

Circulaire brug



Naam: Adriaan van de Beek, Eline Kleinberg
en Jade Hazeleger
Datum: 28-1-2020

School: JFC, te Barneveld
Klas: V4B, OO 1

Vak: Onderzoeken en Ontwerpen (O&O)
Docent: J.M. Lammers (LSH)

Inhoudsopgave

1	Vooronderzoek.....	Pagina 3
1.1	Inleiding.....	Pagina 4
1.2	Programma van Eisen.....	Pagina 5
2	Soorten bruggen.....	Pagina 6
2.1	Vaste bruggen.....	Pagina 6
2.2	Beweegbare bruggen.....	Pagina 8
2.3	Beroemde bruggen.....	Pagina 9
2.3 ¹	Beweegbare bruggen.....	Pagina 12
3	Materialen.....	Pagina 13
3.1	Trade off Matrix.....	Pagina 15
3.2	Constructief sterke vormen.....	Pagina 16
4	Eindresultaat.....	Pagina 18
4.1	Tussenevaluatie.....	Pagina 19
4.2	Eindontwerp.....	Pagina 20
4.3	Maquette.....	Pagina 21
5	Literatuurlijst.....	Pagina 22
6	Bijlage.....	Pagina 26
6.1	Interview met professor.....	Pagina 27
	Test ontwerpen.....	Pagina 31
6.2	resultaten onderzoek in het bos.....	Pagina 33
6.3	Technische tekening.....	Pagina 35

Vooronderzoek

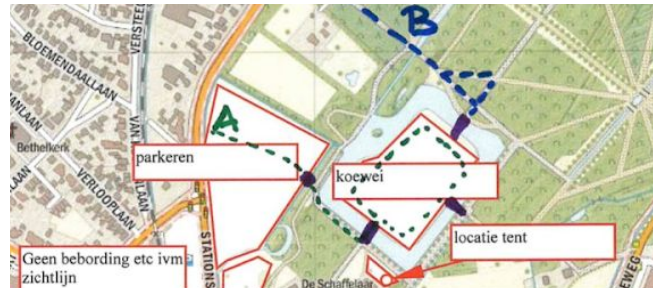
Inleiding

De Koewei

de locatie voor de nieuwe bruggen is al bekend. De koewei in het schaffelaarse bos te Barneveld. De gemeente heeft een aantal eisen opgesteld en daar gaan wij nader onderzoek naar doen. We moeten naast dat we onderzoek doen naar de eisen van de gemeente, ook eisen onderzoeken van 'Bouwend Nederland'. In dit verslag zul je onze bevindingen vinden. Helemaal aan het eind zullen we er ook een trade off matrix in plaatsen.

Het water

Het water rondom de koewei heeft op eigenlijk elke plek een verschillende breedte. Daarom hebben we alleen de breedte gemeten op de locatie waar de bruggen zouden moeten komen. De plattegrond die we hiervoor hebben gebruikt is te zien bij figuur 1.



De breedte van het water hebben we gemeten via google maps, daar hebben we gebruik gemaakt van de schaal en met een geodriehoek de afstand opgemeten en omgerekend. De breedte is als volgt: Op locatie A is het ongeveer 20 Meter. Op locatie B scheelt het niet heel erg veel, daar is het ongeveer 18 meter breed.

Pontons

Voor een groot evenement zoals de ballonfiësta of de Ter Dege fair moeten ook busjes en vrachtwagens de koewei kunnen bereiken en over de huidige brug lukt dat niet omdat die te smal is en al helemaal niet sterk genoeg. Om dit probleem op te lossen leggen ze pontons neer. Dat zijn soort van drijvende platformen die kunnen dienen als bruggen. Je hebt veel verschillende maten dus kan je ze gebruiken als brug voor de vrachtwagens of als brug voor voetgangers. Het is niet heel duurzaam om die bruggen daar steeds opnieuw neer te leggen. Daarom moeten er een vaste brug komen en die moeten wij gaan ontwerpen.

Cradle-to cradle

Dit is een principe dat wordt beschreven in de opdracht. Dit betekent letterlijk van wieg tot wieg, met andere woorden een kringloopprincipe. Het kringloopprincipe vind je terug in het begrip circulair. De Cradle-to cradle is een filosofie van twee mensen, genaamt chemicus Michael Braungart en filosoof William McDonough. Deze filosofie is ontstaan in 2002. Deze filosofie hebben ze als eerste gepresenteerd via een boek.

Plan van Eisen

Randvoorwaarde gemeente

De vergunningen die beschikbaar zijn:

- Omgevingsvergunning
- Rijksmonument
- WnB (Wet natuurbescherming)

- Zo min mogelijk verkeer
- faseren gebruiksstromen
- beschermen van groeiplaats bomen op landgoed

Randvoorwaarde Innovatieprijs

- circulariteit
- esthetiek

Functionele wensen

- Inrichting lanen rondom koewei (o.a. ploffen, slagbomen, bescherming bermen)
- Uitbreiding graskeien op koewei (rondje kunnen maken)
- Beschoeiing en rand Koewei
- Voorzieningen op weides voor parkeren (graskeien, denk aan uitgangen op stationsweg)
- Voorzieningen water, elektra (eigen meter)?
- Inpassing en aanpassing rolstoelpad

Gebruikerswensen

- Er moet bouwverkeer overheen kunnen.
- Voor voetgangers en motoren

Ontwerpbeperkingen

- Passen bij de natuur
- circulaire materialen

Onze eisen

- veilig
- mooi

Soorten bruggen

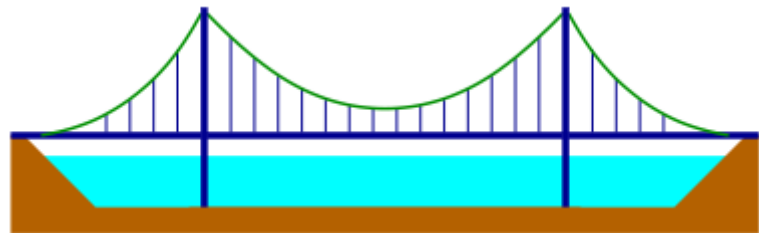
Je hebt verschillende soorten bruggen, de bruggen hebben allerlei verschillende vormen. Je hebt vaste- en beweegbare bruggen. Vaak hebben bruggen een bepaald uiterlijk. Bruggen worden voor allerlei doeleinden gebruikt. Wij focussen ons met name op bruggen voor vervoersmiddelen. Dat betekent dat we dus niet inzoomen op bruggen die je bijvoorbeeld moet oversteken bij een wandelpad.

Je hebt natuurlijk altijd nog speciale bruggen die echt als bijzonder bekend staat. Bij die bruggen gaat het voornamelijk om het uiterlijk dat bijzonder is.

Vaste bruggen

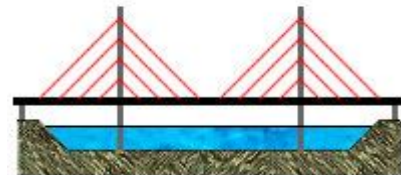
Hangbrug

Een hangbrug is meestal opgebouwd uit een of twee zogeheten pijlers. Deze pijlers spannen vaak een of twee dikke kabels, aan deze kabels worden dan op hun beurt een aantal dunne kabels gespannen. Deze kabels hangen niet horizontaal, maar verticaal. Op deze manier krijg je kettinglijn. Wiskundige zouden het vergelijken met een parabool.



Tuibrug

Deze brug staat ook wel bekend onder de naam kabelbrug. Dit is omdat de brug bekend staat, om hoe de kabels met de brug verbonden zijn. De pijlers, die je ook bij de hangbrug hebt, zijn verbonden door verschillende kabels die vanaf het wegdek naar verschillende punten van de pijlers loopt. Op deze manier ontstaan er verschillende soorten driehoeken.



De tuibrug op zichzelf heeft ook nog verschillende variaties, in hoe de driehoeken eruit zien. Dat kan door bijvoorbeeld de pijler van vorm te veranderen. Maar ook kan je de vorm aanpassen door de kabels naar het hoogste punt van de pijlers te leiden. Je kan ook de kabels links en rechts ongelijke lengtes geven, hierdoor ontstaan een ander apart effect. In totaal zijn er vier verschillende variaties.

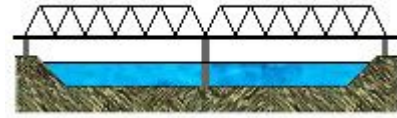
Kraagbrug

De naam zegt het al een beetje, bij een kraagbrug zit er een kraag in het ontwerp die al het gewicht opvangt. Hierdoor kan de brug alle verkeer behouden. De kraag bruggen kunnen doordat er niet een specifiek ontwerp bestaat allerlei verschillende vormen aannemen.



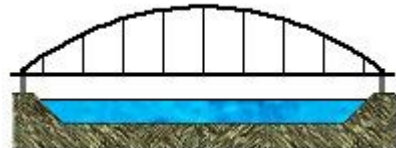
Vakwerkbrug

Een vakwerkbrug is een brug met veel driehoeken, maar de brug zelf heeft niet het aanzicht van een driehoek, zoals je dat wel hebt bij de tuibrug. Deze brug heeft een constructie die vooral bedoeld is om gewicht gelijk te verdelen zodat het sterk blijft staan. De wand van driehoeken staan aan beide zijanten, waarmee het twee leuningingen heeft. Deze brug staat op pilaren die zich onder het wegdek bevinden, deze palen zijn vaak van beton, omdat daarmee de kracht nog beter wordt verdeeld.



Boogbrug

Deze brug wordt best wel vaak gebruikt. Het wordt gekenmerkt door de boog die boven of onder het wegdek is geplaatst. Als de boog boven het wegdek is geplaatst zitten daar vaak spijlen verticaal aan die vastzitten aan het wegdek. Maar ook de spijlen kunnen een andere richting aannemen, als dit gebeurt heeft de brug een ander patroon in zich. Dit is om de boog te versterken. Als de boog onder het wegdek bevindt zit daar vaak het materiaal, waar de rest van de brug gemaakt is, tussen. Hierdoor zitten er geen gaten tussen en is de boog stabiel, het wegdek steunt in dit geval op de brug.



