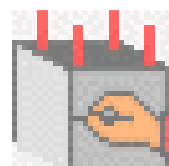


Gebruikershandleiding



ConCreate C

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

Hoofdstuk 1	Inleiding.....	3
1.1.	Beschrijving van ConCrete C	3
1.2.	Benodigde hardware	3
1.3.	Installeren van ConCrete C.....	3
1.4.	ConCrete, de andere modules	4
Hoofdstuk 2	Een eenvoudig element	5
2.1.	Inleiding	5
2.2.	Aanmaken van een nieuw project.....	5
2.3.	Invoeren en berekenen van een nieuw element	6
2.4.	Interpreteren van de berekende resultaten	10
2.4.1.	Het venster "Belastingsschema"	10
2.4.2.	Het venster "Wapeningsschets"	11
2.4.3.	Het venster "Statica-lijnen"	16
2.5.	Wijzigen van de ingevoerde gegevens	17
Hoofdstuk 3	Een tweede element.....	19
3.1.	Een element in het Projectlijst-venster	19
3.2.	Een ronde kolom.....	19
Hoofdstuk 4	Berekeningsparameters	21
4.1.	Dossierwaarden.....	21
4.2.	Parameters voor het wapeningsstaal.....	21
4.3.	Parameters voor het beton	23
4.4.	Parameters voor de steunpunten	24
4.5.	Parameters voor de belastingen	25
Hoofdstuk 5	Een heel project	28
5.1.	Inleiding	28
5.2.	Definiëren van klassen.....	28
5.3.	Wegplaatsen van een element in een bepaalde klasse	30
5.4.	Ophalen van een element uit een bepaalde klasse.....	30
5.6.	Dupliceren van een element.....	31
5.7.	Verwijderen van een element	32
5.8.	Wijzigen van elementen uit verschillende klassen	32
Hoofdstuk 6	Bewaren, openen en sluiten.....	33
6.1.	Bewaren van een nieuw project.....	33
6.2.	Openen van een bestaand project	33
6.3.	Bewaren van een bestaand project.....	33
6.4.	Automatisch bewaren	33
6.5.	Sluiten van een project.....	34
6.6.	Wijzigen van de dossiergegevens.....	34
6.7.	Beëindigen van het programma	34
Hoofdstuk 7	Printen.....	35

7.1. Printopties instellen.....	35
7.2. Een heel project uitprinten.....	35
7.3. Een hele klasse uitprinten	36
7.4. Slechts één element uitprinten	36
Hoofdstuk 8 Handige tips.....	37
8.1. Invoergeluiden	37
8.2. De informatie in het venster Statica-lijnen	37
8.3. Tekenconventie voor moment en dwarskracht.....	38
8.4. Knikcontrole	38
8.5. Gebruik van het "Wijzig"-menu	39
8.6. Het wapenen van een element uit een raamwerk	39
Hoofdstuk 9 Overzicht van de menu's.....	40
9.1. "... " of "□"-menu	40
9.2. "Archief"-menu.....	40
9.3. "Wijzig"-menu	40
9.4. "Element"-menu.....	41
9.5. "Venster"-menu.....	41
9.6. "Voorkeur"-menu.....	41
9.7. "Lasten"-menu	41
Hoofdstuk 10 Berekeningsmethode	42
10.1. Statische berekening	42
10.2. Organische berekening	42
10.2.1. Uiterste grenstoestanden	43
10.2.2. Gebruiksgrenstoestanden	49
10.2.3. Minimale wapeningshoeveelheden	51

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1. Beschrijving van ConCrete C

ConCrete C is een pakket voor het berekenen van elementen in gewapend beton, onderhevig aan samengestelde buiging. Dat wil zeggen elementen die krachten ondergaan die alle in hetzelfde vlak liggen en een combinatie vormen van normaalkrachten, dwarskrachten en momenten.

De in ConCrete C aangewende berekeningsmethodes (uiterste grenstoestand en gebruiksgrenstoestanden) beantwoorden aan de richtlijnen van Eurocode 2 en de nieuwe Belgische Norm NBN B15-002.

1.2. Benodigde hardware

ConCrete C is een programma waarin veel rekenkundige bewerkingen gebeuren. Om het programma te kunnen gebruiken, dient uw computer over een mathematische coprocessor te beschikken.

Op Macintosh is systeemversie 6.07 vereist (of een recentere versie). Op een PC met Windows is versie 3.1 (of recenter) van Microsoft Windows vereist.

1.3. Installeren van ConCrete C

Installatie van de demo-versie:

Op Macintosh computer: kopieer het bestand ConCrete C naar de harde schijf van de computer. U kunt het programma opstarten door het te dubbelklikken.

Op een PC met Microsoft Windows: start Windows indien dit nog niet gebeurde. Plaats de diskette in drive a en start het programma Setup.exe. Volg de instructies op het scherm. Op het einde van de installatie verschijnt ConCrete C in de Program Manager (Programma beheer).

Installatie van het volledige pakket:

Voer eerst de instructies uit zoals voor de installatie van de demo versie.

Op Macintosh computer: kopieer het document EvE Init in de Systeemmap en zet uw toestel uit. Plaats nu de beveiligingssleutel op één van de ADB-poorten van uw toestel. Wanneer u nu uw toestel opnieuw aanzet, wordt het opstartdocument EvE Init ingeladen en is uw toestel in staat de beveiligingssleutel op te sporen.

Op PC met Microsoft Windows: Zet uw toestel uit. Plaats de beveiligingssleutel op de parallelle printerpoort.

Opgepast: zorg er altijd voor dat uw toestel uit is, wanneer u een sleutel plaatst of verwijdt !!

1.4. ConCrete, de andere modules

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

Het eerste luik, ConCrete - berekenen van liggers-, automatiseert de statische en organische berekening van doorlopende liggers en platen (in één richting) van gewapend beton.

Het tweede luik, ConCrete - tekenen van liggers (incl. wapeningsborderel) -, gebruikt die resultaten voor het uittekenen van de wapeningsplannen en het aanmaken van de buigstaat.

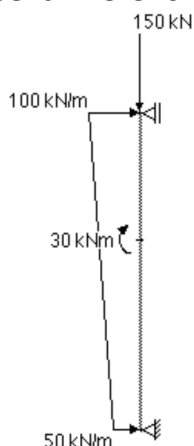
De resultaat-tekeningen van de ConCrete modules kunnen overgebracht worden naar Architrion, Tech2D, VersaCad, AutoCad of elk ander tekenpakket dat het Tech2D-formaat of het DXF-formaat leest.

Hoofdstuk 2 Een eenvoudig element

2.1. Inleiding

Aan de hand van een eenvoudig voorbeeld zullen we ons stapsgewijs vertrouwd maken met de werkwijze van ConCrete C.

We nemen als voorbeeld een kolom scharnierend vastgehouden aan de basis en de kop:



De kolomhoogte bedraagt 2.5 m. en de kolom is belast zoals hierboven aangegeven. We veronderstellen een rechthoekige sectie met afmetingen 250 mm x 400 mm voor de kolom.

2.2. Aanmaken van een nieuw project

Nadat we het programma ConCrete C opgestart hebben, kiezen we in het menu "**Archief**" het eerste commando "**Nieuw...**".

We zien nu op het scherm een dialoogvenster verschijnen waarin we de voornaamste dossiergegevens van ons project kunnen invoeren: een referentiecode voor het project, de coördinaten (naam, adres, ...) van het project, van de bouwheer, de architect, de aannemer en de ingenieur:

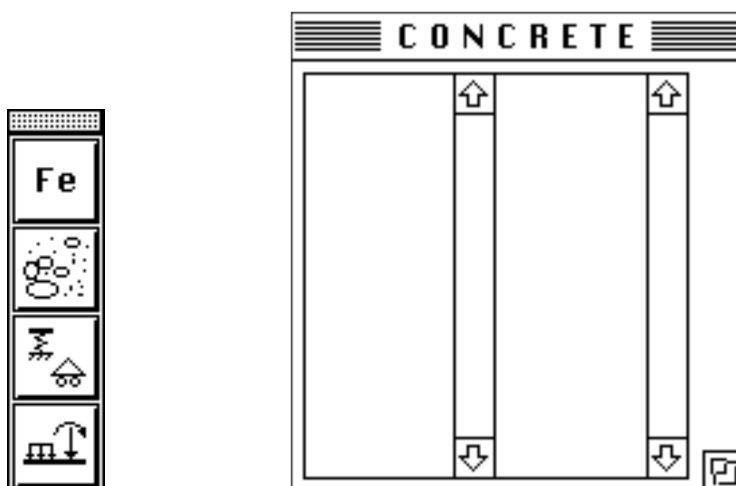
DOSSIERGEGEVENS	
Ref.code :	C O N C R E T E
Project :	BuildSoft N.V.
☒ bouwheer	BuildSoft N.V.
☐ architect	
☐ aannemer	
☐ ingenieur	

OK Stockeer Haal op Annuleer

Voor de betekenis van de vier onderste knoppen verwijzen we naar 4.1.

We sluiten dit dialoogvenster door de **"OK"**-knop te selecteren (hetzij met de muis, hetzij door op de ENTER- of RETURN-toets te drukken).

Nu zien we op het scherm linksboven een palet verschijnen en linksonder een venster met als hoofding de referentiecode "CONCRETE" en met twee lege lijsten erin. Dit venster zullen we voortaan het **Projectlijst**-venster noemen.



2.3. Invoeren en berekenen van een nieuw element

Inmiddels is in de menubalk nu ook "**Element**" selecteerbaar geworden. In het menu "**Element**" kiezen we het eerste commando "**Nieuw**".

Op het scherm zien we nu het venster **Belastingsschema** "**Belastingsschema**" verschijnen:

Verder zijn er nog twee vensters bijgekomen met de respectievelijke hoofdingen "**Statica-lijnen**" en "**Wapenings-schets**".

Deze twee vensters zijn leeg.

Mogelijks bevindt het venster "**Wapeningsschets**" zich achter het venster "**Statica-lijnen**". Wanneer u het eerste naar voren wenst te brengen, kiest u in het menu "**Venster**" het tweede commando "**Wapeningsschets**".

In het eerste vakje "nr element:" voegen we het nummer van het element in; het nummer kan ook andere tekens dan cijfers bevatten; het totale aantal tekens is evenwel beperkt tot vijf.

We geven hier als nummer "vb1" in: tik deze drie karakters met behulp van het toetsenbord in en druk vervolgens op de TAB-, de ENTER- of de RETURN-toets.

Automatisch is het vakje "lengte (m):" geselecteerd. We tikken hier "2.5" in (vergeet de TAB-, ENTER- of RETURN-toets niet!).

Op analoge wijze geven we de voor breedte 250 mm en voor de hoogte 400 mm (let op de eenheden!). De breedte is de afmeting loodrecht op het buigingsvlak, de hoogte de afmeting volgens het buigingsvlak. Het buigingsvlak wordt evenwijdig met het vlak van het scherm verondersteld.

We voeren nu de drie lasten op het element in.

Klik voor het invoeren van een verticale puntlast op het eerste symbool van de reeks:



Er verschijnt een bijkomende lijn in de tabel rechts. Hier vullen we de waarden in met betrekking tot de verticale puntlast:

last	x1(m)	P(kN) p1(kN/m) M(kNm)	x2(m)	p2(kN/m)		type
1 ↓	2.50	150.00			90	1

U maakt opnieuw gebruik van de TAB-, ENTER- of RETURN toets om naar het volgend vakje te gaan.

De x-waarden (x1 en x2) worden gemeten vanaf het onderste steunpunt naar boven toe. De waarden van de lasten zijn positief als ze aangrijpen van boven naar beneden en van links naar rechts. Momenten zijn positief als ze werken volgens wijzerzin.

