

Zicht op monitoren

Manieren voor het monitoren van beroeps-
gerelateerde blootstelling en gezondheid,
relevant voor de brandweersector



Nederlandse Academie voor
Crisisbeheersing en Brandweezorg
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2025

Auteurs	M. Plat, R. Heus
Contactpersoon	M. Plat

Datum	5 november 2025
-------	-----------------

Foto cover	Shutterstock
------------	--------------

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

Inhoud

	Samenvatting	4
	Inleiding	6
1	Methode	9
1.1	Literatuurbeschouwing	9
1.2	Informatie uit de praktijk	9
2	Resultaten	11
2.1	Resultaten literatuurbeschouwing	11
2.2	Resultaten uit de praktijk	17
3	Conclusie	26
4	Discussie en aanbevelingen	27
4.1	Discussie	27
4.2	Aanbevelingen	28
	Literatuur	30
	Bijlage Vragen aan de praktijk	32

Samenvatting

Het is al lange tijd bekend dat er vanwege de risico's in het werk van brandweerprofessionals¹ sprake is van een verhoogd risico op aantasting van hun gezondheid en/of veiligheid. Sommige veiligheidsregio's hebben inzicht in deze risico's in hun eigen regio, maar een landelijk beeld van de blootstelling en gezondheid van brandweerprofessionals ontbreekt. Op basis van een monitor van gezondheidsklachten en een blootstellingsregistratie, kan na een aantal jaren van opbouw van data inzicht worden gecreëerd in welke mate klachten bij werknemers voorkomen en of dit verschilt van de civiele populatie. Vervolgens kan er gekeken worden of er mogelijke verbanden zijn tussen klachten en blootstellingen. In dit rapport worden methoden van (gezondheids)monitoring omschreven die mogelijk bruikbaar zijn voor dit doel. Hiervoor is een literatuurstudie uitgevoerd en zijn resultaten uit de praktijk opgehaald.

In de literatuur zijn methoden gevonden voor het monitoren van gezondheidseffecten, zoals het fysiologisch meten van parameters en het bijhouden van digitale registratiesystemen. Voor het in kaart brengen van blootstelling worden het gebruik van vragenlijsten, metingen met wearables of sensoren en biomonitoring in de literatuur genoemd. Er is beschreven dat werknemers en sporters het relevant vinden om hartslag, bloeddruk, kerntemperatuur, geluid en GPS ten behoeve van blootstelling te monitoren. Wel zijn werknemers en sporters kritisch over het delen van gegevens, met name richting werkgevers. Relevante ethische aspecten bij monitoren van gezondheid zijn rechten en privacy van werknemers, anonimiteit van de data en vertrouwelijkheid en veiligheid daarvan. Ook de mogelijkheid tot het maken van een eigen keuze door de persoon van wie de gegevens zijn over wie zijn of haar gegevens mag inzien, wordt meermaals in de literatuur benoemd.

Uit gesprekken blijkt dat er in de praktijk qua blootstelling gemonitord wordt op basis van een digitaal registratiesysteem voor gevaarlijke stoffen en met een meetsysteem voor het monitoren van hitte. Gezondheidsmonitoring vindt plaats met behulp van registratiesystemen met eerstelijnszorgsysteem in combinatie met HR-gegevens, met ingevulde vragenlijsten en biometrische testen in een preventief medisch onderzoek en met een periodiek arbeidsgezondheidskundig onderzoek. In de topsportsector worden aanvullend openbare bronnen gebruikt om inzicht te creëren in gezondheidseffecten. Daarnaast zijn een aantal ethische aspecten genoemd die relevant zijn bij invoering van een monitor, zoals vertrouwen in de organisatie, controle van gezondheid op basis van de gezondheidsgegevens, autonomie (vrijwillig gebruik van monitoring in een hiërarchische organisatie), veiligheid en privacy. Op het gebied van communicatie, organisatie, techniek en ethiek zijn enkele aandachtspunten genoemd.

In het geval van het opstarten van een monitoringssysteem voor brandweerpersoneel is het aan te bevelen om in kaart te brengen welke vormen van monitoring al plaatsvinden binnen de veiligheidsregio's (ook voor andere vormen van blootstelling) en in het buitenland. Ook is het aan te bevelen om in contact te treden met Defensie, politie, Ambulancezorg Nederland

¹ Brandweerprofessionals: hiermee worden beroeps en vrijwilligers bedoeld.

en de bouw- en topsportsector om specifieke vragen te stellen en te leren van hun ervaringen bij monitoren.

Inleiding

Aanleiding

Het is al lange tijd bekend dat er vanwege de risico's in het werk van brandweerprofessionals² sprake is van een verhoogd risico op aantasting van hun gezondheid en/of veiligheid. In het verleden zijn diverse publicaties verschenen waarin naar voren kwam dat de gezondheidseffecten van het brandweervak ongunstig zijn. Het alarmerende bericht van IARC dat werken bij de brandweer en het krijgen van kanker voor een aantal kankersoorten in de hoogste categorie is geclassificeerd, is hiervan de meest in het oog springende (IARC Monographs 2023)³. Een ander onderzoek heeft aangetoond dat er voor het krijgen van een aantal andere aandoeningen eveneens een verhoogd risico is voor brandweerprofessionals, zoals PTSS, een rughernia, lage rugpijn, hartkramp en hartinfarct (Kim et al., 2022). Voor hart- en vaatziekten in het algemeen tonen diverse onderzoeken aan dat er een verhoogd risico is bij brandweermensen (Gonzalez et al., 2024) (Soteriades et al., 2011).

Daarnaast is er recent in ons eigen land meermaals onrust geweest over de gezondheidseffecten van het werk, blijkend uit een uitzending van EenVandaag (november 2023) over de blootstelling aan PFAS en andere gevaarlijke stoffen en de eventuele gezondheidseffecten hiervan op brandweerprofessionals. Ook zijn er vragen gesteld omtrent het landelijk beeld van de mate van voorkomen van PTSS (Zembla 11 februari 2024). Voor Nederlandse brandweerprofessionals is de frequentie waarmee PTSS en andere aandoeningen voorkomen niet bekend. Sommige veiligheidsregio's hebben inzicht in hun eigen gegevens, maar een landelijk beeld van de blootstelling en gezondheid van brandweerprofessionals ontbreekt.

Op basis van het monitoren van gezondheidsklachten en het bijhouden van een blootstellingsregistratie, kan na een aantal jaren van opbouw van data inzicht worden gecreëerd in welke mate klachten voorkomen en of dit verschilt van de civiele populatie. Vervolgens zou er gekeken kunnen worden of er mogelijke verbanden zijn tussen klachten en blootstellingen en aanvullend interventies worden geadviseerd. Als een landelijke gezondheidsmonitor en blootstellingsregistratie opgezet kunnen worden, wordt niet alleen duidelijk waar de gezondheidsrisico's liggen voor Nederlandse brandweermensen, maar ook of er juist gezondheidswinst door de uitoefening van het vak valt te verwachten. Uit de internationale literatuur is namelijk ook bekend dat brandweermensen op enkele vlakken juist gezonder zijn dan de rest van de populatie. Zo scoren brandweerprofessionals bijvoorbeeld beter qua fitheid (Leischik et al., 2015) en mortaliteit (Petersen et al., 2018). Ook blijkt uit een onderzoek van Kim et al. (2022) dat brandweermensen onder andere een lager risico hebben op diabetes, bepaalde cardiovasculaire aandoeningen, cerebrovasculaire ziekte en acute respiratoire infectie. Door het monitoren van de blootstelling en gezondheid van brandweerprofessionals kan inzicht ontstaan in de factoren die hier juist aan bijdragen. Als dat helder is, kunnen positieve gezondheidsinterventies worden geïmplemen-

² Brandweerprofessionals: hiermee worden beroeps en vrijwilligers bedoeld.

³ <https://publications.iarc.fr/615>.

teerd die bijdragen aan het bevorderen van de positieve kanten van het brandweervak. Dit kan de duurzame inzetbaarheid van repressief brandweerpersoneel bevorderen.

Om bovenstaande redenen en in navolging op het rapport 'Gezondheidsmonitoring bij de brandweer' uit 2018 (Buskens E, 2018) is het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV) in 2023 gestart met het (interne) project Duurzame Inzetbaarheid / Gezondheidsmonitor. In januari 2024 benoemde Brandweer Nederland het onderwerp 'Gezondheidsmonitor' als beleidsspeerpunt. Een plan van aanpak, opgesteld door Brandweer Nederland, is in voorbereiding. Om in de tussentijd al een concrete bijdrage te kunnen leveren, heeft NIPV een onderzoek uitgevoerd, waarvan de resultaten zijn beschreven in het voorliggende document. In dit rapport worden methoden en voorbeelden van (gezondheids)monitoring omschreven, die mogelijk bruikbaar zijn voor de brandweer. In enkele andere branches worden namelijk beroepsmatige blootstelling en gezondheid al landelijk gemonitord, onder andere bij Defensie, de bouwsector en in de topsport. Deze methoden en voorbeelden worden hier besproken.

Onderzoeksvragen

In dit onderzoek staat onderstaande vraag centraal:

Wat zijn bruikbare methoden om relevante aspecten van gezondheid en blootstelling aan gevaren voor brandweerpersoneel te monitoren?

Deze hoofdvraag zal beantwoord worden met behulp van de volgende deelvragen:

- > Welke methoden worden omschreven in de literatuur voor het monitoren van gezondheid en blootstelling aan gevaren?
- > Op welke manier worden in de praktijk in vergelijkbare sectoren gezondheid en blootstelling aan gevaren gemonitord?
- > Wat zijn relevante aspecten om rekening mee te houden bij monitoren?

