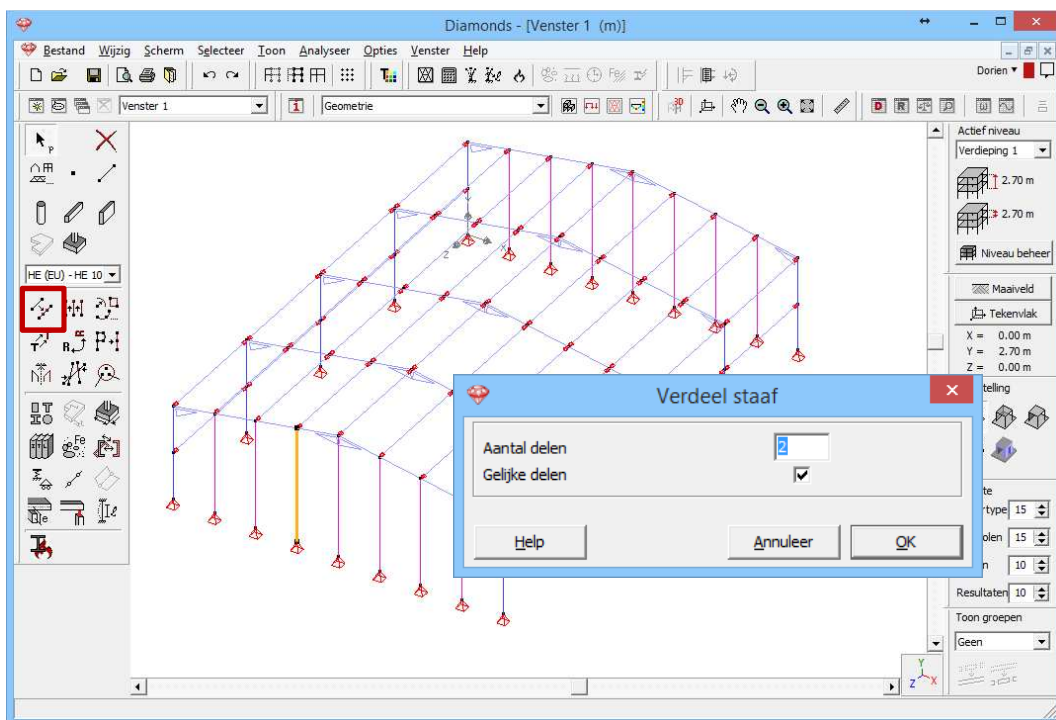
- Selecteer de staven met profiel HEA100
- Klik vervolgens op het icoon  van het palet.
- Geef voor de rotatiehoek 90° in.



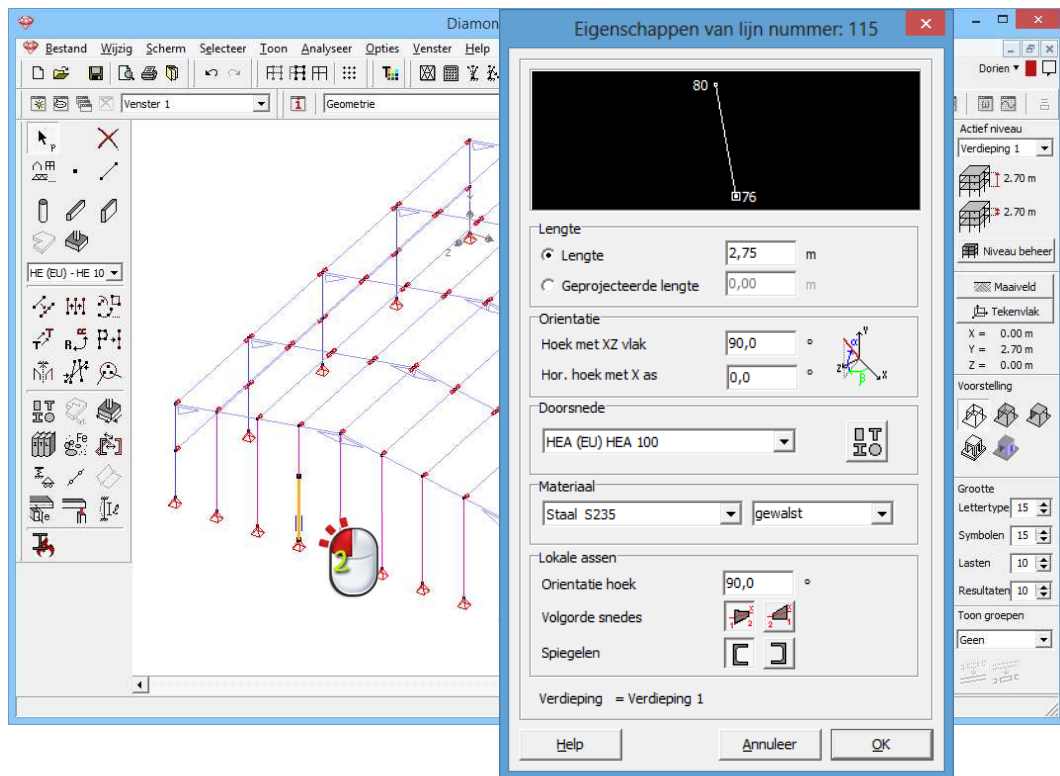
Stap 11: Poort in de kopgevel maken

We bekijken nu hoe we een opening voor een poort in een zijgevel aanbrengen. Selecteer eerst in één gevel de kolom juist links van de nok.

Verdeel deze kolom in twee met de functie .

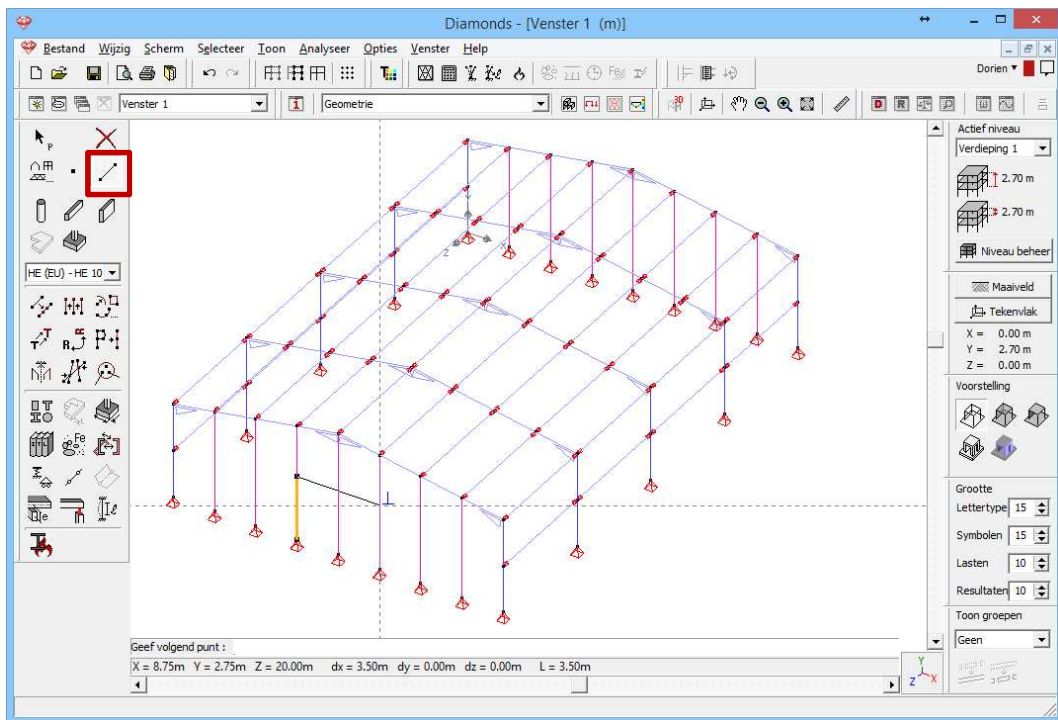


Dubbeltklik vervolgens op de onderste helft van de onderste staaf. Er verschijnt een dialoogvenster waarin u de geometrie van de staaf kan wijzigen. Zet de lengte op 2,75m.

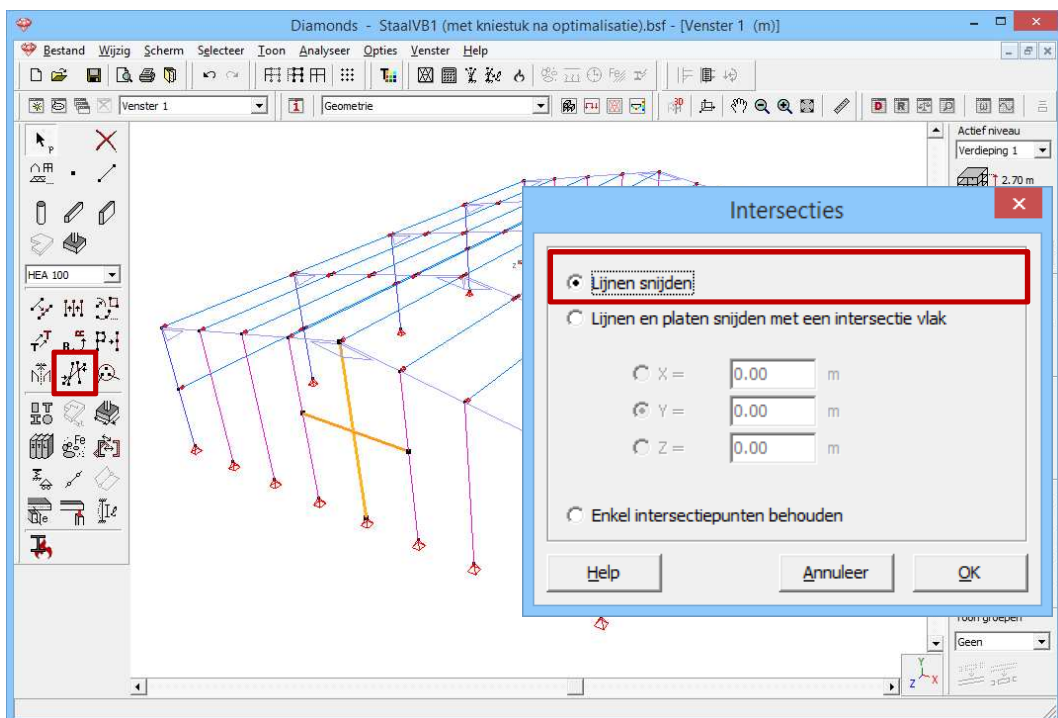


Opmerking: We hadden de lijn ook van de eerste keer in 2 ongelijke delen kunnen verdelen, waarbij het eerste deel 2,75m en het tweede deel 2,18m lang is.

Om het linteel te tekenen, klikt u op de knop  en tekent u in 3D een lijn naar en loodrecht op de kolom juist rechts van de nok. Een intelligente cursor helpt de loodrechte positie te vinden. Klik op  om de tekenfunctie te verlaten.



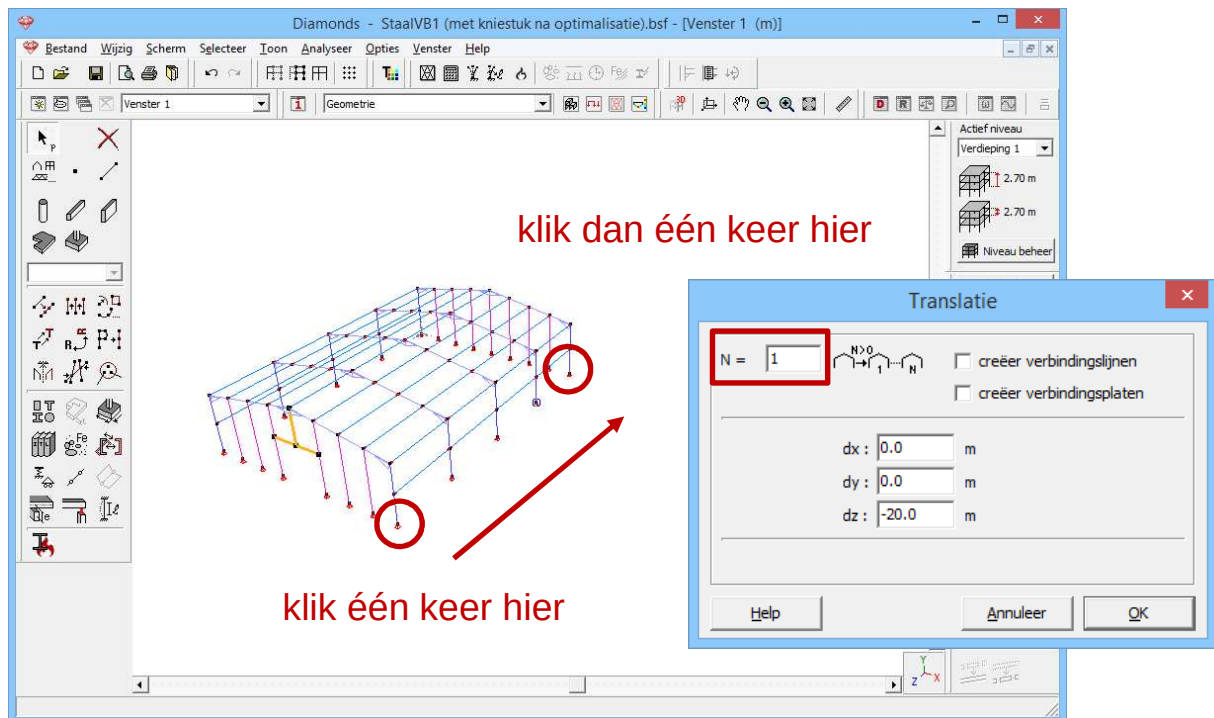
Vervolgens selecteert u het linteel en de middelste kolom, vertrekkend uit de nok en klikt u op  om het snijpunt van deze 2 lijnen te bepalen.



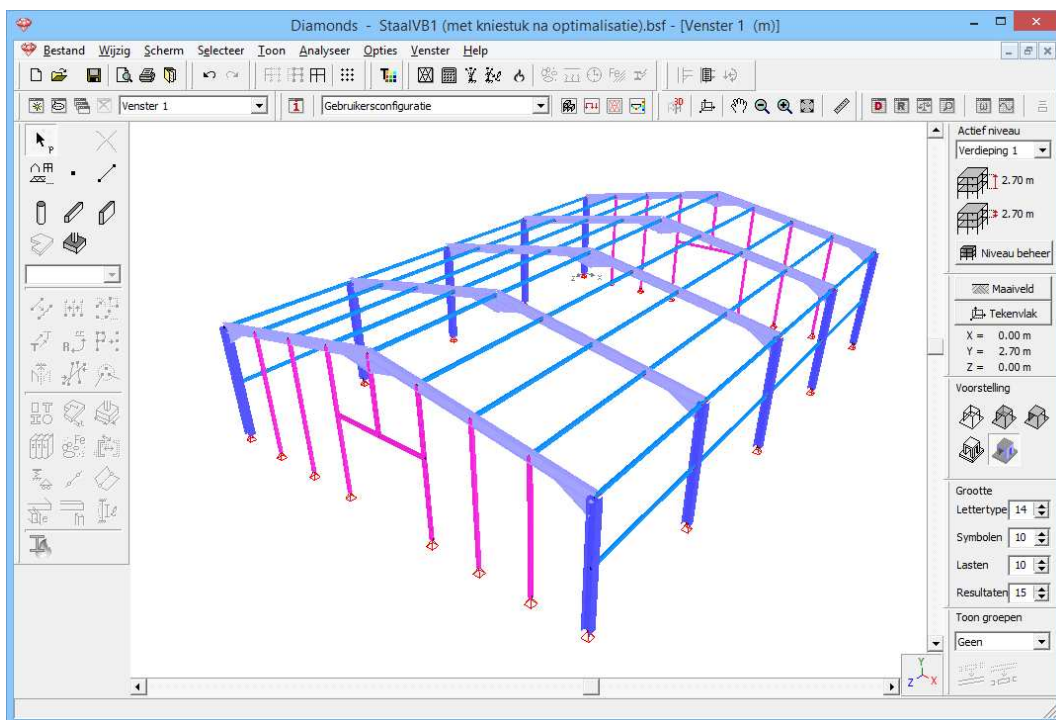
Ken vervolgens aan de twee staven die het linteel vormen eveneens een HEA100 toe. Verwijder ten slotte de onderste centrale kolom door deze te selecteren en vervolgens op de knop  te klikken of op de DELETE-toets.

Om ook in de andere gevel de opening te krijgen, selecteren we de twee staven van het linteel en voeren een translatie uit. Vul bij N '1' in en duidt

dan de afstand aan op het scherm. Klik daartoe één maal op een punt in de voorgeven en één maal op een punt in de achtergevel. Diamonds aan de hand van de geselecteerde punten de translatieafstand berekenen.



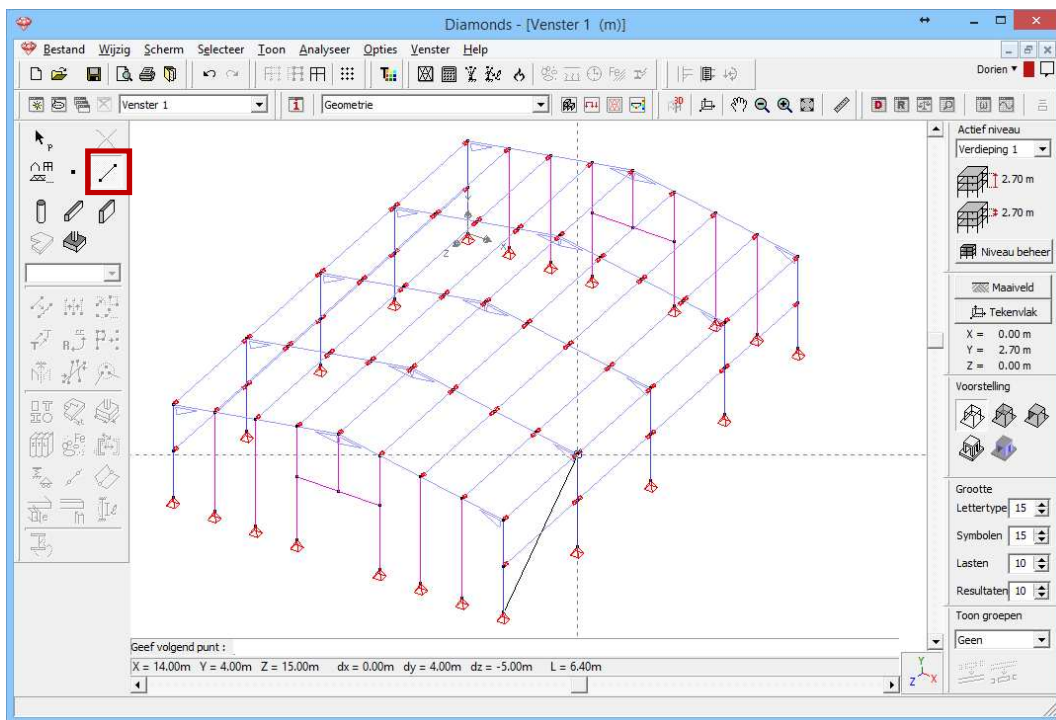
Verwijder ook hier de onderste centrale kolom. Resultaat:



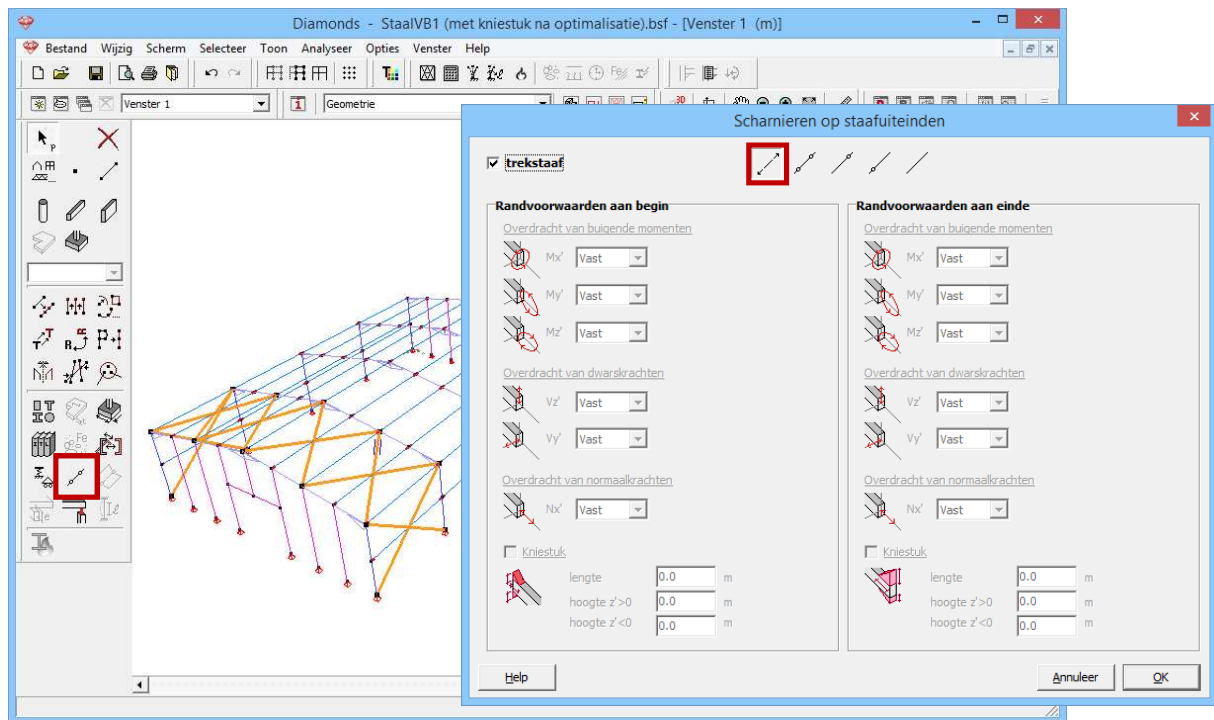
Stap 12: Ingeven van de windverbanden

Ten slotte voegen we de windverbanden toe. We gebruiken L-ijzers L30x30x5 in staal S235.

- Klik op de knop  om de tekenfunctie te activeren.
- Teken de staven in het 3D-zicht erbij. Zorg ervoor dat de lijnen telkens beginnen en eindigen in de reeds bestaande knopen (als de intelligente cursor de bewuste knoop in 't rood omcirkelt, zal de lijn inderdaad in de knoop beginnen of eindigen).



- Selecteer de zopas getekende staven en klik op  om er een sectie L30x30x5 aan toe kennen.
- Definieer ten slotte de windverbanden als trekstaven. Selecteer hiervoor eerst alle windverbanden en klik vervolgens op . In het dialoogvenster dat dan verschijnt, geeft u aan dat het om trekstaven gaat.



4.2.3 Definiëren van lasten

Stap 13: Naar configuratie 'Lasten'

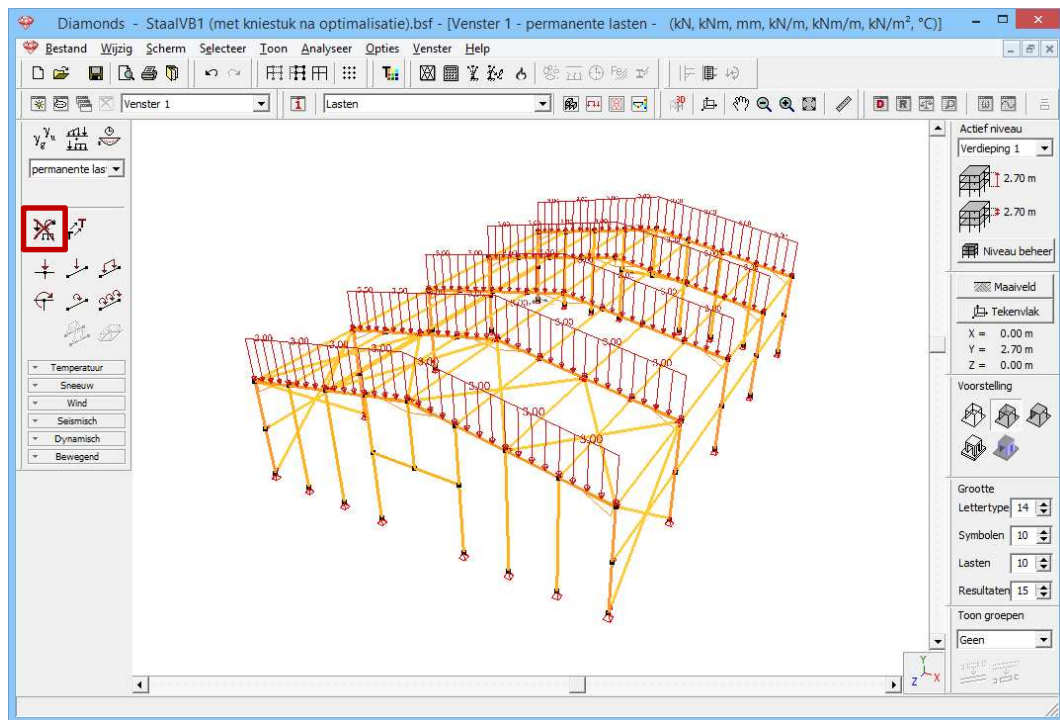
We verlaten nu de configuratie 'Geometrie' en activeren de configuratie 'Lasten' om de lasten in te voeren. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Lasten'.

4.2.3.1 Aanmaken van de lastengroepen

Stap 14: Verwijderen van de belasting op de raamwerken

De belasting van §4.1 staat nog steeds op de raamwerken:

- Selecteer de eerste lastengroep 'permanente belasting' uit de lijst.
- Selecteer dan de volledige structuur en klik op .
- Herhaal deze stappen voor alle lastengroepen. De belasting in de lastengroep 'Eigengewicht' kan niet verwijderd worden.



Stap 15: Aanmaken lastengroepen

We beschouwen 5 lastengroepen:

- Eigengewicht
- Permanente lasten
- Nuttige last H: daken
- Wind: 20 gevallen
 - o Wind links opwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind links opwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind links neerwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind links neerwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind links opwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
 - o Wind links opwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
 - o Wind links neerwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
 - o Wind links neerwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
 - o Wind rechts opwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind rechts opwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind rechts neerwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind rechts neerwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind rechts opwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
 - o Wind rechts opwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
 - o Wind rechts neerwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
 - o Wind rechts neerwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
 - o Wind voor -> achter opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)

- o Wind voor -> achter opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- o Wind achter -> voor opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- o Wind achter > voor opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Sneeuw: 3 gevallen
 - o Geval 1
 - o Geval 2
 - o Geval 3

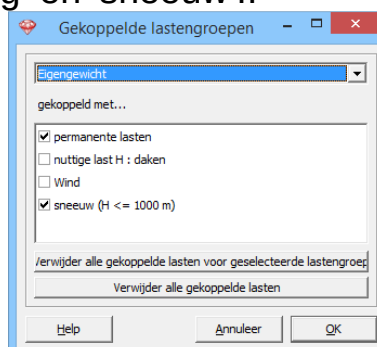
Volg de werkwijze in §5.1.3.1 om de 4 extra gevallen bij 'Wind' toe te voegen. De andere lastengroepen zijn reeds aanwezig.

Stap 16: Gekoppelde lastengroepen

De lastengroepen 'Eigengewicht', 'Permanente belasting' en 'sneeuw' bevatten allemaal neerwaarts gerichte belastingen en zullen bij gevolg hetzelfde effect op de structuur hebben. De meest extreme (min en max) resultaten (M, N, V, ...) gevonden worden als deze lastengroepen worden vermenigvuldigd met dezelfde minimale/ maximale veiligheidscoëfficiënten.

In Diamonds is het mogelijk dergelijk gedrag te definiëren d.m.v. 'gekoppeld' lastengroepen.

- Klik op de knop Gekoppelde lastengroepen.
- Geef aan dat de lastengroep 'Eigengewicht' gekoppeld is aan 'Permanente belasting' en 'sneeuw'..



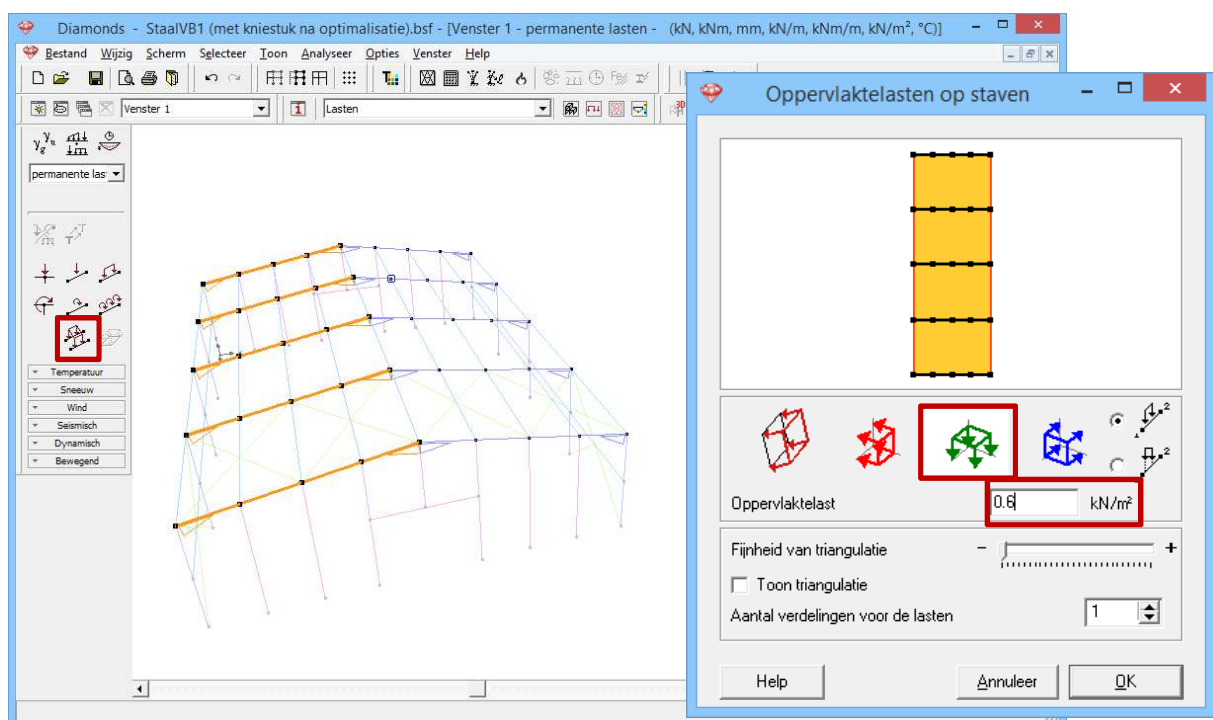
Het gebruik van 'Gekoppelde lastengroepen' zal het aantal combinaties reduceren en dus ook de rekentijd (vooral merkbaar bij grotere modellen).

Klik twee maal op 'OK' om deze vensters te sluiten.

4.2.3.2 Invullen van de lastengroepen

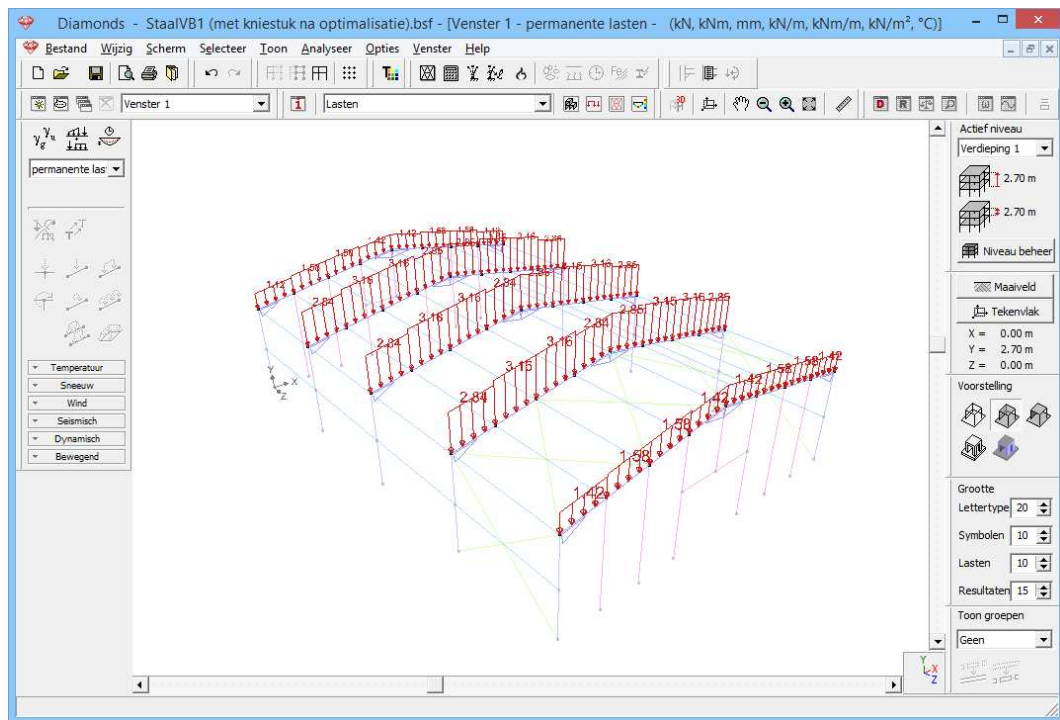
Stap 17: Invullen lastengroepen 'eigengewicht', 'permanent' en 'nuttig'

- Het **eigengewicht** wordt automatisch berekend en kan niet worden gewijzigd.
 - **De permanente lasten** worden toegepast op de gordingen.
 - o Selecteer het belastingsgeval 'permanente last' uit de pull downlijst. Selecteer de staven langs één kant van de structuur zoals op onderstaande figuur.
- De knop  die we zullen gebruiken, laat toe om een verdeelde last aan te brengen op de staven in het zelfde vlak. We zullen dus in 2 stappen moeten werken voor de 2 hellingsvlakken.
- o Klik op de knop .
 - o Vervolledig het dialoogvenster als volgt:



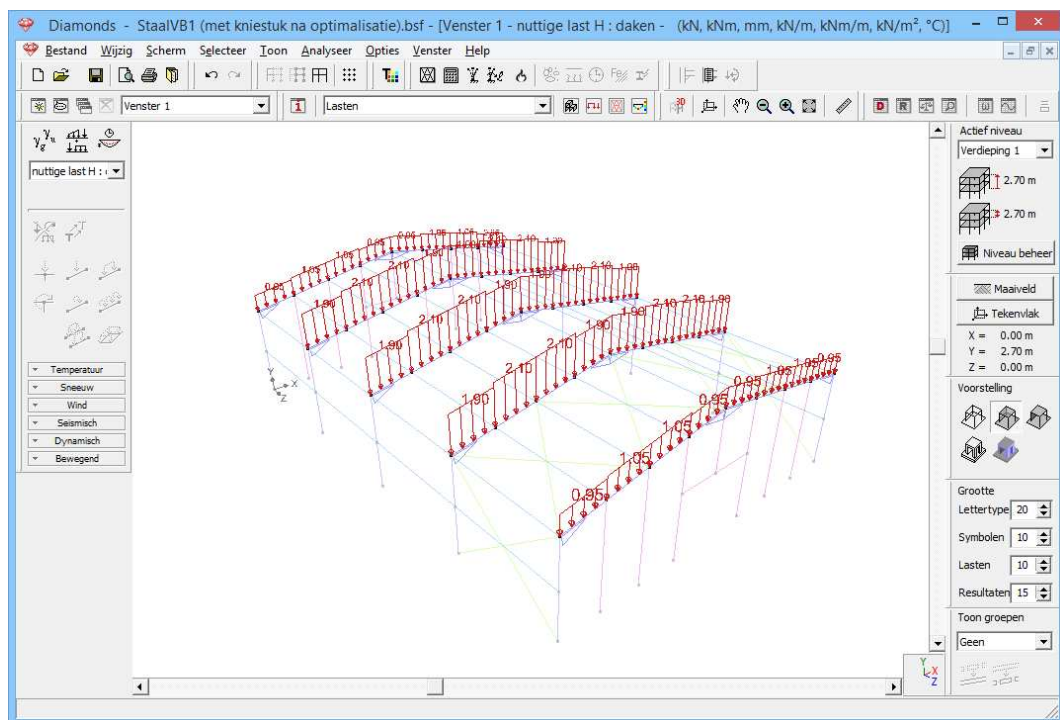
- o Wanneer u met de 'OK'-knop bevestigt, berekent Diamonds hoeveel de belasting bedraagt voor elke gording.
- o Pas dezelfde werkwijze toe op het andere hellingsvlak.

Resultaat:



Verifieer aan de hand van bovenstaande figuur of u de lasten juist ingevoerd hebt.

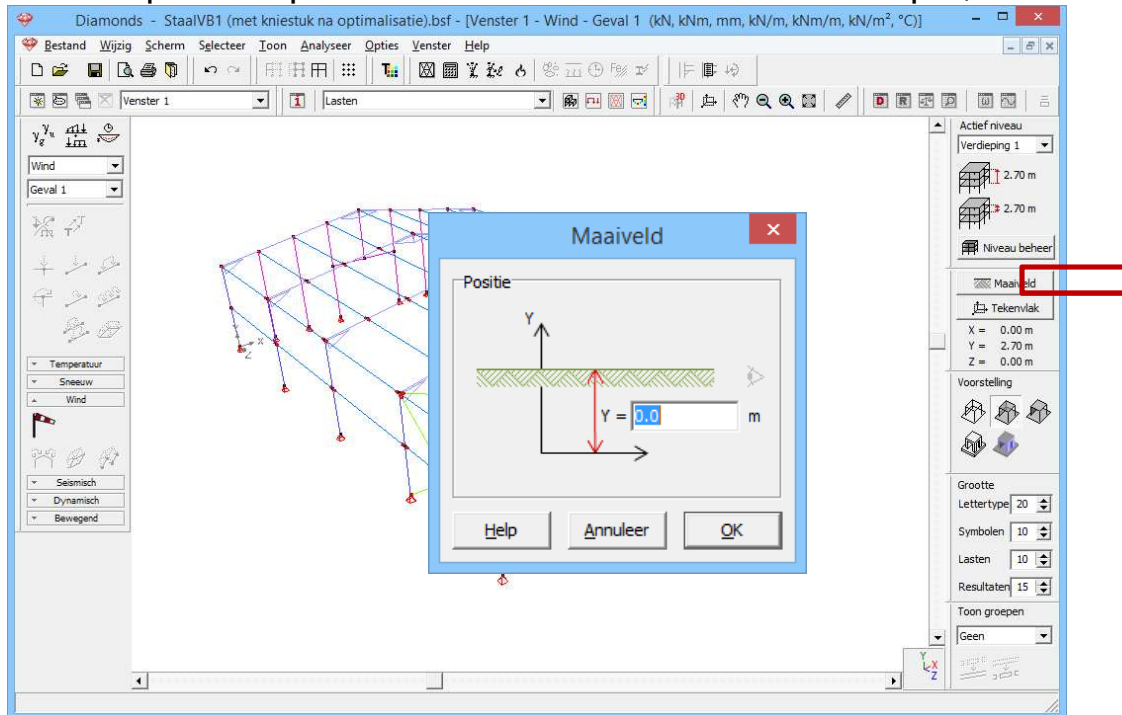
- Selecteer nu het belastingsgeval '**nuttige last H: daken**' en breng op het dak een oppervlaktelast aan van $0,4 \text{ kN/m}^2$.



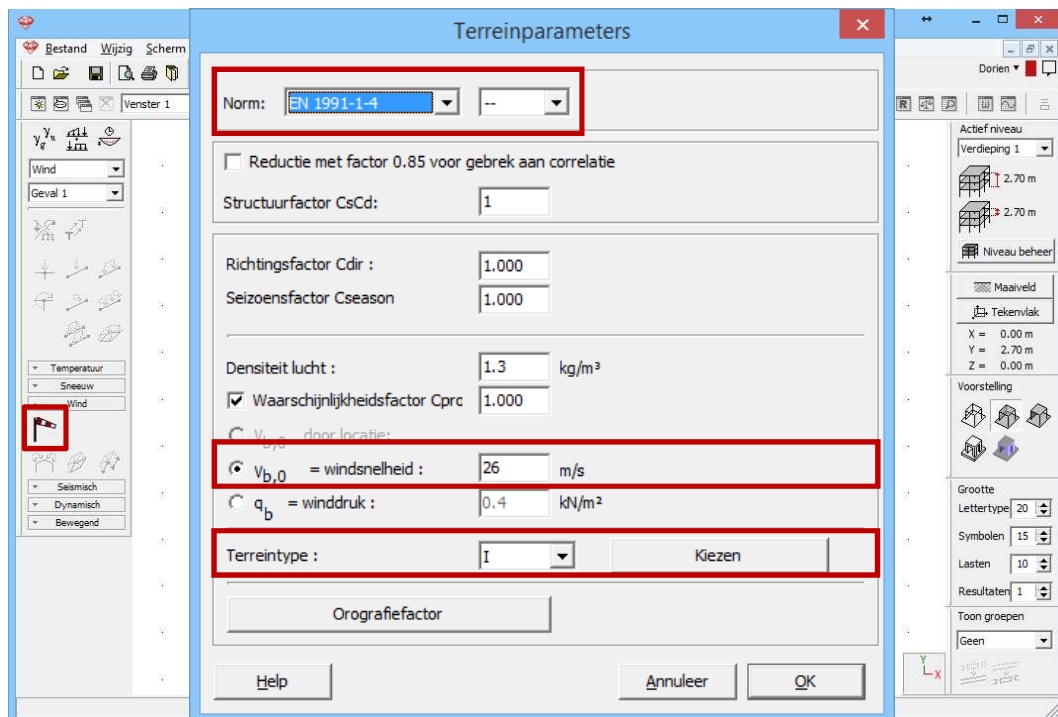
Stap 18: Invullen lastengroepen 'wind'

Om **wind** te genereren:

- Klik op de knop  **Ground level** en stel het maaiveld in op 0,0m.

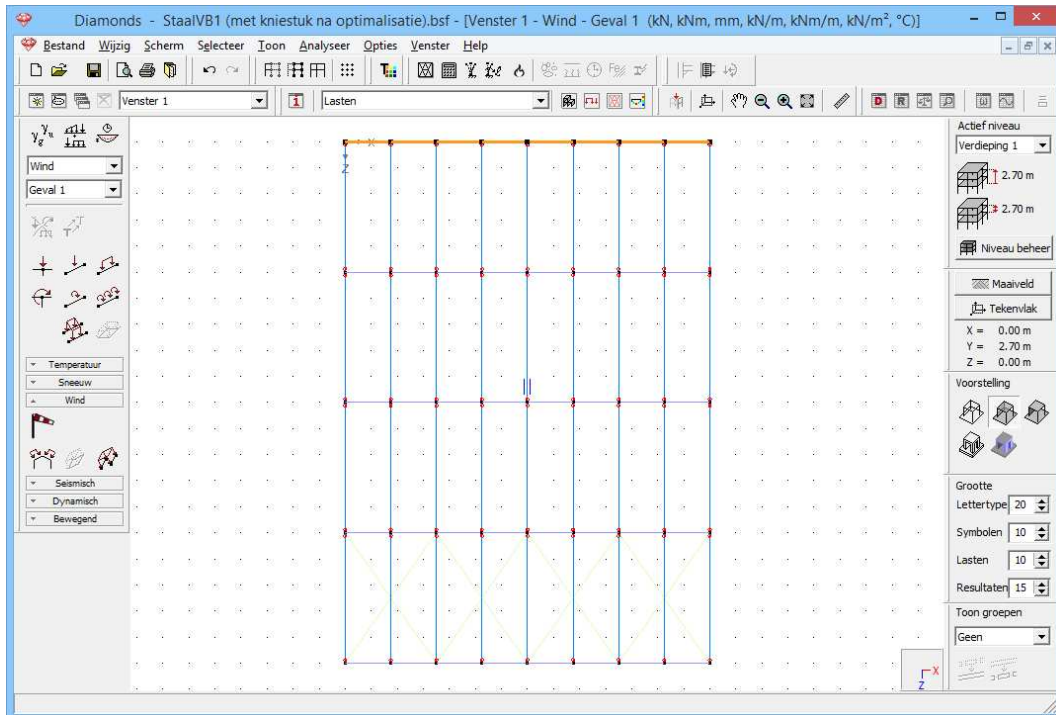


- Selecteert u de lastengroep 'wind' en de eerste deellastengroep 'wind l o -> r o (-0.3)' uit het pull down-menu.
- Klik op  om de wind norm en de terreinparameters in te stellen.

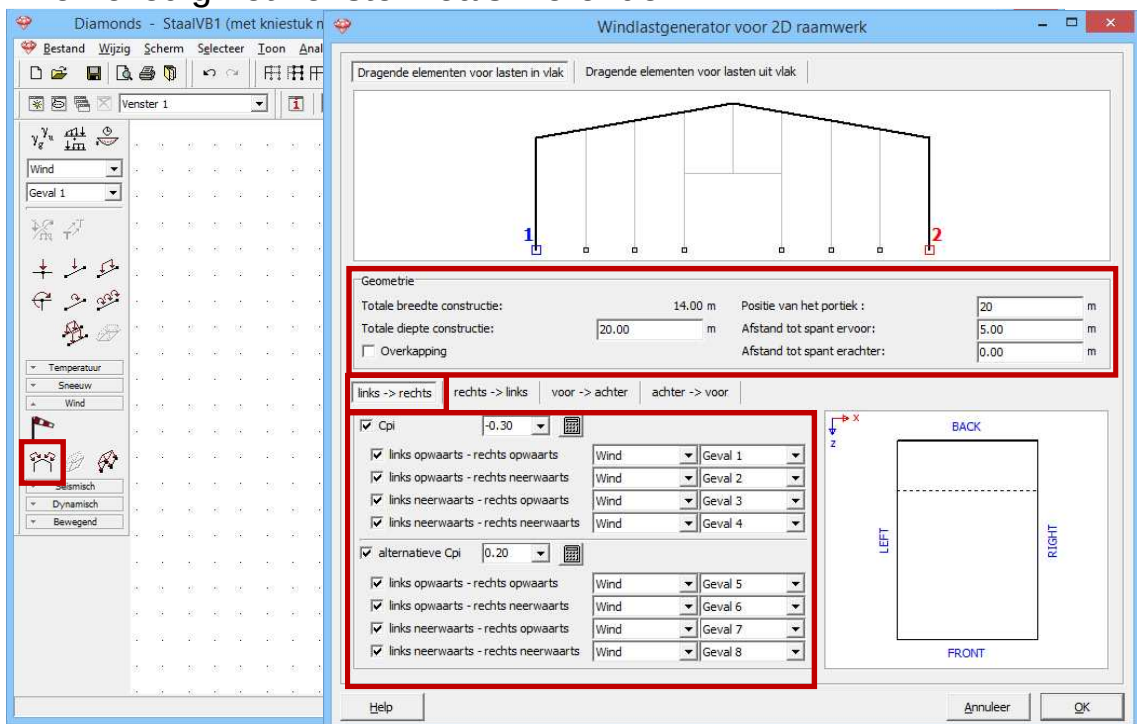


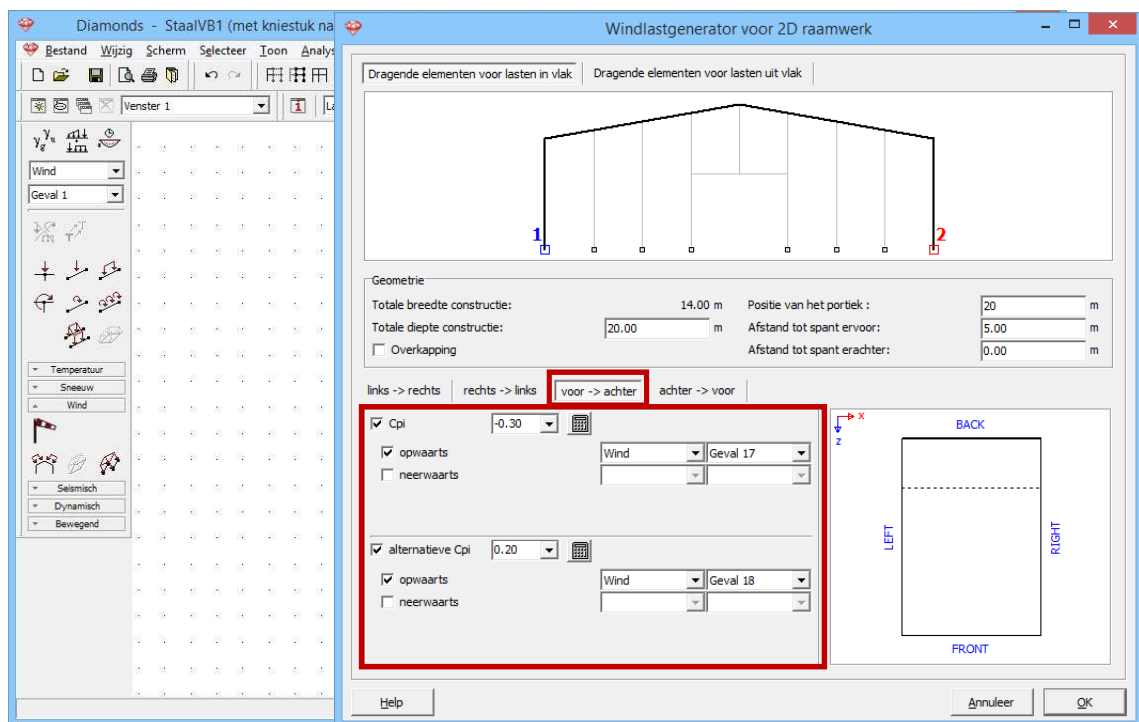
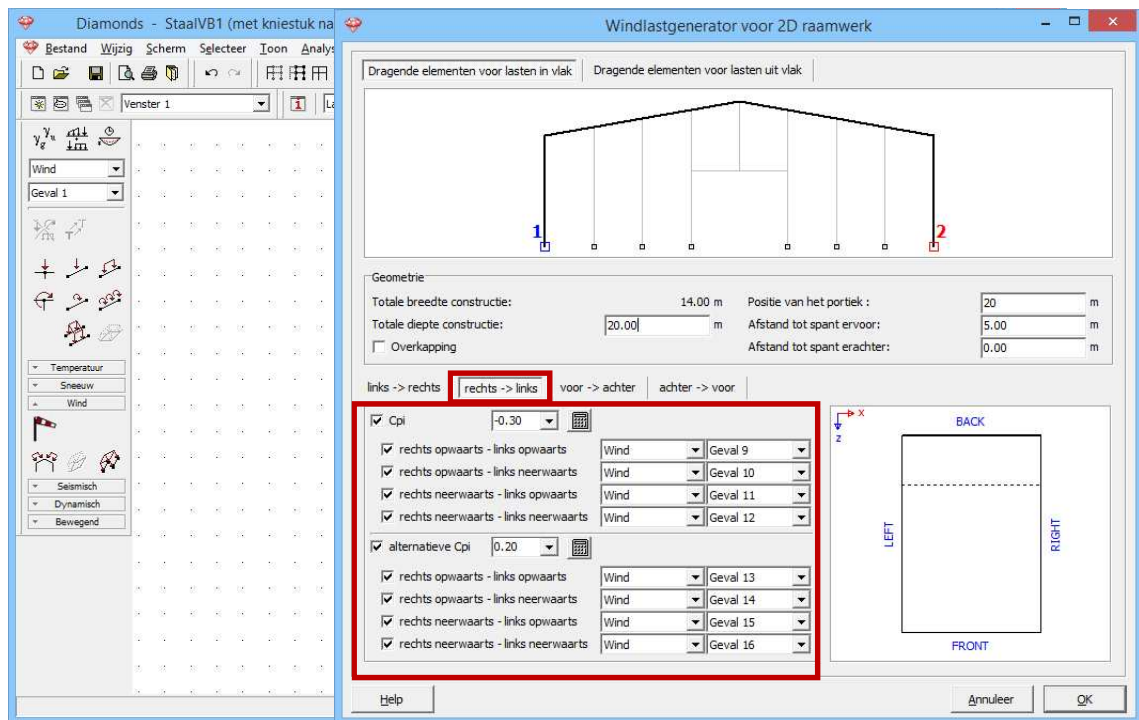
- o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
- o Kies voor een basis windsnelheid van 26m/s en een terreintype I.

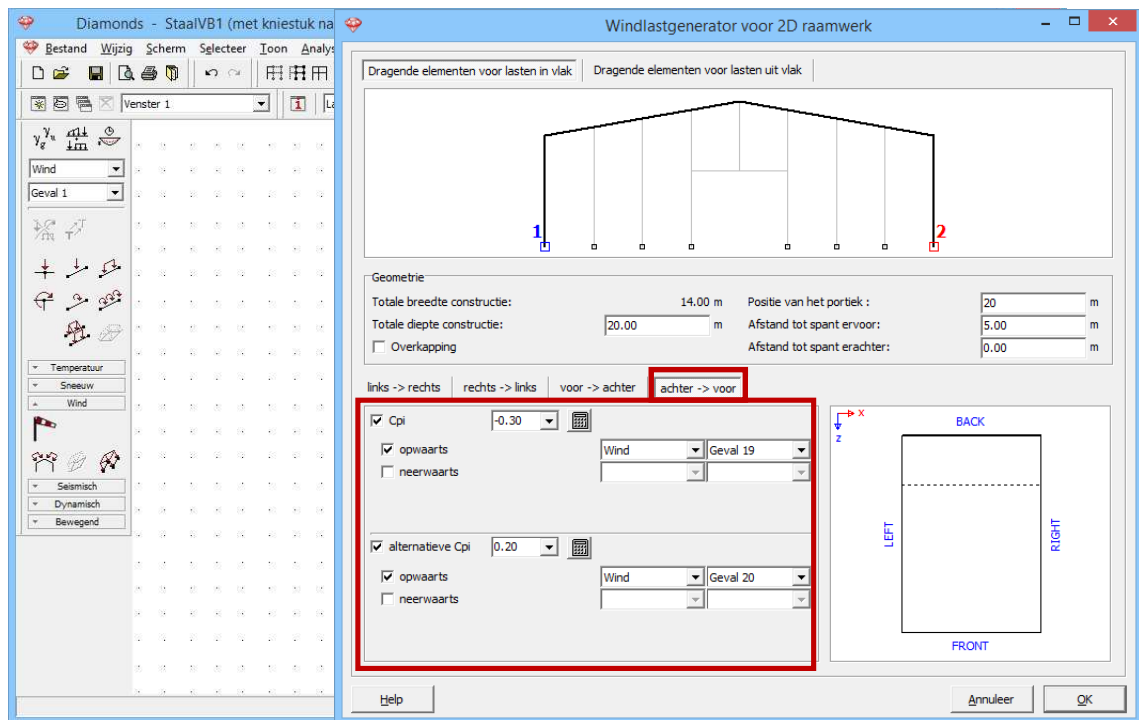
- o Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.
- Neem een bovenaanzicht en selecteer het eerste spant uit de 3D structuur.



