

Handreiking docenten OWD 2018: "Veters rijgen - hoe je dat?"

De achtergrond van de opdracht

In het rijgen van veters, een alledaagse bezigheid, zit zo ontzettend veel wiskunde, dat we het exploreren van rijgpatronen (telproblemen) graag tot onderwerp van deze OWD maken.

Ook de inspirerende Noorse wiskundedocent Roger Antonsen vertelt over "lacing shoes" in zijn TED talk, op 2:22 minuut:

https://www.ted.com/talks/roger_antonsen_math_is_the_hidden_secret_to_understanding_the_world#t-139919

Waar gaat het om in de opdracht

Een veterfabrikant wil een marktaandeel verwerven in de 'vetermarkt'. De leerlingen schrijven in de rol van "adviesteam" een advies aan de fabrikant, over wat voor veters (welke lengte) de fabrikant op de markt moet brengen en waarom.

Daartoe verkennen ze eerst hun eigen veterschoenen, en vervolgens onderzoeken ze aan de hand van een vooronderzoek dat bestaat uit drie delen wat er allemaal speelt, bij het rijgen van veters.

Uiteindelijk geven de leerlingen een advies, waarin ze de resultaten van de verkenning en het vooronderzoek gebruiken (en de resultaten daarvan opnemen in de bijlage).

Op internet valt erg veel te vinden over het rijgen van veters - het is zaak dat leerlingen hier niet in gaan verzuipen, en dat ze zelf gaan redeneren, en niet gaan kopiëren en plakken.... Bij deze opdracht gaat het immers om het eigen denkwerk, en het zichtbaar maken daarvan in de uitwerking.

Benodigheden

- veterschoenen, in verband met de verkenning
- kartonnetjes waarin gaatjes gemaakt kunnen worden
- scharen
- touw/draad, om in de kartonnetjes veters te rijgen

Het is handig dat er op de dag zelf voldoende veterschoenen aanwezig zijn, voor de verkenning. Dit kan door de leerlingen te vragen hun sportschoenen mee te nemen (die dan hopelijk geen klittenband hebben), of door (met collega's) zelf veterschoenen te verzamelen.

Probeer te voorkomen dat al duidelijk is dat het gaat om de veters in de schoenen!

Verkenning van het probleem

In de verkenning gaan de leerlingen hun, of de aanwezige, veterschoenen nader bekijken: hoe zijn ze geregen? Allemaal hetzelfde, of verschillend? Hoe geef je dat weer? Als ze verschillend zijn, is er ook een manier "beter" dan de andere?

Leerlingen kunnen foto's maken, tekeningen; de bedoeling is om hier maximaal 2 A4tjes (inclusief foto's) aan te weiden, in max. een uur tijd.

De verkenning kan als een soort "marktonderzoekje" gelden, dat de leerlingen in de bijlage van hun advies kunnen opnemen.

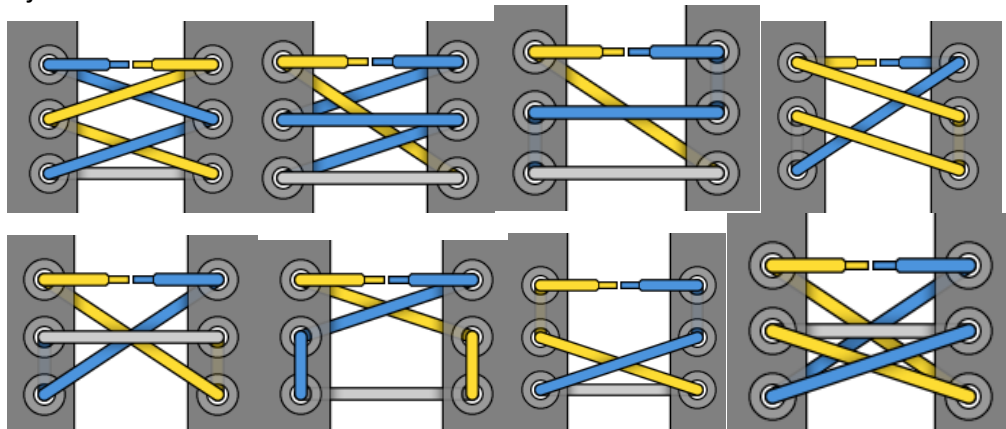
Vooronderzoek

Deel 1

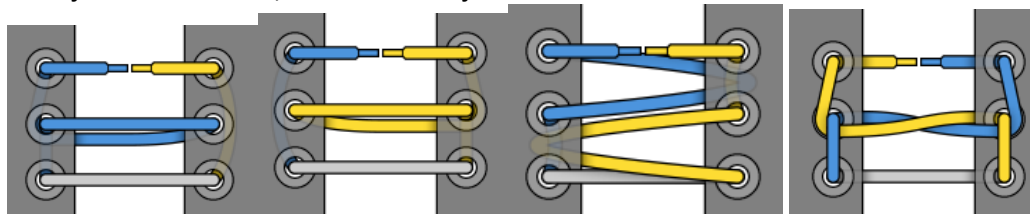
Het gaat hier om het systematisch onderzoeken van de mogelijke rijgmanieren. Het uitgangspunt "de twee uiteinden van de veter zitten beide aan de bovenkant van de schoen" betekent dat de uiteinden op dezelfde hoogte zitten, en zo dicht mogelijk bij de voet. Wel aan twee verschillende kanten - zie het volgende uitgangspunt.

