



Cabri Geometri II pluss
Håndbok

Høgskolen i Agder
2006

2005 CABRILOG S.A.S.

Cabri Geometry™ er varemerket til CABRILOG S.A.S.

©2005 CABRILOG SAS

Forfatter: Erik Bainville

Oversetter: Veslemøy Johnsen

Siste oppdatering: 04.05.06

For nye versjoner: www.cabri.com

Feilrapportering: support@cabri.com

Grafisk design, layout & kontroll: Cabrilog

Norsk hjemmeside: http://www.hia.no/real FAG/diverse/cabri.php3?menu_id=8

Innholdsfortegnelse

OM DENNE HÅNDBOKA	4
1 KOM I GANG – GRUNNLEGGENDE VEILEDNING	6
1.1 Filosofi	6
1.2 Brukergrensesnitt	7
1.3 Bruk av musa	9
1.4 Den første konstruksjonen.....	10
2 EULERLINJEN	15
3 JAKT PÅ PUNKTET	20
4 VARIGNON-FIRKANTEN	23
5 OBJEKTER OG VERKTØY	27
5.1 Punkt	27
5.2 Linje.....	28
5.3 Linjestykke.....	28
5.4 Stråle.....	29
5.5 Vektor	29
5.6 Trekant.....	29
5.7 Mangekant	30
5.8 Sirkel.....	30
5.9 Bue	31
5.10 Kjeglesnitt	31
5.11 Lokus	31
5.12 Avbildninger	32
5.13 Makroer.....	33
5.14 Tall.....	35

5.15	Egenskaper.....	36
5.16	Uttrykk	37
5.17	Tekst	38
5.18	Marker en vinkel	38
5.19	Akser.....	39
5.20	Rutenett	39
5.21	Lag tabell.....	39
6	UTFORSKINGSVERKTØY	41
6.1	Spor.....	41
6.2	Fastsett / Fristill	41
6.3	Definer på nytt.....	41
6.4	Animasjon	41
6.5	Ta opp sesjon	42
6.6	Historievinduet	42
7	UTSEENDE	43
7.1	Farge.....	43
7.2	Fyllfarge	43
7.3	Tekstfarge	44
7.4	Utseende til punkter	44
7.5	Utseende til linjer, smarte linjer	44
7.6	Tegn og justering.....	44
7.7	Likninger og antall desimaler	45
7.8	Bilder og teksturer knyttet til objekter	45
7.9	Samtidig valg av utseende.....	45
8	INNSTILLINGER OG TILPASNINGER	46
8.1	Dialogboksen for innstillinger	46
8.1.1	Valg av lokus.....	46

8.1.2	Standard stiler	46
8.1.3	Geometri-system	47
8.1.4	Systemvalg	47
8.1.5	Vis presisjon og enheter	47
8.1.6	Koordinatsystem og likninger	47
8.2	Verktøykonfigurasjon	48
8.3	Språk	48
9	BRUKERGRENSESNITT	49
9.1	Menylinjen	49
9.1.1	Fil-menyen	49
9.1.2	Rediger-menyen	50
9.1.3	Valg-menyen	50
9.1.4	Vindu-menyen	50
9.1.5	Sesjon-menyen	51
9.1.6	Hjelp-menyen	51
9.1.7	Annet	51
9.2	Verktøylinjen	52
9.2.1	Pekere	53
9.2.2	Punkter	53
9.2.3	Linjer	53
9.2.4	Kurver	54
9.2.5	Konstruksjoner	54
9.2.6	Avbildninger	54
9.2.7	Makroer	55
9.2.8	Egenskaper	55
9.2.9	Målinger	55
9.2.10	Tekst og symboler	56
9.2.11	Stilvalg	56
9.2.12	Kalkulator	58
9.3	Verktøysøylen for stilvalg	60
10	EKSPORT OG UTSKRIFT	61
11	PEDALTREKANTER	63
12	FUNKSJONER	68
13	TESSELLERINGER	73
14	STIKKORDSLISTE	78

Om denne håndboka

Velkommen!

Velkommen til Cabri Geometry™ – en interaktiv geometrisk verden.

Cabri Geometri ble opprinnelig utviklet i samarbeide mellom IMAC, et forskningslaboratorium ved CNRS (Centre National de Recherche Scientifique) og Joseph Fourier University i Grenoble, Frankrike. Jean-Marie Laborde, opphavsmannen til Cabri, startet arbeidet med prosjektet i 1985, et prosjekt med formål å gjøre det lettere å undervise og lære geometri.

I dag har mer enn 15 millioner brukere gleden av å arbeide med Cabri Geometri, som tilbys både på datamaskiner og på grafiske kalkulatorer fra Texas Instruments (TI).

Å konstruere geometriske objekter med datamaskin gir helt andre muligheter enn å gjøre tradisjonelle oppgaver på papir med blyant, passer og linjal. Cabri Geometri er enkelt å bruke. Du kan tegne eller konstruere 2- og 3-dimensjonale figurer, fra de enkleste til de virkelig kompliserte. Du kan fritt manipulere figurene på et hvilket som helst stadium for å kontrollere konstruksjonen, formulere påstander, måle eller fjerne objekter, beregne, gjøre forandringer eller starte helt på nytt igjen. Cabri Geometri er et viktig verktøy i undervisning og læring av geometri, laget for lærere og elever på alle nivåer, fra grunnskole til universitet.

Noen nyheter i versjon II Pluss er:

- **Brukergrensesnitt:** Ikonene er nye, større og lettere å lese. Menyene som vises for å gjøre valg i tvilstilfeller, er mer intuitive. Et objekts egenskaper kan endres med noen få klikk.
- **Navn:** Det kan settes navn på alle grafiske objekter, og navnet kan flyttes hvor som helst rundt objektet.
- **Uttrykk:** Uttrykk kan defineres med en eller flere variable og evalueres dynamisk.
- **Grafer oppdateres dynamisk:** Grafer til en eller flere funksjoner kan tegnes og studeres, og direkte manipulasjon gjør at funksjonens resultater kan studeres når parametrene endres.
- **Geometriske steder (Loki):** Her vises loki til punkter eller objekter, loki til loki og skjæringspunkter med loki. Verktøyet **Lokus** kan også brukes til å tegne kurver til algebraiske likninger.
- **Smarte linjer:** Bare den ”nyttige” delen av en linje vises. Lengden av denne delen kan endres når som helst.
- **Farger:** Farge på objekter, tekst og områder kan velges fra den nye, utvidete fargepaletten, eller den nye, dynamiske fargevelgeren kan brukes.
- **Bilder (Bitmap, JPEG, GIF):** Bilder kan knyttes til objekter i figuren (punkter, linjestykker, mangelkanter, bakgrunn). Bildet oppdateres ved animasjon og når figuren manipuleres.
- **Tekst:** Stil, skrifttype og teksteegenskaper til hvert enkelt tegn kan redigeres.
- **Historievinduet:** Et vindu kan åpnes, som beskriver alle stadier i konstruksjonen.
- **Opptak av en sesjon:** Det kan gjøres opptak av en sesjon mens programmet brukes. Sesjonen kan siden vises på skjermen eller skrives ut for å undersøke elevenes framgang eller oppdage eventuelle problemer elevene måtte ha i denne forbindelse.

- **Import/Eksport av figurer:** Figurer kan overføres til og fra datamaskinen til Cabri Junior på TI grafiske kalkulatorer (TI-83 Plus og TI-84 Plus.)
Alle disse nye funksjonene kan gi nye dimensjoner til studentenes eller elevenes læring.

Denne håndboka er delt i tre deler:

Del A

Kom i gang – grunnleggende veiledning er laget for første gangs brukere av Cabri Geometri. De blir kjent med brukergrensesnittet og hvordan musa brukes. Erfaringer viser at de fleste lærer å bruke Cabri svært raskt, og at elever holder på med genuin geometri allerede etter en halv times utforsking av programmet.

Utforsking – videre veiledning foreslår aktiviteter for elever på videregående skoles nivå – interaktiv utforsking av geometri.

Del B

Referansedelen er en fullstendig referanseliste for programmet.

Del C

Gå videre – avansert veiledning foreslår flere aktiviteter på nivå videregående skole eller studenter i første år på universitet eller høgskole. Aktivitetene her er for en stor del uavhengige av hverandre. Brukeren inviteres til å utføre konstruksjonene som er beskrevet i detalj, og deretter forsøke seg på oppgavene som følger.

Cabri Geometri II Pluss refereres heretter til som Cabri Geometri.

Besøk vår nettside www.cabri.com for informasjon om nye produkter. Her fins også lenker til andre nettsider og informasjon om bøker som omhandler geometri og Cabri.

Gruppen Cabrilog ønsker alle brukere mange spennende timer med konstruksjon, utforsking og oppdagelse – og med å lære geometri.

Del A

1 Kom i gang – grunnleggende veiledning

1.1 Filosofi

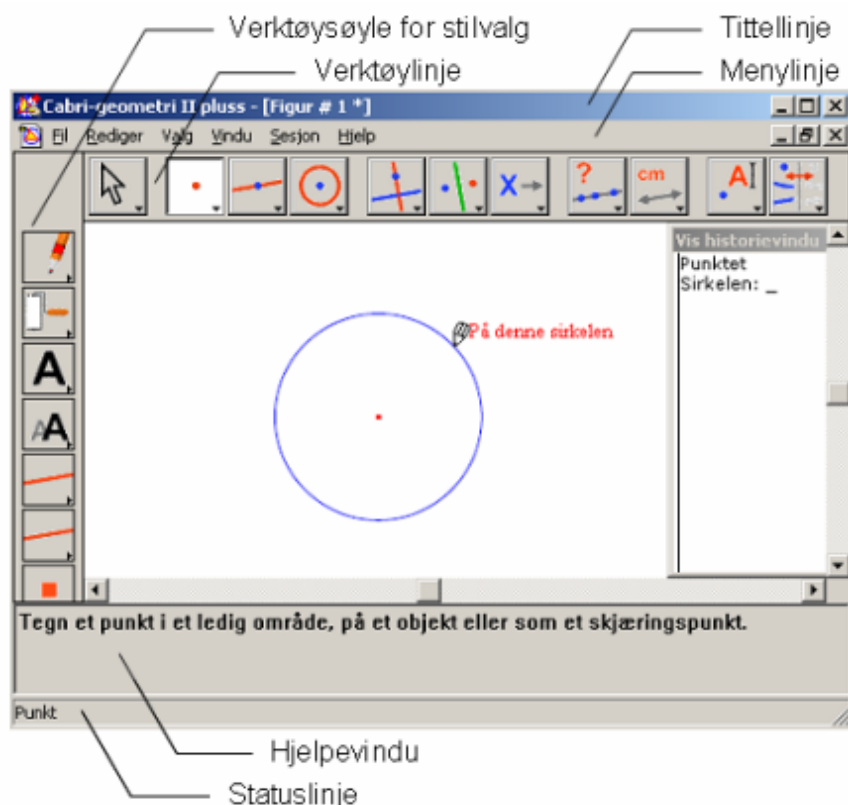
Hensikten med Cabri Geometri er å skape størst mulig samhandling (ved hjelp av tastatur og mus) mellom bruker og program. I et hvert tilfelle må programmet oppføre seg slik som brukeren venter: på den ene siden ved å respektere standarder som er satt for den tekniske delen av programmet, og på den andre siden ved å følge den mest fornuftige matematiske metoden.

Et dokument i Cabri Geometri består av en figur som kan tegnes hvor som helst på et virtuelt kvadratisk papirark på 1 m^2 . En figur består av vanlige geometriske objekter som punkter, linjer og sirkler, samt tall, tekst, formler osv.

Et dokument kan også inneholde makrokonstruksjoner, som gir mulighet for at midlertidige konstruksjoner kan lagres og reproduseres, noe som utvider funksjonaliteten til programmet.

Cabri Geometri tillater at mange dokumenter kan være åpne samtidig.

1.2 Brukergrensesnitt



Figur 1.1 Hovedvinduet til Cabri Geometri.

Figuren ovenfor viser de forskjellige områdene i hovedvinduet til Cabri Geometri. Når Cabri Geometri startes, vises ikke verktøysøylen for stilvalg, hjelpevinduet eller historievinduet.

Tittellinjen viser figurens navn (hvis en tidligere figur er blitt åpnet eller denne er lagret). Den viser Figur #1, 2, osv. hvis figuren ikke har fått navn.

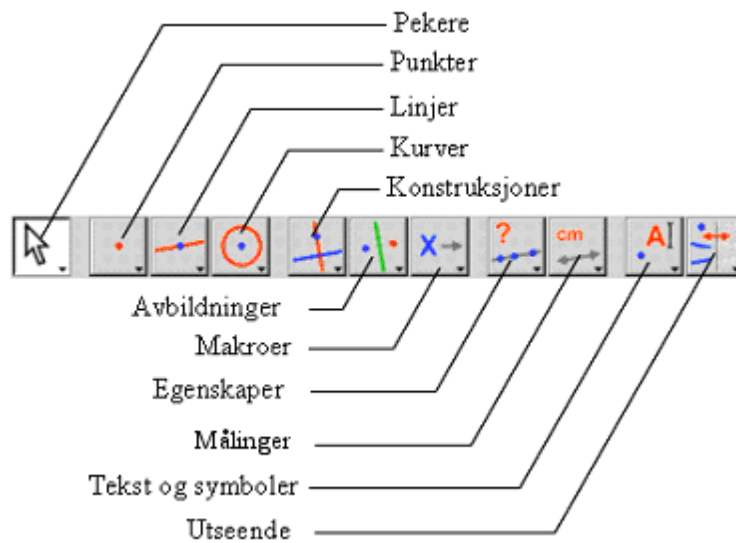
Menylinjen lar brukeren behandle dokumenter og sesjoner og kontrollere programmets generelle utseende og virkemåte.

I denne håndboka skrives en kommando fra menylinjen slik **[Meny]Kommando**. For eksempel **[Fil]Lagre som...** betyr kommandoen *Lagre som...* hentet fra filmenyen.

Verktøylinjen viser verktøyene som brukes til å konstruere og manipulere figurer. Den består av flere verktøybokser, hver av disse viser ett verktøy fra boksen som et ikon på linjen. Et kort enkeltklikk på denne knappen aktiverer det tilsvarende verktøyet. Klikk-og-hold på knappen åpner verktøyboksen som en rullegardinmeny. Dra til et annet verktøy for å velge dette; det vises dermed med sitt ikon på verktøyboksen.

Verktøylinjen kan fritt endres av brukeren og låses som en konfigurasjon, for eksempel ved bruk i en skoleklasse. (Se kapitlet: "Innstillinger og

tilpasninger” i ”Referansedelen”.



Figur 1.2 - Standard verktøylinje med navnene på de enkelte verktøyboksene.

Videre i denne håndboken henvises det slik til et verktøy fra verktøyboksen: **[Verktøyboks]Verktøy** og det tilsvarende ikonet vises i margen. (Navn som er for lange for margen, forkortes.) For eksempel, **[Linjer]Stråle** representerer verktøyet *Stråle* fra verktøyboksen *linjer*.



Ikonene på verktøylinjen kan vises i stort eller lite format. For å endre størrelse flyttes musepekeren til en posisjon til høyre for det siste verktøyet som vises på verktøylinjen. Klikk på høyre museknapp og velg ”Små ikoner”.

Statuslinjen viser navnet på det aktive verktøyet.

Verktøysøylen **Stilvalg** brukes til å endre stilvalgene til de enkelte objektene: farge, størrelse, stil... Dette verktøyet aktiveres ved **[Valg]Vis stilvalg** og deaktiveres med **[Valg]Skjul stilvalg**. F9 kan også brukes.

Hjelpevinduet viser hjelp til det aktive verktøyet. Det viser hvilke objekter som forutsettes gitt, og hva som vil bli konstruert. F1 kan også brukes til å aktivere/deaktivere dette vinduet.

Historievinduet inneholder en skriftlig beskrivelse av figuren. Alle objektene som er konstruert, listes opp sammen med konstruksjonsmetoden som er brukt. Dette vinduet åpnes med **[Valg]Vis historievindu** og skjules med **[Valg]Skjul historievindu**. F10 kan også brukes til å slå av og på dette.

Tegneområdet viser en del av det totale området som er tilgjengelig. Det er her de geometriske konstruksjonene utføres.

1.3 Bruk av musa

De fleste av programmets funksjoner kontrolleres av museoperasjoner. Musa kan brukes til å:

- flytte pekeren
- trykke på en knapp
- holde, dra og slippe en knapp

Når museknappen brukes til å flytte pekeren over tegneområdet, informerer programmet oss på tre forskjellige måter om det forventede resultatet av et klikk eller dra-og-slipp.

- formen på pekeren
- en melding vises ved siden av pekeren
- en liten del av objektet som konstrueres vises

Avhengig av konstruksjonen vil meldingen eller objekt delen bli vist.

Her følger en liste over de forskjellige pekerne:

Et eksisterende objekt kan velges



Et eksisterende objekt kan velges, flyttes eller brukes i en konstruksjon.



Et eksisterende objekt er blitt klikket på for å bli valgt, eller for å kunne brukes i en konstruksjon.



Flere valg under pekeren er mulig. Et klikk fører til at en meny vises, og det ønskede objektet kan velges fra en liste.



Et objekt flyttes.



Pekeren befinner seg på et ledig tegneområde, og her kan det markeres et rektangulært område ved klikk-og-dra.



Den synlige delen av tegnearket kan flyttes. Dette kan også gjøres ved å holde nede Ctrl-tasten. Dra-og-slipp flytter vinduet i forhold til tegnearket.



Arbeidsarket forskyves.



Et klikk vil avsette et nytt, uavhengig og flyttbart punkt på tegneområdet.



Et klikk vil avsette et nytt, uavhengig og flyttbart punkt på et eksisterende objekt, eller et nytt punkt på skjæringen mellom to eksisterende objekter.



Et klikk vil føre til at objektet under pekeren vil fylles med valgt farge.



Et klikk vil forandre utseende (f. eks. farge, stil eller tykkelse) av objektet under pekeren.

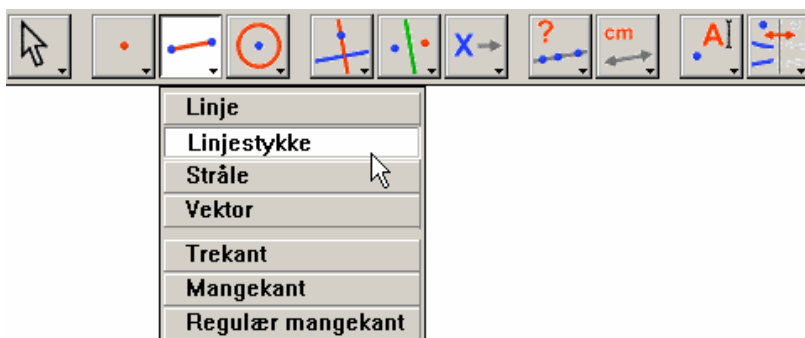


1.4 Den første konstruksjonen


Som en illustrasjon til dette kapitlet vises konstruksjonen av et kvadrat med gitt diagonal. Når Cabri Geometri startes, vil et nytt, tomt, virtuelt tegneark settes opp, og brukeren kan med en gang begynne på en konstruksjon.

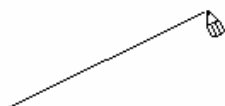
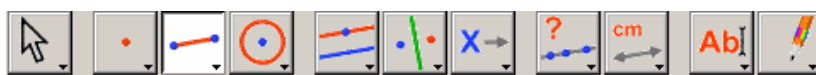
Konstruer linjestykket som skal bli diagonal i kvadratet. Velg først [Linjer]Linjestykke.

 Linjestykke

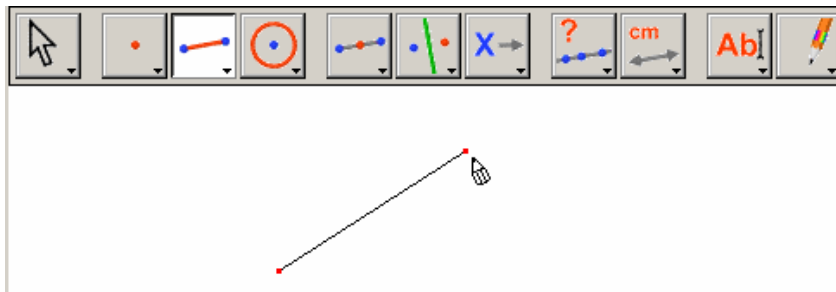


Figur 1.3 – Valg av [Linjer] Linjestykke.

Flytt så pekeren over tegneområdet. Den vil se slik ut: . Et klikk avsetter det første punktet. Fortsett å bevege pekeren over tegneområdet. Et linjestykke vil gå ut fra det første punktet til pekeren, og viser hvor linjestykket kan bli avsatt. Det andre punktet avsettes også med et klikk. Tegningen inneholder nå to punkter og et linjestykke.




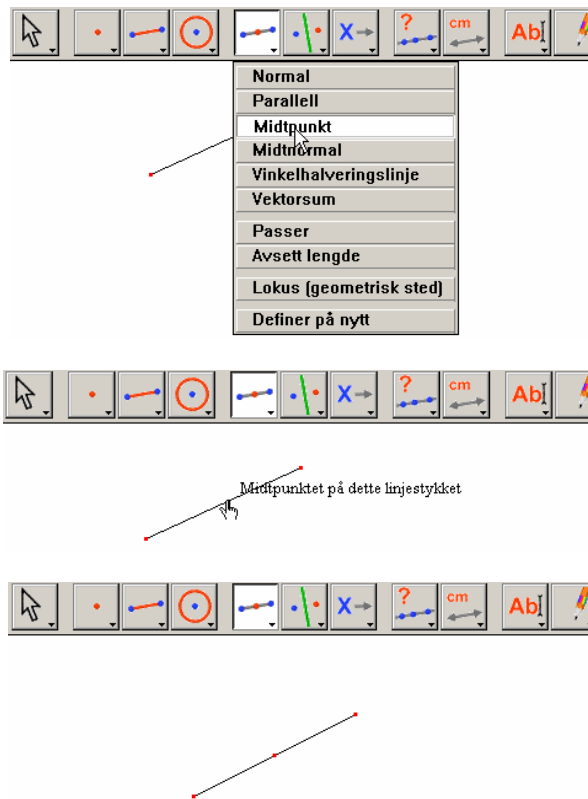
Figur 1.4– Avsett et punkt. En forhåndsvisning av linjestykket flyttes med pekeren til det andre punktet avsettes med et klikk.



Figur 1.5 – Linjestykket er avsatt. Verktøyet [Linjer]Linjestykke er fremdeles aktivt, slik at brukeren kan avsette et nytt linjestykke.

For å konstruere kvadratet, konstruer først en sirkel med dette linjestykket som diameter. Sentrum i sirkelen er midtpunktet på linjestykket. For å

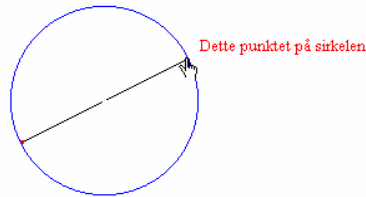
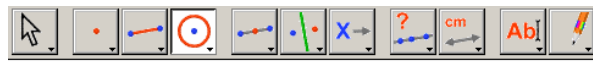
konstruere dette midtpunktet, velg [**Konstruksjoner**]**Midtpunkt**, og pekeren flyttes så over linjestykket. Meldingen Midtpunktet på dette linjestykket vises ved siden av pekeren, som forandres til . Midtpunktet avsettes med et klikk.




Figur 1.6 – Konstruksjon av midtpunktet på et linjestykke.