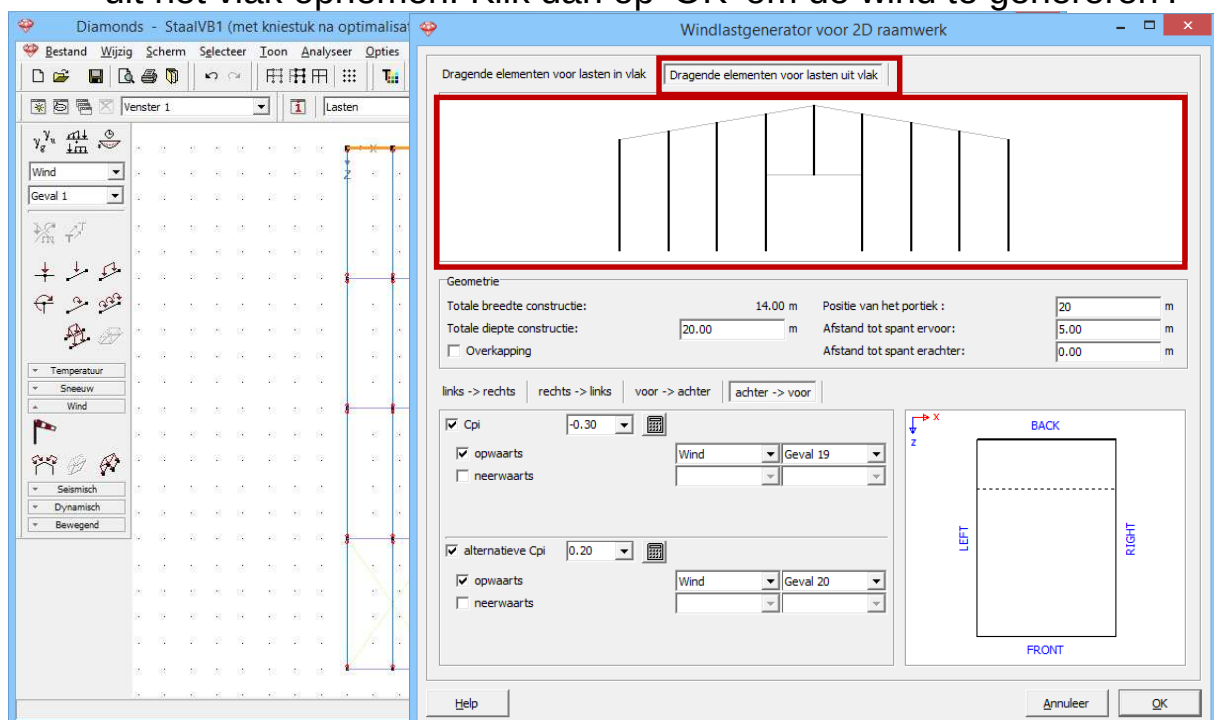
- Klik op  om de windgenerator op raamwerken te starten.
- o Vervolledig het venster zoals hieronder.



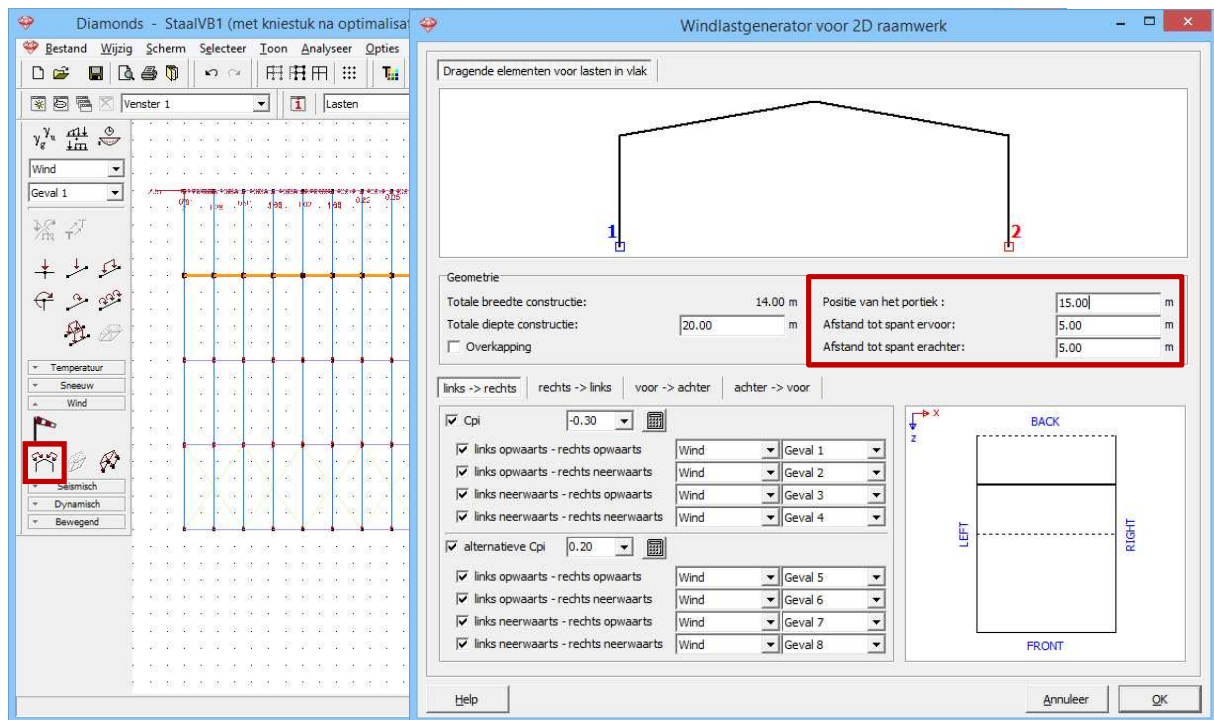




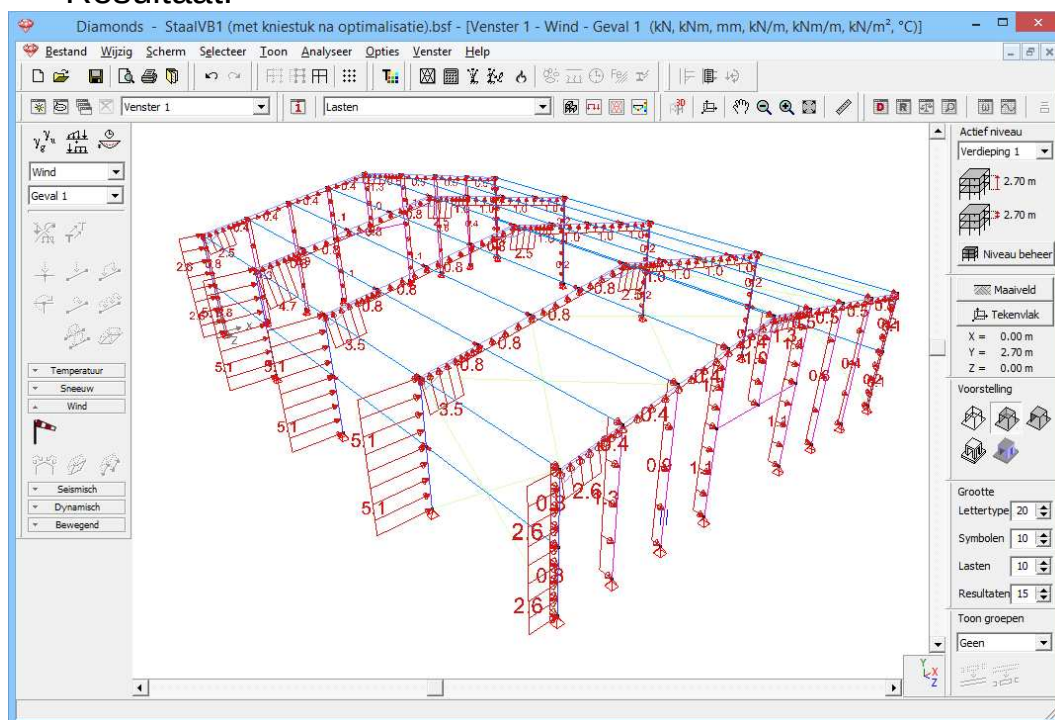
- o We veronderstellen dat het dak en het linteel in de gevels geen wind uit het vlak opnemen. Klik dan op 'OK' om de wind te genereren'.



- Selecteer nu het tweede spant en klik op . Het enige wat u moet veranderen is de positieve van het spant in de 3D structuur. Diamonds heeft alle andere parameters onthouden uit de vorige windgeneratie.



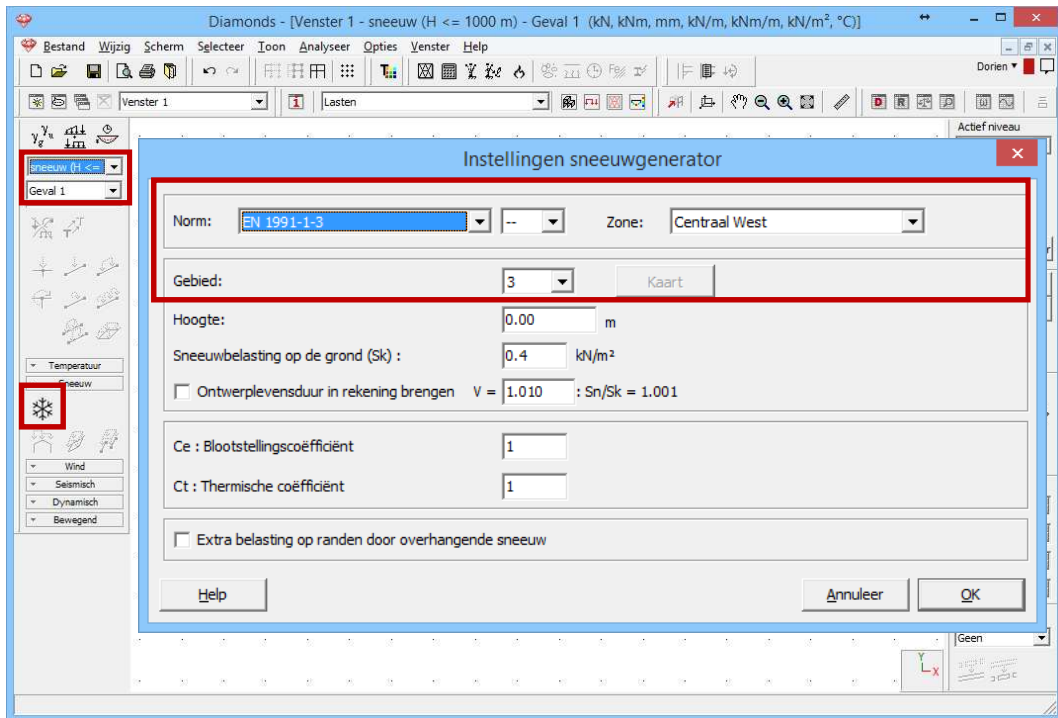
- Herhaal deze stappen voor alle andere spanten.
- Resultaat:



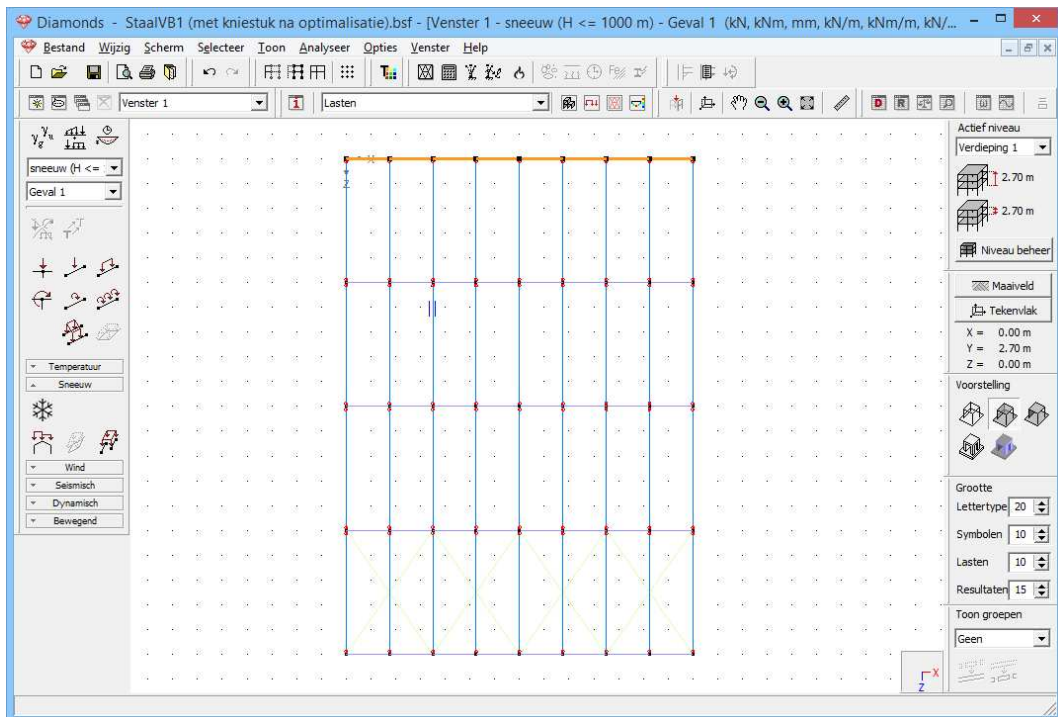
Stap 19: Invullen lastengroepen 'sneeuw'

Om **sneeuw** te genereren:

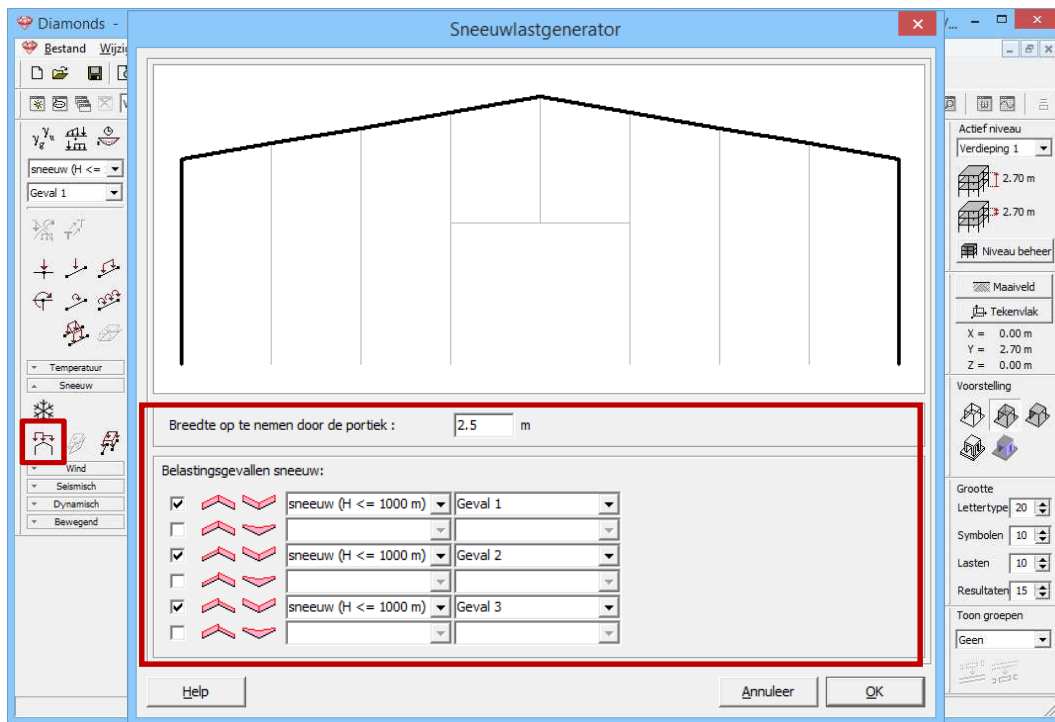
- Selecteer de lastengroep 'sneeuw' en de eerste deellastengroep 'Geval 1' uit het pull down-menu.
- Klik op  om de sneeuwnorm en de terreinparameters in te stellen.



- o Selecteer de norm EN 1991-1-3 [--].
 - o Kies '-- Centraal West gebied 3' als zone.
 - o Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.
- Neem een bovenaanzicht en selecteer het eerste spant uit de 3D structuur.

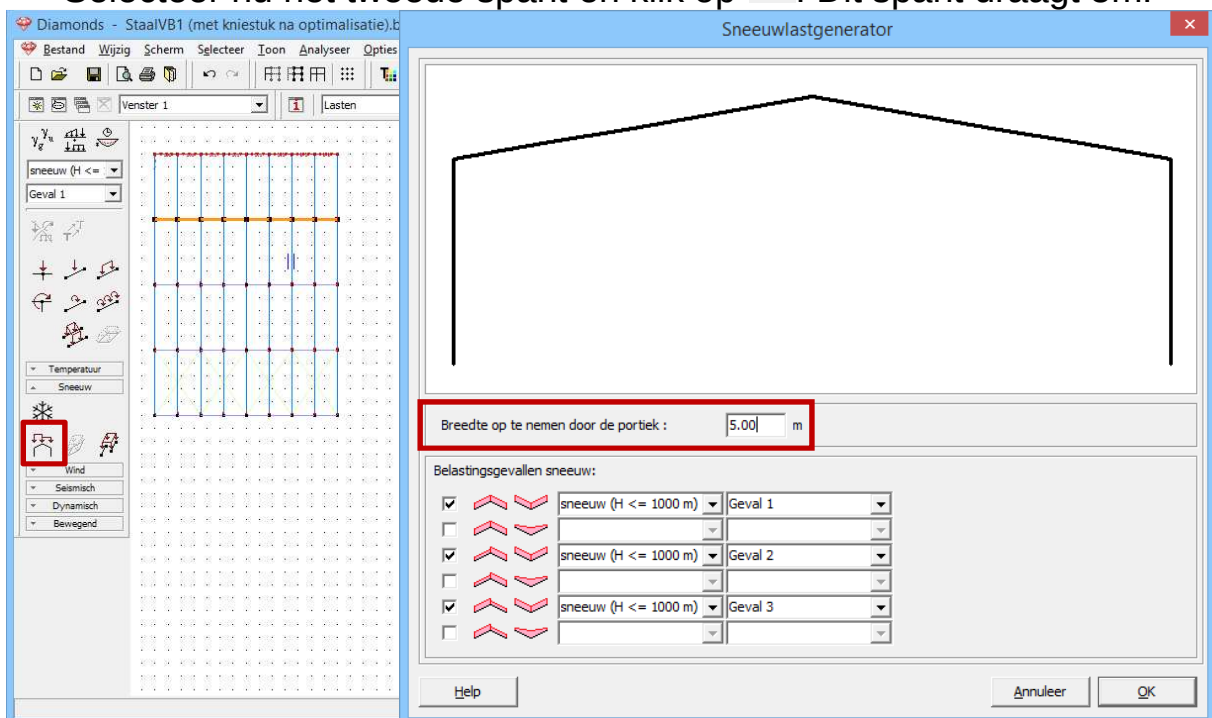


- Klik op  om de sneeuwgenerator op raamwerken te starten. Het eerste en het laatste spant dragen elk 0,5*de spantafstand = 2,5m.

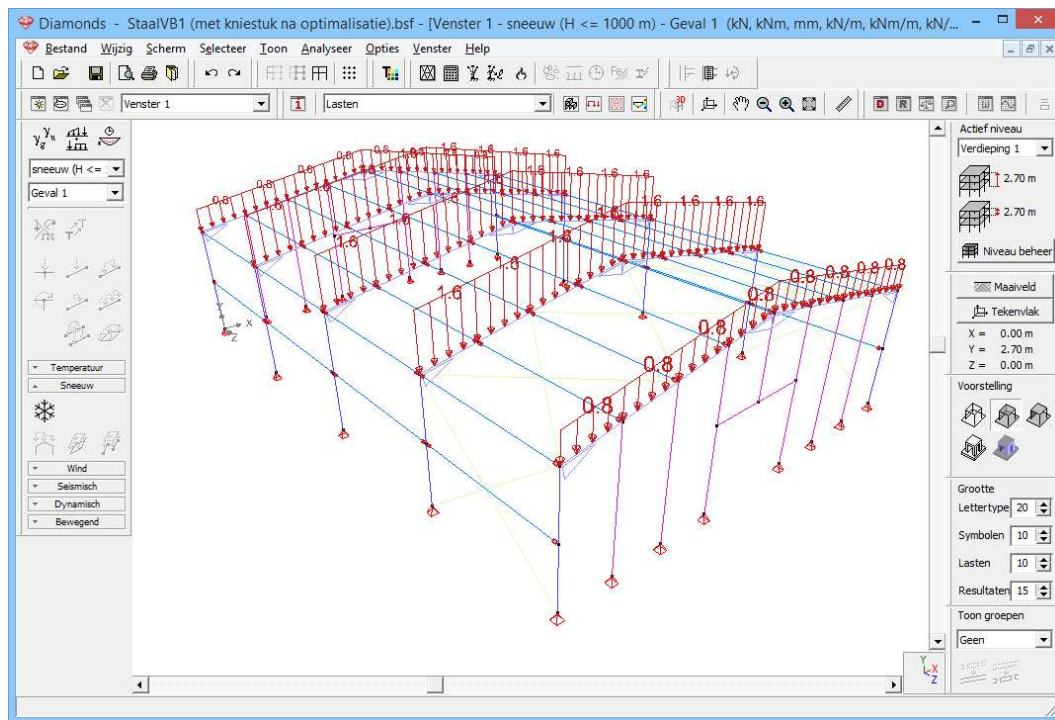


o Vervolledig het venster zoals hierboven. Klik op 'OK' om de sneeuw te genereren.

- Selecteer nu het tweede spant en klik op . Dit spant draagt 5m.



- Herhaal deze stappen voor alle andere spanten. Wanneer u aan het laatste spant toe bent, vergeet dan niet om de op te nemen breedte op 2,5m te zetten.
- Resultaat:



4.2.3.3 Combinaties maken

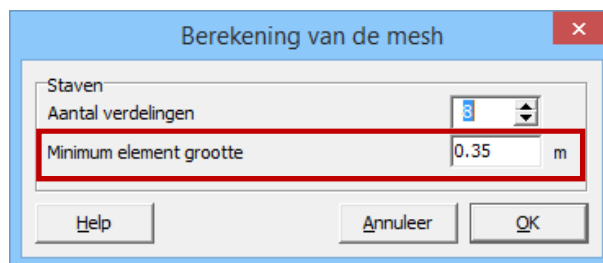
Stap 20: Combinaties maken

Genereer de combinaties  zoals in §4.1.3.3.

4.2.4 Berekening van de mesh

Stap 21: Genereren van de mesh

Klik in de iconenbalk op de knop  of selecteer de menu-instructie 'Analyseer – Mesh...'. Vul onderstaande parameters in:



Klik nu op 'OK' om de berekening van het eindige elementennet te starten.

4.2.5 De globale elastische analyse

Stap 22: Elastische analyse

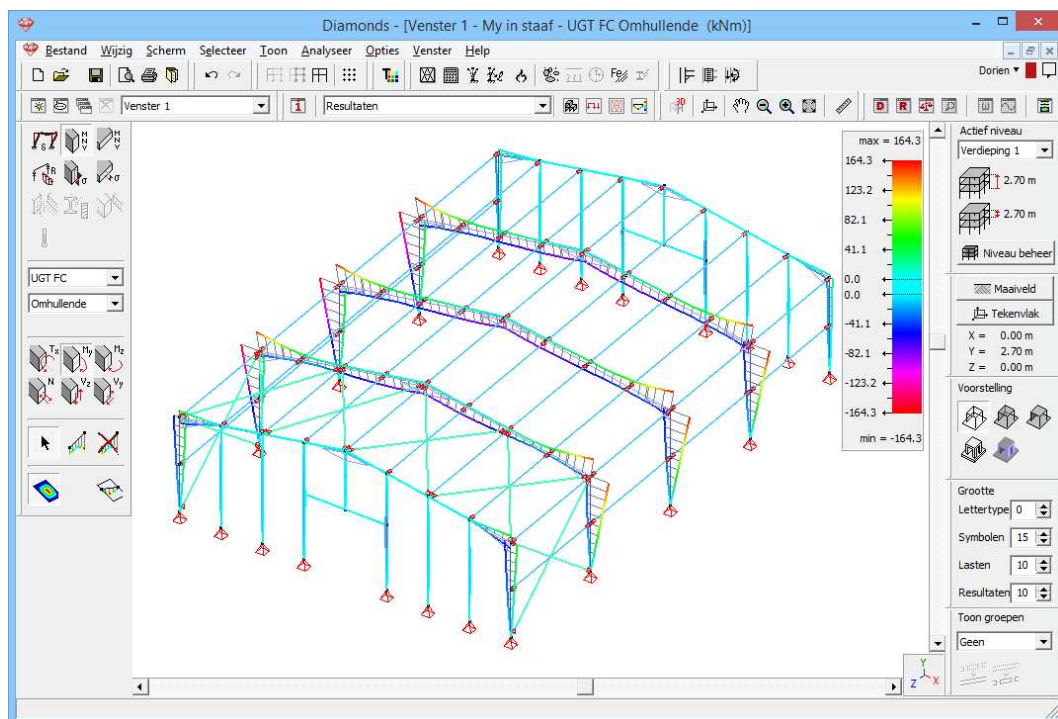
Volg de zelfde stappen als in §4.1.5.

Hieronder worden de omhullenden afgebeeld voor de buigende momenten in UGT FC en voor de vervormingen in BGT ZC.

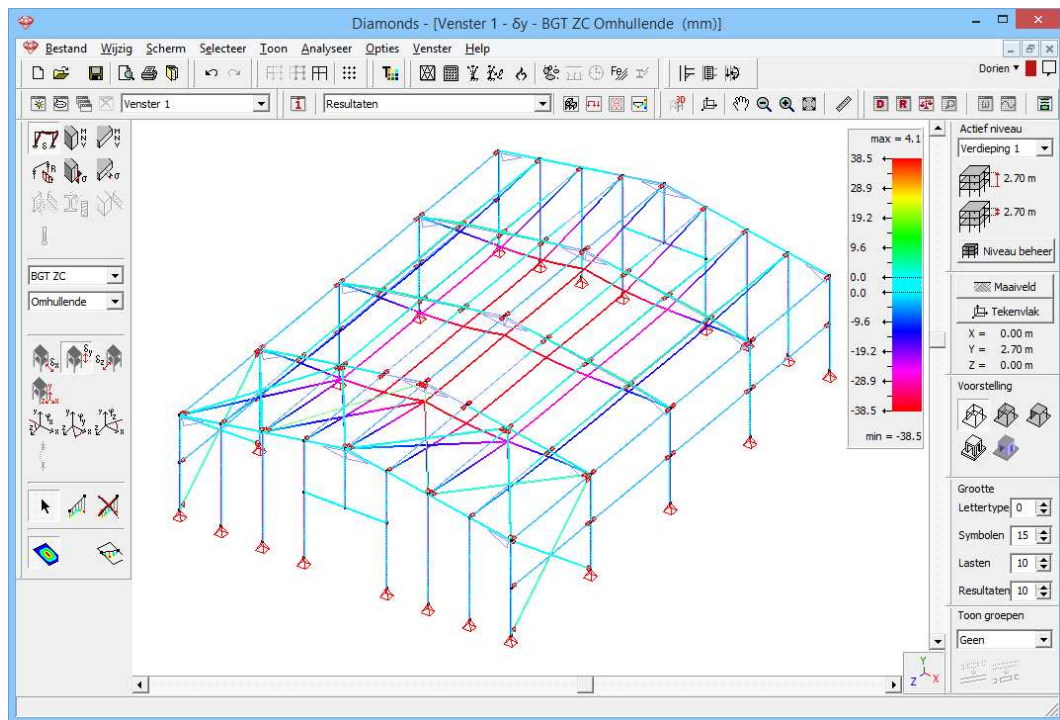
Het is mogelijk om slechts voor een deel van de structuur de resultaten te tonen:

- Selecteer de desbetreffende elementen (balken, kolommen, platen, wanden).
- Klik dan op het icoon . De kleurschaal zal aangepast worden i.f.v. de geselecteerde elementen.

Om weer alles zichtbaar te maken, klikt u op het icoon .



Momentendiagram UGT FC



Vervormingsdiagram BGT ZC

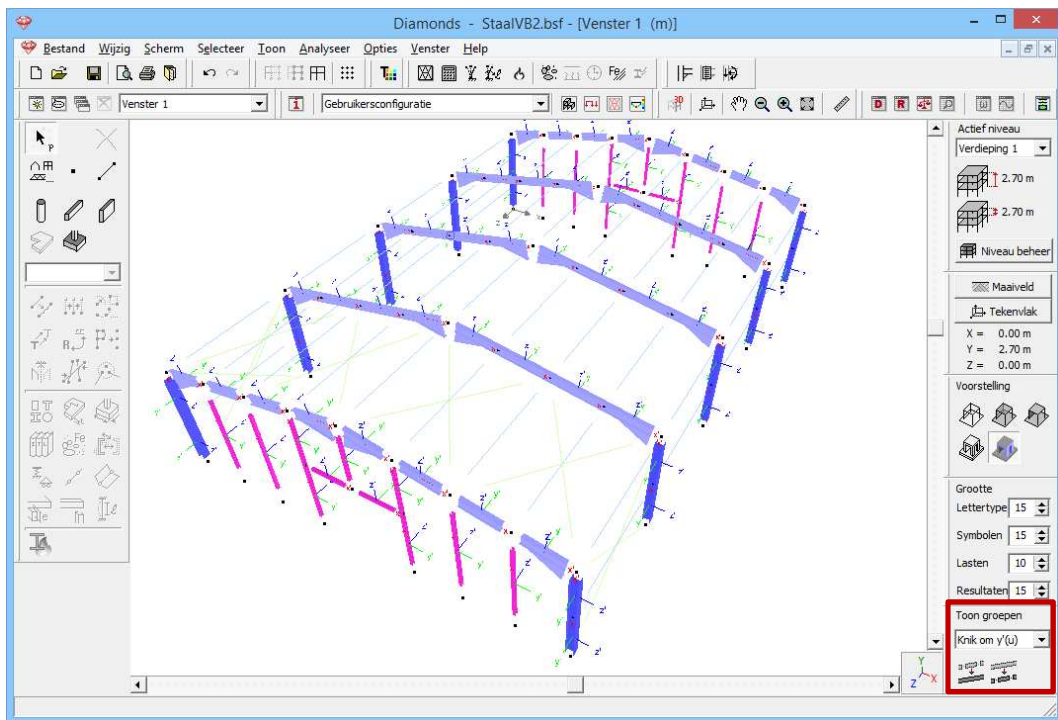
4.2.6 Parameters voor normcontrole

4.2.6.1 Knik

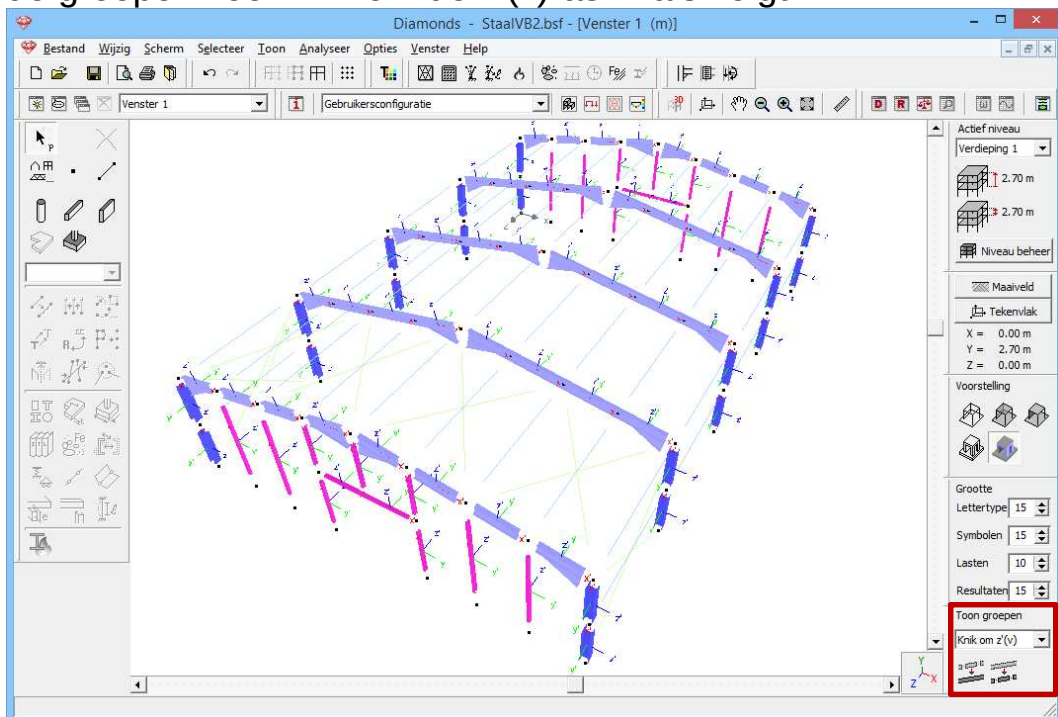
Stap 23: Instellen groepen voor knik

Het principe van de knikgroepen werd uitgebreid besproken in §4.1.6.1. We gaan de werkwijze dus niet herhalen.

Stel de groepen voor knik om de $y'(u)$ -as in als volgt (om de leesbaarheid van onderstaande figuur te garanderen zijn de randvoorwaarden, de trekstaven, de ondersteuning en de IPE's 120 onzichtbaar gezet):

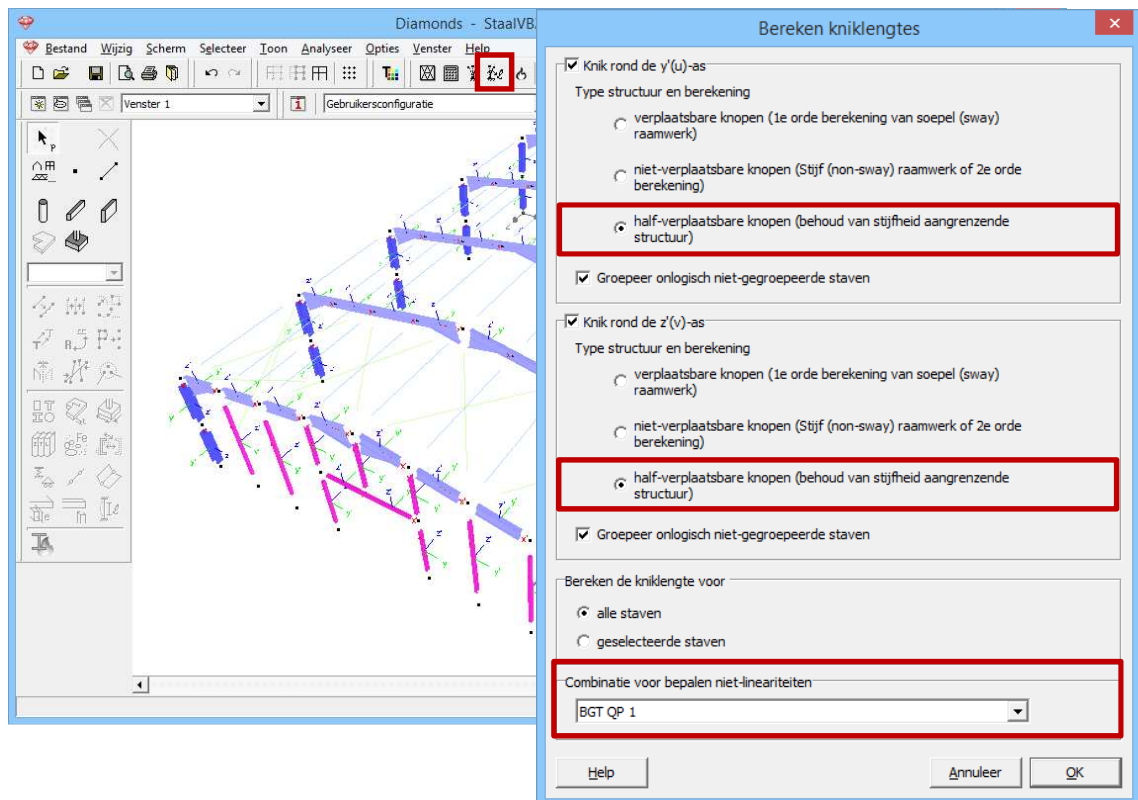


Stel de groepen voor knik om de $z'(v)$ -as in als volgt:



Stap 24: Berekenen kniklengtes

Om de kniklengtes te berekenen, klikt u op het icoon  bovenaan in de iconenbalk.



Diamonds vraagt u in functie van de richting (rond $y'(u)$ - of $z'(v)$ -as) voor welk type structuur en voor welk soort analyse achteraf u de kniklengtes wilt bereken. We kiezen hier voor de optie 'half-verplaatsbare knopen'. Dit geeft u de meest realistische kniklengtes. Bij 'Combinatie voor bepalen niet-lineariteiten' selecteert u 'BGT QP1'.

Klik op 'OK' om de berekening van de kniklengtes te starten.

4.2.6.2 Kip

Stap 25: Instellen voor kip

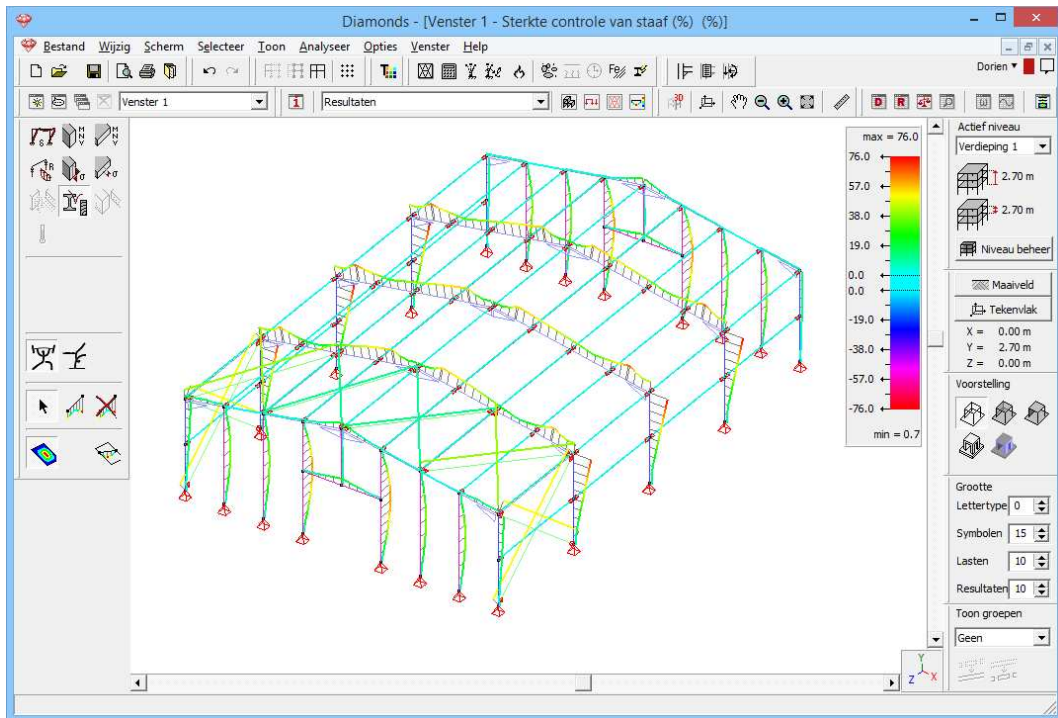
De gordingen die zich in het dak bevinden, hebben we nu wel gemodelleerd, dus moeten we geen kipsteunen meer aanbrengen.

4.2.7 De sterkte- en stabiliteitscontrole

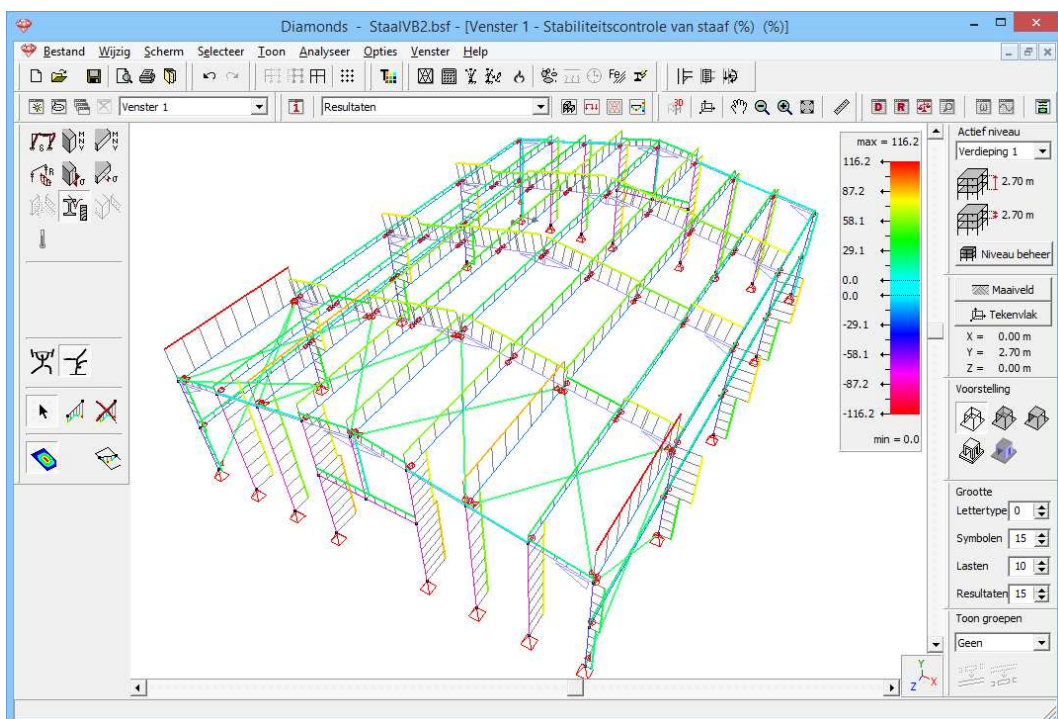
Stap 26: Sterkte en stabiliteitscontrole

Neem de instellingen over zoals bij het 2D-portiek uit §4.1.7.

U bekomt volgende resultaten:



Resultaten voor de sterkte van de secties (%)



Resultaten voor stabiliteit (%)

Uit de percentages kunnen we afleiden dat de structuur voldoet voor sterkte ($\leq 100\%$), maar niet voor stabiliteit ($> 100\%$).

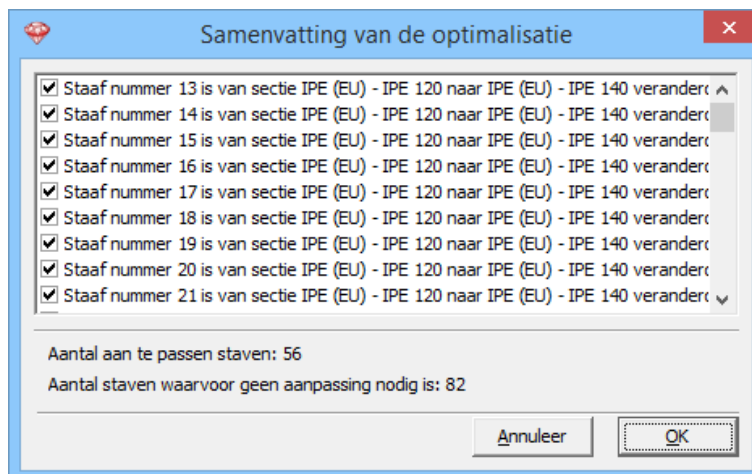
Om meer informatie te krijgen over het stabiliteitsprobleem, kan u een staaf dubbelklikken. Diamonds toont u dan de gedetailleerde berekening.

4.2.8 Optimalisatie van profielkeuze

Stap 27: Optimalisatie van de profielkeuze

Om de optimalisatie te starten, klikt u op de knop  in de iconenbalk. Neem de instellingen over uit §4.1.8.

Wanneer de optimalisatie beëindigd is, verschijnt er een dialoogvenster met de samenvatting van de optimalisatie:



Diamonds stelt u om enkele doorsnede te wijzigen. U kan deze wijziging accepteren of negeren door de corresponderende lijn aan of uit te kruisen. Aangezien we nog een verbinding willen berekenen, mag u alle wijzigingen aanvaarden.

Eenmaal de optimalisatie beëindigd is, hergenereer de mesh , herbereken het model elastisch , herreken de kniklengtes en voer de verificatie  opnieuw uit. De stijfheden en eigengewichten zijn immers gewijzigd.

Opmerking: met deze wijzigingen kan het zijn dat de nieuwe normcontrole nog steeds resultaten geeft boven de 100%. Een tweede optimalisatie is dan nodig.

4.2.9 Berekening van de verbindingen

We illustreren hoe u een detail berekening van een verbinding kan uitvoeren.

Het doel van deze berekening is de geometrie en de krachten in een knoop door te geven aan het rekenhart van PowerConnect. Daar worden

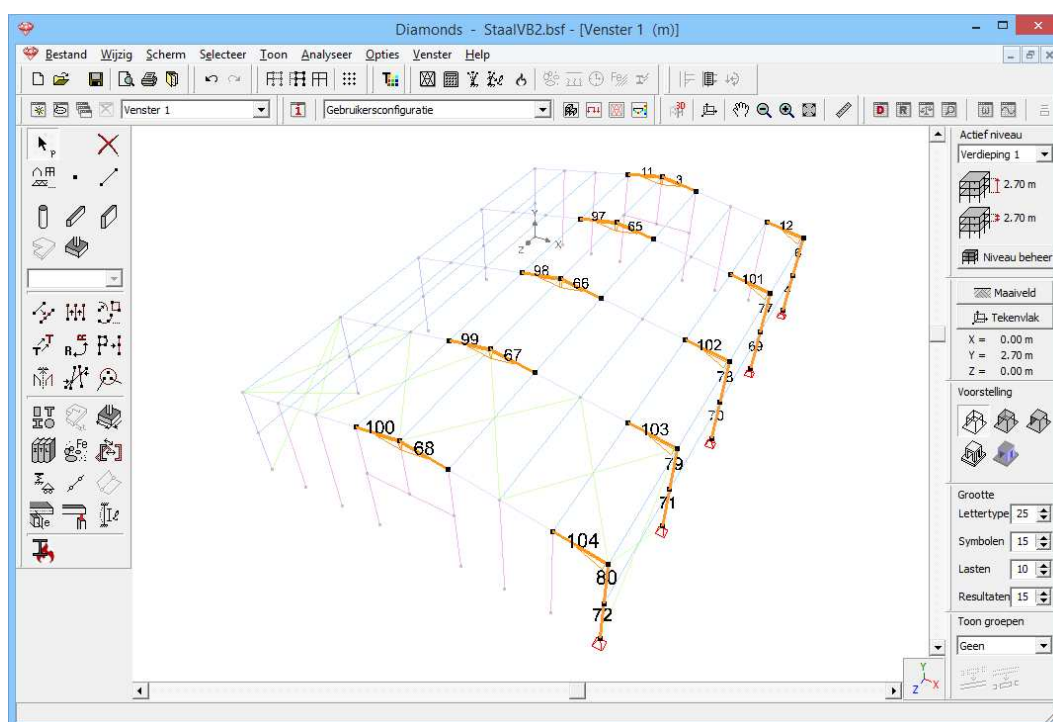
de sterkte en stijfheid van de verbinding berekend in functie van de aanwezige componenten (bouten, lassen, hoekverstijvers, opdikplaten, ...). Het berekende stijfheidsverloop wordt dan in Diamonds in rekening gebracht voor een meer accurate globale analyse.

4.2.9.1 Detaillering van de verbinding

Stap 28: Detaillering van de verbindingen

We beperken ons in dit voorbeeld tot twee verbindingstypes: de verbinding tussen kolom en balk, en de verbinding van de nok (balk-balk verbinding).

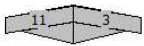
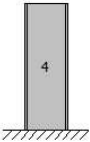
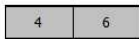
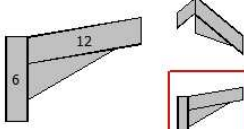
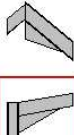
Maak een selectie van staven zoals op onderstaande figuur. Maak ook de lijnnummers zichtbaar :



Klik vervolgens op het icoon  in de iconenbalk. Er verschijnt een dialoogvenster met daarin een lijst van mogelijke verbindingen.

- Selecteer de balk-kolomverbinding de lijst. Het betreft de verbinding van de kolom met het spantbeen.
- Kies de juiste configuratie.

Dimensioneren van verbindingen

	Knoop Nr. = 3 Linkerverbinding : Linkerbalk Nr. = 11 Rechterverbinding : Rechterbalk Nr. = 3	Lijst met overeenstemmende verbindingen : Knoop Nr. :3, staaf Nr. : 11, 3 Knoop Nr. :18, staaf Nr. : 97, 65 Knoop Nr. :19, staaf Nr. : 98, 66 Knoop Nr. :20, staaf Nr. : 99, 67 Knoop Nr. :21, staaf Nr. : 100, 68	☐ Combinaties selecteren ☐ De verbinding berekenen ☐ De verbinding in de bibliotheek plaatsen ☐ De verbinding toekennen
	Knoop Nr. = 5 Kolom Nr. = 4	Lijst met overeenstemmende verbindingen : Knoop Nr. :5, staaf Nr. : 4 Knoop Nr. :62, staaf Nr. : 69 Knoop Nr. :63, staaf Nr. : 70 Knoop Nr. :64, staaf Nr. : 71 Knoop Nr. :65, staaf Nr. : 72	☐ Combinaties selecteren ☐ De verbinding berekenen ☐ De verbinding in de bibliotheek plaatsen ☐ De verbinding toekennen
	Knoop Nr. = 7 Linkerverbinding : Linkerbalk Nr. = 4 Rechterverbinding : Rechterbalk Nr. = 6	Lijst met overeenstemmende verbindingen : Knoop Nr. :7, staaf Nr. : 4, 6 Knoop Nr. :30, staaf Nr. : 69, 77 Knoop Nr. :31, staaf Nr. : 70, 78 Knoop Nr. :32, staaf Nr. : 71, 79 Knoop Nr. :33, staaf Nr. : 72, 80	☐ Combinaties selecteren ☐ De verbinding berekenen ☐ De verbinding in de bibliotheek plaatsen ☐ De verbinding toekennen
 	Knoop Nr. = 4 Kolom Nr. = 6 Rechterbalk Nr. = 12	Lijst met overeenstemmende verbindingen : Knoop Nr. :4, staaf Nr. : 6, 12 Knoop Nr. :22, staaf Nr. : 77, 101 Knoop Nr. :23, staaf Nr. : 78, 102 Knoop Nr. :24, staaf Nr. : 79, 103 Knoop Nr. :25, staaf Nr. : 80, 104	☐ Combinaties selecteren ☐ De verbinding berekenen ☐ De verbinding in de bibliotheek plaatsen ☐ De verbinding toekennen

Over het venster 'Dimensioneren van verbindingen'

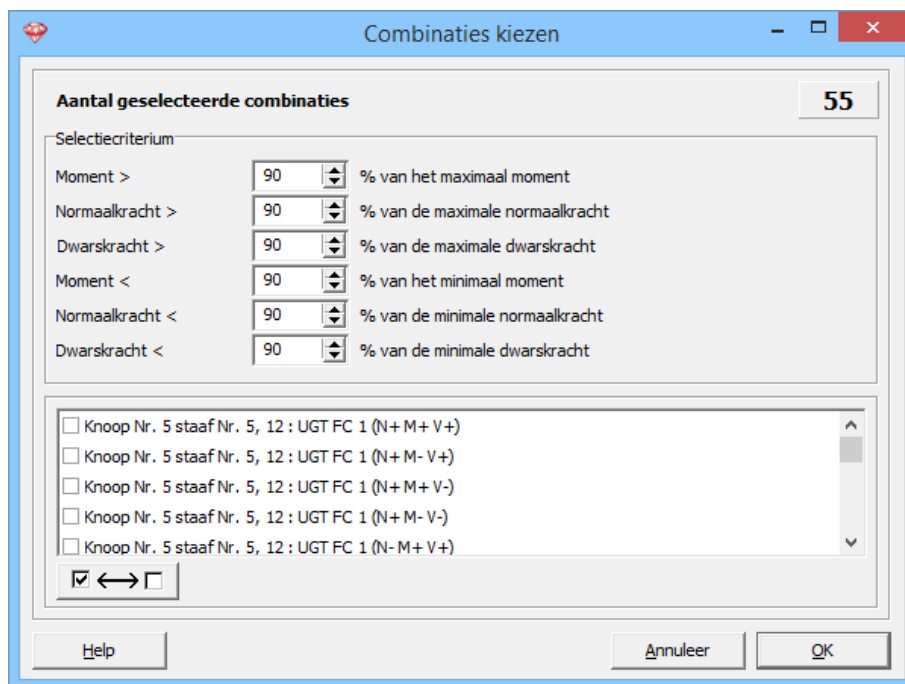
- U bemerkt dat verbindingen met een zelfde geometrische configuratie automatisch zijn samengebracht tot één verbindingstype.
- Eén verbinding kan verschillende configuraties hebben (balk aansluitend op kolom of balk liggend op kolom, enz.). De nummers op de tekening corresponderen met de **lijnnummers**. Hierdoor kan u gemakkelijk verifiëren of de voorgestelde configuratie van de verbinding de gewenste is. Kies de juiste configuratie.

