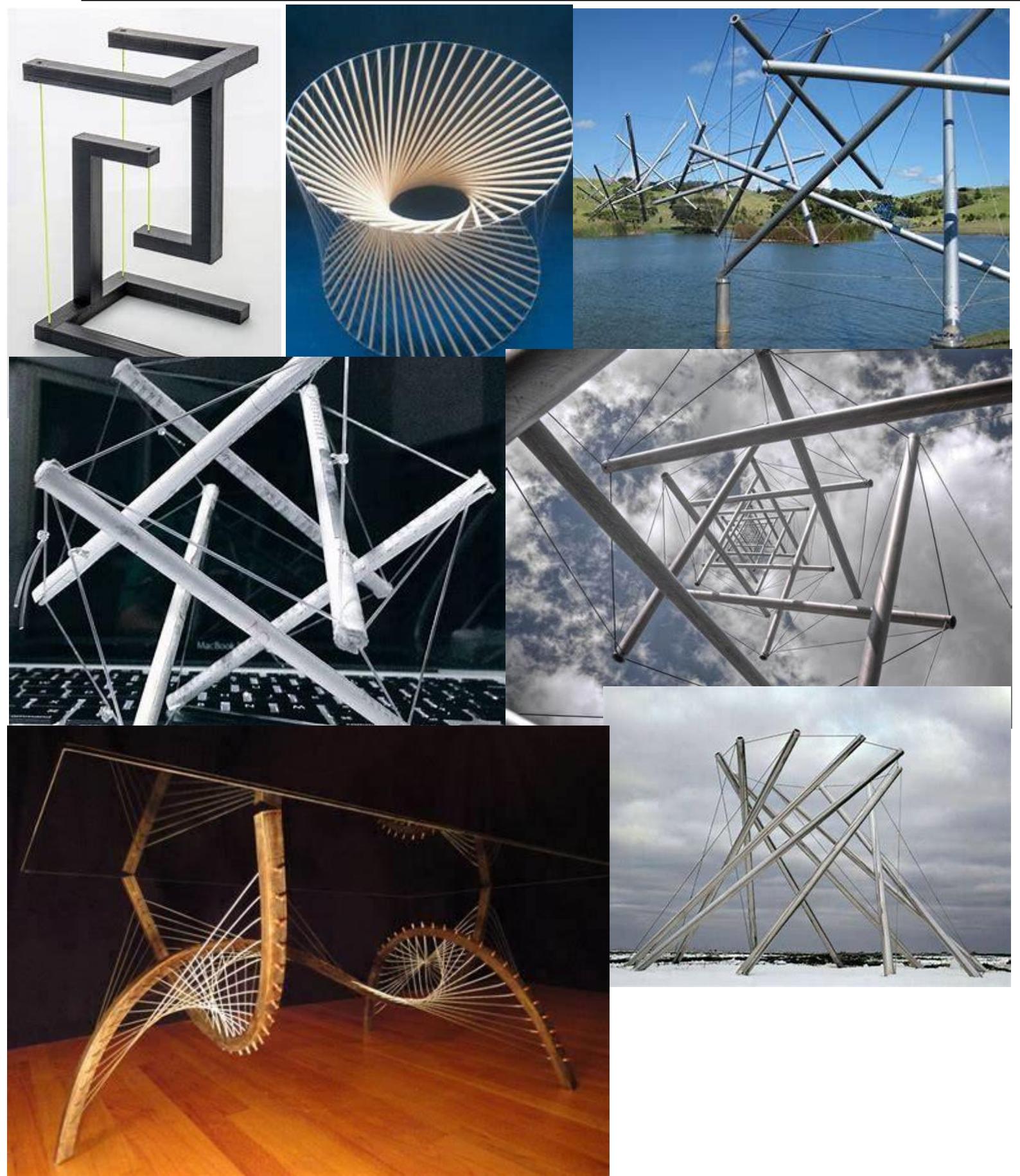


TENSEGRITY



Klas 1B

07-11-2024

Inhoud

Inleiding.....	2
1.Bedenken en ontwerpen	3
1.1 PVE.....	3
1.2 Taakverdeling	4
1.3 Bestuderen benodigde informatie	4
1.3.1 Wat is tensegrity	4
1.3.2 Wat kun je met tensegrity	4
1.4 Individuele schetsen	5
1.5 Gezamenlijk ontwerp.....	6
2.Definitief ontwerp.....	7
2.1 Sketchup ontwerp	7
2.3 Mini maquette ontwerp.....	7
2.4 Bouwtekening met maatvoering.....	7
2.4.1 materiaallijst	7
3. Bouwwerk	8
3.1 Bouwprocess	8
3.2 Eindproduct	8
Bibliografie.....	9

