

**Athena**  
**DIMENSION**  
**Plan ramme 3**

*November 2007*

**Indhold**

1	Introduktion .....	3
2	Programmets opbygning .....	6
2.1	Menuer og værktøjslinier .....	6
2.2	Opsætning af tegneflade .....	8
2.3	Tegne- og udvælgelsesfunktioner .....	9
2.4	Brug af tabeller .....	10
2.5	Åbning af oversigter over knude- og stangdata .....	12
3	Filhåndtering .....	14
4	Knuder og stænger .....	15
4.1	Oprettelse af knuder .....	15
4.2	Oprettelse af stænger .....	17
4.3	Flytning af knuder og stænger .....	17
4.4	Ændring af fra- og til-knuder for stænger .....	19
4.5	Sletning af knuder og stænger .....	19
5	Understøtninger .....	20
6	Charnier/flydeled .....	20
6.1	Knudecharnier/flydeled .....	21
6.2	Charnier i stænger .....	21
7	Valg af sikkerhedsnorm .....	22
8	Søjlevirkning .....	23
8.1	Søjlevirkning i stang .....	24
9	Belastninger .....	25
9.1	Lastgrupper (DS 409 (2.1)) .....	25
9.2	Lastgrupper (DS 409 (5.1)) .....	28
9.3	Egenlast .....	30
9.4	Naturlaster .....	31
9.5	Øvrige laster .....	36
9.6	Lastkombinationer (DS 409 (2.1)) .....	39
9.7	Lastkombinationer (DS 409 (5.1)) .....	40
10	Tværsnit .....	42
11	Betontværsnit .....	46
12	Beregning .....	53
12.1	Datacheck .....	54
12.2	1. ordens beregning .....	54
12.3	2. ordens beregning .....	55

13	Resultat.....	55
	13.1 Resultatoversigt.....	55
	13.2 Resultater for en stang.....	58
14	Udskrift.....	59
15	Bæreevneeftersvisning af trækonstruktioner.....	61
	15.1 Tværsnit.....	61
	15.2 Brandpåvirkning.....	62
	15.3 Beregning.....	63
	15.4 Resultat.....	63
	15.5 Udskrift.....	65
16	Bæreevneeftersvisning af stålkonstruktioner.....	66
	16.1 Tværsnit.....	66
	16.2 Brandpåvirkning.....	67
	16.3 Beregning.....	68
	16.4 Resultat.....	70
	16.5 Udskrift.....	70
17	Bæreevneeftersvisning af betonkonstruktioner.....	71
	17.1 Brandpåvirkning.....	71
	17.2 Beregning.....	72
	17.3 Resultat.....	74
	17.4 Udskrift.....	77

# 1 Introduktion

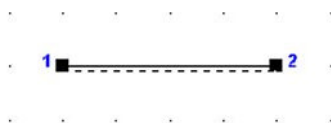
Ved opstart af Plan ramme 3 vælges, om programmet skal indlæse modul med bæreevneeftervisning af træ, stål eller beton. Bæreevneeftervisning af træ-, stål- og betonkonstruktioner er beskrevet i kapitel 15, 16 og 17.

Alternativt kan programmet også opstartes som Kontinuerlige betonbjælker 5, det svarer til at programmet opstartes med Betonkonstruktioner 5, dog er kun muligt at beregne en-dimensionelle konstruktioner.

I Plan ramme 3 optegnes konstruktionens elementer på en tegneflade vha. brugerdefinerede gridpunkter. Der oprettes automatisk knuder i elementenderne. Der kan oprettes to 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.

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 stiplede, 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 ud fra 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.

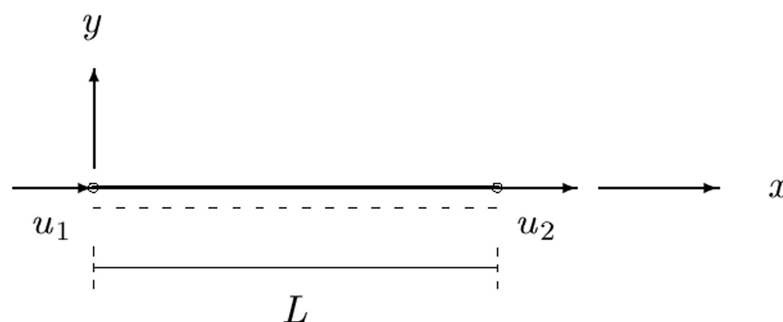
Knuderne i elementenderne flyttes til de korrekte koordinater, hvorved sammenhængen i konstruktionen bevares. **Understøtninger** kan defineres som vandret og lodret fastholdelse samt fastholdelse mod drejning af knuderne. Der kan defineres **charnier** i knuder samt i elementender. Understøtninger og 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 17.

Alle laster grupperes i **lastgrupper**, som hver indeholder en samling af laster, der altid

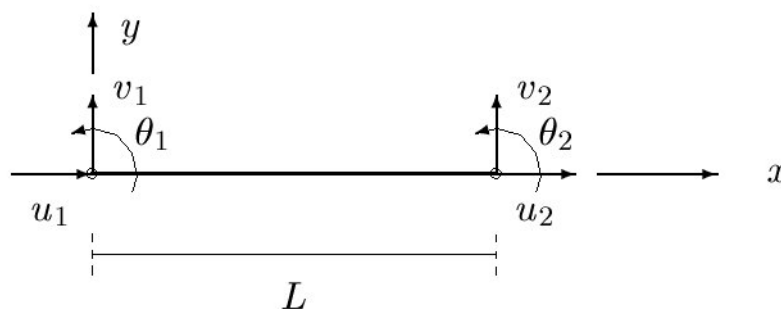
virker samtidigt og med samme partialkoefficient. **Lasterne** kan defineres som knudelaster og stanglaster. Stanglasterne kan defineres som vilkårligt placerede punktlaster eller vilkårligt placerede linielaster. Hver last kan defineres vha. en række projektioner. Programmet kan automatisk generere egenlast for elementerne samt naturlasterne sne og vind på facader samt sadel- og pulttage efter den danske lastnorm.

Partialkoefficienter for forskellige belastningstyper er indeholdt i programmet, således at **lastkombinationerne** 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 trækkræfter. 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.

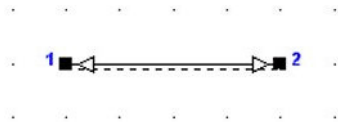


Figur 2: Frihedsgrader for to-dimensionalt træk-/trykelement og todimensionalt trækelement.



Figur 3: Frihedsgrader for to-dimensionalt rammeelement.

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,

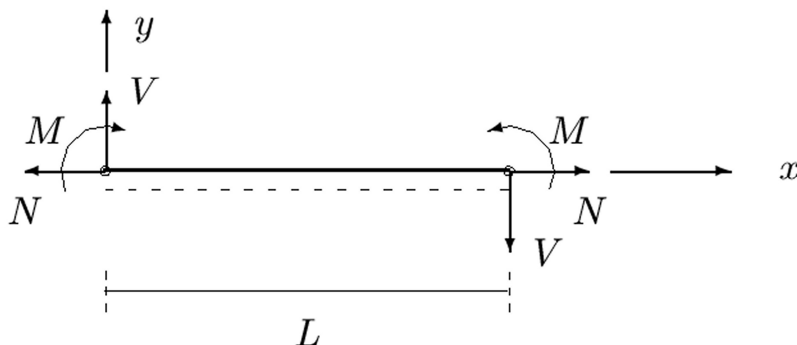


Figur 4: Trækelement med tilhørende knuder.

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 kontinuert betonebjælker, for at kunne beregne deformationer og der kan kun foretages en 1. ordens beregning (ikke en 2. ordens beregning), se i øvrigt afsnit 17.

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 den danske lastnorm DS 410 (4.1).

Der er mulighed for vælge om der benyttes den danske sikkerhedsnorm DS 409 (2.1) eller den danske projekteringsnorm DS 409 (5.1) med tillæg 1 til DS 410 (2.1) og tilhørende §5 tillæg til DS 411, DS412 og DS 413, jf. afsnit 7.

Lastpartialkoefficienterne er fastsat ud fra den danske sikkerhedsnorm/projekteringsnorma, dvs. enten DS 409 (2.1) eller DS 409 (5.1), jf. ovenstående. Der er dog mulighed for at de kan ændres af brugeren.

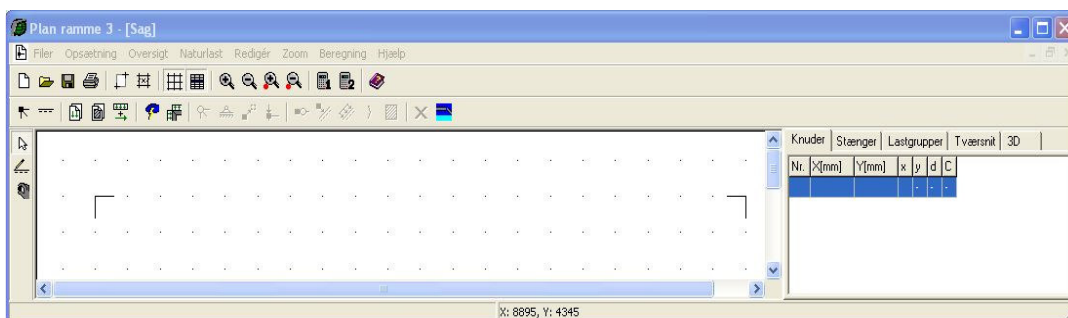
Partialkoefficienterne på elasticitetsmodulet for stål- og træ- og betonprofiler incl. armering er i henhold til den danske stålnorm DS 412 (3.1), den danske trænorm DS 413 (6.1), og den danske betonnorm DS 413 (4.1). Såfremt der benyttes DS 409 (5.1) benyttes partialkoefficienterne angivet i §5 tillægget til DS 411, DS 412 og DS 413, idet der dog er for ved anvendelse af DS 409 (5.1) at anvende brugerdefinerede partialkoefficienter jf. afsnit 7.

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.



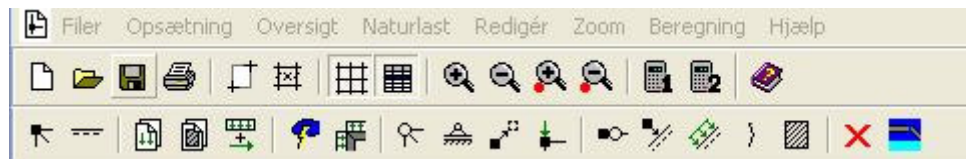
Figur 6: Opbygning af program.

### 2.1 Menuer og værktøjslinier

Genvejstasterne i de vandrette værktøjslinier umiddelbart under menuen svarer til me-

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

Genvejstasterne i den lodrette værktøjslinie til venstre for tegnefladen indeholder tegne- og udvælgelsesfunktioner, se figur 8. Hvis der højreklikkes 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 7: Indhold af menu og vandrette værktøjslinier.



Figur 8: Indhold af lodret værktøjslinie.



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 indenfor tegnefladen, udskrives.

### Fastsættelse af tegnefladens størrelse:


1. Vælg menupunktet Opsætning.Koordinatsystem eller genvejstasten .
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.




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 Opsætning.Grid eller genvejsknappen .

### 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.



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 ud fra dette punkt.


Der kan zoomes ud og ind på tegnefladen med  og . Tekststørrelsen og størrelsen på understøtninger ændres ikke ved at zoome på tegnefladen.

## 2.3 Tegne- og udvælgelsesfunktioner


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

Når genvejstasten  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 Rediger. De valgte knuder og stænger kan fravælges igen ved tryk på **Esc**.

Når genvejstasten  er 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 musetast. Tasten holdes nede, mens stangen trækkes til en anden knude eller et andet gridpunkt. Når tasten slippes, oprettes en stang. Hvis et endepunkt er i et gridpunkt uden knude, oprettes automatisk en knude i punktet.

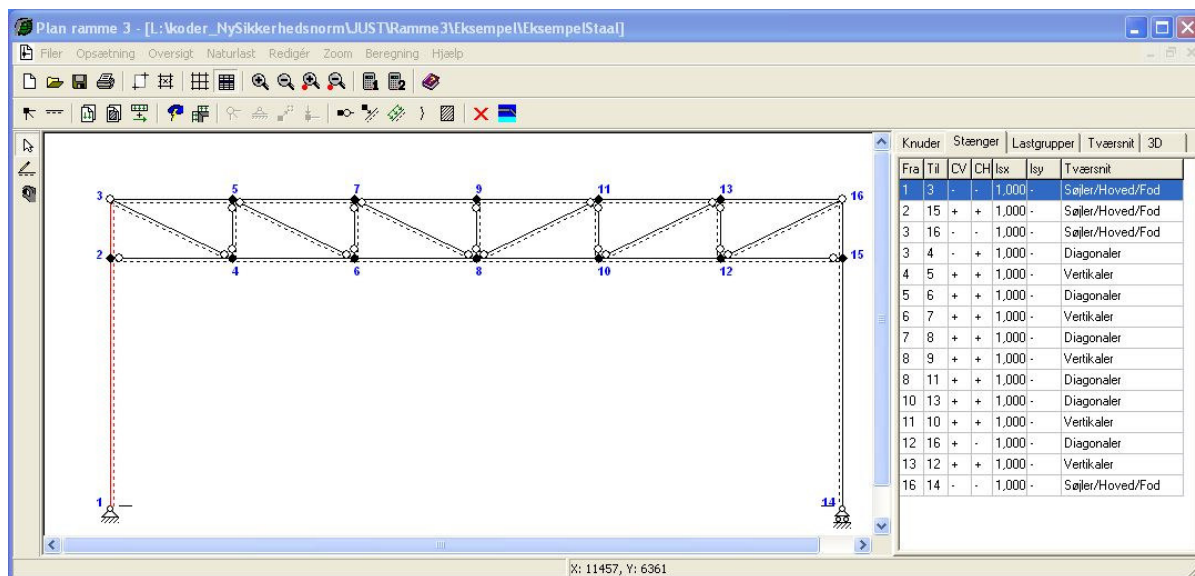
Når genvejstasten  er valgt, kan en knude flyttes på tegnefladen. Knuden kan flyttes til et gridpunkt ved at markere den ved tryk på venstre musetast. Tasten holdes nede, mens knuden trækkes til en ny placering i et gridpunkt. Når tasten slippes, placeres knuden i det valgte gridpunkt. Hvis knuden placeres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



Når en linie 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.

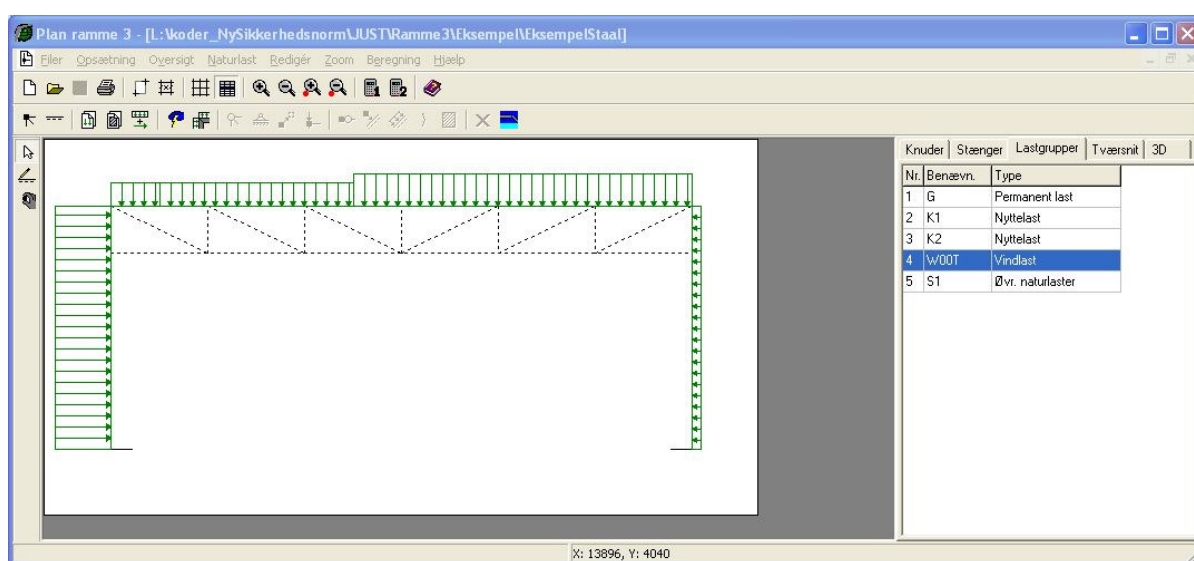


Figur 12: Stang markeret i tabel vist på tegnefladen.

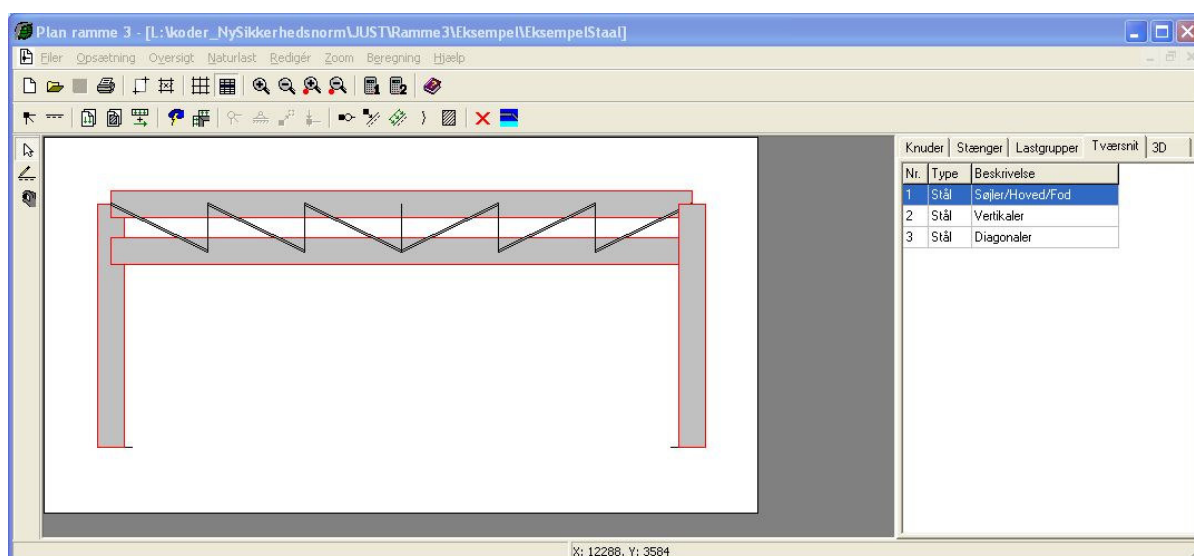
- Når fanebladet **Lastgrupper** er valgt, vises lasterne som tilhører den valgte lastgruppe på tegnefladen, se figur 13. For automatisk genereret egenlast vises dog kun teksten *+ egenlast for hele konstruktionen*. Laster kan forstørres og formindskes med  og .
- Når fanebladet **Tværsnit** er valgt, 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 stiptet linie. Det markerede tværsnit i tabellen vises med rødt på tegnefladen, se figur 14. Tværsnit kan forstørres og formindskes med  og .

