

# DET GYLNE SNITT

av  
Ellen Grøntvedt

Det Gylne Snitt  
av Ellen Grøntvedt  
Årsoppgave  
ved Steinerskolen i Trondheim.  
Våren 2003

# FORORD

I min årsoppgave har jeg valgt å skrive om ”Det gylne snitt”. Dette fordi jeg er interessert i og har lyst til å lære mer innen matematikk og naturvitenskaplige emner generelt.

Temaet var i utgangspunktet helt nytt for meg, og arbeidsprosessen har vært svært lærerik. Jeg har kommet i kontakt med mange mennesker under dette arbeidet, og det har vært både hyggelig og berikende. Jeg føler jeg er inne på et fagfelt jeg trives å jobbe med, og jeg føler meg motivert til å lære mer innen matematikk og naturvitenskap.

Under arbeid med denne oppgaven har jeg fått hjelp og veiledning fra flere personer, disse fortjener å bli nevnt her.

Først og fremst vil jeg rette en særdeles stor takk til min veileder Frode Tønne, som inspirerte meg i valg av tema for oppgave, og som under arbeidet har gitt meg grundige tilbakemeldinger og veiledning.

Videre vil jeg takke Nils H. Fløttre, som har bidratt med privat meddelelse av stoff og Hanne Alterhaug, som har lest korrektur.

En spesiell takk til Håvard Ravn Ottesen, som presenterte meg for It’s:Learning, og hjalp meg skikkelig i gang med undersøkelser via nett.

Til slutt vil jeg takke alle som har hjulpet meg med små og store spørsmål underveis.

Sist men ikke minst en kjempestor takk til min mor, Tove Grøntvedt, som har vært tålmodig og oppmuntret meg gjennom skriveprosessen.

Trondheim Mars 2003

Ellen Grøntvedt

# INNHALDSFORTEGNELSE

## KAP. I INNLEDNING

## KAP. II HISTORIKK

A. Kort historikk

B. Fibonacci

## KAP. III BESKRIVELSE

A. Matematikk

1. Definisjon

2. Det gyldne snitt

3. Det gyldne triangel

4. Pentagram

5. Graf

B. Kunst og arkitektur

1. Arkitektur

2. Kunst

C. Naturen

1. Kaninpopulasjon

2. Bienes stamtavle

3. Bladbrøk

4. Fibonaccitall i naturen

D. Mennesket

1. Navlehøyde/Totalhøyde

2. Hodets proporsjon

3. Armen

4. Fingrene

5. Tærne

6. Øret

7. Tennene

E. Dagliglivet

F. Musikken

## KAP. IV EGEN UNDERSØKELSE

A. Beskrivelse og resultat

1. Innledning
2. Linjepar
3. Penest ansikt
4. Maleri
5. Penest/styggest stående rektangel
6. Penest/styggest liggende rektangel
7. Plassering av vindu på vegg
8. Harmonisk bilde

a) Høyre/venstrehendt

B. Drøfting av resultatene

KAP. V SAMMENDRAG

KAP. VI REFERANSER

# KAP I INNLEDNING

“Was aber die Schönheit, das weiß ich nicht. Weiwohl sie vielen Dingen anhängt”. Sa den tyske renessansemaleren Albrecht Dürer (1471-1528). Som han var inne på, så berører skjønnhet mange ting. Men hva er det egentlig?

Skjønnhet er kanskje ikke noe håndfast, men heller en opplevelse av noe. Det er en egenskap, en kvalitet ved tingene. Skjønnhet blir en del av en målestokk, som måler en kvalitet på en skala fra stygt, via nøytralt til noe vakkert. Altså ligger begrepet skjønnhet øverst på den målestokken. Men skjønnhet er heller ikke absolutt, det som kan oppleves som skjønt eller vakkert i dag, kan oppleves som stygt og avleggs om noen år. Slik sett kan opplevelsen av skjønnhet også være relativ, selv om mye oppleves som tidløst vakkert. Skjønnhet kan også være tillært og kulturbetinget. Det som oppleves som vakkert i Trondheim trenger slett ikke oppleves som vakkert i Kuala Lumpur, (Indonesia). Skjønnhet er også noe som oppleves individuelt, det du synes er vakkert, er kanskje ikke vakkert i mine øyne. Allikevel er det en tilnærmet felles enighet om at det som er harmonisk og i balanse, er behagelig å se på. Når øynene ser på noe harmonisk, hviler vi ”i bilde” på en måte. Det gir oss en følelse av ro, kanskje kan vi si det slik at det gir en form for avlapping, eller rekreasjon. Men hva er det som skal til for å skape disse skjønne tingene? Finnes det standardiserte mål og hjelpemiddel til dette formålet?

Det finnes naturlover som setter standarden for ”det harmoniske”. Helt siden antikken har det eksistert kunnskap om proporsjoner som virker naturlig tilfredstillende og dermed anses som harmoniske. Det er her begrepet ”Det gylne snitt” kommer inn i min oppgave.

Det gylne snitt er et begrep som ofte brukes i sammenheng med skjønnhet. Jeg siterer fra ”Prosjektoppgave i matematikk: Det gylne snitt”, av Amundsen, Bilstad, Handeland, Grønnevik, hvor det skrives: *”Ved siden av å inneha en viss matematisk eleganse, viser det seg at en slik deling av et linjestykke gir en opplevelse av harmoni.”*

I flere av mine litteraturhenvisninger blir jeg møtt med uttalelser og påstander om at ting som står i det gylne snitts forhold, ofte gir den beste opplevelsen av harmoni og skjønnhet. Bare navnet antyder jo at det er noe ekstra, noe ”gyllent”, med dette snittet.

**Definisjon 1:** ”Det gyldne snitt” har sitt opphav i matematikken, og kan kort forklares som forholdstallet  $1:1.618$  eller  $1:0.618$ . Dette tallforholdet finner man igjen ved en rekke tilfeller i naturen, i arkitekturen, kunsten og mer.

**Definisjon 2:** Gyldne snitt, geometrisk deling av en linje eller flate i to deler, slik at den minste forholder seg til den største som den største som den største til hele linjen.

**Det gyldne snitt** er et måleforhold mellom to deler av en linje, eller mellom kort- og langsiden i et rektangel, som forholder seg til hverandre som ca. 5 til 8. Mange ting i vår hverdag har dette forholdet. For eksempel fyrstikkesker og normalformat på fotografier. (Haabesland og Vavik:204)

I denne oppgaven vil jeg undersøke og belyse hvordan det gyldne forhold, som er et tall:  $0.618/1.618$ , kan spille inn i estetikken, kunsten, mennesket, musikken og naturen.

Det gyldne forhold,  $0.618/1.618$  dreier seg jo i bunn og grunn kun om et tall. Hvordan kan dette forholdet spille inn i disse sidene av livet?

Ingen argumenter kan overbevise en blind mann om blomstens skjønnhet, han må selv se den. Dette angår det meste her i tilværelsen, vi er alle blinde for noe: det er ikke alt øyet ser ved første øyekast. Vi ser kun overflaten, men hva med det som ligger under? Er det en grunn til at noe ser penere ut enn andre ting?

Finnes det hjelpemidler vi kan benytte oss av i jakten på å skape det ”perfekte”? Kan vi frembringe skjønnhet ved hjelp av for eksempel matematikk, henger matematikk og estetikk sammen?

Denne oppgaven består av et litteraturstudie og egne undersøkelser. Jeg vil undersøke om det gyldne snitt finnes i mennesket (ved å utføre målinger), hos enkeltpersoner og større undersøkelser. Jeg vil foreta en stor undersøkelse med NTNU-studenter for å få deres oppfattelse av skjønnhet i estetikk og kunst.

# KAP. II KORT HISTORIKK

## A. Kort historisk tilbakeblikk

Rundt 300 f.Kr. skrev den greske matematikeren Euklid 13 bøker som inneholdt alt det grekerne den gang kjente til av matematikk. Serien ble kalt "Euklids Elementer", og det er hevdet at dette er det mest leste verket nest etter bibelen. Store deler av bøkene er bygd på tidligere matematiske verker som senere har gått tapt. Det er derfor vanskelig å anslå hvor mye av stoffet som var hans eget. Mye av innholdet går ut fra det han selv kalte selvinnlyste sannheter (aksiomer), som for eksempel "et punkt er noe som ikke kan deles", "i en likesidet trekant er tre sider like lange" og "en linje er korteste vei mellom to punkter".

Forholdet "det gyldne snitt" blir også omtalt i disse bøkene, her står det blant annet at "the line  $AB$  is divided in extreme and mean ratio by  $C$  if  $AB:AC = AC:CB$ ".<sup>1</sup>, hvilket betyr at linjen  $AB$  deles inn i et punkt  $C$ , som gjør at  $AB$  forholder seg til  $AC$ , som  $AC$  forholder seg til  $CB$ .

Det dreier seg om en harmonisk deling av et linjestykke.

Denne definisjonen står skrevet i bok IV, mens i bok II finner vi konstruksjoner til emnet.

I følge Jesper Frandsens bok "De(t) gyldne snit", oppsto navnet "Det gyldne snitt" da en tysk matematiker ved en misforståelse blandet de to uttrykkene "regula aurea" (oversatt: "den gyldne regel") og "secho divina" (oversatt: "guddommelige snitt"), slik at det ble "sectio aurea" (oversatt: "det gyldne snitt"). Dette skjedde i 1835, og siden har det i Tyskland og Norden blitt kalt "det gyldne snitt", mens det i andre land gjerne blir omtalt som "den guddommelige brøk".

---

<sup>1</sup> Sitat hentet fra: [http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Golden\\_ratio.html#s18](http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Golden_ratio.html#s18)



## B. Fibonacci

Den italienske matematikeren Leonardo Pisano (ca 1170-1250) utviklet en av verdens mest berømte tallrekker. Denne har sammenheng med forholdstallet til det gyldne snitt.



Leonardo var sønn av William Guilielmo og medlem av Bonacci familien.

Han er bedre kjent under navnet Fibonacci (kort form av "Fil Bonacci", som betyr "sønn av Bonacci").

Det er lite vi vet om han som person. Han var født i Italia, men vokste opp i Nord Afrika, hvor hans far arbeidet. Leonardo var utdannet munk og matematiker. Det lille vi for sikkert vet om Leonardo, er det han selv har skrevet i andre versjon av sitt mest berømte verk, "Liber Abacci". Boka ble først utgitt i 1202, men den nye utgave kom i 1228. Først i 1857 ble boken oversatt (av Boncompagni), det er denne vi finner igjen i dag. De andre bøkene har gått tapt.

"Liber Abacci" hadde en viktig rolle i utviklingen av matematikken. Det var blant annet gjennom dette verket vi europeere fikk kjennskap til det arabisk-indiske (hinduarabiske) tallsystemet. Dette er de tallene vi kjenner i dag, og de som erstattet romertallene.

Matematiske skrifter av Fibonacci:

Liber Abacci (The book of calculation) 1202 (1228)

Practica Geometriae (The Practice of Geometry) 1220

Liber Quadrorum (The Book of Geometry) 1225

Flos (The Flower) 1225

Letter to Master Theodore

(Det er ikke kjent verken når eller hvordan Fibonacci døde.)

---

<sup>2</sup> Bilde hentet fra nettsiden <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/BigPictures/Fibonacci.jpeg>

Det som er vesentlig for oss i denne sammenheng, er den berømte tallrekken Fibonacci oppdaget (Fibonaccis tallrekke).

Den går slik: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89 osv

Hvert ledd i rekken oppstår av summen av de to foregående, altså slik:

$0+1=1$ ,  $1+1=2$ ,  $1+2=3$ ,  $2+3=5$ ,  $3+5=8$ ,  $5+8=13$ ,  $8+13=21$ ,  $13+21=34$ , osv

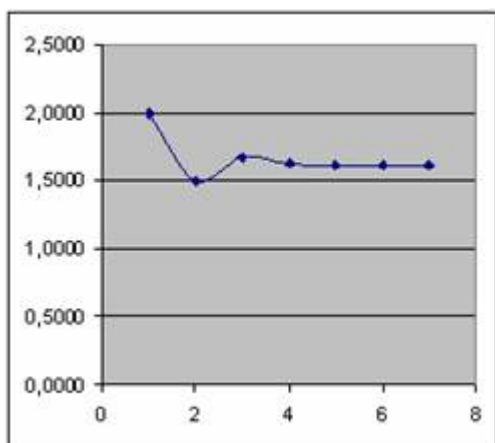
Men det som er ekstra bemerkelsesverdig, er om man tar to fibonaccitall som står ved siden av hverandre og deler den største på den minste, får vi en sum som ligner (går mot) det gyldne snitt, som tidligere beskrevet er 0.618 eller 1.618.

$2/1=2.00$ ,  $3/2=1.5$ ,  $5/3=1.66$ ,  $8/5=1.60$ ,  $13/8=1.625$ ,  $21/13=1.615$ ,  $34/21=1.619$ , osv

Eller vi kan dele den minste på den største, og vi får en sum som nærmer seg 0.618. Begge summer er omtalt som det gyldne snitt.

$1/2=0.5$ ,  $2/3=0.66$ ,  $3/5=0.60$ ,  $5/8=0.625$ ,  $8/13=0.615$ ,  $13/21=0.619$ ,  $21/34=0.617$ , osv

Det er lettere å se hva som skjer om vi setter forholdene inn i en graf:



Graf: Ellen Grøntvedt

Vi ser av grafen at forholdet beveger seg mot en bestemt verdi, nemlig 1.618... som er det gyldne snitt. På veien svinger forholdstallet fra å gå like over, til å gå like under  $\phi$ .

Den amerikanske matematikeren Mark Barr kalte dette forholdet for *Phi*. Dette er den greske bokstaven  $\phi$ , som er initialen på Phidias navn (gresk gudinne). Dette blir brukt til å angi det gyldne forhold, altså  $\phi=1.618$ . Dette er et ganske merkverdig tall, for eksempel vil  $1/\phi$  bli 0.618...,  $\phi$  bli 1.618... og  $\phi^2$  bli 2.618... De samme desimalene gjentar seg.

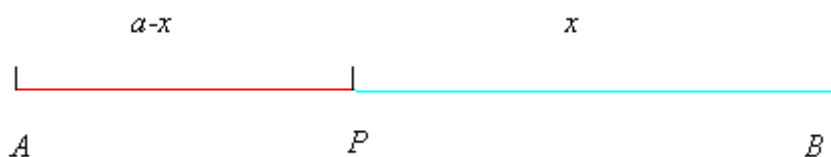
Fibonaccis tallrekke finner vi igjen en rekke steder, blant annet i naturen. Fibonacci selv har pekt på et tenkt kaninforsøk; utviklingen av kaninpopulasjon. Mer om dette i neste kapittel.

# KAP. III BESKRIVELSE

## A. Matematikk

### 1. Definisjon

Det gyldne snitt er definert som et geometrisk forholdstall (delingsforholdet blir også kalt *høydeling*). Se på figuren nedenfor. Der deler punktet  $P$  linjestykket  $AB = a$  på en bestemt måte. Vi kaller  $PB$  for  $x$ .



Vi sier et  $P$  høydeler linjestykket  $AB$  hvis:

Den største delen (blå) forholder seg til den minste delen (rød) som hele linjestykket forholder seg til den største delen.

Dette kan vi skrive slik:

$$\frac{PB}{AP} = \frac{AB}{PB} \Rightarrow \frac{x}{a-x} = \frac{a}{x} \Rightarrow x^2 = a \cdot (a-x)$$

Definisjonen av Det gyldne snitt (eller høydelingen av et linjestykke) er gitt ved uttrykket ovenfor.

For å finne det gyldne snitt, dvs forholdet  $\frac{a}{x}$  eller det inverse forholdet  $\frac{x}{a}$ , må vi først løse andregradslikningen ovenfor. Ordnet kan vi skrive den slik:

$$x^2 + ax - a^2 = 0 \Rightarrow x = \frac{-a \pm \sqrt{a^2 + 4a^2}}{2} = \frac{-a \pm a\sqrt{5}}{2}$$

Siden  $x$  må være et positivt tall, kan vi bare bruke + i uttrykket. Da blir:

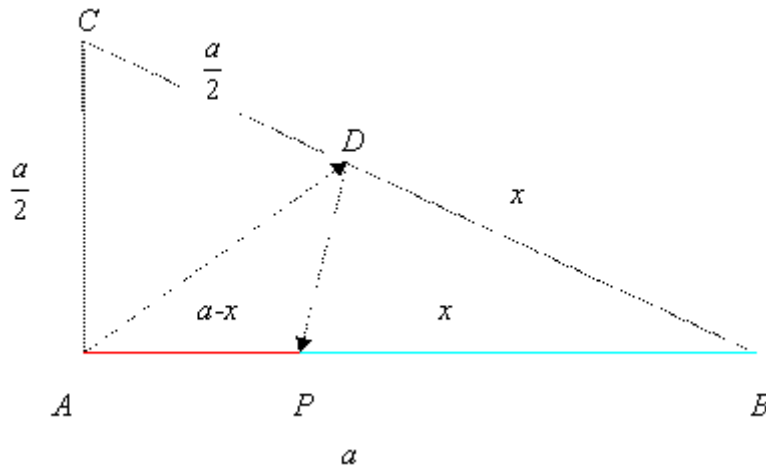
$$x = \frac{-a + a\sqrt{5}}{2} = a \cdot \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \Rightarrow \frac{x}{a} = \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \approx 0,618$$

Den inverse verdien blir:

$$\frac{x}{a} = \frac{2}{\sqrt{5} - 1} = \frac{\sqrt{5} + 1}{2} \approx 1,618$$

### Å dele et linjestykke i det gyldne snitt

Figuren nedenfor viser hvordan vi med passer og linjal kan finne det punktet  $P$  som høydeler linjestykket  $AB$ . La linjestykket  $AB = a$  være en av katetene i en rettvinklet trekant. Halver linjestykket  $AB$  og sett av halvparten som den andre kateten,  $AC = \frac{a}{2}$ . Sett passerspissen i  $C$ , med radius  $AC$  slår man en bue som treffer hypotenusen i  $D$ . Flytt passerspissen til  $B$ , med radius  $BD$  trekker man en sirkelbue ned til linjestykket  $AB$  Der er punktet  $P$ . (I mangel av passer i dette tegneprogrammet, må vi nøye oss med piler).

