Athena

DIMENSION

Kontinuerlige betonbjælker 4

December 1999

Indhold

Be	etydning af genvejsknapper og ikoner	2
1	Anvendelse	2
2	Opbygning af program	3
3	Åbn, gem og udskriv beregninger	4
4	Geometri og laster	5
5	Forudsætninger	8
6	Snitkræfter	2
7	Dimensionering	15
8	Eksempel	20

Betydning af genvejsknapper og ikoner



1. Anvendelse

Som **normgrundlag** anvendes DS 411 Norm for betonkonstruktioner (4.1).

Programmet beregner snitkræfter i kontinuerlige bjælker og enkeltspændte plader med op til 11 delstrækninger, hvoraf to kan være kragarme. Der kan vælges mellem simpel understøtning og indspænding med flydeled. Laster kan defineres som ensfordelte, tre-kantformige, trapezformede og enkeltkræfter. Alle laster skal være nedadrettede. Fordelte laster kan defineres over vilkårlige længder. Negative momenter vælges efter plasticitetsteorien — med grænser efter DS 411.

Programmet kan beregne konsolbjælker samt rektangulære og T-formede tværsnit, der kan dog ikke laves individuelle tværsnit til de enkelte fag. For de beregnede snitkræfter efter plasticitetsteorien dimensioneres længdearmering for positive og negative momenter samt bøjler i henhold til DS 411, dvs. forankringsbøjler, minimumsbøjler og forskydningsbøjler. Der dimensioneres ikke bøjler til at overføre last, der ikke angriber i bjælkernes overside. For de indlæste laster og det valgte tværsnit beregnes revnevidder og nedbøjninger efter DS 411.

2. Opbygning af program

Ved programstart ses fanebladet vist i figur 1. Hovedelementerne i programmet er faneblade, menu og genvejsknapper, som kort er beskrevet i det følgende. Menu og genvejsknapper er fælles for alle faneblade.

💦 Kontinu	uerlig bet	onbjælke			- 🗆 ×
Beregning	<u>H</u> jælp				
	30	20			
		and the second sec			
7		1000			
		4000	₽		
X = 3632	mm				
T			THT T	Lastskema	
∖Geometri	og laster 🖟	Forudsætninger (/Snitkr	æfter (Dimensionering /		

Figur 1: Faneblad geometri og laster ved programstart.

Fanebladene kan vælges nederst i vinduet. Et faneblad vælges ved at klikke med venstre museknap på titlen på det ønskede faneblad. Der kan vælges følgende faneblade:

- 1. Geometri og laster. Definition af bjælkelængder, understøtninger og belastninger.
- 2. Forudsætninger. Forudsætninger for dimensioneringen vedr. beton og armering.
- 3. *Snitkræfter.* Snitkræfterne vises grafisk og i tabel.
- 4. Dimensionering.

Definition af bjælketværsnittet. Dimensionering af længde- og bøjlearmering. Desuden angives revnevidder og nedbøjninger.

Der kan frit skiftes mellem ovennævnte faneblade, det er dog ikke muligt at vælge dimensionering direkte fra geometri og laster. Desuden skal geometri og laster defineres, inden snitkræfter kan vælges. **Menuen** ses øverst i fanebladet. Menupunkter kan vælges vha. to metoder. Enten vælges menupunktet ved at klikke på menu og derefter menupunkt med venstre museknap. Alternativt kan et menupunkt vælges ved at holde *Alt*-tasten nede mens der trykkes på det bogstav, som er understreget i menuen, derefter vælges menupunkt ved at taste det understregede bogstav. I menuen kan der åbnes, gemmes og udskrives beregninger og programmet kan afsluttes. Desuden kan versionsnummer af programmet findes under menupunkt om programmet under hjælp.

Genvejsknapperne ses øverst i fanebladet under menuen. Disse genvejsknapper vælges ved at klikke med venstre museknap på den ønskede knap. Vha. genvejsknapperne er det muligt at hente, gemme og udskrive beregninger. Desuden er det på enkelte faneblade med grafik muligt at forstørre eller formindske grafikken vha. genvejsknapperne forstør grafik og formindsk grafik. Betydningen af hver genvejsknap ses på side 2.

Der er ikke hjælp til selve programmet. Men hvis musen stilles på ikoner, genvejsknapper, knapper, inputfelter mm. fremkommer der i nogle tilfælde en hjælpeboks med gul baggrund.

3. Åbn, gem og udskriv beregninger

Når programmet startes, er det klar til en ny beregning. Eksisterende beregninger kan **åbnes** vha. menupunktet *åbn* under *beregning* eller ved at vælge genvejsknappen *åbn beregning*. Åbn dialogboksen giver mulighed for valg af drev, mappe og filnavn. Beregningsfilerne har navne af typen: *<beregningsnavn>*.CBD. Bemærk at der ikke kan være flere beregninger åbne samtidigt.

Beregninger **gemmes** vha. menupunktet gem under beregning eller vha. genvejsknappen gem beregning. Ønskes beregningen gemt under et andet navn vælges menupunktet gem som under beregning. En ny/tom beregning kan vælges vha. menupunktet ny under beregning.

Beregninger **udskrives** ved menupunktet *udskrift* under *beregning* eller ved valg af genvejsknap med *udskriv beregning*. Det er kun muligt at vælge en anden printer og ændre printerindstillinger, hvis udskrift vælges fra menuen. Udskriftens omfang er afhængig af, fra hvilket faneblad udskriften vælges. Et vindue viser omfang af udskriften. Hvis der ønskes en total udskrift af samtlige emner, skal udskrift vælges fra fanebladet *dimensionering*.