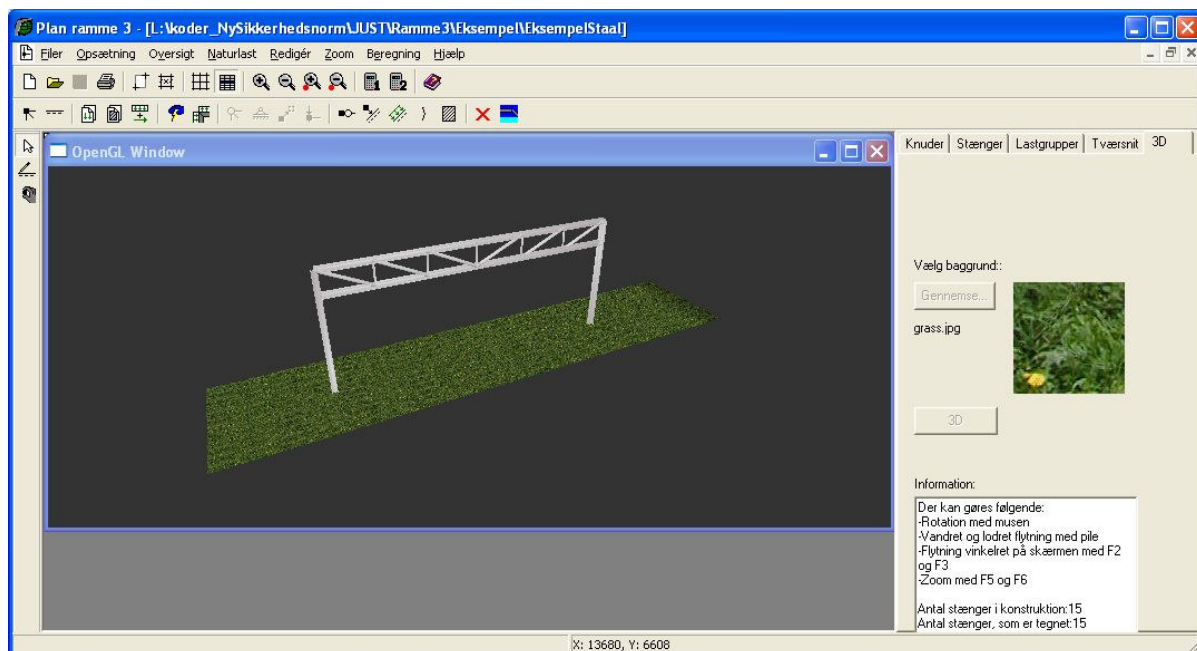
- Når fanebladet **3D** er valgt, kan der trykkes *3D*. Alternativt kan der trykkes *F10*. Herefter optegnes en 3D tegning af konstruktionen, se figur 14A. Konstruktionen kan der roteres med musen og flyttes vandret og lodret med musen. Der kan zoomes med F5 og F6. Der kan desuden flyttes ind og ud vinkelret på skærmen med F2 og F3. 3D konstruktionen lukkes med



Figur 13: Lastgruppe markeret i tabel vist på tegnefladen.



Figur 14: Tværsnit markeret i tabel vist på tegnefladen.



Figur 14A: Tværsnit optegnet i 3D.

## 2.5 Åbning af oversigter over knude- og stangdata

Understøtninger, charnierer og belastninger 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 15, kan åbnes på to måder:

1. Vælg genvejstasten .

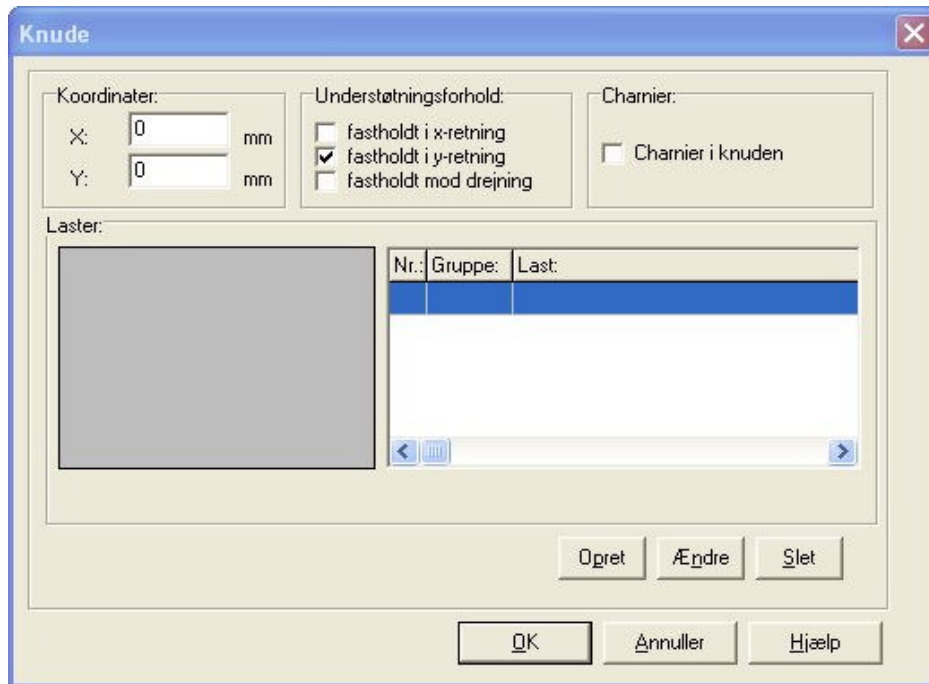
2. Dobbeltklik på knuden på tegnefladen

eller

1. Tabeller skal være slået til, ellers gøres det ved at vælge menupunktet Opsætning.Tabeller eller genvejstasten .

2. Vælg fanebladet **Knuder**.


3. Vælg knuden i tabellen og tryk på **Enter**.




Figur 15: Oversigt over knudens data.

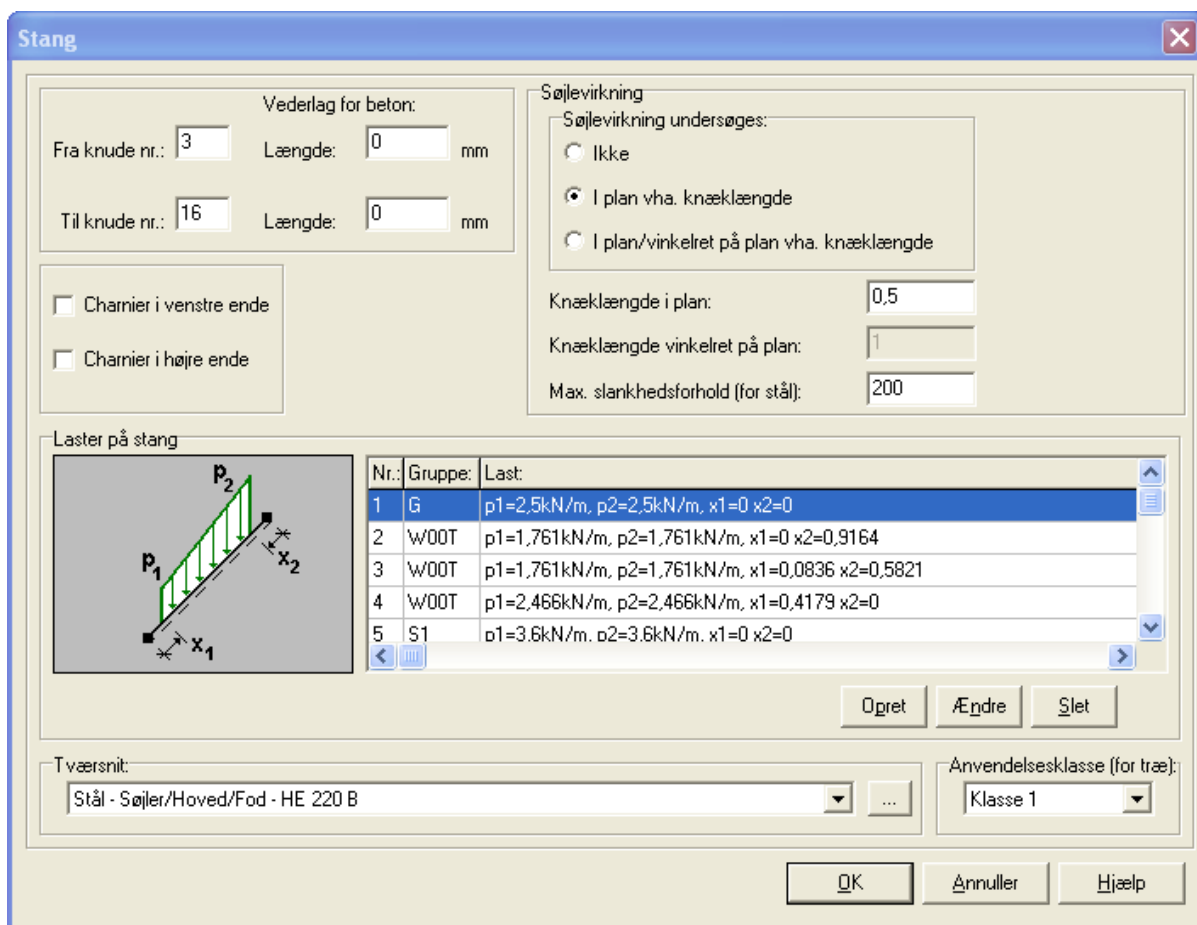
Åbning af oversigt over stangdata:

Oversigten over stangens data, se figur 16, 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 Opsætning.Tabeller eller genvejstasten .
2. Vælg fanebladet **Stænger**.
3. Vælg stangen i tabellen og tryk på **Enter**.






Figur 16: 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 Filer.Gem eller Filer.Gem som eller genvejstasten  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].rm3, som indeholder hele sagen.

Filhåndteringsmenuen indeholder følgende punkter:

- Filer.Ny ramme eller genvejstasten  opretter en ny sag med en blank tegneflade. En sag bliver først navngivet når den gemmes.
- Filer.Åbn eller genvejstasten  åbner en eksisterende sag.
- Filer.Gem eller genvejstasten  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 værktøjslinjen. 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.

- **Filer. 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**.



## 4 Knuder og stænger

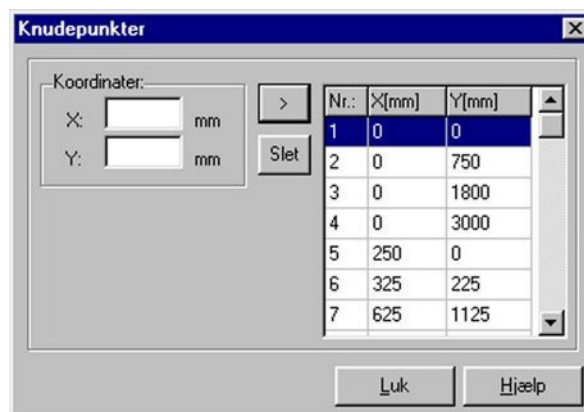
Konstruktionens stænger og knuder kan oprettes, redigeres og slettes via tegnefladen eller oversigter.

### 4.1 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.Knuder** eller genvejstasten .
2. Indtast knudens koordinater i mm og tryk på knappen , se figur 17.



Figur 17:  
Knudeoversigt.

#### Oprettelse af knuder hængt på en stang:

1. Vælg genvejstasten  og vælg den eller de stænger på tegnefladen, som skal have påhængt knuder. Valgte stænger vises røde på tegnefladen.

2. Vælg menupunktet Redigér Indsæt knuder eller genvejstasten .
3. Påhængte knuder kan enten indsættes jævnt fordelt over stangen eller ved at angive den relative afstand til første og efterfølgende knuder, se figur 8.
4. De påhængte knuder kan defineres som flydeled, jf. afsnit 6.



The screenshot shows a dialog box titled "Indsæt knuder" with a close button (X) in the top right corner. It contains the following elements:

- A section titled "Fordeling af knuder:" with two radio buttons: "Fordeles jævnt" (unselected) and "Relativ afstand angives" (selected).
- Three input fields, each containing the number "0":
  - "Antal knuder:"
  - "Relativ afstand fra start til første knude:"
  - "Relativ afstand mellem knuder:"
- A checkbox labeled "Flydeled i knuder" which is unchecked.
- Three buttons at the bottom: "OK", "Annuller", and "Hjælp".



The screenshot shows the same "Indsæt knuder" dialog box, but with the "Fordeles jævnt" radio button selected. The "Relativ afstand angives" radio button is unselected. The input fields and the "Flydeled i knuder" checkbox are the same as in the previous screenshot.

*Figur 18: Oprettelse af knuder hægtet på en stang.*

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



## 4.2 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 musetast.
3. Venstre musetast holdes nede, mens stangen trækkes til en anden knude eller et andet gridpunkt. Optegningen kan afbrydes ved at trykke **Esc**.
4. Når venstre musetast slippes, oprettes en stang. Undersiden af stangen tegnes stiple.

### Oprettelse af stænger i stangoversigt:

1. Vælg menupunktet Oversigt.Stænger eller genvejstasten .
2. Indtast stangens start- og slutknude og tryk på knappen , se figur 19.





Figur 19:  
Stangoversigt.

## 4.3 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 Opsætning.Grid eller genvejstasten .
2. Vælg genvejstasten .
3. Markér knuden, som skal flyttes, ved tryk på venstre musetast.
4. Venstre musetast 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 hængt på en stang, kan den med denne funktion trækkes af stangen. Tilsvarende kan en knude hænges 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 musetast. Markerede knuder vises røde.
3. Vælg menupunktet Redigér.Flyt knuder eller genvejstasten .
4. Indtast den vandrette (X) og lodrette (Y) flytning af de valgte knuder, se figur 20. En vandret flytning er positiv mod højre og en lodret flytning er positiv opad.



Figur 20: 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 15. For knuder, som er hængt

på en stang, kan den relative placering på stangen ændres.

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

#### 4.4 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 16.
3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.


#### 4.5 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 musetast. Markerede knuder og stænger vises røde.
3. De markerede knuder og stænger slettes ved at vælge menupunkt Redigér.Slet markerede, vælge genvejstasten  eller trykke på **Del**.
4. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

**Sletning af knude via knudeoversigt:**

1. Vælg menupunktet Oversigt.Knuder eller genvejstasten .
2. Vælg knuden, som skal slettes, og tryk på knappen **Slet**, se figur 17.
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 19.
3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.



## 5 Understøtninger

Understøtninger kan defineres som fastholdelse af knuder mod vandret flytning, lodret flytning og mod drejning. Understøtningerne vises på tegnefladen. 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) og mod drejning, se figur 15.
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 musetast. Markerede knuder vises røde.
3. Vælg menupunktet Redigér.Understøtning eller genvejstasten .
4. Vælg fastholdelserne for de valgte knuder, se figur 21. Eventuelle eksisterende fastholdelser af de valgte knuder slettes.



*Figur 21: Definition af understøtninger for en eller flere knuder vha. menuen.*

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

## 6 Charnier/flydeled

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

Flydeled kan defineres i knuder, hængt på en stang. Flydeled vises ikke på

tegnefladen. Flydeled benyttes til dimensionering af betonkonstruktioner, jf. afsnit 17.



## 6.1 Knudecharnier/flydeled

Charnierer/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 i en fastholdt knude, hvis knuden er fastholdt mod drejning. Desuden kan der kun sættes flydeled i knuder som er hængt på en stang, jf. afsnit 4.1.

### 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 15.
3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

### Definition eller fjernelse af charnier 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 musetast. Markerede knuder vises røde.
3. Vælg menupunktet Redigér.Charnier/flydeled i knude eller genvejstasten .
4. Vælg om der skal være charnier i de valgte knuder, se figur 22.



Figur 22: Definition af knudecharnier/flydeled for en eller flere knuder vha. menuen.

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



## 6.2 Charnier i stangender

Charnierer 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 16.
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 musetast. Markerede stænger vises røde.
3. Vælg menupunktet Redigér Charnier i stang eller genvejstasten .



*Figur 23: 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 23. Eventuelle eksisterende charnierer i stangenderne af de valgte stænger slettes.
5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

## **7 Valg af sikkerhedsnorm**

Der kan vælges hvilken sikkerhedsnorm/projekteringsnorm der beregnes efter. Der kan vælges mellem følgende:

- DS409 (2.1)
- DS409 (5.1) med Tillæg 1 til DS410 og \$5 Tillæg til DS411, DS412 og DS413.
- DS409 (5.1) med Tillæg 1 til DS410 og \$5 Tillæg til DS411, DS412 og DS413 med brugerdefinerede materialepartialkoefficienter.

Ved ændring i valg af sikkerhedsnorm/projekteringsnorm skal sikre at de enkelte lastgrupper (afsnit 9.1 og afsnit 9.2) og lastkombinationer (afsnit 9.6 og 9.7) er korrekt angivet.

Når der oprettes en ny sag, er denne valgt med DS 409 (2.1) som default.

### **Materialepartialkoefficienter:**

Såfremt der vælges at regnes efter den nye Sikkerhedsnorm/Projekteringsnorm DS 409 (5.1) kan det vælges at benytte brugerdefinerede materialepartialkoefficienter for beton. De brugerdefinerede partialkoefficienter skal angives ved normal kontrolklasse og normal sikkerhedsklasse, idet programmet korrigerer for sikkerhedsklasse og kontrolklasse.

Partialkoefficient:	
Gamma Stål:	1,1
Gamma Træ:	1,35
Gamma Limtræ:	1,3
Gamma_s (Armering):	1,2
Gamma_c (Beton):	1,45
Gamma_c (Beton ved træk):	1,7
Gamma_c (Beton Uarmeret):	1,6

Figur 24: Definition af valg af sikkerheds-/projekteringsnorm.

## **8 Søjlevirkning**

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

## 8.1 Søjlevirkning i stang

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



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

1. Åbn oversigten over stangens data, se side 13.
2. Definition af søjlevirkning, se figur 16. Der er 3 muligheder:
  - Ingen undersøgelser.
  - 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.
  - Undersøgelse for søjlevirkning i både planen og vinkelret på planen, idet både knæklængden i planen og vinkelret på planen skal angives i forhold til stangens længde, idet 1 angiver en knæklængde som er lig med stangens længde.
  - Ved bæreevneeftervisning af stål angives det maksimale slankhedsforhold, jf. DS412 6.4.2.(2), som normalt er 200.