De waarde van "x1(m)" heeft betrekking op de plaats van de puntlast. x1 = 2.5 meter betekent in dit geval dat de puntlast bovenaan het element aangrijpt.

"P(kN)" is in dit geval de waarde van de puntlast. is de hoek van de last met een horizontale, in dit geval 90 graden.

Het "type" last duidt aan met welke factoren de last van toepassing is in gebruiksgrenstoestand en in uiterste grenstoestand. We kiezen het type = 1, we tonen later aan dat dit volgens de standaardinstellingen overeenstemt met een permanente last.

Voeren we nu de trapeziumvormige last in, met waarde 50 kN/m aan de basis van het element oplopend tot 100 kN/m aan de top. Klik hiervoor op het vierde symbool voor de lasten:



Er wordt een tweede lijn toegevoegd aan de tabel rechts. Vul de waarden voor de trapeziumvormig verdeelde last in als volgt:

last	x1(m)	P(kN) p1(kN/m) M(kNm)	x2(m)	p2(kN/m)		type
1 ↓	2.50	150.00			90	1
2	0.00	50.00	2.50	100.00	0	2

Op plaats $x_1 = 0$, d.w.z. onderaan het element, heeft de verdeelde last een waarde van 50 kN/m. De waarde loopt op tot 100 kN/m bovenaan het element ($x_2 = 2.5$ m).

Type 2 stemt standaard overeen met de factoren die van toepassing zijn voor veranderlijke lasten (overlasten).

Om de momentlast met waarde 30 kNm in te voeren, klikken we op het symbool:



Er wordt een derde lijn toegevoegd aan de tabel rechts. Vul de waarden voor de momentlast in als volgt:

last	x_1 (m)	P(kN) p1(kN/m) M(kNm)	x_2 (m)	p2(kN/m)		type
1 ↓	2.50	150.00			90	1
2 	0.00	50.00	2.50	100.00	0	2
3 	1.50	30.00				2

De momentlast grijpt aan op 1.5 meter hoogte.

Merken we nog op dat het mogelijk is een eerder ingevoerde last te verwijderen door een klik met de muis op het symbool:



De geselecteerde lijn (de lijn waarin men op dat ogenblik aan het werken is) verdwijnt van het scherm.

Het onderste steunpunt onderstellen we scharnierend en vast in horizontale en verticale richting.

Het bovenste steunpunt is tevens scharnierend en vast in horizontale richting.

De beweging in verticale richting is er evenwel vrij. Klik op het bovenste steunpunt. Het volgende dialoogvenster verschijnt:

STEUNPUNT nr. 2

verhinderen tegen verplaatsingen :

horizontaal : ☐ geen verandering
 ☐ rekveer 0.00 kN/m
 ☒ volledige verandering

vertikaal : ☒ geen verandering
 ☐ rekveer 0.00 kN/m
 ☐ volledige verandering

rotatie : ☒ geen verandering
 ☐ rotatieveer 0.00 kNm/rad
 ☐ volledige verandering

OK Stockeer Haal op Annuleer

Duidt in het dialoogvenster aan dat er verticaal geen verandering is (als dit nog niet aangeduid is) en klik met de muis op OK.

Naast de volledige verandering en geen verandering is het ook mogelijk om rekveren en rotatieveren te definiëren.

Bemerk dat de afbeelding van het bovenste steunpunt de toestand van dit steunpunt reflecteert:



Kies nu de menu-instructie "**Element**" - "**Bereken**".

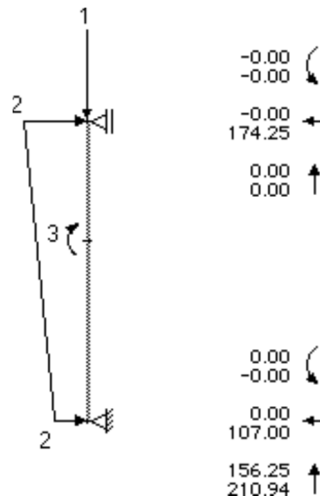
De vensters "**Belastingsschema**", "**Statica-lijnen**" en "**Wapenings-schets**" worden aangevuld met de resultaten van de berekeningen.

2.4. Interpretieren van de berekende resultaten

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

2.4.1. Het venster "Belastingsschema"

In dit venster zijn de minimale en maximale waarden van de reacties (in uiterste grenstoestand) toegevoegd aan de schematische voorstelling van het element:



Opwaartse reacties en reacties naar links gericht worden beschouwd als positief.

Alle momentreacties zijn hier = nul, gezien we de steunpunten scharnierend ondersteld hebben. Inklemmingsreacties die in tegenwijzerzin werken worden als positief beschouwd.

De verticale reactie in het bovenstaande steunpunt is tevens nul, gezien er geen verticale verandering is op die plaats.

De minimum waarde van de verticale reactie in het onderste steunpunt is 156.25 kN. De 6.25 kN is afkomstig van het eigengewicht van het element:

$$2.50 \text{ m} * 0.25 \text{ m} * 0.40 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 6.25 \text{ kN}.$$

De maximale waarde van de verticale reactie in het onderste steunpunt werd als volgt bekomen:

$$(150 \text{ kN} + 6.25 \text{ kN}) * 1.35 = 210.94 \text{ kN}$$

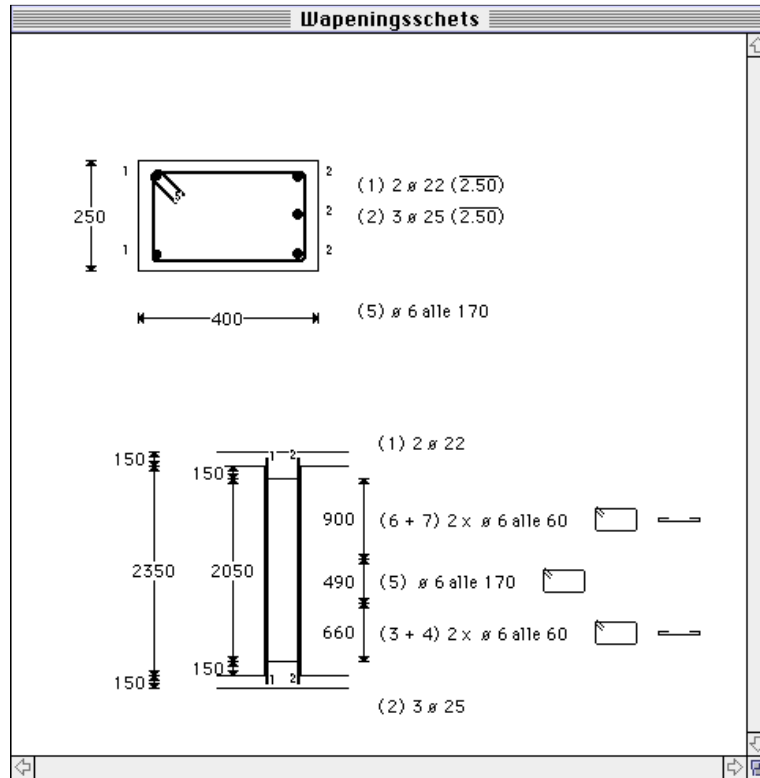
Waarbij 1.35 de vermeerderingscoëfficiënt is voor permanente lasten in uiterste grenstoestand.

We merken nog op dat bovenstaande resultaten enkel afgebeeld worden als ConCrete C er ook in slaagt een wapeningsvoorstel te formuleren binnen de opgelegde afmetingen (breedte en hoogte) van het element.

2.4.2. Het venster "Wapeningsschets"

Bevindt dit venster zich nog achter het venster "**Statica-lijnen**" of achter het venster "**Belastingsschema**" dan brengen we het eerst naar voren door in het menu "**Venster**" het tweede commando "**Wapeningsschets**" te kiezen.

In dit venster zien we een tekening met de doorsnede en het langszicht van het element:



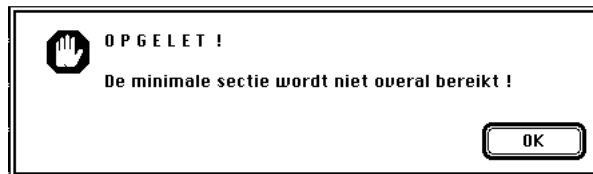
Deze zichten bevatten automatisch een voorstel met betrekking tot de benodigde wapening in het element.

De schaal van de voorstellingen van de doorsnede en het langszicht kan men wijzigen via het commando "**Voorkeur**" - "**Schalen**".

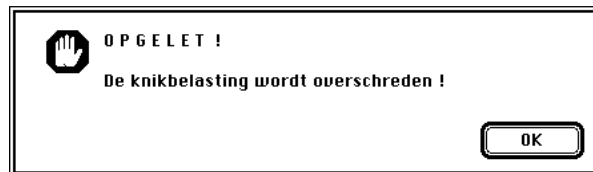
Merken we nog op dat er enkel resultaten afgebeeld worden als aan alle voorwaarden wordt voldaan: er wordt rekening gehouden met de uiterste grenstoestand en de gebruiksgrenstoelstanden. Er gebeurt ook een knikcontrole (in beide knik-richtingen!).

Kan aan één van de voorwaarden niet worden voldaan, dan wordt dit door ConCrete C gemeld.

In het geval niet aan de uiterste grenstoestand wordt voldaan:



Indien er gevaar is voor knikken:



Indien de maximum toelaatbare betonspanning wordt overschreden in gebruiksgrenstoestand:



Het is in die gevallen nodig de afmetingen van de doorsnede van het element aan te passen (andere breedte, andere hoogte) en de berekening opnieuw uit te voeren.

In die gevallen waar ConCrete C wel tot een oplossing komt, kunnen we de wapeningstekening nog wijzigen.

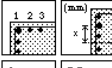
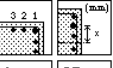
Enerzijds kunnen we een andere diameterkeuze maken voor de langswapening.

Anderzijds kunnen we aanpassingen doen aan het langszicht.

2.4.2.1. Andere keuze voor de diameters langswapening.

Klik met de muis in de schets van de doorsnede van het element. Het volgend dialoogvenster verschijnt op het scherm:

DIAMETERKEUZE

links				rechts			
#			(mm)	#			(mm)
2	22	1	88	3	25	1	87
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

reeds voorzien : 760 mm²
nog nodig U.G.T. : -610 mm²
nog nodig G.G.T. : ± 0 mm²

reeds voorzien : 1472 mm²
nog nodig U.G.T. : -627 mm²
nog nodig G.G.T. : ± 0 mm²

OK
Annuleer

De door ConCrete C gemaakte keuzes voor de langwapening zijn afgebeeld.

De aanduiding 'reeds voorzien' geeft aan met hoeveel mm² wapening deze keuze overeenstemt.

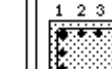
Daaronder vindt men en aanduidingen met betrekking tot de minimum benodigde hoeveelheden wapening links en rechts, in uiterste grenstoestand (U.G.T.) en in gebruiksgrenstoestand (G.G.T.).

Verander nu de wapening links in 3 Ø 16 (i.p.v. 2 Ø 22), en verander de wapening rechts in 5 Ø 20 (i.p.v. 3 Ø 25). Klik op "OK".

ConCrete C verifieert of deze keuze mogelijk is en past de inhoud van de vensters "**Wapeningsschets**" en "**Staticalijnen**" aan.

Het is tevens mogelijk wapening in meerdere lagen te plaatsen. Klik opnieuw in de doorsnede van het element.