Inleiding

In dit project hebben we het concept tensegrity onderzocht, waarbij we keken naar de mogelijkheden en toepassingen ervan. Iedereen maakte drie schetsen en plaatste deze naast elkaar om een duidelijk overzicht te krijgen. Vervolgens werd er een kast gekozen die zowel functioneel als esthetisch passend was, en werd het ontwerp verder uitgewerkt op basis van het Programma van Eisen (PVE). Uiteindelijk hebben we het ontwerp gerealiseerd met behulp van een 2d 3n 3d tekening.

1. Bedenken en ontwerpen

1.1 PVE

Het programma van eisen bestaat uit de volgende randvoorwaarden:

- De verhouding van de slappe en stijve ribben is 3:1
- Stijve ribben mogen elkaar normaal gesproken niet raken, maar wij hebben een kleine uitzondering gekregen op deze regel.
- Het ontwerp bevat minimaal 8 ribben
- Het moet een functioneel ontwerp zijn
- Het ontwerp mag geen grondplaat hebben
- Het budget is 100 euro
- Het ontwerp past het liefst binnen 1m3 en als je de uitdaging aandurft zo lang mogelijk
- Bij het verwijderen van een slappe rib moet het ontwerp uit elkaar vallen (Extra uitdaging)

Jasper	<ul style="list-style-type: none"> - Geholpen met 2de maquette - Meedenken over verstevingen van het ontwerp - Extra paar handen zijn bij het klussen
Nikita	<ul style="list-style-type: none"> - Sketchup 3D model gemaakt - Taxi gespeeld 🚗 - Fotograaf - Geholpen met klussen aan de kast.
Fleur	<ul style="list-style-type: none"> - Geholpen met de maquette - Geholpen met materialen kiezen en meenemen - Geholpen met bouwen van de kast
Sander	<ul style="list-style-type: none"> - Geholpen met maquette - Geholpen met klussen - Naar de bouwmarkt - Ontwerpen en in elkaar zetten
Tasnim	<ul style="list-style-type: none"> - Definitieve schets gemaakt - Naar de bouwmarkt gegaan - Geholpen met klussen - Projectboek samen met Anna gemaakt
Emiel	<ul style="list-style-type: none"> - Maquette goed uitgewerkt - Geholpen met klussen aan de tensegrity - Meedenken over hoe de tensegrity uit te werken
Fiona	<ul style="list-style-type: none"> - Geholpen met het tekenen/bedenken van het ontwerp. - Geholpen met taken verdelen - Geholpen met maquette maken. - Geholpen met klussen
Thijs	<ul style="list-style-type: none"> - Geholpen met maquette - Geholpen met klussen - Spullen bij bouwmarkt gehaald - Mee helpen met ontwerpen
Froukje	<ul style="list-style-type: none"> - spullen gehaald bij de bouwmarkt - geholpen met de kleine dingen klussen/ in elkaar zetten - mee gebrainstormd over het uiteindelijke ontwerp
Amarins	Maquette
Jelmer	<ul style="list-style-type: none"> - Geholpen met maquette - Geholpen met klussen - Shoppen - Helpen met ontwerpen
Kjerina	<ul style="list-style-type: none"> - maquette gemaakt - geholpen met de kleine dingen klussen/ in elkaar zetten - mee gebrainstormd over het uiteindelijke ontwerp
Anna	Projectboek

1.2 Taakverdeling

1.3 Bestuderen benodigde informatie

Relevante vragen bij dit onderwerp zijn: wat is tensegrity en wat kun je zoal maken met tensegrity structuren.

