

Athena
DIMENSION
Tværsnit 2

Januar 2002

Indhold

1	Introduktion	2
2	Programmets opbygning	2
2.1	Menuer og værktøjslinier	2
2.2	Opsætning af tegneflade	4
2.3	Tegne- og udvælgelsesfunktioner	5
2.4	Brug af tabeller	6
3	Filhåndtering	6
4	Polygoner	7
4.1	Oprettelse af polygon	8
4.2	Ændring af polygon	9
4.3	Spejling og rotering af polygon	9
4.4	Sletning af polygon	10
4.5	Import af standardprofiler	10
5	Punkter	11
5.1	Oprettelse af punkter	12
5.2	Flytning af punkter	12
5.3	Indsættelse af punkt	14
5.4	Afrunding af punkter	14
5.5	Sletning af punkter	15
6	Beregning	15
6.1	Brugerdefinerede akser	16
6.2	Tyngdepunktsakser	16
6.3	Hovedakser	16
7	Resultat	17
8	Udskrift	17

1. Introduktion

I Tværnsnit 2 defineres et tværnsnit vha. en række polygoner, som hver defineres som tillæg eller fradrag til tværnsnittet. 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 tværnsnitskonstanterne for det samlede definerede tværnsnit. For det samlede tværnsnit kan tillæg være overlappende, fradrag kan være overlappende og fradrag kan være defineret uden for tillæg.

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

2. Programmets opbygning

Når programmet åbnes, vises følgende, se figur 1.

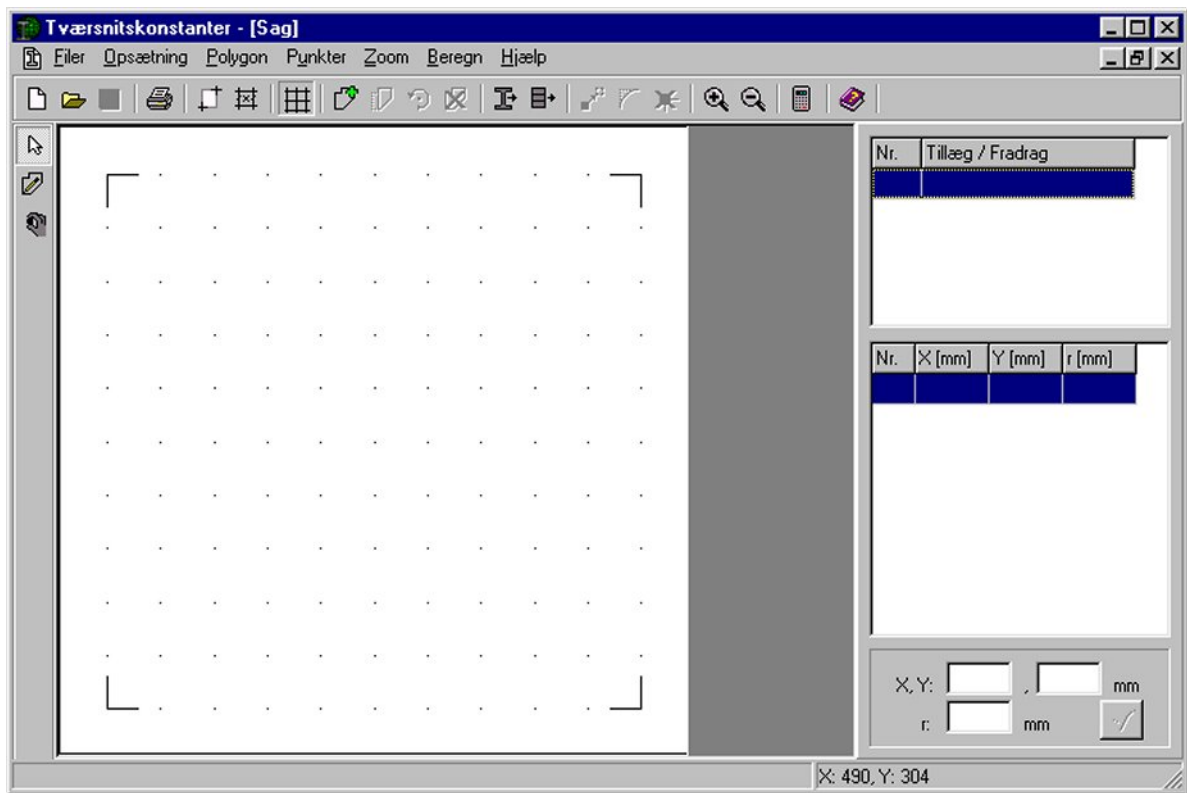
- Øverst menu og vandret værktøjslinie.
- En hvid tegneflade med hjælpeværktøjer i lodret værktøjslinie til definition af tværnsnittet.
- Til højre tabel med information om polygoner.

