



## Antwoorden op vragen webinar d.d. 3 december 2020 'Exoskeletten als oplossing voor fysiek zwaar werk'

Tijdens het webinar konden via een chat-functie vragen worden gesteld. Tijdens het webinar zijn al verschillende vragen beantwoord. Hieronder volgt een selectie van de vragen, ook die nog niet beantwoord werden tijdens het webinar. De vragen zijn gegroepeerd naar 'effecten op het lichaam', 'praktisch', 'de praktijk' en 'ontwikkelingen'.

Kijk op de website van TNO Fysieke Belasting om dit en andere webinars van het Netwerk Duurzaam Fysiek Werk terug te kijken: [www.fysiekebelasting.tno.nl/netwerk-duurzaam-fysiek-werk](http://www.fysiekebelasting.tno.nl/netwerk-duurzaam-fysiek-werk).

### Effecten op het lichaam

Neemt je spierkracht niet af bij veel gebruik?

Dit is een vraag die vaker gesteld wordt. Daar is nog niets over bekend. Het vraagt langetermijnonderzoek. Of het optreedt is mede afhankelijk van de mate van ondersteuning van het exoskelet en de frequentie en duur van gebruik. Overigens is bij de huidige exoskeletten de ondersteuning beperkt, waardoor spieren ook wanneer een exoskelet gedragen wordt, voor een groot deel actief blijven.

Wat is veilig gebruik, hoe lang kan je het dragen?

Over veilige duur van gebruik is nog niets bekend en is geen eenduidig antwoord te formuleren. Dit hangt samen met de voorgaande vraag. Daarnaast is het niet ondenkbaar dat wanneer het exoskelet spierbelasting als beperkende factor wegneemt, een andere factor (zoals nekextensie) de arbeidsduur begrenst.

Wat is er bekend over het effect van het externe moment op gewrichten?

Voor de onderrug is aangetoond dat rompexoskeletten compressiekrachten kunnen reduceren. Voor schouderexoskeletten is onbekend wat hun effect is op interne schouderkrachten (compressie, afschuifkrachten) en eventuele gezondheidskundige consequenties.

Kracht wordt verminderd in de gewrichten, maar de stand van gewrichten blijven onnatuurlijk. Geeft dat geen klachten?

Als het exoskelet ondersteunt in extreme gewrichtsstanden van de rug, nek of schouder, is dit niet ondenkbaar. Kennis hierover ontbreekt. Vanwege het ontbreken van kennis over langetermijneffecten is een goede monitoring van het gebruik van belang.

Is er iets bekend over dat lichamelijke klachten te laat ontdekt worden en daardoor langere hersteltijd nodig is?

Is er al meer zicht op de door jullie geconstateerde onbedoelde bijeffecten, zoals licht verhoogde spieractiviteit om de balans te bewaren, druk op bovenbenen of eventuele verandering van houding?

Hebben jullie ook zuurstofopname resultaten?

Er is niets bekend over het later ontdekken van klachten doordat een exoskelet gebruikt wordt, evenmin over de hieraan verbonden hersteltijd.

Her en der wordt in publicaties melding gemaakt van (bij)effecten zoals een verhoogde activiteit van de scheenspieren in een experiment met een rompexoskelet, maar erg veel is hier nog niet over bekend.

Balans kan een rol spelen bij exoskeletten over de heup, omdat zij beenbewegingen kunnen hinderen.

TNO heeft zuurstofopname alleen onderzocht bij Exobuddy, een exoskelet dat ondersteuning biedt bij het dragen van zware rugzakken. Maar zelfs bij deze activiteit is, net als in de meeste werksituaties, zuurstofopname geen kritische factor. Het nastreven van een lagere zuurstofopname door een exoskelet heeft daarom weinig tot geen zin. Zuurstofopname wordt soms wel gemeten omdat hiermee is aan te tonen dat het exoskelet een deel van de belasting op zich neemt, wat zichtbaar wordt in een verminderde zuurstofopname.

## Praktisch

Wat kost een exoskelet? Zullen ze bij een hoge afname niet goedkoper worden?

Als je veiligheidskleding moet dragen (vooral buiten) is het exoskelet dan nog steeds bruikbaar?

Buiten dat een actief exoskelet duur is, is een actief exoskelet niet beter dan een passief exoskelet?

Kun je eens reflecteren op gebruik van exoskeletten i.r.t. de arbeidshygiënische strategie?

De prijs hangt sterk af van het type en loopt momenteel van iets meer dan €100,- voor een neksteun tot ±€25000 voor een actief rompexoskelet. De verwachting is zeker dat zij goedkoper worden bij grotere afname. Meer informatie is uiteraard bij de verschillende leveranciers op te vragen.

Exoskeletfabrikanten zijn bezig exoskeletten geschikt te maken om ze te kunnen combineren met veiligheidsuitrusting. Neem bij vragen daarover contact op met een leverancier.

Dat is vooralsnog een aanname omdat de verwachting is dat een actief exoskelet de mate van ondersteuning beter aan de situatie zal kunnen aanpassen en daardoor minder vaak tegenwerkt. Ook is een krachtiger ondersteuning in principe mogelijk. Een actief exoskelet kent echter ook specifieke bezwaren zoals een hoger gewicht en de hoge prijs. Ook moeten de huidige controlemechanismen worden verbeterd.

