

PROBLEEMSTELLING

De mens is steeds op zoek naar nieuwe plaatsen. Zo ontdekte Christoffel Columbus in 1492 Amerika en Vasco da Gama ontdekte India vanuit Portugal enzovoort. Ter plaatse bouwden ze bruggen om hun gebied verder te kunnen uitbreiden..

Tegenwoordig zijn bruggen nog steeds nodig om verbindingen te maken tussen verschillende gebieden, we denken aan de Vasco da Gamabrug die de Taag overbrugt in Lissabon.

De bedoeling van deze opdracht is om een zo stevig mogelijke hangbrug te bouwen gebruik makende van 3D geprinte onderdelen. Bij het ontwerp van de brug zal je rekening moeten houden met verschillende zaken zoals bijvoorbeeld: hoeveel 3D geprinte stukjes zal je gebruiken, hoe zal je deze vastmaken aan elkaar, hoeveel kan je de brug belasten,...

OMSCHRIJVING OPDRACHT

Bij de wedstrijdopdracht 'De Brute Brug' bedenken en bouwen de leerlingen een brug die een zo groot mogelijke mogelijk belasting kan weerstaan. Een aantal zaken zullen in rekeningen worden gebracht bij het ontwerp van de brug. Zo mag de brug enkel bestaan uit 3D geprinte PLA stukken en de brug moet in staat zijn om getest te worden door de *Vernier Structures & Materials Tester*. In deze lesactiviteit gaan de leerlingen nadenken hoe ze de brug kunnen samenstellen om aan deze zaken te voldoen. Wat is daar allemaal voor nodig? Hoe kan een ontwerp worden gemaakt voor een stevige brug? Welke types bruggen bestaan er? Wat is het voordeel van het ene type brug ten opzichte van een ander type brug? Uit welke materialen wordt een brug in de werkelijkheid vervaardigd? Welke goniometrische vorm wordt vaak gebruikt bij in bruggen? (STEM1,2,3,4)



WERKVORMEN

- Klassikaal
- Groepjes van 3 à 4 leerlingen (STEM8)

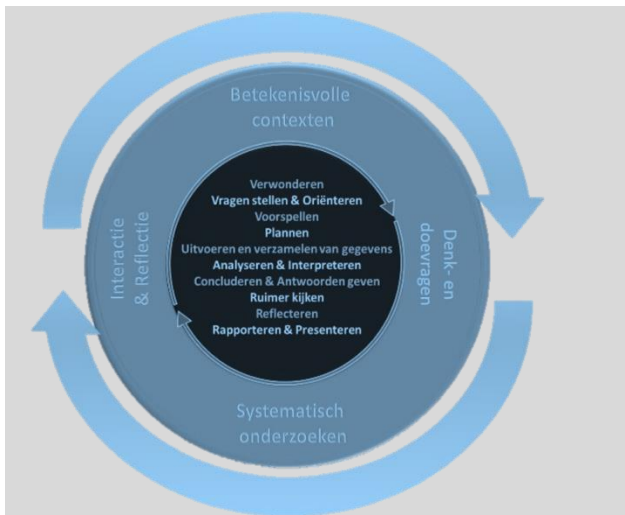
MATERIALEN EN GEREEDSCHAP

- Computer met CAD software
- 3D Slicer software
- 3D printer
- PLA filament
- ...

SPECIFICATIES OPDRACHT

Zie wedstrijdbrief.

ONDERZOEKEND EN ONTWERPEND LEREN



Wat is onderzoekend en ontwerpnd leren? (STEM9)

Onderzoeken en ontwerpen zijn verschillende werkwijzen. Onderzoekend leren is gericht op het vergroten van kennis door het doen van een onderzoek (vraag: hoe zit dat?), terwijl bij ontwerpnd leren het bedenken en maken van een product centraal staat (vraag: hoe maak ik iets beter?). Stel, je wilt een speedboot ontwerpen. Je moet dan eerst onderzoeken wat de beste manier van aandrijving is en welke materialen je nodig hebt voordat je een boot kunt gaan ontwerpen en maken. Dat is hier ook het geval, deze lesactiviteit is gericht op onderzoekend leren. De activiteit bereidt de leerlingen voor op de ontwerpopdracht van het STEM Tornooi .

