

2014

# ZEPHYR BIOHARNESS IN DE PRAKTIJK: TOEPASSING BIJ VOETBAL, BRANDWEER EN REVALIDATIETRAINING

Rick Nijland<sup>1</sup>, Astrid de Vries<sup>1,2</sup>, Steven Doeven<sup>1</sup>, Johan de Jong<sup>1</sup>, Michel Brink<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Hanzehogeschool Groningen, Instituut voor Sportstudies, Groningen, Nederland

<sup>2</sup> Sportmedisch Centrum, Universitair Medisch Centrum Groningen, Groningen, Nederland

<sup>3</sup> Centrum voor Bewegingswetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, Nederland



## Samenvatting

Een te hoge fysieke belasting bij (top)sporters en brandweerpersoneel kan op de lange termijn leiden tot overbelasting. In het revalidatie proces kan het de terugkeer naar het veld vertragen. Daarom is het nauwkeurig monitoren van de fysieke belasting erg belangrijk. Het Zephyr BioHarness lijkt hiervoor een geschikt instrument omdat het in staat is om verschillende fysiologische variabelen tegelijkertijd te meten.

In dit rapport worden vier projecten besproken waarin de fysieke belasting gemeten is met het Zephyr BioHarness: (I) effect van veldgrootte op de belasting bij jonge talentvolle voetballers van FC Groningen, (II) overeenkomsten in belasting tussen oefeningen/sporten en uitrukken bij de professionele brandweer, (III) overeenkomsten tussen geplande belasting van fysiotherapeuten met daadwerkelijk belasting bij veldrevalidatie na een blessure (IV) validatie van Zensorium Tinké.

In project I zijn de hartslag, ademhalingsfrequentie, afstand en gemiddelde snelheid met het Zephyr BioHarness tijdens partijspelen op twee verschillende veldgroottes gemeten. Geconcludeerd kan worden dat er geen verschil zit in intensiteit tussen het spelen van kleine partij spellen op een klein veld en een groot veld, wanneer gekeken wordt naar hartslag, ademhalingsfrequentie en gemiddelde snelheid. Wel leggen spelers meer afstand af op het grote veld, terwijl hartslagwaarden gelijk blijven. Dit kan er op duiden dat beide veldgroottes een verschillend effect hebben voor de spieren terwijl het effect voor het cardiovasculair systeem gelijk is. Hier is echter meer onderzoek voor nodig om deze resultaten te bevestigen.

In project II is met behulp van Zephyr tijdens verschillende 24uurs diensten bij de brandweer de hartfrequentie gemeten. Met behulp van het ACSM classificatiesysteem is een inzicht verkregen in de fysieke belasting tijdens uitrukken, sporten en brandweerspecifieke oefeningen. Het blijkt dat de fysieke belasting tijdens het sporten en de oefeningen qua frequentie, duur en intensiteit een goede voorbereiding zijn op de uitrukken. Wel was er een betrekkelijk groot verschil zichtbaar tussen de brandweelieden in belasting en was het opvallend dat voornamelijk de onderste extremiteiten getraind worden met het sporten.

In project III werd tijdens revalidatietrainingen de hartslag, ademhalingsfrequentie, afstand en snelheid gemeten. Met behulp van de borg schaal werd de belasting voorafgaand aan de training ingeschat door de fysiotherapeuten. Het bleek dat de geplande belasting niet overeen kwam met de belasting gemeten met het Zephyr Bioharness. Meer onderzoek is nodig om te bepalen of de proefpersonen inderdaad een andere belasting ervaren dan de fysiotherapeut vooraf had bepaald of dat de gebruikte methode aangepast moet worden aan de doelgroep.

In project IV werd de hartslag, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie zoals gemeten met Zensorium Tinké gevalideerd met behulp van het Zephyr Bioharness en een Nonin saturatiemeter. Het bleek dat Zensorium Tinké geen valide meetinstrument is voor het meten van deze variabelen.

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	1
Inleiding .....	3
Achtergrond.....	3
Zephyr BioHarness.....	3
Huidig project .....	4
I: FC Groningen .....	5
Achtergrond.....	5
Methode .....	5
Resultaten .....	7
Discussie en conclusie .....	9
II: Brandweer .....	12
Achtergrond.....	12
Methode .....	12
Discussie en conclusie .....	21
III: Return-to-play .....	24
Achtergrond.....	24
Methode.....	25
Resultaten .....	27
Discussie en conclusie .....	27
IV: Tinké.....	29
Achtergrond.....	29
Methode.....	29
Resultaten .....	30
Discussie en conclusie .....	32
Algemene discussie .....	33
Dankwoord .....	35
Referenties .....	36
Outputlijst.....	38

## Inleiding

### Achtergrond

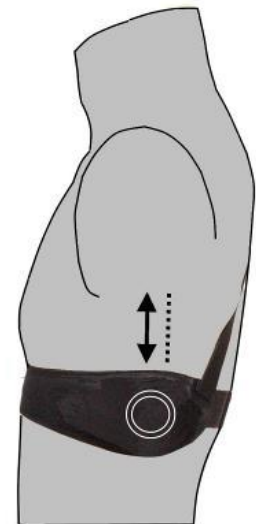
De fysieke belasting heeft een grote invloed op het presteren in extreme situaties bij (top)sporters en brandweerpersoneel, maar ook tijdens de revalidatie van een blessure. Een te hoge fysieke belasting met als gevolg een optredende vermoeidheid heeft een nadelige invloed op de besluitvorming in extreme situaties bij (top)sporters en brandweerpersoneel. Op de lange termijn kan een te hoge fysieke belasting leiden tot overbelasting. In de revalidatie na een sportblessure kan een te hoge fysieke belasting de terugkeer naar het veld vertragen.

De fysieke belasting wordt bepaald door de frequentie, duur en intensiteit van een oefening evenals de aard van de belasting. Deze belasting kan voor ieder individu verschillen afhankelijk van bijvoorbeeld leeftijd, geslacht en conditioneel uitgangsniveau. Dit heeft als gevolg dat wanneer oefeningen in teams of groepen worden uitgevoerd, de fysieke belasting varieert. Deze individuele fysieke belasting kan worden gemeten aan de hand verschillende fysiologische variabelen zoals hartslag en ademhalingsfrequentie. De fysieke belasting kan ook bepaald worden door variabelen zoals afgelegde afstand en behaalde loopsnelheid. Bij topsporters kan vermoeidheid in beslissende situaties zoals strafschoppen leiden tot winst of verlies op het sportveld. Bij brandweerlieden kan een te hoge fysieke belasting leiden tot vermoeidheid en dit heeft invloed op de besluitvaardigheid in levensbedreigende situaties zoals bij een brand of een ramp. Bij revaliderende sporters kan een te hoge fysieke belasting leiden tot een langer revalidatieproces en een vertraagde terugkeer naar de sport. Het nauwkeurig meten van de fysieke belasting is dus cruciaal om training te sturen, prestaties te kunnen verbeteren en overbelasting te voorkomen.

### Zephyr BioHarness

Het Zephyr BioHarness 3.0 (figuur 1) systeem (Zephyr Technology, Annapolis, Maryland, USA) is een eenvoudig en gemakkelijk te gebruiken instrument om de fysieke status van bijvoorbeeld sporters en brandweerlieden live te kunnen volgen. Het BioHarness systeem bestaat uit een borstband, data-module en laptop met zender voor live streaming van data. Met behulp van dit systeem kunnen tot 50 personen tegelijk gevolgd worden. De borstband bevat diverse sensoren voor onder andere het meten van hartslag, met behulp van ECG-sensoren en ademhaling met behulp van een druksensor. Aan elke borstband kan een data-module gekoppeld worden, waar alle data opgeslagen wordt. Hartslag en ademhaling worden gemeten met 1 Hertz. Onderzoek heeft aangetoond dat de Zephyr BioHarness een betrouwbaar en valide instrument is voor het meten van hartslag en ademhalingsfrequentie (Hailstone et al., 2013; Kim et al., 2012). Deze resultaten zijn tevens bevestigd in het project dat hieraan is voorafgegaan (de Vries et al, 2013).

Via een bluetooth verbinding kan een GPS-unit (Qstarz bt-q818xt) aan de data-module gekoppeld worden voor het registreren van afstand en snelheid. De GPS-unit meet de locatie met behulp van differentiaal GPS (dGPS), welke tot een factor 10 accurater meet dan non-differentiaal GPS (Schutz & Herren, 2000).



Figuur 1: Het Zephyr BioHarness gedragen door een persoon. De module wordt op de band geklikt en gepositioneerd onder de linker oksel.

Hoewel de GPS-unit in staat is om met een 10 Hertz frequentie te meten, wordt op de data-module de data opgeslagen met een frequentie van 1 Hertz. Bij non-lineaire looppatronen heeft een 1 Hertz meetfrequentie een matige validiteit en betrouwbaarheid bij GPS-systemen (Gray et al., 2010).

### **Huidig project**

Het huidige project gaat verder met de resultaten van de het vorige project: “Monitoren van acute stress en fysieke belasting bij brandweerpersoneel en (top)sporters” (de Vries et al, 2013). In dit project zijn onder andere drie validatiestudies gedaan naar het Zephyr BioHarness, waaruit bleek dat het Zephyr BioHarness valide is voor het meten van de hartfrequentie en ademhalingsfrequentie. Verder bleek dat het Zephyr BioHarness een goede bruikbaarheid heeft om belasting in de topsport te monitoren en dat ook bij 24-uursdiensten bij de brandweer de bruikbaarheid van de band redelijk goed is.

Het huidige project bestaat uit vier studies waarin de kennis van het vorige project vergroot wordt. In de eerste studie is het doel om kennis die is opgedaan in het voorgaande project in 2013 uit te breiden over de fysieke belasting bij kleine partijspelen. Hier wordt gekeken naar het effect op fysieke belasting bij aanpassing van de veldgrootte en of er verschillen bestaan tussen verschillende leeftijdscategorieën. Als laatste wordt er een terugkoppeling gegeven aan trainers of de werkelijke belasting overeenkomt met de beoogde belasting.

Het doel in de tweede studie is om de fysieke belasting tijdens uitrukken van de professionele brandweer uitgebreid in kaart te brengen. Er wordt gekeken of de brandweerspecifieke oefeningen en de sporttrainingen qua belasting overeen komen met de uitrukken en of er specifiek genoeg getraind wordt. De resultaten van de real life metingen en de specifiek brandweer oefeningen worden via een feedback sheet teruggekoppeld aan de brandweermannen.

De derde studie onderzoekt of de Zephyr BioHarness ook geschikt is in het revalidatieproces na een blessure, ook wel *return-to-play* genoemd. Ook hier richt het onderzoek zich op de vraag of de beoogde belasting door de fysiotherapeut overeenkomt met de daadwerkelijke belasting. Als laatste zullen de fysiotherapeuten en revaliderende sporters ontvangen feedback over de prestaties.

De laatste studie richt zich op de validatie van Tinké. Uit het vorige project bleek dat we met behulp van het Zephyr BioHarness stress gerelateerde reacties konden meten tijdens een gecontroleerde en stressvolle lab situatie. De ‘Tinké’ biedt de mogelijkheden veelvuldig metingen te verrichten en feedback te geven. Doel van deze deelstudie is om ervaring op te doen met de ‘Tinké’ en de bruikbaarheid daarvan.

Als laatste zal dit rapport afgesloten worden met een algemene discussie over het project met aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

# I: FC Groningen

## Achtergrond

Een veelgebruikte trainingsmethode in het voetbal zijn kleine partijspelen (*small-sided games (SSG)*), omdat deze de fysiologische intensiteit, technische vaardigheden en bewegingspatronen nabootsen van wedstrijden (Hill-Haas et al., 2011). Door verschillende factoren van SSG te manipuleren, is het voor coaches mogelijk om de intensiteit van de partijspelen aan te passen (Aguiar et al., 2012). Door middel van het aanpassen van factoren zoals het aantal spelers, veldgrootte, duur en aanmoediging door de coach kunnen verschillende fysiologische, tactische of technische uitkomsten van SSG bereikt worden (Aguiar et al., 2012; Hill-Haas et al., 2011). Hoewel al veel onderzoek is gedaan betreffende SSG, is meer onderzoek nodig die de invloed van factoren, zoals veldgrootte, onderzoekt op de intensiteit van SSG (Hill-Haas et al., 2011).

De meeste onderzoeken betreffende SSG zijn gedaan bij volwassen amateur of (semi-)professionele spelers (Da Silva et al., 2011). Meer onderzoek is nodig bij jonge talentvolle voetballers om de invloed van verschillende factoren van SSG op de intensiteit te onderzoeken. Zo is er maar 1 onderzoek bekend die het effect van veldgrootte op intensiteit bij jonge talentvolle voetballers heeft onderzocht (Kelly & Drust, 2009). De onderzoekers vonden geen verschil in hartslag bij de gebruikte afmetingen (30m x 20m, 40m x 30m en 50m x 40m). Een beperking van het onderzoek was dat er maar 8 jong volwassen (18 jaar) voetballers meededen in het onderzoek. Dit laat zien dat er nog meer onderzoek nodig is naar het effect van veldgrootte op intensiteit van jonge talentvolle voetballers.

Het doel van dit onderzoek is om bij jonge talentvolle voetballers (Onder-19, Onder-16 en Onder-12) het effect op de intensiteit te onderzoeken door het veranderen de veldgrootte. Secundair doel van het onderzoek is om te kijken of er een verschil is tussen de leeftijdsgroepen op de hiervoor genoemde veranderingen. Intensiteit werd bepaald aan de hand van de volgende variabelen: (I) hartslag, (II) ademhalingsfrequentie, (III) snelheid en (IV) gelopen afstand.

## Methode

### *Proefpersonen*

In dit onderzoek participeerden 31 talentvolle voetballers uit de jeugdopleiding van FC Groningen, welke uitkwamen voor één van de volgende teams: Onder-19, Onder-16 of Onder-12. Een overzicht van antropometrische gegevens van alle teams staan in tabel 1. Er is getracht zoveel mogelijk dezelfde spelers alle SSG te laten spelen, maar door blessures, ziekte of schoolverplichtingen bleek dit niet mogelijk. Bij de Onder-19 en Onder-16 hebben respectievelijk 4 en 5 veldspelers alle SSG gespeeld, bij Onder-12 hebben enkel dezelfde spelers gespeeld. Alle spelers hebben voorafgaand aan het seizoen een toestemmingsverklaring getekend, waarmee werd ingestemd met het verzamelen van gegevens voor onderzoeksdoeleinden.

