

Dimension

Tværsnit 2

januar 2013

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

M info.dimension@StruSoft.com W www.strusoft.com



Indhold

1]	Introduktion	2
2	Programmets opbygning	2
2.3	1 Menuer og værktøjslinier	2
2.2	2 Opsætning af tegneflade	3
2.3	3 Tegne- og udvælgelsesfunktioner	4
2.4	4 Brug af tabeller	5
3	Filhåndtering	5
4 I	Polygoner	6
4.	1 Oprettelse af polygon	6
4.2	2 Ændring af polygon	7
4.3	3 Spejling og rotering af polygon	7
4.4	4 Sletning af polygon	7
4.5	5 Import af standardprofiler	7
5 I	Punkter	8
5.1	1 Oprettelse af punkter	9
5.2	2 Flytning af punkter	9
5.3	3 Indsættelse af punkter 1	.0
5.4	4 Afrunding af punkter 1	.0
5.5	5 Sletning af punkter	.1
6	Beregning1	1
6.1	1 Brugerdefinerede akser 1	.1
6.2	2 Tyngdepunktsakser 1	2
6.3	3 Hovedakser 1	2
7	Resultat1	.3
8 (Udskrift1	.3
9 I	Eksempel1	4
9.1	1 Introduktion	.4
9.2	2 Tegneflade	4
9.3	3 Navngivning af sag1	.5
9.4	4 Forstærkning af underflange 1	5
9.5	5 Import af I-profil	.6
9.6	6 Øgning af kropshøjde af I-profil 1	.7
9.7	7 Import af rundkantet vinkelprofil 1	.8
9.8	8 Huller i underflange 2	20
9.9	9 Beregning 2	1
9.1	10 Udskrift 2	2



1 Introduktion

I *Tværsnit 2* defineres et tværsnit vha. en række polygoner, som hver defineres som tillæg eller fradrag til tværsnittet. En polygon består af en række koordinatsæt (x, y), som tilsammen definerer en lukket polygon. Hvert koordinatsæt kan tilknyttes en radius r, som angiver radius af afrundingen af de to liniestykker, som mødes i punktet.

Polygonerne kan optegnes på en tegneflade vha. brugerdefinerede gridpunkter eller defineres i en polygonoversigt. Stål-og træprofiler kan importeres fra standardprofiltabeller.

Programmet beregner tværsnitskonstanterne for det samlede definerede tværsnit. For det samlede tværsnit kan tillæg være overlappende, fradrag kan være overlappende og fradrag kan være defineret uden for tillæg.

De relevante tværsnitskonstanter beregnes for brugerdefinerede, tyngdepunkts-og hovedakser.

2 Programmets opbygning

🔞 Tværsnitskonstanter - [Sag] . 🗆 🗙 - 6 × Eler Opsætning Bolygon Pynkter Zoom Beregn Hjælp QQ 🗐 🥔 D Nr. Tillæg / Fradrag 0 2 Nr. X [mm] Y [mm] r [mm] X.Y: mm E . mm X: 390, Y: 485

Når programmet åbnes, vises følgende skærmbilled:

- Øverst menu og vandret værktøjslinie.
- En hvid tegneflade med hjælpeværktøjer i lodret værktøjslinie til definition af tværsnittet.
- Til højre tabel med information om polygoner.

2.1 Menuer og værktøjslinier

Genvejstasterne i den vandrette værktøjslinie umiddelbart under menuen svarer til menupunkterne. I menuen er vist de tilsvarende genvejstaster. En funktion kan således udføres enten ved at vælge genvejstasten i den vandrette værktøjslinie eller vælge det tilsvarende menupunkt. Menuen og den vandrette værktøjslinie indeholder funktioner til filhåndtering, opsætning af tegneflade, polygoner, punkter, zoom, beregning og hjælp.



🗈 Eiler	Opsætning	Polygon	Punkter	Zoom	Beregn	Hjælp				
D 😕		口対	田 🕫	DY	D ⊠	Ъ₽	1 P 7	₩ 0	29	۱

Genvejstasterne i den lodrette værktøjslinie til venstre for tegnefladen indeholder tegneog udvælgelsesfunktioner.



Hvis der højreklikkes på tegnefladen, vises en menu med funktioner til at vælge/fravælge alle punkter i den valgte polygon samt til at redigere den valgte polygon eller de valgte punkter.



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 punkter eller afbryder igangværende optegning eller flytning af punkter.
- Ctrl+Del sletter valgte (røde) punkter.
- Shift+Del sletter aktuel polygon.

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 tværsnittet, som er indenfor tegnefladen, udskrives.

Fastsættelse af tegnefladens størrelse:

- 1. Vælg menupunktet Opsætning.<u>K</u>oordinatsystem eller genvejstasten 🛄.
- 2. Indtast vandret (X) og lodret (Y) position i mm af hhv. nederste venstre hjørne og øverste højre hjørne af tegnefladen



Nederste venstre hjørne:	<u>0</u> K
×: 🗵 mm	l yderpunkte
Y: 0 mm	Annuller
Øverste højre hjørne:	Hjælp
X: 1500 mm	
Y: 500 mm	

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.