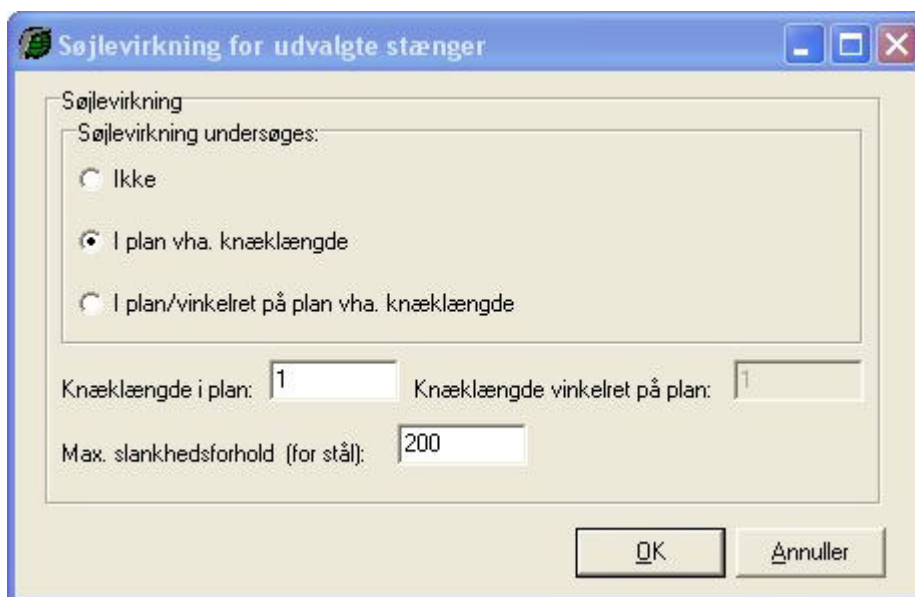
Ved bæreevneeftervisning af stål er der dog alternativt mulighed for i planen at bestemme søjlevirkningen på baggrund af den kritiske søjlekraft i stedet knæklængden, se afsnit 16.

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

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

1. Vælg genvejstasten .
2. Markér de stænger, som skal defineres, ved tryk på venstre musetast. Markerede stænger vises røde.
3. Vælg menupunktet Redigér.Søjlevirkning i stang eller genvejstasten .





Figur 25: Definition af søjlevirkning for en eller flere stænger vha. menuen.

4. Definition af søjlevirkning for de valgte stænger, se figur 25 ( se definition af søjlevirkning for en stang vha. oversigt over stangens data, side 22-23). Eventuelle eksisterende definition slettes for de valgte stænger.
5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

## 9 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 stængerne egenlast samt naturlasterne sne og vind på facader samt sadel- og pulttage efter den danske lastnorm, DS 410 (4.1). Øvrige belastninger kan defineres som knude- eller stanglaste.

Lastgrupperne sammensættes til lastkombinationer.

Såfremt der i afsnit 7 er angivet DS 409 (2.1) i anvendelse (1.0), brud (2.1, 2.2, 2.3) og ulykke (3.1, 3.3). Partialkoefficienterne på lasterne i henhold til DS 409 (2.1) er indeholdt i programmet, men de kan ændres af brugeren.

Såfremt der i afsnit 7 er angivet DS 409 (5.1) i anvendelse (1.A, 1.B, 1.C), brud (2.A, 2.B) og ulykke (3.A, 3.C, 3.D). Partialkoefficienterne på lasterne i henhold til DS 409 (5.1) er indeholdt i programmet, men de kan ændres af brugeren.

### 9.1 Lastgrupper (DS 409 (2.1))


En **lastgruppe** indeholder en samling af laster, der altid virker samtidigt og med samme partialkoefficient. For de automatisk genererede naturlaster oprettes og vedligeholdes de relevante lastgrupper af programmet. Lastgrupper kan oprettes, ændres og slettes vha. lastgruppeoversigten.

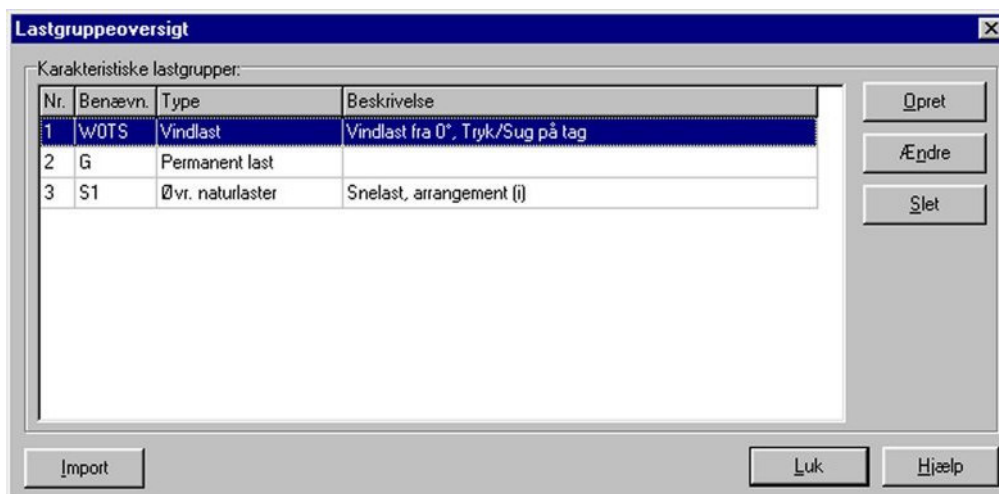
### Oprettelse af lastgrupper:

1. Lastgruppeoversigten, se figur 26A, åbnes på en af følgende måder:

(a) Vælg menupunktet Oversigt.Lastgrupper eller genvejstasten .

eller

(a) Når lasten defineres, skal lastgruppen vælges, se side 32. I disse inddateringsvinduer, se figur 33, 34 og 35, kan lastgruppeoversigten åbnes ved at trykke på knappen .



Figur 26A: 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 27A.
5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

Når en lastart vælges, opstilles partialkoefficienter fra DS 409 (2.1). Hvis der skal benyttes en anden værdi, er det muligt at ændre koefficienten. I henhold til noter til tabel 5.2.8 i DS 409 (2.1) kan der være følgende grunde til at ændre partialkoefficienter:

- Partialkoefficienter for lastkombination 2.2 gælder for normal sikkerhedsklasse.

For lav sikkerhedsklasse multipliceres koefficienter for variabel last med 0,9. For høj sikkerhedsklasse multipliceres koefficienter for variabel last med 1,1.

- For særlig velbestemte nyttelaster, kan der i overensstemmelse med den pågældende konstruktionsnorm benyttes koefficienten 1,15.
- Desuden kan lastkombinationsfaktoren  $\psi$  afvige fra de angivne værdier for visse laster.

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

Permanent last regnes normalt altid bunden, dog betragtes tyngden af ikke-bærende vægge og gulvbelægninger (incl. afretningslag) som fri last, jf. DS 410 (4.1) Afsnit 2.2.

For permanent last i lastkombination 2.3 regner programmet  $0.25 G_k$  som fri last, jvf DS 409 (2.1) Tabel 5.2.8.

For nyttelast er reglerne for angivelse af den bundne last angivet i DS 410 (4.1) afsnit 3, 4 og 5, idet nyttelast på bygninger dog normalt regnes som fri last. Nyttelast i lastkombination 3 regnes altid bunden.

Vindlast regnes normalt som bunden last, medmindre andet er angivet i DS 410 (4.1) afsnit 6.

Snelast og ulykkelast regnes altid som bunden last.

Såfremt programmet er opstartet med bæreevneeftervisning for beton eller kontinuerlige betonbjælker, skal lastgruppens varighed (korttid eller langtid) angives, idet den permanente last altid regnes som langtidslast og vindlast samt ulykkeslast altid regnes som korttidslast.

Figur 27A: Data for lastgruppe.

## 9.2 Lastgrupper (DS 409 (5.1))


En **lastgruppe** indeholder en samling af laster, der altid virker samtidigt og med samme partialkoefficient. For de automatisk genererede naturlaster oprettes og vedligeholdes de relevante lastgrupper af programmet. Lastgrupper kan oprettes, ændres og slettes vha. lastgruppeoversigten.

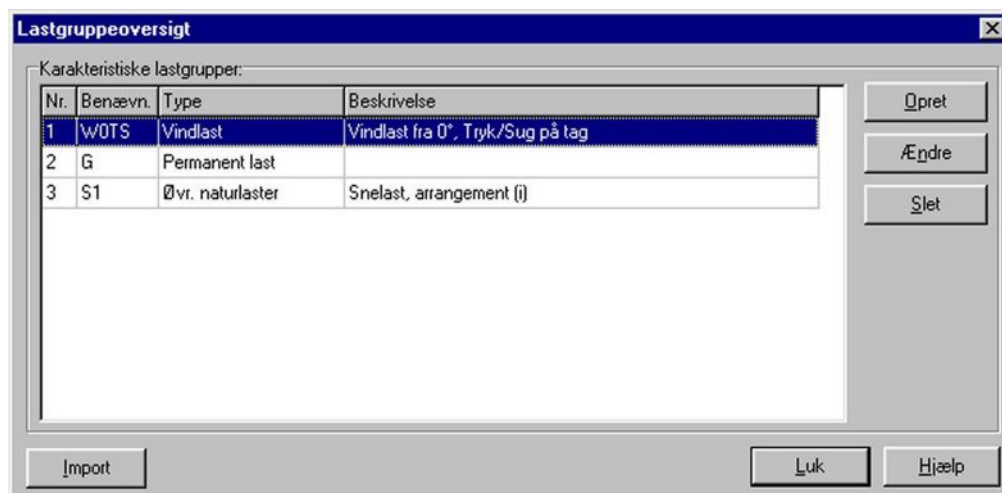
### Oprettelse af lastgrupper:

1. Lastgruppeoversigten, se figur 26B, åbnes på en af følgende måder:

(a) Vælg menupunktet Oversigt.Lastgrupper eller genvejstasten .

eller

(a) Når lasten defineres, skal lastgruppen vælges, se side 32. I disse inddateringsvinduer, se figur 33, 34 og 35, kan lastgruppeoversigten åbnes ved at trykke på knappen .



Figur 26B: Lastgruppeoversigt.

2. Hvis lastgruppeoversigten er tom, kan der importeres lastgrupper fra en anden sag ved at trykke på knappen **I**mport. Automatisk genererede lastgrupper indeholdende automatisk genererede naturlaster kan dog ikke importeres.
3. En ny lastgruppe oprettes ved at trykke på knappen **O**pret.
4. Data for lastgruppen kan nu indtastes, se figur 27B.
5. Godkend ved at trykke på knappen **O**K.

Når en lastart vælges, opstilles partialkoefficienter fra DS 409 (5.1).

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

De i skærbilledet angivne partialkoefficienter i anvendelse er angivet for den karakteristiske kombination 1.A. Andre værdier er gældende for lastkombination 1.B og 1.C, jf. DS 409 (5.1) Afsnit 6.5.3. Disse er ikke vist i skærbilledet.

De i skærbilledet 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 409 (5.1) Tabel 6.6b. Disse er ikke vist i skærbilledet.

Hvis der vælges brugerdefinerede partialkoefficienter, kan der i specialtilfælde angives andre partialkoefficienter end dem i DS 409 (5.1).

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

Permanent last regnes normalt altid bunden, dog betragtes tyngden af ikke-bærende vægge og gulvbelægninger (incl. afretningslag) som fri last, jf. DS 410 (4.1) Afsnit 2.2.

For nyttelast er reglerne for angivelse af den bundne last angivet i DS 410 (4.1) afsnit 3, 4 og 5, idet nyttelast på bygninger dog normalt regnes som fri last. Nyttelast i lastkombination 3 regnes altid bunden.

Vindlast regnes normalt som bunden last, medmindre andet er angivet i DS 410 (2.1) afsnit 6.

Snelast og ulykkelast regnes altid som bunden last.

Såfremt programmet er opstartet med bæreevneeftervisning for beton eller kontinuerlige betonbjælker, skal lastgruppens varighed (korttid eller langtid) angives, idet den permanente last altid regnes som langtidslast og vindlast samt ulykkelast altid regnes som korttidslast.

Nummer: 1

Lastgruppe:  
Benævnelse: G  
Beskrivelse:

Lastart:  
 Permanent last  
 Vindlast  
 Øvrige naturlaster  
 Nyttelast  
 Ulykkelast

Permanent last:

	1	2.1	2.2	2.3	3.1	3.3
Tyngde, Gk:	1	1	0,8	0,9	1	1
0,25 * Gk:				1		

Inkluder egenlast

Andel af bunden last og varighed (angives for beton):  
Andel bunden last: 100 %  Langtidslast

OK Annuller Hjælp

Figur 27B: Data for lastgruppe.

### 9.3 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/m<sup>3</sup>. For standardstålprofiler benyttes densiteten 7850 kg/m<sup>3</sup>. For betonprofiler, benyttes densiteten 2400 kg/m<sup>3</sup> 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 27.
3. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

### **9.4 Naturlaster**

Programmet kan automatisk generere naturlasterne sne og vind på facader samt sadel- og pulttage efter den danske lastnorm DS 410 (4.1). 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.

#### **9.4.1 Naturlastfaktorer**

Naturlastfaktorerne kan tilrettes ved at vælge menupunktet Naturlast.Faktorer eller genvejstasten  og derefter vælge fanebladene **Vind** og **Sne**, se figur 28 og 29.

Figur 28: Naturlastfaktorer for vind.

#### 9.4.2 Naturlastgenerering

For at generere naturlaster, skal naturlastfaktorerne først opstilles, se afsnit 9.3.1. Dernæst vælges om lasterne skal opstilles for sadeltag 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).

Der benyttes følgende stangbetegnelser:

FV: Venstre facade.






Figur 29: Naturlastfaktorer for sne.

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

TH: Højre tagflade for sadeltag.

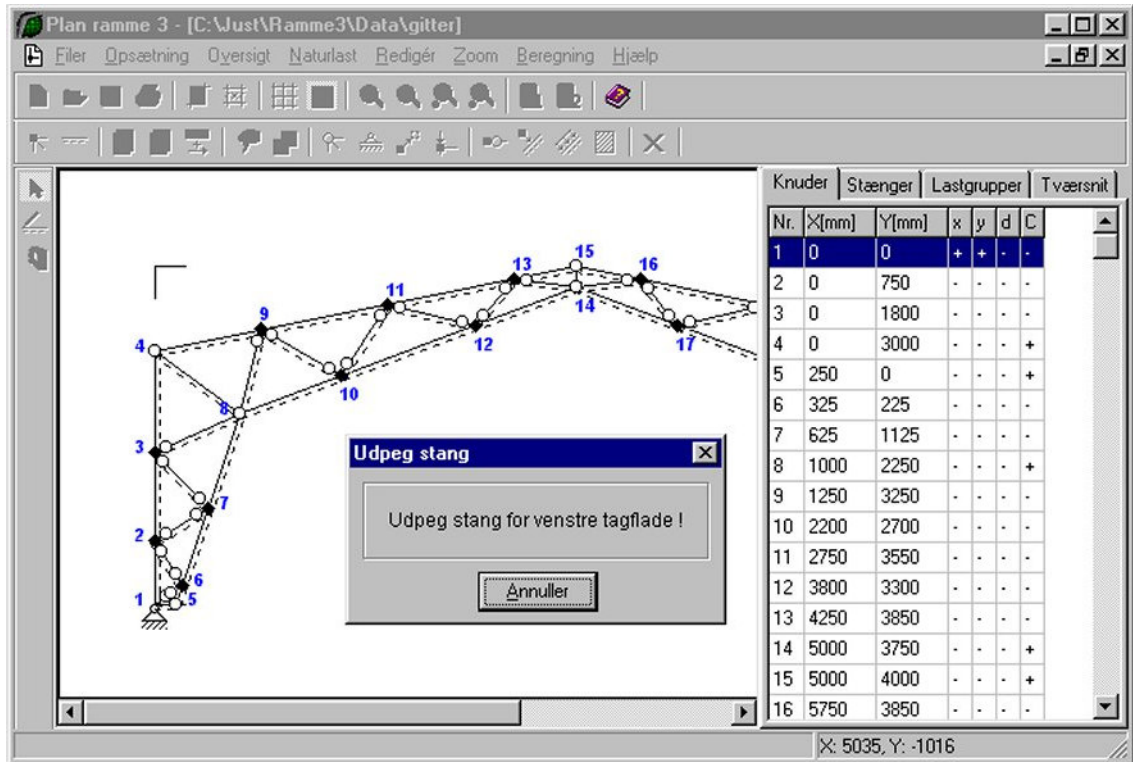
FH: Højre facade.

### Udvælgelse af stænger:

1. Vælg menupunktet Naturlast.Generering eller genvejstasten .
2. Vælg *Sadeltag* eller *Pulntag/fladt tag*.
3. Vælg betegnelsen for den facade eller tagdel, der skal tilknyttes en stang, se figur 31.
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 musetast, se figur 30.

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.



Figur 30: 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 410 (4.1) afsnit 6.3.

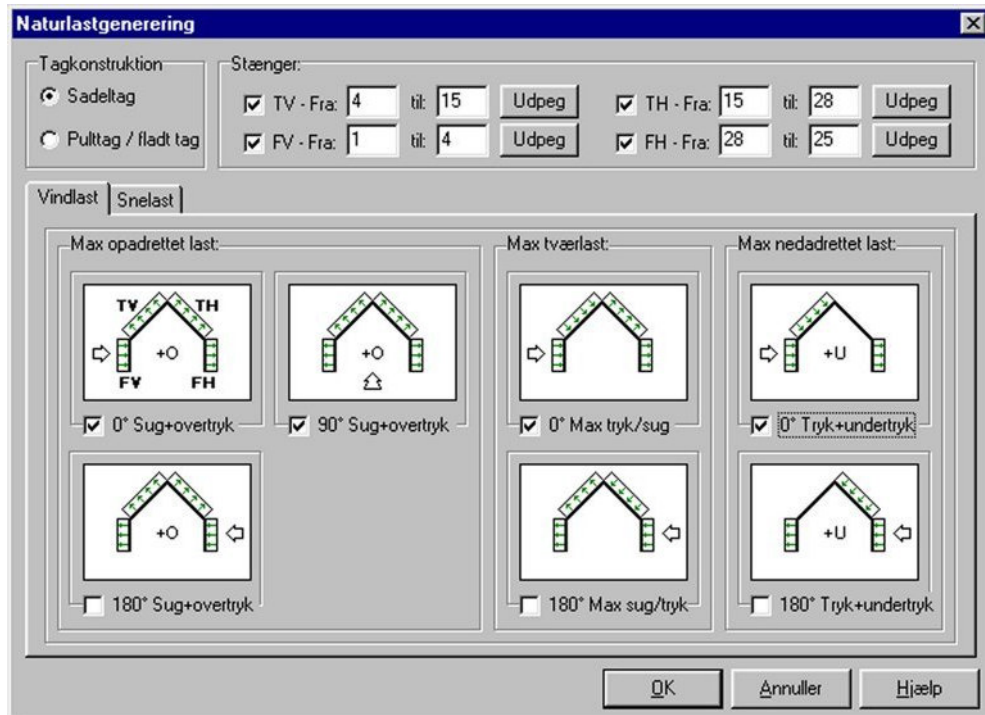
#### Udvælgelse af vindtilfælde:

1. Tilknyt stænger til facaderne og tagdelene.
2. Vælg fanebladet **Vindlast**.
3. Vælg de relevante vindtilfælde, se figur 31 for udvælgelse af vindtilfælde for sadel tag.

