

**NTNU**  
Norges teknisk-naturvitenskapelige  
universitet

**Fakultet for informasjonsteknologi,  
matematikk og elektroteknikk**

**Institutt for datateknikk  
og informasjonsvitenskap**

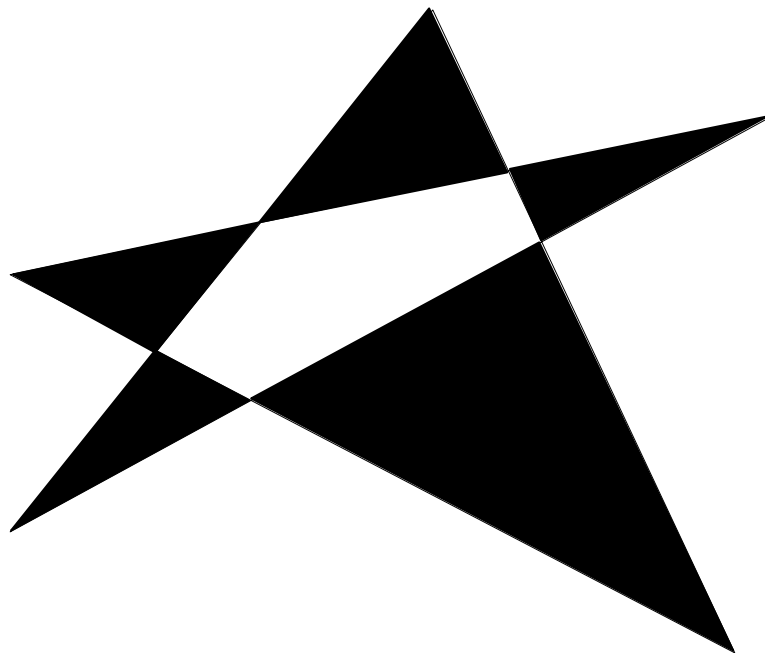


**EKSAMEN I EMNE  
TDT4195 BILDETEKNIKK  
LØRDAG 26. MAI 2007  
KL. 09.00 – 13.00**

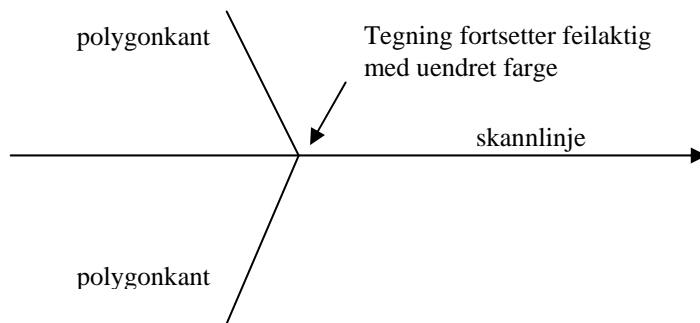
**LØSNINGSFORSLAG - GRAFIKK**

**OPPGAVE 1      Grafikk – polygonfylling**

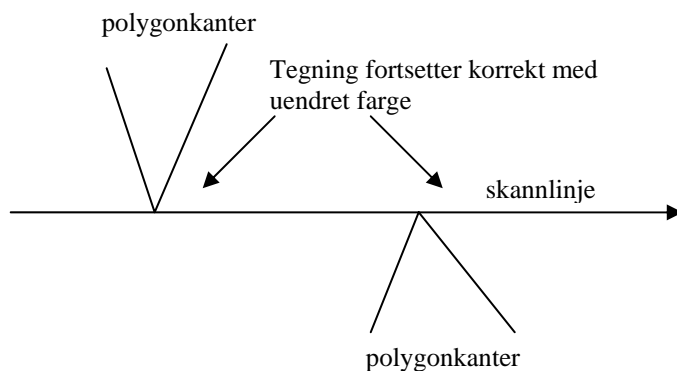
a) Skannlinjealgoritmen vil fylle de delene av figuren som er farget svart:



- b) For hver skannlinje settes en teller til 0 ved starten av skannlinjen i venstre kant av bildet. For hver polygonkant som treffes under skannet, økes telleren med 1. Bakgrunnsfarge tegnes når telleren inneholder et partall. Fyllfarge tegnes når telleren inneholder et odde tall.
- c) I et hjørne treffer skannlinjen på to polygonkanter slik at telleren øker med 2. Når den ene kanten befinner seg over skannlinjen og den andre under, fører dette til feil ved kanttelleren kommer i utakt slik at fyllingen blir feil.



