

Onderzoeksvorstel Profielwerkstuk Natuurkunde

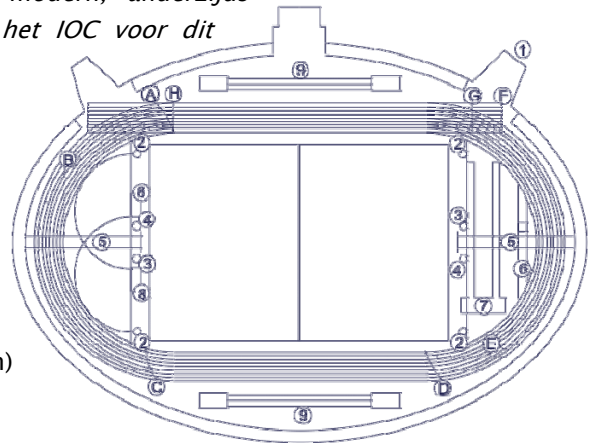
Onderwerp: koepelconstructies

Het is mijn bedoeling een profielwerkstuk te maken rond het onderwerp koepelconstructies. Echter, uit dit onderwerp dient wel een werkbaar onderzoek of ontwerp voort te vloeien. Vandaar deze verhandeling die is gewijd aan het kiezen en funderen van het onderzoeksvorstel voor het profielwerkstuk. Daarom dan heb ik de volgende fictieve situatie bedacht:

Voor de Olympische Spelen in Paris, London, New York, Madrid of Moskva is het altijd noodzakelijk zich goed te presenteren. Daarom is architect Hans de Jonge gevraagd om een magistraal bouwwerk te ontwerpen. Omdat de Olympische Spelen een symbool zijn van verzoening en het 'samen zijn' van de deelnemende landen lijkt er niets beter geschikt dan een centrale bouw met een enorme koepel erop te bouwen. Want omhelst de koepel niet alles en geheel onpartijdig door zijn perfecte cirkelvorm?

Sinds millennia is men al onder de indruk van koepels. Zo grijpt de koepel ook nog eens terug op de klassieke oudheid, waar de Olympische Spelen al als symbool van verzoening dienden. Een koepelconstructie, enerzijds modern, anderzijds groots zoals in de oudheid, is dus een vereiste van het IOC voor dit megacomplex.

Natuurlijk ben ik blij verrast deze opdracht gekregen te hebben. Er moet natuurlijk nog een doel geformuleerd worden voor dit gebouw. En buiten de koepelconstructie zullen er natuurlijk nog een aantal vereisten zijn. Zo kun je bijvoorbeeld het aantal toiletgebouwen noemen, of het gewicht dat de vloer(en) moeten dragen. Zo zijn er tal van eisen.



Het complex zal dienen als Olympisch Stadion, dat natuurlijk als belangrijkste de atletiekbaan bevat. Immers in de oudheid was atletiek de belangrijkste sport, en bestonden de spelen zelfs in het geheel uit atletiekonderdelen. Zo'n baan is 400 meter lang en met wat ruimte ernaast zou de diameter van koepelvormige dak zo'n 200 meter bedragen.

Omdat de koepel rond moet zijn, om zo zijn symbolische 'onpartijdigheid' uit te drukken, ligt het voor de hand om voor deze éne speciale keer de vorm van de atletiekbaan aan te passen tot een perfecte cirkel. Dat houdt

Startplaatsen

- A: Start 10.000 m
- B: Start 400 m
- C: Start 1.500 m
- D: Start 3.000 en 5.000 m
- E: Start 200 m
- F: Start 110 m horden
- G: Start 100 m
- H: Finish

Overig

- 1: Marathonpoort
- 2: Kogelstoten
- 3: Kogelslingeren
- 4: Discuswerpen
- 5: Speerwerpen
- 6: Steeple-chasebak
- 7: Polsstokhoogspringen
- 8: Hoogspringen
- 9: Verspringen en hink-stap-sprong

in dat de straal van de baan dus 63,66 meter moet gaan bedragen ($400 = 2 \times \pi \times r \rightarrow r = 63,66$). Dit zal helaas niet genoeg zijn om binnen de atletiekbaan ook nog een voetbalveld te herbergen van 120 bij 75 meter. Daarom wordt gekozen om de zwemsport onder te brengen bij de atletiek.

Hoe alles ook ontworpen en gebouwd moge worden, de koepel met een diameter van minimaal 127 meter zal zonder enige twijfel voor de grootste problemen in de bouw gaan zorgen. Dat is dan ook waar ik voor het ontwerpen van het gehele complex eerst mijn aandacht naar uit zal laten gaan en dat vormt dan ook de kern van mijn onderzoek voor het profielwerkstuk voor het vak natuurkunde.

Werkwijze

Mijn bedoeling is om het gehele proces tot het ontwerp op te splitsen in een aantal stappen, namelijk:

I. Een literair onderzoek naar koepelconstructies.

Hoe zijn koepels ontstaan? welke symbolische functie hebben ze? Welke soorten koepels bestaan er? Wat zijn de algemeen gebruikte materialen? Enkele voorbeelden van beroemde koepels. Op zoek naar de grootste koepels (om haalbaarheid van 127 meter grote koepel te kunnen vaststellen). Welke constructie is het sterkst? Et cetera.

