

Universiteit Hasselt

Educatieve Master Wetenschappen en Technologie

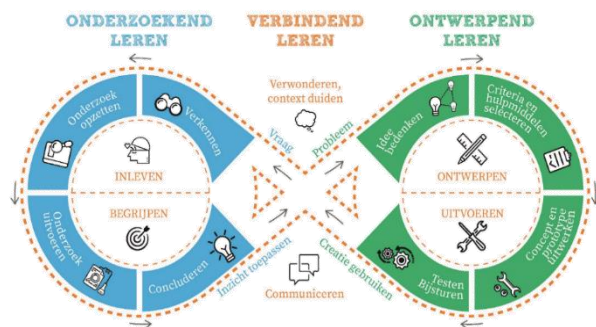
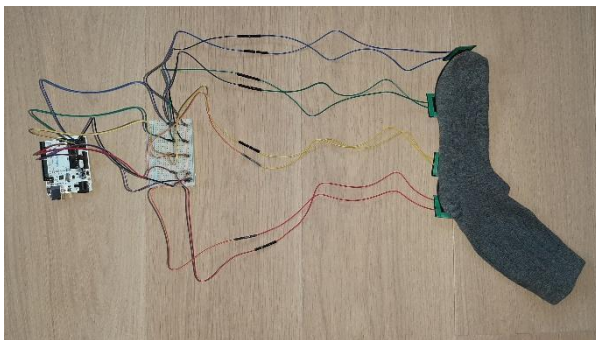
School voor Educatieve Studies

Academiejaar 2021-2022



“Onder hoeveel druk staan mijn voeten?”

Sensor socks



STEMOOV-model: STEM Onderzoekend, Ontwerpend en Verbindend leren

Gemaakt door: dr. Jirka Cops, Lucinde Smeers













Onder begeleiding van:





An Timmers (Level X), Ilse Engelen (UHasselt), prof. dr. Katleen Denolf (UHasselt)

Gefinaliseerd door: Kristel Heerwegh (UHasselt)



Inhoud

ICONEN STEMOOV-model	4
Bron	4
1 Projectschema	5
2 Projectopzet	6
2.1 Groepsleden	6
2.2 Praktisch	6
2.3 Groepsrollen	6
3 Onderzoekend leren	7
3.1 Tot stand komen van beweging 	8
3.2 Bouw van de voet 	13
3.3 Bewegingen die voorkomen in de voet 	14
3.4 Algemeen lichaamszwaartepunt 	15
3.5 Stabiliteit 	19
3.6 Druk 	26
3.7 Stappatroon 	27
3.8 Factoren die drukverdeling beïnvloeden 	29
4 Ontwerpend leren	33
4.1 Begin van het ontwerp 	33
4.2 Probleem 	34
4.3 Ontwerpen: criteria en hulpmiddelen selecteren 	34
4.4 Concept en prototype uitwerken/maken 	35
4.4 In gebruik nemen: test de Sensor sock	43

4.5 Evalueren en bijsturen		45		
5 Onderzoekend leren		46		
5.1 Startvraag		47		
5.2 Verkennen		47		
5.3 Onderzoek opzetten		47		
5.4 Onderzoek uitvoeren		en waarnemingen noteren		50
5.5 Evaluatie van je resultaten		54		
5.6 Concluderen/besluit trekken		56		
6 Reflectie		57		
7 Evaluatierubric		59		
8 Groepsrollen		63		

ICONEN STEMOOV-model

Voor het ontwerpend leren gebruiken we volgende iconen:



Dit icoon staat voor het **ontwerpend leren**



Dit icoon staat voor het **begin van het ontwerp (probleem)**. Dit is dus de verwondering van waaruit je vertrekt.



Dit icoon staat voor het **probleem of de behoefte**.



Dit icoon staat voor het **ontwerpen**.



Dit icoon staat voor het **maken**.



Dit icoon staat voor het **in gebruik nemen**.



Dit icoon staat voor de **criteria**.

Voor het onderzoekend leren gebruiken we de volgende iconen:



Dit icoon staat voor **onderzoekend leren**.



Dit icoon staat voor het **begin van het onderzoek (startvraag)**. Dit is dus de verwondering van waaruit je vertrekt.



Dit icoon staat voor **verkennen**.



Dit icoon staat voor het **opzetten van een onderzoek**.



Dit icoon staat voor het **uitvoeren van het onderzoek**.



Dit icoon staat voor het **noteren van de waarnemingen**.



Dit icoon staat voor het **concluderen**.



Dit icoon staat voor de evaluatie van je **resultaten**.



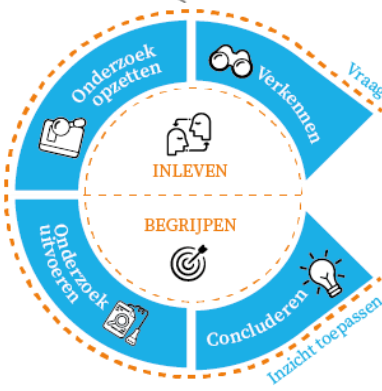

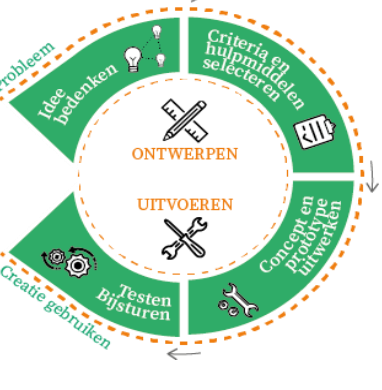

Dit icoon staat voor de **communicatie** van je resultaten.



Bron

Dit STEMOOV-project is gebaseerd op het "[Astro Socks](#)" project ontwikkeld door Microsoft. Dit project werd echter aangepast aangezien de druk aan de onderkant van de voet wordt gemeten, in plaats van aan de bovenkant van de voet in een gesimuleerde gewichtloze omgeving zoals in het "[Astro Socks](#)" project van Microsoft.

1 Projectschema

Het project bestaat uit drie onderdelen: onderzoekend, ontwerpend en opnieuw onderzoekend leren.

	 <p>2 lestijden</p>	<p>Start projectwerk</p> <p>In de introductie gaan jullie kennismaken met het STEM-project “Onder hoeveel druk staan mijn voeten?”. Na een korte introductie over de het stand komen van beweging, zullen jullie meer informatie krijgen over de bouw en bewegingen van de voet, het lichaamszwaartepunt, de stabiliteit en druk. Daarnaast maak je ook kennis met de probleemstelling van het project.</p> <p>Daarna is het aan jullie om een hulpmiddel te ontwerpen waarmee de druk onder de voeten gemeten kan worden.</p> <p>Dit doen jullie in groepjes van 3 of 4. Samen doorlopen jullie de werkbundel.</p>
	 <p>2 lestijden</p>	<p>Ontwerpen van het onderzoek</p> <p>Het inzicht dat jullie in het onderzoekend (eerste) deel van de werkbundel hebben verworven, moeten jullie nu gebruiken om de probleemstelling te beantwoorden en hiermee creatief aan de slag te gaan. Jullie bouwen een eigen “Sensor sock” waarmee jullie de druk aan de onderkant van de voet kunnen meten. In jullie groepje zullen jullie brainstormen over het ontwerp van jullie Sensor sock. Hierna gaan jullie het materiaal zelf verzamelen, bouwen jullie de Sensor sock en testen jullie of de Sensor sock werkt.</p> <p>Uitvoering van het onderzoek</p> <p>Ga nu aan de slag met de Sensor sock voor de opzet van jullie onderzoek waarbij jullie nagaan of verschillende bewegingen leiden tot een andere drukverdeling aan de onderkant van de voet, ten opzichte van de normale stand op beide voeten.</p> <p>Het onderzoek wordt uitgevoerd.</p>

	 ½ lestijd	De gegevens uit de experimenten worden verwerkt. Vanuit deze resultaten trek je een conclusie.
	 ½ lestijd	Bundel afwerken, reflectie en evaluatie Jullie reflecteren over het project en je evalueert jezelf op individuele basis. Nadien word je geëvalueerd door de leerkracht.

2 Projectopzet

2.1 Groepsleden

Voor dit project zullen jullie in groepjes van 3 à 4 leerlingen werken. Noteer hieronder de namen van alle groepsleden.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

2.2 Praktisch

De werkbundel is volledig digitaal en in pdf beschikbaar. **De bundel vul je (volledig digitaal) in.** Dit moet maar door 1 groepslid gedaan worden. Duid hiervoor een verantwoordelijke aan.

2.3 Groepsrollen

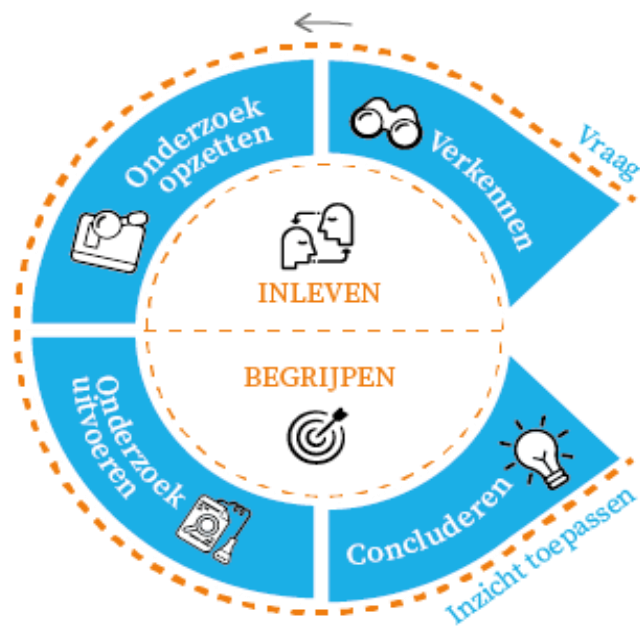
In een **groepje van 3** zijn er de volgende taken (zie ook bijlage '8 groepsrollen'):

1. De Materiaalmeester: _____
2. De Verslaggever: _____
3. De Timemanager en het Proefkonijn: _____

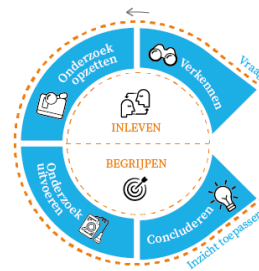
In een **groepje van 4** zijn er de volgende taken (zie ook bijlage '8 groepsrollen'):

1. De Materiaalmeester: _____
2. De Verslaggever: _____
3. De Timemanager en het Proefkonijn: _____
4. Het Proefkonijn: _____

3 Onderzoekend leren



Bouw en beweging van de voet



**ONDERZOEKEND
LEREN**



3.1 Tot stand komen van beweging

Het bewegingsstelsel is een orgaansysteem waardoor de mens zich kan voortbewegen. Het bewegingsapparaat van de mens is een complex geheel dat bestaat uit:

- _____
- _____
- _____

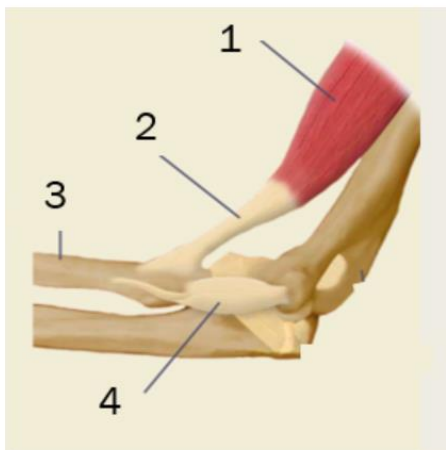
Opdracht 1

Vul onderstaande zin aan met de termen die je hierboven hebt gevonden.

Onze _____ worden in beweging gebracht door de _____. Een verbinding tussen twee botten waarbij beweging mogelijk is noemen we een _____.

Opdracht 2

Op onderstaande tekening staan de 4 belangrijkste delen van een gewricht aangeduid. Verbind de 4 namen met de juiste nummertjes van de figuur.



1

2

3

4

Ligament

Pees

Spier

Bot

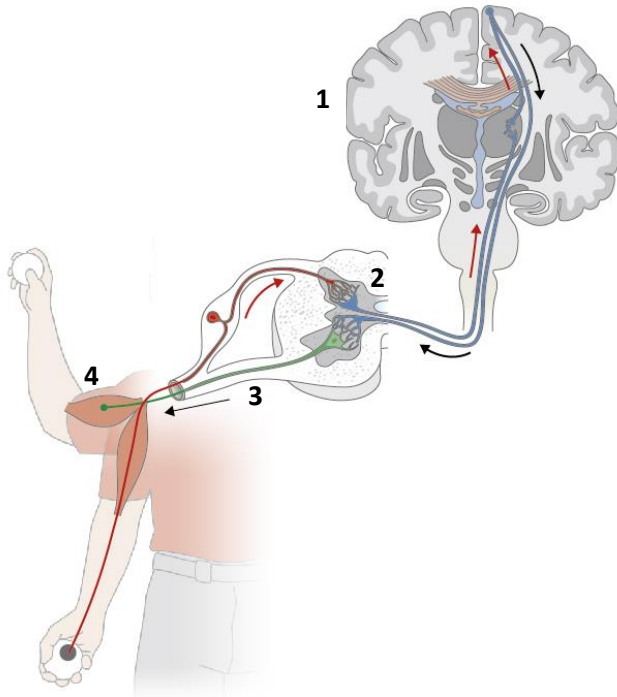
Al deze bouwstenen van het menselijke lichaam komen letterlijk voor van kop tot teen en tonen zich in een grote verscheidenheid aan vormen en maten.

De skeletspier

Onze skeletspieren worden bewust aangestuurd door onze hersenen. Het signaal legt een bepaalde weg af voordat het bij de spier aankomt.

