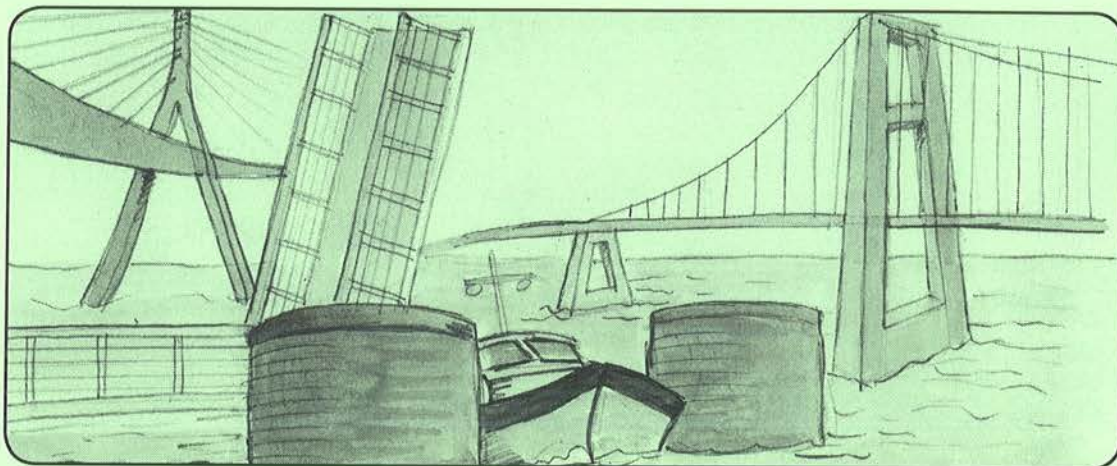


## Bruggen bouwen



### DIFFERENTIATIE 3<sup>e</sup> LEERJAAR / GROEP 5

3 - 31

1. Soorten bruggen	3
2. De onderdelen van een brug	6
3. De functie of bestemming van een brug	9
4. Hindernissen overbruggen	10
5. De taalbrug	13
6. Spreekwoorden, gezegden en zegswijzen met bruggen	16
7. Naamwoorden	18
8. Optellen en aftrekken met brug	20
9. Evenwijdige bruggen	22
10. De tijd overbruggen	25
11. Ezelsbruggetjes allerlei	28

### DIFFERENTIATIE 4<sup>e</sup> LEERJAAR / GROEP 6

32 - 61

12. Bruggen vroeger en nu	32
13. Draagkracht van een brug	36
14. Materialen brug	38
15. Spreekwoorden, gezegden, zegswijzen	40
16. Stoffelijke bijvoeglijke naamwoorden	42
17. Ezelsbruggetje	44

18. Gedicht	47
19. Optellen en aftrekken met brug	50
20. Loodrechten	52
21. Tabellen, diagrammen en schaal	55
22. Ezelsbruggetje schrikkeljaren	60
23. Ezelsbruggetje wereldoriëntatie	62

**KANGOEROE 3<sup>e</sup>- 4<sup>e</sup> LEERJAAR / GROEP 5-6** 63 - 118

24. De Romeinen bouwen een brug	63
25. De Romeinen bouwen een aquaduct	67
26. Mobiele bruggen naar wijze van openen of dichtgaan	75
27. Spiegelingen	98
28. Kijklijnen	105
29. Betalen met eurobiljetten	106
30. Hangbruggen met belasting op trek	109
31. Boogbruggen met balasting op druk / duw	111
32. Ligger- of balkbruggen met belasting op buiging	114
33. Patronen in vakwerkbruggen	116

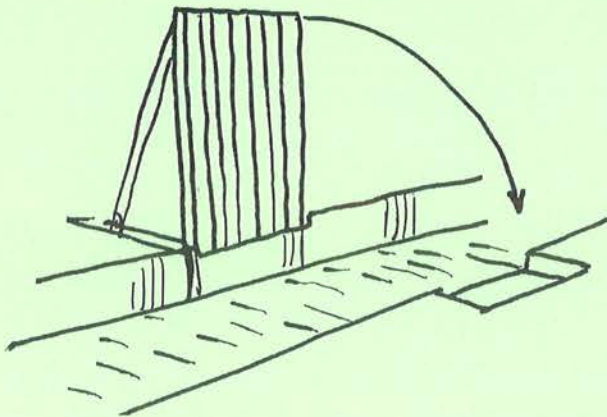
BRUGGEN BOUWEN: DIFFERENTIATIE 3<sup>e</sup> LEERJAAR / GROEP 5

## 1. SOORTEN BRUGGEN

In dit thema word je ondergedompeld in de boeiende technologische wereld van bruggen. Nieuwe ontdekkingen en uitvindingen worden weerspiegeld in de bouw van bruggen.

Een brug is een vaste, beweegbare of soms drijvende verbinding voor het verkeer tussen twee van elkaar gescheiden overkanten, veelal oevers, maar ook bergpassen en hellingen. Daarbij steekt het verkeer ongelijkvloers overbrugbare hindernissen over: autoweg, spoorweg, rivier, baai, kanaal, vaart, kloof, ravijn, vallei, dal, stad, landschap...

Deze obstakels zijn van natuurlijke of van kunstmatige aard. Zo is een viaduct een brug over een andere weg of over een spoorlijn. Ken je een fly-over?

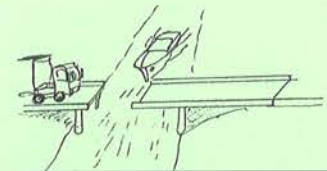
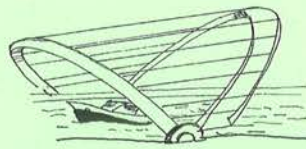


**Vaste bruggen**, veelal op grote hoogte, worden gebruikt om regelmatig verkeer, vooral over water, door te laten. **Mobiele bruggen** of bruggen met een (gedeeltelijk) beweegbaar brugdek zijn nodig om occasioneel naderende schepen door te laten. Bruggen kunnen ingedeeld worden naar de wijze van openen of dichtgaan. Sommige bruggen **roteren** of draaien om hun as zoals een kantelbrug, een valbrug, een ophaalbrug, een draaibrug en een basculebrug. Andere bruggen **verschuiven** heen en weer, van links naar rechts zoals de rolbrug of van onder naar boven zoals de hefbrug. Er bestaan ook **drijvende of vlottende bruggen** zoals noodbruggen en tijdelijke bruggen, bijvoorbeeld een pontonbrug, een viaduct en een baileybrug.



- a. Zet de juiste woorden bij de passende brug.  
Soms moet je tweemaal hetzelfde woord invullen.

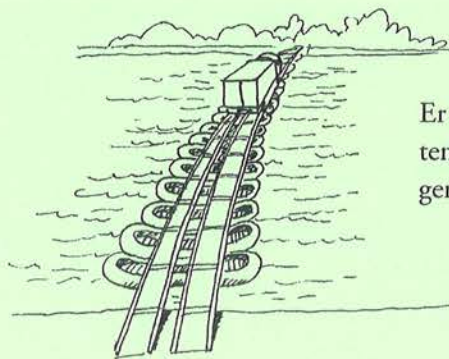
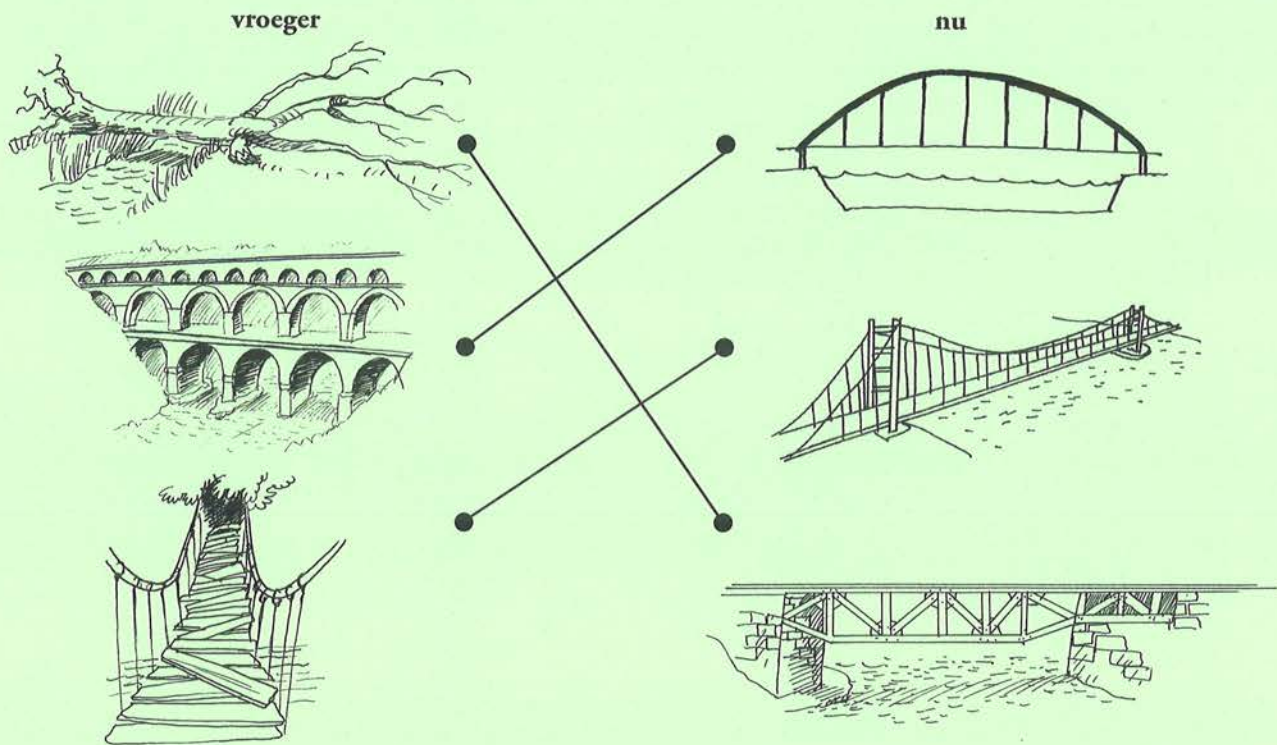
regelmatig schepen – occasioneel schepen – beweegbaar brugdek – vast brugdek – draaien om hun as – basculebrug – verschuiven van links naar rechts – viaduct – fly-over – draaien, noch schuiven – verschuiven van onder naar boven – Romeinse boogbrug – draaibrug – ophaalbrug – rolbrug – hefbrug – hangbrug – boomstam – kantelbrug – valbrug



Vaste brug	Draaiende brug	Verschuivende brug
vast brugdek	beweegbaar brugdek	beweegbaar brugdek
regelmatig schepen doorlaten	occasioneel schepen doorlaten	occasioneel schepen doorlaten
draaien, noch schuiven	draaien om hun as	verschuiven van links naar rechts
boomstam	kantelbrug	
hangbrug	valbrug	verschuiven van onder naar boven
Romeinse boogbrug	ophaalbrug	
viaduct	draaibrug	rolbrug
fly-over	basculebrug	hefbrug

We onderscheiden drie basismodellen van bruggen: de als **liggerbrug** gebruikte boomstam, de ‘klassieke’ **boogbrug** van de Romeinen en de **hangbruggen** over diepe ravijnen of brede rivieren. In een hedendaags kledje gestoken, herkennen we deze brugtypen in een basculebrug, een boogbrug met trekband en een tuibrug of kabelbrug. Op die manier komen achtereenvolgens drukkrachten, buigingskrachten en trekkrachten aan bod. De tuibrug is een hangbrugtype. Het rijdek is daarbij opgehangen aan dikke kabels, de tuien. De kabels zijn rechtstreeks bevestigd aan de pylonen. In de tuien is sprake van trekkracht, in de pylonen is er drukkracht.

b. Welke bruggen horen samen? Verbind ze.



Er bestaan ook tijdelijke en verplaatsbare **noodbruggen**: veerpon-  
ten en pontonbruggen, ook schipbruggen genoemd. Pontonbrug-  
gen bouwen is een specialiteit van de genieafdeling van het leger.

Wanneer een land alleen maar bereikbaar is met  
een vliegtuig door het luchtruim, spreek je van een  
**luchtbrug**.



Een brug heeft ook een symbolische betekenis. Ze verkleint de  
kloof tussen volken en culturen. Ook de kloof tussen ouders en  
kinderen, tussen verschillende generaties moet worden over-  
brugd. **De brug overbrugt tijd en ruimte.**



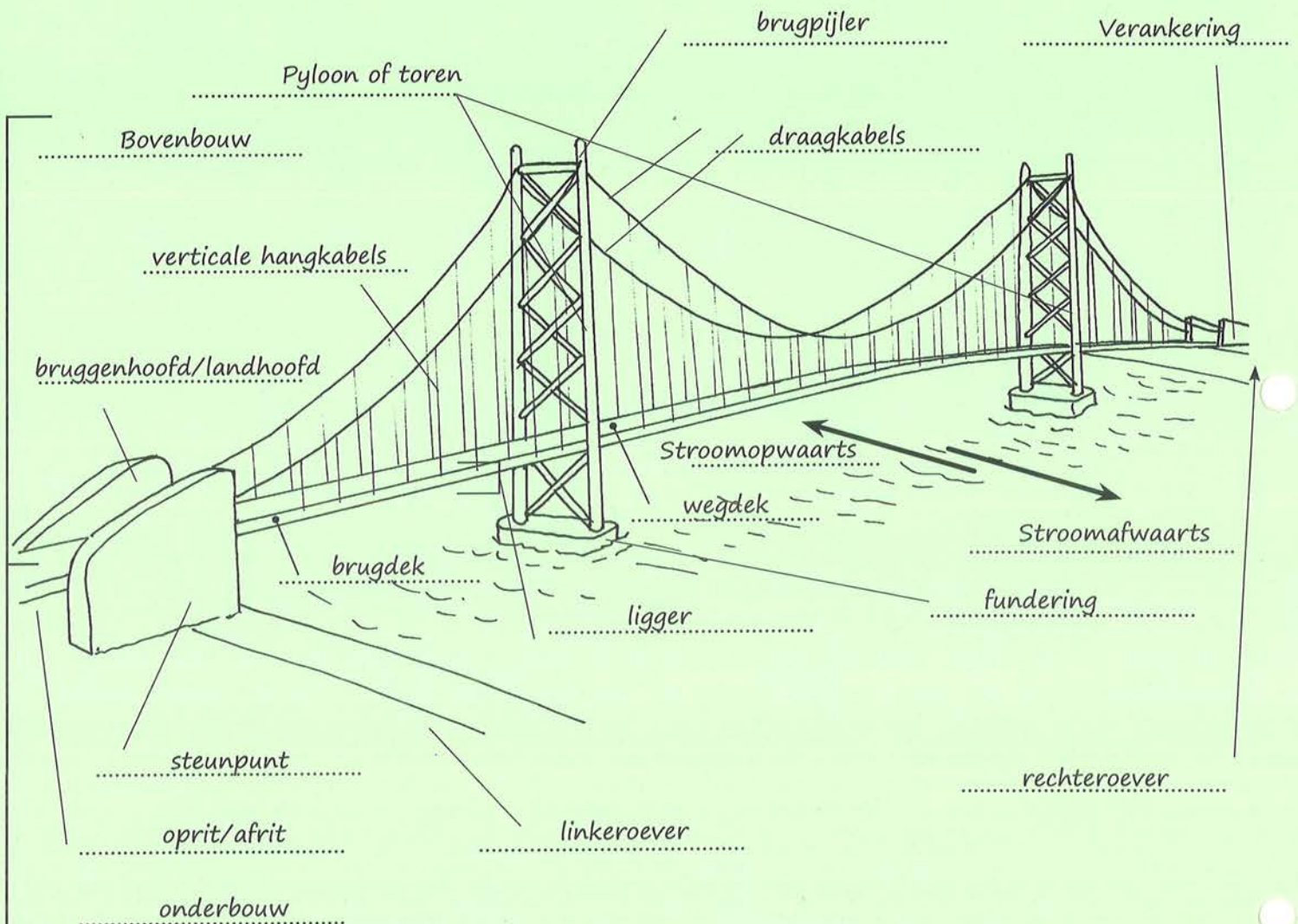
## 2. DE ONDERDELEN VAN EEN BRUG

Een brug is meestal een stevige constructie. Ze moet het verkeer veilig van de ene kant van een hindernis naar de andere kant brengen. De twee grote delen van een brug zijn de bovenbouw en de onderbouw. De **bovenbouw** bevat het brugdek voor het doorgaand verkeer. Het brugdek wordt soms gedragen door de kabels van de pylonen (torens) of tuien. De **onderbouw** bevat pijlers en funderingen. De krachten van de brug worden doorgegeven op de ondergrond.

De constructie van de brug wordt bepaald door de manier waarop de brug is gebouwd, hoe de brug weerstaat aan krachten die erop inwerken. Bij het bouwen van bruggen berekenen ingenieurs en architecten de krachtoverdracht en de belasting op de hoofddragconstructie.

a. Kijk naar de tekening. Kies uit en vul in.

onderbouw – bovenbouw – bruggenhoofd – landhoofd – oprit/ afrit – brugpijler – fundering –  
 pyloon of toren – draagkabels – verticale hangkabels – wegdek – ligger – brugdek – verankering –  
 steunpunt – stroomopwaarts – stroomafwaarts – linkeroever – rechteroever



b. Vul de ontbrekende woorden in. Kies uit.

bruggenhoofd – kettinglijnen – ondergrond – hangkabels – brugdek – funderingen –  
brugpijlers – verankerd – overspanning – draagkabel – onderbouw – pylonen

De hangbrug is vooral te vinden op plaatsen waar een grote overbrugging nodig is. Met deze techniek is het mogelijk om zelfs enkele kilometers te overspannen.

Een hangbrug bestaat langs weerszijden van de brug meestal uit twee torens of .....*pylonen*..... waartussen een dikke .....*draagkabel*..... gespannen is. De draagkabels lijken op evenwijdig lopende .....*kettinglijnen*..... zoals een halssnoer.

Ze zijn .....*verankerd*..... in de .....*funderingen*..... aan het begin en het einde van de brug. De fundering rust op de vaste .....*ondergrond*..... . Het .....

..*bruggenhoofd*..... of landhoofd, de buitenste ondersteuning van de brug, vormt de aansluiting van het brugdek met het wegdek van de op- en de afrit. Aan de draagkabels hangen op regelmatige afstand verticale .....*hangkabels*..... of hangers waaraan het brugdek vast zit.

Het .....*brugdek*..... is de bovenkant van de brug waarop het wegdek ligt.

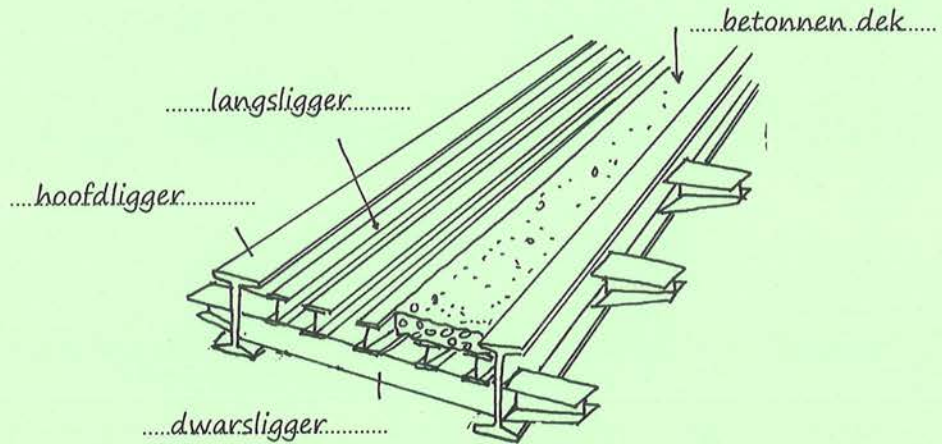
De pylonen steunen op .....*brugpijlers*..... waarvan de fundamenteën oordeelkundig gebouwd zijn tussen de te overbruggen afstand. Een .....*overspanning*..... is de afstand tussen de hoofdpijlers van de brug. Het wegdek met alles wat daarboven uitsteekt zoals de

pylonen en de kabels vormen de bovenbouw van de brug. Alles wat onder het wegdek ligt, behoort tot de .....*onderbouw*..... van de brug. De pijlers en de funderingen

brenge de krachten van de brug over op de ondergrond.

c. Kijk naar de tekening. Kies uit en vul in.

dwarsligger – betonnen dek – hoofdligger – langsligger



d. Kruis het juiste antwoord aan en motiveer je antwoord.

- De funderingen aan het begin en einde van de brug vangen de kracht horizontaal op.
- De funderingen aan het begin en einde van de brug vangen de kracht verticaal op.
- De funderingen aan het begin en einde van de brug vangen geen kracht van de brug op.



Motiveer je antwoord.

.....  
 .....

- De verticale kabels duwen de brug naar beneden waardoor enkel de pylonen het brugdek dragen.
- De verticale kabels oefenen een trekkracht uit op het brugdek waardoor de druk op de pylonen vermindert.
- De verticale kabels zijn uit veiligheidsoverwegingen op de brug geplaatst.



Motiveer je antwoord.

.....  
 .....





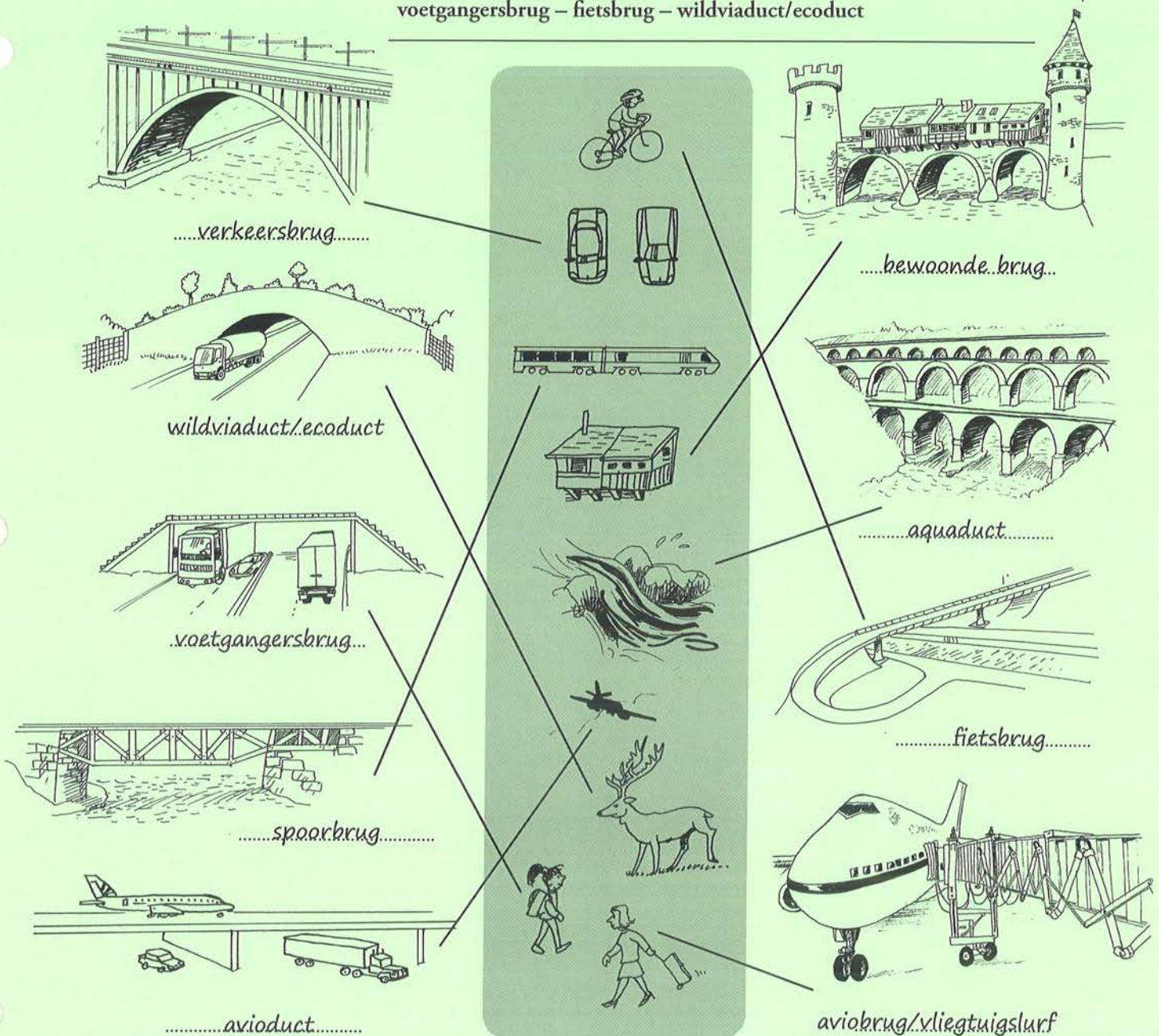
### 3. DE FUNCTIE OF BESTEMMING VAN EEN BRUG

Bij het bouwen van een brug wordt altijd rekening gehouden met de functie of de bestemming van de brug. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen een spoorwegbrug, een fietsbrug, een voetgangersbrug, een bewoonde brug, een wildviaduct... Er bestaan zelfs kanaalbruggen en aquaducten. Deze bruggen dragen kanalen of waterleidingen over een hindernis.

- Kies uit en vul in.
- Verbind de gebruiker met de juiste brug.
- Duid op het plan van je gemeente de bruggen in je buurt aan.



aquaduct – aviobrug/vliegtuigslurf – spoorbrug – verkeersbrug – bewoonde brug – avioduct – voetgangersbrug – fietsbrug – wildviaduct/ecoduct



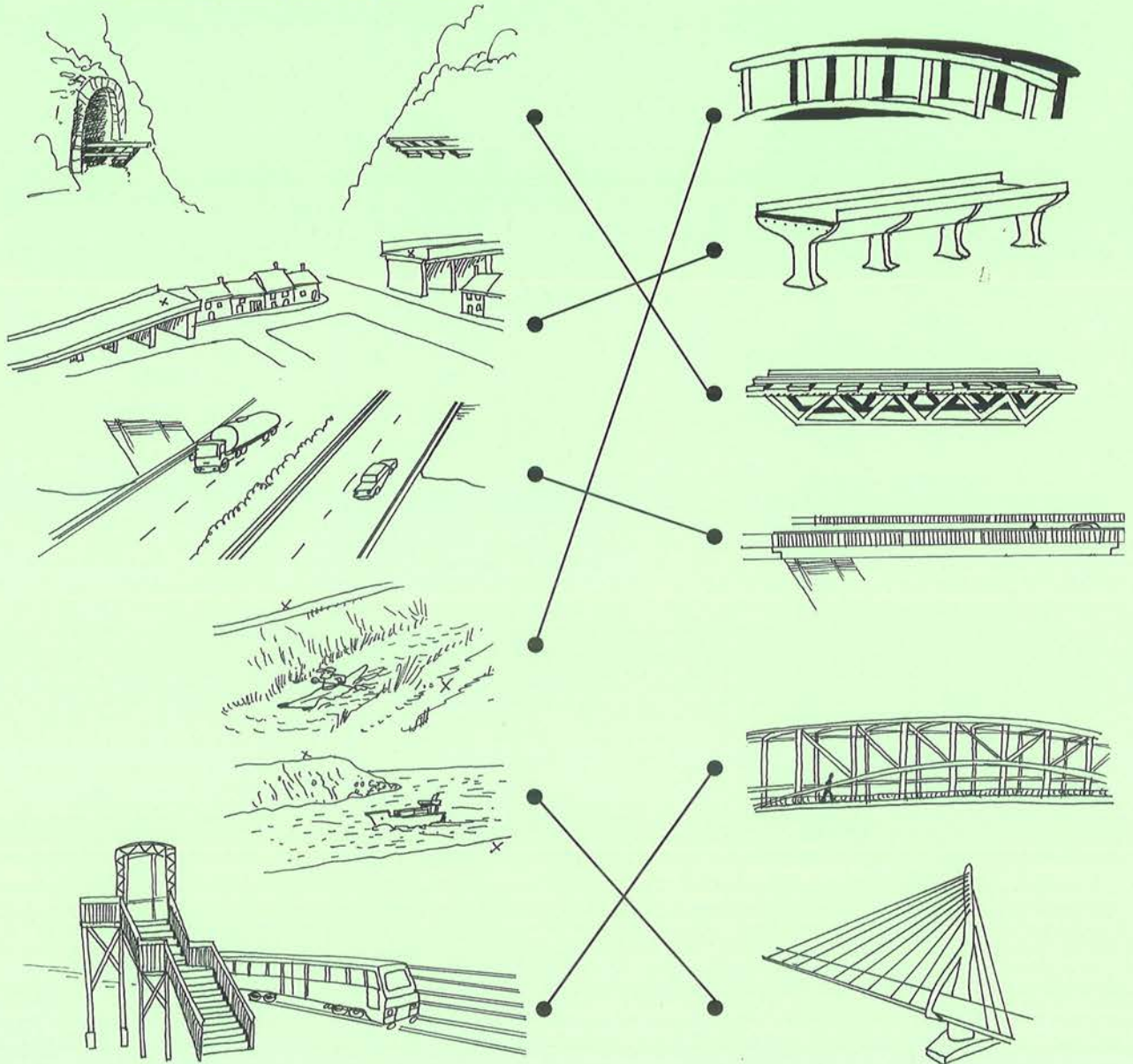


#### 4. HINDERNISSEN OVERBRUGGEN

- a. Een brug is een verbinding over natuurlijke en kunstmatig aangelegde hindernissen.  
Kies uit en vul in.

verkeersweg – ravijn – kanaal – rivier – spoorweg – dal	
Hindernissen	
Natuurlijk	Kunstmatig
rivier dal ravijn	kanaal verkeersweg spoorweg

- b. Verbind de brug met de juiste hindernis.



c. Lees de probleemstellingen en ga op zoek naar een gepaste oplossing.

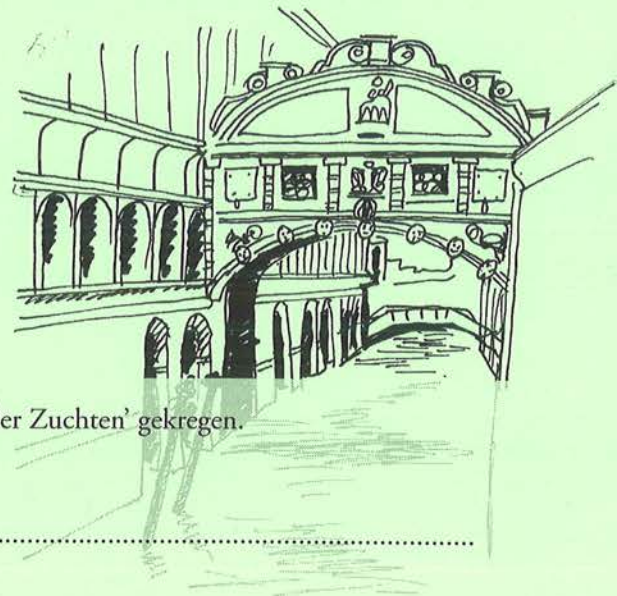
In Venetië, een Italiaanse stad waar de straten smalle waterwegen zijn, lag vroeger aan de ene kant van het kanaal het gerechtsgebouw en aan de andere kant de gevangenis. Volgens de lokale heersers was het niet veilig om veroordeelde gevangenen met een boot naar de gevangenis te brengen. Ze gingen op zoek naar een oplossing en bouwden een brug.

- Welke brug hebben de heersers volgens jou tussen de twee gebouwen gebouwd?

- Een voetgangersbrug
- Een verkeersbrug
- Een avioduct

- Welke hindernis wilden de heersers met de brug overbruggen?

- Een natuurlijke hindernis
- Een kunstmatige hindernis



Waarom heeft de brug volgens jou de naam 'De Brug der Zuchten' gekregen.  
Ga op zoek naar informatie.



.....

.....

.....

Bij het aanleggen van waterleidingen naar een dorp in de Alpen, een gebergte in Europa, worden de ingenieurs geconfronteerd met diepe dalen en hoge toppen. Ze moeten op zoek gaan naar een manier waarop ze het water van de ene berg naar de andere krijgen.

- Welke brug kunnen de ingenieurs volgens jou het best tussen de bergen bouwen?

- Een kanaalbrug
- Een aquaduct
- Een aviobrug

- Welke hindernis moeten de ingenieurs overbruggen?

- Een natuurlijke hindernis
- Een kunstmatige hindernis

Antwerpen heeft een mobiliteitsprobleem. Mensen die er langs moeten staan vaak uren in de file. De Vlaamse regering is op zoek naar een oplossing voor dit probleem en denkt eraan om een brug te bouwen over de stad.

Welke brug zou de regering volgens jou het best laten bouwen?

- Een voetgangersbrug
- Een verkeersbrug
- Een spoorbrug

Welke hindernis moet de brug overbruggen?

- Een natuurlijke hindernis
- Een kunstmatige hindernis



## 5. DE TAALBRUG

Onze taal kent veel bruggen met verschillende betekenissen. En toch, hebben ze allemaal met overbrugging te maken. Een woord kan verschillende betekenissen hebben. De betekenis kun je afleiden via een illustratie, een synoniem of antoniem (= tegengestelde), een woordanalyse, een omschrijving, uit de betekenis van de zin, door verder of terug te lezen. Je kunt de betekenis ook opzoeken in een woordenboek.

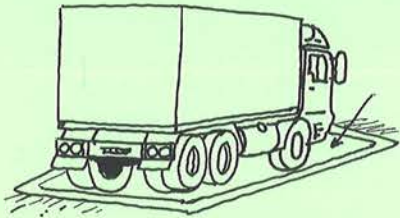
### Een voorbeeld

Een pijler ondersteunt een deel van een gebouw of brug. Synoniemen van pijler zijn drager, pilaar, steunpilaar, steunpunt, kolom, fundament, stut, zuil, schoorzuil...

Het antoniem of tegengestelde van linkeroever is rechteroever.

a. In welke context wordt het woord 'brug' in de tekeningen gebruikt? Kies uit en vul in.

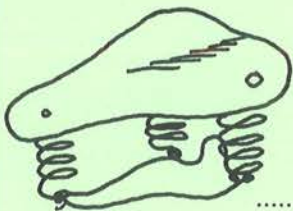
kunstmatige brug – natuurlijke brug – brilmiddenstuk – neusbrug – gitaarbrug – elektrische verbinding – gebitsbrug – turnbrug – brug-lichaamshouding – liftbrug van een auto – brug van een schip – zadelbrug – brug van een bascule – weegbrug voor vrachtwagens – bypass verstoppte kransslagader van het hart - open brug van een verrekijker



...weegbrug voor vrachtwagens...



.....natuurlijke brug.....



.....zadelbrug.....



.....neusbrug.....



.....kunstmatige brug.....



.....gebitsbrug.....



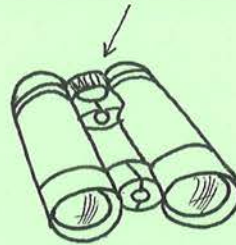
.....bypass.verstopte.kransslagader.....  
.....van.het.hart.....



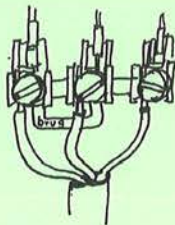
.....brilmiddenstuk.....



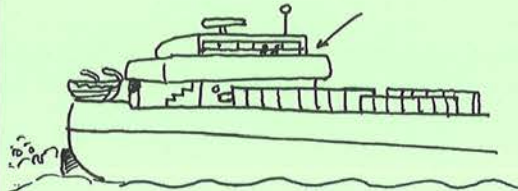
.....Brug.lichaamshouding.....



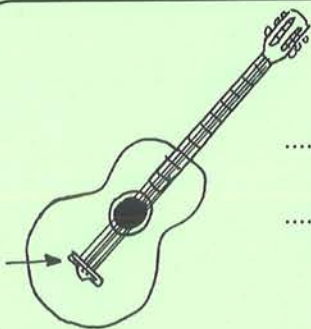
.....open.brug.van.een.verrekijker.....



.....elektrische.verbinding.....



.....brug.van.een.schip.....

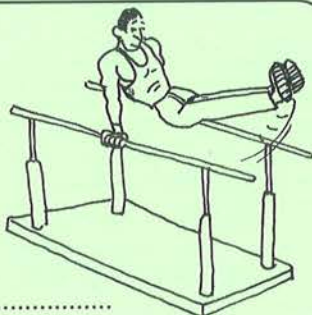


.....gitaar.....  
.....brug.....

..brug.van.....  
..een.bascule..



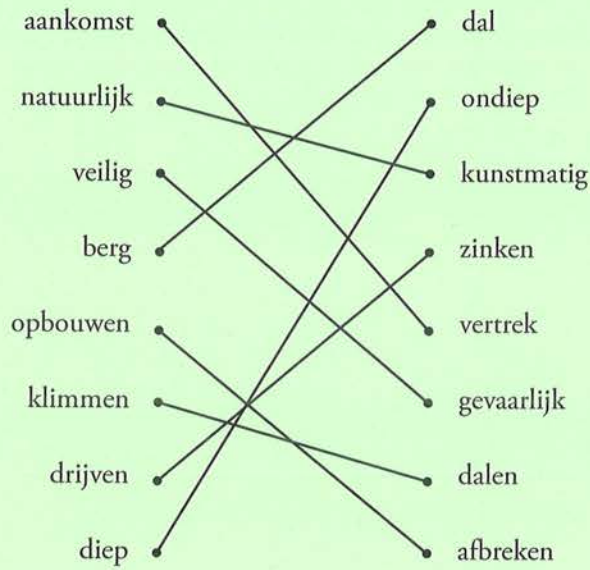
..turnbrug...



