

Athena

## DIMENSION

## Stålkonstruktioner 3

januar 2010

Athena IT-Group Hovedafdeling

Hovedat deling Søndergård Alle 4 DK-6500 Vojens Tlf.: +45 74 53 15 14 Fax: +45 74 53 14 81

#### Athena IT-Group

Fyn Munkerisvej 1 DK-5230 Odense M Tlf.: +45 70 25 30 30 Fax: +45 66 13 93 85

#### Athena IT-Group Sjælland Smedevænget 16A

Smedevænget 16A DK-4700 Næstved Tlf.: +45 55 77 83 83 Fax: +45 55 77 92 12

#### Athena IT-Group GmbH

**Germany** Walzenmühle - Neustadt 16 DE-24939 Flensburg Fon: +49 461 14104 0 Fax: +49 461 14104 44

mail@athena.dk www.athena.dk



# Indhold

1	Ind	lledni	ng	3
2	Ber	regnir	ngsgrundlag	3
3	Ops	start .		4
3	.1 I	[nstalla	ation2	ł
3	.2 k	Konfigu	uration 4	ļ
3	.3 (	Opstilli	ng af sag 4	ł
4	Pro	gram	pakke	5
5	Pro	ofiltab	eller	5
6	Ekc	omn		7
6	1 T	Introdu		,
6	. I I 2 (	Onert	en sag	2
0	.2 ( 6	2 1	Sikkerhed	ģ
	6	.2.2	Materialeparametre 1	o D
	6	.2.3	Tværsnit	1
	6	.2.4	Kipning	2
	6	.2.5	Profil	2
	6	.2.6	Gem sag	3
6	.3 E	Beregn	n sag	3
6	.4 L	Jdskriv	/ 15	5
7	Eks	sempe	el, Stålsøjle	7
7.	.1 I	Introdu	uktion	7
7	.2 (	Opret	en sag18	3
	7.	.2.1	Sikkerhed 18	З
	7	.2.2	Materialeparametre	Э
	7	.2.3	Trykpåvirket element 20	C
	7	.2.4	Profil	C
	7	.2.5	Gem sag 2:	1
7	.3 E	Beregn	n sag 22	2
7.	.4 l	Jdskriv	/	<u>)</u>
8	Eks	sempe	el, Brand på bjælke	1
8	.1 I	Introdu	uktion	ł
8	.2 T	Tilret s	sag 24	ł
	8	.2.1	Åben eksisterende sag 24	4
	8	.2.2	Gem sag 2!	5



	8.2.3	Tværsnit	26
	8.2.4	Kipning	27
	8.2.5	Brand data	27
	8.2.6	Ændre profil	29
	8.2.7	Gem sag	29
8.3	Beregr	n sag	29
8.4	Udskriv	۷	30
9 E	ksemp	el, Stålsøjle under brandpåvirkning	32
<b>9 е</b> 9.1	<b>ksemp</b> Introd	el, Stålsøjle under brandpåvirkning uktion	<b>32</b> 32
9 E 9.1 9.2	<b>ksemp</b> Introd Udvid	el, Stålsøjle under brandpåvirkning uktion sag	<b>32</b> 32 32
9 E 9.1 9.2	i <b>ksemp</b> Introd Udvid 9.2.1	<b>el, Stålsøjle under brandpåvirkning</b> uktion sag Åben eksisterende sag	<b>32</b> 32 32 32
9 E 9.1 9.2	i <b>ksemp</b> Introd Udvid 9.2.1 9.2.2	el, Stålsøjle under brandpåvirkning uktion sag Åben eksisterende sag Trykpåvirket element med brand	<ul> <li>32</li> <li>32</li> <li>32</li> <li>32</li> <li>33</li> </ul>
9 E 9.1 9.2	<b>ksemp</b> Introd Udvid 9.2.1 9.2.2 9.2.3	el, Stålsøjle under brandpåvirkning uktion sag Åben eksisterende sag Trykpåvirket element med brand Brand data	<ul> <li>32</li> <li>32</li> <li>32</li> <li>32</li> <li>33</li> <li>33</li> </ul>
9 E 9.1 9.2	<b>ksemp</b> Introd Udvid 9.2.1 9.2.2 9.2.3 9.2.4	el, Stålsøjle under brandpåvirkning uktion sag Åben eksisterende sag Trykpåvirket element med brand Brand data Gem sag	<ul> <li>32</li> <li>32</li> <li>32</li> <li>32</li> <li>33</li> <li>35</li> </ul>
9 E 9.1 9.2 9.3	Introd Udvid 9.2.1 9.2.2 9.2.3 9.2.4 Beregr	el, Stålsøjle under brandpåvirkning uktion sag Åben eksisterende sag Trykpåvirket element med brand Brand data Gem sag	<ul> <li>32</li> <li>32</li> <li>32</li> <li>32</li> <li>33</li> <li>35</li> <li>35</li> </ul>



#### 1 Indledning

Nedenstående er en introduktion til Stål 3. Det giver en kort gennemgang af beregningsgrundlaget og af hvordan man kommer i gang med programmet.

For en detaljeret gennemgang henvises til Stål 3's on-line hjælp, som kan kaldes overalt i programmet. Denne giver en udførlig forklaring af alle skærmbilleder, har referencer til beregningsgrundlag i norm og giver desuden to beregningseksempler.

#### 2 Beregningsgrundlag

Et dobbeltsymmetrisk stålelement undersøges i Stål 3 iht. DS/EN Eurocode 1993 samt det tilhørende Danske nationale anneks.

