ONTDEK TECHNIEK TALENT .BE

Smart City 2050

CONSTRUCTIE



lsm
limburg sterk merk
Stichting openbaar nut

provincie Limburg

Smart City 2050

lerarenbundel
CONSTRUCTIE

INHOUD

Overzicht eindtermen 4

Inleiding 5

Probleemstelling 10

Wat is een constructie? 11
Soorten constructies 12
Impact op het milieu 13
Negatieve gevolgen op het milieu 13
Positieve gevolgen op het milieu 13

Krachten op een constructie 14
Invloeden van fysische krachten op een constructie 15
Onderzoeken 15
Onderzoek 1:
De sterkte van vershoudfolie 16
Onderzoek 2:
De sterkte van koperdraad 17
Onderzoek 3:
Buigbaarheid van een houten plankje 18
Onderzoek 4:
De invloed van steunpunten op sterkte 19

Vorm van een constructie 21
Rechthoeken versus driehoeken 22
De juiste vorm 22
Herken de driehoeken 23
Versterken van constructies 23
Bogen 24
Profielen 25
Onderzoek 1 25
Onderzoek 2 27
Onderzoek 3 28
Soorten profielen 28

Materialen in een constructie 30
Ferrometalen en non-ferrometalen 30
Natuurlijke en kunstmatige materialen 31
Zoekopdracht materiaalsoorten 31
Keuze materialen 32
Materiaaleigenschappen 32

Een stevige verbinding 33
Vaste verbindingen 33
Losse verbindingen 34

Samenvatting 35

Uitdaging: de juiste constructie bedenken 36
Probleemstelling 36
Onderzoeken 37
Ontwerpen 38
Realiseren 40
In gebruik name 40
Evalueren 41
Extra: Kostprijs van je constructie 42
Constructies vergelijken 43

Zelfevaluatie 44

Bronnen 45

Differentiëren 46
Krachten op voorwerpen 46
Krachten die inwerken op een kraan 46
Bouw een brug 47

Overzicht eindtermen

STEM

6.47 De leerlingen passen stapsgewijs de wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken.

6.48 De leerlingen doorlopen een probleemoplossend proces waarbij ze kennis en vaardigheden uit verschillende STEM-disciplines geïntegreerd toepassen/gebruiken.

6.49 De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen de STEM-disciplines onderling en met de maatschappij.

6.50 De leerlingen beargumenteren keuzes die ze maken om een wiskundig, natuurwetenschappelijk, technologisch of STEM-probleem op te lossen.

TECHNOLOGISCHE COMPETENTIE

6.35 De leerlingen onderzoeken waarneembare eigenschappen van courante materialen en grondstoffen met het oog op/op basis van een technisch proces.

6.36 De leerlingen onderzoeken principes van de bouw en werking van technische systemen, hun deelsystemen en onderdelen alsook hun onderlinge samenhang met het oog op/op basis van een technisch proces.

6.37 De leerlingen gebruiken courante technische systemen duurzaam, veilig en ergonomisch.

6.38 De leerlingen voeren een iteratief technisch proces uit in de verschillende ervaringsgebieden om een eenvoudig technisch systeem te realiseren vanuit behoefte(n) en criteria.

6.40 De leerlingen ontwerpen een technisch systeem op basis van de bepaalde vereisten.

6.41 De leerlingen realiseren een technisch systeem op basis van een ontwerp.

6.42 De leerlingen testen of een technisch systeem voldoet aan de behoeften en criteria.

INLEIDING

Hoe wonen en leven mensen in een grote stad?
Bekijk de filmpjes!



www.vrt.be/vrtnws/nl/2018/12/26/de-stad-van-morgen-anders-wonen/



www.vrt.be/vrtnws/nl/2018/12/27/in-het-vlaanderen-van-morgen-zullen-we-meer-moeten-delen/

DEMOGRAFIE

Twee derde van wereldbevolking zal tegen 2050 in de stad wonen

VN voorspelt in nieuw rapport snelle groei megasteden

17-05-18, 08.37u - Sara Vandekerckhove - Bron: Eigen berichtgeving



Een verkoper op een markt in Delhi. De VN schat dat dit in 2028 de grootste stad ter wereld zal worden. © 1

REUTERS

De grootste groei van steden zal plaats vinden in India, China en Nigeria, zo schatten de Verenigde Naties in een nieuw rapport. Tegen 2050 zal twee derde van de wereldbevolking in steden wonen.

7 SHARES

Zowat 55 procent van de wereldbevolking woont op dit moment in urbane gebieden. Dat zal stijgen tot 68 procent in 2050. China, India en Nigeria zullen verantwoordelijk zijn voor een derde van die toename. Verder verwachten de VN dat de wereldbevolking tot die tijd zal blijven groeien, maar daarna zal afnemen.

Op dit moment is Tokio de grootste stad ter wereld, met 37 miljoen inwoners. Gevolgd door Delhi (29 miljoen), Shanghai (26 miljoen) en Mexico City en São Paulo (elk 22 miljoen). Caïro, Mumbai, Peking en Dhaka hebben ongeveer 20 miljoen inwoners.

Tegen 2028 zal Delhi volgens de VN het meeste aantal inwoners hebben. Op hetzelfde moment zal India ook China voorbijsteken als het land met het meeste aantal inwoners wereldwijd. In de toekomst zullen er ook een pak meer megasteden zijn, dat zijn plaatsen waar minstens 10 miljoen mensen wonen. In 1990 waren er 'amper' tien megasteden. Op dit moment zijn dat er al 33 en de VN schat dat er tegen 2030 zeker 43 megasteden zullen zijn, voornamelijk in het zuiden.

LEES MEER OVER

MILIEU | INTERNATIONALE ORGANISATIES | BEVOLKING EN VOLKSTELLING | OPKOMENDE MARKTEN | VN | CHINA | INDIA

Deel Tweet Mail 7 SHARES



Manilla's geboortecijfer is 3,1 kinderen per vrouw. Experts voorspellen dat de populatie tegen 2025 verdubbelt, ondanks dat de infrastructuur die hoeveelheid helemaal niet aankan.

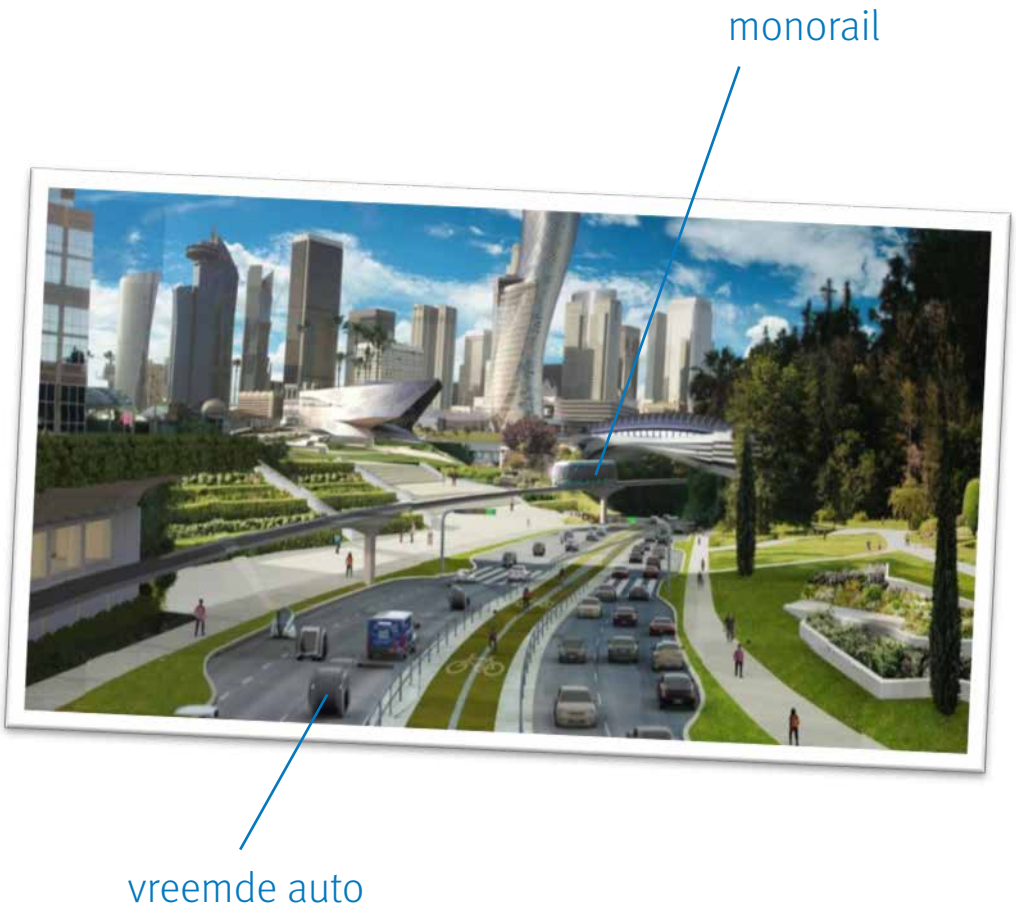


Kolkata is niet de dichtbevolkste stad van India, dat is Mumbai: er wonen 73 000 mensen per vierkante mijl (2,6 vierkante kilometer). Hierdoor zijn de huizen ongelofelijk klein.