Dersom begge kantene befinner seg enten over eller under skannlinjen, vil fargefyllingen fortsette på korrekt måte siden skannlinjen både før og etter krysningen befinner seg enten utenfor eller innenfor polygonen

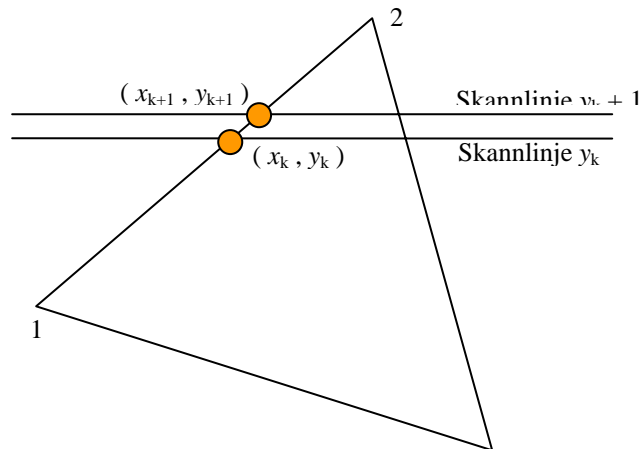


En effektiv måte å løse problemet på, er å fjerne øverste piksel av hver kant. Praktisk gjøres dette ved å redusere største  $y$ -verdi målt i pikseladresser for kanten med 1. Dette korresponderer også med behovet for å bevare størrelsen på primitivet.

- d) Det er ikke mulig å beregne et skjæringspunkt mellom skannlinjen og en horisontal linje. Problemet løses med å utelate horisontale linjer fra kanttabellene som brukes av skannlinjealgoritmen. Tegningen blir likevel korrekt fordi skannlinjen treffer på enden av en ikke horisontal kant ved hver ende av den fjernede horisontale kanten. Igjen korresponderer dette med behovet for å bevare størrelsen av primitivet. Horisontale kanter i underkant av polygonen blir tegnet mens horisontale kanter i overkant av polygonen ikke blir tegnet.

e) Nedenstående figur viser en polygon som skjæres av to naboskannlinjer.

f)



En mulig formulering av likningen for den rette linjen som kanten til venstre (kanten med de to markerte punktene) er en del av, er:

$$y = mx + c \quad (1)$$

der stigningsforholdet for linjen mellom endepunktene 1 og 2 er:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (2)$$

Når en kjenner innskjæringen  $(x_k, y_k)$  for skannlinje  $y_k$ , kan en enkelt beregne innskjæringen  $(x_{k+1}, y_{k+1})$  for skannlinje  $y_k + 1$  fordi det er koherens (sammenheng) mellom disse to innskjæringene langs kanten. Vi får som konsekvens av pikseladresseringen:

$$y_{k+1} = y_k + 1 \quad (3)$$

Likning (1) gir:

$$x_k = \frac{y_k - c}{m}$$

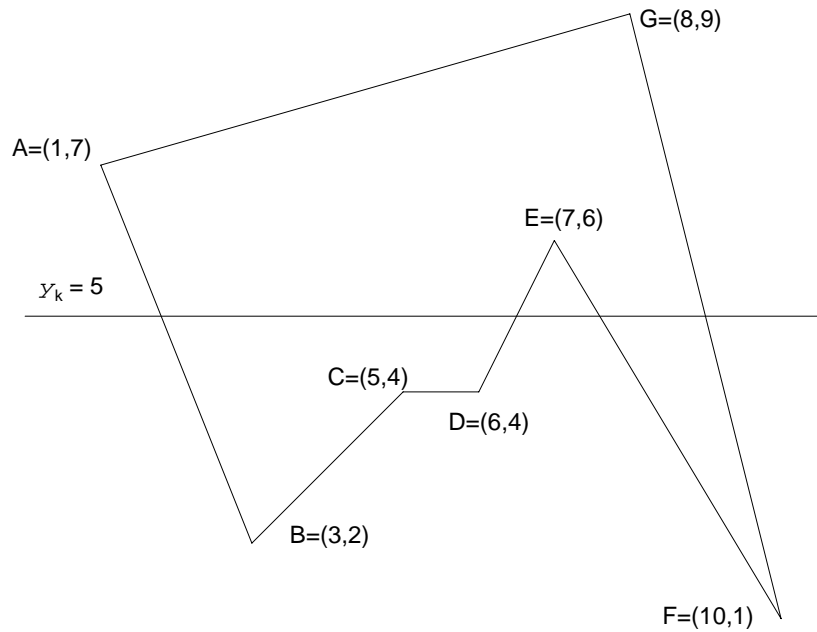
$$x_{k+1} = \frac{y_{k+1} - c}{m}$$

Dermed får vi:

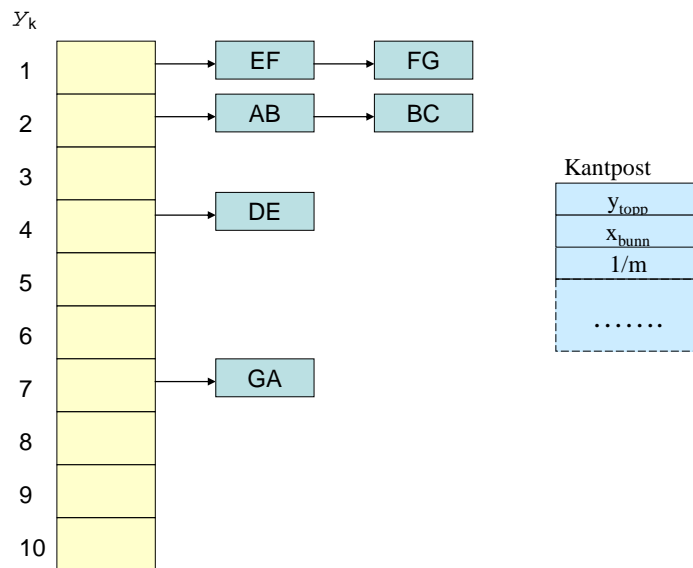
$$x_{k+1} = x_k + \frac{1}{m} \quad (4)$$

For effektivt å dra nytte av dette, inngår forholdet  $1/m$  som attributt i kantpostene som brukes i skannlinjealgoritmen.

g) Polygonen ser slik ut:

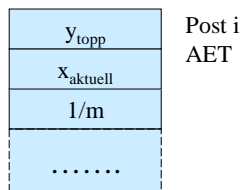
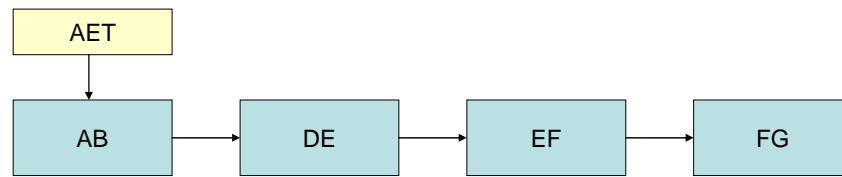


Kanttabelen (ET – Edge Table) slik den blir satt opp før fyllingen av polygonen begynner, kan se slik ut:



Merk at kanten CD ikke finnes i tabellen.

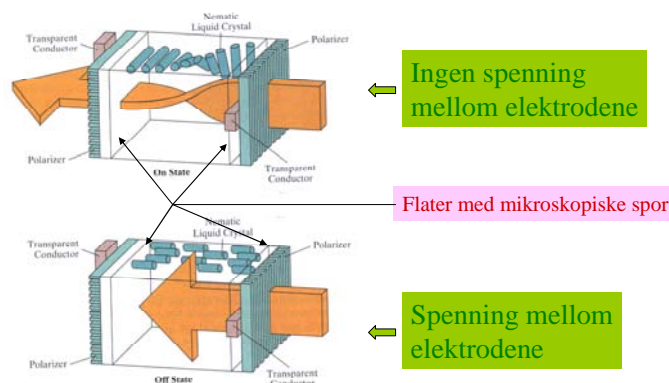
h) Aktiv kanttabell (Active Edge Table – AET) for skannlinje 5 kan se slik ut:



i) Polygonkantene må sorteres for hver skannlinje fordi kantene kan krysse hverandre, se eksemplet i deloppgave a). Dette gjelder selv om det ikke kommer til nye kanter for vedkommende skannlinje.

## OPPGAVE 2      Grafikk – diverse spørsmål

a) I et LCD-dislay ligger en væske som også har krystallegenskaper mellom to plane og parallelle elektroder.



De semitransparente elektrodene er avsatt på polariserende plater. De to platene er orientert slik at polarisasjonsretningene står loddrett på hverandre. De to platene har mikroskopiske parallelle riller som gjør at de stavformede væskekrystallene orienterer seg i rilleretningen. Rilleretningen er i polarisasjonsretningen. Dette gjør at væskekrystallene ordner seg i en spiral fra den ene platen til den andre. Lys som kommer inn gjennom den ene platen, blir polarisert. Polarisasjonsretningen for lyset blir vridd etter væskekrystallorienteringen og slipper ut gjennom den andre platen.

