

Analyse- en Adviesdocument: Prototype voor het meten van gezondheidsparameters

Table of Contents

1. Projectbeschrijving.....	3
2. Analyse / Specificatie.....	5
2.1 Scope.....	5
2.2 Doelgroep / Gebruikers.....	6
2.3 Functieanalyse (MoSCow).....	6
2.4 Beperkingen en voorkeuren.....	7
2.5 Use case / scenario.....	8
2.6 Openstaande vragen / keuzes.....	8
3. Methoden.....	10
3.1 Welke sensoren zijn geschikt?.....	10
3.2 Welke microcontroller/software-setup geeft de geschikte realtime feedback?.....	11
3.3 Welke analysevormen zijn nuttig voor professionals?.....	11
3.4 Schematische weergave.....	12
4. Advies en Planning.....	14
Bijlage 1 – Conceptvragenlijst Expertinterviews.....	16
Blok 1 – Sensoren (opgesplitst naar experts).....	16
1. Expertinterview met powerliftcoach.....	16
2. Expertinterview met sensor- of hardware-expert.....	16
3. Literatuurstudie.....	17
Blok 2 – Microcontroller & Software.....	17
Blok 3 – Analyse & Gebruik.....	17
Afsluitende vragen.....	18

1. Projectbeschrijving

Projectnaam: Bewegingsanalyse Kniepijn

Voorwoord/Introductie:

Tegenwoordig worden onze hersenen, waarmee we kunnen nadenken, en onze beweegbare duimen, waarmee we objecten kunnen manipuleren, vaak gezien als het enige evolutionaire eigenschap die ons evolutionair een grote voorsprong hebben gegeven. Maar de mens bezit nog meer bijzondere evolutionaire eigenschappen.

In Llanwrtyd Wells, Wales, wordt jaarlijks de **Man vs. Horse Marathon** gehouden. Dit is een wedstrijd waarbij hardlopers het opnemen tegen ruiters te paard over een afstand van ongeveer 35 kilometer. De race werd voor het eerst georganiseerd in 1980, nadat in een pub een discussie ontstond over de vraag of een mens een paard zou kunnen verslaan over een lange afstand.

Over het algemeen winnen de paarden door hun snelheid, maar in 2004, 2007, 2022, 2023 en 2025 won de mens. Wat hadden die dagen met elkaar gemeen? Het waren hete tot zeer hete dagen.

De verklaring ligt in onze uitzonderlijke thermoregulatie. Mensen kunnen zweten over het hele lichaam, waardoor we zeer efficiënt warmte kunnen afvoeren. In combinatie met ons enorme uithoudingsvermogen maakt dat ons tot bijzonder goede duursporters. Als de afstand bijvoorbeeld zou worden vergroot naar 100 kilometer of meer, is het goed mogelijk dat de discussie niet langer gaat over *wanneer de mens won*, maar juist over de zeldzame momenten dat het paard met ruiter de overwinning behaalde.

Dit alles benadrukt het concept dat de mens evolutionair gevormd is volgens de zogenaamde '**persistence hunting**'-hypothese. *(Hier na verwijzen via bron?)* Wij zijn misschien niet de snelsten, maar we kunnen het ongelooflijk lang volhouden.

Probleem:

Mijn lichaam heeft, net als dat van vele anderen, regelmatig moeite met hardlopen. Het welbekende verhaal: *ik wil wel hardlopen, maar mijn knieën kunnen het niet aan*. Dit was ook mijn overtuiging, totdat ik begon met powerliften en regelmatig in contact kwam met een powerliftcoach. Hij stelden dat de oorzaak vaak niet in de knieën zelf ligt, maar in een gebrek aan mobiliteit en/of een gebrekkige aansturing vanuit de hersenen, waarschijnlijk ergens in de heupen en/of voeten.

Wanneer je lichaam een bepaalde beweging niet goed kan maken, gaat het compenseren. Kniepijn ontstaat vaak omdat de knieën proberen die beperkte bewegingsvrijheid te compenseren op een manier die niet lang vol te houden is.

De oplossing ligt in het achterhalen waar precies de oorzaak zit. Maar is er sprake van één probleem, of juist van meerdere? Zelf hierachter komen is ontzettend lastig. Je kunt hiervoor terecht bij fysiotherapeuten of, zoals in mijn geval, bij een powerliftcoach. In powerlifting ligt de nadruk sterk op efficiënt bewegen. Ook andere professionals werken vanuit datzelfde uitgangspunt. Wat ze echter allemaal gemeen hebben, is dat ze niet *in je lichaam kunnen kijken*.