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 punkter. Grid kan tændes og slukkes ved at vælge menupunktet <u>Opsætning.Grid</u> eller genvejsknappen **III**.

Fastsættelse af maskestørrelse i grid:

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

Gridopsætning	×
Maskestørrelse-	
×: 🗷	mm
Y: 50	mm
	1
<u><u> </u></u>	Annuller

3. Godkend ved at trykke på knappen OK.

Der placeres altid et gridpunkt i (0,0), alle øvrige gridpunkter beregnes udfra dette punkt. Der kan zoomes ud og ind på tegnefladen med \bigcirc og \bigcirc . Tekststørrelsen ændres ikke ved at zoome på tegnefladen.

2.3 Tegne- og udvælgelsesfunktioner

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

Når genvejstasten Når er valgt, kan punkter udvælges på tegnefladen. Når et punkt er valgt, skifter det farve fra sort til rødt. For en gruppe af punkter kan der udføres én af funktionerne fra menupunktet Punkter. De valgte punkter kan fravælges igen ved tryk på Esc.

Når genvejstasten 🖉 er valgt, kan en polygon tegnes på tegnefladen. Hvis grid er slået til, placeres punkterne i gridpunkter. Der placeres et punkt ved at trykke på venstre musetast i et gridpunkt.

Når genvejstasten 🔊 er valgt, kan et punkt flyttes på tegnefladen. Punktet kan flyttes til et gridpunkt ved at markere punktet ved tryk på venstre musetast. Tasten holdes nede, mens punktet trækkes til en ny placering i et gridpunkt. Når tasten slippes, placeres punktet i det valgte gridpunkt.



2.4 Brug af tabeller

Til højre for tegnefladen vises tabeller med oplysninger om polygoner og punkter. Når en linie markeres i en af tabellerne sker følgende:

- Når en polygon markeres i den øverste tabel vises den valgte polygon med punktnummerering på tegnefladen, og punkterne i den valgte polygon vises i den nederste tabel. Der kan kun arbejdes på én polygon på tegnefladen ad gangen, de øvrige definerede polygoner er tegnet med lysegrå på tegnefladen.
- Når et punkt markeres i den nederste tabel, markeres det valgte punkt med rødt på tegnefladen.



3 Filhåndtering

Når programmet startes, er det med en blank tegneflade. Heri kan der så opbygges en ny sag eller en eksisterende sag kan hentes. En sag gemmes kun, når et af menupunkterne <u>Füler.Gem</u> eller <u>Filer.Gem</u> som eller genvejstasten welges. 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].tv2, som indeholder hele sagen.

Filhåndteringsmenuen indeholder følgende punkter:

- <u>Filer.Nyt</u> tværsnit eller genvejstasten D opretter en ny sag med en blank tegneflade.
 En sag bliver først navngivet når den gemmes.
- <u>Filer.Å</u>bn eller genvejstasten 🤷 åbner en eksisterende sag.
- <u>Filer.Gem</u> 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 værktøjslinien. Så snart der foretages ændringer i sagen, aktiveres funktionen igen, og sagen kan gemmes igen. Hermed er det altid muligt at se, om der er foretaget ændringer, siden sagen senest er gemt.
- <u>Filer.Gem som gemmer en sag under et sagsnavn, som skal fastlægges inden sagen</u>



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 Polygoner

Et tværsnit består af en række polygoner, som hver defineres som tillæg eller fradrag til tværsnittet. En polygon består af en række punkter, som tilsammen definerer en lukket polygon. Tværsnittets polygoner oprettes, redigeres og slettes via tegnefladen eller polygonoversigten. Stål-og træprofiler kan importeres til tegnefladen fra standardprofiltabeller.

4.1 Oprettelse af polygon

En polygon kan tegnes på tegnefladen med punkter i gridpunkter eller oprettes i polygonoversigten.

Oprettelse af polygon på tegneflade:

- 1. Genvejstasten 🖉 skal være valgt.
- 2. Det første punkt i polygonen oprettes ved, at et gridpunkt markeres ved tryk på venstre musetast.
- 3. For hvert gridpunkt der klikkes på, oprettes der et punkt i polygonen. Optegningen kan afbrydes ved at trykke "Esc".
- 4. For at lukke polygonen, klikkes på startpunktet, eller der trykkes på tasten "c".

Polygoner, der tegnes, oprettes som tillæg. Hvis polygonen er et fradrag, ændres dette i polygonoversigten.

Oprettelse af polygon i polygonoversigt:

- 1. Vælg menupunktet Polygon. Opret polygon eller genvejstasten 🖄.
- 2. Angiv om polygonen giver tillæg eller fradrag til tværsnittet og opret punkterne ved at angive punktnummer, koordinater og evt. radius. Et punkt oprettes ved at

trykke på knappen

Polygon						×
Tværsnitsdel:		0	Fradrag			
Nr.: 5 X: mm Y: mm r: mm	Slet	Nr. 2 3 4	× (mm) 50 450 450 50	Y (mm) 450 450 50 50	r (mm) 50 50 50 50	
				<u>L</u> uk	Н	jælp



4.2 Ændring af polygon

Om en polygon giver tillæg eller fradrag til tværsnittet, kan ændres i polygonoversigten.

