



van Melsenprijs 2023

de beste profielwerkstukken
in de natuurwetenschappen 2023

prijsuitreiking **Van Melsenprijs**

EUCYS 2023 in Brussel

Nobelprijsuitreiking Zweden

Magazine Van Melsenprijs en
International Conference for
Young Scientists 2023

Onder redactie van Jan Marijnissen





Inhoudsopgave

Profielwerkstukken bij het Pre-University College (PUC)	3
De Van Melsenprijs	4
Voorwoord	5
De Van Melsenprijs prijsuitreiking	6
De onderzoeken van de Van Melsenprijs in beeld	12
PWS Developing and testing a Langriagian model of the floating arm trebuchet	14
PWS Het koelen van zonnepanelen door middel van hydrogel in de Sahara	16
PWS Coffeïne als geneesmiddel van apneu bij te vroeg geboren baby's	18
PWS De haven van Nieuw-Rotterdam	20
PWS Corona vaccinaties. Het voorkomen en bestrijden van een wereldwijde pandemie	22
PWS Een verkenning van het Dijkstra-algoritme	24
PWS De invloed van omgevingsfactoren op de sluitsnelheid van de Venus-vliegenvanger	26
PWS Van rood naar groen. De zoektocht naar plantengroei op Marsgrond	28
PWS Quantum magnetische levitatie	30
PWS Recyclebaar bloed	32
Dagboek van de leerlingen die mee hebben gedaan aan de European Union Contest for Young Scientists (EUCYS) 2023 in Brussel	34
Dagboek van Clément bij de Stockholm International Youth Science Seminar (SIYSS) en de nobelprijzenuitreiking 2023 in Zweden	43
Colofon	44



Profielwerkstukken bij het Pre-University College (PUC) van de Radboud Universiteit

Bij het PUC onderdeel 'profielwerkstukken' worden vragen beantwoord die gerelateerd zijn aan profielwerkstukken in de exacte vakken. Daarnaast organiseren we jaarlijks de Van Melsenprijs voor het beste exacte profielwerkstuk en regelen we de afvaardiging van de winnaars van deze wedstrijd naar de European Contest for Young Scientists (EUCYS). Dat doen we samen met het PUC of Society, er gaan twee teams vanuit de Van Melsenprijs mee en één team vanuit de NESCIO prijs.

De EUCYS is een prestigieuze wedstrijd, die voor een belangrijk deel gefinancierd en ondersteund wordt door de EU. De EU betaalt onze reis, het inschrijfgeld, verblijf (inclusief maaltijden). De prijs wordt al meer dan 30 jaar georganiseerd, en is altijd in september.

De afgelopen jaren hebben de deelnemers een kort filmpje gemaakt om te laten zien wat ze hebben gedaan. Dat bleken zulke leuke filmpjes te zijn geworden, dat we die filmpjes er voor dit jaar hebben ingehouden. We hebben ze aan iedereen getoond tijdens de prijsuitreiking, maar als jij ze ook wil zien dan kan dat: <https://www.ru.nl/opleidingen/meer-onderwijs-en-trainingen/programmas-voor-leerlingen/wedstrijden-en-prijzen/van-melsen-prijs> en dan naar beneden scrollen.

Als je wordt uitgenodigd voor de EUCYS dan moet je ook een dergelijk filmpje insturen. Dat moet dan in het Engels, daar kan je dan al rekening mee houden.

Het PUC wil VO-leerlingen kennis laten maken met geavanceerde bètakennis en het doen van bètawetenschappelijk onderzoek. Daarvoor stelt de Radboud Universiteit haar state-of-the-art onderzoek, - apparatuur en - faciliteiten beschikbaar voor havo- en vwo-leerlingen en docenten. Docenten verbeteren hierdoor hun kwaliteiten en zijn beter voorbereid op hun taak in de klas. Scholieren zijn door de kennismaking met de bètawereld beter voorbereid op het maken van een goed geïnformeerde en gemotiveerde studiekeuze voor een - al dan niet - bètastudie. De Van Melsenprijs en de internationale wedstrijden zijn andere voorbeelden van activiteiten waarbij het doel van de universiteit is leerlingen kennis te laten maken met wat het betekent om zelf een onderzoeker te zijn, zodat leerlingen bewuster kiezen voor een vervolgstudie. Daarnaast worden leerlingen vertrouwd gemaakt met wetenschap en wetenschappers, zodat misvattingen verdwijnen en de denkbeelden van leerlingen meer in overeenstemming worden gebracht met de werkelijkheid.

Heb je zelf vragen over je profielwerkstuk?

Stel je vraag via het vragenformulier op:

www.ru.nl/onderzoek/hulp-bij-profielwerkstuk/stel-je-vraag.

Vragen gesteld via de website worden door ons als eerste in behandeling genomen. Vragen gesteld via de website zijn het meest eenvoudig te beantwoorden omdat dan alle gegevens meteen beschikbaar zijn (zoals telefoon en e-mailadres). Wij kunnen de scholieren bijvoorbeeld helpen bij het vinden van relevante literatuur. Wetenschappelijke tijdschriften hebben vaak een betaalmuur, waardoor scholieren geen toegang hebben. Het doorsturen van een link is daardoor niet zinvol. De Radboud Universiteit is op vele honderden tijdschriften geabonneerd, waardoor wij PDF-bestanden van gewilde artikelen kunnen doorsturen. Heb je een vraag over de opzet van je profielwerkstuk, worstel je met je onderzoeksvraag of twijfel je over je deelvragen? Stel deze vragen via de bovenstaande link! Studenten of experts binnen de Radboud Universiteit helpen je graag verder via contact over de mail of een online afspraak.

Wij kunnen helpen bij:

- Het verzinnen van een goede onderzoeksvraag (eventueel deelvragen), welke aansluit bij het onderwerp dat je hebt gekozen.
 - De opzet van je onderzoeksplan en/of werkplan.
 - Contacten leggen met wetenschappers in onze bètafaculteit via de mail.
 - Het toesturen van volledige artikelen in PDF-vorm via e-mail.
 - Het zoeken van wetenschappelijke literatuur.
- Dit kan op twee manieren:
- Je kan met Google Scholar zoeken op onze computers, dan kan je meestal het hele artikel inzien en naar jezelf mailen.
 - Je kan met je schoolpas hier naar de bibliotheek en daar zelf zoeken naar geschikte literatuur.
- Soms kunnen we ook iets praktisch doen, als de apparatuur voor je data-acquisitie beschikbaar is.
- In andere gevallen gaan we proberen om een afspraak te maken met de afdeling waar de apparatuur die je wilt gebruiken staat. We werken hierbij ook samen met de Hogeschool Arnhem Nijmegen (HAN).

De route is altijd: jij hebt een vraag en wij kijken of je geholpen kan worden met deze vraag. Op afspraak langskomen kan ook: de verslagen waarvan de abstracts op de website staan kunnen hier worden ingezien (nooit worden verslagen gekopieerd of uitgeleend), om meer te weten te komen van bijvoorbeeld de meetmethoden die zijn gebruikt.



De Van Melsenprijs

De Van Melsenprijs is door de Radboud Universiteit Nijmegen ingesteld om de belangstelling van leerlingen voor de natuurwetenschappen te verhogen en om leerlingen te stimuleren er in uit te blinken. Alleen docenten kunnen profielwerkstukken insturen. Het inschrijfformulier is te downloaden van onze website. Iedere school mag per vak het beste profielwerkstuk insturen naar:

Radboud Universiteit Nijmegen
Mercator 1, Kamer 6.18
t.a.v. **PUC of Science Profielwerkstukken**
Toernooiveld 216
6525 EC Nijmegen

*Let op!
Nieuw adres*

Inzendingen voor de Van Melsenprijs 2023 moeten uiterlijk binnen zijn op 1 maart 2024.

De dag van de uitreiking van de prijzen wordt traditiegetrouw de van Melsenprijdag genoemd en deze vindt in 2024 plaats op 19 april.

We hebben ons vorig jaar aangesloten bij de EUCYS (European Contest for Young Scientists). Pluspunt, je kan er flinke prijzen winnen; 4 eerste prijzen van € 7000,-, 4 tweede prijzen van € 5000,- en 4 derde prijzen van € 3500,-. Dan zijn er nog speciale prijzen waarbij je het PWS mag gaan presenteren in Londen of Stockholm. Hoewel het een wedstrijd van de EU is mogen er deelnemers uit 70 landen aan deelnemen. In een gemiddeld jaar doen er 150 leerlingen mee. Klein nadeel; de wedstrijd is in september, maar iedere universiteit of hogeschool geeft je de ruimte om hier aan mee te doen. Want het is prestigieus. Straalt goed af op je oude school en op je nieuwe universiteit. En uiteraard op je CV. Hier zijn voor de deelnemers geen kosten aan verbonden.

Docenten en leerlingen kunnen inspiratie uit dit tijdschrift halen en het maakt ook duidelijk wat er binnen een exact profielwerkstuk allemaal mogelijk is. Leerlingen die zich beperken tot literatuuronderzoek doen zichzelf tekort. In dit magazine staan tien originele argumenten om echt onderzoek te (gaan) doen, namelijk de profielwerkstukken van de Van Melsenprijs 2023.

De inhoud van dit tijdschrift mag voor onderwijsdoeleinden worden gekopieerd; sterker nog: we moedigen dit juist aan. Ook met de uitgave van dit tijdschrift hopen wij de belangstelling bij leerlingen voor de exacte vakken te vergroten. Docenten die (delen van) het tijdschrift ter beschikking stellen aan de leerlingen helpen ons hiermee.

Veel plezier met het Van Melsenprijs- en EUCYS tijdschrift 2023.

De medewerkers van PUC of Science Profielwerkstukken



Voorwoord

Dit jaar is voor de 30ste keer een wetenschapswedstrijd uitgeschreven door de Radboud Universiteit (RU). De profielwerkstukken van eindexamenkandidaten havo en vwo in de vakken natuurkunde, scheikunde, biologie, technisch ontwerpen, informatica, informatiekunde en wiskunde of een combinatie hiervan kunnen meedingen naar de prijzen.

Binnen de Van Melsenprijs zijn er twee categorieën waarin je kunt deelnemen. De ene categorie wordt gevormd door de vakken biologie en scheikunde. De andere categorie zijn de vakken wiskunde, natuurkunde, informatica, informatiekunde en technisch ontwerpen. Voor deze indeling is gekozen omdat dan het aantal PWSen ongeveer gelijk verdeeld is over de categorieën. Deze verandering is nodig om te voldoen aan de eisen vanuit de European Union Contest for Young Scientists (EUCYS). In iedere categorie is er een eerste prijs van € 500,- en een tweede prijs van € 350,-. Daarnaast hebben we nog de publieksprijs van € 150,-.

Beide eerste prijs winnaars worden door de Radboud Universiteit uitgezonden naar de European Contest for Young Scientists (EUCYS). En daar liggen de prijzen flink hoger; er zijn 4 eerste prijzen van € 7000,-, 4 tweede prijzen van € 5000,- en 4 derde prijzen van € 3500,-. En in 2024 wordt het georganiseerd in Polen. Deze wedstrijd is altijd in september.

De bedoeling van het organiseren van de Van Melsenprijs is het stimuleren van jonge mensen in het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek en om er in uit te blinken. Daarom is het ook een vereiste dat deelnemers echt praktisch onderzoek hebben gedaan bij het uitvoeren van het profielwerkstuk. Het nomineren van tien verslagen wordt traditiegetrouw gedaan door de medewerkers van PUC of Science Profielwerkstukken. Daarbij wordt gelet op criteria zoals: kwaliteit (denk hierbij ook aan statistiek), niveau, originaliteit en creativiteit. Vervolgens worden de prijswinnaars geselecteerd door een vakjury. De jury bestaat dit jaar uit prof. dr. C.J.W.P. (Charles) Timmermans (*jurylid natuurkunde*), prof. dr. W.D. (Walter) van Suijlekom (*jurylid wiskunde*), dr. C. (Colin) Logie (*jurylid biologie*) en prof. dr. E. Barendsen (*jurylid informatica + voorzitter*). Scheikunde is vacant.



Uitslag Van Melsenprijs 2023

De opening van de Van Melsenprijsdag 2023 wordt verzorgd door prof. Dr. S.J. (Sijbrand) de Jong. Hoogleraar High Energy Physics, Lid van het college van Decanen en Decaan van FNWI.

"Welkom jongens en meisjes, ouders en familie, vrienden en vriendinnen. Welkom bij de oudste profielwerkstukkenprijs van Nederland. Een speciaal welkom voor enkele genodigden. De winnaar van vorig jaar en enkele hoogleraren uit de jury.

Deze wedstrijd bestaat al 30 jaar. Veel van de deelnemers zijn hier ook komen studeren. Over het algemeen zijn dat heel goede studenten. Daarom zijn jullie hier ook van harte welkom, als je nog op zoek bent naar een goede universiteit. Denk er nog eens over na.

Jullie, de genomineerden hebben de beste profielwerkstukken van Nederland geschreven. Jullie werkstukken zijn de selectie van de selectie. Eerst heeft jullie leraar jullie werk geselecteerd als zijn of haar beste werkstuk. Dit heeft 50 inzendingen bij het PUC opgeleverd. Daaruit zijn er 10 genomineerd en dat zijn jullie. Aan onze jury de moeilijke taak om hieruit nummer één, twee en drie te kiezen. Maar jullie hebben bewezen uitstekende bèta's te zijn. Kandidaten geniet van deze middag, je hebt nu al door de nominatie waardering en bewondering voor jullie prestatie afgedwongen. De vierde prijs is sowieso binnen, nu kijken wie er één, twee en drie gaan worden."

prof. Dr. S.J. (Sijbrand) de Jong



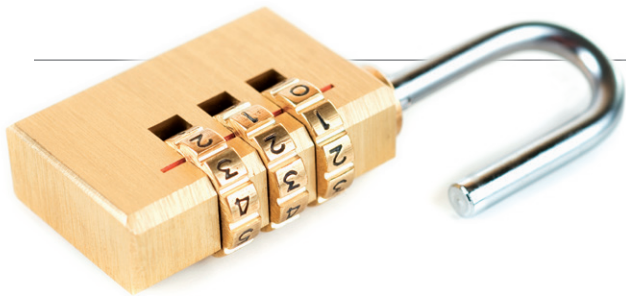
De Van Melsenprijslezing wordt dit jaar gehouden door dr. B.E. (Bernard) van Gastel universitair docent van de afdeling Software Science. De titel luidt: 'Je vindt een wereldwijd beveiligingsprobleem..... en dan?'

Samsung en andere merken brengen solid state harddisks op de markt. Die zijn beveiligd zodat niemand zomaar bij je gegevens kan. Het is beveiligd met een password. Maar dat betekent dat dit password ergens opgeslagen is op de disk. Dan moeten we logischerwijs ook in staat zijn dat geheime password uit te lezen. Samen met een collega ben ik begonnen met een poging dit te kraken. Na ongeveer drie weken is het ons gelukt. Nu kunnen we van alle solid state harddisks het password te weten komen en achter ieders geheime informatie komen.

Maar omdat we ethische hackers zijn gaan we dit gewoon aan de fabrikant melden. Nu kan dat wel problemen opleveren, want hacken blijft illegaal. We willen liever niet in de problemen komen, nu zijn daar in Nederland goede kanalen voor bedacht, we hebben onze bevindingen gemeld aan de AIVD. Die hebben het dan weer aan Samsung gemeld, zonder onze namen of de Radboud Universiteit te noemen. Samsung wilde graag zien hoe we het gedaan hadden. We zijn met onze spullen naar Den Haag gereisd, waar ook een team uit Zuid-Korea is gekomen, en in een geheime kamer van de AIVD hebben we laten zien hoe we alle schijven konden hacken. Het team van Samsung was overtuigd en ieder ging weer naar huis. Toen gebeurde er 6 maanden niets. Het begon erop te lijken dat Samsung dit niet bekend ging maken, noch repareren. Toen hebben we Samsung een mailtje gestuurd, dat we onze bevindingen over 5 weken zouden publiceren. Nu wisten ze natuurlijk wel wie we zijn en van welke universiteit. Die middag kreeg ik een belletje van ons bestuur dat vroeg of ik me de volgende morgen om 9 uur wilde melden. Daar bleek dat Samsung een advocatenkantoor in de arm had genomen en die hadden het bestuur een brief gestuurd dat als we zouden publiceren ze een proces zouden beginnen waarin ze een schadevergoeding van 100 miljoen euro van de universiteit zouden eisen.

Als we dat echt zouden moeten betalen dan is de universiteit failliet. Maar tot mijn verrassing zei ons bestuur: publiceren.

Op de afgesproken tijd hebben we onze methode gepubliceerd op een techwebsite. Toen ben ik verwachtingsvol naast de telefoon gaan zitten om iedereen die zou gaan bellen te woord te staan. Er belde niemand. Ja 's avonds laat de



Gelderlander en we kregen een klein artikeltje in de krant. Hevig teleurgesteld naar bed. Maar terwijl ik sliep, werd Amerika wakker en daar werd het wél opgepikt en binnen de kortste keren stond het op heel veel website's en social media. Nu groeide ook de belangstelling in Nederland. En er kwam een reactie van Samsung. Ze gaven toe dat hun solid state harddisks te kraken waren, maar ze hadden de patch klaar en als je die installeerde was de disk opnieuw onkraakbaar.



Dat was een te grote uitdaging, het kostte ongeveer 3 uur om de disk met deze patch te kraken. Dat hebben we ook gepubliceerd.

Van het advocatenkantoor hebben we nooit meer iets gehoord. Gelukkig maar.

Bernard van Gastel vertelt over hacken

Ieder team heeft een kort filmpje van ongeveer 3 minuten opgenomen over hun profielwerkstuk. Die worden nu in de collegezaal aan het hele publiek getoond. Dan gaan we naar de binnenstraat waar alle projecten worden getoond. Het publiek kan nu zijn stem uitbrengen voor de publieksprijs. Hiervoor hanteren we een eenvoudig en elegant systeem. Op ieder project staat een nummer van 1 tot en met 10. Iedereen krijgt bij het verlaten van de zaal een knikker. In de binnenstraat staat een opstelling met 10 lange geblindeerde reageerbuizen. Jouw knikker stop je in de buis horend bij het project van jouw voorkeur. Het project met de meeste knikkers in zijn buis wint de publieksprijs.

We ervaren nog steeds naweeën van corona. Het aantal inzendingen voor de Van Melsenprijs loopt langzaam weer wat op, maar we zitten nog niet op het oude niveau. Hopelijk gaat er nu wat veranderen omdat we een nieuwe internationale wedstrijd hebben gevonden. Met de nummers 1 uit beide categorieën gaan we dit jaar naar de European Union Contest for Young Scientists (EUCYS). Een prestigieuze



competitie met veel prijzengeld. Vier eerste prijzen van €7000,-, vier tweede prijzen van €5000,- en vier derde prijzen van €3500,-. Dit jaar zitten we van 12 - 17 september in Brussel. Volgend jaar is het in Polen. Verder in dit tijdschrift vertellen de deelnemers hoe ze het hebben ervaren.



Onze jury bestaat in principe uit 5 personen, één uit ieder vakgebied. Scheikunde was dit jaar vacant. Zij hebben uit de genomineerden 1, 2 en 3 vastgesteld. Alle 10 genomineerden hebben ieder een filmpje van maximaal drie minuten gemaakt. Via deze link kan je ze zien. Een aanrader, want de leerlingen hebben er erg hun best op gedaan: Finale Van Melsenprijs 2023 - Institute for Science Education ([ru.nl](https://www.ru.nl/opleidingen/meer-onderwijs-en-trainingen/programmas-voor-leerlingen/wedstrijden-en-prijzen/van-melsenprijs)) <https://www.ru.nl/opleidingen/meer-onderwijs-en-trainingen/programmas-voor-leerlingen/wedstrijden-en-prijzen/van-melsenprijs> en dan naar beneden scrollen.



Onze geweldige en onmisbare studentassistenten, Floris, Thomas, Vera en Job

Het PUC of Science feliciteert alle genomineerden en winnaars. Uiteraard ook een proficiat voor alle begeleidende docenten, TOA's en scholen. En alle ouder voor (soms grote) steun. Hieronder de bevindingen van de jury over de winnaars.

Clément, precies in het midden, wordt aangemoedigd door ouders en zijn docenten



1. Winnaar eerste prijs: Developing and testing a Lagrangian model of the floating-arm trebuchet van Clément Vovard, International School Twente

Clément komt uit Frankrijk en is door het werk van zijn ouders tijdelijk in Nederland terecht gekomen. Voor ons bijzonder omdat Clément goed Frans en Engels spreekt, maar geen Nederlands. De lessen op de internationale school zijn in het Engels. Inmiddels studeert Clément aan een Franse universiteit. Gelukkig hebben ze toestemming gegeven aan Clément om aan de EUCYS deel te nemen en hier een Nederlandse universiteit te vertegenwoordigen. Maar speciaal voor Clément hebben we de laudatio ook in het Engels geschreven. Op pagina 11 komt hetzelfde in het Nederlands.

"It is a great honor to say a few words about the winning profielwerkstuk or extended essay of the Van Melsenprijs, and to Clément Vovard in particular.

The title of the essay is 'developing and testing a Lagrangian model of the floating-arm trebuchet'. Even though this is a subject in physics – classical mechanics to be precise, the mathematical contents is of such a high level, that I am especially glad to be able to address Clément, as I am a mathematical physicist. Given the quality of the essay, this is of course also a great honor.