FASE 1: VERWONDEREN

Vertel dat de leerlingen gaan deelnemen aan het STEM Tornooi met de uitdaging 'De Brute Brug'. In deze fase introduceer je het onderwerp van de opdracht. Gebruik voorbeelden uit de praktijk. Vraag aan de leerlingen wat een brug is en wat het doel is. Welke bruggen ken je in uw omgeving (STEM6,9,10)? Uit welke onderdelen bestaat een brug? Je kunt hierbij gebruik maken van onderstaande video's. Vertel de leerlingen dat ze voor het STEM Tornooi zelf een brug zullen ontwerpen (STEM9). Een echte brug is namelijk te vergelijken met zo'n miniatuur brug. Maar voordat de leerlingen aan de slag gaan met materialen, dienen ze eerst te onderzoeken hoe een dergelijke brug in elkaar zit en waarom deze niet uit elkaar valt als er auto's, treinen,... op rijden (STEM2,3).

Inspiratie nodig?

[Filmfragment 1](#)

[Filmfragment 2](#)

[Filmfragment 3](#)

[Filmfragment 4](#)

[Filmfragment 5](#)

[Filmfragment 6](#)

[Vernier Structures & Materials Tester](#)

FASE 2: VERKENNEN (STEM1,2)

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

De leerlingen kunnen zich bijvoorbeeld afvragen waarom er verschillende bouwvormen van bruggen bestaan. Dergelijke vragen dienen te worden omgezet in onderzoekbare vragen. De onderzoeksvraag kunnen de leerlingen zelf formuleren. Leerlingen die vastlopen, kun je helpen door samen bepaalde variabelen aan te wijzen en te benoemen. Zo kun je bijvoorbeeld vragen: 'Hoe kan ik de sterkte van een 3D geprint object zo sterk mogelijk maken?'

FASE 3: ONDERZOEK OPZETTEN (STEM3)

Tijdens deze fase laat je de leerlingen een plan bedenken voor een experiment om de onderzoeksvraag te beantwoorden. De onderzoeksvraag zou bijvoorbeeld kunnen zijn: 'Waarom zijn er één of meerdere pylonen en kabels nodig bij een hangbrug?'. De leerlingen maken met hun groepje een stappenplan van het experiment. Ze denken na over de variabelen die ze nodig hebben. De verschillende variabelen die ze kunnen gebruiken zijn:

1. De grootte van de hangbrug.
2. Het aantal pylonen.
3. Het aantal koppelstukken.

FASE 4: ONDERZOEK UITVOEREN (STEM3)

Tijdens deze fase kunnen de leerlingen de volgende experimenten uitvoeren.

1. Experimenteren met 3D modellen

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken hoe een 3D model kan getekend worden. Je kan dit 3D model praktisch realiseren met een 3D printer. Wat zijn de beperkingen hierbij en met welke zaken moeten de leerlingen rekening houden?

2. Experimenteren met 3D printen

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken wat er allemaal mogelijk is met een 3D printer. Dit is een technologie die zowel in hobbyprojecten wordt toegepast als ook steeds meer in de industrie. Wat kan je allemaal maken met een 3D printer? Wat zijn de maximale afmetingen van een 3D geprint object? Wat heb je allemaal nodig om te kunnen 3D printen? Wat zijn filamenten?

3. Experimenteren met de combinatie van 3D ontwerp en 3D printen

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken of het lukt om alle 3D ontworpen stukken te kunnen 3D printen. Kunnen de gekozen 3D software en 3D printer samenwerken of zijn er bepaalde limieten? Kunnen de 3D geprinte stukken aan elkaar vastgemaakt worden, en hoe?

4. Experimenteren met de ontworpen brug te verstevigen

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken hoe de brug verstevigd kan worden. Kan de brug verstevigd worden door het aanbrengen van extra 3D geprinte stukken, of net door één of meerdere stukken weg te nemen?

FASE 5: CONCLUDEREN (STEM3,4,5)

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

Vragen die je kunt stellen:

- Hoe ontwerp je een hangbrug, met welke parameters hou je rekening?
- Hoe teken je een 3D model via een softwarepakket?
- Hoe wordt er gewerkt met een 3D printer?

FASE 6: PRESENTEREN (STEM6,7,8)

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

FASE 7: VERDIEPEN EN VERBREDEN (STEM3,4,5)

Laat de leerlingen de kennis die ze tijdens deze lesactiviteit hebben opgedaan toepassen binnen de wedstrijdopdracht. In deze wedstrijdopdracht gaan de leerlingen het experiment herhalen met 'De Brute Brug'. Laat ze onderzoeken hoe ze de onderdelen van de brug kunnen ontwerpen zodat de brug zo stevig mogelijk is. Houd hierbij rekening met de wedstrijdcriteria.