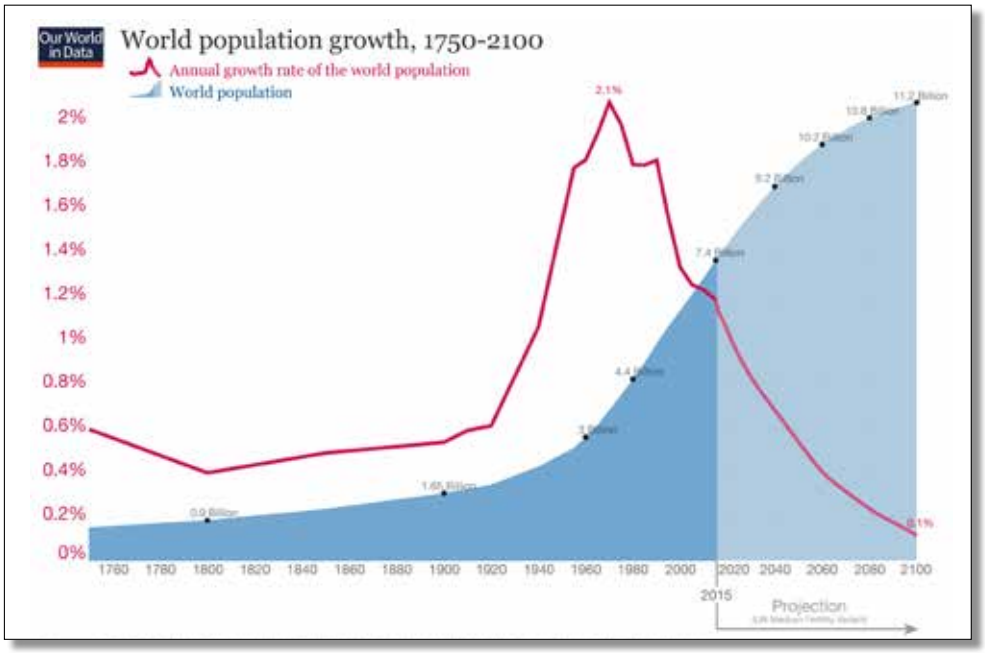
In de dichtbevolkste delen van Hongkong leven soms complete families in appartementen van 5,5 vierkante meter voor 440 euro per maand.

Op onderstaande foto zie je hoe de stad er in 2050 kan uitzien. Schrijf bij de foto nog minstens 3 dingen die je opvallen.



Bekijk onderstaande figuur. Wat zie je?

In deze grafiek kun je de bevolkingsgroei aflezen.
De lichtblauwe zone geeft een voorspelling van de bevolkingsgroei aan.
De rode lijn geeft de jaarlijkse bevolkingsgroei weer in procenten.





HET HOOGSTE GEBOUW TER WERELD, DE "BURJ KHALIFA", STAAT IN DUBAI EN HEEFT EEN HOOGTE VAN 828 M.

In 2050 zullen de bouwplaatsen in de steden zeer schaars zijn doordat de bevolking zal blijven stijgen. Om deze mensen allemaal een mooie verblijfplaats te geven, zullen we iets moeten veranderen. De gebouwen hoger maken, kan één van deze oplossingen zijn.

PROBLEEM-STELLING

Voor onze "Smart City 2050" onderzoeken we hoe we gebouwen zo hoog mogelijk én zo stevig mogelijk kunnen bouwen. Als je een idee hebt hoe je deze constructies moet maken, gaan we aan de slag om zelf een gebouw te maken voor onze stad. Je gebouw krijgt dan een plaats in de "Smart City 2050".

Alvorens we aan de slag gaan met bouwen, onderzoeken we hoe we stevige constructies maken.



WAT IS EEN CONSTRUCTIE?

Bestudeer onderstaande afbeeldingen.
Zet een kruisje bij de afbeeldingen die volgens jou een constructie zijn.

Waarom zijn dit volgens jou constructies?
De afgebeelde constructies zijn gemaakt door mensen en bestaan uit verschillende onderdelen. Hierdoor zijn het constructies. De andere afbeeldingen voldoen niet aan deze criteria.



Soorten constructies

Constructies bestaan in veel verschillende vormen, van eenvoudig tot heel ingewikkelde vormen. Om recht te kunnen blijven staan of zware massa's te kunnen dragen, moet een constructie goed en stevig gebouwd zijn. Elke constructie die gemaakt wordt, heeft zijn eigen functie. Een brug voor voetgangers is anders gemaakt dan een brug voor dagelijks verkeer van auto's en vrachtwagens. Zo heeft bijvoorbeeld een supermarkt een andere constructie dan een huis.

Bekijk de foto's van de constructies.
Vink de juiste soort constructie aan? Leg uit waarom.



● Vaste constructie
○ Dynamische constructie

omdat de elektriciteitsmast verankerd is in de grond en staat dus vast.



○ Vaste constructie
● Dynamische constructie

omdat de gondel kan ronddraaien en zich kan plaatsen afhankelijk van de windrichting.

Om een constructie te ontwerpen, moet je rekening houden met de juiste criteria of eisen.

Functie - Waarvoor moet de constructie dienen? De functie van een brug voor zwaar verkeer kun je bijvoorbeeld niet vergelijken met een brug voor voetgangers.

Vereiste stevigheid - Welke krachten moet de constructie kunnen doorstaan?

Kostprijs - Wat is het budget om deze constructie te realiseren?

Tijd - Hoeveel tijd krijg je om de constructie te maken?

TE ONTHOUDEN

Een constructie is:
- door de mens gemaakt
- bestaat uit verschillende onderdelen.

Wanneer alle onderdelen van de constructie vast zitten en niet kunnen bewegen, spreek je van statische of vaste constructies. Ze hebben geen bewegende onderdelen, denk maar aan bijvoorbeeld: gebouwen, stoelen, tafels, ...
Wanneer één of meer onderdelen kunnen bewegen, spreek je van een dynamische constructie. Deze constructies hebben bewegende onderdelen waardoor ze bijvoorbeeld een bewerking kunnen uitvoeren. Een voorbeeld hiervan is: een voertuig, machine, ...

Impact op het milieu

Voor het maken van constructies hebben we grondstoffen en energie nodig. Deze worden geleverd door de natuur. De laatste tijd zijn de mensen zich bewust van de impact op het milieu.

Negatieve gevolgen op het milieu

Het maken van constructies heeft redelijk wat negatieve gevolgen op het milieu. Enkele voorbeelden hier van zijn: lawaaihinder, horizonvervuiling, luchtvervuiling, watervervuiling, grondvervuiling, grondstoffen die verminderen, ...

Positieve gevolgen op het milieu

Door nieuwe technologieën te ontwikkelen, kunnen we verschillende vervuilingen verminderen. De elektrische auto bijvoorbeeld heeft het voordeel geen schadelijke uitlaatgassen uit te stoten. Door wind- en zonne-energie besparen we op grondstoffen zoals aardolie. Verschillende producten recycleren, spaart eveneens grondstoffen. Denk maar aan onze warme fleece die ze maken van petflessen.



Je hebt ongeveer 27 PET flessen nodig om 1 fleece trui te maken.



De "Udachnanya" mijn is één van de grootste diamantmijnen in Rusland en de wereld.

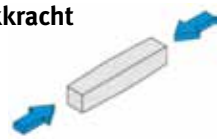
KRACHTEN OP EEN CONSTRUCTIE

TE ONTHOUDEN

Krachten die steeds even groot zijn en nooit van richting veranderen zijn statische krachten.
Krachten die veranderen van grootte en/ of van richting of zin zijn dynamische krachten.

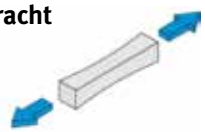
Op een constructie werken voortdurend één of meer krachten. Deze krachten kunnen de constructie vervormen of in beweging brengen. Om de constructie zo stevig mogelijk te maken, moet je bij het ontwerp rekening houden met de verschillende soorten krachten die erop inwerken. .

Drukkracht



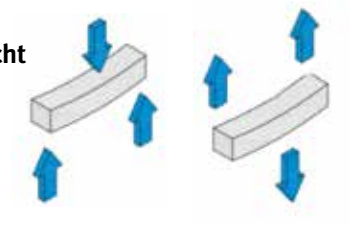
Door op het voorwerp te duwen kun je het in elkaar drukken.

Trekkracht



Door aan een voorwerp te trekken kun je het uittrekken.

Buigkracht



Door op een voorwerp te duwen of er aan te trekken kun je het buigen.

Torsiekracht of wringkracht



Door een voorwerp aan beide zijden in tegengestelde richting te draaien kun je het spiraalvormig ineendraaien.

Invloeden van fysische krachten op een constructie

De zwaartekracht is een kracht die altijd inwerkt op een constructie. Een constructie staat steeds onder druk van zijn eigen gewicht (= de zwaartekracht). Een gebouw zal altijd willen instorten als het niet stevig genoeg is. Deze kracht noemen we de constante of statische kracht.

Andere krachten die inwerken op een constructie en die constant veranderen, noemen we fysische of dynamische krachten. Deze zijn onder andere:

- natuurlijke krachten: wind, vocht, temperatuur
- trillingen: bijvoorbeeld door auto's die over een brug rijden, aardbevingen
- krachten die eigen zijn aan de constructie: bijvoorbeeld de kracht die je uitoefent op de trappers van een fiets.

Onderzoeken

Deze bundel hanteert het **OVUR-schema** als wetenschappelijk stappenplan. OVUR staat voor vier onderzoeksfasen, namelijk oriënteren, voorbereiden, uitvoeren en reflecteren.

ORIENTEREN

Een waarneming, idee, probleem ... zetten we om naar een onderzoekbare vraag. We formuleren de onderzoeksvraag , stellen eventueel een hypothese (beredeneerd gokje) op leggen verwachtingen vast (als ..., dan ...). Dit veronderstelt verbanden kunnen leggen tussen de probleemstelling en de aanwezige natuurwetenschappelijke voorkennis.

VOORBEREIDEN

Met het oog op het onderzoek verzamelen we allerlei informatie: we formuleren de gekende theoretische achtergronden, we denken na over de mogelijkheden en randvoorwaarden, , we schrijven een onderzoeksplan (ruwe werkwijze) uit en we verzamelen de vereiste benodigdheden .

