



# ARCHITECTURE AND STRUCTURAL ENGINEERING

LEARNING LAB



#1237R

428 PCS

7+



INVENTING CAN BE LEARNED

**20** EXPERIMENTS  
INCLUDED



## Creatief zijn kun je leren

De complete Gigo learning lab serie bevat 15 individuele sets. De speciale kenmerken van het Gigo learning lab zijn als volgt:

1. Het lesprogramma heeft als belangrijkste onderdeel het Gigo bouwsysteem. Voor elke groep is er een mogelijkheid voor onderzoekend leren. Daarnaast is er tijd voor ontwerpend leren en de creativiteit van elk kind.
2. Stimuleer het denken buiten de kaders van het traditionele educatieve systeem door het spelenderwijs leren van nieuwe dingen.
3. Iedereen is goed in iets. Daarom moeten we rekening houden met zowel individuele ontwikkeling als het deel uitmaken van een groep.
4. De niveaus variëren van beginners tot gevorderden. Er wordt gebruik gemaakt van een lesprogramma gebaseerd op levenswetenschappen. Daarnaast wordt er een verband gelegd met het dagelijks leven.
5. Experimenteren met het Gigo bouwsysteem heeft het voordeel dat deze steeds opnieuw kan worden gebruikt. Dit bespaart kosten, tijd en inspanning.

We hopen kinderen enthousiast te maken voor het opdoen van wetenschappelijke kennis. We willen dit bereiken met behulp van een praktijkgerichte methode. Deze methode moet ervoor zorgen dat kinderen, hun vermogen om te onderzoeken en te ontwerpen, verder ontwikkelen door problemen zelf op te lossen. Daarnaast hopen we dat ze een positieve houding krijgen ten opzichte van wetenschap en techniek. Het is onze missie om kinderen te helpen bij het toepassen van deze kennis in het dagelijks leven om zo hun vermogen tot het ontdekken van nieuwe dingen te bevorderen.

# Inhoudsopgave

Inleiding	1	10. Ontwerpopdracht (2)	39
Inhoudsopgave	2	11. Waterpas	41
Onderdelenlijst	3	12. Aarde gebouw	45
1. Tafels en stoelen	5	13. Hangbrug	49
2. Blokhutten	9	14. Burj Al Arab	53
3. Balkbrug	13	15. Ontwerpopdracht (3)	59
4. Wolkenkrabber	17	16. Seismische structuren	61
5. Ontwerpopdracht (1)	21	17. Aardbevingssimulator	65
6. Opvangnet	23	18. Seismische en trillingsvrije constructies	69
7. Koepel huizen	27	19. Dempers	75
8. Boogbrug	31	20. Ontwerpopdracht (4)	81
9. Toren	35		



# Onderdelenlijst

<b>1</b>  x40	<b>2</b>  x30	<b>3</b>  x20	<b>4</b>  x30	<b>5</b>  x10	<b>6</b>  x20	<b>7</b>  x12	<b>8</b>  x12	<b>9</b>  x12
<b>10</b>  x6	<b>11</b>  x6	<b>12</b>  x6	<b>13</b>  x12	<b>14</b>  x12	<b>15</b>  x12			
<b>16</b>  x6	<b>17</b>  x12	<b>18</b>  x4	<b>19</b>  x10	<b>20</b>  x20	<b>21</b>  x20			
<b>22</b>  x16	<b>23</b>  x2	<b>24</b>  x24	<b>25</b>  x24	<b>26</b>  x20	<b>27</b>  x1			
<b>28</b>  x1	<b>29</b>  x4	<b>30</b>  x2	<b>31</b>  x1	<b>32</b>  x2	<b>33</b>  x2			
<b>34</b>  x2	<b>35</b>  x5	<b>36</b>  x2	<b>37</b>  x8					

## Onderdelenlijst :

Nr	Omschrijving	Onderdeel nr.	Aantal	Nr	Omschrijving	onderdeel nr.	Aantal
1	Kleine pin	7344-W10-C2D	40	20	6 Gaten verbindstuk	7410-W10-A1S	20
2	Pin	7061-W10-C1R	30	21	As stang verbindstuk	7410-W10-C1S	20
3	Koppelstuk	7413-W10-T1B	20	22	Kubus 6 gaten	880-W10-N1W	16
4	Verbinding 2-1	7061-W10-G1W	30	23	Touw 4000 mm	R39-W85-400D	2
5	Omvormer 90 graden rechts	7061-W10-Y1W	10	24	5 Gaten flexibele staaf	7432-W10-A1W	24
6	1 Gat verbinder	7430-W10-B1W	20	25	7 Gaten flexibele staaf	7432-W10-A2W	24
7	Ronde staaf 3 gaten	7404-W10-C1W	12	26	Halve hexagoon verbindstuk	7432-W10-B1W	20
8	Staaaf 5 gaten	7413-W10-K2W	12	27	pin/as verwijderaaf	7061-W10-B1Y	1
9	Staaaf 5 gaten voorkant dicht	7413-W10-K3W	12	28	Basisplaat	7125-W10-A1SK	1
10	Platte ronde staaaf 5 gaten	7443-W10-C1W	6	29	Frame 5x10	7413-W10-I1W	4
11	Ronde staaaf 7 gaten	7404-W10-C2W	6	30	Tandwiel groot	7026-W10-W5Y	2
12	Platte ronde staaaf 7 gaten	7404-W10-C3W	6	31	Zwengel	7063-W10-B3S1	1
13	Staaaf 9 gaten	7407-W10-C1W	12	32	Tandwiel klein	7026-W10-D2R	2
14	Staaaf 9 gaten voorkant dicht	7407-W10-C2W	12	33	Tandwiel middel	7346-W10-C1B	2
15	Staaaf 11 gaten	7413-W10-P1W	12	34	Motor as	7026-W10-L1W	2
16	Duo staaaf 15 gaten	7413-W10-Z1W	6	35	Grote rode as	7413-W10-S1P	5
17	As 60 mm	7413-W10-M1D	12	36	Snaaf groot	R10-05	2
18	As 100 mm	7413-W10-L2D	4	37	300 mm Bamboe vierkante staaaf	R36#7402-5	8
19	Tandwielklem	3620-W10-A1D	10				

## Tips en trucs:

Hier zijn een paar tips voor het in elkaar zetten en gebruiken van de modellen. Lees ze zorgvuldig door voordat je begint.

**NG!(zonder ruimte) OK!(met ruimte)**

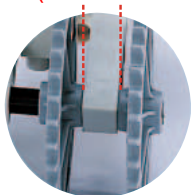


Fig.1

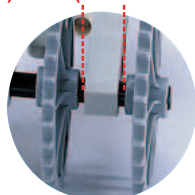


Fig.2

**A. Let op het gat:**

Als je de tandwielen vastzet op de aandrijf-as zorg er dan voor dat er genoeg ruimte (1mm) tussen het tandwiel en het frame zit (fig. 2). Probeer het tandwiel te draaien om te controleren of elk tandwiel in de tandwielreeks soepel draait en weinig weerstand heeft. Hierdoor heb je de meest efficiënte vermogensoverdracht

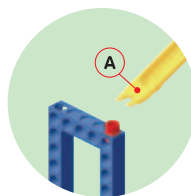


Fig.3

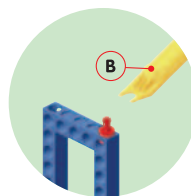


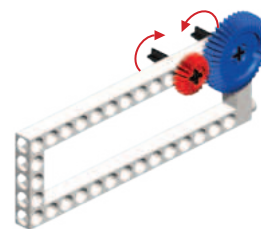
Fig.4

**B Pin/as verwijderaaf:**

Gebruik de pin/as verwijderaaf om pinnen te verwijderen zoals in fig. 3. Gebruik de pin/as verwijderaaf om assen te verwijderen zoals in fig. 4.



Voor meer bouw tips zie:



**C Tandwielen:**

Bij de modellen zijn vaak meerdere tandwielen op een rij of een tandwielset ingesteld. Om deze modellen goed te laten werken moeten deze tandwielen goed in elkaar grijpen. Als dat niet zo is wordt de kracht op één tandwiel niet goed overgebracht naar de volgende.



Tafels en bureaus zijn meubels met een plat oppervlak. Ze hebben meestal vier poten en kunnen veel dragen. Er zijn verschillende soorten bureaus ontwikkeld voor verschillende doeleinden: gewone bureaus, schrijftafels, computerbureaus, kaptafels, podia en nog veel meer.

Een goed ontworpen tafel kan de werkefficiëntie verbeteren. Goed passende werkplekken en handige lades kunnen de functionaliteit aanzienlijk verbeteren.

Tegenwoordig is een leeg bureau heel

populair en willen mensen dat je geen kabels van apparaten ziet om hen zodoende te helpen zich op hun werkprojecten te concentreren. Sommige bureaus zijn ook speciaal aangepast. Als privacy belangrijk is kun je een bureau nemen met schermen, zodat het persoonlijk aanvoelt en om rondneuzen te voorkomen!

Tegenwoordig gaat het ontwerpen van bureaus en tafels niet alleen meer om productiviteit, maar moet ook rekening worden gehouden met de gezondheid van de gebruiker. De meeste bureaublad oppervlakken zijn gebaseerd op een standaard afmetingen (72 cm x 76 cm). Stoelen hebben ook standaard afmetingen, bijvoorbeeld voor de hoogte. Maar als een stoel de verkeerde hoogte heeft voor een gebruiker, kan deze persoon zich oncomfortabel voelen of als ze lange werkdagen op de stoel zitten, last krijgen van hun houding en rug. In zo'n situatie zijn zowel de stoel als de tafel verantwoordelijk voor de gezondheid van de gebruiker.


 Daily Application

De T-balkconstructie staat bekend om zijn sterkte en duurzaamheid. In het Chinees wordt deze vorm ook wel de "H" vorm genoemd. De vorm lijkt ook op het Chinese karakter voor werk: (工). Beide namen verwijzen naar de dwarsdoorsnede van de balk. Het ontwerp wordt veel toegepast bij grote bouwprojecten. Naast dat het helpt om materiaal te sparen kan de vorm ook doorzakken en verdraaiingen voorkomen, zodat gebouwen en machines niet misvormd raken of zelfs gebroken worden als ze veel worden gebruikt of als er veel druk op staat. De staartvinnen van vliegtuigen en spoorrails zijn allebei ontworpen aan de hand van vergelijkbare principes. Deze moeten namelijk allebei licht zijn, maar ook enorme krachten kunnen weerstaan. Op spoorlijnen kunnen we zien dat het bovenste deel dikker is dan het onderste deel dat dunner en breder is, maar het engineeringprincipe blijft hetzelfde.



 Brainstorming

Waarom hebben stoelen en tafels vaak een dwarsbalk om ze te verbinden?

## Onderdelenlijst

1



x8

2



x2

4



x4

9



x4

10



x2

12



x2

14



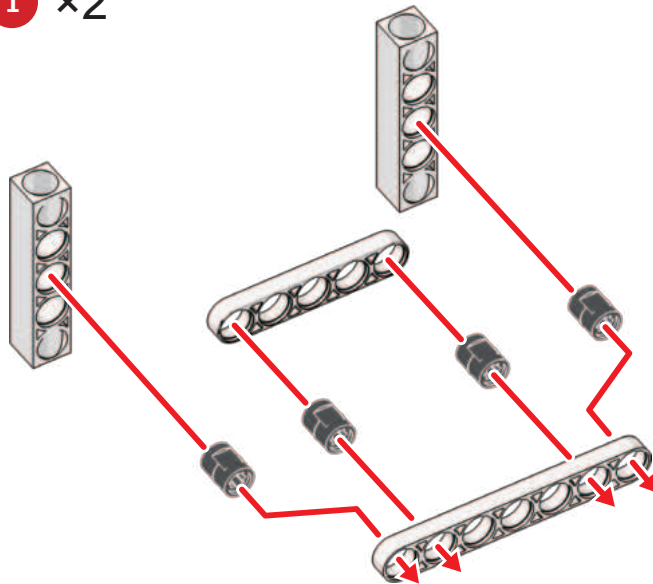
x1

28

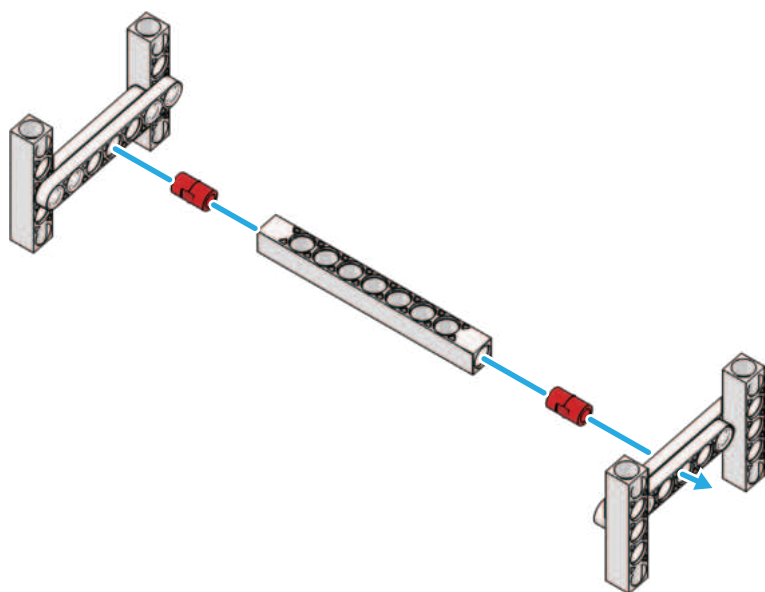


x1

1 x2



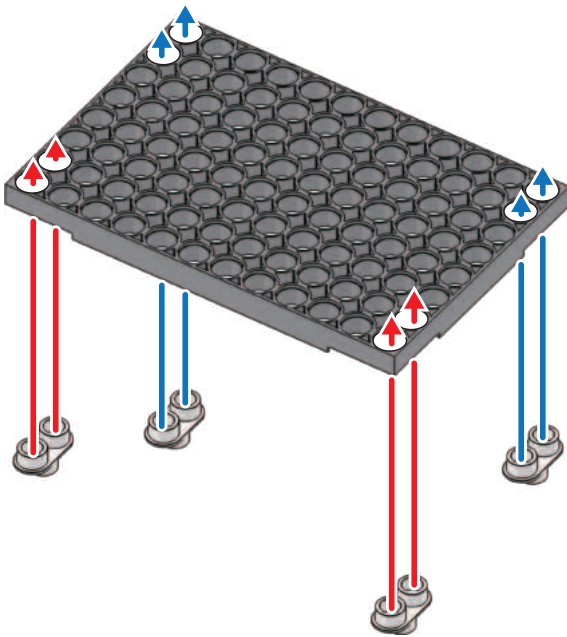
2



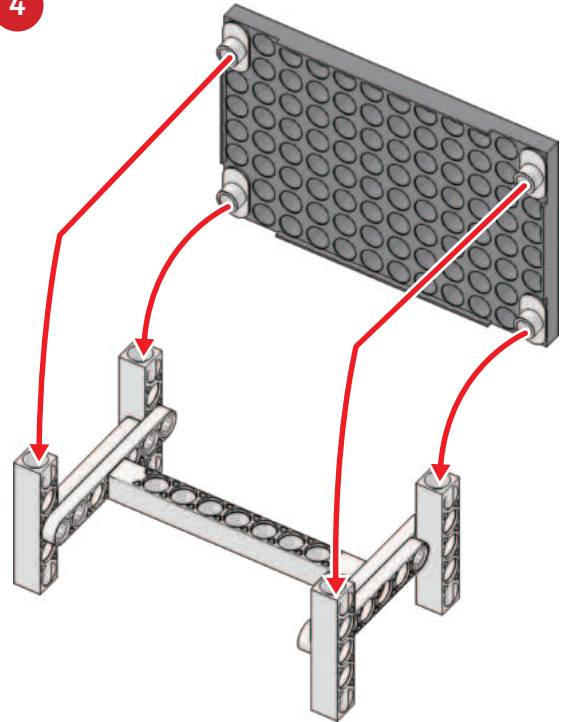
1

# Tafels en stoelen

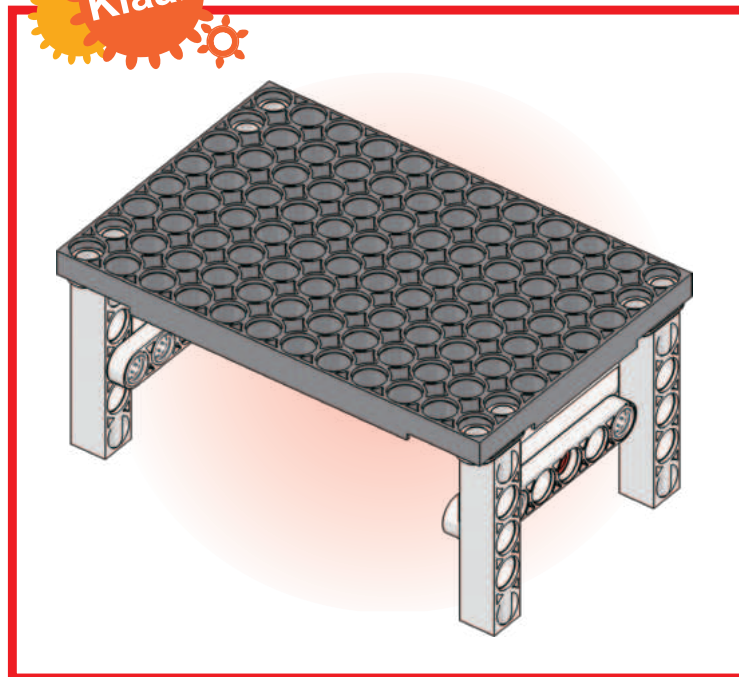
3



4



Klaar





# Hands-on Experiment

Probeer de poten van de tafel langer te maken en kijk naar het verschil in stabiliteit van de tafel met of zonder dwarsbalk.

.....

.....

.....

.....

.....

# Hands-on Creativity

Gebruik je verbeelding en verander de structuur die je hebt gekregen om een tafel te maken die maar een poot heeft maar die stevig genoeg is om iets op te leggen.

.....

.....



# Evaluation



1

★

Model gemaakt

2

★

Experiment compleet

3

★

Uitvoering



Hout is stevig maar flexibel. Het is natuurlijk en heeft daardoor eigenschappen die kunstmatige materialen niet hebben, zoals een korrel (het is niet helemaal glad). Er zijn veel verschillende soorten hout, die niet allemaal even geschikt zijn om iets mee te bouwen. Hout kan voor veel dingen worden gebruikt, zoals frames, pilaren, palen, hekken en zelfs huizen. Afhankelijk van het soort hout dat beschikbaar is, zullen mensen hun ontwerp moeten veranderen. Veel mensen ontwerpen huizen met hout, omdat het een rustieke charme heeft.



Blokhutten hebben maar één verdieping en dus geen trappen. De vloer loopt normaal gesproken parallel aan het lange en lage dak. Houten huizen zijn iets anders en hiervoor zijn er verschillende gestandaardiseerde ontwerp elementen. De klassieker is een gebouw van twee verdiepingen met een grote veranda aan de voorkant. Dit omhullende balkon biedt een veilige gezinsruimte voor bewoners en is zeer populair voor mensen die van houten huizen houden. Een ander populair ontwerp heeft groot zwaar metselwerk aan de onderkant van het huis voor stabiliteit en een houten bovenwerk dit is een zogenaamde "ruwe mijnstijl".

### Daily Application

Hout is het meest basale en natuurlijke constructie materiaal, maar de ontwerpen van houten gebouwen zijn niet beperkt tot hutten.













Er zijn drie meest gebruikte manieren om een constructie van hout te maken. Bij de eerste heet de muur van de structuur 2 x 4. Deze wordt al meer dan 100 jaar gebruikt in Europa en Amerika. Het tweede type balk-kolom wordt een grote houtstructuur genoemd. Grotere houtblokken worden gebruikt als skelet voor de constructie, waarna de vloer en muren eromheen worden gebouwd. De derde is een balkenwaterval, waarbij balken worden opgestapeld om een muur te bouwen, waardoor het voelt alsof je echt in een bos leeft.



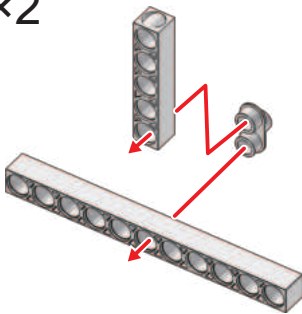
### Brainstorming

Waarom worden er over de hele wereld verschillende soorten hout gebruikt om verschillende structuren te bouwen?

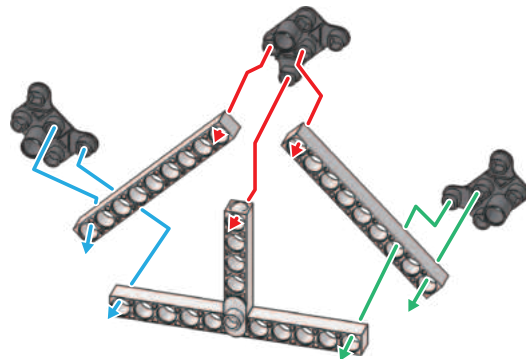
## Onderdelenlijst

<b>1</b>  x6	<b>2</b>  x4	<b>4</b>  x8	<b>6</b>  x10	<b>8</b>  x2	<b>9</b>  x5	<b>12</b>  x2	<b>13</b>  x5
<b>14</b>  x4	<b>15</b>  x2	<b>20</b>  x6	<b>28</b>  x1				

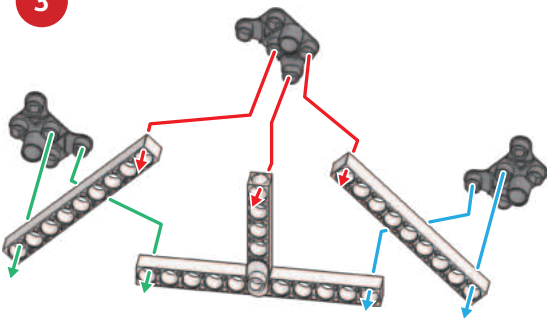
**1** x2



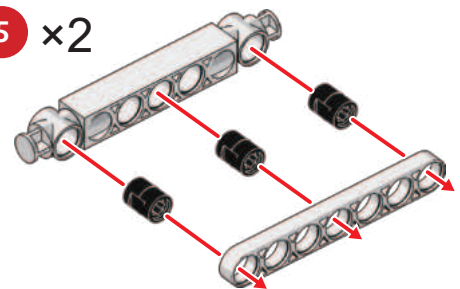
**2**



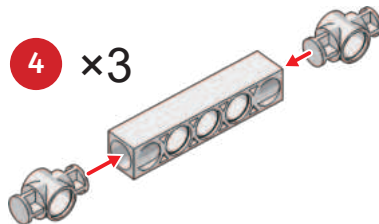
**3**



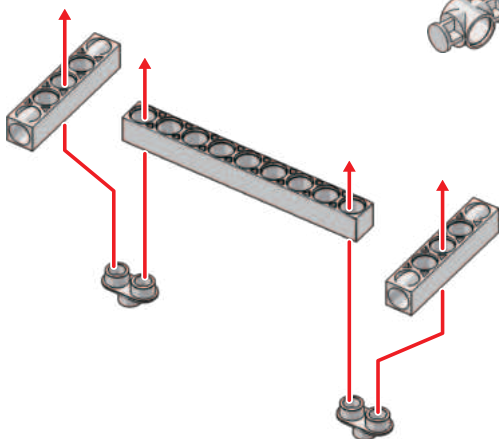
**5** x2



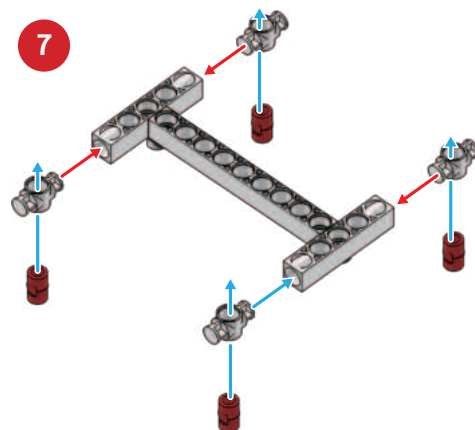
**4** x3



**6**



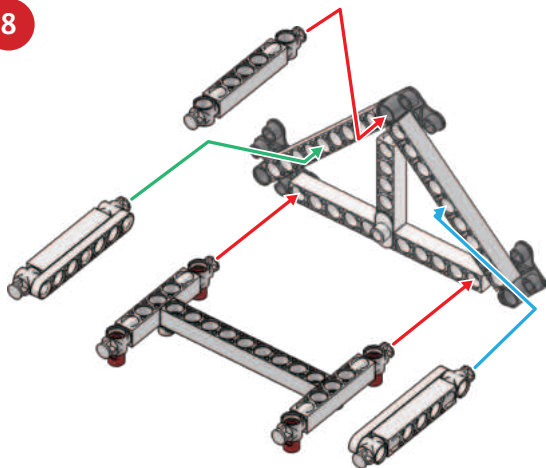
**7**



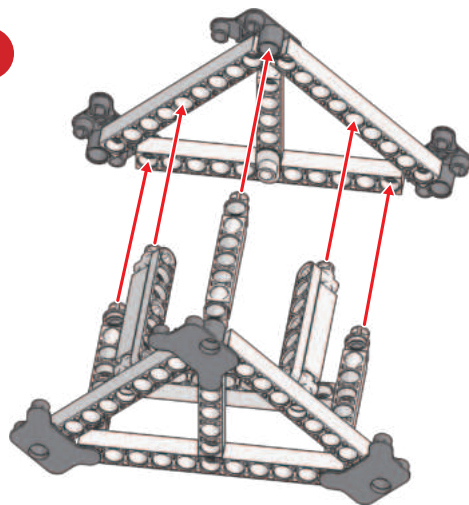
# 2

# Blokhutten

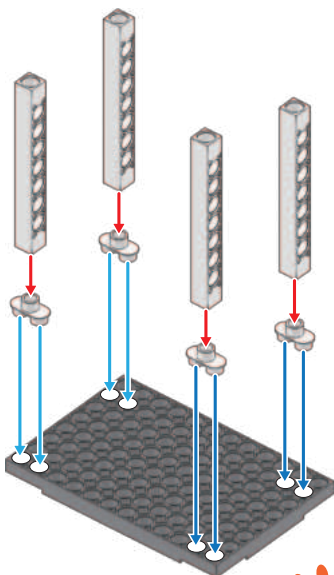
8



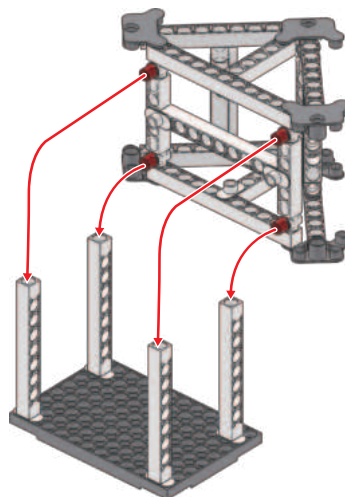
9



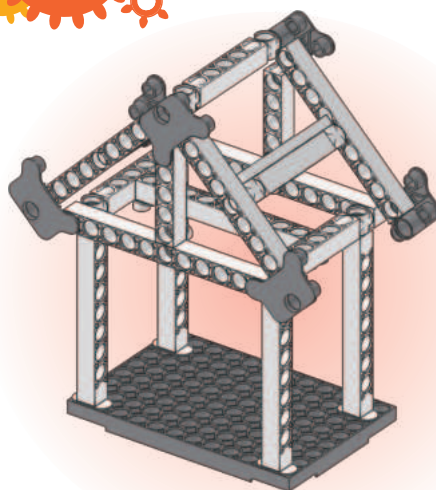
10



11



Klaar





Plaats een boek op de blokhut en kijk of het gebouw het gewicht wel of niet kan dragen.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



Voeg versiering toe aan de hut zoals dieren, planten of straatnaambordjes.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.