4.2.9.2 Combinaties selecteren

Eerst en vooral dient u te bepalen voor welke combinaties u de verbinding wenst te verifiëren. Het spreekt voor zich dat niet alle combinaties maatgevend zullen zijn.

Door het uitfilteren van combinaties op basis van percentages, kan u voor elke snedekracht (buigend moment, normaalkracht en dwarskracht) grenzen opgeven t.o.v. de maximaal optredende waarde. Wanneer u de grenzen echter te hoog instelt, dient u zich te vergewissen van het volgende risico: bij bvb. grenzen van 95% zal de combinatie waarbij zowel M, als N, als V tegelijk 90% bereiken, niet geverifieerd worden. Deze combinatie kan niettemin gevaarlijker zijn dan een combinatie met 95% voor M en kleine percentages voor N en V. Enige voorzichtigheid is hier dus aan de orde.

Klik op de knop **Combinaties selecteren** om de combinaties te selecteren.



Zet indien nodig alle percentages op 90% en klik op 'OK'. Een 'V' verschijnt voor de knop **Combinaties selecteren** om aan te tonen dat deze stap voor de geselecteerde verbinding is voltooid. De combinaties worden bewaard, zelfs indien u naar een andere verbinding overschakelt.

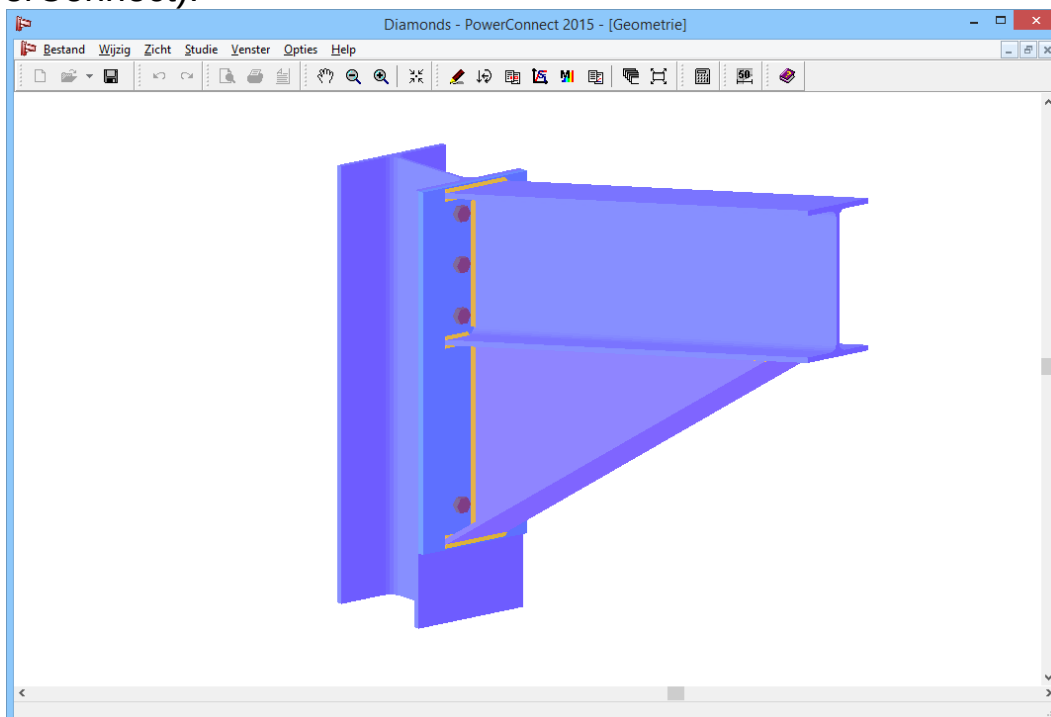
4.2.9.3 De verbinding berekenen

Op dit ogenblik beschikt het programma over alle gegevens om de verbinding te berekenen. We starten de module PowerConnect door te klikken op **De verbinding berekenen**.

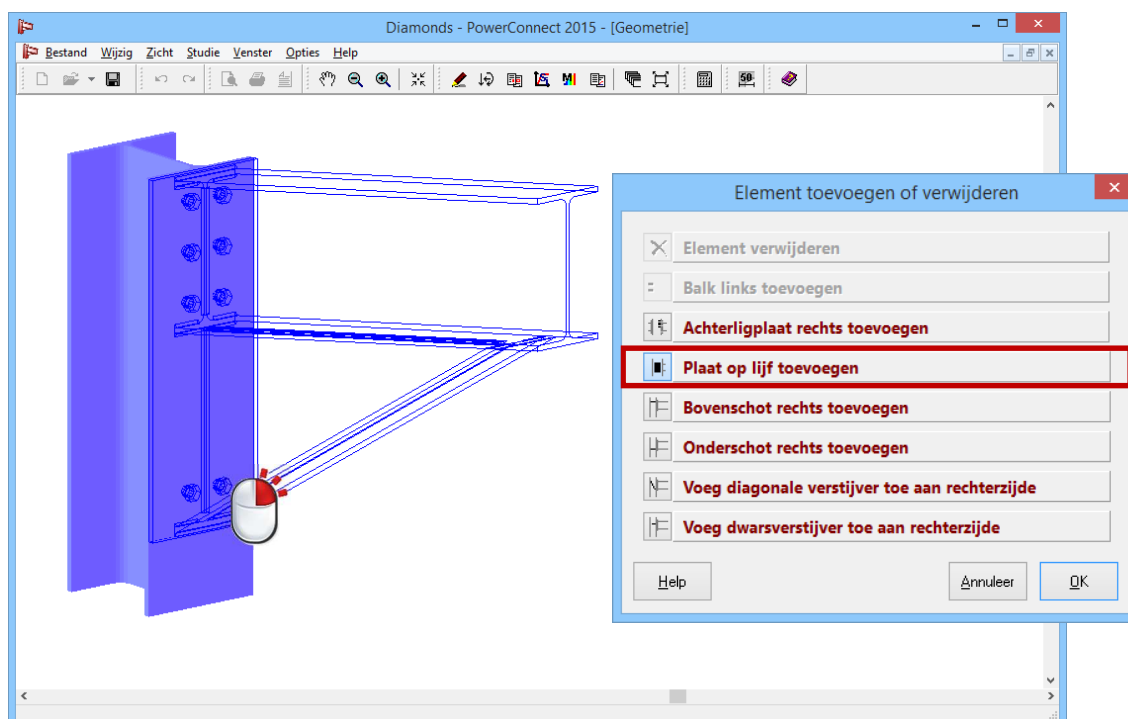
Een eerste dialoogvenster vraagt u een keuze te maken van het verbindingstype. We opteren voor een verbinding met geboute eindplaat (eerste keuzemogelijkheid).



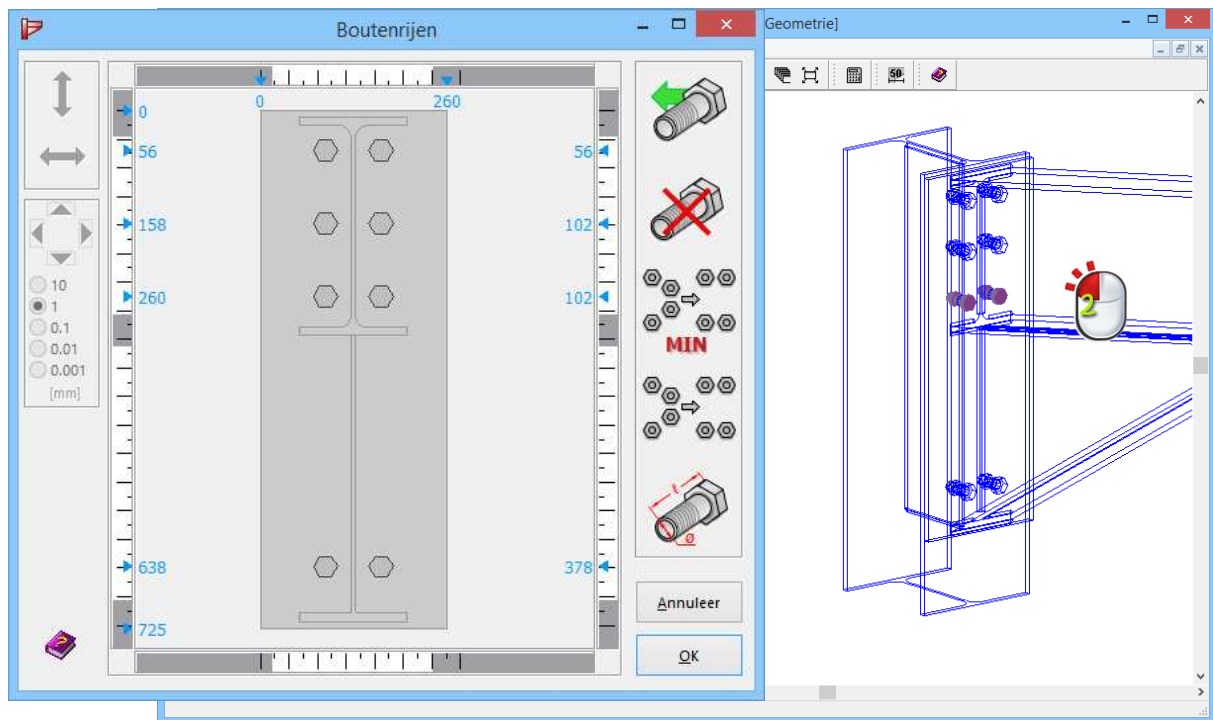
PowerConnect maakt een verbinding aan, gebruik makend van een aantal standaard ingestelde parameters (zie gebruikershandleiding PowerConnect).



Hier kan u desgewenst de geometrie van de verbinding aanpassen. Selecteer bijvoorbeeld de kolom en klik één maal met de rechtermuisknop op de kolom. Voeg een plaat op het lijf toe.

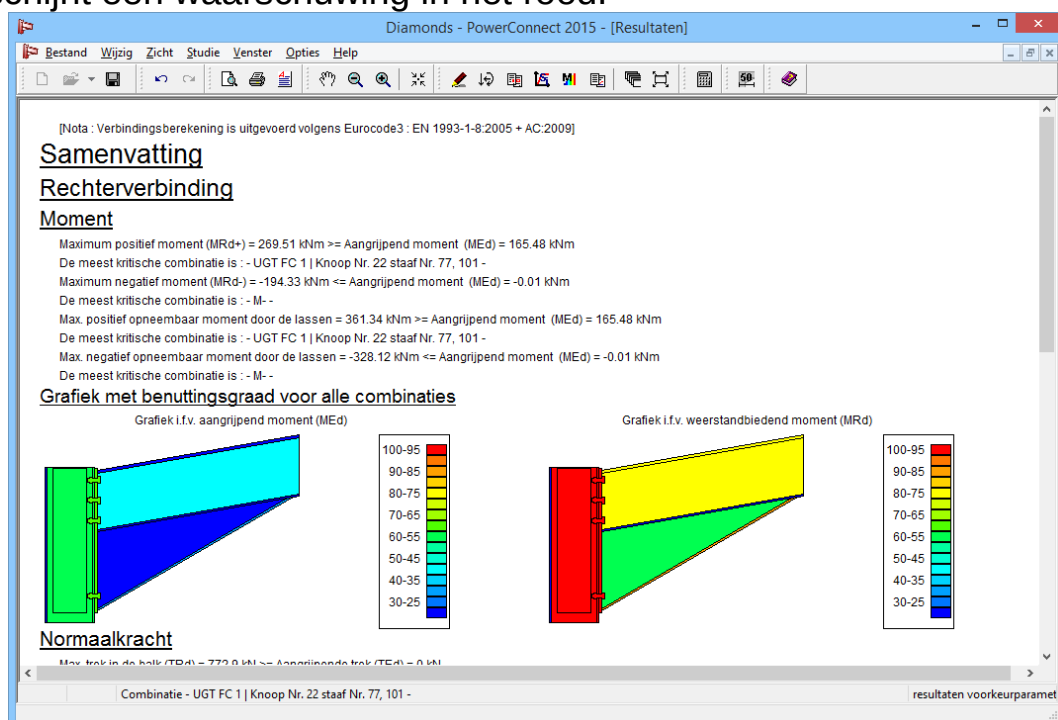


Dubbel klik nu één van de bouten om de bouteigenschappen te raadplegen:



Klik op  om de verbinding te berekenen. Het venster 'Resultaten' (zie onderstaande figuur) komt automatisch op de voorgrond na iedere berekening. Hierin zullen de resultaten kort worden samengevat. In het bijzonder vindt u er de uiterste krachten die ook de verbinding kunnen opgenomen worden, alsook de meest kritische combinatie.

In het geval de verbinding niet voldoet voor gegeven belasting of indien de verbinding bepaalde gevaren inhoud die uw aandacht vergen, verschijnt een waarschuwing in het rood.



In dit rapport vindt u ook 2 ingekleurde diagrammen:

- Het linkse diagram is de benuttingsgraad op basis van het toegepaste moment grafisch voorgesteld.
- Het rechtse diagram is de benuttingsgraad op basis van het maximaal moment (dat de verbinding kan opnemen) grafisch voorgesteld.

Uit beide diagrammen kan u afleiden welke componenten u dient aan te passen om de verbinding te optimaliseren.

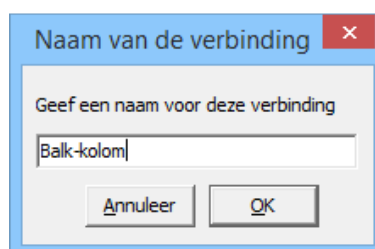
Uit de rechtse diagram kan u afleiden welke componenten het gaan begeven wanneer de verbinding op z'n maximale waarde wordt belast. Om brosse breuk te vermijden, mag het verbindingsmiddel (bouten of lassen) niet de enige component zijn die het begeeft.

Sluit daarna PowerConnect af. In het eerste dialoogvenster verschijnt een tweede 'V', ditmaal voor de knop **De verbinding berekenen**.

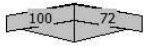
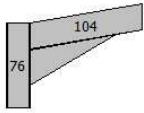
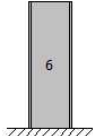
4.2.9.4 De verbinding in de bibliotheek plaatsen

Op dit moment hebt u de verbinding met zijn resultaten slechts tijdelijk bewaard. Wilt u de verbinding opslaan in de interne bibliotheek van het project, dan dient u de derde knop **De verbinding in de bibliotheek plaatsen** aan te klikken. De interne bibliotheek is de bibliotheek welke verbonden is met het project zelf. In een later stadium kunt u de verbinding toevoegen in een externe bibliotheek. Op die manier kan deze verbinding ook in andere projecten toegepast worden.

In het dialoogvenster vult u de naam in van de verbinding. Na klikken op 'OK' verschijnt een derde 'V'.



Rest er ons nog de verbinding toe te kennen aan het model. Met de knop **De verbinding toekennen** definieert u ten eerste een relatie tussen de geselecteerde knopen en de verbinding uit de bibliotheek. Ten tweede worden aan de staafuiteinden van de betreffende knopen een stijfheidsverloop toegekend. Herberekenen we straks de structuur, dan wordt steeds met de juiste waarde rekening gehouden.

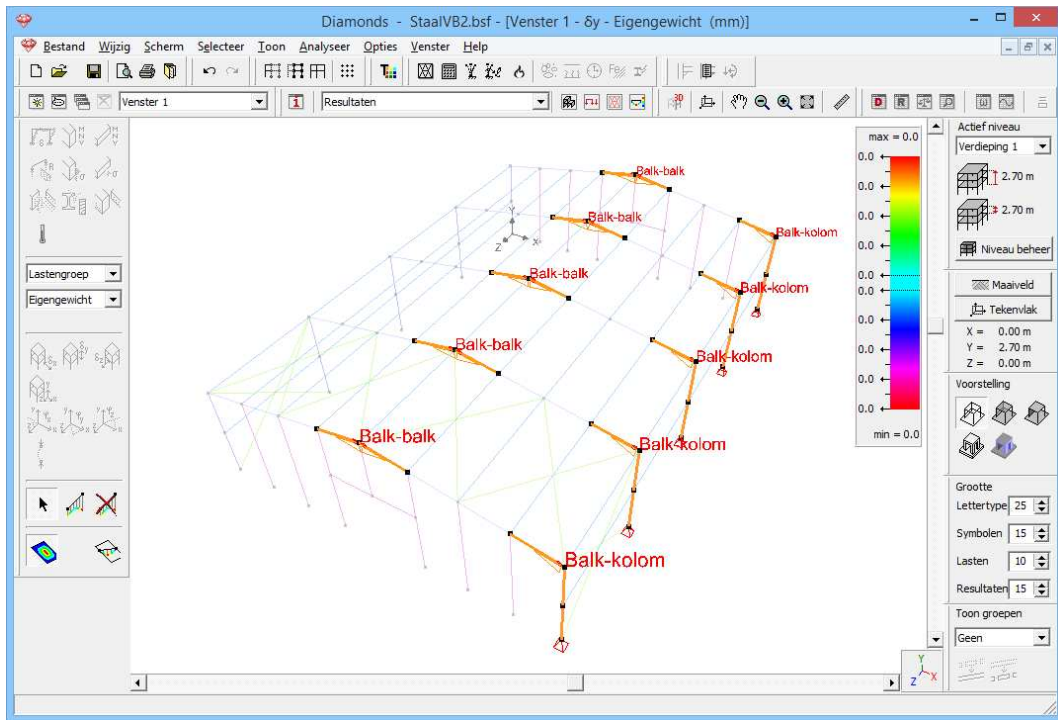
Dimensioneren van verbindingen			
Balk-Balk 	Knoop Nr. = 25 Linkerverbinding : Linkerbalk Nr. = 100 Rechterverbinding : Rechterbalk Nr. = 72	Lijst met overeenstemmende verbindingen : Knoop Nr. :4, staaf Nr. : 11, 4 Knoop Nr. :22, staaf Nr. : 97, 69 Knoop Nr. :23, staaf Nr. : 98, 70 Knoop Nr. :24, staaf Nr. : 99, 71 Knoop Nr. :25, staaf Nr. : 100, 72	☒ Combinaties selecteren ☒ De verbinding berekenen ☒ De verbinding in de bibliotheek plaatsen ☒ De verbinding toekennen
	Knoop Nr. = 6 Linkerverbinding : Linkerbalk Nr. = 6 Rechterverbinding : Rechterbalk Nr. = 5	Lijst met overeenstemmende verbindingen : Knoop Nr. :6, staaf Nr. : 6, 5 Knoop Nr. :30, staaf Nr. : 77, 73 Knoop Nr. :31, staaf Nr. : 78, 74 Knoop Nr. :32, staaf Nr. : 79, 75 Knoop Nr. :33, staaf Nr. : 80, 76	☐ Combinaties selecteren ☐ De verbinding berekenen ☐ De verbinding in de bibliotheek plaatsen ☐ De verbinding toekennen
Balk-kolom 	Knoop Nr. = 29 Kolom Nr. = 76 Rechterbalk Nr. = 104	Lijst met overeenstemmende verbindingen : Knoop Nr. :5, staaf Nr. : 5, 12 Knoop Nr. :26, staaf Nr. : 73, 101 Knoop Nr. :27, staaf Nr. : 74, 102 Knoop Nr. :28, staaf Nr. : 75, 103 Knoop Nr. :29, staaf Nr. : 76, 104	☒ Combinaties selecteren ☒ De verbinding berekenen ☒ De verbinding in de bibliotheek plaatsen ☒ De verbinding toekennen
	Knoop Nr. = 7 Kolom Nr. = 6	Lijst met overeenstemmende verbindingen : Knoop Nr. :7, staaf Nr. : 6 Knoop Nr. :62, staaf Nr. : 77 Knoop Nr. :63, staaf Nr. : 78 Knoop Nr. :64, staaf Nr. : 79 Knoop Nr. :65, staaf Nr. : 80	☐ Combinaties selecteren ☐ De verbinding berekenen ☐ De verbinding in de bibliotheek plaatsen ☐ De verbinding toekennen

Help    Annuleer OK

De eerste verbinding is nu gedimensioneerd. Het dialoogvenster laat toe om nog andere verbindingen te berekenen, niettegenstaande een nieuwe elastische analyse eigenlijk noodzakelijk is. Maar op die manier kunt u sneller en efficiënter tot een oplossing komen.

Herneem bijvoorbeeld de procedure voor de **balk-balk** verbinding in de lijst.

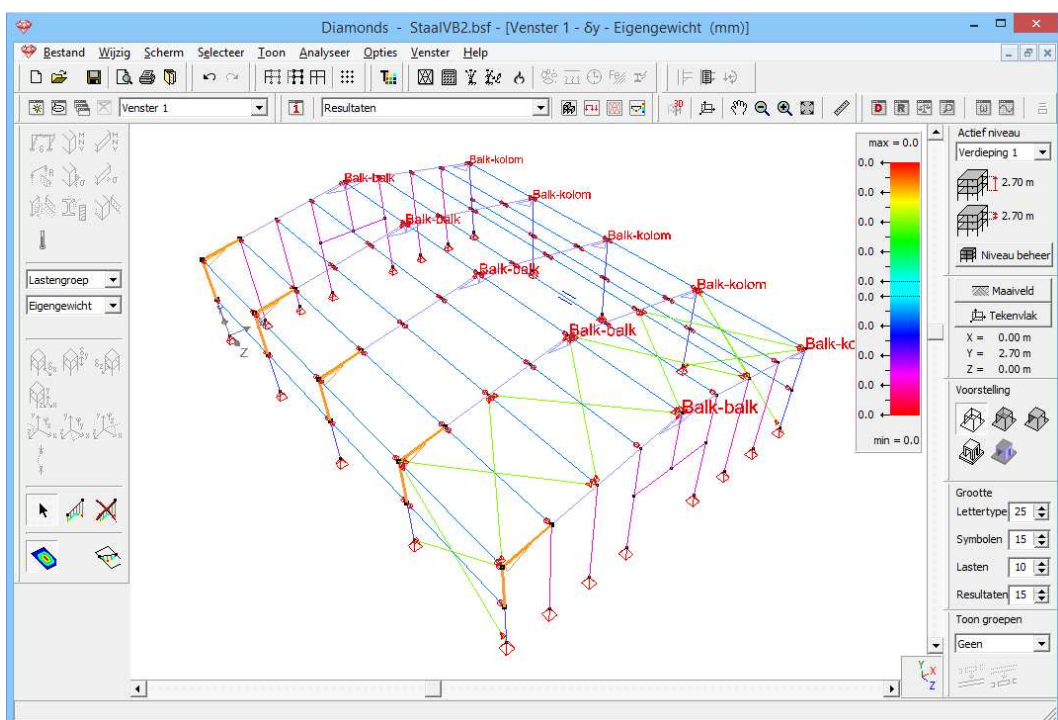
Eens deze twee verbindingen zijn berekend, sluiten we het dialoogvenster. Bedenk dat u de naam van de verbinding in het venster kunt weergeven, indien bij de parameters voor de visualisatie, de verbindingsnaam staat aangevinkt.



4.2.9.5 De verbinding toekennen

U hebt wellicht opgemerkt dat slechts de verbindingen langs één zijde van de structuur zijn berekend. Gezien de balk-kolom verbindingen aan de linkerzijde een identieke configuratie bezitten, kunnen we aan deze knopen dezelfde verbinding toekennen.

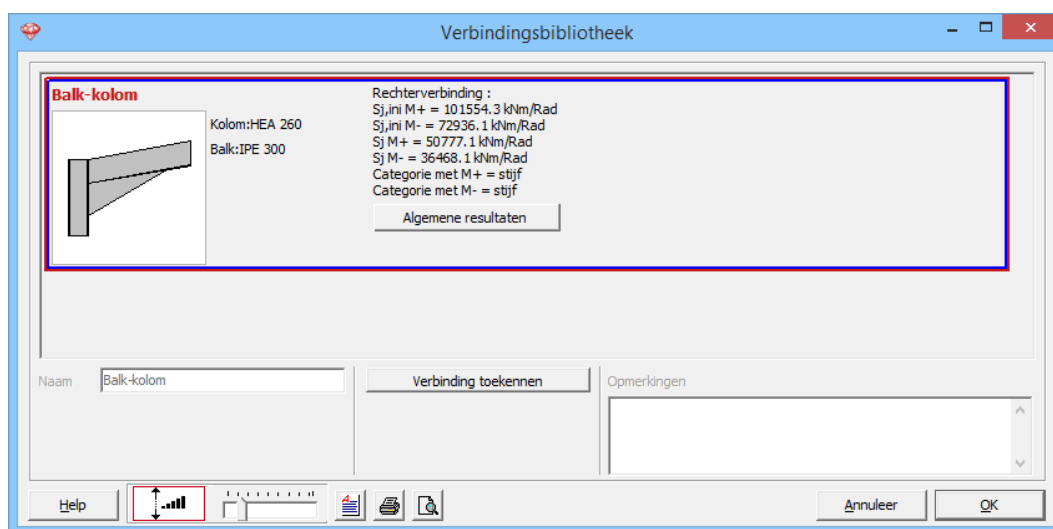
Selecteer de kolom-balk-verbindingen zoals in onderstaande figuur en klik op het icon .



Bij het aanprikken van het icoon , gaat Diamonds in de eerste plaats na of er staven zijn geselecteerd. Er zijn drie mogelijkheden:

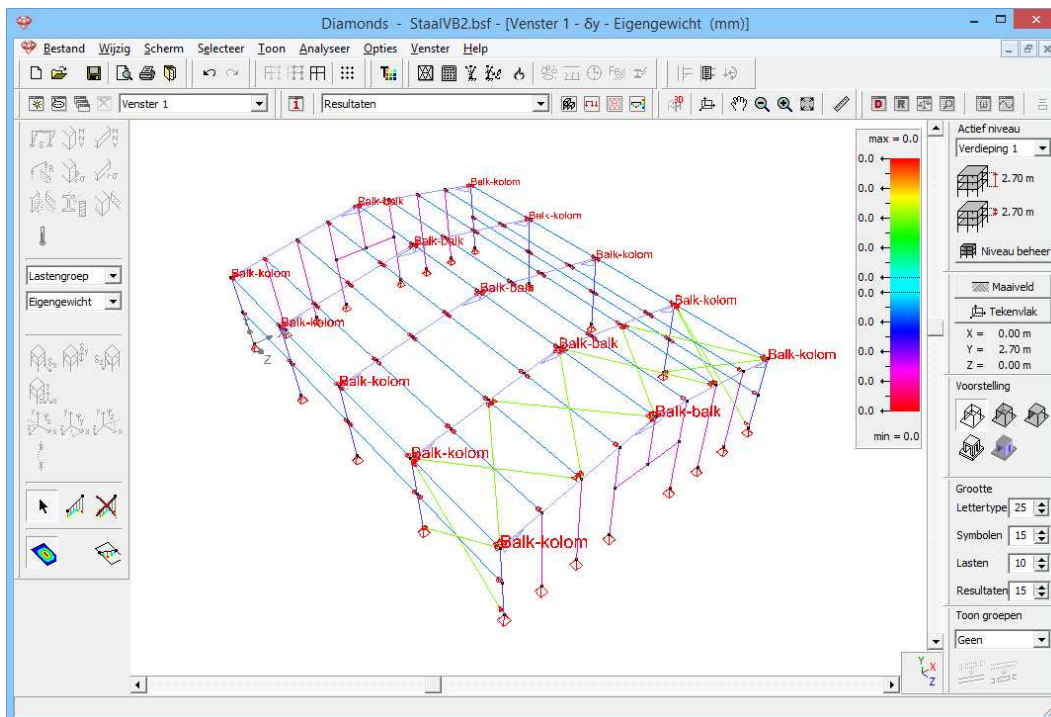
- Ofwel verschijnt een lijst met alle gedefinieerde verbindingen in de bibliotheek;
- Ofwel toont het dialoogvenster de reeds toegekende verbinding;
- Ofwel geeft Diamonds een lijst met verbindingen die mogelijks aan de staven toegekend kunnen worden.

Het betreft hier de laatste mogelijkheid, gezien Diamonds in één van zijn bibliotheken (in dit geval de interne bibliotheek) een verbinding zal terugvinden die aan de geselecteerde staven kan toegekend worden.



In dit geval bevindt er zich nog maar één verbinding in de bibliotheek. In gevorderde stadia zult u natuurlijk beschikken over meerdere verbindingen afkomstig uit de interne en externe bibliotheek.

Om de verbinding effectief toe te kennen aan de geselecteerde staven, klikt u op de knop Verbinding toekennen. De naam van de verbinding verschijnt dan in het model. Het toekennen van dezelfde verbinding aan de andere knopen gebeurt op dezelfde wijze.



4.2.9.6 Verifiëren van knopen binnen Diamonds

Vermits we de stijfheid van alle verbindingen gewijzigd hebben, dringt een nieuwe berekening zich op.

Opmerking: Er werd door PowerConnect tevens een verbindingsklasse (stijf, scharnierend of half-stijf) uitgerekend. U houdt hiermee rekening door in het dialoogvenster van de globale analyse de optie 'Berekenen met de classificatie van de verbindingsstijfheid' aan te duiden. Op die manier houdt Diamonds geen rekening met de gedefinieerde rotatiestijfheden maar wordt de verbinding beschouwd als volledig stijf, half stijf of perfect scharnierend.

In principe moeten we, na de globale analyse , de verbindingen opnieuw doorrekenen in PowerConnect. Diamonds is echter in staat om de verbindingen te verifiëren op de aangrijpende krachten zonder dat u opnieuw naar de detaillering in PowerConnect dient over te stappen. Hierdoor wordt het aantal manipulaties en de benodigde rekentijd sterk gereduceerd.

U voert deze controle uit via de knop . Er verschijnt dan een dialoogvenster met daarin 4 tabbladen. Ieder tabblad komt overeen met een specifiek verbindingstype.

Nazicht van de verbinding

EC3

Momentverbinding

Verbinding	$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} < 1$	$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} < 1$	$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} < 1$	$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} < 1$	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} < 1$	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} < 1$	$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} + \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}}\right)^2 < 1$
Balk-balk 	$\frac{-5.2}{-159.1} = 0.0$	$\frac{0.0}{204.3} = 0.0$	$\frac{0.0}{-515.5} = 0.0$	$\frac{0.8}{1476.9} = 0.0$	$\frac{-0.7}{-513.3} = 0.0$	$\frac{0.0}{513.3} = 0.0$	$\left(\frac{-5.2}{-159.1} + \frac{0.8}{1476.9}\right)^2 + \left(\frac{-0.7}{-513.3}\right)^2 = 0.0$
Balk-kolom 	$\frac{-20.5}{-194.3} = 0.1$	$\frac{24.1}{269.5} = 0.1$	$\frac{0.0}{-770.2} = 0.0$	$\frac{1.0}{1386.0} = 0.0$	$\frac{-11.7}{-531.6} = 0.0$	$\frac{16.2}{531.6} = 0.0$	$\left(\frac{-20.5}{-194.3} + \frac{1.0}{1386.0}\right)^2 + \left(\frac{16.2}{531.6}\right)^2 = 0.0$
Balk-kolom 	$\frac{-20.5}{-194.3} = 0.1$	$\frac{24.1}{269.5} = 0.1$	$\frac{0.0}{-770.2} = 0.0$	$\frac{1.0}{1386.0} = 0.0$	$\frac{-11.7}{-531.6} = 0.0$	$\frac{16.2}{531.6} = 0.0$	$\left(\frac{-20.5}{-194.3} + \frac{1.0}{1386.0}\right)^2 + \left(\frac{16.2}{531.6}\right)^2 = 0.0$
Balk-kolom 	$\frac{-51.4}{-194.3} = 0.3$	$\frac{165.5}{269.5} = 0.6$	$\frac{-23.4}{-770.2} = 0.0$	$\frac{54.5}{1386.0} = 0.0$	$\frac{-19.1}{-531.6} = 0.0$	$\frac{72.8}{531.6} = 0.1$	$\left(\frac{165.5}{269.5} + \frac{54.5}{1386.0}\right)^2 + \left(\frac{72.8}{531.6}\right)^2 = 0.4$
Balk-kolom 	$\frac{-51.8}{-194.3} = 0.3$	$\frac{165.5}{269.5} = 0.6$	$\frac{-19.9}{-770.2} = 0.0$	$\frac{54.5}{1386.0} = 0.0$	$\frac{-17.4}{-531.6} = 0.0$	$\frac{72.8}{531.6} = 0.1$	$\left(\frac{165.5}{269.5} + \frac{54.5}{1386.0}\right)^2 + \left(\frac{72.8}{531.6}\right)^2 = 0.4$

Hulp

OK

Per knoop wordt een nazicht van de verschillende snedekrachten en combinaties ervan verricht. Wanneer een nazicht niet voldoet, wordt dit in het rood aangeduid. Op die manier krijgt u snel een overzicht van de verbindingen die eventueel problemen zouden kunnen leveren.

5 Voorbeelden in hout

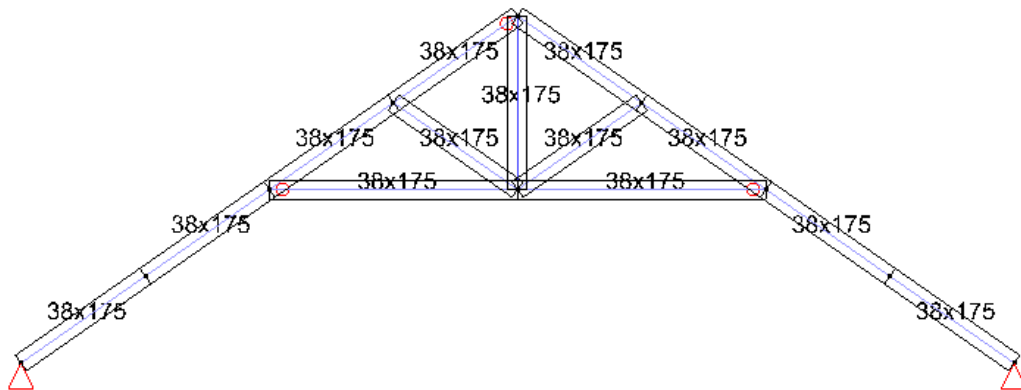
5.1 Voorbeeld 1: 2D

Vereiste licenties:	✓ 2D Bars ✓ Timber Design
----------------------------	------------------------------

5.1.1 Doel van de oefening

In dit behandelen we de berekening van een houten dakspant. We berekenen de inwendige krachten en spanningen in de staven en voeren nadien een normcontrole uit voor de sterkte en de stabiliteit.

De te berekenen portiek ziet er als volgt uit:



Dit spant wordt uitgevoerd in hout C18.

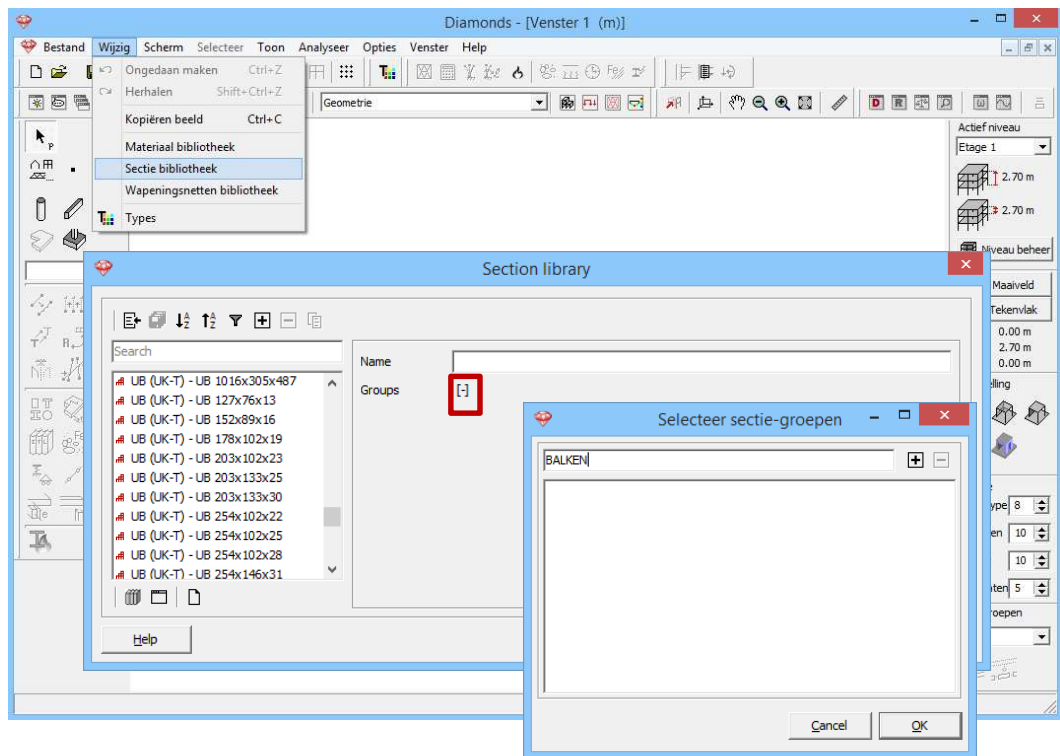
5.1.2 Definiëren van de structuur

Alvorens de geometrie op te bouwen, gaan we sectiebibliotheek uitbreiden met doorsneden die geregeld in hout worden uitgevoerd. Dit zal het definiëren en optimaliseren van het spant vergemakkelijken.

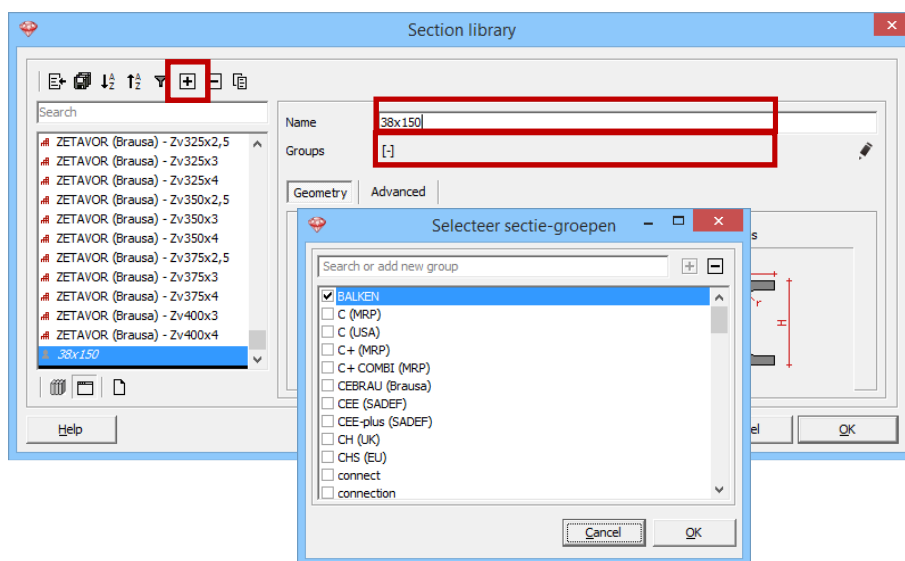
Stap 1: Uitbreiden sectie bibliotheek

Ga naar 'Wijzig – Sectie bibliotheek'.

Klik op [-] naast 'Groepen' om een nieuwe groep te definiëren. Noem deze groep bijvoorbeeld 'BALKEN' en klik daarna op . Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.



Klik nu op  om het **eerste** profiel toe te voegen. Wijzig de naam naar '38x150'. Klik op '[-]' bij 'Groepen' en selecteer de groep 'BALKEN'.



Klik daarna op  om de eigenschappen van het profiel aan te passen.

Doorsnede

Doorsnede

Naam: 38x150

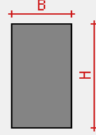
Vorm: 

Afmetingen

B: 38 mm

H: 150 mm

Dimensies | Assen



Sectie eigenschappen

Use material overrides ☐

☒ Automatisch berekenen

Algemeen | Elastisch | Plastisch | Koudgevoormd

sterke as y-y  zwakke as z-z 

Sy	427500	mm ³	Sz	108300	mm ³	alpha	0.0	°
Iy'	10687500	mm ⁴	Iz'	685900	mm ⁴	Iyz	0	mm ⁴
iy'	43.3	mm	iz'	11.0	mm	It	2305872	mm ⁴
Wel,y',t	142500	mm ³	Wel,z',l	36100	mm ³	Iw	0	mm ⁴
Wel,y',b	142500	mm ³	Wel,z',r	36100	mm ³	Twm	62674	mm ³

Materiaal

Materiaal: Hout C18

Help Annuleer OK

Klik op 'OK'.

Sectie bibliotheek

Zoek

- ZETAVOR (Brausa) - Zv300x4
- ZETAVOR (Brausa) - Zv325x2,5
- ZETAVOR (Brausa) - Zv325x3
- ZETAVOR (Brausa) - Zv325x4
- ZETAVOR (Brausa) - Zv350x2,5
- ZETAVOR (Brausa) - Zv350x3
- ZETAVOR (Brausa) - Zv350x4
- ZETAVOR (Brausa) - Zv375x2,5
- ZETAVOR (Brausa) - Zv375x3
- ZETAVOR (Brausa) - Zv375x4
- ZETAVOR (Brausa) - Zv400x3
- ZETAVOR (Brausa) - Zv400x4
- 38x150**

Naam: default 38x150

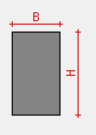
Groepen: BALKEN

Geometrie | Geavanceerd

Rechthoek

B = 38.0 mm

H = 150.0 mm



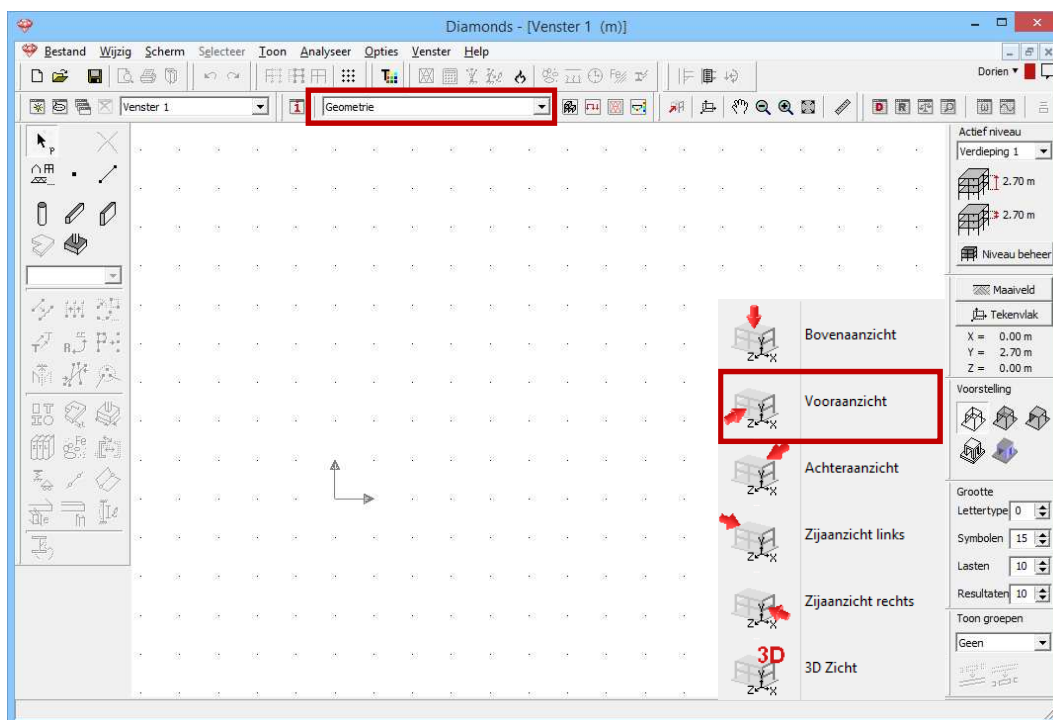
Help Annuleer OK

Voeg op analoge wijze een balk 38x175 toe'. Klik op  om de wijzigen op te slaan. Klik op 'OK' om de profielbibliotheek te sluiten.

Stap 2: Naar configuratie 'Geometrie'

Het definiëren van de structuur gebeurt in de configuratie 'Geometrie'. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Geometrie'.

Neem ook een vooraanzicht .



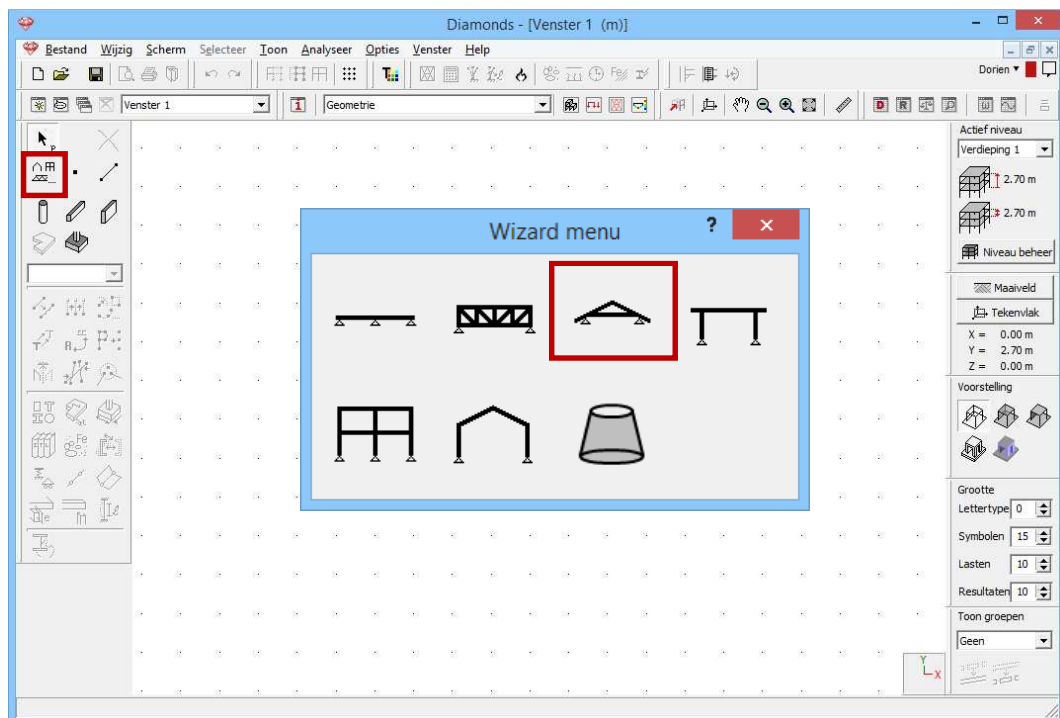
U kan in dit venster een structuur volledig met de muis tekenen (zie §2.3) of u kan gebruik maken van de structuurgenerator.

Stap 3: Structuur generator

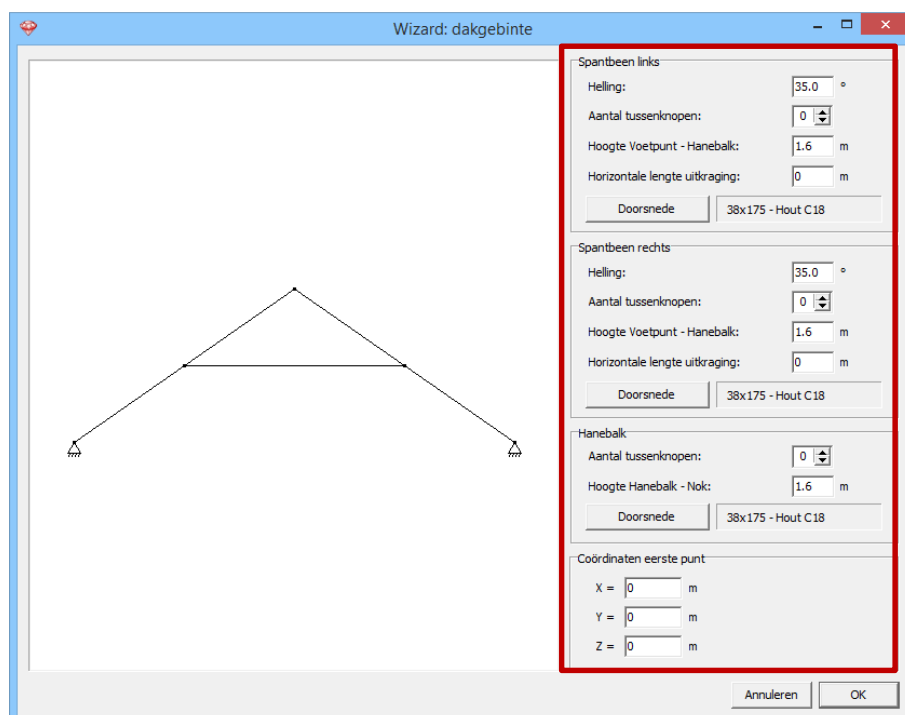
U kan in de vorm van de structuur op verschillende manieren ingeven:

- Onmiddellijk op het scherm tekenen met de muis via .
- Door het ingeven van de puntcoördinaten d.m.v. het toetsenbord.
- U kan de structuur generator  gebruiken.
- Of u kan een dxf-importeren.

Klik op het icoon  in het palet. Er verschijnt een dialoogvenster waarin u kan kiezen welk type structuurvorm u wenst te genereren. Kies voor een portiek zoals aangegeven op volgende figuur.

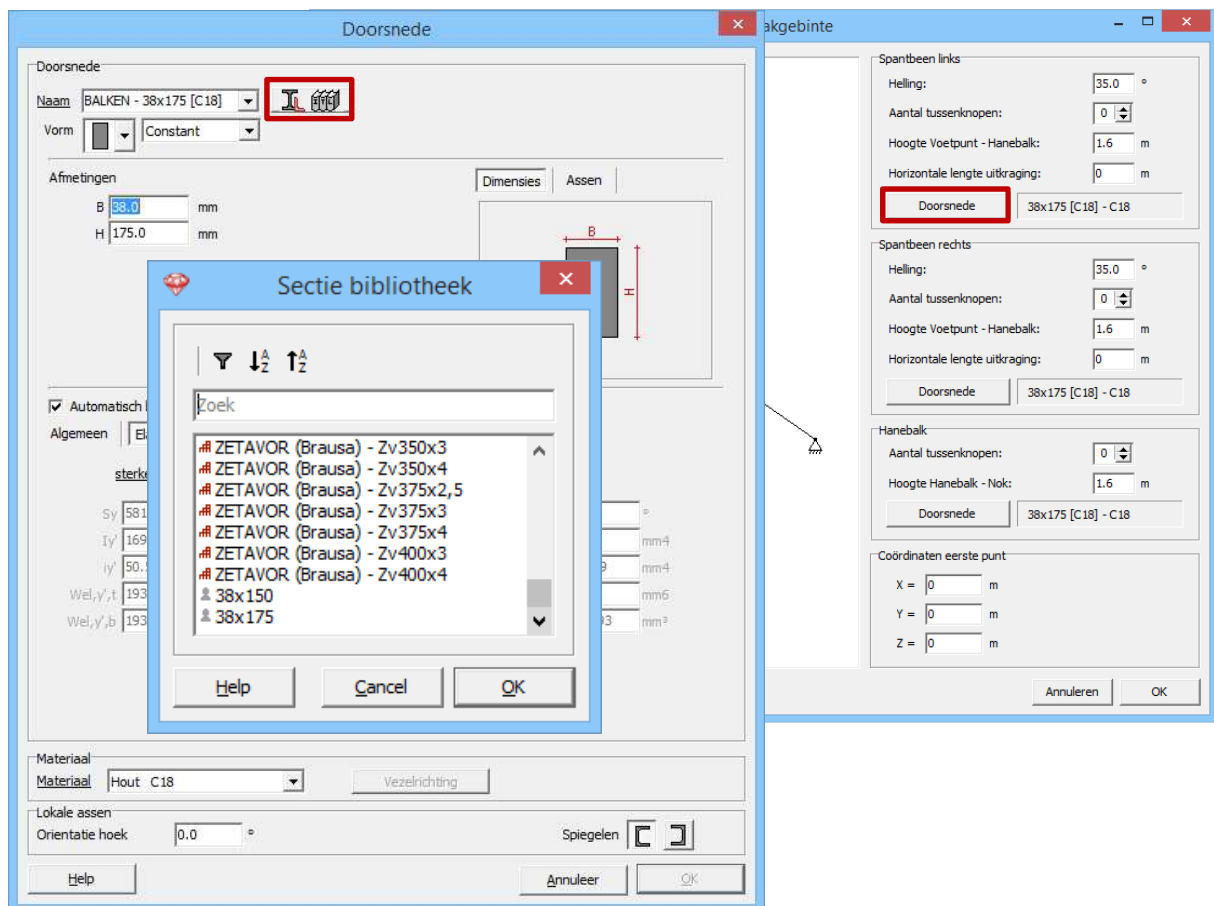


Nadat u op de knop 'OK' geklikt hebt, vraagt Diamonds u de geometrische gegevens van de portiek. Neem de gegevens over zoals ze in onderstaande figuur staan gegeven.