Lasttilfælde for sne er sammensat iht. DS 410 (4.1) pkt. 7.3.1.

#### Udvælgelse af snetilfælde:

1. Tilknyt stænger til facaderne og tagdelene.
2. Vælg fanebladet **Snelast**.



Figur 31: Vindtilfælde for sadeltag.

3. Vælg de relevante snearrangementer, se figur 32 for udvælgelse af snearrangementer for sadeltag.

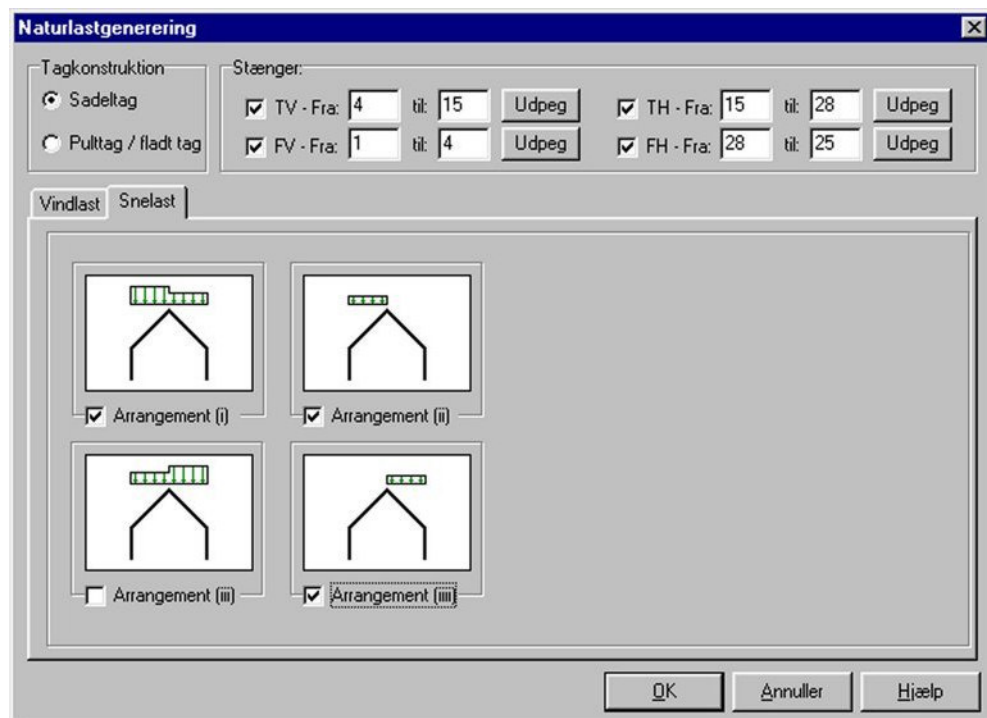
Der oprettes automatisk en lastgruppe til hvert vind- og snelasttilfælde, så lastgrupperne efterfølgende kan sammensættes i lastkombinationer. Beskrivelse af de oprettede lastgrupper kan ses i lastgruppeoversigten. For de automatisk oprettede lastgrupper sættes andelen af den bundne last til 100 % og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

### 9.4.3 Vis naturlaster

Beregnete 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**.



Figur 32: Snearrangementer for sadeltag.

## 9.5 Øvrige laster

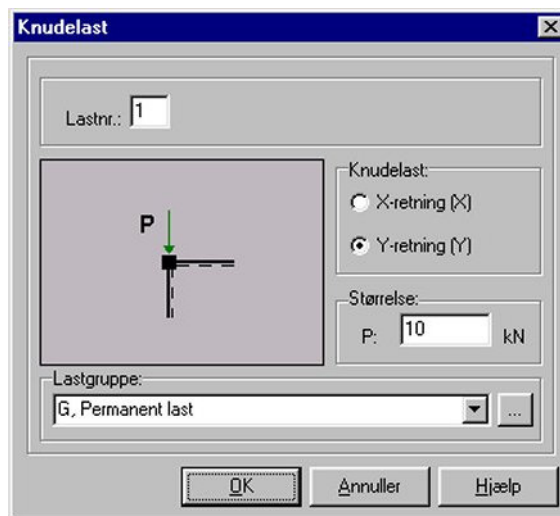
Laster kan defineres som knude- eller stanglaster. Alle laster tilknyttes en lastgruppe. Lasterne, som tilhører en lastgruppe, vises på tegnefladen, ved at vælge lastgruppen i fanebladet **Lastgruppe** i tabellen.

### 9.5.1 Knudelaster

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

#### Oprettelse af knudelast vha. oversigten over knudens data:



1. Åbn oversigten over knudens data, se side 12.
2. Tryk på knappen **Opret**
3. Det er nu muligt at oprette en vandret (X) eller lodret (Y) last i knuden, se figur 33. Hver last skal tilknyttes en lastgruppe. Lastgruppeoversigten kan åbnes ved at trykke på knappen **...**



Figur 33: Oprettelse af knudelas vha. oversigten over knudens data.

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

#### Oprettelse af knudelas for en eller flere knuder vha. menuen:


1. Vælg genvejstasten .
2. Markér de knuder, som skal påvirkes af ens knudelaster, ved tryk på venstre musetast. Markerede knuder vises røde.
3. Vælg menupunktet Redigér Knudelas eller genvejstasten .
4. Lasten kan nu oprettes, se figur 33, lastnummer kan dog ikke defineres.
5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

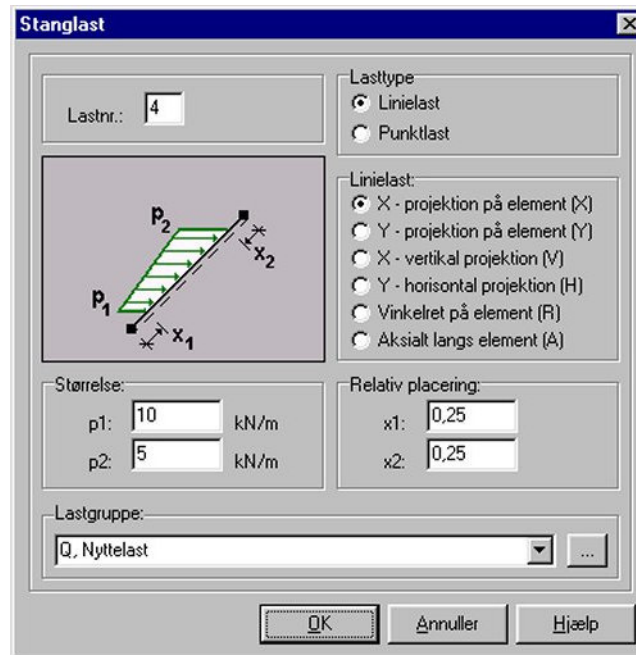
### 9.5.2 Stanglaster

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 34 og 35. Hver last skal tilknyttes en lastgruppe. Lastgruppeoversigten kan åbnes ved at trykke på knappen .

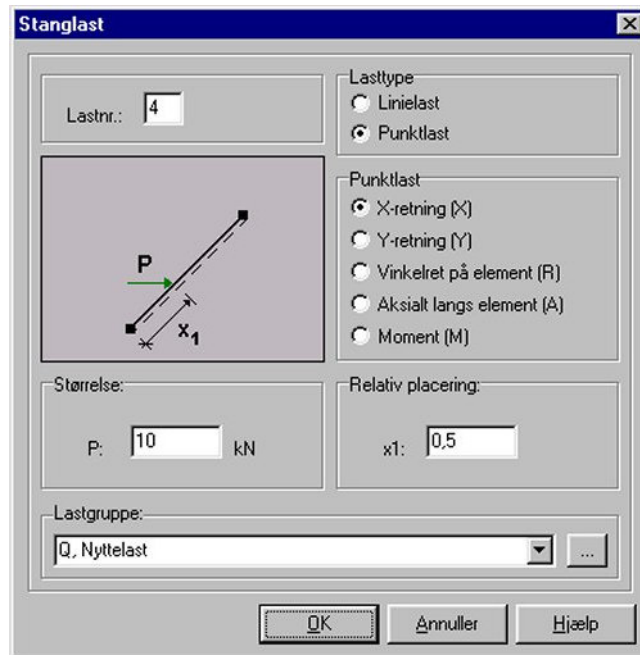


Figur 34: Oprettelse af liniebelastning på stang via oversigten over stangens data.

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

#### Oprettelse af stanglast for en eller flere stænger via menuen:

1. Vælg genvejstasten .
2. Markér de stænger, som skal påvirkes af stanglast, ved tryk på venstre musetast. Markerede stænger vises røde.
3. Vælg menupunktet Redigér Stanglast eller genvejstasten .
4. Lasten kan nu oprettes, se figur 34 og 35, lastnummer kan dog ikke defineres.
5. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.






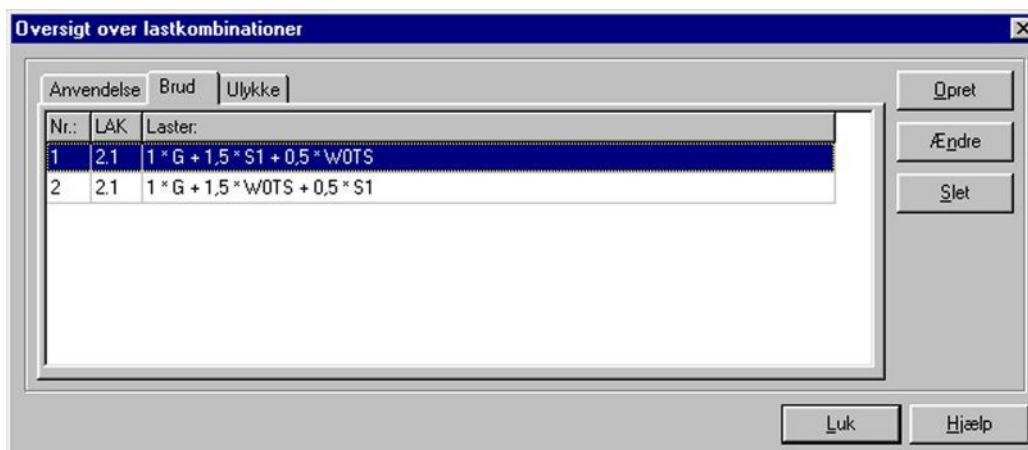
Figur 35: Oprettelse af punktlast på stang vha. oversigten over stangens data.

## 9.6 Lastkombinationer (DS 409 (2.1))

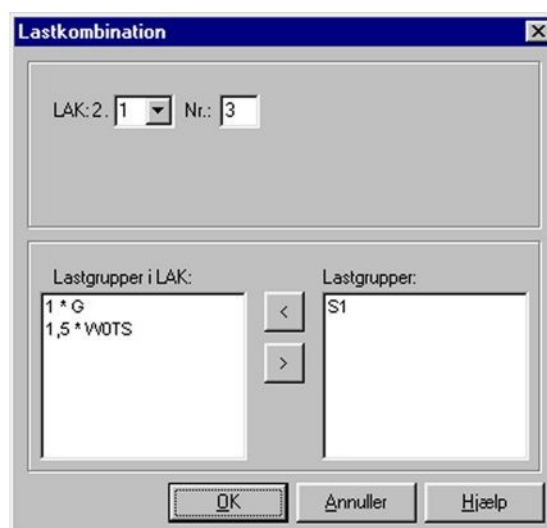
Lastgrupper kan sammensættes i lastkombinationer i anvendelse (1.0), brud (2.1, 2.2, 2.3) og ulykke (3.1, 3.3). Fra lastkombinationsoversigten kan der oprettes, ændres og slettes lastkombinationer.

### Oprettelse af lastkombination:

1. Vælg menupunktet Qversigt.Lastkombinationer eller genvejstasten .
2. Vælg fanebladet med den ønskede lastkombinationstype (Anvendelse, Brud, Ulykke), se figur 36A.
3. Tryk på knappen Opret.
4. Vælg den lastkombination, der skal opstilles.
5. Markér en lastgruppe i feltet **Lastgrupper** ved tryk på venstre musetast. 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 .
6. Flyt alle de ønskede lastgrupper til feltet **Lastgrupper i LAK**, se figur 37A.



Figur 36A: Oversigt over lastkombinationer.



Figur 37A: Valg af lastgrupper som skal indgå i lastkombination.

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

For lastkombinationer med variable laster, får den først valgte variable lastgruppe den høje partialkoefficient, mens øvrige tildeles partialkoefficienten  $1,0 \cdot \psi$ .



## 9.7 Lastkombinationer (DS 409 (5.1))

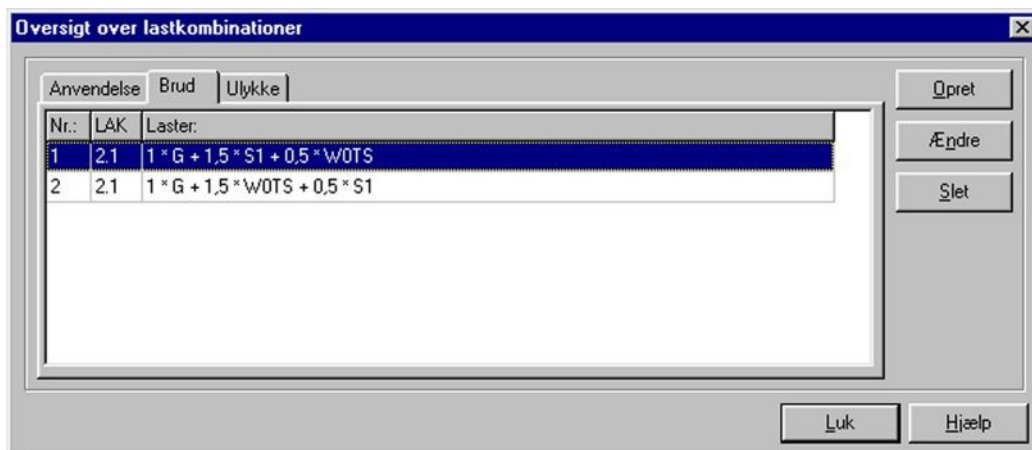
Lastgrupper kan sammensættes i lastkombinationer i anvendelse (1.A, 1.B, 1.C), brud (2.A, 2.B) og ulykke (3.A, 3.C, 3.D). Fra lastkombinationsoversigten kan der oprettes, ændres og slettes lastkombinationer.

### Oprettelse af lastkombination:

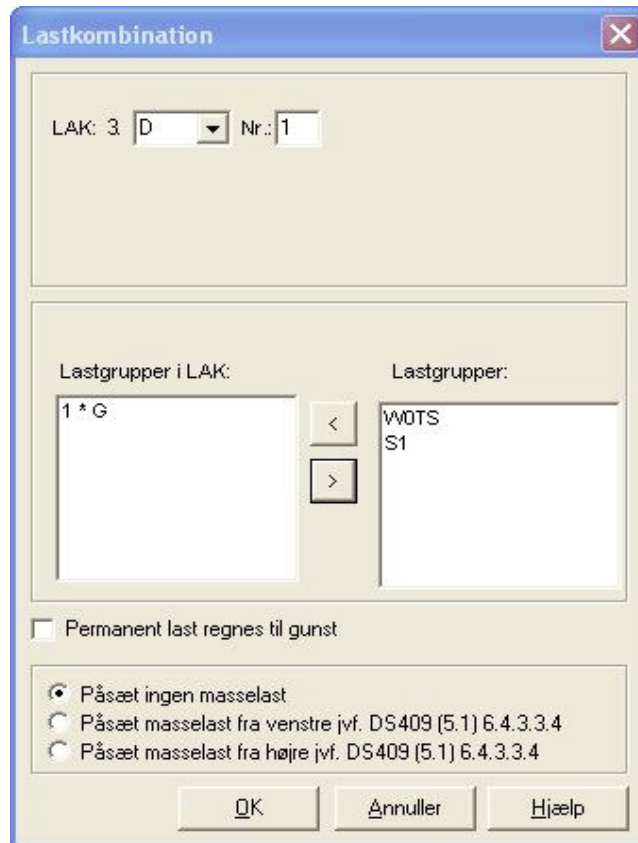
1. Vælg menupunktet Oversigt.Lastkombinationer eller genvejstasten .



2. Vælg fanebladet med den ønskede lastkombinationstype (Anvendelse, Brud, Ulykke), se figur 36B.
3. Tryk på knappen **Opret**.
4. Vælg den lastkombination, der skal opstilles.
5. Angiv om den permanente last skal regnes til ugunst eller til gunst.
6. I Lastkombination 3.D kan angives om der automatisk skal generes vandret masselast svarende til reglerne i DS 409 (5.1) 6.4.3.3.4, som enten kan påsættes fra højre (mod venstre) eller fra venstre (mod højre) for nedadrettet lodret last.
7. Markér en lastgruppe i feltet **Lastgrupper** ved tryk på venstre musetast. 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 .
8. Flyt alle de ønskede lastgrupper til feltet **Lastgrupper i LAK**, se figur 37B.



Figur 36B: Oversigt over lastkombinationer.



Figur 37B: Valg af lastgrupper som skal indgå i lastkombination.

9.. 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.

## 10 Tværsnit


Tværsnit kan oprettes slettes og ændres fra tværsnitoversigten. 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.

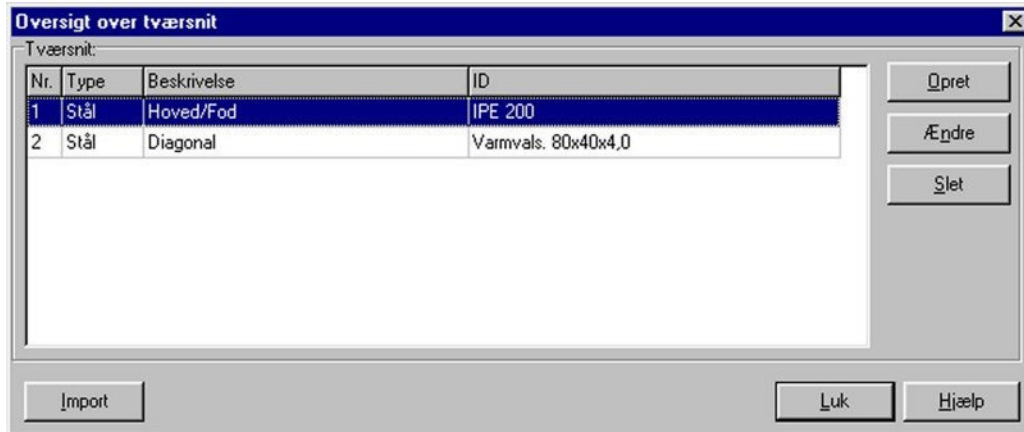
Oprettelse af tværsnit:

1. Tværsnitoversigten, se figur 38, åbnes på en af følgende måder:



(a) Vælg menupunktet Oversigt.Tværsnit eller genvejstasten .

eller

- (a) I oversigten over stangens data kan tværsnittet vælges, se side 13. I dette inddateringsvindue, se figur 16 kan tværsnitsoversigten åbnes ved at trykke på knappen .