Velg [**Kurver**]**Sirkel** og flytt pekeren nær midtpunktet. Meldingen Dette sentrum vises. [**Kurver**]**Sirkel** krever at det velges et punkt som sentrum i sirkelen, klikk derfor på midtpunktet for å velge det. Etter som pekeren flyttes, vises en sirkel. Flytt pekeren nær et av endepunktene på linjestykket, og Cabri viser Dette punktet på sirkelen. Klikk og sirkelen er fullført.





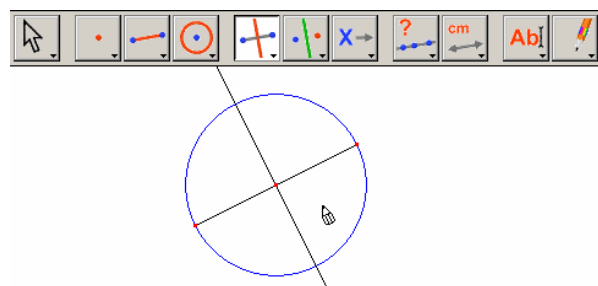
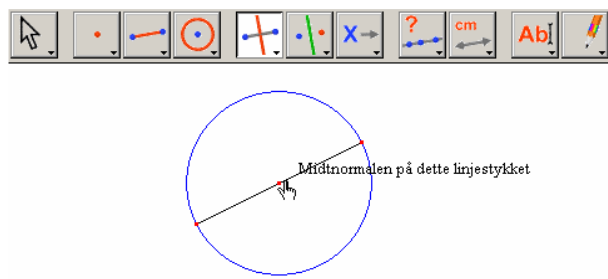
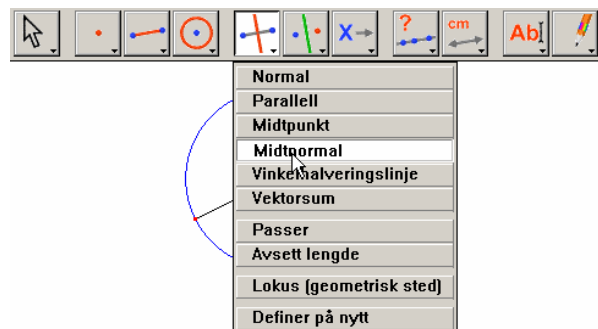
Figur 1.7 – Konstruksjon av en sirkel med et gitt linjestykke som diameter.

Bruk **[Pekere]Pek på** til å endre figuren. De eneste flyttbare punktene på figuren er endepunktene til linjestykket. Når pekeren beveges over et av disse punktene, forandrer den form til , og meldingen Dette punktet vises. Punktet eller linjestykket kan nå beveges med dra-og-slipp, og hele figuren oppdateres automatisk: Linjestykket tegnes på nytt, midtpunktet fortsetter å være midtpunkt på det nye linjestykket, og sirkelen tilpasses.



For å konstruere kvadratet, konstruer den andre diagonalen som er diameter i sirkelen og normalt på det opprinnelige linjestykket. Konstruer derfor midtnormalen på linjestykket: en linje, normalt på linjestykket gjennom midtpunktet. Velg **[Konstruksjoner]Midtnormal** og velg linjestykket ved å klikke på det. Midtnormalen konstrueres.

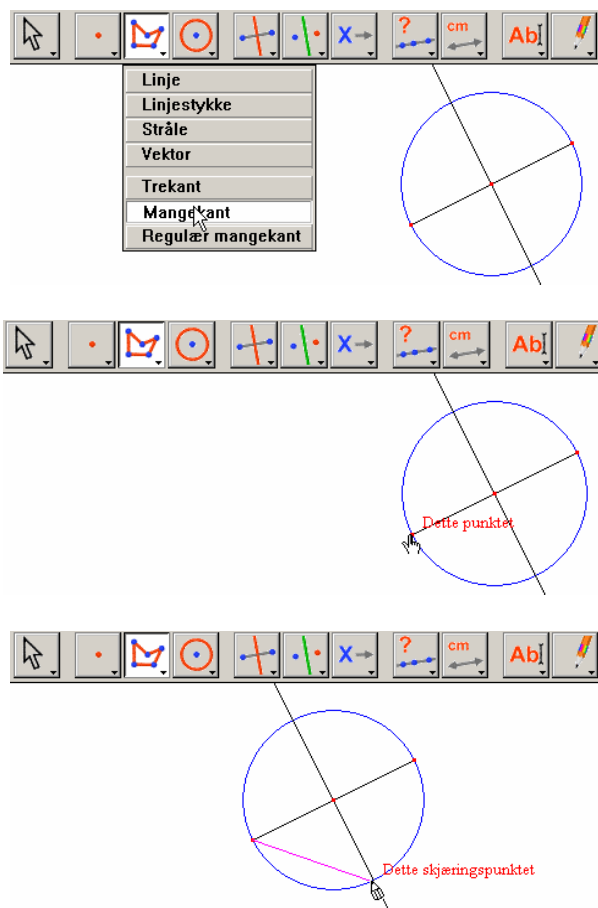




Figur 1.8 – Konstruksjon av midtnormalen på linjestykket for å bestemme den andre diagonalen i kvadratet.

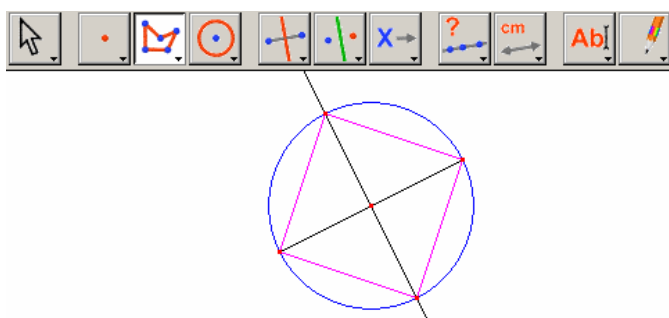
Til slutt, for å konstruere kvadratet, velg **[Linjer]Mangekant**. Dette verktøyet krever at det velges punkter for å definere hjørnene i mangekanten. Sekvensen avsluttes med å velge det første punktet en gang til eller dobbeltklikke på det siste punktet. De to skjæringspunktene mellom sirkelen og midtnormalen konstrueres ikke direkte. Cabri Geometri konstruerer dem implisitt når de skal brukes.





Figur 1.9 – Konstruksjon av kvadrat ved å bruke implisitt konstruksjon av skjæringspunktene mellom sirkelen og midtnormalen.

Med andre ord: Velg et endepunkt av linjestykket som første hjørne i en mangekant og flytt så pekeren til et av skjæringspunktene mellom sirkelen og midtnormalen. Meldingen Dette skjæringspunktet vises for å indikere at et museklikk vil konstruere skjæringspunktet og samtidig velge det som det neste hjørnet i mangekanten. Klikk for å velge dette punkt. Velg deretter det andre endepunktet av linjestykket, så det andre skjæringspunktet mellom sirkelen og midtnormalen og til slutt det første hjørnet på nytt, eller dobbeltklikk på det siste punktet i mangekanten.



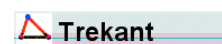
Figur 1.10 – Den første konstruksjonen med Cabri Geometri!

2 Eulerlinjen

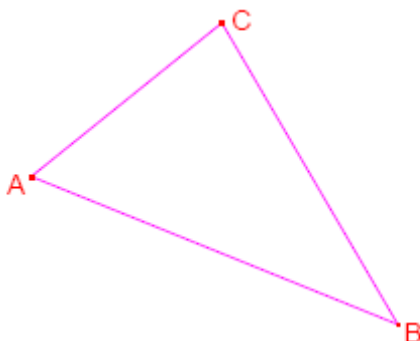
I dette kapitlet vises konstruksjonen av en vilkårlig trekant ABC og deretter trekantens tre medianer. Dette er linjer fra et hjørne til midtpunktet på motstående side. Deretter konstrueres de tre høydene i trekanten. Dette er linjene gjennom hvert av hjørnene og normalt på motstående side. Til slutt konstrueres midtnormalene på hver av sidene i trekanten, altså linjene normalt på hver side gjennom midtpunktet på siden.

Det er velkjent at henholdsvis de tre medianene, de tre høydene og de tre midtnormalene går gjennom ett punkt (vanligvis tre ulike punkter), og at disse tre punktene ligger på en rett linje som kalles Eulerlinjen til trekanten.

Bruk **[Linjer]Trekant** til å konstruere trekanten. Informasjon om hvordan verktøylinjen brukes fins i kapitlet ”Kom i gang – grunnleggende veiledning”.



Når **[Linjer]Trekant** er aktivt, velg tre nye punkter i tegnevinduet ved å klikke i et ledig område. Punktene kan få navn med en gang de er avsatt, ved å skrive inn navnet fra tastaturet. Når trekanten er konstruert, kan disse navnene flyttes rundt punktene for å plassere dem på et hensiktsmessig sted på figuren, for eksempel utenfor trekanten.



Figur 2.1 – Trekanten ABC konstrueres ved å bruke verktøyet **[Linjer]Trekant**. Sett navn på hjørnene ved å taste inn en bokstav samtidig som de avsettes.

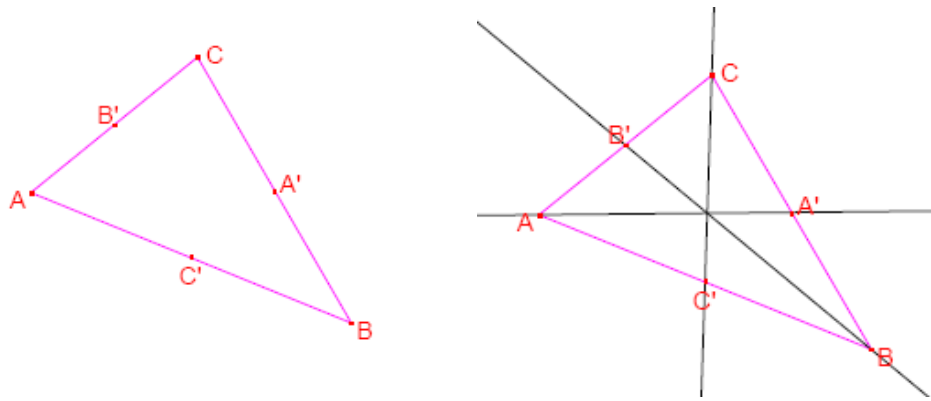
[Pekere]Pek på brukes til å flytte et navn. Dra i navnet ved å plassere pekeren på navnet til meldingen Dette navnet vises, hold museknappen nede, og bruk pekeren til å flytte navnet til ønsket sted. For å endre navn på et objekt, velg **[Tekst og symboler]Sett navn på**, klikk på navnet, og et redigeringsvindu vises.



Bruk **[Konstruksjoner]Midtpunkt** til å konstruere midtpunkter. For å konstruere midtpunktet på AB klikk først på A og så på B .



Midtpunktet på et linjestykke kan også konstrueres ved å klikke på selve linjestykket. Det nye punktet kan få navn med en gang, for eksempel C' . Midtpunktene på de andre sidene konstrueres på samme måte: A' på BC og B' på CA .



Figur 2.2 – Til venstre: For å konstruere midtpunkter, bruk **[Konstruksjoner]Midtpunkt**, som krever at det velges enten to punkter, et linjestykke eller en side i en mangekant. Til høyre: For å konstruere medianer, bruk **[Linjer]Linje**. Fargen kan endres med **[Utseende]Velg farge**.

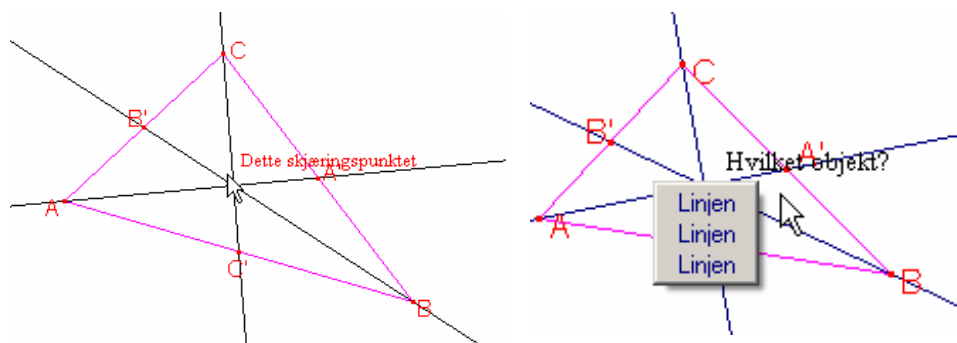
[Pekere]Pek på brukes til å flytte uavhengige, flyttbare punkter fritt innenfor tegneområdet. I dette tilfellet er de tre punktene A , B og C de uavhengige, flyttbare punktene. Hele konstruksjonen oppdateres automatisk så snart ett dem flyttes. På denne måten kan alle mulige variasjoner av konstruksjonen utforskes. For å se hvilke objekter i en konstruksjon som er flyttbare, velg **[Pekere]Pek på**, klikk og hold museknappen nede i et ledig område. Etter en kort pause vil de flyttbare objektene blinke.

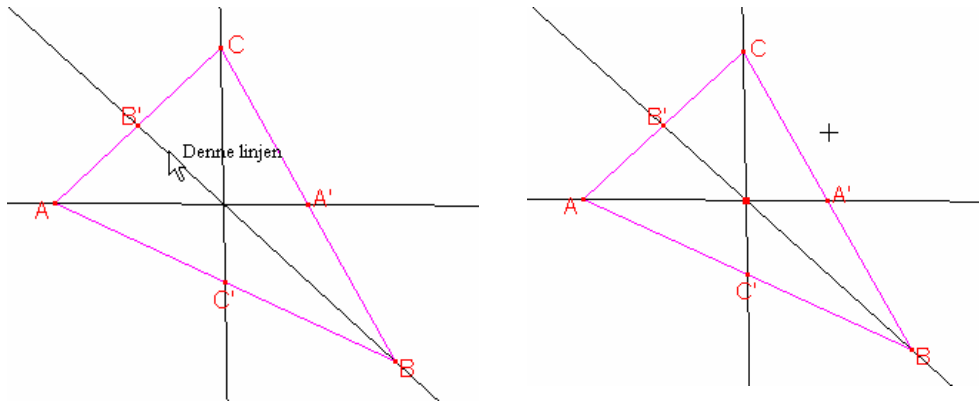


Bruk **[Linjer]Linje** til å konstruere de tre medianene. For å konstruere linjen AA' , klikk først på A , så på A' . Bruk **[Utseende]Velg farge** til å forandre farge på linjen. Velg farge fra paletten ved å klikke på aktuell farge og så på objektet som skal fargelegges.



Velg **[Punkter]Punkt** og flytt pekeren til skjæringspunktet for de tre medianene. Cabri Geometri forsøker å konstruere skjæringspunktet mellom to linjer, men fordi her er en tvetydighet (her er tre linjer som går gjennom det samme punktet), vises en meny der det kan velges hvilke to linjer som skal brukes til å konstruere punktet. Etter som pekeren flyttes nedover de forskjellige valgmulighetene, vil de tilsvarende linjene i figuren bli uthevet. Kall skjæringspunktet for medianene for G .



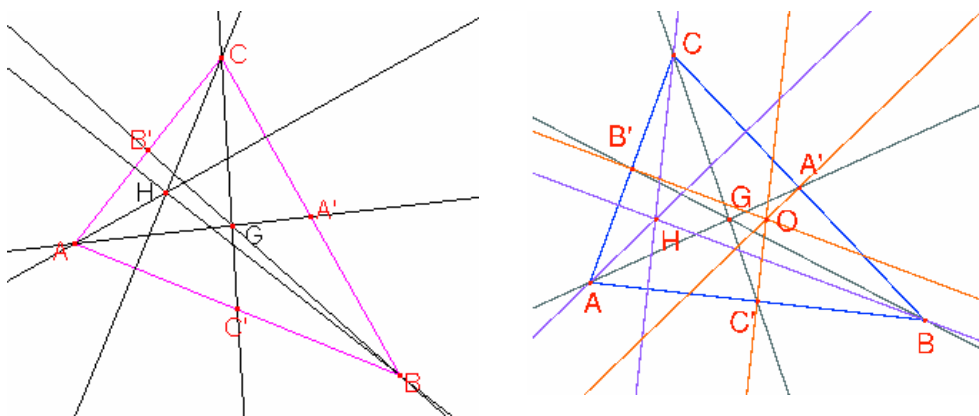


Figur 2.3 – Konstruksjon av skjæringspunktet mellom medianene, og hvordan tvetydigheten håndteres.

Bruk **[Konstruksjoner]Normal** til å konstruere høydene i trekanten. Dette verktøyet konstruerer den entydige linjen som er normal til en gitt retning gjennom et gitt punkt. Velg derfor et punkt og for eksempel en linje, en stråle eller et linjestykke. Rekkefølgen har ingen betydning her. Når høyden gjennom A skal konstrueres, velg A og siden BC . Bruk samme metode til å konstruere høydene gjennom B og C . På samme måte som forklart for medianene, velges farge for høydene. Konstruer så skjæringspunktet H .



Bruk **[Konstruksjoner]Midtnormal** til å konstruere midtnormalen til et linjestykke. Velg linjestykket eller de to endepunktene til linjestykket. Kall skjæringspunktet for de tre midtnormalene for O .

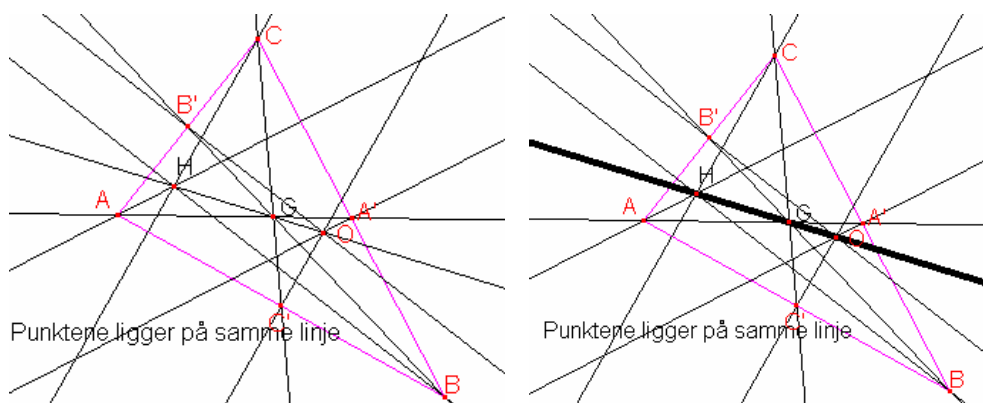
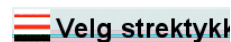


Figur 2.4 – Til venstre: Høydene konstrueres ved å bruke **[Konstruksjoner]Normal**. Til høyre: Midtnormalene konstrueres ved å bruke **[Konstruksjoner]Midtnormal**.

[Kontroller egenskaper]På linje? brukes til å sjekke om de tre punktene O , H og G ligger på samme linje. Klikk på de tre punktene etter hverandre, klikk så på et ledig sted på tegneområdet, og Cabri Geometri sier fra om de tre punktene ligger på linje eller ikke. Hvis de uavhengige punktene i figuren flyttes, oppdateres teksten samtidig med de andre delene av figuren.



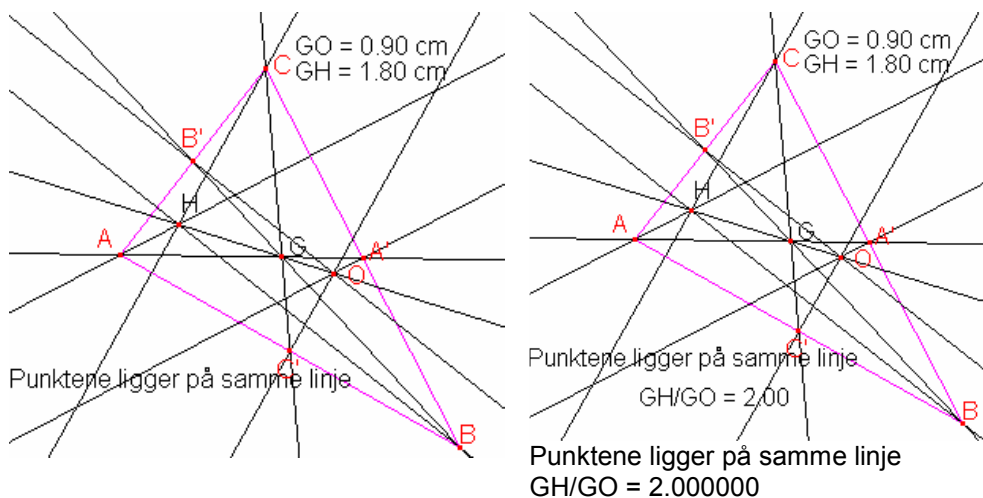
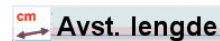
Eulerlinjen til trekanten konstrueres med **[Linjer]linje** gjennom de tre punktene O , H og G , ved å velge for eksempel O og H . Bruk **[Utseende]Velg strektykkelse** til å framheve denne linjen.



Figur 2.5 – Til venstre: Cabri sjekker om de tre punktene O , H og G ligger på samme linje. **[Kontroller egenskaper]På linje?** lager en melding *Punktene ligger på samme linje* eller ikke på samme linje. Til høyre: Eulerlinjen til trekanten kan framheves ved å bruke **[Utseende]Velg strektykkelse**.

Når formen på trekanten endres ved å forandre posisjonen til hjørnene, viser det seg at G alltid ligger mellom O og H , og også at den relative plasseringen på linjestykket ikke endres. Vi kan kontrollere dette ved å måle lengden til GO og GH .

Velg **[Målinger]Avstand og lengde**. Dette verktøyet måler avstanden mellom to punkter eller lengden av et linjestykke, avhengig av objektet som velges. Velg G og så O : avstanden mellom G og O vises, målt i cm. Gjør det samme med G og H . Når målingen er ferdig, kan den tilhørende tekstmeldingen redigeres ved å legge til for eksempel $GO=$ foran tallet.



Figur 2.6 – Til venstre: Bruk **[Målinger]Avstand og lengde** til å finne lengden av GO og GH . Til høyre: Bruk kalkulatoren – **[Målinger]Beregn** til å finne forholdet GH/GO og sjekk at det alltid er lik 2.

Ved å gjøre endringer på den opprinnelige trekanten, ser vi at GH alltid er dobbelt så lang som GO . Vi kan beregne forholdet GH/GO for å kontrollere dette. Bruk **[Målinger]Beregn**. Klikk på tekstmeldingen som viser lengden GH , så / og til slutt tekstmeldingen som viser avstanden GO . Trykk på = tasten for å få resultatet, som kan flyttes ut på tegneområdet. Når et tall velges med **[Pekere]Pek på**, kan antall desimaler som skal vises, økes eller minskes med tastene + og - . På denne måten kan forholdet vises med flere desimaler for å vise at det er sannsynlig at dette forholdet er konstant og lik 2.



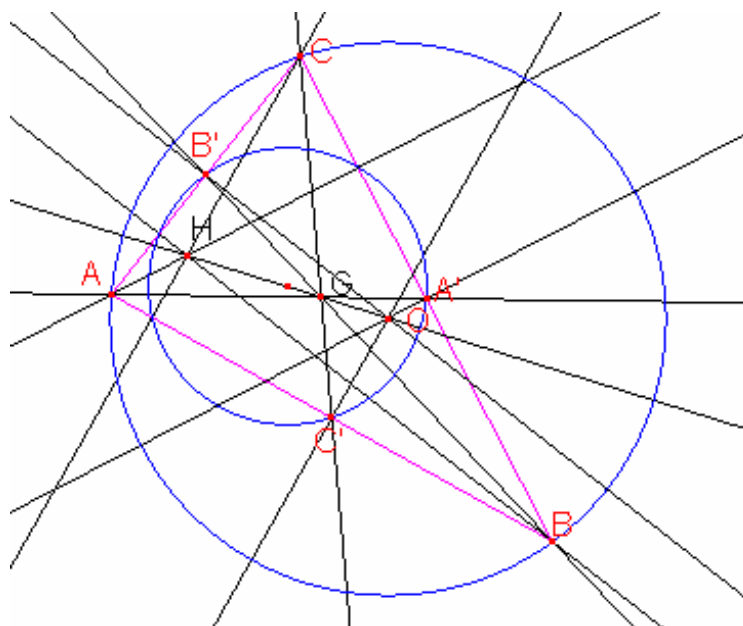
Øvelse 1

Konstruer den omskrevne sirkelen til trekanten, med sentrum i O , som går gjennom A , B og C . Bruk **[Kurver]Sirkel**.