First some background: what is the floating-arm trebuchet? You have already heard and seen it, but it is a medieval warmachine – the trebuchet or slingerblijde in Dutch – in a modern version – with the floating arm to make it more effective. Said neutrally, in the words of Clément: 'it converts more gravitational energy into kinetic energy of the projectile'.

The underlying mechanism is quite complicated because there are several moving parts, which in turn start moving at different times. Besides, there are several variables of the trebuchet that determine velocity of the projectile and its orbit. It may be clear that the usual Newtonian mechanics and force analysis is hardly sufficient to understand the mechanism. For this reason a much more powerful mathematical formalism is needed, which is based on variational methods: the so-called Lagrangian

formalism. This is a very advanced theory that we teach here in the bachelor in the first and second year, but could be studied for a lifetime. I myself am teaching it for math students in the third year. Very elegant and it is impressive to see it used in Clément's essay, where he even introduces Lagrange multipliers.

Even though he uses the theory as a black box, simply because the background does not fit in the VWO-curriculum, as far as I can see he applied the techniques correctly.

After studying the equations of motions of the system, Clément notices that it is not possible to solve these analytically. Instead, he simulates the trajectories of the bullet – described by these equations – on a computer, by means of a Python script. The results is a plot between distance of the bullet versus the angle of the hook, as you have seen in his video just now.

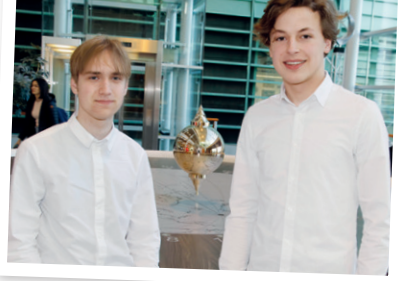
But the essay does not restrict to theory, as Clément has actually built a trebuchet and experimented with it. Isn't it fantastic to realize that Clément somewhere last year, in his back yard has solely put up an experimental setup, written his measurements down and analyzed them, which then led to a comparison between theory and experiment?! The whole spectrum of qualities for a good physicist is thus present! Even more, the found discrepancy between theory and experiment led Clément to qualitatively speculate about the role of friction, and he could then indeed match the theory and experiment. He suggested a quantitative analysis to be done in the future, which is the closing part of this complete treatment on the trebuchet. Besides the outstanding quality, the jury also appreciated the honesty of Clément in his findings.

In conclusion I would say that this is a beautiful single-handed essay, with a good balance between theory and experiment, witnessing a physics project that has been excellently executed. Congratulations!"

Prof. Dr. W.D. (Walter) van Suijlekom.

”
Wat is de relatie
tussen de haak-
hoek van een
floating-arm
trebuchet en het
bereik van een
gelanceerd projec-
tiel?”





2. Winnaar tweede prijs: Het koelen van zonnepanelen door middel van hydrogel in de Sahara van Joost Wilbrink en David Post van het Corlaer College Nijkerk

"Dit onderwerp is zeer actueel en ook zeer relevant. Immers, zoals de onderzoekers aangeven wordt de opbrengst van zonnepanelen minder naar mate de temperatuur van de panelen omhooggaat. Als de temperatuur van de zonnepanelen naar 50 graden gaat neemt dit vermogen af met zo'n 10% ten opzichte van 23 graden. De temperaturen kunnen zeker in de Sahara makkelijk nog verder stijgen, daardoor is het mogelijk dat koeling kan zorgen voor een beter rendement. Nu kost koeling ook energie, kijk maar naar een airco, daardoor is het noodzakelijk om een energie-neutrale manier van koeling te vinden. De onderzoekers hebben gekozen om hydrogel hiervoor te gebruiken. Hydrogel kan grote hoeveelheden water opnemen en dat bij hoge temperaturen vrijgeven waarna het verdampt en zo warmte afvoert. Zeer prettig is als de hydrogel het water weer opneemt uit de lucht zodat we geen grote hoeveelheden water hoeven toe te voeren.

De onderzoekers geven een zeer uitgebreide beschrijving van hun opstelling, waardoor dit onderzoek makkelijk reproduceerbaar is; dit is een kenmerk van excellent wetenschappelijk werk!

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden hebben Joost en David eerst bekeken welke zonnepanelen het meest geschikt zijn om in de Sahara te gebruiken en ze kwamen tot de conclusie dat mono kristallijne panelen hiervoor uitstekend geschikt zijn. Dit zijn de zwarte platen die je ook in Nederland vaak ziet liggen. Het antwoord is echter niet zo belangrijk, maar met name de argumentatie op basis van kosten, rendement, levensduur en gevoeligheid voor hoge temperaturen is wat dit onderzoek onderscheidt van de andere profielwerkstukken.

Als fysicus heb ik nog wat kunnen leren over de werking van hydrogel, daarvoor mijn hartelijke dank. De uitgebreide chemische beschrijving was uitermate goed te volgen en gaf voor mij het nodige houvast om de vraag te beantwoorden welk type hydrogel het meest geschikt is voor de Sahara. Als kritisch lezer denk je dan misschien dat de lucht in de Sahara wel ontzettend droog is, daardoor heb

je zeer veel hydrogel nodig om genoeg water op te nemen om de zaak te kunnen koelen. Ook aan dat aspect hebben de onderzoekers gedacht en zij komen dan ook met een berekening waaruit blijkt dat het mogelijk is om deze koeling toe te passen en dat er inderdaad behoorlijk wat hydrogel nodig is. Maar daar staat tegenover dat de terugverdientijd van de hydrogel slechts 145 dagen is, maar dat is uiteraard afhankelijk van de energieprijzen.

Ook is het interessant te zien dat jullie eigen metingen laten zien dat het vermogen van zonnecellen inderdaad toeneemt indien hydrogel aan de onderkant wordt bevestigd, zoals in figuur 5.6. Kortom, de metingen bevestigen het theoretisch inzicht dat jullie verkregen hebben. Als ik een kritisch puntje op jullie werk mag hebben dan zou dat zijn dat jullie zelf iets meer hadden kunnen meten en ook dat het doen van meerdere metingen niet erg is; dat zou waarschijnlijk de meetfout die jullie opgemerkt hebben in figuur 5.1 verholpen hebben.

Weer terug naar het grotere plaatje: Een extra opbrengst van 10% zou betekenen dat je voor bijna dezelfde kosten 10% meer energie kan opwekken en dat kan een groot verschil maken. In mijn eigen werk zet ik detectoren neer in gebieden die niet goed bereikbaar zijn en maak ik gebruik van zonnepanelen om energie op te wekken. Wij hebben gemerkt dat de achterkant van die panelen erg warm kan worden. Door daar wat tegen te doen kan niet alleen de opbrengst van de panelen vergroot worden, maar ook de betrouwbaarheid van de elektronica die wij gebruiken. Jullie oplossing met het gebruik van hydrogel is iets wat we in ieder geval gaan proberen. Ik wil jullie dan ook hartelijk bedanken voor het insturen van jullie PWS en het interessante relevante onderzoek wat jullie hierin beschrijven. Uiteraard wil ik jullie ook van harte feliciteren met deze prestatie."

Prof. Dr. C.J.W.P. (Charles) Timmermans

”

Kunnen zonnepanelen in de Sahara rendabel worden gekoeld met hydrogel?"



Journalisten in opleiding, maken filmpjes gedurende de hele dag



3. **Winnaar derde prijs: Coffeïne als geneesmiddel voor apneu van Devon Blom en Rebecca Schoenaker van het Stedelijk Gymnasium Nijmegen.**

”

Hoe zinvol en mogelijk is de gekozen TDM-analysemethode voor het geneesmiddel coffeïne bij te vroeg geboren baby's?"

De vraag die gesteld wordt in dit werkstuk is of het zinvol is om de concentratie van coffeïne in nieuwgeboren premature kinderen, die ermee behandeld worden om apneu te bestrijden, op een minder invasieve manier te meten dan via bloedafname en die het zouden toelaten om meer meetwaarden te verzamelen. Het onderzoek dat verricht is betrof validering van het bereik van de meetmethode.

”Dit werkstuk is opmerkelijk goed geschreven, qua inhoud, helderheid, beknoptheid en dat allemaal op een prettige gestructureerde manier. Het theoriegedeelte begint met het beschrijven van fundamentele kennis omtrent de werking van coffeïne en over de verschillen tussen de metabolisatie van coffeïne in de lever van prematuur geboren en volwassen individuen. Vervolgens worden de moleculaire werkingsmechanismen van coffeïne beschreven (adenosine receptor antagonisme, fosfodiësterase inhibitie en ryanodine receptor activatie) en wordt wetenschappelijk inhoudelijk uitgelegd waarom het de adenosine receptoren zijn die het molecuul werkzaam doelwit zijn in de bestrijding van apneu in premature baby's. Ten slotte worden de doelwitweefsels en de effecten erop bondig beschreven.

Het werkstuk is zeer levendig, onder anderen omdat de auteurs een vignet invoegde waar een persoonlijk verhaal verteld wordt dat het probleem dat onderzocht werd samenvat als een korte study case. Het gaat om een fictief verhaal waarbij Lara een prematuur baby'tje is wiens apneu niet verholpen is met de standaard coffeïne dosis en die niet verholpen is met een hogere dosis coffeïne omdat de artsen vrezen voor toxische nevenwerkingen. Het betoog dat verder zal worden uitgewerkt door de auteurs in hun werkstuk luidt dat met een verbeterde en minder invasieve monitoring van de coffeïne gehalten dan via bloedafnames, er objectief gekozen had kunnen worden voor een dosisverhoging die in hun vignet uit voorzorgsmaatregel niet is uitgevoerd, gezien het gevaar voor een coffeïne overdosis. De laatste zin van de vignet is: "Wat moeten de artsen doen?" Deze zin is de motivatie voor het onderzoek dat uitgevoerd is. Dat betrof therapeutische drugs

monitoring. De vernieuwende factor die de auteurs inbrengen is dat in prematuren, urine in plaats van bloed een minder invasieve doch effectieve methode zou kunnen zijn voor het monitoren van coffeïne concentraties.

Samenvattend een goed geschreven PWS. Rebecca en Devon hebben een goed begrip van accurate medische wetenschappelijke feitenbeschrijvingen. Dat loopt van een ziektebeeld tot fundamentele fysiologie en farmacologie. Dat leidt uiteindelijk tot ijking en gebruik van de apparatuur die voor dit onderzoek is gebruikt."

Dr. C. (Colin) Logie

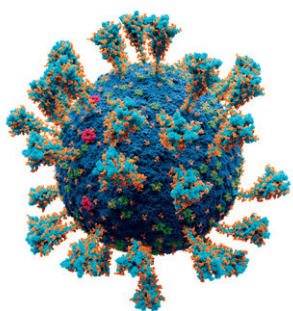


Tot slot is de publieksprijs uitgereikt. Het profielwerkstuk met de meest knikkers in de buis was:

Corona Vaccines, Preventing and fighting a worldwide pandemie van Anique Hazebroek en Kaylee Kunst van RSG Brokdele

Alle winnaars gefeliciteerd namens het hele PUC-team.

Zwevend bewijs voor quantum magnetische levitatie, life tijdens de Van Melsenprijsdag



VAN MELSENPRIJS 2023 PUBLIEKSPRIJS

- 1 "Recyclebaar Bloed" door Polly de Vries & Ruby Matia
- 2 "Coffeine als geneesmiddel voor apneu" door Devon Blom & Rebecca Schoemaker
- 3 "Quantum Magnetische Levitatie" door Thanou Ipema & Thijs Verkade
- 4 "Van rood naar groen: De zoektocht naar plantengroei op Mars" door Ruben Kappert, Tieme uit den Bogard, Bo van Berkhout & Kiara van der Ven
- 5 "Corona vaccines - Preventing and fighting a worldwide pandemic" door Anique Hazebroek & Kaylee Kurst
- 6 "De invloed van verschillende factoren op de sluitsnelheid van de Venus Flytrap" door Abdelilah Abarkane, Iwan Abdelmegeid & Naoufal Aoulad Omar
- 7 "Developing and testing a Lagrangian model of the floating-arm trebuchet" door Clément Vovard
- 8 "De haven Nieuw-Rotterdam" door Quint Boelens & Julian Heuthorst
- 9 "Het koelen van zonnepanelen door middel van hydrogel in de Sahara" door David Post & Joost Wilbrink
- 10 "Een verkenning van het Dijkstra-algoritme" door Sophie Bögels & Maud van Grootel

BRENG UW STEM UIT DOOR UW KNIKKER IN DE BUIS TE GOOIEN



Vertaling van de laudatio voor 1e prijs-winnaar Clément in het Nederlands.

"Het is mij een genoegen het winnende profielwerkstuk van de Van Melsenprijs toe te lichten en de schrijver ervan – Clément Vovard – toe te spreken.

De titel van het PWS is 'developing and testing a Lagrangian model of the floating-arm trebuchet'. Hoewel het een onderwerp in de natuurkunde betreft, de klassieke mechanica om precies te zijn, is het wiskundige niveau dusdanig hoog dat ik blij ben dat ik Clément als mathematisch fysicus mag toespreken. Gezien de kwaliteit van het PWS is dat natuurlijk ook een grote eer.

Allereerst wat achtergrond: wat is de floating-arm trebuchet? U heeft het net al kunnen horen en zien, maar het gaat hier om een middeleeuwse oorlogsmachine – de trebuchet of slingerblijde – in een moderne gedaante – met de zwevende arm om hem nog effectiever te laten zijn. Koel gezegd, in de woorden van Clément: 'it converts more gravitational energy into kinetic energy of the projectile'.

Het achterliggende mechanisme is ingewikkeld omdat er verschillende bewegende delen zijn, die ook nog eens op verschillende tijdstippen een andere beweging maken. Daarnaast zijn er verschillende variabelen van de trebuchet die de snelheid van het projectiel en diens baan bepalen. Het moge duidelijk zijn dat dit met Newtoniaanse mechanica en krachtenanalyse amper valt te analyseren. Daarvoor is het veel krachtiger wiskundige formalisme nodig dat is gebaseerd op variationele methoden: het zogeheten Lagrangiaanse formalisme. Dit is een zeer geavanceerde theorie die we hier doorgaans in de eerste paar jaar van de bachelor natuurkunde behandelen. Ik behandel het zelf overigens in de dubbele bachelor wis- en natuurkunde pas in het derde jaar. Zeer elegant en het is indrukwekkend te zien dat Clément het in zijn PWS gebruikt, waarbij hij zelfs het gebruik van Lagrange multipliers niet schroomt. Al gebruikt hij de theorie als black box, simpelweg omdat de achtergrondkennis niet in het VWO-curriculum past, voor zover ik kon zien zijn de technieken correct toegepast.

van de afgevuurde kogel op een computer, door middel van een programma geschreven in Python. Het resultaat is een plotje tussen de afstand van de kogel ten opzichte van de hoek van de haak, ofwel de angle of the hook.

Maar het profielwerkstuk beperkt zich niet tot de theorie, want Clément heeft zoals u heeft gezien zelf de trebuchet gebouwd en er experimenten mee uitgevoerd. Het is toch fantastisch om te realiseren dat ergens vorig jaar Clément in zijn achtertuin zelfstandig experimenten heeft uitgevoerd, metingen genoteerd en geanalyseerd, hetgeen vervolgens heeft geleid tot een confrontatie tussen theorie en experiment. Het hele spectrum van eigenschappen dat een goed natuurkundige zou moeten hebben is al aanwezig! Sterker nog, er volgde een vergelijkende analyse van zijn meetgegevens met de theorie, die toch wel wat anders leken. Clément vond een verklaring doordat de theorie het effect van wrijving negeert en gaf een kwalitatieve analyse van het effect; inderdaad leek dit een grote factor. De suggestie hoe er kwantitatief zou kunnen worden gekeken naar het effect is het slotstuk van deze volledige behandeling van de trebuchet. Met name de eerlijkheid van Clément in zijn slotconclusie kon de jury erg waarderen.

Concluderend wil ik zeggen dat dit een prachtig eenpersoons PWS is met een goede balans tussen theorie en experiment en die getuigt van een voortreffelijk uitgevoerd natuurkundig project. Proficiat!"

Prof. Dr. W.D. (Walter) van Suijlekom.

Na het bestuderen van de bewegingsvergelijkingen van het systeem, merkt Clément op dat deze niet analytisch zijn op te lossen. In plaats daarvan simuleert hij het traject

„De trebuchet of slingerblijde, een middeleeuwse oorlogsmachine”



in beeld



Onderzoeken van de Van Melsenprijs en de European Union Contest for Young Scientists



Developing and testing a Lagrangian model of the floating-arm trebuchet

Leerling:
Clément Vovard

Docent:
Patrick Diepenbroek

School:
International school
Twente

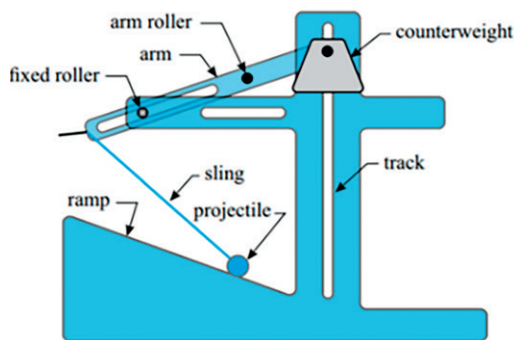


Clément

Inleiding

De floating-arm trebuchet (zie *Figuur 1* (Constans, 2017)) is een moderne variant van de beroemde middeleeuwse trebuchet. Het heeft een fascinerend mechanisme waardoor het meer potentiële zwaarte-energie kan omzetten in bruikbare kinetische energie van het projectiel dan de gewone trebuchet doordat het contragewicht recht naar beneden valt en niet rond een vast punt draait (Constans, 2017).

Hoewel de gewone trebuchet in de literatuur goed wordt beschreven vanwege zijn historische betekenis, heeft de floating-arm variant, ondanks dat deze efficiënter is, weinig aandacht gekregen. Met name de experimentele verificatie van wiskundige modellen ontbreekt nog in de literatuur. Op basis van een Lagrangiaans model heb ik zelf een trebuchet ontwikkeld en dit vergeleken met empirische resultaten van een schaalmodel van de floating-arm trebuchet.

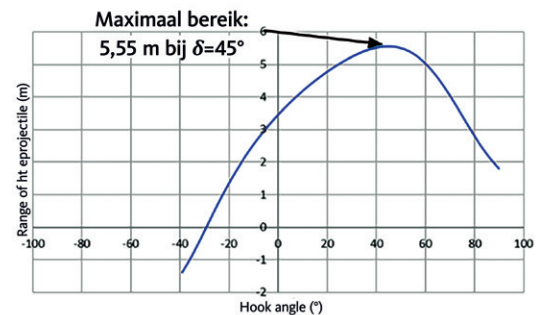


Vraagstelling

Om het wiskundige model te testen koos ik ervoor om variabelen te onderzoeken die makkelijk te variëren en te meten waren. Mijn onderzoeksvraag was dan ook: "Wat is de relatie tussen de haakhoek van een floating-arm trebuchet (δ) en het bereik van het gelanceerde projectiel?"

Hypothese

Met behulp van het hieronder beschreven wiskundige model kunnen we de relatie tussen de haakhoek en het bereik van de floating-arm trebuchet voorspellen.



Theorie

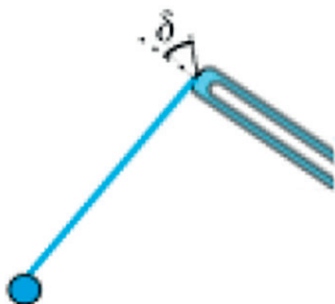
Voor de theorie kunnen we beginnen met het beschrijven van de lanceervolgorde van de floating-arm trebuchet. Ten eerste, als het contragewicht naar beneden valt, duwt het de arm langs de vaste rol en sleept het het projectiel mee. Uiteindelijk raakt de armrol de horizontale baan en met een zwepeffect draait de arm zeer snel rond en lanceert het projectiel.

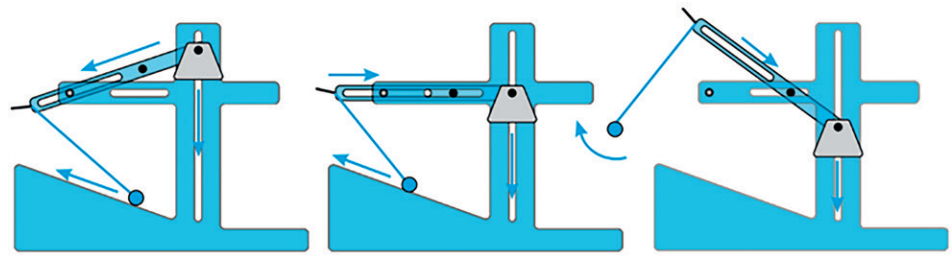
Laten we de literatuur eens bekijken om een voorspellend model voor de floating-arm trebuchet te ontwikkelen:

- Om het hierboven geïllustreerde proces wiskundig te modelleren gebruik ik Lagrangiaanse mechanica (Constans, 2017). Lagrangiaanse mechanica is een alternatieve formulering van klassieke mechanica die geschikter is dan Newtoniaanse mechanica voor complexe systemen zoals de floating-arm trebuchet, vanwege de meer fundamentele benadering (Hirvonen, 2023). Door de totale kinetische energie van het systeem en de totale potentiële energie van het systeem te berekenen in termen van algemene coördinaten, kunnen we de 'Lagrangiaan' ($\mathcal{L}$) vinden, een wiskundig object dat de floating-arm trebuchet in elke configuratie beschrijft.