Ændring af polygon i polygonoversigt:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg menupunktet Polygon.Ændre polygon eller genvejstasten 🔟.
- 3. Vælg om den valgte polygon giver tillæg eller fradrag til tværsnittet.
- 4. Godkend ved at trykke på knappen Luk.

4.3 Spejling og rotering af polygon

En polygon kan spejles om vandret eller lodret centerlinie samt roteres en vilkårlig vinkel om et vilkårligt punkt.

Spejling af polygon:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg menupunktet Polygon.Spejl/Rotér eller genvejstasten 낃.
- 3. Polygonen kan enten spejles om den vandrette eller lodrette centerlinie. For et vilkårligt tværsnit defineres f.eks. en vandret centerlinie som den vandrette linie, der går gennem punktet, som ligger midt imellem det øverste og nederste punkt i polygonen.
- 4. Godkend ved at trykke på knappen OK.

Rotering af polygon:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg menupunktet Polygon.Spejl/Rotér eller genvejstasten 낃.
- 3. Angiv rotationsvinklen samt koordinatsættet for rotationscentret. Rotationsvinklen angives i grader, der regnes positiv mod uret. Som forslag til rotationscentret vises det punkt, hvor den vandrette og lodrette centerlinie skærer hinanden.
- 4. Godkend ved at trykke på knappen OK.

Spejl og rotér	×
🔿 Spejl	Rotér
Vinkel (mod uret): Rotationscenter (X,Y):	0 * 250,0 250,0
<u>O</u> K <u>A</u> r	nuller Hjælp

4.4 Sletning af polygon

Den valgte polygon slettes ved at vælge menupunktet <u>Polygon</u>. S<u>l</u>et polygon eller genvejstasten \aleph . Godkend sletningen.

4.5 Import af standardprofiler

Stål-og træprofiler kan importeres til tegnefladen fra standardprofiltabeller.

Import af stålprofiler:

1. Vælg menupunktet Polygon. Importér stålprofil eller genvejstasten 🖾.



2. Vælg profilgruppe, profiltype og profi.

Profilgruppe:		<i>v k v</i>		UNP-profiler	Opret type
Opsvejste I-profiler	1 7	A D A		UNP	
NP-profiler		fr 0,5	· /		Ændre type
Valsede I-profiler	h	-H ²			Slething
UNP-profiler		1 57	1/200		anar dilata
Valsede U-protiler	, ↓ ⊁	щер _{5%}	: h> 300		
Valserie vinkelnrofiler]	-			
Profil ID	h	b	tw	ti Immi	Opret profil
ProfilD	h [mm] 1	b [mm] 1	tw (mm) 1	tt (mm) 1	Gpret profil AEnd's profil
Profil ID UNP 30x15	h [inin] 1 30	b [mm] 1	tw [mm] 1	ti (mm) 1 4,5	C pret profil AEndre profil Site profil
Profil ID UNP 30x15 UNP 30	h [mm] 1 30 30	b [mm] 1 33	tw [inm] 1 5	ti (mn) 1 4,5 7	C pret profil /Endre profil Stet profil
Profil ID UNP 30x15 UNP 30 UNP 40x20	h [inm] 1 30 30 40	b [mm] 1 33 20 35	tw [inm] 1 5 5	11 [mm] 1 4,5 7 5,5 7	Opret profil AEndre profil Slet profil
Profil ID UNP 30x15 UNP 30 UNP 40x20 UNP 40 UNP 50x25	h [mm] 1 30 30 40 40 50	b [mm] 1 33 20 35 25	tw [inm] 1 5 5 5 5	11 [mm] 1 4,5 7 5,5 7 6	Opret profil /Endre profil Slet profil
ProfiliD UNP 30x15 UNP 30 UNP 40x20 UNP 40 UNP 50x25 UNP 50	h [mm] 1 30 30 40 40 50 50	b (mm) 1 33 20 35 25 38	tw [inm] 1 5 5 5 5 5	11 [mm] 1 4,5 7 5,5 7 6 7	Opret profil AEndre profil Slet profil

Godkend profilvalg ved at trykke på knappen "Vælg profil".

3. Vælg indsætningspunkt og koordinatsæt for indsætningspunkt for det valgte profil.



Godkend ved at trykke på knappen OK.

Det valgte profil oprettes som tillæg og evt. fradrag til tværsnittet.

Import af træprofiler:

- 1. Vælg menupunktet <u>Polygon.Importér</u> træprofil eller genvejstasten <u>■</u>.
- 2. Vælg profilgruppe, profiltype og profil og godkend valg ved at trykke på knappen "Vælg profil".
- 3. Vælg indsætningspunkt og koordinatsæt for indsætningspunkt for det valgte profil. Godkend ved at trykke på knappen OK.

5 Punkter

Hver polygon består af en række forbundne punkter, som tilsammen definerer en lukket polygon. Hvert punkt kan tilknyttes en radius, som angiver radius af afrundingen af de to liniestykker, som mødes i punktet.