Er zijn vele soorten bruggen, maar één van de vroegste ontwerpen uit het industriële tijdperk was de vakwerkbrug. De 'vakwerk' structuur is een manier om, vaak met staal, een afstand te overbruggen en wordt ook gebruikt bij het bouwen van huizen.

De vakwerkconstructie in een brug is vrijwel geheel van staal en is goed bestand tegen aardbevingen. Doordat alle onderdelen van tevoren worden gegoten, gaat de inzet sneller dan bij betonnen bruggen. Er bestaat echter wel een risico op roest – hierdoor kan het op de lange termijn juist duurder zijn.

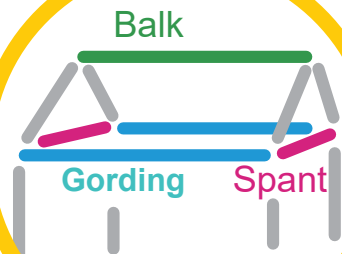


Deze bruggen hebben ook regelmatig onderhoud nodig en het metaal is gevoelig voor warmtevervorming. Naarmate de temperatuur verandert kan de specifieke warmtecapaciteit van metaal een probleem worden. Daarom worden balkbruggen meestal aangetroffen in stedelijke gebieden waar snel gebouwd moet worden, het verkeersvolume hoog is en het onderhoud eenvoudiger is.

De stalen constructieonderdelen worden naar een bouwplaats getransporteerd voor montage in gesegmenteerde of blokvorm – hierbij moeten maximaal toegestane grenzen van de weg worden gevolgd.

### Daily Application

Een "gording" verwijst naar een dwarssteun die onder het dak aan de spanten van een huis of gebouw is bevestigd. Dak sparren zijn de balken die de dakpanelen en dakpannen ondersteunen. De driehoekige structuur is het vakwerk en ondersteunt dit alles. Een vakwerkconstructie is heel stevig en belangrijk voor het gebouw. Moderne architecten gebruiken voor de spanten metaal in plaats van hout, maar het principe blijft hetzelfde. Bij het bouwen van een ijzeren brug die een grote afstand overspant, is het gebruikelijk om een korte plank te gebruiken om de brug te ondersteunen en vervolgens een vakwerkconstructie te gebruiken.



### Brainstorming

Waarom zit er een gat tussen de balken in grote structuren, zoals ijzeren bruggen?

## Onderdelenlijst

1



x10

2



x4

3



x2

4



x4

6



x1

7



x2

8



x4

9



x4

11



x1

13



x12

15



x8

16



x4

17



x4

20



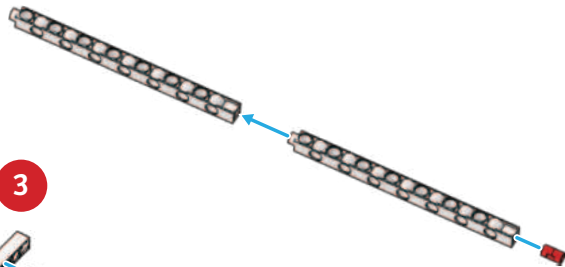
x12

21

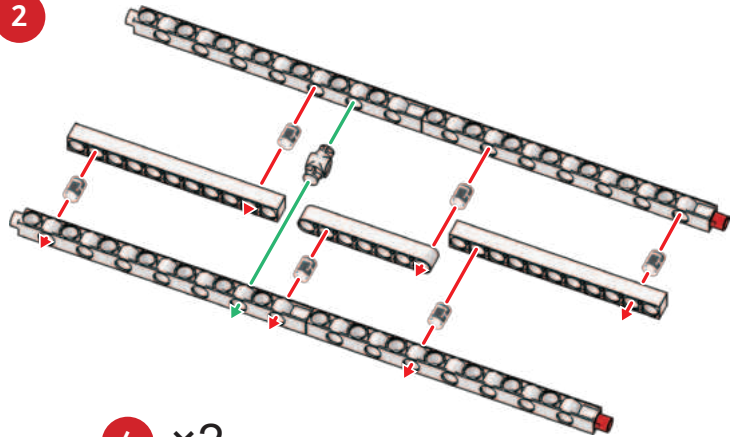


x8

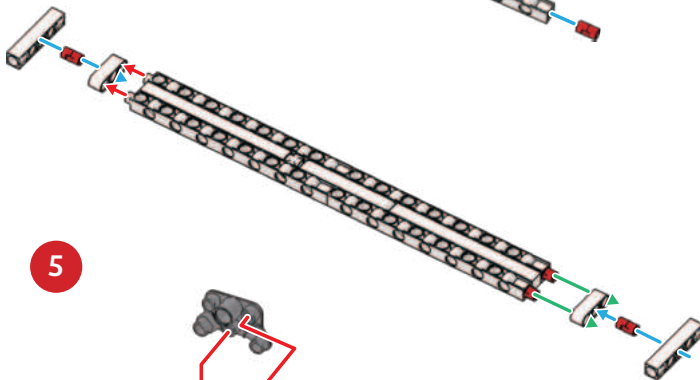
1 x2



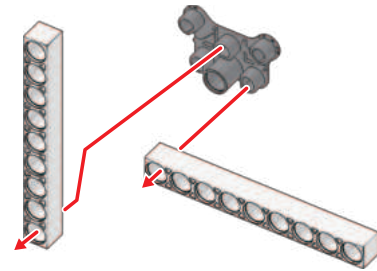
2



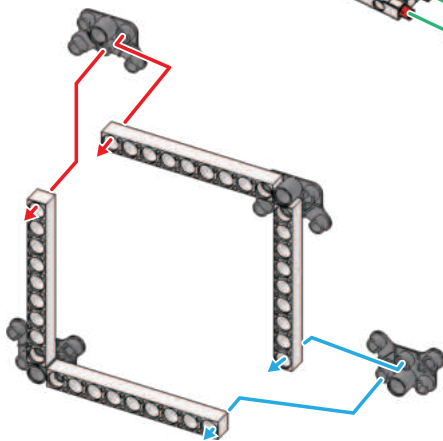
3



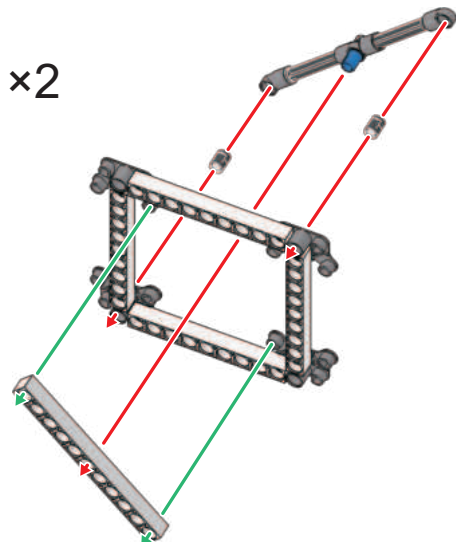
4 x2



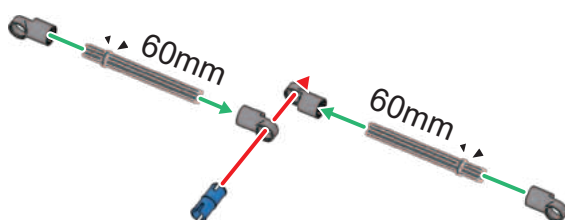
5



7 x2



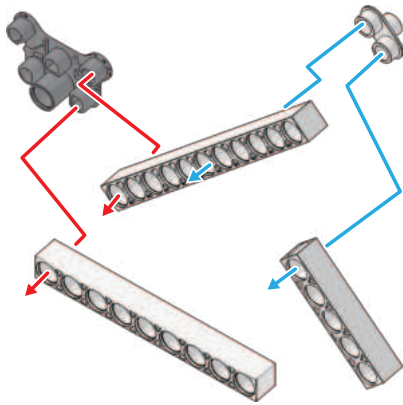
6



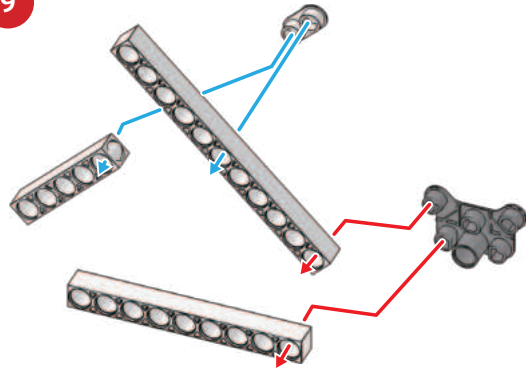
# 3

# Balkbrug

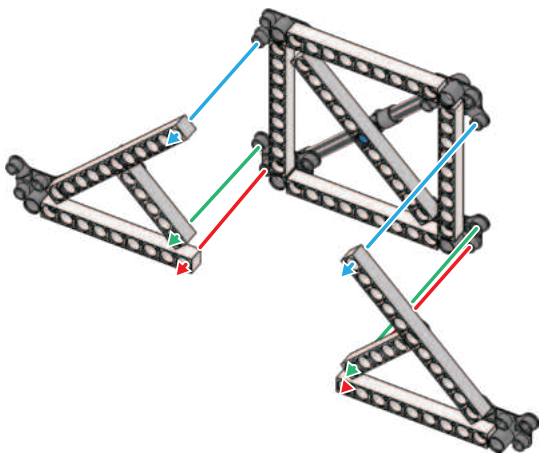
8



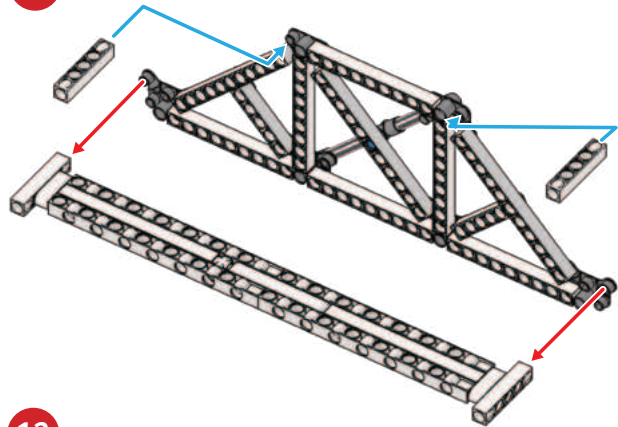
9



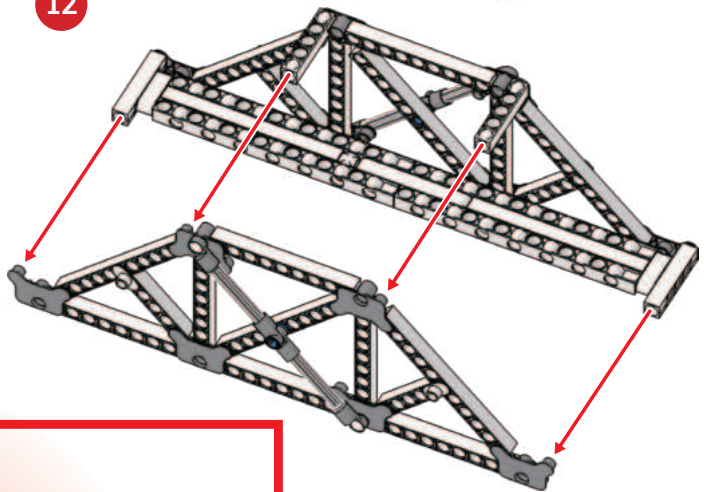
10 x2



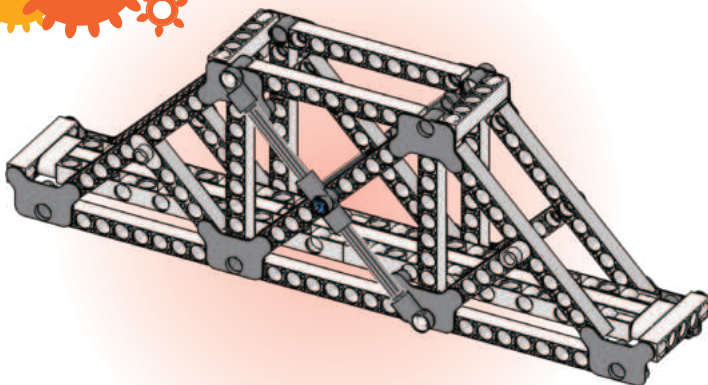
11



12



Klaar







Maak van dingen die je om je heen kunt vinden twee hoge platforms en bouw een brug tussen deze platforms.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



Probeer dit model nu aan te passen. Werk samen met je klasgenootjes om een langere balkbrug te bouwen.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



1 Model gemaakt (star icon)

2 Experiment compleet (star icon)

3 Uitvoering (star icon)



Voor de 19e eeuw waren er bijna geen gebouwen met meer dan zes verdiepingen. Eén van de redenen daarvoor was dat liften in die tijd slechts ongeveer 15 meter verticaal konden stijgen en mensen wilden liever niet zoveel trappen beklimmen. Daarom was de opkomst van wolkenkrabbers nauw verbonden met de opkomst van liften.

Een wolkenkrabber is een heel hoog gebouw. Tot voor kort werd alles van meer dan 10 verdiepingen beschouwd als wolkenkrabber.

Vandaag de dag hebben gebouwen echter ongeveer 50 verdiepingen nodig om de titel wolkenkrabber te verdienen. De definitie van 'wolkenkrabber' verandert omdat ze steeds vaker worden gebouwd en omdat nieuwe bouwtechnieken het mogelijk maken om steeds hoger te bouwen.

Er zijn bepaalde risico's bij het ontwerpen van zeer hoge gebouwen waar rekening mee moet worden gehouden. Afgezien van de wind, waardoor gebouwen wat kunnen zwaaien, verzakkingen, gebiedsverplaatsing, brandrisico en het risico op tyfoons, zijn er ook stedenbouwkundige kwesties, zoals een verhoogde verkeersstroom waarmee rekening moet worden gehouden. Hoge gebouwen hebben ook invloed op alle omliggende gebouwen en bewoners – ze beïnvloeden de wind en zorgen voor een gebrek aan licht voor planten en omwonenden.

## Daily Application






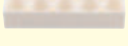
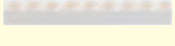




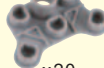

Tegenwoordig zijn er veel wolkenkrabbers en worden hoge commerciële gebouwen steeds populairder in grootstedelijke gebieden. Om belangrijke gebouwen uit verschillende tijdspannes te behouden hopen veel historische wijken in Europese steden hun oude of traditionele uitstraling te behouden. Als moderne gebouwen niet in het lokale landschap kunnen worden geïntegreerd, kunnen ze soms niet worden gebouwd. Hoge gebouwen vallen op en domineren vaak de 'skyline' van de stad. Daardoor zijn wolkenkrabbers in kleinere Europese steden relatief zeldzaam.

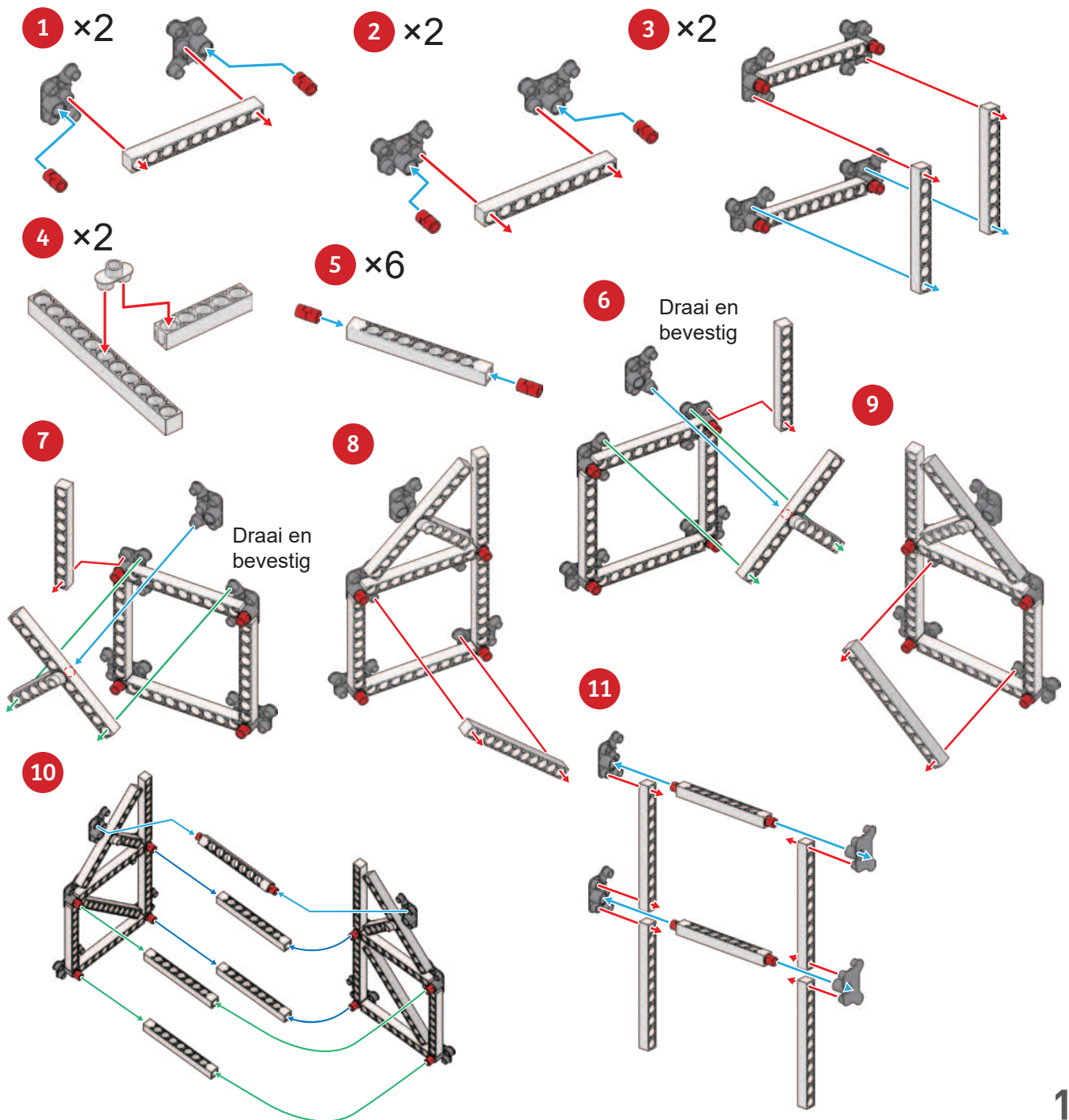


## Brainstorming

Wat zijn, naast liften, andere dingen waar je bij het bouwen van een wolkenkrabber rekening mee moet houden?

## Onderdelenlijst

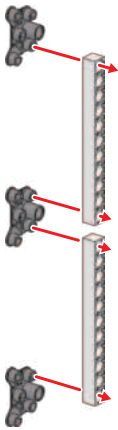
<b>1</b>  x8	<b>2</b>  x20	<b>3</b>  x4	<b>4</b>  x2	<b>7</b>  x2	<b>8</b>  x2	<b>13</b>  x10	<b>14</b>  x10
<b>15</b>  x12	<b>16</b>  x1	<b>17</b>  x8	<b>20</b>  x20	<b>21</b>  x16			



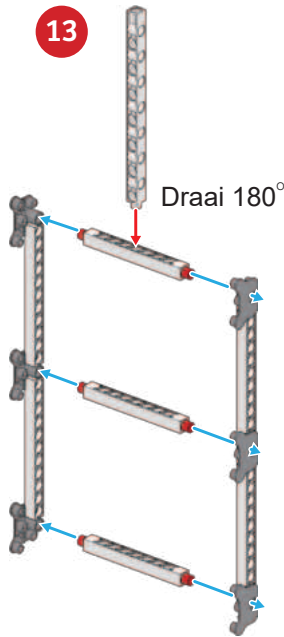
# 4

# Wolkenkrabber

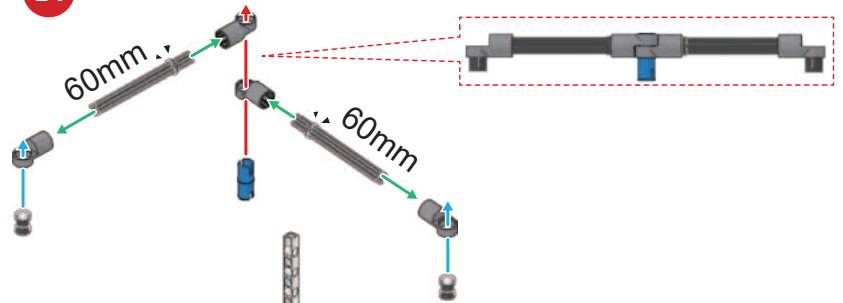
12 x 2



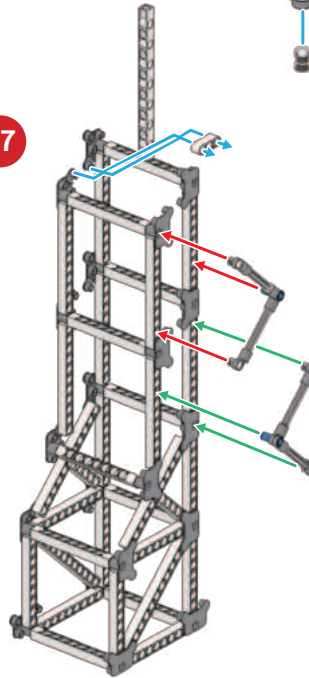
13



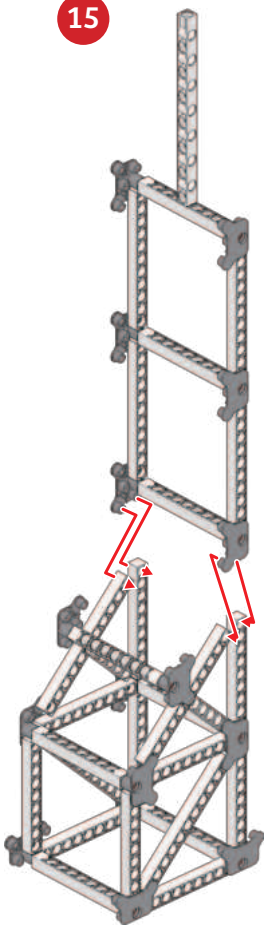
14



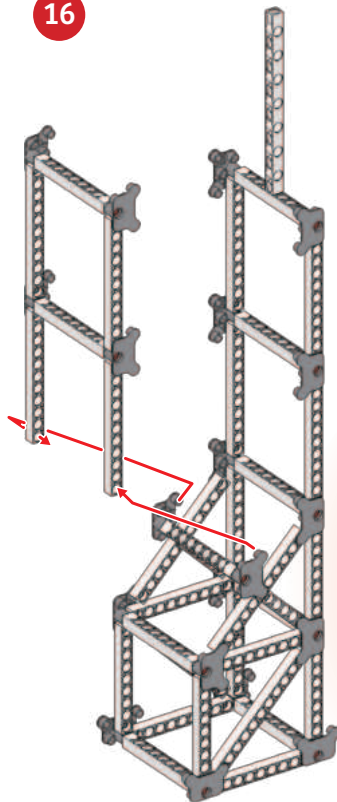
17



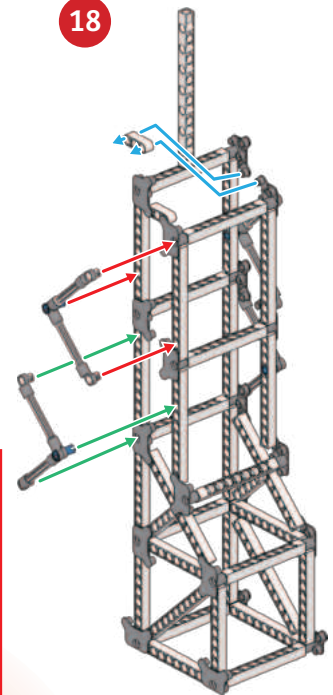
15



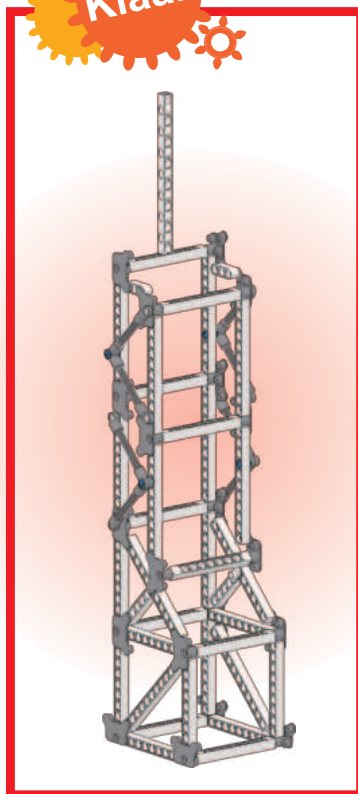
16



18



Klaar





Probeer het model aan te passen met de beschikbare materialen. Maak je wolkenkrabber zo hoog mogelijk en kijk hoe extra hoogte de structuur beïnvloedt.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



Voeg nu wat decoraties toe aan je wolkenkrabber. Kun je het laten lijken op de Big Ben, de Burj Khalifa of de Taipei 101?