..liftbrug.van.....  
..een.auto.....



b. Welke tegengestelde of antoniemen horen samen?



c. Ga op zoek naar een synoniem en gebruik het woord in een zin.

beschermd

*veilig*

.....

constructie

*bouw*

.....

waterkant

*oever*

.....

obstakel

*hindernis*

.....

grondvesten

*fundament of fundering*

.....



## 6. SPREEKWOORDEN, GEZEGDEN EN ZEGSWIJZEN MET BRUGGEN

- a. Welke spreekwoorden zijn hier voorgesteld?  
De woorden staan in de juiste volgorde, maar de letters niet.
- b. Wat is de betekenis van de spreekwoorden? Kies uit.
- Hij betaalt zijn schulden, hij vergeeft iemand.
  - Hij staat een andere persoon bij.
  - Hij legt een contact, een band tussen allerlei soorten mensen.
  - Hij heeft de zaak helpen oplossen.
  - Hij is een bemiddelaar, een contactpersoon, een verzoener.
  - Hij moet niet te vroeg juichen.
  - Hij waagt zich aan een gevaarlijke onderneming.
  - Hij heeft zich in een gevaarlijke situatie bevonden.
  - Hij gebruikt een hulpmiddel om iets te onthouden.
  - Hij mikt te hoog. Hij legt de lat te hoog.
  - Hij geeft kritiek in plaats van het zelf te doen.
  - Hij komt niet meer overeen; hij heeft de band verbroken.
  - Hij kan omgaan met mensen die anders zijn.
  - Hij spreekt, praat zeer lang om anderen te overtuigen.

...Hij helpt iemand over de brug:.....

jih tpleh dnamei revo ed gurb



Hij betaalt zijn schulden, hij .....

vergeeft iemand. ....

.....Hij heeft de brug gelegd.....

jih tfeeh ed gurb dgeleg



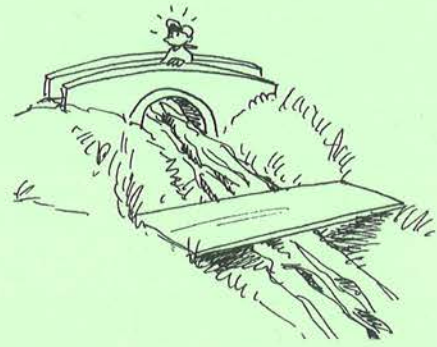
.....Hij staat een andere persoon bij:.....

.....



Hij gaat een brug te ver.

jih taag nee gurb et rev



Hij mikt te hoog. Hij legt de lat te hoog.

Hij loopt over een glazen bruggetje.

jih tpool revo nee nezalg ejteggurb



Hij heeft de bruggen opgeblazen.

jih tfeeh ed neggurb nezalbegpo



Hij waagt zich aan een gevaar-  
lijke onderneming.

Hij komt niet meer overeen; hij  
heeft de band verbroken.

Hij is een bruggenbouwer.

jih si nee rewuobneggurb



Hij legt een contact, een band tussen allerlei soorten mensen.



## 7. NAAMWOORDEN

### Een zelfstandig naamwoord

- benoemt een persoon, een dier, een plant of een zaak;
- heeft meestal een meervoudsvorm en een verkleinvorm;
- wordt meestal voorafgegaan door het lidwoord *de* of *het*. Daarom wordt een zelfstandig naamwoord een *de*-woord of een *het*-woord genoemd. Dat herken je alleen maar in het enkelvoud en zonder verkleinvorm.
- Het zelfstandig naamwoord is heel belangrijk in een zin. Als je het weglaat, verandert de betekenis van de zin.

a. Onderstreep de zelfstandige naamwoorden in de zinnen.

Een brug is een vaste of beweegbare verbinding tussen twee punten die gescheiden zijn door een rivier, een kloof, een dal, een weg of een andere hindernis. Een brug kan ontworpen zijn om een spoorweg, een rijbaan, een kanaal of een waterleiding te dragen. Sommige bruggen hebben een beweegbaar brugdek.

b. Vul de tabel aan. Schrijf voor elk zelfstandig naamwoord het lidwoord *de* of *het*.

c. Onderstreep het lidwoord 'de' of 'het' in de eerste kolom van het enkelvoud.

Enkelvoud	Verkleinwoord	Meervoud
<u>de</u> brug	het bruggetje	de bruggen
<u>de</u> weg	het weggetje	de wegen
<u>de</u> rivier	het riviertje	de rivieren
<u>de</u> verbinding	het verbindinkje	de verbindingen
<u>de</u> waterleiding	het waterleidinkje	de waterleidingen
<u>het</u> verkeer		
<u>het</u> punt	het puntje	de punten
<u>de</u> kloof	het kloofje	de kloven
<u>het</u> dal	het dalletje	de dalen
<u>de</u> hindernis	het hindernisje	de hindernissen

<u>de</u> spoorweg	het spoorweggetje	de spoorwegen
<u>de</u> rijbaan	het rijbaantje	de rijbanen
<u>het</u> kanaal	het kanaaltje	de kanalen
<u>het</u> brugdek	het brugdekje	de brugdekken

### Een bijvoeglijk naamwoord

- zegt meestal hoe het zelfstandig naamwoord is
- staat meestal voor het zelfstandig naamwoord
- kan van vorm veranderen (+ -e, -en of -er) aangepast aan het zelfstandig naamwoord
- kan in een zin worden weggelaten, vervangen of bijgevoegd
- De betekenis van de zin wordt er niet door gewijzigd of onbegrijpelijk. Toch geeft een bijvoeglijk naamwoord kleur aan een zin.

d. Omcirkel de zelfstandige naamwoorden in de zinnen.

e. Onderstreep de bijvoeglijke naamwoorden en trek een pijltje naar het zelfstandig naamwoord waar ze bijhoren.

Doe het zo: In ons kleine (dorp) staat een oude (brug).

De Tacoma Narrows Bridge is een hangende (brug) in (Amerika).

Op dat (moment) was het de op twee na langste (brug) van de (wereld).

Op 7 (november) 1940 om 11 (uur) is deze lange (brug) ingestort door (trillingen) veroorzaakt door een sterke wind.

Deze mooie (brug) was nog maar 4 (maanden) opengesteld voor het drukke (verkeer).



## 8. OPTELLEN EN AFTREKKEN MET BRUG

$$690 + 50 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 700 & \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline \phantom{0} & + & \phantom{0} \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 690 & + & 10 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 40 & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 740 & \\ \hline \end{array}$$

$$580 + 90 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 600 & \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline \phantom{0} & + & \phantom{0} \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 580 & + & 20 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 70 & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 670 & \\ \hline \end{array}$$

$$498 + 7 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 500 & \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline \phantom{0} & + & \phantom{0} \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 498 & + & 2 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 5 & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 505 & \\ \hline \end{array}$$

$$399 + 3 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 400 & \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline \phantom{0} & + & \phantom{0} \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 399 & + & 1 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 2 & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 402 & \\ \hline \end{array}$$

$$900 + 200 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1000 & \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline \phantom{0} & + & \phantom{0} \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 900 & + & 100 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 100 & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1100 & \\ \hline \end{array}$$

$$990 + 40 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1000 & \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline \phantom{0} & + & \phantom{0} \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 990 & + & 10 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 30 & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1030 & \\ \hline \end{array}$$

$$999 + 8 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1000 & \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline \phantom{0} & + & \phantom{0} \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 999 & + & 1 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 7 & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1007 & \\ \hline \end{array}$$

$$710 - 30 = \overbrace{710 - 10}^{700} - \underline{20} = \underline{680}$$

$$820 - 50 = \overbrace{820 - 20}^{800} - \underline{30} = \underline{770}$$

$$603 - 5 = \overbrace{603 - 3}^{600} - \underline{2} = \underline{598}$$

$$501 - 2 = \overbrace{501 - 1}^{500} - \underline{1} = \underline{499}$$

$$1\ 100 - 300 = \overbrace{1\ 100 - 100}^{1000} - \underline{200} = \underline{800}$$

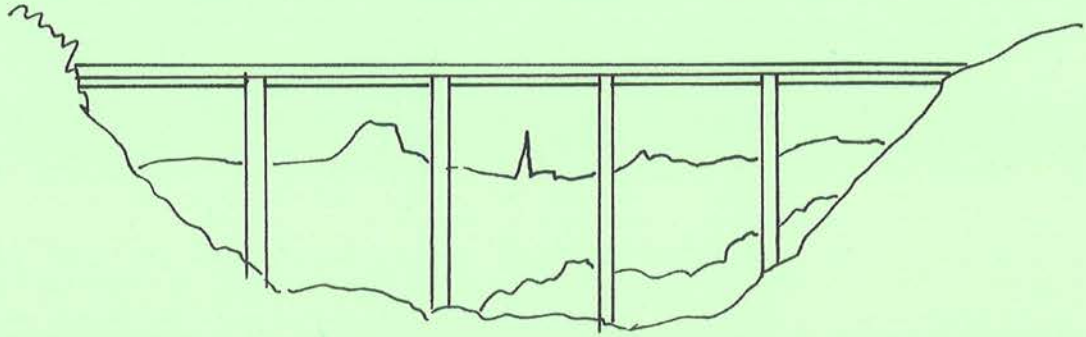
$$1\ 010 - 40 = \overbrace{1\ 010 - 10}^{1000} - \underline{30} = \underline{970}$$

$$1\ 002 - 5 = \overbrace{1\ 002 - 2}^{1000} - \underline{3} = \underline{997}$$



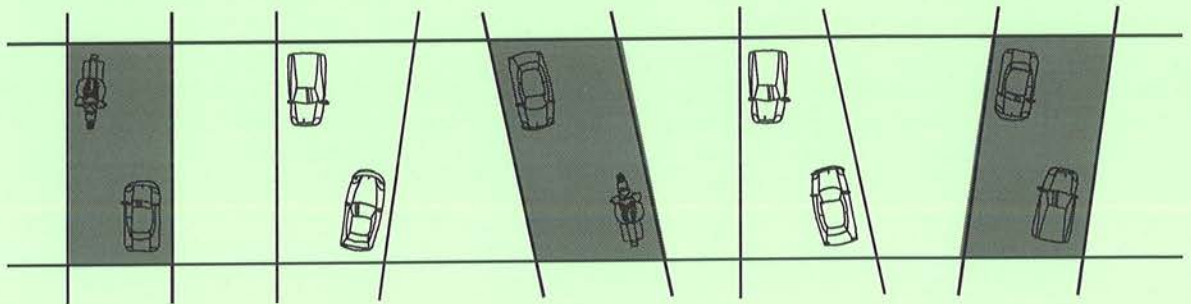
## 9. EVENWIJDIGE BRUGGEN

Een voorbeeld van een moderne **liggerbrug** is een gebouwde verbinding tussen twee oevers over een hindernis als een rivier of een stroom.



a. Kleur de bruggen die evenwijdig over het water lopen

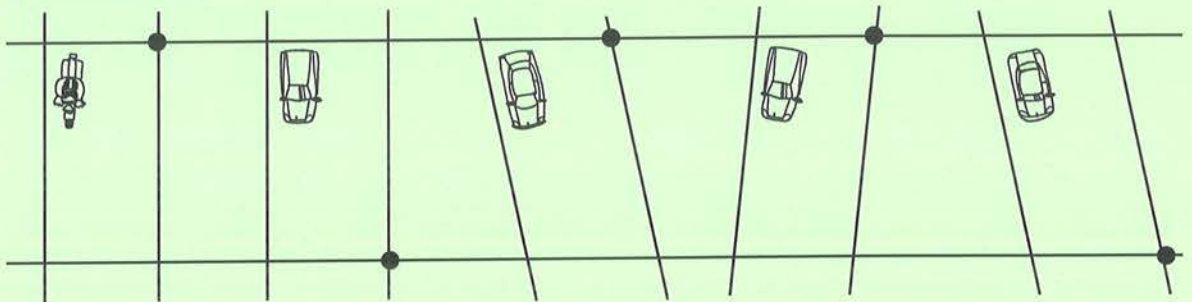
LINKEROEVER



RECHTEROEVER

b. Teken de rechterkant van elke brug evenwijdig met de linkerkant door het opgegeven punt.

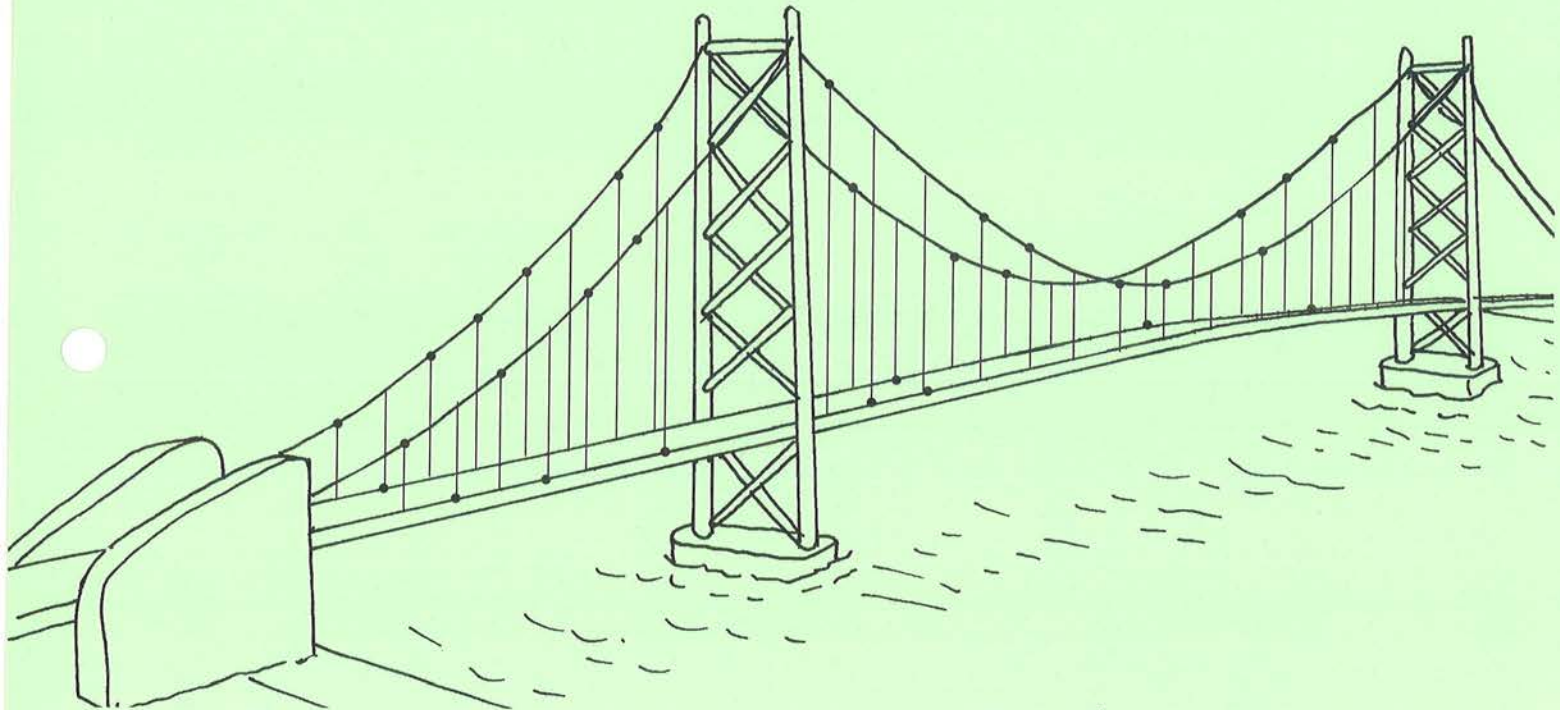
LINKEROEVER



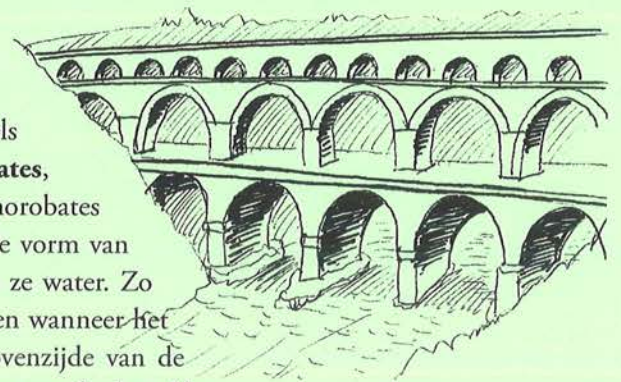
RECHTEROEVER

Een moderne **hangbrug** is een brug die meestal is opgebouwd uit twee hoge pijlers waartussen langs weerszijden dikke draagkabels zijn gespannen. Aan de draagkabels hangen op regelmatige afstand van elkaar de verticale hangkabels – ‘hangers’ genoemd – waaraan het brugdek is opgehangen.

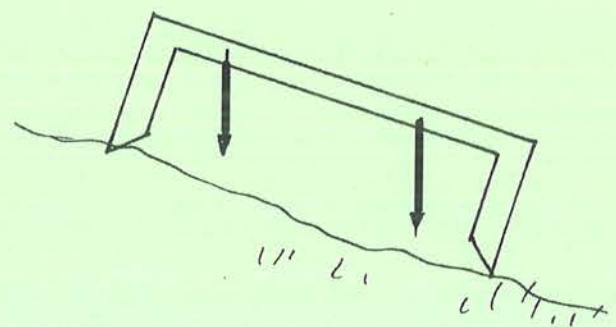
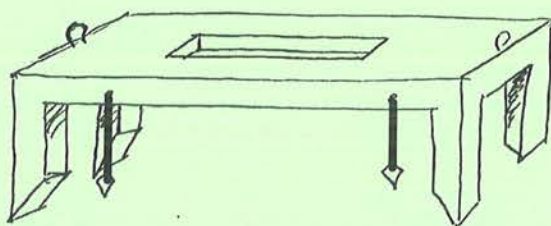
c. Teken de ontbrekende verticale hangers evenwijdig met de pijlers tot op het brugdek.



Bij het bouwen van bruggen, aquaducten en tunnels gebruikten de Romeinen in de oudheid een **chorobates**, een soort waterpas. De Romeinen gebruikten de chorobates om horizontale oppervlakken te bouwen. Het had de vorm van een tafel met bovenaan een gleuf. In de gleuf deden ze water. Zo konden de Romeinse landmeters en de ingenieurs zien wanneer het wateroppervlak evenwijdig, waterpas was aan de bovenzijde van de tafel. Aan de zijkant van de tafel hingen vier gewichten aan draden. Als die draden evenwijdig aan de poten van de tafel hingen, stond de chorobates waterpas.

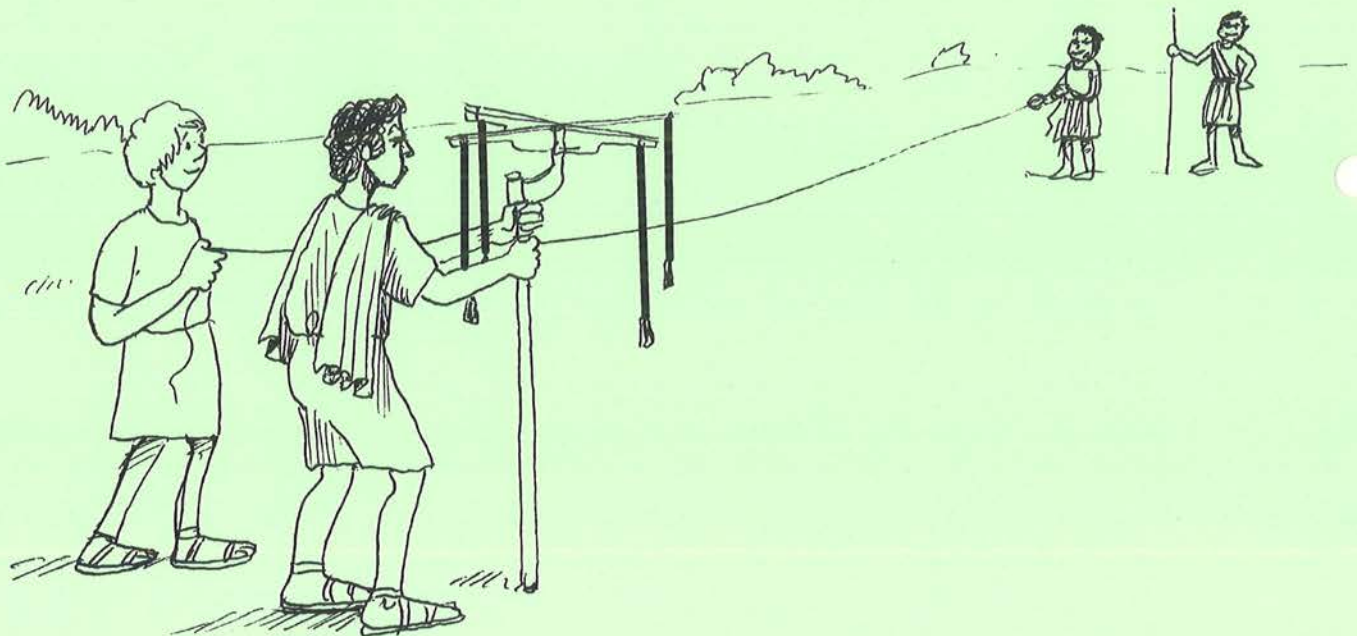


d. Kleur de evenwijdige hangers van de chorobates.



Een ander meetinstrument is de **groma**, dat werd door de Romeinse landmeters gebruikt voor het afbakenen van gronden, legerkampen en steden. Daarmee werden rechte hoeken en rechte lijnen bepaald. De groma bestond uit een stok met een hoogte van ruim een meter. Daar bovenop was een korte zijarm bevestigd met aan het eind een ronddraaiend horizontaal houten kruis. Aan elk van de vier uiteinden van dat kruis hing een gewichtje aan een draad. Als de vier draden evenwijdig aan de haakse stok hingen, lag het kruis van de groma waterpas. Het bovenzvlak was dan evenwijdig aan een stilstaand wateroppervlak en aan de horizon, dus horizontaal.

e. Kleur de evenwijdige hangers van de groma.

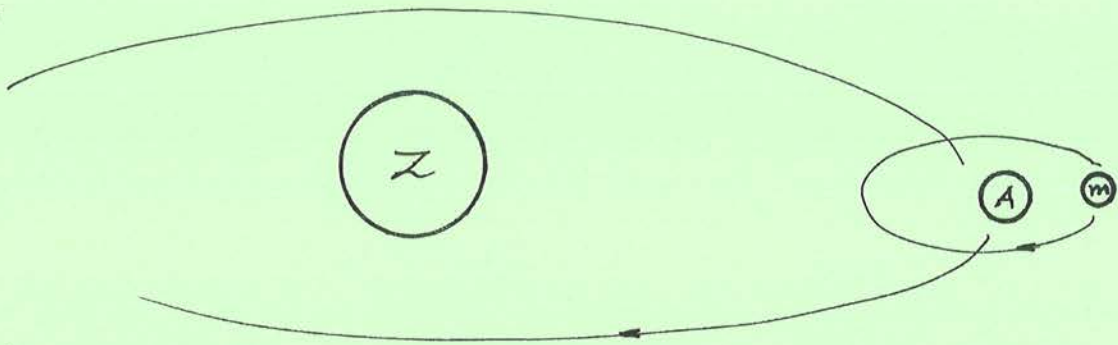
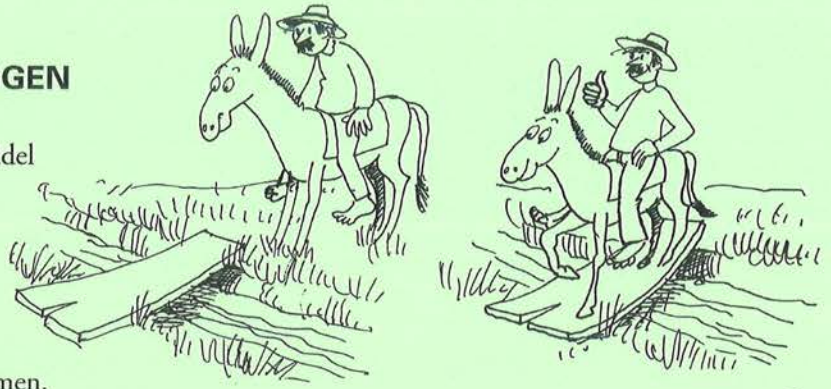






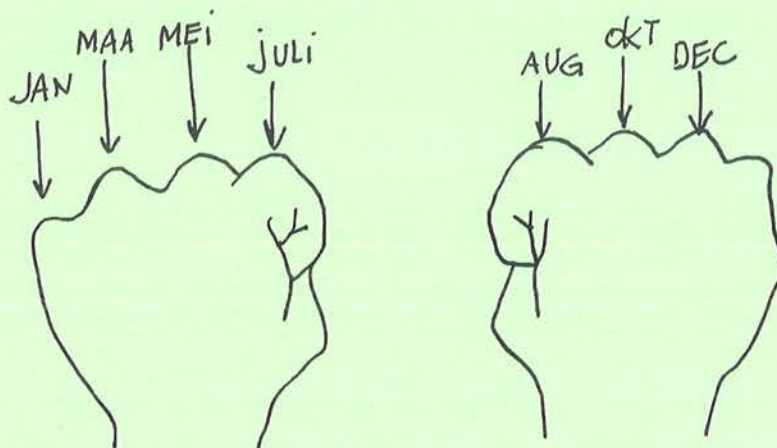
## 10. DE TIJD OVERBRUGGEN

Een ezelsbruggetje is een middel om iets makkelijker te kunnen onthouden. Het woord is waarschijnlijk afkomstig van het feit dat een ezel maar een klein randje nodig heeft om op de plaats van bestemming te komen. Zo volstaat een plank over een sloot al.



In 1 jaar draait de aarde in een baan rond de zon. Een gewoon kalenderjaar bestaat uit 365 dagen, een schrikkeljaar uit 366 dagen. In dat schrikkeljaar telt de maand februari 29 in plaats van 28 dagen. Een jaar bestaat uit 12 maanden. Een maand telt ongeveer 30 dagen. Een maanmaand is de tijd die de maan nodig heeft om in ongeveer 29 en een halve dag in een baan rond de aarde te draaien. Als je 12 maal 30 dagen neemt, kom je minder dan 365 dagen uit.

Om het juist aantal dagen per maand te kennen, pas je de truc met de **vuist(en)knokkels** toe. De maanden op de knokkels van de vuist(en) tellen 31 dagen, de maanden daartussen in de dalen 30 dagen, behalve februari 28 of 29 dagen.



a. Vul de tabel in. Gebruik de vuist(en)knokkeltruc.

- Vul de namen van de maanden en het aantal dagen in.
- Zet per maand het aantal dagen om in weken en overblijvende dagen.
- Tel de resterende dagen en weken op.

nr.	maanden	dagen			weken		dagen	
1	januari	31	:7	=	4	+	4	
2	februari	28	:7	=	4	+	0	
3	maart	31	:7	=	4	+	4	
4	april	30	:7	=	4	+	2	
5	mei	31	:7	=	4	+	4	
6	juni	30	:7	=	4	+	2	
7	juli	31	:7	=	4	+	4	
8	augustus	31	:7	=	4	+	4	
9	september	30	:7	=	4	+	2	
10	oktober	31	:7	=	4	+	4	
11	november	30	:7	=	4	+	2	
12	december	31	:7	=	4	+	4	
totaal		<b>365</b>	totaal		<b>48</b>	+	<b>36</b>	
					is gelijk aan*	<b>52</b>	+	<b>1</b>

*\*Zet het aantal dagen van het opgeteld totaal om in weken en overblijvende dagen.*

b. Bereken het aantal weken en resterende dagen per jaar.

365 dagen: 7 = ..52.. weken en ..1... dag(en)

c. Hoeveel maanden tellen

30 dagen: ...4...

31 dagen: ...7...

28 of 29 dagen: ...1...

d. Los op.

Welke binnen eenzelfde jaar elkaar opeenvolgende maanden tellen 31 dagen?

...Juli.en.augustus.....

Welke binnen een verschillend jaar elkaar opeenvolgende maanden tellen 31 dagen?

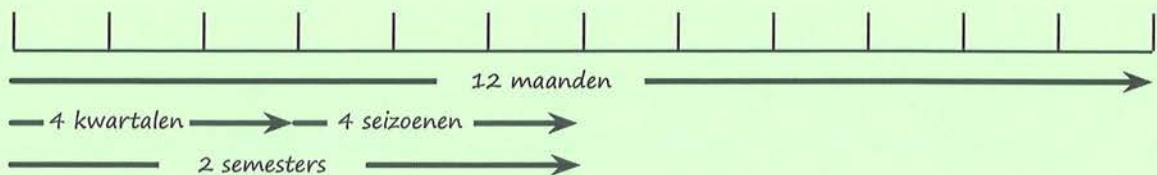
...December.en.januari.....

Een periode van 3 maanden heet kwartaal of trimester, een periode van 6 maanden, een half jaar heet semester. Ook het aantal dagen van de seizoenen lente, zomer, herfst en winter bedragen elk ongeveer 3 maanden. Een jaar telt 4 kwartalen, 4 seizoenen en 2 semesters.

Een week telt 7 dagen. De meeste maanden bestaan dan ook uit ruim 4 weken. Een gewoon jaar telt 1 dag meer dan 52 weken.

e. Duid aan op de jaarlijn.

- De 12 maanden
- De 4 kwartalen
- De 2 semesters
- De 4 seizoenen



f. Los op.

- Hoeveel dagen en weken tellen de eerste 3 maanden van het jaar?

..90. dagen                      ± .12. weken

- Hoeveel dagen, weken, maanden telt het 2<sup>e</sup> kwartaal van een jaar?

..91. dagen                      ± .12. weken                      ...3.. maanden

- Hoeveel dagen, weken, maanden telt het 1<sup>e</sup> semester van een jaar?

181 dagen                      ± .24. weken                      ...6.. maanden

\* ± betekent 'ongeveer'



## 11. EZELSRUGGETJES ALLERLEI

### 11.1 Het aantal naalden van de naaldbomen

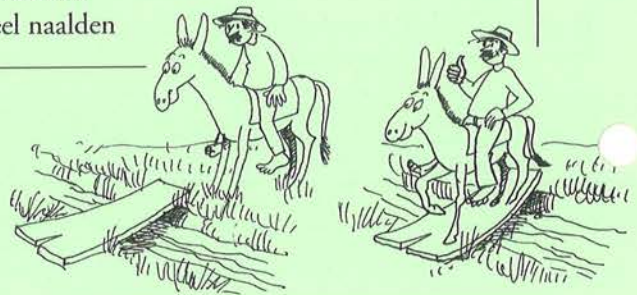
Hoe onderscheid je verwante naaldbomen van elkaar zoals de spar, de den en de lariks?  
Kijk daarvoor naar de naalden: één losse naald, twee naalden, een bosje naalden

#### Spelen met letters en betekenis

De spar gaat <u>s</u> olo, <u>s</u> ingle	1 naald
De <u>d</u> en als <u>d</u> uo, <u>d</u> ubbel	2 naalden
De <u>l</u> ariks <u>l</u> egio	veel naalden

Woorden en hun betekenis

- solo: enige, alleen.
- duo: twee bij elkaar horende dingen.
- legio: talrijk, ontelbaar.



#### Het aantal pootjes van de laatste letter bepaalt het aantal gegroepeerde naalden

De letter <b>r</b> van spar heeft 1 poot	1 naald
De letter <b>n</b> van den heeft 2 pootjes	2 naalden
De letter <b>x</b> van het Latijnse woord 'larix' ('ks' uitgesproken)	veel naalden

a. Hoe herken je een naaldboom? Kies uit en vul in.

**Duo – In plukjes – Eén naald – Twee naalden – Single – Erg veel – Twee bij twee – Losse naald – Talrijk – Ontelbaar – Afzonderlijk ingeplant – Dubbel - Veel naalden – Enige/Alleen – Twee naalden uit één holte – Solo – Bosje naalden – Twee samen**

Spar	Den	Lariks (larix)
losse naald	twee naalden	bosje naalden
solo	duo	legio
single	dubbel	talrijk
enige/alleen	twee samen	ontelbaar
afzonderlijk ingeplant	twee bij twee	in plukjes
één naald	twee naalden uit één holte	veel naalden

b. Kies uit en vul in.

den – lariks – spar

		
..... spar .....	..... den .....	..... lariks .....

### 11.2 Een kameel of een dromedaris?

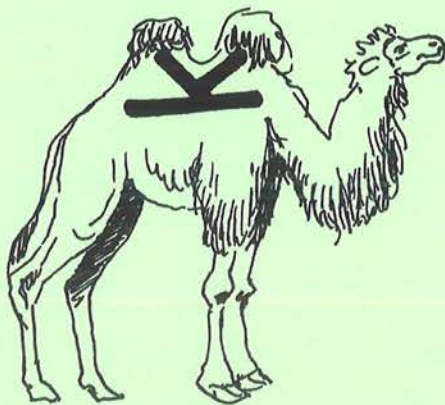
In kameel of dromedaris staat het aantal e's voor het aantal bulten.

Een kameel heeft 2 bulten.

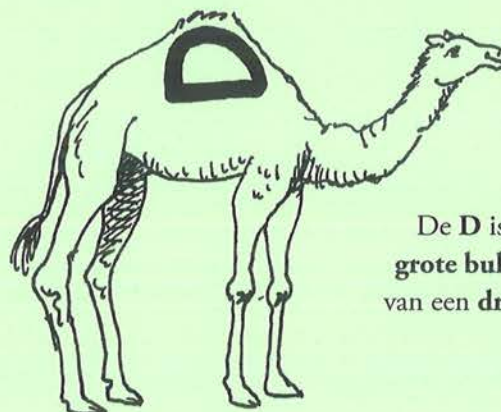
Een dromedaris heeft 1 bult.

Bij het woord kameel hoor je duidelijk een 'ee'. Dat hoor je in het woord 'twee' ook!

Een kameel heeft dus **twee** bulten!



De **K** heeft **twee** uitsteeksels op haar rug, net als de **kameel**.



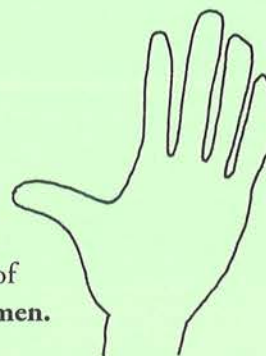
De **D** is gewoon een **grote bult**, zoals de bult van een **dromedaris**.

### 11.3 Linkerhand of rechterhand?

Hoe kun je links en rechts uit elkaar houden?



Als je de wijsvinger van je linkerhand 'verticaal' strekt en de duim van je linkerhand horizontaal strekt, kun je een **L vormen**.



Als je de wijsvinger van je rechterhand 'verticaal' strekt en de duim van je rechterhand horizontaal strekt, kun je een omgedraaide of gespiegelde **L vormen**.

**Je hoeft dus alleen maar de L van links te onthouden.**

**Als je de linkerhand van boven bekijkt, vormt de hand met de duim de letter L van links.**

← Laat	maaR →
← Links	R (echts) →
<b>Laat</b>	<b>maaR</b>

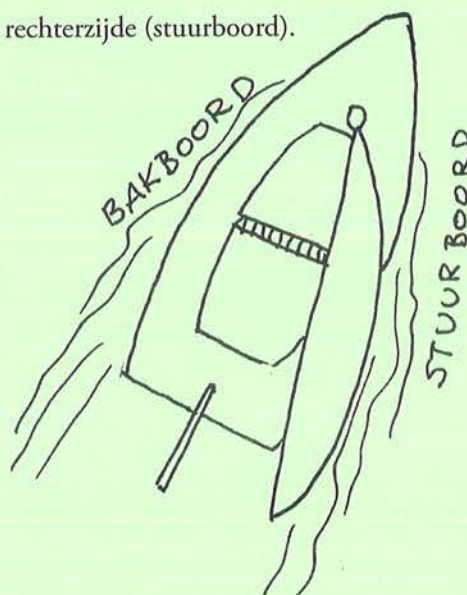
De **L** staat uiterst **Links** → (in **Laat** maaR)

De **R** staat uiterst **Rechts** → (in **Laat** maaR)

### 11.4 Stuurboord en bakboord

Schepen en vliegtuigen hebben een groen licht aan de rechterzijde (stuurboord).

Stuu <b>R</b> boord is <b>Rechts</b>
Bakboord is links.



#### **Bolero**

Nog een hulpmiddeltje om bakboord van stuurboord te onderscheiden: bolero.



De bolero is een soort dans, ballet, muziekvorm, kledingstuk en film.  
**Bo Le Ro = Bakboord - Links - Rood.**

Het Schotse woord 'brigs', betekent bruggen.

**BrigS**

de **kant** van het woord

**B** de linkerkant

**S** de rechterkant

de **kant** van het schip

**Bakboord** is de linkerkant.

**Stuurboord** is de rechterkant.

bRiGs

bRiGs

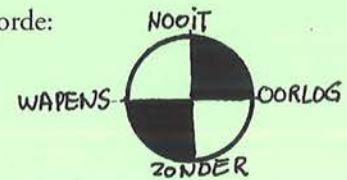
bakboord is Rood

stuurboord is Groen

### 11.5 Uit welke richting waait de wind?

Nooit Oorlog Zonder Wapens

Daarmee worden de windstreken in wijzerzin onthouden in de volgorde: Noorden, Oosten, Zuiden, Westen.



of  
**Wie Niet Oplet Zakt**

Je begint met **Wie** links net zoals je een zin begint en dan ga je met de klok mee. Daarmee worden de windstreken in wijzerzin onthouden in de volgorde: **W**esten, **N**oorden, **O**osten, **Z**uiden.

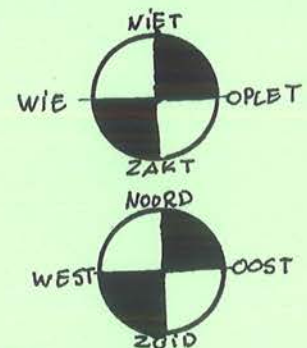
Nog zinnen waarmee je de windstreken in wijzerzin kunt onthouden.