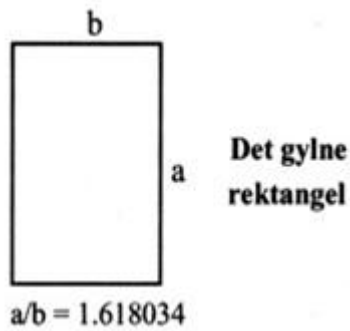


Nå kan vi bruke "pytagoras" til å vise at vi har samme forhold mellom  $a$  og  $x$  som ovenfor:

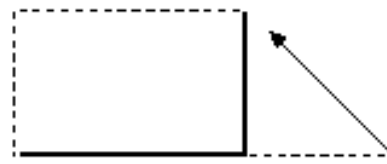
$$BC^2 = AC^2 + AB^2 \Rightarrow \left(\frac{a}{2} + x\right)^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + a^2 \Rightarrow \frac{a^2}{4} + 2 \cdot \frac{a}{2}x + x^2 = \frac{a^2}{4} + a^2 \Rightarrow x^2 + ax - a^2 = 0$$

Dette er vist fordi vi får den samme andregradslikningen som vi hadde ovenfor.

## 2. Det gygne rektangel



3



Figur: Ellen Grøntvedt

Et rektangel som har sideforholdet 1.618, kalles et gyllent rektangel. Det betyr at langsiden

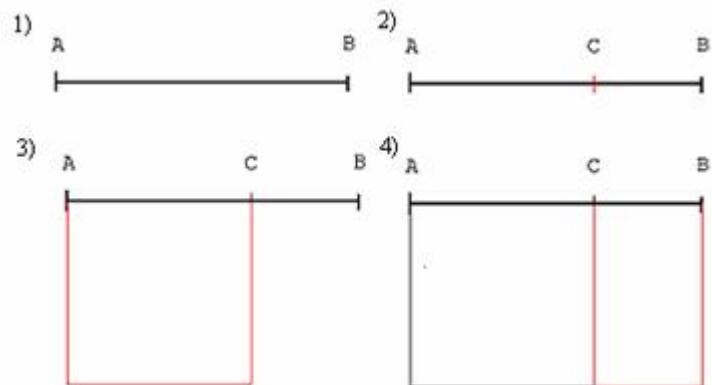
(a) delt på kortsiden (b) er lik phi. Vi kan kort skrive det som ligningen:  $a / b = \phi$

Denne spesielle rektangelformen skal i følge tradisjonene være særlig behagelig å dvele ved for det menneskelige øyet.

### *Konstruksjon av et gyllent rektangel*

Å konstruere et slikt rektangel kan gjøres på forskjellige vis, i det følgende vil jeg gi en trinnvis beskrivelse av noen fremgangsmåter:

- 1) Tegn et linje stykke AB.
  - 2) Avsett C, slik at C deler linja i det gygne snitt.
  - 3) Et kvadrat med siden AC tegnes.
  - 4) Og et rektangel føyes til.
- Omkretsen av firkanten gir oss et gyllent rektangel.



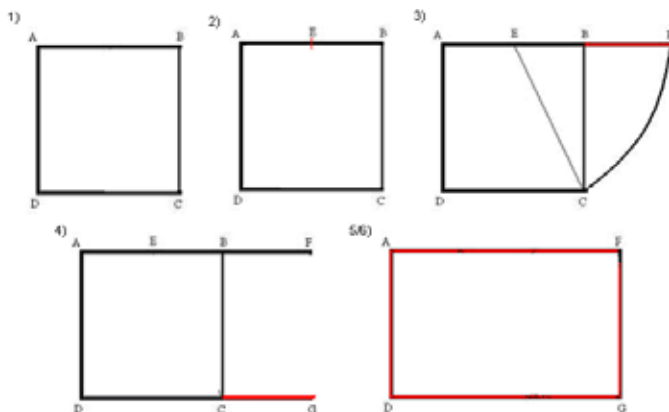
Figur: Ellen Grøntvedt

3

<sup>[3]</sup> Bilde hentet fra [http://www.apollon.uio.no/2000\\_3-4/bilder/fig4.jpg](http://www.apollon.uio.no/2000_3-4/bilder/fig4.jpg)

Alternativ metode:

- 1) Tegn et kvadrat, ABCD.
- 2) Del linja AB i to, kall dette punktet E.
- 3) Sette passeren i punktet E. Med EC som radius, slår man en bue som treffer en eventuell fortsettelse av linja AB. Forleng linjen og sett det nye punktet som F.
- 4) Forleng siden CD tilsvarende, slik at den blir like langt som AF. Enden av linja kaller vi G.
- 5) Trekk ei linje mellom F og G.
- 6) Med sidene AFGD har vi nå et gyllent rektangel

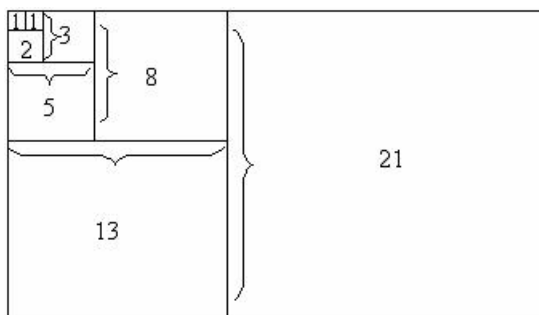


Figur: Ellen Grøntvedt

Den neste metoden går nøyaktig ut fra fibonaccitallene.

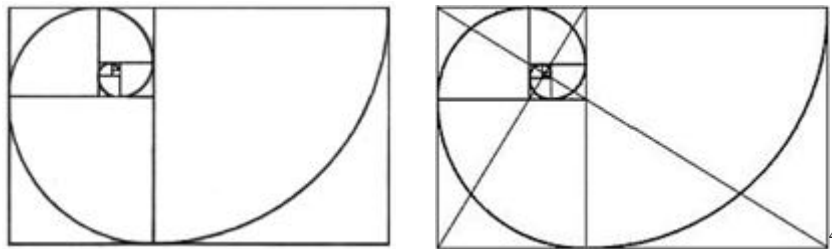
Om vi startet med et kvadrat med sidelengde 1 (det første fibonaccitallet), og legger et nytt tilsvarende kvadrat ved siden av (1+1 – de to første fibonaccitallene), kan vi ut fra dette på en enkel måte få uendelig med gylne rektangler.

Videre legger vi et nytt og større kvadrat som har siden fra de to foregående. Det gylne rektangelet vil her være produktet av det nye kvadratet pluss det foregående. Jo flere kvadrater man føyer til, jo mer nøyaktig treffer vi  $\phi$ .



Figur: Ellen Grøntvedt

Hvis man trekker ei linje gjennom hvert av hjørnene i disse firkantene, får vi den såkalte Fibonacci-spiralen, eller ”Den Logaritmiske Spiral”



Drar man diagonalen til det gyldne rektangel, slik som vist over, vil man finne sentrum til spiralen. De to diagonalen er her dratt gjennom de to største rektangelene, men studerer vi bildet litt nærmere ser vi at de også er diagonalen til alle de andre gyldne rektangelene. Denne spiralen finner vi igjen flere steder i naturen, noe vi kommer tilbake til.

### *Rektangelet i dagliglivet*

Det er flere ting vi daglig omgir oss med, som har et forholdet som ligger nært det gyldne rektangel.

- Et spillekort
- Et bankkort
- En fyrstikkeske
- En sigarettpakke



Foto: Ellen Grøntvedt

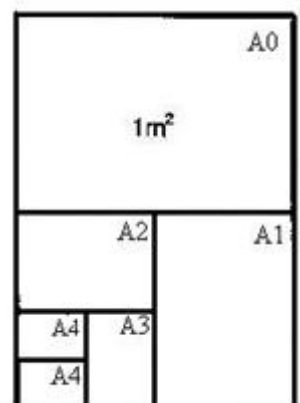
For meg var det naturlig å måle sidene på et A4 format, i og med at dette er det mest brukte i dag. Dette ga efor øvrig et nedslående resultat.

Ved måling fant jeg at grunnlinja var 29,7 cm, og høyden 21 cm.

$29.7/21 = 1.4$ . - med andre ord er det ikke et gyldent rektangel.











Standardformatet for papir er i utgangspunktet tatt fra formatet A0, som har arealet:  $1m^2$ . Ved gjentatte halveringer av den lengste side, får vi etter hvert formatene A1, A2, A3 osv. A4 er altså det formatet vi får etter 4 gjentagende halveringer av formatet A0.

Figuren viser forholdene mellom papirformatene A0-A4



<sup>4</sup> Bildet hentet fra [http://www.nexusjournal.com/images\\_number1/Sharp\\_v4n1-10.GIF](http://www.nexusjournal.com/images_number1/Sharp_v4n1-10.GIF)

*Fechners undersøkelse:* Den tyske psykologen Gustav Theodor Fechner gjorde en undersøkelse blant flere hundre personer. I forbindelse med en kunstutstilling i 1876, la han frem en serie med firkanter i ulike størrelser, han ba besøkende rangere disse etter hva de fant ”penest” og ”styggest”. Resultatet, som står oppskrevet i tabellen under, virket overbevisende. Tre andre menn gjorde et tilsvarende forsøk noen år senere. Dette var Witmar (1894), Lalo (1908) og Thorndike (1917). Resultatet ble omtrent likt i alle tilfeller. Følgende tabell viser Fechners berømte resultater

	Forholdet mellom lengden av sidene i rektangelet	Peneste rektangel	Styggeste rektangel
	A: 1.00	3.0%	27.8%
	B: 0.83	0.2%	19.7%
	C: 0.80	2.0%	8.4%
	D: 0.75	2.5%	2.5%
	E: 0.69	7.7%	1.2%
	F: 0.67	20.6%	0.4%
	G: 0.618	<b>35.0%</b>	<b>0.0%</b>
	H: 0.57	20.0%	0.8%
	I: 0.50	7.5%	2.5%
	J: 0.40	1.5%	35.7%

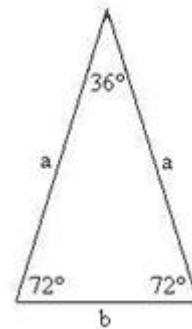
Som en kan lese av tabellen så kom det gyldne snitt (G) overlegent best ut. Videre er det de to nærliggende, F og H, som scorer høyest. Det var ingen som valgte G som styggeste alternativ. Fechners konklusjon ble dermed at et gyldent rektangel var mer tiltalende og harmonisk enn de andre.

I ettertid har Fechner blitt kritisert for å utførte undersøkelse utelukket blant kunstinteresserte.

### 3. Det gyldne triangel



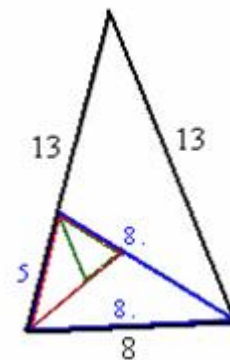
Et gyllent triangel er en likebenet trekant, hvor vinklene på de to benene som går opp fra grunnlinja er  $72^\circ$  og hvor toppvinkelen er  $36^\circ$ . Forholdet mellom benene (a) og grunnlinja (b) i trekanten er lik det gyldne snitt. Deler vi a på b, får vi  $\phi$ . Altså:  $a/b=1.618$



Figur: Ellen Grøntvedt

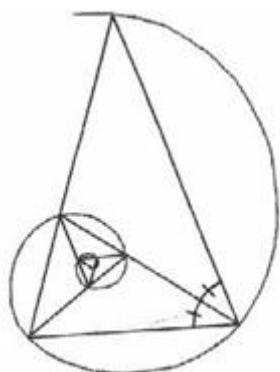
Fibonaccitallene kan være veiledende i konstruksjonen av denne type trekant. Man kan konstruere et slikt triangel ved hjelp av to nabetall, for eksempel 8 og 13. Her vil den korteste del, 8, tilsvare grunnlinja (b), mens den lengste, 13, vil være måleenheten hos langsiden (a). Vinklene vil alltid bli  $72^\circ$  og  $36^\circ$

Med utgangspunkt fra dette triangelet kan man bygge ut flere, både mindre og større, gyldne trekantar. Vi kan for eksempel benytte grunnlinjens lengde **8**, som den lengste lengden i et nytt triangel. Ved å konstruere en ny linje med samme lengdeenhet, **8**, kan vi danne en ny trekant. Plasser denne slik at den går fra et av de nedre hjørnene av den opprinnelige trekanten, la den falle på langsiden, **13**, **5** enheter fra grunnlina (se blå trekant, med blå tall). Vi har nå et nytt gyllent rektangel inni det originale. Grunnlinjelengden er her **5**, sidelengdene er **8**. Slik kan man fortsette innover.



Figur: Ellen Grøntvedt

Ved å trekke buer mellom de forskjellige hjørnene i triangelet, får vi igjen dannet den logaritmiske spiral.



5

*Den logaritmiske spiral* (Også kalt "Den gyldne spiral".)

Som vi alt har vært inne på, har den logaritmiske spiral sammenheng med det gyldne snitt.

<sup>5</sup> Bilde er hentet fra "Den matematiske krydderhylle" av Nils Kr. Rossing. Side 141.

Det som er interessant med denne spiralen, er at vi finner den igjen i naturen, som for eksempel skallet til blekkspruten *Nautilus Pompilius*, og enkelte snegler (eks. Tårnsneglen).



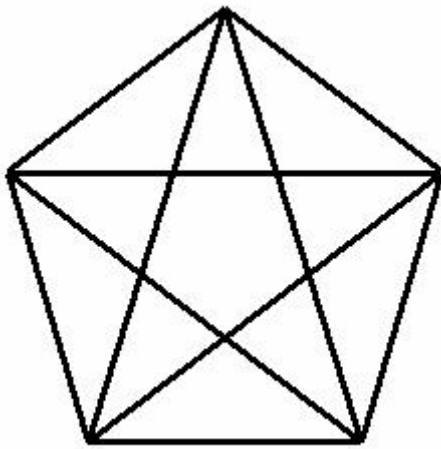
Skallet til blekkspruten *N. Pompilius* er formet som en logaritmisk spiral.

---

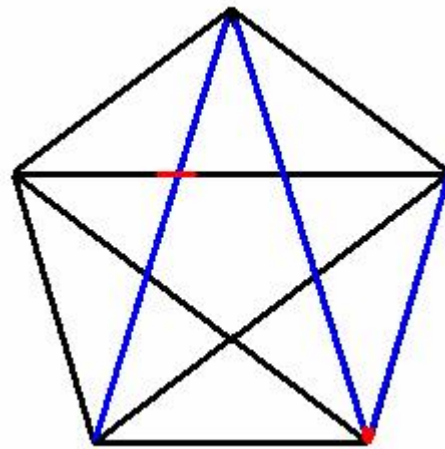
<sup>6</sup> Bildet er hentet fra <http://www.dr.dk/videnom/images/67naturformer/130/natur2016.jpg>

## 4. Pentagram

Aller først vil jeg redegjør for de to uttrykkene ”pentagon” og ”pentagram”. Ordet pentagon kommer fra det greske ”pente” og ”gonos”, som for øvrig betyr ”fem” og ”vinkel”, altså får vi en femkant. Femkanten er regulær, det vil si at den har like lange sider og like store vinkler. Pentagrammet er ei femstjerne som har røtter i femkanten. Forlenger man pentagonens sider får vi pentagrammet. Eller, en kan trekke linjer mellom annenhver hjørne i femkanten, også her vil femstjerna oppstå.



Figur: Ellen Grøntvedt



Figur: Ellen Grøntvedt

Hver diagonal (linjestykket fra hjørne til hjørne), blir krysset av to andre diagonaler. Hvis man tar for oss kun en av disse krysningene, vil diagonalen deles i to: en liten og en stor del. Forholdet mellom den lange og den korte står i det gylne snitt.

Ser vi på sammenhengen mellom sidene og diagonalene i pentagonet, vil vi også her finne det gyldne snitt.

Femstjerna er et ofte benyttet symbol. Det har lenge vært et tegn på noe som beskytter oss mot de onde makter. I Norge skar man ofte inn symbolet over sengen, da dette skulle beskytte mot mareritt. Pentagrammet, eller marekorset, ble også hengt over dører og vinduer, for å skremme marene fra å komme inn.<sup>7</sup> I Goethes ”Faust” fortelles det at Faust hadde tegnet et pentagram over døra si, men han hadde slurvet da han tegnet stjerna, slik at det var en åpning i vinkelen i et av hjørnene. Gjennom denne åpningen slapp så Mephisto inn.<sup>8</sup>

Pythagorerne (de som gikk i lære ved Pytagoras skole) hadde femkanten som sitt hemmelige symbol. Dette fordi de mente det var et symbol for noe helhetlig, noe komplett.

Rundt 355 f.Kr. studerte Platon (427-346f.Kr.) femkantens proporsjoner, dette står nærmere beskrevet i hans verk ”Timaios”. Her forklarer han hvordan to deler må ha en tredje del for å kunne forenes på en skjønn måte.