Polygonens punkter oprettes, redigeres og slettes via tegnefladen eller polygonoversigten.

5.1 Oprettelse af punkter

En polygon kan tegnes på tegnefladen med punkter i gridpunkter som beskrevet i afsnit "Oprettelse af polygon" eller oprettes i polygonoversigten.

Oprettelse af punkt i polygonoversigt:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg menupunktet Polygon.Ændre polygon eller genvejstasten
- 3. Indtast punktnummer, koordinater og evt. radius. Punktet oprettes og overføres til listen ved at trykke på knappen

5.2 Flytning af punkter

Et punkt kan flyttes til et gridpunkt via tegnefladen. Et eller flere punkter i samme polygon kan flyttes den samme relative afstand. Et punkts koordinater kan ændres i tabellen.

Flytning af et punkt til gridpunkt på tegnefladen:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg genvejstasten 🕙.
- 3. Markér punktet, som skal flyttes, ved tryk på venstre musetast.
- 4. Venstre musetast holdes nede, mens punktet trækkes til en ny placering i et gridpunkt. Flytningen kan afbrydes ved at trykke på "Esc".
- 5. Når tasten slippes, placeres punktet i det valgte gridpunkt. Hvis punktet placeres i startpunktet, så lukkes polygonen.

Relativ flytning af et eller flere punkter:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg genvejstasten 📐.
- 3. Markér de punkter, som skal flyttes, ved tryk på venstre musetast. Markerede punkter vises røde.
- 4. Vælg menupunktet Punkter.Flyt punkter eller genvejstasten 📶.
- 5. Indtast den vandrette (X) og lodrette (Y) flytning af de valgte punkter. En vandret flytning er positiv mod højre og en lodret flytning er positiv opad.

Flyt punkter	X
i X-retning: i Y-retning:	mm 0 mm
ŪK	Annuller

6. Godkend ved at trykke på knappen OK.

Flytning af et punkt vha. tabellen:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg det ønskede punkt i den nederste tabel.
- 3. Under tabellerne vises punktets koordinater og radius. Tilret koordinaterne.



D Tv	aers	nits	konst	ante	er - [9	iag]														_ 🗆 ×
B 5	iler	Obs	ætning	l Eq	olygon	i Py	inkter	Zoor	m Be	eregn	Ш	ælp								-151 ×
D (2		3	4	犎	II#	E C	° D	Э	×	Þ	∎+		Pγ	~ ×	0	20	2 🖩	1	
		[. 1	.1				·	•	•					1.2]		Nr. 1 2	Tilæg Tilæg Tilæg	/ Fradrag	
			Ĩ	Ŷ	~						-	ş	Ì							
							·	•								ľ	Nr.	×[mm]	Y [mm]	r [mm]
																10	1	50	450	50
																ш	2	450	450	50
																	3	450	50	50
						-	•									Ш	4	50	50	50
																ш				
				1.0	~						_	Å	ļ							
		. 1	.4	~								_~		1.3	I			v. 50	- 4	50 mm
			•	•			·	ŀ	•			·			-		^	r. 50	mm	√
Markér	r før:	ste p	unkt i p	olyg	onet														K: 459, Y:	126

4. Godkend ved at trykke på knappen √.

5.3 Indsættelse af punkter

Et punkt indsættes i en polygon vha. polygonoversigten.

Indsættelse af punkt

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg menupunktet Polygon.Ændre polygon eller genvejstasten 🖤.
- 3. Indtast punktnummer, koordinater og evt. radius. Punktnummer angiver det linienummer i listen, hvor punktet skal indsættes. Punktet oprettes og overføres til listen ved at trykke på knappen

5.4 Afrunding af punkter

Et eller flere punkter i samme polygon kan gives samme afrunding. Et punkts afrunding kan ændres i tabellen.

Afrunding af et punkt vha. tabellen:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg det ønskede punkt i den nederste tabel.
- 3. Undertabellerne vises punktets koordinater og radius. Tilret radius.
- 4. Godkend ved at trykke på knappen \checkmark .

Afrunding af et eller flere punkter:

- 1. Vælgden ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg genvejstasten 📐
- 3. Mark 'er de punkter, som skal gives samme afrundning, ved tryk på venstre musetast. Markerede punkter vises røde.
- 4. Vælg menupunktet <u>Punkter.<u>A</u>frunding eller genvejstasten 🖾.</u>



5. Indtast radius af afrundingen af de to liniestykker, som mødes i punktet i mm.

Afrunding af hjørne	er 🗵
Radius, r:	mm
<u>D</u> K	Annuller

6. Godkend ved at trykke på knappen OK.

5.5 Sletning af punkter

Et eller flere punkter kan slettes vha. menuen. Et punkt kan slettes i polygonoversigten.

Sletning af et eller flere punkter:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg genvejstasten 📐.
- 3. Markér de punkter, som skal slettes, ved tryk på venstre musetast. Markerede punkter vises røde.
- 4. Vælg menupunktet <u>Punkter.S</u>let punkter eller genvejstasten 🛣.
- 5. Godkend sletningen.