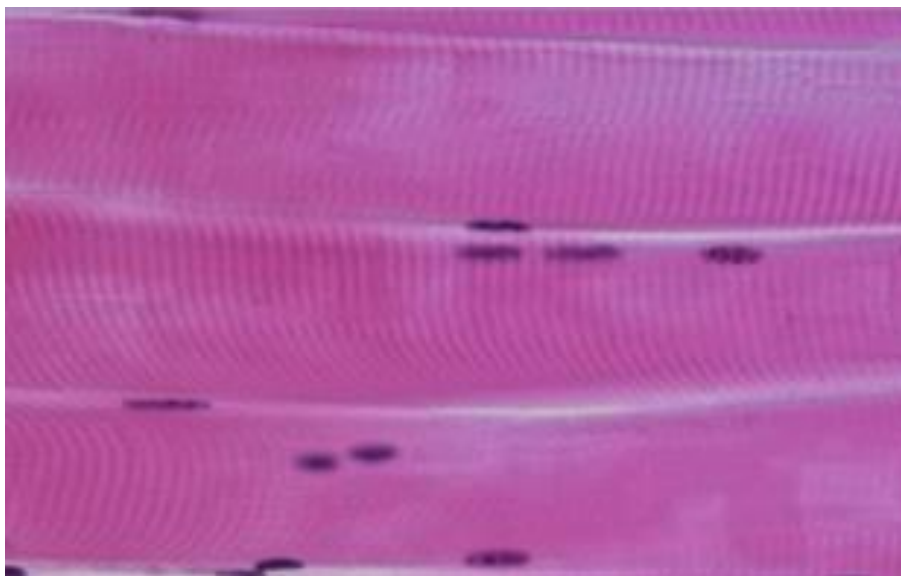
Opdracht 3

Koppel volgende termen (hersenen, ruggenmerg, motorische zenuw, spier) aan het gepaste nummer op de foto.



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Los de vragen op de volgende pagina op aan de hand van onderstaande figuur 1 van een dwarsgestreept spierweefsel.



Figuur 1: dwarsgestreept spierweefsel van een skeletspier.

1) Hoe denken jullie dat dit type weefsel wordt aangestuurd? Vrijwillig of onvrijwillig?

2) Denk je dat dit type spierweefsel snel of traag samentrekt?

3) Denk je dat dit type spierweefsel sterk of zwak samentrekt?

4) Denk je dat dit type spierweefsel snel vermoeid is of onvermoeibaar is?

5) Kan je dit type spierweefsel trainen?

Het skelet



Het lichaam van een volwassene telt in totaal 206 botten. De botten worden op hun plaats gehouden en met elkaar verbonden door spieren, pezen en gewrichten. Samen met deze spieren, pezen en gewrichten zorgen de botten ervoor dat de mens bepaalde houdingen kan aannemen en zich kan voortbewegen.

1) Uit welke lichaamsdelen bestaat het bovenste lidmaat? Kijk en voel bij jezelf.

Tip: denk zowel aan de botten en gewrichten!

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

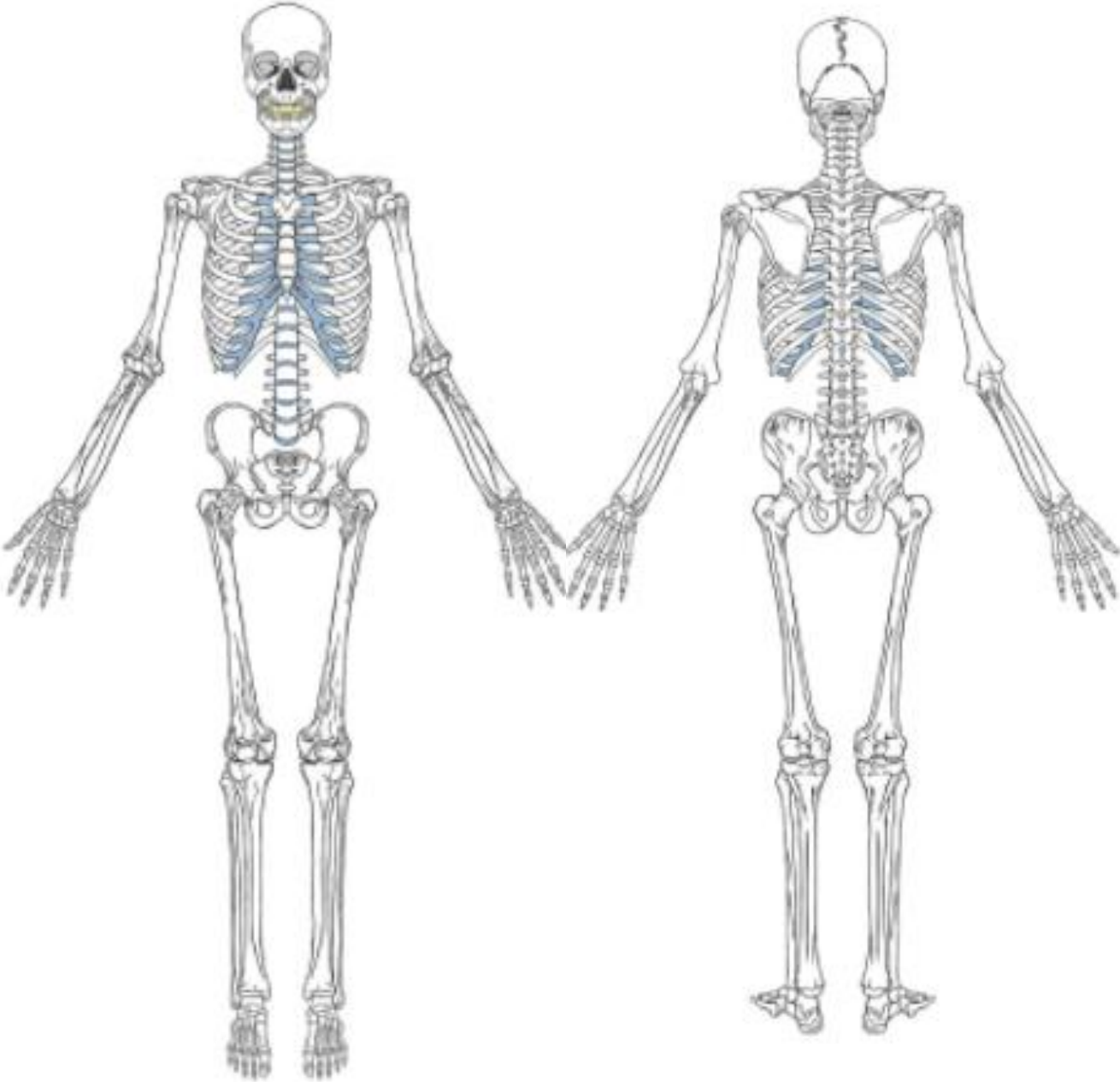
2) Uit welke lichaamsdelen bestaat het onderste lidmaat?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

Opdracht 4

1. Werk samen in jullie groepje om de beenderen op een skelet te benoemen.
2. Noteer hiervoor het nummer op de juiste plek op het skelet op de volgende pagina.
3. Wanneer jullie klaar zijn, roep je de leerkracht om te controleren.

1) Schedel	2) Spaakbeen
3) Wervelkolom	4) Ellepijp
5) Ribben	6) Handwortelbeentjes
7) Borstbeen	8) Middenhandsbeentjes
9) Schouderblad	10) Vingerkootjes
11) Sleutelbeen	12) Bekken
13) Opperarmbeen	14) Dijbeen
15) Scheenbeen	16) Heiligbeen
17) Kuitbeen	18) Hielbeen
19) Hielbeen	20) Voetwortelbeentjes
21) Middervoetsbeentjes	22) Teenkootjes



3.2 Bouw van de voet

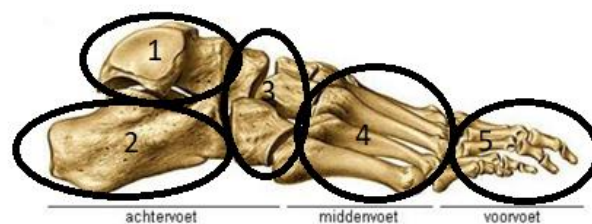
Voor de rest van deze bundel gaan we nu specifiek verder in op de enkel en voet. De voet is het onderste deel van ons been, dat aansluit op het onderbeen.

De voet bestaat uit 26 beenderen die met elkaar verbonden zijn door spieren, ligamenten en pezen. De bouw van de voet zorgt zowel voor beweging als stabiliteit. De functies en bouw van de voet zijn nodig om de grote krachten die inwerken op onze voet gedurende verschillende activiteiten, te kunnen verdragen.

Vergeleken met zoogdieren valt bij de mens de grote diversiteit en fijnheid van beweging op, vooral van de armen en de handen, maar ook van de benen en de voeten. Het menselijk been en de voet is aanzienlijk veelzijdiger dan de poten van de meeste zoogdieren. Alleen de apen winnen het met hun grijpende tenen van de mens. Deze precisie van motoriek dankt de mens niet alleen aan zijn grotere herseninhoud en fijne zenuwbedrading van de skeletspieren, maar ook aan de vele gewrichten die aan het been en de voet, een grote bewegingsvrijheid geven.

De voet kunnen we onderverdelen in drie gebieden: de achtervoet, middenvoet en voorvoet.

1. Achtervoet: is het draaipunt van de voet en bevat het **hielbeen (2)**, **sprongbeen (1)** en vijf **voetwortelbeentjes (3)**. Het sprongbeen vormt samen met het scheenbeen en kuitbeen het enkelgewricht. De achtervoet heeft een dragende functie en geeft het lichaamsgewicht over aan de grond.
2. Middenvoet: bestaat uit vijf **middenvoetsbeentjes (4)**. Deze botten vormen samen ons voetgewelf. De middenvoet heeft een verende functie en zorgt voor schokabsorptie bij het stappen.
3. Voorvoet bestaat uit vijf tenen en veertien **teenkootjes (5)**. Deze hebben als belangrijke functie het verzorgen van ons evenwicht.



Figuur 2: onderverdeling van de voet in drie gebieden: achtervoet, middenvoet en voorvoet.



Figuur 3: Bovenaanzicht voet.

3.3 Bewegingen die voorkomen in de voet



1. Doe nu jullie schoenen en sokken uit zodat de voet volledig zichtbaar is.
2. Observeer en noteer in onderstaande kader de bewegingen die je kan maken met de voet.

Welke **6 bewegingen** kunnen we maken met onze voeten? Geef bij elke beweging van de voet ook een voorbeeld van activiteit waar deze beweging zou kunnen voorkomen?

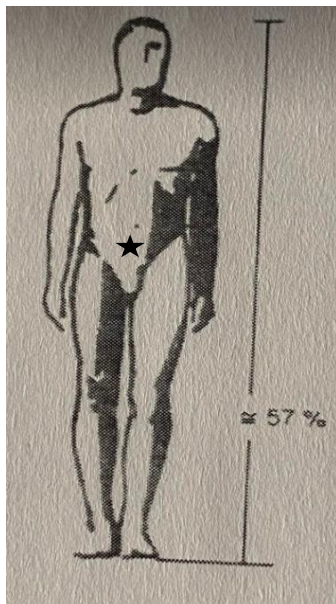
Bijvoorbeeld het naar onder duwen van de tenen bij het op de tenen staan.

Samenvatting bouw en bewegingen voet

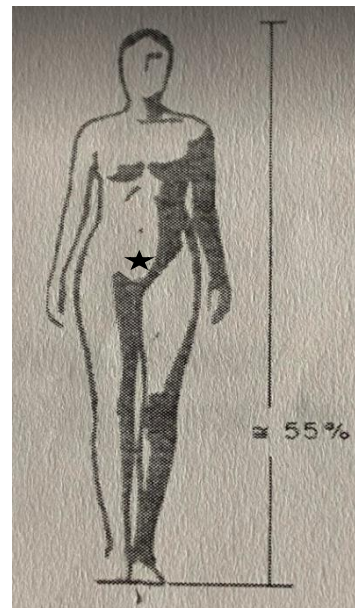
Door de specifieke en complexe bouw van de voet zijn bovenstaande bewegingen mogelijk. Dit is nodig om zich aan te kunnen passen aan verandering in ondergrond en het evenwicht te kunnen behouden gedurende **verschillende activiteiten, zoals staan, zitten, op een been staan of op de tenen staan**. Elke verandering in beweging van de voet gaat altijd gepaard met verandering in de drukverdeling onder de voet.

3.4 Algemeen lichaamszwaartepunt

De zwaartekracht oefent een constante kracht uit op het menselijk lichaam. Deze kracht heeft zijn aangrijpingspunt op het lichaamszwaartepunt. Het lichaamszwaartepunt bij **mannen** ligt op ongeveer **57% van de totale lengte** te beginnen van de grond. Bij **vrouwen** ligt dat gemiddeld op **55% van de totale lengte** te beginnen van de grond. Voor een volwassen rechtopstaande man ligt het LZP ter hoogte de eerste wervel van het heiligbeen en bij een volwassen vrouw is dat ter hoogte van de tweede wervel van het heiligbeen. Het lichaamszwaartepunt bij een vrouw en een man zijn in onderstaande figuren aangeduid met het een kruisje ter hoogte van de buik.



Figuur 4: lichaamszwaartepunt bij een man.



Figuur 5: lichaamszwaartepunt bij een vrouw.

1) Bereken zelf de ligging van jullie lichaamszwaartepunt?

Tip: formule = percentage x je eigen lichaamslengte

2) Waarom ligt het lichaamszwaartepunt bij vrouwen lager dan bij mannen?