Dit is precies het probleem dat ik wil aanpakken. Niet zozeer om professionals daadwerkelijk in het lichaam te laten kijken, maar wel om hen via IT meer en betere informatie te geven over hoe een cliënt beweegt.

Doel:

Het ontwikkelen van een prototype van een meetsysteem dat extra informatie geeft aan een professional over hoe een cliënt bij het powerliften beweegt. Dit systeem kan door de professional worden gebruikt als hulpmiddel bij zowel de analyse van het probleem als bij de validatie van de gekozen oplossing.

Hoofdvraag:

Welke digitaal meetsysteem kan worden ontwikkeld dat inzicht geeft in de beweging die gemaakt wordt bij het powerliften?

2. Analyse / Specificatie

2.1 Scope

Het prototype wordt ontwikkeld in meerdere fases (**runs**): **Opsomming vs Tabel?**

1. **Run 1 - Onderzoeksvragen**
2. **Run 2 - Hardware prototyping:** Sensortechnologieën onderzoeken, sensoren koppelen, output zichtbaar maken in realtime.
3. **Run 3 - Dataopslag:** Output lokaal opslaan zodat bewegingen later kunnen worden teruggekeken.
4. **Run 4 - Analyse:** Data-analyse toevoegen, bijvoorbeeld visualisatie van drukverdeling of bewegingspatronen.
5. **Run 5 - Verdere uitbreidingen:** Integratie met apps, webinterface of slimme software (smartware). Als we bij deze run aankomen wordt dit verder onderzocht wat we willen en kunnen met de tijd en budget dat nog resteerd en de feedback dat we in de tussen tijd hebben gekregen.

Run	Doel / Activiteit
Run 1	Onderzoeksvragen identificeren, requirements verzamelen
Run 2	Hardware prototyping: sensortechnologieën testen en realtime output zichtbaar maken
Run 3	Dataopslag: output lokaal opslaan voor latere analyse

Run 4	Analyse: basisanalyse, visualisatie van drukverdeling en bewegingspatronen
Run 5	Verdere uitbreidingen: apps/webinterface integratie, smartware-opties, gebaseerd op feedback en budget

2.2 Doelgroep / Gebruikers

- **Primair:** Professionals zoals fysiotherapeuten en coaches die inzicht willen in hoe een cliënt beweegt.
- **Secundair:** Cliënten zelf, indien het systeem later intuïtief genoeg wordt.
- Gebruiksgemak is belangrijk, maar prioriteit ligt op **functionerend prototype**.

2.3 Functieanalyse (MoSCow)

Functie / Feature	MoSCoW-prioriteit	Toelichting / Run
Vrije software	Must have	Open-source software
Realtime uitlezen van sensordata	Must have	Kernfunctionaliteit voor feedback (Run 2)
Draagbaarheid hardware	Must have	Belangrijk voor gebruik in sportschool (Run 1 & 2)

Visualisatie van data	Must have	Voor interpretatie door professional (Run 2 & 3)
Data lokaal opslaan	Must have	Nodig voor latere analyse (Run 3) Bijvoorbeeld drukverdeling, grafieken (Run 3)
Basisanalyse van data	Should have	
Detectie compensatiebewegingen	Should have	Ondersteunt advies (Run 3)
Geavanceerde analyses	Could have	Heatmaps, alerts (Run 4)
Intuïtieve interface voor cliënten	Could have	Mogelijk in toekomstige uitbreiding (Run 4)
Integratie met apps/webinterface	Could have	Optioneel, gepland voor Run 5
Cloudopslag sensordata	Won't have	Buiten scope
Realtime coaching AI	Won't have	Buiten scope
Volledige compatibiliteit alle sensortypes	Won't have	Focus op specifieke sensoren
Integratie met wearables	Won't have	Te veel uitbreiding

2.4 Beperkingen en voorkeuren

Het project kent diverse beperkingen en ontwerpvoorkeuren die van invloed zijn op de technische uitwerking en keuzes voor hardware, software en functionaliteit:

Beperkingen:

- **Beperkte tijd:** Dit is een eerste project; er is slechts beperkte tijd beschikbaar om het prototype te ontwikkelen. Hierdoor ligt de focus op kernfunctionaliteit en haalbare iteraties/runs.
- **Beperkte ervaring met sensortechnologieën:** Hoewel dit mijn eerste project van deze omvang is, beschik ik over beperkte ervaring met het

ontwikkelen van sensorgebaseerde systemen. Dit kan het leerproces en de snelheid van ontwikkeling beïnvloeden.