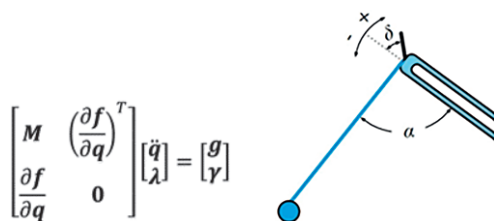
$$\mathcal{L} = \underbrace{\frac{1}{2} m_1 \dot{h}^2 + \frac{1}{2} I \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} m_2 (\dot{x}_p^2 + \dot{y}_p^2)}_{\text{kinetic energy}} - \underbrace{m_1 g h - m_2 g y_p}_{\text{potential energy}}$$

Met (1) kan uiteindelijk het gedrag van de floating-arm trebuchet worden voorspeld door iteratief een systeem van lineaire vergelijkingen op te lossen.



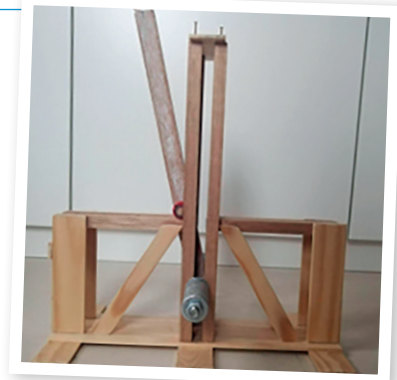


Figuur 3 - Lanceervolgorde van de floating-arm trebuchet



resultaten dezelfde trend volgen. De piek is echter naar links en naar beneden verschoven. In feite laten alle waarden van de haakhoek een kleiner bereik zien dan voorspeld. Dit is logisch, omdat energieverliezen in de theorie werden verwaarloosd, maar duidelijk aanwezig waren in de echte wereld.

Figuur 4 - Mijn floating-arm trebuchet



- Bovendien ontwikkelde Siano (2013) een lanceerconditie voor de gewone trebuchet in termen van de haakhoek (δ), die hier ook van toepassing is op de floating-arm trebuchet.

$$\alpha = \pi + \delta - \operatorname{arccot} \mu$$

- Ten slotte beschrijft Hill (2020) een numerieke oplossing voor het beroemde probleem van projectielbeweging met luchtweerstand, wat uiteindelijk neerkomt op het oplossen van een systeem van vier differentiaalvergelijkingen.
- Door alle drie de onderdelen in computersimulaties te combineren kon ik een volledig theoretisch model ontwikkelen voor de relatie tussen de hoek van de haak en het bereik van een floating-arm trebuchet. Dit werd gebruikt om de bovenstaande *figuur 2* te genereren.

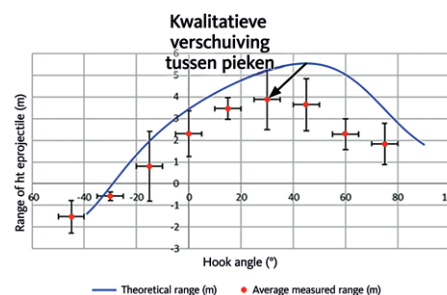
Experiment

De volgende fase was de empirische validatie van het ontwikkelde model. Dit werd gedaan door een schaalmodel floating-arm trebuchet te bouwen met behulp van hout op basis van instructies van Akiyama (2021). Het model was in staat om knikkers over een afstand van 5 meter te lanceren, ondanks dat het slechts 30 centimeter lang was en alleen door de zwaartekracht werd aangedreven.

Nadat de afmetingen nauwkeurig waren vastgesteld om als parameters in de simulaties te gebruiken, voerde ik een experiment uit waarbij ik negen verschillende waarden van de haakhoek testte en het bereik vijf keer voor elke waarde mat.

Resultaten

Als we de resultaten uitzetten tegen de theorie, krijgen we *figuur 5*. We zien dat theorie en



Figuur 5 - Resultaten samen met de theorie

Conclusie

Ik onderzocht de relatie tussen de haakhoek van een floating-arm trebuchet en het bereik. Hoewel het Lagrangiaanse wiskundige model een optimale haakhoek van 45° voorspelde voor een bereik van 5,55 m, zagen we een piek bij een haakhoek van 30° voor een gemiddeld bereik van $3,9 \pm 1,4$ m en een maximaal bereik van 4,8 m. Toch laat de overeenkomst in de trend die zowel uit de theorie als uit het experiment is verkregen, (*figuur 5*) zien dat ons theoretisch raamwerk nog steeds relatief nauwkeurig is in het beschrijven van de relatie tussen de haakhoek van een floating-arm trebuchet en het bereik.

Discussie

Het belangrijkste element waarmee in het theoretisch kader geen rekening is gehouden, is wrijving. Ik kon kwalitatief aantonen dat wrijving het verschil tussen de theorie en de resultaten zou kunnen verklaren. In een verder onderzoek kan wrijving nauwkeuriger gemeten worden door deze kwantitatief vanaf het begin van het experiment in de Lagrangiaan waar te nemen. Aangezien wrijving een niet-conservatieve kracht is, kan het ook niet triviaal aan het Lagrangiaans model worden toegevoegd. Een andere benadering verdient wellicht de voorkeur (Hirvonen, 2023).

Zoals zichtbaar is in *figuur 5*, zijn de foutbalken in de resultaten groot, wat betekent dat het bereik niet erg consistent is. Dit geeft aan dat de kwaliteit van de constructie niet erg hoog was, want zelfs als je onder schijnbaar dezelfde omstandigheden begint, zal de trebuchet nog steeds anders reageren en een ander bereik hebben. Om onzekerheden te verminderen moet de fysieke trebuchet met meer zorg worden gemaakt, bijvoorbeeld met betrekking tot de uitlijning van de onderdelen, omdat dit de consistentie zou verbeteren. Een toekomstig onderzoeker zou ook kunnen overwegen een ander bouw materiaal te gebruiken dan hout, dat de neiging heeft enigszins flexibel te zijn.

Het koelen van zonnepanelen door middel van hydrogel in de Sahara

Leerlingen:
David Post
& **Joost Wilbrink**

Docent:
Jeroen Brundel

School:
Corlaer College
Nijkerk

Inleiding

Dat de toenemende vraag naar energie een steeds groter probleem begint te worden, merkt de wereld steeds meer. Vooral in het licht van de huidige Russisch-Oekraïense Oorlog merk je dat de energievoorzieningen instabiel en niet betrouwbaar zijn. Maar één land hoeft de gaskraan dicht te draaien en vervolgens zit bijna heel Europa met verdubbelde energieprijzen. Daarnaast is klimaatverandering ook een van de grootste en meest urgente maatschappelijke problemen.

Een oplossing voor zowel de hoge energieprijzen als klimaatverandering is om meer duurzame energie te produceren. Zonne-energie is de meest toegankelijke en beschikbare vorm van duurzame energie. De Sahara lijkt de optimale plek voor het plaatsen van zonnepanelen, vanwege de vele zonuren in dit gebied. Helaas gaan deze zonuren gepaard met hoge temperaturen. Hoge temperaturen hebben een negatief effect op het rendement van zonnepanelen. Ons onderzoek heeft zich gericht op het vinden van een oplossing om dit rendementsverlies tegen te gaan.

Uit vooronderzoek is gebleken dat hydrogel, vanwege zijn unieke eigenschappen, veel potentie kan hebben als koelingssysteem voor zonnepanelen in de Sahara.

Vraagstelling

Om tot een oplossing te kunnen komen voor het probleem dat benoemd is in de inleiding hadden wij de volgende onderzoeksvraag opgesteld: *"Hoe kan het koelen van zonnepanelen door middel van hydrogel zo rendabel mogelijk worden toegepast in de Sahara?"*

Hypothese

Wij verwachten dat zonnepanelen rendabel kunnen worden gekoeld met hydrogel.

Materiaal en methode

Om een antwoord te vinden op de hoofdvraag is gebruikgemaakt van zowel theoretisch onderzoek als praktisch onderzoek. Voor het praktische onderzoek



David & Joost

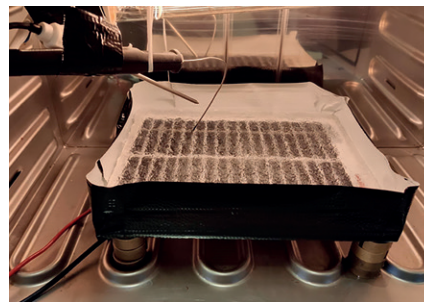
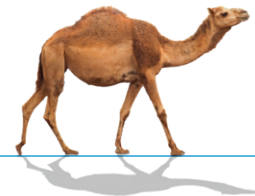
hebben wij gebruikgemaakt van experimentele opstellingen in een oven. Bij deze experimenten hebben we twee verschillende hydrogels, kaliumpolyacrylaat (KPA) en natriumpolyacrylaat (NaPA) gebruikt. Deze twee hydrogels hebben wij eerst aan de bovenkant van het zonnepaneel bevestigd (*figuur 1*) en in een tweede experiment aan de onderkant bevestigd (*figuur 2*). Het zonnepaneel met hydrogel hebben wij vervolgens in een oven geplaatst die een omgevingstemperatuur van 60 graden Celsius aanhield. Hierna is 15 minuten lang de temperatuur, de spanning en de stroomsterkte van het zonnepaneel bijgehouden. De gebruikte apparatuur is te zien in *figuur 3*. Voor beide experimenten hebben wij ook een nulmeting uitgevoerd. Dit is een meting waarbij alle omstandigheden hetzelfde zijn als de vorige genoemde experimenten, alleen ontbreekt dan de hydrogel.

Resultaten

De resultaten van deze experimenten zijn vervolgens verwerkt in grafieken. In *figuur 4* is de temperatuur van het zonnepaneel uitgezet tegen de tijd. Aan deze grafiek is te zien dat de temperatuur van het paneel significant lager is wanneer het gekoeld wordt met hydrogel. Deze lagere temperatuur komt terug in *figuur 5*, waar het geleverde vermogen is uitgezet tegen de tijd. In dit figuur is te zien dat een gekoeld paneel meer vermogen levert, wat veroorzaakt wordt door de lagere temperatuur. In het theoretische onderzoek zijn verschillende hydrogels met elkaar vergeleken om uiteindelijk een hydrogel te selecteren die het meest geschikt is voor het koelen van zonnepanelen in de Sahara. Hieruit is gekomen dat de PAM-CNT-CaCl₂-hydrogel het meest toepasbaar is. Deze hydrogel is namelijk in staat om water uit de lucht op te nemen waardoor er geen watertoevoer nodig is; iets wat erg duur zou zijn om in de Sahara te installeren.



"De Sahara lijkt de optimale plek voor het plaatsen van zonnepanelen"



Figuur 1: Eerste experimentele opstelling

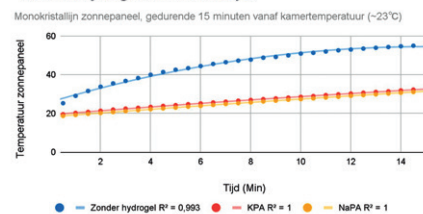


Figuur 2: Tweede experimentele opstelling

Conclusie

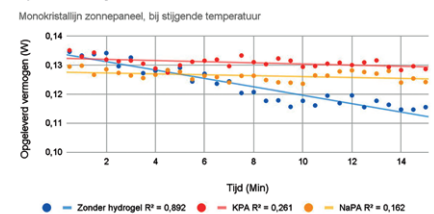
Uit de resultaten van het onderzoek is gebleken dat monokristallijne zonnepanelen gecombineerd met de PAM-CNT-CaCl₂-hydrogel het meest rendabel zijn om toe te passen in de Sahara. Verder is aan de hand van de experimenten aangetoond dat de hydrogel aan de onderkant van het paneel bevestigd moet worden zodat het inkomende licht niet geblokkeerd wordt. De meest rendabele gemiddelde temperatuur voor het zonnepaneel blijkt 30°C te zijn. Om een zonnepaneel onder deze gemiddelde temperatuur gekoeld te houden is naar schatting 1,3 kg water per vierkante meter nodig. De hoeveelheid hydrogel die daarvoor nodig is kost € 4,32. Naar schatting wordt deze prijs na 145 dagen terugverdiend.

Temperatuur zonnepaneel uitgezet tegen de tijd bij T₀ van 50°C -60°C met hydrogel aan de onderzijde

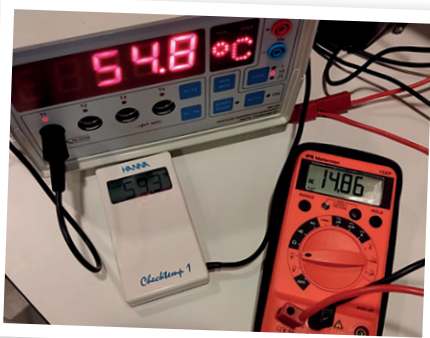


Figuur 4: De temperatuur van het zonnepaneel gedurende de 15 minuten met hydrogel aan de onderzijde

Opgeleverd vermogen gedurende de 15 minuten met hydrogel op de onderzijde



Figuur 5: Het opgeleverde vermogen van het paneel over een tijd van 15 min met hydrogel op de onderkant



Figuur 3: Gebruikte meetapparatuur voor beide experimenten

Discussie

In dit onderzoek is er wel sprake geweest van enkele beperkingen. Zo zijn de experimenten uitgevoerd in een oven en niet in de Sahara, waardoor er geen rekening gehouden kon worden met eventuele luchtverplaatsing. Ook is er gebruikgemaakt van een lamp en niet de zon om het zonnepaneel te belichten. Het paneel zou dus sneller op kunnen warmen in de werkelijkheid. Verder is er voor berekeningen gebruikgemaakt van schattingen. De waarden van deze schattingen zijn zo zorgvuldig mogelijk gekozen maar kunnen uiteraard wel afwijken van waarden in de realiteit.

Coffeïne als geneesmiddel van apneu bij te vroeg geboren baby's

Leerlingen:

**Devon Blom
& Rebecca Schoenaker**

Docent:

Jeroen van den Berg

School:

**Stedelijk Gymnasium
Nijmegen**

Inleiding en theoretisch onderzoek

Coffeïne (cafeïne) wordt onder andere gebruikt als medicijn tegen apneus (ademstops) bij te vroeg geboren kinderen. Een apneu kan tot zuurstoftekort en daardoor het afsterven van lichaamsdelen leiden. Maar omdat elke patiënt het medicijn anders afbreekt, kan het zo zijn dat bij één patiënt de gegeven dosis veel te hoog is en de baby te veel bijwerkingen krijgt, terwijl bij een andere patiënt de apneus niet voorkomen worden. Daarom is er een methode ontwikkeld om te bepalen of het medicijn in de juiste dosis wordt gegeven: Therapeutic Drug Monitoring (TDM).

Hierbij wordt de concentratie van een medicijn in het bloed gemeten en vergeleken met een gebied van concentraties waarin het medicijn bewezen goed werkt. Als de gemeten concentratie niet binnen dit gebied valt, wordt de te geven dosis aangepast. Bij het medicijn coffeïne was eerder bepaald dat TDM niet nodig was, omdat de bloedconcentratie van het medicijn bij te vroeg geboren kinderen bij een bepaalde dosis vrijwel nooit buiten het gebied kwam. In een onderzoek van J. Long et al. (2020) werd gesteld dat er mogelijk hogere doses coffeïne aan te vroeg geboren kinderen gegeven kunnen worden zonder extra risico. Hierdoor zou het gewenste concentratiegebied wel dichterbij het gebied van concentraties liggen dat dodelijk is voor een pasgeboren kind. Daarom is het belangrijk dat de artsen de concentratie van het medicijn in het bloed kunnen controleren, wat TDM voor coffeïne weer relevant maakt. In internationale regels is vastgesteld dat de standaarddeviatie tussen metingen en andere metingen en tussen metingen en de werkelijke waarde niet hoger mag zijn dan 15%. Anders is de gebruikte TDM-analysemethode niet bruikbaar.

Vraagstelling

"Hoe zinvol en mogelijk is de gekozen TDM-analysemethode voor het geneesmiddel coffeïne bij te vroeg geboren baby's?"



Devon & Rebecca

Hypothese

De gekozen TDM-analyse is een valide methode om de dosis van het geneesmiddel coffeïne bij te vroeg geboren baby's te bepalen, aangezien deze test in het verleden al enkele positieve resultaten heeft opgeleverd.

Praktisch onderzoek

In dit onderzoek wordt bepaald of de al bestaande TDM-analysemethode nog steeds bruikbaar is.

Bij analyses in het verleden werd de concentratie van coffeïne in het bloed bepaald door een combinatie van een UHPLC en een UV-detector. Samen scheiden deze de stoffen in het bloed en bepalen de stofconcentraties. Bij grotere absorptiepieken van UV-licht is er meer van de bijbehorende stof aanwezig. Coffeïne heeft een piek bij een retentietijd van 1,494 minuten.

In dit experiment wordt een protocol (van de apotheek van het Radboud UMC) als voorbeeld gebruikt en op basis daarvan een methode opgesteld voor het analyseren van coffeïne.

Voor de analyse wordt normaal bloedplasma gebruikt waar de cellen en eiwitten al uitgehaald zijn. Hier zijn als controle drie oplossingen gebruikt met een bekende hoeveelheid coffeïne om een ijklijn te creëren. Met twee concentraties is vervolgens gecontroleerd of deze ijklijn klopte. Om de betrouwbaarheid te verhogen zijn de metingen aan dezelfde concentraties gedaan op drie verschillende dagen.



"Coffeïne (cafeïne) kan helpen als medicijn tegen apneus bij te vroeg geboren kinderen"



Resultaten

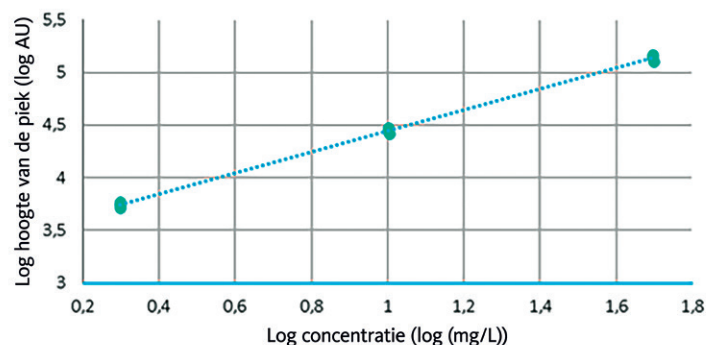
Dag	Oplossing (mg/L)	Bekende waarde oplossing (mg/L)	Hoogte piek (AU)	Gemeten waarde oplossing (mg/L)	Afwijking tussen gemeten en verwachte waarde
1	ST1	49,95 000	147042,3912	49,76898	-0,362
2	ST1	49,95 000	140458,1765	49,73586	-0,429
3	ST1	49,95 000	126064,8112	50,03532	0,171
Gem.			137855,1263	49,84672	-0,207
1	ST3	9,990 000	29693,97659	10,0628	0,729
2	ST3	9,990 000	28426,92794	10,07621	0,863
3	ST3	9,990 000	25690,73681	10,11442	1,245
Gem.			27937,21378	10,08448	0,946
1	ST5	1,998 000	5867,14042	1,990759	-0,362
2	ST5	1,998 000	5606,740665	1,989434	-0,429
3	ST5	1,998 000	5087,924984	1,986658	-0,568
Gem.			5520,602023	1,98895	-0,453



Conclusie

De afwijking in procenten van de meting tot de werkelijke waarde ligt tussen de 0,2% en 0,8%, met een uitschieter van 1,2% bij één meting. Ook de standaarddeviatie tussen metingen ligt ruim onder de 15%. De gekozen TDM- analysemethode voor coffeïne is nog steeds nauwkeurig genoeg om te kunnen gebruiken. In de samenvatting van het theoretische onderzoek is ook uitgelegd dat het zinvol is om TDM voor coffeïne te gebruiken, omdat te vroeg geboren baby's dan met hogere concentraties coffeïne behandeld kunnen worden. Hierdoor ontstaan minder complicaties en kan het levensreddend zijn. Kortom, de hypothese is hiermee juist gebleken.

Ijklijn



Discussie

Bij een vervolgonderzoek kan bepaald worden tot welke concentraties in het bloedplasma deze analysemethode bruikbaar blijft. Aangezien de in dit onderzoek gebruikte analysemethode al zo nauwkeurig is, zou daar geen verbetering aan hoeven plaatsvinden. Wel kan bepaald worden of de analysemethode ook geschikt is voor metingen in andere lichaamsvloeistoffen, zoals urine en speeksel. Dit omdat pasgeborenen nog weinig bloed hebben en er niet te veel bloed geprikt mag worden, aangezien een baby daar negatieve effecten van kan ervaren. Het gebruik van andere lichaamsvloeistoffen bij het analyseren van medicijnconcentraties voor deze baby's heeft daarom de voorkeur.

