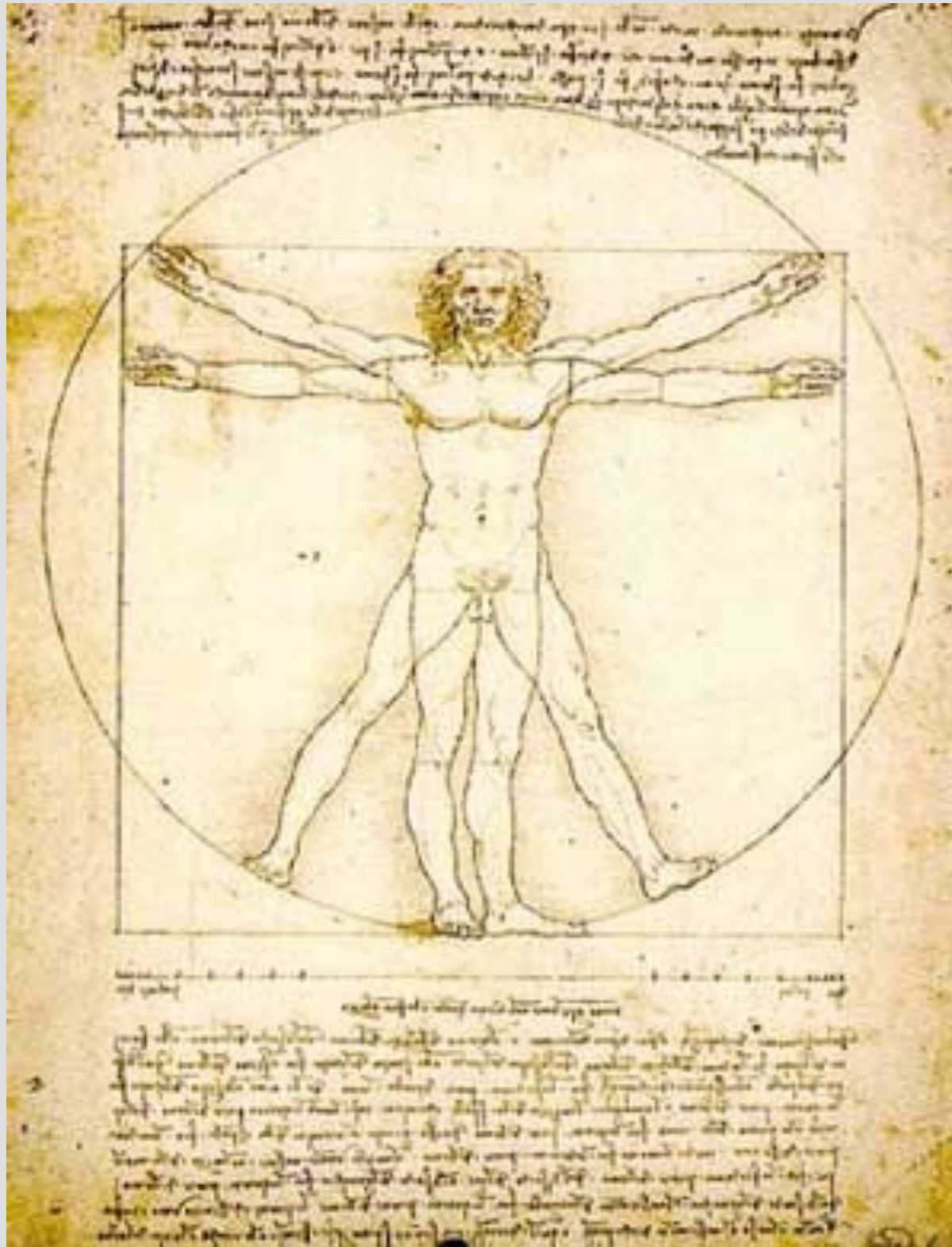


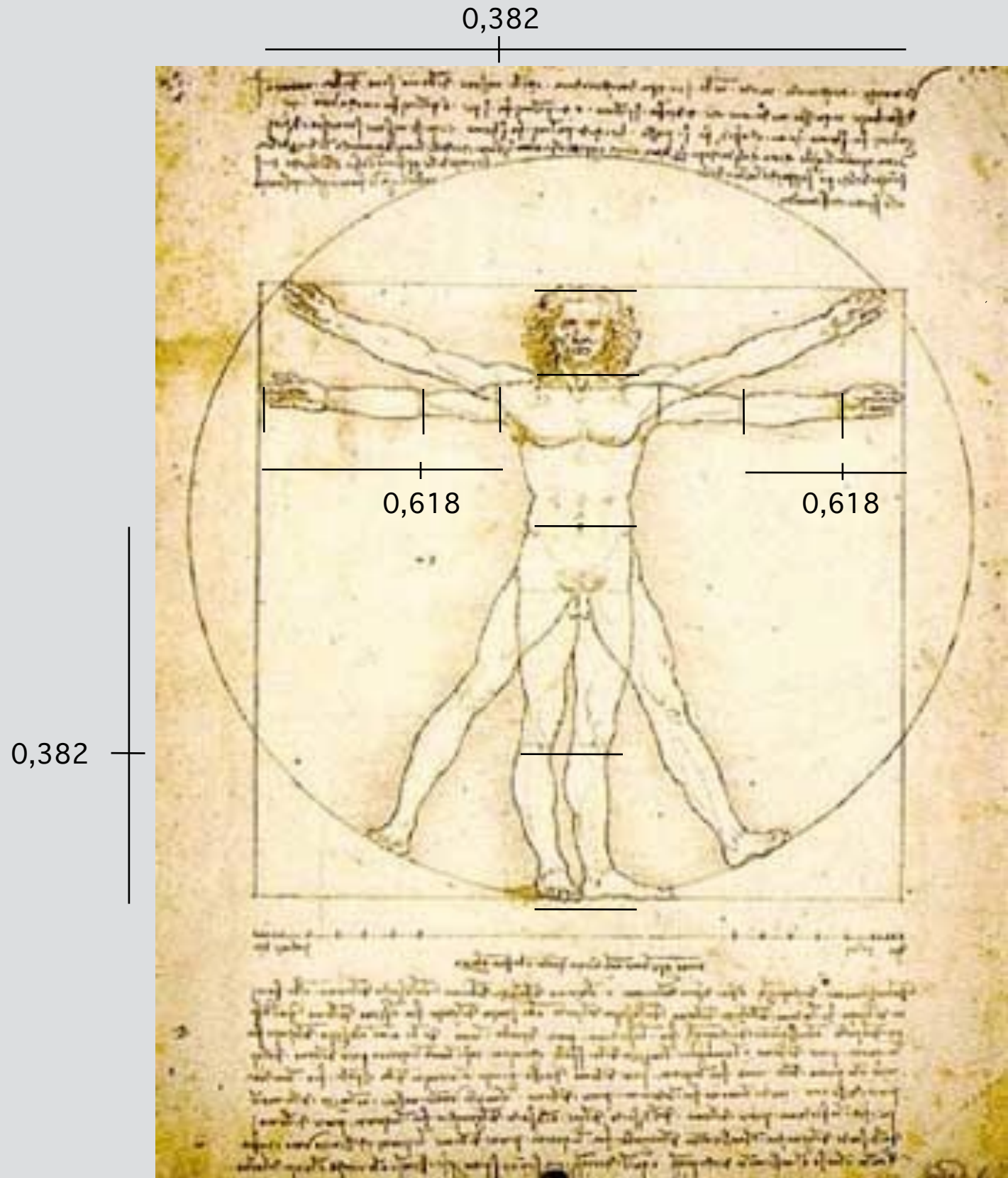
4 De gulden snede
en de mens:
het lichaam



Leonardo da Vinci
(1452 - 1519)

‘De bewegende mens’

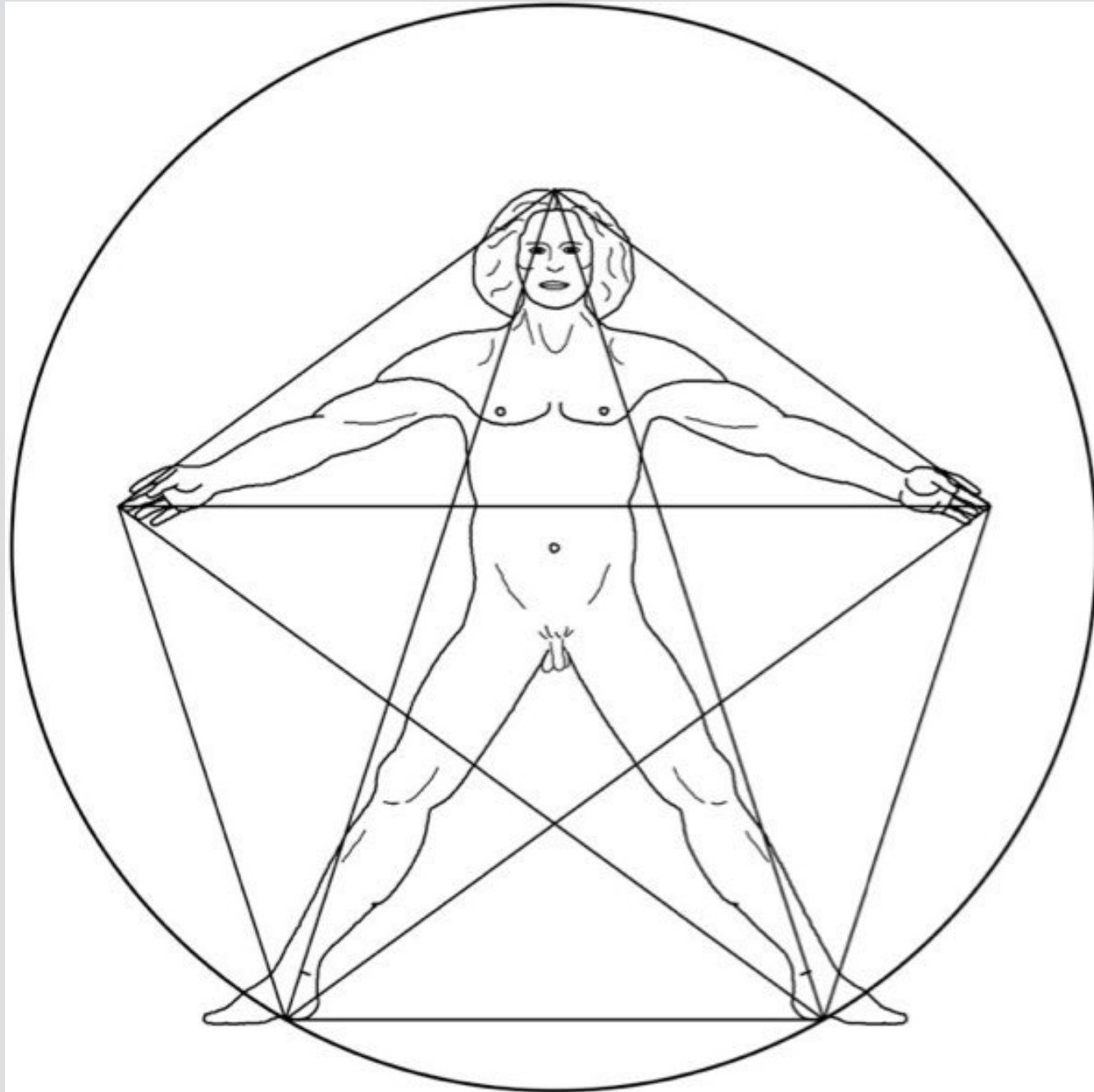
Oorspronkelijk de ‘Man van Vitruvius’, de Romeinse bouwmeester uit de 1e eeuw v.Chr. (een stuk dat door Leonardo is bewerkt).



De pythagoreeërs, leerlingen van Pythagoras (580-500 v.Chr.) ontdekten de gulden snede en zagen dat de verhoudingen van het menselijke lichaam daarmee overeenkomt. Toepassing daarvan werd al toegeschreven aan beeldhouwer Polykleitos (470-420 v.Chr.).

Dit verschijnsel is uitgebreid statistisch onderzocht en bevestigd door ir. L. Quételet.

Hoewel Leonardo er zelf niet op wees, beantwoordt zijn Man van Vitruvius aan de gulden snede, als van de plaats van de gewrichten wordt uitgegaan.

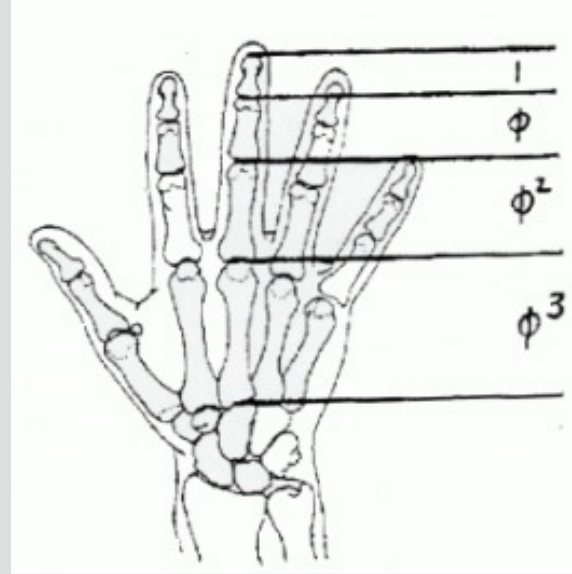
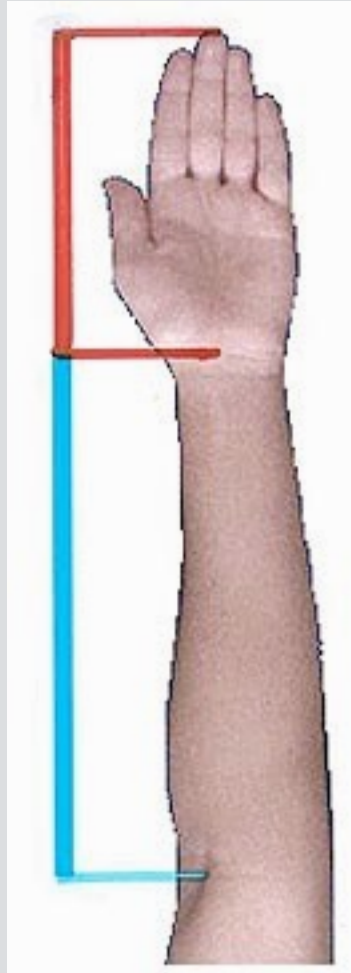


Alle onderdelen van het menselijke lichaam beantwoorden aan de verhouding van de gulden snede.

Door de armen omlaag te bewegen en de benen iets te spreiden (maar de lengte gelijk te houden), past de 'Man van Vitruvius' ook in een regelmatige vijfhoek (pentagon). Alle lijnstukken daarin verhouden zich als de gulden snede.

Met andere woorden: ook het lichaam als geheel is een uitdrukking van de gulden snede.

De arm en de hand



De mens heeft:

2 handen met ieder
5 vingers met ieder
3 vingerkootjes,

getallen uit de rij
van Fibonacci.

Het gemiddelde van
de vingers van twee
handen: 0,66
(tussen 0,62 en 0,71)



Aphrodite van Melos
(Venus van Milo, Louvre)

90 cm

60 cm

90 cm

$$60 : 90 = 0,66$$

(de ideale omvangsmaten
van het vrouwenlichaam,
afwijking 6% van de g.s.)



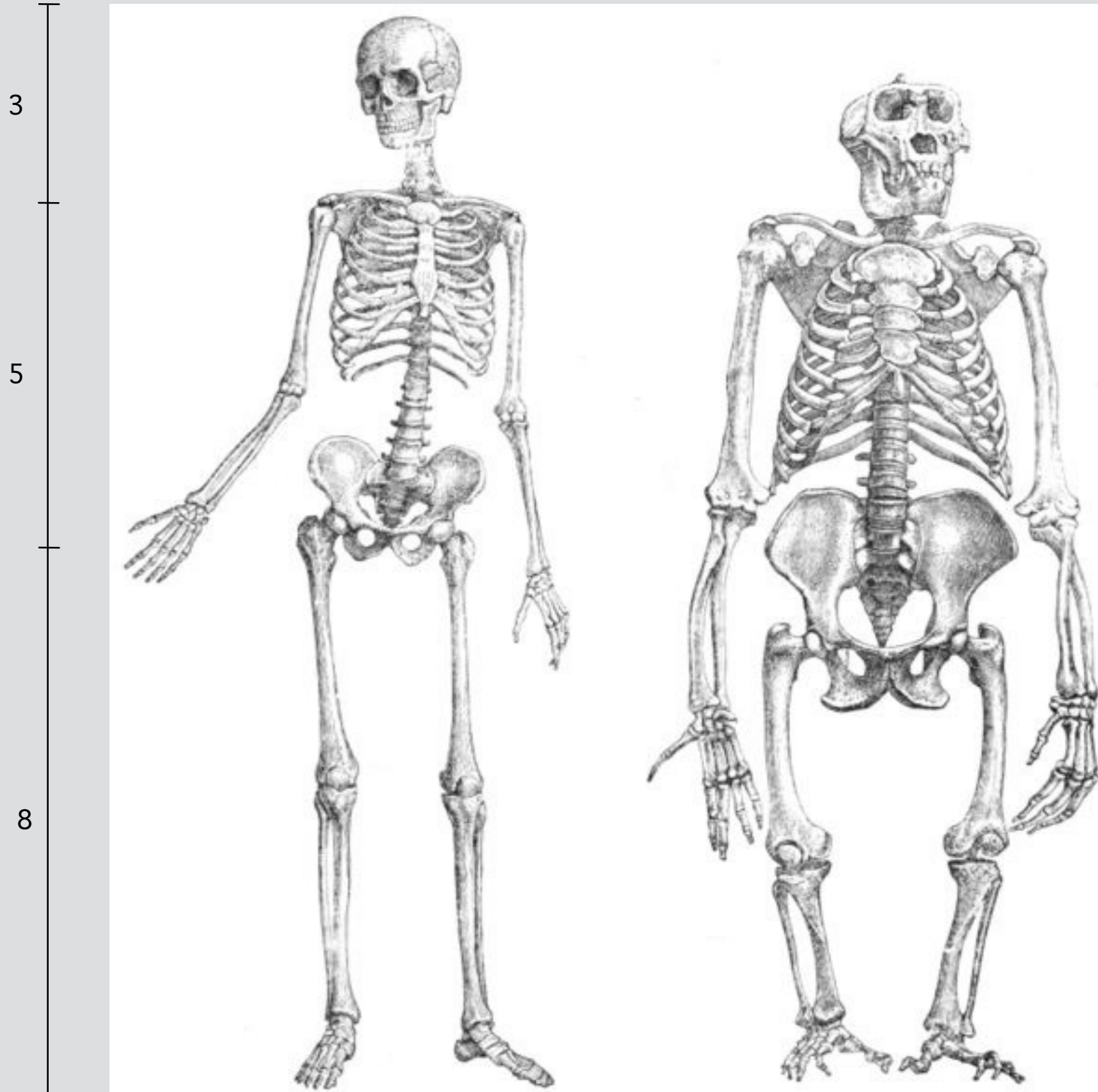
Heracles "Landsdowne". 511 d.C.
Photo © Maicar Förlag-GML/ER

Herakles (Hercules)
Na het verslaan van de
Nemeïsche leeuw, één
van zijn twaalf werken.