UITVOEREN

In deze fase verzamelen we onderzoeksgegevens meestal via relevante metingen en waarnemingen uit experimenteel werk, maar ook uit (meet)gegevens verzameld door andere onderzoekers. De geordende gegevens rapporteren we nadien.

REFLECTEREN

In de laatste fase zoeken we naar een verband tussen de gegevens om de onderzoeksvraag te beantwoorden of de hypothese te bevestigen/verwerpen. We reflecteren over de uitvoering van het onderzoek en trekken een conclusie op basis van het uitgevoerd onderzoek. Eventueel betekent dit het bijsturen van het experiment of het verder gaan met een nieuwe, uit het onderzoek voortvloeiende onderzoeksvraag.

Onderzoek 1: DE STERKTE VAN VERSHOUDFOLIE

Je onderzoekt of je een gewicht aan een stukje vershoudfolie kunt hangen en wat de invloed zal zijn van de breedte van de vershoudfolie op de sterkte.

ORIENTEREN

1 Formuleer een onderzoeksvraag.

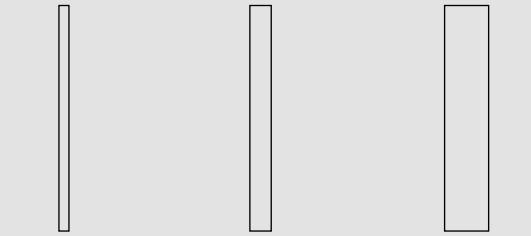
ONDERZOEKSVRAAG
Wat is de invloed van de breedte van een stukje vershoudfolie op de sterkte van deze folie?

2 Voorspel wat er gaat gebeuren.
Maak dus een hypothese.

HYPOTHESE (Duid aan wat je denkt dat juist is.)
● Hoe breder de folie, hoe sterker deze folie is.
○ Hoe smaller de folie, hoe sterker deze folie is.
○ De breedte heeft geen invloed op de sterkte.

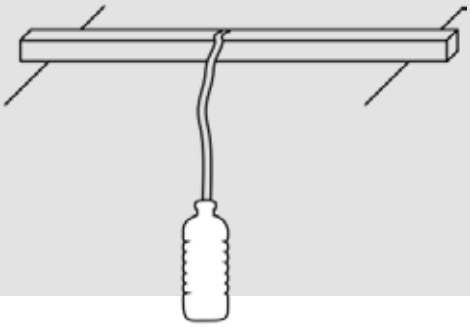
VOORBEREIDEN

3 Knip 3 stukjes vershoudfolie met volgende afmetingen:



15 x 300 mm 30 x 300 mm 60 x 300 mm

4 Hang een waterflesje van 50 cl op aan een stukje vershoudfolie. Steek een stukje folie in het flesje en draai de dop op het flesje. Maak het andere uiteinde vast aan een balkje. Leg dit balkje over twee tafels. Je gebruikt 3 strookjes folie. Je timet wanneer deze folie breekt.



UITVOEREN

5 Voer het experiment uit en
SCHRIJF hieronder de resultaten.

	Tijd [s]
Folie 15 x3 00 mm	.....
Folie 30 x 300 mm	.....
Folie 60 x 300 mm	.....

REFLECTEREN

6 Wat kun je uit het experiment besluiten?

BESLUIT (Controleer of dit overeenkomt met je hypothese.)
● Hoe breder de folie, hoe sterker deze folie is.
○ Hoe smaller de folie, hoe sterker deze folie is.
○ De breedte heeft geen invloed op de sterkte.

Onderzoek 2: DE STERKTE VAN KOPERDRAAD

Je onderzoekt hoe sterk een koperdraad is en wat de invloed van de dikte is op de sterkte.

ORIENTEREN

1 Formuleer een onderzoeksvraag.

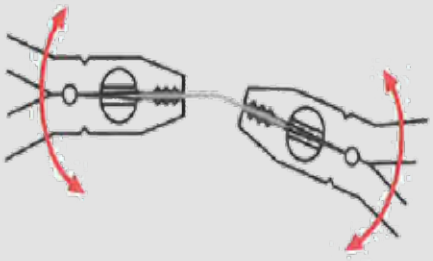
ONDERZOEKSVRAAG
Wat is de invloed van de dikte van een koperdraad op de stijfheid van de draad?

2 Voorspel wat er gaat gebeuren.
Maak dus een hypothese.

HYPOTHESE (Duid aan wat je denkt dat juist is.)
- ○ Hoe dunner de koperdraad, hoe stijver deze draad is.
- ● Hoe dikker de koperdraad, hoe stijver deze draad is.
- ○ De dikte heeft geen invloed op de stijfheid van de draad.

VOORBEREIDEN

3 Buig een stukje koperdraad van 1,5mm² en 2,5mm² met twee combinatietangen. Daarna plooi je deze terug recht en ervaar je wat de meeste kracht nodig heeft. Doe dit tot het draadje breekt (tel het aantal keren dat je de draad moet buigen).



UITVOEREN

4 Voer het experiment uit en **SCHRIJF** hieronder de resultaten.

	Aantal buigingen
Draad 1,5 mm²	.....
Draad 2,5 mm²	.....

5 Bij welke draad zet je de meeste kracht om deze te plooien?
- ○ Draad van 1,5 mm²
- ○ Draad van 2,5 mm²

REFLECTEREN

6 Wat kun je uit het experiment besluiten?
BESLUIT (Controleer of dit overeenkomt met je hypothese.)
- ○ Hoe dunner de koperdraad, hoe stijver deze draad is.
- ● Hoe dikker de koperdraad, hoe stijver deze draad is.
- ○ De dikte heeft geen invloed op de stijfheid van de draad.

Onderzoek 3: BUIGBAARHEID VAN EEN HOUTEN PLANKJE

Je onderzoekt wanneer een plankje het minste doorbuigt: plat of op zijn kant.
Je onderzoekt ook wat is het stevigste is: twee plankjes plat op elkaarof één plankje op zijn kant.

ORIENTEREN

1 Formuleer een onderzoeksvraag.

ONDERZOEKSVRAAG

a. Is een plankje het sterkst als het plat of op zijn kant ligt ?
b. Zijn twee plankjes plat op elkaar even stevig dan één plankje op zijn kant?

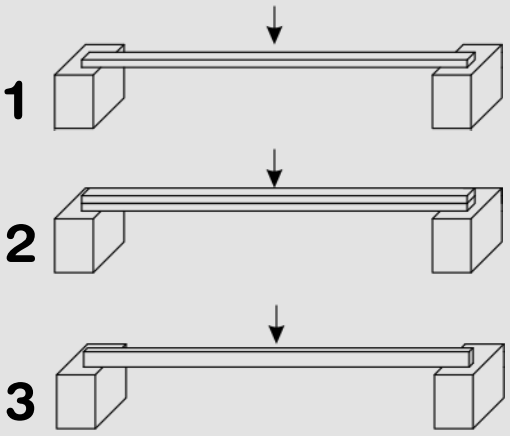
2 Voorspel wat er gaat gebeuren.
Maak dus een hypothese.
HYPOTHESE (Duid aan wat je denkt dat juist is.)

a.
○ Er is geen verschil.
○ Het plankje is het sterkst als het plat ligt.
● Het plankje is het sterkst als het op zijn kant ligt.

b.
○ Twee plankjes plat op elkaar zijn even stevig dan één plankje op zijn kant.
○ Twee plankjes plat op elkaar zijn steviger dan één plankje op zijn kant.
● Twee plankjes plat op elkaar zijn minder stevig dan één plankje op zijn kant.

VOORBEREIDEN

3 Bouw drie verschillende opstellingen.



UITVOEREN

4 Test de verschillende opstellingen op hun draagkracht door er met de vinger op te drukken. Bekijk hoe ver het plankje doorbuigt.

5 Bij welke opstelling buigt het plankje het meest door?
● Opstelling 1 ○ Opstelling 2 ○ Opstelling 3

6 Bij welke opstelling buigt het plankje het minst door?
○ Opstelling 1 ● Opstelling 2 ○ Opstelling 3

REFLECTEREN

7 Wat kun je uit het experiment besluiten?
BESLUIT (Controleer of dit overeenkomt met je hypothese.)

a.
○ Er is geen verschil.
○ Het plankje is het sterkst als het plat ligt.
● Het plankje is het sterkst als het op zijn kant ligt.

b.
○ Twee plankjes plat op elkaar zijn even stevig dan één plankje op zijn kant.
○ Twee plankjes plat op elkaar zijn steviger dan één plankje op zijn kant.
● Twee plankjes plat op elkaar zijn minder stevig dan één plankje op zijn kant.

Onderzoek 4: DE INVLOED VAN STEUNPUNTEN OP STERKTE

Je onderzoekt of de afstand tussen de steunpunten van een plank invloed hebben op de draagkracht van deze plank.

ORIENTEREN

1 Formuleer een onderzoeksvraag.

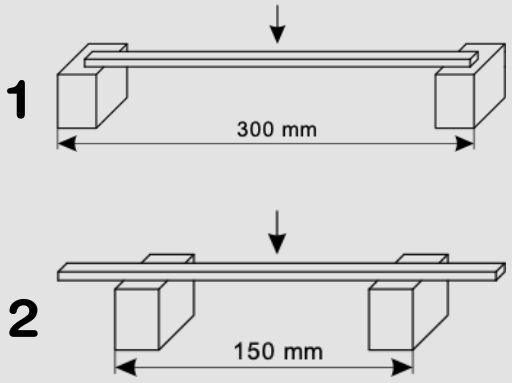
ONDERZOEKSVRAAG
Wat is de invloed van de afstand tussen de steunpunten op de buigbaarheid van deze plank?