Figur 38: 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.
  - (c) Fra *tværsnitstabel*: areal og inertimoment kan hentes fra standardprofiltabeller ved at trykke på knappen  og vælge det ønskede profil. Udflikning af tværsnittet kan defineres ved at sætte parametrene  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $x_1$  og  $x_2$ , som vist på skitsen i nederste højre hjørne af figur 39.

**Tværsnit**

Nummer:   
 Beskrivelse:

Type:  
 Træ  Stål  Beton  Andet

Valg af tværsnit:  
 Brugerdefineret  
 Import fra 'Tværsnit 2'  
 Fra tværsnitstabel

Sikkerhed:  
 Lav  Normal  Høj

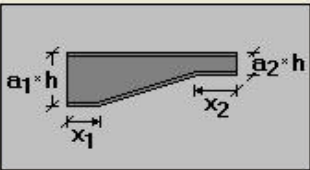
Kontrol:  
 Skærpet  Normal

Orientering af tværsnit:  
 udb. om stærk akse  
 udb. om svag akse

Geometri | Vis profil

Gruppe: **Valsede I-profiler**  
 ID: **IPE 200**  
 A: **2.849**  $10^3 \text{ mm}^2$   
 I: **19.43**  $10^6 \text{ mm}^4$

Udfigning:  
 a1:   
 a2:   
 x1:   
 x2:



For bæreevneeftersvisning:  
 Betegnelse:

Robusthed  
 Faktor 1,2 på materialepartialkoefficienter i brud og ulykke

Figur 39: Data for tværsnit.

5. For betonprofiler henvises til afsnit 11.

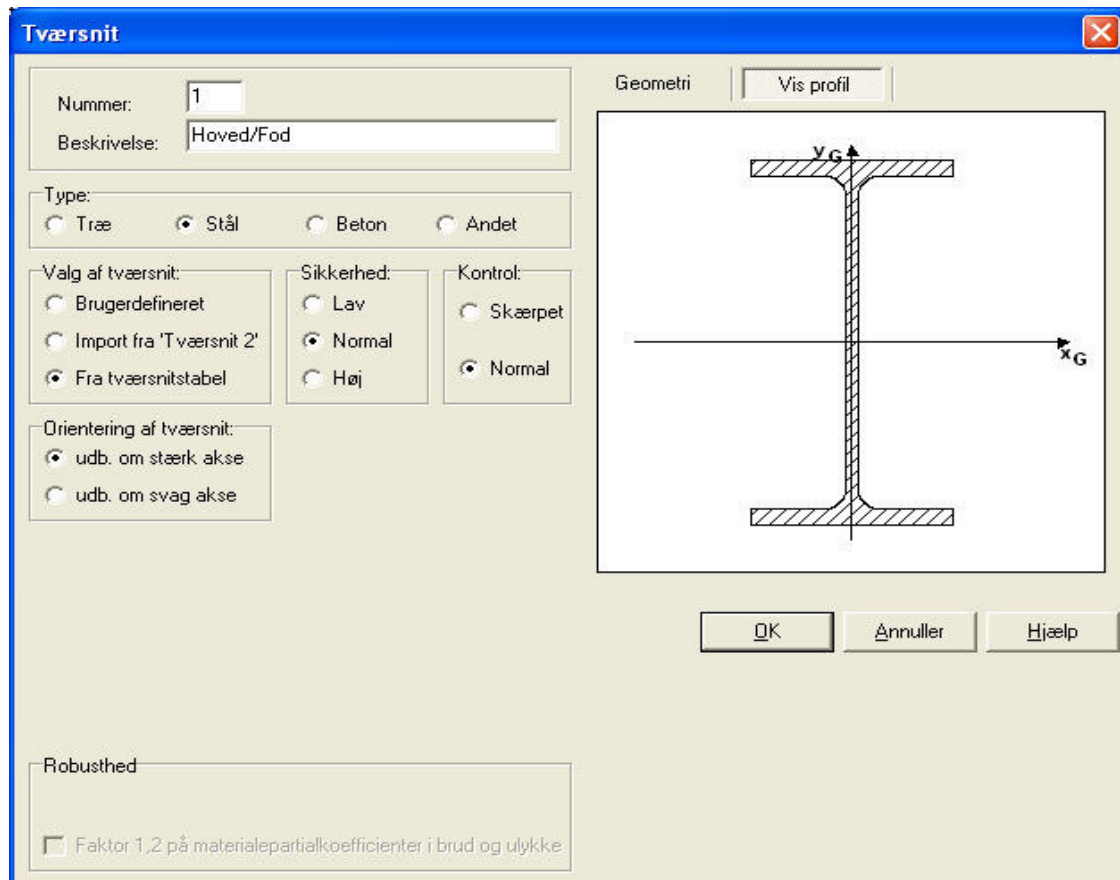
Ved import af tværsnit fra **Tværsnit 2** eller tværsnitstabel eller betonprofil kan tværsnittet med tyngdepunktsakser vises ved at trykke på knappen **Vis profil**, se figur 40.

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

For at programmet automatisk kan beregne de regningsmæssige elasticitetsmoduler og styrkeparametre skal der for træprofiler indlæses sikkerhedsklasse, kontrolklasse og systemfaktor og træklasse iht. DS 413 (6.1). For stålprofiler indlæses sikkerhedsklasse og kontrolklasse iht. DS 412 (3.1). For betonprofiler henvises til afsnit 11. For profiler/tværsnit i høj sikkerhedsklasse kan der benyttes en materialepartialkoefficient, der er øget med faktoren 1,2 iht. DS 409 (2.1).


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 trækkelement og et træk/trykelement kan der ikke påføres tværlaster, og egenvægten kan ikke

medregnes i permanent last. For træelementer og træk-/trykelementer kan der ikke sættes charnier i stangerne.






Figur 40: 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 tværsnitoversigten kan åbnes ved at trykke på knappen , se figur 16.
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 musetast. Markerede stænger vises røde.
3. Vælg menupunktet Redigér Tilknyt tværsnit eller genvejstasten .
4. Vælg tværnittet eller åbn tværsnitoversigten ved at trykke på , se figur 41.

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



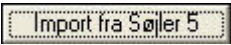
Figur 41: Tilknytning af tværsnit for en eller flere stænger vha. menuen.

## 11 Betontværsnit

For dette afsnit følges afsnit 10 indtil pkt. 5.

Betonprofiler kan oprettes på følgende måde:

1. Profilet oprettes på en af følgende to måder:

(a) *Import fra Søjler og Vægge 5*: Profilet kan hentes fra et tværsnit defineret i programmet **Søjler og Vægge 5** ved at trykke på knappen , se figur 42 og vælge den ønskede sag.

(b) Ved af oprette en af følgende profiler:

- Rektangulær betonprofil
- T-betonprofil
- Betonpladeprofil

Dette gøres ved trykke på trykke på en af de knapper til at oprette profiler, se figur 42.

**Tværsnit** ✖

Nummer:   
 Beskrivelse:

Type:  
 Træ    Stål    Beton    Andet

Miljøklasse:  
 Passiv  
 Moderat  
 Aggressiv  
 Ekstra aggressiv

Sikkerhed:  
 Lav  
 Normal  
 Høj

Kontrol:  
 Skærpet  
 Normal  
 Lempet

Dæklag (inkl. tolerance):  
 Afledes automatisk  
  mm

Cot Theta:    Cot Alpha:

Trykarmering medtages i deformations-/bæreevnebereg.

Beton:  
 Styrke, fck:  MPa   Densitet:  kg/m<sup>3</sup>  
 Max. korntørrelse:  mm

Letkonstruktionsbeton

Sikringsrum  
 Der regnes med trækspændinger i uarmeret beton  
 Faktor 1,2 på materialepartialkoefficienter i brud og ulykke

Geometri   Vis profil

Profiltipe: **Ikke defineret**  
 ID:

Opret:  
     
  

Figur 42: Oprettelse af betonprofil.

2. Profilets forudsætninger, dimensioner og armering ændres ved at trykke på knappen Ændre forudsætninger, dimension og armering, se figur 43.

**Tværsnit**

Geometri | Vis profil

Profiltype: **T-betonprofil**

ID: 1

Ændre forudsætninger, dimension og armering

Højde: 500 mm

Bredde: 300 mm

OK | Annuller | Hjælp

Nummer: 2  
 Beskrivelse: T-profil

Type:  
 Træ  Stål  Beton  Andet

Miljøklasse:  
 Passiv  Moderat  Aggressiv  Ekstra aggressiv

Sikkerhed:  
 Lav  Normal  Høj

Kontrol:  
 Skærpet  Normal  Lempet

Dæklag (inkl. tolerance):  
 Afledes automatisk  [ ] mm

Cot Theta: 2,5  
 Cot Alpha: 0

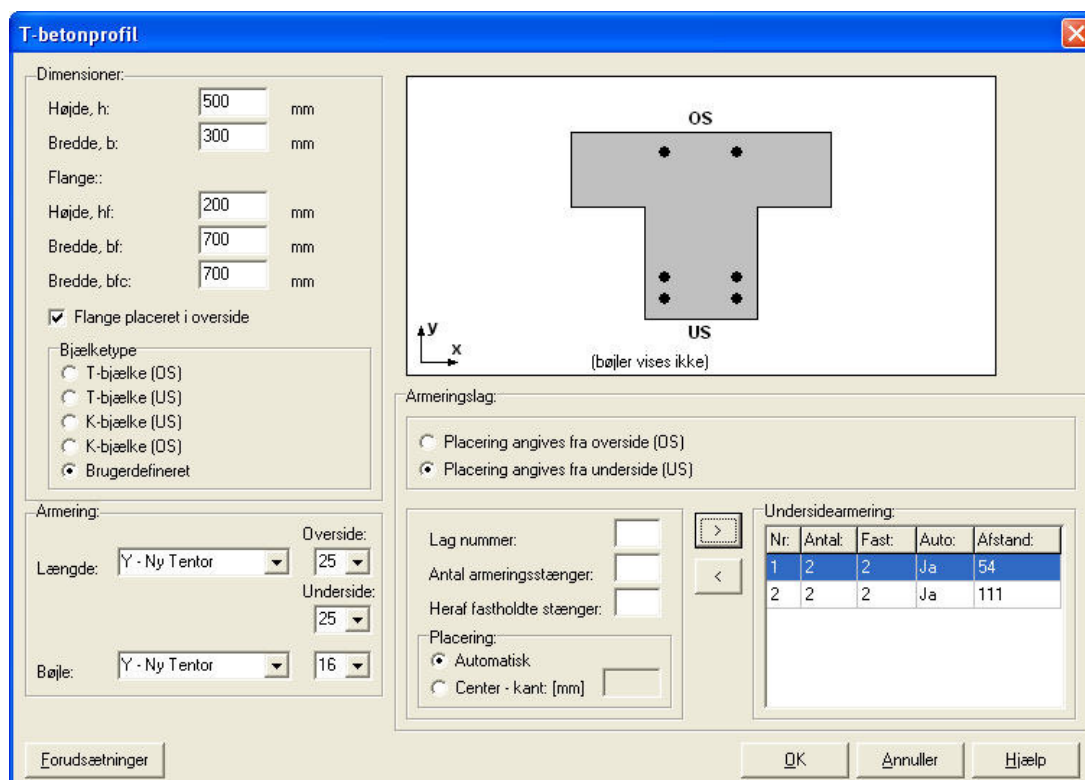
Beton:  
 Styrke, fck: 25 MPa  
 Max. korntørrelse: 32 mm  
 Letkonstruktionsbeton  
 Densitet: 2400 kg/m³

Sikringsrum  
 Der regnes med trækspændinger i uarmeret beton  
 Faktor 1,2 på materialepartialkoefficienter i brud og ulykke

Figur 43: 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 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 T-profiler kan desuden angives om der er tale om T-profiler eller K-profiler, hvilket letter indtastningen af dimensionerne. Se i øvrigt figur 44.
4. Profilets armering kan ændres, idet der vælges om tværsnittet skal armeres. I så fald kan der vælges der 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 i mappen JUST\KONFIGURATION. For oversidearmeringen og undersidearmeringen samt for evt. bøjlearmering skal armeringens dimension i mm angives. Se i øvrigt figur 44.





Figur 44: T-betonprofil

5. Armeringens placering kan ændres/inddateres, og dette gøres for de enkelte profiltyper på følgende måde

(a) Rektangulært profil og T-profil (se figur 44):

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 bøjlearmering, 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 et lag i hver side, der 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.

6. Profilets forudsætninger kan ændres ved trykke på Forudsætninger. Herefter kan profilets forudsætninger indtastes/ændres, se figur 45.

**Betonklassifikation:**

Der kontrolleres at normens krav til beton overholdes:

- Afhængig af miljøklassen, kontrolleres det at de foreskrevne krav til trykstyrken overholdes iht. DS 411 (4.1) Tabel 3.2.3
- Hvis konstruktionen er uarmeret eller ved lempet kontrol, regnes der ikke med en betonstyrke over 25 MPa iht. DS 411 (4.1) pkt. 3.2.4
- En konstruktion i høj sikkerhedsklasse må ikke udføres i lempet kontrol.

For letkonstruktionsbeton anvendes desuden anneks D i DS 411 Tillæg 1.

**Letkonstruktionsbeton**

Ved at markere, at konstruktionen er udført i letkonstruktionsbeton, kan konstruktionen beregnes efter anneks D i DS 411 (4.1) Tillæg 1 som er gældende for let konstruktionsbeton med lukket struktur. Der skal angives en densitet mellem 801 og 2000 kg/m<sup>3</sup>.

**Dæklag:**

Dæklag inkl. tolerance kan beregnes automatisk iht. miljøklasse og kontrolklasse iht. DS 411 (4.1) Tabel 6.4.1.1 og figur V 6.4.1.2a. Hvis et tykkere dæklag ønskes, kan det anføres i indtastningsfeltet. Det er ikke muligt at gå under normens krav. For letkonstruktionsbeton anvendes desuden anneks D i DS 411 Tillæg 1.

**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 411 Tillæg 3 Tabel 6.3.2a.

## Trækspændinger i uarmeret beton:

For visse uarmerede konstruktioner kan det være forsvarligt at regne med, at betonen kan optage trækspændinger iht. DS 411 (4.1) pkt. 5.1.1(4)

## 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 de har relevans.

## Robusthed:

Elementer i høj sikkerhedsklasse kan påføres en faktor 1,2 på materialekoefficienter i brudkombinationer og ulykkeskombinationer (3.1 og 3.3) iht. DS 409 (2.1) Tillæg 1 pkt. 5(12) eller brudkombinationer og ulykkeskombinationer (3.A og 3.C) iht. DS 409 (5.1) pkt. 5.1.5.(5).

The image shows a software dialog box titled "Forudsætninger" (Assumptions) for configuring concrete parameters. It is divided into several sections:

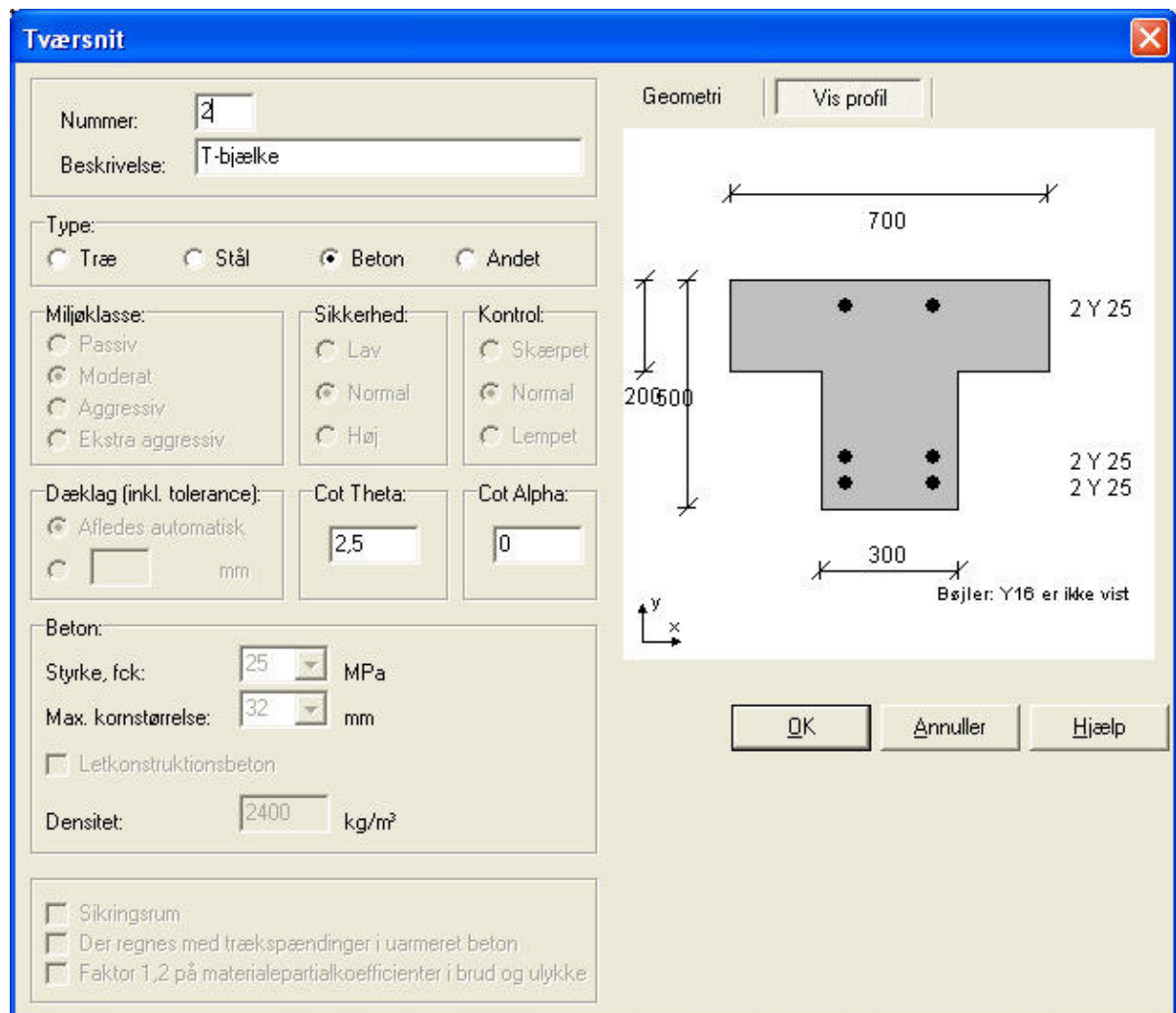
- Sikkerhedsklasse:** Radio buttons for "Lav", "Normal" (selected), and "Høj".
- Kontrolklasse:** Radio buttons for "Skærpet", "Normal" (selected), and "Lempet".
- Miljøklasse:** Radio buttons for "Passiv", "Moderat" (selected), "Aggressiv", and "Ekstra aggressiv".
- Beton:** Includes a dropdown for "Styrke, fck" (25 MPa), a dropdown for "Max. kornstørrelse" (32 mm), a checkbox for "Letkonstruktionsbeton" (unchecked), a text input for "Densitet" (2400 kg/m³), and a checked checkbox for "Insitu støbt beton".
- Dæklag (inkl. tolerance):** Includes a radio button for "Afledes automatisk" (selected) and a text input for "mm" (empty).
- Bottom section:** Three checkboxes: "Sikringsrum" (unchecked), "Der regnes med trækspændinger i uarmeret beton" (unchecked), and "Faktor 1,2 på materialekoefficienter i brud og ulykke (3.1 og 3.3)" (unchecked).