Inden udskriften sendes til printeren, gives mulighed for ændring af **firmaoplysninger**, se figur 2. For alle oplysningslinier kan en udskriftskode vælges, som angiver om den pågældende linie skal udskrives på alle sider, kun på side 1, fra side 2 og frem eller ikke udskrives. Som sidenummer skal angives nummeret på første udskriftsside. Der kan vælges at benytte systemdatoen ved at afkrydse den tilhørende boks — eller en

Firma 1 Udskriv ikke Firma 2 Udskriv ikke Adresse Udskriv ikke By Udskriv ikke By Udskriv ikke Gem som standard Oplysninger vedr. beregningen Sidenr. Udskriv ikke Sidenr. Udskriv ikke Jnitialer Udskriv ikke Dato Udskriv ikke Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke	🚜 Oplysninger for udsk	ift		_ 🗆 ×
Firma 1 Udskriv ikke Firma 2 Udskriv ikke Adresse Udskriv ikke By Udskriv ikke By Udskriv ikke Gem som standard Oplysninger vedr. beregningen Sidegr. Udskriv ikke Sagsnr Udskriv ikke Initialer Udskriv ikke Dato Udskriv ikke Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke	Firmaoplysninger			
Firma 2 Udskriv ikke * Adresse Udskriv ikke * By Udskriv ikke * By Udskriv ikke * Gem som standard Oplysninger vedr. beregningen Sidenr. Udskriv ikke * Sagsnr Udskriv ikke * Initialer Udskriv ikke * Dato Udskriv ikke * Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke *	Firma <u>1</u>		Udskriv ikke 💌	V OK
Adresse By Udskriv ikke Udskriv ikke Coplysninger vedr. beregningen Sidegr. Udskriv ikke Sagsnr Udskriv ikke Initialer Udskriv ikke Dato Udskriv ikke Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke	Firma <u>2</u>		Udskriv ikke 💌	X Annuller
By Udskriv ikke Gem som standard Oplysninger vedr. beregningen Sidenr. Udskriv ikke Sagsnr Udskriv ikke Initialer Udskriv ikke Dato Udskriv ikke Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke	Adresse		Udskriv ikke 💌	
Oplysninger vedr. beregningen Sidenr. Udskriv ikke Sagsnr Udskriv ikke Initialer Udskriv ikke Dato Udskriv ikke Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke	Ву		Udskriv ikke 💌	Gem som
Sidemr. Udskriv ikke Sagsnr Udskriv ikke Initialer Udskriv ikke Dato Udskriv ikke Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke Kommentar Udskriv ikke	-Onlugninger vedr. here	aningen		standard
Side <u>n</u> r. Udskriv ikke ▼ <u>S</u> agsnr Udskriv ikke ▼ <u>I</u> nitialer Udskriv ikke ▼ <u>D</u> ato Udskriv ikke ▼ Brug systemdato: 17-09-01 <u>Kommentar</u> Udskriv ikke ▼ Kommentar	opiysninger vedi. bere			
Sagsnr Udskriv ikke ▼ Initialer Udskriv ikke ▼ Dato Udskriv ikke ▼ Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke ▼ Kommentar Udskriv ikke ▼	Side <u>n</u> r.	Udskrivikke 💌		
Initialer Udskriv ikke Dato Udskriv ikke Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke Udskriv ikke	<u>S</u> agsnr	Udskrivikke 🔽		
Dato Udskriv ikke ▼ □ Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar Udskriv ikke ▼ Kommentar Udskriv ikke ▼	<u>I</u> nitialer	Udskriv ikke 💌		
□ Brug systemdato: 17-09-01 Kommentar □ Kommentar □ Udskriv ikke □	<u>D</u> ato	Udskriv ikke 💌		
Kommentar Udskriv ikke Kommentar Udskriv ikke	🗖 Brug systemdato:	17-09-01		
Kommentar Udskriv ikke 🔽	Kommentar		Udskriv ikke 💌	
	Kommentar		Udskriv ikke 💌	-
Kommentar Udskriv ikke 🗾 🔘	Kommentar		Udskriv ikke 💌	
Kommentar Udskriv ikke 🗾 🐻	Kommentar		Udskriv ikke 💌	GX

Figur 2: Eksempel på firmaoplysninger for udskrift

brugerdefineret dato kan angives. Oplysningerne kan gemmes som standard for samtlige beregninger. Vælges okudskrives beregningen.

4. Geometri og laster

Grafikken i fanebladet geometri og laster kan forstørres og formindskes vha. genvejsknapperne forstør grafik og formindsk grafik. Under grafikdelen af fanebladet ses teksten 'X = 0 mm', se figur 1. Denne tekst angiver den horisontale position af musen. Hvis musen bevæges indenfor grafikdelen, ændres denne tekst tilsvarende. Den horisontale position er nul for venstre bjælkeende, dvs. punkt A.

Bjælkelængden defineres ved at flytte den røde del af højre bjælkeende med musen. Når der klikkes på højre bjælkeende kommer der desuden en tekst *Indlæs afstand X* og en boks med gul baggrund, se figur 3. I denne boks indtastes den ønskede horisontale position af højre bjælkeende (i mm). Denne metode anvendes også hvis længden senere ønskes ændret.



Figur 3: Ændring af bjælkelængder.

Understøtningerne defineres ved med musen at hente ikonen af den ønskede understøtningstype hen til den ønskede position på bjælken. Af understøtningstyper kan vælges *simpel understøtning* eller *indspænding med flydeled*, se side 2. De steder, hvor musen under hentningen af understøtningen vises som en cirkel med en streg over, angiver 'ulovlige' placeringer af den pågældende understøtning. Således er det f.eks. ikke muligt at placere understøtninger på oversiden af bjælken. Understøtningens afstand fra venstre bjælkeende kan efter placeringen indtastes i den føromtalte gule boks. Hvis en understøtnings placering senere ønskes ændret klikkes på den pågældende understøtning, hvorved den gule boks vises. En understøtning fjernes ved at flytte den til en 'ulovlig' position, dvs. over bjælken eller ud af grafikvinduet.

Programmet kontrollerer ikke, om forholdet mellem længder og tværsnitshøjder er overholdt. Efter DS 411 punkt 6.2.1.1(1)P skal afstanden mellem momentnulpunkterne i den konstruktion, hvori tværsnittet indgår, mindst være to gange tværsnitshøjden. Programmet kræver dog, at tværsnitshøjden højst må være 0,5 gange den mindste faglængde (i denne undersøgelse ses der bort fra længden af evt. kragarme).

Belastninger defineres tilsvarende understøtningerne ved at hente ikonen af den ønskede belastningstype og placere den over bjælken. Af belastningstyper kan vælges *fordelt last* eller *enkelt last*, se side 2. Når lasten slippes, ses vinduet i figur 4. For hver last indtastes: betegnelse på max. 20 tegn, startposition *a* og enten slutposition *c* eller udstrækning *b* i mm målt fra venstre bjælkeende (punkt A), størrelse af last i startpunkt Q_1 og slutpunkt Q_2 begge i kN/m for fordelt last og kN for enkelt last, partialkoefficient, procentdel bunden last samt varighed af hhv. bunden og fri last.