Øvelse 2

Konstruer nippunkt-sirkelen til trekanten. Dette er sirkelen som har sentrum på midtpunktet av OH , og som går gjennom midtpunktene til sidene: A' , B' og C' , fotpunktet til hver av høydene, og midtpunktet til hvert av linjestykkene HA , HB og HC .



Figur 2.7 – Den ferdige figuren som viser trekanten med sin omskrevne sirkel og sin nippunkt-sirkel.

3 Jakt på punktet

Den følgende aktiviteten viser forskjellige måter å bruke Cabri Geometri til utforskning. Begynn med de tre gitte punktene A , B og C og se etter alle punkter M som er slik at

$$\overrightarrow{MA} + \overrightarrow{MB} + \overrightarrow{MC} = \vec{0}$$

Først plasseres fire punkter tilfeldig ved å bruke **[Pekere]Pek på**. Sett på navn: A , B , C og M .

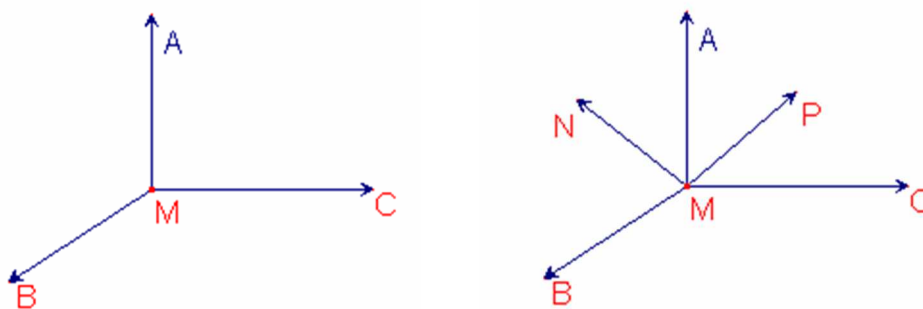


Vektorer kan tegnes og brukes i Cabri Geometri. Hver vektor representeres ved et linjestykke med retning eller med en pil. Konstruer vektoren \overrightarrow{MA} ved å bruke **[Linjer]Vektor**: Velg først M så A . Dette linjestykket representerer vektoren som har sitt startpunkt i M . Bruk samme metode til å konstruere \overrightarrow{MB} og \overrightarrow{MC} .

Konstruer deretter vektorsummen $\overrightarrow{MA} + \overrightarrow{MB}$ ved å bruke **[Konstruksjoner]Vektorsum**. Klikk først på de to vektorene, deretter på startpunktet til vektorsummen. Velg M her. Kall det andre endepunktet av vektoren for N .



Konstruer til slutt på samme måte vektorsummen til de tre vektorene som har M som startpunkt. Finn summen av vektorene \overrightarrow{MN} (som tilsvarer $\overrightarrow{MA} + \overrightarrow{MB}$) og \overrightarrow{MC} . Kall det andre endepunktet til denne vektoren for P .



Figur 3.1 – Til venstre: Start med tre vilkårlige punkter: A , B , C og et punkt til M , vektorene \overrightarrow{MA} , \overrightarrow{MB} og \overrightarrow{MC} tegnes.

Til høyre: Konstruer $\overrightarrow{MN} = \overrightarrow{MA} + \overrightarrow{MB}$ og $\overrightarrow{MP} = \overrightarrow{MA} + \overrightarrow{MB} + \overrightarrow{MC}$ ved å bruke **[Konstruksjoner]Vektorsum**.

Se etter løsningen på figuren. For å kunne gjøre dette, velg **[Pekere]Pek på** og flytt punktet M . Vektorsummen til de tre vektorene oppdateres kontinuerlig etter som M flyttes rundt i tegneområdet.



Størrelsen og retningen til \overrightarrow{MP} ser ut til å være avhengig av den relative posisjonen til M i forhold til punktene A , B og C . På denne måten kan vi

komme med (blant andre) følgende påstander:

- M har nøyaktig én posisjon der vektorsummen er 0. Det betyr at problemet har en entydig løsning. Punktet ligger innenfor trekanten ABC .
- Firkanten $MANB$ er et parallellogram.
- Firkanten $MCPN$ er et parallellogram.
- For at vektorsummen skal bli 0, må vektorene \overrightarrow{MN} og \overrightarrow{MC} ligge på samme linje og ha samme størrelse, men motsatt retning.
- \overrightarrow{MP} går alltid gjennom det samme punktet, og dette punktet er løsningen på problemet.
- Posisjonen til P er avhengig av M . Basert på dette faktum, kan vi definere en avbildning, og løsningen på problemet er et punkt som er et invariant under denne avbildningen.

Anta for eksempel at noen har oppdaget at vektorene \overrightarrow{MN} og \overrightarrow{MC} må ha motsatt retning. Et nytt spørsmål kan stilles: Hvilke posisjoner av M fører til at disse vektorene ligger på samme linje? Flytt M slik at de to vektorene ligger på samme linje. Det viser seg at M må ligge på en rett linje, og at denne linjen går gjennom C og midtpunktet på AB . Linjen er derfor median i trekanten gjennom C . Siden M er tilsvarende avhengig av A , B og C , viser det seg at M også må ligge på de to andre medianene. Punktet vi leter etter, er derfor skjæringspunktet mellom de tre medianene.

Videre aktiviteter i klassen kan være at elevene fortsetter med å utvikle en konstruksjon for løsningen på problemet, og til slutt gir et bevis for hypotesen som framkommer på grunnlag av undersøkelsen.

Den illustrerende effekten til en dynamisk konstruksjon er mye sterkere enn til en statisk figur tegnet på papir. Egentlig er det tilstrekkelig å endre figuren for å kontrollere konstruksjonen i svært mange tilfeller. En konstruksjon som er gyldig også etter at figuren endres, vil til vanlig være korrekt.

For å få mest mulig ettertanke i klasserommet, er det en god idé først å stille følgende spørsmål:

- Er en (dynamisk) konstruksjon som ser ut til være korrekt, virkelig korrekt?
- Er en korrekt (dynamisk) konstruksjon svar på spørsmålet?
- Når kan et matematisk argument ha status som bevis?
- Hva mangler ved en (dynamisk) konstruksjon for å kunne være et bevis?
- Må et bevis være basert på konstruksjonsmåten?

Øvelse 3

Utvid problemet til fire punkter, ved å finne de punktene M som er slik at

$$\overrightarrow{MA} + \overrightarrow{MB} + \overrightarrow{MC} + \overrightarrow{MD} = \vec{0}$$

Øvelse 4

List opp de utforskningsmåter og bevis som er nødvendige for å løse det opprinnelige problemet (tre punkter), som en elev på 3MX-nivå har mulighet for å kunne bruke.

Øvelse 5

Undersøk og konstruer alle punkter M som minimaliserer summen av avstanden til tre punkter, altså $MA + MB + MC$. Løsningen er entydig, Fermatpunktet til trekanten ABC .

4 Varignon-firkanten

Den følgende aktiviteten viser noen konstruksjoner basert på Varignons teorem.

Konstruer først en vilkårlig firkant $ABCD$. Velg **[Linjer]Mangekant**, plasser fire punkter og sett navn på dem samtidig: A, B, C, D . Klikk på A igjen for å avslutte konstruksjonen.

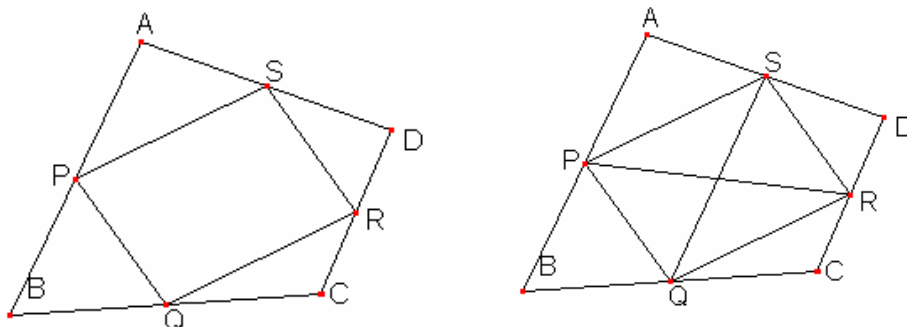


Konstruer så midtpunktene: P på AB , Q på BC , R på CD og S på DA ved å bruke **[Konstruksjoner]Midtpunkt**.



Til slutt konstrueres firkanten $PQRS$ ved å bruke **[Linjer]Mangekant**.

Ved å endre på figuren med **[Pekere]Pek på**, ser det ut som at $PQRS$ alltid er et parallelogram. Du kan bruke **[Kontroller egenskaper]Parallele?** til å kontrollere om linjene PQ og RS er parallelle og tilsvarende for PS og QR . Velg først siden PQ , så RS , og en tekstmelding vil komme fram, som bekrefter at de to sidene virkelig er parallelle. Kontroller på samme måte om PS og QR er parallelle.



Figur 4.1 – Til venstre: Begynn med en vilkårlig firkant $ABCD$, konstruer firkanten $PQRS$ med hjørner på midpunktene på sidene av $ABCD$.

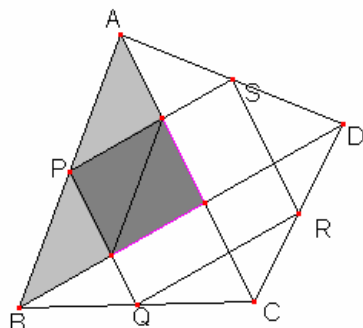
Til høyre: Konstruksjon av diagonalene til $PQRS$ som halverer hverandre.

Konstruer så de to diagonalene PR og QS ved å bruke **[Linjer]Linjestykke** og skjæringspunktet I mellom dem ved å bruke **[Punkter]Skjæringspunkt**. Det kan bevises på mange måter at I er midtpunktet både på PR og QS , og at $PQRS$ derfor er et parallelogram. For eksempel kan du bruke tyngdepunktet. P kan sees på som tyngdepunktet til to like store masser i A og B $\{(A,1), (B,1)\}$. Tilsvarende er R tyngdepunktet for to like store masser i C og D $\{(C,1), (D,1)\}$. Dermed er midtpunktet av PR tyngdepunktet for massene i $\{(A,1), (B,1), (C,1), (D,1)\}$. Midtpunktet til QS er det samme tyngdepunktet. De to midpunktene faller sammen i skjæringspunktet I . En alternativ måte å se dette på er: PS er parallell med diagonalen BD og halvparten så lang. Dette følger av transversalsetningen i geometrien. På samme måte er det med QR . QR er også parallell med diagonalen BD og halvparten så lang.



Varignons teorem:

Firkanten $PQRS$ som har hjørner i midtpunktene til sidene i en hvilken som helst firkant $ABCD$, er et parallelogram som har areal halvparten av arealet til $ABCD$.



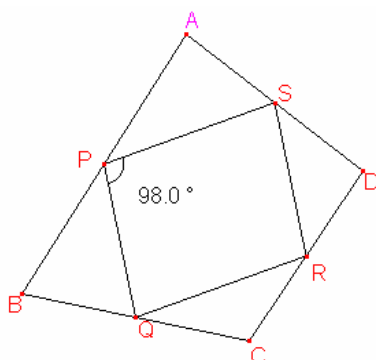
Figur 4.2 – Konstruksjonen som viser den andre delen av teoremet.

Øvelse 6

Du har allerede bevist første del av dette teoremet. Vis at andre del er sant. Vink: Bruk figur 4.2.

La A , B og C ligge i ro og flytt D slik at $PQRS$ ser ut til å bli et rektangel. Siden vi allerede vet at $PQRS$ er et parallelogram, er det tilstrekkelig å sikre at en av vinklene er rett. Mål vinkelen i P ved å bruke

[Målinger]Vinkel. Dette verktøyet krever at du velger tre punkter, og hjørnet i vinkelen må være det andre punktet. Her for eksempel skal punktene S , P (toppunktet i vinkelen) og Q velges.



Figur 4.3 – Måling av vinkel P i parallelogrammet $PQRS$.

[Målinger]Vinkel kan også brukes til å måle en vinkel som er markert med **[Tekst og symboler]Marker vinkel**. Dette verktøyet krever også at det velges tre punkter i samme rekkefølge som **[Målinger]Vinkel**.

Ved å flytte D slik at $PQRS$ blir et rektangel, kan du se at det er uendelig mange løsninger for punktet D 's posisjon, men D må ligge på en rett linje. Hvis diagonalene i firkanten $ABCD$ trekkes, ser du at sidene i $PQRS$ er parallelle med disse, og dermed er $PQRS$ et rektangel hvis og bare hvis AC og BD står normalt på hverandre.

For å forsikre oss om at $PQRS$ er et rektangel, trenger vi å definere på nytt posisjonen til D . Trekk linjen AC med **[Linjer]Linje** ved å velge A og C ,



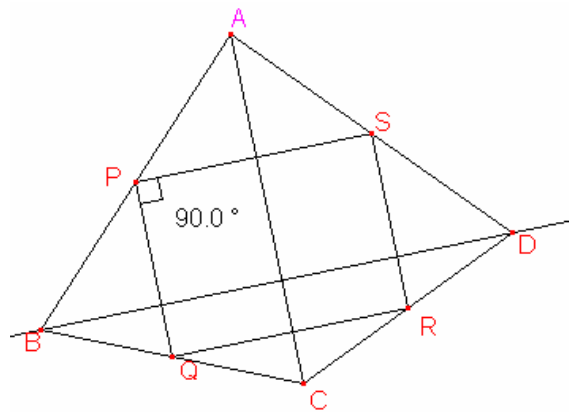
konstruer så normalen til denne linjen fra B ved å bruke **[Konstruksjoner]Normal**, velg B linjen AC .



D er et uavhengig, flyttbart punkt på figuren. Endre dette punktet til å bli et punkt som må ligge på normalen på AC som går gjennom B . Velg **[Konstruksjoner]Definer på nytt** og velg D . En meny vises som lister opp de forskjellige mulighetene for å definere D på nytt. Velg Punkt på objekt, klikk så på et sted på normalen. D flytter seg til dette punktet, og kan heretter bare bevege seg på denne linjen.



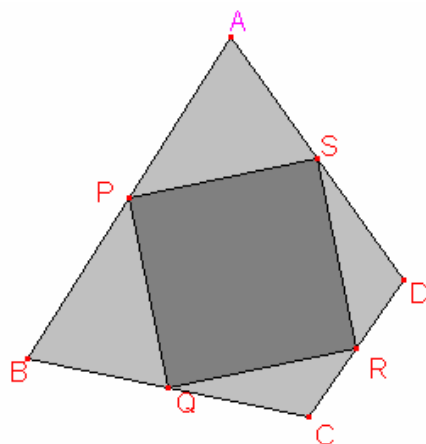
Å definere på nytt er et kraftig verktøy i forbindelse med undersøkelser, som gjør at du kan øke eller minske antallet frihetsgrader i en figur uten å behøve å lage figuren på nytt fra begynnelsen av.



Figur 4.4 – Punkt D er nå definert på nytt slik at $PQRS$ alltid er et rektangel. D har fremdeles en frihetsgrad, siden det kan flyttes langs en linje.

Øvelse 7

Finn en nødvendig og tilstrekkelig betingelse for at $PQRS$ er et kvadrat. Definer D igjen på nytt, slik at konstruksjonen bare produserer kvadrater.



Figur 4.5 – Her har D ingen frihetsgrader og $PQRS$ er alltid et kvadrat.

Del B

Referansedelen beskriver i detalj programmets muligheter til å oppdage, lære og utforske en verden av dynamisk geometri.

Denne delen består av 6 kapitler:

- Kapittel (5) **Objekter og verktøy** beskriver alle verktøy og objekter i Cabri Geometri som brukes til lage figurer.
- Kapittel (6) **Utforskningsverktøy** presenterer verktøy som kan brukes til å undersøke og utforske nærmere egenskapene ved en figur.
- Kapittel (7) **Utseende** viser grafiske valgmuligheter for figuren.
- Kapittel (8) **Innstillinger og tilpasninger** viser hvordan programmets innstillinger og tilpasninger kan endres.
- Kapittel (9) **Brukergrensesnitt** beskriver brukergrensesnittet til Cabri Geometri.
- Kapittel (10) **Eksport og utskrift** beskriver hvordan utskrift gjøres og hvordan figurer kan eksporteres til grafisk kalkulator (Texas Instruments).

5 Objekter og verktøy

Dette kapitlet lister opp alle objekter som Cabri Geometri kan behandle, alle mulige måter å plassere eller konstruere objekter på og hvilke stiler som kan velges. Stilvalgene og hvordan stilen kan endres, beskrives i detalj i kapitlet "Stilvalg".

Alle objekter kan ha et navn. Navnet består av alfanumeriske tegn som er knyttet til objektet, for eksempel navnet på et punkt. Når et objekt skapes, kan det få et navn samtidig, som skrives inn med tastaturet. Navnet kan endres senere ved å bruke **[Tekst og symboler]Sett navn på**.



5.1 Punkt

Objektet punkt er startobjekt for alle figurer. Cabri Geometri behandler punkter i det euklidske planet. Punkter i det uendelig fjerne behandles spesielt.

Et uavhengig, flyttbart punkt kan plasseres i planet ved å bruke **[Punkter]Punkt** og klikke på et ledig sted i tegneområdet. Punktet kan så flyttes hvor som helst innenfor tegneområdet ved å bruke **[Pekere]Pek på**.



Et punkt kan konstrueres på en linje (linjestykke, linje, stråle) eller på en kurve (sirkel, bue, kjeglesnitt, lokus) enten indirekte ved å bruke **[Punkter]Punkt** eller direkte med **[Punkter]Punkt på objekt**. Et punkt som konstrueres på denne måten, kan flyttes fritt på objektet. Et punkt kan også konstrueres som skjæringspunktet mellom to linjer/kurver, enten indirekte ved **[Punkter]Punkt** eller direkte med **[Punkter]Skjæringspunkt**. I det siste tilfellet vil alle skjæringspunkter mellom de to objektene bli konstruert samtidig.



[Konstruksjoner]Midtpunkt konstruerer et punkt midt mellom to eksisterende punkter, midtpunktet på et linjestykke eller midtpunktet på en side i en mangekant.



[Konstruksjoner]Avsett lengde avsetter en lengde på

- et linjestykke (velg mål og linjestykke),
- en vektor (velg mål og vektor),
- en akse (velg mål og akse),
- en sirkel (velg mål, sirkel og et punkt på sirkelen)
- en mangekant (velg mål og mangekant).

I alle disse tilfellene blir det konstruert et nytt punkt.



Et punkt kan konstrueres som bildet av et annet punkt ved å bruke et av verktøyene i verktøyboksen **[Avbildninger]**.

Når et verktøy brukes, som krever valg av punkter, kan dette gjøres enten ved å velge et eksisterende punkt, ved å konstruere et indirekte punkt med det aktuelle verktøyet (på en linje eller en kurve eller på skjæringspunkt mellom linjer eller kurver). I dette tilfellet er operasjonen den samme som for **[Punkter]Punkt**.

Når en linje eller stråle plasseres, kan det andre punktet plasseres umiddelbart ved å holde nede Alt-tasten til plasseringen av det andre punktet er valgt.
Stilvalgene til et punkt gjelder farge, utseende, størrelse, navn eller bilde.

5.2 Linje

Cabri Geometri behandler linjer i det euklidske planet, med mulighet for en linje av punkter i det uendelig fjerne, dersom det er krysset av for "Objekter uendelig fjernt" i innstillingene.

[Linjer]Linje brukes til å konstruere en linje gjennom et gitt punkt. Først velges punktet, klikk deretter for å fastsette retningen til linjen, som ellers ville rotere fritt når pekeren flyttes. Dette verktøyet kan også brukes til å konstruere en linje gjennom to punkter. Det andre punktet kan plasseres umiddelbart ved å holde Alt-tasten nede. Når en linje konstrueres ved hjelp av to punkter, vil linjen være udefinert hvis de to punktene faller sammen. Hvis Shift-tasten holdes nede når en linje gjennom et punkt konstrueres, vil retningene begrenses til multipler av 15° ($15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ \dots$) i forhold til skjermens horisontale kant.



[Konstruksjoner]Normal og **[Konstruksjoner]Parallell** konstruerer henholdsvis den entydige normalen eller parallelle linjen, gitt ved et punkt samt et linjestykke, en linje, en stråle, en side i en mangekant, en vektor, eller en akse gjennom et gitt punkt.



[Konstruksjoner]Midtnormal konstruerer midtnormalen mellom to punkter, på et linjestykke eller på en side i en mangekant.



[Konstruksjoner]Vinkelhalveringslinje konstruerer halveringslinjen til en vinkel. Ved å velge tre punkter, A , B og C , halveres vinkelen definert ved linjestykkene AB og BC . Det andre punktet som velges, blir toppunktet i vinkelen.



En linje kan konstrueres som bildet av en annen linje ved å bruke verktøyene i verktøyboksen **[Avbildninger]**.
Stilvalgene for en linje gjelder farge, tykkelse, utseende og navn.

5.3 Linjestykke

[Linjer]Linjestykke brukes til å konstruere et linjestykke mellom to punkter. Hvis de to punktene faller sammen, er linjestykket fremdeles definert, men redusert til et punkt. Et linjestykke kan konstrueres ut fra et annet linjestykke ved en avbildning. Når Shift-tasten holdes nede, begrenses retningene på samme måte som for linje.



Stilvalgene for et linjestykke gjelder farge, tykkelse, utseende til linjestykke og endepunkter, navn og bilde.

5.4 Stråle

[Linjer]Stråle brukes til å plassere en stråle fra et punkt. Først må punktet velges. Når pekeren flyttes, vil en stråle rotere fritt rundt punktet til retningen fastsettes ved et klikk. Dette verktøyet kan også konstruere en stråle fra et punkt og gjennom et annet punkt. Alternativt kan det andre punktet plasseres umiddelbart ved å holde nede Alt-tasten. Når Shift-tasten holdes nede, begrenses retningen på samme måte som for linje.



En stråle definert ved to punkter, vil være udefinert, hvis de to punktene faller sammen. En stråle kan konstrueres som bildet av en annen stråle ved å bruke verktøyene fra verktøyboksen **[Avbildninger]**.

Stilvalgene for en stråle gjelder farge, tykkelse, utseende til linjen og navn.

5.5 Vektor

En vektor er definert ved sine to endepunkter der det ene er startpunktet. En vektor behandles derfor som et linjestykke med retning og vises som en pil.

[Linjer]Vektor bruker to punkter for å konstruere en vektor. Hvis de to punktene er sammenfallende, vil den definerte vektoren bli nullvektoren.



[Konstruksjoner]Vektorsum konstruerer en representant for vektorsummen. De to vektorene må velges først, så startpunktet for vektorsummen som kan lages samtidig. Rekkefølgen av valgene er uten betydning.



En vektor kan konstrueres som bildet av en annen vektor ved å bruke verktøyene fra verktøyboksen **[Avbildninger]**.

Stilvalgene for en vektor gjelder farge, tykkelse, utseende til linjen, navn og bilde.

5.6 Trekant

En trekant er en mangekant med tre hjørner. Trekanter og mangekanter blir generert på samme måte. Siden trekanten er den mangekanten som oftest brukes, fins det et spesielt verktøy for den.