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



1 Model gemaakt (star icon)

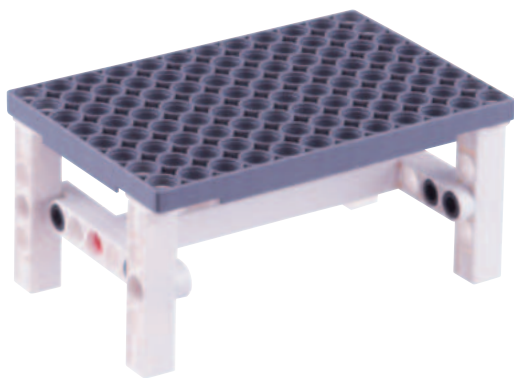
2 Experiment compleet (star icon)

3 Uitvoering (star icon)

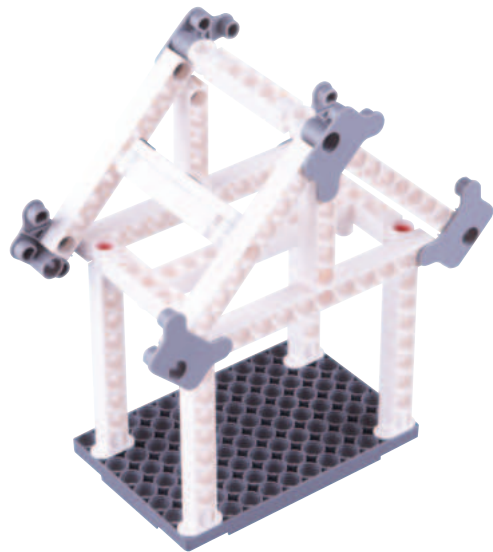
# 5

# Ontwerpopdracht 1

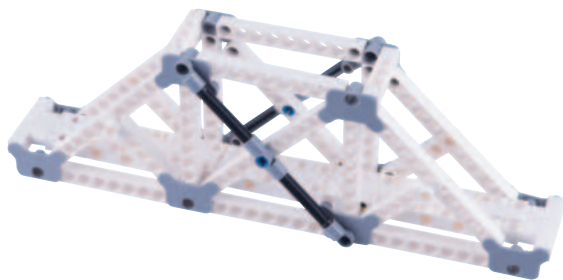
De laatste vier lessen gingen allemaal over harde constructies. Gebruik de modellen, ideeën en technische thema's waarover je hebt geleerd om een Chinese Muur te bouwen.



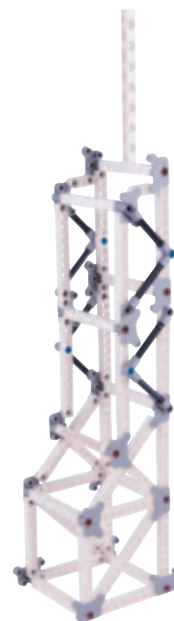
1. Tafels en stoelen



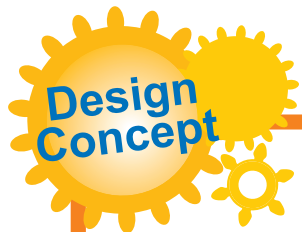
2. Blokhutten



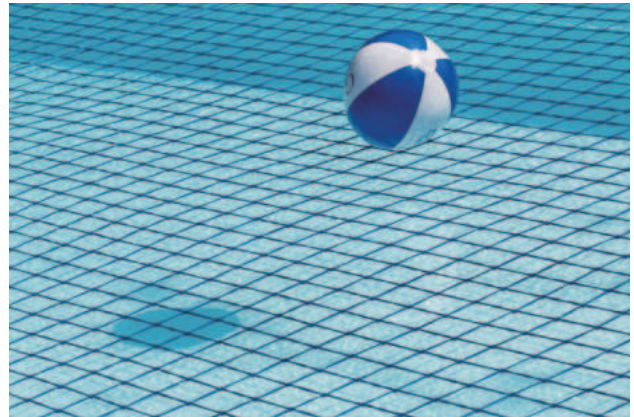
3. Balkbrug



4. Wolkenkrabber



Het opvangnet, ook wel het Browder Life-Safety Net genoemd, werd tot 1980 door de brandweer gebruikt om mensen te redden die vastzaten in brandende gebouwen. Het moest eerst voorzichtig worden geplaatst en mensen konden niet van een hoogte van meer dan 6 verdiepingen springen. Veel factoren konden de uitkomst van een sprong beïnvloeden, zoals het materiaal, de stevigheid, de positie van het net en het traject van de springer.



Om het hele vak waar de springer kan landen af te dekken moet het op de juiste afstand van het gebouw worden geplaatst. Brandweerlieden moeten juist reageren op de juiste baan, parabool en onderscheppingshoogte. Er moet ook voldoende ruimte zijn onder het net en er moeten geen obstakels in de weg zitten. Het net en alles aan de rand moet na het onderscheppen van zware voorwerpen of mensen onmiddellijk worden geïnspecteerd. Zelfs wanneer het niet wordt gebruikt, moet het eenmaal per week worden geïnspecteerd.

### Daily Application

Net en gaas lijken erg op elkaar en komen voor in verschillende vormen. Het opvangnet kan ruitvormig of rond zijn. De roosterconstructie van het net mag niet groter dan 30 centimeter zijn. De cargo-netten die worden gebruikt in avontuurlijke speeltuinen hebben ook een specifieke rooster grootte. Dit wordt ook wel de maat van het net genoemd – een eenheid om de grootte van de deeltjes die er doorheen kunnen te meten. Hoe groter het gaas, hoe kleiner de deeltjesgrootte.



### Brainstorming

Heb je wel eens een opvangnet gebruikt? Waarom moeten mensen voorzichtig zijn wanneer ze een opvangnet gebruiken?



## Onderdelenlijst

1



x20

2



x12

4



x8

6



x8

8



x4

14



x8

15

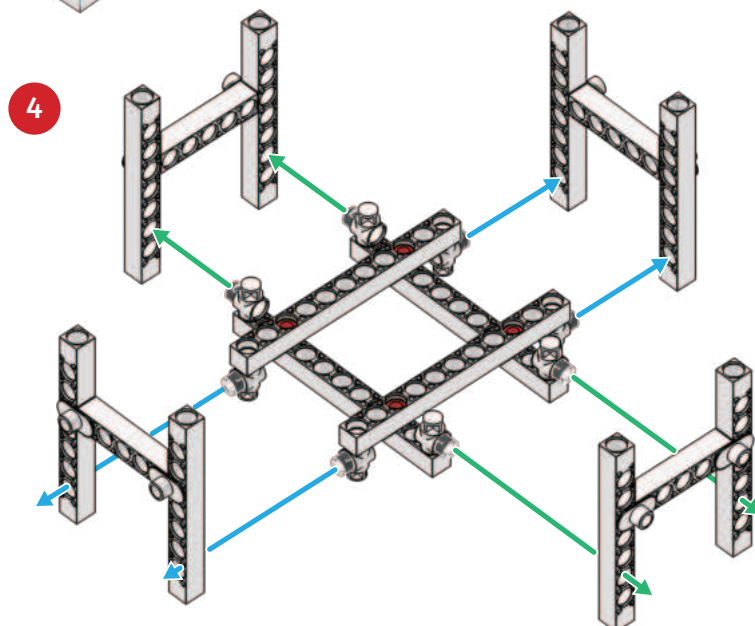
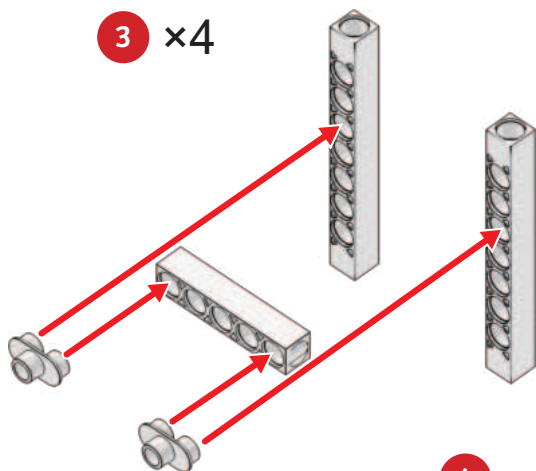
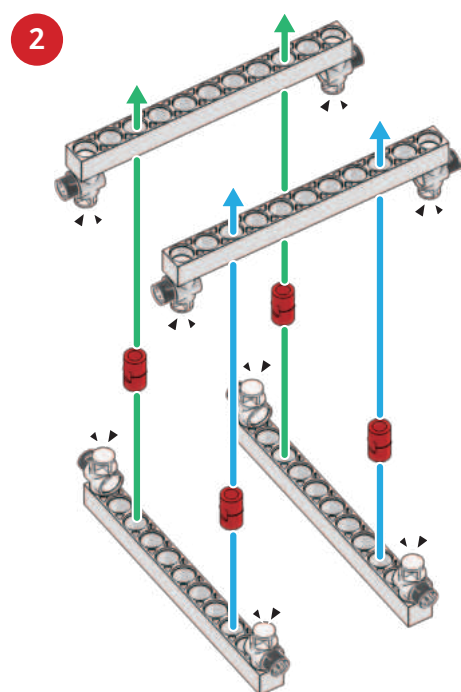
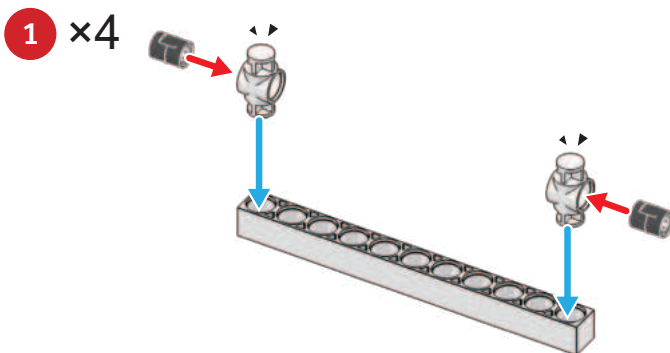


x4

25



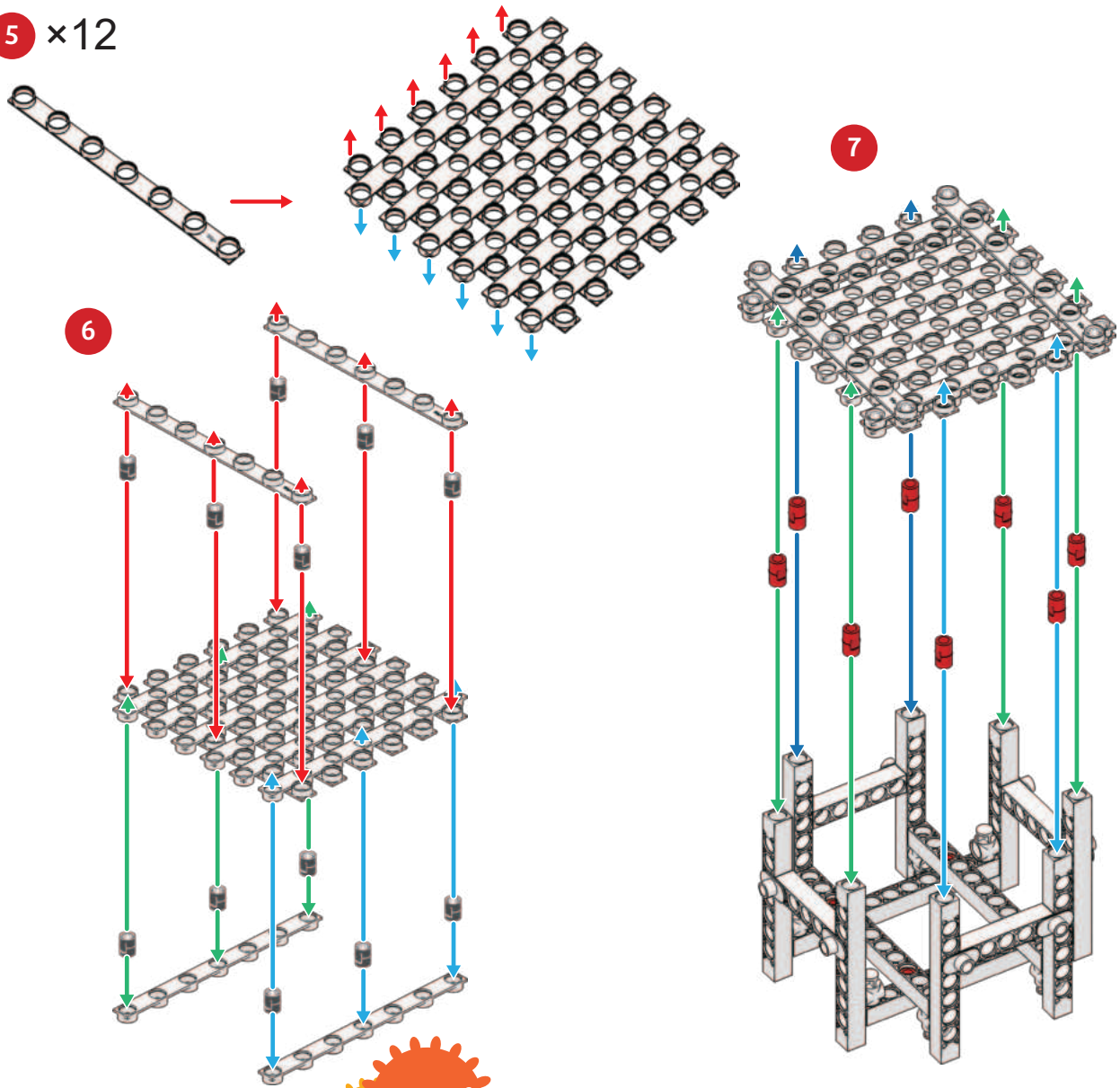
x16



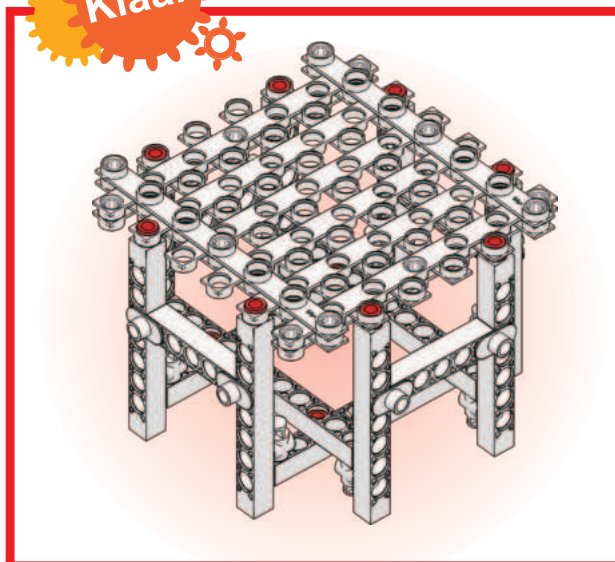
# 6

# Opvangnet

5 × 12



Klaar





Pak een stevig voorwerp dat niet makkelijk breekt, zoals knikkers of een gum. Laat het object op de tafel vallen en laat het nog een keer vallen in het net wat je hebt gemaakt. Wat is het verschil?

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



Verander nu het materiaal waar je net van is gemaakt. Stap bijvoorbeeld over van touw naar elastiek. Schrijf de verschillen op.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



1 Model gemaakt (star icon)

2 Experiment compleet (star icon)

3 Uitvoering (star icon)



Natuurrampen zoals tyfoons, aardbevingen en tsunami's komen in sommige delen van de wereld veel voor. Hierdoor besteden ingenieurs en architecten op deze plekken veel aandacht aan woonveiligheid. Zo proberen ontwerpers een gemakkelijke, aantrekkelijke en vooral veilige leefomgeving te creëren.

Er worden constant nieuwe vormen van gebouwen ontworpen en mensen zijn in deze gebieden vaak opzoek naar ontwerpen die rampenbestendig, aardbevingsbestendig en energiebesparend zijn. Eén ontwerp, koepel behuizing, is een uitstekende oplossing omdat deze huizen snel gebouwd kunnen worden en er efficiënt om kan worden gegaan met de beschikbare middelen.



Het belangrijkste onderdeel is echter dat het koepelvormige dak zichzelf en ander groot gewicht ondersteunt. Naarmate het gewicht op de koepel toeneemt, kleeft de structuur steviger aan elkaar. Deze compressiekracht maakt het gebouw sterker. Dit type gebouw wordt door grootschalige aardbevingen en sterke tyfoons nauwelijks beïnvloed. Sommige cirkelvormige huizen met dit rampvoorkomende ontwerp kunnen makkelijk worden samengesteld. Onderdelen kunnen worden gekozen uit standaard ontwerpen en vervolgens op meerdere manieren worden gecombineerd. Zo kan de hele woning worden gebouwd zoals jij het wil!

### Daily Application

Wanneer er druk op een constructie wordt uitgeoefend hebben de krachten op elk onderdeel een specifieke naam: spanning, compressie, knik, torsie en splitsing. De kracht "compressie" verwijst naar het verhogen van de interne druk in een object wanneer het vanaf de buitenkant wordt geperst. Hierdoor wordt een object in één vlak korter langs de as van de kracht die wordt uitgeoefend. Sommige dingen kunnen goed bestand zijn tegen compressie in het ene vlak, maar niet in het andere.



### Brainstorming

Waarom is een rond gebouw meer schokbestendig dan een normaal gebouw? Zijn er nadelen aan een rond gebouw?

## Onderdelenlijst

1



x20

4



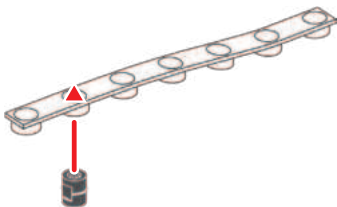
x15

25

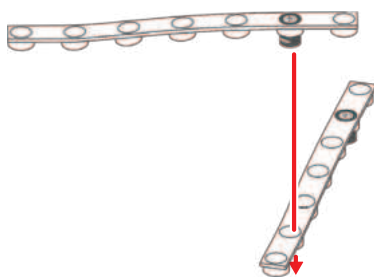


x20

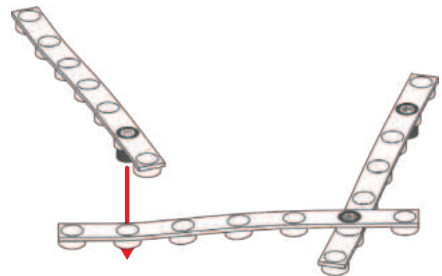
1 x5



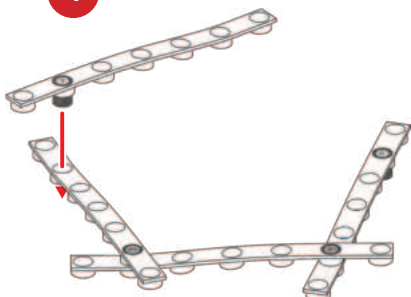
2



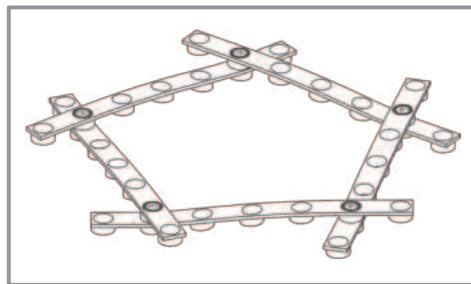
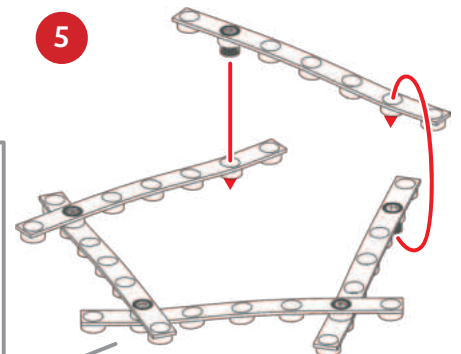
3



4

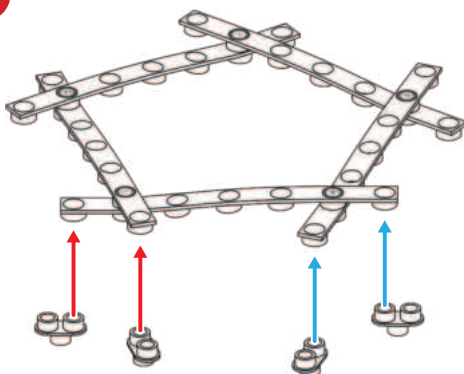


5

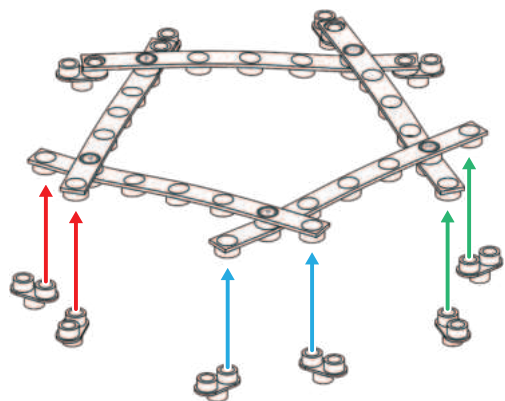


OK

6



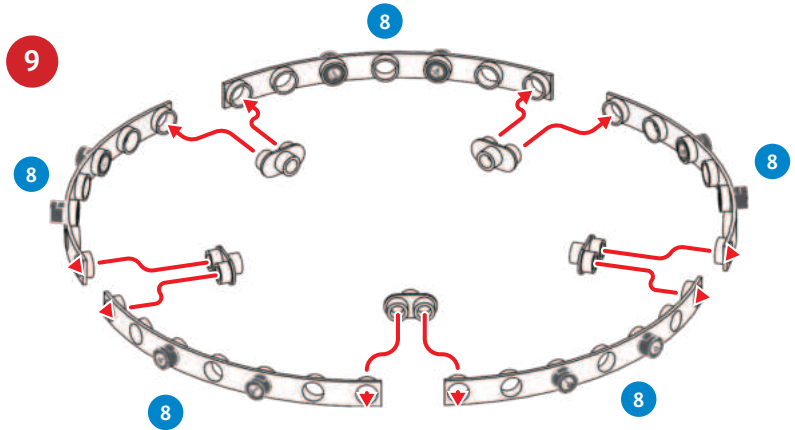
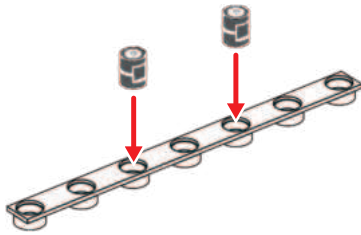
7



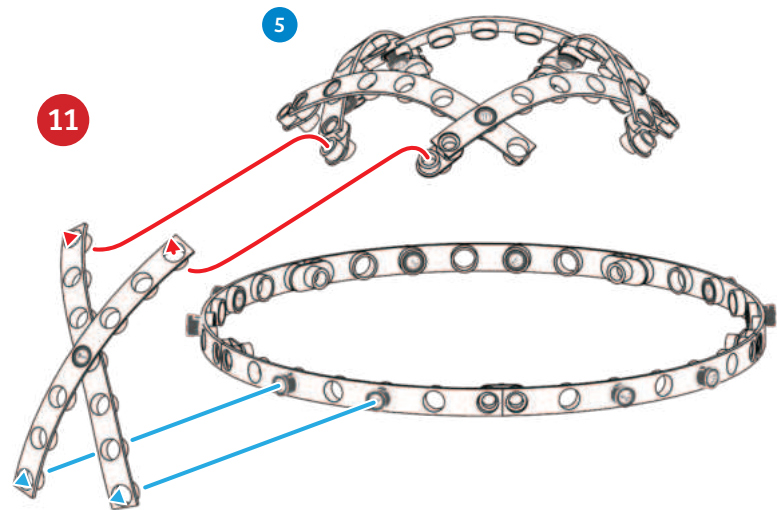
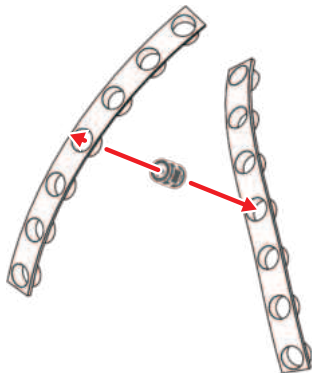
# 7

# Koepel huizen

8 x 5



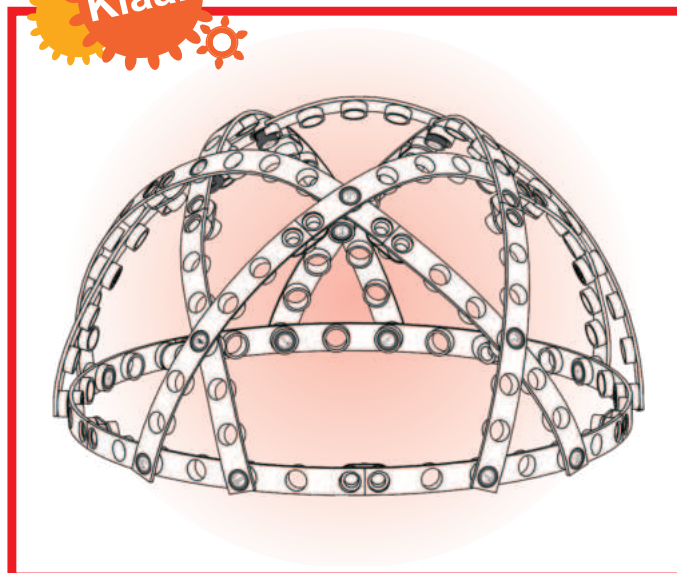
10 x 5



Herhaal stap 11 vijf keer tot alle haakjes de bovenkant met de onderkant verbinden.

TIP

Klaar





Creëer met je hand een lichte druk op de bovenkant van je koepel huis en kijk hoe de structuur hierop reageert.

Handwriting practice area with five horizontal dotted lines.



Verbouw je huis met wat extra materialen zoals blokken en verander het in iets anders, zoals een hoed, mand, of tas.

Handwriting practice area with two horizontal dotted lines.





Een gebogen, halfronde structuur die wordt gebruikt om een sterke ondersteuning te maken, wordt een boog genoemd. Een boogbrug maakt, zoals de naam aangeeft, gebruik van bogen om gewicht te dragen. Er zijn drie soorten boogbruggen: (1) het superieure type, waarbij het brugdek zich boven de boog bevindt, (2) het middentype, waarbij het brugdek zich op het midden dan de boog bevindt (3) en het ondertype, waarbij het brugdek zich onder de boog bevindt.

Oorspronkelijk werden boogbruggen altijd met steen gebouwd en waren ze van het "superieure" type. Oude bruggenbouwers

ontdekten dat boogconstructies het gewicht van de constructie en de ballast konden verspreiden. Daarom werd bij het maken van een boogbrug steen met een goede drukweerstand gekozen. De druk in de boog strekt zich uit tot aan de trapeziumstenen aan de buitenranden. Deze ankerstenen zorgen voor horizontale ondersteuning waarop de neerwaartse druk veilig kan rusten.

Bij moderne bruggen wordt meestal staal of betonstaal gebruikt. Sommige langere bruggen bestaan uit meerdere kleinere boogbruggen die met elkaar in verbinding staan.

Daily  
Application

Architecten vinden dat de uitstraling van een gebouw een sterk effect heeft op mensen. Rechte lijnen zien er stijf en hard uit, terwijl rondingen er zacht en natuurlijk uitzien. Bogen worden niet alleen in bruggen gebruikt maar ook in veel oude bouwwerken. De meest voorkomende plaats voor bogen is in kerken of andere religieuze gebouwen met een koepel. Koepels verlengen de boog van een tweedimensionaal ontwerp tot een driedimensionale structuur. Het onder controle hebben van de verticale kracht die door de zwaartekracht wordt gevormd in de voeten van de structuur is het belangrijkste kenmerk van koepels en bogen.







