



van Melsenprijs 2020

de beste profielwerkstukken
in de natuurwetenschappen 2020

prijsuitreiking **Van Melsenprijs**
verslag Science Makers Award Gala

Magazine Van Melsenprijs en
Science Makers Award Gala
2020

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	8
ScienceMakers Award Gala	10
PWS De diepte in Een kijk op vloeistofdynamica en de werking van onderzeeërs	12
PWS Cryptografie met elliptische krommen	14
PWS Het effect van plastic eten op de groei van de meelworm	16
PWS Voor niets gaat de zon op: de organische zonnecel	18
PWS De PaciPro als uitbreiding gedurende en na de kraamperiode voor de 'Mobiel verloskundige monitoringservice' (MOM) en de 'Toolkit voor zwangerschappen met verhoogd risico', van Philips Healthcare	20
PWS Meelachen met Alzheimer Een onderzoek naar het verschil in meelachen tussen mensen met en zonder de ziekte van Alzheimer	22
PWS Dansende afrikaantjes	24
PWS Change Blindness Een onderzoek naar welke factoren van invloed zijn op het fenomeen change blindness	26
PWS Singuriteiten Wiskundige figuren met merkwaardige vormen	28
PWS Melatonine, de effecten op slaap	30



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 International Conference for Young Scientists (ICYS).

Juist op het moment dat alles in gereedheid was voor de Van Melsenprijsdag begon de lockdown. We zijn digitaal verder gegaan. Daardoor hebben we wel de tien genomineerde werkstukken, waarvan een samenvatting in dit magazine staat, en de uitslag met laudatio's van de juryleden. Maar geen fysieke prijsuitreiking betekent ook geen foto's van een professionele fotograaf. Alle deelnemers hebben zelf hun foto aangeleverd, die je terug vindt aan het begin van iedere samenvatting. Helaas is de ICYS door de corona-uitbraak afgelast. Daardoor zijn we niet naar Belgrado geweest, alwaar de ICYS 2020 gehouden zou worden. Het Science Makers Award Gala is digitaal doorgegaan. We hebben er dit jaar voor gekozen hier dan meer aandacht aan te geven, zodat onze prijswinnaars toch nog in het zonnetje kwamen te staan.

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 - bèta-studie. De Van Melsenprijs en de ICYS 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 denkbelden van leerlingen meer in overeenstemming worden gebracht met de werkelijkheid.

Je kan een vraag over je profielwerkstuk stellen op: www.ru.nl/pucofscience/. Onder het kopje scholieren staat het woord 'profielwerkstuk'. Als je daarop klikt kom je

o.a. bij het vragenformulier. 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). Het doorsturen van een link is in de praktijk niet zinvol. De computer op school of thuis levert dan niet het bedoelde artikel. Je dient op het tijdschrift geabonneerd te zijn om toegang te krijgen. De Radboud Universiteit is op vele honderden tijdschriften geabonneerd. We mailen dan een PDF-bestand.

Heb je een vraag over de opzet van je profielwerkstuk, worstel je met je onderzoeksvraag of twijfel je over je deelvragen? Tijdens het online spreekuur helpen studenten van de Radboud Universiteit je graag verder. **Vanaf woensdag 7 april zitten elke woensdag van 15.00 tot 16.00 uur onze studenten voor je klaar.**

Hoe werkt het?

Stuur op woensdagmiddag tussen 15.00 - 16.00 uur via skype een berichtje naar: pucofsciencepw1@gmail.com. Wij nemen dan contact met je op. Tot snel op Skype.

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 bèta-faculteit via de mail.

En na de coronacrisis:

- 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. De route is altijd: jij hebt een vraag en wij kijken of je geholpen kan worden met deze vraag. Op afspraak langs komen 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
Huygensgebouw
t.a.v. **PUC of Science Profielwerkstukken**
Kamer HG 02.508
Heyendaalseweg 135
6525 AJ Nijmegen

Inzendingen voor de Van Melsenprijs 2021 moeten uiterlijk binnen zijn op 1 maart 2021. De dag van de uitreiking van de prijzen wordt traditiegetrouw de van Melsenprijdsdag genoemd en deze vindt in 2021 plaats op 26 maart.

De International Conference for Young Scientists (ICYS) 2021 vindt van 22 - 28 april plaats in Belgrado in Servië. Het hangt van de corona ontwikkelingen af of we naar Servië gaan of dat de ICYS virtueel wordt georganiseerd.

Docenten en leerlingen kunnen er inspiratie uit 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 2020.

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 Science Makers Award Gala tijdschrift 2020.

De medewerkers van PUC of Science Profielwerkstukken



Voorwoord

Dit jaar is voor de 27ste 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.

Er zijn in principe vier geldbedragen te winnen. De winnaars van de eerste prijs krijgen 500 euro, de winnaars van de tweede prijs 250 euro en de winnaars van de derde prijs 125 euro. Daarnaast is er een publieksprijs van 125 euro. Omdat in 2020 de fysieke prijsuitreiking niet door kon gaan was er geen dag met publiek en daardoor ook geen publieksprijs.

Maar zeker zo belangrijk als de geldprijzen is het voor de deelnemers dat de eerste, tweede en soms ook de derde prijswinnaars door de Radboud Universiteit (RU) kunnen worden uitgezonden naar de International Conference for Young Scientists (ICYS). We hopen snel weer met deze internationale profielwerkstukkenwedstrijd te kunnen starten.

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 die uit louter hoogleraren bestaat. De jury bestaat dit jaar uit prof. dr. G.J. Heckman (*jurylid wiskunde*), prof. dr. R.H.P. Kleiss (*jurylid natuurkunde + voorzitter*), prof. dr. W.T.S. Huck (*jurylid scheikunde*), prof. dr. H.J.M. op den Camp (*jurylid biologie*) en prof. dr. E. Barendsen (*jurylid informatica*).



Uitslag Van Melsenprijs 2020

Door de corona-uitbraak is het verloop van de Van Melsenprijs anders dan in 27 voorgaande jaren. Gelukkig waren we op tijd met de inzendingen en de nominatie. De jury heeft net voor de universiteit op slot ging de tien genomineerde profielwerkstukken gekregen. Omdat samenkomen daarna niet meer mogelijk was heeft de jury alleen digitaal kunnen beraadslagen. Ook de geplande Van Melsenprijsdag hebben we moeten cancelen. De uitslag en de motivatie van de jury staat hieronder.

Normaal vaardigt het PUC of Science de winnaars af naar de International Conference of Young Scientists (ICYS), de internationale profielwerkstukken wedstrijd. Deze zou plaats vinden in Belgrado in Servië, maar is al in een vroeg stadium afgelast door de Servische overheid. Er is nog even sprake geweest van een uitstel en een verplaatsing, maar de crisis werd zo groot en wereldwijd dat hier ook geen sprake van kon zijn. Internationale reizen bleken niet langer mogelijk. We gaan met de winnaars wel iets leuks ondernemen als we weer meer mogelijkheden tot vrij bewegen hebben. Dat doen we met collega's van een andere universiteit die hun wedstrijd dag ook in het water zagen vallen.



Onze winnaars zijn ook dit jaar aangemeld bij het jaarlijkse Science Makers Award Gala (SMAG), dat dit jaar een digitale versie kreeg. Eigenlijk is een voorwaarde om hier te mogen komen dat je Nederland hebt vertegenwoordigd bij een internationale wedstrijd. Hoewel dat dit jaar voor ons niet gelukt is mogen onze winnaars toch meedoen. Dit gala werd nu digitaal georganiseerd op 30 september. Vorig jaar was tijdens de SMAG koningin Maxima aanwezig (zie het Van Melsenprijs Magazine 2019).

Het PUC of Science feliciteert alle genomineerden en de winnaars. Uiteraard ook een proficiat voor alle begeleidende docenten, TOA's en scholen. En alle ouders voor (soms grote) steun, zoals blijkt uit de motivatie van onze jury.

1. Winnaars eerste prijs: De diepte in: Een kijk op vloeistofdynamica en de werking van onderzeeërs

Michael Boutros, Robin Baumeister en Sjoerd van der Linden

Een formidabel werkstuk (ook in aantal pagina's), en zeer ambitieus, misschien zelfs iets te ambitieus: vloeistofdynamica is notoir uitdagend, en het via modellen en experimenten bepalen van de optimale vorm van een onderzeeër is een zware opdracht!

De leerlingen hebben zich goed verdiept in hun onderwerp, zowel theoretisch als praktisch, maar de uiteindelijke (bedrieglijk eenvoudig geformuleerde) deelvraag is helaas niet beantwoord. Maar zoals de leerlingen zelf ook opmerken is dit PWS voor hen een belangrijke leerervaring geweest! Terecht dat ze ambiëren in de bèta- en technische richting verder te gaan.



”

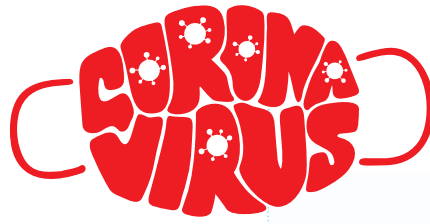
Een formidabel werkstuk, en zeer ambitieus.”

.....

”

Het kraken van
een versleuteling,
of liever gezegd het
niet kunnen kraken,
is een belangrijke
vraag.”

.....



2. Winnaars tweede prijs: Cryptografie door middel van elliptische krommen

Mart Etman en Luc Steenbakkens

Versleuteling is een essentieel onderdeel van veilig en betrouwbaar dataverkeer en wordt door ieder van ons vele keren per dag gebruikt zonder dat we het doorhebben. Het kraken van een versleuteling, of liever gezegd het niet kunnen kraken, is daarom een belangrijke vraag.

Luc en Mart hebben de twee versleutelingsalgoritmes DH en ECC vergeleken op het punt van snelheid en kraakveiligheid. Hiertoe hebben ze heel wat wiskunde moeten leren die ruim boven vwo niveau uitstijgt, het gebied van de 'aritmatische algebraïsche meetkunde'. Hun conclusie is dat ECC (waarschijnlijk) beter werkt, hoewel ze zelf ook aangeven dat niet alle code helemaal optimaal is. De zelfreflecties aan het eind ogen eerlijk en sympathiek. Ook het gebruik van CRAAP getallen om de door hun geraadpleegde bronnen te waarderen is aardig; dit zouden meer mensen moeten doen, alleen ontbreekt bij hun ratings een conclusie: is 36/50 wel of niet acceptabel?

3. Winnaars derde prijs: Het effect van plastic eten op de groei van de meelworm

Helene Rimm en Doris Steijger

In een tijd van plastic soep is dit een relevant onderwerp! Als meelwormen plastic kunnen eten, wat is er dan nog allemaal mogelijk?

Helene en Doris hebben zich (samen met hun hele familie, naar het schijnt!) gestort op het voeren van plastic aan meelwormen, en blijkbaar zijn ze erg aan de diertjes gehecht geraakt. Ze hebben daarbij veel kennis opgedaan over de verschillende soorten plastics op moleculair niveau, en dat blijkt ook belangrijk! Voor mij (Ronald Kleiss) was het een nieuwtje dat piepschuim geen stikstof bevat, en nog 'onsmakelijker' is dan andere soorten plastic, maar de meelwormen malen daar niet om naar het schijnt. Dit onderzoek is niet helemaal origineel zoals ook blijkt uit de (uitgebreide) lijst referenties, en de leerlingen hebben hun resultaten wel heel kwalitatief gehouden. Toch is dit een buitengewoon sympathiek werkstuk.



”

Als meelwormen
plastic kunnen eten,
wat is er dan nog
allemaal mogelijk?”

in beeld



Onderzoeken van de Van Melsenprijs



ScienceMakers Awards:

podium voor jong en innovatief talent

Al sinds 2015 wordt ScienceMakers Awards georganiseerd. Dé plek waar jonge talenten op het gebied van wetenschap, technologie en maken in het zonnetje worden gezet. Hierdoor kan Nederland jaarlijks kennismaken met de vakmensen en onderzoekers van morgen. De meest ingewikkelde berekeningen, geniale ontdekkingen, briljante uitvindingen, toffe ideeën en unieke concepten lichten we ieder jaar uit tijdens ScienceMakers.

