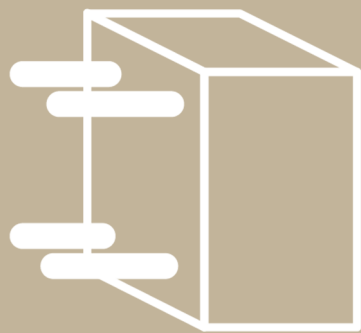


lateral buckling restraint - attaches - steel check - creep - charges climatiques - dynamic analysis - lateral buckling - brandweerstandsanalyse - timber - 1st order - verstijvers - buisverbinding - diseño de planos de armaduras - pandeo lateral - verbindingen - shear connection - verificación - armaduras 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 -



Handleiding ConCrete

elementos finitos - armaduras - cold 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 - déformation fissurée - EHE - beugels - Eurocódigo 3 - platine de bout - análisis dinámico - column base plate - kruip - rigid link

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 ConCrete (Plus) 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 ConCrete (Plus) en/of deze handleiding.

Inhoud

1	Inleiding.....	6
1.1	Benodigde hardware	6
1.2	Installeren van ConCrete	6
1.3	ConCrete, de andere modules	6
2	Een eenvoudige balk	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Aanmaken van een nieuw project.....	7
2.3	Invoeren van een nieuw element.....	8
2.4	Interpreteren van de berekende resultaten	10
2.4.1	Het venster "Belastingsschema"	10
2.4.2	Het venster "Grafieken".....	11
2.4.3	Het venster "Wapeningsschets"	12
2.5	Wijzigen van de ingevoerde gegevens	13
2.5.1	Rechtstreeks wijzigen van de ingevoerde waarden	13
2.5.2	Wijzigen met behulp van de rechtermuisknop	15
3	Een tweede balk in het project.....	17
3.1	Een balk in het Projectlijst-venster	17
3.2	Puntlasten en trapeziumlasten	17
3.2.1	De trapeziumlast	17
3.2.2	De puntlast.....	18
3.2.3	Wijzigen aantal zones	20
3.3	Toevoegen van geconcentreerde momentlasten.....	21
3.4	Een balk met veranderlijke sectie	22
4	Berekeningsparameters	27
4.1	Dossierwaarden.....	27
4.2	Parameters voor het wapeningsstaal.....	28
4.3	Parameters voor het beton	29
4.4	Parameters voor de steunpunten	32
4.5	Parameters voor de momentenreductie.....	33
4.6	Parameters voor de belastingen	34
5	Meer dan één belastingstype	37
5.1	Inleiding	37
5.2	Een balk met twee belastingstypes.....	37
5.3	Belastingstypes toevoegen en verwijderen.....	39
5.3.1	Rechtstreeks wijzigen	39
5.3.2	Wijzigen met behulp van de rechtermuisknop	39
6	Een heel project van balken	40
6.1	Inleiding	40
6.2	Definiëren van klassen.....	41
6.2.1	Klassen definities	41
6.2.2	Invoeren	41

6.2.3	De projectlijst	42
6.3	De plaats van een element in een bepaalde klasse	43
6.4	Ophalen van een element uit een bepaalde klasse	43
6.5	Verplaatsen van een element naar een andere klasse	43
6.6	Dupliceren van een element.....	43
6.7	Verwijderen van een element.....	44
6.8	Kopiëren van elementen tussen verschillende projecten.....	44
7	Speciale elementen.....	45
7.1	T-, I-, L- en Z-liggers.....	45
7.1	Liggers op verende bedding.....	47
7.2	Liggers in 2 fasen	49
7.3	Platen in 2 fasen	50
7.4	Welfselbibliotheek	50
8	Bewaren, openen en sluiten.....	52
8.1	Bewaren van een nieuw project	52
8.2	Openen van een bestaand project.....	52
8.3	Bewaren van een bestaand project	52
8.4	Automatisch bewaren	52
8.5	Sluiten van een project.....	53
8.6	Wijzigen van de dossiergegevens	53
8.7	Beëindigen van het programma.....	54
9	Printen.....	55
9.1	Printer en printopties instellen.....	55
9.2	Een heel project uitprinten.....	55
9.3	Een hele klasse uitprinten.....	56
9.4	Slechts één element uitprinten.....	56
10	Handige tips.....	57
10.1	Al dan niet automatisch berekenen na invoer	57
10.2	Invoergeluiden	57
10.3	Connecties met ConCrete Plus.....	57
10.4	Meer grafieken en/of grenstoestanden tonen.....	59
10.5	Tekenconventie voor moment en dwarskracht.....	60
10.6	Close-up van een grafiek in een zone.....	60
10.6.1	Maken van een close-up	61
10.6.2	Overstappen naar een andere grafiek.....	61
10.6.3	Opvragen van waarden in discrete punten.....	61
10.7	Gebruik van het "Wijzig"-menu	62
10.8	Berekeningsmethode	62
10.9	Controleberekening.....	62
10.10	Eigen voorkeurwaarden bewaren en ophalen	63
10.11	ConCrete werkomgeving aanpassen.....	63
11	Berekeningsmethode.....	66
11.1	Statische berekening	66
11.2	Organische berekening.....	66
11.2.1	Uiterste grenstoestanden.....	67

11.2.2 Gebruiksgrenstoestanen	72
11.2.3 Minimale wapeningshoeveelheden	74

1 Inleiding

1.1 Benodigde hardware

Raadpleeg de installatie gids.

1.2 Installeren van ConCrete

Raadpleeg de installatie gids.

1.3 ConCrete, de andere modules

ConCrete maakt deel uit van een geheel aan programma's die samen het ontwerpproces van gewapende betonelementen beheersen.

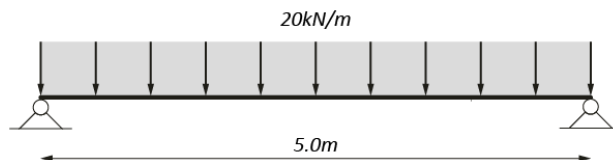
De module ConCrete automatiseert de statische en organische berekening van doorlopende liggers en platen (in één richting) van gewapend beton onderworpen aan enkelvoudige buiging.

De module ConCrete Plus gebruikt de resultaten uit ConCrete voor het uittekenen van de wapeningsplannen en het aanmaken van de buigstaten van het gebruikte wapeningsstaal.

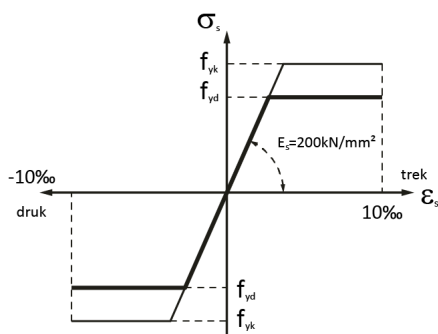
2 Een eenvoudige balk

2.1 Inleiding

Een eenvoudig voorbeeld, een balk met één overspanning, zal stapsgewijs de werkwijze van ConCrete verduidelijken.



Figuur 1: Schets eerste voorbeeld



20kN/m. De vooropgestelde breedte van de balk bedraagt 190 mm, de hoogte 450 mm.

Opmerking: de resultaten van dit voorbeeld kunnen verschillen naargelang de ingestelde norm. Alle voorbeelden in deze handleiding worden berekend volgens de EN 1992 1-1 (nationale bijlage BE). In §10.8 wordt uitgelegd hoe je de berekeningsmethode kan aanpassen.

2.2 Aanmaken van een nieuw project

Nadat het programma Concrete is opgestart, ga naar het menu "**Archief > Nieuw**".

Op het scherm verschijnt een dialoogvenster waarin de voornaamste dossiergegevens van het project (Figuur 2) ingevoerd worden: een referentiecode voor het project, de coördinaten (naam, adres, ...) van het project, van de bouwheer, de architect, de aannemer en de ingenieur.

De betekenis van de vier knoppen aan de zijkant wordt beschreven in §4.1.

Bevestig de ingevoerde gegevens door "**OK**" te klikken op of ENTER te drukken.

Figuur 2: Dossiergegevens

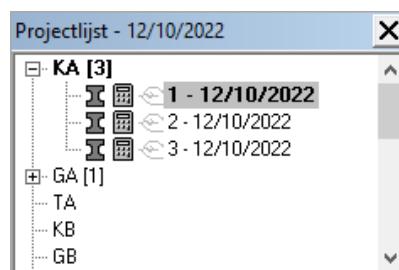
Op het scherm verschijnen links twee paletjes "Invoergegevens" en "Berekeningsparameters" (Figuur 3 en Figuur 4) en onderaan links een venster met als hoofding "Projectlijst" (Figuur 5):



Figuur 3: Palet 1



Figuur 4: Palet 2



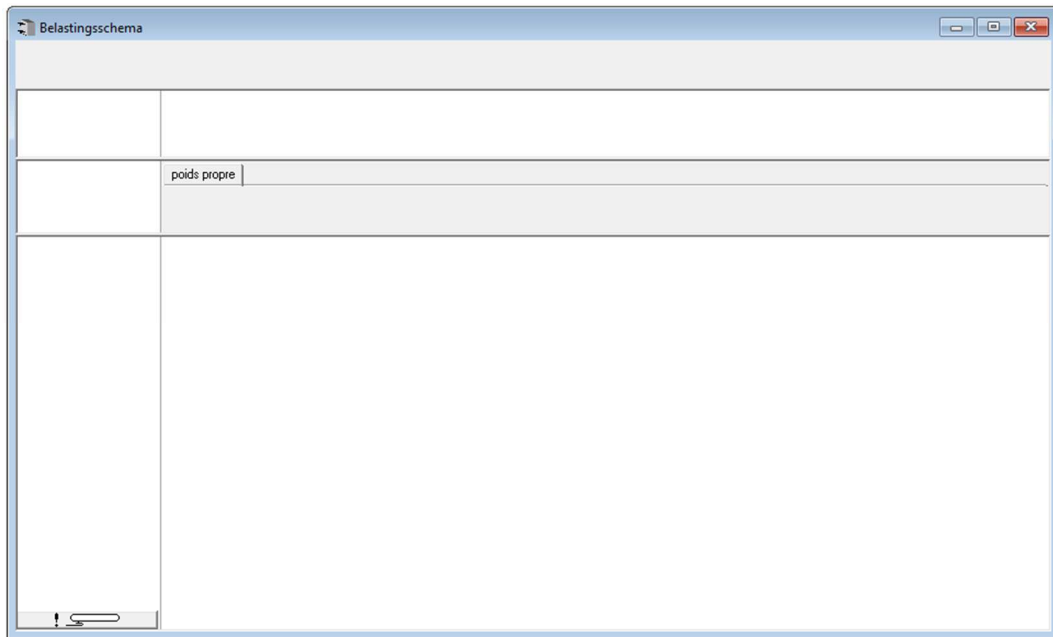
Figuur 5: projectlijst

2.3 Invoeren van een nieuw element

Inmiddels is in de menubalk nu ook "**Element**" selecteerbaar geworden. We onderscheiden drie elementtypes: balken, platen, welfsels. Selecteer in het menu "**Element**" het eerste commando "**Nieuwe balk**", of klik op het icoon  in de iconenbalk. Bovenaan op het scherm verschijnt een **invoerbalk** met de melding "code balk?" (Figuur 6).

Figuur 6: Code balk

Verder zijn er nog vier vensters bijgekomen met de resp. hoofding "**Belastingsschema**", "**Wapeningsschets**", "**Grafieken**" en "**Controle**". De laatste drie vensters zijn leeg, het venster "**Belastingsschema**" bevat volgende indeling:



Figuur 7: Belastingsschema

Mogelijk bevindt het venster "**Wapeningsschets**" zich achter het venster "**Grafieken**". Selecteer in het menu "**Venster**" het tweede commando "**Wapeningsschets**" om het eerste naar voren te brengen.

Nu kunnen één voor één alle nodige gegevens van het voorbeeld ingevoerd worden. Antwoord gewoon telkens op de vraag gesteld in het invoervenster.

Vul voor de eerste vraag "code balk?" de referentie code in voor het element. Deze code mag alle karakters omvatten, maar is beperkt tot een aantal van 256. Geef bijvoorbeeld als code "eerste voorbeeld" in en druk vervolgens op de ENTER-toets. De code is nu op de daartoe bestemde plaats in het "**Belastingsschema**"-venster ingevuld. Als er geen plaats genoeg is om de volledige code op het scherm te zetten, dan wordt de code afgekort; de drie puntjes achteraan duiden op een langere code. Beweeg met de muis over de code. De code licht op en aan de cursor verschijnt een tekstbalkje met de volledige naam.

Het programma vraagt ons vervolgens het aantal overspanningen in te geven. Tik hier "1" in (vergeet de ENTER-toets niet!). Geef nadien op analoge wijze de breedte en hoogte van de balk in (let op de eenheden!). De volgende vraag is "aantal belastingstypes?": tik opnieuw "1" in. Geef voor de lengte van de eerste (en enige) overspanning "5" m in. Op de vraag "Aantal zones in 1° overspanning?" stelt het programma het antwoord "1" voor; bevestig dit door op de ENTER-toets te drukken. Het "**Belastingsschema**"-venster is al als volgt ingevuld:

Figuur 8: Belastingsschema – invoer

Geef tenslotte als antwoord op de vraag "waarde verdeelde last nr. 1 zone z1.1? (kN/m)" de waarde "20" in. Bevestig met de ENTER-toets.

Het programma berekent nu automatisch de ingevoerde balk. De vensters "**Belastingsschema**", "**Grafieken**" en "**Wapenings-schets**" worden aangevuld met de resultaten van de berekeningen. Het venster "**Controle**" blijft leeg; in dit venster worden de resultaten van de controleberekening voorgesteld (deze controleberekening is pas mogelijk als de wapening met de module ConCrete Plus is geplaatst, zie ook §10.9).

2.4 Interpreteren van de berekende resultaten

De resultaten van de berekeningen worden gespreid over de drie vensters "Belastingsschema", "Grafieken" en "Wapenings-schets".

2.4.1 Het venster "Belastingsschema"

Figuur 9: Belastingsschema – resultaten

Een klik op de knop  maakt het venster "**Belastingsschema**" zichtbaar. In dit venster (Figuur 9) staan de minimale en maximale **verticale reacties** in de **uiterste grenstoestand (U.G.T.)** voor elk steunpunt aangeduid. Opwaartse reacties worden beschouwd als positief. De minimale en maximale waarde bedragen hier 55.34 en 74.71 kN. Deze waarden zijn het resultaat van de reactie ten gevolge van de ingevoerde belasting en van het eigengewicht (25kN/m³). De minimale waarde wordt bekomen door beide acties in rekening te brengen met belastingscoëfficiënt = 1.0 (belastingscoëfficiënt voor permanente lasten met gunstig effect). De waarde 55.34 kan dus als

volgt verklaard worden:

$$(20 + 25 \cdot 0.19 \cdot 0.45)kN/m \cdot 5m/2 = 55.34kN$$

De maximale waarde wordt bekomen door beide acties in rekening te brengen met belastingscoëfficiënt = 1.35 (belastingscoëfficiënt voor permanente lasten met ongunstig effect). De waarde 74.71 kan dus als volgt verklaard worden:

$$1.35 \cdot (20 + 25 \cdot 0.19) \cdot 0.45kN/m \cdot 5m/2 = 74.71kN$$

Onder de verticale reacties staan de minimale en maximale inklemmingsreacties (eveneens in U.G.T.) voor elk steunpunt aangeduid: de minimale en maximale waarde bedraagt hier telkens 0.00 kNm, aangezien het vrije opleggingen zijn. Inklemmingsreacties die in tegenwijzerzin werken worden als positief beschouwd.

In de drie resterende lijnen onder de inklemmingsreacties staat informatie i.v.m. de dimensionering in de uiterste grenstoestand van de balk. Op de eerste lijn staat voor opti. h. de waarde 470; dit is de optimale hoogte van de balk in mm. De optimale hoogte is die hoogte waarbij het beton werkt bij een stuik van 3.5‰ en het staal bij een rek van 10‰, m.a.w. die hoogte waarbij de beide bestanddelen van het beton optimaal benut worden (zie §11.2.1). Op de volgende lijn staat de minimale hoogte vermeldt, hier 346 mm. De minimale hoogte is die hoogte waarbij het getrokken staal nog net werkt aan de vloeispanning zonder dat drukwapening hoeft te worden geplaatst; m.a.w. een kleinere hoogte zal de staalspanning doen dalen onder de vloeigrenswaarde indien geen drukwapening voorzien is. De twee bovenvermelde waarden worden alleen in het "Belastings-schema"-venster aangeduid als de ingevoerde hoogte kleiner is dan de optimale hoogte. Zij worden, voor balken althans, enkel bepaald door de buiging.

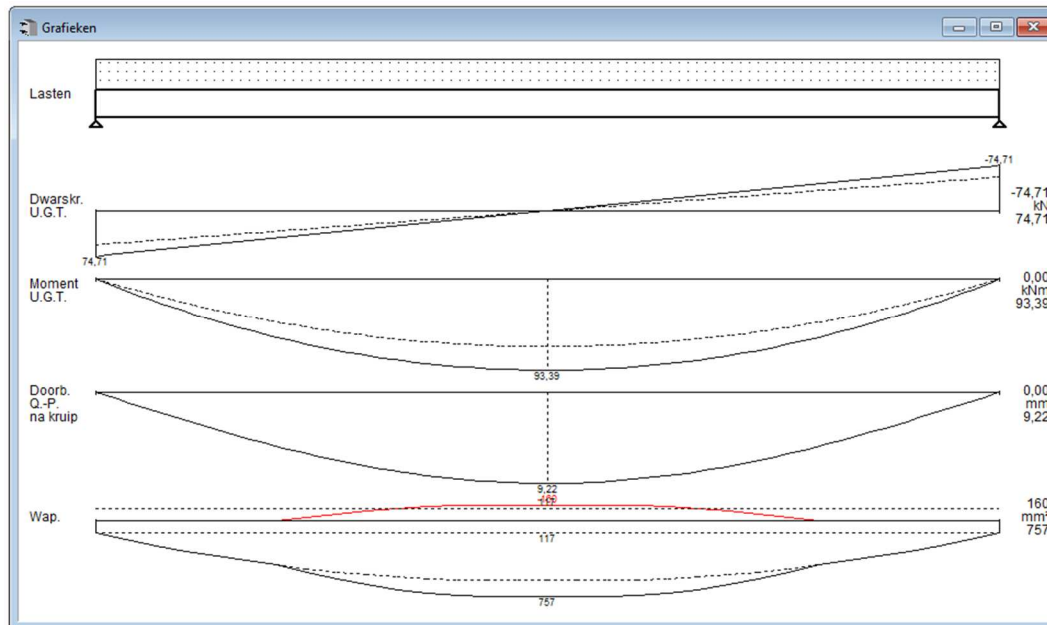
Ingeval de doorsnede niet voldoet om aan de dwarskracht te kunnen weerstaan wordt op de derde lijn, voor balken althans, de minimale breedte aangeduid. De minimale breedte is die breedte waarbij de betondrukstaven in de vakwerkenanalogie van Mörsch net niet verbrijzeld worden. Voor platen wordt de minimale sectie van de drukschoren verrekend in de minimale hoogte.

Belangrijk: de begrippen optimale hoogte en minimale hoogte en breedte hebben betrekking op de uiterste grenstoestand. Verder zal uitgelegd worden hoe ConCrete ook de gebruiksgrenstanden in rekening brengt.

2.4.2 Het venster "Grafieken"

Selecteer in het menu **"Venster"** het tweede commando **"Grafieken"** of klik op het icoon  in de iconenbalk. In dit venster (Figuur 10) is afgebeeld: een schematische voorstelling van de ingevoerde balk, de grafieken voor de dwarskrachten en de buigende momenten in de uiterste grenstoestand en het diagram met de benodigde onder- en bovenwapeningssecties. Rechts van iedere grafiek staan de extreme waarden in negatieve en positieve zin vermeld, evenals de eenheden. Verder in deze handleiding wordt vermeld hoe ook de andere grafieken in dit venster kunnen afgebeeld worden (zie §10.4) en hoe desgewenst de tekenconventie voor de dwarskracht V en het buigend moment M gewijzigd wordt (zie §10.5). Het wapeningsdiagram houdt rekening met een verschuiving van de momentenlijn over een

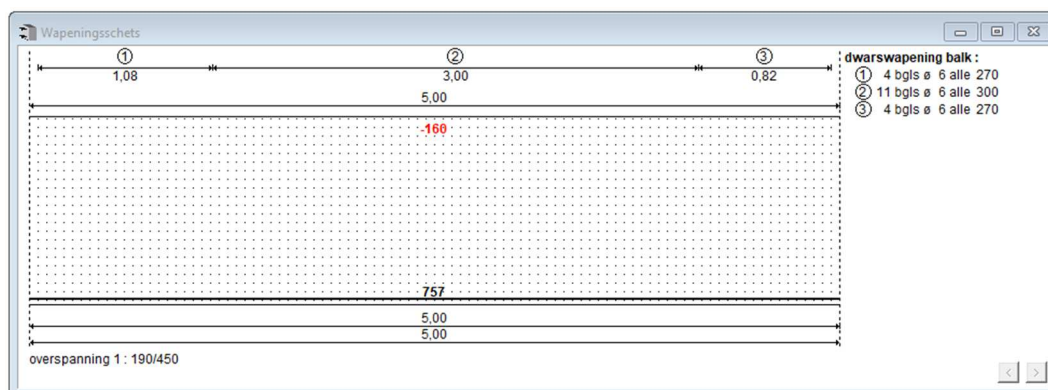
afstand $a = z \cdot (\cot \theta - \cot \alpha) / 2$ (zie hoofdstuk 11). Alle drukwapening wordt steeds in het rood en met een negatieve waarde aangeduid; de zwarte streepjeslijn stelt de hoeveelheid trekwapening voor die enkel aan de uiterste grenstoestand voldoet; de zwarte volle lijn is de hoeveelheid trekwapening die ook aan de gebruiksgrenstoestand voor de betonspanningen voldoet. De horizontale stippellijnen (met aanduiding 117) stellen de minimaal hoeveelheid langwapening voor (hier overeenstemmend met een wapeningspercentage $\rho = 0.0015$).



Figuur 10: Grafieken

2.4.3 Het venster "Wapeningsschets"

Bevindt dit venster zich nog achter het venster "Grafieken", selecteer dan in het menu "Venster" het derde commando "Wapeningsschets" of klik op  om het venster naar voor te krijgen. In dit venster (Figuur 11) wordt het langsaanzicht van de balk met aanduiding van de wapening schetsmatig voorgesteld.



Figuur 11: Wapeningsschets

Boven de balkschets staat een maatlijn met erboven de omcirkelde cijfers "1", "2" en "3" en eronder de getallen. De omcirkelde cijfers hebben betrekking op de beugels en zijn een referentie naar de informatie die rechts van de balkschets staat. De getallen onder de maatlijn duiden de afstand aan in meter waarover de vermelde beugels dienen geplaatst te worden. In de informatie

rechts betekent "4 bgls $\varnothing$ 6 alle 270" dat over de aangeduide lengte 4 beugels met diameter 6 mm voorzien moeten worden, met een theoretische tussenafstand van 270 mm.

In ConCrete wordt steeds aangenomen dat de eerste, respectievelijk de laatste beugel op 5 cm van het linker-, respectievelijk rechtersteunpunt van de overspanning geplaatst wordt. Zijn er meerdere **beugelzones** (zoals in ons voorbeeld: 3) dan duidt het linker pijltje van een beugelzone de plaats van de eerste beugel van die zone aan wanneer de vorige zone voorzien is van een zwaardere dwarswapening; het rechterpijltje geeft de plaats van de laatste beugel aan wanneer de volgende beugelzone een zwaardere dwarswapening behoeft. In ons voorbeeld zijn de pijltjes tussen zone 1 & 2 en zone 2 & 3 dus de plaats van de eerste, respectievelijk laatste beugel van de tweede zone.

De aanduiding van de langswapening gebeurt in mm^2 . Op plaatsen waar er onderwapening nodig is om aan de **uiterste grenstoestand** te voldoen, wordt er een vette lijn juist boven de onderzijde van de balk getekend; ingeval van bovenwapening wordt die lijn juist onder de bovenzijde van de balk getekend. De plaats van het begin en einde van die vette lijnen zijn de plaatsen waar de verschoven momentenlijn (zie §2.4.3) geen wapening meer vereist. De bepaling van de diameters van de langsstaven en de berekening van de verankeringslengte van de staven gebeurt automatisch in ConCrete Plus. Met deze informatie is het nu gemakkelijk de wapening af te lezen in het "**Wapeningsschets**"- venster.

In het voorbeeld is voor de uiterste grenstoestand enkel onderwapening nodig over de gehele lengte van de balk. De nodige maximale sectie bedraagt 757 mm^2 . De in het rood aangeduide negatieve sectie -160 geeft aan dat bovenaan 160 mm^2 drukwapening moet geplaatst worden om aan de **gebruiksgrenstoestand van de betonspanningen** te voldoen.

2.5 Wijzigen van de ingevoerde gegevens

2.5.1 Rechtstreeks wijzigen van de ingevoerde waarden

Alle in §2.3 ingevoerde gegevens kunnen op elk moment gewijzigd worden door in het "**Belastingsschema**"-venster de waarde met de muis te selecteren, op drie uitzonderingen na:

- het aantal overspanningen: het aantal dat opgegeven wordt, mag nooit kleiner zijn dan het aantal overspanningen dat reeds ingegeven is.
- het aantal belastingstypes: dat slechts kan gewijzigd worden wanneer de invoer nog niet aan het tweede belastingstype begonnen is of wanneer de invoer beëindigd is.
- het aantal zones: dat enkel gewijzigd kan worden nadat de balk volledig is ingevoerd.