### *Procedure*

Voorafgaand aan de SSG doen de spelers een gestandaardiseerde warming-up, bestaande uit diverse oefeningen met en zonder bal. De voetballers speelden in totaal 8 SSG (4 versus 4 plus keepers) met door FIFA goedgekeurde doelen. De SSG werden gespeeld in een periode van 2 weken (zie tabel 2 en

**Tabel 1: Antropometrische gegevens (gem. ± std.) van de teams (U19, U16 en U14) en het totaal.**

Team	N	Leeftijd (jaar)	Lengte (cm)	Gewicht (kg)	BMI <sup>1</sup>
Onder-19	12	18,3 ± 0,5	180,5 ± 5,3	71,6 ± 6,0	22,3 ± 1,6
Onder-16	11	16,0 ± 0,3	177,8 ± 4,4	65,7 ± 6,8	18,6 ± 8,4
Onder-12	8	12,0 ± 0,3	149,9 ± 6,6	40,7 ± 3,0	18,2 ± 1,6
Totaal	31	15,8 ± 2,6	171,1 ± 14,4	61,1 ± 14,1	19,8 ± 5,4

<sup>1</sup>Body Mass Index

3). De veldgroottes voor het kleine veld waren 40x30m (150m<sup>2</sup> per speler) en voor het grote veld 50m x 37,5m (234m<sup>2</sup> per speler). Bij deze afmetingen zijn de verhoudingen tussen lengte en breedte voor beide velden gelijk gebleven (4:3). De duur van een SSG is 4 minuten met een rust van 2 minuten tussen elke SSG. Bij een duur van 4 minuten hebben de voetballers de hoogste hartslagwaardes vergeleken met 2 en 6 minuten (Fanchini et al., 2011).

**Tabel 2: Design onderzoek Onder-19 en Onder-12**

	SSG1	SSG2	SSG3	SSG4
Week 1	Groot veld	Groot veld	Klein veld	Klein veld
Week 2	Klein veld	Klein veld	Groot veld	Groot veld

**Tabel 3: Design onderzoek Onder-16**

	SSG1	SSG2	SSG3	SSG4
Week 1	Klein veld	Klein veld	Groot veld	Groot veld
Week 2	Groot veld	Groot veld	Klein veld	Klein veld

Tijdens de kleine partijspelen worden coaches geïnstrueerd om spelers op de gebruikelijke manier te coachen zonder extra nadruk te leggen op tactische zaken. Tijdens de SSG werden gebruik gemaakt van diverse spelregels:

- Buitenspel
- Als de bal over de zijlijn gaat, wordt er door de tegenpartij ingetrapt.
- Als de bal over de achterlijn gaat, volgt er een hoekschop of keepersbal.
- Bij een doelpunt neemt de keeper van de scorende partij de bal uit.
- Spelers mochten de bal onbepaald raken; keeper mocht de bal 2 keer raken.

De coach bepaalde in alle gevallen wanneer er sprake was van een overtreding en wanneer er sprake was van buitenspel. Extra ballen lagen in het doel en testleiders stonden aan de zijlijnen om de bal weer snel in het spel te brengen.

#### *Dataverzameling*

Alle spelers, inclusief keepers, droegen een Zephyr BioHarness met daaraan een GPS-unit gekoppeld. Keepers werden niet meegenomen in de statistische analyse, omdat hun fysieke activiteit verschilt van veldspelers. Tevens was het voor de keepers niet prettig om een GPS-unit te dragen, omdat ze door het vele duiken met regelmaat op de GPS-unit terecht zouden komen. Tijdens de SSG werden hartslagfrequentie, ademhalingsfrequentie, afstand en snelheid verzameld.

## Data Analyse

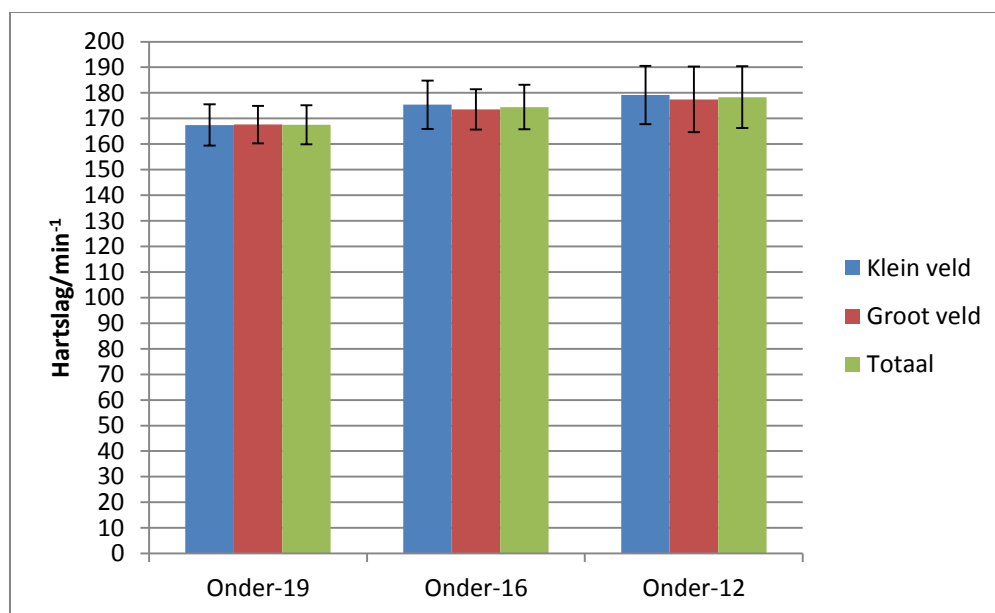
Data is verzameld en uitgelezen met behulp van het Zephyr BioHarness Systeem. Vervolgens zijn de variabelen hartslag, ademhalingsfrequentie, snelheid en afstand geëxporteerd naar Excel (Microsoft Corporation®) voor verdere bewerking. Na de eerste analyses bleek dat 1 speler van Onder-19 bij SSG 3 en 4 van week 2 alleen nog hartslagwaarden boven de 230 registreerde, deze speler is daarom voor die week uit de analyses gehaald. Vervolgens is voor elke speler individueel de gemiddelde hartslag, gemiddelde ademhalingsfrequentie, gemiddelde snelheid en gelopen afstand per SSG bepaald.

Per bovengenoemde variabele is een 2-level lineair mixed model gebruikt voor het analyseren van de data in SPSS versie 20.0. Level 1 bestond uit de SSG en level 2 bestond uit de spelers. De vaste effecten bestonden voor elke variabele uit team (A1, B2 en D2), veldgrootte (klein en groot) en de interactie tussen team en veldgrootte. Het random effect bestond uit de spelers. In het model is gebruik gemaakt van random gemiddelden en vaste hellingen. Voor post-hoc testen is gebruik gemaakt van Bonferoni-correctie op basis van de 'estimated marginal means' met significantie niveau van  $p < .05$ .

## Resultaten

### Hartslag

In figuur 1 is de gemiddelde hartslag voor het kleine en grote veld per team weergegeven. Er is geen hoofdeffect gevonden voor veldgrootte  $F(1, 157.26)=2.16, p=.143$  en team  $F(2, 30.06)=2.95, p=.068$  als voorspeller. Ook is er geen interactie-effect gevonden tussen veldgrootte en team  $F(2, 157.26)=.71, p=.492$ .

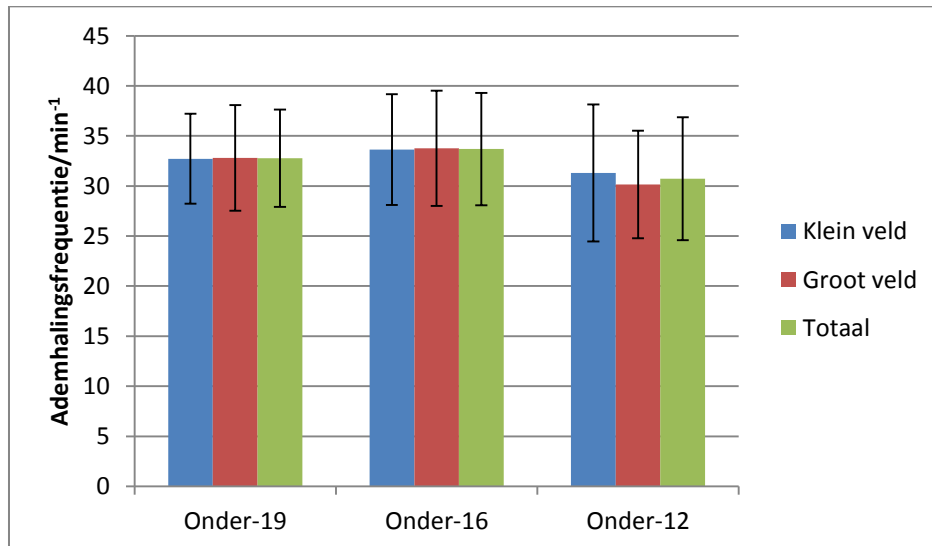


Figuur 1: Gemiddelde ( $\pm$  standaard deviatie) hartslag per minuut voor het kleine veld, grote veld en totaal voor Onder-19 (N=11), Onder-16(N=11) en Onder-12(N=8).



### Ademhalingsfrequentie

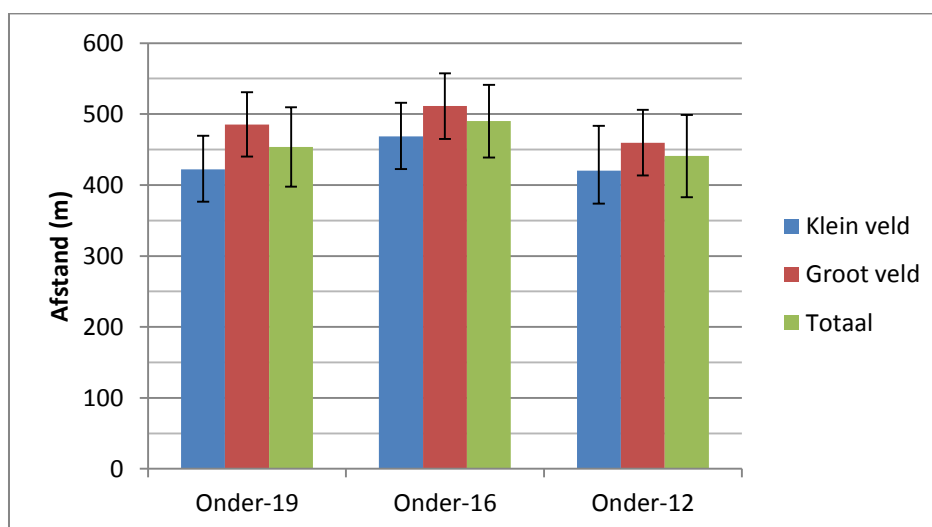
In figuur 2 is de gemiddelde ademhalingsfrequentie voor het kleine en grote veld per team weergegeven. Er is geen hoofdeffect gevonden voor veldgrootte  $F(1, 158.20)=.228$ ,  $p=.633$  en team  $F(2, 29,26)=2.57$ ,  $p=.093$  als voorspeller. Ook is er geen interactie-effect gevonden tussen veldgrootte en team  $F(2, 158.20)=.402$ ,  $p=.670$ .



**Figuur 2: Gemiddelde ( $\pm$  standaard deviatie) ademhalingsfrequentie per minuut voor het kleine veld, grote veld en totaal voor Onder-19 (N=11), Onder-16 (N=11) en Onder-12 (N=8).**

### Afstand

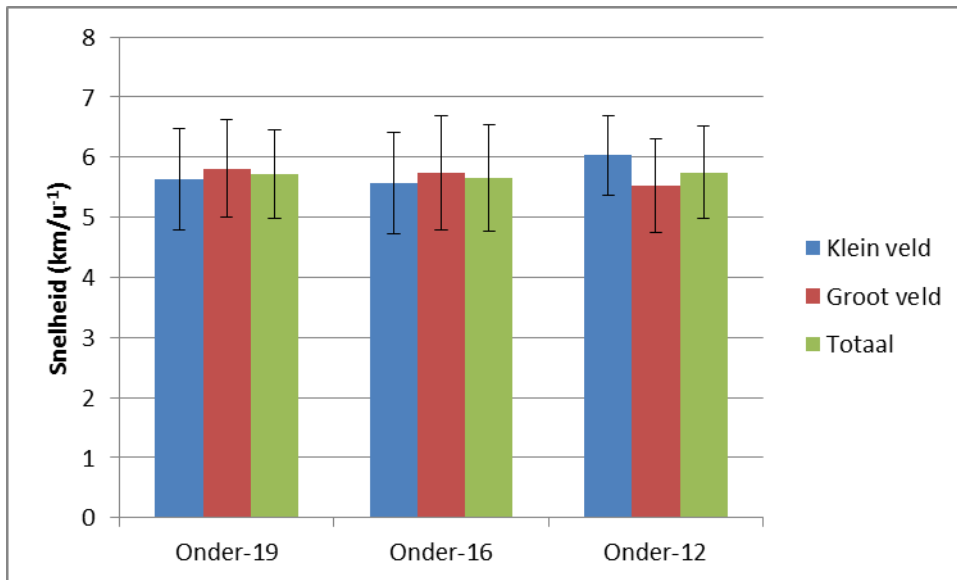
In figuur 3 is de gemiddelde afstand (m) voor het kleine en grote veld per team weergegeven. Er is een hoofdeffect gevonden voor veldgrootte  $F(1,154.78)=54.219$ ,  $p<.001$  en team  $F(2, 29.57)=9.76$ ,  $p=.001$  als voorspeller. Er is geen interactie-effect gevonden tussen veldgrootte en team  $F(2, 154.77)=1.31$ ,  $p=.272$ . Post-hoc testen wees uit dat Onder-16 meer afstand aflegt dan Onder-19  $t(32.35)$ ,  $p=.011$  en Onder-12,  $t(27.93)$ ,  $p=.001$ .



**Figuur 3: Gemiddelde ( $\pm$  standaard deviatie) afstand (m) voor het kleine veld, grote veld en totaal voor Onder-19 (N=11), Onder-16 (N=11) en Onder-12 (N=8).**

## Snelheid

In figuur 4 is de gemiddelde snelheid voor het kleine en grote veld per team weergegeven. Er is geen hoofdeffect gevonden voor veldgrootte  $F(1, 152.46)=.030$ ,  $p=.863$  en team  $F(2, 25,72)=0.170$ ,  $p=.844$  als voorspeller. Er is wel een interactie-effect gevonden tussen veldgrootte en team  $F(2, 152.46)=3.060$ ,  $p=.0497$ .



Figuur 4: Gemiddelde ( $\pm$  standaard deviatie) snelheid (km/u) voor het kleine veld, grote veld en totaal voor Onder-19 (N=11), Onder-16 (N=11) en Onder-12 (N=8).

## Discussie en conclusie

Het doel van dit onderzoek is om bij jonge talentvolle voetballers het effect op de intensiteit te onderzoeken als gevolg van het veranderen de veldgrootte. Uit de resultaten bleek dat voor hartslag, ademhalingsfrequentie en gemiddelde snelheid geen verschil is gevonden tussen veldgroottes. Op het grote veld legden spelers meer afstand af dan het kleine veld. Secundair doel van het onderzoek is om te kijken of er een verschil zit tussen de leeftijdsgroepen op de hiervoor genoemde veranderingen. Het enige hoofdeffect werd gevonden op afstand waar de spelers van Onder-16 meer afstand aflegden dan de spelers van Onder-19 en Onder-12.

In SSG kunnen verschillende factoren, zoals het aantal spelers, veldgrootte en duur, voor verschillende fysiologische, tactische of technische stimuli zorgen (Aguiar et al., 2012; Hill-Haas et al., 2011). Dit is één van de eerste onderzoeken die het effect van veldgrootte onderzoekt op de intensiteit bij SSG in jonge talentvolle voetballers. Er kwam naar voren dat er geen verschil zit in hartslagwaarden tussen het kleine veld en het grote veld. Dit komt overeen met eerder onderzoek van Kelly en Drust (2009) die ook geen verschil in hartslagwaarden vonden tussen velden van verschillende groottes. Het lijkt daarom dat het geen verschil maakt wanneer een klein veld (40x30 meter) of groot veld (50x37,5 meter) gebruikt wordt.