[Linjer]Trekant må ha tre punkter for å kunne plassere en trekant. Det er mulig å ha en trekant med areal null eller med to eller tre sammenfallende hjørner.



En trekant kan konstrueres som bildet av en annen trekant ved å bruke verktøyene fra verktøyboksen **[Avbildninger]**.

Stilvalgene for en trekant gjelder farge, tykkelse, utseende til linjene, fyllfarge, navn og bilde.

5.7 Mangekant

I matematikk kan begrepet mangekant defineres på mange måter. I Cabri Geometri defineres en mangekant som mengden av n linjestykker, definert ved n punkter ($n \geq 3$):

$$P_1P_2, P_2P_3, \dots, P_{n-1}P_n, P_nP_1$$

[Linjer]Mangekant konstruerer en mangekant ved å bruke minst tre punkter. For å avslutte konstruksjonen, må det første punktet velges på nytt, eller avsluttes med et dobbeltklikk på siste punkt. Hvis alle punktene ligger på en rett linje, har mangekanten areal lik null og er representert ved et linjestykke.



[Linjer]Regulær mangekant brukes til å konstruere regulære mangekanter eller stjerner. Velg først midtpunktet i mangekanten, så det første hjørnet. Antall sider og intervallet mellom hjørnene i en stjerneformet mangekant kan deretter velges.



I siste fase av konstruksjonen kommer det fram en melding ved pekeren som viser antall hjørner og avstanden mellom to etterfølgende hjørner. For eksempel, 5 indikerer en regulær femkant, mens 10/3 er en 10-armet stjerne som er konstruert ved å knytte sammen hjørnene 1, 4, 7, 10, 3, 6, 9, 2, 5, 8 og 1 i denne rekkefølge i en regulær 10-kant.

En mangekant kan konstrueres som bildet av en annen mangekant ved å bruke verktøyene fra verktøyboksen **[Avbildninger]**. Stilvalg for en mangekant gjelder farge, tykkelse, utseende til linjer, fyllfarge og navn.

5.8 Sirkel

[Kurver]Sirkel plasserer en sirkel hvor som helst i tegneområdet. Klikk en gang for å plassere sentrum, så en gang til for å fastsette radius. Alternativt kan det andre punktet (som vil ligge på sirkelperiferien) plasseres umiddelbart ved å holde nede Alt-tasten.



[Kurver]Sirkel konstruerer også en sirkel ved først å velge sentrum og deretter et tidligere konstruert punkt som punkt på sirkelperiferien. Hvis Shift-tasten holdes nede, vil lengden av radius begrenses til å være et helt tall.

En sirkel kan konstrueres som bildet av en annen sirkel ved å bruke verktøyene fra verktøyboksen **[Avbildninger]**. Stilvalg for en sirkel gjelder farge, tykkelse, utseende til linjen, fyllfarge og navn.

5.9 Bue

En sirkelbue kan bestemmes ved de to endepunktene og et mellomliggende punkt.



[Kurver]Bue konstruerer en bue ved å bruke tre punkter som velges slik: Det første er et endepunkt, det andre er et mellomliggende punkt og det tredje er det andre endepunktet.

Hvis de tre punktene ligger på samme linje, vil buen bli et linjestykke eller komplementet til et linjestykke, dvs. en linje der et linjestykke er fjernet, avhengig av den relative posisjonen til de tre punktene på linjen.

En bue kan konstrueres som bildet av en annen bue ved å bruke verktøyene fra verktøyboksen **[Avbildninger]**.

Stilvalg for en bue gjelder farge, tykkelse, utseende til buen, fyllfarge på det tilhørende segmentet og navn.

5.10 Kjeglesnitt

Med Cabri Geometri kan alle ikke-degenererte kjeglesnitt (ellipser, parabler, hyperbler) manipuleres i det euklidske planet. Degenererte kjeglesnitt, bestående av to linjer som skjærer hverandre, er et spesialtilfelle av kjeglesnitt.

[Kurver]Kjeglesnitt konstruerer et kjeglesnitt gjennom fem punkter. Hvis fire av punktene ligger på samme linje, eller to av punktene faller sammen, vil ikke kjeglesnittet bli konstruert. Derimot hvis det bare er tre punkter som ligger på samme linje, vil to linjer som skjærer hverandre bli konstruert (et degenerert kjeglesnitt).



Et kjeglesnitt kan konstrueres som bildet av et annet kjeglesnitt ved å bruke verktøyene fra verktøyboksen **[Avbildninger]**.

Stilvalg for kjeglesnitt gjelder farge, tykkelse, utseende til kurven, fyllfarge og navn.

5.11 Lokus

Forskjellige typer objekter kan konstrueres av Cabri Geometri under begrepet lokus. Lokus er brukt synonymt med termen geometrisk sted. Generelt representerer et lokus alle mulige posisjoner som et objekt A kan ha, når et punkt M flyttes på et annet objekt. Vanligvis gjør konstruksjonen av A bruk av punktet M .

Lokus konstrueres ved å bruke **[Konstruksjoner]Lokus (Geometrisk sted)**, velg først objektet A , så det variable punktet M .



A kan være av følgende typer: punkt, linje, stråle, linjestykke, vektor, sirkel, bue eller kjeglesnitt. Punktet M kan være et variabelt punkt på hvilken som helst linje eller kurve, inkludert lokus, og til og med et punkt i et rutenett. A kan like gjerne være et lokus, da konstrueres en mengde av loki.

I de tilfellene hvor A er en linje, stråle, linjestykke, vektor, sirkel eller kjeglesnitt, vil lokus enten bli enveloppen til linjene, strålene... eller hele mengden av objekter, avhengig av om "Enveloppe" er blitt valgt eller ikke i dialogboksen "Innstillinger". (Se kapitlet om "Innstillinger og tilpasninger".) Vektorer opptrer på samme måte som linjestykker ved konstruksjon av lokus.

Enveloppen til en mengde stråler, linjestykker eller vektorer er den samme som enveloppen til linjene som de er en del av, men begrenset til de aktuelle punktene som de går gjennom.

I de tilfellene der A er en bue, blir lokus automatisk mengden av de posisjoner som A kan ha.

Stilvalg for lokus gjelder farge, tykkelse, utseende på linjen, navn, konstruksjonsmetode (enveloppe eller mengden av objekter), tegnetode (sammenhengende eller en punktmengde) og minimum antall objekter som skal beregnes når representasjonen ikke er kontinuerlig.

5.12 Avbildninger

Cabri Geometri har ikke bildet av en figur etter en avbildning som egen objekttype. Avbildningene blir utført av spesielle verktøy. Hvert enkelt verktøy vil – når det anvendes som en avbildning på et objekt – kreve forskjellige objekter for å definere avbildningen (sentrum, akse, vinkel...).

Cabri Geometri kan utføre de vanlige affine og euklidske avbildningene (strekking, parallellforskyvning, speiling om punkt, speiling om linje, rotasjon). Cabri Geometri kan også konstruere invers med hensyn på en sirkel.

I alle tilfeller må objektet velges og også det som er nødvendig for å definere avbildningen. Hvis objektet som skal avbildes, er av samme type som et av objektene som definerer avbildningen, må objektet som skal avbildes, velges først. I andre tilfeller er rekkefølgen uten betydning. For eksempel, ved avbildningen speiling om et punkt av punktet M og med punktet C som sentrum, må M velges først, deretter C . Hvis avbildningen gjelder speiling av linjen d om punktet C , velg først d så C . Verktøyet **[Avbildninger]Konstruer invers** avbilder bare punkter. Det er mulig å konstruere speiling av andre objekter ved å bruke en makro eller **[Konstruksjoner]Lokus**.

[Avbildninger]Speil om linje utfører speiling om en linje, eller som det også uttrykkes, med hensyn på en akse. Objektet som skal speiles velges, og deretter objektet som brukes som speilingslinje: linje, stråle, linjestykke, vektor, side i mangekant eller akse.



[Avbildninger]Speil om punkt utfører speiling om et punkt (eller rotasjon 180 grader). Objektet som skal avbildes velges først, og deretter velges sentrum for speilingen.



[Avbildninger] **Parallellforskyv** utfører en parallellforskyvning. Objektet velges og deretter vektoren som definerer parallellforskyvningen.



Verktøyet [Avbildninger] **Strek** utfører en forstørrelse. Først velges objektet som skal strekkes, strekkingsfaktoren (et reelt tall på tegneskjermen) og sentrum for strekkingen (et punkt). Det er mulig å bruke strekkingsverktøyet til å lage "likhet". I stedet for å velge en numerisk strekkingsfaktor og et sentrum for strekkingen, må brukeren velge tre punkter A , O og B . Hvis disse punktene ligger på samme linje, vil strekkingen bli utført med hensyn på punkt O som sentrum og strekkingsfaktor OB/OA . Hvis de tre punktene ikke ligger på samme linje, beregnes forstørrelsen i forhold til sentrum O med faktor OB/OA , kombinert med en rotasjon om sentrum O og med rotasjonsvinkel AOB .



[Avbildninger] **Roter** utfører en rotasjon. Først velges objektet som skal roteres, deretter rotasjonssenteret og til slutt rotasjonsvinkelen. Rotasjonsvinkelen kan defineres ved:



- 3 eksisterende punkter eller tre punkter som avsettes under konstruksjonen
- et tall som er laget med [Tekst og symboler] **Rediger tall**.

[Avbildninger] **Konstruer invers** konstruerer det inverse punktet til et punkt med hensyn på en gitt sirkel. Punktet som skal avbildes velges først, så sirkelen som er invariant under inversjonen eller motsatt. Husk at en inversjon med sentrum i O og positiv potens k , har invariante punkter på sirkelen med sentrum O med radius kvadratroten av k .



I Cabri Geometri anvendes inversjon bare på punkter. Ved å erstatte inversjon med en fleksibel makro, kan et kraftigere inversjonsverktøy konstrueres.

5.13 Makroer

Definisjonen av en makro er basert på en figur. Når en makro først er definert, kan den brukes på samme måte som et hvilket som helst annet verktøy, og makroen gjentar konstruksjonsprosessen, men ut fra de startobjektene som brukeren velger.

For eksempel kan det lages en makro som vil konstruere et kvadrat som har en gitt diagonal. Når makroen skal defineres, må det først konstrueres et kvadrat som bruker et vilkårlig linjestykke som diagonal, så velges startobjektene – i dette tilfellet dette linjestykket – så sluttobjektene – her kvadratet – og til slutt må makroen lagres.

Dette blir nå et nytt verktøy i verktøyboksen [Makroer]. Den krever at det velges et linjestykke, for at makroen skal kunne konstruere et kvadrat. Objekter som konstrueres som en del av konstruksjonsmetoden, vises ikke.

Når en makro skal defineres, må den tilhørende konstruksjonen allerede være utført. Med konstruksjonen synlig på skjermen, aktiveres

[Makroer] **Startobjekter**, og startobjektene til konstruksjonen velges. Når det er flere objekter av samme type, er rekkefølgen avgjørende, og den

samme rekkefølgen må velges når makroen skal brukes. Hvis startobjektene ikke er av samme type, er rekkefølgen uvesentlig. De valgte startobjektene blinker. For å velge flere startobjekter eller fjerne noen, klikk på objektet det gjelder.



Når alle startobjekter er valgt, må sluttobjektene defineres. Med **[Makroer]Sluttobjekter** velges sluttobjektene på samme måte som startobjektene. Inntil makroen lagres, vil mengden av startobjekter og sluttobjekter ligge i minnet, og kan endres av brukeren.



Til slutt må selve makroen defineres ved å bruke **[Makroer]Definer Makro**. Cabri Geometri kontrollerer først om sluttobjektene kan konstrueres ut fra mengden av startobjekter. Hvis dette ikke er tilfelle, kan makroen ikke defineres, og en feilmelding vil komme fram: Denne makrodefinisjonen har motsetninger. Cabri kan ikke bestemme alle sluttobjektene ut fra de gitte startobjektene.



Hvis makroen er konsistent, vises en dialogboks, slik at brukeren kan redigere stilvalgene til makroen. Makroen må gis et navn, alle andre stilvalg er valgfrie.

- **Navnet på konstruksjonen.** Makroens navn slik det vil komme fram i verktøyboksen **[Makroer]**.
- **Navnet på det første sluttobjektet.** Navnet kommer fram for å identifisere objektet når pekeren beveges over tegneområdet. For eksempel hvis makroen konstruerer midtnormalen til et linjestykke som binder sammen to punkter, vil navnet på sluttobjektet være *Denne midtnormalen*.
- **Passord.** Hvis et passord er knyttet til makroen, vil det ikke være tilgang til de midlertidige objektene fra Historie-vinduet som viser makroen beskrevet med tekst. (Dette vinduet kan bare åpnes med F10-tasten.)
- **Ikon.** I den andre delen av dialogboksen, kan det lages et ikon til konstruksjonen. En del forhåndsdefinerte ikoner er også tilgjengelige. Siden ikoner på verktøylinjen kan være små eller store, må to ikoner redigeres. Her er en knapp som automatisk tilpasser et stort ikon til et lite.

Ved å klikke på Lagre-knappen kan makroen lagres som en fil. Makroen kan lagres både sammen med figuren der den ble definert, eller sammen med en hvilken som helst figur som bruker denne makroen. En makro som åpnes sammen med en figur, er tilgjengelig til bruk i alle andre figurer som er åpne samtidig.

Hvis en makro har samme navn som en som allerede er definert, vil Cabri Geometri gi brukeren valget mellom å legge den nye makroen til den som allerede eksisterer, eller erstatte denne. Hvis brukeren velger å legge den til den eksisterende makroen, vil Cabri Geometri velge en passende makro, avhengig av de valgte startobjektene. For eksempel hvis en makro defineres med to punkter som startobjekter, kan en ny makro legges til, som er identisk bortsett fra at den bruker et linjestykke som startobjekt.



Standardverktøyene **[Konstruksjoner]Midtnormal** og **[Konstruksjoner]Midtpunkt** er blitt lagt til på denne måten.



Når makroen skal brukes, aktiveres det tilsvarende verktøyet i verktøyboksen [**Makroer**], deretter velges startobjektene. Når startobjektene er valgt, følger konstruksjonen automatisk, og den nye mengden sluttobjekter kommer fram. Objektene som er en del av konstruksjonsmetoden, er skjult, og kan ikke vises selv ved å bruke [**Utseende**]**Skjul / Vis**. Når en makro brukes, kan et objekt defineres som en del av makroen ved å holde nede Alt-tasten når objektet velges. Når makroen skal brukes seinere, er det ikke lenger nødvendig å velge dette objektet som startobjekt: Det vil bli valgt automatisk. For eksempel kan en makro kreve at det velges to punkter og en sirkel. Ved en anledning velges det to punkter og så holdes Alt-tasten nede når sirkelen velges. Da vil makroen ved senere bruk bare kreve valg av to punkter. Sirkelen vil bli valgt automatisk.

Dette kan være nyttig når det er laget en makro for hyperbolsk geometri. Horisonten eller sirkelen som brukes i *Henri Poincaré*'s modell kan implisitt føyes til makroen.

Hvis stilvalgene til sluttobjektene ikke er de samme som stilvalgene som ble brukt i den opprinnelige makroen, vil de bli lagret sammen med makroen og anvendt på objektene som konstrueres når makroen brukes.

5.14 Tall

Et tall som vises i tegneområdet, kan være et hvilket som helst reelt tall, og det kan ha en tilhørende enhet. For å forandre enhet, tast Ctrl + U, og en meny åpnes, se kapittel 8.1.5. Tallene opptrer som dynamiske enheter innenfor tekstmeldinger. (Se ”Tekst”.) Når et tall skrives inn, lager Cabri Geometri en tekstboks, hvis hele innhold er tallet. Teksten kan redigeres seinere.

Med [**Tekst og symboler**]**Rediger tall** kan brukeren skrive tall direkte i tegneområdet. Tallet kan så redigeres og animeres. Opp- og ned-pilene til høyre for tallet og også animasjon kan brukes til å endre verdien av tallet. Plasseringen av pekeren vil avgjøre størrelsen på stegene i endringen. For eksempel hvis tallet er 30,29 og pekeren står mellom sifrene 2 og 9, vil animasjon eller bruk av piltastene endre verdien til tallet i steg på $\pm 0,1$. [**Målinger**]**Avstand og lengde** produserer et tall som representerer avstanden mellom to punkter, et punkt og en linje, et punkt og en sirkel; lengden til et linjestykke, en vektor, en bue; omkretsen av en mangekant, en sirkel eller en ellipse. Resultatverdien gis i cm som er standardenhet ved målinger.

[**Målinger**]**Areal** produserer et tall som representerer arealet av en mangekant, sirkel eller ellipse. Tekstmeldingen inneholder en arealenhet, standardenheten er cm^2 .

[**Målinger**]**Stigning** måler stigningen til en linje, en stråle, et linjestykke eller en vektor i forhold til skjermens horisontallinje. Verdien oppgis uten benevnning.

[**Målinger**]**Vinkel** måler størrelsen til en vinkel. Verktøyet krever tre punkter som argument: *A*, *O*, og *B*, i denne rekkefølgen, der vinkelbeina er *OA* og *OB*, eller verktøyet krever en allerede eksisterende vinkelmarkering.







[Målinger]Beregn brukes til å utføre beregninger på tall vist i tegneområdet, inkludert konstanten π og *uendelig*, eller reelle tall som skrives rett inn i regneuttrykket. De vanlige operatorene kan brukes: $x + y$, $x - y$, $x * y$, x/y , $-x$, x^y og parenteser. Kalkulatoren gjenkjenner også følgende standardfunksjoner: $abs(x)$, $sqrt(x)$, $sin(x)$, $cos(x)$, $tan(x)$, $arcsin(x)$, $arccos(x)$, $arctan(x)$, $sinh(x)$, $cosh(x)$, $arctanh(x)$, $ln(x)$, $log(x)$, $exp(x)$, $min(x)$, $max(x)$, $ceil(x)$, $floor(x)$, $round(x)$, $sign(x)$, $random(x,y)$. Noen varianter av stavemåten aksepteres: stor forbokstav, asin, sh, ash, argsh.... Den inverse funksjonen kan utføres ved å bruke inv-tasten sammen med funksjonstasten. For eksempel vil et klikk på inv-tasten etterfulgt av et klikk på sin-tasten utføre $arcsin$ -funksjonen. Dette kan utvides til: inv-sqrt som gir sqr , inv-ln som gir $exp(e^x)$ og inv-log som gir 10^x .



Syntaksen til standardoperatorene anses for å være kjente. Videre vil $floor(x)$ gi det største heltallet mindre enn eller lik x , $ceil(x)$ gir det minste heltallet større enn eller lik x , $round(x)$ gir heltallet nærmest x , $sign(x)$ gir -1 , 0 eller $+1$, avhengig av om x er negativ, lik null eller positiv, $random(x,y)$ gir et tilfeldig tall fra en uniform mengde distribuert over intervallet $[x,y]$. For å sikre at $random(x,y)$ oppdateres når figuren endres, er det tilstrekkelig å sette en parameter fra figuren i et av argumentene, selv om denne parameteren ikke har noen betydning for resultatet. For eksempel $random(0,1 + 0*a)$ hvor a er et tall avhengig av et eller annet uavhengig element i figuren.

=tasten beregner resultatet. Resultatet kan deretter plasseres hvor som helst i tegneområdet ved å bruke dra-og-slipp direkte på resultatet, eller ved å dobbeltklikke på = og dra resultatet til ønsket posisjon. Resultatet oppdateres når figuren endres. Forskjellige enheter kan brukes, for eksempel vil $0,1m + 1cm$ gi $11 cm$.

[Målinger]Finn verdien til et uttrykk beregner verdien av et uttrykk i tegneområdet. Brukeren må først velge uttrykket og deretter et tall i tegneområdet for hver av de variable i uttrykket. Anta for eksempel at uttrykket er $3*x+2*y-1$: Cabri Geometri krever et tall for x og et tall for y , for så å beregne et tall som er lik verdien av uttrykket. Resultatet kan plasseres hvor som helst i tegneområdet. Tallet kan nå brukes i nye beregninger.



Som sagt tidligere er et tall som vises på skjermen, en del av en tekstmelding. Et tall arver de grafiske stilvalgene i teksten som det er en del av. (Se Stilvalg i kapitlet "Tekst".) I tillegg til disse stilvalgene er det et spesielt stilvalg som gjelder tall: antall desimaler som skal vises.

For hver bokstav a , b , $c...$ eller x , $y...$ spør Cabri Geometri etter en verdi, når uttrykket der de inngår, er av formen $f(x)$. Et klikk på aksene, og grafen til $y = f(x)$ tegnes automatisk.

5.15 Egenskaper

En egenskap vises som en tekstmelding på figuren. Meldinger lages på samme måte som tall, og den oppdateres når figuren endres. En slik tekstmelding kan redigeres.

[Kontroller egenskaper]På linje? kontrollerer om tre punkter ligger på




samme linje. Den tilhørende tekstmeldingen er enten:

- Punktene ligger på samme linje eller
- Punktene ligger ikke på samme linje.

[Kontroller egenskaper]Parallele? kontrollerer om to retninger er parallelle. Retningene kan være definert som linje, stråle, linjestykke, vektor, side i mangekant eller akse. Den tilhørende tekstmeldingen er enten:

- Linjene er parallelle eller
- Linjene er ikke parallelle.

 **Parallele?**

[Kontroller egenskaper]Normalt på? kontrollerer om to retninger står normalt på hverandre. Bruken er identisk med **[Kontroller egenskaper]Parallele?** Tekstmeldingene er enten:

- Objektene står normalt på hverandre eller
- Objektene står ikke normalt på hverandre

 **Normalt på?**


[Kontroller egenskaper]Med samme avstand? krever at det velges tre punkter: O , så A og B , og kontrollerer så om avstanden OA er lik avstanden OB . Tekstmeldingen som følger, er enten:

- Det første punktet har lik avstand til de to siste eller
- Det første punktet har ikke lik avstand til de to siste.

 **Med sam. avst?**

[Kontroller egenskaper]Ligger på? krever at det velges et punkt og et objekt som ikke er et punkt, og kontrollerer så om punktet ligger på objektet. Den viste tekstmeldingen er enten:

- Dette punktet ligger på objektet eller
- Dette punktet ligger ikke på objektet.


 **Ligger på?**

Tekst i tilknytning til en egenskap arver stilvalgene til tekstmeldingen som den er en del av. (Se Stilvalg i kapitlet ”Tekst”.)

5.16 Uttrykk

Et uttrykk er en tekstmelding som viser et lovlig kalkulatoruttrykk – en funksjon av en eller flere variable. Navn som kan brukes på de variable er: a, b, \dots, z (små bokstaver).

[Tekst og symboler]Uttrykk setter inn et nytt uttrykk. Uttrykk kan redigeres som tekst. Syntaksen blir først kontrollert når uttrykket evalueres. (Se foregående avsnitt om tall.)

 **Uttrykk**

Operatorsymboler kan ikke utelates (” $3*x$ ” aksepteres, men ikke ” $3x$ ”). Uttrykk kan evalueres for forskjellige verdier av de variable, ved å bruke **[Målinger]Finn verdien til et uttrykk**. Dette verktøyet krever valg av et uttrykk og et tall som svarer til verdien av hver av de variable. Hvis $f(x)$ inneholder variabelen x , er det også mulig først å velge uttrykket og så en akse. Da vil grafen til $f(x)$ bli tegnet. Hvis uttrykket inneholder andre variabler enn x , krever verktøyet at det velges tall for å bestemme dem. Stilvalgene til uttrykk gjelder font, tilpasning i tekstboks og farge på bakgrunn, kant og tegn.