Følgende undersøgelser kan laves:

- Tværsnits analyse af flere forskellige tværsnit, med og uden brand påvirkning
- Tryk påvirkning (uden brand)Tryk påvirkning med brand påvirkning
- Kipnings analyse (uden brand)
- Kipnings analyse med brand påvirkning

Et tværsnit undersøges for kombinationer af normalkraft, momenter og tværkræfter. For et I-pro?l kan der desuden undersøges, hvorvidt en trykket ?ange forårsager ?ydning i halssnit, indtrykning eller ?angeindskydning.

Undersøgelsen for flydning i halssnittet bliver dog stadig lavet på baggrund af DS412 (3.1), dette vil også fremgår af udskriften.

Et trykpåvirket element undersøges for central påvirkning og momentpåvirkning. Hvis der desuden er opstillet en kipningsundersøgelse, indregnes denne i undersøgelse af momentpåvirkning.

I tilfældene med brand påvirkning er der dog ikke sammen interaktion mellem søjlevirkning og kipning som i beregningerne uden brand påvirkning.

En kipningsundersøgelse foretages vha. tabeller i Teknisk Ståbi udgave 20.

For alle undersøgelserne der tager højde for brand påvirkningen gælder, at der regnes med reducerede materiale parametre.

Mht. de nævnte undersøgelser bør følgende bemærkes:

- Der forudsættes fastholdte knudepunkter, idet der ved en 1. ordens beregning ses bort fra deformationer af konstruktionen hidhørende fra lasten.
- Det undersøges ikke, om der opstår synlige buler i pro?ler i tværsnitsklasse 4 ved konstruktionens normale anvendelse.
- For forskydning mht. z-aksen for I-pro?ler, regnes belastningen optaget i begge ?ange, uden hensyntagen til foldning.



- Der undersøges ikke for materialenedbrydning ved gentagen ?ydning med skiftende fortegn.
- Som Eulerkraft (Ncr) benyttes den kritiske søjlekraft mht. plan udbøjning.
- Interaktionsfaktorene til undersøgelsen af kombineret bøjning og aksialt tryk bestemmes efter metode 1, DS/EN Eurocode 1993-1-1- Appendiks A.

Hvis man vil regne brand påvirkning på et klasse 4 tværsnit skal man under brand data indtastningen vælge at "deformations kriteriet er afgørende". Det er ikke muligt at regne på søjlevirkning og kipning på et klasse 4 tværsnit under brandpåvirkning.

## 3 Opstart

#### 3.1 Installation

For installation af *Stål 3* henvises til installationsvejledningen indlagt i CD'en.

#### 3.2 Konfiguration

Når *Stål 3* er installeret, skal det kon?gureres. Det gøres i programmet Kon?guration, placeret som **..\JUST\KONFIGURATION\Kon?guration.exe**. I Kon?guration ?ndes følgende muligheder:

- Opsætning af *Stål 3*:
  - 1. Vælg placering af sagsbibliotek hvor sager skal gemmes. Et nyt sagsbibliotek kan oprettes ved at skrive stien i indtastningsfeltet, eller et eksisterende kan vælges ved tryk på tasten ved siden af indtastningsfeltet.
  - Opstil en skabelon for sidehoved og -fod. Alt generelt data der skal udskrives på sidehoved og -fod kan opstilles. Skabelonen hentes automatisk ind i alle nye sager.
- Standard stålpro?ler:

Alle dobbeltsymmetriske stålpro?ler fra Teknisk Ståbi er oprettet til *Stål 3*. Hvis der benyttes øvrige dobbeltsymmetriske standardpro?ler (f.eks. udenlandske) kan de oprettes her (se <u>Profiltabeller</u>).

#### 3.3 Opstilling af sag

Start *Stål 3*. *Stål 3* er placeret som **..\JUST\STAAL3EC\Staal3EC.exe**.

En sag i *Stål 3* svarer til et stålelement. Dvs. i en sag kan der opstilles et antal tværsnit, et trykpåvirket element, en kipningsundersøgelse samt et trykpåvirket element og en kipningsundersøgelse med brand påvirkning.

En sag præsenteres i et vindue. I venstre side af vinduet er der en oversigt over inddata med et oversigtstræ, mens beregningsresultatet præsenteres i højre side. For en ny sag er



der spørgsmålstegn foran alle inddata i træet, men efterhånden som inddata indlæses, sættes der røde krydser i oversigtstræet. Et rødt kryds angiver, at data er indlæst, men ikke er benyttet til seneste beregning. Når sagen er beregnet, sættes der grønne v-tegn foran alle data i træet. Ved en beregning foretages alle relevante undersøgelser af inddata, og resultater præsenteres på skærmen. Hvis krav i en undersøgelse overholdes, skrives resultatet med grønt, ellers skrives det med rødt. For at en sag er beregnet og klar til udskrivning på printer, bør der ikke være skrevet noget med rødt på skærmen.

For at en sag kan beregnes, skal materialeparametre og pro?l være valgt. Desuden skal der være de?neret en eller ?ere belastninger. Hvis der er valgt at nogle af undersøgelserne er brand undersøgelser skal der være indtastet data for brandtilfældet inden beregningerne kan laves. Det anbefales at vælge pro?l som det sidste inddata. Herved kan der i pro?ltabellen beregnes, hvilke pro?ler der overholder krav, og et optimalt valg kan foretages. (Man skal dog være opmærksom på at brand beregningerne for kipning og søjlevirkning ikke indgår i disse beregninger.)

📕 Stål 3 EuroCode 📃 🗌 🗙							
<u>F</u> iler In <u>d</u> data Beregn <u>H</u> jælp	Filer Inddata Beregn Hjælp						
🕒 🕒 🖨 🌾 🖉 🏌 초 🎁 🦧 💕 🖞	e 🖩 🚸 🔁						
C:\Documents and Settings\tha\Just\Stål Inddata:	3\Brand\test eksempel v 3-3 - beregning m isol       Image: Constraint of the second						
	<i>li</i> .						

En ny sag navngives og gemmes først når Gem eller Gem som vælges.