Onderstaand worden enkele omschrijvingen van monitoren weergegeven, om het begrip te duiden.

Onderstaand de definitie die gehanteerd wordt door het RIVM en de GGD⁴:

“Gezondheidsmonitors brengen de gezondheid, het welzijn en de leefstijl van de Nederlandse bevolking in kaart. De resultaten ondersteunen gemeenten, provincies en het Rijk bij het maken van gezondheidsbeleid.”

In het Engels wordt voor monitoring de term ‘surveillance’ gebruikt. ‘Health surveillance’, ‘disease surveillance’ en ‘workers’ health surveillance’ worden voor het monitoren van gezondheid en blootstelling gebruikt. De International labour organisation omschrijft de volgende punten voor een workers’ health surveillance (ILO, 1998):

- > monitor werknemers periodiek
- > zorg voor zo vroeg mogelijke opsporing van gezondheidseffecten veroorzaakt door het werk om daarna een passende interventie te starten
- > link dit aan het monitoren van beroepsblootstelling.

⁴ <https://www.monitorgezondheid.nl>

Lele (2018) omschrijft het doel en het nut van blootstellingsmonitoring als volgt:

Blootstellingsmonitoring wordt uitgevoerd om de gezondheids- en veiligheidsomstandigheden op de werkplek te evalueren met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan chemische, fysische en biologische gevaren gedurende de tijd dat ze zich in de werkomgeving bevinden. Monitoring helpt het management bij het selecteren en implementeren van effectieve technische maatregelen op de werkplek; het ontwikkelen van administratieve controles; en het selecteren, gebruiken en bepalen van de beperkingen van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Naar aanleiding van bovenstaande hanteren we de volgende omschrijving van monitoren van blootstelling en gezondheid, in dit rapport: het systematisch verzamelen van informatie voor een voorafgaand vastgesteld doel ten gunste van de gezondheid van personeel, om op basis hiervan actie te ondernemen.

Leeswijzer

Hoofdstuk 1 gaat in op de gebruikte methode van dit onderzoek. In hoofdstuk 2 komen de resultaten aan bod, met daarin een literatuurbeschuwing en resultaten uit de praktijk. Hoofdstuk 3 bevat de discussie over de gevonden methoden en voorbeelden, waarna in hoofdstuk 4 de conclusie en aanbevelingen volgen.

1 Methode

1.1 Literatuurbeschouwing

Er is in de database PubMed naar literatuur gezocht. De woorden monitor, gezondheid, blootstelling en werk/sport zijn hierin in diverse synoniemen meegenomen, zie onderstaande zoekstrategie.

((surveillance) OR (monitor*) OR (assessment)) AND ((health) OR (exposure)) AND ((work) OR (occup*) OR (sport*))

Voor het selecteren van de literatuur zijn onderstaande in- en exclusiecriteria gehanteerd.

Inclusiecriteria:

- > Engelstalig artikel.
- > Tussen 2014 en 2024 gepubliceerd in een 'peer reviewed' tijdschrift.
- > Reviews en oorspronkelijke artikelen.
- > In het artikel wordt een of meerdere vormen van een monitor van gezondheid of blootstelling aan gevaren omschreven in een werksetting, sportsetting of in een andere context met potentie voor de werksetting.
- > Monitoring vindt plaats op basis van registratiesystemen of op basis van nieuw verzamelde informatie.

Exclusiecriteria:

- > Anderstalig dan bovenstaand genoemd.
- > Hoofdstukken uit boeken en andere vormen van publicaties.

De zoektocht leverde 1855 resultaten op. Na het toepassen van de in- en exclusiecriteria werd van vijfendertig artikelen de volledige tekst doorgenomen. Dit leidde tot de inclusie van elf relevante artikelen. Tevens is één relevant artikel toegevoegd dat werd toegestuurd door een expert uit een andere sector (Karkazis & Fishman, 2017).

1.2 Informatie uit de praktijk

Er zijn gesprekken gevoerd met vertegenwoordigers van verschillende sectoren in Nederland waarvan bekend is dat zij aan monitoring van blootstelling en/of gezondheid doen. De inhoud van de gesprekken is gebaseerd op een recent artikel van Centre for Disease Control, waarin wordt omschreven uit welke aspecten de evaluatie van een monitoringssysteem kan bestaan (El Burai Felix et al., 2024). Dit is aangevuld met enkele voor de Nederlandse brandweer relevante thema's.

Voorafgaand aan de gesprekken zijn de gespreksonderwerpen toegestuurd aan de representanten van de monitoringssystemen. Tijdens de gesprekken werden aantekeningen gemaakt. Een samenvatting van een gesprek werd naderhand aan de bevrraagden verstuurd

en wijzigingen zijn doorgevoerd, indien iets niet correct was verwoord. De antwoorden zijn vervolgens in dit rapport verwerkt. De onderwerpen en vragen die zijn besproken, worden in de bijlage weergegeven.

2 Resultaten

2.1 Resultaten literatuurbeschouwing

2.1.1 Resultaten wetenschappelijke literatuur

In totaal werden twaalf artikelen geïnccludeerd, deze zijn weergegeven in de overzichtstabel hieronder. Verderop worden ze uitgebreider besproken. De artikelen zijn gecategoriseerd in drie thema's:

- > meten van blootstelling en gezondheidseffecten na blootstelling
- > perceptie van monitoren op basis van sensoren of een surveillancesysteem
- > ethische aspecten van monitoren.

De artikelen worden per thema, van meest recent naar minder recent weergegeven.

Tabel 2.1 Overzicht van bestudeerde artikelen over monitoren van gezondheid en blootstelling aan gevaren, in werk- of sportsetting

1 ^e auteur	Jaartal	Onderwerp	Land	Hoofddlijn	Populatie
<i>Meten blootstelling en gezondheidseffecten na blootstelling</i>					
Barrett	2024	Blootstelling monitoringstool	USA	Ontwikkeling en validatie van tool om beroepsmatige blootstelling d.m.v. digitale vragenlijst vast te stellen bij militairen	Militairen
Williams	2023	Metten blootstelling beroepsmatig geluid met Apple Watch	USA	In kaart brengen en kwantificeren geluidsblootstelling bij brandweermensen d.m.v. Apple Watch	Brandweer
Bustos	2021	Meetmethodes voor fysiologische uitkomstmaten in beroepen	Review/ Portugal	Systematisch overzicht van toepassingen van fysiologische monitoringsystemen voor werkende populaties	O.a. brandweer
Wasser-man	2019	Epidemiologische studie o.b.v. webbased blessure monitoringsysteem	USA	Uitkomsten van blessures, zoals verloren tijd door blessure, 'blessurerate', moment van ontstaan, meest aangedane deel van het lichaam, tijdens welke activiteit	High-school baseball team

Monks	2018	Ontwikkeling medisch onderzoek werknemers bij nieuwe gevaarlijke stof	USA	Nieuwe stof wordt als uitgangspunt gebruikt, omschrijving van de wijze van ontwikkelen van medisch onderzoek en toepassen arbeidshygiënische strategie	Militairen
Noylet	2018	Monitoringsystemen hittestress	Review/ Canada	Review van fysiologische responsmaten, beschikbare hittestress monitoringsystemen en onderzoeken potentiële barrières	Alle beroepen die te maken hebben met hitte
<i>Perceptie monitoren o.b.v. sensoren of surveillancesysteem</i>					
Tucker	2024	Perceptie gebruik sensoren t.b.v. monitoren gezondheid	USA	Vergelijken en evalueren van perceptie van first responders en professionele chauffeurs op wearables en houding t.o.v. gezondheidsmonitoring	First responders en professionele chauffeurs
Sugg	2020	Gebruik en perceptie sensoren in beroepsmatige setting	USA	Perceptie en ervaring met gebruik van digitale devices voor het meten van bijv. hartslag, bloeddruk, veiligheid werkplek, hitte, blootstelling chemisch of pesticide	Grondwerkers
Spook	2019	Behoefteteonderzoek gebruik sensoren bij werknemers t.b.v. gezondheidsbevordering	NL	Identificeren behoeften werknemers en voorkeuren voor het gebruik van sensor-technologieapplicaties op het werk	Fysiek zware beroepen
Barboza	2017	Perceptie online surveillancesysteem sporters	Brazilië i.s.m. Nederland	Perceptie van online surveillancesysteem t.b.v. sportgerelateerde gezondheid	Nationale elite sporters (judo, zwemmen, volleybal)
<i>Ethische aspecten monitoren</i>					
Evans	2023	Overzicht van ethische aspecten bij gebruik van sensoren in de werksetting	Review/ divers	Overzicht van artikelen die ethische aspecten benoemen bij gebruik van sensoren voor meten van gevaren in werksetting	Review/ divers
Karkazis	2017	Ethisch discussieartikel over monitoren van	USA	Het monitoren van gegevens zoals hartslag,	Professionele sporters

biodata met
voorbeeldsituaties van
sporters

hartslagvariabiliteit,
slaap wordt
bediscussieerd in het
licht van ethische
aspecten

Onderstaand worden alle artikelen uit tabel 2.1 meer in detail beschreven.

Meten van blootstelling en gezondheidseffecten na blootstelling

In een Amerikaans artikel wordt een voorbeeld gegeven van een blootstellingsbeoordelingstool voor militaire veteranen. De inschatting van de blootstelling wordt gedaan door middel van een (digitale) vragenlijst. Daarin wordt een uitvraag gedaan naar de beroepsmatige en omgevingsblootstelling voor, tijdens en na militair dienstverband. Vijf categorieën van blootstelling zijn uitgevraagd. De mogelijk gerelateerde gezondheidseffecten aan de blootstellingen zijn ook uitgevraagd (Barrett et al., 2024).