Liggerbrug

Liggerbruggen worden voornamelijk gebruikt voor kleine overbruggingen. Daarom worden deze bruggen voornamelijk gemaakt zodat alleen voetgangers en kleine motoren overheen kunnen. Verder zijn er drie geschikte materialen voor deze brug, deze zijn hout, staal en composiet. Als je de brug van composiet maakt moet het wegdek verplicht ook van hetzelfde materiaal zijn, anders is de brug niet sterk genoeg. Bij de andere twee materialen kan het wegdek wel van een ander materiaal worden gemaakt, maar een houten, kunststof of stalen wegdek is het beste.

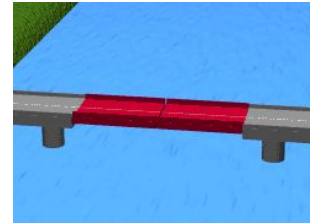


Er bestaan ook pijler bruggen, dit zijn een soort liggerbruggen, maar kunnen worden gebruikt voor langere afstanden doordat de brug heel veel pijlers heeft. Het zijn eigenlijk heel veel liggerbruggen achter elkaar.

Beweegbare bruggen

Basculebrug

Een Basculebrug werkt hetzelfde als een wipwap, aan de ene kant zit het wegdek en aan de andere kant een gewicht. Door het gewicht kost het weinig moeite om het brugdek omhoog te krijgen. En zoals hiernaast op de animatie te zien is komt de brug verticaal te staan waardoor boten van alle hoogtes er doorheen kunnen.

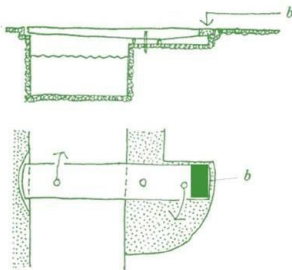


Hefbrug

Een hefbrug werkt ook met gewichten, maar deze gewichten bewegen verticaal. Zoals hier links te zien is, hebben hefbruggen altijd aan beide kanten een pilaar of toren. Hierin zit een katrollensysteem waar het touw overheen rolt dat verbonden is met de brug aan het ene eind en aan het andere eind de gewichten. Zo wordt het hele wegdek opgetild.

Draaibrug

Een draaibrug werkt niet met gewichten, hij wordt namelijk gewoon opgedraaid. Dit kan op twee manieren, op dezelfde manier zoals hiernaast, waarbij het eiland in het midden als draaipunt wordt gebruikt



*De ongelijkarmige draaibrug.
b. ballast.*

of bij een ongelijkarmige draaibrug. Hierbij is de ene kant korter dan de andere en in de kortere kant zitten contragewichten zodat de brug in balans is. Dit is te zien in het plaatje hier links.



Beroemde bruggen

Er zijn ontzettend veel bruggen op de wereld, maar lang niet elke brug is beroemd. Een brug wordt vaak bekend door het uiterlijk dat het heeft. Hierboven hebben we de meest bekende brug soorten uitgelegd. Als je met deze kennis naar beroemde bruggen kijkt zie je vaak welke soort constructie het is, misschien wel heeft het wel meerdere constructies in zich. We hebben een site gezien die de de beroemdste bruggen weergave. We hebben deze lijst gebruikt, het enige wat we hebben aangepast is dat de nummer zes in de lijst de erasmusbrug is geworden. Dit is omdat dat een goed voorbeeld is voor ons vooronderzoek van de bruggen.

10 De grote riembrug

Deze brug staat ook bekend onder de naam 'Grote Beltbrug'. Deze brug is gelegen in Denemarken en maar liefst 18 km lang. Deze brug is niet bekend om zijn uiterlijk, maar om zijn functie. Door deze brug is het mogelijk om van west-Europa door heel scandinavië te kunnen reizen. Maar genoeg over de algemene informatie van de brug, terug naar het uiterlijk. Als je deze brug bekijkt kan je zien dat het voornamelijk de vorm heeft van een hangbrug. Dit komt doordat de kabels tussen de twee pijlers duidelijk een paraboolvorm aannemen.



9 De Parel brug

De Parel brug staat in Japan en verbindt de eilanden Honshu en Iwaya. De brug heeft een record op zijn naam staan, namelijk dat zij de grootste spanwijdte voor een hangbrug heeft. De brug is een hangbrug aangezien er twee kabels tussen de pijlers lopen die een paraboolvorm hebben. Aan deze kabels hangen dan kleinere kabels die met het wegdek verbonden zijn.



8 De karelsbrug

Deze brug is niet bekend om het feit dat het een record op haar naam heeft, maar om de historische achtergrond. Deze brug ligt in Praag en heeft voornamelijk een grote breedte. De brug is wel tien meter breed. Dat klinkt heel weinig maar als je weet dat de brug maar 500 meter lang is, valt de breedte best wel op. Als je naar de constructie van de brug kijkt zie je duidelijk een aantal bogen aan de onderkant. Verder zijn er geen bijzondere constructies die tot een andere brug toebehoren.





7 Het Millau Viaduct

Dit is 's werelds hoogste brug. Het wegdek ligt al op 245 meter hoogte en dan zijn de toppen van de pijlers nog eens 98 meter boven het wegdek. Daarnaast is de brug 2460 meter lang. De brug staat op de unesco werelderfgoedlijst. Deze brug is een goed voorbeeld van een Tuibrug, de kabels zijn namelijk direct verbonden van de pijlers naar het wegdek waardoor er verschillende soorten driehoeken ontstaan.

6 De Erasmusbrug

Officieel staat de Rialto brug op deze plek, maar deze brug soort hebben we al gehad. Daarom hebben we besloten om de Erasmusbrug beter te bestuderen. Deze brug ligt in Rotterdam en is 284 meter lang, daarnaast heeft het een bijnaam, namelijk 'de Zwaan'. De Erasmusbrug is namelijk een tuibrug, maar niet zeker geen standaard. Omdat de erasmus een beetje afwijkt van het standaard tuibrug type, zou je het namelijk niet meteen aan deze constructie denken. Maar het is toch echt zo, dit komt doordat de pijlers aan een kant kabels naar 1 punt laten lopen en er dus een driehoek gevormd wordt. Aan de andere kant zitten er twee kabels en is het dus echt een tuibrug.



5 De Ponte Vecchio

Deze Italiaanse brug is zo speciaal doordat er huizen en winkels op de brug staan. De straat loopt gewoon door. Het is dus eigenlijk een wijk op het water. De brug is zo'n 100 meter lang en 32 meter breed. De brug is een voorbeeld van een boogbrug, dat maken de bogen onderaan wel duidelijk.

4 De Brooklyn brug

Deze brug ligt in New York en is vooral bekend om haar uiterlijk. Daarnaast heeft de brug een record op haar naam staan, ze heeft namelijk de langste overspanning ter wereld. De top bereikt wel een hoogte van 486 meter, Doordat de brug een overspanning record heeft, is het automatisch een hangbrug. De grote kabels geven s'nachts licht, daarnaast zijn de pijler geen gewone pijler, maar torens. Deze torens hebben twee 'gotische' bogen in zich, die 84 meter hoog zijn.



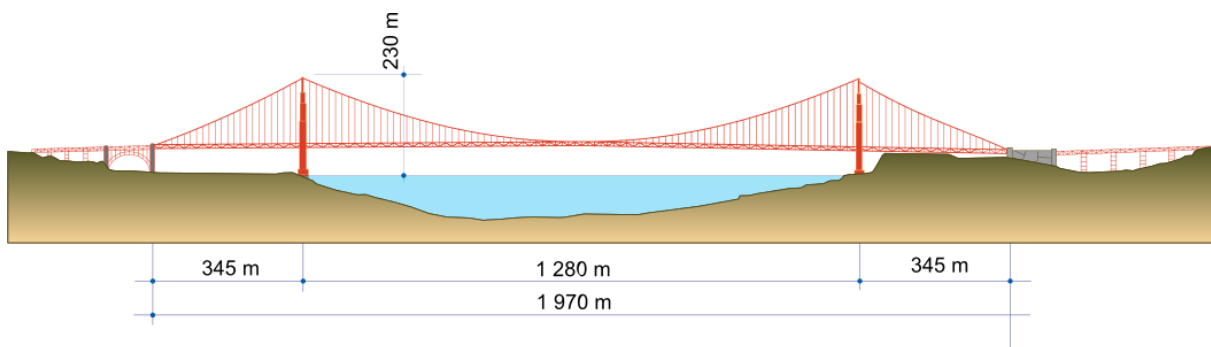


3 De Sydney Haven Brug

De Sydney haven brug is een van de grote trekpleisters van Sydney door de prachtige uitzichten die hij biedt. Vanaf de brug heb je een prachtig uitzicht over de stad en kun je het operagebouw heel goed zien. Ook deze brug is een boogbrug maar dan wel een hele andere versie dan de Ponte Vecchio. De brug is overigens al best oud, hij stamt namelijk uit 1932

2 De golden gate brug

Deze brug is wederom een hangbrug. Als je naar de brug kijkt ziet het er op het eerste gezicht niet uit als een erg bijzondere brug, maar niets is minder waar. Het grootste gedeelte van de brug is een hangbrug maar aan de zijkanten zijn er andere constructies gebruikt. Aan de linkerkant is er gebruik gemaakt van het boogbrug principe. Aan de rechter-, en ook een klein stukje aan de linkerkant zijn een vakwerkbrug constructie geworden. De hele brug is rood. Deze brug heeft een plek in de 'zeven wereldwonderen' en is het icoon voor San Francisco.



1 Tower Bridge

Deze over de hele wereld bekende brug staat in het centrum van London. De brug werd gebouwd in 1886 en men heeft er acht jaar over gedaan om haar te bouwen. De brug dankt zijn naam aan het nabijgelegen tower of London. De brug bestaat uit drie delen, de twee buitenste delen zijn hangbruggen. Het binnenste deel van de brug kan open en is een basculebrug. Boven dit brugdeel lopen twee stalen verbindingen waar men doorheen kan lopen en van het uitzicht over de Theems genieten.

Beweegbare brug

De beroemdste brug van de wereld is een beweegbare brug, maar er zijn natuurlijk nog veel meer beroemde beweegbare bruggen. We hebben twee bruggen uitgekozen. Deze bruggen zijn gemaakt met de constructie dat ze een draaibrug of een hefbrug zijn. We gaan deze twee bruggen bespreken, omdat we deze soort ook hebben onderzocht eerder in het verslag.