Buttons for "OK", "Annuller", and "Hjælp" are located at the bottom right of the dialog.

Figur 45: Betonforudsætninger.

6. 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 411 afsnit 6.2.2.1.(10).
7. 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, jf. DS 411 (4.1) afsnit 6.4.3.(5), til gengæld opnås en højere bæreevne af profilet.
8. For betonprofiler kan profilet med tilhørende armering vises ved tryk på **Vis Profil**, se figur 46.
9. Godkend ved at trykke på knappen **OK**.

For at programmet automatisk kan beregne de regningsmæssige elasticitetsmoduler og styrkeparametre skal der for betonprofiler indlæses sikkerhedsklasse, kontrolklasse, miljøklasse, konstruktionstype (almindelig konstruktionsbeton eller letkonstruktionsbeton), densitet for letkonstruktionsbeton og om der for uarmeret beton kan regnes med trækstyrker iht. DS 411 (4.1). For profiler/tværsnit i høj sikkerhedsklasse kan der benyttes en materialepartialkoefficient, der er øget med faktoren 1,2 iht. DS 409 (2.1) eller DS 409 (5.1).



Figur 46: Vis profil for betonprofil.

### Tilknytning af tværsnit:

Betontværsnit tilknyttes på samme måde, som øvrige tværsnit, se afsnit 10, side 39 – 40.

## 12 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 Beregning.1. 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 Beregning.2. ordens beregning eller genvejstasten **2**.

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.

## 12.1 Datacheck

Programmet kontrollerer følgende før hver beregning:

- Der må kun være aksial last på trækstænger og træk-/trykstænger.
- Laster defineret som vandret masselast skal virke vandret.
- Der må ikke være charnier i alle stanger 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, checkes det om denne knude er understøttet.

*BEMÆRK: Ikke alle fejl i konstruktionen fanges i ovenstående check.*

## 12.2 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.

### 12.3 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.

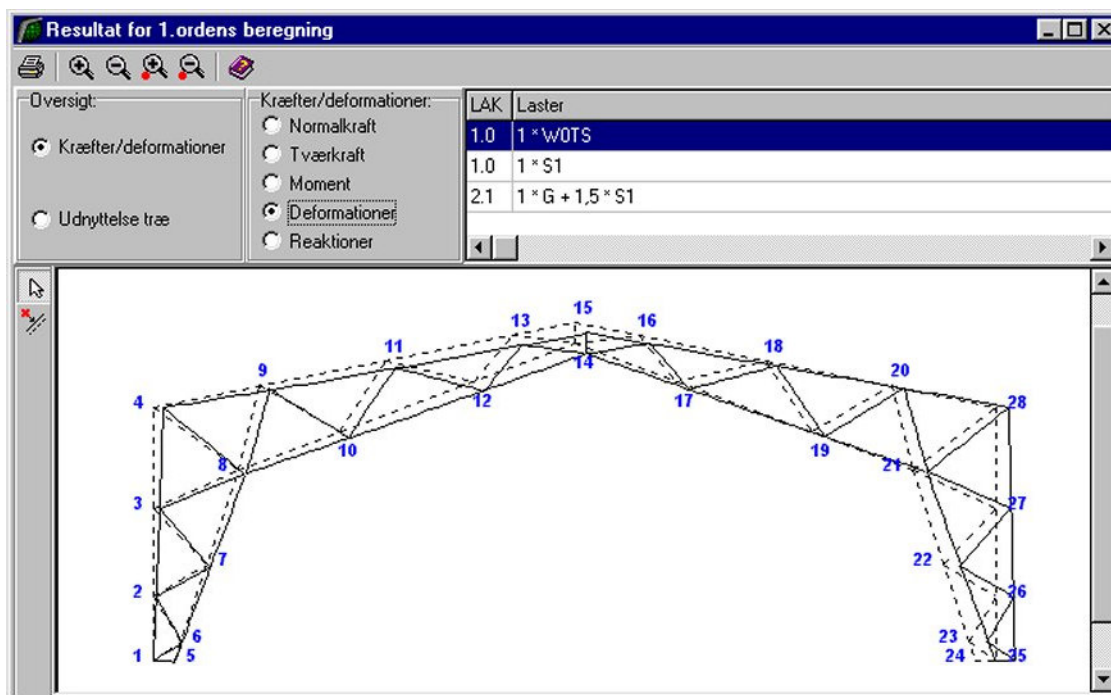
## 13 Resultat

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

### 13.1 Resultatoversigt

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

- Normalkraft.
- Forskydningskraft.
- Moment.




Figur 47: Deformeret konstruktion for valgt lastkombination.

- Deformationer, hvor den deformede konstruktion tegnes. Den udeformede konstruktion er vist med grå stiplet streg, se figur 47. For træ- og betonkonstruktioner vises slutdeformationer.
- Reaktionen, 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  og . Tekststørrelsen ændres ikke ved at zoom på resultatoversigten. Snitkræfter, deformationer og reaktioner kan forstørres og formindskes med  og .

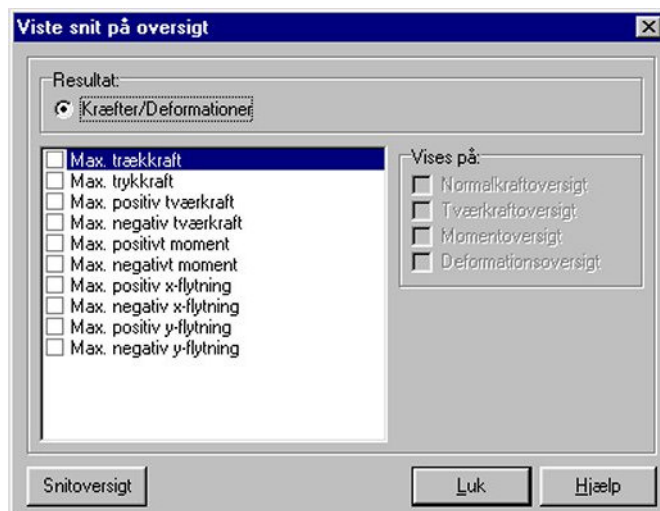
Programmet kan automatisk vise ekstremumpunkter for snitkraftkurver samt maksimale flytninger for hver stang, disse punkter betegnes **automatisk placerede snit**. På de beregnede kurver kan der desuden indsættes såkaldte **bruger placerede snit**, hvor snitkræfter og/eller deformationer beregnes og 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.

#### Visning af automatisk placerede snit:

1. Tryk på .
2. Tryk på den ønskede stang. Hvis deformationerne vises, skal stangen vælges på den udeformede konstruktion.
3. Det kan nu vælges, hvilke ekstremumpunkter for snitkraftkurverne eller




flytninger for den valgte stang der skal vises og på hvilke kurver, se figur 48.



Figur 48: Valg af automatisk placerede snit.

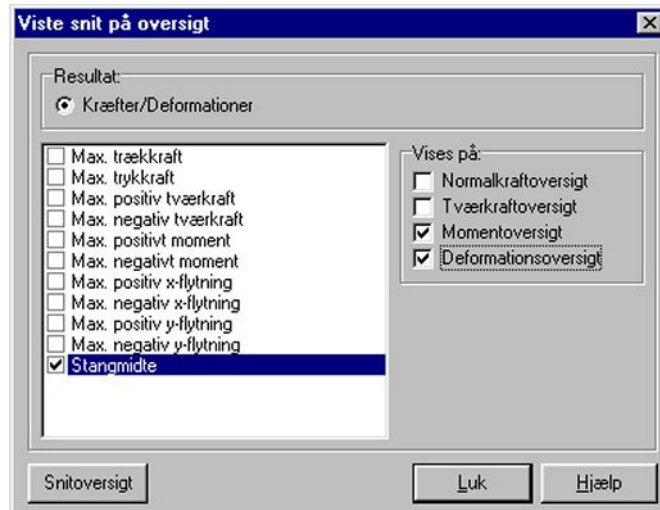
4. Godkend ved at trykke på knappen **Luk**.

#### 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 49.
6. Vælg **OK** og luk snitoversigten.
7. Det bruger placerede snit kan nu vælges, se figur 50.



Figur 49: Definition af bruger placeret snit.




Figur 50: Valg af bruger placeret snit.

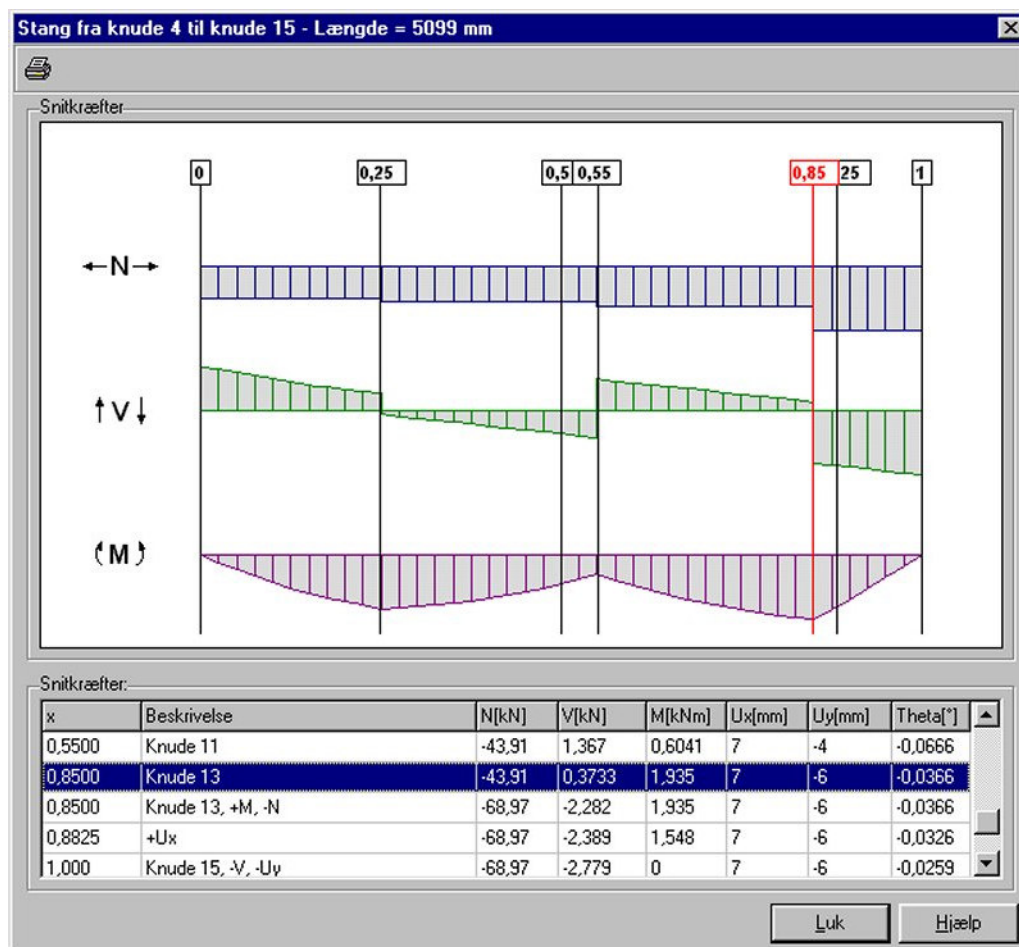
8. Godkend ved at trykke på knappen **Luk**.

### 13.2 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. Hvis deformationerne vises, skal stangen vælges på den udeformerede konstruktion.
3. Der vises snitkraftkurver og der vises snitkræfter og deformationer i knuder, ekstremumpunkter samt bruger placerede snit, se figur 51.

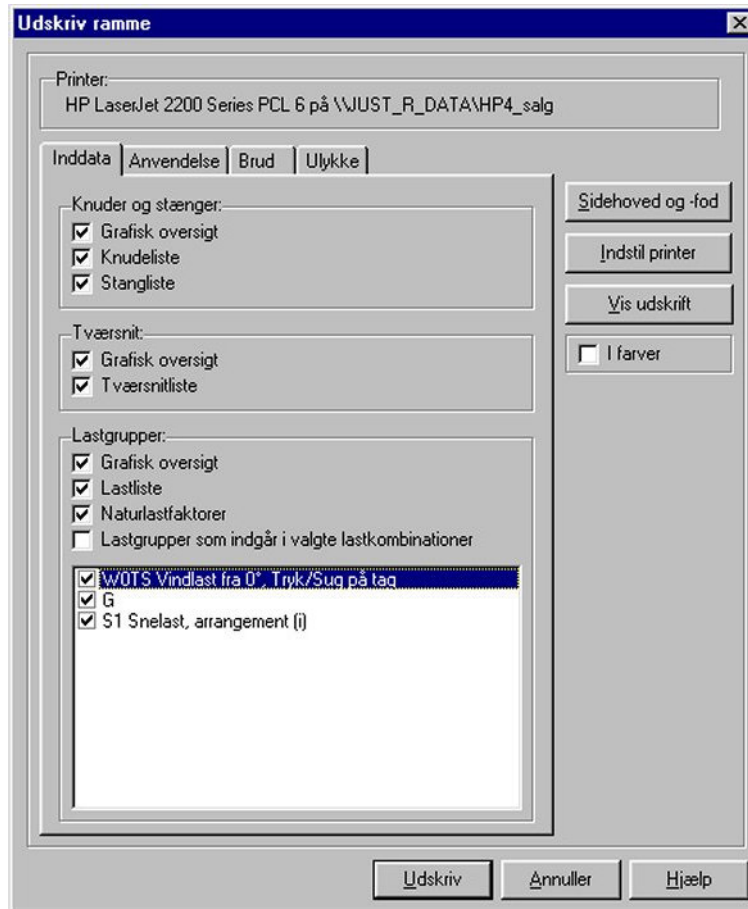


Figur 51: Snitkræfter og deformationer for en stang.

## 14 Udskrift

Udskrift vælges ved at vælge menupunktet Filer.Udskriv sag eller genvejstasten . 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.



Figur 52: 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 udvælges lastkombinationer fra anvendelse, brud og ulykke. Fra hver lastkombination kan resultater udskrives som oversigtstegninger med snitkraftkurver og deformationskurver. Hvor mange oversigtstegninger, der opstilles på én side, vælges.
- Under resultat for stang. For den valgte stang kan udskrives de beregnede snit vist i en tabel, samt de viste snitkraftkurver.

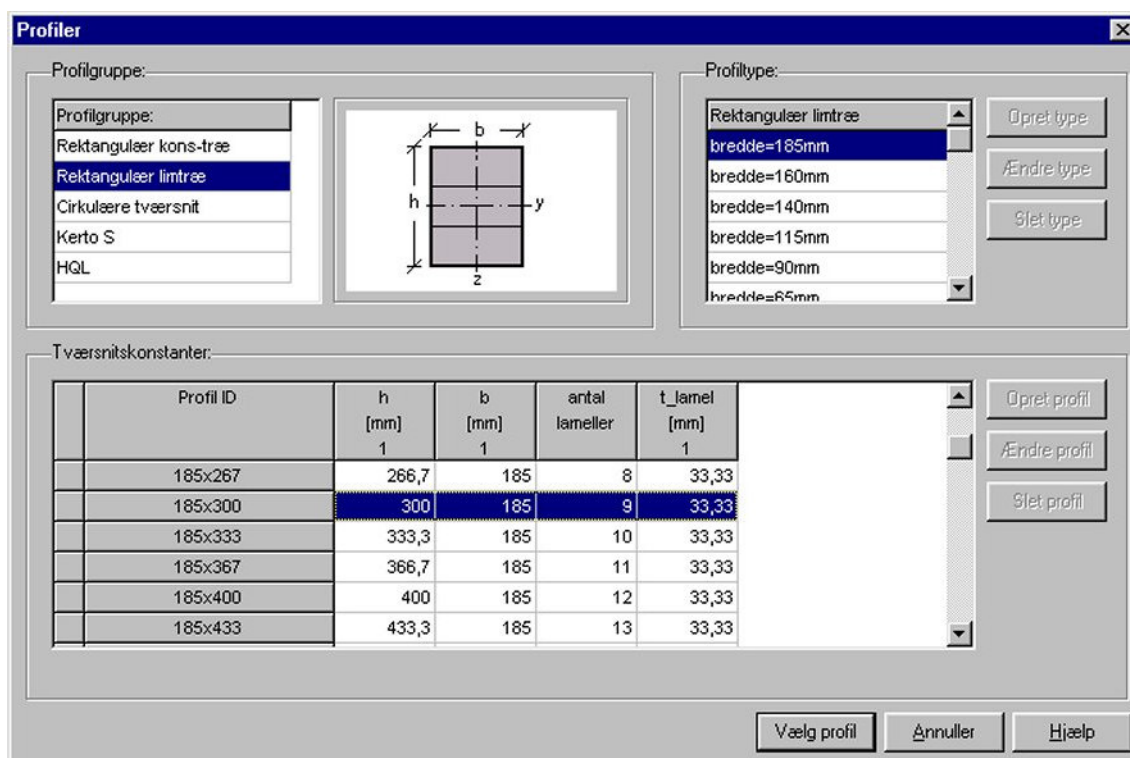
## 15 Bæreevneeftersvisning af trækonstruktioner

Plan ramme kan startes op med modulet Trækonstruktioner 3 tilknyttet ved at vælge *Med bæreevneeftersvisning af træ* under opstart. Trækonstruktioner 3 kan undersøge udnyttelsen, herunder søjlevirkningen af benyttede standard træprofiler fra trætabellen, som indeholder rektangulære og cirkulære profiler af konstrukstræ, 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 ulykkekompositioner. 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 8.

### 15.1 Tværsnit

Der kan udføres bæreevneeftersvisning af standard træprofiler, som er defineret i trætabellen, se figur 53.



Figur 53: Standard træprofiler i trætabellen.

Ved eventuel udfligning tages hensyn til, om tværsnittet er udfliget på over- eller undersiden, se figur 54.

