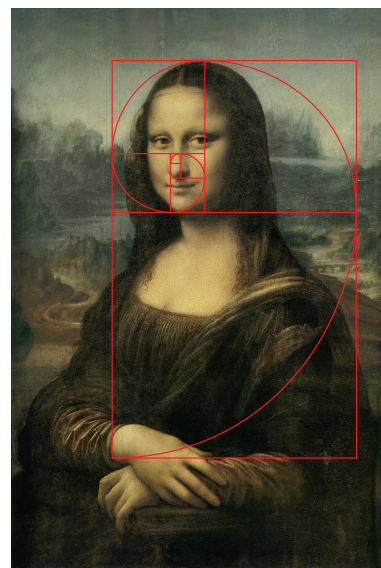


1.3 Verhoudingen

Inleiding

In de kunst en architectuur spelen materiaalgebruik en visuele indruk een belangrijke rol. Die visuele indruk wordt voor een groot deel bepaald door de onderlinge verhoudingen van delen van het object. Sommige verhoudingen worden mooier gevonden dan andere...

Maar bovendien spelen verhoudingen een grote rol bij het uitvoeren van berekeningen in vlakke en ruimtelijke figuren. Je kent het begrip gelijkvormigheid nog wel.



Figuur 1

Je leert in dit onderwerp

- werken met verhoudingen en gelijkvormigheid;
- wat de Gulden snede is, waar je deze tegenkomt en de betekenis van het getal φ daarbij.

Voorkennis

- de basisvormen rechthoek, driehoek, vierhoek, parallellogram, ruit, vlieger, cirkel, balk, prisma, cilinder, bol, piramide en kegel;
- lengte (bijvoorbeeld omtrek) en oppervlakte van een rechthoek, driehoek, cirkel en balk berekenen;
- rekenen met schaal en verhoudingstabellen;
- werken met gelijkvormige figuren.

Verkennen

Opgave V1

Twee figuren heten gelijkvormig als de éne figuur een vergroting is van de andere.

Zijn alle rechthoeken gelijkvormig? Licht je antwoord toe.

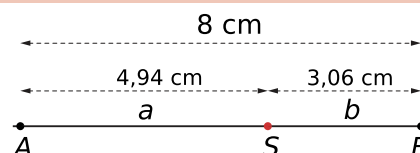
Opgave V2

Bekijk de applet

Je ziet hier een lijnstuk AB met daarop een punt S .

Je plaatst punt S zo, dat $AS : SB = AB : AS$.

Laat zien, dat in dat geval altijd $AS = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{5}\right) \cdot BS$.



Figuur 2

Uitleg 1

Twee figuren heten gelijkvormig als ze dezelfde vorm hebben. Dit betekent dat de éne figuur een vergroting van de andere is. De hoeken van beide figuren moeten gelijk zijn en de zijden van de éne figuur moet je door met een vast getal te vermenigvuldigen kunnen krijgen uit die van de andere figuur.

Kijk je naar de drie vierhoeken hiernaast, dan is vierhoek $ABCD$ gelijkvormig met vierhoek $KLMN$, maar niet met vierhoek $EFGH$. En toch hebben alle drie de vierhoeken gelijke hoeken.

Je kunt er deze tabel maken voor de vierhoek $ABCD$ en $KLMN$. Je ziet dan de corresponderende zijden.

$ABCD$	AB 3	BC 2	CD 5	AD 6
$KLMN$	KL 4,5	LM 3	MN ?	KN 9

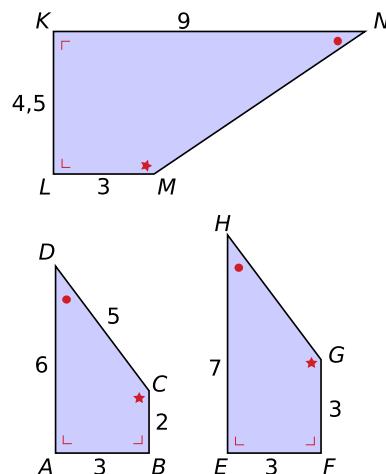
Tabel 1

De zijden van $KLMN$ zijn 1,5 keer zo groot dan de bekende corresponderende zijden van $ABCD$. De verhoudingen van de corresponderende zijden is steeds hetzelfde: $3 : 4,5 = 2 : 3 = 6 : 9$. En dit is ook $1 : 1,5$.

Het getal 1,5 heet de vergrotingsfactor en de tabel is een verhoudingstabel.

Hiermee kun je de onbekende zijde MN berekenen: $MN = 1,5 \cdot CD = 7,5$.

Als je voor de vierhoeken $ABCD$ en $EFGH$ zo'n tabel maakt, kunnen de zijden van $EFGH$ niet worden bepaald door die van de corresponderende zijden van $ABCD$ met een vast getal te vermenigvuldigen. Die vierhoeken zijn niet gelijkvormig.