Laster kan defineres som ensfordelte $(b \neq 0, Q_1 = Q_2)$, trekantformige $(b \neq 0, Q_1 = 0)$

Indlæse data for en enkelt last	×
Betegnelse Startposition a [mm] Slutposition c [mm] Udstrækning b [mm] Udstrækning b [mm] Q1 [kN/m], [kN] I,00 Q2 [kN/m], [kN] I,00 Partialkoefficient I,00 Progentdel bunden last © Langtid © Korttid	✓ OK ★ Annuller
	-

Figur 4: Inddatering af data for en last.

eller $Q_2 = 0$), trapezformede $(b \neq 0, Q_1 \neq Q_2)$ og enkeltkræfter $(b = 0, a = c, Q_2 = 0)$. Alle laster skal være nedadrettede. Nederst i vinduet i figur 4 er betydningen af inputparameterne til lasten vist.

Procentdel bunden last skal angives af hensyn til beregning af momenter for minimumslast F.eks. kan halvdelen af lasten i 'bolig' og 'let erhverv' regnes bunden. For sikringsrum må 100% af nedstyrtningslasten regnes bunden. Varighed af lasten skal angives af hensyn til beregning af nedbøjninger og revnevidder. Det angives, om den bundne og frie last skal betragtes som korttids- eller langtidslast. Langtidslast er i denne forbindelse en last, der påvirker konstruktionen i mere end en måned.

En status over alle laster ses, hvis der i fanebladet geometri og laster trykkes på lastskemaknappen, se figur 3. Lastskemaet ses i figur 5. Når lastskemaet forlades, gentegnes grafikdelen af fanebladet. Under gentegningen placeres de definerede laster påny. Laster kan også inddateres direkte i lastskemaet. Der skal naturligvis angives de samme parametre, som når lasterne defineres enkeltvis. Slutpositionen af lasten c kan dog ikke indtastes, lastens position angives med startposition a og udstrækning b. Korttidslast angives med 'K' og langtidslast med 'L'. Bemærk at hele skemaet ikke kan være på skærmen, brug det vandrette rullepanel nederst til at se den højre side af skemaet.

STATUS lasttype	Betegnelse for lasten	Afstanden a [mm]	Udstrækning b (mm)	Lastordinat q1 [kN/m]	Lastordinat g2 [kN/m]	Partialkoel <u>*</u> gamma	🗸 ок
444	Ensfordelt last	0	4000	1,00	1,00	1,00	
iti	Trekant last	0	4000	0,00	1,00	1,30	X Annuller
444	Trapez last	0	4000	1,00	2,00	0,50	
\checkmark	Enkeltlast	2000	0	1,00	0,00	1,00	Indsæt linje
?		0	0	0	0	0	
?		0	0	0	0	0	Slet linjen
?		0	0	0	0	0	
?		0	0	0	0	0	<u>B</u> lank linjen
?		0	0	0	0	0	
?		0	0	0	0	0 🗸	
•						▶	
	a 91=Q[kN]	9-1(kN/m)			11111 ⁹	2[kN/m]

Figur 5: Lastskema med status over alle definerede laster. Der kan inddateres nye laster.

Laster rettes enten ved at klikke med venstre museknap på den nederste blå del af den pågældende last eller ved at rette i lastskemaet. Laster slettes enten i lastskemaet vha. knapperne slet linien eller blank linien eller i inddateringsvinduet for en last vha. knappen *slet*.

5. Forudsætninger

Ved valg af faneblad *forudsætninger* kan parametre for dimensioneringen vedr. beton og armering angives, se figur 6. Indlæste værdier kontrolleres mht. bestemmelser i DS 409 og DS 411.

Det angives, om betonbjælken skal dimensioneres for reglerne for sikringsrum. Hvis dette er tilfældet, sættes partialkoefficienterne for beton og armering til 1,0.

Sikkerhedsklassen og kontrolklassen bestemmer partialkoefficienter på beton γ_c og armering γ_s i brudberegninger (DS 411 pkt. 5.3.2(2)P).

 $\gamma_s = 1,30 \cdot \gamma_0 \cdot \gamma_5$

 $\gamma_c = 1,65 \cdot \gamma_0 \cdot \gamma_5$ for armeret beton

hvor γ_0 afhænger af sikkerhedsklassen og γ_5 afhænger af kontrolklassen.

 $\gamma_0 = \begin{cases} 0.9 & \text{for lav sikkerhedsklasse} \\ 1.0 & \text{for normal sikkerhedsklasse} \\ 1.1 & \text{for høj sikkerhedsklasse} \end{cases}$

Rontinuerlig betophiælk	e e			
Beregning Hiælp				
				[
Foruasætninger				
Sikrings <u>r</u> um (Karakteri	stisk dimensionering - I	Partialkoefficienter pa	å laster skal være 1,0)	<u>G</u> em
SIKKERHEDSKLASSE	KONTROLKLASSE	MILJØKLASSE	KORNSTØRRELSE	som
CLav	CLempet	C Passiv	C 8 mm	standard
		Moderat	G 40	
Normal	• Normal	C Aggressiv	9 16 mm	
C Høj	C Skærpet	C Eks. aggressiv	• 32 mm	
BETONKVALITET [N/m	m²]			
C12 C16 C20	○ 25 ○ 30 ○ 35	C 40 C 45 C	50 0 55 0 60	
	<u>S</u> tålkvalitet, længd	earm. S <u>t</u> ålkvalite	et, bøjler	
Ret stålkvalitet	Y Ny Tentor	▼ YNy Ten	itor 🔻	
<u>M</u> inimum dæklag (mm)	To <u>l</u> erancetillæg (mr	n] <u>F</u> oreskreve	et dæklag (mm)	
20	5	25		
\Geometri og laster } Forudsæti	ninger (Snitkræfter (Dimen:	sionering /		

Figur 6: Faneblad med forsætninger for dimensioneringen.

	(1,1	for lempet kontrolklasse
$\gamma_5 = \cdot$	{ 1,0	for normal kontrolklasse
	0,95	for skærpet kontrolklasse

Ved beregninger i anvendelsesgrænsetilstanden sættes partialkoefficienter på såvel laster som materialer lig med 1,0.

Miljøklassen bestemmer foreskreven minimal karakteristisk trykstyrke for betonen f_{ck} og minimum dæklag (DS 411 pkt. 3.2.3(2)P og 6.4.1.1(1)P).

Miljøklasse	Foreskreven f_{ck} [N/mm ²]	Dæklag [mm]
Ekstra aggressiv	≥ 40	≥ 40
Aggressiv	≥ 35	≥ 30
Moderat	≥ 25	≥ 20
Passiv	≥ 12	≥ 10

Den maksimale **kornstørrelse** anvendes til placering af armeringen, idet minimumsafstande mellem armeringsstænger afhænger af den maksimale kornstørrelse (DS 411 figur

6.4.1.2a). Der kan vælges mellem følgende maksimale kornstørrelser: 8, 16 og 32 mm.