**Tværsnit**

Nummer:   
 Beskrivelse:

Type:  
 Træ    Stål    Beton    Andet

Valg af tværsnit:  
 Brugerdefineret  
 Import fra 'Tværsnit 2'  
 Fra tværsnitstabel

Sikkerhed:  
 Lav  
 Normal  
 Høj

Kontrol:  
 Skærpet  
 Normal

Orientering af tværsnit:  
 udb. om stærk akse  
 udb. om svag akse

Trækklasse:

Systemfaktor:

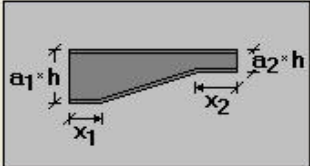
Udfliktion:  
 a1:   
 a2:   
 x1:   
 x2:

Udfliget på:  
 Overside    Underside

Geometri   Vis profil

Gruppe: **Rekt. limtræ**

ID: **185x300**  
 A: **55,50**  $10^3 \text{ mm}^2$   
 I: **416,2**  $10^6 \text{ mm}^4$




    

Robusthed  
 Faktor 1,2 på materialepartialkoefficienter i brud og ulykke

Figur 54: Definition af trætværsnit.

## 15.2 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 er 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 ud fra standardbrandforløbet.

Brandvarigheden og brandbeskyttelsestiden for et eventuelt brandbeskyttelsessystem defineres ved at vælge menupunktet *Bæreevne.Brandpåvirkning - træ* eller genvejstasten , se figur 55. Brandvarigheden og beskyttelsestiden er ens for alle træprofiler. Beskyttelsestiden sættes til 0 minutter for ubeskyttede profiler.



Figur 55: Definition af brandparametre for træ.

### 15.3 Beregning

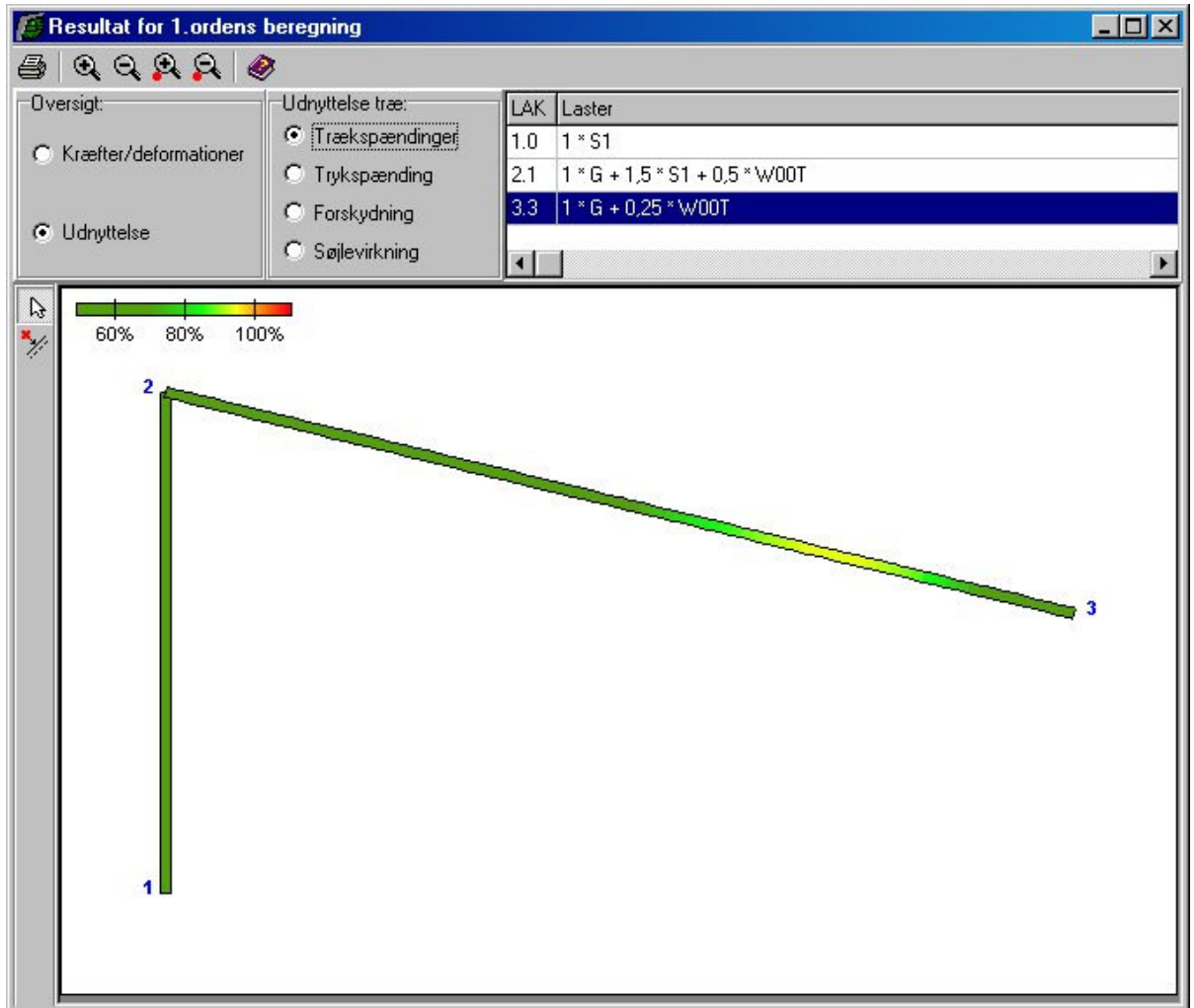
For brud- og ulykkeskombinationer beregnes følgende udnyttelser af tværsnit.

- **Trækudnyttelse:** Udnyttelse af tværsnittet i træksiden ved kombineret moment- og/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 normaltrykkraft.

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

### 15.4 Resultat

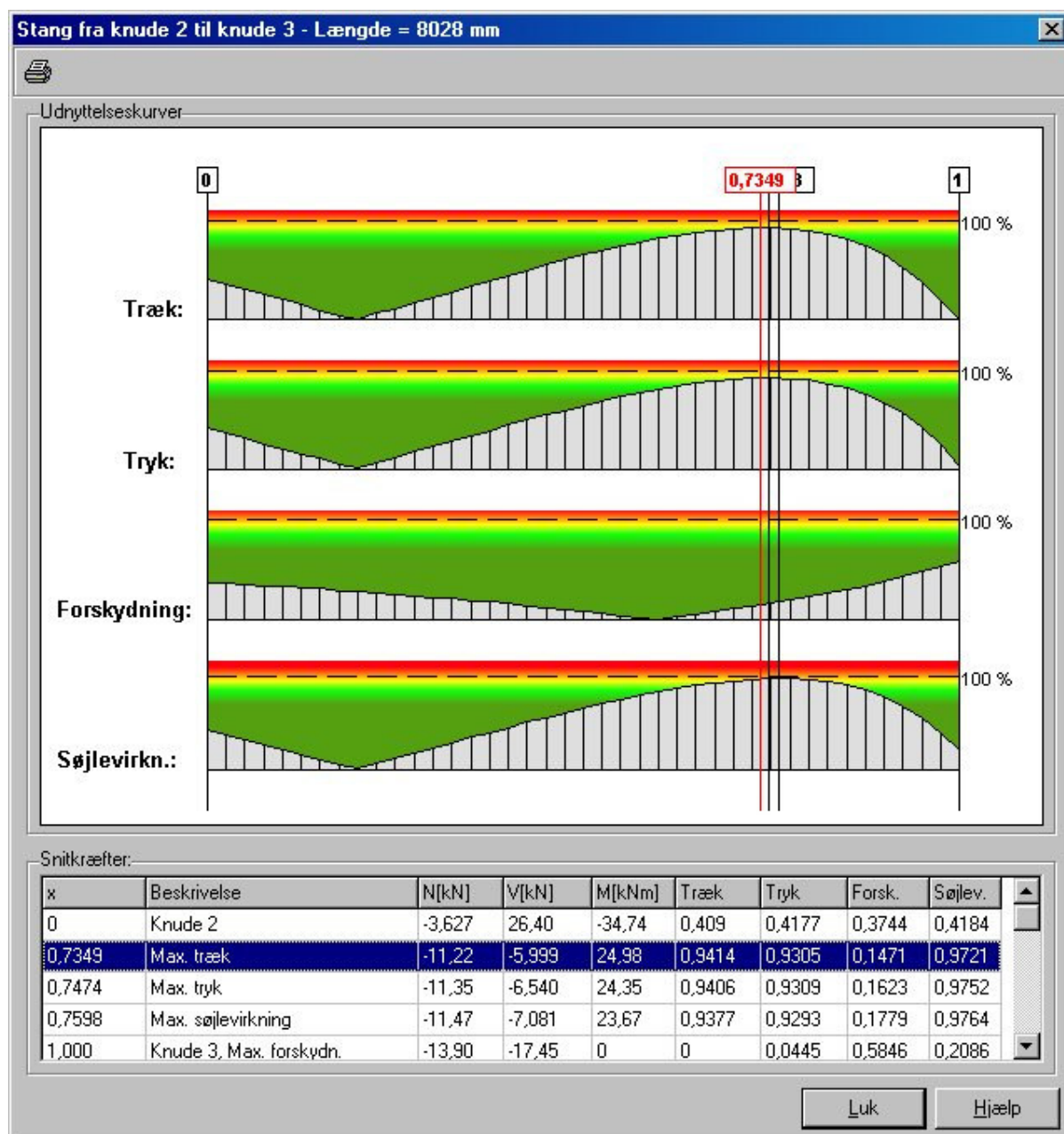
På resultatoversigten vises udnyttelseskurver for træk, tryk og forskydning samt for søjlevirkningen for brud- og ulykkeskombinationer, se figur 56.



Figur 56: 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 57.





Figur 57: Udnyttelseskurver for en stang.

## 15.5 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. 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.




## 16 Bæreevneeftersvisning af stålkonstruktioner

Plan ramme kan startes op med modulet Stålkonstruktioner 4 tilknyttet ved at vælge *Med bæreevneeftersvisning af stål* under opstart. Stålkonstruktioner 4 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 søjlevirkning i brud- og ulykkeskombinationer.

Programmet undersøger ikke for kipning.

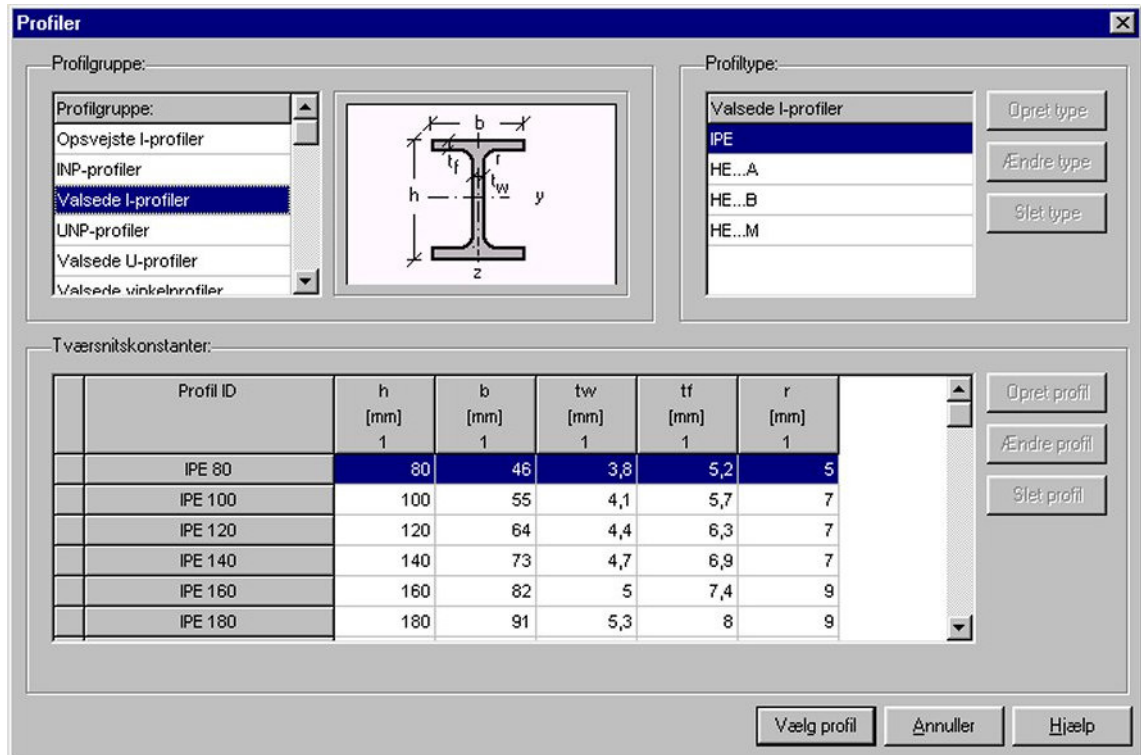
Der kan dog ikke undersøges for søjlevirkning for Z-profiler.

For at kunne beregne søjlevirkningen skal man for de enkelte stænger selv indtaste undersøgelsesmetode og knæklængder, se afsnit 8. Programmet tjekker om det opstillede krav til slankhedsforhold, jf. DS 412 (3.1) 6.4.2.(2).

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 , idet der for 1. orden vælges knappen til højre for  og for 2. orden vælges knappen til højre for . Denne beregning kan for komplicerede konstruktioner tage meget lang tid.


### 16.1 Tværsnit

Der kan udføres bæreevneeftersvisning af standard stålprofiler, som er defineret i ståltabellen, se figur 58.



Figur 58: Standard stålprofiler i ståltabellen.

## 16.2 Brandpåvirkning

Brandvarigheden og eventuelt brandbeskyttelsessystem kan defineres ved at vælge menupunktet Bæreevne.Brandpåvirkning - stål eller genvejstasten , se figur 59. 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.

Nr.	Tid [min]	Type	t [mm]
-	-	Uisoleret	-

Tværsnit	Brandisolerings
Søjler/Hoved/Fod - HE 220 B	Uisoleret
Vertikaler - Varmvals. 80x40x5,0	Uisoleret
Diagonaler - Svært gevindrør 125 mm	Uisoleret

Figur 59: Definition af brandparametre for stål.

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 brandisolerings tabel. Brandisolerings tabellen 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. Iht. DS 412 (3.1) 9.4.2(7) kan termisk kontakt med en betonplade forøge bæreevnen for isolerede profiler i tværsnitklasse 1 eller 2. Hvor deformationskriterier er afgørende kan der som bæreevne benyttes  $f_x$  i stedet for  $f_y$  iht. DS 412 (3.1) 9.4.2 (3).

### 16.3 Beregning

Der opstilles kurver for følgende:

- **Udnyttelse** mht. begyndende foldning i anvendelseskombinationer.
- **Tværsnitklasse** i brud- og ulykkekombinationer.
- **Udnyttelse** i brud- og ulykkekombinationer.

- **Søjlevirkning** 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.

Ved beregning af søjlevirkningen i brud- og ulykkekombinationer for momentpåvirkede trykstænger bestemmes  $\beta_M$  (DS 412 (3.1) pkt. 6.4.4) 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 412 (3.1) tabel V 6.4.4) tilnærmet lig med  $(1,4 \cdot \text{antal punktlaster} + 1,3 \cdot \text{antal jævnt fordelte laster}) / (\text{antal punktlaster} + \text{antal jævnt fordelte laster})$ , idet aksiale laster ikke medtages og evt. egenvægt medtages som en jævnt fordelt last og et punktmoment medtages som en punktlast.

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

- Stangens normalsnitkraftkurve bestemmes ved en 1. ordens beregning. Den maksimale negative normalsnitkraft betegnes  $N_{\max, \text{neg}}$ .
- 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 normalsnitkraftkurve. 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  $\alpha$  ved en 2. ordens beregning. Det undersøges om konstruktionen har tilstrækkelig stivhed.
- Ovenstående beregning gentages et antal gange, idet  $\alpha$  forøges hvis konstruktionen har tilstrækkelig stivhed og formindskes hvis konstruktionen ikke har tilstrækkelig stivhed. Balancepunktet mellem at konstruktionen har og ikke har tilstrækkelig stivhed kaldes  $\alpha_{\text{kritisk}}$ . Der foretages ingen videre undersøgelser såfremt  $\alpha_{\text{kritisk}} < 1$ .
- Den kritiske søjlekraft udregnes som  $\alpha_{\text{kritisk}} \cdot N_{\max, \text{neg}}$ .
- Der foretages ikke undersøgelse af søjlevirkningen, såfremt  $\alpha_{\text{kritisk}} > 10000$ .

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.

## **16.4 Resultat**

På resultatoversigten vises tværsnitsklasser, udnyttelseskurver og søjlevirkningskurver. Programmet kan automatisk vise maksimale udnyttelser og maksimale søjlevirkninger 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 13.1.

Udnyttelseskurver og søjlevirkningskurver 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 13.2.

## **16.5 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. 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 forekommer. Som afslutning konkluderes det, om der opstår brud.


## 17 Bæreevneeftervisning af betonkonstruktioner

Plan ramme kan startes op med modulet Betonkonstruktioner 5 tilknyttet ved at vælge *Med bæreevneeftervisning af beton* under opstart. Betonkonstruktioner 5 kan undersøge udnyttelsen af armerede og uarmerede rektangulære tværsnit, T-tværsnit og pladetværsnit.

Alternativt kan programmet opstartes som Kontinuerlige Betonbjælker 5 ved at vælge *Kontinuerlig betonbjælke*, herved haves de samme beregningsmuligheder, men kun for en dimensionelle konstruktioner.

For definition af et betontværsnit, henvises til afsnit 11.

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 snitkræfter ved at vælge menupunktet *1. ordens plastisk beregning* eller genvejstasten . Der udregnes snitkræfter efter elasticitetsteorien i anvendelse. I brud og ulykke udregnes snitkræfter efter plasticitetsteorien. Der kan ikke foretages plastisk beregning på uarmerede tværsnit.


For at få udbytte af den plastiske beregning, kræves det at der indsættes flydeled i konstruktionen, jf. afsnit 4.2 og afsnit 6.1. 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, idet brudmomentet i brud vælges brudmomentet svarende til Metode A. Dog vælges indspændingsmomentet altid mellem elasticitetsteoriens værdi og en tredjedel heraf, jf. DS 411 afsnit 6.1.3.2.(2).

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 charnier i flydeledene bliver bevægelig kan konstruktionen ikke beregnes.

Programmet kontrollerer ikke at den nødvendige flydeevne er til stede, jf. DS 411 Afsnit 6.1.3.2.(3). Dog kontrolleres det at flydeledene samt tværsnit udnyttet mere end 80 % ikke er overarmeret i brud.

### 17.1 Brandpåvirkning

Brandvarigheden kan defineres ved at vælge menupunktet *Bæreevne.Brandpåvirkning - beton* eller genvejstasten , se figur 60. Konstruktionen kan undersøges

for en standardbrand i 30, 60, 90 eller 120 minutter. 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.