Figuur 3

Opgave 1

Gebruik de vierhoeken uit Uitleg 1.

- Laat met een berekening zien, dat de vierhoeken $ABCD$ en $EFGH$ niet gelijkvormig zijn.
- Welke afmetingen moeten de zijden van vierhoek $EFGH$ hebben als hij wel gelijkvormig is met vierhoek $ABCD$ en toch $EH = 7$?

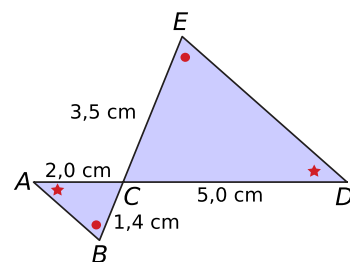
Opgave 2

De figuur bestaat uit twee gelijkvormige driehoeken $\triangle ABC$ en $\triangle CDE$.

- Waarom zijn beide driehoeken gelijkvormig?
- Vul de verhoudingstabel verder in.

$\triangle ABC$	AB	BC	AC
$\triangle CDE$			

Tabel 2



Figuur 4

- Wat kun je zeggen over de verhouding van de zijden AB en DE ?
- Neem aan dat de lengte van AB gelijk is aan 1,8 centimeter. Hoe lang is dan DE ?

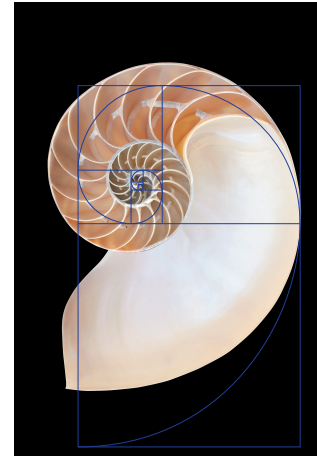
Uitleg 2

De gulden snede is een verhouding die vaak voorkomt in de natuur. Een bekend voorbeeld is de opbouw van een nautiluschelp: ook zonder kennis over de gulden snede zie je direct dat er een mooie regelmaat in zit.

Vanwege deze mooie regelmaat wordt de verhouding van de gulden snede door de eeuwen en culturen heen ook veel in de kunst gebruikt, alhoewel daar ook veel discussie over is.

De gulden snede is de verdeling van een lijnstuk in tweeën in een speciale verhouding. Bij de gulden snede verhoudt het grootste van de twee delen zich tot het kleinste, zoals het gehele lijnstuk zich verhoudt tot het grootste.

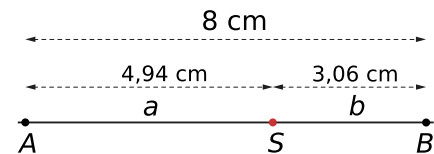
[Bekijk de applet](#)



Figuur 5

Een lijnstuk AB van 8 centimeter wordt in twee stukken verdeeld, zo dat $a = 4,94$ en $b = 3,06$. Ga na, dat dit lijnstuk volgens de verhouding van de gulden snede is verdeeld.

Geef het grootste deel aan met a en het kleinste deel met b , dan is de verhouding van beide delen zo dat $\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a}$.



Figuur 6

De verhouding $\frac{a}{b} \approx 1,618$ en dat getal is het gulden getal φ (spreek uit: "fie").

Opgave 3

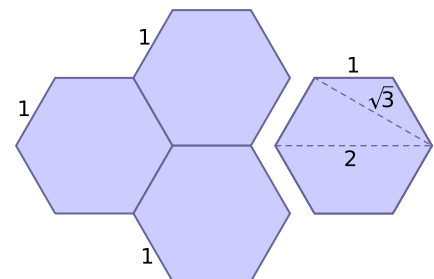
Gegeven is een lijnstuk AB van 32 centimeter. Dit lijnstuk wordt in twee stukken verdeeld, zo dat $a = 19,78$ centimeter en $b = 12,22$ centimeter.

Bereken of het lijnstuk volgens de gulden snede is verdeeld.

Opgave 4

Bekijk de afbeelding.

Hebben de zijden en diagonalen van een regelmatige zeshoek (honingraat) onderling een verhouding volgens de gulden snede? Beargumenteer je antwoord.



Figuur 7

Opgave 5

Meet de lengte van je arm tussen oksel en pols. Meet ook hoe lang je onderarm is, van elleboog tot pols.

Is je arm opgedeeld in boven- en onderarm volgens de verhouding van de gulden snede?

Theorie en voorbeelden

Om te onthouden

Twee figuren zijn **gelijkvormig** als de ene figuur een vergroting of verkleining van de andere is. Dan moeten zowel de overeenkomstige hoeken even groot zijn en de corresponderende zijden een gelijke **verhouding** hebben.