Om de sectie voor de spantbenen/hanenbalk te wijzigen:

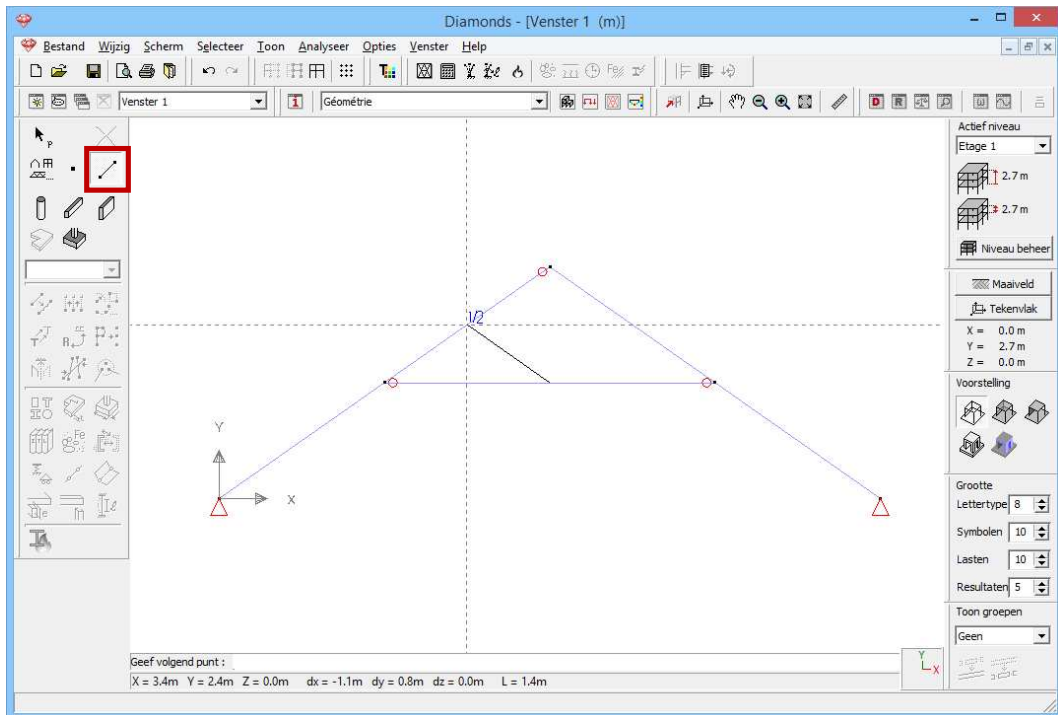
- Klik op **Doorsnede**.
- Klik op  en selecteer de gewenste sectie uit de lijst. Zowel de balken als de hanenbalk hebben een sectie van 38x175.



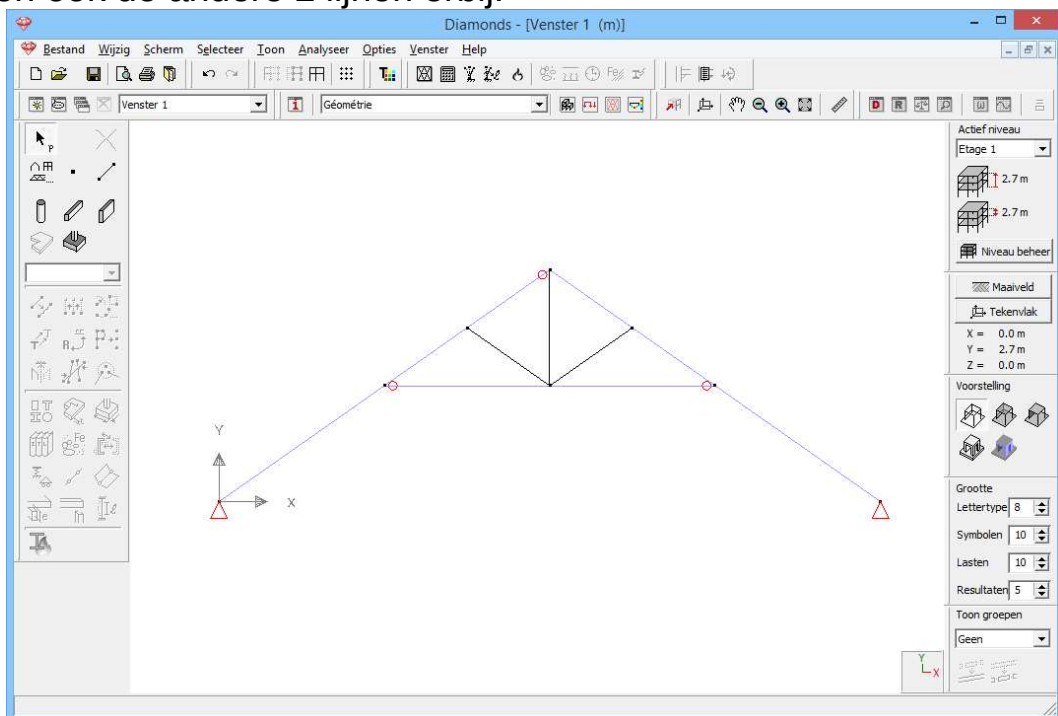
Klik vervolgens 'OK' om de selectie te bevestigen. Klik op 'OK' om de sectie aan de (hanen)balk toe te kennen.
Klik dan op 'OK' om de selectie te bevestigen. Klik dan op 'OK' om de structuur te tekenen.

Stap 4: Structuur vervolledigen

Vervolledig de structuur door met . De intelligente cursor helpt u het midden te vinden.

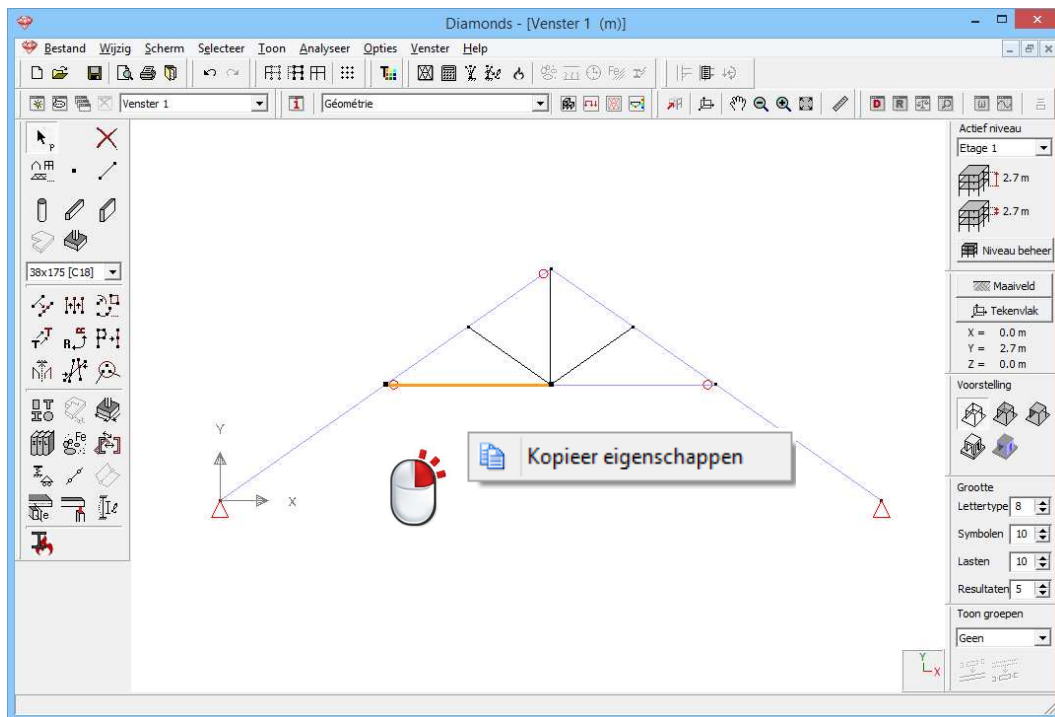


Teken ook de andere 2 lijnen erbij.

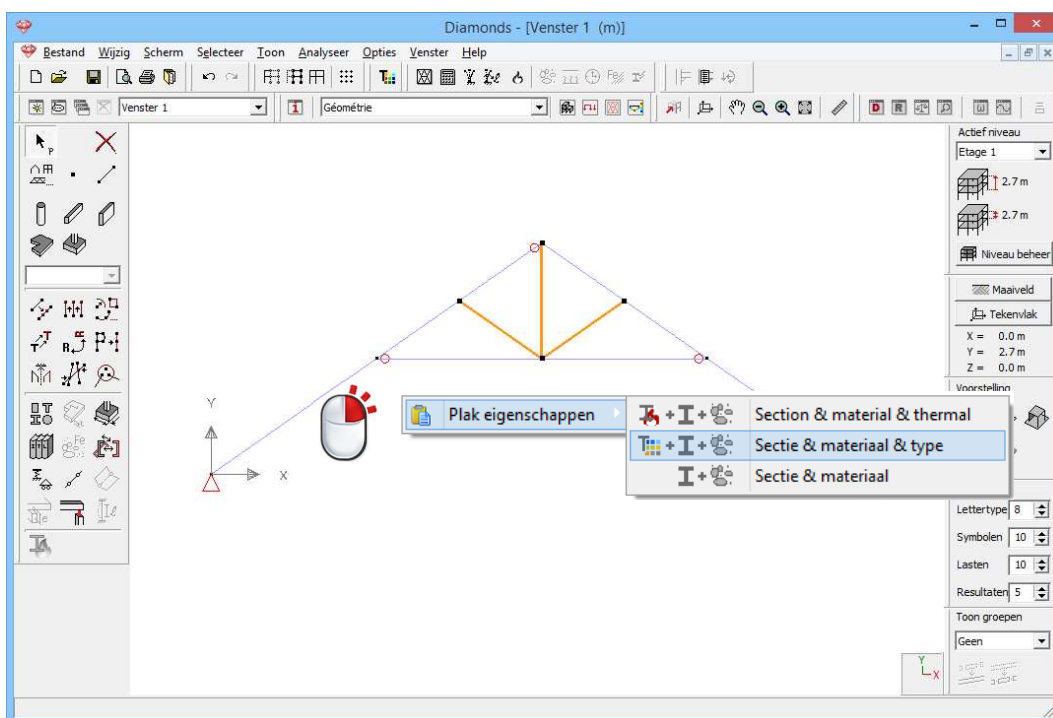


Stap 5: Materiaal en sectie kopiëren

De sectie en het materiaal voor de zonet getekende lijnen zijn dezelfde als de hanenbalk. We kunnen sectie en materiaal gemakkelijk kopiëren door met de rechter muisknop de een hanenbalk te klikken.



Selecteer vervolgens de 3 staven zonder sectie, klik één maal op de rechtermuis knop en plak de sectie en het materiaal.



5.1.3 Definiëren van de lasten

Stap 6: Naar configuratie 'Lasten'

We verlaten nu de configuratie 'Geometrie' en activeren de configuratie 'Lasten' om de lasten in te voeren. Klik bovenaan in de iconenbalk op het

icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Lasten'.



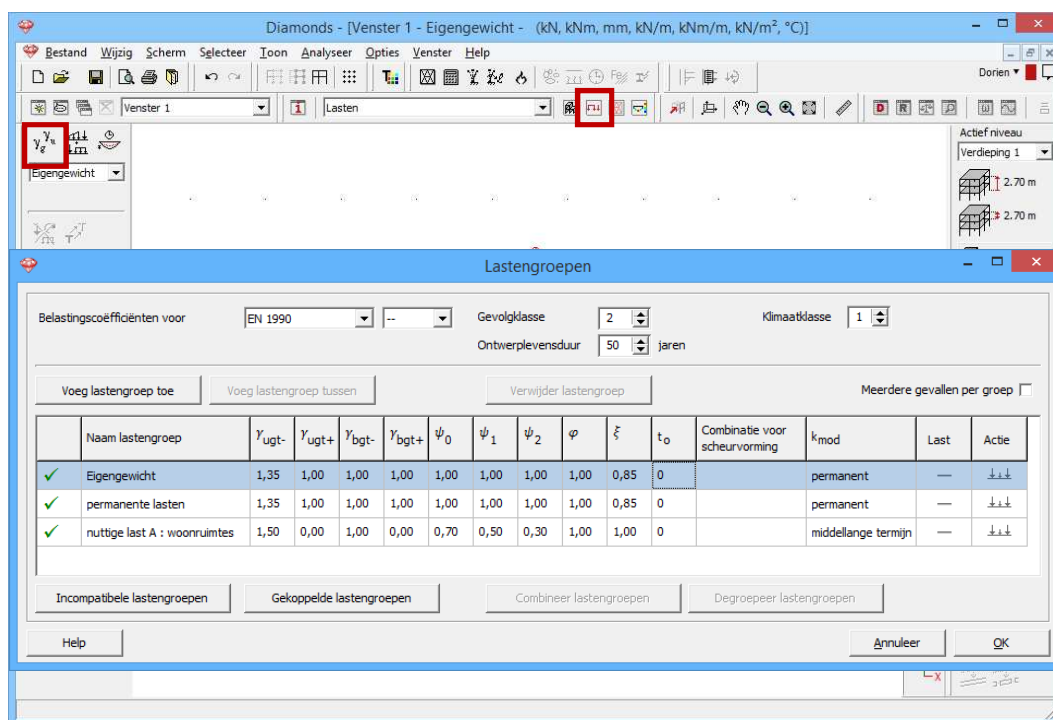
Over configuratie 'Lasten'

Bij het configuratievenster 'Lasten' behoort een afzonderlijk palet met daarin alle functies voor het definiëren van de verschillende belastingen en het genereren van de belastingscombinaties. Merk op dat het gezichtspunt bij het switchen tussen beide configuratievensters onveranderd blijft.

5.1.3.1 Aanmaken van de lastengroepen

Stap 7: Aanmaken lastengroepen

Voordat u enige last aanbrengt, is het belangrijk de verschillende belastingsgevallen te definiëren die u nodig heeft. Klik op de knop  van het palet van het venster 'Lasten'. U krijgt volgend scherm te zien:



Over het venster 'Lastengroepen'

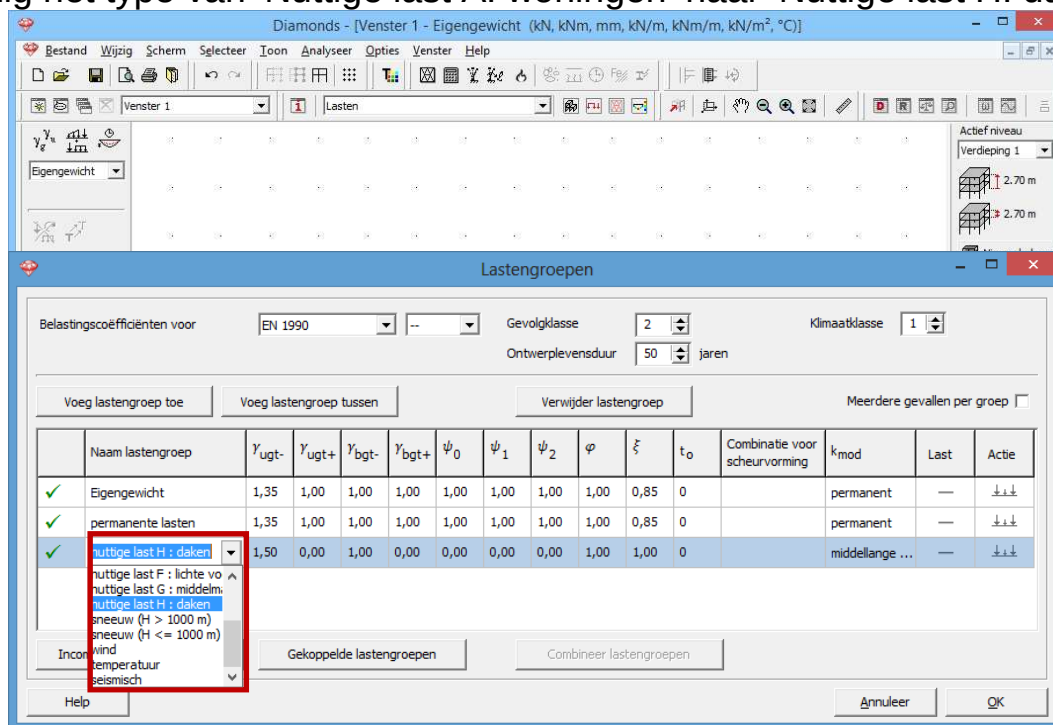
- In de keuzemenu bovenaan kiest u aan **welke norm** de veiligheidscoëfficiënten en combinatiefactoren dienen te beantwoorden. Momenteel staat deze ingesteld op 'Eurocode 0', zonder nationale bijlage.
- De veiligheidscoëfficiënten zijn in sommige nationale bijlagen ook afhankelijk van de **gevolgklasse** en de **ontwerplevensduur**. Beiden zijn

gekoppeld aan het economisch en/of maatschappelijk belang van het bouwwerk. Een hogere/langere gevolgklasse/ontwerplevensduur zal leiden tot hogere veiligheidsfactoren.

- Rechts bovenaan kan u de **klimaatklasse** opgeven. Deze klimaatklasse is representatief voor een bepaald vochtgehalte van de lucht/het hout. Diamonds gebruikt de klimaatklasse om de modificatiefactor k_{mod} te bepalen. De modificatiefactor k_{mod} brengt de invloed van de belastingsduur en het vochtgehalte op de sterkte eigenschappen in rekening. Naast de klimaat klasse, is de modificatiefactor k_{mod} ook afhankelijk van de houtsoort en de belastingsduurklasse. De belastingsduurklasse moet u voor ieder belastingsgeval opgeven in de laatste kolom.
- In de tabel eronder staan standaard de **belastingsgevallen** 'Eigengewicht', 'Permanente lasten' en 'Nuttige last A' voorgedefinieerd. Op het eigengewicht na, kunt u deze vrij hernoemen of verwijderen. De invulvakjes rechts van de naam van elk belastingsgeval bevatten de veiligheidscoëfficiënten en combinatiefactoren nodig voor de automatische generatie van de belastingscombinaties
- We gaan niet in op de andere parameters in dit venster.

Stap 8: Wijzigen van het type 'nuttige last'

Wijzig het type van 'Nuttige last A: woningen' naar 'Nuttige last H: daken'.

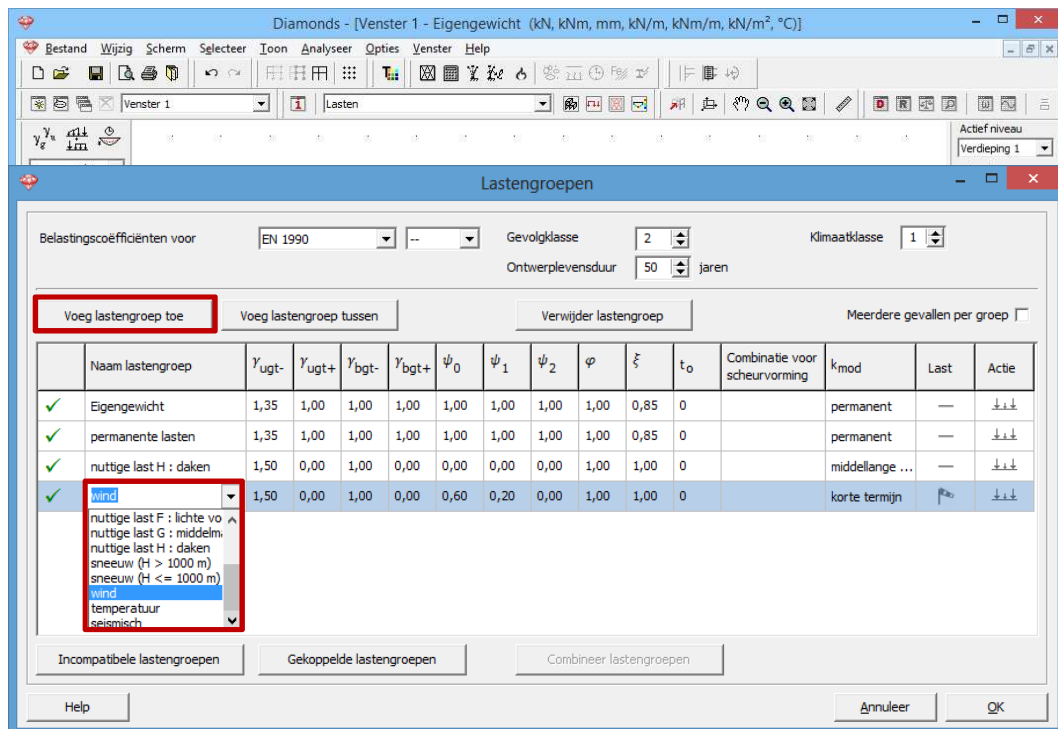


Stap 9: Aanmaken lastengroep 'wind'

We voegen nu nog een belastingsgeval 'wind' toe.

- Klik op **Voeg lastengroep toe**.

- Selecteer in de lijst het voorgedefinieerd type 'wind'. Merk op dat Diamonds zelf de veiligheidscoëfficiënten en combinatiefactoren invult.



We beschouwen in 16 soorten wind:

- Wind links opwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind links opwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind links neerwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind links neerwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind links opwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind links opwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind links neerwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind links neerwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind rechts opwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind rechts opwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind rechts neerwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind rechts neerwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- Wind rechts opwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind rechts opwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind rechts neerwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Wind rechts neerwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)

Deze 16 soorten wind, brengen we onder in deellastengroepen. U kan deellastengroepen definiëren door ☐ 'Meerdere gevallen per groep' aan te vinken.

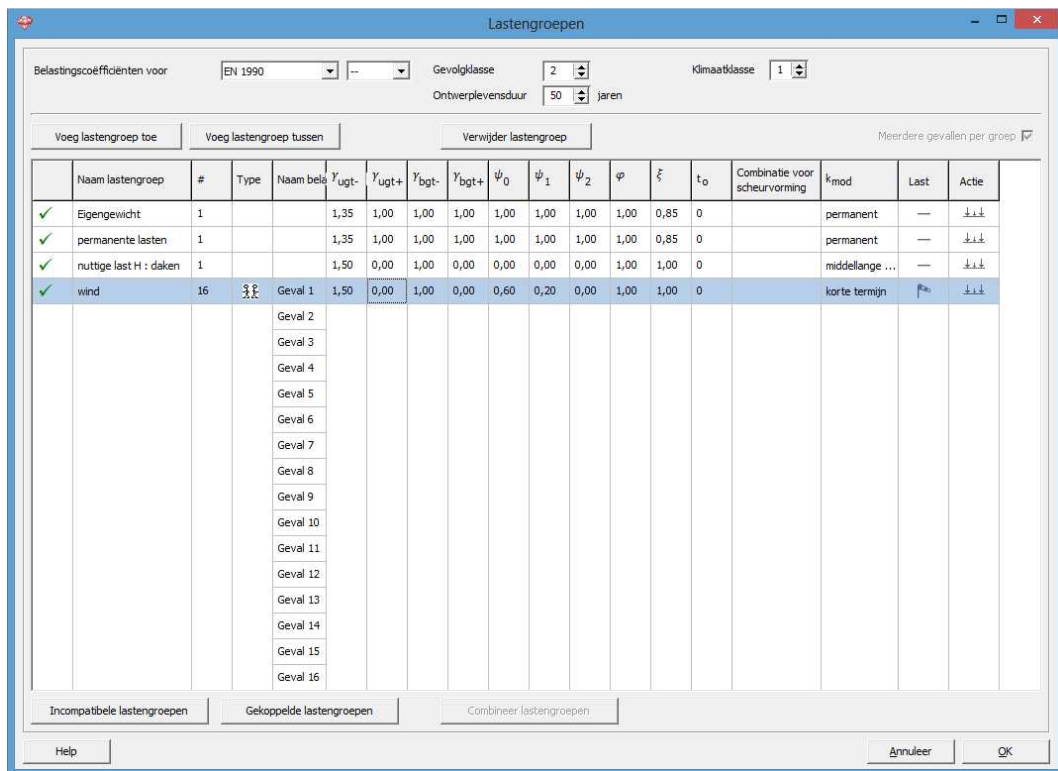
Naast elke lastengroep kan u nu aangeven hoeveel deellastengroepen u wenst en een figuur met 'mannetjes' verschijnt. Klik op de figuur tot de mannetjes de handen uit elkaar hebben.

Over Deellastengroepen

De 'mannetjes' kunnen elkaar een hand geven of niet. Klik op de mannetjes om te switchen tussen beide.

- Als de mannetjes elkaar geen hand  geven, wil dit zeggen dat de deellastengroepen **incompatibel** zijn (m.a.w. de deellastengroepen kunnen nooit samen op de structuur staan). Dit is bijvoorbeeld het geval bij wind en sneeuw.
- Geven de mannetjes elkaar een hand , dan zullen de deellastengroepen allemaal samen op de structuur aangrijpen. Dit is nuttig wanneer bijvoorbeeld de permanente last op een vloer wordt uitgesplitst.

Vervolledig de tabel zoals hieronder:



The screenshot shows the 'Lastengroepen' window with the following settings: Belastingcoëfficiënten voor EN 1990, Gevolgklasse 2, Ontwerplevensduur 50 jaren, and Klimaatklasse 1. The table below represents the data shown in the window.

	Naam lastengroep	#	Type	Naam bel.	γ_{ugt-}	γ_{ugt+}	γ_{bgt-}	γ_{bgt+}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	φ	ξ	t_0	Combinatie voor scheurvorming	k_{mod}	Last	Actie
✓	Eigengewicht	1			1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0		permanent	—	↓ ↓ ↓
✓	permanente lasten	1			1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0		permanent	—	↓ ↓ ↓
✓	nuttige last H : daken	1			1,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0		middellange ...	—	↓ ↓ ↓
✓	wind	16		Geval 1	1,50	0,00	1,00	0,00	0,60	0,20	0,00	1,00	1,00	0		korte termijn		↓ ↓ ↓
				Geval 2														
				Geval 3														
				Geval 4														
				Geval 5														
				Geval 6														
				Geval 7														
				Geval 8														
				Geval 9														
				Geval 10														
				Geval 11														
				Geval 12														
				Geval 13														
				Geval 14														
				Geval 15														
				Geval 16														

Opmerking: omdat we het spant 2D bekijken, hebben we de wind uit het vlak niet laten genereren, maar dit kan u ook met de windgenerator.

Stap 10: Aanmaken lastengroepen 'sneeuw'

Ten slotte voegen we ook nog een lastengroep 'sneeuw' toe:

- Klik op **Voeg lastengroep toe**.
- Maak dit belastingsgeval van het type 'sneeuw ($H \leq 1000m$)'.
- Definieer 3 deellastengroepen

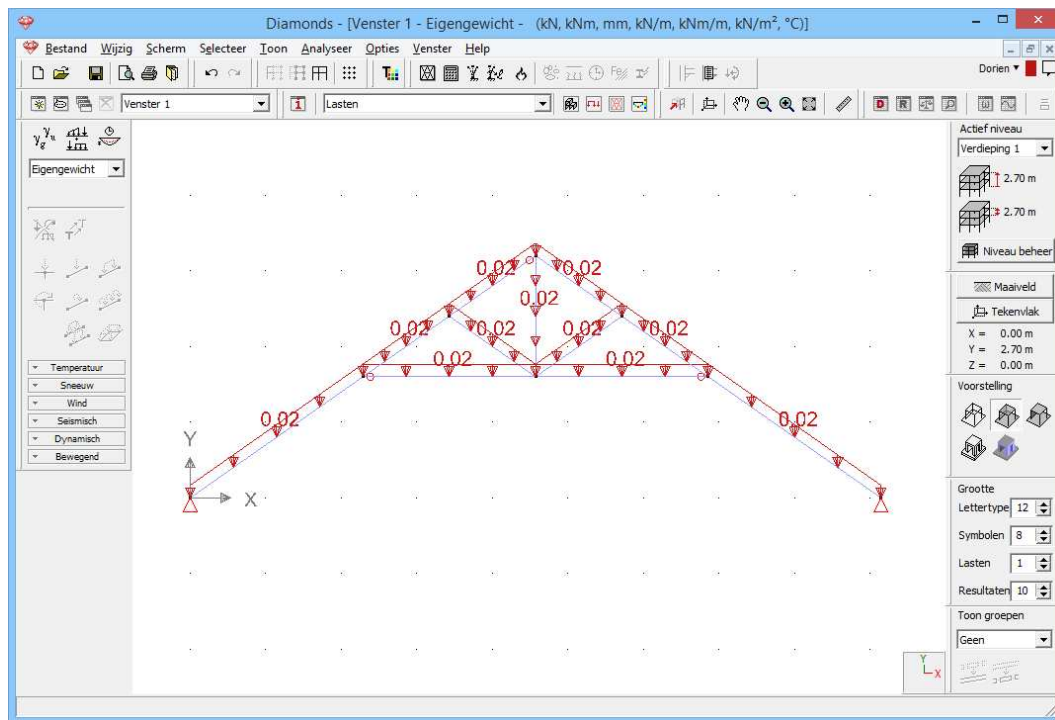
- o Geval 1
- o Geval 2
- o Geval 3

Klik vervolgens op de knop 'OK'.

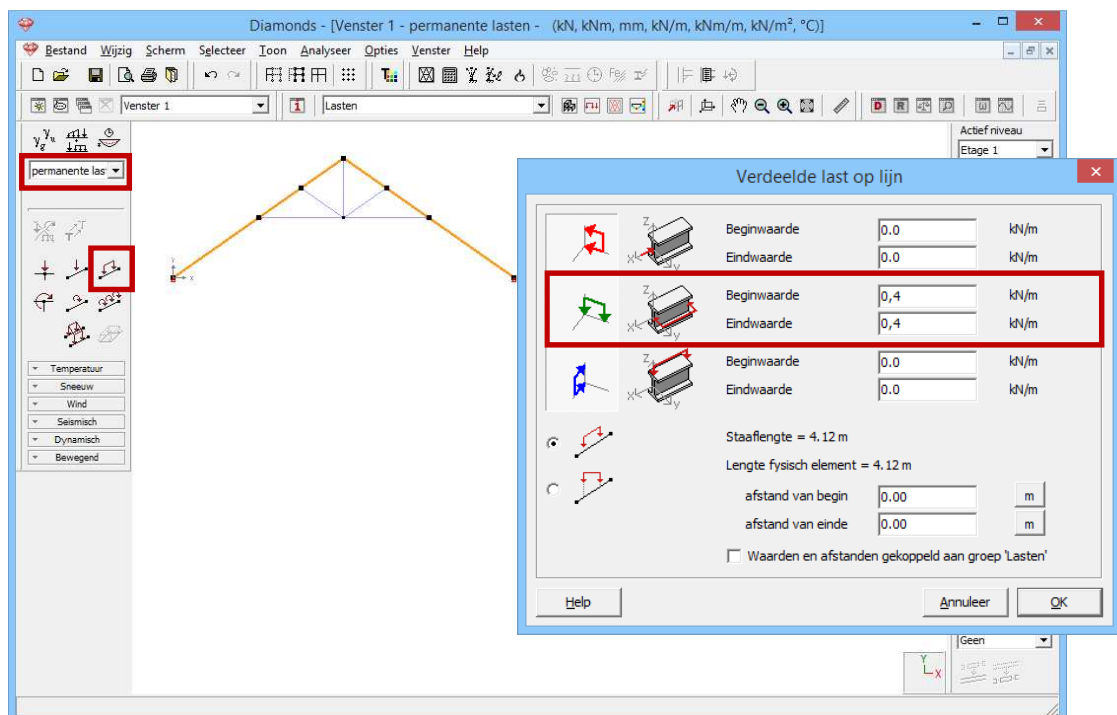
5.1.3.2 Invullen van de lastengroepen

Stap 11: Invullen lastengroepen 'eigengewicht', 'permanent' en 'nuttig'

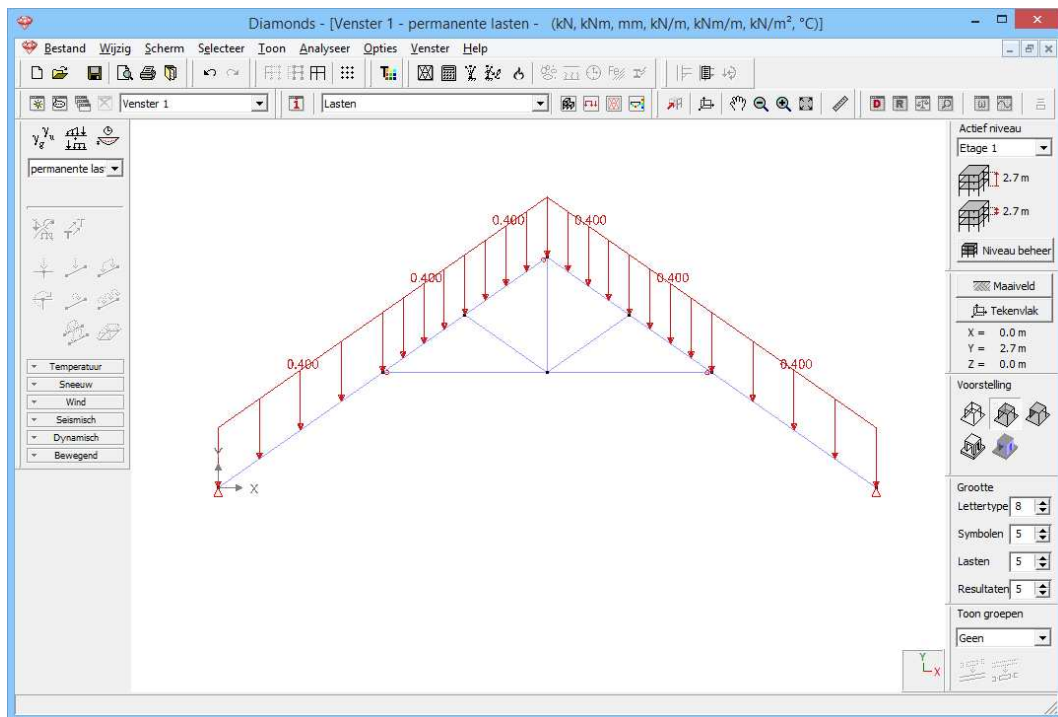
- Het **eigengewicht** wordt automatisch berekend.



- Op de beide spantbenen brengen we een **permante last** aan. Verzek er u eerst van in de pull down-menu van het palet dat u zich in het belastingsgeval 'Permanente last' bevindt. Selecteer de spantbenen zoals op onderstaande figuur. Klik vervolgens op de knop  voor het aanbrengen van verdeelde lasten volgens het globale assenstelsel en vervolledig als volgt:



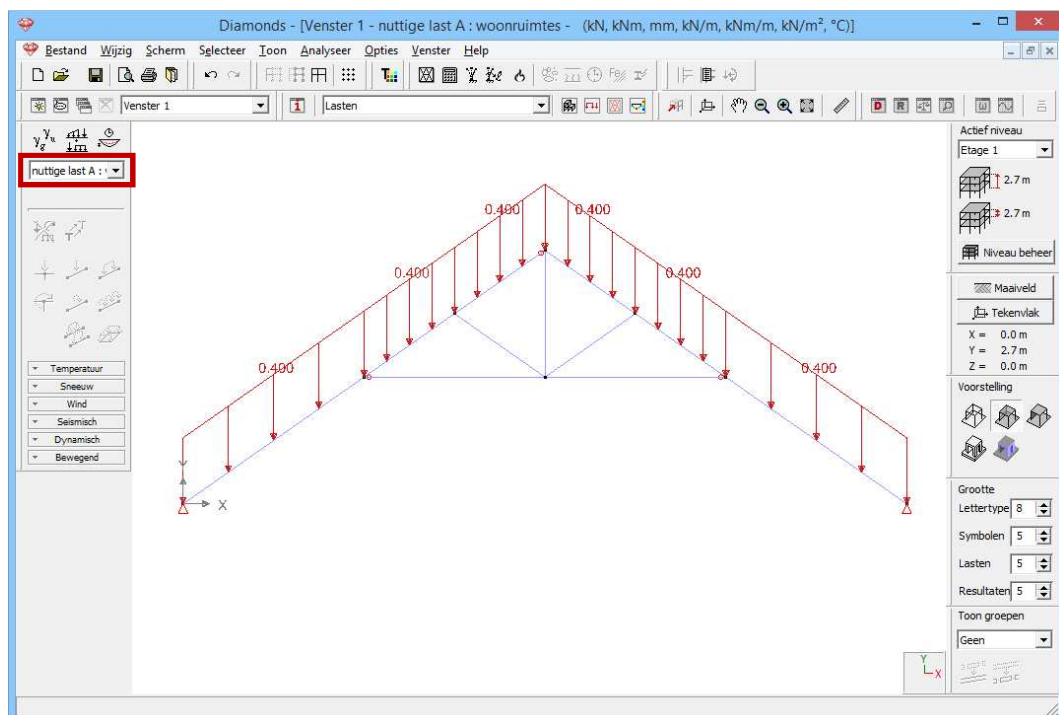
Nadat u bevestigd heeft met 'OK', bekomt u volgend resultaat:



Controleer d.m.v. bovenstaande figuur of u de lasten goed hebt ingegeven. Indien u een fout gemaakt hebt, kan u:

- o De desbetreffende staaf dubbelklikken en in het venster dat verschijnt de waarden aanpassen.
- o OF u selecteert de elementen met een fout en u verwijdert de lasten met . U moet de belasting nadien opnieuw definiëren.

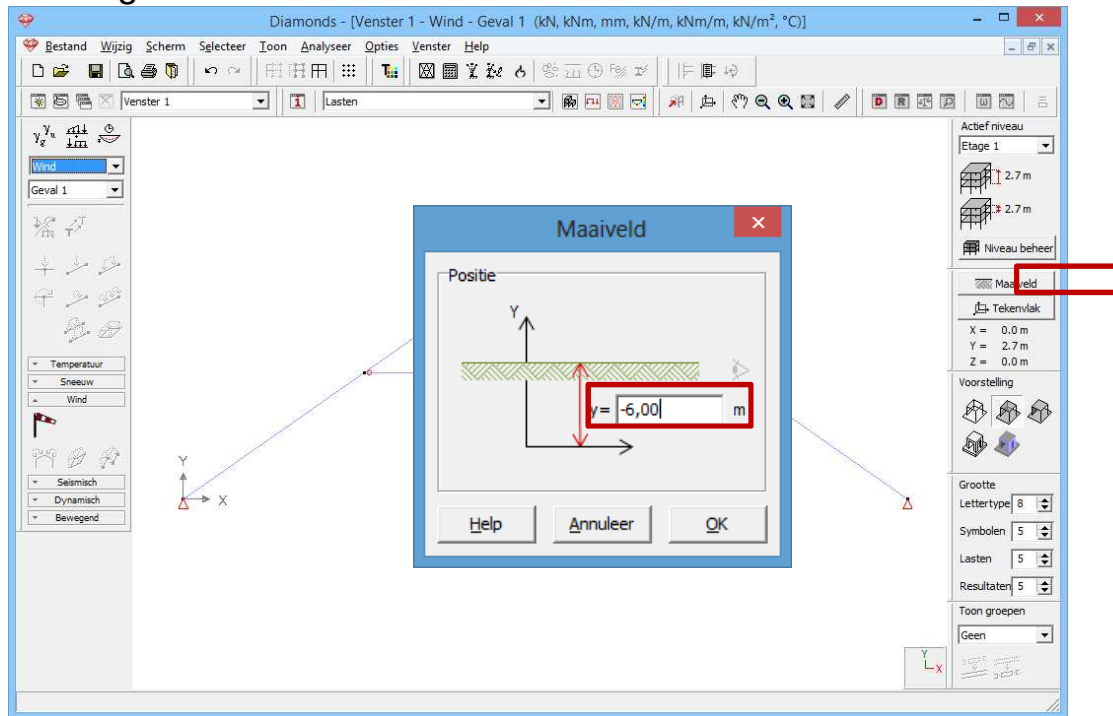
- Ga op analoge wijze tewerk voor het aanbrengen van 0,40kN/m op de spantbenen in de lastengroep '**Nuttige belasting H: Daken**'.



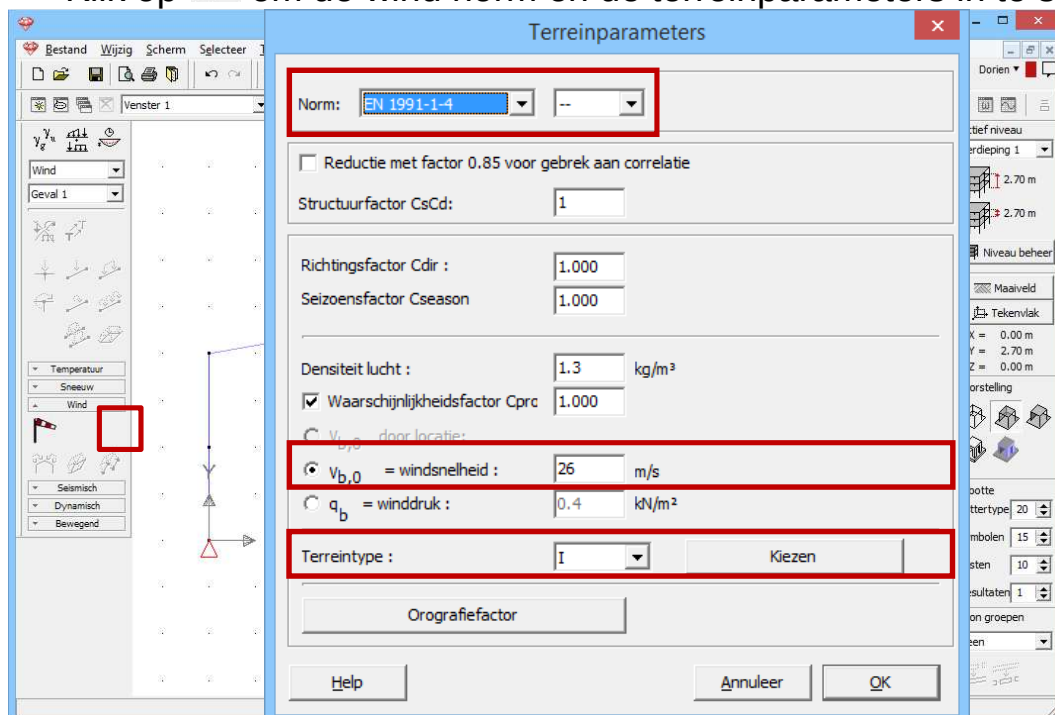
Stap 12: Invullen lastengroepen 'wind'

Om **wind** te genereren:

- Klik op de knop  en stel het maaiveld in op -6,0m. We veronderstellen dat dit dak geplaatst wordt een op een gebouw van 6m hoog.



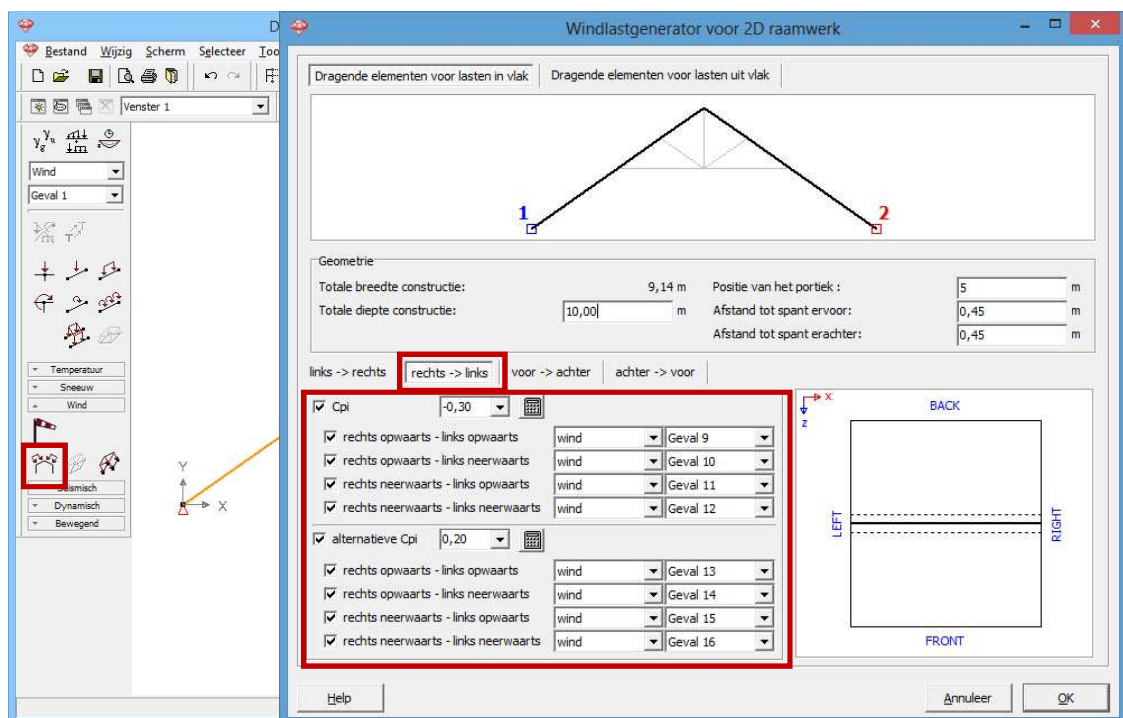
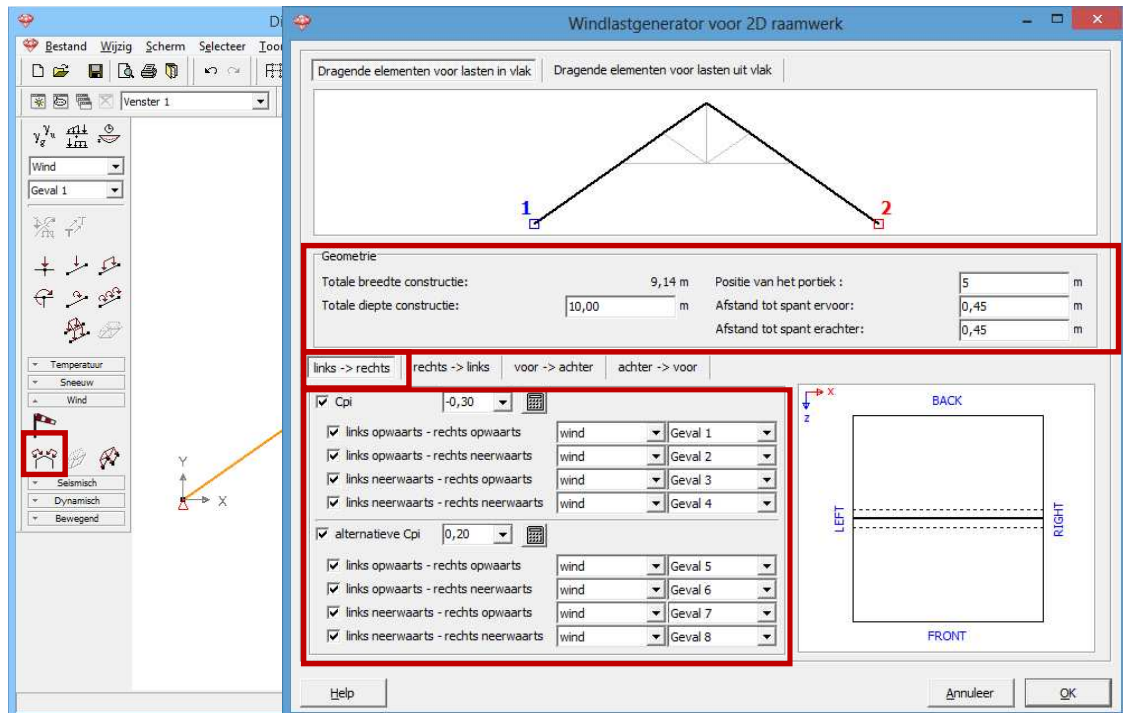
- Selecteert u de lastengroep 'wind' en de eerste deellastengroep 'wind l o -> r o (-0.3)' uit het pull down-menu.
- Klik op  om de wind norm en de terreinparameters in te stellen.



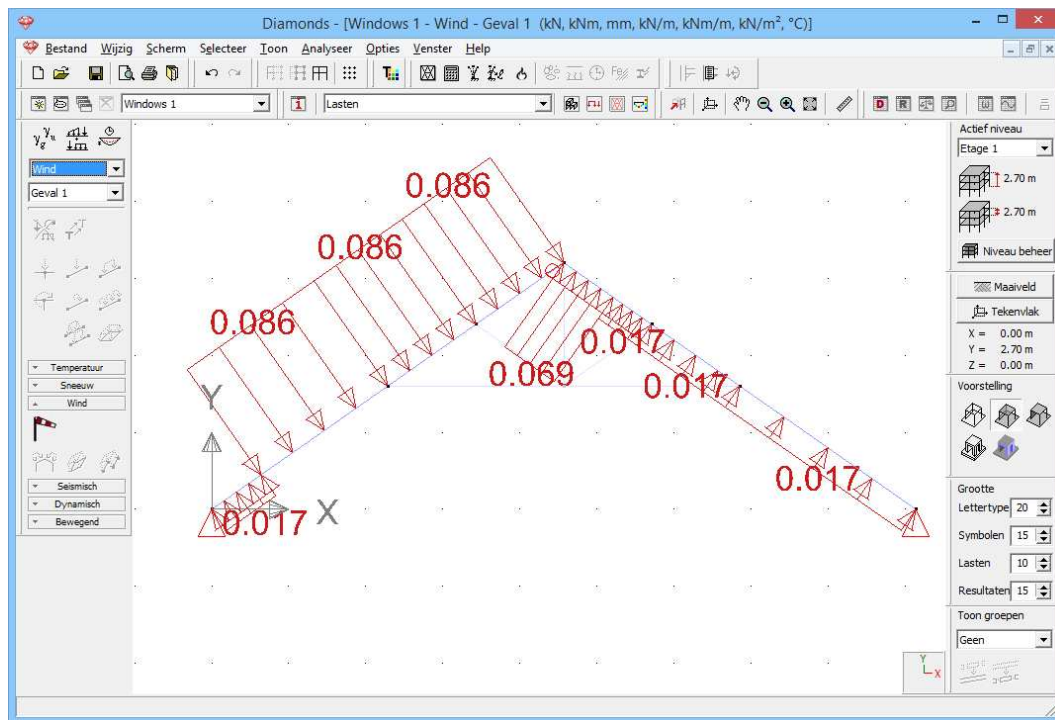
- o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
 - o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
 - o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
 - o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
 - o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
 - o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
 - o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
 - o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
 - o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.

- o Kies voor een basis windsnelheid van 26m/s en een terreintype I.
- o Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.

- Selecteer nu het hele spant en klik op  om de windgenerator op raamwerken te starten.



- o Vervolledig het venster zoals hierboven. Klik dan op 'OK' om de wind te genereren'.



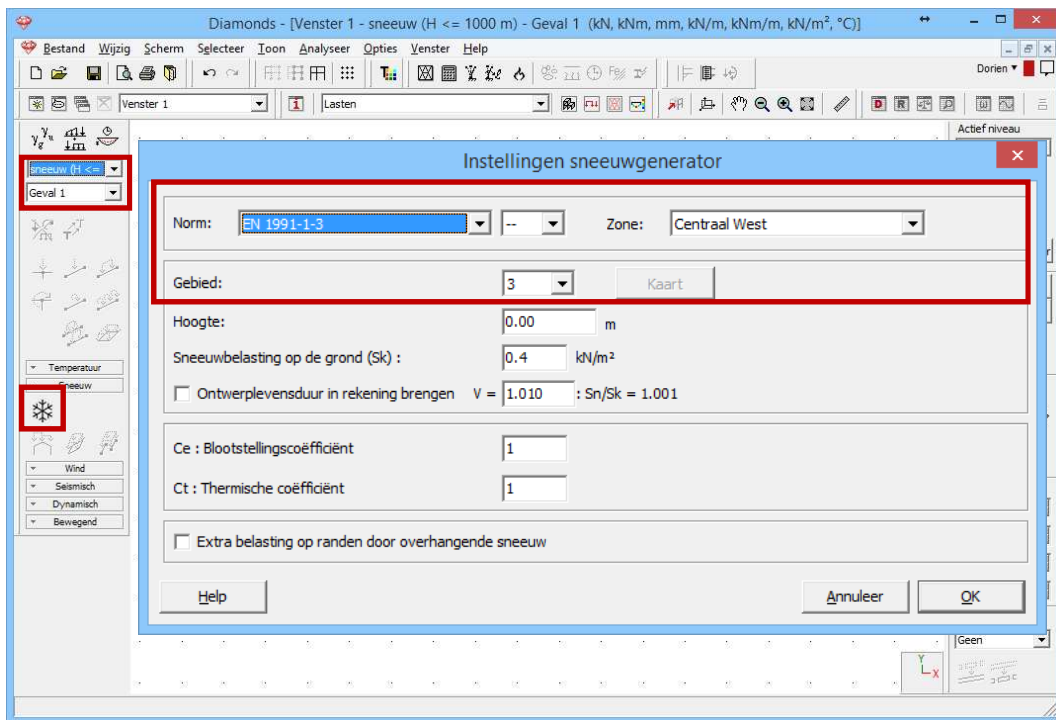
Over de windgenerator

- In het **bovenste gedeelte** krijgt u een kopie van de geselecteerde staven te zien. De staven in het vet representeren de omtrek van het raamwerk, waarop de wind wordt verondersteld aan te grijpen.
- In de **kader 'Geometrie'** noteert u de totale diepte van de constructie alsook de positie van het geselecteerde raamwerk ten opzichte van de kopgevel (FRONT) en de afstand tot het vorige en volgende raamwerk. De figuur aan de rechterzijde toont u in grondplan de positie van dit raamwerk ten opzichte van de voor- en achterzijde van het gebouw. Ook het vorige en volgende raamwerk worden, weliswaar in stippellijn, weergegeven. Het assenstelsel linksboven legt de oriëntatie van het gebouw eenduidig vast.
- In de **tabbladen** 'links -> rechts', 'rechts -> links', 'voor -> achter' en 'achter -> voor' duidt u aan welke windbelastingen moeten worden gegenereerd, met welke inwendige drukcoëfficiënt c_{pi} moet worden gerekend en in welke lastengroep deze belastingen moeten worden ondergebracht.

