

0.1 Begrep

Punkt

En bestemt plassering kalles et¹ *punkt*. Et punkt markerer vi ved å tegne ein prikk, som vi gjerne setter navn på med en bokstav. Under har vi tegnet punktene A og B .



Linje og linjestykke

En rett strek som er uendeleg lang (!) kaller vi ei *linje*. At linja er uendelig lang, gjør at vi aldri kan *tegne* ei linje, vi kan bare *tenke* oss ei linje. Å tenke seg ei linje kan man gjøre ved å lage en rett strek, og så forestille seg at endene til streken vandrer ut i hver sin retning.



En rett strek som går mellom to punkt kallar vi et *linjestykke*.



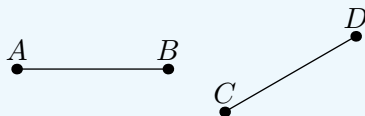
Linjestykket mellom punktene A og B skriv vi som AB .

Merk

Et linjestykke er et utklipp (et stykke) av ei linje, derfor har ei linje og et linjestykke mange felles egenskaper. Når vi skriver om linjer, vil det bli opp til leseren å avgjøre om det samme gjelder for linjestykker, slik sparer vi oss for hele tiden å skrive "linjer/linjestykker".

¹Se også [seksjon ??](#)

Linjestykke eller lengde?

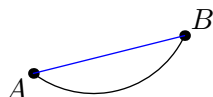


Linjestykkene AB og CD har lik lengde, men de er ikke det samme linjestykket. Likevel kommer vi til å skrive $AB = CD$. Vi bruker altså de samme navnene på linjestykker og lengdene deres (det samme gjelder for vinkler og vinkelverdier, se side 4-6). Dette gjør vi av følgende grunner:

- Til hvilken tid man snakkar om et linjestykke og hvilken tid man snakkar om en lengde vil komme tydeleg frem av sammenhengen begrepet blir brukt i.
- Å hele tiden måtte ha skrevet "lengda til AB " o.l. ville gitt mindre leservennlige setninger.

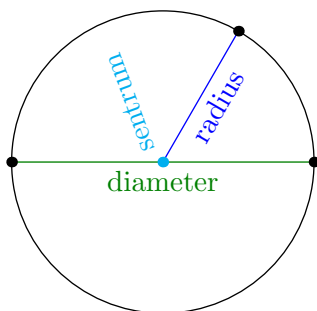
Avstand

Det er uendelig med veier man kan gå fra ett punkt til et annet, og noen veier vil vere lengre enn andre. Når vi snakkar om avstand i geometri, mener vi helst den *korteste* avstanden. For geometrier vi skal ha om i denne boka, vil den korteste avstanden mellom to punkt alltid være lengden til linjestykket (blått i figuren under) som går mellom punktene.



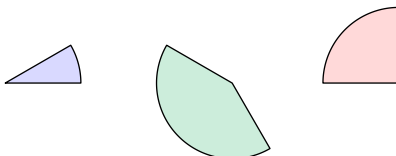
Sirkel; sentrum, radius og diameter

Om vi lager en lukket bue der alle punktene på buen har same avstand til et punkt, har vi ein *sirkel*. Punktet som alle punktene på buen har lik avstand til er *sentrum* i sirkelen. Et linjestykke mellom sentrum og et punkt på buen kaller vi en *radius*. Et linjestykke mellom to punkt på buen, og som går via sentrum, kaller vi en *diameter*¹.



Sektor

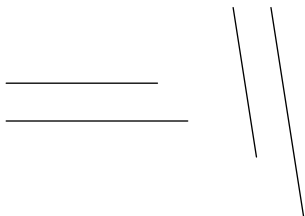
En bit som består av ein sirkelbuge og to tilhørende radier kalles en *sektor*. Bildet under viser tre forskjellige sektorer.



¹Som vi har vært inne på kan *radius* og *diameter* like gjerne bli brukt om lengden til linjestykkene.

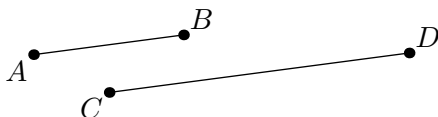
Parallele linjer

Når linjer går i samme retning, er de *parallelle*. I figuren under vises to par med parallelle linjer.