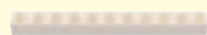






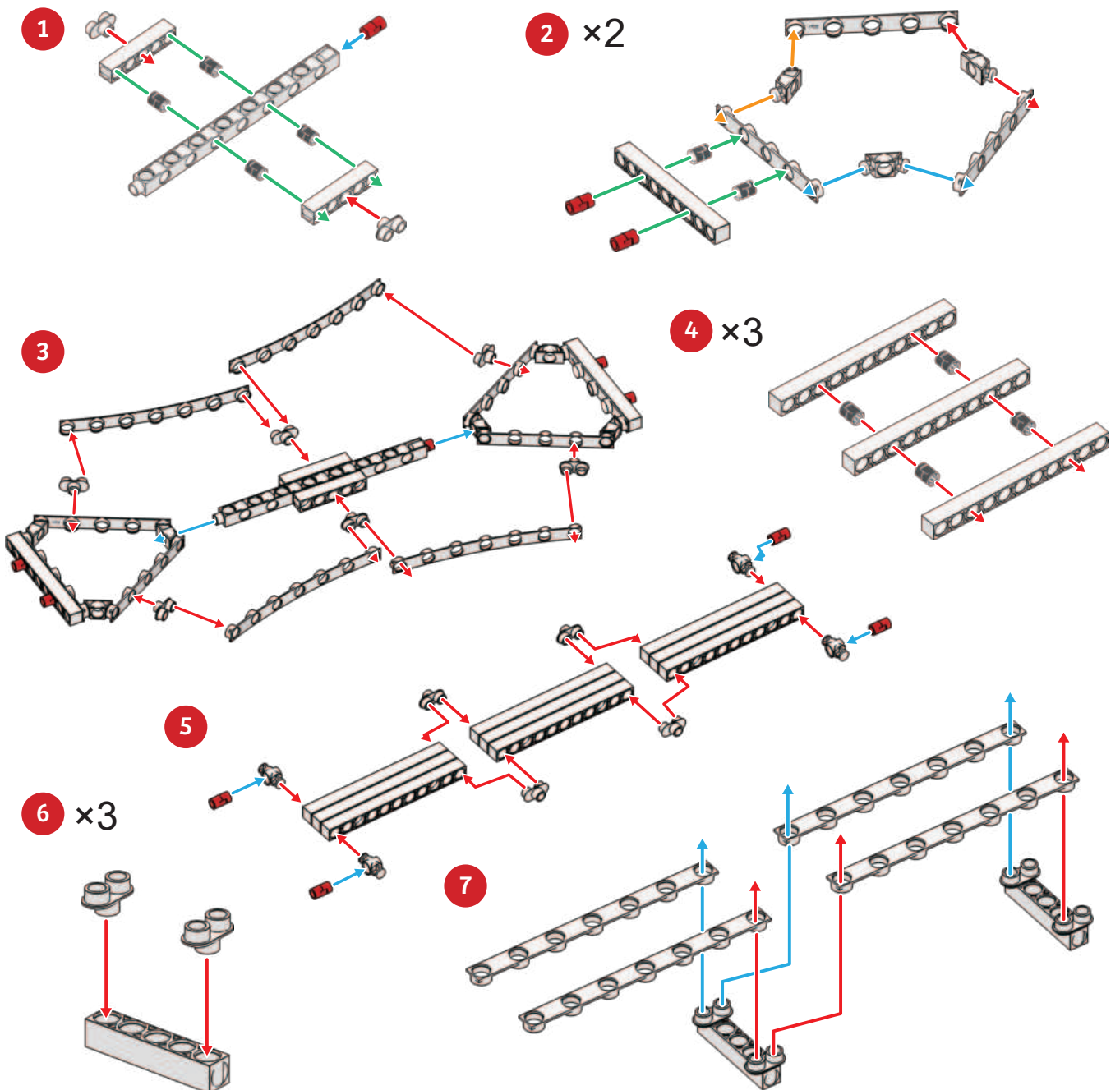
## Brainstorming

Welke andere vormen, naast koepels en bogen, kunnen gewicht verspreiden?

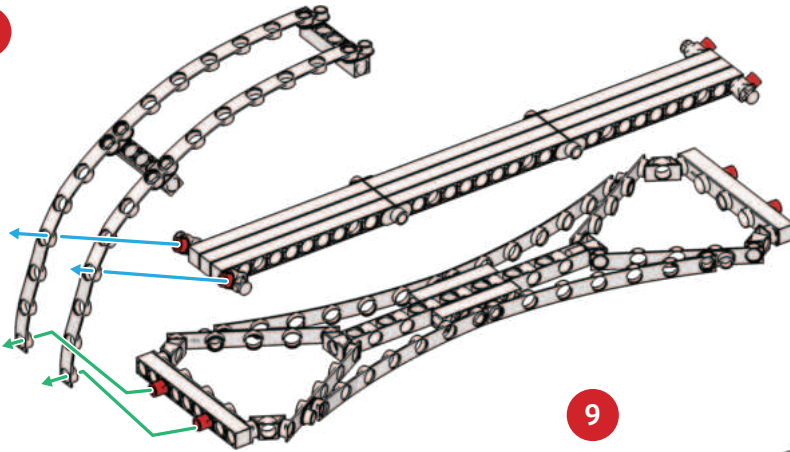


## Onderdelenlijst

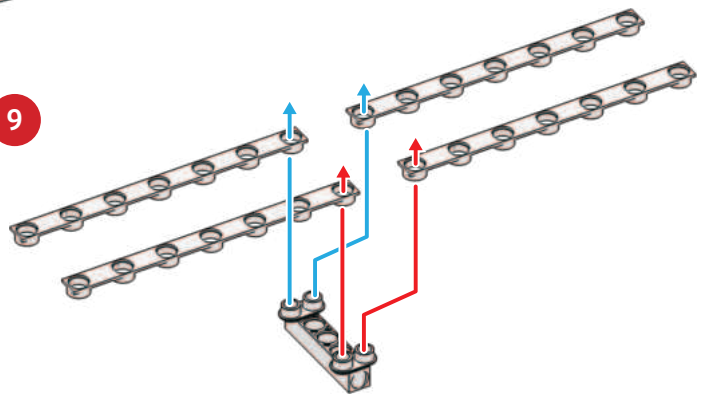
<b>1</b>  x20	<b>2</b>  x9	<b>4</b>  x16	<b>6</b>  x4	<b>8</b>  x5	<b>13</b>  x2	<b>15</b>  x9
<b>16</b>  x1	<b>24</b>  x6	<b>25</b>  x12	<b>26</b>  x6			



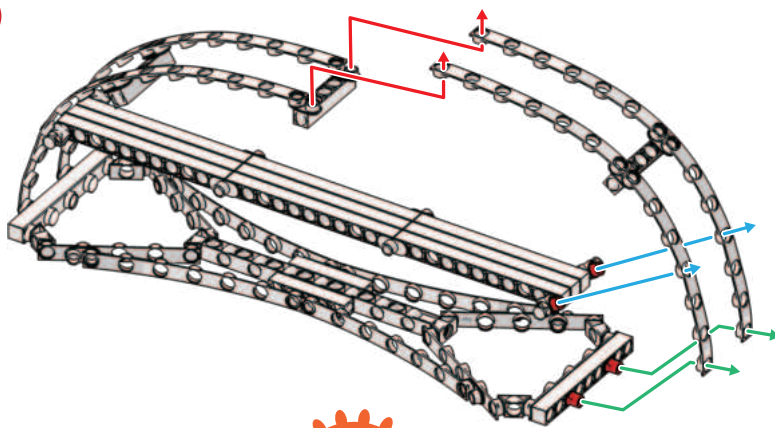
8



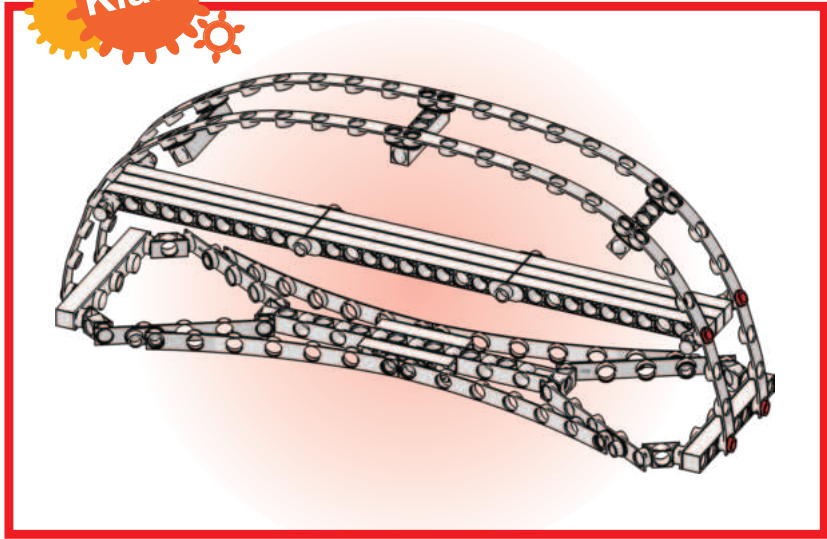
9



10



**Klaar**





Gebruik stenen of touw om meer steun te geven aan het midden van de brug. Wat gebeurt er?

.....

.....

.....

.....

.....



Bevestig het brugdek op verschillende hoogtes van de constructie. Kun je het van een middentype veranderen in één van de twee andere soorten?

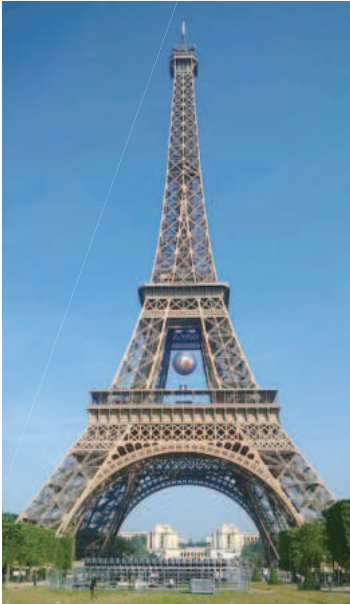
.....

.....





Er zijn veel beroemde torens. In Europa heb je de Eiffeltoren en in Azië staat bijvoorbeeld de Tokiotoren. De Eiffeltoren staat in de romantische Franse hoofdstad Parijs en de



Tokiotoren is juist een bewijs van meer moderne technische mogelijkheden.

De twee torens zijn 70 jaar uit elkaar gebouwd. De Eiffeltoren ziet er majestueus uit en staat erg rechtop, maar heeft ook een zacht en teder aangezicht. De Tokiotoren is ongeveer 8,6 meter hoger dan de Eiffeltoren, maar weegt, door het gebruik van dunner staal, 3.000 ton minder. Deze toren weerspiegelt een bepaalde lichtheid en een subtiele vrouwelijke schoonheid. Elke toren heeft zijn eigen charme.

Architecturale stijlen en mode blijven veranderen en oude gebouwen worden langzaam verwijderd en vervangen. Het uitgangspunt van alle architectonische kunst is de vorm en de structuur. Deze twee torens laten een eenvoudig ontwerp zien met een blijvende schoonheid.

### Daily Application










Externe krachten zijn gevaarlijk voor torens en kunnen gebouwen doen instorten. De meest gevreesde externe kracht voor een hoog gebouw is niet de kracht van een aardbeving maar de wind. Met een windsnelheid van 120 kilometer per uur zal het hoogste punt van de toren ongeveer 16 centimeter heen en weer kunnen bewegen. Als een toren goed ontworpen is zullen de mensen die in de toren staan dit niet merken. Temperatuur heeft daarnaast ook een grote invloed op het materiaal: als het warm is wordt een toren iets groter!

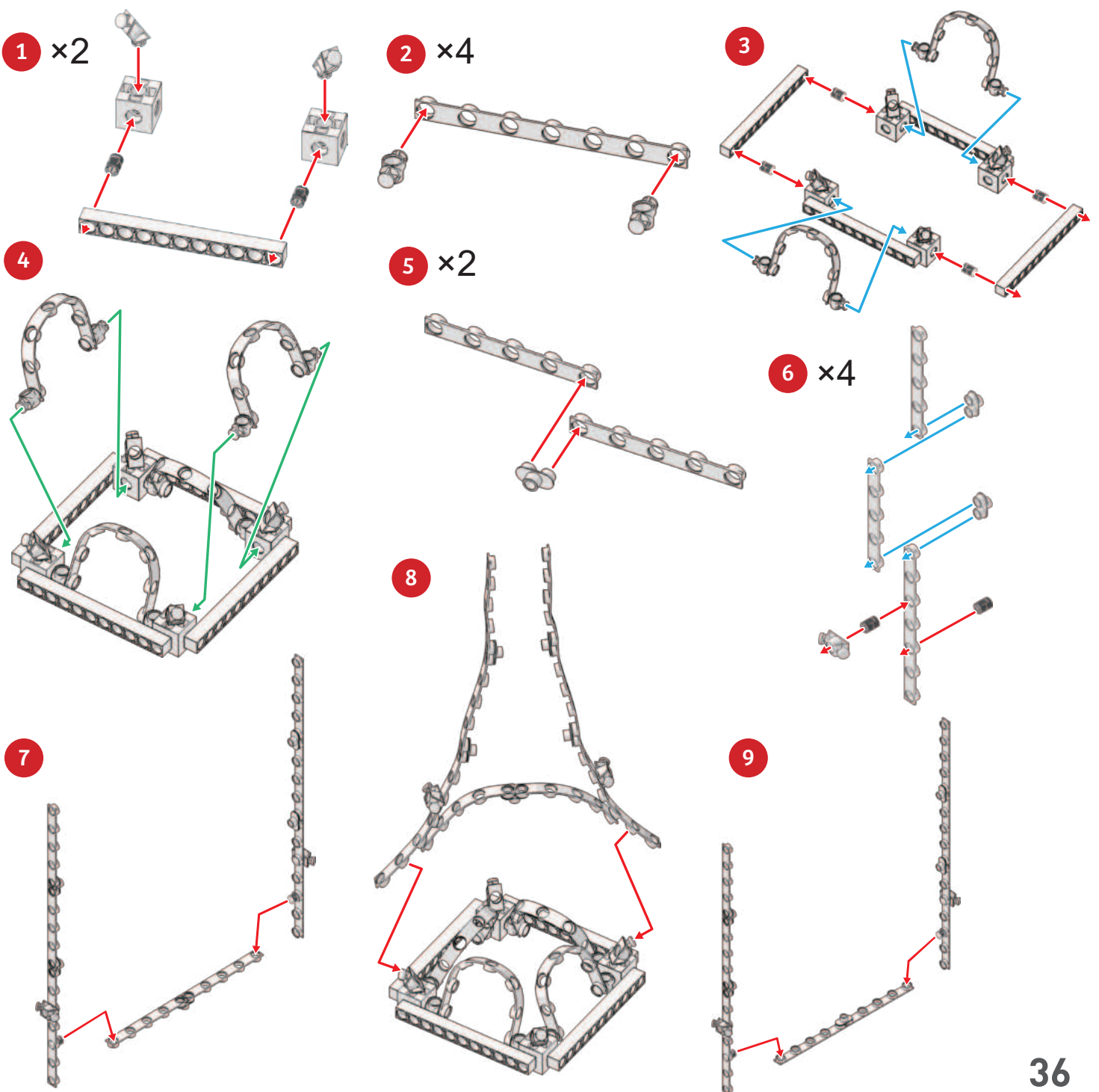


### Brainstorming

Waarin lijken de Eiffeltoren en de Tokiotoren op elkaar?

## Onderdelenlijst

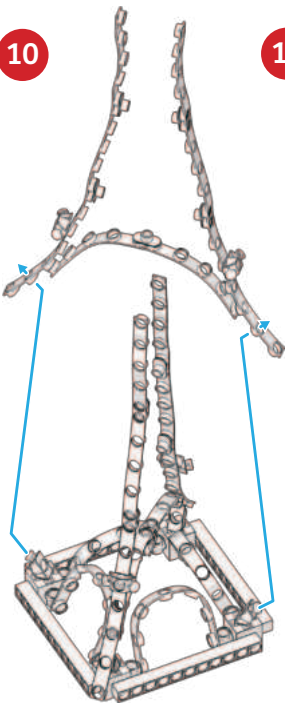
<b>1</b>  x24	<b>4</b>  x16	<b>6</b>  x8	<b>15</b>  x4	<b>16</b>  x1	<b>22</b>  x4
<b>24</b>  x20	<b>25</b>  x11	<b>26</b>  x8			



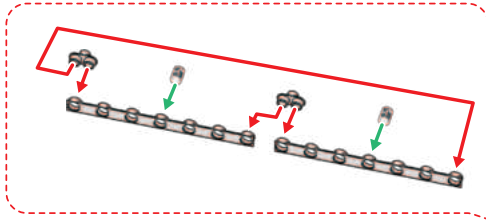
# 9

# Toren

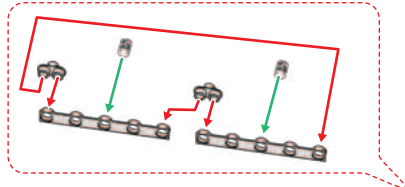
10



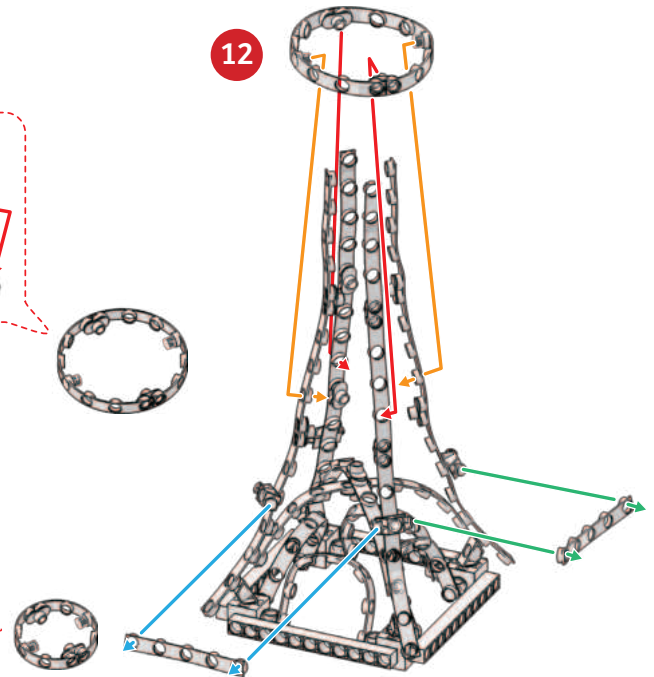
11



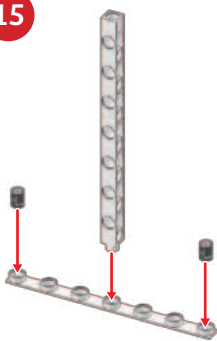
13 x2



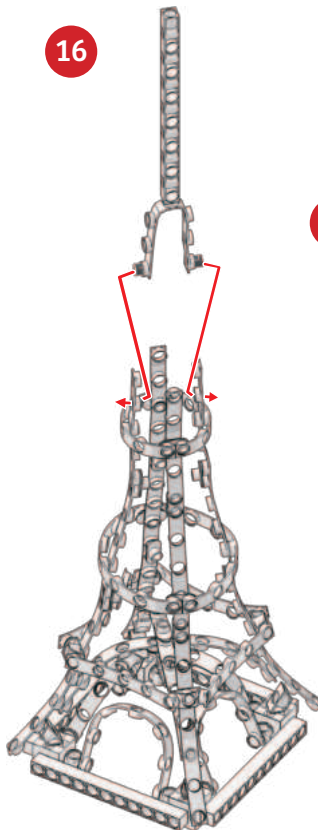
12



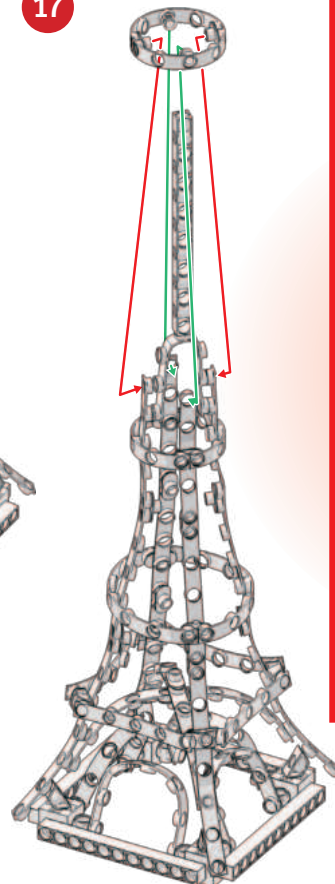
15



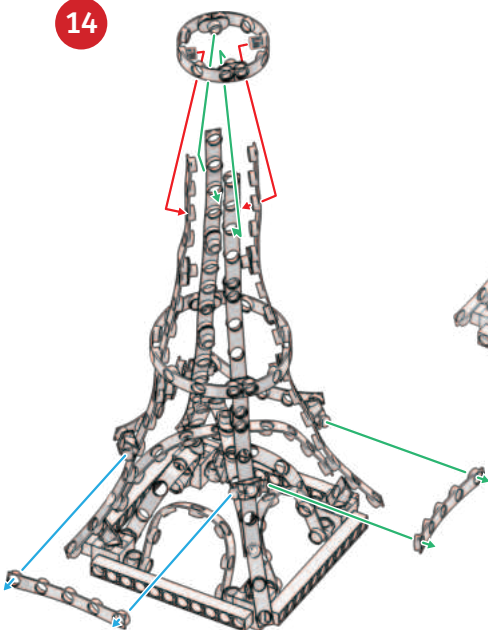
16



17



14



Klaar



Probeer de zachte bouwblokken van de toren te bewegen en zie hoe de spanning anders is dan van een normaal blok.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



Pas het ontwerp aan om een langere en meer stabiele toren te maken.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



1 Model gemaakt (star icon)

2 Experiment compleet (star icon)

3 Uitvoering (star icon)

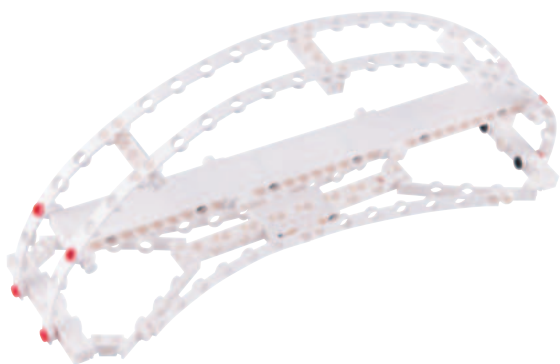
De les 6 tot en met 9 gingen over zachte structuren. Gebruik wat je hebt geleerd bij het bestuderen van de modellen om een Romeinse arena te bouwen: een Colosseum.



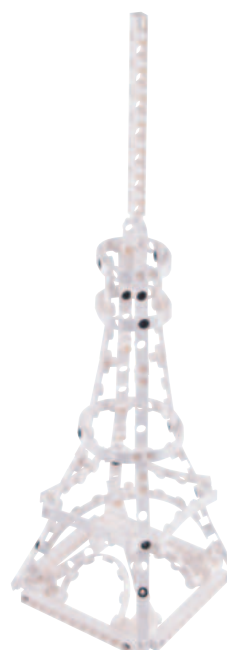
6. Opvangnet



7. Koepel huis

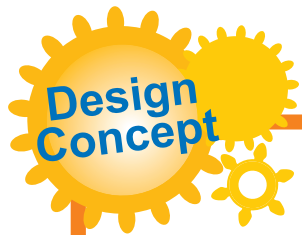


8. Boogbrug



9. Toren





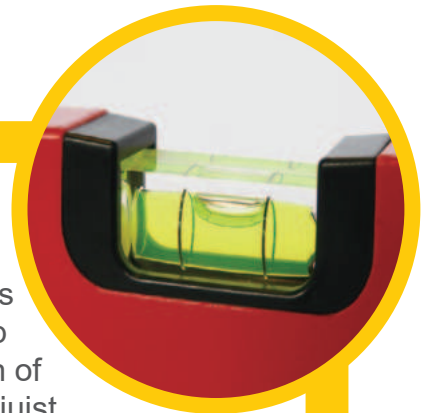
Evenwicht en methoden om een egaal oppervlak te creëren zijn altijd belangrijk geweest in de bouwsector. Bij het begin van een nieuw project zullen ingenieurs en bouwers eerst ervoor zorgen dat hun gebouw op een vlakke ondergrond komt. Naast de bouwsector is een vlakke ondergrond ook belangrijk voor fotografie. Om een perfecte foto te maken, gebruiken sommige camera's een stabilisator om schokken te voorkomen die constant met twee of drie assen verder worden ontwikkeld.



Ook kan een gyroscoop worden gebruikt om balansproblemen op te lossen omdat deze met meerdere assen altijd het midden in evenwicht houdt. Het andere voordeel van gyroscopen is dat ze altijd in contact staan met de grond en dus niet zo gemakkelijk worden gestoord door externe krachten. De balanstabel in deze les werkt met behulp van twee-assen stabilisatie en puntcontact. Hoe geavanceerd je antischokgereedschap ook is, soms is het misschien niet zo goed als het ophangstelsel dat de natuur biedt. Als je op en neer springt, werken je benen prima!

### Daily Application

In de bouwsector zullen arbeiders een waterpas gebruiken om metingen te doen om ervoor te zorgen dat een gebouw in balans is. Een waterpas bestaat uit twee of drie glazen buizen, loodrecht op elkaar op een lange rechthoekige liniaal. Een waterpas kan je vertellen of een oppervlak exact horizontaal of verticaal is. Soms zijn ze juist ontworpen om hellingen van 45 graden te meten. De glazen buis is gemarkeerd met twee parallelle lijnen en is gevuld met alcohol. Als de bel tussen de twee lijnen blijft, weet je dat het oppervlak waterpas is.