Sletning af et punkt i polygonoversigten:

- 1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
- 2. Vælg menupunktet Polygon.Ændre polygon eller genvejstasten 🖤.
- 3. Vælg det ønskede punkt i listen og tryk på knappen Slet.

6 Beregning

For det samlede tværsnit beregnes:

Areal A.

• Overflade af alle tillæg u_t , idet der ikke tages hensyn til at nogle flader kan være sammenfaldende.

• Overflade af alle fradrag $u_{\rm f}$, idet der ikke tages hensyn til at nogle flader kan være sammenfaldende.

- Placeringaf tyngdepunkt $(x_{G'}y_{G})$ i forhold til de brugerdefinerede akser.
- Vinkel fra den vandrette tyngdepunktsakse til 1. hovedakse.

6.1 Brugerdefinerede akser

For de brugerdefinerede akser *x* og *y* beregnes:

- Statiske momenter S_x og S_y om hhv. x-og y-aksen.
- Inertimomenter I_x og I_y om hhv. x-og y-aksen.
- Centrifugalmoment Z_{xy} om x-og y-aksen.

6.2 Tyngdepunktsakser

For tyngdepunktsakser x_G og y_G beregnes:

- Inertimomenter I_{G_X} og I_{G_Y} om hhv. x_G -og y_G -aksen.
- Inertiradier i_{Gx} og i_{Gy} om hhv. x_G -og y_G -aksen.
- Elastiske modstandsmomenter $W_{el,x1}$, $W_{el,x2}$, $W_{el,y1}$ og $W_{el,y2}$, hvor modstandsmoment med indeks x er om x_G -aksen og indeks y er om y_G -aksen. Indeks '1' svarer til x_G -og y_G -aksernes positive retninger og indeks '2' svarer til de negative retninger. Således er $W_{el,x1}$ tværsnittets elastiske moment om x_G -aksen for det punkt, som har største (positive) y_G -koordinat.
- Plastiske modstandsmomenter $W_{pl,x}$ og $W_{pl,y}$ om hhv. x_G -og y_G -aksen. Ved beregningen antages, at træk-og trykflydespændingen er lige store for tværsnittet samt at normalkraften er nul.
- Kerneradier k_{x1} , k_{x2} , k_{y1} og k_{y2} , hvor kerneradius med indeks x er om x_G -aksen og indeks y er om y_G -aksen. Indeks '1' svarer til x_G -og y_G -aksernes positive retninger og indeks '2' svarer til de negative retninger. Således beregnes kerneradius k_{x1} vha. modstandsmomentet $W_{el,x1}$.
- Centrifugalmoment Z_{Gxy} om x_G -og y_G -aksen.

Kernepunkterne er placeret i følgende punkter: $(0, -k_{x1})$, $(0, k_{x2})$, $(-k_{y1}, 0)$, $(k_{y2}, 0)$, idet koordinaterne er angivet i (x_G, y_G) -koordinatsystemet. Kraftangrebspunkter indenfor og på kernens omkreds giver spændinger med samme fortegn over hele tværsnittet, trækspændinger for træknormalkraft og trykspændinger for tryknormalkraft.

6.3 Hovedakser

Tværsnittets 1. og 2. hovedakse er defineret som de akser gennem tyngdepunktet, hvor centrifugalmomentet er nul. Første hovedakse er desuden den akse, hvor inertimomentet er størst, og anden hovedakse er den akse, hvor inertimomentet er mindst.

For hovedakser beregnes:

- Hovedinertimomenter I_1 og I_2 om hhv. 1. og 2. hovedakse. I_1 er det største inertimoment for akser gennem tyngdepunktet. I_2 er det mindste inertimoment for akser gennem tyngdepunktet.
- Hovedinertiradier i_1 og i_2 om hhv. 1. og 2. hovedakse.
- Elastiske modstandsmomenter W_{el,11}, W_{el,12}, W_{el,21} og W_{el,22}, hvor modstandsmoment med første indeks efter kommaet lig med '1' er om 1. hovedakse og indeks 2 er om 2. hovedakse. Sidste indeks '1' svarer til hovedaksernes positive retninger og sidste indeks '2' svarer til de negative retninger. Således er Wel,11 tværsnittets elastiske moment om 1. hovedakse for det punkt, som er placeret længst fra 1. hovedakse.
- Plastiske modstandsmomenter $W_{pl,1}$ og $W_{pl,2}$ om hhv. 1. og 2. hovedakse. Ved beregningen antages, at træk-og trykflydespændingen er lige store for tværsnittet samt at normalkraften er nul.
- Kerneradier k_{11} , k_{12} , k_{21} og k_{22} , hvor kerneradius med første indeks 1 er om 1. hovedakse og første indeks 2 er om 2. hovedakse. Sidste indeks '1' svarer til hovedaksernes positive retninger og sidste indeks '2' svarer til de negative retninger. Således beregnes kerneradius k_{11} vha. modstandsmomentet $W_{el.11}$.

Kernepunkterne er placeret i følgende punkter: $(0, -k_{11}), (0, k_{12}), (-k_{21}, 0), (k_{22}, 0)$, idet koordinaterne er angivet i hovedkoordinatsystemet.