Als $\triangle ABC$ gelijkvormig is met $\triangle KLM$, dan hoort daar de volgende **verhoudingstabel** bij:

$\triangle ABC$	AB	BC	AC
$\triangle KLM$	KL	LM	KM

Tabel 3

De **vergrotingsfactor** is: $\frac{KL}{AB}$ en $\frac{LM}{BC}$ en $\frac{KM}{AC}$.

Verhoudingstabellen kunnen ook bij andere berekeningen worden gebruikt, bijvoorbeeld bij berekeningen met schaal.

De **gouden snede** is de verdeling van een lijnstuk in twee delen in een speciale verhouding. Bij de gouden snede verhoudt het grootste van de twee delen zich tot het kleinste, zoals het gehele lijnstuk zich verhoudt tot het grootste. Is het grootste deel aangegeven met a en het kleinste deel met b , dan is de verhouding van beide zo dat:



Figuur 8

$$\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a}.$$

Het getal $\frac{a}{b} = \varphi = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{5} \approx 1,618$ heet het **gouden getal**.

Voorbeeld 1

De A-serie van papierformaten is een serie van formaten waarbij het eerstvolgende formaat steeds een tweemaal zo grote (of kleine) oppervlakte heeft. De verhouding tussen de lange en de korte zijde is zo, dat wanneer een vel papier in de breedte in twee gelijke stukken wordt gesneden (dus de oppervlakte gehalveerd), twee vellen ontstaan met precies dezelfde verhouding in afmetingen.

Een blad papier van A4-formaat is 297×210 mm.

Een blad papier van A3-formaat is 420×297 mm.

Laat zien dat beide bladen papier gelijkvormig zijn en bereken de afmetingen van een daaraan gelijkvormig blad van A5-formaat.

Antwoord

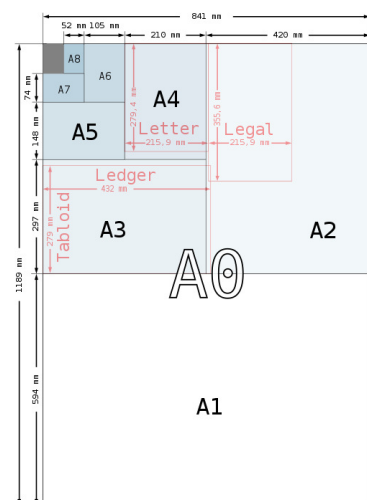
Merk allereerst op dat het om rechthoeken gaat, dus de hoeken zijn wel gelijk.

Voor wat betreft de zijden:

De breedte van A3 is $\frac{297}{210} \approx 1,414$ keer zo groot als de breedte van A4.

De lengte van A3 is $\frac{420}{297} \approx 1,414$ keer zo groot als de lengte van A4.

(Het verschil in de overige decimalen komt door afronden op mm.)



Figuur 9 bron: Wikipedia

Ga je van A4 naar A5 dan moet de lengte van A5 gelijk zijn aan de breedte van A4. Daarbij past deze verhoudingstabel:

A4	210	297
A5	?	210

Tabel 4

Hieruit volgt voor de breedte van A5-formaat $210 \cdot \frac{210}{297} \approx 148$ mm.

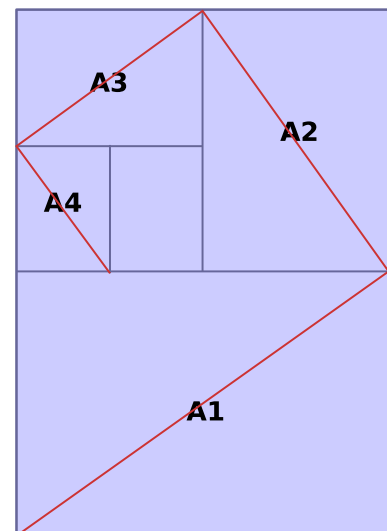
Opgave 6

Bekijk **Voorbeeld 1**.

- a** Bereken de afmetingen van het A2-formaat.

Je ziet dat kenmerkend voor de papierformaten is dat de lengte van een bepaald formaat gelijk moet zijn aan de breedte van het voorgaande formaat. En ook dat de oppervlakte van het voorgaande formaat 2 keer zo groot wordt.

- b** Laat zien, dat dit voor de oppervlaktes van A3- en A4-formaat klopt.
- c** Laat zien, dat dit betekent dat de vergrotingsfactor tussen twee opvolgende papierformaten $\sqrt{2}$ moet zijn.
- d** Je kunt de tekening van de A-formaten ook heel goed iets anders maken. Bekijk de figuur en maak zelf zo'n tekening, zet ook de diagonalen er in en ga door tot en met A8. Begin met een rechthoek van 10 cm bij $10\sqrt{2}$ cm (als A0-formaat).
- e** Waarom staan de opeenvolgende diagonalen loodrecht op elkaar?
- f** Als je zo door gaat lijkt de spiraal naar een bepaald punt toe te bewegen. Dat heet wel het 'oog' van de spiraal. Probeer een manier te verzinnen om dit oog snel te vinden.