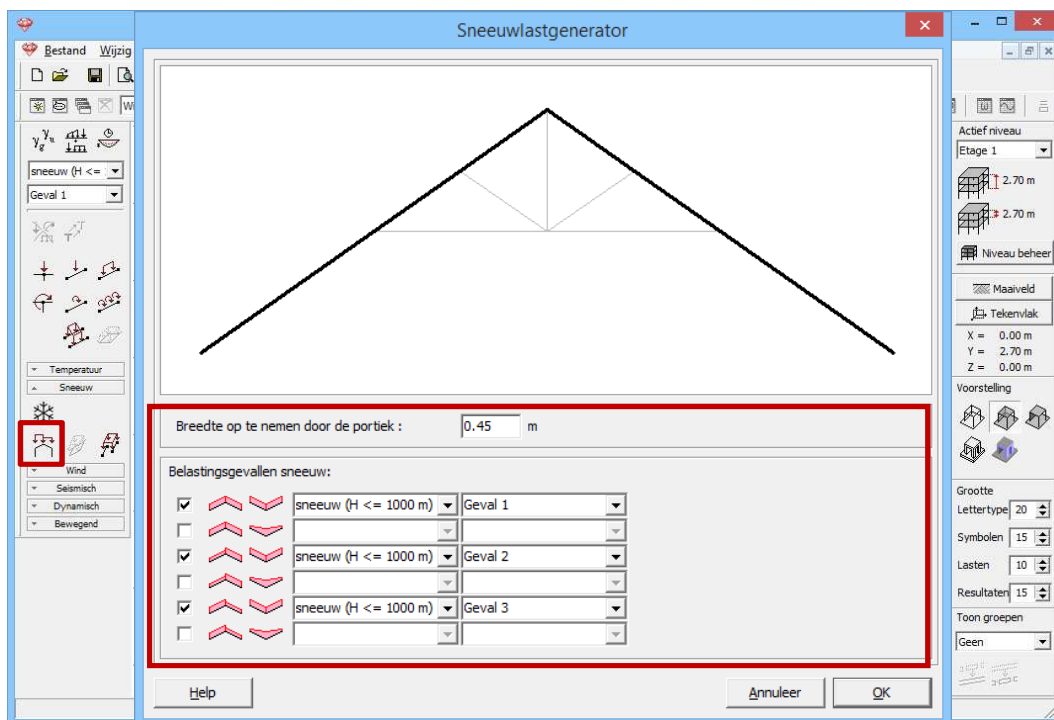
Stap 13: Invullen lastengroepen 'sneeuw'

Om **sneeuw** te genereren:

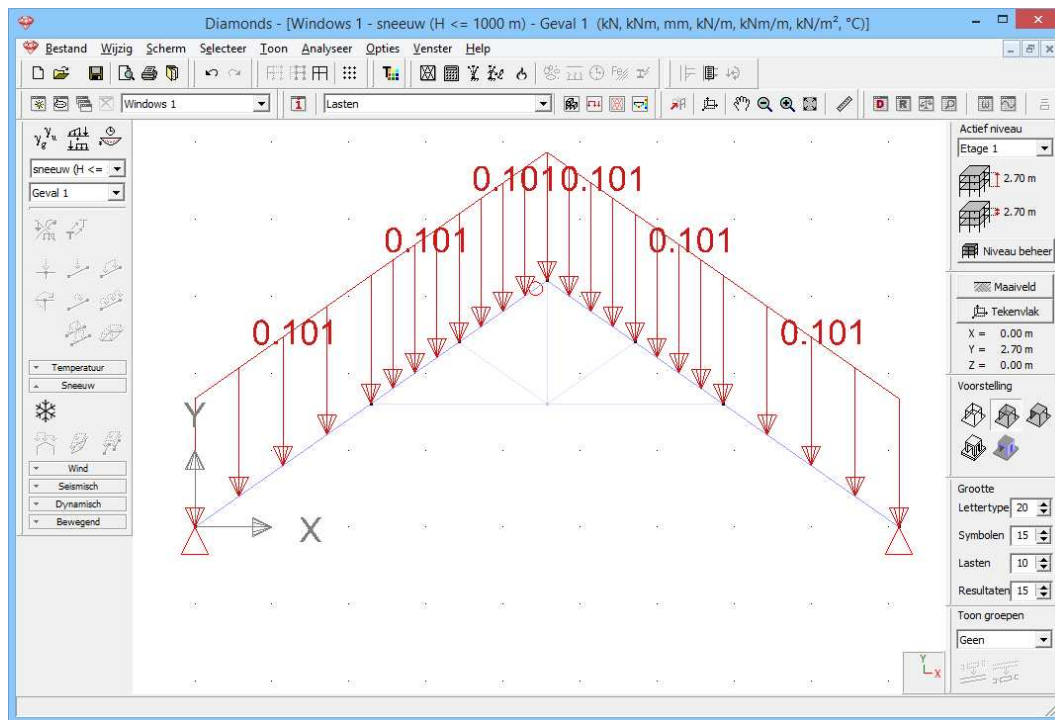
- Selecteer de lastengroep 'sneeuw' en de eerste deellastengroep 'Geval 1' uit het pull down-menu.
- Klik op  om de sneeuwnorm en de terreinparameters in te stellen.



- o Selecteer de norm EN 1991-1-3 [--].
- o Kies '-- Centraal West gebied 3' als zone.
- o Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.
- Selecteer nu het hele spant en klik op  om de sneeuwgenerator op raamwerken te starten.



- o Vervolledig het venster zoals hierboven. Klik op 'OK' om de sneeuw te genereren.



Over de Sneeuwgenerator

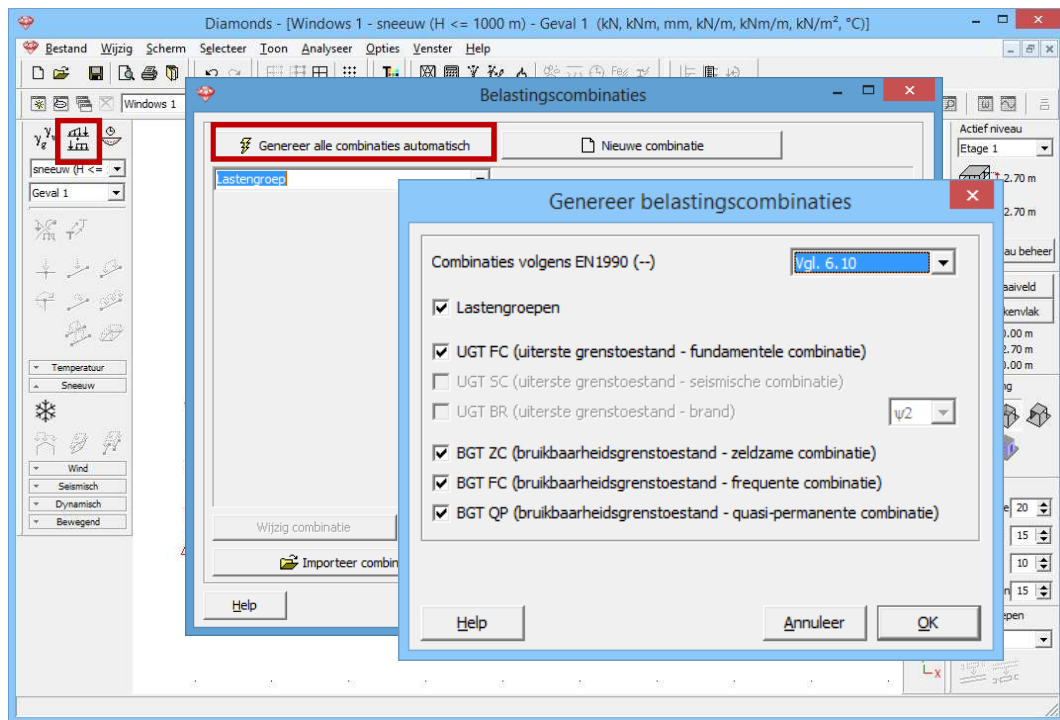
- In het **bovenste gedeelte** krijgt u een kopie van de geselecteerde staven te zien. De staven in het vet representeren de omtrek van het raamwerk. Op basis van deze contour wordt de sneeuwbelasting op alle horizontale en eventuele schuine staven berekend.
- In het **midden** van dit venster geeft u aan hoeveel breedte het spant opneemt.
- **Onderaan** duidt u aan welke sneeuwbelastingen moeten worden gegenereerd en in welke lastengroep deze belastingen moeten worden ondergebracht.

5.1.3.3 Combinaties maken

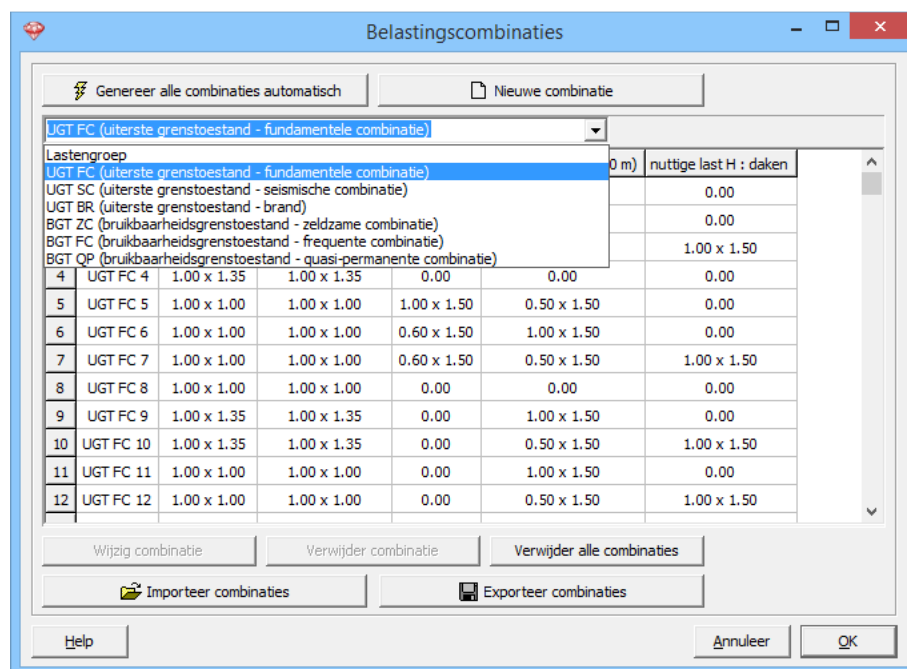
Stap 14: Combinaties maken

Klik op de knop  in het palet behorend bij de configuratie 'Lasten' . Er verschijnt een dialoogvenster met hierin een nog lege lijst van de combinaties.

Klik op de knop  **Genereer alle combinaties automatisch**, duid in het pull down-menu aan dat u de klassieke, weliswaar conservatieve vgl. 6.10 wenst toe te passen en kruis alle grenstoestanden aan.

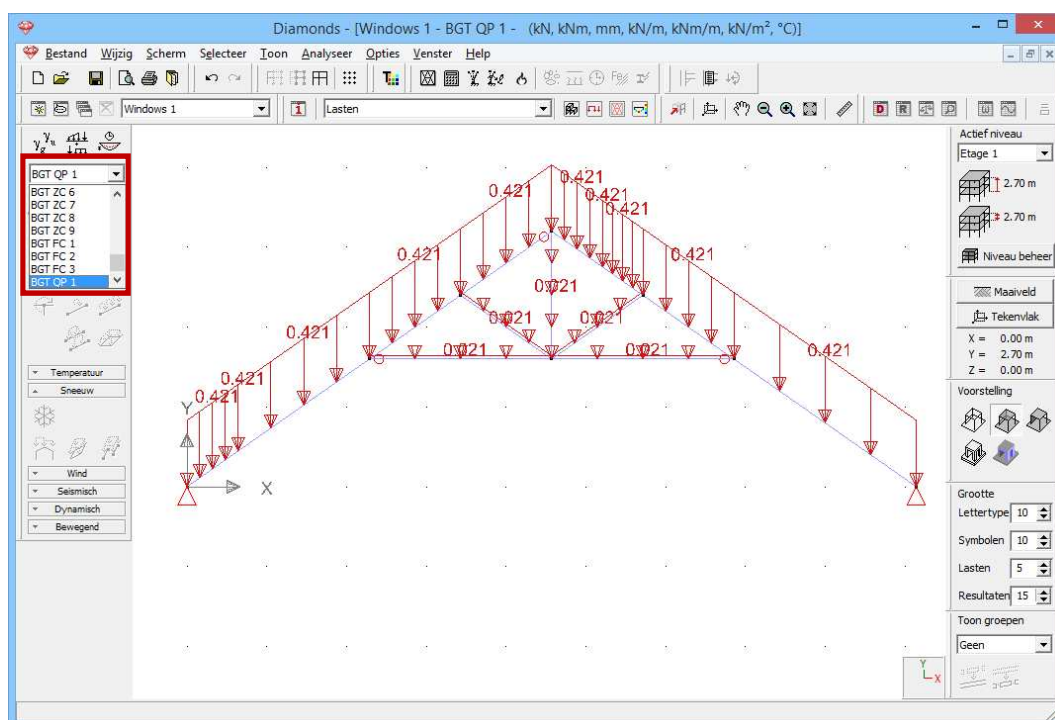


Nadat u op de knop 'OK' geklikt heeft, verschijnen alle volgens de norm vereiste combinaties, gegroepeerd per grenstoestand. Indien gewenst, kan u deze combinaties nog wijzigen [Wijzig combinatie](#) of zelf eigen combinaties definiëren [Nieuwe combinatie](#). Om de geselecteerde combinatie(s) te verwijderen klik op [Verwijder combinatie](#). Met de knop [Verwijder alle combinaties](#) verwijdert u alle combinaties.



Klik op 'OK' om het dialoogvenster voor de lastencombinaties te sluiten.

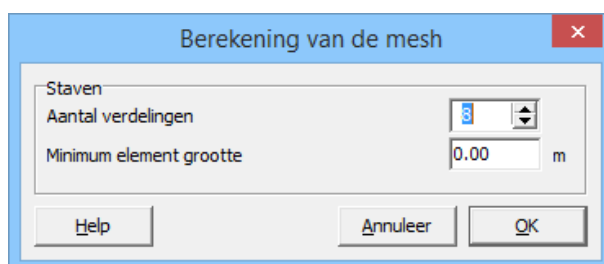
In het pull down-menu van het palet 'Lasten' zijn nu ook de namen van de verschillende lastencombinaties terug te vinden. Selecteert u één van deze combinaties, dan wordt in het venster het geheel van lasten voorgesteld die tijdens deze combinatie zullen aangrijpen.



5.1.4 Berekening van de mesh

Stap 15: Genereren van de mesh

Klik in de iconenbalk op de knop  of selecteer de menu-instructie 'Analyseer – Mesh...'. Laat alles op default staan en klik op 'OK'.



Een venster toont u de vooruitgang van de berekening.

Over de meshgenerator

Hier noteert u het aantal elementen waarin een staaf dient opgedeeld: 8 tot 10 verdelingen is een goede keuze.

Meer info op onze support website: <http://buildsoftsupport.com/knowledge-base/how-to-pick-the-mesh-size/>

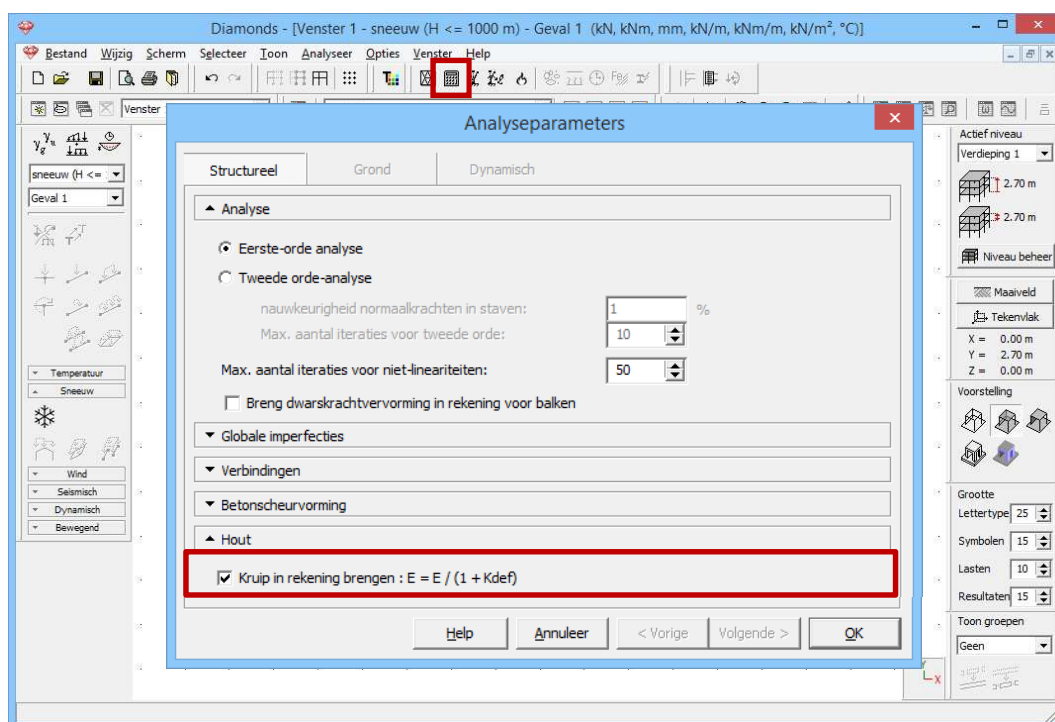
5.1.5 De globale elastische analyse

Eenmaal de geometrie van de structuur en de erop aangrijpende lasten bepaald zijn, kunnen we de berekening van de structuur doorvoeren. Dit verloopt in 2 stappen:

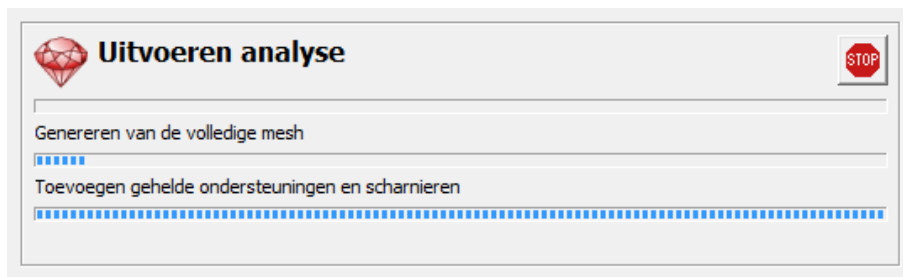
- Eerst berekenen we de inwendige krachtsverdeling volgens een elastische analyse
- Vervolgens worden deze resultaten getoetst aan sterkte en stabiliteit volgens een welbepaalde norm (zie §5.1.6 en §5.2.7).
- Tenslotte optimaliseren we de secties om de meest economische te vinden (§5.1.8).

Stap 16: Elastische analyse

Om de analyse te starten, selecteert u de menu-instructie 'Analyseer – Elastische Analyse'. U kan de analyse ook rechtstreeks starten door gebruik te maken van de functietoets **F9** of d.m.v. het icoon  in de iconenbalk. Volgend dialoogvenster verschijnt:



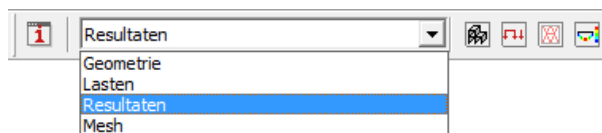
We kiezen voor een 1^{ste} orde analyse en brengen kruip in rekening. Bevestig met 'OK'. Een dialoogvenster toont u de vooruitgang van de berekening.



De knop  laat u toe om de berekening te stoppen. Als u de berekening stopt, zal ze later volledig opnieuw aangevat moeten worden.

Stap 17: Naar configuratie 'Resultaten'

Om de resultaten van de berekening grafisch te bekijken, brengen we het venster 'Resultaten' naar voren. Selecteer hiervoor  of 'Resultaten' uit de pull down lijst.



Over configuratie 'Resultaten'

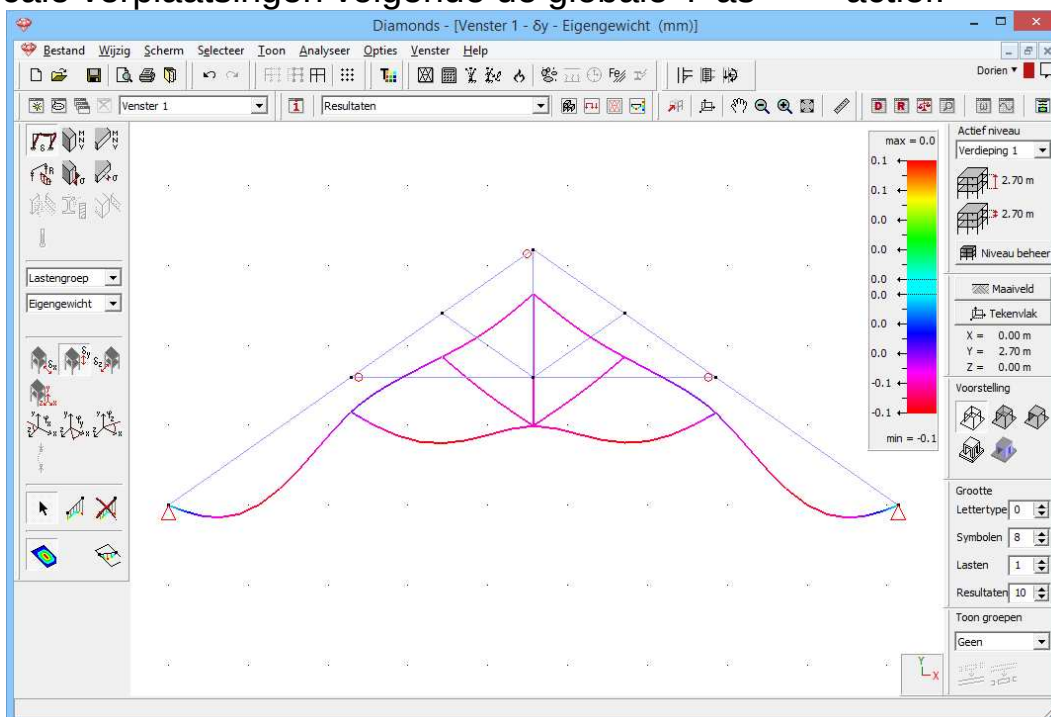
In het bijhorende palet aan de linkerzijde van het modelvenster vindt u bovenaan een aantal knoppen die elk een specifieke groep van resultaten vertegenwoordigen.

- Enkel die knoppen zijn beschikbaar waarvoor een berekening is uitgevoerd.
- Eens één van deze knoppen is ingedrukt, kan u de bijhorende deelresultaten opvragen door middel van de eronder gelegen knoppen.
- Vervolgens duidt u aan voor welke belastingscombinatie u de resultaten wenst te bekijken. In een eerste pull-down menu selecteert u het type lastencombinatie (individuele lastengroep, UGT FC, UGT SC, BGT ZC, BGT FC of BGT QP), vervolgens geeft u aan welke specifieke lastengroep of ontwerpcombinatie moet worden gevisualiseerd. In het geval van een belastingscombinatie kan u kiezen tussen ofwel een individuele belastingscombinatie (aangeduid met een nummer) ofwel de omhullende. In die situaties waarin het resultaat een omhullende voorstelt kan het zijn dat voor sommige resultaten ook nog eens moet worden aangeduid of de minimum (min) dan wel de maximum (max) resultaten moet worden weergegeven.

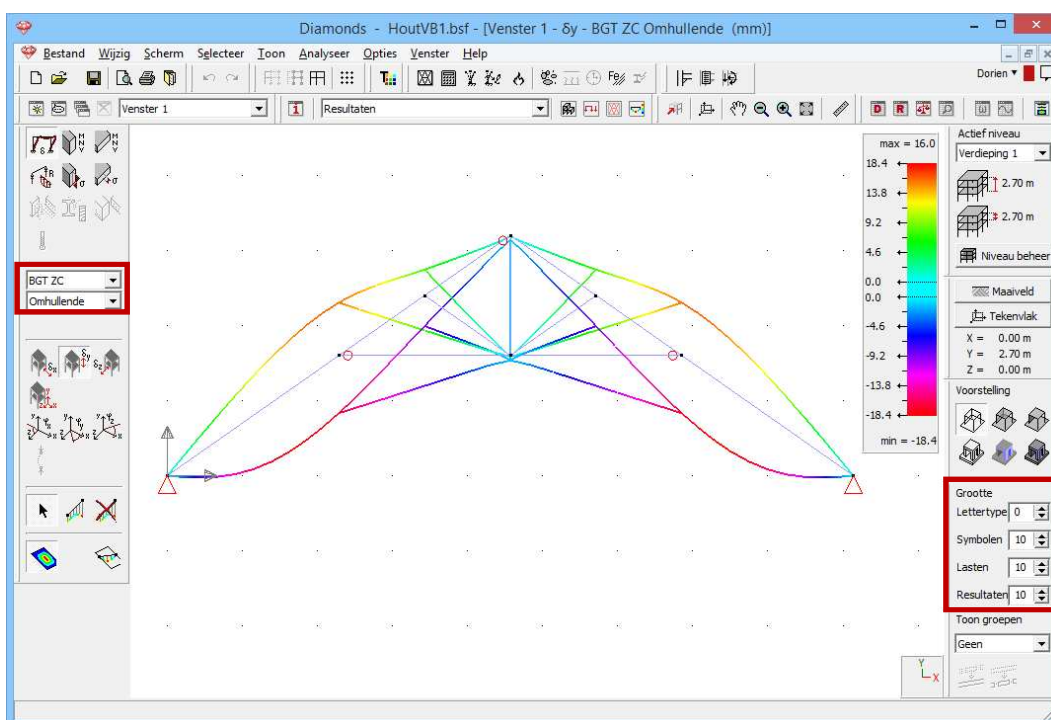
We overlopen hieronder enkele resultaten.

Stap 18: Vervormingen

Diamonds toont u standaard de verticale verplaatsingen in de Y-richting voor de eerste combinatie (of de eerste lastengroep wanneer u ook de combinaties voor de lastengroepen heeft gedefinieerd). U zal merken dat de knop voor de verplaatsingen  actief is. Eronder is de knop voor de verticale verplaatsingen volgende de globale Y-as  actief.



Selecteer nu de combinatiegroep 'BGT ZC' en kies voor de omhullende. We merken op dat de maximale doorbuiging is 18.4mm.



Merk op dat u de grootte van de uitwijking kan regelen in het palet 'Grootte' dat zich bevindt aan de rechterzijde van het werkvenster.

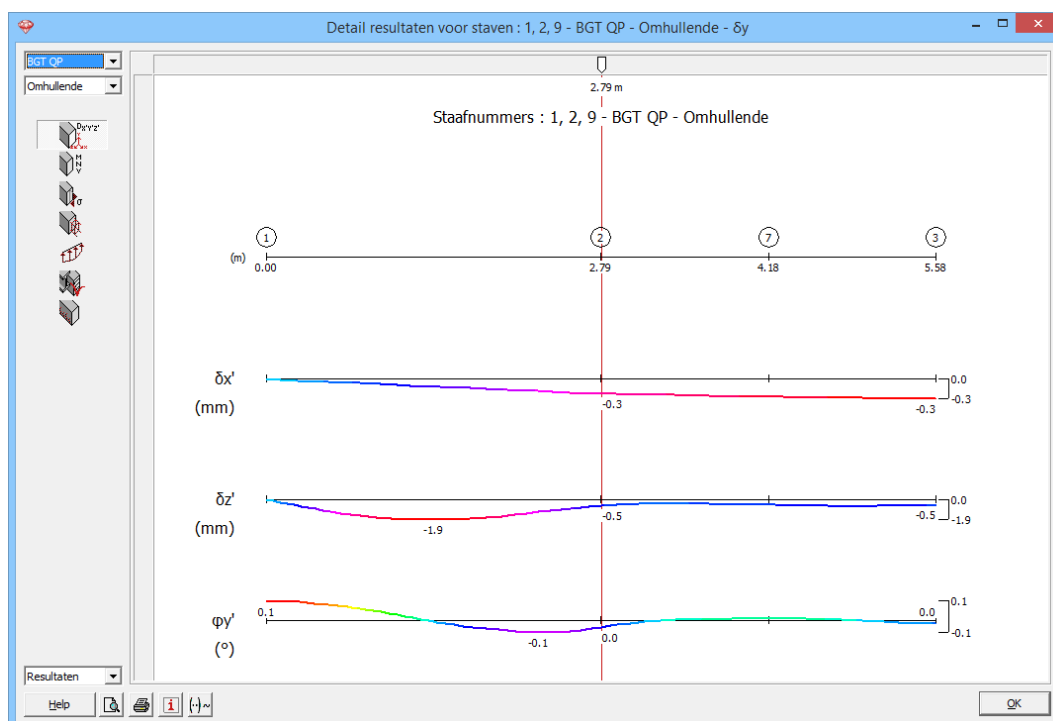
Over de schaal

In Diamonds wordt standaard een symmetrische kleurschaal toegepast voor alle resultaten. U kan evenwel kiezen voor een andere schaal aanduiding in de 'Resultaten configuratie' .

U dient deze standaardschaal als volgt te begrijpen: de uiterste waarden van het kleurenpalet stemmen overeen met de grootste positieve OF grootste negatieve waarde. Inderdaad loopt de kleurschaal van -1,7 naar +1,7mm. Wel wordt de grootste respectievelijk kleinste waarde boven en onder de schaal aanduiding weergegeven. Bijgevolg zal in het bovenstaande resultaat slechts de onderste helft van het kleurenpalet worden gebruikt.

Stap 19: Vervormingen in het detailvenster

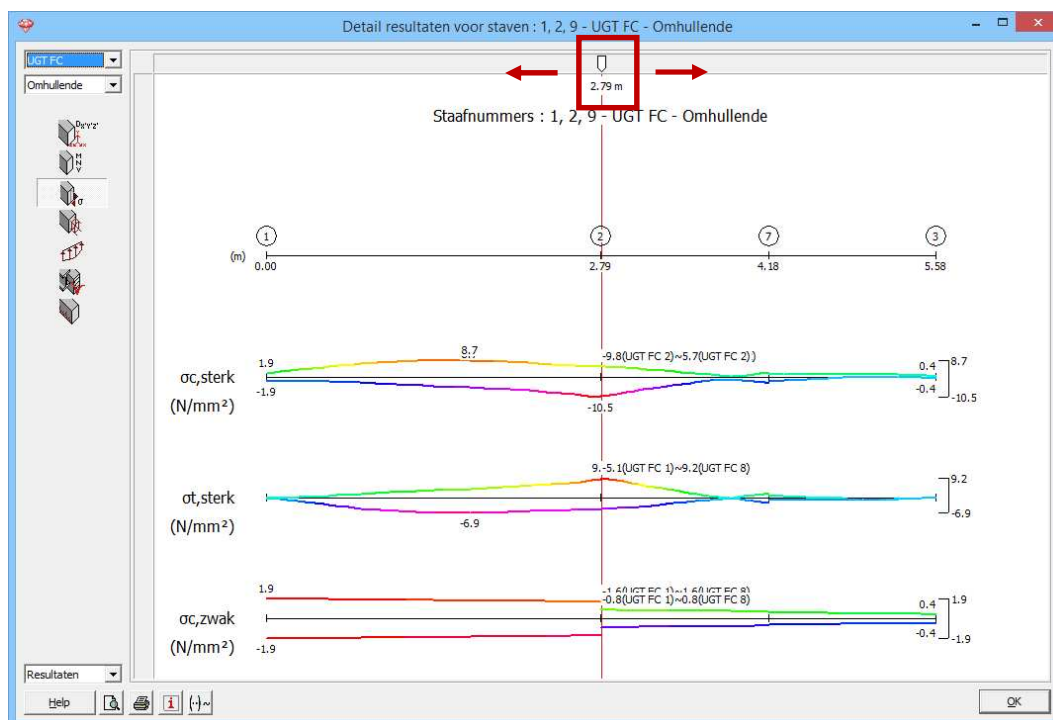
Selecteer het linker spant heen. Klik op het icoon  rechts in de werkbalk. Een nieuw venster opent. Aan de linkerkant vindt u alle knoppen uit de 'Resultaten configuratie' van toepassing op lijn elementen (balken en kolommen).



Merk op dat in dit venster de vervormingen worden gegeven volgens het lokaal assenstelsel van de lijn elementen. Ook de hoekverdraaiingen $\varphi_{x'}$ (rond de lokale x'-as) worden weergegeven.

Stap 20: Spanningen in het detailvenster (staafniveau)

Toon nu de elastische spanningen voor de combinatie UGT FC omhullende.



U kan de grootheden opvragen op een willekeurig positie door middel van de schuifbalk. Bovendien kan u ook een afstand ingeven. Raadpleeg bijvoorbeeld de resultaten op 2,45m. Onder de witte pijl vult u hiertoe '2,45' in.

Bij een omhullende combinatie verschijnt tevens de bepalende combinatie. U kan dit uitschakelen door één maal op de knop te klikken, deze zal dan veranderen in .

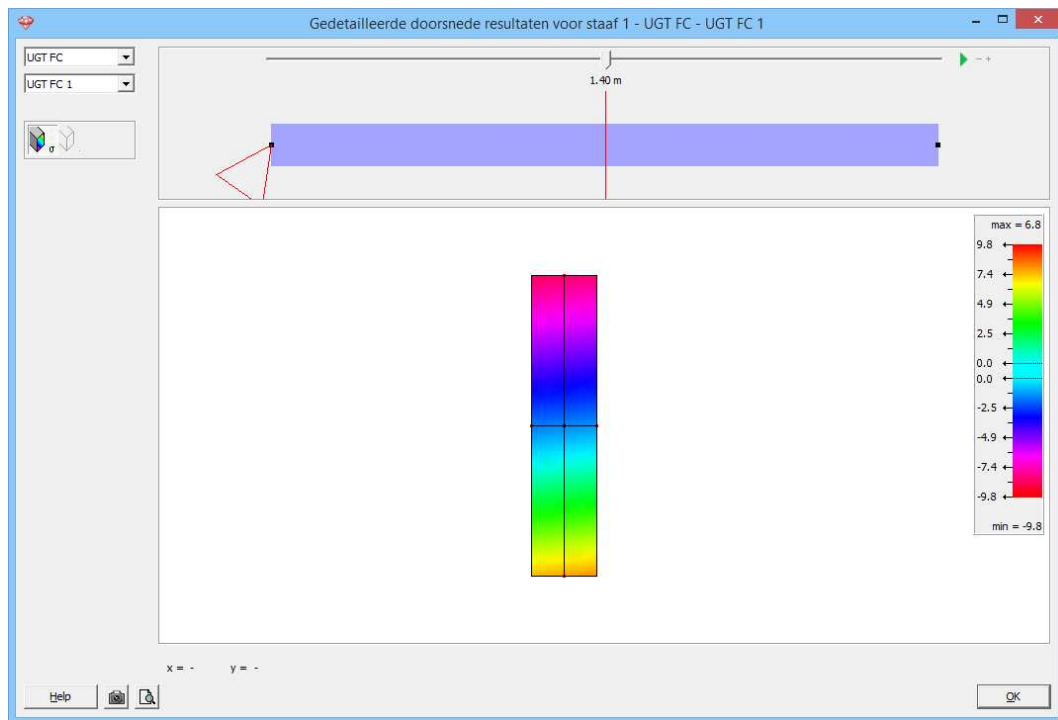
Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.

Stap 21: Spanningen in het detailvenster (doorsnede niveau)

Toon nu de spanningen voor de combinatie **UGT FC1**.

- Selecteer de balk links onder en klik op het icoon in de werkbalk.
- Of dubbel klik de balk links onder.

Een nieuw venster opent.



U kan de spanningen in iedere doorsnede opvragen door middel van de schuifbalk. Bovendien kan u ook een afstand ingeven. Raadpleeg bijvoorbeeld de resultaten op 1,4m. Onder de witte pijl vult u hiertoe '1,4' in.

Klik met de muis op de doorsnede, om de spanningen op die positie te raadplagen.

Over detailresultaten op doorsnedeniveau

Kies links boven voor welke **lastengroep of combinatie** u een detail van de spanningen wil zien.

D.m.v. de **schuifbalk** bovenaan bepaalt u de positie van de doorsnede waarvoor u een detail van de spanningen wil zien. Door te klikken op het getal onder de slider, kan u ook een positie opgeven.

Resultatenveld met schaal:

- In het resultatenveld wordt het geselecteerde profiel grafisch voorgesteld samen met de hoofdtraagheidsassen (HTA). Indien het profiel dubbel symmetrisch is, dan vallen de deze assen samen met de lokale assen.
- Op de hoofdtraagheidsassen (HTA) worden rode punten weergegeven. Dit zijn de punten waarvoor de spanningen ($N + M_y$ en $N + M_z$) worden gegeven in het globaal resultaten venster. De positie van deze punten wordt bepaald als het snijpunt van de HTA met de 'boundingbox' van het profiel (rechthoekige box die het profiel omhult).
- Komt u met de muis in de buurt van deze rode punten, dan zal Diamonds ernaar snappen.

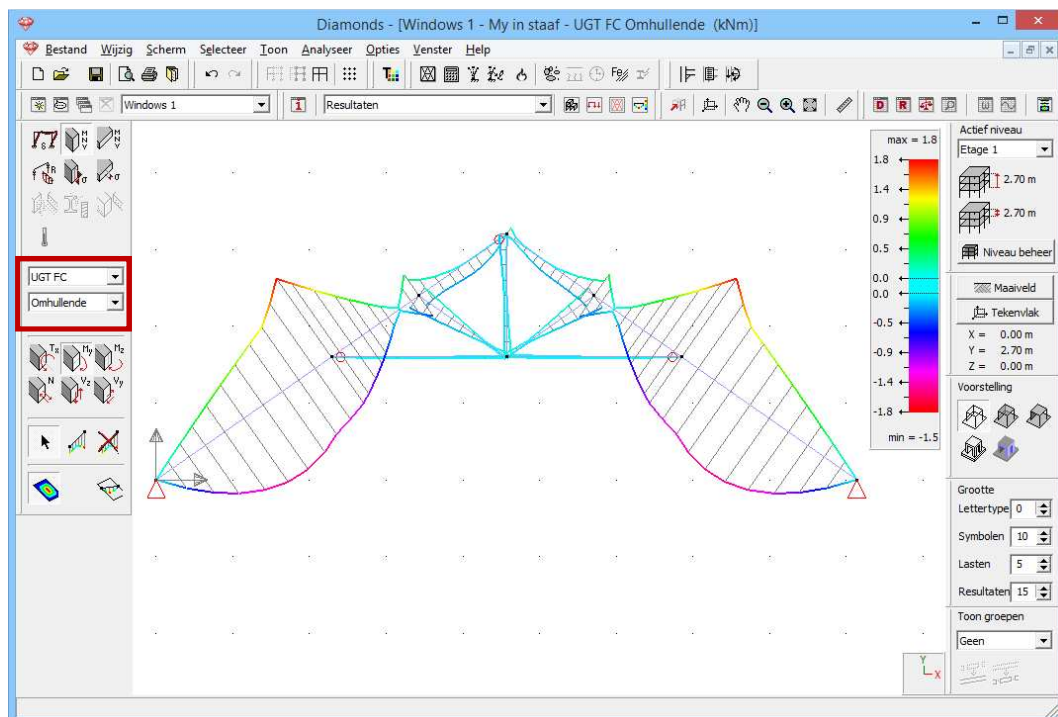
- Beweeg met de muis over het profiel om op de gewenste positie de spanningen af te lezen. Bij 'x' en 'y' kan u ook zelf coördinaten invullen. De spanningen die u hier afleest zijn t.g.v. $N + M_y + M_z$
- Een drukspanning is negatief, trekspanning is positief.

Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.

Stap 22: Buigend moment M_y

We visualiseren ditmaal de buigende momenten M_y . Klik in het palet op  en selecteer de balkresultaten M_y . Kies voor de combinatie UGT FC omhullende.

- In alle combinaties UGT FC en op iedere positie van de balken gaat Diamonds op zoek naar de minimum waarde van het moment M_y . Die waarden worden voorgesteld door de **dunne** lijn.
- In alle combinaties UGT FC en op iedere positie van de balken gaat Diamonds op zoek naar de maximum waarde van het moment M_y . Die waarden worden voorgesteld door de **dikke** lijn.
- Vandaar dat deze figuur '**omhullende**' noemt.

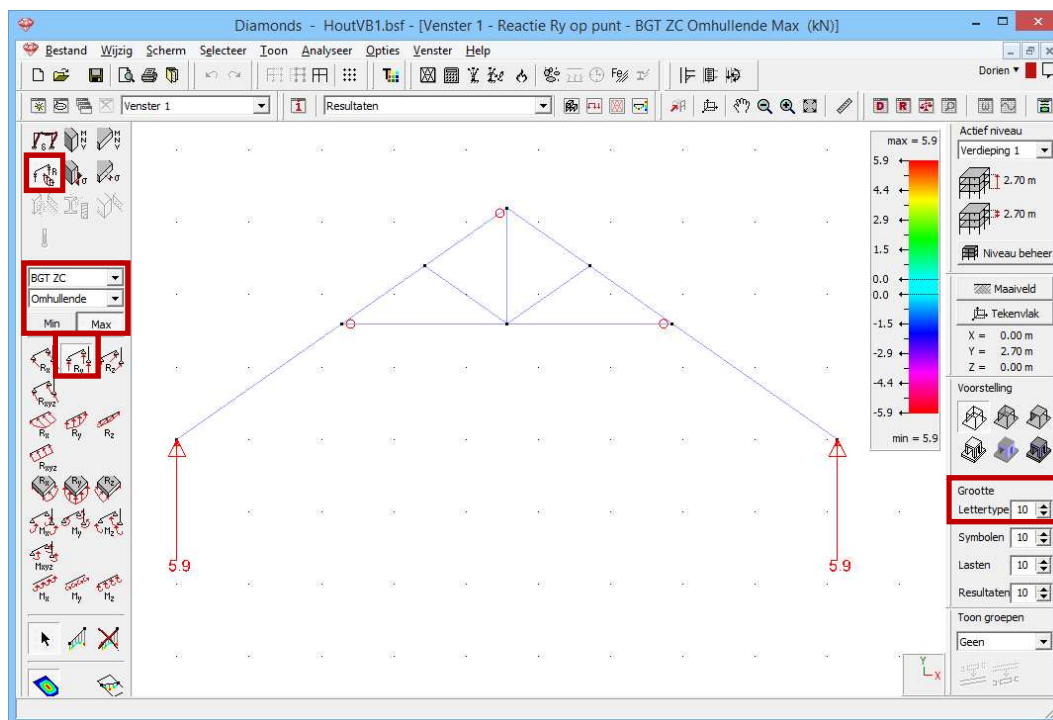


De momentenlijn wordt steeds weergegeven aan de getrokken zijde van het element. Het teken van het moment stemt overeen met de richting van de lokale assen. In dit geval is de lokale z'-as naar boven gericht en veroorzaakt een positief moment dus trek aan de bovenzijde.

Stap 23: Reacties

Eenmaal terug in het modelvenster klikken we in het palet op de knop voor het tonen van de reacties. Alle reacties worden door Diamonds afzonderlijk weergegeven. In dit voorbeeld interesseren ons de verticale knoopreacties onder de combinatie 'BGT ZC': we selecteren de reacties

R_y .



Tot zover een overzicht van de functionaliteiten in de configuratie 'Resultaten'.

5.1.6 Parameters voor normcontrole

Over de dimensionering van hout

De interne krachten in de structuur zijn gekend. Nu vragen we ons af of de structuur deze interne krachten wel aan kan? Dit gebeurt aan de hand van de normtoets (zie §5.1.7). Deze normtoets bevat 2 luiken:

- Sterkte controle: is de structuur voldoende sterk om de interne krachten te weerstaan?
- Stabiliteitscontrole: is de structuur voldoende stabiel en wil deze onder invloed van de krachtswerking niet uitknikken of uitkippen?

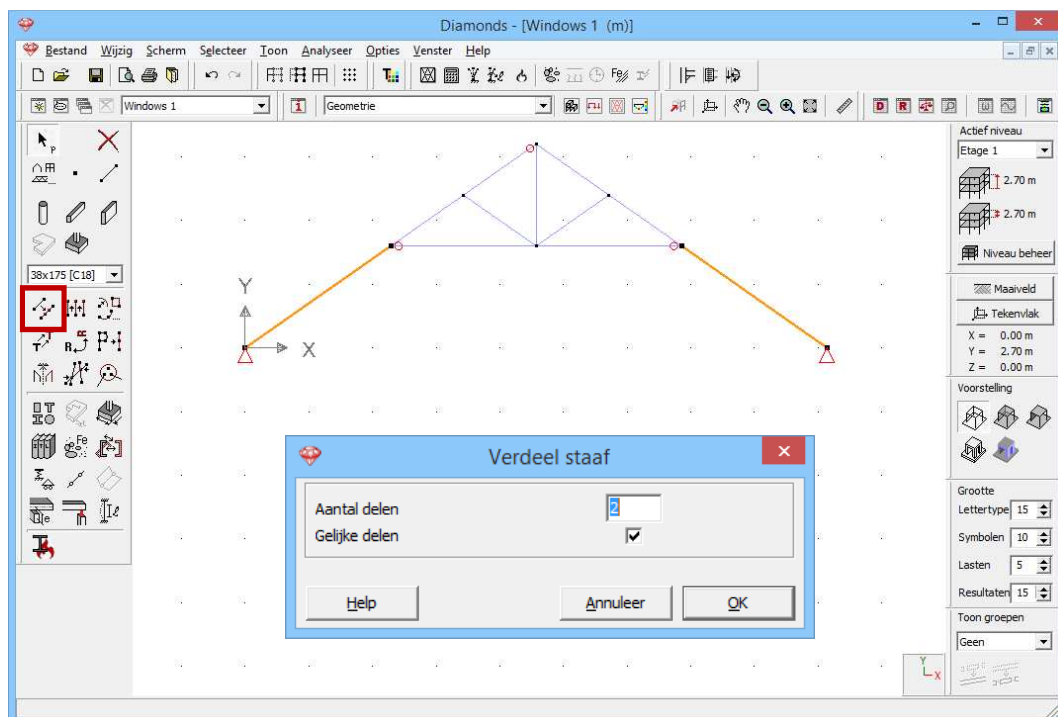
Om de sterktecontrole uit te voeren, dient u niets extern in te stellen. Om de stabiliteitscontrole tot een goed einde te brengen, dient u als gebruiker de knik- en de kipparameters juist in te stellen.

5.1.6.1 Knik

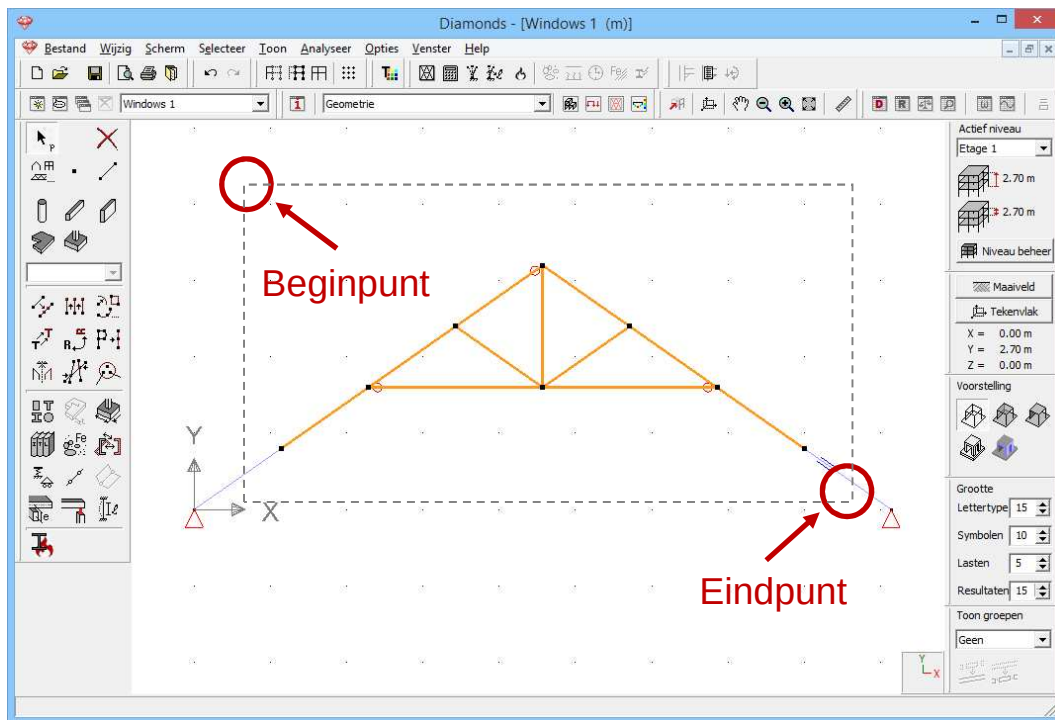
Stap 24: De stijlen in rekening brengen

Wanneer u de berekening van de kniklengtes blindelings zou maken, zal u merken dat de kniklengtes uit het vlak niet realistisch zijn, omdat er geen rekening kan worden gehouden met de gordingen tussen twee opeenvolgende spanten. Een eenvoudige manier om rekening te houden met andere elementen die loodrecht op het vlak aangrijpen – wanneer men zich wenst te beperken tot een 2D berekening – is de verplaatsing van een aantal knopen uit het vlak te verhinderen. Wij zullen daartoe de spantbenen verdelen in een aantal delen.

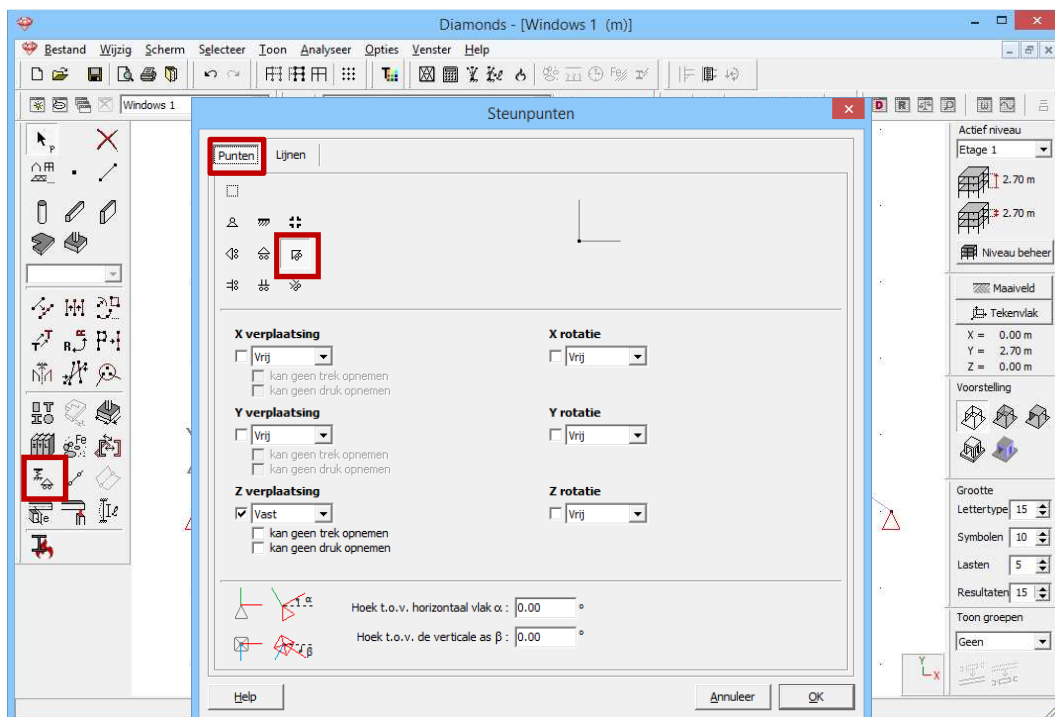
Activeer opnieuw het venster 'Geometrie'  en selecteer de twee grootste delen van de spantbenen zoals aangegeven op onderstaande figuur. Verdeel de geselecteerde staven in 2 delen met de knop .



We gaan nu voor alle knopen, uitgezonderd de twee steunpunten, de verplaatsing uit het vlak vasthouden. Trek een selectiekader rond heel de structuur, behalve rond de twee steunpunten, van linksboven naar rechtsonder.