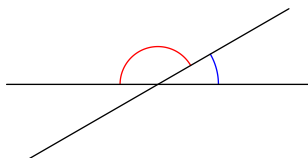
Vi bruker symbolet \parallel for å vise til at to linjer er parallelle.

$$AB \parallel CD$$



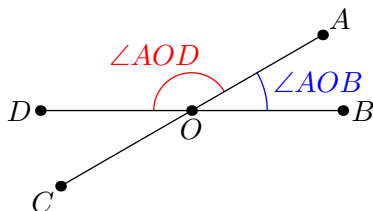
Vinklar

To linjer som ikke er parallelle, vil før eller siden krysse hverandre. Gapet to linjer danner seg i mellom kalles en *vinkel*. Vinkler tegner vi som små sirkelbuer:



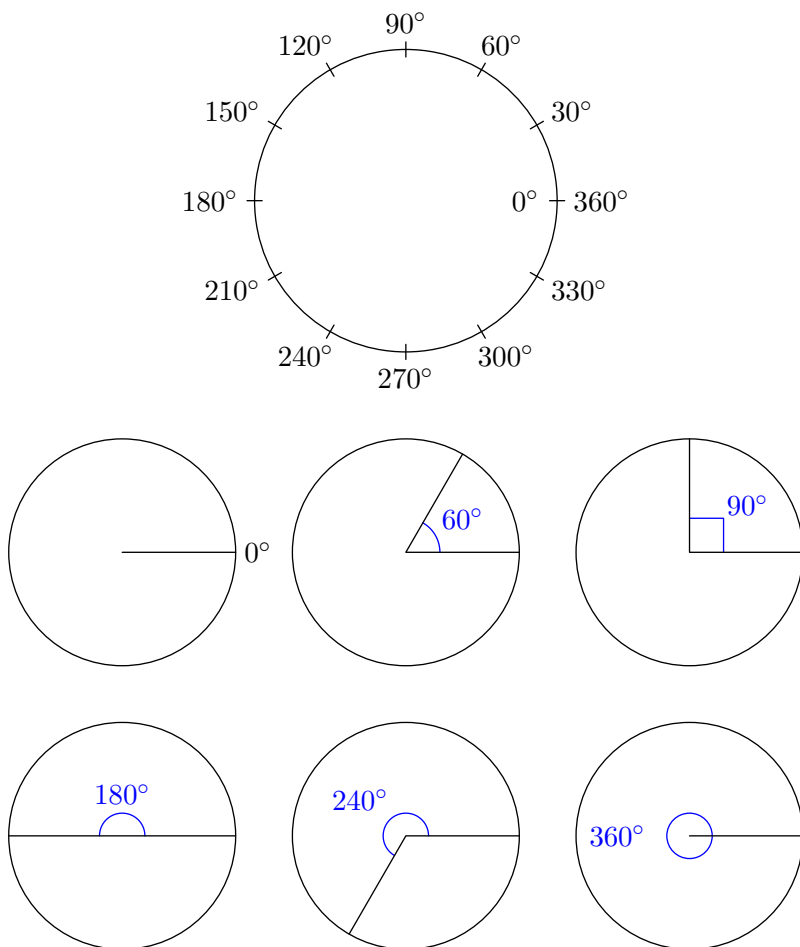
Linjene som dannar en vinkel kaller vi *vinkelbein*. Punktet der linjene møtes kaller vi *toppunktet* til vinkelen. Ofte bruker vi punktnavn og vinkelsymbolet \angle for å gjøre tydelig hvilken vinkel vi meiner. I figuren under er det slik at

- vinkelen $\angle BOA$ har vinkelbein OB og OA og toppunkt O .
- vinkelen $\angle AOD$ har vinkelbein OA og OD og toppunkt O .

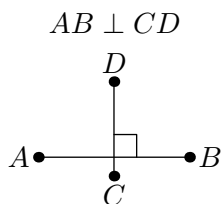


Mål av vinklar i grader

Når vi skal måle en vinkel i grader, tenker vi oss at en sirkelbue er delt inn i 360 like lange biter. En slik bit kaller vi en *grad*, som vi skriv med symbolet $^{\circ}$.

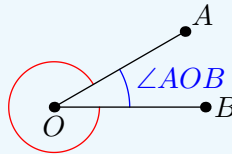


Legg merke til at en 90° vinkel markeres med symbolet \square . En vinkel som måler 90° kalles en *rett* vinkel. Linjer/linjestykker som danner rette vinkler sier vi står *vinkelrette* på hverandre. Dette indikerer vi med symbolet \perp .

