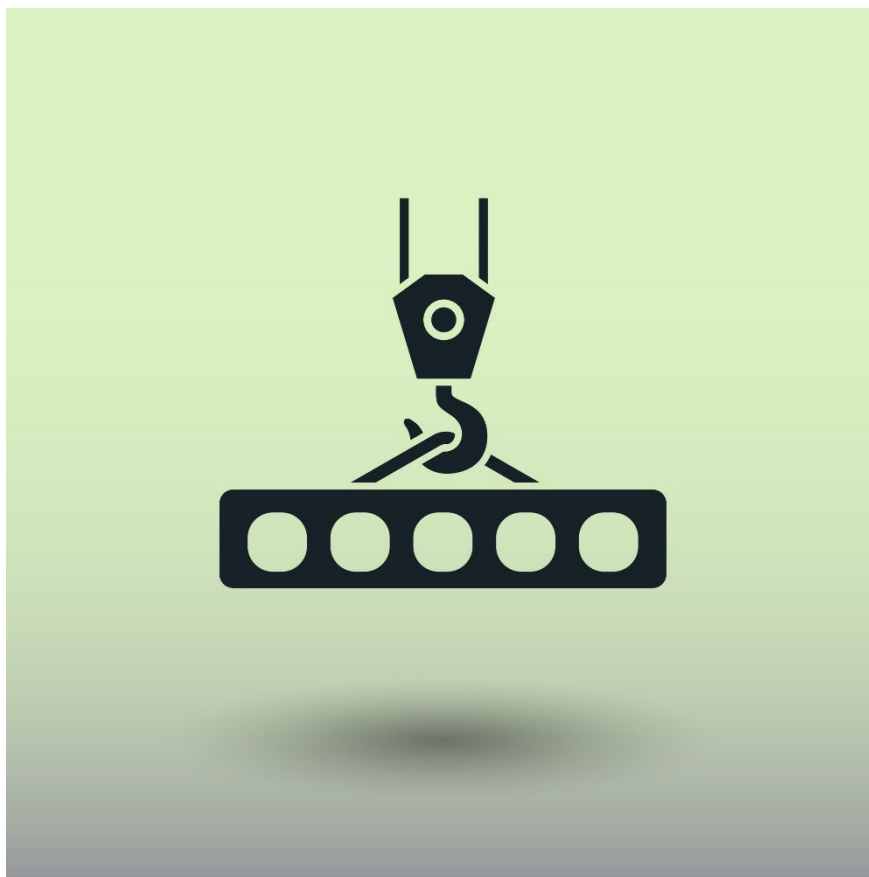




# DE KRACHTIGE KRAAN



**PROBLEEMSTELLING**

Stel, een leerling is met zijn ouders met de auto onderweg ze krijgen een lekke band. Het reservewiel moet geplaatst worden voor ze verder kunnen reizen. Hiervoor moet de wagen opgetild worden en dat lukt natuurlijk niet meer met gewone spierkracht. Ook in de bouwsector moeten regelmatig grotere massa's opgetild worden naar hogere plaatsen, bijvoorbeeld om kuipen of emmers met mortel naar een hogere verdieping te brengen bij een appartementsgebouw in opbouw. Hoe kan dit met een zo'n klein mogelijke kracht?

Een massa optillen lukt door een kracht uit te oefenen en zo de zwaartekracht te overwinnen. Bij kleine massa's is er niet veel meer nodig dan menselijke spierkracht. Maar bij grotere massa's is dit dikwijls onvoldoende en soms niet veilig. De mens heeft systemen bedacht waarmee er met minder kracht toch grote massa's kunnen worden opgetild. Dit willen we hier onderzoeken. Lukt het jou om met zo klein mogelijke trekkracht een grote massa op te tillen? Onderzoek hoe dit mogelijk is, en ontwerp een constructie die dit kan.

**DE UITDAGING**

Ontwerp en bouw een constructie die een kunststoffen bouwemmer met een inhoud van 12 liter, die gevuld wordt met zand, 10cm verticaal omhoog kan tillen door een zo klein mogelijke kracht uit te oefenen. Je constructie moet de emmer grijpen aan het metalen handvat. Hier willen we geen massa's naar hogere appartementsverdiepingen brengen, maar op kleinere schaal werken. Als het je lukt om 10cm te heffen, dan is een schaalvergroting ook voldoende om het over etages van een gebouw te heffen.