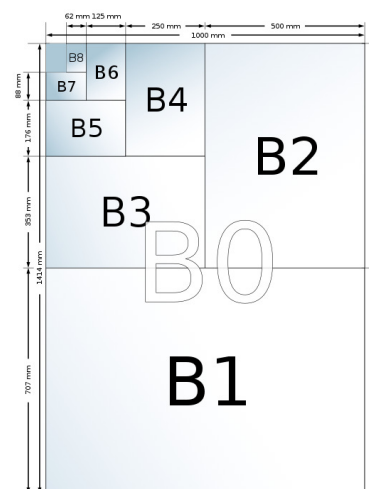


Figuur 10

Opgave 7

Het B-formaat is een ander papierformaat. Ook nu heeft het eerstvolgende formaat een twee keer zo grote (of kleine) oppervlakte en blijven de verhoudingen van de zijden hetzelfde. Maar nu heeft het B0-formaat een breedte van 1000 mm en een lengte van 1414 mm.

- a** Bereken de afmetingen van de formaten B1, B2, B3 en B4.
- b** Is het B4-formaat gelijkvormig met het A4-formaat?
- c** Waarom is bij de B-formaten eenzelfde spiraal te maken als bij de A-formaten?



Figuur 11 bron: Wikipedia

Opgave 8

Behalve het A4-formaat bestaat er ook het zogenaamde A4-extra-formaat van 235×322 mm.

- Onderzoek of het A4-extra-formaat gelijkvormig is met het A4-formaat.
- Hoeveel procent extra oppervlakte heeft het A4-extra-formaat ten opzichte van het A4-formaat?

Voorbeeld 2

Bekijk de schets van een toren die nog moet worden gebouwd.

Een schaalmodel van deze toren moet van grondvlak tot top van de toren 18 centimeter lang worden.

Bereken de lengte van alle ribben in dit schaalmodel.

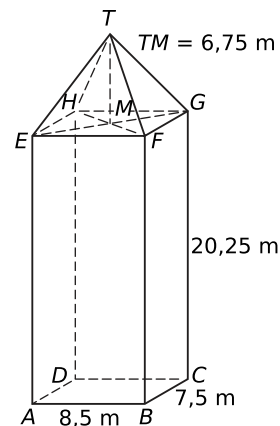
Antwoord

De toren wordt $20,25 + 6,75 = 27$ meter hoog.

De toren bestaat uit balk $ABCD.EFGH$ en piramide $T.EFGH$ (het dak).

Maak een verhoudingstabel.

	hoogte	AB	BC	CG	TM
toren (meter)	27	8,5	7,5	20,25	6,75
schaalmodel (cm)	18				



Figuur 12

Tabel 5

Hieruit volgt:

$$\frac{27}{18} = \frac{8,5}{AB} \text{ geeft } AB = 5,7 \text{ cm en ook } CD = EF = GH = 5,7 \text{ cm.}$$

$$\frac{27}{18} = \frac{7,5}{BC} \text{ geeft } BC = 5 \text{ cm en ook } AD = FG = EH = 5 \text{ cm.}$$

$$\frac{27}{18} = \frac{8,5}{CG} \text{ geeft } CG = 13,5 \text{ cm en ook } AE = BF = DH = 13,5 \text{ cm.}$$

$$\frac{27}{18} = \frac{8,5}{TM} \text{ geeft } TM = 4,5 \text{ cm.}$$

In de piramide zijn ribben ET , FT , GT en HT even lang vanwege de symmetrie van het dak. T ligt precies in het midden van het grondvlak.

Bereken de lengte van ET met de stelling van Pythagoras in rechthoekige driehoek EMT . Bereken daarom eerst de lengte van EM .

$$EM = \frac{1}{2} \cdot EG = \frac{1}{2} \sqrt{EF^2 + FG^2} = \frac{1}{2} \sqrt{5,7^2 + 5^2} = \frac{1}{2} \sqrt{57,49} \approx 3,8 \text{ cm.}$$

$$\text{Bereken nu } ET: ET = \sqrt{EM^2 + TM^2} = \sqrt{3,8^2 + 4,5^2} \approx 5,9 \text{ cm.}$$

Hieruit volgt dat ook $FT = GT = HT \approx 5,9$ cm.

Opgave 9

Bekijk de toren uit **Voorbeeld 2**.

- Zijn de driehoekige vlakken ETF en FTG gelijkvormig? Beargumenteer je antwoord.
- De lengte van TM in het schaalmodel had niet in de verhoudingstabel gehoeven. Leg uit hoe je TM in het schaalmodel op een andere (eenvoudiger) manier kunt berekenen.
- Bereken de schaal van het schaalmodel.

