

Dimension

Plan Ramme 4

August 2013

Strusoft DK Filial af Structural Design Software in Europe AB, Sverige Salg Diplomvej 373 2. Rum 247 DK-2800 Kgs. Lyngby Udvikling Marsallé 38 DK-8700 Horsens

info.dimension@StruSoft.com www.StruSoft.com



Indhold		
1.	Introduktion	3
2.	Programmets opbygning	6
	2.1. Menuer og værktøjslinjer	6
	2.2. Opsætning af tegneflade	7
	2.3. Tegne- og udvælgelsesfunktioner	9
	2.4. Brug af tabeller	9
	2.5. Åbning af oversigter over knude- og stangdata	12
3.	Filhåndtering	14
4.	Valg af projekteringsnorm	15
5.	Knuder og stænger	16
	5.1. Oprettelse af knuder	16
	5.2. Oprettelse af stænger	17
	5.3. Flytning af knuder og stænger	
	5.4. Ændring af fra- og til-knuder for stænger	19
	5.5. Sletning af knuder og stænger	
	5.6. Undo/Redo	
6.	Understøtninger	
7.	Charnier/flydeled	21
	7.1. Knudecharnier/flydeled	21
	7.2. Charnier i stangender	
8.	Samlinger	23
9.	Søjlevirkning/Kipning	24
	9.1. Søjlevirkning/kipning i stang	24
10.	Udfligning	
11.	Belastninger	
	11.1. Oprettelse af lastgrupper	27
	11.2. Egenlast	29
	11.3. Naturlaster	
	11.4. Øvrige laster	35
	11.5. Lastkombinationer	
12.	Tværsnit	41
13.	Betontværsnit	
14.	Beregning	50
	14.1. Datacheck	50
	14.2. 1. ordens beregning	52
	14.3. 2. ordens beregning	
15.	Resultat	
	15.1. Resultatoversigt	52
	15.2. Resultater for en stang	55
16.	Udskrift	
17.	Bæreevneeftervisning af trækonstruktioner	58
	17.1. Tværsnit	59
	17.2. Importeret tværsnit	59
	17.3. Brandpåvirkning	60
	17.4. Beregning	61
	17.5. Dimensionering	61
	17.6. Resultat	62
	17.7. Udskrift	64
18.	Bæreevneeftervisning af stålkonstruktioner	64
	18.1. Tværsnit	



	18.2.	Importeret tværsnit	66
	18.3.	Brandpåvirkning	67
	18.4.	Beregning	68
	18.5.	Dimensionering	
	18.6.	Resultat	
	18.7.	Udskrift	71
19.	Bæı	eevneeftervisning af samlinger	71
	19.1.	Samlingstyper	71
	19.2.	Oprettelse	75
	19.3.	Beregning	79
	19.4.	Resultat	80
	19.5.	Gem tegning	
	19.6.	Udskrift	80
20.	Bæı	eevneeftervisning af betonkonstruktioner	80
	20.1.	Brandpåvirkning	
	20.2.	Beregning	
	20.3.	Dimensionering	
	20.4.	Resultat	
	20.5.	Udskrift	



1. Introduktion

Ved opstart af "Plan ramme 4" vælges hvilke modul/moduler der skal indlæses. Der kan vælges imellem

- Uden bæreevneeftervisning
- Bæreevneeftervisning af træ
- Bæreevneeftervisning af stål
- Bæreevneeftervisning af stål og træ
- Bæreevneeftervisning af stål og samlinger
- Bæreevneeftervisning af beton

Bæreevneeftervisning af træ-, stål- og betonkonstruktioner er beskrevet i kapitel 17, 18 og 20 og samlinger er beskrevet i kapitel 19.

Alternativt kan programmet også opstartes som "Kontinuerlige betonbjælker 6", det svarer til at programmet opstartes med "Betonkonstruktioner 6", dog er det kun muligt at beregne endimensionelle konstruktioner.

I "Plan ramme 4" optegnes konstruktionens elementer på en tegneflade vha. brugerdefinerede gridpunkter. Der oprettes automatisk knuder i elementenderne. Der kan oprettes tre typer **knuder**, som vises med forskellige symboler på tegnefladen:

- Knuden er placeret i et fast punkt med koordinater.
- Knuden er hægtet på en stang med en relativ placering på stangen. Hvis en af stangens ender flyttes, vil knuden blive flyttet med stangen.
- Der er en gaffellejring eller en simpel understøtning mod udbøjning i knuden.

Knuderne nummereres af programmet og de tildelte numre vises på tegnefladen. Hver stang defineres vha. en fra-knude og en til-knude, som defineres ud fra stangens lokale koordinatsystem, hvor stangen er vandret med undersiden nedad. Undersiden vises stiplet, se figur 1. I stangens lokale koordinatsystem er fra-knuden i stangens venstre endepunkt og til-knuden er i højre endepunkt. Alle relative placeringer på stangen måles udfra stangens fra-knude, idet placeringen 0 svarer til fra-knuden, placeringen 0,5 svarer til midten af stangen, og placeringen 1 svarer til til-knuden.



Figur 1: Stang med tilhørende knuder.

Knuderne i elementenderne flyttes til de korrekte koordinater, hvorved sammenhængen i konstruktionen bevares. **Understøtninger** kan defineres som vandret og lodret fastholdelse samt fastholdelse mod drejning af knuderne. Derud over kan knuden fastholdes mod kipning med en gaffellejring eller være simpel fastholdt mod udknækning ud af planen Der kan defineres **charnier** i knuder samt i elementender. Understøtninger og charnierer vises på tegnefladen. Desuden kan der defineres **flydeled** i knuder hægtet på en stang til brug for plastisk snitkraftfordeling ved dimensionering af betonkonstruktioner, jf. afsnit 20.



Alle laster grupperes i **lastgrupper**, som hver indeholder en samling af laster, der altid virker samtidigt og med samme partialkoefficient. **Lasterne** kan defineres som knudelaster og stanglaster. Stanglasterne kan defineres som vilkårligt placerede punktlaster eller vilkårligt placerede linielaster. Hver last kan defineres vha. en række projektioner. Programmet kan automatisk generere egenlast for elementerne samt naturlasterne sne og vind på facader samt sadel-, trug- og pulttage efter DS/EN Eurocode 1991.

Partialkoefficienter for forskellige belastningstyper er indeholdt i programmet, således at **last-kombinationerne** automatisk opstilles, når de relevante laster udvælges.

Alle elementer tilknyttes et **tværsnit**. Et tværsnit indeholder et profil, der benyttes til et antal stænger. Af materialer kan der benyttes træ, stål eller beton med/uden armering, eller der kan defineres et tværsnit af vilkårligt materiale. Tværsnitskataloget indeholder de oftest anvendte træ- og stålprofiler. Ved definition af et betonprofil skal man definere dimensioner og placering af armering. Ved definition af brugerdefineret tværsnit eller et tværsnit af træ eller stål kan vælges, at tværsnittet kun kan optage træk- og trykkræfter eller det kun kan optage træk-kræfter. Et to-dimensionalt **træk-/trykelement** eller et todimensionelt **trækelement** har en frihedsgrad i hvert endepunkt, nemlig aksial flytning, se Figur 2. Alle øvrige tværsnit modelleres som et to-dimensionalt rammeelement, som har tre frihedsgrader i hvert endepunkt, nemlig aksial og vinkelret flytning samt drejning, se Figur 3. Et trækelement vises på tegnefladen med en pil i hver elementende, se Figur 4. Et træk-/trykelement vises på tilsvarende måde med to modsatrettede pile i hver elementende.



Figur 2: Frihedsgrader for to-dimensionalt træk-/trykelement og todimensionalt trækelement.



Figur 3: Frihedsgrader for to-dimensionalt rammeelement.



. 1∎≼<u>....</u>2

Figur 4: Trækelement med tilhørende knuder.

Deformationer og snitkræfter beregnes efter 1. og 2. ordens teori vha. elementmetoden på baggrund af deformationsmetoden. Ved beregningen forudsættes, at alle elementer er elastiske, og at tværsnittet er konstant for et element, dvs. areal, inertimoment og elasticitetsmodul er konstante. Ved 2. ordens beregningen tages hensyn til, at snitkræfterne afhænger af rammeelementernes deformation.

Såfremt konstruktionen indeholder betonprofiler, skal programmet være opstartet med bæreevneeftervisning af beton eller kontinuerlige betonbjælker, for at kunne beregne deformationer og der kan kun fortages en 1. ordens beregning (ikke en 2. ordens beregning), se i øvrigt afsnit 20.

Resultatet indeholder en oversigt med snitkraftskurver, deformationer og reaktioner. Fortegn for snitkræfterne er vist i Figur 5 for stangens lokale koordinatsystem. Placering og størrelse af maksimale snitkræfter kan beregnes automatisk for hver stang. Normalkraft og forskydningskraft vises på oversigten som positive opad i stangens lokale koordinatsystem. Moment vises på oversigten som positiv nedad i stangens lokale koordinatsystem. Deformationerne vises på oversigten som positive mod højre og opad i det globale koordinatsystem. Reaktionerne vises altid med positive fortegn. En stang kan desuden vises i det lokale koordinatsystem med snitkræfter og globale deformationer.



Figur 5: Fortegn på snitkræfter

Ved automatisk generering af naturlaster beregnes størrelser og placeringer af vind- og snelasterne ud fra DS/EN Eurocode 1991-1-3 og 1991-1-4.

Lastpartialkoefficienterne er fastsat ud fra den DS/EN Eurocode 1990 Dansk national anneks. Der er dog mulighed for at de kan ændres af brugeren.

Partialkoefficienterne på elasticitetsmodulet for stål-, træ- og betonprofiler incl. armering er i henhold til de Dansk nationale annekser til følgende normer:

DS/EN Eurocode 1993-1-1 for stål DS/EN Eurocode 1995-1-1 for træ DS/EN Eurocode 1992-1-1 for beton DS/EN Eurocode 1993-1-8 for stålsamlinger



Idet der dog er mulighed for at anvende brugerdefinerede partialkoefficienter jf. afsnit 0.

Hvis der skal benyttes andre normer/materialer, oprettes tværsnit af typen *Andet*, hvor det regningsmæssige elasticitetsmodul skal angives.

2. Programmets opbygning

Når programmet åbnes, vises følgende, se Figur 6.

- Øverst en menu og to vandrette værktøjslinier.
- En hvid tegneflade med hjælpeværktøjer i lodret værktøjslinie til definition af konstruktionen med understøtninger, charnierer og belastninger.
- Til højre tabeller med information om knuder, stænger, lastgrupper og tværsnit.



Figur 6: Opbygning af program.

2.1. Menuer og værktøjslinjer

Genvejstasterne i de vandrette værktøjslinjer umiddelbart under menuen svarer til menupunkterne. I menuen er vist de tilsvarende genvejstaster. En funktion kan således udføres enten ved at vælge genvejstasten i de vandrette værktøjslinjer eller vælge det tilsvarende menupunkt. Menuen og de vandrette værktøjslinjer indeholder funktioner til filhåndtering, opsætning af tegneflade, oversigter, naturlastgenerering, redigering, zoom, beregning og hjælp, se Figur 7.



Figur 7: Indhold af menu og vandrette værktøjslinjer.

Genvejstasterne i den lodrette værktøjslinje til venstre for tegnefladen indeholder tegne- og udvælgelsesfunktioner, se Figur 8. Hvis der højre klikkes på tegnefladen, vises en menu med funktioner til at vælge alle knuder, vælge alle stænger, fravælge alle knuder og stænger samt til at redigere valgte stænger og knuder, se Figur 9.





Figur 8: Indhold af lodret værktøjslinje.

4	Vælg alle knuder	
4	Vælg alle stænger	
-7	Fravælg alt	
8	Charnier/flydeled i knud	е
<u>A</u>	Understøtning	
P	Flyt knuder	
+	Knudelast	
ff	Samling	
-0-	Charnier i stang	
1	Indsæt knuder/flydeled	
}	Søjlevirkning i stang	
1	Stanglast	
	Tilknyt tværsnit	
×	Slet markerede	Del

Figur 9: Indhold af menu ved højreklik på tegnefladen.

Som alternativ til brugen af mus, kan der navigeres rundt i programmet med følgende genvejstaster:

- **Tab** markerer næste felt i brugerfladen.
- **Shift+Tab** markerer forrige felt i brugerfladen.
- Piletaster flytter markøren i indtastningsfelt.
- Mellemrum vælger eller fravælger afkrydsning i valgfelt.
- På knapper og i menuer er der understreget et bogstav. Knappen eller menupunktet vælges ved tryk på **Alt+bogstav**.
- Alt+F4 lukker vindue.
- **Esc** fravælger valgte knuder og stænger eller afbryder igangværende optegning af stænger og flytning af knuder.
- **Del** sletter valgte (røde) knuder og stænger. En knude kan kun slettes, hvis de tilstødende stænger også slettes.

2.2. Opsætning af tegneflade

Når en ny sag oprettes, eller en eksisterende sag åbnes, vises en hvid tegneflade. Foruden tegnearealet vises en margin. Kun den del af konstruktionen, som er inden for tegnefladen, udskrives.



Fastsættelse af tegnefladens størrelse:

- 1. Vælg menupunktet <u>Opsætning.Koordinatsystem eller genvejstasten</u> \square .
- 2. Indtast vandret (X) og lodret (Y) position i mm af hhv. nederste venstre hjørne og øverste højre hjørne af tegnefladen, se Figur 10. Alternativt kan vælges at trykke på knappen "I yderpunkter", hvorved de mindste x- og y-koordinater overføres til felterne for nederste venstre hjørne og de største x- og y-koordinater overføres til felterne for øverste højre hjørne.

unktei
uller
elp

Figur 10: Fastsættelse af tegnefladens størrelse.

3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Punkterne på tegnefladen betegnes **grid**. Grid definerer de punkter, som kan benyttes ved optegning og flytning af stænger. Grid kan tændes og slukkes ved at vælge menupunktet <u>Opsætning.G</u>rid eller genvejsknappen \blacksquare .

Fastsættelse af maskestørrelse i grid:

- 1. Vælg menupunktet Opsætning. Maskestørrelse eller genvejsknappen 🖾.
- 2. Indtast vandret (X) og lodret (Y) afstand i mm mellem gridpunkter, se Figur 11.

Maske	estørrelse –	
X:	500	mm
Y:	500	

Figur 11: Fastsættelse af maskestørrelse i grid.

3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Der placeres altid et gridpunkt i (0,0), alle øvrige gridpunkter beregnes udfra dette punkt.

Der kan zoomes ud og ind på tegnefladen med 🖭 og 🖼. Tekststørrelsen og størrelsen på understøtninger ændres ikke ved at zoome på tegnefladen. Det er også muligt at zoome med scrol knappen på musen men så skal fanen Knuder eller Stænger være valgt i tabellen.



2.3. Tegne- og udvælgelsesfunktioner

Der kan vælges én tegne- eller udvælgelsesfunktion på den lodrette værktøjslinje ad gangen.

Når genvejstasten \square er valgt, kan knuder og stænger udvælges på tegnefladen. Når en knude eller stang er valgt, skifter den farve fra sort til rød. For en gruppe af knuder eller stænger kan der udføres én af funktionerne fra menupunktet <u>R</u>ediger. De valgte knuder og stænger kan fravælges igen ved tryk på **Esc**.

Når genvejstasten der valgt, kan en stang tegnes på tegnefladen. Stangens endepunkter kan vælges i gridpunkter eller i eksisterende knuder. Et gridpunkt eller en knude markeres ved tryk på venstre museknap. Museknappen holdes nede, mens stangen trækkes til en anden knude eller et andet gridpunkt. Når museknappen slippes, oprettes en stang. Hvis et endepunkt er i et gridpunkt uden knude, oprettes automatisk en knude i punktet.

Når genvejstasten 🔊 er valgt, kan en knude flyttes på tegnefladen. Knuden kan flyttes til et gridpunkt ved at markere den ved tryk på venstre museknap. Museknappen holdes nede, mens knuden trækkes til en ny placering i et gridpunkt. Når museknappen slippes, placeres knuden i det valgte gridpunkt. Hvis knuden placeres samme sted som en eksisterende knude, smelter knuderne sammen til én. Hvis knuden er hægtet på en stang, kan den med denne funktion trækkes af stangen. Tilsvarende kan en knude hægtes på en stang, hvis den placeres på en stang.

2.4. Brug af tabeller

Til højre for tegnefladen vises tabeller med faneblade til visning af oplysninger om knuder, stænger, lastgrupper og tværsnit. Tabellerne kan tændes og slukkes ved at vælge menupunktet Opsætning. Tabeller eller genvejsknappen III.

Når en linje markeres i en af tabellerne sker følgende:

- Når fanebladet Knuder er valgt, markeres den valgte knude med rødt på tegnefladen.
- Når fanebladet **Stænger** er valgt markeres den valgte stang med rødt på tegnefladen, se Figur 12.



Figur 12: Stang markeret i tabel vist på tegnefladen.



Når fanebladet Lastgrupper er valgt, vises lasterne som tilhører den valgte lastgruppe på tegnefladen, se Figur 13. For automatisk genereret egenlast vises dog kun teksten "+ egenlast for hele konstruktionen". Laster kan forstørres og formindskes med sog eller ved at markere fanebladet Lastgrupper og så benytte scrol knappen på musen.



Figur 13: Lastgruppe markeret i tabel vist på tegnefladen.

Når fanebladet Tværsnit er valgt, vises alle profiler på tegnefladen som rektangulære kasser. Den tegnede højde på hver kasse er bestemt af det pågældende tværsnits inertimoment. Hvis der ikke er knyttet et tværsnit til en stang, tegnes stangen som en stiplet linje. Det markerede tværsnit i tabellen vises med rødt på tegnefladen, se Figur 14. Tværsnit kan forstørres og formindskes med 🔊 og 🔊 eller ved at markere fanebladet Tværsnit og så benytte scrol knappen på musen.



Figur 14: Tværsnit markeret i tabel vist på tegnefladen.



Når fanebladet 3D er valgt, kan der trykkes 3D. Alternativt kan der trykkes F10. Herefter optegnes en 3D tegning af konstruktionen, se Figur 15. Konstruktionen kan roteres med musen og flyttes vandret og lodret med musen. Der kan zoomes med F5 og F6. Der kan desuden flyttes ind og ud vinkelret på skærmen med F2 og F3. Billedet med 3D konstruktionen lukkes ved tryk på X.



Figur 15: Tværsnit optegnet i 3D.



2.5. Åbning af oversigter over knude- og stangdata

Understøtninger, udfligninger, charnierer, belastninger og samlinger kan oprettes, redigeres og slettes via oversigterne over data for en knude eller en stang.

Åbning af oversigt over knudedata:

Oversigten over knudens data, se Figur 16, kan åbnes på to måder:

- 1. Vælg genvejstasten 🗟.
- 2. Dobbeltklik på knuden på tegnefladen

eller

- 1. Tabeller skal være slået til, ellers gøres det ved at vælge menupunktet Opsætning.<u>Tabeller eller genvejstasten</u>
- 2. Vælg fanebladet Knuder.
- 3. Vælg knuden i tabellen og tryk på Enter eller dobbeltklik på knuden i tabellen.

Knude		×
Koordinater: X: 0 Y: 0	Understøtningsforhold: fastholdt i x-retning fastholdt i y-retning fastholdt mod drejning Gaffellejret mod kipning Simpelfastholdt mod udknækning i z-retning	Charnier:
Laster:		
	Nr.: Gruppe: Last	
		Þ
		Opret Ændre Slet
Samling:		
	Opret Slet	
	<u>K</u>	<u>Annuller</u> <u>H</u> jælp

Figur 16: Oversigt over knudens data.



Åbning af oversigt over stangdata:

Oversigten over stangens data, se Figur 17, kan åbnes på to måder:

- 1. Vælg genvejstasten 🔈.
- 2. Dobbeltklik på stangen på tegnefladen.

eller

- 1. Tabeller skal være slået til, ellers gøres det ved at vælge menupunktet <u>Opsætning.</u>Tabeller eller genvejstasten **Ⅲ**.
- 2. Vælg fanebladet Stænger.
- 3. Vælg stangen i tabellen og tryk på Enter eller dobbeltklik på stangen i tabellen.