 **Finn verdien**

5.17 Tekst

En tekstmelding er en rektangulær boks, der vi kan taste inn så vel ”faste” tegn som ”dynamiske” elementer. Dynamiske elementer oppdateres med figuren, dvs. tallene og egenskapene som vises i tegneområdet. Alle tekstmeldinger som vises i tegneområdet kan endres manuelt. Verktøyet som produserer tall og egenskaper, konstruerer implisitt en tekstmelding som inneholder tallet eller egenskapen. Hvis avstanden mellom to punkter, A og B , måles, kan $AB =$ settes inn rett foran verdien av avstanden AB .

[Tekst og symboler]Skriv kommentar kan brukes til å produsere en tekstmelding. Når denne først er skrevet, kan dynamiske elementer, som tall, legges til i meldingen.

 **Skriv komm.**

Hvis et navn fra figuren er satt inn i en tekstmelding, vil det oppdateres automatisk hvis navnet endres.

[Målinger]Likninger og koordinater produserer en tekstmelding som representerer koordinatene til et punkt eller likningen til objekter, avhengig av hvilke objekter som velges. Objektene kan være et punkt, en linje, en sirkel, et kjeglesnitt eller et lokus. Når det gjelder et punkt, vil meldingen være av typen (3.14, 2.07). For andre objekter vil den algebraiske likningen som vises, avhenge av objektet:

 **Likn. koord.**

For linjer:

- $ax + by + c = 0$
- $y = ax + b$

For kjeglesnitt:

- $ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0$
- $(x - x_0)^2 / a^2 \pm (y - y_0)^2 / b^2 = \pm 1$

Når det gjelder lokus, produseres den algebraiske likningen til lokuset, hvis graden er mindre enn 6. For loki som er gitt ved punkter med svært ulik verdi, vil numeriske feil opptre ganske raskt etter som graden økes.

Hvis det er flere koordinatsystemer i tegneområdet, krever **[Målinger]Likninger og koordinater** at det ønskede koordinatsystemet velges.

Stilvalgene til en tekstmelding gjelder skrifttype, størrelse, utseende og fargene på henholdsvis bakgrunn, kant og tekst. Når det gjelder likninger, er det flere stilvalg: likningstype og tilhørende koordinatsystem.

5.18 Marker en vinkel

En vinkelmarkering lages med **[Tekst og symboler]Marker en vinkel**. Det må velges tre punkter, A , O og B , i denne rekkefølgen. Vinkelen mellom vinkelbeina OA og OB med toppunkt O markeres ved en bue. Hvis vinkelen er en rett vinkel, vil markeringen umiddelbart endre seg til standard form.

 **Marker vinkel**

[Pekere]Pek på brukes til å forandre størrelsen på vinkelmarkeringen og til å veksle mellom en vinkel og dens nabovinkel. Ved den siste prosedyren er det nok å dra vinkelmarkeringen gjennom hjørnet av vinkelen og slippe den på den andre siden. Stilvalgene for en vinkelmarkering gjelder farge, tykkelse, utseende til linjer, markeringstype og navn.

5.19 Akser

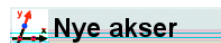
Et koordinatsystem består av et punkt – origo – og to linjer som går gjennom dette punktet, hver av dem med en markering en enhet fra origo. Aksene står ikke nødvendigvis normalt på hverandre, men de må ikke falle sammen, hvis de skal definere et koordinatsystem.

Hver figur har et standard koordinatsystem. Origo er i utgangspunktet sentrum i tegneområdet, aksene står normalt på hverandre og enheten er 1 cm.

[Utseende]Vis / Skjul aksene viser eller skjuler standard koordinatsystem.



[Utseende]Nye akser kan plassere et nytt aksesystem ved to forskjellige prosedyrer:



- Et punkt og to retninger: Med tre klikk velges henholdsvis origo, retning til første akse og retning til andre akse. Skalaen settes automatisk til 1 cm på begge aksene.
- Et punkt, en retning og valg av skala: Avsett et punkt før **[Utseende]Nye akser** velges. Aktiver dette verktøyet, og med tre klikk velges først origo (hvor som helst), fastsett samtidig retningen til første aksene og skalaen ved å klikke på et eksisterende punkt (det kan også avsettes under konstruksjonen ved å bruke Alt-tasten), fastsett så retning og skala for andre aksene ved å klikke.

Stilvalgene for et aksesystem gjelder farge, tykkelse og utseende.

5.20 Rutenett

Definering av et rutenett er basert på det aktuelle koordinatsystemet. Det representerer en uendelig mengde av punkter jevnt spredt utover i henhold til referansesystemet som velges (kartesiske- eller polarkoordinater). Rutenettet lages med **[Utseende]Definer rutenett** som krever at det velges et relevant koordinatsystem.



Stilvalgene for et rutenett gjelder fargen på punktene og type koordinatsystem (kartesisk eller polar).


5.21 Lag tabell

En tabell er i utgangspunktet tom, og den brukes til å vise og lagre tall som framkommer i tegneområdet. En figur kan bare ha en tabell.

En tabell lages med **[Målinger]Lag tabell**. Et klikk plasserer en tom tabell ved posisjonen til pekeren. Ved å klikke på eksisterende tall på skjermen, blir disse plassert i den første raden til tabellen. Hvis det er laget tekst til



disse tallene, vil denne teksten bli brukt som kolonneoverskrifter.

For å fram flere kolonner i tabellen, må verktøyboksen [**Pekere**] være aktiv. Klikk så på tabellen og flytt pekeren til nederste høyre hjørne slik at det kommer fram et kryss med haker. Klikk på tabellen uten å flytte pekeren.  vises, og du kan dra i tabellen til ønsket antall kolonner vises.

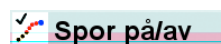
Hvis figuren nå endres, kan Tab-tasten brukes til å sette inn en ny linje som inneholder de nåværende verdiene til tallene i den foregående raden. Hvis tabellen lages før en animasjon settes i gang, vil tabellen bli fylt ut automatisk av animasjonen opp til 1000 linjer. Hvis tabellen velges og så [**Rediger**]**Kopier**, kan innholdet kopieres til et hvilket som helst regneark, for eksempel Microsoft[®] Excel, slik at dataene kan analyseres.

6 Utforskningsverktøy

6.1 Spor

Med **[Tekst og symboler]Spor På/Av** kan brukeren velge et sett med objekter som skal sette spor etter seg, når figuren manipuleres. Når verktøyet er aktivt, vil de objektene som skal sette spor etter seg, blinke. Objekter kan legges til eller fjernes fra dette settet ved å klikke på dem, på samme måte som beskrevet for andre verktøy av denne typen (startobjekter, sluttobjekter, skjulte objekter).

Etter som de forskjellige delene av figuren flyttes, vil de objektene som blinker, sette spor etter seg, noe som gjør at brukeren kan studere hvordan de endrer seg.



6.2 Fastsett / Fristill

[Tekst og symboler]Fastsett / Fristill brukes for å fastsette posisjonen til uavhengige punkter. Når verktøyet er aktivert, vil slike punkter vises med en tegnestift knyttet til seg.

Å fastsette et punkt betyr ikke at bare dette punktet blir ubevegelig, det blir også alle objekter som ble brukt for å konstruere dette punktet. Det kan heller ikke fjernes.



6.3 Definer på nytt

Å definere på nytt er en svært nyttig funksjon som gjør at brukeren kan definere på nytt objekter som allerede er ferdig konstruert. For eksempel kan brukeren bytte ut en konstruksjonsmetode med en annen, eller endre antall frihetsgrader til et objekt.

For å definere et objekt på nytt, velg **[Konstruksjoner]Definer på nytt** og det aktuelle objektet. En meny som avhenger av det aktuelle objektet, kommer fram og viser hvilke muligheter det er til å definere på nytt.

Avhengig av valget som gjøres, må et eller flere objekter velges, eller eventuelt ingen (f. eks. hvis et punkt på objekt skal omdefineres til et fritt punkt).



6.4 Animasjon

[Tekst og symboler]Animer og **[Tekst og symboler]Multippel animasjon** brukes til å animere en eller flere deler av en figur. Animasjonen består i å flytte et eller flere objekter kontinuerlig langs en bane som er definert av brukeren.



Animasjonen settes i gang når museknappen slippes og fortsetter så lenge verktøyet er aktivt. Animasjonen stopper også hvis det klikkes i et ledig sted i tegneområdet. Punkt på objekt animeres kontinuerlig langs objektet det er knyttet til. For eksempel vil punkter på et linjestykke animeres fram og tilbake. Dessuten kan et tall (fritt eller i en tekst) animeres opp og ned.

For å definere og starte en multippel animasjon, aktiver **[Tekst og symboler]Multippel animasjon**. Et kontrollvindu kommer fram, der det kan defineres eller fjernes en strikk (ved å bruke øverste knapperad), starte eller stoppe en animasjon (ved å bruke nederste knapp til venstre) og gjenopprette figuren i sin opprinnelige form og posisjon (ved å bruke nederste knapp til høyre).



Når Multippel animasjon skal brukes, klikk en gang på hvert av objektene som skal animeres. Dette vil produsere en strikk som i den ene enden er knyttet til objektet som skal beveges. Musa brukes til å dra i den andre enden av strikken for å fastsette retning og hastighet til objektet under animasjonen.

Parametrene til en multippel animasjon lagres, selv om verktøyet ikke lenger er aktivt, når figuren lagres. Et valg i løpet av lagringsprosessen kan få animasjonen til å starte automatisk når figuren åpnes igjen.

6.5 Ta opp sesjon

Ved å bruke menyen **[Sesjon]** kan brukeren ta opp en sesjon, for eksempel for å analysere strategiene som en elev bruker for å løse et problem, og for så å skrive løsningen ut steg for steg (med flere steg for hver side). Brukeren kan se siste skritt så langt i konstruksjonen og bruke opptaket som en ”gjentatt angre”- mulighet.

6.6 Historievinduet

F10-tasten viser eller skjuler et vindu der figuren beskrives med tekst. I dette vinduet kan alle skritt i konstruksjonen vises, og i den rekkefølgen som de ble brukt.

Dette vinduet kan brukes til å hjelpe til med design og navnsetting av objekter som ikke tidligere har fått navn. Et enkelt klikk på et objekt uthever objektene som ble brukt til å lage dette objektet.

Innholdet i vinduet kan kopieres og limes inn i andre applikasjoner som en beskrivelse av figuren. For å lage denne kopien bruk snarvei-menyen som kommer fram ved et høyreklikk i historievinduet. Snarvei-menyen kan også brukes til å vise skjulte objekter og hjelpeobjekter i makroer (muligens etter å ha gitt et passord, hvis dette ble krevet da makroen ble laget eller da figuren ble lagret).

Et klikk på et objekt på figuren uthever den tilsvarende linjen i historievinduet. Motsatt, et klikk på en linje i historievinduet velger det tilsvarende objektet på figuren.

7 Utseende

Utseende til et objekt kan forandres på mange måter:


- Ved å bruke et verktøy fra verktøyboksen **[Utseende]** for å endre en spesiell egenskap
- Ved å bruke **[Utseende]Endre utseende**
- Ved hjelp av objektets snarvei-meny, som åpnes ved å høyreklikke på objektet
- Ved hjelp av verktøylinjen for utseende, som åpnes ved menyvalget **[Valg]Vis stilvalg** eller ved å trykke F9
- Ved å åpne dialogboksen ”Innstillinger” for å endre standard utseende til nye objekter eller til valgte objekter. (Se kapitlet ”Innstillinger og tilpasninger”.)



7.1 Farge

Fargen kan endres med **[Utseende]Velg farge**. Velg først en farge fra fargepaletten som vises, og klikk deretter på objektet som skal ha denne fargen.



Fargen på et eller flere objekter kan også endres ved å bruke verktøyet  fra verktøysøylen for stilvalg. Først velges objektene, deretter fargen. Fargen til et objekt kan beregnes. Dette kan bare gjøres via snarveimenyen til objektet, ved å klikke med høyre musetast og velge ”Variabel farge” i menyen som kommer fram, og parametre for rød, grønn og blå farge.

Cabri Geometri krever så at det velges et tall fra tegnevinduet.

Sammenhengen mellom intensiteten i til en fargekomponent (i intervallet $[0,1]$) og tallet x som velges fra tegnevinduet bestemmes ved hjelp av en ”sagtakk”-funksjon med periode 2. Funksjonen defineres ved intensiteten ($i = x$) mellom 0 og 1 og en lineært avtagende funksjon ($i = 2 - x$) for så å gå tilbake til 0 over intervallet $[1,2]$. For eksempel tilsvarer tallet 7,36 samme intensitet som tallene 5,36, 3,36, 1,36, -0,64... siden funksjonen har periode 2.


Udefinerte fargekomponenter får aktuell verdi. Ved å bruke koordinatene (R, G, B) gjelder følgende: $(0,0,0)$ tilsvarer svart, $(1,1,1)$ tilsvarer hvit, (g,g,g) er en grå nyanse, $(1,0,0)$ er rød, $(0,1,0)$ er grønn, $(0,0,1)$ er blå, $(1,1,0)$ er gul, $(1,0,1)$ er blårød og $(0,1,1)$ er blågrønn.

7.2 Fyllfarge

Dette verktøyet brukes på sirkler, buer, manglekanter og tekstmeldinger. For tekst er bakgrunnsfargen fargen i rektanlet som omgir teksten.

Fyllfargen forandres med **[Utseende]Fyll ut** ved først å velge den nye fargen fra paletten, så objektet som skal fargelegges. For å gå tilbake til opprinnelig farge, velg denne fargen på samme måte. Fyllfargen kan også



endres ved hjelp av  fra verktøysøylen for stilvalg, ved først å velge objektene som skal fargelegges, og deretter fargen. Snarvei-menyen kan brukes som forklart ovenfor til å beregne fargen numerisk.

Standard oppsett for overlappende figurer blander fargene. For å kontrollere dette kan fargene gjøres transparente eller dekkende ved å bruke snarvei-menyen. Når fargene blandes, blir den endelige fargen et resultat av den logiske operatoren og mellom fargene og det aktuelle objektet.

For eksempel vil en blanding av gul og blågrønn gi grønn: $(1,1,0)$ og $(0,1,1) = (0,1,0)$.

Dekkende objekter vises ”foran” transparente objekter og i samme rekkefølge som de ble laget.

7.3 Tekstfarge

[Utseende]Tekstfarge brukes til å endre fargen på de individuelle tegnene. Fargen velges først, deretter objektene som skal fargelegges.

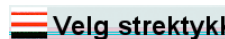
Verktøyet **A** fra verktøysøylen for stilvalg kan også brukes til å fargelegge tekst. Objektet velges først, deretter fargen på paletten.



7.4 Utseende til punkter

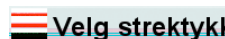
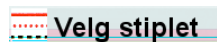
Størrelsen på punkter kan endres med [Utseende]Velg strektykkelse. Et tilsvarende verktøy er også tilgjengelig fra verktøysøylen for stilvalg.

Stilen til et punkt kan endres ved hjelp av [Utseende]Endre utseende eller fra verktøysøylen for stilvalg.



7.5 Utseende til linjer, smarte linjer

Stilen til en linje (heltrukket, prikket, stiplet) og tykkelsen (standard, tykk, svært tykk) er tilgjengelig via [Utseende]Velg stiplet og [Utseende]Velg strektykkelse, og også via tilsvarende verktøy på verktøysøylen for stilvalg. Visningen av linjer og stråler kan begrenses til den synlige delen av tegnevinduet (standard oppsett), eller til det området som brukes til linjene og strålene (avkuttete linjer). I siste tilfelle avgjør Cabri Geometri hvor linjene skal kuttes i forhold til posisjonen til punktene som er avmerket på linjen. Det er to mulige stilvalg for disse avkuttete linjene: med eller uten pil. Valget er tilgjengelig fra menylinjen for utseende. Hvor mye av en linje som skal vises, kan endres manuelt. Hvis to ikke-parallelle linjer ikke vises slik at de skjærer hverandre, og verktøyet [Punkter]Skjæringspunkt brukes på dem, vil linjene bli forlenget forbi skjæringspunktet.



7.6 Tegn og justering

Snarvei-menyen til en tekstboks brukes til å endre justeringen til deler av innholdet i tekstboksen (høyre, venstre, sentrert). Denne menyen brukes også til å endre skrifttype, størrelse og stil til valgte tegn i en boks. Hvert enkelt tegn kan ha forskjellig utseende. Menyene [Valg]Skrifttype kan også brukes til å endre utseende til tegn.

7.7 Likninger og antall desimaler

Et talls nøyaktighet defineres som standard oppsett i menyvalget innstillinger.

Antallet desimaler som skal vises, kan endres ved å bruke – eller + tasten.

Type og format til en likning kan endres ved hjelp av menyen eller i dialogboksen for innstillinger.

7.8 Bilder og teksturer knyttet til objekter

Med Cabri Geometri kan bitmap-bilder (GIF, JPG eller BMP) knyttes til punkter, linjestykker, trekkanter, firkanter og legges som bakgrunn i vinduet. Denne muligheten gjør at brukeren kan endre utseende til disse objektene etter eget ønske. Når det gjelder trekkanter, tilpasses bildet et parallelogram som går ut fra trekanten.

I alle tilfeller er det tilgang til denne funksjonen via menyen for det aktuelle objektet (høyreklikk på objektet mens **[Pekere]Pek på** er aktivt). Skal bildet være bakgrunn i vinduet, høyreklikk i et ledig område på skjermen.



Ved hjelp av menyen kan brukeren velge fra en standard liste over formater: skjermene fra TI-83, TI-89 eller TI-92, eller en GIF, JPG eller BMP fil lagret på et hvilket som helst område.

Et bilde som er knyttet til et objekt, kan fjernes ved hjelp av snarveimenyen.

7.9 Samtidig valg av utseende

Når en bruker allerede har begynt på en konstruksjon, for eksempel klikket på det første punktet for å trekke en linje, er det mulig å klikke på en av boksene i verktøysøylen for stilvalg for samtidig å endre utseende til linjen som skal avsettes.

8 Innstillinger og tilpasninger

8.1 Dialogboksen for innstillinger

Dialogboksen for innstillinger beskriver i detalj alle tilgjengelige stilvalg for nye og eksisterende objekter, samt oppsettet som settes for programmets parametre. Menyen **[Valg]Innstillinger** brukes til dette. Dialogboksen viser knapper merket med ikoner. Disse beskrives i detalj i de følgende avsnittene.

I alle skjermbildene vil et klikk på ”Forhåndsinnstillinger”, føre til at den opprinnelige konfigurasjonen blir gjenopprettet.

I skjermbildet som viser stilvalgene for objektene, er det to avkryssingsbokser ved siden av knappen ”Bruk på”. Der kan det velges om det aktuelle stilvalget bare skal brukes på det nåværende ”Utvalg” eller på ”Nye objekter”.

Knappen ”Lagre til fil” som vises i nedre del av dialogboksen, er felles for alle skjermbildene i **Innstillinger**. Et klikk her lagrer denne konfigurasjonen på en fil med etternavn .ini som inneholder alle de nye innstillingene. Disse innstillingene vil bli anvendt, når denne filen åpnes igjen med **[Fil]Åpne**.

Et klikk på ”Lukk” lukker dialogboksen uten at de nye innstillingene endrer det opprinnelige oppsettet. Ved å klikke på ”OK” lukkes dialogboksen etter at alle innstillinger som er spesifisert i alle skjermbildene er gjort. Hvis ”Bruk som standard” er avkrysset, vil denne konfigurasjonen bli brukt som standard.

De følgende avsnittene beskriver i detalj hvert enkelt skjermbilde i dialogboksen **Innstillinger**.

8.1.1 Valg av lokus

Valg som gjøres i dette skjermbildet, får betydning for alle loki som tegnes på skjermen. ”Antall objekter i lokus” er antallet posisjoner av det variable objektet som brukes til å tegne lokus som en diskret mengde.

Hvis ”Lokus av punkter” er valgt, kan de forbindes med en kurve, eller de kan gis som en mengde usammenhengende punkter.

Når det gjelder loki av linjer, linjestykker, vektorer eller sirkler, kan Cabri Geometri beregne enveloppen til disse objektene, det vil si en kurve som tangerer alle objektene i lokuset, eller alternativt bare tegne mengden av objektene, avhengig av om ”Lokus av linjer eller sirkler” er avkrysset eller ikke.

8.1.2 Standard stiler

Valg som gjøres i dette skjermbildet, angår stilvalg som er felles for tekst og grafiske objekter. For alle typer tekst kan det velges skrifttype, sammen med utseende, størrelse og farge. For hver type grafiske objekter kan det velges farge, utseende til linje, tykkelse, utseende til punkt, utseende til endepunkter og utseende til vinkelmarkeringer. Avhengig av objekttype, vil noen av valgene ikke være relevante, og de vil dermed ikke vises.

8.1.3 Geometri-system

Valgene som gjøres i dette skjermbildet, kontrollerer på hvilken måte geometriske konstruksjoner utarbeides.

I standardoppsettet konstruerer Cabri Geometri punkter implisitt gjennom konstruksjonen, det vil si når et punkt velges som ikke allerede er definert på en kurve eller som et skjæringspunkt. Dette vil som oftest øke hastigheten ved konstruksjonen av en figur. Denne funksjonen kan imidlertid slås av.

Cabri Geometri behandler uendelighet ved å tegne utvidelser av det euklidske planet, som dermed brukes som den geometriske modellen for programmet. Hvis denne funksjonen er aktiv, utvides modellen med en linje ”uendelig fjernt”, det vil si at to parallelle linjer får et skjæringspunkt, en sirkel kan ha sitt sentrum uendelig fjernt, osv. Enkelte konstruksjoner som ikke er projektive, blir ikke utvidet med uendelig fjerne punkter. For eksempel kan ikke et linjestykke ha sitt endepunkt uendelig fjernt, og vil derfor ikke kunne defineres i dette tilfellet, uansett hvilket valg som er gjort.

8.1.4 Systemvalg

I dette skjermbildet kan brukeren endre noen få parametre i brukergrensesnittet.

Hvis ”Bitmap-kopier” er aktivert, vil kommandoen **[Rediger]Kopier** føre til at en bitmap-kopi av den valgte delen av skjermbildet lagres på klippebordet. Hvis valget ikke er aktivert, vil de valgte figurene lagres på klippebordet i vektorformat (Windows Enhanced Metafile). Utfyllende opplysninger om dette valget finnes i kapittel 14 ”Eksport og utskrift”.

”Toleranse” er avstanden programmet setter for at musa kan søke etter nye objekter. En større toleranse forenkler valg av isolerte objekter, men er en ulempe når det gjelder punkter som ligger nær hverandre eller som faller sammen.

”Skrifttype på navn i Pekermeldinger” er skrifttypen som brukes når dynamiske tekstmeldinger vises. Disse meldingene kommer fram ved siden av pekeren når den beveges, for eksempel Symmetrisk om dette punktet.

”Meny skrifttype” brukes når verktøyboksene åpnes for å vise navnene på verktøyene.

8.1.5 Vis presisjon og enheter

I dette skjermbildet settes stilvalg for tallene som opptrer på skjermen, når det gjøres målinger på figurer. Antall desimaler for de forskjellige typer tall (”Lengde”, ”Vinkler”, ”Andre”) og enheter for ”Lengde” og ”Areal” kan fastsettes her.

8.1.6 Koordinatsystem og likninger

I dette skjermbildet fastsettes utseende til og hva slags koordinatsystem som skal brukes til å vise likninger for linjer, sirkler og kjeglesnitt.

I alle tilfeller vil Cabri Geometri forsøke å ha heltallige eller rasjonale koeffisienter i likningene.

Når det gjelder rette linjer, kan brukeren velge mellom likninger av typen $y = ax + b$ (som kan bli til $x = \text{en konstant}$) og $ax + by + c = 0$.

Når det gjelder sirkler, kan man velge mellom den generelle likningen $x^2 + y^2 + ax + by + c = 0$ og likningen som klart viser koordinatene til sentrum og lengden av

radius, $(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = R^2$.