In een andere studie is beroepsmatige blootstelling aan geluid tijdens repressief brandweeroptreden onderzocht. Bij vijftien brandweermensen en vijftientig controles werd informatie verzameld met een Apple Watch en een aanvullende vragenlijst. Hieruit kwam naar voren dat brandweermensen vaker worden blootgesteld aan hard geluid, maar ook dat de Apple Watch de blootstelling uitmiddelt over een half uur, waardoor pieken niet worden gerapporteerd (Williams et al., 2023).

In een systematische review zijn de fysiologische maten weergegeven die de potentie hebben om real-time in beroepsmatige setting te meten. Voor brandweermensen zijn hierbij de volgende maten gevonden (Bustos et al., 2021):

- > cardiovasculair: hartslag, hartslagvariabiliteit, elektrocardiogram (ECG)
- > fysiologische eisen en werkbelasting: HR, zuurstofverbruik, kerntemperatuur, bewegingsmeter, maximale zuurstofopname, ECG, snelheid en versnelling
- > fysiologische reactie en stress level: HR, bewegingsmeter, huidtemperatuur, ademhalingsfrequentie.

De auteurs stellen dat draagbare sensoren valide tools lijken te zijn om de fysiologische status in de werksetting te kunnen beoordelen. Echter, zij omschrijven in hun artikel niet de exacte waarden op basis waarvan zij tot deze conclusie komen. Voor brandweerpersoneel worden bijvoorbeeld sensoren aangedragen zoals draagbare ademanalyse, het Polarsysteem voor het meten van de hartfrequentie, Holter ten behoeve van 12-lead ECG, Garmin smartwatch voor fitness tracking, en specifieke sensoren voor het meten van ECG, hartslag en temperatuur. Het wordt hierbij echter niet duidelijk hoe de validiteit en reproduceerbaarheid van de tools zijn onderzocht. Het reikt voor dit onderzoek te ver hier specifiek op in te gaan.

Drie jaar eerder dan bovenstaande review gaven Notley en collega's (Notley et al., 2018) een overzicht van nuttige uitkomstmaten voor het inschatten van de mate van hittestress, zoals kerntemperatuur, huidtemperatuur, vochtverlies en cardiovasculaire stress. De noodzaak voor persoonlijke en real-time bescherming wordt aangegeven. Van de draagbare monitoringssystemen die in het artikel worden omschreven, wordt aangegeven dat ze vaak kostbaar zijn, onvoldoende gevalideerd en niet getest of ze tegen extreme omstandigheden kunnen. De interpretatie van de gegevens en hoe te handelen op basis van de uitkomst

worden niet altijd omschreven. Het advies van de auteurs is om toekomstige ontwikkelingen te richten op een kosteneffectieve oplossing.

In de Verenigde Staten zijn er binnen diverse sportonderdelen op high school webbased sportblessure monitoringsystemen ontwikkeld. Op basis hiervan zijn in epidemiologische artikelen de gegevens van blessures voor baseball omschreven (Wasserman et al., 2019), voor lacrosse (Pierpoint et al., 2019) en voor worstelen (Kroshus et al., 2018). Eén voorbeeldartikel is opgenomen in dit overzicht (Wasserman e.a., 2019). Op basis van een online systeem is informatie verzameld van de sporters uit een elektronisch medisch dossier, uit blesseurdocumentation en een trainerssysteem (waarin onder andere een blessure-surveillancetool zit). Hieruit volgen beschrijvende epidemiologische data, met een weergave van uitkomstmaten zoals:

- > verloren tijd door ongevallen
- > blessurerate
- > ontstaan van blessures tijdens competitie of training
- > meest aangedane deel van het lichaam qua blessures
- > tijdens welke activiteit de blessure is ontstaan.

De artikelen geven inzicht in gegevens van de afgelopen tien seizoenen.

Binnen het Amerikaanse leger worden soms nieuwe stoffen geïntroduceerd die potentieel gevaarlijk zijn. In één artikel wordt omschreven hoe wordt omgegaan met onbekende beroepsmatige risico's bij gebruik van een nieuwe stof. De arbeidshygiënische strategie wordt grotendeels toegepast met behulp van:

- > bronmaatregelen
- > collectieve maatregelen
- > individuele maatregelen
- > persoonlijke beschermingsmiddelen.

Aanvullend voerden de onderzoekers in dit geval ook een literatuuronderzoek uit om te achterhalen wat er bekend was over de blootstelling. Ook voerde de bedrijfsgeneeskundige dienst een biomonitoringsprogramma in om eventuele gezondheidseffecten vroegtijdig te achterhalen (Monks, 2018).

Naast bovengenoemde methoden van monitoren uit de internationale literatuur wordt in een Nederlandstalig rapport ook gesproken over biomonitoring en sensing om blootstelling te monitoren in de werksetting. Hierbij wordt biomonitoring voor de blootstelling *in* het lichaam en sensing voor de blootstelling *buiten* het lichaam omschreven. Aandachtspunten die hierbij worden benoemd, zijn 1) het moeten voldoen aan de privacywetgeving en 2) de beslisruimte van de werknemer om meetmethoden toe te staan (ministerie van Volksgezondheid, 2018). Het voordeel van biomonitoring is dat de blootstelling over alle blootstellingsroutes wordt bepaald, waarmee het een goede manier is om te controleren of de reeds genomen arbeidshygiënische maatregelen de blootstelling voldoende beheersen. De effectiviteit van eventuele persoonlijke beschermingsmiddelen wordt ook meegenomen. Nadelen van biomonitoring zijn het gebruik van persoonlijke gegevens en het bewaren daarvan. Daarnaast is nadelig dat gemeten wordt in het lichaam, terwijl de arbeidshygiënische strategie er juist op is gericht om de stoffen buiten het lichaam te houden. Als biomonitoring wordt ingezet, is het aan te raden dit altijd in combinatie met andere maatregelen te doen.

Als voordeel van het gebruik van sensoren voor het meten van blootstelling wordt de real-time meting benoemd. Meestal ondervindt de werknemer hier minder hinder van, omdat de sensoren klein en licht zijn. Het is wel belangrijk om gevalideerde sensoren te gebruiken. Het gebruik van een logboek aanvullend is nodig gebleken om de blootstelling goed te kunnen duiden.

Uit de bestudeerde literatuur kan worden samengevat dat er methoden zijn voor het monitoren van gezondheidsgegevens. Voor gezondheidseffecten zijn benoemde methoden: het fysiologisch meten van parameters en digitale registratiesystemen. Voor het in kaart brengen van blootstelling worden het gebruik van vragenlijsten, metingen met wearables/sensoren en biomonitoring in de literatuur benoemd.

Perceptie monitoren op basis van sensoren of surveillancesystemen

Op basis van de zoekstrategie werd ook literatuur gevonden waarbij de perceptie van werknemers of sporters bij invoering van monitoren werd onderzocht. Die literatuur wordt onderstaand weergegeven.

In een Amerikaanse studie is aan first responders (n=112) gevraagd naar het huidige gebruik van wearables⁵ die gezondheidsparameters in kaart brengen. Van hen gaf 28 % aan deze al te gebruiken. Eventuele barrières bij het gebruik tijdens het werk waren gebrek aan interesse, kosten en de levensduur van de wearables in bijvoorbeeld hitte. Desondanks werden de volgende parameters als relevant gezien om te monitoren door het overgrote deel van de ondervraagden: hartslag (door 100 % van de first responders relevant gevonden), bloeddruk (93 %), kerntemperatuur (89 %), huidtemperatuur (66 %), hydratatie-level (86 %), ademhalingsfrequentie (87 %), bloedzuurstofgehalte (91 %), CO₂-level (85 %) en cortisol level (86 %) (Tucker et al., 2024).

Een vergelijkbare studie naar perceptie van het toekomstige gebruik van sensoren om bijvoorbeeld blootstelling te meten of sensoren om de gezondheid te monitoren is bij grondwerkers uitgevoerd. Hieruit kwam naar voren dat 67 % van de respondenten een GPS-tracker wel wil gebruiken als dat de blootstelling aan hitte tijdens het werk in kaart kan brengen. Voor het meten van de hartslag was dit percentage aanzienlijk lager met 27 %. Er werd ook gevraagd naar het delen van resultaten: 44 % wilde de persoonlijke resultaten wel delen met een arts, maar minder dan 25 % was bereid om deze gegevens te delen met de werkgever. Frequentie gezondheids- en blootstellingsmonitoring op basis van sensoren zou door het merendeel wel worden gewaardeerd voor het meten van bloeddruk (63 %), hartslag (63 %), hitte (73 %) en chemische blootstelling (63 %) (Sugg et al., 2020).

De perceptie en acceptatie van een online sportgezondheidsmonitoringsysteem is uitgetest bij sporters (Barboza et al., 2017). Braziliaanse nationale judoka's, zwemmers en volleyballers werden gevraagd (twee)wekelijks gezondheidsgegevens in te voeren in het systeem. Stafleden hadden hier inzage in. Het doel van het systeem was inzicht creëren in de invloed van klachten op sportdeelname, trainingsvolume, prestatie en gezondheidsklachten. In het geval van een klacht of blessure werd bepaald wat de gemiste tijd in dagen voor training en competitie was, en de aangedane plaats in het lichaam. De tevredenheid over het systeem werd in een pilotstudie vastgesteld; de sporters waardeerden het met een

⁵ Een wearable is een slim en compact elektronisch apparaat dat meestal wordt gedragen om de arm, pols of vinger, dicht bij de huid, en dat bijvoorbeeld informatie kan verzamelen en verwerken over het menselijk lichaam, zoals temperatuur en hartslag (Uitleg: Wikipedia).