VEEL SUCCES!

STEM Tornooi © 2019.

www.stemtornooi.be

DE UITDAGING

Bij de wedstrijdopdracht 'De Brute Brug' bedenken en bouwen de leerlingen een hangbrug die een zo groot mogelijke belasting kan weerstaan om 10 mm door te buigen. Een aantal parameters zullen in rekening moeten gebracht worden om in deze uitdaging te slagen. Zo moet de brug kunnen getest worden in de *Vernier Structures & Materials Tester*, dit wil zeggen dat de afmetingen beperkt zijn. De brug moet 300mm kunnen overbruggen. Het rijvlak van de brug mag maximum 10mm breed zijn en maximum 2mm hoog zijn en moet bestaan uit minstens 2 delen. Omdat de brug op zich niet stevig genoeg zal zijn, wordt gekozen om met andere stukken een boogbrug van de brug te maken. De overige stukken (boog, pylonen,...) mogen een maximale diepte van 150 mm, en zijden van maximum 4mm x 4mm hebben. Deze stukken dienen om de boog/pylonen/... te vormen en dus niet om rechtstreeks aan het rijvlak te bevestigen ter versteviging. Er dient nagedacht te worden over het type hangbrug die de leerlingen zullen ontwerpen en bouwen, welke brug is het sterkst? Er mogen enkel 3D geprinte PLA stukken worden gebruikt en deze stukken zijn beperkt in hoeveelheid. Zo moet het rijvlak (dat niet gebogen mag zijn bij het begin van de belasting) uit minimaal 2 stukken bestaan, er mogen maximum 10 stukken met de maximale afmetingen van 150mm, 4 mm x 4 mm gebruikt worden en maximum 20 koppelstukken met afmetingen 30mm x 30mm x 30mm. Onder het wegdek mag niets bevestigd worden behalve deze koppelstukken die dan aan het wegdek zijn vastgemaakt. Deze stukken kunnen opgezocht en gedownload worden of kunnen zelf ontworpen worden, meer info over het zelf ontwerpen van de stukken is terug te vinden in bijlage 'Meer info over 3D printen'. Er worden per provincie gratis workshops georganiseerd over 3D printen, zie bijlage 'Workshops 3D printen'. De 3D geprinte stukken moeten aan elkaar bevestigd worden zonder gebruik te maken van andere materialen (geen lijm, bouten/moeren of andere zaken toegelaten). De brug mag een maximaal gewicht hebben van 80g. Daarnaast dient de brug een ketting te kunnen bevestigen over het rijvlak en in het midden van het rijvlak van de brug zodat de brug belast kan worden, zie bijlage 'Foto's + gegevens Vernier Structures & Materials Tester'.

DE UITDAGING

Bouw een hangbrug, die zo veel mogelijk belast kan worden voor 10 mm doorbuiging.

TEAM (stem8)

Team van 3 à 4 leerlingen.

MATERIALEN

Lees de paragraaf 'Wat mag wel en wat mag niet?' voor de voorwaarden waaraan de brug moet voldoen.

SPECIFICATIES

- De wordt getest in de *Vernier Structures & Materials Tester*.
- De brug moet minimum 300mm tot maximum 400mm kunnen overbruggen.
- Het wegdek van de brug mag maximum 10 mm breed en 2mm hoog zijn.
- Het wegdek moet minimaal uit 2 verschillende onderdelen bestaan.
- De andere onderdelen zijn maximaal 150mm x 4mm x 4mm en mogen maximum 10 keer gebruikt worden in de brug en mogen niet rechtstreeks aan het wegdek worden vastgemaakt ter versteviging. Wel om de boog en pylonen te vormen.
- De koppelstukken (maximum 30mm x 30mm x 30mm): max. 20 keer gebruiken.
- Onder het wegdek mag niets bevestigd worden behalve deze koppelstukken die dan aan het wegdek zijn vastgemaakt.
- De steunpunten waar de grond de brug raakt mogen maximum 70 mm breed zijn.
- De brug mag niet groter zijn dan de opgegeven afmetingen zodat de brug past in de *Vernier Structures & Materials Tester*.
- Er mogen enkel PLA (geen ABS of andere) filamenten gebruikt worden.
- De brug mag maximaal 80g wegen.