Opgave 10

In Nieuwkoop staat een witte cementen watertoren met een heel strakke vorm. De toren bestaat uit een cilinder en een kegelvormige top met een totale hoogte van 57,65 m. In de volksmond heet deze toren Pietje Potlood vanwege de vorm.

Een klimmer zou heel graag vanaf de top van de toren langs een touw naar beneden willen abseilen. Ze gebruikt de afbeelding om te bepalen hoe lang het touw minimaal moet zijn.

Laat zien hoe ze dat doet en op welke lengte, in gehele meters, ze uit zal komen als het touw vanaf de top strak langs het gebouw naar beneden hangt.



Figuur 13

Voorbeeld 3

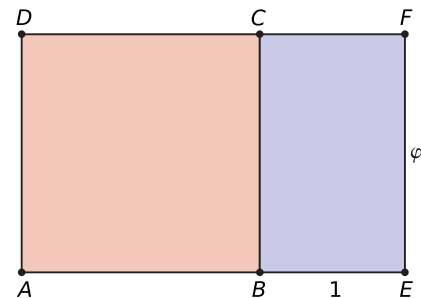
Bekijk de applet

Bekijk de rechthoek $Aefd$ met daarin een vierkant $ABCD$ en een kleinere rechthoek $BEFC$. Is die kleinere rechthoek gelijkvormig met de grote rechthoek?

Is het mogelijk om de lengtes van de zijden zo aan te passen dat dit het geval is?

Deze vraag leidt tot de gulden rechthoek.

De vergrotingsfactor van AB naar AE waarbij de rechthoeken gelijkvormig zijn, is de gulden snede. Bepaal welk getal dat is en rond je antwoord af op drie decimalen.



Figuur 14

Antwoord

Bekijk een aantal situaties waarin de lengte van BE steeds verandert.

Bereken bij verschillende waarden van BE de verhoudingen $\frac{AE}{EF}$ en $\frac{EF}{BE}$ en zoek de waarde van BE waarvoor deze verhoudingen gelijk zijn.

Dat lukt het beste als $BE \approx 2,47$.

De afmetingen van rechthoek $Aefd$ zijn dan ongeveer 6,47 bij 4.

De gulden snede levert het getal $\frac{6,47}{4} \approx 1,618$ op.

Opgave 11

In het dagelijks leven kom je regelmatig standaard rechthoekmaten tegen.

- a** Het meest gangbare printerpapier heeft een A4-formaat. De lengte van een vel A4-papier is 297 millimeter en de breedte is 210 millimeter.

Bereken of een velletje A4-papier een gulden rechthoek is: hebben lengte en breedte van het velletje de verhouding van de gulden snede?

- b** Bankpasjes zijn ook rechthoekig (met afgeronde hoeken). De lengte is 8,5 centimeter en de breedte is 5,4 centimeter.

Bereken of een bankpasje een gulden rechthoek is: hebben lengte en breedte van het pasje de verhouding van de gulden snede?

Opgave 12

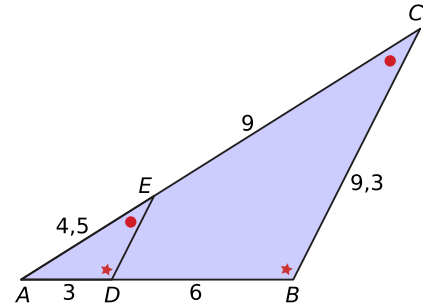
Gegeven is een lijnstuk AB met lengte 1. Dit lijnstuk wordt volgens de gulden snede door punt S in twee stukken verdeeld waarbij het ene stuk de lengte g van de gulden snede heeft.

Bereken g exact door gebruik te maken van de eigenschap van de gulden snede: $\frac{AS}{SB} = \frac{AB}{AS}$.

Verwerken**Opgave 13**

Bekijk de figuur.

- Leg uit waarom de driehoeken ABC en ADE gelijkvormig zijn.
- Bereken de vergrotingsfactor tussen de van $\triangle ADE$ naar $\triangle ABC$.
- Bereken de lengte van DE .



Figuur 15

Opgave 14

Een model van een Fiat 500 heeft een schaal van 1 : 22. De afmetingen van deze auto zijn in werkelijkheid: lengte 355 cm, breedte 163 cm, hoogte 149 cm.

- Bereken de lengte, de breedte en de hoogte van het schaalmodel in millimeters.
- Van een ander schaalmodel van dezelfde Fiat 500 is de hoogte 5 centimeter. Op welke schaal is dit tweede schaalmodel gemaakt?

Opgave 15

Een 50 inch rechthoekig beeldscherm heeft een hoogte van 62,26 cm en een breedte van 110,69 cm.

Een 65 inch rechthoekig beeldscherm heeft een hoogte van 80,93 cm en een breedte van 143,90 cm.