De informatie links in het dialoogvenster ziet er nu als volgt uit:

#			(mm)
3	16	1	88
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

reeds voorzien : 603 mm²
nog nodig U.G.T. : -453 mm²
nog nodig G.G.T. : ± 150 mm²

Wijzig de inhoud als volgt:

#			(mm)
3	12	1	94
3	12	2	94
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

reeds voorzien : 640 mm²

nog nodig U.G.T. : -490 mm²

nog nodig G.G.T. : ± 120 mm²

Hiermee plaatsen we 3 $\emptyset$ 12 in een eerste laag, waarbij de buitenste staven op 94 mm van de as van het element liggen (94 mm = breedte van het element gedeeld door 2, min de dekking 25 mm en min de helft van de diameter van de staaf!).

In een tweede laag plaatsen we tevens 3 $\emptyset$ 12. Bemerk dat deze tweede laag minder "efficiënt" is dan de eerste laag.

Bij de berekening van het aantal voorziene mm² wapening wordt rekening gehouden met de kleinere hefboomsarm die van toepassing is voor de staven in de opeenvolgende lagen.

Bemerk dat het tevens mogelijk is wapeningsstaven met verschillende diameter te definiëren binnen dezelfde laag. Pas bvb de wapening links aan als volgt:

#			(mm)
2	20	1	90
1	12	1	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

reeds voorzien : 741 mm²

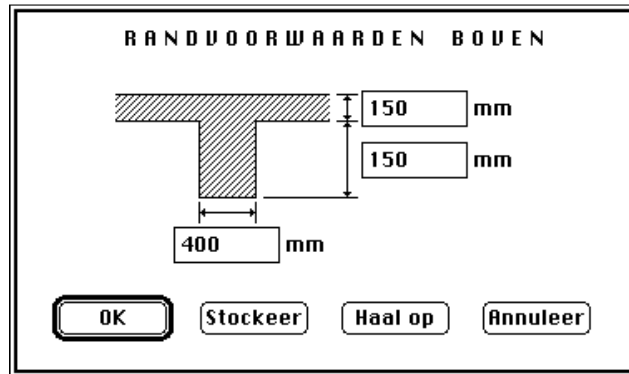
nog nodig U.G.T. : -591 mm²

nog nodig G.G.T. : ± 10 mm²

ConCrete C verifieert zelf op de door u opgegeven combinatie in de sectie kan, d.w.z. of de minimum vereiste afstand tussen de staven gerespecteerd wordt.

2.4.2.2. Aanpassen van het langszicht

Klik nu met de muis in het bovenste deel van het langszicht van het element. Het volgend dialoogvenster verschijnt:

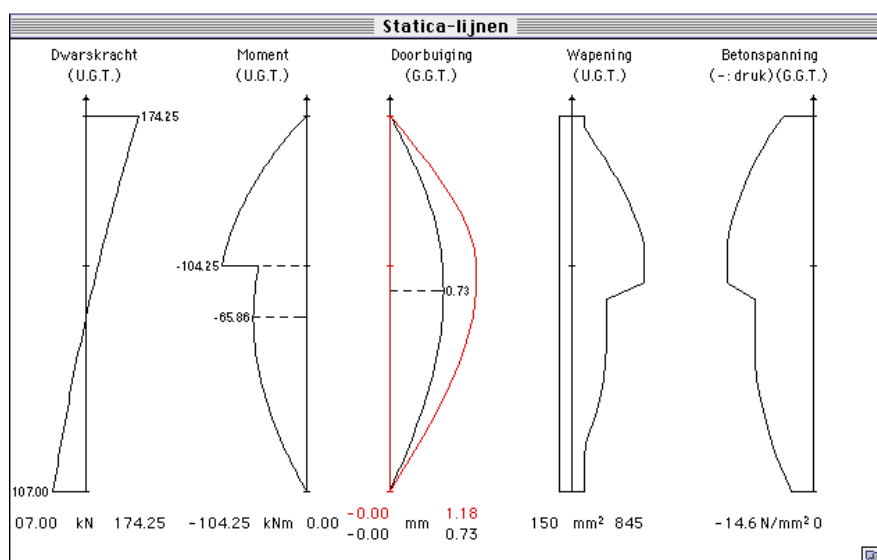


U kunt drie afmetingen wijzigingen om de tekening van het langszicht aan te passen.

De onderzijde van het element kan op gelijkaardige wijze aangepast worden.

2.4.3. Het venster "Statica-lijnen"

In dit venster vinden we naar keuze meerdere voorstellingen: een schematische voorstelling van het ingevoerde element met zijn lasten, de grafieken voor de dwarskrachten en de buigende momenten, de hoekverdraaiing, de doorbuiging (eventueel in gescheurde toestand), de normaalkracht, de mm² wapeningslijn, de benodigde dwarswapening voor de druktafels bij T-secties, de betonspanning en de staalspanning links en rechts:



Onderaan elke grafiek staan de extreme waarden in negatieve en positieve zin vermeld, evenals de eenheden. Bovenstaande figuur toont een subset van de mogelijke afbeeldingen.

Verder in deze handleiding zullen we zien hoe we de andere grafieken in dit venster kunnen tonen en hoe we desgewenst de tekenconventie voor de dwarskracht V en het buigend moment M kunnen wijzigen.

Merken we nog op dat de afgebeelde dwarskrachten, momenten, normaalkracht, mm^2 wapeningslijn en benodigde dwarswapening voor druktafels bij T-secties betrekking hebben op de uiterste grenstoestand.

Meer in het bijzonder geeft de wapeningslijn enkel een aanduiding met betrekking tot de nodige wapening in uiterste grens-toestand !

Het is dus mogelijk dat er vanuit de berekening in gebruiksgrenstoestand meer trek-en/of drukwapening vereist is.

Zie hiervoor 10.2, uitleg over de organische berekeningsmethode.

De hoekverdraaiing, de doorbuiging, de betonspanning en de staalspanning links en rechts zijn alle afgebeeld in gebruiks-grenstoestand.

Bij de berekening van de gescheurde doorbuiging, de betonspanning en de staalspanning is bovendien rekening gehouden met de reëel aanwezige wapening, zoals ze afgebeeld is in het venster "**Wapeningsschets**".

2.5. Wijzigen van de ingevoerde gegevens

Eén van de vele voordelen van ConCrete C is de soepelheid waarmee reeds ingevoerde gegevens kunnen gewijzigd worden. Alle in 2.3 ingevoerde gegevens kunnen ten allen tijde gewijzigd worden door in het "**Belastingsschema**"-venster de waarde met de muis te selecteren.

Laten we, bij wijze van voorbeeld, de lengte van het element van 2.5 m veranderen in 2.75 m. We selecteren daartoe in het "**Belastingsschema**"-venster de lengte "2.50". Bij selectie wordt die waarde omkadert.

Met behulp van het toetsenbord tikken we nu het getal "2.75" in en bevestigen dit door op de ENTER- of RETURN-toets te drukken. Van zodra we deze laatste toets ingedrukt hebben, worden de eerder bekomen resultaten gewist.

Kies in het menu "**Element**" de optie "**Bereken**". Het element wordt herrekend en alle resultaten in de betreffende vensters worden aangepast.

Bovenvermelde soepele manier om gegevens te wijzigen laat ons toe om met ConCrete C aan echte **dimensionering "dimensionering"** te doen.

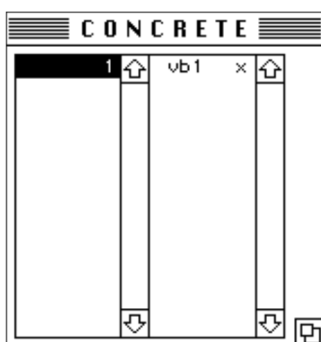
Voeren we immers aanvankelijk een arbitraire waarde in voor de breedte en hoogte van een element, dan volstaat het de bekomen resultaten na te kijken en de afmetingen aan te passen om dan een nieuwe berekening uit te voeren.

Hoofdstuk 3 Een tweede element

3.1. Een element in het Projectlijst-venster

Om een nieuw element in te voeren, kiezen we in het menu "**E**lement" opnieuw het eerste commando "**N**ieuw".

Het vorige element, vb1, wordt nu eerst weggeborgen in het project. We kunnen dit zien in het **P**rojectlijst-venster:



In de eerste lijst zien we het getal "1" staan: dit betekent dat we reeds één element in ons project ingevoerd hebben. In de tweede lijst zien we het nummer van dat element, nl. "vb1" en de letter "x". De letter "x" betekent dat het element berekend is en dat zijn afmetingen voldoende zijn (in de andere gevallen staat er een "o").

3.2. Een ronde kolom

In hoofdstuk 2 hebben we een element met rechthoekige sectie berekend.

We hebben in ConCrete C de keuze uit volgende sectie-vormen:



We maken de keuze van de sectie vorm links-onder in het venster "**B**elastingsschema":



Klik aldus het symbool voor een cirkelvormige sectie aan.

Vul voor het nummer van het element "vb2" in, specificeer de lengte als 2.5 meter en geef als diameter 400 mm op.

Voeren we de gegevens voor de lasten als volgt in:

last	x1 (m)	P(kN) p1(kN/m) M(kNm)	x2 (m)	p2(kN/m)		type
1 ↓	2.50	150.00			90	1
2 ↺	2.50	50.00				1

De overeenstemmende figuur op het scherm ziet er als volgt uit:



Kies nu de menu instructie "**Element**" - "**Bereken**". Bemerkt dat het berekenen van een ronde kolom iets meer tijd in beslag neemt dan het berekenen van een element met een rechthoekige sectie.

U kunt net als voorheen de resultaten bekijken in de vensters "**Belastingsschema**", "**Wapeningsschets**" en "**Statica-lijnen**".

Bemerkt dat er in de sectie, naast een ronde beugel, ook een speld vereist is volgens de regels NBN B15-102 (toepassing van de regels voor elementen onderhevig aan dwarskracht).

Hoofdstuk 4 Berekeningsparameters

4.1. Dossierwaarden

Tot nog toe hebben we elementen in gewapend beton berekend, onderhevig aan samengestelde buiging, zonder ons bvb. af te vragen uit welke staalkwaliteit 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 C houdt immers steeds de standaard ingestelde waarden als basiswaarden aan.

Die basiswaarden noemen we de **dossierwaarden "dossierwaarden"**. 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 we ConCrete C opstarten, worden de berekenings-parameters gelijkgesteld aan de dossierwaarden. Voeren we een nieuw element in, dan blijven de berekeningsparameters gelijk aan de op dat moment actuele waarden.

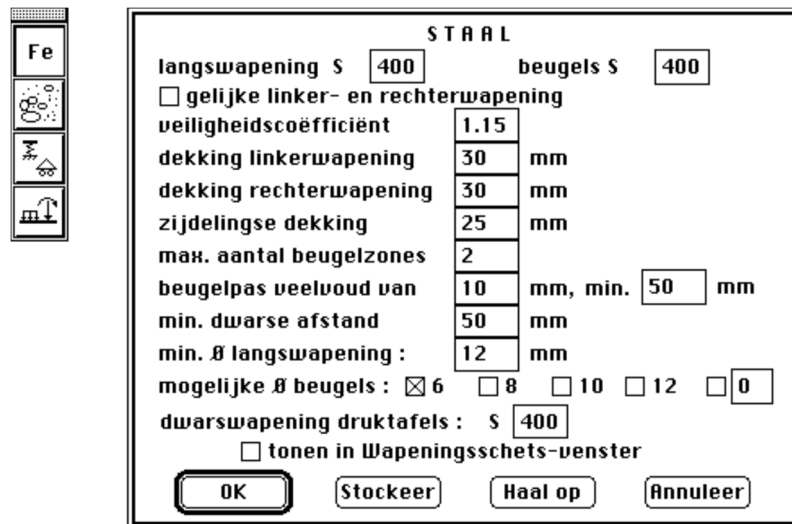
In de hiernavolgende dialoogvensters bevinden zich onderaan steeds vier knoppen:



Actuele waarden worden ingesteld door in de knop "**OK**" te klikken. Actuele waarden kunnen als dossierwaarden worden ingesteld door in de knop "**Stockeer**" of "**S**" te klikken. Wijken de actuele waarden af van de dossierwaarden, dan kunnen zij opnieuw worden gelijk gesteld aan de dossierwaarden door in de knop "**Haal op**" of "**O**" te klikken. De knop "**Annuleer**" tenslotte wijzigt de actuele waarden niet.