Tip: denk aan het verschil in vetverdeling.

Zwaartekracht (F_z)

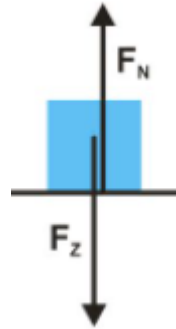
1) Welke krachten werken er op dit ogenblik in op je lichaam? Kruis hierbij aan welke krachten dat jij denkt dat inwerken op je lichaam (*meerdere antwoorden zijn mogelijk*).

Als je rechtstaat?

- Zwaartekracht (F_z)
- Normalkracht (F_N)
- Wrijvingskracht

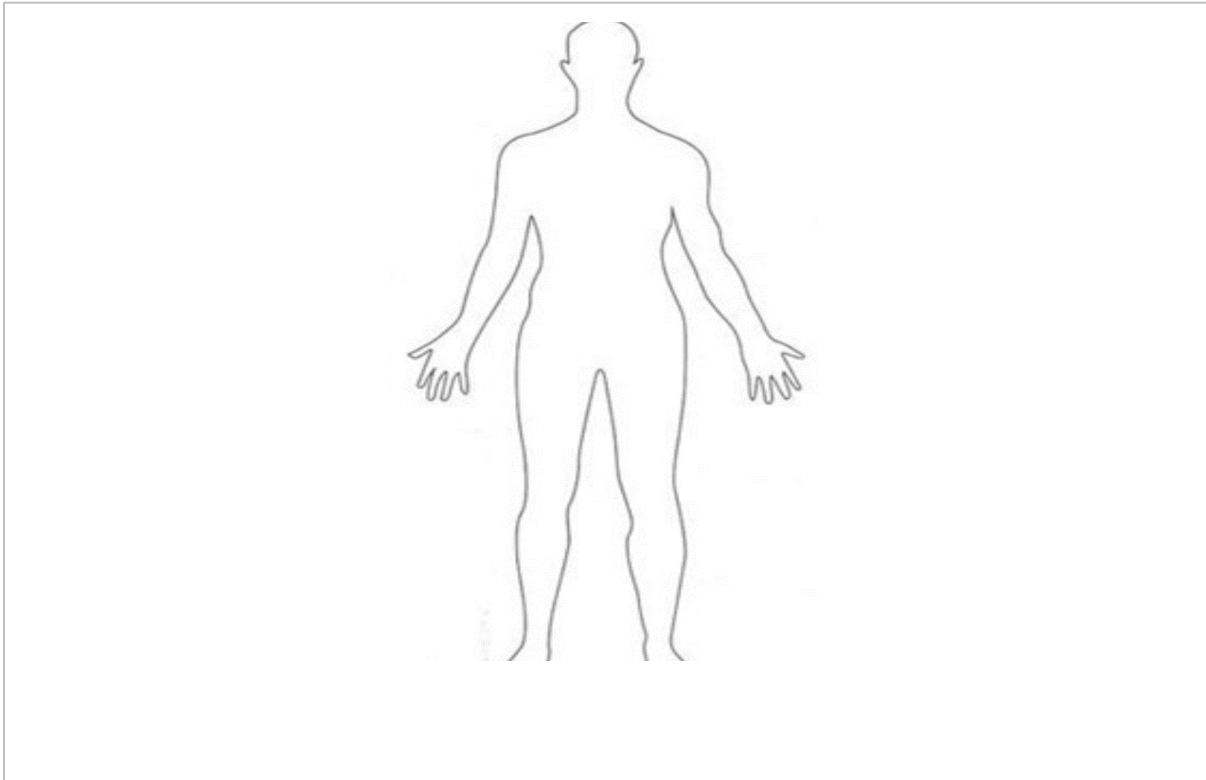
Als je zit?

- Zwaartekracht (F_z)
- Normalkracht (F_N)
- Wrijvingskracht



2) Waar hebben deze krachten hun aangrijpingspunt?

3) Hoe kan men deze krachten schematisch voorstellen?

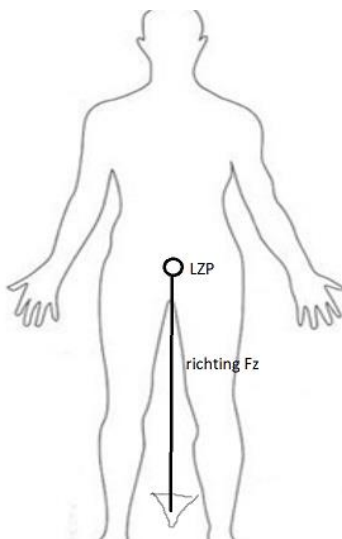


4) Als je je arm omhoog brengt zonder dat je een gewicht draagt, hoe komt het dan dat de spieren toch moeten werken?

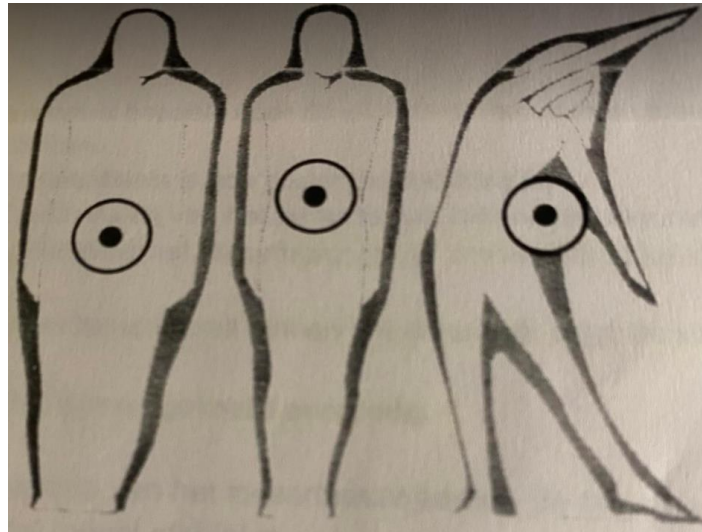
5) Wat is het makkelijkste: je been naar voor brengen terwijl je op je zij ligt of terwijl je rechtstaat? En waarom?

Onthoud dat het lichaamszwaartepunt ...

1. Een denkbeeldig punt is in het lichaam waar men in alle richtingen het lichaamsgewicht kan balanceren (Figuur 6).
2. De plaats is waar de zwaartekracht (F_z) op aangrijpt (Figuur 6).
3. Verschillend is bij man en vrouw (Figuur 4 en Figuur 5).
4. Afhankelijk is van de houding die men aanneemt en van plaats verandert wanneer men externe gewichten vastneemt .
5. Iedere persoon dus een ander lichaamszwaartepunt heeft afhankelijk van de lichaamsbouw (Figuur 7).



Figuur 6: schematische voorstelling F_z .



Figuur 7: Verplaatsing van het LZP ten gevolge van lichaamssamenstelling en verandering van beweging.

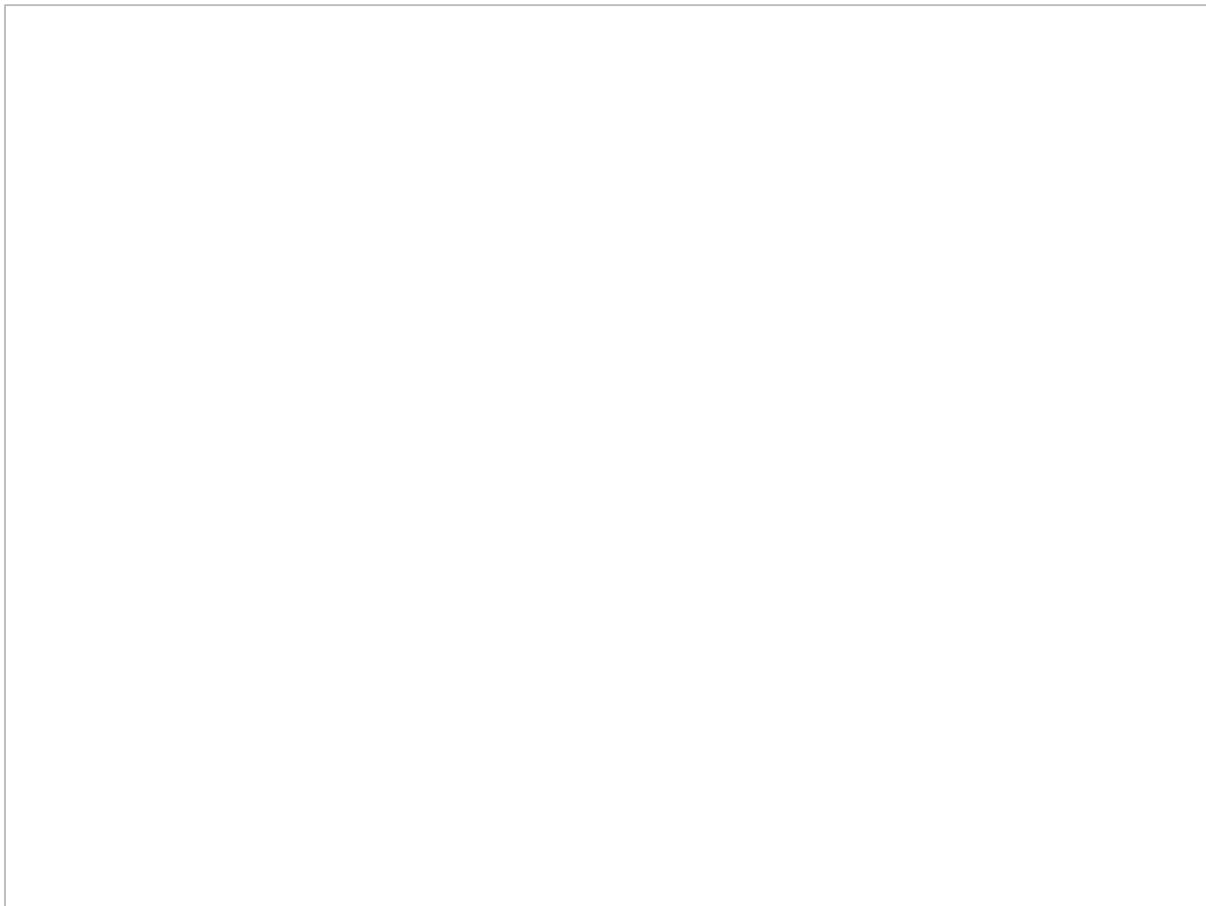
3.5 Stabiliteit

Opdracht 5

1. Bepaal nu voor jezelf de meest (houding A) en minst stabiele (houding B) houding waarin je jezelf kan positioneren.
2. Maak hieronder een schets van die houdingen en duidt daarop een aantal elementen aan die volgens jou van belang zijn voor de stabiliteit.
3. Duid zeker het steunoppervlak aan!

Houding A

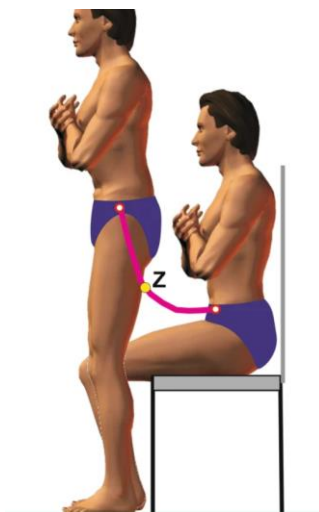
Houding B



Leg in de kader hieronder uit waarom de ene houding stabiel is en de andere zeer onstabiel is?

Schrap wat fout is bij de vetgedrukte woorden.

- 1) Stijgen van het lichaamswaartepunt, bijvoorbeeld bij teenstand, binnen het steunoppervlak zorgt voor **daling/stijging** in de stabiliteit.
- 2) Daling van het lichaamswaartepunt, bijvoorbeeld bij zitten, binnen het steunoppervlak zorgt voor **daling/stijging** in de stabiliteit.



Figuur 8: Stijgen en dalen van het lichaamswaartepunt.

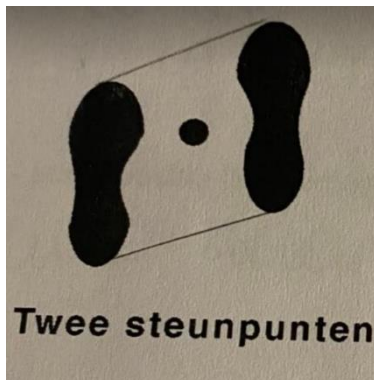
Opdracht 6

1. Ga recht opstaan met beide voeten op de grond.
2. Duid op je lichaam aan waar ongeveer jouw lichaamszwaartepunt ligt.
3. Visualiseer met behulp van een potlood de richting van de zwaartekracht (F_z).
4. Wiebel vervolgens van voor naar achter waarbij je steeds grotere bewegingen maakt.
5. Je groepsgenoten observeren ondertussen wat er gebeurt.

Wat gebeurt er als ons lichaamszwaartepunt buiten ons steunoppervlak valt?

Opdracht 7

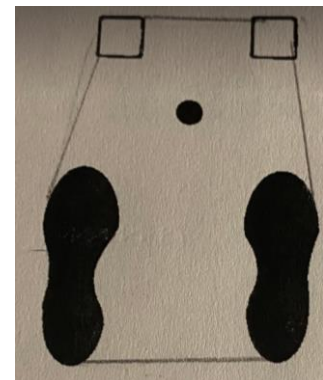
In onderstaande figuren zie je een American footballplayer in een 2-punts- (staan op beide voeten), 3-punts- (hurkzit met het steunen op 1 hand) en 4-puntspositie (hurkzit met het steunen op 2 handen) staan. Het zwarte puntje stelt de projectie van het lichaamszwaartepunt voor binnen het steunoppervlak en de vierkantjes stellen het steunen op één of beide handen op de grond voor.



