

Vestingbouw na 1600

Echte opdrachten voor in het klaslokaal

Deze handout is ontwikkeld voor de workshop Vestingbouw op de VVWL studiedag van 9 november 2024.

Opdracht -1	Tel het aantal vestingen op de kaart.....	3
Opdracht 0	Begrippen Oud-Nederlands Vestingstelsel.....	4
Opdracht 1	Simon Stevin (1548 – 1620)	5
Opdracht 2	Galasso Alghisi da Carpi (1523 –1573)	6
Opdracht 3	Nikolaus Goldmann (1611 – 1665)	7
Opdracht 4	Adriaan Metius (1571 – 1635)	8
Opdracht 5	Pieter van Schooten (1634 – 1679)	9
Opdracht 6	Andreas Cellarius (1595-1665)	10
Opdracht 7	Samuel Marolois (1572-1627)	12
	Toelichting op de selectie van ontwerpen.....	13
	Overzicht van parameters.....	14
	Overzicht van berekeningen	15
	Begrippen	16
	Bronnen	17
	Over de auteur: Henk Hietbrink	18

Links naar deze handout en verdiepingsmateriaal staan op de webpagina
<https://fransvanschooten.nl/StevinWorkshop.htm>.

Voorjaar 2021 verscheen in nummer 186 van Wiskunde & Onderwijs mijn bijdrage
“Sterctenbouwing (1594) als context voor sinusregel en cosinusregel”.

In Euclides 96-6 staat mijn bijdrage “Vestingbouw als context voor sinus-, cosinus- en
tangensregel” over vestingbouw in de zestiende en zeventiende eeuw.

In juni 2021 verscheen in Pythagoras mijn bijdrage over de geschiedenis van de
tangensregel. Het artikel staat online op <https://pyth.eu/tangensregel>.

Een uitgebreide, meer wetenschappelijke bijdrage verschijnt in 2024 bij TechNet.
Mijn berekeningen staan op <https://fransvanschooten.nl/TechNet.htm>.

De inhoudstafel laat al zien dat de opdrachten niet in historisch-chronologische volgorde staan. De persoon van Simon Stevin is bijzonder interessant en verdient daarom een plek. Idee is dat eerst het bovenaanzicht van een vijfhoekige vesting uitgewerkt wordt en daarna het zijaanzicht om het profiel in het landschap te duiden. De opdracht van Galasso Alghisi da Carpi is het meest fantasievol, maar nooit gerealiseerd in de Noordelijke Nederlanden. De berekeningen bij het bovenaanzicht van Goldmann zijn relatief eenvoudig. Ook het ontwerp van Metius is echt een Hollands ontwerp. Pieter van Schooten is de zoon van Frans van Schooten Sr en de jongere broer van Frans van Schooten. Aan de wiskunde van deze familie is mijn website <https://fransvanschooten.nl/> gewijd. Pieter hanteert de sinusregel, terwijl Cellarius de tangensregel hanteert. Samuel Marolois heeft een verscheidenheid aan ontwerpen uitgeschreven in zijn boeken. Wie wil kan nog bladzijden vol alternatieven narekenen.

Bij iedere opdracht staat een tekening van een vesting. De tekeningen komen uit de boeken die geschreven zijn door bovenstaande personen. Soms was enige beeldbewerking noodzakelijk om een tekening leesbaar te maken. Indien nodig zijn extra punten en labels toegevoegd om de opdrachten eenduidig te formuleren.

De afmetingen zijn meestal uitgedrukt in Rijnlandse roeden, een oude lengtemaat. Omgerekend is die 3,767 meter lang. De Rijnlandse roede werd meestal onderverdeeld in 12 voet. Een voet is dan 31,39 cm lang. Een vierkante roede is één roede breed bij één roede lang, oftewel $14,2 \text{ m}^2$. Een andere oppervlaktemaat is de morgen. Een morgen is 600 vierkante roeden. Omgerekend is dat ongeveer 8520 m^2 en dat is iets minder dan een hectare.

Iedere opdracht bevat voldoende informatie om alle afmetingen van het vesting-ontwerp geheel uit te rekenen en na te tekenen op papier of in GeoGebra. Wiskundig gezien wordt van leerlingen verwacht dat ze bereid zijn om zelf een plan van aanpak te bedenken (eerst dit uit te rekenen en dan dat), slim te rekenen aan hoeken en zijden, met goniometrie de lengte van zijden uit te rekenen, de stelling van Pythagoras toe te passen en soms de sinusregel of de cosinusregel.

Alle opdrachten in deze hand-out zijn gebaseerd op een regelmatige vijfhoek, maar sommige auteurs beschrijven alle veelhoeken, van de vierhoek tot en met de twaalfhoek. In hun boeken is stof genoeg voor nog tientallen verrassende opdrachten.