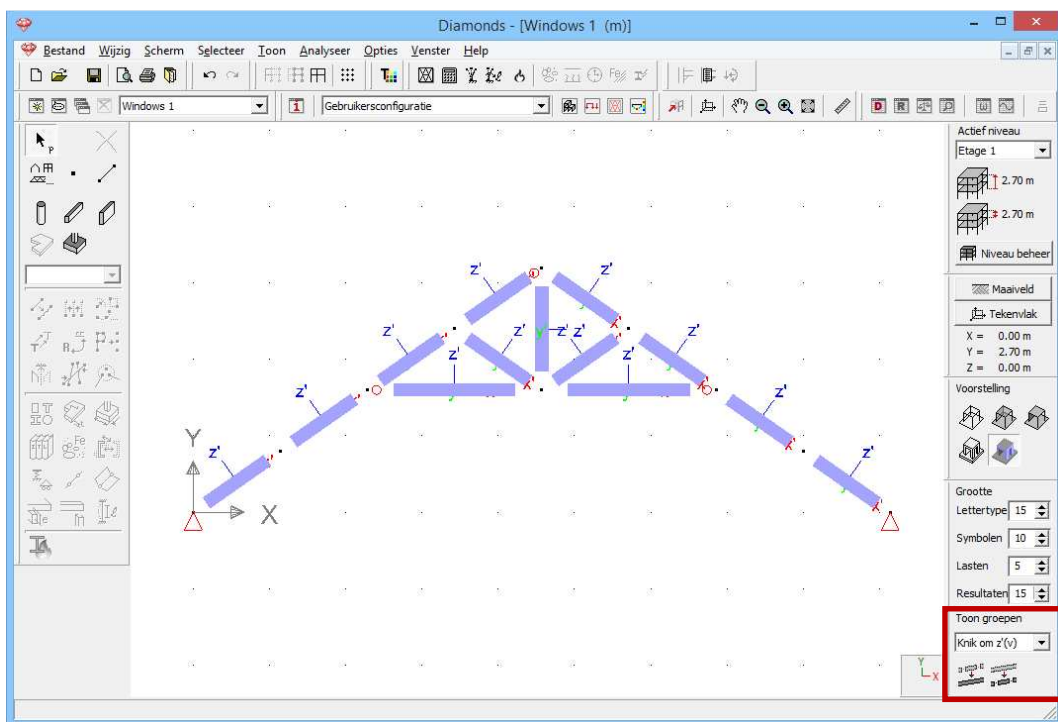
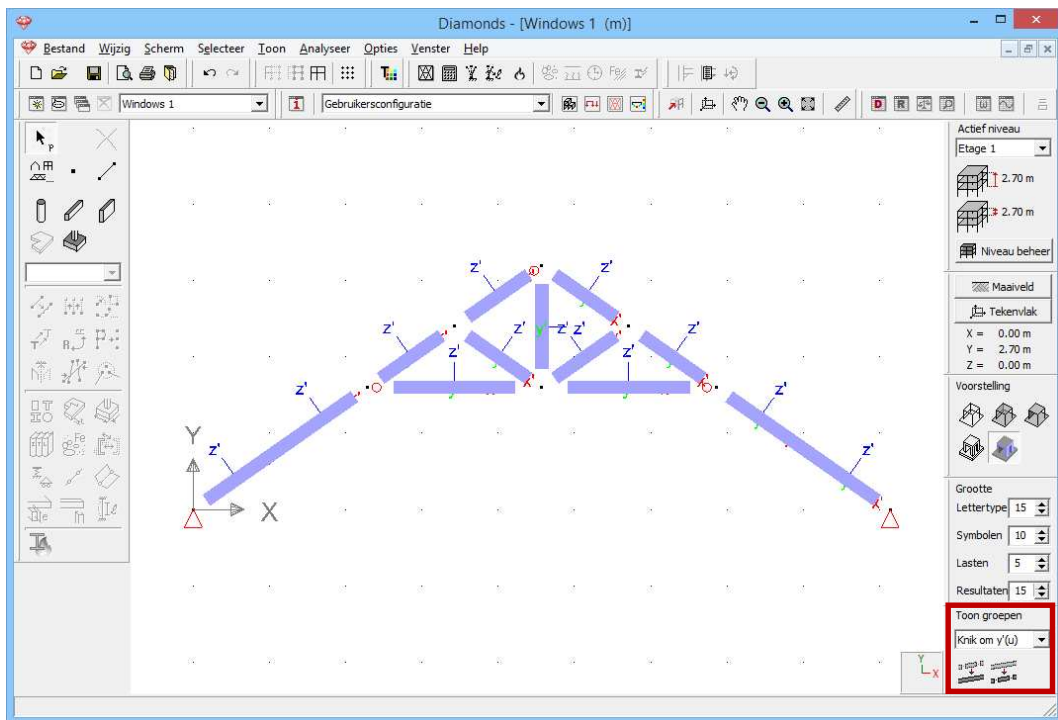


Klik vervolgens in het Geometrie-palet op de knop  voor het toekennen van steunpunten en vervolledig als volgt:



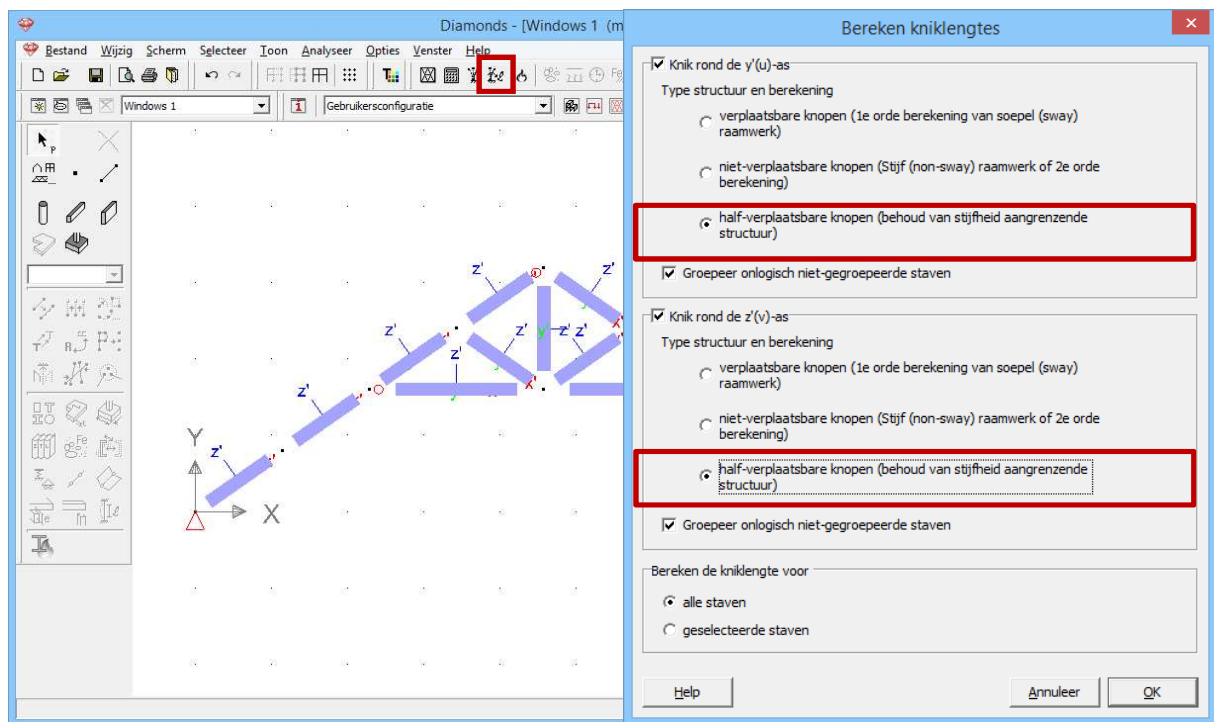
Stap 25: De groepen voor knik instellen

Stel vervolgens nog even volgende knikgroepen in. Zie §4.1.6.1 voor de werkwijze.



Stap 26: Berekenen kniklengtes

Voer nu de berekening van de kniklengtes uit .



5.1.6.2 Laterale torsieknik

Stap 27: Instellen voor kip

De steunen in de Z-richting zijn automatisch kipsteunen, zodat we voor kip niets meer moeten instellen.

5.1.7 De sterkte- en stabiliteitscontrole

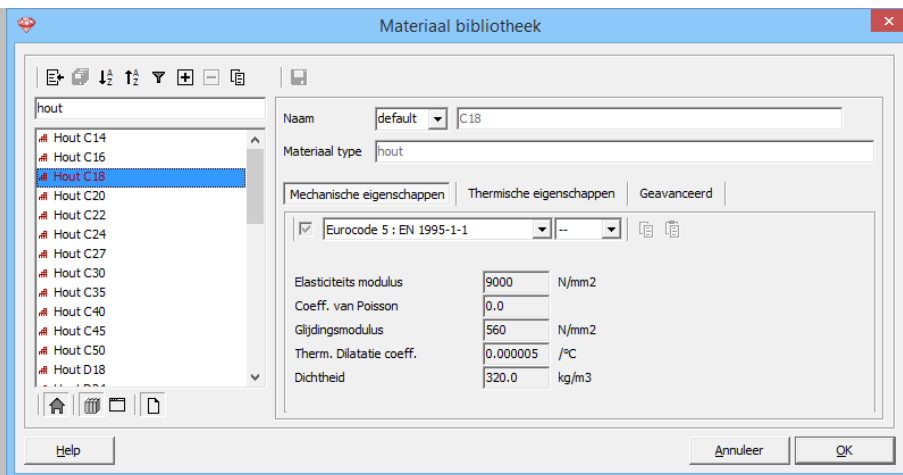
Over de sterkte en stabiliteitscontrole

Met de sterkte- en stabiliteitscontrole verifiëren we de sterkte en de knik-/kipgevoeligheid van de staven volgens een bepaalde norm.

Voor hout verloopt deze controle steeds conform EN 1995-1-1, zonder nationale bijlage.

Alvorens de berekening te starten, controleren we de eigenschappen van het gebruikte hout.

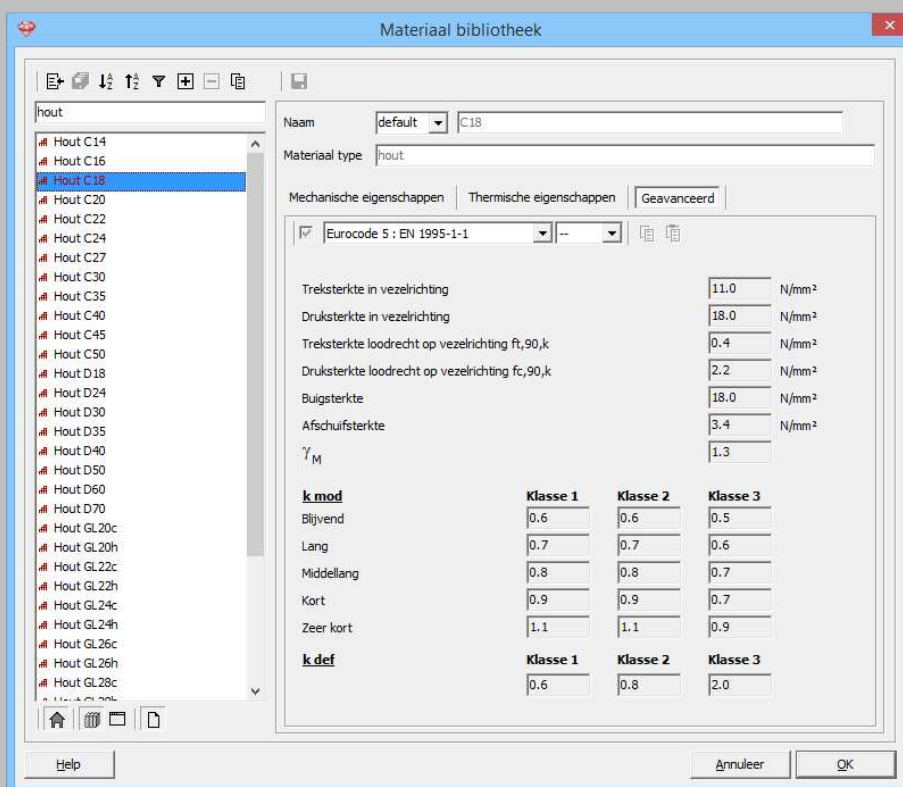
Kies de menu-instructie 'Wijzig – Materiaalbibliotheek...' en selecteer in de linker kolom het materiaal 'Hout C18'. Hout C18 is een standaard materiaal. Standaard materialen worden aangegeven door het icoon .



De eigenschappen van standaard materialen zijn bepaald op basis van de normen en kunnen niet gewijzigd worden. Wenst u toch wijzingen aan te brengen, dan zal u een nieuw materiaal moeten aanmaken. User-defined materialen worden gemarkeerd met het icoon .

Aan de rechter kant van dit venster vindt u:

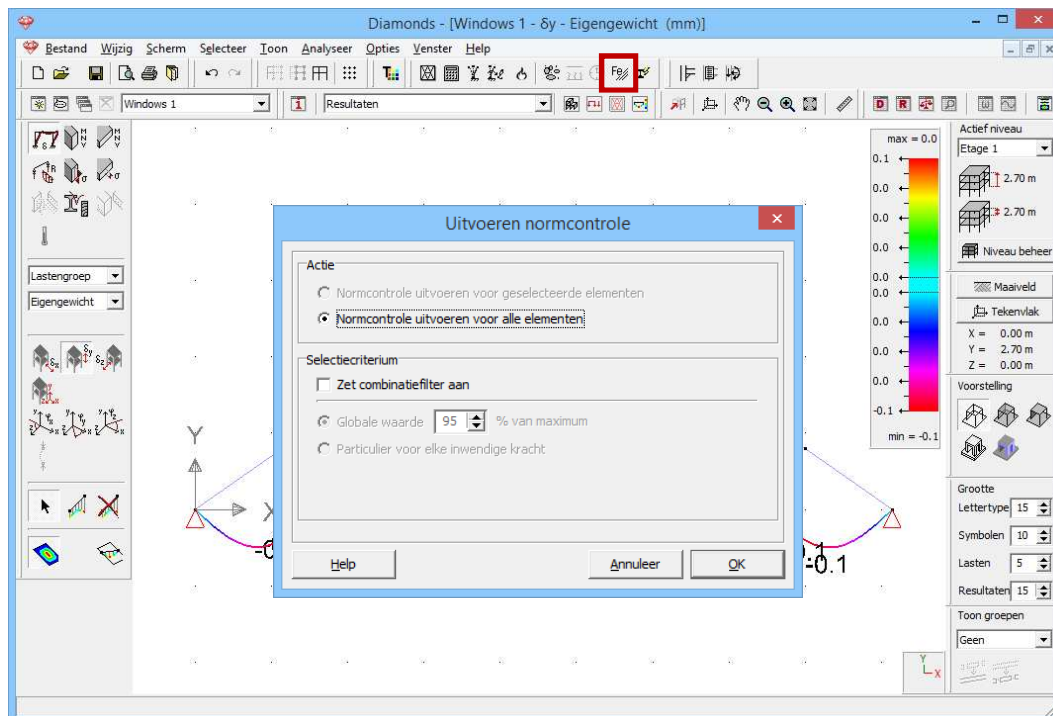
- De mechanische eigenschappen: de elasticiteitsmodulus, de coëfficiënt van Poisson, de glijdingsmodulus, de thermisch dilatatie coëfficiënt en de dichtheid.
- De thermische eigenschappen die gebruikt worden bij een brandweerstandsanalyse.
- De sterkte eigenschappen.



Klik nu twee maal op 'OK' om deze vensters te sluiten.

Stap 28: Sterkte en stabiliteitscontrole

Om de normcontrole te starten, selecteert u in het menu het 'Analyseer – Normtoets staal en hout...' of klikt u op  of **F3**.



Neem de instellingen over zoals hierboven en klik op 'OK' om de normcontrole uit te voeren.

Over het venster 'Uitvoeren normcontrole'

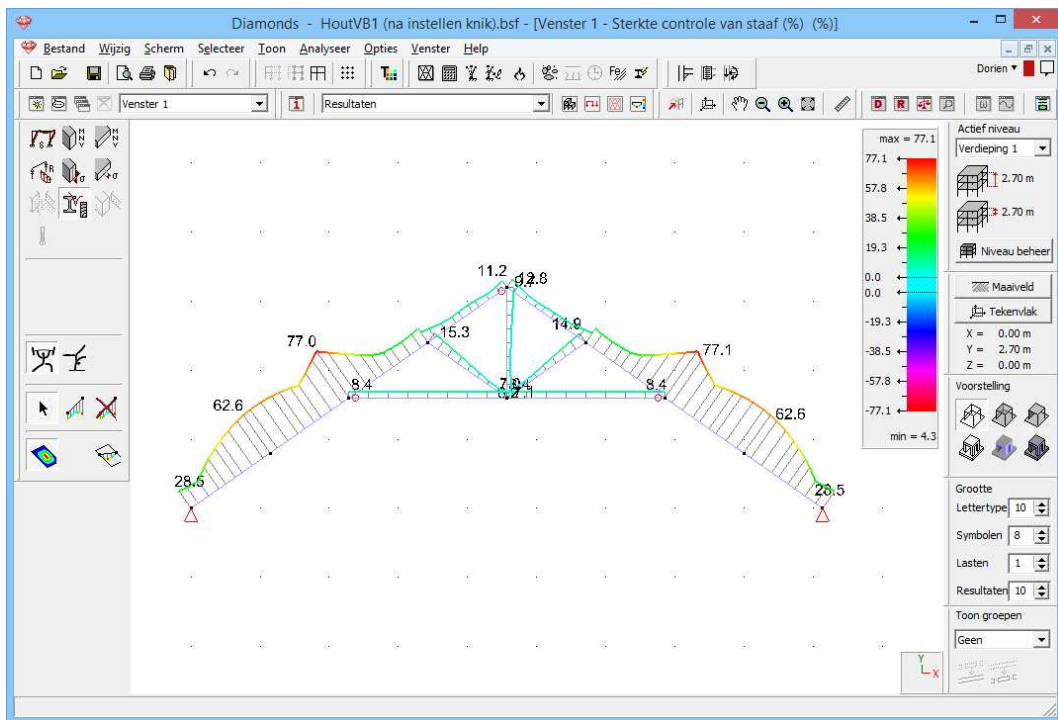
- In de kader '**Actie**' selecteert of u de staal- en houtcontrole wil uitvoeren voor de geselecteerde staven of voor alle staven.
- In de kader '**Selectie criterium**' kan u opgeven of Diamonds deze controle moet uitvoeren voor **alle combinaties** of **slechts voor de maatgevende combinaties**.

Wanneer de berekening voltooid is, wordt er een bijkomende knop  zichtbaar in het Resultaten-venster .

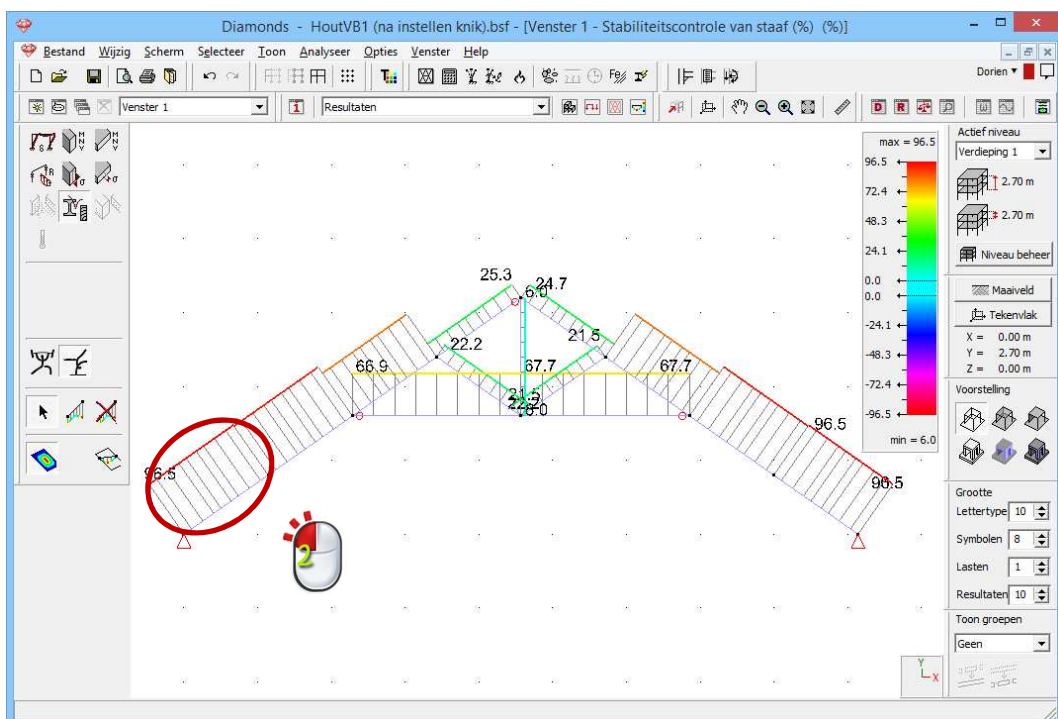
Eronder ziet u volgende 2 iconen:

-  voor het bekijken van de resultaten van het nazicht op sterkte;
-  voor het bekijken van de resultaten van het nazicht op stabiliteit.

Deze resultaten worden uitgedrukt in percentages van de maximale capaciteit. De maximum opneembare capaciteit is 100%.



Resultaten voor de sterkte van de secties (%)

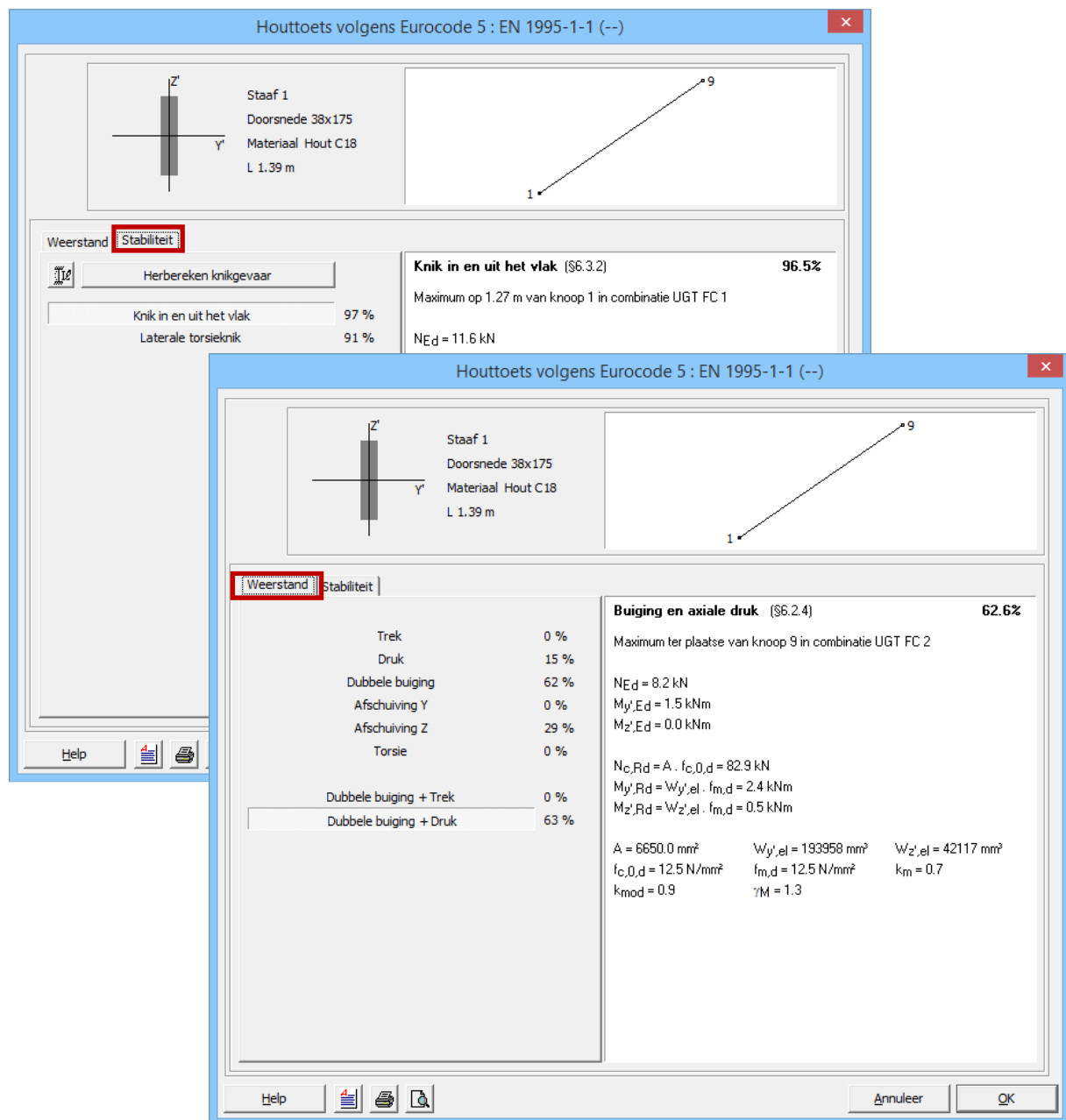


Resultaten voor stabiliteit (%)

We zien dat zowel sterkte als stabiliteitscontrole goede resultaten oplevert (=kleiner dan 100%).

Om meer informatie te krijgen over de berekeningen, dubbelklikken we bijvoorbeeld de linkse balk in het Resultaten-venster. Zorg er wel voor dat het Resultaten -venster de resultaten voor de stabiliteitscontrole toont; is

dit niet het geval druk dan eerst op de knoppen  en  van het palet alvorens de balk te dubbelklikken.



Uit dit venster leren we dat zowel knik als laterale torsiëknik (= kip) de stabiliteit van deze staaf bepalen. Indien we naar de sterkte kijken is buiging bepalend.

Meer stempeling toevoegen zal een stabiliteitsprobleem van deze grootorde niet oplossen. De enige oplossing voor dit probleem is een zwaardere doorsnede (= hoger weerstandsmoment) of een betere houtkwaliteit (= hogere toelaatbare spanningen) kiezen.

5.1.8 Optimalisatie van profielkeuze

We zullen hier gebruik maken van het optimalisatie-algoritme van Diamonds om de meest optimale profielen toe te kennen.

De optimalisatie gebeurt steeds op basis van de bekomen percentages van de verificatie (zie §5.1.7).

De optimalisatie van een sectie kan gebeuren op twee manieren:

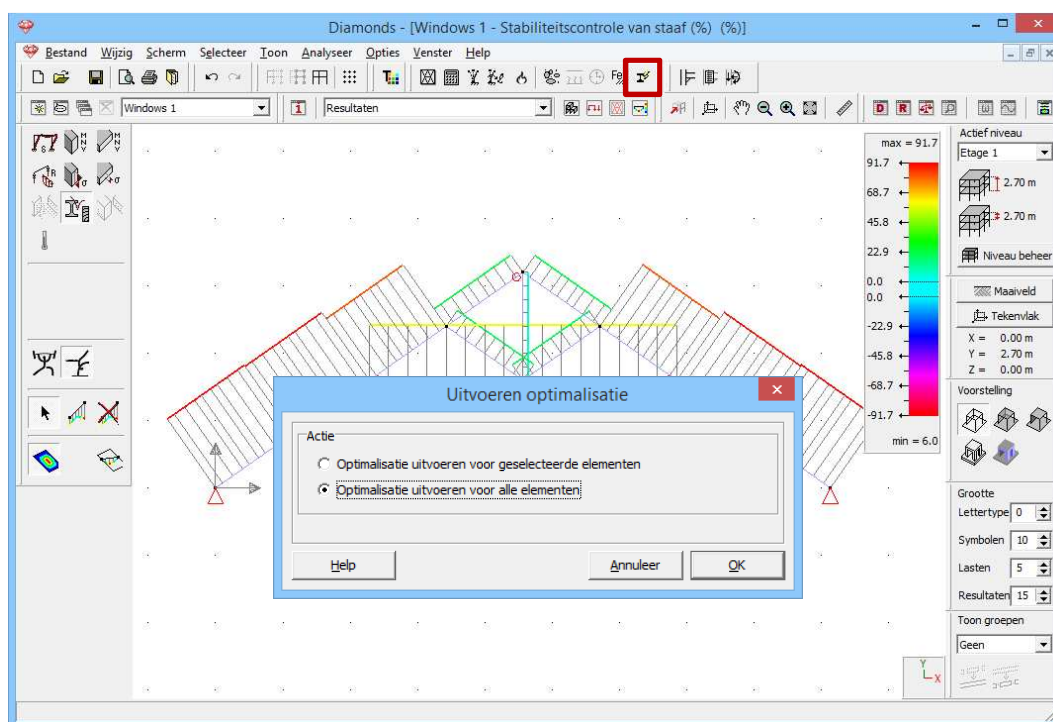
- De eerste manier wordt toegepast op profielen die uit de bibliotheek werden gekozen;
- De tweede wanneer de doorsnede gedefinieerd is op basis van een typevorm. Voor deze laatste kan men de hoogte of breedte in stappen laten variëren om te komen tot de optimale sectie.

In ons voorbeeld vallen we terug op **de eerste manier**. De tweede manier komt aan bod bij het berekenen de 3D hout structuur (§5.2.8).

Stap 29: Optimalisatie van de profielkeuze

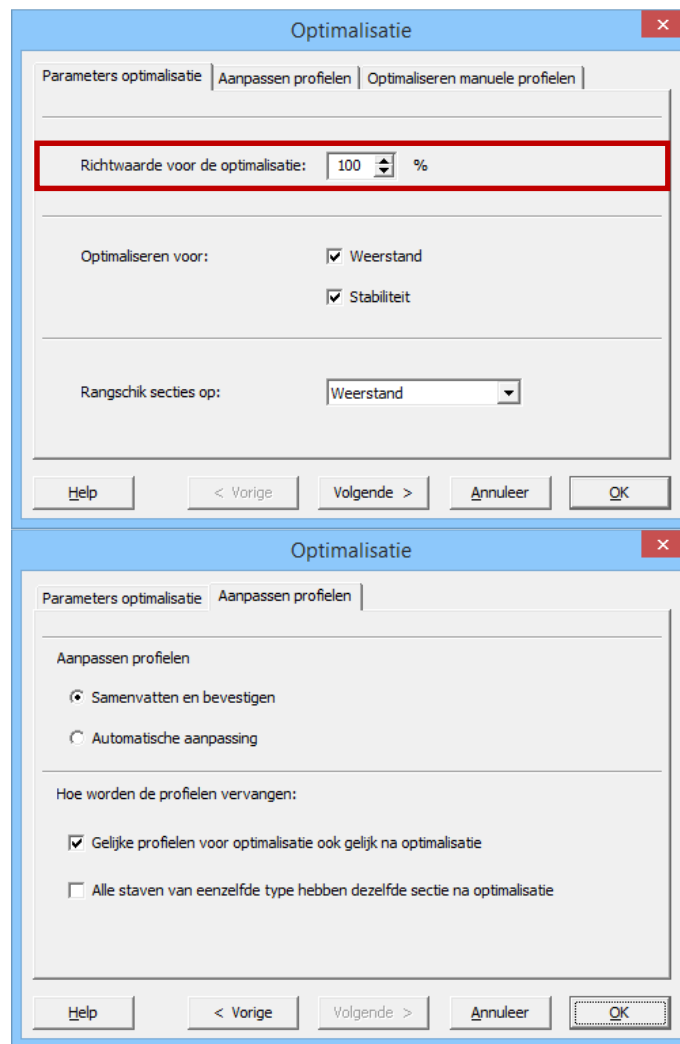
Om de optimalisatie te starten, selecteert u de instructie 'Analyse – Optimalisatie' of klik op de knop  in de iconenbalk.

Indien u elementen geselecteerd had, voor het klikken op de knop , zal Diamonds u vragen of u de optimalisatie wenst uit te voeren voor de selecteerde elementen of voor alle elementen.



Als bovenstaand venster verschijnt, kies dan voor de optie 'Optimalisatie voor alle elementen'.

Vervolgens zal Diamonds u een venster tonen met daarin de parameters voor de optimalisatie:

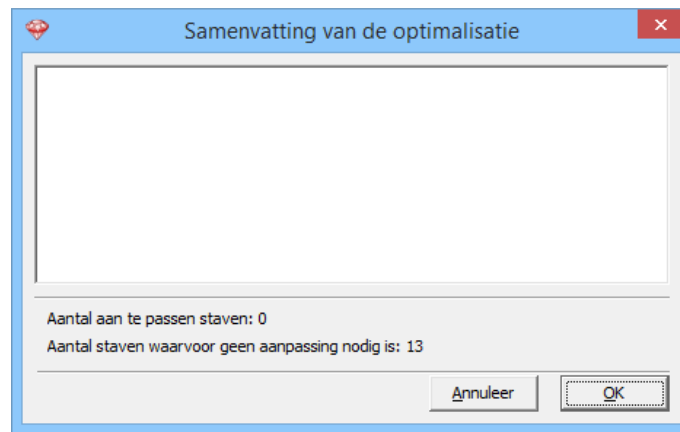


Neem de instellingen uit bovenstaande vensters over.

Over het venster 'optimalisatie'

- In het eerste tabblad '**Parameters optimalisatie**' geeft u de richtwaarde op voor de optimalisatie. Het optimalisatieproces zoekt het profiel dat het dichtst het ingestelde percentage benadert zonder het te overschrijden. Meer informatie vindt u in de referentiehandleiding.
- In het tweede tabblad '**Aanpassen profielen**', kan u vragen om de optimale keuze van de profielen te rapporteren. Dit betekent dat Diamonds u een lijst genereert met betere profielkeuzes dan de huidige. Vraagt u deze rapportering niet, dan verandert Diamonds automatisch de profielen naar de betere profielkeuze.

Wanneer de optimalisatie beëindigd is, verschijnt er een dialoogvenster met de samenvatting van de optimalisatie:



Diamonds stelt voor om geen enkel profielen te wijzigen. Dit is omdat de percentages voor de normcontrole reeds zeer dicht bij 100% zaten.

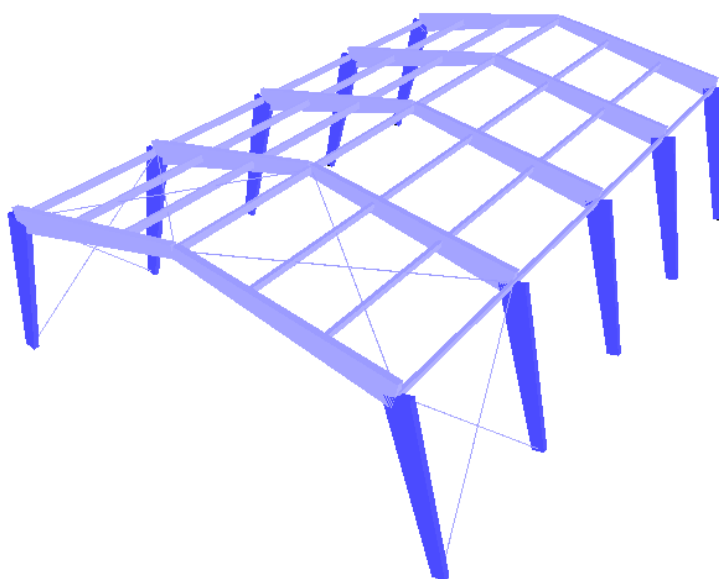
We maken in dit voorbeeld geen rapport van de berekening. Dit wordt uitgebreid uitgelegd in het eerste voorbeeld beton (§3.2.8). De werkwijze is analoog.

5.2 Voorbeeld 2: 3D

Vereiste licenties:	✓ 2D Bars ✓ 3D Bars ✓ Timber Design
----------------------------	---

5.2.1 Doel van de oefening

We berekenen nu een 3D hout structuur. Hieronder vindt u een schets van de te berekenen structuur:

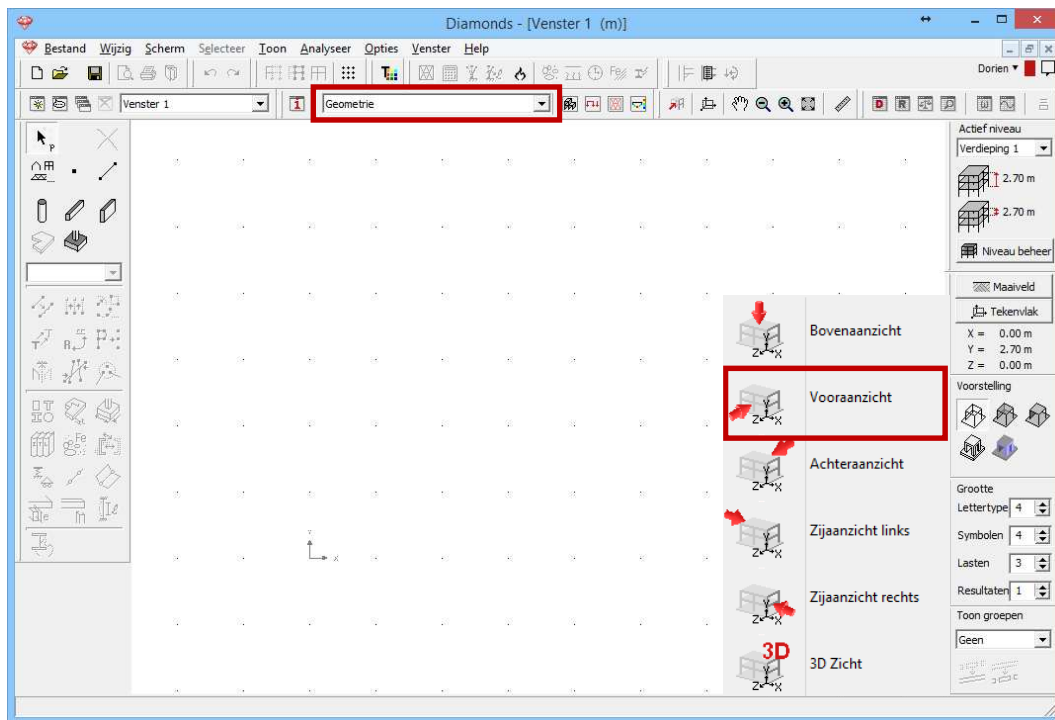


Deze structuur wordt uitgevoerd in hout GL32h.

5.2.2 Definiëren van de structuur

Stap 1: Naar configuratie 'Geometrie'

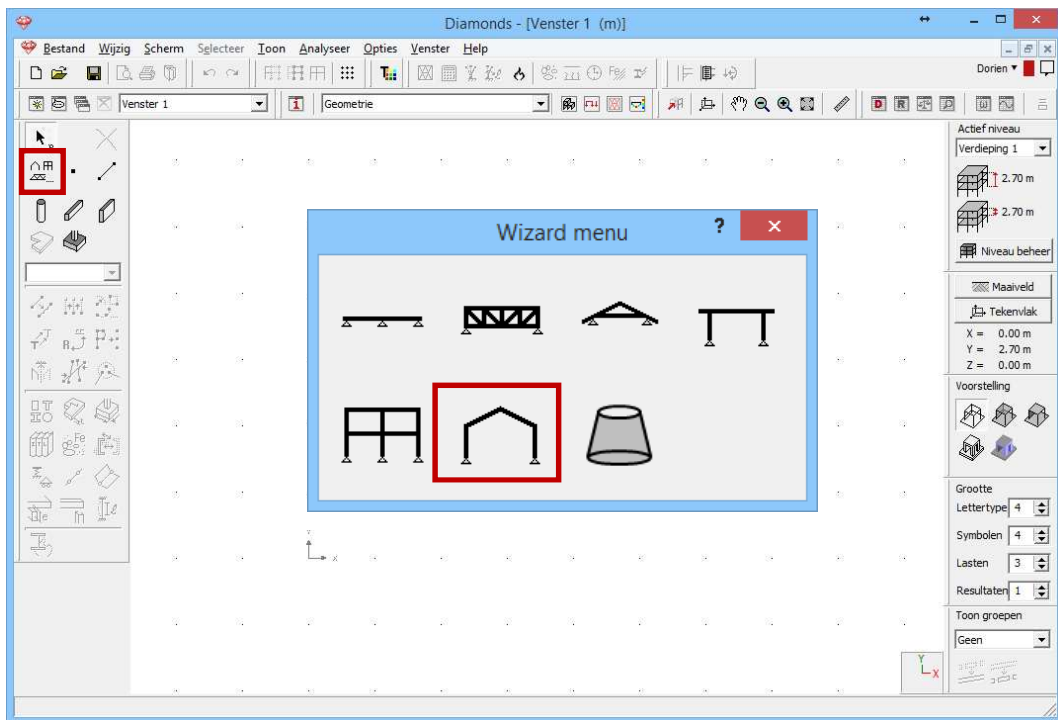
Het definiëren van de structuur gebeurt in de configuratie 'Geometrie'. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Geometrie'.



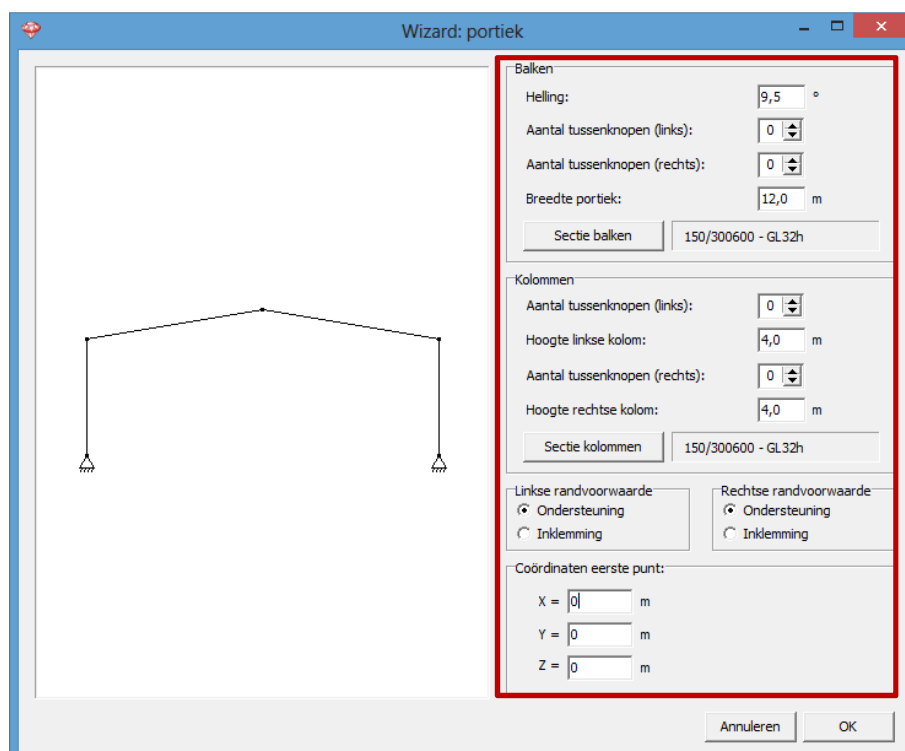
Ga vervolgens na of u zich in een vooraanzicht bevindt. Is dit niet het geval, klik dan in de iconenbalk op de knop  of in de rechterbenedenhoek op  en selecteer het eerste zichtpunt 'Vooraanzicht'. U activeert aldus een verticaal tekenvlak.

Stap 2: Structuurgenerator

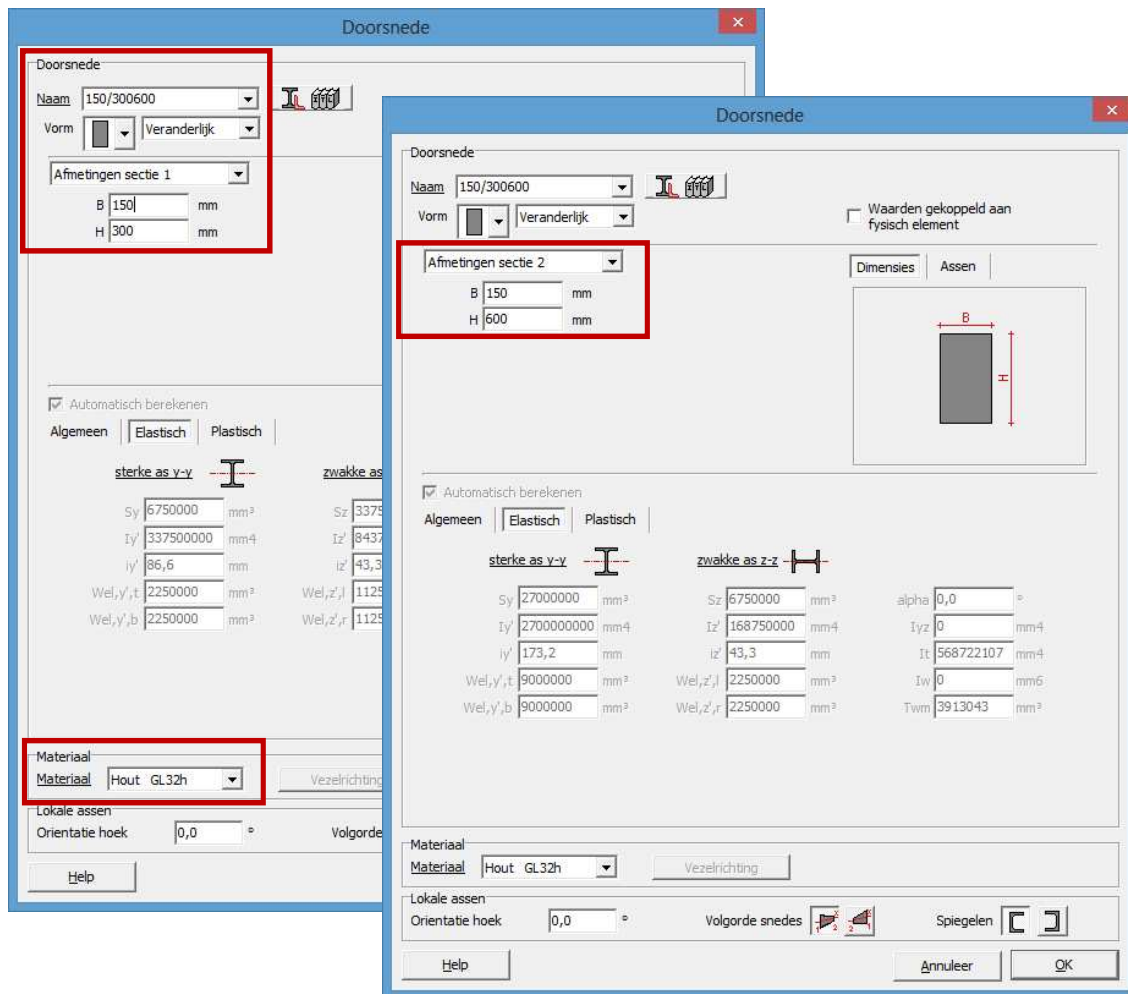
Klik op het icoon  in het palet. Er verschijnt een dialoogvenster waarin u kan kiezen welk type structuurvorm u wenst te genereren. Kies voor een portiek zoals aangegeven op volgende figuur.



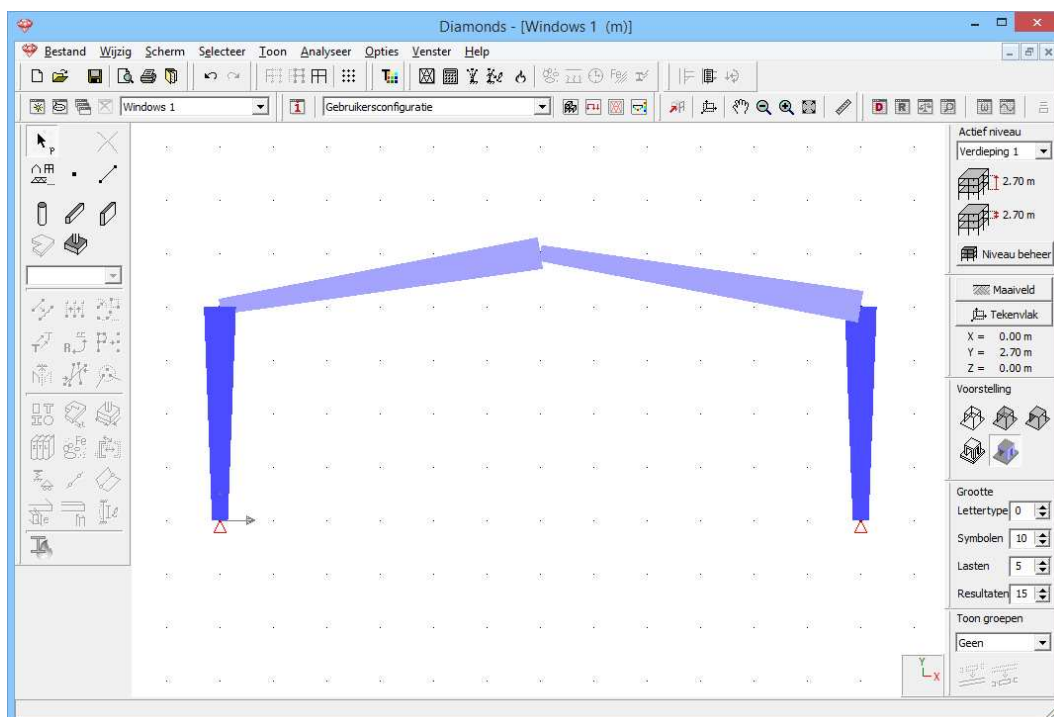
Nadat u op de knop 'OK' geklikt hebt, vraagt Diamonds u de geometrische gegevens van de portiek. Neem de gegevens over zoals ze in onderstaande figuur staan gegeven.



Balken en kolommen hebben dezelfde (variabele) sectie. Om de sectie voor de balk/kolom te wijzigen klikt u respectievelijk op **Sectie balken** / **Sectie kolommen**. U krijgt dan volgend venster te zien:

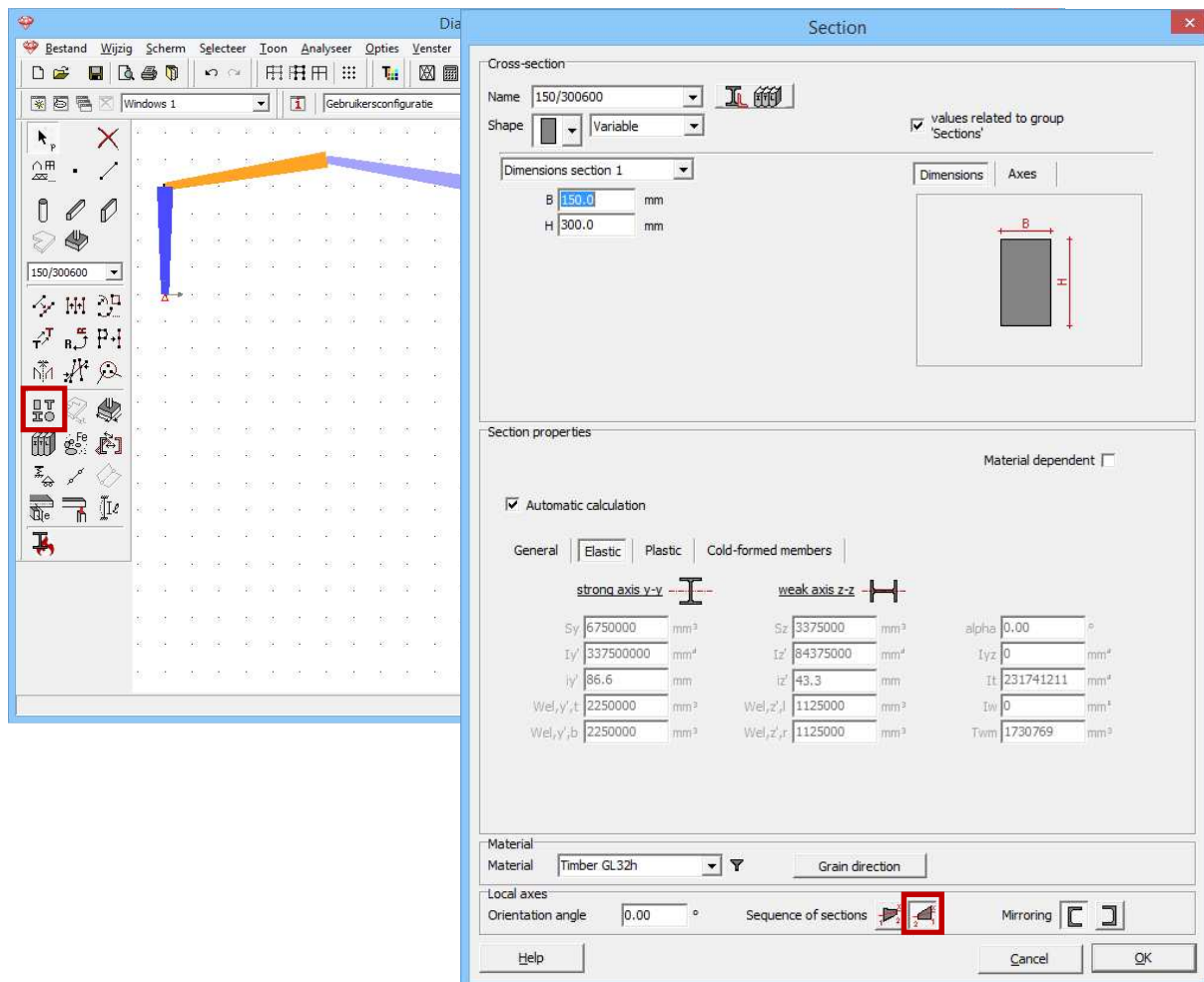


Klik dan op 'OK' om de selectie te bevestigen. Nadat u voorgaande parameters ingevuld heeft, krijgt u volgende figuur:



Stap 3: Aanpassen oriëntatie ligger

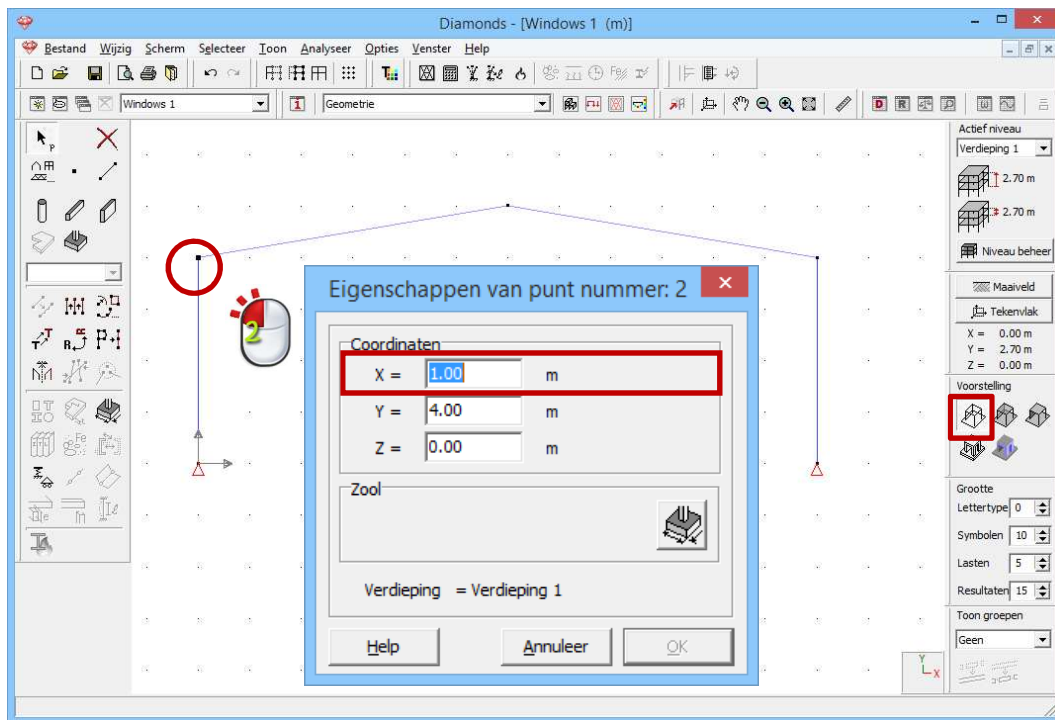
We merken op dat sectie van de linkse ligger, de verkeerde oriëntatie heeft. We selecteren deze ligger en klikken op :



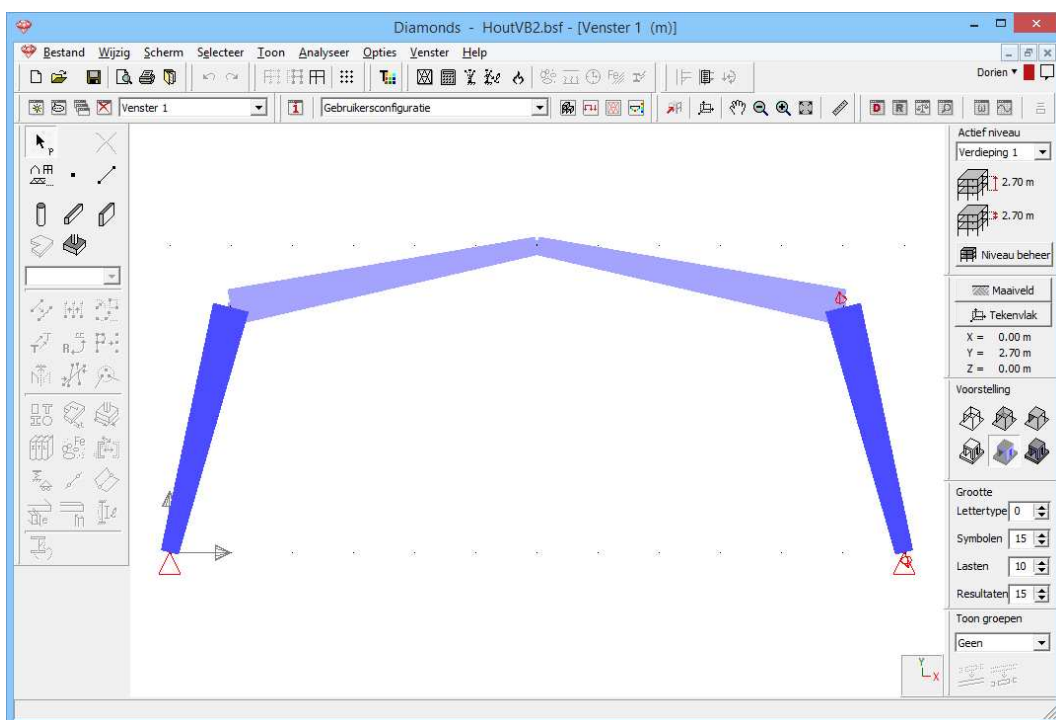
Hier kunnen we de oriëntatie van de sectie wijzigen door op  te klikken.