For at komme i gang med programmet, anbefales det at læse de to eksempler i afsnit 6 og 7 samt i on-line hjælpen. On-line hjælpen kan startes overalt i *Stål 3* ved at trykke F1. Eksemplerne ?ndes herefter under fanebladet *Indhold/Brugervejledning*.

## 4 Programpakke

I JUST mappen placeres 4 undermapper med ?ler, der benyttes i forbindelse med Stål 3:

- KONFIGURATION Indeholder *Kon?guration* og tilhørende ?ler.
- STAAL3EC Indeholder *Stål 3* og tilhørende ?ler.
- OPSAETNING Programopsætning for *Stål 3* gemmes heri som Staal3.ops.
- TABEL Hvis der oprettes ?rma-standardpro?ler (se <u>Profiltabeller</u>) i kon?gurationsprogrammet, gemmes de som Staal3.stp.

## 5 Profiltabeller

Hvilke profiltyper der kan ændres i, og hvilke der hentes ind i en ny sag, afhænger af hvordan de er oprettet. Der skelnes mellem følgende grupperinger:

#### Standardprofiler:

Med programmet følger en fil med alle dobbeltsymmetriske stålprofiler fra Teknisk Ståbi. Disse indlæses automatisk hver gang en sag startes. Det er ikke muligt at ændre eller slette standardprofiler i *Stål* 3.

Standardprofiler er gemt som ...\JUST\STAAL3EC\PROFILTABEL\Profiltabel.stp

#### Firmaets standardprofiler:

Hvis der benyttes øvrige standardprofiler (f.eks. udenlandske), skal de indlæses i programmet *Konfiguration*. Herefter hentes også de automatisk, hver gang en sag startes. Som standardprofiler kan de ikke ændres eller slettes i *Stål 3*.

Firmaets standardprofiler er gemt som ...\JUST\TABEL\Staal3.stp.

#### Profiler tilhørende en sag:

Der kan naturligvis også oprettes profiler til en sag i *Stål* 3. Der gøres blot opmærksom på, at disse profiler gemmes sammen med sagen, og kan ikke hentes ind i øvrige sager.

Profiler tilhørende en sag er gemt sammen med sagen som {Sagsnavn}.stp.



## 6 Eksempel, Bjælke

#### 6.1 Introduktion

*Stål 3* skal her benyttes til at foretage en bæreevneeftervisning af en pladedrager/ opsvejst bjælke.

Bjælken beregnes efter DS/EN Eurocode 1990 2. Udgave og DS/EN Eurocode 1993-1-1/-5 2.Udgave, med tilhørende Danske nationale annekser.

Bjælken er 14 meter lang og simpelt understøttet. Den er belastet med enkeltkræfter Fs fra tværgående I-profiler. Ved hver enkeltkraft er kipning hindret ved gaffellejring.

Konsekvensklasse CC2 (Normal sikkerhedsklasse) Normal materialekontrolklasse Stålkvalitet: S275

Enkeltkræfter tillægges egenlast af bjælken. P =  $F_s + G = 58 + 2 = 60 \text{ kN} \text{ (regningsmæssig)}$ 



Opsvejst profil:



Snitkræfter:





#### Undersøgelser:

- Tværsnit 1:
  - $\circ$  M<sub>V</sub> = 360 kNm
  - $\circ$  V<sub>y</sub> = 180 kN
- Tværsnit 2:
  - $\circ$  M<sub>y</sub> = 600 kNm
  - $\circ$  V<sub>y</sub> = 120 kN
- Tværsnit 3:
  - $\circ$  M<sub>y</sub> = 720 kNm
  - $\circ$  V<sub>y</sub> = 60 kN
- Undersøgelse af krop:
  - $\circ$  F<sub>S</sub> = 58 kN
  - $\circ$  s<sub>s</sub> = 70 mm (undersøgelse af krop skal foretages i det snit med størst moment om y-aksen)
- Kipningsundersøgelse:
  - På de midterste 2 meter af bjælken er der størst fare for kipning.
  - Hovedtilfælde 1 iht. Ståbi.
  - Afstand mellem gaffellejringer: 2000 mm
  - Endemomenter = 720 kNm



## 6.2 Opert en sag

En ny sag oprettes ved tryk på ៉, og en sagspræsentation vises.



#### 6.2.1 Sikkerhed

Sagen beregnes efter DS/EN Eurocode 1990. Derfor er det ikke nødvendigt at ændre "Valg af projekteringsnorm". Denne kan ændres ved tryk på



#### 6.2.2 Materialeparametre

Først skal materialekontrolklasse og stålkvalitet fastlægges. Det gøres ved tryk på 🏹.

Materialeparamet	re	×
Materialekontrolk C Skærpet © Normal	dasse	
Stålkvalitet © 5235	C 5420	
• 5275 • 5355	C 5450 C 5460	
<u>O</u> K	Annuller	Hjælp

I oversigtstræet sættes der nu et  $\times$  foran punktet 'Materialeparametre'. Dette betyder at materialeparametre er indlæste, men endnu ikke benyttet i en beregning. Hvis punktet materialeparametre markeres i træet, kan der i ruden under træet læses de indlæste data.

	Inddata:					
	<ul> <li>Stålelement</li> <li>Tværsnit</li> <li>Trykpåvirket element</li> <li>Kipning</li> <li>Profil</li> <li>Trykpåvirket element med brand</li> <li>Kipning med brand</li> <li>Brand</li> </ul>					
I IN	laterialeparametre:					
N C	Aaterialeparametre: eregnes efter DS/EN 1990 med dansk nationalt nneks 					



#### 6.2.3 Tværsnit

Næste skridt er at indlæse de tre tværsnit. Der trykkes på 📓 og en oversigt med oprettede snit vises. Oversigt er naturligvis tom, og derfor er den eneste tændte knap 'Opret'. Når der trykkes på 'Opret' åbnes et vindue hvor der kan indlæses et af de tre tværsnit der skal undersøges.