Een exoskelet kan worden ingezet als er op korte termijn geen redelijke alternatieven zijn zoals bronaanpak, of een risicoreductie met werkplekaanpassingen of hulpmiddelen die niet gedragen hoeven te worden. Dit impliceert dat er eerst naar alternatieven gezocht moet worden alvorens exoskeletten toe te passen. In de TOP-strategie vallen zij onder de P van persoonlijke maatregelen. Zie [www.arboportaal.nl/campagnes/hoe-top-werk-jij/wat-kan-ik-doen-tegen-lichamelijke-belasting/lichamelijke-belasting-werkgever](http://www.arboportaal.nl/campagnes/hoe-top-werk-jij/wat-kan-ik-doen-tegen-lichamelijke-belasting/lichamelijke-belasting-werkgever).

|  |   |
|--|---|
| Leveren fabrikanten van PBM's dezelfde garantie en verzekering wanneer een exoskelet wordt gebruikt?   | Een exoskelet is geen PBM en zou daar niet mee vergeleken moeten worden. Claims van fabrikanten over vermeende effecten van hun exoskelet moeten kritisch worden beschouwd.   |
| Zijn er ook exoskeletten in de vorm van een handschoen voor het bedienen van een handboormachine of puntlaspistool? (pols/vingers ontlasten) | Zie de Ironhand van Bioservo. TNO heeft hier geen ervaring mee. Bij dergelijke oplossingen is het belangrijk na te gaan welke risico's het vasthouden van gereedschap met zich meebrengt en welke daarvan door een exoskelet worden verminderd.   |
| Hoe zit het met keuringen, onderhoud en schoonmaak van exoskeletten?   | Voor deze informatie verwijzen we graag door naar de leveranciers.  |
| Is een exoskelet persoonlijk of kan deze door meerdere gedragen worden?  | Romp- en schouderexoskeletten zijn over het algemeen in verschillende maten verkrijgbaar en kunnen tot op zekere hoogte op verschillende lichaamsafmetingen worden afgesteld. Hoe makkelijker een exoskelet door de drager ingesteld kan worden en hoe makkelijker aan- en uittrekken is, hoe beter een exoskelet met anderen gedeeld kan worden. |
| Waar kun je meer informatie vinden over exoskeletten voor uitgevallen lichaamsdelen, zoals benen of armen?                                   | Wij zijn daarmee niet bekend. Verschillende universiteiten in Nederland houden zich hiermee bezig. Internet is een goed startpunt.  |

## De praktijk

|   |   |
|---|---|
| Dit zijn effecten uit labstudies. Zijn er ook resultaten uit praktijkstudies?   | Verreweg het meeste onderzoek is in een labsetting gedaan. In de wetenschappelijke literatuur duiken steeds meer artikelen op waarin exoskeletten in de praktijk zijn onderzocht.   |
| Is het mogelijk een pilot in de dagelijkse praktijk te doen?  | Als bedrijf kun je altijd contact met een leverancier opnemen om te kijken welke mogelijkheden ze hebben om een pilot uit te voeren zonder meteen een exoskelet aan te moeten schaffen. Overweeg de ondersteuning van een onafhankelijke deskundige, zoals een geregistreerd ergonom, bij voorkeur met kennis van de technologie. De deskundige kan namelijk ook adviseren over alternatieven, zoals een bronaanpak.  |
| Jullie stellen in arbo-online dat het belangrijk is dat bedrijven eerst een goede analyse (laten) maken van de situatie en de mate waarin een exoskelet daarin kan helpen. Hoe meet je het voordeel zonder skelet aanwezig? | Het voordeel is zonder exoskelet niet te meten. Wel kun je met een dergelijke analyse vooraf een inschatting maken van de slagingskans van een exoskelet. Dat is mogelijk door in kaart te brengen hoe zich de momenten waarop het exoskelet ondersteuning biedt, verhouden tot de momenten waarop het exoskelet weinig tot niets doet, of zelfs bewegingen tegenwerkt. Voor een goede analyse is dikwijls een deskundige nodig. Zie ook de voorgaande vraag. |

## Ontwikkelingen

Zijn er bedrijven die exoskeletten verder innoveren, zodat de acceptatiegraad omhoog kan gaan?

Fabrikanten zijn voortdurend hun producten verder aan het innoveren. Veel fabrikanten werken hierbij nauw samen met universiteiten, onderzoeksinstituten en/of grote industrieën zoals in Europa: VW, FiatChrysler en Airbus. Exskallerate is een Europees netwerk waarin kennisinstituten, ontwikkelaars en eindgebruikers samenwerken, juist om de acceptatie van exoskeletten te versnellen.

Zijn er veel (opkomende) ontwikkelingen om exoskeletten minder te laten uitsteken. Zitten er op korte termijn nieuwe modellen in de pijplijn?

Ongetwijfeld. Er wordt veel onderzoek gedaan naar zogenaamde exosuits. Dat zijn 'zachttere' exoskeletten die beter draagbaar zijn en minder uitsteken. Verder verschillen exoskeletten onderling in ontwerp en werking waardoor de voorkeur voor een bepaald exoskelet ook door de situatie wordt bepaald.