Stap 4: Kolommen onder helling plaatsen

Nu rest ons enkel nog de kolommen onder een hoek te plaatsen. Dubbelklik het bovenste eindpunt van de linkse kolom en verhoog de x-coördinaat met 1m.

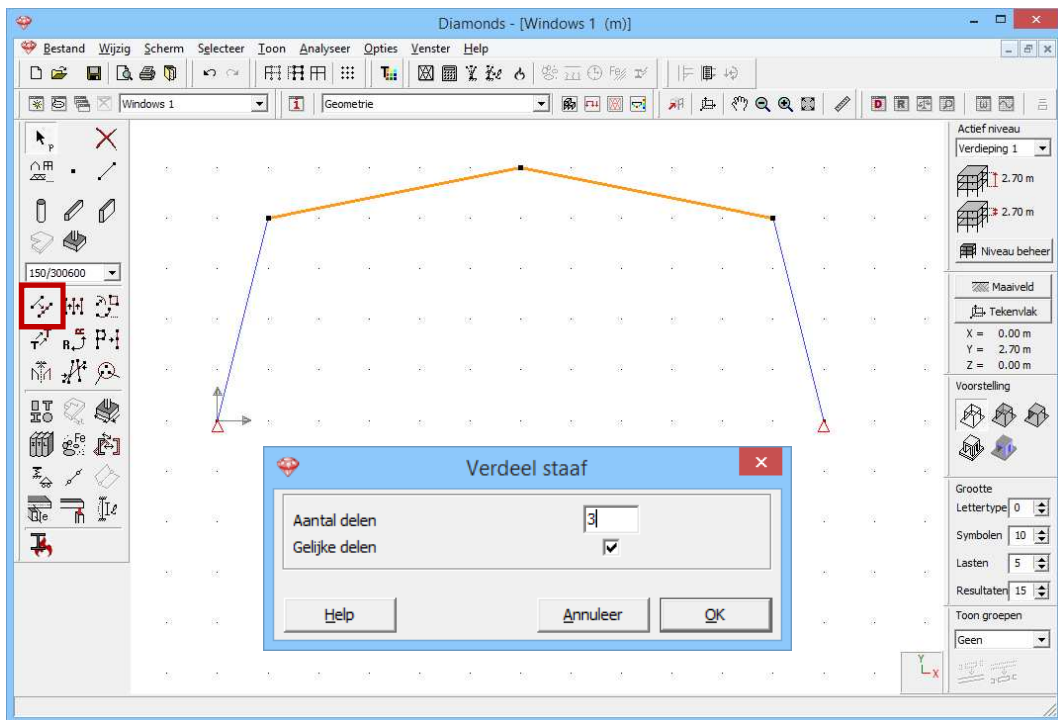


Doe het zelfde voor de rechtse kolom, maar verminder de x-coördinaat met 1m. Resultaat:



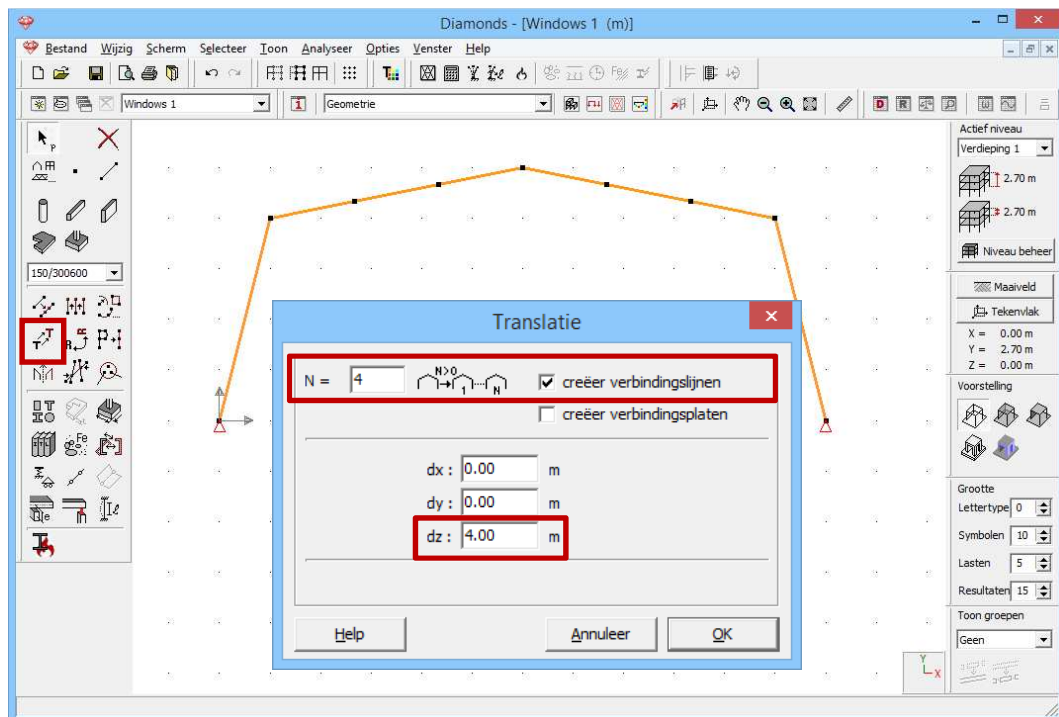
Stap 5: Structuur kopiëren tot een 3D model

Selecteer de liggers en verdeel deze in 3 .



Diamonds zal automatisch de hoogtes van de verschillende delen van de balken aanpassen.

Als de verdeling gedaan is, selecteer dan de volledige structuur en klik vervolgens op .



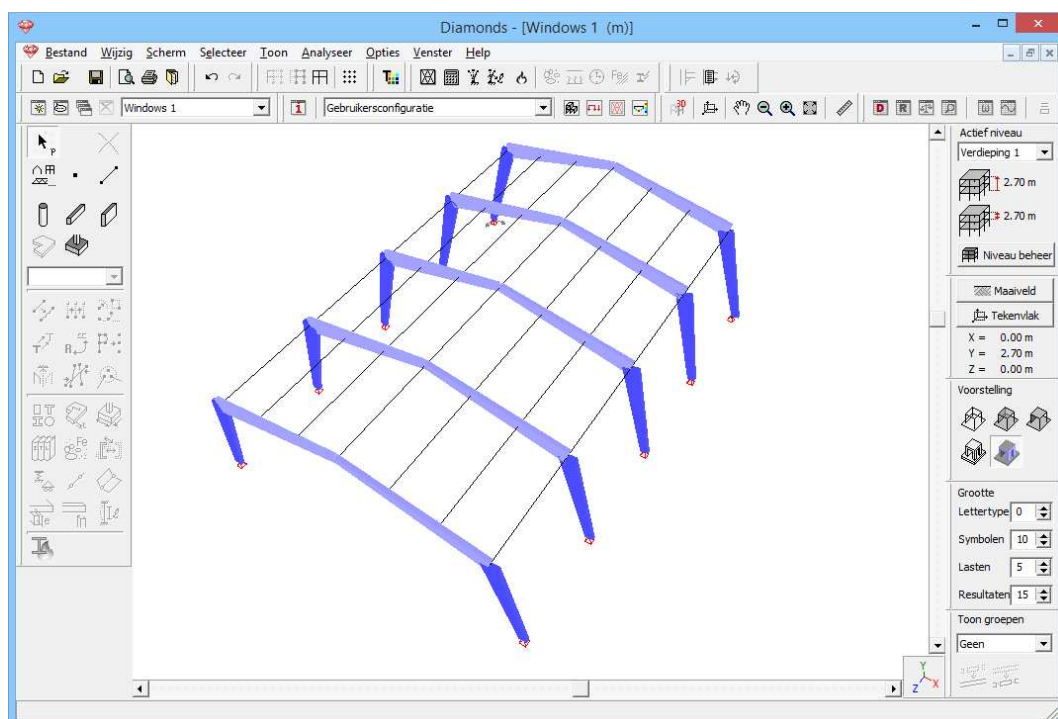
Vul het venster aan zoals hierboven en druk op OK.

Over het venster 'Translatie'

- In het veld 'N' vult u het **aantal gewenste kopieën** in. Als het om een simpele translatie gaan, blijft N gelijk aan 0.
- In de 3 velden daaronder kan men de waarden van de **translatievector** ingeven (of de kopievector).
- Als u ten slotte nog het vakje 'creëer verbindingslijnen' of 'creëer verbindingsplaten' aanvinkt, zal Diamonds automatisch respectievelijk lijnen of platen tekenen tussen de gekopieerde punten.

Om nu te zien wat Diamonds gedaan heeft, moet men het project in een perspectief zicht plaatsen. Klik op  rechts onderaan en kies voor een 3D zicht.

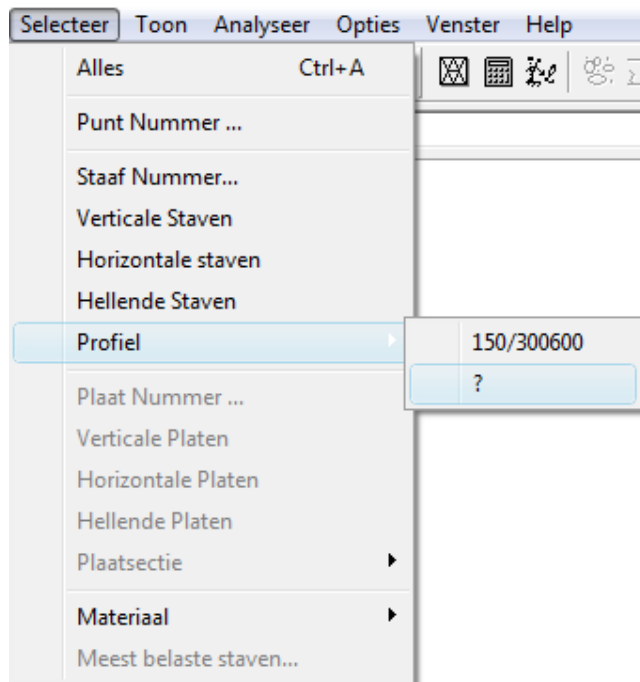
Er verschijnen onderaan en rechts van het venster schuifbalken waarmee u het gezichtspunt kan veranderen. U kan ook de toets **F12** of  gebruiken om de gehele structuur in het venster te kunnen zien.



Stap 6: Profiel toekennen aan de dwarsbalken

De profielen van de dwarsbalken zijn nog niet gedefinieerd.

- Selecteer alle dwarsbalken met:



Op deze manier selecteert u alle balken waar nog geen profielen aan zijn toegekend.

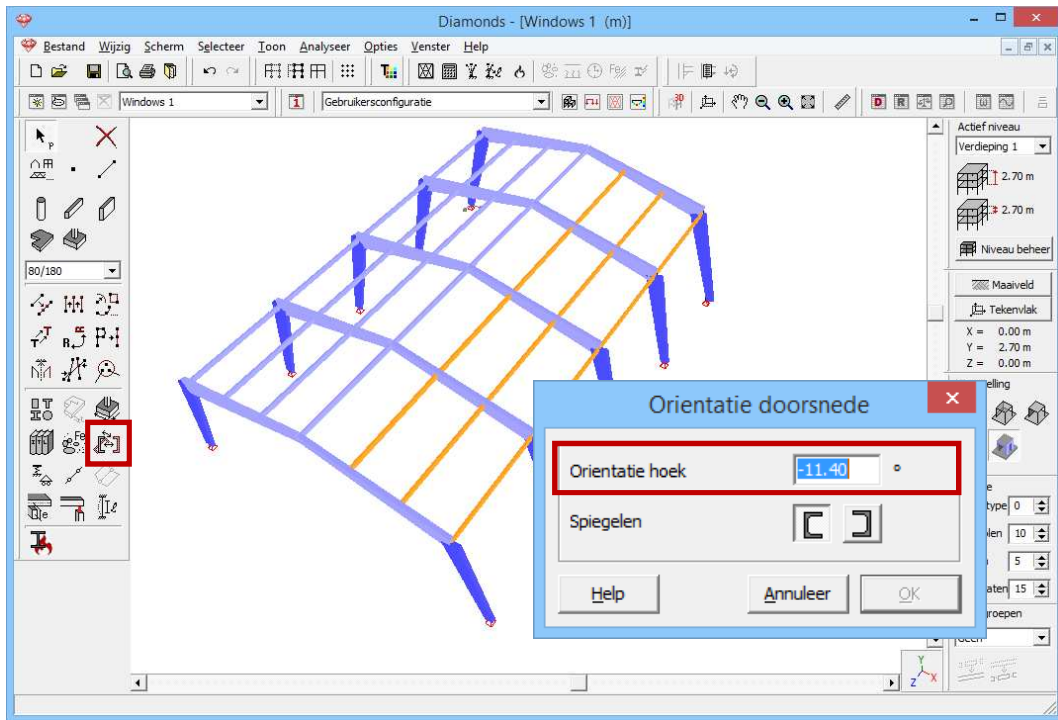
- Geef hen een **rechthoekig** profiel van **80x180mm** . Het materiaal is **hout GL32h**.

Als u bij elke stap in het project telkens de profielen definieert, dan zijn de laatst bijgetekende staven altijd zonder profielen. Op de bovenstaande manier is het dan heel gemakkelijk om deze staven te selecteren. We hadden ook kunnen opteren voor de keuze "horizontale staven".

Stap 7: Dwarsbalken kantelen

De dwarsbalken nemen in het programma standaard een verticale oriëntatie aan. Maar in praktijk volgen de dwarsbalken de helling van draagbalken. Als we nu dubbelklikken op een deeltje van één van de draagbalken kan men in het venster zien dat de helling van deze balk 11,3° bedraagt. We gaan nu de dwarsbalken dezelfde helling geven. De nokpan behoudt de verticale oriëntatie.

- Selecteer alle dwarsbalken aan de rechterkant zoals u op onderstaande tekening kan zien.
- Klik vervolgens op de knop  in het pallet en vervolledig het dialoogvenster als volgt.



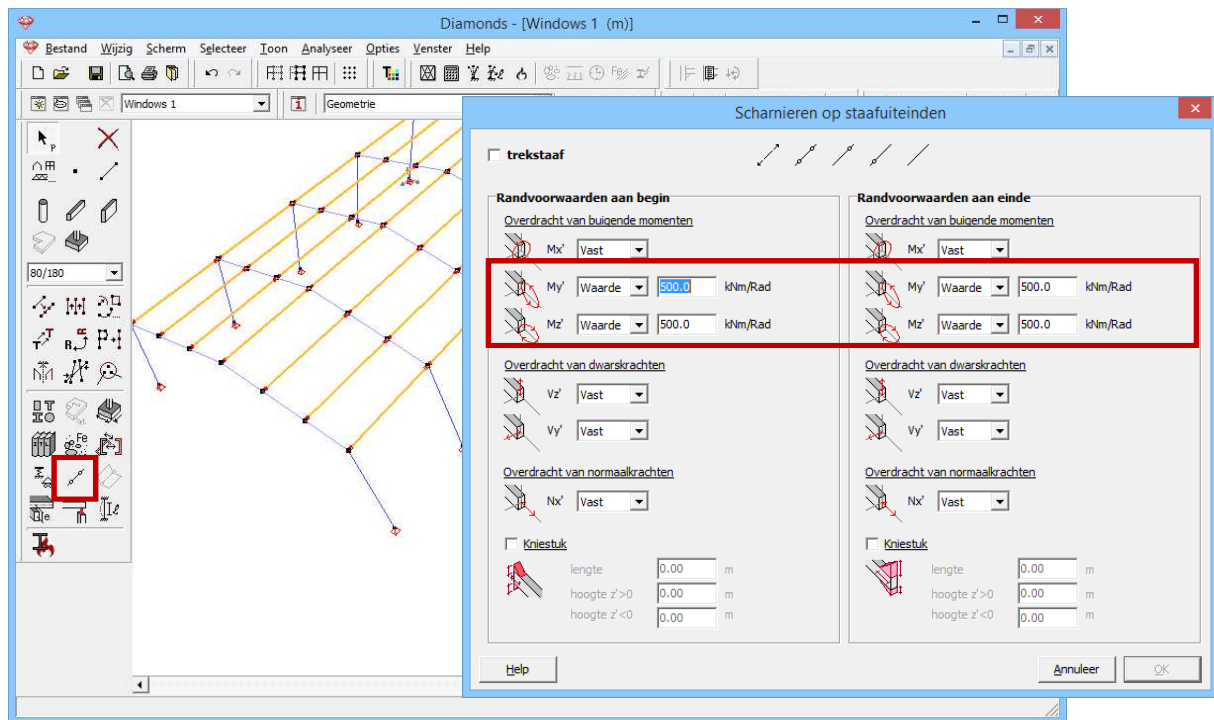
Vervolgens doet u het zelfde voor de linkse dwarsbalken maar nu vult u 11,4° in (i.p.v. -11,4°).

We zouden eveneens een excentriciteit kunnen geven aan de dwarsbalken. Maar dat is niet echt nodig voor dit voorbeeld.

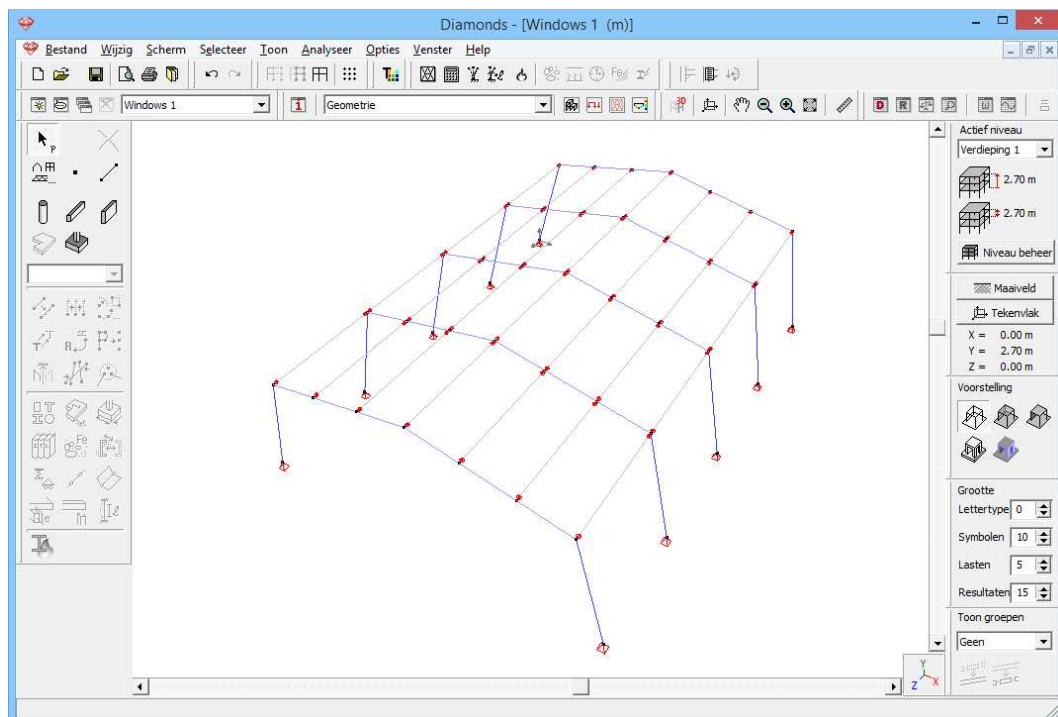
Stap 8: Dwarsbalken scharnierend maken

Een laatste belangrijk punt is het bepalen van de scharnieren aan de uiteinden van de dwarsbalken. We gaan uit van de hypothese dat de verbindingen op het uiteinde van dwarsbalken geen belangrijk moment kunnen aannemen.

- Selecteer alle dwarsbalken via het menu "Selecteer – profiel – 80/180".
- Vervolgens klikt u op de knop  en kan u het venster als volgt vervolledigen.



De waarde van 500kNm/rad laat toe om rekening te houden met een zekere stijfheid van de verbinding.

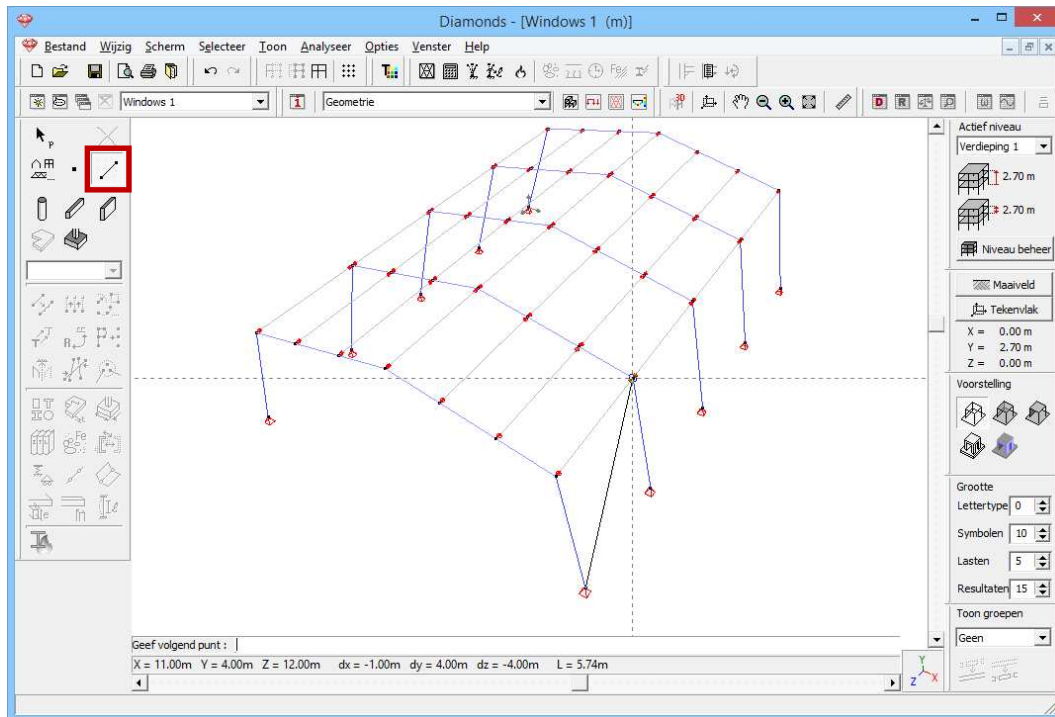


Stap 9: Windverbanden toevoegen

Om de opbouw van de structuur te vervolledigen, is het belangrijk om de windverbanden aan te brengen om de stabiliteit van het geheel te kunnen

verzekeren. We gebruiken hiervoor metalen stangen met een diameter van 20mm in staal S235.

Om deze verbanden aan te leggen moet men eerst de staven tekenen. Dit is direct mogelijk in de tekening in het 3D perspectief. Klik op de knop  om het tekenen van staven te activeren. Teken vervolgens de windverbanden door middel van de intelligente cursor.



Selecteer de getekende lijnen via het menu "Selecteer – profiel - ?" en klik op . Vervolledig als volgt:

Doorsnede

Naam: Windverband

Vorm: Constant

Afmetingen: H: 20.0 mm

Dimensies: Assen

Sectie eigenschappen

Materiaalafhankelijk: ☐

☒ Automatisch berekenen

Algemeen | Elastisch | Plastisch | Koudgevormd

sterke as y-y | zwakke as z-z

Sy	3130	mm ²	Sz	3130	mm ²	alpha	0.00	°
Iy'	7854	mm ⁴	Iz'	7854	mm ⁴	Iyz	0	mm ⁴
iy'	5.0	mm	iz'	5.0	mm	It	15708	mm ⁴
Wel,y',t	788	mm ³	Wel,z',t	788	mm ³	Iw	0	mm ⁴
Wel,y',b	788	mm ³	Wel,z',b	788	mm ³	Twm	1571	mm ³

Materiaal: Staal S235, gewalst

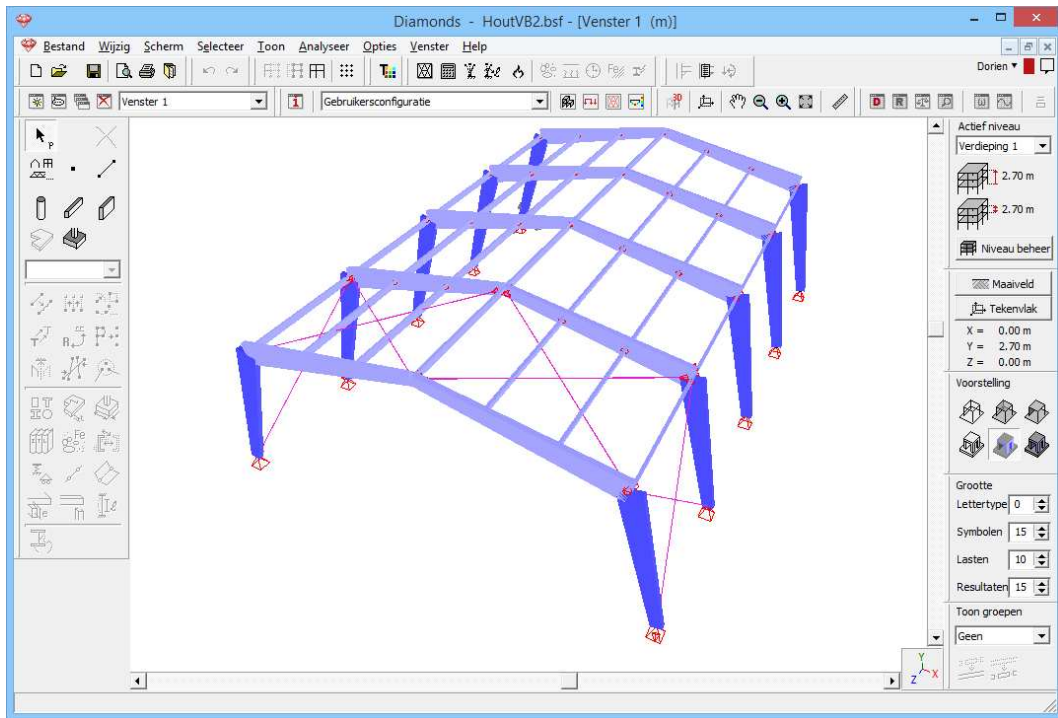
Lokale assen: Orientatie hoek: 0.00 °

Spiegelen: ☐

Hulp | Annuleer | OK

Ten slotte moeten deze staven als trekstaven gedefinieerd worden dat wil zeggen dat deze staven geen druk kunnen opnemen. Als de staven geselecteerd zijn, klikt u op de knop  en kiest u voor de optie 'trekstaaf'.

De structuur is nu volledig opgebouwd.



5.2.3 Definiëren van de lasten

Stap 10: Naar configuratie 'Lasten'

We verlaten nu de configuratie 'Geometrie' en activeren de configuratie 'Lasten' om de lasten in te voeren. Klik bovenaan in de iconenbalk op het icoon , of selecteer in het naastliggende pull down-menu de configuratie 'Lasten'.

5.2.3.1 Aanmaken van de lastengroepen

Stap 11: Aanmaken lastengroepen

We beschouwen 5 lastengroepen:

- Eigengewicht
- Permanente lasten
- Nuttige last H: daken
- Wind: 20 gevallen
 - o Wind links opwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind links opwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind links neerwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind links neerwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
 - o Wind links opwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
 - o Wind links opwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)

- o Wind links neerwaarts -> rechts opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- o Wind links neerwaarts -> rechts neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- o Wind rechts opwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- o Wind rechts opwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- o Wind rechts neerwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- o Wind rechts neerwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- o Wind rechts opwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- o Wind rechts opwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- o Wind rechts neerwaarts -> links opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- o Wind rechts neerwaarts -> links neerwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- o Wind voor -> achter opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- o Wind voor -> achter opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- o Wind achter -> voor opwaarts ($c_{pi} = -0,3$)
- o Wind achter > voor opwaarts ($c_{pi} = 0,2$)
- Sneeuw: 3 gevallen
 - o Geval 1
 - o Geval 2
 - o Geval 3

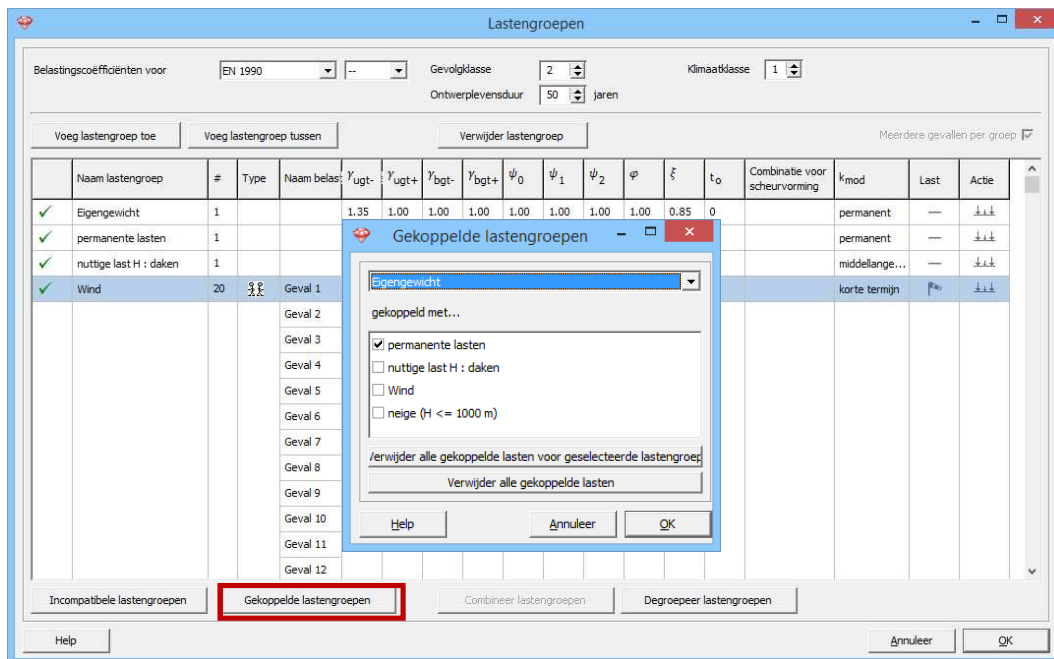
Volg de werkwijze in §5.1.3.1 om deze te definiëren.

Stap 12: Gekoppelde lastengroepen

De lastengroepen 'Eigengewicht' en 'Permanente belasting' bevatten beiden neerwaarts gerichte belastingen. Dus beiden lastengroepen zullen hetzelfde effect op de structuur hebben. Bijgevolg zullen de meest extreme (min en max) resultaten (M, N, V, ...) gevonden worden als beiden lastengroepen worden vermenigvuldigd met dezelfde minimale/ maximale veiligheidscoëfficiënten.

In Diamonds is het mogelijk dergelijk gedrag te definiëren d.m.v. 'gekoppeld' lastengroepen.

- Klik op de knop Linked load groups.
- Geef aan dat de lastengroep 'Eigengewicht' gekoppeld is aan de lastengroep 'Permanente belasting'.



Het gebruik van 'Gekoppelde lastengroepen' zal het aantal combinaties reduceren en dus ook de rekentijd (vooral merkbaar bij grotere modellen).

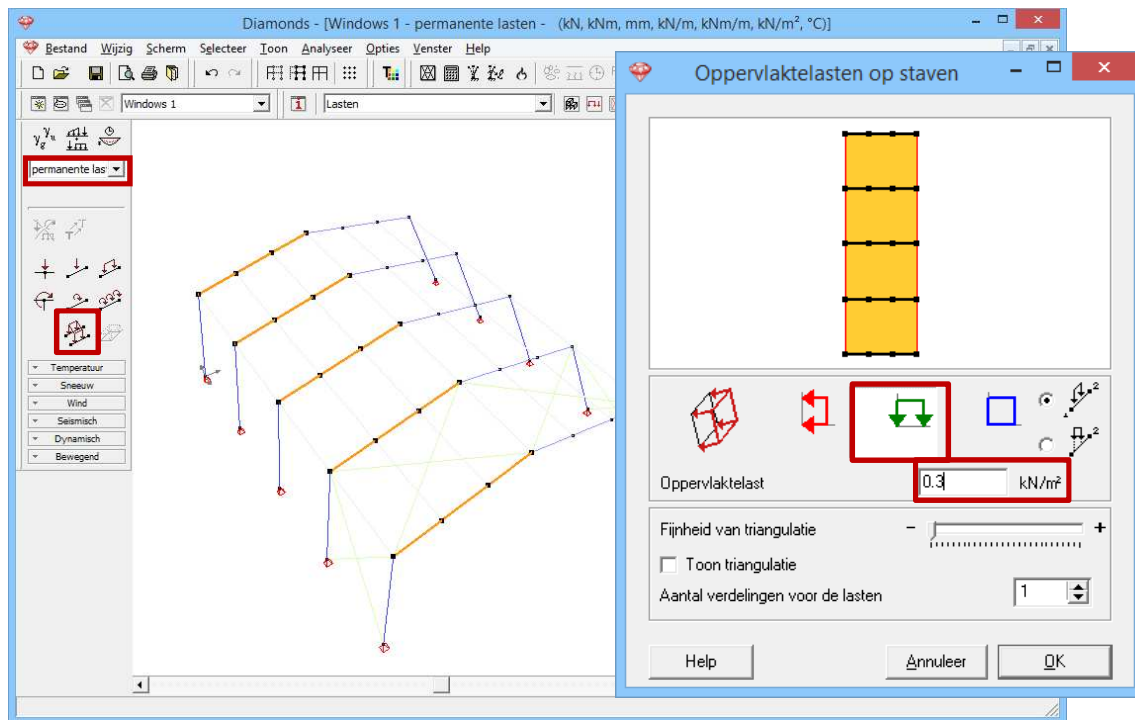
Klik twee maal op 'OK' om deze vensters te sluiten.

5.2.3.2 Invullen van de lastengroepen

Stap 13: Invullen lastengroepen 'eigengewicht', 'permanent' en 'nuttig'

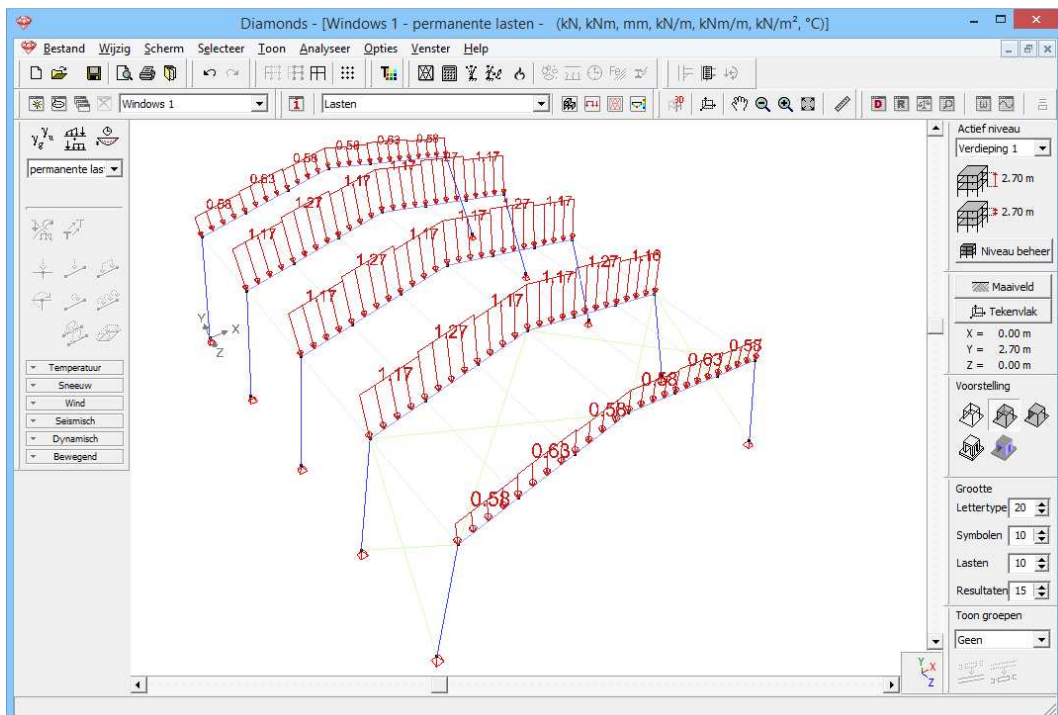
De lastengroepen zijn gedefinieerd, nu kunnen we ze invullen:

- Het **eigengewicht** wordt automatisch berekend.
- We passen een **permanente last** toe van 0,3kN/m² op het dak.
 - o Selecteer de lastengroep 'permanente belasting' uit de pull down lijst.
 - o Selecteer alle spantbenen langs één kant van het dak zoals op onderstaande figuur. De functie die we willen gebruiken, werkt enkel op staven die in hetzelfde vlak liggen.
 - o Klik op de knop .
 - o Vervolledig het venster zoals hieronder.

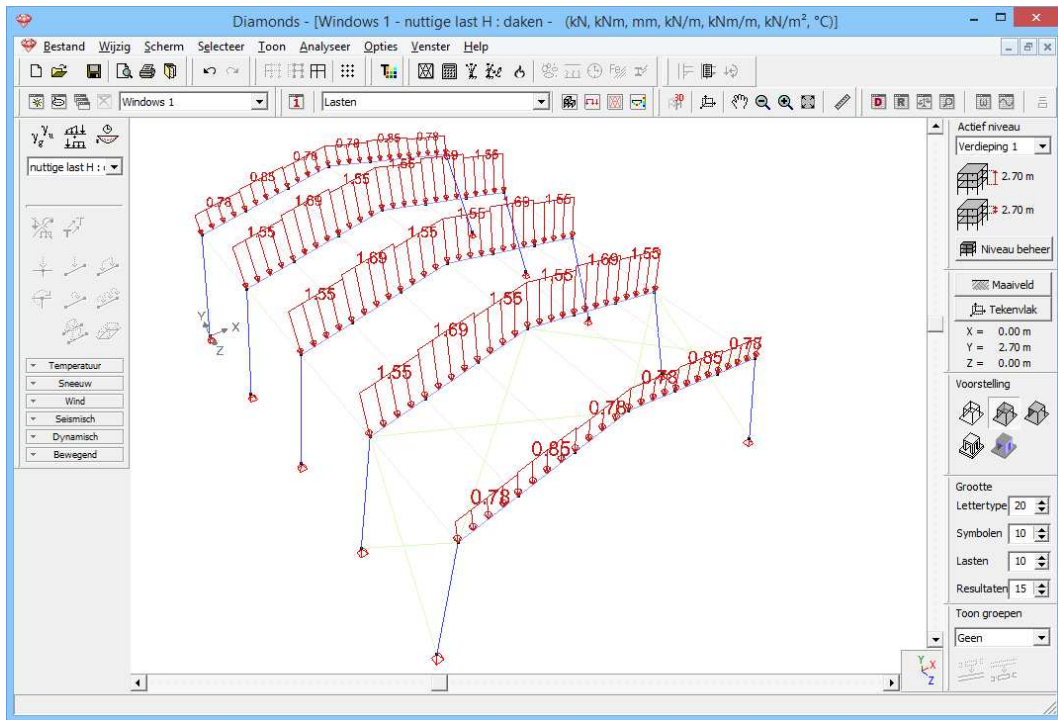


- Wanneer je op 'OK' klikt zal Diamonds de last berekenen die iedere balk opneemt.
- o Herhaal deze stappen voor de andere kant van het dak.

Resultaat:



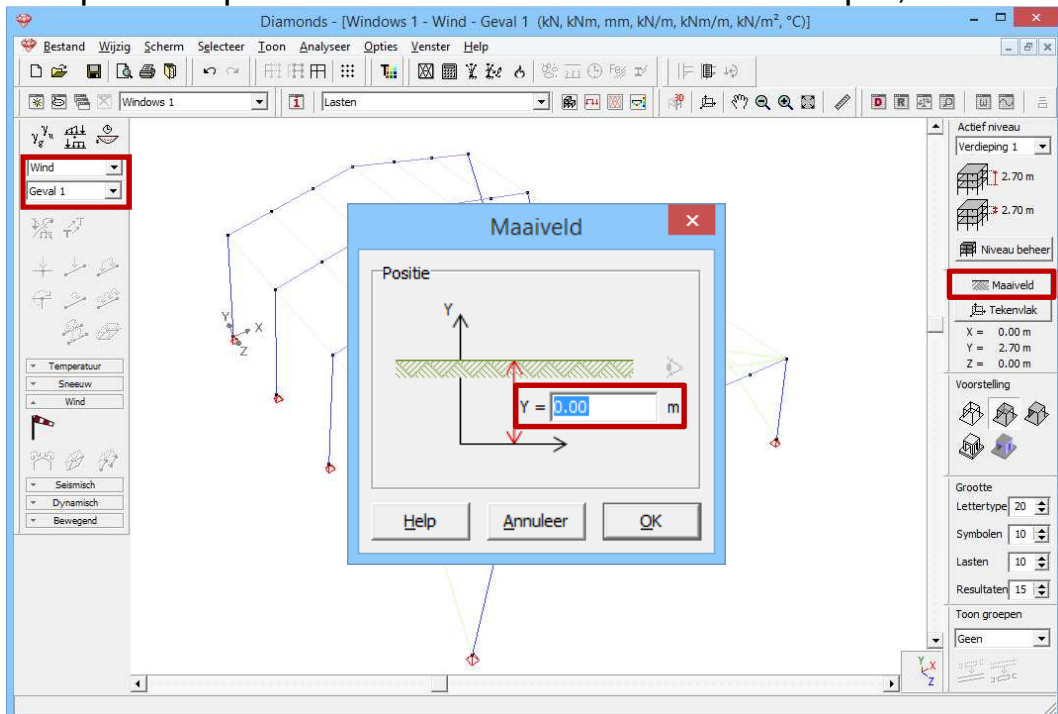
- Doe nu hetzelfde voor '**Nuttige last H: Daken**' van 0,4kN/m².



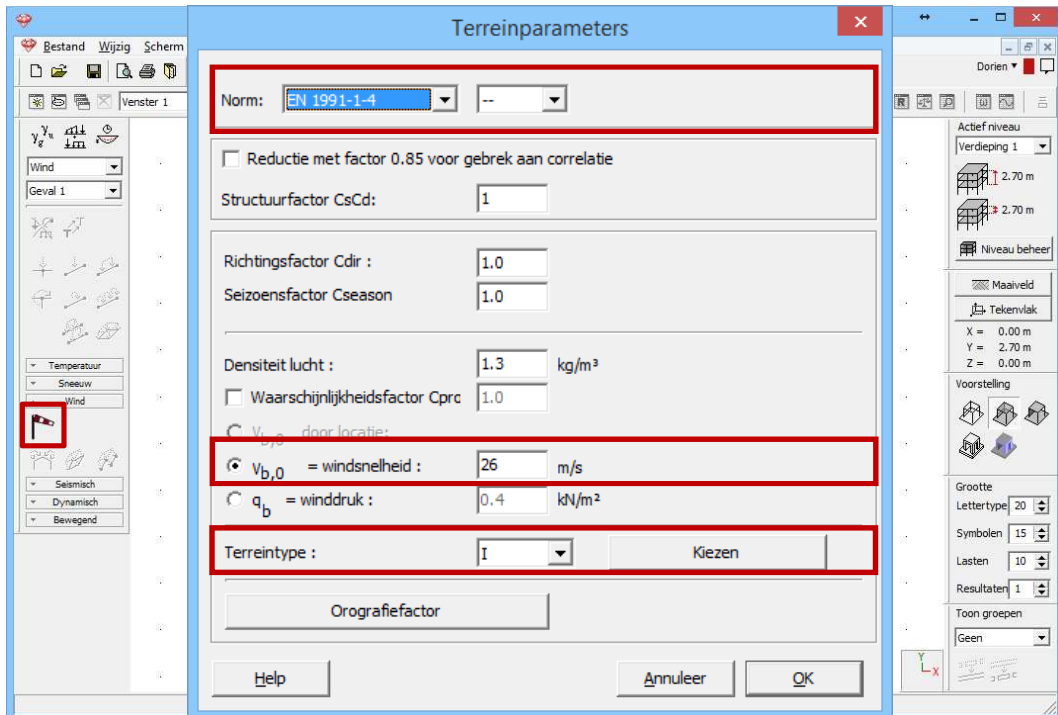
Stap 14: Invullen lastengroepen 'wind'

Om **wind** te genereren:

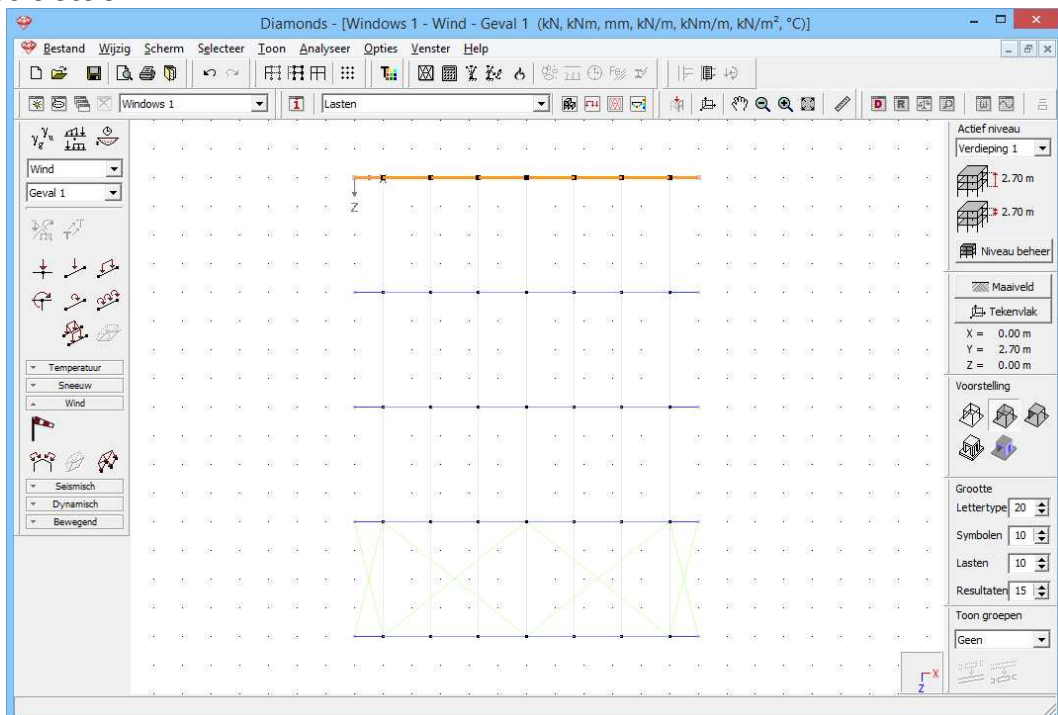
- Klik op de knop **Ground level** en stel het maaiveld in op 0,0m.



- Selecteert u de lastengroep 'wind' en de eerste deellastengroep 'wind l o -> r o (-0.3)' uit het pull down-menu.
- Klik op om de wind norm en de terreinparameters in te stellen.