Wanneer gekeken wordt naar verschillen in hartslag tussen teams werd er ook geen verschil gevonden. Wel is duidelijk een trend te zien, waarin jongere teams hogere absolute hartslagwaarden

bereiken. Deze resultaten komen overeen met de resultaten van de Vries et al. (2013) waarin ook geen verschil tussen de verschillende leeftijdscategorieën werden gevonden. Voor trainingsdoeleinden is het interessanter om niet naar absolute waarden, maar naar percentage van de maximale hartslag te kijken. Zo kan gekeken worden of de interne belasting (uitgedrukt in percentage maximale hartslag) verschilt per team, wat voor trainers interessante informatie oplevert. In dit onderzoek zijn de maximale hartslagwaarden van de spelers niet onderzocht, maar mogelijk levert dit alsnog verschillen op tussen de leeftijdscategorieën. Vervolgonderzoek zou zich dan ook moeten richten op percentage van de maximale hartslag in plaats van absolute waarden.

Geen verschillen zijn gevonden voor ademhalingsfrequentie tussen een klein en groot veld en tussen de verschillende teams. Hoewel de frequentie van ademen is gemeten met Zephyr, zegt Zephyr niks over het volume waarmee iemand in en uitademt. Hierdoor is het volume en de daarmee gepaarde hoeveelheid zuurstof die iemand binnenkrijgt niet door Zephyr aan te geven. Een andere verklaring is dat tijdens wedstrijden spelers elkaar veelvuldig coachen en praten. Volgens Rochet-Capellan & Fuchs (2013) verandert het ritme waarmee geademd wordt tijdens praten, waardoor de data lastig te interpreteren wordt. Hierdoor lijkt ademhalingsfrequentie tijdens SSG in het voetbal geen betrouwbaar instrument om intensiteit te meten, tenzij er niet gesproken mag worden door de deelnemers.

Wel zit er verschil in gelopen afstand tussen een klein en veld groot, waarbij spelers op het grote veld ongeveer 40-50 meter meer lopen dan op het kleine veld. Dit was van tevoren ook verwacht mede doordat op het grote veld er meer ruimte per speler is dan op het kleine veld (234 m<sup>2</sup> en 150 m<sup>2</sup> respectievelijk). Opvallend was dat spelers van de Onder-16 de grootste afstand aflegden (490 meter), gevolgd door de Onder-19 (455 meter) en de Onder-12 (440 meter). Een eenduidige verklaring valt hier niet voor te geven. Naast leeftijd spelen ook andere factoren als motivatie, aanmoediging van de coach en tactiek een rol bij de prestatie in SSG (Aguiar et al., 2012; Hill-Haas et al., 2011.).

Opvallend is dat spelers een grotere afstand afleggen op het grote veld, maar dit doen ze met vergelijkbare hartslagwaarden als op het kleine veld. Het lijkt erop dat beide veldgroottes hetzelfde effect hebben voor cardiovasculaire systeem (centrale factor), maar verschillende effecten voor de spieren (perifere factor). Echter moet dit verder onderzocht worden om hier een duidelijk antwoord op te kunnen geven. In dit onderzoek was het niet mogelijk om een betrouwbaar snelheidsprofiel van de spelers te maken, omdat er met een te lage frequentie gemeten werd. Afstand en snelheid kunnen door de lage meetfrequentie onderschat worden doordat spelers vaak in niet-rechte lijnen (zigzaggend) lopen (Gray et al., 2010). Vervolgonderzoek zou moeten onderzoeken of de spelers het verschil in afstand afleggen door bijvoorbeeld vaker te sprinten of op lagere snelheden de afstand afleggen. Trainers kunnen dan een goede keuze maken voor de inhoud van de training en de bijbehorende effecten die het teweegbrengt bij spelers.

Voor gemiddelde snelheid zijn geen verschillen gevonden tussen veldgrootte en teams. Wel was er een interactie-effect van veldgrootte en team wat aangeeft dat het effect van veldgrootte niet voor alle teams gelijk is. Dit komt het duidelijkst naar voren in de Onder-12, waarbij opvallend genoeg te zien is dat de Onder-12 de hoogst gemiddelde snelheid haalt in de SSG op het kleine veld. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de betrouwbaarheid van de GPS-unit niet hoog genoeg is. Hoewel de GPS-unit met een 10 Hertz frequentie meet, wordt de data maar met 1 Hertz opgeslagen. Hierdoor

kunnen afstand en snelheid onderschat worden, omdat spelers vaak in niet-rechte lijnen (zigzaggend) bewegen (Gray et al., 2010). Bij hogere snelheden is dit effect groter aanwezig dan bij lagere snelheden (Gray et al., 2010). Daarom is het aan te raden om tijdens SSG spelers te meten met een frequentie van minimaal 10 Hertz.

Tijdens de SSG is gebruikgemaakt van de buitenspelregel. Dit onderzoek geeft vernieuwende informatie voor de coach, aangezien er tijdens bepaalde SSG de buitenspelregel gebruikt wordt om wedstrijdssituaties te oefenen. Met de resultaten uit dit onderzoek kan de coach nu gerichte keuzes maken over veldgroottes met betrekking tot de intensiteit tijdens SSG wanneer de buitenspelregel toegepast wordt. Echter zijn deze resultaten niet per definitie te generaliseren naar een SSG zonder de toepassing van de buitenspelregel. Het is mogelijk dat de buitenspelregel invloed heeft gehad op de gelopen afstand en gemiddelde snelheid, omdat niet de volledige lengte van het veld door de spelers benut kon worden. Vervolgonderzoek zou dit moeten uitwijzen.

Geconcludeerd kan worden dat er geen verschil zit in intensiteit tussen het spelen van SSG op een klein veld en een groot veld, wanneer gekeken wordt naar hartslag, ademhalingsfrequentie en gemiddelde snelheid. Ook tussen de verschillende leeftijdscategorieën zit geen verschil. Wel leggen spelers meer afstand af op het grote veld, terwijl hartslagwaarden gelijk blijven wat kan duiden dat beide veldgroottes een verschillend effect hebben voor de spieren terwijl het effect voor het cardiovasculair systeem gelijkwaardig is. Hier moet echter nog meer onderzoek naar gedaan worden om bijvoorbeeld te achterhalen hoe spelers de grotere afstand afleggen en wat de verhouding hier tussen is.

## **II: Brandweer**

### **Achtergrond**

Brandweerwerk staat bekend als één van de zwaarste beroepen. Dit komt onder andere doordat het brandweervak erg onvoorspelbaar is en dat het wordt gekenmerkt door zware (al dan niet kortdurende) fysieke inspanningen. Daarnaast is het mentaal zwaar doordat het gepaard gaat met een hoge maatschappelijke verantwoordelijkheid voor de fysieke veiligheid (Mol et al, 2012).

Om de brandweertaken goed uit te kunnen voeren is het hebben en (onder)houden van een goede fysieke fitheid van groot belang. Een goede fysieke fitheid is nodig tijdens de uitrukken en oefeningen, maar speelt zeker ook een belangrijke rol om voldoende te herstellen (Mol et al, 2012). Als het herstelvermogen niet optimaal is kan dit zorgen voor een verminderde inzetbaarheid. Het is namelijk nooit duidelijk wanneer de volgende uitruk plaats zal vinden en snel herstel is daarom essentieel. De specificiteit van training is daarbij erg belangrijk. Dit geldt o.a. voor duur, frequentie en intensiteit van inspanning (Shephard, 1986).

Omdat het tot dusverre onbekend is in hoeverre bij Brandweer Stad Groningen de sporttrainingen en brandweerspecifieke oefeningen een goede voorbereiding, qua duur, type en intensiteit, zijn op de uitrukken zal dit worden onderzocht in dit onderzoek. Het doel is om te bekijken of de fysieke belasting van de brandweerspecifieke oefeningen en het sporten overeenkomt met de belasting van uitrukken.

### **Methode**

#### *Proefpersonen*

32 brandweerlieden hebben meegewerkt aan dit onderzoek. In tabel 1 staan de eigenschappen van deze personen gepresenteerd. Alle brandweerlieden hebben voorafgaand aan het onderzoek een toestemmingsverklaring ondertekend.

#### *Procedure*

Alle deelnemende brandweerlieden droegen een Zephyr Bioharness (zie dataverzameling) tijdens de 24 uren diensten. In totaal zijn vijf 24 uren diensten gemeten. Daarnaast droegen de brandweerlieden tijdens twee speciale oefendagen in Wijster het Zephyr Bioharness. De diensten en oefendagen verliepen verder ongewijzigd.

#### *Dataverzameling*

Voor het bepalen van de fysieke belasting van de 24-uurs metingen is gebruik gemaakt van het Zephyr Bioharness. Dit meetinstrument (een band die om de borst wordt aangebracht) is gemakkelijk in het gebruik en meet op een valide manier hart- en ademhalinggegevens (Hailstone & Kilding, 2011; Kim et al, 2012).

Tabel 1: Eigenschappen van de deelnemers in totaal en per oefeningen, sport en uitruk.

	<i>Geslacht (man/vrouw)</i>	<i>leeftijd</i>	<i>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Roken (ja/nee)</i>	<i>Dienstjaren</i>
<b>Totaal</b>	30/2	40.4 ± 6.2	26.1 ± 2.4	6/14	12.8 ± 6.1
(n)	(32)	(32)	(20)	(20)	(20)
<b>Oefeningen</b>					
Autobeknelling	10/1	39.8 ± 5.6	25.5 ± 1.9	1/3	9.3 ± 1.9
(n)	(11)	(11)	(4)	(4)	(4)
Containerbrand & gebouwbrand	9/1	39.5 ± 5.8	25.5 ± 1.9	1/3	9.3 ± 1.9
(n)	(10)	(10)	(4)	(4)	(4)
<b>Sporten</b>					
Spinning	7/1	38.9 ± 4.7	26.4 ± 4.3	1 / 4	11.3 ± 5.0
(n)	(8)	(8)	(5)	(5)	(3)
Voetbal	8/1	41.7 ± 7.3	26.2 ± 3.6	2/5	15.6 ± 10.4
(n)	(9)	(9)	(7)	(7)	(6)
<b>Uitrukken</b>					
Gebouwbrand	3/0	47.0 ± 8.5	25.5 ± 0.8	1/1	22.0 ± 15.6
(n)	(3)	(3)	(2)	(2)	(2)
Brandstoflekkage	6/0	39.7 ± 5.3	28.5 ± 3.6	2/2	12.7 ± 3.1
(n)	(6)	(6)	(4)	(4)	(4)
Keukenbrand	2/0	42.0 ± 2.8	5.2 ± 1.1	2/0	12 ± 0.0
(n)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)

#### Data analyse

Hartslagdata van de 24-uurs diensten werd verzameld en uitgelezen (per seconde). Om een beeld te krijgen van de fysieke belasting van het sporten, de brandweerspecifieke oefeningen en de uitrukken is gebruik gemaakt van het American College of Sports Medicine (ACSM) classificatie systeem waarin de hartslaggegevens worden ingedeeld in zones op basis van percentages van de maximale hartslag (ACSM, 1998) (zie tabel 2). De maximale hartslag per individu is berekend door gebruik te maken van de volgende formule:  $208 - (0.7 * \text{leeftijd in jaren})$  (Wilmore et al, 2009).

Tabel 2: ACSM classificatie systeem

<i>Zone</i>	<i>Percentage van maximale hartfrequentie</i>
1	<35% hf max
2	35 - 54% hf max
3	55 - 69% hf max
4	70 - 89% hf max
5	>90% hf max

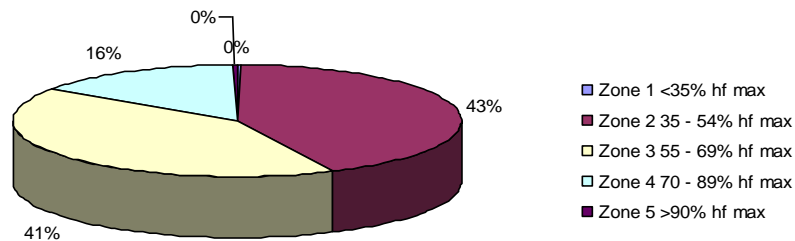
#### Resultaten

Gedurende de onderzoeksperiode hebben alle ploegen brandweerspecifieke oefeningen verricht, hebben alle ploegen gesport en zijn er verschillende uitrukken geweest. De fysieke belasting van allen zal achtereenvolgens worden besproken.

### Fysieke belasting brandweerspecifieke oefeningen

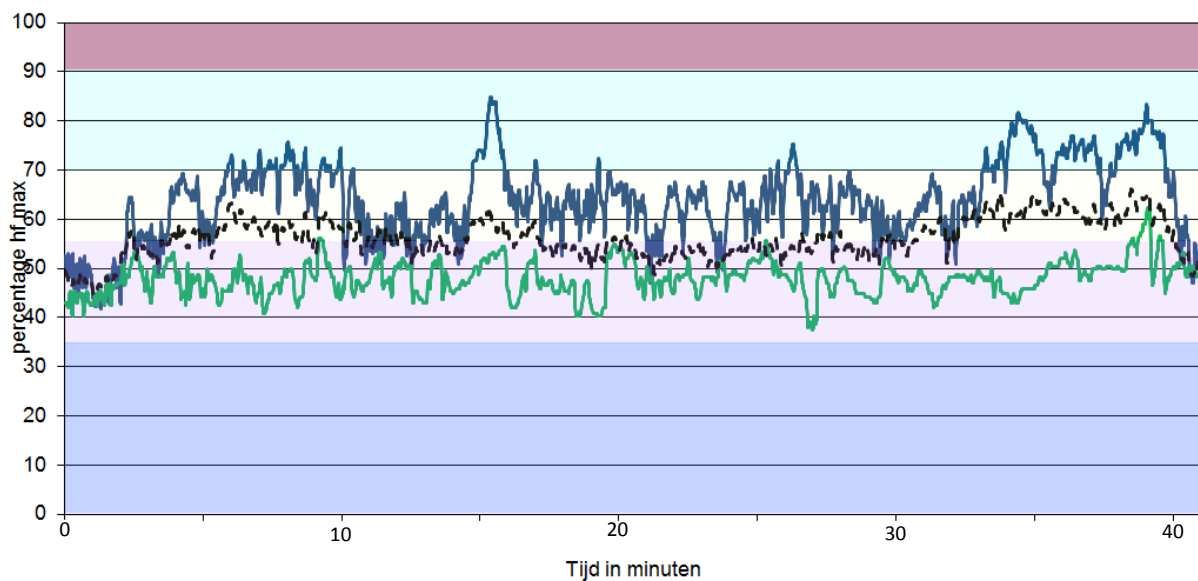
In totaal zijn vijf oefeningen gemeten op oefendagen in Wijster waarvan er drie gepresenteerd worden: 1) persoon uit een auto bevrijden, 2) een containerbrand, 3) een gebouwbrand.