Stang	×
Vederlag for beton Fra knude nr.: 1 Længde: 0 mm	Søjlevirkning Søjlevirkning undersøges: © Ikke
Til knude nr.: 2 Længde: 0 mm Charnier i højre ende Udfligning for stål/træ a1: 1,000 Image: Stall for the stal	I plan vha. knæklængde I plan/vinkelret på plan vha. knæklængde Knæklængde i plan: I Knæklængde vinkelret på plan: Max. slankhedsforhold (for stål): 200 Undersøg kipning Kipnings længde: I Last angrebshøjde
Laster på stang	C Bund Center C Top
Tværsnit: Stål - HE 200 A	Anvendelsesklasse (for træ): Klasse 1 <u>OK</u> <u>Annuller</u> <u>Hjælp</u>

Figur 17: Oversigt over stangens data.



3. Filhåndtering

Når programmet startes, er det med en blank tegneflade. Heri kan der så opbygges en ny sag eller en eksisterende sag kan hentes. En sag gemmes kun, når et af menupunkterne <u>Filer.Gem</u> eller <u>Filer.'Gem</u> som' eller genvejstasten \square vælges. Hvis en sag lukkes ned, og der er ændringer i sagen som ikke er gemt, vil der dog blive spurgt om sagen skal gemmes.

Når en sag gemmes, oprettes filen [Sagsnavn].rm4, som indeholder hele sagen.

Filhåndteringsmenuen indeholder følgende punkter:

- <u>Filer.Ny</u> ramme eller genvejstasten D opretter en ny sag med en blank tegneflade. En sag bliver først navngivet når den gemmes.
- <u>Filer.Å</u>bn eller genvejstasten \square åbner en eksisterende sag.
- <u>Filer.Gem eller genvejstasten</u> gemmer sagen. Hvis sagen ikke tidligere er gemt, og dermed ikke navngivet, udføres i stedet funktionen **Gem som**. Når en sag gemmes, slås funktionen **Gem** fra i hovedmenuen og på værktøjslinien. Så snart der foretages ændringer i sagen, aktiveres funktionen igen, og sagen kan gemmes igen. Hermed er det altid muligt at se, om der er foretaget ændringer, siden sagen senest er gemt.
- <u>F</u>iler.'Gem som' gemmer en sag under et sagsnavn, som skal fastlægges inden sagen gemmes. Denne funktion benyttes, hvis sagen ikke er navngivet, eller hvis sagen skal kopieres, ellers benyttes funktionen **Gem**. En sag kan kopieres ved at åbne den i programmet og derefter gemme den under et andet navn vha. funktionen **Gem som**.
- <u>F</u>iler.'<u>U</u>dskriv sag' eller genvejstasten 🖨 åbner udskriftsstyringen hvor man kan vælge hvad der skal udskrives.
- Filer.'Standard udskrift'. Her er det muligt at oprette en standard opsætning til udskriftsopsætningen. Denne vil så blive indlæst i alle nye sager der oprettes. Ved "Gem" i skærmbilledet gemmes opsætningen i registreringsdatabasen.
- <u>Filer.A</u>fslut lukker programmet.
- Nederst er der en liste med de seneste åbnede sager. En sag vil først blive vist her når den er blevet åbnet, det er ikke nok at den er blevet gemt.



4. Valg af projekteringsnorm

Det er kun muligt at benytte DS/EN Eurocode 1990 som projekteringsnorm.

Konsekvensklasser:

Under valg af projekteringsnorm er det muligt at angive hvilken konsekvensklasse konstruktion tilhører. Der kan ifølge DE/EN Eurocode 1990 Dansk national anneks tabel B1 vælges imellem følgende:

- CC1 lav konsekvensklasse (Lav sikkerhedsklasse)
- CC2 middel konsekvensklasse (Normal sikkerhedsklasse)
- CC3 høj konsekvensklasse (Høj sikkerhedsklasse)

Materialepartialkoefficienter:

Det kan vælges at benytte brugerdefinerede materialepartialkoefficienter. De brugerdefinerede partialkoefficienter skal angives ved normal kontrolklasse, idet programmet korrigerer for kontrolklasse.

Valg af projekteringsnorm	×
Valg af projekteringsnorm:	
uroCode EN1990 med brugerdefinerede parti	alkoefficienter 💌
Konsekvensklasse: C CC 1 (Lav sikkerhedsklasse) C CC 2 (Normal sikkerhedsklasse) C CC 3 (Høj sikkerhedsklasse)	
Partialkoefficienter angives ved normal	
kontrolklasse.	
Stål:	1,1
Stål, Søjlevirkning:	1,2
Ståls trækstyrke:	1,35
Konstuktionstræ:	1,35
Limtræ:	1,3
Betons trykstyrke og E-modul (armeret):	1,45
Armering:	1,2
Betons trækstyrke:	1,7
Betons trykstyrke og E-modul (uarmeret):	1,6
,,	
<u>O</u> K <u>A</u> nnuller	Hjælp

Figur 18: Definition af valg af projekteringsnorm og bruger defineret partialkoefficienter.



5. Knuder og stænger

Konstruktionens stænger og knuder kan oprettes, redigeres og slettes via tegnefladen eller oversigter.

5.1. Oprettelse af knuder

Når der tegnes stænger på tegnefladen, oprettes automatisk knuder i stangenderne. Derudover kan der oprettes knuder i knudeoversigten eller der kan hægtes knuder på en stang.

Oprettelse af knuder i knudeoversigt:

- 1. Vælg menupunktet Oversigt.<u>K</u>nuder eller genvejstasten <u></u>
- 2. Indtast knudens koordinater i mm og tryk på knappen 🛄, se Figur 19.

ordinater:	-	>	Nr.:	X[mm]	Y[mm]
	mm		1	0	0
	mm	Slet	2	0	750
]	3	0	1800
			4	0	3000
			5	250	0
			6	325	225
			7	625	1125

Figur 19: Knudeoversigt.

Oprettelse af knuder hægtet på en stang:

- 1. Vælg genvejstasten 🔊 og vælg den eller de stænger på tegnefladen, som skal have påhægtet knuder. Valgte stænger vises røde på tegnefladen.
- 2. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.<u>I</u>ndsæt knuder eller genvejstasten <u>*</u>.
- 3. Påhægtede knuder kan enten indsættes jævnt fordelt over stangen eller ved at angive den relative afstand til første og efterfølgende knuder, se Figur 20 og Figur 21.
- 4. De påhægtede knuder kan defineres som flydeled, jf. afsnit 7.



Fordeling af knuder: O Fordeles iævnt	
 Relativ afstand angives 	
Antal knuder:	0
Relativ afstand fra start til første kni	ude: 0
Relativ afstand mellem knuder:	0

Figur 20: Oprettelse af knuder hægtet på en stang, med relativ afstand mellem knuderne.

Antal knuder:
Antal knuder:
Antal knuder: 0

Figur 21: Oprettelse af knuder hægtet på en stang, med jævnt fordelte knuder.

- 5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.
- 5.2. Oprettelse af stænger

Stænger kan tegnes på tegnefladen eller oprettes i stangoversigten.

Optegning af stænger på tegneflade:

- 1. Genvejstasten 📥 skal være valgt.
- 2. Stangens endepunkter kan vælges i gridpunkter eller i eksisterende knuder. Hvis et endepunkt er et gridpunkt uden knude, oprettes automatisk en knude i punktet. Et gridpunkt eller en knude markeres ved tryk på venstre museknap.
- 3. Venstre museknap holdes nede, mens stangen trækkes til en anden knude eller et andet gridpunkt. Optegningen kan afbrydes ved at trykke **Esc**.



4. Når venstre museknap slippes, oprettes en stang. Undersiden af stangen tegnes stiplet.

Oprettelse af stænger i stangoversigt:

- 1. Vælg menupunktet Oversigt. Stænger eller genvejstasten
- 2. Indtast stangens start- og slutknude og tryk på knappen 🄛, se Figur 22.

	> Frak	nude Til knude
a knude:	1	6
knude:	Slet 1	4
	1	5
	2	7
	2	6
	3	8
	3	7

Figur 22: Stangoversigt.

5.3. Flytning af knuder og stænger

Når en knude flyttes, flyttes samtidigt endepunktet af de stænger, som har den pågældende knude som fra-knude eller til-knude. Herved bevares sammenhængen i konstruktionen. Der er flere metoder, som kan benyttes ved flytning af knuder. En knude kan flyttes til et gridpunkt via tegnefladen. En eller flere knuder kan flyttes den samme relative afstand. Endelig kan en knude flyttes vha. oversigten over knudens data.

Flytning af en knude til gridpunkt på tegnefladen

- 1. Grid skal være slået til, ellers gøres det ved at vælge menupunktet <u>O</u>psætning.<u>G</u>rid eller genvejstasten Ⅲ.
- 2. Vælg genvejstasten 🕙.
- 3. Markér knuden, som skal flyttes, ved tryk på venstre museknap.
- 4. Venstre museknap holdes nede, mens knuden trækkes til en ny placering i et gridpunkt. Flytningen kan afbrydes ved at trykke på **Esc**.
- 5. Når tasten slippes, placeres knuden i det valgte gridpunkt. Hvis knuden placeres samme sted som en eksisterende knude, smelter knuderne sammen til én. Hvis knuden er hægtet på en stang, kan den med denne funktion trækkes af stangen. Tilsvarende kan en knude hægtes på en stang, hvis den placeres på en stang.

Relativ flytning af en eller flere knuder:

- 1. Vælg genvejstasten 🕒.
- 2. Markér de knuder, som skal flyttes, ved tryk på venstre museknap. Markerede knuder vises røde.



- 3. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.<u>F</u>lyt knuder eller genvejstasten \blacksquare .
- 4. Indtast den vandrette (*X*) og lodrette (*Y*) flytning af de valgte knuder, se Figur 23. En vandret flytning er positiv mod højre og en lodret flytning er positiv opad.

i X-retning:	0	
i Y-retning:	0	

Figur 23: Flytning af flere knuder

5. Godkend ved at trykke på knappen OK.

Flytning af en knude vha. oversigt over knudens data:

- 1. Åbn oversigten over knudens data, se side 12.
- 2. Knudens koordinater kan nu ændres, se Figur 16. For knuder, som er hægtet på en stang, kan den relative placering på stangen ændres.
- 3. Godkend ved at trykke på knappen OK.

5.4. Ændring af fra- og til-knuder for stænger

Fra- og til-knuderne for en stang kan ændres vha. oversigten med stangens data.

Ændring af fra- og til-knuder for en stang

- 1. Åbn oversigten over stangens data, se side 13.
- 2. Stangens fra- og til-knude kan nu ændres, se Figur 17.
- 3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

5.5. Sletning af knuder og stænger

Knuder og stænger kan slettes enkeltvis vha. oversigterne eller flere ad gangen vha. tegnefladen. Hvis en knude udgør en stangende, kan knuden kun slettes, hvis stangen også slettes.

Sletning af knuder og stænger på tegnefladen:

- 1. Vælg genvejstasten 📐.
- 2. Markér de knuder og stænger, som skal slettes, ved tryk på venstre museknap. Markerede knuder og stænger vises røde.
- 3. De markerede knuder og stænger slettes ved at vælge menupunkt <u>R</u>edigér.<u>S</u>let markerede, vælge genvejstasten ≥ eller trykke på **Del**.



4. Godkend ved at trykke på knappen OK.

Sletning af knude via knudeoversigt:

- 1. Vælg menupunktet Oversigt.<u>K</u>nuder eller genvejstasten <u></u>.
- 2. Vælg knuden, som skal slettes, og tryk på knappen **Slet**, se Figur 19.
- 3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Sletning af stang via knudeoversigt:

- 1. Vælg menupunktet Oversigt.Stænger eller genvejstasten .
- 2. Vælg stangen, som skal slettes, og tryk på knappen **Slet**, se Figur 22.
- 3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

5.6. Undo/Redo

Hvis man har lavet nogle handlinger der har med knuder og stænger at gøre i forbindelse med tegnefladen, er det muligt at fortryde disse handlinger. Dette gøres med "Undo", "Ctrl z" eller

Der gemmes op til 10 handlinger. Hvis man har fortrudt en gang for meget kan man benytte "Redo", "Ctrl Shift z" eller [™] til at ophæve undoen. Redo virker kun så længe man ikke har lavet andre handlinger.

6. Understøtninger

Understøtninger kan defineres som fastholdelse af knuder mod vandret flytning, lodret flytning, mod drejning, med en gaffellejring eller som en simpel fastholdelse mod udknækning (ud af planen). De tre første understøtningerne vises på tegnefladen som understøttelser. De sidste to vise ved at formen på knuden ændres til en rumpe.

Fastholdelserne kan defineres eller fjernes for en knude vha. oversigten over knudens data eller for en eller flere knuder vha. menuen.

Definition eller fjernelse af understøtning for en knude vha. oversigt over knudens data:

- 1. Åbn oversigten over knudens data, se side 12.
- 2. Knudens understøtningforhold kan nu ændres, idet det kan vælges om knuden er fastholdt i *x*-retning (vandret), *y*-retning (lodret), mod drejning, med en gaffellejring eller simpelt mod udknækning(ud af planen), se Figur 16.
- 3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Definition eller fjernelse af ens understøtninger for en eller flere knuder vha. menuen:

1. Vælg genvejstasten 🔊.



- 2. Markér de knuder, der skal defineres ens understøtninger for, ved tryk på venstre museknap. Markerede knuder vises røde.
- 3. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.<u>U</u>nderstøtning eller genvejstasten 🚔.
- 4. Vælg fastholdelserne for de valgte knuder, se Figur 24. Eventuelle eksisterende fastholdelser af de valgte knuder slettes.

Understøtning	×
☐ ifastholdt i x-retning ☐ fastholdt i y-retning ☐ fastholdt mod drejning ☐ Gaffellejret mod kipning ☐ Simpel fastholdt mod udknækning i z-retning	
<u>O</u> K <u>Annuller</u>	

Figur 24: Definition af understøtninger for en eller flere knuder vha. menuen.

5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

7. Charnier/flydeled

Charnier kan defineres i knuder eller i stangender. Charnier vises på tegnefladen.

Flydeled kan defineres i knuder, hægtet på en stang. Flydeled vises ikke på tegnefladen. Flydeled benyttes til dimensionering af betonkonstruktioner, jf. afsnit 20.

7.1. Knudecharnier/flydeled

Charnier/flydeled kan defineres eller fjernes i enkelte knuder vha. oversigten over knudens data eller i en eller flere knuder vha. menuen. Der kan kun sættes et knudecharnier/flydeled i en fastholdt knude, hvis knuden er fastholdt mod drejning. Desuden kan der kun sættes flydeled i knuder som er hægtet på en stang, jf. afsnit 5.1.

Definition eller fjernelse af charnier/flydeled i en knude vha. oversigt over knudens data:

- 1. Åbn oversigten over knudens data, se side 12.
- 2. Det kan nu vælges, om der er charnier/flydeled i knuden, se Figur 16.
- 3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Definition eller fjernelse af charnier/flydeled i en eller flere knuder vha. menuen:

- 1. Vælg genvejstasten 🗟.
- 2. Markér de knuder, der skal defineres eller fjernes charnierer/flydeled for, ved tryk på venstre museknap. Markerede knuder vises røde.
- 3. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.<u>C</u>harnier/flydeled i knude eller genvejstasten <u>M</u>.



4. Vælg om der skal være charnier/flydeled i de valgte knuder, se Figur 25.

Charnie	eriknu	de	
Flydele	d i knu	de	

Figur 25: Definition af knudecharnier/flydeled for en eller flere knuder vha. menuen.

5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

7.2. Charnier i stangender

Charnier kan defineres eller fjernes i stangender af enkelte stænger vha. oversigten over stangens data eller i stangender af en eller flere stænger vha. menuen.

Definition eller fjernelse af charnier i stangender af en stang vha. oversigt over stangens data:

- 1. Åbn oversigten over stangens data, se side 13.
- 2. Det kan nu vælges, om der er charnier i stangenderne, se Figur 17: Oversigt over stangens data.
- 3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Definition eller fjernelse af charnier i stangenderne af en eller flere stænger vha. menuen:

- 1. Vælg genvejstasten 🔄.
- 2. Markér de stænger, som skal defineres eller fjernes charnierer for, ved tryk på venstre museknap. Markerede stænger vises røde.
- 3. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.<u>C</u>harnier i stang eller genvejstasten ¹.

Charnier i vens	tre ende
Charnier i højre	ende

Figur 26: Definition af charnier i stangenderne for en eller flere stænger vha. menuen.

- 4. Vælg om der skal være charnier i stangenderne af de valgte stænger, se Figur 26. Eventuelle eksisterende charnierer i stangenderne af de valgte stænger slettes.
- 5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.



8. Samlinger

Samlinger kan defineres i knuder, de vises ikke på tegnefladen men man kan se oplysningerne om den under knudedataene.

Samlingerne kan defineres, editeres eller fjernes for de enkelte kunder vha. oversigten over knudens data eller de kan oprettes i en eller flere knuder vha. menuen.

Definition, editering eller fjernelse af samlinger i en knude vha. oversigt over knudens data:

- 1. Åbn oversigten over knudens data, se side 12.
- 2. Opret samlingen ved at trykke på "Opret", se Figur 16. (Ændret til "Ændre" hvis der er oprettet en knude.)
- 3. Vælg hvilke type samling der skal være i samlingen, se Figur 27, og indtast de øvrige data (For beskrivelse se afsnit 19).
- 4. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Definition af samlinger i en eller flere knuder vha. menuen:

- 1. Vælg genvejstasten 📐.
- 2. Markér de knuder, der skal defineres samlinger for, ved tryk på venstre museknap. Markerede knuder vises røde.
- 3. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.Samling eller genvejstasten $\overset{\text{ff}}{\text{H}}$.
- 4. Vælg hvilke type samling der skal være i samlingen og indtast de øvrige data (For beskrivelse se afsnit 19).



🖉 Samling					_ 0 >
Samlingstype	Typer Highene samiling Kip samiling Samiling Sersining med plade Sversininger uden plade Samiling m bolte inden for profilerne Samiling m 1 bolt række uden for profilerne	C Stød s C Fod sa C Samlin C Samlin C Samlin C Samlin	amling mling g m 2 bolt ræl g m forlænge g m forlænge g m forlænge	kker uden for pro de flanger, bolte de flanger, 1 bolt de flanger, 2 bolt	filerne inde række ude rækker ude
Plade data					
Definition af udstik fra	profil eller fra boltrække				
Udstik	Udstik				
Udstik Overs.	0 mm				
Udstik unders.	0 mm				
Bredde	0 mm				
Tykkelse	o mm				
Stâlkvalitet	5235				
			ОК	Annuller	Hjælp

Figur 27: Oprettelse af samling

5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

9. Søjlevirkning/Kipning

For den enkelte stang kan det defineres hvordan der skal regnes på søjlevirkning og/eller kipning ved bæreevneeftervisning af træ eller stål.

9.1. Søjlevirkning/kipning i stang

Søjlevirkningen og/eller kipning kan defineres vha. oversigten over stangens data eller i en eller flere stænger vha. menuen.

Definition af søjlevirkning/kipning for en stang vha. oversigt over stangens data:

- 1. Åbn oversigten over stangens data, se side 13.
- 2. Definition af kipning, se Figur 17. Man skal angive følgende:
 - 2.1. Kipningslængden i forhold til stangens længde.

Hvis der ikke er indsat gaffellejringer i stangen, benytter programmet en kiplængde, som er den indtastede værdi gange længden af stangen.

Hvis der på stangen er indsat gaffellejringer, benytter programmet mellem gaffellejringer altid en kipningslængde, som svarer til afstanden mellem gaffellejringerne. Dvs. den indtastede værdi har ingen betydning.