Verander, bij wijze van voorbeeld, de overspanningslengte van 5m in 4.95m. Selecteer daartoe in het "**Belastingsschema**"-venster het getal "5.00". Bij het bewegen van de muis over de waarde wordt deze opgelicht; na het selecteren ervan blijft de waarde opgelicht en verschijnt in het invoerbalkje eveneens deze waarde met de bijhorende vraag "lengte 1°overspanning?(m)" (Figuur 12).

invoerpanel

4.95 lengte 1* overspanning? (m)

Belastingsschema

code balk : 1 overspanningen: 1 breedte balk : 190 hoogte balk : 450
 belastingtypes: 1 hoogte balk 1* fase : 450

l(m)		
p(kN/m)	eigengewicht	lasttype1
P(kN)	0,00	0,00
↑ kN	54,79	54,79
U.G.T.	73,97	73,97
↙ kNm	0,00	0,00
opti. h.	466	
mini. h.	343	
mini. b.		

Figuur 12: Wijzigen lengte overspanning

Tik nu het getal "4.95" in en bevestig dit door op de ENTER-toets te drukken. De balk wordt automatisch herrekend en alle resultaten worden in de betreffende vensters aangepast. Zo is bijvoorbeeld de nodige sectie voor de onderwapening van 757mm^2 teruggevallen op 727mm^2 en de nodige sectie voor de drukwapening van 160mm^2 op 144mm^2 . Wijzig op analoge manier de hoogte van de balk van 450 mm naar 500 mm; de onderwapening bedraagt nu nog 516mm^2 en de nodige sectie voor de drukwapening nog slechts 6mm^2 .

Bovenvermelde soepele manier om gegevens te wijzigen laat toe om met ConCrete aan echte **dimensionering** te doen. Wordt immers aanvankelijk een arbitrair lage waarde voor de breedte en hoogte van de balk ingevoerd, dan geeft het programma na berekening hoeveel minimaal en optimaal nodig is. Het volstaat de aanvankelijk lage waarden te veranderen in hogere, rekening houdende met de minimale en optimale waarden, om aldus een sectie te bekomen die noch te groot, noch te klein is.

Wanneer het aantal overspanningen gewijzigd wordt, zal het programma vragen, naar gelang het aantal overspanningen vergroot of verkleind wordt, waar hoeveel overspanningen toegevoegd (Figuur 13) of welke overspanningen verwijderd moeten worden (Figuur 14).

invoerpanel

3 aantal overspanningen

Belastingsschema

code balk : 1 overspanningen: 1 breedte balk : 190 hoogte balk : 450
 belastingtypes: 1 hoogte balk 1* fase : 450

l(m)		
p(kN/m)	eigengewicht	lasttype1
P(kN)	0,00	0,00

Overspanningen wijzigen

Duid aan waar hoeveel overspanningen toegevoegd moeten worden:

☒	voor oversp. 1	# 1
☒	na oversp. 1	# 1

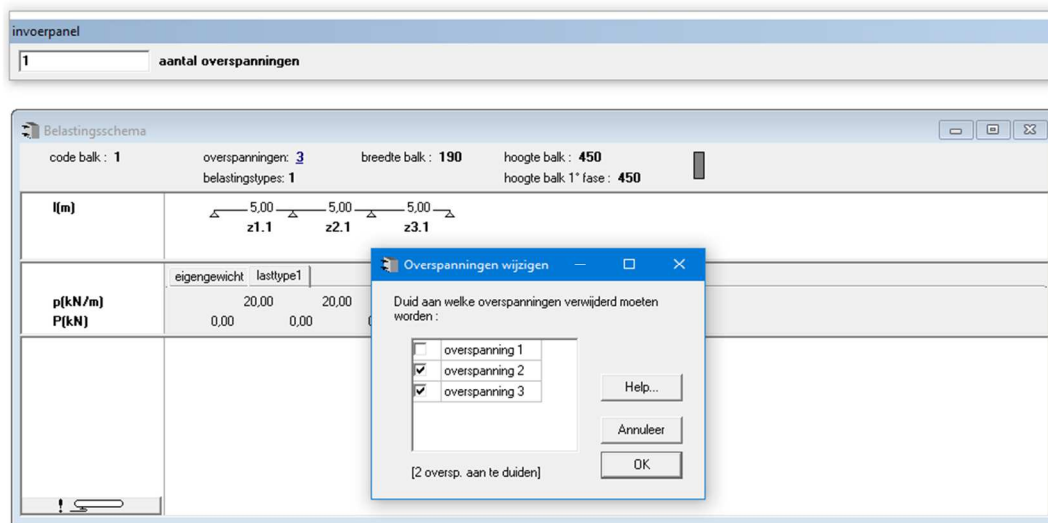
[2 oversp. aan te duiden]

☒ Dupliceren

Help...
 Annuleer
 OK

Figuur 13: Vermeerderen aantal overspanningen

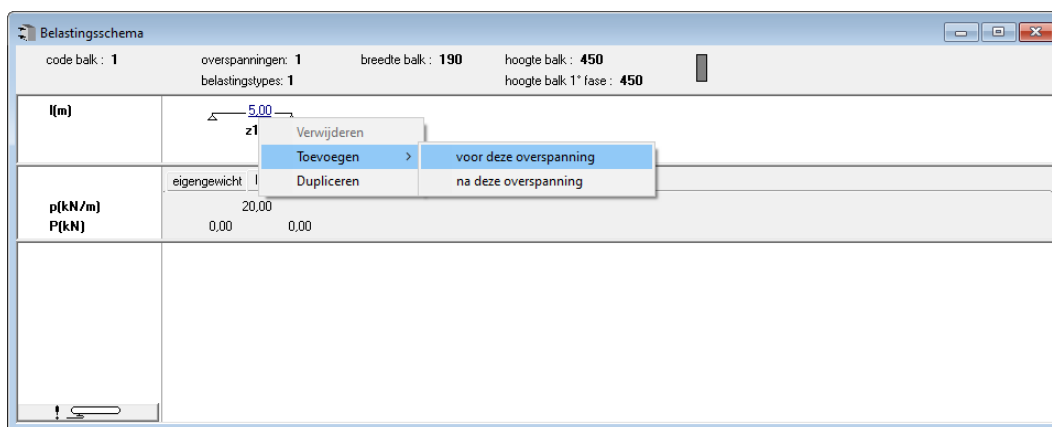
Activeer de optie “**Dupliceren**” als de toegevoegde overspanningen een kopie moet zijn van de voorafgaande (bij het toevoegen van een overspanning vóór de eerste overspanning, wordt de toegevoegde overspanning een kopie van de eerste overspanning).



Figuur 14: Verminderen aantal overspanningen

2.5.2 Wijzigen met behulp van de rechtermuisknop

Een tweede manier om de ingevoerde waarden te wijzigen is het gebruik van de rechtermuisknop. Klik bijvoorbeeld met de rechtermuisknop op de aanduiding van de lengte van de overspanning; er verschijnt een zogenaamd pop-up menu met enkele items:

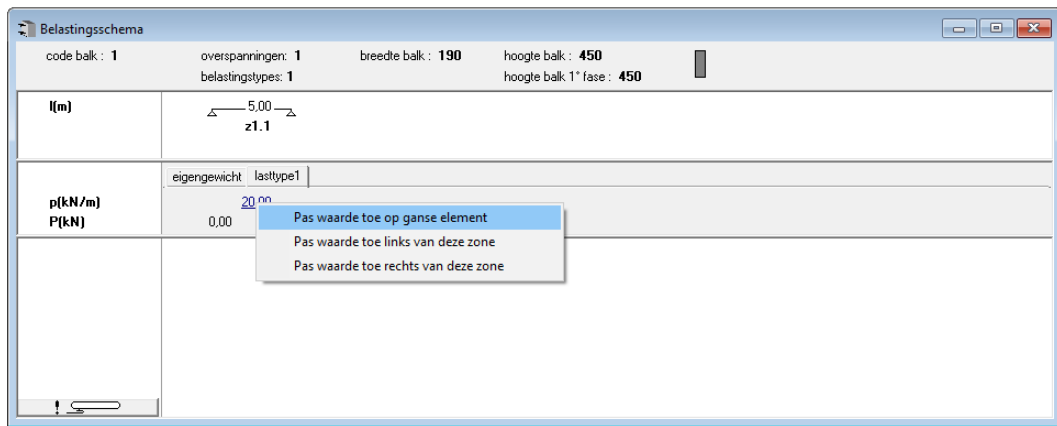


Figuur 15: Pop-up menu – overspanning

Het eerste item “**Verwijderen**” is vanzelfsprekend pas selecteerbaar als er meer dan één overspanning is.

Het item “**Toevoegen**” laat toe een standaard overspanning toe te voegen voor of na de aangeduide overspanning, terwijl “**Dupliceren**” de huidige overspanning kopieert.

Een dergelijke functie bestaat eveneens voor het wijzigen van de lasten. Ofwel selecteer je de waarden van de lasten één voor één, ofwel maak je gebruik van de rechtermuisknop. Met het pop-up menu dat verschijnt, kan je de waarde van belasting op een snelle manier kopiëren naar de andere velden.



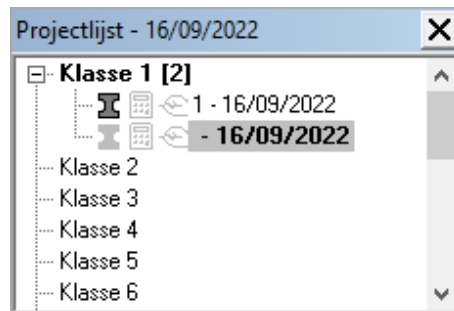
Figuur 16: Pop-up menu – lasten kopiëren

Wat er gebeurt wanneer het aantal belastingstypes gewijzigd wordt (zie §5.3) en op welke manier en met welk gevolg het aantal zones gewijzigd wordt (zie §3.2.3), wordt verder in deze handleiding behandeld.

3 Een tweede balk in het project

3.1 Een balk in het Projectlijst-venster

Om een nieuwe balk in te voeren, selecteer in het menu "**Element**" opnieuw het eerste commando "**Nieuwe balk**" of druk nogmaals op het icoon . In het **Projectlijst**-venster verschijnt een tweede balk:



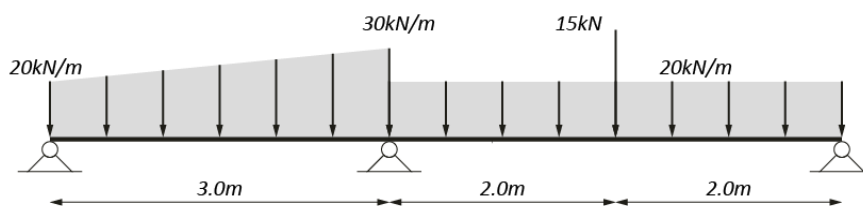
Figuur 17: Projectlijst

De lijst is opgebouwd als een zogenaamde boomstructuur. De hoofditems vormen de klassen, de subitems vormen de ingevoerde elementen. Op dit moment werd slechts één element berekend. De tweede balk moet nog gedefinieerd worden. Beide elementen bevinden zich in de eerste klasse. De datum, dat het element de laatste maal geopend is, staat achter de naam vermeld. Bovendien wordt de meest recente datum vermeld naast de hoofding van het venster zelf.

3.2 Puntlasten en trapeziumlasten

In hoofdstuk 2 werd besproken hoe een balk met één overspanning en een eenparig verdeelde belasting ingevoerd moet worden en hoe deze berekend wordt.

Een tweede voorbeeld behandelt een balk met twee overspanningen en een iets complexere belasting (Figuur 18). De vooropgestelde breedte van de balk bedraagt 190 mm, de hoogte 450 mm.



Figuur 18: Schets tweede voorbeeld

De invoer gebeurt volledig analoog aan §2, maar let op het aantal overspanningen en neem nog even §3.2.1. en §3.2.2 door alvorens de balk in te voeren.

3.2.1 De trapeziumlast

De **trapeziumlast** wordt ingevoerd door te klikken op de knop  die wijzigt naar  (Figuur

4). Als de knop ingedrukt is, kunnen trapeziumlasten ingevoerd worden.

		eigengewicht		lasttype1	
p1(kN/m)		20,00		20,00	
p2(kN/m)		30,00		20,00	
P(kN)		0,00		0,00	
↑ kN		22,41		109,97	
U.G.T.		37,18		148,45	
↺ kNm		0,00		0,00	
		0,00		0,00	
opti. h.					
mini. h.					
mini. b.					

Figuur 20: Belastingsschema - trapezium belasting

In het "**Belastings-schema**"-venster is er een lijn bijgekomen (Figuur 20). Op de lijn die in de linker marge van het venster wordt voorafgegaan door "p1(kN/m)" zullen de beginwaarden van de verdeelde lasten vermeld worden; op de lijn eronder, voorafgegaan door "p2(kN/m)", de eindwaarden.

Bij het invoeren van de gegevens stelt het programma nu twee vragen voor twee waarden nl. "beginwaarde verdeelde last 'lasttype 1' zone z1.1 ?(kN/m)" en "eindwaarde verdeelde last 'lasttype 1' zone z1.1?(kN/m)".

Belangrijk om weten is dat deze optie op elk ogenblik kan gewijzigd worden¹; dus ook als de balk volledig ingevoerd is met een eenparig verdeelde belasting. Op analoge wijze als in §2.5 kunnen begin- en/of eindwaarden van de verdeelde lasten aangepast worden.

3.2.2 De puntlast

Een **puntlast** invoeren, vereist een scheiding tussen twee zones ter plaatse van de puntlast. Een **zone** is een deel van een overspanning waarbinnen er geen discontinuïteiten zijn, zowel voor wat betreft de belastingen, als voor wat betreft de geometrie.

Dit betekent er dus in de tweede overspanning twee zones moeten voorzien worden, nl. één links van de puntlast en één rechts van de puntlast. Bij het doorlopen van de invoer, vraagt het programma na het ingeven van de begin- en eindwaarde van de verdeelde last in de eerste zone van de tweede overspanning (z2.1) de plaats van het eindpunt van die zone. De plaats van het eindpunt van een zone is de afstand van dit punt tot het linker steunpunt van de overspanning waartoe de betreffende zone behoort. In dit voorbeeld bedraagt die afstand dus 2 m.

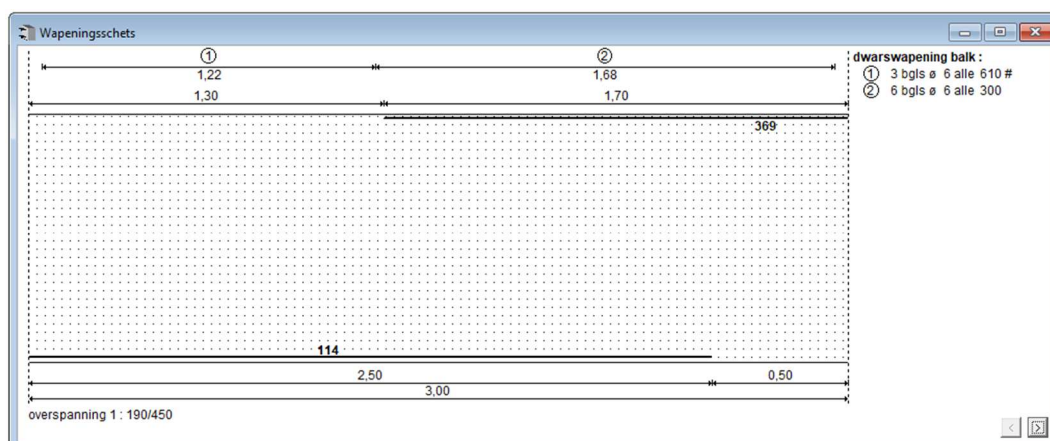
¹ Voorwaarde is wel dat de waarden die bijgekomen zijn door het indrukken van de knop, kunnen verdwijnen zonder een verschil uit te maken. Bijvoorbeeld moeten in dit geval de verdeelde lasten eenzelfde begin- en eindwaarde hebben.

Als ook de waarde van de puntlast ingegeven is, dan ziet het "**Belastingsschema**"-venster eruit zoals in Figuur 21.

Voer vervolgens de balk verder in op de vertrouwde wijze (aanvaard de waarden voor de verdeelde lasten). De interpretatie van de resultaten in de verschillende vensters is analoog aan hoofdstuk 2. In het "**Wapeningsschets**"-venster (Figuur 22) bevindt er zich nu rechts onderaan een knop met een ">"-teken. Klik met de muis daarin; nu verschijnt de wapeningsschets van de tweede overspanning. De knop met het ">"-teken is hierbij gedimd. Tezelfdertijd is er een knop met een "<"-teken selecteerbaar geworden; klik hierin om naar de vorige overspanning terug te keren. Zoals reeds in hoofdstuk 2 gezegd, zijn de begin- en eindpunten van de aangeduide wapening de nulpunten van de verschoven momentenlijn (zie ook op einde van §3.4).

Belastingsschema													
code balk : 2	overspanningen: 2 belastingtypes: 1												
breedte balk : 190	hoogte balk : 450 hoogte balk 1 ^e fase : 450												
l(m)													
p1(kN/m) p2(kN/m) P(kN)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>eigengewicht</th> <th>lasttype1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>30,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	eigengewicht	lasttype1	20,00	20,00	30,00	20,00	0,00	0,00		15,00		0,00
eigengewicht	lasttype1												
20,00	20,00												
30,00	20,00												
0,00	0,00												
	15,00												
	0,00												
↑ kN U.G.T. ↺ kNm	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>19,51</td> <td>121,22</td> <td>39,37</td> </tr> <tr> <td>35,04</td> <td>163,64</td> <td>55,88</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	19,51	121,22	39,37	35,04	163,64	55,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19,51	121,22	39,37											
35,04	163,64	55,88											
0,00	0,00	0,00											
0,00	0,00	0,00											
opti. h. mini. h. mini. b.													

Figuur 21: Belastingsschema - ingave belastingen voorbeeld 2



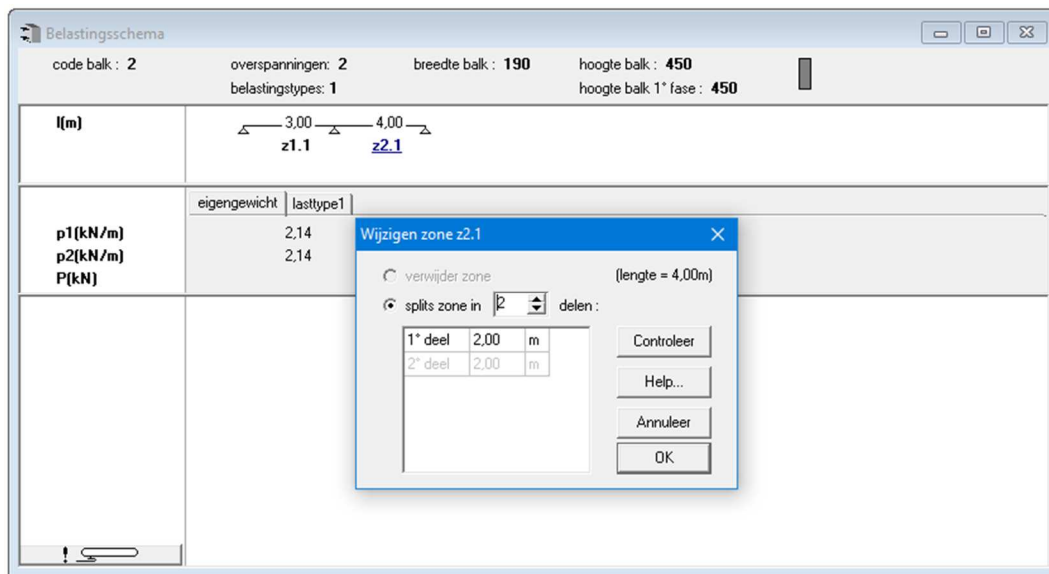
Figuur 22: Wapeningsschets - voorbeeld 2

3.2.3 Wijzigen aantal zones

3.2.3.1 Rechtstreeks wijzigen

Als de gegevens na de invoer veranderd moeten worden, kan dit op verschillende manieren.

Eenmaal de balk volledig ingevoerd is, volstaat het de vette tekst onder het schetsje van de balk (bijvoorbeeld "**z2.1**", overspanning 2, zone 1) met de muis aan te klikken. Op het scherm verschijnt dan het dialoogvenster uit Figuur 23.

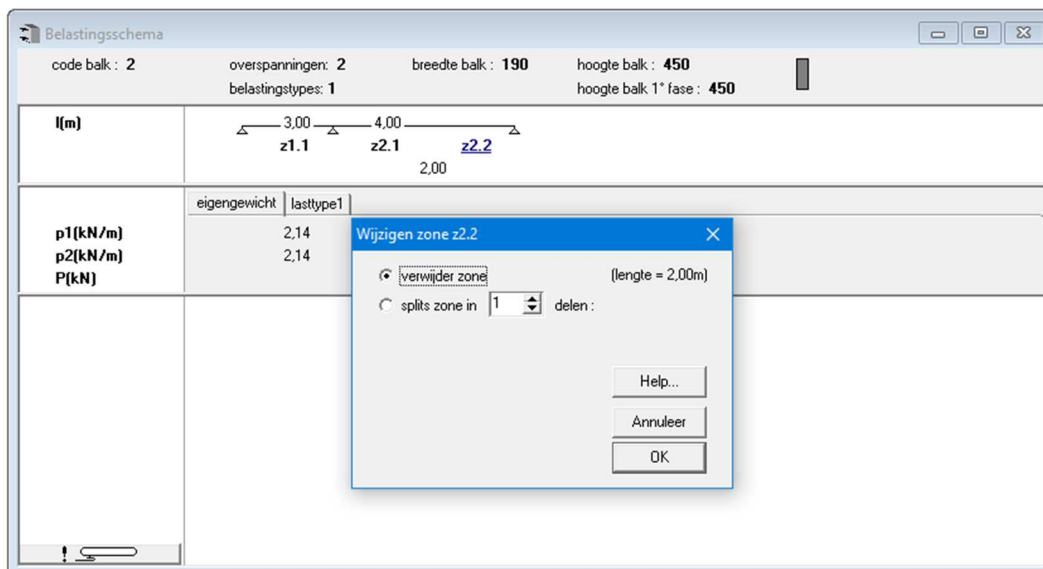


Figuur 23: Wijzigen zone

Moet de zone bijvoorbeeld in 2 delen gesplitst worden, klik dan op de pijltjes tot er een 2 verschijnt in het vakje ernaast. Het programma maakt automatisch een lijst op met het aantal zones en een gelijkmatige verdeling ervan (Figuur 23). We kunnen desgewenst een ongelijke opsplitsing maken, door de door het programma voorgestelde deellengte(s) te veranderen.

De knop "**Controleer**" laat toe de ingegeven waarden te checken.

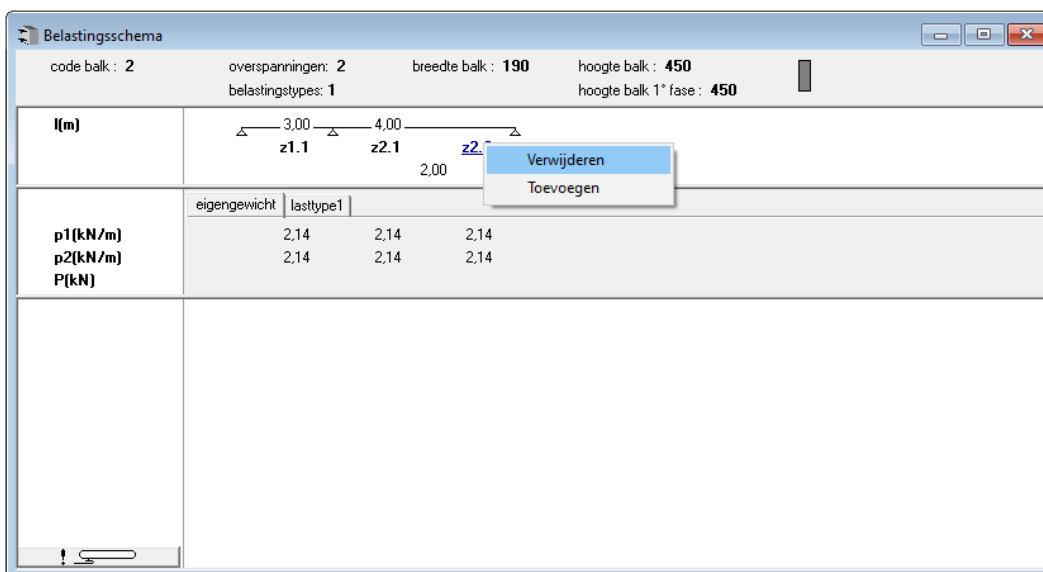
Maakt de aangeduide zone deel uit van een overspanning waar reeds meerdere zones aanwezig zijn, dan kunnen we kiezen om de aangeduide zone te verwijderen (Figuur 24). Wordt de eerste zone verwijderd, dan zal de tweede zone reeds aangrijpen vanaf het linker einde van de overspanning. Wordt een andere dan de eerste zone verwijderd, dan zal de voorafgaande zone worden doorgetrokken tot het eindpunt van de te verwijderen zone.