George P. Coleman Memorial

Deze brug staat in Amerika en zorgt ervoor dat je de 'York River' kan oversteken. Deze rivier is gelegen in de staat Virginia. Wat deze brug extra bijzonder maakt is dat het een dubbele draaibrug is. Dit komt doordat de overspanning van de brug, voor het gebruik van deze soort constructie vrij breed is. Een andere reden dat de brug een dubbele constructie heeft is omdat het vaarverkeer de rivier precies in het midden moet doorkruisen. Als het een draaibrug met maar een draaipunt zou zijn, zouden de boten veel smaller moeten zijn. Door deze oplossing is het toegestane verkeer veel gevarieerder.



Marine Parkway bridge

Deze brug bevindt zich wederom in Amerika. Om precies te zijn op het meest zuidelijke puntje van New York. Deze hefbrug zorgt ervoor dat het vaarverkeer tot wel 46 meter hoog door kan. Als deze brug omlaag staat kan er vaarverkeer onder door wanneer die zeventien meter of lager is. Het gedeelte dat geheven kan worden is 160 meter breed. De techniek om de brug op te heffen wordt bestuurd in de twee torens die zich aan het uiteinde van het middenstuk zitten.

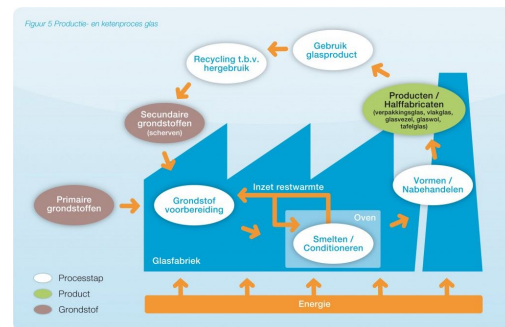
Materialen

Glas

Glas is eindeloos, je kunt het op heel erg veel manieren hergebruiken. Vaak wordt glas hergebruikt als glas. De reden dat glas hergebruikt kan worden met als einddoel hetzelfde resultaat is omdat het zijn glans en kwaliteit nooit verliest. Daardoor kan je wanneer je glas inlevert bij de glasbak, nieuwe glasproducten maken. Het recyclen van glas is tevens ook heel erg milieuvriendelijk, je zorgt ervoor dat het 60% minder CO₂ uitstoot.

Het is wel van belang het glas zo goed mogelijk op kleur te scheiden, dit is omdat je, wanneer er kleuren door elkaar zitten, je nooit meer puur wit glas kan krijgen. Daarom is wit glas schaars.

Glas wordt heel veel in de bouw gebruikt, maar ook bij kunstwerken kan het een rol spelen. Omdat glas eenvoudig vervormbaar is als je het verhit, kan je er de gekste dingen mee doen. Daarnaast is dubbelglas een product dat vooral gebruikt wordt voor ramen, dit glas is overigens erg sterk.



Schimmels

Op universiteit Utrecht doen ze onderzoek naar schimmels als bouwmaterialen.

Onderzoeksleider Han Wösten heeft al is eerder composieten gemaakt vanuit schimmels en afval. Composieten zijn materialen opgebouwd uit meerdere componenten. Nu zijn ze bezig met het ontwikkelen van bakstenen die bestaan uit schimmeldraden. Deze bakstenen zijn niet alleen stevig en geluidswerend maar ze kunnen zich ook aanpassen. Door de schimmeldraden elektrisch te laden kunnen ze sensoren in de stenen plaatsen. Hierdoor kunnen de bakstenen isolerend gaan werken als het koud is of juist poreus als het koud is.

Bewerkt beton

Afgelopen veertien november is er een viaduct in Dronten bekroont met de betonprijs in de categorie circulair. Dit is omdat het beton zo gebruikt en verwerkt is, dat je het zo opnieuw kan gebruiken, en dus het circulair is.

De ontwerpen heeft deze brug zo gemaakt dat de blokken ongeschonden kunnen worden gedemonteerd. De brug is opgebouwd uit allemaal losse betonelementen, omdat de elementen allemaal los zijn hoeft het niet op een hele ingewikkelde manier bewerkt te worden. Door te werken met deze elementen kunnen er later ook andere viaducten mee worden gebouwd. Deze betonelementen zijn niet 'eindeloos', maar kunnen een periode van 200 honderd jaar gebruikt worden. Dit is een goed voorbeeld van een duurzaam prefab beton bouwsysteem.

Hout

Hout is het meest circulaire product dat we tot nu kennen. Hout kan op allerlei manieren bewerkt en gebruikt worden, maar verliest zijn waarde nooit. Wanneer hout in de eindfase gekomen is, dat betekent dat het verbrand wordt. Kan er energie uit gewonnen worden, met die energie is het mogelijk om biomassa te produceren en op die manier wordt er ook weer CO₂ uitstoot. Die CO₂ kan weer worden gebruikt door andere bomen en zo is de kringloop terug bij de eerste fase. Doordat hout ervoor zorgt, dat wanneer het bij zijn laatste fase is, dat er nieuwe bomen kunnen groeien. Soms komt het ook voor dat de asresten worden gebruikt als compost. Op deze manier kan het hout ervoor zorgen dat er nieuwe bomen op die plek kunnen groeien. Ontstaat er hetzelfde product, daarmee is hout honderd procent circulair.



Staal

Staal is een zeer circulair materiaal, want als het materiaal aan het einde van zijn levensduur is kan het na een speciaal proces weer worden omgesmolten tot nieuw staal. Zolang wij het staal uit de brug demontabel maken, kunnen wij het ijzer aan het einde van haar levensduur inleveren bij Van Den Brink BV Staalbouw. Ook is het materiaal zeer sterk waardoor het een goed materiaal is om een brug van te maken.

Cortenstaal

We hebben al eerder onderzocht of staal circulair is. Dat is zo, maar dit is een ander soort staal, dus misschien zit daar verschil in. Het cortenstaal is eenvoudig bewerkbaar waardoor je er hele mooie vormen uit kan krijgen. Dit staal kan worden hergebruikt of omgegoten tot nieuw staal. Ook dit soort staal is dus eindeloos. Dit product wordt zelfs als hoogwaardig circulair beschreven.

Dit materiaal is al een aantal keer bij bruggen gebruikt, maar wordt vooral ook gebruikt voor losse producten zoals plantenpotten. We hebben een webshop gevonden die deze soort producten aanbiedt. Daar staat dat deze producten cradle-to cradle gecertificeerd zijn.

Duurzame verf

Duurzame verf wordt voornamelijk uit natuurlijke producten gemaakt. Op deze manier is de verf niet alleen duurzaam, maar ook circulair. Natuurlijke oliën blijken ook een goede optie. In Zwitserland en Finland hebben ze met natuurverf getest. De overheidsgebouwen die hiermee geverfd zijn hebben nog steeds de originele kleur. De duurzame, of natuurlijke verf brengt ook voor de mens een paar voordelen mee. De eerste is dat het minder schadelijke stoffen in zich heeft zitten en is het dus veiliger, het tweede punt is dat mensen die dit hebben gebruikt over het algemeen een betere stemming hebben. Dit komt doordat mensen in hun achterhoofd weten dat het veiliger en milieuvriendelijk is.

Trade-off Matrix

	staal	hout	glas	schimmel blokken	bewerkt beton
Veilig	geweldig	goed	onaanvaardbaar	geweldig	geweldig
Stevig genoeg	geweldig	aanvaardbaar	onaanvaardbaar	geweldig	geweldig
Circulair	geweldig	geweldig	geweldig	geweldig	aanvaardbaar
Past goed in omgeving	aanvaardbaar	geweldig	goed	geweldig	aanvaardbaar

Legenda bij Trade-off Matrix

- Onaanvaardbaar
Dit is er echt niet voor geschikt
- Goed
Dit is prima te doen, maar het kan altijd nog beter
- Aanvaardbaar
Het is goed om mee te werken, maar als je voor perfect wil gaan. Dan is dit net niet goed genoeg.
- Dit is geweldig, het is eigenlijk perfect, in alle opzichten.

Constructief sterke vormen

Een brug bouwen is niet heel moeilijk want met alleen een grote plaat neer te leggen is het al een brug. Wat het toch moeilijk maakt is het sterk maken van de brug. Je kan natuurlijk hele dikke platen neerleggen maar je kan ook gebruik maken van bepaalde vormen.

Driehoeken

Driehoeken worden veel gebruikt in allerlei bouwwerken maar vooral in bruggen (vakwerkbrug). Je ziet ze bijvoorbeeld terug komen in de parel brug, George P. Coleman Memorial en de Marine Parkway bridge. Driehoeken zijn sterk omdat de druk die van boven komt wordt verdeeld over twee poten. De driehoeken worden meestal achter elkaar geplaatst in een samengestelden profielen.



boog

Een boog zie je niet alleen terug in bruggen. De boogbrug, de naam zegt het al, heeft altijd een boog in zich. De reden dat de boog zo veel wordt gebruikt in gebouwen en bruggen. Is omdat het in principe een vrij sterke constructie is, die veel gewicht kunnen dragen. De reden dat ze veel gewicht kunnen dragen is omdat de boog de krachten gelijkmatig verdeeld. De boog zelf kan ontzettend goed variëren in verschillende verschijningen. De boog is daarnaast ook een van de oudste constructies die er worden gebruikt.

Kruis

Deze constructie vorm kan eigenlijk alleen maar worden toegepast wanneer de brug van stal is gemaakt. Gelukkig hebben we eerder al onderzocht dat staal 100% circulair is. Deze constructie zie je vaak in combinatie met een vierkant. Het kruis wordt gevormd door twee diagonalen. Doordat de diagonale schuin door het vierkant zijn geplaatst vangt het vierkant een horizontale kracht op. Dit zorgt ervoor dat de windlast wordt afgevoerd. Dit maakt deze constructie erg sterk ook als het hard waait.



H-balken

H-balken lijken veel op I balken maar onderscheiden elkaar door de breedte van de balken. H-balken zijn er in verschillende groten en maten. Hierbij kan de breedte verschillend zijn maar ook de hoogte kan worden aangepast. De 'zijanten' van de H worden ook wel flenzen genoemd. En de tussenliggende horizontale lijn wordt ook wel het lijf genoemd.