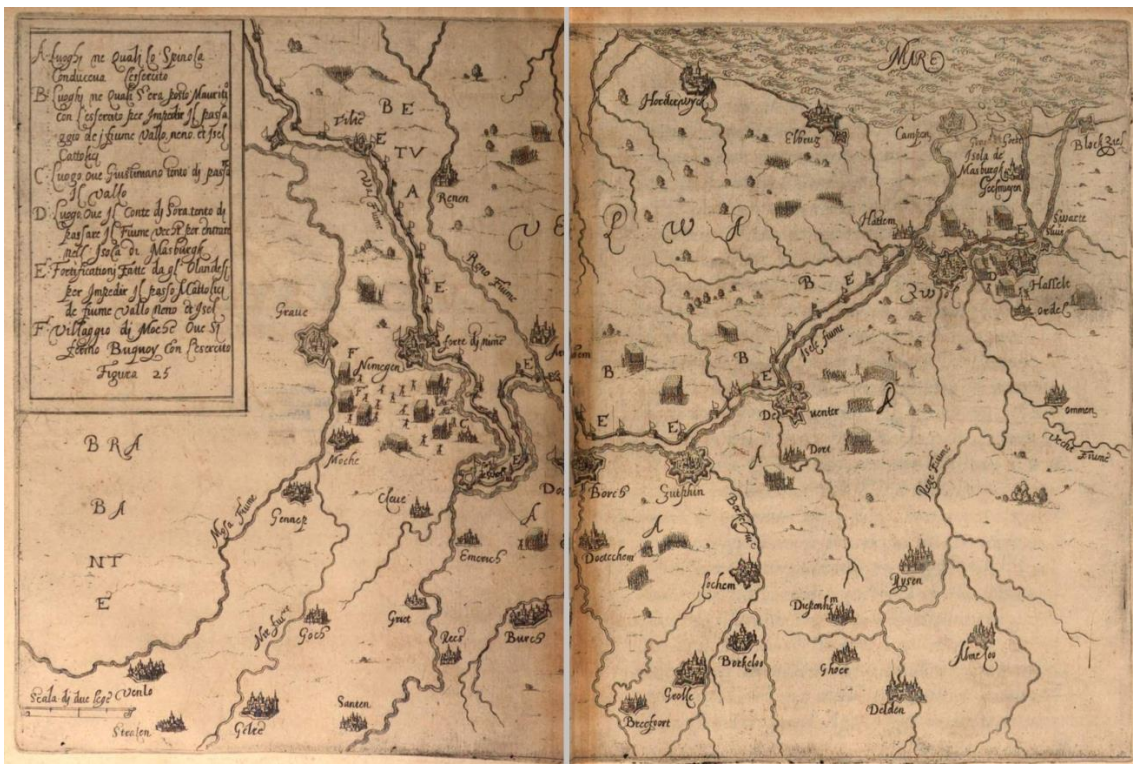
In het GeoGebra boek <https://www.geogebra.org/m/xeqidkpi> zijn animaties opgenomen als toelichting op de opdrachten, maar ook om ontwerpen onderling te vergelijken. Achterin deze handout staan enkele voorbeelden.

Vestingen bestaan in soorten en maten. Meest bekend zijn de voorbeelden van steden die omringd zijn door bolwerken, muren en grachten. Minder bekend zijn de kleinere vestingen als Bourtange of de schansen. De eerste opdracht laat zien dat er tientallen bestaan hebben.

Opdracht -1 Tel het aantal vestingen op de kaart



Wikipedia: [Blaeu 1645 - Fossa Sancta Mari%C3%A6 qu%C3%A6 et Eugeniana dicitur vulgo De Nieuwe Grift.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Fossa_Sancta_Mariae)



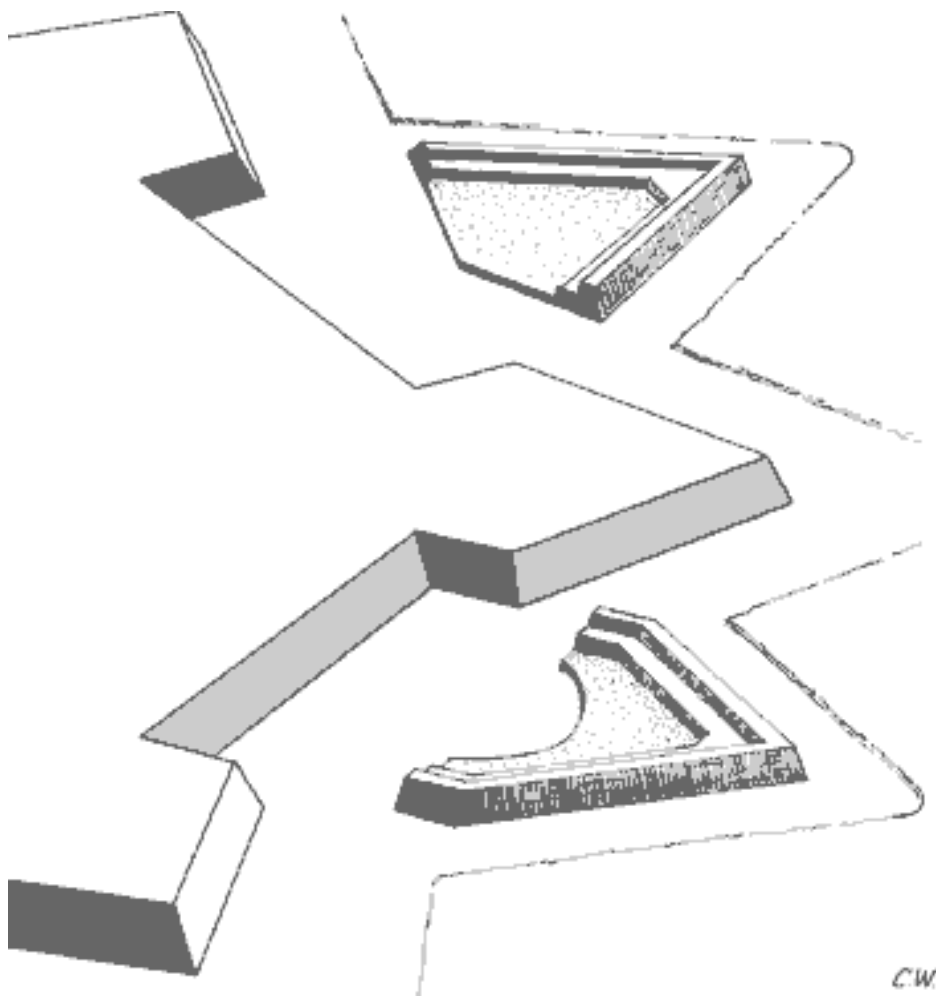
Google Books: <https://books.google.nl/books?id=J-Hkf0pzVEsC>

Opdracht 0 Begrippen Oud-Nederlands Vestingstelsel

Ieder onderdeel van een vesting heeft een eigen naam.