Figuur 24: Wijzigen zone 2

3.2.3.2 Wijzigen met behulp van de rechtermuisknop

Ook de zones kunnen gemanipuleerd worden met behulp van een pop-up menu. Klik hiervoor met de rechtermuisknop op de aanduiding van de zone:



Figuur 25: Pop-up menu – zone

Het eerste item “**Verwijderen**” zal slechts selecteerbaar zijn als de overspanning meer dan één zone omvat.

Het item “**Toevoegen**” laat toe een bijkomende zone te creëren. De functie verdeelt de aangeduide zone in twee gelijke delen.

3.3 Toevoegen van geconcentreerde momentlasten

Stel dat er zich ter plaatse van de puntlast ook een geconcentreerde momentlast ter waarde van 10 kNm bevindt. Klik hiervoor op de knop  die verandert in  (Figuur 4).

In het "**Belastingsschema**"-venster is er onder de geconcentreerde puntlasten een lijn bijgekomen, voorafgegaan door "M(kNm)" (Figuur 27). Deze lijn dient voor het invoeren van de geconcentreerde momentlasten². Selecteer de vooropgestelde waarde "0.00" en voer de waarde "10.00" in.

Momentlasten worden als positief beschouwd wanneer zij in uurwijzerzin werken. Net zoals de optie voor trapeziumlasten, kan ook deze optie op elk ogenblik gewijzigd worden. Is de optie reeds bij het invoeren geselecteerd, dan vraagt het programma reeds tijdens het invoerproces naar de geconcentreerde momenten.

Merk op dat ook ter plaatse van de steunpunten puntlasten en momentlasten kunnen ingevoerd worden. Puntlasten op steunpunten kunnen van groot belang zijn bij balken die verend ondersteund worden of bij het in rekening brengen van de belastingen van de bovenliggende kolommen.

	eigengewicht	lasttype1		
p1(kN/m)	20,00	20,00	20,00	
p2(kN/m)	30,00	20,00	20,00	
P(kN)	0,00	0,00	15,00	0,00
M(kNm)	0,00	0,00	<u>10,00</u>	0,00
↑ kN	19,83	118,30		42,05
U.G.T.	35,28	159,70		59,49
↺ kNm	0,00	0,00		0,00
	0,00	0,00		0,00
opti. h.				
mini. h.				
mini. b.				

Figuur 27: Belastingsschema - momentbelasting

3.4 Een balk met veranderlijke sectie

De vorige voorbeelden behandelden balken met constante hoogte en breedte over hun gehele lengte. In de praktijk treden er echter gevallen op waarin bijvoorbeeld de sectie niet dezelfde is voor alle overspanningen, of sterker nog waarin de sectie zelfs binnen een bepaalde overspanning niet constant is. Het programma laat toe om per zone een andere sectie te definiëren. Klik

hiervoor op de knop  die verandert in  (Figuur 4).

² Deze lijn kan weer gewist worden door het nogmaals indrukken van de knop. Voorwaarde is ook hier dat de waarden mogen verdwijnen zonder een verschil uit te maken, m.a.w. in dit geval moeten de waarden op nul gezet worden.

Belastingsschema

code balk : 2 overspanningen: 2 breedte balk : 190 hoogte balk : 450
belastingstypes: 1 hoogte balk 1* fase : 450

l(m)	3,00	4,00	
br(mm)	190	190	190
db(mm)	0	0	0
ho(mm)	450	450	450
ho1(mm)	450	450	450
dh(mm)	0	0	0
	2,00		

	eigengewicht	lasttype1	
p1(kN/m)	20,00	20,00	20,00
p2(kN/m)	30,00	20,00	20,00
P(kN)	0,00	0,00	15,00
			0,00

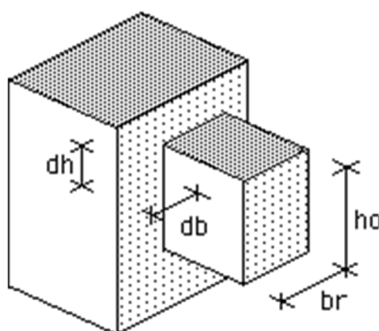
	19,51	121,22	39,37
↑ kN	35,04	163,64	55,88
U.G.T.			
↺ kNm	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00

opti. h.
mini. h.
mini. b.

Figuur 28: Belastingsschema - variabele secties

In het "**Belastingsschema**"-venster zijn er nu vijf lijnen bijgekomen (Figuur 28). De aanduidingen in de linker marge hebben volgende betekenis (Figuur 29):

- br (mm) de breedte van de balkzone;
- db (mm) de achterwaartse sprong van het voorvlak van de balkzone t.o.v. het voorvlak van de vorige zone;
- ho (mm) de hoogte van de balkzone;
- ho1 (mm) de hoogte van de balkzone welke in een eerste fase gestort wordt (bijvoorbeeld de hoogte van het geprefabriceerde deel, zie ook 7.3), standaard gelijk aan de hoogte ho.
- dh (mm) de neerwaartse sprong van het bovenzvlak van de balkzone t.o.v. het bovenzvlak van de vorige zone.



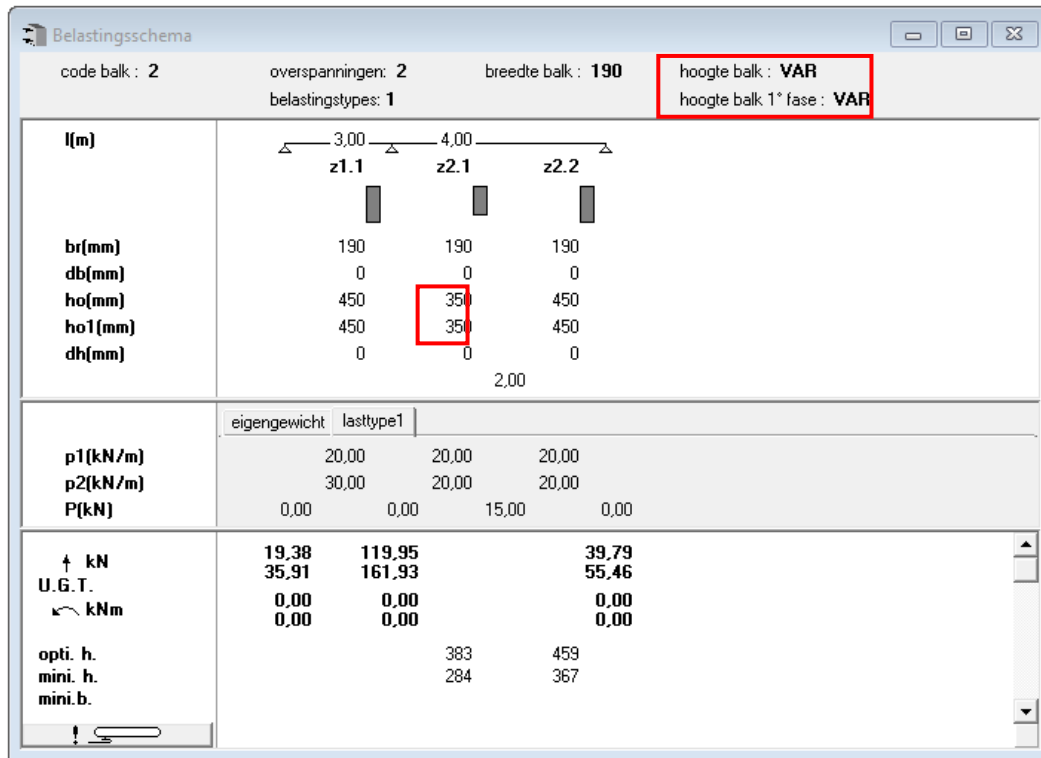
Figuur 29: Schema afstanden variabele sectie

In het venster "**Belastingsschema**" zijn de waarden voor "br (mm)", "ho (mm)", "ho1 (mm)" en "dh (mm)" op dezelfde manier wijzigbaar als de andere gegevens³. De waarde voor "db (mm)" is niet wijzigbaar; zij wordt berekend als zijnde de helft van het verschil in de breedte met de vorige

³ Om deze gegevens weer te kunnen 'verstoppen' dienen de items terug op hun oorspronkelijke waarde te worden gezet. In dit geval kan door de breedte van de balk aan te klikken in het bovenste gedeelte van het belastingsvenster en een waarde in te geven de gehele balk eenzelfde breedte krijgen.

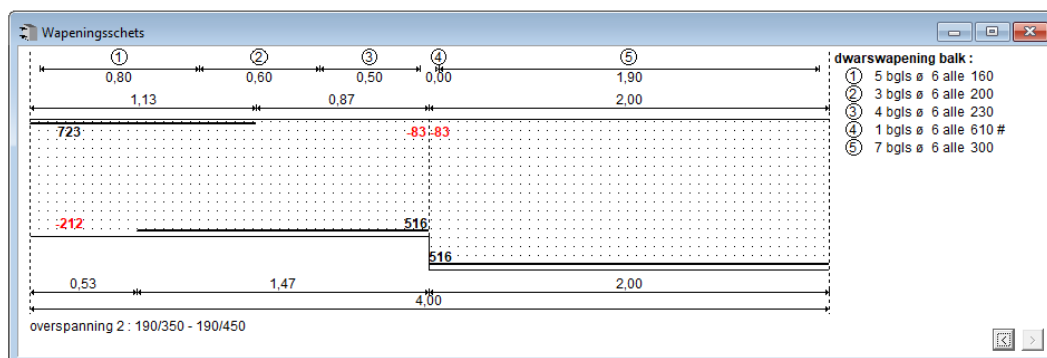
zone. De reden hiervoor is dat een asymmetrische sprong in de breedte torsie veroorzaakt en dat er in ConCrete niet met torsie gerekend wordt.

Wijzig bijvoorbeeld de hoogte in zone z2.1 naar 350 mm. Dan wordt in het "**Belastingsschema**"-venster, op de plaats waar de algemeen geldende hoogte van de balk staat, automatisch het woordje "VAR" ingevuld. Dit duidt erop dat de ligger een variabele hoogte heeft. Tezelfdertijd heeft er een herberekening van de balk plaatsgevonden.



Figuur 30: Belastingsschema - variabele secties

In het venster "**Wapeningsschets**" is de sprong in de hoogte afgebeeld (Figuur 31). In het venster "**Grafieken**" is duidelijk het verloop van de benodigde hoeveelheid wapening te zien (Figuur 32).

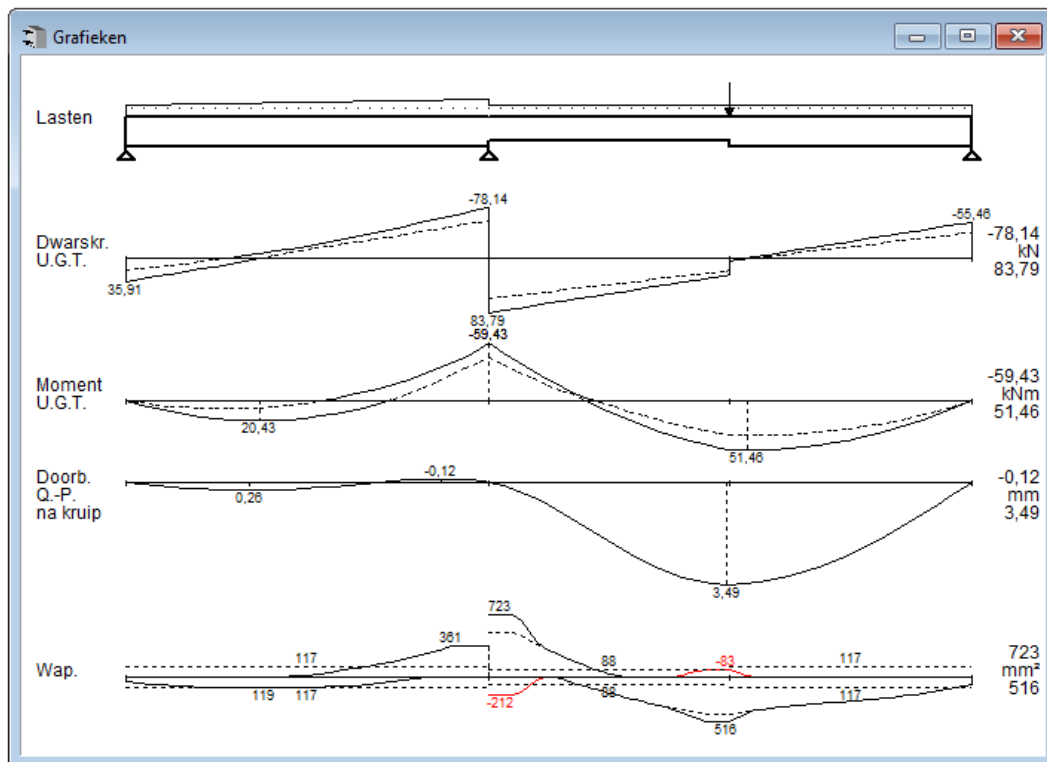


Figuur 31: Wapeningsschets - variabele sectie

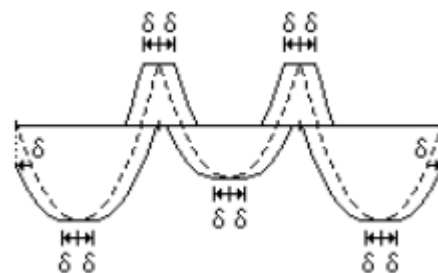
Hierbij volgende bedenkingen:

1. Bij het bepalen van de wapeningssecties ter plaatse van een sectiesprong, houdt het programma rekening met het feit dat de momentenlijn dient verschoven te worden over een afstand van δ (Figuur 33). Dit betekent dat de wapeningssectie die op een bepaalde plaats nodig is, in feite het maximum is binnen een zone met lengte 2δ (centraal genomen

t.o.v. het beschouwde punt) van de wapeningssecties die men berekent uitgaande van de onverschoven momentenlijn.

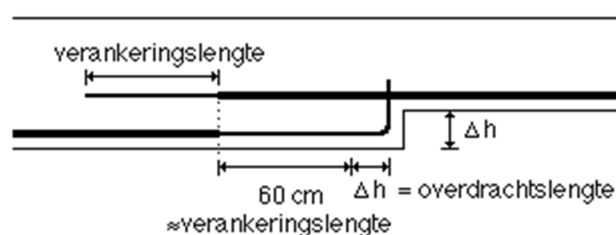


Figuur 32: Grafieken - voorbeeld 2



Figuur 33: Verschoven momentenlijn wapening

- De wapeningssecties worden bepaald door eveneens rekening te houden met het feit dat de staven, die aan de onderkant van de grotere balksectie werken, pas effectief zijn na een zekere lengte. Deze lengte wordt bepaald door de verankeringlengte vermeerderd met de overdrachtslengte die nodig is voor het overbrengen van de krachten van het ene staafniveau naar het andere (Figuur 34). Aangezien nu nog geen staafdiameters bepaald zijn, neemt het programma voor de verankeringlengte een constante waarde van 60cm aan. In de zone met lengte gelijk aan de overdrachtslengte vermeerderd met 60cm, neemt ConCrete voor het bepalen van de nodige mm^2 wapening aan dat de werkzame doorsnede er lineair varieert.



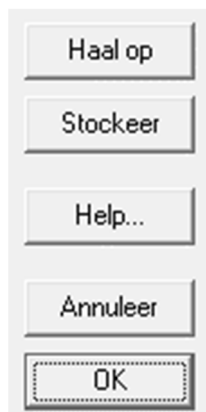
Figuur 34: Wapening – verankerings- en overdrachtslengte

4 Berekeningsparameters

4.1 Dossierwaarden

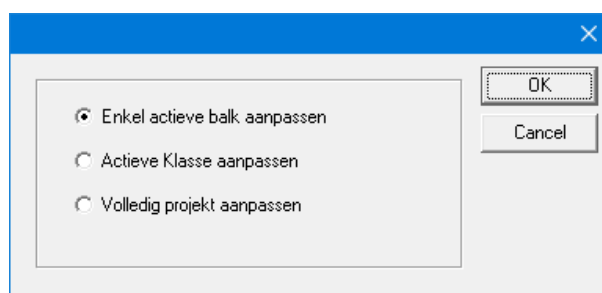
Tot nog toe werden in de voorbeelden balken in gewapend beton berekend zonder notie van de staalkwaliteit waaruit de wapeningsstaven vervaardigd zijn. Dit betekent evenwel niet dat het programma daar geen rekening mee houdt, maar wel dat het niet noodzakelijk is om telkens bij elk element alle berekeningsparameters van vooraf aan opnieuw vast te leggen. Het programma ConCrete houdt immers steeds de standaard ingestelde waarden als basiswaarden aan. Die basiswaarden worden de **dossierwaarden** genoemd. Het is echter steeds mogelijk om van die dossierwaarden af te wijken en zelfs om nieuwe waarden als dossierwaarden in te stellen. Iedere keer dat ConCrete opgestart wordt, worden de berekeningsparameters gelijkgesteld aan de dossierwaarden. Bij het invoeren van een nieuw element, blijven de berekeningsparameters gelijk aan de op dat moment actuele waarden.

In de hiernavolgende dialogvensters bevinden zich onderaan steeds vijf knoppen (Figuur 35).



Figuur 35: Dialogvensters - de vijf basisknoppen

Actuele waarden worden ingesteld door de knop "OK" te klikken. Er verschijnt dan een dialogvenster (Figuur 36) waarin je aangeeft voor welke elementen je de gewijzigde instellingen wil toepassen.

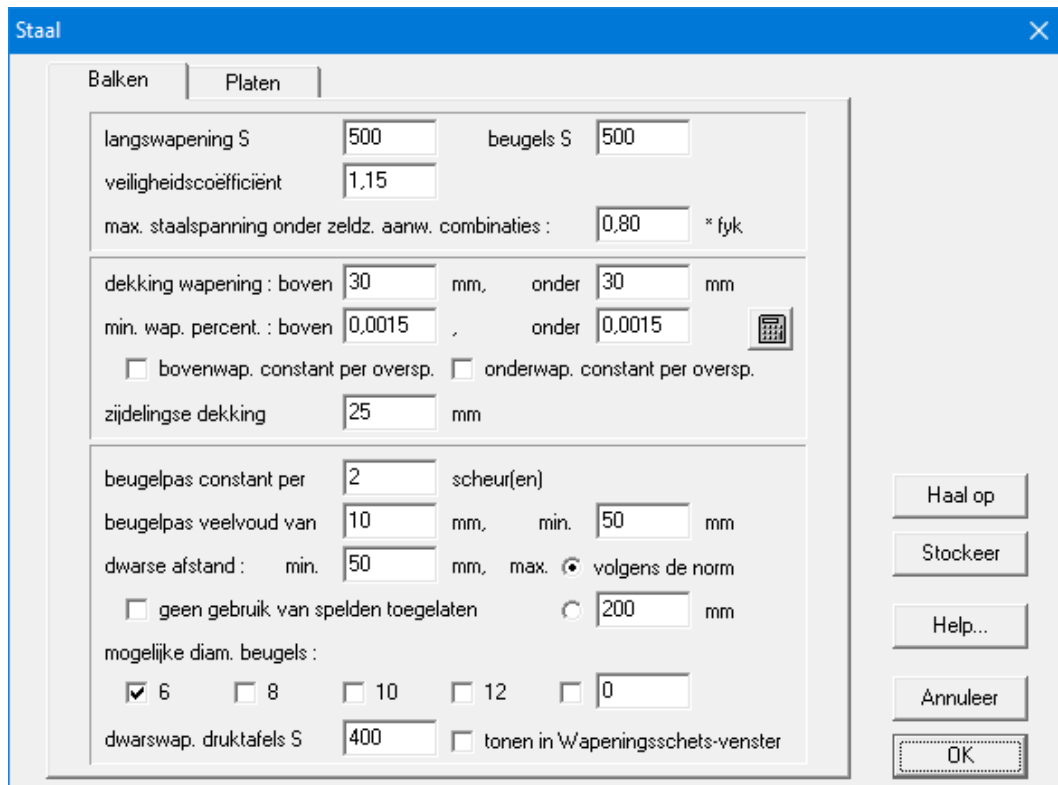


Figuur 36: Aanpassen actuele waarden

Met de knop "Stokeer" bewaar je de huidige inhoud als default inhoud. Met de knop "Haal op" vervang je de huidige inhoud van het dialogvenster door de default inhoud. De knop "Annuleer" tenslotte wijzigt de actuele waarden niet.

4.2 Parameters voor het wapeningsstaal

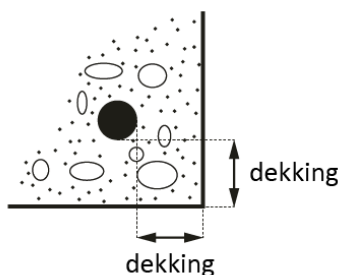
Klik op de knop **Fe** om de parameters voor het wapeningsstaal in te stellen (Figuur 37).



Figuur 37: Parameters wapeningsstaal

In dit dialoogvenster kunnen alle parameters voor het wapeningsstaal aangepast worden.

- Vul eerst de karakteristieke vloeigrens van de langs- en beugelwapening in [N/mm^2].
- Daaronder moet de veiligheidscoëfficiënt ingevuld worden.
De karakteristieke waarden worden gedeeld door de veiligheidscoëfficiënt om zo de rekenwaarde van de staalkwaliteit te bekomen.
- In de gebruiksgrenstoestand wordt de maximum trekspanning van de langswapening onder de zeldzaam aanwezige combinaties beperkt tot een fractie van de karakteristieke vloeigrens (80 % volgens Eurocode).
- Vul ook de dekking op de boven-, onder- en flankwapening in (zijdelingse dekking). In ConCrete is de dekking gelijk aan de netto afstand tussen de staaf en het buitenoppervlak van het beton, zoals aangeduid op Figuur 38.
Bij de berekening van de nuttige hoogte, wordt de werkelijke hoogte van de balk verminderd met deze dekking en met 10 mm extra om rekening te houden met de dikte van de wapeningsstaven (die op dat moment niet gekend zijn).



Figuur 38: Schets dekking wapening

- Geef ook het minimale wapeningspercentage op.
- Zowel de onder- als bovenwapening kan constant gehouden worden voor de hele overspanningslengte. De hoeveelheid langswapening heeft immers een gunstige invloed op de scheurwijdte en op de gescheurde doorbuiging.
- Vul daaronder het aantal scheuren in waarover de beugelpas constant moet gehouden worden. Door de beugelpas constant te houden over een zeker aantal scheuren, bereikt u een voor de praktijk meer handige beugelverdeling.
Het begrip scheur houdt verband met de vakwerkanalogie van Mörsch. Hierin wordt een gewapende betonligger voorgesteld als een vakwerkligger met gehelde betondrukschoren, verticale beugels en horizontale langswapening. Als hoogte van de vakwerkligger wordt 0.9 maal de nuttige hoogte genomen. De reden voor de schuine betondrukstaven is dat dwarskrachtscheuren steeds een helling hebben. De horizontale lengte van zo'n scheur bedraagt dus eveneens 0.9 maal de nuttige hoogte.
- De **minimale tussenafstand tussen twee opeenvolgende beugels** is instelbaar, zowel in langs als dwarse richting. Dit laat toe om zelf impact te hebben op de keuze om over te stappen naar een kleinere beugelpas of naar meersnedige beugels. Maar, als uit de berekeningen blijkt dat de tussenafstand kleiner moet zijn dan de minimaal ingestelde, dan behoudt het programma de berekende tussenafstand, tenzij het mogelijk is om een grotere tussenafstand te bekomen met een grotere beugeldiameter. In dit laatste geval zal het programma overgaan tot de keuze van de grotere diameter.
- Naast een minimale dwarse tussenafstand kan ook een maximale dwarse tussenafstand opgegeven worden. Deze is in feite door de norm bepaald (zie §11.2.3.2). Zo blijkt dat de norm eist dat de dwarse tussenafstand steeds kleiner blijft dan de nuttige hoogte, wat voor kleinere nagenoeg vierkante secties steeds een meersnedige beugel oplevert, ongeacht de sollicitatie. Om dit te vermijden, kan zelf een eigen maximum opgegeven worden (bijvoorbeeld 200 mm). In gevallen waar één beugel niet volstaat, zal het programma trachten het probleem op te lossen door het toevoegen van een speld, zodat men in feite een driesnedige beugel heeft. Men kan echter het programma dwingen om onmiddellijk over te stappen op twee beugels door de optie "**geen gebruik van spelden toegelaten**" aan te kruisen.
- Geef aan welke diameters mogen gebruikt worden voor de beugels te bepalen. Behalve de standaard diameters 6, 8, 10 en 12, kan ook een willekeurige diameter opgegeven worden.
- Voor balken met flenzen (T-, I-, L- en Z-liggers, zie ook §7.1) kan opgegeven worden welke staalkwaliteit de eventuele afschuifwapening dient te hebben en of deze in het "**Wapenings-schets**"-venster voorgesteld moet worden, net zoals de dwarswapening van de balk (m.a.w. de beugels). De eventuele afschuifwapening moet verhinderen dat de flenzen van het lijf van de balk zouden gaan afscheuren.

4.3 Parameters voor het beton

Klik op de knop  om de parameters voor het beton in te stellen (Figuur 39).