Deze balken kunnen allerlei verschillende grootte aannemen. Hoe breder de H-balk hoe meer draagvermogen het per meter heeft. Wat je er dan wel bij krijgt, is dat de balk zelf ook een stuk zwaarder wordt. Hier moet je wel rekening mee houden.



Honingraatstructuur

Deze structuur is het best als de traditionele zeshoekige vorm gebruikt. Bij deze vorm is bewezen dat je hiermee de meest materiaal zuinige structuur gebruikt. Deze structuur zie je ook terug in gebouwen. Deze structuur zorgt er namelijk voor dat minimaal gebruik van het materiaal. Daarbij heb je de grootste stevigheid en stabiliteit gebruikt. Vanwege de combinatie licht en stevig komt het dus veel voor in onze samenleving, maar meestal zie je het niet. Dit komt doordat de honingraad vaak wordt 'gesandwich' tussen twee platen. Hiermee wordt de structuur nog sterker.

pijlers

Rechte pijlers worden ook vaak gebruikt. Wanneer deze lang zijn, worden er vaak twee naast elkaar geplaatst. Een bijzonder pijlers in die van het Millau viaduct. Deze begint met een pijler, maar doordat dat niet stevig genoeg is, splits de pijler zich en komt na het wegdek weer samen. Op deze manier is de enkele pijler sterk genoeg.

v-vormige pijlers

Deze ondersteuning zorgt ervoor dat de brede brug dwarsstabiliteit krijgt. Op deze manier krijg je de mogelijkheid om nog meer gewicht te kunnen houden. Door een v-vorm te gebruiken nemen ze bij de grond relatief weinig ruimte in. Hierdoor is het ook mogelijk om deze pijler te gebruiken midden in de stand, zonder dat er teveel oppervlakte gebruikt wordt. De v-pijlers kan de brug de trillingen opvangen en tot het gewenste niveau komen, dat er weinig tot geen geluidsoverlast is.



y-vormige pijlers

Doordat deze pijlers beginnen met een pijler, die uitmondt in een v-vorm. Doordat de y-vorm direct aan de brug vast zit ontstaan er driehoeken. Zoals er al eerder in het verslag staat, is dat driehoeken hele sterke constructie vormen zijn.

Eindresultaat

Tussenevaluatie

Voor de tussenevaluatie hebben we drie ontwerpschetsen laten zien. Deze hebben we allereerst klein op een a4 papiertje gemaakt. Daarna hebben we het uitgewerkt in sketchup. De tussenevaluatie zouden we eigenlijk met de expert doen, maar dat ging helaas niet door. Uiteindelijk hebben we het gewoon met onze vakdocent besproken.

De foto's van de sketchup ontwerpen en de andere losse schetsen vindt u in de bijlage, dit hebben wij gedaan omdat we anders erg vaak hetzelfde plaatje erin zouden zetten en dat is een beetje onnodig. Bovendien is dat ook zonde van de inkt en het papier.

Wij hebben zelf een voorkeur voor brug 2. Dit is omdat je dit materiaal heel erg goed kan bewerken. Daarnaast vinden we deze kleur heel erg goed in de omgeving passen. En bovenal is het geheel circulair. Deze brug is niet compleet van dit materiaal gemaakt. Er zitten nog meerdere circulaire elementen in. Onder andere ook om deze reden, zijn wij erg enthousiast over dit ontwerp.

Feedback van docent

Brug 1: Deze brug is vrij traditioneel en past goed bij de omgeving. Dit is omdat het goed past bij het kasteel. Daarnaast ziet deze brug er vrij sterk uit en is het dus functioneel. Ik vind deze brug een goed idee, en hij ziet er erg circulair uit. Dit is omdat jullie de bakstenen willen vervangen door circulaire materialen, die je als het nodig is geleverd kunnen worden.

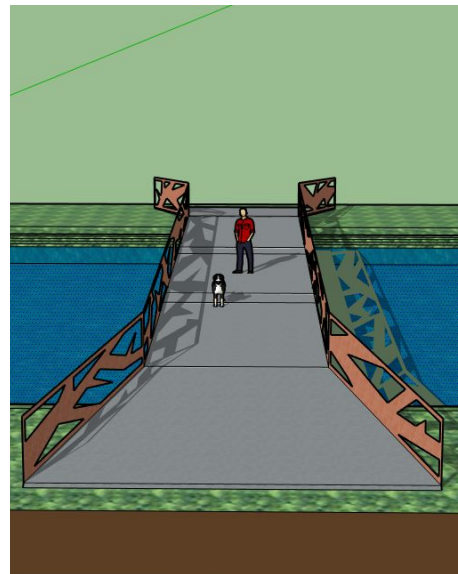
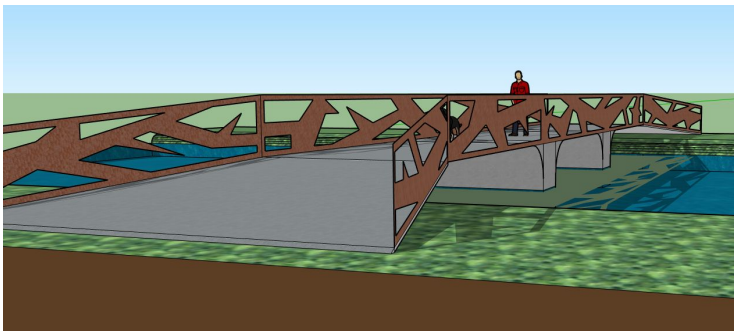
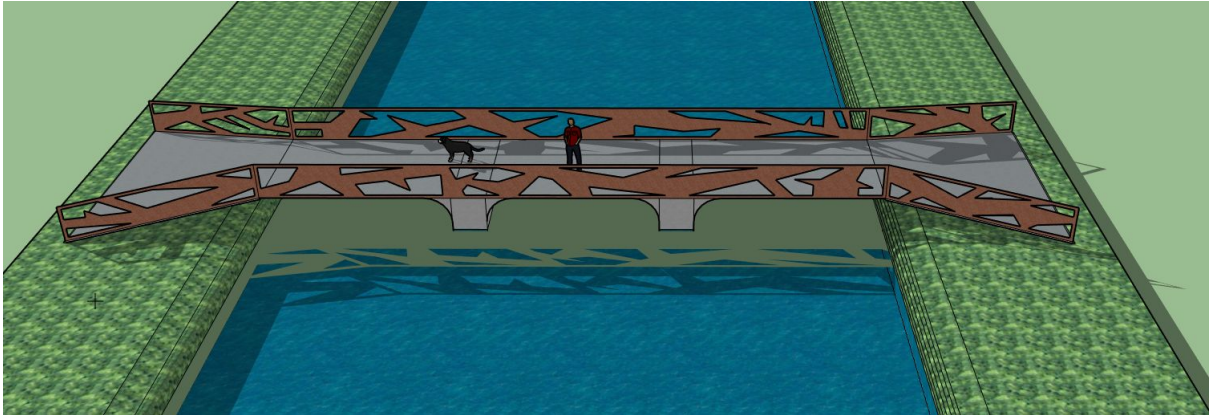
Brug 2: Deze brug ziet er iets modernere uit. Ik vind deze brug er nog niet erg esthetisch uit zien. Maar dat kan liggen aan het feit dat jullie de pijlers nog niet op kleur hebben gebracht. Verder vind ik de leuning wel een goed idee. Het materiaal is circulair en jullie hebben een goed argument voor het kleurgebruik. Jullie hebben goed bedacht dat rood en groen elkaar opheffen. Hierdoor zien de kleuren er sterker uit. Jullie hebben ook goed uitgedacht dat dit ook in de winter geld, maar dan met de kleuren oranje en wit. Voor functionaliteit is deze brug misschien wel iets functioneler dan de eerste brug. Dit omdat dit een recht ontwerp is. Daardoor kunnen de vrachtwagens er beter op. Daar ben ik wel enthousiast over.

Brug 3: Deze brug is nog niet helemaal af, maar deze zou ik ook niet echt in deze omgeving zien. Daarnaast is die wel recht, dus functioneel. De honingraat die jullie ervoor hebben gebruikt ziet er erg sterk uit. Maar mijn voorkeur gaat uit naar brug 1 of 2.

Na aanleiding op de tussenevaluatie hebben we een mini-onderzoek gedaan. In combinatie met onze tussenevaluatie hebben ons definitieve ontwerp gemaakt. Deze is verder in ons verslag te vinden bij 'Eindontwerp'.

Eindontwerp

Nadat we onze tussenevaluatie en het mini-onderzoek gehad hadden, hebben we die resultaten, in combinatie met onze eigen mening samengevoegd. Dat heeft onze uiteindelijke ontwerp gegeven. Deze brug hebben we gemaakt in het programma SketchUp, daarnaast hebben we nog een maquette gemaakt. Hieronder zijn een aantal foto's te zien van het digitale eindontwerp.



Op dit programma is heel erg goed te werken met de afmetingen. De reden dat we nog een maquette ernaast hebben gemaakt is. Allereerst omdat we dat leuk vonden om te doen, daarnaast kun je met een maquette nog beter aangeven wat, en hoe je de materialen bedoeld hebt.

Maquette

Van ons eindontwerp hebben we naast een 3D ontwerp op de computer ook een maquette gemaakt. Dit zodat we beter de kleuren kunnen weergeven. Op de sketchUp zijn de materialen beperkt. Via deze maquette hebben we de materialen nog beter kunnen weergeven.

Foto's



Met verschillende materialen hebben we onze maquette er zo levensecht proberen te maken. Het kleurgebruik hebben we bij de reling op echt cortenstaal laten lijken. Daarnaast willen we de brug in het echt ook grijs maken. De schaal is 1:50.