---

<sup>7</sup> For ytterligere beskrivelse av femkantens symbolikk, se nettside [www.wicca.no/gaia/pentagra.htm](http://www.wicca.no/gaia/pentagra.htm)

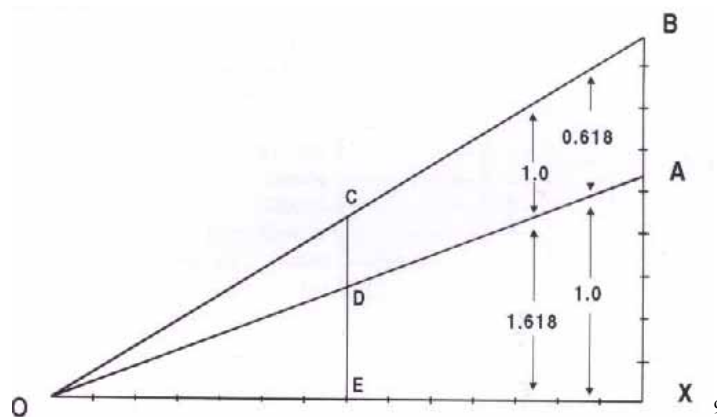
<sup>8</sup> Botten, Geir. *Meningfylt Matematikk*.

## 5. Graf

Grafen under viser grunnlinja  $OX$ , hvor to linjer er trekt fra  $O$  opp til  $A$  og  $B$ . Slik at  $OA$  og  $OB$  treffer  $Y$ -aksen slik at  $BA$  står til  $AX$  slik 1 står til 1.618 (eller slik 0.618 står til 1.)

Alle  $90^\circ$  vinkler som går fra grunnlinja  $OX$  og opp til linja  $OB$ , vil skjærer gjennom  $OA$  i det gyldne snitts proporsjon, som for eksempel  $CDE$  gjør.

Vedlagt følger grafen på transparentpapir (kjøpt fra Dr. Levin). Denne fungerer på samme måte som måleinstrumentet. Legger man grafen over et bilde, vil du enkelt kunne finne det gyldne snitts forhold (når en først har blitt vant med å håndtere grafen, kan denne benyttes til å kontrollsjekke illustrasjonene i oppgaven).



Grafen viser hvordan  $CDE$  hele veien vil stå i det gyldne snitts proporsjon.

<sup>9</sup> Grafen er hentet fra en artikkelen “*Dental aesthetics and the golden proportion*”, skrevet av Dr. Levin.

## B. Kunst og arkitektur

### 1. Arkitektur

Matematikk har alltid vært en vesentlig del av arkitekturen. En arkitekt må følge matematiske lover, for å sikre at verket holder sammen. De gamle egypterne var sannsynligvis de første som benyttet matematikk i kunsten.



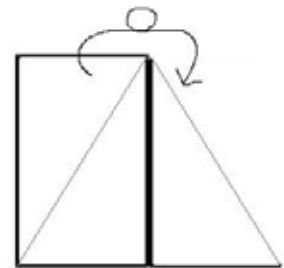
Foto: Tove Grøntvedt

Det gylne snitt skal visstnok være  
Benyttet i de egyptiske pyramidene.

Pyramidene i Egypt er tilsynelatende den første konstruksjonen hvor det gylne snitt bevisst har vært benyttet. Et tverrsnitt gir oss et såkalt egyptisk triangel (en trekant hvor sidene er tre heltall). Det er forestillinger om at dette trianlet faktisk stammer fra et gyllent rektangel. Dette beskriver Garland i sin bok "Fascinating Fibonacci". Her står det at et gyllent rektangel deles i to ved diagonalen og settes sammen igjen ved langsiden – slik at det blir en trekant.

Forholdet mellom pyramidens høyde (hypotenusen i trekanten) og avstanden fra midten og ut (radiusen) er her 1.61804.

I den samme boka fortelles det at egypterne brukte den engelske måleenheten inch (som tilsvarer om lag 2,5cm) og bygde pyramidene slik at den originale høyden var 5.813 (5, 8, 13 – fibonacci tall). Dette er dog ikke bekreftet.



Et gyllent rektangel deles i to ved diagonalen. Ved å sette langsiden sammen, dannes en trekant.



Pythagoras påstand om at det gylne snitt var grunnlaget for proporsjonene hos mennesket, hadde stor betydning for den greske kunsten. Nå ble flere viktige bygg konstruert ut i fra dette prinsippet. Det mest kjente eksempelet fra denne tiden, må være det greske tempelet Parthenon.



Det greske tempelet Parthenon i Athen, har flere såkalte ”gylne forhold” i seg. Fasaden dannet et gyllen rektangel, det vil si at den er laget etter det gylne snitt. Bygningen er fra det 5. århundret f.Kr.

I dag er det kun ruinene som møter oss, men det er ikke vanskelig å se hvordan det en gang var. Bygger vi opp gavlen vil vi straks finne flere gylne forhold. Det gamle tempelet passer nesten eksakt inn i et gyllent rektangel. Deler vi rektangelet videre, finner vi flere former som passer bortimot perfekt til strukturen. Bygningen er et klassisk eksempel på hvordan matematikken ble synliggjort gjennom kunsten.

Gamle greske vaser, urner og statuer har ofte de gylne snitt i seg. Halsen i vassen/urnen er gjerne delingspunktet.

Det gylne snitt i Norge ble aktuell gjennom diskusjonen som oppsto gjennom Fredrik Macody Lunds bok ”Ad Quadratum” (1919). Han hadde planer for restaureringen av Nidarosdomen, og mente han hadde funnet det gylne snitt som et gjennomgående tema i hele katedralen. Men "ekspertene" festet ingen lit til hans teorier, og slik ble de ikke lagt til grunn for arbeidet.

<sup>10</sup> Bildet hentet fra: <http://ccins.camosun.bc.ca/~jbritton/goldslide/gold08.jpg>

*Michelangelo Buonarroti (1475-1564)*

Italieneren Michelangelo var en av de største innenfor renessansekunsten. Han er kanskje mest kjent for ”Adams Skapelse”, et takmaleri vi finner i Det sixtinske kapell i Roma. Maleriet illustrerer Gud som strekker ut handa og gir liv til Adam. Det gylne snitt ligger omtrent akkurat i skjæringspunktet der Gud og Adams fingertupper møtes. Dette kan være noe som kanskje er et skille mellom liv og død, eller det menneskelige og det guddommelige.



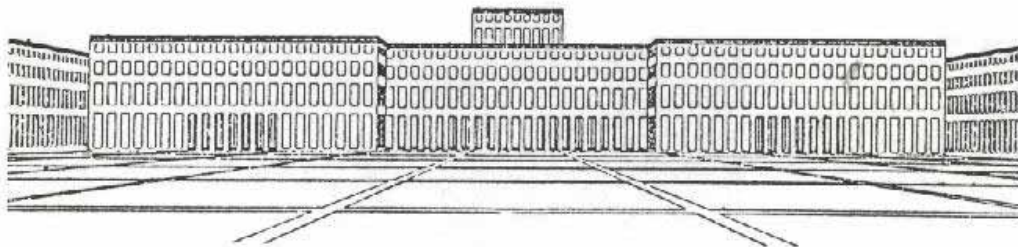
Michelangelo var svært opptatt av mennesket og menneskekroppen, og han var en dyktig billedhugger. En av de mest kjente skulpturene er statuen ”Kong David”, som sto ferdig i 1504, etter tre års arbeid.

Navlen til figuren står eksakt plassert i det gylne snitt, med tanke på mannens totale høyde.



Michelangelos statue ”David” har det gylne snitt i seg.

Den danske arkitekten Ivar Bentsen kom med forslag til nytt musikkhus i København. Selv om bygningen ikke kom lenger enn til tegnebrettet, så er det interessant å se hvordan han brukte det gylne snitt så bevisst.



<sup>11</sup> De(t) gyldne snit – i kunst, natur og matematikk. Side 77, fig. 67



De øverste vinduene var kvadratiske med en side på 5 enheter. Nedover bygningen var bredden på vinduene lik, men høyden varierte med stigende fibonaccitall. Det vil si at det neste vinduets høyde var på 8, 13 og deretter 21 enheter.

Den sveitsisk/franske arkitekten, kunstneren og designeren Charles-Edouard Jeanneret, bedre kjent som le Corbusier, var svært opptatt av det gyldne snitt. Han var fascinert over hvordan dette var benyttet i Notre Dames arkitektur. I 1923 utgav Corbusier verket "Vers Un Architecture", der han tok for seg en "ny" form for design. Her hadde han tatt utgangspunkt i eldre bygninger som var inspirert av det gyldne snitt.



Fig 1<sup>12</sup>

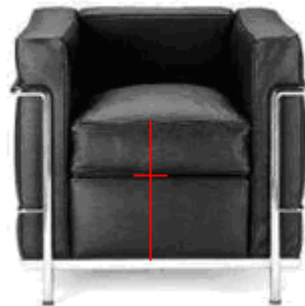


Fig. 2

Corbusier er også kjent som interiørdesigner. På bildet over, ser vi en av hans stoler der rammen med sitteputen deler høyden i det gyldne snitt.

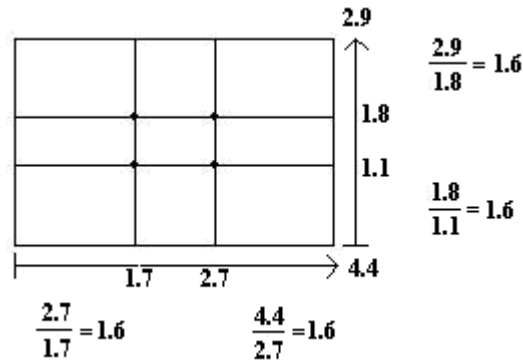
Det er viktig å være oppmerksom på at selv om kunstneren hadde som mål å benytte det gyldne snitt, så er det ikke sikkert sluttresultatet ble slik. Dette gjelder også motsatt, et sluttprodukt kan helt tilfeldig få proporsjonene til det gyldne snitt, uten at dette var bevisst. Er denne tilfeldigheten et resultat av den sterke påstanden om at dette er harmonisk og universelt vakkert?

---

<sup>12</sup> Figur 1 hentet fra nettsiden <http://www.steelform/pics/lc21.jpg> Figur 2: Redigert av Ellen Grøntvedt

## 2. Kunst

Aller først bør det nevnes at nesten alle kunstnere kjenner til begrepet ”Det gygne snitt”. Helt siden antikken er dette bevisst blitt praktisert i komposisjoner av bilder. Det gygne snitt gir en slags bevegelse i bildet. I og med at snittet ligger omtrent 38% inne på linja, eller en bildeflate, viker snittet kun 12% fra midten, noe som gir bildet dynamikk.



Figur: Ellen Grøntvedt

To loddrette og vannrette linjer deler bildet i 9 deler. I et bilde er det fire gygne punkter som ligger i skjæringspunktene mellom de loddrette og vannrette linjene. Hovedmotivet står gjerne i et av disse.

Flere kunstnere mener dette er de sentrale punktene i bildet. Det er rundt disse punktene vi som seere er blitt vant til å motta viktige opplysninger. De siste årene er det blitt satt mer fokus på akkurat dette forholdet, og det gygne snitt er blitt pensum også på grunnskolenivå. I Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen heter det blant annet under temaet geometri for 9.klasse: ”I opplæringen skal elevene bli kjent med og bruke Pytagoras’ setning og få erfaringer med andre eksempler på geometriske sammenhenger og størrelser, for eksempel anvendelser av det gygne rektangel og det gygne snitt i kunst<sup>13</sup>”.

<sup>13</sup> L97, side 169

”Tilvenning” har mye å si, det kan derfor stemme at det moderne mennesket gjerne ubevisst legger merke til disse feltene. Det hender eksempelvis at reklamelinkene på internetsider står nettopp her.

Enkelte bygger faktisk opp hele hjemmesiden sin ut i fra dette snittet, et eksempel på dette er Siemenskonsernet, <http://www.siemens.com>. De har bevisst benyttet det gylne snitt både på hjemmesiden og i sitt trykte informasjonshefte.



Videre diskuterer Høgskolen i Telemark (HiT), å ha dette som prototypen på deres nettside. Hvis det stemmer at man har ”vent seg til” det gylne snitt, så kan kunstneren bevisst styre seernes oppmerksomhet mot bestemte ting i bildet. Man kan på dette vis gi bildet et psykologisk innhold, som publikum mer eller mindre oppfatter og tilegner seg, bevisst og / eller ubevisst.

Vi har utallige eksempler på bruk av det gylne snitt i kunsten, både den eldre og den moderne. Hvorvidt det er benyttet bevisst er usikkert. Under vises noen klassiske verker.

I dette verket av den italienske maleren Raphael, finner vi igjen det gylne triangel. Her innskrives de tre vesentlige figurene inn i trekanten.



<sup>14</sup>[11] Bildene på den siden er hentet fra nettsiden <http://ccins.camosun.bc.ca/~jbritton/goldslide/jbgoldslide.htm>

I Rembrands selvportrett er personen rammet inn av tre rette linjer. Det er trekt ei linje fra spissen og ned, denne linja deler grunnlinja inn i det gylne snitt.



Det er i flere av mine referanser blitt hevdet at bilder som har disse gylne forhold i seg, ofte er penere å se på. Det er blant annet sagt at det er ”en balanse som på en naturlig måte tiltalte menneskets øye og sinn<sup>15</sup>”.

Betyr dette at man har funnet formelen for skjønnhet, noe som igjen betyr at selve materiens gåte er løst. Er estetikken uforanderlig?

- Nei, estetikken er ikke uforanderlig! Opp gjennom tidene har skjønnhetsidealet stadig vært i endring. Som eksempel kan dagens kvinneideal nevnes: for å sette ting litt på spissen, så møter man bokstavelig talt syltynne modeller som knapt har ribbein igjen i kroppen.

Men for bare noen få år siden var det mer fyldige kvinner som var i fokus. Marilyn Monroe er et klassisk eksempel på dette. Her har jeg hentet et sitat fra en artikkel i Dagbladet (2. april 2000): ”Marilyn Monroe blir av mange menn betraktet som tidenes mest sexy kvinne. Hun var ganske rund. I dag ville hun ha blitt kjeppjaget fra ethvert modellbyrå. Hun brukte størrelse 42.”

Slik er det i kunsten også, idealet er i konstant endring. Man kan jo bare ta et blick på de forskjellige epokene i kunsthistorien. Barokken, klassisismen, romantikken, realismen osv. For å ta et klarere eksempel: det gylne snitt har ikke noe i den ekspressionistiske kunsten å gjøre, her har harmonien aldri vært idealet. (Ekspressiv: Følelsesladet, dynamisk kunst, ofte i sterke farger med grove penselstrøk.)

Idealet er altså i stadig endring, og nettopp denne endringen er et fundamentalt problem overfor systemer som for eksempel det gylne snitt.

---

<sup>15</sup> Sitat tatt fra Prosjektoppgave i matematikk: Det gylne snitt. Av Amundsen, Bilstad, Handeland og Grønnevik

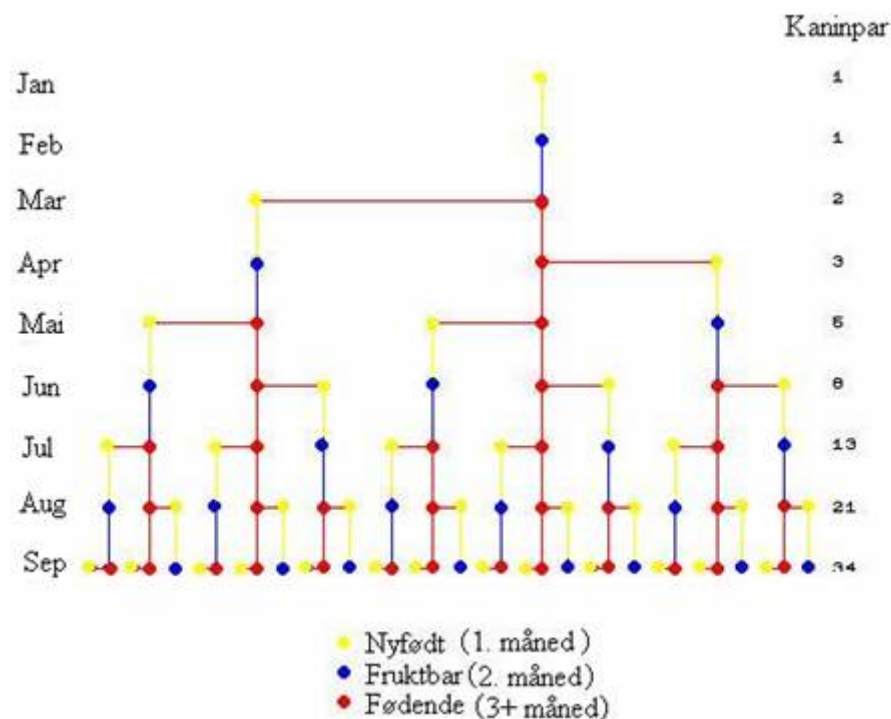
## C. Naturen

### 1. Kaninpopulasjon

Man finner igjen denne rekken flere steder, blant annet i naturen. Fibonacci har i boken "Liber Abbaci" illustrert flere eksempler på dette. Blant annet med et tenkt kaninforsøk:

I utgangspunktet har man et par kaniner, disse får ett par unger hver måned.

Det nyfødte paret blir fruktbar i andre måned. I måned tre føder også disse to nye unger, dette hver måned fremover. Etter nye to måneder starter også de yngste barna å produsere barn månedlig. Og slik fortsetter det: vi får flere og flere kaninpar. Dette er forsøkt illustrert under. Om vi tar en nærmere titt på økningen, ser vi at kaninparene stemmer overens med fibonaccis tallrekke. Det er her gått ut i fra at ingen død forekommer.