For tværsnit 1 skal der kun indlæses moment og tværkraft. Tværafstivet krop afkrydses kun hvis der er indsat ribber for at hindre foldning i kroppen, og 'Tværbelastet, uafstivet krop' undersøges kun i Tværsnit 3. Der trykkes OK, og snittet er oprettet i tværsnitslisten. Tilsvarende oprettes tværsnit 2.

I tværsnit 3 afkrydses 'Tværbelastet, uafstivet krop'. Herefter er det muligt at indlæse  ${\rm F}_{\rm S}$  og  ${\rm s}_{\rm s}.$ 

Nyt tværsnit				×
Tiværsnitinr.:	1		Fortegn for snitkræfter:	
🔲 Brand påvirke	t			
Regningsmæssige	snitkræfter:	,		
Trykkraft, N <sub>d</sub> :	0	kN		
Moment, M <sub>y,d</sub> :	720	kNm	For snitkræfter mht.:	
Moment, M <sub>z,ď</sub>	0	kNm	y-aksen: z-ak: u≰rt⇒×	sen:
Tværkraft, V <sub>y,d</sub> :	60	kN	y *z	z
Tværkraft, V <sub>z,d</sub> :	0	kN		
Tværafstivet l	<rop< th=""><th></th><th>Tværbelastning fra I-profil:</th><th></th></rop<>		Tværbelastning fra I-profil:	
Feltbredde:	0	mm	45	,
- <b>▼</b> Tværbelastet				- I II
Belastning F <sub>s,d</sub> :	58	kN		
Fordeling, s <sub>s</sub> :	70	mm	S <sub>S</sub>	. 2
🔲 Er belastning	over understøtn	ing?		
🗌 🔲 Belastet på er	nde af element			
Afstand til kant, o	0	mm		
			<u>O</u> K <u>A</u> nnuller	Hjælp

Når de tre tværsnit er oprettet i tværsnitsoversigten, lukkes vinduet, enten ved at trykke på 'Luk', eller med 'Alt + F4'.



ærsnit:											
Nr.:	N,d [kN]	My,d [kNm]	Mz,d [kNm]	Vy,d [kN]	Vz,d [kN]	Felt [mm]	Fs,d [kN]	Ss [mm]	EndeSnit	Brand ber.	Opret
21	0	360,0	0	180,0	0					Nej	Ændre
2	0	600,0	0	120,0	0					Nej	-
3	0	720,0	0	60,00	0		58,00	70	Nej	Nei	Slet

#### 6.2.4 Kipning

Data for kipningsundersøgelse oprettes med  $\[Mathbf{M}]$ . Når hovedtilfælde 1 vælges, kan der indlæses data.

Kipning	×
Undersøg element for kipning	
Hovedtilfælde: Nr.: 1	Hovedtilfælde iht. Teknisk Ståbi:
Længde, I	kipning:
Endemoment, M1,d .: 720 kNm	
Endemoment, M2,d .: <sup>720</sup> kNm	
	OK <u>Annuller</u> <u>H</u> jælp

#### 6.2.5 Profil

Profiltabellen åbnes med 🖾. Der kan bladres gennem alle standardprofiler ved at vælge profilgruppe og profiltype. Hvis man straks vil se hvilke profiler, der overholder krav til bæreevne, skal feltet 'Undersøg profiler for belastninger' afkrydses.

Der skal først vælges mellem en af de fire profilgrupper. Til dette eksempel markeres opsvejste I-profiler. Herefter oprettes en type som navgives 'Eksempel'. Når denne type er markeret, kan der oprettes et nyt opsvejst I-profil. Indlæs profilets mål, og tryk OK. (Vær påmærksom på at, i programmet, benyttes d som kropshøjden men iht. DS/EN Eurocode 1993 regnes kropshøjden for et opsvejst I-profil for afstanden mellem flangerne.)



Nyt opsvejst I-profil		×
Profil ID:	Eksempel1	
Højde, h:	1020	mm
Bredde, b:	320	mm
Kroptykkelse, t <sub>w</sub> :	5	mm
Flangetykkelse, t <sub>f</sub> :	10	mm
Kropbredde, d:	1000	mm
Flangebredde, c:	147,5	mm
<u></u> K	<u>Annuller</u> <u>H</u> j	ælp

Markér profilet i tabellen, og forlad profiltabellen ved tryk på 'Vælg profil'.

#### 6.2.6 Gem sag

Nu er alle inddata indlæst, og sagen bør nu gemmes. Der vælges  $\blacksquare$ .

Gem som			? ×
Ge <u>m</u> i:	Eksempel	- 🗈 🖻	* <u></u>
1			
Fil <u>n</u> avn:	Staal3_Eksempel1		<u>G</u> em
Fil <u>t</u> ype:	Stål 3 sag (*.stl)	•	Annuller

Hvilket bibliotek der vises, er fastlagt i programmet 'Konfiguration'. Placering vælges, sagen navngives til 'Staal3\_Eksempel1' og der trykkes 'OK'.

### 6.3 Beregn sag

Resultatet kan beregnes med III. Alle bæreevneundersøgelser iht. DS/EN Eurocode 1993-1-1, DS/EN Eurocode DS1993-1-5 samt de Danske nationale annekser, der er dog nogle enkelte beregninger der stadig foretages efter DS 412 (3.1), disse vil fremgå af udkriften. Resultaterne kan aflæses i resultatfeltet.





Der sættes nu  $\checkmark$  foran alle inddata i oversigtstræet. Hermed angives, at resultatet er baseret på inddata fra træet.