Literatuurlijst

- ¹ Alletop10lijstjes (13 mrt. 2019) *Top 10 beroemde bruggen in de wereld*
<https://www.alletop10lijstjes.nl/10-beroemde-bruggen/> geraadpleegd op 02-12-2019.
- ² Case studies (14 sep. 2019) *FUNGAR Project – BBI H2020 – Press Release*
<https://mogu.bio/fungar-project-bbi-h2020-press-release/> geraadpleegd op 06-12-2019.
- ³ Duurzaam MBO (anno 2018) *Cradle to cradle*
<https://www.duurzaambo.nl/wat-is-cradle-to-cradle> geraadpleegd op 17-12-2019.
- ⁴ Evofenedex.nl (n.d.) *Maximale afmetingen en massa's van de vrachtwagen*
<https://www.evofenedex.nl/kennis/vervoer/maten-en-gewichten-vrachtwagens>
geraadpleegd op 11-12-2019.
- ⁵ F., Withagen (anno 2017) *Construct fietsenrek cortenstaal*
<https://www.velopa.nl/assortiment/fietsparkeren/fietsenrekken-en-fietsklemmen/construct-fietsenrek-cortenstaal/> geraadpleegd op 17-12-2019.
- ⁶ Groot Lemmers B.V (12 mrt. 2015) *Liggerbrug*
<https://grootlemmerbruggen.com/liggerbrug/> geraadpleegd op 02-12-2019.
- ⁷ H., De Lange (2019, n.d.) *grootste bruggen in de wereld*
<https://www.bruggenstichting.nl/index.php/informatief/grootste-bruggen-in-de-wereld>
geraadpleegd op 09-12-2019.
- ⁸ H., Wösten & M., Kouwen (9 sep. 2019) *Miljoenen voor schimmelarchitectuur*
<https://www.uu.nl/nieuws/miljoenen-voor-schimmelarchitectuur>
Geraadpleegd op 06-12-2019.
- ⁹ Infonu.nl (21 mrt. 2019) *Stabiliteit uit windligger, -bok, -portaal en wanden*
<https://wetenschap.infonu.nl/techniek/114334-stabiliteit-uit-windligger-bok-portaal-en-wanden.html#effect-van-gebruik-stalen-kruisen> geraadpleegd op 10-12-2019.
- ¹⁰ Infonu.nl (24 mrt. 2019) *Wat zijn constructief sterke vormen?*
<https://wetenschap.infonu.nl/techniek/114062-wat-zijn-constructief-sterke-vormen.html> geraadpleegd op 10-12-2019.
- ¹¹ Innovatieve materialen (14 nov. 2019) *Betonprijs voor circulair viaduct*
http://www.innovatievematerialen.nl/prijs_voor_circulair_viaduct?id=407
geraadpleegd op 06-12-2019.
- ¹² J., De Vree (n.d.) *Boogbrug*
<http://www.joostdevree.nl/shtmls/boogbrug.shtml> geraadpleegd op 16-12-2019.

- ¹³ J., De Vree (n.d.) *H-profiel, H-balk, H-ligger*
<http://www.joostdevree.nl/shtmls/h-profiel.shtml> geraadpleegd op 11-12-2019.
- ¹⁴ J., De Vree (n.d.) *Staal tabellen H-profiel, H-balk, H-ligger*
http://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/jpgh/h-profiel_3_h-ligger_heabalken_draagkracht_healiggers_www_staal tabellen_nl.pdf (pp 01-02) &
http://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/jpgh/h-profiel_9_heb_afmetingen_draagvermogen_www_laureynsnv_be.pdf (pp 01) &
http://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/jpgh/h-profiel_6_hem-balken_draagvermogen_www_booischotse-metalen_be.pdf (pp 01) geraadpleegd op 11-12-2019.
- ¹⁵ J.P., Den Hollander & A., Dolsma (n.d.) *Duurzaam in staal*
https://www.duurzaaminstaal.nl/upload/File/Steel_in_Circular_Economy.pdf
geraadpleegd op 06-12-2019.
- ¹⁶ J.P., Den Hollander & A., Dolsma (n.d.) *Recycling en hergebruik*
<https://www.bouwenmetstaal.nl/themas/duurzaam/recycling-en-hergebruik/>
geraadpleegd op 06-12-2019.
- ¹⁷ J.P., Den Hollander & A., Dolsma (n.d.) *voetgangersbruggen in staal-1 (pp 09-13)*
geraadpleegd van <https://www.bouwenmetstaal.nl/> op 13-12-2019.
- ¹⁸ J., van Dam & M., van den Oever (anno 2019) *Catalogus biobased bouwmaterialen 2019 – Het groene en circulaire bouwen*
<https://www.biobasedeconomy.nl/wp-content/uploads/2019/02/GG-22-Catalogusbouwmaterialen-site.pdf> (pp. 17-36) geraadpleegd op 06-12-2019.
- ¹⁹ Martensgroep (1966-2020) *Brochure BEBO boogconstructies (pp 02-03)*
geraadpleegd van <https://martensgroep.eu/nl> op 16-12-2019.
- ²⁰ Mevr. Loncke (n.d.) *Constructies*
<http://constructie.weebly.com/soorten-bruggen.html> geraadpleegd op 02-12-2019.
- ²¹ M., Tollenaar & R., Hoogstraten (n.d.) *Alles over duurzame verf*
<http://schildersvanu.nl/verf-duurzaam.html> geraadpleegd op 13-12-2019.
- ²² M., Verburg, (9 sept. 2019) *Duurzame bouwmaterialen van schimmels: aan de Universiteit Utrecht gaan ze ermee testen*
<https://www.ad.nl/utrecht/duurzame-bouwmaterialen-van-schimmels-aan-de-universiteit-utrecht-gaan-ze-ermee-testen~acdd7edd/?referrer=https://www.google.com/>
geraadpleegd op 3-12-2019.
- ²³ Nationale staalprijs 2020 (anno 2016) *Moreelsebrug Utrecht*
<https://www.nationalestaalprijs.nl/deelnemende-projecten/detail/infrastructuur/moreelsebrug> geraadpleegd op 13-12-2019.

- ²⁴ Universiteit Utrecht (21 jan. 2019) *Medewerker Prof. dr. H.A.B Wösten*
<https://www.uu.nl/medewerkers/HABWosten> geraadpleegd op 06-12-2019.
- ²⁵ Rijkswaterstaat (9 dec. 2019) *Over Afval Circulair*
<https://www.afvalcirculair.nl/secundaire-navigatie/kopie-contact/> geraadpleegd op 09-12-2019.
- ²⁶ R., Kwintenberg (anno 2017) *over CIRCULAIRSTAAL*
<http://circulairstaal.nl/over-circulairstaal.html> geraadpleegd op 06-12-2019.
- ²⁷ Staalvakman B.V. (2008-2020) *HEA 100 - stalen balk WGW zwart onbewerkt balkstaal*
<https://www.staalvakman.nl/hea-100-wgw-onbewerkt-balkstaal.html> geraadpleegd op 10-12-2019.
- ²⁸ S., Ball & J., Huls & S. Preußner (n.d.) *Promotieboekje de kracht van hout (pp 09-29)*
geraadpleegd van <https://www.epv.nl/pr-materiaal/de-kracht-van-hout> op 06-12-2019.
- ²⁹ S., Janssen (anno 2019) *Portfolio bruggen (pp 05-18)*
https://www.pietersbouwtechniek.nl/application/files/4115/5628/9228/Pieters_-_Portfolio_-_Bruggen.pdf geraadpleegd van <https://www.pietersbouwtechniek.nl/> op 13-12-2019.
- ³⁰ Stadverkenner, New York (n.d.) *Brooklyn brug*
<https://www.stadverkenner.com/newyork/brooklynbridge> geraadpleegd op 03-12-2019.
- ³¹ S., van den Bout (n.d.) *Materiaal Verduurzamingsplan verpakkingsglas*
<http://www.duurzaamglas.nl/glas-is-eindeloos> geraadpleegd op 06-12-2019.
- ³² S., Vellema (2003) *Markten voor groene opties (pp 18-25)*
<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/393> geraadpleegd op 13-12-2019.
- ³³ VNG (n.d.) *Recycling van glas*
<https://www.nederlandseglasfabrikanten.nl/duurzaamheid/recycling-van-glas/> geraadpleegd op 06-12-2019.
- ³⁴ Y., Haijtema & W., Haijtema (anno 2018) *MBHC brochure 2018 L (pp. 03-13)*
geraadpleegd van <https://mbhc.nl/info/composiet-bruggen> op 10-12-2019.
- ³⁵ Y., Poelman (4 juli 2017) *Van designmeubels tot auto's: overal wordt de honingraat van bijen benut*
<https://www.trouw.nl/nieuws/van-designmeubels-tot-auto-s-overal-wordt-de-honingraat-van-bijen-benut~bfcdb399/?referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F> geraadpleegd op 13-12-2019.

- ³⁶ Wikipedia (13 aug. 2018) *Basculebrug*
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Basculebrug> geraadpleegd op 02-12-2019.
- ³⁷ Wikipedia (06 Juli 2017) *Boog (bouwkunde)*
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Boog_\(bouwkunde\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Boog_(bouwkunde)) geraadpleegd op 16-12-2019.
- ³⁸ Wikipedia (18 nov. 2019) *Boogbrug*
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Boogbrug> geraadpleegd op 02-12-2019
- ³⁹ Wikipedia (11 mei 2019) *Composiet (materiaal)*
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Composiet_\(materiaal\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Composiet_(materiaal)) geraadpleegd op 03-12-2019.
- ⁴⁰ Wikipedia (30 dec. 2019) *Draaibrug (brugtype)*
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Draaibrug_\(brugtype\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Draaibrug_(brugtype)) geraadpleegd op 02-12-2019.
- ⁴¹ Wikipedia (24 dec. 2019) *George P. Coleman Memorial Bridge*
https://en.wikipedia.org/wiki/George_P._Coleman_Memorial_Bridge geraadpleegd op 09-12-2019.
- ⁴² Wikipedia (29 nov. 2019) *Golden Gate Bridge*
https://nl.wikipedia.org/wiki/Golden_Gate_Bridge geraadplaagd op 03-12-2019.
- ⁴³ Wikipedia (14 dec. 2019) *Hangbrug*
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Hangbrug> geraadplaagd op 02-12-2019.
- ⁴⁴ Wikipedia (9 sep. 2019) *Hefbrug*
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Hefbrug> geraadpleegd op 02-12-2019.
- ⁴⁵ Wikipedia (9 dec. 2019) *Marine Parkway-Gil Hodges Memorial Bridge*
https://nl.wikipedia.org/wiki/Marine_Parkway-Gil_Hodges_Memorial_Bridge
geraadpleegd op 09-12-2019.
- ⁴⁶ Wikipedia (25 sep. 2018) *Pontons*
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Ponton> geraadplaagd op 29-11-2019.
- ⁴⁷ Wikipedia (14 nov. 2019) *Tuibrug*
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Tuibrug> geraadpleegd op 02-12-2019.
- ⁴⁸ Wikipedia (6 nov. 2019) *Vakwerkbrug*
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Vakwerkbrug> geraadpleegd op 02-12-2019.