Figuur 9: footballplayer in 2-puntspositie.



Figuur 10: footballplayer in 3-puntspositie.



Figuur 11: footballplayer in 4-puntspositie.

De vierkantjes stellen het steunen op één of beide handen op de grond voor en het zwarte puntje stelt de project van het lichaamszwaartepunt voor binnen het steunoppervlak.

1) Welke tekening levert het grootste steunoppervlak?

2) In welke tekening moet de projectie van het lichaamszwaartepunt de grootste afstand afleggen tot de rand van het steunoppervlak?

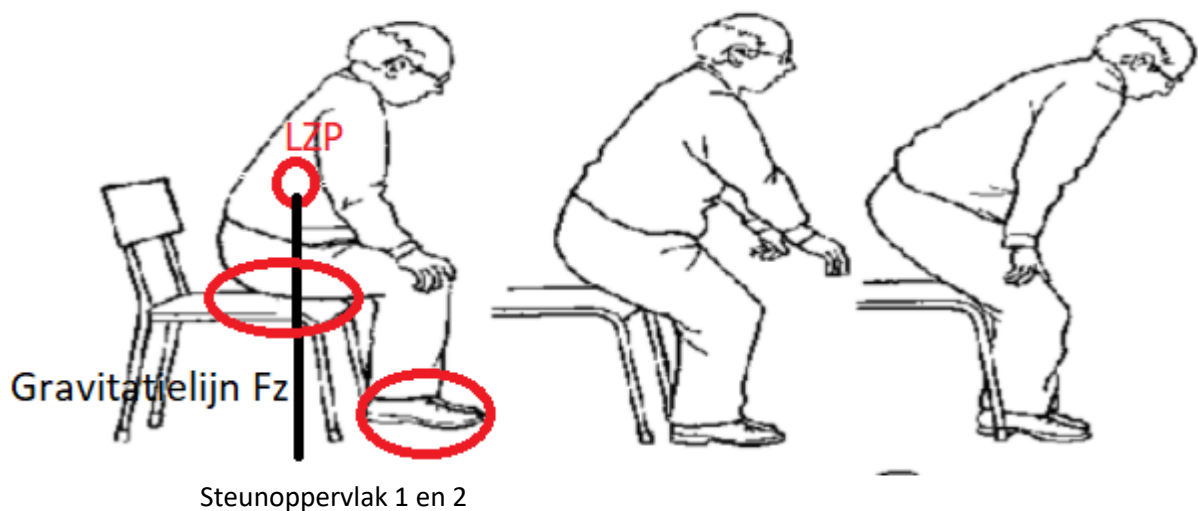
TIP: gebruik een meetlat om de afstand tussen de rand van het steunoppervlak en het zwarte bolletje te meten.

En wat concludeer je hieruit omtrent stabiliteit en mobiliteit?

Opdracht 8

Duidt op elke onderstaande figuren, 2 tot en met 7, het volgende aan:

- 1) Het lichaamszwaartepunt (LZP)
 - 2) De gravitatielijijn (Fz)
 - 3) Het steunoppervlak
- Zie figuur 1 als voorbeeld!



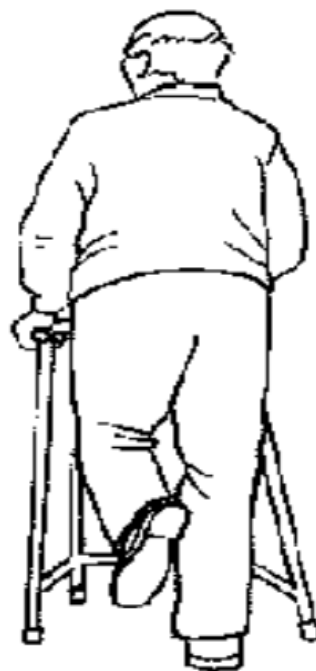
Figuur 1

Figuur 2

Figuur 3



Figuur 4



Figuur 5



Figuur 6



Figuur 7

Bespreek het lichaamzwaartepunt van de persoon in iedere figuur en vergelijk het steunoppervlak in de verschillende figuren .

Figuren	Lichaamszwaartepunt (LZP) (= verplaatsing t.o.v. de neutrale houding)	Steunoppervlak (= lokalisatie + aantal steunpunten)
Figuur 1	LZP ter hoogte van de navel	Steunoppervlak: stoel + voeten Aantal steunpunten: 3
Figuur 2	LZP verplaatst zich naar	Steunoppervlak: Aantal steunpunten:
Figuur 3	LZP verplaatst zich naar ...	Steunoppervlak: Aantal steunpunten:
Figuur 4	LZP verplaatst zich naar ...	Steunoppervlak: Aantal steunpunten:
Figuur 5	LZP verplaatst zich naar ...	Steunoppervlak: Aantal steunpunten:
Figuur 6	LZP verplaatst zich naar	Steunoppervlak: Aantal steunpunten:
Figuur 7	LZP verplaatst zich naar ...	Steunoppervlak: Aantal steunpunten:

Opdracht 9

Zoek voorbeelden van houdingen met het eigen lichaam voor een:

- 4-punts positie (4 steunpunten)

- 3-punts positie (3 steunpunten)

- 2-punts positie (2 steunpunten)

- 1-punts positie (1 steunpunt)

3.6 Druk

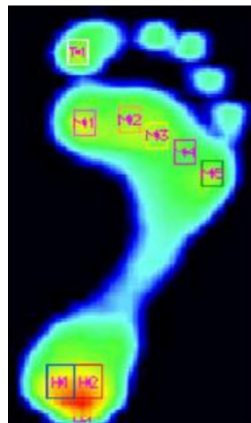


Druk is de drukkracht (F) per oppervlakte-eenheid (A). De SI-eenheid is Pascal of Newton/m². Druk kan door deze formule berekend worden:

$$p = \frac{F}{A}$$

p staat hier symbool voor druk ('pressure'). Het symbool F is de standaardafkorting voor kracht ('Force') en het symbool A staat voor de oppervlakte ('area').

De drukverdeling onder de voet wordt gedefinieerd als de verdeling van de verticale krachten onder de voetzool. In Figuur 12 wordt de drukverdeling weergegeven bij het staan op beide voeten. De kleur geeft de grootte van de druk weer. **Blauw en groen willen zeggen dat de voet een kleine druk ondervindt, geel duidt op een matige druk en oranje en rood duiden op een grote druk.**



Figuur 12: drukverdeling aan de onderkant van de voet bij een normale stand op beide voeten.

Op basis van Figuur 12 kunnen we stellen dat de grootste druk wordt uitgeoefend op de hiel, de koppen van de middenvoetsbeentjes en de grote teen bij een normale stand op beide voeten.

Stellingen

Schrap in onderstaande stellingen wat niet past!

- 1) Als het steunoppervlak vergroot en de kracht blijft constant dan gaat de druk **dalen/stijgen** onder de voeten.
- 2) Als het steunoppervlak verkleint en de kracht blijft constant dan gaat de druk **dalen/stijgen** onder de voeten.
- 3) Als het steunoppervlak gelijk blijft en de kracht stijgt dan gaat de druk **dalen/stijgen** onder de voeten.
- 4) Als het steunoppervlak gelijk blijft en de kracht daalt dan gaat de druk **dalen/stijgen** onder de voeten.

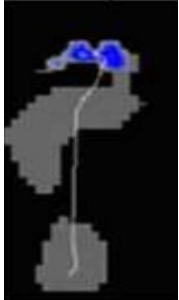
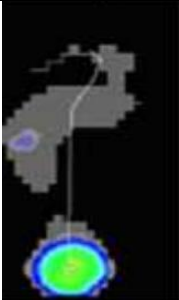
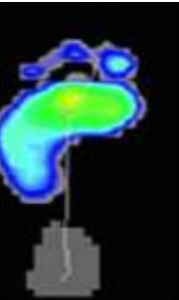

3.7 Stappatroon

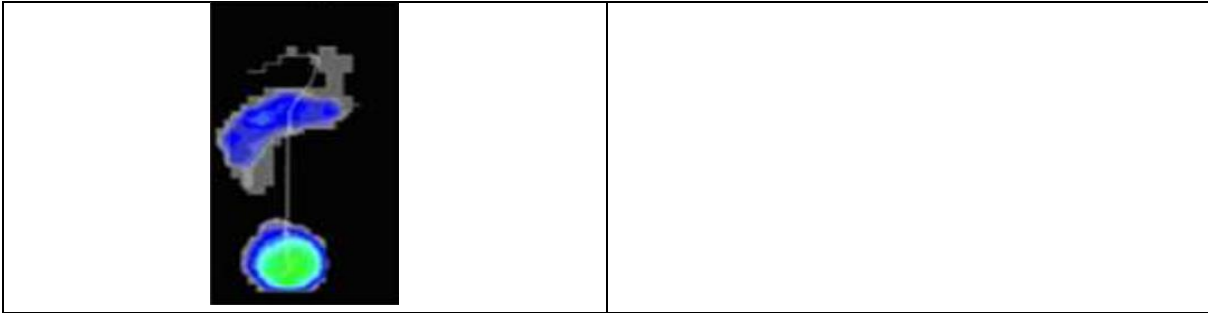
De verschillende fasen van het stappatroon zijn:

1. Hiel maakt eerste voetcontact met de grond
2. Eerste contact met de middenvoet
3. Voorvoet volledig in contact met de grond
4. Hiel komt los van de grond
5. Laatste voetcontact

Opdracht 10

Benoem onderstaande foto's met de juiste fase van het stappatroon.

Foto stappatroon	Naam van de fase van het stappatroon
	
	
	
	



3.8 Factoren die drukverdeling beïnvloeden



Er zijn verschillende factoren die de drukverdeling onder onze voet kunnen beïnvloeden. Noteer in de kader hieronder enkele voorbeelden van factoren die mogelijks een invloed kunnen hebben.

Plaats vervolgens de door jou gegeven factoren onder de juiste noemer (intern of externe factor).

Interne factor	Externe factor

Om deze factoren beter te kunnen bestuderen, gaan jullie nu **een sok met drukgevoelige sensoren** die aan de onderkant van de sok bevestigd worden, ontwerpen. Hierdoor kunnen jullie letterlijk de druk aan de onderkant van de voeten meten en kunnen jullie registreren onder hoeveel druk onze voeten staan in het dagdagelijkse leven, aan de hand van kwalitatieve data.

In dit onderzoek willen we graag onderzoeken onder hoeveel druk onze voeten staan **bij verschillende type van activiteiten** zoals **gewoon staan, zitten, op één been staan en tenenstand**. De vraag luidt dan ook als volgt: "Zorgen elk van deze bewegingen voor een andere drukverdeling onder onze voet?"

Gebruik van Velostat om druk te meten



Figuur 13: voorbeeld van een Velostat blad.

Bij het bouwen van jullie project gaan we gebruik maken van **Velostat**. Velostat is een drukgevoelig en geleidend blad (Figuur 13). Als de druk toeneemt, vermindert de **elektrische weerstand** van de Velostat. Elektrische weerstand is de elektrische eigenschap van materialen om de doorgang van elektrische stroom te belemmeren. De relatie tussen de spanning over, de stroom door en de weerstand van een object wordt gegeven door de wet van Ohm:

$$R = \frac{U}{I}$$

Waarbij U de elektrische spanning is over het object uitgedrukt in volt, I de elektrische stroom is door het object uitgedrukt in ampère en R de weerstand uitgedrukt in ohm. Dus een toename in druk zorgt voor een afgenomen weerstand (R) waardoor de elektrische stroom (I) toeneemt.

Gebruik van Arduino Uno om resultaten af te lezen



De elektrische stroom wordt vervolgens doorgegeven via geleidende materialen, aan een meettoestel ("Arduino Uno"). Daarom wordt de Velostat eerst omhuld met **koper tape** want koper geleid zeer goed. De koper tape geeft de elektrische stroom daarna door aan geleidende kabels die ook "**jumper wires**" worden genoemd. De volgende soort jumper wires zijn beschikbaar:

- 1) Male-to-male jumper wires (met een pin aan beide uiteinden, zie Figuur 14)
- 2) Female-to-female jumper wires (met een gaatje aan beide uiteinden, Figuur 15)
- 3) Male-to-female jumper wires waarbij één uiteinde een pin bevat en het andere uiteinde een gaatje (zie Figuur 16).



Figuur 14: male jumper wires (met een pin aan beide uiteinden).

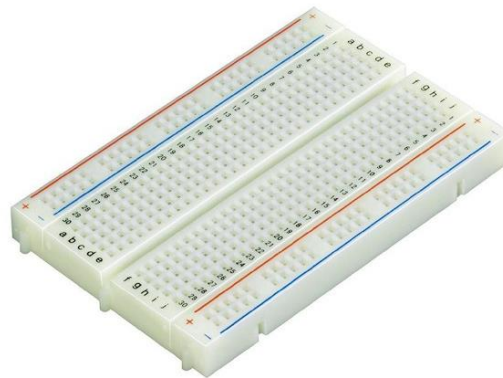


Figuur 15: female jumper wires (met een gaatje aan beide uiteinden).



Figuur 16: male-to-female jumper wires waarbij één uiteinde een pin bevat en het andere uiteinde een gaatje).

De jumper wires zijn verbonden met een **breadboard** (zie Figuur 17)), dat gebruikt wordt om elektrische schakelingen op te bouwen. Het bestaat uit rijen gaatjes waarin de verschillende elektronische componenten geprikt kunnen worden. In het bordje zitten per rij gaatjes metalen stripjes die die rijen gaatjes verbinden. Aan de zijkanten zijn vaak lange rijen voor de voeding (de voedingsrails) geplaatst. Haaks hierop staan korte rijen van 5 gaatjes die met elkaar verbonden zijn.