Hvis der ikke er indsat gaffellejringer i stangens ende(r), benytter programmet en kiplængde som er den indtastede værdi gange afstanden fra enden af stangen til nærmeste gaffellejring på strækningen fra enden af stangen til nærmeste gaffellejring.

- 2.2. Lastens angrebspunkt (ved bæreeftervisning af stål)
 - 2.2.1. Top i toppen af tværsnittet (giver større kipningsmodstand)
 - 2.2.2. Center i forskydnings centrum



- 2.2.3. bund i bunden af tværsnittet (giver mindre kipningsmodstand)
- 3. Definition af søjlevirkning, se Figur 17. Der er 3 muligheder:
 - 3.1. Ingen undersøgelser.
 - 3.2. Undersøgelse for søjlevirkning i planen, idet knæklængden skal angives i forhold til stangens længde, idet 1 angiver en knæklængde som er lig med stangens længde.
 - 3.3. Undersøgelse for søjlevirkning i både planen og vinkelret på planen, idet både knæklængden planen og vinkelret på planen skal angives i forhold til stangens længde, idet 1 angiver en knæklængde som er lig med stangens længde.

Vinkelret på planen gælder følgende:

Hvis der ikke er indsat "simple fastholdelser mod udbøjning i z-retningen" i stangen, benytter programmet en knæklængde, som er den indtastede værdi gange længden af stangen.

Hvis der på stangen er indsat "simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen", benytter programmet mellem de "simple fastholdelser mod udbøjning i z-retningen" altid en knæklængde, som svarer til afstanden mellem de "simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen". Dvs. den indtastede værdi har ingen betydning.

Hvis der ikke er indsat en" simpel fastholdelse mod udbøjning i z-retningen" i stangens ende(r), benytter programmet en knæklængde, som er den indtastede værdi gange afstanden fra enden af stangen til nærmeste "simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen" på strækningen fra enden af stangen til "nærmeste simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen".

Til bæreevneeftervisningen af stål skal brugeren angive det maksimale slankhedsforhold. Default i programmet er 200.

Ved bæreevneeftervisning af stål er der dog alternativt mulighed for i planen at bestemme søjlevirkningen på baggrund af den kritiske søjlekraft i stedet knæklængden, se afsnit 18.

4. Godkend ved at trykke på knappen OK.

Definition af søjlevirkning/kipning for en eller flere stænger vha. menuen:

- 1. Vælg genvejstasten 🖳
- 2. Markér de stænger, som skal defineres, ved tryk på venstre museknap. Markerede stænger vises røde.
- 3. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.<u>S</u>øjlevirkning i stang eller genvejstasten .



🍯 Søjlevirkning for udvalgte stænger	
Søjlevirkning Søjlevirkning undersøges: O Ikke O I plan vha. knæklængde O I plan/vinkelret på plan vha. knæklængde	Kipning ✓ Undersøg kipning Kipningslængde: 1 Last angrebshøjde ○ Top ● Center ○ Bund
Knæklængde i plan:1Knæklængde vinkelret på plan:1Max. slankhedsforhold (for stål):200	
	<u> </u>

Figur 28: Definition af søjlevirkning for en eller flere stænger vha. menuen.

- 4. Definition af søjlevirkning og/eller kipning for de valgte stænger, se Figur 28 (se definition af søjlevirkning for en stang vha. oversigt over stangens data, side 24). Eventuelle eksisterende definition slettes for de valgte stænger.
- 5. Godkend ved at trykke på knappen OK.

10. Udfligning

For den enkelte stang kan der defineres en udfligning. (Medtages kun i beregninger for træ, stål og beton.)

- 1. Åbn oversigten over stangens data, se side 13.
- 2. Definition af udfligning. Man skal angive følgende:



Figur 29: Indtastning af udfligning

- a1 : Forholdet for profilhøjden i stang enden tilknyttet *Fra-knuden*. a1· tværsnitshøjden = profilhøjden i Fra-knuden
- a2 : Forholdet for profilhøjden i stang enden tilknyttet *Til-knuden*.
 - a2· tværsnitshøjden = profilhøjden i Til-knuden
- x1 : Den relative afstand fra *Fra-knuden* til hvor udfligningen begynder.
- x2 : Den relative afstand fra *Til-knuden* til hvor udfligningen sluttet.
- "Udfliget på" : Ligger udfligningen på over- eller undersiden af profilet.

"Regnes med 3 flanger" : Hvis det er I–profiler (og H-profiler) fra tværsnitstabellen kan man lave udfligningen som en 3. flange, idet en trekant fra et tilsvarende profil svejses på det oprindelige profil.





11. Belastninger

Alle laster grupperes i lastgrupper, som hver indeholder en samling af laster, der altid virker samtidigt og med samme partialkoefficient. Programmet kan automatisk generere stængernes egenlast samt naturlasterne sne og vind på facader samt sadel-, trug- og pulttage efter DS/EN Eurocode 1991-1-3 og 1991-1-4. Øvrige belastninger kan defineres som knude- eller stanglaster.

Lastgrupperne sammensættes til lastkombinationer.

Det er muligt at angive følgende lastkombinationer:

- Anvendelse (Karakteristisk, Hyppig, Kvasipermanent)
- Brud (6.10a, 6.10b(2.1), 6.10b(2.2))
- Ulykke (Ulykke, Brand, Masselast)

Partialkoefficienterne på lasterne i henhold til DS/EN Eurocode 1990 det Danske nationale anneks 2007 er indeholdt i programmet, men de kan ændres af brugeren.

11.1. Oprettelse af lastgrupper

Lastgrupper kan oprettes, ændres og slettes vha. lastgruppeoversigten.

Oprettelse af lastgrupper:

- 1. Lastgruppeoversigten, se Figur 30, åbnes på en af følgende måder:
 - a. Vælg menupunktet Oversigt. Lastgrupper eller genvejstasten 🔟.
 - b. Under definering af lasterne (se side 35), hvor lastgruppen skal vælges kan man trykke på knappen ..., se Figur 37, Figur 38 og Figur 39.



۹ſ.	Benævn.	Туре	Beskrivelse	<u>O</u> prel
	WOTS	Vindlast	Vindlast fra 0°, Tryk/Sug på tag	
ŀ	G	Permanent last		Æ <u>n</u> dre
1	S1	Øvr. naturlaster	Snelast, arrangement (i)	Slet

Figur 30: Lastgruppeoversigt.

- 2. Hvis lastgruppeoversigten er tom, kan der importeres lastgrupper fra en anden sag ved at trykke på knappen Import. Automatisk genererede lastgrupper indeholdende automatisk genererede naturlaster kan dog ikke importeres.
- 3. En ny lastgruppe oprettes ved at trykke på knappen Opret.
- 4. Data for lastgruppen kan nu indtastes, se Figur 31.
- 5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Når en lastart vælges, opstilles partialkoefficienter fra DS/EN Eurocode 1990 Dansk national anneks 2007.

For nyttelaster skal kategori og antal etager angives. For øvrige naturlaster (excl. vind) skal angives typen af naturlast (sne, temperatur eller is).

De i skærmbilledet angivne partialkoefficienter i anvendelse er angivet for den karakteristiske kombination. Andre værdier er gældende for den hyppige og den kvasipermanente kombination, jf. DS/EN Eurocode 1990 afsnit 6.5. Disse er ikke vist i skærmbilledet.

De i skærmbilledet angivne partialkoefficienter for vindlast og snelast er angivet under forudsætning af at de ikke indgår i lastkombinationer med dominerende nyttelast kategori E eller dominerende vindlast. I lastkombinationer med dominerende nyttelast kategori E eller vindlast er andre værdier gældende, jf. DS/EN Eurocode 1990 Dansk national anneks 2007 Tabel A1.1. Disse er ikke vist i skærmbilledet.

Hvis der vælges brugerdefinerede partialkoefficienter, kan der i specialtilfælde angives andre partialkoefficienter end dem i DS/EN Eurocode 1990 Dansk national anneks 2007.

Såfremt programmet er opstartet med bæreevneeftervisning for beton eller kontinuerlige betonbjælker, skal andelen af den bundne last for lastgruppen angives.



Laster der regnes for bunden:

- Permanent last regnes normalt altid bunden, dog betragtes tyngden af ikke-bærende vægge og gulvbelægninger (incl. afretningslag) som fri last, jf. DS/EN Eurocode 1991-1-1 afsnit 2.
- Vindlast regnes normalt som bunden last, medmindre andet er angivet i DS/EN Eurocode 1991-1-4 afsnit 3.3.
- Snelast, jf DS/EN Eurocode 1991-1-3 afsnit 2.
- Vandret masselast, jf. DS/EN Eurocode 1990 Dansk national anneks Tabel A1.3 Note 1.
- Ulykkeslast
- Nyttelast i lastkombination Ulykke regnes altid bunden.

Laster der regnes for frie:

• Nyttelaster regnes normalt som frie laster jf. DS/EN Eurocode 1991-1-1 afsnit 2.2.

Nummer:	2	
Lastgruppe: Benævnelse: Beskrivelse:	G Brugerdefinerede partialkoefficienter	
Lastart:		
 Permanent I Vindlast Øvrige natu 	last Nyttelast Ulykkeslast Ilaster Vandret masselast	
Permanent last: Til Ugunst : Til Gunst	Anvendelse. STR/GE0 - sæt B Ulykke Kar. Hyppig Kvasip. 6.10b 6.10a 6.10b 6.10 Ulykke Brand M 1 (2.1) (2.3) (Jord) (Jord) (Vand) Ia 1 1 1 1.2 1.2 1 1 1 1 1 1 0.9 1 1 0.9 1 1 1	lasse- ist
✓ Inkludér Andel af bunder	r egenlast n last (angives for beton):	
Andel hunden	last 100 %	

Figur 31: Data for lastgruppe.

11.2. Egenlast

I lastgrupper af arten Permanent last, kan der automatisk inkluderes egenlast. Der medregnes dog ikke egenlast for trækstænger og træk/trykstænger. For standardtræprofiler benyttes densiteten 500 kg/m³. For standardstålprofiler benyttes densiteten 7850 kg/m³. For betonprofiler, benyttes densiteten 2400 kg/m³ for almindelig konstruktionsbeton og den angivne densitet for letkonstruktionsbeton. For øvrige tværsnit skal densiteten indtastes af brugeren. Egenlasten kan ikke vises på tegnefladen, istedet vises teksten "+ *egenlast for hele konstruktionen*" i bunden af tegnefladen.



Generering af egenlast:

- 1. Opret en lastgruppe af arten Permanent last.
- 2. Afkryds feltet Inkludér egenlast, se Figur 31.
- 3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

11.3. Naturlaster

Programmet kan automatisk generere naturlasterne sne og vind på facader samt sadel-, trugog pulttage efter DS/EN Eurocode 1991-1-3 og 1991-1-4. Lastgrupper med tilhørende laster oprettes automatisk. Naturlastfaktorerne tilrettes og de ønskede vind- og snelaster vælges. Lastgrupperne og lasterne opdateres automatisk, når naturlastfaktorer eller konstruktionen ændres.

11.3.1. Naturlastfaktorer

Naturlastfaktorerne kan tilrettes ved at vælge menupunktet <u>N</u>aturlast.<u>F</u>aktorer eller genvejstasten **2** og derefter vælge fanebladene **Vind** og **Sne**, se Figur 32 og Figur 33.

Naturlastfaktorer	×
Vind Sne	
Faktorer: Årstidsfaktor, c 2 Basisvindhastighed 24 Terrænkategori: 24 © 0 - Hav, kystarealer v. åben hav © 1 - Fladt, ved hav, sø eller fjord © 2 - Landbrugsland © 3 - Forstad, industri. © 4 - Byområde Formfaktorer for indvendig last: 0.2 Undertryk, c 0.3	Geometri: Fra gavl til last start: 2500 mm Fra gavl til last slut: 7500 mm Længde, l: 50000 mm Manuelt inddateret b og h Bredde, b: 12540 mm Højde, h: 5240 mm Højde, h: 5240 mm
	<u>D</u> K <u>Annuller</u> <u>H</u> jælp

Figur 32: Naturlastfaktorer for vind.



Faktorer:	Geometri: Fra gavl til last start: 0 Fra gavl til last slut: 0 Længde, 1: 0
Årstidsfaktor, c _{års} 1 Beliggenhedsfaktor, C _e Termisk faktor, C _t 1 Topografi ○ Vindblæst ○ Normal ○ Afskærmet ○ Brugerdef, beliggenhedsfaktor	Manuelt inddateret b og h Bredde, b: Højde, h: h h t t t t t t t t t t t t t t t t t

Figur 33: Naturlastfaktorer for sne.

11.3.2. Naturlastgenerering

For at generere naturlaster, skal naturlastfaktorerne først opstilles, se afsnit 11.3.1. Dernæst vælges om lasterne skal opstilles for sadeltag, trugtag eller pulttag/fladt tag. For generering af naturlaster kan der tilknyttes stænger til facader og tagflader. Der kan defineres én stang pr. facade og én stang pr. tagflade. Hvis stangen udvælges ved at angive knudenumre er det muligt at angive flere stænger, som skal ligge i forlængelse af hinanden (dvs. de skal kunne opfattes som en stang ved generering af naturlaster). Det sidst nævnte er dog ikke muligt for trugtage med snelast tilfælde (ii).

Der benyttes følgende stangbetegnelser:

FV: Venstre facade.

TV: Venstre tagflade for sadeltag/trugtag eller blot tagflade for pulttag/fladt tag.

TH: Højre tagflade for sadeltag og trugtag.

FH: Højre facade.



Udvælgelse af stænger:

- 1. Vælg menupunktet <u>Naturlast.Generering eller genvejstasten</u>
- 2. Vælg Sadeltag, Trugtag eller Pulttag/fladt tag.
- 3. Vælg betegnelsen for den facade eller tagdel, der skal tilknyttes en stang, se Figur 35.
- 4. En stang kan udvælges på to måder:
 - a. Tryk på knappen **Udpeg** udfor facaden eller tagdelen.
 - b. Vælg stangen på tegnefladen ved at trykke på stangen med venstre museknap, se Figur 34.

eller

a. Angiv knudenumre for stangens fra- og til-knude. Det er muligt at angive flere stænger som skal ligge i forlængelse af hinanden (dvs. de skal kunne opfattes som en stang ved generering af naturlaster). Dette er dog ikke muligt for trug- tage med snelast tilfælde (ii).



Figur 34: Udpegning af stang.

Lasttilfælde for vind er sammensat af indvendig og udvendig last så der opstår hhv. maksimal opadrettet last, maksimal tværlast og maksimal nedadrettet last iht. DS/EN Eurocode 1991-1-4 afsnit 7.2.



Udvælgelse af vindtilfælde:

- 1. Tilknyt stænger til facaderne og tagdelene.
- 2. Vælg fanebladet Vindlast.
- 3. Vælg de relevante vindtilfælde, se Figur 35 for udvælgelse af vindtilfælde for sadel tag.



Figur 35: Vindtilfælde for sadeltag.

Lasttilfælde for sne er sammensat iht. DS/EN Eurocode 1991-1-3 afsnit 5.3.



Udvælgelse af snetilfælde:

- 1. Tilknyt stænger til facaderne og tagdelene.
- 2. Vælg fanebladet **Snelast**.
- 3. Vælg de relevante snearrangementer, se Figur 36 for udvælgelse af snearrangementer for sadeltag. Tilfælde (iv) svarer til det i DK NA angivne tilfælde for sneophobning på den vestlige side af bygningen. Derfor skal der angives hvilken side der vender mod vest. For trugtage er formfaktoren i tilfælde (ii) på den sikre side sat til 0,8 ved facaden.

Naturlastgenerering
Tagkonstruktion Stænger: Sadeltag TV - Fra: til: Udpeg TH - Fra: til: Udpeg Pulttag / fladt tag FV - Fra: til: Udpeg FH - Fra: til: Udpeg
Vindlast Snelast Image: TrifficeIde (i) Image: TrifficeIde (ii) Image: TrifficeIde (iii) Image: TrifficeIde (iii) Image: TrifficeIde (iii) Image: TrifficeIde (iii) Image: TrifficeIde (iii) Image: TrifficeIde (iii) Image: TrifficeIde (iii) Image: TrifficeIde (iv DK NA)
<u> </u>

Figur 36: Snearrangementer for sadeltag.

Der oprettes automatisk en lastgruppe til hvert vind- og snelasttilfælde, så lastgrupperne efterfølgende kan sammensættes i lastkombinationer. Beskrivelse af de oprettede lastgrupper kan ses i lastgruppeoversigten. For de automatisk oprettede lastgrupper sættes andelen af den bundne last til 100 % og lastgruppens varighed regnes som korttid ved bæreevneeftervisning for beton eller kontinuerlige betonbjælker.

11.3.3. Vis naturlaster

Beregnede værdier for stangvinkler, q_{max} for vind og formfaktorer samt størrelse og placering af naturlasterne kan vises vha. oversigten over stangens data.

Visning af data for naturlaster:

- 1. Åbn oversigten over stangens data, se side 13.
- 2. Markér den ønskede naturlast under Laster på stang.



3. Tryk på knappen **Vis**.

11.4. Øvrige laster

Laster kan defineres som knude- eller stanglaster. Alle laster tilknyttes en lastgruppe. Lasterne, som tilhører en lastgruppe, vises på tegnefladen, ved at vælge lastgruppen i fanebladet **Lastgruppe** i tabellen.

11.4.1. Knudelaster

Knudelaster kan defineres for en knude vha. oversigten over knudens data eller for en eller flere knuder vha. menuen.

Oprettelse af knudelast vha. oversigten over knudens data:

- 1. Åbn oversigten over knudens data, se side 12.
- 2. Tryk på knappen <u>Opret</u>
- 3. Det er nu muligt at oprette en vandret (*X*) eller lodret (*Y*) last i knuden, se Figur 37. Hver last skal tilknyttes en lastgruppe. Lastgruppeoversigten kan åbnes ved at trykke på knappen

Lastnr.: 1	
P	Knudelast: C X-retning (X) C Y-retning (Y) Størrelse: P: 10 kN
Lastgruppe: G, Permanent last	F. 1

Figur 37: Oprettelse af knudelast vha. oversigten over knudens data.

4. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Oprettelse af knudelast for en eller flere knuder vha. menuen:

- 1. Vælg genvejstasten 📐
- 2. Markér de knuder, som skal påvirkes af ens knudelaster, ved tryk på venstre museknap. Markerede knuder vises røde.
- 3. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.<u>K</u>nudelast eller genvejstasten **k**.
- 4. Lasten kan nu oprettes, se Figur 37, lastnummer kan dog ikke defineres.


5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

11.4.2. Stanglaster

Stanglaster kan defineres for en stang vha. oversigten over stangens data eller for en eller flere stænger vha. menuen.

Oprettelse af stanglast vha. oversigten over stangens data:

- 1. Åbn oversigten over stangens data, se side 13.
- 2. Tryk på knappen Opret.
- 3. Det er nu muligt at oprette en linie- eller punktlast, som kan være vilkårligt placeret på stangen og med forskellige projektioner på stangen, se Figur 38 og Figur 39. Hver last skal tilknyttes en lastgruppe. Lastgruppeoversigten kan åbnes ved at trykke på knappen



Figur 38: Oprettelse af linielast på stang vha. oversigten over stangens data.

4. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Oprettelse af stanglast for en eller flere stænger vha. menuen:

- 1. Vælg genvejstasten 📐
- 2. Markér de stænger, som skal påvirkes af stanglaster, ved tryk på venstre museknap. Markerede stænger vises røde.
- 3. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.<u>S</u>tanglast eller genvejstasten **2**.
- 4. Lasten kan nu oprettes, se Figur 38 og Figur 39, lastnummer kan dog ikke defineres.
- 5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.