ACTIVITEITEN OP SCHOOL

Laat de leerlingen experimenteren met het opzoeken en ontwerpen van verschillende types hangbruggen. Ééns het type gekozen is, kan dit worden ontworpen en gerealiseerd. De verschillende onderdelen die worden geprint met een 3D printer kunnen aan elkaar worden vastgemaakt door middel van deze in elkaar te klikken. Hierbij moet natuurlijk rekening gehouden worden bij het ontwerp. Dan kan het model geanalyseerd worden met als doel dit nog te versterken door nog extra geprinte onderdelen toe te voegen. Hou hierbij rekening met het maximaal aantal te gebruiken stukken, zie specificaties. Ééns het model definitief is, kan het worden getest. Hoeveel gewicht kan deze brug dragen voor de brug 10 mm doorbuigt? Wat was het zwakste punt van de brug en hoe kan dit verbeterd worden? Laat de leerlingen een papieren **logboek** maken waaruit blijkt welke activiteiten ze tijdens de voorbereidende lessen hebben ondernomen. Wat is het plan van aanpak? Welke zaken hebben ze uitgetoet? Welke vragen hebben ze gesteld? Welke oplossingen werden door de leerlingen aangeleverd? Wat hebben ze eruit geleerd? Kunnen de leerlingen dat ook uitleggen? Het posterverslag kan een goed hulpmiddel zijn om met de leerlingen te reflecteren over hun individueel- en groepsproces en het eindproduct. Het **posterverslag** bevat tekeningen, foto's, oplossingen van STEM onderzoeksvragen, en een duidelijke weergave van het verloop van het (technisch) proces. Waar is de wiskunde toegepast (vb: onderzoek type hangbrug, welke goniometrische vorm komt vaak terug bij een brug en waarom, ...)? Kan er een antwoord gegeven worden over het maatschappelijk belang van dit onderzoek? Wat kan er nog beter aan de realisatie?

MATERIALEN OP SCHOOL

- Gewichten om te bevestigen aan de brug
- 3D printer
- PLA filament
- 3D CAD software (zie bijlage 'Meer info over 3D printen')
- 3D slicer software (zie bijlage 'Meer info over 3D printen')
- Standaard gereedschap

DE SCHOOL NEEMT MEE NAAR DE WEDSTRIJD

- Alle stukjes van de afgewerkte brug moeten afzonderlijk worden meegebracht en de brug moet ter plaatse worden samengebouwd nadat de jury is langsgesproken.
- Het logboek met notities van alle voorbereidingen.
- Het papieren posterverslag van het verloop van de voorbereidingen op school (verplicht!). ([stem7](#))

DE ORGANISATIE ZORGT VOOR

- *Vernier Structures & Materials Tester*
- Data logging systeem om de belasting op de brug te meten
- Een weegschaal

VERLOOP VAN DE WEDSTRIJD

Na de aankomst op de wedstrijdlocatie in Technopolis gaat het team en zijn begeleiders naar de tafel waar hun deelnamenummer ligt. Samen met de begeleiders leggen de leerlingen de meegebrachte materialen (de brug die nog niet is samengebouwd), het poster verslag en de logboek klaar. Er is geen mogelijkheid om de poster op te hangen! Nadat de jury met een duidelijk signaal (**stem7**) de wedstrijd officieel heeft geopend, trekken de begeleiders zich terug.

De wedstrijd bestaat uit twee delen. De beoordeling van de jury en de praktische proef. De jury gaat bij elk team langs om de opdracht met de leerlingen te bespreken, met behulp van de poster, het logboek, en de uitvoering van de opdracht te beoordelen (7 min.) en de brug te wegen. Hierbij noteert de jury haar indruk over de wijze waarop de leerlingen op school aan de opdracht hebben gewerkt en hoe de begeleider de leerlingen hierbij heeft begeleid en leiding heeft gegeven aan het leerproces.

De jury bepaalt haar oordeel over de creativiteit en originaliteit van het gekozen ontwerp van de brug en maakt daar een aantekening van. Er komen 2 jury's langs, telkens voor max. 7 min. Nadat de eerste jury is langsgesproken mag begonnen worden aan het samenstellen van de brug. Na de beoordeling van de jury, wordt de praktische proef gehouden. Een teamlid zet de brug op de *Vernier Structures & Materials Tester*. Op het teken van de jury wordt de belasting op de brug aangelegd. De jury meet met behulp van het logging systeem de kracht die wordt uitgeoefend op de brug en de doorbuiging van de brug. De kracht wordt groter en groter tot de brug 10mm doorbuigt. Deze kracht moet zo groot mogelijk zijn is de finale kracht voor deze deelnemers. Indien de kracht maximaal is en de brug buigt nog geen 10 mm door, wordt de doorbuiging door de jury genoteerd.