7 Resultat

Når beregningen er udført, vises resultatet som et skraveret tværsnit og tværsnitskonstanter. I højre side af resultatoversigten vælges hvilke akser, der skal vises resultater for, samt hvilke resultater, der skal vises.



Der kan zoomes ud og ind på det skraverede tværsnit med $\[Mathbb{M}\]$ og $\[Mathbb{M}\]$. Tekststørrelsen ændres ikke ved at zoome på resultatoversigten.

8 Udskrift

Udskrift vælges ved at vælge menupunktet <u>Filer.Udskriv</u> 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. 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 den samme størrelse. Når oversigten skaleres ned til udskriftsstørrelse, afhænger tekststørrelsen derfor af størrelsen på tegnefladen.

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

- Under inddatering. Herfra kan sagens inddata udskrives, dvs. grafisk oversigt med nummererede punkter og koordinatsæt for alle punkter i tabeller. Den grafiske oversigt udskrives som den vises på skærmen.
- Under resultathåndtering. Når sagen er beregnet kan både beregningsresultat og inddata udskrives. Der udvælges akser, som tværsnitskonstanterne skal udskrives for.



9 Eksempel

9.1 Introduktion

Tværsnitskonstanterne for et forstærket I-profil med huller ønskes beregnet. Tværsnittet består af følgende:

- Der benyttes et HE 300 B profil.
- Højden af I-profilet øges fra 300 mm til 400 mm ved indsættelse af ekstra krop.
- Underflangen af I-profilet forstærkes med en 20×400 mm plade.
- På kroppen påsvejses et rundkantet vinkelprofil $140 \times 140 \times 13$ mm. Oversiden af vinkelprofilet placeres 100 mm under oversiden af I-profilets overflange.
- Underflange og forstærkning gennembrydes af 2 Ø20 huller, med center placeret 100 mm fra I-profilets centerlinie.



9.2 Tegneflade

Først skal der defineres et koordinatsystem. I dette eksempel placeres nulpunktet for de brugerdefinerede akser midt på undersiden af I-profilets underflange. Størrelsen på tegnefladen sættes ved at trykke på □. Nederste venstre hjørne sættes i (-200, -20) og øverste venstre hjørne sættes til (200, 400).

Koordinatsystem	×
Nederste venstre hjørne:	<u>0</u> K
X: -200 mm	l yderpunkter
Y: <u>-20</u> mm	
Øverste højre hjørne:	Hizelp
X: 200 mm	
Y: 400 mm	



Godkend med OK, og tegnefladen målsættes efter disse koordinatsæt.

9.3 Navngivning af sag

Gem sagen ved at trykke på 📕. Hvis filhåndteringen ikke starter i sagsbiblioteket, kan der vælges et sagsbibliotek i programmet Konfiguration. Sagen placeres i et sagsbibliotek, navngives Eksempel og gemmes.

Sav	e As					? ×
	Save jn:	🔁 Eksempel		•	🗢 🗈 💣 🎟	,
	My Recent Documents					
M	Desktop y Documents					
ł	My Computer					
	My Network Places	File <u>n</u> ame: Save as <u>t</u> ype:	Eksempel Tværsnit 2 (*.tv2)		•	<u>S</u> ave Cancel

9.4 Forstærkning af underflange

For at kunne tegne forstærkningen af underflangen på tegnefladen, skal maskevidden i grid defineres. Tryk på 🖾. Sæt x-værdien til 20 mm, y-værdien til 20 mm og godkend med "OK".

For at tegne polygoner, trykkes på 💋. Nu kan der tegnes en polygon i grid, der svarer til forstærkningen af underflangen, ved at klikke med musen på gridpunkter. På bundlinien i vinduet, er skrevet det koordinatsæt, som musen peger på. Hvis der klikkes på et forkert punkt, kan der fortrydes med "Esc". Opstil polygon for forstærkningen ved at klikke på følgende punkter med musen:

- (-200, -20)
- (200, -20)
- (200, 0)
- (-200, 0).

Polygonen lukkes ved at klikke på startpunktet eller trykke på tasten "c". Forstærkningen af underflangen er nu defineret som vist på figuren.



銫	Tvæ	rsni	tsk	ons	sta	nte	r -	[C	:\D	ata	a\T	væ	rsr	nit 2	2\E	ks	em	pe	I\E	kse	emp	el]					-	
Ì	Eiler	0	psa	etnir	ng	Po	lyg	on	Ρ	<u>u</u> nk	ter	Z	oom	n E	<u>B</u> ere	egn	ł	∃jæ	elp								_	Ъ×
Ľ) 🗁			6		ば	₽	ŧ	Ħ	Ξl	Ď	• [7	Ð	Þ	e	J	Ē+		•	∎× ^C	7	¥	-	ଇ ପ୍		>	
4		 . Г	· ·	· ·	•	•	•			· ·	•	•	•	· ·	•	•	•		1	· ·				Nr. 1	Tillæg /	' Fradrag		
9		· ·		· · ·						 				 						 								
		· ·	•	· · ·	•	•	•			· ·	•	•	•	· ·	•	•	•	•	•	· · ·				Nr.	X [mm]	Y [mm]	r [mm]	
		· · · ·		· · ·						· ·				· ·						· · ·				2 3	200 200 200	-20 -20 0	0	
	 	· · · ·		· · ·						· · · ·				· · · ·						· · · · ·				4	-200	0	0	
	1.	4	· ·	· ·	· ·	· ·	· ·	· ·		· ·	· ·	· ·	· ·	· ·		· ·	· ·	· ·		1.3 1.2				×	, Y: -200		20 n	nm_
Mar	kér fø	irste	. pu	nkt i	i pol	Iyga	one	t					•												r: 0	mm X: 2	34, Y: 15	

Gem sagen med 퇴.