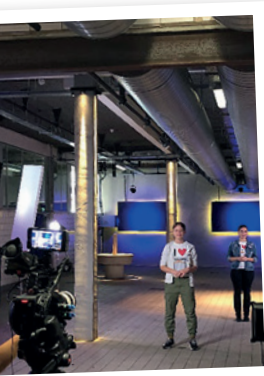
Inmiddels passeerden al meer dan 800 jongeren en ruim 200 projecten de revue. Onder al deze jonge talenten vinden we ook altijd de winnaars van de Van Melsenprijs. Met hun indrukwekkende onderzoeken en formidabele profielwerkstukken mogen al deze winnaars zich uiteraard al vanaf het begin stevast ScienceMaker noemen.

2020: een bijzonder jaar

Op maandag 30 november is de zesde editie van ScienceMakers Awards afgerond. Het was een bijzondere editie: voor het eerst zijn de ruim 120 jongeren die afgelopen jaar een bijzondere prestatie hebben verricht op het gebied van wetenschap, technologie en maken via een online campagne in het zonnetje gezet.

Samen met Dennis Weening, presentator en vast gezicht van ScienceMakers, hebben we Nederland tijdens ScienceMakersLAB kennis laten maken met de jonge, slimme toppers. Hun inspirerende verhalen en unieke prestaties zijn zichtbaar gemaakt via onder meer de Techtalks, digitale interviews, Behind the Science en de Vraag achter de vraag.

Deze online vorm zorgde dat nog veel meer mensen dan normaal konden zien hoeveel jong en innovatief talent Nederland in huis heeft. Waar bij een fysiek event honderden toeschouwers aanwezig kunnen zijn, hebben nu duizenden mensen kennis kunnen maken met de ScienceMakers via onder meer de sociale en ook regionale media.



Van Melsenprijs in de spotlight

Ook de winnaars van de Van Melsenprijs mogen zich uiteraard ScienceMaker noemen. Tijdens de campagne hebben we een aantal van de winnaars, en ook wedstrijdcoördinator Jan Marijnissen, ontmoet. Een ander team bleef ook niet onopgemerkt door de media:

PWS 'De diepte in'

Robin, Michael en Sjoerd wonnen de Van Melsenprijs met hun profielwerkstuk 'De diepte in'. Voor hun profielwerkstuk doken ze in de wereld van onderzeeërs en verdiepten ze zich in de vloeistofdynamica. Ze leverden een buitengewoon uitvoerig profielwerkstuk op. Super indrukwekkend hoeveel werk zij hebben verzet! Grietje ontmoette het team én de wedstrijdcoördinator bij het Maritiem Museum in Rotterdam.



PWS 'Meelwormen'

Doris en Helene deden onderzoek naar een heel klein diertje met een hele bijzondere eigenschap. Ze hebben een profielwerkstuk geschreven over het effect van plastic eten op de groei en metamorfose van de meelworm. Een relevant onderwerp! Wat nou als meelwormen kunnen bijdragen om plastic afval op te ruimen!? Grietje dook met hen de materie in tijdens een Techtalk.

PWS 'Cryptografie met Elliptische Krommen'

Het niet kunnen kraken van een versleuteling is een essentieel onderdeel van veilig en betrouwbaar data-verkeer. Luc en Mart hebben voor hun profielwerkstuk uitgebreid onderzoek gedaan en hebben hiervoor veel wiskunde moeten leren die ruim boven vwo-niveau uitstijgt! Over deze knappe prestatie wilde het Brabants Dagblad graag meer weten en nam daarom vlug contact met hen op voor een mooi artikel.

Bekijk het allemaal via de webpagina 'Projecten 2020': www.sciencemakers.nl/projecten/2020.



Innovatief denkvermogen ScienceMakers geniet veel waardering

Dat de ScienceMakers volop gezien zijn én gewaardeerd worden blijkt ook het grote aantal speciale felicitatieboodschappen die de jonge talenten dit jaar ontvingen. Onder andere Minister Cora van Nieuwenhuizen (Infrastructuur en Waterstaat) en Prof. Dr. Robbert Dijkgraaf (universiteits-hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam, wiskundig-natuurkundige én directeur van het Institute for Advanced Study in Princeton) namen een videoboodschap op voor de ScienceMakers.

Alle speciale boodschappen zijn terug te vinden op de website: www.sciencemakers.nl/nieuws/felicitaties-en-inspiratie-uit-de-praktijk.

Op naar de zevende editie

We zijn weer ontzettend trots op de ScienceMakers dit jaar en kijken reikhalzend uit naar de talenten en projecten van 2021. Houd voor nieuws over de aankomende editie van ScienceMakers Awards de website www.sciencemakers.nl en de socials (Instagram, Facebook, Twitter en YouTube) in de gaten.

ScienceMakers Awards biedt een podium aan jong talent en brengt deze toppers – uit diverse disciplines - samen! Naast de Van Melsenprijs worden jaarlijks nog meer wedstrijden georganiseerd op het gebied van wetenschap, technologie en maken waarvan de winnaars als ScienceMakers gehuldigd worden. Benieuwd? Een overzicht vind je hier: <https://sciencemakers.nl/meedoen>.

Over ScienceMakers

Nieuwsgierigheid is de voedingsbodem van nieuwe ideeën, creativiteit en vindingrijkheid. Dat leidt tot innovatie. Dat is ook de kracht van ons land. Of nu gekeken wordt naar het watermanagement dat wereldfaam geniet of architectonische hoogstanden die wereldwijd worden ingezet. Aan de basis van deze successen staat goed onderwijs. Aandacht voor wetenschap, technologie en maken op school is daarbij onmisbaar.

Een kind is van nature nieuwsgierig naar de wereld. Met wetenschap, technologie en maakonderwijs wordt nieuwsgierigheid aangewakkerd, vindingrijkheid bevorderd en krijgt eigen creativiteit de ruimte. Daarmee worden vaardigheden

bij leerlingen ontwikkeld waarmee ze elke uitdaging aan kunnen in de wereld van morgen.

Met ScienceMakers worden de prestaties van het jong en innovatief talent van Nederland zichtbaar gemaakt. Het onderstreept het grote belang van techniekonderwijs.

ScienceMakers is geïnitieerd vanuit het Techniekpact en Rijksoverheid. De organisatie is in handen van hét jongeren en technologie netwerk Jet-Net & TechNet, onderdeel van het Platform Talent voor Technologie.

Meer informatie: <https://sciencemakers.nl/over-sciencemakers>



"Allemaal slimme oplossingen voor vragen waar we nu mee bezig zijn. Jullie helpen ons enorm en daar mogen jullie super trots op zijn.", aldus Minister Van Nieuwenhuizen.



"Ik vind de ScienceMakers fantastisch. We hebben echt de jeugd en volgende generaties nodig om een betere wereld te maken", aldus Dijkgraaf.



De diepte in

Een kijk op vloeistofdynamica en de werking van onderzeeërs



Robin, Michael & Sjoerd

Leerlingen:

Robin Baumeister,
Michael Boutros &
Sjoerd van der Linden

Docent:

Tim van Laake

School:

Stedelijk Gymnasium
Nijmegen, Nijmegen

Inleiding

In dit eindexamenwerkstuk (EWS) is bestudeerd hoe vloeistofdynamica in elkaar zit en hoe onderzeeërs werken. Er is een computermodel gemaakt voor het modelleren van een stroming en een onderzeeër op schaal om het onderzoek in praktijk te brengen. Voor het computermodel is voornamelijk aandacht besteed aan de vraag hoe een stroming van een fluïdum gemodelleerd kan worden. Voor de onderzeeër op schaal is onderzocht hoe het stijgen en dalen van echte onderzeeërs werkt en vervolgens hoe we zelf een dergelijke onderzeeër moesten bouwen. In het computermodel zijn de Navier-Stokes vergelijkingen (die de beweging van een stroming beschrijven) gemodelleerd.

Als eerste is de snelheid van een vast volume vloeistof gemodelleerd. Vervolgens is een solide voorwerp in de stroming geplaatst en is er aan de hand van het model bepaald hoe aerodynamisch datzelfde voorwerp is door de weerstandscoefficiënt te bepalen met drie verschillende methoden: met behulp van het Reynoldsgetal (dat beschrijft hoe turbulent een stroming is), de formule voor de luchtweerstand (door het om te schrijven naar een formule waaruit de weerstandscoefficiënt wordt bepaald) en ten slotte door het ontleden van de weerstandscoefficiënt met behulp van een integraal die de druk op oneindig kleine oppervlaktes benadert. De onderzeeër is ontworpen aan de hand van een set eisen voor de functionaliteit van het ontwerp (draadloos, opnieuw te gebruiken, etc.) en deze kleine onderzeeër is ook getest.

Vraagstelling

Hoofdvraag: Wat is de ideale vorm voor beweging onderwater?

Deelvragen:

1. Hoe modeller je een voorwerp in water?

- a. Hoe modeller je een fluïdum?
 - b. Hoe plaats je een voorwerp in dat fluïdum en zorg je ervoor dat het voorwerp beweegt, zodat het een weerstand ondervindt?
2. Hoe bepalen we uit dit model hoe aerodynamisch het voorwerp is?
 3. Hoe maak je een onderzeeër op schaal?
 4. Hoe kunnen we onze bevindingen van het model bewijzen met een experiment?

Hypothese

Via modellen en experimenten uit onze deelvragen zijn wij in staat de optimale vorm voor beweging onder water vast te stellen.

De vorm van de Duitse U-boot is puntvormig en scherp terwijl de Sovjet K-222 onderzeeër wat boller gevormde uiteinden heeft. De meeste moderne onderzeeërs zijn bolvormig. Hoewel de keuze voor de bolvormige onderzeeër ook te maken kan hebben met stabiliteit of andere factoren, gaan we ervan uit dat de uitkomst die we vinden uit het model meer gelijk zal zijn aan het bolvormige ontwerp, aangezien dit de moderne trend is. We verwachten geen andere vormen dan deze twee te vinden.

Materiaal en methode

Hoofdvraag: Wat is de ideale vorm voor beweging onderwater?

Met 'ideale vorm' wordt de vorm bedoeld waarbij er zo min mogelijk waterweerstand is bij beweging recht vooruit. Er zal gekeken worden naar een versimpeld stuk water waar bijvoorbeeld druk- en dichtheidsverschillen en variaties in stromingen worden genegeerd. Ook worden andere zaken van een onderzeeër zoals de stabiliteit genegeerd, we zullen alleen kijken naar de weerstand van het water op de onderzeeër tijdens beweging. Dit wordt gedaan om het onderzoek niet



onnodig groot en moeilijk te maken.

Deelvraag: Hoe modeller je een voorwerp in water?

Voor de beantwoording van deze vraag en de subvragen gebruiken we literatuur.

Deelvraag: Hoe bepalen we uit dit model hoe aerodynamisch het voorwerp is?

Deze deelvraag zal beantwoord worden door de drie eerder genoemde methoden te onderzoeken en gebruiken die op verschillende manieren bepalen hoe aerodynamisch een voorwerp is en als antwoord een waarde voor de weerstandscoefficiënt, de waarde hoe aerodynamisch een voorwerp is, geven. Hieruit zal gekozen worden welke methode het meest accuraat en stabiel is.

Deelvraag: Hoe maak je een onderzeeër op schaal?

Deels beantwoorden we deze vraag met behulp van literatuur, deels door mensen die ervaring hebben met het bouwen van onderzeeërs te interviewen. Het uiteindelijk doel van deze deelvraag is om een onderzeeër te maken die op afstand te laten dalen en stijgen is.

Deelvraag: Hoe kunnen we onze bevindingen van het model bewijzen met een experiment?

Het doel van dit experiment is om praktisch met theorie te combineren: we gaan onze bevindingen bij het modelleren testen met de zelf gemaakte onderzeeër.