8.2 en de stafleden met een 9.2 (op een schaal van 1-10). Er werd echter wel door atleten aangegeven dat bij klachten face-to-face-contact de voorkeur had.

In een studie onder Nederlandse werknemers in fysiek zware beroepen (in onder andere de civiele techniek, industriële schoonmaak- en petroleumindustrie), gaven de werknemers aan sensoren te willen gebruiken voor het meten van fysieke functie-eisen, hittestress, geluid en vermoeidheid. Kwaliteit, comfort en gebruikersgemak werden benoemd als potentiële barrières voor het implementeren. Langetermijnmotivatie om sensoren te gebruiken werd toegeschreven aan de mogelijkheid tot het managen en monitoren van werkblootstelling, positieve feedback en data-eigenaarschap. Werknemers uitten in het onderzoek de behoefte aan directe feedback en toegang tot de data indien zij dat wensen (Spook et al., 2019).

Samenvattend geven de artikelen over de perceptie van monitoren weer dat werknemers en sporters het relevant vinden om aspecten te monitoren. Met name hartslag, bloeddruk, kerntemperatuur, geluid en GPS ten behoeve van blootstelling. Wel zijn werknemers en sporters kritisch over het delen van gegevens, met name richting werkgevers.

Ethische aspecten monitoren

In 2023 is een review uitgevoerd naar de ethische aspecten van het in kaart brengen van gevaren op het gebied van arbeidshygiëne (Evans et al., 2023). De gevonden ethische aspecten zijn:

- > de rechten en privacy van werknemers
- > de anonimiteit van data die worden verzameld met de sensoren
- > het borgen van de veiligheid van de data.

Ook wordt benoemd dat de sensoren inzicht zouden kunnen geven in de beroepsmatige blootstelling aan gevaren, maar dat het gebruik niet altijd adequaat wordt uitgelegd aan werknemers. Een ethisch raamwerk en checklist worden voorgesteld om te hanteren bij de invoer van het gebruik van sensoren om beroepsmatige risico's in kaart te brengen.

In het artikel van Karkazis en Fishman (2017) worden de ethische aspecten van monitoren ook benoemd. Als gezondheidsdata correct worden gebruikt, heeft het de potentie om blessures te verminderen, prestatie te verbeteren en de carrière van de sporter te verlengen. In het artikel wordt onderzoek gedaan naar het monitoren van professionele sporters en de verhouding tot de sportbonden, echter kunnen deze resultaten worden vertaald naar de werksetting. Aspecten die relevant worden geacht bij monitoren zijn:

- > validiteit en interpretatie van data
- > toegenomen monitoring en bedreigingen voor privacy
- > risico op vertrouwelijkheid en veiligheid van data
- > conflicterende belangen en dwang

Bij de invoering is eigenaarschap van de data en autonomie van de sporters erg belangrijk: kunnen zij bijvoorbeeld zelf besluiten met wie hun persoonlijke gegevens worden gedeeld?

Samenvattend zijn relevante ethische aspecten bij monitoren van gezondheid: rechten en privacy van werknemers, anonimiteit van de data en vertrouwelijkheid en veiligheid van de data. Ook de mogelijkheid tot het maken van een eigen keuze door de persoon van wie de gegevens zijn, over wie zijn of haar gegevens mag inzien, wordt meermaals in de literatuur benoemd.

2.2 Resultaten uit de praktijk

Aanvullend aan de literatuurstudie werden praktijkvoorbeelden verzameld. Er zijn in totaal acht gesprekken gevoerd met vertegenwoordigers van vier verschillende sectoren. Hiervan gingen drie gesprekken over een blootstellingsmonitor en twee gingen over het meten van blootstelling aan hitte. Daarnaast werden vijf gesprekken gevoerd over het monitoren van gezondheid, waarvan één over de ethische aspecten. In onderstaande tabel 2.2 wordt weergegeven op welke sectoren het monitoren betrekking had. Daarna worden per gesprek de meest relevante punten weergegeven met betrekking tot drie onderwerpen: het doel en de methode van de monitor, aandachtspunten en voor- en nadelen.

Defensie blootstellingsgegevens

Doel en methode

Op basis van een zelfgebouwde applicatie ('persoonsregistratie en nadere inventarisatie gevaarlijke stoffen') houdt Defensie bij welke medewerkers werkzaam zijn met welke gevaarlijke stoffen. Het doel hiervan is de blootstelling van werknemers te registreren, zodat deze gedurende een langere tijd inzichtelijk blijft.

Met de tool wordt invulling gegeven aan de wettelijke verplichting om te registreren welke werknemer werkt met gevaarlijke stoffen (carcinogene, mutagene en reproductietoxische stoffen (CMR)). Het invullen van de tool wordt de eerste keer als een grote werklast ervaren, maar zorgt vervolgens voor een lastenverlichting. De tool wordt gezien als een groeimodel, waarbij er in de toekomst niet alleen meer stoffen kunnen worden opgenomen, maar ook blootstelling aan andere gevaren, zoals geluid. Op basis van de inzichten uit de tool worden aanpassingen doorgevoerd in het beleid en de uitvoering. Aanvullend aan dit systeem wordt er gewerkt aan een 'military exposure assessment tool', waarbij een blootstellingsinschatting wordt gemaakt op basis van satellietdata, industrie in het betreffende gebied en meteodata. Deze tool zou mogelijk ook interessant kunnen zijn voor de brandweer, geeft de geïnterviewde aan.

Aandachtspunten

Het voordeel van dit systeem is het ontlasten van de werkgevers, ten behoeve van de wettelijke verplichting om blootstelling van CMR stoffen te registreren. De werkgevers krijgen deze tool aangereikt binnen Defensie, waardoor zij die niet afzonderlijk hoeven te ontwikkelen. Een ander voordeel van het systeem is dat het een uniforme tool is die defensiebreed wordt gebruikt en gekoppeld is aan het HR-systeem van Defensie (hieruit komen de functiegroep-benamingen, dat zijn gelijksoortige functies). Als nadeel wordt de afhankelijkheid van IT benoemd; er is iemand nodig die de vertaalslag van techniek naar de inhoudelijke gevolgen kan maken.

Defensie - hitte

Doel en methode

Defensie monitort in de opleidingssetting onder andere de hittebelasting van militairen, waarbij het doel is om hitteletsels te herkennen en voorkomen. Hiervoor wordt het ARMOR-systeem gebruikt. Militairen in de opleiding dragen een hartslagband om de bovenarm. Een commandant heeft inzicht in de groepsgegevens van maximaal 25 personen door middel van een tablet of telefoon. Van ieder individu wordt een tegel weergegeven, die afhankelijk van de staat van de persoon groen, oranje of rood kleurt. Door de tegel aan te klikken is er meer specifieke informatie over de betreffende persoon zichtbaar. In het geval van een rode tegel gaat de commandant in gesprek met de persoon om na te gaan of er sprake is van

andere symptomen van hitteletsel. Deze check blijft nodig, omdat er bij een rode tegel ook sprake kan zijn van zware fysieke inspanning zonder hitteletsel.

Het systeem werkt bijna real-time (de gegevens zijn na enkele ogenblikken in te zien), maar de gegevens worden omwille van de AVG en medische regelgeving niet opgeslagen. In een nota is omschreven onder welke omstandigheden het systeem gebruikt dient te worden in de opleidingssituatie; dat is bij een bepaalde temperatuur in combinatie met bepaalde activiteiten. Naast de toepassing in het opleidingsdomein kunnen operationele militairen het ARMOR-systeem ook gebruiken door een app te downloaden op hun sporthorloge en gebruik te maken van een borstband. In dat geval monitoren zij zichzelf en gaan de gegevens nergens anders heen.

Aandachtspunten

Een voordeel van het systeem is dat het een extra hulpmiddel is om hitteziekten te herkennen en voorkomen. Een nadeel is de extra belasting (de logistiek, IT en instructie voor gebruik kosten extra tijd). Een ander nadeel is dat mensen soms gemakzuchtiger worden door gebruik van het systeem, waardoor instructeurs zichzelf niet meer verantwoordelijk voelen.

Brandweer - hitte

Doel en methode

Tijdens het gesprek met Defensie over hittebelasting, werd benoemd dat ook de brandweer in sommige veiligheidsregio's hittebelasting monitort. Om extra informatie over het systeem te krijgen, is een gesprek gevoerd binnen de brandweer. Andere vormen van monitoring binnen de brandweer zijn in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Net als bij Defensie wordt het ARMOR-systeem in sommige situaties ingezet bij de brandweer om hitte te monitoren. Het wordt soms tijdens realistische teamtraining en opleidingen gebruikt op een oefencentrum. Het doel hiervan is hitteletsels te herkennen en voorkomen. Op basis van de hartslag wordt een inschatting van de kerntemperatuur gemaakt. Ook wordt de Physcial Strain Index (PSI) geschat. Dit is een relatieve hitte-inschatting op een schaal van 1 tot 12, die beoordeeld kan worden door iemand die dit monitort. Bij de PSI hoort ook een symptomenlijst om de ernst te bepalen.

De geïnterviewde geeft aan dat het systeem bij de brandweer vooral goed bruikbaar zou kunnen zijn bij langdurige werkzaamheden, zoals bosbranden, lange oefendagen, of scenario's met achtereenvolgens blus-, sloop-, opruimwerkzaamheden en nablussen.