Betonkvaliteten beskrives ved den karakteristiske trykstyrke f_{ck} , der kan vælges mellem følgende styrker: 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 og 60 (DS 411 tabel 3.2.4). Følgende størrelser er funktioner af f_{ck} :

• Den karakteristiske betontrækstyrke f_{ctk} (DS 411 pkt. 3.2.4(3)P).

$$f_{ctk} = \sqrt{0, 1 \cdot f_{ck}}$$

• Værdier af α ved spændings- og deformationsbestemmelse (DS 411 tabel 6.3.1).

Betonkvalitet f_{ck} [N/mm ²]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60
α for korttidspåvirkning	12	10	9	9	8	8	7	7	7	7	7
α for langtidspåvirkning	48	41	35	33	30	27	25	25	25	25	25

• Værdi for effektivitetsfaktoren ν_v i forbindelse med forskydningsberegninger (DS 411 pkt. 6.2.2.1(15)P).

$$\nu_v = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200}$$

• Hvis den regningsmæssige, formelle forskydningsspænding τ opfylder følgende betingelser:

$$\tau = \frac{V}{b \cdot z} \le \begin{cases} \beta \cdot \tau_{0d} \\ 0.5 \cdot \nu_v \cdot f_{cd} \end{cases}$$

kan forskydningsarmering undlades (DS 411 pkt. 6.2.2.1(26)). Ved indsættelse af minimumsværdier i β og τ_{0d} fås $\beta \cdot \tau_{0d} \simeq 0.5 \cdot f_{ctd}$ svarende til krav for uarmerede tværsnit.

• Minimumsarmering i bøjningspåvirkede konstruktioner (DS 411 pkt. 6.4.3.1(3)).

$$A_{s,min} = 0.45 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{ctk}}{f_{yk}}$$

• Maximal afstand mellem minimumsbøjler i bjælker (DS 411 pkt. 6.4.3.1(4)P).

$$a_{t,max} = \frac{A_t \cdot f_{yk}}{0.2 \cdot b_w \cdot f_{ctk}}$$

• Forankringslængder (DS 411 tabel 6.2.6.1a).

$$\begin{split} l_b &= \max \begin{cases} \frac{0,24 \cdot \varphi \cdot f_{yk}}{f_{ctk}} & \text{for } \zeta < 0,6 \text{ og } \varphi \leq 10 \text{ mm} \\ \\ l_b &= \max \begin{cases} \frac{0,18 \cdot \varphi \cdot f_{yk}}{35 \cdot \varphi} & \text{for } \zeta < 0,6 \text{ og } \varphi > 10 \text{ mm} \end{cases} \\ l_b &= \max \begin{cases} \frac{0,09 \cdot \varphi \cdot f_{yk}}{f_{ctk} \cdot \zeta} & \text{for } \zeta \geq 0,6 \\ \\ \frac{30 \cdot \varphi}{\zeta} & \text{for } \zeta \geq 0,6 \end{cases} \end{split}$$

Stålkvalitet vælges for længde- og bøjlearmering. Nye stålkvaliteter kan defineres ved at trykke på knappen *ret stålkvaliteter*.

Symbol	Betegnelse	Trækflydespænding [MPa]	Trykflydespænding [MPa]	Trækflydetøjning promille	Trykflydetøjning promille	Forankringsfaktor	Diameter mm
r	st 37-2	225	225	1,13	1,13	0,3	5
R	st 37-2	235	235	1,17	1,17	0,3	6
S	Ks 410	410	410	2,05	2,05	0,8	7
Y	Ny Tentor	550	550	2,75	2,75	0,8	8
							10
							12
							14
							16
			1				-

For hver armeringstype skal angives et symbol (et bogstav), mangler symbolet ses bort fra den pågældende ståltype.

Minimum dæklag afhænger af miljøklassen. Det er muligt at indtaste den ønskede minimale tykkelse af dæklaget. *Programmet justerer kun det minimale dæklag, såfremt der vælges en miljøklasse som kræver en forøgelse.* Specielt i passiv miljøklasse kan der være grund til at forøge størrelsen af det dækkende betonlag pga. brandmodstandsevnen.

Tolerancetillæg skal mindst være 5 mm (DS 411 pkt. 6.4.1.1(4)). **Foreskrevet dæklag** skal mindst være summen af minimum dæklag og tolerancetillæg.

Forudsætningerne kan gemmes som standard for de enkelte beregninger.

Der er følgende fejlmeddelelser og bemærkninger:

- Kombinationen høj sikkerhedsklasse og lempet kontrolklasse er ikke tilladt.
- I ekstra aggressiv miljøklasse skal mindst benyttes beton 40.
- I aggressiv miljøklasse skal mindst benyttes beton 35.
- I moderat miljøklasse skal mindst benyttes beton 25.
- I ekstra aggressiv miljøklasse skal dæklag mindst være 40 mm.
- I aggressiv miljøklasse skal dæklag mindst være 30 mm.
- I moderat miljøklasse skal dæklag mindst være 20 mm.
- I passiv miljøklasse skal dæklag mindst være 10 mm.
- I lempet kontrolklasse må ikke regnes med større betonstyrke end beton 25. (Den indlæste karakteristiske betontrykstyrke udskrives, men den regningsmæssige styrke fastlægges ud fra beton 25.)
- Lempet kontrolklasse må ikke benyttes ved sikringsrum.
- Tolerancetillæg skal indlæses som mindst 5 mm.

6. Snitkræfter

I fanebladet *snitkræfter* kan snitkraftskurverne, som ønskes vist, vælges øverst i fanebladets højre hjørne, se figur 8. Følgende **snitkraftskurver** kan vises:

- Elastisk moment. Moment M_{el} beregnet efter elaticitet
steorien for lasttilfældet total last på alle bjælker.
- Plastisk moment.

Moment M_{pl} beregnet efter plasticitet
steorien for lasttilfældet total last på alle bjælker.

• Minimum moment.

Moment M_{min} beregnet efter plasticitetsteorien for lasttilfældet minimum last på alle bjælker, dvs. de lastandele, der er defineret som bundne.

• Tværkraft.

Tværkraft V beregnet efter plasticitet
steorien for lasttilfældet total last på alle bjælker.