De haven Nieuw-Rotterdam

Leerlingen:
**Quint Boelens
& Julian Heuthorst**

Docent:
Pieter van Vliet

School:
't Hooghe Landt

Inleiding

Het ontwerpen van een nieuwe transporthaven in Nederland is een dringendere kwestie dan je op het eerste gezicht zal denken. Momenteel heeft Nederland met de haven van Rotterdam de meest toonaangevende Europese transporthaven in zijn bezit. Deze haven zorgt niet alleen voor het voorzien van grote delen van Europa van vracht, maar deze is ook een knooppunt voor het vervoer van goederen tussen verschillende delen in de wereld. Daarnaast is het ook nog een belangrijke werkgever die banen biedt aan vele mensen. Het is om deze redenen van belang dat er plannen worden gemaakt die rekening houden met verschillende rampsenario's die de toekomst kan brengen.

In dit onderzoek wordt een invulling gegeven aan het scenario waarin de Rotterdamse haven onder water zal komen te staan wegens het stijgen van de zeespiegel. De bevindingen die de onderzoekers gedurende het proces hebben opgedaan, hebben geleid tot een ontwerpvoorstel aan Van Oord Marine Ingenuity. Hierin is de haven opgedeeld in verschillende sectoren met een nieuwe afvoerroute om de efficiëntie te verhogen.

Vraagstelling

Door het smelten van de ijskappen en gletsjers en het grotere volume van warmer water stijgt het zee-niveau jaarlijks. Door het versterkte broeikaseffect neemt deze stijging alleen maar toe, wat uiteindelijk kan leiden tot het breken van de waterkeringen en het overstroomd van grote delen van Nederland, waaronder een groot deel van de Randstad en ook Rotterdam.

Als de haven van Rotterdam overstroomd is, dan is deze niet meer bruikbaar en zal er gekeken moeten worden naar een alternatief. Om een nieuwe haven te ontwerpen is het van belang om eerst onderzoek te doen naar de huidige haven die vervangen zou moeten worden. Vragen die hierbij beantwoord trachten te worden zijn: *"Hoe is deze haven ontstaan, wat maakt deze haven succesvol en waarom is deze op deze manier ingericht?"*



Julian & Quint

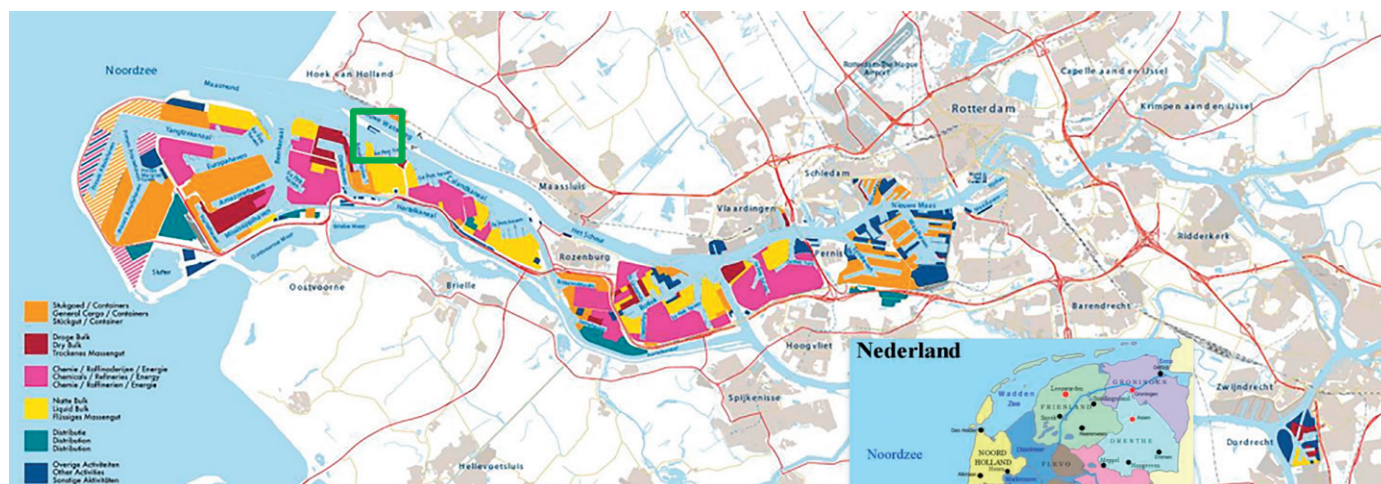
Hypothese

Daaropvolgend wordt er gekeken naar de huidige infrastructuur van Nederland, waar de nieuwe haven uiteindelijk mee verbonden moet worden. Het gaat hier om vaarwegen, autowegen, spoorwegen en pijpleidingen. Er zal een locatie gekozen moeten worden die een goede, of realiseerbare, aansluiting heeft op de bestaande infrastructuur, om het project haalbaar te maken. Hieruit is gebleken dat met name de binnenvaart en het spoorvervoer belangrijk zijn voor een nieuwe haven. De binnenvaart is namelijk een relatief goedkope manier van goederentransport en het Ruhrgebied is erg afhankelijk van het transport op onze wateren. Ook spoorwegen zijn met het oog op de klimaatverandering belangrijk. Hierom is er gekeken naar onder andere de Betuweroute en de eventuele aansluitingen hierop. Verder is er onderzoek gedaan naar de benodigde havenfaciliteiten. Een overzicht hiervan is belangrijk om een beeld te kunnen vormen over de schaal van het project. Daarnaast biedt het de ontwerpers houvast voor de invulling van het ontwerp.

Hoewel er een vervanger wordt ontworpen voor de haven van Rotterdam, is het belangrijk om niet alleen de focus te leggen op Rotterdam, maar ook op andere grote transporthavens elders ter wereld. Op deze manier kunnen de beste aspecten van al deze havens verwerkt worden in het ontwerp. Uiteindelijk is gebleken dat er weinig verschil tussen de transporthavens zit. Dit is te verklaren doordat de havens van veel dezelfde technologieën en principes gebruikmaken. De meetbare verschillen hebben dan ook voornamelijk te maken met de verschillende geografische posities van de havens en de vraag en het aanbod van de consument.

Omdat er gewerkt wordt aan een haven van de toekomst, is er ook gekeken naar innovaties die toegepast kunnen worden om de overslag van goederen efficiënter te laten verlopen. Zo zal er gebruik worden gemaakt van een digital twin om processen te simuleren, evenals boxbays om het gebruik van het schaarse grondoppervlak te verminderen.





Figuur 1: De haven van Rotterdam

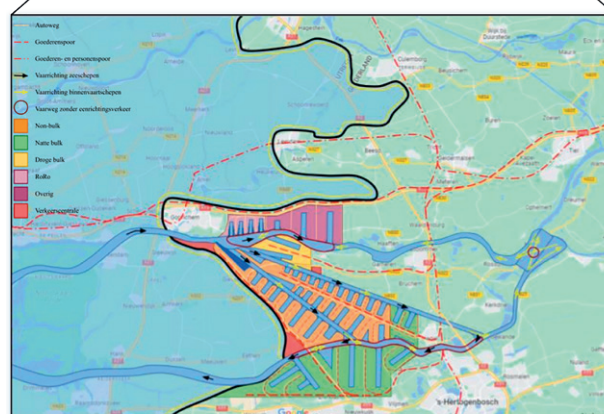
Tot slot zijn er een aantal locaties gekozen die verder zijn geanalyseerd om hieruit de beste te kiezen. Dit zijn: Amersfoort, Flevoland, Gorinchem, Nijmegen, Assen, Utrecht en Breda. Na een grondige analyse is Gorinchem de meest geschikte locatie gevonden met de reden dat deze stad in het verlengde van Rotterdam ligt en daardoor een goede verbinding heeft met de Europese waterwegen. Ook ligt Gorinchem relatief dicht bij zee en is het omliggende gebied dunbevolkt waardoor er veel grondoppervlak nog niet bebouwd is. Dit vergemakkelijkt de bouw van een nieuwe haven, aangezien er minder bestaande bouwwerken afgebroken hoeven worden.

Resultaten

Nadat deze onderzoeken zijn uitgevoerd, is het Programma van Eisen (PvE) opgesteld, waarin precies beschreven staat waar het eindproduct aan dient te voldoen. Hierna zijn aansluitend op het PvE een aantal schetsen gemaakt waarin een beeld is gevormd over mogelijke indelingen van de haven rondom Gorinchem. Hierbij is de plaatsing van sectoren zoals non-bulk, natte bulk etc. doordacht en ook zijn de toekomstverwachtingen van deze sectoren in overweging genomen. Zo wordt er verwacht dat de sector non-bulk in formaat toe zal nemen, omdat de consumptiemaatschappij alleen maar groter zal worden, terwijl de sector natte bulk juist in formaat zal afnemen. Dit zal, al dan niet geforceerd, gebeuren omdat chemie (natte bulk) zeer vervuילend is en daarmee een van de redenen is dat deze nieuwe transporthaven überhaupt ontworpen moet worden. De chemische sector faciliteert namelijk het gebruik van fossiele brandstoffen en de verbranding hiervan heeft een groot aandeel in het versterkte broeikas-effect, wat op zijn beurt weer de zeespiegelstijging veroorzaakt. Daarbij wordt hiermee het gebruik van groene energie gestimuleerd, wat helpt om het versterkte broeikas-effect tegen te gaan om verdere rampen te voorkomen.



Figuur 2: Ligging van de nieuwe haven in Nederland



Discussie

Na het maken van de ontwerpschetsen zijn deze geëvalueerd en zijn de beste punten meegenomen naar het eindontwerp, de haven Nieuw-Rotterdam. Het doel is om de toonaangevende haven in Europa te blijven en dit ontwerp neemt dan ook de beste punten van de schetsen mee met het doel om een duidelijk beeld te scheppen over de vormgeving van de vervanger van de Rotterdamse haven. Hierbij is er gekozen om gebruik te maken van vaste vaarroutes en eenrichtingsverkeer om opstoppen te voorkomen en de doorstroming te vergroten. Ook zijn de Maas en Waal op punten uitgebreid en verlengd om te faciliteren voor de grote schepen die hierlangs zullen komen.

De grootste sector is non-bulk en is gelegen in het midden van de haven tussen de Waal en de Maas. Non-bulk heeft de meeste uitbreidingsmogelijkheden ten opzichte van de andere sectoren voornamelijk vanwege de energietransitie. Ten zuiden van non-bulk en de Waal ligt de sector natte bulk, een fractie kleiner dan non-bulk. Deze sector zorgt voor de meeste overlast en is daarom aan de buitenkant van de haven geplaatst. De sector droge bulk is evenals Roll-on-Roll-off (RoRo) en Overig aanzienlijk kleiner dan de twee eerdergenoemde sectoren en liggen noordelijker om de Waal heen. Dit betekent ook dat die dicht bij de A15 en de Betuweroute ligt, wat erg bevordelijk voor de bereikbaarheid is.

Corona-vaccinaties

Het voorkomen en bestrijden van een wereldwijde pandemie



Anique & Kaylee

Leerlingen:

Anique Hazebroek

& Kaylee Kunst

Docenten:

Kees-Jan van Heusden

& Ruben Hogendoorn

School:

RSG Brokdele

Inleiding

Sinds december 2019 houdt dit virus de mensheid in zijn greep: het SARS-CoV-2-virus. Bij de maatschappij beter bekend als het COVID-19-virus. De vraag naar vaccins is hierna ook snel gestegen. Al snel bleek echter dat een enkel vaccin niet lang genoeg immuniteit opwekte en meerdere boosters nodig waren. Bovendien was er erg weinig bekend over de vaccins die ingespoten werden, wat argwaan bij mensen creëerde. Dit wekte onze nieuwsgierigheid om te onderzoeken wat voor vaccins daadwerkelijk veilig zijn en welke ook nog eens een effectieve werking hebben.

Het doel van dit profielwerkstuk is om een advies uit te brengen over welk vaccin mogelijk het beste vaccin zou kunnen zijn met betrekking tot veiligheid en effectiviteit. Het is een voornamelijk theoretisch onderzoek ondersteund met een praktisch deel, gebaseerd op voor- en nadelen van bestaande vaccins. Praktisch zouden de resultaten anders kunnen uitvallen, maar daar is een vervolgonderzoek voor nodig.

Vraagstelling

Ons profielwerkstuk is een Engelstalig werkstuk. Onze hoofdvraag is: *"How and to what extent can a COVID-19 vaccine work at its best, regarding safety and efficiency?"* Vertaald is dit: In hoeverre kan een COVID-19-vaccinatie het beste werken met betrekking tot veiligheid en efficiëntie?

Hypothese

Een van tevoren opgestelde hypothese was er niet. Voornamelijk omdat onze kennis over alle verschillende soorten vaccins die er bestaan nog te beknopt was. Bovendien hadden wij gelimiteerde kennis over het COVID-19-virus en waarom het zo dodelijk was. Een hypothese formuleren was daardoor erg lastig. Het leek ons logisch dat een vaccin met delen van het daadwerkelijke (verzwakte) virus heel effectief zou kunnen zijn. Wij dachten echter dat deze niet zo veilig waren.

Materiaal en methode

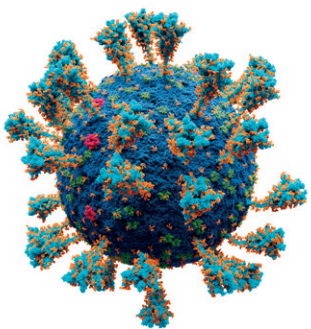
Om onze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden zijn we begonnen met een literatuuronderzoek waarin we zes deelvragen hebben beantwoord. De beantwoording van deze deelvragen heeft geleid tot een grondig begrip van hoe het COVID-19-virus werkt en zich verspreidt. Daarnaast zijn wij in ons literatuuronderzoek ingegaan op de werking en ontwikkeling van verschillende soorten vaccins. Met behulp van de informatie die wij vergaard hebben uit ons literatuuronderzoek, hebben wij een advies uit kunnen brengen waarin wij beargumenteren wat het beste vaccin zou kunnen zijn voor het SARS-CoV-2-virus. Dit advies hebben wij verder verbeterd op basis van onze bevindingen uit het praktische deel van ons profielwerkstuk.

Voor het praktische deel mochten wij onder begeleiding van viroloog en professor aan Wageningen University and Research Gorben Pijlman, een praktisch onderzoek uitvoeren in het laboratorium van het Radixgebouw. Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat met name het receptorbindingsdomein van het spike-eiwit een doelwitantigeen is voor de antistoffen die het lichaam produceert bij een SARS-CoV-2-infectie. In het lab hebben wij daarom onderzocht of deze antistoffen ook reageren op alleen een klein deel van het spike-eiwit, oftewel het receptorbindingsdomein. Met deze kennis zouden wij ons advies over het vaccin willen verbeteren met een mogelijk efficiënter vaccin als resultaat.

Om dit praktisch te onderzoeken hebben wij verschillende methoden gebruikt. Voor ons was vooral de 'Strep-detection' van belang.

Resultaten

Uit ons literatuuronderzoek is de conclusie gekomen dat een Subunit-vaccin met nanodeeltje als adjuvans het beste vaccin zou kunnen zijn. Een adjuvans is een hulpstof die de immuunreactie verkregen door een vaccin kan vergroten.



Figuur 1: Het SARS-CoV-2 virus

"Welke vaccins zijn daadwerkelijk veilig en hebben ook nog eens een effectieve werking?"

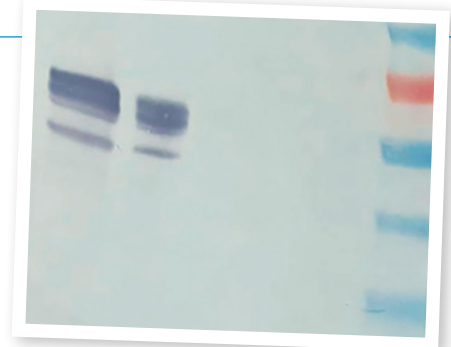


Door de resultaten uit de 'Strep-detection' kan het advies uit het literatuuronderzoek verbeterd worden. In 'Strep-detection' zijn primaire antistoffen gebruikt uit met COVID-19-virus geïnfecteerde konijnen. Deze antistoffen zijn vergelijkbaar met antistoffen die een menselijk lichaam zou produceren na een SARS-CoV-2-infectie. Het antigeen dat werd gebruikt is een kleiner deel van het spike eiwit van het COVID-19-virus: het receptorbindingsdomein (RBD). Zoals in *figuur 3* te zien is, laat de 'Strep-detection' twee paarse lijnen zien bij elke coronavariant. Omdat antistoffen antigeenspecifiek zijn, kan hieruit geconcludeerd worden dat antistoffen daadwerkelijk op een kleiner deel van de spike kunnen reageren.

De dunne lijn van de Strep-detection is bij ongeveer 43 kDa, wat betekent dat dit het RBD is. De dikkere lijn is een geglycosyleerde RBD.



Figuur 2: Werkopstelling praktische deel



Figuur 3: Resultaten Strep-detection

Conclusie

Als de resultaten uit het literatuuronderzoek en het praktisch onderzoek gecombineerd worden, zou het advies van een veilig en efficiënt vaccin als volgt luiden:

Een Subunit-vaccin met nanodeeltje als adjuvans lijkt het beste vaccin met betrekking tot veiligheid en efficiëntie. Alleen de RBD van het virus hoeft te worden gebruikt. Dit zou waarschijnlijk de efficiëntie van het vaccin verhogen, zonder extra problemen met zich mee te nemen.

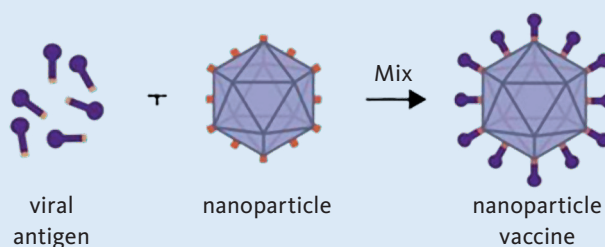
Dit vaccin is zowel veilig als efficiënt. Het kan zorgen voor individuele immuniteit, maar ook voor globale immuniteit, omdat dit vaccin waarschijnlijk niet heel duur is om te maken en transporteren.

Het deeltje in het vaccin kan zich niet vermeerderen noch muteren, waardoor veiligheidsrisico's minimaal blijven.

Discussie

Het coronavirus is een zeer actueel onderwerp in ons dagelijks leven, maar ook in de wetenschap. Hierdoor zijn veel van de wetenschappelijke artikelen die wij hebben gebruikt voor ons literatuuronderzoek nog in productie of pas recentelijk gepubliceerd, waardoor er weinig controle plaats heeft kunnen vinden. Bovendien was niet alle informatie voor ons beschikbaar en waren sommige artikelen ietwat tegenstrijdig.

Doordat ons onderzoek, met name het praktische deel, slechts op zeer kleine schaal is uitgevoerd, is het lastig hier waterdichte conclusies uit te trekken. Vervolgonderzoeken zouden het experiment grondiger kunnen uitvoeren en eventueel op basis daarvan het geadviseerde vaccin verder ontwikkelen of zelfs een productieproces in gang zetten.



Figuur 4: Als de RBD op het nanodeeltje wordt geplaatst, ontstaat het nanodeeltjes-vaccin

Een verkenning van het Dijkstra-algoritme

Leerlingen:
Sophie Bögels
& **Maud van Grootel**

Docenten:
Maartje Geurts
& **Freek van Megen**

School:
Stedelijk Gymnasium
Nijmegen

Inleiding

Tegenwoordig maken we geen reis meer zonder een navigatiesysteem. Maar welke wiskundige principes zitten achter het navigatiesysteem? In ons profielwerkstuk hebben we ons verdiept in het Dijkstra-algoritme, ook wel het kortstepad-algoritme genoemd. Dit algoritme komt voort uit de grafentheorie en staat aan de basis van elk navigatiesysteem.

We hebben een uitgebreid profielwerkstuk geschreven over dit onderwerp. We hebben niet alleen gekeken hoe het algoritme precies in elkaar zit, maar we hebben ook aandacht besteed aan de basis van de grafentheorie. Ook hebben we onder andere het wiskundige bewijs dat laat zien dat het algoritme altijd het kortste pad (de kortste weg) geeft, onderzocht. Ook zijn we zelf aan de slag gegaan voor ons praktische deel en hebben we een versimpelde versie van een navigatiesysteem voor de kaart van Nederland geprogrammeerd in Python. Daarnaast hebben we ons laten informeren over de laatste ontwikkelingen binnen dit veld tijdens een werkbezoek aan Ortec. Daar hebben we gepraat met Kamiel Cornelissen. Hij is daar de leider van het team dat een nieuw programma schrijft en ontwikkelt gebaseerd op het Dijkstra-algoritme.

Vraagstelling

Ons profielwerkstuk is een exploratie van het Dijkstra-algoritme, waarin we de volgende deelvragen behandelen: *"Hoe werkt het Dijkstra-algoritme? Welke toepassingen heeft het? En is het mogelijk om zelf een navigatiesysteem te programmeren?"*

Methode

Het Dijkstra-algoritme is moeilijk om te begrijpen. Daarom hebben we in ons verslag uitgebreid uitgelegd, voor niet-specialisten, hoe de theorie werkt en hoe je in een simpel systeem zelf eenvoudig de kortste weg kunt vinden. Dit hebben we gedaan met behulp van veel wetenschappelijke bronnen. Deze kennis heeft ons vervolgens geholpen bij het ontwikkelen en schrijven van ons programma.



