

*Nils Kr. Rossing, Anne Birgitte Belboe,
Ola Kleiven, Rannvei Sæther, Eva H.
Hagen*

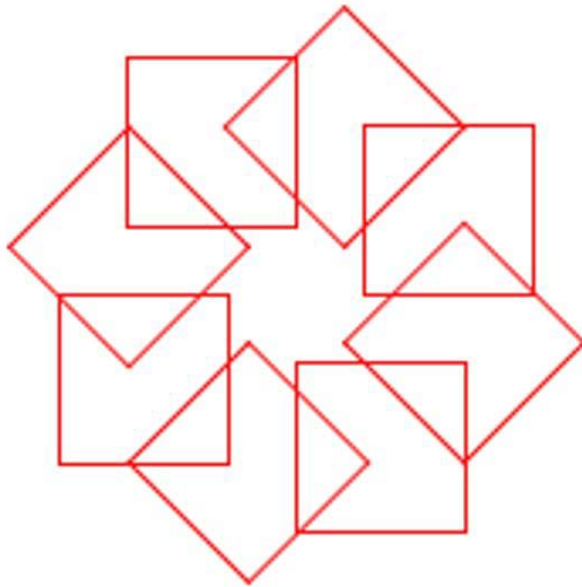
Tradisjonelt håndverk og digitale verktøy



Denne siden er blank

Tradisjonelt håndverk og digitale verktøy

Nils Kr. Rossing, Anne Birgitte Belboe, Ola Kleiven,
Rannvei Sæther, Eva H. Hagen



Tradisjonelt håndverk og digitale verktøy – DeKom

Trondheim 2021

ISBN 978-82-92088-71-5

Layout og redigering: *Nils Kr. Rossing, Vitensenteret i Trondheim*

Tekst og bilder: *Nils Kr. Rossing, Vitensenteret i Trondheim*
Anne Birgitte Belboe, Vitensenteret i Trondheim, Trondheim kommune
Rannvei Sæther, Vitensenteret i Trondheim
Ola Kleiven, Vitensenteret i Trondheim
Eva H. Hagen, Vitensenteret i Trondheim

Faglige spørsmål rettes til:

Vitensenteret i Trondheim

v/Nils Kr. Rossing

nkr@vitensenteret.com

Kongensgate 1
7011 Trondheim

Postboks 117
7400 Trondheim

Vitensenteret i Trondheim
Telefon: 72 90 90 07
<http://www.vitensenteret.com/>

Rev 1.3 – 16.11.21

Forsidebilde: Taurosett, Foto: Nils Kr. Rossing



Forord

Heftet er skrevet som en hjelp til gjennomføring av 8. samling av DeKom-tilbudet: *Skapende aktivitet i klasserommet*, som ble gitt til Okstad skole, Tomasskolen og Vikhammer/Vikhammeråsen skole høsten 2021.

Målsetningen med denne åttende og siste samlingen er å gi deltakerne muligheten til knytte sammen gammel og ny teknologi, både ved at vi tar opp gammelt håndverk og tauverksarbeider og ser hvordan ny teknologi kan berike disse gamle teknologiene. I denne tradisjonen er mønster og symmetri viktige elementer.

Heftet er ment som en støtte under arbeidet på kursdagen, men mest som en hjelp i det etterfølgende arbeidet i klasserommet, dog ikke uten videre for utdeling til elevene.

Heftet beskriver framstilling av skåler ved hjelp av geometri og laserkutting, tradisjonell treskjæring og karveskurd, framstilling av knuter, taumatter og rosetter og viser noen enkle tautriks. En av parallellene handler om å lage enkle programmer for å generere algoritmiske mønster. Teknikken Kumihimo er også beskrevet, men vil ikke bli undervist på samlingen denne gangen.

En takk til Eva H. Hagen som har korrekturlest heftet.

Tilbudet er initiert av Trondheim og Malvik kommune og finansiert av DeKom (Desentralisert Kompetanseheving) midler fra Udir.

De fem utstyrspakkene er finansiert av Trondheim kommune og er for utlån til skolene i prosjektperioden. Tanken er at de ev. skal lånes ut på nytt for senere deltakere i lignende kurs, ev. i andre sammenhenger hvor slikt utstyr er relevant.

Vitensenteret i Trondheim
November 2021

Nils Kr. Rossing
Anne Birgitte Belboe
Ola Kleiven
Rannvei Sæther
Eva H. Hagen





Innhold

1 Innledning	11
1.1 Organiseringsen av arbeidet	12
1.2 Sett tanken fri – Litt om kreativitet	13
1.2.1 En starter som stimulerer kreativ tenkning	13
1.2.2 Innsiktsproblemer	14
1.2.3 Janet MetCalfe – Om “Tampen brenner”-metoden	15
1.2.4 Om å dele kvadrater	16
2 Kreativ programmering	19
2.1 Programmerer geometriske figurer i Scratch	19
2.1.1 Tegne i Scratch	19
2.1.2 Oppbygging av programmet	22
2.1.3 Bruk av variabler:	24
2.1.4 Forflytning	25
2.1.5 Rotasjon	25
3 Framstilling av skåler som tverrfaglig undervisningsprosjekt	28
3.1 Fra ideen til undervisningsopplegg	28
3.2 Den kreative designprosessen	29
3.3 Typer skåler	30
3.3.1 Ingen vridning fra lag til lag	30
3.3.2 Vridning fra lag til lag	32
3.3.3 Frihåndstegnede kurver	33
3.3.4 Montering	34
3.4 Et lite matematikkprosjekt for 5. – 6. trinn	35
4 Brukerveiledning CorelDRAW	47
4.1 Finne programmet – åpne programmet	47
4.2 Lage nytt dokument/tegneark – størrelse på arbeidet	47
4.3 Tegning av figurer	49
4.3.1 Tegne en figur	49
4.3.2 Tips: Tilbakestill tegnearket til en grei visning	49
4.4 Lagring	50
4.4.1 Lagre på rett plass	50
4.5 Tips: Snap To - Objekt	51
4.6 Endre bredde eller høyde - låse forholdet	51
4.7 Kopier – Lim inn – Roter	53
4.8 Markere alle figurer	54
4.9 Endre grunnformen til figurer	54
4.10 Speiling	55
4.11 Lime flere figurene sammen og lag en felles linje i ytterkanten.	



Objekt – Shaping – Boundary 56	
4.12 Flytt ytterlinjen av figuren – Boundary-linjen til ny plass.	56
4.13 Kopiere og forminske	56
4.14 Tykkelse på linjene - Hairline	57
4.15 Lage ramme rundt figuren	58
4.16 Avrunde hjørnet	58
4.17 Lagre og avslutt elev PC	59
4.18 Klar til å sendes til laserkutteren	59
5 Skjæring av skålen på laserkutter	60
6 Treskjæring	67
6.1 Valg av emne	67
6.2 Dekorteknikker	69
7 Tegning av ornamenter i karveskurd	71
8 Knuter og tautriks	77
8.1 Tauverk	77
8.2 Knuter	78
8.2.1 Båtmannsknop	79
8.2.2 Flaggstikk	79
8.2.3 Dobbelt halvstikk	80
8.2.4 Pålestikk	80
8.2.5 Ben Turpins knop	81
8.2.6 Tyrkerknop	82
8.3 Tautriks	82
8.3.1 Tautriks 1 – “Den umulige knuten”	83
8.3.2 Tautriks 2 – “Klarer dere å komme løs”	83
9 Fremstilling av taumatter og rosetter	84
9.1 Introduksjon	84
9.2 Eksempler på rosetter	86
9.3 Klargjøring	86
9.4 Fremstilling av taumatta	87
9.5 “Regneregler” for flettemønstre	88
9.5.1 Rektangulære flettemønstre	88
9.5.2 Mono- og polylineære flettemønstre	89
9.5.3 Symmetrier	90
9.5.4 Om å sette inn sperrer	91
9.5.5 S sammensatte mønstre	93
9.6 Keltisk mønster-generator	93
10 Kumihimo	97
10.1 Slik starter du	97



11 Referanser	101
Vedlegg A Sjablonger for framstilling av taurosetter	102
11.1 Rektangulær matte	102
11.2 Tyrker-rosett	103
11.3 Kringle-rosett	104
11.4 Dobbelt Sløyfe-rosett	105
11.5 Rotting-rosett	106
11.6 Øye-rosett	108
11.7 Dobbelt Øye-rosett	109
11.8 Alternierende Øye-rosett	111
Vedlegg B Bruk GeoGebra til å tegne taurosettmønster	113
Vedlegg C Kopiark for tegning av keltiske mønster	118
Vedlegg D Kopiark for deling av kvadrater i fire	121





1 Innledning

Tema for denne samlingen er fordelt på følgende tema før og etter lunsj.

Før lunsj

- **Mønstergenerering som grunnlag for tauverksarbeider**
Tauverksarbeider har lange tradisjoner. I dette verkstedet skal vi se hvordan matematikk og digitale verktøy kan gjøre dette tradisjonelle håndverket rikere. Dere vil lære noen enkle metoder for å tegne mønster deriblant keltiske knutemønster (knot works) og hvordan disse kan realiseres som taumatter. Vi vil demonstrere bruk av GeoGebra for å generere rosettmønster og krydre med noen tradisjonelle knuter og tautriks som kaller på kreativ tenkning.
- **Kreativ programmering**
Ved hjelp av programmeringsverktøyet Scratch tegnes algoritmiske mønster. Mønstrene planlegges ved hjelp av pseudokode og lages med blokkode i Scratch. Mønstrene kan f.eks. brukes sammen med vinlykuttere for å lage dekorasjoner på T-skjorter, handlenett og andre tekstiler eller lignende. Mønstrene kan også danne grunnlag for laserkuttede mønster.
- **Nytt og gammelt, Treskjæring og laserkutting**
Ved hjelp av tegneprogrammet Inkscape eller CorelDraw vil dere lage enkle konturtegninger (mønster). Disse skaleres og mangfoldiggjøres for framstilling av kurver. Det vil også bli anledning til å prøve treskjæring.

Etter lunsj

Etter lunsj vil deltagerne ganske kort presentere noen håndverksteknikker/aktiviteter som de har praktisert på egen skole. De skal velge seg noe de ønsker å videreutvikle på bakgrunn av det de har lært i løpet av DeKom-prosjektet.

- Hver skole gir en kort presentasjon av en teknikk eller aktivitet som de ønsker å videreutvikle, og forbereder en presentasjon på fra 5 – 10 min.
- Deretter følger en Skolevis diskusjon om hvordan denne teknikken eller aktiviteten kan videreutvikles ved å tenke tverrfaglig, bruk av digitale verktøy og bruk av det de har lært i løpet av DeKom. I denne prosessen brukes teknikker hentet fra Skaperskolen.
- Så gir hver skole en presentasjon av resultatet av idedugnaden.

Vi håper på denne måten at tiden etter lunsj også kan bli en oppsummering av det de har vært igjennom i løpet av tiden i DeKom.



1.1 Organiseringen av arbeidet

Tabellen under gir en oversikt over programmet på samlingen:

Tid	Tema	Kommentar
08:30 – 09:00 Ansv. NKR	Introduksjon og omtale av dagens program. Deltagerne refererer fra egen loggbok. Orienterer om utstillingen.	Velkommen og praktisk <ul style="list-style-type: none">• Presentasjon av erfaring (fra loggboka)• Spørsmål etter forrige samling• Dagens program• Status utstyrspakker• Status prosjekt i klassen• Orienterer om utstillingen• Behov for veiledning?
09:00 – 09:15 Ansv. RS	Starter – Kast ball i mønster og tenk kreativt	<ul style="list-style-type: none">• "Stimulerer til å tenke utenfor boksen• "Kan også brukes i klasserommet
09:15 – 12:00 Ansv. Nils Kr., Rannvei, Ola, Anne Birgitte	Parallell 1: <i>Kreativitet og tauverksarbeid, knuter, rosetter og litt matematikk</i> Parallell 2: <i>Kreativ programmering - Skaperskolen</i> Parallell 3: <i>Nytt og gammelt, treskjæring, laserkutting og matematikk</i>	
12:00 – 12:30	Lunsj	



12:30 – 15:30 Ansv. Rannvei og Anne Birgitte	<ul style="list-style-type: none">• (30 min.) <i>Skolene presenterer et par trad. teknikker de ønsker å utvikle</i><ul style="list-style-type: none">- Vikhammer- Tommasskolen- Oksstad• (20 min.) <i>Vitensenteret presenterer et par teknikker</i><ul style="list-style-type: none">- Broer som kan åpnes og lukkes- Eskape-bokser• (15 min.) Pause• (30 min.) <i>Skolevis arbeid i grupper: Vide-reutvikling av tradisjonelle teknikker med hensyn til:</i><ul style="list-style-type: none">- Tverrfaglighet- Bruk av nye teknologier- Det de har lært under DeKom• (45 min.) <i>Hver skole presenterer hva de er kommet fram til av endringer:</i><ul style="list-style-type: none">- Vikhammer - kom. av Tomasskolen- Tomasskolen - kom. av Okstad- Okstadscole - kom. av Vikhammer• (30 min.) <i>Skolevis oppsummering</i>	<ul style="list-style-type: none">•
15:30 – 16:00	Oppsummering og oppgaver til neste gang	Oppgaver til neste gang <ul style="list-style-type: none">• Erfaring fra dagen• Oppgaver til utstilling• Spørreskjema

1.2 Sett tanken fri – Litt om kreativitet

1.2.1 En starter som stimulerer kreativ tenkning

Utstyr

- 3 små baller
- 1 stoppeklokke

Aktivitslederen ber deltagerne stille opp for å kaste ball til hverandre. 10 til 15 deltakere går greit.

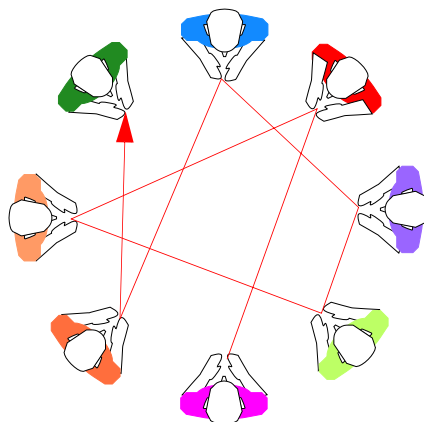
En av deltakerne får en ball og blir bedt om å kaste eller sende den til en annen av deltakerne. Den som mottar ballen skal så kaste den videre til en annen som ennå ikke har mottatt den. Slik skal



ballen kastes fra person til person til den har vært innom alle en gang. Det er også et poeng at ballen skal ha vært i kontakt med begge hendene til alle personene.

Dernest skal øvelsen gjentas i *samme rekkefølge*, nå med to påfølgende baller, først den ene så den andre. Når så alle har berørt begge ballene, får de den tredje ballen og skal gjøre det samme med tre baller som de gjorde med to, også denne gangen i samme rekkefølge som tidligere og begge hendene skal berøre ballene.

Det neste som skjer er at aktivitetslederen tar fram en stoppeklokke og utfordrer deltakerne til å gjenta kast med tre baller, i samme rekkefølge, men nå så fort de bare kan mens aktivitetsleder tar tiden. De kan deretter utfordres til å gjenta eksperimentet med større fart.



Så sier aktivitetslederen: *Da vi gjorde dette eksperimentet i en gruppe på deres størrelse så klarte vi å gjennomføre øvelsen på 8,7 sekunder. Klarer dere å slå den rekorden?*

Den naturlige første reaksjonen til deltakerne er: *“Men det er jo umulig”*.

Her er det viktig at aktivitetslederen ikke har låst deltakerne i en spesiell posisjon, men valgt sine ord med omhu slik at de egentlig har frihet til å endre rekkefølgen slik at overføringen av ballene kan gjøres mer effektivt og dermed raskere.

Er det mulig å endre posisjonene slik at overføringen kan skje enda raskere?

Det interessante er at deltagerne oppdager at de har låst seg i en måte å tenke på, så snart de bryter denne tenkemåten kommer endringene fort og hastigheten økes betydelig. Det er viktig at aktivitetslederen lar deltakerne selv oppdage frihetsgradene.

1.2.2 Innsiktsproblemer

Problemløsning er en egenskap som blir viktigere og viktigere også i utdanningen. En kan dele inn problemløsning i to hovedkategorier:

- **Innsiktsproblemer**

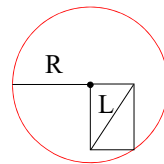
Dette er problemstillinger som umiddelbart gjerne oppfattes som vanskelige, ja noen ganger rent ut sagt, umulige å løse, før man med ett får innsikt og løser problemet i løpet av sekunder.

- **Ikke innsiktsproblemer**

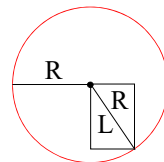
Ikke innsiktsproblemer er problemstillinger som krever arbeid over lengre tid og hvor man gradvis nærmer seg en løsning. Dette kan for eksempel være oppgaver som krever utregninger og bruk av teoretisk kunnskap.

Her er en problemstilling:

Vi har en sirkel med radius R . Et rektangel er plassert med det ene hjørnet i sentrum og et annet som ligger på sirkelperiferien som vist på figuren til høyre. Oppgaven går ut på å bestemme lengden L .



Det er lett å la seg lure til å tro at dette ikke er et innsiktsproblem, men en regneoppgave som krever geometrikunnskaper og utregninger. Imidlertid blir oppgaven særdeles enkel dersom man innser at de to diagonalene i et rektangel er like lange og at den andre diagonalen som ikke er tegnet inn faktisk er radiusen i sirkelen. Dermed ser man lett at $L = R$ og oppgaven er løst uten en eneste beregning. Så var dette et innsiktsproblem likevel.



Her er en annen problemstilling:

En tryllekunstner gjør en kortkunst som forbløffer publikum. Kunsten går som følger:

1. En i publikum får en kortstokk og blir bedt av tryllekunstneren om å trekke et kort med verdi mindre enn 10. Hun skal ikke vise fram kortet til tryllekunstneren, men huske verdien.
2. Så skal hun doble verdien av kortet og legge 5 til svaret
3. Multipliser så svaret med 5 og husk resultatet.
4. Trekk så et nytt kort og legg verdien av kortet til resultatet av utregningen foran. Tryllekunstneren må heller ikke få se dette kortets verdi.
5. Publikummeren skal så oppgi det endelige resultatet til tryllekunstneren

Umiddelbart kan tryllekunstneren fortelle hvilke to kort publikummeren hadde trukket.

Normalt vil ikke denne oppgaven være et innsiktsproblem, men en problemstilling som de fleste må regne på. Eventuelt bruke tid til å resonere seg fram til løsningen, og på den måten forstå hvordan tryllekunstneren tenkte.

Den matematikkyndige vil kunne sette opp en ligning med to ukjente X og Y , hvor de to ukjente er verdien til de to kortene:

$$5(2X + 5) + Y = 10X + Y + 25$$

Vi ser da at dersom vi trekker 25 fra tallet som oppgis av publikummeren, så vil første siffer angi verdien til det første kortet, og det andre sifferet angi verdien til det andre kortet som ble trukket. Med andre ord dette er et *Ikke innsiktsproblem*.

1.2.3 Janet MetCalfe – Om “Tampen brenner”-metoden

Janet MetCalfe er professor i adferdspsykologi og nevrobiologi ved Colombia University, USA og har gjennom en årrekke studert hvordan hjernen arbeider med ulike typer problemstillinger.

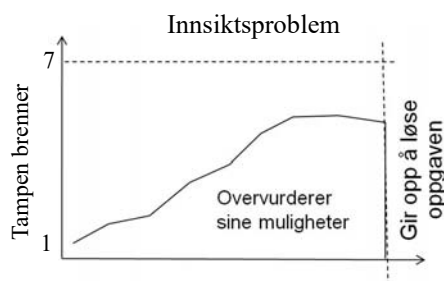
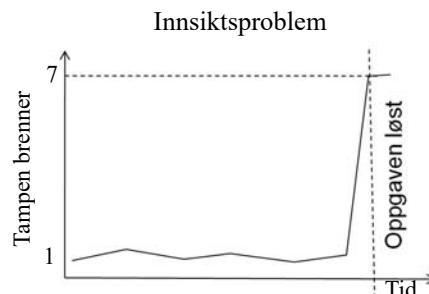


Janet MetCalfe



En av metodene hun og hennes gruppe har benyttet, er den såkalte: “Tampen brenner”-metoden. Forsøkspersonene fikk i oppgave å løse en rekke problemer, deriblant innsiktsproblemer, samtidig som de underveis skulle angi hvor nær de tenkte at de var ved å finne løsningen på problemet. Dette ble gjort ved at de med korte mellomrom (ca. 15 sek) anga på en skala fra 1 (“kald”) til 7 (“varm”) hvor nær de følte at de var løsningen.

Testene ga en rekke interessante resultater. Som ventet lå “tampen-brenner”-verdiene for innsiktsproblemene som oftest svært lavt til like før problemet ble løst, siden løsningen ofte kom plutselig og uforutsigbart (figur til høyre). Hun fikk også bekreftet at logisk-analytiske oppgaver (ikke-innsiktsproblemer) hadde en jevnt stigning i “tampen brenner”-vurdering, siden løsningen kom som et resultat av hardt tankearbeid hos forsøkspersonene.



Men en av de mest interessante oppdagelsene var at de av forsøkspersonene som ikke klarte å løse oppgavene, hadde høyere skår på “tampen brenner”-vurderingene underveis, enn hva *de* hadde som faktisk klarte å løse oppgaven. Det kan se ut som om “ikke-løserne” hadde en tendens til å overvurdere sine evner til å løse slike oppgaver og feilvurderte hvor nær de var en løsning. Mens de som faktisk klarte å løse oppgaven til slutt, hadde et mer realistisk forhold til hvor nær de var løsningen.

Metcalf mener at kreative innsiktproblemer krever andre typer kognitive prosesser enn det som kreves ved logisk-analytiske oppgaver. Ved løsning av logisk-analytiske oppgaver anvendes tidligere erfaringer og kunnskaper i større grad enn for løsning av innsiktproblemer. Hukommelsen er derfor en viktigere del av prosessen for å løse denne typen problemer.

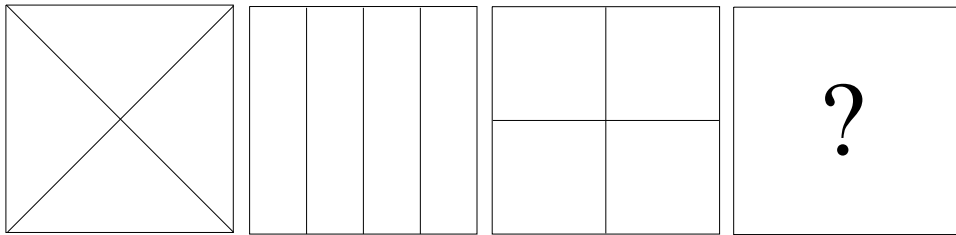
En kan også tenke seg at de som tror de er nær en løsning nekter å endre strategi. Her er analogien med å “tenke utenfor boksen” god. De som mener de er nær løsningen nekter å forlate løsningsrommet der de befinner seg, til tross for at løsningen befinner seg et annet sted. De som derimot tenker at de er langt fra løsningen, er mer villige til å gå nye veier, forlate “rommet” og bevege seg inn i nye løsningsrom, og på den måten finne løsningen.

Stoffet til dette avsnittet er hentet fra Geir Kaufmanns bok “Hva er kreativitet”, Universitetsforlaget 2006.

1.2.4 Om å dele kvadrater

Her er en annen oppgave som også kan brukes som starter.

Et kvadrat skal deles i fire like store og likedanne deler. Finn flest mulig forskjellige måter å dele kvadratet på. Figuren under viser noen opplagte alternativer:



Hvordan vil du nå gå videre? Hvor mange forskjellig klarer du å finne?

Hva om vi nå sier at det finnes uendelig mange varianter som deler et kvadrat i fire like store og likedannede deler, hvordan vil du nå gå fram for å finne flere av disse.

I vedlegg D er gjengitt et kopiark med tomme kvadrater.



2 Kreativ programmering

Dette opplegget lar elevene jobbe kreativt, utforskende og skapende med matematikk, kunst og programmering. I programmet Scratch skal elevene bruke blokkbasert programmering til å lage mønstre av geometriske former som tas ut i fysisk format ved hjelp av vinylkuttere.

2.1 Programmer geometriske figurer i Scratch

Går du inn på nettsiden <https://scratch.mit.edu/> kommer følgende intro opp:



Det er mulig å lage en egen lærerkonto som lar deg opprette elevbrukere og administrere prosjektene deres. Følg lenken for å lære mer om lærerkonto i Scratch <https://scratch.mit.edu/educators/>

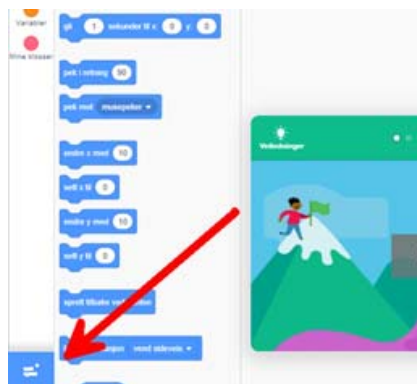
Det er mulig å la elevene bruke Scratch uten å logge inn, men da vil ikke programmene bli lagret på samme vis som når elevene har egne brukere.

2.1.1 Tegne i Scratch

På skaperskolen.no finner du også en video som forklarer hvordan du kan programmere geometriske former i Scratch: <https://skaperskolen.no/programmer-geometriske-former-i-scratch/>

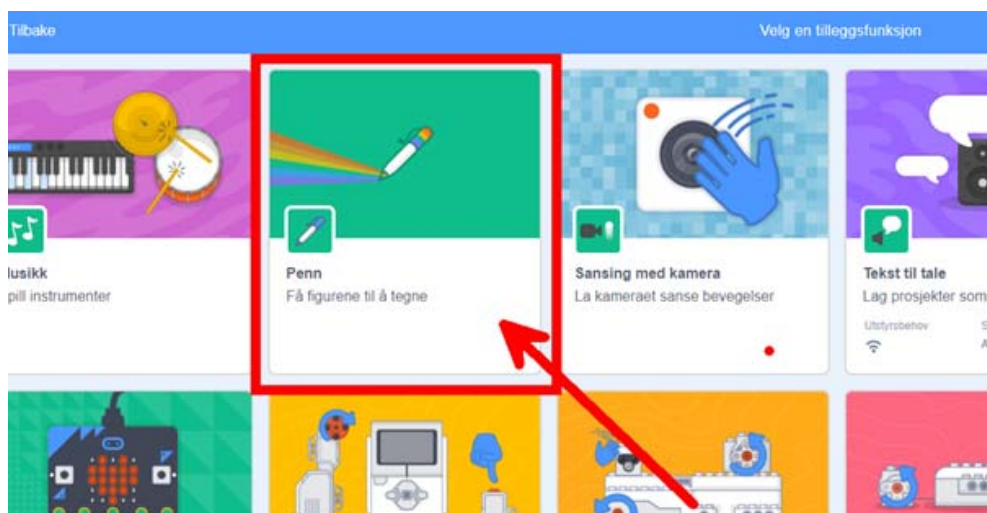
Velg *Programmering* i menyen øverst på siden for å åpne programmet.

Vi vil først aktivere et tillegg som heter *penn* for å kunne bruke Scratch til å tegne. Tillegg finner du ved å trykke nederst i venstre hjørne (se figuren til høyre).

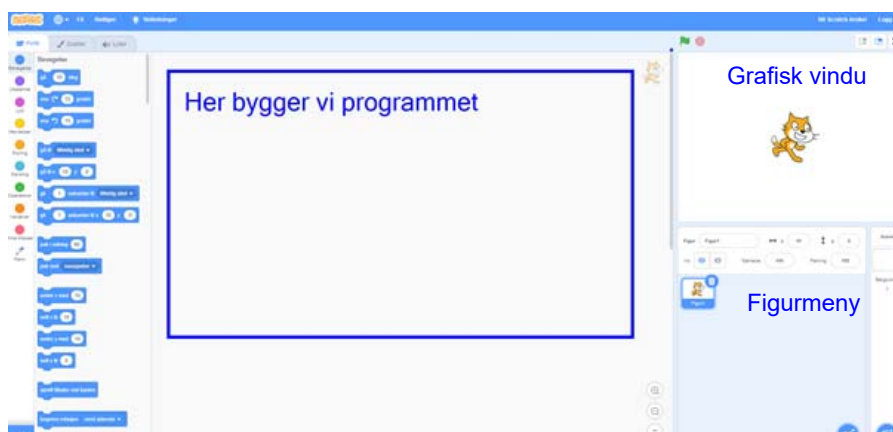




Der velger vi tilleggfunksjonen *penn*.

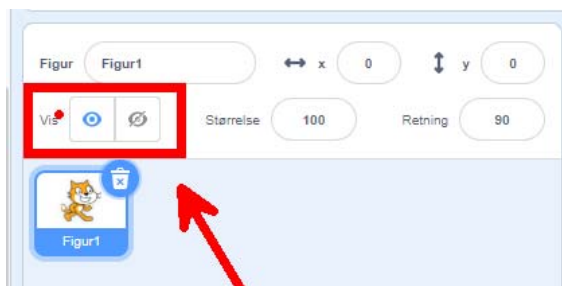


Når vi åpner Scratch får vi opp følgende vindu:



I det åpne feltet i midten bygger vi programmet. Til høyre har vi det *grafiske vinduet*. Under det grafiske vinduet finner vi *figurmenyen*.

Som standard bruker Scratch en katt som figur. Når vi skal bruke Scratch til tegning så kan det være hensiktsmessig å skru av visning av figuren. Dette gjør vi i figurmenyen.



Til venstre finner vi *blokkene* som vi skal bruke til å bygge opp programmene. Blokkene er ordnet i ulike kategorier med hver sin farge som vist på figuren under.

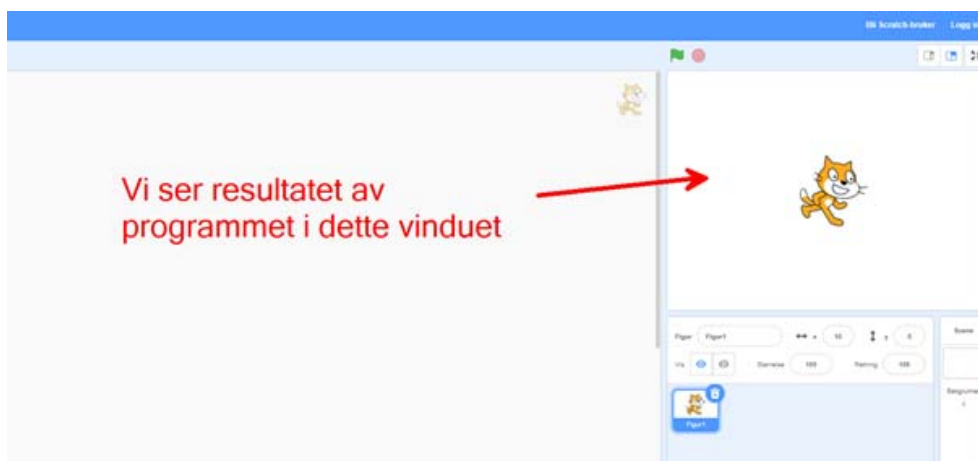


Blokkene i hver kategori har kategoriens farge. Den øverste kategorien, *Bevegelse*, er blå og inneholder blokker med fargen blå som vist på figuren under.





Det grafiske vinduet viser resultatet av tegneprosessen utført av programmet.



2.1.2 Oppbygging av programmet

Starter programmet: Vi velger først en blokk fra menyen *Hendelser* (gul) for å bestemme hva som skal til for å starte programmet. Blokken – *når flagg klikkes* – starter programmet.

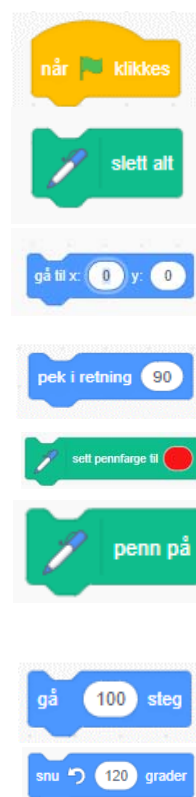
Visk ut alt: For at ikke all tidligere prøving og feiling skal være synlig, så velger vi helt i starten av programmet å slette alt som tidligere er tegnet med penn. Blokken – *penn slett alt* – sletter alt som tidligere er skrevet med penn.

Startpunkt: Deretter legger vi inn en bevegelse. Vi vil at programmet skal ha kontroll med hvor pennen starter å tegne, derfor legger vi inn en blokk som setter startpunktet. Blokken – *gå til x: 0 y: 0* – gjør at pennen starter i punktet 0, 0 (x, y) som er midt i det grafiske vinduet.

Retning: Vi ønsker også å sikre oss at figuren peker i riktig retning. Blokken – *pek i retning 90* – vil sette opp hvilken retningen pennen starter å tegne.

Farge og Penn på: For å tegne bevegelsen til pennen må vi velge en farge i tillegg til at vi må slå på pennen. Blokken – *sett pennfarge til rødt* – vil sette fargen til rødt, og blokken – *penn på* – slår på skrivefunksjonen slik at pennen setter en strek.

Gå og snu: Vi vil tegne en trekant. Vi starter med å tegne den ene siden i trekanten, det gjør vi med blokken – *gå 100 steg* –. Så endrer vi tegneretningen med 120° med blokken – *snu 120 grader* – slik at vi er klare til å tegne den neste siden i trekanten.