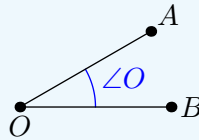


Kva vinkel?

Når to linjestykker møtes i et felles punkt, danner de strengt tatt to vinklar; den ene større eller lik 180° , den andre mindre eller lik 180° . I de aller fleste sammenhenger er det den minste vinkelen vi ønsker å studere, og derfor er det vanlig å definere $\angle AOB$ som den *minste* vinkelen dannet av linjestykkene OA og OB .

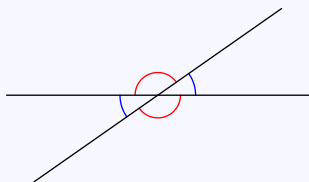


Så lenge det bare er to linjestykker/linjer tilstede, er det også vanlig å bruke bare én bokstav for å vise til vinkelen:

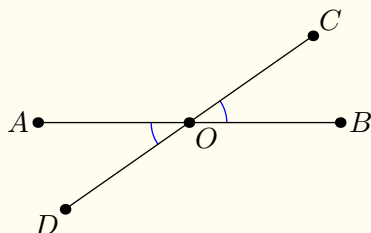


0.1 Toppvinklar

To motstående vinkler med felles toppunkt kalles *toppvinkler*. Toppvinklar er like store.



0.1 Toppvinklar (forklaring)



Vi har at

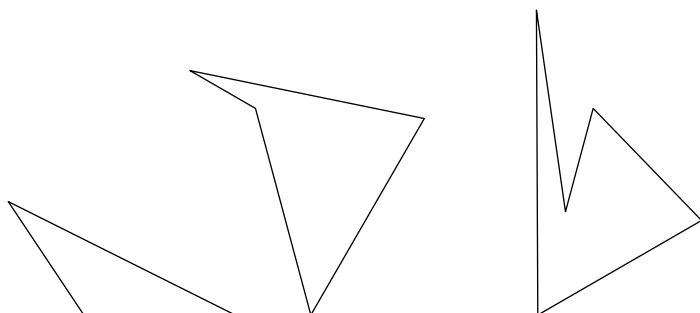
$$\angle BOC + \angle DOB = 180^\circ$$

$$\angle AOD + \angle DOB = 180^\circ$$

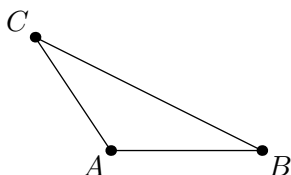
Dette må bety at $\angle BOC = \angle AOD$. Tilsvarende er $\angle COA = \angle DOB$.

Kanter og hjørner

Når linjestykker danner en lukket form, har vi en *mangekant*. Under ser du (fra venstre mot høyre) en trekant, en firkant og en femkant.

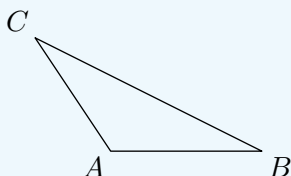


Linjestykkene en mangekant består av kalles *kanter* eller *sider*. Punktene der kantene møtes kaller vi *hjørner*. Trekanten under har altså hjørnene A , B og C og sidene (kantene) AB , BC og AC .



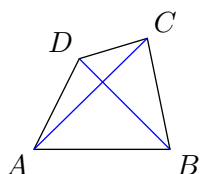
Merk

Ofte kommer vi til å skrive bare en bokstav for å markere et hjørne i ein mangekant.



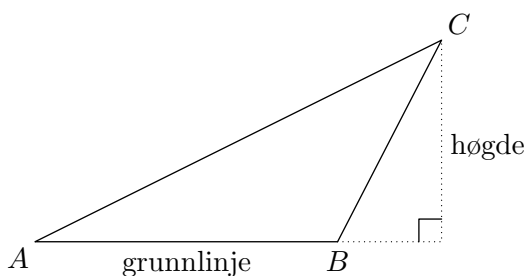
Diagonalar

Et linjestykke som går mellom to hjørner som ikke hører til samme side av en mangekant kalles en *diagonal*. I figuren under ser vi diagonalene AC og BD .