2 Voorspel wat er gaat gebeuren.
Maak dus een hypothese.
HYPOTHESE (Duid aan wat je denkt dat juist is.)

- ● Hoe dichter de steunpunten bij elkaar, hoe sterker de plank.
- ○ Hoe verder de steunpunten uit elkaar, hoe sterker de plank.
- ○ De afstand van de steunpunten heeft geen invloed op de sterkte van de plank.

VOORBEREIDEN

3 Bouw twee verschillende opstellingen.



UITVOEREN

4 Test de verschillende opstellingen op hun draagkracht door er met de vinger op te drukken. Bekijk hoe ver het plankje doorbuigt.

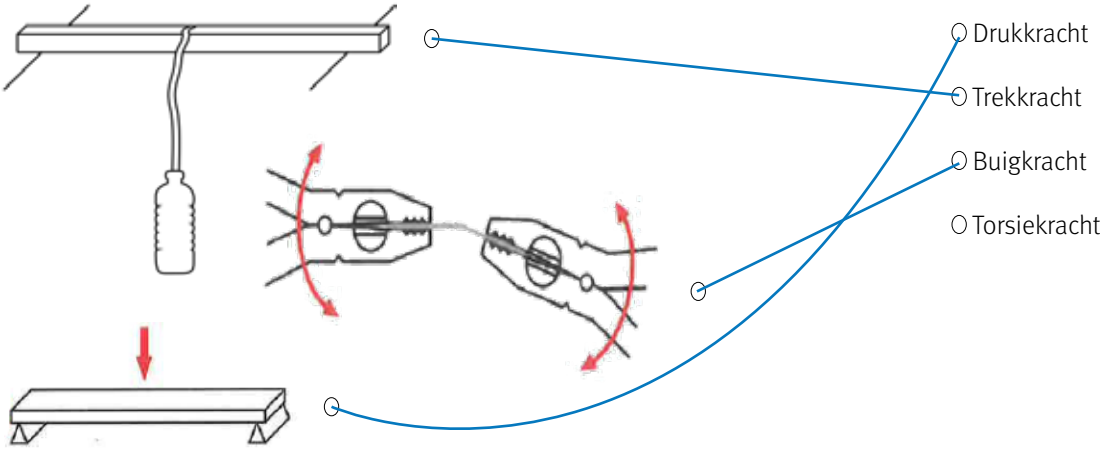
5 Welke opstelling buigt het meest door?
○ Opstelling 1 ○ Opstelling 2

REFLECTEREN

6 Wat kun je uit het experiment besluiten?
BESLUIT (Controleer of dit overeenkomt met je hypothese.)

- ● Hoe dichter de steunpunten bij elkaar, hoe sterker de plank.
- ○ Hoe verder de steunpunten uit elkaar, hoe sterker de plank.
- ○ De afstand van de steunpunten heeft geen invloed op de sterkte van de plank.

Verbind de krachten die je onderzocht in de experimenten met de juiste kracht.



Welke krachten werken er in bij onderstaande afbeeldingen?
Geef bij elke afbeelding een ander voorbeeld waar deze kracht optreedt.

CARAVAN

Soort kracht: ○ Drukkracht ○ Buigkracht ● Trekkracht ○ Torsiekracht
Ander voorbeeld: Een boogbrug met kabels



AUTO PLETTEN

Soort kracht: ● Drukkracht ○ Buigkracht ○ Trekkracht ○ Torsiekracht
Ander voorbeeld: Een spons die je samendrukt



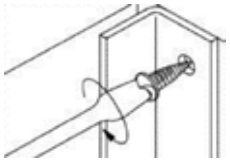
SPRINGPLANK

Soort kracht: ○ Drukkracht ● Buigkracht ○ Trekkracht ○ Torsiekracht
Ander voorbeeld: Metalen plaatje plooien



SCHROEVENDRAAIER

Soort kracht: ○ Drukkracht ○ Buigkracht ○ Trekkracht ● Torsiekracht
Ander voorbeeld: Uitwringen van een dweil



VORM VAN EEN CONSTRUCTIE?

Om een constructie stevig te maken is het belangrijk dat je de juiste keuzes maakt bij het ontwerp. Elke constructie heeft een bepaalde stevigheid nodig. Je moet rekening houden met de krachten die inwerken op die constructie.

Door een bepaalde vorm toe te passen op een bestande constructie, kun je deze constructie sterk maken.



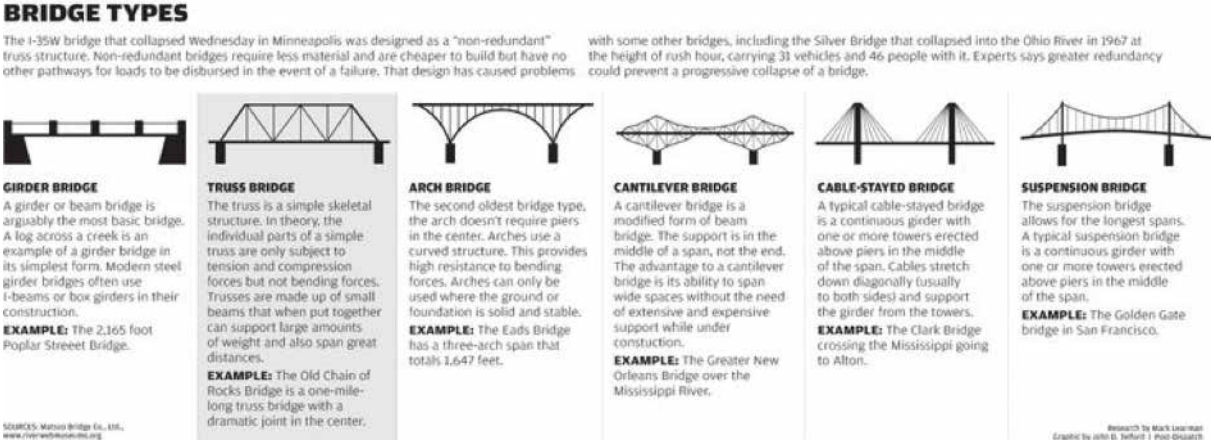
DE "GRAND CANYON SKYWALK" IS EEN ZWEVEND GLASPLATFORM DAT IN 2007 WERD GEOPEND.



DE VLOER VAN DEZE SKYWALK BESTAAT UIT GLAS.

Hieronder zie je verschillende soorten bruggen. Wat valt je op?

De meeste bruggen bestaan uit driehoeken en/of bogen.



BRIDGE TYPES

The I-35W bridge that collapsed Wednesday in Minneapolis was designed as a "non-redundant" truss structure. Non-redundant bridges require less material and are cheaper to build but have no other pathways for loads to be disbursed in the event of a failure. That design has caused problems with some other bridges, including the Silver Bridge that collapsed into the Ohio River in 1967 at the height of rush hour, carrying 31 vehicles and 46 people with it. Experts says greater redundancy could prevent a progressive collapse of a bridge.

GIRDER BRIDGE
A girder or beam bridge is arguably the most basic bridge. A log across a creek is an example of a girder bridge in its simplest form. Modern steel girder bridges often use I-beams or box girders in their construction.
EXAMPLE: The 2,165 foot Poplar Streeet Bridge.

TRUSS BRIDGE
The truss is a simple skeletal structure. In theory, the individual parts of a simple truss are only subject to tension and compression forces but not bending forces. Trusses are made up of small beams that when put together can support large amounts of weight and also span great distances.
EXAMPLE: The Old Chain of Rocks Bridge is a one-mile-long truss bridge with a dramatic joint in the center.

ARCH BRIDGE
The second oldest bridge type, the arch doesn't require piers in the center. Arches use a curved structure. This provides high resistance to bending forces. Arches can only be used where the ground or foundation is solid and stable.
EXAMPLE: The Eads Bridge has a three-arch span that totals 1,647 feet.

CANTILEVER BRIDGE
A cantilever bridge is a modified form of beam bridge. The support is in the middle of a span, not the end. The advantage to a cantilever bridge is its ability to span wide spaces without the need of extensive and expensive support while under constuction.
EXAMPLE: The Greater New Orleans Bridge over the Mississippi River.

CABLE-STAYED BRIDGE
A typical cable-stayed bridge is a continuous girder with one or more towers erected above piers in the middle of the span. Cables stretch down diagonally (usually to both sides) and support the girder from the towers.
EXAMPLE: The Clark Bridge crossing the Mississippi going to Alton.

SUSPENSION BRIDGE
The suspension bridge allows for the longest spans. A typical suspension bridge is a continuous girder with one or more towers erected above piers in the middle of the span.
EXAMPLE: The Golden Gate bridge in San Francisco.

Rechthoeken versus driehoeken

Onderzoek: DE JUISTE VORM

In deze opdracht onderzoek je wat een stevige vorm is. Je krijgt vier constructies van de leerkracht .


CONSTRUCTIE 1


CONSTRUCTIE 2


CONSTRUCTIE 3


CONSTRUCTIE 4

ORIENTEREN

1 Formuleer een onderzoeksvraag.

ONDERZOEKSVRAAG
Welk van de constructies is een stevige en welke niet?

2 Voorspel wat er gaat gebeuren.
Maak dus een hypothese.
HYPOTHESE (Verschillende antwoorden kunnen correct zijn.)
○ **CONSTRUCTIE 1** is een stevige constructie.
○ **CONSTRUCTIE 2** is een stevige constructie.
○ **CONSTRUCTIE 3** is een stevige constructie.
● **CONSTRUCTIE 4** is een stevige constructie.