Wijs in onderstaande tekening de volgende onderdelen aan¹:

- Courtine
- Flank
- Face
- Keel
- Hoofdlijn
- Nevenflank
- Strijklijn
- Defensielijn



© Illustratie: C. Weber (<http://www.coehoorn.nl/terminologie>)

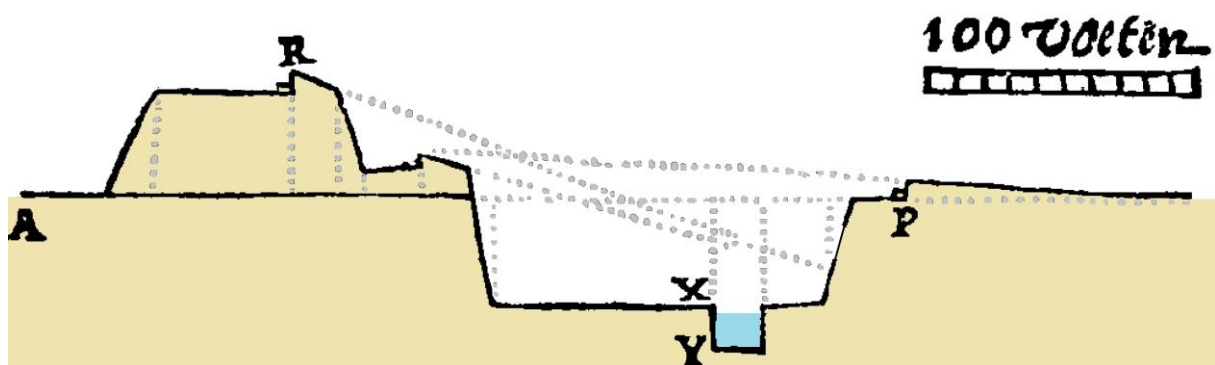
¹ Antwoorden staan op de laatste pagina's van deze handout.

Opdracht 1 Simon Stevin (1548 – 1620)

Simon Stevin schreef in 1594 als eerste een helder boek over vestingbouw in begrijpelijk Nederlands. Hij gaf precies aan hoe hoog en hoe breed de wallen en bolwerken moesten zijn en hoe breed en hoe diep de gracht. Onderstaande tekening komt uit zijn boek *Sterctenbovwing*. Voor de leesbaarheid zijn overbodige letters weggehaald en is kleur toegevoegd.

Geef antwoord op de volgende twee multiple choice vragen.

1. Lijn AP is het grondniveau. Punt R is de bovenkant van de borstwering van het bolwerk. Hoe hoog is punt R boven het grondniveau?
 - ☐ 5 meter
 - ☐ 8 meter
 - ☐ 12 meter
 - ☐ 15 meter
 - ☐ 18 meter
 - ☐ 21 meter
 - ☐ 24 meter
2. Lijn AP is het grondniveau en punt X markeert het waterpeil. Hoe diep is punt Y , de bodem van de gracht, in meters onder grondniveau?
 - ☐ 1 meter
 - ☐ 5 meter
 - ☐ 9 meter
 - ☐ 13 meter
 - ☐ 17 meter
 - ☐ 21 meter
 - ☐ 25 meter



Opdracht 2 Galasso Alghisi da Carpi (1523 –1573)

Galasso Alghisi da Carpi was een Italiaans architect uit de Renaissance. Hij vond dat vestingbouw niet overgelaten kon worden aan militairen en schreef een boek hoe een vesting met bolwerken er uit moest zien. In *Delle fortificationi* beschreef hij de vijfhoek tot en met de een-en-twintig hoek.

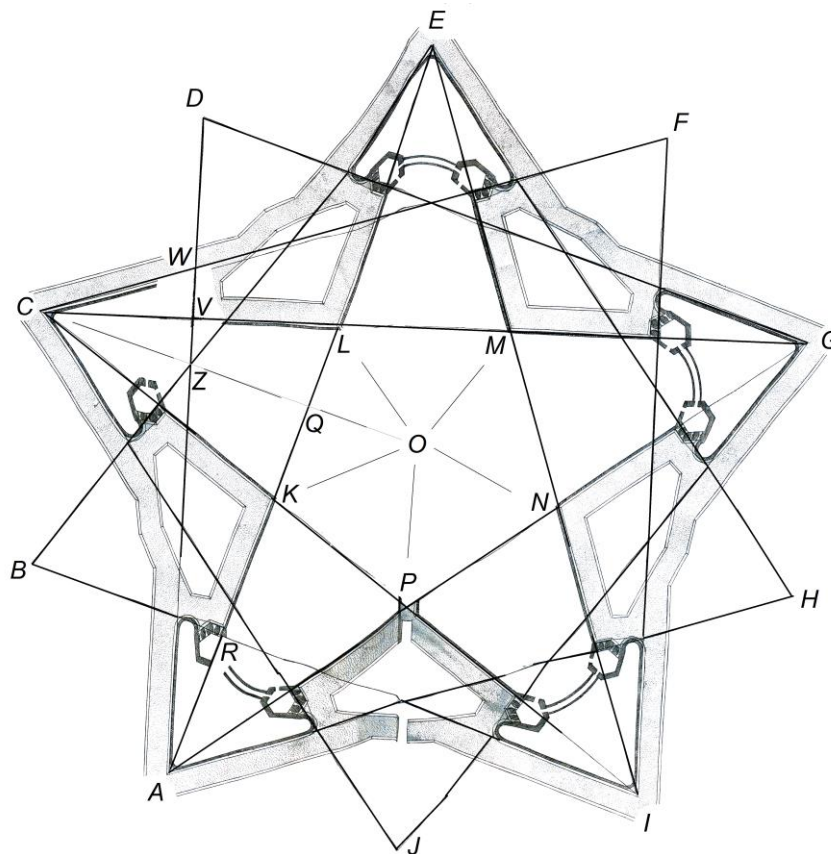
Alghisi construeerde een vesting met als grondvorm een regelmatige vijfhoek met geknikte courtines en met vijf bolwerken. In deze opdracht is de oppervlakte van de binnenste vijfhoek $KLMNP$ exact één morgen, dat wil zeggen precies 600 vierkante roeden (ongeveer 8520 m²).

Bereken de grootte van alle relevante hoeken, waaronder

- Bolwerkhoek A ($= C = E = G = I$)
- Hoek L van de knik in de courtine

Bereken de lengte in roeden van:

- Face CW
- Halve courtine LV
- Flank VW



Deze opdracht staat met een uitwerking in GeoGebra online op <https://www.fransvanschooten.nl/StevinWorkshop.htm#opdracht3>

Opdracht 3 Nikolaus Goldmann (1611 – 1665)

Nikolaus Goldmann gaf privélessen in Leiden in de tijd dat de familie Van Schooten doceerde aan de Duytsche Mathematique. Hieronder staat een tekening uit zijn boek *La nouvelle fortification* uit 1645.