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, se figur 2.

Genvejstasterne i den lodrette værktøjslinie til venstre for tegnefladen indeholder tegne- og udvælgelsesfunktioner, se figur 3.

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, se figur 4.



Figur 1: Opbygning af program.



Figur 2: Indhold af menu og vandret værktøjslinje.



Figur 3: Indhold af lodret værktøjslinje.

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.




Figur 4: Indhold af menu ved højreklik på tegnefladen.

- 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, 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 5. 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.



Figur 5: Fastsættelse af tegnefladens størrelse.

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 menu-punktet Opsætning.Grid eller genvejsknappen .

Fastsættelse af maskestørrelse i grid:



1. Vælg menu-punktet Opsætning.Maskestørrelse i grid eller genvejsknappen .
2. Indtast vandret (X) og lodret (Y) afstand i mm mellem gridpunkter, se figur 6.



Figur 6: 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 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  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, se figur 7, 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.

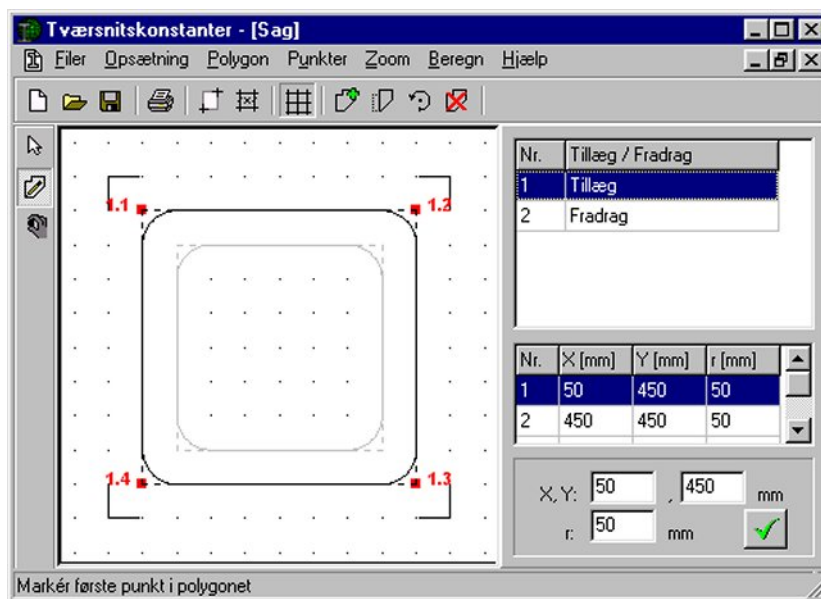
3. Filhåndtering

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 **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].tv2, som indeholder hele sagen.

Filhåndteringsmenuen indeholder følgende punkter:

- **Filer.Nyt tværsnit** 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.



Figur 7: Visning af valgt polygon.

- **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. Polygoner

Et tværskit består af en række polygoner, som hver defineres som tillæg eller fradrag til tværskittet. En polygon består af en række punkter, som tilsammen definerer en lukket polygon. Tværskittets polygoner oprettes, redigeres og slettes via tegnefladen eller polygonoversigten. Stål- og træprofiler kan importeres til tegnefladen fra standardprofil-tabeller.