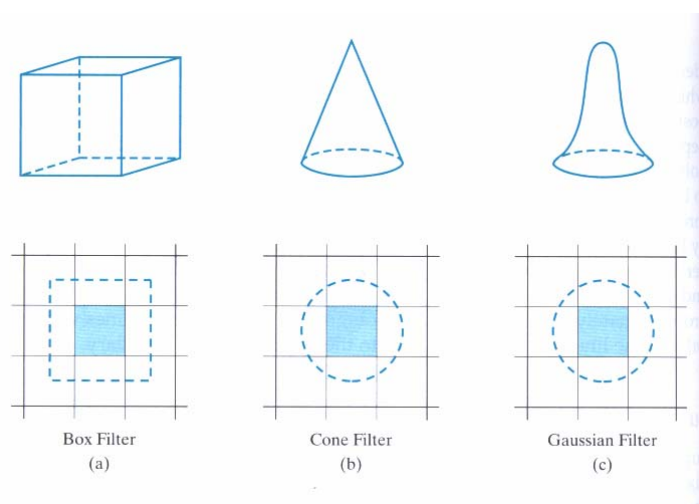
Når det settes opp elektrisk spenning mellom elektrodene, ordner væskekrystallene seg parallelt med det elektriske feltet. Det innfallende lyset går da gjennom væsken uten å endre polarisasjonsretning. Det slipper dermed ikke ut gjennom den andre platen.

Det er to metoder som anvendes for å gi lys til et LCD-display. Den mest brukte metoden for moderne datadisplay går ut på å ha en lyskilde bak LCD-panelet. På veien mot øyet passer da lyset bare en gang gjennom panelet. Den andre metoden går på å benytte innfallende lys. I det tilfellet er det plassert en speilende flate bak panelet og lyset passerer to ganger gjennom panelet.

- b) At et utstyr som "Trackball" har seks frihetsgrader, betyr at utstyret kan kontrollere seks uavhengige variable. Det vil som regel si kontroll av romlig posisjon med tre koordinater og av romlig orientering med tre vinkler. Annet utstyr som i alle fall i enkelte versjoner har seks frihetsgrader, er "Spaceball", joystick samt hansker og hjelmer utstyrt med for eksempel treghetstrackere.
- c) En fargeoppslagstabell inneholder fargespesifikasjoner med høy oppløsning som for eksempel 8 bit pr. RGB-komponent. Skjermbufferen inneholder i dette tilfelle ikke selv fargespesifikasjoner, men indekser til oppslagstabellen.

Dette kan brukes i systemer der skjermbufferen har for få bit pr. piksel til å representere alle mulige farger (sjeldent for moderne systemer). For hver applikasjon kan oppslagstabellen lastes med et utvalg av ønskede farger. En annen og fortsatt aktuell anvendelse er animasjon der en benytter fargeendringer til å skape bevegelse eller andre effekter. Ved å endre innholdet fargeoppslagstabellen dynamisk, vil en når en holder indeksene i skjermbufferen fast, få et fargespill på skjermen som en kan styre etter behov.

- d) Hver piksel kan tilordnes en kontinuerlig funksjon som vist på nedenstående figur:



Linjen gies en endelig bredde. Bidraget til pikselens farge bestemmes av integralet under den delen av funksjonsflaten som ligger over linjen (som har bredde). Det vil være effektivt å forhåndsberegne tabeller med linjebredde og avstand mellom linjesenter og funksjonsflatens symmetriakse som parametere.

e) Gitt projeksjonssenteret  $P_0 = [x_0 \ y_0 \ z_0 \ 1]$  og punktet  $P_1 = [x_1 \ y_1 \ z_1 \ 1]$  i projeksjonsplanet. Vektoren  $N = P_0 - P_1$  er en normal til projeksjonsplanet. De nødvendige transformasjonene er:

1. Transler slik at projeksjonssenteret  $P_0$  faller i origo
2. Roter slik at normalen  $N$  faller langs  $x$ -aksen
3. Benytt matrisen for avbildning i et plan loddrett på  $x$ -aksen med projeksjonssenteret i origo
4. Roter normalen  $N$  tilbake til sin opprinnelige orientering
5. Transler projeksjonssenteret  $P_0$  tilbake til sin opprinnelige posisjon

f) Globale belyningsmodeller tar i motsetning til lokale belyningsmodeller på forskjellig måter og i varierende grad hensyn til sekundært lysinnfall. Sekundært lysinnfall er refleksjoner av lys fra flater med en grad av speilende egenskaper og spredning fra matte flater.

De viktigste forskjellene mellom strålesporingsmodellen og radiositetsmodellen går fram av følgende:

Strålesporingsmodellen:

1. Tar hensyn til refleksjon fra speilende og blanke flater
2. Tar ikke hensyn til spredning fra matte flater
3. Tar bare hensyn til punktlyskilder
4. Er en bilderoms metode

Radiositetsmodellen:

1. Tar ikke hensyn til refleksjon fra speilende og blanke flater
2. Tar hensyn til spredning fra matte flater
3. Tar hensyn til punktlyskilder med utstrekning
4. Er en objektroms metode