The 'Beton' window contains the following parameters and controls:

- kar. druksterkte (f_{ck}): 25 N/mm²
- 2^e fase: 25 N/mm²
- veiligheidscoëfficiënt: 1,50
- elasticiteitsmodulus: 30472 N/mm²
- knop $E_{cm,28}$
- knop $n = 15$
- knipcoëfficiënt voor berekening scheurwijdte en doorbuiging: $\phi(t, t_0)$ 1,29
- knipcoëfficiënt voor bepaling betonspanningen: $\phi(t, t_0)$ 1,29
- ☒ eigengewicht (25 kN/m³) verrekenen ☐ met plaatbreedtes
- in rekening te brengen treksterkte voor bepaling scheurwijdte en doorbuiging: 2,56 N/mm² ☒ fct,fl
- ☒ maximum toegelaten betonspanning onder zeldzaam aanwezige combinaties: 15,00 N/mm² ☒ na kruip
- ☒ maximum toegelaten betonspanning onder quasi-permanente combinaties: 11,25 N/mm² ☒ na kruip
- dwarskrachtbijdrage beton in rekening brengen voor: 50 %
- ☒ maximum toegelaten scheurwijdte onder quasi-permanente combinatie: 0,30 mm ☒ na kruip
- scheurvorming berekenen: onder zeldzame combinaties
- Buttons: fctk, fctm, 0,6 fck, 0,45 fck, Haal op, Stockeer, Help..., Annuleer, OK

Figuur 39: Parameters beton

- De karakteristieke druksterkte f_{ck} is de waarde van de sterkte waarboven 95% van de verzameling van alle mogelijke sterktemetingen, op betonproefstukken uitgevoerd, zich bevinden. Deze druksterkte wordt bepaald op 28 dagen ouderdom, op cilinders van 150 mm diameter en 300 mm hoogte, bewaard onder water bij $20 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Daaronder moet de veiligheidscoëfficiënt ingevuld worden. De karakteristieke waarden worden gedeeld door de veiligheidscoëfficiënt om zo de rekenwaarde van de staalkwaliteit te bekomen.
- De elasticiteitsmodulus kan worden ingegeven of automatisch berekend worden in functie van de betonkwaliteit door op de knop " $E_{cm,28}$ " te klikken. De waarde van de elasticiteitsmodulus wordt dan berekend met onderstaande formule:
 - Eurocode 2 en NBN B15-002:

$$E_{cm,28} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$
 - B.A.E.L. 91:

$$E_{cm,28} = 11000 \cdot f_{ck}^{1/3}$$
- Om rekening te houden met het kruiseffect bij het beperken van de spanningen en het berekenen van de doorbuiging en de scheurwijdte, kunnen twee kruipcoëfficiënten $\phi(t, t_0)$ ingesteld worden.
 - Doorbuiging en scheurwijdte

De knop opent een dialoogvenster dat op basis van de opgegeven parameters (zoals ouderdom bij belasten, relatieve vochtigheid RH, cementklasse, ...) de relevante kruipfactor bepaalt.

Figuur 39b: Parameters voor bepalen van kruipcoëfficiënt

- Spanningen

Voor het beperken van de spanningen, wordt aangeraden een verhouding van de elasticiteitsmoduli van staal en beton gelijk aan 15 te nemen, nl $n = \frac{E_s}{E_c} = 15$ (NBN B15-002). De waarde van de kruipcoëfficiënt $\varphi(t, t_0)$ die met deze verhouding overeenstemt, kan worden berekend door op de knop "n = 15" te klikken.

De gebruikte kruipfactor voor de spanningen is niet de eindwaarde van de kruip. Mocht deze kruipfactor gebruikt worden voor de doorbuigingen, dan worden deze onderschat. Vandaar dat er 2 kruipfactoren zijn.

- De mogelijkheid bestaat om al of niet het eigengewicht van de balk in rekening te brengen, eventueel met of zonder de meewerkende plaatbreedte van de T-secties. Het soortelijk gewicht van gewapend beton is 25kN/m³.
- De waarde voor de treksterkte kan vrij ingegeven worden, maar ConCrete kan die ook berekenen op basis van de gemiddelde f_{ctm} of karakteristieke f_{ctk} betondruksterkte. Deze twee waarden worden berekend aan de hand van volgende formules:

- Eurocode 2 en NBN B15-002:

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

$$f_{ctk0.05} = 0.7 \cdot f_{ctm}$$

- B.A.E.L. 91:

$$f_{ctm} = \frac{f_{ctk0.05}}{0.7}$$

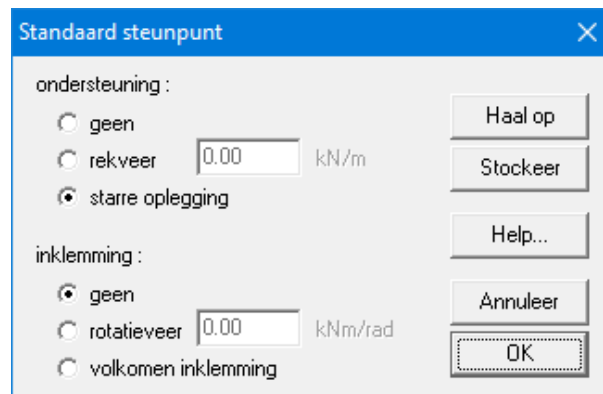
$$f_{ctk0.05} = 0.6 + 0.06 \cdot f_{ck}$$

- Verder kunnen ook de betonspanningen beperkt worden:
 - De betonspanningen in de gebruiksgrenstoestand zeldzame combinatie BGT ZC. Volgens EN 1992-1-1 moeten de betonspanningen beperkt worden tot $0.6f_{ck}$. Volgens de Belgische bijlage van EN 1992-1-1, moeten de betonspanningen in BGT ZC beperkt worden tot $0.5f_{ck}$ voor milieuklassen XD, XF en XS.
 - De betonspanningen in de gebruiksgrenstoestand zeldzame combinatie BGT QP. Volgens EN 1992-1-1 moeten de betonspanningen beperkt worden tot $0.45f_{ck}$. Wordt de maximale betonspanning ergens overschreden, dan zal het programma de trekwapening verhogen en drukwapening bijplaatsen.
- Tenslotte kan de dwarskrachtbijdrage van het beton opgegeven worden. Voor berekeningen volgens de huidige Eurocode, moet de dwarskrachtbijdrage op 0% staan.

4.4 Parameters voor de steunpunten

De knop  laat toe de parameters voor de steunpunten in te geven (Figuur 40).

Alle wijzigingen die in dit venster worden doorgevoerd, hebben betrekking op alle steunpunten. Moet slechts één steunpunt veranderen, klik dan met de muis in de steunpuntschets in het "**Belastingsschema**"-venster. Hetzelfde dialoogvenster als in Figuur 40 verschijnt, maar nu slechts geldig voor dit ene geselecteerde steunpunt (Figuur 41).

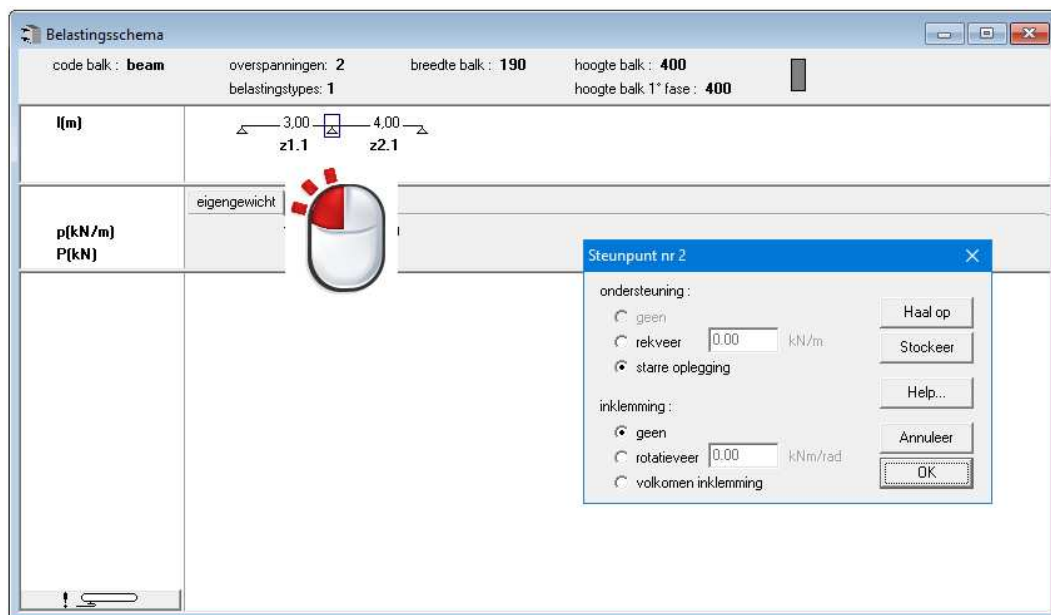


The dialog box titled "Standaard steunpunt" contains two sections: "ondersteuning :" and "inklemming :". In the "ondersteuning :" section, there are three radio buttons: "geen", "rekveer" (with a text input field set to "0.00" and the unit "kN/m"), and "starre oplegging" (which is selected). In the "inklemming :" section, there are three radio buttons: "geen" (selected), "rotatieveer" (with a text input field set to "0.00" and the unit "kNm/rad"), and "volkomen inklemming". On the right side of the dialog, there are buttons for "Haal op", "Stockeer", "Help...", "Annuleer", and "OK".

Figuur 40: Standaard steunpunt

Door voor een eindsteunpunt de ondersteuning weg te laten, wordt een star opgelegde overspanning een uitkraging. Behalve uitkragingen en starre opleggingen, kunnen ook rekveren, rotatieveren en volkomen inklemmingen ingevoerd worden.

Er is echter nog een tweede mogelijkheid om een uitkraging in te geven, nl. door bij de invoer een negatieve waarde in te geven voor de overspanningslengte van een eindoverspanning. Een negatieve overspanningslengte wordt door ConCrete automatisch geïnterpreteerd als een uitkraging met als lengte de absolute waarde van de ingevoerde lengte.

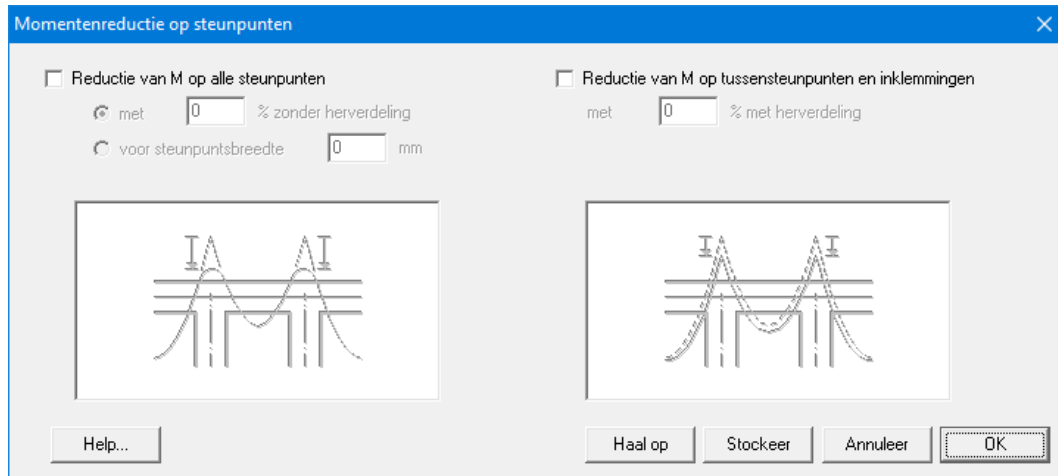


The "Belastingsschema" window shows a beam layout with spans of 3.00 and 4.00 meters. A mouse cursor is clicking on the second support point. A dialog box titled "Steunpunt nr 2" is open, showing the same configuration as Figure 40: "ondersteuning :" is set to "starre oplegging" and "inklemming :" is set to "geen". The background window also displays parameters like "code balk : beam", "overspanningen : 2", "breedte balk : 190", and "hoogte balk : 400".

Figuur 41: Aanpassen steunpunt

4.5 Parameters voor de momentenreductie

Klik op de knop  om de berekeningsopties voor de **momentenreductie** te wijzigen. Net zoals voor de geometrische parameters van de steunpunten, zijn deze opties toepasselijk voor alle steunpunten (eventueel alleen alle tussensteunpunten).



Figuur 42: Parameters momentenreductie

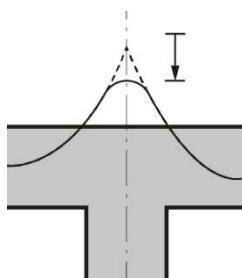
De eerste optie uit het dialoogvenster (Figuur 42) veroorzaakt geen wijziging van de grafieken, maar brengt enkel een reductie van de wapeningsmomenten teweeg. De reden hiervoor is dat bij bredere steunpunten de top van de momentenlijn mag afgeknot worden ter bepaling van de steunpuntswapening (Figuur 43). ConCrete laat je toe het moment te verminderen door ofwel:

- een percentage in te geven.
- de breedte van de steunpunten op te geven. De vermindering van het moment ΔM wordt als volgt berekend (EN 1992-1-1 §5.3 (4)):

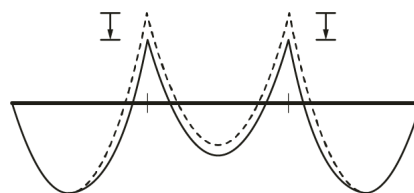
$$\Delta M = \frac{F_{sup} \cdot b_{sup}}{8}$$

Hierin is F_{sup} de reactiekracht in het steunpunt en b_{sup} de breedte van het steunpunt.

De tweede optie daarentegen wijzigt wel de grafieken door de momenten op de tussensteunpunten te verminderen met een instelbaar percentage en tegelijkertijd de momenten in de overspanningen te vermeerderen zodat de hieruit bekomen momentenlijn statisch gezien een correcte oplossing vormt voor de ingevoerde belasting (Figuur 44) (EN 1992-1-1 §5.5). Dit impliceert ook dat de dwarskrachtenlijn eveneens gewijzigd wordt.



Figuur 43: Momentenreductie – zonder herverdeling

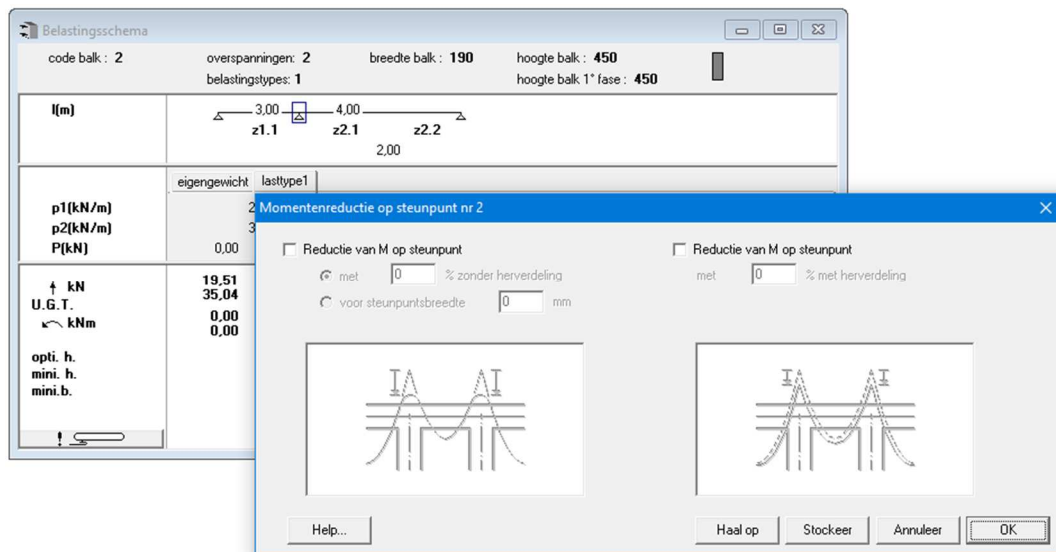


Figuur 44: Momentenreductie – met herverdeling

Moet per steunpunt een andere momentenreductie toegepast worden (bijvoorbeeld omdat het

ene steunpunt breder is dan andere), hou dan de CTRL-toets ingedrukt en klik op het relevante steunpunt in het "**Belastingsschema**"-venster. Het is ook mogelijk om d.m.v. de rechtermuisknop het menu "Momentreductie op de steunpunten" te openen.

Er verschijnt dan opnieuw hetzelfde dialoogvenster als in Figuur 42, maar nu slechts geldig voor het geselecteerde steunpunt (Figuur 45). Voor eindsteunpunten die niet ingeklemd zijn, is de tweede optie weggelaten; de inwendige krachten worden daar immers louter bepaald door statisch evenwicht. Een wijziging van de statica-lijnen is op deze plaatsen dan ook uit den boze. Procentuele inklemmingen (bijvoorbeeld 80% inklemming) kunnen ingegeven worden door voor dat steunpunt een volkomen inklemming in te geven en vervolgens een momentreductie met herverdeling toe te passen (bijvoorbeeld 20% voor een 80% inklemming).



Figuur 45: Momentenreductie op steunpunt

4.6 Parameters voor de lasten

ConCrete kan behalve met het eigengewicht, ook rekening houden met negen andere belastingstypes (syn.: lastengroepen). Om de eigenschappen van deze belastingstypes in te stellen, klik op de knop . Op het scherm verschijnt nu het dialoogvenster uit Figuur 46.

Coëfficiënten en combinatiefactoren

		γ_{u-}	γ_{u+}	γ_{g-}	γ_{g+}	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	1 ^o fase	2 ^o fase
☒ 0	eigengewicht	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	☐	☒
☒ 1	lastype1	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	☐	☒
☒ 2	lastype2	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	☐	☒
☒ 3	lastype3	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	☐	☒
☒ 4	lastype4	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	☐	☒
☒ 5	lastype5	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	☐	☒
☒ 6	lastype6	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	☐	☒
☒ 7	lastype7	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	☐	☒
☒ 8	lastype8	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	☐	☒
☒ 9	lastype9	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	☐	☒

belastingen grijpen aan op :
☒ bovenvezel
☐ ondervezel

coëfficiënt voor bepaling scheurwijdte en doorbuiging :
 β_2 :

☒ altijd samen
☐ alle combinaties

Haal op Stockeer Help... Annuleer OK

Figuur 46: Parameters belastingen

We overlopen hierna inhoud van dit venster.

- Elke lastengroep krijgt een naam. *Lasttype 0* is steeds het eigengewicht.
 - Partiële veiligheidscoëfficiënten γ
 De eerste 2 factoren γ_{u-} en γ_{u+} zijn de veiligheidsfactoren op de belastingen in de uiterste grenstoestand. In de bruikbaarheidsgrenstoestand worden de karakteristieke waarden van de belastingen vermenigvuldigd met γ_{g-} en γ_{g+} . De coëfficiënten met een minteken worden toegepast wanneer de belasting een ongunstig effect heeft, de coëfficiënten met een plusteken in het geval de belasting een gunstig effect heeft. In het algemeen bedraagt de partiële factor voor de belastingen in de uiterste grenstoestand 1,35 voor vaste en 1,50 voor veranderlijke lasten met ongunstig effect. Bij gunstig effect worden deze waarden respectievelijk 1,00 en 0,00. In de gebruiksgrenstoestand worden alle partiële factoren, uitgezonderd de veranderlijke lasten met gunstig effect, gelijkgesteld aan 1,00.
 - Combinatiefactoren Ψ
 - Ψ_0 is een combinatiecoëfficiënt die rekening houdt met het feit dat het weinig waarschijnlijk is dat meerdere onafhankelijke veranderlijke belastingen tegelijkertijd hun maximale waarde aannemen.
 - Ψ_1 is een combinatiecoëfficiënt die een rol speelt bij het herhaaldelijk optreden van veranderlijke belastingen. Voor gebouwen wordt zij in het algemeen gelijk genomen aan de waarde die gedurende ongeveer 1% van de referentietijd kan overschreden worden.
 - Ψ_2 is een combinatiecoëfficiënt die eveneens een rol speelt bij het herhaaldelijk optreden van veranderlijke belastingen, maar die ditmaal zodanig is gekozen dat ze gedurende minstens 50% van de referentietijd overschreden wordt.
- Meer informatie over de waarden van de partiële veiligheidscoëfficiënten γ en combinatiefactoren Ψ kan u vinden in de norm. ConCrete gebruikt vergelijking 6.10 (zie EN 1990) om de fundamentele combinaties in uiterste grenstoestand (UGT FC) te maken.
- Voor elke lastengroep kan opgegeven worden in welke fase(s) de lasten die ertoe behoren

aanwezig zijn. De **eerste fase** wordt *isostatisch* uitgerekend (overspanning per overspanning) met een eventueel kleinere doorsnede (hoogte h_{o1} i.p.v. h_o). In uiterste grenstoestand wordt de benodigde wapening berekend. Vervolgens wordt de balk in **tweede fase** doorerekend. In deze fase wordt de balk *hyperstatisch* uitgerekend zoals hij ingegeven werd, met de volledige doorsnede (hoogte h_o). De wapening wordt opnieuw bepaald in de uiterste grenstoestand. Het uiteindelijk resultaat in de uiterste grenstoestand is het maximum van de eerste en van de tweede fase. Vertrekkend van deze wapening, worden in de gebruiksgrenstoestand de spanningen in het beton en de wapening berekend in de eerste fase (dus isostatisch en met kleinere hoogte). Vervolgens wordt de toename van de spanningen bepaald in de tweede fase. Zijn de betonspanningen te groot, dan wordt de wapening vergroot.

- ConCrete zal default de lasten uit de betreffende lastengroep steeds per overspanning behandelen ( is default actief). Hij zal automatisch bepaalde velden belasten met een gunstige factor en andere met een ongunstige factor om zo te komen tot de meest nadelige belastingssituatie (dambordpatroon). Het kan echter zijn dat voor sommige belastingen (zoals eigengewicht en permanente lasten) dat deze opsplitsing in gunstig belaste en ongunstig belaste velden irrelevant is. Door de knop  actief te zeggen, wordt aangegeven dat lasten uit de desbetreffende lastengroep altijd samen aanwezig of afwezig zijn.
- Er kan opgegeven worden of de belastingen op de boven- of op de ondervezel aangrijpen, wat van belang is bij de bepaling van de dwarskrachtwapening (cfr. vakwerkanalogie van Mörsch).
- De coëfficiënt β_2 wordt gebruikt voor de berekening van de scheurwijdte (zie §11.2.2.4) en de doorbuiging (zie §11.2.2.3). Hij bedraagt 0.50 voor langdurige en/of herhaalde belastingen en 1.00 voor éénmalige, kortstondige belastingen. De naamgeving β_2 is afkomstig uit de voornorm ENV 1992. In EN 1992-1-1 heet deze parameter β .

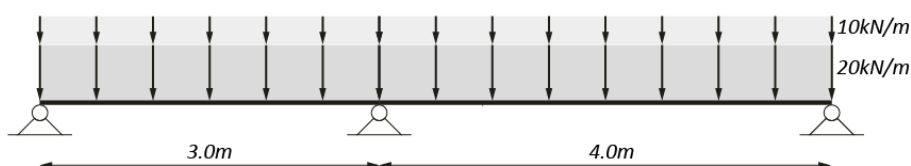
5 Meer dan één belastingstype

5.1 Inleiding

De balken die tot nog toe ingevoerd werden, waren weliswaar belast met verschillende lasten, maar deze behoorden allen tot hetzelfde belastingstype. In de praktijk komt het echter vaak voor dat we lasten hebben van verschillende types. Denk maar aan permanente lasten, nuttige lasten, sneeuwlasten, windlasten enz. Naargelang het type last zijn er andere belastings- en combinatiecoëfficiënten van toepassing. Hoe die coëfficiënten kunnen bepaald worden, staat in §4.6 vermeld. Hierna volgt de werkwijze om lasten tot een bepaald belastingstype te laten behoren.

5.2 Een balk met twee belastingstypes

De derde te berekenen balk heeft twee overspanningen en twee opgelegde types belastingen: een permanente last p van 20 kN/m en een veranderlijke last q van 10 kN/m. De balk is geschetst in Figuur 47.



Figuur 47: Schema twee belastingstypes

De vooropgestelde breedte van de balk bedraagt 190 mm, de hoogte 500 mm.

Breng de invoeropties van het tweede palet (Figuur 4) opnieuw naar hun aanvankelijke toestand: constante sectie, eenparig verdeelde lasten en geen momentlasten (geen knoppen ingedrukt). Zorg ervoor dat de breedte en hoogte van de balk overal dezelfde is, dat alle eenparig verdeelde lasten eenzelfde begin- en eindwaarde hebben en dat de momentlasten allemaal nul zijn.