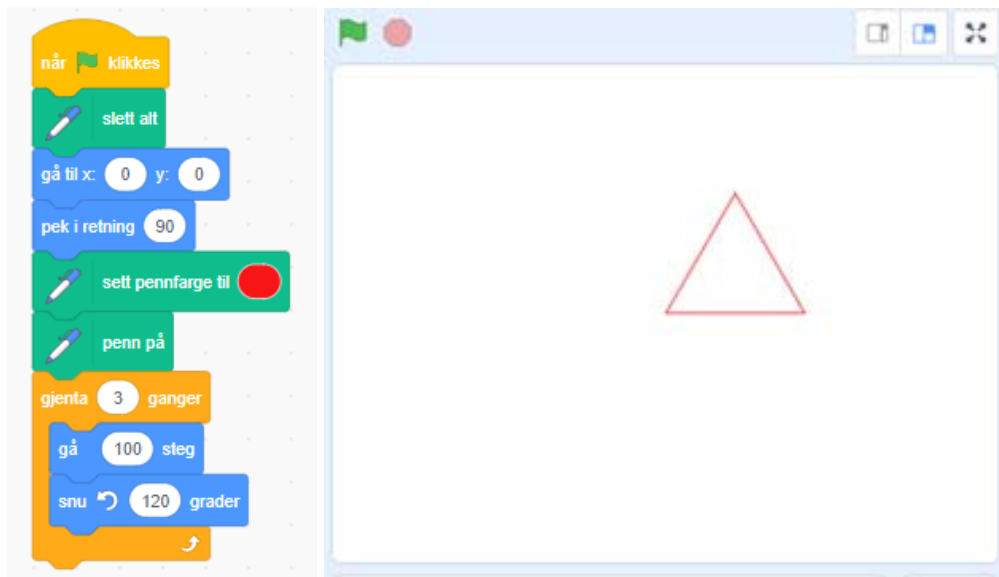




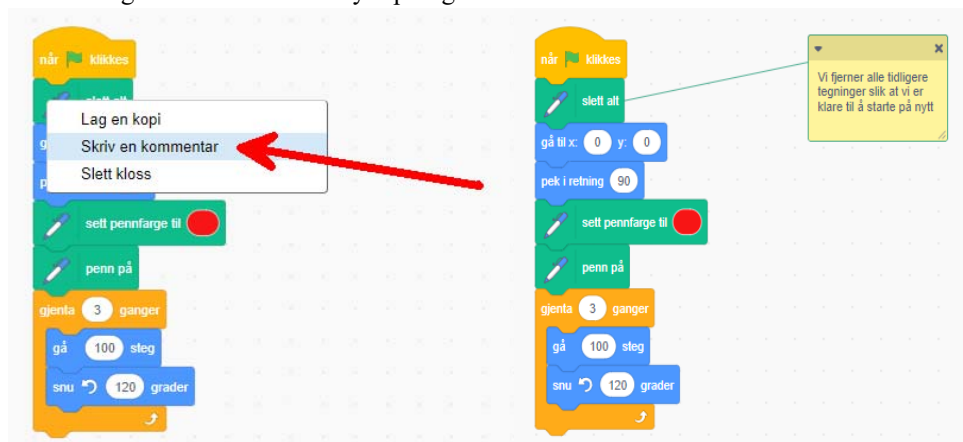
I og med at vi trenger tre sider for å lage en trekant, så bruker vi en løkke og gjentar gå og snu tre ganger som vist på figuren til høyre. Med blokken – *gjenta n ganger* – kan vi gjenta et sett av kommandoblokker så mange ganger vi måtte ønske.



Vi er nå klare til å sette sammen programmet som tegner trekanten. Figuren under viser programmet og trekanten som er tegnet i det grafiske vinduet.



En fin øvelse kan være å legge inn kommentarer til de ulike blokkene for å forklare hva programmet gjør. Ved å høyreklikke på blokkene får vi mulighet til å skrive inn en kommentar, som kan hentes fram og vises som vist til høyre på figuren under.

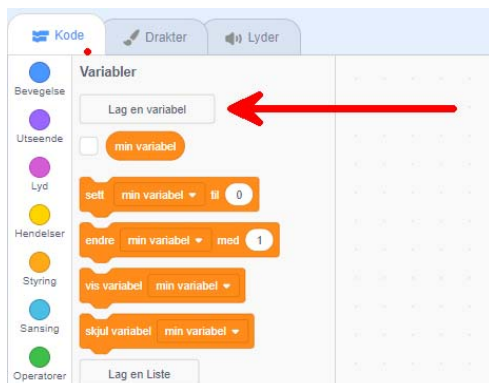




2.1.3 Bruk av variabler:

Variabler lar oss ta vare på og endre en verdi, en eller flere plasser i et program. Ved bruk av variabler kan vi for eksempel endre antall steg i tegnefasen etter hver gjennomføring.

Før vi kan bruke en variabel må vi opprette den ved å gi den et navn. Det gjør vi ved å gå inn i kategorien *Variabel* og velger blokken *Lag en variabel*. Vi lager en variabel og kaller den "antall steg".



Sett variabelverdien: Så bruker vi blokken – *sett antall steg til 10* – for å bestemme hvor mange steg vi skal ha som utgangspunkt, her har vi valgt å begynne med 10 steg.



Endre variabelverdien: Deretter kan vi gradvis endre antall steg ved å bruke blokken –*endre antall steg med 10*–. Den øker innholdet av variabelen *antallet steg* med, i dette tilfellet, 10 steg for hver gang blokken brukes.

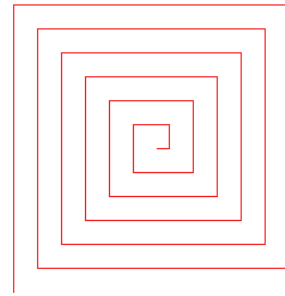


Før løkken bestemmer vi antall steg hver strek i tegningen skal ha.





I løkken setter vi inn variabelen *antall steg* i blokken – *gå <antall steg> steg* –. Etter at tegningen er gjort, endrer blokken – *endre <antall steg> med 10* – verdien til variabelen *antall steg* med 10. Resultatet blir at hver strek som tegnes blir 10 steg lengre enn forrige strek som vist på figuren til høyre.

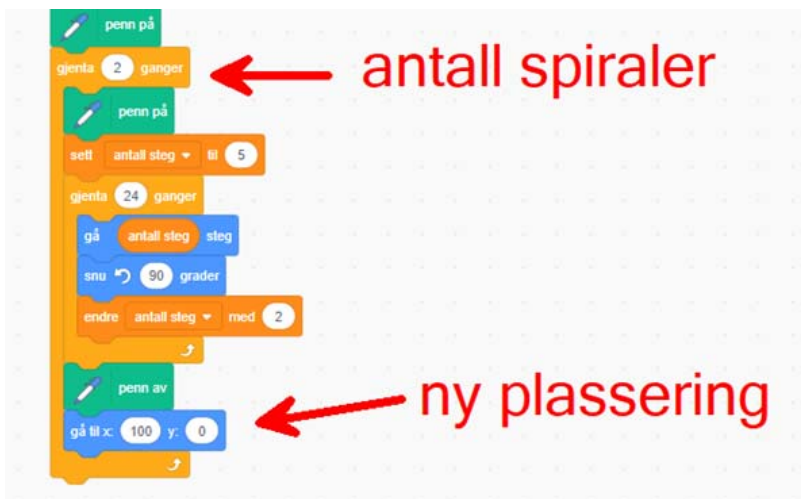


2.1.4 Forflytning

Hvis vi vil tegne samme figur flere ganger, men i forskjellig posisjon på tegneflata, så kan vi endre startpunktet med blokkene – *endre x med 10* – og – *endre y med 10* – avhengig av lengden og retningen vi ønsker å forflytte startpunktet.

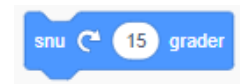


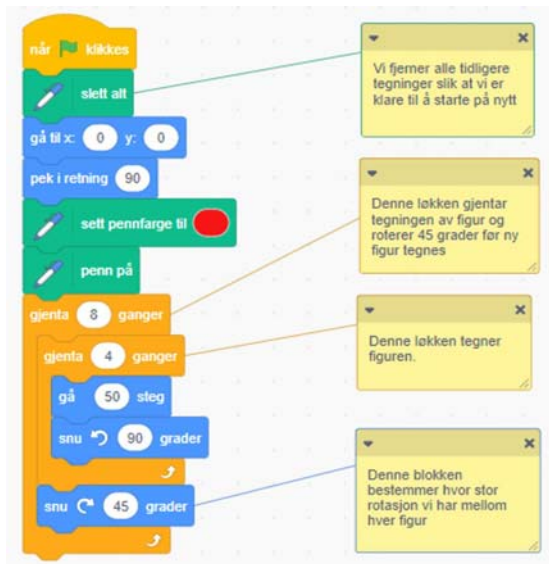
Hvis vi ønsker to spiraler ved siden av hverandre, så kan vi først legge inn en løkke som gjentar tegningen av spiralen to ganger. Etter tegningen av den første spiralen forflytter vi startpunktet før vi starter tegningen av neste spiral. Legg merke til at vi slår av pennen under forflytningen.



2.1.5 Rotasjon

Ved å legge inn blokken – *snu 15 grader* – etter at figuren er tegnet, endrer vi tegneretningen, her med 15 grader, før vi tegner den neste figuren. Det resulterer i at hele figuren roteres 15 grader. Da vil vi kunne lage ulike repeterende mønster med rotasjon.



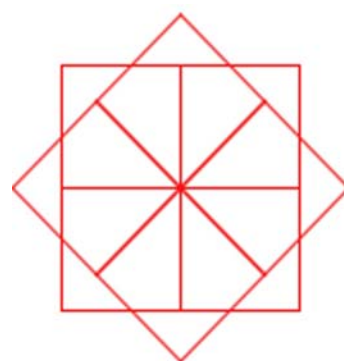


Vi fjerner alle tidligere tegninger slik at vi er klare til å starte på nytt

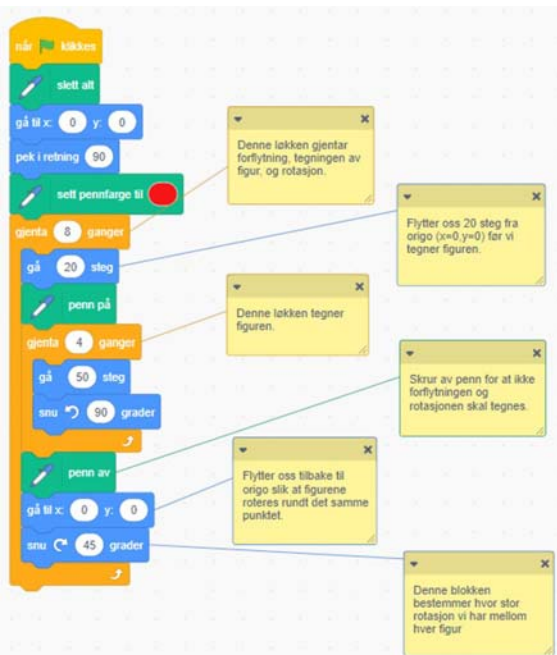
Denne løkken gjentar tegningen av figur og roterer 45 grader før ny figur tegnes

Denne løkken tegner figuren.

Denne blokken bestemmer hvor stor rotasjon vi har mellom hver figur



Dersom vi ønsker både rotasjon og forflytning, kan vi legge inn både blokkene "gå" og "snu" i løkken. Se eksemplet under.



Denne løkken gjentar forflytning, tegningen av figur, og rotasjon.

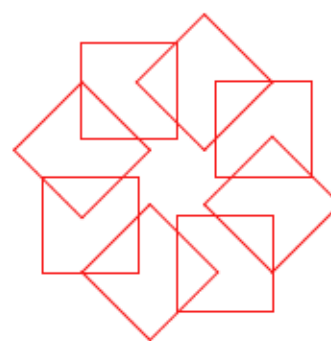
Flytter oss 20 steg fra origo (x=0, y=0) før vi tegner figuren.

Denne løkken tegner figuren.

Skrur av penn for at ikke forflytningen og rotasjonen skal tegnes.

Flytter oss tilbake til origo slik at figurene roteres rundt det samme punktet.

Denne blokken bestemmer hvor stor rotasjon vi har mellom hver figur



Så er det bare å sette igang å eksperimentere.





3 Framstilling av skåler som tverrfaglig undervisningsprosjekt

I dette kapitlet skal vi se på hvilke muligheter til kreativ skapende aktivitet som ligger i design av skåler. Vi ønsker også å ha fokus på hvordan tverrfaglige koblinger mellom matematikk og kunst og håndverk (K&H) kan bidra til å berike hverandre.



3.1 Fra ide til undervisningsopplegg

Nils Kr. forteller¹: *Ideen til denne typen skåler fikk jeg i en av markedsbodene i Kashgar langt nord-vest i Kina ikke langt fra grensen til Afghanistan, da vi var på en rundreise i dette området i 2011. Dette er ett av de største og mest innholdsrike markedene jeg noen gang har besøkt. Der dukket denne kurven opp og jeg lot meg fascinere av utformingen og at jeg ganske raskt forsto hvordan den var designet. Det ble imidlertid ikke noe kjøp, men ideen har ligget lagret langt bak i hodet og dukket opp på flyet mellom Arlanda og Hong Kong sommeren 2016. Plutselig så jeg at skåla relativt lett kunne la seg realisere ved hjelp av laserkutteren. Jeg brukte dermed en drøy time til å tegne den ut mens jeg likevel satt lenket til flysetet i over 10 timer.*

Senere har jeg funnet igjen samme type skåler i designforretninger på Manhattan, New York der prisen var en helt annen. Den eneste forskjellen var at de var laget av et finere materiale som var bedre bearbeidet.



1. Nils Kr. Rossing ved Vitensenteret

I 2018 brakte Anne Birgitte² ideen videre og laget et undervisningsopplegg for elever på 5. trinn, der de både fikk anledning til å utforske matematiske former med tegneprogrammet CorelDRAW, realisert sine eksperimentelle former som laserkuttete skåler og fikk gleden av å bygge opp skålen gradvis fra “flatpakke” til fullverdig skål etter eget design. De vekslet dessuten mellom tradisjonell treskjæring og bruk av digitale verktøy, dermed fikk de med seg hele spennvidden i dette unike undervisningsopplegget som gikk under navnet “Nytt og gammelt”.



Vi skal komme tilbake til historier om hvordan elevene gjennom dette arbeidet fikk anledning til å oppdage matematikk på en ny måte.

3.2 Den kreative designprosessen

Det fine med disse skålene er de rike mulighetene til variasjon og eksperimentering:

- Man tar utgangspunkt i rene *geometriske former*, *ellipser*, *kvadrater*, *rektangler* og *mangekanter*. Når man plasserer de ulike formene i forhold til hverandre må man ta stilling til *vinkler* og *symmetri*.
- Man kan supplere med *linjestykker* for å binde sammen formene, og man kan oppdage *tangenter* eller lage *sluttete kurver* ved hjelp av fri tegning
- Dernest følger *kopiering* og *skalering* av *grunnformen*. Man blir nødt til å ta stilling til hva som er gunstige og ugunstige former. Hvilke *skaleringsfaktorer* som fungerer og hvilke som ikke fungerer.
- Når skålen er skåret ut, må man ta stillingen til hvordan ringene skal posisjoneres i forhold til hverandre, hvilken *vridningsvinkel* som gir det ønskede resultatet. Man må også velge type lim og hvilken teknikk man vil bruke for å påføre limet for at det skal bli penest mulig.
- Materialet er også viktig. Et tykkere materiale (f.eks. 6 mm) gir en høyere og mer romslig skål, enn om materialet er tynnere (f.eks. 3 mm). Man må også ta stilling til type materiale. MDF er billig, men ikke særlig robust. Finer gir finere struktur, men kan bli preget av at det blir brent av en laser. Bruk av akryl i ulike farger kan bli fint, men gir “plastaktig” utseende som kanskje ikke er så ettertraktet.

2. Anne Birgitte Belboe Skaperlærer ved Vitensenteret og lærer ved Byåsen skole



Figurene under fra venstre mot høyre viser tegningen, resultatet etter skjæring og den ferdig oppbygde skåla.



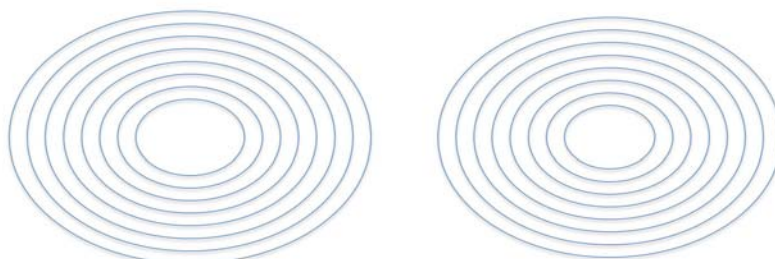
I dette tilfellet er hver av delene dreid 15° i forhold til den som ligger under. Delene limes der hvor de to overlapper. Det mest krevende er å sørge for at ringene legges korrekt slik at helningen til sidene i skåle blir den samme i alle retninger.

3.3 Typer skåler

Noe av det mest spennende er variasjonsbredden i disse skålene. For å gi et bilde av dette har vi forsøkt å kategorisere dem.

3.3.1 Ingen vridning fra lag til lag

Det karakteristiske ved denne typen skåler er at lagene ikke vrir i forhold til hverandre. Dette forutsetter at det finnes to utgaver hvor lagene kan legges annen hver gang på hverandre.



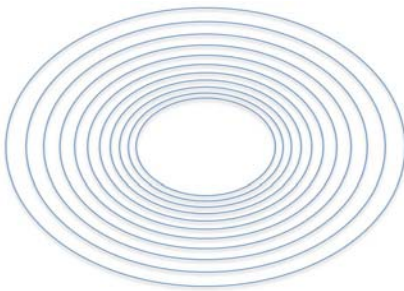
Hver sirkel 100%, 90%, 80%, 70% ... 30% av den ytterste Hver sirkel 95%, 85%, 75%, 65% ... 25% av den ytterste

Mønsteret til venstre på figuren over består av ellipser forminsket lineært med 100%, 90%, 80% ... 30%, alle prosenter av den ytterste ellipsen. På samme måte er ellipsene til høyre forminsket 95%, 85%, 75% ... 25%, også de med utgangspunkt i den opprinnelige ellipsen. Dermed kan vi legge disse på hverandre, annen hver hentet fra høyre og venstre modell, og de vil ligge pent på hverandre uten vridning som vist i figuren til høyre.

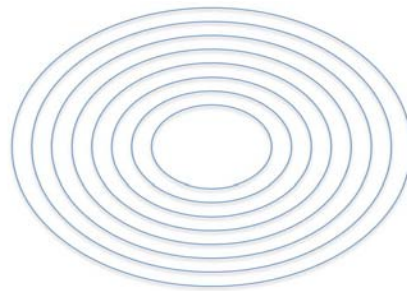
Bildet under viser den ferdige skåla.



En variant av denne skåla kan lages ved hele tiden å forminske den samme prosentandel i forhold til “ringen” utenfor. På denne måten vil vi få en skål hvor ytterkantene buer svakt.



Hver sirkel 90% av den forrige



Hver sirkel 100%, 90%, 80%, 70% ... av den ytterste

På figuren over ser vi tydelig forskjellen mellom de to måtene å bruke skalering på.

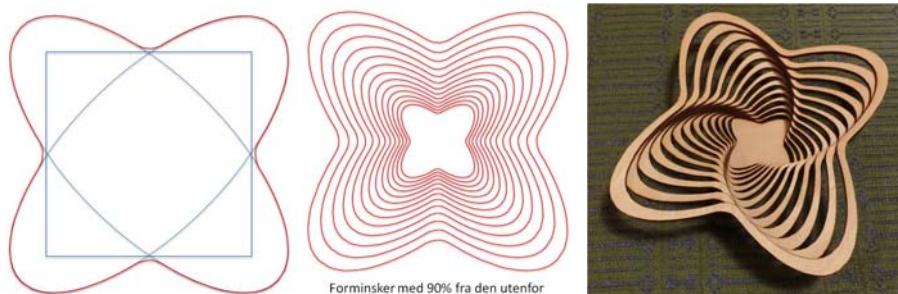
En kan også velge andre former som kan forminskes på enten den ene eller den andre måten. Figuren under viser en hjerteform som kan settes sammen til en skål. Her er det brukt lineær skalering.



Foto: Anne Birgitte Belboe

3.3.2 Vridning fra lag til lag

Fordelen med denne typen skål er at det holder med å bruke en utskåret form siden det er vridningen som gjør at de tiltross for at de passer inn i hverandre kan stables. Vi har tidligere vist hvordan vi lager mønsteret til kurva under.

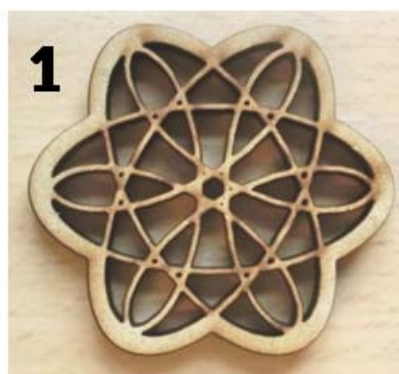


Her er det mulighet til å eksperimentere med ulike grader av vridning. Det er også mulig å vri annen hver gang mot henholdsvis mot høyre og mot venstre. Under har vist resultatet av tre ulike måter å stable ringene på hverandre.

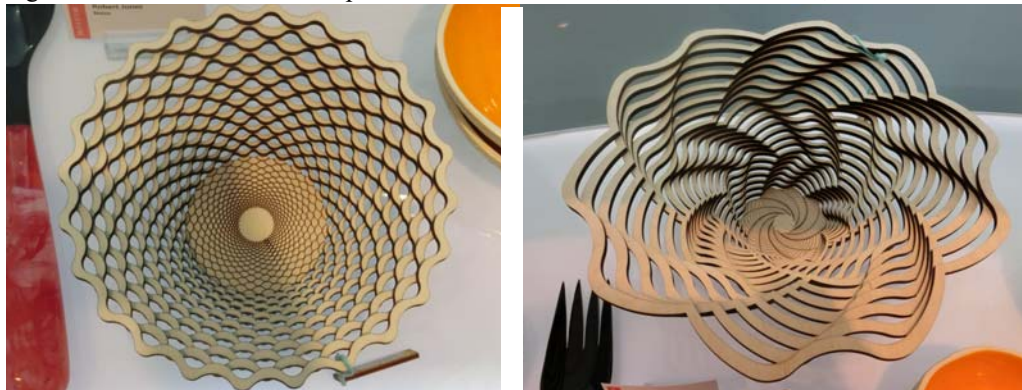


Vi kan tenke oss denne laget av tre ellipser som er dreid 60° i forhold til hverandre. Alle de tre har samme grunnform, men er stablet på litt forskjellig måte. I bunnen er det skåret ut en rosett. Ringene til venstre er dreid 30° i forhold til hverandre. Ringene for skåla i midten er dreid et mindre antall grader, men slik at kløfta der to ellipser møtes blir liggende på en krum linje. Ringene til skåle til høyre er vekselvis dreid mot høyre og mot venstre. Ingen av disse skålene er limt ennå, de er bare stablet for å studere resultatet, så kan bestemme seg i ettertid for hva man vil gå for og så ev. lime.

Med litt ekstra ferdigheter kan også lage et flott ornamert i bunnen av skåla.



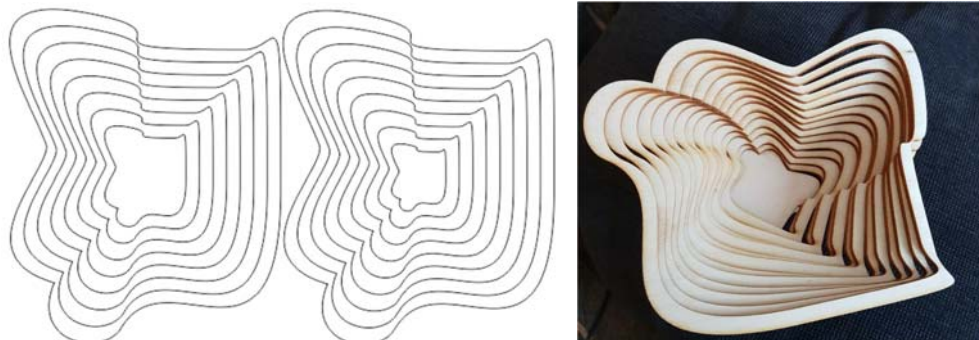
Figuren under viser noen eksempler hentet fra Manhattan, New York³ i 1000,- kr. klassen.



3.3.3 Frihåndstegnede kurver

Det er ingen ting i veien for å starte med en frihåndstegnet sluttet kurve. Det er imidlertid ikke alle former som fungerer like godt for å lage skåler. Linjer som ved skalering og sentrering kommer for nært hverandre er uheldig. Slike kan medføre for tynne ringe eller til og med brudd i ringen. I slike tilfeller må man enten øke skaleringsfaktoren eller legge om linjen.

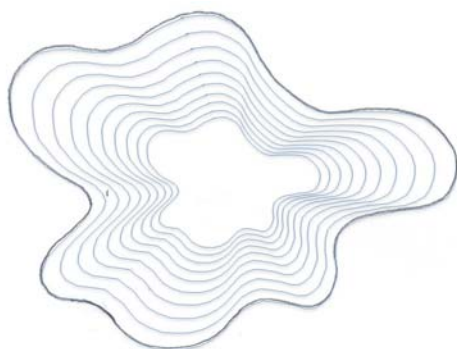
Bildet under viser en noe friere form som er realisert i to utgaver med litt forskjellig skaleringsfaktor slik at ringene kan stables uten vridning dersom man henter dem fra hver sin tegning.⁴



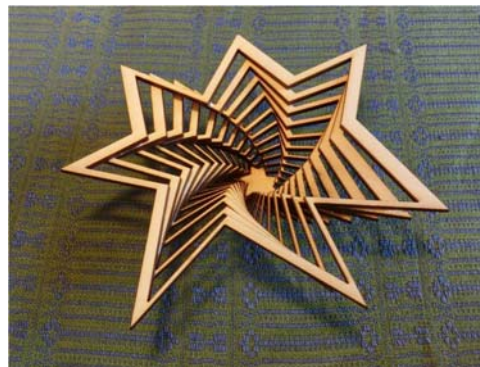
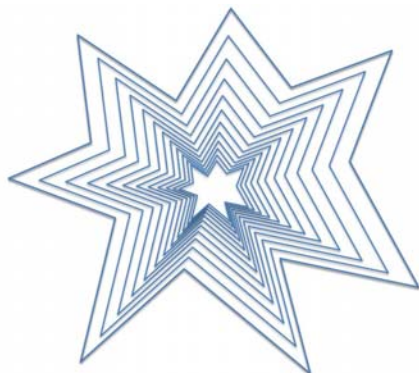
3. Museum of Art and Design (MAD), Columbus Circle, Manhattan (Foto: Nils Kr. Rossing)

4. Designet og fotografert av Anne Birgitte Belboe

Vriden med frie former kan være mer krevende. I slike tilfeller kan man velge å lime sammen lagene i den ene enden. Bilde under viser et eksempel på dette⁵. Bildet viser et eksempel på hvordan frie former lett kan gi utfordringer mht. tynne passasjer.



Frie former med rette kanter er gjerne lettere å tegne, men gir de samme utfordringene mht. Dessuten blir gjerne designet ikke så vakkert.



3.3.4 Montering

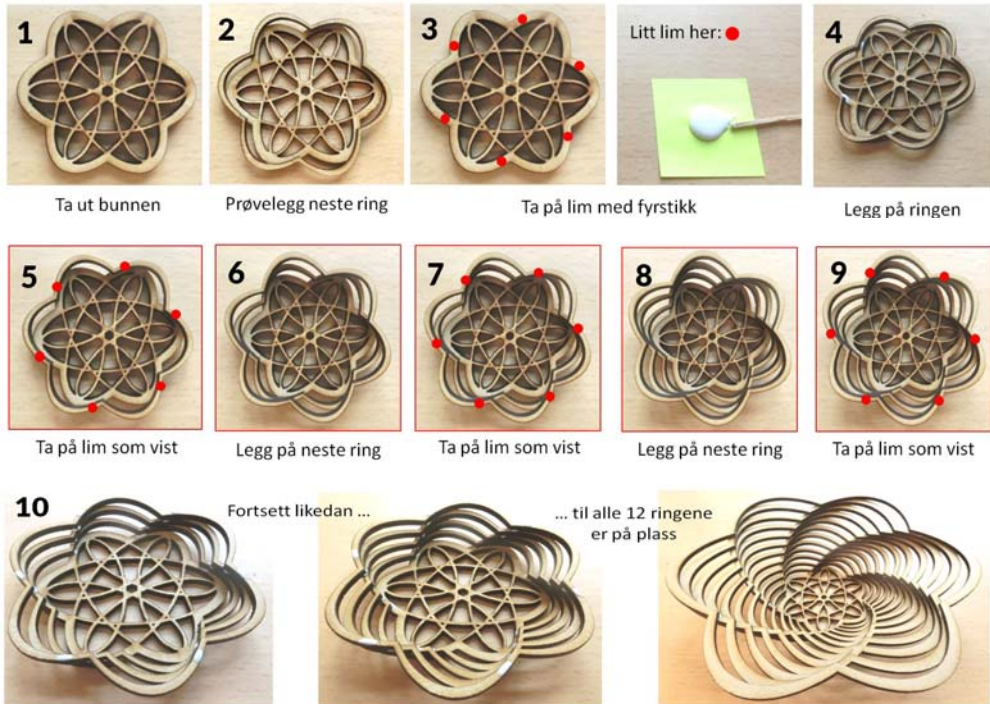
Vi har tidligere diskutert ulike måter å vri ringene i forhold til hverandre, her skal vi ganske kort vise hvordan ringene kan monteres sammen til en ferdig skål.

Start med å legge skåla uten bruk av lim. Prøv ulike måter å legge ringene på hverandre. Når du er fornøyd med resultatet, ta gjerne et bilde.



5. Designet av Nils Kr. Rossing, Vitensenteret

Merk deg nøye hvordan ringene ligger på hverandre. Ta av alle ringene og legg en og en ring på hverandre. Merk deg hvor en ring berører den under. Bruk en fyrstikk eller tannpirker til å legge lim der hvor ringene overlapper hverandre. Vi har brukt vanlig trelim. Påse at overflødig lim tørkes bort, eller aller helst, vær litt sparsom med limet slik at det ikke flyter utover. Det kan være lurt å ha litt lim på en Post-it lapp og dyppe tannstikkeren i. Et eksempel på oppbyggingen er vist på bildene under.



3.4 Et lite matematikkprosjekt for 5. – 6. trinn⁶

Kombinasjonen av matematikk og kunst og håndverk er spennende. Hva skjer dersom man gir elever i barneskolen et digitale verktøy til å designe skåler ut fra egne kreative ideer og innfall, men med beskjed om at dette er en *matematikktime*, dvs. de skal bruke sine matematikkunnskaper?

Eksempelene under er hentet fra utprøvingen av verkstedsaktiviteten “Nytt og gammelt” ved Vitensenteret i Trondheim i 2019. I alt deltok tre grupper a 13 – 14 elever fra både 5. og 6. trinn. Alle ble intervjuet. Elevene hadde på forhånd blitt bedt om å velge to geometriske figurer som de hadde litt kunnskap om og kunne tenke seg å ta utgangspunkt i. Ellers er de helt vanlige elever fra en barneskole i Trondheim som har fått 10 minutters opplæring i bruk av tegneprogrammet CorelDRAW da de ankom Vitensenteret. Av disse har vi valgt å omtale 7 elever hvor 6 av dem arbeidet

6. Utviklet og gjennomført av Anne Birgitte Belboe. Omtalen bygger på et intervju gjort av Anne Birgitte 15. des. 2020.



to og to. I tillegg valgte en å arbeide alene.

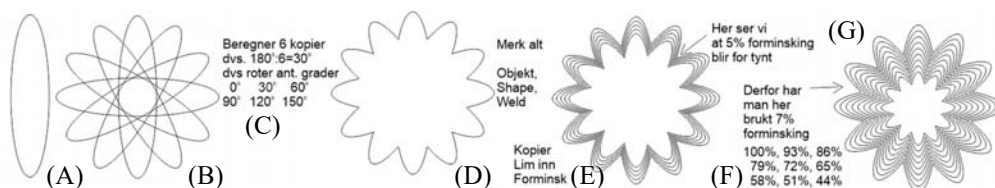
Innledningsvis lærte de hvordan de kunne lage ellipser og andre former, kopiere og dreie figurer en gitt vinkel, speile om vertikale og horisontale linjer, samt skalering i prosent og hvordan de skulle få fram omhyllingskurven. De hadde dessuten tilgang til seks hjelpeark for å finne fram i menyene. Derne har de fått hjelp til å skrive ut designet på Vitensenterets laserkutter. Elevene arbeidet to og to.

For å kunne dokumentere det elevene gjorde og ikke minst hvordan de resonerte, ble de bedt om å presentere produktet sitt og fortelle hvordan de hadde tenkt når de designet det. I tillegg ble de intervjuet i etterkant.

La oss se på noen eksempler. Figurene som er vist er elevenes egne som er hentet fra arbeidet deres, men sammensetningen og presentasjonen av mønstrene er gjort av instruktøren ved verkstedet i etterkant, dels på bakgrunn av egne observasjoner, elevenes presentasjoner og intervjuer med elevene i etterkant, og ikke minst, hun fikk tilgang til programmet de arbeidet med⁷. Før elevene startet ble de bedt om å være oppmerksomme på ting de oppdaget under veis og som de syntes var interessant eller rart.

To gutter

Dette elevparet tok utgangspunkt i en ellipse som vist til høyre på figuren under (A). Det var ganske nærliggende siden instruktøren hadde vist dem hvordan de kunne tegne ellipser. Derne ønsket de å kopiere og rotere for å få fram en symmetrisk figur. De måtte bestemme seg for rotasjonsvinkelen og hvor mange kopier de trengte for å komme akkurat helt rundt. Dette løste de ved prøve seg fram.



De kom etter hvert fram til at de trengte 6 ellipser som var dreid 0° , 30° , 60° , 90° , 120° og 150° , da fikk de en fin symmetrisk figur (B). "Men det er jo en tallrekke" bemerket en av dem (C).