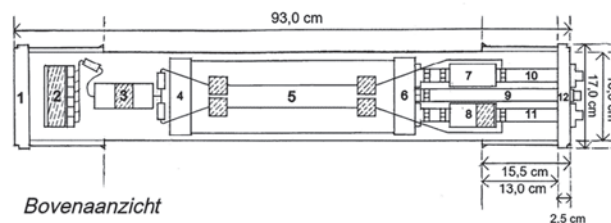
Resultaten

Vloeistofstroming wordt beschreven door de Navier-Stokes vergelijkingen, die een uitdrukking zijn van de tweede wet van Newton en enkele behoudswetten. Voor het benaderen van de vergelijkingen heb je een numerieke methode nodig, een simpel voorbeeld hiervan is de eindige-differentiemethode. Deze methode heeft echter stabiliteitsproblemen; de snelheden kregen in sommige situaties absurd hoge waarden. Om vervolgens een object in de stroming te modelleren moet je op de randen van het object de stroming in de richting van het object ofwel terugkaatsen ofwel op nul stellen, dit wordt de 'no-slip condition' genoemd. We geven de stroming een snelheid en laten het object stilstaan, zodat het object wel beweegt ten opzichte van het fluïdum. We ondervonden echter een probleem: de stroming leek niet te reageren op het voorwerp dat we erin plaatsten. Dit is op te lossen door de druk te beschouwen als een variabele (en niet een constante!) en gebruik te maken van een behoudswet voor de snelheid.

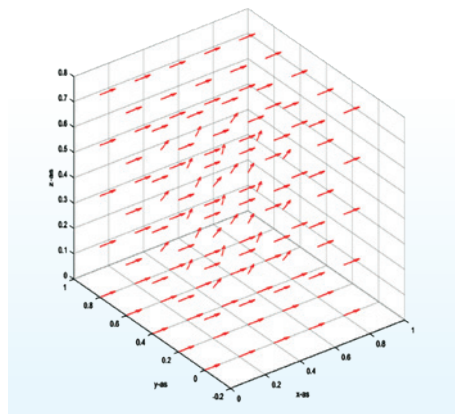
"Wat is de ideale vorm voor beweging onderwater?"



Figuur 2: Eigen ontwerp en gebouwde onderzeeër.



Bovenaanzicht



Figuur 1: De stroming na 1000 tijd-iteraties.

Alleen de grenswaarden en twee pijlen zijn nog over.

Het probleem beschreven in *figuur 1* ontstond door de instabiliteit van de eindige-differentiemethode. Matlab gaf eerst voor een aantal tijd-iteraties een oneindig groot getal (inf) als waarde voor de snelheden, waarna het NaN (Not a Number) aangaf. Dit toont weer hoe instabiel de methode is. Deze instabiliteit is niet recht te trekken, aangezien het aan de numerieke methode ligt en niet aan de gemaakte keus voor de vergelijkingen of de code. We bouwden een onderzeeër van PVS onderdelen die op afstand kan stijgen en dalen (*Figuur 2*).

Conclusie

Door tijdgebrek hebben we niet alles kunnen doen wat we van plan waren en kunnen dan helaas ook geen conclusie trekken die onze hoofdvraag beantwoord.

Discussie

In dit onderzoek hebben we veel dingen geleerd over een hoop verschillende gebieden zoals numerieke methode, calculus, modelleren, maar ook praktische dingen zoals hoe je een bouwproject goed opzet. Ook hebben we tijd besteed aan de afleiding van de Wet van Archimedes en hoewel zo'n afleiding op het eerste gezicht niet heel erg nuttig lijkt, bleek het tegenovergesteld. Door die afleiding wisten we een stuk beter hoe de Navier-Stokes vergelijkingen in elkaar zaten en werd het modelleren ervan ook makkelijker.

Cryptografie met elliptische krommen

Leerlingen:

**Mart Etman &
Luc Steenbakkens**

Docent:

Die Gijsbers

School:

**Gymnasium Beekvliet,
Sint-Michielsgestel**



Inleiding

Voor ons profielwerkstuk hebben we onderzoek gedaan naar beveiliging met elliptische krommen. Deze krommen zijn wiskundige vergelijkingen in de vorm $y^2 = x^3 + ax + b$. Ze worden onder andere gebruikt voor het maken van een sleutelprotocol, genaamd Elliptic Curve Cryptography (ECC).

We hebben gekeken hoe ECC precies werkt door dit te programmeren in Python. Hierdoor hebben we gezien hoelang het opstellen en kraken van een dergelijk sleutelprotocol duurt, oftewel hoelang de opsteltijd en kraaktijd zijn. Daarnaast hebben we dit nog vergeleken met een andere methode om een sleutelprotocol op te stellen, genaamd het Diffie-Hellman sleutelprotocol (DHS), door ook dit te programmeren.

Vraagstelling

Wat zijn de verschillen in opsteltijd en kraaktijd tussen DHS en ECC?

Hypothese

Als we DHS en ECC met elkaar vergelijken bij dezelfde lengte van de gezamenlijke sleutel, zullen we zien dat de kraaktijd bij DHS korter is. Dit komt doordat het discrete logaritme probleem waarop het DHS gebaseerd is voor een computer veel makkelijker te kraken is door middel van een brute kracht aanval op de geheime sleutel. Het zal de computer meer moeite kosten om het proces van het optellen van de punten op een elliptische kromme achterstevoren uit te voeren. Het elliptische kromme sleutelprotocol (ECC) zal om twee redenen veiliger zijn dan het

DHS-protocol; de eerste reden is dat het langer duurt om de ECC-code te kraken, de tweede reden is dat iedere afzonderlijke berekening langer duurt. Hierdoor kan eenzelfde mate



Mart & Luc

van versleuteling bereikt worden, terwijl de gezamenlijke sleutel bij ECC kleiner is dan de sleutel bij DHS.

Materiaal en methode

Om de verschillen te kunnen bepalen in opsteltijd en kraaktijd van de DHS en ECC sleutelprotocollen, dienen we eerst de achtergronden van beide sleutelprotocollen te begrijpen. We zijn begonnen met het Diffie-Hellman Sleutelprotocol (DHS) en hebben DHS geprogrammeerd in Python. Python hebben we onszelf aangeleerd met tutorials gevonden op YouTube. Na het programmeren konden we testen hoe snel de computer een sleutel met DHS kan opstellen en hoeveel tijd het de computer kost om de sleutel vervolgens te kraken. Daarna hebben we ons verdiept in de elliptische kromme (Figuur 1). Met name ook hoe ze gebruikt worden voor het maken van een sleutelprotocol. Hierbij heeft onze begeleider veel geholpen. Daarna hebben we ook voor het Elliptic Curve Cryptography (ECC) protocol een code in Python geschreven. Ook hier konden we na het programmeren testen hoe snel de computer een sleutel met ECC kan opstellen en hoeveel tijd het de computer kost om de sleutel vervolgens te kraken.

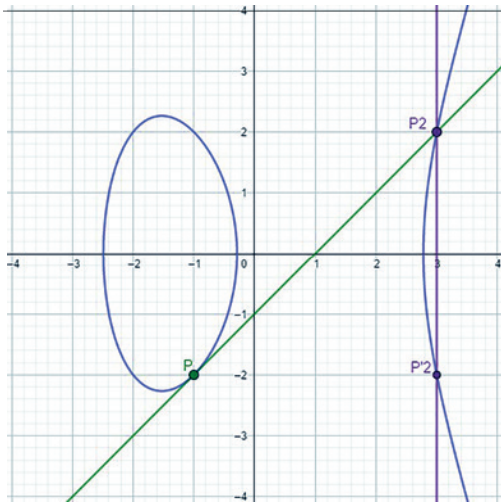
Resultaten

De geheime sleutel heeft de grootste invloed op de kraaktijd, wat betekent dat we deze waarde bij beide sleutelprotocollen gelijk moeten kiezen, om een goede vergelijking te kunnen maken.

Hier is de opsteltijd en kraaktijd voor DHS en ECC weergegeven bij dezelfde geheime sleutel, namelijk 2000000.

De verhouding tussen de opsteltijd en kraaktijd van DHS is Opsteltijd: Kraaktijd = 1: 1,385.

De verhouding tussen de opsteltijd en kraaktijd van ECC is Opsteltijd: Kraaktijd = 1: 48,167.



Figuur 1: Een visualisatie van de werking van een sleutelprotocol met elliptische krommen.

”Wat zijn de verschillen in opsteltijd en kraaktijd tussen DHS en ECC?”

Je kunt stellen dat bij een grootte van $2 \cdot 10^6$ van de geheime sleutel, ECC ongeveer $48,167 : 1,385 \approx 35$ keer zo veilig is als DHS. De kraker zou er in verhouding bij ECC 35 keer langer over doen om de sleutel te vinden dan bij DHS. Bij een andere grootte van de geheime sleutel is de waarde die vertelt hoeveel veiliger ECC is dan DHS natuurlijk weer anders, want het verband tussen de stijging van de opsteltijd en de kraaktijd is niet recht evenredig. Naarmate we de geheime sleutel laten toenemen, zullen bij DHS de opstel- en kraaktijd allebei aanzienlijk toenemen, terwijl we zien dat bij ECC de kraaktijd toeneemt terwijl de opsteltijd verwaarloosbaar klein blijft.

HS:

```
v = 1801197
g = 3436953
a = 2000000
p = 4818277
b = 1693843
w = 3916567
sleutel = 2886951
```

```
opsteltijd:
8.359375 seconden
```

```
met brute kracht:
a = 2000000
sleutel = 2886951
```

```
kraaktijd: 11.578125 seconden
```

ECC:

```
p = 4818277
A = 3946225
B = 3145282
G = ( 3603350 , 1923825 )
n = 2409024
```

```
Keus persoon A: 2000000
Coördinaat persoon A: [2474523, 324005]
Keus persoon B: 1693843
Coördinaat persoon B: [3841112, 4014910]
Gekozen sleutel: [1603330, 1797346]
Opsteltijd: 0.09375 seconden
```

Conclusie

Voordat we begonnen met ons onderzoek hebben we een hypothese opgesteld. Hierin zeiden we onder andere dat wij verwachtten dat bij ongeveer gelijke lengtes van de gezamenlijke sleutel bij DHS en ECC, DHS veel sneller gekraakt zou worden dan ECC. Daarna hadden we het over het discrete logaritme probleem en hoe dit voor een computer veel makkelijker te kraken is dan om de optellingen van punten in ECC andersom te doen. We hebben inmiddels echter geleerd dat dit niet is hoe ECC wordt opgesteld en gekraakt. We kraken namelijk het snelst door met brute kracht, zonder enig algoritme, waardes in te vullen voor de geheime sleutel. Het testen van verschillende waardes voor de geheime sleutel, het kraken met brute kracht, gaat bij ECC langzamer dan bij DHS.

Daarnaast verwachtten we dat ECC langer duurt om op te stellen dan DHS. Dit is uiteindelijk niet het geval. ECC wordt met de binaire optelling sneller opgesteld dan DHS, hierdoor kan dit deel van de hypothese verworpen worden. Eerder hebben we wel aangegeven dat we de resultaten van de opsteltijd van DHS niet helemaal vertrouwen.

We verwachten dat dit sneller kan dan nu in de code wordt gedaan, dus wellicht is de verwerping niet helemaal terecht. Echter baseren we de conclusie op de gevonden resultaten en in dat geval is dit deel van de hypothese niet juist. Ook zeggen we in de hypothese dat de kraaktijd bepaald wordt door de gezamenlijke sleutel. Nu weten we dat dit niet het geval is en dat de kraaktijd juist wordt bepaald door de geheime sleutel. Uit de resultaten van de verhoudingen tussen de opsteltijd en kraaktijd bij verschillende geheime sleutels kunnen we concluderen dat ECC veiliger is dan DHS.

Discussie

Als vervolgonderzoek kun je kijken naar in hoeverre de uitkomsten van de code te vertrouwen zijn. De opsteltijden bij DHS bleken, naarmate de inputwaardes groter werden, langer dan eerst verwacht. Het verband tussen de kraaktijd en opsteltijd van een sleutelprotocol, zoals DHS, is niet het verband dat uit de gevonden resultaten van DHS naar voren kwam. We verwachten dat dit komt door een fout in de code. Ook zijn er natuurlijk nog veel slimme trucjes om beide processen te versnellen. Omdat we pas tijdens het maken van het profielwerkstuk zijn begonnen met programmeren, kunnen er nog fouten in de code zitten, waardoor het opstellen en kraken niet geoptimaliseerd is. Daarnaast kun je kijken naar wat bepaalde achterdeurtjes in ECC zijn en hoe dit de kraaktijd en de opsteltijd van een sleutelprotocol zou kunnen beïnvloeden.