1.3.1 Wat is tensegrity

Tensegrity is een relatief nieuw concept, voor het eerst toegepast in het ontwerp van de Needletower door Kenneth Snelson. De constructie blijft staan door de interactie van trek- en drukkrachten: de trekkrachten worden opgevangen door de slappe ribben, terwijl de drukkrachten door de stijve ribben worden gedragen. (Pars, sd)

De bedenker van de term tensegrity is Buckminster Fuller. Tensegrity is een samentrekking van Tensional en integrity. Een quote van hem is: "Tensegrity describes a structural relationship principle in which structural shape is guaranteed by the finitely closed, comprehensively continuous, tensional behaviours of the system and not by the discontinuous and exclusively local compressional behaviors." En verkorte manier van deze uitspraak is "...compression elements in a sea of tension...". In een Nederlands artikel van Chris Heunen en Dick van Leijenhorst staat: "De touwtjes houden het bouwsel bijeen en de houtjes uit elkaar." (Pars, sd)

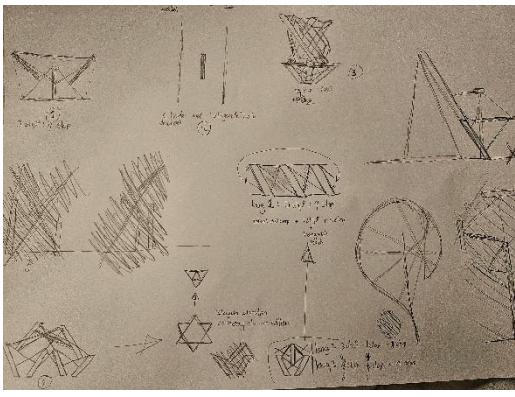
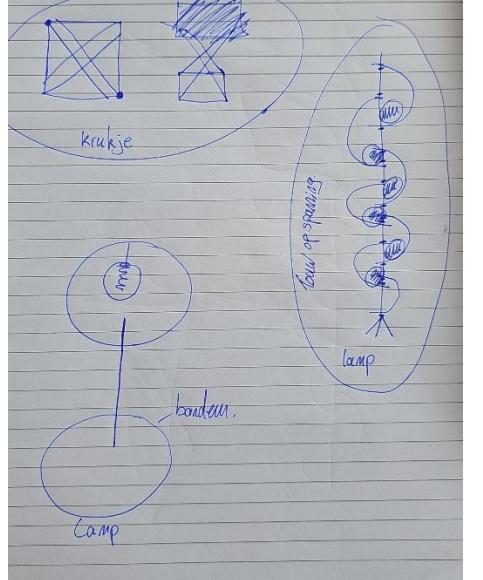
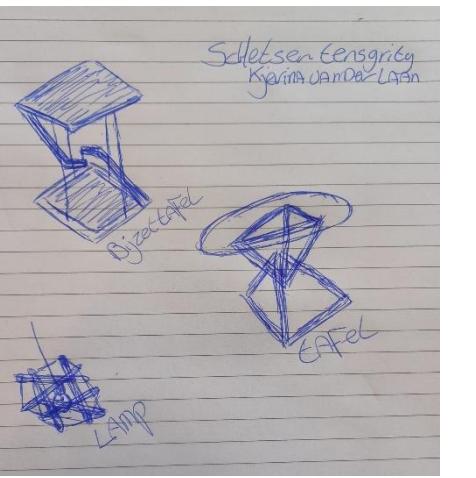
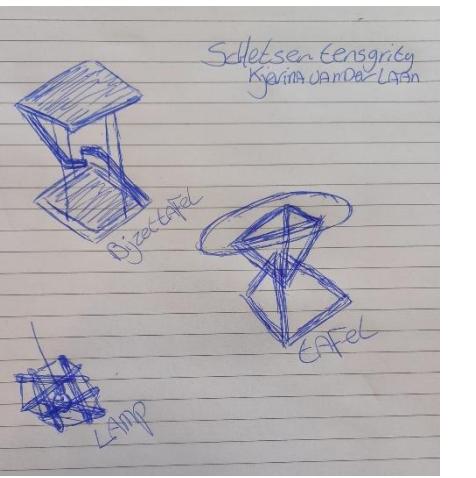
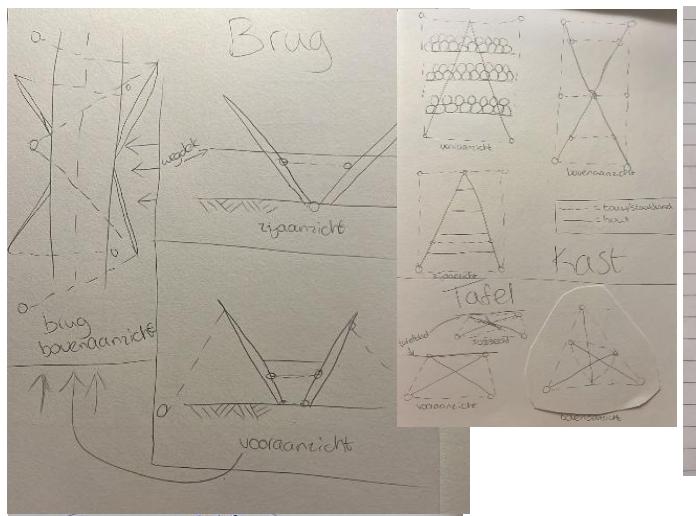
1.3.2 Wat kun je met tensegrity