VOORBEREIDEN

3 Bouw zelf deze 4 vormen.

UITVOEREN

4 Test of deze constructies stevig zijn of niet.

CONSTRUCTIE 1	○ Stevig	● Niet Stevig
CONSTRUCTIE 2	○ Stevig	● Niet Stevig
CONSTRUCTIE 3	○ Stevig	● Niet Stevig
CONSTRUCTIE 4	● Stevig	○ Niet Stevig

REFLECTEREN

5 Klopt je hypothese?

● Ja ○ Nee

6 Hoe komt het dat de ene constructie sterker is dan de andere?
Constructie 4, de driehoek,
is de enige stevige constructie
omdat een driehoek de krachten verdeelt.

Herken de driehoeken

Duid op onderstaande figuur minstens één driehoek aan die ervoor zorgt dat de constructie stevig is.



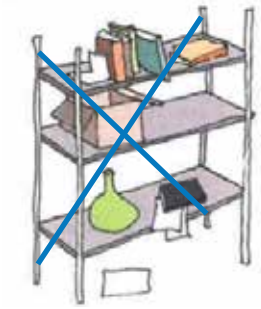




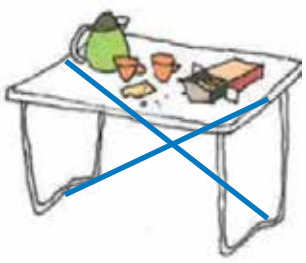


Versterken van constructies

Hoe kun je onderstaande constructies verstevigen?



CONSTRUCTIE 1



CONSTRUCTIE 2



CONSTRUCTIE 3

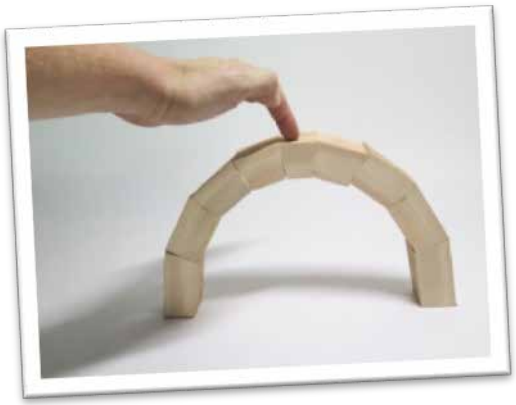
Bogen

Een andere vorm die grote krachten kan opvangen, is de boogvorm. Zelfs in de Romeinse tijd kenden ze al de stevigheid van deze vorm.

Voorbeelden hiervan zijn het Colosseum in Rome of de vele aquaducten die het water moesten transporteren over grote afstanden. Dankzij de vroege kennis van de sterkte van de boogvorm zijn enorme gebouwen tot stand gekomen. De boogvorm vind je tegenwoordig in de meeste bruggen terug.







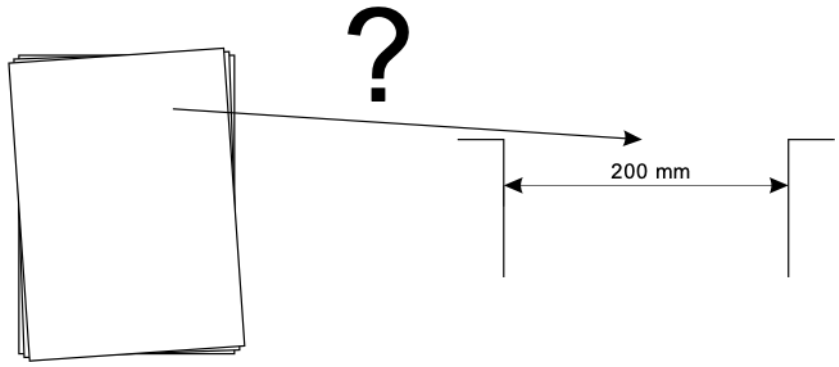


Door eenzelfde materiaal in verschillende vormen (profielen te plooien kunnen we de sterkte van dit materiaal vergroten.

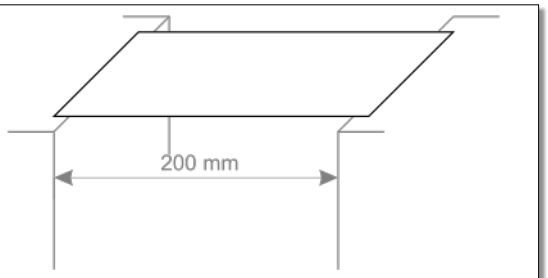
Profielen

Onderzoek 1

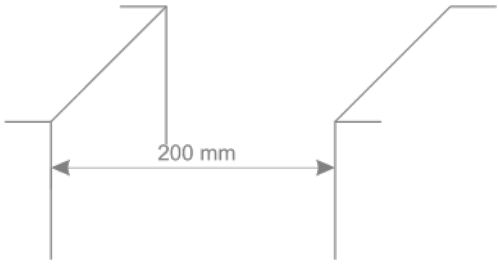
In deze opdracht onderzoek je hoe je een stevige overbrugging kunt maken van 20 cm met maximaal drie bladen papier.



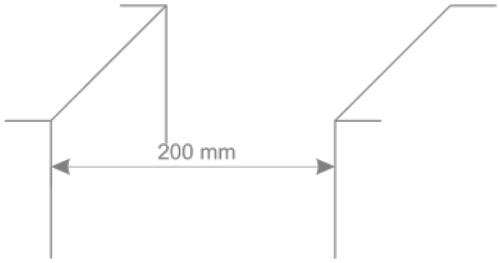
Bedenk nog drie verschillende constructies die je wilt onderzoeken. Schets deze hieronder.



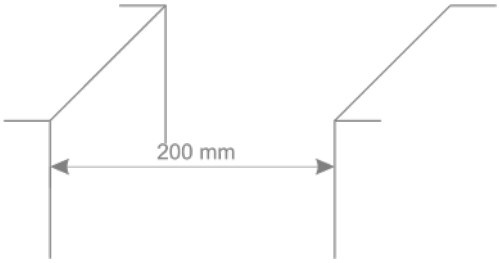
CONSTRUCTIE 1



CONSTRUCTIE 2



CONSTRUCTIE 3



CONSTRUCTIE 4

ORIENTEREN

1 Formuleer een onderzoeksvraag.

ONDERZOEKSVRAAG
Welk van de constructies is de stevigste en welke de zwakste?

2 Voorspel wat er gaat gebeuren.
Maak dus een hypothese.

HYPOTHESE
(Verschillende antwoorden kunnen correct zijn.)

Welke constructie is de stevigste?
○ Constructie 1 ○ Constructie 2
○ Constructie 3 ○ Constructie 4

Welke constructie is de zwakste?
○ Constructie 1 ○ Constructie 2
○ Constructie 3 ○ Constructie 4

VOORBEREIDEN

3 Bouw zelf deze 4 vormen en test hun stevigheid.

UITVOEREN

4 Test of deze constructies stevig zijn of niet.

CONSTRUCTIE 1	○ Stevig	○ Niet Stevig
CONSTRUCTIE 2	○ Stevig	○ Niet Stevig
CONSTRUCTIE 3	○ Stevig	○ Niet Stevig
CONSTRUCTIE 4	○ Stevig	○ Niet Stevig

REFLECTEREN

5 Klopt je hypothese?
○ Ja ○ Nee

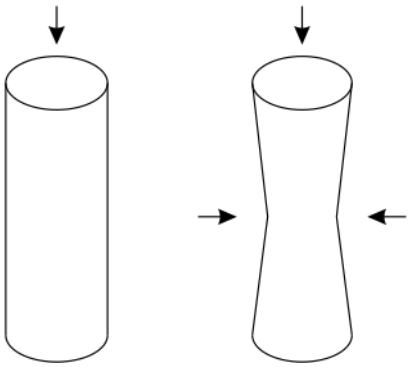
6 Welke constructie is de stevigste?
○ Constructie 1 ○ Constructie 2
○ Constructie 3 ○ Constructie 4

7 Welke constructie is de zwakste?
○ Constructie 1 ○ Constructie 2
○ Constructie 3 ○ Constructie 4

Door een tik te geven tegen het profiel verandert de vorm van het profiel. De stevigheid van het profiel vermindert dus door deze vormverandering.

Onderzoek 2

Je onderzoekt hoe sterk een papieren koker is en hoe je deze sterkte eenvoudig kunt wegnemen.



ORIENTEREN

1 Formuleer een onderzoeksvraag.

ONDERZOEKSVRAAG
Wat gebeurt er met de stevigheid van een koker als je de zijkant van de koker indrukt?

2 Voorspel wat er gaat gebeuren.
Maak dus een hypothese.

HYPOTHESE
○ De koker wordt sterker.
● De koker wordt minder sterk.
○ Er verandert niets aan de sterkte van de koker.

VOORBEREIDEN

3 Vouw een blad papier tot een cilinder en kleef de koker vast met plakband.

4 Plaats op deze cilinder een dik boek.

UITVOEREN

5 Wat gebeurt er met de cilinder als je er een zwaar gewicht oplegt?

Het boek valt en de cilinder zakt in elkaar.

REFLECTEREN

6 Klopt je hypothese?
● Ja ○ Nee

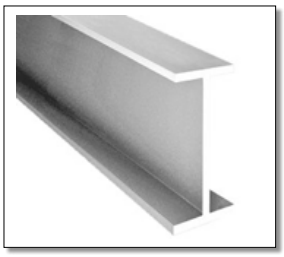
7 Wat kun je hieruit besluiten?
Door een deuk in het profiel wordt deze minder stevig.

Onderzoek 3

Bestudeer de vorm van elk profiel en noteer onder de afbeelding de juiste naam.
koker, T-profiel, U-profiel, L-profiel, I-profiel



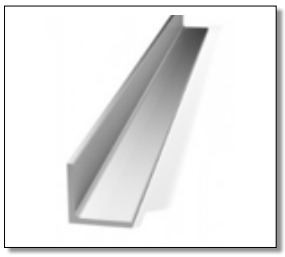
.....