Nooit Opstaan Zonder Wekker.

Niet Op Zondag Werken.

Nieuwe Onderbroeken Zijn Wit.

WINDROOS: Rechts het OOSTen.



Bedenk zelf een ezelsbrugzin waarmee je de windstreken kunt onthouden.

.....

.....

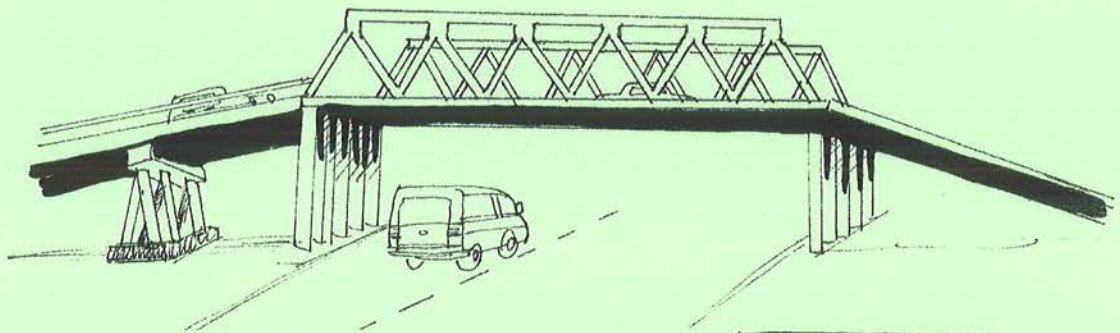
.....

.....

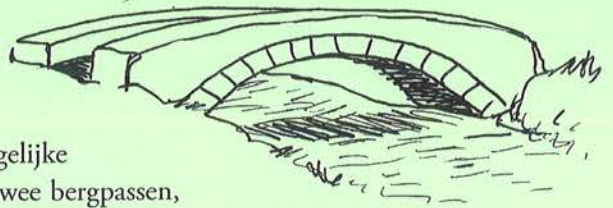


## 12. BRUGGEN VROEGER EN NU

Omgevallen bomen en uitgesleten gesteenten waren nuttig voor onze voorouders. Deze **natuurlijke bruggen** evolueerden door de eeuwen heen tot lange, stevige en snelle verbindingswegen. De moderne exemplaren blinken uit in **bouwkundige hoogtechnische constructies** en pareltjes van kunstwerken die het landschap verfraaien.



Een brug vormt een vaste, beweegbare of drijvende **verbinding tussen twee overkanten**. Deze worden gescheiden door een rivier, een ravijn, een verkeersweg, een spoorweg of een soortgelijke hindernis. Een brug overbrugt dan twee oevers, twee bergpassen, twee hellingen...



De eerste mensen stuitten op veel **natuurlijke hindernissen**. Na een storm overbrugde een omgevallen boom een beek. Het klotsende water of de beukende wind sleet gaten uit rotsen en gesteenten. Dat verschijnsel heet **erosie**. Niet veel later ging **de prehistorische mens** zelf op zoek naar manieren om deze hindernissen te overbruggen. Hiervoor lieten ze zich inspireren door de natuur.

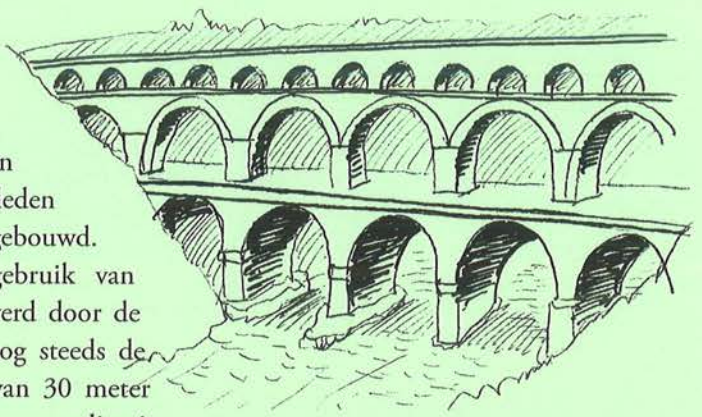


Ze transporteerden boomstammen of lange stenen naar de te overbruggen plaats. Op doorwaadbare plaatsen in de rivier legden ze stapstenen aan of bouwden ze een verstevigd pad.



De geschiedenis van de brug werd bepaald door de zoektocht naar steeds langere en hogere overspanningen. Reeds 4 000 jaar geleden werd in **Mesopotamië** de eerste **boogbrug** gebouwd. Hiervoor maakten de bouwers vooral gebruik van gedroogde gebakken klei. Deze techniek werd door de Romeinen verfijnd. Vandaag kennen we nog steeds de **Romeinse boogbruggen** die een afstand van 30 meter kunnen overbruggen. Het waren de eerste bruggen die uit natuursteen werden gemaakt.

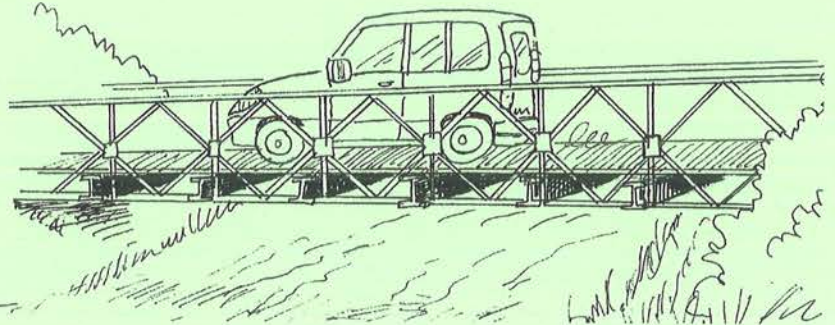
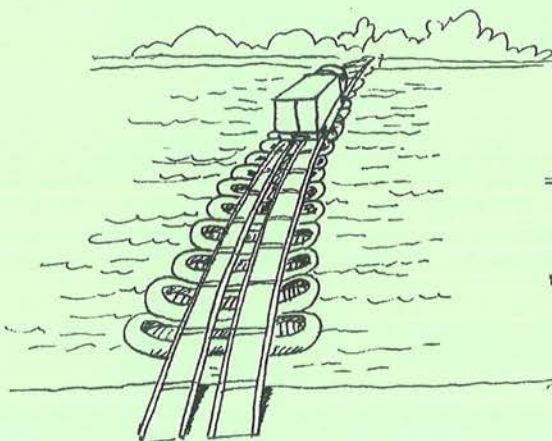
Dankzij een uitgebreid netwerk van bruggen en wegen, konden het leger en handelaars zich snel verplaatsen. Dat hadden de Romeinen al vroeg begrepen. Zij waren echte bouwmeesters die hun technisch vernuft toonden in o.a. het bouwen van bruggen en **aquaducten**. De Pont du Gard werd in de 1<sup>e</sup> eeuw n.C. gebouwd om vers water uit de heuvels naar de Romeinse stad Narbo (Nîmes) te brengen.

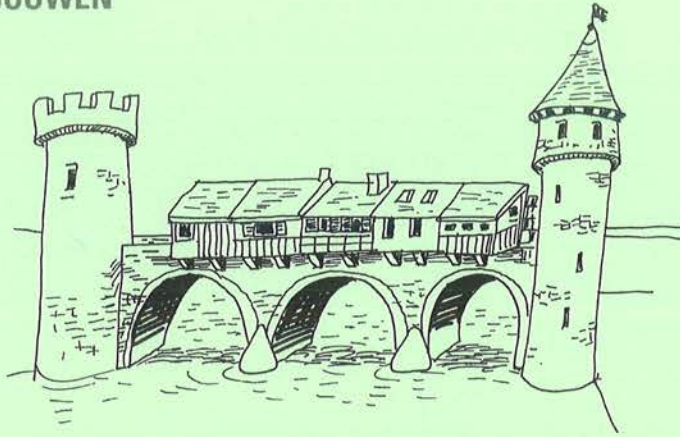


In andere gebieden maakten de inwoners een hangbrug met gevlochten kabels van lianen, hennep of touw, belegd met dunne planken of bamboestengels. Deze **touwbrug** overspande diepe ravijnen en brede rivieren.

Wie kent er niet de valbruggen, ophaalbruggen of mobiele torens met bruggen uit **de middeleeuwen** (500 tot 1500 n.C.). Toen probeerden de aanvallers de burchten van de ridders

en kasteelheren te veroveren en de ommuurde steden in te nemen. Uit de valbrug is later de ophaalbrug ontstaan. Door het tegengewicht gaat de ophaalbrug gemakkelijker open dan de valbrug. Bruggen zijn tijdens oorlogen altijd belangrijk geweest als strategisch punt om een stad of land te veroveren, verbindingen te leggen of te verwoesten. In tijden van oorlog worden bruggen veroverd of gebombardeerd. Er worden dan **noodbruggen** gebouwd om de vijand te bereiken.





In de 14<sup>de</sup> eeuw werd de Ponte Vecchio, **een woonbrug** in Florence, gebouwd. Naast het bouwen van huizen op deze brug, speelde de brug een belangrijke sociale- en economische rol. Ze verbond immers twee stadsdelen met elkaar.

De ontdekking van **nieuwe materialen** zoals **ijzer**, staal, (gewapend) beton en kunststoffen kabels, veroorzaakten een ware revolutie in de bouw van bruggen. In 1779 werd in het Verenigd Koninkrijk de Iron Bridge gemaakt. Deze gietijzeren brug kwam tot stand door ijzer voor te vormen in met fijn zand gevulde mallen. Vanaf het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw, werd gietijzer vervangen door smeedijzer. Dankzij het gebruik van **staal** en **beton**, kon men steeds grotere overbruggingen maken.

a. Zet de woorden in chronologische volgorde op de tijdlijn op de volgende bladzijde.

**Materialen**

staal – gebakken klei – ijzer – stapstenen – gewapend beton – natuursteen – boomstammen

**Soorten bruggen**

Romeinse boogbrug – natuurlijke bruggen – ophaalbrug - aquaducten – valbrug – woonbrug



b. Ga op zoek naar informatie over de Pont du Gard (Nîmes/Frankrijk), de Ponte Vecchio (Florence/Italië) en de Iron Bridge (Londen/Groot-Brittannië).

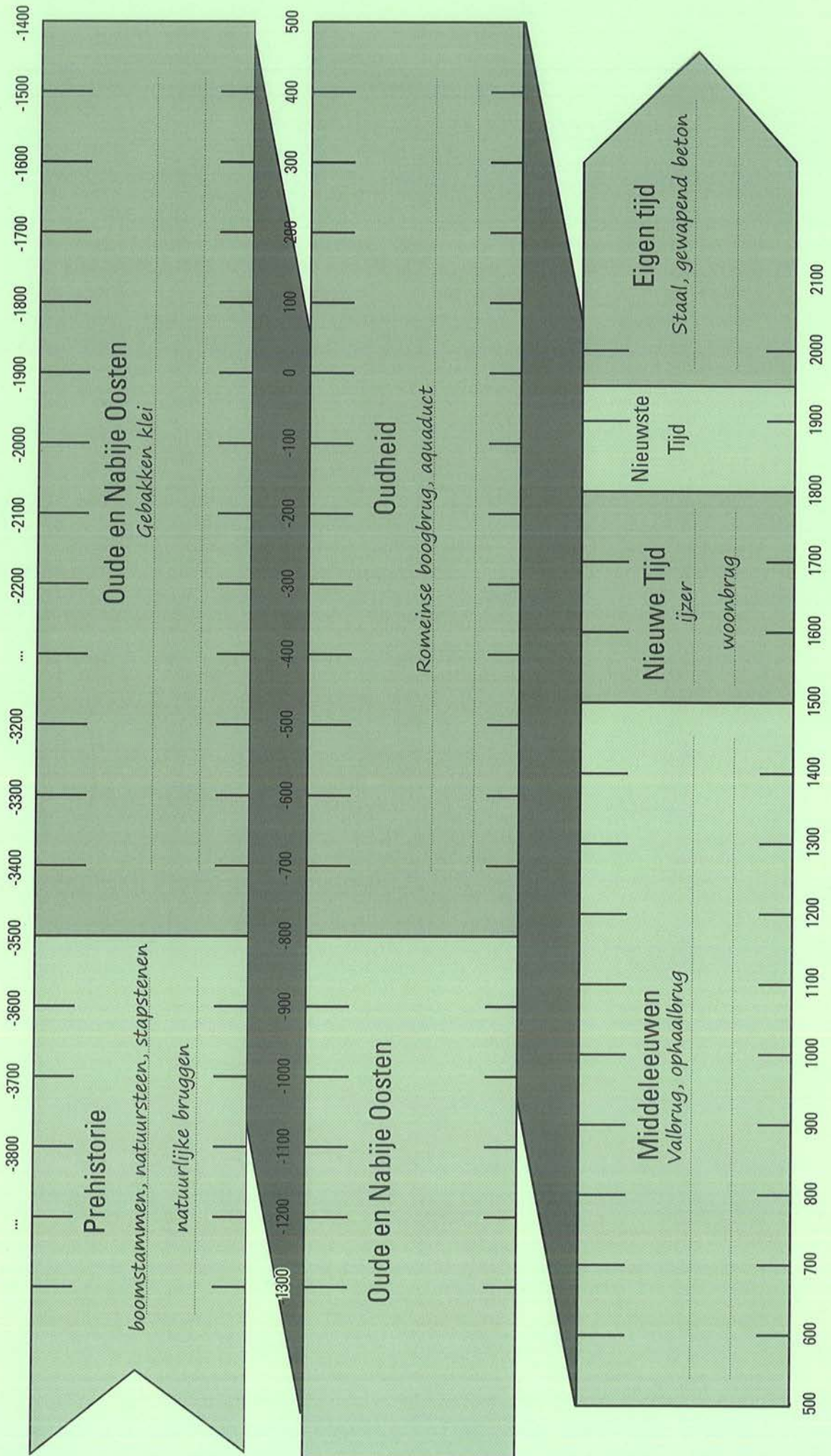
.....

.....

.....

.....

.....





### 13. DRAAGKRACHT VAN EEN BRUG

#### 13.1 Dode, levende en omgevingsbelasting

Of het nu gaat over een Romeinse boogbrug of over een moderne stalen brug, bij de constructie van een brug moet elke brug zijn eigen gewicht kunnen dragen. Dit noem je **dode belasting**. Naast het dragen van het eigen gewicht, moet de brug ook vervoersmiddelen en mensen kunnen dragen, ook wel **levende belasting** genoemd. Ten slotte zijn er omgevingsfactoren of natuurkrachten die een brug kunnen belasten. Denk maar aan hevige wind of aardbevingen. Deze noemen we **omgevingsbelasting**.

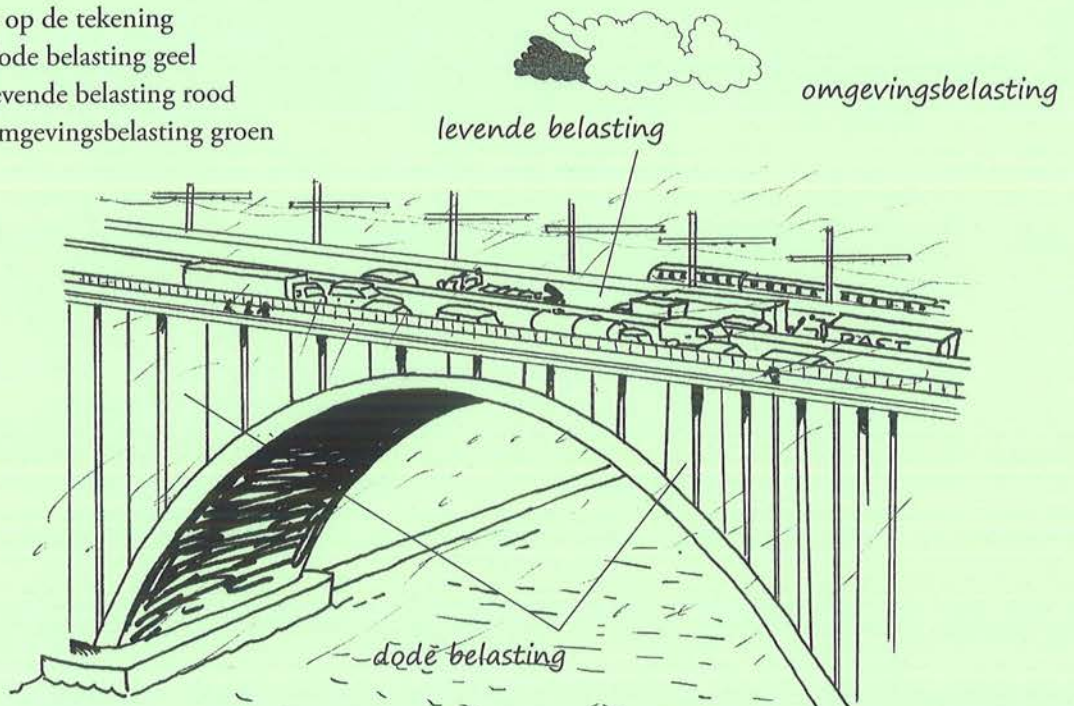
a. Kies uit en vul in.

auto's – wind – vrachtwagens – balustrades – treinen – aardbeving - brugdek – fietsers – leuning – liggers – storm – voetgangers – balken

dode belasting	levende belasting	omgevingsbelasting
= eigen gewicht brug	= verkeer op/over de brug	= natuurkrachten
brugdek	auto's	wind
liggers	vrachtwagens	storm
leuning	treinen	aardbeving
balustrades	voetgangers	
balken	fietsers	

b. Kleur op de tekening

- de dode belasting geel
- de levende belasting rood
- de omgevingsbelasting groen



### 13.2 Trek-, druk- en buigkracht

Een brug moet in staat zijn om verschillende soorten **gewicht te dragen**: het eigen gewicht dat bepaald wordt door het materiaal, de constructie en het gewicht van de gebruikers (voetgangers, voertuigen, treinen...). Deze gewichten oefenen een kracht uit op de brug. Het is met andere woorden van belang dat een ingenieur bij het construeren van een brug rekening houdt met die krachten.

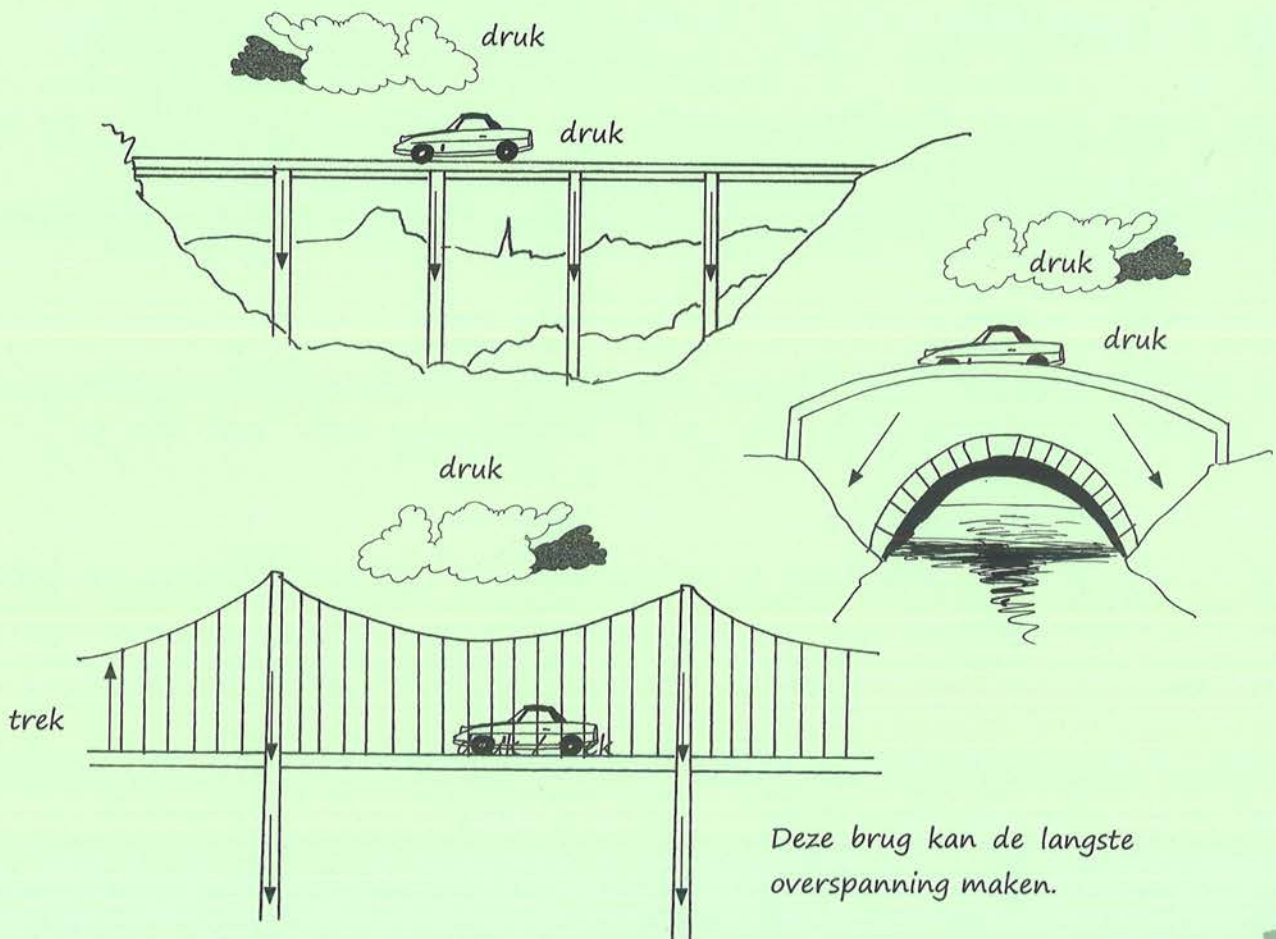
Bij een constructie spreek je van drie krachten: **de trekkracht**, **de drukkracht** en **de buigkracht**. De buigkracht is een combinatie van trekkracht en drukkracht. Dat is trekken aan de ene kant en drukken/duwen aan de andere kant.

- a. Wanneer je aan iets trekt of duwt/drukt, oefen je een kracht uit op een voorwerp.  
Krachten komen veel voor in het dagelijks leven.  
Ga in je omgeving op zoek naar voorwerpen waarop je een kracht uitoefent om te kunnen gebruiken.

*een deur open- of dichtdoen, fietsen (op de pedalen van je fiets duwen),.....*

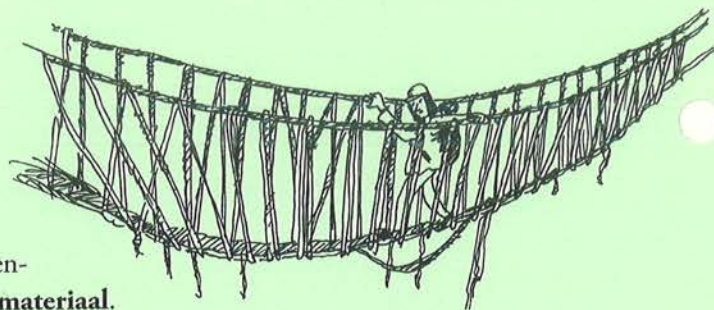
*hefboom, katrol, schommel, lift, een elastiek die je uitrekt, een spons.....*

- b. Schrijf het juiste antwoord bij de tekening.  
Als een auto over deze brug rijdt, wordt de brug belast op **trek / druk**.  
Als er veel wind staat, wordt deze brug belast op **trek / druk**.





## 14. MATERIALEN BRUG



Het eigen karakter van elke brug wordt grotendeels bepaald door de keuze van het **bouw materiaal**.

Eeuwenlang bestonden bruggen voornamelijk uit **touw**, **hout**, **steen** en **metselwerk**. Vanaf 1800 kwamen daar **ijzer** en **beton** bij. Tegenwoordig wordt ook **aluminium** of **kunststof** zoals glas- en koolstofvezels gebruikt. Veel hedendaagse bruggen zijn een combinatie van verschillende materialen.

De materiaalkeuze heeft een grote **invloed op de buiging, druk- en treksterkte** van bruggen. Metalen bruggen bestaan vaak uit plaatliggers en worden verstevigd met vakwerk. Hout heeft het nadeel van rotten, stenen kunnen los geraken, touw kan uitrafelen en ijzer roesten. Gewapend en voorgespannen beton heeft zijn intrede gedaan, er wordt geëxperimenteerd met stalen kabels en glasvezels. Beton wordt gemaakt van cement, zand, keien en water.

a. Welke twee volgorden in de geschiedenis van het materiaal kunnen?

- steen – hout – beton – staal
- steen – hout – staal – beton
- beton – steen – hout – staal
- hout – steen – staal – beton
- staal – steen – hout – beton

b. Onderstreep de materialen die geschikt zijn om trekkrachten op te vangen.

touw – steen – beton – stalen kabels – hout – staal

c. Onderstreep de materialen die geschikt zijn om drukkrachten op te vangen.

touw – steen – beton – stalen kabels – hout – staal

d. Juist of fout

- IJzer is sterker dan hout. ....juist.....
- Gewapend beton kan slechter tegen vervuilde lucht dan staal. ....juist.....
- Steen is flexibeler dan ijzer. ....fout.....
- Staal kan roesten. ....juist.....
- Een houten brug gaat langer mee dan een stenen brug. ....fout.....
- Steen is goed materiaal om trekkracht op te vangen ....fout.....
- Gewapend beton vangt zowel druk- als trekkrachten op. ....juist.....
- Gewapend beton duwt onderaan en trekt bovenaan. ....fout.....

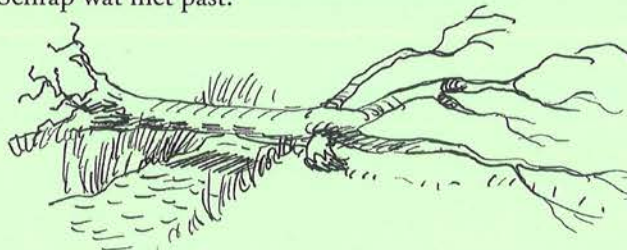
e. Elk materiaal heeft zijn voor- en nadelen. Kies uit en vul in.

houdbaarheid – goedkoop – opvangen trekkracht – kan niet tegen vervuilde lucht –  
licht en sterk – roesten – dun, licht en sterk – rotten

Materiaal	Voordeel	Nadeel
steen	houdbaarheid	opvangen trekkracht
hout	licht en sterk	rotten
staal	dun, licht en sterk	roesten
(gewapend) beton	goedkoop	kan niet tegen vervuilde lucht

f. Uit welke materialen zijn de bruggen gemaakt?

g. Welke kracht wordt er uitgeoefend op de brug?  
Schrap wat niet past.



.....hout.....

drukkracht / ~~trekkracht~~



.....hout en touw.....

drukkracht / trekkracht



.....staal en beton.....

drukkracht / trekkracht



.....bakstenen.....

drukkracht / ~~trekkracht~~



**15. SPREEKWOORDEN, GEZEGDEN, ZEGSWIJZEN**

- a. Welke spreekwoorden zijn hier voorgesteld?
- b. Wat is de betekenis van de spreekwoorden? Kies uit.
  - Hij betaalt zijn schulden, hij vergeeft iemand.
  - Hij staat een andere persoon bij.
  - Hij legt een contact, een band tussen allerlei soorten mensen.
  - Hij heeft de zaak helpen oplossen.
  - Hij is een bemiddelaar, een contactpersoon, een verzoener.
  - Hij moet niet te vroeg juichen.
  - Hij waagt zich aan een gevaarlijke onderneming.
  - Hij heeft zich in een gevaarlijke situatie bevonden.
  - Hij benut een hulpmiddel om iets te onthouden.
  - Hij mikt te hoog. Hij legt de lat te hoog.
  - Hij geeft kritiek in plaats van het zelf te doen.
  - Hij komt niet meer overeen; hij heeft de band verbroken.
  - Hij kan omgaan met mensen die anders zijn.
  - Hij spreekt, praat zeer lang om anderen te overtuigen.

.....Hij komt over de brug.....

.....Hij slaat een brug.....

jih revo tmok gurb ed

taals jih grub nee



...Hij...betaalt...zijn...schulden,...hij.....

...Hij...legt...een...contact,...een...band.....

...vergeeft...iemand.....

...tussen...allerlei...soorten...mensen.....



...Hij..moet..geen..hei..(ho)..roepen..voor  
 ..hij..de..brug..over..is.....

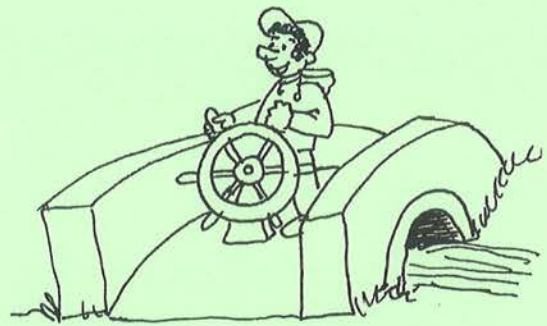
toem ieh (oh) jih jih revo roov neeg  
 ed si gurb nepoer



...Hij..moet..niet..te..vroeg..juichen.....  
 ..

...Hij..staat..zoals..de..beste..stuurlui..op  
 ..de..brug.....

slaoz gurb ed iulruuts jih po taats etseb ed



...Hij..geeft..kritiek..in..plaats..van..het.  
 ..zelf..te..doen.....

...Hij..gebruikt..een..ezelsbruggetje.....  
 ejteggurbsleze tkiurbeg nee jih



...Hij..benut..een..hulpmiddel..om..iets...  
 ...te..onthouden.....

...Hij..overbrugt..de..verschillen.....  
 ed jih nellihcsrev  
 tgurbrevo



...Hij..kan..omgaan..met..mensen..die..  
 ...anders..zijn.....

c. Welk zegswijze past er het best bij?

Hij moet het vel van de beer niet verkopen vooraleer hij geschoten is.

Hij moet geen hei (ho) roepen voor hij over de brug is.....



## 16. STOFFELIJKE BIJVOEGLIJKE NAAMWOORDEN

### Een bijvoeglijk naamwoord

- zegt meestal hoe het zelfstandige naamwoord is;
- staat meestal voor het zelfstandig naamwoord;
- kan van vorm veranderen (eindigt op -e, -en of -er) aangepast aan het zelfstandig naamwoord;
- kan in een zin worden weggelaten, vervangen of bijgevoegd.
- De betekenis van de zin wordt er niet door gewijzigd of onbegrijpelijk.
- Het bijvoeglijk naamwoord geeft kleur aan een zin.

- a. Omcirkel de zelfstandige naamwoorden in de zinnen.
- b. Onderstreep de bijvoeglijke naamwoorden en trek een pijltje naar het zelfstandig naamwoord waar ze bijhoren.

*Doe het zo:* In ons kleine (dorp) staat een oude (brug).

De (Brug) der (Zuchten) is een mooie (brug) in de Italiaanse (stad) (Venetië).

De (brug) is een korte (verbinding) tussen het (Dogepaleis) en de (gevangenis).

Vroeger moesten de (veroordeelden) over deze overdekte (brug) lopen.

De (gevangenen) liepen naar de kille en vochtige (kerkers) waar ze werden opgesloten.

Door de (raampjes) van de (brug) zagen de (gevangenen) dan voor de laatste (keer) het (daglicht).



- c. Vervang de bijvoeglijke naamwoorden door een ander passend bijvoeglijk naamwoord.



.....

.....

.....

.....

**Een stoffelijk bijvoeglijk naamwoord**

- Is afgeleid van een stofnaam (goud, wol, plastic...).
- Zegt iets over het materiaal waaruit een voorwerp is gemaakt.

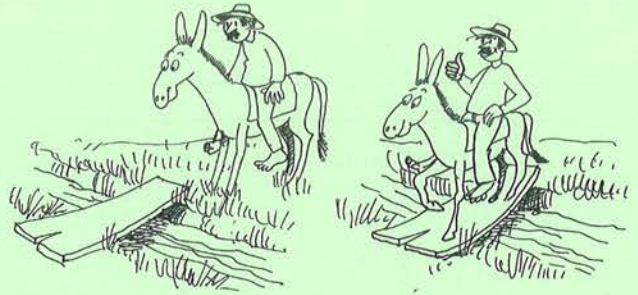
- a. Omcirkel het zelfstandig naamwoord in de is-zinnen.
- b. Onderstreep de stofnaam in de is-zinnen.
- c. Vul de stoffelijke bijvoeglijke naamwoorden in.

De <u>pijler</u> is van cement.	een ..... <i>cementen</i> ..... pijler
De <u>brug</u> is van steen.	de ..... <i>stenen</i> ..... brug
De <u>kabel</u> is van staal.	de ..... <i>stalen</i> ..... kabel
De <u>ligger</u> is van metaal.	de ..... <i>metalen</i> ..... ligger
Het <u>beeld</u> is van gips.	het ..... <i>gipsen</i> ..... beeld
De <u>balk</u> is van beton.	de ..... <i>betonnen</i> ..... balk
De <u>stam</u> is van hout.	de ..... <i>houten</i> ..... stam
De <u>viaduct</u> is van natuursteen.	de ..... <i>natuurstenen</i> viaduct
De <u>boordrand</u> is van arduin.	de ..... <i>arduinen</i> ..... boordrand
De <u>trap</u> is van marmer.	de ..... <i>marmeren</i> ... trap
Het <u>paadje</u> is van grind.	het ..... <i>grinten</i> ..... paadje



## 17. EZELSBRUGGETJE

Een ezelsbruggetje is een middel om iets makkelijker te kunnen onthouden. Het woord is waarschijnlijk afkomstig van het feit dat een ezel maar een klein randje nodig heeft om op de plaats van bestemming te komen. Zo volstaat een plank over een sloot al.



### 17.1 Gisteren deletete ik een foute tekst.

't **ex-kofschip** ('t ex-fokschip, de ex-uitschuifkip)

**Werkwoorden** waarvan de **stam** (ik-persoonsvorm)

eindigt op **t, x, k, f, s, ch** of **p**, één van de medeklinkers uit 't **ex-kofschip**,

bijvoorbeeld: ik **dut**, ik **mix**, ik **maak**, ik **plof**, ik **mors**, ik **lach**, ik **klop**... **nu**



**zonder stamverandering** in de **verleden tijd**,

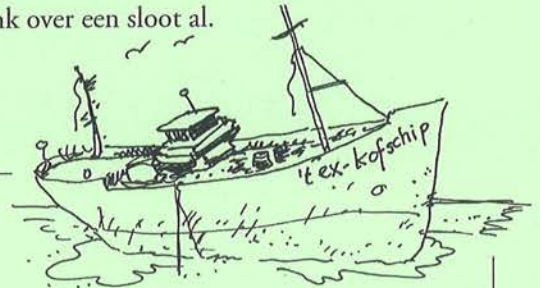
**dus niet:** ik **laat** → ik **liet** / ik **riek** → ik **rook** / ik **hef** → ik **hief** / ik **loop** → ik **liep**



krijgen **uitgang -te, -ten** in de **verleden tijd**.

Bijvoorbeeld: jij **dutte**, hij **mixte**, Els **maakte**, wij **ploften**, jullie **morsten**,

→ de kinderen **lachten**, de bezoekers **klopten**... **gisteren**



a. Vul de stam en de verleden tijd in van de werkwoorden.

Noemvorm	stam (ik... nu)	verleden tijd (gisteren)
Rotten	<i>rot</i>	Het fruit <i>rotte</i>
Faxen	<i>fax</i>	Jan <i>faxte</i>
Koken	<i>kook</i>	Mama <i>kookte</i>
Blaffen	<i>blaf</i>	De honden <i>blaften</i>
Kussen	<i>kus</i>	De jarige <i>kuste</i>
Kuchen	<i>kuch</i>	Oma en opa <i>kuchten</i>
Rapen	<i>raap</i>	Wij <i>raapten</i>

## 17.2 Je molenaar vermaalt medeklinkers

Op die manier kun je onthouden dat er meer medeklinkers zijn dan klinkers.

Het woord 'medeklinkers' is langer dan het woord 'klinkers'.

Doen je tanden, tong of lippen mee? Dan is het een medeklinker, olé!

- Het Nederlands alfabet bestaat uit 26 letter(teken)s: **6 klinkers** en **20 medeklinkers**.
- De klinkers zijn a, e, i, o, u en y, de medeklinkers b, d, c, f, g, h, j, k, l, m, n, p, q, r, s, t, v, w, x en z.
- Een klinker is een klank waarbij de lucht ongehinderd door de mond naar buiten stroomt.
- Tijdens het spreken kan bij een medeklinker de lucht niet ongehinderd door de mond naar buiten. De luchtstroom wordt belemmerd door afgesloten lippen, de mondholte, de tong, het verhemelte... en passeert soms langs de neus.
- Een klinker is een letter die je hard kunt roepen, een medeklinker niet.

Korte (gedekte) en lange (vrije) klinkers\*

Jan is gek op zus. → a, i, e, o en u zijn hier korte klinkers

eet aap zuurkool? → ee, aa, uu en ook zijn hier lange klinkers (ie, oe en eu ook)

eten apen zure kolen? → e, a, u en o zijn hier eveneens lange klinkers

*\*Zie Schrijfpoort (Garant Uitgevers NV/MAKLU Publishers Uitgevers.)*

Er zijn **stemloze** en **stemhebbende medeklinkers**.

- Bij de stemhebbende of zachte medeklinkers zoals b, d, g, v en z doet de lucht uit de longen de stembanden trillen tijdens het maken van geluid.
- Bij stemloze of harde medeklinkers zoals f, p, s, t en ch trillen de stembanden niet mee.
- Dat verschil is niet alleen duidelijk te horen, maar ook te voelen wanneer je met twee vingers het strottenhoofd ter hoogte van de stembanden met twee vingers omvat. Dan voel je bij het uitspreken van een stemhebbende medeklinker een trilling en niet bij een stemloze.
- Een aantal stemhebbende medeklinkers hebben een stemloze tegenhanger, een aantal hebben er geen.
- Hier volgt een ezelsbruggetje om de stemhebbende medeklinkers zonder stemloze tegenhanger te kunnen onthouden.