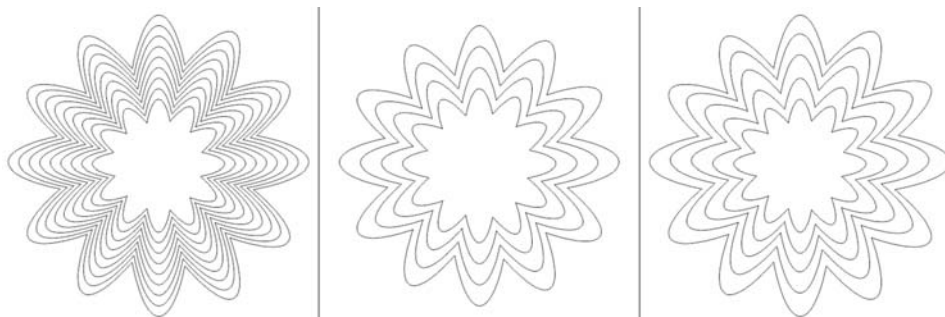
De fant så omhyllingskurven til ellipsene (D) ved hjelp av et av hjelpearkene som viste rett meny.

Så handlet det om å kopiere, forminske og sentrere. I utgangspunktet hadde de fått høre at en ring ikke måtte være smalere enn 1,5 mm, da kunne den lette gå i stykker. Elevene er kjent med at sirkler har et sentrum, men i løpet av arbeidet oppdaget de at også ellipser har et sentrum, som programmet brukte for å sentrere dem om et felles midtpunkt (B).

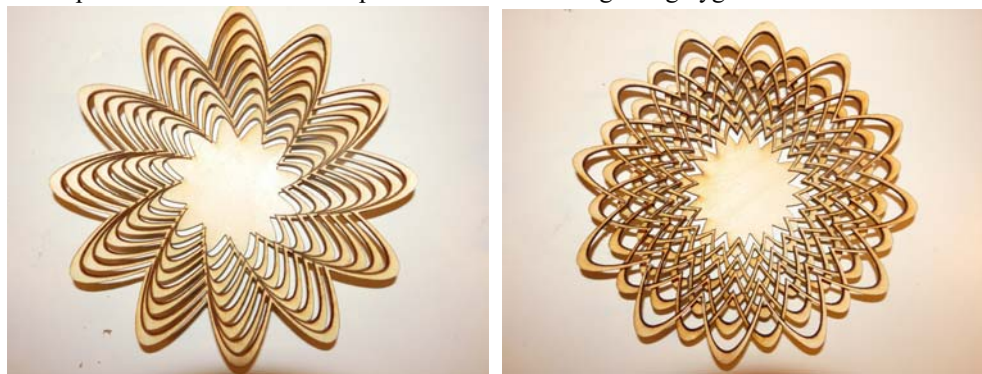
7. Ved å be dem om ikke å lukke tegneprogrammet og ikke slå av maskinene var det i ettertid mulig, ved hjelp av angre-knappen, å gå tilbake å prosessen de hadde vært gjennom. I tillegg ga dette mulighet til å hente ut halvfabrikata av tegningene.

De valgte å foreta en forminsking som en prosentandel av den ytterste ringen. Prosentverdien måtte de selv bestemme. Først prøvde de med 95% (5% reduksjon), men innså fort at denne ga for smale ringer. Dernest prøvde de med 90% (10% reduksjon), men så at det ble litt for mye, de ville ha plass til flest mulig ringer. Etter hvert kom de fram til at 7% var det beste (G). For å komme fram til dette hadde de laget seg et linjestykke på 1,5 mm som de flyttet rundt i tegningen for å sjekke marginene. De oppdaget at de kritiske punktene var nær spissene som pekte inn mot sentrum av figuren. Dermed fikk de en ny tallrekke: 100%, 93%, 86%, 79%, 72%, 65%, 58%, 51%, 44%....(F).

Figuren under viser to varianter av gruppens endelige skål-mønster. Til venstre ser vi et mønster som er ment å skulle dreies en liten vinkel fra ring til ring. Til høyre ser vi to mønster som til sammen kan danne en skål hvor vridning av ringene er unødvendig dersom ringene vekselvis tas fra høyre og venstre mønster.



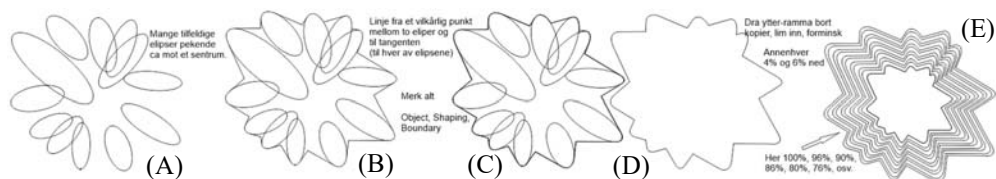
Skålene på bildet under viser en kopi⁸ av det elevene designet og bygde.



8. Kopien er bygget av instruktøren Anne Birgitte Belboe. Foto: Nils Kr. Rossing

En gutt som valgte å jobbe alene

Siden antallet denne dagen var 7 så måtte en av elevene jobbe alene. Læreren mente at denne eleven var relativt svak i matematikk, men anbefalte likevel at han kunne arbeide alene.



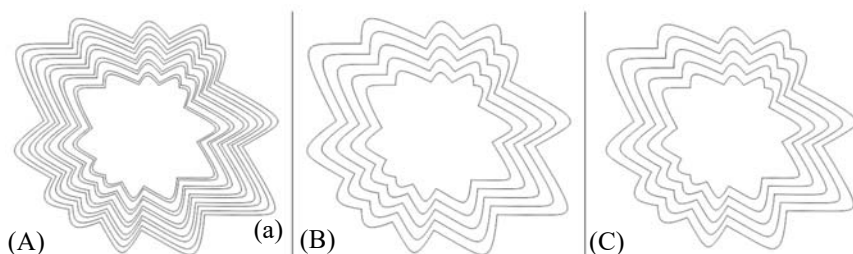
Også denne eleven tok utgangspunkt i ellipser, men varierte både størrelse og rotasjonsvinkel ganske tilfeldig. Det som derimot ikke var tilfeldig var hvordan han orienterte dem alle inn mot et omtrentlig sentrum (A). Vi ser at noen overlapper, andre ikke. Så merket han alle for å finne en felles omhyllingskurve, men oppdaget raskt at han fikk mange biter som ikke hang sammen. Instruktøren foreslår at han skal forsøke å tette igjen åpningene mellom ellipsene med rette linjer og viser ham hvordan det kan gjøres.

Han går igang med å tegne linjer som berører ellipsene i punkter (B). CoreDRAW er slik laget at når en rett linje nærmer seg et objekt så vil det spørre om linjen skal legges inntil som en *tangent*. Denne eleven fikk også det spørsmålet og “takket” ja til tilbudet fra programmet uten å vite hva *tangent* betydde. Han valgte å la programmet legge linjene som tangenter inntil ellipsene fordi “det ble fint”.

Matematikklæreren ble da også ganske overrasket da eleven kunne fortelle: “*Æ brukt bare tangenten æ*”.

Nå var det lett å finne omhyllingskurvene til samlingen av ellipser og linjestykker (D), og mønsteret var klart til å kopieres, forminskes og sentreres.

Han valgte imidlertid ikke å lage en lineært avtagende reduksjon mellom ringene, og han ønsket å



legge inn en variasjon slik at rekken av forminsknings ble følgende tallrekke: 100%, 96%, 90%, 86% 80%, 76% ... Dermed fikk han ringe som syntes å opptre i par (A), som han syntes ble “*et tøft mønster*”. Figurene (B) og (C) viser mønster som ev. kan brukes til å montere den som en lukket struktur som egner seg bedre som skål.

Han fikk imidlertid en utfordring da kan skulle sette sammen skåla (A) da den ujevne formen var vanskelig å rotere fra ring til ring. Dessuten var noen av ringene stedvis svært smale. Etter flere forsøk fant han ut at han kunne lime ringene sammen i ett av hjørnene (a), som dermed ble det eneste punktet som holdt ringene sammen. Resultatet egnet seg dårlig som skål, men langt bedre som vegglampe som slapp lys ut gjennom åpningene mellom ringene. Som vegglampe ble “skåla” plassert med åpningen inn mot veggen, og limpunktet ned.



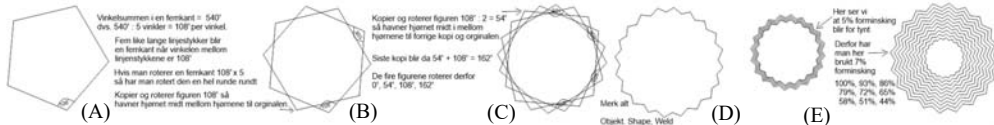
Kopien laget av Anne Birgitte Belboe

Foto: Nils Kr. Rossing

Eleven fikk med seg en lysdiode, ledninger og en batteriholder og gjorde ferdig lampen hjemme. Læreren hans kan fortelle at lampen fortsatt henger på rommet hans.

To gutter med forskjellig kunnskaper om matematikk

I dette tilfellet ble den ene matematikkflinke gutten sittende en del alene å fordype seg i en problemstilling. I mens tok den andre seg en tur for å studerte hva de andre lagene holdt på med. Fordelen var at den flinke eleven fikk brynt seg, samtidig som det var uheldig at den andre forlot oppgaven for en periode da han ikke skjønnte hva den første holdt på med.



Femkanten kan lages ved at man henter fram en likesidet trekant fra menyen for så å be programmet øke antallet kanter til det ønskede antallet. Ved å be om femkanter lager programmet en regulær femkant.

Disse guttene hadde på forhånd bestemt seg til å ta utgangspunkt i femkanten (A). De brukte mye tid til å finne ut av figuren.

Problemstillingen var hvor mye han skulle rotere den neste femkant slik at de passet i forhold til hverandre. Han bestemte seg for å rotere den andre femkanten slik at spissene akkurat traff midt på langsiden til den første. Han skjønnte at for å få til det måtte han først bestemme størrelsen til den stumpe vinkelen i hjørnene på femkanten. Som en første antakelse tenkte han at vinkelen måtte bli $360^\circ/5$, men fant fort ut det ble galt.

For å lede ham på rett vei spør instruktøren hva vinkelen i en likesidet trekant er, og han svarer raskt at den er 60° , og at vinkelsummen i en trekant er 180° . Læreren spør så om han vet hva vinkelsummen i en firkant er. Deretter forlater hun eleven som blir sittende å gruble over problemet. Det går imidlertid ikke mange minutter før han kommer gledestrålende tilbake og forkynner: “E

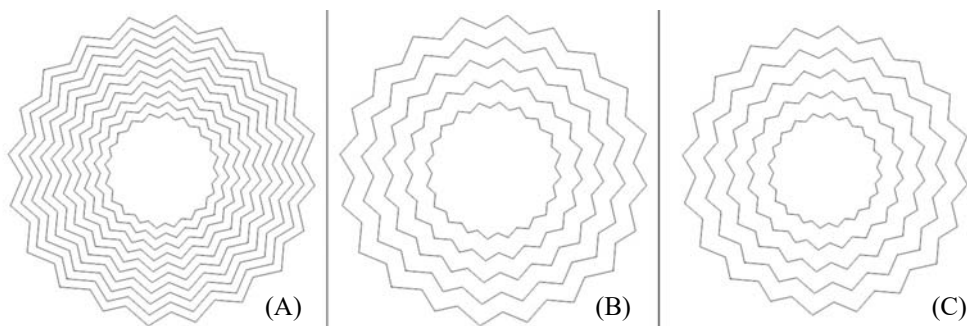


e blitt oppfinner, no vet æ hvordan æ kan finn vinkelsummen når det blir fler kanta”. Deretter følger en forklaring om at det blir 180° mer for hver ny side som blir lagt til. Det ble imidlertid litt krevende for de andre som var med på samlingen når han skulle formidle sin oppdagelse i plenum.

Selv om han brukte mer tid enn de andre så kom han fram til at vinkelsummen for femkanten ble 540° og delt på 5 så ble vinkelen i hvert hjørne 108° . En bragd av en elev på 5. trinn utført på 20 minutter. Og han hadde all grunn til å være strålende fornøyd. Han oppdaget så at han måtte dreie kopien 36° for å treffe med spissen midt på sidekanten til den første femkanten (B).

Men han nøyde seg ikke med det, han bestemte seg for å legge fire femkanter på hverandre som utgangspunkt for mønsteret sitt. Nå hadde han knekt koden og var tydelig på at han måtte rotere hver femkant en “*kvart*” som han uttrykte det. Dvs. $1/4$ av vinkelen mellom to av hjørnene som blir $72^\circ/4 = 18^\circ$. De tre ekstra femkantene ble derfor dreid “*en kvart*”, “*halvveis*” og “*trekvart*” slik han uttrykte seg.

Han forteller også hvordan han først gikk fram for å bestemme vinkelen, ved at han prøvde med ulike vinkler. I ett forsøk roterte han femkanten litt for lite og i det neste litt for mye ut fra øyemål. Selv om partneren var mer en godt nok fornøyd med en tilnærmet riktig vinkel, var konklusjonen hans: “*Dette må æ regn mæ fram te*”. Underveis i prosessen oppdaget han også et verktøy i CorelDRAW som gjør det mulig å måle vinkler. Dette brukte han flittig, og vi ser av figurene at vinkelmålet henger igjen i modellen et stykke utover i prosessen.

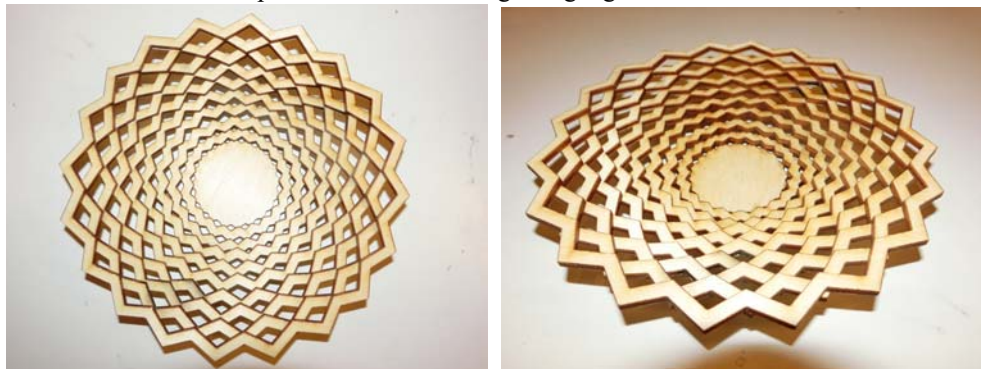


Deretter var det bare å bruke verktøyet i CorelDRAW for å finne omhyllingskurven, og arbeidet med å kopiere, forminske og sentrere kunne begynne.

Han forsøker med en forminsking på 5%, men oppdager som de andre at dette er litt lite. I mellomtiden har hans makker vært rundt å “spionert” og kommet tilbake med beskjed om at 7% er den optimale prosentsetningen, og fra nå av kommer også han på banen og utførte de resterende trinnene fram til ferdig skål-mønster (E).

Figuren til venstre har en forminskningsfaktor på 7%. De to til høyre er den samme, men oppdelt i to mønster med annen hver ring slik at det skal være mulig å stable uten å rotere. “Spionen” hadde oppdaget denne muligheten ved å se på utstilte eksempelskåler. Som et unntak får denne gruppen lov til å lage to skåler, en som krever rotasjon og en for overlapp. I den forbindelse var det også naturlig å diskutere forskjeller i materialbruk, overlappende ringer krever dobbelt så mye materiale.

Bildene under viser en kopi⁹ av det elevene designet og laget.



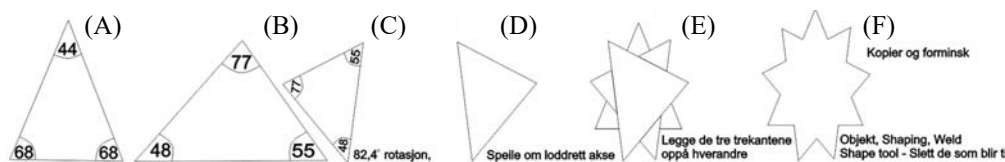
To jenter

Disse to jentene hadde bestemt seg for å lage en stjerne, og siden CorelDRAW har et eget verktøy for tegning av stjerner, var det fristene å gjøre det enkelt. Siden dette skulle være en matematikk-tid og ikke en tegnetime, ble de av instruktøren utfordret til å konstruere den selv, bruke matematikkunnskapene sine, som f.eks. bruk av former, rotasjon og speiling: *“Ikke skynd dere, bruk tid. Lek dere med matematikk, prøv nye ting og utforsk”*, sa hun.

De visste også at dersom de satte sammen trekanter så kunne det bli stjerner av det. Så de startet med to likesidete trekanter og la dem oppå hverandre, slik at de fikk en stjerne med 6 tagger.

Men så var det slik at den ene jenta ville ha én tagg i toppen og to som pekte nedover. For å få til det startet de med en litt tilfeldig likebeinet trekant med en horisontal nedre kant (grunnlinje¹⁰) (A). De sjekket også at det virkelig var en likebeinet trekant ved å måle vinklene ved grunnlinja og slik bekrefte at de var like store.

Det neste spørsmålet de måtte ta stilling til var hvor mange tagger stjerne skulle ha. De bestemte seg for at to av taggene skulle peke nedover slik at de stakk ned under grunnlinja til den likebeinte trekanten. Dermed besluttet de like godt at det skulle stikke ut to tagger på hver av sidene i den likebeinte trekanten, dermed ble det totalt 9 tagger på stjerna. De konkluderte derfor helt riktig med at dette krevde bruk av totalt tre trekanter.



Så tegnet de en tilfeldig trekant som de syntes så fin ut (B) og tok de vinklene de fikk, 48° , 55° og 77° . Denne trekanten dreide de i en passende vinkel (*“... som vart $82,4^\circ$ ”*) slik at den *“spisseste spissen kom ned”* (C) og la den prøvende oppå den likebeinte trekanten slik at det *“så pent ut”*.

9. Kopien er bygget av instruktøren Anne Birgitte Belboe. Foto: Nils Kr. Rossing

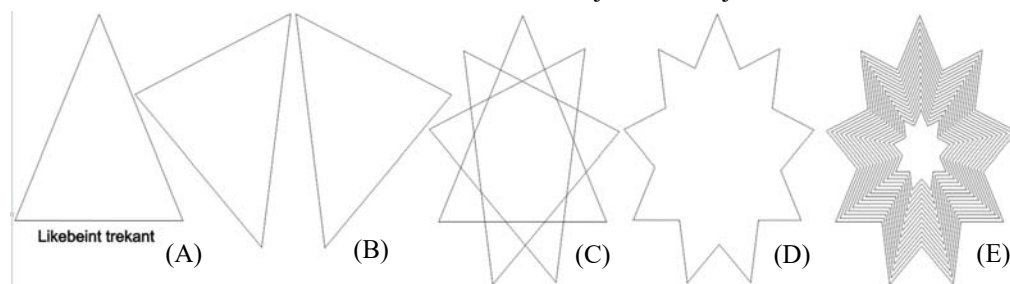
10. Elevene brukte enda ikke begrepet “grunnlinje”, men vi velger å bruke det her for å lette beskrivelsen



Så speilet de denne trekanten om en vertikal akse (D) og la alle tre trekantene oppå hverandre (E). Når de sentrerte de tre så var de enige om at dette så fint ut. Til slutt fant de omhyllingskurven (F).

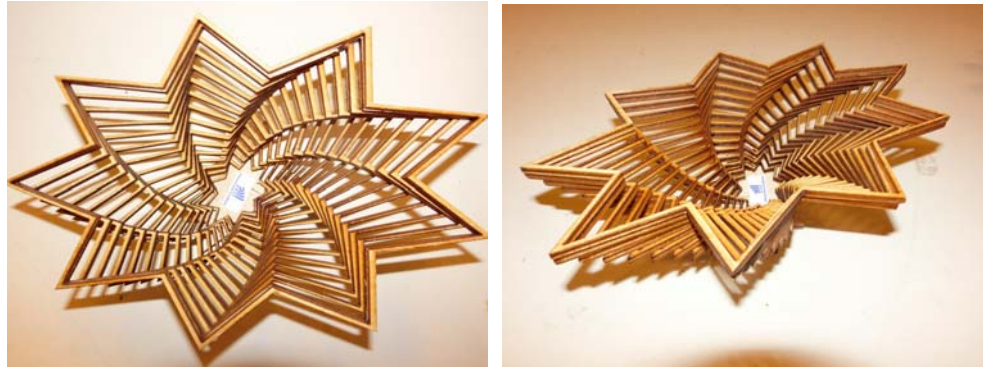
Det fine med CorelDRAW er at man kan tegne alle figurene utenfor det definerte tegnearket slik at en har god plass. Når man er fornøyd flytter man de figurene man ønsker å bruke i den endelige tegningen inn på tegnearket. Og det var nettopp det disse to jentene benyttet seg av. Når de flyttet trekantene inn på tegnearket og sentrerte dem vertikalt og horisontalt, falt alt på plass, og de var strålende fornøyd. Hvilket følgende søte kommentar understreker: “*De va bra vi valgt 48, 55 og 78 grader*”.

Det mest overraskende var at de faktisk bestemte seg for å velge tre trekanter og ikke bare to som på mange måter ville ha vært naturlig. Det som synes å ha rokket ved et slik valg var den ene jentas forestilling om at stjerneformen skulle ha to spisser ned og en opp. Kommentarer synes å antyde at hun ønsket at den skulle være noe annet enn en tradisjonell Julestjerne.



Det endelige skål-mønsteret er vist til høyre på figuren over. Som vi ser er linjene særdeles tette, hvilket også ga dem en del utfordringer til slutt. I alt ble det laget fem utskrifter av skåla, slik at de tilsammen fikk nok uskadede ringe. Årsaken var at noen av ringene knakk når de skulle tas fra hverandre.

Bildene under viser en kopi¹¹ av det elevene designet og laget.



11. Kopien er bygget av instruktøren Anne Birgitte Belboe. Foto: Nils Kr. Rossing

Sluttkommentarer

Tverrfagligheten er oppleggets styrke. Instruktøren understreker imidlertid hvor viktig det er at elevene vet hvilket fag de jobber med slik at de er istand til å fokusere på kompetansemålene i det aktuelle faget, som her er matematikk. Ved å fokusere på matematikken blir elevene oppmerksomme på styrken ved å kombinere matematikk og praktisk håndverk. Vi må ikke bare blande fag, men *hjelp elevene til aktivt å se verdien av å jobbe tverrfaglig.*

På spørsmål om disse elevene var et unntak, svarer instruktøren at lignende tankearbeid er ganske vanlig, men det er vanskelig å få tid til å observere og snakke med alle elevene, spesielt dersom de trenger mye hjelp til å mestere tegneprogrammet. Det var imidlertid ganske vanlig å ta utgangspunkt i ellipser, gjerne seks som vist i starten av dette avsnittet. En årsak til dette var at ellipser ble brukt som eksempel under opplæringen av tegneprogrammet, og som viser hvor lett det er å påvirke elevenes valg. Skal en få innsikt i hvordan de tenker, er det viktig å skape et miljø hvor elevene sier høyt det de tenker, det er på den måten en kan få innsyn i tankeprosessene.

Flere av elevene stusser over at kopierte mønster i CorelDRAW legger seg eksakt på originalen. Mange lurer derfor på hvor det blir av kopien. Alle jobber med “default” linjebredde på 0,2. For å kunne laserkutte modellen er det vanlig å gjøre alle linjer om til “hairline”, dvs. minimum bredde. På grunn av at kopiene legger seg på toppen av originalen er det ikke uvanlig at det oppstår doble linjer. Dette kan være uheldig i skjæreprosessen. Derfor blir elevene bedt om å gå over linjene og sjekke om de har doble linjer. Dette gjør de ved å merke dem og trykke “slett”. Om det blir et hull etter linja vet de at det bare er en. Dette er også en fin måte å lære dem å bruke angre-funksjonen, en funksjon de færreste kjente fra før. Dette er det siste de gjør før endelig lagring og produksjon.

Vi legger også merke til at samtlige har benyttet lineær skalering fra ring til ring. Bakgrunnen for det er kanskje et ønske om å lage en tallrekke som de er kjent med fra skolen. Eller rett og slett fordi andre muligheter ikke blir presentert.

For å få mer “armslag” anbefaler instruktøren at de skulle tegne på utsida av tegnearket for så å flytte tegningene de ønsket å bruke, inn på arket til slutt.



Å se skåle bli skåret ut er en viktig del av opplevelsen

Når skålene skulle settes sammen, flyttet instruktøren de to partnerne langt fra hverandre, slik at de ikke skulle se på hverandres arbeid når de gikk inn i siste fase av designprosessen, men designet sine egne versjoner av skålene. Det kommer tydelig fram i eksempelet vist til høyre. Disse jentene tok utgangspunkt i en trekant og to sirkler og på den måten designet de et hjerte. Bildet til høyre viser kopier¹² av det elevene designet og laget.



Foto: Nils Kr. Rossing

En viktig side ved prosjektet er at elevene er med gjennom hele prosessen fra ide til produkt. De ser at det de designer med bruk av matematikk og digitale verktøy blir en uvanlig vakker gjenstand som de kan stolt kan vise fram til foreldre og venner. Undervisningsopplegget har derfor en rekke gode kvaliteter:

- Det er relativt lav terskel for å ta i bruk tegneverktøyet, de kommer fort igang.
- Bruk av matematiske begreper og metoder er en helt naturlig del av arbeidsprosessen så lenge de blir oppmuntret til å ta dem i bruk. Dette gjør at de på en naturlig måte ser at matematikken hjelper dem å formgi produktet sitt.
- De har stor grad av frihet i valg av utforming av produktet samtidig som de oppdager at det finnes regler for hva som gir et godt og funksjonelt design.
- Det er stor sannsynlighet for at resultatet blir meget vakkert selv med et relativt tilfeldig utgangspunkt.
- De får med seg et produkt som de er stolte av. Samtidig som selve monteringen også gir mulighet til eksperimentering og utvikling av motoriske ferdigheter.
- Det er lett å mangfoldiggjøre produktet.
- Selv om CorelDRAW koster en del så finnes det alternativer som gir rike muligheter (f.eks. Inkscape). Dessuten er materialkostnadene er billige.
- Elevene kan gjøre hele tegneprosessen i eget klasserom for så å komme til Vitensenteret for kutting av skåla. Ulempen er at laserkuttere foreløpig er lite utbredt i skolen.



Foto: Anne Birgitte Belboe

12.Kopien er bygget av instruktøren Anne Birgitte Belboe. Foto: Nils Kr. Rossing



Disse skålene blir ofte svært vakre, nesten samme hvordan utgangspunktet er. Det hender imidlertid at både barn og voksne gjør feil, "Fantastiske feil". Dette er feil som gir mye læring, opphav til nye muligheter og fører en videre i designprosessen. Slike "feil" liker vi ved Vitensentrene.

Vi håper flere vil prøve seg på dette opplegget i matematikkundervisningen, gjerne i samarbeid med kunst og håndverk lærerne.



4 Brukerveiledning CoreIDRAW¹³

4.1 Finne programmet – åpne programmet

Når du skal finne *CoreIDRAW* på din enhet/PC så kan forskjellige års versjoner ha forskjellig Logo. Her er de mest kjente.



På Vitensenteret i Trondheim (ViT) vil du finne de to lengst til høyre på figuren over:

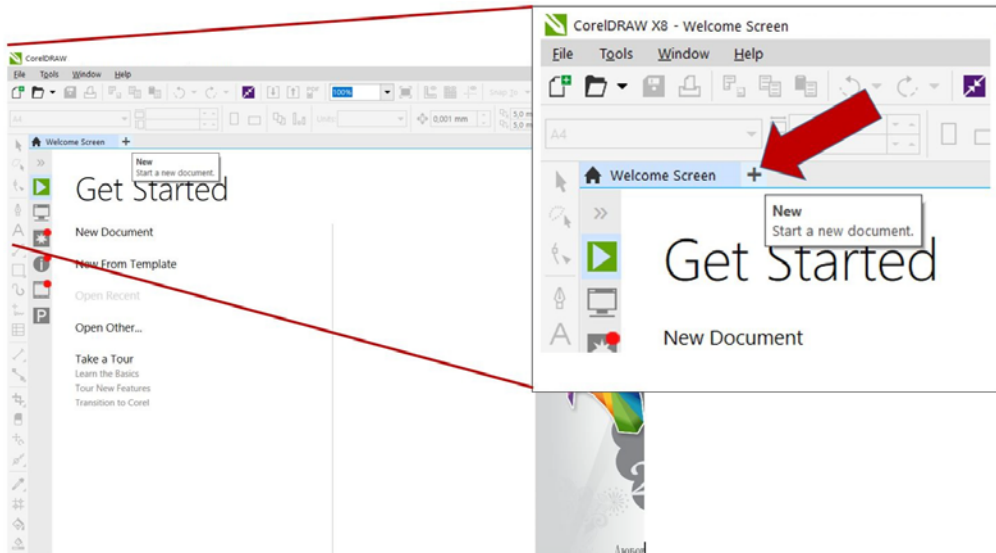
Åpne programmet ved å dobbeltklikk på snarvegen på skrivebordet. Ligger det ikke på skrivebordet lønner det seg å søke opp *CoreIDRAW* ved startmenyen (forstørrelsesglasset nederst til venstre på skjermen).

Tips:

Det er lurt å koble til en mus når du tegner.

4.2 Lage nytt dokument/tegneark – størrelse på arbeidet

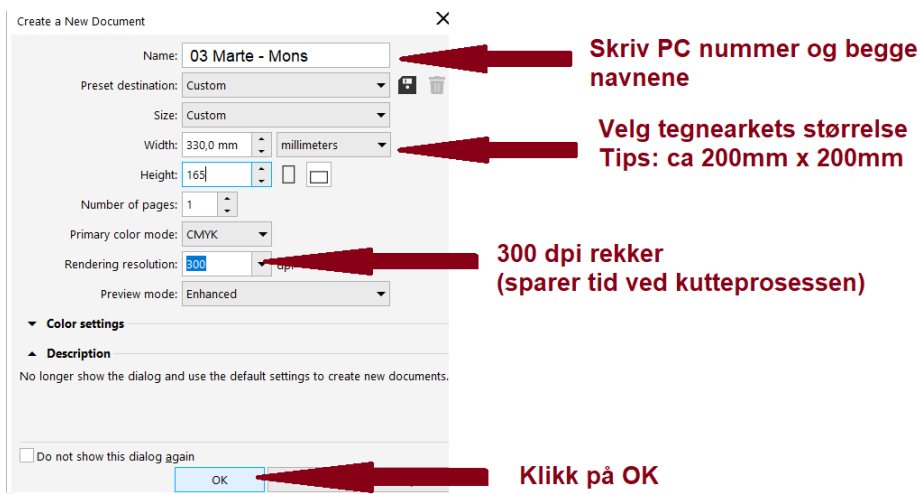
Når programmet åpner seg lager du ditt eget tegneark ved å klikke på +.



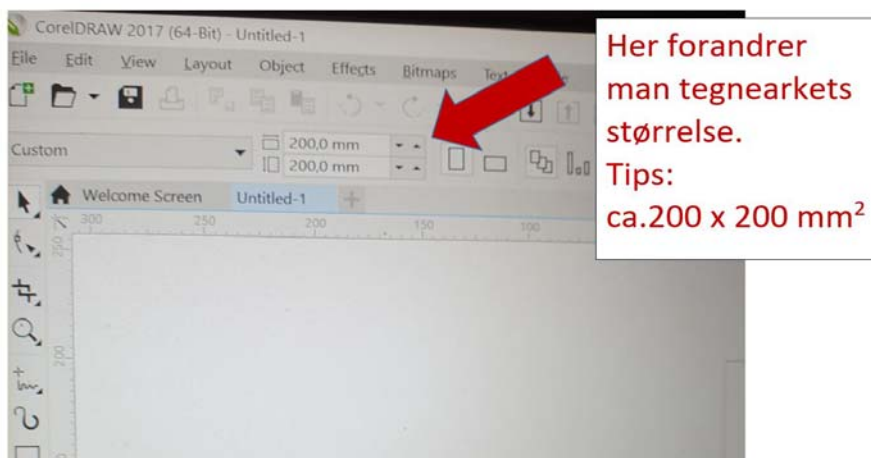
13. Brukerveiledningen for CoreIDRAW er utarbeidet av Anne Birgitte Belboe, Vitensenteret i Trondheim



Et nytt verktøybilde dukker opp. Her skal du sjekke eller skrive inn 3 ting før du klikker OK.



Dersom du får opp et nytt dokument *Untitled-1* uten at menyen i bildet over vises, må du skrive inn tegnearkets størrelse som vist på bildet. Dokumentnavnet fylles inn når man lagrer dokumentet (se avsnitt 4).



Tips til lærer:

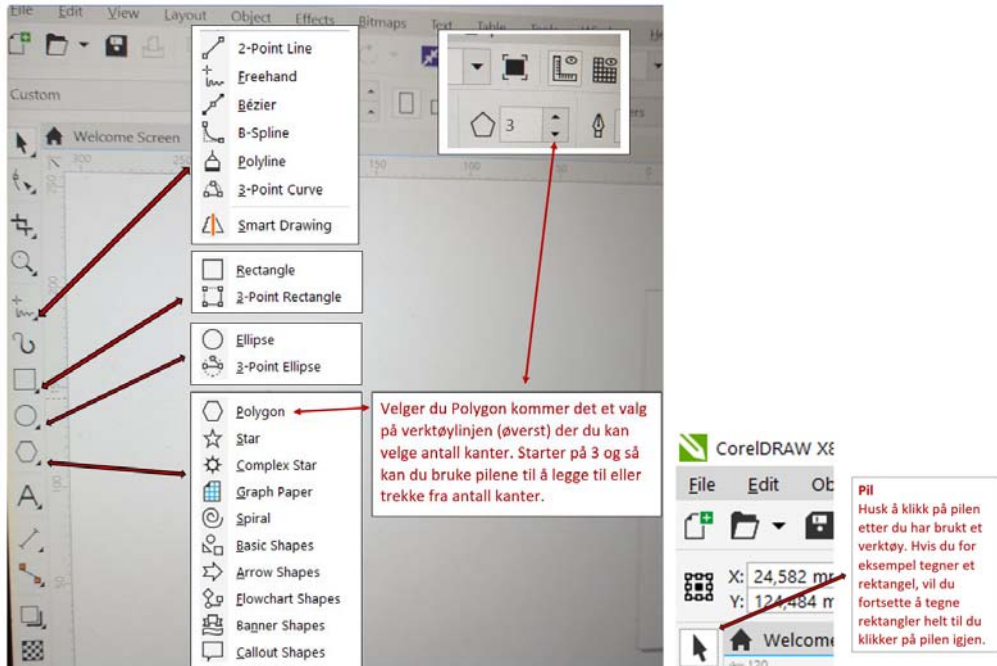
ViT bruker 300 dpi som standard, det er tilstrekkelig. Jo større dpi, jo lengre tid vil laseren bruke (spesielt gravering). På ViT har hver PC et nummer. Når dokumentet navngis så starter navnet med nummeret på PC 'n etterfulgt av fornavnet til de to som jobber sammen. 200 x 200 mm = 20 x 20 cm som er en grei størrelse på eleverbeidet. På en standard 3mm plate av kryssfiner (2,44 m x 1,22 m) får man plass til 72 eleverbeid. Det anbefales å dele platen i mindre biter og legge dem i press så platen ikke vrir seg.