4.2. Parameters voor het wapeningsstaal

De parameters voor het wapeningsstaal kunnen we inkijken en veranderen door met de muis in het eerste icoon te klikken van het palet op het scherm. Er verschijnt een dialoogvenster op het scherm:



STAAL

langswapening S beugels S

☐ gelijke linker- en rechterwapening

veiligheidscoëfficiënt

dekking linkerwapening mm

dekking rechterwapening mm

zijdelingse dekking mm

max. aantal beugelzones

beugelpas veelvoud van mm, min. mm

min. dwarse afstand mm

min. Ø langswapening : mm

mogelijke Ø beugels : ☒ 6 ☐ 8 ☐ 10 ☐ 12 ☐ 0

dwarswapening druktafels : S

☐ tonen in Wapeningsschets-venster

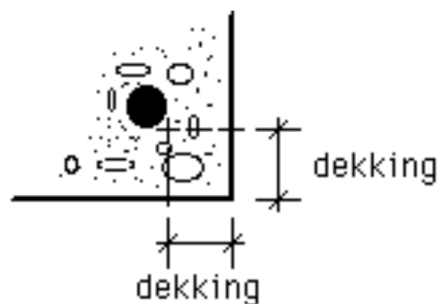
In dit dialoogvenster kunnen we vrij alle parameters voor het wapeningsstaal veranderen. De waarden voor de staalkwaliteit zijn karakteristieke waarden en worden uitgedrukt in N/mm².

U vult naar wens een andere waarde in voor de staalkwaliteit.

De optie gelijke linker- en rechterwapening zorgt voor een symmetrische langswapening in de doorsnede. Deze optie speelt geen rol voor cirkelvormige secties ; de langswapening wordt er altijd symmetrisch bepaald.

De veiligheidscoëfficiënt is de coëfficiënt die men op de karakteristieke waarde moet toepassen om de rekenwaarde van de staalkwaliteit te bekomen. Deze wordt gebruikt bij de berekening in uiterste grenstoestand.

Onder "dekking" dient te worden begrepen de netto-afstand tussen de staaf en het buitenoppervlak van het beton:



Bij de berekening van de nuttige hoogte, wordt de werkelijke hoogte van het element verminderd met deze dekking en met 10 mm extra om rekening te houden met de dikte van de wapeningsstaven (die in dit stadium niet gekend zijn).

Het aantal beugelzones kan beperkt worden: bij maximum twee beugelzones kunnen niet meer dan twee verschillende tussenafstanden van de beugels en/of verschillende beugeldiameters voorkomen. Dit betekent dus dat ConCrete C de beugelpas constant

houdt over een zeker aantal scheuren, om het aantal verschillende beugelzones te beperken. Door het aantal beugelzones te beperken, bereiken we een voor de praktijk meer handige beugelverdeling.

De minimale tussenafstand van de beugels is instelbaar. 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.

Ook de minimum dwarse afstand is instelbaar.

Men kan instellen welke diameters voor de dwarswapening bij voorkeur gebruikt worden. Zo de door u ingestelde diameters niet volstaan, zal ConCrete C evenwel toch overgaan tot grotere diameters !

Verder kan men ook de minimale diameters voor de langswapening instellen.

De parameter dwarswapening voor druktafels, heeft betrekking op de dwarswapening die nodig is om het afscheuren van het T-gedeelte van T en I-vormige secties te voorkomen.

4.3. Parameters voor het beton

Met het tweede icoon uit het palet kunnen we de parameters voor het beton instellen.

BETON	
kar. druksterkte (fck)	25 N/mm ²
veiligheidscoëfficiënt	1.50
elasticiteitsmodulus	35000 N/mm ² bereken
☒ eigengewicht verrekenen ☒ met plaatbreedtes	
onder een hoek van	90 ° U = 90°, H = 0°
in rekening te brengen treksterkte voor gescheurde doorbuiging	3.56 N/mm ² fctk fctm
max. toegelaten betonspanning in gebruiksgrenstoestand	15.00 N/mm ² 0,6 fck 0,45 fck
OK S 0 Annuleer	

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 ± 2 °C.

Analoog als voor staal is de veiligheidscoëfficiënt de coëfficiënt die men op de karakteristieke waarde moet toepassen om de rekenwaarde van de betonkwaliteit te bekomen. Deze wordt gebruikt in de berekening in uiterste grenstoestand. De elasticiteitsmodulus kunnen we vrij ingeven of laten berekenen in functie van de betonkwaliteit, met onderstaande formule:

$$E = 9.5 * (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

We hebben ook nog de mogelijkheid om al of niet het eigengewicht van het element in rekening te brengen.

Voor T- en I-secties kan men desgewenst enkel het eigengewicht van het lijf in rekening brengen ; dus zonder de plaatbreedtes in rekening te brengen. Zoals voor alle andere lasten kunnen we ook voor het eigengewicht de hoek waaronder de lasten aangrijpen opgeven.

Als soortelijk gewicht van beton wordt in ConCrete C 25 kN/m³ aangenomen.

U kunt tevens een in rekening te nemen treksterkte voor het beton opgeven. Met deze treksterkte wordt rekening gehouden bij het bepalen van de gescheurde doorbuiging.

De maximum toegelaten betonspanning in gebruiksgrenstoestand wordt beperkt tot 45% à 60% van de karakteristieke druksterkte f_{ck} van het beton.

4.4. Parameters voor de steunpunten

Met het derde icoon uit het palet stellen we de parameters voor de steunpunten in:

STANDAARD STEUNPUNT
verhinderend tegen verplaatsingen :

horizontaal : ☐ geen verandering
☐ rekveer kN/m
☒ volledige verandering

vertikaal : ☐ geen verandering
☐ rekveer kN/m
☒ volledige verandering

rotatie : ☒ geen verandering
☐ rotatieveer kNm/rad
☐ volledige verandering

OK **Stockeer** **Haal op** **Annuleer**

Alle wijzigingen die we hierin doorvoeren, hebben betrekking op alle steunpunten. Willen we echter slechts één steunpunt veranderen, dan klikken we met de muis in de afbeelding van het betreffend steunpunt in het "**Belastingsschema**"-venster. We krijgen dan opnieuw hetzelfde dialoogvenster als hierboven, doch nu slechts geldig voor dit ene geselecteerde steunpunt.

4.5. Parameters voor de belastingen

In het programma ConCrete C kunnen we, behalve het eigen-gewicht, negen belastingstypes opgeven.

Het belastingstype van elke last wordt opgegeven als een getal in het laatste vakje van de gegevens van de last:

last	x1(m)	P(kN) p1(kN/m) M(kNm)	x2(m)	p2(kN/m)		type
1 ↓	2.50	150.00			90	1

Ieder belastingstype heeft zijn eigen **belastingscoëfficiënten** "**belastingscoëfficiënten**" en kan in rekening gebracht worden met een welbepaalde **combinatiecoëfficiënt** "**combinatiecoëfficiënt**".

Om die coëfficiënten in te stellen, klikken we met de muis in het vierde icoon uit het palet. Op het scherm verschijnt het dialoogvenster:

Fe





BELASTINGEN

coëfficiënten :

eigen-gewicht	1	2	3	4	5	6	7	8	9
γ_{u-}	1.35	1.35	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
γ_{u+}	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
γ_{g-}	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
γ_{g+}	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψ_u	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_g	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

toeslagexcentriciteit : mm

Per belastingstype zijn er zes coëfficiënten:

- γ_{u-} is de belastingscoëfficiënt die toegepast dient te worden bij de bepaling van de momenten- en dwarskrachtenlijn in geval de belasting een ongunstig effect heeft op de betreffende statica-lijn;

- γ_{u+} heeft dezelfde functionaliteit als γ_{u-} maar in geval van gunstig effect van de belasting;
- γ_{g-} is de belastingscoëfficiënt die toegepast dient te worden bij de bepaling van de hoekverdraaiings- en doorbuigingslijn in geval de belasting een ongunstig effect heeft op de betreffende statica-lijn;
- γ_{g+} heeft dezelfde functionaliteit als γ_{g-} maar in geval van gunstig effect van de belasting;
- ψ_u is de combinatiecoëfficiënt waarmee dit belastingstype wordt toegepast bij de bepaling van de momenten- en dwarskrachtenlijn (uiterste grenstoestand);
- ψ_g is de combinatiecoëfficiënt waarmee dit belastingstype wordt toegepast bij de bepaling van de hoekverdraaiings- en doorbuigingslijn (gebruiksgrenstoestand).

Het programma ConCrete C zoekt zelf uit welke coëfficiënten dienen toegepast te worden op de betreffende lasten voor gunstig en ongunstig effect in elke doorsnede.

Merk op dat we bij de bepaling van de belastingstypes geen onderscheid maken tussen **permanente "permanente"** en **veranderlijke lasten "veranderlijke lasten"**. Voor permanente belastingen hebben we dus even goed een gunstige en ongunstige belastingscoëfficiënt als voor veranderlijke lasten.

Bij veranderlijke lasten zullen we voor de gunstige belastingscoëfficiënt evenwel de waarde "0" opgeven, terwijl dit voor permanente lasten steeds een waarde zal zijn die rond de "1" ligt.

Het onderscheid tussen permanent en veranderlijk wordt dus enkel gemaakt door andere waarden voor de belastings- en combinatiecoëfficiënten.

De parameter toeslag-excentriciteit wordt automatisch toegepast op de inwendige normaalkracht in elke doorsnede van het element.

Deze excentriciteit wordt in twee richtingen toegepast: in dit geval dus eens met waarde 20 mm en eens met waarde -20 mm.

We merken wel op dat de weergegeven momenten in het venster "Statica-lijnen" de momenten van eerste orde zijn en geen rekening houden met deze toeslagexcentriciteit.

Voor de berekening van de benodigde hoeveelheden langswapening en voor de knikcontrole volgens de buigingsrichting, worden evenwel de momenten van tweede

orde gebruikt (indien deze groter zijn dan deze van eerste orde), vermeerderd met het moment volgend uit de toeslagexcentriciteit toegepast op de normaalkracht.

Anderzijds wordt de toeslagexcentriciteit ook gebruikt bij de knikcontrole in het vlak loodrecht op de lasten (= loodrecht op de buigingsrichting).

Hoofdstuk 5 Een heel project

5.1. Inleiding

Tot nog toe hebben we gezien hoe we een element onderhevig aan samengestelde buiging berekenen met ConCrete C.

In hoofdstuk 3 hebben we even vermeld dat bij het invoeren van een nieuw element, het eerder ingegeven element in het **Projectlijst**-venster geplaatst wordt. In dit hoofdstuk zullen we dieper ingaan op de structuur en het nut van die projectlijst.