4.1. Oprettelse af polygon



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

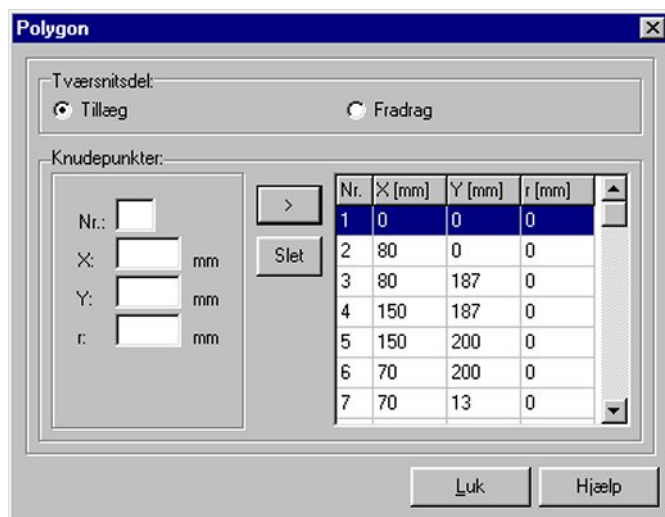
Oprettelse af polygon på tegneflade:

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 , se figur 8.




Figur 8: Polygonoversigt.

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 .
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 .
3. Angiv rotationsvinklen samt koordinatsættet for rotationscentret, se figur 9. 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.



Figur 9: Rotering af polygon.


4.4. Sletning af polygon

Den valgte polygon slettes ved at vælge menupunktet Polygon.Slet polygon eller genvejstasten . Godkend sletningen.

4.5. Import af standardprofiler


Stål- og træprofiler kan importeres til tegnefladen fra standardprofiltabeller.

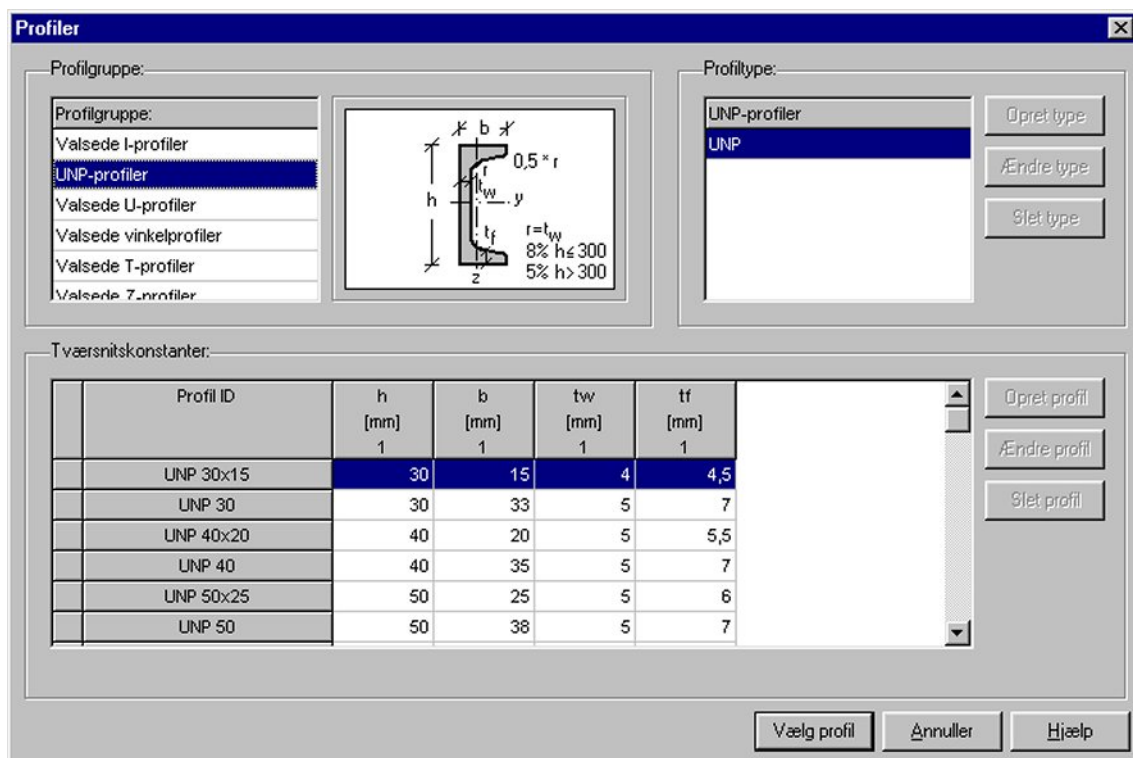
Import af stålprofiler:

1. Vælg menupunktet Polygon.Importér stålprofil eller genvejstasten .
2. Vælg profilgruppe, profiltipe og profil, se figur 10. Godkend profilvalg ved at trykke på knappen Vælg profil.
3. Vælg indsætningspunkt og koordinatsæt for indsætningspunkt for det valgte profil, se figur 11. Godkend ved at trykke på knappen OK.

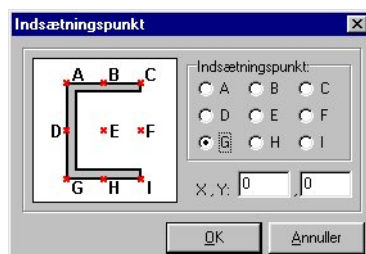
Det valgte profil oprettes som tillæg og evt. fradrag til tværsnittet.

Import af træprofiler:

1. Vælg menupunktet Polygon.Importér træprofil eller genvejstasten .
2. Vælg profilgruppe, profiltipe 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.



Figur 10: Importing af stålprofil.



Figur 11: Definition af indsætningspunkt for profil.

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 på side 8 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:

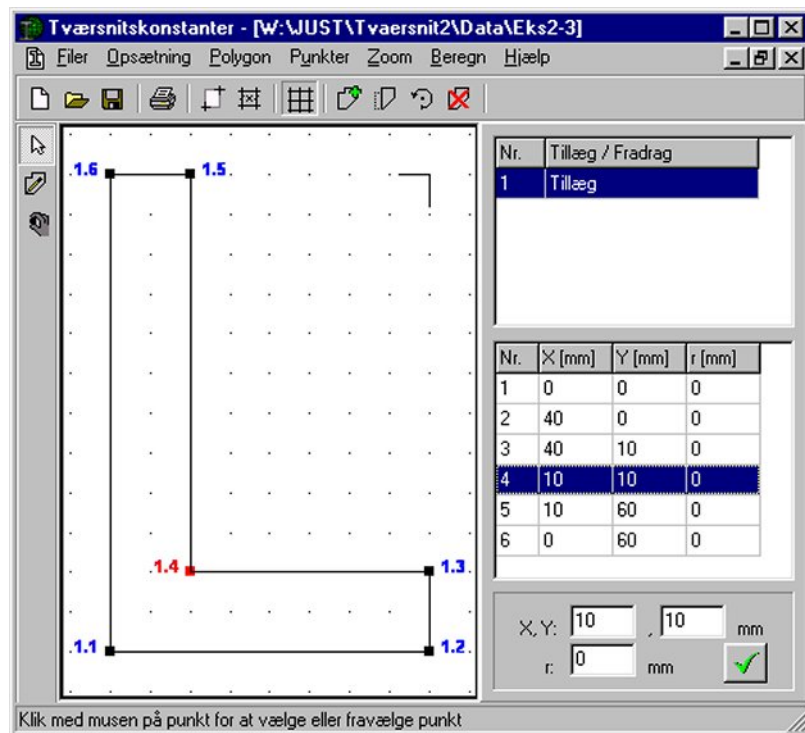
1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
2. Vælg genvejstasten .
3. Markér de punkter, som skal flyttes, ved tryk på venstre musetast. Markerede punkter vises røde.
4. Vælg menupunktet Punkter.Flyt punkter eller genvejstasten .
5. Indtast den vandrette (X) og lodrette (Y) flytning af de valgte punkter, se figur 12. En vandret flytning er positiv mod højre og en lodret flytning er positiv opad.
6. Godkend ved at trykke på knappen OK.