Tværsnit	Brand på side
BetonBjælke - Rekt	1 Over, Under, Venstre, Højre,
BetonBjælke - T-bj.	4 Under,

Figur 60: Definition af brandparametre for beton.

## 17.2 Beregning

Der opstilles kurver for følgende:

- **Langtidsdeformationer** i anvendelses-, brud- og ulykkekombinationer.
- **Korttidsdeformationer** i anvendelses-, brud- og ulykkekombinationer.
- **Udnyttelse** mht. revnevidde i anvendelseskombinationer 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.
- **Afstand mellem bøjlearmering** i brud- og ulykkekombinationer (dog ikke brand) for armerede rektangu-lære tværsnit og T-tværsnit. Dette kræver dog min. 2 armeringsstænger i 1. lag i overside og i underside for at bøjlearmeringen kan tages i regning.



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 411 Afsnit 6.1.3.2.(1).

For armerede tværsnit undersøges udnyttelsen for revnevidde i forhold til de i DS 411 (4.1) Tabel V 6.3.3 nævnte vejledende værdier.

For armerede konstruktioner undersøges bæreevneudnyttelsen vha. både Metode A og Metode B, jf. DS 411 (4.1) , idet udnyttelsen sættes til minimum af udnyttelsen for Metode A og B.

For uarmerede konstruktioner undersøges bæreevnen vha. Metode B, iht. DS411 (4.1). For uarmerede tværsnit (såfremt der ikke regnes med træk i den uarmerede beton) kræves det dog at der er normaltrykkraft i tværsnittet.

Udnyttelsen for minimumsarmering for armerede tværsnit undersøges i anvendelses-, brud- og ulykkeskombinationer (dog ikke brand), jf. DS 411 (4.1) afsnit 6.4.3.1.(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, så de opfylder kravet i DS 411 (4.1) afsnit 6.4.3.(5).

Stødlængder og evt. forankringsarmering i stængernes ender bestemmes jf. DS411 (4.1) Tillæg 2 afsnit 6.2.6. Der tages hensyn til evt. længde af vederlag i stængernes ender. Stødlængderne og forankringslængder udregnes både med ekstra og uden ekstra tværarmering jf. DS 411 (4.1) afsnit 6.2.6.1.(17). Vederlagslængderne indtastes under den enkelte stang, se figur 16.

Ved beregning af deformationer sættes elasticitetsmodulet for beton efter DS 411 (4.1) Tabel V 6.3.1. Den beregnede karakteristiske elasticitetsmodul divideres med partialkoefficienten for beton.

Der foretages udelukkende tværsnitsundersøgelser, vha. en 1. ordens beregning. Såfremt der er trykkræfter af betydning, bør beregningen foretages i programmet **Søjler og Vægge 5**, hvor der i beregningen af snitkræfterne tages hensyn til deformationerne.

I brandkombinationer indregnes brandpåvirkning fra en standardbrand. Brandkombinationer undersøges iht. DS 411 (4.1) kapitel 9. 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, jvf DS411 (4.1) pkt 9.4.2.2(4). 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 B iht. DS 411 (4.1) pkt. 6.2.1.1.(6). Ved beregningen benyttes transformeret tværsnit, hvor armeringens transformerede areal afhænger af armeringsspændingen.

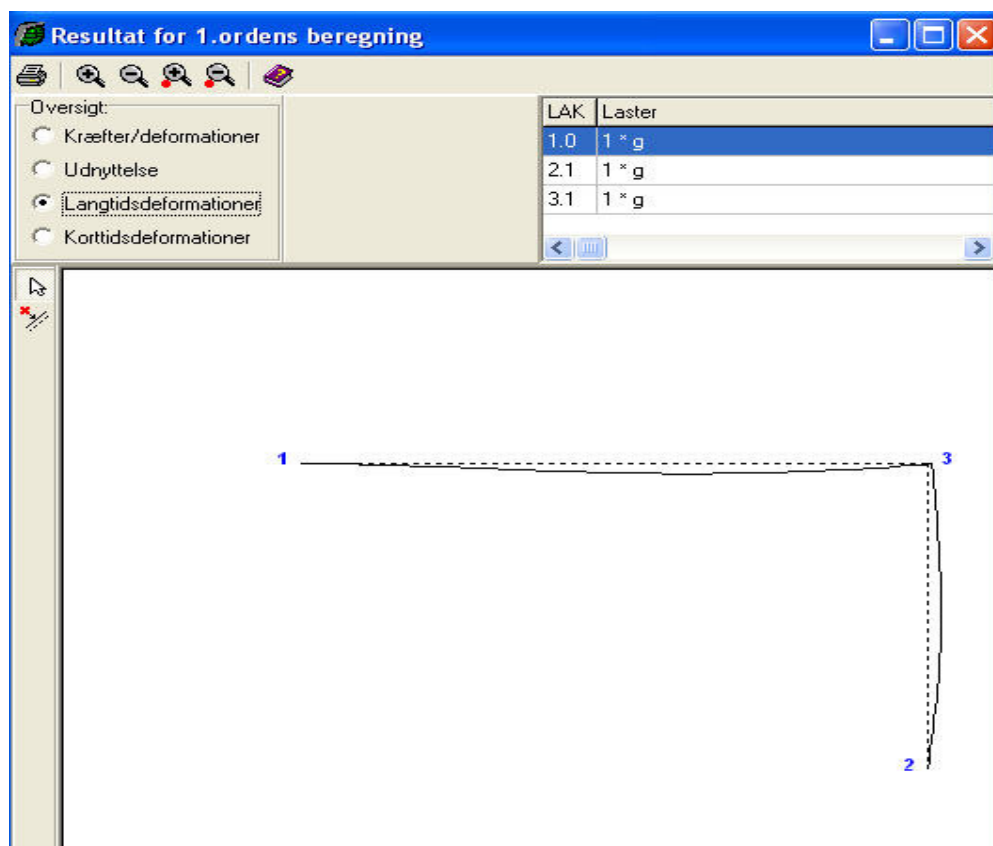
Der undersøges ikke for minimumarmeringen i brandsituationen, idet denne ikke skal være opfyldt. Forskydning og forskydningsarmering beregnes ikke i brandkombinationer, idet der ikke er angivet nogen metode i DS411(4.1).

For letkonstruktionsbeton anvendes desuden annek D i DS 411 Tillæg 1.

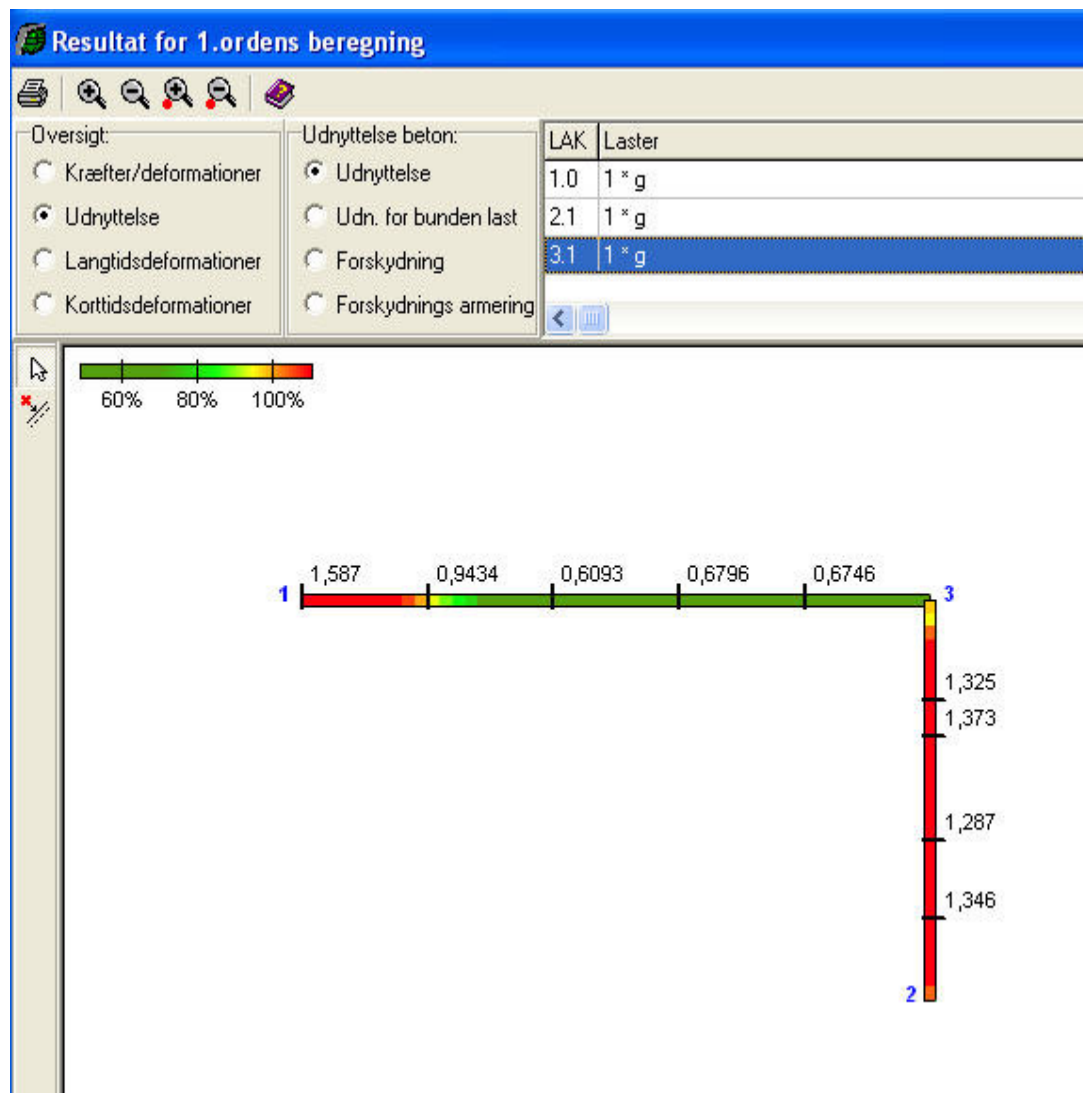
### 17.3 Resultat

På resultatoversigten kan vises korttidsdeformationer og langtidsdeformationer i anvendelses-, brud- og ulykkeskombinationer, se figur 61.

Desuden kan vises udnyttelseskurver og forskydningsudnyttelseskurver og evt. afstand mellem forskydningsarmering i brud- og ulykkeskombinationer samt udnyttelseskurver for armerede tværsnit i anvendelseskombinationer, se figur 62.



Figur 61: Langtidsdeformationskurver for hele konstruktionen.

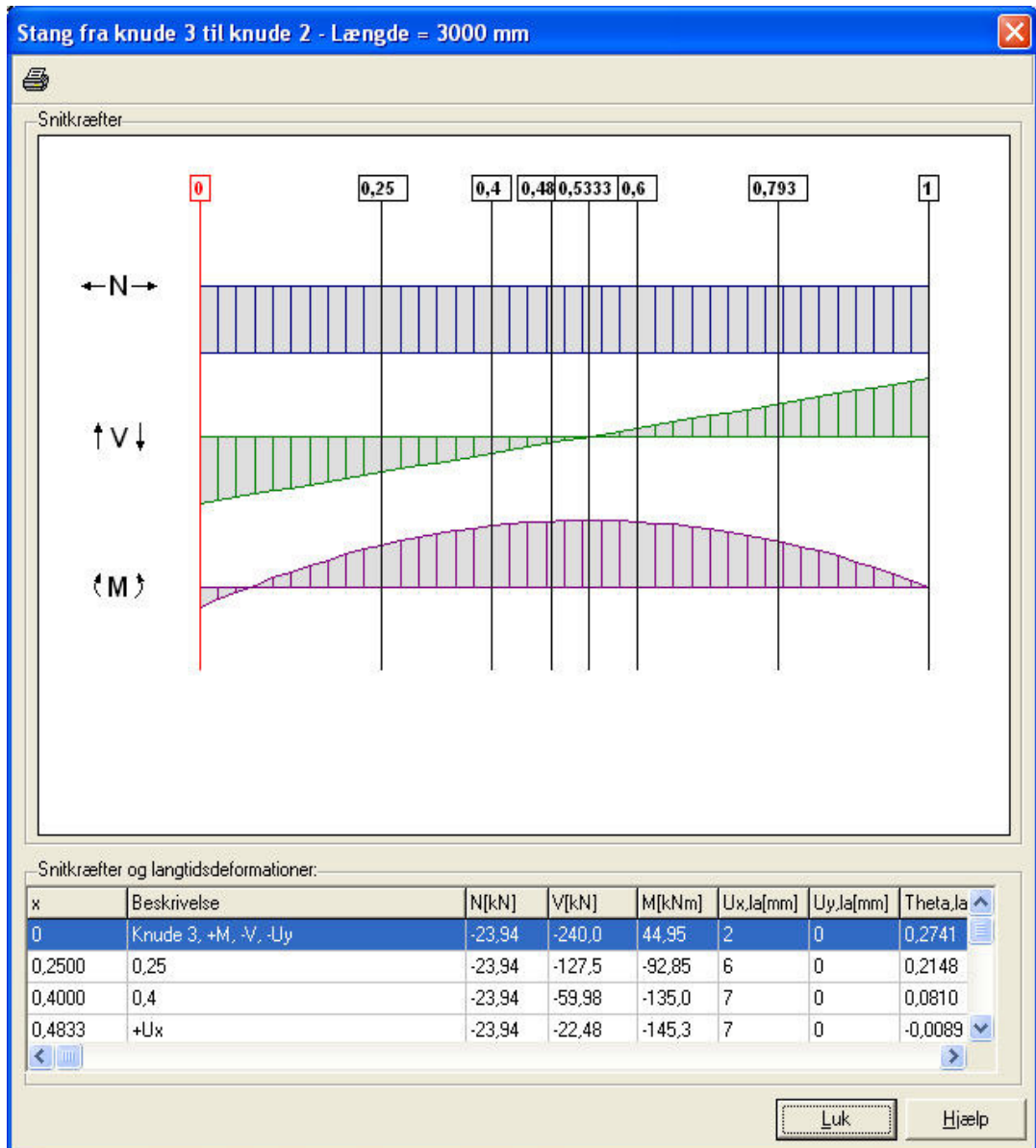


Figur 62: Udnyttelseskurver for hele konstruktionen.

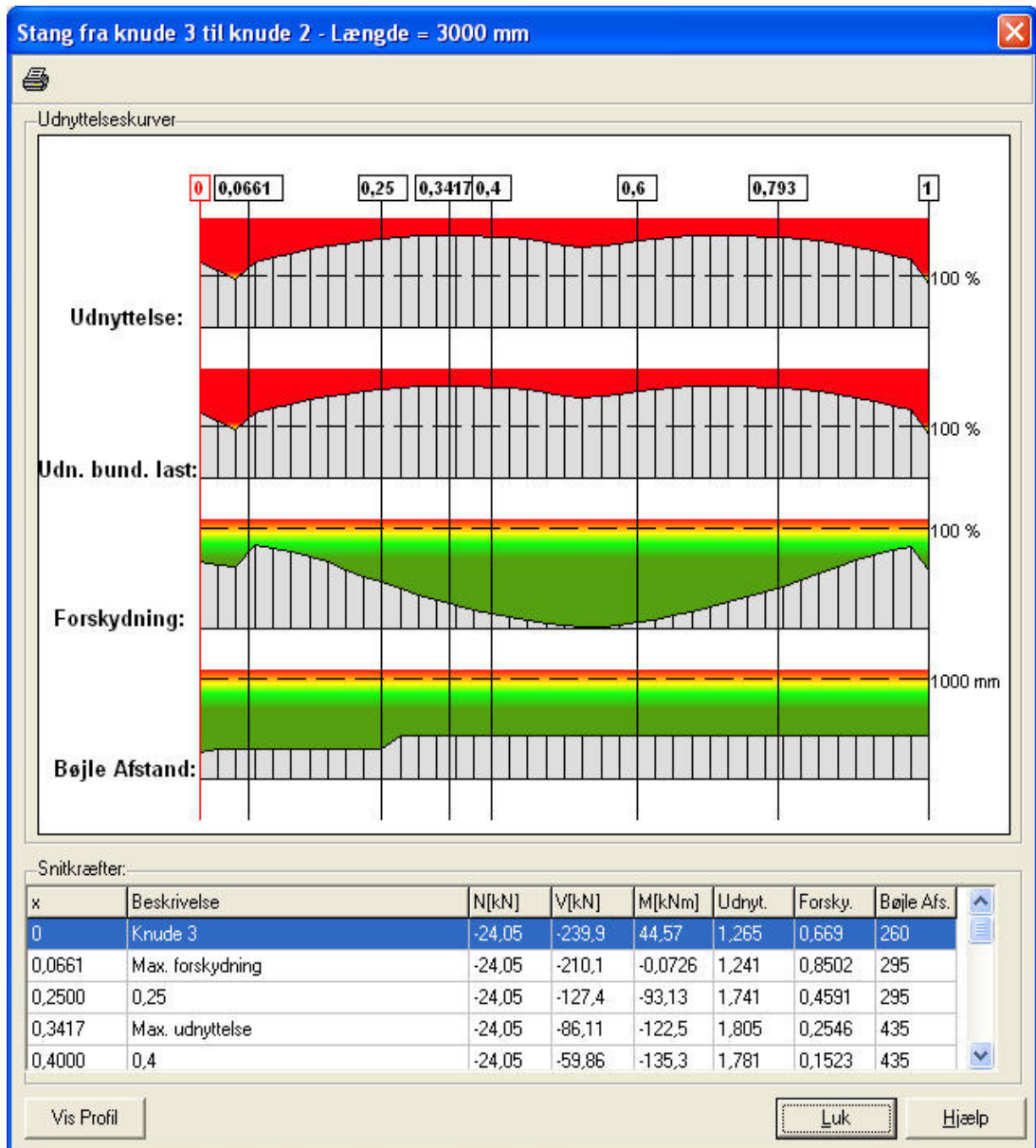
Programmet kan automatisk vise maksimale udnyttelser og forskydningsudnyttelse for hver stang. På de beregnede kurver kan der desuden indsættes bruger placerede snit. Automatisk og bruger placerede snit vises med en sort markering og værdi på resultatoversigten, se figur 62. For indsættelse af snit se afsnit 13.1.

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 63. For udvælgelse af stang se afsnit 13.2.

Tilsvarende kan udnyttelseskurver og forskydningsudnyttelseskurver vises for en stang i de automatisk og bruger placerede snit samt i knuder, se figur 64.



Figur 63: Langtidsdeformationer for en stang.



Figur 64: Udnyttelseskurver for en stang.

## 17.4 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 ulykkekompositioner. Desuden er det muligt at få opstillet en konklusion for de undersøgte betonprofiler. For hver tværsnitsgruppe findes den lastkombination og det snit, hvor den maksimale udnyttelse 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.