Hvis sentrum i sirkelen er uendelig fjernt, og hvis behandling av uendelig fjerne punkter er aktivert, vil Cabri Geometri vise en likning av typen $y = ax + b$ og Linje uendelig fjernt, samtidig som sirkelen blir representert ved en linje.

Hvis linjen selv er uendelig fjern, vises en dobbel linje uendelig fjernt. (Sentrum uendelig fjernt og et annet punkt uendelig fjernt som angir radius.)

Når det gjelder kjeglesnitt, må valget gjøres mellom den generelle likningen $ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0$, og likningen som viser sentrum til kjeglesnittet. $(x - x_0)^2/a^2 \pm (y - y_0)^2/b^2 = \pm 1$. I dette tilfellet må kjeglesnittet være av en type som har sentrum i et ordinært punkt (ellipse, hyperbel), og aksene må være parallelle med koordinataksene. Hvis dette ikke er tilfelle, vil den generelle formen bli brukt.

Når det gjelder loki, kan bare det kartesiske koordinatsystemet brukes. Hvis en av koordinatene x eller y kan isoleres fra likningen, vises likningen på formen $x = f(y)$ eller $y = f(x)$, hvis ikke vises den i generell form som en sum av ledd av formen $a_{ij}x^i y^j$ lik null.

8.2 Verktøykonfigurasjon

Brukeren kan legge til egne verktøy (selvkonstruerte makroer) i verktøylinjen, eller flytte disse verktøyene til andre verktøybokser. Det er også mulig å fjerne verktøy fra verktøylinjen.

Denne tilpasningen er nyttig for å kunne utvide mulighetene i Cabri Geometri, og også for å kunne undervise med et begrenset antall verktøy tilgjengelig (for eksempel uten normaler eller parallelle linjer). Til bruk i undervisning kan en tilpasset verktøylinje beskyttes med et passord, som hindrer elevene i å endre den.

Når makroer konstrueres, vil det tilhørende verktøyet bli lagt til i verktøyboksen **[Makroer]**.

Verktøylinjen kan endres ved å velge **[Valg]Verktøykonfigurasjon**, og dialogboksen kommer fram.

Nå kan plasseringen av verktøy endres ved å klikke på det aktuelle verktøyet og så klikke der det skal plasseres. For å fjerne et verktøy må det klikkes på "søppelbøtta" som kommer fram til høyre på verktøylinjen.

Endringer i verktøylinjen lagres ikke sammen med figuren. Verktøylinjen må derfor lagres separat for at den skal kunne brukes seinere.

Hvis et passord skrives inn når verktøylinjen endres, må dette skrives inn igjen hvis verktøylinjen skal kunne endres igjen.

8.3 Språk

Menyvalget **[Valg]Språk** viser en dialogboks som åpner en fil. I denne dialogboksen velges språk, etternavn .cgl, som skal brukes i menyer, dialoger og meldinger. Det nye språket installeres uten at det er nødvendig å starte programmet på nytt. Etter å ha installert et nytt språk spør Cabri Geometri om dette språket skal brukes neste gang Cabri Geometri startes.

Hvilke språkfiler som distribueres sammen med programmet, varierer etter hvem som forhandler programmet. Cabri Geometri er oversatt av matematikklærere til de fleste språk der programmet brukes, også til norsk bokmål og nynorsk. support@cabri.com kan kontaktes når det gjelder hvilke språk som er tilgjengelige. Norsk språkfil kan hentes fra <http://www.hia.no/realfag/diverse>.

9 Brukergrensesnitt

9.1 Menylinjen

Dette kapitlet inneholder en systematisk oversikt over alle brukergrensesnittene i programmet. En tilsvarende presentasjon sett fra et annet synspunkt (for eksempel mengden av verktøy som kan lage eller konstruere punkter) gis i andre kapitler.

Handling	Meny
Åpner en Cabri Geometri fil.	Om Cabri Geometri II plus
Standard innstilling for loki, akser, enheter, antall desimaler, likninger.	Innstillinger
Avslutt Cabri Geometri.	Avslutt

9.1.1 Fil-menyen

Handling	Meny	Snarvei
Åpner et tegneark som blir det aktive dokumentet.	Ny	Ctrl+N
Åpner en Cabri Geometri II - eller Cabri Geometri TM Pluss-figur.	Åpne..	Ctrl+O
Lukker det aktive dokumentet.	Lukk	Ctrl+W
Lagrer det aktive dokumentet.	Lagre	Ctrl+S
Lagrer aktuell figur med et spesifisert navn.	Lagre som..	
Lagrer figuren i et format som kan leses av de versjoner av Cabri Geometri som finnes i Texas Instruments kalkulatorer.	Eksporter figur til TI..	
Endrer figuren til den versjonen av figuren som sist ble lagret.	Gå tilbake..	
Viser hele tegnearket (1m x 1m). Her kan den delen som vises i tegneområdet endres.	Vis side..	
Definerer parametrene for utskrift.	Sideoppsett	
Skriver ut den aktuelle figuren eller en utvalgt del.	Skriv ut..	Ctrl+P
Avslutter Cabri Geometri.	Avslutt	Alt+F4

9.1.2 Rediger-menyen

Handling	Meny	PC
Omgjør den sist utførte operasjonen.	Angrer	Ctrl+Z
Fjerner den merkede delen fra konstruksjonen og legger den på klippebordet.	Klipp ut	Ctrl+X
Kopierer den merkede delen til klippebordet.	Kopier	Ctrl+C
Limer inn figuren som ligger på klippebordet i den aktuelle figuren.	Lim inn	Ctrl+V
Fjerner de merkede objektene.	Slett	Del
Velger alle objektene i en konstruksjon.	Velg alt	Ctrl+A
Konstruksjonen kan vises på nytt. Her er flere mulige valg.	Vis konstruksjon	
Tegner opp hele konstruksjonen på nytt.	Frisk opp figur	Ctrl+F

9.1.3 Valg-menyen

Handling	Meny	PC
Viser eller skjuler menyene for stilvalg.	Vis stilvalg	F9
Viser eller skjuler historievinduet.	Vis historievindu	F10
Velger innstillinger for lokus, akser, enheter, presisjon, likninger, som kan lagres i en fil.	Innstillinger..	
Viser dialogboksen "Verktøykonfigurasjon".	Verktøykonfigurasjon..	
Valg av språk.	Språk..	
Valg av karakteristika for skrifttyper.	Skrifttyper..	

9.1.4 Vindu-menyen

Handling	Meny
Standard Windows-meny for å åpne filer og vise de åpne filene.	Velg utsnitt Full bredde Full lengde Lukk alt
En liste over åpne filer vises i denne menyen.	Figur 1..

9.1.5 Sesjon-menyen

Handling	Meny	PC
Starter og stopper opptak av en sesjon.	Start opptak..	F2
Velger en fil. Leser stegene i konstruksjonen.	Les en sesjon..	F4
Skriver ut en sesjon med de valgte innstillingene for utskrift.	Skriv ut en sesjon..	F5
Viser foregående steg i konstruksjonen.	Forrige	F6
Viser neste steg i konstruksjonen.	Neste	F7

9.1.6 Hjelp-menyen

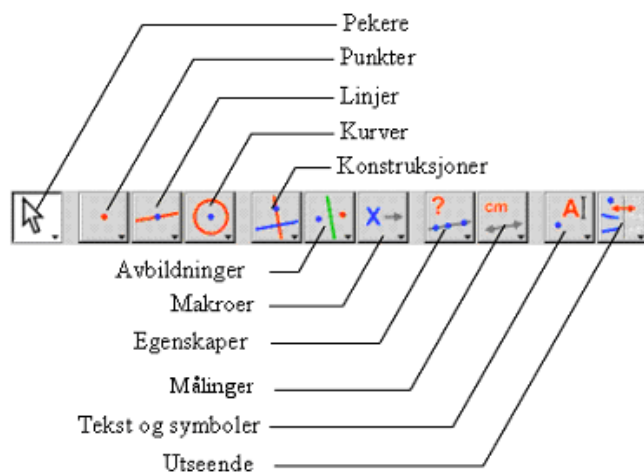
Handling	Meny	PC
Viser en hjelpemelding for det aktuelle verktøyet, nederst på skjermen.	Hjelp	F1
Viser programmets versjonsnummer og hvilken lisens som er registrert.	Om Cabri Geometri II Pluss..	

9.1.7 Annet

Skifter visning mellom Uthevet og Normal for å forbedre lesbarheten for synshemmede eller ved presentasjoner.	Ctrl+D
Generell forstørrelse – zoom aktivert.	Ctrl++
Generell forminsking – zoom deaktivert.	Ctrl+-
Viser menyen for å endre enheter.	Ctrl+U
Viser et tidligere åpent vindu foran.	Ctrl+Tab
Et klikk i et ledig område på skjermen vil føre til at alle flyttbare punkter blinker.	

9.2 Verktøylinjen

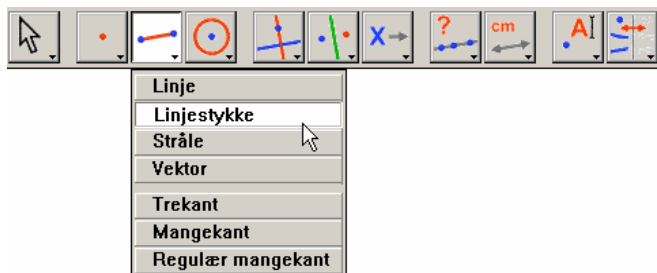
Verktøylinjen vises nedenfor.



Figur 9.2 – Verktøylinjen.

Verktøylinjen kan tilpasses av brukeren. (Se kapitlet om ”Innstillinger og tilpasninger”).

Hvert ikon tilsvarer et ord (eller en frase) som beskriver det aktuelle objektet. Dette er avgjørende for å undervise geometri til barn som kan manipulere objekter og lære terminologien samtidig. De kan snakke om geometri mens de holder på med det.







Figur 9.2 - Valg av verktøyet **Linjestykke** i verktøyboksen for linjer.




Klikk og hold (hold nede venstre museknapp en kort stund til du flytter musepekeren nedover) for å peke på et ikon som åpner en verktøykasse: En rekke verktøy vises og ett av dem velges. Ikonet for det valgte verktøyet erstatter det opprinnelige i verktøylinjen.

Et klikk på et ikon velger verktøyet som vises. Alle ikonene i verktøyboksen vises i den følgende listen.








9.2.1 Pekere

Velger og flytter objekter.	Pek på	
Roterer et objekt om sitt sentrum eller et valgt punkt.	Roter	
Forstørrer eller forminsker et objekt i forhold til sitt sentrum eller et valgt punkt.	Strekk	
Roterer og forstørrer samtidig et objekt om sitt sentrum eller et valgt punkt. Dette er en kombinasjon av rotasjon og strekking.	Roter og strekk	




9.2.2 Punkter

Avsetter et punkt: et fritt punkt, et punkt på et objekt eller et skjæringspunkt (avhengig av posisjonen til pekeren).	Punkt	
Avsetter et punkt på et objekt. Verktøyet lager et punkt på et eksisterende objekt.	Punkt på objekt	
Konstruerer skjæringspunktene til to objekter. Ved å klikke på to objekter etter hverandre, konstrueres alle skjæringspunktene mellom disse to objektene. Merk – ved å klikke nær et av skjæringspunktene, blir bare dette skjæringspunktet konstruert.	Skjæringspunkt	











9.2.3 Linjer

Konstruerer en rett linje definert ved et punkt og enten en retning (valgt ved et nytt klikk) eller et annet punkt. Hvis Alt-tasten holdes nede når retning velges, vil punktet bli avsatt.	Linje	
Konstruerer et linjestykke definert ved to punkter.	Linjestykke	
Konstruerer en stråle definert ved et punkt og en retning eller et nytt punkt.	Stråle	
Konstruerer en vektor definert ved to punkter. Det første er startpunktet til vektoren. Alt-tasten kan brukes på samme måte som for linje.	Vektor	
Konstruerer en trekant med tre gitte punkter som hjørner.	Trekant	
Konstruerer en mangekant definert ved n punkter ($3 \leq n \leq 128$). For å avslutte konstruksjonen, må det klikkes to ganger på siste punkt eller på det første punktet en gang til.	Mangekant	
Konstruerer en regulær mangekant ved å velge et punkt som sentrum, et nytt punkt som definerer ”stor radius” og et antall hjørner. Antall sider eller armer for en stjerne velges ved å bevege pekeren rundt sentrum: i en halvsirkel til høyre for sentrum for en mangekant, og i en halvsirkel til venstre for sentrum for en stjerne. En melding $\{n/p\}$ vises for en stjerne med n punkter. Hvert p -te punkt av en regulær mangekant knyttes sammen. Eksempel: Et pentagram er en $\{5/2\}$ stjernemangekant.	Regulær mangekant	




9.2.4 Kurver




Konstruerer en sirkel. Først velges et eksisterende punkt eller et nytt avsettes som skal være sentrum i sirkelen. Deretter velges lengde for radius ved å klikke på ønsket lengde. Hvis Alt-tasten holdes nede når lengden velges, avsettes et punkt til.	Sirkel	
Konstruerer en sirkelbue definert ved tre punkter: det første er et endepunkt, det andre et mellomliggende punkt og det tredje et endepunkt.	Bue	
Konstruerer et kjeglesnitt definert ved fem punkter, hvorav høyst tre er på samme linje.	Kjeglesnitt	

9.2.5 Konstruksjoner




Konstruerer en linje gjennom et punkt normalt på en gitt retning: linje, linjestykke, stråle eller akse.	Normal	
Konstruerer en linje gjennom et punkt parallell med en gitt retning.	Parallell	
Konstruerer midtpunktet mellom to punkter eller som et linjestykke (definert ved to punkter, en vektor eller på en side i en mangekant. De to punktene kan konstrueres samtidig.	Midtpunkt	
Konstruerer midtnormalen til to valgte punkter, eller på et linjestykke, en vektor eller en side.	Midtnormal	
Konstruerer halveringslinjen til en vinkel, definert ved tre punkter ABC , der B er toppunktet.	Vinkelhalveringslinje	
Konstruerer linjestykket som representerer summen av to vektorer. Det må velges to vektorer og et punkt som skal være startpunktet for vektorsummen. Rekkefølgen av valgene er uten betydning.	Vektorsum	
Konstruerer en sirkel definert ved et punkt og en radius. Velg først lengden til radius ved å klikke på et linjestykke (eller eventuelt to punkter eller et tall), velg så sentrum. Rekkefølgen av valgene er uten betydning.	Passer	
Overfører et lengdemål definert ved et tall, til en vektor, en akse eller en sirkel (retning mot klokka fra et valgt punkt).	Avsett lengde	
Konstruerer et lokus. Velg et objekt A og et punkt M , som må bevege seg på et annet objekt. Lokus for A konstrueres når M beveger seg.	Lokus (Geometrisk sted)	
Definerer på nytt geometriske karakteristika til et objekt (et punkt, en linje, en sirkel, et kjeglesnitt osv.) uten å behøve gjøre konstruksjonen på nytt.	Definer på nytt	

9.2.6 Avbildninger






Konstruerer speilbildet av et objekt. Velg først objektet som skal speiles, deretter speilingsaksen.	Speil om linje	
Speiler et objekt om et punkt. Objektet som skal avbildes velges først, deretter et punkt det skal speiles om.	Speil om punkt	
Konstruerer bildet av et objekt ved en parallellforskyvning. Objektet velges først, deretter parallellforskyvningsvektoren.	Parallellforskyv	

Konstruerer bildet av et objekt ved en rotasjon. Velg først objektet, deretter rotasjonssentrum og til slutt en vinkel definert ved et tall eller tre punkter, det andre punktet er toppunktet i vinkelen.	Rotasjon	
Konstruerer bildet av et objekt ved en strekking. Ved hjelp av verktøyet Rediger tall sett inn et tall som angir strekkingsfaktoren hvor som helst på tegneområdet. Ved strekking velg først objekt, deretter strekkingsentrum og til slutt strekkingsfaktoren. Alternativt velg objekt og tre punkter A, O, B i denne rekkefølgen. O er sentrum, OB/OA er strekkingsfaktor og AOB vinkelen. Hvis A, O, B ligger på samme linje, vil avbildningen være den samme som strekking med sentrum O og strekkingsfaktor OB/OA .	Strekking	
Konstruerer det inverse bildet av et punkt med hensyn til en gitt sirkel. Velg punkt og sirkel.	Konstruer invers	




9.2.7 Makroer




Velg mengden av startobjekter som makrokonstruksjonen seinere skal kreve.	Startobjekter	
Velg sluttobjektene til makrokonstruksjonen.	Sluttobjekter	
Etter å ha definert start- og sluttobjekter, blir makroen kontrollert her.	Definer makro	

9.2.8 Egenskaper







Viser en melding om tre punkter ligger på samme linje eller ikke.	På linje?	
Viser en melding om to objekter (linjer, linjestykker, sider osv.) er parallelle eller ikke.	Parallelle?	
Viser en melding om de to valgte objektene står normalt på hverandre eller ikke.	Normalt på	
Viser en melding om et punkt ligger like langt fra to andre punkter. De første punktet blir kontrollert mot de to neste.	Med samme avstand?	
Viser en melding om et punkt ligger på et objekt eller ikke.	Ligger på?	

9.2.9 Målinger


Måler lengden av et linjestykke, størrelsen til en vektor, avstanden fra et punkt til en linje eller en sirkel, eller avstanden mellom to punkter. Det kan også brukes til å måle omkretsen av en mangekant, periferien til en sirkel eller ellipse. Tallet som vises i tegneområdet får en enhet. Standard er cm.	Avstand og lengde	
Måler arealet av en mangekant, sirkel eller ellipse. Arealenheten vises.	Areal	
Viser stigningen til en linje, linjestykke, stråle eller vektor. Et tall uten benevnelse vises på skjermen, og som er uendelig hvis retningen er vertikal.	Stigning	










Viser størrelsen til vinkel definert ved tre punkter (det andre punktet må være toppunktet).	Vinkel	
Gir likningen til en linje, en sirkel, et kjeglesnitt eller et lokus. Likningstypen som angis, er avhengig av valgene som er gjort i innstillingene som er gjort i innstillingsmenyen. Gir også koordinatene til et punkt.	Likning og koordinater	(x,y) $y=f(x)$
Viser en kalkulator som kan gjøre vitenskapelige beregninger ved å bruke tall fra tastaturet eller verdier fra skjermen.	Beregn	
Beregner verdien til et uttrykk som vises i tegneområdet. Først må uttrykket velges, deretter et eller flere tall i tegneområdet for hver variabel i uttrykket. Verdien av uttrykket kan brukes i nye beregninger.	Finn verdien til et uttrykk	$3x+$ $2y=$
Setter opp en tabell, der tall fra figuren kan settes inn. Tab-tasten brukes til å sette inn nye linjer med verdier.	Lag tabell	

9.2.10 Tekst og symboler

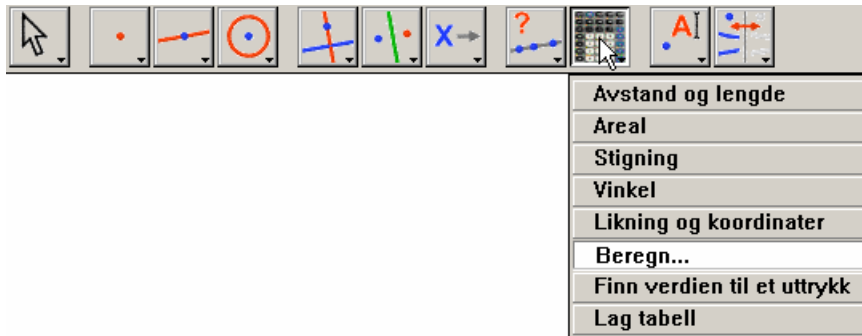
Setter navn på punkter, linjer, sirkler, stråler, trekkanter, mangekanter, loki.	Sett navn på	
Skriver inn tekst hvor som helst i tegneområdet. Dynamiske elementer fra figuren som tall og navn kan tas med i meldingen ved å velge dem.	Skriv kommentar	Ab
Brukes til å skrive inn tall hvor som helst i tegneområdet.	Rediger tall	2.1
Brukes til å skrive inn et uttrykk hvor som helst i tegneområdet. Uttrykkene redigeres som tekst. Syntaksen kontrolleres ikke før det beregnes, dvs. når det settes inn verdier for de variable.	Uttrykk	$3x+$ $2y$
Tegner en vinkelmarkering. Det andre punktet av de tre som definerer vinkelen, må være toppunktet.	Marker en vinkel	
Fastsetter eller fristiller posisjonen til et objekt.	Fastsett / Fristill	
Avsetter eller fjerner sporet etter et objekt som beveges.	Spor på /av	
Beveger objekter automatisk.	Animer	
Beveger flere objekter automatisk.	Multippel animasjon	

9.2.11 Stilvalg

Brukes til å velge hvilke objekter i diagrammet som skal skjules. Disse objektene vil verken være synlige på skjermen eller bli skrevet ut. På denne måten kan arbeid med komplekse figurer forenkles. Det samme verktøyet brukes til å vise objekter som tidligere er skjult.	Skjul / Vis	
--	--------------------	---

<p>Brukes til å kontrollere visningen til et eller flere objekter. En knapp vil komme fram på figuren, og ved å trykke/slippe denne knappen, vil objekter skjules/vises.</p> <p>For å knytte et eller flere objekter til denne funksjonen, dra-og-slipp knappen først. Klikk deretter på et eller flere objekter (Shift-tasten + objektene). Hvis en eksisterende knapp skal endres, velg [Utseende]Skjul / Vis knapp og velg objekter som forklart ovenfor. Når en knapp er laget eller endret, aktiveres den med pekerverktøyet. Den kan flyttes i tegneområdet med dra-og-slipp.</p>	Skjul / Vis knapp	
<p>Brukes til å velge objektens farge. Først velges fargen fra paletten, så objektet som skal farges.</p>	Velg farge,	
<p>Fyller ut mangekanter, sirkler og tekst med en farge som velges fra paletten.</p>	Fyll ut	
<p>Endrer fargen på teksten. Velg først farge fra paletten, så teksten.</p>	Tekstfarge	A
<p>Endrer tykkelse på linjer og punkter.</p>	Velg strek-tykkelse	
<p>Endrer utseende til linjer – stiplet, prikket, osv.</p>	Velg stiplet	
<p>Endrer utseende til forskjellige objekter: punkter, vinkelmarkeringer, linjemerking, aksetype, tekst.</p>	Endre utseende	
<p>Viser eller skjuler standard aksesystem.</p>	Vis / Skjul aksene	
<p>Definerer et nytt aksesystem ved å velge et punkt som origo, deretter et punkt som angir enheten på hver av aksene. Hvis de to siste punktene allerede eksisterer, definerer de enhetene på aksene.</p>	Nye akser	
<p>Viser rutenettet til et bestemt aksesystem.</p>	Definer rutenett	

9.2.12 Kalkulator



Viser verktøylinjen der kalkulatorknappen er valgt.

Kalkulatoren brukes til å utføre beregninger på verdier som framkommer i figuren (målinger, viste tall, og resultater fra beregninger) eller som er tastet inn fra tastaturet.



Resultatene vises midlertidig til høyre i kalkulatorvinduet. For å ta vare på resultatene må de kopieres til tegneområdet. Klikk på resultatet i kalkulatorvinduet og dra det til ønsket posisjon. Når figuren endres, oppdateres automatisk mål og de tilhørende beregningene. Endringer i en beregning fører til at figuren oppdateres.