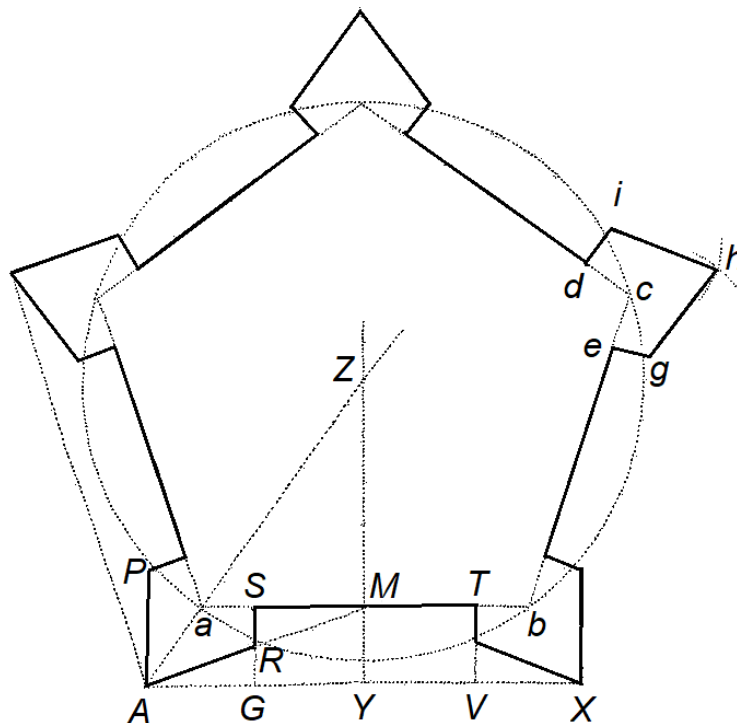
Construeer op schaal een symmetrische vijfhoekige vesting met de volgende eigenschappen:

- Courtine ST , de wal tussen de beide flanken, is 40 roede
- Flank RS , staat loodrecht op de courtine en is 6,67 roede lang²
- Keel aS is 9,16 roede lang
- Bolwerkhoek PAR is 15° meer dan de helft van de omtrekshoek

Bereken in één decimaal de grootte van de hoek of de lengte van het onderdeel:

- Bolwerkhoek PAR
- Afstand AX tussen de saillants van twee naastgelegen bolwerken
- Defensielijn AT en strijklijn AN ³
- Nevenflank NT

Geef met kleurvlakken in verschillende kleuren aan hoe ieder onderdeel van de vesting bijdraagt aan de verdediging van de andere onderdelen.



Deze opdracht staat met een uitwerking in GeoGebra online op <https://www.fransvanschooten.nl/StevinWorkshop.htm#opdracht1>

² Goldmann rekende in voeten en er gaan 12 voeten in een roede.

³. Punt N ligt in de buurt van punt M , maar valt er niet mee samen.

Opdracht 4 Adriaan Metius (1571 – 1635)

Adriaan Adriaansz. Metius studeerde wiskunde in Franeker en Leiden. Zijn vader was Adriaen Anthonisz (1541-1620), vestingbouwkundige, cartograaf, wiskundige en burgemeester van Alkmaar. Adriaen Anthonisz werkte volgens de principes van het oud-Nederlands vestingstelsel. Zijn werkterrein was heel Nederland.

Metius construeerde in zijn boek *Fortificatie ofte stercken-bouwinghe* een vesting met vijf bolwerken met als grondvorm een regelmatige vijfhoek met zijde $NO = 540$ voeten (45 roeden). De verhoudingen tussen de lengtes waren volgens zijn vader:

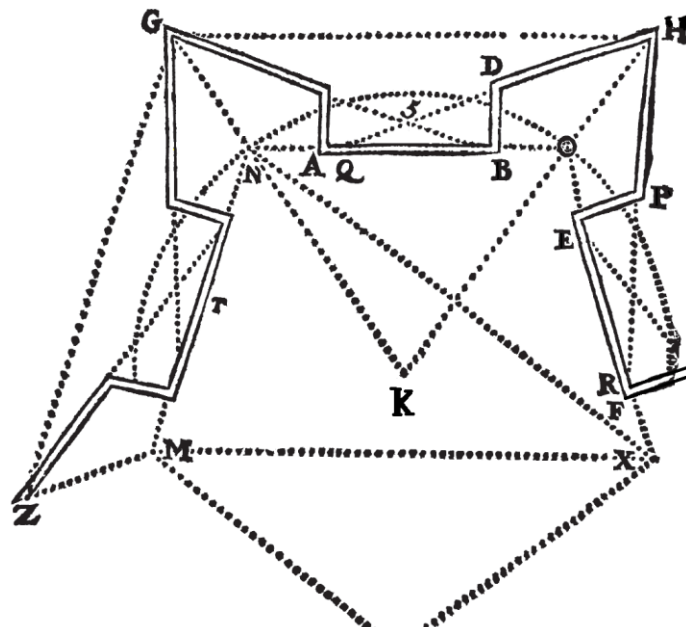
- Keel : Zijde = $AN : NO = 2 : 9$
- Flank : Zijde = $BD : NO = 1 : 6$

Metius gebruikte de formule $\text{bolwerkshoek} = \frac{2}{3} \text{omtrekshoek}$, maar hoogstens 90° .

Bereken in één decimaal de grootte van de hoek of de lengte van het onderdeel:

- Omtrekshoek BOE
- Bolwerkhoek DHP
- Face DH
- Defensielijn AH
- Flank BD en nevenflank AQ

Geef met kleurvlakken in verschillende kleuren aan hoe ieder onderdeel van de vesting bijdraagt aan de verdediging van de andere onderdelen.



Deze opdracht staat met een uitwerking in GeoGebra online op <https://www.fransvanschooten.nl/StevinWorkshop.htm#opdracht4>

Opdracht 5 Pieter van Schooten (1634 – 1679)

Pieter van Schooten was van 1660 tot 1679 de derde uit de familie van Schooten die les gaf aan de Duytsche Mathematique, onder andere over vestingbouw. Hij heeft de steden Utrecht en Leiden geadviseerd over hun vestingwerken. Onderstaande tekening komt uit het Leidse handschrift: *BPL 1993*.