.....



.....



.....



.....

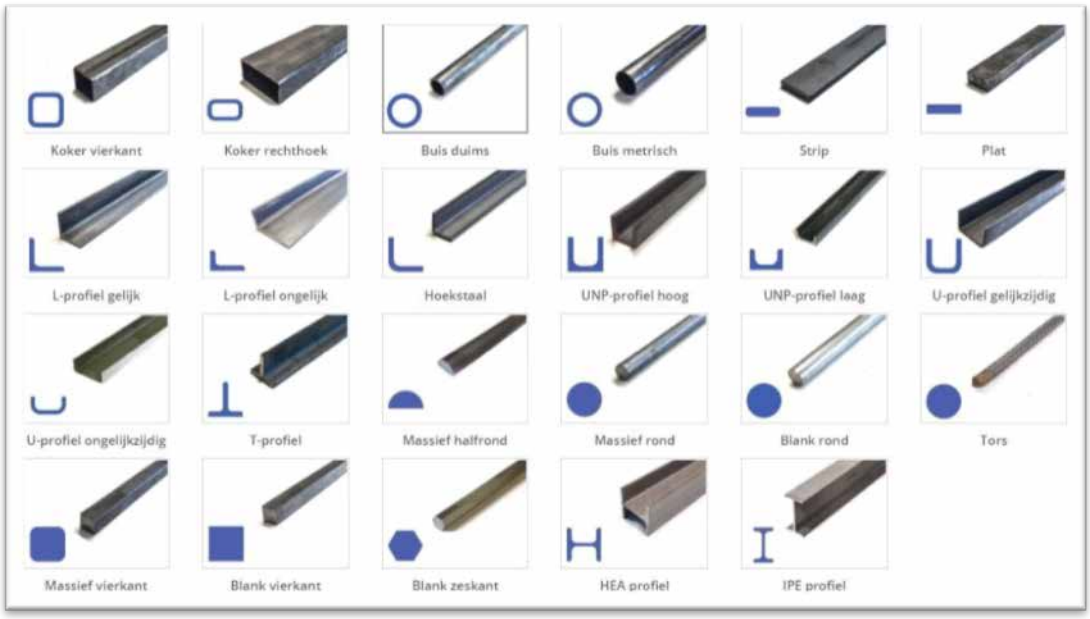
Soorten profielen

De vorm van het profiel is aan de voorkant te zien. Het profiel als voorwerp heeft vaak een kleine dwarsdoorsnede in vergelijking met de lengte.

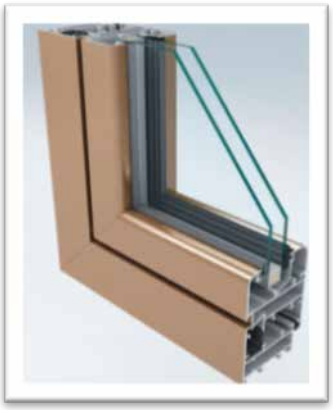
De belangrijkste profielvormen voor bouwelementen zijn ontstaan door de eigenschappen van de vorm. Voor de sterkte en de stijfheid van een profiel is het belangrijk dat er zo veel mogelijk materiaal aan de buitenzijde van het profiel aanwezig is: zo is bijvoorbeeld het h-profiel ontstaan. Gesloten doorsneden, zoals een buis zijn beter bestand tegen torsiekrachten en buigen.



Hieronder zie je enkele verschillende stalen profielen.



Profielen gebruik je bijvoorbeeld bij de constructie van ramen en deuren of bij het frame van een fiets.



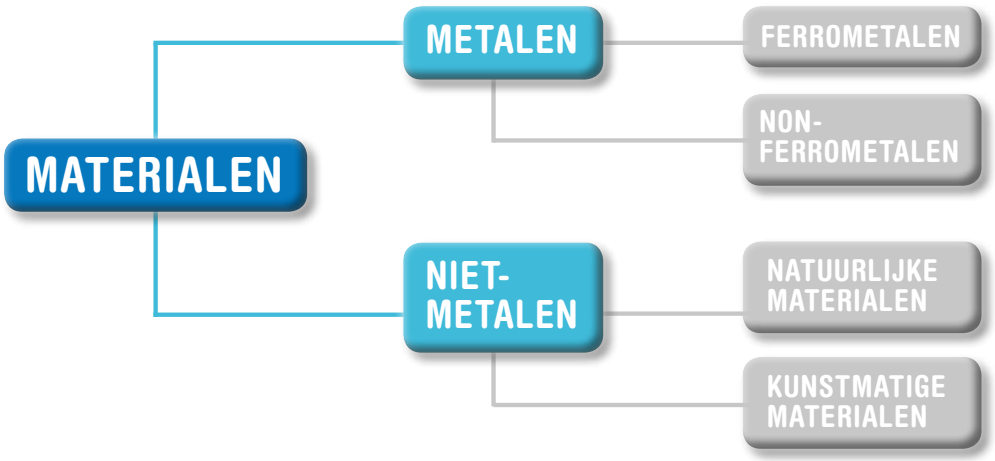


Bedenk enkele andere voorbeelden waar er gebruikgemaakt wordt van profielen?

Bouwprojecten, poorten, ramen, treinspoor, auto's

MATERIALEN IN EEN CONSTRUCTIE

Er bestaan heel veel verschillende materialen die je kunt gebruiken om je constructie te bouwen.
Indeling materialen



Ferrometalen en non-ferrometalen

De groep metalen is verdeeld in 2 grote groepen. De ferrometalen zijn gemaakt op basis van ijzer en ze zijn magnetisch. De andere groep zijn de non-ferrometalen. Deze zijn niet magnetisch en hebben een ander hoofdbestanddeel.

Ferrometalen

Eigenschappen
- Bevatten het element ijzer (Fe)
- Zijn ferromagnetisch

Voorbeeld
- Gietijzer
- Staal
- ...

Non-ferrometalen

Eigenschappen
- Niet-ijzerhoudende metalen
- Niet-ferromagnetisch

Voorbeeld
- Koper
- Zink
- ...



Een elektromagneet wordt gebruikt om ferrometalen te halen uit een stortplaats.

Natuurlijke en kunstmatige materialen

Niet-metalen zijn nog eens verdeeld in 2 grote groepen. Er zijn de natuurlijke materialen, deze materialen vind je terug in de natuur. Denk maar aan zand, hout en natuurlijk rubber. De andere groep zijn de kunstmatige materialen. Deze zijn door de mens gemaakt en samengesteld. Deze hebben vaak een combinatie van verschillende eigenschappen. Denk maar aan plastiek.

Natuurlijke materialen

Materialen zoals ze in de natuur terug te vinden zijn.

Voorbeeld
- Hout
- Zand
- Natuursteen
- ...

Kunstmatige materialen

Materialen die door de mens zijn samengesteld.

Voorbeeld
- Papier
- Mdf
- Nylon
- ...







Zoekopdracht materiaalsoorten

Ga thuis op zoek naar 2 andere voorwerpen van elke materiaalsoort.

Soort materiaal	Voorwerp
Ferrometaal	Kookpot, boor
Non-ferrometaal	Fiets, koperdraad
Natuurlijk materiaal	Houten stoel, granieten tafel
Kunststof	Pen, meetlat

Keuze materialen

De eisen die je aan een materiaal stelt, zijn sterk afhankelijk van de toepassingen. Zo kan bijvoorbeeld een fles zijn gemaakt van glas voor een mooi resultaat, maar het nadeel is dat ze zwaar is en gemakkelijk breekt. Bij de keuze van materialen moet je rekening houden met verschillende aspecten.

- Prijs: vaak speelt dit criterium een grote rol bij de keuze van een materiaal.
- Levertijd: bij het bouwen van een constructie moet je vaak rekening houden met de levertijd van een materiaal. Sommige materialen zijn onmiddellijk op voorraad, andere materialen moeten eerst gemaakt of besteld worden.
- Persoonlijke voorkeuren: bij het bouwen van een huis kies je een materiaal kiezen dat je mooi vindt. Niet elk huis ziet er hetzelfde uit.
- Bewerkbaarheid: niet alle materialen kun je even gemakkelijk bewerken. Wanneer het materiaal specifieke eigenschappen heeft, wil dit niet zeggen dat dit ook gemakkelijk te gebruiken is in een constructie.
- Droogtijd: niet elke lijm heeft dezelfde eigenschappen. Sommige lijmsoorten hebben een droogtijd van slechts enkele seconden, terwijl andere lijmsoorten 24 u. moeten drogen voordat ze hun volledige kracht hebben.
- Milieu: je moet duurzaam nadenken bij de keuze van een materiaal. Kun je het recycleren en eventueel verwerken in een andere toepassing? Denk maar aan de recyclage van petflessen.

Materiaaleigenschappen

Elke soort materiaal heeft zijn specifieke toepassingen en eigenschappen. De verschillende eigenschappen helpen vaak met bij het selecteren van een materiaal.

- Mechanische eigenschappen: geven aan hoeveel een materiaal bijvoorbeeld kan doorbuigen, hoe hard of zacht een materiaal is, ...
- Thermische eigenschappen: geven aan wanneer een materiaal smelt, hoe goed de warmte wordt doorgegeven, hoeveel een materiaal uitzet of krimpt wanneer het koud of warm wordt, ...
- Chemische eigenschappen: geven weer hoe snel een materiaal gaat roesten, de brandbaarheid, hoe goed een materiaal tegen vocht kan, de kleur, ...
- Akoestische eigenschappen: geven aan hoe goed een bepaald materiaal het geluid tegenhoudt, of een materiaal goed isolerend is, ...
- Optische eigenschappen: vertellen iets meer over het uitzicht van een materiaal. Zo is de kleur of de doorzichtbaarheid bij sommige materialen belangrijk.
- Elektrische eigenschappen: soms moet een materiaal de elektriciteit altijd tegen houden. In andere toepassingen moet het materiaal juist de elektriciteit goed geleiden.
- Eigenschappen van het oppervlak: niet elk oppervlak van een materiaal heeft dezelfde vorm. De aard van het oppervlak is belangrijk bijvoorbeeld bij het kiezen van de juiste lijm. Bij andere toepassingen moet het oppervlak van het materiaal heel glad zijn zodat er net niets blijft kleven.

