

# Handreiking docenten OWD 2016: opdracht "Glazen, kokers en tennisballen"

---

## De achtergrond van de opdracht

Bij deze opdracht hebben we ons laten inspireren door het thema "optimaal verpakken" (zo min mogelijk verpakkingsmateriaal, zo groot mogelijk volume) - op zichzelf een bekend thema binnen de wiskunde, vanuit een iets andere invalshoek dan gebruikelijk benaderd.

## Benodigheden

Voor **instapopdracht 1** zijn nodig:

\* *het liefst (minstens) 4 verschillende glazen*, bij voorkeur cilindervormig (of taps toelopend). Voorbeelden:

- een laag 'breed' "whiskyglas"
- een normaal drinkglas
- een theekopje
- een wijnglas



Voor **instapopdracht 2** is nodig (A4, en andere formaten, maar die kunnen de leerlingen zelf maken):

\* **A4-papier**

Voor **de eindopdracht** is nodig:

\* **papier**

\* **4 tennisballen** per team, en een aantal (25?) voor in de klas, zodat teams 'om beurten' met 10 tennisballen kunnen experimenteren



## De opdracht

### Instapopdracht 1: schatten & intuïtie, meten & rekenen

Het is verrassend, ook als "kroegspelletje", hoe moeilijk het is om de omtrek van een glas in te schatten.

In deze instapopgave willen we de leerlingen eerst als laten schatten welk glas de grootste inhoud heeft (en waarom ze dat denken); vervolgens weer je intuïtie gebruiken om in te schatten wat groter is: de omtrek of de hoogte.

Dan jezelf controleren door te gaan meten/rekenen. (De inhoud meten mag natuurlijk ook op andere manieren dan rekenen, bijvoorbeeld met een hoeveelheid vloeistof - laat dat aan de creativiteit van de leerlingen over!)

De boodschap: dat wat je "ziet" is niet altijd wat je meet/berekent!

(en....wat voor 'vorm' heeft relatief de meeste inhoud? - het is mooi als leerlingen hier verbanden ontdekken!)

### Instapopdracht 2:

In deze opdracht gaan leerlingen een systematisch onderzoekje doen naar papierformaten en de grootste inhoud van de "kokers" die je ermee kunt maken. De oppervlakte van de buitenkant van de koker ligt vast, de inhoud niet - kun je conclusies trekken over de vorm (verhouding ene zijde: andere zijde) van het papier en de inhoud van de koker die je kunt maken.

Teams gaan hier het liefst systematisch te werk, zowel bij het noteren als bij de keuze voor verschillende papierformaten.

### Eindopdracht:

Nu is de "inhoud" gegeven en willen we de verpakking minimaliseren.

We hopen dat de leerlingen enig idee hebben ontwikkeld voor hoe het zit met vorm en inhoud aan de hand van de instapopdrachten, en dat ze die kennis inzetten bij deze opdracht.

De verkenning met 4 tennisballen is puur bedoeld om verschillende vormen van 'stapelen' te exploreren; hier moet niet aan gerekend gaan worden!

De eindopdracht is een 'gebruiksaanwijzing' te leveren waarmee iemand anders een efficiënte verpakking maakt van papier voor 10 tennisballen.

Het team dat hierbij een echte 'verpakking' levert (uitslag, foto's etc.), met daarbij een onderbouwing waarom dit de meest efficiënte verpakking is, scoort bij de eindopdracht beter dan een team dat als gebruiksaanwijzing geeft "Pak 10 tennisballen. Stapel ze, vouw er papier om en plak het dicht" - om 2 'extremen' te schetsen. Een goed product van deze eindopdracht wordt nog beter als de leerlingen de tip gebruikt hebben en systematisch gecontroleerd hebben wat een paar ballen meer of minder betekent voor de verpakking.

De opdracht is zo ontworpen dat:

- alle deelnemende teams ermee aan de slag kunnen: de benodigde wiskundige kennis betreft formules van inhoud van cilinders en oppervlakteberekeningen.
- de opdracht mogelijkheden biedt voor proberen, analyseren, onderzoeken, redeneren en rekenen;

- alle deelnemende teams met een gemiddelde inspanning een resultaat kunnen bereiken terwijl er tegelijkertijd differentiatiemogelijkheden zijn. De differentiatiemogelijkheden zitten met name in de Eindopdracht: de keuze voor een manier van ballen neerleggen kan in meer of mindere mate ingegeven zijn door reflectie op de resultaten van eerdere opdrachten; de mate waarin een "product" aangeleverd wordt waarmee iemand anders zo de verpakking kan maken; de mate waarin systematisch onderzoek gedaan is en de tip die daarbij gegeven is, gebruikt is. Daarnaast zitten er differentiatiemogelijkheden in de manier waarop de teams hun resultaten presenteren.

Samenvattend: de instapopdrachten leiden idealiter tot enig idee van een verband tussen vorm en inhoud, en idealiter wordt deze kennis benut bij de eindopdracht. Daarnaast biedt de eindopdracht allerlei mogelijkheden voor het creatief presenteren van de resultaten.

## Praktische aanwijzingen

Uw leerlingen werken gedurende de hele dag (ca. 8:30-14:00) aan de opdracht, een groot open probleem. Omdat dit waarschijnlijk 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 te voren 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);
- houd rekening met de organisatie van groepen verdeeld over de dag als u heel veel groepen hebt en weinig ballen.
- 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.

*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. Toch verwachten wij van u dat u het in uw ogen beste werkstuk instuurt voor de wedstrijd<sup>1</sup>. Onze ervaring is dat er verschillende werkwijzen zijn om tot zo'n beoordeling te komen. We beschrijven er 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 "gebruiksaanwijzing", niet een verhaal;
- Ondersteuning met diagrammen, tekeningen, foto's, enzovoort, eventueel in bijlages;
- Aanwezigheid van zinvolle opmerkingen die de directe oplossing van het probleem overstijgen;
- De instapopdrachten als bijlage bij de eindopdracht.

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

Denk bijvoorbeeld aan:

---

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

- er worden verbanden vastgesteld tussen de vorm van een lichaam en zijn inhoud, bij instapopdrachten 1 en 2; daaruit worden tevens conclusies getrokken;
- resultaten van de instapopdrachten worden gebruikt bij de eindopdracht;
- er wordt systematisch onderzocht (instapopdracht 2, eindopdracht);
- gemaakte aannames zijn duidelijk verwoord;
- berekeningen zijn correct;
- de "loze ruimte" bij het verpakken van tennisballen wordt meegenomen in de afwegingen en in de berekeningen;
- de gebruiksaanwijzing is duidelijk vormgegeven;
- er is een duidelijke onderbouwing van de conclusies;
- er is systematisch onderzocht (en daarbij is gebruik gemaakt van de tip in welke mate meer of minder ballen invloed heeft op de verpakking);
- er zijn conclusies getrokken uit het hierboven genoemde onderzoek;
- op basis van deze conclusies is de verpakking aangepast.

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!