- **Beperkt projectbudget:** De beschikbare middelen zijn beperkt, waardoor keuzes voor hardware en software zorgvuldig moeten worden gemaakt.
- **Draagbaarheid:** Het prototype moet redelijk makkelijk mee te nemen zijn: handzaam (“sjauwable”), maar niet zo zwaar dat er speciale hulpmiddelen nodig zijn (“forkliftenable”). Dit stelt grenzen aan de omvang en het gewicht van de hardware en beïnvloedt de keuze van sensoren en schermen.
- **Prototypekarakter:** Het systeem wordt niet direct ontwikkeld als commercieel product, maar als proof-of-concept. Niet alle functies hoeven volledig uitontwikkeld te zijn.

Voorkeuren / voordelen:

- **Powerliftomgeving als voordeel:** Dankzij mijn ervaring met powerliften en frequente aanwezigheid in de powerliftomgeving is er relevante voorkennis over bewegingen, houding en compensaties. Deze omgeving biedt een veilige en toegankelijke plek om het systeem te testen en snel feedback te krijgen van coaches en andere professionals.
- **Voorkeur voor open-source software:** Waar mogelijk wordt gekozen voor open-source software, tenzij andere beperkingen dit onmogelijk maken, bijvoorbeeld vanwege compatibiliteit of functionaliteit.

2.5 Use case / scenario

1. De professional plaatst sensoren op, rond, onder of boven de cliënt.
2. De cliënt voert specifieke bewegingen uit, zoals squats, deadlifts of bench presses.
3. De sensordata wordt realtime weergegeven op een scherm of tablet, zodat de professional direct feedback kan krijgen.
4. De data kan lokaal worden opgeslagen voor nadere analyse of vergelijking in de toekomst.
5. De professional gebruikt de verzamelde informatie om advies te geven, de techniek aan te passen of compensatiebewegingen te corrigeren.

2.6 Openstaande vragen / keuzes

- Welke specifieke sensoren zijn geschikt? (Hoofdstuk 4, uitwerking methode)

- Welke microcontroller/software setup geeft de beste realtime feedback? (hoofdstuk 4, uitwerking methode)
- Welke analysevormen zijn nuttig voor professionals? (grafieken, heatmaps, alerts) (hoofdstuk 4, uitwerking methode)

3. Methoden

In dit hoofdstuk worden de onderzoeksmethoden beschreven die worden toegepast om de openstaande vragen uit hoofdstuk 2.6 te beantwoorden. Het doel is om systematisch te bepalen **welke sensoren, microcontroller/software-setup en analysevormen geschikt zijn** voor het prototype.

Voor dit project wordt gebruikgemaakt van methoden zoals beschreven op ictresearchmethods.nl. Het gaat hierbij om een combinatie van **Library methods** (secundair onderzoek, zoals literatuurstudie) en **Workshop research** (co-design), waarbij experts en eindgebruikers actief worden betrokken in het ontwerpproces. Praktische veldtesten met cliënten vallen in deze fase nog buiten scope.

3.1 Welke sensoren zijn geschikt?

Om te bepalen welke sensoren bruikbaar zijn voor het meten van bewegingen tijdens krachttraining, wordt een combinatie van expertinput en literatuurstudie ingezet.

Stappenplan:

1. Expertinterview met powerliftcoach

- Doel: inzicht krijgen in welke bewegingen en informatie voor hem/haar het meest waardevol zijn bij het analyseren van cliënten.
- Voorbeeldvragen:
 - Bij welke oefeningen mis je cruciale informatie over de beweging van cliënten?
 - Welke fouten of compensatiepatronen wil je sneller of duidelijker kunnen zien?
 - Wat zou je minimaal op een scherm willen terugzien tijdens of na een oefening?

2. Expertinterview met sensor- of hardware-expert

- Doel: bepalen welke van de informatiebehoeften uit het coach-interview technisch meetbaar zijn en binnen de scope van dit project passen.
- Voorbeeldvragen:
 - Welke sensortypen zijn geschikt om de genoemde bewegingen te meten?

- Zijn er beperkingen qua draagbaarheid, gewicht of robuustheid waar rekening mee gehouden moet worden?
- Welke sensoren zijn praktisch haalbaar binnen het beschikbare budget?

3. Literatuurstudie

- Doel: vergelijking maken tussen verschillende sensortypen (bijv. krachtsensoren, druksensoren, IMU's).
- Focuspunten:
 - Belastbaarheid (kunnen ze voldoende kracht registreren zonder schade?)
 - Type input (dynamisch, statisch, combinatie)
 - Gebruikservaringen uit eerdere projecten (handleidingen, wetenschappelijke artikelen, online bronnen).