Maud & Sophie

Het Dijkstra-algoritme is een onderdeel van de grafentheorie. De grafentheorie onderzoekt grafen. Dat zijn verzamelingen van punten en lijnen, die knopen en zijdes worden genoemd. *Figuur 1* is een voorbeeld van een graaf. Aan de zijdes kunnen waarden worden verbonden, die we kosten noemen. De graaf van *figuur 1* kun je zien als een kaart met wegen tussen steden. De kosten zijn dan de kilometers van de wegen tussen de steden. Het Dijkstra-algoritme is een algoritme binnen de grafentheorie, dat gebruikt wordt voor het oplossen van optimalisatieproblemen. Het wordt ook wel het kortstepad-algoritme genoemd, omdat dit algoritme het kortste pad tussen twee knopen kan vinden. Met het kortste pad bedoelen we het pad via de zijdes, die samen de laagste kosten opleveren. Dat doet het algoritme door stappen te doorlopen. Bij elke stap wordt gekeken wat de kortste weg is naar een buurknoop vanaf de knoop waar je nu bent. Als het algoritme een weg vindt naar een knoop die korter is dan een weg die het tot nu toe gevonden heeft, wordt de oorspronkelijke route naar die knoop vervangen door de kortere route. Omdat het Dijkstra-algoritme elke knoop bij een stap doorloopt, krijg je gegarandeerd de kortste route.

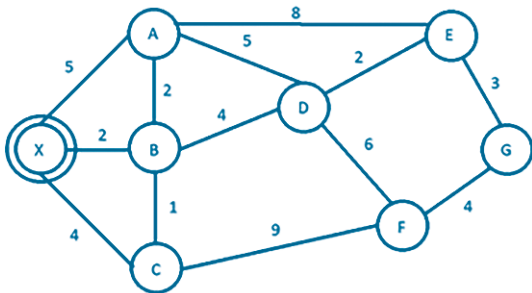
Dit algoritme kan op veel verschillende manieren worden toegepast. Zo wordt het gebruikt bij het in kaart brengen van bloedvaten in de hersenen. Ook wordt het algoritme gebruikt in Robot Path Planning. Dan wordt de kortste route gevonden die een robot kan nemen door een ruimte met obstakels, waar hij omheen moet.

Resultaat

Met behulp van onze kennis over het Dijkstra-algoritme hebben we zelf een navigatiesysteem geprogrammeerd. Hiervoor hebben we ondersteuning gezocht en gekregen van een student van de Universiteit van Groningen. We hebben dit programma gemaakt in de veelzijdige programmeertaal Python. Ons algoritme bestaat uit lists en loops. Het algoritme onderzoekt alle mogelijke routes naar de dichtstbijzijnde knoop en als het algoritme bij een volgende doorloop een kortere weg vindt naar de

"Welke wiskundige principes zitten achter het navigatiesysteem?"

Figuur 1



volgende knoop, dan vervangt het de oorspronkelijke weg, net zoals het Dijkstra-algoritme dat doet. De kortste route is dus ook bij dit algoritme gegarandeerd. Om dit een navigatiesysteem te maken hebben we ook een graaf geprogrammeerd van Nederland met daarin een aantal grote steden. Daarna hebben we gezorgd dat de route duidelijk getoond wordt, zodat de uitkomst te zien is voor de gebruiker. We hebben gekozen om hier een functie van te maken, waardoor we alle code uit dit algoritme in één keer aan kunnen roepen. Ook hebben we een extra functie gemaakt die gebruikt maakt van ons programma. Het doel daarvan was om de kortste route te vinden van een startknoop naar eindknoop via een bepaalde andere knoop. In deze functie wordt onze oorspronkelijke functie twee keer aangeroepen: eerst voor de route van de startknoop naar knoop X en daarna de route van knoop X naar de eindknoop. Door de kosten van beide routes op te tellen vindt het algoritme de kortste weg.

Conclusie

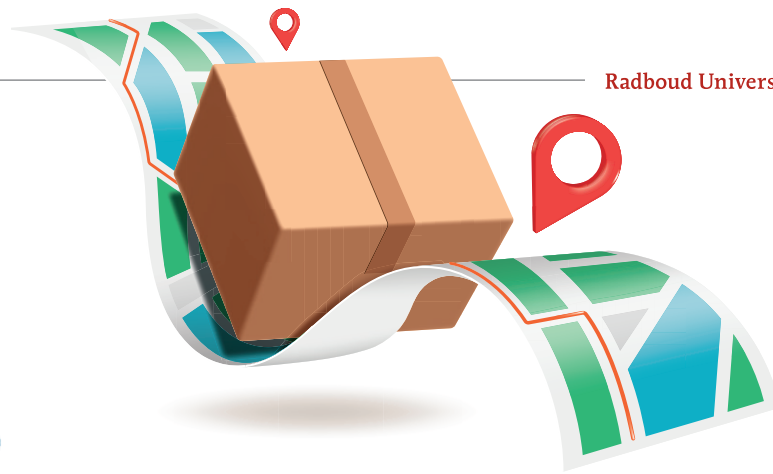
We hebben achterhaald hoe de graaftheorie in elkaar zit en hoe het Dijkstra-algoritme werkt en wat de achtergrond hiervan is. Ook hebben we gekeken naar de werking van meerdere toepassingen. Zelf een navigatiesysteem op basis van het Dijkstra-algoritme programmeren is ons gelukt. Tijdens de moeilijke stappen hebben we ondersteuning gekregen.

```

1 def dijkstras(graph, start, end):
2
3     # initialize distances
4     distances = {start: 0}
5
6     for node in graph:
7
8         if node != start:
9
10            distances[node] = float("inf")
11
12
13     # initialize unvisited nodes
14     unvisited = set(graph)
15
16     # initialize previous node dictionary
17     previous = {}
18
19     # while there are unvisited nodes
20
21     while unvisited:
22
23
24
25

```

Figuur 2: Een stukje voorbeeld van ons algoritme



Figuur 3: Kaart van Kreta met behulp van Dijkstra-algoritme.

Overgenomen uit de PowerPoint CRP - 05-2022 - Zoetermeer Family Day, 2022



Figuur 4: Kaart van Kreta met behulp van CRP.

Overgenomen uit de PowerPoint CRP - 05-2022 - Zoetermeer Family Day, 2022

Discussie

Om onszelf op de hoogte te brengen van de laatste innovaties binnen dit onderzoeksveld zijn we langs geweest bij Ortec, een bedrijf dat geavanceerde navigatietoepassingen ontwikkelt. We hebben hiervoor gepraat met Kamiel Cornelissen, teamleider bij Ortec. Hij vertelde ons over een programma dat hij met zijn team codeert. Dat programma bepaalt de route die een bezorger moet afleggen om alle pakketjes zo snel mogelijk te bezorgen. Hun klanten zijn met name supermarktketens, die de beste routes willen weten voor hun boodschappenbezorgingen. Het algoritme van Ortec is gebaseerd op het Dijkstra-algoritme, maar werkt een stuk efficiënter. Eerst wordt de kaart van het gebied waarin de te bezoeken huizen liggen opgedeeld in stukken met behulp van het KaHiP-algoritme. Vervolgens wordt het Customizable Route Planning algoritme gebruikt, dat door Ortec zelf is gemaakt.

Dit algoritme bepaalt door middel van het Dijkstra-algoritme de kortste route tussen alle grensknopen. Dat zijn de knopen die twee gebieden verbinden. De gevonden routes heten shortcuts. Daarna wordt er in het gebied waarin de beginknoop zit, eerst het Dijkstra-algoritme gebruikt om de kortste route te vinden naar de grensknopen. Vervolgens wordt er gekeken wat de beste shortcuts zijn door middel van het CRP-algoritme tot aan het gebied waarin de eindknoop zit. Daar wordt weer het Dijkstra-algoritme gebruikt van de grensknoop tot aan de eindknoop en zo is de kortste weg van begin- tot eindknoop gevonden. In *figuur 3* en *4* is de kaart van Kreta te zien. In *figuur 3* is de kortste weg tussen twee knopen gezocht door middel van het Dijkstra-algoritme en in *figuur 4* door middel van het CRP-algoritme. Hieraan is duidelijk te zien dat het tweede algoritme een stuk efficiënter is, aangezien het een stuk minder routes uitprobeert.

De invloed van omgevingsfactoren op de sluitsnelheid van de venusvliegenvanger



Abdellah, Naoufal & Iwan

Leerlingen:

Naoufal Aoulad Omar,
Iwan Abdelmegeid
& Abdellah Abarkane

Docent:

Gertien Smits

School:

IJburg College,
Amsterdam

Inleiding

Wat als ik je vertel dat er een plant bestaat die kan bewegen, maar geen spieren heeft. Die kan tellen en onthouden, maar geen brein heeft. De venusvliegenvanger is een fascinerende plant die ons veel vragen liet stellen. Hoe kan het dat een plant beweegt? En hoe kan een plant beschikken over een kortetermijngeheugen? De venusvliegenvanger wordt nog slecht begrepen door wetenschappers en er zijn vele theorieën over het complexe sluitingsmechanisme en de factoren die daar invloed op hebben, maar weinig is concreet.

Dit zette ons ertoe aan om zelf op onderzoek uit te gaan. Wij wilden iets unieks onderzoeken, iets wat wij heel interessant vinden en nog weinig begrepen wordt door wetenschappers. Door ons profielwerkstuk hebben wij zelf ervaren wat er nodig is om natuurwetenschappelijk onderzoek te doen.

De venusvliegenvanger heeft insecten nodig als eiwitbron en gebruikt hiervoor bladeren met een sluitingsmechanisme. De vraag die wij hierbij onszelf hebben gesteld is: 'In hoeverre hebben factoren die normaliter effect hebben op het welzijn van planten ook effect op de sluitsnelheid van deze plant?' Denk hierbij aan factoren als lichtdosis, temperatuur en luchtvochtigheid. Deze vraag staat centraal in ons profielwerkstuk. Wij hebben de invloed van deze factoren op de sluitsnelheid onderzocht door in totaal 27 experimenten uit te voeren.

Dit was het leukste aan een praktisch natuurwetenschappelijk onderzoek: alle vragen die aan ons bleven knagen in het begin, kunnen wij nu zelf beantwoorden. Na alle uren die wij hebben besteed aan het bronnenonderzoek en het uitvoeren van de experimenten voelt ons profielwerkstuk als een leerzaam avontuur dat echte wetenschappers kan helpen om de venusvliegenvanger beter te begrijpen.

Vraagstelling

"Wat voor invloed hebben de temperatuur, luchtvochtigheidsgraad en lichtdosis op de sluitsnelheid van de venusvliegenvanger?"

Voordat wij hebben gekozen welke factoren wij zouden onderzoeken en hoe wij dit zouden onderzoeken, hebben wij eerst een bronnenonderzoek gedaan naar het sluitingsmechanisme en de invloed van omgevingsfactoren daarop. Onze deelvragen zijn dan ook:

- "Welke factoren hebben invloed op het welzijn van een plant?"
- "Hoe zorgen mechanische stimuli ervoor dat een venusvliegenvanger zijn vangorgaan sluit?"
- "Hoe werkt het mechanisme van het sluiten van de venusvliegenvanger?"
- "Welke factoren die invloed hebben op het welzijn van een plant beïnvloeden het sluitingsmechanisme van de venusvliegenvanger?"

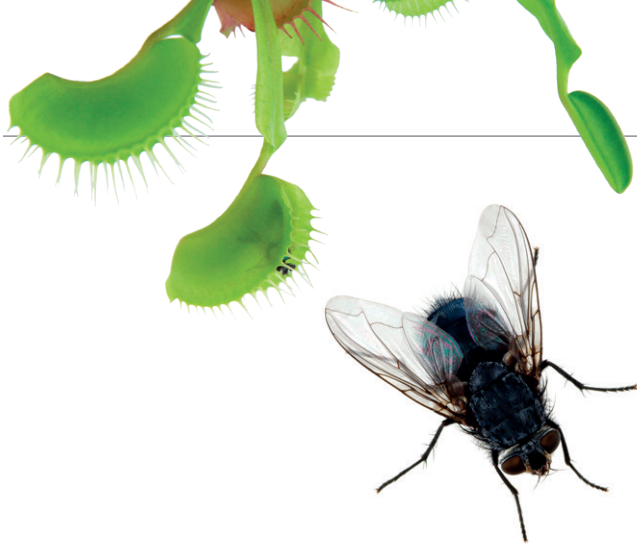
Hypothese

Wij verwachtten dat de venusvliegenvanger sneller zou sluiten bij een hogere temperatuur en lichtdosis en het snelst bij een luchtvochtigheid van 80%, omdat de lichtdosis samenhangt met de fotosyntheseactiviteit, de temperatuur samenhangt met de enzymactiviteit en een luchtvochtigheid van 80% optimaal is voor de venusvliegenvanger.

Materiaal en methode

Het experiment verliep als volgt: we stimuleerden drie vangorganen tot sluiten en legden dit vast in een fotosequentie (figuur 1). Om de sluitsnelheid vervolgens te bepalen plaatsten we een plant steeds 24 uur in gecontroleerde omstandigheden, die wij gedurende het hele experiment registreerden. We testten drie verschillende factoren: lichtdosis, temperatuur en luchtvochtigheid. Voor iedere verandering van een factor moesten de andere factoren gelijk blijven (neutraal). Wij hebben elke factor in drie verschillende omstandigheden onderzocht: een neutrale, een hoge en een lage. Bij de temperatuur onderzochten wij daarom respectievelijk 15°C, 30°C en 0°C. Bij de luchtvochtigheid was dit 80%, 100% en 60%, en bij





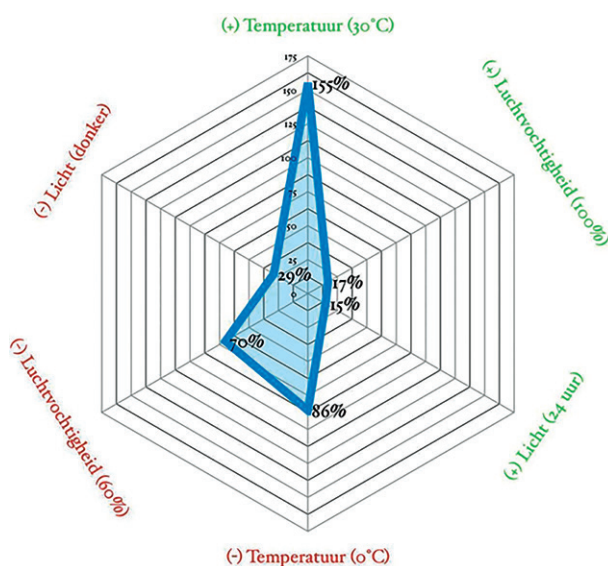
*"Hoe kan het dat een plant beweegt?
En hoe kan een plant beschikken
over een kortetermijngeheugen?"*

de lichtdosis keken wij naar ~12 uur licht, 24 uur licht en volledig duister.

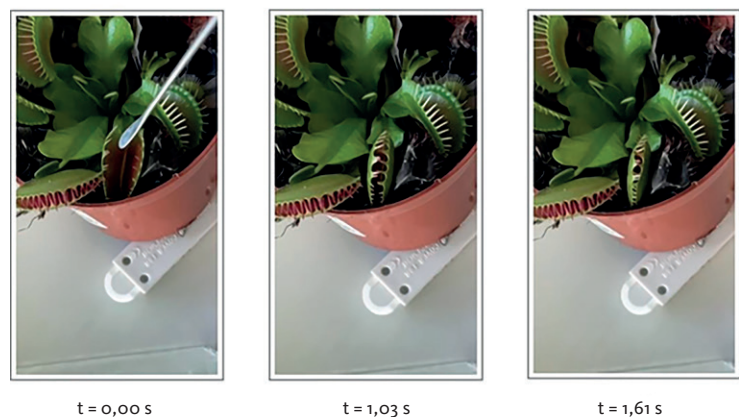
Resultaten

Na 27 metingen is het belangrijk om het verband tussen de gemeten sluitsnelheden en de onderzochte factor goed te laten zien. Dit hebben we gedaan door onder andere de procentuele verandering te laten zien ten opzichte van de controlegroep. In ons onderzoek is de controlegroep altijd de neutrale omstandigheid, dus een temperatuur van 15°C, luchtvochtigheid van 80% en een lichtdosis van ~12 uur. Al onze resultaten hebben wij uiteindelijk bij elkaar gebracht om alles in één oogopslag te kunnen zien (figuur 2).

Figuur 2: Gemiddelde procentuele verandering sluitsnelheid van elke factor t.o.v. de controlegroep (%). De (+) en (-) voor een factor geeft aan of de omstandigheid een positief of negatief effect heeft op de sluitsnelheid.



Plant 2: 15°C
Fotosequentie trigger 1
 $\Delta t = 1,61 \text{ s}$



Figuur 1: de fotosequentie waarmee de sluitsnelheid van de vangorganen is bepaald.

Conclusie

Wij hebben zeker een verschil in sluitsnelheid gemeten bij de verschillende factoren. De grootste invloed was het stijgen van de temperatuur. Dit zorgde namelijk voor een stijging in sluitsnelheid met gemiddeld +155%. Het dalen van de temperatuur zorgde voor een daling in sluitsnelheid met gemiddeld -86%. Verder had vooral het dalen van de luchtvochtigheid een grote invloed gehad op de sluitsnelheid. Tot onze verbazing had de lichtdosis weinig invloed op de sluitsnelheid.

Discussie

Bij het meten van sluitsnelheden onder de juiste omstandigheden was het het belangrijkste om ook de andere factoren te handhaven om ons onderzoek betrouwbaar te houden. Deze factoren hebben wij daarom in ieder experiment heel precies vastgelegd. Omdat de lichtdosis werd gehandhaafd door een constante lichtbron, hebben wij hier geen fouten in gemaakt. Het lukte echter niet om 24 uur lang de temperatuur en luchtvochtigheid gelijk te houden, omdat het ijs langzaam smelt en de luchtvochtigheid langzaam daalt. Hierdoor week de omstandigheid soms af buiten de door ons vastgestelde

foutmarge. Deze foutmarge was $\pm 3^\circ\text{C}$ bij de temperatuur en $\pm 5\%$ bij de luchtvochtigheid.

In dit onderzoek hebben wij aan kunnen tonen wat de invloed van individuele factoren is op de sluitsnelheid, maar het is nog niet bekend wat de optimale combinatie is. Dit hopen wij in een vervolgonderzoek aan te tonen. Ook hopen we meer factoren te kunnen onderzoeken zoals de hoeveelheid aanwezig CO_2 , N_2 , en water. Zo zouden we de ideale leefomstandigheden van de venusvliegenvanger aan de wereld kunnen laten zien.

Van rood naar groen

De zoektocht naar plantengroei
op Marsgrond



Bo, Tieme, Kiara & Ruben

Leerlingen:

**Bo Berkhout
& Tieme uit den Bogaard
& Kiara van der Ven
& Ruben Kappert**

Docenten:

**Wilfred Elsäcker
& Hanke van Lent
& dhr. Wamelink**

School:

**Ichtus Lyceum
Driehuis**

Inleiding

Er is nog te weinig onderzoek gedaan naar ruimte-landbouw. Het onderzoek 'Van rood naar groen' wil een paar van de vele open vraagstukken beantwoorden. De hoofdvraag luidt: "Hoe kunnen planten op Marsgrond zo succesvol mogelijk verbouwd worden?"

Om antwoord te krijgen op deze vraag wordt voorgaand onderzoek en de expertise van vakkundigen geraadpleegd. Vervolgens wordt er een experimenteel onderzoek uitgevoerd.

Theorie

Marsregoliet bestaat voor het overgrote deel uit – voor planten onbruikbare – zouten gevormd met oxide-ionen. Dit zijn voornamelijk siliciumdioxide SiO_2 en roest Fe_2O_3 . De meeste voedingsstoffen die planten nodig hebben, komen niet of in zeer kleine hoeveelheden in Marsgrond voor. Er moeten voedingsstoffen aan de grond worden toegevoegd, willen er planten kunnen groeien. De belangrijkste voedingsstoffen zijn stikstof, fosfor, kalium, magnesium, zwavel en calcium.

Het vruchtbaar maken van de Marsgrond kan door hernieuwbare en van-aarde-onafhankelijke bemestingen toe te voegen, want dit kan niet continu van aarde afkomstig zijn. Het transporteren van goederen tussen planeten kost namelijk veel tijd en geld. Een eerste mogelijkheid als recyclebare bemesting is groenbemesting. Door snelgroeiende planten om te woelen, ontstaat er vruchtbare grond. Daarnaast is het mineraal struviet, ontstaan uit menselijke urine en magnesium, een mogelijke grondverrijker.

Voor het bemesten van Marsgrond door middel van organische mest kan het beste gebruik gemaakt worden van de plantensoort tuinkers. Tuinkers is een snelgroeiende en bevat de belangrijkste voedingsstoffen. Om ervoor te zorgen dat er naast voeding ook bouwmaterialen op Mars aanwezig zijn, kunnen snelgroeiende houtsoorten zoals bamboe verbouwd worden. Een niet-woekerende snel groeiende bamboe is het voordeligst. Daarom is de meest efficiënte soort de *Fargesia murielae* 'Jumbo'.

Voor het leven op Mars zijn zuurstof-, water-, energie- en voedselvoorzieningen vereist. Uit verschillende onderzoeken door onder andere de NASA en ESA is gebleken dat dit mogelijk is met nieuwe innovaties. Deze innovaties werken elk op Mars zonder van aardse grondstoffen afhankelijk te zijn. Een laag van regoliet op de Marsbasis zorgt voor een veilige leefomgeving waardoor de bewoners beschermd worden tegen verschillende soorten straling. De Marsbasis zal zich beslist ondergronds moeten bevinden.