Het effect van plastic eten op de groei van de meelworm



Helene & Doris

Leerlingen:

Helene Rimm &
Doris Steijger

Docent:

Sumira
Does-Bernabela

School:

Lyceum Ypenburg,
Den Haag

Inleiding

De meelworm (*Tenebrio molitor*) is een bijzonder diertje. In recent onderzoek (Yang e.a., Biodegradation and Mineralization of polystyrene by Plastic-Eating Mealworms, 2015) is namelijk aangetoond dat de meelworm het vermogen heeft om plastic te verteren. Voor de aanpak van het steeds groter wordende plasticprobleem zou de meelworm daardoor van groot belang kunnen worden in de toekomst.

Vraagstelling

Ons onderzoek is vooral gericht op het effect dat het eten van plastic heeft op de groei en metamorfose van de meelworm. De hoofdvraag luidt dan ook: **'Wat is het effect van een uit plastic bestaand dieet op de groei en metamorfose van meelwormen?'**

Om onze onderzoeksvraag zo goed mogelijk te kunnen beantwoorden hebben we de volgende deelvragen opgesteld:

1. Waarom gaan meelwormen niet (altijd) dood als hun voedsel uit puur plastic bestaat?
2. Welke stoffen heeft de meelworm nodig om zijn levenscyclus te voltooien?
3. Welke nuttige stoffen bevat plastic?
4. Waarom kunnen meelwormen sommige plastics wel eten en andere niet?

Hypothese

We verwachten dat meelwormen die puur plastic eten er langer over zullen doen om het volwassen levensstadium te bereiken dan meelwormen die geen plastic maar haveremout eten, omdat plastic minder voedingsstoffen bevat dan haveremout.

Materiaal en methode

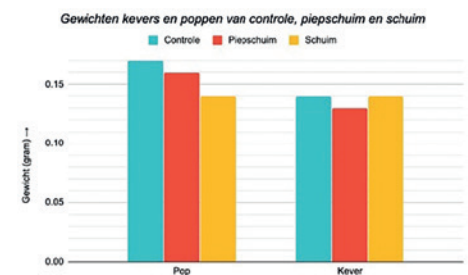
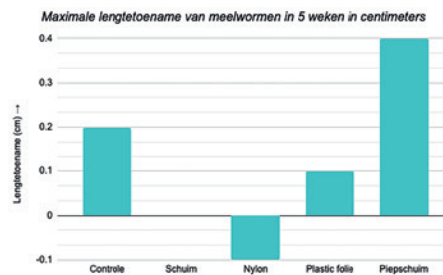
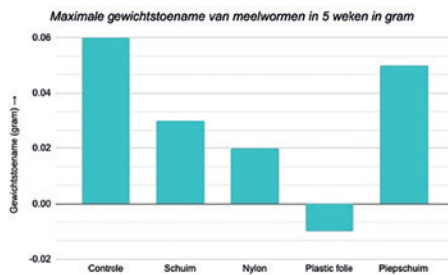
We hebben ons onderzoek als volgt uitgevoerd:

- We hebben een onderzoeksofstelling gebouwd met vijf bakken;
- We hebben in elk van de bakken een groep meelwormen ondergebracht;
- We hebben aan vier groepen een ander soort plastic (nylon, plasticfolie, piepschuim, plastic schuim) te eten gegeven;
- We hadden ook een aparte 'controlegroep', die haveremout te eten kreeg;
- We hebben alle meelwormen steeds verzorgd en geobserveerd;
- We hebben de meelwormen regelmatig gewogen en hun lengte opgemeten; alle resultaten werden genoteerd.

Naast dit praktijkonderzoek hebben we ook theoretisch onderzoek gedaan, bijvoorbeeld naar de spijsvertering van de meelworm. Ook hebben we allerlei informatie verzameld over plastic. Ten slotte hebben we nagedacht over de vraag hoe hun nuttige eigenschap, het verteren van plastic, van belang kan zijn in de toekomst.



Resultaten



Conclusie

Uit deze meetresultaten konden we een aantal conclusies trekken:

- Meelwormen die plastic eten wegen minder dan de meelwormen van de 'controlegroep' en zijn vaak ook korter;
- Van de plastic-etende meelwormen metamorfoseert een kleiner percentage tot kever dan van de haverhout-etende meelwormen. Ook duurt de metamorfose langer bij de plasticeters: bij de 'controlegroep' ontstonden namelijk 23 kevers en bij de groepen 'schuim' en 'piepschuim' slechts één kever per bak;

Plastic eten lijkt op alle factoren (gewicht, lengte, percentage kevers en levensduur) een negatief effect te hebben.

Conclusie per deelvraag:

1. *Waarom gaan meelwormen niet (altijd) dood als hun voedsel uit puur plastic bestaat?*

Plastic is vaak giftig vanwege de weekmakers die erin zitten. Wij vermoeden dat meelwormen de bijwerkingen daarvan in mindere mate ondervinden vanwege hun peritrofisch membraan, hun open bloed-circulatiesysteem en hun darmflora.

2. *Welke stoffen heeft de meelworm nodig om zijn levenscyclus te voltooien?*

Een meelworm heeft hier koolhydraten, vetten en eiwitten voor nodig.

3. *Welke nuttige stoffen bevat plastic?*

Per plasticsoort verschillen de nuttige stoffen, maar C- en H-atomen spelen een belangrijke rol. Door de ringvormige structuur van sommige plastics (piepschuim, plastic schuim) en de bewerking door darmbacteriën (die o.a. O-atomen toevoegen aan de plasticeten) vermoeden we dat meelwormen het bewerkte plastic kunnen gebruiken als energiebron omdat het qua structuur enigszins vergelijkbaar is met glucose. Vetten en eiwitten lijken niet winbaar uit plastic.

4. *Waarom kunnen meelwormen sommige plastics wel eten en andere niet?*

Dit ligt vermoedelijk aan de structuur van de plasticsoort. Nylon werd niet gegeten omdat het hard is en uit gevlochten draden bestaat. Plastic was misschien te glad om goed te kunnen afbijten. Piepschuim en plastic schuim hebben beide een 'broodachtige' structuur die bestaat uit met lucht gevulde cellen; deze werden dan ook wél gegeten door de meelwormen.

"In recent onderzoek is aangetoond dat de meelworm het vermogen heeft om plastic te verteren."



Discussie

Er stierf gedurende het experiment een groot aantal meelwormen. We vermoeden dat dit niet komt door het voedselaanbod alleen, omdat de sterfte ook voorkwam bij de controlegroep (hier zou voedsel geen factor moeten zijn). Een aantal factoren speelt een rol in de sterfte van meelwormen. De meest voor de hand liggende zijn de temperatuur en de vochtigheidsgraad.

Bij een te hoge temperatuur kunnen de meelwormen oververhit raken, opdrogen en daardoor sterven. De opstelling was echter bij kamertemperatuur. Aan de temperatuur heeft het waarschijnlijk niet gelegen.

Meelwormen kunnen snel last krijgen van uitdroging. In de eerste week werd er geen water bijgespoten bij plastic en kwam het enige water voor de controle uit de wortelen. Nadat er water werd bijgespoten bij zowel de controle als de overige opstellingen, stierven de meelwormen nog steeds. Toen er later een vochtig wc-papier bij controle in de opstelling werd gelegd, leken er minder meelwormen te sterven. In de andere opstellingen kon geen wc-papier geplaatst worden omdat dat de meetresultaten zou beïnvloeden (de meelwormen eten het wc-papier).

Een ander probleem dat zich voordeed was dat de controlewormen niet leken te eten. Gedurende de eerste dagen, toen er wortelstukjes in de opstelling werden gelegd, werden deze binnen 24 uur volledig geconsumeerd. Toen er een dag later nieuwe, grotere wortelstukjes in de opstelling werden gelegd, waren er na twee dagen amper tekenen van vraat aan de wortelstukjes. Hierna werden er appelstukjes in de opstelling gelegd. Na een dag waren ook hier geen sporen van vraat aan te bekennen. Hetzelfde gold voor de aardappelplakjes die als volgend voedsel werden aangeboden. Daarna is er teruggegaan naar de kleinere wortelstukjesvariant die als eerste als voedsel werd gebruikt. Ook bij die wortelstukjes is amper sprake van vraat geweest. Wel waren er duidelijk sporen van vraat aan het wc-papier dat in de opstelling was geplaatst om voor meer vochtigheid te zorgen.

Het kan zijn dat de wormen de eerste dagen meer aten omdat er meer wormen en minder poppen waren (poppen eten niet). Verder kan het ook zo zijn dat het plasticfolie en de nylon moeilijk te kauwen waren voor de meelwormen, omdat deze materialen glad en taai zijn, in tegenstelling tot haverhout en piepschuim. Als we de nylon en het plasticfolie in stukjes hadden geknipt, zouden ze misschien wel gegeten zijn, want dat is makkelijker af te happen.

Voor niets gaat de zon op: de organische zonnecel



Julia & Frederique

Leerlingen:

**Julia Spruijt &
Frederique Spruijt**

Docent:

Mascha Knol

School:

**RSG Magister Alvinus,
Sneek**

Inleiding

Als we naar de wereld om ons heen kijken wordt het duidelijk dat het steeds noodzakelijker is gebruik te maken van duurzame energie, bijvoorbeeld in de vorm van zonne-energie. Organische zonnecellen hebben een voordeel ten opzichte van anorganische zonnecellen, doordat ze van zichzelf goedkoop zijn, flexibel in zowel kleur als vorm en daardoor verwerkt kunnen worden in vele toepassingen. Het rendement is echter nog niet zo hoog als van anorganische zonnecellen. Om het rendement te verhogen is nog veel onderzoek nodig naar deze organische zonnecellen. Het rendement is afhankelijk van veel verschillende eigenschappen van de donoren en acceptoren, waaronder de absorptie van licht.

Vraagstelling

Welke twee materialen, een donor en een acceptor, bezitten samen de meest gunstige lichtabsorptie eigenschappen voor het gebruik in een organische zonnecel?

Hypothese

De verwachting is dat [70]PCBM de acceptor is met de meest gunstige lichtabsorptie eigenschappen en dat dit voor het donormateriaal het molecuul P3HT is.

Materiaal en methode

Er worden verschillende materialen afgewogen en in oplossing met chloroform gebracht. Van deze materialen wordt met een UV-Vis spectrofotometer de absorptieratio van licht per golflengte en het totale aantal door de materialen geabsorbeerde golflengten gemeten. Aan de hand van de verkregen gegevens over de verschillende donor- en acceptormaterialen wordt de beste donor-acceptor combinatie voor een organische zonnecel gekozen.



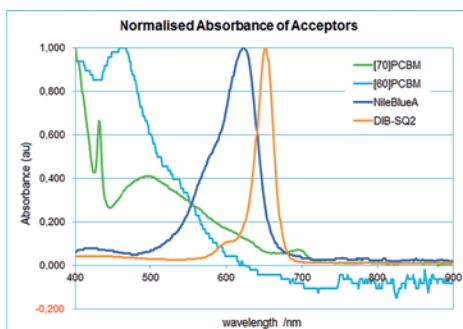
Resultaten

Door te kijken naar de grafieken van de verschillende donoren en acceptoren waarin de absorptieratio's per stof zijn weergegeven, kan worden afgelezen dat van de donoren MDMO-PPV het hoogste absorptiemaximum bereikt en een groot deel van de golflengtes in het gemeten lichtspectrum absorbeert. Het absorptiespectrum van MDMO-PPV ligt van alle donoren het meest naar rechts, bij de langere golflengtes (zie *figuur 1*).

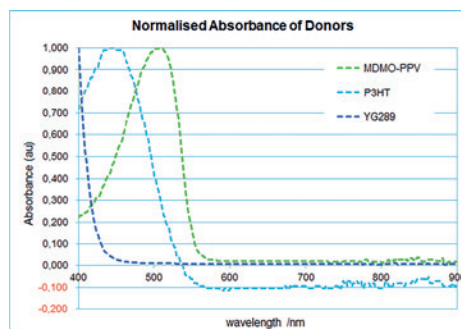
Bij de acceptoren heeft [70]PCBM het één na hoogste maximum, maar ligt het absorptiegebied in vergelijking met de andere stoffen het meest naar links, naar de korte golflengtes (zie *figuur 2*).