Aandachtspunten

Het systeem wordt niet in de uitrukdienst gebruikt, vanwege het feit het zo'n 10-15 minuten nodig heeft om zich aan te passen aan de gebruiker in rust. Deze tijd is er niet bij een uitruk. Daarbij is er ook voorbereidingstijd nodig om het systeem in te zetten. Daarnaast rijst de volgende vraag: wat te doen indien er iets onverwachts wordt gezien qua hartslag? De geïnterviewde geeft aan dat daar van tevoren over moet worden nagedacht.



Figuur 2.1 Physical strain index zoals gecreëerd tijdens het gebruik van het ARMOR-hitte-monitorsysteem (Bron: www.armorhitemonitor.nl)

Defensie - gezondheidsmonitoring

Doel en methode

Defensie heeft een gezondheidsmonitor ingeregeld voor alle actief dienende militairen, met als doel de gezondheid van militairen en de effectiviteit van de zorg te optimaliseren. Dit gebeurt op basis van reeds bestaande gegevens: een selectie van gegevens uit het eerstelijns medisch registratiesysteem en personeelssysteem.

Met de monitor wordt inzicht gecreëerd in de gezondheid van groepen militairen, waardoor mogelijke risicogroepen kunnen worden vastgesteld en vervolgens advies ter bescherming van de gezondheid van de risicogroepen kan worden gegeven. Als er een risicogroep wordt gevonden, kan er ander beleid worden geadviseerd. Een theoretisch voorbeeld van een advies is rotatie van functie na een aantal jaar, indien blijkt dat na een aantal jaar binnen een functie specifieke klachten vaker ontstaan. De cijfers worden afgezet tegen het voorkomen van klachten van de Nederlandse civiele populatie, gespecificeerd naar leeftijd en geslacht. De resultaten worden inzichtelijk gemaakt door middel van een rapport. Ook worden factsheets gemaakt en presentaties gegeven.

Aandachtspunten

Voordeel van de monitor is dat gegevens in eigen beheer van Defensie zijn. Ook zijn er veel experts die kunnen meedenken om de resultaten in perspectief te plaatsen. Een nadeel is dat het koppelen van (medische) gegevens op individueel niveau juridisch een uitdaging is.

Defensie - PMO-gegevens

Doel en methode

Op basis van gegevens uit het preventief medisch onderzoek (PMO) vindt binnen Defensie monitoring plaats. Defensie heeft het PMO laten aansluiten bij de drie doelen zoals benoemd in de richtlijn PMO van de NVAB (Nederlandse vereniging voor arbeids- en

bedrijfsgeneeskunde) (Sluiter et al., 2013). Op een drietal niveaus geeft de informatie de mogelijkheid tot monitoren:

- > Individu: het individu ontvangt direct na afloop van het PMO een gesprek met een (bedrijfs)arts (ongeacht de uitkomst).
- > Groep: de commandant van de eenheid ontvangt na afloop van het PMO van zijn of haar eenheid een groepsrapportage op basis van anonieme gegevens.
- > Populatie: Het is mogelijk om een landelijk inzicht te creëren op basis van PMO-gegevens.

Aandachtspunten

Het voordeel voor Defensie is dat zij een interne arbodienst heeft, waardoor zij het PMO heeft kunnen vormgeven op basis van alle taken die in het werk van militairen kunnen voorkomen. De insteek is dat burgerpersoneel het PMO modulair krijgt aangeboden (het PMO sluit dan aan op de gezondheidsrisico's in de functie). Het nadeel voor Defensie is dat er bij afname van de PMO's een grote afhankelijkheid is van capaciteit (wat betreft personeel), logistiek en de IT-component.

Monitoren in de bouwsector - PAGO

Voortkomend uit Cao-afspraken is binnen de bouwsector een expertisecentrum opgericht (Vlandis) dat zich richt op het ondersteunen van werknemers en werkgevers in de bouwsector bij hun invulling van duurzame inzetbaarheid. Vlandis coördineert de afname van het periodiek arbeidsgezondheidskundig onderzoek (PAGO). Dit wordt aangevuld met een adviesgesprek met een adviseur op het gebied van duurzame inzetbaarheid. Gezamenlijk wordt dit de Duurzame inzetbaarheidsanalyse genoemd.

Doel en methode

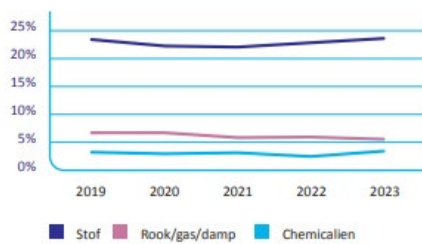
Het doel van het PAGO en het creëren van het landelijke overzicht is leren uit het verleden om de toekomst te beïnvloeden. Jaarlijks wordt er een landelijk overzicht gemaakt van de 15.000 PAGO's die zijn afgenomen. Dit overzicht is openbaar beschikbaar. Per bedrijf wordt er een interne rapportage gemaakt bij deelname van ten minste vijftien personen. Elke deelnemer krijgt een terugkoppelingsgesprek, waarin maximaal drie acties worden besproken ter optimalisatie van diens duurzame inzetbaarheid. Er wordt een vragenlijst ingevuld door de werknemer (onderwerpen zijn functie, gezondheid, werk, werksituatie en loopbaan). Ook worden biometrische testen afgenomen (zoals lengte, gewicht, ogen, gehoor, longen en bloed).

Aandachtspunten

Het grote voordeel voor de bouw van het landelijke inzicht is de mogelijkheid om terug te vallen op cijfers over de gezondheid van werknemers in plaats van op onderbuikgevoel. Een nadeel is het spanningsveld tussen het doel van de bedrijfsarts met de vragenlijst van het PAGO en het doel van de onderzoekers. De onderzoeker kan niet alles vragen wat hij of zij misschien wel wil weten. Ook komen niet alle gegevens correct in de database, bijvoorbeeld over de functie die iemand uitvoert, doordat dit uit een archief wordt ingeladen. Deze informatie is echter wel van groot belang voor het onderzoek.

Onderstaande grafiek (figuur 2.2) is een voorbeeld van het landelijk inzicht in blootstelling aan gevaarlijke stoffen gecreëerd op basis van gegevens uit het PAGO in de bouwsector (Vlandis, 2023).

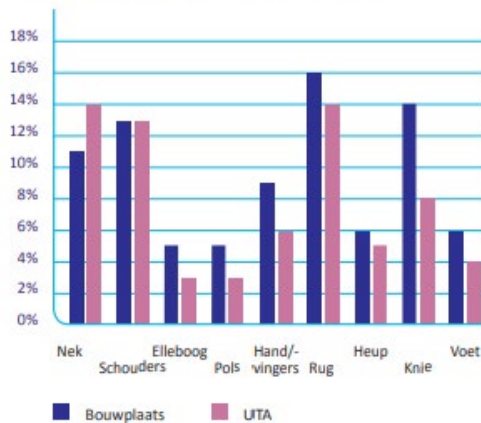
Grafiek 3 | Vaak of altijd blootgesteld (in procenten)



Figuur 2.2 Blootstelling aan gevaarlijke stoffen in de bouwsector (Bron: Vlandis, 2023)

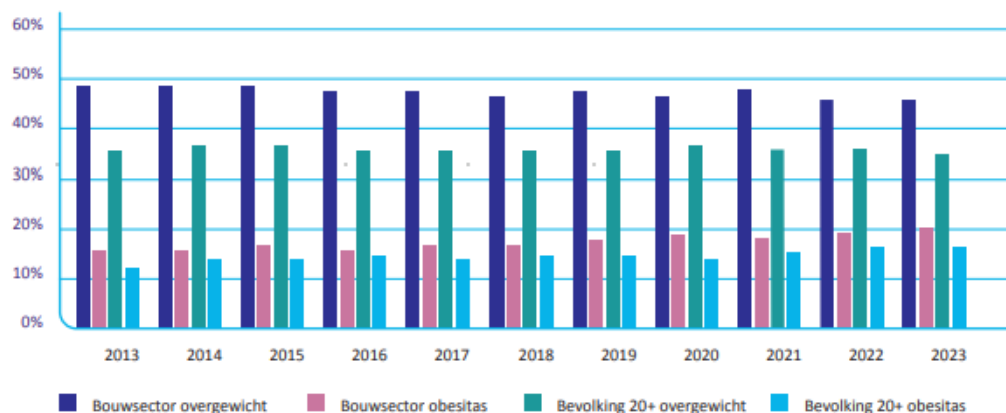
Onderstaand staat in figuur 2.3 een voorbeeld van het landelijk inzicht van klachten aan de ledematen in de bouwsector. Figuur 2.4 geeft een overzicht van overgewicht en obesitas in de jaren 2013 - 2023, zoals gemeten tijdens het PAGO, afgezet tegen de algemene bevolking.