120 cm
80 cm

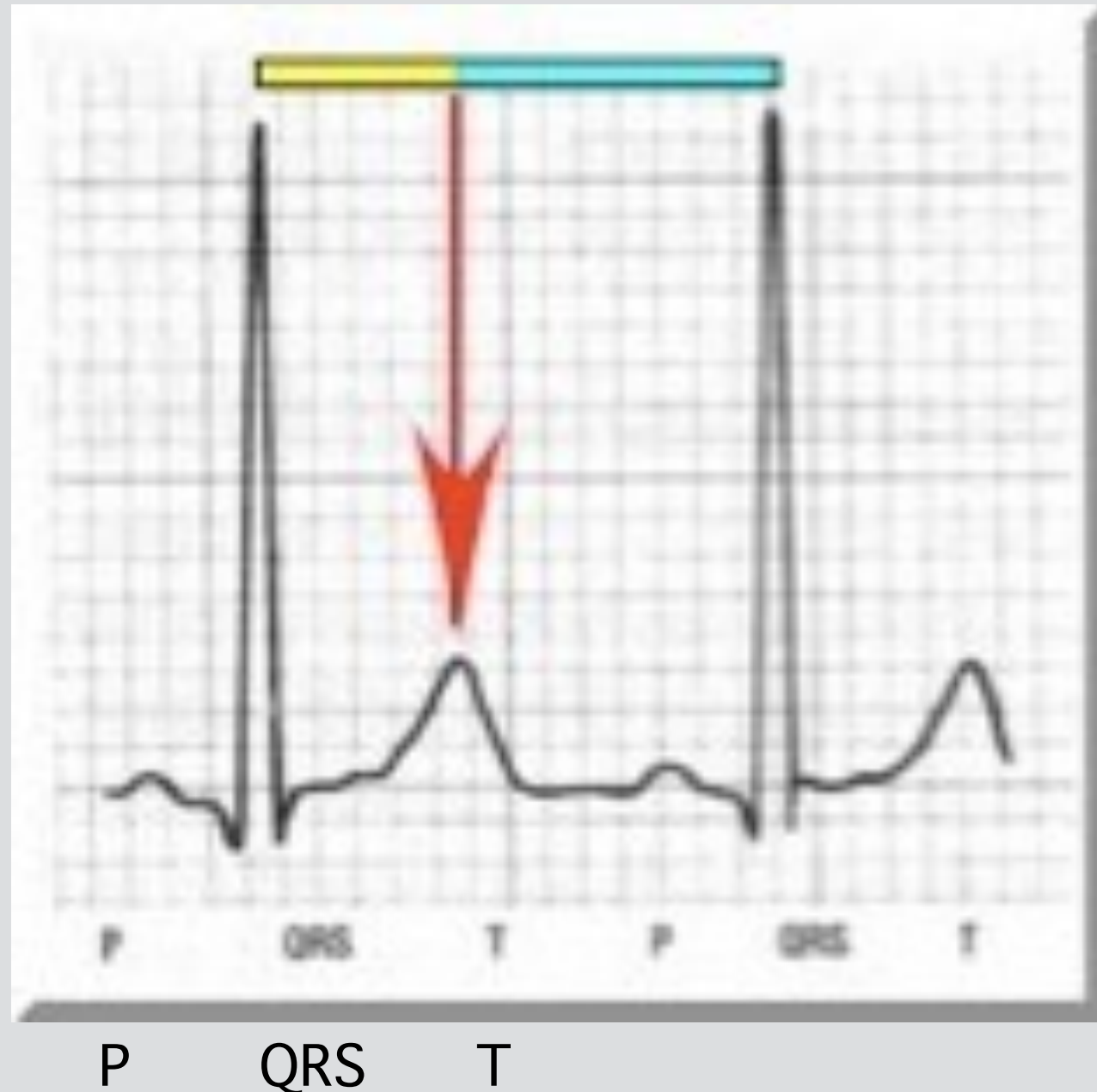
$$80 : 120 = 0,66$$

(de ideale omvangsmaten
van het mannenlichaam,
afwijking 6% van de g.s.)



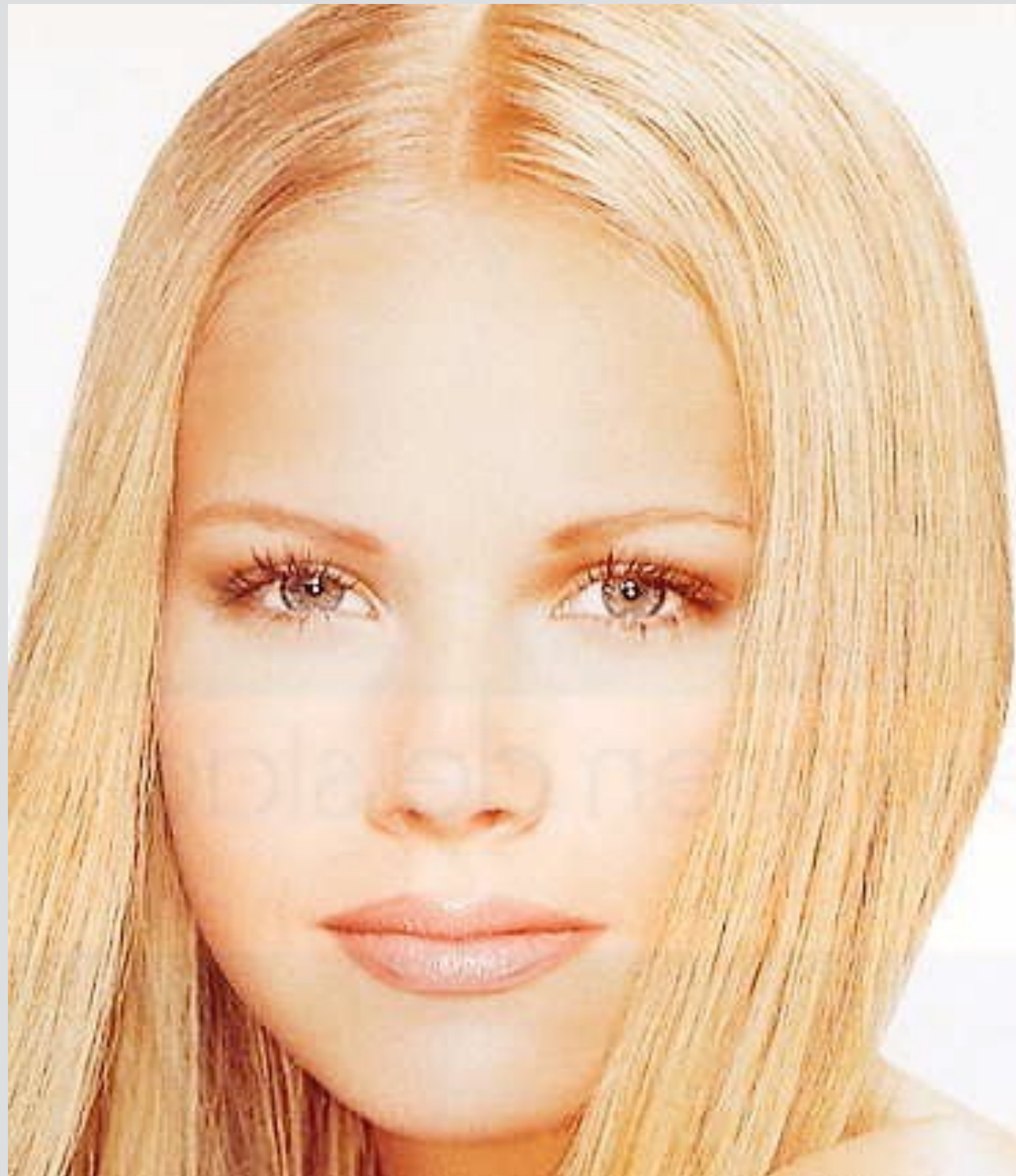
Verhouding tussen het skelet van de mens en de gorilla; alleen dat van de mens stemt met de gulden snede overeen en oogt aangenaam.

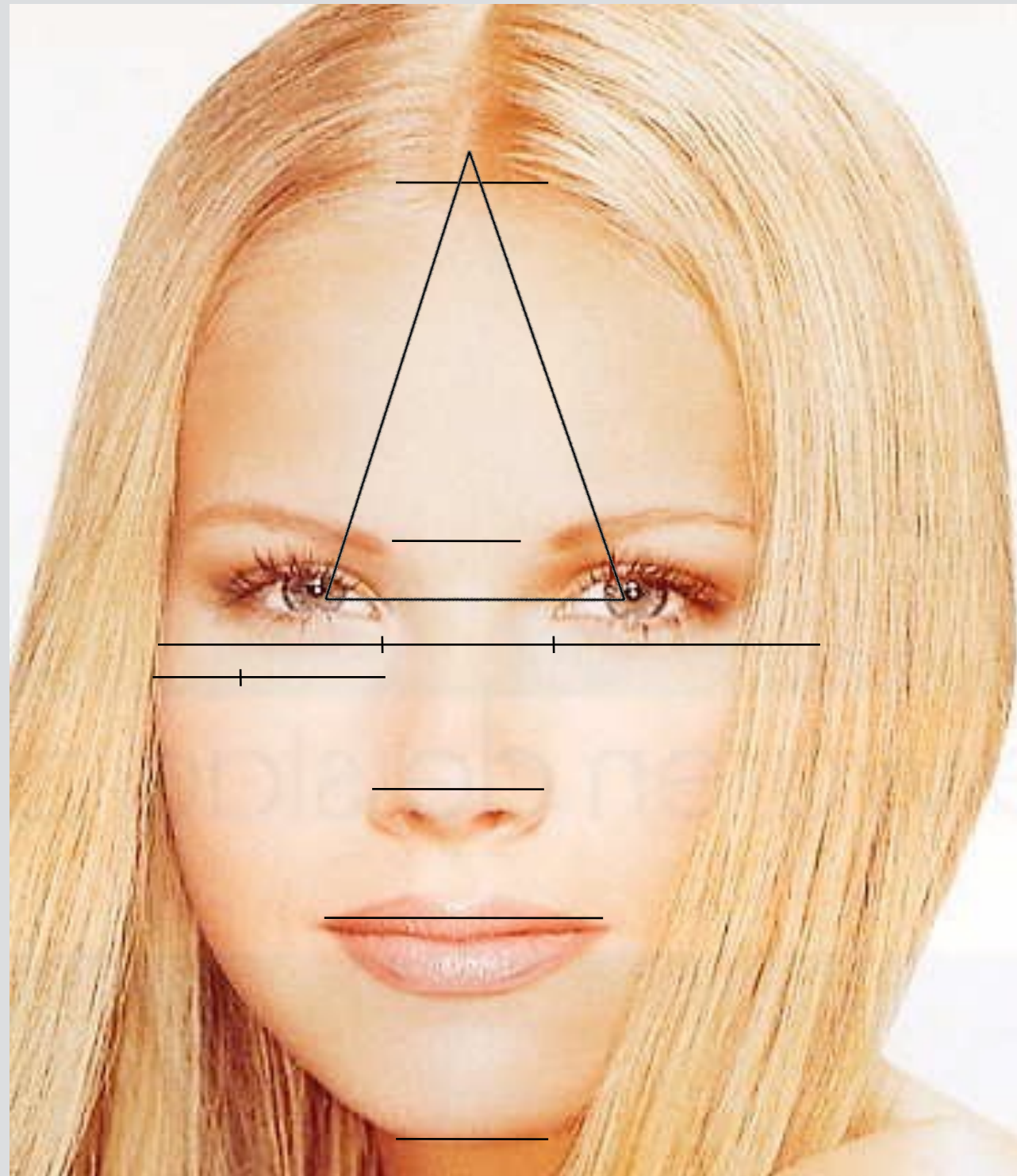
De hart-
slag:
het ECG



Het PQRST-complex geeft de systole (samentrekking) weer, gevolgd door de diastole (ontspanning) tussen T en P. De potentiaalpiek T bevindt zich op de plaats van de gulden snede tussen twee systoles in.

Schoonheid is
overeenstemming in
de verhouding van
vormen: het gezicht





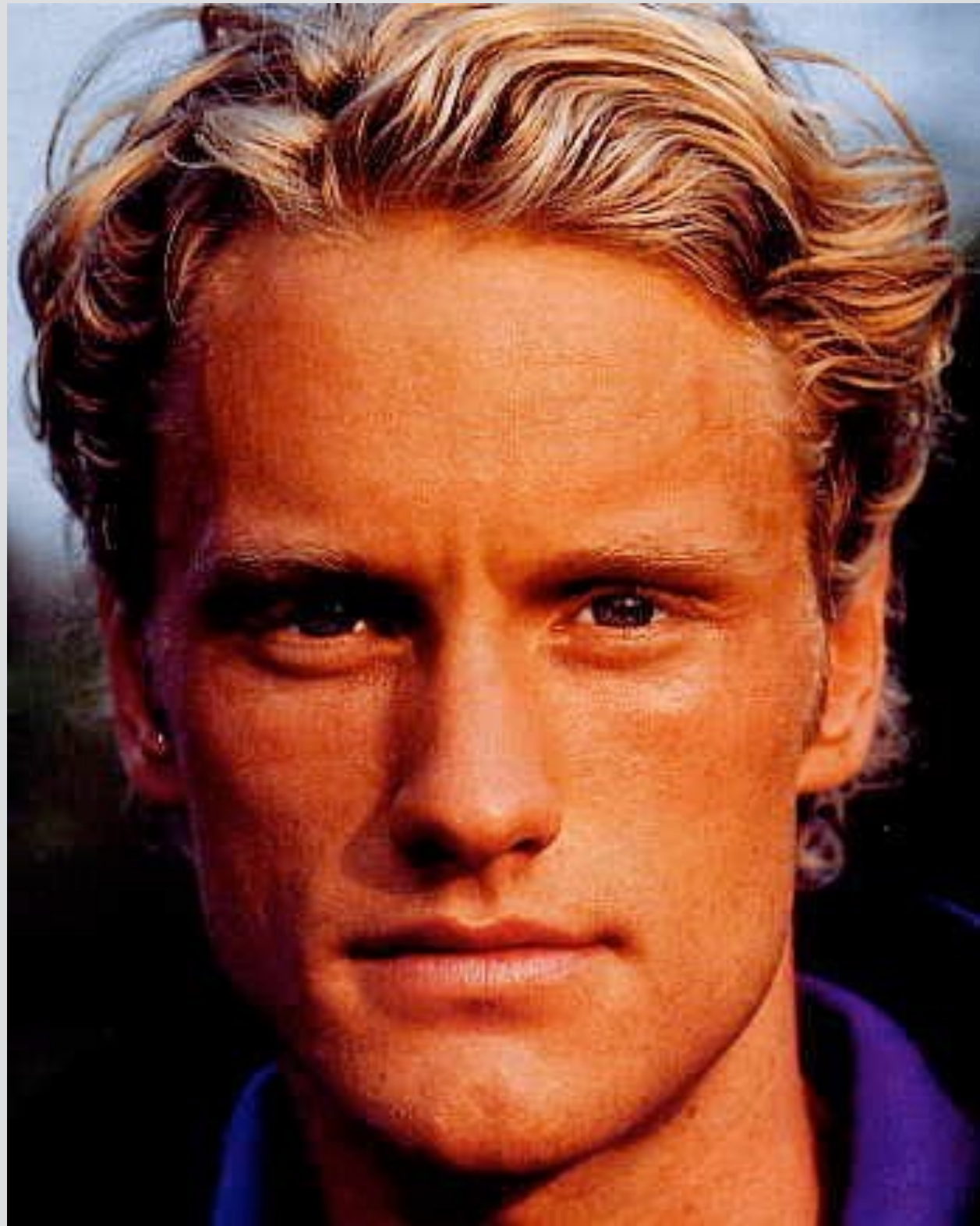
$b : h = 0,65$
(5% afwijking
van de g.s.)

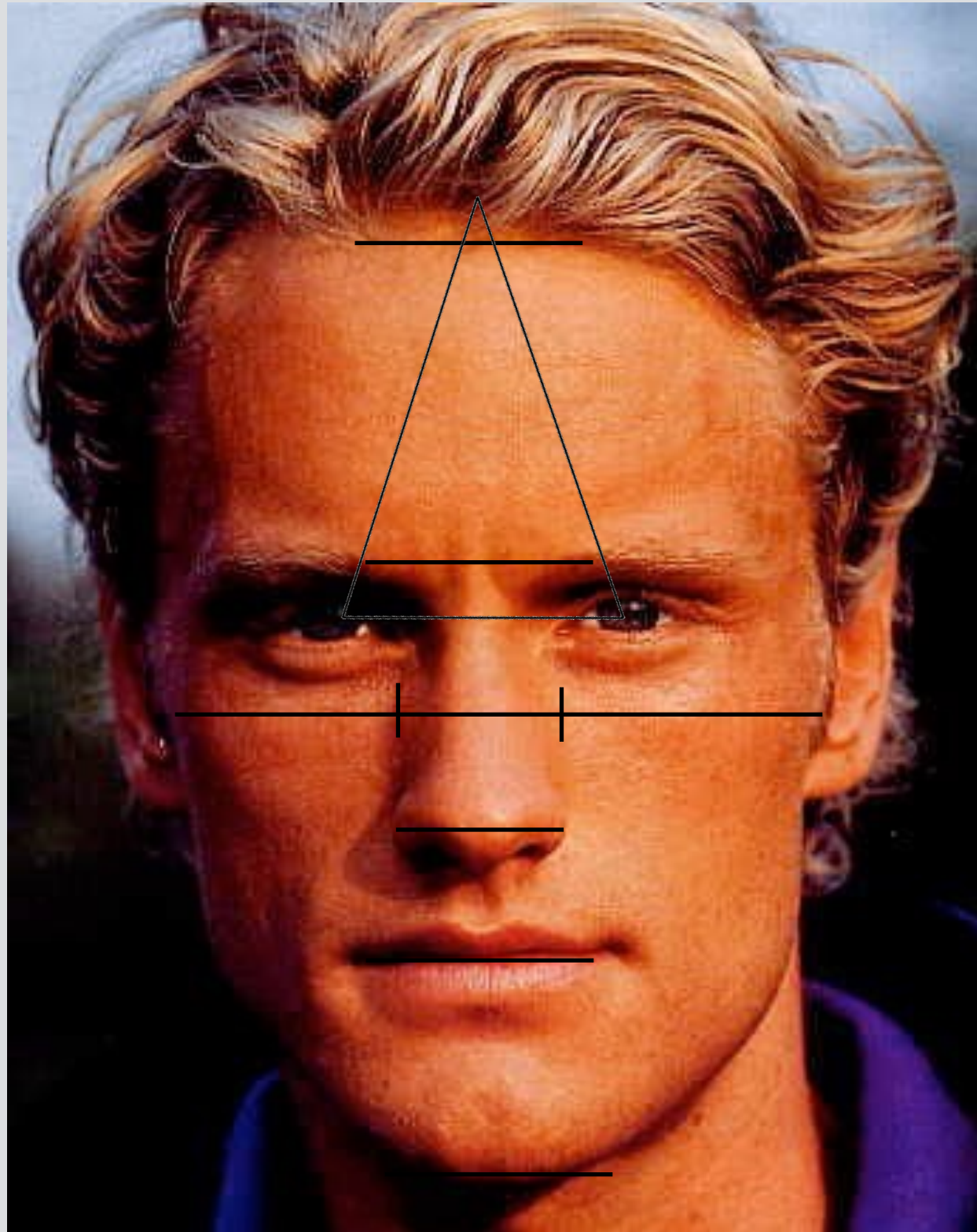


0,618

verhouding
breedte neus
en bovenlip

Tussen de beide pupillen en de haargrens is de gulden driehoek zichtbaar; alle verhoudingen beantwoorden aan de gulden snede.