#### Persoon uit auto bevrijden



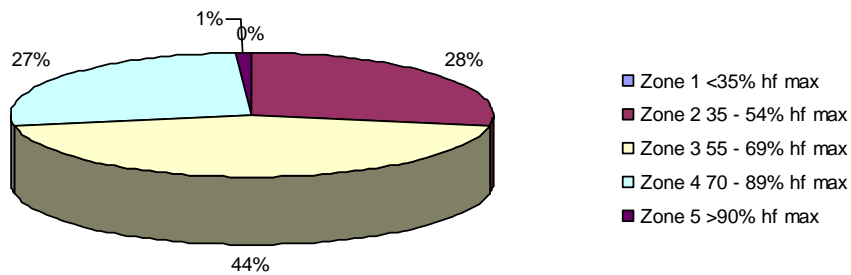
**Figuur 1:** ACSM zones tijdens de oefening waarbij een persoon uit een auto werd verwijderd. Het gemiddelde van elf brandweerlieden (verspreid over twee dagen) is weergegeven.

Te zien is in figuur 1 dat tijdens het verwijderen van een persoon uit een auto de brandweerlieden in ACSM zone 2 t/m 4 verbleven. In figuur 2 is de fysieke belasting van dag 1 van vijf brandweerlieden tijdens deze oefening in de tijd weergegeven.



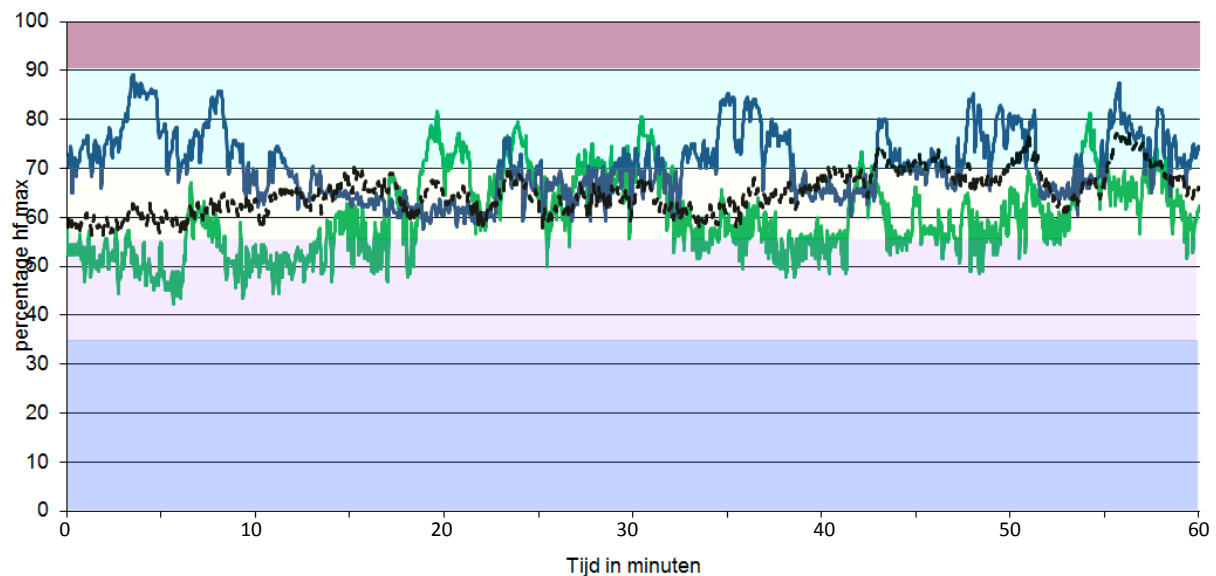
**Figuur 2:** Percentages van de maximale hartfrequentie tijdens een oefening waarbij een persoon uit een auto werd bevrijd. Het gemiddelde van vijf brandweerlieden wordt gepresenteerd door de zwarte onderbroken lijn. Tevens zijn de personen met de hoogste en laagste belasting afgebeeld (blauwe en groene lijn). De vijf ACSM zones zijn afgebeeld in de grafiek door middel van kleurvlakken. De duur van de actie tijdens deze oefening was 41 minuten.

## Containerbrand



Figuur 3: ACSM zones tijdens de oefening waarbij een containerbrand werd gesimuleerd. Het gemiddelde van tien brandweerlieden (verspreid over twee dagen) is weergegeven.

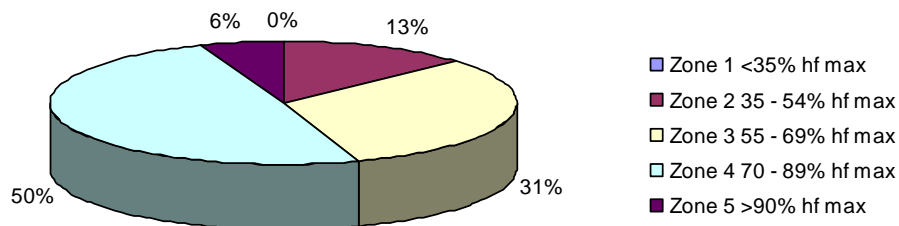
In figuur 3 is te zien dat bij een containerbrand oefening de brandweerlieden voornamelijk in zone 2 t/m 4 verbleven. Kortdurend wordt zone 5 bereikt (1% van de tijd). Dat is tevens te zien in figuur 4 waarin de fysieke belasting van de containerbrand oefening van vijf brandweerlieden op dag 1 in Wijster gepresenteerd is. Verschillende pieken in de belasting zorgen ervoor dat af en toe zone 5 van de ACSM schaal wordt bereikt.



Figuur 4: Percentages van de maximale hartfrequentie tijdens een oefening van een containerbrand. Het gemiddelde van vijf brandweerlieden wordt gepresenteerd door de zwarte onderbroken lijn. Tevens zijn de personen met de hoogste en laagste belasting afgebeeld (blauwe en groene lijn). De vijf ACSM zones zijn afgebeeld in de grafiek door middel van kleurvlakken. De duur van de actie tijdens deze oefening was 60 minuten.

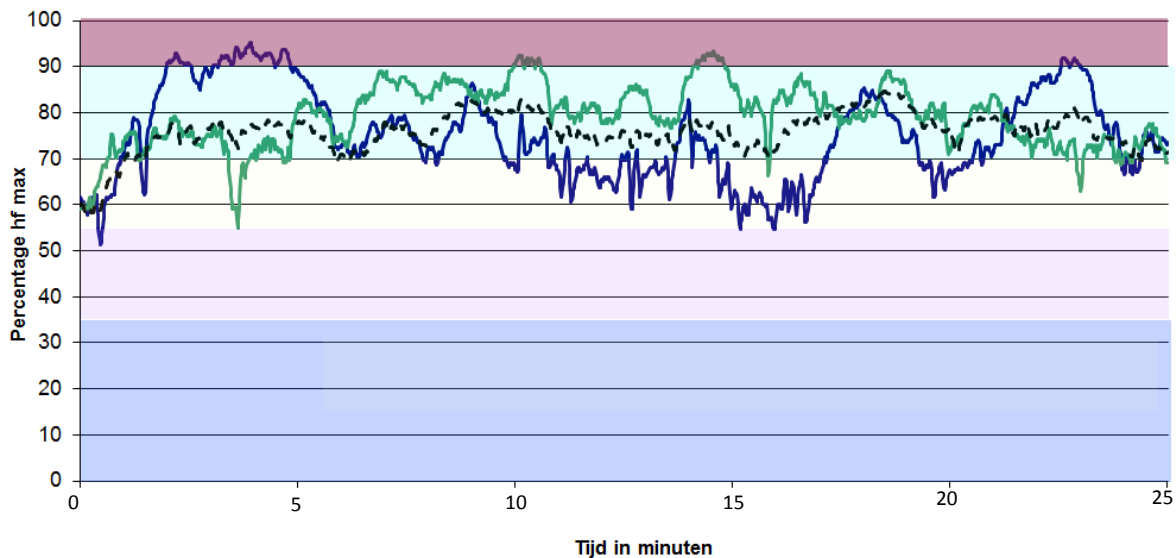


## Gebouwbrand



Figuur 5: ACSM zones tijdens de oefening waarbij een gebouwbrand werd gesimuleerd. Het gemiddelde van tien brandweerlieden (verspreid over twee dagen) is weergegeven.

In figuur 5 is te zien dat tijdens een oefening met een gebouwbrand de brandweerlieden 6% van de tijd in zone 5 verbleven en de overige tijd in zone 2 t/m 4, waarbij 50% van de tijd in zone 4. In figuur 6 is te zien wat de fysieke belasting van vijf brandweerlieden gedurende deze oefening op dag 1 in Wijster was.

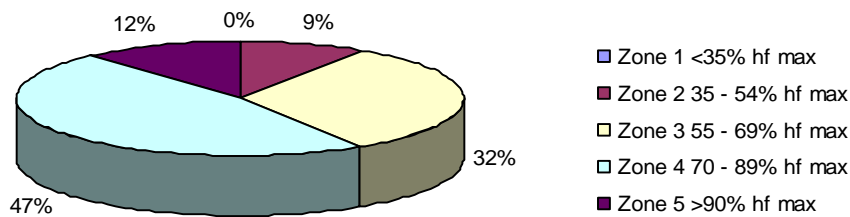


Figuur 6: Percentages van de maximale hartfrequentie tijdens een oefening van een gebouwbrand. Het gemiddelde van vijf brandweerlieden wordt gepresenteerd door de zwarte onderbroken lijn. Tevens zijn de personen met de hoogste en laagste belasting afgebeeld (blauwe en groene lijn). De vijf ACSM zones zijn afgebeeld in de grafiek door middel van kleurvlakken. De duur van de actie tijdens deze oefening was 25 minuten.

### Fysieke belasting sporten

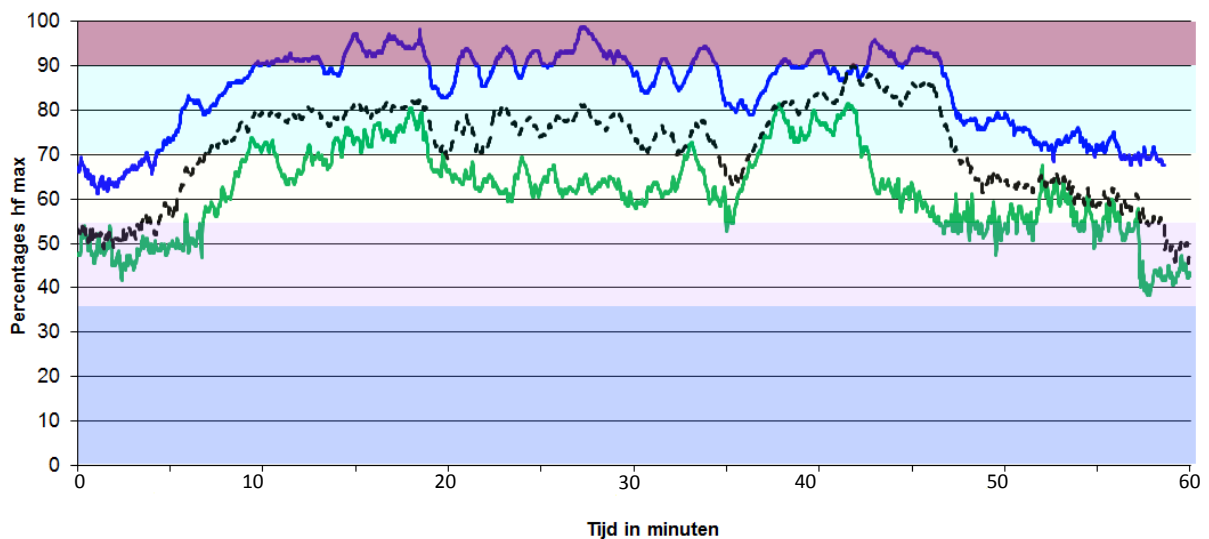
Tijdens de onderzoeksperiode werd er bij Brandweer Stad Groningen twee maal per dag gesport. De eerste keer 's ochtends om 8:45. In de meeste gevallen werd er gespind en de duur was 50 – 60 minuten onder begeleiding van een sportinstructeur. De tweede keer sporten was 's middags rond kwart voor 5. Dan werd er vaak gevoetbald zonder begeleiding. Dit had een gemiddelde duur van 60 - 70 minuten.

## Spinning



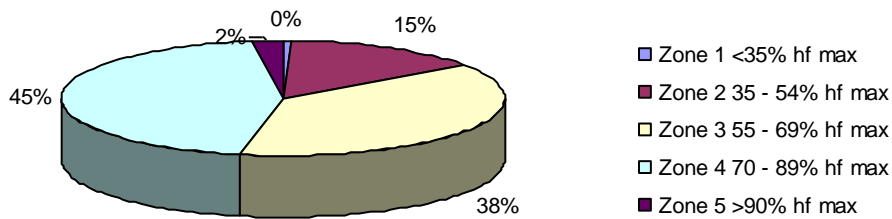
Figuur 7: ACSM zones tijdens spinning. Het gemiddelde van negen brandweerlieden (verspreid over drie dagen) is weergegeven.

In figuur 7 is de indeling in ACSM zones weergegeven van negen brandweerlieden tijdens een spinningles. In bijna 60% van de tijd bevonden de brandweerlieden zich in een zone hoger dan 70% van de maximale hartfrequentie waarvan 12% van de tijd in een zone hoger dan 90% van de maximale hartfrequentie. In figuur 8 is de fysieke belasting van vier brandweerlieden tijdens één spinningles afgebeeld in de tijd.



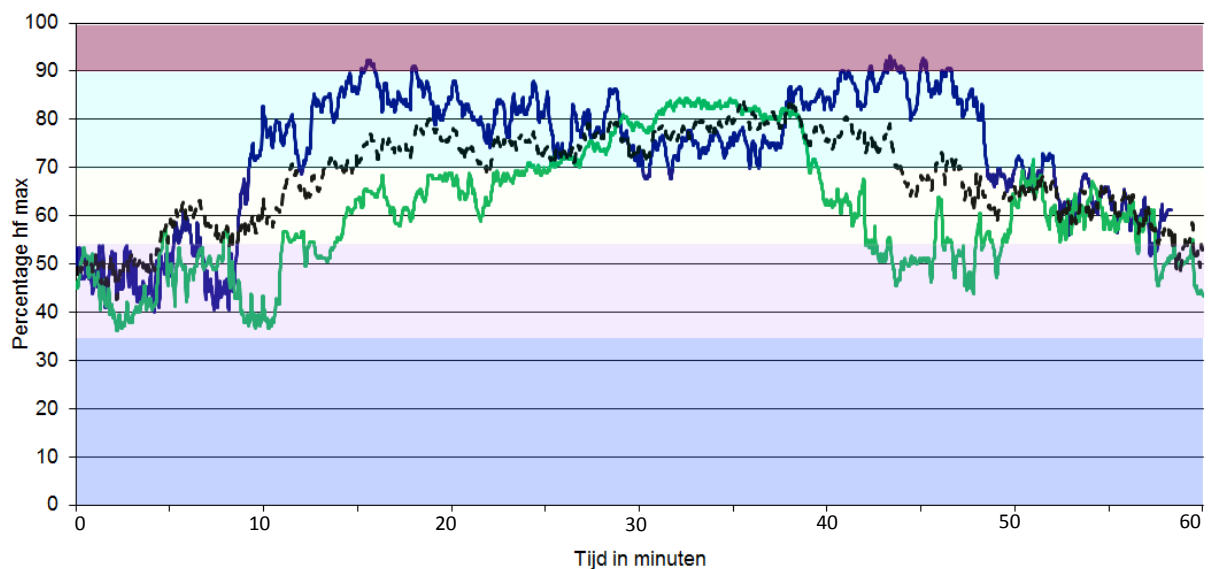
Figuur 8: Percentages van de maximale hartfrequentie tijdens een spinningles. Het gemiddelde van vier brandweerlieden wordt gepresenteerd door de zwarte onderbroken lijn. Tevens zijn de personen met de hoogste en laagste belasting afgebeeld (blauwe en groene lijn). De vijf ACSM zones zijn afgebeeld in de grafiek door middel van kleurvlakken.