Stel dat we een project hebben bestaande uit drie blokken A, B en C die elk zijn opgebouwd uit een kelderverdieping, een gelijkvloers en tien typeverdiepingen. Wanneer we alle kolommen van dit project in beschouwing nemen, dan kunnen dit er gemakkelijk enkele tientallen verschillende zijn. Om deze verschillende elementen te onderscheiden kunnen we groeperingen maken.

Zo kunnen we bvb. groepen beschouwen naargelang de blok of naargelang de verdieping. Zo'n groep noemen we een **klasse "klasse"**. In ConCrete C kunnen we 20 zulke klassen definiëren, elk bestaande uit maximum 100 elementen.

In het **Projectlijst**-venster staan in de eerste lijst de benamingen van die klassen vermeld met daarachter het aantal elementen dat die klasse reeds bevat. In de tweede lijst staan alle elementen die zich bevinden in de geselecteerde klasse van de eerste lijst.

De elementen worden automatisch gerangschikt volgens hun nummer. De benaming van een klasse is beperkt tot vier karakters.

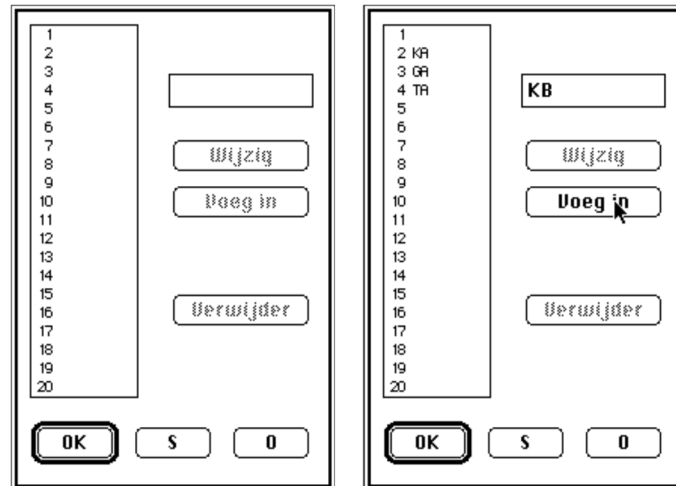
5.2. Definiëren van klassen

We zullen de elementen bij wijze van voorbeeld onderverdelen in de volgende klassen:

- 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.

Voor het definiëren van die klassen in ConCrete C gaan we als volgt te werk. In het menu "**Wijzig**" selecteren we het laatste commando "**Klassenlijst...**".

Op het scherm verschijnt het dialoogvenster:



In een kader staan de benamingen van de 20 klassen (momenteel allemaal blanco). De betekenis van de knoppen "**OK**", "**S**" en "**O**" onderaan het dialoogvenster is dezelfde als in 4.1. Tikken we nu in het kadertje rechts boven in het dialoogvenster het woordje "**KA**" in, dan wordt de knop "**Voeg in**" selecteerbaar. Na aanklikken van deze knop wordt in de klassenlijst de benaming "**KA**" toegevoegd. Werken we nog steeds in hetzelfde project als de voorbeelden uit de vorige hoofdstukken, dan bevindt "**KA**" zich op de tweede lijn.

De elementen die we reeds ingevoerd hadden, beschouwt ConCrete C als behorende tot de eerste klasse (met blanco benaming). In een nieuw project, waar er nog geen elementen ingevoerd zijn, zal "**KA**" zich op de eerste lijn bevinden. Hadden we gewild dat ook in ons project de benaming van de eerste klasse overeenstemt met **KA**, dan hadden we eerst die klasse moeten selecteren binnen de rechthoek en dan de knop "**Wijzig**" i.p.v. de knop "**Voeg in**" moeten selecteren.

Op dezelfde wijze als die waarop we "**KA**" ingevoerd hebben, voeren we nu de andere klassen in.

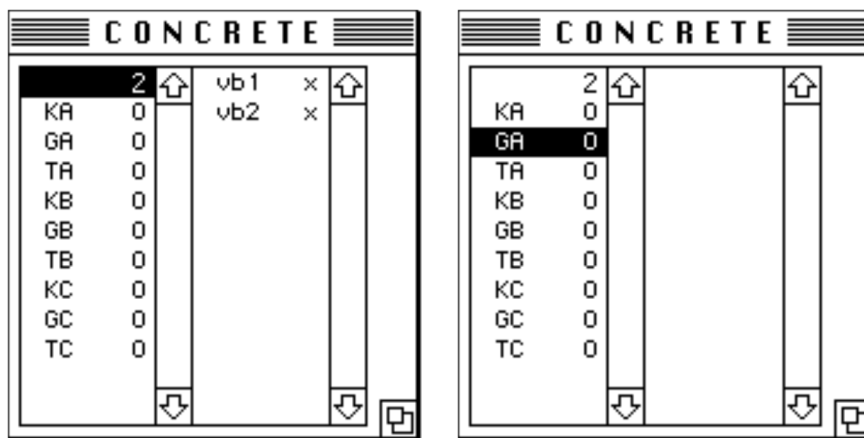
De knop "**Wijzig**" is pas bruikbaar wanneer er in de lijst van 20 klassen met de muis een bepaalde klasse geselecteerd is en wanneer er in de rechthoek rechtsboven minstens één karakter is ingetikt. Met deze knop kunnen we dan de benaming van de geselecteerde klasse veranderen door het nieuw ingetikte woord.

De knop "**Voeg in**" heeft een dubbele betekenis. Is er geen enkele klasse geselecteerd in de klassenlijst van het dialoogvenster, dan wordt er gezocht naar de eerste klasse die nog geen element bevat en die nog geen naam draagt. Is er wel een klasse geselecteerd, dan wordt deze klasse en alle daaropvolgende één positie naar onderen verschoven en

voegt het programma op de geselecteerde plaats een nieuwe klasse in met de ingetikte letters als benaming.

De knop "**Verwijder**" is pas selecteerbaar wanneer er in de lijst een bepaalde klasse geselecteerd is. Met deze knop wordt niet alleen de benaming van de klasse uit de lijst verwijderd, maar ook alle elementen die die klasse eventueel bevat.

Bevestigen we de ingestelde klassen dan ziet het **Projectlijst**-venster er nu als volgt uit:



In de tweede lijst zien we steeds de elementen die zich in de geselecteerde klasse van de eerste lijst bevinden. Selecteren we bvb. de klasse "GA", dan is de tweede lijst leeg aangezien we nog geen elementen in die klasse ingevoerd hebben.

5.3. Wegplaatsen van een element in een bepaalde klasse

Wanneer we een element ingevoerd en eventueel berekend hebben, willen we dit natuurlijk in de juiste klasse onderbrengen. Om een element in een bepaalde klasse te plaatsen, selecteren we eerst in het **Projectlijst**-venster die klasse. Vervolgens selecteren we in het menu "**Element**" het eerste commando "**Nieuw**".

Het element dat we zojuist nog op het scherm hadden is nu in het **Projectlijst**-venster geplaatst in de betrokken klasse. Bovenstaande werkwijze betekent dus dat we op het ogenblik van de invoer nog niet hoeven beslist te hebben tot welke klasse dat element zal behoren. Zoals uit 5.5 en 5.6 zal blijken, biedt die werkwijze nog andere voordelen.

5.4. Ophalen van een element uit een bepaalde klasse

Willen we op eender welk ogenblik een bepaald element uit een bepaalde klasse ophalen, dan selecteren we eerst die klasse in het **Projectlijst**-venster. In de tweede

lijst in dit venster verschijnen de elementen die zich in deze klasse bevinden. Om een element uit deze klasse te halen hebben we twee mogelijke werkwijzen.

Bij de eerste werkwijze selecteren we in bovengenoemde tweede lijst het bedoelde element. Vervolgens kiezen we in het menu "**Element**" het derde commando "**Wijzig**". Het geselecteerde element wordt uit het **Projectlijst**-venster opgehaald en in de vensters "**Belastingsschema**", "**Statica-lijnen**" en "**Wapenings-schets**" getoond. Indien er in deze vensters reeds een element was voorgesteld dat volledig ingevoerd was, dan wordt dit in het **Projectlijst**-venster aan de geselecteerde klasse toegevoegd.

De tweede werkwijze bestaat erin met de muis in het **Projectlijst**-venster tweemaal te klikken op bovenbedoeld element. Het effect hiervan is identiek aan dat van de eerste werkwijze.

5.5. Verplaatsen van een element naar een andere klasse

Om een element van klasse te veranderen volstaat het de handelingen uit 5.3 en 5.4 te combineren, nl. eerst het bewuste element uit zijn klasse ophalen, vervolgens de nieuwe gewenste klasse selecteren en het element erin wegplaatsen door het commando "**Element**" - "**Nieuw**" te kiezen.

5.6. Dupliceren van een element

Stel dat we twee elementen moeten berekenen die nagenoeg identiek zijn. We zouden ons dan kunnen indenken dat we eerst het eerste element berekenen en vervolgens er een kopij van maken om dit te wijzigen naar het tweede element. In ConCrete C kunnen we dit doen op onderstaande eenvoudige manier.

We voeren eerst het eerste element in en plaatsen dit in de gewenste klasse zoals beschreven in 5.3. Vervolgens selecteren we dit element in het **Projectlijst**-venster. In het menu "**Element**" selecteren we het vierde commando "**Dupliceer**". In de vensters "**Belastingsschema**", "**Statica-lijnen**" en "**Wapeningsschets**" wordt het geselecteerde element getoond terwijl dit toch nog steeds in het **Projectlijst**-venster aanwezig is. In feite hebben we een autonome kopij gemaakt van het element. Deze kopij verschilt in niets van een traditioneel ingevoerd element. Dit betekent o.a. dat we hierin willekeurig veranderingen kunnen aanbrengen zonder dat dit invloed heeft op het eerste element.

Een eerste verandering zal er wellicht in bestaan de naam van het element aan te passen.

5.7. Verwijderen van een element

Om een element te verwijderen, selecteren we dit in het **Projectlijst**-venster. In het menu "**Element**" selecteren we het vijfde commando "**Verwijder**". Het element wordt uit de klasse verwijderd. We kunnen dit niet alleen zien in de tweede lijst van het **Projectlijst**-venster, maar eveneens in de eerste, waar het aantal elementen van de geselecteerde klasse met één is afgenomen.

5.8. Wijzigen van elementen uit verschillende klassen

Om een element uit een bepaalde klasse te wijzigen, halen we dit op volgens de in 5.4 beschreven werkwijze. Eenmaal het element opgehaald is, kunnen we hierin zoveel wijzigingen doorvoeren als we maar willen. Willen we vervolgens een ander element uit een andere klasse wijzigen en willen we dat het eerste element terug in zijn oorspronkelijke klasse geplaatst wordt, dan moeten we eerst in het menu "**Element**" het commando "**Nieuw**" kiezen alvorens we die andere klasse selecteren. Immers, in het andere geval zou het eerste element in die andere klasse geplaatst worden.

Hoofdstuk 6 Bewaren, openen en sluiten

6.1. Bewaren van een nieuw project

Willen we nu het reeds gepresteerde werk bewaren als een document op de harde schijf of op een andere opslageenheid, dan kiezen we in het menu "**Archief**" het vijfde commando "**Bewaar als...**". 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 staat ons echter vrij om een willekeurig andere naam hiervoor te gebruiken. Bewaren we het project onder een andere naam, dan wordt deze naam de nieuwe titel van het **Projectlijst**-venster.

6.2. Openen van een bestaand project

Om een bestaand project in ConCrete C te openen, dienen we in het menu "**Archief**" het tweede commando "**Open...**" te kiezen. Het **Projectlijst**-venster draagt dan als titel de naam van het geopende bestand.

6.3. Bewaren van een bestaand project

Om een bestaand project 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 commando "**Bewaar**" te kiezen.