Lastnr.: 4	
	Punktlast
	Punktlast
,	 X-retning (X)
li li	C Y-retning (Y)
P	C Vinkelret på element (R)
li x	C Aksialt langs element (A)
■, × × 1	C Moment (M)
Størrelse:	Relativ placering:
P: 10 kN	×1: 0,5
Lastgruppe:	
Q, Nyttelast	▼

Figur 39: Oprettelse af punktlast på stang vha. oversigten over stangens data.

11.5. Lastkombinationer

Lastgrupper kan sammensættes i lastkombinationer I anvendelse

- Karakteristisk,
- Hyppig
- Kvasipermanent

I brud

- 6.10a
- 6.10b (2.1)
- 6.10a Jordtryk
- 6.10b Jordtryk
- 6.10 Vandryk

I ulykke

- Ulykke
- Brand
- Seismisklast/masselast

Fra lastkombinationsoversigten kan der oprettes, ændres og slettes lastkombinationer.

11.5.1. Oprettelse af lastkombination manuelt:

- 1. Vælg menupunktet Oversigt.Lastkombinationer eller genvejstasten 🗒.
- 2. Vælg fanebladet med den ønskede lastkombinationstype (Anvendelse, Brud, Ulykke), se Figur 40.



Overs	Oversigt over lastkombinationer					
Anver	ndelse	Brud	Ulykke		<u>O</u> pret	
Nr.:	Bereg	LAK	Laster:		C. C. du	
1	Ja	6.10b	1 * G + 1,5 * K1 + 0,9 * S1 + 0,9 * W00T		Æ <u>n</u> are	
2	Ja	6.10b	1 * G + 1,5 * K2 + 0,9 * S1 + 0,9 * W00T		Slet	
3	Ja	6.10b	1 * G + 1,5 * S1 + 1,2 * K1 + 0,45 * W00T			
•				4		
Gene	rer			Luk	<u>H</u> jælp	

Figur 40: Oversigt over lastkombinationer.

- 3. Tryk på knappen Opret.
- 4. Vælg den lastkombination, der skal opstilles.
- 5. Angiv om lastkombinationen skal medtages i beregningerne.
- 6. I anvendelses lastkombinationerne skal angives om der skal regnes udnyttelse på stål profiler, og der skal angives en maks. deformation der må optræde i konstruktionen.
- 7. Angiv om den permanente last skal regnes til ugunst eller til gunst.
- 8. I Lastkombination "Masselast" kan angives om der automatisk skal generes vandret masselast svarende til reglerne i DS/EN Eurocode 1990 Dansk national anneks 2007 Tabel A.1.3 Note 1, som enten kan påsættes fra højre (mod venstre) eller fra venstre (mod højre) for nedadrettet lodret last.
- 9. Markér en lastgruppe i feltet **Lastgrupper** ved tryk på venstre museknap. Tryk på knappen , hvorved den markerede lastgruppe flyttes til feltet **Lastgrupper i LAK** med tilhørende partialkoefficient. Tilsvarende kan en lastgruppe fjernes ved at markere den i feltet **Lastgrupper i LAK** og trykke på
- 10. Flyt alle de ønskede lastgrupper til feltet Lastgrupper i LAK, se Figur 41.



astkombination			×			
Nr.: 2 LAK: Ulykke Ma	sselast 💌					
I ✓ Medtages i beregning						
Lastgrupper i LAK: Lastgrupper:						
Permanent last regnes til gunst Påsæt masselast: © Ingen © Fra venstre jf. EN 1990 DK NA Tabel A1.3 Note 1						
😲 Fra højre jf. EN		Annuller	ı <u>H</u> jælp			

Figur 41: Valg af lastgrupper som skal indgå i lastkombination.

11. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

For lastkombinationer med variable laster, får den først valgte variable lastgruppe den høje partialkoefficient, mens øvrige tildeles den lave partialkoefficient.

11.5.2. Oprettelse af lastkombination automatisk:

- 1. Vælg menupunktet <u>O</u>versigt.<u>L</u>astkombinationer eller genvejstasten \blacksquare .
- 2. Tryk på knappen Generer, se Figur 40.
- 3. Vælg de lastkombinations typer der skal genereres lastkombinationer for og de lastgrupper der skal indgå i dem, se **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**.



/ælg lastkombinations typer	Vælg lastgrupper der skal benyttes i genereringen
Anvendelse	☑ G,
Karakteristisk	K1, Kranlast placeret midt på bjælken. K2, Kranlast placeret i 5/12-delspunkt.
V Hyppig	W00T, Vindlast fra 0°, Tryk på tag + indv. und
Kvasipermanent	S1, Shelast, tiltælde (I)
Brud	
🗸 6.10a	
✔ 6.10b	
6. 10a jordtryk	
6. 10b jordtryk	
6.10 vandtryk	
Jlykke	
Ulykke	
Brand	
Seismisk/Vandret masselast	
Permanentlast regnes til ugunst	

Figur 42: Valg til generering af lastkombinationer.

- 4. Kontroller de lastkombinationer der er blevet genereret. Hvis der er nogle man alligevel ikke ønsker at regne på fjernes de ved at markere den linje de står på og trykke på knappen Slet/Opret. Se Figur 43.
- 5. Tryk på Opret, for at føre de genererede lastkombinationer over i programmets oversigt over lastkombinationer.

Anvend	lelse	Brud	Ulykke			
Opret	Nr.:	Beregi	LAK	Laster:		Slet/opre
Opret	1	Ja	6.10a	1,2 * G		
Opret	2	Ja	6.10b	1 * G + 1,5 * K1 + 1,5 * K2		
Opret	3	Ja	6.10b	1 * G + 1,5 * K1 + 1,5 * K2 + 0,9 * W00T		
Opret	4	Ja	6.10b	1*G+1,5*K1+1,5*K2+0,9*S1		
Opret	5	Ja	6.10b	1 * G + 1,5 * K1 + 1,5 * K2 + 0,9 * S1 + 0,9 * W00T		
Opret	6	Ja	6.10b	1*G+1,5*S1		
Opret	7	Ja	6.10b	1 * G + 1,5 * S1 + 0,45 * W00T	-	
•				•		

Figur 43: Auto genererede lastkombinationer.



12. Tværsnit

Tværsnit kan oprettes, slettes og ændres fra tværsnitsoversigten. Et tværsnit indeholder et profil, der benyttes til et antal stænger. Af materialer kan benyttes træ, stål og beton med/uden armering, eller der kan defineres et tværsnit hvor materialet er vilkårligt, idet karakteristisk og regningsmæssigt elasticitetsmodul indlæses. Hver stang skal have tilknyttet et tværsnit. Tilknytningen kan ske fra oversigten over stangens data eller der kan ske flere tilknytninger til samme tværsnit vha. menuen.

Oprettelse af tværsnit:

- 1. Tværsnitsoversigten, se Figur 44, åbnes på en af følgende måder:
 - a. Vælg menupunktet Oversigt. <u>T</u>værsnit eller genvejstasten 📓

eller

b. I oversigten over stangens data kan tværsnittet vælges, se side 13. I dette inddateringsvindue, se Figur 17 kan tværsnitsoversigten åbnes ved at trykke på knappen

Jver	sigt ove	er tværsnit			×
Tva	ersnit			16/7	
Nr.	Туре	Beskrivelse	ID		<u>O</u> pret
1	Stål	Søjler/Hoved/Fod	HE 220 B		/
2	Stål	Vertikaler	Varmvals, 80x40x5,0		Æ <u>n</u> dre
3	Stål	Diagonaler	Svært gevindrør 125 mm	0	Slat
	Import	-1			

Figur 44: Tværsnitsoversigt.

- 2. Hvis tværsnitsoversigten er tom, kan der importeres tværsnit fra en anden sag ved at trykke på knappen Import.
- 3. Et nyt tværsnit oprettes ved at trykke på knappen Opret.
- 4. Data for tværsnittet kan for andre end betonprofiler defineres på tre måder:
 - a. Brugerdefineret: data indtastes.
 - b. Import fra Tværsnit 2: areal og inertimoment kan hentes fra et tværsnit defineret i programmet Tværsnit 2 ved at trykke på knappen og vælge den ønskede sag.

For Træ og Stål er det muligt at benytte disse tværsnit på lige fod med tværsnittene fra tværsnitstabellen, men for at gøre dette skal der indtastes nogle yderligere data og dette gøres ved at trykke på knappen ______ og indtaste de manglende parametre.



- c. Fra *tværsnitstabel*: areal og inertimoment kan hentes fra standardprofiltabeller ved at trykke på knappen og vælge det ønskede profil, se Figur 45.
- 5. For stål og træ tværsnit der er fra tværsnitstabellen kan der vælges at tværsnittet skal dimensioneres. Dette gøres ved at markere feltet *Dimensioner tværsnittet*. For ståltværsnittet skal der desuden angives hvordan dimensioneringen for brand lastkombinationer skal foretages, og om anvendelses lastkombinationer skal dimensioneres for udnyttelse. For både stål og træ skal det angives om anvendelses lastkombinationer skal dimensioneres for deformationer.
- 6. For betonprofiler henvises til afsnit 13.
- 7. Ved import af tværsnit fra **Tværsnit 2** eller tværsnitstabel eller betonprofil kan tværsnittet med tyngdepunktsakser vises ved at trykke på knappen **Vis profil**, se Figur 46.

Tværsnit Nummer: 1	Geometri Vis profil
Beskrivelse: Søjler/Hoved/Fod	Gruppe: Valsede I-profiler ID: HE 220 B A: 9,105 10 ³ mm ² I: 80,91 10 ⁶ mm ⁴ Immensioner tværsnittet Immensioner tværsnittet Dimensioner tværsnitted Immensionering brand I: Tværsnitsdimensionering I: Tværsnitsdimensionering I: Brand/Isolerings dimensionering I: Ingen Anvendelse Udnyttelse For bæreevneeftervisning: Betegnelse: Stangen kan kun optage trækk- og trykkræfter Stangen kan kun optage trækkræfter
Robusthed	<u> </u>

8. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Figur 45: Data for tværsnit.

For at programmet automatisk kan beregne de regningsmæssige elasticitetsmoduler og styrkeparametre skal der for træprofiler indlæses, kontrolklasse og systemfaktor og træklasse iht. DS/EN Eurocode 1995-1-1.

For stålprofiler indlæses kontrolklasse iht. DS/EN Eurocode 1993-1-1. For betonprofiler henvises til afsnit 13.



Hvis man vil have en ekstra sikkerhed mht. robusthed kan man angive at der skal en faktor 1,2 på partialkoefficienterne iht. DS/EN Eurocode 1990 dansk national anneks (anneks E punkt 9).

Hvis det vælges, at et tværsnit kun kan optage træk eller træk- og trykkræfter, da sættes inertimomentet for det pågældende tværsnit til nul. På et trækelement og et træk/trykelement kan der ikke påføres tværlaster, og egenvægten kan ikke medregnes i permanent last. For trækelementer og træk-/trykelementer kan der ikke sættes charnier i stangenderne.

værsnit				×
Nummer: Beskrivelse: Søjler/Hoved/Fod Type: O Træ O Stål O Beton	C Andet	Geometri	Vis profil	7/////2
Valg af tværsnit: C Brugerdefineret C Import fra 'T værsnit 2' Fra tværsnitstabel Orientering af tværsnit: C udb. om stærk akse C udb. om svag akse	Kontrol: C Skærpet C Normal			₹ _G
Robusthed	ter i brud og ulykke		<u>QK</u> _Annulle	ar <u>H</u> jælp

Figur 46: Vis profil.

Tilknytning af tværsnit vha. oversigt over stangens data:

- 1. Åbn oversigten over stangens data, se side 13.
- 2. Det ønskede tværsnit kan nu tilknyttes, eller tværsnitsoversigten kan åbnes ved at trykke på knappen ..., se Figur 17.
- 3. Godkend ved at trykke på knappen OK.

Tilknytning af tværsnit for en eller flere stænger vha. menuen:

- 1. Vælg genvejstasten 🖳
- 2. Markér de stænger, der tilknyttes det samme tværsnit, ved tryk på venstre museknap. Markerede stænger vises røde.
- 3. Vælg menupunktet <u>R</u>edigér.<u>T</u>ilknyt tværsnit eller genvejstasten **2**.
- 4. Vælg tværsnittet eller åbn tværsnitsoversigten ved at trykke på, se Figur 47.
- 5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.



ærsnit for valgte stænger		
Stål - Hoved/Fod - IPE 200		•
	OK Annulle	r Hiælo

Figur 47: Tilknytning af tværsnit for en eller flere stænger vha. menuen.

13. Betontværsnit

Betontværsnit oprettes som tværsnit i afsnit 12 indtil punkt 4.

Data for betonprofiler kan oprettes på følgende måde:

- 1. Profilet oprettes som et af følgende profiler:
 - a. Rektangulær betonprofil
 - b. Cirkulær betonprofil
 - c. Cirkulær betonprofil med rektangulær armering
 - d. T-betonprofil
 - e. T-betonprofil med pladearmering i flanger
 - f. Betonpladeprofil

Dette gøres	ved trykke	på trykke	på en af de	knapper til at	oprette profile	er, se Figur 48.
				TTT T	- F - · · · F - · · ·	,

Tværsnit	×
Nummer: 4 Beskrivelse: Bjælkel	Geometri Vis profil Profiltype: Ikke defineret ID:
Miljøklasse: C Skærpet O Passiv Skærpet O Moderat Skærpet O Aggressiv C Dæklag (inkl. tolerance): Cot Theta: O Afledes automatisk 2,5	Opret: Rektangulær profil Cirkulær profil Pladeprofil Cirkulær profil rekt arm T - profil T - profil/plade
 Trykarmering medtages i deformations-/bæreevnebereg. Beton: Styrke, fck: 25 ▼ MPa Densitet: Max. kornstørrelse: 32 ▼ mm 2400 kg/m² ✓ Insitu støbt beton ■ Letkonstruktionsbeton Sikringsrum Der regnes med trækspændinger i uarmeret beton Faktor 1,2 på materialepartialkoefficienter i brud og ulykke 	<u>O</u> K <u>Annuller</u> <u>H</u> jælp

Figur 48: Oprettelse af betonprofil.



2. Profilets forudsætninger, dimensioner og armering ændres ved at trykke på knappen

Endre forudsætninger, dimension og armering, se Figur 49.

Tværsnit	×
Nummer: 1 Beskrivelse: T-Profil	Geometri Vis profil Profiltupe: T-betonprofil
Type: C Træ C Stål I I Beton C Andet	ID: 1
Miljøklasse: Kontrol: O Passiv O Skærpet O Moderat O Normal O Aggressiv O Lempet	Ændre forudsætninger, dimension og armering
Dæklag (inkl. tolerance): Cot Theta: Cot Alpha: • Afledes automatisk 2,5 0	Højde: 0 mm Bredde: 0 mm
Beton: MPa Densitet: Styrke, fck: 25 MPa Densitet: Max. kornstørrelse: 32 mm 2400 kg/m³	
Insitu støpt beton Sikringsrum Der regnes med trækspændinger i uarmeret beton	
Faktor 1,2 på materialepartialkoefficienter i brud og ulykke	<u> </u>

Figur 49: Data for betonprofil.

- 3. Profilets dimensioner kan ændres ved at angive dets dimensioner i mm. For rektangulære profiler angives højde og bredde, for pladeprofiler angives højde, for cirkulære profiler angives diameteren. For T-profiler angives højde, bredde, højde af flangen (h_f), bredde af flangen langs oversiden/undersiden (b_f), bredde af flangen i afstande h_f fra oversiden/undersiden (b_{fc}) samt om flangen er i oversiden eller undersiden. For Tprofiler kan desuden angives om der er tale om T-profiler eller K-profiler, hvilket letter indtastningen af dimensionerne. Se i øvrigt Figur 50.
- 4. Profilets armering kan ændres, idet der vælges om tværsnittet skal armeres. I så fald kan der vælges, for både for længdearmering og for evt. bøjlearmering, imellem forskellige standardtyper. Hvis den ønskede armering ikke findes i listen af standardtyper, kan den oprettes i programmet Konfiguration, placeret under menupunktet "Administration" i menu programmet Dimension. For oversidearmeringen og undersidearmeringen samt for evt. bøjlearmering skal armeringens dimension i mm angives. Se i øvrigt Figur 50.



T-betonprofil	X
Dimensioner: Højde, h: 500 mm Bredde, b: 200 mm Flange:: Højde, hf: 200 mm Bredde, bf: 500 mm Bredde, bf: 500 mm Flange placeret i overside Bjælketype ○ T-bjælke (US) ○ K-bjælke (DS) ○ T-bjælke (US) ○ Brugerdefineret ○ K-bjælke (US) Armering: Overside: Længde: Y - Tentor ♥ 10 ♥ Underside: 12 ♥ Bøjle: Y - Tentor ♥ 6 ♥	OS ••••••••••••••••••••••••••••••••••••
Armering i pladen: C Uarmeret C Et lag i center C To lag	Overside (0S): Længdearmering: diameter: 10 ▼ mm antal 2 stk/side Tværarmering: diameter: 6 ▼ mm afstand c-c: 100 mm Underside (US): Længdearmering: diameter: 10 ▼ mm antal 2 Længdearmering: diameter: 10 ▼ mm antal 2 stk/side Tværarmering: diameter: 6 ▼ mm afstand c-c: 100 mm
<u>F</u> orudsætninger	<u> </u>

Figur 50: T-betonprofil med armering i flangen.

- 5. Armeringens placering kan ændres/inddateres, og dette gøres for de enkelte profiltyper på følgende måde
 - a. Rektangulært profil og T-profil (se Figur 50):

Profilets armering angives i lag. Et lag består af et antal armeringsstænger, hvor af et antal evt. er fastholdt. Der kan oprettes to sæt lag, et sæt der placeres i forhold til profilets overside og et sæt der placeres i forhold til profilets underside.

Et sæt nummereres, hvor lag 1 er det lag der er placeret nærmest tværsnittets kant. Lag 1 placeres altid automatisk så krav til dæklag med tolerancetillæg overholdes. Øvrige lag kan placeres automatisk så krav til afstand mellem lag overholdes. Men disse lag kan også placeres ved at angive afstanden fra center armering til betonkant. Denne afstand forbliver konstant, også hvis tværsnitshøjden eller dæklagets tykkelse ændres.

Et lag oprettes ved at udfylde data om laget og trykke på '>'. Laget flyttes så til armeringsoversigten. Hvis der skal ændres i laget eller laget skal fjernes, trækkes det tilbage ved markering i oversigten og tryk på '<'.

Inden et lag oprettes undersøges det om alle normens krav til placering overholdes.

Et rektangulært profil eller et T-profil indeholder desuden også en bøjlearme-



ring, som fungerer, som forskydningsarmering og som evt. nødvendig armering for at der kan regnes med trykarmering. Der skal dog min. være 2 armeringsstænger i 1. armeringslag i oversiden og 2 armeringsstænger i 1. armeringslag i undersiden, for at bøjlearmeringen tages i regning.

b. Betonpladeprofil:

En plade kan armeres med et lag der placeres i pladens center eller en af siderne, eller to lag der placeres med et i hver side, lagene placeres så krav til dæklag overholdes. Længdearmering placeres yderst.

Det undersøges om normens krav til placering overholdes. Men for en plade med to lag armering, bør det vurderes om afstanden mellem de to lag er stor nok til at pladen kan udføres.

c. T-profil med flange armering:

I et T-profil med flange armering betragtes armeringen som dels kropsarmeringen der placeres som beskrevet under punkt a, dels som en pladearmering som beskrevet under punkt b.

d. Cirkulærprofil:

Profilets armering placeres i en cirkel så kravet til dæklaget overholders. Bøjlearmeringen er yderst.

- e. Cirkulærprofil med rektangulær armering: Armeringen placeres som for et rektangulærtværsnit som beskrevet i punkt a.
- 6. Profilets forudsætninger kan ændres to steder. Enten direkte under tværsnit oprettel-

sen, se Figur 49. eller ved at trykke på <u>Forudsætninger</u> inde i skærmbilledet for profildataene se Figur 50. Herefter kan profilets forudsætninger indtastes/ændres.