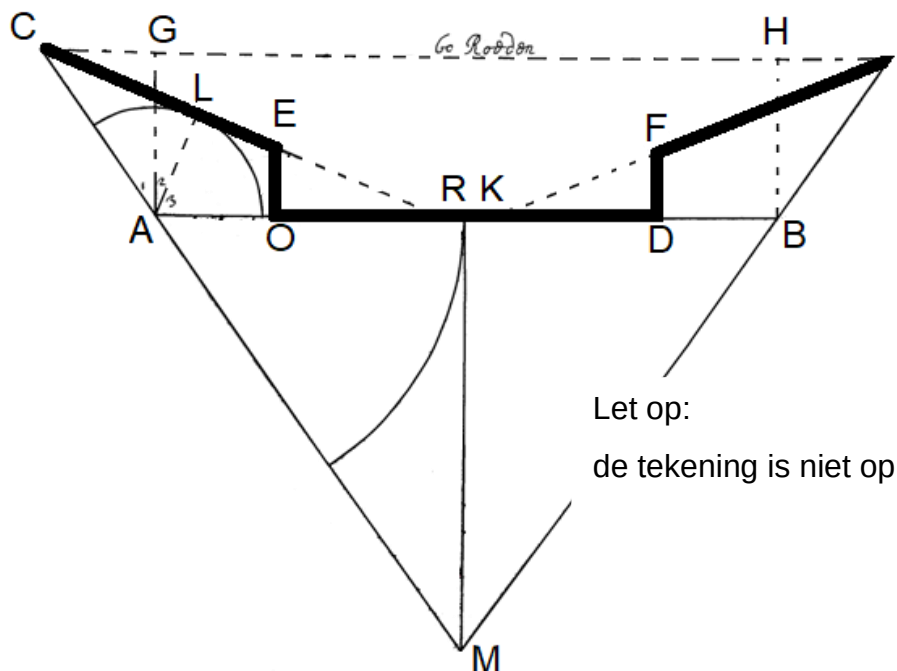
Pieter van Schooten construeerde een regelmatig vijfhoekige vesting met bolwerkafstand $CI = 60$ roeden. Hij berekende de bolwerkhoeck met de formule $\frac{1}{3} \text{ omtrekshoeck} + 30^\circ$. De lengte van de hoofdlijn AC verhoudt zich tot de zijde AB als 1:3. De lengte van de keel AO verhoudt zich tot de zijde AB als 1:5.

Bereken in één decimaal de grootte van de hoek of de lengte van het onderdeel:

- Face CE
- Flank EO
- Courtine DO
- Nevenflank DK
- Strijklijn CR
- Defensielijn CD

Tip: bereken eerst alle
relevante hoeken,
bijvoorbeeld omtrekshoek,
bolwerkhoeek en strijkhoeek.

Geef met kleurvlakken in verschillende kleuren aan hoe ieder onderdeel van de vesting bijdraagt aan de verdediging van de andere onderdelen.



Let op:
de tekening is niet op schaal !

Deze opdracht staat met een uitwerking in GeoGebra online op <https://www.fransvanschooten.nl/StevinWorkshop.htm#opdracht5>

Opdracht 6 Andreas Cellarius (1595-1665)

Andreas Cellarius werd in 1637 rector van de Latijnse school in Hoorn. Hij overleed in 1665, vijf jaar na de uitgave van zijn prachtige *Harmonia Macrocosmica* over de hemelloop. Onderstaande tekening komt uit zijn boek *Architectura militaris*.

Cellarius construeerde een regelmatige vijfhoek met courtine $CG = 36$, flank $CI = 9$, face $IM = 24$ roeden. De bolwerkhoek werd berekend met de formule $\frac{2}{3}$ omtrekshoek, maar is hoogstens 90° .

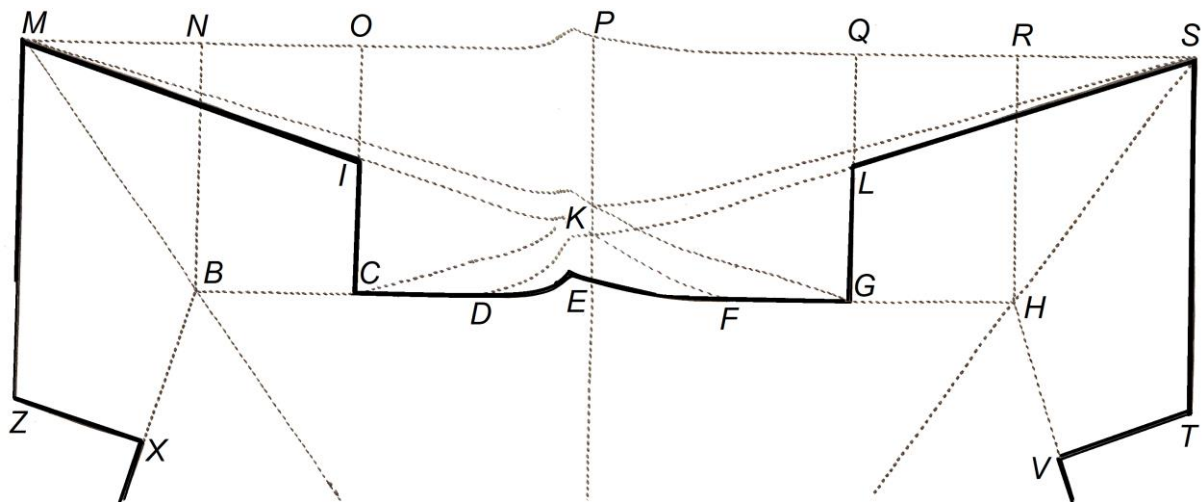
Bereken met de tangensregel de grootte van de defensiehoek CGM .

Uitleg staat op volgende bladzijde en op <https://www.pyth.eu/tangensregel>

Bereken voor deze vesting de lengte in één decimaal nauwkeurig van

- Face IM
- Flank IC
- Courtine CG
- Nevenflank CD
- Strijklijn DS
- Defensielijn CS

Geef met kleurvlakken in verschillende kleuren aan hoe ieder onderdeel van de vesting bijdraagt aan de verdediging van de andere onderdelen.