## 6.4 Udskriv

Når data skal udskrives på printer vælges 🖾.

dskriv	
Printer: HP LaserJet 4 Plus på LPT2:	
Udskriv:	Sidehoved og -fod
Beregningsresultat	Indstil printer
Profiltabeller Opsvejste I-profiler Valsede I-profiler Firkantede rør-profiler Cirkulære rør-profiler Eksempel	
<u>U</u> dskriv	<u>A</u> nnuller <u>H</u> jælp

Printervalg kan ses øverst på brugerfladen. Hvis der skal benyttes en anden printer vælges 'Indstil printer'.

Der kan nu vælges, hvad der skal udskrives. Afkryds 'Inddata' og 'Beregningsresultat'.

Hvis der i programmet 'Konfiguration' er sat en generel sidehoved/fod op, er disse automatisk hentet ind i denne sag. Når der foretages ændringer, gemmes de sammen med sagen.



Sidehoved og -fod	
	Felt-
Sidehoved: Athena IT-Group A/S Langelinie 2 8700 Horsens TIf.: 74 53 15 14 Sag: Beregningseksempler	Side: &[Side1] Dato: &[Dato] Tid: &[Klokkeslaet] Init.: VK
Sagsnr.: Eksempel 1 Sidefod:  Filnavn: &{Filnavn]	Beregnet på Stål 3 fra Athena Athena IT-Group A/S
[	<u>Q</u> K <u>Annuller</u> <u>H</u> jælp

Hvis der automatisk skal genereres data, eksempelvis sidenummer, placeres markøren hvor sidenummeret skal stå, og i feltlisten vælges 'side'. Herefter generes en kode, &[side1], som ved udskrift ændres til sidens nummer. Hvis første side ikke er side 1, men side 14, må der i koden ændres til &[side14].

Vælg 'Udskriv'.

For at gemme ændringer i sidehoved og –fod trykkes på  $\blacksquare$ . Knappen bliver nu grå, hvilket viser at alle data er gemt.



## 7 Eksempel, Stålsøjle

#### 7.1 Introduktion

Stål 3 skal her benyttes til at foretage en bæreevneeftervisning af en momentpåvirket trykstang.

Søjlen beregnes efter DS/EN Eurocode 1990 2. Udgave og DS/EN Eurocode 1993-1-1/-5 2.Udgave, med tilhørende Danske annekser.

Søjlen er 8 meter lang og indspændt. Den er fastholdt mod udbøjning og kipning om den svage akse.

Profilvalg: HE 300 B.

Konsekvensklasse CC2 (Normal sikkerhedsklasse) Normal materialekontrolklasse Stålkvalitet: S275

Regningsmæssige belastninger: Excentrisk normalkraftpåvirkning: N = 500 kN, e = 500 mm Jævnt fordelt tværlast: r = 20 kN/m



Knæklængde: 0,7 \* 8000 = 5600 mm

Maksimal regningsmæsseig udbøjning: 21,3 mm.

Momentkurve:





## 7.2 Opret en sag

En ny sag oprettes ved tryk på ៉, og en sagspræsentation vises.

esultat:
esuitat:

### 7.2.1 Sikkerhed

Sagen beregnes efter DS/EN Eurocode 1990. Derfor er det ikke nødvendigt at ændre "Valg af projekteringsnorm". Denne kan ændres ved tryk på 
.



#### 7.2.2 Materialeparametre

Først skal materialekontrolklasse og stålkvalitet fastlægges. Det gøres ved tryk på 🏹.

Materialeparamet	re	×
Materialekontroll C Skærpet • Normal	dasse	
Stålkvalitet	C 5420	
© 5355	C 5460	
QK	Annuller	Hjælp

I oversigtstræet sættes der nu et  $\times$  foran punktet 'Materialeparametre'. Dette betyder at materialeparametre er indlæste, men endnu ikke benyttet i en beregning. Hvis punktet materialeparametre markeres i træet, kan der i ruden under træet læses de indlæste data.

nddata:
<ul> <li>Stålelement</li> <li>Tværsnit</li> <li>Trykpåvirket element</li> <li>Kipning</li> <li>Profil</li> <li>Trykpåvirket element med brand</li> <li>Kipning med brand</li> <li>Brand</li> </ul>
Materialeparametre:
Materialeparametre: Beregnes efter DS/EN 1990 med dansk nationalt anneks
Materialeparametre: Beregnes efter DS/EN 1990 med dansk nationalt anneks Konsekvensklasse CC2 Normal materialekontrolklasse Stålkvalitet: S275



#### 7.2.3 Trykpåvirket element

Alle belastninger kan indlæses ved tryk på 🕅. Med hensyn til max. moment regnes der ikke numerisk. Dvs. at max. moment er -285 kNm.

Trykkraft, N <sub>d</sub> :	500,0 kN		
Regningsmæssig momentp	avirkning		
Udbøjning om:	y-akse	z-akse	Momentdefinitioner:
Knæklængde:	5600 mm	mm	Enkeltkraft på midte
Forhåndsudbøjning:	0 mm	0 mm	
Endemoment, M <sub>1,d</sub> ;	0 kNm	0 kNm	Jævntfordelt last
Endemoment, M <sub>2,d</sub> :	0 kNm	0 kNm	
Max. moment:	-285,0 kNm	0 kNm	Ende momenter
Max.Udbøjning:	21,30 mm	0 mm	
	Moment:	Moment:	Μ <sub>1</sub> ψΜ <sub>1</sub>
	C Enkeltkraft	C Enkeltkraft	$-1 \le \psi \le 1$
	C Ende momente	C Ende momente	Andet
	<ul> <li>Andet</li> </ul>	C Andet	1 M(x)
			M(x)

#### 7.2.4 Profil

Et profil kan nu vælges ved tryk på ☑. Afkryds punktet 'Undersøg profiler for belastninger'. Der sættes et ✓ foran alle profiler der overholder krav til profilet. Det mindste HE...B profil der overholder krav, er et HE 300 B. Markér dette, og luk profiltabellen ved tryk på 'Vælg profil'.



