



Kennisartikel exoskelet

Opgesteld door Tanja de Jong en Roel de Backer, versie 25-03-2014

Het gebruik van exoskeletten is de afgelopen jaren toegenomen. Werkgevers en werknemers zien in exoskeletten een mogelijke oplossing voor preventie van overbelasting bij mensen met fysiek zware beroepen. Ze worden inmiddels in diverse sectoren gebruikt. In eerste instantie met name in de automobiel- en vliegtuigindustrie, de bouw en de logistiek. Inmiddels worden ze ook in de zorg toegepast (o.a. operatiekamers) en zien we ook in de agrarische en groene sector het exoskelet opduiken, o.a. voor het melken van koeien en in de hovenierssector en open teelten.

In dit kennisartikel gaan we in op:

- Wat is een exoskelet en welke soorten zijn er?
- Wat weten we over de effectiviteit?
- Wat zijn de risico's?
- Hoe ga je van start in de praktijk?
- Wat is er op de markt?
- Aandachtspunten gebruik exoskelet bij het melken
- Financiering en kosten

Wat is een exoskelet?

Exoskeletten zijn uitwendige structuren, in de meeste gevallen ook 'hard', in de vorm van stangen en scharnierpunten. Exoskeletten bieden ondersteuning aan een lichaamsdeel, bijvoorbeeld de romp of de bovenarm, waardoor spieren minder kracht hoeven te leveren en je lichaam minder vermoeid raakt. Er bestaan verschillende soorten exoskeletten. Grofweg maakt men onderscheid naar passieve en actieve exoskeletten en zachte en harde exoskeletten.

Een passief exoskelet:

- werkt met een niet aangedreven actuator (een soort veer of elastiek),
- heeft geen aparte energiebron nodig,
- is (betrekkelijk) licht in gewicht.
- de energie in het exoskelet wordt door de persoon gegenereerd

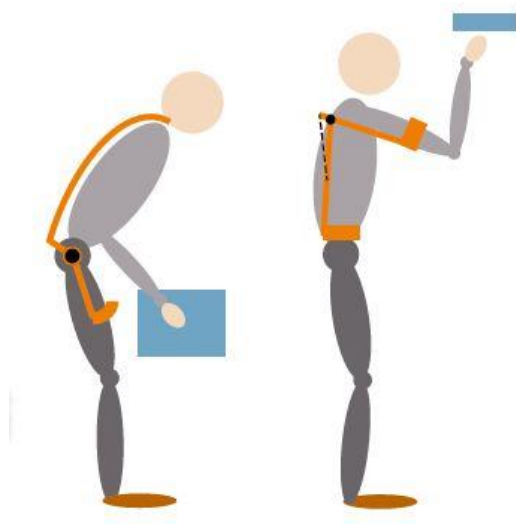
Een actief exoskelet:

- werkt met een aangedreven actuator,
- heeft aparte energiebron nodig,
- is zwaarder dan een passief exoskelet,
- heeft een krachtige en aanpasbare ondersteuning.

Verder kan er een onderverdeling gemaakt worden in functie van het lichaamsdeel waarop het exoskelet werkt. In de basis zou je kunnen zeggen dat er drie soorten bestaan: exoskeletten voor het onderlichaam, voor het bovenlichaam en voor de romp. Er bestaan ook oplossingen voor de duim en polsgewrichten, maar deze laten we hier buiten beschouwing.



Exoskeletten zijn continu in ontwikkeling en er komen steeds meer toepassingsgebieden. Zo is er bijvoorbeeld ook een mobiele stoel die met de gebruiker meebeweegt. We leggen in dit artikel de focus op het schouder en rompskelet.



Figuur 3: Tekeningen van de twee belangrijkste soorten exoskeletten en de gewrichten waarover zij werken: links het rompexoskelet dat de rugspieren ondersteunt, rechts het arm- of schouderexoskelet dat spieren rond de schouder ontlast.

Bron: Afbeelding TNO

Wat weten we over de effectiviteit?

Op korte termijn is bewezen dat de spieractiviteit vermindert, de belasting op de gewrichten afneemt en de volhoudtijd verhoogt. Ook subjectief wordt de belasting als minder hoog ervaren. Deze voordelen op korte termijn zijn ook belangrijk om de acceptatie van exoskeletten te verhogen. Het aantal onderzoeken in een realistische werksituatie is echter beperkt. In hoeverre een exoskelet effectief is in de praktijk, is afhankelijk van de match tussen de taak en de functionaliteit van het exoskelet.