Kontinuerlig betonbjælke Image: Constraint of the second											
Synlige kurver Elastisk moment Minimum moment V Tværkraft											
		Mel [kNm]	Mpl [kNm]	Check	Mmin [kNm]	Reakt. [kN]	Vv [kN]	Vh [kN]	Xov [mm]	Xoh [mm]	
Punkt:	A	-1,48	-1,00	OK	-1,00	2,15		2,15			
Fag :	A-B	0,98	1,19		0,64				671	2526	
Punkt:	B	-1,03	-1,00	OK	-1,00	5,60	-3,77	1,83			
Fag :	B-C	-0,25	-0,05		-0,24						
Punkt:	С	-1,05	-1,05		-0,67	3,14	-1,50	1,64			
Fag :	C-D	0,00	0,00		0,00				1000		
Punkt:	D	0,00	0,00		0,00		0,00				
\Geometri og laster / Forudsætninger). Snitkræfter / Dimensionering /											

Figur 8: Snitkraftskurver.

Snitkraftskurverne kan flyttes mod højre eller venstre v
ha. det vandrette rullepanel i den øverste del af fanebladet, se figur 8. Desuden kan kurverne forstør
res og formindskes vha. genvejsknapperne forstør grafik og formindsk
 grafik.

I den nederste del af fanebladet *Snitkræfter* er der et skema, hvor der for punkter (bjælkeender) og fag er angivet momenterne M_{el} , M_{pl} og M_{min} . For fag er angivet momentekstremum. Hvis der (efter plasticitetsteorien) indlæses negative momenter ved en simpel understøtning, opfatter programmet dette som en indspænding ved bjælkens ende, hvorfor momenter efter elasticitetsteorien omregnes svarende til en geometrisk indspænding ved den pågældende understøtning. Snitkraftskurverne og værdierne i skemaet er ment som et værktøj til valg af negative momenter efter plasticitetsteorien.

Ved **valg af negativt moment** foreskriver DS 411 at den numeriske værdi af det negative moment M^- skal sammenlignes med det største af de tilstødende positive momenter M_{max}^+ til venstre eller til højre for mellemunderstøtningen. Grænserne for valgt M^- er

$$\frac{M_{\max}^+}{3} \le M^- \le 2 \cdot M_{\max}^+$$

Programmet kontrollerer, at grænserne er overholdt. Det er ikke muligt at gå til dimensioneringen med 'ulovlige' momenter.

Ved valget af de negative momenter, kan man — alt efter forholdene

- 1. Styre reaktionsfordelingen fra bjælkerne.
- 2. Opnå en hensigtsmæssig og økonomisk fordeling af længdearmeringen i bjælkens under- og overside.
- 3. Tage hensyn til skadelige revnedannelser for negative momenter (f.eks. i pælefunderede stribefundamenter eller udendørskonstruktioner) ved at vælge de negative momenter store (svarende til de elastiske negative momenter).
- 4. Tilstræbe at negative og positive momenter i rektangulære bjælker kan optages af samme armeringsmængde i over- og underside.

Når der er foretaget en dimensionering for negative momenter, bør man vende tilbage til momentberegningen for at indlæse (vælge) negative momenter, der svarer til de momenter, der aktuelt kan optages med den valgte ståldimension. Dette bør gøres dels for at opnå en korrekt reaktionsfordeling, dels for at optimere armeringen for de positive momenter.

Valgte negative momenter kan indlæses uden fortegn i de fremhævede felter, idet programmet selv tildeler de indlæste momenter et negativt fortegn. Hvis de valgte negative momenter er for små, dvs. $M^- < M_{\rm max}^+/3$, markeres det i kolonnen *check*. Tilsvarende markeres, hvis de valgte negative momenter er for store, dvs. $M^- > 2M_{\rm max}^+$. Man skal dog ikke tage notits af disse markeringer førend *alle* de ønskede indspændingsmomenter er indlæst.

Momentkurven for minimumslast beregnes for de lastandele, der er defineret som bundne i lastindlæsningsrutinen. For denne last og de valgte negative momenter udskrives x_0 -afstande, der angiver udstrækningen af de negative momenter. Afstandene er målt fra bjælkestrækningernes venstre reaktion og angives som x_{0v} (til venstre) og x_{0h} (til højre). Oversidearmeringen kan aftrappes efter den negative momentkurve, men kan på den sikre side føres yderligere en forankringslængde ud over x_0 -afstanden. Hvis x_0 -afstanden er angivet som '0', er der ingen skæringspunkter. I disse tilfælde skal der være oversidearmering i hele bjælkens længde. Indgår kragarme benyttes minimumslast på disse for at bestemme max. positivt moment og max. reaktion i 'den modsatte ende' i det tilstødende fag. Omvendt bruges maksimallast på kragarme for at bestemme udstrækning af negative momenter og max. reaktion ved indspændingsstedet i det tilstødende fag. Samt naturligvis — max. negativt moment ved indspændingsstederne.

Tværkræfterne beregnes baseret på den plastiske snitkraftsfordeling for totallast. Tværkræfter angives for hvert punkt i kN som V_v (tværkraft umiddelbart til venstre for punktet) og V_h (tværkraft umiddelbart til højre for punktet). Desuden angives de tilhørende reaktioner.

7. Dimensionering

Når der er defineret en legal plastisk momentfordeling kan fanebladet dimensionering vælges, se figur 9. I dette faneblad indtastes tilstræbt $\cot \theta$, armeringsdiameter og tværsnitsdimensioner, disse værdier kan gemmes som standard.

Figur 9: Dimensionering af bøjningsarmering.

Cotangens til θ skal efter DS 411 vælges i intervallet $\tan(\alpha/2) \leq \cot \theta \leq 2,5$, idet der antages uafkortet længdearmering. Vinklen θ er den vinkel, de skrå betontryklameller danner med bjælkens længdeakse. Der regnes udelukkende med lodrette bøjler, dvs. $1 \leq \cot \theta \leq 2,5$. Citat fra DS 411 punkt 6.2.2.1(12)P: Forskydningsarmering ... kan regnes effektiv for værdier af α i intervallet $45^{\circ} \leq \alpha \leq 90^{\circ}$ under forudsætning af, at armeringen for $\alpha < 90^{\circ}$ hælder til samme side i forhold til tværsnittet som trækhovedspændingerne i kroppen. Med andre ord: Hvis laster er vilkårligt 'flytbare', således at nulpunktet i tværkraftkurven ikke ligger fast, skal der benyttes lodrette bøjler. Vælges $\cot \theta$ stor fås kun få skift mellem bøjleafstande. Vælges $\cot \theta$ lille bliver den reducerede forankringslængde mindre.