Deze opdracht staat met een uitwerking in GeoGebra online op

<https://www.fransvanschooten.nl/StevinWorkshop.htm#opdracht6>

Tangensregel

In iedere driehoek ABC met hoeken α , β en γ en zijden $AB = c$, $BC = a$ en

$AC = b$ geldt de tangensregel $\frac{a-b}{a+b} = \frac{\tan\left(\frac{1}{2}(\alpha-\beta)\right)}{\tan\left(\frac{1}{2}(\alpha+\beta)\right)}$. Wanneer je de lengte van

twee zijden a en b kent en de grootte van de ingesloten hoek γ dan kun je de som van die twee andere hoeken uitrekenen omdat de hoekensom 180° is:

$\alpha + \beta = 180^\circ - \gamma$, Met de tangensregel kun je nu de onbekende $\frac{1}{2}(\alpha - \beta)$

uitrekenen. Omdat $\alpha = \frac{1}{2}(\alpha + \beta) + \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$ en $\beta = \frac{1}{2}(\alpha + \beta) - \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$, kun je de grootte van de onbekende hoeken α en β uitrekenen.

Mijn bijdrage over de meetkunde van de tangensregel verscheen in Pythagoras 2021-6 <https://www.pyth.eu/tangensregel>

Opdracht 7 Samuel Marolois (1572-1627)

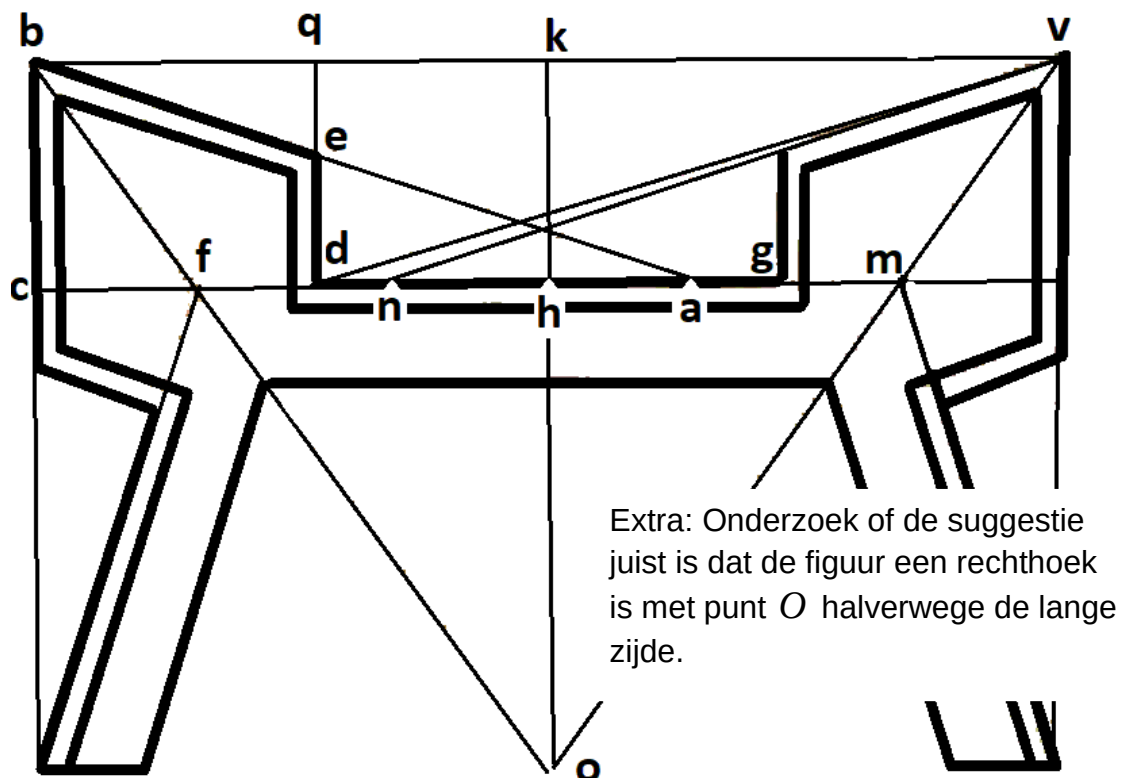
Samuel Marolois is de auteur van een aantal boeken over wiskunde, perspectief tekenen en vestingbouw. In het Franstalige boek "Fortification ou architectvre militaire" uitgegeven in 1615, staan een groot aantal variaties om te rekenen aan de afmetingen van een vestingwerk. Marolois was een man van de praktijk (ingenieur) en van de theorie (wiskundige). Met een aanbeveling van Prins Maurits solliciteerde hij in 1611 naar een betrekking aan de Duytsche Mathematique, maar de positie ging naar Frans van Schooten Senior.

Samuel Marolois construeerde onder meer een regelmatig vijfhoekige vesting met een bolwerkhoek van 72° , strijklijn AB met lengte van 50 roeden, flank DE van 9 roeden en een nevenflank van 5 roeden.

Bereken voor deze vesting de lengte in één decimaal nauwkeurig van

- Face BE
- Courtine DG
- Bolwerkspuntafstand BV
- Defensielijn DV

Geef met kleurvlakken in verschillende kleuren aan hoe ieder onderdeel van de vesting bijdraagt aan de verdediging van de andere onderdelen.



Deze opdracht staat met een uitwerking in GeoGebra online op <https://www.fransvanschooten.nl/StevinWorkshop.htm#opdracht7>

Toelichting op de selectie van ontwerpen

Alle gepresenteerde vestingontwerpen hebben bolwerken op de hoeken van de veelhoek. Getoond zijn vijfhoeken, maar de 17^{de} de eeuwse schrijvers van boeken over vestingbouw rekenden ook aan zeshoeken, zevenhoeken, tot en met de twaalfhoek. De ontwerpen van da Capri en Stevin betreffen groots opgezette vestingen met zware, hoge stenen muren die verdedigd werden met kanonnen die veilig opgesteld stonden in de bunkers achter de flanken. Dit is het Italiaanse systeem zoals gerealiseerd in de citadel van Antwerpen. Idee is dat kanonvuur vanuit de flank van het ene bolwerk voorlangs de face van het andere bolwerk dat bolwerk kan beveiligen.