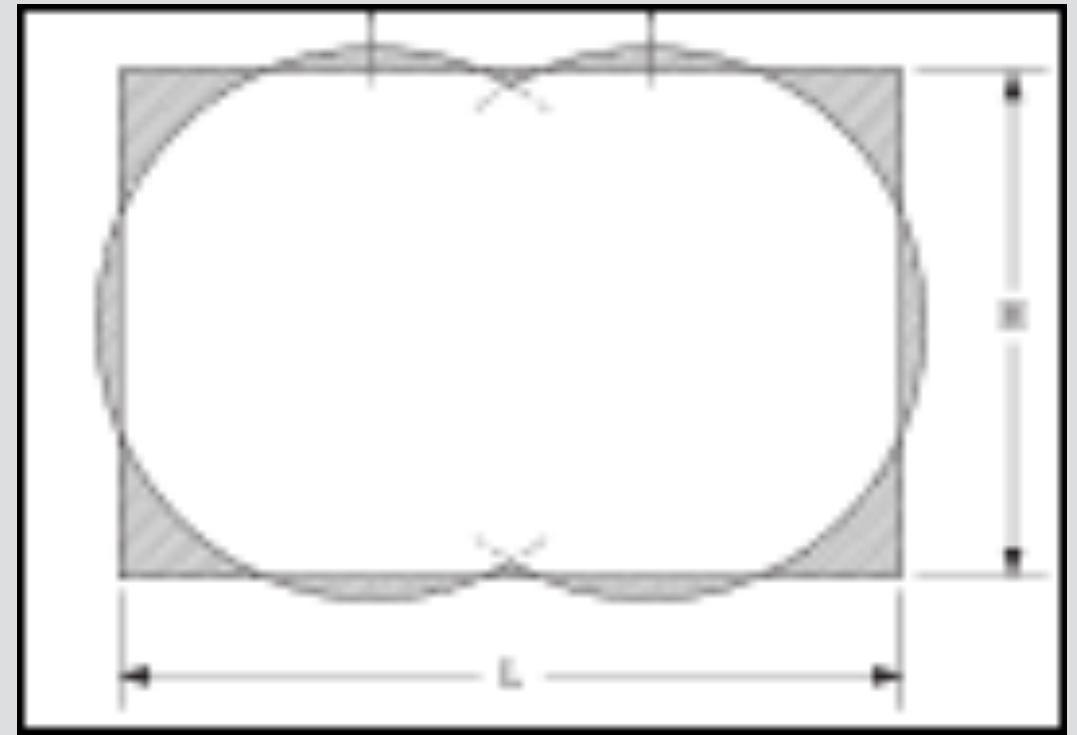




$b : h = 0,71$
(9% afwijking
van de g.s.)

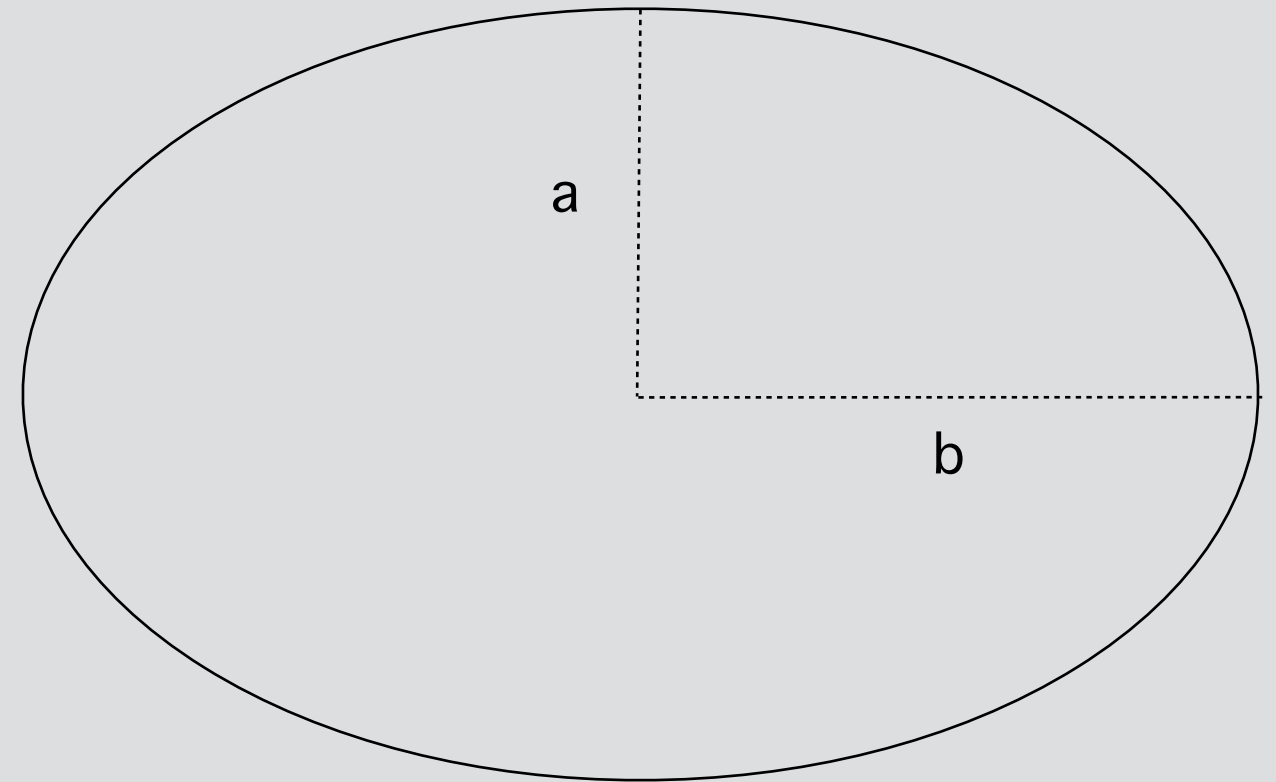
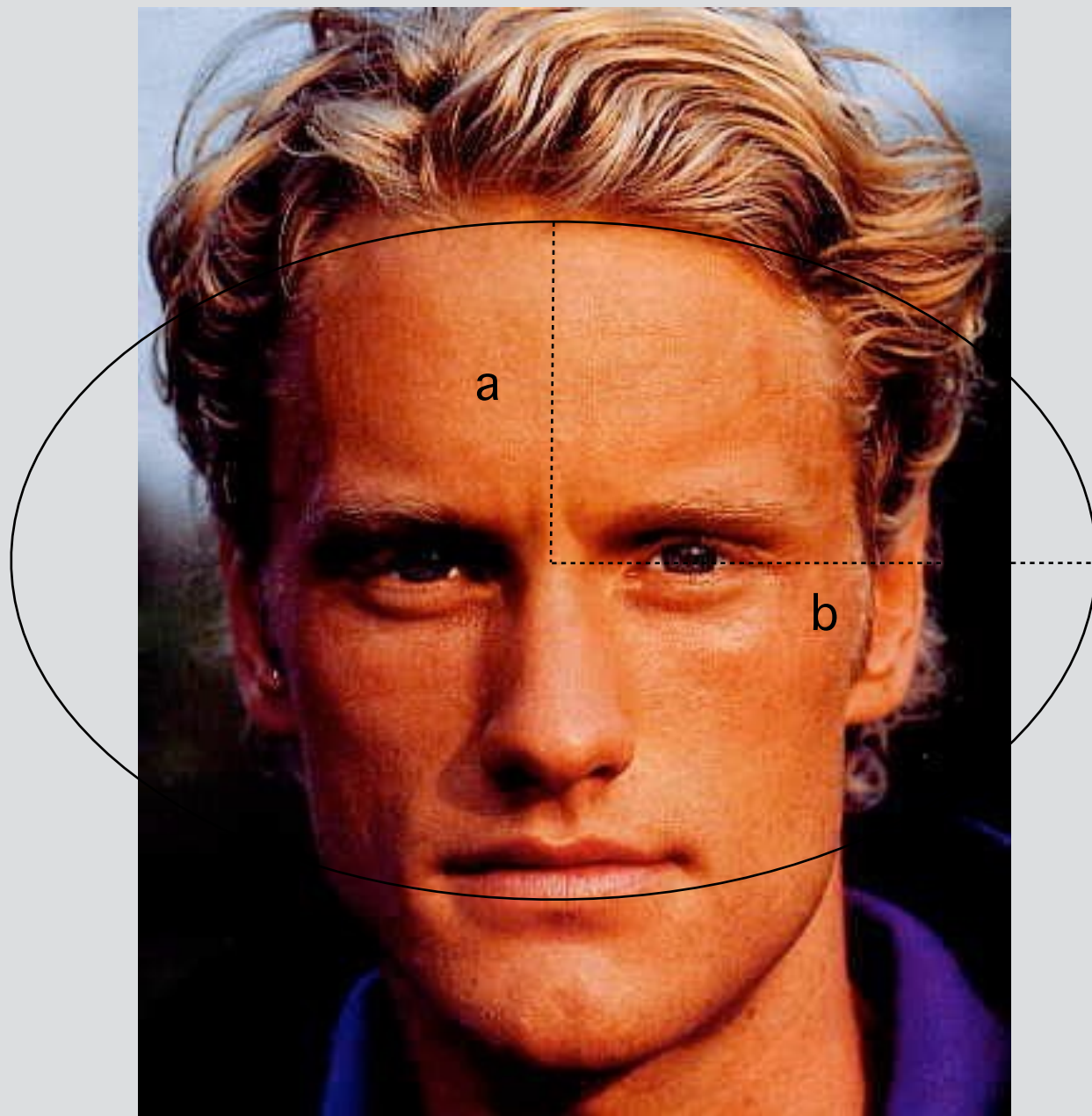


Tussen de beide pupillen en de haargrens is de gulden driehoek zichtbaar; alle verhoudingen beantwoorden aan de gulden snede.



Het gezichtsveld van de mens hangt samen met de plaats van de ogen en is gemiddeld een gulden rechthoek; het hangt daardoor samen met de gulden snede. Dit is er de oorzaak van dat de g.s. de mens vertrouwd is en de aandacht naar dat punt wordt getrokken.

Hierop is gewezen door Adrian Bejan in zijn Constructal Law:
www.constructal.org, The Constructal Theory Web Portal



Het gezichtsveld van de mens hangt samen met de plaats van de ogen en is daardoor gemiddeld ook een gulden ellips; het hangt daardoor ook zo samen met de gulden snede. Dit is er de oorzaak van dat de g.s. de mens vertrouwd is en de aandacht naar dat punt wordt getrokken. Hierop is gewezen door Adrian Bejan in zijn Constructal Law: www.constructal.org, The Constructal Theory Web Portal



In een Schots onderzoek werden van een groot aantal vrouwen de gezichtskenmerken samengevoegd tot dit 'gemiddelde gezicht'. Mannelijke proefpersonen bleken dit een mooi gezicht te vinden. Met een computerprogramma konden zij de onderdelen ervan verplaatsen met het doel het 'perfecte gezicht' te vinden.

De verhoudingen in dit gezicht beantwoorden geheel aan de verhouding van de gulden snede zoals hiervoor aangegeven.

Bron: Wetenschap 24,
uitzending 7 april 2011

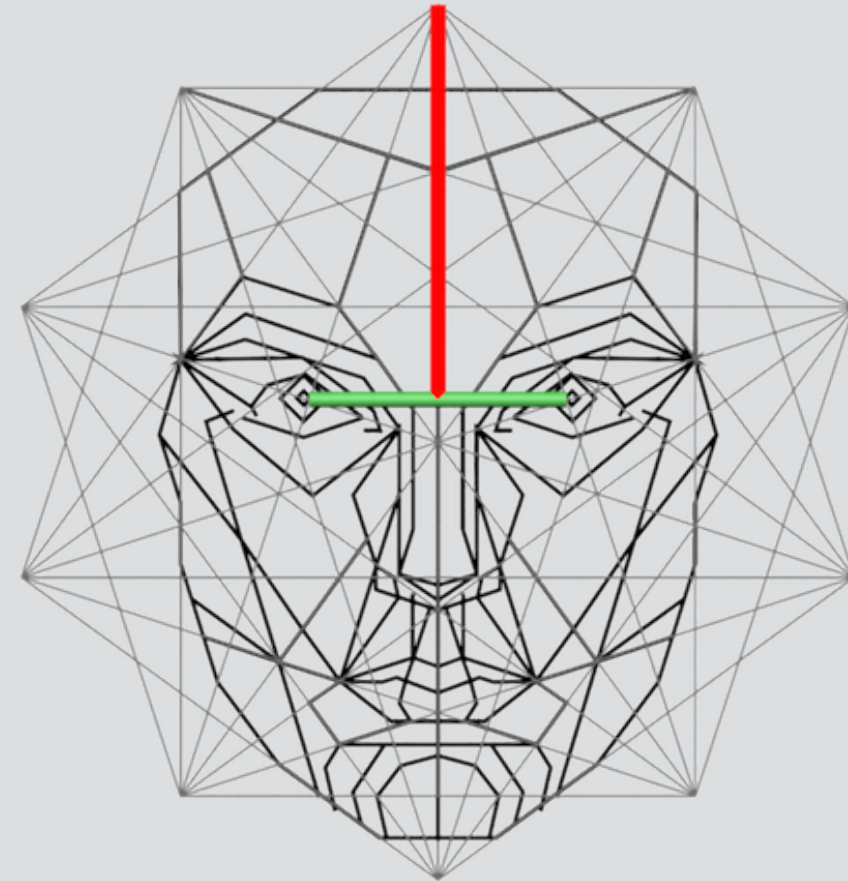
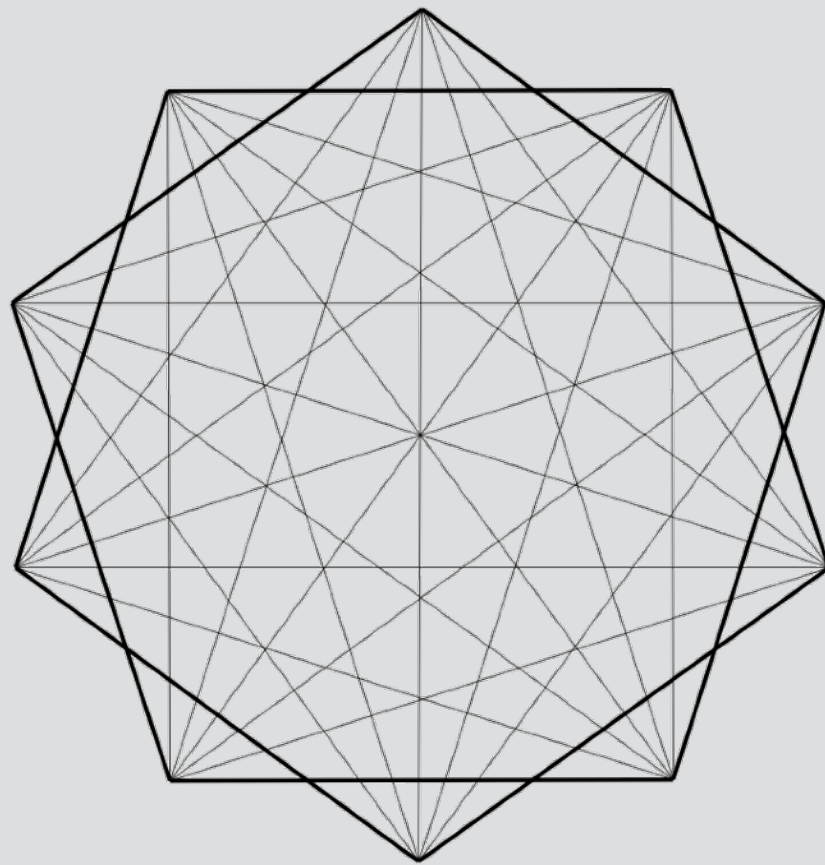


Onderzoekers van de Colorado Universiteit bestudeerden gezichten van duizend voetballers uit 32 landen.

Ze keken naar de verhouding tussen de breedte en hoogte van het gezicht, bepaald door de afstand tussen de jukbeenderen te delen door de afstand tus-

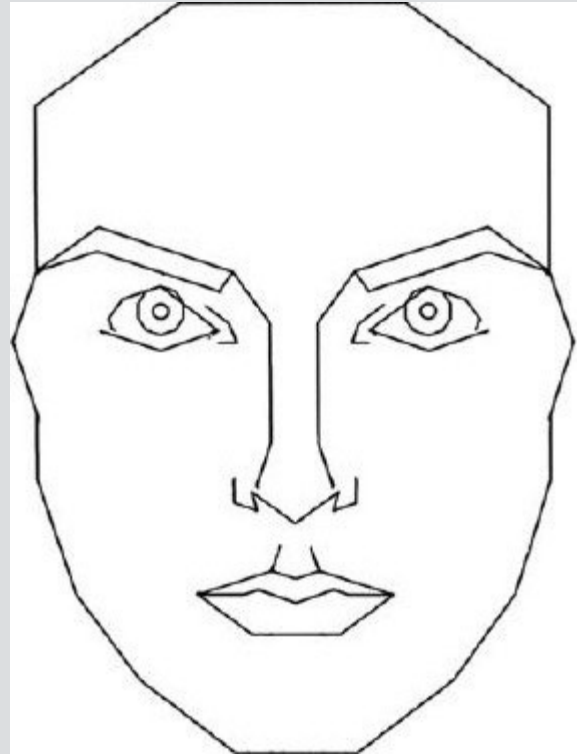
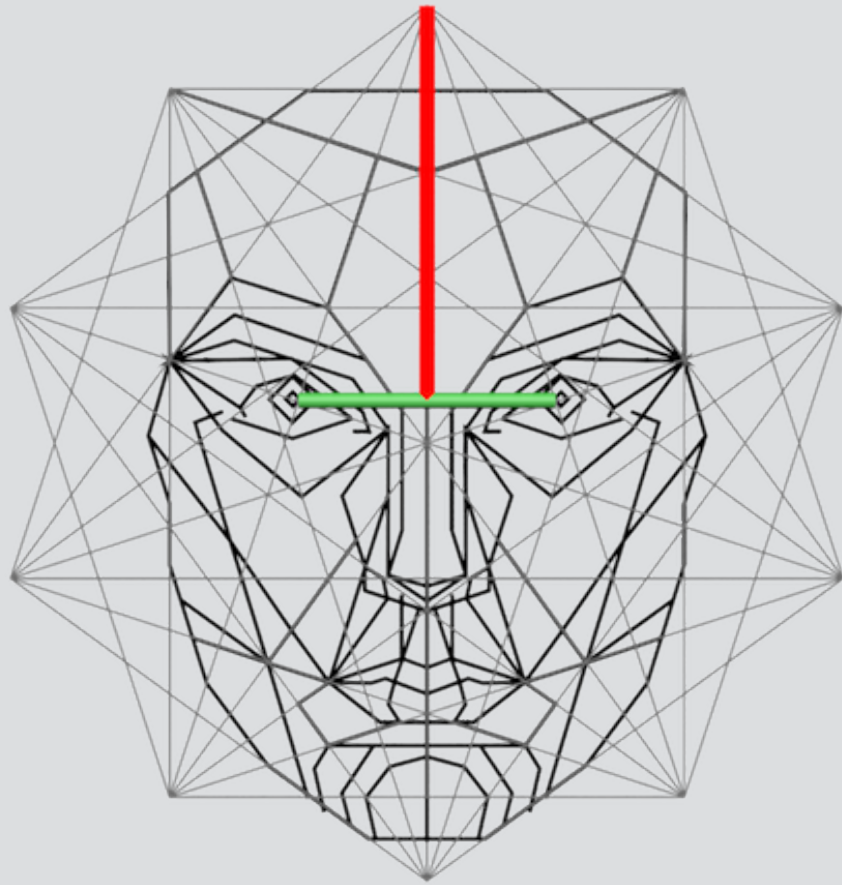
sen de bovenlip en bovenzijde neus (facial-height-to-width-ratio: FHWR). Voetballers met een hoge FHWR (2,16 - rechts) bleken vaker overtredingen te begaan door agressief gedrag, terwijl zij met een lage FHWR (1,82 - links) vaker doelpunten maakten of voorzetten gaven. De hoeveelheid testosteron tijdens de puberteit kan invloed hebben op eigenschappen zoals spiergroei, botdichtheid en schedelvorm. Bij de Vikingen was al bekend dat hoe breder het gezicht was, hoe agressiever de strijder (de z.g.n. 'Berserkers'). De lage verhouding ligt dicht bij het getal Phi (1,62) van de gulden snede.

bron: "Facial structure predicts goals, fouls among World Cup soccer players" - colorado,edu