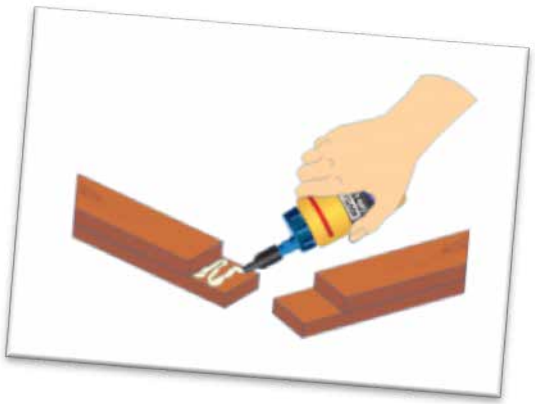
EEN STEVIGE VERBINDING

Een constructie bestaat altijd uit verschillende onderdelen. Die onderdelen bevestig je aan elkaar. De techniek om onderdelen aan elkaar te verbinden heet verbindingstechnieken. Er zijn twee soorten verbindingstechnieken: een vaste verbinding en een losse verbinding.

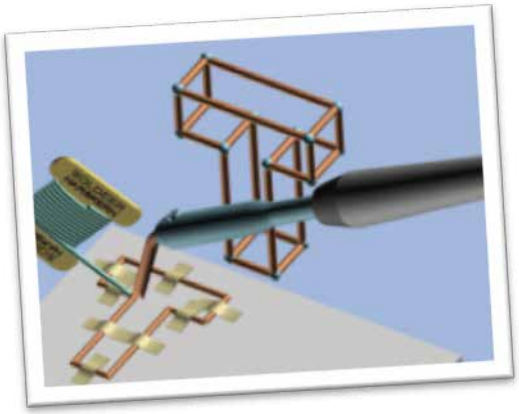
Vaste verbindingen

Het doel van deze verbindingen is om vast te blijven zitten en nooit meer los te moeten. Deze verbindingen kun je niet meer los maken zonder de onderdelen te beschadigen.

Voorbeelden
- Lijmverbinding (twee papieren aan elkaar lijmen)
- Metselen (bakstenen op elkaar metselen)
- Soldeerverbinding (elektronische componenten in een toestel)
- Lasverbinding (het frame van een fiets)
- Stikverbinding (kleding)
- Nietjes
- Spijkers









Losse verbindingen

Het doel van deze verbindingen is om ze na een bepaalde tijd weer van elkaar te halen of los te maken. De verbindingen zijn zo gemaakt dat dit op een vlotte manier kan zonder de onderdelen te beschadigen.

Voorbeelden
- Bout- en moerverbinding
- Veters in je schoenen
- Lego-onderdelen op elkaar stapelen
- Stopcontact en stekker
- Ritssluiting
- Touw (vb.: sjorren)
- Magnetische verbinding
- Splitpennen









SAMENVATTING

Bij het bouwen van een constructie moet je rekening houden met veel factoren. Je hebt geleerd dat er veel mogelijkheden zijn om een constructie te bouwen. Voor je begint aan een constructie is het belangrijk om te weten aan welke krachten de constructie moet kunnen weerstaan. Er zijn de natuurlijke factoren zoals de wind, zon, … Je moet ook met de menselijke factoren rekening houden zoals hoeveel mensen op een brug kunnen staan of een gebouw kan dragen.

De bouwvorm is een heel belangrijke factor waarmee je rekening moet houden. Je hebt geleerd dat er een groot verschil is tussen een driehoekige of een vierkantige constructie. Je kunt niet zomaar een constructie bouwen zonder rekening te houden met deze vormen.

Ook de keuze van het materiaal is een belangrijke factor. Afhankelijk waarvoor een constructie moet dienen, zal je een juiste keuze moeten maken. Denk maar aan een brug van glas of een brug van beton.

Als laatste leerde je de verbindingstechnieken. Deze kunnen vast of los zijn.

Met deze factoren in het achterhoofd kun je aan de slag in Smart City 2050!



UITDAGING: DE JUISTE CONSTRUCTIE BEDENKEN

Nadat je een aantal principes hebt ontdekt die met constructies te maken hebben, kun je nu zelf aan de slag om je eigen constructie te realiseren.



Een drukke dag in New York
je merkt dat het noodzakelijk is om tegen 2050 een oplossing te bedenken voor de grote hoeveelheid mensen die wonen in de stad. Dat is de missie van het project!

Probleemstelling

Zoals reeds aangehaald zullen in 2050 de bouwplaatsen in de steden zeer schaars zijn. Omdat de bevolking in de steden steeds blijft aangroeien, is het belangrijk om op een zo klein mogelijke oppervlakte zoveel mogelijk mensen te huisvesten. Jouw uitdaging is om een constructie te maken die een oplossing biedt voor dit probleem.

Om een leuk project te realiseren kies je ervoor om een constructie te maken waarbij je mensen in een hoge toren laat wonen. De bouwvoorschriften van Smart City 2050 zijn:

- de bouwoppervlakte bedraagt 30 cm x 30 cm
- de constructie moet een minimumhoogte van 60 cm hebben en op deze hoogte “bewoonbaar” zijn
- de constructie moet een minimumgewicht van 1 kilogram kunnen dragen;
  dit gewicht verdeel je over de volledige constructie
- de constructie moet bestand zijn tegen windstoten;
  dit test je met een ventilator op een afstand van 30 cm
- de constructie moet bestand zijn tegen aardschokken;
  dit test je met de aardbevingssimulator
- de constructie moet aan 1 zijde (windzijde) volledig dicht zijn (door bijvoorbeeld papier of plastic folie)
- je moet minstens 40 appartementen voorzien
  ter info: de oppervlakte van een vierkant van 4 latjes komt overeen met 8 appartementen
- je mag niet meer dan 100 latjes gebruiken.

Onderzoeken

De 10 grootste wereldsteden in 2050!

Voorspellingen geven aan dat onderstaande steden de 10 grootste zullen zijn in 2050.

Mumbai	42,4 miljoen mensen	Lagos	32,6 miljoen mensen
Delhi	36,2 miljoen mensen	Tokyo	32,6 miljoen mensen
Dhaka	35,2 miljoen mensen	Karachi	31,7 miljoen mensen
Kinshasa	35 miljoen mensen	New York	24,8 miljoen mensen
Kolkata	33 miljoen mensen	Mexico City	24,3 miljoen mensen

Bombay (Mumbai) is de grootste stad van India en de hoofdstad van de deelstaat Maharashtra. Om je een idee te geven hoe druk dit wel is, bereken je hoeveel m² dit per persoon is.



Als je weet dat Mumbai een overvlakte heeft van 603,4 km², over hoeveel m² kan dan elke persoon in deze stad beschikken?

603 400 000 m²/42 400 000 = 14,23 m²/persoon

Vergelijk dit met de stad Hasselt. Over hoeveel m² kan elke inwoner in Hasselt beschikken als je weet dat Hasselt een oppervlakte heeft van 102,24 km² en er ongeveer 77 ooomensen wonen?

102 240 000 m²/77 000 = 1 327 m²/persoon

Wat kun je hieruit besluiten?

De beschikbare oppervlakte in Hasselt is groter waardoor het in Hasselt aangenamer wonen is dan in Mumbai.

Ontwerpen

Het ontwerpen van een constructie is niet gemakkelijk. Daarom is het beter om in teams te brainstormen over een goede constructie. Met de inbreng van verschillende ideeën kom je tot een goede oplossing.

Je mag onderstaande materialen gebruiken en deze eventueel aanvullen met eigen recuperatiemateriaal.



Houten spatels
100 stuks zonder gaatjes



Bevestigingshoeken
32 stuks



Bouten en moeren
10 st. Bout M4/10 st. Moer M4



Splitpennen
100 stuks



Touw
2 m



Plakband
50 cm

Groepsleden

Denk in groep na.
Welke vorm krijgt de constructie?

Maak een schets van deze constructie.

Waarom heb je voor deze constructie gekozen?

Welke verbindingstechnieken ga je gebruiken?

Leg uit waarom je kiest voor deze methode.

Realiseren

Je kunt nu eindelijk aan de slag met bouwen. Om de constructie te bouwen, maak je gebruik van de materialen die je van de leerkracht krijgt (volgens de lijst). Je mag eventueel aanvullen met eigen recuperatiemateriaal dat je zelf verzamelt. Houd rekening met de bouwvoorschriften!

Veel succes!



In gebruik name

Maak een foto van je constructie, druk deze af en kleef deze hieronder.

Evalueren

Na het bouwen van de constructie moet je de constructie testen. Deze moet voldoen aan enkele criteria. Het is belangrijk dat de constructie slaagt voor alle tests. Om de tests uit te voeren ga je als volgt te werk.

Test	Uitvoering
Draagkracht	Maak gebruik van bijvoorbeeld een pakje spaghetti. Je mag het gewicht eventueel verdelen over de constructie.
Windkracht	Om de sterkte tegen windkracht te meten gebruik je een ventilator. Je plaatst deze op een hoogte van 50 cm en op een afstand van 30 cm van de constructie. Door deze ventilator in verschillende standen te zetten creëer je verschillende windsnelheden.
Aardbeving	De sterkte tegen aardbevingen test je met de aardbevingssimulator. Door de armen van de aardbevingssimulator verder uit elkaar te plaatsen in de plaat creëer je verschillende aardbevingsniveaus.