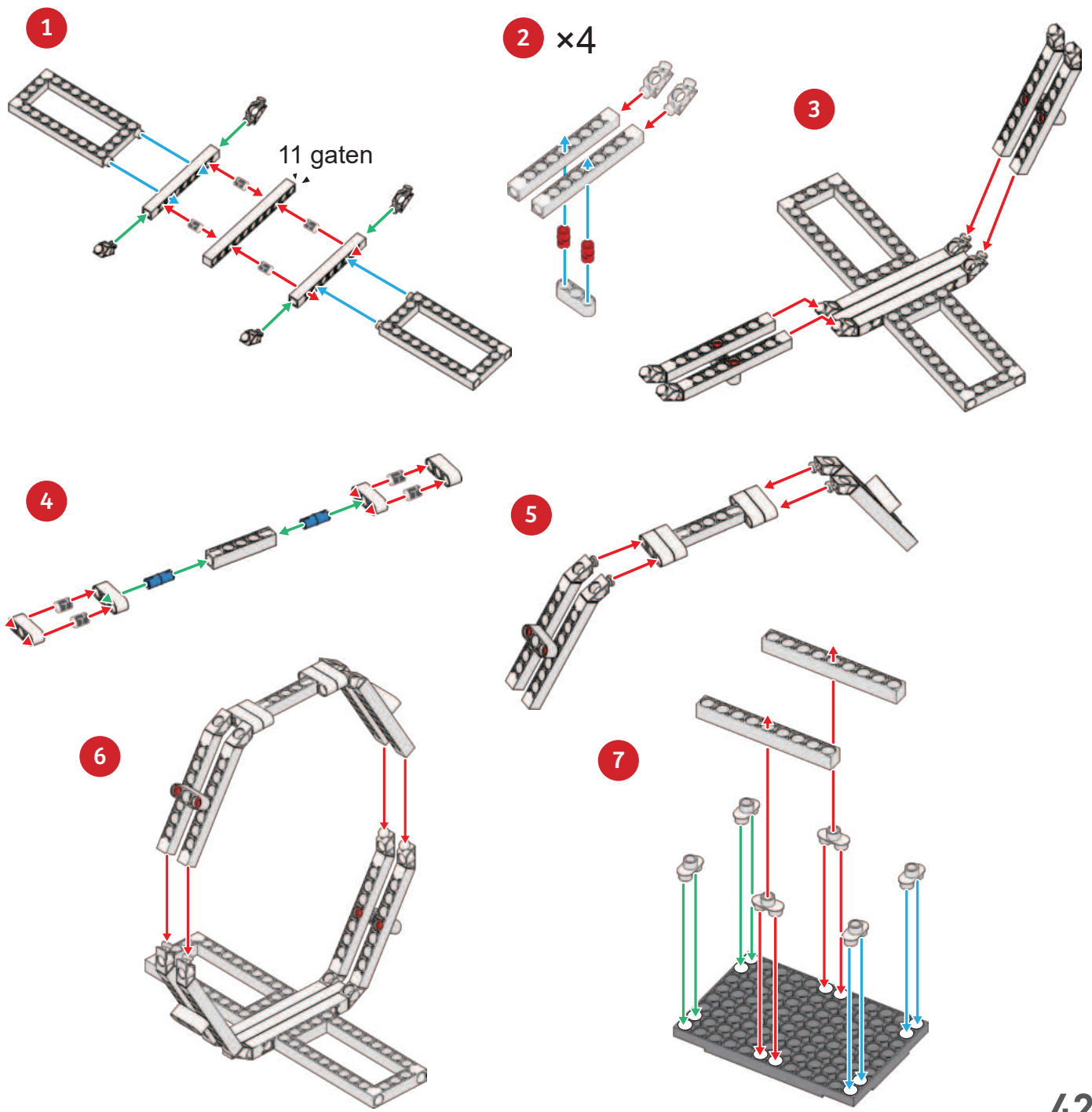


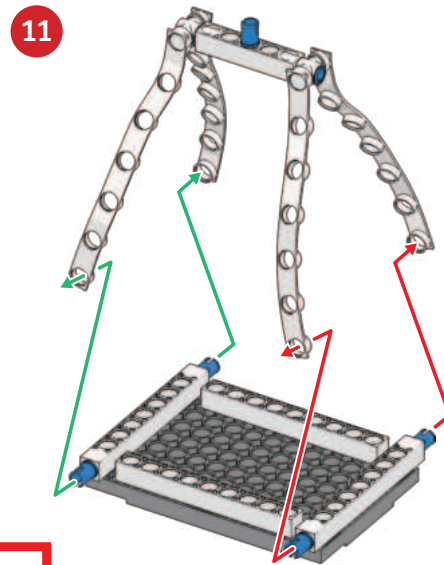
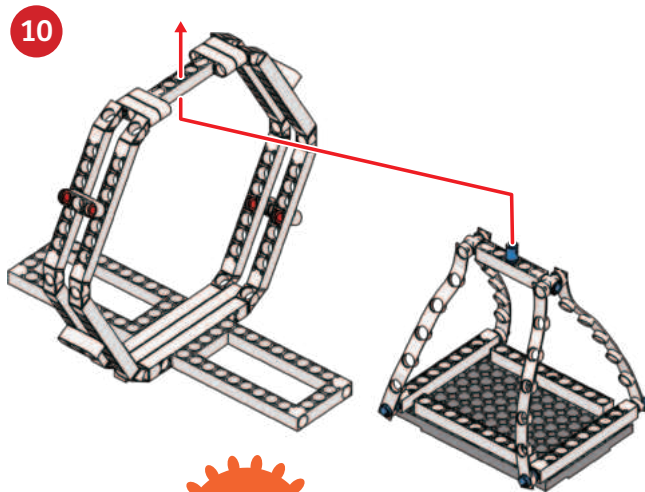
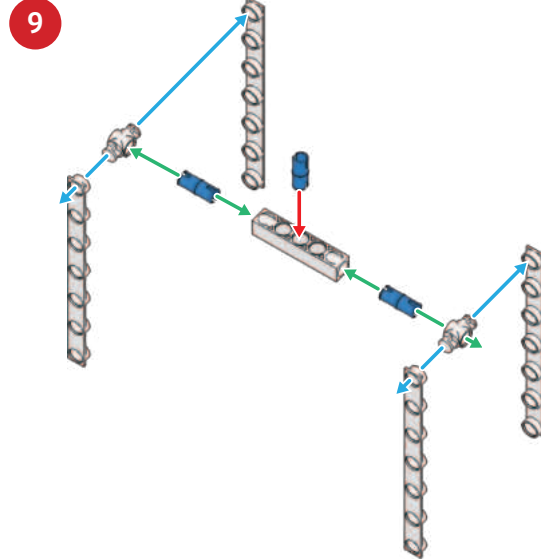
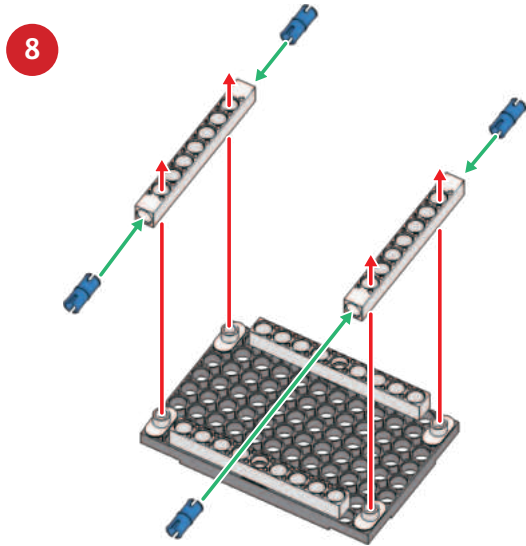
### Brainstorming

Waarom gebruiken ze alcohol in een waterpas, in plaats van water?

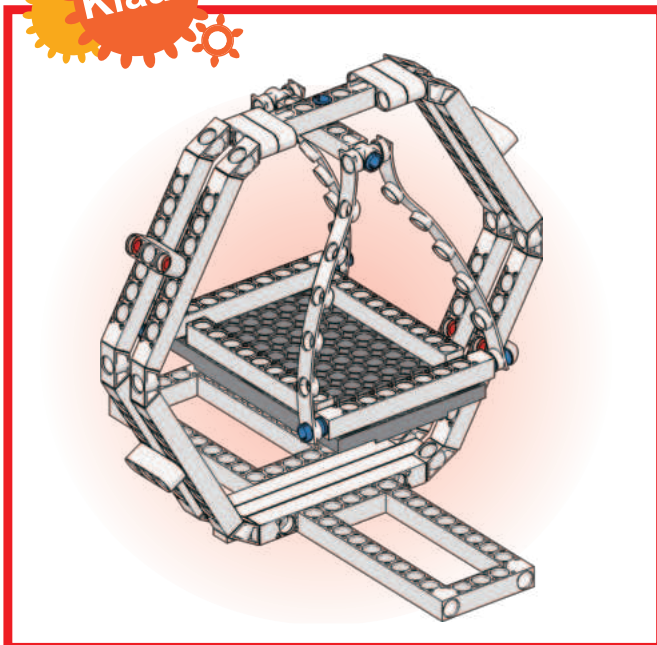
## Onderdelenlijst

<b>1</b> x8	<b>2</b> x8	<b>3</b> x9	<b>4</b> x6	<b>6</b> x2	<b>7</b> x8	<b>9</b> x2	<b>13</b> x2
<b>14</b> x12	<b>15</b> x1	<b>25</b> x4	<b>26</b> x12	<b>28</b> x1	<b>29</b> x2		





Klaar



Model Operation  
Video



Probeer het frame van de balanstafel te bewegen om te kijken of het in balans blijft.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



Probeer nu het oppervlak waar het op staat te veranderen en maak van de tafel een fotografierek waar je telefoon op kan rusten.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



1 Model gemaakt (star icon)

2 Experiment compleet (star icon)

3 Uitvoering (star icon)



Tulou zijn grote versterkte dorpsstructuren die te vinden zijn op het platteland van China. Ze zijn gemaakt tussen de 12e en 20e eeuw. Ze zijn cirkelvormig en waren gemakkelijk te verdedigen. Sommige bestaan nog steeds. De buitenmuur is meestal gemaakt van samengeperste en onbewerkte grond om een dikke aardebarrière te vormen die veel kan dragen. Ze worden ook wel "Fujian Tulou" genoemd.

De lokale bevolking gebruikte alle beschikbare materialen om allerlei aardse gebouwen in de bergachtige gebieden te ontwikkelen.

Er werden ook vierkante en ronde gebouwen gevonden en sommige hadden achthoekige, vijfhoekige en zelfs elliptische of halve maanvormen. Vroeger beschreven verhalen de aardse gebouwen als uniek voor de Hakka-bevolking en veel verhalen verwijzen naar de gebouwen als "Hakka Tulou". Later werd hetzelfde type gebouw ontdekt in de gebieden Luzhou en Quanzhou, waar de inwoners van Minnan woonden.

De aarde gebouwen De aarde gebouwen waren een integraal onderdeel van het levensonderhoud van de gemeenschap en waren sociale gebieden, maar ook goed voor de verdediging tegen buitenlandse indringers. Om de bewoners te beschermen, werden de structuren hoog gebouwd en uit meerdere lagen opgebouwd om een beter zicht te krijgen. Een rond gebouw was handiger voor de Fujian-bevolking dan een vierkant gebouw en was, met een zicht van 360 graden, ideaal voor waakzame gemeenschappen.

Daily  
Application

Veel structuren zijn gemaakt van zeshoeken. Zeshoeken hebben de beste structurele cohesie. Dit optimaliseert het gebruik van ruimte en

bespaart op bouwmaterialen. Zeshoeken worden ook door bijen gebruikt. Zij structureren hun bijenkorven rond deze vorm. In een bijenkorf zijn de openingen allemaal in dezelfde richting gericht en zijn deze symmetrisch naast elkaar gerangschikt. Deze vorm maximaliseert het volume van de ruimte en kan goed schokken opvangen. Mensen gebruiken ook zeshoeken om de ruimtetoewijzing in gebouwen te verbeteren en de impact van mogelijke aardbevingrampen te verminderen.



## Brainstorming

Kun je, als je kijkt naar het model, uitleggen waarom de zachte platte strips gekruist en aan elkaar geplakt moeten worden?

## Onderdelenlijst

1



x36

4



x6

9



x6

14



x6

15



x6

25



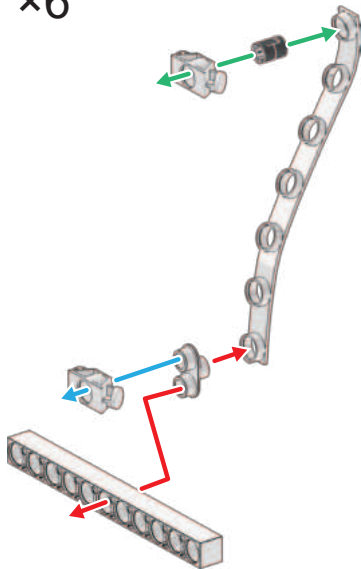
x18

26

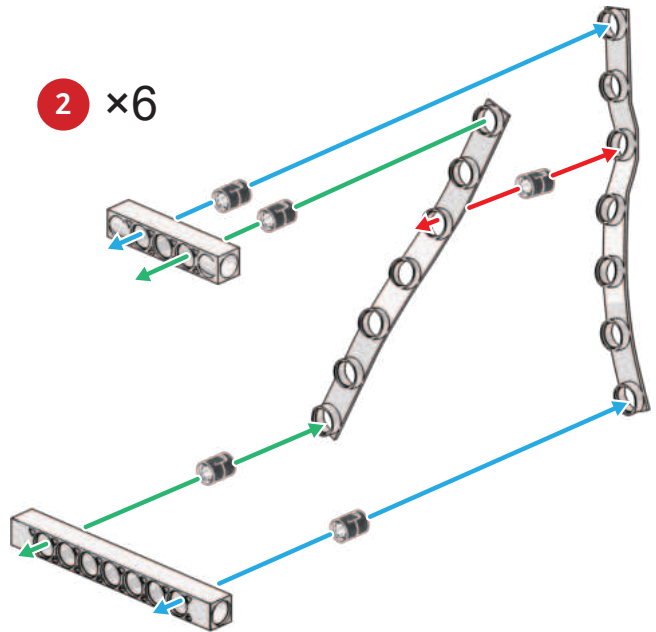


x12

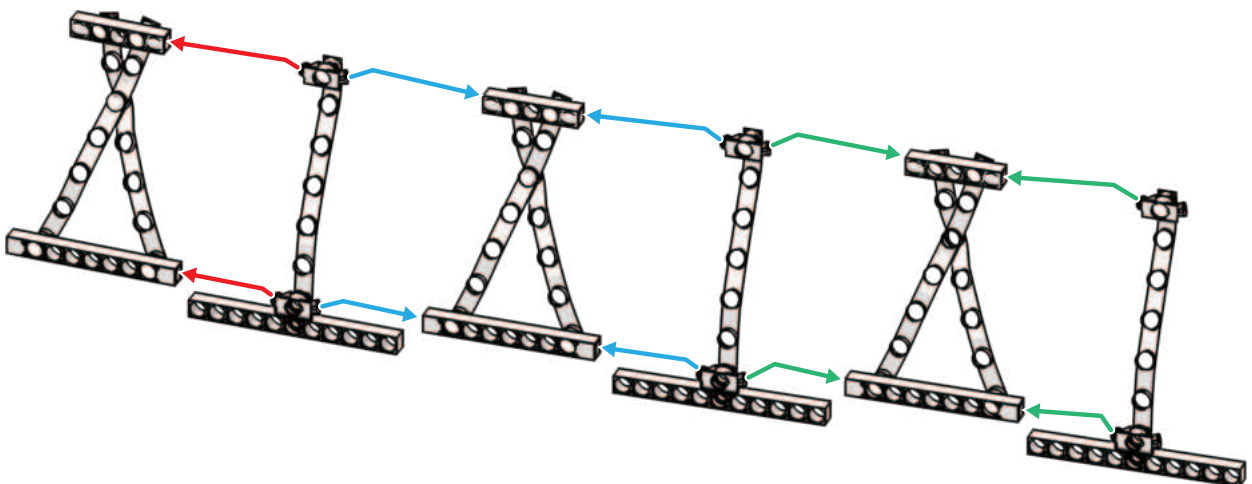
1 x6

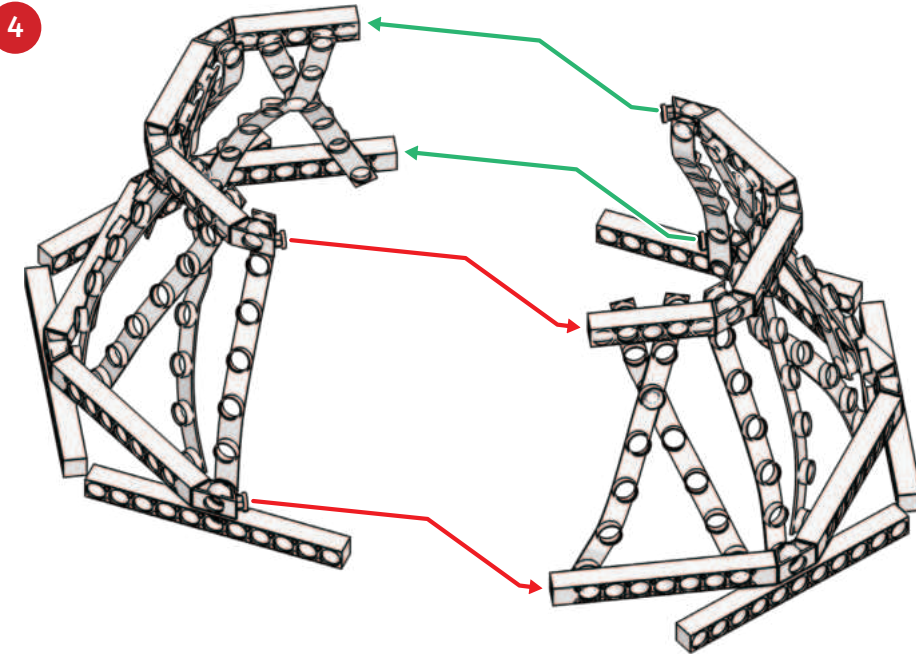


2 x6

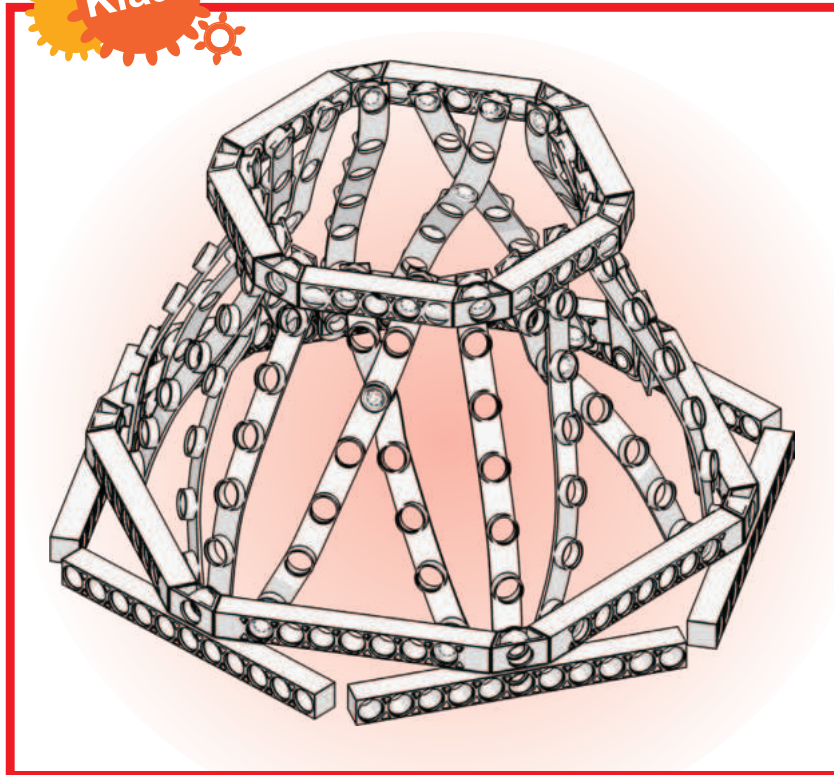


3 x2





Klaar







Maak je eigen Tulou zonder kruissecties aan de muur.  
Wat is het verschil?

Handwriting practice area with five horizontal dotted lines.



Maak nu een aarde gebouw met een andere vorm. Probeer vierkanten, achthoeken, vijfhoeken en zeshoeken. Wat valt je op?

Handwriting practice area with two horizontal dotted lines.



Een hangbrug wordt ook wel een kabelbrug, tuibrug of een schuine brug genoemd. Het concept van de hangbrug gaat terug tot de 17e eeuw. In Venetië was er een gedeeltelijke brug die ondersteund werd door een diagonale lijn. De eerste schuine brug werd in 1784 in Zwitserland gebouwd. Dit vroege type was een houten hangbrug.

De structuur van een tuibrug bestaat uit een brugdek, de pyloon, en de schuine kabel. Het brugdek wordt ondersteund door een of meer

pylonen en kabels. De tuibrug heeft drie typen. Bij de eerste worden de staalkabels vanaf verschillende punten op het brugdek met de bovenkant van de mast verbonden. Bij de tweede is elke staalkabel aan een punt bevestigd op verschillende hoogtes op de pyloon, waardoor elke kabel parallel loopt aan de andere. De derde soort lijkt erg op de tweede, behalve dat de afstand tussen de staalkabels meer op een ventilator lijkt. De laatste is het type dat je in deze les gaat bouwen!

Daily  
Application

Hangbruggen kunnen een zeer lange afstand overspannen en hebben niet veel pieren nodig. Dit is mogelijk doordat de mechanische spanning van de diagonale trekkracht zorgvuldig wordt berekend. Wanneer de kabel van de mast naar het dek wordt getrokken ontstaat er een schuine spanning. De verticale component van de spanning weerstaat de zwaartekracht van de brug en houdt alles recht op. De hoogte van de mast bepaalt de verticale krachtcomponent. Hoe hoger de pyloon, hoe groter de verticale kracht wordt, wat de horizontale kracht relatief kleiner maakt. Met meer ondersteuningsstrengen wordt de lading van de brug naar de mast verplaatst. Dit voorkomt het buigen en breken van de brug. De hoogte van de pyloon moet in verhouding staan tot de lengte van de brug.

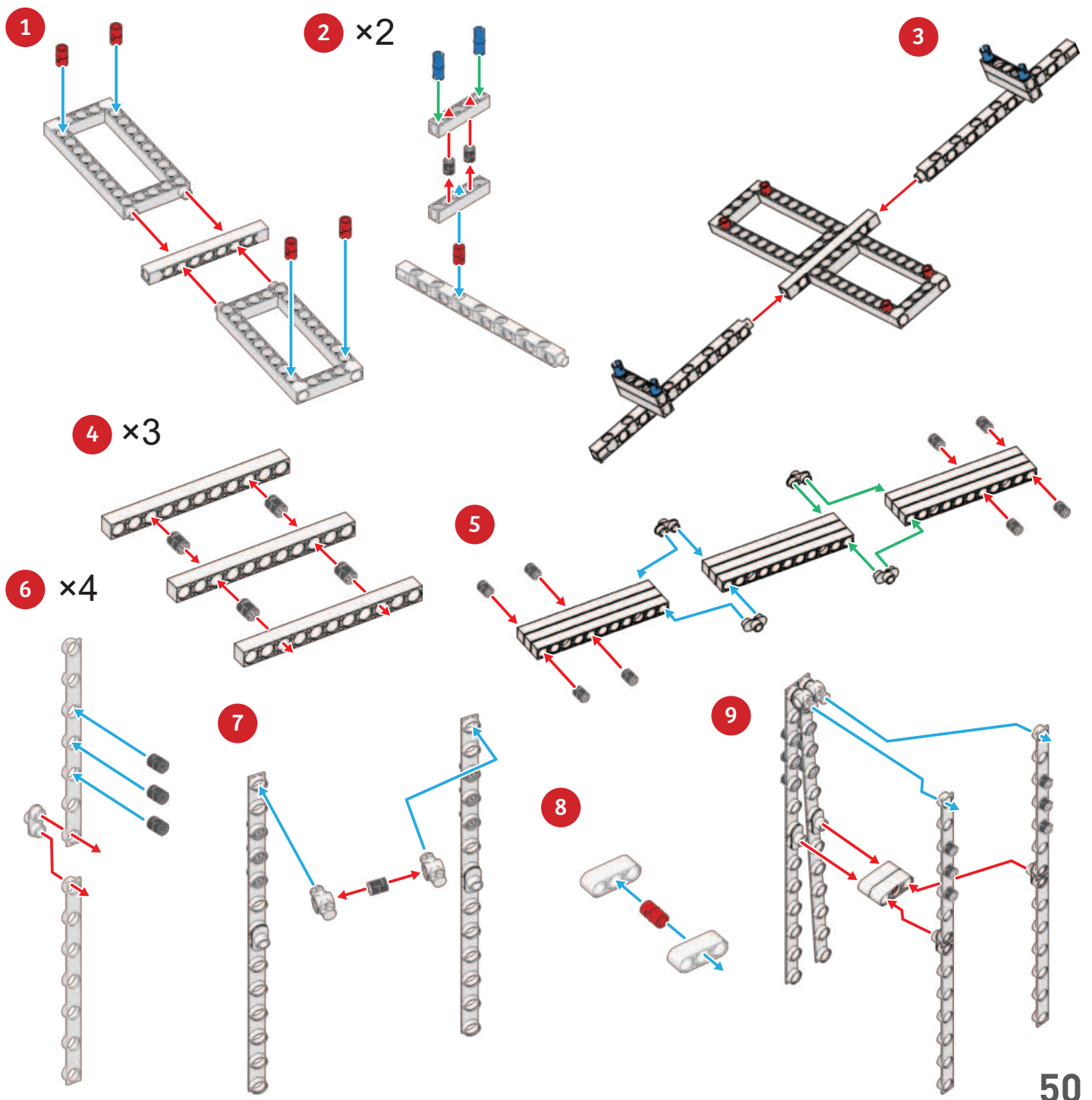


## Brainstorming

Waarom staat de hangbrug bekend als een brug die goed tegen overstromingen kan?