Opsvej	uppe: iste I-profiler	_	∦— t	) <del>/</del>		Valsede IPE	I-profiler		Upret type
Valsed	le I-profiler		-   Ē	ĥ		HEA			Ændre type
Firkant	ede rør-profiler		h — · -	.™ y		HEB			Slet tune
Tuperon	ikkonstanter:								
r værsn	Profil ID	[ h [	h	tsez	tf (	r (	Δ	MAZ AL	Opret profil
	TIONING	[mm]	[mm] 1	[mm]	[mm] 1	[mm] 1	[mm²]	[mm <sup>3</sup> ]	Endre profi
×	HE 260 B	260	260	. 10	17,50	. 24	11,84	114	
×	HE 280 B	280	280	10,50	18	24	13,14	137	Slet profil
✓	HE 300 B	300	300	11	19	27	14,91	167	
✓ _	HE 320 B	320	300	11,50	20,50	27	16,13	192	
✓	HE 340 B	340	300	12	21,50	27	17,09	215	
<b>€</b> I									

### 7.2.5 Gem sag

Nu er alle inddata indlæst, og sagen bør nu gemmes. Der vælges  $\blacksquare$ .

Gem som				? >	<
Ge <u>m</u> i:	🔁 Eksempel	•	<b>E</b>	🛉 🔛	
🔄 Staal3_El	ksempel1				1
Fil <u>n</u> avn:	Staal3_Eksempel2			Gem	
Filtype:	Stål 3 sag (*.stl)		-	Ánnuller	
	1				

Hvilket bibliotek der vises, er fastlagt i programmet 'Konfiguration'. Placering vælges,



sagen navngives til 'Staal3\_Eksempel2' og der trykkes 'OK'.

#### 7.3 Beregn sag

Der er nu indlæst materialeparametre, belastninger og profil. Det ses i sagspræsentationen ved at der er  $\times$  foran de indlæste inddata. Undersøgelser af profilet kan foretages ved et tryk på  $\blacksquare$ . Nu ændres indeks for inddata til et  $\checkmark$ . Herved ses, at det er disse inddata, der er benyttet til at nå frem til beregningsresultatet.

### 7.4 Udskriv

Når data skal udskrives på printer vælges 🕮.

HP LaserJet 4 Plus på LPT2:	
Udskriv: Inddata Beregningsresultat	Sidehoved og -fod Indstil printer
Inkl. mellemresultater  Profiltabeller  Opsvejste I-profiler	
Valsede I-profiler Firkantede rør-profiler Cirkulære rør-profiler	

Printervalg kan ses øverst på brugerfladen. Hvis der skal benyttes en anden printer vælges 'Indstil printer'.

Der kan nu vælges, hvad der skal udskrives. Afkryds 'Inddata' og 'Beregningsresultat'.

Hvis der i programmet 'Konfiguration' er sat en generel sidehoved/fod op, er disse automatisk hentet ind i denne sag. Når der foretages ændringer, gemmes de sammen med



#### sagen.

Sidehoved og -fod				×
_Sidehoved:		Felt:-		•
Athena IT-Group A/S Langelinie 2 8700 Horsens Tlf.: 74 53 15 14 Sag: Beregningseksempler Sagsnr.: Eksempel 1		Side Dato Tid:	: &[Side1] ): &[Dato] &[Klokkesk VK	aet]
Sidefod: Filnavn: &[Filnavn]		Beregnet på	Stål 3 fra A IT-Gro	athena 🔨 up A/S 💌
	<u>0</u> K	Annu	ller	<u>H</u> jælp

Hvis der automatisk skal genereres data, eksempelvis sidenummer, placeres markøren hvor sidenummeret skal stå, og i feltlisten vælges 'side'. Herefter generes en kode, &[side1], som ved udskrift ændres til sidens nummer. Hvis første side ikke er side 1, men side 14, må der i koden ændres til &[side14].

Vælg 'Udskriv'.

For at gemme ændringer i sidehoved og –fod trykkes på  $\blacksquare$ . Knappen bliver nu grå, hvilket viser at alle data er gemt.



## 8 Eksempel, Brand på bjælke

#### 8.1 Introduktion

*Stål 3* skal her benyttes til at foretagen en bæreevneeftervisning af pladedragere/den opsvejste bjælke fra eksemplet med bjælken.

Bjælken beregnes efter DS/EN Eurocode 1993-1-1 og DS/EN Eurocode 1993-1-2 2. udgave, med tilhørende danske nationale annekser.

Snitkrafterne på bjælken vil være de samme som, før da den kun var påvirket af lasten fra de tværgående I-profiler og egenlasten.

Derudover skal bjælken nu være påvirket af en 60 min brand påvirkning.

- Brandisolering:
  - Condor "Unitherm 38091, Åbne profiler"
  - 1 mm
  - langs hele overfladen
  - deformationskriteriet er ikke afgørende

Men da man ikke kan regne kipning på et klasse 4 tværsnit skal ændres tværsnittet til et valset I-profil : HE 400 B.

Sagen skal gemmes som en separat brand beregnings sag. Man kan også vælde at tilføje brand beregningerne i den eksisterende sag og have det hele samlet.

#### 8.2 Tilret sag

#### 8.2.1 Åben eksisterende sag

Da vi tager udgangspunkt i en eksisterende sag åbner vi den.

En eksisterende sag åbnes ved at trykke på 🖆 eller oppe under filer at vælge "Åben" eller evt. findes den under seneste åbnede filer.