Figuur 17: voorbeeld van een breadboard.

De elektrische stroom wordt tenslotte gemeten door de Arduino Uno (zie **Error! Reference source not found.**) die verbonden is met dit breadboard.



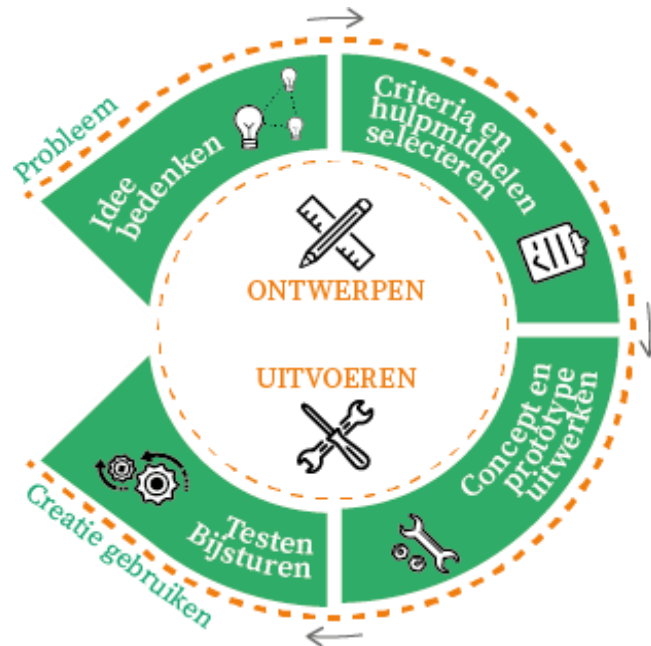
Figuur 18: voorbeeld van de Arduino Uno.

Een Arduino (Uno) is een klein bord met programmeerbare elektronica die sensoren zoals de Velostat kan uitlezen. De Arduino kan op zijn beurt weer met een computer verbonden worden via een USB-kabel zodat de uitgelezen data op een computerscherm wordt weergegeven zodat de gebruiker de data zelf kan aflezen.

Besluit

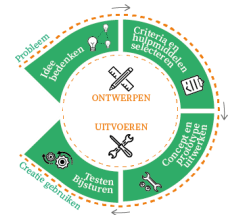
De Velostat is zeer handig voor het maken van flexibele sensoren. Wanneer de Velostat wordt samengedrukt tussen twee geleidende lagen, zoals kopertape, wordt het elektrisch signaal via de kopertape en de jumper wires doorgegeven aan de Arduino Uno via het breadboard. De Arduino leest het elektrisch signaal uit en vertaalt dit signaal naar een drukwaarden waarna jullie deze "drukdata" kunnen aflezen op jullie laptop/computer.

4 Ontwerpend leren



Ontwerp van de 'Sensor Socks'

ONTWERPEND
LEREN



4.1 Begin van het ontwerp

10% van de bevolking zou pijn hebben aan de voet en dat is toch wel belangrijk om te weten als je later pedicure of voetverzorging als beroep gaat uitvoeren. Mensen kunnen bijvoorbeeld klachten aan de tenen en nagels hebben, maar ook de middenvoet kan pijnlijk zijn. Voetklachten kunnen ontstaan door de volgende oorzaken¹:

- Door op naaldhakken te lopen, wordt het lichaamsgewicht verplaatst naar de bal van de voet die daardoor overbelast raakt. Bij te krappe schoenen worden de voetstructuren op elkaar gedrukt waardoor er vervelende knellingen kunnen ontstaan.
- Bij een trauma moet men bijvoorbeeld denken aan een gebroken botje in de voet.
- Bij een afwijkende stand van de voeten of tenen, kan men denken aan scheefstand van de grote teen, een platvoet of een holle voet.

¹ <https://www.podothepiehermanns.nl/voetklachten.html>

4.2 Probleem

Er zijn dus heel wat oorzaken die kunnen bijdragen aan voetklachten. Maar om het onderscheid hiertussen te kunnen maken, is het belangrijk dat we de druk aan de onderkant van de voeten kunnen meten. **Maar hoe kunnen we de druk en de drukverdeling aan de onderkant van de voet aantonen en meten?**

4.3 Ontwerpen: criteria en hulpmiddelen selecteren

1) Wat moet het ontwerp/hulpmiddel doen?

2) Hoe zorg je daarvoor?

Tip: je hebt een sok, drukpapier, geleidende kabels (jumper wires), een Arduino met breadboard en een computer ter beschikking.

3) Welke onderdelen gebruik je?

4.4 Concept en prototype uitwerken/maken

Alle informatie en materialen die je nodig hebt voor het bouwen van de Sensor socks, vind je op onderstaande site:

<https://sites.google.com/uhasse.lt.be/sensorsocks/homepage>



Materialen



Figuur 19: overzicht van de nodige materialen om de sensor sock te bouwen.

Verzamel de materialen getoond in de bovenstaande foto in de volgende hoeveelheden:

- | | |
|--|----|
| <input type="checkbox"/> Sok (A) | 1 |
| <input type="checkbox"/> Kartonpapier 3 x 6 cm (B) | 4 |
| <input type="checkbox"/> Koper tape 2,5 x 2,5 cm (C) | 16 |
| <input type="checkbox"/> Velostat 3 x 3 cm (drukgevoelig geleidend blad) (D) | 8 |
| <input type="checkbox"/> 100 ohm weerstanden (brown-black-brown) (E) | 4 |
| <input type="checkbox"/> Female-to-female jumper wires (F) | 8 |
| <input type="checkbox"/> Male-to-male jumper wires (G) | 14 |

<input type="checkbox"/> Plakband (H)	1
<input type="checkbox"/> Half breadboard (I)	1
<input type="checkbox"/> dubbele Velcro™ met plakband aan achterkant (J)	1
<input type="checkbox"/> Arduino Uno (Velleman) (K)	1
<input type="checkbox"/> USB-kabel type A naar type B (L)	1
<input type="checkbox"/> Striptang (M)	1
<input type="checkbox"/> Meetlat (N)	1
<input type="checkbox"/> Schaar (O)	1

Ontwerp de sensoren

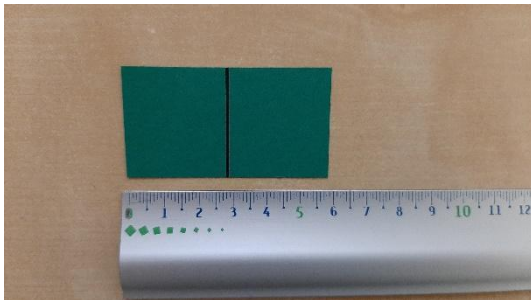


1 | Trek een sok aan over je rechervoet.



2 | Laat een medestudent de zachte kant van de Velcro™ aan de onderkant van de sok plakken.

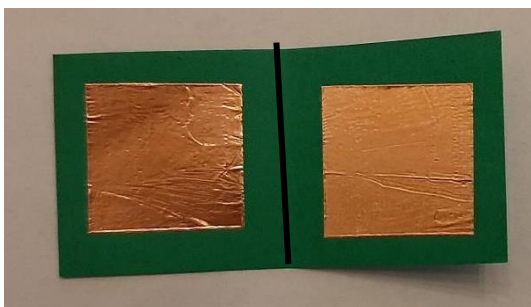
Je begint aan de hiel over de onderkant van de voet en je eindigt op de grote teen. Je mag nu de sok aan de kant leggen.



3 | Snij een stuk van 3 x 6 cm uit kartonpapier en teken een lijn op 3 cm. Vouw het kartonpapier dubbel op deze lijn.



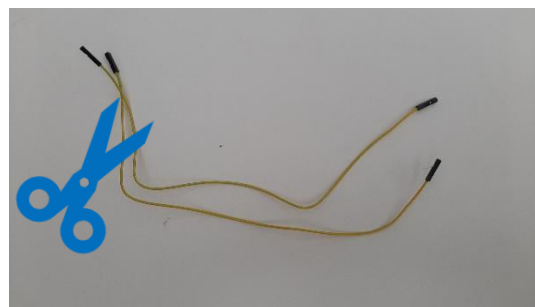
4 | Knip twee stukjes kopertape van 2,5 x 2,5 cm uit.



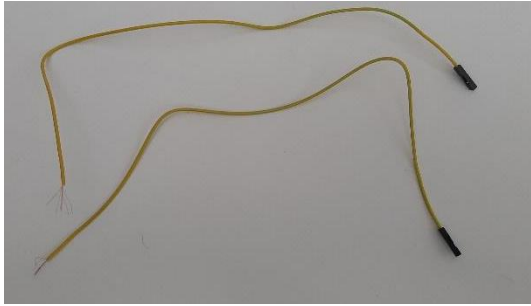
5 | Pel het papier aan de achterkant van de twee stukjes koper tape af. Plak elk stuk koperpapier aan een kant van de lijn.

Er zou ongeveer 0,5-1 cm scheiding tussen beide koper tape stukjes moeten zitten.

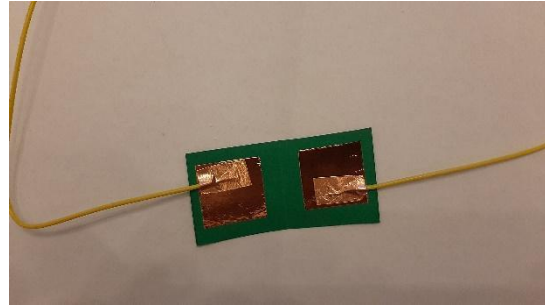
Belangrijk, de stukjes koper tape mogen elkaar niet raken.



6 | Neem 2 vrouw-vrouw jumper wires. Snij van elke draad een kant af met een schaar.



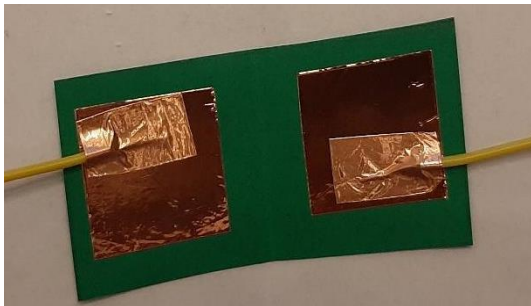
7 | Strip ongeveer 2 cm van de isolatie van de draad. Spreidt voorzichtig de draadjes uit elkaar.



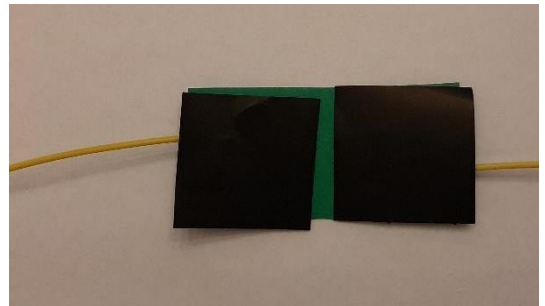
8 | Plak beide gestripte draden aan de buitenkant van de 'koper tape op kartonpapier' met behulp van een nieuw en klein stukje koper tape.

De linkerdraad plak je linksboven en de rechterdraad plak je rechtsonder, zoals weergegeven in stap 9.

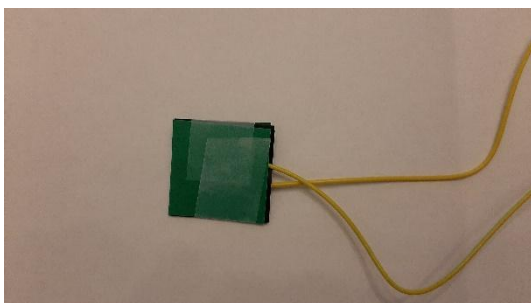
Druk de koper tape goed vast met je vinger, zodat de draad stevig vastgeplakt zit aan het kartonpapier.



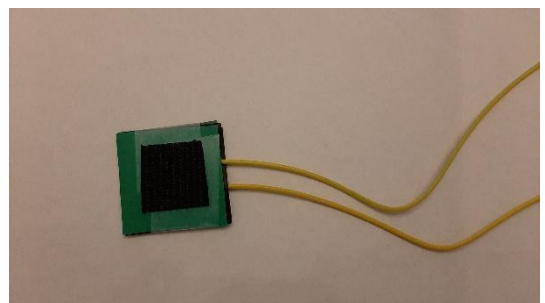
9 | Controleer dat de positie van jouw draden overeenkomen met deze foto.



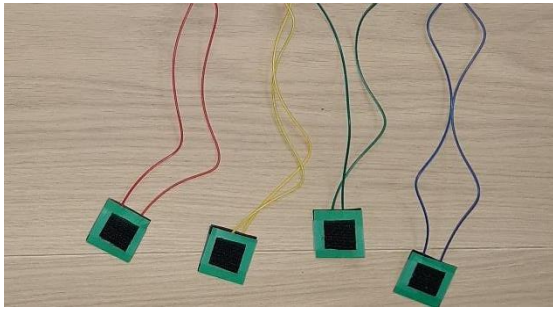
10 | Leg twee stukje Velostat papier (3x3 cm) over de koper tape met draad. Belangrijk, de Velostat moet de volledige koper tape bedekken.



11 | Vouw het kartonpapier met de Velostat dicht. Plak het geheel dicht met plakband. Dit is je druksensor.