Figur 12: Flytning af flere punkter.

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, se figur 13. Tilret koordinaterne.





Figur 13: Flytning af et punkt vha. tabellen.

4. Godkend ved at trykke på knappen .

5.3. Indsættelse af punkt

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

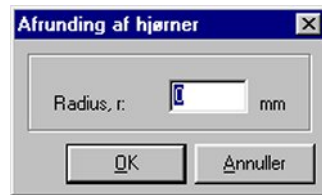
Et eller flere punkter i samme polygon kan gives samme afrunding. Et punkts afrunding kan ændres i tabellen.

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. Under tabellerne vises punktets koordinater og radius, se figur 13. Tilret radius.
4. Godkend ved at trykke på knappen .

Afrunding af et eller flere punkter:

1. Vælg den ønskede polygon i den øverste tabel.
2. Vælg genvejstasten .
3. Markér de punkter, som skal gives samme afrunding, ved tryk på venstre musetast. Markerede punkter vises røde.
4. Vælg menupunktet Punkter.Afrunding eller genvejstasten .
5. Indtast radius af afrundingen af de to liniestykker, som mødes i punktet i mm, se figur 14.
6. Godkend ved at trykke på knappen OK.





Figur 14: Afrunding af flere punkter.


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 Punkter.Slet 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_f , idet der ikke tages hensyn til at nogle flader kan være sammenfaldende.
- Placering af 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:

- Statistiske 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_{Gx} og I_{Gy} 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. Kraftangrebepunkter 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 $W_{el,11}$ 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

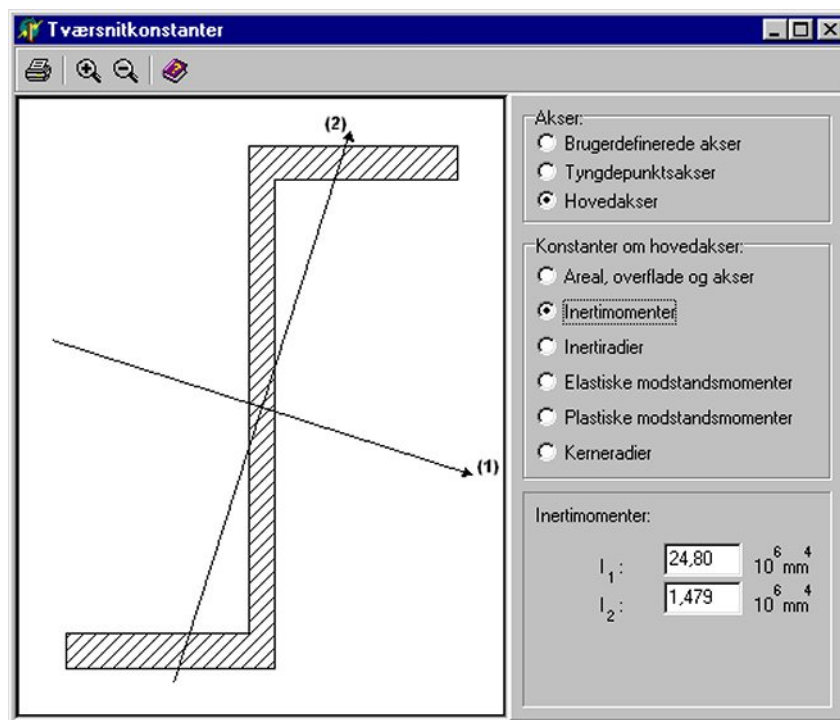
Når beregningen er udført, vises resultatet som et skraveret tværsnit og tværsnitskonstanter. I højre side af resultatoversigten vælges hvilke akser, der skal vises resultater for, samt hvilke resultater, der skal vises, se figur 15.

Der kan zoomes ud og ind på det skraverede tværsnit med  og . Tekststørrelsen ændres ikke ved at zoome på resultatoversigten.

8. Udskrift

Udskrift vælges ved at vælge menupunktet Filer.Udskriv 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



Figur 15: Resultatoversigt.

zooome 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 tværsnitkonstanterne skal udskrives for.