Kijkend naar de twee grafieklijnen samengevoegd in een enkel diagram is er te zien dat MDMO-PPV en [70]PCBM gecombineerd met elkaar in bijna het gehele gemeten gebied licht absorberen; [70]PCBM absorbeert meer bij de korte golflengtes, en MDMO-PPV de langere golflengtes, zo beslaan de materialen samen een groot deel van het golflengtegebied van zichtbaar licht (zie *figuur 3*).

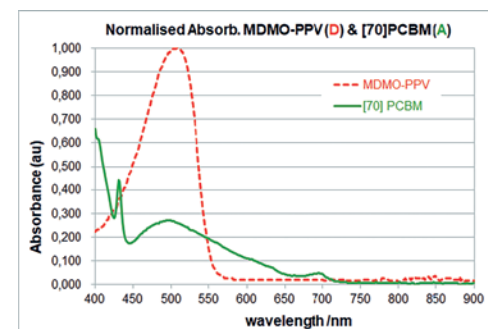
”Welke twee materialen bezitten samen de meest gunstige lichtabsorptie eigenschappen voor het gebruik in een organische zonnecel?”



Figuur 1: Normalised Absorbance of Donors



Figuur 2: Normalised Absorbance of Acceptors



Figuur 3: Normalised absorbance MDMO-PPV(D) & [70]PCBM(A)

Conclusie

MDMO-PPV is het donormateriaal dat het best in staat is licht te absorberen van golflengten tussen 400 nanometer en 900 nanometer. Het acceptormateriaal dat het best in staat is dit licht te absorberen is [70]PCBM. De beste combinatie in een organische zonnecel wordt daarom gevormd door de donor MDMO-PPV en de acceptor [70]PCBM.

Discussie

Voor vervolgonderzoek is het aan te raden een zogenaamde 'basislijn correctie' uit te voeren met betrekking tot de grafieken waarbij de basislijn niet meer bij een absorptieratio van 0 ligt, maar is verschoven. Bovendien kunnen de materialen nauwkeuriger afgewogen worden, zodat de mogelijke verschillen in lichtabsorptie niet beïnvloed worden door een verschil in massa tussen de materialen die in oplossing worden gebracht. Ook kan per materiaal zorgvuldiger bepaald worden hoeveel verdunning het materiaal in oplossing nodig heeft om een gewenste helderheid te krijgen zodat de UV-Vis-Spectrometer voor elke stof een goede meting kan uitvoeren.



De PaciPro als uitbreiding gedurende en na de kraamperiode voor de 'Mobiel verloskundige monitoringservice' (MOM) en de 'Toolkit voor zwangerschappen met verhoogd risico', van Philips Healthcare



Astrid

Leerling:
Astrid Smit

Docent:
Iris Kauwenberg

School:
Ster College Eindhoven, Eindhoven

Inleiding

De wereldbevolking is de laatste decennia toegenomen. Als deze trend zich doorzet komt niet alleen het vraagstuk hoe de zorg van zwangere vrouwen gewaarborgd kan worden op, maar ook het vraagstuk over de zorg aan haar kind. Dit geldt zowel voor gebieden waar medische zorg aanwezig is als voor gebieden waar medische zorg moeilijk toegankelijk is.

Philips Healthcare zet zich in voor de prenatale zorg en ook voor de zorg in brede zin. Hiervoor heeft Philips Healthcare twee kits ontwikkeld: de 'High Risk Pregnancy Toolkit' en de 'CLC Outreach Kit'. Deze kits zijn in twee pilotstudies, de 'Mobiel verloskundige monitoringservice' (MOM) genaamd, onderzocht.

De 'High Risk Pregnancy Toolkit' bestaat uit twee componenten. De eerste component omvat verschillende leerkaarten die een zwangere vrouw kan gebruiken om gemakkelijk informatie te verkrijgen over zwangerschapsrisico's, algemene gezondheid tijdens de zwangerschap en over de hartslag van de foetus in haar buik. De tweede component uit de 'High Risk Pregnancy Toolkit' bestaat uit een foetusscoop. Dit is een stethoscoop die speciaal ontwikkeld is om de hartslag van de foetus waar te nemen. De 'CLC Outreach Kit' bestaat uit 12 componenten en biedt ondersteuning in de gezondheidszorg tijdens verloskundige screenings, prenatale zorg en post-prenatale zorg. Met deze 12 componenten kunnen onder andere de vitale functies van de patiënten gemonitord en geregistreerd worden.

De doelgroep voor deze kits zijn de moeders (niet de kinderen).

Vraagstelling

Hierdoor kwam de onderzoeksvraag op of er een mogelijkheid bestaat om de 'Mobiel verloskundige monitoringservice' (MOM) en de 'Toolkit voor zwangerschappen met verhoogd risico', bestaande uit de 'High Risk Pregnancy Toolkit' en de 'CLC Outreach Kit' van Philips Healthcare, aan te vullen met een speen gedurende en na de kraamperiode.

Het concept voor een speen is ontstaan door vrijwilligerswerk op de spoedeisende hulp van het Maxima Medisch Centrum in Veldhoven. Het idee erachter is om zuigelingen op een kindvriendelijke manier medicatie en voeding toe te dienen in plaats van via bijvoorbeeld een infuus.

Hypothese

Het antwoord op deze onderzoeksvraag lag niet direct voor de hand omdat deze speen buitengewone eigenschappen moet bezitten om daadwerkelijk een toevoeging aan de 'MOM' en de 'kits' te vormen. De verwachting op de onderzoeksvraag luidde daarom als volgt: "De speen kan zich door de mogelijkheid van voeding en medicatie toediening aan zuigelingen als een aanvulling aanbieden gedurende en na de kraamperiode in de 'MOM' en de "Toolkit voor zwangerschappen met verhoogd risico".

Materiaal en methode

Bij het omzetten van dit onderzoek in een daadwerkelijk functioneel product kwam een aantal problemen naar voren. Het eerste probleem ontstond bij het kiezen van het juiste materiaal. Zuigspenen moeten van veilig materiaal worden gemaakt, dat geen invloed op de gezondheid van de zuigeling heeft. Door de speen met een 3D printer te maken, kon aan deze eis niet worden voldaan. Van het plastic filament dat door de 3D printer werd gebruikt, waren de gezondheidsrisi-



"Zuigelingen op een kindvriendelijke manier medicatie en voeding toedienen in plaats van via een infuus."



co's namelijk onbekend. Hierdoor was het testen van de speen op mens of dier tijdens de ontwerprealisatie uitgesloten. Om het onderzoek zo betrouwbaar mogelijk te maken werd aan de hand van informatie uit het theoretisch kader en de opgestelde ontwerp-eisen een functionele zuigspeen ontworpen in het ontwerpprogramma 'Autodesk Fusion 360'. Deze kreeg de naam PaciPro. Een samenstelling van de Engelse woorden 'pacifier' (speen) en 'professional' (professioneel). Na het ontwerpen werd de zuigspeen uitgedrukt met een 3D printer. Vervolgens onderging het een aantal functionaliteitstests om te onderzoeken of het ontwerp aan alle ontwerp-eisen voldeed en om mogelijke verbeterpunten te vinden.

Deze functionaliteitstests bestonden uit drie vragen:

- Past het afsluitdopje op de speen?
- Is de doseringsspuut combineerbaar met de speen?
- Laat het doseringssysteem verschillende substanties door?
- Lekt het afsluitdopje niet na het toedienen?

De gehele realisatie van de PaciPro bestond uit drie ontwerpfases. Na elke fase werd naar de verbeterpunten gekeken zodat bij het volgende ontwerp minder problemen zouden optreden.

Resultaten

Uit de functionaliteitstests bleek dat het afsluitdopje in de eerste en tweede ontwerpfase nog niet op de zuigspeen paste. Ook bevond het gaatje voor de doseringsspuut zich bij beide ontwerpen niet op de juiste plaats. Hierdoor werd het testen of voedingsmiddelen en medicatie door het spuitje toegediend zouden kunnen worden niet mogelijk. In de derde fase waren beide problemen opgelost. Hierdoor werd het testen of substanties door de speen konden lopen mogelijk. Er werd met water, onverdunde frambozensiroop, appelmoes, yoghurt (10% vet) en

500 mg natriumnaproxen opgelost in 10 ml water getest. Alle stoffen liepen door het buisje van de zuigspeen en verlieten via het buisje aan het zuiggedeelte de zuigspeen. De stoffen lekten bij het toedienen niet aan de zijkant van de doseerspuit. Ook lekte het draaidopje niet bij het afsluiten van de zuigspeen.

Conclusie

Na de PaciPro getest te hebben op functionaliteit, kon er een conclusie worden getrokken. Deze luidde als volgt: er bestaat een mogelijkheid om de 'Mobiel verloskundige monitoringsservice' (MOM) en de 'CLC Outreach Kit' van Philips Healthcare aan te vullen met de functionele 'PaciPro' speen.

De PaciPro bezit namelijk de mogelijkheid om vloeistoffen en eventuele medicatie aan zuigelingen toe te dienen.

Dit productconcept kan een aanvulling op de 'CLC Outreach Kit' vormen en een toekomstige MOM-studie kan hierbij ondersteuning bieden. Echter vormt de zuigspeen geen aanvulling voor de 'High Risk Pregnancy Toolkit' van Philips Healthcare gedurende en na de kraamperiode omdat deze toolkit zich richt op de zwangerschapsperiode en niet op de periode daarna.

Discussie

Het doel van dit onderzoek en ontwerpproces was om te kijken of er een mogelijkheid bestond om de 'Mobiel verloskundige monitoringsservice' (MOM) en de 'Toolkit voor zwangerschappen met verhoogd risico', bestaande uit de 'High Risk Pregnancy Toolkit' en de 'CLC Outreach Kit' van Philips Healthcare aan te vullen met een speen.

Hierbij werd niet alleen gekeken of de mogelijkheid bestond dit aan te vullen, maar ook hoe deze aanvullingsmogelijkheid eruit kan komen te zien. Het doel van dit onderzoek is zeker bereikt, aangezien een prototype voor de speen is ontworpen. Binnen de gestelde tijd en binnen de mogelijkheden is een werkend concept ontwikkeld. Met behulp van de juiste materialen kan dit ontwerp nu verder uitgewerkt worden.

Wanneer een vierde ontwerpfase gestart zou worden, zou je kunnen onderzoeken uit welke veilige materialen de zuigspeen gemaakt kan worden, waarbij je er eventueel rekening mee houdt of het materiaal recyclebaar is.

Meelachen met Alzheimer

Een onderzoek naar het verschil in meelachen tussen mensen met en zonder de ziekte van Alzheimer



Jannes, Lars & Roemer

Leerlingen:

Jannes Beuker,
Lars Haenen
& Roemer Janssen

Docent:

Esther Vervuren &
Martine Kalisvaart

School:

Stedelijk Gymnasium
Nijmegen, Nijmegen

Inleiding

Lachen en anderen zien lachen zijn belangrijke zaken in ons leven; ze zorgen ervoor dat we ons gelukkig voelen. Naarmate wij en ons brein ouder worden, lachen we volgens de Britse Lesley Harbidge steeds minder. Bij sommigen veroudert het brein sneller en vroeger dan normaal, zij hebben de ziekte van Alzheimer. Met de vergrijzing in Nederland en dementie als doodsoorzaak nummer één onder de ouderen, wordt Alzheimer een steeds relevanter onderwerp.

Vraagstelling

In hoeverre heeft de ziekte van Alzheimer invloed op meelachen?

Theorie en hypothese

Alzheimer is een ziekte waarbij de zenuwcellen in de hersenen afsterven. Volgens onderzoekers is de meest voorname reden hiervan dat er een fout optreedt bij de afbraak van het eiwit APP. Hierdoor ontstaat naast de gebruikelijke amyloïd beta-40 ook veel amyloïd beta-42. Grote hoeveelheden amyloïd beta-42 klonten gemakkelijk samen. Dit veroorzaakt zogeheten 'amyloïde plaques'. Deze plaques belemmeren de verbindingen tussen de zenuwcellen, waardoor deze afsterven. Alzheimer ontstaat vaak in het limbisch systeem. Hier bevinden zich structuren

die verantwoordelijk zijn voor het kortetermijngeheugen, maar ook voor de herkenning en verwerking van emoties.