De ontwerpen van Goldmann, Metius, van Schooten, Cellarius en Marolais zijn volgens het Oud-Nederlandse vestingssysteem. Je kan de ontwerpen in drie groepen indelen: het Grand Royale, het Medium Royale en het Petit Royale. Beperkende factor bij het Grand Royale is de effectieve dracht van een musket. De defensiële lijn mag daar niet meer zijn dan 60 roeden (250 meter).

Niet alleen steden werden van bolwerken voorzien, maar ook werden tijdelijke schansen opgericht, bijvoorbeeld om een tijdelijk legerkamp te beveiligen. Deze schansen kregen ook bolwerken, maar vaak geen kanonnen. Bij het Petit Royale is de afstand tussen de twee bolwerkspunten de beperkende factor. Een schutter met een musket moet vanaf het ene bolwerkspunt effectief kunnen schieten tot aan de punt van het naastgelegen bolwerk.

Auteurs hanteren verschillende regels voor de grootte van de flank en voor de grootte van de bolwerkhoeck. Goldman hanteert de regel dat de bolwerkhoeck 15° meer is dan de helft van de omtrekshoeck. Bij Metius en Cellarius is de bolwerkhoeck twee derde van de omtrekshoeck. Metius toont een Medium Royale en Cellarius een Grand Royale. Pieter van Schooten kiest voor een Petit Royale de regel 30° meer dan een derde van de omtrekshoeck. Zijn voorstel zie je veel terug in manuscripten uit de omgeving van de Duytsche Mathematicque. Marolois laat zien dat hij een alleskunner is, In zijn boek vind je rekenschema's van allerhande regels, maar in de samenvatting kiest hij voor het Grand Royale eerst de regel van 15° meer dan de helft van de omtrekshoeck en als tweede voor de regel van twee derde. Soms is een auteur expliciet in zijn formule, maar even vaak verbloemt hij die.

Alleen Marolois noemt expliciet de lengte van de nevenflank. Opvallend is dat bij zowel Goldmann als Pieter van Schooten de nevenflank de helft van de courtine (wal) beslaat, maar alleen bij Pieter kan een aanval op het ene bolwerk afgeslagen worden met musketvuur van het andere bolwerk, zowel de face, als de flank, als de nevenflank. Conclusie is dat het verschil in vestingontwerp toe te schrijven is aan verschillende toepassingen, tijdelijk of permanent, verdediging met of zonder kanonnen, klein of groot garnizoen. Het ene ontwerp is niet beter dan het ander. Wel voldoet het ene ontwerp beter in de ene situatie dan in de andere.

Overzicht van parameters

In onderstaande tabel staan de afmetingen van de ontwerpen. Aangegeven is van welke onderdelen door de auteur de afmetingen gegeven zijn. Vaak wordt een bolwerkhoek uitgedrukt met een formule als bijvoorbeeld twee derde van de omtrekshoek. Soms staan afmetingen expliciet in de tekst van het 17^{de} eeuwse boek, vaak worden afmetingen gegeven als een verhouding, bijvoorbeeld lengte keel staat tot lengte zijde veelhoek als 1 staat tot 5, of lengte hoofdlijn staat tot lengte zijde veelhoek als 1 staat tot 3.

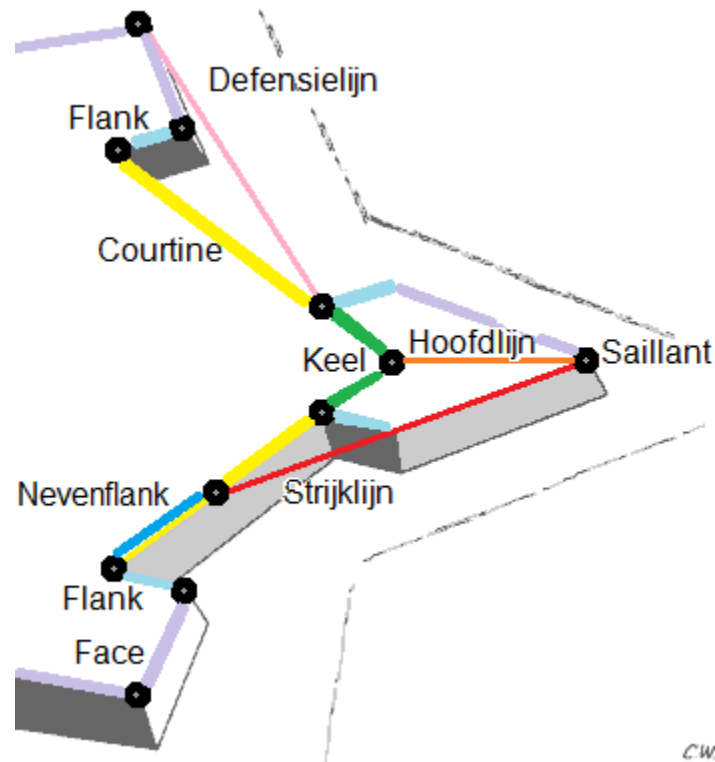
	Nicolaus Goldmann	Adriaan Metius	Pieter van Schooten	Andreas Cellarius	Samuel Marolois
Bolwerkhoek	69° formule	72° formule	66° formule	72° formule	72° gegeven
Zijde veelhoek	58	45 gegeven	43 verhouding	58	50
Afstand tussen bolwerkspunten	78	65	60 gegeven	82	72
Courtine	40 gegeven	25	26	36 gegeven	33
Flank	7 gegeven	7 verhouding	5	9 gegeven	9 gegeven
Nevenflank	21	2	13	8	5 gegeven
Face	20	21	18	24 gegeven	21
Hoofdlijn	16	17	14 verhouding	20	19
Keel	9 gegeven	10 verhouding	9 verhouding	11	9
Strijklijn	40	45	32	53	50 gegeven
Defensielijn	60	47	44	61	55
Aandeel neven- flank op courtine	53%	7%	50%	25%	15%

Een uitgebreid overzicht van mijn literatuuronderzoek, aangevuld met berekeningen staat op <https://fransvanschooten.nl/TechNet.htm#lijst>. In het GeoGebra boek <https://www.geogebra.org/m/xeqjdkpi> staan verschillende animaties waaronder de uitwerkingen van de opdrachten. Zo is er een animatie die het effect laat zien van jouw eigen regels op het vestingontwerp. Hieronder zie je drie vergelijkingen van vestingontwerpen uit deze handout, een eigen ontwerp en in kleurvlakken de bijdrage aan de verdediging van de verschillende onderdelen.