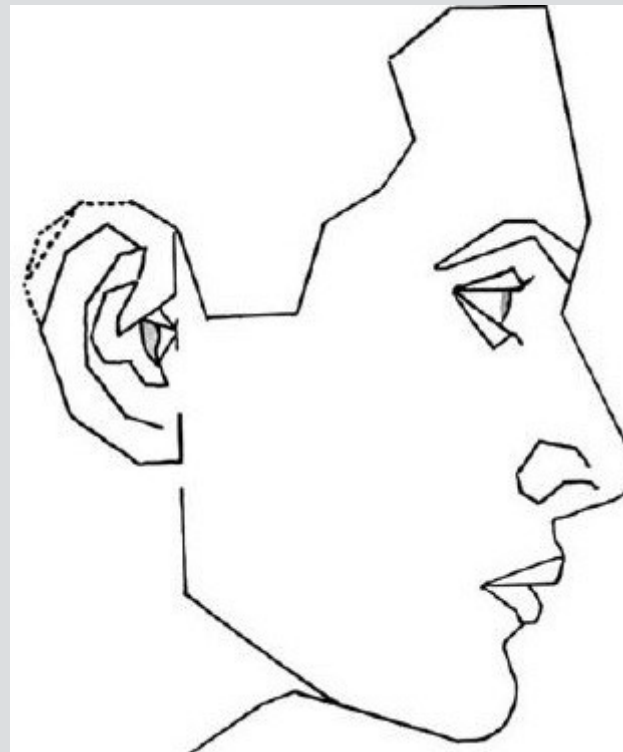


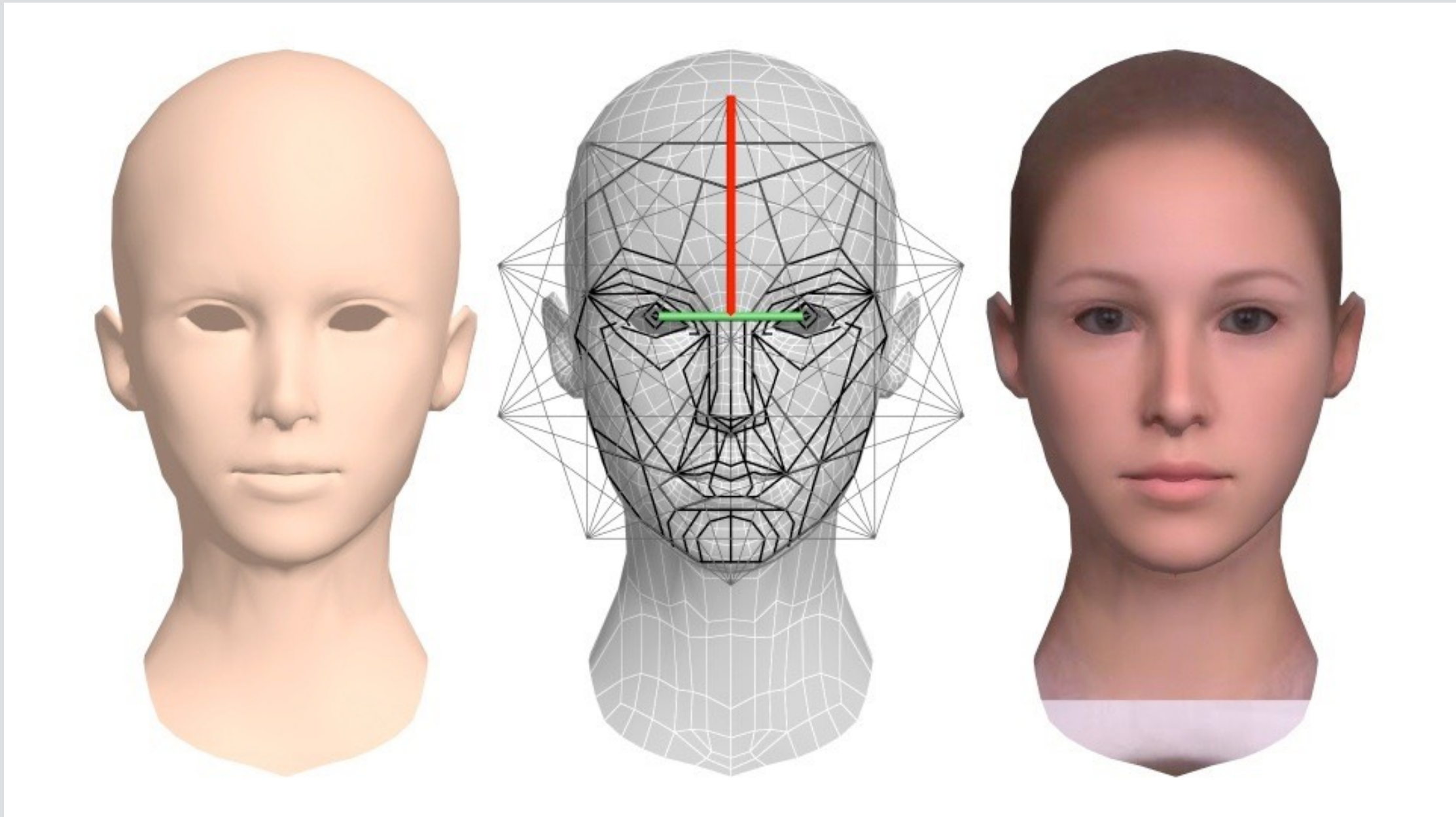
Het Phi-masker van Marquardt

De plastische chirurg Stephen Marquardt zocht naar het ideale, 'archetypische' gezicht. Met een computerprogramma analyseerde hij duizenden gezichten van over de hele wereld; het bleek dat de meeste mensen eenzelfde oordeel hebben over de schoonheid van dit ideale gezicht. Hij vond ook het verband tussen schoonheid en de gulden snede, en ontwikkelde een 'schoonheidsmasker' door van twee pentagrammen er een om te keren en beide over elkaar heen te schuiven, en alle punten met elkaar te verbinden. Daarin past de vorm van dit ideale gezicht.

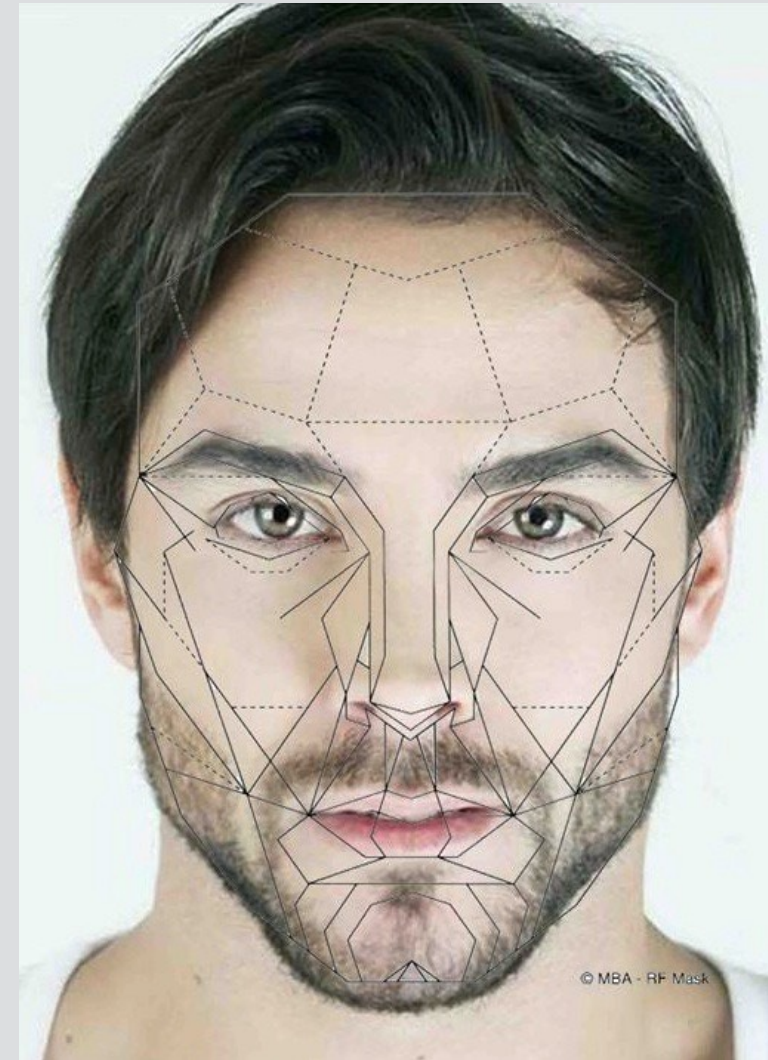
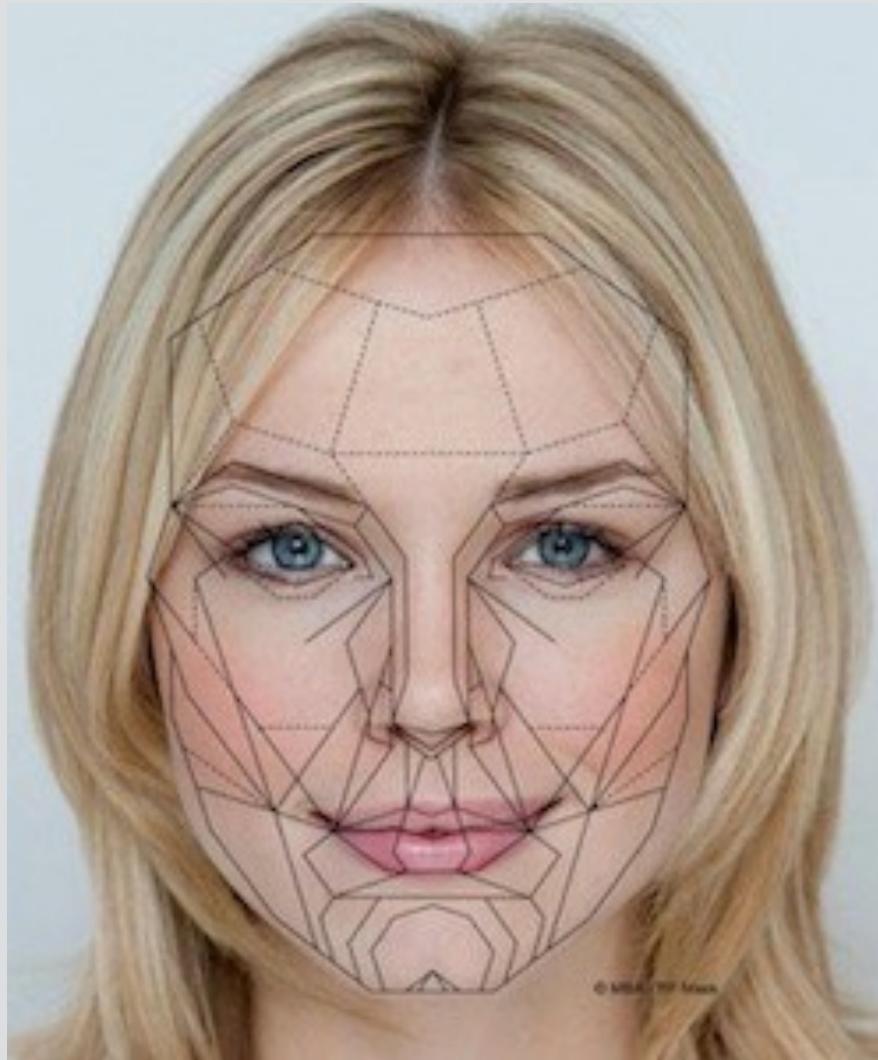


Door critici werd de aantekening gemaakt dat dit vooral het gezicht is van Noord-west Europeanen.

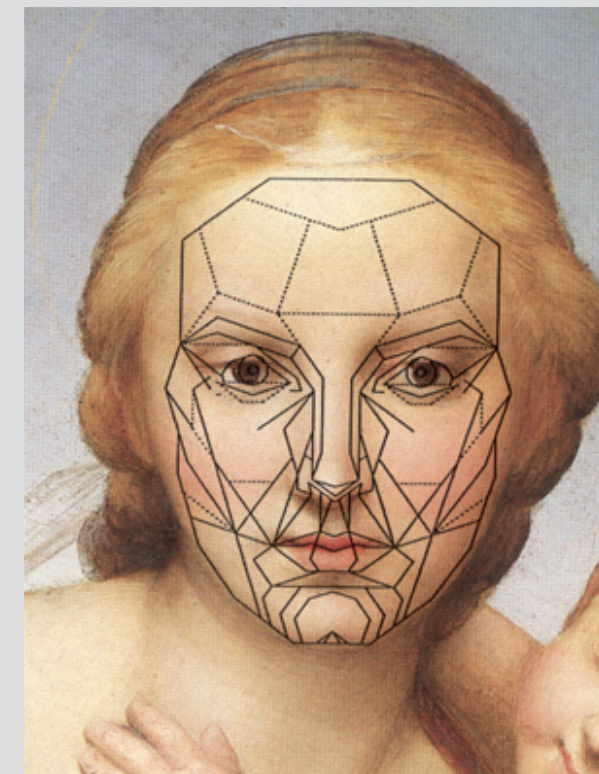




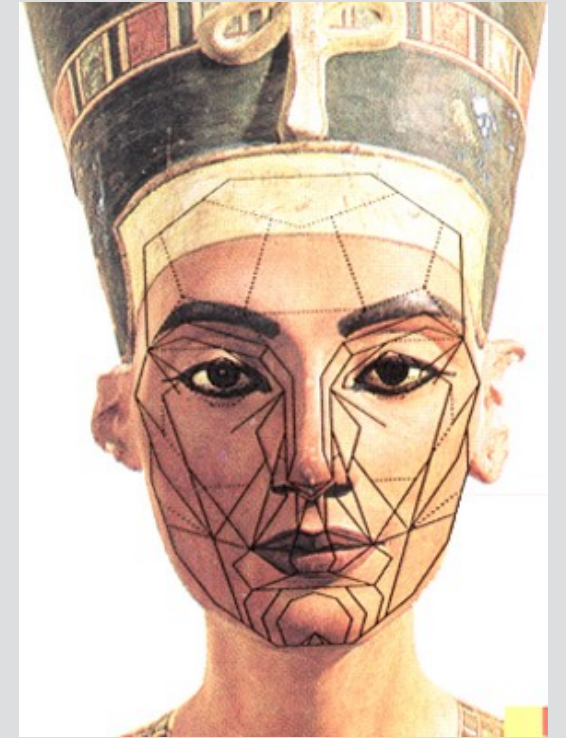
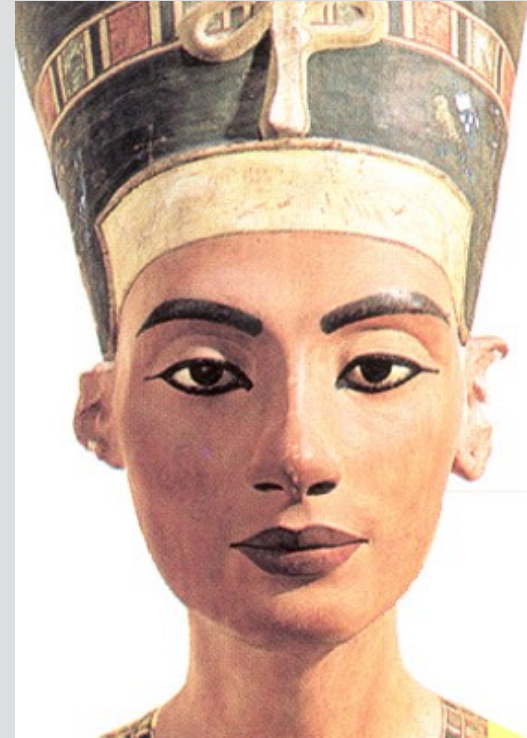
Er moest een aanpassing worden gemaakt om het model vrouwelijker te maken. Uit onderzoek blijkt dat een rechthoekiger gezicht als mannelijker en een ovaler gezicht als vrouwelijker wordt ervaren. Kleine veranderingen hebben daarbij grote invloed op de beoordeling. Tussen de haargrens en de pupillen is de gulden driehoek zichtbaar.



Voorbeelden uit het dagelijkse leven. Daar het phi-masker een gemiddelde is, zijn de meeste menselijke gezichten hiervan een benadering.



Raphael, Madonna (Cowper): Phi-masker



Koningin Nefertiti, vrouw van farao Achnaton, van 1352 tot 1338 v.Chr.

De naam Nefertiti betekent: 'de mooie is gekomen' en ...
overeenstemming met het Phi-masker.

(Waarschijnlijk is haar beeld door een Egyptische restaurateur bijgewerkt.)

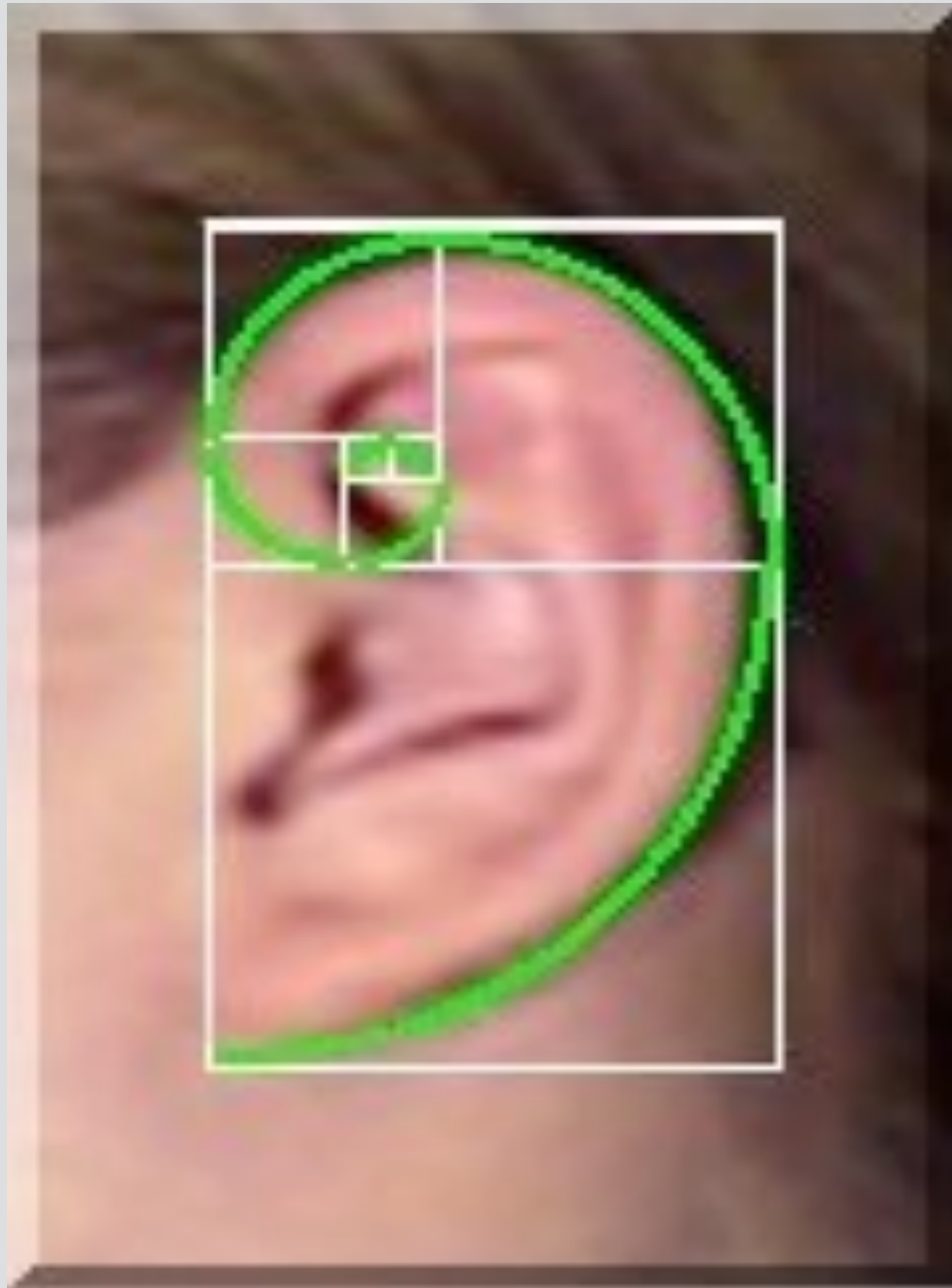


Nefertiti
Egyptische koningin
± 1350 v. Chr.



Pia Alonzo Wurtzbach
schoonheidskoningin
2015 n. Chr.