Verder zijn de lange termijn effecten nog niet voldoende onderzocht, o.a. is het nog onduidelijk:

- in hoeverre een verlaging van de spierbelasting leidt tot een verlaagd risico op klachten: bij een sterkere rompbuiging is dit effect mogelijk beperkter; de schouder is complex en niet alleen de spieractiviteit maar ook de gewrichtshoeken en frequentie van bewegingen zijn een risico voor klachten.
- wat het effect is van een andere belasting: een exoskelet laat sommige spieren minder werken, andere wellicht meer, en het verandert het biomechanische spel in gewrichten.
- of er gewenning optreedt bij gebruik rompskelet en of dit effect heeft als je dezelfde handeling doet zonder skelet
- hoe lang je een exoskelet kunt dragen en wat het effect is op drukpunten en de huid en onderliggende structuren
- of de spierkracht op termijn afneemt door het gebruik
- of een exoskelet helpt bij mensen die al klachten hebben.

(Bron: TNO 2020)





Wat zijn de risico's?

Een exoskelet is geen bronmaatregel:

- Het belangrijkste risico is dat er door het gebruik van exoskeletten onvoldoende aandacht wordt besteed aan de arbeidshygiënische strategie. Voor fysieke belasting wordt vaak de TOP-strategie gehanteerd: ofwel: technische maatregelen, organisatorische maatregelen en als laatste persoonlijke maatregelen zoals PBM's en een exoskelet.
- Een exoskelet kan ondersteuning bieden voor het uitvoeren van bepaalde taken, maar kan tegelijkertijd ook bewegingen belemmeren (bv. traplopen, tillen).
- Verder heeft het gebruik van een exoskelet invloed op de motorische controle en de gewrichtsstabiliteit en zorgt het voor veranderingen in de belasting op het bewegingsapparaat.
- Een exoskelet dient niet gebruikt te worden om zwaardere lasten te tillen of de productiviteit/frequentie op te voeren. Ook met een exoskelet mag je niet meer dan 23 kg tillen per persoon.
- Het gebruik van een exoskelet moet ook niet betekenen dat je daardoor de werктаak langer gaat uitvoeren of minder pauzes gaat nemen.

Een bronaanpak (bv. ergonomische aanpassingen van de werkplek, mechanische hulpmiddelen) moet het streven blijven bij de aanpak van risico's van fysieke arbeidsbelasting.

Hoe ga je van start in de praktijk?

Overweeg je een exoskelet in te zetten? Onderzoek dan eerst of het een passende oplossing is!

Voordat een Exoskelet gebruikt gaat worden is het belangrijk een aantal zaken te onderzoeken in de praktijk. Zoek hiervoor ook begeleiding en advies als je de kennis niet zelf in huis hebt.

Stap 1. Is een exoskelet een oplossing voor het probleem?

- Wat is precies het knelpunt?
- Waar is ondersteuning voor nodig?
- Zijn er echt geen alternatieven? (denk aan optimaliseren van de werkhoogte, verlagen van het gewicht, taakrotatie, gebruik van andere hulpmiddelen zoals een kraan of robot)
- Kan een exoskelet helpen? En welk type is dan efficiënt? Er is een vragenlijst die het potentieel van een exoskelet voor de armen inschat:
 - <https://www.ergonomiesite.be/exoskeleton-potential-assessment-tool-exopa/>
 - <https://survey.tno.nl/chyyhrqdw?l=en>
- Wat zijn belemmerende factoren? Denk aan stof (toepasbaar in ATEX omgeving, en voor mensen met een pacemaker/implantaten kan dit niet geschikt zijn), vocht, klimaat, trillingen, veiligheid (niet blijven haken in werkomgeving).
- Zijn er aandachtspunten met betrekking tot keuring, onderhoud en reinigen die een belemmering kunnen zijn in de praktijk?
- Heeft medewerker al klachten? Zorg dan voor medische begeleiding. Let op, mensen die arbeidsongeschikt zijn door bijvoorbeeld een hernia of na een operatie, zijn dat ook met een exoskelet.
- Onderzoek bovenstaande punten samen met medewerkers.