4.3 Tegning av figurer

4.3.1 Tegne en figur

På venstre side av programmet/skjermen finner man mange verktøy, bl.a. en rekke geometriske figurer. Klikk på den vesle pilen i hjørnet på ikonet så finner du mange valg. (Klikk = venstreklikk for høyrehåndsmus og klikk = høyreklikk for venstrehåndsmus). Klikk på den figuren du vil tegne.

Flytt pekeren til tegnearket. For å tegne trykker du på og holder mustast nede, drar pekeren til ønsket størrelse og så slipper.



Husk å klikk på pilen etter at du har brukt et verktøy (se bilde over til høyre). Når du for eksempel velger å tegne et rektangel og har klikket på verktøyet *Rectangle*, så vil pekeren kun tegne rektangler helt til du klikker på piltasten igjen.

4.3.2 Tips: Tilbakestill tegnearket til en grei visning

Av og til så kan man rote seg bort i skjermbildet. Man kan for eksempel greie å forminske eller forstørre visningen slik at man ikke finner igjen stedet der man har begynt å tegne. Når det skjer, kan man klikke på rullegardina ved % visning og velge *To Page*.



Man får da en visning der selve tegnearket (200 mm x 200 mm) er plassert midt på skjermen.



Her finner du tilbake hvis du har rotet deg bort på skjermen.
Klikk på: **To Page**

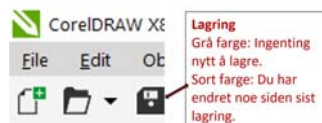
4.4 Lagring

4.4.1 Lagre på rett plass

Det er viktig å vite hvor man skal lagre arbeidet slik at det er lett å finne igjen dokumentet.

På ViT lagres arbeidet på en server som er tilknyttet laserkutteren.

Start med å tegne en vilkårlig figur (du kan slette den etterpå). Straks du har tegnet figuren vil lagringsikonet bli svart og du kan lagre dokumentet på ønsket plass. Første gang man lagrer et nytt dokument/tegning (klikker på ikonet) kommer det opp et nytt vindu.



Lagring
Grå farge: Ingenting nytt å lagre.
Sort farge: Du har endret noe siden sist lagring.

Klikk på lagringsikonet

1. **NB! 1:**

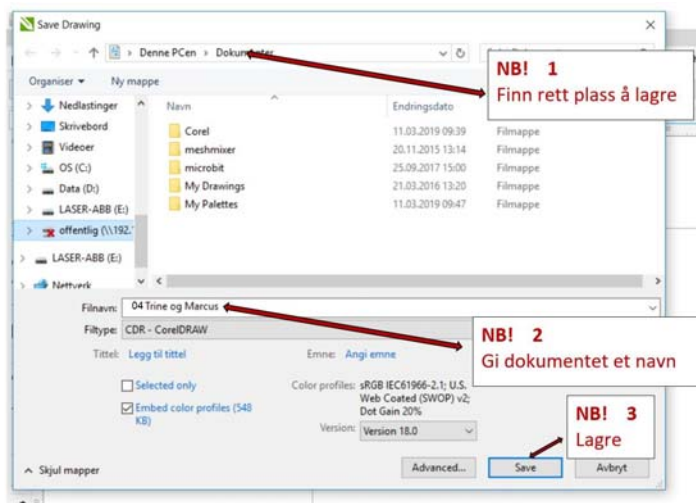
(Se bilde til høyre)
Her må du finne rett mappe å lagre i.

- På ViT lagrer vi arbeid fra elever/lærere i: Denne PCen, Offentlig, Skole, «Navnet på skolen din», «Klassen eller gruppen du tilhører»

2. **NB! 2:**

(Se bilde til høyre)
Hvis navnet er *Untitled-1*, må du gi det nytt navn

(PC nummere + begge fornavnene på medlemmene i gruppen). Hvis du allerede har gitt filen et navn i avsnitt 4.2 så vil dette navnet bli stående.



NB! 1
Finn rett plass å lagre

NB! 2
Gi dokumentet et navn

NB! 3
Lagre

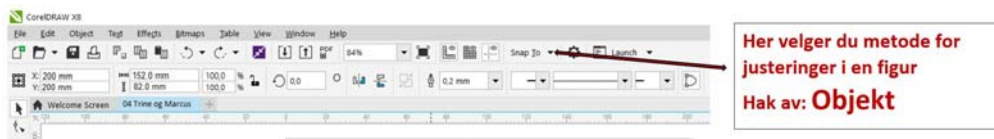
3. **NBI 3:**
(Se bilde over til høyre)
Klikk Lagre/Save

Tips til Lærer:

Sjekk at din skole har en mappe. Hvis ikke, lag en mappe med skoles navn og deretter undermapper med navnet på din klasse eller gruppe.

4.5 Tips: Snap To - Objekt

Sjekk at innstillingen står på Snap To - Objekt.



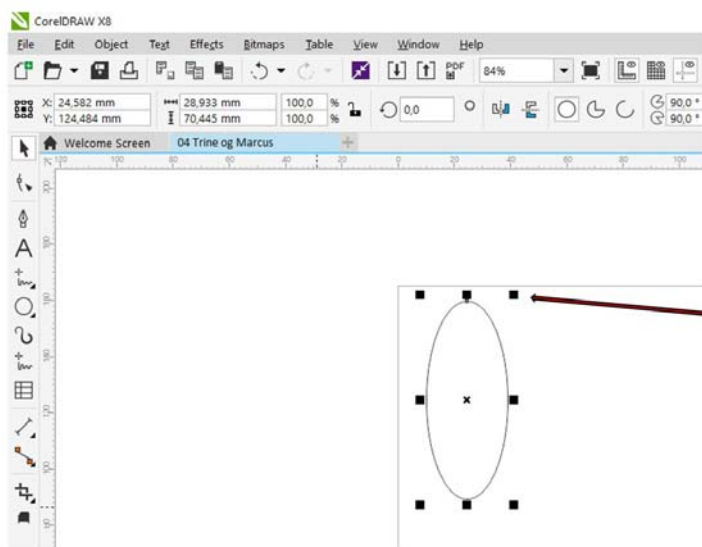
4.6 Endre bredde eller høyde - låse forholdet

Når du har tegnet en figur har du muligheten til å endre på størrelsen (bredde og høyde) til figuren.

Sjekk om låsen ved verktøyet du skal bruke er låst eller åpen. Er låsen åpen så kan du endre både høyden og bredden uavhengig av hverandre, og du får en ny figur. Er låsen lukket så er det nok å endre bare en kant (f.eks. høyden) så vil bredde justere seg slik at figuren er formlik med den figuren du først tegnet.



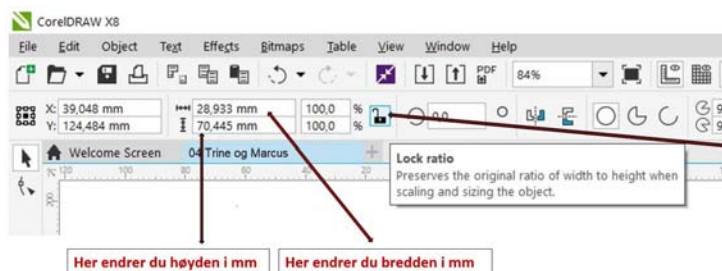
For å kunne endre størrelsen må du ha klikket/markert figuren. Man må alltid ha markert figuren som man vil gjøre noe med. Det gjelder for eksempel om man ønsker å bruke forskjellige verktøy for å endre figuren.



Når du har markert en figur så vil du se en slik «ramme» med svarte kvadrat rundt figuren. Nå kan du velge forskjellige verktøy for å gjøre endringer. Enkelte verktøy vil ikke vises hvis du ikke har markert figuren.

F.eks. kan du endre størrelsen ved å klikke i feltet for bredde eller høyde og så skrive inn nye verdier (se figuren under). Klikk Enter (på tastaturet) for at endringen skal tre i kraft.

Du kan også forandre ved å endrestørrelsen i %.



Låsen åpen: Endre bredde og høyde hver for seg.

Låsen lukket: Når man endrer for eksempel høyden, endres bredden automatisk. Forholdet er låst.

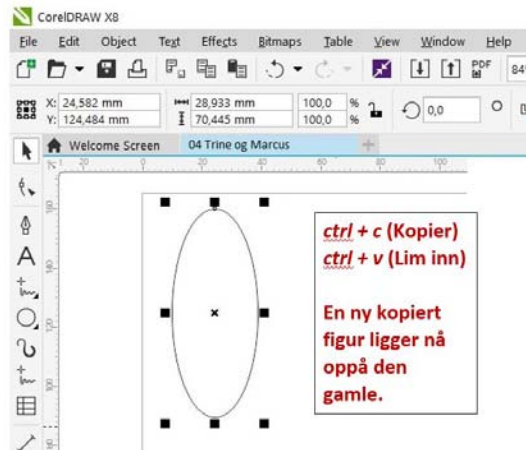
Her endrer du høyden i mm

Her endrer du bredden i mm

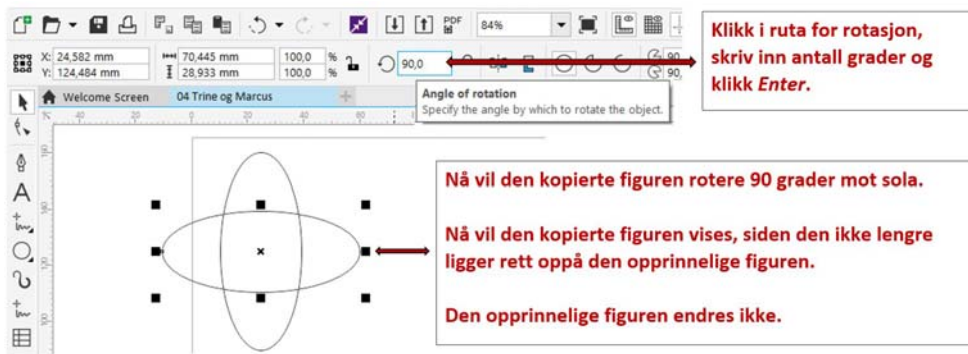
4.7 Kopier – Lim inn – Roter

Marker figuren.

Kopier med hurtigtast (tastaturet): Hold ned tastene **ctrl + c** samtidig (nå har du kopiert).
Lim inn med hurtigtast: Hold ned de to tastene **ctrl + v** samtidig (nå har du limt inn). Nå er en kopi av figuren limt inn akkurat oppå figuren du hadde (den er vanskelig å se).



Nå kan du endre kopien (den kopierte figuren som ligger oppå figuren).

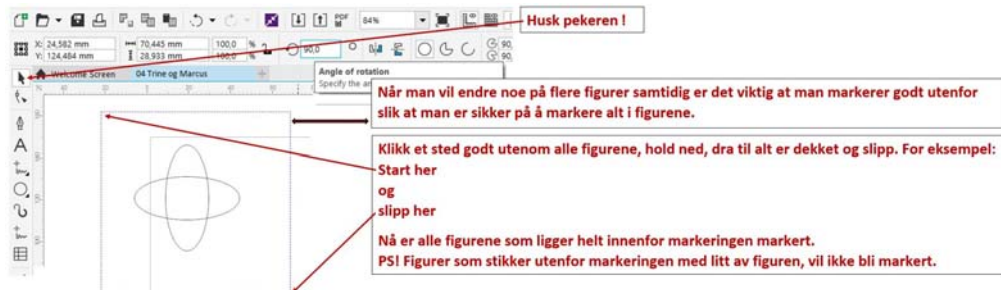


I matematikk så roteres figurer mot sola. Hvis man vil rotere med sola, må man skrive – (minus) foran, for eksempel -45° (for å rotere 45° med sola). Man kan også skrive 315° . Den roterte ellipser i bildet roterer om sentrum (og havner derfor litt utenfor tegnearket).



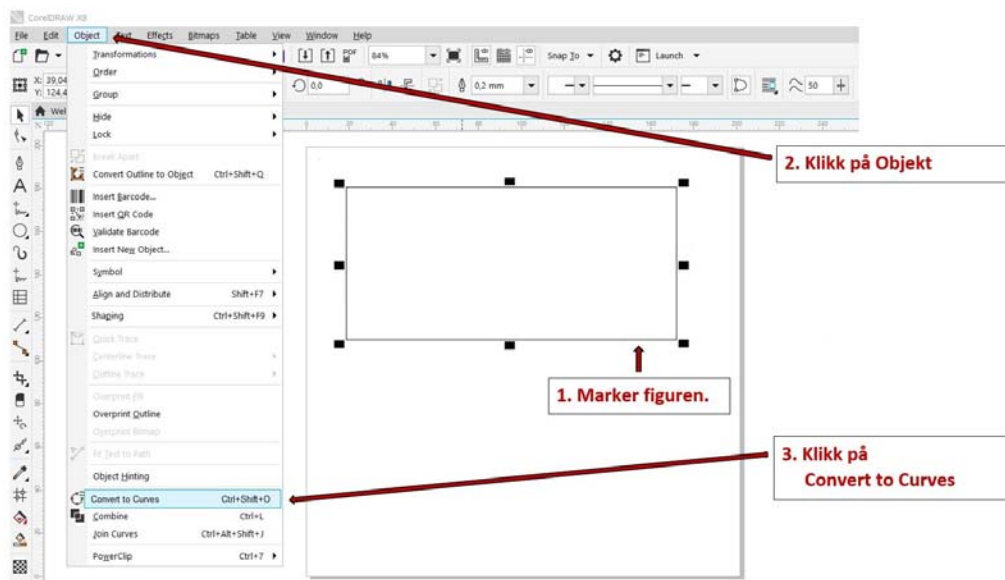
4.8 Markere alle figurer

Figuren under viser hvordan man kan merke en gruppe av figurer.

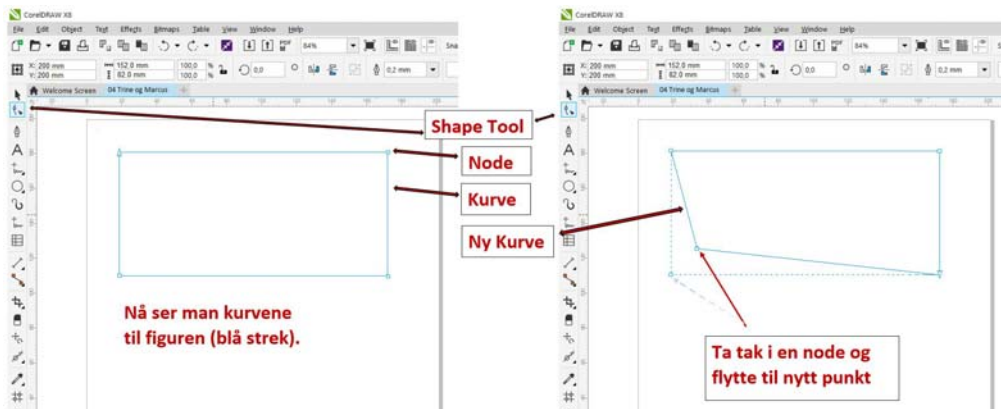


4.9 Endre grunnformen til figurer

Ønsker man å endre en figur fra menyen (til å ha andre egenskaper), må man konvertere figuren til kurve.

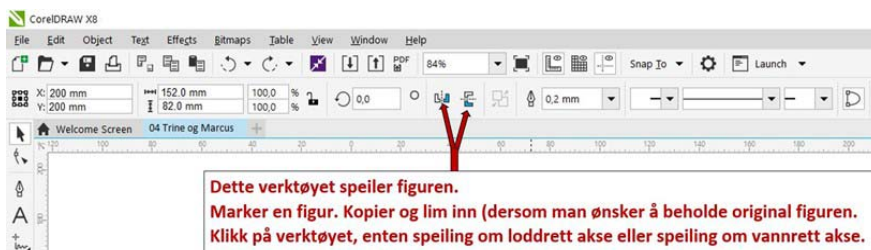


For å endre kurven til figuren må du klikke *Shape Tool* som lar deg endre kurven til figuren ved å flytte på hjørnene (*node*) i rektanglet.



4.10 Speiling

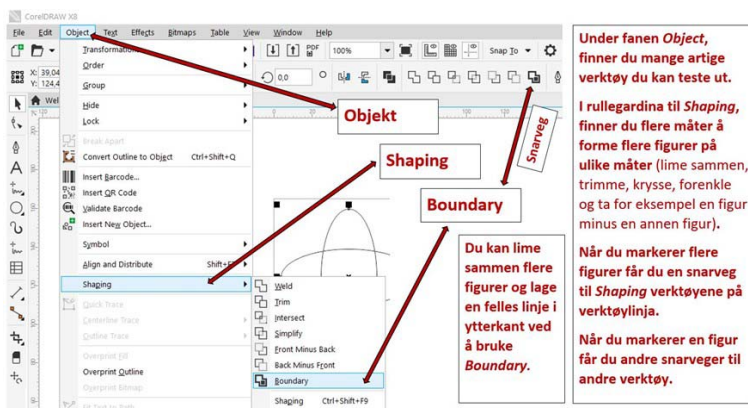
Figuren viser hvordan man speiler en figur om en vertikal eller horisontal akse.





4.11 Lime flere figurene sammen og lag en felles linje i ytterkanten. *Objekt – Shaping – Boundary*

Figuren under viser hvordan man kan lage en sammenhengende kurve av ytterkanten av en figur som består av flere enkeltfigurer. Denne funksjonen kalles *Boundary* (grensekurve eller omhylningskurve). Funksjonen finnes i menyen under *Object* og *Shaping*, og heter *Boundary*.



4.12 Flytt ytterlinjen av figuren – *Boundary*-linjen til ny plass.

Når du har klikket *Boundary*, blir ytterlinjen liggende nøyaktig oppå kantlinjen til figurene slik at linjen er vanskelig å se. Du kan dra linjen utenfor de andre figurene slik at den blir alene og lett synlig.



4.13 Kopiere og forminske

Når man skal lage en skål med flere lag oppå hverandre, er det lurt å kunne legge flest mulig lag på hverandre for å få høyest mulig skål. Lagene kan ikke være så tynne at de brekker når man skal lime dem sammen. De må være tykkere en 1,5 mm målt på det tynneste stedet.

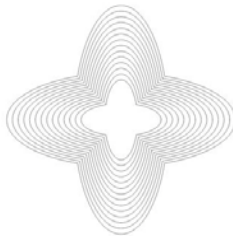
Det vil si at man må tenke på to ting samtidig, flest mulig lag, men ikke for tynne.

ctrl + c (Kopier)
ctrl + v (Lim inn)

En ny kopiert figur ligger nå oppå den gamle.

Marker, kopier og lim inn (forklaring se punkt 6).
Den kopierte figuren er nå markert.
Sjekk at låsen er lukket.
Endre % størrelsen til for eksempel 90 % og trykk Enter tasten.
Nå ser man den nye figuren inni (sentrert) den gamle.
På bilde er det kopiert, limt inn og forminskert 4 ganger.
Fortsett prosessen til innerste figur er ca. 70mm (ikke mindre).
NB! Hver figur kan ikke være tynnere enn 15mm (på det tynneste punktet). Er den tynnere, vil de brette veldig lett.

Slik kan man fortsette til man nær har fylt hele flaten med forminskede kopier av originalen.



Hvis man fortsetter med kopi, lim inn og forminsk 13 ganger, vil det se slik ut.

4.14 Tykkelse på linjene - *Hairline*

Når man har tegnet ferdig (*designet*) er det viktig å markere alt og sjekke at alle linjer og kurver du skal laserkutte har tykkelsen *Hairline*. Dette er viktig siden laserkutteren graverer alle linjer som har en tykkelse på mer enn 0,177 mm (ved 300 dpi (*dots per inch*)).

Marker så du får med alle linjer og kurver som skal laserkuttet.

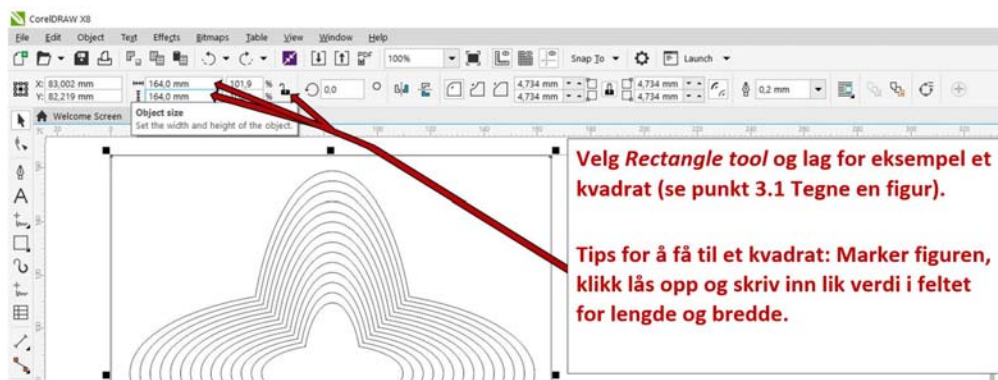
Sørg for at de har tykkelsen *Hairline*.

Husk å lagre arbeidet!



4.15 Lage ramme rundt figuren

Det er lurt å lage en ramme rundt arbeidet man skal laserkutte. Man får da et produkt ekstra som man kan dekorere, bruke som bilderamme eller bruke som sjablong eller lignende.



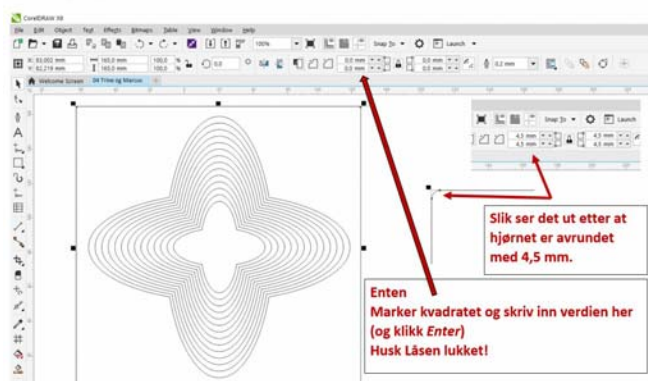
Tips:

Har man haket av Objekt i *Snap To* (se avsnitt 4.5) er det lettere å få plassert en figur med samme sentrum som en annen figur.

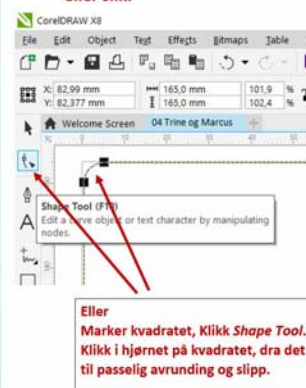
4.16 Avrunde hjørnet

Slik kan man lage avrundete hjørner:

To forskjellige metoder



eller slik.



4.17 Lagre og avslutt elev PC

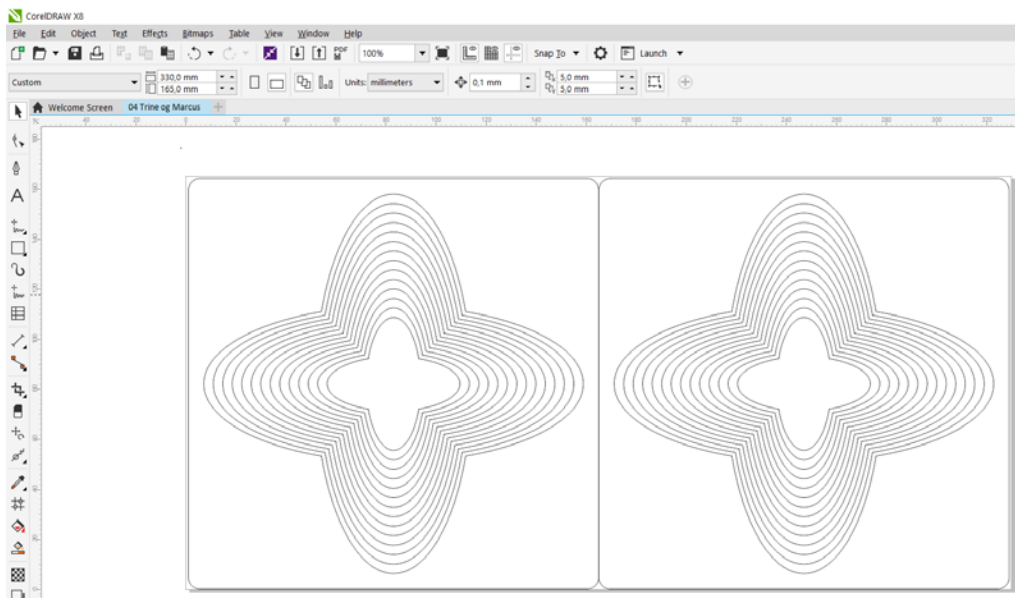
Husk at dokumentet / tegningen må lagres på rett plass. Se avsnitt 4.4.1. dersom du ikke har lagret ennå. Dokumentet på Elev-PC lagres og avsluttes før den hentes opp på Lærer-PC.



4.18 Klar til å sendes til laserkutteren

Lærer åpner opp elevens dokument på lærer-PC og klargjør filen for laserkutting. Dersom elevene ikke har kopiert et eksemplar til hver elev i læringsparet må lærer gjøre det på lærer PC. Husk å sjekke at alt som skal sendes til laserkutting har linjer og kurver i tykkelsen *Hairline*. Legg ramme rundt tegningen dersom elevarbeidet mangler det, se avsnitt 4.15 og 4.16.

Slik kan det se ut når filen til elevene (på elev PC 04 Trine og Marcus) er klar for laserkutteren. Dette arbeidet er 330 mm langt og 165 mm bredt. Elevene får deler til hver sin skål og en ramme hver.





5 Skjæring av skålen på laserkutter

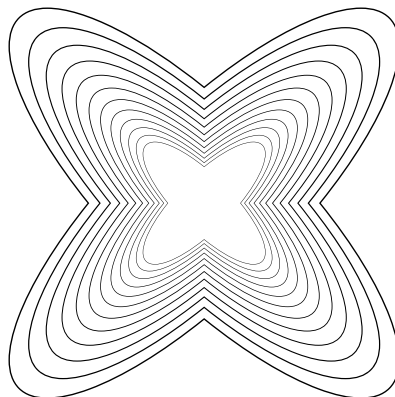
I dette kapittelet skal vi trinn for trinn vise hvordan vi går fram for å skjære ut skålen vi har tegnet på laserkutteren ved Vitensenteret. Vi forutsetter at skjærefila forefinnes i pdf-format.

1. Hent opp skjærefila


Det enkleste er å overføre skålmønteret på en minnepinne over til administrasjons PC'en som er koblet opp mot laserkutteren. Ev. kan fila legges på en felles server.

Figuren til høyre viser en litt dårlig gjengivelse av kurv mønsteret vi har laget.

Tegningen skal nå være i format 1:1. Vanligvis vil det ikke være mulig å redigere denne pdf-fila med mindre du har spesiell programvare. I FlexiDesign kan du imidlertid dekomponere tegningen og legge på tekst. Dermed kan du også flytte rundt på de ulike delene.



2. Åpne i FlexiDesigner

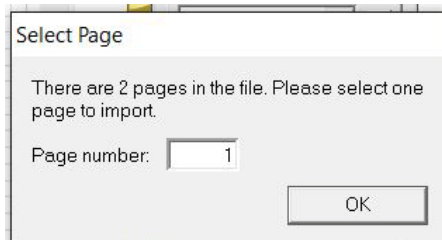
Gå til administrator-PC'en, logg på og åpne FlexiDesigner ved å velge ikonet . Du vil da få opp arbeidsflata. Sjekk at den er på størrelse med laserkutteren (ca. 1016 x 711 mm)

3. Importer pdf-fila

Velg "Import"-kommandoen (Under *File* i menylinja) og velg ønsket fil for import.

Dersom fila består av flere sider, blir du bedt om å angi hvilken side som skal brukes.

En stiplet firkant viser omrisset av tegningen. Plasser tegningen øverst i venstre hjørne av arbeidsflata.

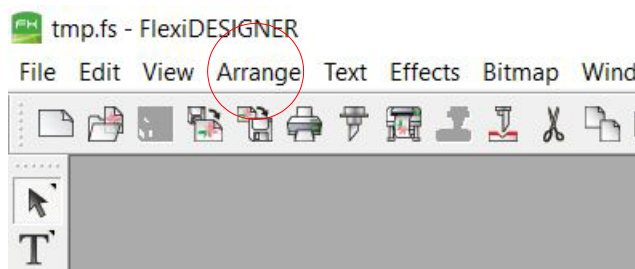


4. Løs opp grupper (Ungroup) i tegningen

- Merk hele tegningen ved å ramme den inn
Tegningen skal nå være merket med rødt

- Gå til menylinja øverst og velg *Arrange*, og velg deretter *Group*, for så å velge *Ungroup*

Nå er alle delene av tegningen delt opp slik at det er mulig å arrangere tegningen så den passer best



mulig til arbeidsstykket den skal skjæres ut i. Det er også mulig bare å skrive ut deler av tegningen om det er ønskelig.

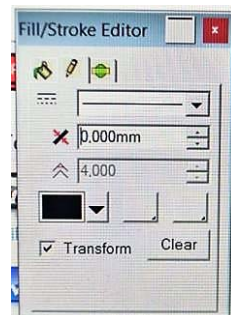
Dette er kanskje ikke så viktig for kurvdesignet vårt siden den må behandles som en skjærejobb.

5. Sett bredden av alle linjer til 0.00 mm

Laserkutteren vil automatisk skjære alle linjer som er under en gitt linjebredde. For å være sikker på at det skjer, merker vi hele tegningen og velger heltrukken linje med linjebredde 0,00 mm i innboksen til høyre for arbeidsfeltet - "Fill/Stroke Editor" (se bildet til høyre).

- Velg "blyanten" i menyen
- Velg heltrukken linje
- Sett linjebredde til 0,00 mm

Dette gir et design med "hairline" (hårlinjer – linjer med "hårs" bredde), dvs. minimal tykkelse på linjene som skal skjæres.



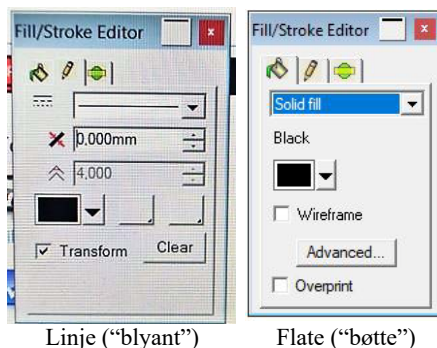
6. Legg inn tekst

Det kan være ønskelig å gravere en tekst f.eks. i midten av kurva. Gjør slik:

- Velg "T" fra menyen til venstre kant
- Flytt markøren til et ledig sted på arbeidsflata og skriv inn ønsket tekst
- Dersom teksten blir hvit, marker teksten ved å ramme den inn og bruk *Fill/Stroke Editor*. Velg fanen med "bøtte" og sett fargen til sort. Gå så til "blyant" og velg *Clear*, nederst til høyre. Dette vil fjerne alle streker som ev. omkranser alle bokstaver slik at en ikke risikerer at de skjæres ut istedet for å graves..

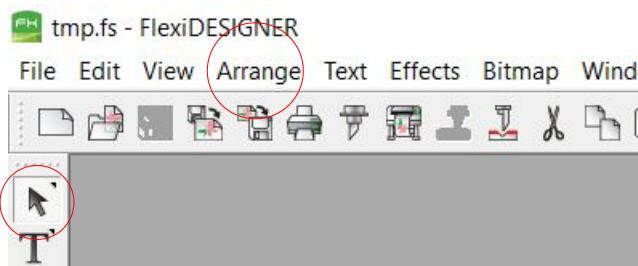
Vær klar over at gravering kan ta lang tid, gjerne mye lengre tid enn skjæring.

- Om ønskelig kan teksten roteres. Teksten roteres ved å gå inn i *Arrange* og velg *Rotate*



Linje ("blyant")

Flate ("bøtte")



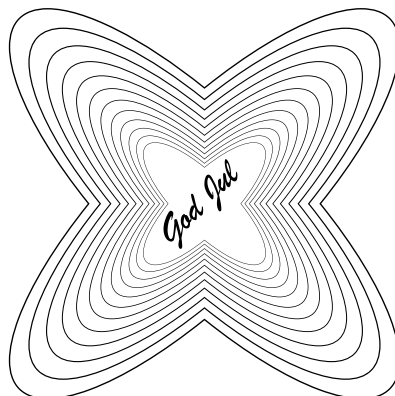


- Skriv inn antall grader i innboksen til høyre. + 90° dreier mot venstre og – 90° dreier mot høyre.
- Velg pila øverst i menyen til venstre og flytt teksten ditt du ønsker den på kurva.

7. Plassering av tegningen for utskrift

Det er praktisk å plassere det som skal skrives ut øverst til venstre i arbeidsflata.

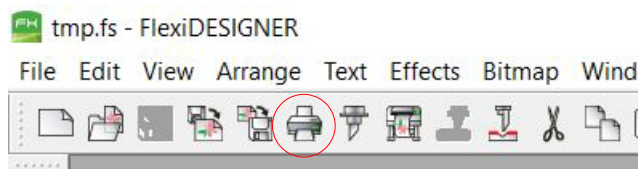
- Merk det som skal skrives ut og flytt det øverst til venstre i arbeidsflata. Ev. merk av alt.