Grafiek 12 | Pijn of stijfheid (in procenten)



Figuur 2.3 Klachten aan de ledematen in de bouwsector (Bron: Vlandis, 2023)

Grafiek 20 | Overgewicht en obesitas in de bouw versus de Nederlandse bevolking 18+ (in procenten)



Figuur 2.4 overgewicht en obesitas in de jaren 2013 - 2023 in de bouwsector en algemene bevolking (Bron: Vlandis, 2023)

Monitoren bij atleten

Aandachtspunten

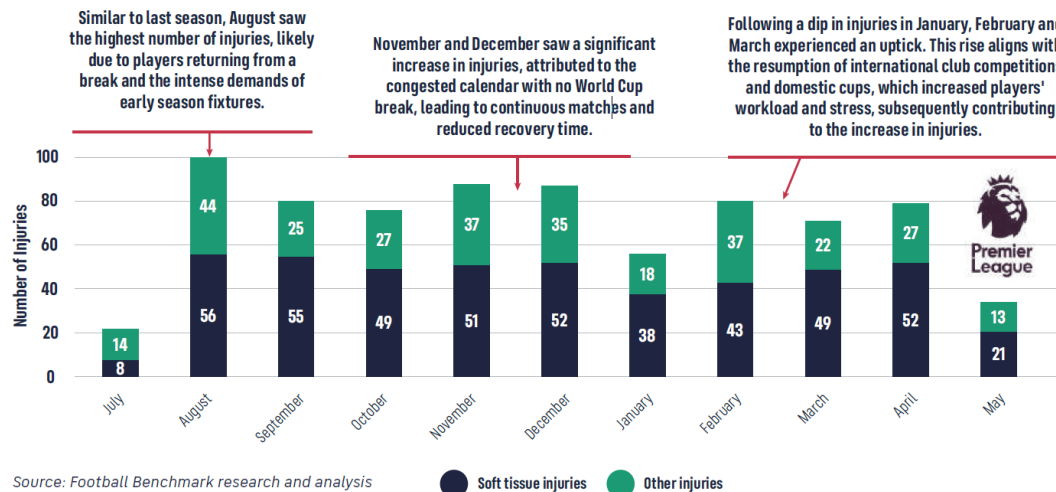
Met een onderzoeker van het UMC Amsterdam is gesproken over monitoren bij atleten. Om monitoren en vergelijken mogelijk te maken, zijn er binnen de sportwereld internationaal eenduidige afspraken (definities) gemaakt over blessures en aandoeningen (consensus statement). Bijvoorbeeld over hoe te registreren, maar ook over het vaststellen van blessures of ziektes. Op die manier kan er op consistente wijze worden vergeleken. Voor voetbal is er ook een sport-specifiek statement gemaakt.

Qua methodiek van informatie verzamelen wordt het vaststellen door een arts gezien als de gouden standaard. Daarnaast wordt er informatie verzameld op basis van vragenlijsten en wearables. De methode voor het verzamelen van data is afhankelijk van beschikbare (financiële) middelen. Het standpunt in de voetbalwereld is dat de data die worden verzameld van de voetballer zelf zijn, en dat die bepaalt wat er met de data mag gebeuren.

Tijdens het gesprek werden enkele voorbeelden van monitoring in de sportwereld benoemd. Zo wordt door FIFPRO (vakbond voor wereldwijd 60.000 profvoetballers) gebruikgemaakt van een 'workload' monitoringstool. Hierin wordt de werkbelasting inzichtelijk gemaakt, zoals aantal wedstrijden, internationale reistijd en hersteltijd tussen wedstrijden. Dit wordt gekoppeld aan informatie over blessures. Als er geen rechtstreekse informatie van de voetballer is, worden gegevens over blessures verzameld met behulp van openbare bronnen. Op basis van de combinatie van gegevens wordt er gekeken naar determinanten voorafgaand aan het ontstaan van blessures. Denk hierbij aan het aantal gevoetbalde wedstrijden. De resultaten daarvan geven inzicht in de werkbelasting van de voetballers, en die informatie wordt gebruikt om afspraken te maken over de voetbalkalender (frequentie van wedstrijden en rustdagen tussen wedstrijden). In de onderstaande figuren 2.5 en 2.6 worden enkele inzichten weergegeven.

INJURY STATISTICS OF THE ENGLISH PREMIER LEAGUE

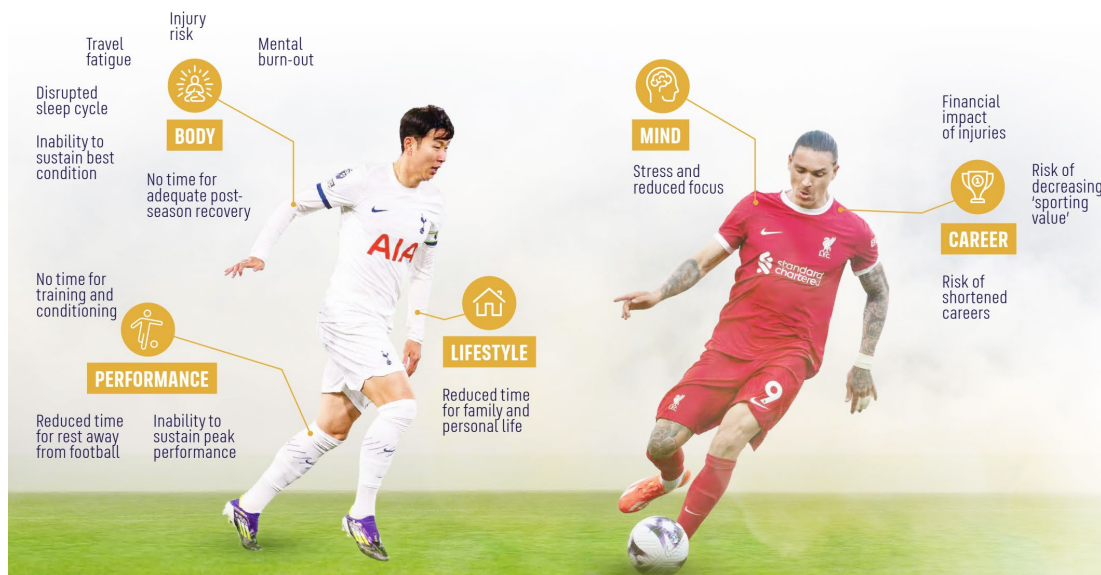
Reported injuries among players of English Premier League clubs during the 2023/24 season by month



Figuur 2.5 Blessures van de Engelse premier league van 2023-2024 (Burchkalter, 2024)

RISK COMPONENTS OF HOLISTIC PLAYER WORKLOAD DEMANDS

Excessive workload has many detrimental effects on players and competitions. The negative impact of individual match workload and continuous competition cycles is aggravated by the absence of individual and collective safeguards. This causes major harm to players and the game, ultimately also undermining the sporting value of competitions. Here are the most common negative effects.



Figuur 2.6 Werkbelasting van profvoetballers op basis van de inzichten die FIFPRO creëert (Burchkalter, 2024)

Defensie - ethische aspecten

Doel binnen de krijgsmacht

De ethische dimensie van persoonlijke gezondheidsmonitoring wordt binnen de krijgsmacht onderzocht. Het doel is het bijdragen aan moreel verantwoord ontwikkelen en inzetten van persoonlijke gezondheidsmonitoring (PGM). Sensoren en wearables zijn technisch beschikbaar, maar de ethische aspecten lijken onvoldoende te worden beschouwd tijdens de ontwikkeling en invoering daarvan. Dit concept wordt ook wel 'ethics-by-design' genoemd en is niet specifiek voor de Nederlandse krijgsmacht. Voor de krijgsmacht is het doel van PGM onder meer het optimaliseren van de gezondheid, het voorkomen van uitval en triage ofwel behandelingsprioritering.

Belangrijke uitgangspunten

Belangrijke ethische waarden zijn vertrouwen (in de organisatie), controle (van gezondheid op basis van de gezondheidsgegevens), autonomie (vrijwillig gebruik van PGM staat onder druk vanwege de hiërarchische organisatie), veiligheid en privacy. Er is een spanningsveld tussen het persoonlijk belang en het belang van de organisatie. Privacy wordt gezien als persoonlijk belang dat kan conflicteren met het organisatiebelang (vergroten van de inzetbaarheid van de krijgsmacht). Volgens de geïnterviewde is vertrouwen cruciaal bij de invoering van PGM. Het is belangrijk om de doelen van PGM goed te verwoorden aan de doelgroep, wat ermee bereikt kan worden en hoe er met de data wordt omgegaan. Als medewerkers erachter staan en vertrouwen hebben, verhoogt dat de slagingskans. Het helpt de organisatie als zij aan de werknemers kan uitleggen dat de sensor of wearable kan bijdragen aan het inzichtelijk maken van hun gezondheid. Doordat werknemers de mogelijkheid hebben om op basis van deze informatie zelf te handelen, worden zij in hun kracht gezet. Daarmee wordt een basis gecreëerd voor het succes van PGM.

Aandachtspunten

De geïnterviewde geeft echter ook aan dat het gebruik van verzamelde gegevens door de werkgever zou kunnen leiden tot een grotere afstand tussen de werkgever en werknemer wanneer er keuzes worden gemaakt op basis van data, maar er geen persoonlijk gesprek met de werknemer over gevoerd wordt.

Binnen de krijgsmacht is vastgesteld dat gezondheidsgegevens het medisch domein niet mogen verlaten. En omdat de sportinstructeurs bij de krijgsmacht niet werkzaam zijn in het medisch domein, geldt er voor hen een beperking voor wat betreft het gebruik van medische gegevens. Daarmee is de regelgeving momenteel de grootste belemmering voor de invoering van PGM binnen de krijgsmacht, maar het is juist die regelgeving die de werknemer ook beschermt.

Samenvattend kan gesteld worden dat er diverse voorbeelden in de praktijksetting zijn qua monitoren van blootstelling en gezondheidseffecten.

Voor blootstelling zijn voorbeelden gevonden op basis van een digitaal registratiesysteem voor gevaarlijke stoffen en van een meetsysteem voor het monitoren van hitte.