Det er flere tilgjengelige funksjoner på kalkulatoren enn de som listes opp på skjermen:


Funksjon	Syntax
Arcus cosinus	ARCCOS(x), arccos, acos, ArcCos
Hyperbolsk arcus cosinus	ARGCH(x), argch, ArgCh
Arcus sinus	ARCSIN(x), arcsin, asin, ArcSin
Hyperbolsk arcus sinus	ARGSH(x), argsh, ArgSh, arcsinh
Arcus tangens	ARCTAN(x), arctan, atan, ArcTan
Hyperbolsk arcus tangens	ARGTH(x), argth, ArgTh, arctanh
Rund av (til nærmeste hele tall)	ROUND(x), round, Round
Kvadrat	SQR(x), sqr, Sqr, Sq
Cosinus	COS(x), cos, Cos
Hyperbolsk cosinus	COSH(x), cosh, CosH, ch
e^x	Exp(x), exp, Exp
Logaritme	Log10(x), Log10, lg, log
Naturlig logaritme	LN(x), ln, Ln
Maksimum [a,b]	MAX(a,b), max, Max
Minimum [a,b]	MIN(a,b), min, Min
Tilfeldig tall [0,1]	Random(a,b), random(a,b), Rand(a,b), rand(a,b)
Pi	π , Π , pi, Pi
Minste heltall $\geq x$	CEIL(x), ceil, Ceil
Største heltall $\leq x$	FLOOR(x), floor, Floor,
Potenser av 10	10^x
Kvadratrot	SQRT(x), sqrt, Sqrt, SqRt
Sign [-1 hvis $x < 0$, +1 hvis $x > 0$, 0 hvis $x = 0$]	Signe(x), signe, sign
Sinus	SIN(x), sin, Sin
Hyperbolsk sinus	SINH(x), sinh, SinH, sh
Tangens	TAN(x), tan, Tan
Hyperbolsk tangens	TANH(x), tanh, TanH, th
Absoluttverdi	ABS(x), abs, Abs


9.3 Verktøysøylen for stilvalg


Verktøysøylen for stilvalg vises vertikalt til venstre i tegneområdet, og kan vises /skjules ved hjelp av **[Valg]Vis stilvalg F9**. Verktøysøylen for stilvalg oppfører seg forskjellig fra verktøyboksen ”Utseende”. Når et verktøy velges for å konstruere en spesiell type objekt (punkt, linje,...) oppdateres denne verktøysøylen slik at standard valg for denne objekttypen vises. Disse kan endres, og endringen vil gjelde for alle nye objekter av denne typen. For eksempel hvis **[Punkter]Punkt** aktiveres,





oppdateres verktøysøylen slik at standard egenskaper for punkter vises (farge, utseende, størrelse). Hvis blå velges som tegnefarge, vil alle nye punkter som lages deretter, bli blå.
Det er også mulig å velge objekter i pekemodus og så velge verdi for et stilvalg på verktøysøylen. Denne verdien vil så bli brukt på alle de valgte objektene.

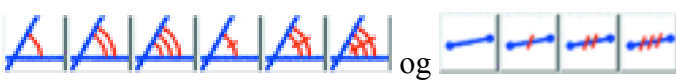
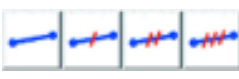
De første tre knappene  viser tegnefarger, fyllfarger og farge på tekst. Den aktuelle fargen vises på ikonet (her svart).


De neste knappene  brukes for å øke eller minske størrelsen på tegn.


Disse knappene  brukes til å forandre størrelsen på punkter og tykkelsen på linjer og kurver.

 knappene brukes til å kontrollere utseende til linjer og kurver (heltrukket, prikket, stiplet).

 knappene brukes til å vise utseende til punkter.

 og  knappene brukes til å velge hvordan vinkler og linjestykker skal markeres. Disse symbolene markerer for eksempel når vinkler har samme størrelse og når linjestykker har samme lengde.

 knappene viser utseende til endepunktene av ”smarte linjer”.

 knappene kontrollerer valg av type koordinatsystem: kartesiske koordinater, eller polarkoordinater i grader, radianer eller nygrader.

10 Eksport og utskrift

En figur som er laget med Cabri Geometri, kan brukes på mange forskjellige måter i andre dokumenter eller publiseres på Internett. For å bruke alle delene av en figur i et annet Cabri Geometri dokument, er det tilstrekkelig å velge de aktuelle objektene, eventuelt med Ctrl+A, velg så **[Rediger]Kopier** og deretter **[Rediger]Lim inn** i det andre dokumentet.

Hvis figuren skal brukes i en annen applikasjon, kan den kopieres til klippbordet i to formater: bitmap eller vektor. Valget mellom disse to gjøres i dialogboksen "Innstillinger" under knappen "Systemvalg". I begge tilfeller må det defineres en valgramme ved klikk-og-dra i pekermodus. Innholdet i rammen kopieres til klippbordet.

Bitmap-formatet passer best for statiske figurer (de kan ikke manipuleres) som skal publiseres på Internett. Disse figurene vil få et piksel-utseende når de skrives ut. Vektorformatet er av typen "Windows Enhanced Metafile" og kan kopieres i vektorform til de fleste andre programmer. Disse figurene vil få et perfekt utseende ved utskrift, siden det brukes den samme oppløsningen som skriveren har.

For å få høy oppløsning ved utskrift av bitmap-kopier, eller PostScript-filer, brukes kommandoen **[Fil]Skriv ut**. Siden skrives ut ved å bruke en PostScript skriverdriver (for eksempel skriverdriveren til Adobe® PostScript) ved å velge "Skriv til fil", og for eksempel "Encapsulated PostScript" (EPS) i driveren. På denne måten er det mulig å få vektorformat som kan flyttes over til andre operativsystemer, noe som ikke er mulig med Windows Metafiler. "Encapsulated PostScript"-versjon kan konverteres til andre formater ved hjelp av passende hjelpemidler, for eksempel Ghostscript (gratis programvare) og bruke den oppløsningen som ønskes. En beskrivelse i tekst av figuren kan kopieres fra "Historie"-vinduet ved å bruke hurtigmenyen (høyreklikk).

Figuren kan også lagres som en Cabri jr. fil. Cabri Jr er en Cabri versjon for grafiske kalkulatorer fra Texas Instruments.

Del C – Avansert veiledning

Velkommen til den videregående delen av brukerhåndboka.

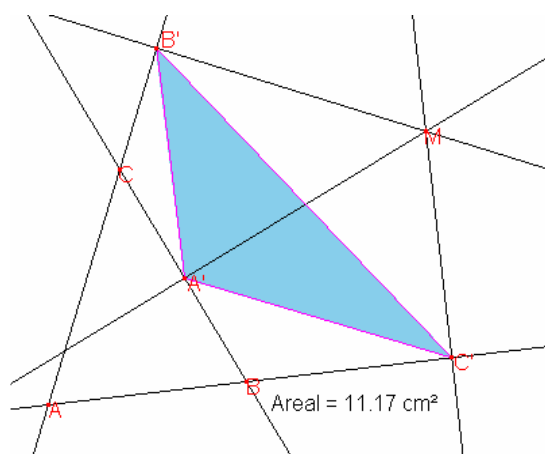
Denne delen som inneholder tre kapitler, presenterer noen problemer som det er morsomt å utforske og lett å løse med Cabri Geometri Pluss. Disse problemene kompletterer veiledningsdelen for brukere som ønsker å utforske Cabri Geometri Pluss videre.

Disse oppgavene er beregnet for elever på videregående nivå med fordypning i matematikk eller studenter på grunnstudium på høyskole og universitet. De er stort sett uavhengige av hverandre, og leseren inviteres til å gjenta de detaljerte konstruksjonsmetodene for deretter å forsøke å løse oppgavene som følger. Oppgaver merket med en stjerne er de vanskeligste.

11 Pedaltrekanter

Bruk **[Punkter]Punkt** og start med tre punkter, A , B og C hvor som helst i tegneområdet. Konstruer tre rette linjer, AB , BC og CA ved å bruke **[Linjer]Linje**. Tegn et vilkårlig fjerde punkt M i planet, og konstruer den ortogonale projeksjonen av M , kalt henholdsvis C' , A' og B' på disse tre linjene. Disse punktene konstrueres ved først å konstruere normalen fra M på hver av disse tre linjene ved å bruke **[Konstruksjoner]Normal**. Bruk så **[Punkter]Punkt** til å fange opp skjæringspunktene mellom normal og den korresponderende linjen. **[Punkter]Punkt** konstruerer implisitt skjæringspunkt mellom to objekter. Det er nok å plassere pekeren nær til et skjæringspunkt, og Cabri Geometri viser meldingen Dette skjæringspunktet, eller, om det er en mulig tvetydighet, Hvilket objekt? etterfulgt av en menyliste.

De tre punktene A' , B' og C' bestemmer en trekant som kan tegnes opp ved å bruke **[Linjer]Trekant**. Den kalles en *pedaltrekant*. Det indre av trekantområdet kan farges ved å bruke **[utsende]Fyll ut**. Det interessante her er at arealet av trekanten er avhengig av hvor punktet M er plassert. Arealet av trekanten kan bestemmes ved å bruke **[Målinger]Areal**. Resultatet er et ”geometrisk” areal, uavhengig av orienteringen av trekanten, det vil si uavhengig av om den er oppgitt i positiv eller negativ dreieretning. Målet oppgis i cm^2 og tallet kan plasseres hvor som helst på tegneområdet. Ved å klikke på høyre museknapp kommer det opp en meny, med blant annet mulighet for å endre til ”algebraisk” areal, der fortegnet avhenger av orienteringen av trekanten.



Figur 11.1 – Pedaltrekanten til punktet M , med arealet markert.

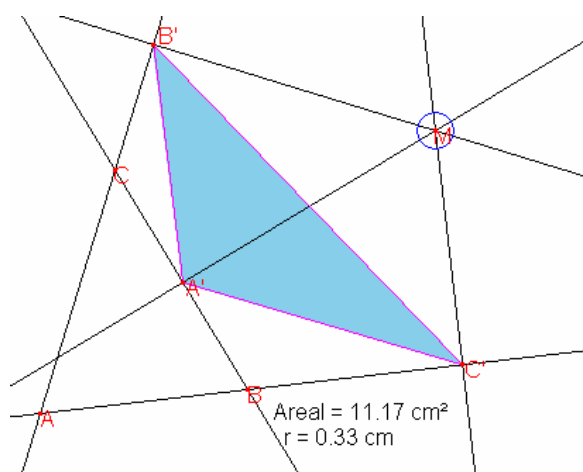
Vi skal se på hvordan arealet av $A'B'C'$ varierer, avhengig av posisjonen til M . Det er flere mulige strategier for dette. For eksempel, aktiver **[Tekst og symboler]Spor på/av**, og klikk på objektet som skal følges, i dette tilfellet M . Flytt så punktet M mens du forsøker å holde arealet av $A'B'C'$ konstant. Gjentatte posisjoner av M vises på skjermen, og det viser en

konturlinje for like verdier av arealet. En annen strategi kunne være å bruke lokus av punkter på et rutenett for å tegne en visuell representasjon av arealet av $A'B'C'$ for en rekke posisjoner av M .

Her skal vi bruke denne siste strategien og tegne sirkelen med sentrum i M , som har et areal proporsjonalt med arealet av $A'B'C'$ for et stort antall posisjoner av M . For å gjøre dette er det nødvendig først å beregne radius i sirkelen, proporsjonal med kvadratroten av arealet av trekanten. Aktiver **[Målinger]Beregn**, og skriv inn uttrykket \sqrt{a} (og velg så tallet som viser arealet av trekanten for å sette det inn i uttrykket, som da bli \sqrt{a} . Lukk så parenteser). Divider med 10 for å unngå å få en sirkel som er altfor stor. Uttrykket på kalkulatoren er nå $\sqrt{a}/10$. Regn ut dette ved å klikke på =knappen, og flytt så svaret til et passende sted på tegneområdet.

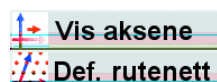


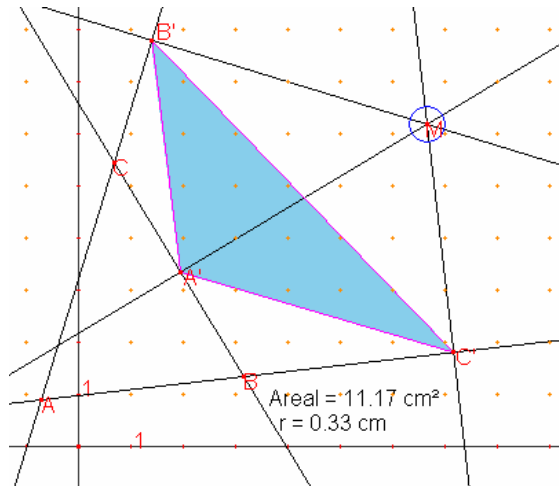
Bruk **[Konstruksjoner]Passer** til å tegne en sirkel med sentrum i M og med radius som vi nettopp beregnet, Velg tallet som ble flyttet ut på tegnearket, og så punktet M . Sirkelen med sentrum i M , og med den ønskede radius, konstrueres på tegneområdet. Vi kan nå observere endringene i arealet til sirkelen om M ettersom punktet flyttes.



Figur 11.2 – En sirkel tegnes, med sentrum i M og med areal proporsjonalt med arealet av trekanten $A'B'C'$.

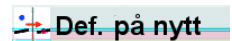
Vi skal nå definere et rutenett og definere M på nytt i forhold til dette. Så skal vi tegne sirklene som representerer arealet av pedaltrekanten for hvert punkt på rutenettet. For å definere rutenettet trengs et aksesystem. Vi skal velge standard-aksene som er tilgjengelige for ethvert diagram. For å vise disse, velg **[Utseende]Vis aksene**. Aktiver så **[Utseende]Definer rutenett**, og velg aksene. Et nett av punkter kommer fram.





Figur 11.3 – Et rutenett er konstruert, ved å bruke standardaksene for diagram. M er så definert på nytt som et vilkårlig gitterpunkt i nettet.

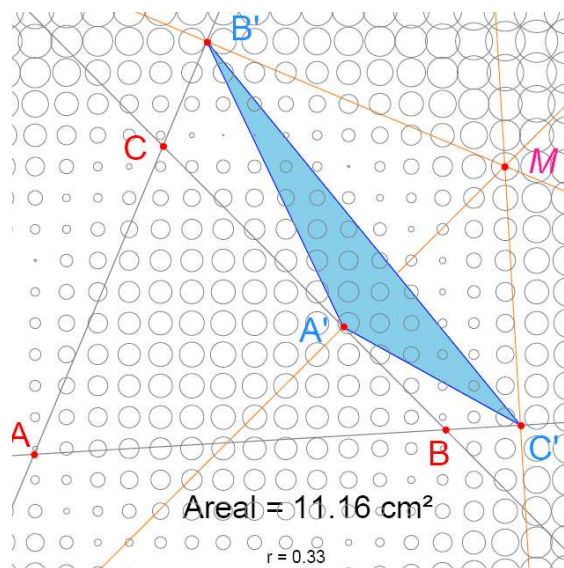
M er fremdeles et uavhengig punkt som kan flyttes i planet. Vi skal definere det på nytt slik at posisjonen er begrenset til gitterpunktene. Bruk **[Konstruksjoner]Definer på nytt**, og velg så M . Velg alternativet Punkt på et objekt fra menylisten som kommer opp, og velg et vilkårlig gitterpunkt i rutenettet. M er nå begrenset til å være et gitterpunkt.



[Konstruksjoner]Lokus kan nå brukes til å konstruere mengden av sirkler som kommer fram på tegneområdet når M flyttes rundt i rutenettet. Velg sirkelen, så punktet M . Lokus av sirkler konstrueres når M flyttes i rutenettet.



Det kan vises, se for eksempel boka H.M.S. Coxeter og S.L. Greitzer: *Geometry Revisited*, Mathematical Association of America, section 1.9, at konturlinjene for like store areal av pedaltrekanten er sirkler med sentrum i *omsenteret* til ABC . Spesielt har trekanten $A'B'C'$ areal null når M ligger på omsirkelen til ABC , eller tilsvarende. Punktene A' , B' og C' er kollineære hvis og bare hvis M ligger på omsirkelen til ABC .



Figur 11.4 – Areal av pedaltrekanten som en funksjon av posisjonen til punktet M .

Øvelse 8

Med M på omsirkelen til ABC er de tre punktene A' , B' og C' kollineære, og $A'B'C'$ kalles Simson-linjen¹ til M (eller Wallace-linjen². Æren for å ha oppdaget denne linjen ble uriktig knyttet til Simson i mange år, men den ble faktisk publisert i 1799 av Wallace). Konstruer enveloppen av Simson-linjer. Bruk **[Konstruksjoner]Lokus**. Denne kurven som er invariant under en rotasjon på 120° , kalles for *deltoiden* (eller *tricuspoïden* eller Steiners hyposykloide³), siden den har form som den greske bokstaven Δ . Den tangerer de tre linjene AB , BC og CA . Den er en algebraisk kurve av fjerde grad. Dette kan kontrolleres ved **[Målinger]Likning og koordinater**, som gir likningen for kurven.

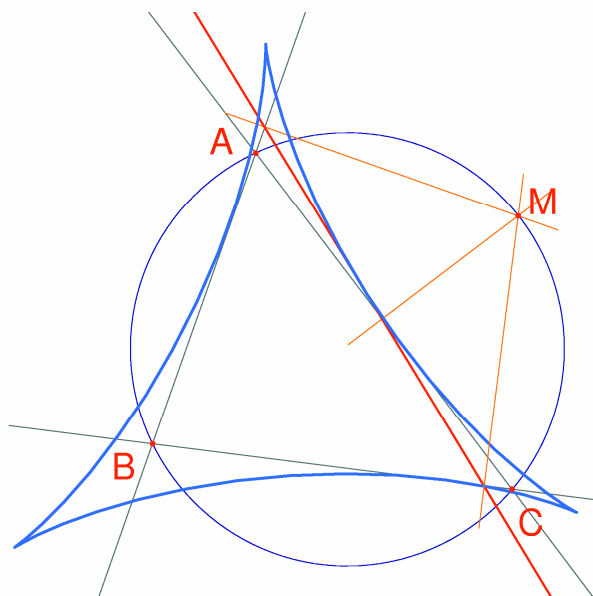
¹ Robert Simson, 1687-1768

² William Wallace, 1768-1843

³ Jacob Steiner, 1796-1863

Øvelse 9*

Bruk deltoiden i forrige eksempel, konstruer sentrum, de tre tangeringspunktene mellom kurven og de tre rette linjene og den største sirkelen som kan innskrives i kurven.



Figur 1.5 – Enveloppen til Simson-linjene til trekanten ABC kalles en deltoide. Den har samme symmetrigruppe som en likesidet trekant.

12 Funksjoner

Det er lett å lage grafer til funksjoner i Cabri Geometri, takket være systemet med akser og uttrykk. Grafen kan så brukes til å studere egenskaper ved funksjonen. I dette kapitlet skal vi studere polynomfunksjonen av tredje grad,

$$F(x) = x^3 - 2x + \frac{1}{2}$$

Vis først koordinataksene ved å bruke **[Utseende]Vis aksene**. Deretter må vi skrive inn uttrykket på tegneområdet. Så snart et uttrykk er plassert på tegneområdet, kan verdien av dette beregnes for ulike verdier av variablene i uttrykket. Aktiver **[Tekst og symboler]Uttrykk**, og skriv inn $x^3 - 2x + 1/2$. Lovlige navn på variabler er bokstaver: a, b, c, ..., z. Marker et punkt P et sted på x -aksen (bruk verktøyet **[Punkter]Punkt**). Vis koordinatene ved å aktivere **[Målinger]Likning og koordinater**, velg så P . Teksten som viser koordinatene knyttet til P , beveger seg med punktet. Ved å bruke **[Pekere]Pek på**, kan koordinatene frigjøres fra P , og plasseres et annet sted på diagrammet. For å flytte dem tilbake til punktet, klikk-dra-og-slipp nær punktet P .

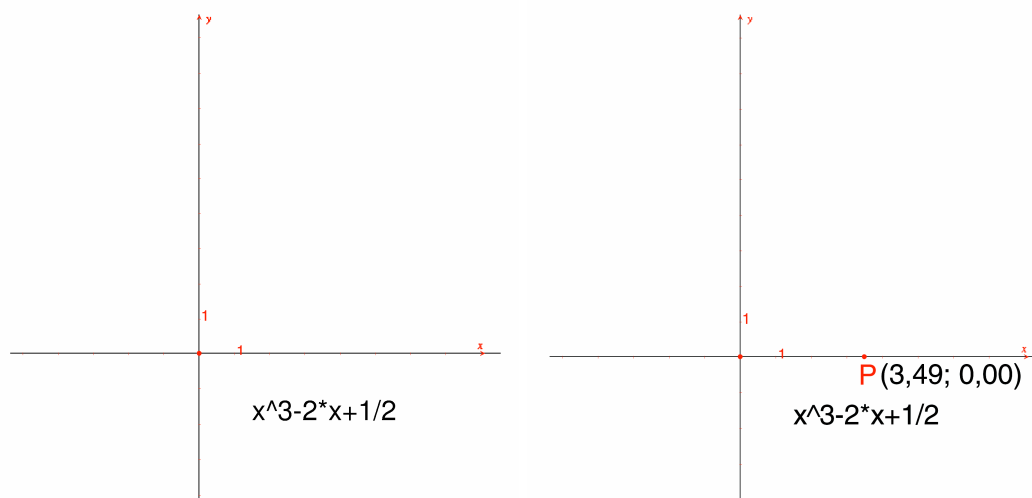
Vis aksene

Uttrykk

Punkt

Likn. koord.

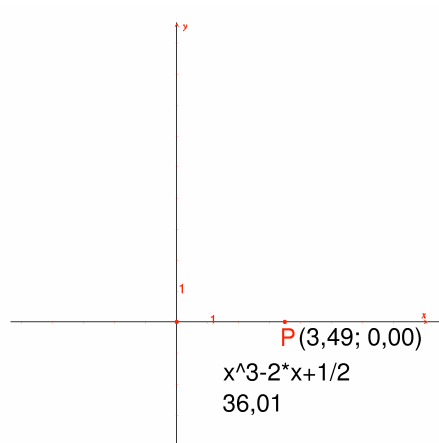
Pek på



Figur 12.1 – Til venstre: Uttrykket som svarer til funksjonen skrives inn på diagrammet. Til høyre: Punktet P er markert på x -aksen, og punktets koordinater vises ved å bruke **[Målinger]Likning og koordinater**.

Videre trenger vi verdien av $f(x)$ når x er x -koordinaten til P . Aktiver **[Målinger]Finn verdien til et uttrykk**, og klikk på uttrykket, deretter på x -koordinaten til P i parentesene. Her er rekkefølgen viktig.

Finn verdien

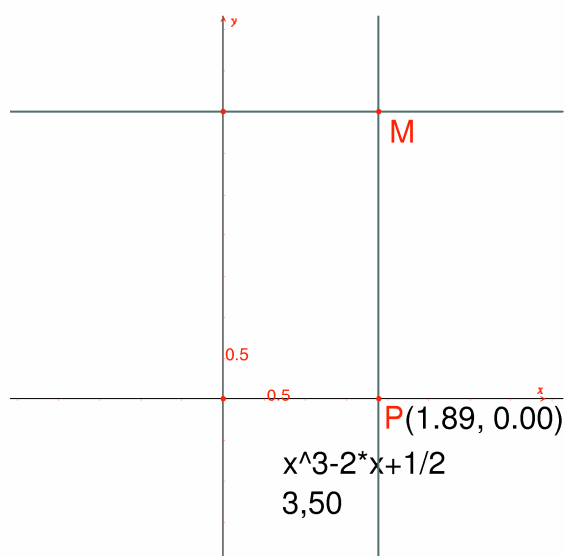


Figur 12.2 – [Målinger] Finn verdien til et uttrykk er brukt til å beregne verdien av $f(x)$ for x -koordinaten til P .