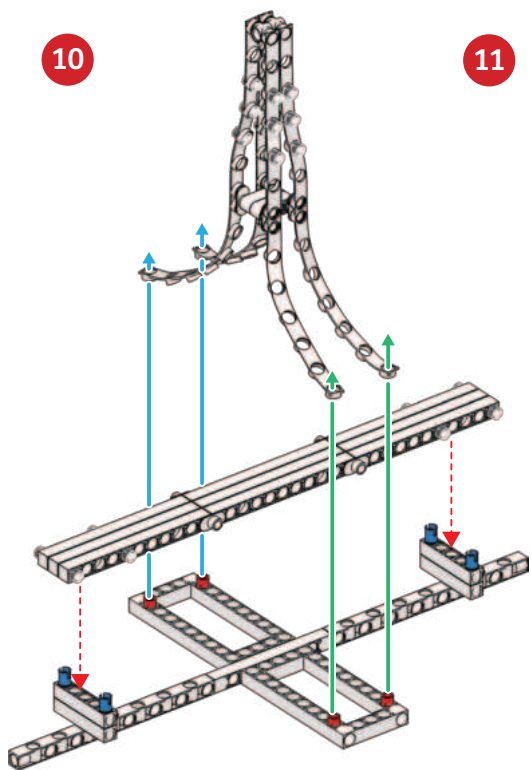
## Onderdelenlijst

<b>1</b> x37	<b>2</b> x7	<b>3</b> x4	<b>4</b> x16	<b>6</b> x2	<b>7</b> x2	<b>8</b> x4	<b>14</b> x1
<b>15</b> x9	<b>16</b> x2	<b>24</b> x12	<b>25</b> x16	<b>29</b> x2			



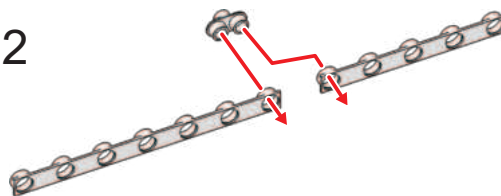
# 13

# Hangbrug

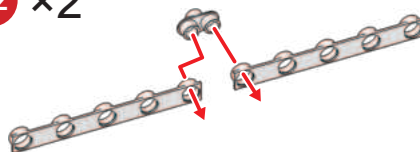


10

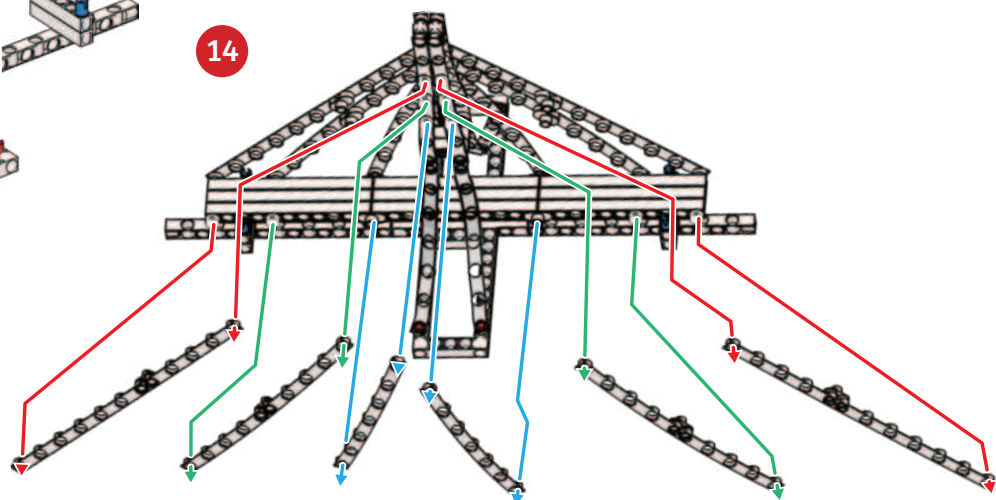
11 x2



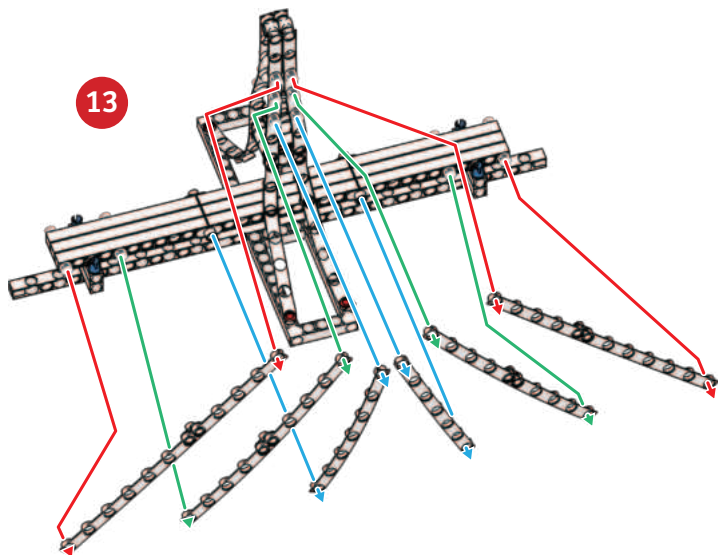
12 x2



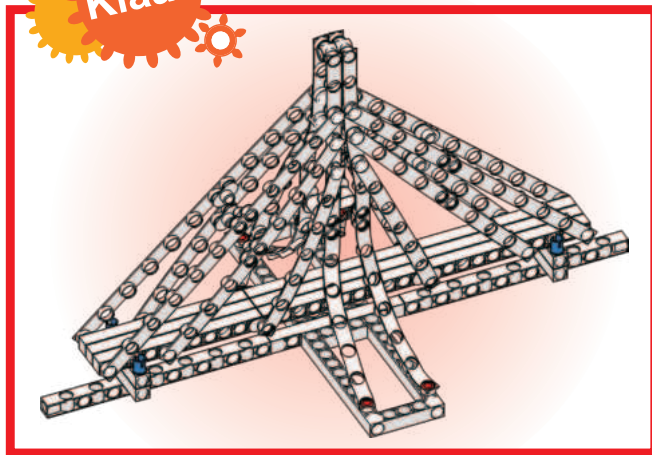
14



13



Klaar





Probeer met je hand in elke kabel te knijpen en kijk naar verschillen in het gewicht of de spanning tussen de blokken die elk deel van de brug ondersteunen.

.....

.....

.....

.....

.....



Probeer de stalen kabel op de hangbrug te vervangen door touw. Wat verandert er? Kun je een hangbrug maken met twee torens?

.....

.....



Smart Manual  
Web Service

1

Model  
gemaakt

2

Experiment  
compleet

3

Uitvoering



Vroeger was Dubai een kleine vissershaven waar de inwoners zich per boot voortbewogen. Na een uitgebreide ontwikkeling werd de plaats teruggewonnen uit de woestijn. Dubai is nu 's werelds grootste kunstmatige commerciële vrijhandelshaven. Zeilen is een zeer belangrijk vervoersmiddel in Dubai. De handel op het water representeert de handelsgeest van Dubai. In 1990 wilde de lokale overheid een eerbetoon bouwen aan de geschiedenis van de handel in de haven en de natie. Uiteindelijk kozen ze voor een gebouw in de vorm van een bootzeil. De bouw begon in 1994 en werd in twee fases gebouwd. De eerste 2,5 jaar betrof de bouw van kunstmatige eilanden in de Arabische Zee. De andere 2,5 jaar was voor de bouw van het hoofdgebouw. Het werd in december 1999 voor het publiek geopend.

Daily  
Application











Kunstmatige eilanden zijn door mensen gemaakt. Vroegere kunstmatige eilanden waren meestal drijvende constructies, gebouwd met hout of klei in ondiepe wateren. Moderne kunstmatige eilanden ontstaan grotendeels door het droogleggen van de zee in plaats van door iets vanuit de zee op de bouwen. De vorm, grootte en hoeveelheid van kunstmatige eilanden varieert enorm. Er zijn verschillende constructie methoden: het combineren van verschillende natuurlijke eilanden, het uitbreiden van bestaande eilanden, gebruikmaken van zandbanken en riffen of direct een deel van het aangrenzende water vullen. Deze constructies kunnen gebruikt worden om platforms, luchthavens en gewone havens de ondersteunen.

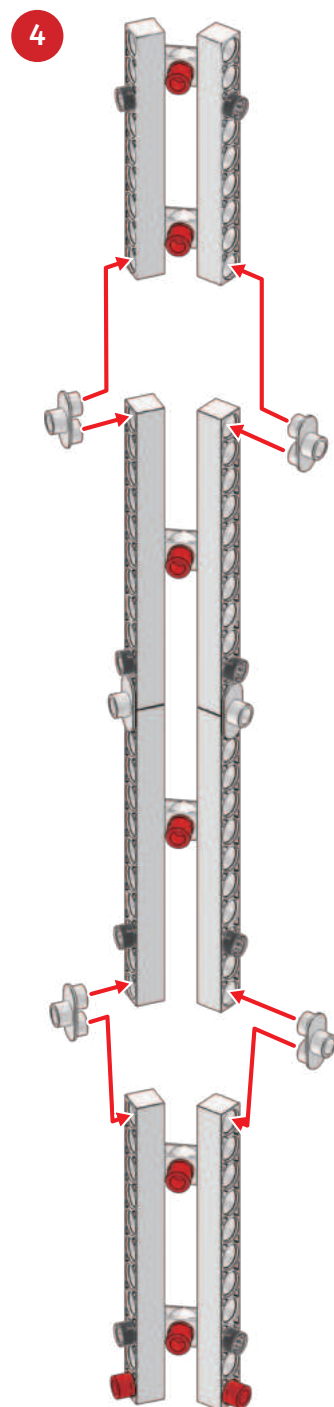
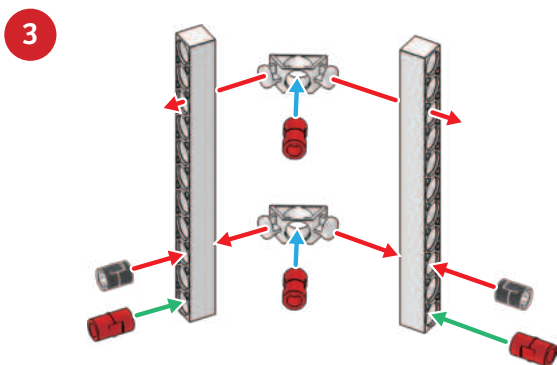
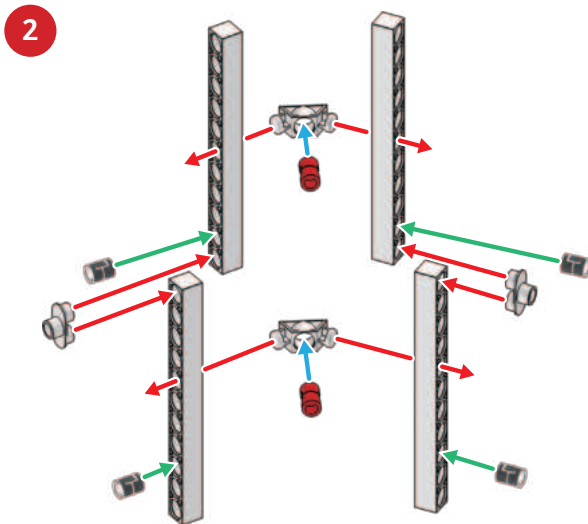
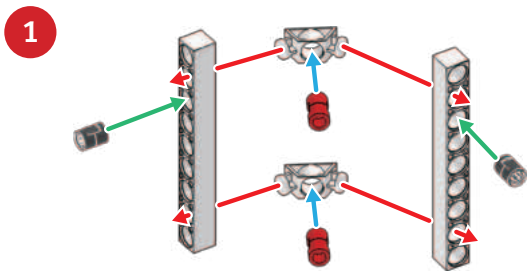


## Brainstorming

Wat zijn de voor- en nadelen van de driehoekige structuur die de basis vormt voor het Burj Al Arab Hotel?

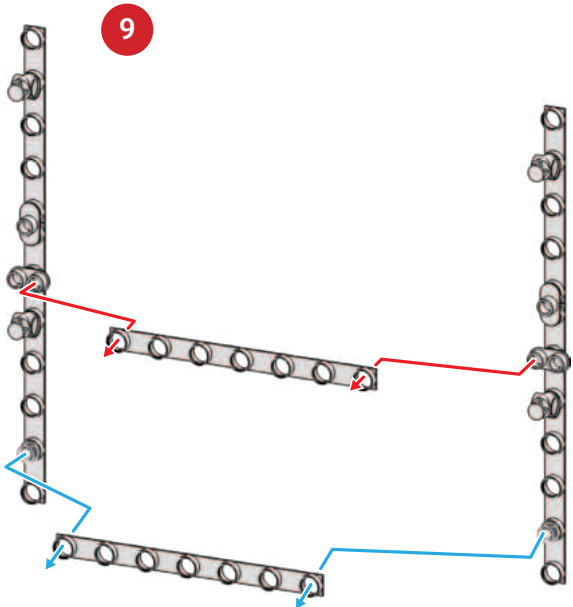
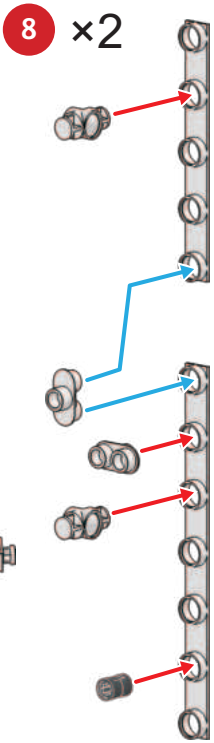
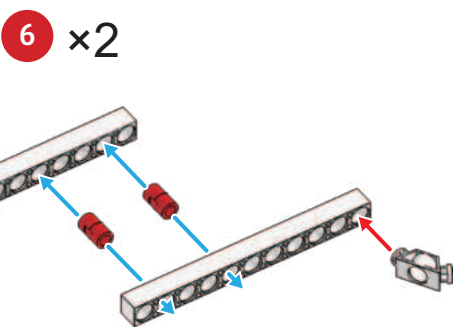
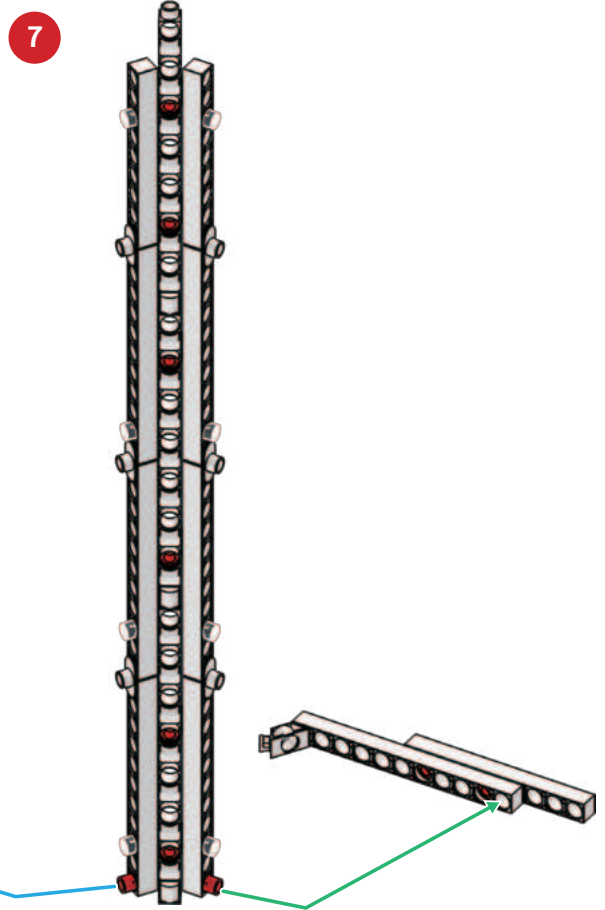
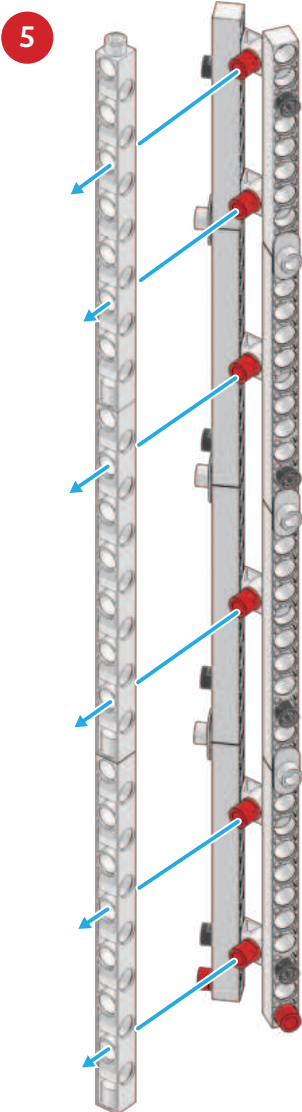
## Onderdelenlijst

<b>1</b>  x22	<b>2</b>  x12	<b>4</b>  x14	<b>6</b>  x6	<b>13</b>  x4	<b>15</b>  x8	<b>16</b>  x3
<b>24</b>  x9	<b>25</b>  x15	<b>26</b>  x8				



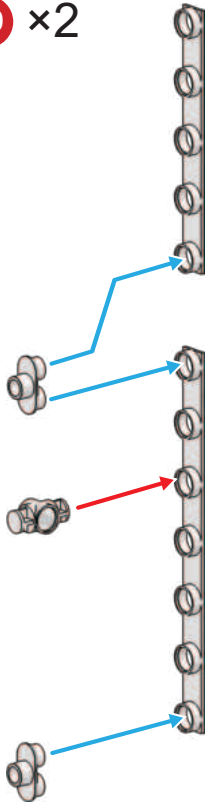
# 14

# Burj Al Arab

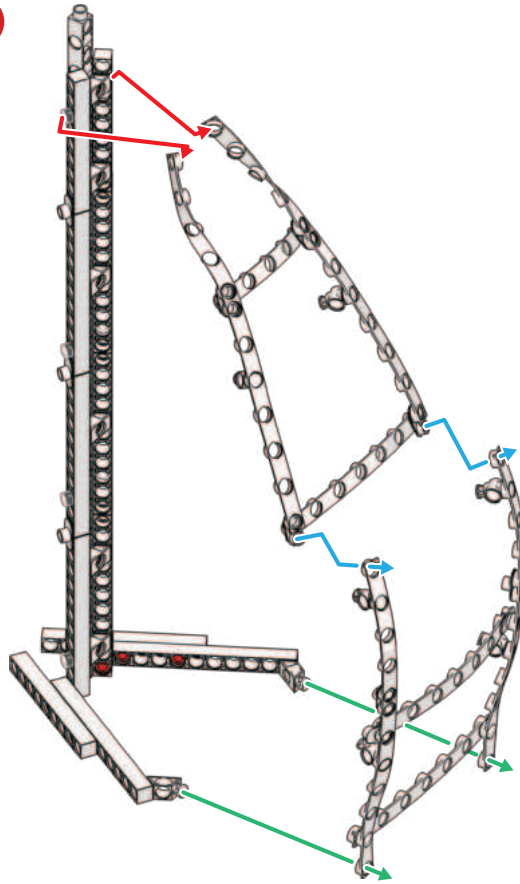




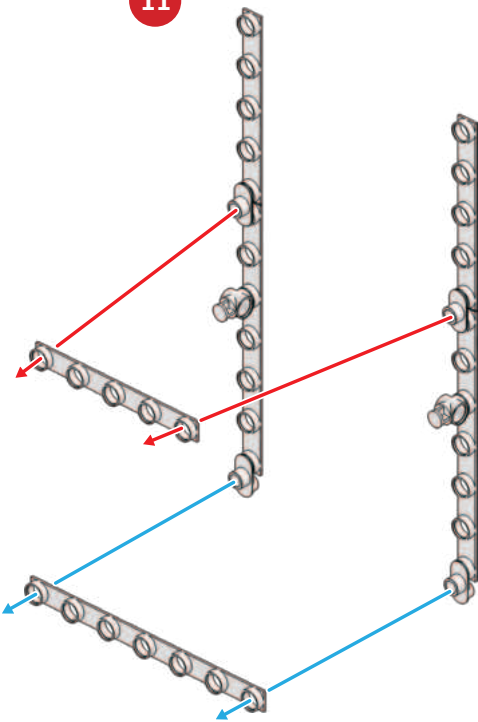
10 × 2



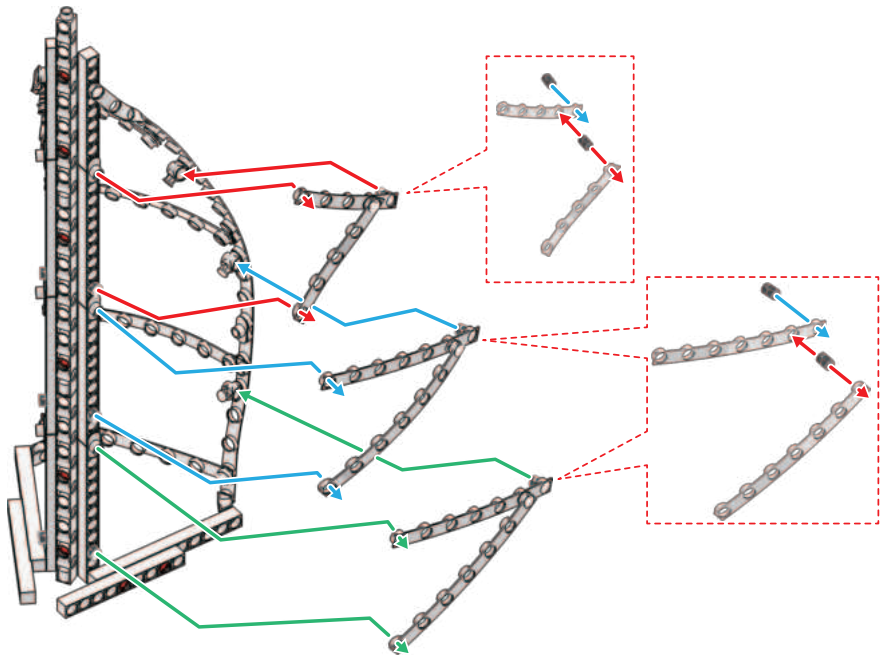
12

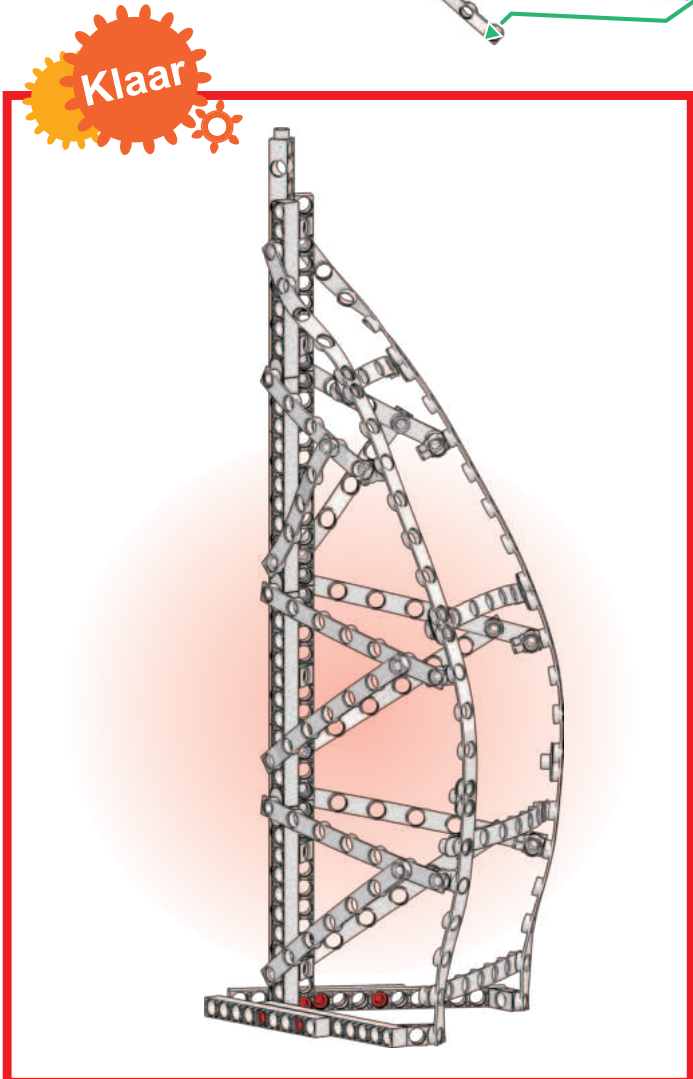
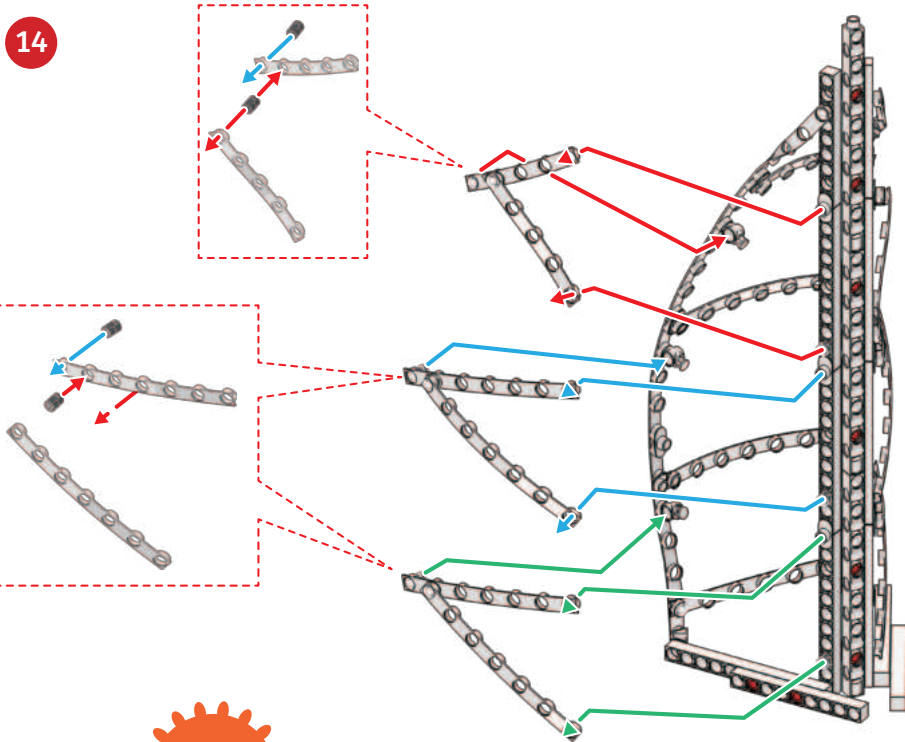


11



13







Probeer je model van het Burj Al Arab Hotel op een tekstboek of andere plaat te plaatsen. Kijk welke kant het snelste omvalt wanneer het oppervlak gekanteld wordt.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



Gebruik wat extra papier om muren toe te voegen aan het Burj Al Arab Hotel.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.

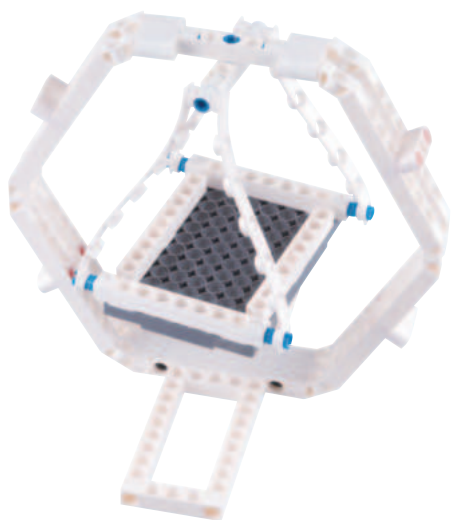


1  
★  
Model gemaakt

2  
★  
Experiment compleet

3  
★  
Uitvoering

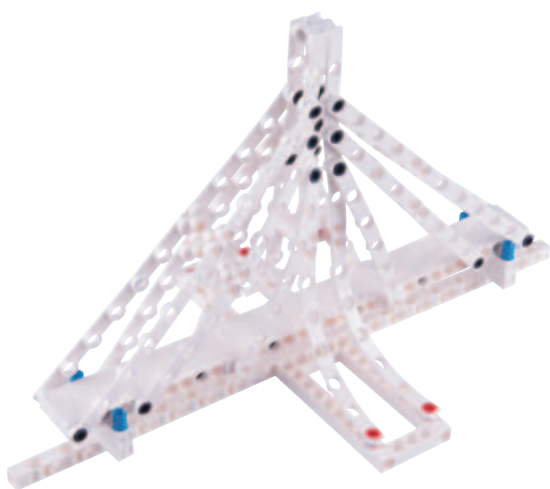
Het thema van les 11 tot en met 14 was het combineren van harde en zachte structuren. Gebruik wat je hebt geleerd om een Toren van Pisa te bouwen.