3.2 Welke microcontroller/software-setup geeft de geschikte realtime feedback?

De keuze voor de microcontroller en software is afhankelijk van de sensoren die geselecteerd worden. Om tot een geschikte setup te komen:

- **Literatuurstudie**
 - Onderzoeken welke microcontrollers en frameworks vaak worden gebruikt in combinatie met de geselecteerde sensoren.
 - Criteria: snelheid van dataverwerking, compatibiliteit, draagbaarheid, community-ondersteuning (open-source).
- **Expertinterview met hardware-/software-experts**
 - De voorlopige keuzes uit de literatuurstudie worden voorgelegd aan experts om praktische feedback te krijgen.
 - Doel: toetsen of de combinatie sensoren-microcontroller/software technisch haalbaar is en of er alternatieven zijn die beter aansluiten.

3.3 Welke analysevormen zijn nuttig voor professionals?

Om te bepalen welke vormen van data-analyse en visualisatie effectief zijn voor professionals, wordt **co-design (workshop research)** toegepast. Hierbij worden eindgebruikers actief betrokken in het ontwerpproces.

Aanpak:

- **Literatuurstudie**
 - Onderzoeken van bestaande studies in de bewegingswetenschappen, fysiotherapie en krachttraining om een basis te leggen voor mogelijke analysetools.
- **Co-design workshop met powerliftcoach**
 - Samen met een coach wordt in een interactieve sessie verkend welke vormen van visualisatie (bijv. grafieken, heatmaps, alerts) het meest bruikbaar zijn.
 - Door het gezamenlijk schetsen of bespreken van mock-ups ontstaat direct inzicht in voorkeuren en gebruiksgemak.
- **Resultaat:**
 - Een selectie van 2-3 analysevormen die aansluiten op de praktijkbehoeften van professionals en die in het prototype verder kunnen worden uitgewerkt.

3.4 Schematische weergave

Openstaande vraag	Onderzoeksmethode(n)	Verwacht resultaat
Welke sensoren zijn geschikt?	<ul style="list-style-type: none"> - Expertinterview met powerliftcoach - Expertinterview met sensor-/hardware-expert - Literatuurstudie (vergelijking eigenschappen sensoren) 	Selectie van 1-2 sensortypen die technisch haalbaar en praktisch bruikbaar zijn voor het prototype.

Welke microcontroller/software-setup geeft de beste realtime feedback?	<ul style="list-style-type: none"> - Literatuurstudie (technische opties en compatibiliteit) - Expertinterview met hardware-/software-experts 	Keuze voor een microcontroller en softwareomgeving die realtime feedback kan geven en aansluit bij de geselecteerde sensoren.
--	---	---

Welke analysevormen zijn nuttig voor professionals?	<ul style="list-style-type: none"> - Literatuurstudie (bewegingswetenschappen, fysiotherapie, krachttraining) - CO-Design - Expertreview met powerliftcoach 	Lijst van 2-3 visualisatievormen (bijv. grafieken, heatmaps, alerts) die voor professionals het meest waardevol zijn.
---	--	---

4. Advies en Planning

Op basis van de analyses in hoofdstukken 2 en 3 kan het volgende voorlopig advies worden gegeven:

1. Sensortechnologie

- Begin met 1-2 types sensoren die informatie kan verzamelen dat de expert nieuwe inzichten geeft maar die ook toepasbaar zijn voor een onervaren ontwikkelaar.
- Focus op draagbaarheid en gebruiksgemak, zodat de professional het prototype eenvoudig kan toepassen in een sportschool- of trainingsomgeving.
- Sensoren moeten robuust genoeg zijn voor dynamische krachttrainingen, maar hoeven niet direct commercieel geschikt te zijn.

2. Microcontroller en software

- Gebruik een microcontroller/platform met goede ondersteuning voor real-time data-acquisitie en compatibiliteit met de gekozen sensoren (bijv. Arduino of ESP32).
- Houd de software open-source en modulair, zodat functies later eenvoudig uitgebreid kunnen worden.
- Voor visualisatie kan in eerste instantie een laptop of tablet worden gebruikt, zodat realtime feedback zichtbaar is voor de professional.

3. Analyse en visualisatie

- Pas co-design (workshop research) toe met een coach/fysiotherapeut om 2-3 analysevormen te selecteren die bruikbaar zijn in de praktijk.
- Mogelijke vormen: grafieken van bewegingshoek, heatmaps van drukverdeling, waarschuwingen bij compensatiebewegingen.
- Begin eenvoudig en bouw stap voor stap uit naar complexere analyses.

4. Prototypefocus

- Het primaire doel is een functionerend proof-of-concept.
- Alle keuzes worden gemaakt met het oog op **eerste bruikbare versie**, niet op een commercieel product.