Dit commando is alleen selecteerbaar als we veranderingen hebben aangebracht aan het project.

Een tweede mogelijkheid is het project te bewaren onder een andere naam door in het menu "**Archief**" het commando "**Bewaar als...**" te kiezen. Dit commando is wel steeds selecteerbaar.

6.4. Automatisch bewaren

Om ons te beschermen tegen het verlies van gegevens door panne of andere oorzaken, kunnen we in het menu "**Voorkeur**" de optie "**Automatisch bewaren**" activeren.

Is deze optie actief, dan wordt ze in het menu gemerkt door een ""-teken; in het andere geval is er geen merking van de optie.

Wanneer de optie geactiveerd is, zal het programma bij ieder vijfde element dat we aan het project toevoegen (of bij ieder vijfde element dat we wijzigen) automatisch het project bewaren. Betreft het een nieuw project, dan vraagt het programma de naam waaronder dat project dient bewaard te worden.

Bovenvermelde beveiliging is relatief. Het is nog steeds wenselijk een back-up te nemen van de ingevoerde projecten. Zo er een fout optreedt tijdens het manueel of automatisch bewaren, kunnen de gegevens op schijf verloren gaan. Het is raadzaam van elk project twee versies bij te houden.

6.5. Sluiten van een project

Om een project te sluiten, selecteren we in het menu "**Archief**" het derde commando "**Sluit**". Is het project gewijzigd en nog niet bewaard, dan vraagt het programma ons automatisch of we dit project willen bewaren.

6.6. Wijzigen van de dossiergegevens

Om de dossiergegevens te wijzigen, selecteren we in het menu "**Archief**" het voorlaatste commando "**Wijzig...**". Hierdoor krijgen we opnieuw het dialoogvenster uit 2.2 op het scherm waarin we vrij de gegevens kunnen manipuleren. Met behulp van vier keuzeknoppen kunnen we de coördinaten van de bouwheer, de architect, de aannemer of de ingenieur één voor één in het dialoogvenster bewerken.

6.7. Beëindigen van het programma

Om de uitvoering van het programma te stoppen, kiezen we in het menu "**Archief**" het laatste commando "**Stop**". Zijn we in een project aan het werken en is dit gewijzigd en nog niet bewaard, dan vraagt het programma ons of we het willen bewaren.

Hoofdstuk 7 Printen

7.1. Printopties instellen

Om de printopties in te stellen kiezen we in het menu "**Archief**" het commando "**Print instellen...**". Op het scherm verschijnt het dialoogvenster van de printer, aangevuld met vier printopties eigen aan ConCrete C:



Met de eerste optie "**Titelblad**" wordt bij het printen een titelblad uitgeprint met alle dossiergegevens uit 2.2 erin vermeld. De drie volgende opties dienen voor het al dan niet uitprinten van de inhoud van de vensters die deze titels dragen.

7.2. Een heel project uitprinten

Om het gehele project uit te printen, selecteren we in het menu "**Archief**" het commando "**Print project...**".

Bevindt er zich op dat moment nog een element in de vensters "**Belastingsschema**", "**Wapeningsschets**" en "**Statica-lijnen**" 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** "**titelblad**" uitgeprint (indien deze optie geselecteerd is) en slechts één blad met de **dossierwaarden** "**dossierwaarden**".

Per element worden dan de gegevens uit het "**Belastingsschema**"-venster uitgeprint, gevolgd door de **afwijkingen** "**afwijkingen**" van de actuele waarden van de berekeningsparameters t.o.v. de dossierwaarden. Desgevallend worden dan de gegevens van het "**Wapeningsschets**"-venster en/of het "**Statica-lijnen**"-venster uitgeprint.

Het programma begint voor ieder element een nieuwe pagina. Bij het uitprinten van de inhoud van het "**Statica-lijnen**"-venster wordt eveneens een nieuwe pagina begonnen.

Het programma zorgt ervoor dat de inhoud van dit laatste venster 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.

Bemerk dat de informatie uit het venster "**Wapeningsschets**" t.t.z. de doorsnede en het langszicht, op schaal afgedrukt worden.

De schaal kan men instellen via het commando "**Voorkeur**" - "**Schalen...**".

Het volgend dialoogvenster verschijnt:



S C H A L E N		
lengteschaal :	1 /	50
breedteschaal :	1 /	50
doorsnedeschaal :	1 /	10
OK S O Annuleer		

De lengteschaal en breedteschaal hebben betrekking op de langsdoorsnede van het element.

De doorsnedeschaal heeft betrekking op de sectie van het element.

Deze schalen bepalen ook de grootte van de afbeeldingen in het venster "**Wapeningsschets**".

7.3. Een hele klasse uitprinten

Wensen we alle elementen van slechts één welbepaalde klasse uit te printen, dan selecteren we eerst in het **Projectlijst**-venster deze klasse. Vervolgens kiezen we in het menu "**Archief**" het commando "**Print klasse...**". De werking van dit commando is verder analoog aan 7.2.

7.4. Slechts één element uitprinten

Om slechts één element uit te printen, moeten we dit element eerst uit het **Projectlijst**-venster ophalen en vervolgens in het menu "**Archief**" het commando "**Print element...**" kiezen. De werking van dit commando is verder analoog aan 7.2.

Hoofdstuk 8 Handige tips

8.1. Invoergeluiden

ConCrete C laat toe om de invoer van de gegevens te laten leiden door specifieke toongeluiden. Iedere grootheid (zoals breedte, hoogte, lengte, waarde van een puntlast, van een verdeelde last, enz.) heeft een specifieke toon die als leidraad kan dienen voor het snel invoeren en wijzigen van de gegevens. Hebben we in het menu "**Voorkeur**" de optie "**Invoergeluiden**" geactiveerd (= gemerkt met een "x"), dan is bij ieder in te voeren gegeven een specifiek geluid hoorbaar.

Ook bij het selecteren van reeds ingevoerde gegevens in het "**Belastingsschema**"-venster klinkt dit geluid. In het andere geval gebeurt het invoeren en wijzigen louter op visuele basis.

8.2. De informatie in het venster Statica-lijnen

Tot nog toe bevatte het "**Statica-lijnen**"-venster slechts enkele van de grafieken die het kan voorstellen.

Willen we in dit venster ook de andere grafieken tonen dan kunnen we dit door in het menu "**Voorkeur**" het commando "**Toon...**" te kiezen.

We krijgen dan het volgend dialoogvenster op het scherm:

GETOONDE GRAFIEKEN

- ☐ Belasting
- ☒ Dwarskracht
- ☒ Buigend moment
- ☐ Hoekverdraaiing
- ☒ Doorbuiging ☒ in gescheurde toestand
- ☐ Normaalkracht
- ☒ Wapening
- ☐ Dwarswapening druktafels
- ☒ Betonspanning
- ☐ Staalspanning links
- ☐ Staalspanning rechts

OK Annuleer

De schaal van de grafieken wordt steeds zodanig bepaald dat alle te tonen grafieken mooi evenredig over het venster verdeeld worden.

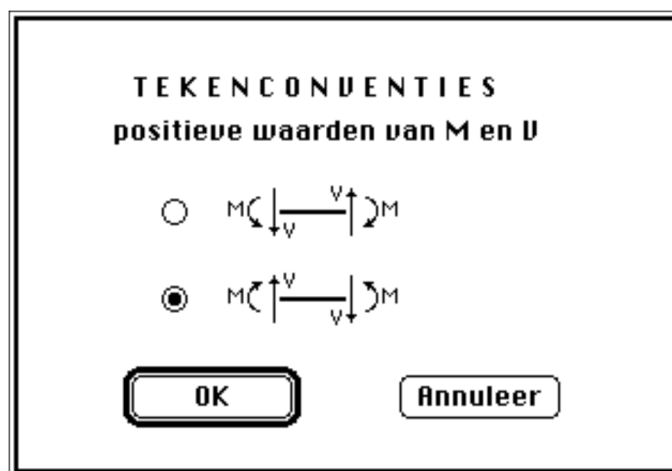
De hoekverdraaiings- en doorbuigingslijn worden berekend volgens de lineair-elastische methode. Duiden we de optie "**in gescheurde toestand**" aan, dan berekent het programma behalve de elastische doorbuiging ook de doorbuiging in gescheurde toestand. Deze laatste wordt in het "**Statica-lijnen**"-venster in het rood voorgesteld.

Bij de berekening van de doorbuiging in gescheurde toestand en bij de berekening van de betonspanning en de staalspanningen, wordt rekening gehouden met de reëel aanwezige wapening.

8.3. Tekenconventie voor moment en dwarskracht

Niet iedereen gebruikt dezelfde tekenconventie voor het buigend moment M en de dwarskracht V . We kunnen die tekenconventie wijzigen door in het menu "**Voorkeur**" het tweede commando "**Teken**" te selecteren.

In het volgende dialoogvenster kunnen we de voor ons gebruikelijke tekenconventie specificeren.



8.4. Knikcontrole

Kies in het menu "**Voorkeur**" het laatste commando "**Knikcontrole...**". Het volgende dialoogvenster verschijnt:



Zoals in het dialoogvenster aangeduid, gebeurt de knikcontrole in twee vlakken. U kunt de knikcontrole naar wens uitschakelen, in functie van de belemmeringen van het element.

8.5. Gebruik van het "Wijzig"-menu

De commando's "**Snijden**", "**Kopiëren**", "**Plakken**" en "**Wissen**" kunnen in ConCrete C gebruikt worden bij het invoeren of wijzigen van eender welke waarde in het venster "**Belastingsschema**".

Zo kunnen we van deze functies gebruik maken om bvb. bepaalde belastingen uit te rekenen met behulp van een rekenprogramma en deze waarden over te kopiëren naar een van de in te voeren waarden.

Het commando "**Herstel**" heeft geen functionaliteit binnen ConCrete C.

8.6. Het wapenen van een element uit een raamwerk

Staafvormige elementen waarvan de krachtsverdeling gekend is, maar de wapening niet, kunnen op eenvoudige wijze gewapend worden met ConCrete C.

Het volstaat er voor te zorgen dat in elke richting waarin er geen uitwendige reacties kunnen opgewekt worden, de krachten van elk belastingstype zichzelf in evenwicht houden.

Let wel, in dat geval is het niet mogelijk het eigengewicht automatisch te laten uitrekenen.

Hoofdstuk 9 Overzicht van de menu's

9.1. "... of "□"-menu

"Over ConCrete C...": informatie over dit programma

9.2. "Archief"-menu

"Nieuw...": een nieuw project aanmaken (zie ook 2.2)
"Open...": een bestaand project openen (zie ook 6.2)
"Sluit": het huidig project sluiten (zie ook 6.5)

"Bewaar": het huidig project opnieuw bewaren (zie 6.1 en 6.3)
"Bewaar als...": het huidig project bewaren (zie ook 6.3)

"Print instellen...": de printopties instellen (zie ook 7.1)
"Print project...": het huidig project printen (zie ook 7.2)
"Print klasse...": de geselecteerde klasse printen (zie ook 7.3)
"Print element...": het huidige element printen (zie ook 7.4)

"Wijzig...": de dossiergegevens wijzigen (zie ook 6.6)

"Stop": het programma beëindigen (zie ook 6.7)

9.3. "Wijzig"-menu

"Herstel": geen functionaliteit

"Snijden": zie ook 8.5.
"Kopiëren": zie ook 8.5.
"Plakken": zie ook 8.5.
"Wissen": zie ook 8.5.