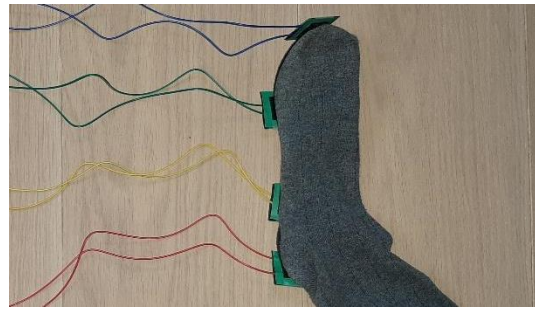
12 | Snij een stukje van de ruwe Velcro™ af van 2 x 2 cm. Pel het papier aan de achterkant van de Velcro™ af en plak het stuk Velcro™ aan één zijde van de druksensor.



13 | Herhaal stap 5-12 om in totaal vier druksensoren te maken.

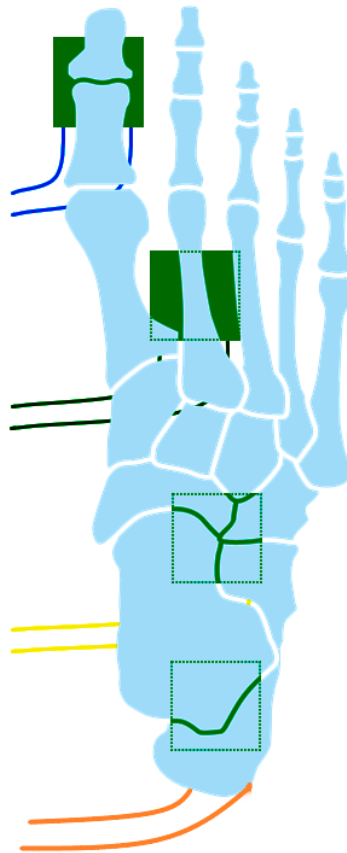
Het is gemakkelijker als je telkens een andere kleur van draad gebruikt voor elke nieuwe sensor. In bovenstaand voorbeeld werden de volgende kleuren gebruikt:

- Blauw voor sensor op de grote teen
- Groen voor sensor op de voorvoet
- Geel voor sensor op de middenvoet
- Oranje voor sensor op de hiel



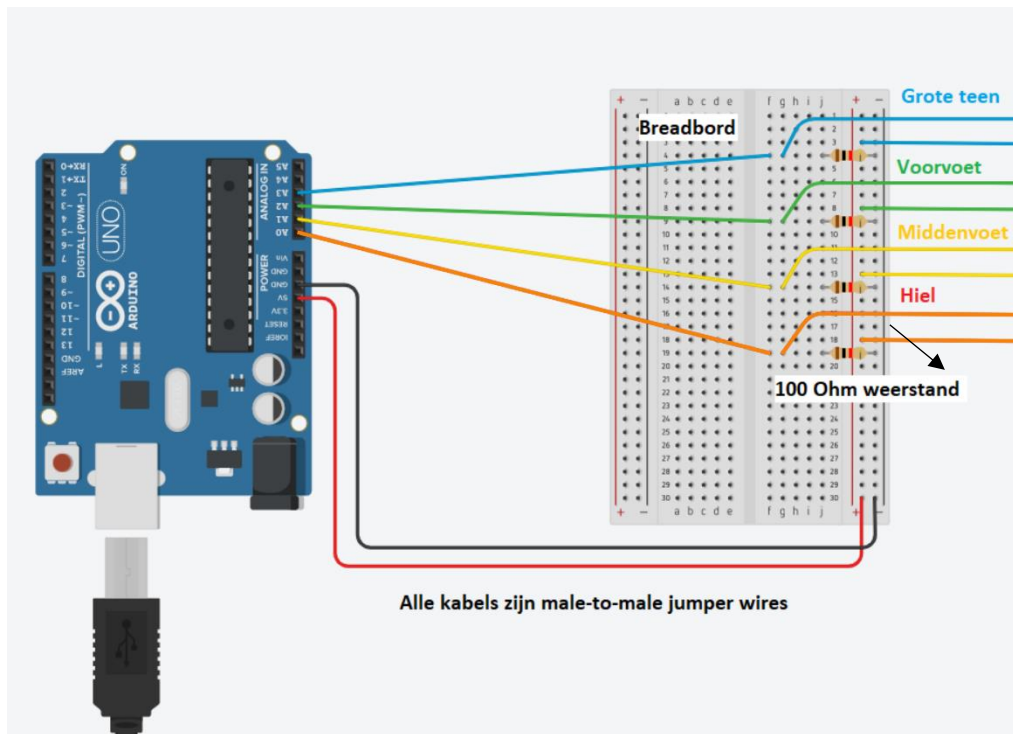
14 | Bevestig (zie ook Figuur 20):

- Een sensor op de grote teen
- Een sensor op de voorvoet
- Een sensor op de middenvoet
- Een sensor op de hiel



Figuur 20: overzicht van de posities waar de sensoren onder de voet bevestigd moeten worden.

De sensor sock aansluiten op de Arduino



1 | Verbind de **5V** pin op de Arduino met de **positieve kolom** op het breadboard met een male-to-male jumper wire.

→ rode draad in afbeelding

2 | Verbind de **GND**-pin op de Arduino naar de **negatieve kolom** op het breadboard met een male-to-male jumper wire.

→ zwarte draad in afbeelding

3 | Verbind **A0** pin met een **kolom F op lege rij** naar keuze op het breadboard met een male-to-male jumper wire.

→ Oranje draad van A0 naar rij 19 op breadboard in afbeelding

4 | steek een 100 ohm weerstand tussen **kolom H** in de gebruikte rij in stap 3 en de **negatieve kolom** op het breadboard.

→ 100 ohm weerstand van kolom H naar negatieve kolom

5 | Neem één druksensor en verbindt twee male-to-male jumper wires met de uiteinden van de twee female-to-female jumper wires die aan je druksensor hangen.



6 | Verbind je druksensor met het breadboard op de volgende manier: Eerste male-to-male jumper wire naar **kolom G** op dezelfde rij als stap 3.

→ Oranje draad in kolom G op rij 19

7 | Tweede male-to-male jumper wire naar dezelfde **positieve kolom** als in stap 1 op het breadboard, op dezelfde rij (of een rij hoger of lager als dat gemakkelijker is)

→ Oranje draad naar positieve kolom op rij 18

8 | Herhaal stap 3-7 nog drie keer om de drie overige sensoren met het breadboard en de Arduino te verbinden. Verbind hierbij:

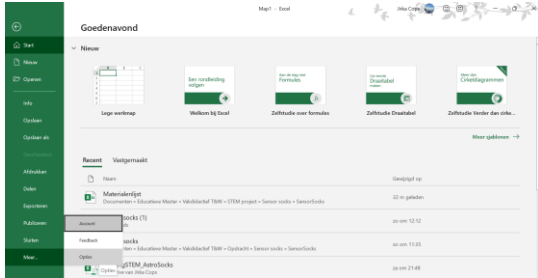
→ De tweede sensor met **A1**

→ De derde sensor met **A2**

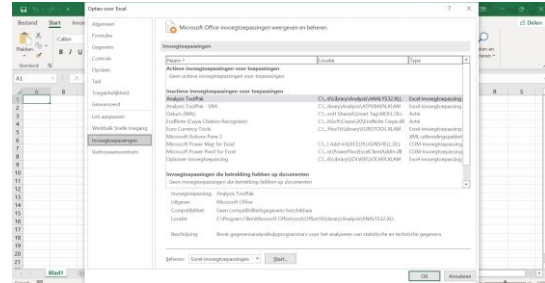
→ De vierde sensor met **A3**

Data van Arduino uitlezen met Excel Data Streamer

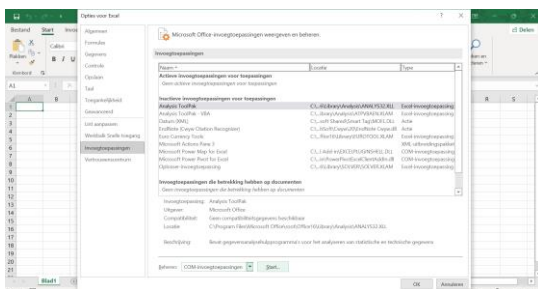
Ondertussen staat de Arduino code op de Arduino en kan de Arduino dus de data uitlezen. Maar jij kan de data nog steeds niet zien. Voer daarom onderstaande stappen uit zodat jij de data ook kan zien.



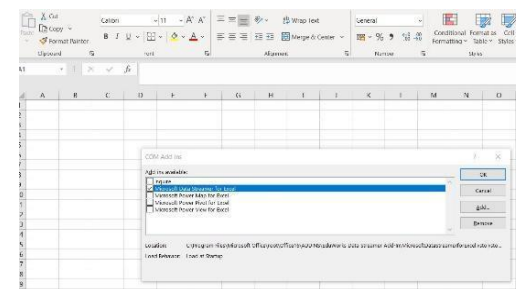
1 | Open Excel. Klik op **Bestand** en kies **Opties** beneden op de pagina.



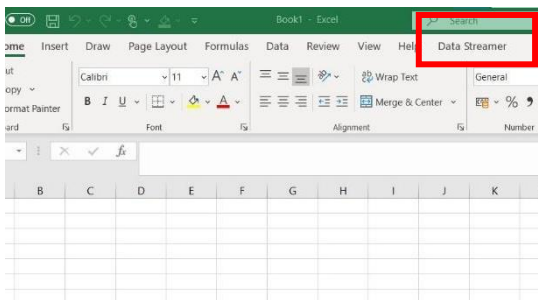
2 | Kies **Invoegtoepassingen** in het geopende dialoogvenster.



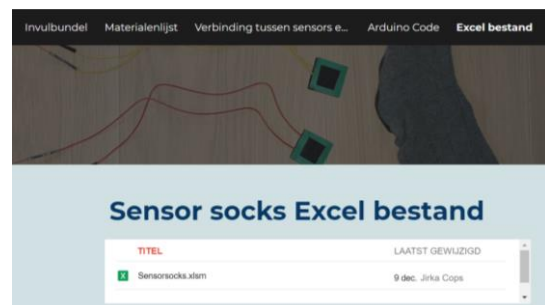
3 | Controleer of **COM-invoegtoepassingen** is geselecteerd in het vak **Beheren** en klik op **Start**.



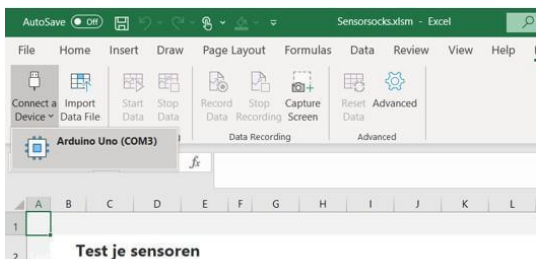
4 | Schakel het selectievakje voor **Microsoft Data Streamer** in en klik op **OK**. Indien 'Data Streamer' niet in de selectie staat, ga je het eerst moeten downloaden via onderstaande link. <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=56976>



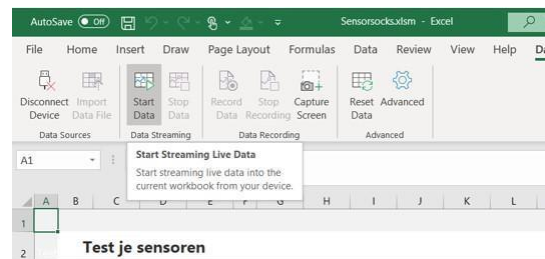
5 | De Data Streamer tab zou nu vanboven in het menu moeten zichtbaar zijn.



6 | Surf naar [Sensor Socks website](https://www.sensorsocks.nl), ga naar de pagina "Excel bestand" en download het Excel-bestand genaamd SensorSocks.xlsm.



7 | Klik op **Data Streamer** in het Excel lint. Klik op **"verbind een toestel"** en selecteer Arduino Uno.



8 | Klik op **"Start Data"** om je data te streamen naar het Excel-bestand SensorSocks.xlsm.

4.4 In gebruik nemen: test de Sensor sock

Nu je realisatie klaar is gaan we deze ook echt gebruiken. Gebruik je prototype zoals deze bedoeld is en test de sensoren in het tabblad “**test sensors**” in het “Sensorsocks” Excelbestand. Trek daarom de sok aan en plak de sensoren onder de voet volgens **Figuur 20**.

Zie ook het eerste demo filmpje op de [Sensor Socks website](#).

1) Werken de sensoren?