Bijlage

Interview met de professor

Wij hebben contact gezocht met professor Wösten van de universiteit Utrecht. We hebben allereerst contact gezocht met de mail. Antwoorden daarop gingen met name over het contact. We hebben, omdat het best een groot onderwerp is, onze informatie telefonisch ontvangen. Om ervoor te zorgen dat we zo veel mogelijk informatie zouden krijgen, hebben we onze vragen goed voorbereid.

Dit telefoongesprek hebben we opgenomen. Op deze manier kunnen we de informatie terughalen. Hieronder kunt u de informatie lezen die we uit het gesprek hebben gekregen.



Hoe werken deze stenen precies?

Je mag ervan uitgaan dat het een afvalstroom is. Een afvalstroom is bij ons in dit geval stro. We maken tarwe en daarvan maken we weer meel. Het overblijfsel daarvan is dan stro. Helaas wordt en in de hele wereld ontzettend veel stro verbrand, dit komt omdat we teveel stro hebben. Maar we kunnen de stro ook op een nuttige manier gebruiken. In plaats van het te verbranden, bakken we het. En dan laten we daar een schimmel doorheen groeien. Die schimmel groeit met hele dunne draden. Deze draden zijn plakkerig, maar tegelijkertijd zijn het hele kleine touwen. Dus terwijl dat schimmelnetwerk van draden door de stro heen groeit. Plakt die dus alle stro-deeltjes aan elkaar.

Zijn ze te vergelijken met echte bakstenen qua stevigheid en gebruik?

Dit is de volgende stap in het proces. Want als we dan op een gegeven moment, dit is na vier dagen. Dan wordt de schimmel gedood. Dit is om ervoor te zorgen dat die schimmel niet al het stro afbreekt. Als dat zou gebeuren zou al het stro verdwijnen. En zou je hele kleine baksteentjes van alleen maar schimmel krijgen, dat moet voorkomen worden. Wanneer je die schimmel hebt gedood, hou je een materiaal over, dat je kan vergelijken met piepschuim. Een ander materiaal waarmee je het kan vergelijken is pur. Deze materialen zijn echt niet te vergelijken met bakstenen. Maar wat we wel kunnen doen, is het onder een pers leggen. Op die manier wordt alle lucht eruit gedrukt. Het materiaal komt op die manier nog dicht bij elkaar. Het materiaal is nu veranderd, in iets dat je kan vergelijken met het materiaal MDF. MDF is materiaal waarmee vaak kastdeuren die je vaak in de keuken ziet, of kasten van de IKEA. Het is dan een plaatmateriaal, net zo als geperst hout.

Als we het dan persen komen die stro en schimmel deeltjes heel dicht bij elkaar waardoor, we een plaatmateriaal krijgen. Dit materiaal is in principe sterk genoeg, dat je kan vergelijken met een baksteen.

Valt dit te gebruiken als circulair materiaal?

Ja, dat komt doordat we stro genomen hebben. En doordat er ook schimmel doorheen zit is het circulair. Wanneer we de schimmel heel erg lang door laten groeien eet die dan steeds meer van de stro-deeltjes op. Terwijl die schimmel dat doet, ademt die co2 uit. (Dit principe zie je ook bij ons mensen, als wij voedsel eten.) Dus op het moment dat die schimmel die stro opeet, stoot die co2 uit. Door de schimmel dan niet te lang door laten groeien maar wel lang genoeg dat het bruikbaar is. Dan stoot die niet te veel co2 uit en hebben we plaatmateriaal over.

Jullie zijn van plan om er een brug mee te bouwen. Als die brug niet meer nodig is, kun je dan vervolgens die brug gebruiken om in een compostbak te doen, of om er opnieuw een andere schimmel door heen te laten groeien.

Het is dan wel zo dat elke keer dat je er een nieuwe schimmel door heen laat groeien. Dat er dan elke keer een klein stukje van dat materiaal wordt opgegeten. Want de voeding die de schimmel gebruikt, is dat materiaal. Je zou kunnen zeggen dat elke schimmel ongeveer 5% van de het stro opeet. En dan tegelijkertijd al die stro deeltjes weer samen te plakken.

Hoelang gaat dit mee?

Dit materiaal, in deze staat. Daar zou je dan twintig keer een andere brug van kunnen bouwen. Want daarna is echt alle stro verdwenen.

Kan dit in grote getalen worden gemaakt?

Wij zijn in staat om dit heel erg groot te kweken.

Ik zal een voorbeeld geven van een vrouw uit het programma boer zoekt vrouw. Deze vrouw is een paddenstoelenkweker. Zij was de grootste championkweker van Nederland. Deze kwekerijen produceren 300 miljoen kilo aan paddenstoelen. Deze paddenstoelen die worden gemaakt door die schimmel die door het stro heen te laten groeien. Dus uit die stro komt 300 miljoen kilo, in dit geval champignons. En daarvoor wordt 1,5 miljard kilo stro gebruikt. In Nederland doen we dit elke dag. In Nederland zijn wij in staat om grote hoeveelheden paddenstoelen, die een goede kwaliteit hebben te kweken. En die schimmels gebruiken we dan dus om door het stro heen te laten groeien. Er zijn heel veel bedrijven die dit doen. Nederland is met deze bedrijven in de wereld leidend. Deze bedrijven hebben vaak een oppervlakte van een grote sporthal (minimaal 28 bij 48 meter). Daar worden al die schimmels in gegroeid in grote bakken.

Kan deze schimmel ook uit andere soorten paddenstoelen gehaald worden dan alleen de champignons en oesterzwam kweek?

Wij zijn op dit moment aan het onderzoeken welke schimmel er precies het best is. Dat doen we door in het bos allerlei paddenstoelen en schimmels te verzamelen. En die groeien we dan door de stro. Als we dat hebben gedaan kijken we welke schimmel er nou het beste en het sterkste materiaal levert. Uit ons recente onderzoek is gebleken dat niet de champignons, of de oesterzwam kweek blijkt te zijn.

Er is gebleken dat het vaak paddenstoelen zijn zoals de donder- of berkenzwam. Deze paddenstoelen geven de sterkste materialen. Dat kan je ook wel een beetje zien als je deze paddenstoelen aan een boom ziet hangen, als je deze dan vast pakt. Voelen die al heel erg hard en stevig aan. In tegenstelling tot de champion of de oesterzwam. Dus de paddenstoelen die hier nog beter voor geschikt zijn, die voelen vaak al van nature sterk en houtachtig aan.

De draden van deze paddenstoelen, die gebruiken wij. En die draden zijn in feite de wortels van de paddenstoel. Want een paddenstoel is eigenlijk niks anders dan de bloem van de schimmel. Dit netwerk van die draden is wel twintig keer, of duizend keer zo groot als de paddenstoelen doe produceren.

Hoeveel kost dit ongeveer per vierkante meter?

Dit is niet zo duur. Dat komt doordat je een afvalstof nodig hebt, in dit geval stro. De kwekers halen dit gratis af bij de paarden maneges door heel Nederland. Dit is omdat als je de kwekers het niet op zouden halen, dan zou de manege moeten betalen om de stro te storten. Het wordt dus gratis opgehaald en dit scheelt al heel erg veel geld. De eet kosten vallen hiermee al af. De schimmel erbij doen kost ook niks. De ruimte waarin het wordt gekweekt hoeft niet verwarmd te worden, omdat schimmels het best groeien bij 15 graden. Maar wat het wel veel kost, en dit is dan ook het duurste gedeelte van het proces. Is het persen en de persmachine. De energie om kracht in die pers te zetten, is heel erg duur. Als we hiervoor een windmolen zouden kunnen gebruiken wordt het nog duurzamer.

Wat zou de perfecte afmeting van de steen zijn?

Wij werken op een lab, deze zijn heel erg duur. Daardoor is het zo dat hoe kleiner wij onze bakstenen maken. Hoe minder ruimte wij hoeven te besteden van de universiteit. Onze prototypen zijn dus heel erg klein. Maar in principe kan je wel een baksteen van 100 meter maken. Als je zo'n lange baksteen maakt, heb je wel een ondersteuning nodig, maar dat zie je bij bruggen wel vaker. Je zit dan wel met nog een probleem, je hebt dan ook zo'n pers nodig. Maar in principe kan je de baksteen zo groot, breed en dik maken als je wilt.

Kan dit ook als een ander element gebruikt worden en niet alleen als stenen?

Dat is nou juist het mooie van onze schimmels. Omdat wij een mal gebruiken om ze in te persen, is het in principe mogelijk om elke vorm of grootte te maken die je maar wilt. Met de mal kunnen we echt een vorm laten groeien, die precies de goede sterkte hebben zoals wij willen. Voor die vorm moet dan wel een aparte pers worden gemaakt en dat maakt het dan weer duurder.

Hoeveel gewicht kan het houden, is het sterk genoeg voor vrachtwagens?

Dat zou het wel betekenen. Omdat het net zo sterk is als een baksteen, kan het ook veel gewicht dragen. De vraag is dan wel of onze bakstenen lichter zijn dan die van beton. We hebben al een beetje onderzoek gedaan, maar neem maar aan dat dat zo is.

Kunnen de sensoren die in de schimmels geplaatst konden worden ook andere functies hebben ipv warmte en isoleren? Zoals bv sterker worden?

Ja, tot dusver hebben we het over suffe, saaie bakstenen die alleen maar gewicht kunnen dragen. We zijn 1 december 2019, dus heel kort geleden, begonnen om schimmeldraden geleidend te maken. Op die manier kan er ook een stroompje door de baksteen heen lopen. Daardoor kan je er een sensor in plaatsen. Deze sensoren kunnen dan bijvoorbeeld meten hoeveel gewicht er, in jullie geval, op de brug is. Of hoeveel auto's er op dat moment overheen rijden. Je bent dan door die elektrische stromen in staat om te meten wat je wilt.

Kan je ze ook op bepaald lossen manieren activeren, of stelt de schimmel zichzelf aan? en 'Moet de brug beschermt worden tegen regen?'

Als wij de baksteen gewoon gaan drogen dan zal de schimmel niet dood gaan. De schimmel zal gewoon indrogen, maar op het moment dat die weer nat wordt dan zou die weer kunnen gaan groeien.