"Klassenlijst...": de klassen definiëren (zie ook 5.2)

9.4. "Element"-menu

"Nieuw":	een nieuw element invoeren (zie ook 2.3)
"Wijzig":	het geselecteerde element wijzigen (zie ook 5.4)
"Dupliceer":	het geselecteerde element dupliceren (zie ook 5.6)
"Verwijder":	het geselecteerde element verwijderen (zie ook 5.7)
"Bereken":	het huidige element berekenen

9.5. "Venster"-menu

"Belastingsschema":	dit venster naar voor brengen (zie ook 2.3 en 2.4.1)
"Wapeningsschets":	idem (zie ook 2.3 en 2.4.2)
"Statica-lijnen":	idem (zie ook 2.3 en 2.4.3)
"Projectlijst":	het Projectlijst -venster naar voor brengen (zie 2.2 en 5.1.)

9.6. "Voorkeur"-menu

"Toon...":	verschillende statica-lijnen tonen (zie ook 8.2)
"Tekens...":	tekenconventie voor M en V instellen (zie ook 8.3)
"Automatisch bewaren":	na vijf nieuwe elementen bewaren (zie ook 6.4)
"Invoergeluiden":	specifieke geluiden bij het invoeren en wijzigen (zie 8.1)
"Schalen...":	voor het instellen van de schalen in het venster "Wapeningsschets" (zie ook 7.2)
"Knikcontrole...":	voor het instellen van de gewenste knikcontroles (zie ook 8.4)

9.7. "Lasten"-menu

"verticale puntlast":	voor het toevoegen van een verticale puntlast
"horizontale puntlast":	voor het toevoegen van een horizontale puntlast
"verticaal verdeelde last":	voor het toevoegen van een verticaal verdeelde last
"horizontaal verdeelde last":	voor het toevoegen van een horizontaal verdeelde last
"momentlast"	voor het toevoegen van een momentlast
"verwijder"	voor het verwijderen van een last

Hoofdstuk 10 Berekeningsmethode

10.1. Statische berekening

De statische berekening gebeurt volgens een lineair-elastische ééndimensionale berekeningsmethode die een continue oplossing biedt voor de statica-lijnen. Dit betekent dat de oplossing die we bekomen met ConCrete C 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 het opstellen van de **omhullenden "omhullenden"**, volgt ConCrete C volgende werkwijze (zie ook 4.5). De gunstige en ongunstige **belastingscoëfficiënten "belastingscoëfficiënten"** alsook de **combinatiecoëfficiënten "combinatiecoëfficiënten"** worden door de gebruiker opgegeven. Per belastingstype zoekt ConCrete C dan uit over welke gedeeltes van het element deze belasting een gunstig of een ongunstig effect veroorzaakt. Voor de gedeeltes van het element waar voornoemde belasting een gunstig effect veroorzaakt, past ConCrete C 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 **"in gescheurde toestand"** aangeduid hebben (zie 8.4). Deze doorbuiging wordt dan berekend zoals beschreven in 10.3. Het al dan niet rekening houden met krimp en kruip, kan door de gebruiker zelf bepaald worden door de waarde van de elasticiteitsmodulus te wijzigen. 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.

10.2. Organische berekening

De organische berekening is volledig gebaseerd op de berekening volgens de **methode der grenstoestanden (uiterste grens-toestanden "uiterste grens-toestanden"** (bezwijktoestanden) en **gebruiksgrenstoestanden**), zoals voorgedragen door het

Europese Normontwerp **Eurocode 2 "Eurocode 2"** (december 1991) en de Belgische norm **NBN B15-002**.

We zullen ons in onderstaande dan ook beperken tot de belangrijkste bijzonderheden van de berekening. Voor verdere uitleg verwijzen we naar Eurocode 2 zelf en naar NBN B15-002 zelf.

10.2.1. Uiterste grenstoestanden

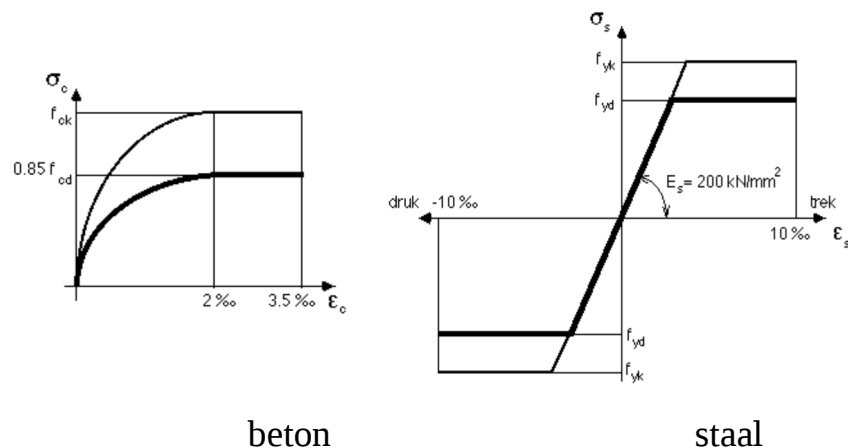
10.2.1.1. Spanning-rek-diagram voor beton en staal

Voor het beton wordt in ConCrete C gerekend met een parabool-rechthoekig diagram met overgang in het punt waar de rek 2 ‰ bedraagt .

Om rekening te houden met het effect van langdurige belastingen, wordt de rekenwaarde van de betonkwaliteit f_{cd} met een factor 0.85 toegepast.

Voor het staal wordt in ConCrete C gerekend met een bilineair diagram.

Als elasticiteitsmodulus voor het staal wordt $E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$ aangenomen.



10.2.1.2. Samengestelde buiging

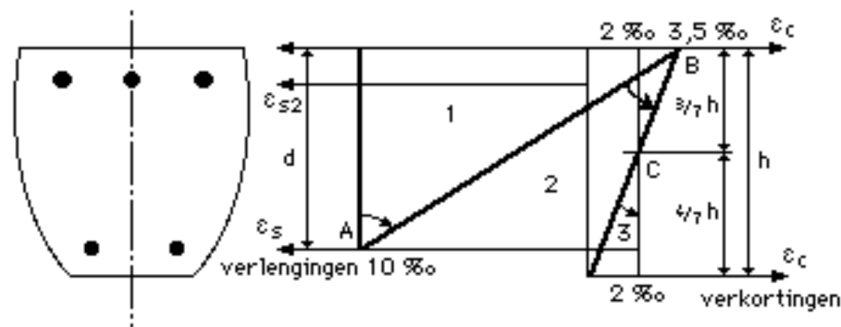
De berekening in uiterste grenstoestand van doorsnedes onderworpen aan samengestelde buiging, berust op volgende basishypothesen:

- 1) doorsnedes die vlak zijn vóór vervorming, blijven dit ook na vervorming (hypothese van Bernoulli);
- 2) de vervorming van het staal is steeds gelijk aan die van het omringende beton;
- 3) op de betontreksterkte wordt niet gerekend;

4) de maximale stuik van het gedrukte beton bedraagt 3.5 ‰;

5) de maximale rek van het staal bedraagt 10 ‰;

Uit deze basishypothese volgt dat de verschillende mogelijke rekverdelingen kunnen onderverdeeld worden in drie gebieden, zoals aangeduid in onderstaande figuur.



Gebied 1 omvat alle rechten door het punt A en vertegenwoordigt de gevallen van enkelvoudige trek, weinig excentrische trek en enkelvoudige of samengestelde buiging. De gewapend beton-constructie bezwijkt er door uitputting van het staal.

In gebied 2 (rechten door B) bezwijkt de constructie door uitputting van het beton en zitten we in het geval van enkelvoudige of samengestelde buiging.

Gebied 3 tenslotte (rechten door C) vertegenwoordigt het geval van enkelvoudige druk of weinig excentrische druk, en de constructie zal er bezwijken door uitputting van het beton.

Alle rechten in de drie gebieden zijn vervormingstoestanden die horen bij de uiterste grenstoestand. Het komt er bij het berekenen in de uiterste grenstoestand dus op aan de wapening zo te dimensioneren dat de vervormingsrechte door A, B of C gaat.

Wanneer de hoeveelheid boven- of onderwapening gekend is, wordt de andere éénduidig bepaald door de eis dat de vervormingsrechte door A, B of C dient te gaan.

Is geen van beide hoeveelheden gekend, dan is er een oneindig stel oplossingen van combinaties van boven- en onderwapening die allen resulteren in een vervormingsrechte door A, B of C. Voor één van deze oplossingen is de som van beide hoeveelheden minimaal.

10.2.1.3. Dwarskracht

Voor **elementen met belangrijke dwarskracht** wordt de dwarskrachtwapening bepaald d.m.v. de **standaardmethode "standaardmethode"**.

Vooreerst wordt er gecontroleerd of de spanning in de beton-drukschoren niet te groot wordt a.d.h.v. onderstaande formule:

$$V_{sd} \leq V_{Rd2} = \frac{1}{2} v * f_{cd} * b * 0.9 * d (1 + \cot \alpha)$$

Hierin is

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

α de hoek tussen de dwarskrachtwapening en de langsas.

Volstaan verticale beugels niet, dan plaatst ConCrete C geen gehelde maar **gekruiste beugels "gekruiste beugels"** (verticale beugels in combinatie met langse staven met dezelfde diameter en tussenafstand). Aangezien het programma in dat geval evenveel horizontale als verticale dwarskrachtwapening voorziet, is zulke wapening equivalent aan gehelde beugels onder een hoek van 45° met de langsas, waarvan de sectie evenwel een factor $\sqrt{2}$ groter is. Dit betekent dat wanneer we in bestaande formule voor $\cot \alpha$ de waarde 1 invullen, de aldus bekomen V_{Rd2} de uiterste bovengrens vormt voor V_{sd} . Waarden van V_{sd} die deze bovengrens overschrijden, kunnen zelfs niet met gekruiste beugels opgenomen worden.

Voor de bepaling van de dwarskrachtwapening zelf, wordt het gedeelte V_{cd} , dat de bijdrage van het beton voorstelt in de totale schuifweerstand van de doorsnede, gegeven door:

$$V_{cd} = \tau_{rd} * k * (1.2 + 40 * \rho_l) * b * d$$

Hierin is

τ_{rd} de rekenwaarde van de schuifweerstand van het beton in N/mm², bepaald door $\tau_{rd} = 0.25 f_{ctk0.05} / \gamma_c$, met $f_{ctk0.05}$ de karakteristieke treksterkte van het beton ($= 0.7 * 0.30 * f_{ck}^{2/3}$) en γ_c de veiligheids-coëfficiënt voor het beton;

$$k = 1.6 - d \geq 1 \quad (d \text{ in m});$$

ρ_l het geometrisch wapeningspercentage van de langs-wapening; aangezien we hier nog geen langsstaven bepaald hebben, nemen we voor steeds $\rho_l = 0$;

- b de (lijf)breedte van het element in mm;
- d de nuttige hoogte van het element in mm.

Het gedeelte V_{wd} dat voorvloeit uit de dwarskrachtwapening wordt bepaald door:

$$V_{wd} = A_{sw/s} * 0.9 * d * f_{ywd} * (1 + \cot \alpha) \sin \alpha$$

waarin

- A_{sw} de staalsectie van de dwarskrachtwapening binnen de afstand s is;
- s de horizontale tussenafstand tussen de dwarskracht-wapening is;
- f_{ywd} de rekenwaarde van de staalkwaliteit van de dwarskrachtwapening is.