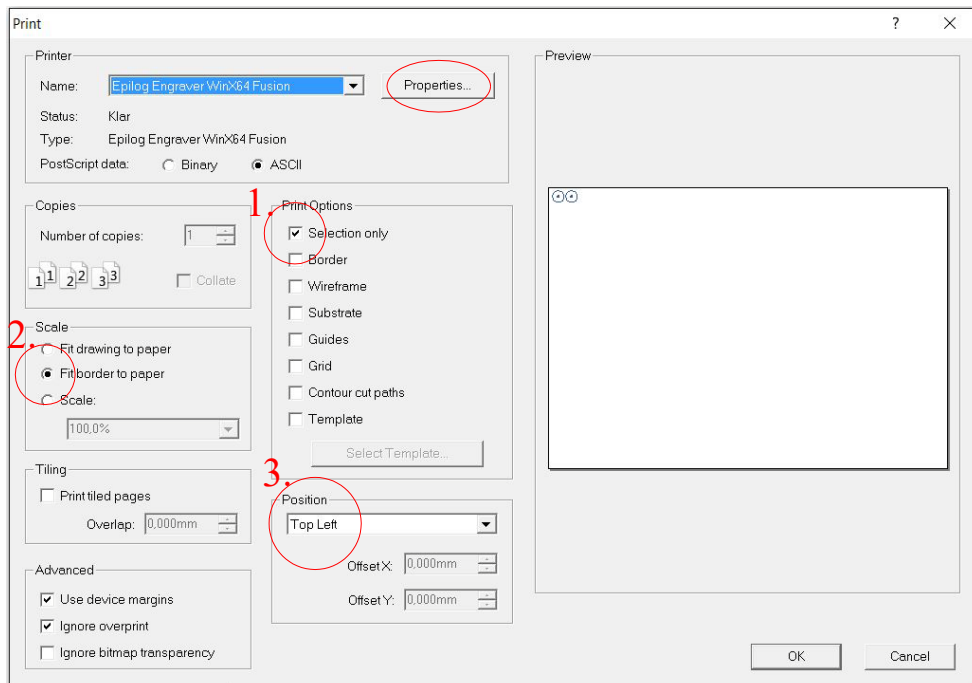
8. Sett opp laserkutteren

Vi skal nå forberede for utskrift (skjæring og grave-
ring). I dette eksempelet velger vi 3,3 mm MDF

- Start utskrift ved å velge utskriftsikonet på menylinja over arbeidsflata.



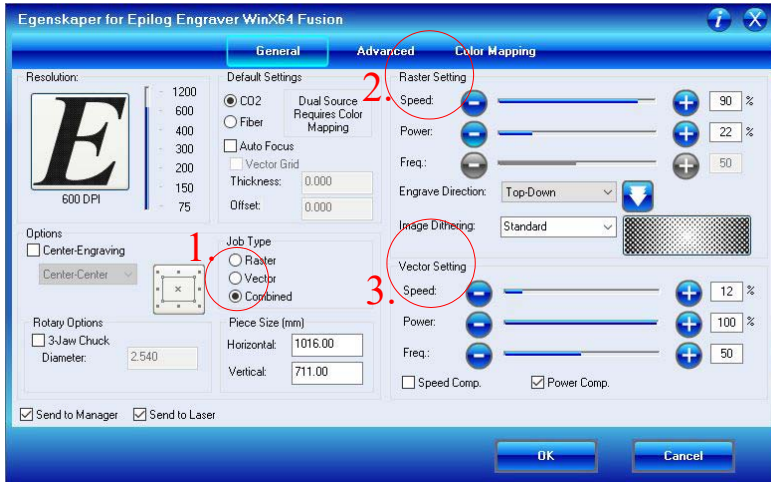
Du vil da få opp utskriftsmenyen.



- Pass på at følgende er sjekket ut:
 1. Print Option: *Selection only* (Velger å skrive ut bare det som er merket)
 2. Scale: *Fit border to paper* (Ev. *Scale 100%*)
 3. Position: *Top Left*

9. Sett opp Laser-spesifikasjoner

Vi skal nå bestemme effekt og hastighet til laseren. Velg *Properties* i utskriftmenyen. Du vil da se følgende meny:



For skjæring og gravering av 3,3 mm MDF velg følgende parametere:

1. *Job type*: Velg *Combined* (skjærer og graverer i en operasjon)
 2. *Raster Setting*: (Gravering): *Speed* = 90 %, *Power* = 25 %, *Freq.* = 50 %
 3. *Vector Setting*: (Skjæring): *Speed* = 15 %, *Power* = 100 %, *Freq.* = 50 %
- Trykk *OK*

10. Send filen til Laserkutteren

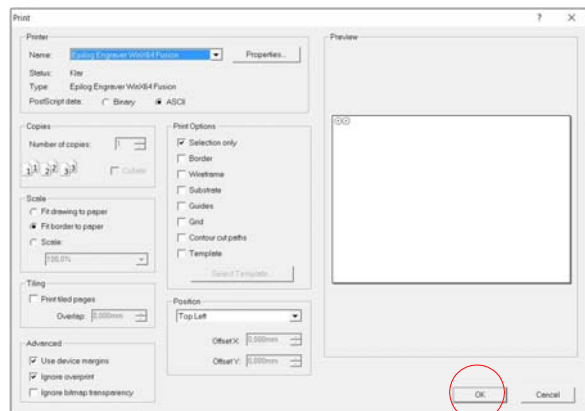
Jobben sendes til Laserkutteren ved å trykke *OK* i printermenyen

Dersom Laserkutteren er påslått vil displayet vise et jobbnnummer og navnet på jobben, sammen med en estimert tid for skjære/graveringsjobben.

11. Oppsett av Laserkutter

Det er to brytere som må slås på:

- Slå på laserkutteren med bryteren nede foran til høyre på maskina (svart)¹⁴.





- Slå ev. på hovedbryter på avtrekkskabinettet den er bak til venstre og lyser grønt når den er påslått. Denne slås normalt ikke av. Avtrekk **startes med rød lysende knapp** på framsida **idet laseren starter å skjære eller gravere.**
- Ventilasjonen i rommet startes med bryteren på veggen til høyre innenfor skyvedøra. Normalt vil den stå i *Auto*.
- Bruk hørselvern, det er viktigere enn du skulle tro.

12. Plassering av plata.

Et godt alternativ er å:

- **Plasser plata.** Legg øverste venstre hjørnet på plata i øverste venstre hjørne på bordet
- **Slå på markeringslaseren**, rødt punkt. Knappen er vist på figuren til høyre. En diode lyser grønt når den er påslått. Den viser bare stedet der laseren starter og skjære.
- **Bruk pilene** på kontrollpanelet for å flytte den grønne markøren til: “JOG” for å forskyve startpunktet til ønsket posisjon på plata. Gjerne 1 cm fra kanten av bordet i bakkant og 1 cm fra kanten til venstre.
- **Trykk ned** joy-stikken når ønsket posisjon er oppnådd, og posisjonen blir låst som nytt referansepunkt, dvs. som øverste venstre hjørne i skrivefila.



13. Fokusering

Fokuseringen gjøres for at laserstrålen skal være i fokus i overflata av plata.

- **Ta metalltriangelet** som ligger i fordypningen til venstre på laserkutteren, og heng det på de to knappene på skrivehodet som vist på figuren til høyre.
- **Flytt den grønne markøren** til “FOCUS” med piltastene og bruk joy-stikken til å justere opp eller ned slik at triangelet akkurat tangerer plata.
- **Bekreft at fokusering** er utført ved å trykke joy-stikken rett inn.
- Fjern kalibreringstriangelet



14. Hovedbryteren på laserkutteren er sjelden avslått, den er nede til høyre bak.

14. Skjæring og gravering

Laserkutteren er nå klar til å skjære og gravere. Normalt vil den starte med å gravere og avslutte med å skjære:

- Lukk det store lokket, laseren vil ikke slås på før lokket er lukket (se tips I under)
- Trykk *GO* for å starte jobben
- Trykk *STOP* for å stoppe jobben
Jobben kan startes på nytt igjen ved å trykke *GO*
- Trykk *RESET* om du vil at jobben skal starte helt på nytt. Du må da starte den på nytt ved å trykke *GO*

TIPS I: Dersom du trykker *GO* uten å lukke lokket, så vil den gjennomføre hele jobben med avslått laser. Dette er nyttig for å se om resultatet ser riktig ut før skjæring, ev. for å sjekke at den holder seg innenfor ønsket areal. Jobben kan avbrytes og startes på nytt så snart man får bekreftet at ting ser riktig ut.

TIPS II: Ved oppstart hender det at det tar noen sekunder før laseren slår seg på. I så fall kan det være noen cm som ikke er skåret. Dette kan være problematisk siden man ikke får løsnet delen fra plata. Det er derfor lurt å følge med i starten for å se om det skjer. I så tilfelle kan man etter at skjæringen er ferdig, starte jobben på nytt å stoppe den etter at den manglende biten er skåret.

- **NB! Slå på avtrekkskabinettet**

Det er et eget kabinett til høyre for laserkutteren. En knapp lyser rødt, denne trykkes idet skjæringen starter og avtrekksvifta starter. Dersom dette ikke gjøres vil laserkutteren fylles med røyk som etter hvert vil sive ut i rommet.



- Ikke forlat en laserkutter som skjærer, det er viktig å se om alt går som forventet og at materialet ikke tar fyr. **VIKTIG:** Ved ev. brann: slå av laserkutteren med nødbryteren nede til høyre åpne lokket og slukk brannen med brannteppet som ligger oppe på avtrekksenheten.

15. Ta ut arbeidsstykket og plukk ut delene

Vær forsiktig når små deler skal plukkes ut, de kan lett falle ned mellom sprinklene i rista som holder arbeidsstykket. Det kan være lurt å kjøre skjærehodet tilbake og så løfte bort plata. Da skal de utskårne delene ligge igjen på rista.



6 Treskjæring

Treskjæring er et kunsthåndverk der man bruker forskjellige treskjærerjern (kniver) til å utforme brukskunstobjekter i tre. Treskjæring har en lang tradisjon i Norge og finnes i flere stilarter og varierende størrelse. Akantus, karveskur, dragestil, båndfletting, kolrosing og figurskjæring er de mest vanlige stilene. På kurset vil vi hovedsakelig konsentrere oss om hovedtrekkene for akantus og karveskur.

Noen stikkord for arbeidet med tre:

Før treskjæringen begynner:

- Viktig å velge emne med tette åringer og uten kvisthull
- Tegn mønsteret på emnet og overfør med blåpapir
- Studer hva som skal ligge øverst/nederst
- Fest emnet forsvarlig til benken

Under arbeidet:

- Grovskjærer hovedlinjene i motivet
- Viktig å skjære *medved*
- Velg jern etter krumning og mønster
- Hovedskjæring
- Pyntelinjer
- Finpuss



Viktig å skjære “medved”

Til slutt:

- Sjekke over jernene – vedlikehold med lær.
- Kost opp spon og rydd bort verktøyet

6.1 Valg av emne¹⁵

Å svare på hva som er et godt treskjæreremne er ikke enkelt. Man kan stort sett skjære i hva som helst, men det kommer an på verktøyet, og hva man skal skjære. De fleste tresorter en noenlunde greie å skjære i, så lenge emnet er godt, selv gran kan være nydelig hvis man skal skjære noe smått i en skikkelig tettvokst grein for eksempel. Ofte når man velger emne er det også andre ting som spiller inn. Skal man lage noe som skal være ute, eller til sjøs, eller på andre måter utsettes for mye fukt, vær og vind, må man velge en tresort som tåler det godt. Det kan være eik, teak,

15. Hentet fra “Treskjæringsverkstedet”: <http://www.treskjererwerkstedet.no/2010/07/26/emner-til-treskjæring/>



mahogni, barlind eller furu. Eika og teaken er knallharde, mens furua er myk, barlinden er seig, og mahognien er sprø. Alle gjør de nytten i forhold til påkjenningene de skal tåle, men har altså hver for seg helt andre egenskaper i tillegg.

Hvis man tar for seg furua som jo er et yndet materiale til treskjæring i Norge, så kan man litt overfladisk si at det man ønsker er rettvekst virke med temmelig jevn årringsbredde. Idealet er som regel feit furu med skikkelig tette åringer, men det gjør den også hard, og det er ikke alltid man ønsker det heller. Men altså rettvekst, og helst radiært skåret. Slik at man får det man kaller «stående åringer» i emnet. Det gjør at formingen av treet blir jevn og homogen enten man skjærer dypt ned i emnet eller skjærer i overflaten. Flask derimot er vanskeligere å skjære i, nettopp fordi den blir det motsatte, ujevn og lite homogen i strukturen. I tillegg får man en uheldig estetisk følge av å skjære i flask, fordi årringene vil danne mønstre i treet som ikke følger det mønsteret du skjærer ut, og det du lager kan rett og slett bli utydelig og vanskelig å se på grunn av dette. Den andre klare fordelten med stående åringer er at emnet blir optimalt stabilt. Det muliggjør også sammenstilling av flere små lameller, uten at det synes nevneverdig, så fremt man er nøye med å plassere yta og marginen hensiktsmessig. Ettersom vi holder mye kurs, har vi ofte bestillinger på treskjæreremner, både med ferdig utsaget ornamentikk, og rene «fjøler» som er tatt ut riktig av stokken og limt sammen til gode emner. Folk bestiller også emner til klokkekasser, kister, og andre møbler og da får de alle delene ferdig lagd, enten i flatpakke eller også sammensatt klart til å skjæres på.

Til småting med mye detaljer er det ofte en fordel å ha en hard tresort med tett ved. Til knivskaft, små skrin ol. kan lønn, bøk, buksbom, og kristtorn være fint.

Ellers er bjørk og svartor flotte treskjærematerialer. Den store fordelten med dem er at de har veldig lite tegninger i veden. Dvs. årringene synes ikke noe særlig. Bjørka er en typisk allround tresort. Hard nok til å lage møbler av men ikke så hard at du sliter deg ihjel med å forme den. Dens antiseptiske og smak/luftfrihet gjør den ideell til matrelaterte produkter.

Alle tresorter har helt egne egenskaper som gjør dem bra eller dårlig til forskjellige formål. Har ikke tenkt å ramse opp alt mulig, men det er bare å spørre hvis man lurer på noe. Feks. Om forskjellige tresorter, tørking, hvordan ta emnet ut av stokken, oppbevaring osv.

Treskjæring er et samlebegrep for flere teknikker og stilarter. Noen er enkle å arbeide med, andre krever mer handlag og erfaring. Her presenterer vi noen av de mest vanlige teknikkene.

6.2 Dekorteknikker

Kolrosing (kolskurd, krilling)¹⁶

Kolrosing er en dekorteknikk med kniv der man risser mønsteret ned i treet uten å fjerne tre fra overflata. Treet må være tett og hardt, og uten markerte årringer. Til kolrosing trenger du en god, kort og litt kraftig kniv og et stykke fint sandpapir. Tegn først med blyant. Deretter skjærer du loddrett ned i treet. Når du er ferdig, gnir du inn ornamentet med ei blanding av olje og pulver av mørk bark (for eksempel furubark som du sliper med sandpapir). Når du tørker bort overflødig olje, står ornamentet tilbake, rent og klart!



Akantus

Akantus er navnet på en treskjæringsstil preget av et bestemt motiv: Akantusranken. Akantus er ei plante som vokser vilt ved Middelhavet. Akantusrankene ble først brukt som motiv av greske steinhoggere og vasemalere. Romerne videreutviklet motivet til et ornament, som så dukket opp igjen under renessansen. Men det var under barokken at vi fikk den frodige akantusranken slik vi kjenner den i dag.

Akantusranken kom til Norge på slutten av 1600-tallet, da det ble skåret prekestoler og altertavler til nye kirker. 1750 -1850 ble en gullalder for norsk treskjærerkunst. Utskarne skap, stoler, redskaper m.m. var et symbol på status. Akantusstilen slo gjennom på Østlandet, og særlig i Gudbrandsdalen. Akantusen er blant de mest brukte motiv i norsk treskjæring den dag i dag.



Karveskurd

er en enkel men dekorativ måte å skjære i treet på. Geometriske mønstre snittes inn i trets overflate. En liten kniv med kort blad er det eneste du trenger. Man kan også farge treet før man skjærer, slik at ornamentene framheves i trekvitt mot den fargete overflaten. Karveskurd kommer best til sin rett på mindre gjenstander. Samisk folkekunst bruker mye karveskurd.



16. Teksten er hentet fra: <http://www.skoleskogen.no/utskrift.cfm?id=354>

Figurskjæring

vil si å lage tredimensjonale treskulpturer. Figurskjæring er en tradisjon som har røtter langt tilbake i tida, jfr. dragehoder fra vikingtida. Mye var knyttet til symboler og religion. I dag er figurskjæring en typisk hobbyvirksomhet. Mange synes det er morsomt å prøve å skape tredimensjonale figurer. Det appellerer til vår fantasi og lekenhet. Det mest spennende med figurskjæring er at gjenstanden skal se bra ut uansett hvilken vinkel man ser den fra.



Dragestil

Bildene til høyre viser eksempler på treskjæring i dragestil.



Flettebåndstil

Bildene til høyre viser et eksempel på et mønster for treskjæring i flettebåndstil.



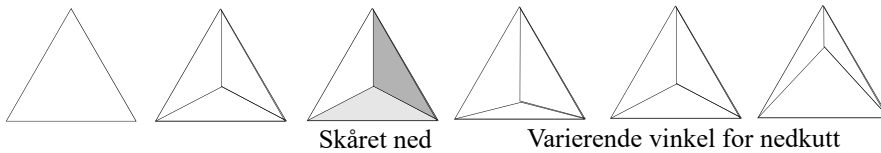
7 Tegning av ornamenter i karveskurd¹⁷

Norge har rike tradisjoner innen treskjæring. *Karveskurd* er en gren av denne tradisjonen, som kjennetegnes ved sine sinnrike ornamenter bygd på geometriske mønstre laget ved hjelp av passer og linjal. På denne måten er det mulig å konstruere ulike stjerner, men også trekant- og firkantmønstre. Etter at mønsteret er ført på arbeidsstykket, benyttes gjerne et v-formet skjærejern der vinkelen mellom flatene er 75° .

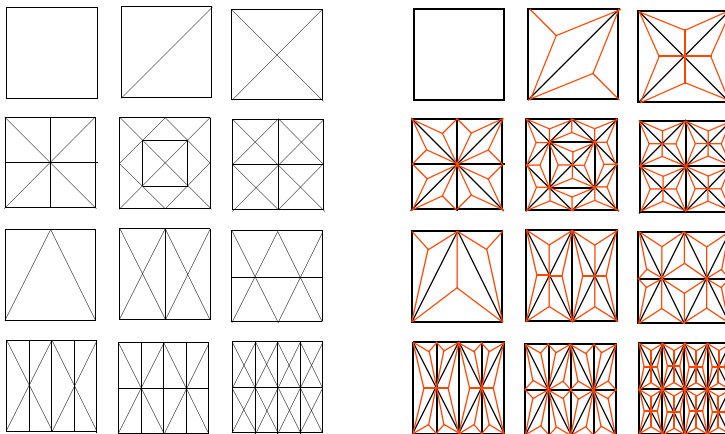
Teknikken er utbredt over store deler av Europa, mens den i Norge i særlig grad finnes på Vestlandet. Det er vanskelig å spore opprinnelsen til den norske tradisjonen, men på 1700-tallet ble det importert varer med et betydelig finere og tettere mønster enn det som tidligere var vanlig her til lands¹⁸.

La oss se litt nærmere på de geometriene som skjuler seg bak disse mønstrene. Mesteparten av stoffet til dette kapitlet er hentet fra **Knut Englands** meget tiltalende bok *Treskjæring* [19].

I hovedsak er karveskurdornamentene bygd opp av firkanter og sirkelbuer, som igjen er oppdelt i trekantformer og “båt”-former. En trekant kan snittes ned i treverket på ulike måter som vist på figuren under.



Med utgangspunkt i kvadratet kan en ved hjelp av en linjal lage en mengde ulike mønstre som kan være utgangspunkt for nedkutt som vist over. Knut Engeland har på figuren under vist noen mulige mønstre med utgangspunkt i kvadratet.

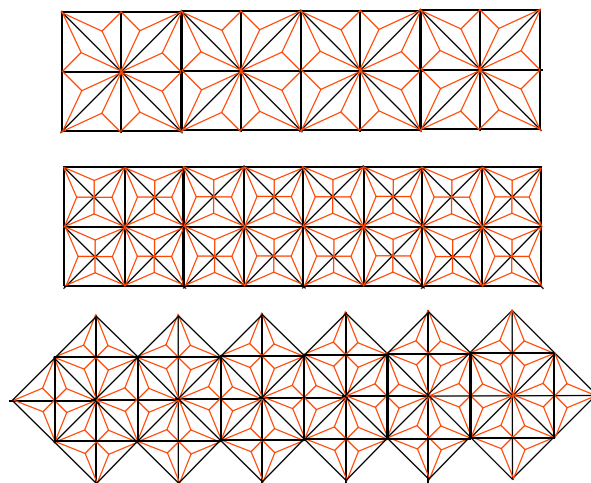


17. Dette kapitlet er hentet fra Rossing N.K., *Den matematiske krydderhylle*, Fagbokforlaget 2013, 8. utg. [3] side 348 – 353
 18. Se nettreferanse [18].

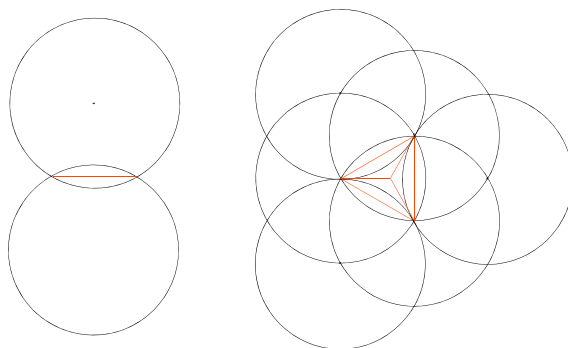


Til venstre på figuren på forrige side er det vist hvordan et kvadrat kan deles opp på ulike måter, slik at det dannes trekanter. Til høyre på samme figur er det vist hvordan hver av trekantene kan kuttes ned.

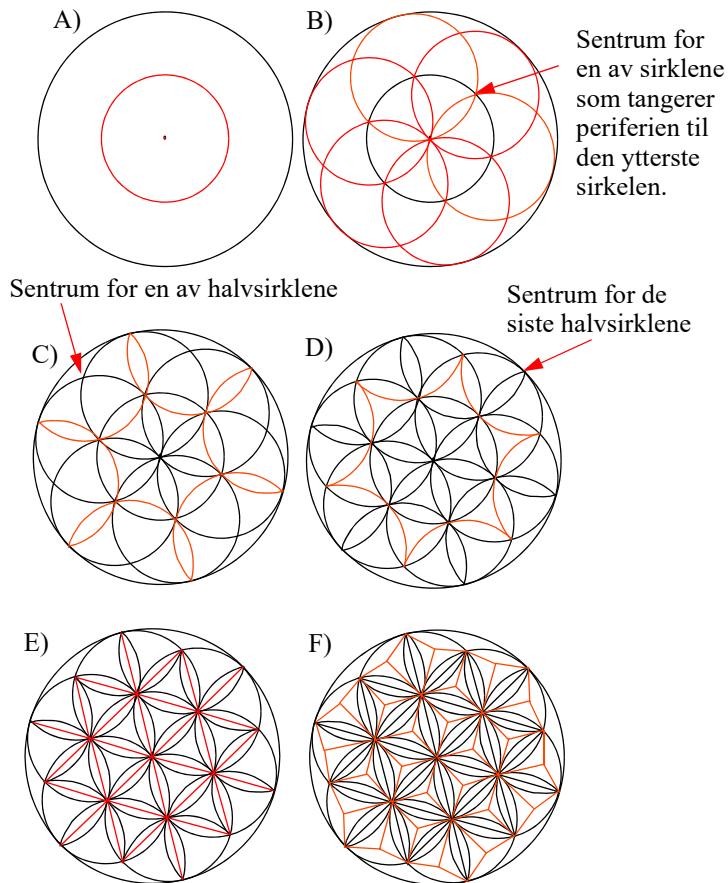
På tilsvarende måte kan det lages border som vist på figuren under.



Så langt har vi benyttet linjalen og fått fram trekantformer. Bruker vi derimot passeren, vil vi i overlappingen mellom to sirkelbuer få fram noe som vi kan kalle *båtformer*. Tilsvarende vil vi, når seks buer krysser, få *buede trekanter*, som vist på figuren under.



Disse formene kan så kuttes ned som tidligere omtalt. Denne teknikken egner seg godt for å konstruere *roser*. På figuren under ser vi hvordan vi kan konstruere en rose i karveskurd.

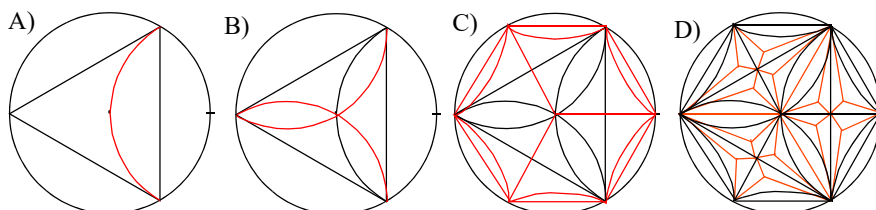


A) Først slås en stor sirkel. Inne i denne, med felles sentrum, slås en sirkel med halv radius. B) Dernest slås seks av de små sirklene med sentrum langs den innerste sirkelen. Etter at en av sirklene er slått, velges krysningpunktet mellom denne sirkelen og den innerste sirkelen som nytt sentrum for den neste sirkelen. Slik fortsetter vi helt til alle seks sirklene er tegnet. C) Dernest slås seks halvsirkler med sentrum i de ytterste krysningpunktene som antydte på figuren. Radiusen er hele tiden som den innerste sirkelen. D) Til slutt slås seks sirkelbuer med sentrum i krysningpunktene langs periferien til den store sirkelen.

E) og F) viser hvordan hvert felt fylles enten med et båtformet nedkutt, eller et trekantet nedkutt. La oss nå se på andre roseformer.



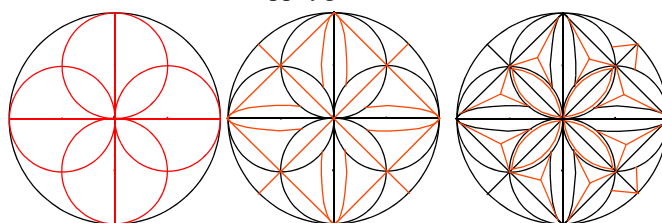
På figuren under er vist hvordan en med utgangspunkt i en likesidet trekant innskrevet i en sirkel kan lage et roseformet ornamet.



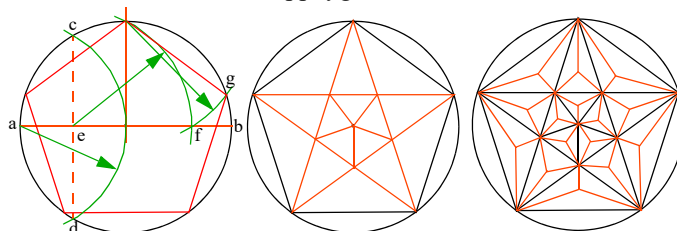
Det fremgår av figuren hvordan rosen konstrueres. Feltene fylles enten med båtformede nedkutt der hvor sirkelbuer overlapper, eller trekantede nedkutt.

På tilsvarende måte kan en bygge opp en karveskurdrose rundt et kvadrat, en femkant, en sekskant og en åttekant innskrevet i en sirkel som vist på figuren under.

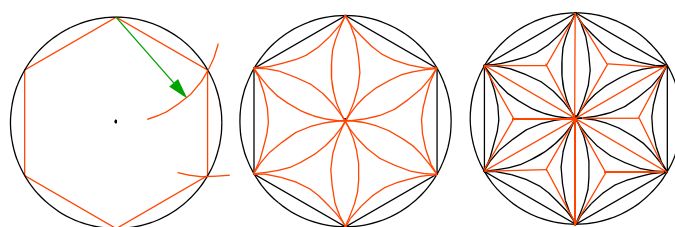
Karveskurd oppbygd av kvadrat i sirkel



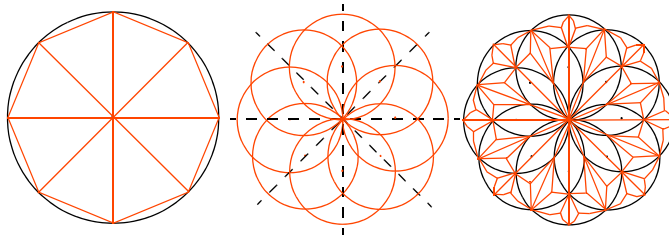
Karveskurd oppbygd av femkant i sirkel



Karveskurd oppbygd av sekskant i sirkel



Karveskurd oppbygd av åttekant i sirkel



Det skulle framgå av figuren hvordan konstruksjonen av de ulike mønstrene utføres. Når mønsteret er ferdigtegnet, overføres det til arbeidsstykket. Dersom mønsteret tegnes på begge sider av matpapir eller kalkerpapir, kan overføringen skje ved at en streker over mønsteret på baksiden, slik at mønsteret på forsiden smitter over på arbeidsstykket. Eller man kan bruke et godt gammelt blåpapir.

I mange tilfeller kan det være like greit å tegne mønsteret rett på arbeidsstykket. Dersom overflaten av emnet er buet, kan et spillkort brukes som linjal. Dette vil lett føye seg etter emnet.

Behersker en teknikken med jernet, kan en ut fra disse arbeidstegningene lage de vakreste utskårne mønster.

Fatet og ornamentet på bildet til høyre er hentet fra utstillingen “Kunstferdig matematikk” februar 2000, og er laget av klasse 9A ved Stryn ungdomsskole fra Sogn og Fjordane.





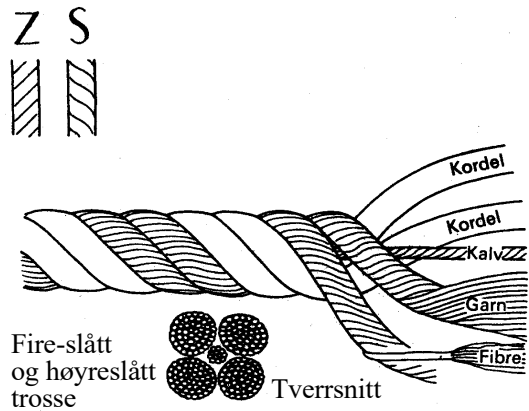
8 Knuter og tautriks

En kan kanskje lure på hva knuter og tautriks har å gjøre med skapende aktivitet i klasserommet. Knuter har imidlertid gjennom flere tusen år vært en viktig del av dagliglivet både til bønder og fiskere, og ikke minst i forbindelse med sjømannskap. På seilskutene var tau et helt avgjørende hjelpemiddel for håndtering av seil og rigg hvor både knuter, spleis og taljer var viktige. Dessuten har det, som vi skal se om litt, nært slektskap til kunsthåndverk som kan betraktes som skapende aktivitet. Det er også en tradisjon som er i ferd med å dø ut etter at de tradisjonelle seilbåtene er tatt ut av ordinær skipsfart.

Så la oss først se på noen av de vanligste knutene som det er nyttig å kunne.

8.1 Tauverk

Det er blitt vanskeligere å vanskeligere å få tak tau av god kvalitet av naturlige materialer slik som hamp, sisal og manilla (naturfiber). Disse er gjerne erstattet av ulike varianter av plast og nylon (kunstfiber) som både er billigere og sterkere, men kanskje ikke så egnet til kunsthåndverk. På 1800-tallet begynte man å lage tau av stålfibre, såkalt *ståltau* eller *vire*. For at tau skal være mykt og smidig til tross for at det kan være tykt, så er det bygget opp av fibre og spunnet sammen til stadig større tykkelse etter behov. Figuren til høyre viser et typisk



eksempel på hvordan dette kan gjøres og angir navn på de ulike delene av tauet. Vi ser hvordan en *trosse* (eller tau) er bygget opp av *kordeler*, som igjen består av *garn* som så i sin tur er laget av *fibre*. I senter av de fire kordelene finner vi et tynnere tau som kalles *kalv* eller *kjerne*.

Et tau er vanligvis tvunnet av tre eller fire kordeler avhengig av tykkelsen. Legg merke til at tvinningen skifter retning mellom hvert steg. Hvis fibre tvinnes mot høyre, må garnet tvinnes mot venstre, og kordelene tvinnes mot høyre. Denne metoden fordeler belastningen mellom fibre i tauet. I finere tau ev. store trosser benyttes fletting, da gjerne med 8 kordeler. I og med at hver kordel blir tynnere relativt tauets totale tykkelse oppleves det også mykere og smidigere.

Tidligere ble tauets tykkelse angitt med omkretsen målt i tommer, nå er det vanlig å angi tykkelsen i mm eller cm. Tidligere var lengden bestemt av lengden på *reperbanen* (dvs. verkstedet der man laget tauene). En vanlig lengde var 120 favner eller ca. 220 meter. Selv om dagens tauverk som lages av kunstfiber i prinsippet kan lages så lange man måtte ønske, er ofte standardlengden fortsatt 220 meter eller, halvparten, 110 meter.

I følge Stor Norske Leksikon så er typiske dimensjoner for de ulike delene av tauet omtrent som i tabellen under:



- Garn: ½–3 millimeter diameter
- Snor/line/tråd: 2–10 millimeter diameter
- Tau: 8–30 millimeter diameter
- Trosse: 20 millimeter og større
- Sene (fiskesene), snøre (fiskesnøre): Svært tynn line, ofte av monofilament

8.2 Knuter

Knuter har vært brukt til mange forskjellige formål opp gjennom tidene. Det vanligste er for festing av objekter som f.eks. båter, seil eller hester og andre husdyr slik at de ikke stakk av, eller også sleping av båter og biler. Tau og knuter har også vært brukt til å binde sammen ting, som f.eks. stokker til en større konstruksjon (surring), ev. for sikring av ting ved hjelp av barduner, eller mennesker når de klatrer eller beveger seg på breen.