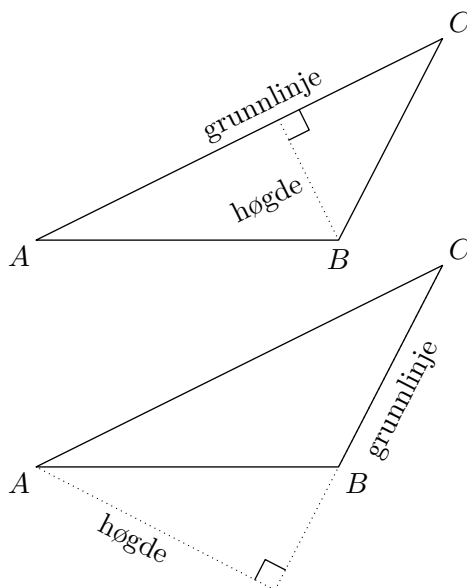


Høyde og grunnlinje

Når vi i [seksjon 0.4](#) skal finne areal, vil begrepene *grunnlinje* og *høyde* være viktige. For å finne en høyde i en trekant, tar vi utgangspunkt i en av sidene. Siden vi velger kaller vi *grunnlinja*. La oss starte med AB i figuren under som grunnlinje. Da er *høgda* linjestykket som går fra AB (eventuelt, som her, forlengelsen av AB) til C , og som står vinkelrett på AB .



Da det er tre sider vi kan velge som grunnlinje, har en trekant tre høyder.



Merk

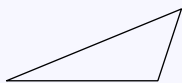
Høyde og grunnlinje kan også på liknende vis bli brukt i samband med andre mangekantar.

0.2 Egenskaper for trekanter og firkanter

I tillegg til å ha et bestemt antal sider og hjørner, kan mangekantar også ha andre egenskaper, som for eksempel sider eller vinkler av lik størrelse, eller sider som er parallelle. Vi har egne navn på mangekantar med spesielle egenskaper, og disse kan vi sette opp i en oversikt der noen "arver"¹ egenskaper fra andre.

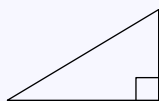
0.2 Trekantar

Trekant $\begin{cases} \rightarrow \text{Rettvinklet trekant} \\ \rightarrow \text{Likebeint trekant} \end{cases} \rightarrow \text{Likesidet trekant}$



Trekant

Har tre sider og tre hjørner.



Rettvinklet trekant

Har en vinkel som er 90° .



Likebeint trekant

Minst to sider er like lange.
Minst to vinklar er like store.



Likesida trekant

Sidene er like lange.
Vinklane er 60° .

Eksempel

Da en likesidet trekant har tre sider som er like lange og tre vinkler som er 60° , er den også ein likebeint trekant.

Språkboksen

Den lengste siden i en rettvinklet trekant blir gjerne kalt *hypotenus*. De korteste sidene blir gjerne kalt *kateter*.

¹I [Regel 0.2](#) og [Regel 0.4](#) er dette indikert med piler.

0.3 Summen av vinklane i ein trekant

I en trekant er summen av vinkelverdiene 180° .

$$\angle A + \angle B + \angle C = 180^\circ$$



0.3 Summen av vinklane i ein trekant (forklaring)



Vi tegner et linjestykke FG som går gjennom C og som er parallell med AB . Videre setter vi punktet E og D på forlengelsen av henholdsvis AC og BC . Da er $\angle A = \angle GCE$ og $\angle B = \angle DCF$. $\angle ACB = \angle ECD$ fordi de er toppvinkler. Vi har at

$$\angle DCF + \angle ECD = \angle GCE = 180^\circ$$

Altså er

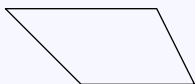
$$\angle CBA + \angle ACB + \angle BAC = 180^\circ$$

0.4 Firkantar



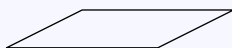
Firkant

Har fire sider og fire hjørner.



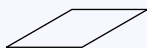
Trapez

Har minst to sider som er parallelle.



Parallelogram

Har to par med parallelle sider.
Har to par med like vinkler.



Rombe

Sidene er like lange



Rektangel

Alle vinklene er 90° .