- Feedback van experts en gebruikers zal richting geven aan toekomstige uitbreidingen.

Planning

Fase / Run	Activiteit	Tijdsbesteding
Run 1	Onderzoeksvragen definiëren en literatuurstudie	2 weken
Run 2	Hardware prototyping: sensoren selecteren, koppelen, realtime uitlezen	2 weken
Run 3	Data-opslag: lokaal opslaan van sensordata	1-2 weken
Run 4	Analyse & co-design workshop: selecteren van visualisatievormen	2 weken
Run 5	Verdere uitbreidingen: integratie apps, smartware, extra functies	3-4 weken (optioneel)
Totaal	Prototype ontwikkeling en eerste evaluatie minus optioneel	8-9 weken

Bijlage 1 - Conceptvragenlijst Expertinterviews

Deze vragenlijst dient als leidraad voor de expertinterviews in het kader van het project *Bewegingsanalyse Kniepijn*. Afhankelijk van de expertise van de geïnterviewde (coach, fysiotherapeut, hardware-/software-expert) kan een selectie uit onderstaande vragen worden gemaakt.

Blok 1 - Sensoren (opgesplitst naar experts)

1. Expertinterview met powerliftcoach

Doel: Inzicht krijgen in welke bewegingen en informatie voor de coach het meest waardevol zijn bij het analyseren van cliënten.

Voorbeeldvragen:

1. Bij welke oefeningen mis je cruciale informatie over de beweging van cliënten?
2. Welke fouten of compensatiepatronen wil je sneller of duidelijker kunnen zien?
3. Wat zou je minimaal op een scherm willen terugzien tijdens of na een oefening?
4. Zijn er specifieke bewegingen of posities waarvan je denkt dat ze vaak verkeerd worden uitgevoerd?
5. Welke meetwaarden zouden jou helpen bij het corrigeren van techniek tijdens trainingen?

2. Expertinterview met sensor- of hardware-expert

Doel: Bepalen welke van de informatiebehoeften uit het coach-interview technisch meetbaar zijn en binnen de scope van dit project passen.

Voorbeeldvragen:

1. Welke sensortypen zijn geschikt om de genoemde bewegingen te meten (bijv. krachtsensoren, druksensoren, IMU's (Inertial Measurement Unit))?
2. Zijn er beperkingen qua draagbaarheid, gewicht of robuustheid waar rekening mee gehouden moet worden?
3. Welke sensoren zijn praktisch haalbaar binnen een laag budget?
4. Zijn er sensoren die vaak falen in dynamische toepassingen zoals krachttraining?

5. Wat zijn de belangrijkste technische factoren om nauwkeurige realtime data te verkrijgen?

3. Literatuurstudie

Doel: Vergelijking maken tussen verschillende sensortypen en hun geschiktheid voor het prototype.

Focuspunten:

- Belastbaarheid: kunnen sensoren voldoende kracht registreren zonder schade?
- Type input: dynamisch, statisch, of een combinatie?
- Gebruikservaringen uit eerdere projecten: handleidingen, wetenschappelijke artikelen, online bronnen.

Blok 2 - Microcontroller & Software

5. Welke microcontrollers of ontwikkelplatformen (Arduino, ESP32, Raspberry Pi, etc.) zijn volgens u het meest geschikt voor realtime bewegingsfeedback?
6. Welke software-omgeving of programmeertaal (bijv. Python, C/C++, Matlab) sluit volgens u het beste aan bij sport- en bewegingsanalyse?
7. Welke valkuilen ziet u vaak bij de koppeling van sensoren met microcontrollers?
8. Wat zou u adviseren qua balans tussen “snel iets werkends hebben” en “duurzaam een schaalbaar systeem bouwen”?

Blok 3 - Analyse & Gebruik

9. Welke vormen van feedback (grafieken, waarschuwingen, geluid, kleurcodes, heatmaps) vindt u voor coaches en fysiotherapeuten het meest bruikbaar?
10. Hoeveel detail in feedback is wenselijk tijdens een training? (real-time vs. achteraf analyse)
11. Welke fouten of bewegingen wilt u het liefst dat het systeem direct signaleert?
12. Wat zou volgens u de grootste meerwaarde zijn van een dergelijk systeem ten opzichte van huidige methoden?

Afsluitende vragen

13. Als u zelf een prototype zou mogen ontwerpen: wat zou u er absoluut in stoppen, en wat zeker niet?
14. Kent u nog andere experts of praktijksituaties die nuttig zouden zijn om in dit onderzoek te betrekken?