Figur: Ellen Grøntvedt

Fargene illustrerer hvor modne kaninene er. De nyfødte er gul, de blir fruktbar måneden etter (blå), og føder barn kontinuerlig hver måned som røde.

## 2. Bienes stamtavle

Kaninteorien er ikke mye realistisk, kaniner har ikke denne faste syklusen, dessuten er de dødelige. For å ta for meg et mer realistisk tilfelle, så skal jeg se nærmere på bienes stamtavle. Denne er nemlig helt spesiell, og vi vil finne igjen fibonaccitallene i en helt naturlig prosess.

Det eksisterer tre typer bier:

- *Dronningen* som er hunkjønn og den eneste som legger egg.
- *Arbeidere* som også er hunkjønn. De kommer av befruktete egg (har to foreldre, en mor og en far).
- *Droner* som er hankjønn. De kommer av ubefructede egg - har mor, men ingen far. De kan for øvrig befructe dronningens egg slik at det lages nye "arbeidere".

Vi setter opp en tabell over dronenes og arbeidernes stamtavle.

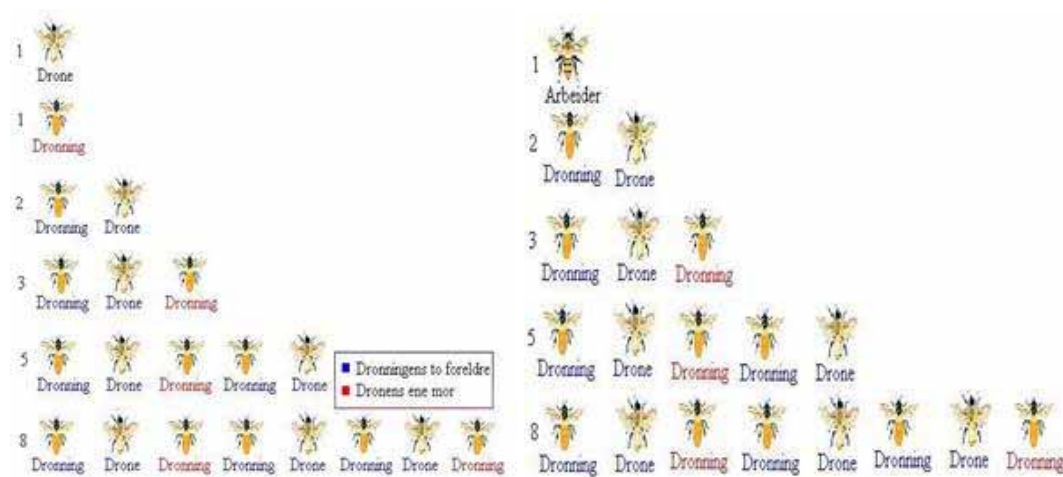


Fig: Ellen Grøntvedt

En drone (han), har kun én mor – dronningen, og ingen far. Dronningen har derimot to foreldre: dronenes mormor og morfar. Videre har mormoren to foreldre: oldemor og oldefar, mens morfar har kun én: oldemor.

De to oldermødrene har begge to foreldre (4 tippoldeforeldre), mens den ene oldefaren kun har én (tippoldemor).

Slik fortsetter det, og rekken øker med fibonaccitallene.

En arbeider (hun), har to foreldre: én mor og én far. Moren har to foreldre (mormor og morfar), og faren én (farmor). Både mormor og farmor har to foreldre (4 tippoldeforeldre), mens morfar kun har én (tippoldemor).

Slik fortsetter det, og rekken øker med fibonaccitallene også her – men merk at rekken er "forskjøvet" et hakk i forhold til dronens stamtavle.

### 3. Bladbrøk

En botanikkprofessor ved universitetet ved Oxford oppdaget i 1920 at solsikkens spiraler sto i samsvar med fibonaccitallene. Dette vakte oppsikt og engasjerte andre botanikere til å lete videre i naturen. De også fant en rekke med eksempler på dette, vanligst var pentagrammet/pentagonet.

De finnes ingen naturlig forklaring på hvorfor disse tallene stadig dukker opp.

Antall blader på blomstens krone er ofte fibonaccitall. Har under plukket ut noen eksempler <sup>16</sup>



Den hvite Vinca har fem kronblader.



Den gule måneblomsten Coreopsis har 8 kronblader.

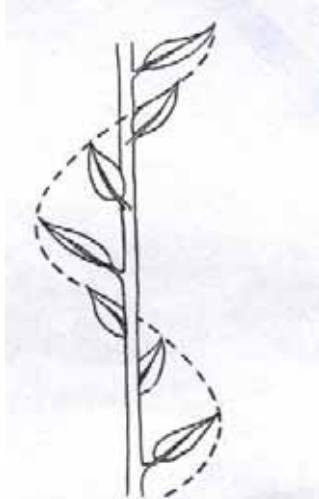


Den oransje Zinnia har 13 kronblader.

<sup>16</sup> Bilder hentet fra nettsiden <http://library.thinkquest.org/27890/media/photoNature>

Forskeren og dikteren Johann Wolfgang von Goethe, beskrev blomstens to grunnprinsipper under vekst. Dette var:

- Stilken vokser rett opp.
- Bladene vokser som regel i spiraler oppover.



I boken "Att finna ett spår" skriver Bengt Ullin om hvordan bladene på et vis vrir seg rundt på stilken når de vokser ut over hverandre. Dette for å slippe til sollys og regn, knapt noen blader blir skjult under et annet. For eksempel kan blad to vokse ut på motsatt side av stilken, i forhold til blad en. Det skjer en slags rotasjon med stilken som akse. Blomsten er selve avslutningen, og vi får en bladkrans på toppen.

Denne såkalte bladrotasjonen varierer med de forskjellige vekstene.

- Hos tulipanen går bladet vekselvis mot venstre og høyre. Rotasjonen er her en halv omdreining.
- Hos rosen kan vi se at det går fem blad på to omdreininger. Vridningen er da  $2/5$  omdreining per blad.
- Hos de fleste kålarter og fioler går det åtte blad på tre omdreininger. Bladbrøken blir derfor  $3/8$
- Videre har poteten en bladbrøk på  $5/13$ .
- Granen, som var utgangspunktet for disse undersøkelsen, har bladbrøken  $8/21$ .

Man har funnet bladbrøkene:  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $2/5$ ,  $3/8$ ,  $5/13$  og  $8/21$ . Det som er vesentlig for oss er at alle disse tallene er fra Fibonaccirekken.

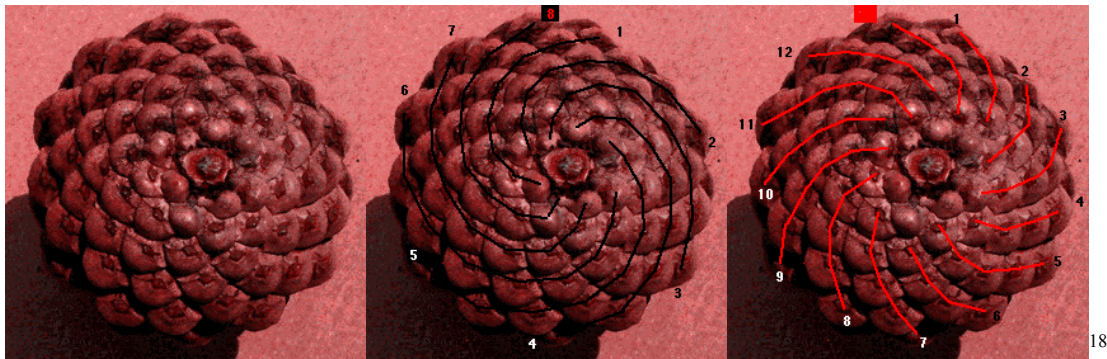
Det antas at 90% av alle planter følger dette mønsteret som gir oss fibonaccitall.

<sup>17[14]</sup> Figur hentet fra "H.E. Huntley: The Divine Proportion" side 161, Fig. 12.4



#### 4. Fibonaccitall i naturen

**Kongle:** Studerer vi konglen nærmere, ser vi at ”skjellene” ligger i spiraler. Spiralene går i hver sin retning og teller 8 til høyre og 13 til venstre. Ett sett av spiraler går gradvis oppover, mens det andre er skarpere. Brother Alfred Bronsseau har gjennom sine studier av konglen vist at det er hele 99% sjanse for at antall spiraler skal være av Fibonaccirekken. I de få tilfellene hvor det ikke ble Fibonaccitall (1%), skyldes det gjerne skader på konglen.

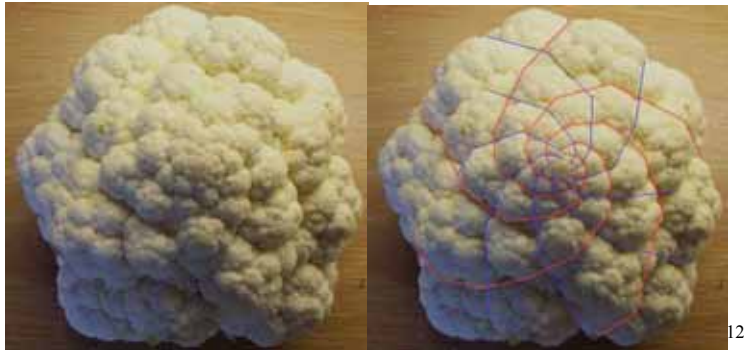


**Ananas:** Hos ananasen finner vi tre, i noen tilfeller fire, sett spiraler. Antallet vil oftest være 8, 13 og 21. I Trudi Hammel Garlands bok ”Fascinating Fibonacci” er det skrevet om et studie som er gjort av 2000 ananaser, der var det ikke et eneste tilfelle som skilte seg ut fra Fibonaccirekken.

**Solsikke:** Solsikkens spiraler er kanskje de mest kjente når det gjelder temaet. Studerer man en solsikke nærmere, vil vi nemlig se at frøene inni kjernen former seg som spiraler. Også her går de i hver sin retning. Det vanligste antall spiraler er 34 og 55, men vi kan også finne 55 og 89, 89 og 144, 144 og 233. I noen tilfeller er det fordoblet Fibonaccitall. For eksempel har vi 68 og 110 isteden for 34 og 55.

<sup>18[15]</sup> Bildeserie hentet fra nettsiden <http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/fibnat.html>

**Blomkål:** Ved første øyekast kan man merke seg det nærmest pentagonale omrisset. Videre finner vi igjen disse nå så velkjente spiralene. Fibonaccitall også her



Vi finner *alltid* to nærliggende fibonaccitall.

**Banan:** Deler vi en banan i to, finner vi at den består av tre deler. Dette kommer enda tydeligere frem om en separerer de. Se bildene under.



Foto: Ellen Grøntvedt

**Eple:** Deler man et eple på tvers, ser vi en kjerne som er formet som et pentagram. Fem steiner kommer til syne.

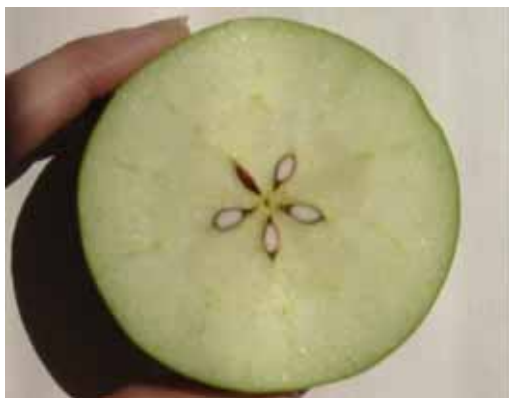
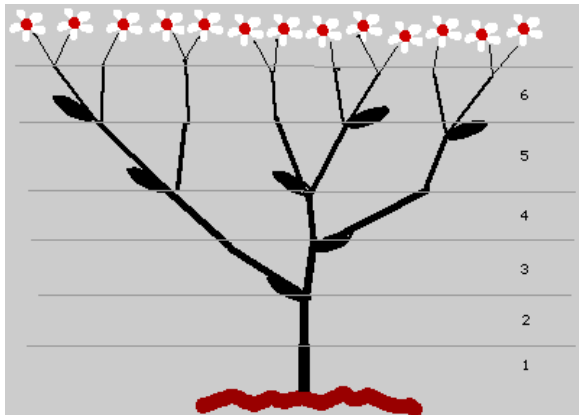


Foto: Ellen Grøntvedt

Kun ut i fra de få eksemplene vi til nå har sett på, har vi funnet fibonaccitalle: 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233. Og dette kun i naturen. Det finnes trolig enda flere.

**Forgrening:** Fibonaccitallene kan observeres i måten enkelte planter forgrener seg mens de vokser. Det skjer slik at grenen deler seg i to, altså, et nytt skudd kommer ut. Dette nye skuddet må vokse i to måneder, før den er sterk nok til selv å gi skudd. Dette gjentar seg i det uendelige, grenen deler seg, den nye delen venter en måned – før også den begynner å dele, hver måned. For hvert horisontale ”trinn” finner vi igjen Fibonaccitallene. Det er sjeldent man finner dette, men hos noen trær er det et slikt delingssystem. En plante som ofte vokser svært likt med dette systemet er ”Nyseryllik”, *Achillea ptarmica*.



Nyseryllik

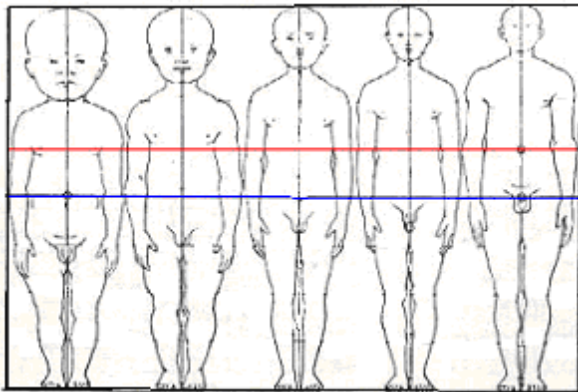
<sup>19</sup>[16] Bilde hentet fra: <http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/sneezewort.GIF>

<sup>20</sup>[17] Bilde hentet fra: [http://www.toyen.uio.no/botanisk/nbf/plantefoto/achillea\\_ptarmica\\_Per\\_M\\_Hagen01.jpg](http://www.toyen.uio.no/botanisk/nbf/plantefoto/achillea_ptarmica_Per_M_Hagen01.jpg)

## D. Mennesket

### 1. Navlehøyde/Totalhøyde

Et nyfødt barn har vanligvis navlen plassert omtrent midt på kroppen. Denne proporsjonen vil endre seg etter hvert som barnet vokser, illustrasjonen under viser denne utviklingen. Ut i fra bildet ser det ut til at mennesket vokser inn i det gylne snitts forhold.



Her ser vi hvordan mennesket tilpasser seg det gylne snitts forhold. Den røde linjen markerer det gylne snitt. Den blå linjen markerer midten.

For å ta meg selv som eksempel så er navlehøyden min (106 cm) delt på totalhøyden min (172.5 cm) lik 0.614 – et resultat som skiller med kun noen tusendeler fra  $\phi$ .

I videregående ved Steinerskolen i Trondheim hadde vinter 2003 et prosjekt om det gylne snitt. I forbindelse med dette ble det gjort målinger av 125 personer ved skolen. I sammenheng med Steinerskolens 30års jubileum høsten 2002, ble det holdt en matematikkutstilling ved skolen. Også her ble målinger gjort, da av 66 tilfeldige besøkende. Resultatene av dette foreligger under.

Tabell 1	Jenter	Gutter
Under 1 år. (1)	Ingen	0.531
4 – 6 år. (5)	0.574	Ingen
7 – 9 år. (43)	0.578	0.594
10 – 12 år. (17)	0.623	0.623
13 – 15 år. (24)	0.613	0.619
16 – 19 år. (24)	0.610	0.609
20 + (2)	Ingen	0.594
30 + (4)	0.603	0.592
40 + (5)	0.573	0.602
Gjennomsnitt. (125)	0.597	0.606
Gjennomsnitt av 66 tilfeldige personer.	0.598	0.617
Totalt (191 pers)	0.596	0.598

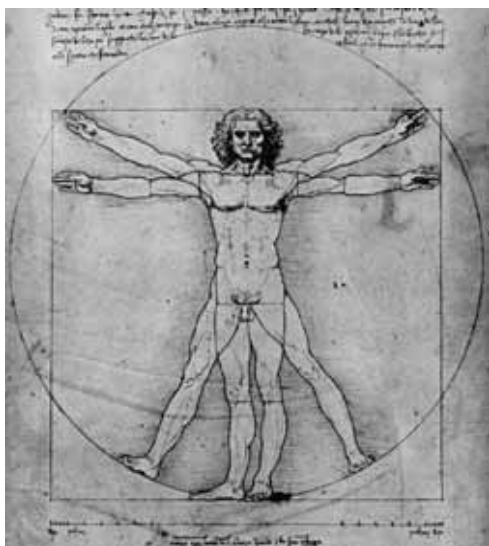
Tabellen viser gjennomsnittet i alder og kjønn. Navlehøyde delt på totalhøyde gav totalt et gjennomsnitt på omkring 0.597 cm, hvilket er nært det gylne snitt som er på 0.618. Tall i parentes viser antall personer i gruppen

En bør ta resultatet med en klype salt: målingene er utført med en enkel målestokk. En slik målestokk er et relativt unøyaktig måleinstrument, det er derfor lite trolig at målene er 100% riktige.