Schoonheid
is tijdloos



Een mooi gevormd oor:
een Fibonacci-spiraal



De Neanderthalers
Krijn en Wilma waren
op aarde tussen
250.000 - 30.000 v.Chr.

geen overeenstemming
met de gulden snede ...
geen schoonheden

De gulden snede
en menselijke kunst-
uitingen

0,382

0,618

$h : b = 0,65$ vrijwel gulden rechthoek

0,618

0,382

0,618

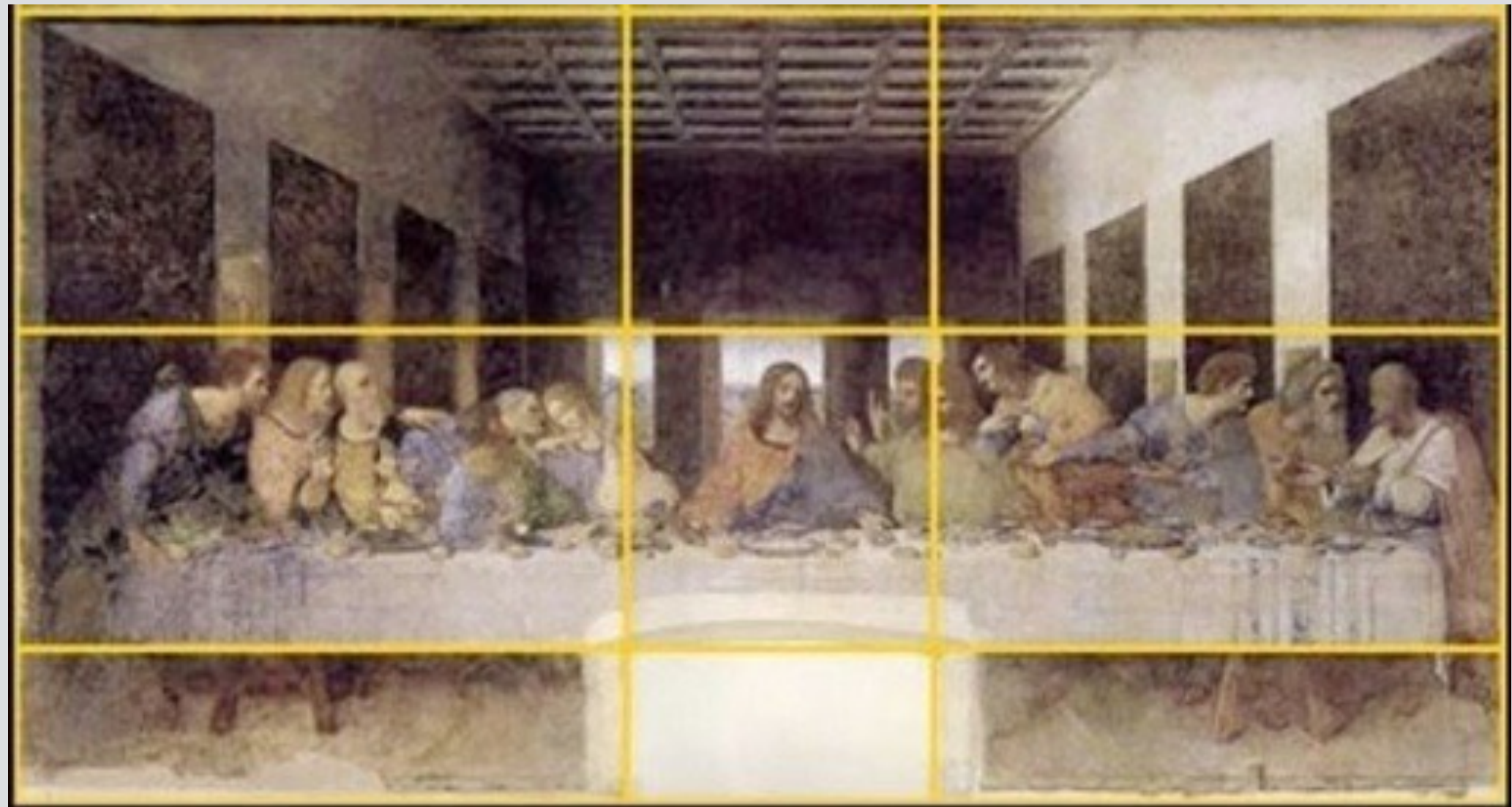


Botticelli - 'Geboorte van Venus'

Op de eerste dag van de schepping brengen de beide winden Zephyros en Aura Aphrodite (Venus) uit de diepten van de zee naar boven en blazen haar naar de kust in een schelp. Een van de drie Gratiën verwelkomt Aphrodite daar en slaat een mantel om haar heen.

0,382

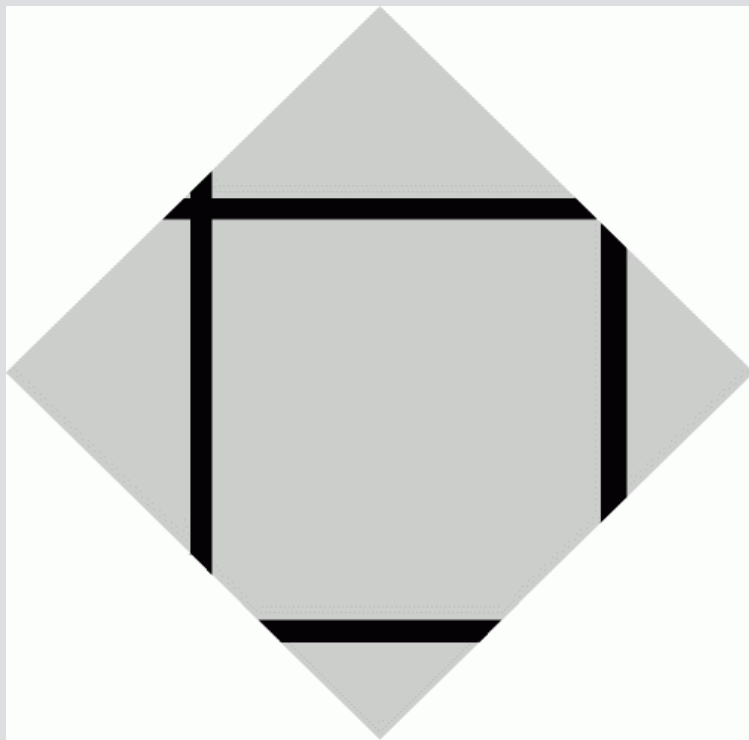
0,618



0,618

0,382

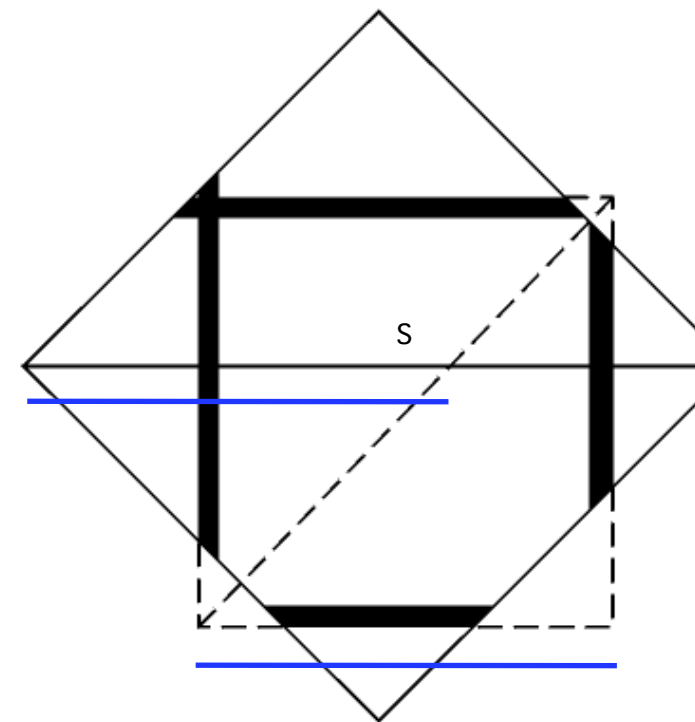
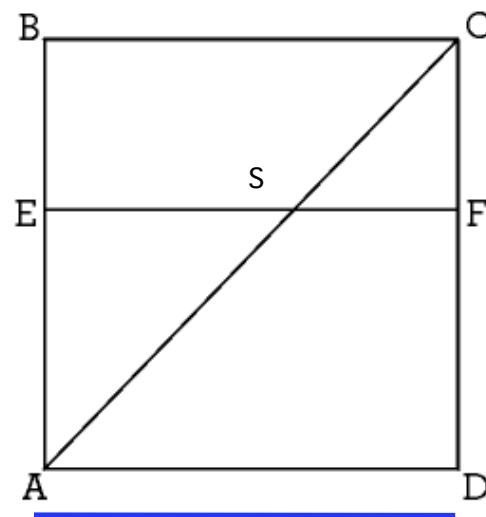
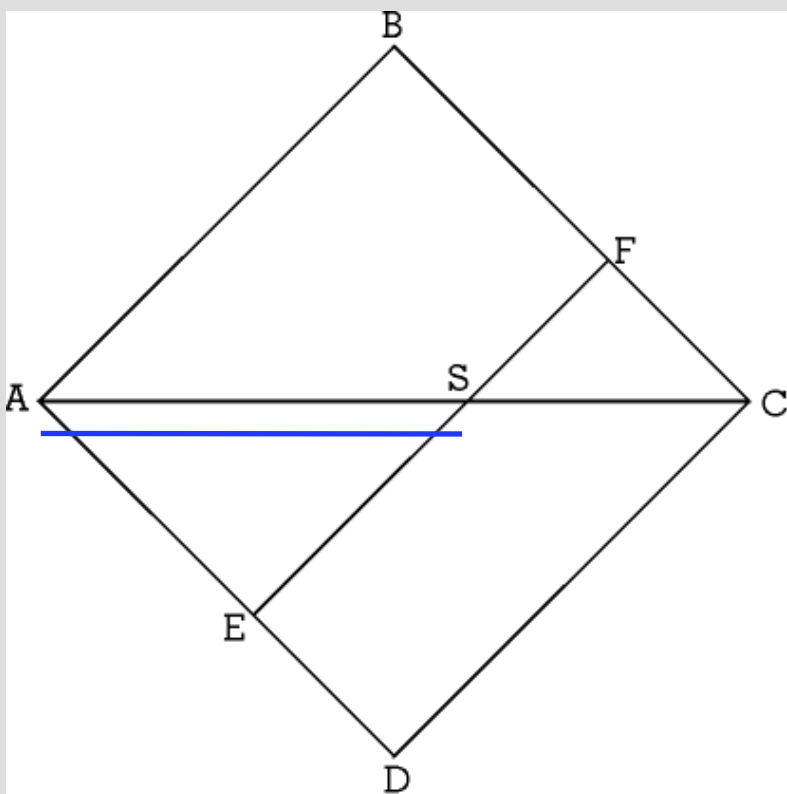
Leonardo da Vinci - 'Het Laatste Avondmaal'



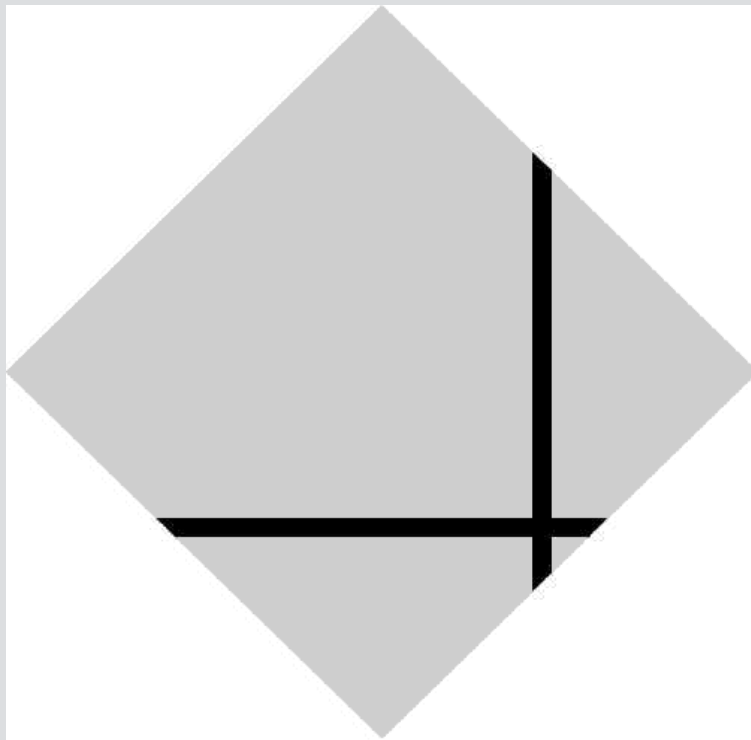
Piet Mondriaan

Lijnen in grijs

door Charles Bouleau



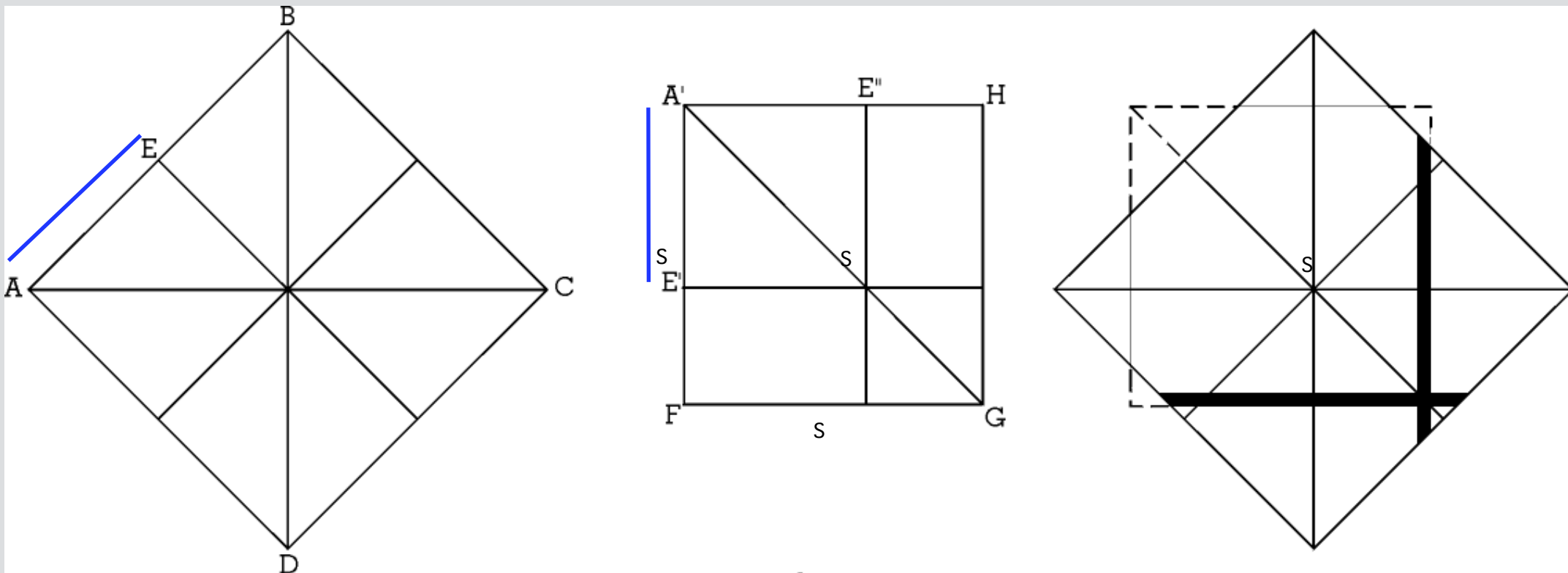
1. $s =$ gulden snede 2. 45° draaien 3. in elkaar schuiven
Het gulden snedepunt S van de beide diagonalen valt samen.



Piet Mondriaan

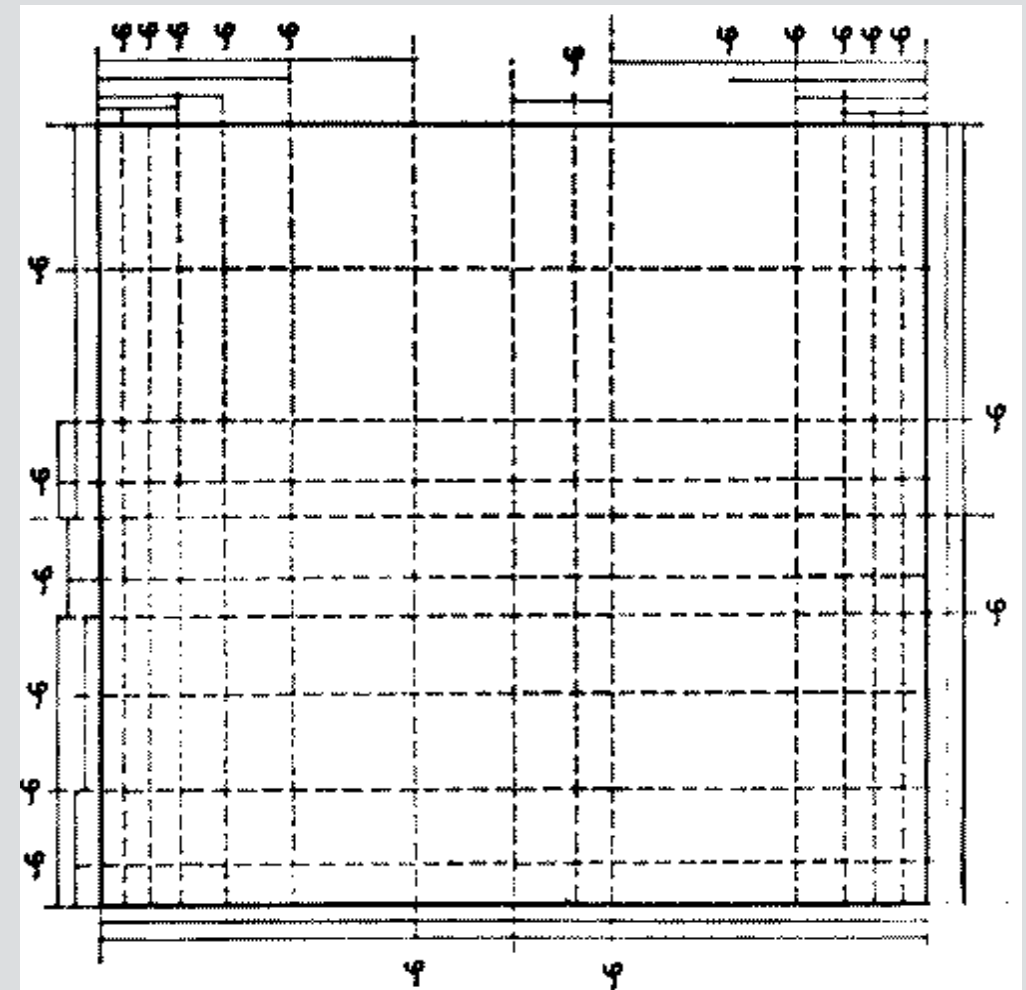
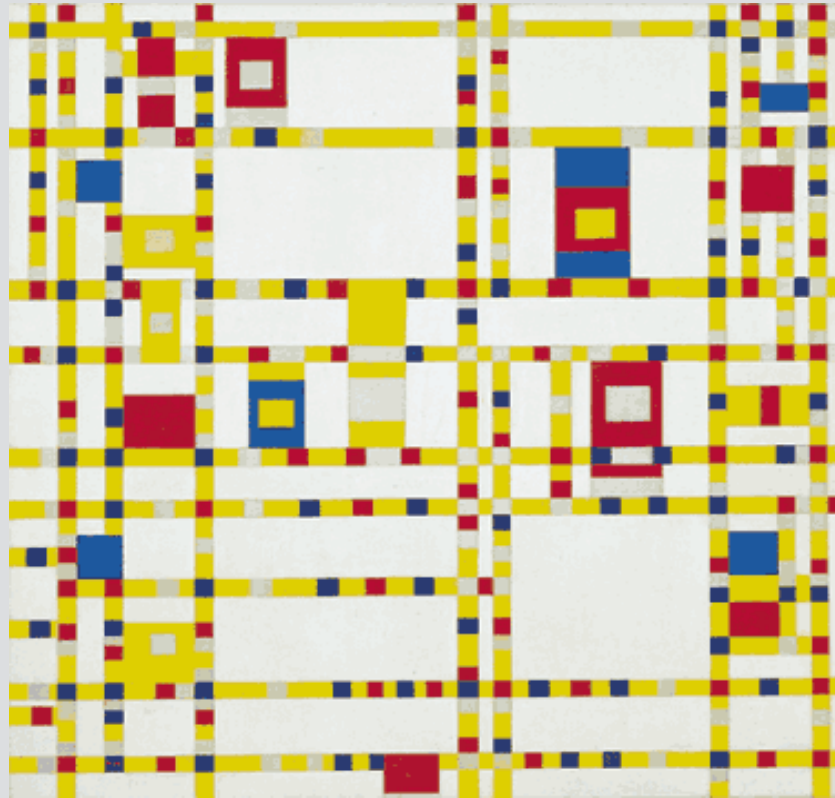
Twee zwarte lijnen