- Zijn beide beeldschermen gelijkvormig?
- Een inch is 2,54 cm. Een 50 inch beeldscherm heeft een diagonaal met een lengte van 50 inch. Ga door berekening na of dat klopt met de opgegeven hoogte en breedte.

Een standaard beeldformaat is tegenwoordig 16 : 9.

- Komt dit overeen met de verhouding van de beide beeldschermen?

Vroeger werd het beeldformaat 4 : 3 gehanteerd.

- Komt dit overeen met de verhouding van de beide beeldschermen?
- Hoe hoog was vroeger een beeldscherm met een breedte van 110,69 cm?

Opgave 16

Een gulden rechthoek is een rechthoek waarbij de lengte en de breedte van die rechthoek de verhouding van de gulden snede hebben.

De Mona Lisa, Da Vinci's bekendste schilderij, zit vol met gulden rechthoeken.

Men denkt dat Leonardo da Vinci, als wiskundige, expres deze lijnen en verhoudingen in dit schilderij voegde om zo wiskunde en kunst te combineren.

- a** De Mona Lisa is 77 centimeter hoog en 53 centimeter breed. Een bedrijf wil ansichtkaarten maken met daarop dit schilderij. De ansichtkaarten zijn 14,8 centimeter bij 10,5 centimeter.

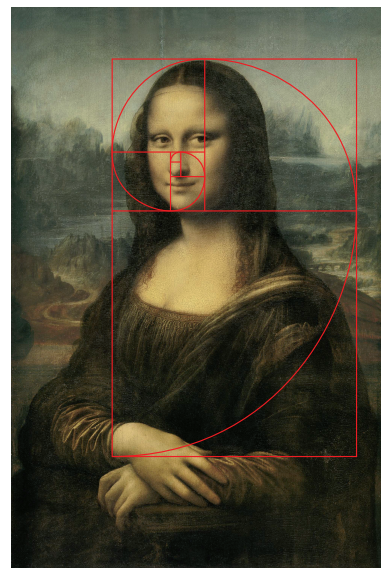
Welke schaal moet het bedrijf gebruiken zodat de Mona Lisa in haar geheel op de kaart past? Noteer je antwoord als: $10 : \dots$ en vul op de puntjes een geheel getal in.

- b** De eerste en grootste gulden rechthoek krijg je wanneer je de breedte van de rechterpols tot aan de linkerelleboog gebruikt en je maakt daar een lengte bij tot aan het hoofd. Trek dan een horizontale lijn onder de kin van de ene zijde tot aan de andere zijde van de rechthoek.

Leg uit hoe de volgende twee verdelingen ontstaan.

- c** In de afbeelding lopen ook gebogen lijnen. Dit is de gulden spiraal. Kijk goed naar de manier waarop deze is getekend.

Leg uit hoe je de gulden spiraal in de verdeling van gulden rechthoeken tekent.



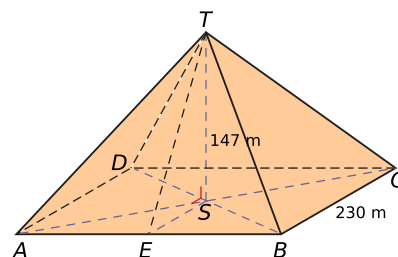
Figuur 16

Opgave 17

De piramide van Cheops is de oudste van de drie piramides van Gizeh. Met een oorspronkelijke hoogte van 147 meter is de piramide niet alleen de oudste, maar ook de grootste van de piramides van Gizeh. Ze heeft dan ook de bijnaam Grote Piramide. De piramide heeft een grondvlak van 230 meter bij 230 meter.

De verhouding volgens de gulden snede komt ook in deze piramide voor.

Bekijk de schematische tekening van de piramide.



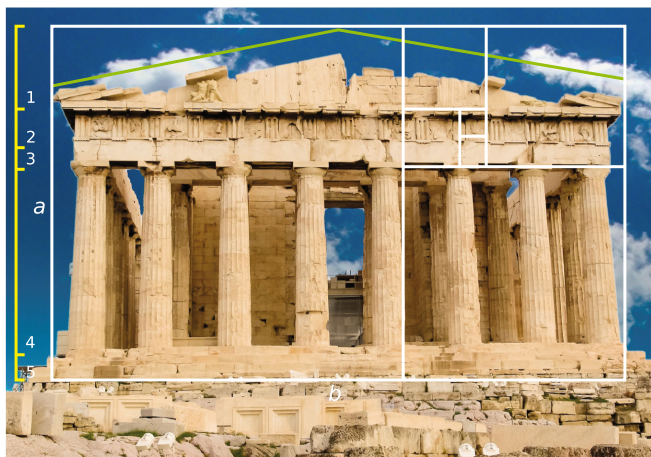
Figuur 17

- a** Bereken ET en zoek uit waar de verhouding volgens de gulden snede is te vinden.
- b** Stel $EB = 1$. Druk dan de lengte van BT uit in φ .
- c** Een andere piramide heeft een hoogte van 135 meter en een vierkant grondvlak met zijden van 230 meter. Ga na of van deze piramide de zijden zich ook verhouden als de gulden snede.