Fra 1 år og oppover t.o.m. 9, ser det ut til å være en jevn økning hvor summen gradvis nærmer seg det gylne snitt. De mellom 10 og 19 år ligger nærmest det gylne snitt, hvor igjen 13-15 åringer ligger eksepsjonelt nært. Det er ikke store forskjellene mellom jenter og gutter.

Når det gjelder menneskelige illustrasjoner, vil jeg se nærmere på et av Leonardo da Vincis mest berømte arbeid.

Med sitt verk "Homo ad circulum" (kjent under flere navn, som for eksempel "The Vitruvian Man") illustrerte Leonardo da Vinci et utsagn fra den romerske arkitekten og Vitruvius (31 f.Kr. – 14 e.Kr.).



Da Vincis verk "Homo ad Circulum" har flere gyldne forhold i seg

Vitruvius beskrev proporsjonene til det "harmoniske" mennesket og forklarte det slik at menneskets høyde skulle være tilsvarende avstanden fra fingerspiss til fingerspiss når mannen hadde utstrakte hender. Dette illustrerte da Vinci ved å innskrive en mann i et kvadrat, hvor de utstrakte hendene, hodet og føttene var dets sider. Vitruvius beskrev også hvordan man kunne slå en sirkel rundt en liggende mann som hadde både hender og føtter strakte. Her vil sirkelen, med navlen som sentrum, berøre hans fingre og tær. Også dette er illustrert i Leonardos tegning.

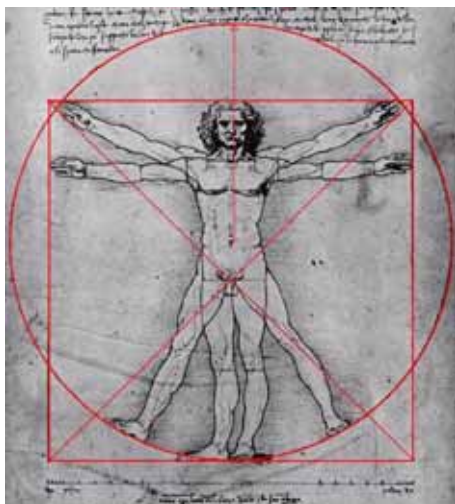


Fig: redigert av Ellen Grøntvedt

Leonardo lot navlen skille mellom mannens over- og underkropp. Han mente at navlen delte menneskekroppen i det gyldne snitts forhold. Bildet er tegnet slik at avstanden fra navlen og ned, delt på avstanden fra navlen og opp var lik det gyldne snitt. Eller med andre ord: Mannens totalhøyde forholder seg likt til underkroppslengden, som underkroppslengden forholder seg til overkroppslengda.

$$\text{Dvs: } \frac{\text{Totalhøyden}}{\text{Underkroppslengden}} = \frac{\text{Underkroppslengden}}{\text{Overkroppslengden}} = \phi$$

Diagonalene til kvadratet skjærer hverandre i skrittet og deler figuren i to. Man kan også merke seg at figuren i sin helhet tilsvarer 8 hodelengder (som er et Fibonaccitall). I følge Leonardo var dette den perfekte kropp.

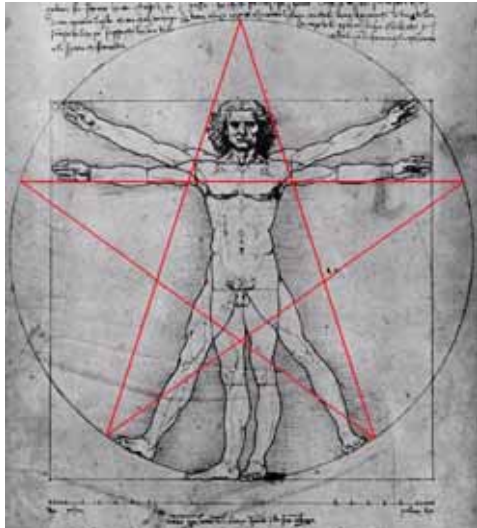


Fig: redigert av Ellen Grøntvedt

Et uttrykk sier at alle menn og kvinner er en stjerne. Vi kan plassere alle menn og kvinner inn i et pentagram. Da vil de fire lemmene og hodet markere spissene.



## 2. Hodets proporsjon

Vitruvius la ikke bare vekt på kroppen i sin helhet, også selve ansiktets proporsjoner var vesentlig. Vi ser nærmere på ansiktet i samme tegning.

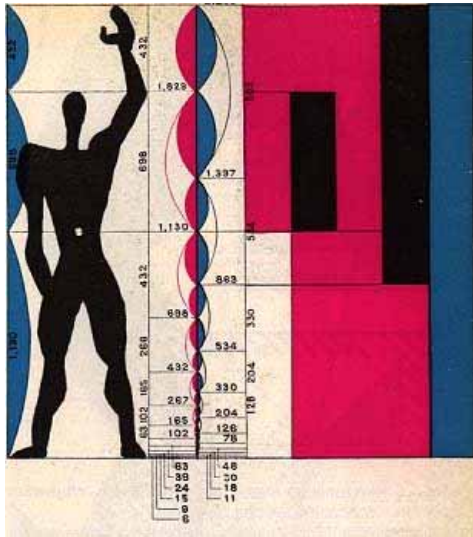


Fig: Ellen Grøntvedt

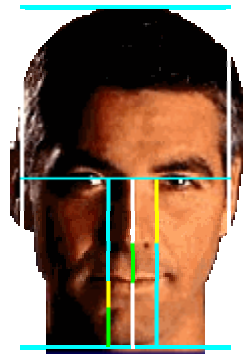
Ansiktet, fra haken til toppen av hodet, deles i to ved det gyldne snitt på oversiden av øyenbrynene. Fra øyenbrynene og ned til underkanten av nesens, deles ansiktet inn i det gyldne snitt like under øynene (midten av nesens). Fra underkanten av nesens og ned til haken, deles ansiktet i to på munnen.

*Le Corbusier:* Rundt 1947 utga le Corbusier sin tegning ”Le Modular”, hvor han simultan/samtidig publiserte sine studier av de menneskelige proporsjoner. Mannen på bildet er nemlig bygd opp etter helt spesielle forhold. Hvis vi studerer bildet nærmere, ser vi at vi finner igjen det gyldne rektangel i forholdet fra føttene til navlen. Og fra navlen og opp til toppen av armene har vi på nytt et gyldent rektangel. Vi ser også at navlen deler mannen i to i det gyldne snitt, da med avstanden fra hodet og ned til beina. Videre nedover ser nye delinger, for eksempel er nederste del av leggmuskelen delingspunktet til kneleddet og foten.

Etter han ga ut "le Modular", benyttet han disse forholdene i mye av sitt arbeid.



*George Clooney* har ved en rekke anledninger blitt kåret til verdens mest sexy mann. Noen enkle studier av hans ansikt viser at det finnes flere "gylne forhold" her. Blant annet kan hans hode, med øynene som midtpunkt, innskrives i et gyllent rektangel. Munnen og nesen deles i det gylne snitt, hvor avstanden er fra øyene og haka. Fra munnen og ned, deles den der haka går litt utover. Partiet mellom nesen og munnen utmerker seg i og med at det er biten som blir "til overs" når munnen og nesen er delt.



### 3. Armen

Bildet under viser min mors høyrearm. Som vi ser illustrert så deler håndlettet nedre del av armen i to ved det gylne snitt. Høllengden er målt fra albuen og ut til fingertuppen.



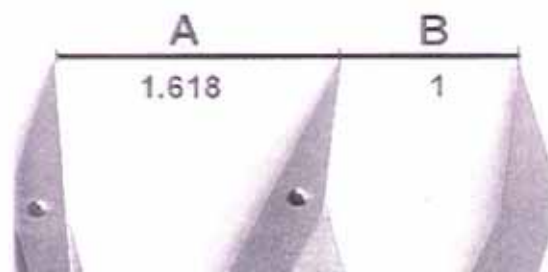
Foto: Ellen Grøntvedt

### 4. Fingrene

Går vi nærmere inn på håndens fingre, og måler lengden på beinene, finner vi at leddet i mellom deler to bein inn i det gylne snitts forhold. Ellen en kan si det slik: to ledd deles av et tredje nøyaktig i det gylne snitt. Dette er klarere frem på bildene på neste side.



Foto: Ellen Grøntvedt



Måleinstrumentet er av rustfritt stål og er 16,4 cm langt. Når man drar den helt ut, er den på sitt lengste 15,7 cm, hvilket betyr at alt over dette er uegnet til måling.

Produsert av Dr. Levin, London og kostet ca 3000,-

Illustrasjonene viser hvordan to ledd deles av et tredje nøyaktig i det gylne snitt. Ved siden står målene i omtrentlig cm.



Foto: Ellen Grøntvedt

Totalmål mellom de to ytterste leddene: 7.58 cm.  
Det lengste beinet måler 4.7 cm, det korteste 2,88 cm.  
Hvilket gir forholdene:  
 $4.7/7.58=0.61$  og  
 $2.88/4.7=0.61$



Foto: Ellen Grøntvedt

Totalmål mellom de to ytterste leddene: 4.66 cm. Det lengste beinet måler 2.88 cm, det korteste 1.78 cm.  
Hvilket gir forholdene:  
 $2.88/4.66=0.61$  og  
 $1.78/2.88=0.61$

## 5. Tærne



Foto: Ellen Grøntvedt

Vi finner det samme forholdet igjen i tærne: to ledd blir også her delt i det gylne snitt av et tredje. Totallengden mellom de ytterste leddene er ved dette tilfellet 3.34 cm. Det største beinet måler 2.05 cm, det minste måler 1.09 cm. Hvilket gir forholdene:  
 $2.05/3.334 = 0.61$  og  $1.29/2.05=0.62$

## 6. Øret

Ved et enkelt bilde av et tilfeldig valgt øre (les: Tove Grøntvedt), kan en raskt trekke linjer til det gylne snitt.



Den logometriske spiral kan slås rundt et øre.  
(Bildet hentet fra nettsiden <http://goldennumber.net/>)



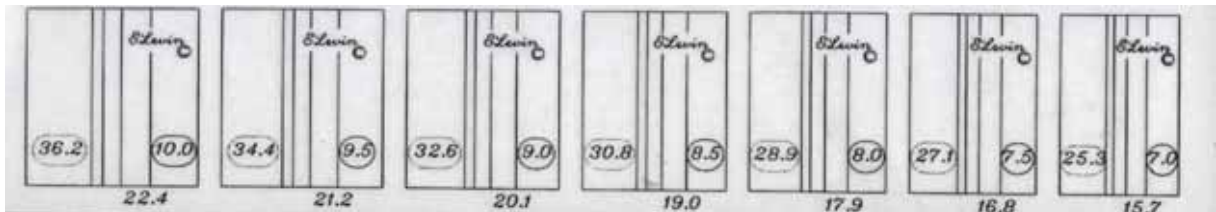
Foto: Ellen Grøntvedt

Her ser vi at starten på øreflippen deler hellengden av øret inn i det gylne snitt. Ved mål finner vi at den minste del er 2.5 cm, den største 4.1 cm. Hvilket gir forholdene:  
 $6.6/4.1=0.62$   
 $2.5/4.1=0.61$

## 7 Tennene

Man kan finne igjen proporsjonene til det gygne snitt også i tenner. Bildene under, som er tatt av min mor og bror, kan bekrefte at slike proporsjoner eksisterer. Jeg har vært i kontakt med en tannlege i London, Eddy Levin, som er svært opptatt av nettopp dette. Som ivrig student leste han om det gygne snitt, og ved noen raske undersøkelser fant han snart ut at dette forholdet var å finne igjen i menneskets tenner. Som nyutdannet tannlege fattet han tidlig interesse for dette, og ville forsøke med egne pasienter. Levin var svært opptatt av at tenner skulle se naturlig ut, og at operasjoner og andre inngrep ikke skulle virke mot sin hensikt. Han så snart at det gygne snitt ga et naturlig utseende, og benytter derfor dette bevisst hos sine pasienter – som, ifølge han selv, forlater klinikken fornøyde. Levins arbeid har dessuten blitt fast pensum ved flere amerikanske tannlegeskoler, og stadig flere fatter interesse for proporsjonene.

I følge Dr. Levin skal hele 95% av alle naturlige tenner passe nesten eksakt inn i disse forhold. På neste side følger eksempler fra min mor og bror, noe som gir et ganske overbevisende resultat. Jeg utelukker meg selv fra undersøkelsen, da jeg har hatt tannregulering som gjør at tennene ikke står i den naturlige proporsjon lenger. Til målinger benyttet jeg et målemønster som er kjøpt og tilsendt fra Dr. Levin (se bilde under)



Et nettverk av gygne forhold. Nummeret i den hele sirkelen viser til fortannens størrelse i med mer. Nummeret i den punkterte sirkelen viser til halve størrelsen av det totale smilet.

De fire områder er beregnet på de fire første fremtennene. Tallene under viser alle de fire tennene sammenlagt i mm.

Dette skal stå i forhold til tennene slik at hver linje kommer frem mellom hver tann. Noe som skal vise til at forholdet mellom to tenner står i det gygne snitt. (Vedlagt ligger en bunke med slike ark, ved hjelp av disse kan man selv sjekke egne eller andre tenner.)

Fremgangsmåten er følgende:

- Ta mål av fortanna til personen. Finn igjen dette målet, velg så den måleenheten som står nærmest tannas mål (eks. 7.5mm).
- Plasser denne i munnen og se hvordan strekene viser skullet mellom tennene, det kan hende du må justere litt frem og tilbake for å få best mulig resultat.



Foto: Ellen Grøntvedt

Denne delingen oppstår når man står i en ansikt til ansikt posisjon, slik man oftest ser andres tenner.



## E Dagliglivet

Vi omgir oss daglig med ting som har det gyldne snitts forhold i seg. Som vi allerede har vært inne på så er VISA kortet ditt et gyldent rektangel, det samme er Nitedals fyrstikkesker og røykpakker. Det er slettes ikke vanskelig å finne igjen disse forholdene i de dagligdagse tingene rundt oss. Det kan være alt fra parfymeflasker til vaser og bestikk.

Det er uvisst om designeren bevisst har benyttet dette, eller om det kun har oppstått slik ved rene tilfeldigheter. Men det er heller ikke det vesentlige, for en designer produserer gjerne gjenstander som ser best mulig ut. En designer har ofte flere varianter av produktet å velge mellom, så når varen ender opp med det gyldne snitts forhold må designeren ha preferert denne fremfor de andre variantene.

En ting er sikkert i alle fall sikkert: det finnes ingen praktisk nytte i dette. Om sigarettpakkens design hadde vært annerledes, ville innholdet likevel vært det samme. Kunsten er å produsere noe som tiltaler øyet: vi handler generelt sett det som ser mest forlokkende ut. Står du i butikken og har valget mellom to sjokolader av samme type og med samme pris, hvor det kun er emballasjen som er forskjellig: den ene er grå og kjedelig, mens den andre er glansfull og fargerik, hvilken går du for? Jeg ville utelukket valgt den som ser mest fristende ut, og det eneste jeg har å forholde meg til vil i dette tilfellet være innpakningen.

I boken "Prost Gotvins Geometri" (av Gert Nygårdshaug) blir det nevnt at tobakkprodusenten Sir Phillip Morris brukte det gyldne snitt da han designet en ny sigareske til sine sigarer. Samtidig lagde han en som avvek ørlite grann fra det gyldne snitt. Da eskene kom for salg viste det seg at esken med det gyldne snitt solgte nesten dobbelt så mye som den andre. Om det var andre faktorer som spilte inn var ikke nevnt.



Illustrasjon: Ellen Grøntvedt



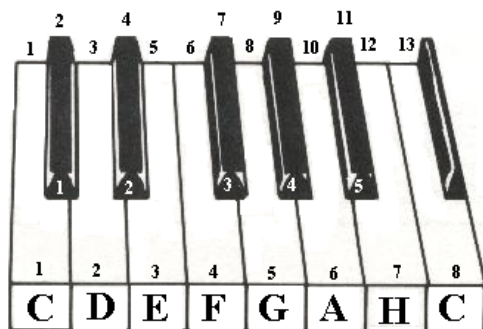
## F. Musikken

Det sies at Mozart, Bach, Vivaldi og mange andre har benyttet det gyldne snitt i sine komposisjoner. Noen hevder at Mozart, som også var matematiker (som så mange andre komponister), ikke var noen genial komponist, men at han rett og slett var en veldig dyktig matematiker. Jeg vil nok holde fast på at han også var en dyktig komponist, matematikken var kanskje heller et hjelpemiddel på veien. (Det er ikke dermed sagt at en dyktig matematiker er en god komponist.)

I noen komposisjoner er det gyldne snitt, og fibonaccitallene benyttet bevisst i oppbygningen av melodiskalaen. Her øker for eksempel noteverdien gradvis oppover skalaen, i halve trinn som følger fibonaccitallene. Bildet under illustrerer dette. Komponisten Joseph Schillinger har blant annet benyttet seg bevisst av dette systemet, som senere har blitt kalt "Schillinger-systemet" (mye brukt i dag).



Trudi H. Garland viser til at pianoets oppbygning har en sammenheng med fibonaccitallene, dette i boken "Fascinating Fibonacci". I en oktav er det nemlig 5 sorte og 8 hvite tangenter, disse utgjør til sammen 13 tangenter, hvorav alle er nærliggende fibonaccitall.



<sup>21</sup> Illustrasjonen og informasjonen angående Schillinger er hentet fra Trudi Hammel Garlands bok "Fascinating Fibonacci"

# KAP. IV EGEN UNDERSØKELSE

## A. Beskrivelse og resultat

### 1. Innledning

Jeg utførte en spørreundersøkelse over internett, hvor det ble stilt relevante spørsmål i forbindelse med det gylne snitt. Med hjelp fra Håvard Ravn Ottesen ved NTNU ble jeg presentert for programmet It's:Learning (et læringsnett som skoler og elever fra hele landet etter hvert skal kunne benytte). Det ble her opprettet en brukerkonto, og jeg fikk komme i gang før resten av NTNU studentene fikk tilgang til dette.