Hieronder vindt u mogelijke rijgmanieren - echter, leerlingen zullen zèlf moeten laten zien hoe ze systematisch 'geteld' en geredeneerd hebben, liefst met eigen foto's en tekeningen. Het gaat er niet zo zeer om op hoeveel manieren de leerlingen komen - wel om HOE ze dat doen.... (en of ze goed zien welke "niet verschillend" zijn, en welke wel).

Mogelijke rijgmanieren (zie <https://www.fieggen.com/shoelace/lacingmethods.htm>) zijn:

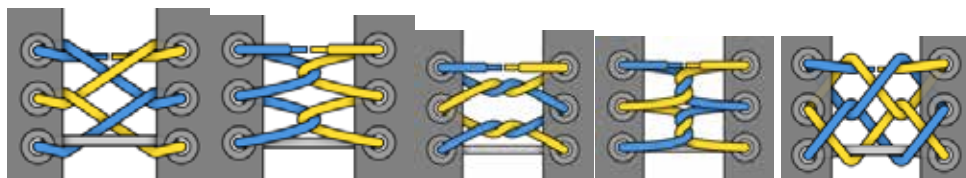


Dit zijn er 11: de 2de, 3de en 4de zijn er in 2 varianten.



Dit zijn er nog 4 waarbij de veter door ontstane lusjes gehaald wordt.

Alles wat hieronder nog volgt zijn creatieve variaties op het onder de veter zelf doorrijgen, en dan evt. nog meerdere malen:



Hier zijn natuurlijk nog meer varianten op te bedenken.

De eerste 11 zouden de leerlingen met systematische aanpak moeten kunnen vinden - als alles door elkaar staat, dan is er minder systematisch gewerkt, waarschijnlijk.

De toelichting bij de top 3 kan woorden bevatten zoals "stevigheid, gemak, mooi,"

Deel 2

Hier gaat getest worden: er kan ook gemeten worden, met echte veters en schoenen, met kartonnen modelletjes. Hierop kan ook getest worden mbt stevigheid, etc. Ook kan hier al gerekend worden (hoewel dat het doel is van Deel 3): leerlingen doen misschien zelf aannames over afstanden (tussen rijen en tussen gaatjes), en zullen met rechte stukjes en Pythagoras hun veterlengte berekenen - wellicht nemen ze nog een vast stukje veterlengte als 'verlies' bij ieder gaatje... als ze echter ook deel 3 van de verkenning hebben gelezen, wordt duidelijk wat voor aannames ze moeten doen.

Aantrekkelijkheid om te zien kan met symmetrie in verband gebracht worden.

Helemaal mooi als er hier al algemene uitspraken over lengtes van veters komen! maar eigenlijk verwachten we die pas, als ze komen in....

Deel 3

Hier gaat het rekenen echt beginnen - met vastgestelde afstanden.

Zoals hierboven al beschreven staat: leerlingen zullen met rechte stukjes en Pythagoras hun veterlengte berekenen - wellicht nemen ze nog een vast stukje veterlengte als 'verlies' bij ieder gaatje.

Voor ieder paar extra gaatjes komt er dan een vast stukje lengte bij, voor iedere veter - mooi als een team dat duidelijk weet weer te geven in een formule.

(Het wordt helemaal mooi als de vaste afstand tussen de rijen, en/of de afstand tussen de gaatjes ook nog variabel wordt gesteld - maar die kans achten we erg klein).

Vanzelfsprekend moeten hier de redeneringen van de leerlingen compleet navolgbaar zijn, het moet helemaal duidelijk zijn hoe ze op hun formules komen.

Eindopdracht

In deze opdracht komt alles samen. Leerlingen moeten een advies schrijven over veters (die een bepaalde lengte moeten hebben - misschien adviseren ze ook nog wel over kleur, wie weet....). Die lengte, of lengtes, moeten onderbouwd worden, en

hoe meer informatie ze daarvoor uit de verkenning en het vooronderzoek gebruiken, hoe beter.

Wellicht zijn er teams die ook extra creatief zijn, die nog een aparte manier van strikken/knopen voorschrijven, of team die die verschillende alternatieven bieden.

Praktische aanwijzingen

Uw leerlingen werken gedurende de hele dag (ca. 8:30-14:00) aan de opdracht, een groot open probleem. Omdat dit misschien nieuw voor hen is (en wellicht ook voor u), geven we hieronder een aantal praktische aandachtspunten en tips. Zie ook de checklist met aandachtspunten die vooraf gaat aan de opdracht zelf.