**je molenaar:** stemhebbende medeklinkers **j, m, l, n** en **r** zonder stemloze tegenhanger.

a. Omcirkel de klinkers:

(a) b c d (e) f g h (i) j k l m n (o) p q r s t (u) v w x (y) z

b. Omcirkel de medeklinkers:

a (b) (c) (d) e (f) (g) (h) i (j) (k) (l) (m) (n) o (p) (q) (r) (s) (t) u (v) (w) (x) y (z)

c. Omcirkel de stemhebbende medeklinkers:

a (b) c (d) e f (g) h i (j) k (l) (m) (n) o p q (r) s t u (v) (w) x y (z)

d. Omcirkel de stemloze medeklinkers:

a b c d e (f) g h i j (k) l m n o (p) (q) r (s) (t) u v w x y z

e. Omcirkel de stemhebbende medeklinkers zonder stemloze tegenhanger:

a b c d e f g h i (j) k (l) (m) (n) o p q (r) s t u v w x y z

f. Zoek de stemhebbende tegenhangers van de volgende stemloze medeklinkers

f ...v...      p ...b...      s ...z...

t ...d...      ch ...g...





## 18. GEDICHT

**Ieder van jullie is de brug waarop ik loop**

Een moeder is brug tussen schoot en leven

Een vader is brug tussen moeder en kind

Een kind is brug tussen al en nog niet

Een vriend is brug tussen alleen en de andere

Een nacht is brug tussen dagen

Een lied is brug tussen klank en stilte

Een zoen is brug tussen woord en zwijgen

Een verpleegster is brug tussen leven en dood

Ieder van jullie is de brug waarop ik loop

Zorg dat ik veilig overga

Ik zal je herkennen als de ROTS in de rivier

Als de steunende hand

Als het woord dat mij draagt

Ik zal hardop jullie naam noemen

*Uit 'Als in een zachte bries' M. Ploem en H. Roeffaers (Don Boscovormingscentrum)*

- Onderstreep de figuurlijke brug in de tekst dubbel.
- Onderstreep de figuurlijke oevers in de tekst enkel.
- Welke zin uit het gedicht past bij de omschrijving?

Voor sommige mensen is het water veel te diep geworden om elkaar te verstaan.

De geboorte van een kind zorgt dan veelal voor verzoening tussen mensen. Een kind doet ons nadenken over het ontstaan van nieuw leven, het leven dat er eerst niet was, en dan ineens verschijnt.

*Een kind is brug tussen al en nog niet.....*

Een vriend kan wonderen verrichten voor iemand die eenzaam is. Zo wordt die kameraad een brug tussen op zichzelf en samen.

*Een vriend is een brug tussen alleen en de andere.....*

Een rustpauze, de nodige rust tussen de drukte van twee dagen in.

*Een nacht is brug tussen dagen*.....

Eens komt voor elke mens het ogenblik van de grote oversteek, een overtocht naar een andere wereld. Hier vinden we hulp in het ziekenhuis en thuis van gespecialiseerde mensen met een verzorgingstaak. Daarnaast hebben ze nog de tijd om een luisterend oor te zijn voor mensen die lijden en sterven. Er zijn mensen in de palliatieve zorg die zich geduldig inleven en vrijwillig tijd maken voor de mens in sterfensnood.

*Een verpleegster is brug tussen leven en dood*.....

Elk van ons is geroepen om brug te zijn voor de mens naast ons. Wanneer we openstaan voor de signalen die op ons afkomen, biedt het leven dagelijks tientallen gelegenheden. Wij kunnen veel meer dan we zelf vermoeden.

*Ieder van jullie is de brug waarop ik loop*.....

d. Kies de figuurlijke brug uit en vul in.

e. Onderstreep de figuurlijke oevers die door de brug worden verbonden.

evenveel – leerkracht – strijden – toetsenbord – stam – sportschoen – uier – middenveld – wiel – stengel – rust – trap – deur – eten – farao
---

Een .....toetsenbord..... is brug tussen computer en scherm.

Het .....middenveld..... van een voetbalploeg is brug tussen verdediging en aanval.

De .....leerkracht..... is brug tussen leerling en leerstof.

De .....trap..... is brug tussen benedenverdieping en eerste verdieping.

De .....stam..... is brug tussen wortels en kruin.

De .....stengel..... is brug tussen wortels en bloem.

De .....deur..... is brug tussen binnen en buiten.

...Evenveel..... is brug tussen meer en minder.

Het .....wiel..... is brug tussen auto en wegdek.

...Rust..... is brug tussen vermoed en fris.



.....*Strijden*..... is brug tussen verliezen en winnen.

.....*Eten*..... is brug tussen honger en verzadigd.

De .....*uier*..... is brug tussen koe en melk.

De .....*farao*..... is brug tussen goden en mensen.

De .....*sportschoen*..... is brug tussen looppiste en atleet.



f. Zoek enkele voorbeelden van figuurlijke bruggen en oevers.



.....

.....

.....

Een brug verbindt twee oevers van de stroom. Daardoor kunnen mensen elkaar ontmoeten wanneer het water veel te diep is. Daarom staat een brug symbool voor verbondenheid, een weg naar vrede en verstandhouding.

Wanneer twee landen oorlog voeren, zijn belangrijke bruggen de eerste doelwitten die vernietigd worden. Ze staan bovenaan de lijst op het strategisch plan om verdeeldheid te zaaien. Ze versterken het vijandsbeeld tussen mensen.

Bruggenbouwers zijn vreedstichters. Zij die bruggen opblazen, zijn ruziestokers.



g. Ga op zoek naar informatie over bruggenbouwers uit het verleden: Jezus Christus, Martin Luther King, Mahatma Gandhi, de Verenigde Naties...



19. OPTELLEN EN AFTREKKEN MET BRUG

$$3\ 900 + 500 = \overbrace{3\ 900 + 100}^{4\ 000} + \begin{array}{r} 400 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{r} 4\ 400 \\ \hline \end{array}$$

$$15\ 850 + 255 = \overbrace{15\ 850 + 150}^{16\ 000} + \begin{array}{r} 105 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{r} 16\ 105 \\ \hline \end{array}$$

$$14\ 380 + 90 = \overbrace{14\ 380 + 20}^{14\ 400} + \begin{array}{r} 70 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{r} 14\ 470 \\ \hline \end{array}$$

$$7\ 999 + 6 = \overbrace{7\ 999 + 1}^{8\ 000} + \begin{array}{r} 5 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{r} 8\ 005 \\ \hline \end{array}$$

$$27\ 990 + 40 = \overbrace{27\ 990 + 10}^{28\ 000} + \begin{array}{r} 30 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{r} 28\ 030 \\ \hline \end{array}$$

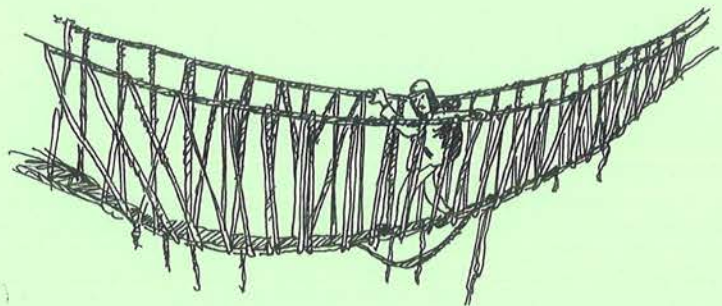
$$5\,200 - 700 = \overbrace{5\,200 - 200}^{5\,000} - \dots 500 \dots = \dots 4\,500 \dots$$

$$17\,100 - 350 = \overbrace{17\,100 - 100}^{17\,000} - \dots 250 \dots = \dots 16\,750 \dots$$

$$36\,830 - 70 = \overbrace{36\,830 - 30}^{36\,800} - \dots 40 \dots = \dots 36\,760 \dots$$

$$5\,001 - 8 = \overbrace{5\,001 - 1}^{5\,000} - \dots 7 \dots = 4\,993 \dots$$

$$96\,030 - 50 = \overbrace{96\,030 - 30}^{96\,000} - \dots 20 \dots = 95\,980 \dots$$

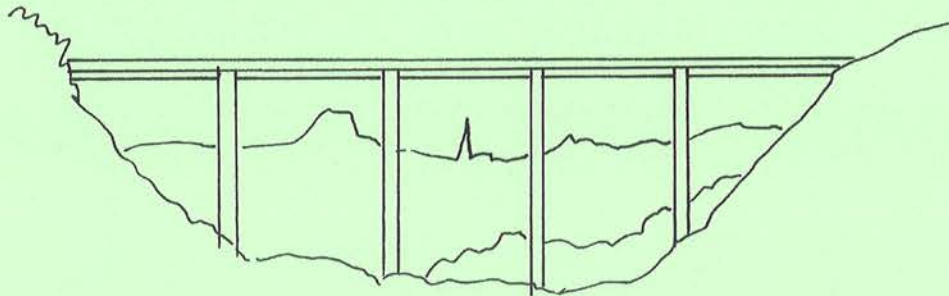


Durf jij de brug te maken?



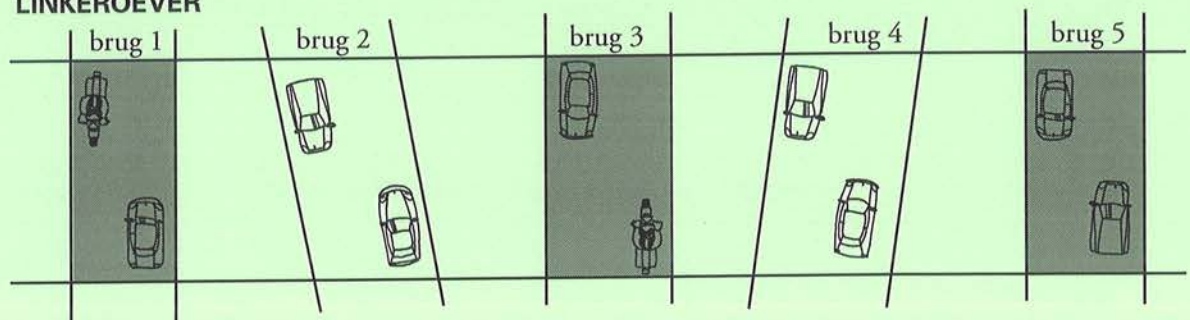
## 20. LOODRECHTEN

Een voorbeeld van een moderne liggerbrug is een gebouwde verbinding tussen twee oevers over een hindernis als een rivier of een stroom.



a. Kleur de bruggen die loodrecht van de linker- naar de rechteroever lopen.

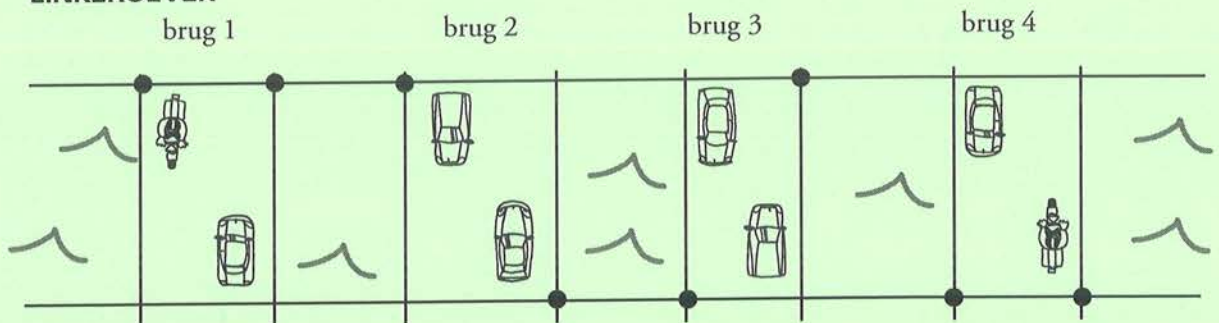
### LINKEROEVER



### RECHTEROEVER

b. Teken de linker- en de rechterkant van elke brug loodrecht van de linker- naar de rechteroever of omgekeerd.

### LINKEROEVER



### RECHTEROEVER

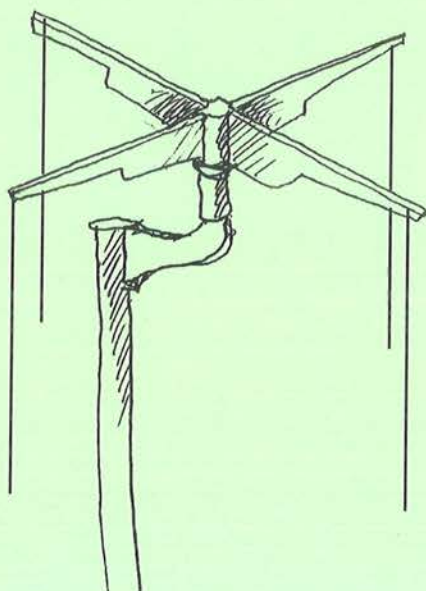
Een voorbeeld van een moderne hangbrug is een brug die is opgebouwd uit twee hoge pylonen of torens waartussen aan weerszijden een dikke kabel is gespannen. Aan de draagkabel hangen op regelmatige afstand van elkaar verticale hangkabels, 'hangers' genoemd, waaraan het brugdek is opgehangen.

c. Teken de ontbrekende verticale hangers loodrecht op het brugdek.

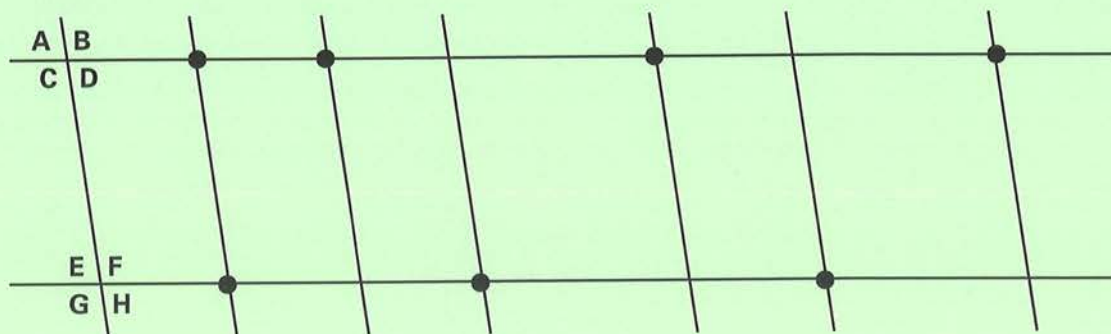


De Romeinse landmeters gebruikten een groma, een houten kruisvormig vizier voor het bepalen van de rechte hoek bij het ontwerpen van tunnels en metingen van rivieren. Het gaf de bouwers de mogelijkheid loodrecht op elkaar staande rechten te construeren. Aan dit houten kruis hingen gewichten.

d. Teken de ontbrekende loodrechte verticale hangers van de groma.



e. Teken een aantal rechten evenwijdig aan de rechte door de stippen.



f. Scherpe, rechte of stompe hoeken.

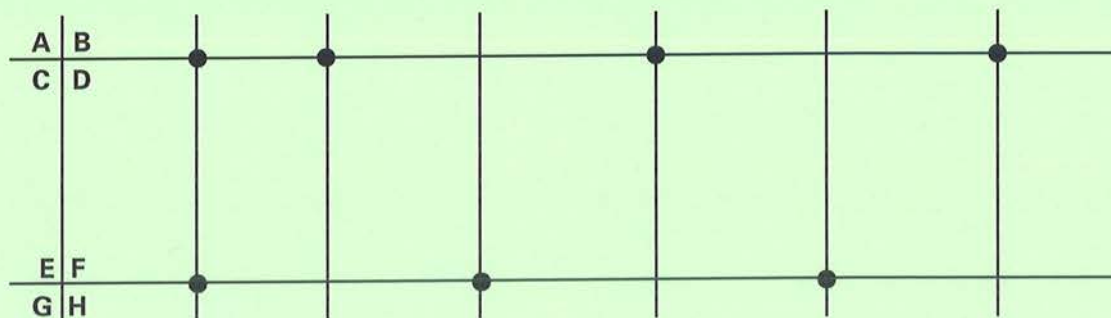
Kies uit en vul in.

hoek A: .....scherpe.....      hoek B: ...stompe.....      hoek C: ...stompe.....

hoek D: .....scherpe.....      hoek E: ...scherpe.....      hoek F: ...stompe.....

hoek G: .....stompe.....      hoek H: ...scherpe.....

g. Teken een aantal rechten evenwijdig aan de rechte door de stippen.



h. Scherpe, rechte of stompe hoeken.

Kies uit en vul in.

hoek A: .....rechte.....      hoek B: ...rechte.....      hoek C: ....rechte.....

hoek D: .....rechte.....      hoek E: ...rechte.....      hoek F: ....rechte.....

hoek G: .....rechte.....      hoek H: ...rechte.....



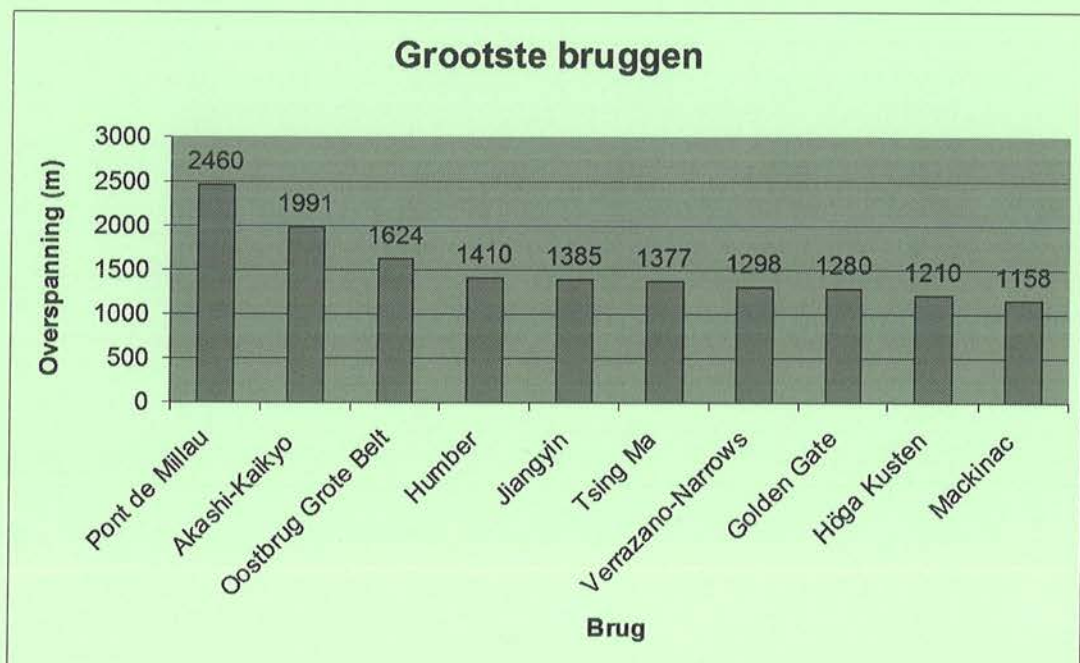
## 21. TABELLEN, DIAGRAMMEN EN SCHAAL

### 21.1 De grootste bruggen ter wereld

a. Lees het staafdiagram.

Hieronder zie je een staafdiagram van de grootste bruggen ter wereld.

Het betreft al gebouwde of nog in aanbouw zijnde hangbruggen met een hoofdoverspanning van meer dan 1 000 meter of 1 kilometer.



b. Zijn de volgende zinnen waar of niet waar? Kruis aan.

	waar	niet waar
1. Pont de Millau is de langste brug.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Tsing Ma is 33 m korter dan de Humber.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Golden Gate is juist de helft van Pont de Millau.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4. Oostbrug Grote Belt is 344 m langer dan de Golden Gate.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Höga Kusten is 70 m langer dan de Golden Gate.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6. Akashi-Kalkyo en Jianguyin zijn samen 3 376 m lang.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Verrazona en Humber hebben een verschil van 102 m.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
8. Oostbrug Grote Belt is 441 m langer dan Höga Kusten.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
9. Golden Gate en Höge Kusten zijn samen langer dan Pont de Millau.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Pont de Millau en Mackinac hebben een verschil van 1 302 m.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 21.2 Een staafdiagram maken

## Bekende tui- en boogbruggen

	Naam	Stad	Land
1	Golden Gate	San Francisco	Verenigde Staten van Amerika
2	Pont de Millau	Millau	Frankrijk
3	Akashi- -Kaikyo	Kobe - Naruto	Japan
4	Ponte Vecchio	Venetië	Italië
5	Brooklyn Bridge	New York	Verenigde Staten van Amerika
6	Pont du Gard	Nîmes	Frankrijk
7	Fatih Sultan Mehmet	Istanbul	Turkije
8	Verrazano – Narrows	New - York	Verenigde Staten van Amerika
9	Tower Bridge	Londen	Groot-Brittannië
10	Humber	Hull	Groot-Brittannië
11	Oostbrug Grote Belt	Halsskov-Sprogo	Denemarken
12	Minami Bisa-seto	Kojima-Sakaide	Japan
13	Bosporus	Istanbul	Turkije
14	George Washington	New York	Verenigde Staten van Amerika
15	New River Gorge Bridge	Fayetteville	Verenigde Staten van Amerika
16	Milleniumbridge	Londen	Groot-Brittannië
17	Pont de Normandie	Le Havre-Honfleur	Frankrijk
18	Ponte di Rialto	Venetië	Italië
19	Tsurumi Tsubasa	Yokohama	Japan
20	Pont d' Avignon	Avignon	Frankrijk



a. Hoeveel tui- en boogbruggen zijn er in elk land? Kleur het aantal vakjes in.

10								
9								
8								
7								
6								
5								■
4			■					■
3			■	■		■		■
2			■	■	■	■	■	■
1		■	■	■	■	■	■	■
	België	Denemarken	Frankrijk	Groot-Brittannië	Italië	Japan	Turkije	Verenigde Staten van Amerika

b. Lees het staafdiagram.

Welk land heeft de meeste bruggen? ....*Verenigde Staten van Amerika*.....

Welk land heeft de minste bruggen? ....*België*.....

Welke landen hebben evenveel bruggen? ....*Groot-Brittannië en Japan*.....

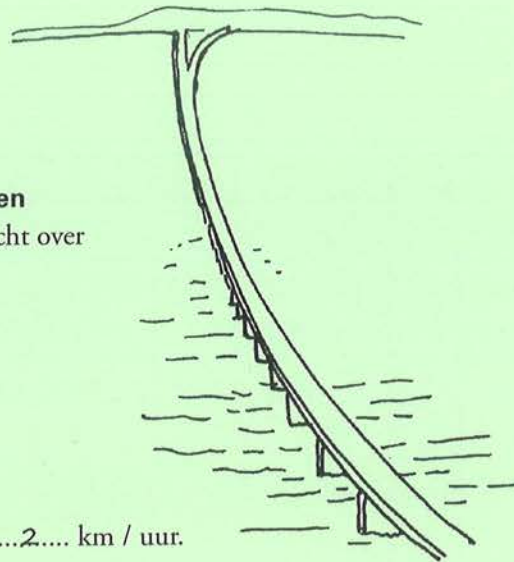
Hoeveel bruggen telde je voor Italië? .....*2*.....

Hoeveel bruggen telde je voor Groot-Brittannië? .....*3*.....



**21.3 Over de Øresundsbron in Denemarken**

- a. Hoelang duurt een wandel-, fiets- en autotocht over deze bijna 8 km lange brug?
- Vul op de stippellijn de tijd in.
  - Bereken de snelheid in km per uur.



1. Nena kuiert over de brug. Haar snelheid is ....2.... km / uur.

1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km	7 km	8 km
30 min	1u.....	1u.....	2u.....				4u.....
		30 min					

2. Ella stapt flink door. Haar snelheid is .....4... km/uur.

1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km	7 km	8 km
15 min	30.min	45.min	1u.....				2u.....

3. Senne fietst met zijn mountainbike. Zijn snelheid is ...15.. km/uur.

1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km	7 km	8 km
4 min	8..min	12..min	16..min				32..min

4. Ise rijdt met de auto. De snelheid van de auto is ...30.. km/uur.

1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km	7 km	8 km
2 min	4..min	6..min	8..min				16..min

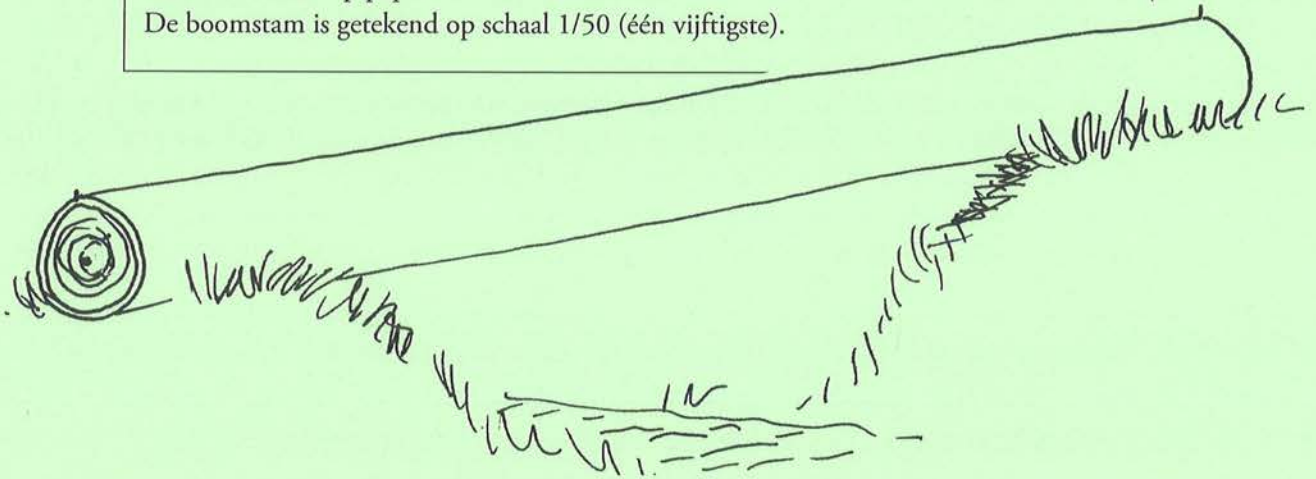
#### 21.4 Welke lengte hebben de boomstam en de brug in werkelijkheid?

##### Een boomstam, een natuurlijke brug

De getekende boomstam is 50 keer kleiner getekend dan in de werkelijkheid.

Elke centimeter op papier is 50 cm in het echt.

De boomstam is getekend op schaal 1/50 (één vijftigste).



- Welke lengte heeft de boomstam feitelijk? *7. m. 50 cm.*

##### Een brug over de rivier

De getekende brug is 100 keer kleiner getekend dan in de werkelijkheid.

Elke centimeter op papier is 100 cm in het echt.

De brug is getekend op schaal 1/100 (één honderdste).



- Welke lengte heeft de brug feitelijk? *.....13. m.*



## 22. EZELSRUGGETJE SCHRIKKELJAREN

In de differentiatieleerstof L3 werd het **ezelsbruggetje** met de **vuist(en)knokkels** toegepast om het **aantal dagen** van de **maanden** te kunnen onthouden of uit het hoofd te leren. Alle maanden, behalve februari, tellen 30 of 31 dagen. Drie opeenvolgende jaren telt **februari 28** dagen, om de vier jaar **29** dagen.



Zo een **jaar** met **366** in plaats van 365 **dagen** heet een **schrikkeljaar**. Een kind dat jarig is op 29 februari heet een 'schrikkelkind'. Verjaart een 'schrikkelkind' dan maar om de vier jaar? Blijft een kind dat om de vier jaar verjaart echt jong? Schrikkeljaar is een erg oud woord en komt van schrikkelen of schrikken, verschieten, verspringen, nalaten, overslaan, verzuimen, wegblijven... Wat verspringt er tijdens het schrikkeljaar? Tijdens het schrikkeljaar verspringen de vaste (kerkelijke) feestdagen een (extra) dag.

### 22.1 Wat is het nut van een schrikkeljaar of schrikkeljaar?

Schrikkeljaren zijn nodig om de kalender in de pas te houden met de seizoenen.

Eén jaarlijkse omwenteling van de aarde rond de zon telt ongeveer 6 uur meer dan 365 dagen.

Om dat te compenseren, wordt er om de 4 jaar een schrikkeljaar ingeschakeld.

Wanneer hebben we een schrikkeljaar?

- Het jaar 4, 8, 12... 2000, 2004, 2008, 2012, 2016, 2020... allen veelvoud van 4 of deelbaar door 4.
- De jaren bestaande uit zuivere honderdtallen (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100...) zijn maar schrikkeljaren als ze deelbaar zijn door 4 en door 100. Zo is 300 geen schrikkeljaar: het is wel deelbaar door 4, maar niet door 100.

Omcirkel de schrikkeljaren.

100 – 200 – 300 – 400 – 500 – 600 – 700 – 800 – 900 – 1000 – 1100 – 1200 – 1300 – 1400 –  
1500 – 1600 – 1700 – 1800 – 1900 – 2000 – 2100 – 2200 – 2300 – 2400 – 2500 – 2600

### 22.2 Een periode van 100 jaar is een eeuw.

Om een eeuw te bepalen, zoek je het aantal honderdtallen (H) en tel je er één bij. In bijvoorbeeld 1901, 1902, 1903... zit telkens 19 keer 100 (19H), dus  $19 + 1 = 20^{\text{e}}$  eeuw.

De 1<sup>e</sup> eeuw na Christus begint met het jaar 1, want het jaar 0 bestaat niet.

Aangezien een eeuw 100 jaar duurt, behoort het jaar 100 nog tot de 1<sup>e</sup> eeuw. Dus elke eeuw begint met een jaartal dat eindigt op 1 (bijvoorbeeld 1, 101, 201, 301...) en eindigt op een zuiver honderdtal (bijvoorbeeld 100, 200, 300...).

Ook een millennium begint met een jaartal dat eindigt op 1 (bijvoorbeeld 1, 1001, 2001...) en eindigt op een zuiver duizendtal (bijvoorbeeld 1000, 2000, 3000...).

a. Vul de passende eeuw in.

1	.1 <sup>e</sup> ..	107	..2 <sup>e</sup> ..	501	.6 <sup>e</sup> ..	801	..9 <sup>e</sup> ..
1302	..14 <sup>e</sup>	1830	..19 <sup>e</sup>	1945	..20 <sup>e</sup>	2010	..21 <sup>e</sup>
300	.3 <sup>e</sup> ..	1000	..10 <sup>e</sup>	1799	..18 <sup>e</sup>	2000	..20 <sup>e</sup>

b. Vul het passende millennium in. Kies uit 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> enzovoort.

1	.1 <sup>e</sup> ..	1000	..1 <sup>e</sup> ..	1500	..2 <sup>e</sup> ..	2999	..3 <sup>e</sup> ..
---	--------------------	------	---------------------	------	---------------------	------	---------------------

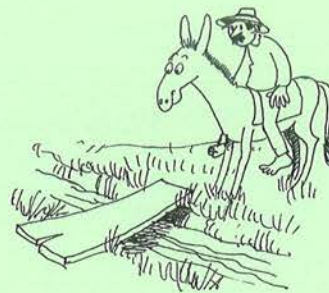
## 23. EZELSRUGGETJES WERELDORIËNTATIE



### 23.1 De magen van de koe



De magen van een koe zijn **PeNiBeL**  
In volgorde: Pens, Netmaag, Boekmaag en Lebmaag.



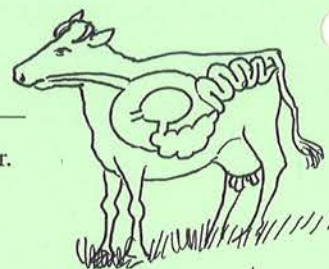
### 23.2 Een herbivoor, een carnivoor of een omnivoor?

**Her** is van herkauwen, denk aan een koe. Dus een planteneter of herbivoor.

**Car** denk aan een carbonaatje\*. Dus een vleeseter of carnivoor.

**Omni** denk aan een omnibus, dat is een boek met meerdere verhalen.

Dus een dier dat van alles wat eet of een omnivoor.



\* op de rooster gebraden vlees – barbecue

### 23.3 Onze zintuigen

HOTON staat voor je 5 zintuigen:

**H** = huid om te voelen

**O** = oren om te horen

**T** = tong om te proeven

**O** = ogen om te zien

**N** = neus om te ruiken

Welk lichaamsdeel past bij welk zintuig? Verbind



BRUGGEN BBOUWEN: KANGOEROE 3<sup>e</sup> -4<sup>e</sup> LEERJAAR / GROEP 5-6**24. DE ROMEINEN BOUWEN EEN BRUG****1**

Om een vaste brug te bouwen, maakten de Romeinen gebruik van een schipbrug. Dit zijn verschillende schepen die naast elkaar in het water liggen en een brug vormen. De vaste brug werd van hout gemaakt en steunde op vijf stenen pijlers, die in de rivier kwamen te staan. Er werden houten wanden, damwanden, opgesteld. Op die manier konden de werklieden de pijlers bouwen zonder onder water te moeten werken.

**2**

Eerst werden er palen naast elkaar in de rivierbodem geslagen. Het waren kaarsrechte stammen met afgeschraapte bast en waaraan met een bijl een punt was gehakt. Ze werden met kettingen bijeen gehouden in een vorm zodat het water van de rivier er gemakkelijk langs kon stromen.

**3**

Gaten tussen de palen werden met taaie klei dichtgemaakt. Het water uit de op die manier gevormde put halen, was een hele karwei, de Romeinen beschikten immers nog niet over pompen. Ze ledigden de put met emmers die stuk voor stuk uit de put werden gehesen. Bij het bouwen van een pijler, plaatsten de Romeinen in de drooggelegde rivierbodem palen in een kring met een zware blok. Aan de binnenkant van die palenkring werden horizontaal planken aangebracht. Binnen deze bekisting werd een mengsel gestort van kleine stenen en kalk, waaraan puzzolaanaarde was toegevoegd. De puzzolaanaarde zorgde ervoor dat het mengsel, het beton, snel hard werd. Met vlakke blokken natuursteen aan de buitenkant en beton aan de binnenkant, bouwden ze op de gestorte fundering van de pijler.

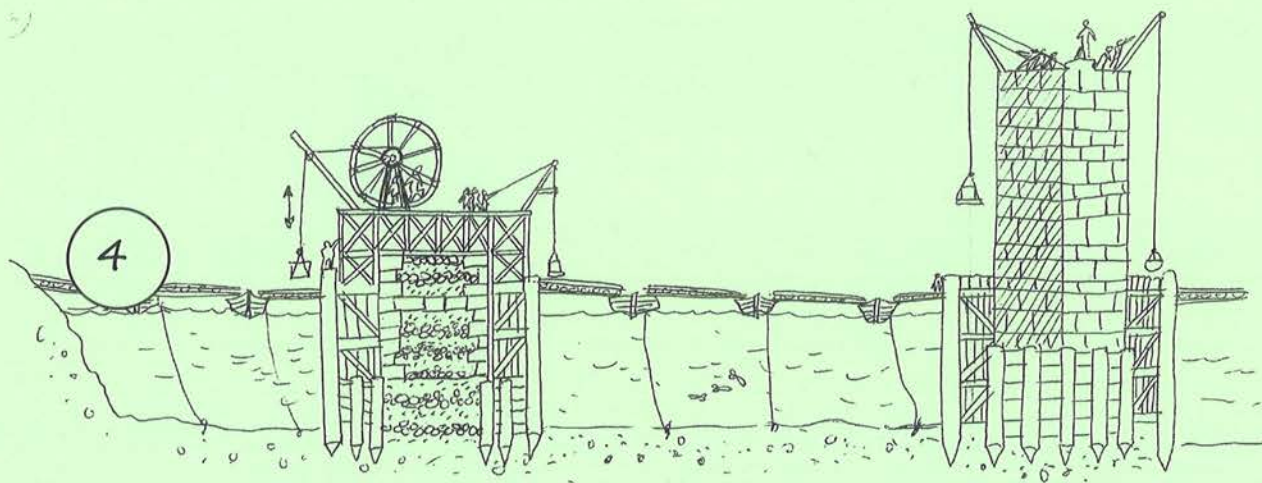
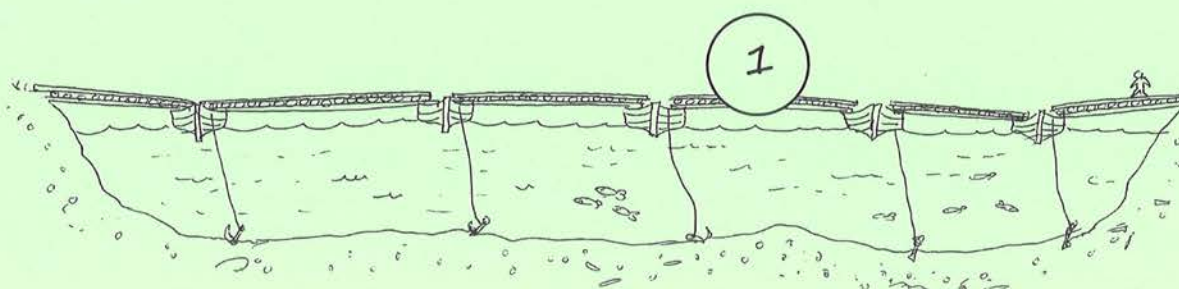
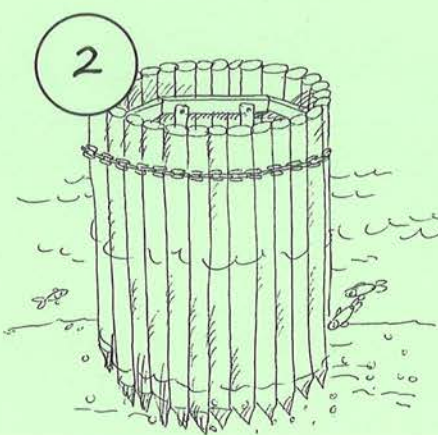
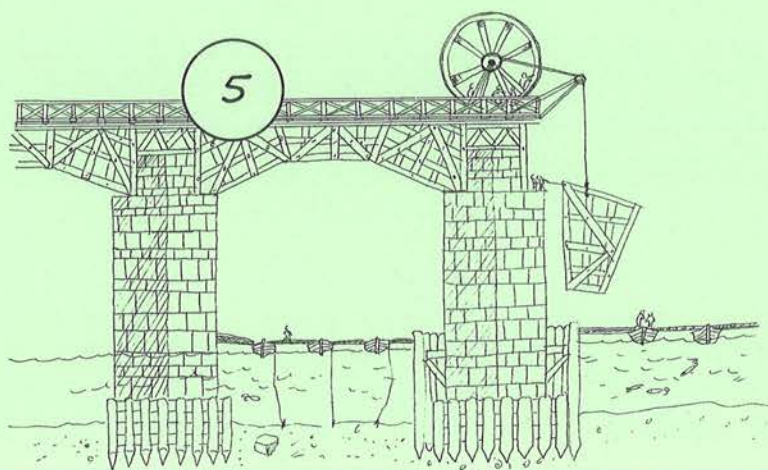
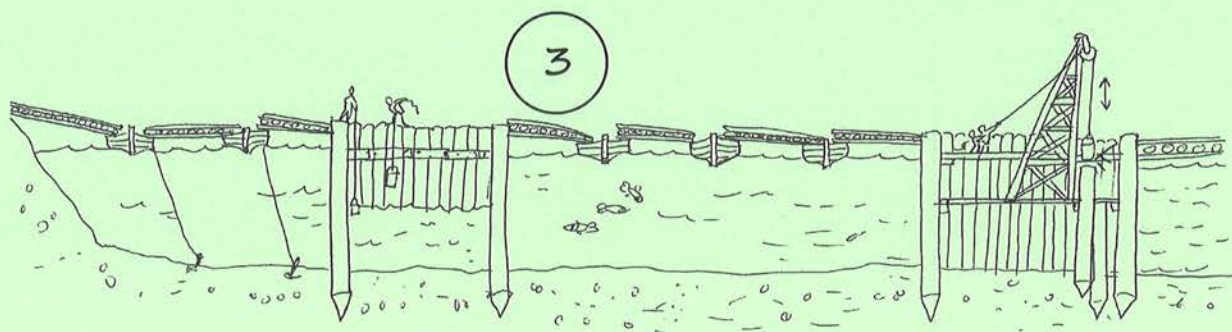
**4**

Ze bouwden de pijlers ongeveer 10 meter boven het wateroppervlak en brachten er houten bogen tussen aan. Voor het zware hijswerk bij de bouw van een brug, werden tredradkranen gebruikt.