Meelachen wordt door grofweg twee zaken in de hersenen geregeld: het limbisch systeem en spiegelneuronen. Het limbisch systeem regelt onder meer de regeling en herkenning van emoties. Spiegelneuronen, voor zover bekend, zorgen ervoor dat men andermans gedrag imiteert. Hierdoor kan men een lachend persoon imiteren, zonder dat de reden bekend is.

Doordat het limbisch systeem als een van de eerste structuren aangetast worden door Alzheimer - en later ook de spiegelneuronen - stelden wij de volgende hypothese:

Mensen met Alzheimer zullen minder meelachen met het fragment dan de controlegroep.

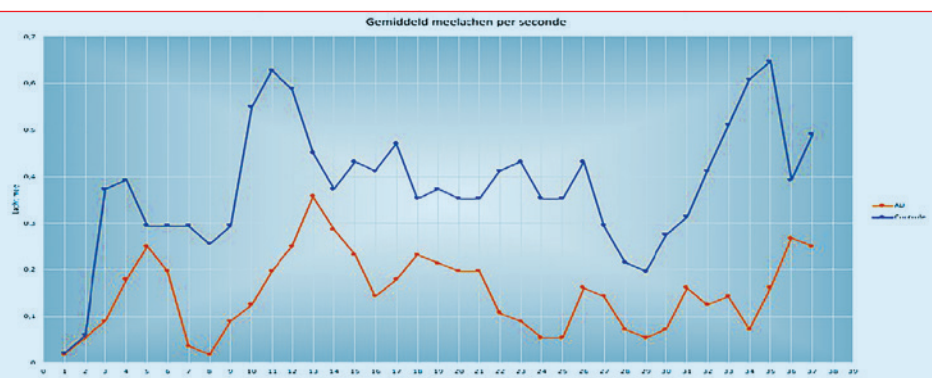
Materiaal en methode

Voor dit onderzoek wordt een groep mensen mét en een groep zónder de ziekte van Alzheimer vergeleken (allen ouder dan 65). Er is contact opgenomen met verschillende KBO's, verzorgingstehuizen en ouderenverenigingen om zoveel mogelijk proefpersonen te vergaren.

Er is een fragment¹ gevonden op internet met daarin een persoon met een aanstekelijke lach. Dit is bewerkt zodat de reden tot lachen niet zichtbaar is.

Bij het afnemen van de testjes hebben wij dit fragment aan iedere proefpersoon individueel laten zien. En vervolgens hebben wij de reactie per seconde van de proefpersoon genoteerd in een Excel bestand, waarin 1 = gelachen en 0 = niet gelachen.

Figuur 1: gemiddeld meelachen per seconde



¹Linkje onbewerkt fragment:

www.youtube.com/watch?v=LSJkMBMEwPk

"In hoeverre heeft de ziekte van Alzheimer invloed op meelachen?"

Resultaten

Uiteindelijk hebben wij 56 mensen met en 51 mensen zonder de ziekte van Alzheimer onderzocht. Deze personen vielen binnen de gehanteerde criteria.

Uit de verzamelde gegevens is een grafiek gemaakt waarin te zien is dat de groep mét de ziekte van Alzheimer aanzienlijk minder mee heeft gelachen met het fragment dan de controlegroep (*figuur 1*).



Discussie

Ondanks dat uit de significantietoets blijkt dat de verworven resultaten significant zijn, heeft een aantal zaken de resultaten mogelijk beïnvloed.

Ten eerste was het niet mogelijk elke persoon in dezelfde situatie te testen. Zo zijn personen op verschillende plekken in verschillende ruimtes getest. Mogelijk ondervindt een persoon in de ene ruimte meer afleiding dan een persoon in een andere ruimte. Naast de plaats verschilt ook de tijd van testen. De personen met Alzheimer zijn voor namelijk in de ochtend getest. Mogelijk speelt hierdoor het hebben van een ochtendhuur een rol.

Daarnaast voelden personen zich tijdens het bekijken van het filmpje mogelijk bekeken door ons. Dit kan als gevolg hebben dat een persoon zich minder op zijn gemak voelt en hierdoor minder lacht.

Ook kunnen er tijdens het noteren van de resultaten fouten zijn gemaakt. Soms is het lastig per seconde vast te stellen of een persoon lacht. Dit kan doordat een lach soms bijvoorbeeld 1,4 seconde duurt.

Daarnaast hebben wij elke lach van de proefpersoon tijdens het fragment genoteerd. Echter kan het zijn dat een persoon niet altijd meelacht met het fragment. Hij of zij kan ook lachen door andere zaken.

Ten slotte hebben we geen rekening gehouden met de vordering van de ziekte van Alzheimer bij de patiënten. Het is mogelijk dat de resultaten verschillen van groepen van mensen met Alzheimer in een andere fase. Dit was niet mogelijk in verband met de privacy van de geteste personen.



Conclusie

De integraal, het oppervlak onder de grafiek, geeft 13,69 voor de controlegroep en 5,38 voor de groep met de ziekte van Alzheimer.

Daarmee is onze hypothese bevestigd: de groep zonder de ziekte van Alzheimer lacht minder mee dan de groep met de ziekte van Alzheimer.

Deze resultaten zijn statistisch getoetst m.b.v. de T-toets voor twee steekproeven met ongelijke varianties. Hieruit volgde een p-waarde van $1,61 \cdot 10^{-9}$, dit ligt ver onder de standaardwaarde voor α van 0,05. Dit bevestigt dat de resultaten significant zijn.

Dansende afrikaantjes

Leerlingen:

**Renée Roestenburg &
Merel Beurskens**

Docent:

Bert-Jan Schobers

School:

**ds. Pierson College,
's-Hertogenbosch**



Renée & Merel

Inleiding

Het idee dat muziek en planten iets met elkaar te maken hebben is niet nieuw. Meerdere wetenschappers hebben al eerder verbanden onderzocht. Verschillende studies suggereren dat muziek een duidelijk effect kan hebben op het kiemen en groeien van planten.

Vraagstelling

Onze onderzoeksvraag luidt: "Welk effect heeft hardcore muziek op de groei en ontwikkeling van afrikaantjes?"

Hypothese

Onze hypothese is dat muziek een negatief effect heeft op de groei en ontwikkeling van afrikaantjes.

Materiaal en methode

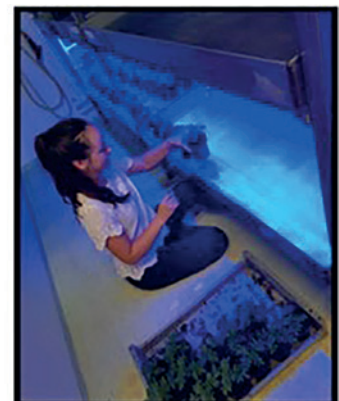
Met behulp van literatuuronderzoek hebben wij de groeifase en de fysiologie van de ontwikkeling van planten beschreven. Ook hebben wij muziek en haar relatie met planten onderzocht. Verder hebben we meerdere voorbeelden van eerder uitgevoerd onderzoek naar de relatie van muziek met plantengroei beschreven.

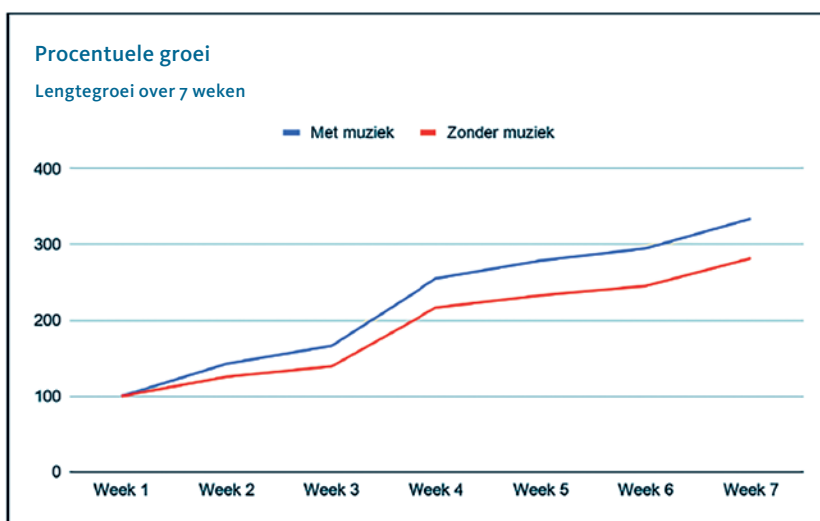
Om te achterhalen of hardcore muziek daadwerkelijk effect heeft op de groei van afrikaantjes hebben wij zeven weken lang een experiment uitgevoerd in klimaatkassen. Bij dit experiment zijn 120 afrikaantjes verdeeld over twee klimaatkassen. In één kas is bepaalde muziek - hardcore stijl - opgezet en in de andere kas was geen muziek. Alle overige condities waren in beide kassen identiek. Er zijn wekelijks metingen verricht, waarbij de volgende factoren zijn gemeten: lengte stengel, grootte blad, aantal knoppen, aantal bloemen en grootte bloemen. Aan het eind van het experiment is bovendien het nat- en drooggewicht bepaald.

Op deze manier hebben we een grote dataset gekregen. Wij hebben ons vervolgens gericht op het gebruik van statistiek bij het verwerken van de dataset. Er is gebruik gemaakt van verschillende statistische toetsingen. De Wilcoxon / Mann-Whitney U test staat echter centraal in onze analyse omdat de dataset geen normaalverdeling bevat.

Resultaten

Voor het aspect 'aantal bloemen' was de P-waarde van de Wilcoxon / Mann-Whitney U test $0,07335531981 = 7,3\%$ bij planten met muziek ten opzichte van planten zonder muziek. Als de P-waarde minder dan 5% is dan is er sprake van een significant verschil, wat hier niet het geval is.





Figuur 1: Procentuele groei over de zeven weken

”Welk effect heeft hardcore muziek op de groei en ontwikkeling van afrikaantjes?”



Conclusie

Hierbij kunnen wij niet concluderen dat het aantal bloemen bij afrikaantjes beïnvloed wordt door hardcore muziek. De P-waarde is minder dan 5% bij de aspecten 'lengte stengel', 'grootte blad', 'aantal knoppen' en 'grootte bloemen'.

Met ons onderzoek hebben wij aangetoond dat hardcore muziek de groei van afrikaantjes bij bovenstaande aspecten bevordert. Met andere woorden: de groei van afrikaantjes is significant groter met hardcore muziek dan zonder hardcore muziek. Om deze conclusie te bevestigen is echter vervolgonderzoek van belang.

Discussie

Het onderzoek zou nog betrouwbaarder kunnen zijn bij het gebruik van een groter aantal planten. Ook kan het zijn dat het achtergrondgeluid in de kassen van invloed was. Het achtergrondgeluid was namelijk rond de 65 decibel en de kas met muziek zat rond de 90 decibel.

Verder hebben we ieder steeds dezelfde kas gemeten bij de wekelijkse meting. Hierdoor zou het kunnen zijn dat de resultaten minder nauwkeurig zijn. Om dit risico zoveel mogelijk tegen te gaan is er van tevoren goed afgesproken hoe de planten werden gemeten.

Terugkijkend op ons profielwerkstuk zijn wij erg trots op wat we neer hebben gezet. Het was een leerzaam, leuk en fleurig project!



Change Blindness

Een onderzoek naar welke factoren van invloed zijn op het fenomeen change blindness



Quirine

Leerling:
Quirine Selker

Docent:
Alex Janssen

School:
**Van Maerlantlyceum,
Eindhoven**

Inleiding

Change blindness - veranderingsblindheid - is een verschijnsel dat ervoor zorgt dat veranderingen in een afbeelding of in een omgeving niet opgemerkt worden, terwijl men dat wel zou verwachten.

Dit gebeurt niet alleen onder kunstmatige omstandigheden, in een experiment, maar ook in het dagelijks leven. Het kan bijvoorbeeld in het verkeer verklaren waarom een ongeluk gebeurd is, terwijl de automobilist toch écht had gekeken.

Vraagstelling

Dit verschijnsel roept verschillende vragen op, met als belangrijkste: welke factoren hebben invloed op de mate waarin change blindness optreedt?