Jeg gjorde også en undersøkelse ved Trones barneskole i Sandnes (Rogaland) i tidsrommet: 01.09. – 07.09.2002, der 5., 6. og 7. klasse svarte på spørreskjema lærere delte ut for meg. Her hadde jeg kun spørsmål knyttet til stående rektangler i stigende rekkefølge. Jeg fikk inn 119 svar fra skolen.

Videre la jeg inn en link kalt "Spørreundersøkelse" på snakkekanaler og diskusjonsforum på nettet, denne refererte til "QuestBack.com", hvor jeg har holdt en spørreundersøkelse gående i perioden 06.11 – 17.11.2002. Her fikk jeg inn 212 svar. Det var under markedsføringen av dette jeg kom i kontakt med NTNU, for så å bli presentert for It's:Learning. Dette ga muligheter til å utarbeide en enda grundigere undersøkelse. På nytt profilerte jeg meg gjennom populære snakkekanaler, i løpet av tidsrommet 21.11 – 28.11.2002 fikk jeg inn 403 svar. Senere mottok jeg et tips fra Nils Kr. Rossing (Vitensenteret, NTNU) om å begrense undersøkelsen til en bestemt målgruppe. Jeg sendte ut omtrent de samme spørreskjemaene til 1000 NTNU-studenter, og fikk 314 besvarelser.

Jeg har og bearbeidet spørreskjemaene underveis, slik at materialet ble lettere håndterlig, både når det gjaldt å svare og å tolke svarene. Det betyr at de tidligste spørreundersøkelsene er litt forskjellig fra den jeg til slutt sendte over til NTNU. På grunn av nyredigering, og at det totale materialet ble veldig omfattende, valgte jeg å konsentrere meg om kun NTNU-undersøkelsen. Slik sett er "det representative utvalg" ganske begrenset. En bør derfor være forsiktig med å dra konklusjoner på generelt grunnlag, men være seg bevisst at det her er snakk om én målgruppe. Denne spørreundersøkelsen holdt jeg gående i perioden 07.01. – 22.01.2002.

Studentene ble møtt med følgende presentasjon:

---

## Spørreundersøkelse

Øverst i skjemaet

---

Med dette ønsker jeg å prøve å utrede hva som oppfattes som pent/harmonisk.

Alle som fullfører undersøkelsen er med i trekningen av et gavekort på en DVD. Vinneren vil bli tilskrevet per e-post.

Undersøkelsen står i forbindelse med en større skoleoppgave, og svarene vil forbli anonyme.

Besvar spørsmålene ut fra deres umiddelbare inntrykk, uten tanke på praktisk nytte.

På forhånd takk!

---

Nederst i skjemaet

Nr. **Type** *Spørsmål*

*Spørsmål*

**Nr:** nummeret på spørsmålet (Totalt: 20.)

**Type:** alternativene er flervalg og åpen. I *Flervalg* finnes det flere alternativer hvor man må krysses av ett. I *Åpen* har man muligheten til å formulere egne svar.

**Spørsmål:** Spørsmålene som møter brukeren.

Når det gjelder spørsmålene jeg har stilt, er de 4 første en form for kartlegging av studentene. Disse spørsmålene kan vel på fagspråket kalles ”variabler”, og sier noe om forsøkpåpersonene eller her studentene. Spørsmål 5 er vel og en form for variabel. Her ønsker jeg å se hvilken innvirkning interesse for kunst har i forhold til det gylne snitt. De restrerende spørsmålene går på estetikk og forståelse for symmetri, harmoni osv.

### Alder og kjønn

1	Flervalg	Er du mann eller kvinne?
2	Flervalg	Din alder i år

Hvor mange av kvinner og menn har deltatt på undersøkelsen, og hva er alderen deres?

Tabell 2.

	Kvinner	Menn	Total
15-19 år	2	0	2
20-24 år	87	174	261
25-29 år	6	31	37
30-34 år	0	4	4
Ikke besvart	1	9	10
Total	96	218	314

Vi kan av tabellen lese at 96 kvinner (30%) og 218 menn (70%) har deltatt på undersøkelsen. (Hvilket betyr at i underkant av hver tredje person som har svart på undersøkelsen er kvinner.)

Aldersgruppen ligger hovedsakelig mellom 20 og 30 år. Gjennomsnittsalderen hos menn ligger noe høyere enn hos kvinner.

Hele 83% av de svarte er mellom 20-24 år.

## Høyre/venstrehendt

4 Flervalg Er du høyre- eller venstrehendt?

Hvor stor prosentandel er høyre og venstrehendt?

Tabell 3.

	Kvinner	Menn	Total
Høyrehendt	85%	83%	84%
Venstrehendt	11%	11%	11%
Bruker begge	3%	3%	3%
Ikke besvart	1%	3%	2%

Svarene vil bli sett i sammenheng med andre besvarelser (kryssanalyse).

## Utdannelsesnivå

3 Flervalg Høyest fullførte utdanning?

Hvilket utdannelsesnivå har brukeren?

Tabell 4

	Kvinner	Menn	Total	
Grunnskole	1%	0%	0.5%	
Yrkesfaglig	0%	0%	0%	
Videregående	33%	44%	38.5%	Det kan virke litt
Inntil 3 år på	32%	22%	27%	underlig å stille de
høgskole/universitet				to øverste
Over 3 år på	31%	31%	31%	spørsmålene, når
høgskole/universitet				det sier seg selv at
Doktorgrad	2%	0%	1%	studenter på
Ikke besvart	1%	3%	2%	

NTNU må ha et minstekrav til studiekompetanse for i det hele tatt å bli studenter. Jeg var ikke ”våkn” nok da jeg sendte ut dette, jeg brukte det samme spørreskjemaet som jeg la ut på det offentlige nettet. Derfor denne glippen!

Jeg ser i ettertid at jeg kunne stilt spørsmål angående hvilke linjer studentene tar, det ville vært interessant å sette dem opp mot hverandre. Kanskje er teknologi- og ingeniørstudenter mer ”firkantede” og symmetriske i tankegangen enn andre?

Ut i fra denne besvarelsen ser vi at 38,5% av de spurte er såkalte ferske studenter, mens 27% har minst 3 år studier, og 31% er ”veteraner”, altså har gått mer enn 3 år i studiet. En kan merke seg at de få som nevnte det gylne snitt i sine begrunnelser, hadde relativt høy utdanning (inntil 3 år på universitet, eller mer).

## Kunstinteresse

5 Flervalg I hvor stor grad interesserer du deg for kunst ?

Hvor ligger kunstinteressnivået hos de spurte?

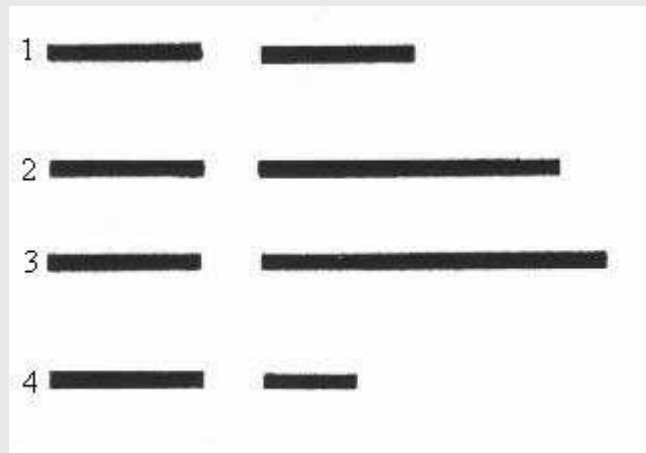
Tabell 5.

	Kvinner	Menn	Total
Ingen interesse	3%	11%	7%
Noe interessert	47%	44%	45.5%
Middels interessert	34%	35%	34.5%
Meget interessert	13%	5%	9%
Svært interessert	1%	1%	1%
Ikke besvart	2%	4%	3%

Totalt er det omtrent 87% kunstinteresserte av de som har besvart. Størsteparten sier de er noe interessert, og av de som er meget interessert skiller kvinnene seg ut med flest interesserte. Kunstinteressen er klart størst hos kvinnene (ca 10%). Etter en nøye gjennomgang av hver enkelt besvarelse, ser det ikke ut som at kunstinteressen har relevant betydning for besvarelsene. 95% kvinner er kunstinteressert, og 85% av mennene. Her ligger ”noe interessert”, ”middels interessert”, ”meget interessert” og ”svært interessert” til grunn.

## 2. Linjepar

6 Flervalg Hvilket linjepar synes du er det mest harmoniske?



Fire linjepar er satt opp under hverandre. Studentene blir bedt om å krysse av det paret som faller mest harmonisk for dem.

Tabell 6.

	Kvinner	Menn	Total
1 (symmetrisk)	61%	69%	65%
2	21%	14%	17.5%
3	10%	11%	10.5%
4 (gylne snitt)	6%	4%	5%
Ikke besvart	2%	2%	2%

Et klart flertall (65%) prefererer det symmetriske linjeparet. Linjeparet som står i det gylne snitts forhold kom overraskende dårlig ut. Faktisk er det kun 5% som valgte dette.

### 3. Penest ansikt

7Flervalg På hvilket bilde er jenta penest?



Fig.1: Hentet fra artikkelen "Evelution and human behaviour" av B.C. Jones

Fig 2: Redigert av Ellen Grøntvedt

To bilder av et jenteansikt er satt opp ved siden av hverandre. Det ene er naturlig, det andre manipulert slik at ansiktet er helt symmetrisk (venstre side er kopiert og vent om). Hvilken er det foretrukne?

Tabell 7.

	Kvinner	Menn	Total
1 (naturlig)	19%	28%	23.5%
2 (symmetrisk)	80%	71%	75.5%
Ikke svart	1%	1%	1%

Flertallet av kvinner og menn synes jenta er penest på det symmetriske alternativet. Det ser ut fra dette resultat at symmetri og skjønnhet har en klar sammenheng. 9% flere menn enn kvinner synes best om det "naturlige" ansiktet.



## 4. Maleri

8Flervalg Under ser du fem versjoner av et maleri. Hvilket foretrekker du?



5 bilder er satt opp ved siden av hverandre. Motivets plassering varierer noe, og bakgrunnen er i et par av bildene forskjøvet. Originalbildet, nr 4, står i det gylne snitts forhold. Dette er et maleri fra romantikken, og er malt av briten Joseph M. W. Turner (1775-1851). Men hva synes folk er penest? Feilkilde her kan være at de har sett det originale bildet tidligere, og at de bevisst eller ubevisst påvirkes til å velge det ”riktige”, altså det originale.

Tabell 8

	Kvinner	Menn	Total
1	13%	12%	12.5%
2	14%	18%	16%
3	35%	24%	29.5%
4	19%	17%	18%
5	16%	26%	21%

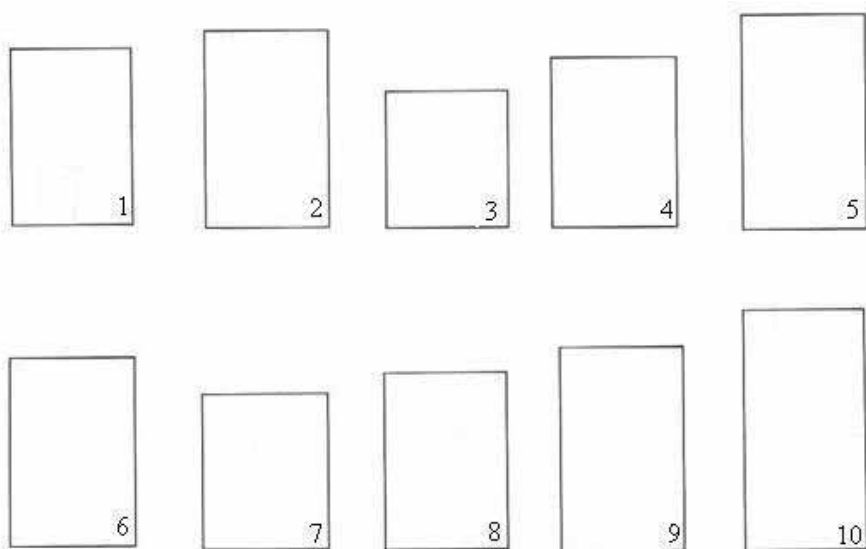
Ikke besvart 3% 3% 3%

Originalbildet nummer 4 kom relativt dårlig ut, her som tredje plass (18%). Prosentandelen mellom kvinner og menn som prefererer det gyldne snitts forhold er ganske lik. Bare 1% flere kvinner. Bildene nummer 3 og 5 er de to hvor bakgrunnen er forkjøvet. Nummer 3, som er ”vinneren”, er samtidig noe forstørret, og motivet kommer derfor noe klarere frem – noe som kan være årsaken til resultatet i undersøkelsen. Her er det 11% flere kvinner enn menn som synes best om dette. Bilde nr. 5 svarer 10% flere kvinner at de synes best om.

## 5. Penest/styggest stående rektangel

9 Flervalg Under ser du 10 rektangler hvor høyden varierer.

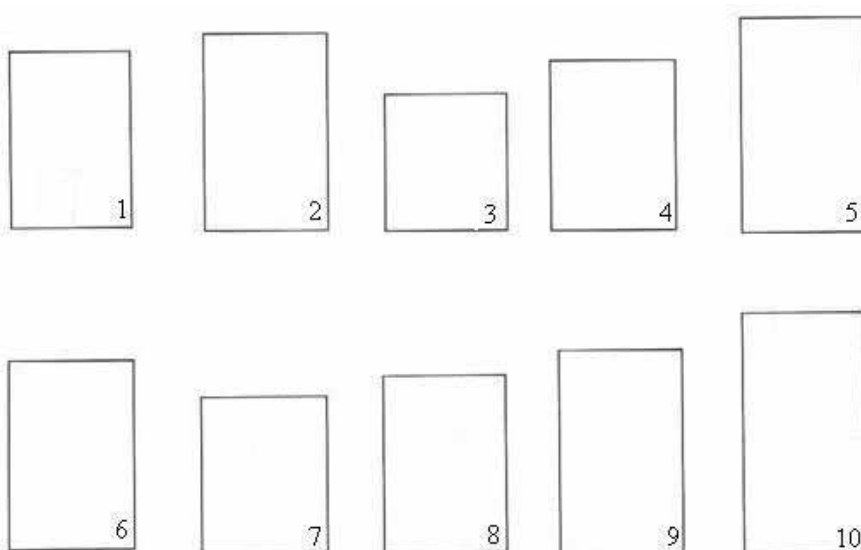
Hvilken firkant synes du er penest/mest harmonisk/mest tiltalende?



1 Åpen Du har nå sagt hvilket som er penest, vil du begrunne ditt svar?

0

1 Flervalg Under ser du de samme 10 rektanglene som i sted, hvilken firkant synes du er minst pen/minst harmonisk/minst tiltalende?



1 Åpen Du har nå sagt hvilket som er "styggest", vil du begrunne ditt svar?

2

Figurer: Ellen Grøntvedt

10 rektangler med variabel høyde er satt opp ved hverandre. Hvilket er penest/mest harmonisk og hvilket er styggest/minst harmonisk.