**5**

Over de houtconstructie werd een houten weg, het brugdek, aangebracht. Aan weerskanten werd een leuning gemaakt die ervoor zorgde dat voetgangers, ruiters en wagens niet van de brug zouden vallen. Het brugdek was ruim 15 meter boven de rivier, zodat schepen met volle zeilen eronder door konden varen. De damwanden rondom de pijlers werden verwijderd en de schipbrug afgebroken.

a. Nummer de tekeningen volgens de tekstfragmenten.







b. Vul aan. Kies een gepast synoniem.

afschrapen – pijler – puzzolaanaarde – bodem – hijsen – wand –  
 schipbrug – bekisting – kalk – dam – bast – klei – tredradkraan

vlotbrug, pontonbrug	.... <i>schipbrug</i> .....
Brugsteun	.... <i>pijler</i> .....
Waterkering	.... <i>dam</i> .....
Schot	.... <i>wand</i> .....
Boomschors	.... <i>bast</i> .....
Schoonkrabben	.... <i>afschrapen</i> .....
leem, aarde	.... <i>klei</i> .....
Bedding	.... <i>bodem</i> .....
Damwand	.... <i>bekisting</i> .....
Metselspecie	.... <i>kalk</i> .....
Cement	.... <i>puzzolaanaarde</i> .....
Takel	.... <i>tredradkraan</i> .....
Takelen	.... <i>hijsen</i> .....



c. Nummer de zinnen in de juiste volgorde van 1 tot en met 5.

- ..2.... Het afbakenen van damwanden.
- ..5.... De constructie van het brugdek
- ..1.... De aanleg van een schipbrug.
- ..4.... De opbouw van de pijlers
- ..3.... Het leggen van de fundering



d. Kies een woord dat het best bij de omschrijving past.

afschrapen – pijler – puzzolaanaarde – bodem – hijsen – wand –  
 schipbrug – bekisting – kalk – dam – bast – klei - tredradkraan

- |   |                        |
|---|------------------------|
| op water drijvende brug bestaande uit meerdere pontons                  | .....schipbrug.....    |
| ondersteunend deel van brugfundament (onderbouw brug)                   | .....pijler.....       |
| alles wat aangelegd is om water tegen te houden                         | .....dam.....          |
| houten afrastering  | .....wand.....         |
| deel van een boom onder de schors                                       | .....bast.....         |
| schoonmaken door de ruwe buitenkant eraf te krabben                     | .....afschrapen.....   |
| fijnkorrelige grondsoort om te boetseren, dicht te maken, te pleisteren | .....klei.....         |
| vaste ondergrond onder water  | .....bodem.....        |
| tijdelijke betimmering om de mortel in de gewenste vorm te houden       | .....bekisting.....    |
| leemachtige grondsoort  | .....kalk.....         |
| roodachtige vulkanische grond of aarde                                  | .....puzzolaanaarde... |
| toren met kabels en katrollen om zware voorwerpen op te hijsen          | .....tredradkraan..... |
| een last optillen door middel van bijvoorbeeld een tredradkraan         | .....hijsen.....       |



## 25. DE ROMEINEN BOUWEN EEN AQUADUCT

### 25.1 De bouwtechniek van een aquaduct

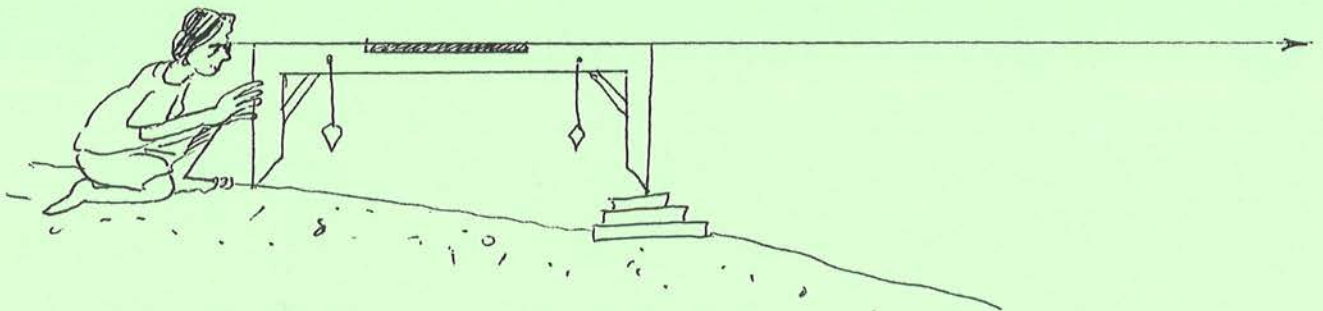
#### Aquaducten of waterleidingen

Het woord 'aquaduct' is afgeleid van de Latijnse woorden 'aqua' (water) en 'ducere' (leiden). Velen denken onterecht dat aquaducten door de Romeinen werden uitgevonden. Vanaf de vroegste oudheid, werden woongebieden in Mesopotamië al van water voorzien door overdekte kanalen die een verbinding vormden met de rivieren de Tigris en de Eufraat. Ook de Oude Grieken hebben onderaardse gangen en kanalen gebruikt, die in de rotsen waren uitgehouwen, om het water naar droge gebieden te laten stromen.

De Romeinen construeerden talrijke aquaducten om water te transporteren naar steden en industriële gebieden. Rome zelf had de hoogste concentratie van aquaducten, maar liefst elf, gebouwd over een periode van 500 jaar en onder de regering van 36 keizers. Deze aquaducten behoren tot de grootste technische prestaties van het oude Rome. Zij behaalden een technische norm die zelfs in de 1000 jaar daarop niet werd geëvenaard en doorstaan nog steeds 'de tand des tijds'. Heel bekend zijn de Aqua Marcia/Rome (Italië), Pont du Gard (Frankrijk), Caesarea (Israel), Segovia (Spanje).

Vele steden, voornamelijk in Noord-Afrika, gebruiken ook nu nog de oude aquaducten voor hun watervoorziening.

#### De Chorobates

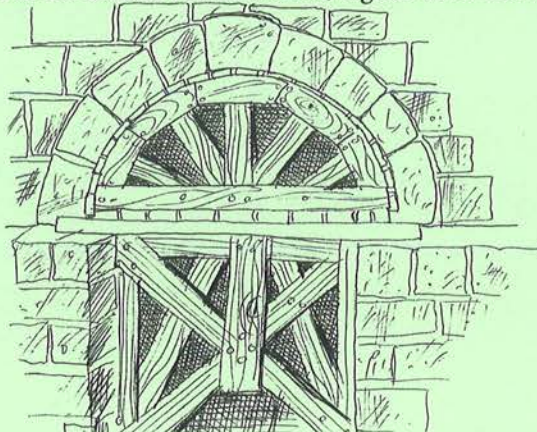


Na het kiezen van een geschikte plaats voor het bouwen van een aquaduct, werd een kaart gemaakt. Hierop kon je de hoogte van heuvels en dalen die op het traject lagen aflezen. Om die hoogten te bepalen, gebruikten de landmeters een **chorobates**. Met dit instrument konden ze een horizontaal vlak uitzetten. De chorobates had de vorm van een tafel met bovenin een gleuf. In de gleuf deden ze water. Zo zagen ze wanneer het oppervlak van het water evenwijdig was aan de bovenzijde van de tafel en die dus 'waterpas' stond. Aan de zijkant van de tafel hingen vier gewichten aan draden. Wanneer die draden verticaal, evenwijdig aan de poten van de tafel hingen, was dat een extra aanwijzing dat de chorobates **waterpas** stond.

Door langs het bovenvlak van de chorobates te kijken, konden de landmeters een denkbeeldige horizontale lijn over de hele weg van het aquaduct uitzetten. Om de tien meter langs deze lijn werd de hoogte tussen de lijn en de grond gemeten. Ze tekenden de lijnen op perkament en duiden de verticale afstanden aan. Door alle punten met elkaar te verbinden, kregen de kaarttekenaars het juiste profiel van het landschap. Bij het tekenen van het aquaduct op het perkament, zagen de ingenieurs of het aquaduct op de grond, door de bodem of ver boven de grond zou lopen. Het aquaduct moest van begin tot eind steeds gelijkmatig aflopen om het water te laten stromen.

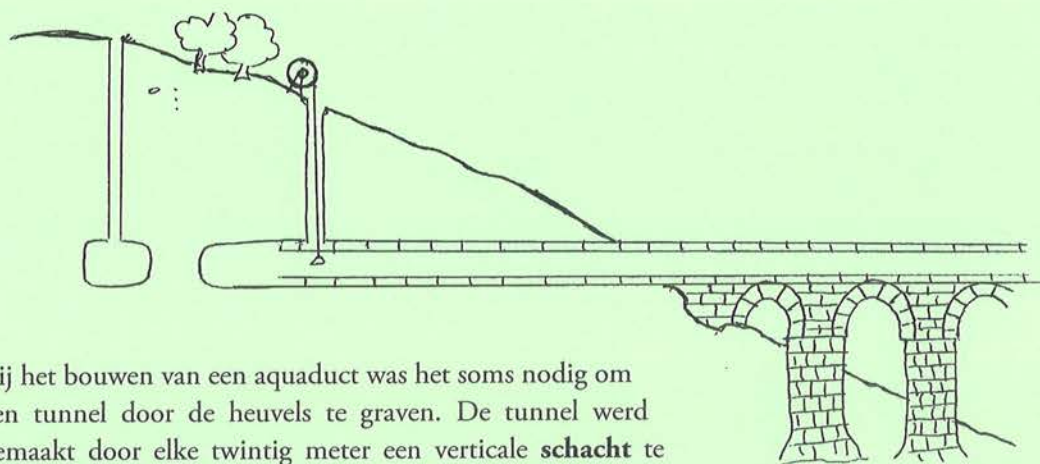
### Bouwen in de hoogte

Om te voorkomen dat mensen water zouden stelen of vergiften, werd het grootste deel van het aquaduct ongeveer dertien meter boven de grond gebouwd. Het werd ondersteund door een lange rij bogen op hoge vierkante **pijlers** die op diepe **fundamenten** rustten. De fundamenten en pijlers waren gebouwd van blokken natuursteen aan de buitenkant, gemetseld met mortel, en lagen beton binnenin. Om beton te maken, spreidden de metselaars eerst een laag ruwe steenblokken in het te vullen gedeelte. Dan bedekten opperlieden de stenen met een laag mortel om alles samen te binden. Na het zakken van de mortel, legden ze er een volgende laag op.



Na het bouwen van twee pijlers, bouwden ze er met behulp van een **houten formeel** een boog tussen. De ruimte tussen twee bogen werd met metselwerk opgevuld. Het aquaduct zelf was een stenen buis met een rechthoekige doorsnede van ruim een meter breed en twee meter hoog. Die buis werd boven op de bogen gebouwd. De binnenkant van de buis werd met een laag harde mortel afgewerkt om lekken te voorkomen.

### Tunnels graven



Bij het bouwen van een aquaduct was het soms nodig om een tunnel door de heuvels te graven. De tunnel werd gemaakt door elke twintig meter een verticale **schacht** te delven. De diepte van de schachten werd bepaald door de maten die ze op de profielkaart terugvonden. De werklieden groeven een horizontale **verbindingsgang** vanuit de bodem van de schachten. De aarde werd naar boven gehesen en als er een gedeelte van de tunnel klaar was, bekleedden de metselaars dat met stenen en een laag harde mortel.

### Werklieden

Het hoofd van de waterbouwkundige afdeling reed eens per de week de stad uit om het bouwwerk te inspecteren. De ploegbazen en de werklieden woonden in kampen die met het aquaduct mee verhuisden.

a. Ga op zoek naar het juiste vetgedrukte woord in de tekst.

Een aquaduct is een soort .....*waterleiding*.....

Een waterpas of .....*chorobates*.....

De basis van een gebouw is het .....*fundament*.....

Steunen die iets overeind houden zijn .....*pijlers*.....

Timmerwerk om metselwerk te ondersteunen of een .....*houten formeel*.....

Ondergrondse gangen of .....*schachten*.....

b. Ga in de tekst op zoek naar het antwoord op de vragen.

Welke volkeren kenden nog voor de Romeinen aquaducten?

.....*De mensen uit Mesopotamië, Oude Grieken*.....

Waarom denken velen dat de Romeinen de aquaducten hebben uitgevonden?

.....*Zij construeerden talrijke aquaducten om water te transporteren naar steden.*

.....*Rome bouwde er maar liefst 11*.....

Uit welke Latijnse woorden kun je de betekenis van aquaduct 'waterleiding' afleiden?

.....*'aqua' (water) en 'ducere' (leiden) = waterleiding*.....

Waaruit blijkt dat verscheidene aquaducten 'de tand des tijds' hebben doorstaan?

.....*Er bestaan nu nog bekende aquaducten zoals de Aqua Marcia/Rome (Italië), Pont*

.....*du Gard (Frankrijk), Caesarea (Israël), Segovia (Spanje)*.....

Op welke drie verschillende manieren kon een aquaduct zijn loop hebben?

.....*op de grond, door de bodem of ver boven de grond*.....

Hoe kon je met een chorobates verticaal en loodrecht meten?

.....*Als de vier draden met op het einde gewichtjes, de hangers, evenwijdig hingen*

.....*met de poten van de tafel*.....

Op welke manier verschilt de chorobates van een moderne waterpas?

*De chorobates was veel groter, had de vorm van een tafel, de vloeistof was niet afgesloten, kan alleen horizontaal gehouden worden.....*

Waarom werd het grootste gedeelte van de aquaduct zo hoog boven de grond gebouwd?

*Om te voorkomen dat mensen water zouden stelen of vergiftigen.....*

Welke soort brug is een aquaduct? Een liggerbrug, een boogbrug of een hangbrug?

*een hoogbrug.....*

Waarom werd de binnenkant van de buis van een aquaduct met mortel afgewerkt?

*om lekken te voorkomen.....*

Waarom werden de tunnels door de heuvels op zo een korte afstand van 20 m gegraven?

*De werklieden groeven een horizontale verbindingsgang vanuit de bodem van de schachten. Zij moesten de aarde naar boven hijsen. Anders was er wellicht ook veel meer gevaar voor instorting.....*

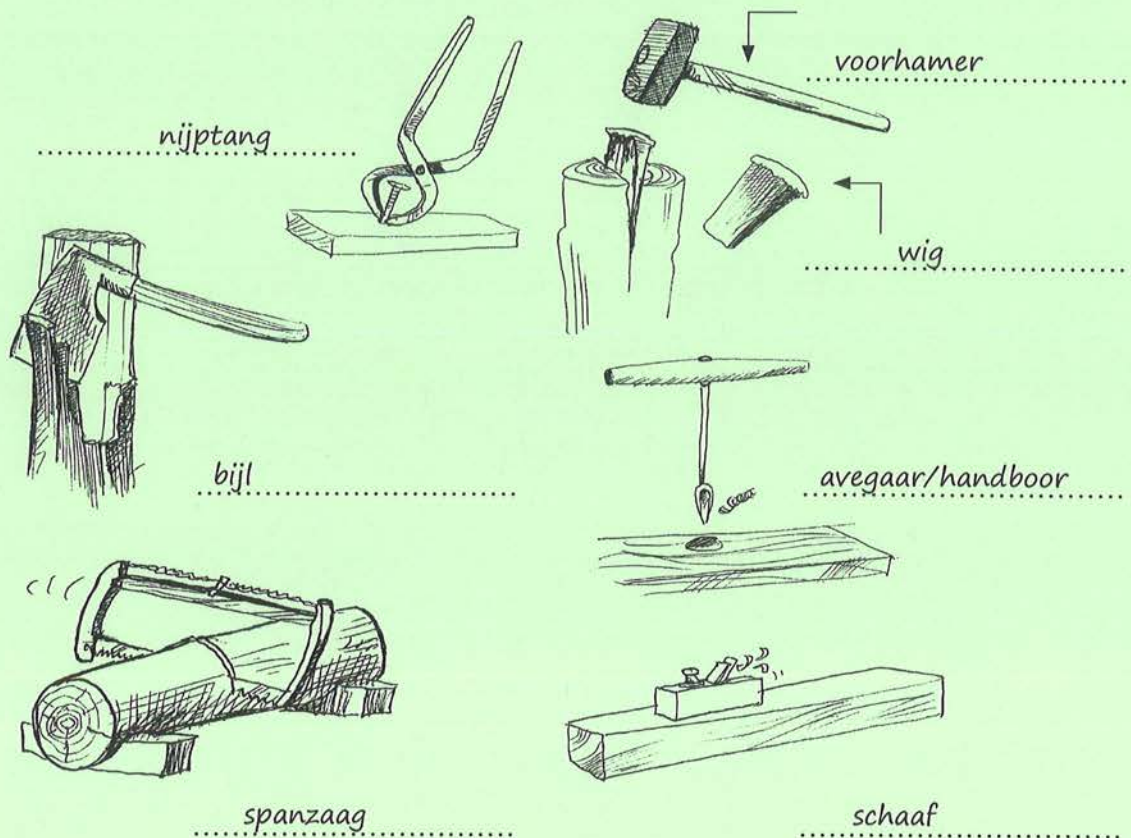


c. Zoek afbeeldingen van verschillende aquaducten.

## 25.2 Houtbewerkinggereedschap

a. Schrijf het juiste woord bij de tekening. Kies uit.

bijl – schaaf – voorhamer – spanzaag – wig – avegaar/handboor – nijptang



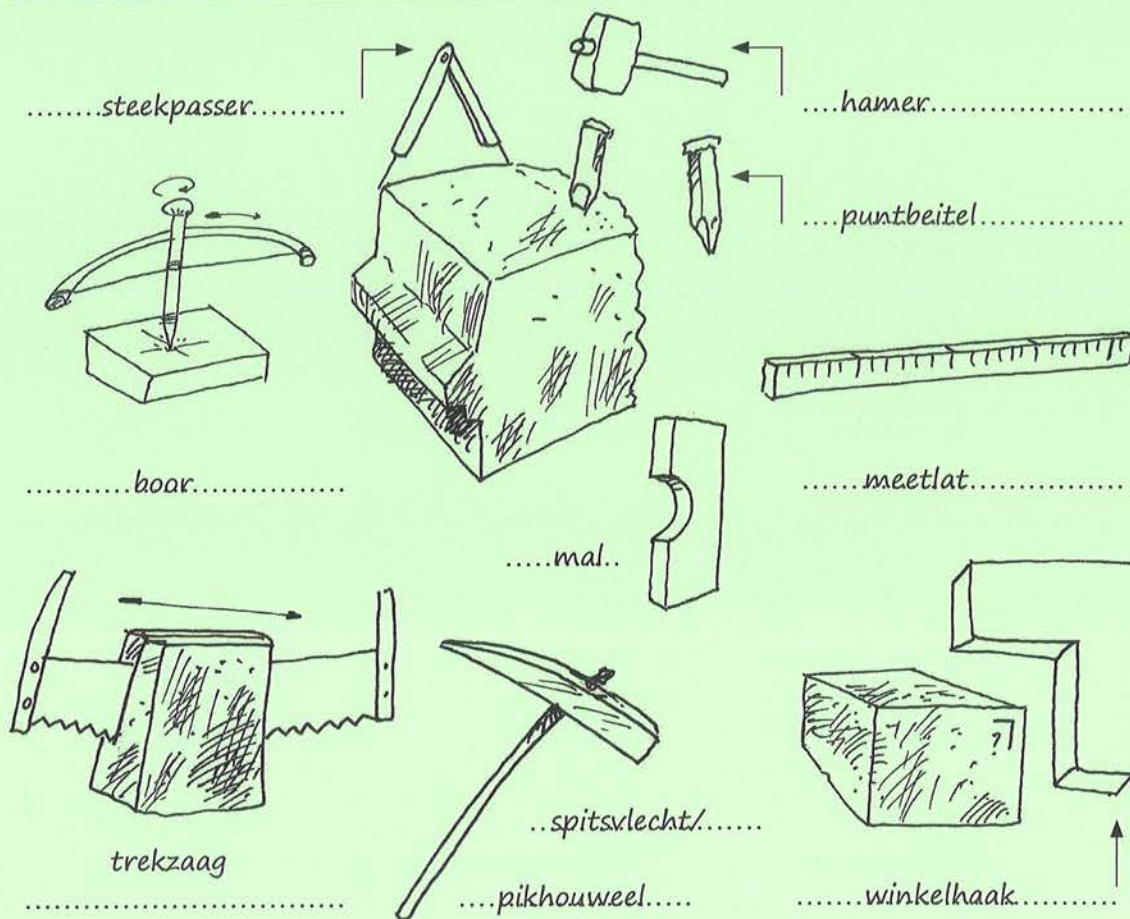
b. Waarvoor wordt het gereedschap gebruikt? Vul het juiste gereedschap in.

- Om de zijkant van een stam recht te hakken of te kantrechten, gebruik je ..een. *bijl*.....
- Je maakt grote gaten in hout met ....een. *avegaar/handboor*
- Om boomstammen dwars door te zagen, gebruik je .een. *spanzaag*.....
- Om spijkers uit te trekken, gebruik je ...een. *nijptang* .....
- Om hout te splijten, gebruik je ..een. *wig*.....
- Een grote hamer met een lange steel om een wig in een boomstam te slaan, heet ..een. *voorhamer*.....
- Een werktuig met uitstekend snijvlak in schuine stand om voorwerpen glad te maken of er een bepaalde vorm aan te geven, heet ....een. *schaaf*.....

25.3 Steenhouwergereedschap

a. Schrijf het juiste woord bij de tekening. Kies uit.

trekzaag – steekpasser – meetlat – mal – puntbeitel – hamer – boor –  
winkelhaak – spitsvlecht/pikhouweel



b. Waarvoor wordt het gereedschap gebruikt? Schrijf het gereedschap bij de omschrijving.

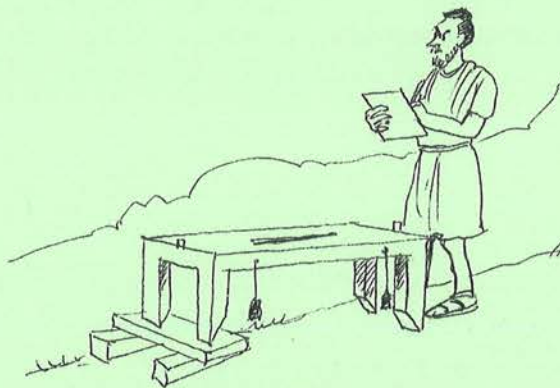
- Om een zacht natuursteen door te snijden, gebruik je ... een trekzaag.....
- Om maten uit te zetten, gebruik je ... een steekpasser.....
- Om de juiste vorm op de steen af te tekenen, gebruik je .... een mal.....
- Om steen ruw te bewerken, gebruik je .... een spitsvlecht/pikhouweel
- Om te controleren of een hoek goed recht of haaks is, gebruik je .... een winkelhaak.....
- Je maakt grote gaten in steen met ... een boor.....



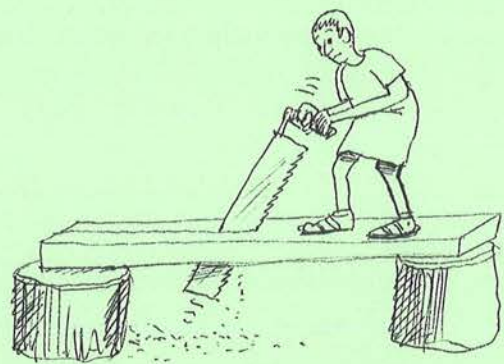
25.4 Wie doet wat?

a. Schrijf het juiste beroep bij de tekening. Kies uit.

smid – kaarttekenaar – steenkapper – architect – steenhouwer – timmerman – metselaar



.....architect.....



.....timmerman.....



.....steenkapper.....



.....smid.....



.....stenhouwer.....



.....metselaar.....



.....kaarttekenaar.....

b. De mannen die het aquaduct gebouwd hebben, waren handenarbeiders uit de streek.  
Schrijf het juiste beroep bij elke omschrijving.

- Hij bedenkt de brug en tekent de plannen.

Het is ...*de. kaarttekenaar*.....

- Hij bestudeert het terrein en berekent het hoogteverschil.

Het is ...*de. architect*.....

- Hij delft de stenen op uit de steengroeve.

Het is ...*de. steenhouwer*.....

- Hij kapt de steenblokken.

Het is ...*de. steenkapper*.....

- Hij maakt de metalen werktuigen.

Het is ...*de. smid*.....

- Hij maakt de mortel die dient om de stenen bij elkaar te houden.

Het is ...*de. metselaar*.....

- Hij timmert de boogvormen in elkaar.

Het is ...*de. timmerman*.....



## 26. MOBIELE BRUGGEN NAAR WIJZE VAN OPENEN OF DICHTGAAN

### 26.1 Soorten bruggen



Bruggen kunnen op basis van verschillende criteria onderverdeeld worden: volgens constructie, gebruik, materiaal, naar wijze van open- en dichtgaan... In dit hoofdstuk maken we een indeling volgens de manier waarop bruggen open- en dichtgaan.

Op veel plaatsen waar verkeer het water kruist, is het niet mogelijk de brug zo hoog te maken dat al het waterverkeer ongestoord de brug kan passeren. Vandaar dat er beweegbare bruggen zijn ontwikkeld.

We onderscheiden zes richtingen van beweging:

- translatie of horizontaal **verschuiven langs de x-as.**
- translatie of horizontaal **verschuiven langs de y-as.**
- translatie of verticaal **verschuiven langs de z-as.**
- rotatie of **verdraaien met/om de x-as.**
- rotatie of **verdraaien met/om de y-as.**
- rotatie of **verdraaien met/om de z-as.**

Hierbij loopt de **x-as evenwijdig met de weg** over de brug, dus haaks op de oever/(van) de waterweg. De **y-as** loopt langs de oever **parallel met de waterweg.**

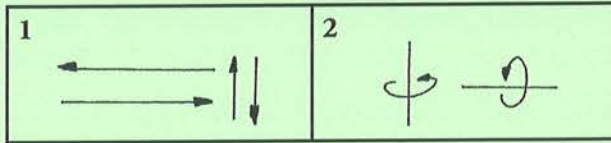
Daar waar de x-as en de y-as in het horizontaal vlak liggen, staat de **z-as** verticaal, **loodrecht op het wateroppervlak.**

In de loop der eeuwen zijn er bruggen ontworpen die bewegen langs de x- en z-as en die draaien om de y- en z-as. Met de wisseling van het laatste millennium, is de eerste brug gebouwd die draait om de x-as. Verschuiven langs de y-as, langs de oever, is voor de scheepvaart als brug uiteraard nutteloos, tenzij het een rollende **brugkraan** betreft.

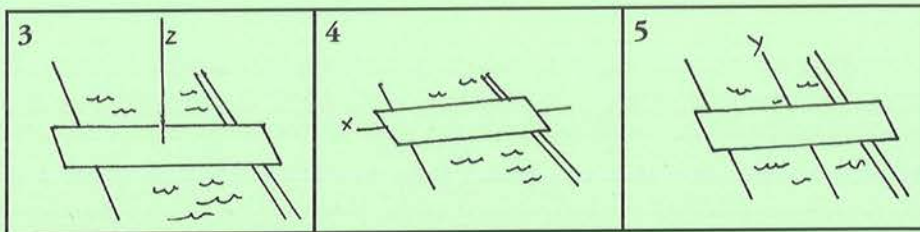


**SCHEMA A: HET OPEN EN DICTGAAN VAN BEWEEGBARE BRUGGEN.**

Pictogrammen translatic/verschuiven en rotatie/(ver)draaien



Pictogrammen x-as, y-as en z-as



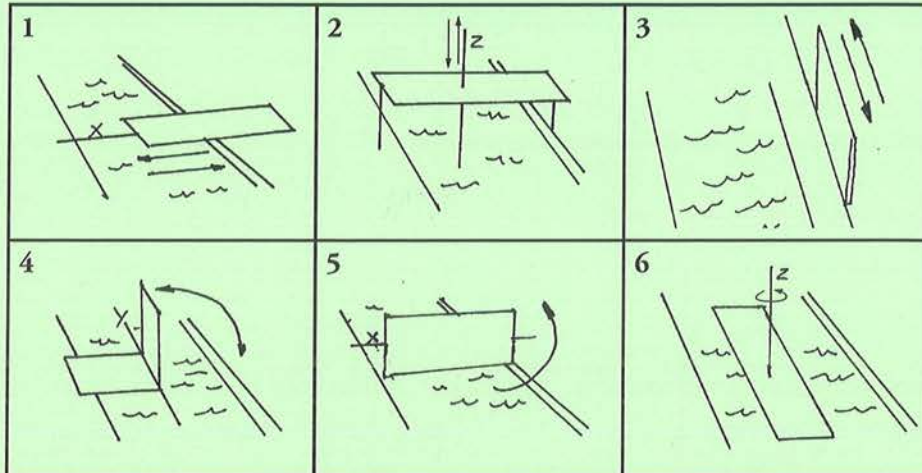
a. Schrijf het nummer van het pictogram in het passende vakje.

		rotatie (ver)draaien	translatie verschuiven
	openen of dichtgaan → assen ↓	2	1
x-as	4		
y-as	5		
z-as	3		

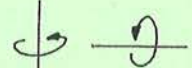
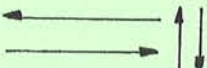

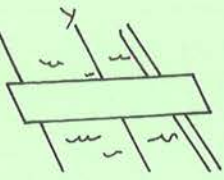
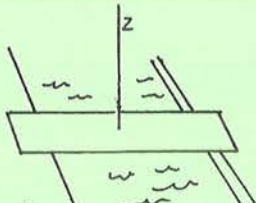


**SCHEMA B: HET OPEN EN DICHTGAAN VAN BEWEEGBARE BRUGGEN**

Pictogrammen rotatie/(ver)draaien met/om en translatie/verschuiven langs x-as, y-as en z-as.

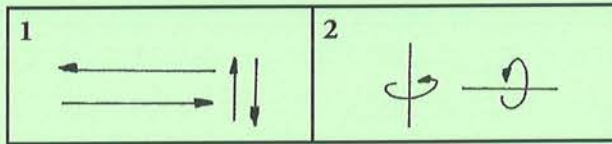


Schrijf het nummer van het pictogram in het passende vakje.

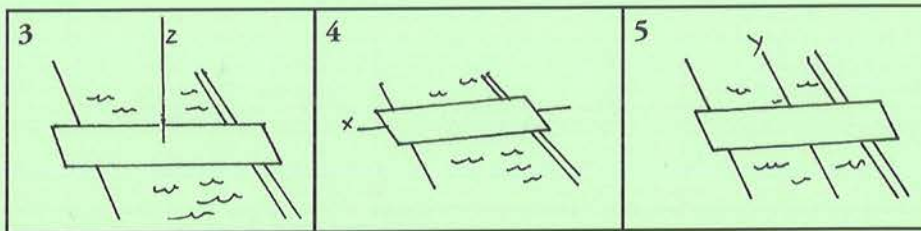
		rotatie (ver)draaien	translatie verschuiven
	openen of dichtgaan → assen ↓		
x-as		5	1
y-as		4	3
z-as		6	2

**SCHEMA C: HET OPEN EN DICTGAAN VAN BEWEEGBARE BRUGGEN**

Pictogrammen translatie/verschuiven en rotatie/(ver)draaien



Pictogrammen x-as, y-as en z-as

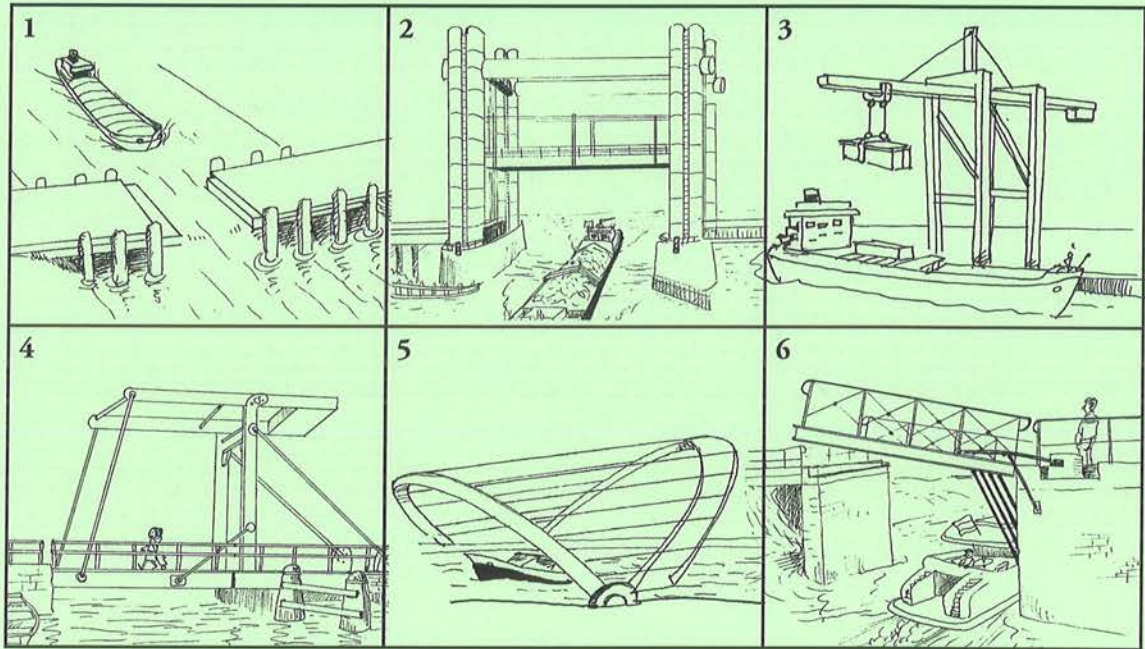


Schrijf het nummer van het pictogram in het passende vakje.

		rotatie (ver)draaien	translatie verschuiven
	openen of dichtgaan → assen ↓	2	1
x-as	4		
y-as	5		
z-as	3		

**SCHEMA D: HET OPEN EN DICTGAAN VAN BEWEEGBARE BRUGGEN**

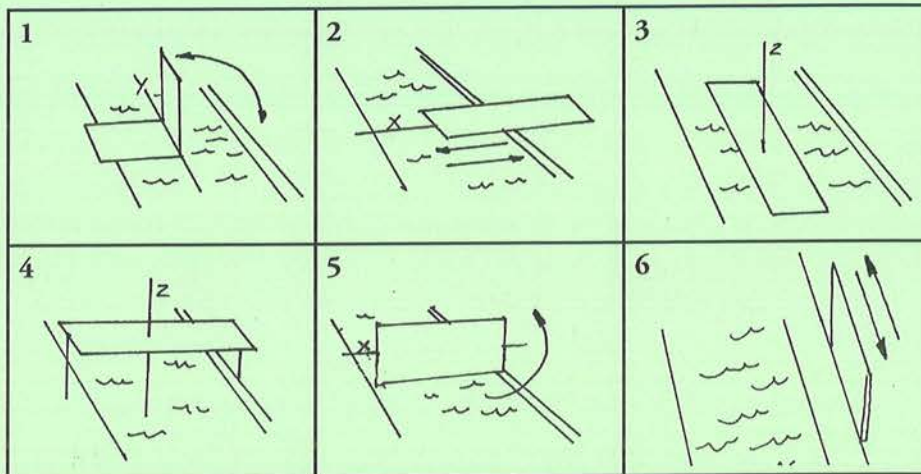
Pictogrammen rotatie/(ver)draaien met/om en translatie/verschuiven langs x-as, y-as en z-as.