Hypothese

We verwachten dat leeftijd, geslacht, aandacht en het soort verandering hierbij in ieder geval een rol spelen, net als de visuospatiële vaardigheden (het zien en verwerken van een waarneming in de ruimte).

Materiaal en methode

Om dit te onderzoeken werden schilderijen waarin een verandering plaatsvindt getoond aan proefpersonen van verschillende leeftijden en geslachten. Dit gebeurde op een laptop met het programma Open Sesame (versie 3.2.5). De proefpersonen kregen

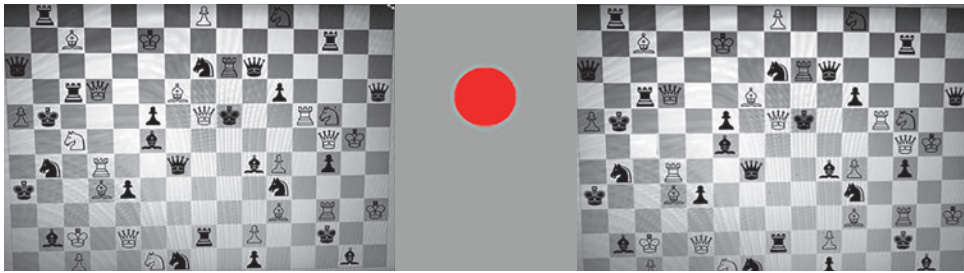
afwisselend het originele en het aangepaste schilderij te zien. Tussen deze twee verschijnt een grijs vlak (figuur 1). De opdracht was om zo snel mogelijk de verandering te vinden en deze aan te klikken. Het soort schilderij en verandering werd gevarieerd: soms stonden er veel mensen op en soms weinig, soms veranderde er iets belangrijks en soms iets onbelangrijks. Zo ontstonden vier categorieën schilderijen, waarbij van elke categorie tien schilderijen werden getoond aan de proefpersonen.

Daarnaast kregen de proefpersonen ook schaakborden te zien waarin iets veranderde. Bij dit experiment bevatte het grijze vlak een rode stip, om de proefpersonen af te leiden (figuur 2). Deze rode stip kon op de plek van de verandering staan, op een willekeurige plek staan of helemaal afwezig zijn. De verandering kan een veranderend of een verdwijnend schaakstuk zijn. Er werden twaalf verschillende schaakborden getoond. In totaal werden dus veertig schilderijen en twaalf schaakborden getoond.

Na het eerste experiment maakten proefpersonen bovendien een test om te bepalen hoe goed hun visuospatiële vaardigheden zijn, de DOT (figuur 3). Deze resultaten werden vergeleken met de resultaten van het change blindness experiment om een verband te zoeken tussen de twee vaardigheden. Bij een selecte groep proefpersonen werd ook gekeken naar hun kijkgedrag, door gebruik te maken van een eyetracker. In dat geval werden de stimuli getoond met het programma Experiment Builder

Figuur 1: voorbeeld van een schilderij waarin een verandering plaatsvindt.





Figuur 2: voorbeeld van een schaakbord met afleidende stimulus waarin een verandering plaatsvindt.

(versie 2.1.140). De oogbewegingen werden gemeten met het programma Eyelink 2 (SR Research Ltd., Ontario, Canada).

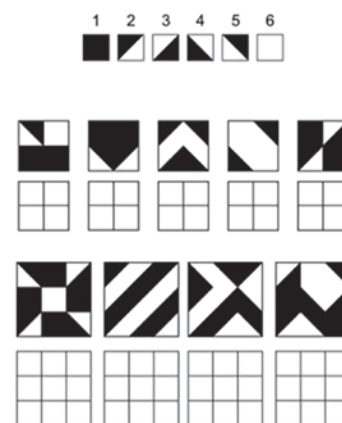
Resultaten

Uit het change blindness experiment blijkt dat met het toenemen van de leeftijd de prestatie afneemt. Dat wil zeggen dat proefpersonen er langer over doen om een verandering te vinden en minder vaak de verandering vinden. Geslacht blijkt geen invloed te hebben op de prestatie. Daarnaast blijkt dat een verandering sneller wordt gevonden als deze plaatsvindt in een belangrijk deel van het schilderij of als er minder mensen op het schilderij staan. Een afleidende stimulus zorgt ervoor dat de prestatie achteruitgaat, mits deze op een willekeurige plek staat. Als de afleidende stimulus op de plek van de verandering staat, presteren de proefpersonen beter. De afleidende stimulus lijkt meer invloed te hebben op ouderen dan op jongeren. Proefpersonen vinden een verandering gemakkelijker als er iets op de afbeelding verdwijnt, dan wanneer er iets verandert. Verder blijkt dat de prestatie bij de test voor change blindness samenhangt met die van de visuospatiale test. Als een proefpersoon goed scoort op de ene test, scoort hij/zij meestal ook beter op de andere test. Uit het experiment rondom kijkgedrag blijkt dat de proefpersonen vooral aandacht besteedden aan mensen en dieren op de afbeeldingen; als deze groot waren afgebeeld, met name naar gezichten en

handen. Verder werd er veel gekeken naar 'doorkijkjes'. Bijvoorbeeld een keuken op de achtergrond of een raam waarachter nog iets gebeurt. Dit wekt de indruk dat de proefpersonen zelf gingen nadenken waar de verandering misschien zou kunnen zitten, in plaats van dat zij gestructureerd rondkeken. Daarnaast bleek uit het kijkgedrag dat de proefpersonen, ook als ze de verandering niet vonden, toch nog een deel van hun kijktijd naar de verandering hadden gekeken. Dit laat zien dat daadwerkelijk change blindness optrad. Ook werd veel naar de afleidende stimulus gekeken, wat aantoont dat deze echt een afleiding vormde.

"Het kan bijvoorbeeld een verklaring geven bij een ongeluk, als de automobilist toch écht had gekeken."

DOT Test A



Figuur 3:

Links: test voor visuospatiale vaardigheden. Rechts: eyetracker, gebruikt om oogbewegingen te meten.

Conclusie

Factoren die invloed hebben op de mate waarin change blindness optreedt zijn: leeftijd, aandacht, het soort verandering en het soort afbeelding. Bovendien heeft de prestatie op een test voor visuospatiale vaardigheden ook invloed.

Discussie

De proefpersonen zijn niet allemaal in dezelfde omgeving getest, wat invloed kan hebben gehad op de resultaten. Daarnaast had de verhouding tussen mannen en vrouwen beter gekund. Tot slot was het werken met een computer voor veel van de ouderen een uitdaging, wat invloed kan hebben gehad op hun prestatie.

Singurariteiten

Wiskundige figuren met
merkwaardige vormen



Figuur 1: dubbele kegel

Leerlingen:

**Robin Schoonmade &
Erik van Weelderen**

Docent:

Erik Scheurwater

School:

**Stedelijk Gymnasium
Schiedam, Schiedam**

Inleiding

Driedimensionale figuren hebben soms knooppunten (Figuur 1) of scherpe punten die oneindig dun zijn, zogenaamde singulariteiten. Deze figuren zijn ook op te schrijven als vergelijkingen in de vorm $F(x, y, z) = 0$. Aan de hand van deze vergelijking blijkt het aantal singulariteiten te bepalen. Naar deze relatie wordt veel onderzoek gedaan - en dan vooral naar de extreme gevallen.

Tot op de dag van vandaag wordt er namelijk gezocht naar het maximaal aantal singulariteiten dat een vergelijking van een bepaalde graad kan hebben. Tot en met de zesde graad is dit maximum al bekend, maar voor de zevende graad is nog steeds geen definitief antwoord gevonden.

Vraagstelling

Hoeveel singulariteiten kan een zevendegraadsvergelijking in drie dimensies maximaal hebben?

Hypothese

Onze bijna ongegronde hypothese is 102 singulariteiten. Uit eerder onderzoek blijkt namelijk dat het maximum aantal singulariteiten ($\mu(d)$) bij de zevende graad ($d = 7$) tussen de 99 en de 104 ligt. Dit is te zien in de tabel hieronder (Tabel 1).

d	1	2	3	4	5	6	7	8	d
$\mu(d) \geq$	0	1	4	16	31	65	99	168	$\approx \frac{5}{12}d^3$
$\mu(d) \leq$	0	1	4	16	31	65	104	174	$\approx \frac{4}{9}d^3$

Tabel 1: Grenzen van maximaal aantal singulariteiten

Materiaal en methode

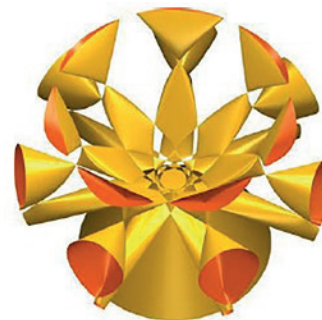
Als eerste hebben wij het maximaal aantal singulariteiten van elke graad met de hand geprobeerd uit te rekenen. Dit heeft ons weinig opgeleverd, omdat we



Robin & Erik

bij de vierde graad al vastliepen. De wiskunde was te lastig om met de hand uit te rekenen en het was te makkelijk om fouten te maken. Dit was niet de manier om onze onderzoeksvraag te beantwoorden.

Wij hebben daarom contact gezocht met professoren die onderzoek doen naar singulariteiten. Zo is er in een reeks e-mails een gesprek gevoerd met dhr. Labs. Hij is de professor die het huidige record op zijn naam heeft voor het figuur van de zevende graad met het meeste aantal singulariteiten (Figuur 2). De huidige ondergrens van de zevende graad komt van dat figuur. Dhr. Labs maakte ons duidelijk dat computers de oplossing zijn. Hij wees ons erop dat wij zelf figuren konden gaan construeren om zo een nieuw record te vestigen.



Figuur 2: Labs Septic

Resultaten

Vervolgens ging Erik aan de slag met het schrijven van drie computerprogramma's in de programmeertaal Python. Het eerste programma berekende het aantal singulariteiten dat een vergelijking had. Het tweede programma plote de vergelijking in een driedimensionaal assenstelsel (Figuur 3). Het laatste programma zou vergelijkingen verzinnen om zo een figuur te kunnen vinden dat meer singulariteiten heeft dan de huidige record van 99.

Robin was bezig met het fysiek maken van de vrij theoretische stof. Hij heeft met de 3D-printer een

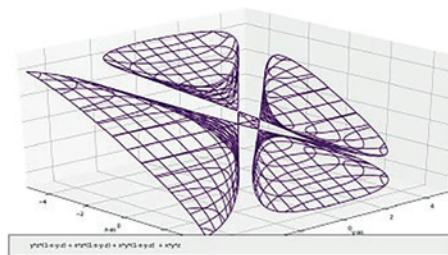
"Tot op de dag van vandaag wordt er gezocht naar het maximumaantal singulariteiten dat een vergelijking van een bepaalde graad kan hebben."

aantal figuren gemaakt en geprint. Zo heeft hij onder andere de Kummer quartic vormgegeven (Figuur 4). Zoals te zien in figuur 4 zijn op de knooppunten verdikkingen aangebracht. Op deze plekken horen normaal gesproken singulariteiten te zitten. Een singulariteit is echter oneindig klein, waardoor het figuur uit elkaar zou vallen als er geen verdikkingen waren.

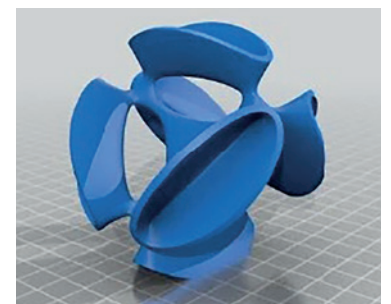
Om een figuur te vinden met meer dan 99 singulariteiten moest uiteindelijk een script geschreven worden wat de drie onderdelen combineerde. Ons doel bij het eerste onderzoek was het testen van het programma dat het aantal singulariteiten berekent. Als het aantal singulariteiten namelijk snel en efficiënt berekend kan worden, is het voor ons nuttig om het definitieve script te schrijven. We hebben daarvoor de computer op school die zware processen aankan gebruikt. Als eerste hebben we Python geïnstalleerd. Vervolgens is het testscript aangezet. Daarna hebben we de computer met rust gelaten. Toen we na het weekend weer op school kwamen hebben we de resultaten van ons onderzoek bekeken. In tabel 2 zijn deze resultaten verwerkt. Het programma is drie dagen, één uur en twee minuten na het starten gestopt. De computer was overigens nog wel bezig met berekeningen.