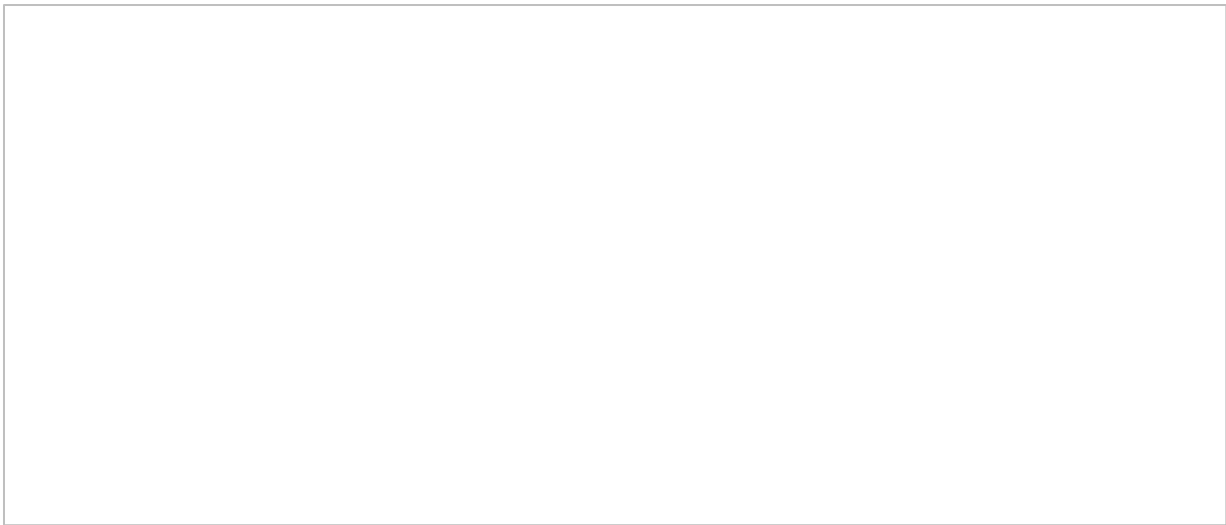
- Ja
- Neen

Indien nee, leg hieronder uit waarom (je denkt dat) de sensoren niet werken:

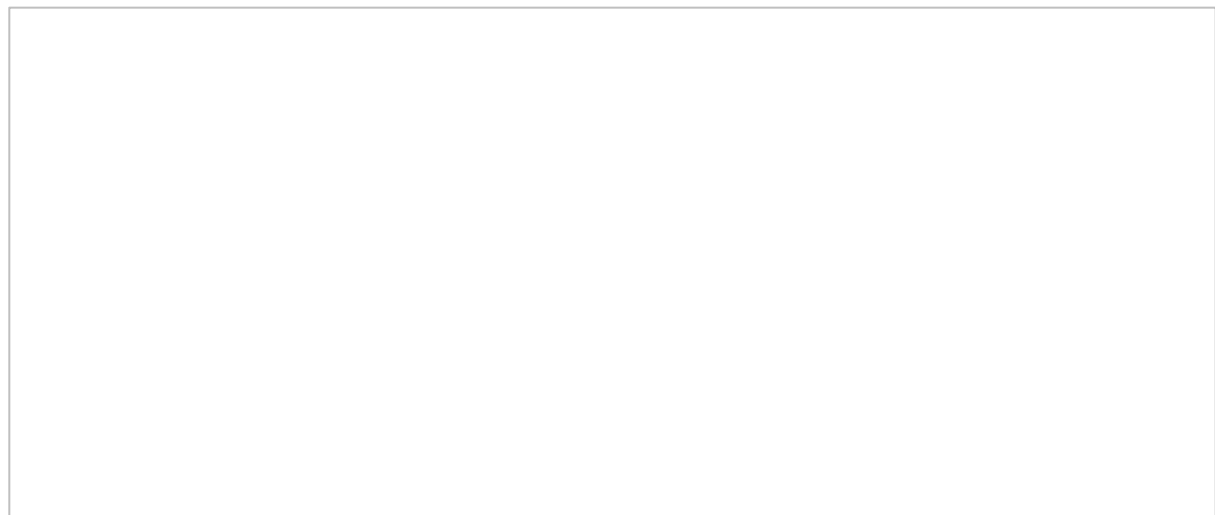
Herhaal bovenstaande stappen vermeld in “ontwerp de sensoren” (pagina 37 en volgende) en “De sensor sock aansluiten op de Arduino” (pagina 40 en volgende) om dit probleem op te lossen.

2) Hoe kan je een eventuele fout nog herstellen? Welke aanpassingen doe je nog?

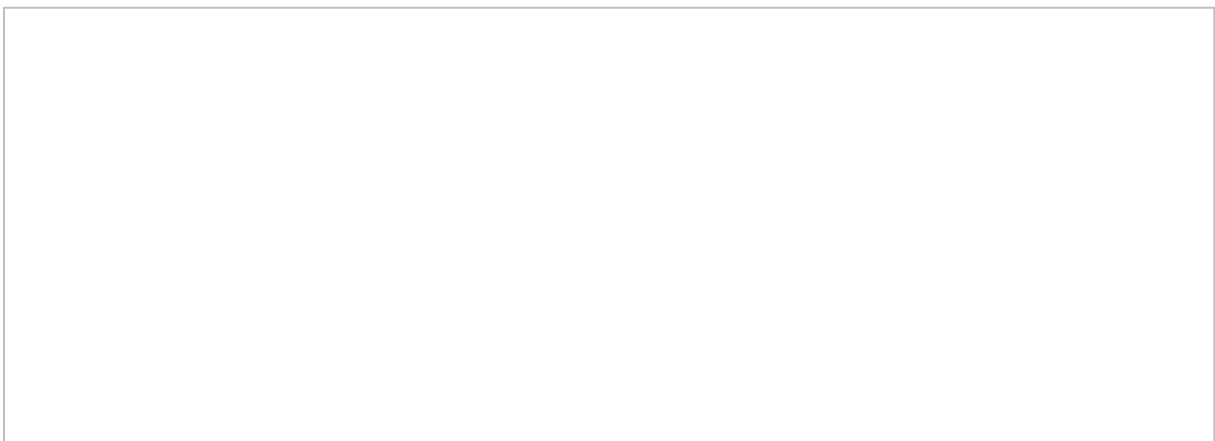
3) Hoe zie je dat de sensoren werken?



4) Wat zie je als je je voet met de sok en sensoren in de lucht houdt (met andere woorden, je oefent geen druk uit op de sensoren)?



5) Is die manier om de druk te meten nauwkeurig?



4.5 Evalueren en bijsturen



Som de voorwaarden (eisen) van je realisatie op en toets deze af aan de hand van deze “normale stand op twee voeten”.

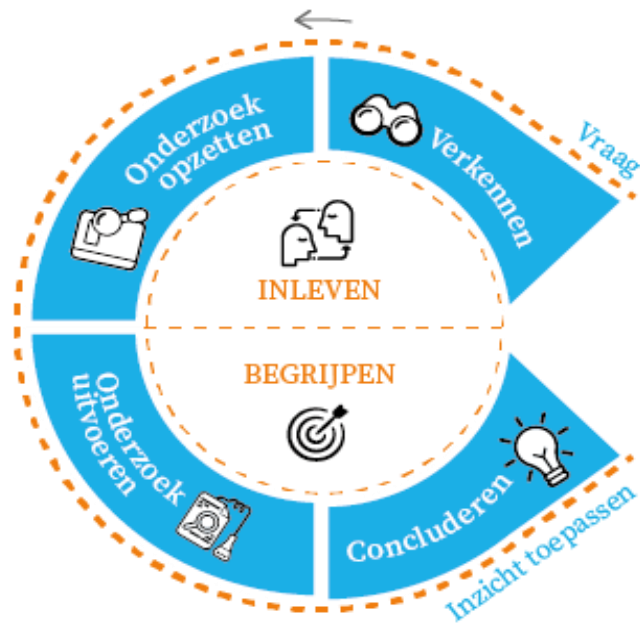
	Ok	Niet ok

1) Voldoet de realisatie aan alle voorwaarden?

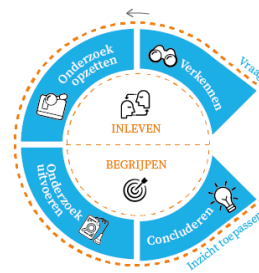
- Ja
- Neen

2) Indien niet alle voorwaarden voldaan zijn, wat ging er fout?

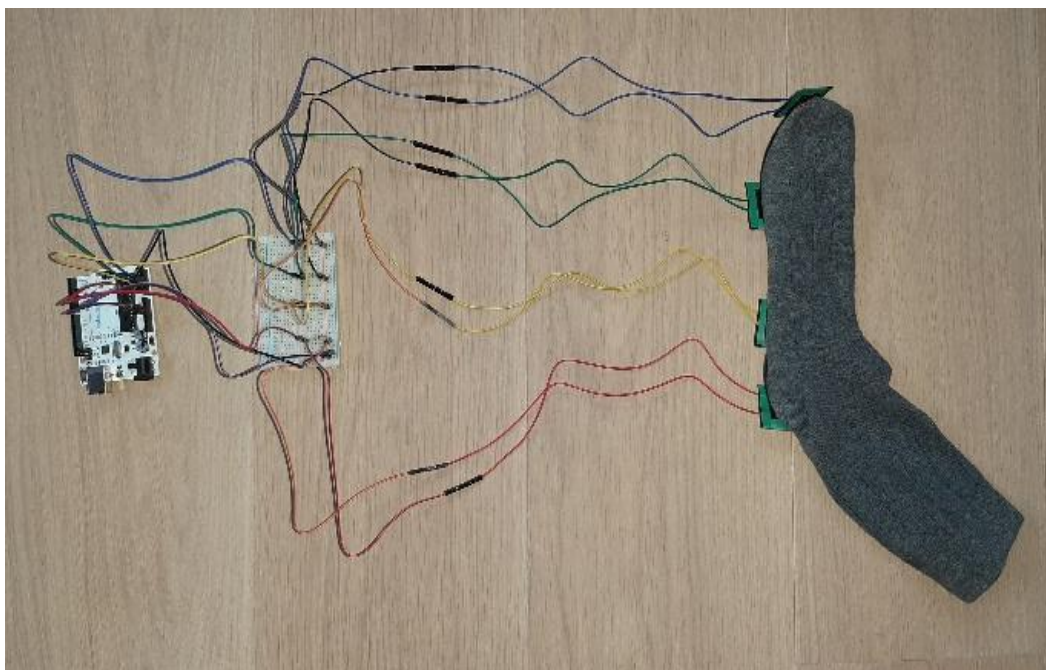
5 Onderzoekend leren



Gebruik van de Sensor sock



**ONDERZOEKEND
LEREN**



5.1 Startvraag

Kunnen we de Sensor sock gebruiken om drukveranderingen te meten als gevolg van wisselende **interne factoren**?

5.2 Verkennen

Criteria: voor het verdere verloop van dit STEMOOV-project, focussen jullie enkel op **interne factoren** want anders wordt het te uitgebreid.

Overleg in je groep welke types bewegingen je gaat doen met de sensor sock om drukveranderingen te meten **als gevolg van wisselende interne factoren**. Baseer je hiervoor op de tabel in sectie 3.8 (factoren die drukverdeling beïnvloeden op pagina 29). Vul je ideeën hieronder aan:

5.3 Onderzoek opzetten

Hypothese?

TIP: Om tot een goede hypothese te komen, denk je na over wat je al weet, en formuleer je een verwachting (hypothese) die voldoet aan een aantal criteria.

Formuleer je hypothese:

Benodigheden

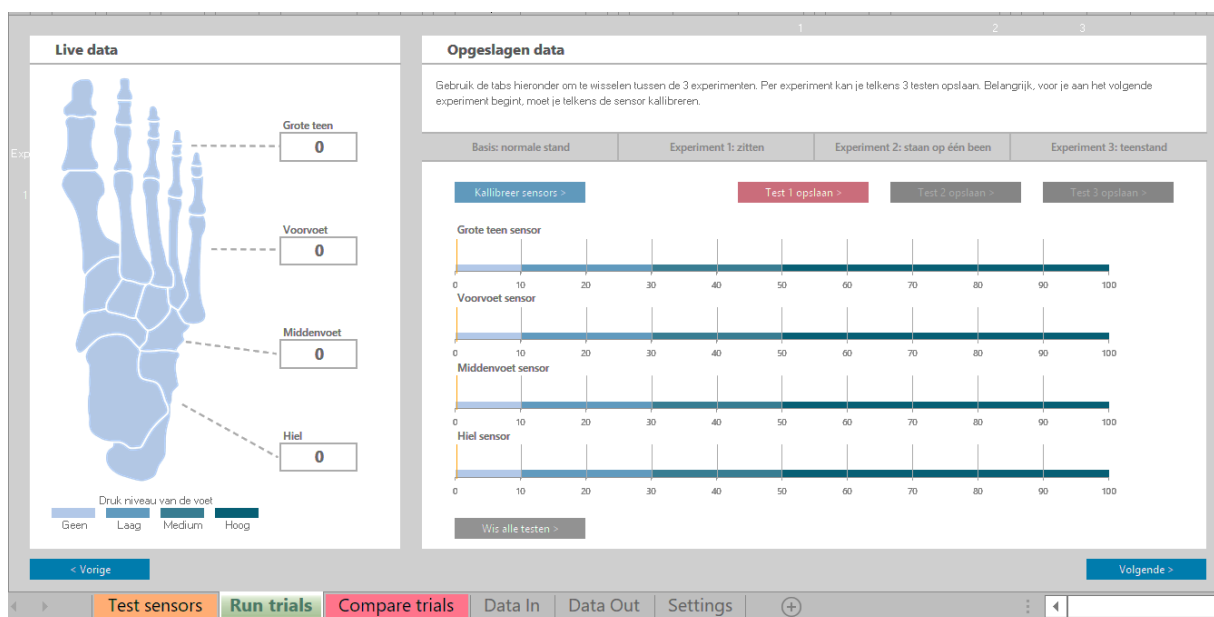
Welke materialen heb je nodig?