Toepassen

Opgave 18: Parthenon

Er wordt vaak beweerd dat de verhouding van de gulden snede is gebruikt bij het ontwerp van het Parthenon, een bekende Griekse tempel op de Acropolis in Athene. Het gebouw is nu een ruïne, maar vroeger was de bovenkant van het gebouw nog wat hoger. Dat kun je aan de zijanten nog zien. De schuine lijnen geven aan hoe het gebouw er vroeger uitzag. Als je een rechthoek om de contouren van het gebouw tekent, krijg je een gulden rechthoek. Dat betekent dat de verhouding van de hoogte en de breedte van het gebouw gelijk is aan de gulden snede.

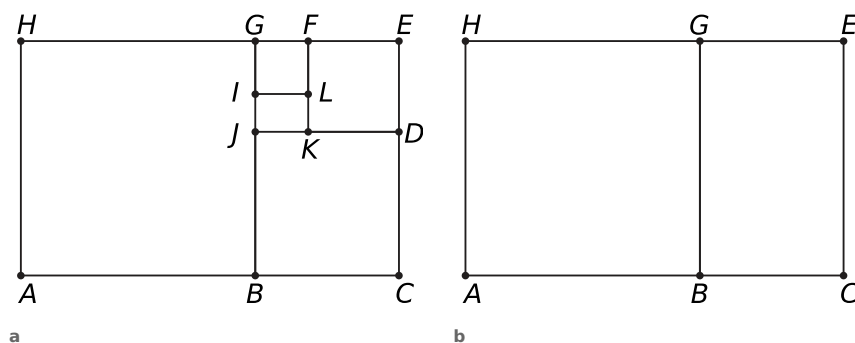


Figuur 18

Het bijzondere van de gulden rechthoek is dat na het weghalen van een perfect vierkant uit de gulden rechthoek, de overblijvende rechthoek weer een gulden rechthoek is.

- Meet de zijden van de grootste in de afbeelding getekende rechthoek op en laat door een berekening zien dat deze inderdaad een verhouding volgens de gulden snede kunnen hebben.
- Geef een voor- en een tegenargument voor de bewering dat de verhouding volgens de gulden snede bewust gebruikt kan zijn voor het ontwerp van het Parthenon.

Bekijk figuur a. Deze figuur is ook op de foto afgebeeld. In de figuur is $ACEH$ de in de tekst bedoelde gulden rechthoek. De gulden rechthoek $ACEH$ is in figuur b nogmaals weergegeven.



Figuur 19

- Geef aan hoe figuur a uit figuur b kan ontstaan door een aantal extra lijnstukken te tekenen. Licht je werkwijze toe en geef aan in welke volgorde je de extra lijnstukken tekent.
De verhouding van de gulden snede keert in figuur a terug in de verhouding van de lengtes van AC en AH en in de verhouding van de lengtes van JK en IJ . Ook is deze verhouding zichtbaar in de verdeling van sommige lijnstukken. Zo wordt het lijnstuk AC verdeeld in lijnstuk AB en lijnstuk BC . De verhouding van de lengtes van AB en BC is gelijk aan de gulden snede. Ook bij de verdeling van andere lijnstukken zie je de gulden snede terug.
- Geef drie lijnstukken uit figuur a, met de verdeling, die worden verdeeld volgens de gulden snede.

De rechthoek $IJKL$ in figuur a is een gulden rechthoek. Kies de afmetingen in deze rechthoek als volgt: $IJ = 1$ en $JK = \varphi (\approx 1,618 \dots)$. Op basis hiervan kunnen de lengtes van AC en AH worden uitgedrukt in φ .

- e Druk de lengtes van AC en AH uit in φ .

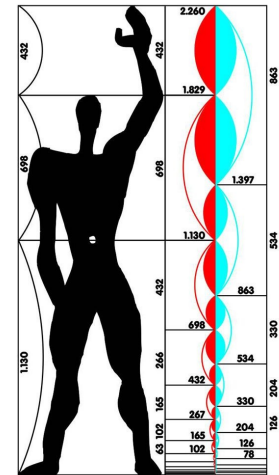
(naar: voorbeeldopgave Syllabus vwo wiskunde C in 2018)

Opgave 19: De modulator

De modulator is een maatsysteem gebaseerd op het menselijk lichaam en de wiskunde. De hoogte van een man met opgeheven arm kan in delen worden verdeeld op punten die zijn positie bepalen: zijn voeten, zijn navel, zijn hoofd, zijn vingertoppen. Deze drie gedeeltes leveren een reeks uit de gulden snede.