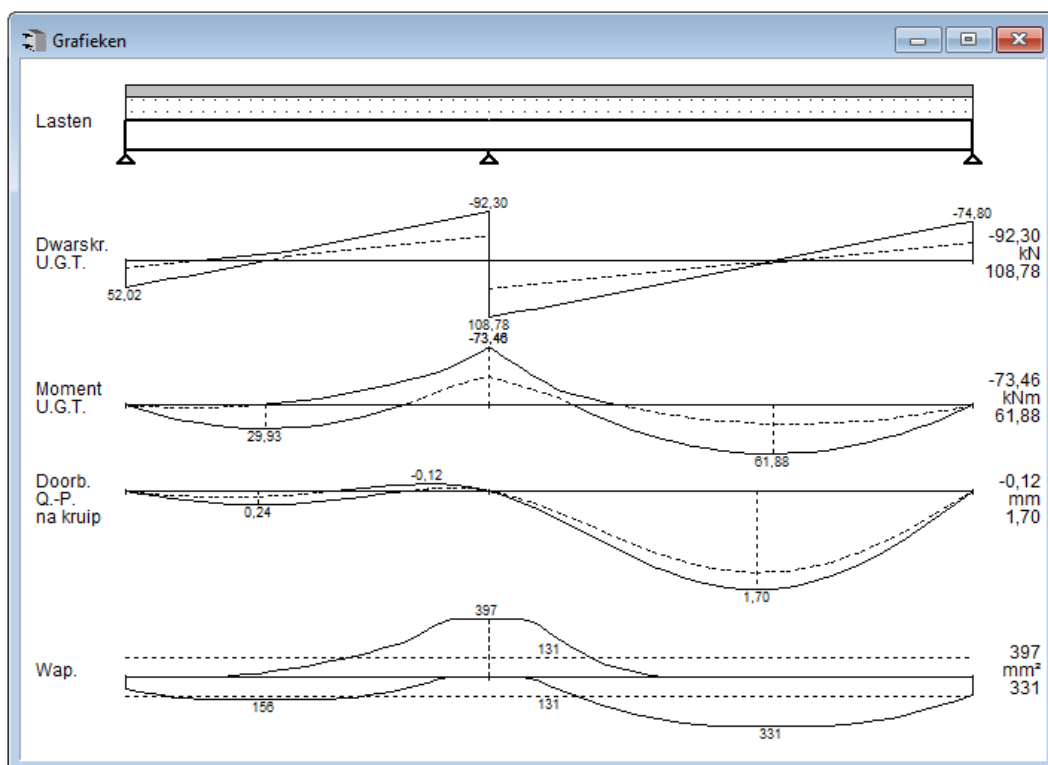
Belastingsschema			
code balk : 3	overspanningen: 2	breedte balk : 190	hoogte balk : 500
	belastingstypes: 2		hoogte balk 1 ^{ste} fase : 500
l(m)			
p(kN/m)	eigengewicht	lasttype1	lasttype2
P(kN)	0,00	0,00	0,00
↑ kN	12,75	99,52	32,91
U.G.T.	52,02	201,07	74,80
↺ kNm	0,00	0,00	0,00
opti. h.			
mini. h.			
mini. b.			

Figuur 48: Belastingsschema - derde belastingsgeval

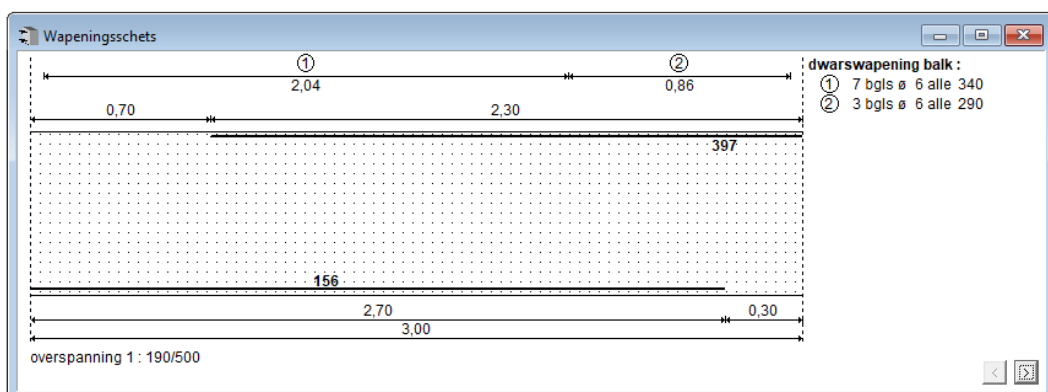
Geef bij het doorlopen van de invoer van de gegevens aan dat er twee belastingtypes zullen ingegeven worden. Verder verloopt de invoer op de gewone wijze. Nadat de waarde van de eerste verdeelde last in de laatste zone van de laatste overspanning ingegeven is, vraagt het programma ons automatisch de waarde van de tweede verdeelde last in de eerste zone van de eerste overspanning (Figuur 48).

Zijn alle gegevens ingevoerd dan kunnen de verschillende belastingsgevallen bekeken worden. Klik op de naam van de belasting in het belastingsvenster om de waarden ervan te kunnen bekijken en al dan niet aan te passen.

De berekening start en de resultaten worden afgebeeld zoals uiteengezet in 4.6. Als resultaat verschijnen dus **omhullenden**, die de meest nadelige combinaties omvatten (Figuur 49). Hier moet nogmaals benadrukt worden dat de overlapping van de boven- en onderwapening in Figuur 50 GEENSZINS betekent dat er voor de bepaling van de lengtes van de langstaven geen verankering lengte meer zou nodig zijn. Zoals eerder gezegd, houdt het programma ConCrete Plus hiermee rekening.



Figuur 49: Grafieken - derde voorbeeld



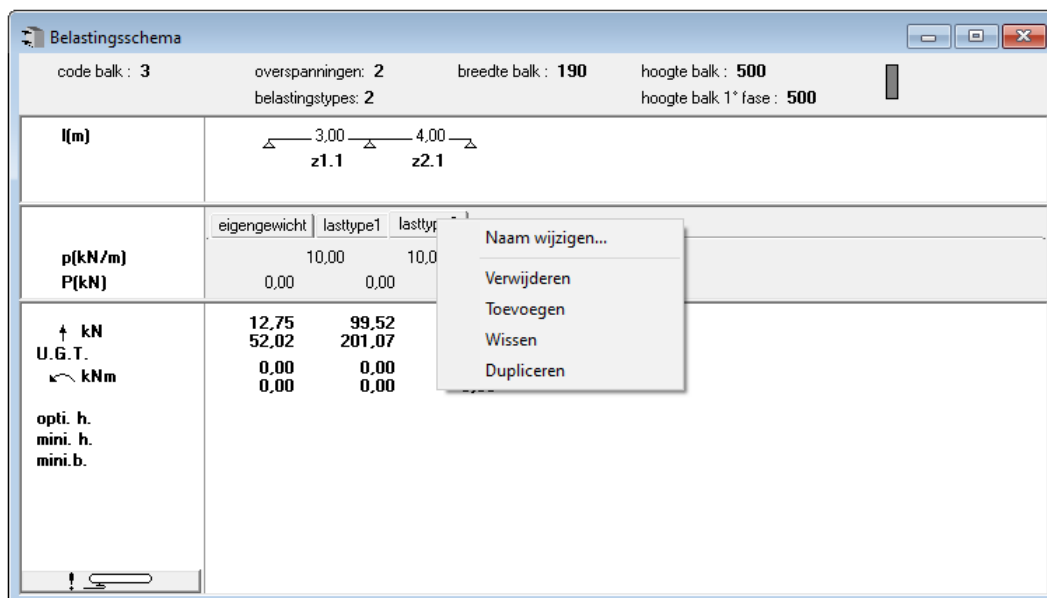
5.3 Belastingtypes toevoegen en verwijderen

5.3.1 Rechtstreeks wijzigen

Klik het aantal belastingtypes aan in het "**Belastingsschema**"-venster en geef een nieuwe correcte waarde in. De wijziging kan gebeuren wanneer de invoer zich nog in het eerste belastingstype bevindt, of wanneer de invoer beëindigd is. Zijn er minder belastingtypes dan voorheen, dan worden de laatste belastingtypes verwijderd; zijn er meer dan worden er zoveel belastingtypes als nodig toegevoegd, allen geïnitieerd met lasten met waarde 0.

5.3.2 Wijzigen met behulp van de rechtermuisknop

Voor de belastingsgevallen zijn in het pop-up menu ook enkele mogelijkheden uitgewerkt:



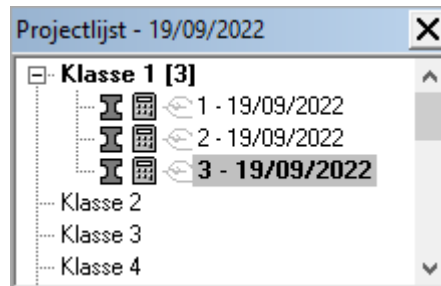
Figuur 51: Pop-up menu – belastingsgevallen

Het is aan te raden na de bewerkingen op de belastingsgevallen nog even de ingestelde coëfficiënten en combinatiefactoren na te kijken (zie §4.6).

6 Een heel project van balken

6.1 Inleiding

Tot nog toe is het berekenen van een balk en al wat daarbij komt kijken behandeld. In §3.1 werd even vermeld dat bij het invoeren van een nieuwe balk de eerder ingegeven balk in het **Projectlijst**-venster geplaatst wordt. Dit hoofdstuk zal dieper ingaan op de structuur en het nut van die projectlijst.



Figuur 52: Projectlijst

De lijst is opgebouwd als een zogenaamde boomstructuur. Dat wil zeggen dat de hoofditems telkens de gebruikte klassen (of groepen) zijn, zie verder, en de subitems zijn de ingevoerde elementen, hier dus 'eerste voorbeeld'. De datum dat het element de laatste maal geopend is, staat achter de naam vermeld. Bovendien wordt de meest recente datum vermeld naast de hoofding van het venster zelf.

De benaming van het actieve element wordt grijs ingekleurd om onderscheid te maken met de andere elementen.

Voor de vermelding van de code van het element staan drie afbeeldingen:

De eerste afbeelding duidt aan welk soort element ingevoerd werd:

-  : balk;
-  : plaat;
-  : welfsel [enkel met welfselmodule];

De tweede afbeelding duidt aan indien het element berekend is en/of zijn afmetingen voldoende zijn:

-  : nog niet berekend;
-  : berekend maar afmetingen onvoldoende;
-  : berekend en afmetingen ok;

De derde afbeelding duidt aan of het element al dan niet berekend en uitgetekend is met behulp van ConCrete Plus:

-  : nog niet uitgetekend;
-  : uitgetekend;

Stel dat het hier gaat om een project bestaande uit drie blokken A, B en C die elk zijn opgebouwd uit een kelderverdieping, een gelijkvloers en tien typeverdiepingen. Wanneer alle balken van dit project ingevoerd worden, dan kunnen dit er gemakkelijk een honderdtal verschillende zijn. In die honderdtal balken kunnen echter groeperingen onderscheiden worden. Zo kunnen

bijvoorbeeld groepen gemaakt worden naargelang de blok of naargelang de verdieping. Zo'n groep is in ConCrete een **klasse**. In ConCrete kunnen zo'n 20 klassen gedefinieerd worden, elk bestaande uit maximum 100 balken (en/of platen).

De elementen worden automatisch alfabetisch gerangschikt volgens hun naam (volgorde: ABC...XYZabc...xyz012...789). De benaming van een klasse is beperkt tot 256 karakters.

6.2 Definiëren van klassen

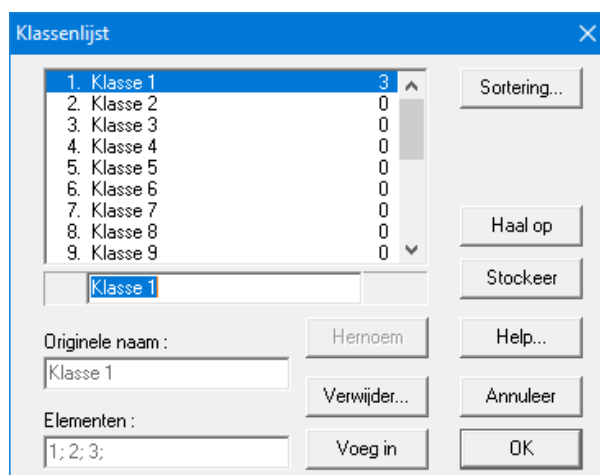
6.2.1 Klassen definities

U kan balken en platen organiseren in klassen. Een mogelijke lijst van klassen kan er zo uit zien (blok A, B en C; Kelder, Gelijkvloers en Typeverdiepen):

- KA: alle elementen van de kelderverdieping van blok A;
- GA: alle elementen van het gelijkvloers van blok A;
- TA: alle elementen van de typeverdieping van blok A;
- KB: alle elementen van de kelderverdieping van blok B;
- GB: alle elementen van het gelijkvloers van blok B;
- TB: alle elementen van de typeverdieping van blok B;
- KC: alle elementen van de kelderverdieping van blok C;
- GC: alle elementen van het gelijkvloers van blok C;
- TC: alle elementen van de typeverdieping van blok C.

6.2.2 Invoeren

Om klassen te definiëren, selecteer in het menu "**Wijzig**" het commando "**Klassenlijst...**". Op het scherm verschijnt het dialoogvenster uit Figuur 53.



Figuur 53: Wijzigen klassenlijst

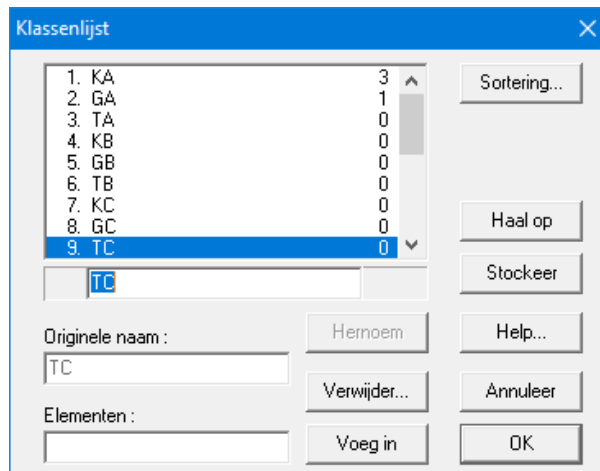
- Linksboven staan de namen van de reeds gedefinieerde klassen.
- Om een bestaande klasse te hernoemen, selecteer de relevante klasse, typ de gewenste naam in het veld onder de grote kader en klik op de knop '**Hernoem**'. De originele benaming van de klasse (de naam die de klasse had bij het openen van het dialoogvenster) in het kadertje onder "**Originele naam**" staat.

De elementen die deze eventueel omvat staan vermeld in het kadertje onder "**Elementen**".

- Het aantal klassen is beperkt tot 20. Als je minder dan 20 klassen hebt, kan je via de knop "**Voeg in**" en nieuwe klasse toevoegen.
- De knop "**Verwijder**" is pas actief wanneer er een klasse geselecteerd is. Met deze knop wordt niet alleen de benaming van de klasse uit de lijst verwijderd, maar ook alle elementen (balken en/of platen) in die klasse.

De betekenis van de vijf knoppen rechts van het dialoogvenster is dezelfde als in §4.1.

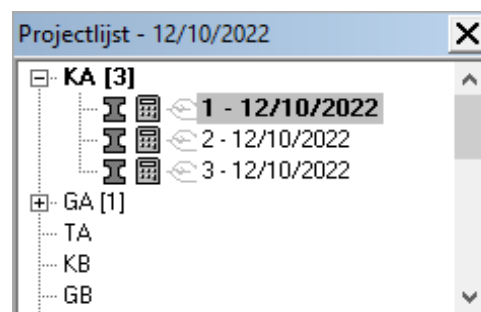
Pas nu op de naam van de klassen aan volgens het voorstel uit §6.2.1 (Figuur 54).



Figuur 54: Wijzigen klassenlijst

6.2.3 De projectlijst

Bevestig de ingestelde klassen (klik de knop 'OK'). Het **Projectlijst**- venster ziet er nu als volgt uit:

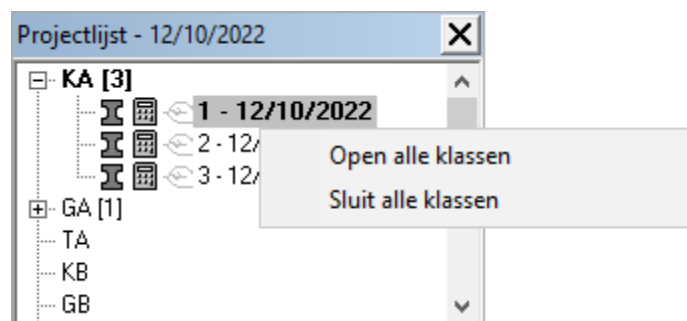


Figuur 55: Projectlijst - ingevoerde klassen

In de lijst onder 'KA' staan de reeds ingevoerde elementen.

Of een klasse al dan niet elementen bevat wordt aangeduid door het teken voor de benaming van de klasse. Staat er een teken ('+' of '-') dan betekent dit dat de klasse elementen bevat. Staat het '+' teken ervoor dan zal na het klikken erop het teken veranderen in een '-' en zullen alle elementen van de klasse zichtbaar worden. Het klikken van de '-' verbergt de elementen van de klasse. Er is echter één uitzondering: als het actieve element (het element dat momenteel in de vensters is afgebeeld) zich in de klasse bevindt.

Als alle elementen zichtbaar moeten zijn of net niet, kan het pop-up menu met behulp van de rechtermuisknop opgeroepen worden:



Figuur 56: Pop-up menu - projectlijst

6.3 De plaats van een element in een bepaalde klasse

Bij het creëren van een nieuw element zal dit automatisch in de geselecteerde klasse gesitueerd worden. Zijn er nog geen klassen ingevoerd, dan zal een standaardklasse 'Klasse 1' aangemaakt worden en wordt het element hierin gesitueerd.

Het is natuurlijk mogelijk deze plaatsing achteraf te wijzigen, zie hiervoor volgende puntjes.

6.4 Ophalen van een element uit een bepaalde klasse

Zijn in de projectlijst de elementen in de klasse, waarin het bepaalde element zich bevindt, niet zichtbaar, dubbelklik dan die klasse, of klik op het '+' tekenje naast de klasse.

Om de balk te bekijken en eventueel te wijzigen, kunnen twee manieren toegepast worden.

Selecteer eerst de balk in de lijst en gebruik het menu: "**Element**" - "**Wijzig**" of klik op , ofwel volstaat het de balk te dubbelklikken.

De geselecteerde balk wordt uit het geheugen opgehaald en in de vensters "**Belastingsschema**", "**Grafieken**" en "**Wapeningsschets**" getoond. Indien er in deze vensters reeds een balk was voorgesteld die volledig ingevoerd was, dan wordt deze terug in de projectlijst geplaatst, anders worden de ingevoerde gegevens van deze balk gewist.

6.5 Verplaatsen van een element naar een andere klasse

Om een element van klasse te veranderen volstaat het in het projectvenster het bewuste element van de ene klasse in de andere te slepen. Met andere woorden selecteer de balk, houdt de muistoets ingedrukt, beweeg tot op de andere klasse en laat de muistoets los.

6.6 Dupliceren van een element

Het dupliceren van een element kan nuttig zijn, wanneer twee nagenoeg identieke elementen dienen berekend te worden.

De enige voorwaarde is dat het element volledig ingevoerd is. Selecteer het element in het **Projectlijst**-venster en klik op .

De kopie verschilt in niets van een traditioneel ingevoerde balk. Dit betekent o.a. dat hierin

willekeurig veranderingen kunnen aangebracht worden zonder dat dit invloed heeft op de eerste balk. In 6.8 wordt uiteengezet hoe elementen kunnen gekopieerd van één project naar een ander, binnenin ConCrete of van ConCrete naar ConCrete Plus (en visa versa).

6.7 Verwijderen van een element

Selecteer het element in het **Projectlijst**-venster. Selecteer dan in het menu "**Element**" het commando "**Verwijder**" of klik op . Het element wordt uit de klasse verwijderd.

6.8 Kopiëren van elementen tussen verschillende projecten

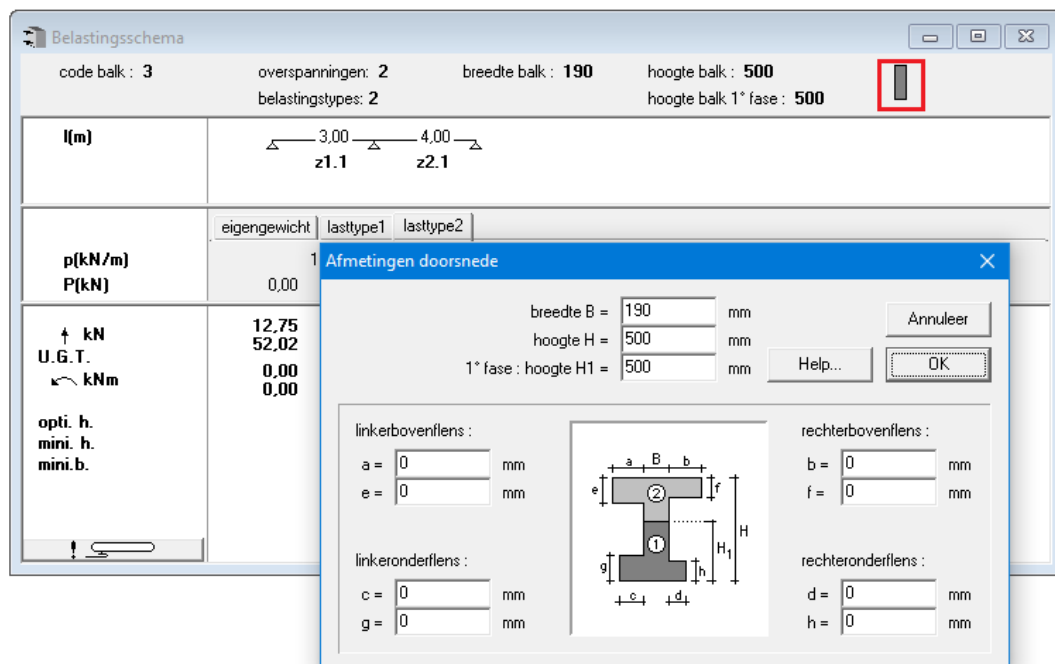
Haal het bewuste element op volgens de in 6.4 beschreven werkwijze. Selecteer het commando "**Wijzig**", "**Kopiëren**". Open vervolgens openen het project waar de kopie van het element moet geplaatst worden. Selecteer de klasse waarin het element gekopieerd moet worden en selecteer vervolgens het commando "**Wijzig**" "**Plakken**". Het element bevindt zich nu ook in het nieuwe project en kan verder behandeld worden zoals ieder ander element.

7 Speciale elementen

7.1 T-, I-, L- en Z-liggers

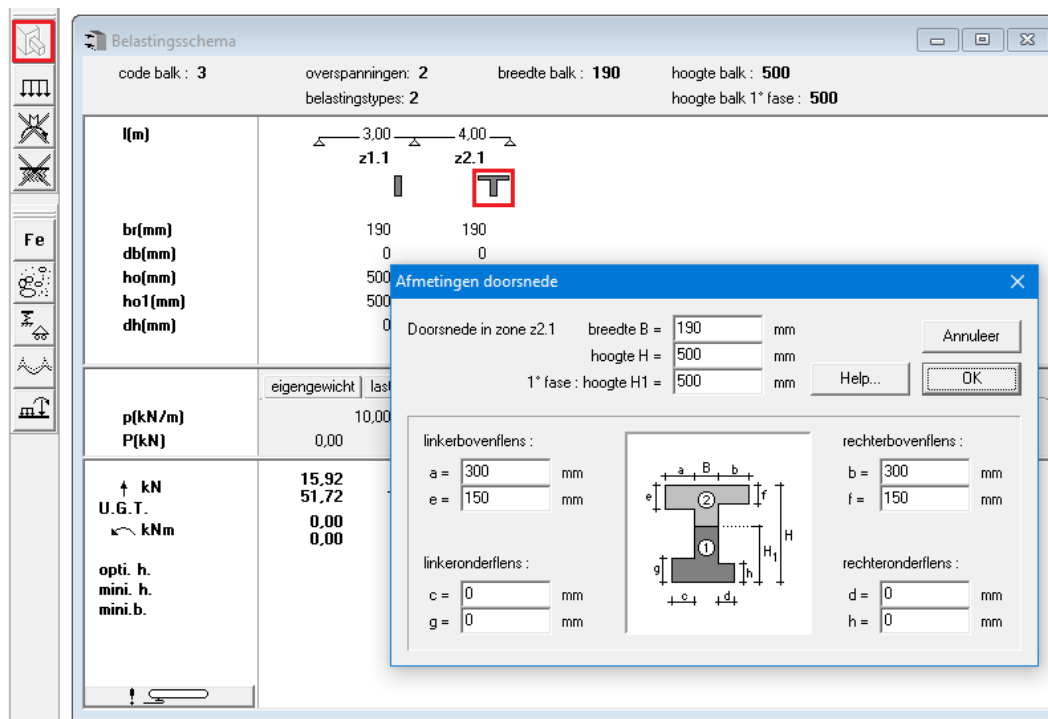
Met ConCrete is het mogelijk om niet alleen rechthoekige doorsneden, maar ook T-, I-, L- en Z-secties in te voeren, en dit eventueel verschillend per zone.

- In het geval het een ligger met constante sectie betreft, kan zo'n sectie ingevoerd worden door in het "**Belastingsschema**"-venster te klikken op de doorsnedeschets van de ligger.



Figuur 57: Details afmetingen doorsnede

- In geval van een ligger met veranderlijke secties, kan de sectie ook per zone gewijzigd worden door eerst de variabele doorsneden te activeren (klik op ) zodat die verandert in ) en daarna op de doorsnedeschets onder de te wijzigen zone te klikken. Opnieuw verschijnt het dialoogvenster uit Figuur 57, maar nu slechts geldig voor die ene zone.

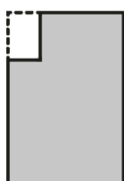


Figuur 58: Belastingsschema - variabele secties

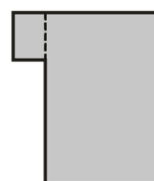
In dat dialoogvenster kunnen de afmetingen van de flenzen aangepast worden.