Na het ontstaan van deze structuren zijn ze niet direct en gemakkelijk veelvuldig praktisch toegepasbaar. Robert E. Skelton, een professor in de lucht- en ruimtevaart wijde daar in een artikel in de Science Daily, april 2006 het volgende aan: "Tensegrity, as a concept, has been around for more than 50 years, but until now we have lacked the mathematics needed to make it an engineering tool.. .There are lots of ways to put sticks and strings together that give you nothing but a useless pile. However, our new computational tools enable us to design an airplane wing structure that can extend and retract like a bird's wing." (Pars, sd)

Waar je tensegrity vooral in ziet toegepast is meubels of kunstwerken, vanwege de unieke vorm die je voorwerp erdoor krijgt.

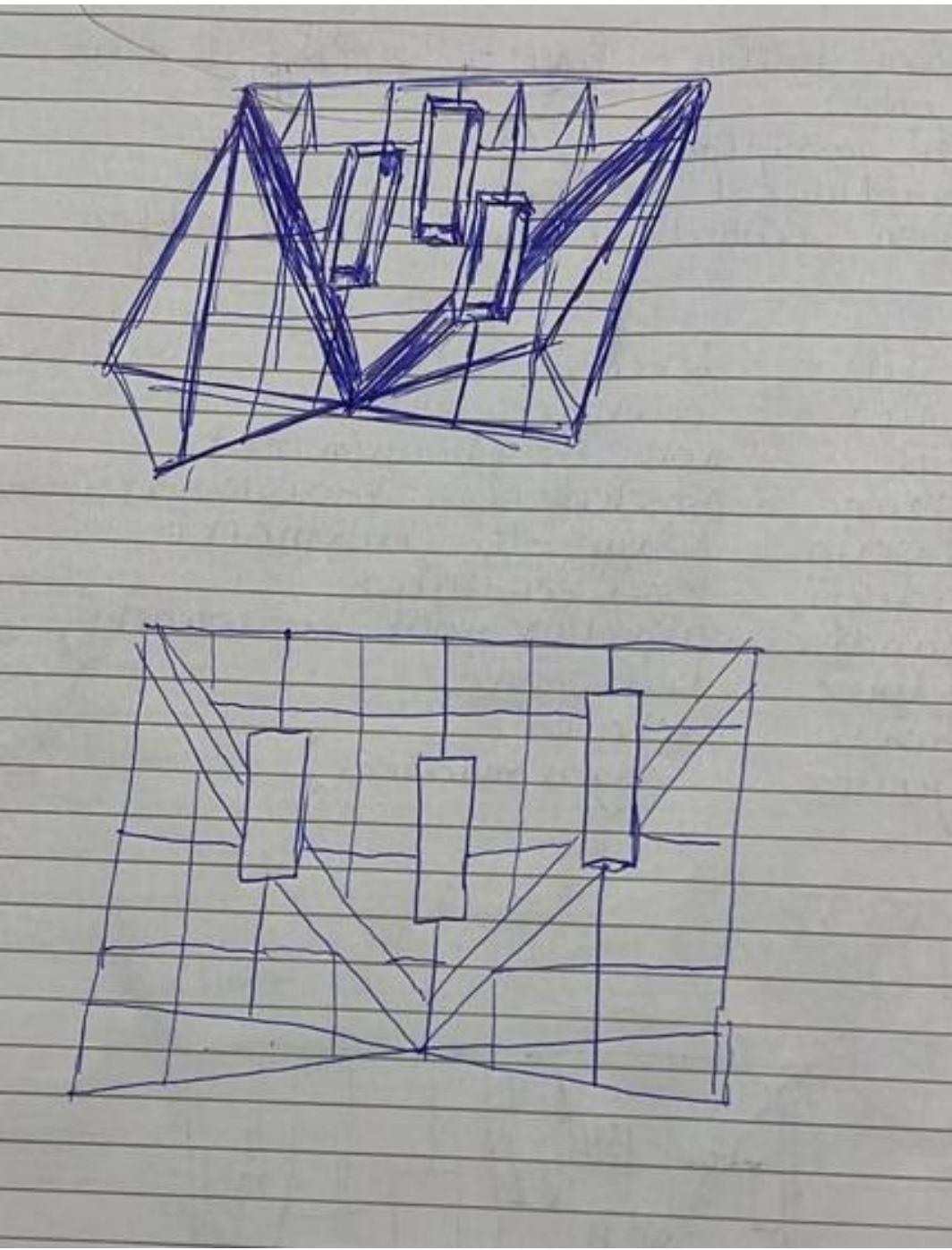
Kort samengevat kunnen we er nu nog niet heel veel mee, maar het concept bied mogelijkheden. Die mogelijkheden moeten nog worden onderzocht.