Kvadrat

Eksempel

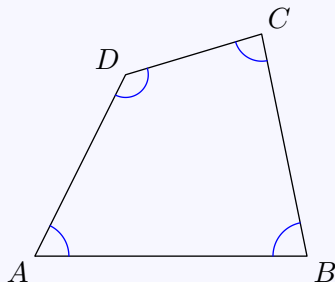
Kvadratet er både en rombe og et rektangel, og "arvar" derfor egenskapane til disse. Dette betyr at i et kvadratet er

- alle sidene like lange
- alle vinklene 90° .

0.5 Summen av vinklane i ein firkant

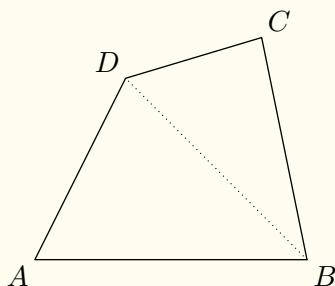
I ein firkant er summen av vinkelverdiene 360° .

$$\angle A + \angle B + \angle C + \angle D = 360^\circ$$



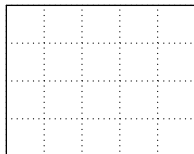
0.5 Summen av vinklane i ein firkant (forklaring)

Den samlede vinkelsummen i $\triangle ABD$ og $\triangle BCD$ utgjør vinkelsummen i $\square ABCD$. Av [Regel 0.3](#) vet vi at vinkelsummen i alle trekanter er 180° , altså er vinkelsummen i $\square ABCD$ lik $2 \cdot 180^\circ = 360^\circ$.

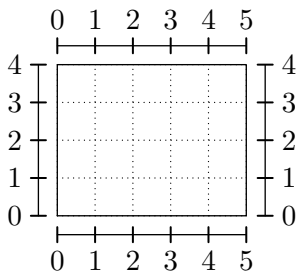


0.3 Omkrins

Når vi måler hvor langt det er rundt en lukket form, finner vi *omkretsen* til figuren. La oss starte med å finne omkretsen til dette rektangelet:



Rektangelet har to sider med lengde 4 og to sider med lengde 5:



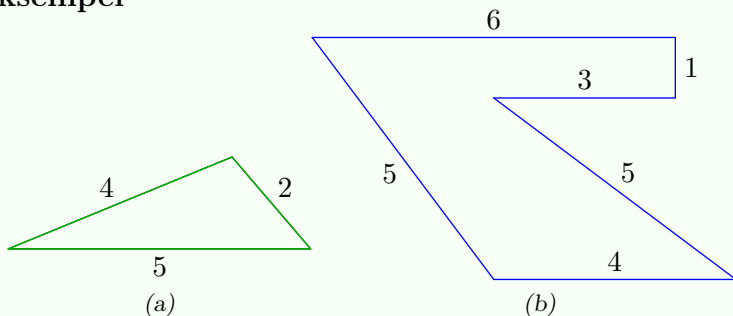
Dette betyr at

$$\begin{aligned}\text{Omkretsen til rektangelet} &= 4 + 4 + 5 + 5 \\ &= 18\end{aligned}$$

0.6 Omkrets

Omkrets er lengden rundt en lukket figur.

Eksempel



I figur (a) er omkretsen $5 + 2 + 4 = 11$.

I figur (b) er omkretsen $4 + 5 + 3 + 1 + 6 + 5 = 24$.

0.4 Areal

Overalt rundt oss kan vi se *overflater*, for eksempel på et gulv eller et ark. Når vi ønsker å si noe om hvor store overflater er, må vi finne *arealet* deres. Idéen bak begrepet areal er denne:

Vi tenker oss et kvadrat med sidelengder 1. Dette kallar vi *enerkvadratet*.

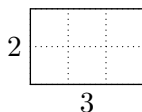


Så ser vi på overflaten vi ønsker å finne arealet til, og spør:

”Hvor mange enerkvadrat er det plass til på denne overflata?”

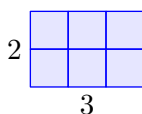
Arealet til eit rektangel

La oss finne arealet til et rektangel som har grunnlinje 3 og høyde 2.