Er zijn vier flenzen mogelijk: twee bovenflenzen en twee onderflenzen, telkens een linker- en een rechterflens. De breedte van de flenzen (de afmetingen a, b, c en d) kunnen zowel een positieve als een negatieve waarde hebben; negatieve waarden worden gebruikt om in een hoek een rechthoekje uit het lijf van de balk weg te laten (een "hap" uit het lijf te halen, Figuur 59), positieve waarden betekenen dat er een flens aan het lijf aangezet wordt (Figuur 60). De flensdiktes (de afmetingen e, f, g en h) moeten steeds positieve waarden zijn (of nul).

Merk op dat ook de breedte, hoogte en hoogte 1° fase (zie 7.3) kunnen gewijzigd worden.

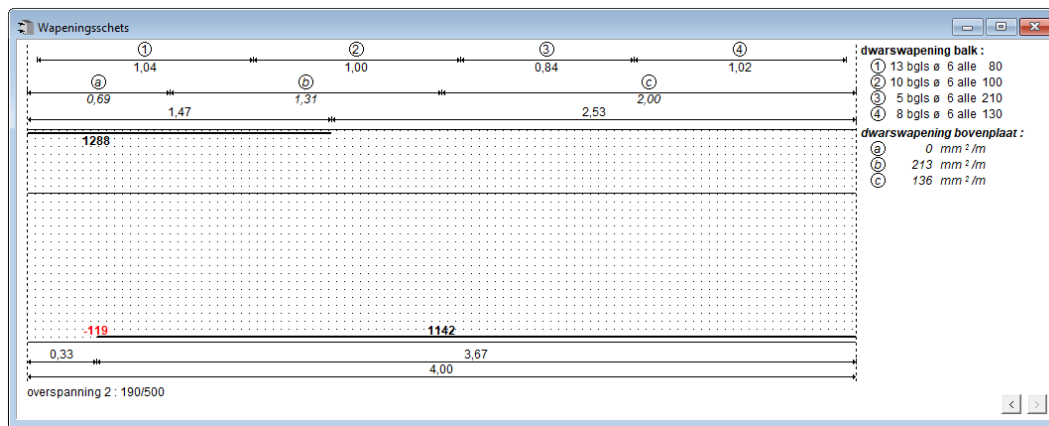


Figuur 59: 'Negatieve' flens



Figuur 60: 'Positieve' flens

Zoals reeds in §4.3 aangestipt, wordt in het dialoogvenster voor de berekeningsparameters van het beton aangeduid of het eigengewicht van de flenzen in rekening gebracht wordt of niet. Voor de bepaling van de dwarskrachtwapening in de flenzen, wordt verwezen naar hoofdstuk 11.



Figuur 61: Wapeningsschets - detail bovenplaat

Is in het dialoogvenster voor de parameters van het wapeningsstaal (Figuur 37) specifiek om de dwarswapening in de druktafels te tonen gevraagd, dan ziet het "Wapeningsschets"-venster er bijvoorbeeld uit zoals hierboven.

Net zoals voor de dwarswapening in het lijf, staat er een maatlijn met erboven de omcirkelde letters "a", "b" en eronder de respectievelijke getallen, allen in cursief gedrukt. De omcirkelde letters zijn opnieuw een verwijzing naar de informatie rechts, de getallen eronder zijn de afstanden waarover die zones geldig zijn. De informatie rechts bevat het aantal mm² vereiste wapeningsstaal (loodrecht op het vlak van de tekening) per m lengte van de balk. Negatieve waarden geven een aanduiding omtrent de hoeveelheid reserve. De aanduiding van de reserve kan soms belangrijk zijn: de norm vereist slechts een gewogen gemiddelde over de afstand gelegen tussen een momentennulpunt en een momentenmaximum. ConCrete geeft echter een meer precieze aanduiding: zones waar het moment sneller stijgt, krijgen meer dwarswapening toegewezen dan zones waar het moment minder snel stijgt. Het is dus volstrekt mogelijk dat ConCrete aangeeft dat er in een bepaalde zone geen dwarswapening nodig is (reserve) en in de zone ernaast wel, terwijl de uitmiddeling volgens de norm geen dwarswapening vereist; vandaar dat het programma aangeeft hoeveel de reserve bedraagt, zodat we desgewenst deze waarden kunnen uitmiddelen over alle zones die gelegen zijn tussen momentennulpunt en -maximum. In geval van ongelijke linker- en rechterflens, voldoet de afschuifwapening die ConCrete voorstelt voor de beide flenzen.

7.1 Liggers op verende bedding

In voorafgaande voorbeelden werden steeds liggers berekend die slechts op enkele plaatsen ondersteund waren, hetzij vaste opleggingen, hetzij verende steunpunten. Moet er echter een ligger uitgerekend worden die op de grond rust, dan volstaan die discrete steunpunten niet om de continue ondersteuning te simuleren. Zo'n liggers worden klassiek berekend als zogenaamde liggers op verende bedding. Het weerstand- biedende karakter van de bedding (grond) wordt bepaald door de in te geven beddingsconstante k .

ConCrete gaat echter een heel eind verder dan de loutere berekening van een ligger op verende bedding. In ConCrete is het immers mogelijk om enerzijds per zone een andere beddingsconstante en anderzijds ook nog discrete steunpunten op te geven (vaste of verende opleggingen en/of vaste of verende inklemmingen). Het belang om per zone een andere beddingsconstante te kunnen opgeven blijkt uit bijvoorbeeld volgende probleemstellingen:

- een ligger ligt op volle grond die als homogeen mag worden beschouwd, ware het niet

- dat een klein beekje de grond doorkruist en natuurlijk ook ter plaatse van de ligger;
- een ligger steunt op een aantal betonnen kolommen en op een brede bakstenen penant;

In het eerste voorbeeld kan het doorkruisen van het beekje ingecalculeerd worden door in die zone een kleinere beddingsconstante (of helemaal geen) op te geven. In het tweede voorbeeld kunnen de betonnen kolommen ingegeven worden als gewone steunpunten (al of niet verend), terwijl de brede bakstenen penant gesimuleerd wordt door een zone met grote beddingsconstante. In beide voorbeelden zou het haast onmogelijk zijn een even nauwkeurig resultaat te bekomen, indien enkel liggers op afzonderlijke steunpunten of liggers op continue verende bedding over de hele lengte berekend zou worden.

Klik in het tweede palet het vierde icoon (Figuur 4, Figuur 62) om per zone een beddingconstante in te kunnen geven.



Figuur 62: Palet 2 - verende bedding

In het "**Belastingsschema**"-venster is er onder de lijn met de aanduiding van de verschillende zones een lijn bijgekomen, voorafgegaan door " $k(\text{N}/\text{cm}^3)$ " (Figuur 63). Deze lijn dient voor het invoeren van een beddingsconstante in die zone. De **beddingsconstante** duidt het verband aan tussen de zakking en de reactieweerstand van de bedding:

$$q(x) = k \cdot v(x)$$

Hierin is:

$q(x)$	de reactieweerstand (kracht / oppervlak)
k	de beddingsconstante
$v(x)$	de verticale verplaatsing (zakking)

$l(\text{m})$
$br(\text{mm})$
$db(\text{mm})$
$ho(\text{mm})$
$ho1(\text{mm})$
$dh(\text{mm})$
$k(\text{N}/\text{cm}^3)$
$x(\text{m})$

Figuur 63: Belastingsschema - totale lijst eenheden

Bij gebrek aan meer precieze gegevens, kan de beddingsconstante k als volgt bepaald worden:

- voor kleiachtige gronden:

$$k = \frac{0.5 \cdot \frac{q_r}{b} \cdot (l + 0.5 \cdot b)}{1.5l}$$

Hierin is:

- q_r de druksterkte van de grond in N/cm²
- b de breedte van de ligger in m
- l de lengte van de ligger in m

- voor zandachtige gronden:

$$k = k_1 \cdot \left(\frac{b + 0.3048}{2 \cdot b} \right)^2$$

waarin de waarde voor k_1 gegeven wordt in tabel 1.

	Los gepakt	Middelmatig	Dicht gepakt
k_1 voor zand (in N/cm ³)	2.7 – 8.1	8.1 – 40	40 – 136

Tabel 1: Waarde voor de beddingsconstante k_1 bij zand⁴

7.2 Liggers in 2 fasen

Vandaag de dag worden meer en meer liggers gedeeltelijk op voorhand gestort voor zij op de werf ter plaatse gelegd worden en verder opgestort worden, eventueel met de vloerplaten.

De op voorhand gestorte of geprefabriceerde sectie wordt in sommige gevallen benut om reeds een deel van de belasting te dragen, zonder dat er bijkomende stutten geplaatst worden. Bijzondere aandacht dient dan wel besteed te worden aan de opleggingen! In die gevallen worden de liggers gedeeltelijk geprefabriceerd per overspanning en zullen deze gedeeltelijke liggers isostatisch belast worden met hun eigengewicht en bijvoorbeeld nog het eigengewicht van de platen die erop rusten en van het op te storten deel. Eens de ligger volstort en verhard, werkt de volledige sectie in een hyperstatische constructie (doorlopende ligger).

In het programma kunnen deze twee fasen ook in de berekening opgenomen worden. Daartoe volstaan twee dingen:

- Fase 1: geef voor iedere sectie op tot welke hoogte de 1^o fase gestort wordt. M.a.w. wat de hoogte is van het geprefabriceerde deel van de doorsnede. Deze hoogte wordt in ConCrete aangeduid als "ho1" en wordt standaard gelijkgesteld aan de totale hoogte "ho". Deze kan gewijzigd worden door in het "**Belastingsschema**"-venster die waarde aan te klikken en er een andere waarde voor in te geven of door de doorsnedeschemas aan te klikken (zie ook 7.1) en in het dialoogvenster de waarde aan te passen.
- Fase 2: geef in het dialoogvenster voor de lasten (zie ook 4.6) op welke lasttypes er aangrijpen op de doorsnede in 1^o fase, en welke op de totale doorsnede (doorsnede 2^o

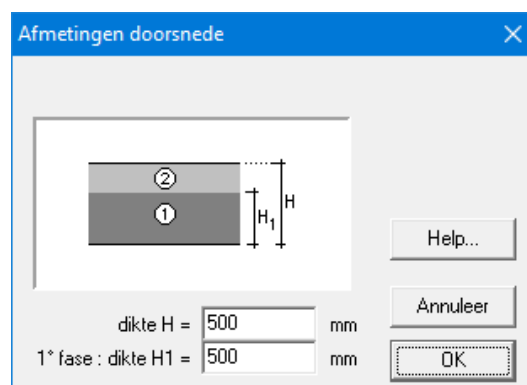
⁴ Bron: Campus F., "Contribution à l'étude des pièces fléchies dans le sol. Application aux pieux et palplanches", Mémoire du Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais Scientifiques du Génie Civil de l'Université de Liège, N°39, Avril 1972

fase). Lasttypes die in 1° fase aangrijpen, kunnen ook in de 2° fase aanwezig blijven, maar dit is niet noodzakelijk. Natuurlijk is het ook mogelijk om lasttypes te hebben die enkel in de 2° fase aangrijpen.

Bij de berekening van de wapening en van de beton- en staalspanningen wordt, zoals reeds in 4.6 uiteengezet, rekening gehouden met deze fasering. Bij de scheurwijdte en de doorbuigingsberekening (zowel ongescheurd als gescheurd) wordt geen rekening gehouden met deze fasering.

7.3 Platen in 2 fasen

Naast balkelementen kunnen in ConCrete ook plaatstroken in gewapend beton worden gedimensioneerd. De plaatstroken zijn dragend in één richting en kunnen eveneens uitgevoerd worden in 2 fasen (Figuur 64).

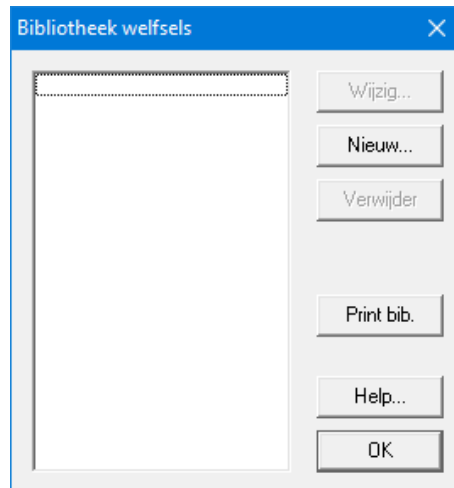


Figuur 64: Plaat in 2 fasen

7.4 Welfselbibliotheek

Opmerking: Deze functionaliteit is niet beschikbaar in de standaardversie van ConCrete. Enkel ConCrete Master laat toe welfsels te berekenen.

ConCrete beschikt over de mogelijkheid welfsels te berekenen. Deze welfsels worden bewaard in de welfselbibliotheek. Deze bibliotheek is beschikbaar via het menu **“Wijzig”** het commando **“Welfselbibliotheek”**. Er verschijnt een venster (Figuur 65) waarin je de welfsels kan definiëren en beheren.



Figuur 65: Bibliotheek welfsels

- Met de knop **“Nieuw”** maak je een nieuw welfsel aan. Een dialoogvenster (Figuur 66) vraagt je naar de verschillende afmetingen. Met **“OK”** bevestig je de geometriegegevens en wordt het welfsel in de bibliotheek geplaatst.

benaming : welfsel

breedte welfsel B = 600 mm

dikte welfsel H = 150 mm

aantal gaten # = 4

dimensies van de gaten :

hoogte a = 70 mm

breedte b = 70 mm

afroning r = 35 mm

dikte onderflens c = 50 mm

wapeningsstaven : 0 ø 0 + 0 ø 0

opleglengte 70 mm

brandweerstand R 30

toeslagmaterialen : kiezelhoudend

wapeningsstaal : warmgewalst

ruwheid c = 0,40
μ = 0,70

Buttons: Help..., Annuleer, OK

Diagram labels: B (total width), H (total height), a (hole height), b (hole width), r (hole radius), c (base thickness).

Figuur 66: Bibliotheek welfsels

- Met de knop **“Wijzig ...”** kan je een bestaand welfsel aanpassen.
- Met de knop **“Verwijder”** verwijder je het geselecteerde welfsel uit de bibliotheek.
- Met de knop **“Print bib.”** kan je de inhoud van de welfselbibliotheek afdrukken.

8 Bewaren, openen en sluiten

8.1 Bewaren van een nieuw project

Selecteer in het menu "**Archief**" het vijfde commando "**Bewaar als...**" of klik op  om het reeds gepresteerde werk te bewaren als een document op de harde schijf of op een andere opslagplaats. Het programma stelt voor het project te bewaren in een document met dezelfde benaming als de ingestelde referentiecode van het project (zie §2.2). Het is echter mogelijk om een willekeurig andere naam hiervoor te gebruiken.

Het document kan bewaard worden onder binair formaat (type ConCrete) of onder tekstformaat (type ConCrete Txt). Dit laatste formaat laat toe bestanden bewaard met de Macintosh-versie te openen in de Windows-versie en omgekeerd.

8.2 Openen van een bestaand project

Selecteer in het menu "**Archief**" het tweede commando "**Open...**" of klik op  om een bestaand project in ConCrete te openen. Behalve de documenten die met ConCrete zelf aangemaakt zijn, kunnen ook alle documenten die met ConCrete aangemaakt zijn en nadien bewerkt zijn met ConCrete Plus geopend worden.

Maar let op: balken die reeds uitgetekend zijn met ConCrete Plus en waarvan de berekening gewijzigd wordt in ConCrete, verliezen de eraan gekoppelde tekening. De andere balken van het project behouden uiteraard wel hun gekoppelde tekening.

8.3 Bewaren van een bestaand project

Om een bestaand project in ConCrete te bewaren zijn er twee mogelijkheden.

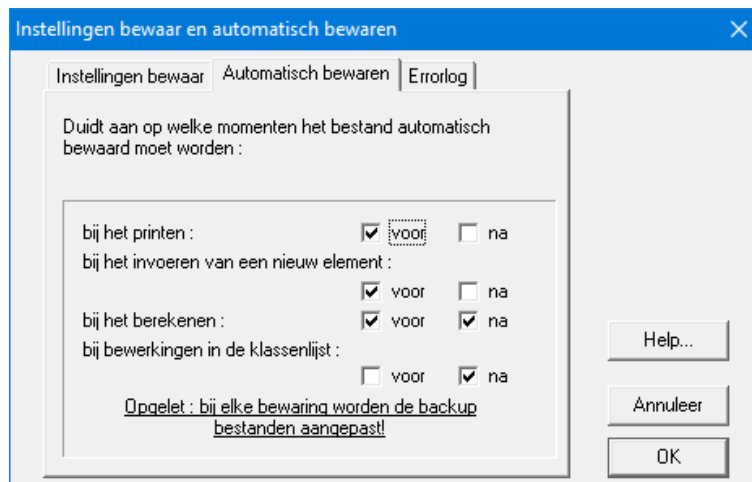
Een eerste mogelijkheid bestaat erin het document opnieuw te bewaren onder dezelfde naam door in het menu "**Archief**" het vierde commando "**Bewaar**" te selecteren. Dit commando is alleen selecteerbaar als veranderingen aangebracht werden aan het vroeger bewaarde project. Bij het bewaren worden eveneens alle gegevens die in ConCrete Plus reeds aan het project waren toegevoegd mee bewaard, met uitzondering van de in 8.2 besproken gegevens. Met de "**Bewaar**"-instructie worden de bestanden steeds in binair formaat (type ConCrete) bewaard.

Een tweede mogelijkheid is het project te bewaren onder een andere naam door in het menu "**Archief**" de instructie "**Bewaar als...**" te selecteren. Deze instructie is in tegenstelling tot het vorige wel steeds selecteerbaar.

8.4 Automatisch bewaren

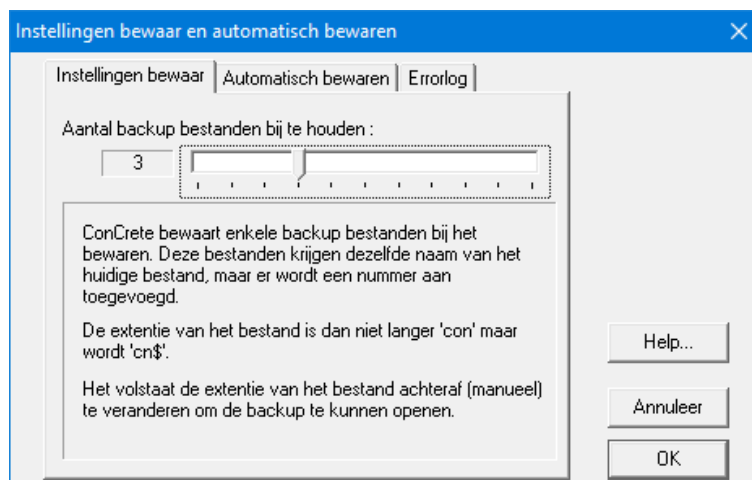
Een goede voorzorgsmaatregel tegen het verlies van gegevens, is je project regelmatig bewaren. In ConCrete kan dit zelfs automatisch.

- Bij welke bewerkingen bewaard wordt, kan opgegeven worden met de menu-instructie "**Automatisch bewaren**" - "**Instellingen...**". Er verschijnt dan volgend dialoogvenster:



Figuur 67: Instellingen automatisch bewaren

- Om het automatisch bewaren in te schakelen, ga naar het menu "**Voorkeur**" - "**Automatisch bewaren**" - "**Actief**".
Als deze optie actief is, wordt ze vooraf gedaan door het icoon .
- Naast het automatisch bewaren kunnen er ook een aantal back-up-bestanden bewaard worden. Dit zijn kopieën van het origineel net voor de laatste veranderingen bewaard worden. Het aantal back-up-bestanden kan ingesteld worden door de tab "**Instellingen bewaar**" te klikken en het gewenste aantal aan te duiden:



Figuur 68: Instellingen bewaar

8.5 Sluiten van een project

Selecteer in het menu "**Archief**" het commando "**Sluit**" om een project te sluiten. Is het project gewijzigd en nog niet bewaard, dan vraagt het programma automatisch of de wijzigingen van dit project bewaard moeten worden.

8.6 Wijzigen van de dossiergegevens

Selecteer in het menu "**Archief**" het commando "**Wijzig...**" om de dossiergegevens te wijzigen.

Hierdoor verschijnt opnieuw het dialoogvenster uit Figuur 2 op het scherm waarin de gegevens kunnen gemanipuleerd worden. Met behulp van vier keuzeknoppen kunnen de coördinaten van de bouwheer, de architect, de aannemer of de ingenieur getoond worden.

8.7 Beëindigen van het programma

Om de uitvoering van het programma te stoppen, selecteer in het menu "**Archief**" het laatste commando "**Stop**". Is het project gewijzigd en nog niet bewaard, dan vraagt het programma automatisch of de wijzigingen van dit project bewaard moeten worden.

9 Printen

9.1 Printopties instellen

Selecteer in het menu "**Archief**" het commando "**Printopties...**" om de printopties in te stellen. Op het scherm verschijnt het volgende dialoogvenster:



Figuur 69: Printopties

- Met de eerste optie "**Titelblad**" wordt bij het printen een titelblad uitgeprint met alle dossiergegevens uit Figuur 2 erin vermeld.
- Met de tweede optie "**Dossierwaarden**" worden alle berekeningsparameters uitgeprint: per printinstructie één blad met de standaard dossierwaarden en voor ieder element de afwijkingen t.o.v. deze standaardwaarden.
- De vier volgende opties dienen voor het al dan niet uitprinten van de inhoud van de vensters die deze titels dragen.
- U kan ook opgeven in welke lettertype het rapport moet afgedrukt worden.
- En of de lijndiktes wat zwaarder moeten getekend worden.

9.2 Een heel project uitprinten

Selecteer in het menu "**Archief**" het commando "**Print project...**" om het gehele project uit te printen. Bevindt er zich op dat moment nog een element in de vensters "**Belastingsschema**", "**Wapeningsschets**" en "**Grafieken**" en is dit element reeds volledig ingevoerd, dan plaatst het programma dit element eerst in de geselecteerde klasse van het **Projectlijst**-venster.

Het programma print vervolgens het gehele dossier uit klasse na klasse en element na element. Per project wordt slechts één **titelblad** en slechts één blad met de **dossierwaarden** uitgeprint (indien deze opties geselecteerd zijn). Per balk worden dan de gegevens uit het "**Belastingsschema**"-venster uitgeprint, gevolgd door de **afwijkingen** van de actuele waarden van de berekeningsparameters t.o.v. de dossierwaarden (indien deze optie geselecteerd is). Indien gewenst worden dan de gegevens van het "**Wapeningsschets**"-venster en/of het "**Grafieken**"-venster uitgeprint. Het programma begint voor iedere balk een nieuwe pagina.

Bij het uitprinten van de inhoud van het "**Grafieken**"-venster wordt eveneens een nieuwe pagina begonnen. Het programma zorgt ervoor dat de inhoud van dit laatste venster netjes verschaald wordt naar het papierformaat. Op elke pagina staat steeds de referentiecode van het project vermeld evenals de datum. Op de pagina's specifiek aan een element staat rechts bovenaan het nummer van dit element, voorafgegaan door de naam van de klasse.

9.3 Een hele klasse uitprinten

Om alle elementen van slechts één klasse uit te printen, moet in het **Projectlijst**-venster deze klasse geselecteerd worden. Selecteer daarna in het menu "**Archief**" het commando "**Print klasse...**". De werking van dit commando is analoog aan 9.2, maar dan toegepast op één enkele klasse.

9.4 Slechts één element uitprinten

Om slechts één element uit te printen, moeten dit element eerst uit het **Projectlijst**-venster opgehaald worden. Selecteer vervolgens in het menu "**Archief**" het commando "**Print element...**". De werking van dit commando is analoog aan 9.2, maar dan toegepast op één enkel element.

10 Handige tips

10.1 Al dan niet automatisch berekenen na invoer

Tot nog toe heeft het programma steeds het element berekend na de volledige invoer en na iedere wijziging achteraf. Wanneer e groot aantal wijzigingen moeten gebeuren, kan het vervelend zijn dat het programma na iedere wijziging een berekening maakt, die uiteindelijk toch niet belangrijk is.

Deactiveer (klik) hiervoor in het menu "Voorkeur" de optie "Automatisch berekenen".

Zijn alle gegevens ingevoerd en/of alle wijzigingen gebeurt, dan kan de berekening manueel gestart worden door in het menu "Element" het commando "Bereken" te selecteren.

10.2 Invoergeluiden

ConCrete laat toe om de invoer van de gegevens te laten leiden door geluidjes. Bij iedere grootheid (zoals breedte, hoogte, lengte van een overspanning, waarde van een puntlast, van een verdeelde last, enz.) die ingevoerd moet worden of die gewijzigd wordt, laat ConCrete een pieptoon horen als waarschuwing.

Ook bij het selecteren van al ingevoerde gegevens in het "**Belastingsschema**"-venster wordt de vraag begeleid door ditgeluidje.