Voor gezondheidsmonitoring zijn voorbeelden gevonden op basis van registratiesystemen met eerstelijnszorgsysteem i.c.m. HR-gegevens, op basis van ingevulde vragenlijsten en biometrische testen in een PMO en een PAGO, soms worden in de sportsector ook openbare bronnen gebruikt t.b.v. het creëren van inzichten in gezondheidseffecten. Daarnaast zijn een aantal relevante ethische aspecten benoemd die relevant zijn bij invoering van een monitor, zoals vertrouwen (in de organisatie), controle (van gezondheid op basis van de gezondheidsgegevens), autonomie (vrijwillig gebruik van monitoring in een hiërarchische organisatie), veiligheid en privacy.

3 Conclusie

Concluderend kan worden gesteld dat uit de literatuur en de praktijk diverse soorten van monitoren naar voren zijn gekomen die bruikbaar kunnen zijn voor de brandweersector. Voor gezondheidseffecten zijn bijvoorbeeld het fysiologisch meten van parameters en digitale registratiesystemen beschreven. Voor het in kaart brengen van blootstelling worden het gebruik van vragenlijsten, metingen met wearables of sensoren en biomonitoring in de literatuur genoemd. De geraadpleegde artikelen beschrijven dat werknemers en sporters het relevant vinden om diverse aspecten te monitoren, zoals hartslag, bloeddruk, kerntemperatuur, geluid en GPS ten behoeve van blootstelling. Wel zijn ze kritisch over het delen van gegevens. Ethische aspecten om rekening mee te houden bij monitoren zijn rechten en privacy, anonimiteit van de data en vertrouwelijkheid. Ook de eigen keuze van de persoon van wie de gegevens zijn over wie deze gegevens mag inzien, wordt meermaals in de literatuur benoemd.

Op basis van de gevoerde gesprekken bij Defensie is duidelijk geworden dat het werken met gevaarlijke stoffen wordt gemonitord op basis van een registratiesysteem. Men is voornemens om hiermee ook andere vormen van blootstellingen te monitoren. Als specifieke vorm van blootstelling wordt hitte gemonitord door middel van een hartslagband tijdens de opleiding bij Defensie, net als in sommige trainingssituaties bij de brandweer. Qua gezondheidsmonitoring wordt er bij Defensie op basis van bestaande registratiesystemen gemonitord. Dit gebeurt voor zowel PMO-gegevens, als voor huisartsinformatie in combinatie met enkele HR-gegevens. De bouwsector monitort de gezondheid van zijn medewerkers op basis van PAGO-gegevens in een registratiesysteem. Binnen de topsport is een voorbeeld de monitoring van werkbelasting op basis van openbare informatie en vragenlijsten.

4 Discussie en aanbevelingen

4.1 Discussie

Digitale registratiesystemen bieden de mogelijkheid om gezondheidseffecten van veel mensen in kaart te brengen. Dat blijkt uit de gevonden literatuur (onder andere Wasserman et al., 2019) en uit de praktijk (Defensie, bouwsector en topsport). Er wordt echter ook veelvuldig aangegeven dat het monitoren van gezondheid op basis van deze registraties keerzijden kent. Met name het feit dat de systemen informatie verzamelen voor een ander doeleinde dan het monitoren van gezondheid, maakt dat het soms ingewikkeld is om die gegevens te gebruiken. Het gebruik van de gegevens geeft echter wel een globale indruk van de objectieve gezondheidseffecten. Dit kan in de toekomst richting geven aan preventie van gezondheidsklachten door het werk.

Het is gebleken dat het in kaart brengen van de blootstelling tijdens het werk complex is, met name als er sprake is van wisselende omstandigheden (Peters, 2024). Maar ook de blootstelling kan verschillen per individu bij dezelfde inzet. Een voorbeeld van het relatief eenvoudig in kaart brengen van ad-hoc-blootstellingen met vragenlijsten wordt omschreven door Barrett et al. (2024). Dit is echter wel een subjectieve methode van meten. De ontwikkeling van sensoren die blootstelling meten, zou in de toekomst een objectieve oplossing kunnen bieden (Tucker et al., 2024). Eventueel kan er ook gewerkt worden met de registratie van afgeleide maten (proxies) van blootstelling, zoals in het rapport *Gezondheidsmonitoring 2018* van Brandweer Nederland is omschreven (Buskens e.a. 2018).

Binnen het brandweervak kan er sprake zijn van blootstelling in velerlei vormen. Verschillende vormen van registratie van fysieke en fysiologische blootstelling zijn in dit onderzoek meegenomen. Er is echter bekend dat ook blootstelling aan ingrijpende gebeurtenissen kan plaatsvinden. Registratie van deze psychologische blootstelling is in dit onderzoek niet meegenomen, maar zou wel onderwerp kunnen vormen van toekomstig onderzoek.

Deze studie kan worden gezien als een verkennende studie naar methoden voor het monitoren van beroepsgerelateerde blootstelling en gezondheid binnen sectoren die relevant kunnen zijn voor de brandweer. Deze sectoren zijn onderling deels vergelijkbaar: het betreft zware beroepen, op mentaal, fysiek of beide vlakken. Daarnaast is het mogelijk dat er ook andere relevante sectoren zijn waarin reeds monitoring plaatsvindt. Die zouden in een vervolgonderzoek kunnen worden meegenomen. Ook binnen de veiligheidsregio's zijn er regionale initiatieven op het gebied van gezondheidsmonitoring en blootstellingsregistratie, die tevens relevant zouden kunnen zijn voor een landelijke monitor.

Met diverse sectoren was er contact tijdens het onderzoek, bijvoorbeeld met de branchevereniging van de ambulancesector (Ambulancezorg Nederland). De ambulancesector gaf aan dat er momenteel geen landelijke monitoringstool is, terwijl die er jarenlang wel was. De inrichting van de 'gezondheidscheck' ligt nu weer bij de werkgever en niet meer op landelijk niveau. Mogelijk is het interessant voor de brandweersector om te weten welke afwegingen

daarbij zijn gemaakt. Ook is er contact geweest met de politie, die op dit moment evenmin een landelijke monitoringstool heeft. De politieorganisatie is wel bezig met het gebruik van wearables. Zo is er door TNO onderzoek gedaan naar de effecten van het gebruik van smartwatches op de weerbaarheid en vitaliteit van politiemedewerkers (Kamphuis en de Vries, 2024). De conclusie was, dat er positieve effecten zijn van de inzet van persoonlijke monitoring met wearables op de weerbaarheid en vitaliteit van medewerkers. Er zijn ook enkele gesprekken gevoerd bij verschillende eenheden van Defensie. Daarnaast is er door Defensie een rapport beschikbaar gesteld waarin diverse vormen van gezondheidsmonitoring binnen de militaire setting in beeld zijn gebracht door TNO. Daaruit is af te leiden dat er monitoringstools bij Defensie in gebruik zijn die de volgende aspecten monitoren: hitte, vitale fysieke signalen, kracht, training en ziekte (Duineveld et al., 2024).

In de literatuur werd een blootstellingsregistratie op basis van een vragenlijst gevonden voor militairen (Barrett e.a. 2024). Ook is bekend dat men in Noorwegen specifiek voor het risico op kanker bij brandweermensen een app heeft ontwikkeld die gebruikt kan worden om blootstelling te registreren op basis van zelfrapportage (brandmensenmotkreft.no). Mogelijk is het ook zinvol die te verkennen.

Er zijn veel mogelijkheden om gezondheid en blootstelling te monitoren. Om te bepalen welke aspecten het meest relevant zijn om te monitoren, is het van belang te weten welke gezondheidseffecten en blootstelling binnen het brandweerwerk het grootste risico vormen. Dit wordt in de nabije toekomst op basis van literatuurstudies in kaart gebracht door het lectoraat Brandweerkunde van het NIPV. Mogelijk bieden deze studies handvatten voor de focus van een monitoringssysteem.

4.2 Aanbevelingen

Voortkomend uit dit onderzoek volgen onderstaand enkele aanbevelingen die relevant kunnen zijn bij het opstarten van een vorm van monitoren voor de brandweer.

Inhoudelijke aanbevelingen voor vervolg van monitoren

- > Het is raadzaam om in kaart te brengen welke regionale vormen van monitoring er al zijn binnen de veiligheidsregio's. Ook buitenlandse praktijkvoorbeelden van het meten van gezondheidseffecten en blootstelling kunnen interessant zijn.
- > Het is aan te bevelen in contact te treden met Defensie, politie, Ambulancezorg Nederland en de bouw- en topsportsector om specifieke vragen te stellen en te leren van hun ervaringen.
- > Inzichtelijk maken van bruikbare sensoren om blootstelling aan bijvoorbeeld hitte, gevaarlijke stoffen, geluid en stress te meten, is wenselijk. Praktische bruikbaarheid, maar ook betrouwbaarheid en validiteit van de sensoren zijn hierbij relevant.
- > In toekomstig onderzoek zou gekeken kunnen worden naar het monitoren van andere blootstellingen, zoals het monitoren van psychosociale blootstelling gerelateerd aan ingrijpende incidenten.

Organisatorische aanbevelingen bij het starten van een monitor

Bij invoering van een monitor zijn er op het gebied van communicatie, organisatie, techniek en ethiek enkele aandachtspunten benoemd in de gesprekken.

- > Communicatie:

- Richt duidelijke communicatie in voorafgaand aan het opzetten van een monitor.
- Geef werknemers autonomie: monitoring is een tool; geef werknemers zelf de keuze om deze in te zetten.
- Belangrijk punt van afspraak voorafgaand aan de invoering: van wie zijn de gegevens en voor wie en welk doel zijn ze inzichtelijk?
- > Organisatie:
 - Een handelingsperspectief is nodig voor degene die de resultaten ontvangt (individu, regio, landelijk).
 - Voldoende capaciteit voor het opzetten van de monitor is noodzakelijk, evenals de daarbij behorende logistiek, IT-component en data-analyse achteraf.
- > Technisch:
 - Zorg voor flexibiliteit in het monitoringsysteem (met een mogelijkheid tot aanpassing van het systeem in de loop van de tijd).
- > Ethisch:
 - Heb aandacht voor de volgende aspecten: vertrouwen (in de organisatie), controle (van gezondheid op basis van de gezondheidsgegevens), autonomie (vrijwilligheid van het gebruik van een gezondheidsmonitor staat onder druk bij een hiërarchische organisatie), veiligheid en privacy.