Wat wij in het lab doen, is dat wij de schimmels gewoon doden bij een temperatuur van 60 graden. Dan kan je ze gewoon weg gooien. Maar als je ze droogt kan je, zolang ze droog zijn is er geen probleem. Als we dan zo'n gedroogde baksteen nemen, en die zouden gaan verven (Verf zorgt ervoor dat er geen water doorheen komt.) zal er niks gebeuren.

Als er dan iemand tegen aan zou rijden en een kras veroorzaakt, dat zou het volgende kunnen betekenen. Er ontstaat een scheur en de verflaag is eraf. Als het dan zou gaan regenen zou het kunnen zijn dat doordat de schimmel nog leeft, dat het gat vanzelf weer dicht groeit. Als het nodig kan je de scheur een beetje helpen door een nieuw stukje stro met schimmel in te stoppen. Dit kan je vergelijken met alabastine. Dit maak je dan met een plamuurmes weer netjes. Doordat je het stukje geholpen hebt is het wel zo dat het persen iets minder makkelijk gaat. Gelukkig hebben we daar een houtklem voor. Anders zou je weer het piepschuim-achtige materiaal krijgen, en dat moet niet.

Heeft de luchtvochtigheid nog invloed op de brug?

Een weekmaker (dit wordt in plastic gebruikt). Als je die niet gebruikt wordt het heel erg hard. Als je het breekt is ligt het in duizend stukjes. Als je wel een weekmaker gebruikt, wordt het elastischer. De beste weekmaker in de natuur is water. Dus als je water erbij doet wordt de baksteen een stuk elastischer en dat is natuurlijk niet de bedoeling. Dus als de luchtvochtigheid hoger is zal de brug water op gaan nemen. Dus moet je de brug verven, in de olie, of in de was zetten. Dit is hetzelfde principe wanneer je hout zou gaan verven of lakken. Dit is voor die schimmelbakstenen geen ander verhaal.

Kan dit allergische werkingen hebben op de gezondheid van mensen?

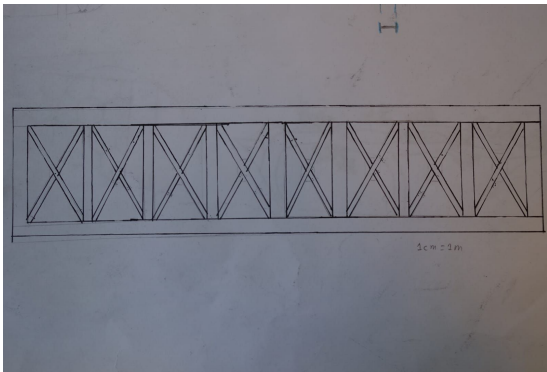
Vroeger was dat wel zo, dit kwam dat de oesterzwam werkers zo veel oesterzwammen kweekten. Dat er ook sporen vrij kwamen (zaden van de schimmels). Maar doordat die sporen in de lucht kwamen, zag het er een beetje mistig uit. En de kwekers werden allergisch tegen die sporen.

Daar is een oplossing voor, namelijk spoorloze oesterzwam. Dat is net zo iets als pitloze druiven, of pitloze sinaasappels. De schimmels die wij gebruiken bevatten ook geen sporen meer. En hierdoor kunnen mensen niet meer allergisch worden.

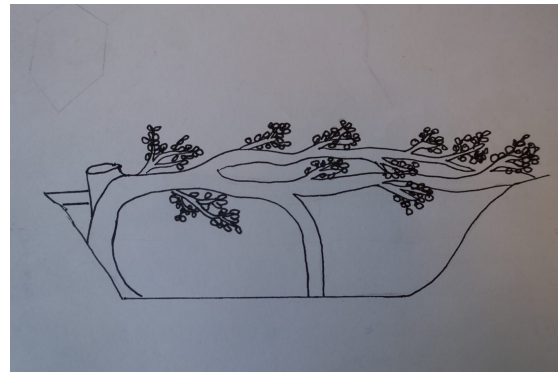
Test ontwerpen

Voordat we ons definitieve ontwerp maken, hebben we eerst besloten een aantal test ontwerpen te maken. Een aantal verschillende leuning. Deze leuning hebben we geschetst en later met een fineliner overgetrokken. Dit omdat we besloten hebben om een klein mini-onderzoek uit te voeren in het Schaffelaar zelf. Op deze manier was de leuning beter zichtbaar. En daarnaast drie verschillende complete bruggen. Deze bruggen hebben we in het programma SketchUp gemaakt.

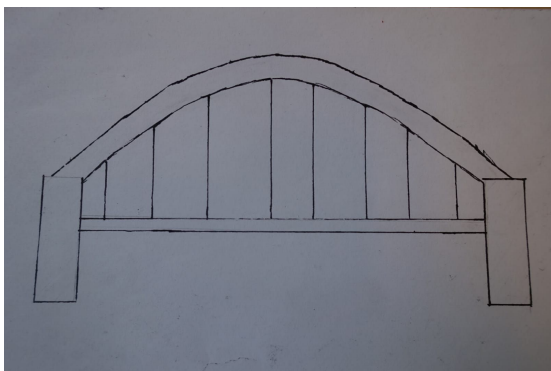
Leuningen



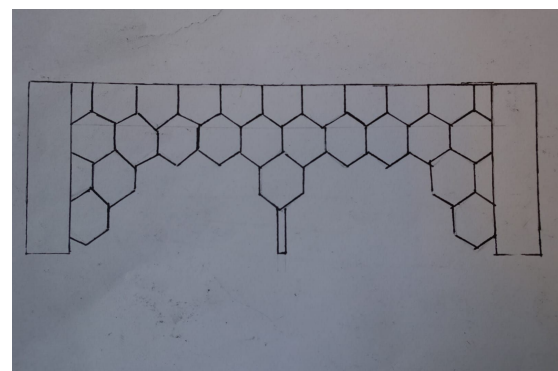
'vakwerkbrug'



'boom'



'Boog'



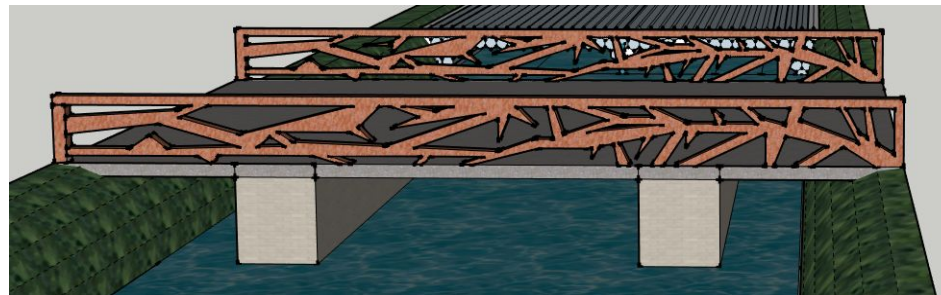
'Honingraat'



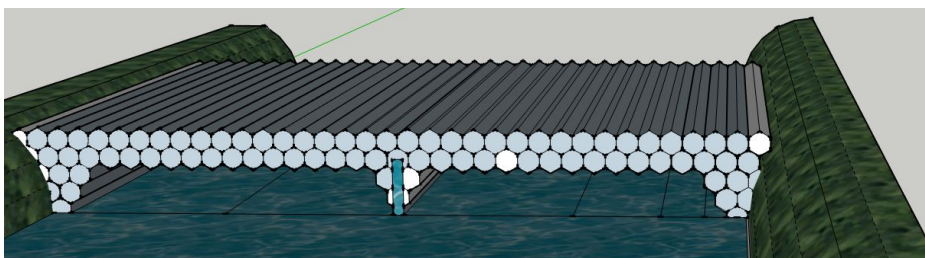
Dit is onze 'brug 1'. Deze brug is geïnspireerd door de bruggen in Amsterdam. Daarnaast zit er een boogconstructie aan de onderkant in verwerkt. Deze brug is volledig circulair. Dit is omdat de

boog van staal is gemaakt. Daarnaast zijn de bakstenen, de schimmel blokken. De brug is zeer functioneel, vanwege het feit dat het een breed oppervlakte heeft. Hierdoor kunnen de vrachtwagens er gemakkelijk oprijden.

Dit onze 'brug 2'. Zelf hebben wij onze voorkeur voor deze brug. Dit omdat we dit het best in de omgeving vinden passen, daarnaast vinden wij deze het



meest effectief. Deze brug is volledig circulair. De pijlers aan de onderkant zijn van de circulaire schimmel blokken. Daarnaast is de leuning van Cortenstaal. Deze soort is makkelijk bewerkbaar, daardoor kunnen we deze brug ethiek laten worden door in het staal, vormen te graveren die bij het schaffelaar passen.



Dit is onze laatste test ontwerp, brug 3. Deze brug is geïnspireerd door ons vooronderzoek met de vormen. De honingraat blijkt

een ontzettend sterke vorm te zijn. We vonden dit bij de omgeving passen aangezien de omgeving in de natuur is. Bijen leven ook in het bos. Daarnaast vonden we het esthetisch aangezien je langs de leuning nog een klimop zou kunnen laten groeien. Op deze manier verdwijnt de brug als het ware in de omgeving. Deze brug is even functioneel als brug 2, ze zijn beide recht.

Resultaten onderzoek in het bos

Nadat we de tussenevaluatie hebben gehad, zijn wij naar het schaffelaarse bos gegaan. Hier hebben we voor een steekproef tien mensen gevraagd. Allereerst hebben we gevraagd of ze wel eens een evenement bezoeken op de koewei. Daarna hebben we ze gevraagd wat van de huidige brug vinden. Vervolgens hebben we ze onze drie ontwerpen laten zien, deze hebben we in sketchup gemaakt. Ze mochten er een uitkiezen die ze het best in de omgeving vinden passen. Daarna hebben we ze nog een paar andere schetsen laten zien, en gevraagd welke ze daar uit zouden kiezen.