**Penest stående rektangel:**

Tabell 9	Kvinner	Menn	Total
1	5%	7%	6%
2	4%	8%	6%
3	7%	21%	14%
4	17%	16%	16.5%
5	8%	3%	5.5%
6	15%	9%	12%
7	6%	5%	5.5%
8	16%	13%	14.5%
9	7%	6%	6.5%
10	11%	6%	8.5%
Ikke besvart	4%	6%	5%

**Styggest stående rektangel:**

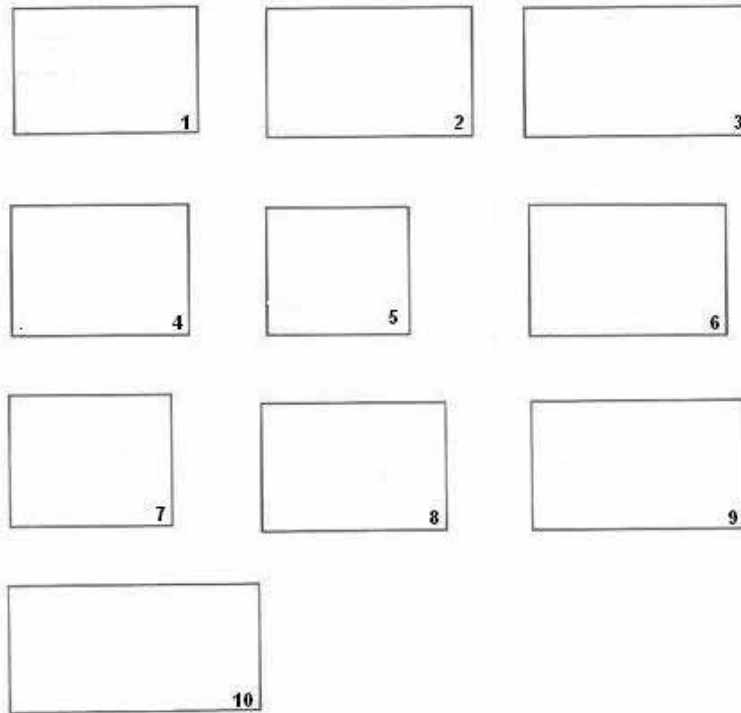
Tabell 10	Kvinner	Menn	Total
1	1%	0%	0.5%
2	1%	1%	1%
3	30%	33%	31.5%
4	0%	1%	0.5%
5	1%	2%	1.5%
6	3%	1%	2%
7	18%	16%	17%
8	2%	0%	1%
9	3%	3%	3%
10	39%	34%	36.5%
Ikke besvart	2%	9%	5.5%

## 5. Penest/styggest liggende rektangel

10 rektangler med variabel lengde er satt opp ved hverandre. Hvilket er penest/ mest harmonisk og hvilket er styggest/ minst harmonisk

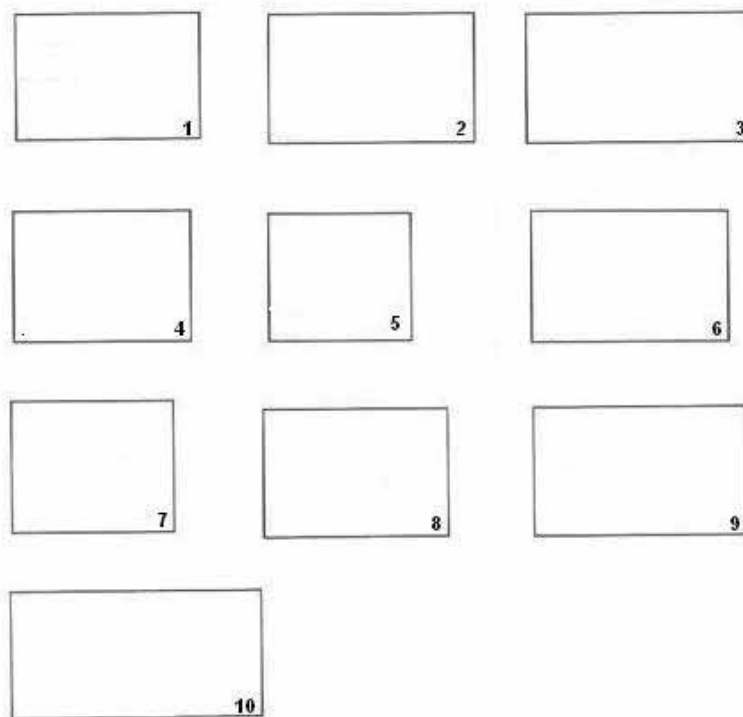
Under ser du 10 rektangler hvor lengden varierer.

13 Flervalg Hvilken firkant synes du er penest/mest harmonisk/mest tiltalende?



14 Åpen Du har nå sagt hvilket som er penest, vil du begrunne ditt svar?

15 Flervalg Under ser du de samme 10 rektangler som i sted. Hvilken firkant synes du er minst pen/  
minst harmonisk/minst tiltalende?



16 Åpen Du har nå sagt hvilket som er "styggest", vil du begrunne ditt svar?  
Figurer: Ellen Grøntvedt

### Penest liggende rektangel

Tabell 11	Kvinner	Menn	Total
1	6%	7%	6.5%
2	13%	12%	12.5%
3	9%	9%	9%
4	8%	8%	8%
5	8%	19%	13.5%
6	18%	10%	14%
7	2%	1%	1.5%
8	12%	8%	10%
9	11%	8%	9.5%
10	9%	12%	10.5%
Ikke besvart	4%	6%	5%

### Styggeste liggende rektangel

Tabell 12	Kvinner	Menn	Total
1	3%	1%	2%
2	0%	1%	0.5%
3	5%	4%	4.5%
4	2%	2%	2%
5	29%	31%	30%
6	3%	1%	2%
7	23%	26%	24.5%
8	1%	3%	2%
9	0%	2%	1%
10	32%	23%	27.5%
Ikke besvart	2%	6%	4%

### *Gylne snitt*

De rektanglene som står i det gylne snitts forhold, **nr.2**, kom ikke spesielt godt ut i det første tilfellet hvor rektanglene var stående. Bare 6% holdt det gylne snitts rektangel som favoritt, og 1% synes den er den styggeste. Derimot var det en av de mest populære hos de liggende rektanglene, både hos kvinner og menn. Totalt 12.5% synes den liggende rektangel i det gylne snitts forhold var penest. Flere begrunnet dette med at det var et godt bilde-/rammeformat. 0.5% synes den var styggest.

### *Forskjell mellom kvinner og menn*

Blant menn er det stående kvadratet nr.3 vinneren (21%), men samtidig blir den også kåret til den styggeste (33%). Kvinnenes favoritt er nr.4 (17%), og de vurderer nummer 3 som nest styggest (30%). Stående rektangel nummer 10 synes både menn og kvinner var styggest (39% og 34%)

Liggende kvadrat nr.5 er favoritt hos mennene (19%), kvinnene svermer mest for kvadrat nr.6 (18%), mens nr.7 falt dårligst ut hos begge kjønn. Bare 2% av kvinnene og 1% av mennene synes nr.7 er penest, mens totalt 24,5% (kvinner + menn) synes nr.7 er styggest. Det som er ekstra interessant å merke seg, er at nr.5 (kvadratet) som er favoritt hos mennene, har en generell dårlig oppslutning hos kvinnene (8%). 11% flere menn enn kvinner har sagt at nr.5 er penest. Nr. 5 er også den de fleste menn synes er styggest. Her ser vi at mennene deler seg, 19% synes den er penest, og 31% synes den er styggest. Nr.5 er den nest styggeste hos kvinneandelen, 29%.

Når det gjelder nr.2, gylne snitts rektangel svarer kvinner og menn nesten likt. 2% flere menn synes om stående rektangel, og 1% flere kvinner synes den liggende er penest. Hva de synes er styggest svarer de likt på stående, ingen av kvinnene synes den liggende er styggest, og bare 1% menn svarer bekræftende der.

Begrunnelsene for valget av nummer 10 er spennende lesning. Ut i fra stikkordene som er nevnt i teksten, nevner kvinner ofte ”høy og slank”, mens menn har ”ustabil” (stående) og ”stabil” (liggende) som argument. Dette kan tyde på at kvinner velger mer bevisst i forhold til kroppens proporsjoner, mens menn setter det tekniske høyere. Symmetri og stabilitet ser ut til å være viktig her.

### *Proporsjonen betyr mindre*

I og med at forholdet mellom sidene er de samme både hos liggende og stående rektangler, kan det se ut til at proporsjonen ikke er det viktigste. Eksempelvis har firkant nummer 4 over dobbel så stor oppslutning hos de stående enn hos de liggende. Hele 16.5% foretrakk den reiste firkanten, men knappe 8% prefererte den liggende.

### *Assosiasjoner*

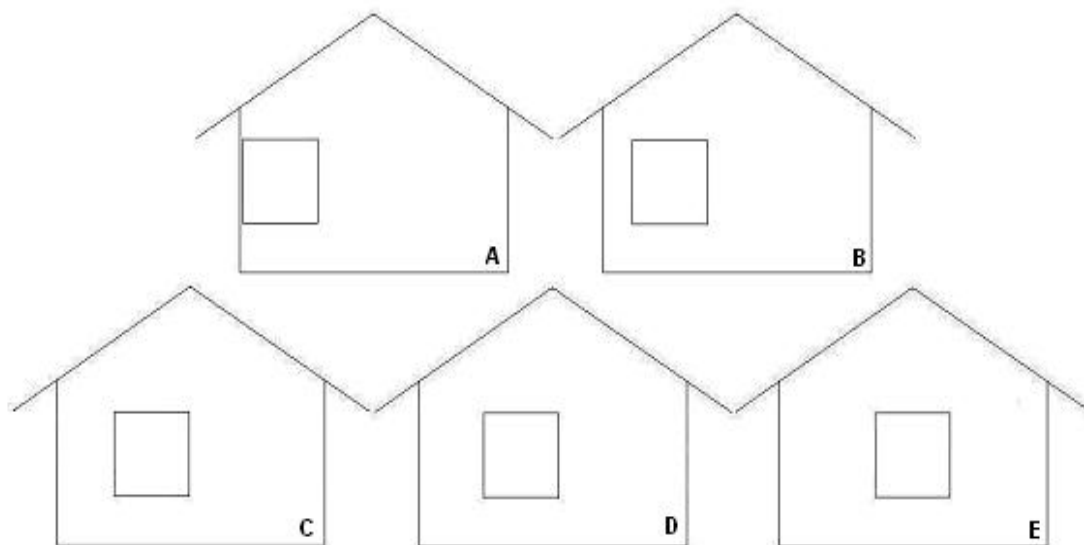
Stikkord som harmoni, balanse, symmetri og stødighet ble ofte nevnt, men foruten dette ble det også gitt uttrykk for at rektanglene ble assosiert til ting en omgir seg med. Stikkordene var mange, men de som gikk mest igjen var dører, speil, bilder, hus/blokker, vindu, kinolerret og ikke minst TV. Hvilket kan bety at vi lar oss påvirke av våre omgivelser. En som ser mye TV er vant til å se "virkeligheten" gjennom dette formatet. Det kan være fristende å sammenligne urbane storbymennesker, eller "siviliserte" med "naturbefolkning". Det påstås at oss "siviliserte" mennesker med enkelhet skulle ut 90 graders vinkler i et rom av andre vinkler. Mens "naturfolk" derimot lettere vil kunne skille ut de på 60 grader. Dette har med at "siviliserte" omgir oss med 90 grader hele tiden: hus, rom, firkantede bord, med mer, der "naturfolkene" oftest ser 60°. "Naturfolkene" bor gjerne i telt, og det er dessuten ikke mange 90° å finne i skogen. Dette kan vise at tidligere erfaringer vil ligge til grunn for hva vi synes er pent og stygt. På Fechners tid fantes ikke TV-apparatet. I hans undersøkelse var dette forholdet langt fra det som kom best ut. Med andre ord kan det vi synes er vakkert og harmonisk forandre seg med tiden. Som Henrik von Achen konkluderte med i sitt verk "det gylne snitt, lov og struktur nr.31": "Skjønnhet er avhengig av sammenheng og om formatet er stående eller liggende. Det svekker påstanden om at Det gylne snitt er den allmenngyldige, skjønneste proporsjon."

I min undersøkelse var det kun i noen få tilfeller det ikke var avgitt svar. Begrunnelsene var forskjellige, men noen mente at et rektangel var et rektangel, verken mer eller mindre. Andre sa seg inhabile til å kunne avgi et svar, da hvert rektangel var pent hver for seg, til sitt bruk. Så lenge de ikke visste hva de skulle se etter så var det umulig å avgi svar.

## 6. Plassering av vindu på vegg

1 FlervalgFølgende har vi fem versjoner av et hus hvor vinduets plassering varierer noe. Hvilken plassering liker du best?

7



1 Åpen Kan du begrunne hvorfor du likte denne plasseringen best?

8

Figur: Ellen Grøntvedt

5 varianter av et hus, hvor vinduets plassering varierer noe. Hvilken plassering er mest populær?

Tabell 13	Kvinner	Menn	Total	Bevisst plassering:
A	2%	4%	3%	Plassert helt inntil venstre hjørne.
B	26%	33%	29.5%	Plassert midt på venstre halvdel. Høyre ytterkant deler dessuten husets grunnlinje inn i det gylne snitt.
C	20%	26%	23%	Høyre ytterkant er plassert inn mot midten.
D	10%	10%	10%	Midten av vinduet er plassert med tanke på det gylne snitt (deler husets grunnlinje inn i det gylne snitt)
E	40%	24%	32%	Plassert midt på huset.
Ikke besvart	2%	3%	2.5%	



### *Forskjell mellom menn og kvinner.*

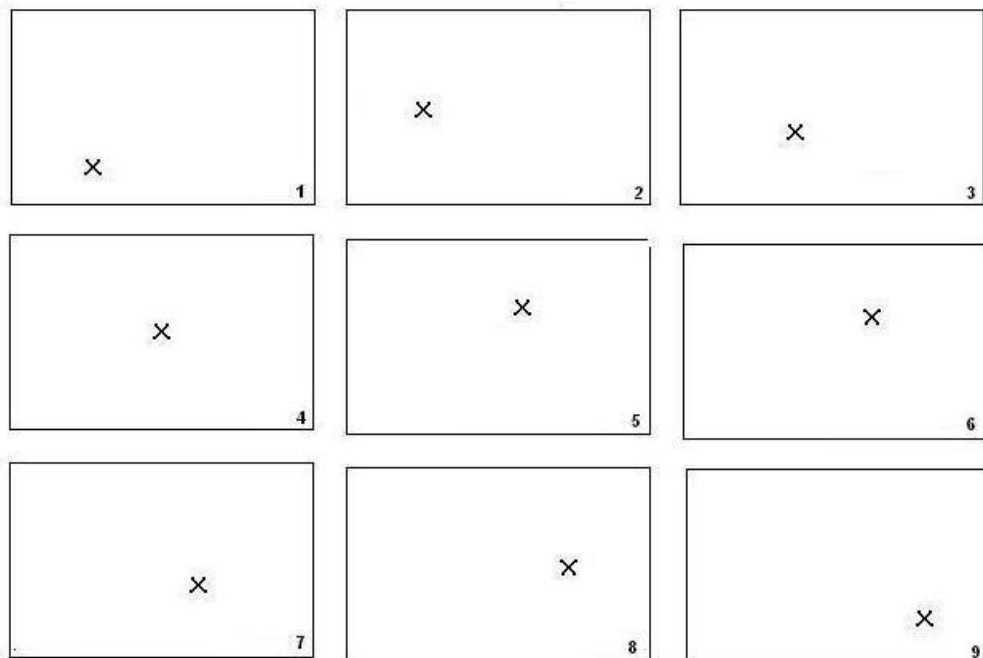
Menn satte spenning i arkitekturen høyt, symmetri ble kjedelig. Favoritten var vindu B med 33%. Det som da er ekstra bemerkelsesverdig er at nettopp dette vinduet står i det gylne snitts posisjon: høyre ytterkant av vinduet er plassert i det gylne snitt, om vi tar mål fra husets grunnlinje. Menn la også andre ting inn i bedømmelsen, for eksempel at vinduet sto i sammenheng med takvinkelen.

Ser vi på alternativ D, hvor midten av vinduet deler husets grunnlinje i det gylne snitt, er det bare 10% av både kvinner og menn som synes best om dette.

I motsetning til mennene var det nettopp symmetrien som sto sterkest hos kvinnene. Nærmere dobbelt så mange kvinner, 40% valgte motivet hvor vinduet er plassert midt på huset (nr. E). Til sammenligning var det kun 24% menn som valgte dette alternativet. Kvinnene var også opptatt av at rommet skulle belyses riktig, og at det skulle være lett å møblere innvendig. De ønsker seg kanskje plass i de innvendige hjørnene.

## 7 Harmonisk bilde

19 Flervalg Tenk deg at du skulle tegne/male et rolig harmonisk bilde. Hvor ville du ha plassert hovedmotivet?



9 like flater med forskjellig plassering av hovedmotiv (satt som et kryss). Hvor skal hovedmotiv stå, om en skal male et rolig/harmonisk bilde?

Tabell 14	Kvinner	Menn	Total
1	4%	4%	4%
2	10%	9%	9.5%
3 (gylne snitt)	16%	18%	17%
4 (midtplassert)	22%	21%	21.5%
5	7%	4%	5.5%
6 (gylne snitt)	5%	11%	8%
7 (gylne snitt)	21%	14%	17.5%
8	4%	8%	6%
9	7%	6%	6.5%
Ikke besvart	4%	5%	4.5%

Hos både menn og kvinner kom nummer 4 best ut med henholdsvis 22% og 21%. Dette var kanskje ikke så overraskende da motivet her var plassert i midten av bildet, og faktor som symmetri kommer inn. 42.5% ville plassert motivet i enten 3, 6 eller 7, de alle står plassert i det gylne snitt. Nummer 6 og 7 fikk hele 17 % og 17.5 % av oppslutningen.

#### a) Høyre- eller venstrehendt

Spørsmålet er stilt i forbindelse om det er en sammenheng mellom hvilken hånd en skriver med, og hvor på arket en ville plassert et motivet.

Tabell 15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Totalt
Høyrehendt	10	29	44	58	12	26	47	21	18	265
Venstrehendt	1	5	12	6	4	2	5	2	1	38
Bruker begge	1	1	1	1	0	2	1	0	3	10
Totalt	12	35	57	65	16	30	53	23	22	313

Det viste seg at de som var høyrehendte foretrakk alternativene 4, 7 og 3.

Venstrehendte satte 3, 4 og 7/2 høyest.

De som bruker begge hendene, valgte nummer 9 og 6.

Det som her er spennende å merke seg, er at nummer 7 og 3 er begge plassert i det gyldne snitt, men på hver sin side av papiret. Det var flere høyrehendte som valgte nummer 7, som er plassert på høyre side. Det var flere venstrehendte som foretrakk nummer 3, som er plassert på venstre side.

At nummer 4 kom godt ut hos begge var ikke uventet, den midtstilte viser til symmetri. Sistnevnte (de som benytter begge hender) utdypes ikke nærmere, dette grunnet lav oppslutning.

Resultatet er ikke så tydelig, så det er vanskelig å dra noen helt klare konklusjoner. En bør være oppmerksom på at resultatet kunne blitt annerledes om flere hadde deltatt.

---

20 Åpen

Skriv inn din e-post adresse, og du er med i trekningen av et gavekort på en DVD.

Trekningen utføres så snart gavekort foreligger, gavekortet er for øvrig sponset og utlovet av NTNU (ved Håvard Ravn Ottesen).

I ettertid vil jeg påpeke at når bildene er oppstilt slik de er i disse sammenhengene, kan man få et annet inntrykk enn hvis de hadde vært vist hver for seg. Man velger ikke uavhengig av hvilken rekkefølge eller avstand de har til hverandre, men muligens ut i fra den som ser best ut i sammenhengen. Dette kan mislede litt.