**DOELSTELLING**

De eindtrekkracht wordt bepaald door de scheidsrechter die via een krachtmeter de trekkracht kan aflezen.

Hoe kleiner het aantal opgemeten Newton (= de eenheid voor kracht) is, hoe meer punten. Via een kabel/touw/draad, met op het einde een lus waar de krachtmeter (dynamometer) zal aan bevestigd worden, kan een kracht worden uitgeoefend door de scheidsrechter die gewoon op de grond staat. De trekkracht mag horizontaal, verticaal of iets ertussen in zijn, maar moet door de scheidsrechter op de begane grond als een gewone, normale beweging kunnen worden uitgevoerd. Er mag geen zand uit de emmer worden verwijderd gedurende de volledige beweging. De massa van de emmer met zijn inhoud moet steeds dezelfde blijven.

**SPECIFICATIES**

- ✓ De maximaal te gebruiken ruimte van de constructie is:
  - ✓ Maximum 1,5 m lang
  - ✓ Maximum 1,5 m breed
  - ✓ Maximum 2 m hoog
- ✓ Hou er rekening mee dat de opstelling verplaatst moet kunnen worden van school naar de wedstrijdlocatie. Ter plaatste mag die opgebouwd worden.
- ✓ Kabel- en touwgrippen of andere anti-terugslag-systemen om het blokkeren van de kracht te neutraliseren zijn niet toegelaten. De eindtrekkracht moet steeds rechtstreeks invloed hebben op de trekkracht van de emmer.
- ✓ Er mogen meerdere soorten kabels/touwen/draad in de constructie gebruikt worden.
- ✓ De trekkracht moet door de scheidsrechter steeds rechtlijnig en gemakkelijk uit te oefenen zijn vanop de begane grond. De scheidsrechter voert dus geen roterende bewegingen uit.
- ✓ De scheidsrechter mag zich maximaal 10m van de constructie verwijderen om die kracht en tilafstand van de emmer (0,1m boven de grond) te realiseren.
- ✓ Er mogen geen elektrisch werkende onderdelen in de constructie worden gebruikt, ook (hydraulische) pompen zijn uitgesloten.
- ✓ Gebruik alleen zelfgemaakte en/of gerecycleerde onderdelen. Kant en klare nieuw aangekochte gecombineerde katrol systemen en overbrengingen zijn niet toegestaan. Enkelvoudige aangekochte katrollen zijn toegestaan, maar beter is gebruik te maken van recyclage. Denk circulair.
- ✓ Tijdens de wedstrijd is de scheidsrechter de enige persoon die invloed heeft op het tillen van de emmer.
- ✓ Zonder trekkracht door de scheidsrechter moet de emmer op de grond blijven staan bij de start.
- ✓ Op te tillen massa: kunststoffen bouwemmer (12 liter) met metalen handvat (vastgrijpmechanisme) gevuld met zand.
- ✓ Er moet een door de leerlingen gemaakte poster (STEM criteria) en logboek (chronologie ontwerp) aanwezig zijn.
- ✓ De begeleiders moeten zich terugtrekken en onthouden van het geven van aanwijzingen tijdens de officiële wedstrijd en voorstelling.
- ✓ Alles wat niet verboden is, is toegestaan.

## STEM-ACTIVITEITEN OP SCHOOL

Bij deze opdracht worden voorbeelden aangeboden van activiteiten die op school kunnen worden ondernomen vanuit het STEM-kader dat achteraan deze wedstrijdbrief in bijlage terug te vinden is. De opdracht kadert in onderzoekend en ontwerpnd leren en kan aangepakt worden in een aantal fases:

### FASE 1: VERWONDEREN

Vertel dat de leerlingen gaan deelnemen aan het STEM Tornado met de uitdaging 'De Krachtige Kraan'. In deze fase introduceer je het onderwerp van de opdracht. Gebruik voorbeelden uit de praktijk. Vraag aan de leerlingen waar het tillen van gewichten belangrijk is. Hoe ziet zo'n kraan eruit? Hoe worden de krachten verdeeld om zo'n groot mogelijke massa op te tillen? Wat is een katrol? Wat zijn overbrengingen? Wat is de invloed van deze overbrengingen op een trekkracht bij een bepaalde massa? Wat is het verband tussen kracht, massa en gewicht?