## Voetbal



Figuur 9: ACSM zones tijdens het middagvoetbal. Het gemiddelde van tien brandweerlieden (verspreid over drie dagen) is weergegeven.

In figuur 9 is de verdeling in ACSM zones tijdens het voetbal te zien. Het grootste gedeelte (45%) van de tijd wordt in zone 4 doorgebracht. Slechts 2% van de tijd brengt men gemiddeld in zone 5 door. In figuur 10 is de fysieke belasting tijdens één voetbaltraining weergegeven van drie brandweerlieden in de tijd.

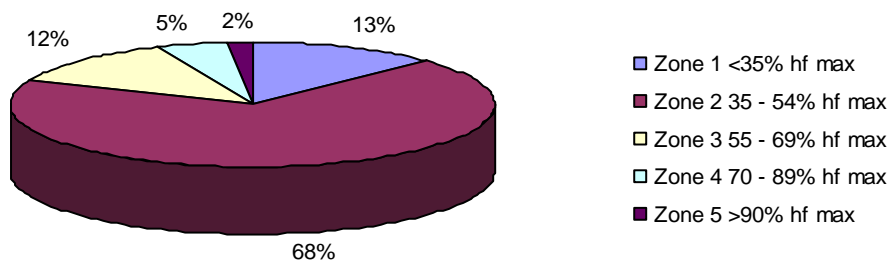


Figuur 10: Percentages van de maximale hartfrequentie tijdens voetbal. Het gemiddelde van drie brandweerlieden wordt gepresenteerd door de zwarte onderbroken lijn. Tevens zijn de personen met de hoogste en laagste belasting afgebeeld (blauwe en groene lijn). De vijf ACSM zones zijn afgebeeld in de grafiek door middel van kleurvlakken.

### Fysieke belasting uitrukken

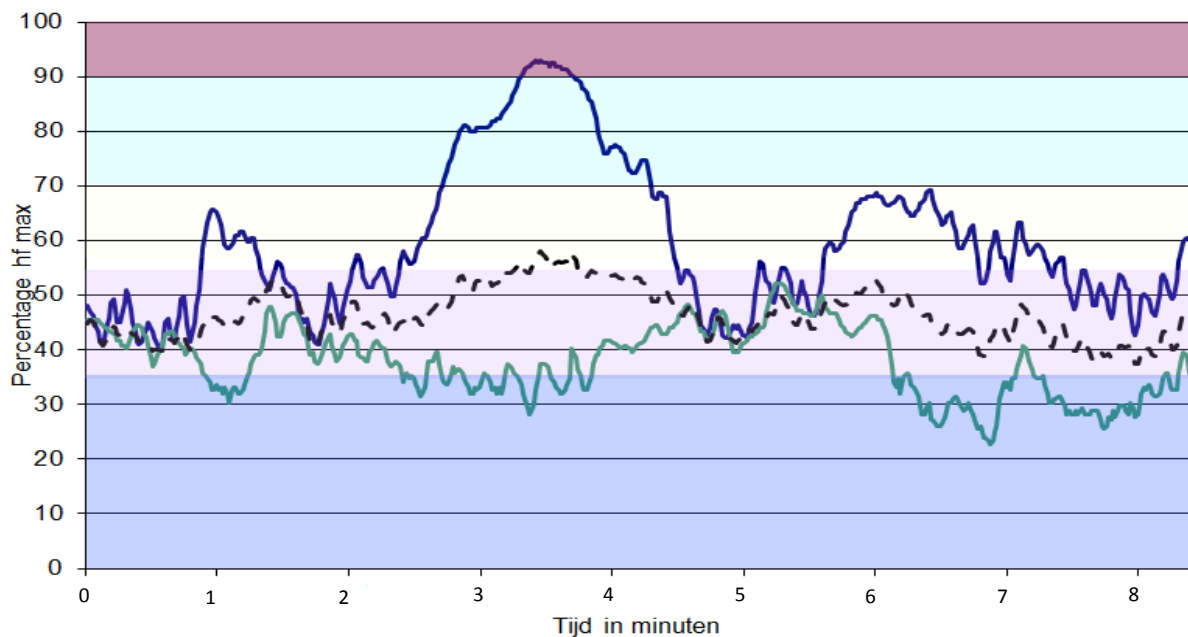
Tijdens het onderzoek zijn verschillende uitrukken gemeten. Hiervan zijn er drie uitgekozen om te presenteren. Van deze uitrukken was informatie beschikbaar over de duur van de daadwerkelijke actie ('ter plaatse' tot 'inruk') en waren er ten minste twee brandweerlieden die het Zephyr Bioharness droegen. Meldingen die een loos alarm waren zijn niet meegenomen.

## Gebouwbrand 26 maart



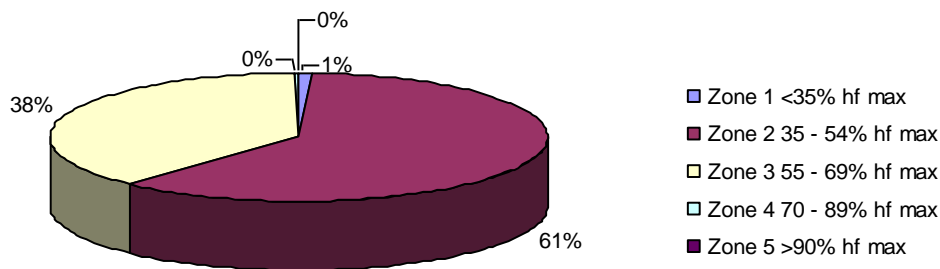
Figuur 11: ACSM zones tijdens een gebouwbrand op 26 maart 2014. Gemiddelden van drie brandweerlieden zijn gepresenteerd.

In figuur 11 is de indeling in ACSM zones van een gebouwbrand afgebeeld van drie brandweerlieden. Het grootste gedeelte van de tijd bevonden de brandweerlieden zich in zone 2 (35 – 54% van maximale hartfrequentie). Zone 4 en 5 kortdurend bereikt. In figuur 12 is te zien dat dit voornamelijk komt door één brandweerlid dat gedurende circa twee minuten een hoge fysieke inspanning heeft moeten leveren.



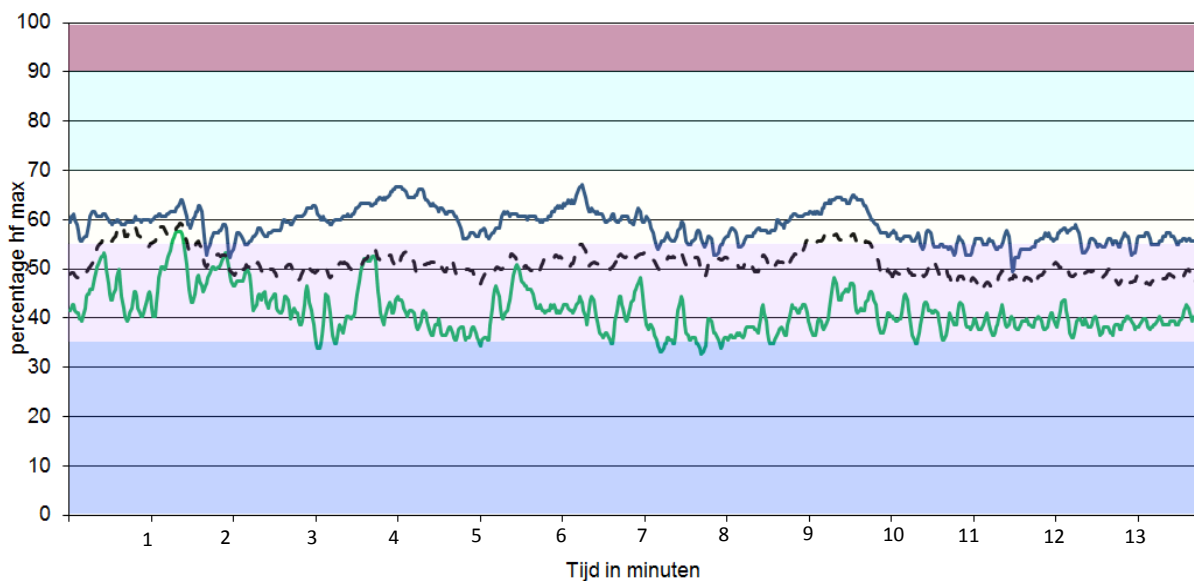
Figuur 12: Percentages van de maximale hartfrequentie tijdens een gebouwbrand op 26 maart. Het gemiddelde van drie brandweerlieden wordt gepresenteerd door de zwarte onderbroken lijn. Tevens zijn de personen met de hoogste en laagste belasting afgebeeld (blauwe en groene lijn). De actie duurde 8 minuten en 31 seconden.

## Brandstoflekkage 16 april



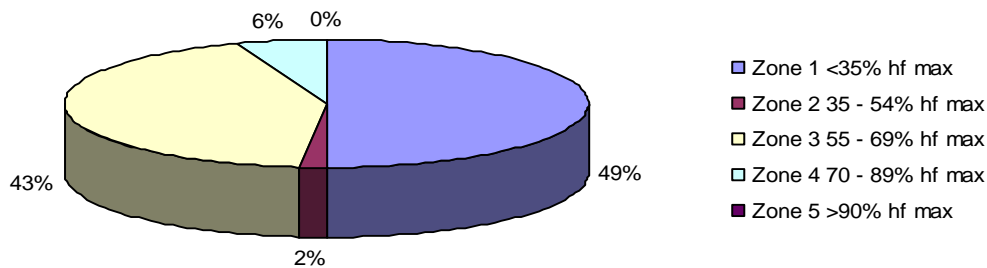
Figuur 13: ACSM zones tijdens een brandstoflekkage op 16 april 2014. Gemiddelden van zes brandweerlieden zijn gepresenteerd.

Figuur 13 laat de gemiddelde verdeling in ACSM zones zien van een brandstoflekkage van zes brandweerlieden. Deze uitruk was weinig belastend; zone 4 (70-89% van maximale hartfrequentie) werd niet bereikt tijdens de uitruk. In figuur 14 is de fysieke belasting van deze uitruk afgebeeld in tijd. Ook hier is duidelijk te zien dat de belasting redelijk constant blijft met een enkele kortdurende uitschieter.



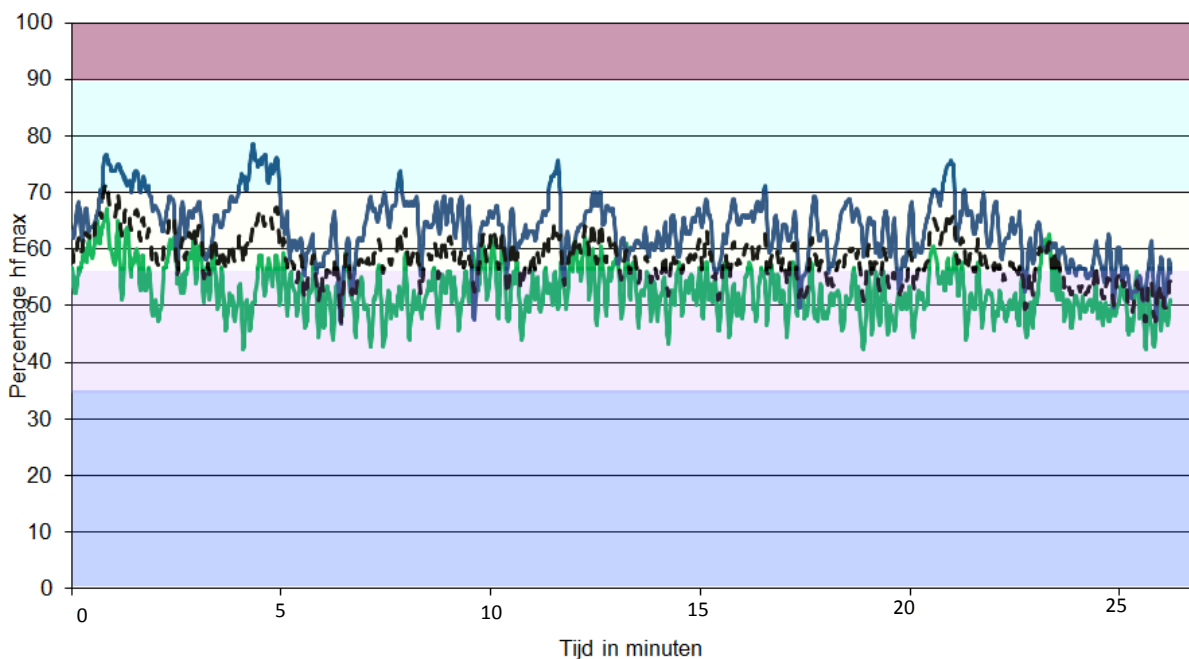
Figuur 14: Percentages van de maximale hartfrequentie tijdens een brandstoflekkage op 16 april. Het gemiddelde van zes brandweerlieden wordt gepresenteerd door de zwarte onderbroken lijn. Tevens zijn de personen met de hoogste en laagste belasting afgebeeld (blauwe en groene lijn). De vijf ACSM zones zijn afgebeeld in de grafiek door middel van kleurvlakken. De duur van de actie was 13 minuten en 42 seconden.

## Keukenbrand 29 april



Figuur 15: ACSM zones tijdens een keukenbrand op 29 april 2014. Gemiddelden van twee brandweerlieden zijn gepresenteerd.

In figuur 15 is te zien dat tijdens de keukenbrand de belasting wederom niet erg hoog was. Een klein gedeelte van de tijd (6%) wordt zone 4 bereikt, maar de overige tijd komt de hartslag niet boven 70% van de maximale hartslag. Dat is tevens te zien in figuur 16 waar de fysieke belasting van deze uitruk is afgebeeld in de tijd.



Figuur 16: Percentages van de maximale hartfrequentie tijdens een keukenbrand op 29 april. Het gemiddelde van de twee brandweerlieden wordt gepresenteerd door de zwarte onderbroken lijn. De individuele personen zijn afgebeeld met de blauwe en groene lijn. De vijf ACSM zones zijn afgebeeld in de grafiek door middel van kleurvlakken. De duur van de actie was 25 minuten en 34 seconden.

## Discussie en conclusie

Uit dit onderzoek blijkt dat de brandweerspecifieke oefeningen en het sporten fysiek meer belastend en langer qua duur zijn dan de uitrukken die gemeten zijn in dit onderzoek. Dit suggereert dat er intensief genoeg getraind wordt om goed voorbereid te zijn op uitrukken. Ook lijkt de invulling van de trainingen goed overeen te komen met de uitrukken. Beide laten in meer of mindere mate een interval karakter zien.