Uit dit literair onderzoek moet een experiment voortvloeien om te bepalen welke constructie het meest geschikt is voor de bouw van het Olympisch complex.

II. Een onderzoek naar een beperkt aantal constructies – bijvoorbeeld drie – en door theorie aantonen welke het meest geschikt is.

Welke afwegingen zijn er te maken tussen functie en esthetiek? Welke theorie is er in de mechanica omtrent bouwkunde en koepels? Welke computermodellen kunnen er gemaakt worden? Welke materialen kunnen er worden gebruikt? Wat zijn de hoevéélheden materiaal die gebruikt kunnen worden (wanneer bezwijkt de koepel onder zijn eigen gewicht?)? Welke constructies zijn er mogelijk? Et cetera.

III. Uitvoering van het experiment.

Het op schaal nabouwen van de koepels en eventuele onderbouw. Door een proef aantonen welke koepel het meest geschikt is.

IV. Het verdere ontwerp van het complex.

Het bekijken van moeilijkheden van technische aard, maar ook van praktische en functionele aard. Inrichting, stijl.

V. Intergratie van de koepel in het ontwerp van het gehele complex.

VI. Presentatie van het complex doormiddel van een videofilm een maquette, eventueel aangevuld door een presentatie.

Ik geef toe, het klinkt allemaal behoorlijk ambitieus, maar ik vind dat dat ook moet kunnen: dit werkstuk zou

hét werkstuk moeten zijn van wat je op het vwo gemaakt hebt. Dit werkstuk geeft feitelijk een samenvatting van wat je eigenlijk geleerd hebt op het vwo. Natuurlijk niet van alle aspecten, maar toch, ik heb het gevoel dat men hieraan moet kunnen zien, buiten je cijfers om natuurlijk, wat je werkelijk 'waard' bent. Vandaar deze ambitieuze plannen.

Nu moet ik nog besluiten met een onderzoeksvraag natuurlijk, om het een en ander af te bakenen. En mijn onderzoeksvraag die de kern van mijn onderzoek zal bevatten is:

“Welke constructie en welk materiaalgebruik is het meest geschikt voor een koepel die moet dienen voor de overkapping van een Olympisch complex, gelet op technische aspecten, praktische aspecten en esthetische aspecten?”

Een hypothese kan ik hierbij nog lang niet stellen, aangezien eerst een uitgebreid literair onderzoek hiervoor het fundament moet leggen.

Over het experiment kan ik het volgende zeggen. Het lijkt logisch dat op schaal bepaalde zaken moeten worden nagebootst (hevige wind, regen, aardbeving). De kans dat de koepel het op die schaal begeeft is klein (wellicht zegt de theorie nog iets anders, of is er een mogelijkheid het experiment zo te doen dat er wel een realistisch beeld wordt gegeven), daarom zal de belangrijkste proef moeten bestaan uit hoeveel gewicht een koepel bovenop kan dragen alvorens hij instort.

Dit is mijn voorlopig onderzoeksvoorstel.

Hans de Jonge, klas L5vV

Aanpassingen op het onderzoeksvoorstel

Nu ik een eind op weg ben in het Profielwerkstuk, moet ik tot een herziening van mijn onderzoeksvoorstel komen. Een aantal onderdelen zal (noodzakelijk) geschrapt moeten worden, terwijl er anderzijds een aantal aanvullingen op het onderzoeksvoorstel is. Na herziening zal het Profielwerkstuk van mij uit de volgende onderdelen bestaan:

I. Een literair onderzoek naar koepelconstructies.

Hoe zijn koepels ontstaan? welke symbolische functie hebben ze? Welke soorten koepels bestaan er? Wat zijn de algemeen gebruikte materialen? Enkele voorbeelden van beroemde koepels. Op zoek naar de grootste koepels (om haalbaarheid van 127 meter grote koepel te kunnen vaststellen). Welke constructie is het sterkst? Et cetera. Een onderzoek naar een beperkt aantal constructies – bijvoorbeeld drie – en door theorie aantonen welke het meest geschikt is.

II. Het opstellen van een wiskundige theorie waaruit de eisen die gesteld moeten worden blijkt bij het bouwen van een dergelijk grote koepel als de te ontwerpen koepel.

Wat is de minimale dikte van het zwakste deel van de koepel? Wat is een redelijke marge als het gaat om bepaalde belastingen van onder andere het weer bij het bepalen van de dikte van de koepelschaal?

III. Uitvoering van het experiment.

Het op schaal nabouwen van de koepels en eventuele onderbouw. Door een proef aantonen welke koepel het meest geschikt is.

IV. Meetresultaten

V. Conclusies trekken uit de resultaten van het experiment.

VI. Presentatie schriftelijk, eventueel aangevuld door een mondelinge presentatie.

De grootste factor bij het aanpassen van het onderzoeksvoorstel was de factor tijd. Een videofilm maken kost nu eenmaal veel tijd. Een maquette maken kost veel tijd, een ontwerp maken kost tijd. Tijd is een luxe waarover ik niet onbeperkt bezit. Dat is enerzijds goed. Hoofdzaken worden zo gemakkelijker van bijzaken onderscheiden. Anderzijds is het jammer dat het onderzoek niet over de volle breedte gehouden kan worden.