Materiaal en methode

Voor het onderzoek wordt een proefopstelling gebruikt die een kas op de Marsbasis simuleert. Deze opstelling bestaat uit een houten kast met de nodige voorzieningen voor het overleven van een plant, zoals verlichting en irrigatie. Als Marssimulant wordt de Deense Salten Skov I gebruikt. Er wordt onderzoek gedaan naar vier grondsoorten: potgrond, Marssimulant, simulant met plantenresten en simulant met struviet. Op deze grondsoorten wordt de bamboesoort *Fargesia murielae* 'Jumbo' geplant om de effectiviteit van de grondsoort op de groei van de bamboeplant te onderzoeken.

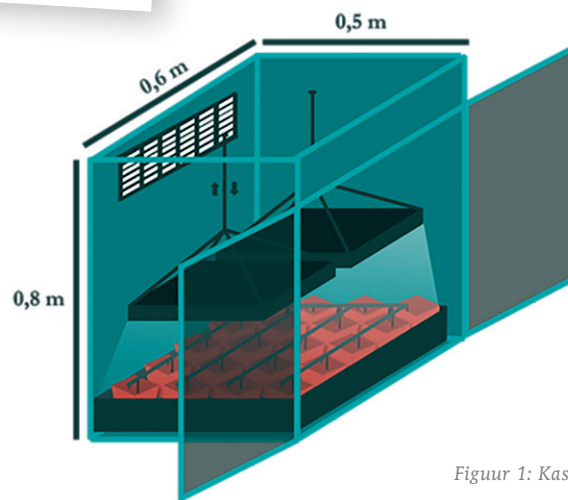
Resultaten

Het belangrijkste resultaat is dat plantengroei op Marsgrond mogelijk is. De bamboeplanten hebben veel takken gevormd, wat aantoont dat ook in een voedingsstofarm klimaat bamboe groei kan ervaren. Volgens de hypothese zou de volgorde van meeste naar minste groei als volgt moeten zijn: potgrond, simulant met struviet, simulant met plantenresten, los simulant. Echter blijkt uit de resultaten die zijn verkregen dat deze hypothese niet is uitgekomen. De volgorde in groei is namelijk: Marssimulant, simulant met plantenresten, potgrond, simulant met struviet.





"Hoe kunnen planten op Marsgrond zo succesvol mogelijk verbouwd worden?"



Figuur 1: Kasopstelling



Figuur 2: Opstelling met verschillende soorten Marsgrond

Discussie

Het verschil tussen de uitkomst en de verwachte uitkomst van het onderzoek kan met verschillende factoren te maken hebben. Ten eerste is er maar een kleine hoeveelheid planten gebruikt. Hierdoor speelt toeval een grote rol. Daarnaast is er gebruik gemaakt van volwassen planten in plaats van bamboezaad. Dit kan sommige planten een voorsprong hebben gegeven ten opzichte van andere. Ook kan er een verkeerde Marssimulant zijn gebruikt. De gebruikte simulant is namelijk niet de meest accurate die er bestaat, maar was voor dit onderzoek het meest geschikt.

Ten slotte kan de plaats in de kas invloed hebben gehad op de groei. Als de kas niet volledig gelijk is afgesteld, geeft dat bepaalde plekken een voordeel.

Vanwege de opvallende resultaten is dit onderzoek nuttig voor een vervolgonderzoek. In deze vervolgonderzoeken zullen een aantal dingen anders gedaan moeten worden om te kunnen aantonen of het verbouwen van bamboe mogelijk zal zijn op Mars.

Quantum magnetische levitatie

Leerlingen:

**Thijs Verkade
& Thanou Ipema**

Docent:

Rick Franssen

School:

Dorenweerd College

Inleiding

Sinds supergeleiding is ontdekt in 1908 is er veel gebeurd in de natuurkunde. Er zijn veel nieuwe ontdekkingen gedaan op het gebied van supergeleiding en het heeft veel toepassingen gekregen waaronder CERN, MRI en kernfusie. Ondanks dat de meesten er misschien nog nooit van hebben gehoord, is het niet meer weg te denken uit onze huidige samenleving. In de toekomst verwacht de wetenschap dat er nieuwe keramische supergeleiders zullen worden ontdekt die al bij kamertemperatuur supergeleiden. Wanneer die ontdekt worden, zou het een keerpunt kunnen betekenen in de manier waarop we nu leven en zou sci-fi misschien wel realiteit kunnen worden.

Vraagstelling

In dit onderzoek was onze hoofdvraag: *"Hoe kunnen we supergeleiding en quantummagnetische levitatie verklaren? En kunnen de toepassingen hiervan de wereld die we vandaag kennen drastisch veranderen?"* Naast onze hoofdvraag hebben we twee onderzoeken gedaan. We hebben een kwantitatief onderzoek met als deelvraag: *"Wat is het verband tussen de kritische temperatuur en de weerstand?"* En daarnaast hebben we ook een kwalitatief onderzoek uitgevoerd met als deelvraag: *"Hoort het meissnereffect alleen bij type 1-supergeleiders?"* Verder leek het ons ook een toepasselijk en uitdagend idee om een interactieve simulatie te ontwerpen, aangezien dit een van de weinige natuurkundige fenomenen is waarvoor dit nog niet bestaat. Hierbij hebben we onszelf de vraag gesteld: *"Kunnen we een interactieve simulatie ontwerpen voor supergeleiding en hoe doen we dit?"*

Hypothese

We verwachten een sterke daling in de weerstand van Bi-2223 te zien wanneer we de temperatuur laten afnemen. Daarnaast hopen we een verschil te kunnen waarnemen tussen quantum locking en het meissnereffect, waarbij quantum locking een stabielere levitatie in het magnetisch veld vertoont. Verder verwachten we dat we met een beetje hulp met het



Thijs & Thanou

programmeren het mogelijk moet kunnen zijn een simpele interactieve simulatie te maken, ondanks onze geringe ervaring op dit gebied.

Materiaal en methode

Voordat we aan ons onderzoek begonnen wilden we eerst het fenomeen supergeleiding zo diep mogelijk doorgronden. We wisten dat het moeilijke theorie zou bevatten en begonnen ons onderzoek daarom eerst met stof die we zelf wel begrepen: de leer van elektriciteit en de daarbij behorende elektrische weerstand. Supergeleiding ontstaat als een supergeleider zijn kritische temperatuur (T_c) bereikt, bij type I-supergeleiders vaak nabij het absolute nulpunt. Wanneer de temperatuur afneemt, daalt namelijk de kinetische energie van de elektronen (figuur 1).

$$K = \frac{3}{2} kT$$

Figuur 1: Formule voor de kinetische energie van elektronen

Wanneer de kinetische energie laag genoeg is, worden er coöperparen gevormd. Deze coöperparen zijn bosonen in plaats van fermionen, welke zich weerstandloos door het materiaal kunnen bewegen.

Voor ons kwalitatief en kwantitatief onderzoek zijn we twee keer naar de TU Delft gegaan. Onze school beschikte namelijk niet over de benodigde materialen. We hebben van Bi-2223, een keramische type II-supergeleider, de weerstand tegenover de temperatuur gemeten. Ook hebben we naar het verschil gekeken tussen de stabiliteit van de levitatie van supergeleiders die binnen en buiten een magnetisch veld afgekoeld waren.

Ten slotte hebben we onze interactieve simulatie uitgedacht en ontworpen. Voor het programmeren hebben we de hulp ingeschakeld van een vriend van ons, Casper van Ast. Hij heeft ons geholpen de scripts te schrijven in Blueprint. We hebben gebruik gemaakt van Unreal Engine, wat het redelijk makkelijk maakte de grafische vormgeving en de scripts te combineren en het daarna eenvoudig te exporteren naar een HTML-bestand.



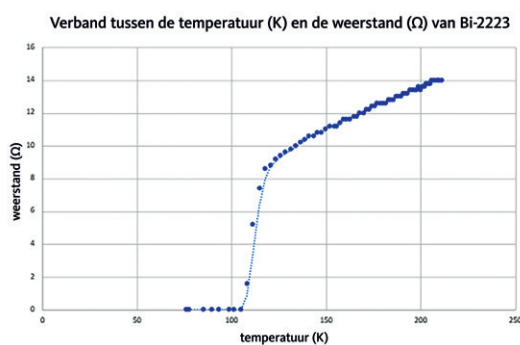


"Als er keramische supergeleiders worden ontdekt die al bij kamertemperatuur supergeleiden zou sci-fi misschien realiteit kunnen worden"

Resultaten

Bij ons kwantitatieve onderzoek hebben we een enorme daling van de weerstand waargenomen bij rond de 111 kelvin. Bij de hogere temperaturen was er een geleidelijke stijging in weerstand, maar onder de 111 kelvin gaf onze meetapparatuur consistent 0,0 ohm aan. Bij ons kwalitatieve onderzoek hebben we een duidelijk verschil opgemerkt tussen supergeleiders die binnen en buiten het magnetische veld waren afgekoeld. De supergeleiders die in het magnetisch veld waren afgekoeld hadden een erg stabiele levitatie. De andere groep geleiders daarentegen stootte de magneet wel af, maar bleef niet op zijn plek zweven. Dit leek meer op twee magneten met dezelfde polen die elkaar afstoten.

Figuur 4: Een grafiek van het verband tussen de weerstand en de temperatuur van YBCO



Figuur 2: Magneten en supergeleiders die we hebben gebruikt voor ons onderzoek

Figuur 3: Een ringvormige magneet die is gequantumlocked

Conclusie

Ons kwantitatieve onderzoek gaf voor Bi-2223 een duidelijke kritische temperatuur aan bij 111 kelvin. Onder deze temperatuur was de weerstand van het materiaal 0,0 ohm. Bij het kwalitatieve onderzoek hebben we gezien dat er een duidelijk verschil is tussen quantum locking en het meissnereffect. Dit hangt ervan af of de supergeleider zich tijdens het afkoelen in een magnetisch veld bevond. De supergeleiders in het magnetisch veld vertoonden quantum locking, terwijl de supergeleiders erbuiten alleen het meissnereffect vertoonden. We zijn erg tevreden over het eindresultaat van onze interactieve simulatie. Er is geen ruimte deze uitgebreid te beschrijven, maar hij is te bezoeken via de onderstaande link. We raden iedereen zeker aan hem te proberen en er zelf mee te experimenteren.

<https://casperthijsthanou.itch.io/quantum-magnetic-levitation-applet>

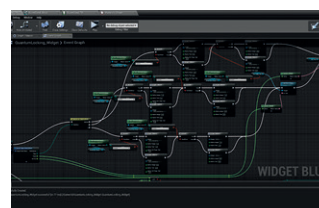
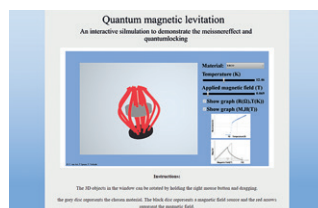
Discussie

Toen we de eerste keer bij de TU waren om ons onderzoek uit te voeren hadden we een 2-punts in plaats van een 4-puntsmeetsysteem gebruikt. Hierdoor namen we geen daling in de weerstand waar, omdat we hoogstwaarschijnlijk de weerstand van onze meetapparatuur aan het meten waren. We zijn enige tijd later opnieuw naar de TU gegaan om het nogmaals te proberen, met dit keer meer succes. Bij onze meting van de kritische temperatuur van Bi-2223 waren we erg verbaasd om zulke nauwkeurige metingen te krijgen. Deze weken met 3,48% af van onze bronnen, wat ook veroorzaakt kan zijn door de interpretatie van de grafiek. Het kwalitatieve onderzoek heeft ons vooral een goed inzicht gegeven en heeft de theorie voor ons tot leven gebracht. Het ontwerpen en programmeren van een interactieve simulatie was lastiger dan we hadden verwacht. We liepen tegen aardig wat problemen aan en we hebben wat ideeën moeten schrappen die wat te hoog gegrepen waren. Toch hebben we er uiteindelijk een mooi en werkend eindproduct van kunnen maken.

Figuur 5: Het maken van de grafiek aan de hand van de resultaten van onze metingen

Figuur 6: Onze interactieve simulatie die het verschil tussen de verschillende vormen van quantum magnetische levitatie laat zien

Figuur 7: Een deel van de code gemaakt in Unreal Engine



Recyclebaar Bloed

Leerlingen:
**Ruby Matla
& Polly de Vries**

Docent:
Bryan van Woensel

School:
Segbroek College

”De bio-industrie zou bewustere keuzes kunnen maken bij het verwerken van hun eigen afval”

Inleiding

Per jaar komt er ruim 130.000 m³ bloed vrij bij de slachting van dieren in Nederland. De helft van het bloed wordt gebruikt als biobrandstof, maar de andere helft, het bloedplasma, wordt momenteel weggegooid. Dit bloedplasma bestaat grotendeels uit water, wat theoretisch inhoudt dat er jaarlijks ruim 60.000 m³ water uit gehaald zou kunnen worden.

Dit profielwerkstuk beargumenteert dat de bio-industrie bewustere keuzes zou kunnen maken wat betreft het verwerken van hun eigen afval. Er wordt een actieplan voorgesteld waarmee uit dierlijk bloed water kan worden gescheiden, zodat dit kan worden ingezet als vervanging van het grondwater dat momenteel gebruikt wordt in de Nederlandse landbouwindustrie. In *figuur 1* is dit actieplan schematisch weergegeven.

Vraagstelling

Deze studie werkt aan de hand van de volgende hoofdvraag: *”Moet de bio-industrie ervoor zorgen dat een nieuwe technologie, waarbij uit bloed water wordt gescheiden, wordt toegepast op het bloed dat vrijkomt bij de slachting van dieren, zodat het water dat hierbij vrijkomt kan worden ingezet in de Nederlandse landbouwindustrie?”* Zowel theoretisch als praktisch wordt onderzocht of het mogelijk is om water uit dierlijk bloed te scheiden. Hierbij wordt de deelvraag *”Hoe kan drinkbaar water uit het bloed van geslachte dieren worden gezuiverd?”* gehanteerd. Vervolgens wordt middels ethisch onderzoek beargumenteerd waarom de bio-industrie deze actie zou moeten uitvoeren.

Hypothese

Aangezien de hoofdvraag van deze studie een moreel vraagstuk is, is hier geen hypothese bij geformuleerd. De hypothese bij de deelvraag luidt als volgt: *”Door het toepassen van centrifugeren, destilleren en UV-straling op slachtbloed zal er zuiver water overblijven. Om hier drinkbaar water van te maken zullen er nog stoffen aan moeten worden toegevoegd.”*



Ruby & Polly

Theorie

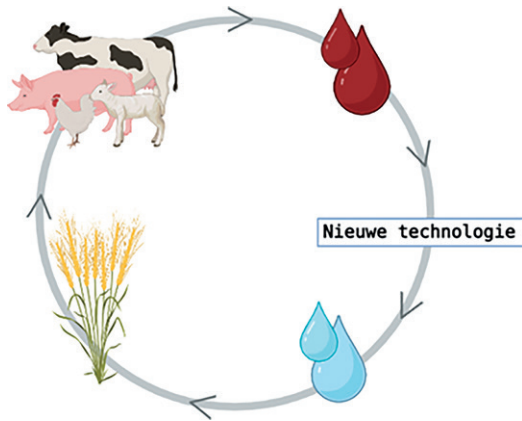
Uit het theoretisch onderzoek is gebleken dat bloed bestaat uit verschillende bloedcellen, eiwitten, vetten en overige opgeloste stoffen. Er is ingezoomd op de structuur en (bio-)chemische eigenschappen van deze stoffen om uiteindelijk te kunnen concluderen hoe elke stof scheidbaar is van het water in bloed.

Uit dit onderzoek bleek dat bloedcellen scheidbaar zijn van bloedplasma middels centrifugeren, dat eiwitten, vetten, hormonen, enzymen, vitaminen, glucose, urinezuur, kreatinine, een aantal losse aminozuren en anorganische stoffen scheidbaar zijn van het water in bloedplasma middels destillatie. Er is ook gebleken dat ureum, lactaat en pyruvaat scheidbaar zijn van het water in bloedplasma middels UV-straling. Deze scheidingsmethodes zijn vervolgens toegepast in de praktijk op varkensbloed.

Praktisch onderzoek

Voor het zuiveren van water uit het varkensbloed is er gebruik gemaakt van een destillatieopstelling, een handmatige en elektrische centrifuge en een UV-lamp. Voor het testen van de zuiverheid en drinkbaarheid van het zogeheten ‘bloedwater’ zijn zowel op het destillaat als op demiwater en kraanwater verschillende testen uitgevoerd.

De algemene zuiverheid is getest middels waarnemingen en een weegschaal. De pH-, eiwit- en glucosewaarden zijn bepaald met behulp van test strips. De aanwezigheid van ureum, en hiermee enkele andere organische stoffen, werd bepaald door middel van lakmoespapier. Voor het meten van de geleidbaarheid en daarmee het aandeel ionen in de vloeistoffen is een stroomkring met elektrodes opgesteld. Met atomaire emissiespectrometrie en een neerslagreactie werd onderzocht welke ionen exact in de oplossingen voorkomen. Ten slotte werd middels Sudan III de aanwezigheid van vetten getest.



Figuur 1: Het actieplan

Ethisch onderzoek

In het ethisch hoofdstuk is gewerkt met behulp van het stappenplan uit Ethiek in Praktijk 1. Ook is er gebruik gemaakt van een ethische matrix (zie figuur 2). Aan de hand van deze matrix zijn dertien argumenten uiteengezet. Deze argumenten houden rekening met het welzijn, de autonomie en het rechtvaardigheidsprincipe van verschillende groepen die bij het morele vraagstuk betrokken zijn.

Het sterkste pro-argument gaat in op het welzijn van het milieu van toekomstige generaties. Het bloedwater zal een gedeelte van het Nederlandse grondwater vervangen, waardoor er minder grondwater hoeft te worden opgepompt. Hierdoor wordt verdroging van de Nederlandse bodem ten gevolge van intensief watergebruik voorkomen. Het bloedwater zal echter slechts 0,01% van het grondwater vervangen. Op lange termijn zullen deze kleine hoeveelheden accumuleren, waardoor de actie wel degelijk een positieve invloed op het milieu van toekomstige generaties kan hebben.

Het sterkste contra-argument gaat over de beschadiging van de autonomie van veevoerb企业. Aangezien het bloedwater niet de gehele Nederlandse landbouwindustrie voor veevoer kan voorzien van water, zal zowel het bloedwater als grondwater moeten worden ingezet. De autonomie van de veevoerb企业 wordt gerespecteerd als ervan uit wordt gegaan dat ze zelf de keuze hebben tussen het gebruik van bloedwater of grondwater. Echter houdt dit in dat de kans dat het bloedwater ook daadwerkelijk gebruikt zal worden gering is, aangezien het bloedwater duurder zal zijn dan het grondwater.

Voor vrijwel alle andere argumenten geldt dat er eerst meer informatie moet komen voor er gewicht aan kan worden toegekend.

Respect voor:	Welzijn	Autonomie	Rechtvaardigheid
<i>Slachtdieren</i>	Dierenleed vermijden (Argument 4 en 9)	Principes integriteit van dieren (Argument 4)	Intrinsieke waarde (Argument 4)
<i>Nederlandse bevolking</i>	Gezond en stabiel economie en milieu (Argument 11)	Vrijheid om eigen leven in te richten	Gelijke gevallen moeten gelijk behandeld worden
<i>Vleesindustrie</i>	Goed inkomen en werkgelegenheid (Argument 10)	Vrije keuze in werkwijze	Eerlijke handel
<i>Landbouwindustrie (veestapel)</i>	Goed inkomen en werkgelegenheid (Argument 8)	Vrije keuze in werkwijze (Argument 12)	Eerlijke handel (Argument 12a en 12b)
<i>Waterschappen en rijkswaterstaat</i>	Goed waterbeleid (Argument 3)	Vrije keuze in inzet water	Duurzaamheid
<i>Het milieu</i>	Bescherming en houdbaarheid (Argument 1 en 6)	Biodiversiteit	Duurzaamheid (Argument 6)
<i>Het klimaat</i>	Bescherming en houdbaarheid (Argument 5 en 7)	Biodiversiteit	Duurzaamheid (Argument 5)

Figuur 2: Het ethisch matrix

Conclusie

Na het centrifugeren bleek dat de bloedcellen niet volledig gescheiden waren van het bloedplasma. Hieruit wordt geconcludeerd dat centrifugeren wel degelijk invloed heeft, maar niet volledig de bloedcellen van het bloedplasma kan doen scheiden. Uit de resultaten van de testen bleek dat eiwitten en glucose succesvol scheidbaar zijn middels destillatie, maar dat dit niet geldt voor ionen, vetten en ureum. Verder bleek uit de geurwaarnemingen dat UV-straling organische moleculen uit het destillaat doet verwijderen. Tot slot bleek dat er nog ionen aan het water toegevoegd moeten worden om het drinkbaar en bruikbaar te maken.

Uit de afweging in het ethisch onderzoek bleek dat er momenteel te weinig informatie is om een handelingsmogelijkheid voor te stellen.