Brandweerlieden hebben om de twee dagen dienst; gemiddeld genomen is men twee keer per week aanwezig op de kazerne. Daar sport men 's ochtends en 's middags ongeveer een uur. Een trainingsfrequentie van vier keer per week wordt zo door de meeste brandweerlieden wel behaald. Dit lijkt een goede frequentie te zijn voor het verbeteren of in stand houden van de cardiovasculaire fitheid (Wenger & Bell, 1986). Het sporten 's ochtends (vaak spinning) is erop gericht om de fysieke fitheid en conditie te verbeteren of in stand te houden terwijl de middagtraining (voetbal) voornamelijk bedoeld is voor de teambuilding. Aangezien voetbal specifiek gekozen is omdat de brandweerlieden dit als plezierig ervaren en niet specifiek als doel heeft als voorbereiding op de uitrukken zal dit verder niet bediscussieerd worden.

Spinning lijkt een goede keuze voor het trainen van de fysieke fitheid omdat hiermee specifiek getraind kan worden en de inhoud van de training gemakkelijk aangepast kan worden (interval/duur). Zoals uit de resultaten blijkt is de spinning training behoorlijk belastend; in ruim tien procent van de tijd zitten de brandweerlieden gemiddeld boven de 90% van de maximale hartfrequentie. Interval trainingen verbeteren in zowel ongetrainde als getrainde atleten het duurvermogen meer dan continue submaximale trainingen doen (Laursen & Jenkins, 2002). Aangezien tijdens de gemeten uitrukken is te zien dat de belasting in de tijd redelijk constant is met af en toe een kortdurende piek in belasting lijkt het verstandig om met het sporten ook met intervaltrainingen te werken. Intervaltrainingen worden vaak gekenmerkt door kortdurende (10 seconden tot 5 minuten) hoge inspanningen afgewisseld met rustperiodes (Laursen & Jenkins, 2002). In zekere mate is dit tijdens de spinningles ook terug te vinden in de hartslagdata. Wel lijkt de rust beperkt te zijn tijdens de training. De duur van het sporten lijkt afdoende te zijn om voorbereid te zijn op de uitrukken. De actie van de uitrukken was in alle gevallen korter dan het sporten.

Wel is opvallend dat met zowel spinning als voetbal voornamelijk de onderste extremiteiten worden getraind. Het lijkt tevens erg belangrijk om ook de bovenste extremiteiten en rompspieren te trainen, gezien de afwisselende aard van het brandweerwerk. O.a. activiteiten als staan, lopen, rennen, duwen, trekken, dragen, klimmen, klouteren, kruipen en zwemmen zijn geregistreerd tijdens 24 uren diensten van Nederlandse brandweerlieden (Bos et al, 2004). Een regelmatige afwisseling van de spinningles met bijvoorbeeld een circuittraining, waarbij overige spiergroepen ook getraind worden, lijkt daarom aan te bevelen.

De oefeningen die zijn gemeten zijn erg brandweerspecifiek en weerspiegelen situaties waar brandweerlieden regelmatig mee te maken zullen krijgen. De oefeningen hadden als belangrijkste doel goed voorbereid te zijn op het juist handelen in deze situaties. Daarmee zijn de oefeningen een hele specifieke en goede voorbereiding op de uitrukken. Wel moet meegewogen worden dat deze brandweerspecifieke oefeningen niet erg frequent voorkomen, namelijk gemiddeld genomen slechts twee keer per jaar. Op de kazerne worden wel nog overige oefeningen uitgevoerd. Echter, deze zijn tijdens het huidige onderzoek niet bij voldoende brandweerlieden gemeten om hier een goed beeld van te krijgen.

Zoals uit de grafieken van de hartfrequenties tijdens het sporten en de oefeningen blijkt kan de belasting tussen individuen behoorlijk verschillen. Aangezien het belangrijk is dat alle brandweerlieden evenzeer voorbereid zijn op de uitrukken – en dat niet de training voor de één te licht is en de ander te zwaar – zou het wellicht goed zijn om onder meer het sporten op maat aan te

bieden. Regelmatige monitoring, bijvoorbeeld door periodieke conditietesten, zouden vervolgens inzicht kunnen geven in de vooruitgang.

In dit onderzoek is de belasting gemonitord met behulp van de ACSM classificatie. Hierin is te zien hoeveel tijd men in een bepaalde hartslagzone doorbrengt. Wel is het erg belangrijk dat bij de interpretatie van de resultaten meegewogen wordt dat de tijd in een hoge zone, ook al is het kortdurend, een hoge belasting is voor het lichaam. Zo maken Stagno en collega's (2007), om een indruk te geven van de belasting, gebruik van een zwaardere wegingsfactor naar mate de hartfrequentie hoger wordt.

Een beperking van dit onderzoek is dat er slechts een aantal uitrukken zijn gemeten die niet erg lang of zwaar zijn geweest. Hoe de fysieke belasting van een lange, zware uitruk eruit zou zijn is op basis van deze gegevens niet te zeggen. Evenals de discrepantie of overeenkomst hiertussen met het sporten of de oefeningen.

Wel kan de conclusie worden getrokken dat op basis van de uitrukken die in het huidige onderzoek zijn vastgelegd het erop lijkt dat de brandweerlieden frequent, lang en intensief genoeg trainen door middel van het sporten en de oefeningen. Wel zou het verstandig zijn de spinning af te wisselen met een training waarbij tevens de romp en bovenste extremiteiten getraind wordt en dat de trainingen meer op maat zouden worden aangeboden.



### III: Return-to-play

#### Achtergrond

Elk jaar raken er in Nederland ongeveer 3,7 miljoen sporters geblesseerd tijdens het sporten (Hildebrandt et al., 2013). Dit hoge aantal blessures heeft zowel maatschappelijk als sociaal grote gevolgen. De kosten van blessures worden in Nederland geraamd op ongeveer 1,3 miljard euro. Deze kosten kunnen opgesplitst worden in 2 delen: 360 miljoen euro aan medische kosten en 960 miljoen aan ziekteverzuim (Hildebrandt et al., 2013). Naast deze maatschappelijke kosten zijn er ook persoonlijke gevolgen. Afhankelijk van de ernst van de blessure valt te denken aan het missen van trainingen en wedstrijden, maar ook ziekteverzuim op het werk. Sommigen blessures zijn dusdanig ernstig dat de sporters een operatie moeten ondergaan. Sportblessures hebben daarom een grote impact op zowel de maatschappij als het individu.

Van alle sportblessures laat ongeveer 20% zich behandelen bij een fysiotherapeut om weer terug te keren naar de sport (Hildebrandt et al., 2013). Tijdens het revalidatieproces komt het regelmatig voor dat een trainingssessie in een groep wordt gehouden. Dit heeft als voordeel dat fysiotherapeuten meerdere patiënten tegelijk kunnen behandelen en dat de fysiotherapeut de mogelijkheid heeft om specifieke oefeningen te gebruiken die gericht zijn op het terugkeren naar het sportveld. Het blijkt echter moeilijk om tijdens groepstrainingen de belasting per individu goed te reguleren, omdat rekening moet worden gehouden met persoonlijke kenmerken (leeftijd, geslacht, conditie, etc.). In onderzoek van Brink et al. (2013) kwam naar voren dat de voetbaltrainer systematisch de daadwerkelijke belasting van voetballers onderschatte. Het zou goed kunnen dat een soortgelijk fenomeen ook aanwezig is bij fysiotherapeuten en de revalidanten. Het is voor fysiotherapeuten erg belangrijk om de geplande belasting per individu goed in te schatten om een optimale revalidatie te bewerkstelligen en de kans om opnieuw geblesseerd te raken door een te hoge belasting te minimaliseren (DiFiori et al., 2014).

Het is belangrijk om een betrouwbaar en objectief meetinstrument te hebben om de daadwerkelijke belasting en geplande belasting te vergelijken bij revaliderende sporters. Bij daadwerkelijke belasting kan onderscheid gemaakt worden tussen interne belasting en externe belasting. Bij interne belasting wordt rekening gehouden met individuele kenmerken van sporters. Daarbij kan gedacht worden aan cardiovasculaire maten als hartslag en ademhalingsfrequentie. Bij externe belasting kan gedacht worden aan gelopen afstand en behaalde snelheid. Een veelgebruikte methode om de geplande belasting in te schalen is de Veronderstelde Mate van Inspanning (VMI). Bij VMI wordt gebruik gemaakt van een 15-punts borgschaal om belasting in te schalen. De borgschaal is een valide en betrouwbaar instrument gebleken voor het kwantificeren van belasting bij verschillende sporten, waaronder voetbal (Casamichana et al., 2013).

Het doel van dit onderzoek is daarom om de geplande belasting te vergelijken met de daadwerkelijke belasting tijdens revalidatietrainingen in een groepsetting. Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van het Zephyr BioHarness om zowel interne als externe belasting te meten. De metingen zijn uitgevoerd bij revaliderende voetballers.

## Methode

### *Proefpersonen*

In totaal deden er 10 revaliderende voetballers, 8 mannen en 2 vrouwen, mee aan dit onderzoek (leeftijd:  $22,1 \pm 3,1$  jaar; lengte:  $179 \pm 8,8$  cm; gewicht:  $75,0 \pm 12,6$  kg). Alle proefpersonen hadden een blessure aan de onderste extremiteit, waarvan 9 een chirurgische ingreep hebben ondergaan alvorens ze meededen aan het revalidatietraject.

### *Procedures*

De revalidatietrainingen waren bedoeld om de proefpersonen weer terug te laten keren naar de sport, in dit geval voetbal. In totaal zijn er bij 3 regulieren revalidatietrainingen op een kunstgrasveld metingen uitgevoerd met respectievelijk 2 en 3 weken tussen de trainingen. Tijdens de eerste training waren er 8 personen, tijdens de tweede 4 en tijdens de derde 3. De training duurde 1 uur en elke training bestond uit vergelijkbare oefeningen zowel met als zonder bal. De training werd opgedeeld in 3 delen: de warming-up, kern 1 en kern 2. De warming-up was gestandaardiseerd en bestond uit het rennen van drie rondes rond het voetbalveld en daarna nog o.a. knieheffingen en rompstabiliteitsoefeningen. Kern 1 bestond uit verschillende pass en ren, en dribbel oefeningen. Kern 2 bestond uit sprintoefeningen en een spelvorm.

Voorafgaand aan elk deel van de training gaf de fysiotherapeut aan de hand van een Borg-schaal een cijfer over de VMI per proefpersoon.

### *Fysiotherapeuten*

Om de geplande belasting (VMI) aan te geven is gebruik gemaakt van de het oordeel van 2 ervaren fysiotherapeuten. De fysiotherapeuten hebben respectievelijk 4 en 17 jaar ervaring. De revalidatietraining zoals uitgevoerd in dit onderzoek wordt door de fysiotherapeuten vanaf 2012 gegeven.

### *Dataverzameling*

Voor de VMI is gebruik gemaakt van een 15-punts borgschaal (figuur 1). De borgschaal is valide bevonden bij Chen et al. (2002). Volgens Chen et al. (2002) correleerde de borgschaal het sterkst met ademhalingsfrequentie ( $>.70$ ), maar ook redelijk sterk met hartslag ( $>.60$ ).

Alle proefpersonen droegen een Zephyr BioHarness met daaraan een GPS-unit gekoppeld zodat naast de hartslag en ademhalingsfrequentie ook informatie verzameld kon worden over de snelheden en afgelegde afstanden tijdens de trainingen.

### *Data analyse*

Van 1 persoon bleek achteraf dat de GPS-unit niet werkte en daarom heeft deze persoon geen data voor afstand en snelheid.



Figuur 1: 15-punts borgschaal

Data is geëxporteerd van Zephyr BioHarness naar Microsoft Excel (Microsoft Corporation®) voor verdere analyse. Er werd geen onderscheid gemaakt van de data van de 3 meetmomenten; data van proefpersonen die meerdere trainingen meededen werden toegevoegd als extra meetpunten en niet als een herhaalde meting. Data is weergegeven als gemiddelde  $\pm$  standaard deviatie.

De VMI aangegeven door de fysiotherapeuten is omgezet naar een arbitraire maat, omdat niet alle delen van de revalidatietraining evenlang duurden. Om de verschillende delen toch met elkaar te kunnen vergelijken is de VMI vermenigvuldigd met de duur (in minuten) van elk onderdeel zoals aanbevolen door Foster et al. (2001).

Om een goed beeld te krijgen van de fysieke belasting tijdens de revalidatietrainingen zijn hartslagwaarden omgezet naar een modified TRIMP score (Stagno, 2007). Hierbij wordt rekening gehouden met een zwaardere belasting wanneer een groter percentage van de maximale hartslag wordt bereikt door middel van een hogere wegingsfactor (zie tabel 1). Als eerst zijn per proefpersoon de maximale hartslagwaarden bepaald aan de hand van de formules voorgesteld door Whyte et al. (2008):

Mannen: Maximale hartslag =  $202 - 0.55 \times$  leeftijd

Vrouwen: Maximale hartslag =  $216 - 1.09 \times$  leeftijd

Vervolgens is per proefpersoon per onderdeel van de training de modified TRIMP score bepaald. De modified TRIMP score wordt berekend met de volgende formule:

Belasting TRIMP =  $\Sigma$  Tijdzone (min) x wegingsfactor

**Tabel 1: Hartslagzones en wegingsfactoren voor het bepalen van de modified TRIMP**

<i>Zone</i>	<i>Percentage van maximale hartfrequentie</i>	<i>Wegingsfactor</i>
5	93-100	5,16
4	86-92	3,61
3	79-85	2,54
2	72-78	1,71
1	65-71	1,25

Voor de ademhalingsfrequentie en voor de gelopen afstand (m) zijn per trainingsonderdeel de gemiddelden berekend voor elk proefpersoon apart. De behaalde snelheid is ook per trainingsonderdeel en per proefpersoon omgezet naar een arbeidsrustverhouding waarbij de tijd doorgebracht in rust is afgezet tegen de tijd doorgebracht tijdens arbeid. Alle snelheden lager dan 4 km/u werden geclassificeerd als rust en alle snelheden hoger en gelijk aan 4,0 km/u werden geclassificeerd als arbeid (Castellano & Casamichana, 2010).

Vervolgens is een correlatiecoëfficiënt berekend en getest op significantie met behulp van Kendall's tau non-parametrische correlatiecoëfficiënt. Correlatie is berekend tussen VMI en modified TRIMP score, ademhalingsfrequentie, afstand en arbeidsrustverhouding. Aangenomen wordt dat correlaties lager dan 0,5 zwak zijn, correlaties tussen 0,5 en 0,7 redelijk en correlaties hoger dan 0,7 goed zijn.

## Resultaten

### Beschrijvende statistiek

In tabel 2 is de beschrijvende statistiek te zien van de verschillende variabelen. De waarden zijn weergegeven als gemiddelde  $\pm$  standaard deviatie. Wat opvalt is dat de proefpersonen de meeste afstand hebben afgelegd tijdens de warming-up en daar ook de hoogste arbeidsrustverhouding en ademhalingsfrequentie hebben. Echter is de hoogst gehaalde TRIMP score tijdens kern 1.