Niveau 1



Niveau 2



Niveau 3

Voer de verschillende testen uit.

Criterium	Voorspelling		Controle		Norm gehaald
Constructie binnen de afmetingen	○ ok	○ niet ok	○ ok	○ niet ok	○
Bewoonbaar tot (hoogte):		cm		cm	○
Aantal gebruikte latjes:					○
Dicht aan windzijde	○ ok	○ niet ok	○ ok	○ niet ok	○
Aantal appartementen					○
Draagkracht		kg		kg	○
Windkrachtniveau					○
Aardbevingsniveau					○

Wat is er goed aan je constructie?

Wat is er minder goed aan je constructie?

Wat kun je verbeteren om je constructie nog steviger te maken?

Extra: Kostprijs van je constructie

Naast de functie, de vereiste stevigheid en de tijd om de constructie op te bouwen, is de kostprijs een belangrijk criterium om rekening mee te houden. Zeker wanneer verschillende constructies ongeveer dezelfde eigenschappen hebben, is het belangrijk om een lage kostprijs te hebben.

Maak hiervoor een kostprijsberekening. Maak deze in Excel!

Onderdeel	Aantal	Prijs	Totaal
Houten spatels 150 x 18	..... Stuk	€ 2,25/100 st.	.....
Bevestigingshoeken	..... Stuk	€ 4,1/20 st.	.....
Splitpennen ronde kop 17 mm	..... Stuk	€ 2/100 st.	.....
Bout cilinderkop M4 x 10 mm	..... Stuk	€ 1,95/100 st.	.....
Moeren M4	..... Stuk	€ 1,5/100 st.	.....
Elastiekjes	..... Stuk	€ 1,5/200 st.	.....
Touw diameter 2 mm	..... cm	€ 3,05/80 m	.....
Plakband	..... cm		.....
TOTAALPRIJS CONSTRUCTIE			€ .....

Constructies vergelijken

Verzamel alle gegevens van de constructies van de andere groepjes.

	Constructie 1	Constructie 2	Constructie 3	Constructie 4
Naam				
Aantal verbindingen				
Hoogte (in cm)				
Kostprijs				
Aantal wooneenheden				
Bereikt windkrachtniveau				
Bereikt aardbevingsniveau				

	Constructie 1	Constructie 2	Constructie 3	Constructie 4
Naam				
Aantal verbindingen				
Hoogte (in cm)				
Kostprijs				
Aantal wooneenheden				
Bereikt windkrachtniveau				
Bereikt aardbevingsniveau				

Door de constructies te vergelijken op basis van verschillende criteria, krijg je interessante informatie.

Wat denk jij van de volgende stellingen?

	JA	NEE
Een constructie die bestand is tegen windkracht is ook steeds bestand tegen aardbevingen.	○	○
Een lage constructie is steeds goedkoper dan een hoge constructie.	○	○
Om een constructie stevig te maken moet de constructie duur zijn.	○	○
De constructie met de meeste wooneenheden is steeds de hoogste constructie.	○	○

ZELFEVALUATIE

BRONNEN

www.cgarchitect.com/2017/05/future-city-2050

www.demorgen.be/buitenland/twee-derde-van-wereldbevolking-zal-tegen-2050-in-de-stad-wonen-b7decfd1/

www.businessinsider.nl/19-fotos-die-laten-zien-hoe-het-om-de-drukste-steden-ter-wereld-te-leven/

cityobservatory.org/visions-of-a-future-city-part-i/

ourworldindata.org/world-population-growth

www.groupon.ae/deals/at-the-top-burj-khalifa-16

www.911metallurgist.com/blog/15-largest-mines-on-earth

www.ecowerf.be/nl/getpage.asp?i=23

spellengebruikpav.webnode.nl/nieuws/educatief/

fys.kuleuven.be/slonwf/lesmateriaal-1/setoc/setoc-fysica-def.pdf

www.knau.org/post/grand-canyon-west-passes-1-million-mark-annual-visitors

www.canyontours.com/blog/8-questions-grand-canyon-skywalk/

mvelmurugan.wordpress.com/2016/04/10/types-of-bridges/

www.tes.com/lessons/FuSyXWdv2fHGNw/electromagnets-in-the-real-world

www.pinterest.com/allaboutcondos/modern-high-rises/

www.fulcrumconsult.com/
stock-footage-new-york-city-april-crowd-of-people-walking-on-street-sidewalk-k-e14186822102 42/

www.independent.co.uk/travel/
worlds-biggest-cities-mexico-city-new-york-karachi-tokyo-lagos-kolkata-kinshasa-dhaka-delhi-a8158426.html

www.sintef.no/en/projects/siba-safety-management-in-building-and-constructio/

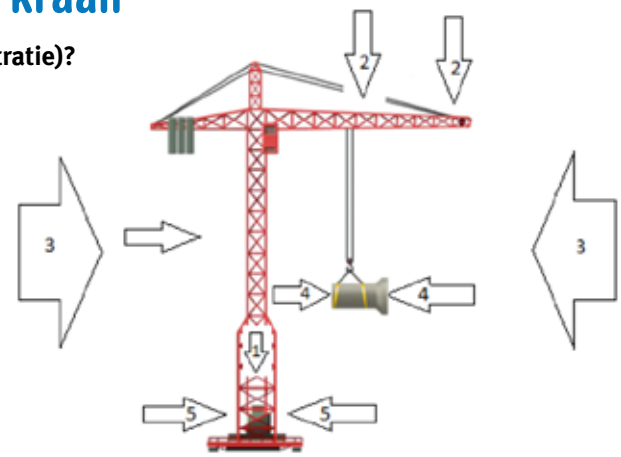
www.plantyn.com/web/nl/secundair-onderwijs/techniek/techniek-explora

DIFFERENTIËREN

Krachten op voorwerpen

Krachten die inwerken op een kraan

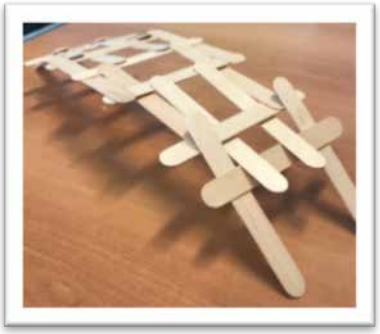
Welke krachten werken er in op torenkraan (zie illustratie)?
Geef ook telkens aan
of het een statische of dynamische kracht is.

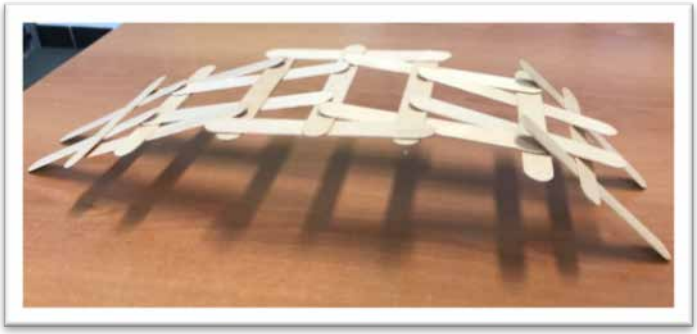


Zwaartekracht op de kraan	● Drukkracht ○ Trekkracht ○ Buigkracht ○ Torsiekracht	● Statische kracht ○ Dynamische kracht
Kracht die de last uitoefent op de arm	○ Drukkracht ● Trekkracht ○ Buigkracht ○ Torsiekracht	○ Statische kracht ● Dynamische kracht
Kracht van de wind die tegen de kraan blaast	○ Drukkracht ○ Trekkracht ● Buigkracht ○ Torsiekracht	○ Statische kracht ● Dynamische kracht
Kracht van de wind die tegen de last blaast	○ Drukkracht ○ Trekkracht ● Buigkracht ○ Torsiekracht	○ Statische kracht ● Dynamische kracht
Kracht van de motor om de kraan te laten ronddraaien rond zijn as	○ Drukkracht ○ Trekkracht ○ Buigkracht ● Torsiekracht	○ Statische kracht ● Dynamische kracht

Bouw een brug

Kun jij een brug bouwen zonder vaste verbindingen? Probeer onderstaande brug na te bouwen.





Colofon

DE DEPUTATIE VAN DE PROVINCIERAAD VAN LIMBURG
Herman Reynders, gouverneur-voorzitter
Inge Moors, Bert Lambrechts, Igor Philtjens,
Tom Vandeput, gedeputeerden
en Liliane Vansummeren, provinciegriffier wnd.

HET PROJECT ONTDEK TECHNIEKTALENT is een initiatief van het Provinciaal Flankerend Onderwijsbeleid Limburg. Smart City 2050 is een uniek techniekproject op maat van de eerste graad secundair onderwijs en is gebaseerd op de eindtermen STEM en Technologische competentie. Leerlingen worden uitgedaagd om de stad van de toekomst verder uit te bouwen en te beheren via informatietechnologie en het “Internet of Things”.
Andere uitgaves binnen dit techniekproject:
Thema Transport = smart mobility
Thema Energie = smart energy
Thema Constructie = smart building
Thema ICT = smart digital communication
Thema Biotechniek = smart food chain

VORMGEVING Hilde Winters - Grafische Producties,
Informatie en Communicatie - provincie Limburg
ILLUSTRATIE Michel Knapen - Tricolor Hasselt
VERANTWOORDELIJKE UITGEVER Hilde Cuppens -
directeur Onderwijs, Universiteitslaan 1, 3500 Hasselt

D/2019/5.857/10



provincie Limburg
limburg.be

Een initiatief van de
provincie Limburg
Universiteitslaan 1, 3500 Hasselt

lsm
limburg sterk merk
stichting openbaar nut