Betonklassifikation:

Der kontrolleres at normens krav til beton overholdes:

- Afhængig af miljøklassen, kontrolleres det at de foreskrevne krav til trykstyrken overholdes iht. DS/EN Eurocode 1990 Dansk national anneks Tabel 4.4
- En konstruktion i konsekvensklasse CC3 må ikke udføres i lempet kontrol.

Letkonstruktionsbeton

Ved at markere, at konstruktionen er udført i letkonstruktionsbeton, kan konstruktionen beregnes efter DS/EN Eurocode 1992-1-1 Afsnit 11 som er gældende for let konstruktionsbeton med lukket struktur. Der skal angives en densitet over 1000 kg/m3.

Dæklag:

Dæklag inkl. tolerance kan beregnes automatisk iht. miljøklasse og kontrolklasse iht. DS/EN Eurocode 1992-1-1 Afsnit 4.1.1. Hvis et tykkere dæklag ønskes, kan det anføres i indtastningsfeltet. Det er ikke muligt at gå under normens krav.

In situ

Der angives om betonen er in situ støbt eller præfabrikeret.



Funktionsprøvet

For præfabrikeret beton angives om betonen er funktionsprøvet med sejt brud eller med skørt brud, jf. DS/EN Eurocode 1992-1-1 Dansk national anneks 2007 Tabel 2.1a.

Sikringsrum:

Ved at markere, at konstruktionen er en del af et sikringsrum, kontrolleres det om krav til sikringsrum overholdes:

- I sikringsrum skal der benyttes en beton med en trykstyrke på mindst 25 MPa
- Sikringsrum må ikke udføres i lempet kontrol
- Armering i sikringsrum skal tilhøre duktilitetsklasse B

Krav til minimumsarmering i et sikringsrums ydervægge undersøges ikke, men kravene beregnes og anføres på udskrift, så det er muligt at foretage en vurdering, hvis det har relevans.

Robusthed:

Elementer i høj konsekvensklasse kan påføres en faktor 1,2 på materialekoefficienter i brudkombinationer og ulykkeskombinationer (Ulykke og Brand) iht. DS/EN Eurocode 1990 Dansk national anneks 2007, Anneks E punkt 9.

- 7. For armerede rektangulære betonprofiler og T-betonprofiler, hvor der kan placeres forskydningsarmering, indtastes Cot Alpha og Cot Theta, idet Alpha er vinkelen mellem forskydningsarmeringen og vandret. Cot Theta vælges mellem tan(alpha/2) og 2,5, jf. DS/EN Eurocode 1992-1-1 Dansk national anneks afsnit 6.2.3(2).
- 8. For armerede betonprofiler (med undtagelse af pladebetonprofil) angives desuden om trykarmeringen skal tages i regning. Hvis trykarmeringen skal tages i regning, kan det kræve at bøjlearmeringen skal placeres tættere, til gengæld opnås en højere bæreevne af profilet. Mindste afstanden for bøjlearmeringen er 15 x diameteren af længdearmeringen.
- 9. For armerede betonprofiler er det muligt at lave en dimensionering af armeringen. For at dette kan gøres skal feltet *Dimensioner tværsnit* markres.
 - a. Armeringsdimensionering : Der optimeres på tykkelsen af de indlagte armeringsjern.
 - b. Antal armeringsjern : Der optimeres på antallet af armeringsjern der er lagt i tværsnittet.
 - c. Brand Tværsnitsdimensionering : Brand lastkombinationene medtages i dimensioneringen.
 - d. Brand Ingen : Brand lastkombinationen medtages ikke i dimensioneringen.
 - e. Anvendelse : Deformationer Skal der laves en dimensionering ud fra deformationerne i forhold til den indtastede tilladelige deformation.



Tværsnit	2
Nummer: 4 Beskrivelse: Bjælke	Geometri Vis profil
Type: C Træ C Stål @ Beton C Andet	Prontype: Hektangulær betonprofil
Miljeklasse: Kontrol: C Passiv Skærpet Moderat Skærpet Aggressiv Kontrol: Dæklag (inkl. tolerance): Cot Theta: Øderat aggressiv Cot Alpha: Øderat aggressiv Øderat Øderat aggressiv Cot Theta: Øderat aggressiv Øderat Øderat aggressiv Øderat	Ændre forudsætninger, dimension og armering Dimensioner tværsnittet Carmeringsdigenensioner Antal armeringsigen Dimensionering brand Tursersnitsdimensionering Anverndelse Deformationer
Beton: Styrke, fck: 25	Højde: 200 mm Bredde: 200 mm
Sikringsrum Der regnes med trækspændinger i uarmeret beton Faktor 1,2 på materialepartialkoefficienter i brud og ulykke	<u> </u>

Figur 51: Tværsnitsoprettelse – Dimensionering.

- 10. For betonprofiler kan profilet med tilhørende armering vises ved tryk på **Vis Profil**, se Figur 52.
- 11. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

For at programmet automatisk kan beregne de regningsmæssige elasticitetsmoduler og styrkeparametre skal der for betonprofiler indlæses, kontrolklasse, miljøklasse, konstruktionstype (almindelig konstruktionsbeton eller letkonstruktionsbeton), densitet for letkonstruktionsbeton iht. DS/EN Eurocode 1992-1-1.



Tværsnit	×
Nummer: 4 Beskrivelse: T-Profil	Geometri Vis profil X
Type: Træ Stål Image: Beton Andet Miljøklasse: Image: Stål Image: Stål Skærpet Image: Passiv Skærpet Skærpet Image: Passiv Image: Skærpet Image: Skærpet Image: Passiv Image: Skærpet	US Længde: Y10/4 OS Tvær: Y8/100 Længde: Y10/4 Tvær: Y8/100
□ Trykarmering medtages i deformations-/bæreevnebereg. Beton: Styrke, fok: 25 ▼ MPa Densitet: Max. kornstørrelse: 32 ▼ mm 2400 kg/m³ ✓ Insitu støbt beton Letkonstruktionsbeton Sikringsrum Den regnes med trækspændinger i uarmeret beton ■ Faktor 1.2 på materialepartialkoefficienter i bud og ulukke	y "

Figur 52: Vis profil for betonprofil.

Tilknytning af tværsnit:

Betontværsnit tilknyttes på samme måde, som øvrige tværsnit, se afsnit 12.

14. Beregning

Når sagen er inddateret, kan den beregnes. Der foretages dog først et datacheck, for at kontrollere om konstruktionen kan beregnes. Herefter foretager programmet en optimal sortering af alle knuder, for at opnå mindst mulig beregningstid. En 1. ordens beregning udføres ved at vælge menupunktet <u>Beregning.1</u>. ordens beregning eller genvejstasten **1**. Ved en 2. ordens beregning tages hensyn til at stængernes stivhed svækkes ved deformation. En 2. ordens beregning udføres ved at vælge menupunktet <u>Beregning.2</u>. ordens beregning eller genvejstasten **1**.

Såfremt konstruktionen indeholder betonprofiler, kan der ikke gennemføres beregninger, medmindre programmet er opstartet med bæreevneeftervisning for beton eller kontinuerlige betonbjælker, og der kan ikke gennemføres 2. ordens beregning.

14.1. Datacheck

Programmet kontrollerer følgende før hver beregning:

• Der må kun være aksial last på trækstænger og træk-/trykstænger.



- Laster defineret som seismisk last (vandret masselast) skal virke vandret.
- Der må ikke være charnier i alle stangender stødende mod en knude. I så fald ændres knuden til et charnier.
- Der må ikke være charnier i en knude med understøtning, hvor knuden ikke er fastholdt mod drejning.
- Konstruktionen skal være sammenhængende. Der må ikke eksistere knuder, der ikke har forbindelse til øvrige.
- En del af konstruktionen, som ikke er understøttet, må ikke kun være sammenhængende med den øvrige konstruktion i en knude, som er defineret som charnier.
- Der skal mindst være defineret tre fastholdelser, hvoraf der mindst skal være en lodret og en vandret fastholdelse.
- For tilknyttede betonprofiler, tjekkes desuden om normens krav til dæklag, placering af armering og øvrige normkrav er opfyldt.
- Såfremt en stang er tilknyttet et betonpladeprofil, tjekkes det om alle stænger er tilknyttet et betonpladeprofil.
- Såfremt en stang er tilknyttet et betonprofil, tjekkes det om programmet er opstartet med bæreevneeftervisning for beton eller kontinuerlige betonbjælker.
- Såfremt en stang har et vederlag i endeknuden, tjekkes det om denne knude er understøttet.
- Ved "3 flanget udfligning" kontrolleres at tværsnittet er et stål I- eller H-profil fra tværsnitstabellen.
- Hvis der på en stang er et importeret stål tværsnit, kontrolleres om det har kipningsdataene udfyldt hvis der skal beregnes kipning for stangen.
- Såfremt programmet er startet op med samlingsmodulet kontrolleres:
 - Om der går en stang fra knuden og en stang til knuden.
 - Om stængerne har tilknyttet stålprofiler med I-profiler med udbøjning om den stærke akse.
- Hvis det er et stålprofil der benyttes og det skal dimensioneres med isoleringsdimensionering i brand lastkombinationen, kontrolleres om der er tilknyttet en isolering til tværsnittet.

BEMÆRK: Ikke alle fejl i konstruktionen fanges i ovenstående tjek.



14.2. 1. ordens beregning

Ved 1. ordens beregningen regnes med følgende sammenhænge mellem snitkræfter og belastninger.

$$dN / dx = p^{a}$$

 $dV / dx = p^{v}$
 $dM / dx = V$

hvor N, V og M er hhv. normalkraft, forskydningskraft og moment, p^a er den aksiale belastning og p^v er den vinkelrette belastning.

14.3. 2. ordens beregning

Ved 2. ordens beregningen tages hensyn til, at momentet afhænger af rammeelementets deformation

$$dM / dx = V + N + dv / dx$$

hvor *v* er den vinkelrette flytning.

Ved 2. ordens beregningen kan programmet foretage en opdeling af stængerne for at kunne modellere flytningen og dermed snitkræfterne mere præcist.

Såfremt konstruktionen indeholder betonprofiler, kan der ikke gennemføres beregninger af 2. orden.

15. Resultat

Når beregningen er udført, vises resultatet på en resultatoversigt. Resultater kan desuden vises for én stang.

15.1. Resultatoversigt

På resultatoversigten vises snitkraftkurver, deformationer og reaktioner. Den ønskede lastkombination vælges ved at markere den med venstre museknap eller ved at flytte markøren med piletasterne. For hver lastkombination kan der vises følgende:

- Normalkraft.
- Forskydningskraft.
- Moment.





Figur 53: Deformeret konstruktion for valgt lastkombination.

- Deformationer, hvor den deformerede konstruktion tegnes. Den udeformerede konstruktion er vist med grå stiplet streg, se Figur 53. For træ- og betonkonstruktioner vises slutdeformationer.
- Reaktioner, hvor reaktionerne i understøtningerne vises med værdier. Der vises kun reaktioner, der er forskellige fra nul.

Der kan zoomes ud og ind på resultatoversigten med O og O. Tekststørrelsen ændres ikke ved at zoome på resultatoversigten. Snitkræfter, deformationer og reaktioner kan forstørres og formindskes med O og O.

Programmet kan automatisk vise ekstremumspunkter for snitkraftkurver samt maksimale flytninger for hver stang, disse punkter betegnes **automatisk placerede snit**. På de beregnede kurver kan der desuden indsættes såkaldte **bruger placerede snit**, hvor snitkræfter og/eller deformationer beregnes og vises. Automatisk og bruger placerede snit vises med et rødt kryds og værdi på resultatoversigten. Hvis der eksempelvis vælges *Max. positivt moment* og *Vises på tværkraftoversigt*, betyder dette, at tværkraften vises i det punkt, hvor det maksimale positive moment opstår.

Det er muligt at vælge at alle max. værdierne automatisk skal vises på de der tilhørende grafer dvs. maksimalt moment vises på momentkurven osv. For at aktivere/deaktiverer denne funktion skal man ind i hoved menuen for programmet. Under "*Opsætning*" er punktet "*Max. værdier*" og når man klikker på det, aktivere eller deaktivere man funktionen. Funktionen er pr. default slået til se Figur 54.



D 🛥	Koordinatsystem	0	Q	<u>A</u>	Q	1		Ē,	2	Ē,	۲			
*	1×1 Maskestørrelse i grid	A.	P	+-	1¥	#Q-	1/	c.	3 [×			
₽.	∎ Grid ⊞ Tabeller													
-	Max. værdier	5		12	2	7	2		8	9	2	ų.	11	

Visning af automatisk placerede snit:

- 1. Tryk på 💹.
- 2. Tryk på den ønskede stang. Hvis deformationerne vises, skal stangen vælges på den udeformerede konstruktion.
- 3. Det kan nu vælges, hvilke ekstremumspunkter for snitkraftkurverne eller flytninger for den valgte stang der skal vises og på hvilke kurver, se Figur 55.

Kræfter/Deformationer	C Bæreevne
Max. trækkraft Max. trykkraft Max. positiv tværkraft Max. negativ tværkraft Max. positivt moment Max. negativt moment Max. negativ x-flytning Max. negativ x-flytning Max. negativ y-flytning Deformation fra kran	Vises på: Normalkraftoversigt Værkraftoversigt Momentoversigt Deformationsoversigt

Figur 55: Valg af automatisk placerede snit.

4. Godkend ved at trykke på knappen Luk.

Visning af bruger placerede snit:

- 1. Tryk på 💹.
- 2. Tryk på den ønskede stang. Hvis deformationerne vises, skal stangen vælges på den udeformerede konstruktion.
- 3. Tryk på knappen Snitoversigt.
- 4. På snitoversigten kan snit oprettes, ændres og slettes. Et nyt bruger defineret snit oprettes ved at vælge knappen **Opret**.
- 5. Der indtastes en beskrivelse og relativ placering på den valgte stang, se Figur 56.

init		D
Beskrivelse:	Stangmidte	
Relativ placering:		0,5
<u>K</u>	Annuller	<u>H</u> jælp

Figur 56: Definition af bruger placeret snit.



- 6. Vælg **OK** og luk snitoversigten.
- 7. Det bruger placerede snit kan nu vælges, se Figur 57.

 Kræfter/Deformationer 	C Bæreevne
Max. trækkraft Max. trækkraft Max. positiv tværkraft Max. negativ tværkraft Max. negativ tværkraft Max. negativ xflytning Max. negativ xflytning Max. negativ yflytning Max. negativ yflytning Stangmidte	Vises på: Normalkraftoversigt Tværkraftoversigt Ø Momentoversigt Ø Deformationsoversigt

Figur 57: Valg af bruger placeret snit.

- 8. Godkend ved at trykke på knappen Luk.
- 15.2. Resultater for en stang

Snitkraftkurver og deformationer kan vises for en stang i de automatisk og bruger placerede snit. Stangen vises i det lokale koordinatsystem.

Visning af resultater for en stang:

- 1. Tryk på 🗟.
- 2. Tryk på den ønskede stang. Stangen skal vælges på den udeformerede konstruktion.
- 3. Der vises snitkraftkurver og der vises snitkræfter og deformationer i knuder, ekstremumspunkter samt bruger placerede snit, se Figur 58.





Figur 58: Snitkræfter og deformationer for en stang.

16. Udskrift

Udskrift vælges ved at vælge menupunktet <u>Filer.U</u>dskriv sag eller genvejstasten B. I udskriftsstyringen kan der vælges, hvad der skal udskrives, og hvilken printer, data skal udskrives på. Data skal udskrives på stående papir.

Data udskrives i tabeller, og på grafiske oversigter, der svarer til hvad der vises på tegnefladen. Bemærk at alt grafisk vises nøjagtig som på skærmen, dvs. hvis en del af oversigten er uden for tegnefladen, mangler det samme på udskriften. Størrelse af tekst på de grafiske oversigter kan styres ved at zoome ud og ind på tegnefladen. Hvis der zoomes ind på tegnefladen, bliver tegnefladen større, mens teksten forbliver samme størrelse. Når oversigten skaleres ned til udskriftsstørrelse, afhænger tekststørrelsen derfor af størrelsen på tegnefladen. Hvis feltet "Stor grafik" er markeret laver den grafikken så stor som mulig på udskriften.



Printer: HP LaserJet 4345 m/p PCL 5 Inddata Knuder og staenger: Grafisk oversigt Samlinger Grafisk oversigt Tværsnitiste Grafisk oversigt Tværsnitiste Norm grundlag Brandpåvirkning og -isolering Lastgrupper: Grafisk oversigt Lastgrupper: Ki Kranlast placeret midt på bjælken. Ki Kranlast placeret midt på bjælken. Ki Kranlast placeret midt på bjælken. Ki Kranlast placeret i 5/12-delgounit. Ki tifænlast placeret midt på bjælken. Ki tifænlast placeret midt på bjælken. Ki tifænlast placeret midt på bjælken. Ki tifænlast placeret i 5/12-delgounit. Ki tifænlast placeret i 5/12-delgounit.	Udskriv ramme	
In Educative work inplice of Inddata Inddata Grafisk oversigt Ø Stangliste Samlinger Grafisk oversigt Ø Stangliste Samlinger Us udskrift Samlinger Us udskrift Ø Stangliste Samlinger Us udskrift I farver Stor grafik Tværsnitiste Norm grundlag Brandpåvirkele profiler: Ø Stangløvirkele profiler: Ø Lastigrupper som indgår i valgte lastkombinationer I Katrianalst placeret i 5/12-delgøvirkt. Katrianalst placeret i 5/12-delgøvirkt. Ø Stalast, tilfælde (i)	Printer:	
Knuder og stænger: Grafisk oversigt Ørafisk oversigt Indstil printer Ørafisk oversigt Vis udskrift Ørafisk oversigt Vis udskrift Tværsnit: Grafisk oversigt Ørafisk oversigt Vis udskrift Tværsnitiste Indreti printer Norm grundlag Brandpåvirkning og -isolering Lastgrupper: Grafisk oversigt Ørafisk oversigt Vis udskrift Vaersnitiste Mellem resultater for vindlaster Naturlastfaktorer Lastgrupper som indgår i valgte lastkombinationer G K1 Kranlast placeret midt på bjælken. K2 Kranlast placeret i 5/12-delspunkt. W00T Vindlast fra 0°, Tryk på tag + indv. undertryk S 15 Inelast, tilfælde (i) S 15 Inelast, tilfælde (i)		
	Knuder og stænger: Grafisk oversigt Ør Knudelste Samlinger Grafisk oversigt Ør Sansk oversigt Ør Lastgrupper: Ør Grafisk oversigt Ør Jastiste Møllem resultater for vindlaster Naturlastafaktorer Lastgrupper som indgår i valgte lastkombinationer G K1 Kranlast placeret midt på bjælken. K2 Kranlast placeret i 5/12-delspunkt. WOOT Vindest fra 0°, Tryk på tag + indv. undertryk S1 Snelast, tifælde (i)	Sidehoved og -fod Indstil printer Vis udskrift I farver Stor grafik

Figur 59: Valg af udskrift.

Udskriften kan vises på skærmen ved at trykke på knappen Vis udskrift.

Hvad der kan udskrives, afhænger af, hvor udskriftsstyringen vælges fra:

- Under inddatering. Herfra kan alle sagens inddata udskrives. Data kan udskrives i tabeller og på oversigtstegninger. Oversigterne udskrives som de vises på skærm.
- Under resultathåndtering. Når sagen er beregnet kan både beregningsresultater og inddata udskrives. Der kan vælges, at udskrive en konklusion, hvor man kan få udskrevet hvilke lastkombinationer, der er beregnet, de maksimale udnyttelser for de benyttede tværsnit og hvor de største snitkræfter, reaktioner og deformationer optræder. Det er også muligt at få udskrevet detail resultater for beregningerne. Der vælges hvilke detail resultater der skal udskrives, samt hvilke lastkombinationer og stænger de skal udskrives for. Man kan udskrive detail resultater til beregningerne af deformationer, reaktioner og snitkræfter, udnyttelser for de forskellige materialer og samlinger. Resultaterne udskrives i tabeller eller grafisk.
- Under resultat for stang. For den valgte stang kan udskrives de beregnede snit vist i en tabel, samt de viste snitkraftkurver.