10.2.1.4. Afschuifwapening in T-flenzen

De in de flenzen op te nemen dwarskracht wordt bepaald door:

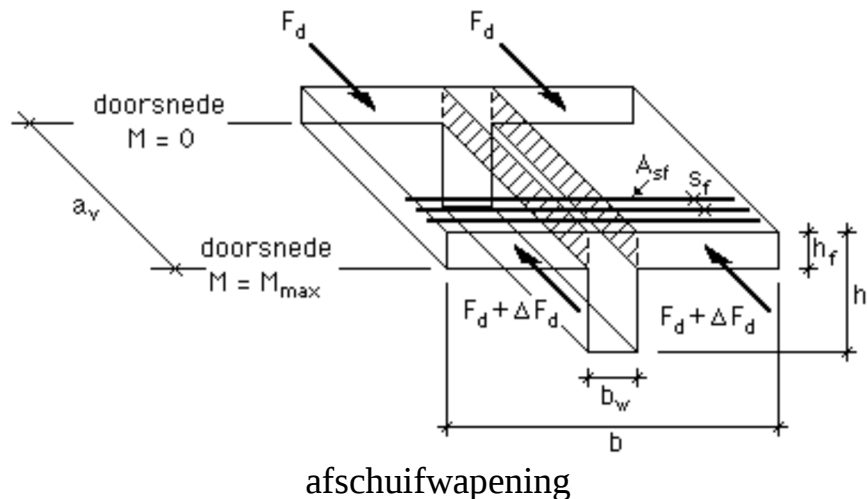
$$v_{Sd} = \Delta F_d / a_v$$

waarin

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

In geval van enkelvoudige buiging wordt ΔF_d gegeven door de resultante van de betondrukspanningen bepaald door $M_{d,Mmax}$ over de breedte $(b - b_w)/2$ en de hoogte van de druktafel h_f .

In geval van samengestelde buiging wordt ΔF_d gegeven door het verschil tussen de resultante van de betondrukspanningen bepaald door $(M_{d,Mmax}, N_{d,Mmax})$ en de resultante van de betondruk-spanningen bepaald door $(M_{d,M=0} = 0, N_{d,M=0})$, en dit telkens over de breedte $(b - b_w)/2$ en over 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

$$v_{Sd} \leq v_{Rd3} = 2,5 \cdot \tau_{Rd} \cdot h_f + A_{sf}/s_f \cdot f_{yd}$$

waarin

τ_{Rd} de rekenwaarde van de schuifweerstand van het beton in N/mm² is, bepaald door $\tau_{Rd} = 0,25 f_{ctk0.05} / \gamma_c$, met $f_{ctk0.05}$ de karakteristieke treksterkte van het beton ($= 0,7 \cdot 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$) en γ_c de veiligheids-coëfficiënt voor het beton;

A_{sf} de doorsnede van de dwarskrachtwapening in de flens is;

s_f de horizontale afstand tussen twee opeenvolgende dwarskrachtwapeningen is.

10.2.1.5. Knik

De knikcontrole gebeurt eveneens in uiterste grenstoestand. Als rekenmodel wordt de **methode van de Modelkolom** gebruikt.

Vooreerst wordt de elastische kniklengte l_0 bepaald, rekening houdend met elastische ondersteuning en inklemmingen.

Vervolgens beschouwen we een kolom met lengte $l_0/2$, aan de basis ingeklemd en vrij aan het einde.

In de methode van de Modelkolom wordt gesteld dat de uitwijking aan de top gegeven wordt door

$$a = 0,1 \cdot l_0^2 \cdot 1/r$$

waarin

$1/r$ de kromming aan de voet is.

Het totale buigend moment in de kritieke doorsnede aan de basis wordt dus gegeven door:

$$M_d = M_{d1} + 0,1 \cdot l_0^2 \cdot 1/r \cdot N_d$$

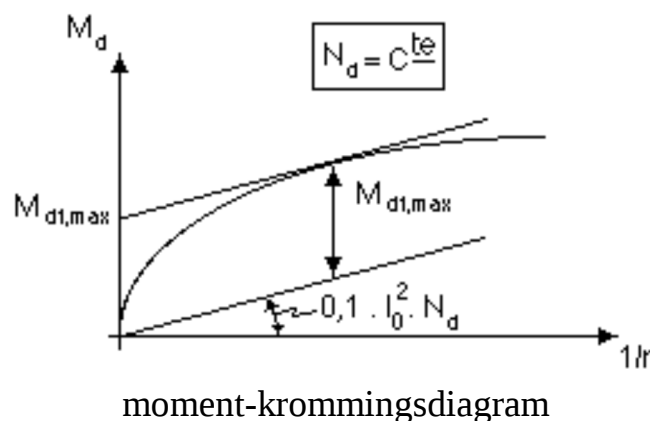
waarin

M_{d1} de rekenwaarde van het moment van eerste orde is, met inachtnaam van de toeslagexcentriteit die rekening houdt met geometrische afwijkingen;

N_d de rekenwaarde van de normaalkracht is.

Houden we de normaalkracht N_d vast en laten we de kromming $1/r$ toenemen vanaf de nulwaarde, dan kunnen we het moment-krommingsdiagram (M_d , $1/r$) bepalen door in abscis $1/r$ uit te zetten en in ordinaat M_d .

Voor het bepalen van de ordinaat M_d gaan we als volgt tewerk. Uitgaande van de opgegeven kromming zoeken we een rekverdeling die resulteert in een normaalkrachtresultante gelijk aan N_d . Hierbij maken we gebruik van de spanning-rekdiagrammen uit 10.2.1.1. en houden we rekening met de werkelijk geplaatste wapening. Eens die rekverdeling bepaald, levert het uitdrukken van het rotatie-evenwicht ons onmiddellijk de ordinaat M_d op.



Zetten we in dit diagram de rechte $M_d = 0,1 \cdot l_0^2 \cdot 1/r \cdot N_d$ uit, dan stelt de afstand tussen het moment-krommingsdiagram en deze rechte de waarde van M_{d1} voor. De maximale afstand tussen kromme en rechte bepaalt de maximale waarde M_{d1max} voor M_{d1} .

10.2.2. Gebruiksgrenstoestanden

10.2.2.1.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:

$$E_s/E_c = \alpha = \text{constante.}$$

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

10.2.2.2. Beperking van de betonspanningen

Uitgaande van de werkelijk geplaatste wapeningshoeveelheden, rekent ConCrete C de spanningen uit in het beton en in de onder- en bovenwapening. Wanneer de drukspanningen in het beton de maximum toegelaten waarde overschrijdt, wordt de onder- en/of bovenwapening verzwakt zodanig dat de betonspanningen binnen de toegelaten waarde vallen.

10.2.2.3. 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:

$$y(x=x_0) = \int_0^1 1/r \cdot M \, dx$$

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 over de totale lengte van het element.

De waarde van de kromming $1/r$ 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

$$M_r = (f_r - N / A) W$$

met

f_r een oordeelkundig gekozen waarde van de betontreksterkte;

N de sollicerende normaalkracht in gebruiks-grenstoestand;

A de oppervlakte van de ongescheurde fictieve betonddoorsnede, bestaande uit de volledige beton-doorsnede vermeerderd met α maal de geplaatste wapeningssectie;

W het weerstandsmoment van de ongescheurde fictieve betonddoorsnede.

Voor een doorsnede in ongescheurde zones ($M \leq M_r$) wordt de kromming $1/r_1$ berekend uit:

$$1/r_1 = M/EI_1$$

met E de elasticiteitsmodulus voor het beton en I_1 het traagheidsmoment van de ongescheurde fictieve betonddoorsnede, bestaande uit de volledige betonddoorsnede vermeerderd met α maal de geplaatste wapeningssectie.

Voor een doorsnede in een *volledig* gescheurde zone ($M > M_r$) wordt de kromming $1/r_2$ gegeven door:

$$1/r_2 = M/EI_2$$

met E de elasticiteitsmodulus voor het beton en I_2 het traagheidsmoment van de volledig gescheurde fictieve beton-doorsnede, bestaande uit het gedrukte deel van de betonddoorsnede vermeerderd met α maal de geplaatste wapeningssectie.

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

$$1/r = (1 - \chi) 1/r_1 + \chi 1/r_2$$

met

$$\chi = 1 - \beta_1 \beta_2 (M_r/M)^2$$

Hierin is

$$\begin{aligned}\beta_1 &= 1,0 \text{ (staven met verbeterde hechting),} \\ \beta_2 &= 0,5 \text{ (langdurige belastingen).}\end{aligned}$$

10.2.3. Minimale wapeningshoeveelheden

10.2.3.1. Langswapening

De hoeveelheid langswapening die uit 10.2.1.2. resulteert mag nooit kleiner zijn dan volgende ondergrens:

$$A_s \geq 0,15 \cdot N_d / f_{yd}$$

Bovendien mag in elke doorsnede het maximum van boven- en onderwapening niet kleiner zijn dan:

$$\max(A_{s1}, A_{s2}) \geq 0,0015 \cdot A_c$$

met

A_c de betondoorsnede van het lijf.

10.2.3.2. Dwarskracht

Voor **elementen met verwaarloosbare dwarskracht** ($N_d > V_{sd}$ en $V_{cd} > V_{sd}$), worden in ConCrete C de wapeningsregels voor kolommen volgens Eurocode 2 en NBN B15-102 toegepast. Zo mag de langse tussenafstand niet groter zijn dan volgende bovengrenzen:

$s \geq 12$ maal de kleinste diameter van de langsstaven;

$s \geq$ de kleinste afmeting van het element;

$s \geq 300$ mm.

In de doorsneden aan de uiteinden van het element, dienen deze afstanden gereduceerd te worden met een factor 0,6 over een afstand gelijk aan de grootste dwarsafmeting van het element.

Voor **elementen met belangrijke dwarskracht** ($V_{sd} \geq N_d$ of $V_{sd} \geq V_{cd}$) wordt in ConCrete C de dwarskrachtwapening die uit 10.2.1.3. resulteert, indien nodig, verhoogd tot het minimum wapeningspercentage ρ_w dat bepaald wordt door:

$$\rho_w = A_{sw} / (s * b * \sin \alpha)$$

Bij gebruik van **gekruste beugels "gekruste beugels"**, moeten we in bovenstaande formule 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 deze formules $A_{sw} = A_{sw\#} / \sin \alpha$, zodat de formules voor gekruiste beugels overgaan in:

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

en

$$\rho_w = 2 * A_{sw\#} / (s * b)$$

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

f_{ck} (in N/mm ²)	Staalkwaliteit		
	S 220	S 400	S 500
≤ 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

minimum wapeningspercentage ρ_w

Behalve met het minimum wapeningspercentage, houdt ConCrete C ook rekening met de in Eurocode 2 voorgestelde maximale langse tussenafstanden. Deze zijn functie van de solliciterende dwarskracht. De bovenwaarden s_1 en s_2 voor deze maximale langse tussenafstanden worden gegeven in onderstaande tabel.

V_{sd}	s_1	s_2
$\leq 1/5 V_{Rd2}$	0.8 d	300 mm
$1/5 V_{Rd2} - 2/3 V_{Rd2}$	0.6 d	300 mm
$> 2/3 V_{Rd2}$	0.3 d	200 mm

maximale langse tussenafstanden

De bovenwaarden s_{1b} en s_{2b} voor de dwarse tussenafstand s_b tussen twee "benen" zijn eveneens functie van de solliciterende dwarskracht. Hun waarden worden gegeven in de volgende tabel

V_{sd}	s_{1b}	s_{2b}
$\leq \frac{1}{5} V_{Rd2}$	d	800 mm
$\frac{1}{5} V_{Rd2} - \frac{2}{3} V_{Rd2}$	0.6 d	300 mm
$> \frac{2}{3} V_{Rd2}$	0.3 d	200 mm

maximale dwarse tussenafstanden

De waarden uit de laatste twee tabellen gelden onveranderd voor gekruiste beugels.