Ved definition af **armeringsdiametre** for bøjler, overside- og undersidearmering kan kun vælges eller indtastes diametre, som svarer til den valgte type armering under *forudsætninger*. Vælges bøjlediameteren til nul svarende til en pladeberegning, skal bjælkebredden sættes til 1000 mm.

Såfremt bjælkebredden er 1000 mm og bøjlediameteren indlæses som nul, betyder det for

programmet, at der er tale om en **pladeberegning**. Eventuelle enkeltkræfter betragtes som linielaster pr. meter på tværs af længdeaksen. Det kontrolleres, at forskydningsspændingen ikke overstiger følgende: $\beta \cdot \tau_{0d} \simeq 0.5 \cdot f_{ctd}$ og $0.5 \cdot \nu_v \cdot f_{cd}$.

Ved definition af bjælkens geometriske data skal de ydre betondimensioner indlæses i mm. Der kan ikke laves individuelle tværsnit til de enkelte fag. Af **bjælketyper** kan vælges T-bjælker (T-bj), rektangulære bjælker (R-bj) og konsolbjælker (K-bj). Et stiliseret tværsnit for den valgte bjælketype vises med angivelse af betegnelserne: højde h, bredde b samt flangehøjde h_f og flangebredde b_f for T-bjælker og konsolbjælker.

Programmet beregner selv de **effektive højder** til undersidearmeringen d og til oversidearmeringen d' (for beregning af M_{ud}^- for det valgte M^-). Armeringens placering beregnes efter DS 411. Armeringen indlægges i maximalt to lag. Der 'fyldes op' nedefra. Dette kan medføre en bjælkearmering, der ikke er symmetrisk, f.eks. 4 stænger i underste lag og 1 stang i lag nummer to.

Der er mulighed for, at brugeren selv indlæser **korrigerede effektive højder**. Denne mulighed kan især være aktuel for følgende tilfælde:

- For krydsende bjælker, der sjældent kan have armeringen for de negative momenter i samme kote, kan det være nødvendigt at ændre den effektive højde til oversidearmeringen.
- Til beregning af eksisterende konstruktioner i forbindelse med renovering eller ombygning.
- Hvis der ønskes en anden laginddeling af armeringen end den programmet anvender, f.eks. begrænser programmet armeringslagets udstrækning under hensyntagen til bjælkens kropsbredde (eller flangebredden ved konsolbjælker mht. overarmeringen). Imidlertid er der ved T-bjælker mulighed for, at armeringslaget i oversiden kan have en større udstrækning end kropsbredden, således at der i særlige tilfælde kan anvendes blot et armeringslag, hvor programmet vil anvende 2 lag.

Hvis de effektive højder er indlæst til nul vil programmet regne med effektive højder i henhold til normens krav.

Til højre i fanebladet dimensionering vælges, om der ønskes vist resultater for bøjning eller forskydning. Når **bøjning** er valgt vises tabellen i figur 9. I denne tabel er for de enkelte fag (VK: venstre kragarm, HK: højre kragarm) angivet følgende data for hhv. venstre fagende, fagmidte (eller fri ende ved kragarme) og højre fagende: antal armeringsstænger samt armeringstype og diameter, beregnet eller korrigerede effektive højder d eller d', armeringsforhold ρ , regningsmæssig moment M_d og numerisk værdi af regningsmæssig brudmoment M_{ud} . For fagmidte (eller fri ende ved kragarme) angives desuden: nedbøjning for langtidslast u_l , nedbøjning for korttidslast u_k og revnevidde for det fine revnesystem w_k .

Nedbøjninger beregnes efter DS 411 pkt. 6.3.2(3).

$$\Delta u = \frac{1}{10} \cdot \Delta \left(\frac{1}{r}\right) \cdot l^2$$

hvor

$$\Delta\left(\frac{1}{r}\right) = \frac{M}{E_c \cdot I}$$

 E_c beregnes ved $E_c = 2 \cdot 10^5 / \alpha$. α -værdien er angivet i DS 411 tabel 6.3.1. For en udkraget bjælke ændres faktoren fra 1/10 til 1/3 samtidigt med, at der tages hensyn til vinkeldrejningen i knuden ved det tilstødende fag. Armeringen i bjælkernes trækside kan forøges for at formindske nedbøjningerne.

Revnevidder for det fine revnesystem beregnes efter DS 411 pkt. 6.3.3(11)–(14). Spændingsbestemmelsen foretages efter elasticitetsteorien med α -værdier som angivet i tabel 6.3.1. Armeringen i bjælkernes trækside kan forøges for at formindske de lastfremkaldte revnevidder. I henhold til DS 411 tilrådes det at verificere, at den beregnede revnevidde for korttidslast + langtidslast ikke overstiger 0,2 mm i ekstra aggressiv miljøklasse, 0,3 mm i aggressiv miljøklasse og 0,4 mm i moderat miljøklasse.

Det er muligt at **forøge antallet af trækarmeringsstænger** i bjælkefagenes underside og i evt. kragarmes overside ved at vælge feltet armering for det pågældende fag. Et forøget antal bliver markeret med et '+'. At indlægge extra armeringsstænger i en kragarms overside forandrer ikke indspændingsmomentets størrelse, da dette jo er statisk bestemt. Men det forøger kragarmens evne til at overføre negative momenter. En overbelastning af det fag, kragarmen er indspændt i, kan derfor bevirke, at kragarmen bøjer opad. Dette kan måske have betydning for sætningsfølsomme konstruktionsdele, der bæres af kragarmen. Programmet beregner deformationer og revnevidder for den forøgede trækarmering i en kragarm. Men der beregnes ikke et forøget M_{ud} , da dette ikke kan indgå i en eventuel omregning af snitkræfterne.

Når **forskydning** er valgt vises resultaterne i figur 10. Faget vælges nederst til højre i fanebladet *dimensionering*. For det valgte fag vises: forankringslængder og kontinuitetsarmering ved mellemunderstøtninger med tilhørende reducerede forankringslængder, bøjleafstand ved forankring/stød i over- og underside samt anvendt $\cot \theta$.

For hver etape i faget vises desuden: startpunkt af etape (fra x) og slutpunkt af etape (til x) begge målt fra venstre fagende, længde af etape, afstand mellem bøjler, numerisk værdi af mindste tværkraft V og forskydningsspændingen τ .