Werkwijze

Eerst zal de “stand op twee voeten” onderzocht worden om een zogenaamde basismeting te verkrijgen. Hierna worden 3 verschillende experimenten uitgevoerd om te onderzoeken of verschillende types van beweging leiden tot een verandering in de drukverdeling aan de onderkant van de voet ten opzichte van de stand op twee voeten. De volgende 3 experimenten worden uitgevoerd:

- 1) Zitten
- 2) Staan op één been
- 3) Teenstand

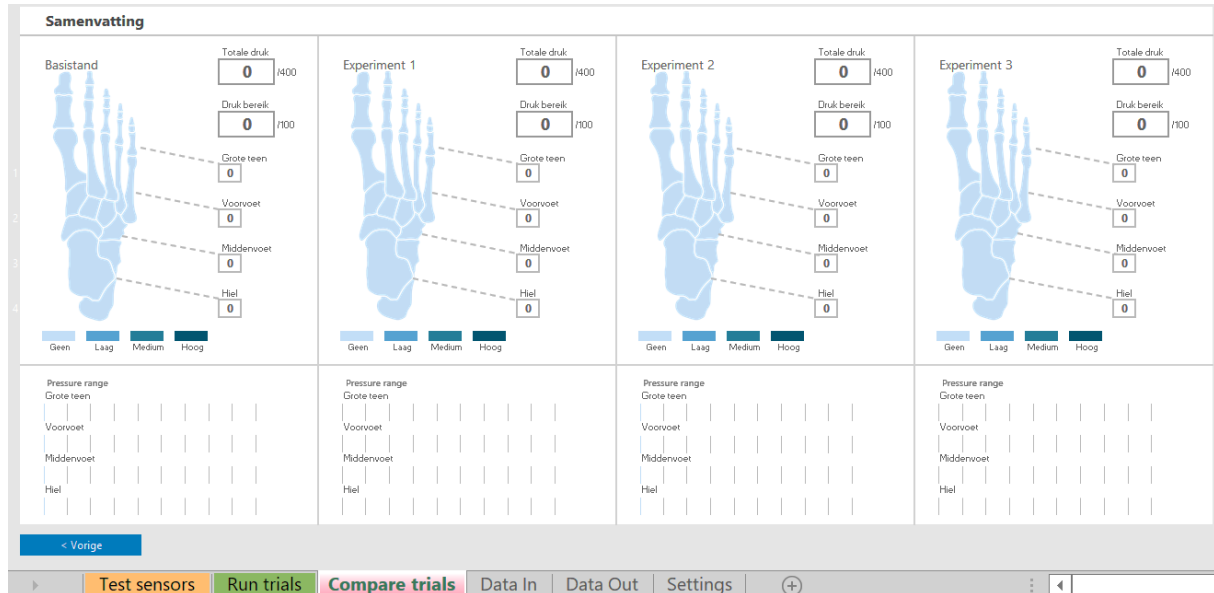
De “basismeting: normale stand” en de 3 experimenten worden uitgevoerd in het tabblad “Run trials” in het Excelbestand Sensorsocks.



Figuur 21: schermafbeelding van het tabblad “Run trials”. Je kan zowel de “basismeting: normale stand” als de 3 experimenten (zitten, staan op één been en teenstand) opslaan in dit tabblad. Per experiment, kan je 3 testen (test 1, 2 en 3) opslaan.

Na het uitvoeren van de “basismeting: normale stand” en de 3 experimenten, kunnen de 3 experimenten onderling en met de basismeting vergeleken worden in het tabblad “Compare trials”.

- Totale druk: is de som van de drukken gemeten door elke sensor.
- Druk bereik: is het verschil tussen de maximale in minimale druk gemeten door elke sensor.



Figuur 22: schermafbeelding van het tabblad Compare trials”. Nadat je de “basismeting: normale stand” als de 3 experimenten (zitten, staan op één been en teenstand) hebt opgeslagen in het tabblad “Run trials”, zul de experimenten onderling kunnen vergelijken in het tabblad “Compare trials”.

5.4 Onderzoek uitvoeren en waarnemingen noteren

Gebruik je prototype om de “stand op twee voeten” te onderzoeken. Trek hiervoor je **beide schoenen uit** zodat beide voeten op de grond staan en je een juiste meting kan uitvoeren.

Normale stand - rechtstaan op beide voeten

Belangrijk!

Vóór je aan een meting begint, moet je steeds de sensoren kalibreren door op de knop “kalibreer sensors” te klikken zodat de sensoren terug op 0 staan!

Instructies:

- 1) Trek de sok aan, plak de vier sensoren op de juiste plek (hiel, middenvoet, voorvoet en grote teen).
- 2) Ga naar het tabblad “Run trials”.
- 3) Klik op “basis: normale stand”.
- 4) Hou je voet met sok en sensoren in de lucht en klik op “kalibreer sensors” om de sensoren terug op 0 te zetten.
- 5) Ga met **je beide voeten** op de grond staan en wacht 5 seconden.
- 6) Sla deze test op door op “Test 1 opslaan” te klikken.
- 7) Herhaal stap 4 tot en 6 om Test 2 en Test 3 ook afzonderlijk op te slaan.

De instructies worden ook visueel weergegeven in het tweede demo filmpje op de [Sensor Socks website](#).

Wat neem je waar?

Gebruik je prototype om de 3 experimenten uit te voeren. Trek hiervoor je **beide schoenen uit** zodat beide voeten op de grond staan en je een juiste meting kan uitvoeren.

Experiment 1: zitten op een stoel

Belangrijk!

Vóór je aan een meting begint, moet je steeds de sensoren kalibreren door op de knop “kalibreer sensors” te klikken zodat de sensoren terug op 0 staan!

Instructies:

- 1) Trek de sok aan, plak de vier sensoren op de juiste plek (hiel, middenvoet, voorvoet en grote teen).
- 2) Ga naar het tabblad “Run trials”.
- 3) Klik op “Experiment 1: zitten”.
- 4) Hou je voet met sok en sensoren in de lucht en klik op “kalibreer sensors” om de sensoren terug op 0 te zetten.
- 5) Ga zitten op een stoel en zet **je beide voeten** plat op de grond en wacht 5 seconden.
- 6) Sla deze test op door op “Test 1 opslaan” te klikken.
- 7) Herhaal stap 4 tot en 6 om Test 2 en Test 3 ook afzonderlijk op te slaan.

De instructies worden ook visueel weergegeven in het derde demo filmpje op de [Sensor Socks website](#).

Wat neem je waar?

Experiment 2: op één been staan

Belangrijk!

Vóór je aan een meting begint, moet je steeds de sensoren kalibreren door op de knop “kalibreer sensors” te klikken zodat de sensoren terug op 0 staan!

Instructies:

- 1) Trek de sok aan, plak de vier sensoren op de juiste plek (hiel, middenvoet, voorvoet en grote teen).
- 2) Ga naar het tabblad “Run trials”.
- 3) Klik op “Experiment 2: staan op één been”.
- 4) Hou je voet met sok en sensoren in de lucht en klik op “kalibreer sensors” om de sensoren terug op 0 te zetten.
- 5) Ga rechtstaan **op één been/voet** (waar je de sok met sensoren hebt aangedaan) en wacht 5 seconden.
- 6) Sla deze test op door op “Test 1 opslaan” te klikken.
- 7) Herhaal stap 4 tot en 6 om Test 2 en Test 3 ook afzonderlijk op te slaan.

De instructies worden ook visueel weergegeven in het vierde demo filmpje op de [Sensor Socks website](#).

Wat neem je waar?

Experiment 3: teenstand met beide voeten

Belangrijk!

Vóór je aan een meting begint, moet je steeds de sensoren kalibreren door op de knop “kalibreer sensors” te klikken zodat de sensoren terug op 0 staan!

Instructies:

- 1) Trek de sok aan, plak de vier sensoren op de juiste plek (hiel, middenvoet, voorvoet en grote teen).
- 2) Ga naar het tabblad “Run trials”.
- 3) Klik op “Experiment 3: teenstand”.
- 4) Hou je voet met sok en sensoren in de lucht en klik op “kalibreer sensors” om de sensoren terug op 0 te zetten.
- 5) Ga rechtstaan in teenstand met beide voeten en wacht 5 seconden.
- 6) Sla deze test op door op “Test 1 opslaan” te klikken.
- 7) Herhaal stap 4 tot en 6 om Test 2 en Test 3 ook afzonderlijk op te slaan.

De instructies worden ook visueel weergegeven in het vijfde demo filmpje op de [Sensor Socks website](#).

Wat neem je waar?

5.5 Evaluatie van je resultaten

Na het uitvoeren van de “basismetring: normale stand” en de 3 experimenten, kunnen de 3 experimenten met de basismetring en onderling vergeleken worden in het tabblad “Compare trials”.

Dit wordt ook visueel weergegeven in het zesde demo filmpje op de [Sensor Socks website](#).

Wat neem je waar?

Wat is het antwoord op de startvraag: *“Kunnen we de sensor sock gebruiken om drukveranderingen te meten als gevolg van wisselende interne factoren?”*

Wat werkte? En wat niet?

Heb je eventueel nog andere ideeën die je zou kunnen testen?

5.6 Concluderen/besluit trekken



Was jouw hypothese juist?

- Ja
- Neen

Welk besluit kan je trekken uit deze experimenten? En hoe kan je dit verklaren?

6 Reflectie

Sta stil bij het experiment en vul onderstaande vragen in.

1) Wat ging er goed tijdens dit project?

2) Wat ging er minder goed?

3) Hoe verliep de samenwerking?

4) Wat heb ik geleerd van deze opdracht?

5) Hoe kan ik in een volgende opdracht het proces dat ik gevolgd heb, verbeteren?

7 Evaluatierubric

		Expert = perfect gewerkt	Deskundige = goed gewerkt	Onderzoeker = nog flink werken	Zoeker = niet bereikt
DA-finaliteit 2^e graad		3 punten	2 punten	1 punt	0 punten
<i>Digitale media en toepassingen gebruiken om te creëren, te participeren en te interageren.</i>					
4.2	De leerlingen gebruiken doelgericht en adequaat standaardfunctionaliteiten van digitale infrastructuur en toepassingen om digitaal <u>inhouden te creëren, te delen en te beheren.</u>				
	Ingevulde projectbundel uploaden				
	Ik				
	Leerkracht				
4.3	De leerlingen gebruiken doelgericht en adequaat standaardfunctionaliteiten van digitale infrastructuur en toepassingen om digitaal te <u>communiceren, samen te werken en te participeren</u> aan initiatieven.				
	Arduinocode uploaden, Datastreamer gebruiken				
	Ik				
	Leerkracht				
<i>Inzicht ontwikkelen in de verschijningsvormen van energie, de wisselwerking tussen materie onderling en met energie alsook de gevolgen ervan.</i>					
6.20	De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot mechanica om fenomenen en toepassingen ervan uit het dagelijkse leven te verklaren.				
6.20.30	De leerlingen verklaren toepassingen uit het dagdagelijkse leven aan de hand van het concept druk.				
	Ik				
	Leerkracht				
<i>Natuurwetenschappelijke, technologische en wiskundige concepten en methoden inzetten om problemen op te lossen en om objecten, systemen en hun interacties te onderzoeken en te begrijpen.</i>					
6.25	De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen om te observeren, te meten, te experimenteren en te onderzoeken in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.				
		Ik heb de resultaten volledig en foutloos weergegeven.	Ik heb de resultaten goed weergegeven, met nog kleine onvolledigheden of fouten.	Ik heb de resultaten onvolledig, foutief of slordig weergegeven.	Ik heb geen resultaten weergegeven.
	Ik				
	Leerkracht				

6.26	De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, chemische stoffen en technische en biologische systemen.				
	Ik				
	Leerkracht				
6.28	De leerlingen onderzoeken verbanden tussen grootheden op kwantitatieve wijze.				
	Ik				
	Leerkracht				
6.29	De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.				
	Ik				
	Leerkracht				
6.30	De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen aan de hand van aangereikte STEM-concepten.				
6.30.2	De leerlingen identificeren binnen een STEM-context, (causale) verbanden en terugkoppeling om te verklaren en te voorspellen (concept Oorzaak en gevolg).				
	Ik				
	Leerkracht				
6.30.5	De leerlingen bepalen binnen een STEM-context, de invloed van verstoringen op systemen (context Stabiliteit en verandering).				
	Ik				
	Leerkracht				
6.33	De leerlingen leggen aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en tussen STEM-disciplines met de maatschappij uit.				
	Ik				
	Leerkracht				

ATTITUDE (tijdens experiment)					
<i>Sociaal-relatieve competenties</i>					
5.6	De leerlingen dragen tijdens groepsactiviteiten actief bij aan de uitwerking van een gezamenlijk resultaat.				
		Ik werk efficiënt en respecteer de afspraken.	Ik werk minder efficiënt en respecteer de afspraken.	Ik werk minder efficiënt en respecteer niet altijd de afspraken.	Ik werk niet efficiënt en respecteer niet de afspraken. Je leerkracht moet je meermaals op je verkeerde gedrag wijzen.
	Ik				
	Leerkracht				

Totaal aantal behaalde punten: / 9



8 Groepsrollen

De Materiaalmeester	Verantwoordelijkheden:
 <p data-bbox="440 745 671 786">Naam leerling:</p>	Is verantwoordelijk voor het materiaal
	Mag als enige materiaal gaan vragen aan de STEM-leerkrachten
	Zorgt ervoor dat al het materiaal weer op zijn juiste plaats wordt teruggelegd en in perfecte staat
	Is verantwoordelijk voor de iPad, PC, van de STEM-groep

De Verslaggever	Verantwoordelijkheden:
 <p data-bbox="440 1400 671 1440">Naam leerling:</p>	Zorgt voor pen en papier en een kaft om alles in te verzamelen
	Noteert alles goed en houdt alles goed bij (alle ideeën, bladeren, schetsen, tekeningen, ...)
	Verzamelt alles bij de groepsleden (tekeningen, papieren, ...)
	Is altijd perfect op de hoogte en kan op elk moment opzoeken welke afspraken de groep had gemaakt.
	Maakt filmpjes en/of foto's

De Timemanager	Verantwoordelijkheden:
 <p data-bbox="440 1933 671 1973">Naam leerling:</p>	Maakt een planning op
	Houdt de tijd in het oog
	Zorgt dat er op tijd wordt gestopt om alles op te ruimen
	Noteert het stappenplan

Het Proefkonijn	Verantwoordelijkheden:
	Het testen

Naam leerling:	