Schrijf het nummer van het pictogram in het passende vakje.

		rotatie (ver)draaien	translatie verschuiven
	openen of dichtgaan → assen ↓		
x-as		5	1
y-as		4	3
z-as		6	2

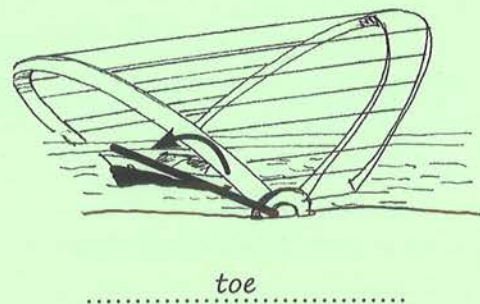
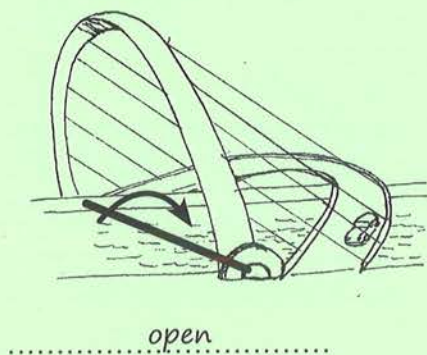
Pictogrammen (ver)draaien om/met en verschuiven langs de x-as, y-as en z-as



### De kantelbrug

Deze brug gaat open en dicht door te **roteren** of te draaien met/om de **horizontale x-as** haaks op de oever(s)/(van) de waterweg.

- Kies het nummer van het juiste pictogram x-, y-, z-as, draaien, verschuiven. ....5....
- Teken de as en de draibeweging op de beide tekeningen.
- Schrijf onder de juiste tekening: open - toe.

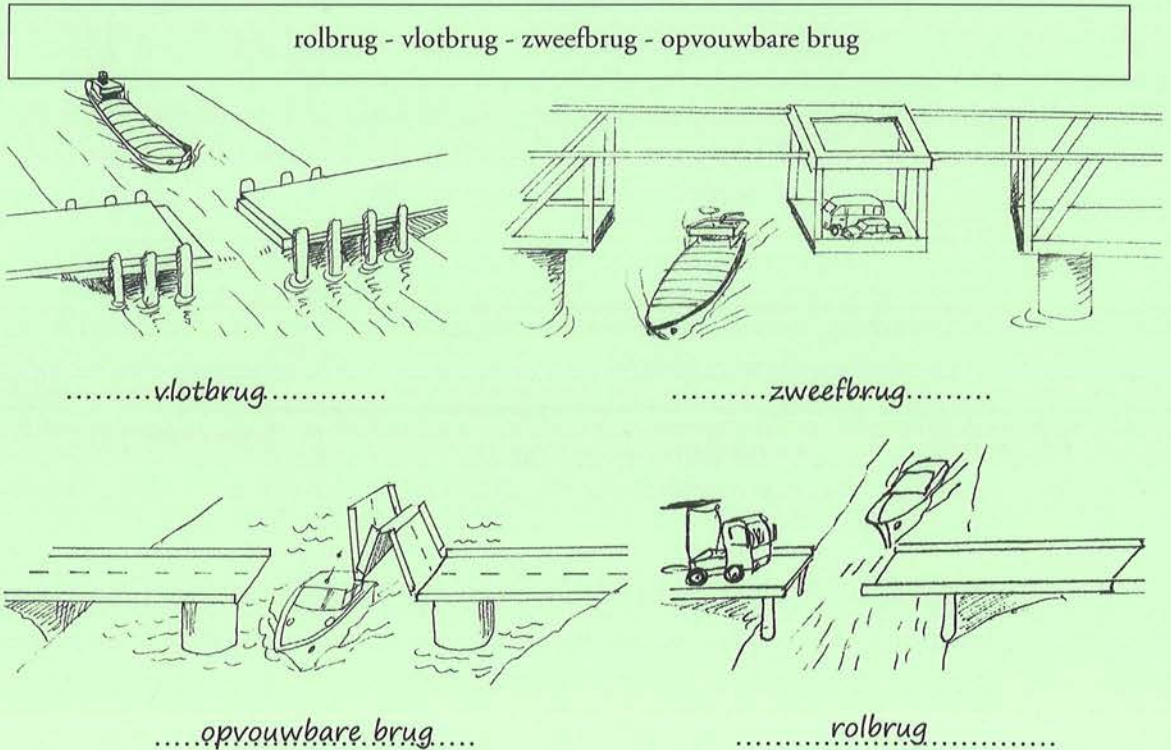




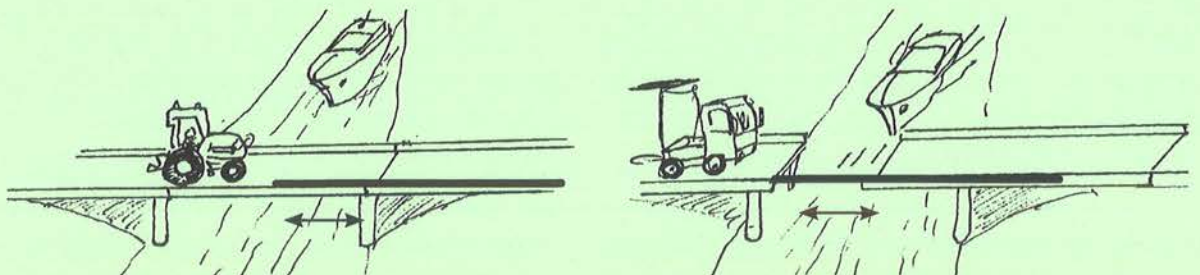
## De rolbrug, de vlotbrug, de zweefbrug

a. Kies het nummer van het juiste pictogram x-, y-, z-as, draaien, verschuiven. (zie p.80) ...2.....

b. Schrijf onder de juiste tekening(en):



c. Teken de as en de schuifbeweging op de tekeningen van de rolbrug.

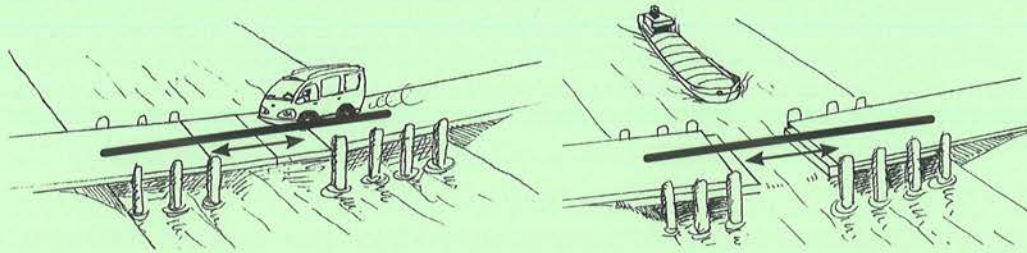


Deze bruggen gaan open en dicht door heen en weer te bewegen langs de **horizontale x-as** evenwijdig / parallel met de weg over de brug, haaks op de oever(s)/(van) de waterweg.

Bij de **rolbrug** hangt de ene helft van de brug boven het water en de andere helft staat op het land. Als er scheepvaartverkeer langs moet, wordt de brug op het land gerold. Doordat het zwaartepunt\* van de brug boven land moet liggen - anders zou de brug in het water kantelen - staat een erg groot deel van de brug op het land. Daar de brug het land op getrokken moet worden, is het een behoorlijk obstakel voor het verkeer. De brug is gemakkelijk te bedienen door één persoon en wordt daarom vooral gebruikt bij fietspaden, voetpaden en stukjes niemandsland.

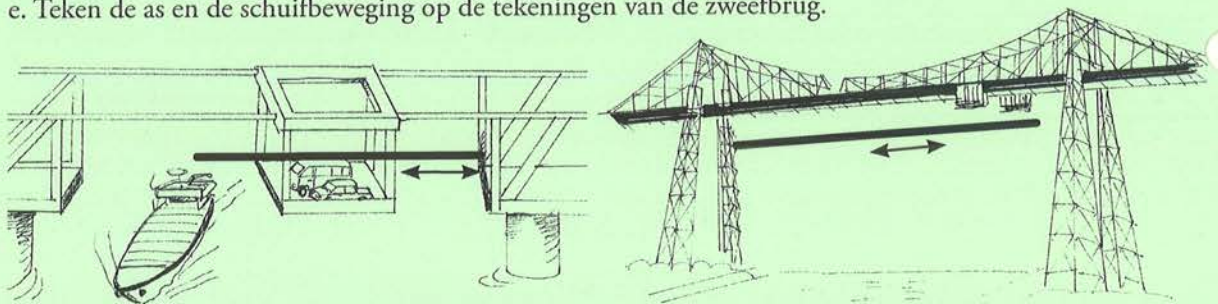
\* Punt waaromheen het gewicht van een lichaam gelijkmatig verdeeld is en de delen van een voorwerp elkaar in evenwicht houden.

d. Teken de as en de schuifbeweging op de tekeningen van de vlotbrug.



Een **vlotbrug** bestaat uit een op- en een afrit, die vanaf de wal naar een vlot leiden. Als de brug opengaat, wordt dit vlot onder de op- en afrit getrokken, of om een scharnierpunt op een landhoofd naar opzij weggedraaid, langs de oever, zodat er een doorgang wordt gecreëerd voor de scheepvaart.

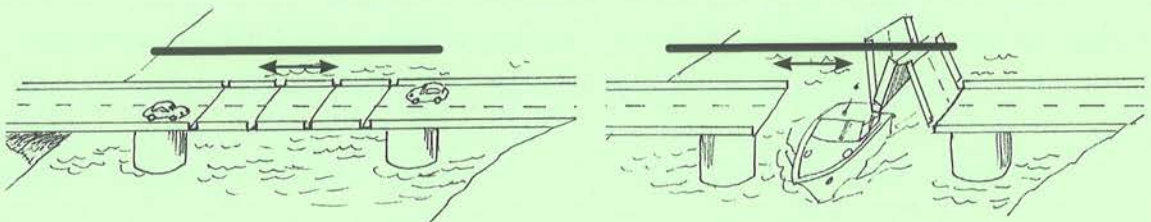
e. Teken de as en de schuifbeweging op de tekeningen van de zweefbrug.



Een **zweefbrug**, **zweefveer** of **zweefpont** bestaat uit een groot portaal over de rivier waar alle schepen gemakkelijk onderdoor kunnen varen. Aan het portaal, de ingang, is met kabels een gondel, een soort vervoerbak, verbonden die heen en weer gaat en op die manier auto's en personen van de ene oever naar de andere oever brengt.

Zweefbruggen zijn vooral gebouwd op locaties waar het onwerkbaar leek om het enorme zandlichaam aan te leggen dat nodig was voor het bouwen van een brug met een doorvaarhoogte die hoog genoeg was voor het scheepvaartverkeer. Het tweede argument om een zweefbrug te bouwen, was als een pont niet mogelijk was door bijvoorbeeld getijdenbewegingen. Door de opkomst van auto's gecombineerd met de beperkte capaciteit van de zweefbrug, wordt ze niet al te veel meer gebouwd.

f. Teken de as en de schuifbeweging op de tekeningen van de opvouwbare brug.



Een **opvouwbare brug** gaat open door zich met behulp van 3 draaipunten als het ware op te vouwen tot een N. Van dit type brug is tot nu toe nog maar één brug gemaakt, de Hörnbrücke (Hoornbrug) in Kiel (Duitsland).

De Hoornbrug bestaat uit drie brugsegmenten. De hele overspanning is 25,5 meter lang. De brug is 5 meter breed. Ze is gebouwd van staal. Deze voetgangersbrug werd gebouwd in 1997. Het is een van de architectonische attracties van de stad en is een zeer belangrijke verbinding voor voetgangers en fietsers.

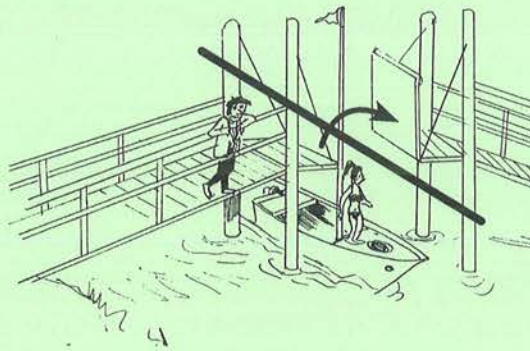
**De valbrug, de ophaalbrug, de basculebrug...**

a. Kies het nummer van het juiste pictogram x-, y-, z-as, draaien, verschuiven. (zie p.80) .....7...

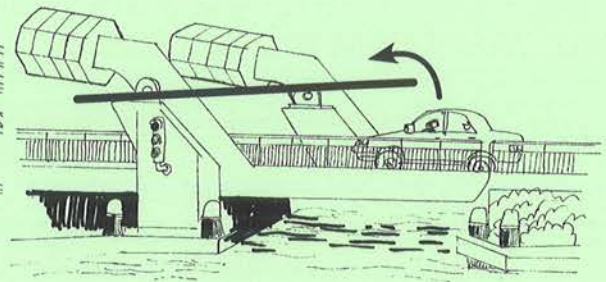
b. Schrijf de naam van de brug onder de tekening:

Valbrug – ophaalbrug – basculebrug – oorgatbrug – pontbrug – opkrulbare brug.

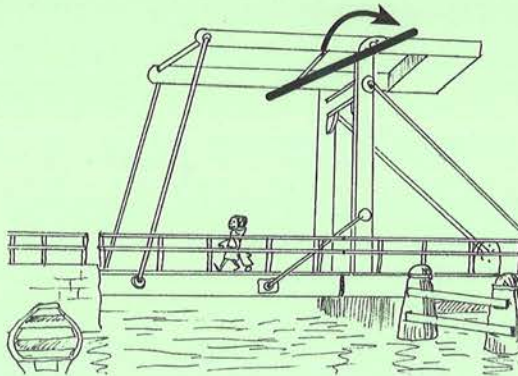
c. Teken de as en de draaibeweging op de tekening van elke brug.



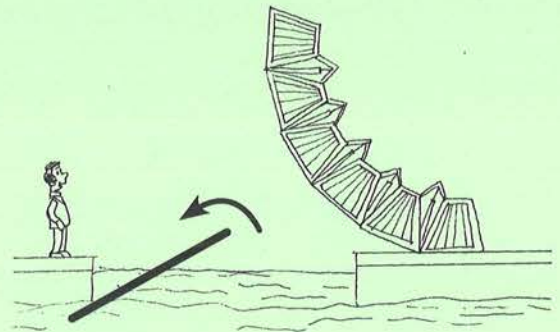
.....oorgatbrug.....



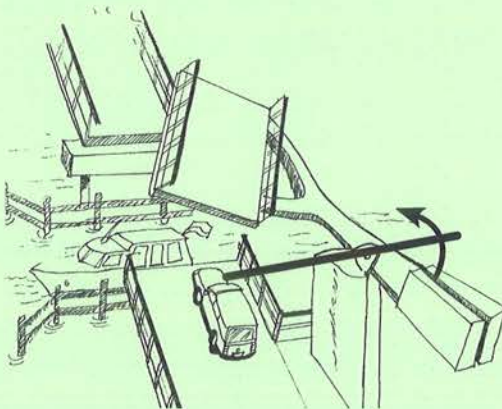
.....basculebrug.....



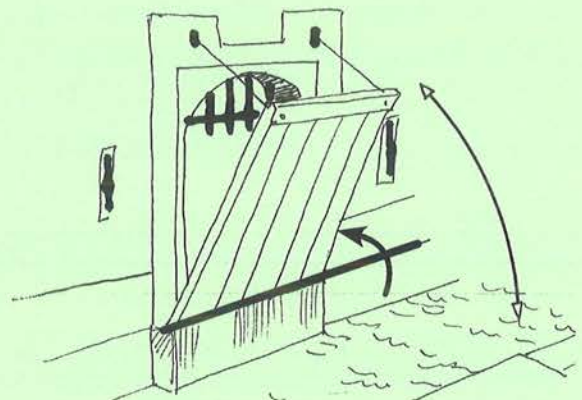
.....ophaalbrug.....



.....opkrulbare brug.....



.....pontbrug.....



.....valbrug.....

Deze bruggen gaan open en dicht door te **roteren** of te draaien om de **horizontale y-as** langs de oever, parallel met de waterweg, dus haaks op het brugdek.

De **valbrug** komt voornamelijk voor bij kastelen, maar ook bij sommige stadspoorten. Ze verbindt het kasteel of de stad met het omliggende gebied. Als de brug is geopend en dus verticaal staat, is het kasteel of de stad afgesloten van de buitenwereld.

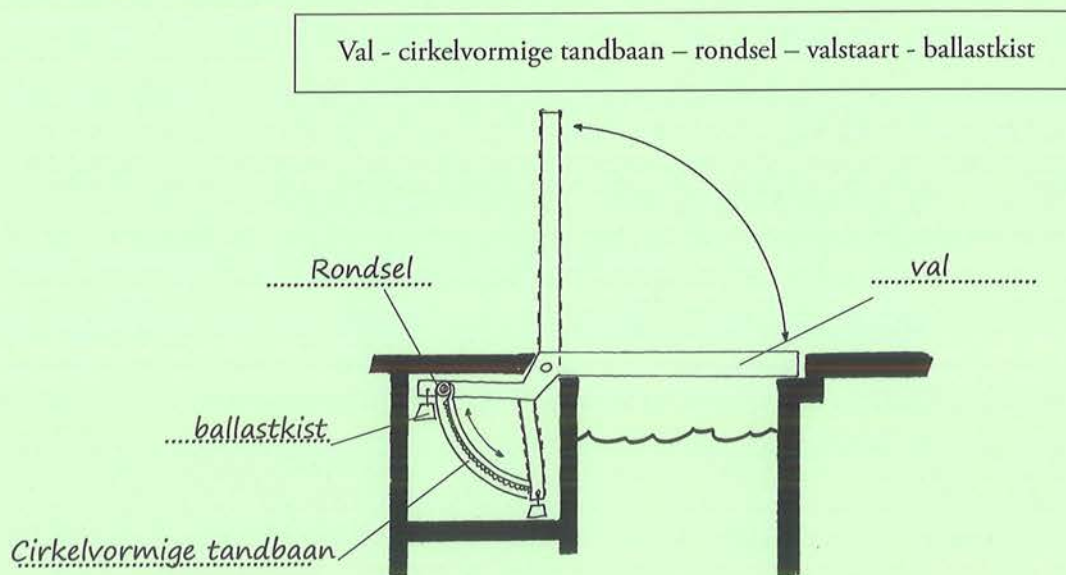
Aan beide punten van de valbrug zit een kabel. Via twee gaten in de muur zijn deze kabels verbonden met een oprolmechanisme. Met behulp van dit oprolmechanisme wordt de kabel opgerold en de brug omhooggetrokken.

Historisch gezien is de ophaalbrug of wipbrug uit de valbrug ontstaan. In tegenstelling tot de valbrug beschikt een ophaalbrug over tegengewichten/contragewichten, zodat het openen van de brug veel minder energie / kracht kost.

De **ophaalbrug** heeft, in tegenstelling tot de valbrug, de basculebrug en de oorgatbrug, twee scharnieren. Aan het onderste scharnier is het wegdek verbonden. Boven het scharnier staat een portaal, de hameipoort. Aan deze hameipoort is een draaiende arm, de balans bevestigd, aan de ene kant van de balans hangt het contragewicht, de balanskist, aan de andere kant is de arm verbonden met de punt van het brugdek. Als de brug omhoog gaat, draaien de balans en het brugdek dus parallel.

Het nadeel van een traditionele ophaalbrug is dat deze een beperkte doorrijhoogte heeft. Vandaar dat de balanskist soms niet tussen de beide armen hangt, maar aan de armen zelf, zonder dat de armen met elkaar zijn verbonden. Er zijn dan ook vele varianten gemaakt: dubbel draaiend met twee afzonderlijke brugdekken, enkeldraaiend en diagonaal brugdek.

d. Kies uit en vul in op de tekening.



Bij een **basculebrug** hangt aan de ene kant van het draaipunt het brugdek, aan de andere kant het contragewicht. Vroeger gebruikte men een bascule (balans met ongelijke armen, brugbalans) om te wegen. De werking van een basculebrug is precies hetzelfde als bij de bascule, vandaar de naam. Dit contragewicht is meestal onzichtbaar weggewerkt onder de weg, in de basculekelder. Een ballastkist, vaak gevuld met beton en schroot, vormt het contragewicht. Doordat het brugdek en het contragewicht met elkaar in evenwicht zijn, kost het minder energie om de brug te openen en te sluiten (net zoals bij een schuifraam met contragewichten).

De basculebrug is de opvolger van de ophaalbrug. Het belangrijkste verschil tussen deze twee bruggen is dat de basculebrug één draaipunt en de ophaalbrug twee draaipunten heeft. Bij de ophaalbrug is aan het ene draaipunt het brugdek verbonden en aan het andere het contragewicht. Bij de basculebrug zijn contragewicht en brugdek aan hetzelfde draaipunt verbonden.

Hoge beweegbare bruggen worden vaak uitgevoerd als basculebrug, omdat de basculekelder in dat geval bovengronds gebouwd kan worden. Het contragewicht hoeft echter niet altijd in een kelder weggewerkt te worden maar kan ook boven de weg hangen.

De **oorgatbrug** is een van de kleinste beweegbare bruggen. De brug bestaat uit 2 schuin oplopende brugdelen aan beide zijden van het midden. In het midden van de brug zit de doorvaaropening voor het schip. Om ervoor te zorgen dat de zeilschepen de mast niet hoeven de strijken, kan in het midden van de brug een stuk wegdek van ongeveer 1 meter breed open draaien, volgens het principe van de valbrug. Het grote nadeel van deze brug is dat de constructie niet is gebouwd om een heel groot stuk van de brug te openen, de opening wordt daardoor nooit meer dan ruim een meter. Door deze beperking is deze brug tegenwoordig bijna nergens meer te vinden. De oorgatbrug is voorbijgestreefd door de ophaalbrug of de basculebrug, die een veel grotere brugopening aankan.

De **pontbrug** wordt gebruikt bij aanlegplaatsen van grotere ponten in gebieden met getijbeweging, niet te verwarren met de zweefbrug. Door de verschillende getijden, kan de pont niet voldoen met een laadklep die naar beneden klappt, waar het verkeer dan overheen rijdt om zo de wal te bereiken. Vandaar dat de pontbrug is geïntroduceerd. Deze brug moet de wal met het schip verbinden.

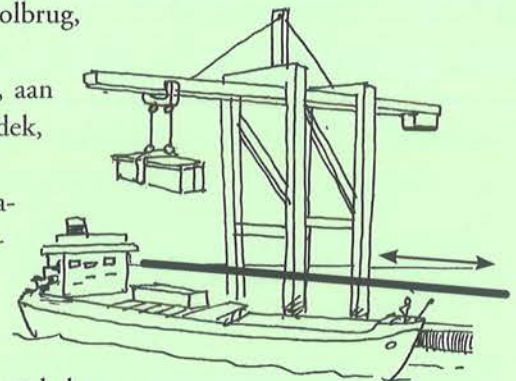
Een **opkrulbare brug** is ook een beweegbare brug. In het brugdek zitten 8 scharnieren. De leuning van de brug bestaat uit 8 trapezia en 8 driehoeken volgens een bepaald patroon: trapezium, driehoek, trapezium, driehoek... De driehoek is opgedeeld in 2 kleinere driehoeken, doordat in het midden van de driehoek (van boven naar onder) een hydraulische cilinder is geplaatst. De brug gaat open doordat de hydraulische cilinder de bovenkant van de driehoek omhoog duwt. Op deze manier wordt de driehoek smaller en als gevolg daarvan zal de brug zich opkrullen en daardoor open gaan.

### De (rail)brugkraan

Een brugkraan is geen brug zoals een kantelbrug, een rolbrug, een valbrug, een hefbrug...

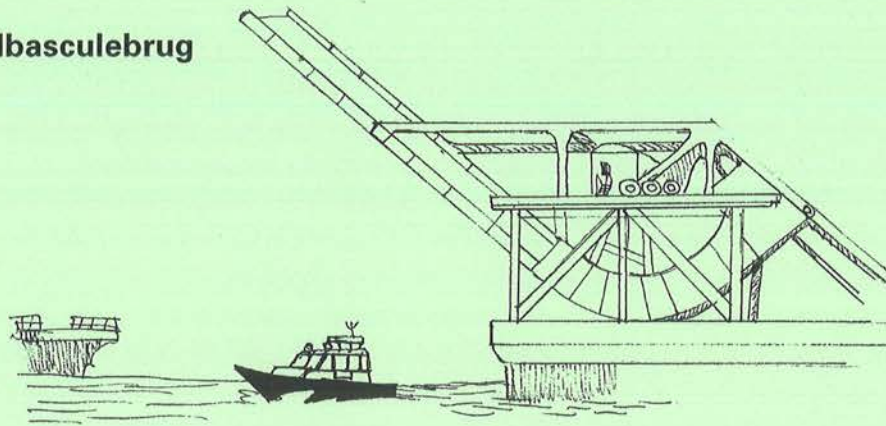
Een brug die horizontaal zou **verschuiven langs de y-as**, aan de oever, parallel met de waterweg, dus haaks op het brugdek, is voor de scheepvaart als brug uiteraard nutteloos.

Een brugkraan is een mobiele kraan zoals een rollende havenkraan, een bokkraan, een hijskraanwagen, een portaalkraan over rails langs de oever van de waterweg. De kraan zelf kan zich verplaatsen over rails op de grond. Bij een bovenloopkraan verloopt het transport van materialen over hoog liggende rails. Dit soort brugkraan dient voor het laden en leegmaken van containerschepen.



- Kies het nummer van het juiste pictogram x-, y-, z-as, draaien, verschuiven. (zie p.80) ....
- Teken de as en de draaibeweging op de tekening.

**De rolbasculebrug**



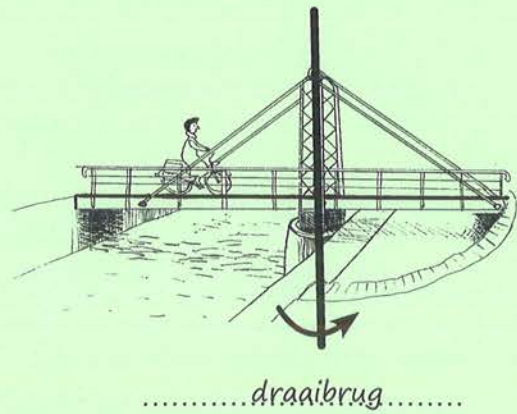
De **rolbasculebrug** gaat open door rotatie om de horizontale y-as in combinatie met beweging langs de x-as. Dit is mogelijk doordat het draaipunt buiten de constructie ligt. Bij het openen van de brug verplaatst het draaipunt dus ook.

**De draaibrug, de kraanbrug en de vliegtuigslurf**

- a. Kies het nummer van het juiste pictogram x-, y-, z-as, draaien, verschuiven. (zie p.80) ....3.....
- b. Schrijf de naam van de brug bij de juiste tekening.

Draaibrug – kraanbrug - vliegtuigslurf/aviobrug

- c. Teken de as en de draaibeweging op elke brug.



Deze bruggen gaan open en dicht door te **roteren** of te draaien om de **verticale z-as** loodrecht op het wateroppervlak.

De bovenkant van de **draaibrug** beschrijft een cirkelboog als de brug open gaat. Daarom moeten de landhoofden en het rijdek aan de uiteinden de vorm van een cirkel hebben.

Een draaibrug kan bestaan uit twee gelijke armen, zodat twee doorvaartopeningen ontstaan waarbij het draaipunt van de brug op een eiland ligt. Als één doorvaartopening voldoende is, zal men een draaibrug met ongelijke armen construeren. Om op de mechaniek een gelijkmatige belasting te creëren, wordt aan de kortste arm van de brug een contragewicht toegevoegd.

Een draaibrug heeft als voordeel dat er een wijde doorvaart ontstaat zonder beperking in de doorvaart- en doorrijhoogte, terwijl de brug toch snel open en dicht kan gaan.

Bij een **kraanbrug** zijn op het landhoofd twee of meer driehoekvormige armen bevestigd die kunnen draaien. De draaiassen van de armen staan op het landhoofd. De punt van de driehoek rust op het bruggenhoofd dat zich op het andere landhoofd bevindt. Als de brug is gesloten, staan de armen haaks op de vaarrichting, in geopende toestand zijn ze tegen het landhoofd aangedraaid, parallel aan de vaarrichting.

Het voordeel van de kraanbrug is dat hij goedkoop is en gemakkelijk te bedienen. Het nadeel is echter dat het wegdek verwijderd dient te worden voordat de brug kan worden geopend. Vandaar dat de gebouwde kraanbruggen vooral spoorbruggen zijn.

Ook voor militair gebruik was de kraanbrug populair omdat de weggedraaide brug, niet zoals een klapbrug, een doelwit was voor vijandelijk vuur en het uitzicht van de verdedigers belemmerde. Je mag een kraanbrug zeker niet verwarren met een brugkraan langs de oever van een waterweg om schepen te lossen en te laden.

Een **vliegtuigslurf** is een beweegbare brug die aan één kant scharnierend bevestigd is aan de terminal en bewegingen in drie richtingen toestaat: zwenken in verticale en horizontale richting en verlengen (of verkorten). Daarmee kan een overdekte verbinding tot stand worden gebracht met elk vliegtuig dat zich dicht genoeg bij de terminal bevindt. Na het landen wordt de slurf aan het vliegtuig gekoppeld zodat de passagiers het vliegtuig kunnen verlaten en nieuwe passagiers kunnen instappen.

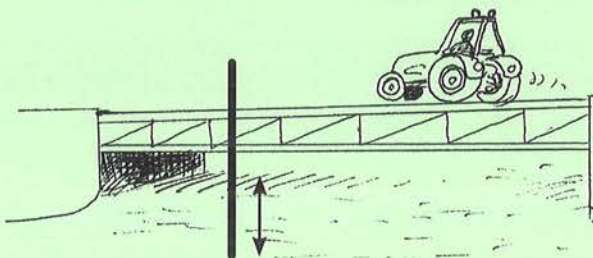
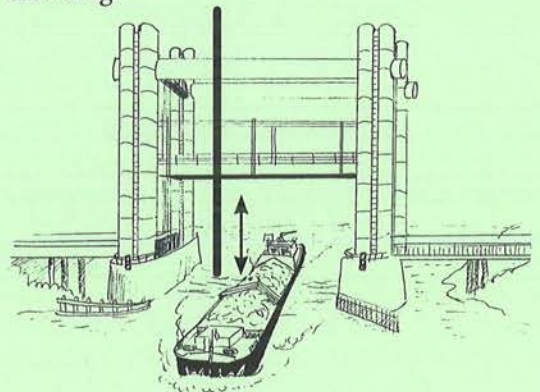
De officiële benaming voor vliegtuigslurf luidt aviobrug. Deze term wordt echter vrijwel nooit gebruikt. Meestal bevindt zich bij elke slurf een gate waar de vertrekkende passagiers kunnen wachten tot ze mogen instappen. De slurf en de gate hebben hetzelfde nummer.

## De hefbrug, de tafelbrug en de afzinkbare brug

- a. Kies het nummer van de juiste pictogram x-, y-, z-as, draaien, verschuiven. (zie p.80) .....4.....
- b. Schrijf onder de juiste tekening(en):

Hefbrug – tafelbrug - afzinkbare brug.

- c. Teken de as en de schuifbeweging op de tekening van elke brug.



Deze bruggen bewegen omhoog en omlaag langs de **verticale z-as**, loodrecht op het wateroppervlak.

Het brugdek van de **hefbrug** blijft horizontaal en wordt verticaal omhoog gehesen om de scheepvaart, met beperkte doorvaarthoogte, doorgang te verlenen. In de torens die aan weerszijden op de oevers zijn gebouwd, hangen contragewichten, die naar beneden zakken als het dek omhoog gebracht wordt. Om te voorkomen dat het brugdek scheef omhoog getrokken wordt, met kans op klemmen en vastlopen, is er nog een systeem met rechthoudkabels aanwezig. Deze kabels lopen vanaf de punten van de torens naar beneden, over katrollen langs het brugdek naar de voet van de andere toren, waar ze zijn verankerd.

Het nadeel van hefbruggen is dat ze altijd een beperking vormen in de doorvaarthoogte en vaak ook in de doorrijhoogte. Een basculebrug met kelder of draaibrug heeft deze beperkingen niet. Als de bascule (gewicht) dwars over de weg is uitgevoerd, zoals bij een rolbasculebrug, heeft deze ook een hoogtebeperking.

Bij een **tafelbrug** duwen hydraulische zuigers onder de brug het wegdek omhoog om doorgang te verlenen aan het scheepvaartverkeer. Waar bij een hefbrug het wegdek wordt omhoog gehesen, wordt bij een tafelbrug het wegdek omhoog geduwd. Vandaar ook de naam: de geopende stand ziet eruit als een tafel.

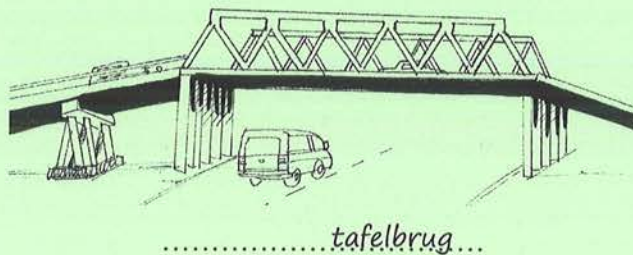
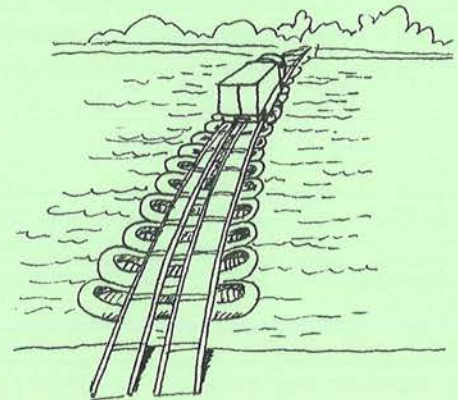
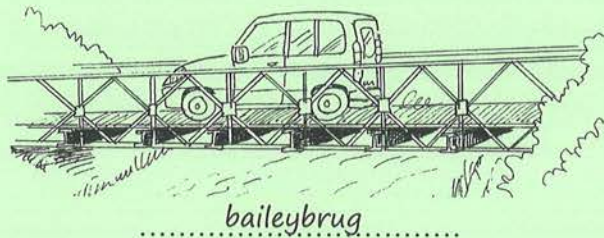
Bij een **afzinkbare brug** zinkt het wegdek af naar de bodem. De doorvaardiepte in afgezonken toestand is ongeveer 8 meter.



## Noodbruggen en speciale bruggen

a. Schrijf de naam van de brug onder de juiste tekening(en):

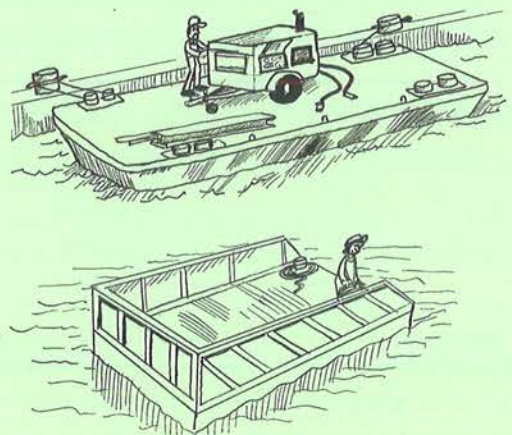
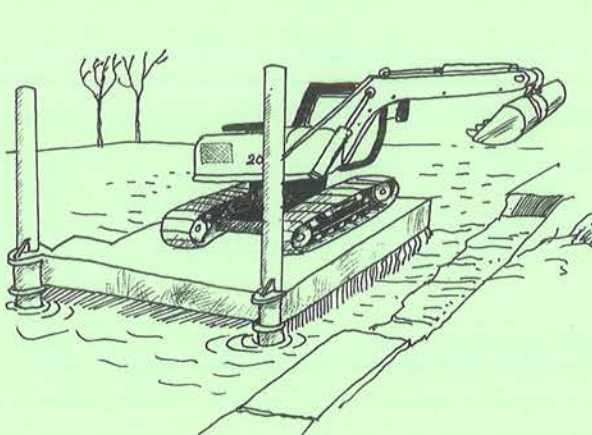
Noodbrug – pontonbrug – baileybrug



Een **noodbrug** is een brug die gebouwd wordt om de eerste nood te lenigen en heeft slechts tijdelijk een bepaald nut. Noodbruggen worden aangelegd tijdens natuurrampen, oorlogen, maar ook tijdens wegenwerken. Zo worden er tijdelijke viaducten uit metaalconstructies gebouwd.

Een voorbeeld van een noodbrug is een **pontonbrug** of schipbrug. Dat is een brug die drijft op het water op meerdere pontons. Dit zijn bijna uitsluitend noodvoorzieningen omdat de scheepvaart niet onder de drijfbrug kan doorvaren. Daarvoor moet een gedeelte van de brug worden weggevoerd. Het is ook een beweeglijke, onstabiele brug. Deze bruggen worden bijzonder geapprecieerd in pretparken. Wie loopt er niet graag over een wiebelende brug?!