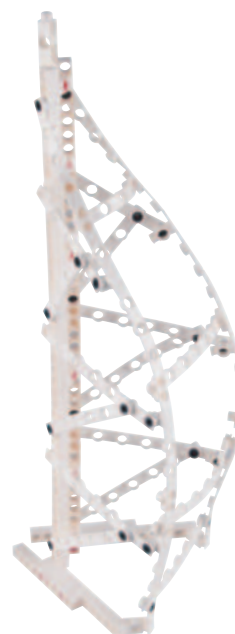
11. Waterpas



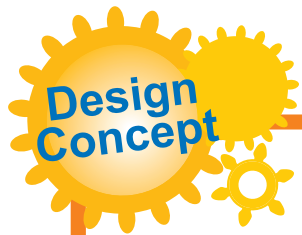
12. Aarde gebouw



13. Hangbrug



14. Burj Al Arab





Moderne woningen worden door zogeheten seismische ingenieurs, experts op het gebied van aardbevingen, beoordeeld om het juiste gebruik van materialen en bouwmethoden te bepalen.

Deze beoordeling bestaat uit meerdere delen: grondlagen, geologie en de intensiteit van de aardbevingen. Een Safe Stop Earthquake (SSE) test zorgt ervoor dat een aardbeving machines en gebouwen niet kan beschadigen.

Als de SSE limiet wordt overschreden worden machines uitgeschakeld. Daarnaast heb je de Operational Baseline Earthquake (OBE). Als de SSE seismische versnelling 50% of meer heeft bereikt en de apparatuur aantast, wordt dat een OBE genoemd. Aardbevingen van deze omvang komen ongeveer elke 25 jaar voor. Design Basis Earthquakes (DBE) zijn het maximale aantal aardbevingen dat een gebouw kan weerstaan. De geschatte frequentie van deze aardbevingen is 1 per 100 jaar. De grootste mogelijke aardbeving wordt aangeduid met de term Maximum Considered Earthquake (MCE). Afhankelijk van de aard van het gebouw zijn de vereiste standaarden verschillend. Architecten bouwen volgens de voorschriften en gebruiken hierbij de meest geschikte seismische structuur.



## Daily Application

Aardbeving-engineering, of seismische engineering, is onderdeel van het ontwerp van de structuur van bouwprojecten en richt zich op de verschillende effecten van aardbevingen op gebouwen en infrastructuur. Ga eerst uit van de mogelijke gevolgen van de aardbeving en observeer daarna de relatie tussen het gebouw en de oppervlakte. Ontwerp of wijzig vervolgens de structuur om aan ten minste de minimale veiligheidsnormen te voldoen. Een manier om de gevaarlijke trillingen tijdens aardbevingen te beheersen is seismische basisisolatie, die gebouwen een klein beetje van de grond tilt. Dit is een veelgebruikte methode.



## Brainstorming

Kijk naar de structuren om je heen. Waarom zou je niet altijd het beste seismische ontwerp gebruiken voor elk gebouw?

## Onderdelenlijst

1



x8

2



x14

4



x2

8



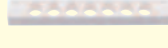
x2

13



x8

14



x7

15



x2

20



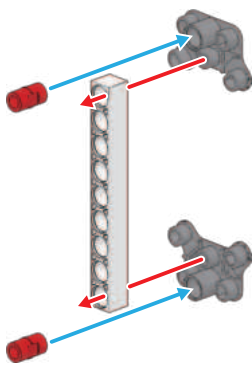
x8

24

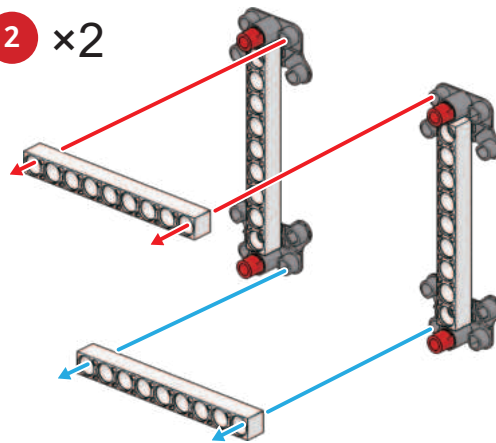


x4

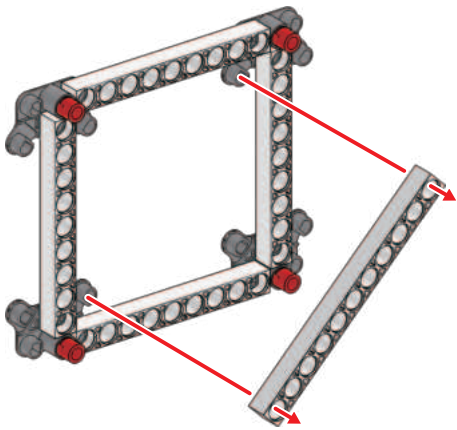
1 x4



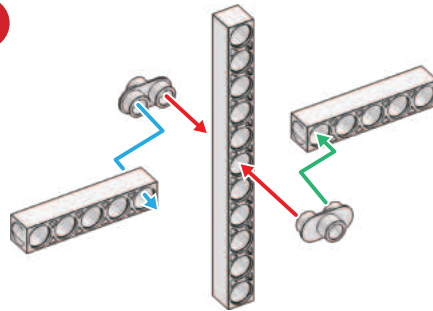
2 x2



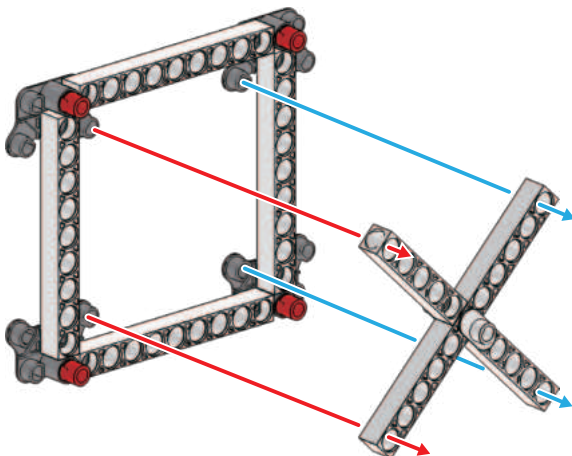
3



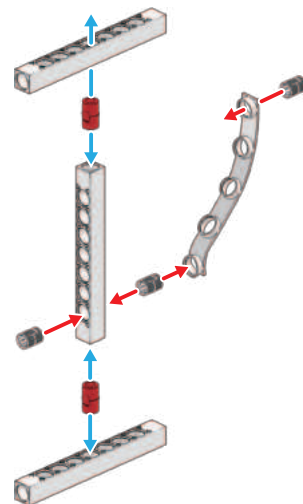
4

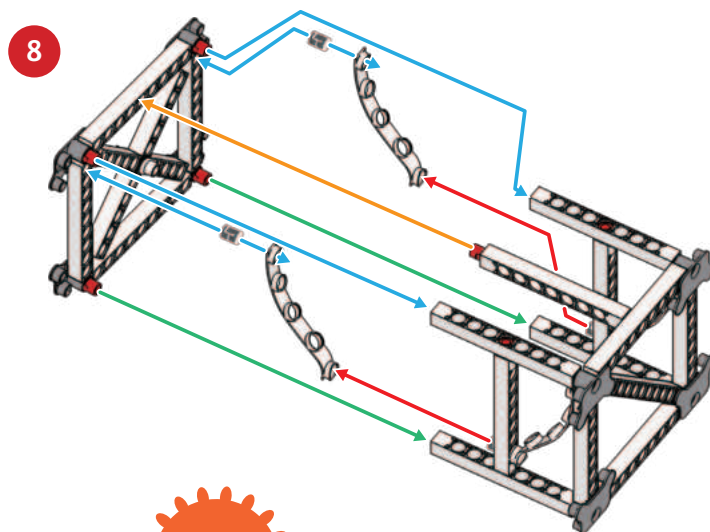
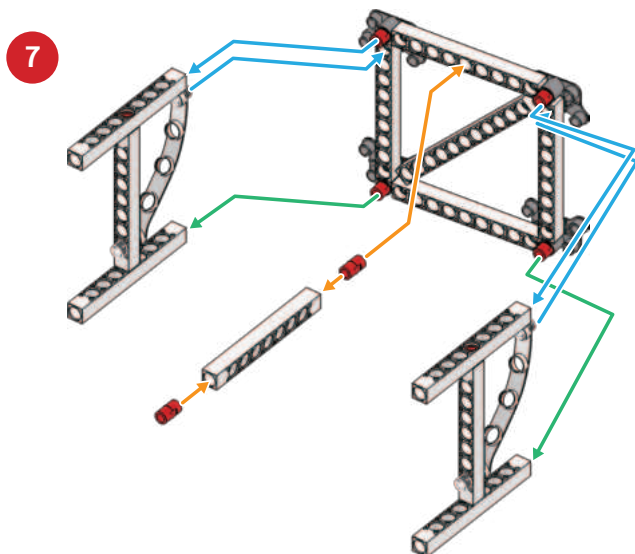


5

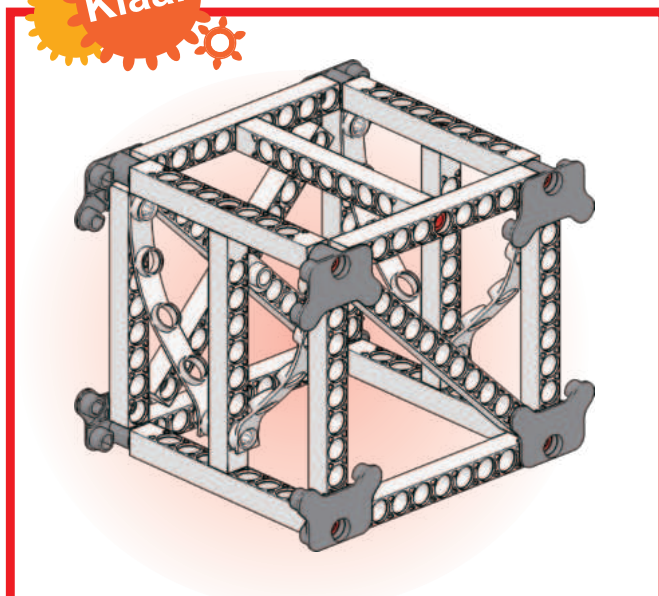


6 x2





Klaar







Kies een kant van het model en duw. Duw op alle vier de hoeken van de structuur en kijk hoe het "gebouw" reageert. Is het aardbeving-proof? Wat verandert er wanneer je de structuur schudt?

.....

.....

.....

.....

.....



Probeer een klein huisje met een heel stevige structuur te bouwen.

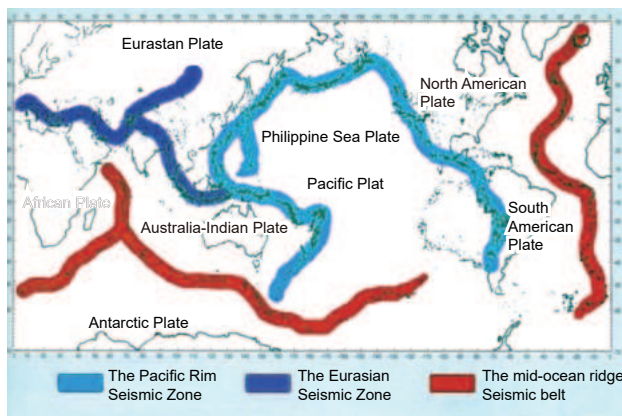
.....

.....



Aardbevingen ontstaan door bewegingen in de grote tektonische platen die de bovenkorst van de aarde vormen. Bij het bewegen van deze platen wordt er geduwd, getrokken en geschud, waardoor er trillingen kunnen ontstaan op het oppervlak – deze voelen wij als aardbevingen. Daarnaast kunnen aardbevingen ook ontstaan door krachtige vulkanen, meteorieten en zelfs bommen. De meeste aardbevingsrampen worden echter veroorzaakt door het bewegen van de platen.

Het punt waar een aardbeving plaatsvindt wordt de trillingsbron genoemd en het punt waar deze het sterkst aan de oppervlakte wordt gevoeld, wordt het epicentrum genoemd.



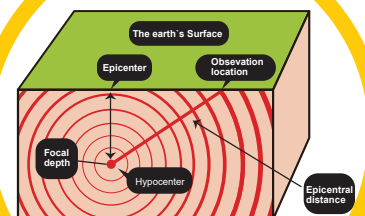
De bron is dieper dan het epicentrum. De omvang van een aardbeving wordt gemeten aan de hand van de omvang van de energie die vrijkomt tijdens de aardbeving. De maximale trilling van een aardbeving kan het hele oppervlak van de plaat beïnvloeden, inclusief de lithosfeer en de oceaan eromheen. Dit betekent dat, wanneer er een aardbeving plaatsvindt, dit ook andere problemen kan veroorzaken, zoals tsunami's, die heel ernstig schadelijk kunnen zijn rond kustgebieden.

## Daily Application

Aardbevingen zijn heel eng, maar komen niet overal voor. Net zoals vulkanen komen aardbevingen vooral voor op de kruisingen van platen. Er zijn drie grote gebieden waar mensen wonen met een heel groot risico op aardbevingen:

1. De seismische zone van de 'Pacific Rim' – een gebied rondom de Stille Oceaan. Hier komt ongeveer 80% van het totale aantal aardbevingen voor.
2. De Euraziatische seismische zone. Deze zone strekt zich uit van het Midden-Oosten tot Indonesië en de Himalaya.
3. De seismische gordel van de mid-oceanische rug.

Aardbevingen kunnen natuurlijk ook voortkomen in niet-seismische zones, maar dit is zeldzaam, behalve bij gaswinning, zoals in Groningen

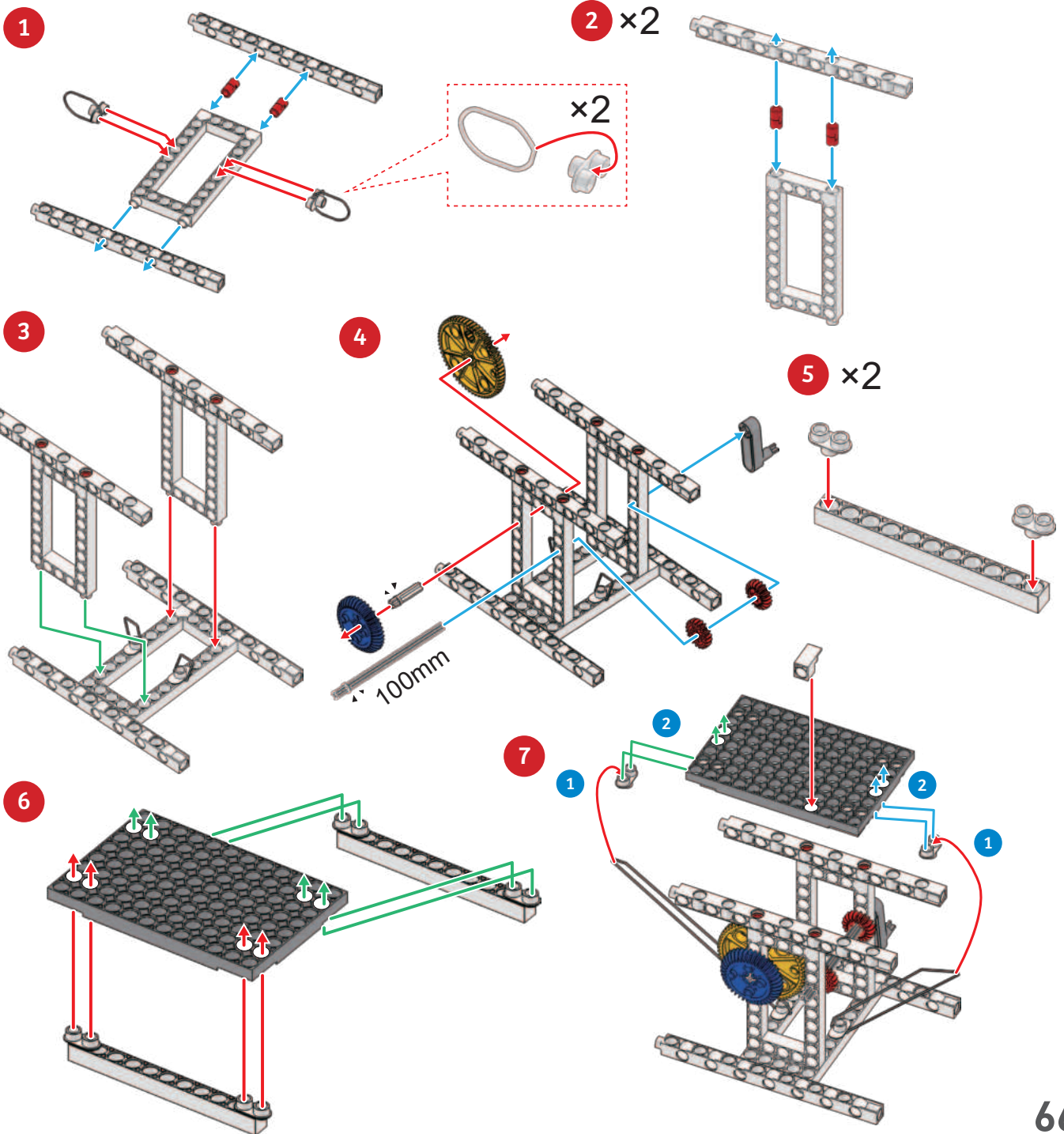


## Brainstorming

Zijn er aardbevingen waar jij woont? Ligt jouw woonplaats dichtbij een van de drie plekken waar aardbevingen vaak voorkomen?

# Onderdelenlijst

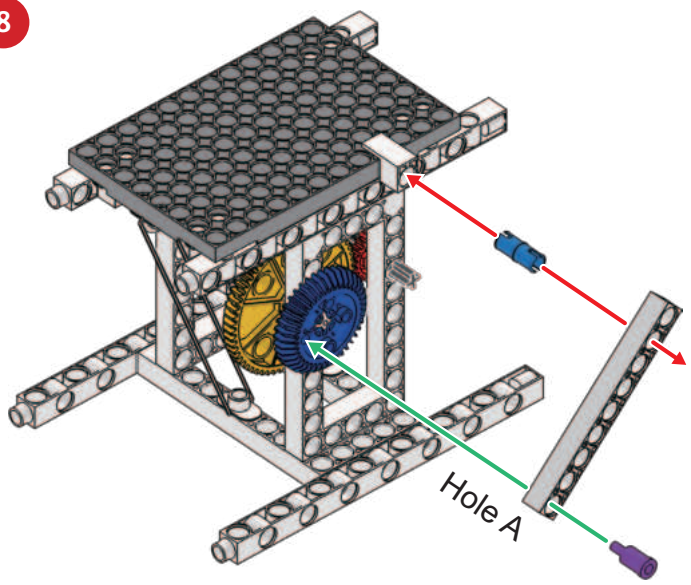
<b>1</b> x6	<b>2</b> x6	<b>3</b> x1	<b>4</b> x8	<b>5</b> x1	<b>13</b> x1	<b>15</b> x2	<b>16</b> x4	<b>18</b> x1	
<b>22</b> x12	<b>28</b> x1	<b>29</b> x3	<b>30</b> x1	<b>31</b> x1	<b>32</b> x2	<b>33</b> x1	<b>34</b> x1	<b>35</b> x1	<b>36</b> x2



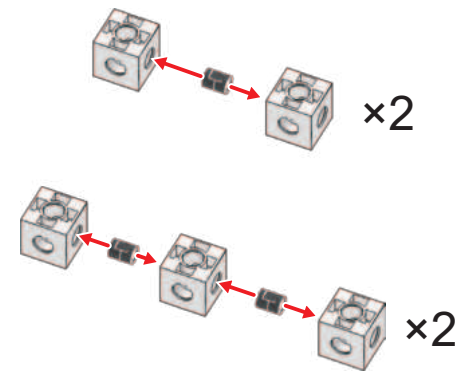
# 17

# Aardbevingssimulator

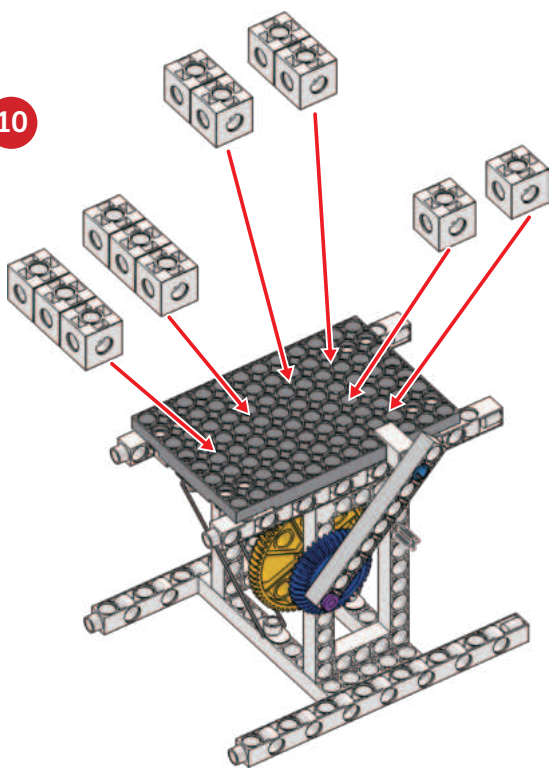
8



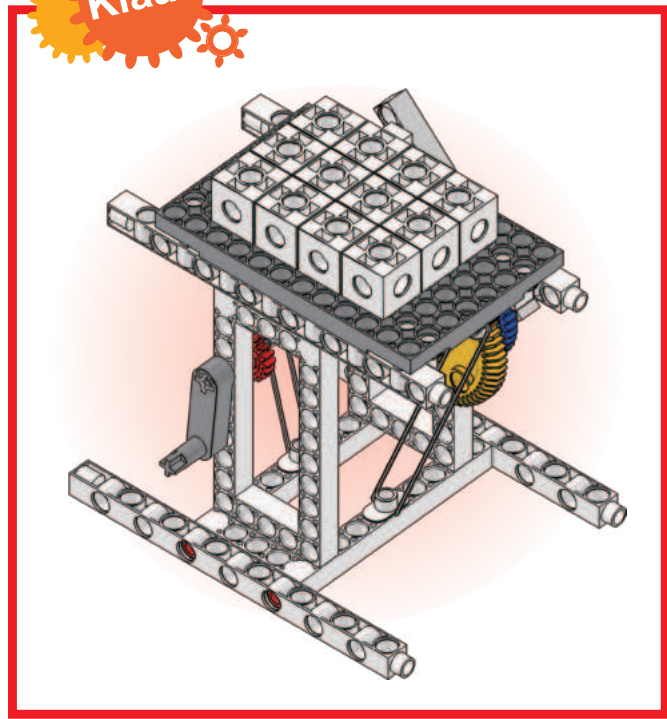
9



10



**Klaar**



Model Operation  
Video



Probeer blokken van verschillende hoogtes op te stapelen en gebruik de aardbeving-simulator om te kijken wat er gebeurt als deze wordt geschud.

.....

.....

.....

.....

.....



Probeer nu de structuur of de verhouding tussen de tandwielen te veranderen en kijk hoe het trillen en zwaaien veranderd.

.....

.....



1

Model gemaakt

2

Experiment compleet

3

Uitvoering



Mensen die zich met aardbevingen bezig houden zeggen vaak: aardbevingen doden geen mensen, gebouwen wel. Meer dan 90% van de doden en gewonden als gevolg van een aardbevingen vindt plaats doordat gebouwen instorten. Als een gebouw instort brengt het schade toe aan de omgeving en iedereen in het gebouw. Voor de veiligheid moet in bepaalde gebieden de aardbevingsbestendigheid van gebouwen zorgvuldig worden geëvalueerd.

Voor landen in aardbevingsgebieden zijn extra technische stappen nodig. Aardbevingen zijn onvoorspelbaar en in gebieden waar de platen veel bewegen kunnen er elk jaar honderden (kleine) aardbevingen voorkomen. Daarom is het belangrijk om gebouwen te ontwerpen die schokbestendig zijn, vooral als het gaat om hoge gebouwen. Goede isolatietechnologie kan de structuur van het gebouw beschermen en schade door bijvoorbeeld wind voorkomen.

## Daily Application

Een "seismische coëfficiënt" is een getal dat ons vertelt over de snelheid van de seismische horizontale versnelling. De maximaal mogelijke versnelling van een aardbeving kan worden ingeschat. De seismische weerstand en de verwachte seismische coëfficiënt worden al bepaald wanneer een gebouw wordt ontworpen. Verschillende landen hebben verschillende voorschriften voor weerstandscoefficienten voor aardbevingen. Hoe hoger de coëfficiënt, hoe sterker de weerstand van het gebouw. De berekening van deze waarde hangt ook af van het gebied waar het gebouw komt te staan, omdat de hardheid van de bodem, de vorming van ondergrondse rotsen en de afstand tot de lijn tussen de platen allemaal een rol spelen. Constructietechnici ontwerpen gebouwen die aan al deze normen voldoen.