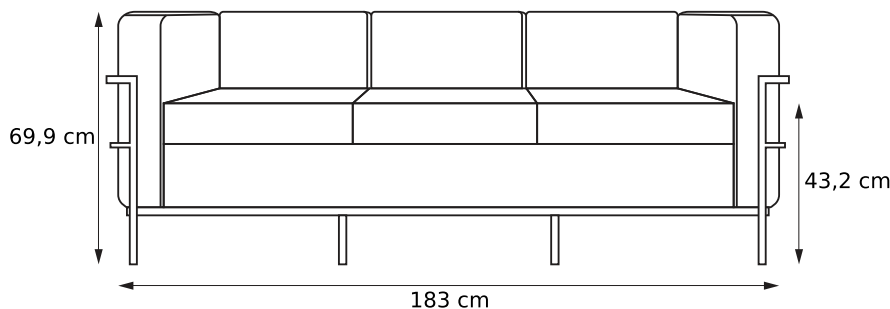
Het principe van de gulden snede is hier gebruikt om twee rijen met afmetingen van de menselijke figuur op te stellen. De blauwe rij is gebaseerd op de hoogte van een staande man met opgeheven arm (2260 mm). De rode rij is gebaseerd op de hoogte van een man gemeten van zijn voet tot het topje van zijn hoofd (1829 mm).

Charles-Eduard Jeanneret, beter bekend als Le Corbusier, was een Franse architect uit begin twintigste eeuw. Hij geloofde dat deze maten architecten zouden helpen om gebouwen aan de behoefte van mensen aan te passen.



Figuur 20

- a Laat met een berekening zien dat de verhouding tussen de afstand van voet tot en met hoofd en de afstand van navel tot en met hoofd inderdaad de verhouding van de gulden snede is.
- b Noem nog twee andere plaatsen in de figuur waar de gulden snede aanwezig is. Laat beide met een berekening zien.
- c De afgebeelde bank is ontworpen door Le Corbusier. Hoe kun je aan de drie bankmaten zien dat voor het ontwerp gebruik is gemaakt van het modulormaatsysteem? Dit systeem is gebaseerd op de verhouding van de gulden snede.



Figuur 21

- d Le Corbusier ging uit van de gemiddelde lengte van een man van 182,9 centimeter. Een gemiddelde Nederlandse vrouw is 167 centimeter lang. Ga ervan uit dat de verhoudingen die zijn gebruikt in het modulormaatsysteem ook voor vrouwen gelden.

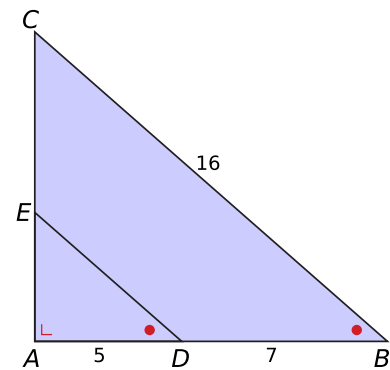
Stel dat je eenzelfde bank als bij c voor Nederlandse vrouwen moet maken. Bereken een geschikte zithoogte en totale hoogte voor deze bank.

Testen

Opgave 20

In de figuur zijn de driehoeken ABC en ADE gelijkvormig. De gegeven lengtes zijn in centimeter.

Bereken de lengte van DE en van CE . Rond je antwoorden af op één decimaal.



Figuur 22

Opgave 21

Volg de stappen.

- Teken een horizontale lijn AB .
- Teken loodrecht op het rechter uiteinde B een verticale lijn BC die half zo lang is als AB .
- Teken de zijde AC van de rechthoekige driehoek ABC .
- Zet de passerpunt in C en neem de afstand BC tussen de passerpunten.
- Teken een stukje cirkel en noem het snijpunt van AC en de cirkel D .
- Zet de passerpunt in A en neem de afstand AD tussen de passerpunten.
- Teken een stukje cirkel en noem het snijpunt van AB en de cirkel E .

Meet en reken na welke lijnstukken uit je constructie de verhouding volgens de gulden snede hebben.



© 2024

Deze paragraaf is een onderdeel van het Math4All wiskundemateriaal.

Math4All stelt het op prijs als onvolkomenheden in het materiaal worden gemeld en ideeën voor verbeteringen in de content of dienstverlening kenbaar worden gemaakt. Klik op  in de marge bij de betreffende opgave. Uw mailprogramma wordt dan geopend waarbij het emailadres en onderwerp al zijn ingevuld. U hoeft alleen uw opmerkingen nog maar in te voeren.

Email: f.spijkers@math4all.nl

Met de Math4All Foliostraat kunnen complete readers worden samengesteld en toetsen worden gegenereerd. Docenten kunnen bij a.f.otten@math4all.nl een gratis inlog voor de maatwerkdienst aanvragen.