Vertel de leerlingen dat ze voor het STEM Tornado zelf een kraan zullen ontwerpen en realiseren die met een zo klein mogelijk uit te oefenen trekkracht een grote massa kan optillen. Voordat de leerlingen aan de slag gaan met materialen, dienen ze eerst te onderzoeken welke technieken je kan gebruiken om een massa gemakkelijker te kunnen optillen.

#### INSPIRATIE NODIG?

[Katrol](#)

[Katrollen en takelen](#)

[Katrollen en takels](#)

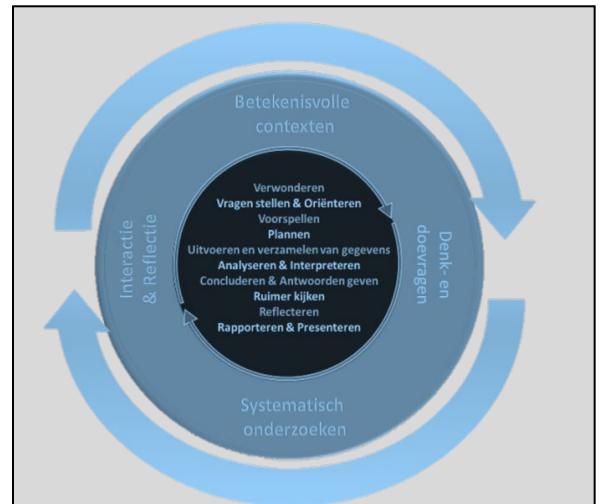
[Arbeid katrollen](#)

[Overbrengingen](#)

[Tandwiel- en snaaroverbrengingen](#)

[Overbrengingen](#)

[Katrol](#)



### WAT IS ONDERZOEKEND EN ONTWERPEND LEREN?

Onderzoeken en ontwerpen zijn verschillende werkwijzen. Onderzoekend leren is gericht op het vergroten van kennis door het doen van een onderzoek (vraag: hoe zit dat?), terwijl bij ontwerpnd leren het bedenken en maken van een product centraal staat (vraag: hoe maak ik iets beter?).

Stel, je wilt een speedboot ontwerpen. Je moet dan eerst onderzoeken wat de beste manier van aandrijving is en welke materialen je nodig hebt voordat je een boot kunt gaan ontwerpen en maken. Dat is hier ook het geval, het eerste deel van de opdracht is gericht op onderzoekend leren en bereidt de leerlingen voor op het tweede deel: de ontwerpopdracht van het STEM Tornado.

**FASE 2: VERKENNEN**

Nadat de leerlingen geïnteresseerd zijn geraakt, start het verkennen. De leerlingen mogen in deze fase vrij experimenteren. Uit deze verkenning kunnen vragen ontstaan.

De leerlingen kunnen zich bijvoorbeeld afvragen welke verschillende technieken je kan gebruiken om een tilbeweging uit te voeren. Dergelijke vragen dienen te worden omgezet in onderzoekbare vragen. De onderzoeksvraag kunnen de leerlingen zelf formuleren. Leerlingen die vastlopen, kun je helpen door samen bepaalde variabelen aan te wijzen en te benoemen. Zo kun je bijvoorbeeld vragen: ‘Hoe zorgen we ervoor dat een zware massa kunnen optillen met een kleinere kracht?’ ‘Wat is het verband tussen massa en tilkracht?’ , ‘Welke factoren bepalen de zwaartekracht?’ , ‘Wat is zwaartekracht?’ , ‘Welke invloed kunnen overbrengingen en katrollen hierop hebben?’ , ‘Hoe werken overbrengingen en katrollen?’ , ‘Hoe kan je zelf overbrengingen en katrollen maken?’.

**FASE 3: ONDERZOEK OPZETTEN**

Tijdens deze fase laat je de leerlingen een plan bedenken voor een experiment op te zetten om de onderzoeksvraag te beantwoorden. De onderzoeksvraag zou bijvoorbeeld kunnen zijn: ‘Gebruiken we best een overbrenging of een katrol systeem of een combinatie ervan om een massa te tillen?’ . De leerlingen maken met hun groepje een stappenplan van het experiment. Ze denken na over de variabelen die ze nodig hebben. De verschillende variabelen die ze kunnen gebruiken zijn:

1. de beschikbare materialen om een constructie samen te stellen
2. de verschillende technieken om massa's te tillen

**FASE 4: ONDERZOEK UITVOEREN**

Tijdens deze fase kunnen de leerlingen de volgende experimenten uitvoeren.