Bij de bouw van een Romeinse brug zie je een tekening van een pontonbrug of schipbrug.



Een **ponton** is een drijvend platform met als voornaamste doel het ondersteunen van wat erop staat of ligt. Dat kan een hijskraan, een pontonbrug, een aanlegsteiger of een andere constructie zijn die niet op de bodem van een waterloop kan worden gefundeerd. De meeste pontons hebben geen motor.

Een **baileybrug** is een brug bestaande uit algemeen gebruikte onderdelen zodat ze heel snel opgebouwd kan worden. De basis van de constructie is een vakwerkbrug. Zo een brug kan maximaal 60 m overspannen en zware voertuigen dragen. Dit brugtype werd oorspronkelijk ontworpen voor het gebruik door de genietroepen van het leger. Dit knap staaltje van militaire techniek wordt nog altijd wereldwijd gebruikt voor militaire en burgerlijke toepassingen. De lichte segmenten van de brug zijn ontworpen om zonder speciaal gereedschap en kranen geplaatst te kunnen worden. De onderdelen kunnen door een aantal mensen getild worden en zijn vlot verwisselbaar.

De genie is een afdeling van het leger die onder andere belast is met het bouwen van bruggen. Het woord genie is verwant aan het woord ingenieur of het Engelse engineering.

b. Kies uit en vul in.

hefbrug – basculebrug – draaibrug – ophaalbrug

- Deze brug roteert om een centraal punt heen: .....*draaibrug*.....
- Het brugdek wordt in zijn geheel verticaal omhoog gebracht: ..*hefbrug*.....
- Deze brug wordt door contragewichten geopend: .....*ophaalbrug*.....
- Deze brug is een vorm van een ophaalbrug, het contragewicht is nu niet zichtbaar, maar weggewerkt onder de rijvloer: .....*basculebrug*.....

**SCHEMA E: VOORBEELDEN VAN BEWEEGBARE BRUGGEN NAAR WIJZE VAN OPEN EN DICTGAAN**

Vul de ontbrekende woorden in. Zoek in de tekst.

	Rotatie	Translatie
	....(ver)draaien... om/met de x-as	horizontaal verschuiven langs de x-as
<b>x-as</b> horizontaal <i>.evenwijdig.....</i> met de weg over de brug, dus .... <i>haaks.....</i> op de oever(s) / (van) de waterweg	.... <i>kantelbrug.....</i>	rolbrug vlotbrug .... <i>zweefbrug.....</i> opvouwbare brug
<b>x-as &amp; y-as</b>	<b>rolbasculebrug</b> rotatie om de y-as + translatie langs de x-as	
	(ver)draaien om/met de y-as	horizontaal verschuiven langs de y-as
<b>y-as</b> <i>.horizontaal.....</i> langs de <i>.oever.....</i> parallel met de waterweg dus haaks op <i>.het.brugdek.....</i>	valbrug ophaalbrug .... <i>basculebrug....</i> oorgatbrug pontbrug opkrulbare brug	rollende <i>...brugkraan.....</i> op rails, bokkraan, havenkraan, hijskraanwagen
	(ver)draaien om de z-as	verticaal <i>...verschuiven.....</i> langs de z-as
<b>z-as</b> <i>.verticaal.....</i> loodrecht op <i>het.wateroppervlak</i>	.... <i>draaibrug.....</i> kraanbrug vliegtuigslurf/aviobrug	hefbrug .... <i>tafelbrug.....</i> afzinkbare brug

26.2 De bruggen van Temse



De dubbele Temsebrug over de Schelde is de langste brug over water van België en de laatste brug over de Schelde naar de zee toe. Dat is ongeveer een derde van de langste spoorwegbrug over land van Moresnet met een lengte van 1 200 m.

De oude Temsebrug van 1955 is een basculebrug met een beweegbaar brugdeel van 50 m lengte en een totale lengte van 365 m. Dat zijn evenveel meter als er dagen zijn in een ‘gewoon’ jaar. De nieuwe parallelle brug van 2009 is een dubbele basculebrug (zonder kelderlandhoofd) met een eveneens (uit twee delen van 25 m bestaande) beweegbaar brugdeel van 50 m lengte en een totale lengte van 374 m. De bruggen waarborgen een vrije doorvaart met onbeperkte hoogte bij een breedte van 84 m. Tussen beide bruggen is een ruimte van 10 meter.

De bruggen van Temse verbinden de provincie Antwerpen (Bornem/Klein-Brabant) met Oost-Vlaanderen (Temse/Waasland) via de gewestweg N16, het fietspad (westelijk) en de NMBS-spoorweg (oostelijk). De nieuwe brug dient vooral voor het vrachtwagen- en autoverkeer in de richting van Bornem. Er is ook een wandel- en fietspad. Op de oude brug met een spoorweg verloopt het eenrichtingsverkeer naar Temse.

a. Zoek en verbeter de fout!

- De oude Scheldebrug is de langste brug van België over water.

.. nieuwe .....

- De Scheldebruggen zijn de laatste bruggen over de Schelde stroomafwaarts.

.. naar de zee toe (stroomopwaarts) .....

- De nieuwe Scheldebrug is de langste brug van België.

.. de spoorwegbrug over land van Moresnet .....

- De oude brug is een dubbele basculebrug.

.. nieuwe .....

- De nieuwe brug is een spoorwegbrug.

...*oude*.....

- De nieuwe brug is 19 meter langer dan de oude.

...*9*.....

- Het beweegbaar brugdeel van de oude brug is dubbel zolang als de nieuwe brug.

...*even lang*.....

- De twee bruggen lopen parallel op een afstand van 84 m.

...*10*.....

- Tussen de bouw van de 1<sup>e</sup> en de 2<sup>e</sup> Scheldebrug ligt juist een halve eeuw.

...*ruim*.....

- De nieuwe basculebrug heeft een kelderlandhoofd.

...*oude*.....

- De oude Scheldebrug is naast een basculebrug ook nog een hangbrug.

...*liggerbrug*.....

- De Scheldebruggen zijn volledig beweegbare bruggen.

...*gedeeltelijk*.....

- De Scheldebruggen vormen een enkele verbinding tussen twee oevers.

...*dubbele*.....

- De Schelde loopt van Temse over Antwerpen naar de zee stroomafwaarts.

...*stroomopwaarts*.....

- Temse ligt aan de rechteroever van de Schelde omdat het stroomafwaarts rechts ligt.

...*linkeroever*.....

- Op de nieuwe brug is het tweerichtingsverkeer voor auto's en vrachtwagens.

...*eenrichtingsverkeer*.....

b. Kleur de bolletjes bij de drie gelijklopende voordelen van de nieuwe Scheldebrug in.

- Een efficiënte, vlotte doorstroming van het verkeer.
- Het verminderen van de negatieve effecten op het leefmilieu en de natuur
- Nieuwe toeristische betekenis: bezienswaardigheid op zichzelf met een gecombineerd wandel- en fietspad met 80 zitplaatsen.
- Het verzoenen van de industrie en het toerisme.
- Het beëindigen van de dagelijkse ellenlange files.
- De bouw van een nieuwe loskaai stroomafwaarts.
- De vestiging van een jachthaven.
- Het oplossen van de zware rampzalige sociaaleconomische gevolgen.
- De verhuizing van de watersportvereniging.
- Ontsluitingsweg ontlast het centrum van vrachtwagens.

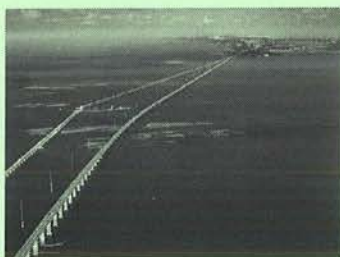


### 26.3 De Zeelandbrug, de grootste brug van Nederland



*Zeelandbrug*

De brug ligt tussen Zierikzee en Colijnsplaat en heeft een lengte van 5 022 m, ruim 5 km. Het werd direct de langste brug van het land. In vergelijking met de langste brug ter aarde, is de Zeelandbrug echter een 'bescheiden reus'. De langste brug is de Bang Na Expressway of Burapha Withi Expressway in Bangkok, Thailand. Deze gigant meet 54 kilometer.



*Bang Na Expressway*

De bouw van de Zeelandbrug vond plaats omdat de veerpontverbinding tussen Zierikzee (Schouwen-Duiveland) en Kats (Noord-Beveland) het toestromende verkeer niet meer aankon. Over het algemeen wordt de term 'veerpont' gebruikt voor een vaartuig waarmee mensen naar de andere kant van het water gebracht worden. De bouw heeft dus niets te maken met de veiligheid van de Zeeuwen, maar met de verkeersstroom en de snelle bereikbaarheid.

De Zeelandbrug bestaat uit 54 pijlers met daartussen 52 overspanningen van 95 meter per stuk. Tussenin is er een beweegbaar gedeelte van 40 meter. Deze ophaalbrug dient om hoge schepen te laten doorvaren. Aan de brug, die toen nog ‘Oosterscheldebrug’ heette, werd in 1963 begonnen. Op 15 december 1965 werd de brug officieel geopend. Pas in april 1967 werd de brug tot ‘Zeelandbrug’ gedoopt.

Tegenwoordig is de Zeelandbrug van groot belang bij het verkeer tussen Rotterdam en Goes. Nu de Westerscheldetunnel voltooid is, is dit belang alleen maar toegenomen. Men kan nu via de Westerscheldetunnel en de Zeelandbrug van Rotterdam naar België rijden.

Net zoals er tegenwoordig tol (wegenbelasting) betaald moet worden in de Westerscheldetunnel, moest er tot 1993 betaald worden om over de Zeelandbrug te kunnen rijden. De Provincie Zeeland had voor de bouw van de brug een lening afgesloten die terugbetaald moest worden. In 1989 was de lening afbetaald; nog vier jaar lang werd het tolgeld geheven om een voorraad onderhoudsgelden aan te leggen.

a. Zet de gegevens over de lengte van de bruggen in een tabel.

Zeelandbrug Nederland	Oude Scheldebrug Temse België	Nieuwe Scheldebrug Temse België	Bang Na Expressway Bangkok Thailand
.5.022.. m	...365.. m	...374.. m	.54.000 m
..5,022. km	..0,365. km	.0,374.. km	.....54... km

b. Los de vraagstukjes op.

- Het hoeveelste deel is de ophaalbrug van de totale lengte van de Zeelandbrug? ..126<sup>e</sup>.deel.....

Berekening: .....5.022.:40.=125,5.dus.het.126<sup>ste</sup>.deel.....  
(afronden tot op 1 eenheid)



- Heb je een idee waarom er zo een verschil is tussen de lengte van het aantal overspanningen en de totale lengte van de brug?

.....  
.....

- Hoeveel keer is de Zeelandbrug langer dan de oude Scheldebrug? ...13,8.keer.....

Berekening: .....5.022.:365.=13,8.....  
(afronden tot op 1 tiende, 1 rang na de komma)

- Hoeveel keer is de Zeelandbrug langer dan de nieuwe Scheldebrug? ...**13,4 keer**.....

Berekening: ...  $5.022 \div 374 = 13,4$ .....  
 (afroonden tot op 1 tiende, 1 rang na de komma)

- Hoeveel keer is de Bang Na Expressway langer dan de Zeelandbrug? ...**10,8 keer**.....

Berekening: ...  $54.000 \div 5.022 = 10,8$ .....  
 (afroonden tot op 1 tiende, 1 rang na de komma)

- Hoeveel keer is de Bang Na Expressway langer dan de oude Scheldebrug? ...**147,9 keer**.....

Berekening: ...  $54.000 \div 365 = 147,9$ .....  
 (afroonden tot op 1 tiende, 1 rang na de komma)

- Hoeveel keer is de Bang Na Expressway langer dan de nieuwe Scheldebrug? ...**144,4 keer**.....

Berekening: ...  $54.000 \div 374 = 144,4$ .....  
 (afroonden tot op 1 tiende, 1 rang na de komma)

- Wat is de lengte van het aantal overspanningen van de Zeelandbrug? ...**4.784 m**.....

Berekening: ...  $52 \times 95 \text{ m} = 4.784 \text{ m}$ .....  
 (afroonden tot op 1 tiende, 1 rang na de komma)

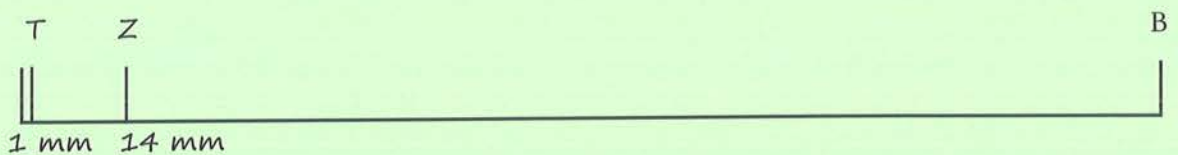
- Hoeveel meter is dat minder dan de totale lengte van de Zeelandbrug? ...**238 m**.....

Berekening: ...  $5.022 - 4.784 \text{ m} = 238 \text{ m}$ .....

c. Duid op het lijnstuk de Zeelandbrug (Z) en de Scheldebruggen van Temse (T) aan met een verticaal streepje en de letter Z en T.

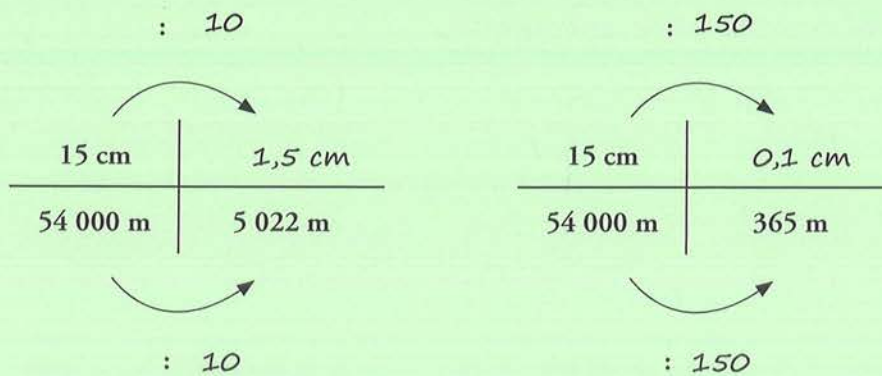
Het lijnstuk van 15 cm stelt de Bang na Expressway (B) voor.

(afroonden tot op 1 tiende, 1 rang na de komma)





- Vul de verhoudingstabellen in. Gebruik ronde getallen voor de verhouding.



d. Los de vragen op.

- Waaruit kun je afleiden dat de Nederlanders de Zeelandbrug toch wel een lange brug vinden?

*Voor. Nederlandse begrippen is een brug met een lengte van ruim 5 km niet niks.*

- Toch is de Zeelandbrug een bescheiden reus? Waarom?

*De langste brug van de wereld is met 54 km ruim 10 keer langer.....*

- Noem twee redenen waarom het bouwen van een brug veel beter is dan een veerpontverbinding?

*Door een brug kan de verkeersstroom beter opgevangen worden (minder.....  
verkeerfiles) en kunnen de bestemmingen vlugger bereikt worden.....*

- Hoeveel jaar moest er tol betaald worden om over de Zeelandbrug te mogen rijden? .28.....

*Berekening: ....1993 - 1965 = 28.....*

- Waarom moest er wegenbelasting worden betaald?

*Om de lening voor de bouw van de Zeelandbrug te kunnen afbetalen.....*

- Waarom werd er nog 4 jaar langer tolgeld gevraagd?

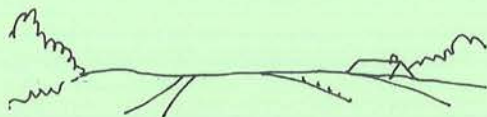
*Om een voorraad onderhoudsgelden voor de Zeelandbrug te voorzien.....*



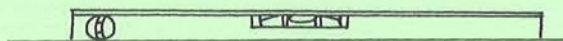
## 27. SPIEGELINGEN

a. Kies uit en vul in. Soms moet je twee keer hetzelfde woord invullen. Het komt ook voor dat je twee woorden bij één tekening moet schrijven.

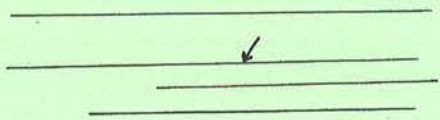
schietlood of paslood – waterpas in verticale stand – waterpas in horizontale stand –  
 stilstaand of vlak wateroppervlak – golvend wateroppervlak – rij – horizon –  
 horizontale lijn – verticale lijn – kolom – loodrechte hoek – gladde waterspiegel



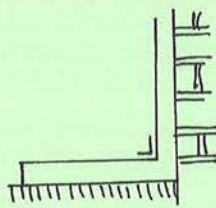
..... horizon .....



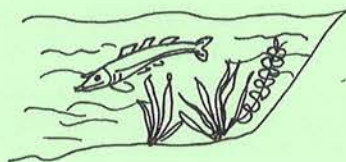
..... waterpas in horizontale stand .....



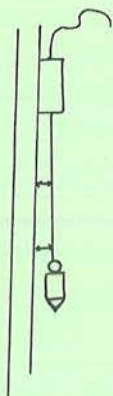
..... horizontale lijn .....



..... loodrechte hoek .....



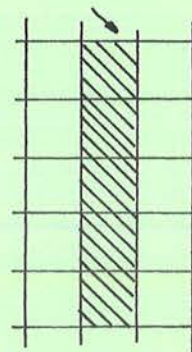
..... golvend wateroppervlak .....



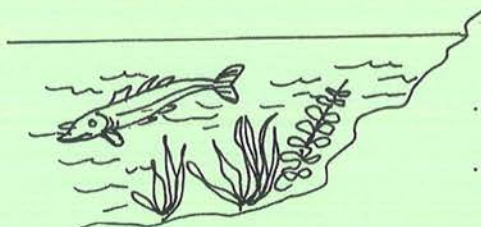
..... schietlood of paslood .....



..... verticale lijn .....

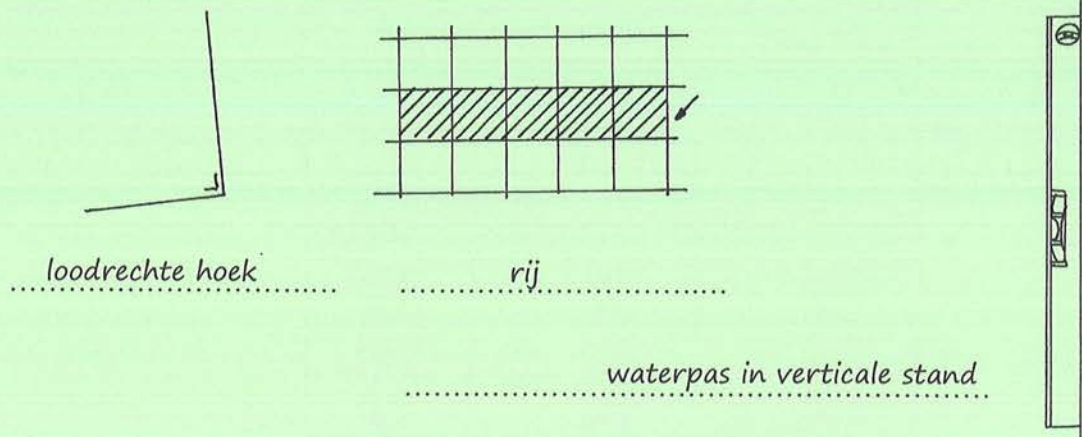


..... kolom .....



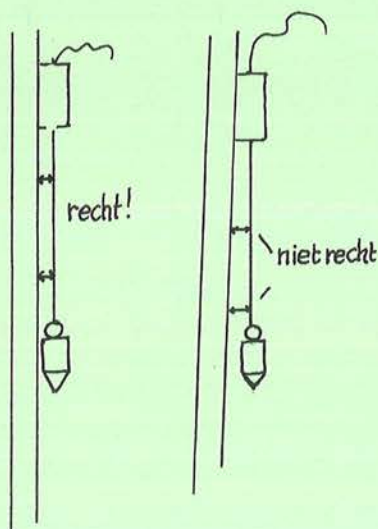
..... stilstaand of vlak wateroppervlak .....

..... gladde waterspiegel .....



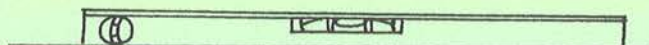
### 27.1 Horizontale en verticale lijnstukken, rechten, figuren, oppervlakken

Timmerlieden en metsers gebruiken allerlei gereedschap om een bouwwerk volgens plan, pas, vlak, haaks... te construeren. Bij het bouwen van bruggen is het belangrijk dat je het verschil tussen horizontaal (→) en verticaal (↓) goed kent.



#### Een schietlood

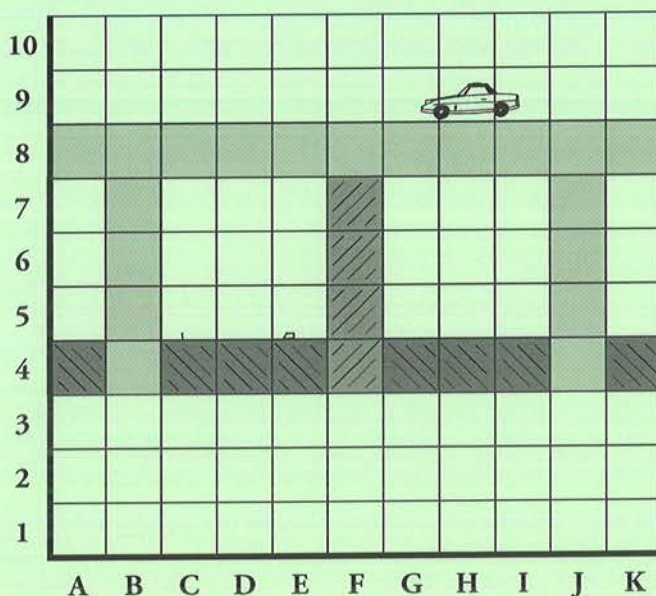
Een schietlood werd vroeger vaak gebruikt door timmerlieden en metsers om bijvoorbeeld deuren verticaal te plaatsen en muren te metsen. Een schietlood bestaat uit een metalen kegeltje (lood) dat aan een touw bevestigd is. Door het touw tegen het voorwerp, dat verticaal moet geplaatst worden, te houden en de afwijking van het lood te bekijken, kun je zien of het voorwerp loodrecht staat.



#### Een waterpas

Een waterpas is een instrument dat in de bouwsector gebruikt wordt. Daarmee kun je nagaan of een voorwerp, een vlak of een lijn horizontaal of verticaal staat of ligt. Een waterpas heeft een rechte, vlakke ondergrond en een gekromd doorzichtig buisje. Daarin zit een gekleurde vloeistof (antivries) en een kleine luchtbel (een libel). Het is de bedoeling dat de luchtbel in het buisje zich precies in het midden tussen de streepjes bevindt. Dan is de stand van het te controleren oppervlak waarop de waterpas rust, precies horizontaal of verticaal, 'waterpas'.

27.2 Coördinaten



a. De liggerbrug loopt van de vierkantjes (A,8) tot (K,8). Maak met je vinger een horizontale beweging van de vierkantjes met coördinaten (A,8) tot (K,8). Heb je gemerkt dat je met je vinger verschillende vierkantjes verbonden hebt?

b. Noteer de coördinaten van die vierkantjes.

(A, 8) – (B, 8) – (C, 8) – (D, 8) – (E, 8) – (F, 8) – (G, 8) – (H, 8) – (I, 8) – (J, 8) – (K, 8)

c. Noteer de coördinaten van de vierkantjes waar de pijlers het brugdek raken.

(B, 7) – (J, 7)

d. Kleur de pijler die de vierkantjes met coördinaten (E,4), (E,5), (E,6) en (E,7) bevat, groen.

e. Kleur de coördinaten van de vierkanten van de rivier blauw.

(A,4), (C,4), (D,4), (E,4), (G,4), (H,4), (I,4) en (K,4).

f. Kies uit en vul in.

rechts – links – boven – onder – kolom – rij – zijwaarts – neerwaarts - opwaarts

De vet gedrukte horizontale lijn van ..links..... naar ...rechts..... , loopt ..zijwaarts..... van A naar K en heet de x-as.

A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1, H1, I1, J1, K1 vormen een ...rij.....

De vet gedrukte verticale lijn van ..onder..... naar ..boven....., loopt ..opwaarts..... van 1 naar 10 en heet de y-as.

A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10 vormen een ..kolom.....

**27.3 Spiegelingen en symmetrie**

De boogbruggen op een biljet van 10 euro en 20 euro zijn gespiegeld in stilstaand water.  
De bogen lijken op halve cirkels.

De ene helft is het spiegelbeeld van de andere. Bij symmetrie zijn de vorm en de grootte dezelfde.  
We merken symmetrie in diverse bouw- en kunstwerken.

a. Kies uit en vul in.

spitsbogen – rondbogen



.....rondbogen.....



.....spitsbogen.....

b. Teken de symmetrieas of de spiegellijn van beide bruggen.

c. Kleur de vakjes van de woorden die hierbij passen.

Horizon	Loodlijn
Waterpaslijn	skyline**
verticale spiegellijn	horizontale spiegellijn
horizontale symmetrielij	verticale symmetrielij
kim*	vlak wateroppervlak (lijn)
rechte waterspiegelijn	einder***

\*kim = horizon

\*\*skyline = silhouet van een stad

\*\*\*einder = horizon, kim

d. Kleur het spiegelbeeld van de rondbogen en de spitsbogen in een andere kleur.

e. Welke meetkundige vlakke figuur vormt elke boog met zijn spiegelbeeld?

Kies uit en vul in.

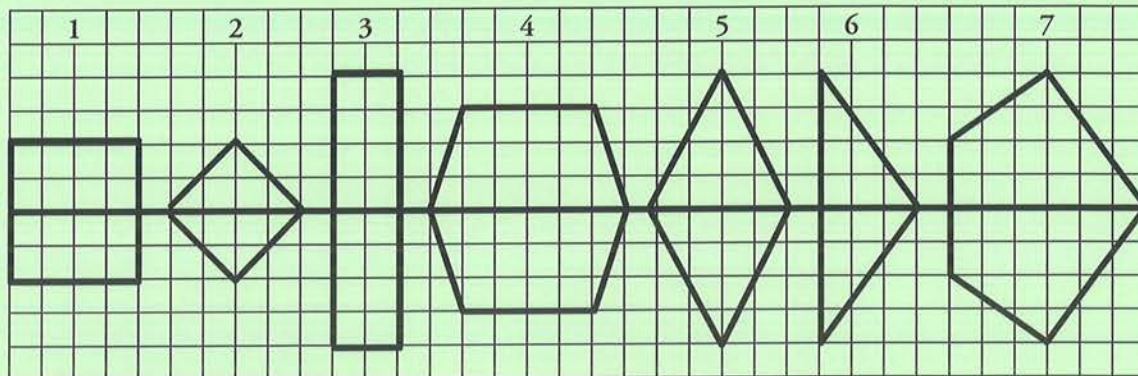
veelhoek – cirkel – bol – ellips – ovaal – ellipsoïde (Zeppelin)

Op het biljet van 10 euro? ....cirkel.....

Op het biljet van 20 euro? ....ellips.....

27.4 Spiegelen in stilstand, vlak wateroppervlak

a. Spiegel de veelhoeken.



b. Benoem de door spiegeling ontstane nieuwe figuren.

Kies daarbij de meest bijzondere naam. Bv. bij een rechthoek niet parallellogram.

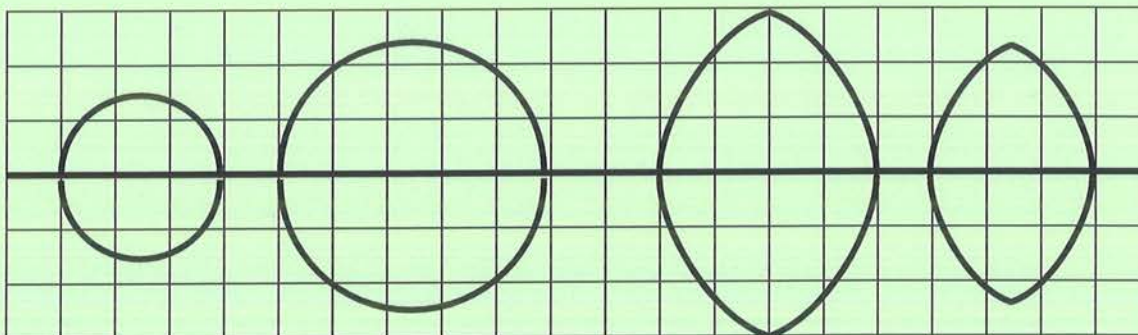
- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| 1. rechthoek             | .vierkant.....         |
| 2. gelijkbenige driehoek | .vierkant.....         |
| 3. rechthoek             | .rechthoek.....        |
| 4. gelijkbenig trapezium | .zeshoek.....          |
| 5. gelijkbenige driehoek | .ruit.....             |
| 6. rechthoekige driehoek | .gelijkbenige driehoek |
| 7. vierhoek              | .vijfhoek.....         |



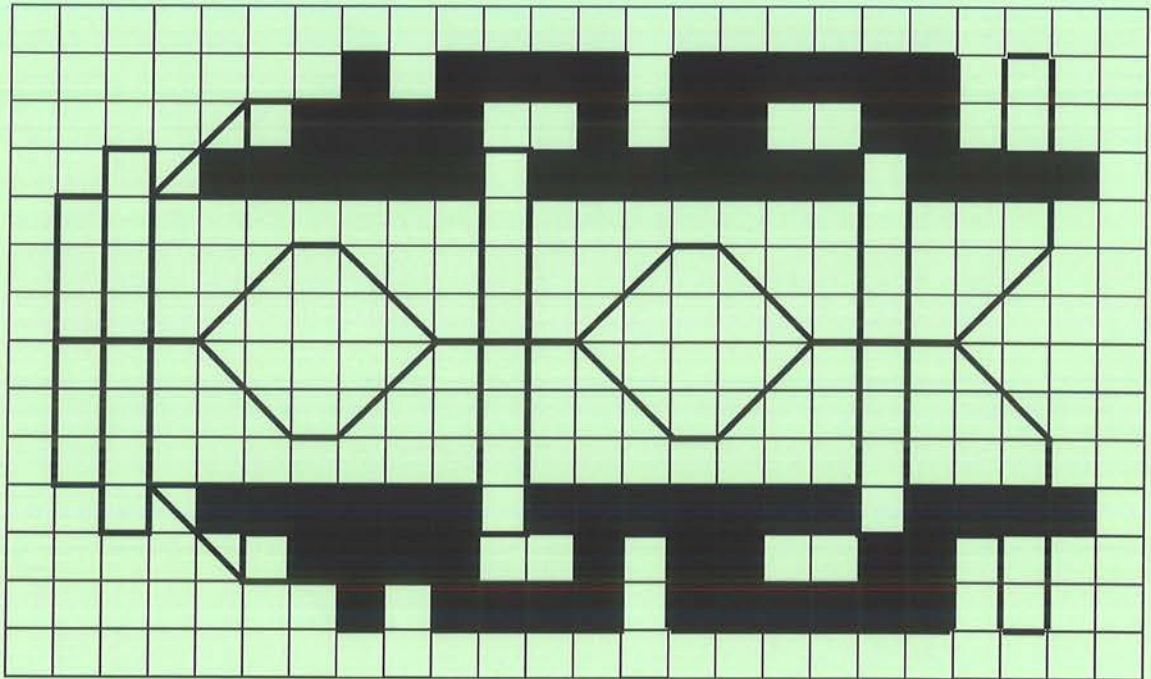
c. Teken de te spiegelen figuur 4 zodat ze na spiegeling een gelijkzijdige zeshoek wordt.

d. Teken de te spiegelen figuur 7 zodat ze na spiegeling een gelijkzijdige vijfhoek wordt.

e. Spiegel de bruggen met rondbogen en spitsbogen.

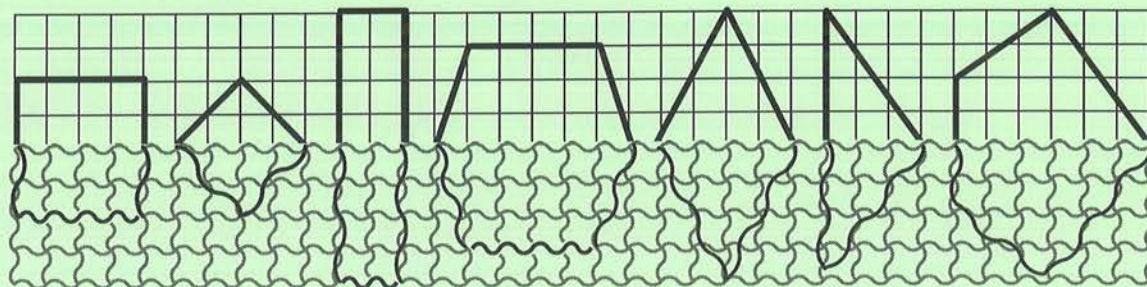


f. Spiegel de trein met brug in stilstaand water.

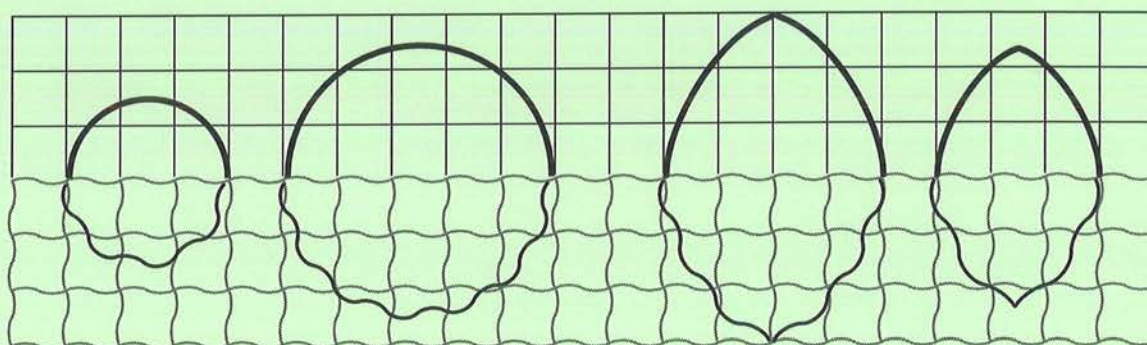


### 27.5 Spiegelen in licht golvend wateroppervlak: figuren vervormen

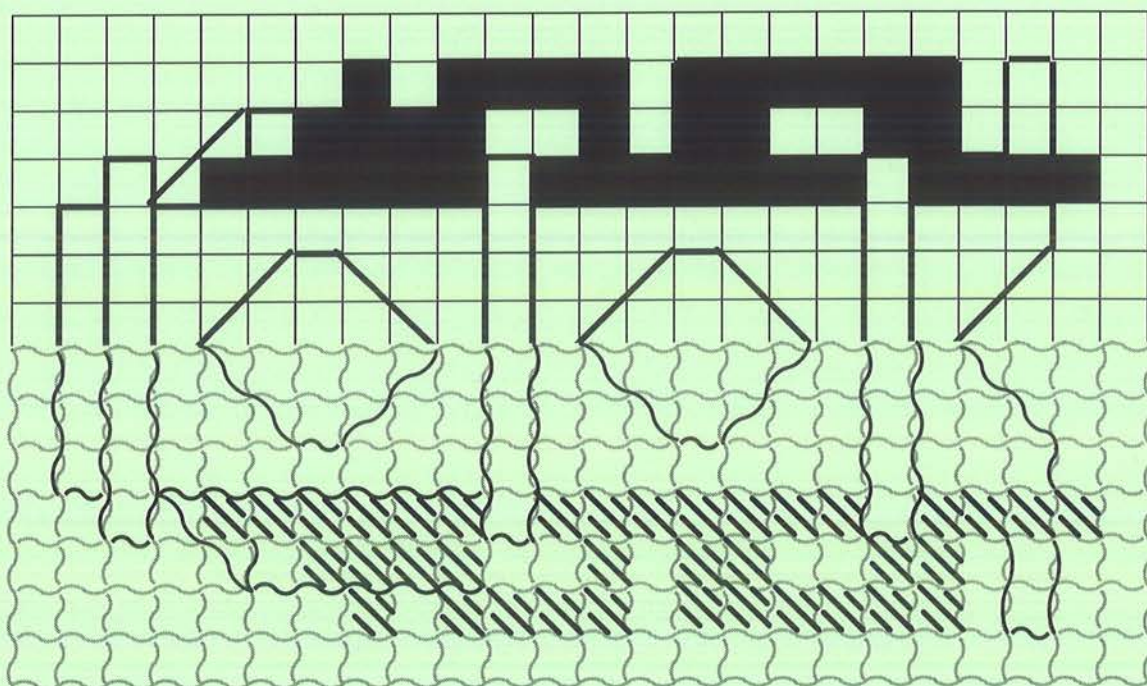
a. Spiegel de veelhoeken.



b. Spiegel de bruggen met rondbogen en spitsbogen.



c. Spiegel de trein met brug.