door Charles Bouleau

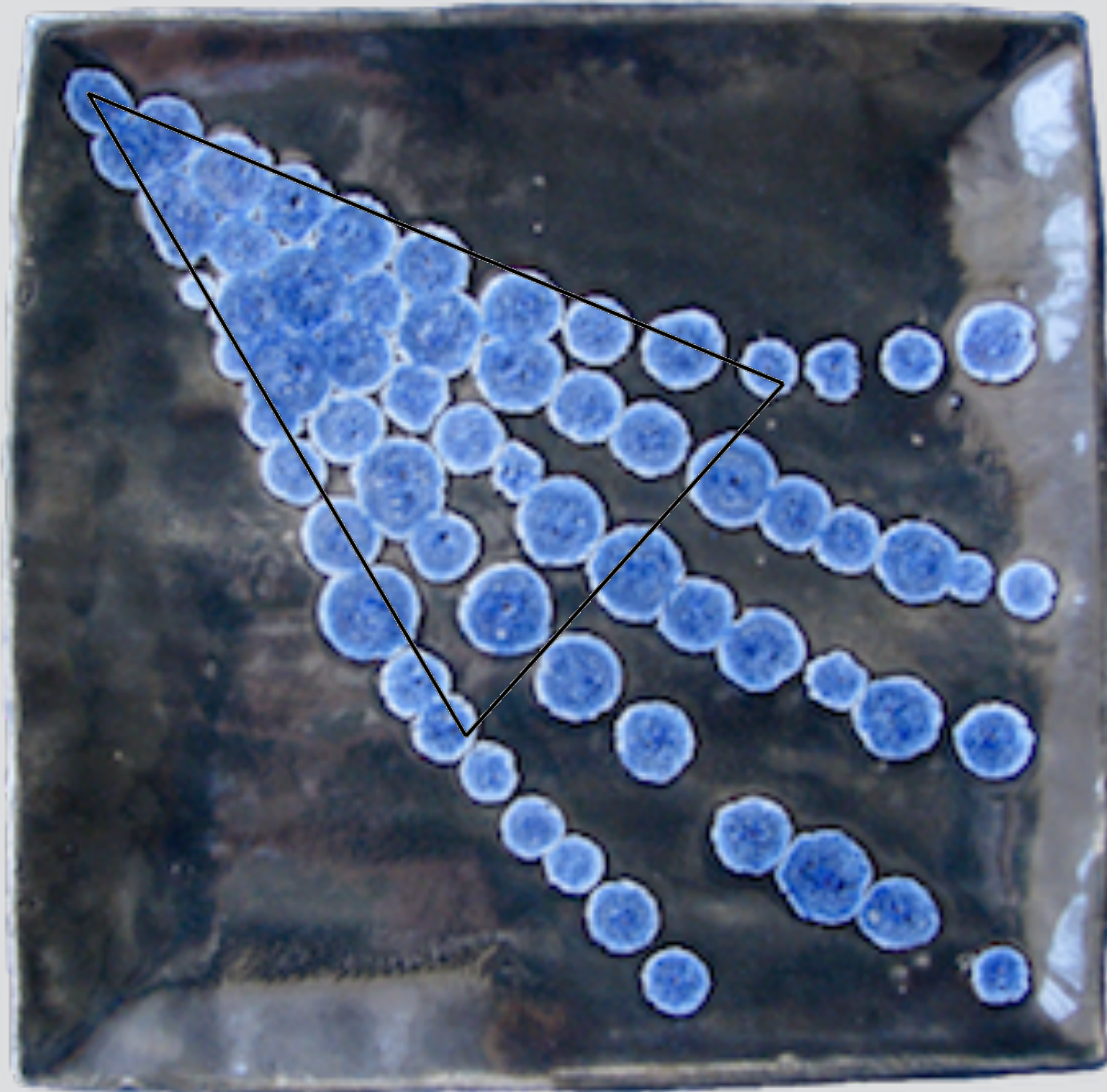


AE van grote vierkant is grote deel gulden snede van kleine vierkant.
Middelpunt grote vierkant valt samen met s diagonaal kleine vierkant.

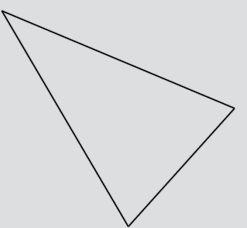
$$\varphi = 0,618$$

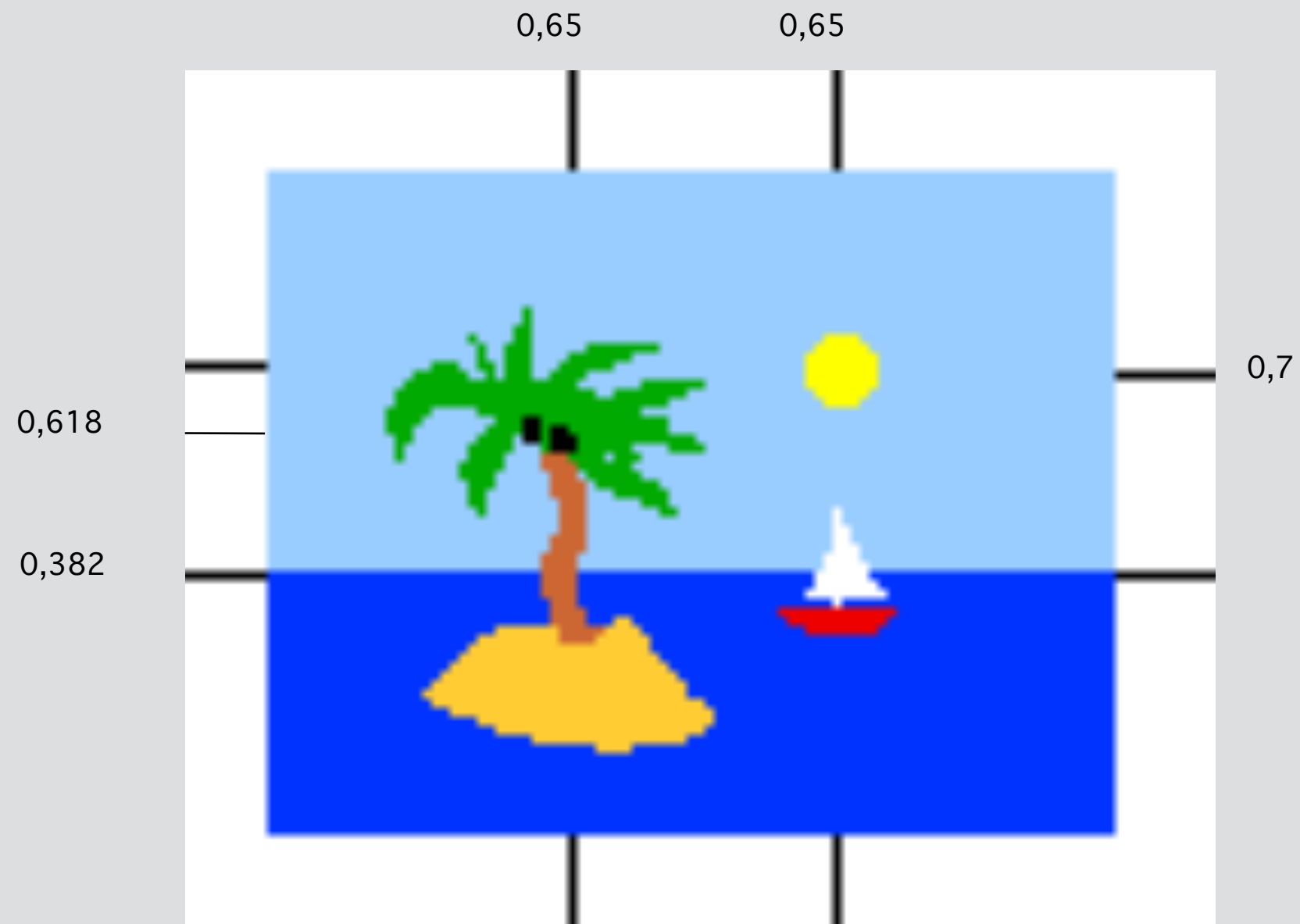


Piet Mondriaan - Broadway boogie woogie
vorm gegeven m.b.v. de gulden snede



Thea Teusink-Hettelingh - 'Eenheid en veelheid', een afbeelding van het hermetische grondbeginsel 'Zo boven, zo beneden' (schaal, keramiek) Onopzettelijk heeft zij het begin van Gods schepping de vorm van de gulden driehoek gegeven, terwijl het aantal 'vingers' 5 is, een getal uit de rij van Fibonacci.





Vlakverdeling bij tekenonderricht en fotografie

De gulden snede in de muziek: de toonladder van Pythagoras

Pythagoras ontdekte de wiskundige verhouding die er bestaat tussen goed klinkende tonen in de muziek. Door een snaar op bepaalde plaatsen in te drukken en aan te slaan, klonken er verschillende tonen, waarvan sommige beter samenklonken dan andere.

Hij mat de beide lengtes waarin de snaar werd verdeeld bij goed samenklinkende tonen en schreef de verhoudingen van met elkaar overeenstemmende tonen op; zo ontstond de toonladder van Pythagoras, die eeuwenlang is gebruikt.

In deze toonladder zijn de tonen gebaseerd op de grondtoon en de reine kwint (de 5e toon daarboven), die een frequentieverhouding 2:3 heeft, een Fibonacci-verhouding.

Voor het menselijke gehoor is de kwint de toon, die het nauwst met de grondtoon samenhangt. Deze toon maakt ook deel uit van het C-accoord: C-E-G-C'.

Bron: Ir. C.J. Snijders en prof. ir. M. Gout - De gulden snede

Pythagoras had de diatonische toonladder ontdekt (de snaar was in twee lengtes verdeeld; dia: twee).

De tonen hiervan komen overeen met de tonen van de witte toetsen van de piano, wanneer deze gestemd staat in de diatonische, zeventonige toonladder.

Na de 7e noot wordt met de 8ste noot het octaaf bereikt; met deze noot begint de volgende toonladder.

De frequentie van deze achtste noot is t.o.v. de eerste 2x zo groot.

De toonladder die begint met C is:

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|----|------------------|---|-----|---|----|------------------|
| C | D | E | F | G | A | B | C' | 8 witte toetsen | | | | | |
| Cis | Dis | Fis | Gis | Ais | | | | 5 zwarte toetsen | | | | | |
| C | Cis | D | Dis | E | F | Fis | G | Gis | A | Ais | B | C' | 13 toetsen samen |

5, 8 en 13 zijn getallen uit de rij van Fibonacci.

De toonladder van Pythagoras

1. Bij alle toonladders is te horen dat de afstanden tussen de tonen niet overal dezelfde zijn. Van bijvoorbeeld de toonladder van C:
 - de 5 afstanden C-D, D-E, F-G, G-A en A-B zijn elk een hele toon,
 - terwijl de 2 afstanden E-F en B-C' een halve toon bedragen;
 - een hele toonladder omvat dus 12 halve toonsafstanden.
2. De trillingsgetallen van C en het octaaf C' verhouden zich als 1:2 (een Fibonacci-verhouding), zodat elke halve afstand een verschil in trillingsgetal betekent van $^{12}\sqrt{2}$ (de twaalfdemachtswortel uit het getal twee).

Worden de trillingsgetallen van de 12 afstanden naast elkaar geschreven:

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----|
| T_1 | T_2 | T_3 | T_4 | T_5 | T_6 | T_7 | T_8 | T_9 | T_{10} | T_{11} | T_{12} | |
| C | Cis | D | Dis | E | F | Fis | G | Gis | A | Ais | B | C' |

dan blijkt in deze rij de gulden snede ook op de volgende wijze als kenmerk aanwezig te zijn →

De toonladder van Pythagoras

3. Vergelijken we namelijk de trillingsgetallen van de eerste $[T_1]$ en de achtste halve toon $[T_8]$, dan is hun onderlinge verhouding $\sqrt[12]{2^8}$ (de twaalfdemachtswortel uit het getal twee tot de achtste).

De uitkomst van deze wortel blijkt nauwkeurig 1,6180... te zijn(!).

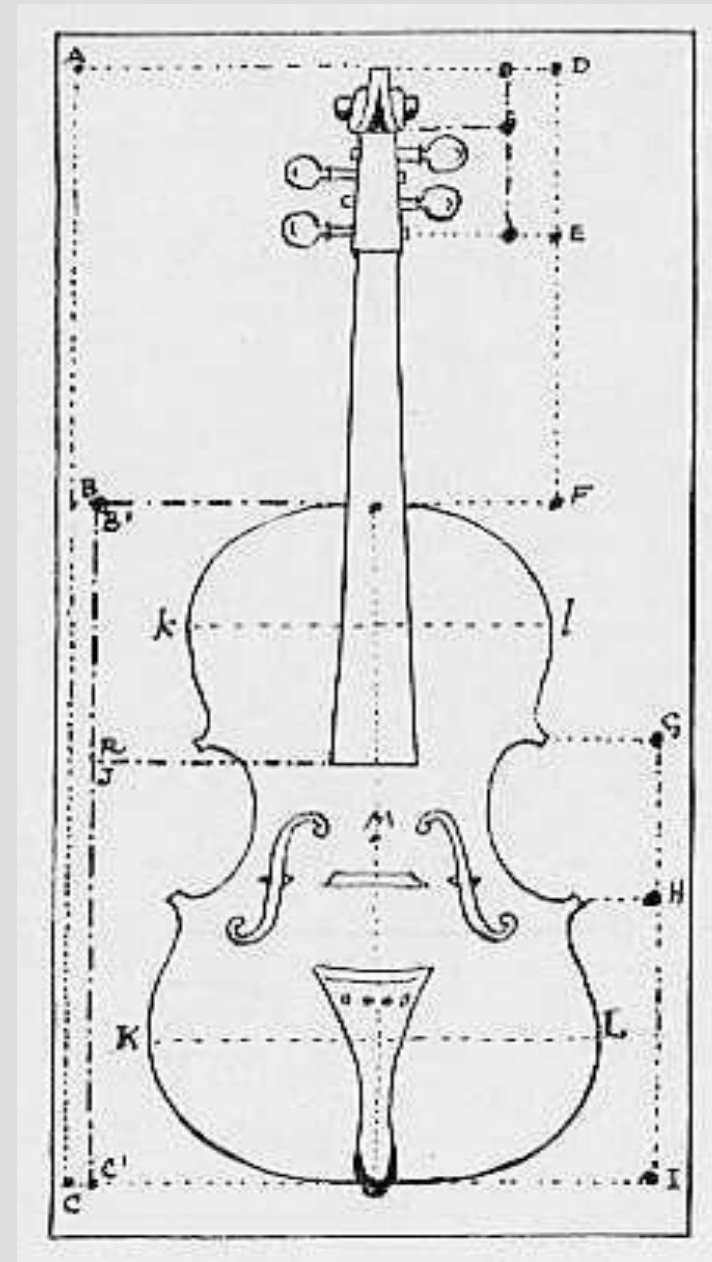
Slotsom: de trillingsgetallen van tonen die onderling 8 halve tonen verschillen, verhouden zich als de gulden snede. Dit geldt voor alle tonen.

4. Dit houdt in dat:

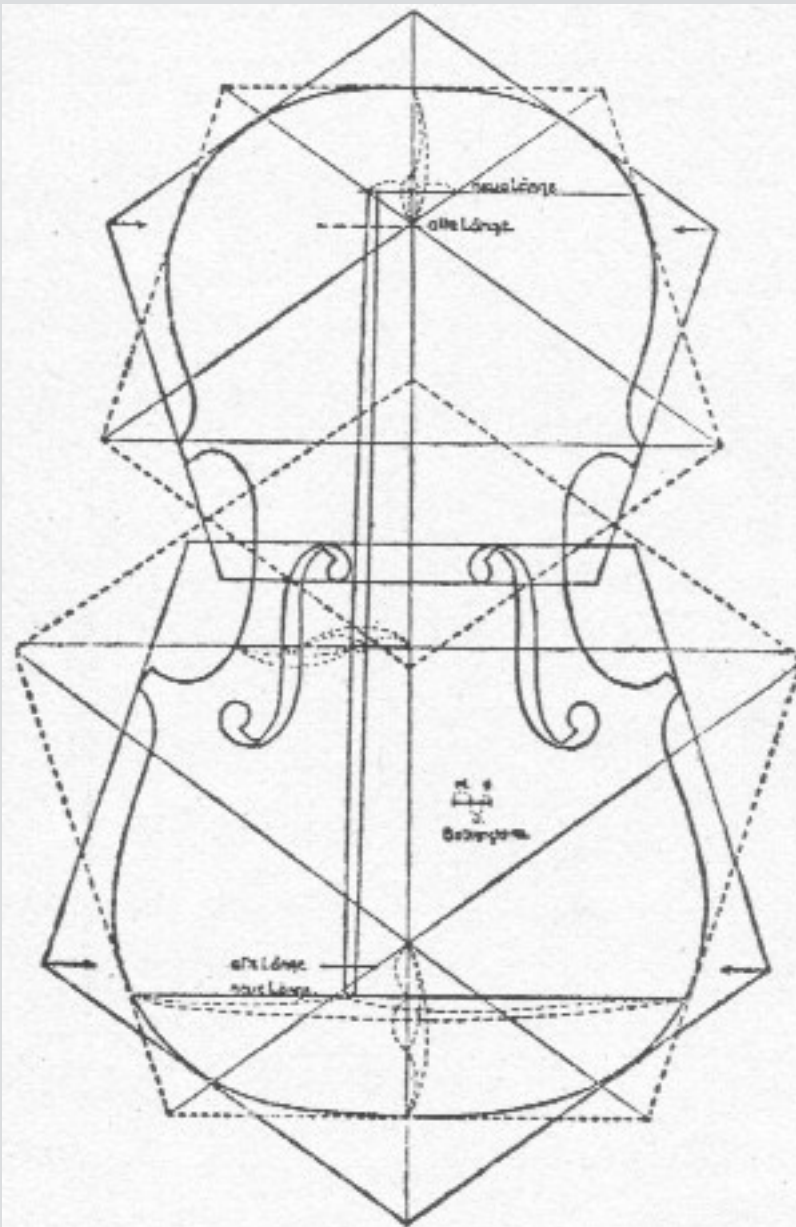
bij de constructie van muziekinstrumenten de gulden snede een rol moet spelen;

en ook dat het menselijke gehoor voor deze verhouding in de muziek gevoelig moet zijn; bij de vorming van de diatonische toonladder kon Pythagoras op niets anders dan alleen zijn eigen gehoor afgaan.