**Tabel 2: Beschrijvende statistiek weergegeven in gemiddelde ( $\pm$ std) voor VMI (N=6), TRIMP (N=16), ademhalingsfrequentie (N=16), afstand (N=15) en arbeidsrustverhouding (N=15).**

	VMI <sup>1</sup> (AE)	TRIMP (AE)	Ademhalings- frequentie/min <sup>-1</sup>	Afstand (m)	Arbeidsrust- verhouding (AE)
Hele training	446,6 $\pm$ 115,0	113,8 $\pm$ 32,1	29,5 $\pm$ 3,4	3251,3 $\pm$ 620,9	0,61 $\pm$ 0,36
Warming-up	127,0 $\pm$ 31,6	39,6 $\pm$ 13,4	31,7 $\pm$ 4,3	1575,9 $\pm$ 308,2	1,03 $\pm$ 0,32
Kern 1	198,7 $\pm$ 117,3	44,8 $\pm$ 24,4	28,8 $\pm$ 4,4	1111,9 $\pm$ 469,9	0,45 $\pm$ 0,09
Kern 2	120,9 $\pm$ 28,2	29,3 $\pm$ 10,2	27,9 $\pm$ 5,6	563,6 $\pm$ 133,1	0,35 $\pm$ 0,13

<sup>1</sup>Veronderstelde Mate van Inspanning

### Correlaties

In tabel 3 zijn de correlatiecoëfficiënten te zien tussen de VMI en de verschillende mate van belasting voor de gehele training en de aparte trainingsonderdelen.

**Tabel 3: Correlatiecoëfficiënten tussen VMI (N=6) en TRIMP (N=16), ademhalingsfrequentie (N=16), afstand (N=15) en arbeidsrustverhouding (N=15).**

		TRIMP (AE)	Ademhalings- frequentie/min <sup>-1</sup>	Afstand (m)	Arbeidsrust- verhouding (AE)
Hele training	VMI <sup>1</sup> (AE)	0,14	-0,08	0,63*	0,36
Warming-up	VMI (AE)	-0,10	-0,12	0,32	-0,06
Kern 1	VMI (AE)	0,26	0,05	0,74*	-0,35
Kern 2	VMI (AE)	0,19	-0,21	0,18	0,63*

<sup>1</sup>Veronderstelde Mate van Inspanning

\*P<.05

## Discussie en conclusie

Het doel van dit onderzoek was om de geplande belasting van de fysiotherapeuten te vergelijken met de daadwerkelijke belasting tijdens revalidatietrainingen in een groepsetting. Opvallend is dat er geen enkele significante correlatie is gevonden tussen de VMI en de maten voor interne belasting (TRIMP en ademhalingsfrequentie). Voor afstand werd over de hele training een positief verband gevonden, wat betekent dat de proefpersonen die een hogere VMI hadden ook meer afstand aflegden.

Geen significante correlaties zijn gevonden tussen de VMI en de TRIMP en ademhalingsfrequentie. Verschillende redenen kunnen ten grondslag liggen aan het ontbreken van de relatie. De 'modified' TRIMP score is ontwikkeld om beter een beeld te geven bij interval inspanningen zoals voetbal. Het is zeer aannemelijk dat de revalidatietrainingen van een lagere intensiteit zijn dan tijdens voetbaltrainingen waardoor de gebruikte TRIMP methode geen goede reflectie is van de gemeten belasting. Ook kan het schatten van de maximale hartslag van invloed zijn geweest op de berekeningen, omdat met de formules geen rekening wordt gehouden met de fitheid van de proefpersonen maar enkel met leeftijd.

De lage samenhang tussen VMI en de daadwerkelijke belasting is in overeenstemming van Brink et al. (2013). De auteurs lieten zien dat voetbaltrainers de belasting van hun spelers systematisch onderschatte. Het is goed voor te stellen dat dit voor fysiotherapeuten nog lastiger is in te schatten omdat ze te maken hebben met een zeer heterogene groep. Zo hebben de proefpersonen verschillende blessures, zitten ze in verschillende stadia van revalidatie, zijn ze van beide geslachten en verschillen ze in leeftijd. Dit maakt het waarschijnlijk dat het zeer lastig is om de belasting in te schatten.

Dat er geen relatie is tussen VMI en ademhalingsfrequentie kan op verschillende manier verklaard worden. Hoewel de frequentie van ademen is gemeten zegt dit niets over het totale volume dat iemand in en uitademt. Hierdoor is het volume en de daarmee gepaarde hoeveel zuurstof die iemand binnenkrijgt niet door Zephyr aan te geven. Een andere verklaring is dat tijdens de revalidatietrainingen proefpersonen veelvuldig praten met elkaar en de fysiotherapeuten. Volgens Rochet-Capellan & Fuchs (2013) verandert het ritme waarmee geademd wordt tijdens praten, waardoor de data lastig te interpreteren wordt. Hierdoor lijkt ademhalingsfrequentie geen betrouwbare maat om interne belasting te meten.

Proefpersonen die een hogere VMI hadden, legden over de hele training meer afstand af dan personen met een lagere VMI. Deze proefpersonen hadden over de hele training ook een hogere arbeidsrustverhouding. Dit verband werd ook gevonden voor afgelegde afstand in kern 1, maar niet voor de warming-up en kern 2. Een reden hiervoor kan zijn dat de aard van de oefeningen in de warming-up en kern 2 anders zijn. In de warming-up werden naast loopvormen ook nog statistische oefeningen uitgevoerd voor bijvoorbeeld 'core stability'. Deze oefeningen worden wel meegenomen in de beoordeling door de fysiotherapeut, maar niet in de afgelegde afstand. Het is daarom goed mogelijk dat de belasting gemeten aan de hand van afgelegde afstand hierdoor onderschat wordt.

Geconcludeerd kan worden dat de objectieve maten en de VMI bepaald door de fysiotherapeuten niet overeenkomen en geen eenduidig beeld geven over de revalidatietraining. Meer onderzoek is nodig om te bepalen of de proefpersonen inderdaad een andere belasting ervaren dan de fysiotherapeut vooraf had bepaald of dat de gebruikte methode (TRIMP, etc.) aangepast moet worden aan de doelgroep. Het lijkt hoe dan ook goed voor de fysiotherapeuten om de belasting te monitoren om de daadwerkelijke belasting te achterhalen. Wanneer personen een te hoge belasting dan bedoeld ervaren kunnen ze weer geblesseerd raken en wanneer de belasting te laag is, kan het zijn dat er (te) weinig vooruitgang wordt geboekt in de revalidatie.

## IV: Tinké

### Achtergrond

Steeds vaker worden er apps of apparaten ontwikkeld waarmee een indruk kan worden gekregen van de fitheid of gezondheid van een persoon. Zensorium Tinké is zo'n apparaatje dat recentelijk is ontwikkeld. Het werkt via een app die geïnstalleerd kan worden op de i-phone of i-pad en het belooft een indruk te kunnen geven van de *fitness* van een persoon ([www.zensorium.com](http://www.zensorium.com)). Dit gebeurt door het plaatsen van de duim op het apparaatje op de plaats waar ledjes branden (zie figuur 1). Door het uitvoeren van een zogenaamde VITA meting wordt vervolgens informatie gegeven over de hartslag, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie van het bloed. Het is echter nog onbekend of deze waarden die Tinké presenteert bij de VITA meting valide zijn. In het huidige onderzoek zal dit worden onderzocht. Het doel van dit onderzoek is de validiteit van Tinké voor hartslag, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie te onderzoeken.



Figuur 1: Zensorium Tinké

### Methode

#### *Proefpersonen*

Elf proefpersonen hebben deelgenomen aan dit onderzoek, waarvan zes mannen en vijf vrouwen. De gemiddelde leeftijd was  $30,2 \pm 8,4$  jaar en de gemiddelde Body mass index (BMI) was  $23,4 \pm 1,8$ .

#### *Procedure*

Alle deelnemers volbrachten hetzelfde protocol. Allereerst werd na een uitleg van de procedure bij iedereen het Zephyr BioHarness om de torso bevestigd. Twee soortgelijke metingen werden vervolgens uitgevoerd:

- 1) Met behulp van de Nonin zuurstofsaturatiemeter werd het percentage zuurstof in het bloed bepaald. Hierna voerden de deelnemers een VITA meting uit met Tinké waarmee de hartslag, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie bepaald werden. Na de VITA meting werd wederom met behulp van de Nonin saturatiemeter de zuurstofsaturatie van het bloed bepaald.

- 2) Een herhaling van meting 1, met als verschil dat de deelnemers nu met hun vrije hand de Tinké afdekten zodat minder licht toegang had tot het apparaatje.

### *Dataverzameling*

Voor de validatie van Tinké Zensorium wordt gebruik gemaakt van de Nonin Vantage 9590 zuurstofsaturatiemeter. Dit instrument wordt vaker gebruikt voor het bepalen van de zuurstofsaturatie en heeft een marge ten opzichte van invasieve bloedsaturatiemethoden van slechts 1% bij normale bloedsaturatiewaarden (>90%) (Bickler et al, 2005). Voor de validatie van de hartslag en ademhalingsfrequentie wordt gebruik gemaakt van het Zephyr BioHarness wat valide is voor beide variabelen (Hailstone & Kilding, 2011; Kim et al, 2012).

### *Data analyse*

De ruwe data van alle meetinstrumenten werd verzameld. Bij de Nonin saturatiemeter en de Tinké werden de waarden direct na de meting genoteerd. Van de Nonin saturatiewaarden voor en na de VITA meting werd vervolgens een gemiddelde bepaald. De data van Zephyr werd uitgelezen en een gemiddelde hartslag en ademhalingsfrequentie werd berekend over de tijdsperiode van de VITA meting.

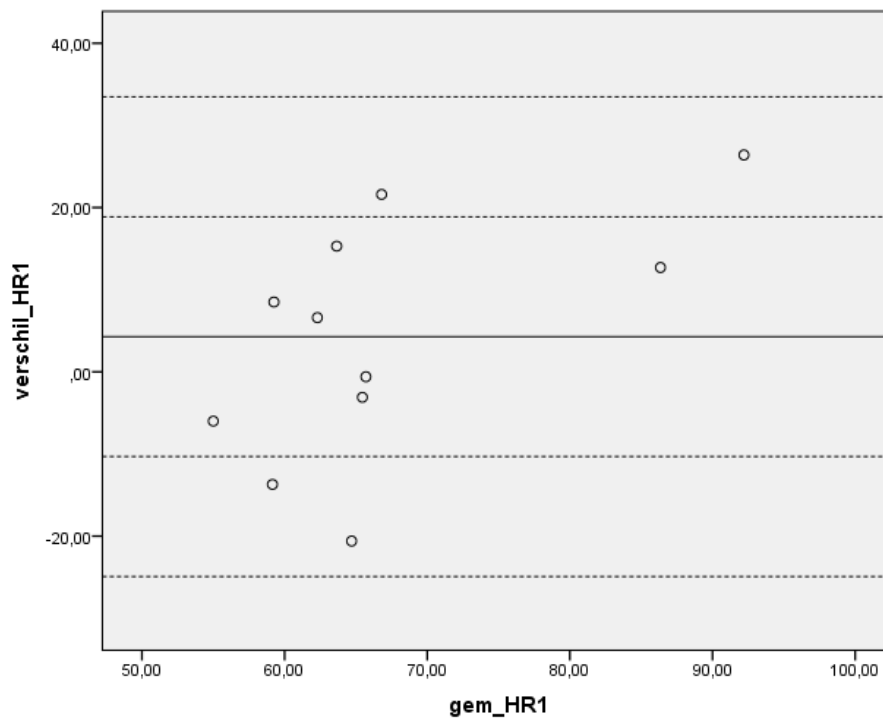
Een Kendalls Tau correlatie werd berekend en aangenomen wordt dat correlaties lager dan 0,5 zwak zijn, correlaties tussen 0,5 en 0,7 redelijk en correlaties hoger dan 0,7 goed zijn.

### **Resultaten**

In tabel 1 staan de gegevens van de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> meting weergegeven. Zoals te zien is geeft Tinké over het algemeen een lagere waarde dan het Zephyr BioHarness en de Nonin saturatiemeter.

**Tabel 1: Gemiddelden (SD) van de hartslag, ademhaling, zuurstofsaturatie bepaald met Tinké en met het Zephyr BioHarness en Nonin zuurstofsaturatiemeter.**

	<i>Tinké</i>	<i>Zephyr/Nonin</i>
	Gem ± std	Gem ± std
<b>Meting 1</b>		
Hartslag (slagen/min)	65,2 ± 9,3	69,5 ± 16,8
Ademhaling (ademhalingen/min)	14,3 ± 1,0	15,5 ± 3,2
O2 saturatie (%)	95,0 ± 4,9	98,3 ± 1,2
<b>Meting 2</b>		
Hartslag (slagen/min)	62,9 ± 14,6	71,8 ± 17,2
Ademhaling (ademhalingen/min)	12,8 ± 2,4	14,3 ± 2,8
O2 saturatie (%)	97,6 ± 2,9	98,2 ± 1,0



**Figuur 2: Bland Altman plot van de hartslag tijdens de eerste meting.**

In figuur 2 is te zien in de Bland Altman plot van hartslag dat de verschillen tussen beide meetinstrumenten behoorlijk groot zijn en dat de spreiding beide kanten op is (zowel positief als negatief).

In tabel 2 staan de correlaties voor de variabelen weergegeven. Opvallend is dat er lage correlaties worden behaald.

**Tabel 2: De Kendalls Tau correlaties voor hartslag, ademhaling en zuurstofsaturatie.**

	<i>r</i>
<b>Meting 1</b>	
Hartslag (slagen/min)	0,13
Ademhaling (ademhalingen/min)	0,00
O2 saturatie (%)	0,20
<b>Meting 2</b>	
Hartslag (slagen/min)	-0,16
Ademhaling (ademhalingen/min)	0,19
O2 saturatie (%)	0,44

Tinké geeft bij iedere VITA meting een oordeel over de accuraatheid van de meting: 'laag' of 'hoog'. Bij de 1<sup>e</sup> meting was de accuraatheid, aldus Tinké, bij acht personen laag en drie personen hoog. Bij de 2<sup>e</sup> meting was de accuraatheid bij zeven personen laag en bij vier personen hoog.



## **Discussie en conclusie**

Het doel van dit onderzoek was om de validatie van Zensorium Tinké te onderzoeken voor de hartslag, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie. Op basis van dit onderzoek blijkt dat Tinké geen valide meetinstrument is voor het bepalen van deze variabelen. Alle correlaties zijn erg laag en er wordt zelfs een negatief verband gevonden tussen de hartslagfrequentie van Zephyr en de gemeten hartslag met behulp van Tinké.

Omdat door de fabrikant omschreven wordt dat bij voorkeur de meting in een omgeving met weinig licht moet worden uitgevoerd is de 2<sup>e</sup> meting toegevoegd (waarbij Tinké werd afgeschermd met de andere hand om het donkerder te maken). Het lijkt echter weinig uit te maken of de Tinké meting in een donkere omgeving of een lichtere omgeving wordt uitgevoerd. De correlaties voor ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie zijn bij meting 2 hoger dan bij meting 1, maar blijven onder de 0,5. Voor de hartslag is zelfs een negatieve waarde gevonden bij meting 2.

Het zou kunnen zijn dat wanneer bij alle deelnemers volgens Tinké een hoge accuraatheid behaald wordt, dat de correlatie dan ook hoger zou zijn. Het is in dit onderzoek niet getracht om door een herhaling van de meting een accurate meting te behalen. De meting zou in één keer goed moeten zijn. Wanneer pas na enkele metingen een goede, accurate meting behaald wordt, komt de gebruiksvriendelijkheid en het plezier in het gebruik niet ten goede. En ook bij accurate metingen in het huidige onderzoek waren de correlaties laag of afwezig.