**1. Experimenteren met overbrengingen en katrollen**

Een zoektocht naar materialen waarmee deze overbrengingen en katrollen kunnen worden gemaakt om testen uit te voeren. Het vergelijken van efficiëntie om een trekkracht uit te voeren tussen overbrengingen en katrollen kan getest worden. Welke methode levert het beste resultaat op? Heel wat verschillende mogelijkheden kunnen hier worden onderzocht.

**2. Experimenteren met het opbouwen van het geheel**

Op welke manier kunnen katrollen en overbrengingen in de constructie worden opgebouwd? Zorg er steeds voor dat er aandacht is voor de verplaatsbaarheid, montage/demontage in functie van het transport. Hoe moet de constructie eruitzien zodat enerzijds een emmer kan worden opgetild en anderzijds dat een persoon maar een minimale trekbeweging hoeft uit te voeren? Hoe groot zal je de opstelling ontwerpen om alle technieken erin te passen? Hoe zorg je ervoor dat de opstelling zonder stuk te gaan kan getransporteerd worden tijdens de finaledag?

**3. Experimenteren met de materialen**

Welke materialen zal je gebruiken om de constructie op te bouwen? Hout, kunststof, karton, glas, smeermiddelen, ... of een combinatie van verschillende materialen? Kunnen er recyclage onderdelen worden gebruikt? Hoe kunnen we de technieken bevestigen in het geheel, en welk materiaal is daarvoor het meest toepasselijk?

**FASE 5: CONCLUDEREN**

De leerlingen gaan tijdens deze fase hun onderzoeksvraag beantwoorden. Wat is er precies gebeurd? Wat hebben ze ontdekt?

Vragen die je kunt stellen:

- Welke technieken gebruiken we om een massa met zo weinig mogelijk kracht op te tillen?
- Uit welke materialen zullen we de constructie opbouwen?
- Welke recyclage onderdelen zijn goed om te gebruiken?
- Welke zelfgemaakte onderdelen zijn goed om te gebruiken?

**FASE 6: PRESENTEREN**

Bij deze stap kunnen de leerlingen de gevonden resultaten met elkaar delen. Laat de groepjes bijvoorbeeld hun onderzoek presenteren aan de klas. De rest van de klas mag het groepje vragen stellen of reacties geven op het onderzoek. Stimuleer de leerlingen om kritisch naar de presentaties te luisteren.

**FASE 7: VERDIEPEN, VERBREDEN EN ONTWIKKELEN**

Laat de leerlingen de kennis die ze tijdens deze lesactiviteit hebben opgedaan toepassen binnen de wedstrijdopdracht. Laat ze onderzoeken hoe ze het best een tilsysteem maken. Hou hierbij rekening met wat wel en niet mag.

## VERLOOP FINALEDAG

Na de aankomst op de wedstrijdlocatie gaat het team met de begeleiders naar de tafel waar hun deelnamenummer ligt. Samen met de begeleiders zetten de leerlingen de meegebrachte materialen, het poster verslag en het logboek klaar. Er is geen mogelijkheid om de poster op te hangen! Nadat de jury met een duidelijk signaal de wedstrijd officieel heeft geopend, trekken de begeleiders zich terug. De wedstrijd bestaat uit twee delen: de beoordeling van de jury en de praktische proef.

De jury gaat bij elk team langs om de opdracht met de leerlingen te bespreken, met behulp van de poster (S, T, E en M inhouden en vaardigheden duidelijk maken), het logboek, en het finale eindresultaat (7 min.). Hierbij noteert de jury haar indruk over de wijze waarop de leerlingen op school aan de opdracht hebben gewerkt en hoe de begeleider de leerlingen hierbij heeft begeleid en leiding heeft gegeven aan het leerproces. De jury bepaalt haar oordeel over de creativiteit en originaliteit van het gekozen ontwerp van het tilsysteem en maakt daar een aantekening van. Er komen wellicht 2 jury's langs, telkens voor max. 7 min. Na of voor de beoordeling van de jury, afhankelijk van de planning, wordt de praktische proef gehouden. De teamleden zetten het volledig opgebouwde tilsysteem op de wedstrijdplaats.