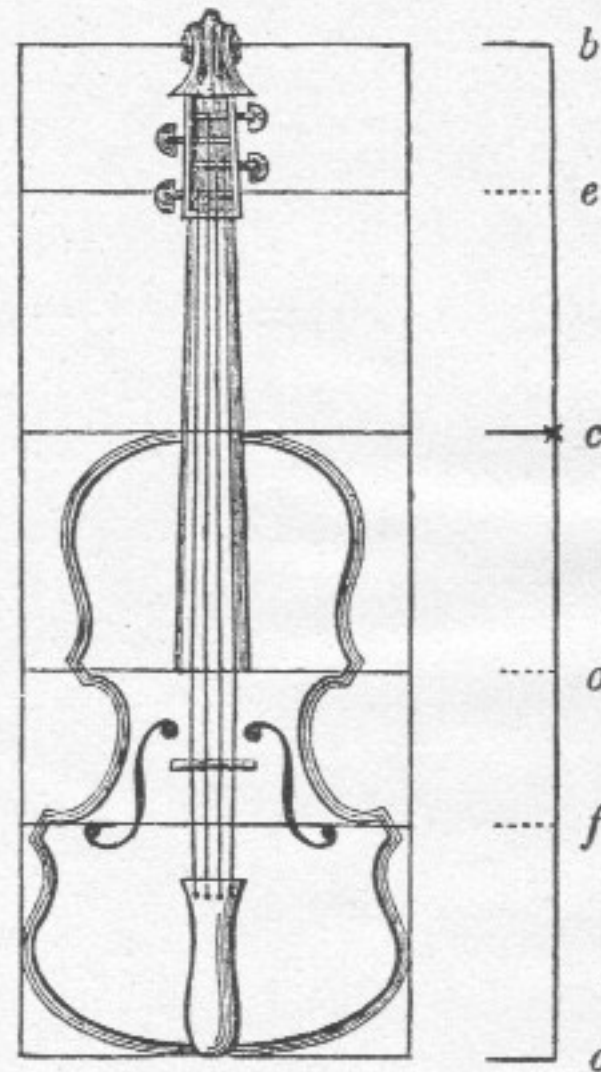
Pythagoras was niet alleen filosoof en wiskundige, maar ook lierspeler.



Stradivarius viool (1701)
Alle verhouding zijn volgens
de gulden snede.



Stradivarius-viool en vijfhoek volgens Möckel.



De vioolvorm gedrongen in verhoudingen die hij niet bezit.

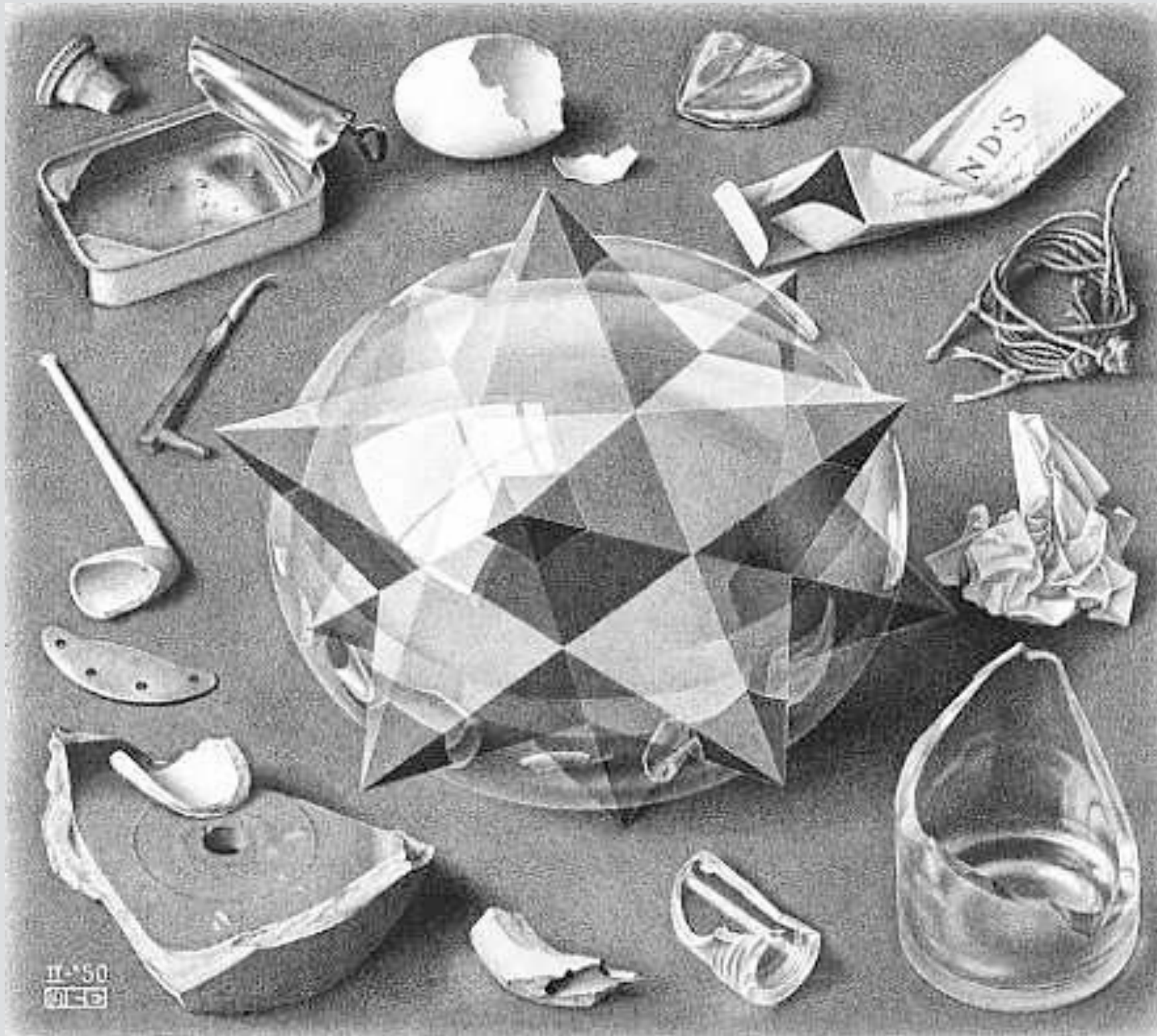
Stradivarius viool
 Alle verhouding in de getekende
 vijfhoeken zijn volgens de gulden snede.

Maurits Cornelis
Escher

Reptielen op een
dodekaëder

Volgens Plato is
de dodekaëder
een zinnebeeld
van God.



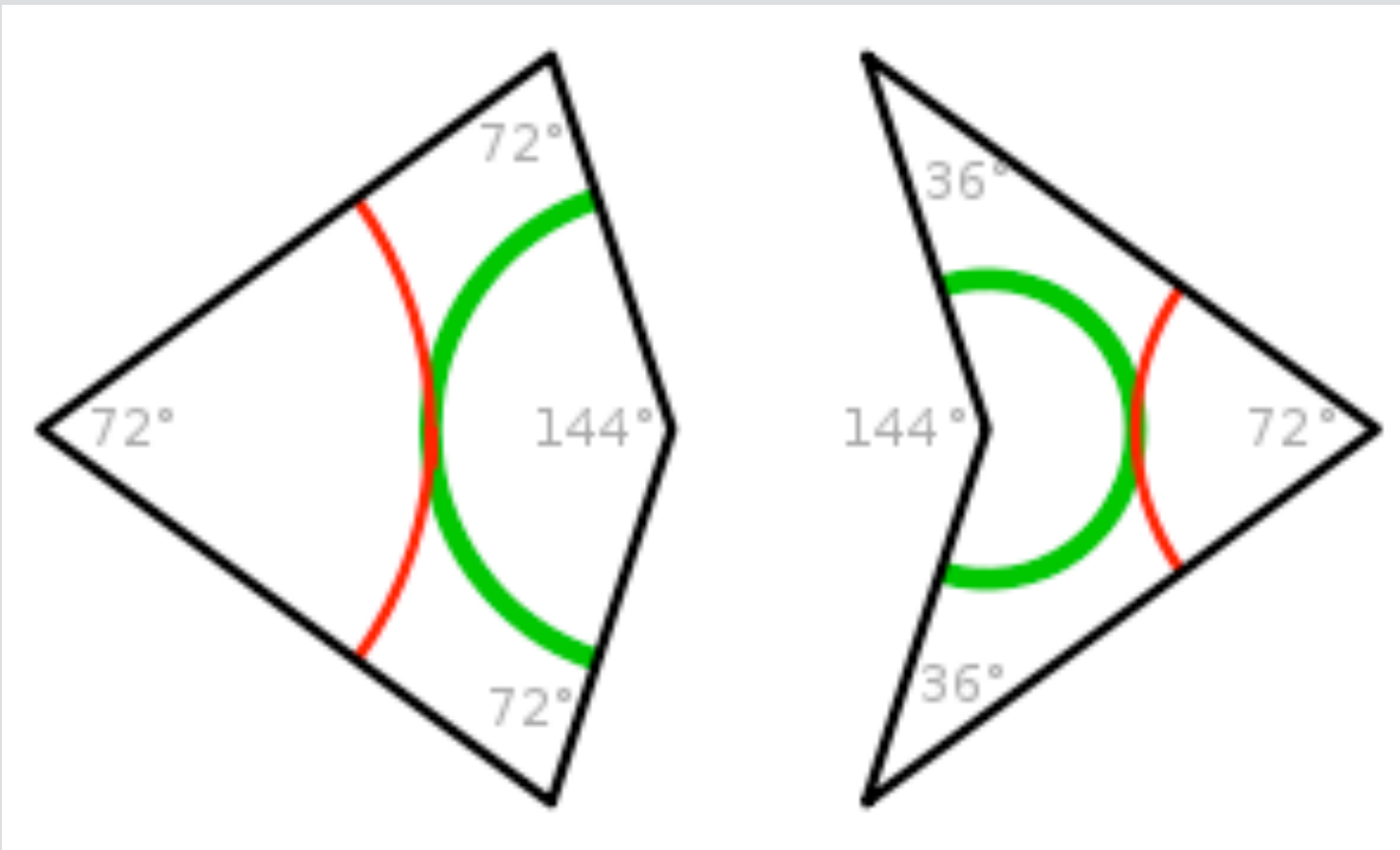


Maurits Cornelis
Escher

Orde en chaos

De sterdodeka-
ëder is een zinne-
beeld van orde en
schoonheid.

(ook een regel-
matig veelvlak)

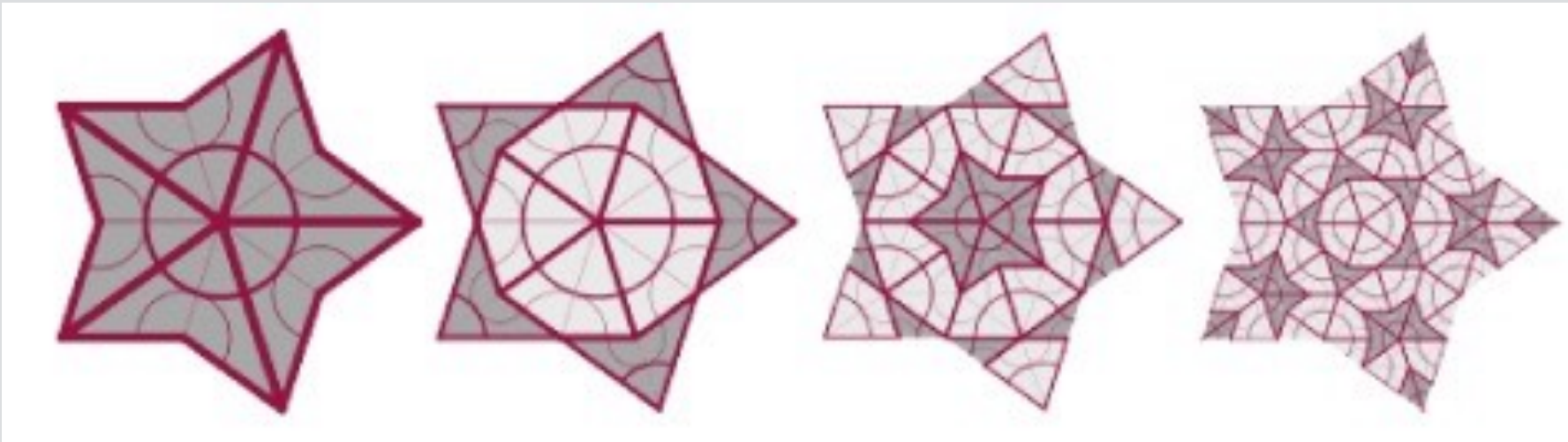


Penrose-tegels zijn opgebouwd uit twee delen, een 'vlieger' en een 'pijl', met als hoeken 36° en 72° : de tophoek en de basishoek van de gulden driehoek.

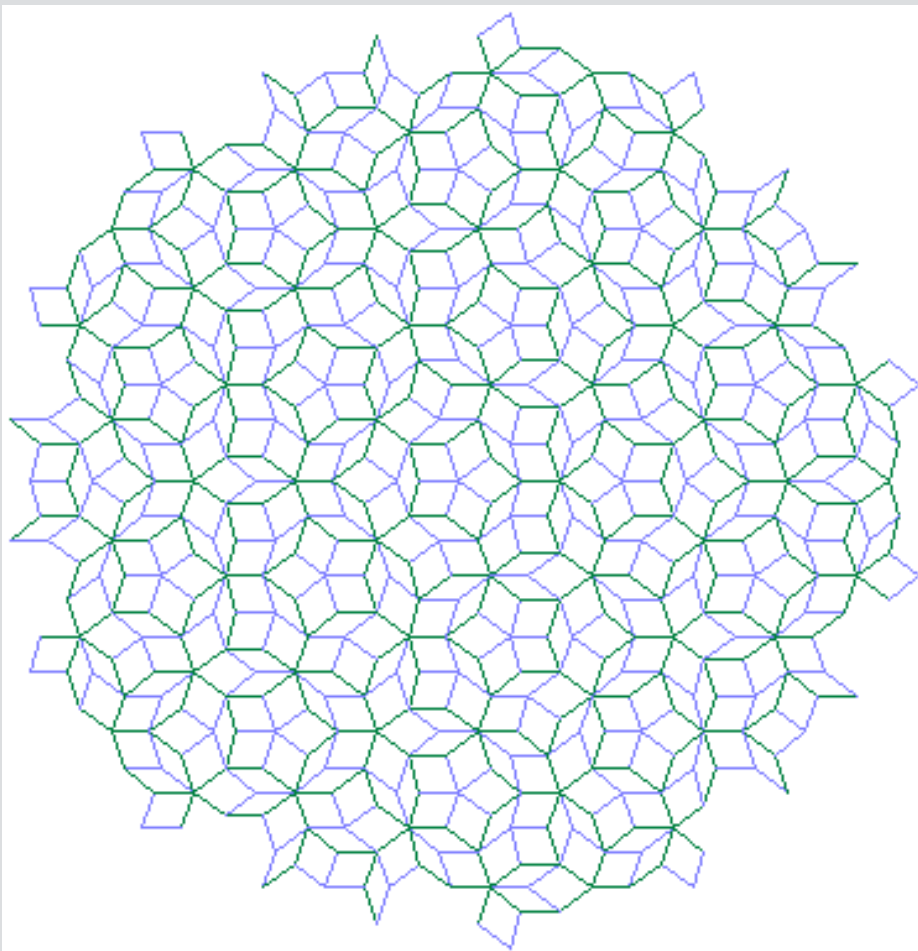
Roger Penrose was een Engelse wiskundige.

Met deze tegels is een stervijfhoek te leggen.

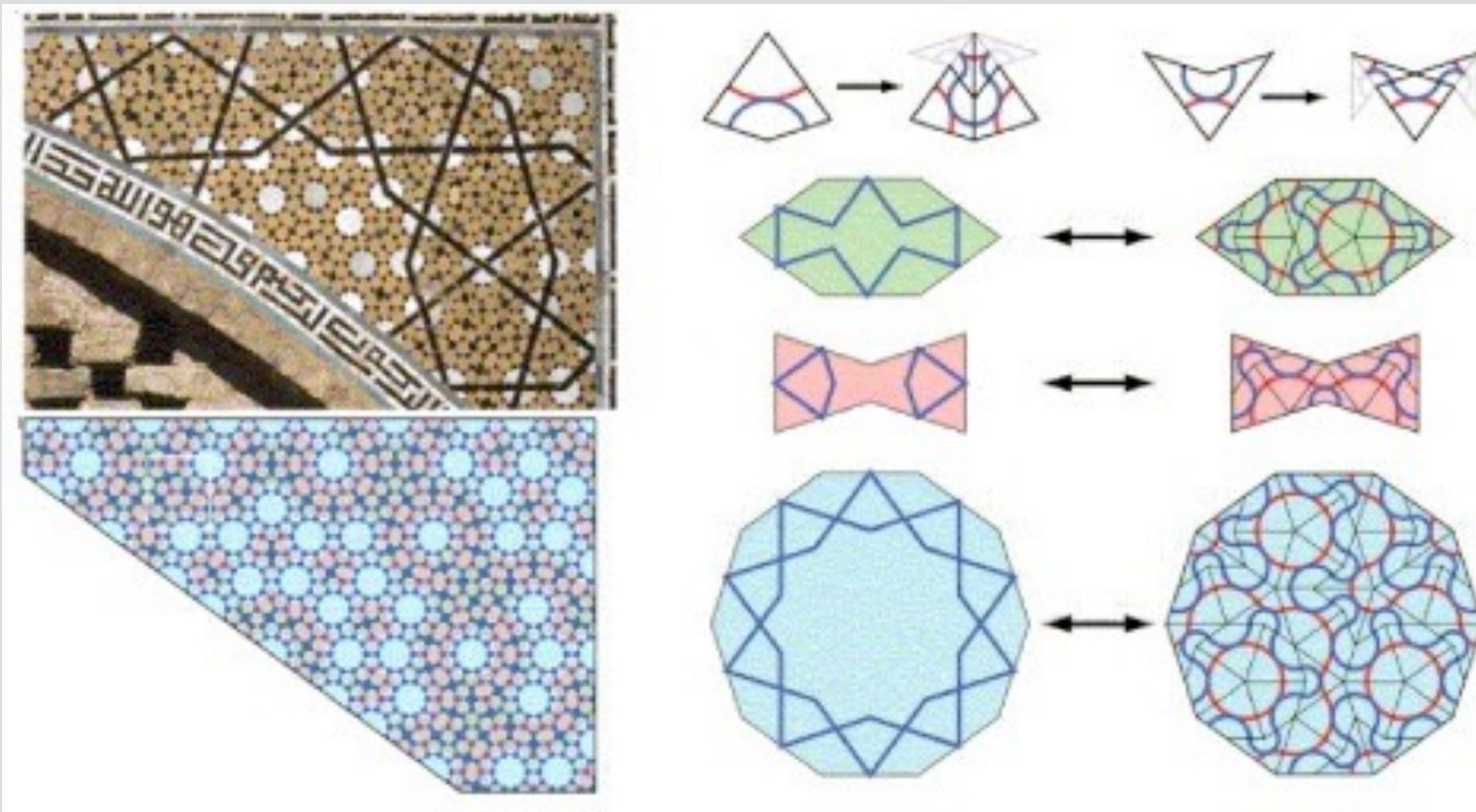




Deze stervijfhoek kan binnen zichzelf weer in Penrose-tegels worden verdeeld,



en de tegels kunnen tot in het oneindige aan elkaar worden gelegd tot een mozaïek, waarin steeds de stervijfhoek herkenbaar is.



Mozaïeken met een Penrose-verdeling zijn teruggevonden in moskeeën uit de 13e eeuw.
De 13e eeuw was de bloeitijd van islamitische wetenschap en architectuur in de Arabische wereld.