1.4 Individuele schetsen



1.5 Gezamenlijk ontwerp

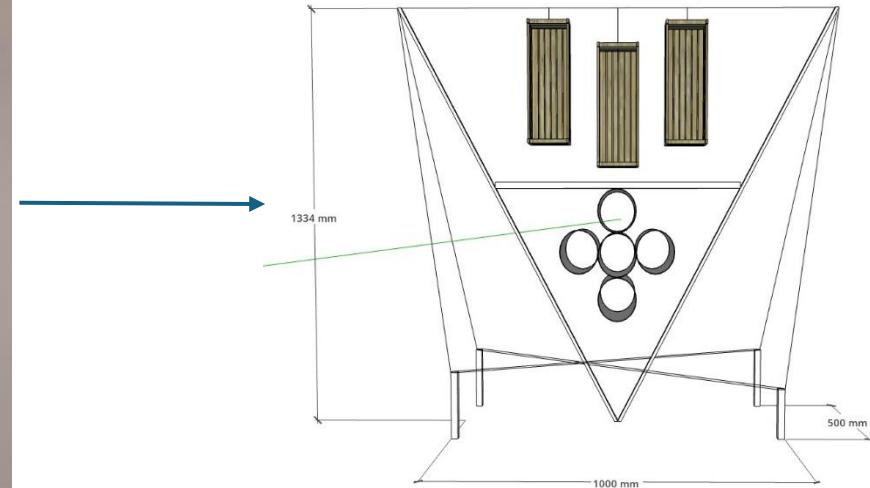
Het gezamenlijke ontwerp waar we op uit zijn gekomen is een kast met kratjes en glazenhouder. De foto hieronder was de inspiratie voor dit idee. Wat we er nog aan hebben aangepast is dat we geen grondplaat en minder planken hebben. Om het toch nog een wat functionelere kast te maken hebben we er hangende kratjes aan toegevoegd. Ook hebben we er poten onder gezet, zodat de v in het midden groter kan.