Vi snakker om to viktige prinsipper som er i aksjon for at en knute skal holde og ikke løse seg opp, det er *bekniping* og *friksjon*. Beknipingen oppstår når en del av tauet kommer i knip mellom andre deler av tauet eller mellom en del av tauet og det tauet er festet til, f.eks. en stang eller ring. Det andre viktige prinsippet er friksjonen. Stor friksjon gjør at tauet har vanskeligere for å gli og løsne. Er friksjonen stor så vil belastningen på beknipingen bli mindre.

Vi snakker i dag om fem familier av knuter:

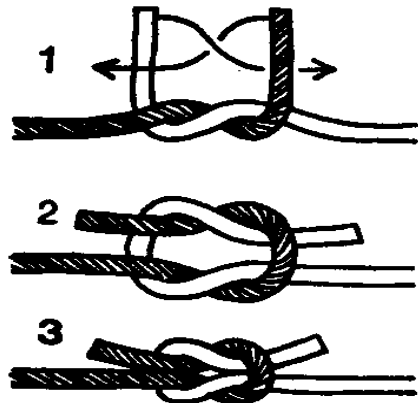
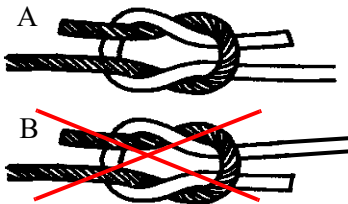
Knutefamilie	Hovedoppgave	Hovedknute
Binde-familien	Å binde sammen/rundt noe	Båtmannsknop
Feste-familien	Å feste et tau til et objekt	Dobbelt halvstikk
Løkke-familien	Å lage en stabil løkke i et tau	Pålestikk
Skjøte-familien	Å skjøte to tau sammen	Flaggstikk
Stopp-familien	Å stoppe tauet fra å gå gjennom noe	Åttetallsknop

Som vi ser så er knutene i de ulike familiene gruppert etter bruksområde. Vi skal i fortsetningen se på eksempler for alle disse.

8.2.1 Båtmannsknop

Båtmannsknopen er sammen med Kjærringknuten” en av de vanligste og mest brukte knutene.

Mange bruker den for å skjøte sammen to tau. Imidlertid advares det mot å anvende knuten på denne måten. Årsaken er at den kan knyttes på to forskjellige måter, hvor den ene er trygg, mens den andre lett går opp og dermed er utrygg. Figuren under viser begge variantene.



A er trygg, mens B er utrygg. Prøv dem gjerne begge å se om det er riktig. Man anbefaler derfor ikke å bruke båtmannsknopen i forbindelse med sikkerhet. Redningsmannskaper frarådes derfor denne bruken. Det er av samme årsak at man advarer mot bruk av kjerringknuten (til høyre) som lett kan gå opp. Kjerringknuten regnes ikke som en egen knute, men heller som en feilslått båtmannsknop¹⁹.

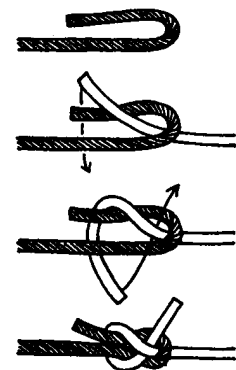


Båtmannsknopen egner seg derfor ikke til å skjøte sammen to tau, men er mer egnet til å knytte fast noe.

8.2.2 Flaggstikk

Flaggstikk tilhører skjøtefamilien og egner seg godt for å skjøte sammen to tau eller knytte et tau til en løkke. Det kan være to tau av samme eller forskjellig tykkelse. Navnet kommer av at den har vært anbefalt brukt når man skal knytte flagglina til den løse tampen under flagget eller løkka på oversiden av flagget.

Fordelen med flaggstikken er at den tåler stor belastning samtidig som den er rimelig enkel å løsne. Jo større belastning jo større bekniping. Ulempen er at knuten må knyttes og løsnes uten belastning, mens båtmannsknopen kan knyttes når den er stram. De fleste har vel bedt noen om å “holde på”, mens man slår det andre sticket for å låse knuten.



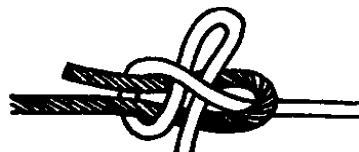
19. <https://snl.no/b%C3%A5tmannsknop>



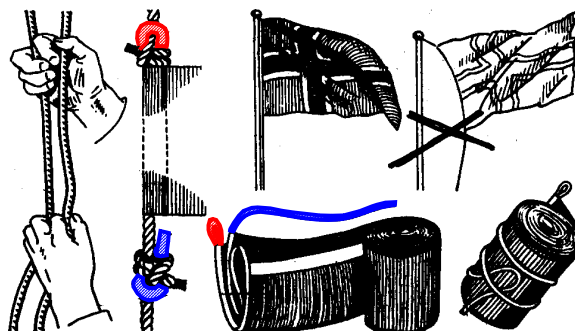
En annen ulempe er at flaggstikken kan ristes løs dersom det ikke står under belastning. Man kan imidlertid bøte på en slik mangel ved å lage et dobbelt flaggstikk. På denne måten gjør man flaggstikken svært robust.



På den annen siden ønsker man kanskje et flaggstikk som kan løsnes i en hånd vending, ved kun å dra i en løs tamp, men som likevel er sterk.



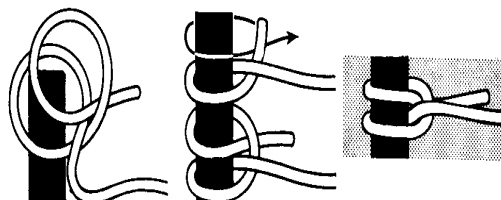
På figuren under ser vi ulike bruk av flaggstikk i forbindelse med heising av flagg.



8.2.3 Dobbelt halvstikk

Dobbelt halvstikk er en særdeles enkel, men likevel en effektiv knute som egner seg godt til f.eks. å fortøye båter til fortøyningspullerter.

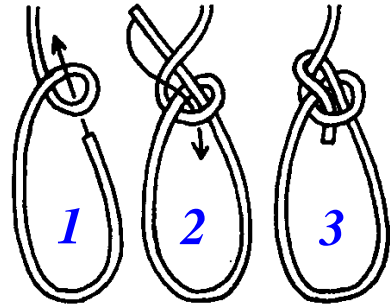
Knopen slås ved å lage to like påfølgende løkker og tre dem over pullerten eller en stokken.



8.2.4 Pålestikk

Pålestikk er nyttig når man ønsker å lage en løkke. Knuten tilhører derfor løkkefamilien. Knuten brukes gjerne når man skal fortøye en båt til en fortøyningspullert eller en fortøyningsring, eller når man skal feste noe til en takgrind. En ulempe kan være at pålestikken må slås når tauet er uten belastning.

Studerer vi pålestikken nøye, ser vi at den isolert sett er prikk lik en flaggstikk, men den vil naturlig strammes på en litt annen måte. Forskjellen er hovedsakelig hvordan knuten anvendes og plasseres. Mens flaggstikken vanligvis brukes til å knytte sammen to tau, så knyttes pålestikken på enden av tauet slik at den danner en løkke som vi har sett.

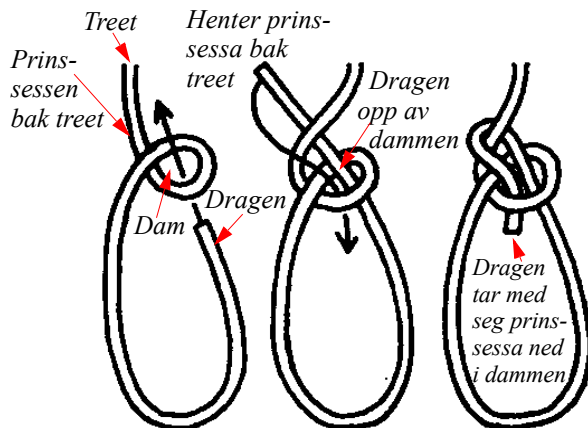


Som speidere lærte vi en historie som skulle hjelpe oss til å huske hvordan vi skulle slå pålestikk. Den handler om en dam, en drage, ett tre og en prinsesse.

Den sorgelige historien om prinsessen bak treet

En dag prinsessa sto å lente seg mot et tre og så ut over dammen, oppdaget hun noen krusninger i vannet. Før hun visste ordet av det kom det en stor ildsprutende drage opp av dammen, snodde seg rundt treet og tok med seg prinsessa ned i dammen igjen, og siden har ingen sett henne.

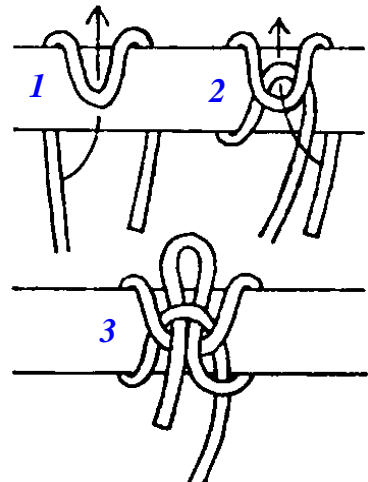
Uansett hvor tullete denne historien kan lyde så husker jeg enda hvordan man slår en pålestikk drøyt 50 år etter.



8.2.5 Ben Turpins knop

Ben Turpins knop er en slippestikk som har godt hold, men lar seg åpne i en håndvending. Slik historien ble fortalt i min barndom var at Ben Turpin var en cow boy som levde på kanten av loven i det Ville vesten, den gang hesten var det fortrukne framkomstmiddelet. Med en slik karriere hadde den gode Turpin stadig behov for raskt å forlate åstedet. I slike situasjoner var han avhengig av at hesten var lett tilgjengelig, og at han unngikk fikling med knuter som ikke ville løsne. Ben Turpins knop hadde nettopp den egenskapen at den holdt hesten på plass og kunne løsnes i en håndvending.

Sannhetsgehalten i denne historien er nok så som så, og i følge Wikipedia var Ben Turpin en skuespiller og komiker fra stumfilmens dager. Men knuten finnes og er en effektiv slippestikk som vist på figuren til høyre.





8.2.6 Tyrkerknop

Dette er en litt avansert, men likevel ganske vanlig pynteknute som gjerne brukes som skjerfknute, spesielt blant speidere. Knuten ser ut som en tradisjonell flette med tre parallelle tau, på bildet i tre forskjellige farger.

På Engelsk heter den Turks Head da den kan minne om en turban.

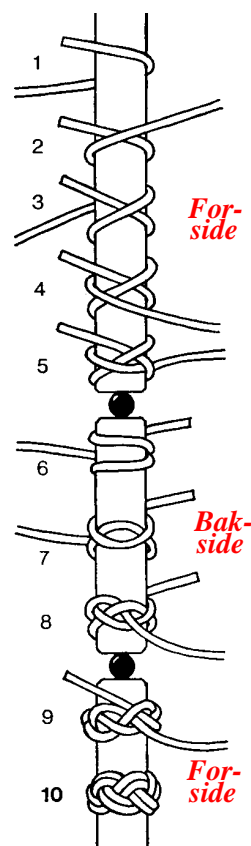
Den kan være litt krevende å lage, men er fullt mulig med litt trening. Spesielt dersom man bruker en stav eller kosteskaft som vist på tegningene til høyre.



Treslått tyrkerknop er den enkleste av en hel familie av slike knuter. At knuten er treslått betyr at den består av en flette der tre tau flettes om hverandre. Lignende varianter med fem- og sju-slått er ikke uvanlig. I tillegg er den viste treslåtte knuten slått dobbelt slik at den blir fyldigere. Det er også vanlig å legge til en tredje eller også en fjerde runde.

Knuten legges rundt stokken som vist på tegningen fra 1 – 5, deretter snus stokken slik at 6 – 8 sees den fra baksiden. Man tar så den øverste bukten og legger over den nederste som vist på figur 7. Den frie tampen fra venstre stikkes inn under bukta som vist på figur 8. Deretter snus stokken rundt slik at framsiden igjen vises. Man fortsetter å flette tampen helt til den møter den andre (figur 9).

Så følger man på gjennom hele knuten slik at man får to eller flere parallelle tau (figur 10).



8.3 Tautriks

Tautriks kan blant annet brukes til å tenke kreativt. Slike triks oppfattes gjerne som et kognitivt paradoks, dvs. i første omgang så ser det umulig ut. Dessuten krever de noen ganger litt fingerferdighet.

Vi skal se på et par slike triks her.

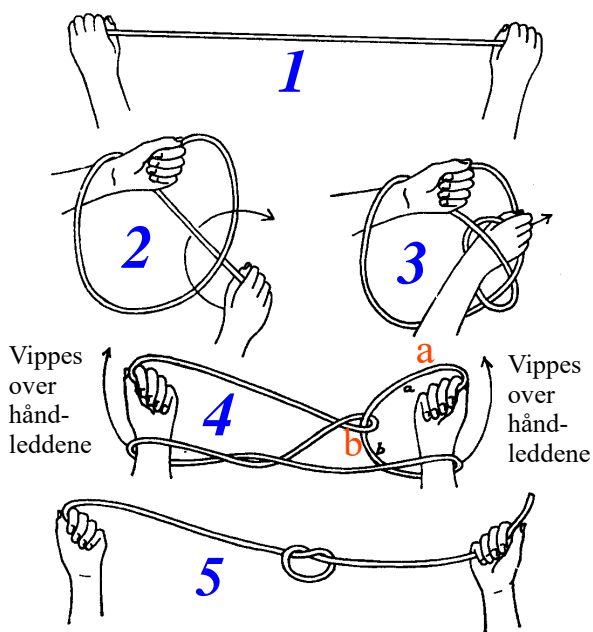
8.3.1 Tautriks 1 – “Den umulige knuten”

Det hele går ut på å knytte en enkel knute på et tau som holdes fast i hver ende som vist på figuren til høyre.

Ved punkt 4 skal løkkene slippes over håndbaken og tauet får en knute som vist på punkt 5. Dette umulig så lenge en ikke slipper tauet.

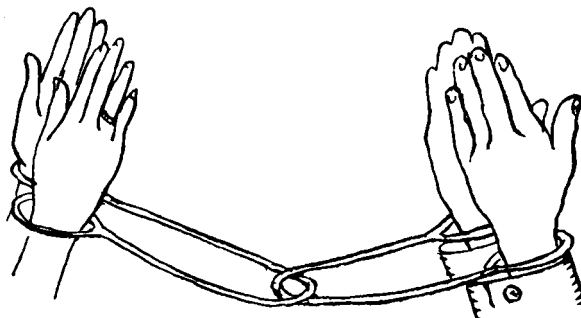
Selve trikset forutsetter da også at en slipper tauet i høyre hånd ved a) idet en med lillefingeren griper tauet ved b). Samtidig skal løkkene vippes over håndleddene. Dette er antydnet lengst til høyre på punkt 4.

En vellykket gjennomføring krever øvelse, men er da også svært vanskelig å avsløre, spesielt når det gjøres i stort tempo.



8.3.2 Tautriks 2 – “Klarer dere å komme løs”

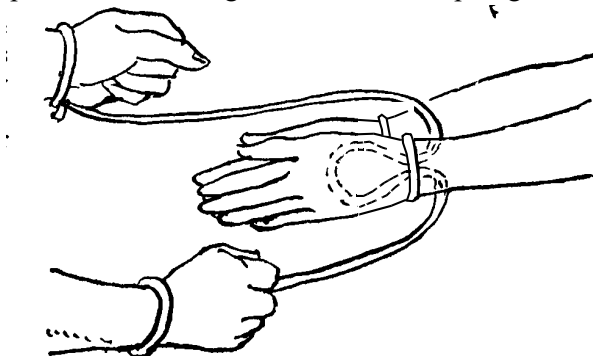
Til dette trikset trengs to frivillige. Hver av dem knytter tauet mellom håndleddene som vist på figuren under.



Før den siste knuten knyttes, smettes tauet innenfor løkken til den andre personen slik at de to henger sammen. Oppgaven går ut på at de to skal skilles uten å knytte opp knutene eller klippe over tauet.



I virkeligheten har vi her to ringer som er tredd inn i hverandre, med mindre ringene åpnes er det ikke mulig å skille dem ad. Det finnes imidlertid en måte å gjøre dette på. Denne benytter seg av at det er mulig å smyge det ene tauet under løkken som ligger rundt håndleddet på den andre deltageren. Dette er vist på figuren under.



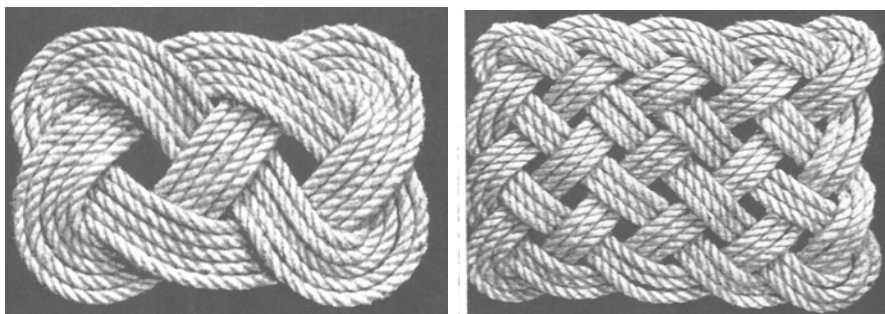
Deretter føres løkken rundt hånden og dras tilbake under løkken og de to er skilt fra hverandre.

9 Fremstilling av taumatter og rosetter

9.1 Introduksjon

Den danske tauverkskunstneren og forfatteren Kaj Lund²⁰, samlet og gjenskapte gjennom mange år mønster av gamle taumatter, rosetter og knuter. Noen av mønstrene kan spores helt tilbake til vikingene og kelterne (800–1100AD) [4].

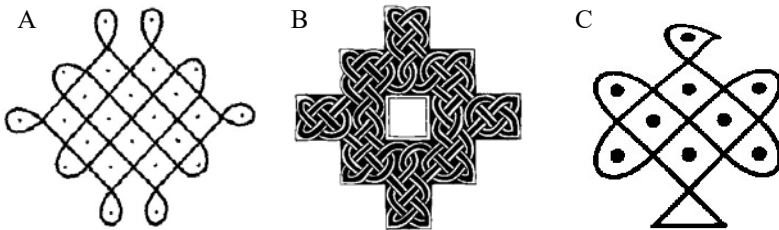
En av de enkleste og mest grunnleggende mønstrene er *rektangulær-* eller *utviklingsmatten* vist i figur 1.



Figur 1 Rektangulær matte.

²⁰Kaj Lund publiserte en rekke bøker om tauverk og tauverkskunst fra 1969 to 1979 (Borgen – dansk forlag).

Lignende mønster finnes imidlertid i mange ulike kulturer: Den tamilske tradisjonen fra syd i India [13] (figur 2A), i den keltiske tradisjonen [14] (figur 2B) og fra Sona-tradisjonen [15] på grensen mellom Angola, Zambia og Kongo (figur 2C).



Figur 2 Eksempler på A) Tamilske mønster, B) Keltiske mønster og C) Sona mønster.

Til tross for mønstrenes likhet, er de brukt på svært ulikt vis. De tamilske mønstrene ble f.eks. laget ved å drysse risemel på den hardtrampede bakken foran huset som en bønn til gudinnen Shiva om å beskytte huset og familien som bodde der mot sykdom og andre ulykker. De keltiske mønstrene ble brukt på mange ulike måter, f.eks. som ornamenter på steinkors eller for å dekorere en bokside (Book of Kells). Sona-mønstrene ble tegnet i sanden og brukt som illustrasjoner til historier fortalt rundt leirbålet.

De ulike kulturene benyttet dessuten forskjellige metoder for å framstille mønstrene. De tamilske mønstrene ble konstruert ved at man først laget et raster av riskorn. Deretter ble selve mønsteret framstilt ved å drysse fine stripe av risemel mellom kornene. Sona-mønstrene ble framstilt ved først å lage et punktmønster i sanden med fingrene, deretter ble mønstrene trukket opp som et spor i sanden i mellomrommet mellom punktene.

Keltisk “knot work”, eller flettemønster ble laget på en svært stringent måte, gjerne ved å fylle en gitt ramme som vist i figur 2B, der ornamentet ofte ble utformet som et flettemønster.

Lignende teknikker brukes for å lage flettede matter og rosetter av tauverk²¹. Noen matter kan framstilles ved hjelp av ett sammenhengende tau, mens andre trenger av to eller flere, se Åströms’ artikkel *Octagonal Knotworks – A Mathematical Approach* [11]. I artikkelen *Circular Knotworks Consisting of Pattern no. 295* [12] beskriver Åström et al. en metode for å analysere og tegne øyerosetter for hånd.

Tradisjonen med fremstilling av tauverkskunst av ulike slag stammer hovedsakelig fra sjøfolk, som i frivaktene hadde lite annet å ta seg til samtidig som de hadde rikelig tilgang på råmaterialer ombord på seilskutene. Dessuten var det mange som ikke kunne underholde seg med lesing. Matter og rosetter ble ofte benyttet som dekorasjon og pynt, men ble også brukt for å beskyttet dekk og trapper mot slitasje og for å redusere faren for å gli på det våte underlaget.

21. Dette er beskrevet i boka: *Matematisk beskrivelse av taumatter*, kapittel 2 – 6 [1].



P.P.O. Harrison skriver:

“The art of Fancy Rope work reached the peak of its excellence about the middle of last century (19th century) when a slump in trade brought about a reduction in the number of crew in a ship with the consequent reduction of the spare time that had permitted sailors to occupy themselves with their handicraft. An observer at that time considered that in the way of knots, especially for use at sea, there could be nothing more to invent. He was wrong [9].”

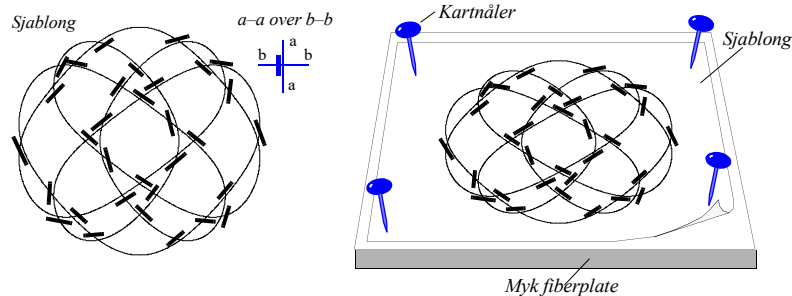
Harrison konkluderer imidlertid med at mye tauverkskunst er utviklet siden den gangen. Ja, kanskje mer enn hva som fantes på 1800 tallet. Nå til dags er det imidlertid hovedsakelig hobbyseilere og tauverksentusiaster som står for nyutvikling og produksjon. Som vi tidligere har nevnt så finner vi mange av de tradisjonelle matte- og rosett-mønstrene igjen i keltisk-, tamilsk- (indisk) [1] og sona- (angolsk) tradisjon [10].

9.2 Eksempler på rosetter

Figurene under viser både tradisjonelle og nye mønstre som lar seg realisere med tauverk. Vi skal bruke litt forstørrede utgaver av disse under verkstedaktivitetene.

9.3 Klargjøring

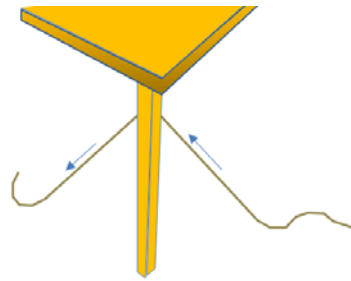
Skriv ut møstersjablongen og marker i hvert krysningspunkt om tauet skal passere over eller under det kryssende tauet. Dette er vanligvis mye enklere enn man skulle tro. Det er tilfeldig hvor man starter merkingen. Du kan vanligvis bare følge kurven og merke annenhver kryssing som over og under som vist til venstre i figur 3.



Figur 3 Venstre – Møstersjablong for en Hjerterosett merket med indikatorer for passering over eller under: a–a passerer over b–b.

Høyre – Møstersjablongen festes med kartnåler til en myk fiberplate.

Derneft festes sjablongen til ei fiberplate med kartnåler som vist til høyre på figur 3. Hamp er et behagelig materiale å arbeide med, det er imidlertid viktig å velge tykkelse på tauet som passer til mattens størrelse og kompleksitet. Til modellene i dette heftet benyttes tau med diameter på 2 mm. Før du starter, må du bestemme lengden for å nå en gang rundt matta. Det gjør du enklast ved å la tauet følge kurven uten å trå det. Deretter kan du doble eller tredoble lengden avhengig av hvor mange doblinger du ønsker. Tre eller fire er vanlig for å få en tett og fin matte.



Figur 4 Gjør tauet mykt og føyelig ved å dra det over en skarp kant.

Tilslutt gjøres tauet mykt og føyelig ved å dra det noen ganger fram og tilbake over en skarp kant. Den skarpe kanten til et bordben eller en stol er vanligvis tilstrekkelig (figur 4). Så er du klar til å starte.

9.4 Fremstilling av taumatta



(Photo Nils Kr. Rossing)

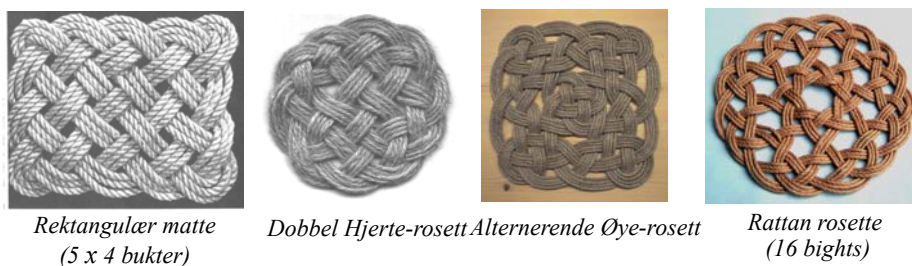
Figur 5 La tauet gå langs kurven. Bruk kartnåler til å holde tauet på plass.

Velg et sted å begynne langs kanten av matta og la tauet følge kurven på sjablongen. Det kan være lurt å starte med å legge matta fra midten av tauet, slik at det blir færre meter tau og trå. Bruk kartnåler til å feste tauet slik at det holder seg på plass langs kurven på sjablongen (figur 5). Merkene ved krysningpunktene viser om tauet skal passere over eller under kryssende tau. I begynnelsen vil det være få krysningpunkter hvor en må trå tauet. Dette vil imidlertid endre seg etter som arbeidet går framover.

Etter en runde vil du komme tilbake til utgangspunktet. Dersom du fortsatt har tau igjen, kan du starte på neste runde. Når du når enden av tauet på den ene siden, kan du

begynne å legge matta fra startpunktet og motsatt vei. Dersom hele taulengden er brukt og du ennå ikke er i mål, estimerer du gjenværende lengde og tar mer fra snella. En skjøt kan enten gjøres enkelt ved hjelp av lim eller være mer for seg gjort ved at endene sys inn til hverandre.

Figur 6 viser noen eksempler på taumatter og rosetter som er matematisk modellert.



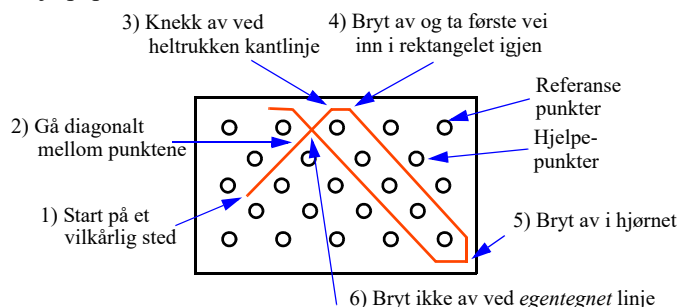
Figur 6 Eksempler på taumatter og rosetter. Fra venstre – Rektangulær matte (5 x 4 bukter), Dobbel Hjerterose, Alternerende Øye-rose og Rotting-rose (16 bukter) (Foto Kaj Lund and Nils Kr. Rossing).

9.5 “Regneregler” for flettemønstre²²

De “regnereglene” jeg beskriver i dette avsnittet er de samme for både keltiske, tamilske og afrikanske (sona) mønstre. Disse “regnereglene” vil gjøre det mulig å eksperimentere med mønstre av denne typen. La oss for enkelhets skyld betegne dem som *flettemønstre* siden vi finner de samme mønstrene igjen i flettede kurver o.l.

9.5.1 Rektangulære flettemønstre

Et rektangulært flettemønster er avgrenset av et rektangel som fylles med rader av *referansepunkter*. Rektangelet i figuren under har 3 rader med 5 punkter i hver rad. I tillegg tegnes mellomliggende hjelpepunkter.



Tegning av linjen gjøres etter følgende enkle regler:

1. Når en skal tegne linjen, starter en i et vilkårlig punkt.
2. Linjen går alltid diagonalt mellom punktene, som aldri skal berøres.

²². Kapittelet er hentet fra Krydderhylla side 407 [3]



Figuren på forrige side viser flettemønstre med ulike antall punkter langs de vertikale og de horisontale sidene. Vi legger også merke til at antallet sløyfer som kreves for dekke hele flettemønsteret, er forskjellig.

$5 \cdot 3$ krever én sløyfe

$6 \cdot 3$ krever tre sløyfer

$8 \cdot 4$ krever fire sløyfer

Vi legger også merke til at i det første tilfellet finnes det ingen annen felles faktor for tallene 5 og 3 enn tallet 1. Det vil si at de to tallene er innbyrdes *primiske*. Dette mønsteret har, som vi ser, kun én sløyfe. I det andre tilfellet er 3 felles faktor for tallene 6 og 3, og vi registrerer at mønsteret er realisert ved hjelp av tre sløyfer. I det siste tilfellet er 4 høyeste felles faktor, og mønsteret er realisert med fire sløyfer.

Vi setter opp følgende hypotese:

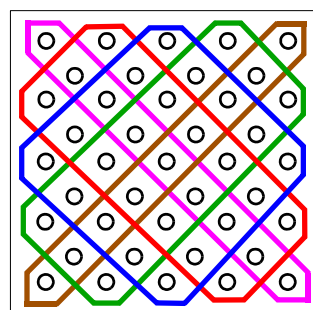
Et mønster som har $m \cdot n$ punkter vil kreve s antall sløyfer for å fylle ut mønsteret dersom s er den høyeste felles faktor for tallene m og n .

Oppgave:

Utfordre elevene til å finne ut om den nevnte hypotesen er riktig, og begrunne hvorfor det i så fall er slik.

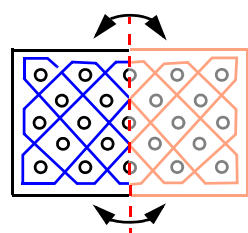
Vi legger også merke til at for et $5 \cdot 5$ -flettemønster stemmer hypotesen. Den høyeste felles faktor er 5, det vil si at et slikt flettemønsteret krever fem sløyfer som vist på figuren til høyre.

La oss, før vi går videre, se på symmetriegenskapene til rektangulære flettemønstre.

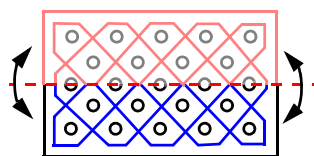


9.5.3 Symmetrier

De forskjellige flettemønstrene vil ha forskjellige typer symmetrier. I denne sammenheng vil vi finne to hovedtyper symmetrier: *Aksesymmetriske* mønstre og *rotasjonssymmetriske* mønstre. Ofte finner vi begge typer symmetrier i samme mønster. Følgende mønstre har flere typer symmetrier:

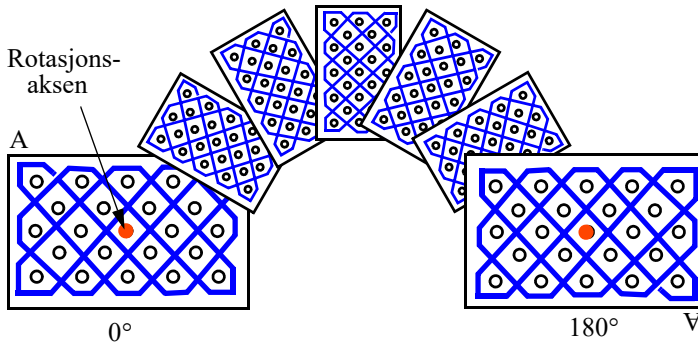


Speiling om vertikal akse
(høyre side er speilbildet av venstre side)



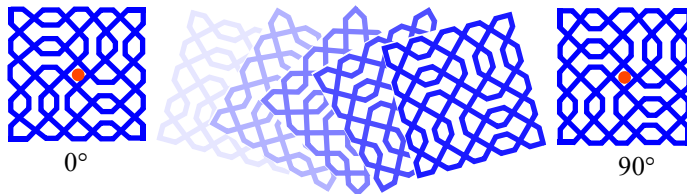
Speiling om horisontal akse
(øversiden er speilbildet av nedsiden)

I tillegg til speiling om vertikal og horisontal akse, er flettemønsteret rotasjonssymmetrisk. Der-
 som mønsteret roteres om en akse som går gjennom midtpunktet til mønsteret, vil det, når det
 roteres 180°, falle over seg selv. Vi sier at mønsteret er *tofoldig rotasjonssymmetrisk*.



Flettemønsteret er *tofoldig* rotasjonssymmetrisk.

Det finnes også *firfoldig* rotasjonssymmetriske mønster. Et slikt mønster vil falle eksakt over seg
 selv etter én rotasjon på bare 90°. Et eksempel på et slikt mønster er vist i figuren under.



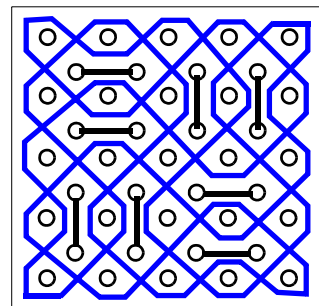
Flettemønsteret er *firfoldig* rotasjonssymmetrisk.

I dette mønsteret er det lagt inn *sperrer* som vi nå skal se nærmere på i neste avsnitt.