De praktische proef wordt twee keer uitgevoerd. Eén keer in de voormiddag en één keer in de namiddag. Tussendoor mogen er wijzigingen aangebracht worden aan het systeem ter verbetering. De beste score van de twee sessies telt. Een sessie duurt ongeveer 7 min. Binnen die tijd mogen zoveel als mogelijk pogingen ondernomen worden en mogen er aanpassingen aan het systeem gebeuren. Op de wedstrijddag zelf wordt altijd dezelfde emmer gebruikt. Van de emmer zal nauwkeurig de massa worden gemeten zodat steeds dezelfde massa wordt gebruikt.

### WELKE MATERIALEN GEBRUIK JE OP SCHOOL?

- Bouwmaterialen voor de constructie (hout, metaal, plexi, PVC, polycarbonaat, ...)
- Bevestigingsmaterialen (lijm, nagels, vijzen, ...)
- Geprinte en/of gelasercutte onderdelen.
- Gerecycleerde onderdelen uit afval.
- Touwen, kabels, draden
- Andere materialen, emmer, zand, ...

### DE SCHOOL NEEMT MEE NAAR DE WEDSTRIJD

- Een afgewerkte constructie, die volledig is opgebouwd in overeenstemming met de specificaties
- Reservemateriaal om eventuele schade zelf te kunnen herstellen.

**WAT DOET DE JURY?****WAAR LET DE JURY OP?**

- De jury noteert naar aanleiding van het gesprek (vraag gestuurd) met de leerlingen en de meegenomen poster en logboek haar bevindingen over de wijze waarop er gewerkt is (originaliteit, creativiteit...).
- De wedstrijdjury evalueert de volgende punten:
  - De maximum afmetingen van de constructie.
  - Wat is toegelaten en wat is verboden (zie specificaties)?
  - Werden de constructie en de fundamentele gebruikte onderdelen niet kant-en-klaar aangekocht?
  - Zijn alle fundamentele onderdelen zelf gemaakt en/of is gebruik gemaakt van gerecycleerde onderdelen.

Dit evenement kadert zich in een groter geheel van STEM. Dit kader is een referentiepunt waaraan STEM-praktijken moeten voldoen, bijgevolg ook dit evenement. STEM is de samenhang van exacte wetenschappen, technologie, toegepaste wiskunde en een luik "engineering". Het STEM-kader kan geraadpleegd worden in de bijlage. De jury zal bijgevolg ook de teams beoordelen op het STEM-kader.

**WIE WINT?**

De gouden, zilveren en bronzen prijs gaan naar de teams die de massa konden opheffen met een zo klein mogelijke kracht. Ook de technische complexiteit bij de opbouw van het tilsysteem en het best voldoen aan de 10 STEM criteria worden in rekening gebracht. Creativiteit, originaliteit en circulariteit zijn eveneens belangrijk. Ook het posterverslag, het logboek en de voorstelling aan de jury spelen een belangrijke rol bij de beoordeling van de STEM-kwalificaties.

**Vragen?**

Lees eerst goed deze wedstrijdbrief!

Vragen over 'De Krachtige Kraan' waarop deze nieuwsbrief het antwoord niet verschaft, kunnen worden gericht aan [info@stemolympiade.be](mailto:info@stemolympiade.be)



**BIJLAGE – STEM-KADER**

STEM zet in op de volgende dimensies en principes:

1. Interactie en samengaan van de aparte STEM-componenten van het letterwoord met respect voor de eigenheid van elke component.
2. Probleemoplossend leren via toepassen van STEM-concepten en -praktijken.
3. Vaardig en creatief onderzoeken en ontwerpen.
4. Denken, redeneren en modelleren en abstraheren.
5. Strategisch toepassen en ontwikkelen van technologie.
6. Inzicht verwerven in de maatschappelijke relevantie van STEM.
7. Verwerven en interpreteren van informatie en communiceren over STEM.
8. Samenwerken in teamverband.
9. STEM als drager van 21<sup>ste</sup>-eeuwse competenties
10. STEM en innovatie

Deze dimensies en principes worden ook beoordeeld tijdens het STEM-Tornooi. Alle informatie over het STEM-kader voor het Vlaams Onderwijs (principes en doelstelling) kunt u [hier](#) raadplegen.

Het PK-model, pijlers en kerncomponenten STEM kan geraadpleegd worden op [www.onderzoekendleren.be](http://www.onderzoekendleren.be) - Dejonckheere, P. J., Vervaet, S., & Van De Keere, K.

In samenwerking met de cel [iSTEM](#) die Vlaamse expertise in STEM-onderwijs bundelt.