2. Definitief ontwerp

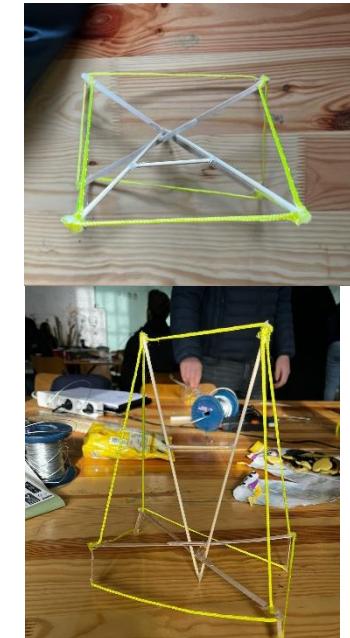
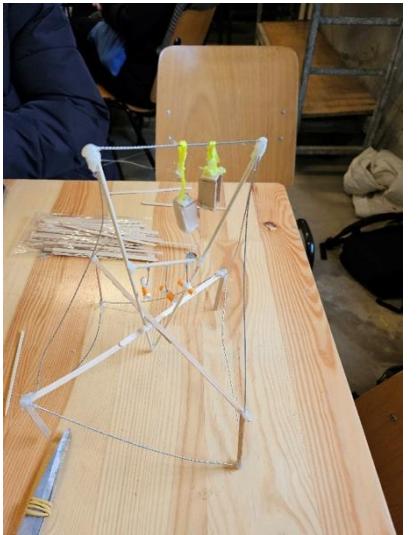
2.1 Sketchup ontwerp

Het definitieve schets en het sketchup-ontwerp is iets anders als het ontwerp dat we eerst voor ogen hadden. Dit ontwerp bevat ook pvc buizen om zo nog meer opslagruimte te creëren. We zijn tot het besluit gekomen om die buizen alleen tussen het onderste gedeelte van de v te plaatsen en niet daarbuiten. Dit geeft de kast een mooi effect.