9.5 Import af I-profil

HE 300 B profilet kan importeres fra standardprofiltabellen. Tryk på 🖭. Vælg gruppen "Valsede I-profiler", typen "HE. . . B " og profilet "HE 300 B". Godkend valget ved at trykke på knappen "Vælg profil".

Profi Ops INP- Vals Vals Vals	ilgruppe: vejste I-profiler profiler -profiler -profiler -ede U-profiler vede vinkelnrofiler rsnitskonstanter:			,	Vals IPE HE HE	ede I-profiler A B M		Opret type Ændre type Slet type
	Profil ID	h [mm] 1	b [mm] 1	tw [mm] 1	tf [mm] 1	r [mm] 1		Opret profil Ændre profil
	HE 220 B	220	220	9,5	16	18		Terrare press
	HE 240 B	240	240	10	17	21		Slet profil
	HE 260 B	260	260	10	17,5	24		
	HE 280 B	280	280	10,5	18	24		
	HE 300 B	300	300	11	19	27		
	HE 320 B	320	300	11,5	20,5	27	•	

Herefter åbnes et vindue, hvor indsætningspunktet defineres.





Punktet H svarer til underflangens skæring med den lodrette centerlinie, hvilket er det punkt, som er defineret som (0, 0) i koordinatsystemet. Vælg H og godkend med OK. Profilet indsættes på tegnefladen som tillæg til tværsnittet.



Gem sagen med 🔳.

9.6 Øgning af kropshøjde af I-profil

Kropshøjden af I-profilet skal nu øges. I øverste tabel i højre side af vinduet kan der bladres imellem de to polygoner, der foreløbigt er oprettet. Vælg polygonen der indeholder I-profilet. Tryk på \bigcirc for at udvælge punkter, der skal flyttes. Klik på de seks punkter, der udgør øverste halvdel af I-profilet, så de markeres med rødt. Klik nu på \checkmark for at flytte punkterne. Angiv at punkterne skal flyttes 100 mm i *y*-retningen og godkend med OK. Kropshøjden af I-profilet er nu øget 100 mm.



😰 Tvær	🗃 Tværsnitskonstanter - [C:\Data\Tværsnit 2\Eksempel\Eksempel]											
🗈 Eiler	Opsætning	<u>Polygon</u> Py	unkter <u>Z</u> oor	n <u>B</u> eregn	Hjælp						۶×	
🗅 🗁	. . .	」 対 田	ī 🕫 🛛	ୀ 🔀 🛛	ŀ∎	P 7 🕽	((ચ, ⊖,		≥		
	2.8 .	2. 	5	· · · · ·	2.7 2.6	•	Nr. 1 2	Tillæg / Tillæg Tillæg	Fradrag			
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · ·	· · · · · ·		· · · · ·	· · · · ·		Nr.	× [mm]	Y [mm]	r [mm]		
	· · · · · ·	· · · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·		2 3 4	150 150 5,5	0 19 19	0 0 27		
	2.12.		4_241.	· · · · ·	2.3 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		5 6 7	5,5 150 150	381 381 400	27 0 0	▼	
Klik med m	usen på punkt i	for at vælge	eller fravæl				×	.Y: -150 r: 0	, 0 mm X: 22	mn ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	n	

Fravælg markerede punkter med Esc. Gem sagen med \blacksquare .

9.7 Import af rundkantet vinkelprofil

Vinkelprofilet kan tilsvarende importeres fra standardprofiltabellen. Tryk på 🛂, og tabellen åbnes. Vælg gruppen "Valsede vinkelprofiler", typen "Ligefliget, rundkant" og profilet "Vinkel rundk. 140×140×13". Godkend valget ved at trykke på knappen "Vælg profil".

Profiler							×
Profilgruppe:				Profilty	ре:		
Profilgruppe: INP-profiler Valsede I-profiler UNP-profiler Valsede U-profiler Valsede U-profiler Valsede I-profiler 	h J	<i>x</i> b − <i>x</i> 10,5 * r 10,5 * r 10,5 * r 10,5 * r 10,5 * r	5×r	Valse Ligefl Uliget	de vinkelprofiler iget, rundkant liget, rundkant iget, skarpkant		Opret type Ændre type Slet type
Profil ID	h [mm] 1	b [mm] 1	t [mm] 1	r [mm] 1			Opret profil
Vinkel rundk. 130x130x12	130	130	12	14			remain promit
Vinkel rundk. 130x130x14	130	130	14	14			Slet profil
Vinkel rundk. 130x130x16	130	130	16	14			
Vinkel rundk. 140x140x13	140	140	13	15			
Vinkel rundk. 140x140x15	140	140	15	15			
Vinkel rundk. 150x150x12	150	150	12	16		-	
					Vælg profil	<u>A</u> nnuller	Hjælp

Som indsætningspunkt vælges "C" og punktet (-5,5; 300). Godkend med "OK".