- Stel de teams (van 3 of 4 leerlingen) van tevoren samen. De ervaring leert dat teams waarin verschillende kwaliteiten vertegenwoordigd zijn -bijvoorbeeld op het gebied van wiskunde, schrijven, samenwerken, leiding geven, sfeer bewaken - meestal goed werk leveren;
- Zorg voor alle benodigdheden (zie lijst op vorige pagina)
- Zorg dat de leerlingen een tijdsplanning maken!
- Maak er een speciale, bijzondere activiteit van (thee, fris, koekjes maken het voor de leerlingen bijzonderder dan anders)
- Houd aan het begin van de dag centraal een korte inleiding over de dag, de manier van werken, de pauzes en het moment van inleveren.
- Ook is het wellicht handig om samen met de leerlingen de aandachtspunten nog eens door te nemen.
- Zoals al eerder genoemd: er valt wel wat te vinden over veters rijgen als je het internet opgaat - benadruk echter dat het om hun eigen redeneringen gaat.

Stimuleer het proces, niet de inhoud!

- Stimuleer op gezette tijden de teams door even bij ze langs te lopen en ze te laten vertellen hoe ver ze zijn - **laat u echter niet verleiden tot het helpen van de leerlingen!** De leerlingen mogen en kunnen met elkaar bepalen hoe ze het aanpakken, waar ze rekening mee houden, zolang ze daarbij argumenten gebruiken. Bij deze opdracht nemen ze alle beslissingen zelf.
- Misschien is het nodig de teams er vanaf een bepaalde tijd op te wijzen dat ze aan het verslag moeten gaan werken, of aan de eindopdracht te beginnen.
- Het werk kan ook verdeeld worden; het is ook belangrijk te weten dat de eindopdracht zwaarder weegt bij de beoordeling dan de instapopdrachten.

De beoordeling

U ontvangt geen beoordelingsmodel bij deze opgave (deze handleiding biedt voor de "verkenning" wel al wat mogelijke antwoorden). Toch verwachten wij van u dat u het in uw ogen beste werkstuk instuurt voor de wedstrijd¹. Onze ervaring is dat er verschillende werkwijzen zijn om tot zo'n beoordeling te komen. We beschrijven er

¹ Sommige scholen hebben aangegeven niets in te zenden en zelf de beoordeling te doen. Dat is natuurlijk ook prima.

drie heel kort, gevolgd door een lijst met algemene aandachtspunten bij de beoordeling.

1. Bekijk van tevoren met een collega de opdracht en maak een beoordelingsschema. Definieer categorieën waarop u beoordeelt en ken er punten aan toe;
2. Iets meer werk maar wel vergelijkbaar met de aanpak in het vorige punt is om een 'rubric' te maken. U geeft dan geen punten per onderdeel, maar een kwalificatie aan bepaalde kenmerken.
3. Waarschijnlijk de eenvoudigste manier is om eerst de werkstukken globaal door te nemen en ze in te delen in drie of vier categorieën (goed, voldoende/matig, onvoldoende). Vervolgens scherpt u uw criteria aan en verfijnt u de indeling, zodat u tot een uiteindelijke volgorde komt. Wanneer u niet al te veel werkstukken heeft en samenwerkt met een collega kunt u allebei deze indeling maken en die vergelijken. Dit is ook de wijze waarop de jury werkt. Voor de wedstrijd is dit voldoende, voor het geven van een cijfer zal u daarna nog een waardering moeten verbinden aan de volgorde.

Voorbeelden van beoordelingsformulieren, waaronder een rubric vindt u op: <http://www.fisme.science.uu.nl/olympiade/nl/materialen/>

Aandachtspunten bij het beoordelen van werkstukken

Het doel van het beoordelen is te komen tot een rangschikking in kwaliteit. Dit verloopt het best als een aantal criteria geformuleerd wordt. De criteria voor het beoordelen vallen uiteen in twee soorten.

Allereerst zijn er algemene criteria voor de verslaglegging in een werkstuk van een dergelijke opdracht. Denk bijvoorbeeld aan:

- Totaalindruk bij doorbladeren, zoals: indeling, structuur, overzichtelijkheid (is het werkstuk los van de opdracht te lezen?);
- Leesbaarheid en spelling;
- Professionaliteit van taalgebruik: in de eindopdracht verwachten we een advies, geschreven vanuit de rol van een adviesbureau;
- Ondersteuning met illustraties en foto's, eventueel in bijlages;
- Aanwezigheid van zinvolle opmerkingen die de directe oplossing van het probleem overstijgen;
- De verkenning en het vooronderzoek als bijlage bij de eindopdracht.

Ten tweede zijn er criteria die voortvloeien uit de inhoud van de opdracht.

Denk bijvoorbeeld aan:

- correcte berekeningen;
- systematisch redeneren;
- herkennen dat rijgmethodes hetzelfde zijn of verschillend zijn;
- resultaten van de instapopdrachten worden gebruikt bij de eindopdracht.

Afhankelijk van eigen smaak en/of overleg met collega's kunnen criteria toegevoegd of weggelaten worden en kunnen wegingsfactoren worden gehanteerd.

Veel succes en plezier bij het beoordelen!