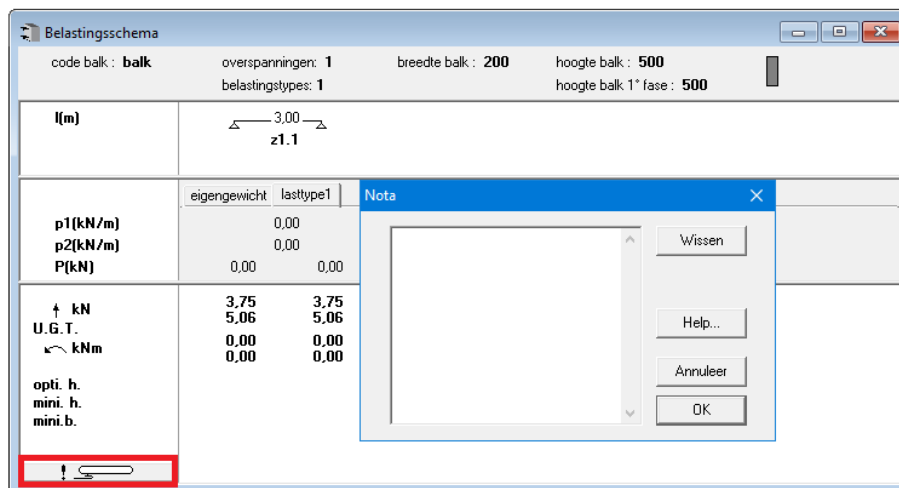
Om het geluidje aan/uit te zetten, zet je het vinkje voor het menu "**Voorkeur**", "**Geluid**" aan/uit.

10.3 Connectie met ConCrete Plus

Eens de theoretische wapeningshoeveelheden berekend zijn, kunnen deze doorgegeven worden naar ConCrete Plus om zo de praktische wapening te bekomen. De connecties tussen ConCrete en ConCrete Plus situeren zich op vier niveaus:

Eerst en vooral is er het formaat van de bestanden dat identiek is voor ConCrete en ConCrete Plus. Hierdoor is het perfect mogelijk om een project, dat aangemaakt is met ConCrete, verder uit te werken met ConCrete Plus en dit nadien eventueel verder uit te breiden met ConCrete, om dan weer naar ConCrete Plus over te stappen (zie ook 8.2).

Ten tweede is er in ConCrete de mogelijkheid om boodschappen door te geven naar ConCrete Plus. Dit kan heel belangrijk zijn wanneer de persoon die het project berekend heeft met ConCrete niet dezelfde is als deze die het project zal uittekenen met ConCrete Plus. Die boodschap kan ingegeven worden door in het "**Belastingsschema**"-venster links onderaan in het tekstballonnetje te klikken. Er verschijnt dan een dialoogvenster op het scherm, waarin de gewenste boodschap opgeschreven kan worden (Figuur 70). Bij het uitprinten van deze balk zal deze boodschap samen uitgeprint worden met de invoergegevens. Wanneer deze balk in ConCrete Plus geopend wordt, verschijnt daar automatisch een dialoogvenster met deze boodschap op het scherm.



Figuur 70: Nota

Ten derde kan in ConCrete de grootte opgegeven worden van de maatafwijkingen van de in de berekening gebruikte waarden t.o.v. de bij het uittekenen van het wapeningsplan in ConCrete Plus gebruikte waarden. Valt deze maatafwijking binnen de toegestane grenzen, dan is er geen nieuwe berekening van de balk nodig en worden de berekende waarden zonder meer aangewend voor het uittekenen van de balk. Het instellen van deze toleranties gebeurt door in het menu "**Voorkeur**" het commando "**Toleranties...**" te selecteren. Op het scherm verschijnt het dialoogvenster uit Figuur 71.



Figuur 71: Toleranties

Op de breedte van de steunpunten is deze tolerantie niet van toepassing. De breedte van de steunpunten wordt trouwens niet in ConCrete, maar wel in ConCrete Plus opgegeven. De tolerantie voor de overspanningslengtes geldt voor de as-op-as afstand van de steunpunten.

Ten slotte is er de mogelijkheid om via de commando's "Wijzig" "Kopiëren" en "Wijzig" "Plakken" elementen uit te wisselen tussen ConCrete en ConCrete Plus (zie 6.9).

ConCrete Plus bestaat als onafhankelijke module of kan onder de vorm van een DLL geïntegreerd zijn in ConCrete. Beschik je over een onafhankelijke module dan exporteer je elementen vanuit ConCrete naar ConCrete Plus via "Archief - Transfert. Uiteraard kan je tevens het Concrete bestand openen vanuit ConCrete Plus".

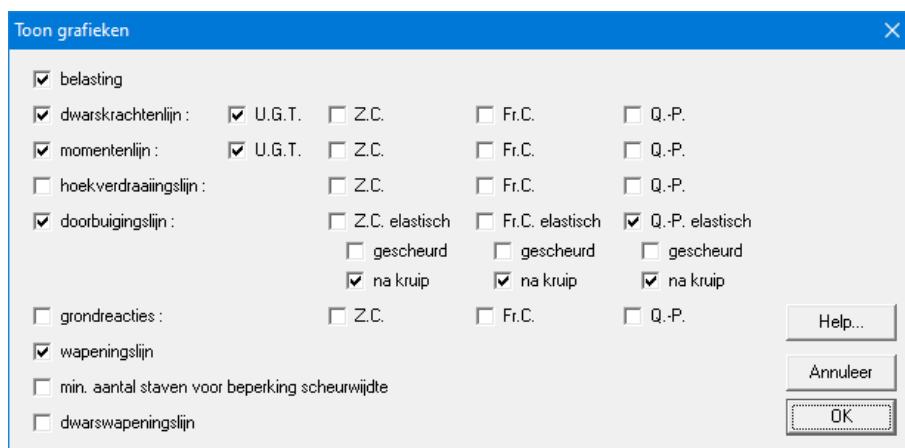
Is ConCrete Plus geïntegreerd in Concrete, dan open je de module via de knop  in de iconenbalk. Meer informatie over de functionaliteiten van ConCrete Plus lees je in de desbetreffende handleiding.

10.4 Meer grafieken en/of grenstoestanden tonen

Tot nu toe bevatte het "**Grafieken**"-venster enkel de grafieken voor de momenten- en dwarskrachtenlijn in U.G.T., voor de doorbuigingslijn onder de quasi-permanente combinaties (QP) en voor de wapeningssecties.

Selecteer in het menu "**Voorkeur**" het eerste commando "**Toon grafieken...**" of klik op  om in dit venster meer en/of andere grafieken tonen. Er verschijnt dan het dialoogvenster uit Figuur 72 op het scherm. Hierin kan aangekruist worden welke grafieken in het "**Grafieken**"-venster getoond moeten worden. De schaal van de grafieken wordt steeds zodanig bepaald dat alle gewenste grafieken mooi evenredig over het venster verdeeld worden.

De hoekverdraaiings- en doorbuigingslijn worden berekend volgens de lineair-elastische methode. Is de optie "**gescheurd**" aangeduid, dan berekent het programma ook de doorbuiging in gescheurde toestand, rekening houdend met de theoretisch vereiste wapeningssecties (zie 11.2.2.3). Deze laatste doorbuiging wordt in het "**Grafieken**"-venster in het rood voorgesteld. De doorbuiging in de gebruiksgrenstoestand onder de quasi-permanente combinaties dient beperkt te worden tot 1/250 van de overspanningslengte; in geval de doorbuiging schade kan veroorzaken aan andere elementen zelfs tot 1/500. Is de optie "**na kruip**" aangeduid, dan wordt de kruip zowel bij de berekening in gescheurde toestand als bij de elastische berekening in rekeninggebracht.



Figuur 72: Toon grafieken

Vermits in ConCrete nog geen staafdiameters gekozen worden, kan de berekening van de scheurwijdte zich enkel baseren op de theoretisch vereiste wapeningssecties. De scheurwijdte is echter in die mate afhankelijk van de gekozen diameters en hun aantal, dat een berekening van de scheurwijdte op zich niet kan benaderd worden vanuit theoretische wapeningssecties. De beperking van de scheurwijdte in ConCrete leidt dan ook tot een enigszins omgekeerde berekening: ConCrete berekent namelijk hoeveel staven er minstens geplaatst dienen te worden om de maximum toegelaten scheurwijdte niet te overschrijden, ervan uitgaand dat overal juist de minimaal vereiste wapeningssectie geplaatst wordt en dat alle staven dezelfde diameter zullen hebben.

Tot nu toe bevatte het "**Belastingsschema**"-venster de verticale reacties en de eventuele inklemmingsmomenten in de uiterste grenstoestand (UGT). Moeten ook de reacties in de gebruiksgrens-toestand zeldzame combinaties (ZC) of in de gebruiksgrens-toestand quasi-permanente combinaties (QP) te zien zijn, selecteer dan in het menu "**Voorkeur**" het tweede

commando "**Toon resultaten...**" of klik op . Op het scherm verschijnt volgend dialoogvenster:



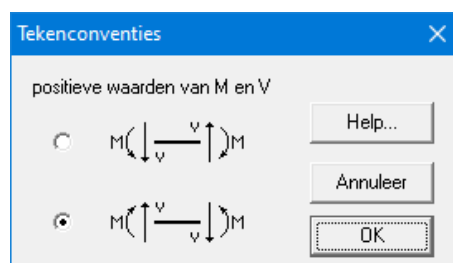
Figuur 73: Toon resultaten

Hierin kan aangeduid worden in welke grenstoestand(en) we de reacties in het "**Belastingsschema**"-venster afgebeeld moeten worden. Verder kan ook aangeduid worden

- om in dat venster te zien wat de maximaal vereiste boven- en onderwapening per zone is,
- wat er de maximale (in gescheurde toestand berekende) doorbuiging is onder de zeldzaam aanwezige en/of onder de quasi-permanente combinatie,
- hoe die doorbuigingen zich relatief verhouden tot de overspanningslengte
- wat de maximale toenames zijn van de doorbuiging onder de zeldzaam aanwezige combinaties t.o.v. deze onder de quasi-permanente combinatie (eventueel ook in verhouding tot de overspanningslengte).

10.5 Tekenconventie voor moment en dwarskracht

Niet iedereen gebruikt dezelfde tekenconventie voor het buigend moment M en de dwarskracht V . De tekenconventie kan aangepast worden via het menu "**Voorkeur**" > "**Teken**". Specificeer in het dialoogvenster (Figuur 74) de gewenste tekenconventie.



Figuur 74: Tekonconventies

10.6 Close-up van een grafiek in een zone

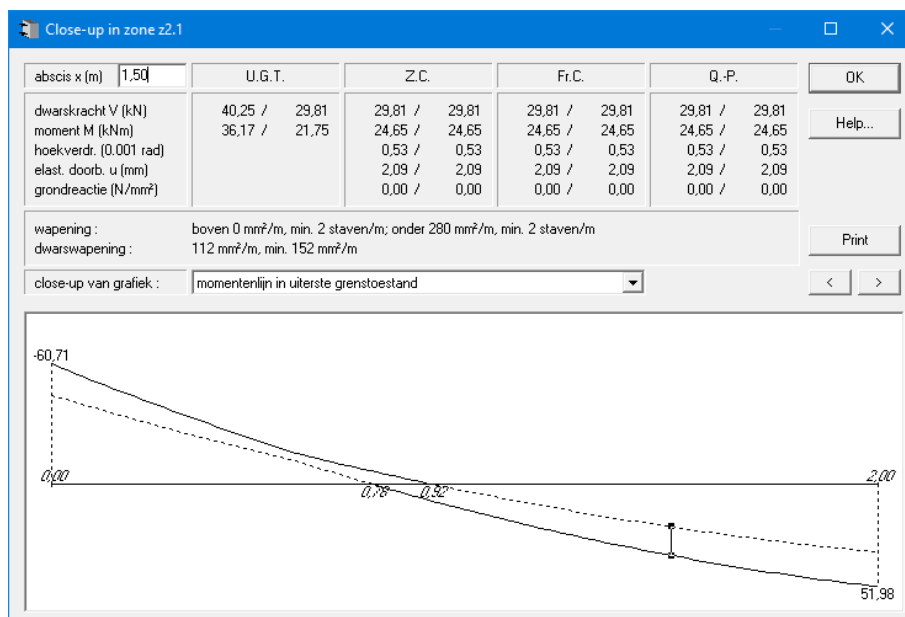
De grafieken in het "**Grafieken**"-venster zijn in sommige gevallen te kleinschalig om op

welbepaalde plaatsen de precieze waarde van een of andere grootheid te bepalen. Daarom laat ConCrete de mogelijkheid om per zone een detail op te vragen van een grafiek.

10.6.1 Maken van een close-up

Dubbelklik de te onderzoeken grafiek t.p.v. een bepaalde zone om in die zone meer details over een grootheid te kennen. Op het scherm verschijnt een dialoogvenster (Figuur 75) met een detail van de gewenste lijn.

- In de onderste helft staat het gevraagde detail van de grafiek met aanduiding van de karakteristieke waarden zoals de extrema en de nulpunten.
- In de bovenste helft staan de minimale en maximale waarde van de verschillende grootheden in één welbepaald punt. De waarden van de doorbuiging zijn de elastisch berekende waarden.



Figuur 75: Close-up grafieken

Via de knop "Print" rechts bovenaan kunnen alle gegevens uit dit venster uitgeprint worden. Via de knoppen "<" en ">" kan u de vorige of volgende zone van dichtbij te onderzoeken.

10.6.2 Overstappen naar een andere grafiek

Selecteer met de muis in het keuzemenu naast de tekst "close-up van grafiek:" de gewenste grafiek.

10.6.3 Opvragen van waarden in discrete punten

De minimale en maximale waarde van alle grootheden in een welbepaald punt kunnen opgevraagd worden door de x-waarde (abscis) van dat punt in het daartoe bestemde vakje in te vullen (links bovenaan). Enkel absciswaarden die binnen de zone vallen die in close-up genomen is, leveren een resultaat op. De absciswaarde wordt genomen vanaf het linker steunpunt van de overspanning waartoe die zone behoort. In Figuur 75 zijn zo de waarden opgevraagd in het punt op 1,5m van het linker steunpunt van de eerste overspanning van een bepaalde balk.

De absciswaarde wordt in de grafiek aangeduid door twee kleine vierkantjes respectievelijk ter plaatse van de minimale en maximale waarde, verbonden door een verticale lijn.

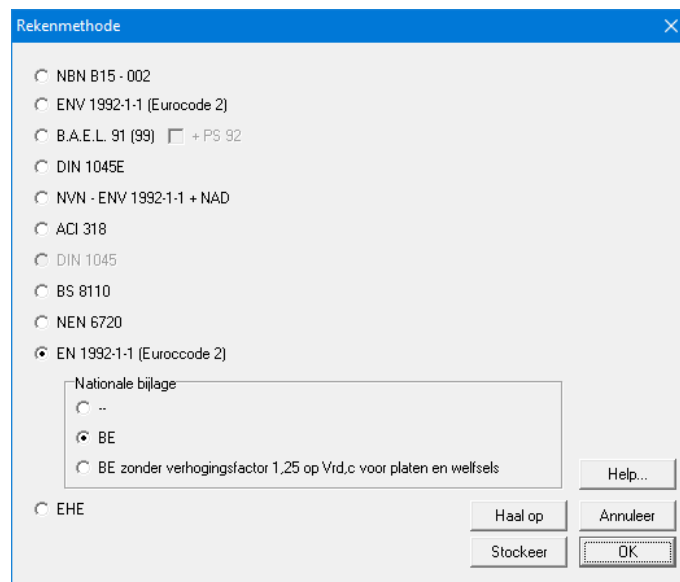
In plaats van de absciswaarde met het klavier in te tikken, kan ook met behulp van de muis de gewenste plaats in de close-up-grafiek aangeduid worden. De absciswaarde wordt automatisch mee aangeduid. Houd de muisknop ingedrukt om de positie continu mee te zien veranderen.

10.7 Gebruik van het "Wijzig"-menu

Een van de meest bekende functionaliteiten van Windows en Macintosh, is het onderling gebruik tussen verschillende programma's van de commando's "**Knippen**", "**Kopiëren**", "**Plakken**" en "**Wissen**". Zolang de balk niet volledig ingevoerd is, kunnen deze functies niet gebruikt worden. Zo kunnen we van deze functies gebruik maken om bijvoorbeeld bepaalde belastingen uit te rekenen met behulp van een rekenprogramma en deze waarden over te kopiëren naar de invoerkader van het invoervenster. Eénmaal de balk volledig ingevoerd is, kunnen we via de commando's "Kopiëren" en "Plakken" elementen kopiëren van een bestand in ConCrete naar een ander bestand in ConCrete, of van een bestand in ConCrete naar een bestand in ConCrete Plus en visa versa (zie §6.9).

10.8 Berekeningsmethode

In ConCrete gebeuren de organische berekeningen volgens de methode der grenstoestanden. De berekening kan worden uitgevoerd volgens verschillende normen. De gewenste norm wordt ingesteld door in het menu "**Voorkeur**" het commando "**Berekeningsmethode**" te selecteren en in het dialoogvenster (Figuur 76) de keuze aan te duiden.



Figuur 76: Rekenmethode

10.9 Controleberekening

In ConCrete gebeuren de berekening van de gescheurde doorbuiging en van de scheurwijdte aan de hand van de theoretisch vereiste wapeningssecties. De resultaten van deze berekening geven

een goede aanduiding voor de te verwachten resultaten van een berekening die rekening houdt met de reëel voorziene wapening. In sommige gevallen zal de gebruiker zich echter niet tevredenstellen met de "ruwe" berekening a.d.h.v. theoretische wapeningssecties.

ConCrete laat daarom toe, eens de balk uitgetekend is in ConCrete Plus, een controleberekening uit te voeren in ConCrete die rekening houdt met de werkelijk voorziene wapening. Deze controleberekening omvat de berekening van de gescheurde doorbuiging onder zeldzaam aanwezige combinaties en onder de quasi-permanente combinatie en van de scheurwijdte onder de quasi-permanente combinatie. Is het kruipeffect in rekening gebracht bij de aanvankelijke "ruwe" berekening, dan wordt dit ook toegepast bij de controleberekening. Het spreekt voor zich dat iedere wijziging in de berekeningsparameters, behalve het al of niet in rekening brengen van de kruip bij doorbuiging of scheurwijdte, de wapeningskeuze en derhalve ook de controleberekening tenietdoet.

Om de controleberekening uit te voeren, selecteer met de muis in het menu "**Element**" het commando "**Controleer**". De resulterende grafieken voor de gescheurde doorbuiging en de scheurwijdte worden voorgesteld in het venster "**Controle**". Je roept dit venster op via '**Venster – Controle**' of via de knop .

10.10 Eigen voorkeurwaarden bewaren en ophalen

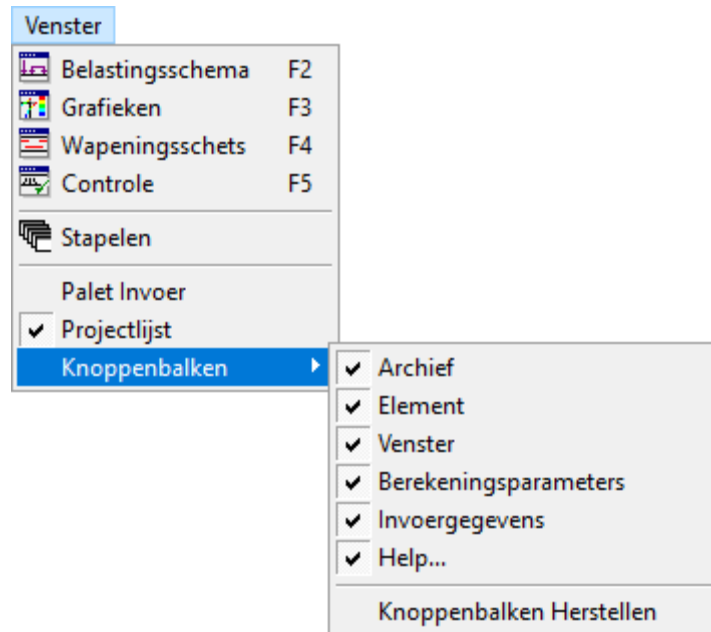
In hoofdstuk 4 werd uiteengezet hoe de verschillende parameters die in de berekening tussenkomen kunnen gewijzigd worden en hoe die parameters als standaardwaarden kunnen ingesteld en opgehaald worden.

Iedere keer dat het programma opnieuw opgestart wordt, worden deze standaardwaarden geladen. Telkens nieuwe standaardwaarden ingesteld worden, zijn de vroeger ingestelde standaardwaarden gewist. Het kan echter nuttig zijn om over verschillende sets standaardwaarden te beschikken: bijvoorbeeld om een onderscheid te maken tussen berekening van balken en platen, van geprefabriceerde en ter plaatse gestorte balken, van projecten met en projecten zonder externe controle, van buitenlandse en binnenlandse projecten, enz. Daartoe laat het programma ConCrete de mogelijkheid om de ingestelde standaardwaarden te bewaren in een afzonderlijk bestand met het commando "**Voorkeur**" "**Bewaar standaardwaarden...**". In het dialoogvenster dat op het scherm verschijnt, kan aangegeven worden waar en onder welke naam de standaardwaarden bewaard moeten worden. Om eerder bewaarde standaardwaarden opnieuw op te roepen en als nieuwe standaardwaarden te gebruiken, selecteer het commando "**Voorkeur**" "**Open standaardwaarden...**". De standaardwaarden die hiermee ingelezen worden, blijven ook de standaardwaarden wanneer het pakket opnieuw opgestart wordt.

10.11 ConCrete werkomgeving aanpassen

U kan uw ConCrete werkomgeving aan uw manier van werken aanpassen dankzij het concept van "dockable toolbars". Dit houdt in dat je de iconen uit de ConCrete werkbalk over uw scherm kan verslepen en kan plaatsen waar je dat wil. Bovendien kan je de paletten "**Invoergegevens**" en "**Berekeningsparameters**" onderbrengen in de ConCrete werkbalk. Je versleept daartoe de paletten over het scherm of je dubbelklikt op de paletten. Wens je deze iconen niet langer op het

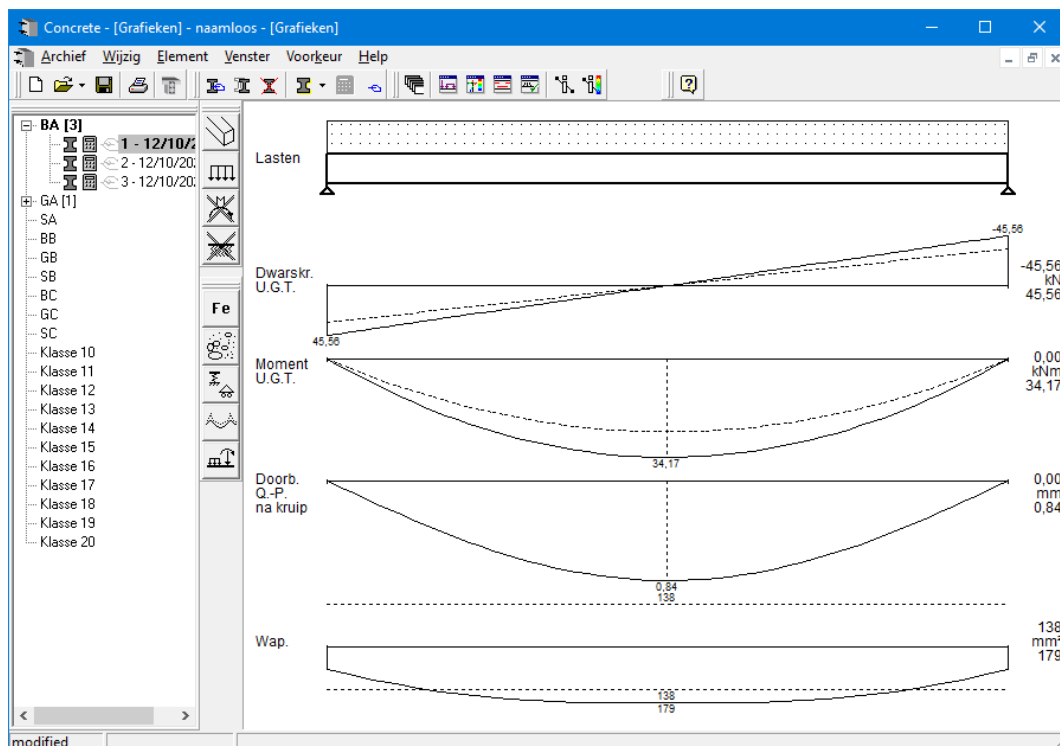
scherm, dan kan je deze eenvoudig verbergen door het palet te sluiten. Je kan deze altijd terug oproepen via het commando “**Venster – Knoppenbalken**”.



Figuur 77: Knoppenbalken verbergen of oproepen

Kies je voor de optie ‘**Knoppenbalken Herstellen**’, dan wordt de oorspronkelijke configuratie opnieuw actief.

Daarnaast kan je ook de projectlijst een vaste plaats geven in de ConCrete user interface door ze als het ware vast te kleven aan het ConCrete venster. Bij dubbelklikken op de titelbalk van het venster ‘**Projectlijst**’ of bij verslepen van dit venster, plaats je de lijst bijvoorbeeld links op het scherm.



Figuur 78: ConCrete werkomgeving aanpassen

Opmerking: Uw eigen persoonlijke instellingen worden bewaard en blijven automatisch van

toepassing als je ConCrete een volgende maal opnieuw opstart.

11 Berekeningsmethode

11.1 Statische berekening

De statische berekening gebeurt volgens de **overdrachtsmethode**. Deze is een lineair-elastische ééndimensionale berekeningsmethode die een continue oplossing biedt voor de grafieken. Dit betekent dat de oplossing die we bekomen met ConCrete een exacte oplossing is in ieder punt (in tegenstelling tot een eindige elementenmethode waar we voor ieder eindig element slechts een gemiddelde waarde krijgen), althans voor zover de aanname van een lineair-elastische ééndimensionale berekening exact is.