Concluderend is Zensorium Tinké geen valide meetinstrument en daardoor niet geschikt is om de hartslag, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie te meten. Voordat dit meetinstrument in de praktijk gebruikt kan worden zijn verbeteringen noodzakelijk.

## Algemene discussie

Het huidige project is een vervolg op het project: “Monitoren van acute stress en fysieke belasting bij brandweerpersoneel en (top)sporters” (de Vries et al, 2013). In het huidige project is de kennis die is opgedaan in het vorige project uitgebreid. In totaal zijn 4 onderzoeken uitgevoerd:

- I: Bij jonge talentvolle voetballers (topsport) is het effect van veldgrootte op kleine partijspelen onderzocht.
- II: Bij de brandweer is onderzocht of brandweer specifieke oefeningen en sporten overeenkomt met de belasting tijdens uitrukken.
- III: Bij veldrevalidatie na blessures (return-to-play) is onderzocht of de geplande belasting van de fysiotherapeuten overeenkomt met de daadwerkelijke belasting
- IV: Onderzoek naar de validiteit van de Tinké app die een indruk van *fitness* geeft.

In deze algemene discussie zullen de belangrijkste uitkomsten en discussiepunten worden besproken. Vervolgens wordt kort ingegaan op aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

Uit het onderzoek bij jonge talentvolle voetballers blijkt dat het veranderen van veldgrootte geen effect heeft op hartslag, ademhalingsfrequentie en gemiddelde snelheid. Wel leggen spelers meer afstand af op een groot veld vergeleken met een klein veld. Dat de spelers dit doen met dezelfde hartslagwaarden kan duiden op een verschillend effect voor de spieren terwijl die voor het cardiovasculaire systeem gelijkwaardig is. Met de resultaten van dit onderzoek is hier echter geen duidelijk antwoord op te geven. Het is daarom aan te raden om in vervolgonderzoek uit te zoeken of deze afstand voornamelijk lopend, joggend of sprintend wordt afgelegd en wat de verhouding hiertussen is. Met de resultaten zouden trainers en coaches een gerichtere aanpak kunnen hanteren voor de training.

Uit het onderzoek bij de brandweer lijkt het erop dat de brandweerlieden hun training goed hebben afgestemd op de belasting die zij ervaren tijdens uitrukken. Een beperking van dit onderzoek is wel dat er slecht een aantal korte uitrukken zijn gemeten. Deze resultaten zijn daarom lastig te generaliseren voor lange, zware uitrukken. Vervolgonderzoek zou zich moeten richten op het continu meten van brandweerlieden gedurende een lange periode. Hierdoor zou de kans op lange, zware uitrukken vergroot worden, waardoor de resultaten beter te vergelijken zijn. Ook andere zware beroepen zouden onderzocht kunnen worden om te kijken of de training goed afgestemd is op de belasting in de praktijk.

Uit het onderzoek bij return-to-play komt naar voren dat de objectieve maten niet overeenkomen met de belasting die vooraf door de fysiotherapeuten is ingeschat. Vervolgonderzoek moet zich richten op de vraag of de proefpersonen inderdaad een andere belasting ervaren dan de fysiotherapeut vooraf had bepaald en in welke richting dit is. Ook zou er gekeken moeten worden naar welk meetinstrument het meest geschikt is om dit te meten.

Het onderzoek naar de validiteit van de Tinké app laat zien dat de Tinké geen valide meetinstrument is en niet geschikt om hartslag, ademhalingsfrequentie en zuurstofsaturatie te meten. De Tinké is vergeleken met reeds valide en betrouwbaar gevonden instrumenten (Zephyr, NoNin saturatiemeter) en bleek afwijkende waarden te scoren. Verbeteringen lijken noodzakelijk voordat het in de praktijk toegepast kan worden.

Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat het Zephyr BioHarness een goed en gemakkelijk te gebruiken meetinstrument is, die bij diverse doelgroepen ingezet kan worden. Bij jonge talentvolle voetballers werd aangetoond dat er geen verschil is tussen de gemeten hartfrequentie, ademhalingsfrequentie en gemiddelde snelheid bij het spelen van SSG op een klein of groot veld. Wel legden spelers meer afstand af op het grote veld. Doorontwikkeling van deze kennis vindt de komende vier jaar plaats binnen een promotieonderzoek dat bij FC Groningen wordt uitgevoerd en sluit aan bij de ontwikkeling van het Football Science Lab. Bij de brandweer blijkt de training goed afgestemd op de belasting die zij ervaren tijdens uitrukken. Uit het onderzoek bij return-to-play komt naar voren dat de objectieve maten, gemeten met Zephyr BioHarness, niet overeenkomen met de belasting die was ingeschat door de fysiotherapeuten. Het project is ondergebracht bij de recent toegekende Innovatiewerkplaats 'Sport & Healthy Aging' en is een speerpunt voor de komende jaren. Hierdoor zal kennis ook terecht komen in de onderwijsprogramma's van de Hanzehogeschool en de Rijksuniversiteit Groningen. Ook werd de validiteit van een app genaamd Tinké onderzocht aan de hand van het Zephyr BioHarness en een NoNin saturatiemeter. Hieruit kwam dat de Tinké app geen valide meetinstrument is.

## Dankwoord

Dit project is (mede)gefinancierd door het Quantified Self Institute (QSI). De auteurs willen graag FC Groningen, de Brandweer Groningen stad, Fysiosportief B.V. en Sportmedisch Centrum Groningen bedanken voor het faciliteren van en hulp bij de metingen van de verschillende onderzoeken. Zonder de bijdrage van deze organisaties/bedrijven was het gehele project niet mogelijk geweest. Verder willen wij graag ProCare B.V. bedanken voor het in bruikleen geven van OptoGait en de bereidheid om te allen tijde vragen te beantwoorden over en het doen van kleine reparaties betreffende Zephyr BioHarness. De diverse studenten: Mark Wijnbergen, Dorine Hofmeester, Karin Koelmans en Tom van der Wilt (allen bij FC Groningen), Roy Bossaert, Saskia Pollex en Désirée Lezwijn (allen bij de Brandweer), Jeroen de Bruijn, Luuk Janssen, Ruben Prinsen en Elske Domhof (allen bij Return-to-play) erg bedankt voor de hulp bij het uitvoeren van de metingen en analyses. De volgende personen willen wij graag, in willekeurige volgorde, bedanken voor hun hulp bij het opzetten en uitvoeren van de diverse projecten: Wouter Frencken, Sigrid Olthof, Koen Lemmink, Henk van der Worp, Leon Meijer, Mark Korte en Dannie Snijder. Als laatste willen wij alle personen bedanken die als proefpersoon hebben meegedaan aan alle metingen bij FC Groningen, de Brandweer, Return-to-play of Tinké.

## Referenties

Aguiar, M., Botelho, G., Lago, C., Maças, V. & Sampaio, J. (2012). A Review on the effect of soccer Small-Sided Games, *Journal of Human Kinetics volume*, **33**, 103-113.

American College of Sport Medicine Position stand. The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults (1998). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **30**(6), 975 – 91.

Bickler, P.E., Feiner, J.R. & Severinghaus, J.W. (2005). Effects of Skin Pigmentation on Pulse Oximeter Accuracy at Low Saturation. *Anesthesiology*, **102**, 715–719.

Bos, J., Mol, E., Visser, B. & Frings-Dresen M.H.W. (2004) The physical demands upon (Dutch) fire-fighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics*, **47**(4), 446 –460.

Brink, M. S., Frencken, W. G. P., Jordet, G., & Lemmink, K. A. (2013). Coaches' and players' perceptions of training dose: Not a perfect match. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **9**, 497-502.

Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Roman, J., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, **27**(2), 369-374.

Castellano J. & Casamichana D. (2010) Heart rate and motion analysis by GPS in beach soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, **9**, 98-103.

Chen, M. J., Fan, X., & Moe, S. T. (2002). Criterion-related validity of the borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, **20**(11), 873-899.

Da Silva, C.D., Impellizzeri, F.M., Natali, A.J., de Lime, J.R.P., Bara-Filho, M.G., Silami-Garcia, E. & Marins, J.C.B. (2011). Exercise intensity and technical demands of small-sided games in young brazilian soccer players: effect of number of player, maturation, and reliability. *Journal of Strength and Conditioning Research*. **25**(10), 2746-2751.

Fanchini, M., Azzalin, A., Castagna, C., Schena, F., McCall, A. & Impellizzeri, F.M. (2011). Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **25**(2), 453-458

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S. & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, **15**(1), 109-115.

Gray A.J., Jenkins D., Andrews M.H., Taaffe D.R. & Glover M.L. (2010) Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports. *Journal of Sports Science*, **28**, 1319-1325.

Hailstone J. & Kilding A. E. (2011) Reliability and validity of the Zephyr Bioharness to Measure Respiratory Responses to Exercise. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, **15**, 293-300.

Hildebrandt V.H., Benaards C.M. & Stubbe J.H. (2013) *Trendrapport Bewegen en Gezondheid 2010/2011*(1<sup>e</sup> druk)Leiden: De Bink.

Hill-Haas, S.V., Dawson, B., Impellizzeri, F.M. & Coutts, A.J. (2011). Physiology of Small-Sided Games Training in Football: a Systematic Review, *Sports Medicine*, **41**(3), 199-220.

Kelly, D.M. & Drust, B. (2009). The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players, *Journal of Science and Medicine in Sports*, **12**(4), 475-479.

Kim, J.H., Roberge, R., Powell, J.B., Shafer, A.B. & Williams, W.J. (2013). Measurement accuracy of heart rate and respiratory rate during graded exercise and sustained exercise in the heat using the Zephyr Bioharness, *International Journal of Sports Medicine*, **34**(6), 497-501.

Laursen, P.B. & Jenkins D.G. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes. *Sports Med.* **32**(1) 53-73.

Mol, E., Heus, R., van Raaij, R., Weewer, R., Havenith, G. (2012). Fysieke belasting van brandweerwerk in relatie tot gezondheid, fitheid en inzetbaarheid van brandweermensen. *Tijdschrift voor Veiligheid*, **11**(4), 17-33.

Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A. & Marcora, S.M. (2007). Factor influencing physiological responses to small-sided soccer games, *Journal of Sports Science*. **25**(6), 659-666.

Rochet-Capellan, A., & Fuchs, S. (2013). Changes in breathing while listening to read speech: The effect of reader and speech mode. *Frontiers in Psychology*, **9**(4), 906.

Shephard, R.L. (1986). Intensity, Duration and Frequency of Exercise as Determinants of the Response to a Training Regime. *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschliesslich Arbeitsphysiologie*. **26**(3), 272-278.

Schutz, Y. & Herren, R. (2000). Assessment of speed of human locomotion using a differential satellite global positioning system. *Medicine and Exercise in Sports and Exercise*, **32**(3), 642-646.

Stagno, K. M., Thatcher, R., & van Someren, K. A. (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences*, **25**(6), 629-634.

De Vries, A.J., Olthof, S., Brink, M.S. & de Jong, J. (2013). Rapport: Validiteit en toepassing van de Zephyr Bioharness 3. *Instituut voor Sportstudies, Hanzehogeschool Groningen, Nederland*.

Wenger, H.A. & Bell, G.J. (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports Medicine*, **3**(5), 346-56.

Whyte, G. P., George, K., Shave, R., Middleton, N. & Nevill, A. M. (2008). Training induced changes in maximum heart rate. *International Journal of Sports Medicine*, **29**(2), 129-133.

Wilmore, J.H., Costill, D.L. & Kenney, L.W. (2009). Inspannings- en sportfysiologie. Tweede druk; Elsevier gezondheidszorg. 192-193.

## Outputlijst

In deze lijst vindt u alle opgeleverde stukken/presentaties die zijn voortgekomen uit dit project:

### Afstudeeronderzoeken:

- Bossaert, R., de Vries, A.J. & de Jong, J. (2014). *Titel onbekend op moment van publicatie. Instituut voor Sportstudies, Hanzehogeschool Groningen.*
- De Bruijn, J., Nijland, R., de Vries, A. J., van der Worp, H., & Brink, M.S. (2014). Return-to-sport: the relationship between intended and actual training load during rehabilitation in a group setting. *Rijkuniversiteit Groningen.*
- Domhof, E., de Vries, A. J., Nijland, R., van der Worp, H., & Brink, M.S. (2014). Herstel na een blessure: de rol van bewegingsangst in de revalidatie. *Rijkuniversiteit Groningen.*
- Janssen, L., Nijland, R., de Vries, A. J., van der Worp, H., & Brink, M.S. (2014). De veronderstelde mate van inspanning van de fysiotherapeut en de daadwerkelijke belasting tijdens een groepstraining van revaliderende sporters. *Rijkuniversiteit Groningen.*
- Lezwijn, D., de Vries, A.J. & de Jong, J. (2014). Fysieke belasting van brandweermannen tijdens uitrukken en brandweer specifieke oefeningen. *Instituut voor Sportstudies, Hanzehogeschool Groningen.*
- Pollex, S., de Vries, A.J. & de Jong, J. (2014). Fysieke belasting van brandweerlieden. De mate van overeenkomst tijdens het uitrukken en sporttrainingen. *Instituut voor Sportstudies, Hanzehogeschool Groningen.*
- Prinsen, R., de Vries, A. J., Nijland, R., van der Worp, H., & Brink, M.S. (2014). Sprongprestatie in een revalidatietraining: Het oordeel van de fysiotherapeut vs. de daadwerkelijke prestatie. *Rijkuniversiteit Groningen.*

### Presentaties:

- Brandweer Groningen stad (2014): Overeenkomst tussen de fysieke belasting van de brandweerspecifieke oefeningen en sporten en de fysieke belasting van uitrukken.
- De Bruijn, J., Nijland, R., de Vries, A. J., van der Worp, H., & Brink, M.S. (2014). Return-to-sport: the relationship between intended and actual training load during rehabilitation in a group setting. *Symposium KennisWerkPlaats, Instituut voor Sportstudies, Hanzehogeschool Groningen.*
- Domhof, E., de Vries, A. J., Nijland, R., van der Worp, H., & Brink, M.S. (2014). Herstel na een blessure: de rol van bewegingsangst in de revalidatie. *Symposium KennisWerkPlaats, Instituut voor Sportstudies, Hanzehogeschool Groningen.*
- FC Groningen (verwacht augustus 2014): *Effect van veldgrootte op de intensiteit bij kleine partijspelen in jonge talentvolle voetballers.*
- Lezwijn, D., de Vries, A.J. & de Jong, J. (2014). Fysieke belasting van brandweermannen tijdens uitrukken en brandweer specifieke oefeningen. *Symposium KennisWerkPlaats, Instituut voor Sportstudies, Hanzehogeschool Groningen.*
- Pollex, S., de Vries, A.J. & de Jong, J. (2014). Fysieke belasting van brandweerlieden. De mate van overeenkomst tijdens het uitrukken en sporttrainingen. *Symposium KennisWerkPlaats, Instituut voor Sportstudies, Hanzehogeschool Groningen.*
- *Quantified Self meet-up (verwacht september 2015).*

**Opgeleverde stukken:**

- FC Groningen:
  - Feedback per team over de resultaten van het project.
- Brandweer:
  - Feedback per individu over de resultaten van het onderzoek.
- Return-to-play:
  - Rapport voor de fysiotherapeuten betreffende de resultaten van het project.
  - Individuele feedback voor de deelnemers van het project.