Ved understøtninger beregnes den **reducerede forankringslængde** som forankringslængde som forankringslængde i de som forankringslængde som forankringslæn

$$\sigma_s = \frac{0.5 \cdot V \cdot \cot \theta}{A_s}$$

Figur 10: Dimensionering af forskydningsarmering.

 A_s betragtes som det fulde stålareal i bjælkens underside (se DS 411 pkt. 6.2.2.1(19)). V er bjælkens reaktion ved den pågældende understøtning. Den reducerede forankringslængde måles fra forkanten af lejet til det sted armeringen slutter ved bjælkens ende.

Vedrørende kontinuitetsarmering ved mellemunderstøtninger foreskriver DS 411 at der i kontinuerlige bjælker skal føres armering igennem træk- og tryksiden, selv om det ikke er beregningsmæssigt påkrævet (DS 411 pkt. 6.4.3.1(1)P). I Dansk Beton august 1990 har professor M.P. Nielsen foreslået, at denne armering skulle optage samme trækkræfter som ved simple understøtninger. Ved mellemunderstøtninger, hvor undersidearmeringen på grund af praktiske forhold (begrænsede armeringslængder) stødes, beregner programmet længden af denne kontinuitetsarmering. Det sker i princippet på samme måde som beregningen af den reducerede forankringslængde. Dog er forankringslængden forøget med 50%, da hele undersidearmeringen stødes samme sted (DS 411 pkt. 6.4.1.3(1)P). Programmet beregner nødvendigt antal armeringsstænger — i samme dimension som den øvrige undersidearmering — samt den nødvendige indføringslængde til begge sider for mellemunderstøtningen.

Der regnes i programmet med **to-snits bøjler**. Såfremt dette for forskydningsbøjler resulterer i en for lille bøjleafstand (betonen kan ikke vibreres), kan den dobbelte bøjleafstand anvendes ved at 2 to-snitsbøjler lægges klos op ad hinanden. For forankringsbøjler kan en større afstand vælges, hvis forankringslængden — og dermed også den reducerede forankringslængde — forøges proportionalt.

Programmet beregner **forankringsbøjler** over den reducerede forankringslængde efter DS 411 pkt. 6.2.6.1(13).

$$a = 55 \cdot \frac{\varphi_t^2}{\varphi}$$

og minimumsbøjler

$$a = \frac{A_t \cdot f_{yk}}{0, 2 \cdot b_w \cdot f_{ctk}}$$

Hvis

$$\tau_{\max} > \begin{cases} \beta \cdot \tau_{0d} \simeq 0.5 \cdot f_{ctd} \\ 0.5 \cdot \nu_v \cdot f_{cd} \end{cases}$$

beregnes forskydningsbøjler ved

$$a = \frac{A_t \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta}{b_w \cdot \tau'_{Sd}}$$

 τ'_{Sd} er den mindste τ_{Sd} -værdi i delstrækningerne, der er lig med $\cot\theta\cdot z.$

Den maksimale bøjleafstand er dog (DS 411 pkt. 6.2.1.1(12)P)

$$a_{\max} = \min \begin{cases} 0.7 \cdot h \cdot \cot \theta \\ 0.7 \cdot h \end{cases}$$

Ingen bøjleafstande bør overstige 350–400 mm af praktiske grunde (ikke normkrav). Ved beregning af den formelle forskydningsspænding τ_{Sd} benyttes den maximale tværkraftkurve. Denne fremkommer ved — i ethvert snit — at beregne den maximale tværkraft forårsaget af den bundne last med et tillæg fra den frie last placeret i 'farligste' stilling for det pågældende snit.

Det kontrolleres, at trykket i betonlamellerne overholder følgende krav (DS 411 pkt. $6.2.2.1(14)\mathrm{P})$

$$\sigma_c = \frac{1 + \cot^2 \theta}{\cot \theta} \cdot \tau_{Sd} < \nu_v f_{cd}$$

Er σ_c for stor fremkommer en fejlmeddelelse, og der skal vælges større betontværsnit, bedre betonkvalitet eller anden værdi for $\cot \theta$. Mindste værdi for σ_c fås ved at vælge $\cot \theta = 1$, idet der antages lodrette bøjler.

8. Eksempel

Det følgende eksempel viser ikke en realistisk beregning af en kontinuerlig betonbjælke — men skal derimod vise programmets muligheder. Følgende emner beskrives udførligt i nævnte rækkefølge:

- 1. Definition af bjælkelængder.
- 2. Definition af understøtningsforhold.
- 3. Definition af belastninger.
- 4. Indtastning af negativt moment.
- 5. Valg af tværsnitstype.
- 6. Ændring af effektive højder.
- 7. Ændring af antal armeringsjern.

Den kontinuerlige betonbjælke, som ønskes beregnet, er vist i figur 11 med tilhørende understøtninger og belastninger.

Figur 11: Betonbjælke brugt i eksempel.

Først defineres den totale bjælkelængde ved at klikke på den røde del af højre bjælkeende, dvs. punkt B. Bjælken kan nu trækkes til den ønskede længde. Den aktuelle vandrette position af musen fremgår af teksten X = 0000 mm under grafikdelen af vinduet. Længden angivet i mm kan også indtastes direkte i den gule boks efter teksten *Indlæs afstand* X. Længden 6000 mm indtastes, se figur 12. Den totale længde af bjælken kan til enhver tid ændres ved at klikke på den røde del af højre bjælkeende og indtaste den ønskede længde i den gule boks.

Herefter defineres understøtningerne ved at klikke på den ønskede understøtningstype og ved at holde venstre museknap nede kan understøtningen trækkes den til den ønskede position under bjælken. I venstre ende af bjælken placeres understøtningstypen indspænding med flydeled. Denne type understøtning kan kun benyttes ved bjælkeenderne, så ved at trække understøtningen til den venstre del af bjælken placeres den automatisk

Kontinuerlig beto Beregning Hjælp	nbjælke		
88 2 0	Q		
A	6000		-
✓ X = 6000 mm	Indlæs afstand X 6000		<u>•</u>
▲ 🖶		Lastskema	
⊂\Geometri og laster / F	orudsætninger {Snitkræfter {Dimensionering /		

Figur 12: Definition af total bjælkelængde.

ved punkt A.

Understøtningstypen simpel understøtning kan placeres overalt under bjælken. En simpel understøtning placeres under bjælken, punktet hvor understøtningen placeres benævnes B og højre bjælkeende omdøbes automatisk til C. Afstanden 3000 mm fra venstre bjælkeende (punkt A) kan nu indtastes i den gule boks. Tilsvarende placeres en simpel understøtning i afstanden 5000 mm.