De gulden snede en
menselijke bouw-
werken



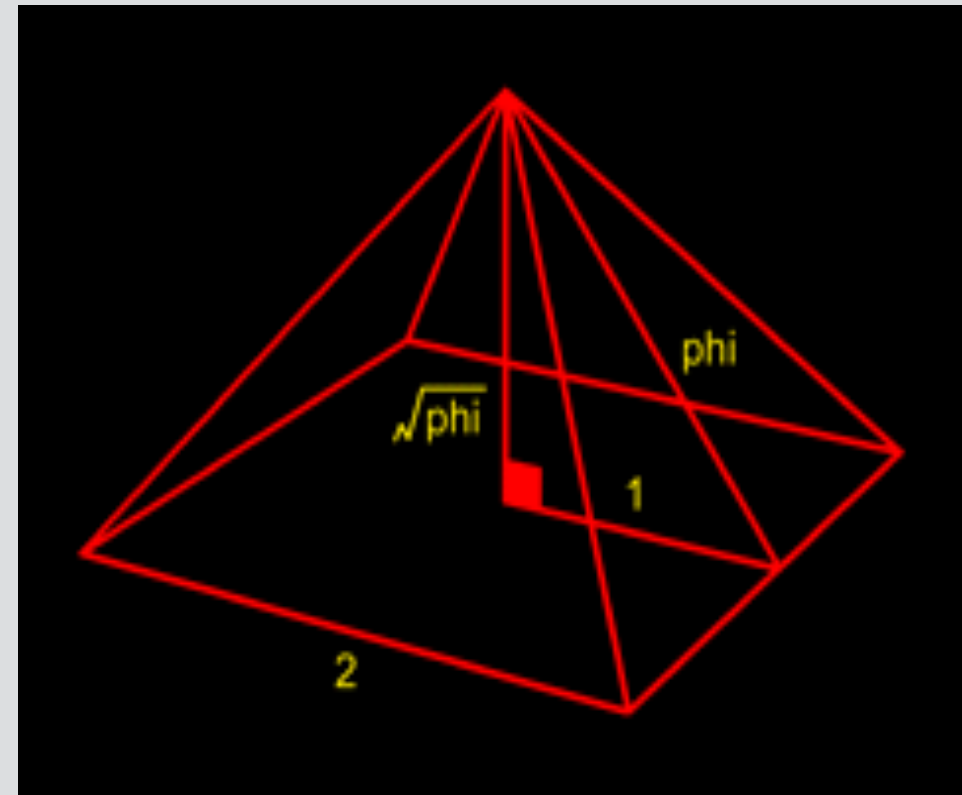
De grote pyramide van Gizeh benadert het meest de verhouding van de g.s., alle andere pyramides zijn een benadering.

De getallen zijn:

$$116.4 \text{ m} / 148.2 \text{ m} = 1.6189$$

(1/2 basis/hogte)

De aanname bestaat dat de drie pyramides een afspiegeling op aarde zijn van de drie heldere sterren Alnitak, Alnilam en Mintaka in de riem van het sterrenbeeld Herder van Orion of de Jager.



Pyramides en Phi (1,618)

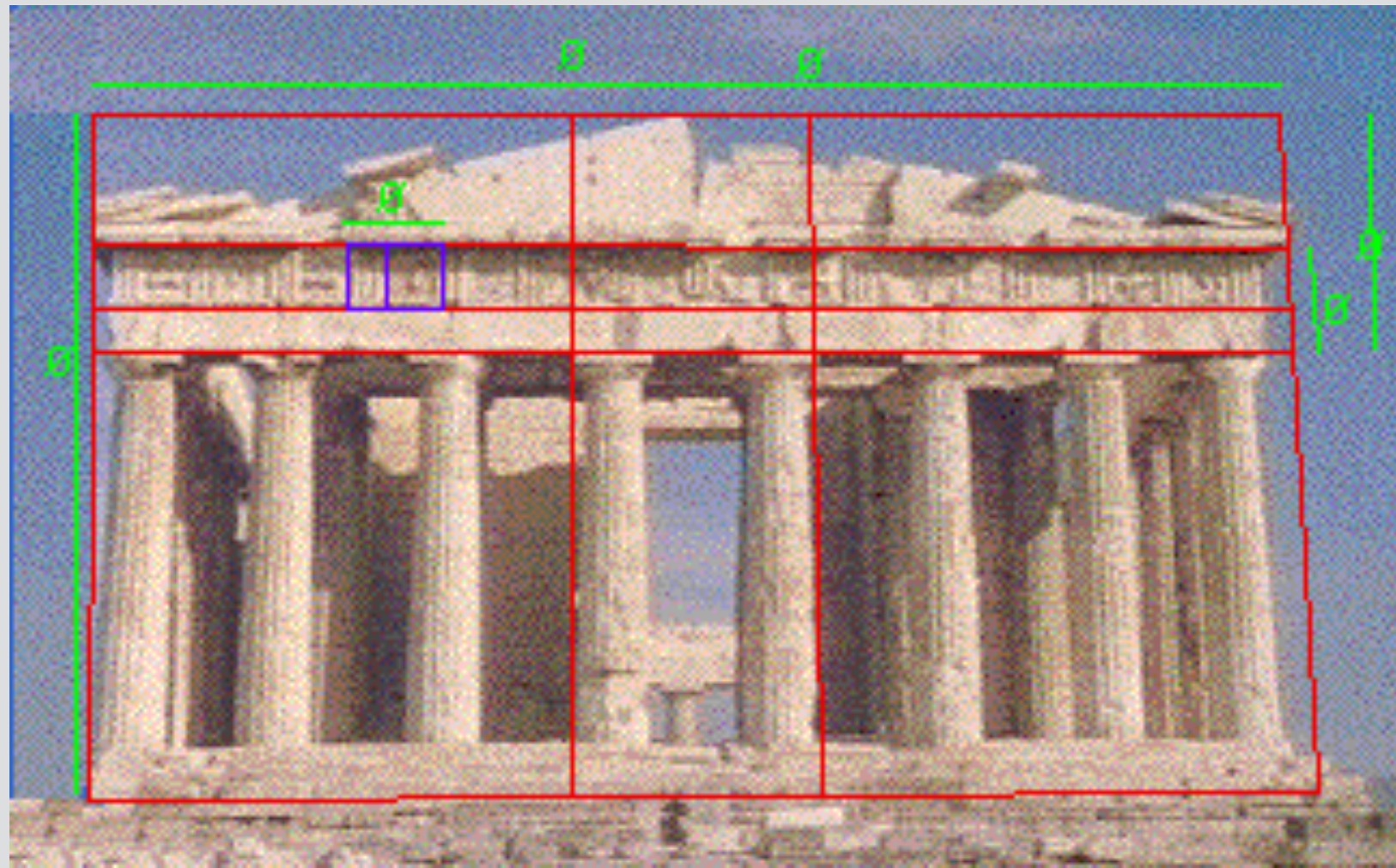
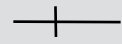
Het gaat hier om de Kepler-driehoek met de verhoudingen:

$$1 : \sqrt{\phi} : \phi \text{ of:}$$

$$1 : 1.272 : 1.618$$

0,382

De tophoek is $3 \times 36^\circ = 108^\circ$



0,618

0,382

0,382

0,618

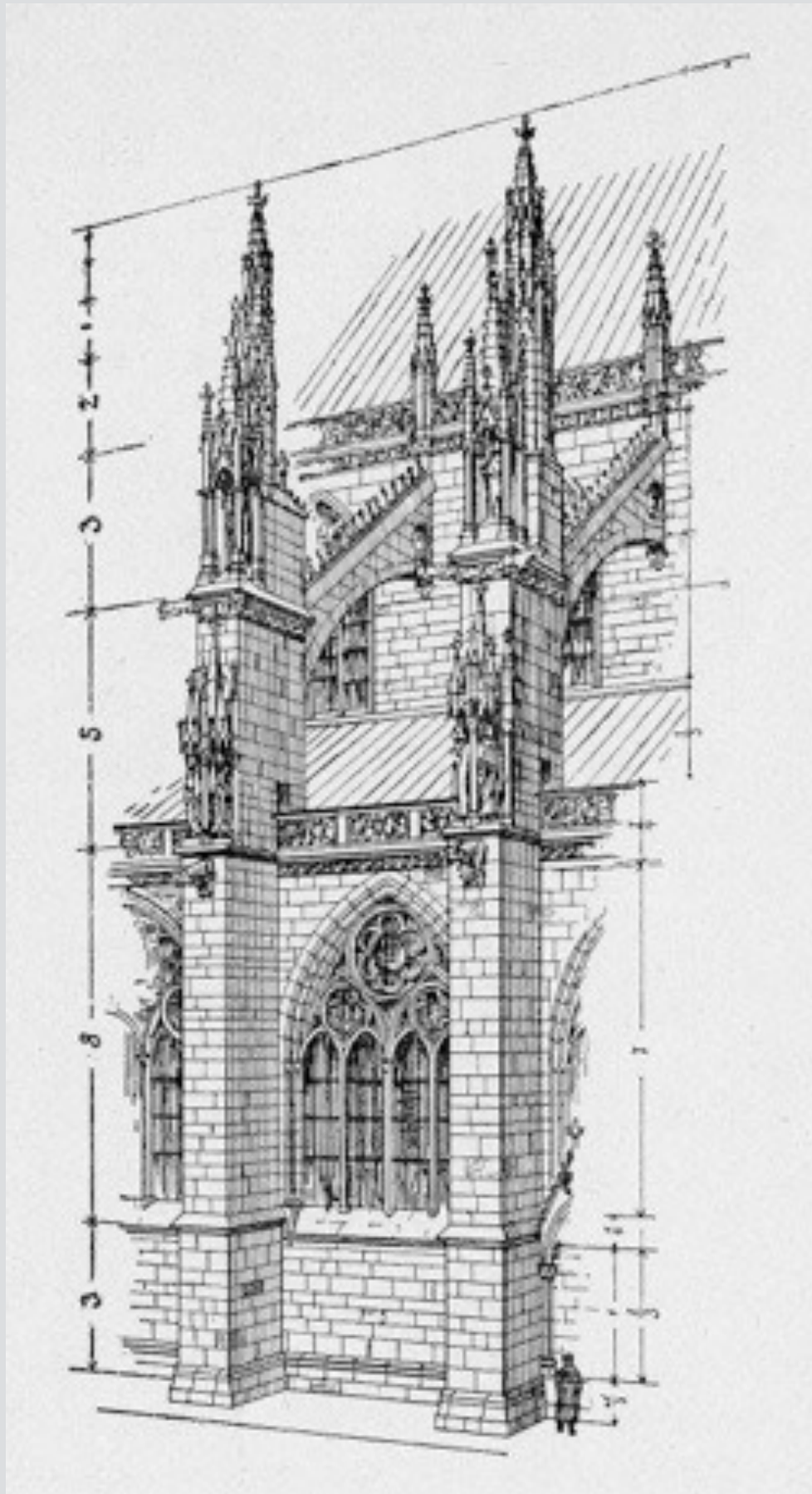
Het Parthenon op de Acropolis te Athene,
tempel van de godin Pallas Athene

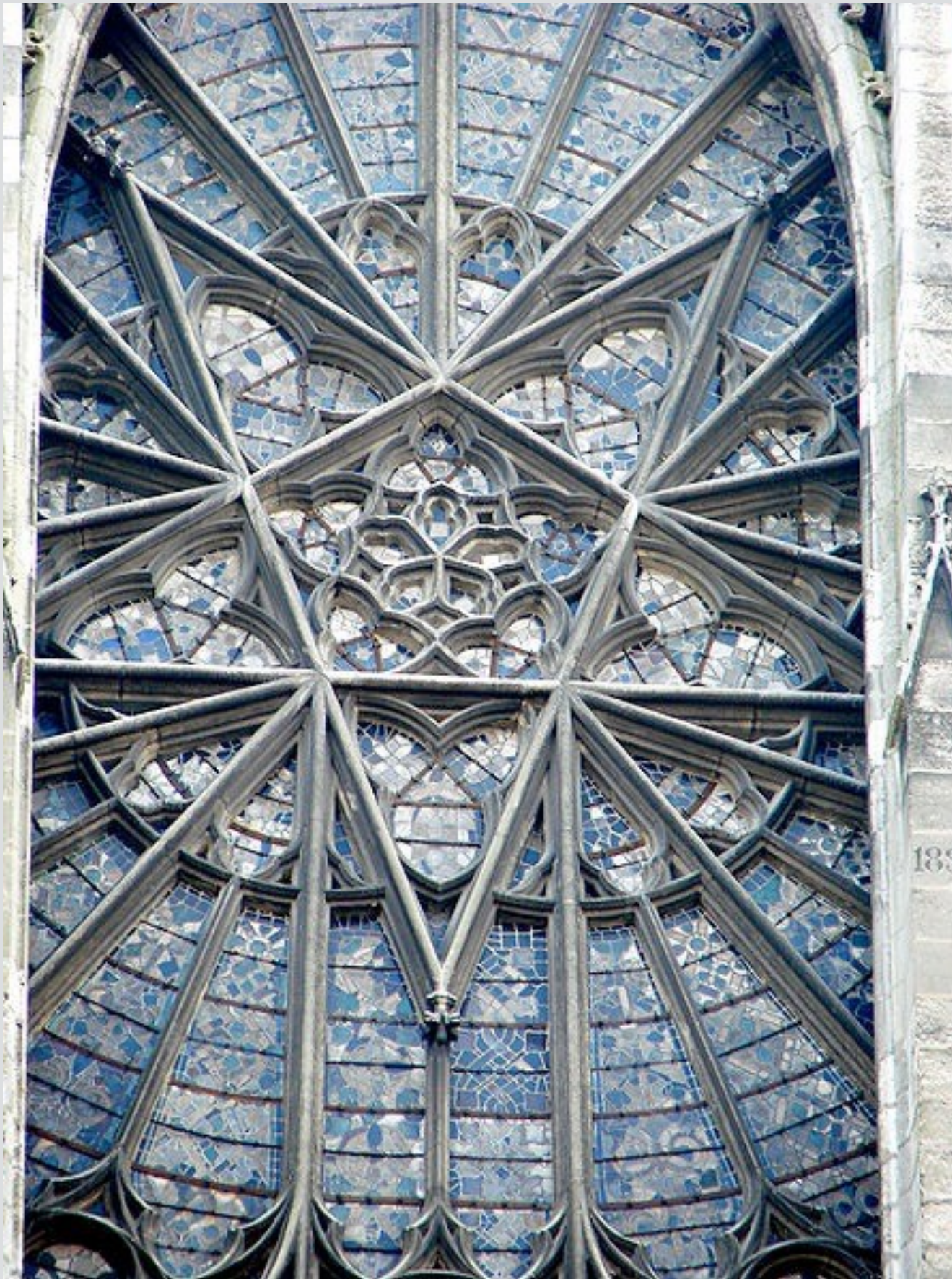
Gothische kathedraal te Freiburg

1, 1, 2, 3, 5, 8

Het begin van de rij van Fibonacci

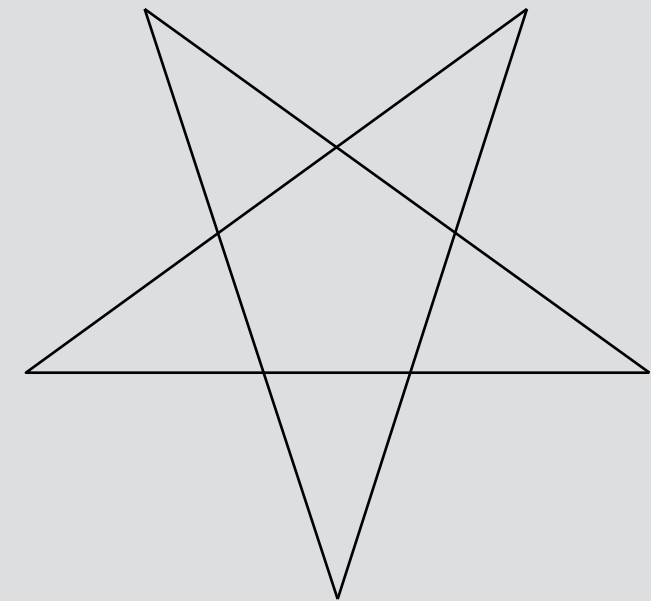
1
1
2
3
5
8

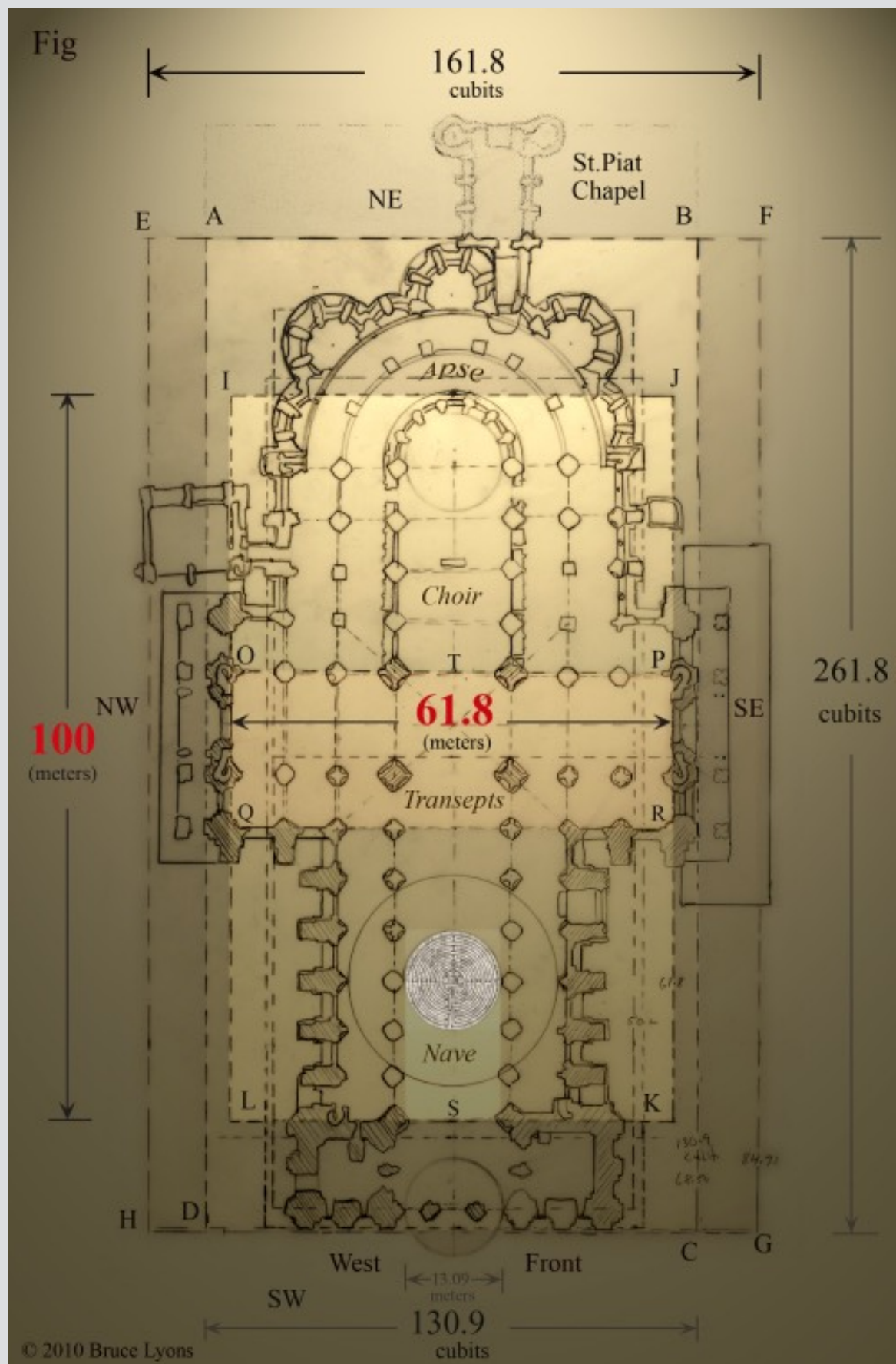




De kathedraal van
Amiens (1220-1269)

Het noordelijke venster
vertoont een omgekeerd
pentagram.





Het grondvlak van de kathedraal van Chartres wordt door de eigenschappen van de gulden snede gekenmerkt.

De afstand tussen de ingang S (nave) en het einde van het koor (apse) is 100 m, de breedte in het midden van de kerk tussen de muren is 61,8 m, nauwkeurig de verhouding van de gulden snede.

De breedte van de gehele kerk is 161,8 el (cubit), de lengte 261,8 el, beide getallen uit de verhouding van de gulden snede.

Bron:
brucelyonsblog.wordpress.com

Einde diaserie
De gulden snede
en de mens