Denne verdien er nå overført til y -aksen ved å bruke

[Konstruksjoner] Avsett lengde. Klikk så på verdien og deretter på y -aksen. Etter dette må man kun konstruere linjene parallelle med hver av aksene, gjennom hvert av de markerte punktene, ved å bruke

[Linjer] Parallell. Skjæringspunktet mellom disse kan kalles M , og har koordinatene $(x, f(x))$. I følgende diagram har vi flyttet P til et punkt $(1,98, 0)$ slik at M blir synlig på arket.

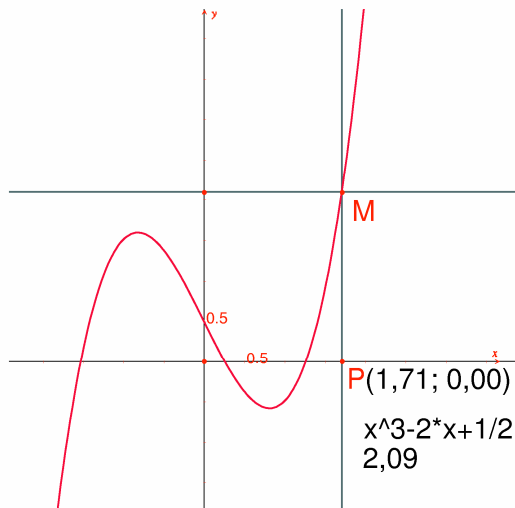


Figur 12.3 – Konstruksjon av punktet $M(x, f(x))$ ved å bruke overfør mål.

Grafen til funksjonen oppnås som geometrisk sted (lokus) til M når P flyttes langs x -aksen. Lokus konstrueres ved å bruke

[Konstruksjoner] Lokus, ved først å velge M og så P . For å se den interessante delen av grafen, kan origo flyttes (bruk dra-og-slipp), og skalaen kan endres (ved dra-og-slipp på en av skalamarkeringene på aksene).





Figur 12.4 – Grafen til funksjonen blir til slutt konstruert ved å bruke **[Konstruksjoner]Lokus**, Rutenettet kan flyttes og skaleres slik at den interessante delen av grafen kan bli synlig.

Vi skal nå konstruere en tilnærming til tangenten til denne kurven i et gitt punkt. For små verdier av h er som kjent

$$f'(x) \approx \frac{f(x+h) - f(x-h)}{2h}$$

Fra et geometrisk synspunkt vil denne tilnærmingen la gradienten til tangenten være den samme som gradienten til korden mellom de punktene på kurven som har x -verdier lik $x-h$ og $x+h$.

Ved å bruke **[Tekst og symboler]Rediger tall**, defineres en verdi for h , for eksempel her 0,3. En slik størrelse for h gjør det enkelt å konstruere tangenten. Verdien til h kan så minskes, noe som gir en bedre tilnærming til tangenten. Konstruer videre et punkt A på x -aksen, og sirkelen med sentrum i A og radius h .

Sirkelen får man ved å aktivere **[Konstruksjoner]Passer** og så velge linjestykke med lengde h og så A . De to skjæringspunktene mellom sirkelen og x -aksen har x -koordinater $x-h$ og $x+h$, der x er koordinaten til A . Tegn tre parallelle linjer med y -aksen **[Konstruksjoner]Parallell** som går gjennom de to skjæringspunktene og A .

Skjæringspunktene mellom disse tre linjene og kurven gir punktene B^- , B og B^+ som er punktene på kurven med x -koordinater henholdsvis $x-h$, x og $x+h$.

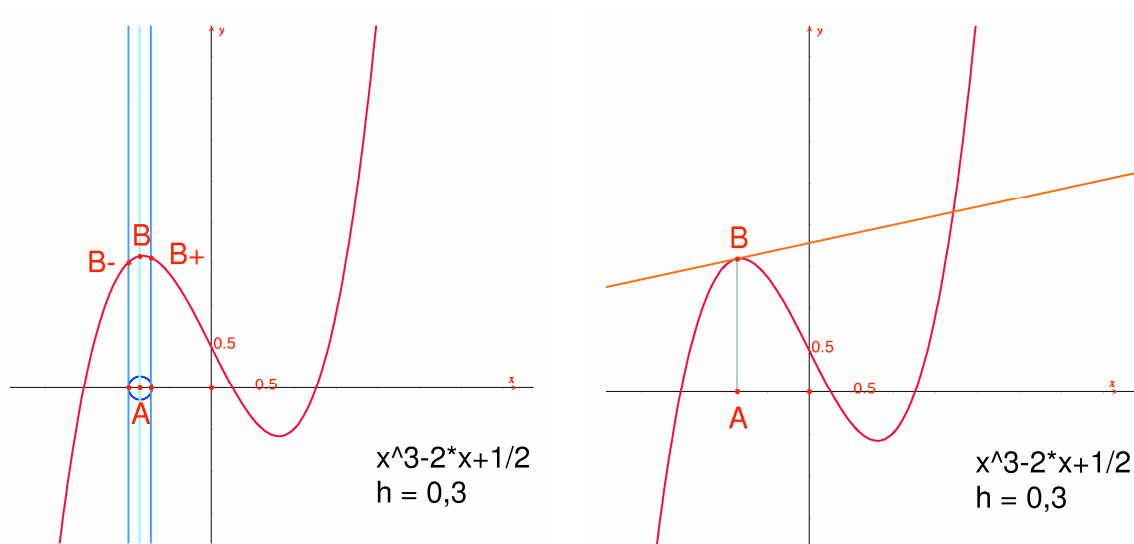
Siden figuren nå blir litt rotete, skjul de elementene som ikke lenger brukes. Aktiver **[Utseende]Skjul/vis**, og velg de elementene som skal skjules. Her bør vi skjule P , M , de to konstruksjonslinjene til M , koordinatene til P og verdien av funksjonen i P . De skjulte objektene blinker, og er kun synlige når **[Utseende]Skjul/vis** er aktivt. For å gjøre et skjult objekt synlig igjen, velg det på nytt når dette verktøyet er aktivt.

2.1 Rediger tall

Passer

Parallell

Skjul/Vis



Figur 12.5 – Til venstre: De tre punktene på kurven B^- , B , B^+ med x -koordinater $x - h$, x , og $x + h$ er konstruert. Til høyre: Tilnærmingen til tangenten i B der elementene til konstruksjonen er skjult.

Tilnærmingen til tangenten er nå linjen som går gjennom B parallell med B^-B^+ .

Konstruer linjen B^-B^+ ved å bruke **[Linjer]Linje**, og deretter den parallelle linjen gjennom B , **[Konstruksjoner]Parallell**. Skjul så linjen gjennom B^-B^+ og de øvrige delene av konstruksjonen slik at bare h , A , B og ”tangenten” i B er synlige. Det er tydelig at verdien $h = 0,3$ allerede gir en svært god tilnærming til tangenten. Likevel kan konstruksjonen forbedres ved å redusere størrelsen av h , for eksempel ved å velge den lik $0,0001$.



Ved å flytte A langs x -aksen, er det mulig å se posisjonen til de tre røttene av likningen $f(x) = 0$, ekstremalpunktene til f og vendepunktet for kurven.

Til informasjon, så er de tre røttene $r_1 = -1,52568$, $r_2 = 0,25865$ og $r_3 = 1,26703$.

x -koordinatene til ekstremalpunktene er $e_1 = -\frac{\sqrt{6}}{3}$ og $e_2 = \frac{\sqrt{6}}{3}$.

Vendepunktet er $\left(0, \frac{1}{2}\right)$.

Øvelse 3

Ved å bruke stigningen til tangenten, tegn grafen som er tilnærmet lik kurven for den deriverte funksjonen.

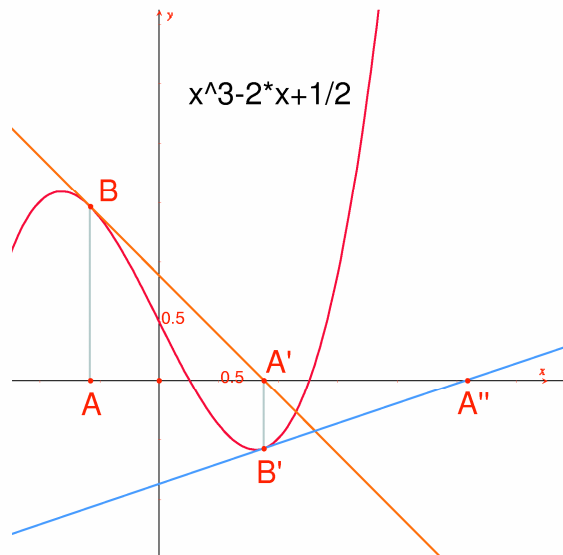
Øvelse 4*

Tangenten skjærer x -aksen i et punkt A' med x -koordinat x' , som vanligvis er en bedre tilnærming til roten, så sant A allerede er i området rundt en rot av $f(x) = 0$. Denne påstanden er basis for iterasjonsmetoden kjent som Newton⁴-Raphsons⁵ metode for å finne rot i en likning. Konstruer punktet

⁴ Sir Isaac NEWTON, 1643-1727

⁵ Joseph RAPHSON, 1648-1715

A' , og deretter iterer A'' ved samme metode, og sammenlikn posisjonen til A'' med posisjonen til A . Spesielt kan man finne to posisjoner for A , som ikke faller sammen med de tre røttene, slik at A'' og A faller sammen. Til orientering er disse de to reelle røttene i et polynom av sjette grad, som er tilnærmet $-0,56293$ og $0,73727$. Det kan også vises at et uheldig valg av A kan få metoden til å divergere, nemlig ved å velge A slik at A' er et av de to punktene der den deriverte er null.



Figur 12.6 – De to første iterasjonene ved Newton-Raphsons metode, med start i punktet A .

NB: Den samme grafen kan vi få fram direkte ved hjelp av [Målinger]Finn verdien til et uttrykk.

[3x+2y = Finn verdien](#)

13 Tesselleringer

Vi skal konstruere flere tesselleringer i planet ved å bruke mangekanter. La oss starte med noen forenklete definisjoner, som er tilstrekkelige for det følgende arbeidet. Lesere som er interessert, kan henvises til standardverket *Tiling and Patterns* av Branko Grünbaum og G.C. Shepherd, Freeman 1987. Mange internett-sider gir også informasjon om tesselleringer og symmetrigrupper.

Vi sier at en samling av lukkede plane figurer er en *tessellering av planet* hvis figurene ikke overlapper, og samlet dekker hele planet. Hver enkeltfigur kalles en *flis* eller en mosaikkenhet. Snittet av to fliser som er et linjestykke eller en kurve, kalles en *kant*, og snittet av to eller flere fliser i et enkelt punkt kalles et *hjørne*.

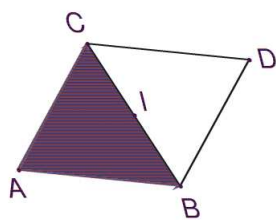
Vi kaller en tessellering for P og skriver $S(P)$ for mengden av isometrier f av planet, slik at f avbilder enhver flis i P på en flis i P . $S(P)$ er en gruppe, og kalles *symmetrigruppen* til tesselleringen. Det er flere tilfeller av en slik gruppe som må undersøkes:

- $S(P)$ inneholder ingen parallellforskyvninger. $S(P)$ er da isomorf med en *syklisk gruppe* (muligens redusert til identitetsavbildningen), generert ved rotasjon en vinkel lik $2\pi/n$, eller isomorf med en *dihedral gruppe*, som er symmetrigruppen til en regulær mangekant med n sider.
- $S(P)$ inneholder parallellforskyvninger i én retning. $S(P)$ er da isomorf med en av de sju båndsymmetri-gruppene.
- $S(P)$ inneholder parallellforskyvninger i to retninger. Da er $S(P)$ isomorf med en av de 17 tapetsymmetri-gruppene, og tesselleringen kalles dobbelt periodisk.

Hvis alle flisene i en tessellering kan fås ved isometrier av en enkelt flis, sier vi at tesselleringen er *monohedral*. I denne delen er vi bare interessert i tilfellet med monohedrale tesselleringer av mangekanter. Vi skal først konstruere en monohedral tessellering av planet ved en trekant.

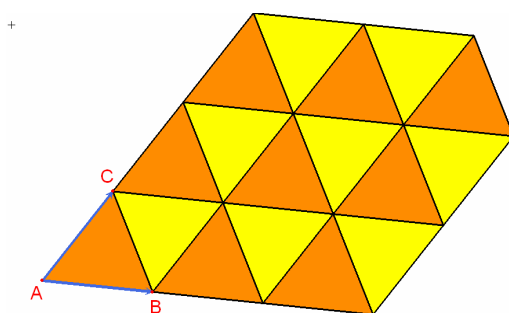
Konstruer en vilkårlig trekant ABC , ved å bruke **[Linjer]Trekant**, videre midtpunktet I på en av sidene i trekanten for eksempel BC , ved **[Konstruksjoner]Midtpunkt**. La D være bildet av A ved en halvrotasjon om I (punktsymmetri), som konstrueres ved å bruke **[Avbildninger]Speil om punkt**. Velg først objektet som skal avbildes, A , og så sentrum for speilingen, I .





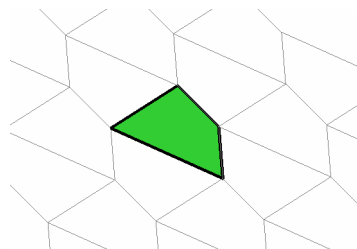
Figur 13.1 – Ved å starte med en vilkårlig trekant ABC , kan bildet konstrueres ved punktsymmetri om midtpunktet på en av sidene, her BC . Dette lager et parallelogram $ABCD$.

Firkanten $ABCD$ er et parallelogram, og denne figuren kan brukes til å tessellere planet. To vektorer \vec{AB} og \vec{AC} er nå konstruert, ved å bruke **[Linjer]Vektor**, videre bruke disse til å duplisere trekanten ABC og BCD ved hjelp av **[Avbildninger]Parallellforskyv**.



Figur 13.2 - Verktøyet **[avbildninger]Parallell-forskyv** brukes til å konstruere bildet av de to trekantene ved parallellforskyvning gitt ved vektorene \vec{AB} og \vec{AC} .

Den samme framgangsmåten kan brukes til å tessellere planet ved en vilkårlig firkant, konveks eller konkav, men ikke med sider som krysser hverandre. Bildet av firkanten konstrueres ved halvrotasjon om midtpunktet på en av sidene. Dette gir en sekskant der sidene er parvis parallelle, og som så i neste omgang kan brukes til å tessellere planet ved parallellforskyvninger.



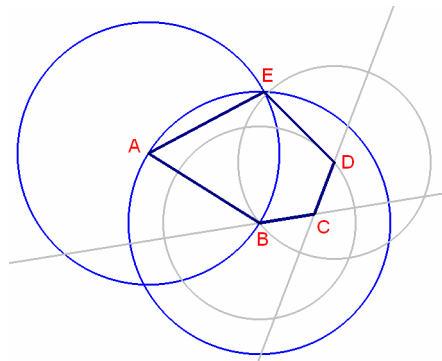
Figur 13.3 – Den samme type konstruksjon brukes til å tessellere planet med en vilkårlig firkant, konveks eller konkav, men ikke en krysset firkant.

For andre konvekse mangekanter er situasjonen langt mer kompleks. Det kan vises at det er umulig å tessellere planet med en konveks mangekant med mer enn seks sider. Det er tre typer konvekse sekskanter som vil

tessellere planet, og minst 14 typer av konvekse femkanter, og hver type er definert ved et sett krav til vinkler og sider. Når dette skrives, er det fremdeles ikke kjent om de 14 typene utgjør en fullstendig løsning av problemet. Den siste av de 14 ble oppdaget i 1985. Så langt vi vet, er spørsmålet om konkave mangekanter ikke løst.

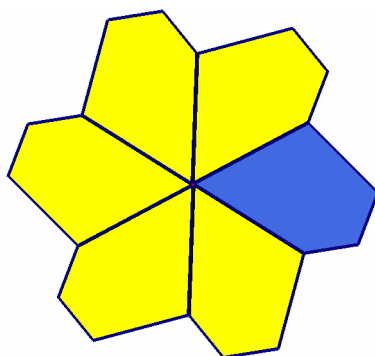
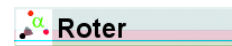
Øvelse 5

Konstruer en konveks femkant $ABCDE$, med følgende krav oppfylt: $\angle A = 60^\circ$, $\angle C = 120^\circ$, $AB = AE$, $CB = CD$. Disse kravene bestemmer ikke én femkant entydig, men en familie av femkanter. I en slik konstruksjon er det minst tre uavhengige punkter.



Figur13.4 – Konstruksjon av en femkant med kravene, $\angle A = 60^\circ$, $\angle C = 120^\circ$, $AB = AE$ og $CB = CD$. A , B og C er uavhengige punkter i planet.

Gjør gjentatte rotasjoner om A en vinkel på 60° ved å bruke **[Avbildninger]Roter**. Dette verktøyet krever at man velger objektet som skal avbildes, en vinkel og sentrum for rotasjonen, for så å konstruere en ”blomst” med 6 femkantede kronblad. Vinkelen som kreves av dette verktøyet, er et tall i tegneområdet, som allerede er laget ved hjelp av **[Tekst og symboler]Rediger tall**.

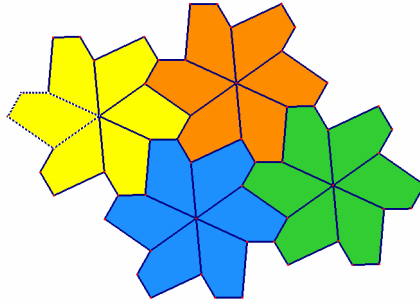


Figur 13.5 – Basis-femkanten dupliseres ved rotasjon om sentrum A en vinkel på 60° , for å forme en blomst med seks kronblad.

Disse blomstene kan nå samles ved å bruke parallellforskyvninger, slik at de tessellerer planet. Denne tesselleringen er type 5 ifølge den klassifiseringen som er gitt i boka *Tilings and Patterns*. Den ble først

beskrevet og publisert av K. Reinhardt i 1918.

Denne tesselleringen er ikke bare monohedral, det vil si at alle flisene er identiske innen en isometri, men den er også *isohedral*. Det vil si at alle femkantene er omgitt av samme mønster av femkanter i tesselleringen.

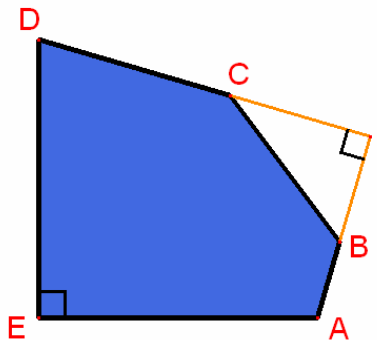


Figur 13.6 – Blomstene settes sammen ved parallellforskyvninger slik at de dekker planet.

Øvelse 6*

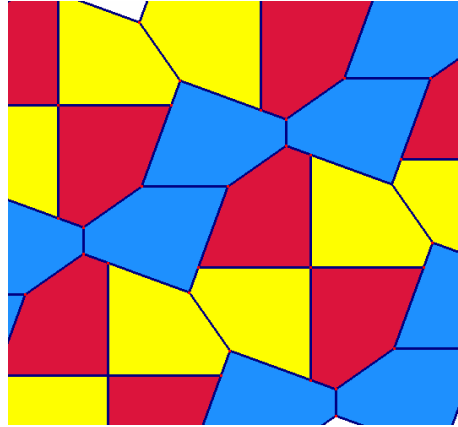
Konstruer en femkant $ABCDE$ som oppfyller:

$$\angle E = 90^\circ, \angle A + \angle D = 180^\circ, 2\angle B - \angle D = 180^\circ, \\ 2\angle C + \angle D = 360^\circ, EA = ED = AB + CD$$



Figur 13.7 – En femkant av type 10 ifølge klassifiseringen i *Tilings and Patterns*. Denne femkanten er basisfigur for en monohedral tessellering av planet. Punktene A og E er uavhengige punkter i planet, og punktet I kan flyttes fritt på en sirkelbue.

Tesselleringen er konstruert ved først å lage tre kopier av flisen, ved å bruke gjentatte rotasjoner på 90° om punktet E , for å få et avkuttet kvadrat. Disse kvadratene samles så i striper ved å bruke parallellforskyvning i en retning. Stripene av kvadrater skilles med striper av femkanter, som vist nedenfor.



Figur 13.8 – En monohedral tessellering av planet ved konvekse femkanter. Denne tesselleringen ble laget av Richard E. James III, etter at Martin Gardner publiserte en artikkel i *Scientific American* i 1975. Artikkelen fins i *Martin Gardner: Time travel and other mathematical bewilderments*, Freeman 1987.

14 Stikkordsliste

A

affin	34
akser	41
animere	43
areal	37
avbildninger	29
avsette lengde	29
avstand	20; 37

B

beregne	21; 38
beregne farge	45
bitmap-bilder	47
brukergrensesnitt	6
bue	33
båndsymmetri	76

C

Cabri jr	64
----------------	----

D

definere på nytt	27; 43; 68
definere rutenett	42; 67
deltoiden	69
desimaler	21
dihedral gruppe	76
dynamisk konstruksjon	23

E

ekstremalpunkt	74
endre utseende	45
enheter	49

F

farge	17; 45; 63
fastsette / fristille	43
Fermatpunktet	24
finne verdien til et uttrykk	38; 40
funksjoner	62
fylle ut	45

G

grafiske kalkulatorer	64
-----------------------------	----

H

historievindu	8; 44
hjelpvindu	8

I

ikoner	36
innstillinger	48
invers	34; 35
isometrier	76

K

kalkulator	21; 61
kartesiske koordinater	63
kjeglesnitt	33
konstruksjon	
mangekant	14
midtnormal	13; 18
midtpunkt	11
normal	18
parallell	30
sirkel	12
trekant	16
kontroller egenskap	
Ligger på?	39
Med samme avstand?	39
Normalt på?	39
Parallele?	25; 39
På linje?	18; 39
koordinatsystem	41; 49
kopiere	42

L

lage tabell	42
lagre som	7
lengde	20
likninger og koordinater	40
lime inn	64
linje	30
linjestykke	11; 30
lokus	33

M

makroer	35
mangekant	32
markere vinkel	26; 41
markeringer	63
median	17
menylinje	7

midtnormal	30
monohedral	76
mosaikkenhet	76
multippel animasjon	43

N

Newton-Raphsons metode	74
nipunkt-sirkelen	21
normal	30
nye akser	41

P

parallellforskyve	35
passer	67
passord	36
<i>pedaltrekant</i>	66
pekere, forskjellige	10
polarkoordinater	63
presisjon	49
punkt på objekt	29

R

rediger tall	35
redigere tall	37
regulær mangelkant	32
rotore	35

S

sesjon	44
sette navn på	16; 29
Simson-linjen	69
sirkel	32
skjule / vise objekter	37
skjæringspunkt	25
skrifttype	46
skrive kommentar	40
skrive ut	64
sluttobjekter	36
smarte linjer	46
speile om linje	34
speile om punkt	34
spor	43
språk	50

startobjekter	35
statuslinje	8
stigning	37
stilvalg	8; 63
stiplet	46
strekke	35
strektykkelse	20; 46
stråle	31
størrelse	63
symmetri grupper	76
systemvalg	64

T

tegneområde	8
tekstfarge	46
tesselleringer	76
tilpasset verktøylinje	50
tittellinje	7
trekant	31
tvetydighet	17

U

uendelighet	49
utseende	45; 63
uttrykk	39

V

Varignon-trekanten	25
vektor	22; 31
vektorsum	22; 31
vendepunkt	74
verktøykonfigurasjon	50
verktøylinje	7
verktøylinje, format	8
vinkel	26
vinkelhalveringslinje	30
vinkelstørrelse	38
vise aksene	67
vise stilvalg	45

Å

åpne fil	48
----------------	----