### 8.2.2 Gem sag

Da vi skal gemme brand beregningerne i en ny sag vælges at gemme sagen allerede nu. Da "GemSom" ikke ligger som "knap" er det nødvendigt at gå op i menuen under filer og vælge "GemSom" for at gemme sagen.





Hvilket bibliotek der vises, er fastlagt i programmet 'Konfiguration'. Placering vælges, sagen navngives til 'Staal3\_Eksempel3' og der trykkes 'OK'.

#### 8.2.3 Tværsnit

De 3 tværsnit skal nu ændres til at være brandpåvirket. Dette gøres ved at trykker på og for hvert tværsnit at vælge ændre og inde på tværsnitte skal feltet "Brand påvirket" markeres.

۲va	ersnitso	versigt										×
٦_	værsnit:-											
	Nr.:	N,d [kN]	My,d [kNm]	Mz,d [kNm]	Vy,d [kN]	Vz,d [kN]	Felt [mm]	Fs,d [kN]	Ss [mm]	EndeSnit	Brand ber.	Opret
ľ	1	0	360,0	0	180,0	0		-	-	-	Ja	Ændre
I	2	0	600,0	0	120,0	0		-			Ja	
	3	0	720,0	0	60,00	0	-	58,00	70	Nej	Ja	Slet
												Luk



#### 8.2.4 Kipning

For at oprette kipning under brand er det nødvendigt at gå ind i 🖄 og vælge at der ikke skal oprettes kipning undersøgelse. Herefter skal man benytte 🕺 til at oprette

skal oprettes kipning undersøgelse. Herefter skal man benytte se til at oprette kipningstilfældet med brand. Det er de samme data der skal indtastes.

Længde, l:	2000	<b>-</b> mm	Hovedtilfælde 1:	Fri kipnina: T
Endemoment, M1,d:	720,0	kNm		
Endemoment, M2,d:	720,0	kNm	Щ <sub>м</sub> ( џ	<u> </u>
			*	I ***2

#### 8.2.5 Brand data

Data for brandpåvirkningen oprettes med 述. Når man har valgt brand tiden kan man vælge hvilken brand isolering man ønsker ved at trykke på "Hent" og her vælge den ønske type og tykkelse.



randtid: 60 💌 minutter	Brandforløb for Standard	uisoleret profiler O Udendørs	C Hydrocarbon
	🥅 Kontakt med	d betonplade	
solerings data			
уре		t [mm]	Hent
Jnitherm 38091, Åbne profile	r	1	
			DIEC
Inddækning, form:	Inddækning, sider	i)	
🔿 Rektangulær kasse	C1 C3		
Langs hele overfladen	C 2 C 4		
illæg til inddækningsomkreds	fra montageunderlag:	: 0 mm	
Deformationskriterier er af	gørende		





I dette eksempel skal man også vælge at isoleringsformen er "Langs hele overfladen" og "Deformationskriteriet er ikke afgørende".

#### 8.2.6 Ændre profil

Et nyt profil kan nu vælges ved tryk på  $\Sigma$ . Find profilet HE 400 B, markér det, og luk profiltabellen ved tryk på 'Vælg profil'.

#### 8.2.7 Gem sag

Nu er alle data tilrettet, og sagen bør gemmes igen. Da den allerede er gemt en gang med det rigtige navn vælges  $\blacksquare$ .

#### 8.3 Beregn sag

Der er nu indlæst materialeparametre, belastninger og profil. Det ses i sagspræsentationen ved at der er  $\times$  foran de indlæste inddata. Undersøgelser af profilet kan foretages ved et tryk på  $\blacksquare$ . Nu ændres indeks for inddata til et  $\checkmark$ . Herved ses, at det er disse inddata, der er benyttet til at nå frem til beregningsresultatet.



## 8.4 Udskriv

Når data skal udskrives på printer vælges 🖾.

dskri <del>v</del>	
Printer: HP LaserJet 4 Plus på LPT2:	
Udskriv: Inddata Beregningsresultat Inkl. mellemresultater Profiltabeller	Sidehoved og -fod Indstil printer
Opsvejste I-profiler Valsede I-profiler Firkantede rør-profiler Cirkulære rør-profiler	
<u>U</u> dskriv	<u>Annuller</u> <u>H</u> jælp

Printervalg kan ses øverst på brugerfladen. Hvis der skal benyttes en anden printer vælges 'Indstil printer'.

Der kan nu vælges, hvad der skal udskrives. Afkryds 'Inddata' og 'Beregningsresultat'.

Hvis der i programmet 'Konfiguration' er sat en generel sidehoved/fod op, er disse automatisk hentet ind i denne sag. Når der foretages ændringer, gemmes de sammen med sagen.



Sidehoved og -fod	
	Felt-
Sidehoved: Athena IT-Group A/S Langelinie 2 8700 Horsens Tif.: 74 53 15 14	Side: &[Side1] Dato: &[Dato] Tid: &[Klokkeslaet] Init.: VK
Sagsnr.: Eksempel 1 Sidefod:	
Filnavn: &[Filnavn]	Beregnet på Stål 3 fra Athena Aller IT-Group A/S
	<u>UK</u> <u>Annuller</u> <u>H</u> iælp

Hvis der automatisk skal genereres data, eksempelvis sidenummer, placeres markøren hvor sidenummeret skal stå, og i feltlisten vælges 'side'. Herefter generes en kode, &[side1], som ved udskrift ændres til sidens nummer. Hvis første side ikke er side 1, men side 14, må der i koden ændres til &[side14].

Vælg 'Udskriv'.

For at gemme ændringer i sidehoved og –fod trykkes på  $\blacksquare$ . Knappen bliver nu grå, hvilket viser at alle data er gemt.



# 9 Eksempel, Stålsøjle under brandpåvirkning

### 9.1 Introduktion

Vi skal her benytte *Stål 3* til at foretage en bæreevneeftervisning af en momentpåvirket trykstang der udsættes for en 30 min brandpåvirkning.