Begrippen

- Saillant is de voorste punt van het bolwerk
- Courtine is de wal ingesloten tussen twee bolwerken
- Flank is de zijkant van het bolwerk dat uitkijkt op de courtine
- Flankhoek is de hoek tussen de courtine en de flank, vaak recht
- Face is de voorkant van het bolwerk
- Bolwerkhoek is de hoek tussen beide facen
- Schouderhoek is de stompe hoek tussen flank en face
- Keel is het verlengde van de courtine
- Keel plus courtine plus keel maken samen de zijde van de veelhoek (nb: voor niet-wiskundigen is de keel de lijn tussen de flankhoeken)
- Keelhoek of omtrekshoek is de hoek tussen beide keellijnen of zijdes
- Hoofdlijn is de lijn van de saillant naar de keelhoek
- Strijklijn is de lijn van de saillant langs de face verlengd tot de courtine
- Strijkhoek is de scherpe hoek tussen de courtine en de strijklijn
- Defensielijn is de lijn van de flankhoek tot de saillant
- Defensiehoek is de scherpe hoek tussen de courtine en de defensielijn
- Nevenflank is dat deel van de courtine met zicht voorlangs de face



In de zeventiende eeuw waren de begrippen strijklijn en defensielijn gangbaar. Tegenwoordig spreekt men van strijkende defensielijn en bestendige defensielijn.

Bronnen

Op het internet kun je de uitkomsten van mijn onderzoek naar vestingbouw terugvinden in tekst, tabellen en animaties.

Webpagina Workshop met opdrachten	https://www.fransvanschooten.nl/StevinWorkshop.htm
Webpagina Simon Stevin	https://www.fransvanschooten.nl/Stevin.htm
Webpagina Comparison of calculation schemes	https://www.fransvanschooten.nl/TechNet.htm
GeoGebra Boek	https://www.geogebra.org/m/xeqjdkpi
Pythagoras 2021-6: meetkunde tangensregel	https://www.pyth.eu/tangensregel

Alle opdrachten in deze handout zijn gebaseerd op een regelmatige vijfhoek, maar sommige auteurs beschrijven alle veelhoeken, van de vierhoek tot en met twaalfhoek. In hun boeken is stof genoeg voor nog tientallen verrassende opdrachten. Verwijzingen naar de originele oude drukken staan ook op mijn website <https://www.fransvanschooten.nl/>.

Over de auteur: Henk Hietbrink

Na een studie Bedrijfskunde aan de Technische Universiteit Eindhoven en een loopbaan in de logistiek met nadruk op modernisering van magazijnen en productiefaciliteiten ben ik overgestapt naar het wiskunde onderwijs. Ondertussen geef ik al bijna twintig jaar lessen wiskunde aan klassen bovenbouw havo en vwo. Ik geniet van de interactie met leerlingen, maar wiskunde is vaak niet hun ding. Soms verlang ik terug naar de serene stilte van dertig zwijgende pallets met sokken, badhanddoeken en schrijfpapier, maar dat waait altijd snel weer over want het is fascinerend om leerlingen te volgen in hun zoektocht naar wat logisch is. Bij mij in de les geen foefjes of trucjes. Wiskunde is logisch. Mijn fascinatie voor de zestiende en zeventiende eeuw ligt bij de mensen die de traditionele magisch-kwalitatieve redeneringen loslieten en inwisselden voor rationele, kwantitatief, wiskundig onderbouwde redeneringen. De genialiteit van Newton is niet de spreekwoordelijke val van de appel, maar het tientallen bladzijden lang nalopen van formules om aan te tonen dat alleen die ene formule past bij dat specifieke verschijnsel.

Mijn studiebegeleider stimuleerde mij om de website www.fransvanschooten.nl/ te beginnen, gewijd aan de zeventiende-eeuwse wiskundige Frans van Schooten Sr en Jr. Daarnaast ben ik lid van de Zonnewijzerkring en mag ik de online cursus Zonnewijzerkunde verzorgen. In Turkije heb ik cursussen over zonnewijzers en astrolabia gegeven, maar ook workshops over de techniek en achtergrond van oude wetenschappelijke instrumenten, bijvoorbeeld de werking van de camera obscura. In Turkije en Iran heb ik kennis gemaakt met de schoonheid van Islamitische geometrische patronen en de architectuur van muqarnas. Als donateur van Ars en Mathesis stimuleer en promoot ik het werk van Nederlandse kunstenaars die zich verdiepen in deze geometrische patronen. Vestingbouw fascineert mij en daarom ben ik donateur van de stichting Menno van Coehoorn. Ieder project heb ik dankbaar gebruik gemaakt van GeoGebra als tool om zaken uit te proberen en te visualiseren. Met dank aan de Vlaamse GeoGebra ambassadeur heb ik mij weten te bekwamen in de kracht van lijsten, macro's en scripts om wiskundige structuren op het juiste niveau te modelleren.

Over al deze onderwerpen heb ik artikelen mogen schrijven voor uiteenlopende tijdschriften, laatst nog over de wiskunde van Michiel Coignet en Ludolph van Ceulen in het tijdschrift De Sterrenwachter, uitgegeven door de volkssterrenwacht Urania. Een overzicht van workshops, artikelen en onderwerpen staat op de webpagina <https://fransvanschooten.nl/workshops.htm>

Ik ben bevoorrecht dat ik het mij kan permitteren om veel tijd te besteden aan historische onderwerpen. Het is mijn oprechte wens dat drukbezette collega's er materiaal vinden om inspirerende lessen te geven aan leerlingen die wel belangstelling hebben voor wetenschap maar voor wie wiskunde geen hoofdzaak is.

hietbrink.h AT planet.nl