17. Bæreevneeftervisning af trækonstruktioner

"Plan ramme 4" kan startes op med modulet "Trækonstruktioner 4" tilknyttet ved at vælge *Med bæreevneeftervisning af træ* eller *Med bæreevneeftervisning af stål og træ* under opstart. "Trækonstruktioner 4" kan undersøge udnyttelsen, herunder søjlevirkningen af benyttede standard træprofiler fra trætabellen, som indeholder rektangulære og cirkulære profiler af konstruktionstræ, rektangulære limtræprofiler samt rektangulære profiler af typerne Kerto-S og HQL-Limtræ. Der opstilles kurver for træk-, tryk- og forskydningsudnyttelse samt søjlevirkning af standard træprofiler i brud- og ulykkekombinationer. I brandkombinationer tages hensyn til brandpåvirkning af standard træprofiler.

For at kunne beregne søjlevirkningen skal man for de enkelte stænger selv indtaste undersøgelsesmetode og knæklængder. Se afsnit 9.

Såfremt der skal regnes kipning gælder der følgende:

Hvis der ikke er indsat gaffellejringer i stangen, benytter programmet en kiplængde, som er den indtastede værdi gange længden af stangen. Hvis der på stangen er indsat gaffellejringer, benytter programmet mellem gaffellejringer altid en kipningslængde, som svarer til afstanden mellem gaffellejringerne. Dvs. den indtastede værdi har ingen betydning.

Hvis der ikke er indsat gaffellejringer i stangens ende(r), benytter programmet en kiplængde som er den indtastede værdi gange afstanden fra enden af stangen til nærmeste gaffellejring på strækningen fra enden af stangen til nærmeste gaffellejring.

Såfremt der skal regnes søjlevirkning vinkelret på planen gælder der følgende:

Hvis der ikke er indsat "simple fastholdelser mod udbøjning i z-retningen" i stangen, benytter programmet en knæklængde, som er den indtastede værdi gange længden af stangen.

Hvis der på stangen er indsat "simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen", benytter programmet mellem de "simple fastholdelser mod udbøjning i z-retningen" altid en knæklængde, som svarer til afstanden mellem de "simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen". Dvs. den indtastede værdi har ingen betydning.

Hvis der ikke er indsat en" simpel fastholdelse mod udbøjning i z-retningen" i stangens ende(r), benytter programmet en knæklængde, som er den indtastede værdi gange afstanden fra enden af stangen til nærmeste "simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen" på strækningen fra enden af stangen til "nærmeste simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen".

For at benytte udfligning på tværsnittet skal man ind på de enkelte stænger og definere udfligningen, se afsnit 10.



17.1. Tværsnit

Der kan udføres bæreevneeftervisning af standard træprofiler, som er defineret i trætabellen, se Figur 60.

Profiler								×
Profi	ilgruppe:				Profil	type:		
Pro Rek Cirk Ker HQL	filgruppe: tangulær kons-træ tangulær limtræ ulære tværsnit to S - to Q • • • • • • • • • • • • •	/ 1 h		,	Reid bred bred bred bred	angulær limtræ Ide=185mm Ide=160mm Ide=140mm Ide=115mm Ide=90mm Ide=85mm		Opret type Ændre type Slet type
	Profil ID	h [mm] 1	b [mm] 1	antal Iameller	t_lamel [mm] 1		•	Opret profil
	185×267	266,7	185	8	33,33			
	185×300	300	185	9	33,33			Slet profil
	185x333	333,3	185	10	33,33			
	185x367	366,7	185	11	33,33			
	185×400	400	185	12	33,33			
	185x433	433,3	185	13	33,33		-	
						Vælg profil	<u>A</u> nnuller	<u>H</u> jælp

Figur 60: Standard træprofiler i trætabellen.

Hvis det ønskede profil ikke findes i tabellen, men dets geometri/egenskaber svarer til en af de fem hovedgruppers, kan det oprettes i tabellen. Standardtyperne er skrivebeskyttede i Plan Ramme 4, så der skal først oprettes en profiltype til profilet, hvorefter profilet kan oprettes. Der gøres blot opmærksom på, at disse profiler gemmes sammen med sagen, og kan ikke hentes ind i øvrige sager.

17.2. Importeret tværsnit

Det er også muligt at lave bæreevneeftervisning på et profil der importeres fra programmet "Tværsnit 2". For at kunne benytte disse profiler på lige fod med standard profilerne i programmet skal der indtastes nogle ekstra data. Hvis ikke disse ekstra data er indtastet vil der ikke blive lavet en bæreevneeftervisning.

Først vælges at der skal benyttes et importeret tværsnit og efterfølgende importeres tværsnittet ved at trykke på

For at få oprettet disse ekstra data benyttes knappen "Opret import data" se Figur 61.



Tværsnit	×
Nummer: 1 Beskrivelse:	Geometri Vis profil
Type: Træ O Stål O Beton O Andet	ID: -
Valg af tværsnit: O Brugerdefineret	A: - 10 ³ mm² I: - 10 ⁶ mm ⁴
Import fra 'Tværsnit 2' Fra tværsnitstabel O Fra tværsnitstabel	
Træklasse:	Opret Import Data
Systemfaktor:	
	🔲 Stangen kan kun optage trækkræfter
	🔲 Stangen kan kun optage træk- og trykkræfter
Robusthed	
Faktor 1,2 på materialepartialkoefficienter i brud og ulykke	<u> </u>

Figur 61: Import af tværsnit.

De ekstra data der skal oplyses kan ses af Figur 62.

🝯 Opret import data	1	
Vridningsinertimoment		103 mm ⁴
Profil højde	0	mm
Profil bredde	0	mm
		L LK-sh
<u> </u>	Annuller	

Figur 62: Ekstradata til træ.

Når ekstra dataene er oprettet kan tværsnittet benyttes som et standard træ profil.

17.3. Brandpåvirkning

Det kan vælges at reducere det benyttede areal iht. brandpåvirkningen i snitkraft- og deformationsberegningen. Herved øges deformationen og eventuelle 2. ordens påvirkninger i konstruktionen. Bemærk at det kun er standard træprofiler, som regnes svækkede. Ved beregning



af udnyttelser af brandpåvirkede træprofiler anvendes styrkereduktionsmetoden med hensyntagen til hjørneeffekter og beregning af den termiske last udfra standardbrandforløbet.

Brandvarigheden og brandbeskyttelsestiden for et eventuelt brandbeskyttelsessystem defineres ved at vælge menupunktet <u>Bæreevne.Brandpåvirkning</u> - træ eller genvejstasten **S**, se Figur 63. Brandvarigheden og beskyttelsestiden er ens for alle træprofiler. Beskyttelsestiden sættes til 0 minutter for ubeskyttede profiler.



Figur 63: Definition af brandparametre for træ.

17.4. Beregning

For brud- og ulykkeskombinationer beregnes følgende udnyttelser af tværsnit.

- **Trækudnyttelse:** Udnyttelse af tværsnittet i træksiden ved kombineret momentog/eller normalkraftpåvirkning.
- **Trykudnyttelse:** Udnyttelse af tværsnittet i tryksiden ved kombineret moment- og/eller normalkraftpåvirkning.
- Forskydningsudnyttelse: Udnyttelse af tværsnittet ved forskydningspåvirkning.
- **Søjlevirkning:** Søjlevirkning af tværsnittet for tværsnit påvirket af en normal-trykkraft.
- **Kipning:** Kipning af elementer påvirket at normalkraft og moment.

Der foretages udelukkende tværsnitsundersøgelser. Det er tilstrækkeligt med en 1. ordens beregning jf. DS/EN Eurocode 1995-1-1 Afsnit 5.4.2, da søjlevirkning er medtaget. Programmet kan foretage en 2. ordensberegning, idet brugeren selv skal indlægge hældningen jf. DS/EN 1995-1-1 Afsnit 5.4.4.(2). Forhåndsdeformationerne ikke er indregnet, i stedet medtages søjlevirkningen.

17.5. Dimensionering

Hvis der er valgt at nogle af tværsnittene skal dimensioneres gøres det efter den alm. beregning.

Dimensioneringen af tværsnittet foregår på følgende måde.

Hvis udnyttelsen er større end 1 vælges der et profil der er større end det aktuelle og hvis den er mindre en 1 vælges et profil der er mindre end det aktuelle. Dette bliver den ved med indtil den finder det optimale profil der giver en udnyttelse tættest på 1, men under 1. Profilerne der kan skiftes imellem er dem inden for den gruppe og type der oprindeligt er valgt.



Der dimensioneres for den største af udnyttelserne for:

- Træk
- Tryk
- Forskydning
- Søjlevirkning
- Kipning
- Deformation Hvis det er angivet på profilet.

Deformationsudnyttelsen findes som forholdet mellem den aktuelle deformation og den maks. tilladelige angivet på anvendelseslastkombinationen.

Når det optimale tværsnit er fundet kontrolleres indbrændingsdybden for om den bliver for stor i brand lastkombinationerne. Hvis indbrændingsdybden er for stor forøges profilet til den er i orden.

Alle tværsnittene dimensioneres hver for sig og først til sidst laves en samlet beregning med alle de optimale tværsnit. De optimale tværsnit tilføjes i tværsnitstabellen, dvs. de oprindelige tværsnit bliver ikke slettet/overskrevet.

17.6. Resultat

På resultatoversigten vises udnyttelseskurver for træk, tryk og forskydning samt for søjlevirkningen og kipning for brud- og ulykkekombinationer, se Figur 64.



Figur 64: Udnyttelseskurver for hele konstruktionen.

Programmet kan automatisk vise maksimale udnyttelser og søjlevirkning for hver stang. På de beregnede kurver kan der desuden indsættes bruger placerede snit. Automatisk og bruger placerede snit vises med en sort markering og værdi på resultatoversigten. Udnyttelseskurver og



søjlevirkningskurver kan vises for en stang i de automatisk og bruger placerede snit samt i knuder. Stangen vises i det lokale koordinatsystem, se Figur 65.



Figur 65: Udnyttelseskurver for en stang.



17.7. Udskrift

Som øvrige resultater kan udnyttelser og søjlevirkning for standard træprofiler udskrives som kurver og i tabeller. Resultaterne af bæreevneeftervisningen udskrives for valgte brud- og ulykkekombinationer. Det er muligt, at vælge hvilke stænger dette skal udskrives for. Desuden er det muligt at få opstillet en konklusion for de undersøgte træprofiler. For hver tværsnitsgruppe findes den lastkombination og det snit, hvor den maksimale udnyttelse forekommer for hhv. træk, tryk og forskydning samt søjlevirkning. Som afslutning konkluderes det, om der opstår brud. Der opstilles også en tabel med de undersøgte lastkombinationer og man kan få opstillet oversigter over hvor der opstår de maksimale snitkræfter, reaktioner og deformationer.

18. Bæreevneeftervisning af stålkonstruktioner

"Plan ramme 4" kan startes op med modulet "Stålkonstruktioner 5" tilknyttet ved at vælge *Med bæreevneeftervisning af stål* eller *Med bæreevneeftervisning af stål og træ* under opstart. "Stålkonstruktioner 5" kan undersøge udnyttelsen af benyttede standard stålprofiler fra ståltabellen, som indeholder opsvejste I-profiler, INP- og UNP-profiler, valsede I-, U-, vinkel-, T- og Z-profiler, firkantede og cirkulære rør-profiler samt massive rektangulære og cirkulære profiler. Der opstilles kurver for udnyttelse mht. begyndende foldning i anvendelseskombinationer samt tværsnitsklasser og bæreevneudnyttelse i brud- og ulykkekombinationer samt søj-levirkning/kipning i brud- og ulykkeskombinationer.

Der kan dog ikke undersøges for søjlevirkning for Z-profiler.

Kipning undersøges ikke for profilerne: U-Profiler Vinkel profiler T-Profiler Z-Profiler

For at kunne beregne søjlevirkningen skal man for de enkelte stænger selv indtaste undersøgelsesmetode og knæklængder. Programmet tjekker om det krav til slankhedsforhold, som brugeren angiver, overholdes. Det er default sat til 200. Se afsnit 9.

Såfremt der skal regnes søjlevirkning vinkelret på planen gælder der følgende:

Hvis der ikke er indsat "simple fastholdelser mod udbøjning i z-retningen" i stangen, benytter programmet en knæklængde, som er den indtastede værdi gange længden af stangen.

Hvis der på stangen er indsat "simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen", benytter programmet mellem de "simple fastholdelser mod udbøjning i z-retningen" altid en knæklængde, som svarer til afstanden mellem de "simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen". Dvs. den indtastede værdi har ingen betydning.

Hvis der ikke er indsat en" simpel fastholdelse mod udbøjning i z-retningen" i stangens ende(r), benytter programmet en knæklængde, som er den indtastede værdi gange afstanden fra enden af stangen til nærmeste "simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen" på strækningen fra enden af stangen til "nærmeste simple fastholdelse mod udbøjning i z-retningen".

For at kunne beregne kipning skal man for de enkelte stænger selv indtaste kipningslængde, se afsnit 9, men derudover gælder der følgende:



Hvis der ikke er indsat gaffellejringer i stangen, benytter programmet en kiplængde, som er den indtastede værdi gange længden af stangen. Hvis der på stangen er indsat gaffellejringer, benytter programmet mellem gaffellejringer altid en kipningslængde, som svarer til afstanden mellem gaffellejringerne. Dvs. den indtastede værdi har ingen betydning. Hvis der ikke ar indsat gaffelleiringer i stangens ande(r) henvtter programmet en

Hvis der ikke er indsat gaffellejringer i stangens ende(r), benytter programmet en kiplængde som er den indtastede værdi gange afstanden fra enden af stangen til nærmeste gaffellejring på strækningen fra enden af stangen til nærmeste gaffellejring.

Alternativt er det muligt at basere beregningen af søjlevirkning i både 1. orden og 2. orden på den kritiske søjlekraft i stedet for knæklængden i planen med **Ek**, idet der for 1. orden vælges knappen til højre for **E** og for 2. orden vælges knappen til højre for **E**. Denne beregning kan for komplicerede konstruktioner tage meget lang tid.

Det er ikke muligt at lave dimensionering af tværsnittene når der laves en beregning med kritisk søjlekraft.

For at benytte udfligning på tværsnittet skal man ind på de enkelte stænger og definere udfligningen, se afsnit 10.

18.1. Tværsnit

Der kan udføres bæreevneeftervisning af standard stålprofiler, som er defineret i ståltabellen, se Figur 66.

rofilgruppe:							
				Profil	type:		
Profilgruppe:		L V		Vals	ede I-profiler	Oprel	t type
Opsvejste I-profiler				IPE			
NP-profiler		^ſ ₩t _w		HE	A	/Endre	e type
/alsede l-profiler	h –			HE	В	Slet	type
JNP-profiler				HE	М		-
√alsede U-profiler	≁ ∎	z					
/alsede vinkelnrofiler							
Profilio	n [mm] 1	ю [mm] 1	tw [mm] 1	ττ [mm] 1	r [mm] 1	AEndre	: proni e profil
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5		
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	Slet	profil
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7		
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7		
IPE 160	160	82	5	7,4	9		
IPE 180	180	91	5,3	8	9	-	
					Vælg profil	Annuller	<u>H</u> jælp

Figur 66: Standard stålprofiler i ståltabellen.

Hvis det ønskede profil ikke findes i tabellen, men dets geometri/egenskaber svarer til en af de 12 hovedgruppers, kan det oprettes i tabellen. Standardtyperne er skrivebeskyttede i Plan Ramme 4, så der skal først oprettes en profiltype til profilet, hvorefter profilet kan oprettes. Der gøres blot opmærksom på, at disse profiler gemmes sammen med sagen, og kan ikke hentes ind i øvrige sager.



18.2. Importeret tværsnit

Det er også muligt at lave bæreevneeftervisning på et profil der importeres fra programmet "Tværsnit 2". For at kunne benytte disse profiler på lige fod med standard profilerne i programmet skal der indtastes nogle ekstra data. Hvis ikke disse ekstra data er indtastet vil der ikke blive lavet en bæreevneeftervisning.

Først vælges at der skal benyttes et importeret tværsnit og efterfølgende importeres tværsnittet ved at trykke på

For at oprette disse ekstra data benyttes knappen "Opret import data" se Figur 67.

Tværsnit	×
Nummer: 1 Beskrivelse:	Geometri Vis profil
Type: O Træ Stål O Beton O Andet Valg af tværsnit: O Brugerdefineret O Skærpet Import fra 'T værsnit 2) Import fra 'T værsnit 2) Import fra 'T værsnit 2)	ID: - A: - 10 ³ mm² I: - 10 ⁶ mm ⁴
	Opret Import Data For bæreevneeftervisning: Betegnelse: \$235 💌
	 Stangen kan kun optage trækkræfter Stangen kan kun optage træk- og trykkræfter
Robusthed	
Faktor 1,2 på materialepartialkoefficienter i brud og ulykke	<u> </u>

Figur 67: Import af tværsnit.

De ekstra data der skal oplyses kan ses af Figur 68.

For at kunne benytte profilerne er der nødvendigt at tage stilling til om Programmet selv skal beregne tværsnitsklassen for profilet eller det kan regnes konstant hen over stangen. Det er ikke muligt at regne på et klasse 4 tværsnit.

Der kan kun regnes kipning på et dobbeltsymmetrisk tværsnit.

Forskydningen regnes tilnærmet, idet programmet indlægger som en tilnærmelse et rektangulært forskydningsareal, som er placeret i den angivne afstand fra toppen af profillet og i den angivne afstand fra bunden af profillet med det angivne areal.



🝯 Opret Import Data		x
Maksimal tværsnitstykkelse til fy: 40		
Konstant Tværsnitsklasse		
Del nr.	Del typer : Krop 💌	
	Bredde, c : 0 mm	
	Tykkelse, t : 0 mm	
Afstand fra profil underside til del	l bund, y1 : 0 mm	
Afstand fra profil underside til del	l top, y2 : 0 mm	
Del type c	t y1 y2	
Søjlevirkning Imperfektionsfaktor x-akse 0 Imperfektionsfaktor y-akse 0	Forskydning Forskydningsareal 0 103 mm 2	
Kipning	Krops tykkelse	
Imperfektionsfaktor 0 Vridnings inertimoment, It 0	Afstand til underside 0 mm	
Hvælvings inertimoment, Iw 0 10 ⁹ mm ⁴	OK <u>Annuller</u> <u>Hj</u> ælp	

Figur 68: Ekstradata til stål.

Når ekstra dataene er oprettet kan tværsnittet benyttes som et standard stål profil.

18.3. Brandpåvirkning

Brandvarigheden og eventuelt brandbeskyttelsessystem kan defineres ved at vælge menupunktet <u>Bæreevne.Brandpåvirkning - stål</u> eller genvejstasten 🗐, se Figur 69. Konstruktionen kan undersøges for en standardbrand i 30, 60, 90 eller 120 minutter. Iht. brandtiden beregnes ståltemperaturen i alle benyttede standard stålprofiler. Den tilladte spænding reduceres herefter iht. den beregnede ståltemperatur.

For uisolerede tværsnit kan der vælges mellem 3 standard brandforløb til beregning af ståltemperaturen.