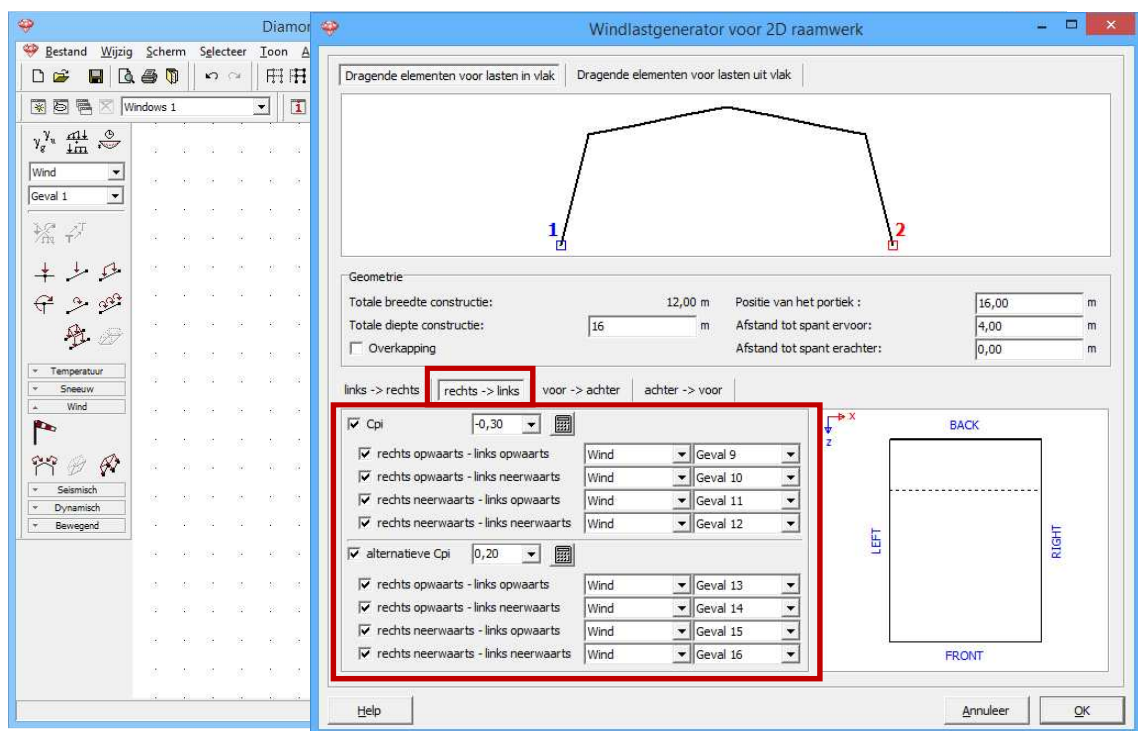
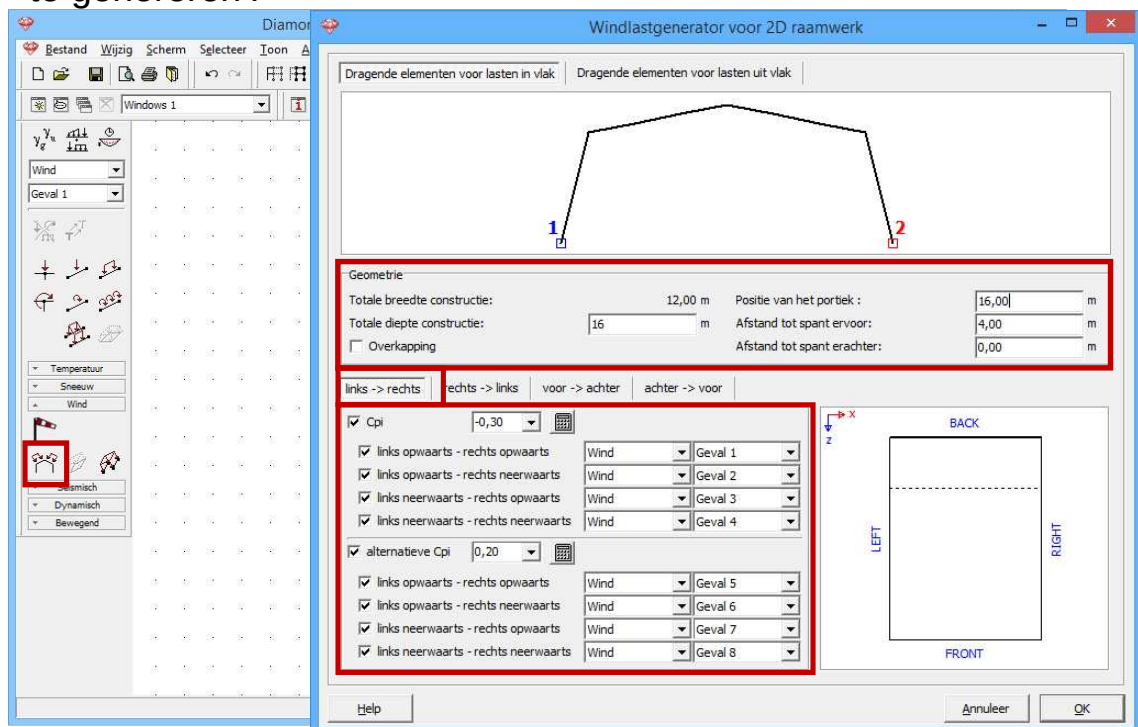


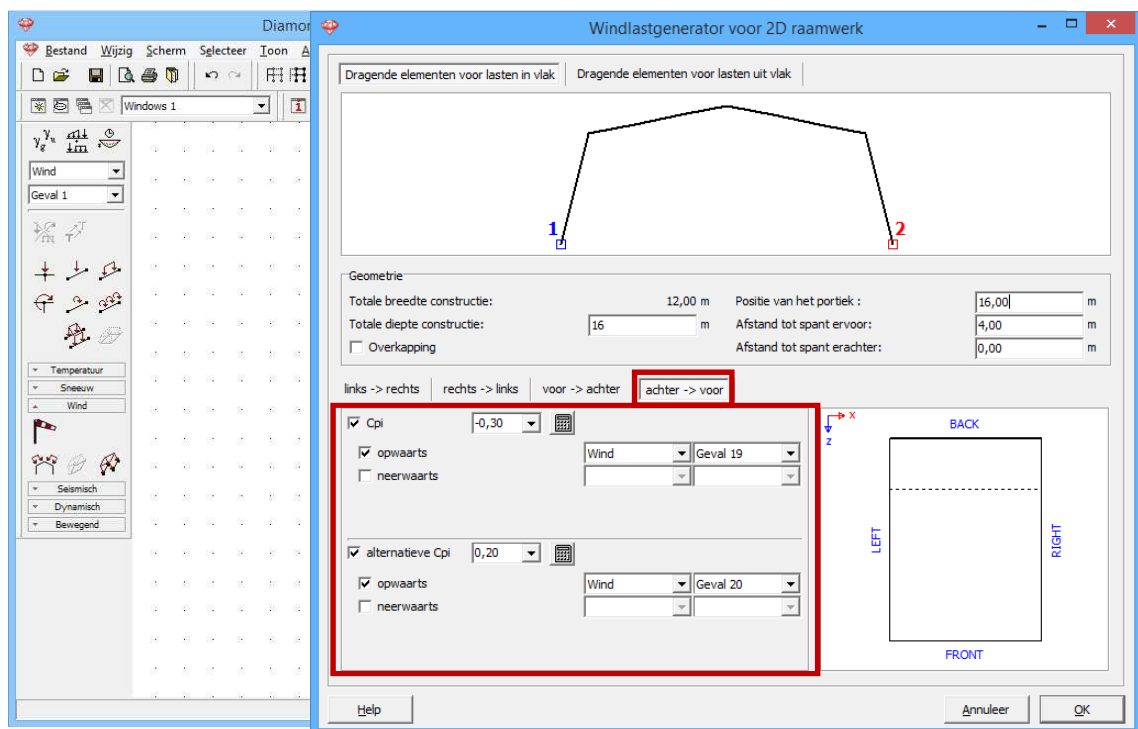
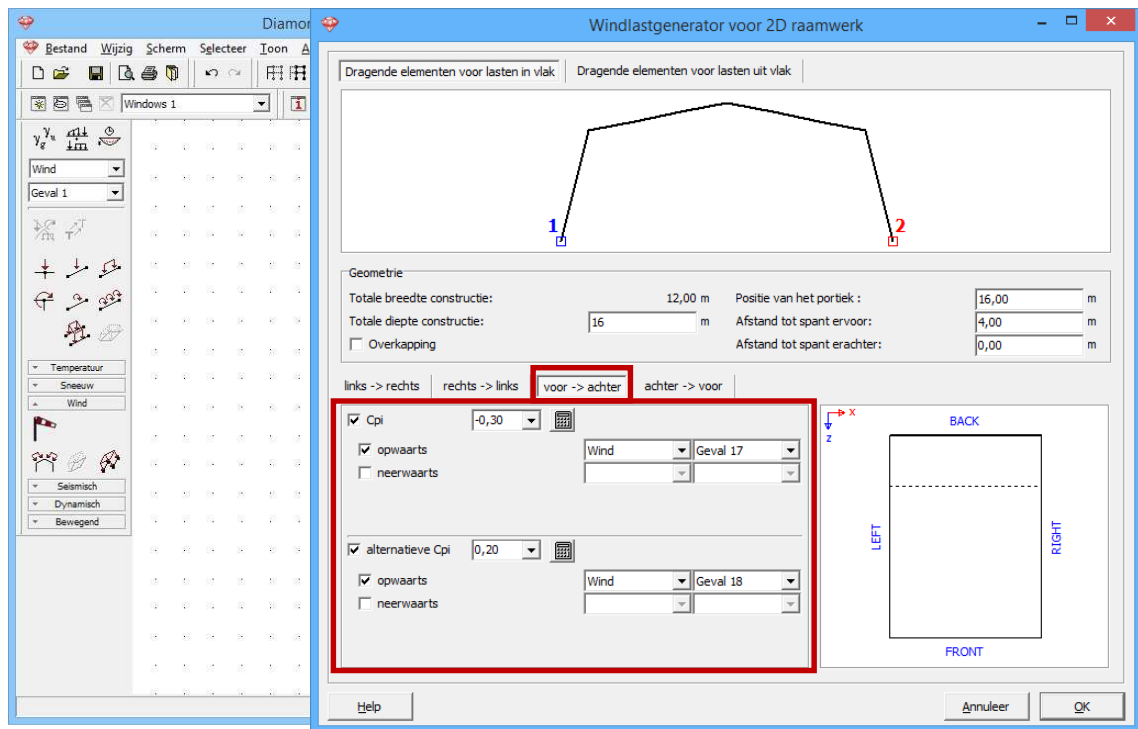
- o Selecteer de norm 'EN 1991-1-4 [--]'.
 - o Kies voor een basis windsnelheid van 26m/s en een terreintype I.
 - o Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.
- Neem een bovenaanzicht en selecteer het eerste spant uit de 3D structuur.



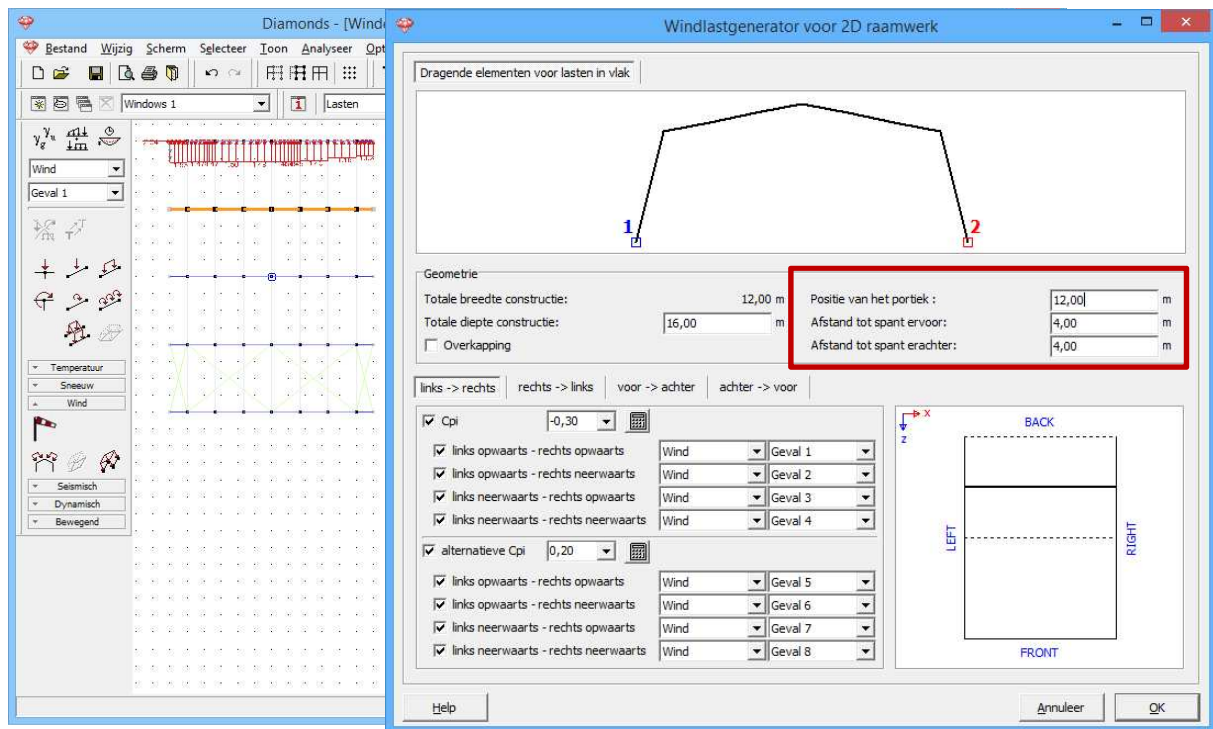
- Klik op  om de windgenerator op raamwerken te starten.

- o Vervolledig het venster zoals hieronder. Klik dan op 'OK' om de wind te genereren'.

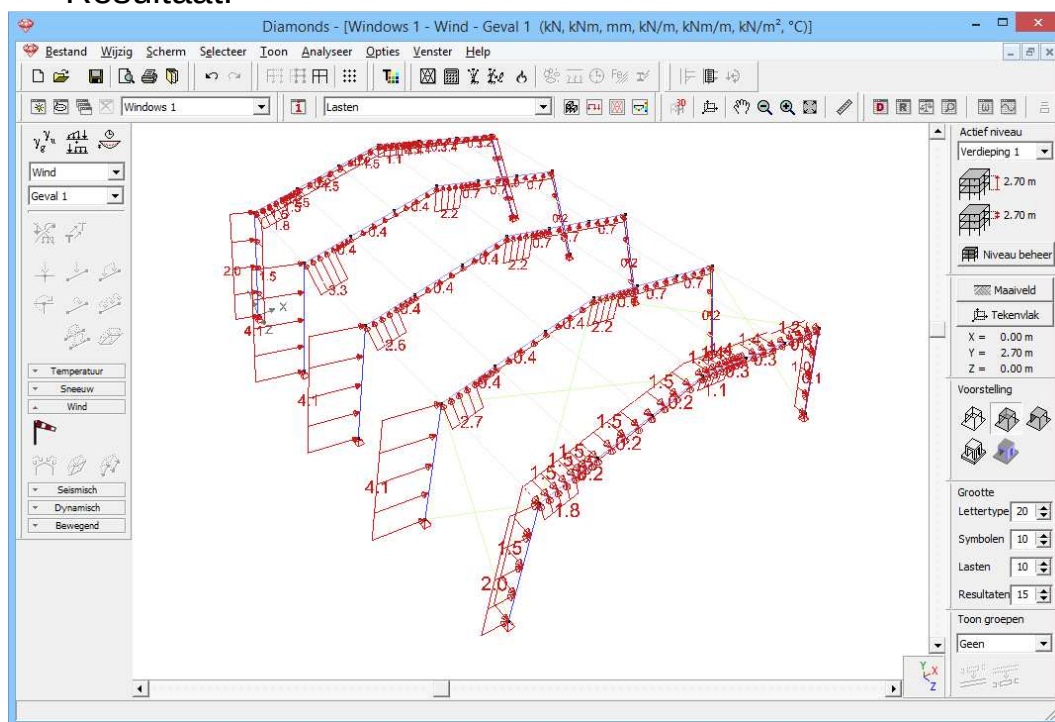




- Selecteer nu het tweede spant en klik op . Het enige wat u moet veranderen is de positieve van het spant in de 3D structuur. Diamonds heeft alle andere parameters onthouden uit de vorige windgeneratie.



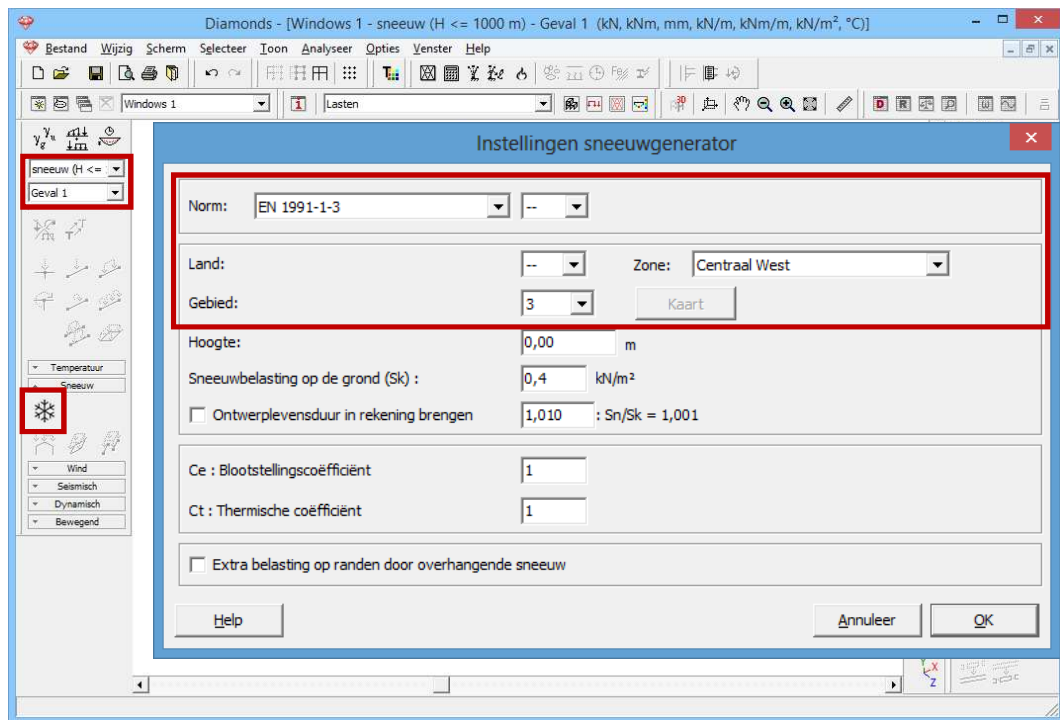
- Herhaal deze stappen voor alle andere spanten.
- Resultaat:



Stap 15: Invullen lastengroepen 'sneeuw'

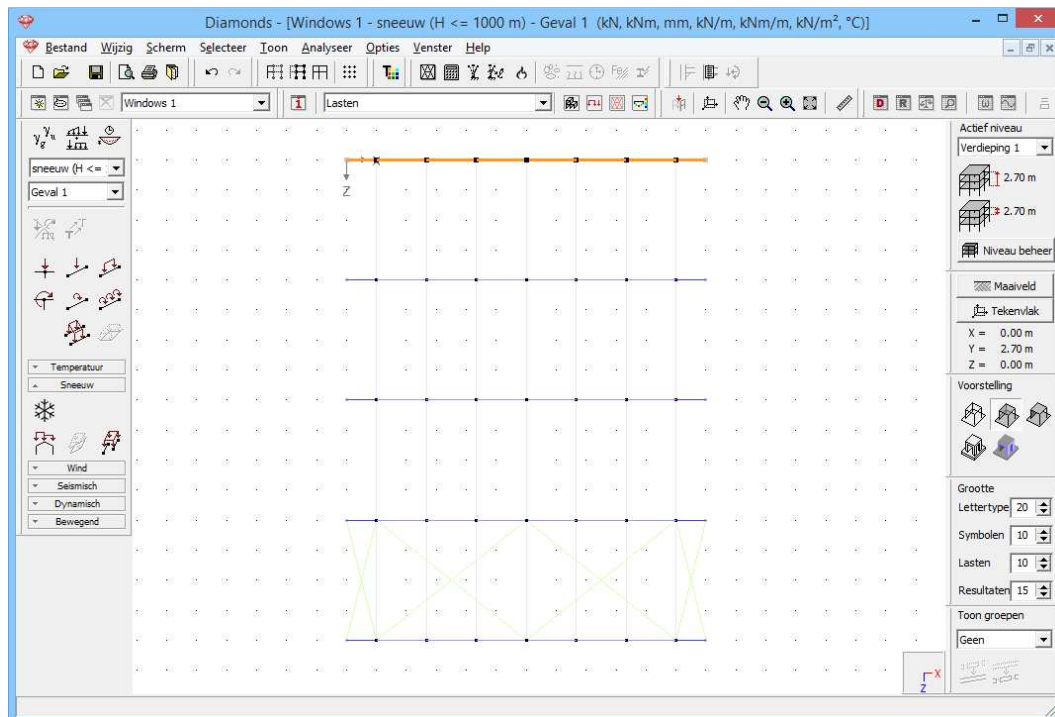
Om **sneeuw** te genereren:

- Selecteer de lastengroep 'sneeuw' en de eerste deellastengroep 'Geval 1' uit het pull down-menu.
- Klik op  om de sneeuwnorm en de terreinparameters in te stellen.

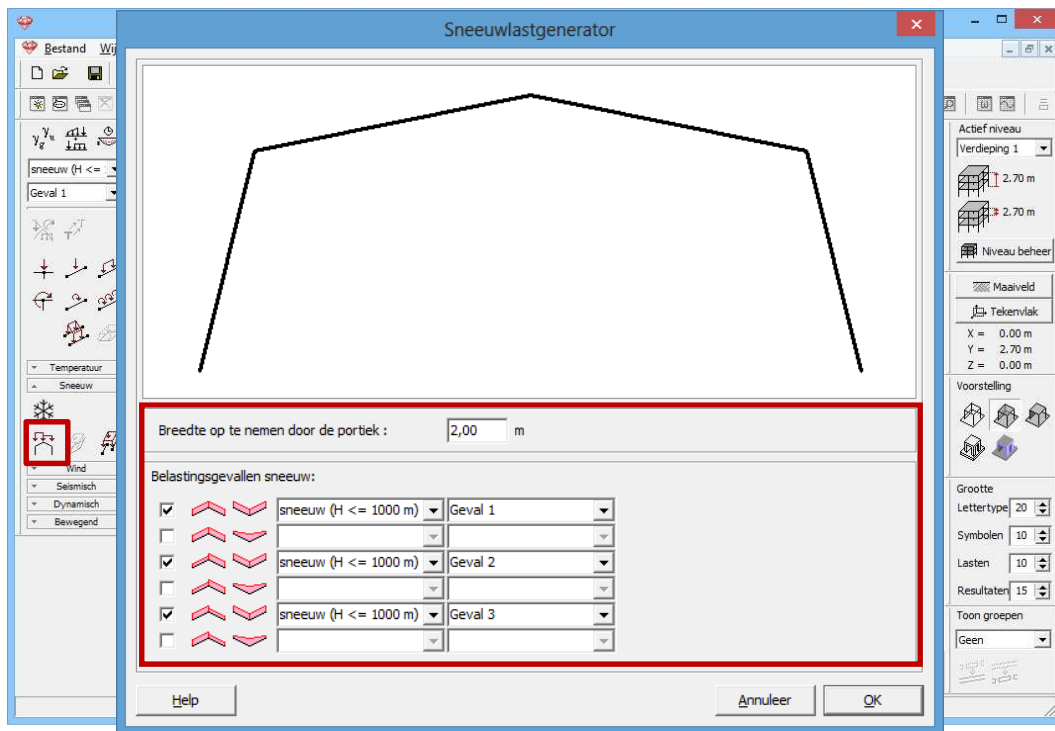


- o Selecteer de norm EN 1991-1-3 [--].
- o Kies '-- Centraal West gebied 3' als zone.
- o Klik op 'OK' om dit venster te sluiten.

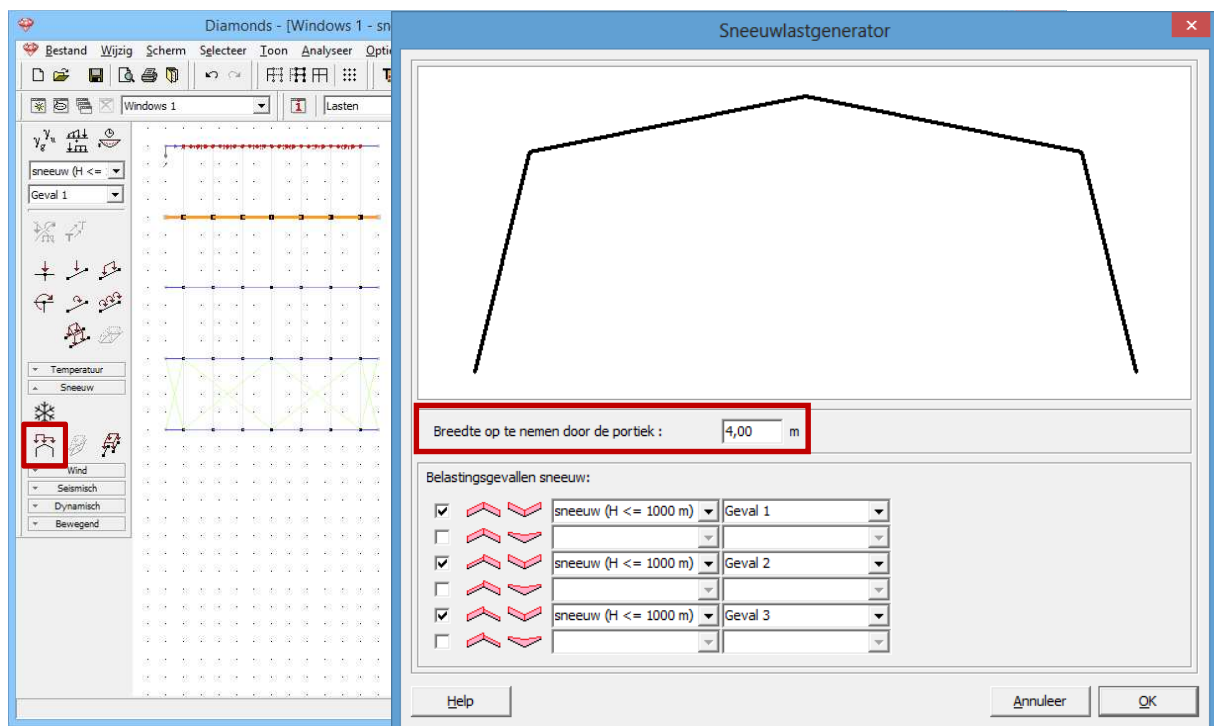
- Neem een bovenaanzicht en selecteer het eerste spant uit de 3D structuur.



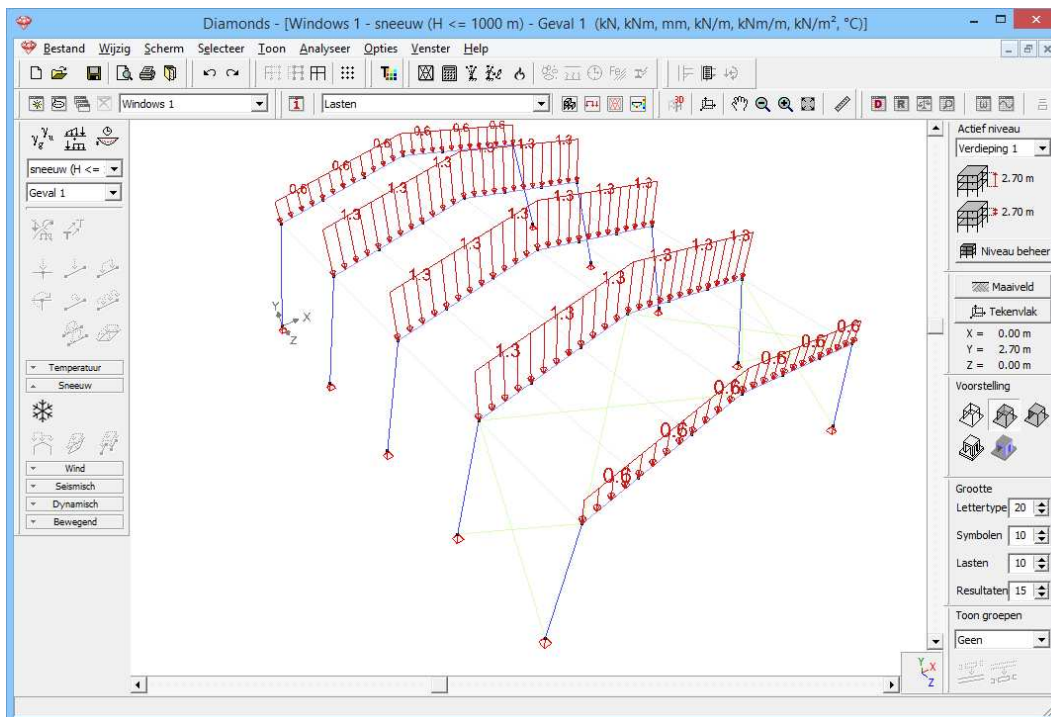
- Klik op  om de sneeuwgenerator op raamwerken te starten. Het eerste en het laatste spant dragen elk 0,5 * de spantafstand = 2m.



- o Vervolledig het venster zoals hierboven. Klik op 'OK' om de sneeuw te genereren.
- Selecteer nu het tweede spant en klik op . Dit spant draagt 4m.



- Herhaal deze stappen voor alle andere spanten. Wanneer u aan het laatste spant toe bent, vergeet dan niet om de op te nemen breedte op 2,0m te zetten.
- Resultaat:



5.2.3.3 Combinaties maken

Stap 16: Combinaties maken

Genereer de combinaties  zoals beschreven in §5.1.3.3.

5.2.4 Berekening van de mesh

Stap 17: Genereren van de mesh

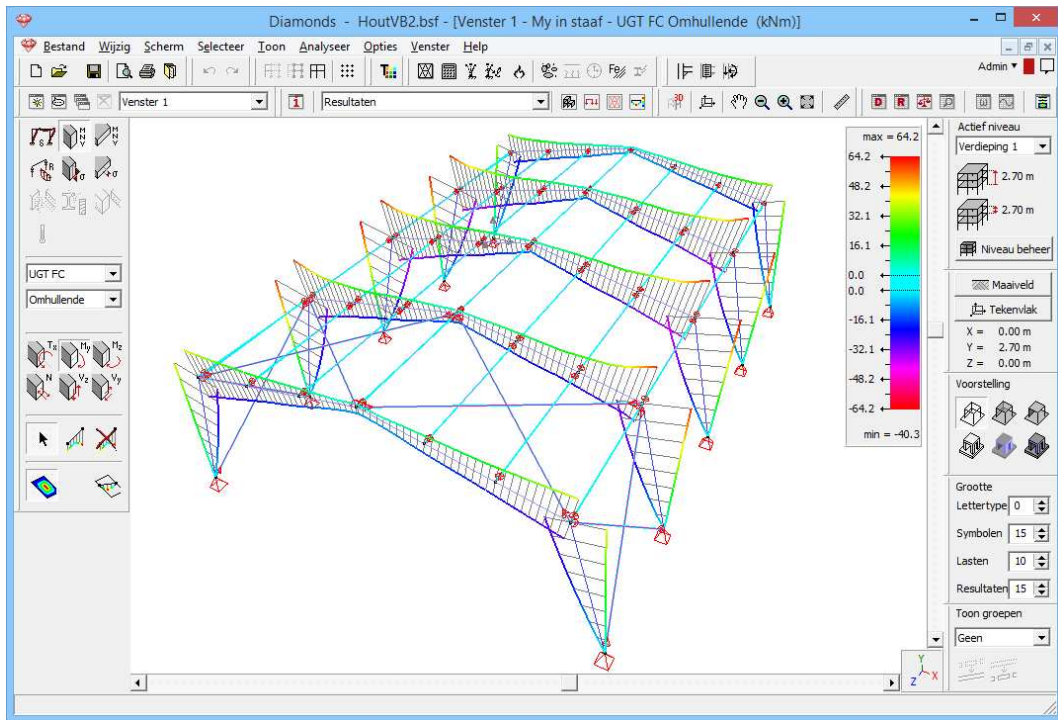
Genereer de mesh  zoals beschreven in §5.1.4.

5.2.5 De globale elastische analyse

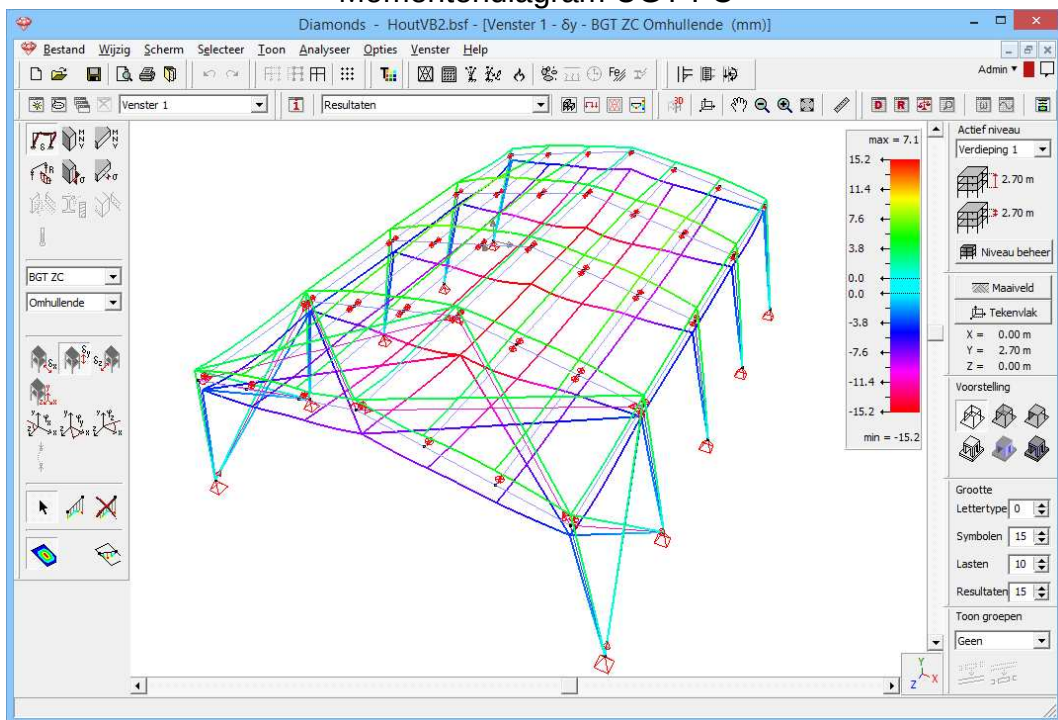
Stap 18: Elastische analyse

Volg de zelfde stappen als in §5.1.5.

Hieronder worden de omhullenden afgebeeld voor de buigende momenten in UGT FC en voor de vervormingen in BGT ZC.



Momentendiagram UGT FC



Vervormingen BGT ZC

Het is mogelijk om slechts voor een deel van de structuur de resultaten te tonen:

- Selecteer de desbetreffende elementen (balken, kolommen, platen, wanden).
- Klik dan op het icoon . De kleurschaal zal aangepast worden i.f.v. de geselecteerde elementen.

Om weer alles zichtbaar te maken, klikt u op het icoon .

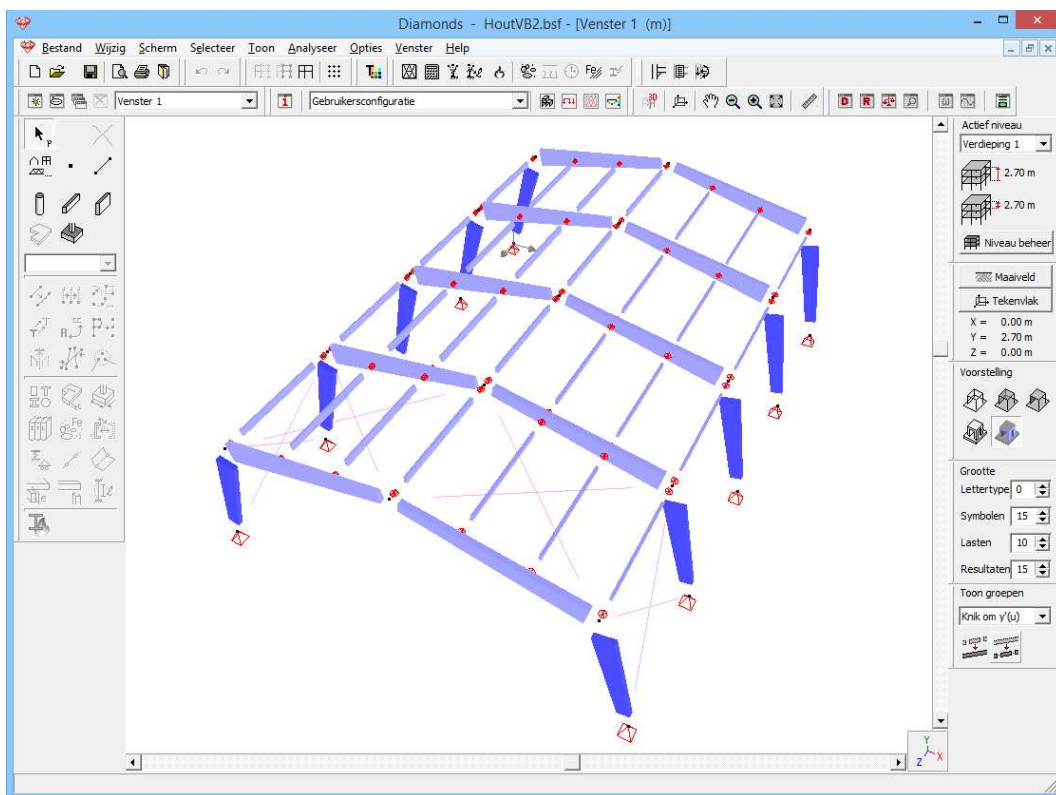
5.2.6 Parameters voor normcontrole

5.2.6.1 Knik

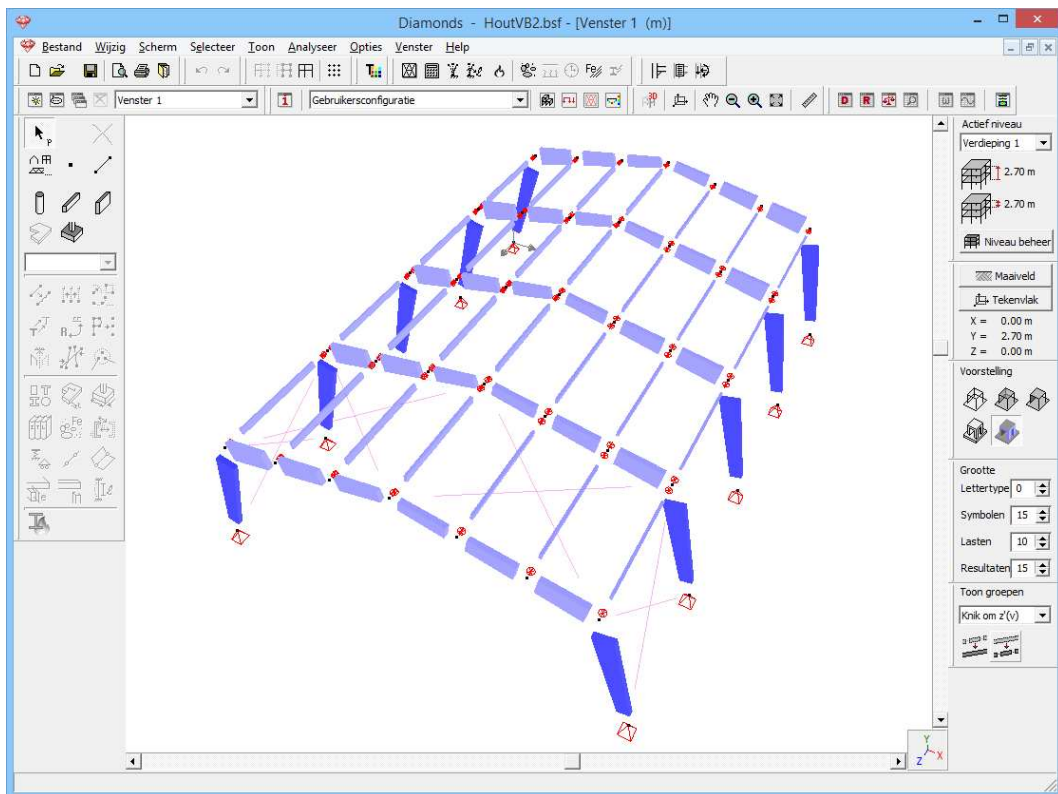
Stap 19: Instellen kniklengtes

Het principe van de knikgroepen werd uitgebreid besproken in §4.1.6.1. De te volgen werkwijze is dezelfde.

Stel de groepen voor knik om de $y'(u)$ -as in als volgt (om de figuur leesbaar te houden zijn de randvoorwaarden, trekstaven en ondersteuningen zijn onzichtbaar gezet):

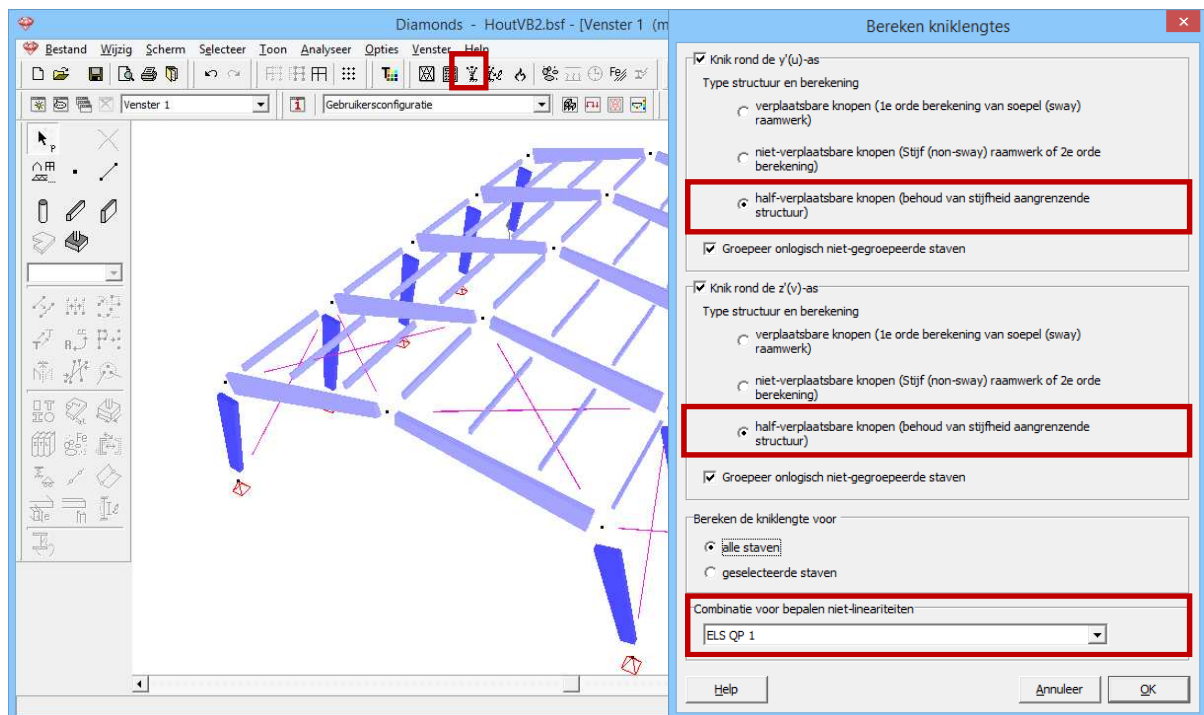


Stel de groepen voor knik om de $z'(v)$ -as in als volgt (om de figuur leesbaar te houden zijn de randvoorwaarden, trekstaven en ondersteuningen zijn onzichtbaar gezet):



Stap 20: Berekenen kniklengtes

Om de kniklengtes te berekenen, klikt u op het icoon  bovenaan in de iconenbalk.



Diamonds vraagt u in functie van de richting (rond $y'(u)$ - of $z'(v)$ -as) voor welk type structuur en voor welk soort analyse achteraf u de kniklengtes

wil bereken. Het is belangrijk dat u later ook hetzelfde type analyse gebruikt als wat u hier aangeeft. We kiezen hier voor de optie 'half-verplaatsbare knopen'. Bij 'Combinatie voor bepalen niet-lineariteiten' selecteert u 'BGT QP1'.

Klik op 'OK'.

5.2.6.2 Laterale torsie knik

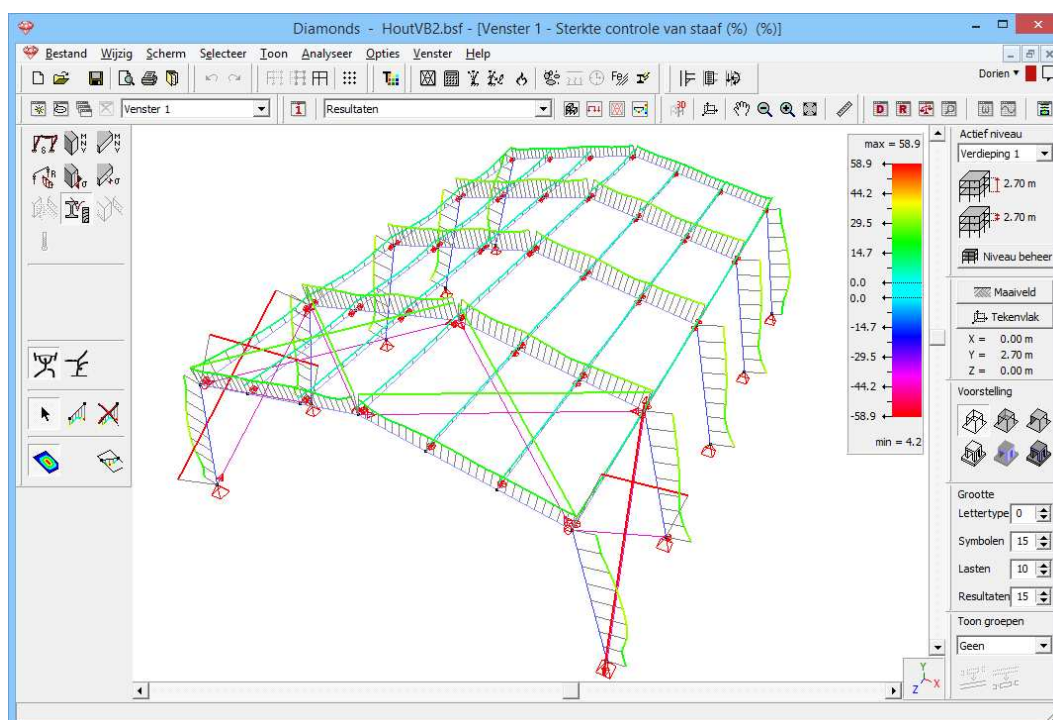
Stap 21: Instellen voor kip

Aangezien de stijlen werden gemodelleerd in deze oefening, moeten we niets specifiek meer instellen voor de laterale torsie knik.

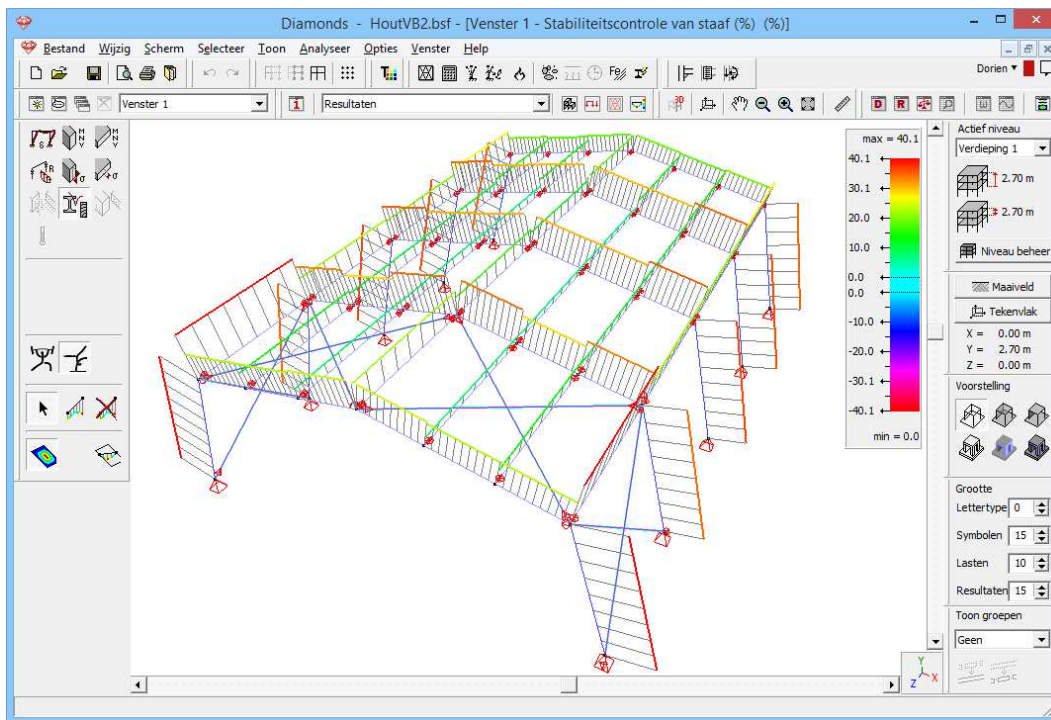
5.2.7 Normcontrole

Stap 22: Sterkte en stabiliteitscontrole

Om de normcontrole te starten, selecteert u in het menu het 'Analyseer – Normtoets staal en hout...' of klikt u op  of **F3**.



Resultaten voor de sterkte van de secties (%)



Resultaten voor stabiliteit (%)

Als we de resultaten analyseren, zien we dat de structuur voldoet (percentages < 100% voor zowel sterkte als stabiliteit).

5.2.8 Optimalisatie van profielkeuze

We zullen gebruik maken van het optimalisatie-algoritme van Diamonds om de meest optimale profielen toe te kennen.

De optimalisatie gebeurt steeds op basis van de bekomen percentages van de verificatie (zie vorige paragraaf).

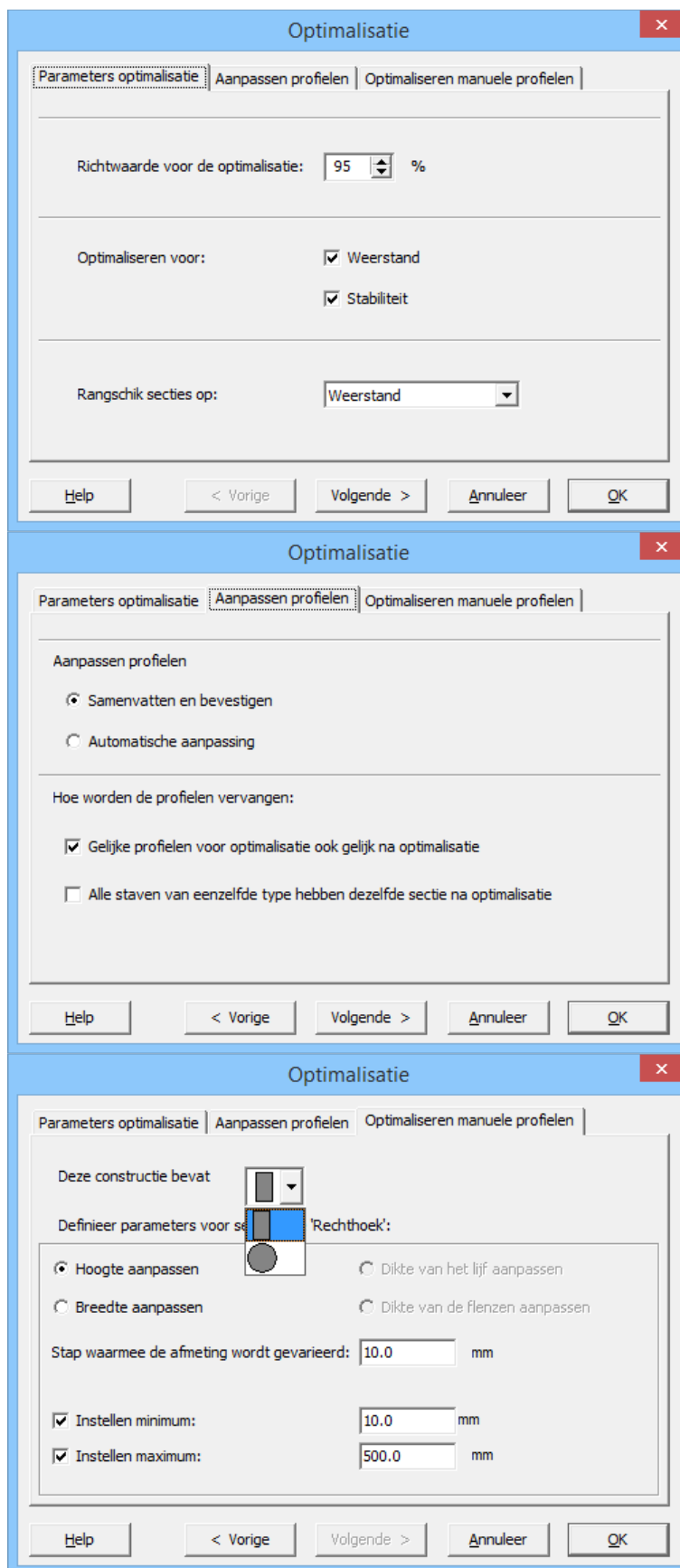
De optimalisatie van een sectie kan gebeuren op twee manieren:

- De eerste manier wordt toegepast op profielen die uit de bibliotheek werden gekozen;
- De tweede wanneer de doorsnede gedefinieerd is op basis van een typevorm. Voor deze laatste kan men de hoogte of breedte in stappen laten variëren om te komen tot de optimale sectie.

In ons voorbeeld vallen we terug op **de tweede manier**. De eerste manier kwam reeds aan bod bij het berekenen een staal structuur (§4.1.8 en §4.2.8).

Stap 23: Optimalisatie van de profielkeuze

Om de optimalisatie te starten, klikt u op de knop  in de iconenbalk.



The image displays three sequential screenshots of the 'Optimalisatie' (Optimization) dialog box, showing different tabs and settings.

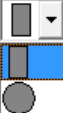
Top Screenshot: Parameters optimalisatie tab

- Tab: Parameters optimalisatie
- Richtwaarde voor de optimalisatie: 95 %
- Optimaliseren voor: ☒ Weerstand, ☒ Stabiliteit
- Rangschik secties op: Weerstand
- Buttons: Help, < Vorige, Volgende >, Annuleer, OK

Middle Screenshot: Aanpassen profielen tab

- Tab: Aanpassen profielen
- Aanpassen profielen: ☒ Samenvatten en bevestigen, ☐ Automatische aanpassing
- Hoe worden de profielen vervangen: ☒ Gelijke profielen voor optimalisatie ook gelijk na optimalisatie, ☐ Alle staven van eenzelfde type hebben dezelfde sectie na optimalisatie
- Buttons: Help, < Vorige, Volgende >, Annuleer, OK

Bottom Screenshot: Optimaliseren manuele profielen tab

- Tab: Optimaliseren manuele profielen
- Deze constructie bevat: 
- Definieer parameters voor selectie: 'Rechthoek': ☒ Hoogte aanpassen, ☐ Breedte aanpassen, ☐ Dikte van het lijf aanpassen, ☐ Dikte van de flenzen aanpassen
- Stap waarmee de afmeting wordt gevarieerd: 10.0 mm
- ☒ Instellen minimum: 10.0 mm
- ☒ Instellen maximum: 500.0 mm
- Buttons: Help, < Vorige, Volgende >, Annuleer, OK

Neem de instellingen uit bovenstaande figuren over en start de berekening.

Over het venster 'optimalisatie'

- In het eerste tabblad '**Parameters optimalisatie**' geeft u de richtwaarde op voor de optimalisatie. Het optimalisatieproces zoekt het profiel dat het dichtst het ingestelde percentage benadert zonder het te overschrijden. Meer informatie vindt u in de referentiehandleiding.
- In het tweede tabblad '**Aanpassen profielen**', kan u vragen om de optimale keuze van de profielen te rapporteren. Dit betekent dat Diamonds u een lijst genereert met betere profielkeuzes dan de huidige. Vraagt u deze rapportering niet, dan verandert Diamonds automatisch de profielen naar de betere profielkeuze.
- In het derde tabblad 'Optimaliseren manuele profielen' geeft u de parameters in voor optimalisatie van secties gedefinieerd op basis van een type vorm.

Wanneer de optimalisatie beëindigd is, verschijnt er een dialoogvenster met de samenvatting van de optimalisatie:



Diamonds stelt u voor sommige profielen te wijzigen. U kan deze wijziging accepteren of negeren door de corresponderende lijn aan of uit te kruisen.

We maken in dit voorbeeld geen rapport van de berekening. Dit wordt uitgebreid uitgelegd in het eerste voorbeeld beton (§3.2.8). De werkwijze is analoog.