9.5.4 Om å sette inn sperrer

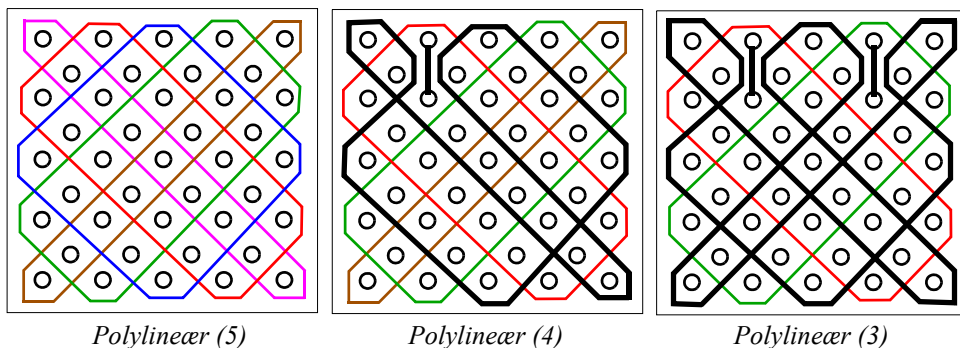
En *sperre* legges inn mellom to punkter. Sperrer kan legges inn
 hvor som helst, men ikke alle gir like spennende resultat. Både
 i tamilsk og afrikansk tradisjon er det ofte et mål at tegningen
 kan lages ved hjelp av én sammenhengende linje eller sløyfe. Vi
 husker at en tegning bestående av kun én sløyfe kaltes en *Pavi-
 tram*. Vi husker også at ved å legge inn sperrer, kan polylineære
 flettemønster omdannes til monolineære mønster som består av
 én eneste sløyfe. En slik variant er vist på figuren på neste side.

Slike mønstre lages etter de samme “regnereglene” som tidli-
 gere. Den eneste forskjellen er at en nå treffer på sperrer midt
 inne i mønsteret og ikke bare langs kanten.





Et naturlig spørsmål er hvilke sperrer som må legges inn for at et polylineært mønster skal bli monolineært.



Av figuren over ser vi at vi kan lage koblinger mellom to sløyfer ved å sette inn en sperre der to forskjellige sløyfer krysser hverandre. Dersom mønstret har 5 sløyfer og vi legger inn en sperre der sløyfe 1 og 2 krysser, en der sløyfe 2 og 3 krysser, en der sløyfe 3 og 4 krysser og til slutt en sperre der sløyfe 4 og 5 krysser, vil vi ende opp med et monolineært mønster. Intuitivt kan følgende hypotese synes riktig:

Det kan se ut som om det kreves minst n antall sperrer for å omdanne et polylineært flettemønster med n sløyfer til et monolineært flettemønster.

La elevene forsøke seg på følgende oppgaver:

Oppgave:

*Undersøk om det er mulig å oppnå et **aksesymmetrisk** monolineært flettemønster ved å sette inn **fire** sperrer i et $5 \cdot 5$ -mønster.*

Oppgave:

Undersøk om følgende hypotese er riktig:

*Det er ikke mulig å oppnå et monolineært 90° rotasjonssymmetrisk $5 \cdot 5$ -flettemønster ved kun å sette inn **fire** sperrer.*

Oppgave:

*Undersøk hvor mange forskjellige 90° rotasjonssymmetriske monolineære $5 \cdot 5$ -mønstre det er mulig å finne ved å innføre **åtte** sperrer.*

Det er viktig å la elevene sette opp og teste ut hypoteser. Det er imidlertid ikke alltid like lett å bevise at en hypotese er riktig eller gal. Oppgaven som er skissert foran, kan for eksempel brukes til å utfordre flinke elever i videregående skole.

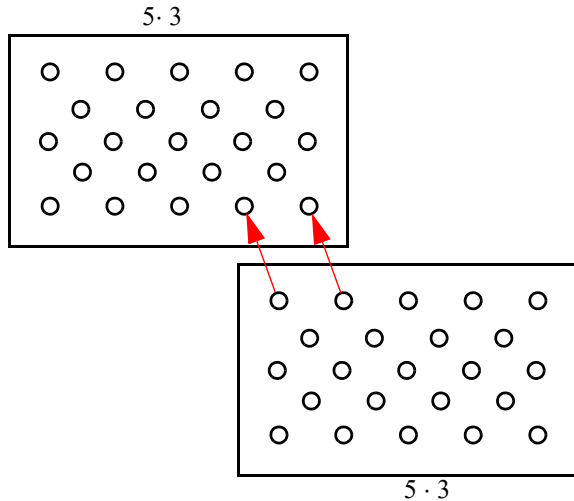
9.5.5 Sammensatte mønstre

Det viser seg at det er mulig å koble sammen monolineære mønstre og likevel beholde monolinearitet. Fra [16] henter vi følgende påstand:

Dersom vi lar to monolineære mønstre overlappe i to referansepunkter, vil det kombinerte flettemønsteret forbli monolineært.

La oss se på et eksempel.

Under ser vi to $5 \cdot 3$ flettemønstre som hver for seg er monolineære. Vi lar to av referansepunktene overlappe.



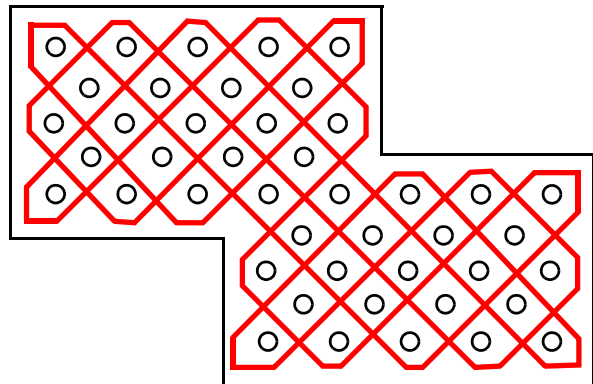
Dersom vi tegner det overlappende mønsteret, ser vi at resultatet blir monolineært, det vil si at påstanden over stemmer for dette tilfellet.

Oppgave:

La elevene finne argumenter for at påstanden om overlapp stemmer.

Oppgave:

Hva skjer dersom to monolineære mønstre overlapper i tre eller fire punkter?



Slik kan en fortsette å eksperimentere med mønstre. Mønstrene kan deretter brukes som underlag for taumatter eller fletting med strå, papir e.l. Den som ønsker å utforske slike mønstre i større detalj for bruk i skolen, kan se [17], kapittelet: *Exploration of the mathematical potential of “Sona”: An example of stimulating cultural awareness in mathematics teacher education!*

9.6 Keltisk mønster-generator

Det finnes en rekke databaserte mønstergeneratorer for keltiske knutemønstre. Her skal vi se på en som kan egne seg godt for å lage mønstre som kan brukes for framstilling av taumatter.

Vi velger å demonstrere en generator utviklet av *Janis Elsts* og *Yusuk Kamiyamane*, senest revidert i 2018. Vi finner generatoren på nettstedet: <https://w-shadow.com/celtic-knots/>



Går vi inn på nettstedet får vi opp følgende animasjonsverktøy:

Celtic Knot Generator

Tools

Reset pattern Randomize

Close border Open border

Grid size

Width: 10 Height: 10 Apply

Settings

Show grid

Cell size: 30 px

String size: 12 px

Stroke width: 2 px

Colors

String color: #FF9A39

Stroke color: #000000

Background: #FFFFFF

Download image

Download as PNG

La oss se på de ulike verktøyene.

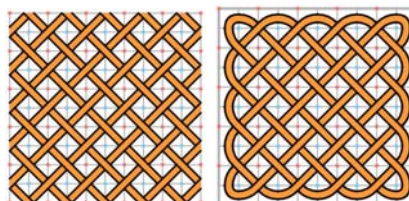
Tools:

Lukket eller åpent mønster

Tools

Reset pattern Randomize

Close border Open border

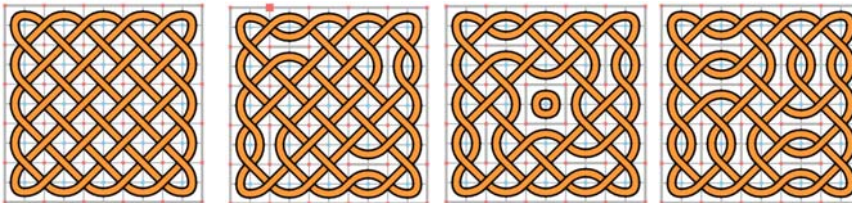


Åpent mønster

Lukket mønster

Man åpner eller lukker mønsteret langs kantene ved hjelp av knappene *Open border* eller *Closed border*. Dersom vi skal lage en taumatte må vi lukke mønsteret langs kantene. Ved hjelp av mus-

pekeren kan vi legge inn sperrer i mønsteret som automatisk reorienterer traseen. Det er kun mulig å legge inn vertikale og horisontale sperrer og man må legge dem inn mellom nabopunkter.



Lukket mønster uten sperrer

Lukket mønster med 4 sperrer

Lukket mønster med 8 sperrer

Lukket mønster med 8 sperrer

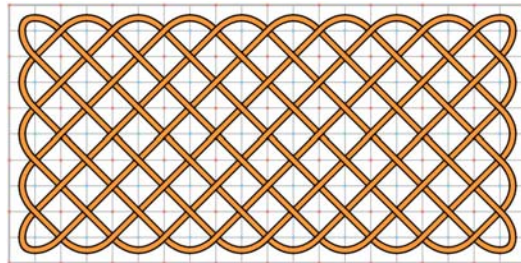
Knappen *Randomize* legger inn tilfeldige symmetriske sperrer i mønsteret og med knappen *Reset pattern* setter man mønsteret tilbake til utgangspunktet.

Grid size:

Ved hjelp av *Grid size* bestemmer man antal punkter i bredden (*Width*) og i høyden (*Height*). Figuren under viser et eksempel bredde x høyde = 20 x 10. Vi legger merke til denne vil inneholde 5 traseer.

Valg av *Grid size*

Grid size
Width: Height:

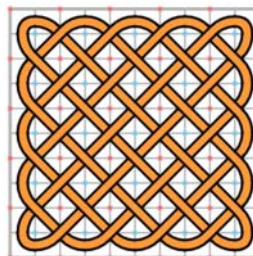


Settings (Instillinger)

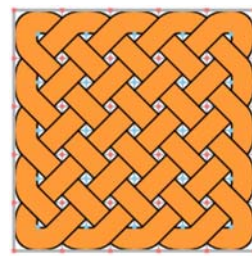
Her kan man sette størrelsen på hver celle som er nyttig dersom man skal bruke mønstergeneratoren til å lage taumatter, i så fall må cellestørrelsen tilpasses antallet doblinger. Man må prøve seg fram for å finne den optimale størrelsen på cellene.

Valg av *Settings*

Settings
 Show grid
Cell size: 50 px
String size: 12 px
Stroke width: 3 px



String size 12



String size 28



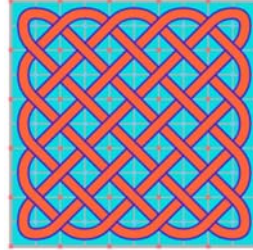
I tillegg kan man stille inn tykkelsen på tauet og markeringen langs kanten (*String width*).

Colors

Man kan dessuten stille fargene til tauet, kantene langs tauet og bakgrunnen.

Valg av *farger*

Colors	
String color:	<input type="text" value="#FF6439"/> 
Stroke color:	<input type="text" value="#2721DB"/> 
Background:	<input type="text" value="#0BDADE"/> 



10 Kumihimo

Kumihimo er japansk og betyr å «samle tråder», og er en fletteteknikk hvor materialene er avhengig av formålet med fletten. De fleste type tråder fungerer fint, men silke er det tradisjonelle materialet. Flettene ble opprinnelig brukt av samuraier som en funksjonell og dekorativ måte å snøre platerustning sin på, men brukes i dag til mye forskjellig, armbånd, belter, tau, smykker og mye annet. Ved å variere farger og antall tråder kan mange interessante mønstre dukke opp.



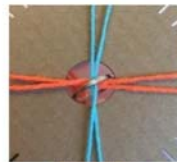
10.1 Slik starter du

Du trenger: 4 tråder på 60–100 cm, avhengig av hvor lang flette du vil lage. Et Kumihimo brett, en saks og ev. en nøkkelring.

Start slik: Tre nøkkelringen inn på tråden til den er omtrent på midten. Alternativt du samle trådene i en knute på midt som vist på bildet under:



Med
nøkkelring



Med
nøkkelring,
sett fra
oversiden



Med knute

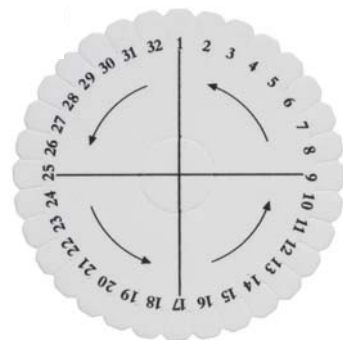


Med knute,
sett fra
undersiden

Knuten eller nøkkelringen plasseres i midten av Kumihimo brettet som er sirkulært med spalter langs kanten som trådene kan festes i. Figuren til høyre viser et slikt brett som selges hos Panduro, men som også kan lages i papp eller laserkuttes i f.eks. finer eller MDF. Før man bruker brettet eller skiven så fjernes den runde utstansingen i midten slik at tråden kan gå ut der. Hullet bør være slå lite at nøkkelringen ikke går gjennom.

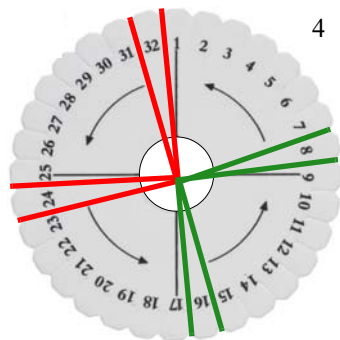
Tallene langs kanten er en hjelp til å være systematisk når man flytter tråder fra en spalt til en annen. Mens man gjør dette, vil trådene flettes sammen på en systematisk måte.

La oss se på et eksempel som bruker 8 tråder.

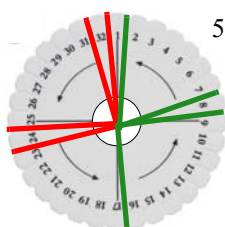




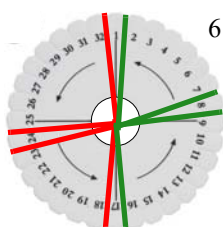
1. Vi begynner med å lage 4 tråder a 80 cm, gjerne i sateng 2 (dvs. ca. 1,5 mm tykke). Bruk gjerne flere farger (her grønn og rød). I eksempelet har vi brukt tråder med to farger.
2. Legge trådene dobbelt og lag en knute eller en nøkkelring på midten som holder de fire trådene sammen.
3. De fire trådene stikkes opp gjennom hullet i skiva og festes i spaltene langs kanten slik at knuten blir liggende i midten. Knuten vil da være starten av fletten.
4. Hver av de 8 trådene dras så ut til kanten av skiva og festes i sporene mellom tallene. Vi starter med å feste to grønne tråder på hver side av tallet 8, to røde på hver side av tallet 24, to grønne på hver side av tallet 16 og de siste to røde, på hver side av tallet 32 som vist på figuren over.



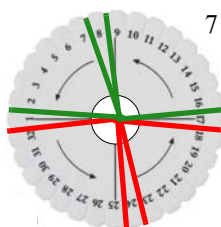
Vi skal nå flytte trådene systematisk fra spalt til spalt slik at det oppstår en rund flette med et spalmønster. Vi velger å skrive spalten mellom tallene 15 og 16 som 15, 16 osv.



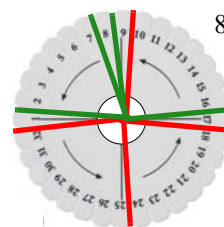
Fra 15, 16 → 1, 2



Fra 31, 32 → 17, 18

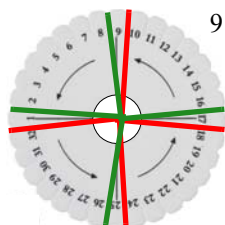


Drei 90 mot klokka

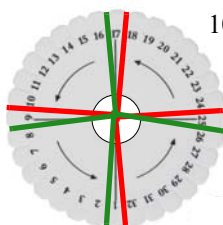


Fra 22, 23 → 9, 10

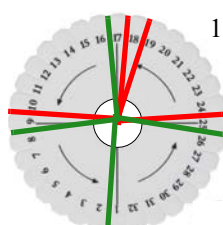
5. Flyttråden fra 15, 16 til 1, 2.
6. Flytt tråden fra 31, 32 til 17, 18
7. Drei skiva 90 mot klokka
8. Flytt tråden 23, 24 til 9, 10



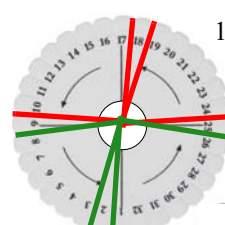
Fra 7, 8 → 25, 26



Drei 90 mot klokka



Fra 1, 32 → 18, 19



Fra 16, 17 → 2, 3

9. Flytt tråden 7, 8 til 25, 26
10. Drei skiva 90 mot klokka
11. Flytt tråden 1, 32 til 18, 19
12. Flytt tråden 16, 17 til 2, 3

13. ...

Slik kan man fortsette til man har kommet til enden av trådene²³.

Man kan da ende opp med et armbånd av denne typen:



23. Beskrivelsen er hentet fra: <http://lifeoflinuz.blogspot.com/2011/10/basic-kumihimo-8-strand-grunnteknikk-8.html>





11 Referanser

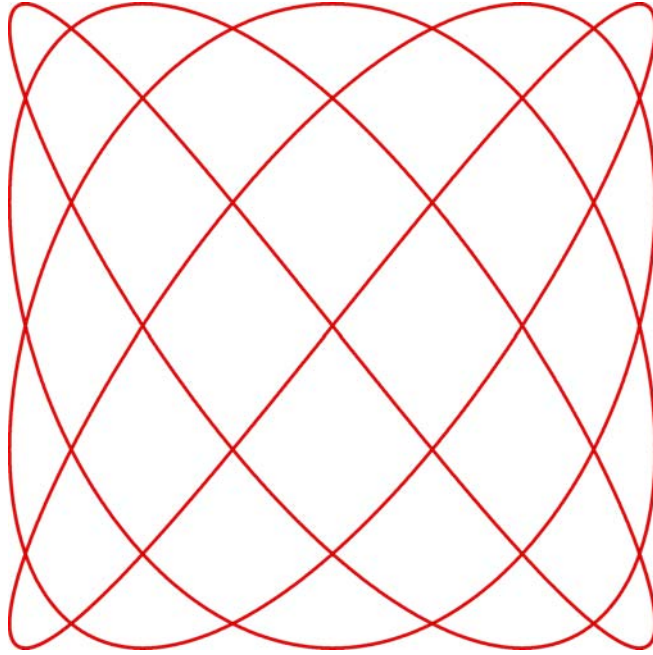
- [1] N.K. Rossing, C. Kirfel, *Matematisk beskrivelse av taumatter*, Trondheim 2001
- [2] N.K. Rossing, *Pendeltegning*, Vitensenteret i Trondheim 2002
- [3] N.K. Rossing, *Den matematiske krydderhylle*, Fagbokforlaget, 2013, 8. utgave
- [4] J.K. Jensen, *Haandbog i praktisk sømandsskab*, Nivaa 1924, ny utg. Høst & Søn's Forlag 1993 (først publisert 1901), Danmark.
- [5] K. Lund, *Måtter og Rosetter*, Borgen 1968.
- [6] C. W. Ashley, *The Ashley Book of Knots*, Faber 1979.
- [7] T.D Walshow, *Ornamental Turning*, Argus books 1994.
- [8] J. Goold, C.E. Benham, R. Kerr, L.R. Wilberforce, *Harmonic Vibrations and Vibration Figures*, Newton and Co. Scientific Instrument Makers, 1909
- [9] P.P.O. Harrison, *The Harrison Book of Knots*, Brown, Son & Ferguson, Ltd., Nautical Publishers, Glasgow 1993 (first published 1963).
- [10] P. Gerdes, *Ethnomathematik - dargestellt am Beispiel der Sona Geometri*, Spektrum Akademische Verlag 1997.
- [11] A. Åström, C. Åström, *Octagonal Knotworks - A Mathematical Approach*, August 16, 2009
http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/astrom2009/Octagonal_Knotworks.pdf
- [12] A. Åström, C. Åström, *Circular Knotworks Consisting of Pattern no. 295: A Mathematical Approach*, *Journal of Mathematics and the Arts*, 5:4, p 185–197.
- [13] P. Gerdes, *Reconstruction and extension of lost symmetries: Examples from the Tamil of South India*, *Computers Math. Application* Vol. 17, No 4-6, p. 791–813, 1989
- [14] A Meehan, *Celtic Design – Knotwork, The Secret Method of the Scribes*, Thames and Hudson 1996
- [15] P. Gerdes, *Ethnomathematik – dargestellt am Beispiel der Sona Geometrie*, Spektrum 1997 (tysk)
- [16] Gerdes, Paulus, *Sona Geometry – Reflections on the tradition of sand drawings in Africa South of the Equator*, vol. 1, Instituto superior pedagógico Mozambique 1994
- [17] Gerdes, Paulus, *Ethnomathematics and Education in Africa*, Institutionen for Internationell Pedagogik, Rapport 97, Stockholms Universitet januar 1995
- [18] **Karveskurd:**
http://reisenett.no/facts/culture_science/folk_art.html
<http://no.wikipedia.org/wiki/Karveskurd>
- [19] Knut Engeland, *Treskjæring*, Teknologisk forlag 1994