- Standard indendørsbrandforløb
- Udendørsbrandforløb (Ikke lovlig iflg. Det Danske nationale Anneks)
- Hydrocarbonbrandforløb

For isolerede brandforløb er det den valgte isolerings kurve der angiver ståltemperaturen.



nd - stål		
Brandpåvirkning Brandtid: 30 💌 minutter	Brandforløb for uisoleret tv © Standard © Udendørs (Ikke lovligt © Hydrocarbon	ærsnit iflg. DK NA)
Reduktion af E-modul i snitkraft- og de	formationsberegning	
Brandisolering:		
Nr. Tid [min] Type	t [mm]/[grader]	Hent
Ulsoleret	•	Temperatur
		Ændre
		Slet
Inddækning, form: Rektangulær kasse Langs hele overfladen Tillæg til inddækningsomkreds fra monta	aning, sider: C 3 C 4 ageunderlag: 0 mm	
Deformationskriterier er afgørende		
Tværsnit	Brandisolering	
Søjler/Hoved/Fod - HE 220 B	Uisoleret	
Vertikaler - Varmvals. 80x40x5,0	Uisoleret	
Diagonaler - Ø30	Uisoleret	
	OK Annuller	Hiælp

Figur 69: Definition af brandparametre for stål.

Det er også muligt at sige at konstruktionen skal isoleres til en bestemt temperatur, men ikke tage stilling til hvilken isolering der benyttes. Dette gøres vha. knappen "Temperatur" hvor man skal indtaste den ønskede temperatur.

Det kan vælges at reducere det benyttede E-modul iht. brandpåvirkningen. Herved øges deformationen og eventuelle 2. ordens påvirkninger i konstruktionen. Bemærk, at det kun er standard stålprofiler, som regnes svækkede.

Hvert benyttet standard stålprofil kan brandisoleres med en isolering fra den tilhørende brandisoleringstabel. Brandisoleringstabellen indeholder kurver, hvorfra ståltemperaturen kan udledes vha. sektionsforholdet. Med isoleringen kan stålprofilet indpakkes i en rektangulær kasse eller langs hele overfladen. Isoleringen kan inddække 1–4 sider. Hvis montagen øger den indvendige inddækningsomkreds af isoleringen angives tillægget.

Hvor deformationskriterier er afgørende kan der som bæreevne benyttes f_x i stedet for f_y iht. DS/EN Eurocode 1993-1-2 Dansk national anneks punkt 2.3(1).

Det er ligeledes muligt at regne på et klasse 4 tværsnit hvis man i programmet har markeret at deformationskriterierne er afgørende. Der vil her ligeledes skulle benyttes f_x iht. DS/EN Eurocode 1993-1-2 Anneks E. Det er dog ikke muligt at lave søjle- og kipningsberegninger på et klasse 4 tværsnit.

18.4. Beregning

Der opstilles kurver for følgende:

• Udnyttelse mht. begyndende foldning i anvendelseskombinationer.



- Tværsnitsklasse i brud- og ulykkekombinationer.
- Udnyttelse i brud- og ulykkekombinationer.
- **Søjlevirkning/kipning** i brud- og ulykkekombinationer for tværsnit påvirket af en normaltrykkraft.

Ved beregning af bæreevneudnyttelse for brud- og ulykkekombinationer undersøges hhv. træk-, tryk-, bøjnings- og forskydningspåvirkning. Desuden undersøges den største spænding i tværsnittet, der opstår ved kombineret påvirkning fra moment, normalkraft og forskydningskraft. Ved plastisk spændingsfordeling indregnes forskydningskraftudnyttelsen som en reduktion af forskydningstværsnittet. Ved elastisk spændingsfordeling indregnes forskydningskraftudnyttelsen som en reduktion af flydespændingen i forskydningszonen.

Beregningen af søjlevirkning/kipning afhænger af om der ses på brand eller ej.

• Søjlevirkning og kipning i brand.

Ved beregning af søjlevirkningen og/eller kipning for momentpåvirkede trykstænger bestemmes β_M (DS/EN Eurocode 1993-1-2 punkt 4.2.3.5) altid på baggrund af en 1. ordens beregning idet momenter og tværlaster fra evt. deformationer ikke medtages. For stænger påvirket af både punktlaster og jævnt fordelte laster sættes $\beta_{M,Q}$ (DS/EN Eurocode 1993-1-2 figur 4.2) tilnærmet lig med (1,4*antal punktlaster + 1,3 antal jævnt fordelte laster)/(antal punktlaster + antal jævnt fordelte laster), idet aksiale laster ikke medtages og evt. egenvægt medtages som en jævnt fordelt last og et punktmoment medtages som en punktlast.

 Søjlevirkning/kipning uden brand. Ved beregning af søjlevirkning/kipning for momentpåvirkede trykstænger bestemmes interaktionsfaktorene k_{yy} og k_{zy} ud fra metode 1 i DS/EN Eurocode 1993-1-1 Anneks A.

Den kritiske søjlekraft for en stang beregnes efter følgende tilnærmede metode:

- Stangens normalsnitkraftkurve bestemmes ved en 1. ordens beregning. Den maksimale negative normalsnitkraft betegnes N_{max,neg}.
- Stangen påsættes aksialkræfter svarende den fundne normalsnitkraftkurve, idet der ikke påsættes tværlaster eller momenter. Øvrige stænger påsættes ikke laster.
- Konstruktionen gennemregnes med ovenstående laster ved en 1. ordens beregning. Konstruktionens normalsnitkraftkurve findes og sammenlignes med den tidligere fundne normalsnitsnitkraftkurve. Såfremt der ikke er overensstemmelse, korrigeres der, idet der påsættes supplerende aksiale enkeltkræfter. Der korrigeres indtil de to normalsnitkraftkurver har en meget lille afvigelse.
- Konstruktionen gennemregnes med ovenstående laster (incl. påsatte supplerende enkeltkræfter) ganget med en faktor α ved en 2. ordens beregning. Det undersøges om konstruktionen har tilstrækkelig stivhed.
- Ovenstående beregning gentages et antal gange, idet α forøges hvis konstruktionen har tilstrækkelig stivhed og formindskes hvis konstruktionen ikke har tilstrækkelig stivhed. Balancepunktet mellem at kontruktionen har og ikke har tilstrækkelig stivhed kaldes $\alpha_{kritisk}$. Der foretages ingen videre undersøgelser såfremt $\alpha_{kritisk} < 1$.
- Den kritiske søjlekraft udregnes som $\alpha_{kritisk} * N_{max,neg}$.
- Der foretages ikke undersøgelse af søjlevirkningen, såfremt $\alpha_{kritisk} > 10000$.



For enkeltstående søjler er der tale om rimelig god tilnærmelse, mens der for sammensatte stænger og ramme kun er tale om en tilnærmet metode.

Man skal være opmærksom på at beregningen af den kritiske søjlekraft er baseret på en enkelt stang. En søjle må derfor f.eks ikke opdeles i flere stænger i forlængelse af hinanden, idet det vil give et forkert resultatet.

Der foretages udelukkende tværsnitsundersøgelser. Snitkræfterne bør derfor bestemmes vha. en 2. ordens beregning, hvor snitkræfterne afhænger af deformationerne.

18.5. Dimensionering

Hvis der er valgt at nogle af tværsnittene skal dimensioneres, gøres det efter den alm. beregning. Der kan ikke laves en dimensionering hvis der er valgt at lave en beregning med kritisk søjlekraft.

Dimensioneringen af tværsnittet foregår på følgende måde.

Hvis udnyttelsen er større end 1 vælges der et profil der er større end det aktuelle og hvis den er mindre en 1 vælges et profil der er mindre end det aktuelle. Dette bliver den ved med indtil den finder det optimale profil der giver en udnyttelse tættest på 1, men under 1. Profilerne der kan skiftes imellem er dem inden for den gruppe og type der oprindeligt er valgt (eks. Valsede HE..A profiler).

Tilsvarende gælder for brand/isolerings dimensioneringen der kan laves, her er det bare isoleringstykkelsen eller brandtemperaturen der ændres.

For stål dimensioneres for

- Udnyttelsen *)
- Udnyttelsen for søjlevirkning/kipning

For stål dimensioneres i brand for

- Udnyttelse
- Udnyttelse for søjlevirkning/kipning

Alle tværsnittene dimensioneres hver for sig og først til sidst laves en samlet beregning med alle de optimale tværsnit. De optimale tværsnit tilføjes i tværsnitstabellen. Når alle tværsnit er optimeret og gennemregnet laves optimeringen på isoleringen på tilsvarende måde, hvis det er valgt at der skal laves en optimering på brandisoleringen, og de optimerede brandisoleringer tilføjes i isoleringstabellen og tilknyttes tværsnittene. Til sidst beregnes resultatet med de optimerede tværsnit og de optimerede isoleringer.

^{*)} Udnyttelsen er normalt fundet for lastkombinationerne brud og ulykke men det kan vælges at inkludere udnyttelsen for anvendelse og en beregnet udnyttelse for deformationerne. Udnyttelsen for deformationerne findes som forholdet mellem de lokale bjælke deformationer og maks. deformationen angivet på anvendelseslastkombinationen.

18.6. Resultat

På resultatoversigten vises tværsnitsklasser, udnyttelseskurver og søjlevirkning/kipningskurver. Programmet kan automatisk vise maksimale udnyttelser og maksimal søjlevirkning/kipning for hver stang. På de beregnede kurver kan der desuden indsættes bruger placerede snit. Automatisk og bruger placerede snit vises med en sort markering og værdi på resultatoversigten. For indsættelse af snit se afsnit 15.1.



Udnyttelseskurver og søjlevirkning/kipningskurver kan vises for en stang i de automatisk og bruger placerede snit samt i knuder. Stangen vises i det lokale koordinatsystem. For udvælgelse af stang se afsnit 15.2.

18.7. Udskrift

Som øvrige resultater kan udnyttelser for standard stålprofiler udskrives som kurver og i tabeller. Resultaterne af bæreevneeftervisningen udskrives for valgte anvendelses-, brud- og ulykkekombinationer. Det er muligt, at vælge hvilke stænger dette skal udskrives for. Desuden er det muligt at få opstillet en konklusion for de undersøgte stålprofiler. For hver tværsnitsgruppe findes den lastkombination og det snit, hvor den maksimale udnyttelse forekommer samt den lastkombination og det snit, hvor den maksimale søjlevirkning/kipning forekommer. Som afslutning konkluderes det, om der opstår brud. Der opstilles også en tabel med de undersøgte lastkombinationer og man kan få opstillet oversigter over hvor der opstår de maksimale snitkræfter, reaktioner og deformationer.

19. Bæreevneeftervisning af samlinger

"Plan ramme 4" kan startes op med modulerne "Stålkonstruktioner 5" og "Samlinger 1" tilknyttet ved at vælge "*Med bæreevneeftervisning af stål og samlinger*" under opstart. "Stålkonstruktioner 5" er beskrevet i det foregående afsnit (afsnit 18) og "Samlinger 1" kan undersøge udnyttelse, hulrandsstyrker, overklipningsstyrker, gennemlokning, trækstyrke, pladetykkelser og svejsesømme for samlinger lavet mellem standard I- eller H-Profiler fra stål tværsnitstabellen. Der kan beregnes svejse og boltesamlinger.

Der kan oprettes samlinger mellem to stænger i en knude, eller forenden af en stang til for en fodsamling. Samlingerne tilknyttes knuderne og der kan oprettes en samling pr knude se afsnit 8.

Samlingerne beregnes kun for brud lastkombinationerne.

19.1. Samlingstyper

Når der skal oprettes en samling skal der vælges hvilke samling der skal oprettes. Der kan vælges mellem samlingstyperne hjørne-, kip-, stød- eller fod samlinger.

19.1.1. Hjørnesamlinger

Der kan vælges mellem følgende hjørne samlinger.

Hjørne type	Beskrivelse
1	De to profiler svejses på pladen.


2	De to profiler svejses sammen og flangerne fra det ene forlænges over det andet.
З,а	Hver profil påsvejses en plade som så boltes sammen. Boltene ligger inden for profilet.
3,b	Hver profil påsvejses en plade som så boltes sammen. Der ligger en boltrække udenfor profilet enten i oversiden eller un- dersiden. Desuden ligger der en boltrækken inden for profilet i samme side som den udenfor. Der ligger en eller to boltrækker i modsat side.
3,c	Hver profil påsvejses en plade som så boltes sammen. Der ligger en boltrække uden for profilet og en inden for i både oversiden og undersiden.
4,a	Det første profil påsvejses en plade som så boltes sammen med det andet profil. Brugeren vælger selv hvilket af profilerne pladen påsvejses. Boltene ligger inden for profilet. Flangerne fra det første profil forlænges ud over det andet profil.
4,b	Det første profil påsvejses en plade som så boltes sammen med det andet profil. Brugeren vælger selv hvilket af profilerne pladen påsvejses. Der ligger en boltrække udenfor profilet enten i oversiden eller un- dersiden. Desuden ligger der en boltrække inden for profilet i samme side som den udenfor. Der ligger en eller to boltrækker i modsat side. Flangerne fra det første profil forlænges ud over det andet profil.
4,c	Det første profil påsvejses en plade som så boltes sammen med det andet profil. Brugeren vælger selv hvilket af profilerne pladen påsvejses. Der ligger en boltrække uden for profilet og en inden for i både oversiden og undersiden. Flangerne fra det første profil forlænges ud over det andet profil.



19.1.2. Kip samlinger

Kip		Beskrivelse
Туре		
1,a		Hver profil påsvejses en plade som så boltes sammen.
		Boltene ligger inden for profilet.
		Beregnes som Hjørnesamling 3,a.
1,b		Hver profil påsvejses en plade som så boltes sammen.
		Der ligger en boltrække udenfor profilet enten i oversiden eller un-
		dersiden. Desuden ligger der en boltrække inden for profilet i
		samme side som den udenfor. Der ligger en eller to boltrækker i
		modsat side.
		Beregnes som Hjørnesamling 3,b.
1,c		Hver profil påsvejses en plade som så boltes sammen.
		Der ligger en boltrække uden for profilet og en inden for i både oversiden og undersiden
		Beregnes som Higrnesamling 3 c
		Deregnes som rijørnesammig 5,e.
2	-	Hver profil påsvejses en plade som så boltes sammen.
		Der ligger en boltrække inden for profilet i afstanden ¹ / ₂ profil-
		højde fra profiloverfladen.
		Kræver at der er et chanier i knuden.

Der kan vælges mellem følgende kip samlinger.

19.1.3. Stød samlinger

Der kan vælges mellem følgende stødsamlinger.

Stød type	 Beskrivelse
1,a	Hver profil påsvejses en plade som så boltes sammen. Boltene ligger inden for profilet. Beregnes som Hjørnesamling 3,a.
1,b	Hver profil påsvejses en plade som så boltes sammen. Der ligger en boltrække udenfor profilet enten i oversiden eller un- dersiden. Desuden ligger der en boltrække inden for profilet i samme side som den udenfor. Der ligger en eller to boltrækker i modsat side. Beregnes som Hjørnesamling 3,b.





19.1.4. Fod samlinger

Der kan vælges mellem følgende fodsamlinger.

Fod		Baskrivalsa
tuno		DESKIIVEISE
type		
1,a		Profilet pasvejses en plade der sa boltes til fundamentet. Placerin- gen af pladen er vandret. Boltene ligger inden for profilet.
1,b		Profilet påsvejses en plade der så boltes til fundamentet. Placerin- gen af pladen er vandret. Der ligger en boltrække udenfor profilet enten i oversiden eller un- dersiden. Desuden ligger der en boltrække inden for profilet i samme side som den udenfor. Der ligger en eller to boltrækker i modsat side.
1,c	ļ.,	Profilet påsvejses en plade der så boltes til fundamentet. Placerin- gen af pladen er vandret. Der ligger en boltrække uden for profilet og en inden for i både oversiden og undersiden.
2,a		Profilet påsvejses en plade der så boltes til væggen. Placeringen af pladen er lodret. Boltene ligger inden for profilet.
2,b		Profilet påsvejses en plade der så boltes til væggen. Placeringen af pladen er lodret. Der ligger en boltrække udenfor profilet enten i oversiden eller un- dersiden. Desuden ligger der en boltrække inden for profilet i samme side som den udenfor. Der ligger en eller to boltrækker i modsat side.





19.2. Oprettelse

For at oprette en samling skal man enten ind på de enkelte knuder og oprette den eller hvis der skal oprettes den samme samling på flere knuder kan man markere knuderne og benytte menu

punktet "Rediger/samling" eller knappen 🏌 .

Åben oversigten over knudens data, se side 12, herefter trykkes på knappen "Opret" under punktet "Samling" hvis der ikke er oprettet en samling eller "Ændre" hvis der er oprettet en samling. Man kan også slette samlingen ved at trykke på knappen "Slet".

Når man har valgt Opret/Ændre kommer man ind i samlings indtastnings billedet, se Figur 70.

M Samling		
Samlingstype		
	Typer • Hjørne samling • Kip samling	◯ Stød samling ◯ Fod samling
	Samling Svejsning med plade Svejsninger uden plade Samling m bolte inden for profilerne Samling m 1 bolt række uden for profilerne	C Samling m 2 bolt rækker uden for profilerne C Samling m forlængede flanger, bolte inde C Samling m forlængede flanger, 1 bolt række ude C Samling m forlængede flanger, 2 bolt rækker ude
Plade data		
Definition af udstik fra	profil eller fra boltrække	
Udstik		
Udstik overside	0 mm	
Udstik underside	0 mm	
Bredde	0 mm	
Tykkelse	0 mm	
Stålkvalitet	5235	
		OK Annuller Hjælp

Figur 70: Oprettelse af samling.

Opret en samling:

- 1. Vælg samlingstypen.
- 2. Vælg samlingen.
- 3. Indtast Samlings data.



Afhængig af hvilke samling der er valgt er det forskellige data der skal indtastes. Programmet lukker for indtastning i de felter der ikke skal benyttes for den valgte samling.

De data der kan indtastes er:

- Samlingspladen.
 - Udstik oversiden.
 - Udstik undersiden.
 - Bredde.
 - Tykkelse.
 - Stålkvalitet.
 - Hvilken knude stangen, hvor boltpladen sidder på, går til.
- Hjørne pladen.
 - Tykkelse.
 - Stålkvalitet.
- Bolt data.
 - Bolt type.
 - Bolte kvalitet.
 - Antal bolte pr. række, på hver side af I-profilet, n.
 - Antal boltrækker i oversiden, n_o (max 2).
 - Antal boltrækker i undersiden, n_u (max 2).
 - Afstand fra centrum af kroppen til 1. bolt, e.
 - Afstand fra centrum af overflangen til 1. boltrække inden for tværsnittet, co.
 - Afstand fra centrum af overflangen til 1. boltrække uden for tværsnittet, c_{oo}.
 - Afstand fra centrum af underflangen til 1. boltrække inden for tværsnittet, cu.
 - Afstand fra centrum af underflangen til 1. boltrække uden for tværsnittet, c_{uu}.
 - Afstand mellem boltrækkerne i oversiden, cb_o.
 - Afstand mellem boltrækkerne i undersiden, cb_u.
 - Afstand mellem boltene i boltrækkerne, for n > 1, eb.
 - Ligger boltene udenfor profilet, i profilets over- eller underside (kun for samlinger med en boltrække uden for profilet).



Pladen placeres symmetrisk omkring profilet.



19.2.1. Krav til boltdata

Boltenes placering skal opfylde følgende krav:

- Der skal være en eller to boltrækker i hhv. over-/undersiden af profilet. Hvis der ligger en boltrække uden for I-profilet skal der også ligge en inden for profilet i samme side.
- 2. Afstanden mellem boltene og boltene og pladekanten skal overholde følgende krav: Programmet kontrollere ikke for største afstand, den skal brugeren selv kontrollere, da det ikke er alle konstruktioner der er korrosions påvirkede. Se definitionerne på H og W i Figur 71 til Figur 73.

Afstand	Mindst afstand	Største afstand hvis udsat for korro-
		sion
H_1	2,2 · pashul diameteren	min(14 · pladetykkelsen, 200 mm)
H_{2o}, H_{2u}	$2,2 \cdot pashul diameteren$	min(14 · pladetykkelsen, 200 mm)
H_{3o}, H_{3u}	$1,2 \cdot \text{pashul diameteren}$	4 · pladetykkelsen + 40 mm
\mathbf{W}_1	2,4 · pashul diameteren	min(14 · pladetykkelsen, 200 mm)
\mathbf{W}_2	2,4 · pashul diameteren	min(14 · pladetykkelsen, 200 mm)
W_3	1,2 · pashul diameteren	4 · pladetykkelsen + 40 mm

3. Afvigelser

Samlingen "Kip med chanier" har kun en boltrække i alt, så den skal kun overholde kravene til bredden (W). Boltrækken placeres i oversiden men placeringen er ud for midten af profilet.