Literatuur

- Barboza, S. D., Bolling, C. S., Nauta, J., Mechelen, W. Van, & Verhagen, E. (2017). Acceptability and perceptions of end-users towards an online sports-health surveillance system. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2017-000275>
- Barrett, J., Samuel, I. B. H., Breneman, C., Lu, C., Ortiz, J., Pollin, K., Prisco, M., Costanzo, M. E., Brewster, R., Krah, P. L., Forsten, R., Chun, T., & Reinhard, M. (2024). Development and Validation of the Veteran Military Occupational and Environmental Exposure Assessment Tool. *Military Medicine*, 189(Supplement_3), 314–322. <https://doi.org/10.1093/milmed/usae114>
- Burchkalter, S. (FIFPRO). (n.d.). *Player performance recovery and health*.
- Buskens E. (2018). *Gezondheidsmonitoring bij de brandweer. December*.
- Bustos, D., Guedes, J. C., Baptista, J. S., Vaz, M. P., Costa, J. T., & Fernandes, R. J. (2021). Applicability of physiological monitoring systems within occupational groups: A systematic review. *Sensors*, 21(21). <https://doi.org/10.3390/s21217249>
- Duineveld, M., Gijbertse, K., Mol, D., & Binsch, O. (2024). *Human performance and deprivation monitoring for military purposes*.
- El Burai Felix, S., Yusuf, H., Ritchey, M., Romano, S., Namulanda, G., Wilkins, N., & Boehmer, T. K. (2024). A Standard Framework for Evaluating Large Health Care Data and Related Resources. *MMWR Supplements*, 73(3), 1–13. <https://doi.org/10.15585/mmwr.su7303a1>
- Evans, G. S., Klocke, H., & Jahn, S. (2023). Review of ethics for occupational hygiene hazard monitoring surveys using sensors. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 20(10), 439–451. <https://doi.org/10.1080/15459624.2023.2247018>
- Gonzalez, D. E., Lanham, S. N., Martin, S. E., Cleveland, R. E., Wilson, T. E., Langford, E. L., & Abel, M. G. (2024). Firefighter Health: A Narrative Review of Occupational Threats and Countermeasures. *Healthcare (Switzerland)*, 12(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/healthcare12040440>
- ILO. (1998). Technical and ethical guidelines for workers' health surveillance. In *Sustainability (Switzerland)*.
- Kamphuis W, Vries H de, Z. van M. (2024). *Smartwatches*.
- Karkazis, K., & Fishman, J. R. (2017). Tracking U.S. Professional Athletes: The Ethics of Biometric Technologies. *American Journal of Bioethics*, 17(1), 45–60. <https://doi.org/10.1080/15265161.2016.1251633>
- Kim, J. A., Song, S. Y., Jeong, W., & Jun, J. K. (2022). Non-cancer health risks in firefighters: a systematic review. *Epidemiology and Health*, 44, 1–21. <https://doi.org/10.4178/epih.e2022109>
- Kroshus, E., Utter, A. C., Pierpoint, L. A., Currie, D. W., Knowles, S. B., Wasserman, E. B., Dompier, T. P., Marshall, S. W., Dawn Comstock, R., & Kerr, Z. Y. (2018). The first decade of web-based sports injury surveillance: Descriptive epidemiology of injuries in US high school boys' wrestling (2005-2006 through 2013-2014) and National Collegiate Athletic Association Men's Wrestling (2004-2005 through 2013-2014). *Journal of Athletic Training*, 53(12), 1143–1155. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-154-17>
- Leischik, R., Foshag, P., Strauß, M., Littwitz, H., Garg, P., Dworak, B., & Horlitz, M. (2015). Aerobic capacity, physical activity and metabolic risk factors in firefighters compared with police officers and sedentary clerks. *PLoS ONE*, 10(7), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133113>
- Monks, W. S. (2018). Developing Medical Surveillance Examination Guidance for New Occupational Hazards: The IMX-101 Experience. *U.S. Army Medical Department Journal*, 1–18, 60–66.
- Notley, S. R., Kenny, G. P., & Flouris, A. D. (2018). On the use of wearable physiological monitors to assess heat strain during occupational heat stress. *Applied Physiology*,

- Nutrition and Metabolism*, 43(9), 869–881. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0173>
- Peters, S. (2024). Chronic respiratory symptoms observed in US veterans following deployment may not be unique to that population. *Occupational and Environmental Medicine*, 81(2), 57–58. <https://doi.org/10.1136/oemed-2023-109320>
- Petersen, K. U., Pedersen, J. E., Bonde, J. P., Ebbenhøj, N. E., & Hansen, J. (2018). Mortality in a cohort of Danish firefighters; 1970–2014. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 91(6), 759–766. <https://doi.org/10.1007/s00420-018-1323-6>
- Pierpoint, L. A., Lincoln, A. E., Walker, N., Caswell, S. V., Currie, D. W., Knowles, S. B., Wasserman, E. B., Dompier, T. P., Dawn Comstock, R., Marshall, S. W., & Kerr, Z. Y. (2019). The first decade of web-based sports injury surveillance: Descriptive epidemiology of injuries in US high school boys' lacrosse (2008–2009 through 2013–2014) and National Collegiate Athletic Association men's lacrosse (2004–2005 through 2013–2014). *Journal of Athletic Training*, 54(1), 30–41. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-200-17>
- Sluiter, J., Weel, A. N. H., & Hulshof, C. (2013). *Leidraad Preventief medisch onderzoek van werkenden*. 2018(april), 22. <https://nvab-online.nl/richtlijnen-en-kennisdocumenten/procedurele-leidraden/leidraad-pmo>
- Soteriades, E. S., Smith, D. L., Tsismenakis, A. J., Baur, D. M., & Kales, S. N. (2011). Cardiovascular disease in US firefighters: A systematic review. *Cardiology in Review*, 19(4), 202–215. <https://doi.org/10.1097/CRD.0b013e318215c105>
- Spook, S. M., Koolhaas, W., Bültmann, U., & Brouwer, S. (2019). Implementing sensor technology applications for workplace health promotion: A needs assessment among workers with physically demanding work. *BMC Public Health*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7364-2>
- Sugg, M. M., Fuhrmann, C. M., & Runkle, J. D. (2020). Perceptions and experiences of outdoor occupational workers using digital devices for geospatial biometeorological monitoring. *International Journal of Biometeorology*, 64(3), 471–483. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01833-8>
- Tucker, S., Jonnalagadda, S., Beseler, C., Yoder, A., & Fruhling, A. (2024). Exploring wearable technology use and importance of health monitoring in the hazardous occupations of first responders and professional drivers. *Journal of Occupational Health*, 66(1). <https://doi.org/10.1093/joccuh/uiad002>
- Volandis. (2023). *2022 en 2023 Bedrijfstakverslag*. Volksgezondheid, M. Van. (n.d.). *Het gebruik van biomonitoring en sensing binnen de arbeidsomstandigheden – praktische en ethische overwegingen*.
- Wasserman, E. B., Sauers, E. L., Register-Mihalik, J. K., Pierpoint, L. A., Currie, D. W., Knowles, S. B., Dompier, T. P., Dawn Comstock, R., Marshall, S. W., & Kerr, Z. Y. (2019). The first decade of web-based sports injury surveillance: Descriptive epidemiology of injuries in US high school boys' baseball (2005–2006 through 2013–2014) and National Collegiate Athletic Association men's baseball (2004–2005 through 2013–2014). *Journal of Athletic Training*, 54(2), 198–211. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-239-17>
- Williams, E. C., Ma, Y., Loo, D. M., Schaefer Solle, N., Millet, B., Harris, K., Snapp, H. A., & Rajguru, S. M. (2023). Monitoring Occupational Noise Exposure in Firefighters Using the Apple Watch. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 0–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032315>

Bijlage Vragen aan de praktijk

Welke gegevens worden gemonitord:

- > Ten behoeve gezondheidsmonitoring?
- > Ten behoeve van blootstellingsmonitoring?

Doel

- > Doel

Populatie

- > Wie (omschrijving)
- > Percentage van doelpopulatie
- > Representativiteit

Data en inzicht:

- > Welke informatie
- > O.b.v. bestaande registratie / nieuw aangelegd
- > Soort informatie (tekst, getallen, etc.)
- > Representativiteit
- > Compleetheid en validiteit data
- > Periode die data beslaan
- > Frequentie updates (real-time?)
- > Hoeveel vertraging in de tijd door verwerking / analyse data
- > Registratie extra werklast
- > Mogelijkheid linken andere data / bronnen
- > Welk inzicht: populatie, groep, individu
- > Vorm resultaat / inzicht
- > Naar wie gaat resultaat / inzicht

Behalen doel

- > Ja/nee en op schaal van 0-10
- > Bijdrage aan gezondheid van populatie, groep, individu

Voor- en nadelen

- > Welke factoren
- > Specifiek per niveau: beleid, uitvoer, toezicht
- > Populatie, groep, individu

Kosten en overig

- > Geschatte kosten en baten
- > Kosteneffectiviteit bekend?
- > Aandachtspunten
- > Overig