Vi kan da telle oss frem til at rektangelet har plass til 6 enerkvadrat:

Arealet til rektangelet = 6

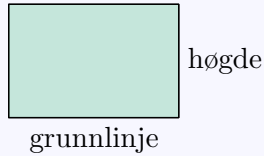


Ser vi tilbake til [seksjon ??](#), legger vi merke til at

$$\begin{aligned}\text{Arealet til rektangelet} &= 3 \cdot 2 \\ &= 6\end{aligned}$$

0.7 Arealet til eit rektangel

$$\text{Areal} = \text{grunnlinje} \cdot \text{høgde}$$

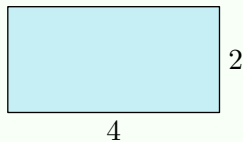


Breidde og lengde

Ofte blir ordene *bredde* og *lengde* brukt om grunnlinja og høgda i et rektangel.

Eksempel 1

Finn arealet til rektangelet¹.

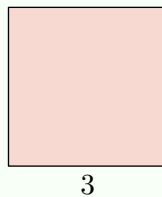


Svar:

$$\text{Arealet til rektangelet} = 4 \cdot 2 = 8$$

Eksempel 2

Finn arealet til kvadratet.



Svar:

$$\text{Arealet til kvadratet} = 3 \cdot 3 = 9$$

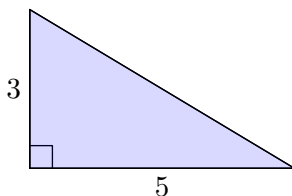
¹Merk: Lengdene vi bruker som eksempel i en figur vil ikke nødvendigvis samsvare med lengdene i en annen figur. En sidelengde lik 1 i en figur kan altså vere kortere enn en sidelengde lik 1 i en annen figur.

Arealet til ein trekant

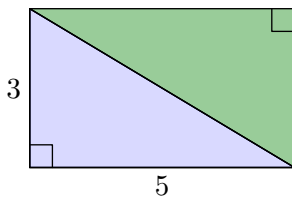
For trekanter er det tre forskjellige tilfeller vi må se på:

1) *Tilfellet der grunnlinja og høgda har et felles endepunkt*

La oss finne arealet til en rettvinklet trekant med grunnlinje 5 og høgde 3.



Vi kan nå lage et rektangel ved å ta ein kopi av trekanten vår, og så legge langsidenes til de to trekantene sammen:



Av [Regel 0.7](#) vet vi at arealet til rektangelet er $5 \cdot 3$. Arealet til én av trekantene må utgjøre halvparten av arealet til rektangelet, altså er

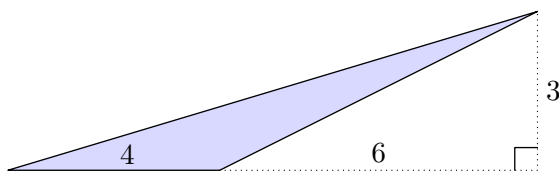
$$\text{Arealet til den blå trekanten} = \frac{5 \cdot 3}{2}$$

For den blå trekanten er

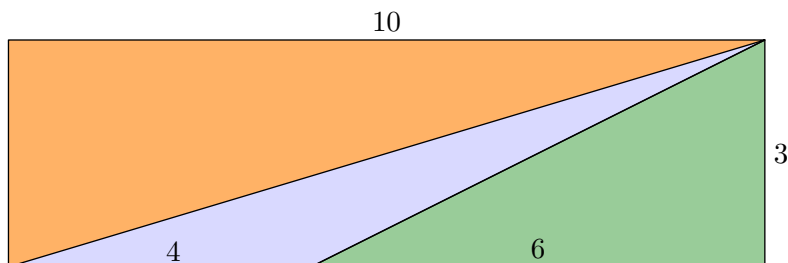
$$\frac{5 \cdot 3}{2} = \frac{\text{grunnlinje} \cdot \text{høgde}}{2}$$

2) Tilfellet der høyda ligg utenfor trekanten

Trekanten under har grunnlinje 4 og høyde 3.



Med denne trekanten som utgangspunkt, danner vi et rektangel:



Vi gir nå arealene følgende navn:

Arealet til rektangelet = R

Arealet til den blå trekanten = B

Arealet til den oransje trekanten = O

Arealet til den grønne trekanten = G

Da har vi at (både den oransje og den grønne trekanten er rettvinklet)

$$R = 3 \cdot 10 = 30$$

$$O = \frac{3 \cdot 10}{2} = 15$$

$$G = \frac{3 \cdot 6}{2} = 9$$

Videre er

$$\begin{aligned} B &= R - O - G \\ &= 30 - 15 - 9 \\ &= 6 \end{aligned}$$

Legg nå merke til at vi kan skrive

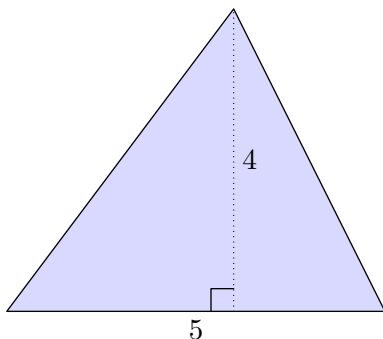
$$6 = \frac{4 \cdot 3}{2}$$

I den blå trekanten gjenkjenner vi dette som

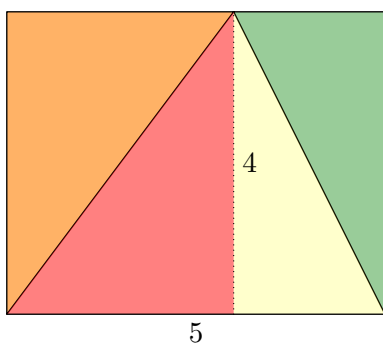
$$\frac{4 \cdot 3}{2} = \frac{\text{grunnlinje} \cdot \text{høyde}}{2}$$

3) Tilfellet der høgda ligger inni trekanten, men ikke har felles endepunkt med grunnlinja

Trekanten under har grunnlinje 5 og høgde 4.



Med denne trekanten (og høgda) som utgangspunkt, danner vi denne figuren:



Vi legger nå merke til at

- arealet til den røde trekanten utgjør halve arealet til rektangelet som består av den røde og den oransje trekanten.
- arealet til den gule trekanten utgjør halve arealet til rektangelet som består av den gule og den grønne trekanten.

Summen av arealene til den gule og den røde trekanten utgjør altså halvparten av arealet til rektangelet som består av alle de fire fargede trekantene. Arealet til dette rektangelet er $5 \cdot 4$, og da vår opprinnelige trekant (den blå) består av den røde og den oransje trekanten, har vi at

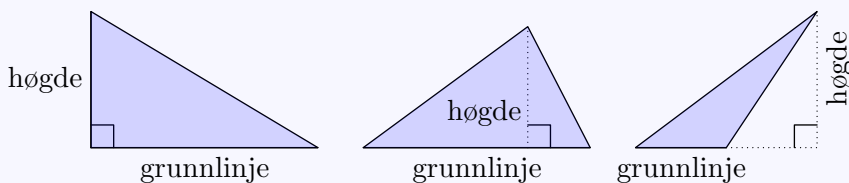
$$\text{Arealet til den blå trekanten} = \frac{5 \cdot 4}{2} = \frac{\text{grunnlinje} \cdot \text{høgde}}{2}$$

Alle tilfella oppsummert

En av de tre tilfellene vi har studert vil alltid gjelde for ei valgt grunnlinje i en trekant, og alle tilfellene resulterte i det samme uttrykket.

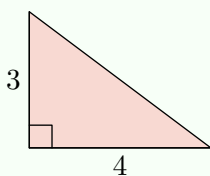
0.8 Arealet til ein trekant

$$\text{Areal} = \frac{\text{grunnlinje} \cdot \text{høgde}}{2}$$



Eksempel 1

Finn arealet til trekanten.

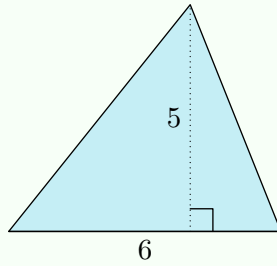


Svar:

$$\begin{aligned}\text{Arealet til trekanten} &= \frac{4 \cdot 3}{2} \\ &= 6\end{aligned}$$

Eksempel 2

Finn arealet til trekanten.

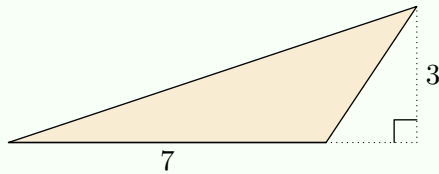


Svar:

$$\text{Arealet til trekanten} = \frac{6 \cdot 5}{2} = 15$$

Eksempel 3

Finn arealet til trekanten.



Svar:

$$\text{Arealet til trekanten} = \frac{7 \cdot 3}{2} = \frac{21}{2}$$