Discussie

Het centrifugeren werkte hoogstwaarschijnlijk niet, aangezien het varkensbloed al twee maanden oud was en ingevroren is geweest. Er wordt verwacht dat de bloedcellen hierdoor kapot waren. Verder waren een aantal testen vrij onnauwkeurig en zijn er slordigheidsfouten gemaakt. Er wordt tevens verwacht dat er geen organische moleculen zoals ureum meer aanwezig zullen zijn, als het destillaat langer wordt blootgesteld aan UV-licht. In het vervolg zou er onderzoek moeten worden verricht naar het scheiden van vetten en ionen uit bloedplasma en het verwijderen

van eiwitten uit bloedplasma voor destillatie. Er wordt verwacht dat er na een dergelijk onderzoek wel degelijk geconcludeerd kan worden dat er uit bloed drinkbaar water kan worden gezuiverd.

Verder vervolgonderzoek kan zich richten op het scheiden van pathogenen uit water, het vormen van biobrandstof uit het droog materiaal van bloed en milieubewuste scheidingsmethodes. Er wordt verwacht dat uit deze onderzoeken zal blijken dat het inzetten van deze nieuwe technologie wel degelijk ethisch te verantwoorden is.

Brussel

European Union Contest for Young Scientists 2023

een dagboek





VOORAF...

Devon

Van een tijd lang in een ijskoude apotheek zitten om je profielwerkstuk te schrijven over een onderwerp waarbij je de helft van de woorden in de onderzoeksvraag eerst niet kende, tot uiteindelijk over je profielwerkstuk, of beter: 'research project' mogen vertellen tegen een jury van wetenschappers, groepen Belgische scholieren en internationale studenten uit meer dan dertig landen, die zelf ook allemaal net zo'n onderzoek hadden gedaan en daarover net zo enthousiast waren als wij. How did we get here?



We wisten al dat we met ons profielwerkstuk iets unieks deden. Niet iedereen krijgt de kans om zo nauw samen te kunnen werken met de apotheek van een heus ziekenhuis. Nadat we ons profielwerkstuk hadden ingeleverd voor tussentijdse feedback, was onze begeleidende docent zo razend enthousiast dat hij toen al zei dat hij ons zou nomineren voor de scholienprijs, voor beste profielwerkstuk van de school binnen een bepaald profiel. En nadat we ons profielwerkstuk definitief hadden ingeleverd, gebeurde dat ook; we werden genomineerd voor de scholienprijs en daardoor ook gelijk door onze school aangevoerd voor o.a. de Van Melsenprijs, een volgens ons 'regionale' wedstrijd voor profielwerkstukken. Na het opsturen van ons profielwerkstuk werden we uitgenodigd om ons profielwerkstuk te komen presenteren als één van de top 10 profielwerkstukken die opgestuurd waren. Na een goede voorbereiding met posters, een video en een praatje, werden we uiteindelijk derde bij de Van Melsenprijs. Wat leuk, derde van alle profielwerkstukken uit Nijmegen en omstreken.

Tot we later te horen kregen dat naar EUCYS mochten gaan, 'European Union Contest for Young Scientists', omdat we in de top drie zaten, blijkbaar van heel Nederland! We mochten ons profielwerkstuk ook op internationaal niveau gaan presenteren! Hiervoor moesten we alweer posters maken (dit keer Engels), samenvattingen van ons profielwerkstuk (maar nu in het Engels) en we moesten onze video herfilmen (in het Engels). En dit allemaal terwijl ik de week vóór de deadline weg was, zodat we tot op de avond van de deadline nog bezig zijn geweest met onze video bewerken, de samenvattingen verbeteren en de posters controleren. Maar het lukte en een paar maanden later zaten we toch echt in de trein naar Brussel met onze koker met posters, koffer met baby en nette kleren. Een reis die overigens niet helemaal volgens plan ging...

DINSDAG 12 SEPTEMBER

Joost & David

Op de eerste dag hebben wij vroeg moeten opstaan om de trein richting Breda te pakken. Bijna werd onze trein afgelast, maar gelukkig kwamen we nog ruim op tijd aan op station Breda. Op het station kwamen we Jan en Barbara al snel tegen. Vervolgens hebben wij met Jan de trein richting Brussel Noord gepakt. Brussel Noord bleek alleen een beetje een grimmige buurt te zijn en het team van EUCYS bleek ook niet aanwezig te zijn. Hierdoor moesten we met Jan een uber pakken richting het hotel.

Clement

My EUCYS adventure started very early because my first train was at 6 in the morning. After a convoluted journey (I counted that in total, I took 6 different trains/metros on that day), I eventually arrived in Paris and actually met the French delegation on the platform of the train to Brussels! Once in Brussels, I met up with one of the EUCYS volunteers that brought me to the hotel (fun fact: she was late because her train from the Netherlands was stuck behind Devon and Rebecca's train that was broken).

Since I was the first member of the Dutch delegation to arrive, I could take my time to unpack all my stuff. Joost, David and Mr Marijnissen arrived second and eventually the rest of the team that was in the broken train also arrived. We all went to the event venue together where we were given a EUCYS bag, t-shirts, water bottle, etc... More importantly, we were all given a sticker book and a pack of stickers with our face on it. The goal was to trade stickers throughout the week with all the other contestants to hopefully completely fill the book!

Then, we had time to set up our stand which I managed to finish on that day. It was also the opportunity to start meeting some of the other participants.

Rebecca & Devon

Het is tijd. Ik stop snel mijn laptop terug in mijn tas, zwaai nog een laatste keer naar mijn vrienden en loop van de collegezaal naar de Bieb, waar mijn moeder op Devon en mij staat te wachten. Terwijl ik over het fietspad loop, zie ik dat ze er allebei al zijn. We rijden samen naar het station, waar we minuten moeten wachten op een man die verkeerd met zijn auto staat om zelf te kunnen parkeren... Ik neem afscheid van mijn moeder en daar gaan we dan!



Zodra we op het station zijn zoek ik naar mijn tickets die helaas zoek lijken te zijn; Mijn moeder blijkt aan mijn vader gevraagd te hebben een extra kopie van de tickets te maken, waarna hij ze niet teruggeleefd heeft... Dev weet snel mijn online ticket erbij te kunnen pakken, maar helaas begint de trein net te rijden terwijl wij aan komen lopen.



Shit man, geen goede start van dit avontuur.

Na even wat stress pakken we de volgende trein, die met vijf minuten overstaptijd in Breda aan zal komen. (Dat wordt geen Starbucks meer...) Dev en ik genieten tijdens de reis van de 1,2 kilo snoep die Dev de dag ervoor gehaald had (je kunt nooit genoeg suiker bij je hebben). Vrolijk en nog semi optimistisch rijden wij langs Wijchen, Oss, Rosmalen naar Den Bosch – waar de trein stil komt te staan... helaas, we zullen de trein in Breda niet meer kunnen halen... Gelukkig zal Barbara op ons wachten. Twintig minuten nadat onze oorspronkelijke trein was vertrokken naar Brussel komen wij aan in Breda.



Omdat we nu toch nog genoeg tijd hebben besluiten we samen met Barbara Starbucks te halen (nogmaals bedankt voor de koffie, Barbara!) en nemen wij de trein van 14:42. Helemaal vrolijk en met twee koffers, een weekendtas, een rugzak, een koker en een totebag lopen Dev en ik over de hobbelijke weg onder begeleiding van Barbara door Brussel naar het hotel vanaf het station. Het centrum oogt al gelijk super gezellig! En ondanks dat Brussel niet ver van Nederland ligt, voelt het helemaal als een vakantiebestemming. Er is ook nog zoveel leven in de stad! Ik had dat niet verwacht, aangezien bij ons net alle universiteiten en scholen begonnen waren. Eenmaal in de lobby van het hotel zien we al bijna gelijk Jan en Clément. We checken in en spreken af zo snel mogelijk naar 'the venue' te gaan, waar alle activiteiten plaats zullen vinden.

Joost & David

Wij zijn vervolgens met z'n allen naar de venue gelopen. Hier zijn wij begonnen

met het opbouwen van de stand. Het opbouwen werd alleen al snel onderbroken door het diner. Na het diner gingen wij verder met opbouwen, alleen bleek de batterij van de voltmeter leeg. Om nog op tijd een batterij te regelen moesten wij heel snel naar een Carrefour rennen, maar gelukkig hebben wij het net op tijd gehaald.

Rebecca & Devon

Met zijn zevenen bewegen wij ons naar congreslocatie The Square om al onze spullen voor de komende dagen alvast voor te bereiden. The Square is echt een heel mooie locatie en het ligt ook op een prachtige plek! Over de trappen lopen wij naar beneden naar de registratie. Wij krijgen super gave tassen, leuke drinkflessen, buttons, een kaart van Brussel en nog het beste: een stickerboek met alle projecten erin en een stapel van ongeveer 300 stickers, allemaal bedrukt met ons hoofd erop!! De bedoeling hiervan is om stickers te gaan ruilen met andere deelnemers om zo meer contacten te gaan maken. Enthousiast over dit spel lopen wij naar ons standje: Biology 10. Het ligt gelukkig vrij vooraan en in een gangetje met allemaal andere aardige deelnemers! Al snel zijn wij klaar met de voorbereidingen.

We komen in contact met een aardig meisje uit Luxemburg en haar begeleider. We nemen samen met hen plaats aan een van de ronde tafels van het restaurant. Op ons staan al verscheidene frisdranken en broodjes te wachten. Het is een heel mooie locatie met een fantastisch uitzicht over de stad! Langzaam wordt het eten opgediend. Ons voorgerecht bestaat uit paté die je op de broodjes kunt doen en wat groenten of burrata als vegetarisch gerecht. Ons hoofdgerecht bestaat uit gepofte aardappel met kruidenboter, kip met een heel lekkere panering en groenten in een heerlijke courgettesaus. Als nagerecht krijgen we cheesecake met cranberry saus.



WOENSDAG 13 SEPTEMBER

Clement

Wednesday was off to a great start after the very good breakfast in the hotel (especially the pancakes...). Once at the venue, I made some final changes to my stand to be ready for the presentations. Then, we all went to the auditorium for the opening ceremony. After the typical welcome speeches which were at least punctuated by a funny magician presenter, the highlight of this opening was definitely the flag ceremony. That is when one representative of each country (in our case Rebecca) went on the stage with a big flag of their country. Seeing all the flags being waved together was quite an emotional moment and I thought it was an amazing way of starting EUCYS.



The afternoon was very interesting, most notably because I received my first jury visit. He was a physicist from Germany and we had a very long discussion about my project, which was super interesting (I was later told that we talked for more than 45 minutes)! Overall, he was quite critical of my project (in a good way), especially since he really wanted to discuss something I did not include in my project (the energy efficiency of my trebuchet). It was somewhat frustrating for me because I did not have the answers to his questions but he motivated me to investigate it during the week and come back to him. Since I had a few uneventful gaps in my afternoon, I was able to generate the efficiency graph he asked for from my simulation and when I showed him after dinner, he was very happy I had done it and, like me, he found the results very interesting. For me, it was amazing to still learn new things about my own project after all the research

I had already done. Research is never over and collaboration like this is part of the beauty of science!

I had another interesting discussion that afternoon with a mathematician that accompanied the team from Bulgaria. He hypothesised that on some moons of Mars or Jupiter, the acceleration due to gravity would be low enough that a trebuchet like mine could be an efficient way of launching objects into orbit! It was very fun to explore that idea with him and do some quick estimations. Again, learning new things about my own project!

After the expo was closed for the day, we moved back to the auditorium for a conference by EIROForum, a European research institute. To be honest, it was much better than what I was expecting. This is mostly because it was about nuclear fusion, a topic I am really interested in! They showed us a short movie about their latest experiment and then one of the scientists answered questions from the audience. I learned a lot!

Joost & David



De ochtend bij de expositie ging redelijk snel voorbij en we hebben veel mensen over ons project kunnen vertellen. Na de lunch waren wij allebei al erg moe door de korte nacht. Het duurde ook lang voordat er iemand van de jury bij ons project kwam. In het laatste uur van de expositie kwam er gelukkig uiteindelijk nog iemand van de jury. Ons gesprek met de jury leek volgens ons erg goed te gaan. Na de expositie hebben we nog naar een leerzame film van het JET fusion reactor team gekeken. Dit was erg interessant

en leerzaam. Hierna volgde het diner alweer, deze keer was het diner ook weer lekker en goed geregeld. Hierna hebben we met Jan de uber gepakt richting het hotel en zijn wij wat universiteit werk gedaan. En daarmee kwam alweer een einde aan een leuke en mooie tweede dag in Brussel.

Rebecca & Devon

Het is een mooie ochtend, de zon schijnt. Enthousiast over wat er zal komen lopen we voor de eerste keer de vaste route naar de Square. De flag-rehearsal blijkt echter in een andere zaal te zijn dan verwacht, waardoor ik 10 minuten te laat aankom... Echter blijkt dat de meeste mensen die hun land zouden representeren met de vlaggen er nog niet zijn. Een aardige team member vertelde me bij welke stoel ik de vlag kon vinden. Helaas was het enige wat ik had verstaan dat ik ergens in het midden op de achterste rij zou moeten zijn... Ik loop maar naar boven en ga de lege stoelen af om mijn vlag te zoeken. Ik kan hem niet vinden en roep "Has anyone seen a Dutch flag??" Gelukkig vind ik hem zelf snel, maar het is wel fijn dat de sfeer weer iets luchtiger was door die ene suffe Nederlander die haar vlag kwijt was...

Al snel kom ik in gesprek met deelnemers uit Denemarken, Frankrijk en Litouwen. We hebben hele leuke gesprekken! En dankzij deze flag-rehearsal zou ik uiteindelijk ook goede contacten met al deze mensen opbouwen. Het meisje uit Litouwen vertelt me dat zij ook in Nederland studeert. Sterker nog, ze studeert net zoals Devon en ik ook aan de Radboud! Dit is super leuk om te horen, want dit zou betekenen dat we nog langer in contact zouden kunnen blijven! Ook kom ik daarna snel in contact met mensen uit Zuid-Korea, Portugal en Ierland, waarmee ik ook later contact zou blijven houden. Na afloop komt de Zuid-Koreaanse jongen die ik eerder had gesproken nog naar me toe om te vragen of ik met hem op de foto wil. Ik vind dit wel grappig, want waarom vraagt hij specifiek mij? Mijn moeder vertelt me later dat Zuid-Koreanen bijna nooit mensen met blond haar



zien en dat de National Organiser daarom waarschijnlijk een foto van mij met een van zijn deelnemers had willen hebben. Ik had mijn blonde haar nooit als iets speciaals gezien, het is echt super grappig dat dit gebeurde. De jongen en ik wachtten nog even met de vlag, maar helaas bleek zijn National Organiser al weg te zijn. Ik lever dus maar weer onze Nederlandse vlag in en vertrek naar het standje. De presentaties voor de jury zullen immers snel gaan beginnen.

Het bleek dat de Franse jongen die ook mee had gedaan met het vlaggen-zwaaïen onze schuin-overbuurman was. Hij is super aardig, daar ben ik heel blij mee. We zitten sowieso in een super leuk straatje! Iedereen is aardig en het is sowieso veel leuker in een straatje te zitten dan erbuiten, waar je bijna niemand kan spreken. Nu is het de hele tijd gezellig! En als je dan een tijdje niets te doen hebt, kun je altijd een beetje socializen en ondertussen toch nog het standje in de gaten houden voor het geval dat de jury komt.

Na de lunch gaan we weer terug naar The Square. Het is weer tijd voor jury-visits. De jurybezoeken worden steeds leuker en ik voel me steeds minder zenuwachtig worden gelukkig. Het blijft wel elke keer spannend als je een ander project gaat bezoeken. Immers kan de jury elk moment komen...! Twee keer ben ik vanaf een ander standje teruggerend omdat ik dacht dat er jury aan zou komen. Aan het einde van de middag hebben wij 4,5 half jurybezoek gehad! Een van de juryleden vertelde ons dat er ongeveer 4 à 5 bezoeken



zouden zijn per standje in totaal. Dan zouden wij op dat halve jurylid na al iedereen gehad moeten hebben... Alle andere standjes hadden maar 1 of 2 bezoeken gehad, soms, zoals bij David en Joost, was er nog niet eens iemand van de jury langs geweest...

DONDERDAG 14 SEPTEMBER

Joost & David

Er kwam al snel twee keer een jurylid langs onze stand om vragen te stellen over ons project. De gesprekken met de juryleden waren eigenlijk bijzonder interessant, vanwege hun achtergrond in veel grote wetenschappelijke projecten. Gedurende de dag zijn er nog twee andere juryleden langs onze stand gekomen met weer scherpe vragen over ons project. Tussen de juryleden door kwam er ook iemand van de Europese Commissie langs. Ze had ons project in een mail zien staan en was daardoor erg benieuwd hoe ons project precies in elkaar stak. Na de expositie hadden we even de tijd om Brussel een beetje te ontdekken. Wij zijn in deze tijd naar een kledingwinkel, souvenirwinkel en de LEGO winkel geweest. Daarnaast hebben we Manneke Pis bezocht, dat is natuurlijk wel een must do in Brussel.

Rebecca & Devon

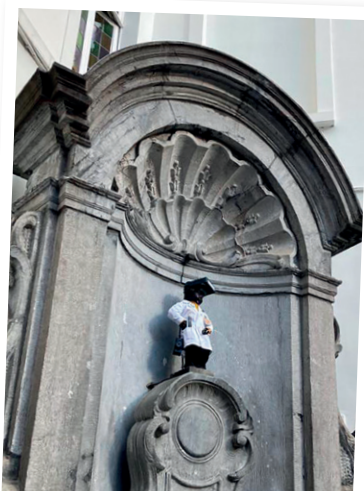
Alles verloopt soepel en relaxed totdat we naar Square beginnen te lopen: Dev blijkt haar badge te zijn vergeten. Zonder de badge mag je niet naar binnen bij de beveiliging en krijg je geen eten. We zijn niet van plan om voor 's avonds laat weer naar het hotel te gaan, dus Dev moet wel terug... Omdat het een beetje krap zit in de tijd, besluit ik: "Ik loop nu een stukje met je mee terug, maar als ik beken-den van EUCYS zie, dan ga ik met hen mee richting Square." Niet lang daarna zien we Martyna, die ook in Nijmegen studeert en de Ier Liam. Ik beslis snel dat ik toch maar beter met hen kan meelopen. Zij zijn tenminste vrienden van ons en dan weet ik zeker dat iemand van ons twee op tijd klaarstaat voor het geval er jury komt. We komen gelukkig op tijd aan bij Square. Ik ga alvast bij onze Biology 10 staan. Dev arriveert een

aantal minuten later ook. Er komt een jurylid bij ons langs (het halve jurylid van gisteren) die de dag ervoor in de laatste tien minuten voor sluitingstijd was langsgekomen.



Hij was er alleen om een bepaald feit te checken over medische details. De man is een super enthousiaste, humoristische man, die de ochtend weer gelijk laat stralen! Helaas is hij niet een van onze 'primary judges', anders hadden we nog een wat langer, diepgaander gesprek kunnen hebben, maar het is toch leuk dat hij langs is gekomen.

De bedoeling van de stadswandeling is dat je de aangegeven nummertjes op de kaart bezoekt. Daar zullen de gele shirtjes (de EUCYS vrijwilligers) op ons staan te wachten om ons iets te vertellen over die plek. We besluiten als eerste naar Manneke Pis te gaan, die we de avond ervoor al hadden gezien met Barbara. Hij heeft nu een wetenschappers-outfit aan. Toevallig, want wij zijn ook op een wedstrijd voor wetenschappers! Daarna lopen we verder, niet per se met een doel. Ik leer wel het Franse woord 'bâtiment', dat 'gebouw' betekent. Het is gezellig om met de Fransen een rondje te lopen! Helaas kunnen we niet alles zien, maar we zijn in ieder geval wel op tijd voor het eten! Omdat we redelijk vroeg zijn kunnen we een van de mooiste plekken uitzoeken achterin, waar je uitzicht hebt op Brussel met zonsondergang.



Na de wandeling gingen we op zoek naar een bar om met de groep heen te gaan. We waren echter met te veel om ergens echt heen te kunnen. Uiteindelijk zijn we met een groepje van tien in een restaurantje maar wat gaan drinken. Ik heb iemand uit Hongarije en Slowakije kennis laten maken met het lotuskoekje en het meisje uit Zuid-Korea met Fuze Tea (ze hebben daar alleen maar Lipton Ice Tea, zo blijkt). Het is heel gezellig deze avond. Uiteindelijk zijn Devon, Clément en ik weer samen teruggelopen naar het hotel om maar weer eens uit te gaan rusten...



Clément

Thursday morning was very busy for me because three jury members came to visit my stand! Compared to the previous day's jury member, they were all kind and enthusiastic about my project which was of course very nice. However, with hindsight I now realise that I enjoyed the challenging conversation on Wednesday more than the ones on Thursday. For the latter, even if they asked some interesting questions, I was essentially giving the same speech again to the three jury members but on Wednesday at least I learned something and it stimulated me intellectually. After the expo closed around 4:30, we had some free time to visit Brussels. I went with 3 people from the French team, Devon and Rebecca. Irresponsibly, the group put me in charge of the itinerary. Miraculously, I managed to not lose everyone in the city centre (at least not too much) and not be late for dinner (the secondary objective of seeing famous monuments was also achieved). After another great dinner, a small group of participants hung out in the city centre and we ended up in a bar where we chatted for the entire evening. In the picture, you can see people from South

Korea, Slovakia, Lithuania, France, Netherlands and Hungary! Those were really the greatest moments of EUCYS.