WAT MAG WEL EN WAT MAG NIET?

- De brug wordt door een deelnemer op de *Vernier Structures & Materials Tester* geplaatst.
- Na het startsignaal wordt de belasting op de brug aangelegd.
- Er mogen geen kant-en-klare bruggen gebruikt worden.
- De invulling van de 3D geprinte stukken mag zelf gekozen worden (bvb. rechthoekig, ...). Zie bijlage 'Meer info over 3D printen'.
- Supports mogen gebruikt worden tijdens het 3D printen maar moeten worden verwijderd voor de bouw van de brug. Zie bijlage 'Meer info over 3D printen' voor meer informatie.
- Er is slechts één poging om de brug te testen. Eéns de brug 10 mm doorbuigt is dit de kracht die wordt genoteerd door de jury.
- Als de brug breekt voor deze een buiging van 10mm heeft, eindigt de poging.
- Als de brug nog geen 10 mm buigt bij maximale kracht, wordt deze buiging genoteerd door de jury.
- Er moet een door de leerlingen gemaakte poster en logboek aanwezig zijn.
- De begeleiders mogen de leerlingen helpen met het klaarzetten van de materialen en de poster, maar moeten zich terugtrekken en zich onthouden van het geven van aanwijzingen tijdens de officiële wedstrijd en voorstelling.
- Alles wat niet verboden is, is toegestaan.

WAT DOET DE JURY?

WAAR LET DE JURY OP?

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

- De jury bekijkt alle geprinte onderdelen van de brug afzonderlijk. Eéns de jury is langs geweest mag de brug worden samengesteld.
- De jury noteert naar aanleiding van het gesprek (vraag gestuurd) met de leerlingen en de meegenomen poster en logboek haar bevindingen over de wijze waarop er gewerkt is (originaliteit, creativiteit...).
- De jury controleert of aan de wedstrijdvoorwaarden is voldaan.
- De jury meet de kracht die wordt uitgeoefend op de brug en de doorbuiging van de brug. De kracht waarbij de brug 10mm doorbuigt wordt als definitieve kracht beschouwt voor dat team. Indien de brug niet 10 mm doorbuigt bij de maximale kracht van de *Vernier Structures & Materials Tester* dan wordt de doorbuiging genoteerd door de jury.

WIE WINT?

De gouden, zilveren en bronzen prijs gaan naar de teams die de grootste belasting hebben bij een doorbuiging van de brug van 10 mm of de minste doorbuiging bij maximale kracht van de *Vernier Structures & Materials Tester* en het best voldoen aan de 10 STEM criteria. Alsook het posterverslag, de berekeningen, het logboek en de voorstelling aan de jury spelen een belangrijke rol bij de beoordeling van de STEM-kwalificaties.

VRAGEN?

Lees eerst het wedstrijdreglement op de website van www.stemtornooi.be

Lees de FAQ-pagina op de website van www.stemtornooi.be

Vragen over ‘De Brute Brug’ waarop de website het antwoord niet verschaft, kunnen worden gericht aan bert.deseine@vives.be

VEEL SUCCES EN PLEZIER MET DE WEDSTRIJDOPDRACHT!

STEM Tornooi © 2019.

www.stemtornooi.be

Bijlagen:

Foto's + data Vernier Structures & Materials Tester



Detailfoto's:

- <https://www.vernier.com/images/magnify/product.vsmc.hero.002.jpg>
- https://www.vernier.com/images/magnify/product.vsmc.ruler_crossbar_cropped.001.jpg

Globale data:

- <https://www.vernier.com/products/sensors/vsmc/>

Voorbeelden van een hangbrug



Meer info over 3D printen

Alle informatie om goed aan de slag te kunnen gaan met 3D printen kan op de volgende website worden opgezocht:

<https://onderwijs.flam3d.be/>



Workshops 3D printen

Per provincie kan er een gratis workshop 3D printen worden gevolgd zodat de basis kan worden bekomen omtrent 3D printen. De bedoeling van deze ±2,5 uur durende opleiding is om de basis mee te geven van 3D printen. Deze lijst (waar en wanneer de workshops doorgaan) wordt eind januari online geplaatst op de website van het STEM Tornado: <http://www.stemtornooi.be/>.

Bijlage: STEM-kader

STEM zet in op de volgende dimensies en principes:

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

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