Vi tager udgangs punkt i beregningseksemplet i eksempel 2 (momentpåvirket trykstang), som vi vil udvide med brand undersøgelserne.

- Brandpåvirkning 30 min
- Brandisolering:
  - Scandi Supply "Nullifire S605-Udend. Åbne profiler"
  - 0,5 mm
  - langs hele overfladen
  - deformationskriteriet er ikke afgørende

#### 9.2 Udvid sag

#### 9.2.1 Åben eksisterende sag

Da vi tager udgangspunkt i en eksisterende sag åbner vi den.

En eksisterende sag åbnes ved at trykke på 🗁 eller oppe under filer at vælge "Åben" eller evt. findes den under seneste åbnede filer. Sagsrepræsentationen vises som





#### 9.2.2 Trykpåvirket element med brand

Alle belastningerne indlæses ved at trykke på  $\cancel{12}$ . Med hensyn til max. og min. momenter regnes der ikke numerisk. Dvs. at max. momentet er 254 kNm og min. momentet er -285 kNm.

Man skal her være opmærksom på at underbrand beregningen er det en anden momentfordelings definition der benyttes.

	N KN		
Regningsmæssig momentpå	śvirkning		
Udbøjning om :	y-akse	z-akse	Momentdefinitioner:
Knæklængde :	5600 mm	mm	
Forhåndsudbøjning :	0 mm	0 mm	M1
Endemoment, M <sub>1,d</sub> :	250 kNm	0 kNm	
Endemoment, M <sub>2,d</sub> :	-285 kNm	0 kNm	Max M 🗕 🖊 🛻
Moment fra tværlast, M <sub>R.d</sub>	160 kNm	0 kNm	/ ⊕ /
Max. moment :	254 kNm	0 kNm	Mq → / /+
Min. moment :	-285 kNm	0 kNm	
	Tværlast:	C Fokeltbroft	Mail
	S Envoice di c	<ul> <li>Entropicity and</li> </ul>	
	Tværlast: © Enkeltkraft	C Enkeltkraft	M2 0

#### 9.2.3 Brand data

Data for brandpåvirkningen oprettes med 🔟. Når man har valgt brand tiden kan man vælge hvilken brand isolering man ønsker ved at trykke på "Hent" og her vælge den ønske type og tykkelse.



randtid: 30 💌 minutter	Brandfor Stand	løb for dard	uisoleret profiler- C Udendørs	C Hydrocarbon
	🕅 Konta	akt med	l betonplade	
solerings data				
уре			t [mm]	Hent
Nullifire S605-Udend.,Åbne pr	ofiler		0,5	
				Slet
Inddækning, form:	Inddækning	, sider	Т	
C Rektangulær kasse	C1 0	3		
Langs hele overfladen	C 2 🤆	4		
illæg til inddækningsomkreds	fra montageun	derlag:	0 mm	
Deformationskriterier er af	gørende	-		





I dette eksempel skal man også vælge at isoleringsformen er "Langs hele overfladen" og man skal fjerne markeringen i "Deformationskriteriet er afgørende".

#### 9.2.4 Gem sag

Nu er alle data tilrettet, og sagen bør gemmes igen. Da vi blot har tilføjet ekstra beregninger til den eksisterende sag gemmer vi den med  $\blacksquare$ .

### 9.3 Beregn sag

Der er nu indlæst materialeparametre, belastninger og profil. Det ses i sagspræsentationen ved at der er  $\times$ foran de indlæste inddata. Undersøgelser af profilet kan foretages ved et tryk på  $\square$ . Nu ændres indeks for inddata til et  $\checkmark$ . Herved ses, at det er disse inddata, der er benyttet til at nå frem til beregningsresultatet.



## 9.4 Udskriv

Når data skal udskrives på printer vælges 🖾.

Udskriv	×
Printer: HP LaserJet 4 Plus på LPT2:	
Udskriv: Inddata Beregningsresultat	Sidehoved og -fod Indstil printer
Inkl. mellemresultater  Profiltabeller  Opsvejste I-profiler	
Valsede I-profiler Firkantede rør-profiler Cirkulære rør-profiler	
<u>U</u> dskriv	<u>Annuller</u> <u>H</u> jælp

Printervalg kan ses øverst på brugerfladen. Hvis der skal benyttes en anden printer vælges 'Indstil printer'.

Der kan nu vælges, hvad der skal udskrives. Afkryds 'Inddata' og 'Beregningsresultat'.

Hvis der i programmet 'Konfiguration' er sat en generel sidehoved/fod op, er disse automatisk hentet ind i denne sag. Når der foretages ændringer, gemmes de sammen med sagen.



Sidehoved og -fod	×
	Felt-
Sidehoved: Athena IT-Group A/S	Side: &[Side1]
Langelinie 2 8700 Horsens Tlf.: 74 53 15 14	Dato: &[Dato] Tid: &[Klokkeslaet]
Sag: Beregningseksempler Sagsnr.: Eksempel 1	
Sidefod:	
Filnavn: &[Filnavn]	Beregnet på Stål 3 fra Athena 🔺 IT-Group A/S 🚽
[	<u>O</u> K <u>Annuller</u> <u>H</u> jælp

Hvis der automatisk skal genereres data, eksempelvis sidenummer, placeres markøren hvor sidenummeret skal stå, og i feltlisten vælges 'side'. Herefter generes en kode, &[side1], som ved udskrift ændres til sidens nummer. Hvis første side ikke er side 1, men side 14, må der i koden ændres til &[side14].

Vælg 'Udskriv'.

For at gemme ændringer i sidehoved og –fod trykkes på  $\blacksquare$ . Knappen bliver nu grå, hvilket viser at alle data er gemt.