Voor liggers op verende bedding wordt de berekening eveneens exact doorgevoerd door oplossing van de differentiaalvergelijking. Deze exacte oplossing wordt dan in tweede fase benaderd door opeenvolgende polynomen van de vijfde graad zodanig dat de relatieve fout steeds kleiner blijft dan 1%. Bovendien wordt bij iedere volgende polynoom steeds opnieuw vertrokken van de exact berekende waarde zodat er geen cumulatie van relatieve fouten optreedt.

Zoals in §4.5 beschreven, is het mogelijk om in ConCrete op deze lineair-elastische berekening een correctie uit te voeren onder de vorm van een **momentenherverdeling**.

Voor het opstellen van de **omhullenden**, volgt ConCrete volgende werkwijze (zie §4.6). De gunstige en ongunstige **belastings- coëfficiënten** alsook de **combinatiecoëfficiënten** worden door de gebruiker opgegeven. Per belastingstype en per overspanning zoekt ConCrete dan uit over welke gedeeltes van de balk deze belasting (zijnde één belastingstype in één overspanning) een gunstig of een ongunstig effect veroorzaakt. Voor de gedeeltes van de balk waar voornoemde belasting een gunstig effect veroorzaakt, past ConCrete de gunstige belastingscoëfficiënt toe, voor de andere gedeeltes de ongunstige.

Om eventuele misverstanden te vermijden, wensen wij hier te benadrukken dat de bekomen waarden van de statica-lijnen de veiligheids- en combinatiecoëfficiënten insluiten.

Verder willen we nogmaals benadrukken dat de hoekverdraaiings- en doorbuigingslijn lineair-elastisch berekend zijn, tenzij we voor de doorbuigingslijn expliciet de optie "**gescheurd**" aangeduid hebben (zie §10.4). Deze doorbuiging wordt dan berekend zoals beschreven in §11.2.2.3. Het al dan niet rekening houden met krimp en kruip, kan door de gebruiker zelf bepaald worden door de opgegeven waarde van de elasticiteitsmodulus. In geval het programma zelf de elasticiteitsmodulus berekent in functie van de betondruksterkte, is de berekende doorbuiging de doorbuiging op een ouderdom van 28 dagen.

Voor liggers op verende bedding kan men geen doorbuiging in gescheurde toestand berekenen. Bij liggers op verende steunpunten kan dit wel.

11.2 Organische berekening

De organische berekening gebeurt volgens de **methode der grenstoestanden** (uiterste grenstoestanden en bruikbaarheidstoestand), zoals voorgedragen door de nomen ENV 1992-1-1, **EN 1992-1-1**, NBN B15-002 of B.A.E.L. 91.

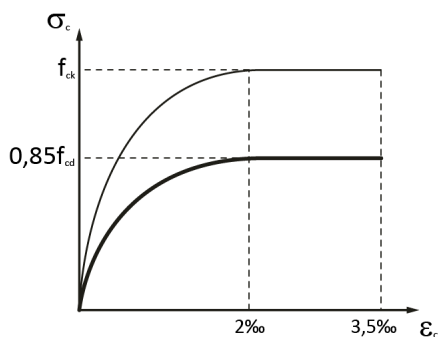
We zullen ons in onderstaande dan ook beperken tot de belangrijkste bijzonderheden van de berekening. Voor verdere uitleg verwijzen we naar de desbetreffende norm.

11.2.1 Uiterste grenstoestanden

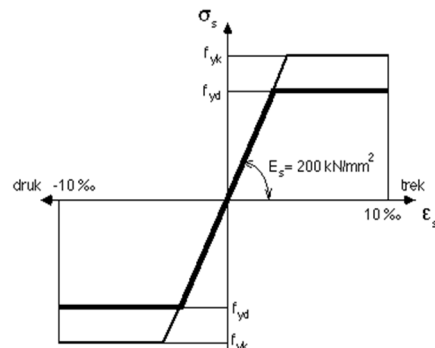
11.2.1.1 Spanning-rek-diagram voor beton en staal

Voor het beton wordt in ConCrete gerekend met een parabool- rechthoekig diagram met overgang in het punt waar de rek 2‰ bedraagt (Figuur 79). Om rekening te houden met het effect van langdurige belastingen, wordt de rekenwaarde van de betonkwaliteit f_{cd} slechts met een factor 0.85 toegepast.

Voor het staal wordt in ConCrete gerekend met een bilineair diagram (Figuur 80). Als elasticiteitsmodulus voor het staal wordt $E_s = 200\,000\text{ N/mm}^2$ aangenomen.



Figuur 79: Parabool rechthoekig diagram



Figuur 80: Bilineair diagram

11.2.1.2 Enkelvoudige buiging

De berekening in uiterste grenstoestand van doorsnedes onderworpen aan enkelvoudige buiging, berust op volgende basishypothesen:

- doorsnedes die vlak zijn vóór vervorming, blijven dit ook na vervorming (hypothese van Bernoulli);
- de vervorming van het staal is steeds gelijk aan die van het omringende beton;
- op de betontreksterkte wordt niet gerekend;
- de maximale stuik van het gedrukte beton bedraagt 3.5‰ (Figuur 79);
- de maximale rek van het staal bedraagt 10‰ (Figuur 80);

11.2.1.3 Dwarskrachtwapening in balken

Voor **balken** kan de dwarskrachtwapening bepaald worden met 2 methodes: de variabele schoorhoek methode⁵ en de standaardmethode. De keuze is normafhankelijk. EN 1992-1-1 laat enkel de variabele schoorhoekmethode toe. In oudere normen (zoals ENV 1992-1-1 en NBN B15-002) mocht je kiezen. Voor oudere normen is de standaardmethode geïmplementeerd in ConCrete.

⁵ ENG: variable strut inclination method

Het principe is voor beide methoden echter hetzelfde:

- Eerst controleer je of er dwarskracht wapening nodig is.
- Vervolgens controleer je de betondrukschoor.
- Als beiden voldoen, mag je de dwarskrachtwapening berekenen.

Hieronder leggen we uit hoe elke van deze 3 stappen wordt gecontroleerd wanneer je bepaalde norm selecteert.

Is dwarskrachtwapening nodig?

Er is dwarskracht wapening nodig indien de aangrijpende dwarskracht $V_{Ed} > V_{Rd,c}$. In oudere normen dit vaak geschreven als $V_{Sd} > V_{Rd,1}$. Indien er geen dwarskrachtwapening vereist is, plaatst ConCrete de minimum dwarskrachtwapening.

- EN 1992-1-1 §6.2.2 (1) vergelijking 6.2a & b:

$$V_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d$$

Hierin is:

γ_c de veiligheidscoëfficiënt voor het beton;

ρ_l het geometrisch wapeningspercentage van de langswapening;

$$= \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \leq 0,02;$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \text{ (d in mm);}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

- ENV 1992-1-1:

$$V_{Rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40\rho_l) \cdot b_w \cdot d$$

Hierin is:

τ_{rd} de rekenwaarde van de schuifweerstand van het beton in N/mm²;

$$= 0,25 \cdot \frac{f_{ctk0.05}}{\gamma_c} = 0,25 \cdot \frac{0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c}$$

$$k = 1,6 - d \cdot l \text{ (d in m);}$$

- NBN B15-002

$$V_{Rd1} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d$$

- B.A.E.L. 91

$$V_{Rd1} = 0,3 \cdot f_{ctk0.05}$$

Hierin is:

$$f_{ctk0.05} = 0,6 + 0,06 \cdot f_{ck} \leq 3,3 \text{ N/mm}^2$$

Controle van de betondrukschoren

Er moet worden gecontroleerd of de aangrijpende dwarskracht $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$. In oudere normen dit vaak geschreven als $V_{Sd} \leq V_{Rd,2}$. Indien niet voldaan wordt aan deze voorwaarde is de doorsnede ontoereikend.

- EN 1992-1-1 §6.2.3 (4) vergelijking 6.14:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\cot \theta + \cot \alpha)}{(1 + \cot^2 \alpha)}$$

Hierin is:

- α_{cw} een factor waarmee met de spanning in de op druk belaste rand rekening wordt gehouden
= 1 aangezien het niet mogelijk is om met voorspanning rekening te houden (EN 1992-1-1 vgl. 6.11aN)
- θ de helling van de drukschoor die vrij te kiezen is tussen bepaalde grenzen. De grenzen zijn nationaal bepaald. In België zijn deze grenzen van toepassing
 $1 \leq \cot(\theta) \leq 2 \rightarrow 45^\circ \leq \theta \leq 26,57^\circ$
- α de hoek die de dwarskrachtwapening maakt met de horizontale
($\alpha = 90^\circ$ zijn rechte beugels, $\alpha = 45^\circ$ zijn hellende beugels)
- v_1 een sterktereductiefactor voor beton gescheurd door dwarskracht. Deze factor is nationaal bepaald, in België is hij gelijk aan
 $= 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$

ConCrete berekent altijd met een minimale $\theta = 31^\circ$ (zie artikel op [support-website](#) voor meer info). Verder berekent hij $V_{Rd,max}$ met $\alpha = 45^\circ$ (hellende beugels).

- ENV 1992-1-1 en NBN B15-002:

$$V_{Rd,2} = 0.5 \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (1 + \cot \alpha)$$

Hierin is:

$$v = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200} \geq 0.5 \quad (f_{ck} \text{ in } N/mm^2)$$

- B.A.E.L. 91

$$V_{Sd} \leq V_{Rd} = \tau_{rd2} \cdot b_w \cdot d$$

Hierin is:

$$\begin{aligned} \tau_{rd2} &= 0.2 \cdot f_{cd} \leq 5 N/mm^2 \text{ voor verticale beugels} \\ &= 0.27 \cdot f_{cd} \leq 7 N/mm^2 \text{ voor hellende beugels} \end{aligned}$$

ConCrete Plus gaat na of de steunpuntsbreedte voldoende is. Zo niet, wordt extra horizontale wapening geplaatst.

Bepalen dwarskrachtwapening

De weerstand tegen dwarskracht van beugels wordt ook wel $V_{Rd,s}$ genoemd ($V_{Rd,3}$ genoemd in oudere normen). De weerstand tegen dwarskracht van het beton werd bepaald door $V_{Rd,c}$ ($V_{Rd,1}$ genoemd in oudere normen).

Met beide weerstanden, kan berekend worden hoeveel dwarskrachtwapening nodig is om de aangrijpende dwarskracht V_{Ed} (V_{Sd} in oude normen) op te nemen.

$$V_{Ed} < V_{Rd,s} + \mu \cdot V_{Rd,c}$$

In bovenstaande formule geeft de parameter μ ($0 \leq \mu \leq 1$) weer op welk aandeel van de betonweerstand gerekend mag worden, want dat is niet in iedere berekeningsmethode hetzelfde:

De weerstand V_{Rd} is dan:

- Variabele schoorhoek: $\mu = 0$ omdat je in deze methode reeds met de helling van de drukschoor mocht spelen.
- Standaardmethode: $\mu = 1$

In Concrete is het mogelijk om de bijdrage μ van het beton aan de dwarskrachtweerstand op te leggen in het dialoogvenster Beton  (zie §4.3). De default waarde is 50%, maar wil je volgens EN 1992-1-1 rekenen, dan moet je die bijdrage op 0% zetten.

Volstaan verticale beugels ($\alpha = 90^\circ$) niet, dan plaatst ConCrete geen hellende maar **gekruiste beugels** (verticale beugels in combinatie met horizontale staven met dezelfde diameter en tussenafstand). Aangezien ConCrete in dat geval evenveel horizontale als verticale dwarskrachtwapening voorziet, is zulke wapening equivalent aan gehelde beugels onder een hoek van 45° met de horizontale, waarvan de sectie evenwel een factor $\sqrt{2}$ groter is.

- EN 1992-1-1 §6.2.3 (4) vergelijking 6.13:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$$

Waaruit de hoeveelheid dwarskrachtwapening per lopende meter $\frac{A_{sw}}{s}$ volgt als:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha}$$

Hierin is:

f_{ywd} de rekenwaarde van de staalkwaliteit van de dwarskrachtwapening is;

- ENV 1992-1-1 en NBN B15-002 (uitgaande van de standaard methode) :

$$V_{Rd,3} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,3} + V_{Rd,1}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha + \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d$$

Waaruit de hoeveelheid dwarskrachtwapening per lopende meter $\frac{A_{sw}}{s}$ volgt als:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed} - \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d}{z \cdot f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha}$$

Tenslotte speelt het aangrijppunt van de belasting (boven- of ondervezel) een zeer belangrijke rol in het berekenen van de dwarskrachtwapening (zie §4.6). Immers, indien de belasting aangrijpt op de bovenvezel, laat de norm enkele reducties van de dwarskrachtenlijn toe. Specifiek voor EN 1992-1-1 verwijzen we naar volgende paragrafen in de norm:

- De bijdrage van verdeelde lasten op de dwarskrachtenlijn wordt binnen de eerste scheur gereduceerd volgens EN 1992-1-1 §6.2.1 (8).
- De bijdrage van puntlasten op de dwarskrachtenlijn wordt gereduceerd volgens EN 1992-1-1 §6.2.2 (6).

De dwarskrachtenlijn die ConCrete toont in de resultaten, is steeds de niet gereduceerde. De reductie maakt het moeilijker om de resultaten met de hand na te rekenen. Wil je handberekeningen gebruiken, plaats de belasting dan op de ondervezel.

11.2.1.4 Dwarskrachtcontrole in platen

ConCrete berekent geen dwarskrachtwapening in **platen**. Er gebeurt enkel een controle van de drukspanningen in de betondrukschoren. Hierbij wordt gecontroleerd dat de rekenwaarde van de dwarskracht nergens de volgende waarden overschrijdt:

- EN 1992-1-1:

$$V_{Ed} < V_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d$$

en

$$V_{Ed} < V_{Rd,c} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\cot \theta + \cot \alpha)}{(1 + \cot^2 \alpha)}$$

De NBN EN 1992-1-1 §6.2.2 (1) zegt verder nog “Voor platen waarvan de randen continue ondersteund zijn, moeten deze waarden (die voor $V_{Rd,c}$) zijn vermenigvuldigd met de factor 1,25”. Standaard zal ConCrete voor de Belgische bijlage hiermee rekening houden. Wil je dat niet, dan kan je dat in de Rekenmethode aanpassen (§10.8).

- ENV 1992-1-1:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l) \cdot b_w \cdot d$$

en

$$V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d$$

- NBN B15-002:

$$V_{Sd} \leq 1.5 \cdot V_{Rd1} = 1.5 \cdot 0.1 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d$$

en

$$V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d$$

De eerste bovengrens controleert of de dwarskracht volledig opneembaar is door de bijdrage van het beton, de tweede bovengrens begrenst de spanning in de betondrukschoren (cfr.(1)).

- B.A.E.L. 91:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0.07 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

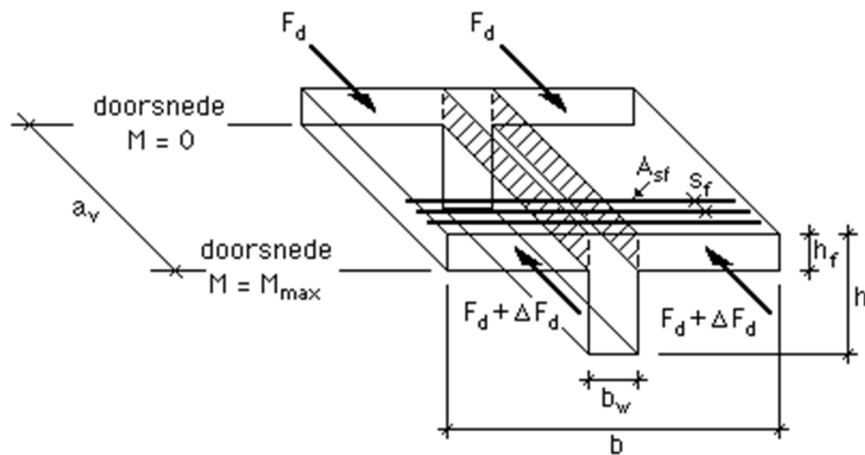
11.2.1.5 Afschuifwapening in T-fenzen

De in de flenzen op te nemen dwarskracht wordt bepaald door (Figuur 81):

$$V_{Rd} = \frac{\Delta F_d}{a_v}$$

Hierin is:

ΔF_d de variatie van de langskracht in de flens over de afstand a_v ;
 a_v de afstand tussen de plaats waar het moment nul is en de plaats waar het moment maximaal is



Figuur 81: Dwarskracht in flenzen

Ingeval van enkelvoudige buiging wordt ΔF_d gegeven door de resultante van de betondrukspanningen bepaald door $M_{d, Mmax}$ over de breedte $0.5(b - b_w)$ en de hoogte van de druktafel h_f . Er moet steeds gelden dat:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd2} = 0.2 \cdot f_{cd} \cdot h_f$$

en

$$V_{Sd} \leq V_{Rd3} = 2.5 \cdot \tau_{rd} \cdot h_f + \frac{A_{sf}}{s_f} \cdot f_{yd}$$

Hierin is:

A_{sf} de doorsnede van de dwarskrachtwapening in de flens;
 s_f de horizontale afstand tussen twee opeenvolgende dwarskrachtwapeningen is.

11.2.2 Gebruiksgrenstoestanden

13.2.2.1 Spanning-rek-diagram voor beton en staal

Bij de berekening in gebruiksgrenstoestand, gaat men voor beide materialen uit van een lineair-elastisch gedrag, waarbij de verhouding van de vervormingsmoduli van staal en beton constant ondersteld wordt:

$$\frac{E_s}{E_c} = \alpha = \text{constante}$$

Er wordt opnieuw ondersteld dat het beton geen trek kan opnemen.

13.2.2.2. Beperking van de beton- en staalspanningen

Uitgaande van de theoretisch benodigde wapeningshoeveelheden en rekening houdend met minimale wapeningshoeveelheden, rekent ConCrete de spanningen uit in het beton en in de onder- en bovenwapening. Wanneer de staalspanningen in de wapening of de drukspanningen in het beton de maximum toegelaten waarde overschrijdt, wordt de onder- en/of bovenwapening verzwaaard zodanig dat de beton- en staalspanningen binnen de toegelaten grenzen vallen.

13.2.2.3. Doorbuiging in gescheurde toestand

De doorbuiging in gescheurde toestand in het punt x_0 wordt berekend door toepassing van het principe van de virtuele arbeid:

$$y(x = x_0) = \int_0^1 \frac{1}{r} \cdot M \cdot dx$$

Hierin is M de momentenlijn veroorzaakt door een fictieve puntlast met waarde 1 ter plaatse van het punt waar we de doorbuiging zoeken. De integratie gebeurt enkel over de lengte van de fictieve balk.

De waarde van de kromming $\frac{1}{r}$ is afhankelijk van het al of niet gescheurd zijn van de doorsnede. Een doorsnede is pas gescheurd wanneer het moment aldaar het scheurmoment M_r overschrijdt. Dit scheurmoment M_r wordt bepaald door:

$$M_r = f_r \cdot W$$

Hierin is:

f_r	een oordeelkundig gekozen waarde van de betontreksterkte;
W	het weerstandsmoment van de ongescheurde fictieve betondoorsnede

Voor een doorsnede in ongescheurde zones ($M < M_r$) wordt de kromming $\frac{1}{r_1}$ berekend uit:

$$\frac{1}{r_1} = \frac{M}{E \cdot I_1}$$

met:

E	de elasticiteitsmodulus voor het beton
I_1	het traagheidsmoment van de ongescheurde fictieve betondoorsnede, bestaande uit de volledige beton-doorsnede vermeerderd met α maal de vereiste wapeningssectie.

Voor een doorsnede in *volledig* zones ($M > M_r$) wordt de kromming $\frac{1}{r_2}$ berekend uit:

$$\frac{1}{r_2} = \frac{M}{E \cdot I_2}$$

met:

I_2	het traagheidsmoment van de volledig gescheurde fictieve betondoorsnede, bestaande uit het gedrukte deel van de betondoorsnede vermeerderd met α maal de vereiste wapeningssectie.
-------	---

Vermits in een gescheurde zone lang niet alle doorsnedes gescheurd zijn, wordt de gemiddelde kromming $\frac{1}{r}$ voor een doorsnede in gescheurde zone ($M > M_r$) berekend uit

$$\frac{1}{r} = (1 - \chi) \frac{1}{r_1} + \chi \cdot \frac{1}{r_2}$$

$$\chi = 1 - \beta_1 \beta_2 \left(\frac{M_r}{M} \right)^2$$

met:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 1,0 \text{ (staven met verbeterde hechting)} \\ \beta_2 &= 1,0 \text{ voor éénmelige, kortstondige belastingen} \\ &= 0,5 \text{ voor langdurige en/of herhaalde belastingen.} \end{aligned}$$

13.2.2.4. Berekening van de scheurwijdte

De karakteristieke scheurwijdte w_k wordt berekend aan de hand van de volgende formule:

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{rm}$$

met:

$$\begin{aligned} \beta &= 1,7 \text{ (scheurvorming door belasting)} \\ \varepsilon_{rm} &\text{ De gemiddelde rek} \\ &= \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - \beta_1 \beta_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] \\ \sigma_{sr} &\text{ spanning in trekwapening in gescheurde doorsnede} \\ \sigma_s &\text{ spanning in trekwapening in gescheurde doorsnede onder belasting die} \\ &\text{ eerste scheurvorming veroorzaakt} \\ s_{rm} &\text{ de gemiddelde scheurwijdte} \\ &= 50 + 0.25 k_1 k_2 \frac{\phi}{\rho_r} \\ k_1 &= 0.8 \text{ geribde staven} \\ k_2 &= 0.5 \text{ voor buiging} \end{aligned}$$

11.2.3 Minimale wapeningshoeveelheden

11.2.3.1 Langswapening

De vereiste langswapening wordt indien nodig verhoogd tot het instelbaar minimum wapeningspercentage ρ_{min} :

$$\rho = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot d} \geq \rho_{min} = 0.0015$$

11.2.3.2 Dwarskracht

De dwarskrachtwapening die uit bovenstaande formule (4) resulteert, wordt in ConCrete indien nodig verhoogd tot het minimum wapeningspercentage ρ_w dat bepaald wordt door:

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin \alpha}$$

In tabel 2 worden de verschillende waarden van ρ_w aangeduid in functie van de staal- en betonkwaliteit.

	f_{ck} [N/mm ²]	Staalkwaliteit		
		S220	S400	S500
Eurocode 2 en NBN B15-002	< 22.5	0.0016	0.0009	0.0007
	22.5 – 37.5	0.0024	0.0013	0.0011
	> 37.5	0.0030	0.0016	0.0013
B.A.E.L. 91		$\frac{0.4}{f_{ywd}}$		

Tabel 2: Staalkwaliteit

Bij gebruik van **gekruste beugels**, moeten we in (4) en (10) voor α de waarde 45° invullen. In dat geval is A_{sw} evenwel de wapeningssectie voor gehelde beugels onder 45°; zijn de verticale en horizontale wapeningssecties gelijk aan $A_{sw\#}$, dan wordt in (4) en (10):

$$A_{sw} = \frac{A_{sw\#}}{\sin \alpha}$$

zodat de formules (4) en (10) voor gekruiste beugels overgaan in:

$$V_{wd} = 2 \cdot \frac{A_{sw\#}}{s} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{ywd}$$

en

$$\rho_w = \frac{2 \cdot A_{sw\#}}{s \cdot b}$$

Behalve met het minimum wapeningspercentage, houdt ConCrete ook rekening met de in de normen voorgestelde maximale horizontale tussenafstanden. Deze zijn in Eurocode 2 en NBN B15-002 functie van de solliciterende dwarskracht. De bovenwaarde s_1 en s_2 voor deze maximale horizontale tussenafstanden worden gegeven in tabel 3.

	V_{Sd}	s_1	s_2
Eurocode 2 en NBN B15-002	$< \frac{1}{5} V_{Rd2}$	d	300mm
	$\frac{1}{5} V_{Rd2} \leftrightarrow \frac{2}{3} V_{Rd2}$	$0.6d$	300mm
	$> \frac{2}{3} V_{Rd2}$	$0.3d$	200mm
B.A.E.L. 91	$< V_{Rd2}$	$0.9d$	400mm

Tabel 3: Maximale horizontale tussenafstanden

De bovenwaarden s_{1b} en s_{2b} voor de dwarse tussenafstand s_b tussen twee "benen" worden gegeven in tabel 4.

De waarden uit tabel 3 en tabel 4 gelden onveranderd voor gekruiste beugels.

	V_{Sd}	s_{1b}	s_{2b}
Eurocode 2 en NBN B15-002	$< \frac{1}{5} V_{Rd2}$	d	300mm
	$\frac{1}{5} V_{Rd2} \leftrightarrow \frac{2}{3} V_{Rd2}$	$0.6d$	300mm
	$> \frac{2}{3} V_{Rd2}$	$0.3d$	200mm
B.A.E.L. 91	$< V_{Rd2}$	$0.9d$	400mm

Tabel 4: Maximale dwarse tussenafstanden

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

BuildSoft

Hundelgemsesteenweg 244-1
 9820 Merelbeke (België)
 T +32 (0)9 252 66 28
www.buildsoft.eu
support@buildsoft.eu

finitos - armaduras - **cold 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** - conformados en frío - **Eurocode 3** - connexion tubulaire - unión a momento - 3D frames - **treillis**