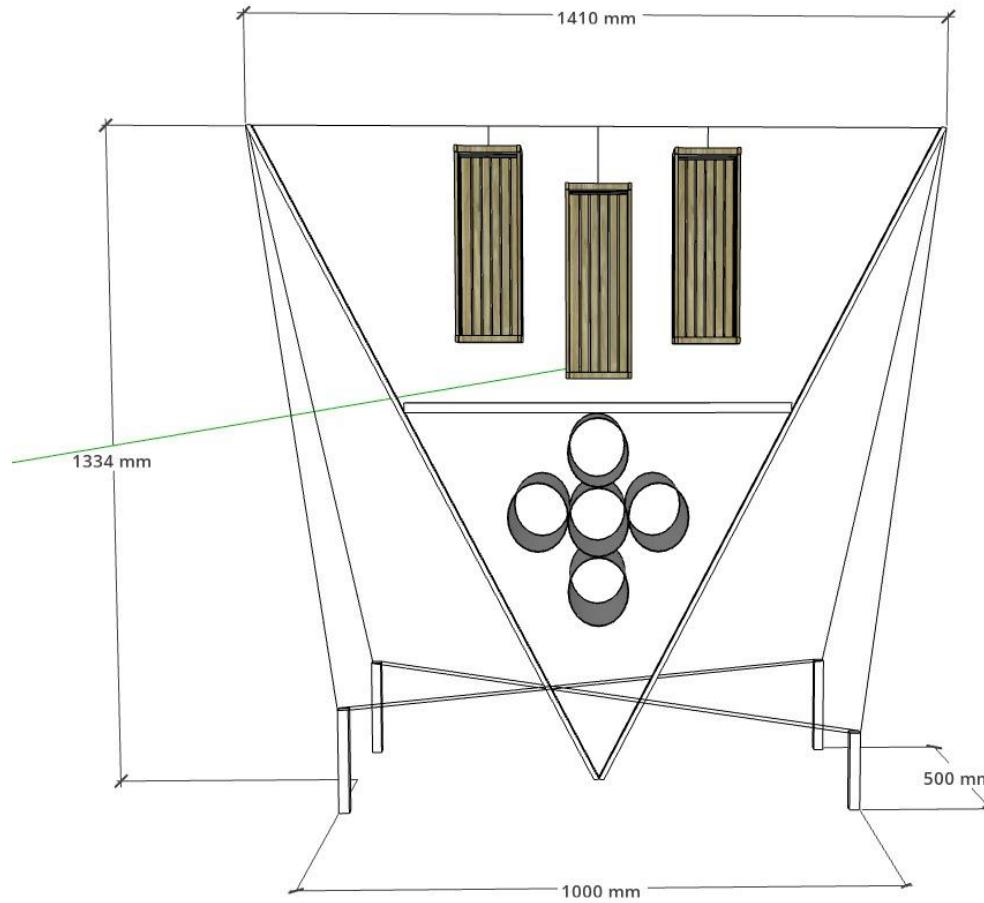
2.3 Mini maquette ontwerp

Onze eerste maquette werd afgekeurd vanwege onze poot-constructie. We hadden een x vorm toegepast maar die mocht elkaar niet raken, wat bij ons wel het geval was. Dit hebben we opgelost door tussen de balken en de poten een draad te plaatsen. Deze draad loopt van de bovenkant van de poot van de laagste hangende balk naar de onderkant van de poot van de hoogste balk. Zo trekt deze draad de onderste poot verder naar beneden en blijft de constructie staan. Deze tweede maquette was goedgekeurd, maar doordat we stalen draden hadden gebruikt in plaats van slappe touwtjes konden we het krachtenverloop niet goed zien dus is er nog een derde maquette gemaakt waarin wel slappe ribben zijn gebruikt.



2.4 Bouwtekening met maatvoering

De bouwtekening is gemaakt in sketchup. Hierin staat ook de maatvoering.



Wat
het

2.4.1 materiaallijst

we in totaal nodig hebben, is volgende:

- 3 kratjes
- 5 stukken PVC-buis (Lengte: 2 meter gezaagd naar 5 stukken van 30 cm en diameter: 20 cm)
- Houtbalken (Lengte: 2,10 meter en afmetingen: 7,5 cm x 5 cm)
- Vier houten pootjes van hetzelfde houtbalken (Type 1: Lengte 20 cm, Type 2: Lengte 34 cm)
- Touw (voor het verbinden van de onderdelen)
- Maquette (voor het maken van een schaalmodel)
- Schroefbeugels (voor het bevestigen van de buizen of andere onderdelen)
- Ijzerkettingen (voor extra stabiliteit of verbindingen)
- Spanningsgroeven (Voor de juiste spanning in de structuur)

3. Bouwwerk

3.1 Bouwprocess

We begonnen met het zagen van de houten balken op de juiste maat. Daarna schuurden we de randen glad met schuurpapier, zodat alles netjes en goed in elkaar zou passen. Vervolgens maakten we twee balken in een V-vorm, waarvan de breedte 1 meter zou zijn. Door een fout in de berekeningen werd de V-vorm uiteindelijk 1,80 meter breed. Ondanks deze fout besloten we door te gaan met de grotere afmetingen. Toen de V-vorm klaar was, voegden we een kruis toe onder de V om de kast steviger te maken en de krachten beter te verdelen.

In eerste instantie dachten we dat de ribben van het kruis elkaar wel mochten raken, maar later hoorden we dat dit niet toegestaan was. Gelukkig konden we dit oplossen door een ketting tussen de ribben te hangen. De ketting zorgde ervoor dat de ribben op de juiste afstand van elkaar bleven. Door de ketting kregen de poten van de kast twee verschillende lengtes. Dit was niet wat we in het begin wilden, maar we besloten ermee door te gaan omdat het de stabiliteit van de kast niet beïnvloedde.

Als laatste begonnen we met het spannen van de touwen tussen de verschillende delen van de kast. Dit was belangrijk voor de stabiliteit, en het juiste span van de touwen was nodig om de kast stevig te maken. We kwamen ook een probleem tegen: de ketting ging steeds open. Dit hebben we opgelost door touw te gebruiken.

Gedurende het bouwen kwamen we er steeds achter dat we dingen moesten aanpassen. Zo vonden we dat de houten plank tussen de V niet nodig was, dus die hebben we weggelaten. Ook plaatsten we de PVC-buizen buiten de V, langs de randen, en gebruikten we maar vier buizen in plaats van vijf.

3.2 Eindproduct

Bibliografie

Pars, M. (sd). *Tensegrities*. Opgehaald van www.tensegriteit.nl: <http://www.tensegriteit.nl/n-simple.html>