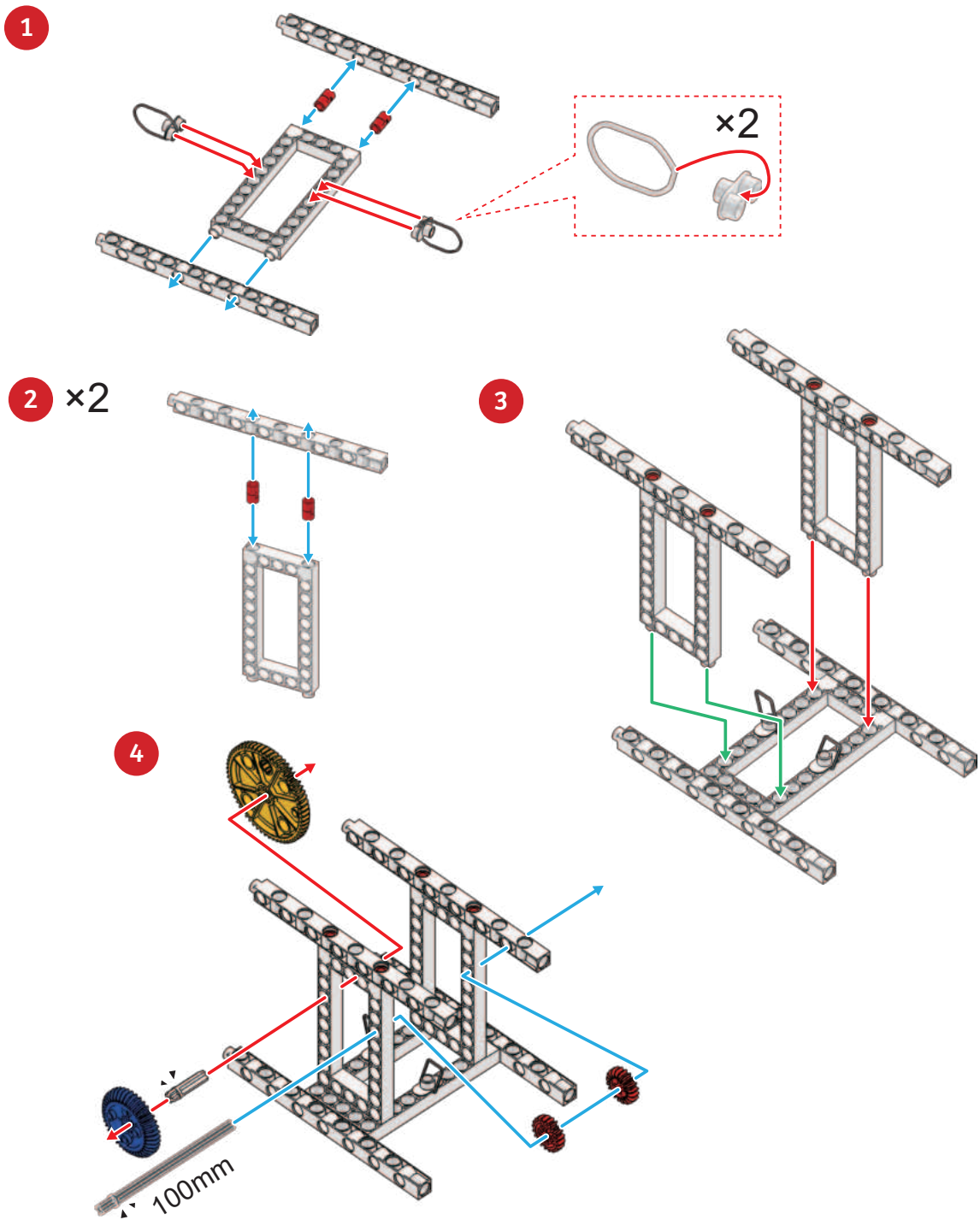


## Brainstorming

Wat zijn de voor- en nadelen van harde en zachte structuren?

## Onderdelenlijst

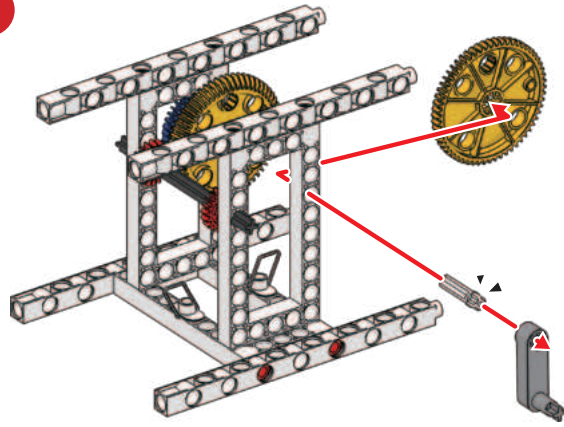
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
x8	x14	x1	x20	x1	x8	x4	x3	x4	x6	x4
<b>18</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>
x1	x8	x1	x3	x2	x1	x2	x1	x2	x1	x2



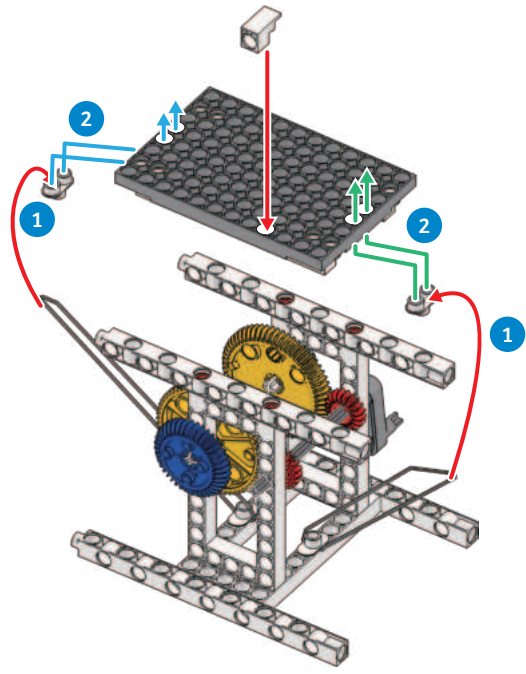
# 18

## Seismische en trillingsvrije constructies

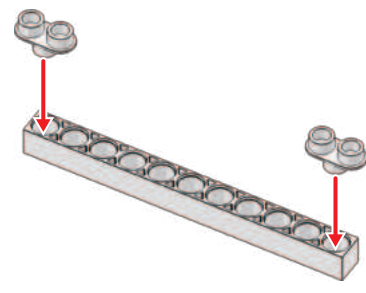
5



6

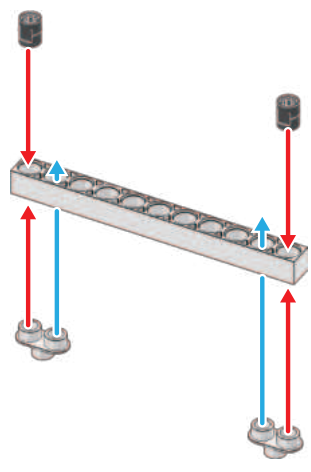
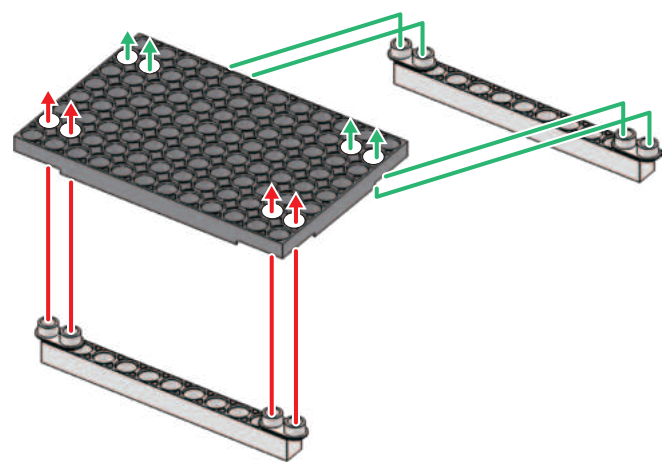


7 x2



9 x4

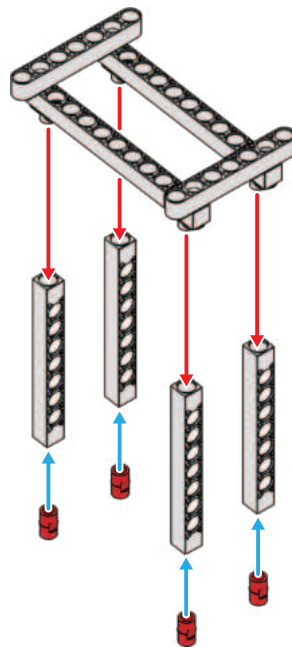
8





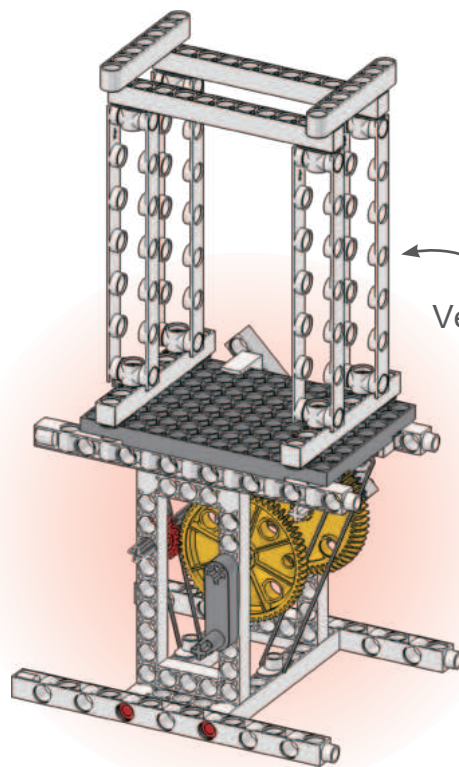


14



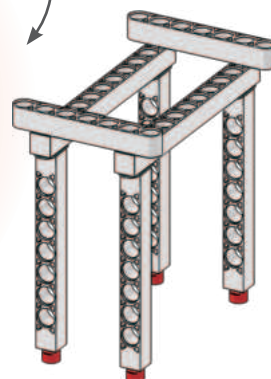
**Klaar**

Trillingsvrij



Vervangbaar

Schokbestendig



Model Operation Video



Probeer twee bekers water te plaatsen op de twee gebouwstructuren. Kijk en vergelijk hoe het water heen en weer klotst bij de gesimuleerde aardbeving.

.....

.....

.....

.....

.....



Probeer de twee structuren die je hebt gemaakt te combineren om een structuur te creëren die nog beter tegen aardbevingen kan.

.....

.....



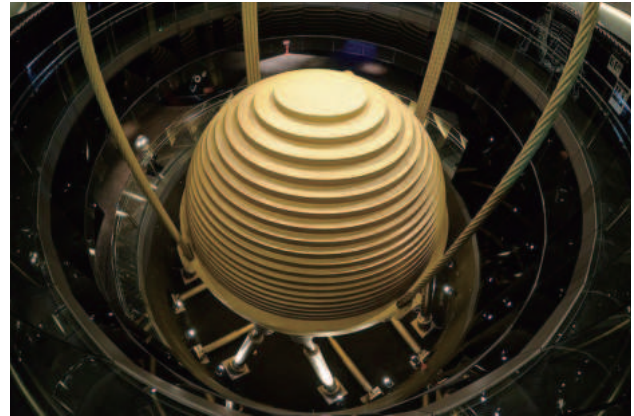


Oude torens zijn fascinerend en mysterieus. Zelfs nu bestaan er oude structuren waarvan we niet goed weten hoe ze zijn gemaakt. Met de ontwikkeling van moderne mechanieken is het echter steeds beter mogelijk om de hemel aan te raken. Tegenwoordig kun je in bijna alle landen wel wolkenkrabbers vinden.

Je kunt de ontwikkeling van bouwtechnieken door de tijd goed zien in de steden om ons heen. Wolkenkrabbers zijn steeds hoger en steviger geworden. Ze kunnen beter tegen

aardbevingen en sterke winden. De uitvinding van dempers helpt bij allebei deze problemen.

Tegenwoordig zijn de twee grootste dempers in Azië: eentje in het Shanghai Centrum en de ander in Taipei 101, in Taiwan. Deze tweede is als enige open voor publiek.



### Daily Application

Dempen komt veel voor in de natuur. Het vertraagt trillingen. Als het gaat om krachten van buitenaf kan het systeem een trilling genereren

die tegen de richting van de andere trilling ingaat. In de natuur zien we bijvoorbeeld dat de takken van een boom blijven bewegen nadat er wind tegen aan is gekomen. Dempers worden pas vanaf de twintigste eeuw gebruikt in gebouwen.

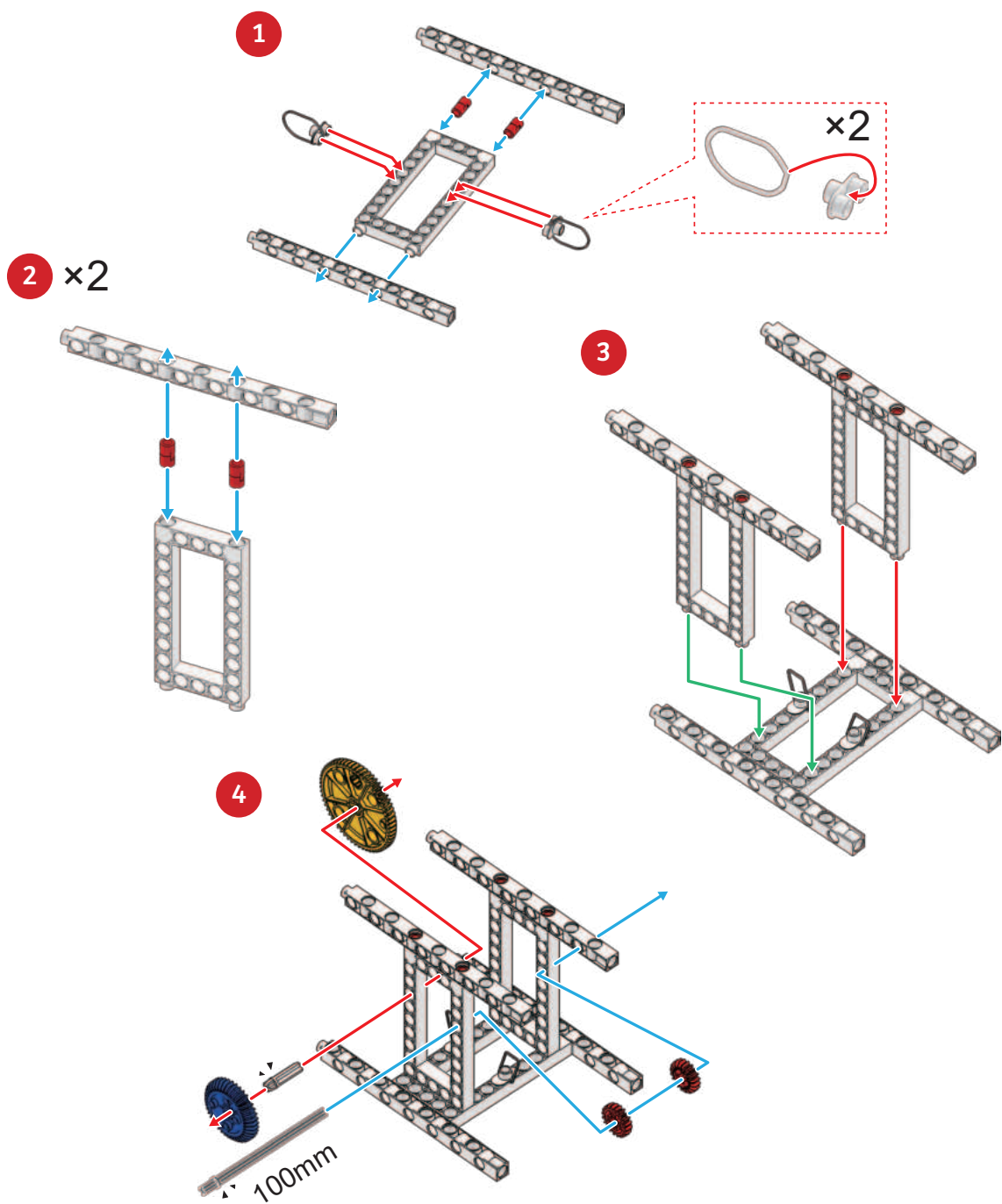


### Brainstorming

Wat voor andere alledaagse systemen kun je bedenken die een demper gebruiken?

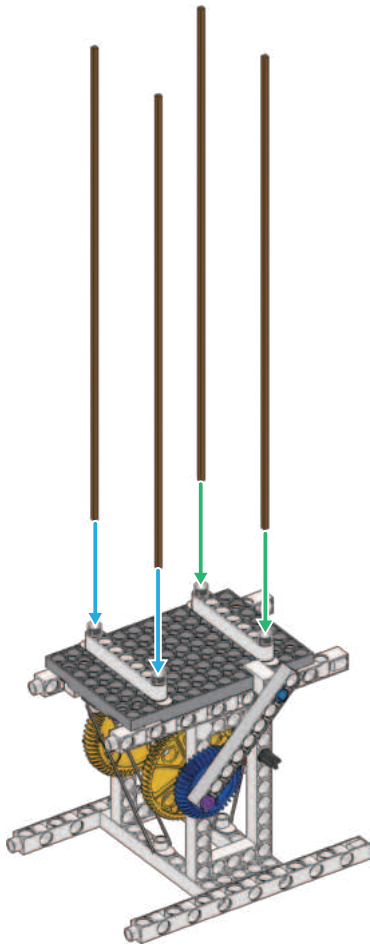
## Onderdelenlijst

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	16
x28	x10	x5	x14	x1	x2	x4	x1	x2	x5	x2	x7	x3	x4
18	23	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
x1	x1	x1	x3	x2	x1	x2	x1	x2	x1	x2	x8		

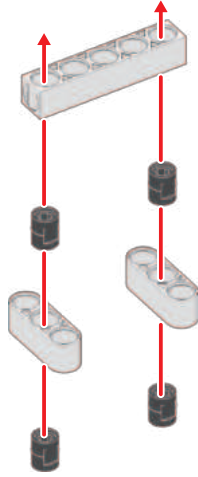




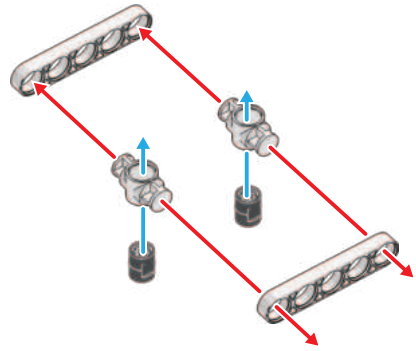
10



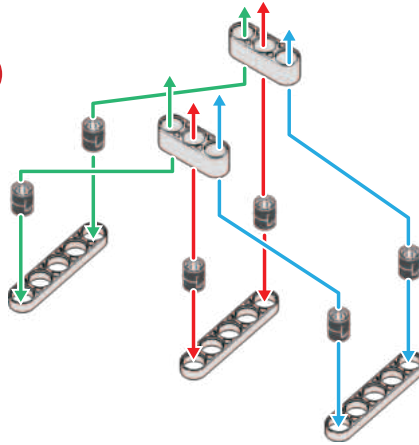
11



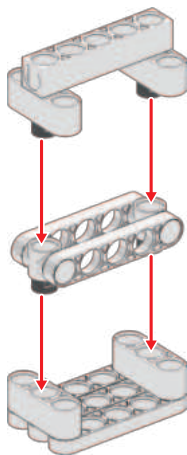
12



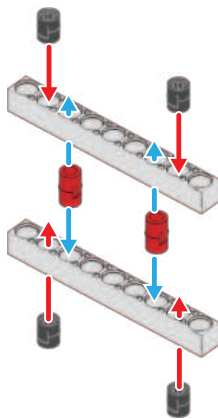
13



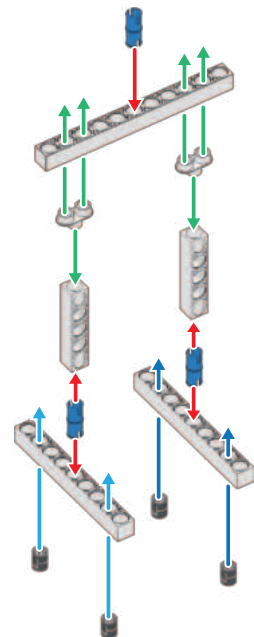
14

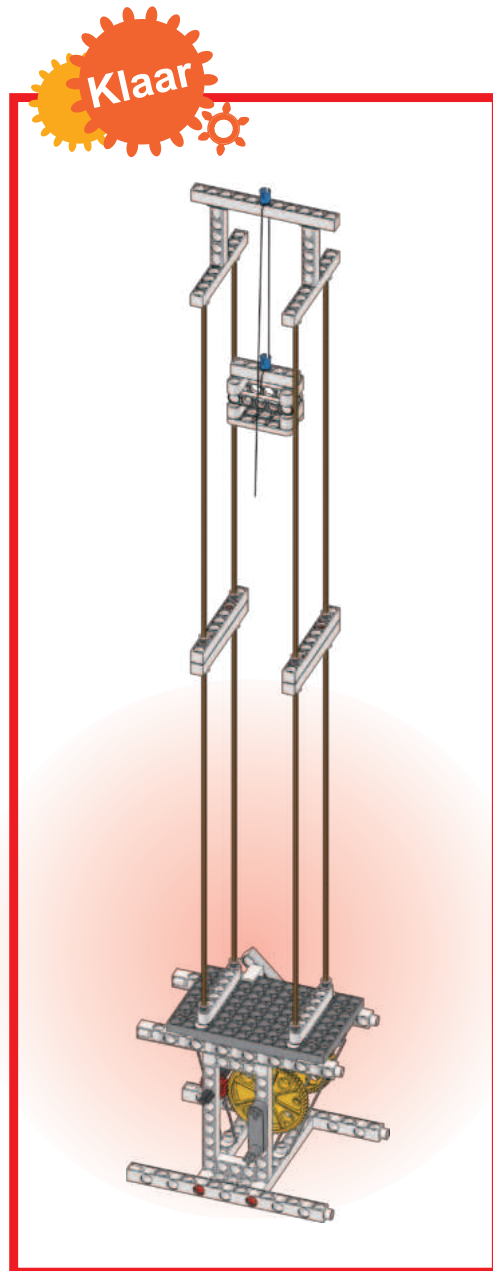
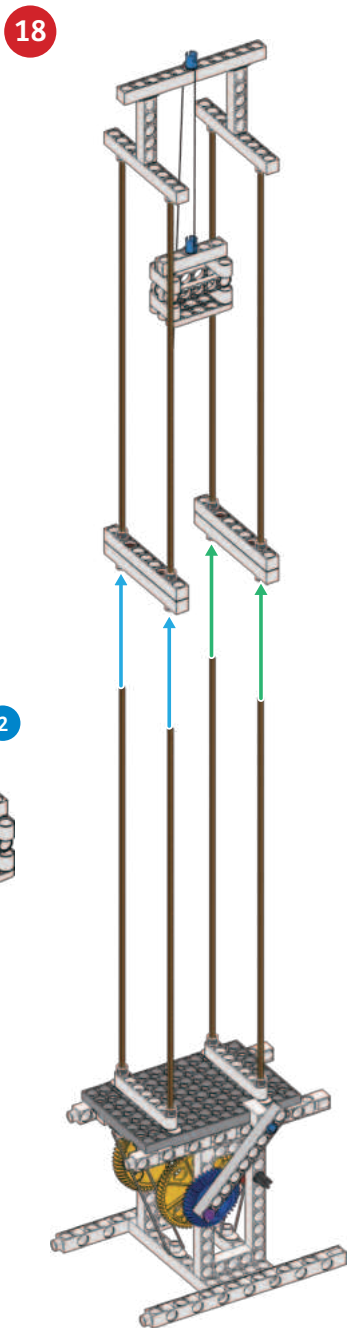
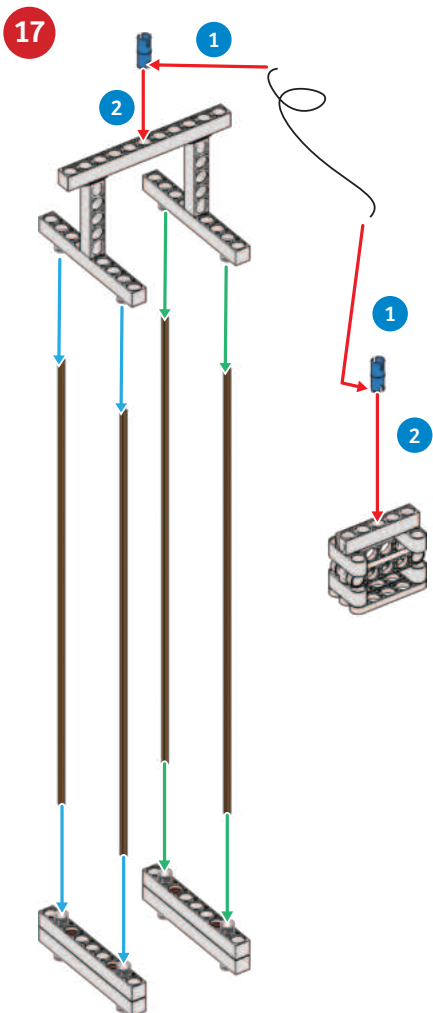


15 x2



16





Model Operation  
Video





Leg een munt of ander gewicht op de demper. Kijk hoe de hoogte van de demper tijdens de aardbevingssimulatie effect heeft op het hele gebouw.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



Gebruik wat voorwerpen om te heen om de beste hoogte voor de demper te vinden.

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.

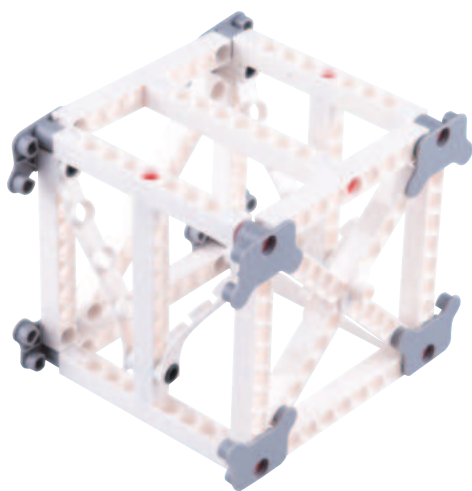


1 Model gemaakt (star icon)

2 Experiment compleet (star icon)

3 Uitvoering (star icon)

De lessen 16 tot en met 19 gingen over aardbevingen. Gebruik wat je helpt geleerd om een gebouw volledig aardbeving-proof te maken.



16. Seismische structuren



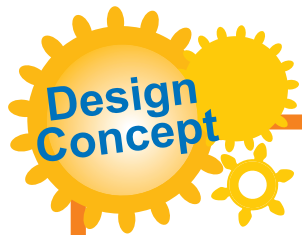
17. Aardbevingssimulator

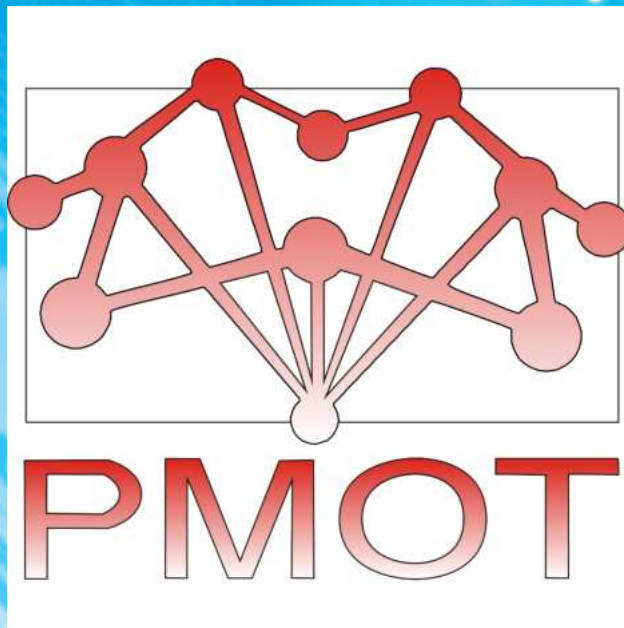


18. Seismische &amp; trillingsvrije-constructies



19. Dempers





**Importeur PMOT**  
**Torenstraat 13**  
**9679 BN Scheemda**  
**tel: +31(0)597591596**  
**E-mail: info@pmot.nl**  
**Website: www.pmot.nl**



**MADE IN TAIWAN**

**GENIUS TOY TAIWAN CO., LTD.**  
**www.gigotoys.com**

© 2019 Genius Toy Taiwan Co., Ltd. ALL RIGHTS RESERVED **R21#1237R**