Placeringen af en understøtning kan til enhver tid ændres ved at klikke på den pågældende understøtning og indtaste den ønskede position i den gule boks. Understøtninger kan ikke placeres 'ulovlige' steder, f.eks. over bjælken eller uden for grafikdelen af vinduet. En understøtning kan slettes ved at trække den til et 'ulovligt' sted.

Alle belastningstyper kan defineres vha. to metoder, som begge vises i det følgende. Belastningerne kan defineres i vilkårlig rækkefølge og over vilkårlige bjælkelængder.

- Den ønskede belastningstype kan trækkes til den ønskede position over bjælken. Når lasten slippes, åbnes vinduet *Indlæse data for en enkelt last* og data for lasten indtastes.
- Flere belastninger kan defineres samtidigt i lastskemaet, som åbnes ved at trykke på knappen *Lastskema*.

Først defineres en ensfordelt last over hele bjælkens længde. Belastningstypen fordelt last trækkes over bjælken og slippes lidt til venstre for punkt A. Derved åbnes vinduet vist i figur 4. For en fordelt last er slutpositionen automatisk angivet som højre bjælkeende og lastintensiteterne i hhv. venstre og højre bjælkeende er lige store. Data for lasten

godkendes ved at trykke på *ok*-knappen.

Data for lasterne kan til enhver tid ændres ved at gå ind i lastskemaet. Data for en last kan desuden ændres ved at klikke i det nederste blå felt for den pågældende last. Derved åbnes vinduet *Indlæse data for en enkelt last* og data kan rettes.

De øvrige laster kan defineres som beskrevet for den ensfordelte last — men i det følgende beskrives, hvordan de indtastes i lastskemaet. Lastskemaet åbnes, den ensfordelte last fremgår af skemaets første række. De øvrige laster indtastes, se figur 13. Status for last-type afhænger af de inddaterede data.

STATUS lasttype	Betegnelse for lasten	Afstanden a [mm]	Udstrækning b [mm]	Lastordinat q1 [kN/m]	Lastordinat q2 [kN/m]	Partialkoef. gamma		🗸 ок
444	Ensfordelt	0	6000	1,00	1,00	1,00		
iti	Trapez	1500	1500	1,00	2,00	1,30		X Annuller
444	Trekant	3000	3000	1,00	0,00	0,85		
V	Enkelt	6000	0	1,00	0,00	0,50		Indsæt linje
?		0	0	0	0	0		
?		0	0	0	0	0		Slet linjen
?		0	0	0	0	0	-	
						•	Г	<u>B</u> lank linjen
	a 41=Q[k	(N]	9.1[kN/m]				92[kN/m]

Figur 13: Lastskema for eksempel.

Når lastskemaet lukkes, gentegnes bjælke, understøtninger og belastninger. Et 'rodet' skærmbillede kan dermed gentegnes ved at benytte lastskemaet. Bjælke med tilhørende understøtninger og belastninger er vist i figur 14.

På fanebladet Snitkræfter er i kolonnen Check angivet, om det plastiske moment i et punkt er ok, for lille eller for stor. I dette eksempel er det plastiske moment for lille i punkt A og B. Det ønskede negative moment indtastes, idet '-' automatisk indsættes. I kolonnen M_{pl} gås til næste negative moment, som kan ændres, med piletasterne $\uparrow \downarrow$. En legal plastisk momentfordeling kan i dette eksempel fås ved at indtaste $M_{pl,A} = M_{pl,B} = -1$, se figur 15.

Da en legal plastisk momentfordeling er defineret kan fanebladet *Dimensionering* vælges. Tværsnitstypen vælges ved at klikke på den ønskede type. Der kan vælges T-bjælker (T-bj), rektangulære bjælker (R-bj) eller konsolbjælker (K-bj), se figur 9. Definition af data, som skal indtastes for den enkelte tværsnitstype, fremgår af skitsen vist til venstre i vinduet. De effektive højder til hhv. over- og undersidearmering kan indtastes. Bemærk at d er afstanden fra bjælkens overside til undersidearmeringen og d' er afstanden fra

🚜 Kontinuerlig betonbjælke	l ×
<u>B</u> eregning <u>H</u> jælp	
	-
Trapez, a=1500, b=Trekant, a=3000, b=3000, c=6000, q1[Er	
Ensfordelt, a=0, b=6000, c=6000, q1=1,00, q2=1,00, gamma=1,00, bunden=10	
<u>e 3000 p 2000 p 1000 p</u>	<u> </u>
X = 8592 mm	
\Geometri og laster {Forudsætninger {Snitkræfter {Dimensionering /	

Figur 14: Defineret bjælke med understøtninger og belastninger.

Image: Second system Image: Second system Beregning Hiælp Image: Second system Image: Second system										
				B			Synlige kurver F Elastisk moment Plastisk moment Minimum moment T værkraft			
		Mel [kNm]	Mpl [kNm]	Check	Mmin [kNm]	Reakt. [kN]	Vv [kN]	Vh [kN]	Xov [mm]	Xoh [mm]
Punkt:	A	-1,48	-1,00	ОК	-1,00	2,15		2,15		
Fag :	A-B	0,98	1,19		0,64				671	2526
Punkt:	B	-1,03	-1,00	OK	-1,00	5,60	-3,77	1,83		
Fag :	B-C	-0,25	-0,05		-0,24					
Punkt:	С	-1,05	-1,05		-0,67	3,14	-1,50	1,64		
Fag :	C-D	0,00	0,00		0,00				1000	
Punkt:	D	0,00	0,00		0,00		0,00			
Geome	triog la	ster (Forudsa	etninger ∖Snit	kræfter 🖌	Dimensionering	1				

Figur 15: Indtastning af negativt moment.

bjælkens underside til oversidearmeringen. Hvis værdierne d = 0 og d' = 0 indtastes, beregner programmet de effektive højder ud fra normens krav.

Forøgelse af antal armeringsstænger kan i dette eksempel foretages for fag 1 fagmidte, fag 2 fagmidte og højre kragarm venstre fagende. Ved at trykke på det pågældende felt i skemaet i fanebladet *Dimensionering* fremkommer dialogboksen *Korriger antal jern*, hvor det ønskede antal armeringsstænger kan indtastes. Det er ikke muligt at vælge færre armeringsstænger end påkrævet. Forøget antal armeringsstænger i forhold til påkrævet antal markeres med '+' i kolonnen *armering*.