Vedlegg A Sjablonger for framstilling av taurosetter

11.1 Rektangulær matte

Rektangulær matte



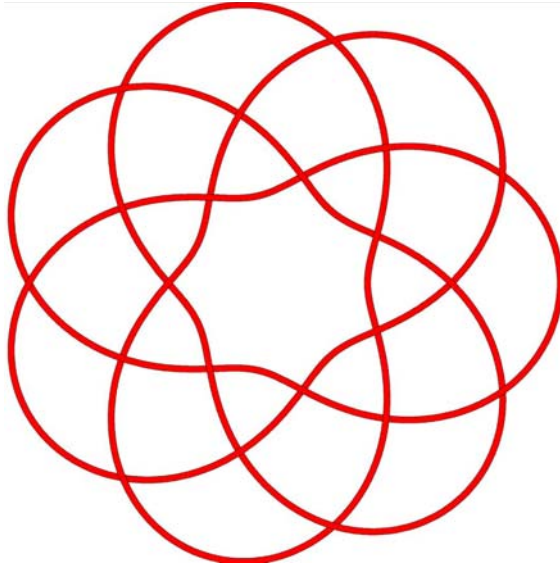
425 cm

Ø 2 – 3 mm

3-dobling

3D-simulering Dr. Ravi Dattatreya

Tyrker-rosett



225 cm
Ø 2 – 3 mm
3-dobling

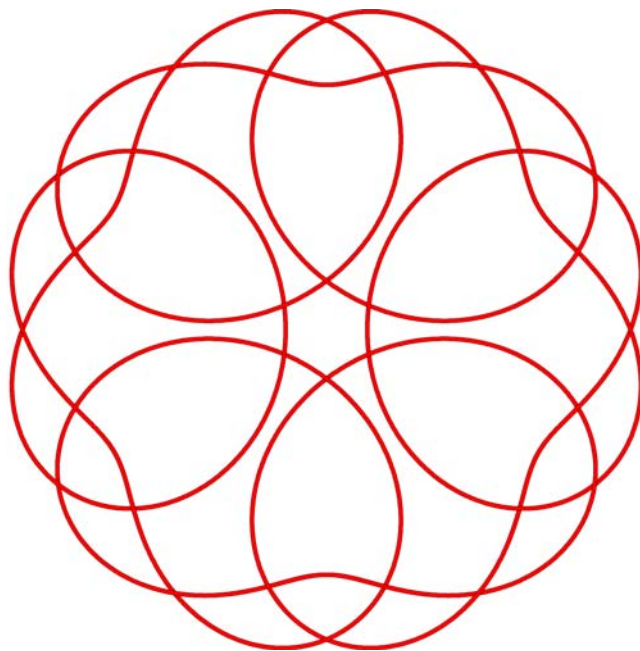
3D-simulering Dr. Ravi Dattatreya



11.3 Kringle-rosett

Kringle-rosett

6 m/kringler



330 cm

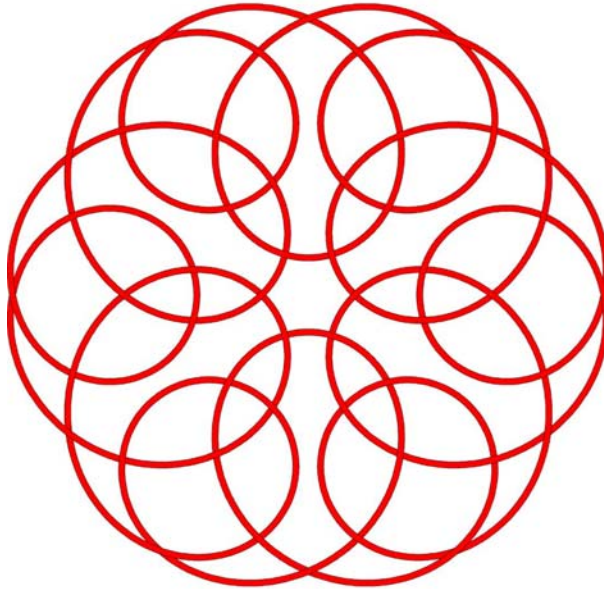
Ø 2 mm

3-dobling

3D-simulering Dr. Ravi Dattatreya

Dobbel Sløyfe-rosett

6 store og 6 små sløyfer



375 cm

Ø 2 mm

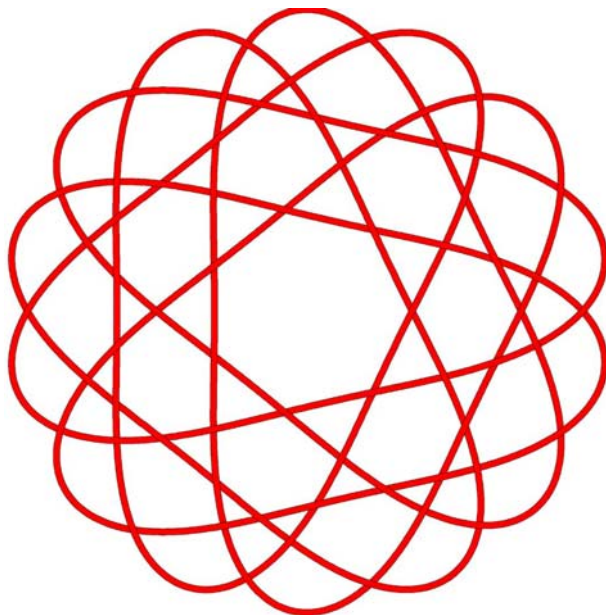
3-dobling

3D-simulation Dr. Ravi Dattatreya



Rotting-rosett

6-slått rosett med 14 bukter langs kanten



390 cm

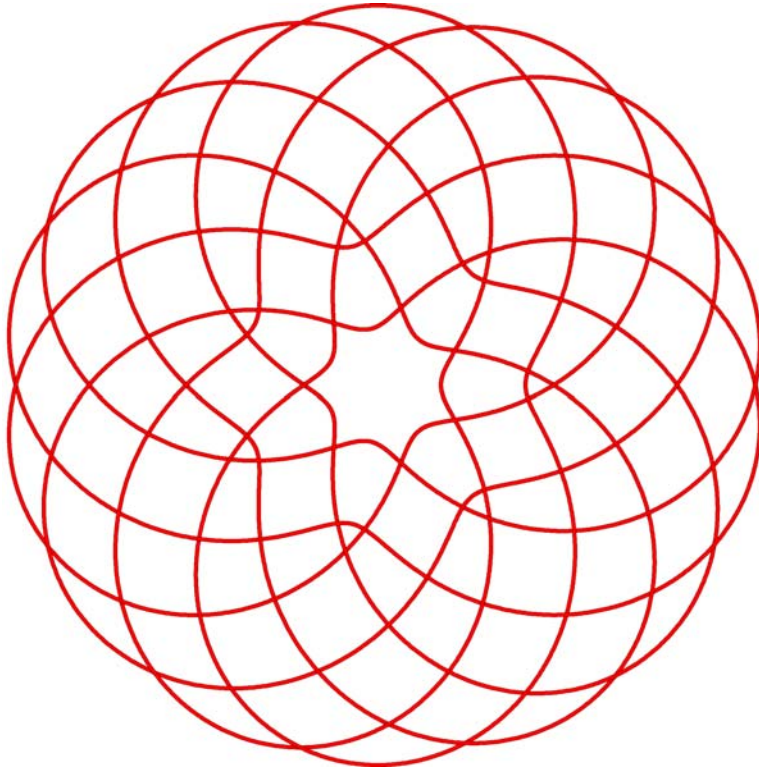
Ø 2 mm

3-dobling

3D-simulation Dr. Ravi Dattatreya

Rotting-rosett

8-slått rosett med 14 bukter langs kanten



600 cm

Ø 2 mm

3-dobling

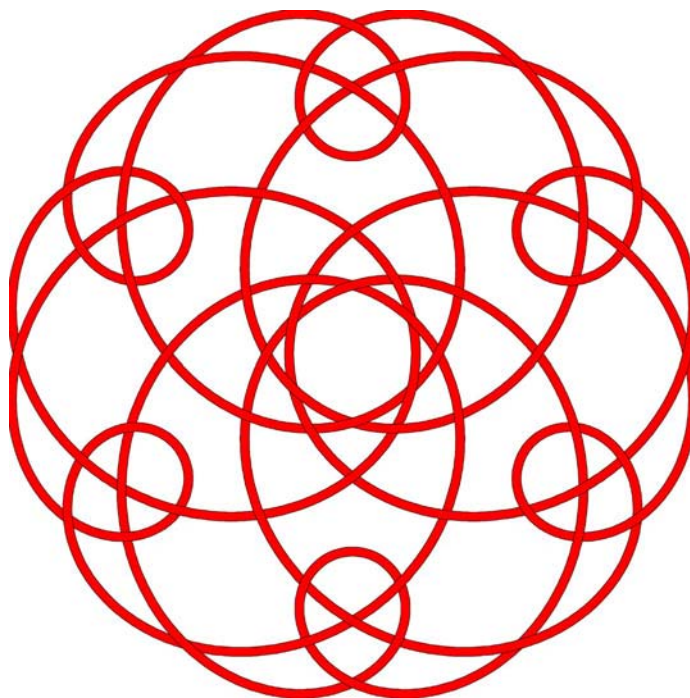
3D-simulation Dr. Ravi Dattatreya



11.6 Øye-rosett

Øye-rosett

6 øyer langs kanten



480 cm

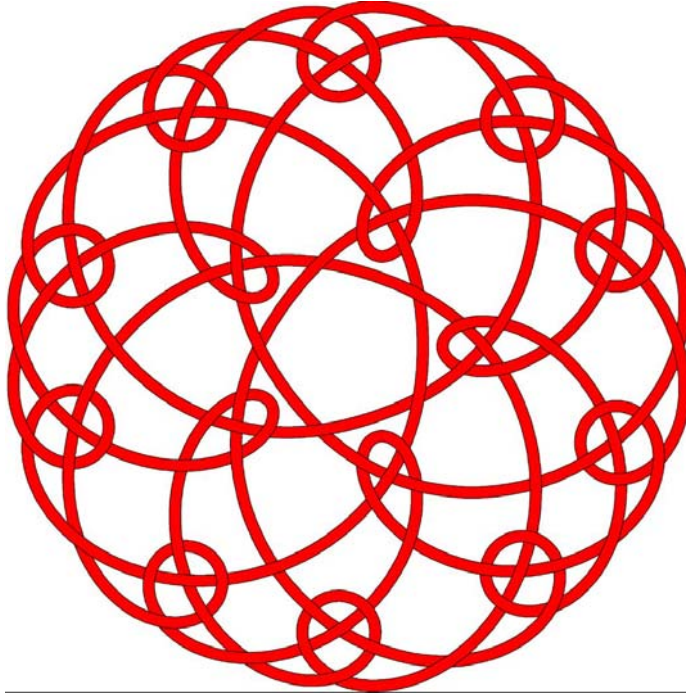
Ø 2 mm

3-dobling

3D-simulering Dr. Ravi Dattatreya

Dobbelt Øye-rosett

10 øyer langs kanten



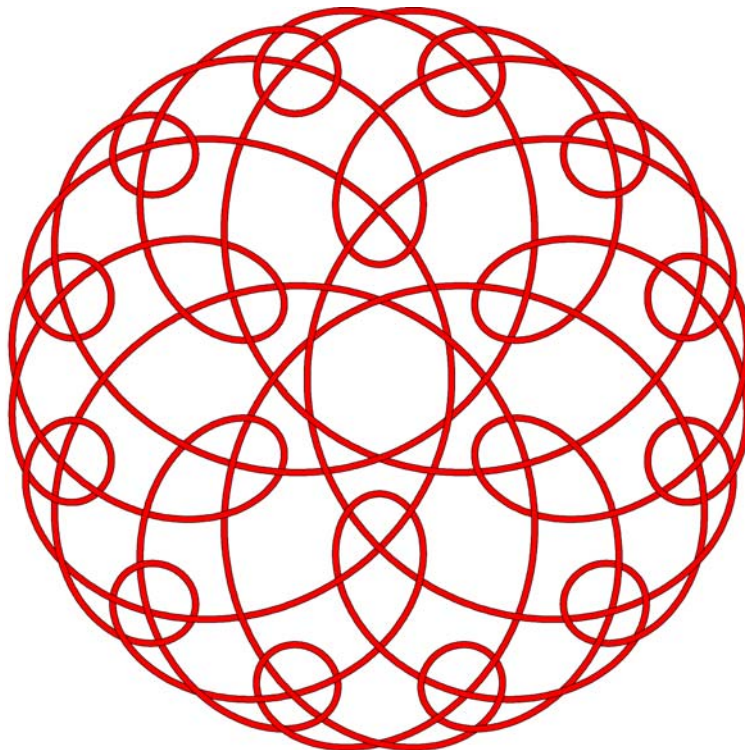
360 cm
Ø 2 mm
2-dobling

3D-simulering Dr. Ravi Dattatreya



Dobbel øyerosett

12 øyer langs kanten



400 cm

Ø 2 mm

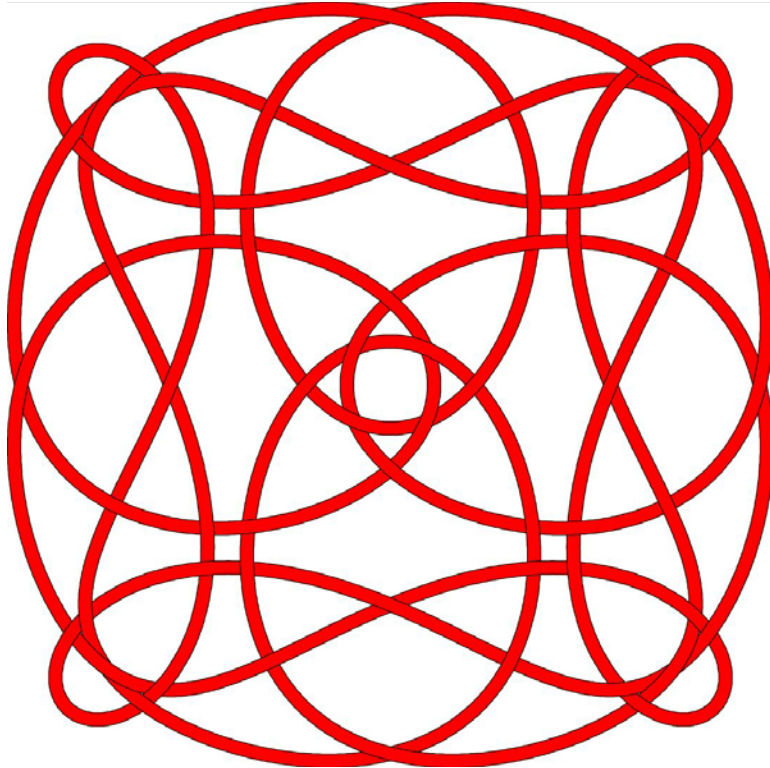
2-dobling

3D-simulering Dr. Ravi Dattatreya

11.8 Alternierende Øye-rosett

Alternierende Øye-rosett

med 8 øyer



590 cm

Ø 2 mm

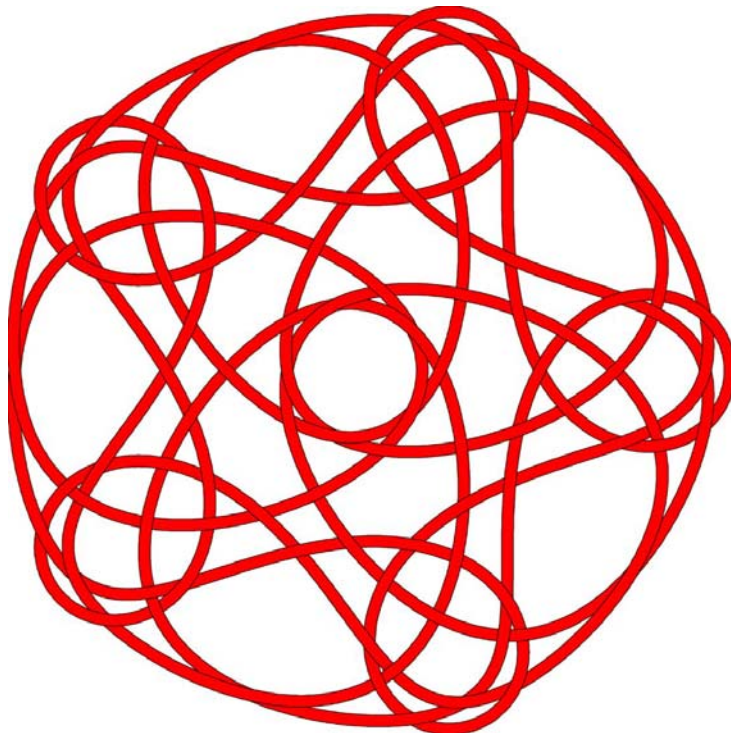
3-dobling

3D-simulering Dr. Ravi Dattatreya



Alternerende Øye-rosett

med 10 øyer



410 cm

Ø 2 mm

2-dobling


3D-simulering Dr. Ravi Dattatreya

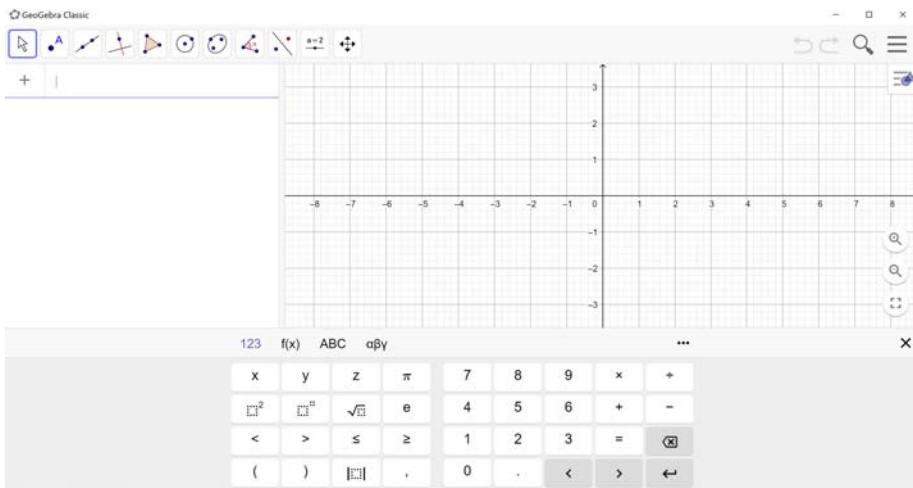
Vedlegg B Bruk GeoGebra til å tegne taurosettmønster

I dette vedlegget skal vi bruke GeoGebra til å vise hvordan vi kan tegne og eksperimentere med rosettmønster.

GeoGebra er et program som egner seg til å eksperimentere med geometri og algebra, derav navnet. Den er også godt egnet til å tegne funksjoner i et koordinatsystem. Det er det siste vi skal bruke programmet til her. Programmet kan enten installeres på PC eller kjøres i nettleseren. Installasjonen kan gjøres fra <https://www.geogebra.org/download> for så å velge GeoGebra Classic 5 eller 6 som installeres. Versjon 6 er brukt her, men versjon 5 kan være en bedre løsning for bruk av PC, mens versjon 6 passer også for iPad.

Etter at programmet er installert, så finner man ikonet for GeoGebra på skrivebordet: 

Når man trykker på ikonet  for programmet, kommer følgende startbilde opp:



Dersom man bruker PC så kan man fjerne skjermtastaturet.

Vi skal nå lage et oppsett i GeoGebra som gjør det lett å plote trigonometriske funksjoner uttrykt med x og y . Vi tar utgangspunkt i dette ligningssettet som et eksempel:

$$x = 1.6\cos(-8t) - 1.2\sin(-1t) + 5.4 \cos(6t) + 0.3 \cos(20t) \quad (11.1)$$

$$y = 1.6\sin(-8t) + 1.2\cos(-1t) + 5.4 \sin(6t) + 0.3 \sin(20t) \quad (11.2)$$


Vi ønsker å legge inn glidere (*Sliders*) for lett å kunne endre parametrene. Vi velger å definere gliderne a , b , c og d som er lengden til de roterende vektorene i vårt eksempel:

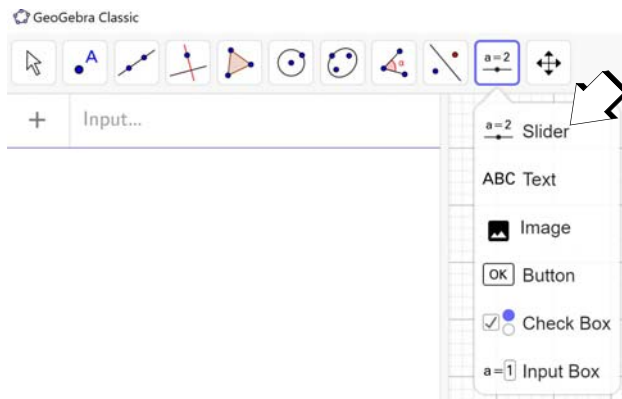
$$x = a \cdot \cos(-8t) - b \cdot \sin(-1t) + c \cdot \cos(6t) + d \cdot \cos(20t) \quad (11.3)$$

$$y = a \cdot \sin(-8t) + b \cdot \cos(-1t) + c \cdot \sin(6t) + d \cdot \sin(20t) \quad (11.4)$$

Vi starter med å definere gliderne a , b , c og d .



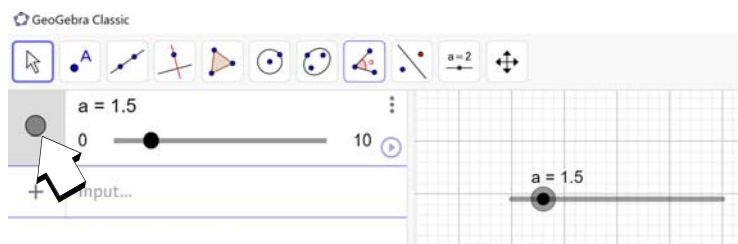
Fra menylinjen øverst til venstre velger vi symbolet  for så å velge *Slider* fra nedtrekksmenyen.



Man får da spørsmål om hvor glideren skal plasseres. Et klikk i koordinatsystemet gjør at glideren vil plasseres der. I tillegg til at den plasseres i vinduet til venstre, men først kommer det opp en innboks hvor man kan sette grenseverdiene for glideren og inkrementet som vist på figuren til høyre. Her kan man sette min. og maks. verdier og inkrementet ved flytting av glideren. Likeså kan man gi glidervariablen et navn. Her har vi naturlig nok valgt å kalle den a (ev. b , c eller d).

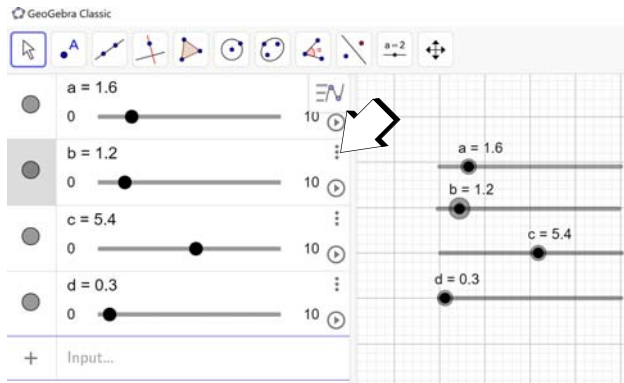


Idet man velger OK plasseres glideren i koordinatsystemet samtidig som den plasseres i vinduet til venstre. Ved å trykke på den mørke ringen til venstre (markert med pil på figuren under), kan glideren i koordinatsystemet gjøres usynlig.



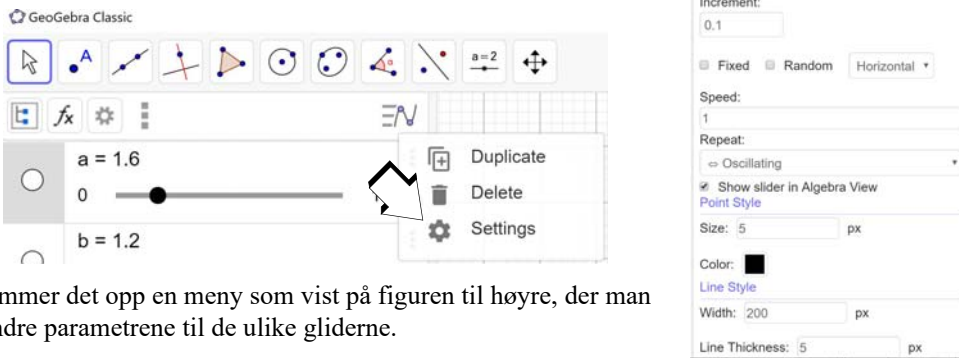
Vi gjentar denne framgangsmåten for de andre variablene b , c og d og ender opp med et bilde som

antydnet under.



Glidene kan enten flyttes med mus og pilmarkør eller ved å klikke på den aktuelle glideren for så å bruke piltastene på tastaturet. Vi fjerner glidene i koordinatsystemet før vi går videre.

Ved å klikke på de tre vertikale prikkene ved glideren (markert med pil på figuren over), så kan vi få fram en meny der vi kan slette glideren eller velge *Settings* som gir oss mulighet til å endre gliderens parametre (markert med pil på figuren under).



Da kommer det opp en meny som vist på figuren til høyre, der man kan endre parametrene til de ulike glidene.

Vi skal så legge inn ligningssettet. Dette gjøres i feltet *Input*, nederst i feltet til venstre i skjermbildet under. For parametriske ligningssett kan dette gjøres i henhold til følgende notasjon (*Curve*):

Curve(*<Expression>*, *<Expression>*, *<Parameter Variable>*, *<Start Value>*, *<End Value>*)

Et enkelt eksempel gjør dette mer forståelig:

Curve($2 \cos(t)$, $2 \sin(t)$, t , 0 , 2π)

Her er ligningen $x = 2 \sin(t)$ og $y = 2 \cos(t)$ med variabelen t som skal variere mellom $0 - 2\pi$.

Vi erstatter de to uttrykkene for x og y med de vi finner i ligningene (11.3) og (11.4). Vi velger t som vår parametriske variabel og lar denne variere fra $0 - 2\pi$ som i eksempelet foran.

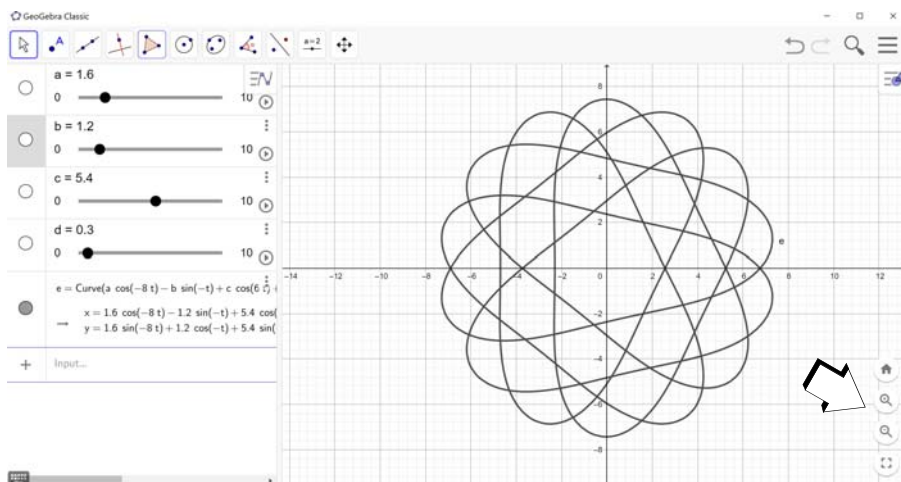
I følge notasjonen over kan vi skrive ligningssettet vårt på følgende måte:



$$\text{Curve}(a \cos(-8t) - b \sin(-1t) + c \cos(6t) + d \cos(20t), a \sin(-8t) + b \cos(-1t) + c \sin(6t) + d \sin(20t), t, 0, 2\pi)$$

Vær klar over at multiplikasjon kan indikeres med både mellomrom og en prikk.

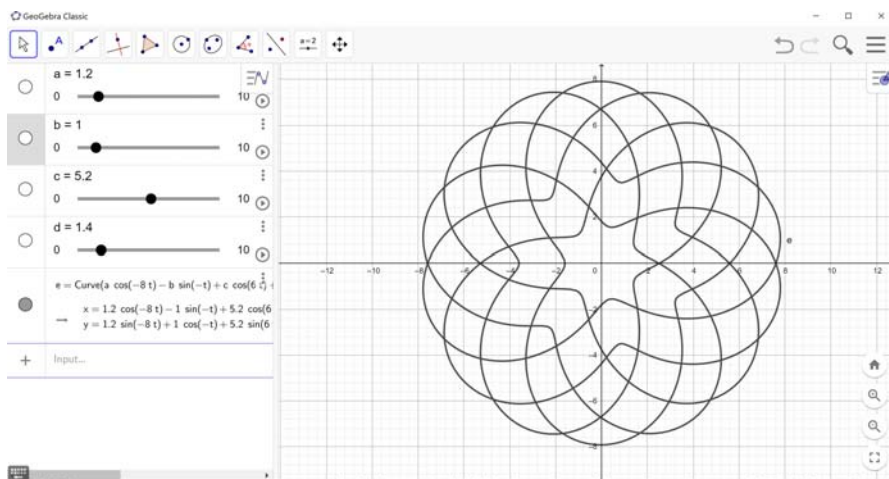
Når ligningssettet er satt inn på riktig måte, kommer gjerne kurven opp, ev. at den kommer opp så snart man trykker *Enter*. Man vil da få opp et bilde omtrent som vist under.



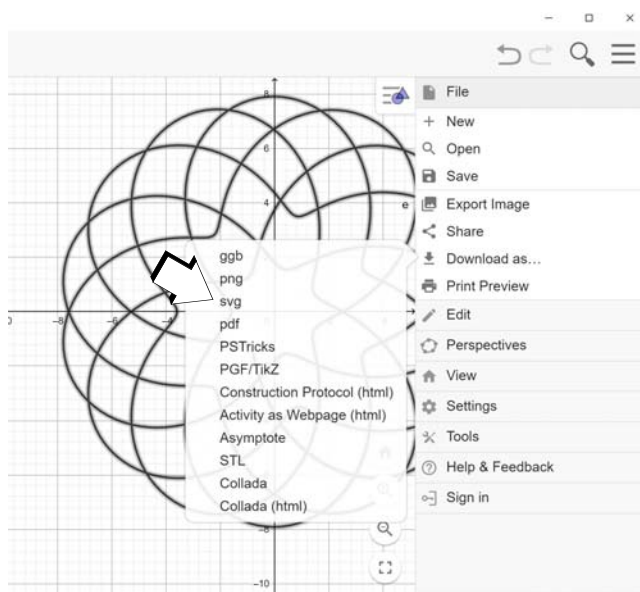
Dersom kurven er større enn det grafiske vinduet, kan koordinatsystemet skaleres ved å bruke hjulet på musa eller ved å bruke ett av forstørrelsesglassene ned i høyre hjørne (markert med pil).

Vi kan nå endre parameterverdiene ved hjelp av gliderne og på denne måten eksperimentere med ulike former. For å få figuren over setter vi $a = 1.6$, $b = 1.2$, $c = 5.4$ og $d = 0.3$.

Figuren under viser en variant som vi lett kan få fram ved å endre litt på parameterverdiene a , b , c og d . Begge disse egner seg godt for å lage rosetter med tau, men også for skjæring med laserkutter.



Vi kan nå lagre grafen for ev. videre behandling med grafisk programvare som f.eks. CorelDRAW. Ved hjelp av menyen øverst til høyre kan vi få fram ulike lagringsalternativer som vist på figuren under.

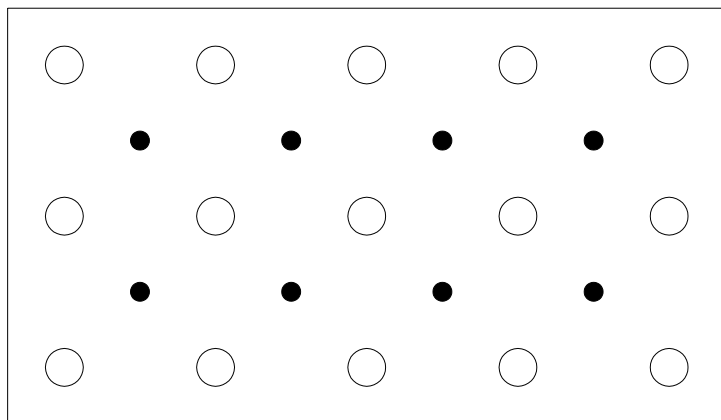
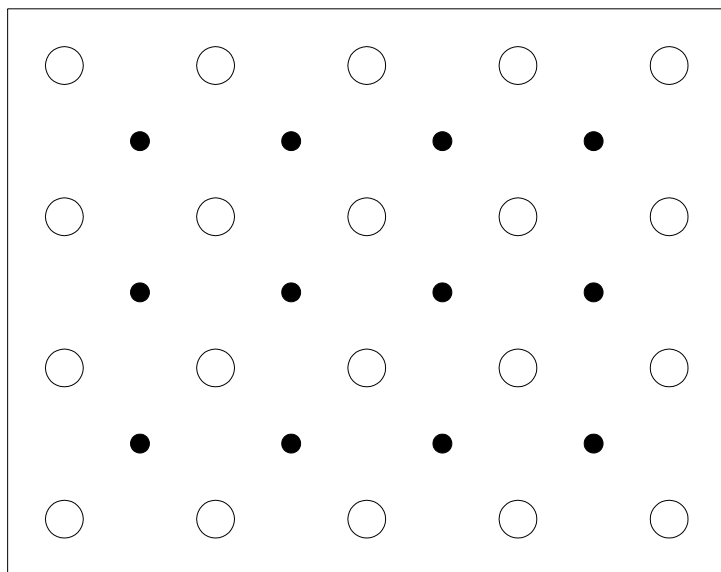


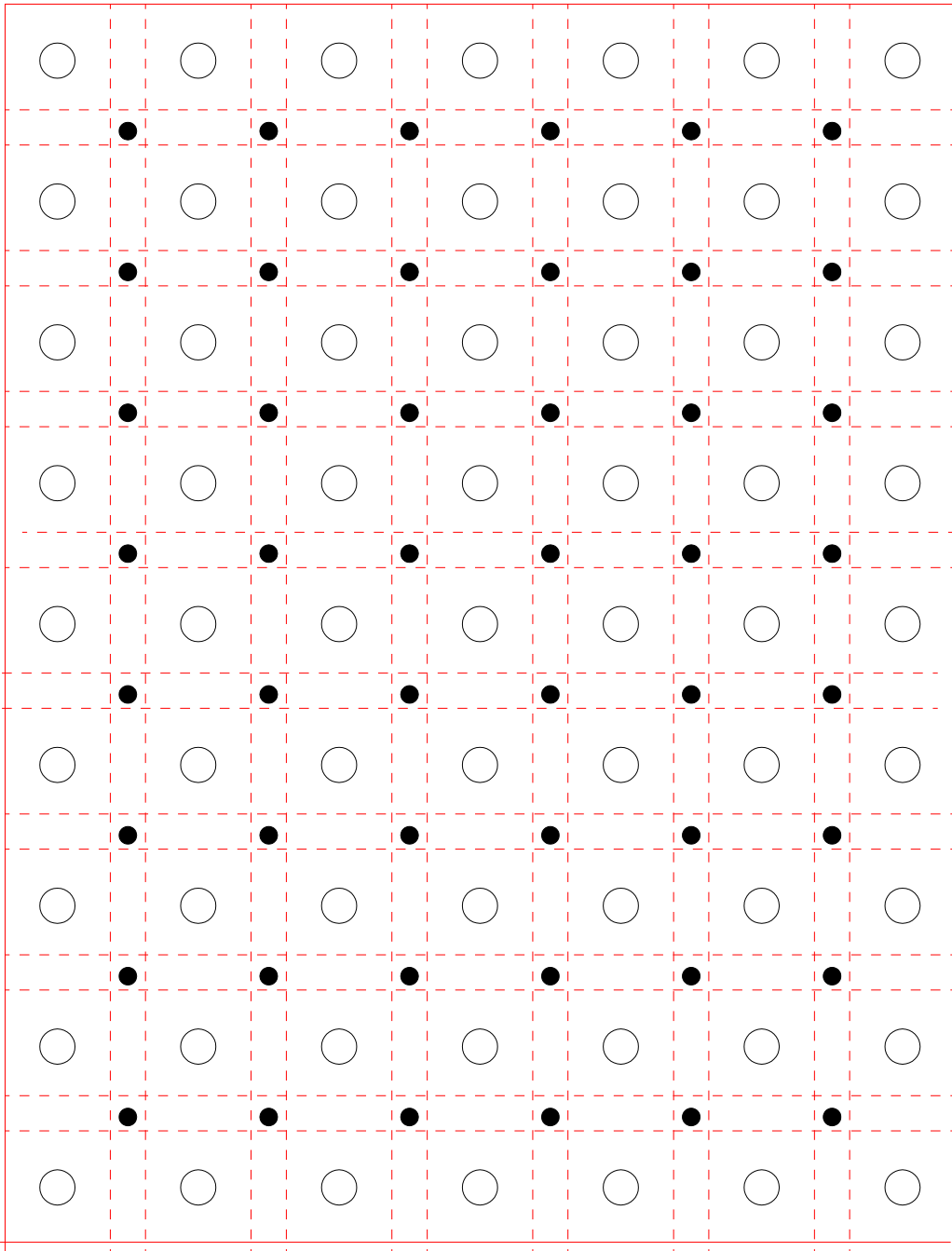
For videre bearbeiding med CorelDRAW velger vi å lagre grafen som SVG-fil (Standard Vektor Grafic). For utskrift som mal for å legge taurosetter, kan PDF-formatet brukes. Skaler etter behov.

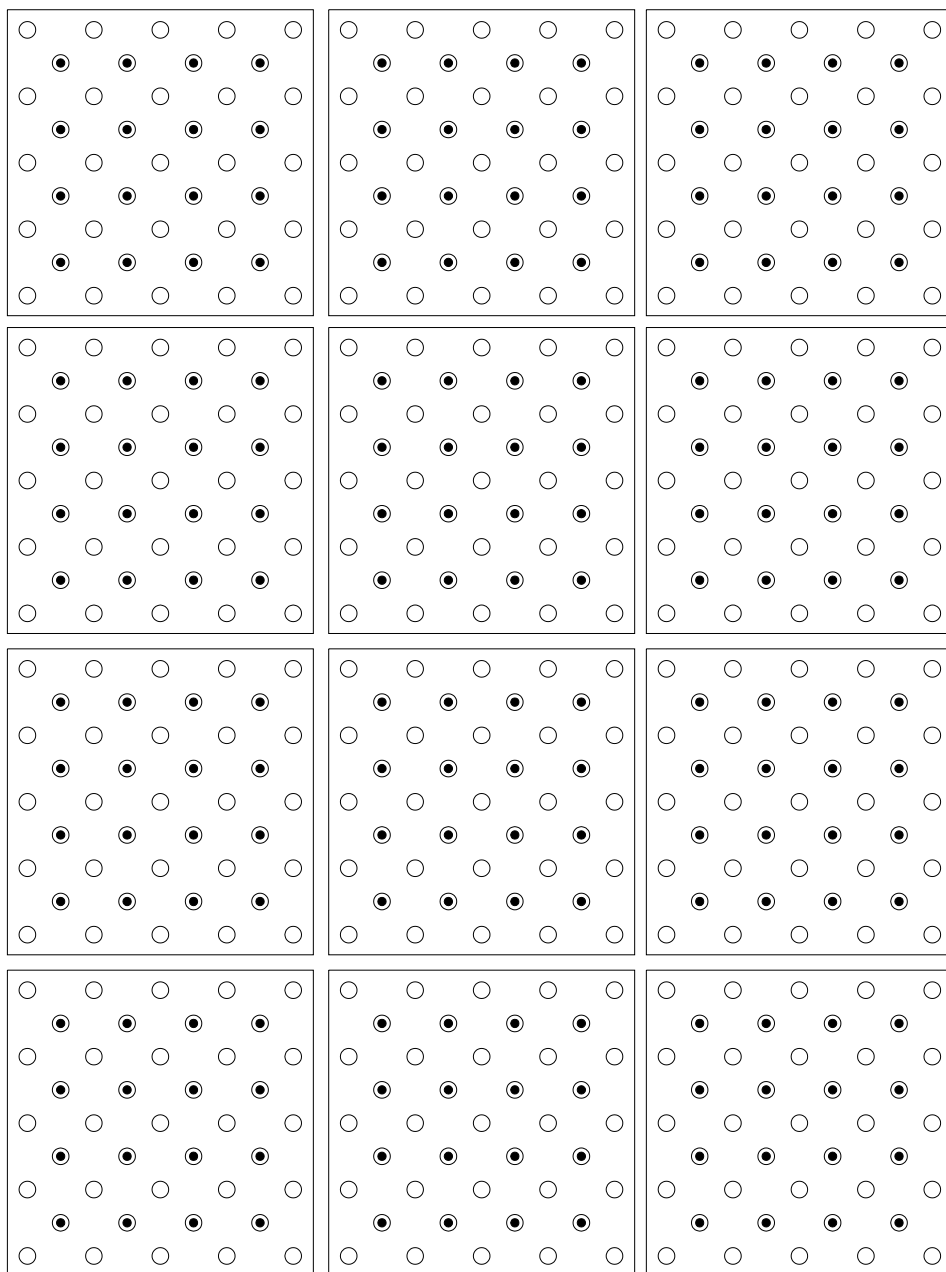
NB! I skrivende stund er det ikke funnet noen måte å legge inn konturer på SVG-filen fra GeoGebra i CorelDRAW slik det er mulig for SVG-filer fra WinPlot. Uklart hvorfor.



Vedlegg C Kopiark for tegning av keltiske mønster

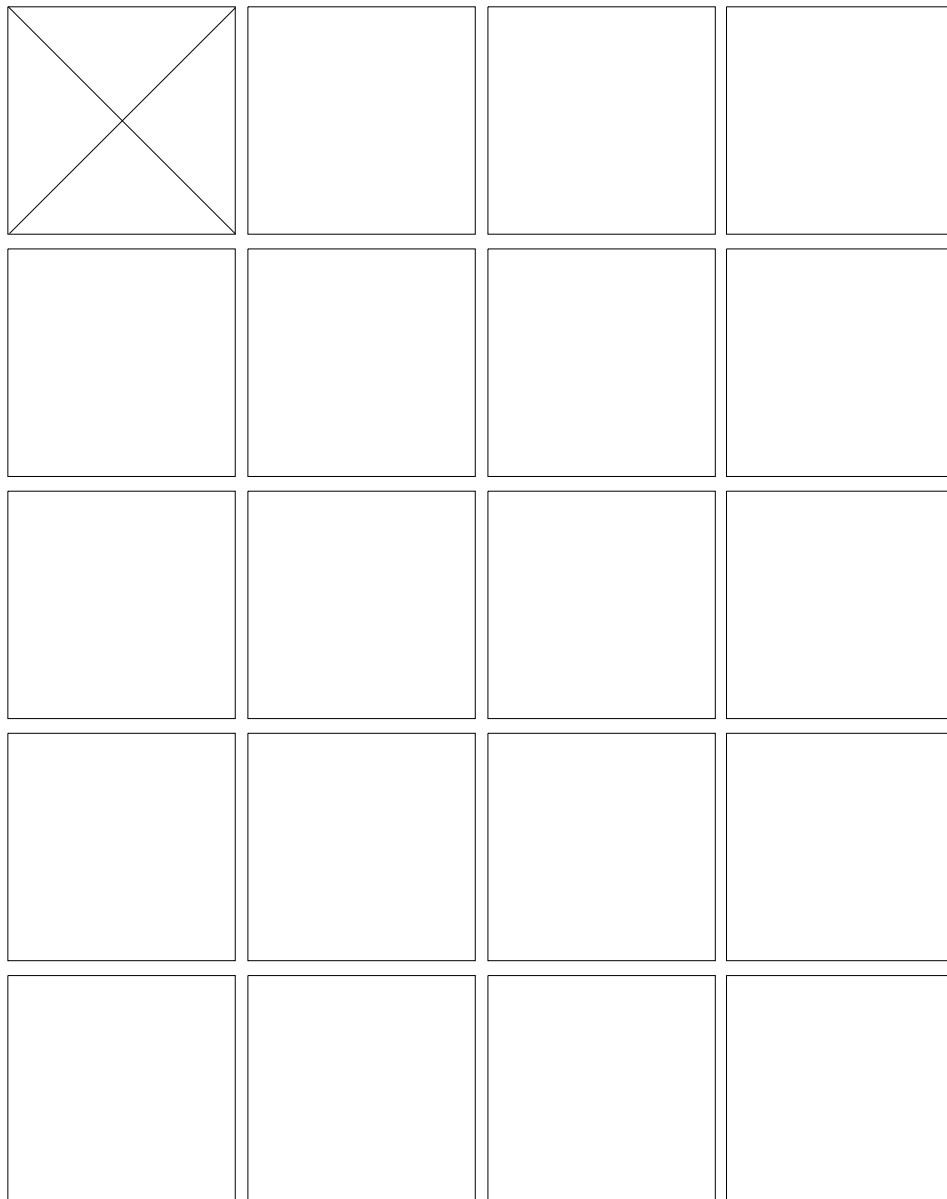






Vedlegg D Kopiark for deling av kvadrater i fire

Del kvadratene i fire like store og likedanne deler. Det første kvadratet er et eksempel.







Heftet er skrevet som en hjelp til gjennomføring av 8. samling av DeKom-tilbudet: Skapende aktivitet i klasserommet.

Målsetningen med denne åttende og siste samlingen er å gi deltakerne muligheten til knytte sammen gammel og ny teknologi, både ved at vi tar opp gammelt håndverk og tauverksarbeider og ser hvordan ny teknologi kan berike disse gamle teknologiene. I denne tradisjonen er mønster og symmetri viktige elementer.

Heftet beskriver framstilling av skåler ved hjelp av geometri og laserkutting, tradisjonell treskjæring og karveskurd, framstilling av knuter, taumatter og rosetter og viser noen enkle tautriks. En av parallellene handler om å lage enkle programmer for å generere algoritmiske mønster. Teknikken Kumihimo er også beskrevet.

Heftet er ment som en støtte under arbeidet på kursdagen, men mest som en hjelp i det etterfølgende arbeidet i klasserommet, dog ikke uten videre for utdeling til elevene.

Nils Kr. Rossing (nkr@vitensenteret.com)

Dosent i naturfagdidaktikk ved NTNU og prosjektleder ved Vitensenteret i Trondheim.

Anne Birgitte Belboe (annebirgitte@vitensenteret.com)

Lærer og skaperlærer ved Vitensenteret i Trondheim

Ola Kleiven (ola@vitensenteret.com)

Lærer og prosjektleder for Super:bit-prosjektet ved Vitensenteret i Trondheim

Rannvei Sæther (rannvei@vitensenteret.com)

Pedagog ved Vitensenteret i Trondheim

Eva H. Hagen (eva@vitensenteret.com)

Leder formidleravdelingen Vitensenteret i Trondheim