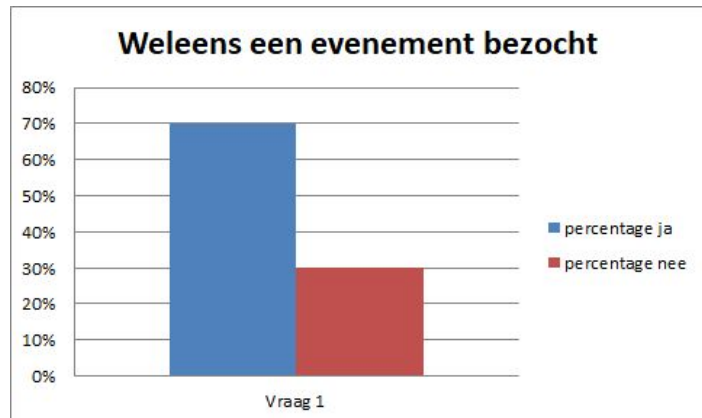
Resultaten onderzoek

We hebben onze resultaten allereerst in een tabel verwerkt. Nadat we alle gegevens bij elkaar hebben gezet, hebben we daarna van elke vraag apart nog een grafiek gemaakt. Hieronder kunt u de tabel zien, en de grafieken. Bij elke grafiek hebben we een korte toelichting.

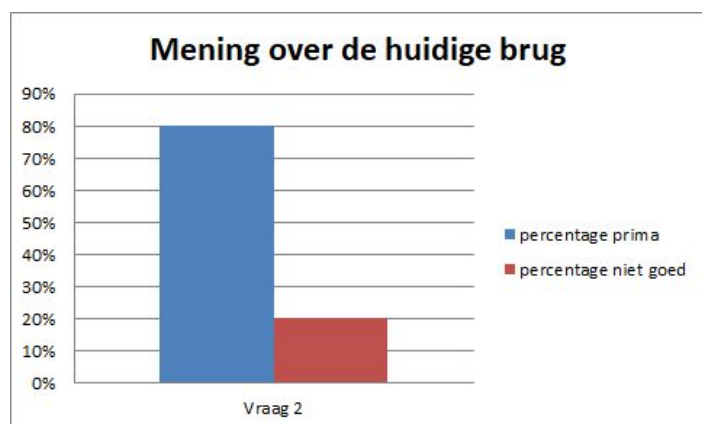
Personen	Vraag 1	Vraag 2	Vraag 3	vraag 4
Ali	ja	prima	vakwerkbrug	brug 2
Gerda	ja	prima	boom	brug 2
Judith	ja	prima	boom	brug 2
Henk	nee	prima	vakwerkbrug	brug 2
GLK medewerker	ja	prima	vakwerkbrug	brug 2
Restaurant beheerder	ja	niet goed	vakwerkbrug	brug 2
Lotte	ja	prima	boom	brug 2
Maartje	nee	prima	boom	brug 2
Ans	ja	prima	vakwerkbrug	brug 1
Jeroen	nee	niet goed	honingraad	brug 2

Tabel 1

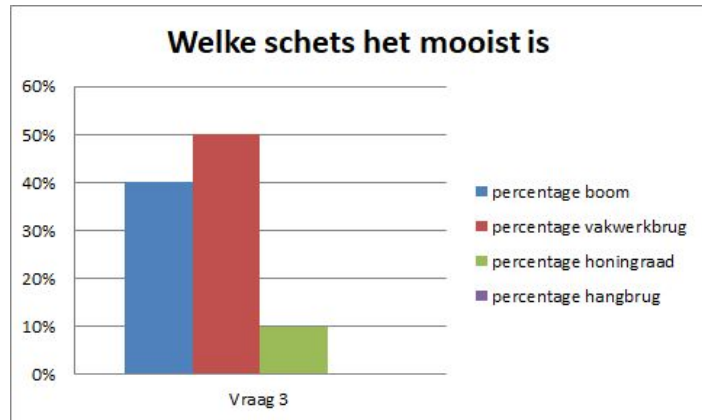
Het schaffelaarsebos is een plek waar veel mensen komen om even een wandeling tussendoor te maken. De meeste mensen die we hebben gevraagd komen uit Barneveld of omstreken en hebben weleens een evenement bezocht. Daarom overheerst het antwoord ja hier.



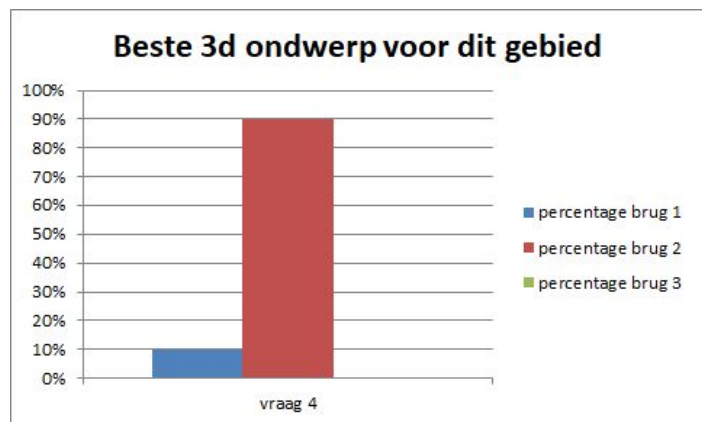
De meesten komen dus uit Barneveld. Deze brug staat er al jaren, dus de meesten weten niet beter. Daarom vinden de mensen dat deze brug nog prima te doen is. Er waren twee personen die de brug niet mooi vonden. De ene kwam niet uit deze omgeving en vond de brug dus op het eerste gezicht niet mooi. De andere persoon vond de brug te oud.



Veel mensen kiezen voor de vakwerkbrug en de boom. De reden dat deze twee schetsen er bovenuit komen is omdat ze er vrij eenvoudig uitzien. Daardoor zien mensen deze bruggen snel in het bos. Daarnaast worden er in andere bossen veel vakwerkbruggen gebruikt. De reden dat de boom er ook uitspringt is omdat mensen snel indenken dat je in een bos bent, daar zijn bomen. Dus zien ze deze brug er ook wel in staan.



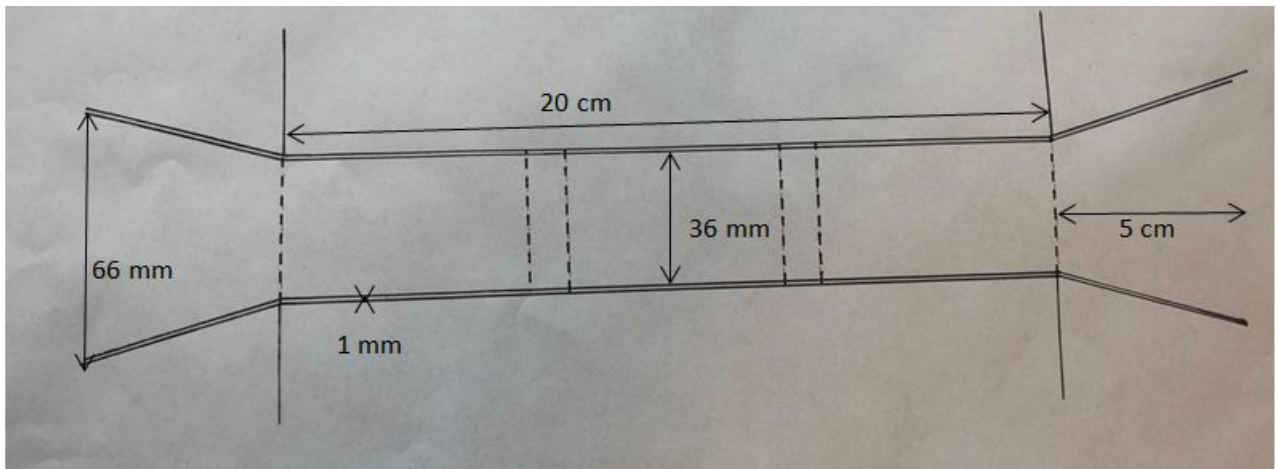
Voor deze vraag springt brug nummer twee er duidelijk uit. Dit komt, net als dat mensen bij vraag drie deze brug er mooi en eenvoudig uit vinden zien. Daarnaast vinden mensen een uitbundige brug niet passen in een bos. De reden dat brug drie geen een keer is gekozen, is omdat deze brug niet af was, en daarnaast veel te druk.



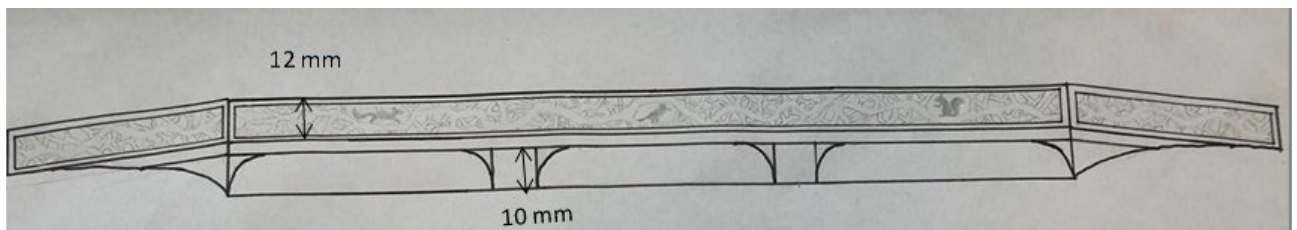
Conclusie

Bezoekers van een bos houden ervan als de brug niet te uitbundig is. Daarnaast zouden ze de huidige brug best nog willen houden. Verder zien mensen een moderne brug niet zitten. 'Als je aan bos denkt, moet je aan rust denken, daar hoort een modern uiterlijk niet bij.'

Technische tekening



Dit is het bovenaanzicht van onze definitieve brug. We hebben de uiterste gedeelte iets breder gemaakt. Dit is zodat de vrachtwagens er gemakkelijk op kunnen rijden. Daarnaast is het smallere gedeelte iets hoger dat de brede stukken.



Dit is het zijaanzicht van onze brug. Zoals er te zien is, zijn er in de leuning mooie dingen getekend. In het echt kunnen deze patronen uiteraard afwijzen, en zijn de afgelast. Daarnaast hebben de pijlers aan beide kanten een hoek. Daarmee willen een beetje een boogeffect weergeven.

De technische tekening hebben we op schaal 1:100 gemaakt. De afmetingen van de tekening zijn in de afbeelding zelf te zien. De maquette hebben we voor de echte brug schaal 1:50 gegeven, maar hij is ook op schaal vergeleken met de maquette. Van de maquette naar bouwtekening is de schaal 1:2.