Stap 2. Testen in de praktijk:

Test langere tijd verschillende modellen onder verschillende omstandigheden, denk hierbij ook aan:

- Is er een goede introductie en is de handleiding beschikbaar in de taal van de gebruiker?
- Heeft het exoskelet een goede pasvorm en kan het aangepast worden aan de lichaamsbouw van de gebruiker?
- Kan de gebruiker het exoskelet zelfstandig aan- en uittrekken, zonder hulp van derden?
- Test in verschillende klimatologische omstandigheden
- Stemt het gebruik overeen met het beoogde gebruik?
- Hoe verhouden de momenten dat het exoskelet werkt zich tot de momenten waarop het niet werkt of tegenwerkt? Hindert het bij bepaalde bewegingen of in bepaalde situaties?
- Start de testfase altijd met een demo met uitleg over het gebruik.
- Houd er rekening mee dat het gebruik van een exoskelet ook even wennen is, bouw het gebruik op.
- Bekijk ook het werkschema en de werkrouines, zodat het skelet optimaal ingezet wordt.
- Is het exoskelet voor één persoon/medewerker of moet hij regelmatig verwisseld of in maat aangepast worden?
- Houd bevindingen bij in een formulier.

Stap 3. Implementatie en evaluatie:

- Start met een goede introductie richting alle gebruikers (focus op het juist instellen van het skelet) en zorg in het begin voor begeleiding.
- Stel een protocol op over het gebruik, met o.a. aanspreekpunt, afspraken over wanneer het gebruikt wordt, onder welke voorwaarden, reiniging, onderhoud en vervanging.
- Check periodiek wat de ervaring is met het gebruik van het exoskelet. Hoe ervaart men de belasting in het werk? Loopt men tegen belemmeringen aan?

Zie ook de mogelijke voor- en nadelen in onderstaande afbeelding.





Wat is er op de markt?

In de kennisbank van Stigas vind je voorbeelden van exoskeletten die op de markt zijn:

- Rug → <https://www.stigas.nl/artikel/exoskelet-rug/>
- Schouder → <https://www.stigas.nl/artikel/exoskelet-schouder/>

Financiering en kosten

De kosten variëren per type exoskelet. Grofweg tussen de 1.150 en 5.900 Euro per exoskelet.

Verder bieden enkele verzuim- en AOV verzekeraars inmiddels ook de mogelijkheid om een exoskelet aan te schaffen. Ook vanuit het UWV zijn er mogelijkheden: <https://inspiratie.uwv.nl/meedoen/voorzieningen-aanvragen-bij-uwv>

Bronnen:

- Overzicht van publicaties over exoskeletten: <https://www.beswic.be/nl/blog/exoskeletten-de-bouw-en-update-van-beswic-berichten-over-diverse-nieuwe-technologie>
- Risico's en preventie bij gebruik van exoskeletten - Preventiefiche 1076 <https://www.buildingyourlearning.be/learningobject/5873/NL>
- Tool potentieel exoskelet: <https://www.ergonomiesite.be/exoskeleton-potential-assessment-tool-exopa/>
- TNO position paper: Exoskeletten voor fysiek zwaar werk de stand van zaken (2020) <https://www.tno.nl/nl/newsroom/2020/11/waar-staan-we-exoskeletten-fysiek-zwaar/>
- Themaflist NVVA: <https://mailchi.mp/3cfcbad01428/nvva-themaflists-maart-2023-fysieke-over-en-onderbelasting?e=f3ce3a900b>
- Pre-tec: exoskeletten voor agrarische sector: <https://www.pre-tec.nl/Bedrijfssectoren-en-branches/Agrarische-en-melkveehouderij/> en https://www.pre-tec.nl/Studie-en-Onderzoek/index.php/?focus=STRATP_cm4all_com_widgets_News_41131677&path=?m=d&a=20220719113753-9596&cp=1#STRATP_cm4all_com_widgets_News_41131677
- Arbeidsveiligheid.net: <https://www.arbeidsveiligheid.net/veiligheidsartikelen/arbeidsmiddelen/een-exoskelet-biedt-verlichting-bij-zwaar-werk#:~:text=Het%20grote%20voordeel%20van%20een,werkdag%20nog%20steeds%20energiek%20bent.>
- Cohezio: <https://www.cohezio.be/nl/exoskeletten-zijn-er-ook-risicos#:~:text=Enkele%20studies%20maken%20gewag%20van,samendrukking%20van%20zenuwen%20en%20spieren>