VRIJDAG 15 SEPTEMBER

Clément

The last expo day started in a very intense way for me because not even 5 minutes after I had set up for the day, the president of the jury came to visit my stand. We had an interesting conversation, not only about the content of my project, but also about the way I conducted it and how I learned all the theory necessary for the mathematical model for example.

The rest of the morning was different from the previous days because there were a lot of high school students that were brought to visit the expo. I had to change the way I presented my project to make it interesting for them but most importantly, I got to speak in French because they didn't all speak English very well.



For lunch, since we were tired of eating the same sandwiches every day, a few people (as always, Devon, Rebecca and the French team) went to eat a traditional Belgian waffle in the city centre.

In the afternoon, it was quite boring because there were no judges and less visitors but since the week was coming to an end, there was very intense sticker-trading going on!

For dinner, it was Belgian themed so Belgian flags everywhere, Belgian food (fries of course) and even Belgian flag make-up for everyone. The food was

great and after dinner there was a quiz about Belgian culture and general science knowledge. It was very fun and since I got third overall, I won a box of chocolates! After all the Belgian activities and a small party, like the previous night, a lot of participants went back to the city center to hang out and this time we chose a pub. Since there were more than 20 EUCYS people, we filled an entire room and it was very fun!

Joost & David

Alweer de laatste expositie dag, en al snel kwam er weer een jurylid naar onze stand. Dit was het vijfde en laatste beoordelende jurylid dat bij onze stand kwam kijken.



Na weer een goed gesprek met de jury kwam er in de ochtend nog wat familie langs om bij ons project te kijken. Hierna hebben wij ook met de familie geluncht in de buurt van de Square. In de middag kwamen er nog twee extra juryleden langs onze stand omdat ze gewoon geïnteresseerd waren in ons onderzoek. Deze juryleden waren er ook niet om ons te beoordelen, althans, dat beweerden ze.... Vervolgens was het alweer tijd om de stand af te bouwen en om nog wat souvenirs met de andere deelnemers te ruilen. Wij bleken alleen iets te veel drop gekocht te hebben, want de deelnemers van de andere landen vonden drop toch iets minder lekker dan gedacht. Hierna volgde al snel het Belgisch diner.

Rebecca & Devon

Voor ons is het opnieuw een heel relaxte ochtend. Je ziet wel dat

iedereen steeds drukker wordt...

Iedereen heeft namelijk nog lege plekken in het stickerboek! Snel worden de laatste stickers uitgeruild en ook Devon en ik gaan op pad. Om en om gaan we naar de standjes waarvan we nog geen stickers hebben om eerst naar hun presentatie te luisteren en daarna stickers te wisselen. De Trading Party houdt in dat iedereen souvenirjes uit eigen land gaat ruilen. Dev en ik hadden al een hele mooie voorraad sleutelhangers, magneetjes, mokken, flesopeners, etc. meegenomen om te ruilen. Helaas had niet iedereen zo zijn best gedaan om souvenirjes mee te nemen, we kunnen niet heel veel ruilen. Maar het is wel super leuk om weg te geven! Niemand had ooit eerder kruidnoten op en maar zelden kenden mensen het fenomeen 'stroopwafel'... Uiteindelijk hebben we toch nog pennen, een notitieboekje, snoepjes en koekjes gekregen en het leukste: een metalen kimono-boekenlegger uit Zuid-Korea en de mooiste eetstokjes die ik ooit heb gezien! Om 19:00 is er Belgian dinner! We krijgen allemaal Belgische vlaggetjes op onze wangen geschminkt en krijgen een smurf. (Ik heb Grote Smurf gekregen!) Overal in het restaurant hangen Belgische vlaggetjes en er wordt Belgische muziek gedraaid.

Wij zitten gezellig met mensen uit Slowakije en leren allemaal nieuwe dingen over hoe het er bij hen aan toe gaat met naar de uni gaan. Super interessant! Blijkbaar gaan zij vaak pas op hun 19de naar de universiteit. Ongeveer 1 of 2 jaar nadat ze hun middelbare school afgerond hebben. Nadat het eten afgelopen is, worden we allemaal naar het midden van het restaurant geroepen om deel te nemen aan een echte Belgische quiz! We krijgen vragen zoals "Uit hoeveel bollen bestaat het Atomium?" (Dit is het bekende kunstwerk in Brussel, het antwoord is 9), en "Als ijs in een glas water smelt,





zal het water dan uiteindelijk hoger, even hoog, of lager komen te staan als voordat het ijs gesmolten was?" (Het antwoord is: lager.) Clément, onze Nederlandse held, deed het het beste van de deelnemers! Er was ook ene 'A' die het goed had gedaan, maar die kwam niet opdagen. Uiteindelijk haalt een van de Portugezen de prijs maar op, al weten de organisatoren nog steeds niet dat hij 'A' helemaal niet was... Om 21:00 wordt iedereen naar buiten gestuurd. Met een hele groep gaan wij naar de Delirium-bar. Ik ben zelf nog nooit in een bar geweest waar veel gedronken wordt, het is een hele ervaring voor me... maar het drinken is er goedkoop en een paar mensen uit de groep weten een plek te vinden waar je rustig kan zitten. Je moet een verstopte trapje af, waar dan een kleine ruimte met een lange tafel is en geen muziek is. Het is echt een ideale plek om te zitten en lekker te praten!

ZATERDAG 16 SEPTEMBER

Joost & David

Vandaag konden wij gelukkig wat langer slapen. Wij sliepen tot 11:00 en David is daarna nog even snel naar een kledingwinkel om de hoek geweest om een broek en trui te kopen. Hierna hebben wij ons snel klaargemaakt voor de prijsuitreiking. Wij pakten de bus om 12:30. Eenmaal aangekomen op de plek van de prijsuitreiking aten we onze lunch en zijn daarna naar de hal gelopen waar de uitreiking plaatsvond. De prijsuitreiking was erg goed georganiseerd, er was zelfs een hele saxofoonspeler! Ondanks dat wij ons best hadden gedaan konden wij geen prijs voor Nederland binnenhalen. Gelukkig heeft Clément er wel 2 binnengehaald! Na de prijsuitreiking waren er nog een hoop borrelhapjes en konden we nog met een hoop andere deelnemers de laatste conversaties houden. Hierna kwam het avondeten en hierna was er nog een feest. Ondanks dat wij geen prijs hadden gekregen vonden wij het nog steeds een geslaagde week waarin wij veel nieuwe kennissen hebben kunnen maken en veel nieuwe ervaringen op hebben kunnen doen!

Rebecca & Devon

08:45. Voor het eerst deze week uitgeslapen. Vandaag begint ons programma pas om 12:00, we hebben gelukkig alle tijd. Liam, Devon, Clément en ik trekken samen het winkelgedeelte in. We stuiten al snel op een HEMA, waar we Liam mee naartoe sleuren, omdat hij de keten blijkbaar nog nooit gezien heeft! Hij vindt het een erg interessante ervaring en ondanks dat het pas halverwege september is, besluit hij toch al een chocoladeletter te kopen... Als mijn vrienden die vanochtend mee waren eenmaal omgekleed zijn (iedereen ziet er zo mooi uit in hun nette kleding!) wachten we voor in het hotel op de bus. We blijken echter nog een stukje te moeten lopen. Op mijn zeven centimeter hakken loop ik richting het busstation. Gelukkig staan we vooraan, zodat we snel de bus in zullen kunnen stappen.

Van de eerste 4 winnaars die bekend gemaakt worden, kennen wij er 3! Het zijn Nanna uit Denemarken, waarmee wij vaak hebben gepraat, omdat zij heel dicht bij ons standje was. Een super aardig meisje, altijd vrolijk en in een goede bui om mee te praten. Sachi, uit Zweden, ook een van onze biologie-buren. Ook zij was altijd een goede gesprekspartner als we niks te doen hadden. En als laatste ook Martyna, die uit Litouwen komt, maar ook in Nijmegen studeert! (Anderhalve maand later heb ik al drie keer met haar af kunnen spreken!) Devon en ik zijn helemaal in onze nopjes. Dit zijn allemaal mensen die wij de prijzen gunnen. Na deze prijzen komen de echte grote prijzen... "These prizes are the big ones", zei Clément ook. Als je deze zou winnen zou je naar een van de twee grote congressen in Europa mogen om daar je project te presenteren! De prijzen gaan naar een Italiaan, iemand uit Polen, en... onze Nederlandse Clément!!! Ik ben zo blij voor hem! Dev en ik joelen het uit. We gunnen hem het zo!

Daarna beginnen we aan de 'core prizes', de prijzen uitgereikt door EUCYS zelf. Er zijn twaalf prijzen in totaal: 4 3de prijzen, 4 2de prijzen en 4 1e prijzen. De derde prijs bestaat uit 3500 euro,

de tweede prijs uit 5000 en de eerste prijs uit 7000 euro. Best fijn om te winnen!

Ook hier zijn weer veel bekenden, waaronder de Ieren en opnieuw... Clément! Hij weet een tweede prijs binnen te slepen! Dit is echt fantastisch.



De tentjes voor het eten worden al snel voorbereid en Dev en ik nemen even onze tijd om te kijken wat het allemaal voor zal stellen. Het is echt super leuk, want elk standje is een ander soort categorie eten! Zo heb je de standaard fast food tent waar je verse hamburgers en frietjes kunt krijgen, een Aziatische tent met Peking eend, loempia's en crunchy garnalen, een tentje waar je een Italiaanse antipasta kunt krijgen of bruschetta's en een tentje met gezonde salades en wraps. Iedereen geniet ervan!

Clément

Since we had a free morning, I was able to catch up on some sleep which was much needed given the great nightlife of Brussels! Eventually, we went shopping in the city centre with Devon, Rebecca and Liam from Ireland. Since we spent a lot of time chatting at breakfast, we unfortunately didn't have that much time in the city centre but at least, we made it back in time to the hotel to get dressed for the ceremony and take the last bus to the venue. It was quite fun to





ZONDAG 17 SEPTEMBER

Rebecca & Devon

see everyone dressed so formally after the last 3-4 days spent together. But when the ceremony started, we could tell everyone was a little nervous. When they started naming people for prizes though, I felt that the atmosphere completely changed because it was so nice to see the people we had bounded with over the week win prizes and be successful (Martyna, Ilja, Liam and Shane, Alex and Jozef...), or simply because I had visited their stand and thought the project was cool (Julian, Deyan, Shachar and Jonathan, Arushi...)!

Then, when the presenter announced a project in physics, we looked at each other with the rest of the Dutch team, as we also did for projects in biology and chemistry, but this time, to my surprise, my name was announced! It obviously felt great to walk down to the stage amidst the cheers, collect my prize, take the photo! It felt so surreal that I had actually won something! Imagine then my amazement when my name was called again, for a Second Prize! It is a bit difficult to explain how I felt in this moment because on the one hand, I was extremely happy and proud to have been awarded this great honour but at the same time it was so hard to believe it was actually me that won when there were so many truly amazing projects. I couldn't stop smiling for the rest of the ceremony!

Once I had called my parents and project supervisor to discuss the amazing news, it was time for the reception. It was a kind of bittersweet moment for me because while it was great to talk with the other participants and share our experiences, we knew it was starting to be the end... The official evening ended with a party which was very fun. It ended quite early so Devon, Rebecca and I went with the French delegation back to their hotel and we went in the city centre one last time for a drink in a restaurant. After going back to our hotel, we stayed in the lobby for a long time, chatting with other participants, reminiscing about the week...

We besluiten nog even in de lobby van het hotel te gaan praten. Het is een heel grappige plek om te zitten op dat moment, want er lopen steeds deelnemers van EUCYS af en aan om uit te gaan of ze komen terug van het afscheidsfeest. We spreken nog heel veel delegaties, ook degenen die we eerder niet echt gesproken hadden, zoals de mensen uit Polen en België. Op een bepaald moment zit Filippo Mutta uit Italië ook bij ons in de lobby te wachten. Hij heeft ook twee prijzen binnengesleept! Ik loop nog even naar hem toe om hem zijn naam op Instagram in te laten vullen voor mij en mijn oog valt op zijn badge met zijn naam, erop. Ik zie nummer '38' staan en zit te denken... In het spel waarbij je je soulmate moest vinden had ik dacht ik al iemand gezien met 38... Ik draai me om en vraag: "Clément, what number did you have again?". Clément zegt niet eens iets maar staat op en komt naast me staan. Hij heeft inderdaad ook nummer 38! Filippo en Clément zijn elkaars soulmate! Om 01:00 op de laatste dag, als alles eigenlijk al officieel afgelopen is, vindt Clément toch zijn soulmate nog! We zien later ook nog Joost en David in de hotellobby, maar zij gaan helaas weer snel door. Rond 02:00 als er al een tijdje niet meer verloren deelnemers langs zijn gekomen besluiten we toch maar naar boven te gaan... We zeggen nog gedag tegen Clément en gaan slapen...

Nadat Clément weg is, zitten we nog even bij Martyna aan het ontbijt. Ook haar geven we een laatste knuffel, ook al kunnen we haar in Nijmegen nog vaak genoeg zien. Het is gewoon even nodig. Om 09:40 gaan we weer naar boven om onze ingepakte spullen te halen en zeggen gedag tegen de Vampier, aan wie ik nog gevraagd had om hem nog een laatste keer te kunnen zien. Om 10:05 vertrekken we richting het station (nadat Joost, David, Devon en ik een moeilijke en lange reis met de lift van het hotel achter de rug hebben).

De reis zelf is lang en bedompt. Devon en ik nemen gedurende de reis eerst afscheid van de vrijwilligers die met ons meereisden eerst, daarna van Jan en al snel ook van Joost en David. Op Nijmegen Centraal is het ook tijd om gedag te zeggen tegen Barbara. Ik weet nu al dat, zodra ik thuis ben, ik bezig moet gaan met het inhalen van de gemiste universiteits-week. Daarom besluiten Devon en ik toch nog een kwartiertje samen Starbucks te drinken, om daarna ook weer, voor het eerst in zes dagen, voor langer dan een kwartier echt gescheiden te zijn.

Joost & David

De laatste dag van de EUCYS was gepland voor de terugreis. Het Nederlandse team moest de trein rond 12 uur terug naar Breda pakken. Clément moest eerder vertrekken omdat hij naar Frankrijk moest reizen, wij zijn daarom voor 09:00 nog even naar de lobby gekomen om Clément uit te zwaaien en een goede reis te wensen. Rond 11:00 zijn we met z'n allen naar Brussel Centraal station gelopen en vervolgens zijn we op de trein terug gestapt. Wij moesten overstappen op 's Hertogenbosch en daar hebben wij ook afscheid genomen van de rest van het Nederlandse team. Een uurtje later waren wij beiden thuis aangekomen. Eenmaal thuis aangekomen hebben we wat uitgerust en hebben we kunnen terugdenken aan een fantastische week in Brussel. Wij hebben absoluut genoten gedurende de hele week. Het was een ervaring die we zeker niet hadden willen missen.

Clément

Since I still had a lot of packing to do, I had to wake up early but I managed to be ready on time for the bus. But, before that, came the most difficult part of the week: the goodbyes. I was very sad to say goodbye to Devon, Rebecca, the rest of the Dutch team and the other participants that were at the hotel. Because we had spent so many great moments together, even if EUCYS only lasted a few days, it felt

like we had lived through an adventure together. In the bus at least, I was still with the French and Swiss teams but at the station we already had to split with the latter. The train to France was quite uneventful and once we arrived in Paris it was time to say goodbye to the last people of EUCYS, the French delegation with whom I had become very good friends. After this final farewell and a bit more travelling, I eventually arrived in my student room, ready to continue my university journey. Still, I already wished to be back in Brussels...



EEN PAAR WEKEN LATER

Rebecca

Ik heb nog veel contact met mensen van de andere landendelegaties! Martyna spreken Devon en ik toch regelmatig nog. Ik heb ook dagelijks contact met twee mensen die ik eerder helemaal niet zo veel gesproken hadden: een jongen uit Letland en de 14-jarige uit Canada. Ze blijken echt super aardige en leuke mensen te zijn! Ook heb ik nog contact met de Franse Aymeric wanneer hij even tijd heeft. En Devon en ik delen vaak nog nieuwtjes in de groepsapp met Clément.

Eens in de zoveel weken spreek ik ook weer wisselend mensen uit andere landen! Zo houd ik af en toe contact met de Denen, de Zuid-Koreanen, de andere Canadees, de jongen uit de Verenigde Staten, de Ier, de andere jongen uit

Letland, de Italianen, de Belgen... Het is fantastisch om toch nog zoveel contact te kunnen houden.

Het was de eerste weken na het afscheid erg zwaar. Vooral omdat ik in de tweede week heel veel mensen gecontacteerd had, wat me hen alleen maar meer liet missen. En omdat ze allemaal zo aardig, slim en grappig waren was het alleen nog maar een groter gemis... Ik heb nog nooit zo veel fantastische en geweldige mensen bij elkaar gezien. Het was een unieke ervaring en ik zal er voor altijd nog van blijven genieten.

De mooiste herinnering van de mensen van EUCYS die ik van afgelopen weken heb, was bij Devons verjaardag. Ik had alle bovengenoemde mensen van EUCYS gevraagd om een videofragment te maken met een mooie boodschap voor Devon in hun eigen taal. Het resultaat was overweldigend. Ik heb de video al minstens tien keer gezien, maar nog steeds ontroert het me weer om al die oprechte mensen zo te zien... En volgend jaar gaan we waarschijnlijk nog met drie van onze buitenlandse vrienden afspreken!

Ik gun iedereen deze ervaring, deze vriendschappen, die wij hebben kunnen opbouwen. Ik hoop daarom dat nog vele mensen ons achterna kunnen gaan op congressen zoals EUCYS.

Dus ga ervoor!





SIYSS (Stockholm International Youth Science Seminar) is a week-long event for young scientists from all around the world arranged in connection with the Nobel festivities.

MONDAY

This was the travel day for everyone so nothing interesting really happened. It was my first experience with Swedish weather: when I arrived, it was -13°C!

TUESDAY:

We started with the Welcome Ceremony in the morning during which we got to know each other more. In the afternoon, we did a bit of sightseeing in the city centre: walking through the old town, visiting a Christmas market, even some ice skating!

WEDNESDAY

Seminar Day! This was the day dedicated to our research projects. I got to present my research on stage in front of hundreds of highschool students with the goal of inspiring them to pursue science. While this was a new challenge for me, the Seminar also involved poster sessions very similar to that of EUCYS so I was more comfortable there.

THURSDAY

In the morning, we visited the headquarters of Scania, a large Swedish company (they make trucks). In the afternoon, we attended the Nobel Lecture in Medicine. Nobel Lectures are presentations given by this year's Nobel Laureates about their research. Despite it not being my field of expertise, I found it very interesting. We finished the day with a visit to the National Museum.

FRIDAY

To start the day we attended the Nobel Lectures in Physics and in Chemistry which I was more excited for than the one in Medicine. I learned a lot and they have actually motivated some new research interests that I might pursue in the future. In the afternoon, we visited Ericsson, another Swedish company, this time specialised in networks and telecommunications.

SATURDAY

After visiting two museums (including the famous Vasa museum), a few participants including me went to the Nobel Reception (not everyone had the chance to go). This is a formal social gathering event with all the Nobel Laureates and many other important people. I got to briefly talk with a few Nobel Laureates in Physics and Chemistry which was for me one of the most (if not the most) incredible moments of the week. Apart from them, there were many other amazing scientists I got to talk to during this event!

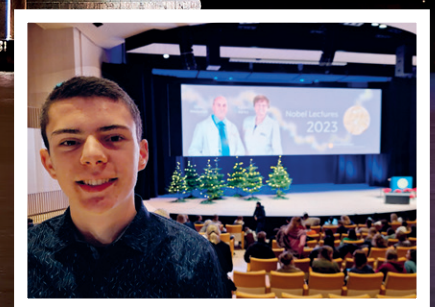
SUNDAY

The week culminated in the Nobel Prize Ceremony, during which the King of Sweden awards the actual medals. I felt so honoured to attend such a prestigious event and it's still hard to believe I was there. After, we had the Nobel Dinner and finished the week on a high with the Student Nobel Nightcap, the epic afterparty of the Nobel festivities that went on until the morning...

MONDAY

After very little sleep, it was already time to say goodbye to all the wonderful people I met in Stockholm. At SIYSS I gained inspiration, knowledge, memories and especially friends and I will always cherish the moments we spent together.

Clement



Colofon

Tijdschrift Van Melsenprijs 2023

Onder redactie van
Jan Marijnissen

Vormgeving
Floor Taayke Grafisch ontwerp

Fotografie
Gerard Verschooten, Jan Marijnissen, Radboud Universiteit,
deelnemers aan de Van Melsenprijs, Shutterstock.

Jury Van Melsenprijs
Dr. C. (Colin) Logie (Biologie)
Prof. dr. C.J.W.P. (Charles) Timmermans (Natuurkunde)
Prof. dr. W.D. (Walter van Suijlekom (Wiskunde)
Prof. dr. E. (Erik) Barendsen (Informatica + voorzitter)

Tekst
Jan Marijnissen

Samenvattingen
Alle deelnemers aan de Van Melsenprijs

Controle en tekstbewerking
Vera van den Boer, Robin Jansen, Jan Marijnissen

Dit is een uitgave van
Het Pre-University College of Science
Radboud Universiteit
Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica
Mercatorgebouw 1, Kamer 6.18
Toernooiveld 216
6525 EC Nijmegen

ISSN: 1872-5201