Graad	$\mu(d)$	Tijd
2	1	00:00:00.011966
3	4	00:00:00.241355
4	16	00:00:03.552502
5	-	

Tabel 2: Resultaten van testscript



Figuur 3: Plot van figuur m.b.v. script



Figuur 4: Model van de Kummer quartic

Conclusie

Het werd ons duidelijk dat het script om de singulariteiten te berekenen niet snel genoeg was voor ons onderzoek. Het script is namelijk na drie dagen niet verder gekomen dan de vierde graad. Het zou lang duren om de computer het aantal singulariteiten van een zevendegraadsvergelijking te laten berekenen. Er is besloten om niet te beginnen aan het vervolgonderzoek en er is daardoor geen definitief programma geschreven dat alle drie de onderdelen combineert. We hebben onze onderzoeksvraag hierdoor niet kunnen beantwoorden en het is onduidelijk of onze hypothese kloppend is.

Discussie

We wisten aan het begin van ons onderzoek al dat de kans extreem klein was om een antwoord op onze onderzoeksvraag te krijgen, aangezien

singulariteiten nog steeds worden onderzocht door wiskundigen. Verder hadden we de speciale programmeertaal 'Singular' kunnen gebruiken. Singular is namelijk een taal specifiek ontwikkeld voor het berekenen van singulariteiten. Een vervolgonderzoek zou het omschrijven van Eriks programma naar Singular kunnen zijn. Bovendien hadden we eerder contact kunnen zoeken met professoren, waardoor er meer tijd beschikbaar was geweest voor het computerprogramma.

Al met al hebben we misschien geen grensverleggende ontdekkingen gedaan met betrekking tot singulariteiten, maar we hebben wel ontvonden hoe mooi de wiskunde kan zijn. We willen echter wel dat u één ding onthoudt: als het maximumaantal singulariteiten van de zevende graad toch 102 blijkt te zijn, dan weet u dat wij, Robin Schoonmade en Erik van Weelderden, de eerste waren die dit hebben beweed.

Melatonine, de effecten op slaap

Leerlingen:

**Esmee Wetzer &
Lauren Huizenga**

Docent:

Wouter Vrouwenvelder

School:

**Ds. Pierson College,
's-Hertogenbosch**



Figuur 1: Bereiden van melatonine en placebo

Inleiding

Kijk eens om je heen op school op een maandagmorgen en let op alle vermoeide gezichten. Sommigen proberen vermoeidheid te onderdrukken door veel koffie te drinken, anderen slikken melatonine om beter te slapen. We denken dat jongeren zich nauwelijks bewust zijn van hun slaapgewoontes en wat de effecten daarvan zijn op hun schoolprestaties. Het leek ons daarom interessant om ons profielwerkstuk te doen over slaap en te onderzoeken wat de effecten van melatonine zijn op de slaap.

Vraagstelling

Hoe beïnvloedt melatonine de inslaaptijd en de slaapkwaliteit?

Daarnaast hebben we antwoorden gezocht op de volgende deelvragen:

- Wat is de functie van het brein tijdens de slaap?
- Welke processen spelen zich af in het lichaam tijdens de slaap?
- Wat zijn factoren die de slaap kunnen beïnvloeden?

Hypothese

We verwachten dat de inslaaptijd van onze proefpersonen verkort zal worden door het innemen van melatonine en dat de slaapkwaliteit verbetert.

Theorie

Slaap wordt bepaald door twee belangrijke en onafhankelijke mechanismen: de slaapdruk en de biologische klok. De slaapdruk wordt bepaald door de adenosine spiegel die zich tijdens een dag opbouwt tot een piek in de avond en dan vermoeidheid veroorzaakt. De biologische klok wordt gestuurd door het hormoon melatonine. Onder invloed van daglicht wordt melatonine geproduceerd in de pijnappelklier in de hersenen. Als de melatonineconcentratie



Esmee & Lauren

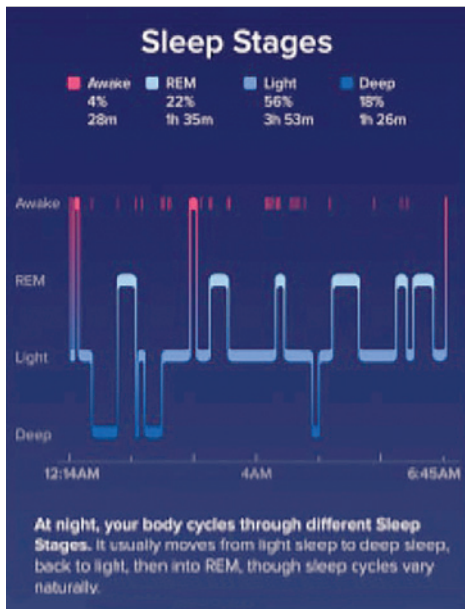
toeneemt, wordt je slaperig. We weten dat een aantal jongeren pas later in de avond tot een melatonine piek komt, waardoor ze 's morgens moeilijker uit hun bed kunnen komen. Dit wordt ook wel het *delayed sleep phase syndrome* genoemd.

Materiaal en methode

We hebben onze proefpersonen gevonden door middel van een enquête die we verspreid hebben op school. Twintig personen voldeden aan de inclusiecriteria. Ze mochten geen andere medicatie gebruiken, geen gezondheidsproblemen hebben, een regulier dag-nachtritme hebben (geen avond- of nachtdiensten) en akkoord gaan met het onderzoeksprotocol. Hierin stonden regels over alcohol- en cafeïnegebruik en hun slaapedrag. Onze proefpersonen hebben gedurende vijf doordeweekse dagen melatonine ingenomen. De andere week kregen ze een placebo. Ze wisten niet in welke week ze de melatonine of de placebo kregen om een placebo-effect uit te sluiten. We maakten gebruik van 3,0 mg melatonine die onze proefpersonen drie uur voor de bedtijd in moesten nemen (Figuur 1). Voor het meten van de slaap maakten we gebruik van een Fitbit, een activiteitstracker die via de pols je hartslag meet en daarnaast je slaapt. Fitbit maakt een diagram van de slaapfasen tijdens de nacht (Figuur 4). Hiermee konden we de slaapkwaliteit registreren. Daarnaast moesten onze proefpersonen twee keer een PSQI test invullen (gevalideerde Pittsburgh Sleep Quality Index) na elke onderzoeksperiode van vijf dagen. Hoe lager de score op deze test, hoe beter de slaapkwaliteit.

Resultaten

Veertien jongeren en zes volwassenen namen deel aan het onderzoek. 60% was vrouw en 40% was man. De gemiddelde slaaptijd gemeten in de placebo-periode was 443 minuten per nacht (7 uur, 23 minuten) met een variabiliteit van 401 tot 502 minuten.



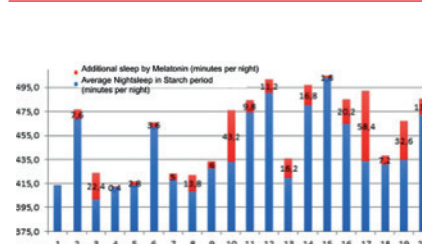
Figuur 4: Slaapfasen gemeten door Fitbit

In de melatonine-periode bedroeg de gemiddelde slaaptijd 457 minuten (7 uur, 37 minuten) met een variabiliteit van 400 tot 504 minuten (Figuur 2).

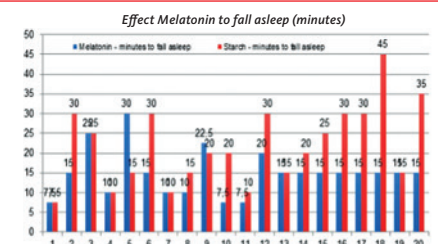
In de melatonine-periode bedroeg de inslaaptijd 18,7 minuten en is daarmee 31% (8,6 minuten) korter voor de totale groep (Figuur 3). Twee proefpersonen hadden een langere inslaaptijd in de melatonine-periode. Opvallend is de bevinding dat bij zeven proefpersonen de inslaaptijd met minstens de helft verkort is. We zagen een toename van de duur van de REM-slaap bij de meeste proefpersonen. In de placebo-periode bedroeg de gemiddelde REM-slaap 92,7 minuten, terwijl die in de melatonine-periode 101,5 minuten bedroeg. De procentuele toename bedroeg 8,6%. Dit is belangrijk omdat de lengte van de REM-slaap voor een groot deel de slaapkwaliteit bepaalt. De Pittsburgh Sleep Quality Index is een kwalitatieve meting van de slaapbeleving met een score van 0 tot 21, waarin de slaapkwaliteit beter is naarmate de score dichterbij 0 ligt. De gemiddelde PSQI-score in de placebo-periode bedroeg 4,60. In de melatonine periode bedroeg de gemiddelde score 3,35; een afname van 1,25 scorepunten (procentuele afname van 27%).

We gebruikten de T-test om de P-waarde te berekenen om de betrouwbaarheid van onze bevindingen te bepalen. Hieruit blijkt dat de resultaten van de REM-slaap, de PSQI-score en de inslaaptijd significant zijn (Tabel 1).

”Jongeren zijn zich nauwelijks bewust van hun slaapgewoontes en de effecten daarvan op hun schoolprestaties.”



Figuur 3: Inslaaptijd in minuten



Figuur 2: Totale slaaptijd gemeten in de placebo-periode en in de melatonine-periode (minuten)

Significantie in P-waarden		
	P (T<=t) value	Probability of null-hypothesis
Average sleep	0,301568947	30,2%
- REM sleep	0,037497833	3,75%
- Non-Rem sleep	0,710851116	71,1%
- Deep sleep	0,445814437	44,6%
- Awake	0,763064603	76,3%
PSQI-tests	0,002256689	0,226%
Minutes to fall asleep	0,009293621	0,929%

Tabel 1: Significantie in P-waarden

Conclusie

We kunnen concluderen dat melatonine de slaapkwaliteit van onze proefpersonen verbeterde en de inslaaptijd verkortte. Verder is de duur van de REM-slaap significant toegenomen. Opvallend is dat enkele proefpersonen bijzonder goed reageren op melatonine. Mogelijk hebben deze personen een delayed sleep phase syndrome waarbij hun slaapritme verlaat is. Dit komt vooral voor bij adolescenten. Onze resultaten vormen hopelijk een aanleiding om meer onderzoek te doen naar het slaapgedrag van jongeren.

Discussie

Beperkingen in dit onderzoek zijn het geringe aantal proefpersonen en de selectie hiervan. Onze proefpersonen hebben zich vrijwillig aangemeld waardoor bias optreedt. Daarnaast hebben we geen rekening gehouden met leeftijd, geslacht en leefstijl. De duur van het onderzoek is bovendien relatief kort. Ook heeft het seizoen waarin het onderzoek plaatsvond (de herfst) mogelijk invloed op de resultaten door de hoeveelheid daglicht.

Colofon

Tijdschrift Van Melsenprijs 2020

Onder redactie van

Jan Marijnissen

Vormgeving

Floor Taayke Grafisch ontwerp

Fotografie

Alle deelnemers aan de Van Melsenprijs, enkele van de ScienceMakers, Radboud Universiteit, Shutterstock.

Jury Van Melsenprijs

Prof. dr H.J.M. (Huub) op den Camp (Biologie)
Prof. dr. R.H.P. (Ronald) Kleiss (Natuurkunde + voorzitter)
Prof. dr. W.T.S. (Wilhelm) Huck (Scheikunde)
Prof. dr. G.J. (Gert) Heckman (Wiskunde)
Prof. dr. E. (Erik) Barendsen (Informatica)

Tekst

Jan Marijnissen
ScienceMakers Awards: Claudia Wijnants-Crama

Samenvattingen

Alle deelnemers aan de Van Melsenprijs

Controle en tekstbewerking

Jan Marijnissen, Ellen van de Logt

Dit is een uitgave van

Het Pre-University College of Science

Radboud Universiteit
Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica
Huygensgebouw, Kamer HG 02.508
Heyendaalseweg 135
6525 AJ Nijmegen

ISSN: 1872-5201