Definition på H og W

Pladen er beregningsmæssigt opdelt således at:

 $Pladehøjden = H_1 + H_{2o} + H_{2u} + H_{3o} + H_{3u}$

 $Pladebredden = W_1 + 2W_2 + 2W_3$

Afstandenes definitioner kan ses på Figur 71 til Figur 73.



Figur 71: Samling med alle bolte inden for I-profilet.





Figur 72: Samling med en boltrække uden for I-profilet (i oversiden).



Figur 73: Samling med en boltrække uden for I-profilet i både over- og under siden.



Figur 74: Chanier samling.



19.3. Beregning

Der findes resultater for følgende:

- 1. Svejse sømmens tykkelse mod flanger og krop for profil 1.
- 2. Svejse sømmens tykkelse mod flanger og krop for profil 2.
- 3. Svejse søm i hjørnepladen.
- 4. Hulrandsstyrken.
- 5. Overklipningssyrken af boltene.
- 6. Trækstyrken af boltene.
- 7. Gennemlokning af pladen.
- 8. Udnyttelse for rent træk i samlingen.
- 9. Udnyttelse for kombineret træk og forskydning i samlingen.
- 10. Mindste pladetykkelse, ud fra brudfigurer (ingen bolte uden for profilet).
- 11. Mindste pladetykkelse, ud fra Prying effekten(bolte uden for profilet).
- 12. Mindste pladetykkelse for hjørnepladen.

I nedenstående tabel kan ses hvilke resultater der findes for de enkelte samlinger.

Hjørne					Be	eregnin	g/Resu	ltat				
type	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		\checkmark								\checkmark		
2		\checkmark	\checkmark									\checkmark
3,a		\checkmark			\checkmark		\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark		
3,b		\checkmark			\checkmark		\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	
3,c		\checkmark			\checkmark		\checkmark	\checkmark	\checkmark		\checkmark	
4,a		\checkmark										
4,b		\checkmark	\checkmark		\checkmark			\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	
4,c		\checkmark	\checkmark		\checkmark		\checkmark	\checkmark			\checkmark	

Kip					Be	eregnin	g/Resul	ltat				
type	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,a	\checkmark			\checkmark		\checkmark			\checkmark			
1,b				\checkmark		\checkmark						
1,c	\checkmark			\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark				\checkmark	
2	\checkmark			\checkmark								

Stød					Be	eregnin	g/Resul	ltat				
type	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,a		\checkmark		\checkmark						\checkmark		
1,b	\checkmark	\checkmark		\checkmark								
1,c	\checkmark	\checkmark										

Fod					Be	eregnin	g/Resul	ltat				
type	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,a												
1,b	\checkmark											
1,c	\checkmark			\checkmark		\checkmark			\checkmark		\checkmark	
2,a	\checkmark			\checkmark		\checkmark			\checkmark			
2,b	\checkmark			\checkmark		\checkmark			\checkmark		\checkmark	
2,c	\checkmark			\checkmark	\checkmark	\checkmark		\checkmark	\checkmark		\checkmark	



19.4. Resultat

På resultat oversigten er der ud over standard punkterne tilføjet et punkt med samlinger. Det er ikke muligt at se nogle af resultaterne på skærmbilledet, men man kan klikke på en knude der er tilknyttet en samling til (markeret ved at knude nummeret er gul) og så får man resultat for samlingen frem på skærmen.



Figur 75: Resultat for samling.

19.5. Gem tegning

Det er muligt at gemme en tegning af samlingen i dxf-format så man efterfølgende kan hente den ind i et tegneprogram. Tegningen gemmes i målestoksforholdet 1:1. Filen indeholder tegninger af samlingen ses fra begge sider hvis det er en samling mellem to stænger.

19.6. Udskrift

Som øvrige resultater kan resultaterne for samlingerne udskrives for de valgte brudkombinationer. Resultaterne opstilles i tabeller og det kan vælges hvilke samlinger der ønskes udskrevet detail data for.

Det er desuden muligt at få opstillet en konklusion. For hver samling findes den lastkombination hvor den maksimale forskydning/træk udnyttelse er.

20. Bæreevneeftervisning af betonkonstruktioner

"Plan ramme 4" kan startes op med modulet "Betonkonstruktioner 6" tilknyttet ved at vælge *Med bæreevneeftervisning af beton* under opstart. "Betonkonstruktioner 6" kan undersøge udnyttelsen af armerede og uarmerede rektangulære tværsnit, T-tværsnit, cirkulære-tværsnit og pladetværsnit, samt lave en dimensionering af armeringen i tværsnittene.



Alternativt kan programmet "Kontinuerlige Betonbjælker 6" benyttes, herved haves de samme beregningsmuligheder, men kun for en dimensionelle konstruktioner.

For definition af et betontværsnit, henvises til afsnit 13.

Der kan foretages en elastisk beregning med tilhørende elastiske snitkræfter ved at vælge menupunktet *1. ordens beregning* eller genvejstasten

Der kan for armerede tværsnit foretages en plastisk beregning med tilhørende plastiske snit-

kræfter ved at vælge menupunktet *1. ordens plastisk beregning* eller genvejstasten **D**. Der udregnes snitkræfter efter elasticitetsteorien i anvendelse. I brud og ulykke udregnes snitkræfter efter plasticitetsteorien. Der kan ikke foretages plastisk beregning på uarmerede tværsnit. Der kan ikke laves en dimensionering af tværsnittene under en plastisk beregning.

For at få udbytte af den plastiske beregning, kræves det at der indsættes flydeled i konstruktionen, jf. afsnit 5 og afsnit 7.1. Flydeledene placeres typisk ved indspændinger og understøtninger. Der kan kun indsættes flydeled i knuder som er hægtet på en stang.

Programmet vælger selv indspændingsmomentet i flydeledene, idet indspændingsmomentet vælges til brudmomentet, svarende til Metode A. Dog vælges indspændingsmomentet altid mellem elasticitetsteoriens værdi og en tredjedel heraf, jf. DS/EN Eurocode 1992-1-1 Dansk national anneks, afsnit 5.1.3.1(p)

Ved en plastisk beregning foretager programmet først en elastisk beregning. Herefter placeres charnier i flydeledene og herefter påføres et moment i hver ende af stangen ind mod charniet, svarende til indspændingsmomentet. Disse momenter påføres som korttidslaster. Såfremt konstruktionen ved indsættelse af chanier i flydeledene bliver bevægelig kan konstruktionen ikke beregnes.

Programmet kontrollerer ikke at den nødvendige flydeevne er til stede, jf. DS/EN Eurocode 1992-1-1 afsnit 5.6.1.(3) Dansk nationalt Anneks. Dog kontrolleres det at flydeledene samt tværsnit udnyttet mere end 80 % ikke er overarmeret i brud.

20.1. Brandpåvirkning

Brandvarigheden kan defineres ved at vælge menupunktet <u>Bæreevne.B</u>rand-påvirkning - beton eller genvejstasten , se Figur 76. Konstruktionen kan undersøges for en standardbrand i 30, 60, 90, 120, 180 eller 240 minutter. Der skal angives hvilken fremstillingsproces der er benyttet til armeringen. Der kan vælges imellem "Varmvalset", "Bratkølet selvanløben", "Kolddeformeret" eller "Ingen krav", hvis der vælges ingen krav benyttes minimumsparametrene for de tre andre.

For de enkelte profiler skal der desuden angives, hvilke sider der påvirkes af brand. For plader angives om profilet er brandpåvirket fra oversiden og undersiden. For øvrige profiler angives om profilet er brandpåvirket fra oversiden, undersiden, venstre side og højre side. For T-profiler angiver venstre og højre side, hhv. venstre og højre side af flangen, som for T-profiler skal være ens. Brandpåvirkningen på venstre og højre side af kroppen svarer til brandpåvirkningen af undersiden ved flange i oversiden og brandpåvirkningen i oversiden ved flange i undersiden.



	jen Bratkølet selvanløben 🔽
Tværsnit	Brand på side
Betonbæjlke - Rekt - 1	1 Over, Under, Venstre, Højre,
Betonbjælke - T-bj 2	4 Under,

Figur 76: Definition af brandparametre for beton.

20.2. Beregning

Der opstilles kurver for følgende:

- Langtidsdeformationer i anvendelses-, brud- og ulykkekombinationer.
- Korttidsdeformationer i anvendelses-, brud- og ulykkekombinationer.
- Udnyttelse mht. revnevidde i den kvasipermanente kombination for armerede tværsnit.
- Udnyttelse i brud- og ulykkekombinationer for armerede og uarmerede tværsnit.
- **Forskydningsudnyttelse** i brud- og ulykkekombinationer (dog ikke brand) for armerede og uarmerede tværsnit.
- Søjlevirkning i planen i brud- og ulykkekombinationer for armerede tværsnit.
- **Søjlevirkning** i planen for brud- og ulykkekombinationer (dog ikke brand) for uarmerede tværsnit.
- Afstand mellem bøjlearmering i brud- og ulykkekombinationer (dog ikke brand) for armerede rektangulære tværsnit og T-tværsnit. Dette kræver dog min. 2 armerings- stænger i 1. lag i overside og i underside for at bøjlearmeringen kan tages i regning.

Langtidsdeformationen beregnes ud fra den kvasipermanente lastandel. Udnyttelsen beregnes både for den påsatte last samt den påsatte bundne last. Ved benyttelse af plastisk snitkraftfordeling i brud skal det eftervises at bæreevnen er i orden både for den påsatte last og den påsatte bundne last, jf. DS/EN Eurocode 1992-1-1 Dansk national anneks, afsnit 5.1.3.1(P).

For armerede tværsnit undersøges udnyttelsen for revnevidde i forhold til de i DS/EN Eurocode 1992-1-1 Dansk national anneks Tabel 7.1 anbefalede værdier.

For armerede konstruktioner undersøges bæreevneudnyttelsen vha. Metode A jf. DS/EN Eurocode 1992-1-1 afsnit 3.1.7.

For uarmerede konstruktioner undersøges bæreevnen vha. DS/EN Eurocode 1992-1-1 afsnit 12.6.1. For uarmerede tværsnit kræves det dog at der er normaltrykkraft i tværsnittet.



Udnyttelsen for minimumsarmering for armerede tværsnit undersøges i anvendelseskombinationen kvasipermanent, brudkombinationerne og ulykkeskombinationerne ulykke og masselast, jf. DS/En Eurocode 1992-1-1 afsnit 9.2.

Såfremt udnyttelsen for minimumsarmering er højere end 1 (kravet til minimumsarmering er ikke opfyldt), forhøjes bæreevneudnyttelse til maksimalværdien af udnyttelsen for minimumsarmering og ovennævnte beregnede bæreevneudnyttelse.

Evt. trykarmering tages i regning, såfremt dette er valgt, se afsnit 11. Såfremt trykarmeringen skal tages i regning placeres bøjlearmeringen, med en mindste afstand på 15 x diameteren af længdearmeringen.

Søjlevirkningen for armerede tværsnit regnes efter metoden Nominel Stivhed, DS/EN 1992-1-1, afsnit 6.5.7.

Søjlevirkningen for uarmerede tværsnit regnes efter DS/EN 1992-1-1, afsnit 12.6.5.2 samt elementformelen, angivet i afsnit 7.2.2 i Betonkonstruktioner efter DS/EN 1992-1-1 af Bjarne Chr. Jensen.

Der regnes ikke på søjlevirkningen vinkelret på planen, idet momentet her er 0. Desuden regnes heller ikke på kipning.

Stødlængder og evt. forankringsarmering i stængernes ender bestemmes jf. DS/EN Eurocode 1992-1-1 afsnit 8.4. Der tages hensyn til evt. længde af vederlag i stængernes ender. Vederlagslængderne indtastes under den enkelte stang, se Figur 17.

Ved beregning af deformationer sættes elasticitetsmodulet for beton efter DS/EN Eurocode 1992-1-1 Dansk national anneks, afsnit 3.1.3(2). Den beregnede karakteristiske elasticitetsmodul divideres med partialkoefficienten for beton.

I brandkombinationer indregnes brandpåvirkning fra en standardbrand. Brandkombinationer undersøges iht. DS/EN Eurocode 1992-1-2. Det antages at tværsnittet er intakt uden afskalning. Det brandpåvirkede tværsnit modelleres som et reduceret tværsnit, idet det oprindelige betontværsnit reduceres med en skadet randzone, som ikke tages i regning, jf. DS/EN Eurocode 1992-1-2 Anneks B.2. Inden for den skadede randzone betragtes materialeparametre for betonen som konstante men svækkede på grund af temperaturen. For hver armeringsstang bestemmes temperaturen, hvorefter spændingen kan bestemmes ud fra den temperaturafhængige arbejdskurve, som desuden afhænger af armeringens fremstillingsproces. For det reducerede tværsnit med reducerede materialeparametre undersøges for Metode A iht. DS/EN Eurocode 1992-1-2 Anneks B Metode B2 med de supplerende regler i det danske nationale anneks.

I brandsituationen tages hensyn til eksentrisk last pga. eksentrisk placeret skadet randzone og termisk udbøjning, ved uens brandpåvirkning på oversiden og undersiden. Programmet kan ikke regne på tværsnit påvirket af uens brandpåvirkning på højre og venstre side af tværsnittet.

Der undersøges ikke for minimumarmeringen i brandsituationen, idet denne ikke skal være opfyldt. Forskydning og forskydningsarmering beregnes ikke i brandkombinationer, idet der ikke er angivet nogen metode i DS/EN Eurocode 1992-1-2, idet anneks D ikke er gældende jf. Dansk nationalt anneks.



20.3. Dimensionering

Hvis der er valgt at nogle af tværsnittene skal dimensioneres, gøres det efter den alm. beregning. Der kan ikke laves en dimensionering hvis der er valgt at lave en plastisk beregning.

Dimensioneringen af tværsnittet foregår på følgende måde for armeringsdimensionering: Hvis udnyttelserne er større end 1 vælges der en armeringsdiameter der er større end den aktuelle og hvis den er mindre end 1 vælges en armeringsdiameter der er mindre end den aktuelle.

Der skelnes imellem om der er i oversiden eller undersiden armeringsdiameteren skal ændre. Hvis den skal forøges gøres det i den side med den højeste udnyttelse og hvis den skal formindskes gøres det i den side hvor den er mindst(med mindre det er minimums diameteren der er i).

Dette bliver den ved med indtil den finder det optimale profil der giver en udnyttelse tættest på 1, men under 1.

Armeringsdiametrene der skiftes imellem er dem der ligger i armeringstabellen for den valgte armerings type.

Dimensioneringen af tværsnittet foregår på følgende måde for antal armeringsjern:

For bjælke- og T-elementer er det antal armeringsjern der optimeres på. Hvis udnyttelserne er større end 1 vælges tilføjes der et armeringsjern mere i den side med den højeste udnyttelse, og hvis den er mindre end 1 fjernes et armeringsjern i den side med den mindste udnyttelse, med mindre der kun er et lag med 2 jern i.

Dette bliver den ved med indtil den finder det optimale profil der giver en udnyttelse tættest på 1, men under 1.

For vægelementer er det afstanden mellem armeringsjernene der optimeres på. Hvis udnyttelserne er over 1 formindskes afstanden mellem armeringsjernene i den side med størst udnyttelse og hvis udnyttelserne er under 1 forøges afstanden mellem armeringsjernene. Afstanden forøges eller formindskes med 10 mm pr step og det er både længdearmeringen og tværarmeringen der ændres på (men samtidigt). Forøgelsen af afstanden mellem længdearmeringen stopper ved 250 mm, som er største afstand dimensioneringen kan gå op til.

Alle tværsnittene dimensioneres hver for sig og først til sidst laves en samlet beregning med alle de optimale tværsnit. De optimale tværsnit tilføjes i tværsnitstabellen.

For T-elementer med armering i flangen dimensioneres der kun på armeringen i kroppen.

Udnyttelserne findes standard for brud og ulykke lastkombinationerne men hvis det er valgt for elementet kan man også får en udnyttelse for deformationerne i anvendelseslastkombinationerne medtaget. Disse udnyttelser findes som forholdet mellem de lokale bjælke deformationer og maks. deformationen angivet på lastkombinationen.

20.4. Resultat

På resultatoversigten kan vises korttidsdeformationer og langtidsdeformationer i anvendelses-, brud- og ulykkeskombinationer, se Figur 77.



Desuden kan vises udnyttelseskurver og forskydningsudnyttelseskurver og evt. afstand mellem forskydningsarmering i brud- og ulykkeskombinationer samt udnyttelseskurver for armerede tværsnit i den kvasipermanente anvendelseskombination, se Figur 78.



Figur 77: Langtidsdeformationskurver for hele konstruktionen.

ા લ લ જ લ લ	Ø				
versigt:	Udnyttelse beton:	LAK	Laster		
Kræfter/deformationer	• Udnyttelse	Anv. Kar.:	1 * G + 1 * N + 0,3 *	w00T + 0,3 * S1	
Udnyttelse	C Udn. for bunden last	Anv. Kvisip	.: 1 * G + 0,2 * N		
Langtidsdeformationer	C Forskydning	Brud 6.10b	: 1 * G + 1,5 * N + 0,45	5 * WOOT + 0,45 * S1	
Korttidsdeformationer	C Forskydnings armering	Ulykke:	1 * G + 0,2 * N + 1 * I	U	100
60% 80% 100	196				
60% 80% 100	1%		.1 309		
60% 80% 100	3		a ¹ ,399	5	6
60% 80% 100 1 <mark>2</mark>	3		a1 ,399	5	6
60% 80% 100 1 <mark>2</mark>	3		¢ ¹ ,399	5	6
60% 80% 100 1 <mark>2</mark>	3		4 ¹ ,399	5	6

Figur 78: Udnyttelseskurver for hele konstruktionen.

Programmet kan automatisk vise maksimale udnyttelser og forskydningsudnyttelse for hver stang. På de beregnede kurver kan der desuden indsættes bruger placerede snit. Automatisk og bruger placerede snit vises med en sort markering og værdi på resultatoversigten, se Figur 78. For indsættelse af snit se afsnit 15.1.



Langtidsdeformationskurver og korttidsdeformationskurver kan vises for en stang i de automatisk og bruger placerede snit samt i knuder. Stangen vises i det lokale koordinatsystem, se Figur 79. For udvælgelse af stang se afsnit 15.2.

Tilsvarende kan udnyttelseskurver og forskydningsudnyttelseskurver vises for en stang i de automatisk og bruger placerede snit samt i knuder, se Figur 80.



Figur 79: Langtidsdeformationer for en stang.





Figur 80: Udnyttelseskurver for en stang.

20.5. Udskrift

Som øvrige resultater kan udnyttelser og evt. forskydningsarmering for betontværsnit udskrives som kurver og i tabeller. Resultaterne af bæreevneeftervisningen udskrives for valgte anvendelses-, brud- og ulykke kombinationer. Det er muligt, at vælge hvilke stænger dette skal udskrives for. Desuden er det muligt at få opstillet en konklusion for de undersøgte betonprofiler. For hver tværsnitsgruppe findes den lastkombination og det snit, hvor de maksimale udnyttelser forekommer samt den lastkombination og det snit, hvor den maksimale forskydning forekommer samt for armerede rektangulære tværsnit og T-tværsnit det snit, hvor afstanden mellem forskydningsarmeringen er mindst. Som afslutning konkluderes det, om der opstår brud. Der opstilles også en tabel med de undersøgte lastkombinationer og man kan få opstillet oversigter over hvor der opstår de maksimale snitkræfter, reaktioner og deformationer.