Indsætningspunkt	X
¶ ^A ∗ ^B ∗ ^C	Indsætningspunkt: ◯ A ◯ B ⓒ C
D* ×E ×F	OD OE OF OG OH OI
G H	X,Y: 5,5 ,300
	<u>O</u> K <u>A</u> nnuller

Vinkelprofilet skal roteres 180°. Vælg den polygon der udgør vinkelprofilet i øverste tabel i højreside af vinduet. Tryk på 🔊. Vælg at rotere polygonen 180°. Som rotationscenter er der angivet centerpunkt for vinkelprofilet, dette ændres ikke.

Spejl og rotér		×
O Spejl	Roté	ſ
Vinkel (mod uret Rotationscenter): 180 (X,Y): -75,50	• 230,0
<u>0</u> K	Annuller	Hjælp

Godkend med "OK" og profilet placeres korrekt.

🔁 Tvær	snitskonsta	anter - [C:	\Data\Tvær	snit 2\E	ksempe	l\Eksempel]				_ [IX
🗓 Eiler	Opsætning	Polygon	P <u>u</u> nkter <u>Z</u> o	om <u>B</u> ere	egn <u>H</u> ja	elp				_ (키지
🗅 🗁	•	口 퍽	# 🕫 🛙	າ 🔊 🖻	(F	∎• _* ?′	*	ଇ ପ୍		≥	
		· · · · ·		· · ·		· · · · · · ·	Nr. 1 2	Tillæg / Tillæg Tillæg	' Fradrag		
	<u>}</u>	· · · · ·		· · · · · · · · · · ·	· · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	3	Tillæg			
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · ·	· · · · ·		· · · · · · ·	· · · · · · ·	· · · · · · · ·	Nr. 1 2	× [mm] -5,5	Y [mm] 300	r (mm) 0	
		. 		· · · · · ·	· · · ·	· · · · · · · ·	34	-145,5 -145,5	293,5 287 297	0 7,5 15	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · ·		· · · ·	· · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	6 7	-18,5 -18,5 -5.5	160 160	7,5 0	•
· · ·] 	×	, Y: -5,5 r: 0	30)0 mn	1
Sag gemt	som: C:\Data	\Tværsnit (2\Eksempel\Ek	sempel					X: -3	0, Y: 1	1.



Gem sagen med 🔳.

9.8 Huller i underflange

Som fradrag for huller i underflangen, tegnes to polygoner. Opret en polygon med 🖄. Der vælges, at polygonen er et fradrag til tværsnittet. Der kan nu indlæses et antal punkter, som udgør polygonen. Et punkt angives med et nummer, et koordinatsæt og en radius for

en evt. afrunding af hjørnet. Punktet indsættes i listen med 📖.

Opstil følgende punkter (alle med fortløbende numre og radius nul):

- 1. (-110, -20)
- 2. (-90, -20)
- 3. (-90, 19)
- 4. (-110, 19)

C Tillæg		¢	Fradrag		
-Knudepunkter:	Slet	Nr. 1 2 3 4	× [mm] -110 -90 -90 -110	Y [mm] -20 -20 19 19	r (mm) 0 0 0

Hullet til venstre er nu defineret. Luk vinduet med "Luk".

Tilsvarende opstilles det andet fradrag. Opret med 🖄, vælg *fradrag* og opstil følgende punkter (alle med fortløbende numre og radius nul):

- 1. (90, -20)
- 2. (110, -20)
- 3. (110, 19)
- 4. (90, 19)

Luk vinduet med Luk. Tværsnittet er nu defineret.



😰 Tværsnitskonstanter - [C:\Data\Tværsnit 2\Eksempel\Eksempel]	_ 🗆 ×
🖺 Eiler Opsætning Polygon Punkter Zoom Beregn Hjælp	_ 8 ×
◧▻◨ ◓ ェ¤ Щ ぴァッᲓ ェ₽₽ ₽~~米 ९९	۸
Image: Second	ag
4 90 19 5.4 5.3 5.1 5.2 r: 0 m Sag gemt som: C:\Data\Tværsnit 2\Eksempel\Eksempel X:	0 -20 mm im ✓ : 142, Y: 282

Gem sagen med 🔳.

9.9 Beregning

Profilet beregnes med I. Et nyt vindue åbnes, hvor tværsnittet vises med skravering. I højre side af vinduet kan der skiftes mellem forskellige akser og beregningsresultater for disse. Som et eksempel er hovedinertimomenterne vist på figuren.





9.10 Udskrift

Hvis sagen skal udskrives med resultater, skal det foretages fra resultatvinduet. Tryk 🗐 og vælg hvad der skal udskrives.