Men samtidig vil jeg føye til at i de tidligere undersøkelsene jeg utførte, sto rektanglene oppstilt i andre rekkefølger. Resultatene ble her stort sett det samme som vist over, med noen få unntak. Jeg har likevel valgt å utelukke disse besvarelsene, da jeg ønsker å konsentrere meg om kun denne ene bestemte målgruppen.

Det bør også bli tatt i betraktning at tallene ved siden av, og inni bildene, kan være nok et forstyrrende element.

## B. Drøfting av resultatene

Går vi tilbake til 1876 og ser på psykologen Fechners undersøkelse (de Del 1, Det gylne rektangel) konkluderte han med at det gylne rektangel var mest tiltalende. Han fikk støtte av flere forskere, deriblant psykologen Thondrike som fikk omtrent det samme resultatet i sin undersøkelse i 1917, Men hva sier min undersøkelse?

Jeg har ikke funnet noe entydig svar på at det gylne snitt er det som blir favorisert blant studentene ved NTNU. Derimot ser det ut som ”statisk” symmetri er en faktor som står sterkt hos dem. Hvorfor er det slik? Har dagens studenter mistet sansen for det skjønne? Eller er skjønnhetsbegrepet endret?

Jeg har lyst til å nevne en svensk persepsjonspsykolog ved navn Sven Sandström. Han er trukket inn som teoretiker i en bok ved tittel: ”Forming – hva og hvorfor”. I følge han er felles kulturbakgrunn den egentlige årsaken til at vi tror enkelte ”skjønnhetsregler” er allmenngyldige. Jeg siterer: *”I undersøkelser hvor forsøkspersoner fikk velge mellom ulike former på forskjellige rektangler, viste det seg at flertallet valgte et rektangel med det gylne snitts proporsjoner. En har derfor sluttet seg til at dette formforholdet ”beviselig” er en ”allmenngyldig norm”.*” Lenger nede i boka leser jeg at det også i 1961 ble foretatt en ny undersøkelse hvor kanadiske og japanske studenter ble presentert for samme utvalg av ulike rettvinklede rektangler. Flertallet av de kanadiske studentene valgte seg rektangler med det gylne snitts mål. Japanerne derimot, som har en kulturtradisjon som innbefatter andre proporsjonsideal, viste ikke noen særlig oppmerksomhet ovenfor dette formforholdet. Sandström konkluderer med at forkjærligheten for det gylne snitt neppe er medfødt. *”Men i vår kultur har vi fra vår tidligste barndom blitt så vant til ting som har det gylne snitts proporsjoner, at vi har kommet til å se det som et ideal.”*<sup>22</sup>

Kan Sandström sine konklusjoner si noe om studentene på NTNU? Hvorfor er det slik at de i noen tilfeller favoriserer det gylne snitts proporsjoner, og i andre tilfeller ikke gjør det? Er studentene ved NTNU sære i forhold til studenter ellers i verden? Eller er det kanskje slik at studentene her i Trondheim rett og slett er blitt mer kulturbevisste? Kanskje har globaliseringen gjort oss mer påvirket fra andre kulturer slik at vi ikke lenger synes at våre er absolutt de riktige? Det tyder kanskje på at dagens NTNU- studenter er mer fleksible og åpen for andre impulser enn de som rådet tidligere?

<sup>22</sup> Haabesland og Vavik, side 204

Mine undersøkelser bekrefter i noen sammenhenger det litteraturen har beskrevet.

I andre sammenhenger ikke. Særlig ikke forsøket gjort ved NTNU.

Kanskje har vår tids studenter mistet blikket for det skjønne? Eller sagt på en annen måte, har skjønnebegrepet skiftet innhold? Et nytt spørsmål har kommet til meg underveis i denne arbeidsprosessen.

Dette kan tyde på at vår kulturbakgrunn har mye å si for proporsjon, altså hvordan vi ser og oppfatter tingene.

Er da ”Det gylne snitt” – et kulturfenomen eller allmenngyldig sannhet? Eller kanskje begge deler.

Jeg har lyst til å avslutte denne drøfting med følgende sitat:

”Et alminnelig dødelig menneske tenker størstedelen av tiden i klisjeer – og mesteparten av tiden i klisjeer. Hans visuelle skjemaer er prefabrikkerte for ham; han ser på verden gjennom kontaktlinser uten å være klar over det.<sup>23</sup>”

Er ”Det gylne snitt” en lik kontaklinse?

---

<sup>23</sup> Koestler, Arthur: ”The Act of Creation”

# KAP. V SAMMENDRAG

I denne oppgaven har jeg beskrevet mange sider ved det gylne snitt. Det gylne snitt forekommer

- I matematikken
- I naturen (hos planter og dyr).
- I kunsten/arkitekturen/estetikk
- I musikken
- Hos mennesket

Dette er beskrevet i litteraturen, og jeg har gjort en grundig redegjørelse for dette i min oppgave.

Det gylne snitt bygger på en harmonisk deling av et linjestykke. Snittet deler linjen i to, slik at den minste delen forholder seg til den største delen, som den største delen forholder seg til hele linjestykket. Matematisk er det gylne snitt gitt ved tallet  $1.618/0.618$ .

## BILDE

En undersøkelse av elever, foreldre og lærere ved Steinerskolen viste at det gylne snitt forekommer hos mennesket. Det er målt navlehøyde/totalhøyde. Resultatet ble tilnærmet det gylne snitt.

I mindre skala har jeg undersøkt proporsjoner i underarmen, i finger, øre og tenner. Også her kom det gylne forholdet frem, hvilket bekrefter at det gylne snitt finnes hos mennesket.

Undersøkelser om estetikk foretatt ved NTNU med 300 studenter vinteren 2003, viser i mindre grad at det gylne snitt er betraktet som særlig pent/skjønt. Her står symmetrien sterkere (kvadrater ble valgt fremfor ”gylne rektangler”, midtstilling var mer populært, etc) Men det bør også nevnes at det gylne snitts forhold ikke kom dårlig ut. Ved flere tilfeller ble dette valgt som alternativ to eller tre.

Lignende undersøkelser som er utført tidligere, tyder på at bedømmelsene er miljøbetiget, noe som også kan være tilfeller ved mine undersøkelser.  
Det gylne snitt er ingen allmenngyldig sannhet.

## KAP. VI REFERANSER

### Litteraturliste

- Achen, Henrik von: *Det gyldne snitt (Lov og struktur nr. 31)* Bergen: Institutt for sammenlign. politikk, Universitetet i Bergen, 1990.
- Alfred, Brother U.: *An introduction to fibonacci discovery* San Jose, California: Fibonacci Association, San Jose State College, 1965.
- Amundsen, Bilstad, Handeland, Grønnevik: *Prosjektoppgave i matematikk: Det gyldne snitt Rommetveit* : Høgskolen Stord/Haugesund, 1999.
- Archibald, Raymond Clare: *Euclid's book on division* Cambridge: University Press, 1915.
- Aschehoug og Gyldendals Store Norske leksikon
- Breiteig, Trygve og Venheim, Rolf: *Matematikk for lærere bind 2* Kristiansand: PDC Printing Data Center AS, 1993.
- Botten, Geir: *Meningsfylt matematikk* Trondheim: Caspar Forlag, 1999.
- Cook, Theodore Andrea: *The Curves of Life* New York: Dover Publications, 1979.
- Dodd: *Number Theory in the Quadratic Field with Golden Section Unit* Passaic, N.J.: Polygonal Publishing House, 1983.
- Dunlap, Richard A.: *The Golden Ratio and Fibonacci Numbers* Singapore: World Scientific, 1997.
- Edwards, Picutti, Schwartz m.fl.: *Stora matematiker: från fibonacci till Wiles* Lund: Studentlitteratur, 2000.
- Elam, Kimberly: *Geometry of design* New York: Princeton Architectural Press, 2001.
- Fibonacci, Leonardo Pisano: *The book of squares* (oversatt av L.E.Sigler) Boston: Academic Press, c1987.
- Frandsen, Jesper: *De(t) gyldne snit: i kunst, natur og matematikk* Gjellerup: Systime, 1991.
- Garland, Trudi Hammel: *Fascinating Fibonacci – Mystery and Magic in Numbers* Canada: Dale Seymour Publications, 1987.
- Hagenmaier, Otto: *Der goldene Schnitt* Heidelberg: Heinz Moos, 1963.
- Henjum, Jon: *Det gyldne snitt: Tema med tyngdepunkt i matematikk* Sogndal: Høgskulen i Sogn og Fjordane, Avdeling for lærarutdanning, 2000.
- Herz-Fischler, Roger: *A Mathematical History of the Golden Numbers* Mineola, N.Y.: Dover Publications, 1998.
- Holme, Audun: *Matematikkens Historie* Bergen: Fagbokforl., 2001.



- Huntley, H.E.: *The Divine Proportion: a study in mathematical beauty* New York: Dover Publications, c1970.
- Koshy, Thomas: *Fibonacci and Lucas Numbers with Applications* New York: Wiley, 2001.
- Nygårdshaug, Gert: *Prost Gotvins Geometri* Oslo: Cappelen, 1999.
- Rasmussen, Børge: *Den guddommelige brøk* Virum: Forlaget Matematik, 1987.
- Rasmussen, Børge: *Tårnsneglens hemmelighet og det guddommelige rektangel* Samsø: Forlaget Matematik, c1992.
- Ribenboim, Paulo: *My Numbers, My Friends* New York: Springer, 2000
- Rossing, Nils Kr.: *Den matematiske krydderhylle* Trondheim: Vitensenteret, 2001.
- Rossing, Nils Kr.: *Det geometriske falsum: eller fibonacci's-tallrekke og Det gyldne snitt* Trondheim: Vitensenteret, 1998
- Sandström, Sven: *Konst och psykologi* Lund: Gleerup, 1970
- Stigen, Arnfinn: *Tenkningens historie, bind 1*
- Ulin, Bengt: *Att finna et spår* Bromma: [B. Ulin], 1982.
- Vajda, S.: *Fibonacci & Lucas numbers, and the golden section: theory and applications* Chichester: Ellis Horwood, 1989.
- Vorob'ev, N.N.: *Fibonacci numbers* Oxford: Pergamon Press, 1961.
- Walser, Hans: *The golden section* Washington, D.C.: Mathematical Association of America, 2001.

#### *Tidskrifter:*

- Illustrert vitenskap nr 3 1997
- Jones, B.C.: "Evolution and human behaviour" Scotland: university of St. Andrewa, 2001.
- Levin, Eddy: "Dental aesthetics and the golden proportion". London
- May, Mike: "Did Mozart Use the Golden Section". American Scientist, March-April 1996.
- Nordgaard, O.: *Det gyldne snit* Særtrykk av: Trondhjems Adresseavis 3. juli 1917.
- Steinerskolens kvartalskrift for skole og samfunn, nr. 4/91

*Nettreferanser:*

Annies gjestekro:

[http://www.home.no/gjestekro/old1\\_no.htm](http://www.home.no/gjestekro/old1_no.htm)

Apollon: Mattesnadder

[http://www.apollon.uio.no/2000\\_3-4/tema/mattesnadder.shtml](http://www.apollon.uio.no/2000_3-4/tema/mattesnadder.shtml)

Beauty

<http://members.fortunecity.com/jonhays/beauty.htm>

Billedrom 2, del 9-10

<http://rauset.no/billedrom/Rom2c.html>

Biography of Leonardo Fibonacci:

<http://www.lib.virginia.edu/science/parshall/fibonacc.html>

Le Corbusier

<http://www.geocities.com/Area51/Shadowlands/2944/cor.htm>

Le Corbusier

<http://www.tu-harburg.de/b/kuehn/lec4.html>

Egeheim

<http://www.leonardo2002.de/ehome/egeheim/egeheim.html>

Euklid

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Hangar/3736/euklid.htm>

Fibonacci

<http://www2.evansville.edu/ck6/bstud/fibo.html>

Fibonacci

<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Fibonacci.html>

The Fibonacci Association

<http://www.mscs.dal.ca/Fibonacci/>

The Fibonacci Series

<http://library.thinkquest.org/27890/mainIndex.html?tqskip1=1&tqtime=1015>

Fibonacci – His rabbits and his numbers

<http://www.austms.org.au/Modules/Fib/>

Fibonacci's numbers:

<http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/fib.html>

Fibonacci Numbers, the Golden section and the golden strings

<http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/fib.html>

Gemini nr.2

<http://www.ntnu.no/gemini/2000-02/17-18.html>

Geometri og det gyldene snitt:

<http://www.afl.hitos.no/mahist/geometri/>

Gold mean:

<http://thegoldenmean.homestead.com/>

Golden proportion equation

[http://www.goldenmuseum.com/0204Equation\\_engl.html](http://www.goldenmuseum.com/0204Equation_engl.html)

The Golden Ratio:

<http://geocities.com/CapeCanaveral/Station/8228/>

Golden ratio

[http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Golden\\_ratio.html#s18](http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Golden_ratio.html#s18)

Golden rectangle:

<http://www.q-net.net.au/~lolita/symmetry.htm>

The Golden Section

<http://www.gkmac.co.uk/golden.php>

The golden section in art and architecture

<http://ccins.camosun.bc.ca/~jbritton/goldslide/jbgoldslide.htm>

Der Goldene Schnitt

<http://uni-schule.san-ev.de/space/Bayreuth/1024/index.html>

The Vitruvian Man – Leonardo da Vinci

<http://www.aiwaz.net/Leonardo/>

Gulden2

<http://mathsforeurope.digibel.be/Gulden.htm>

Det gylne snit

[http://troels.lange.person.emu.dk/gyldne\\_snit-filer/frame.htm](http://troels.lange.person.emu.dk/gyldne_snit-filer/frame.htm)

Det gyldne snit

<http://home3.inet.tele.dk/pmh/Tema/gylden.htm>

Det gylne snitt

<http://www.nordreisa.vgs.no/Larere/HI/1MA-2000/Diverse/GySnitt.htm>

Det gylne snitt:

<http://mix.hive.no/~gladsoe/g.snitt.htm>

Gylne snitt i kunst og arkitektur:

<http://ccins.camosun.bc.ca/~jbritton/goldslide/jbgoldslide.htm>

Det gylne snitt i kunst, natur...

<http://www.kulturnet.dk/noergaard/da/strukturer/gyldne/gyldne01.html>

Intro into the golden proportion

<http://www.heartbeat2000.com/phi.htm>

(LAMIS)Landslaget for matematikk I skolen

<http://www.lamis.no/index.htm>

Leonardo da Vinci and the Golden Ratio:

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Station/8228/leo.htm>

Logarithmic Spirals

<http://www.notam02.no/~oyvindha/loga.html>

M1 10vt, Eksamen juni 2000, løsningsforslag:

<http://www-lu.hive.no/matte/M1/EksV2000/eksamen%20juni%202000%20loesning.htm>

Matematikkelenkar

<http://www.hisf.no/alu/FAG/Matematikk/2link.html>

Mathesongården: Noen geometriske betraktninger

<http://ekstern.alu.hist.no/~dennisgl/fag/matematikk/mappe/matheson/geometrisk.html>

MBA

<http://www.beautyanalysis.com/>

Michelangelo

<http://skolenettet3.ls.no/dok/sn/fag/kunst/kunstweb/kunstnere/michelangelo.htm>

The Earth and the relationship to Phi

<http://solargeometry.com/EarthPhi.htm>

The Meaning of a Pentagon

<http://www.angelfire.com/id/robpurvis/pentagram.html>

Le Modulor

[http://www.ac-poitiers.fr/arts\\_p/b@lise14/pageshtm/page\\_7.htm](http://www.ac-poitiers.fr/arts_p/b@lise14/pageshtm/page_7.htm)

Museum of Harmony and Golden Section

<http://www.goldenmuseum.com/>

Nerve.com – The Science of Sex: Computing Beauty

<http://www.nerve.com/Regulars/ScienceOfSex/06-13-00/>

Optisk midtpunkt og det gylne snitt:

<http://home.online.no/~randian/Formater.htm>

The place of mathematics:

<http://www.maths.adelaide.edu.au/pure/pscott/place/pm10/pm10.html>

Part 2 of Spirals and Golden Section by Jon Sharp...

[http://www.nexusjournal.com/Sharp\\_v4n1-pt02.html](http://www.nexusjournal.com/Sharp_v4n1-pt02.html)

Phi-Nest

<http://goldennumber.net>

Platonic Solids

<http://www.mathacademy.com/pr/prime/articles/platsol/index.asp>

Prosjekt og gruppearbeid:

<http://www.miljolare.no/fagstoff/sopp/prosjekt.php>

Spiral

<http://biologi.uio.no/plfys/haa/anatomi/spiral.htm>

Tallenes Estetikk:

<http://www.ntnu.no/gemini/2000-02/17-18.html>

The golden proportion, Beauty and Dental Aesthetics

<http://www.goldenmeangauge.co.uk/golden.htm>

Viktige verk og resultateter

<http://home.nvg.org/~satereng/exphil/verk.html>

Wicca (side om pentagrammet)

<http://www.wicca.no/gaia/pentagra.htm>

5- og 10-kanter

<http://www.nordreisa.vgs.no/Larere/Hi/1MA-2000/Diverse/Femkant.htm>

Personer som på en eller annen måte har bidratt med hjelp og informasjon undveis:

Fløttre, Nils H. (Nøtterøy videregående skole)

Holme, Audun (UiB)

Ludvigsen, Tormod

Ottesen, Håvard Ravn (NTNU)

Rossing, Nils Kr. (Vitensenteret/NTNU)

Tvete, Kjartan /HiNT)