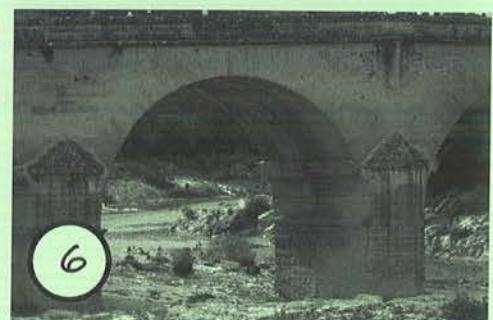
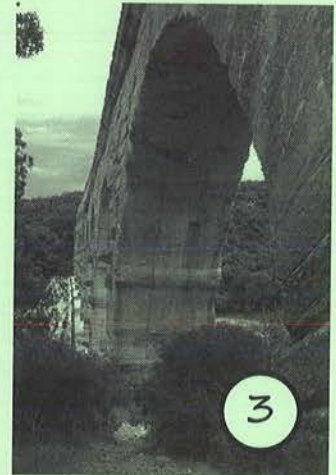
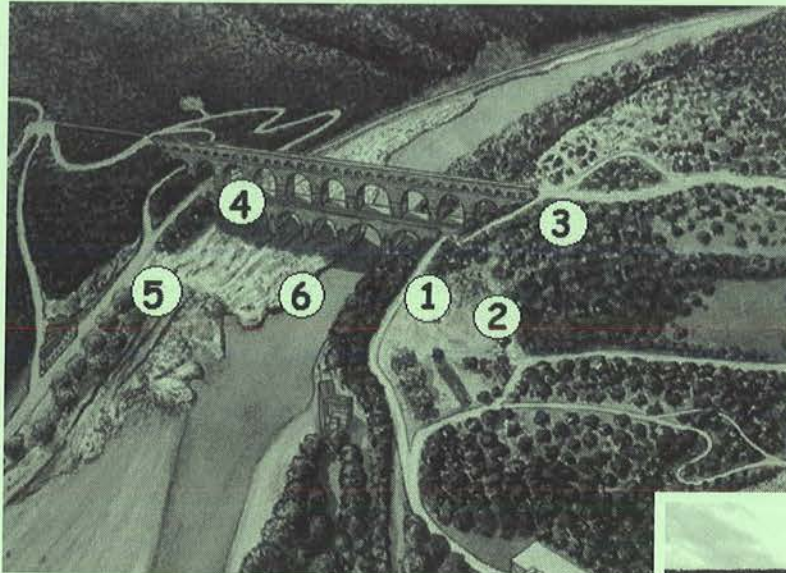




## 28. KIJKLIJNEN

De familie Brughmans deed tijdens de zomervakantie in Zuid- Frankrijk een uitstap naar de Pont du Gard. Op de kaart hieronder kun je de weg volgen die zij maakten. Tijdens de uitstap namen Ella en Nena 6 foto's op verschillende plaatsen. Op het einde van de uitstap namen ze een frisse duik in de rivier le Gardon.

Waar stond de fotograaf? Plaats bij de foto's het juiste nummer van de plaats waar zij de foto's maakten.





## 29. BETALEN MET EUROBILJETTEN

De zeven eurobiljetten hebben een geldwaarde van 5, 10, 20, 50, 100, 200 en 500 euro. De waarde van de biljetten staat in verhouding tot hun grootte: hoe groter het biljet, hoe groter de waarde ervan. Naast de afmetingen verschillen ook de kleuren.

De tekeningen zijn symbolen van Europese architectuur: poorten en vensters op de ene kant, bruggen op de andere. De onbestaande bouwwerken stellen verschillende stijlen en periodes voor van de Europese beschaving. Ze knipogen naar bestaande bouwwerken uit de Europese geschiedenis. De poorten en de vensters symboliseren de openheid. De bruggen verwijzen naar de verbondenheid en de samenwerking binnen Europa, maar ook met de rest van de wereld.

a. Kies uit en vul in.

aquaduct met rondbogen - brug met rondbogen - brug met spitsbogen - sobere brug - met beelden versierde brug - ijzeren brug - hangende brug



Pont du Gard (Frankrijk)  
1<sup>e</sup> eeuw voor Christus  
antieke periode



..aquaduct .met. rondbogen .(halve cirkels)  
biljet van 5 euro  
Grieks-Romeinse architectuur



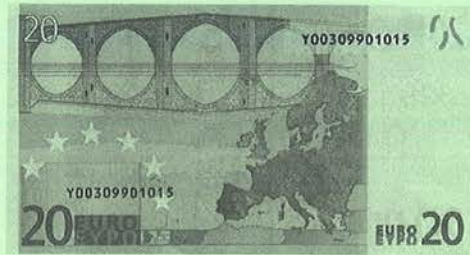
Puente La Reina (Spanje)  
11<sup>e</sup> /12<sup>e</sup> eeuw na Christus



..brug .met. rondbogen.....  
biljet van 10 euro  
Romaanse stijl



brug over de Drina (Servië, Bosnië)  
13<sup>e</sup> eeuw na Christus



...brug met spitsbogen.....  
biljet van 20 euro  
Gotiek



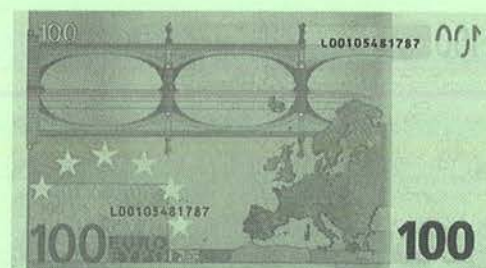
Rialtobrug Florence (Italië)  
15<sup>e</sup> /16<sup>e</sup> eeuw na Christus



...soevere brug.....  
biljet van 50 euro  
Renaissance



Karelsbrug Praag (Tsjechië)  
17<sup>e</sup> eeuw na Christus  
versieringen



...met beelden versierde brug....  
biljet van 100 euro  
barok (en rococo)



spoorwegviaduct Garabit (Frankrijk)

19<sup>e</sup> eeuw na Christus

art deco



...*ijzeren brug*.....

biljet van 200 euro

industriële revolutie



Erasmusbrug of Willemsbrug Rotterdam

(Nederland)

20<sup>e</sup> /21<sup>e</sup> eeuw na Christus

glas en staal



...*hangende brug*.....

biljet van 500 euro

Modernisme

b. Op welke eurobiljetten vind je een gespiegelde brug?

*.Op de biljetten van 10 euro en 20 euro.....*



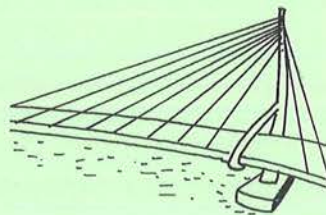
### 30. HANGBRUGGEN MET BELASTING OP TREK

Eén van de hoofdtypen bruggen volgens constructie, de manier waarop ze gebouwd zijn, is de hangbrug/kabelbrug, met als variatie daarop de tuibrug. Sinds het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw bestaan er hangbruggen van staal. Bij een hangbrug hangen twee draag- of hoofdkabels gebogen tussen pylonen of torens, soms ook doorgetrokken pijlers. De uiteinden van deze evenwijdig lopende lange kabels zitten verankerd in reuzenblokken beton. Het wegdek wordt met verticale stalen kabels, de hangers, aan de (hoofd)draagkabel gehangen. De kortere verticale kabels, bevestigd aan de draagkabels, trekken het wegdek omhoog. Daarom moeten de lange draagkabels via de pylonen goed verankerd worden aan de pijlers in de oevers.

De langste bruggen ter wereld zijn hangbruggen. Ze kunnen een overspanning bereiken van 2 kilometer of meer. In Nederland en België zijn er geen hangbruggen omdat de bodem te zacht is om de kabels te verankeren. Dat kan wel met de tuibruggen. Bij deze bruggen wordt het brugdek direct gespannen aan de pylonen. In de tuien is er trekkracht. De tuien hebben voor het vasthouden van het brugdek dezelfde functie als bretels bij het ophouden van een broek. De pylonen voeren het gewicht van de brug vervolgens af naar de fundering. In de pylonen is sprake van drukkracht. Dat gebeurt met sterke stalen kabels, tuien genoemd. Er zijn bruggen met een enkele en met een dubbele pylon. Door deze bruggen kan een behoorlijke spanwijdte worden overbrugd en opvallende, esthetische verschijningsvormen worden ontworpen.

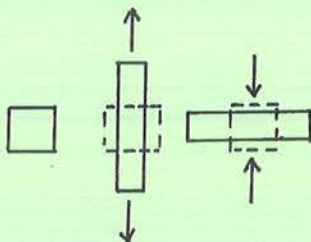
a. Kies uit en vul in.

moderne hangbrug – tuibrug - primitieve hangbrug



....primitieve hangbrug.... ...moderne hangbrug..... .....tuibrug.....

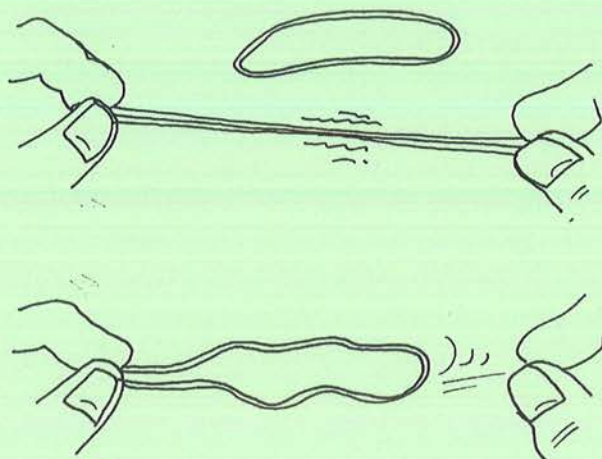
Trekkrachten kun je gemakkelijk laten zien. Een trekkracht is een kracht die gericht is op het materiaal dat zal uit(t)rekken.



Een voorwerp waaraan getrokken wordt, wordt niet alleen langer, maar ook dunner. Dat verschijnsel heet **dwarscontractie**.

Het langer worden, merk je aan de armen van het kind bij het trekken aan de deurkruk van een gesloten deur.

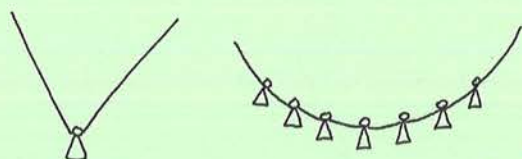




Hetzelfde gebeurt met een elastiekje dat onder trek wel twee of drie keer langer kan worden.

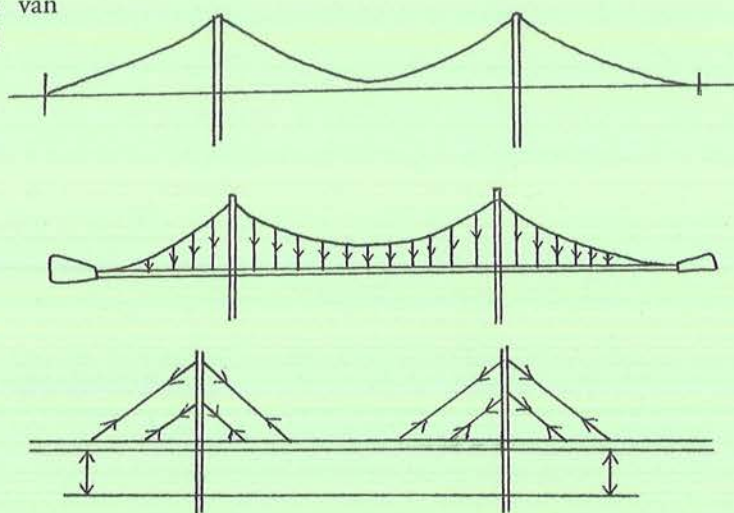
Als je het verder blijft uitrekken, kan het zo dun worden dat het losschiet. Een elastiekje is erg zacht materiaal, zodat de rek goed te zien is. Ook hardere en stijvere materialen, zoals staal dat gebruikt bij de bouw van bruggen, worden uitgerekt. Alleen is dat minder goed zichtbaar.

Trekkrachten voel je in je armen bij het oplaten van een vlieger bij harde wind. Dat gebeurt ook zo met kabels van hangbruggen en de tuien van tuibruggen. Moderne kabels zijn gevlochten van dunne staaldraden of van nylon met daaromheen staaldraad. Deze kabels zijn zo sterk, dat er hang- en tuibruggen met een lengte van 2 km of langer kunnen gemaakt worden.



De werking van een kabel kun je testen door in het midden van een stukje draad een paperclip met daaraan een gewicht, bijvoorbeeld een schooltui, te hangen (hangende ranken). Als je de uiteinden van de draad optilt, ontstaat een V-vorm met als

diepste punt het gewicht. Als je meerdere gewichten ophangt, dus het gewicht verdeelt, ontstaat er een parabool, een kettinglijn, een soort boog. Dit is een optimale vorm van de draagkabel van een hangbrug. Als je wilt dat je touwtje minder doorhangt, moet je harder aan de uiteinden trekken. Daarom moeten de draagkabels van hangbruggen zeer stevig verankerd worden in de oevers.

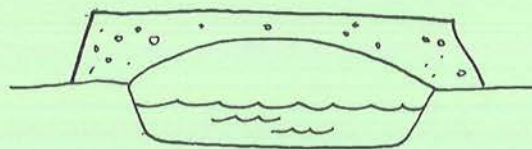


### 31. BOOGRUGGEN MET BELASTING OP DRUK/DUW

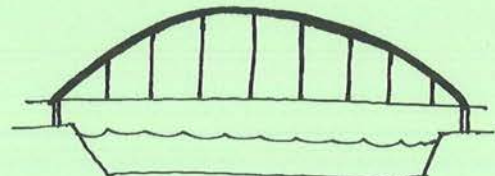
Eén van de hoofdtypen bruggen volgens constructie, de manier waarop ze gebouwd zijn, is de boogbrug, zowel de zuivere boogbrug als de omgekeerde vorm met trekband.

a. Kies uit en vul in.

zuivere boogbrug - boogbrug met trekband



.....zuivere boogbrug.....

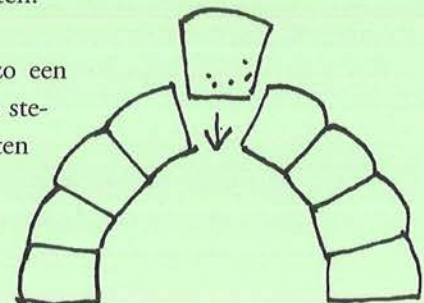


.....boogbrug met trekband.....

Een boogbrug is een goed voorbeeld van druk- of duwkrachten.

Losse stenen worden tegen elkaar aangedrukt en vormen zo een boog. Elke steen zou normaal naar beneden vallen, maar de stenen zitten vastgeklemd tussen de steunpunten die alle krachten opvangen.

De krachten worden hier zijwaarts door de steunpunten opgevangen zodat de brug niet naar beneden wordt geduwd en kan instorten. De zijwaartse krachten betekenen wel dat de steunen van de brug zijwaarts goed verankerd moeten zijn, bijvoorbeeld tegen de oever aan, om niet uit elkaar geduwd te worden. Anders barst de brug open. Bruggenbouwers spreken niet voor niets van de 'spatkracht', omdat de krachten naar opzij worden doorgegeven en niet naar onderen. De steunpunten worden uit elkaar gedrukt. Het wegdek en de kracht van de aarde op de pijler houdt de steunpunten bij elkaar. Een boogbrug krijgt dus vooral met duwkrachten te maken. Omdat de meeste materialen goed tegen druk bestand zijn, kan een boogbrug zware lasten dragen. De Romeinse aquaducten bewijzen hoe sterk bogen kunnen zijn, want vele staan nog steeds over-eind.



Bij de boogbruggen onderscheiden we het principe van een zuivere boogbrug zoals bij de oude Romeinen en het principe van een boogbrug met trekband. Het laatste principe wordt toegepast bij moderne bruggen met grotere overspanningen. Bijvoorbeeld de boogbrug over de Waal bij Nijmegen (Nederland) en over de Colorado bij Hite (Verenigde Staten).

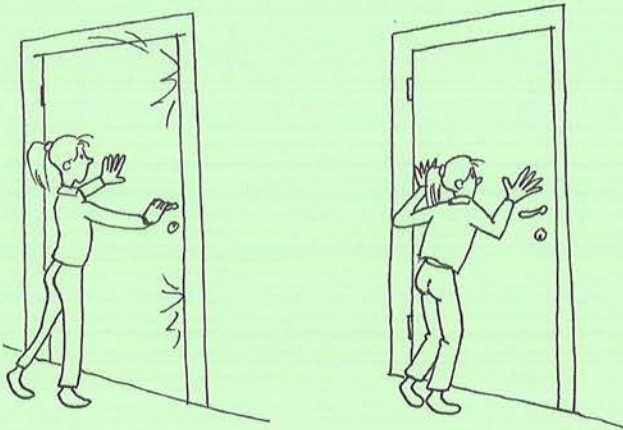
Bij de 'zuivere boogbrug' ligt het wegdek over het algemeen boven de boog. Via drukkrachten in de brugconstructie wordt het gewicht van de brug afgeleid naar de boog. Het gevolg is dat er zowel horizontale als verticale krachten inwerken op de fundering.

De Romeinen waren meesters in het aanleggen van wegen en het bouwen van bruggen. Met hun legers moesten ze ongehinderd en snel in heel Europa kunnen komen. De oversteek van rivieren moest daarom goed geregeld zijn. De Romeinen begrepen al heel snel dat een zware balk van graniet als brug niet geschikt is. Door het grote eigen gewicht breekt zo een balk. Hun oplossing was de

boogbrug. Ze gebruikten daarvoor een halve ronde houten mal waarop blokken natuursteen werden gelegd. Als laatste werd in het midden de sluitsteen geplaatst.

Waarom is een boog een perfecte oplossing?

Elke steen zou het liefst naar beneden vallen. Dat kan alleen door de steen ernaast een beetje opzij te schuiven. Behalve een kracht recht naar beneden, is er bij alle stenen dus ook een zijwaartse kracht, de stenen worden hierdoor vastgeklemd.

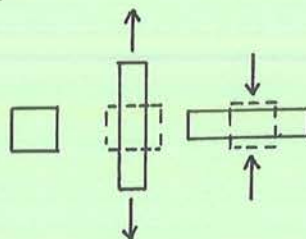


Een boogbrug heeft te maken met druk- of duwkrachten. Druk- of duwkrachten kun je gemakkelijk laten zien. Ervaar maar eens de drukkracht in je armen als je tegen een gesloten deur duwt. Je arm heeft dan de neiging het te begeven onder de druk en zich dubbel te ploien.

Je kunt zelf de krachten in een boogbrug voelen. Ga tegenover een klasgenoot staan en duw met gestrekte armen tegen elkaars schouders. Zorg dat je geen glad schoeisels aan hebt, niet op een glad oppervlak staat of ergens met je schoenen kunt tegenaan steunen. Anders zou je kunnen wegglijden door de druk van het duwen. Zo gaat het ook met boogbruggen. Om de druk te kunnen opvangen moeten de uiteinden stevig verankerd zijn in de oever.



Duwkrachten gaan gepaard met het inkrimpen van materiaal. Druk een spons in elkaar met de vlakke hand. Ze wordt ook korter en dikker.

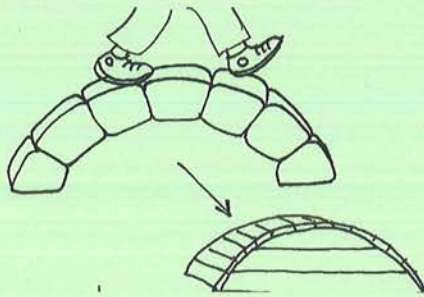


Dat gaat zo met elk voorwerp waartegen geduwd wordt. Je zult spoedig merken dat een spons niet geschikt is om bruggen te bouwen. Daarvoor heb je stevigere materialen nodig zoals hout, steen, ijzer en beton.



Boogbruggen kunnen een grotere afstand overbruggen dan ligger- of balkbruggen omdat er door de boogconstructie een gelijke belasting is. Dit kun je zien aan het voorbeeld van een rij boeken. Deze pers je hard met je handen samen zodat je het uit de boekenkast kunt halen. Als je niet hard en gelijkmatig drukt dan valt het op de grond.





b. Bouw een brug met houten blokken over een gebogen mal, bestaande uit één of meer hulpstukken.



- De uiterste blokken, de steunpunten moet je goed verankeren.



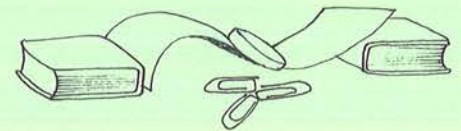
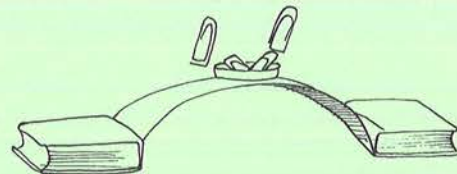
- Zorg ervoor dat de middelste houten wig goed aansluit bij de andere blokken.

- Neem daarna de hulpstukken weg en loop over de brug.

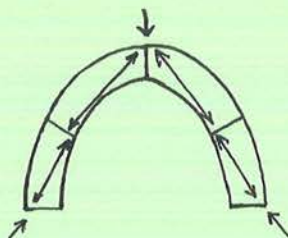
c. Hoe komt het dat een gebouwde boogbrug zo sterk is?

*De hoofdkrachten die er op inwerken zijn drukkrachten die gelijkmatig naar links en rechts worden verdeeld. Omdat de steunpunten de krachten opvangen, zijn de hulpstukken overbodig.....*

d. Een kartonnen boogbrug tussen zware boeken  
Kruis de 3 juiste uitspraken aan.



- De brug heeft geen steun aan beide zijkanten.
- Het gewicht van de brug gaat direct naar de onderkant.
- Het gewicht van de dop met de paperclips gaat via het karton naar de stevige boeken aan de zijkant.
- De brug heeft steun aan beide zijkanten.
- De brug kan een zwaardere last aan omdat het gewicht wordt verdeeld.
- Het gewicht van de dop met de paperclips rust vooral op de bovenkant van de brug.



## 32. LIGGER- OF BALKBRUGGEN MET BELASTING OP BUIGING

Eén van de hoofdtypen bruggen volgens constructie, de manier waarop ze gebouwd zijn, is de ligger- of balkbrug. Een liggerbrug is een goed voorbeeld van belasting op buiging.

De oervorm van de liggerbrug is een boomstam, een plank of een platte steen tussen twee oevers. Ondertussen is de boomstam vervangen door stalen of betonnen balken waarover het brugdek wordt gelegd.

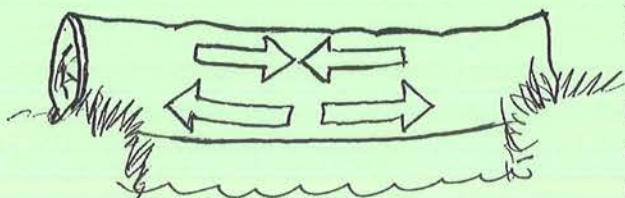
Omdat massieve balken voor grote overspanningen te zwaar zijn, worden balken met een profiel of verticale doorsnede gebruikt. De meeste bruggen die gebouwd worden, zijn liggerbruggen omdat ze eenvoudig, snel en goedkoop te maken zijn.

De balken die bij een liggerbrug gebruikt worden, kunnen vervangen worden door vakwerkliggers. Vakwerkliggers zijn opgebouwd uit driehoeken. Zij hebben het voordeel dat het een erg sterke constructie is waarvoor weinig materiaal nodig is.

De eenvoudigste manier om een beek te overbruggen is door middel van een plank. Maar niet elke plank is daarvoor sterk genoeg en de afstand mag niet te lang zijn. Bij buigkracht wordt de plank door drie krachten bewerkt. Twee gelijk gerichte krachten aan de uiteinden van de plank en een kracht in het midden die in tegengestelde richting wijzen.

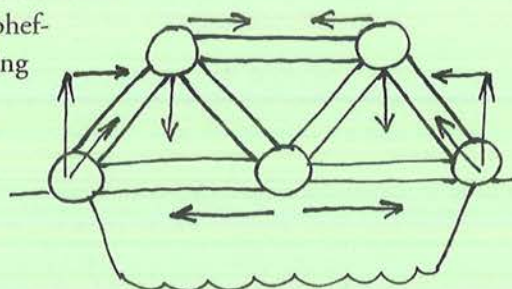
Het type liggerbrug is technisch gezien het eenvoudigst om te bouwen. Het bestaat slechts uit één onderdeel: de balk of ligger. Deze rust op de twee zijkanten van wat je wilt overbruggen en zo ontstaat een brug. De krachten die worden overgebracht door de balk zelf gaan ook via deze zijkanten de grond in.

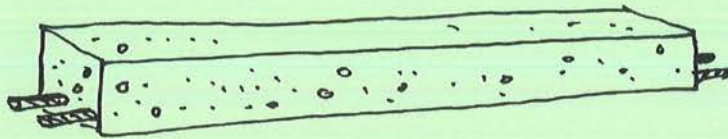
Het voordeel van een liggerbrug is de technische eenvoud en de geringe kostprijs. Een balk is al genoeg. Toch heeft de liggerbrug ook een belemmering: de lengte. Ten opzichte van alle andere bruggen, kan de liggerbrug maar een korte afstand overbruggen. Dit maakt hem ideaal voor een brug over een auto- of spoorweg. Maar rivieren en diepe ravijnen kun je er echter niet mee overbruggen zonder gebruik te maken van tussen ondersteuning of ophang.



Als je een balk neemt en je zet er een gewicht op, buigt hij door. Door de kracht die het gewicht op de balk uitoefent, wordt de balk aan de onderkant in de lengte uit elkaar getrokken. Soms komen er daardoor scheurtjes in het materiaal. Probeer dat uit met een houten stokje of een gummetje.

In materialen belast op buiging treden zowel trekkrachten als drukkrachten op. Staal is geschikt om trekkrachten op te vangen, steen niet. De kracht van de onderkant van een balk is de trekkracht. Aan de bovenkant wordt de balk in elkaar gedrukt, want hier ontstaat voornamelijk druk- of duwkracht. Bij berekeningen wordt ervan uitgegaan dat de drukkrachten en de trekkrachten elkaar in het midden opheffen. In dat geval is er sprake van belasting op buiging zoals bij liggerbruggen.

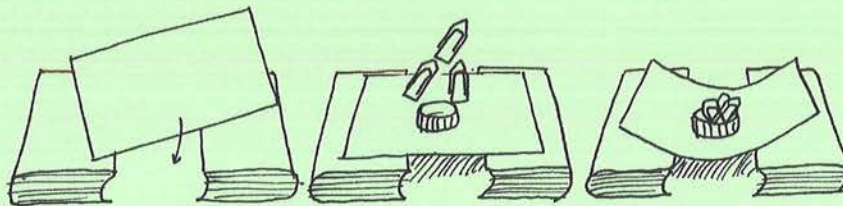




Liggerbruggen zijn tegenwoordig niet meer gemaakt van houten balken, maar van staalbetonnen liggers. In een staalbetonnen liggerbrug zit het metaal vooral onderaan omdat het beton slecht tegen trekkrachten kan en gemakkelijk scheurt. Het metaal is echter heel sterk in het opnemen van trekkrachten, zodat een dun stalen profiel aan de onderkant van een betonnen ligger al voldoende is.

Je kunt dit principe zelf nabootsen door aan de onderkant van een houten stokje een stevige striptape te plakken. Een stokje met tape zal veel minder doorbuigen dan een zonder. Als de tape aan de bovenkant is, heeft het geen effect.

a. Een kartonnen boogbrug over zware boeken



Kruis de 3 juiste uitspraken aan.

- De brug heeft geen steun aan de beide zijkanten.
- Het gewicht van de brug gaat direct naar de onderkant.
- Het gewicht van de dop met de paperclips gaat via het karton naar de stevige boeken aan de zijkant.
- De brug heeft steun aan beide zijkanten.
- De brug kan een zwaardere last aan omdat het gewicht wordt verdeeld.
- Het gewicht van de dop met de paperclips rust op de bovenkant van de brug.

b. Stel je voor dat je over een beek een dunne boomstam legt en oom Senne die 85 kg weegt stapt erover. Wat gebeurt er dan met de boomstam? Kies uit en vul in.

druk - trek – neutrale – uitgerekt – niets – ingedrukt

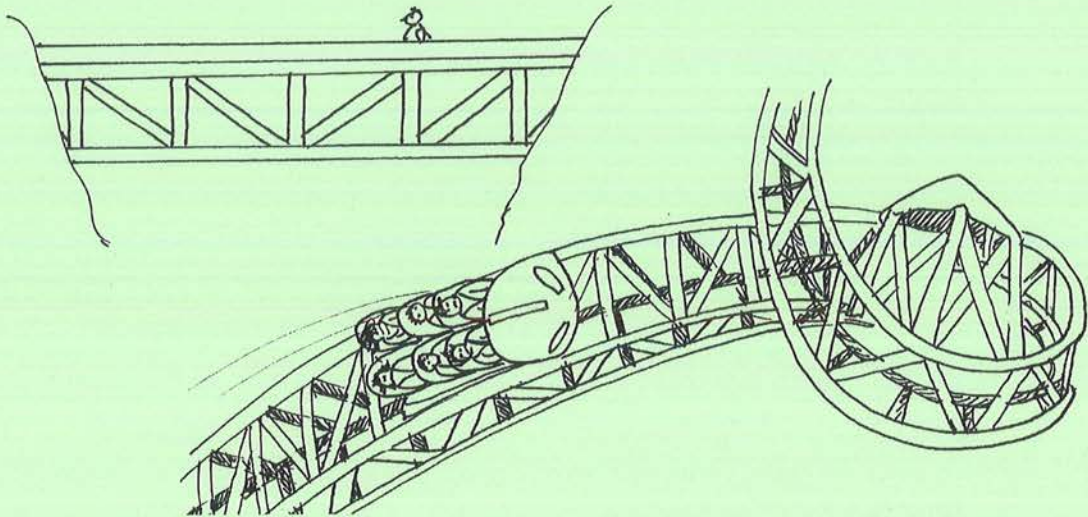
Bovenin wordt de tak ...*ingedrukt*..... = belasting op ...*druk*.....

Middenin gebeurt er ...*niets*..... = ...*neutrale*..... lijn

Onderin wordt de tak ...*uitgerekt*..... = belasting op ...*trek*.....

### 33. PATRONEN IN VAKWERKBRUGGEN

Bij liggerbruggen worden vandaag geen boomstammen meer gebruikt maar stalen draagbalken. Deze balken hebben een H-profiel en het oppervlak in het midden is volledig gesloten. Dit wordt een volle wandligger genoemd. Als de balk hoger wordt, wordt het draagvermogen groter, maar wordt de balk ook zwaarder. Dat probleem wordt opgelost als men de volle wand vervangt door een vakwerkligger. Bij een vakwerkligger wordt de gesloten wand vervangen door een open vakwerk van vormvaste driehoeken. Zelfs bij een achtbaan in de attractieparken worden vakwerkliggers gebruikt.



In een vakwerkbrug herkennen we boven- en onderrandstaven, verticale/loodrechte en diagonale staven. De onderrandstaven liggen horizontaal, de bovenrandstaven soms horizontaal of geknikt, in een boog. Er zijn ook nog schuine lijnen, diagonalen genoemd. De diagonalen zijn **'stijgend'** (omgekeerde letter V) als de staven naar het midden van de bovenkant van de brug wijzen. De diagonalen zijn **'vallend'** (letter V) als de staven naar het midden van de onderkant van de brug wijzen. Een combinatie met V's en omgekeerde V's geven afwisselend 'vallende' en 'stijgende' diagonalen aan.

a. Kies uit en vul in:

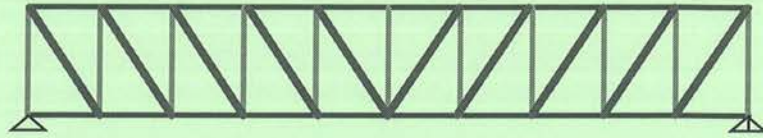
trek – buiging – druk
-----------------------

'Stijgende' staven hebben te maken met ....*druk*.....

'Vallende' staven hebben te maken met ...*trek*.....

b. Vervolledig de patronen in de volgende vakwerkliggers.

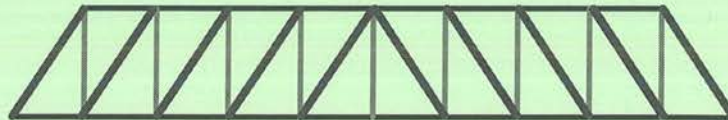
c. Kleur van de vakwerk N-ligger de evenwijdige horizontale boven- en onderrandstaven blauw, de verticale staven geel en de diagonale staven rood.



Zijn de diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*vallende diagonalen*.....

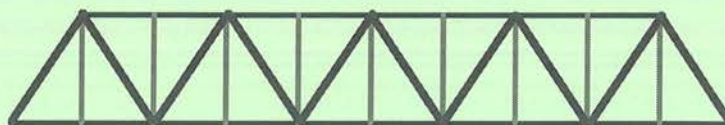
d. Kleur van de vakwerkligger de evenwijdige horizontale boven- en onderrandstaven blauw, de verticalen geel en de diagonalen rood.



Zijn de diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*stijgende diagonalen*.....

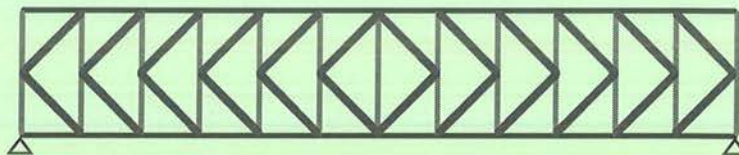
e. Kleur van de vakwerkligger de evenwijdige horizontale boven- en onderrandstaven blauw, de verticalen geel, de diagonalen rood.



Zijn de diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend vallende en stijgende diagonalen*.....

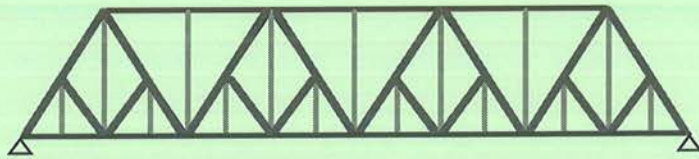
f. Kleur van de vakwerk K-ligger de evenwijdige horizontale boven- en onderrandstaven blauw, de verticalen geel en de diagonalen van de onderste helft rood.



Zijn de diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend vallende en stijgende diagonalen*.....

g. Kleur van de vakwerklijger de evenwijdige horizontale boven- en onderrandstaven blauw, de verticalen geel, de diagonalen rood.



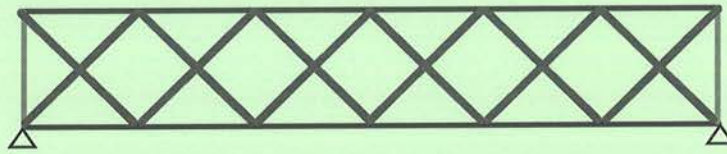
Zijn de lange diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend.vallende.en.stijgende.diagonalen*.....

Zijn de korte diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend.vallende.en.stijgende.diagonalen*.....

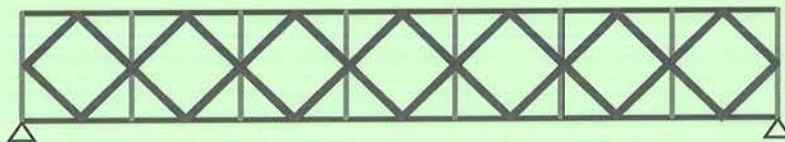
h. Kleur van het ruitenvakwerk de evenwijdige horizontale boven- en onderrandstaven blauw, de verticalen geel en de diagonalen rood.



Zijn de diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend.vallende.en.stijgende.diagonalen*.....

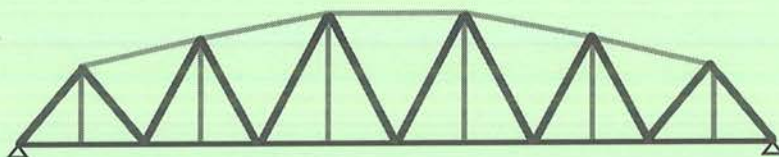
i. Kleur van het ruitenvakwerk de evenwijdige horizontale boven- en onderrandstaven blauw, de verticalen geel en de 'vallende' diagonalen rood.



Zijn de lange diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend.vallende.en.stijgende.diagonalen*.....

j. Kleur van de vakwerklijger de horizontale onderrand blauw, de geknikte bovenrand groen, de verticalen geel en de diagonalen rood.



Zijn de lange diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend.vallende.en.stijgende.diagonalen*.....

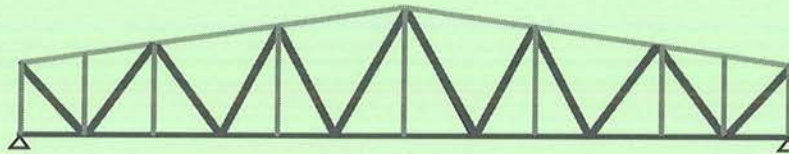
- k. Kleur van de vakwerklijger de horizontale onderrand blauw, de geknikte bovenrand groen, de verticalen geel en de diagonalen rood.



Zijn de lange diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*vallende diagonalen*.....

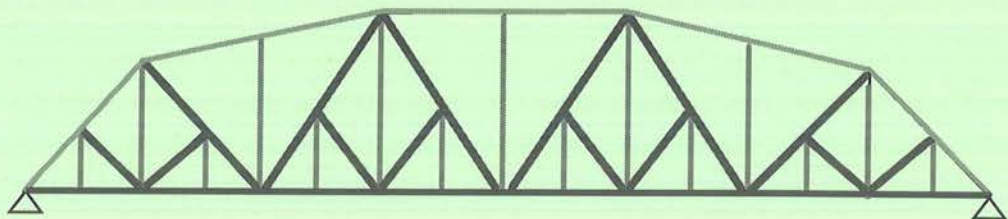
- l. Kleur van de vakwerklijger de horizontale onderrand blauw, de geknikte bovenrand groen, de verticalen geel en diagonalen oranje.



Zijn de lange diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend vallende en stijgende diagonalen*.....

- m. Kleur van de vakwerklijger de horizontale onderrand blauw, de geknikte bovenrand groen, de verticalen geel, de diagonalen rood.



Zijn de lange diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend vallende en stijgende diagonalen*.....

Zijn de korte diagonalen 'vallend', 'stijgend' of 'afwisselend vallend en stijgend'?

*afwisselend vallende en stijgende diagonalen*.....

