

# Een passief gecombineerd rug- & schouderexoskeleton in een reële logistieke omgeving: een subjectieve en objectieve evaluatie



Eindwerk i.k.v. opleiding ergonomie niveau 1  
Cedric Knockaert  
Securex

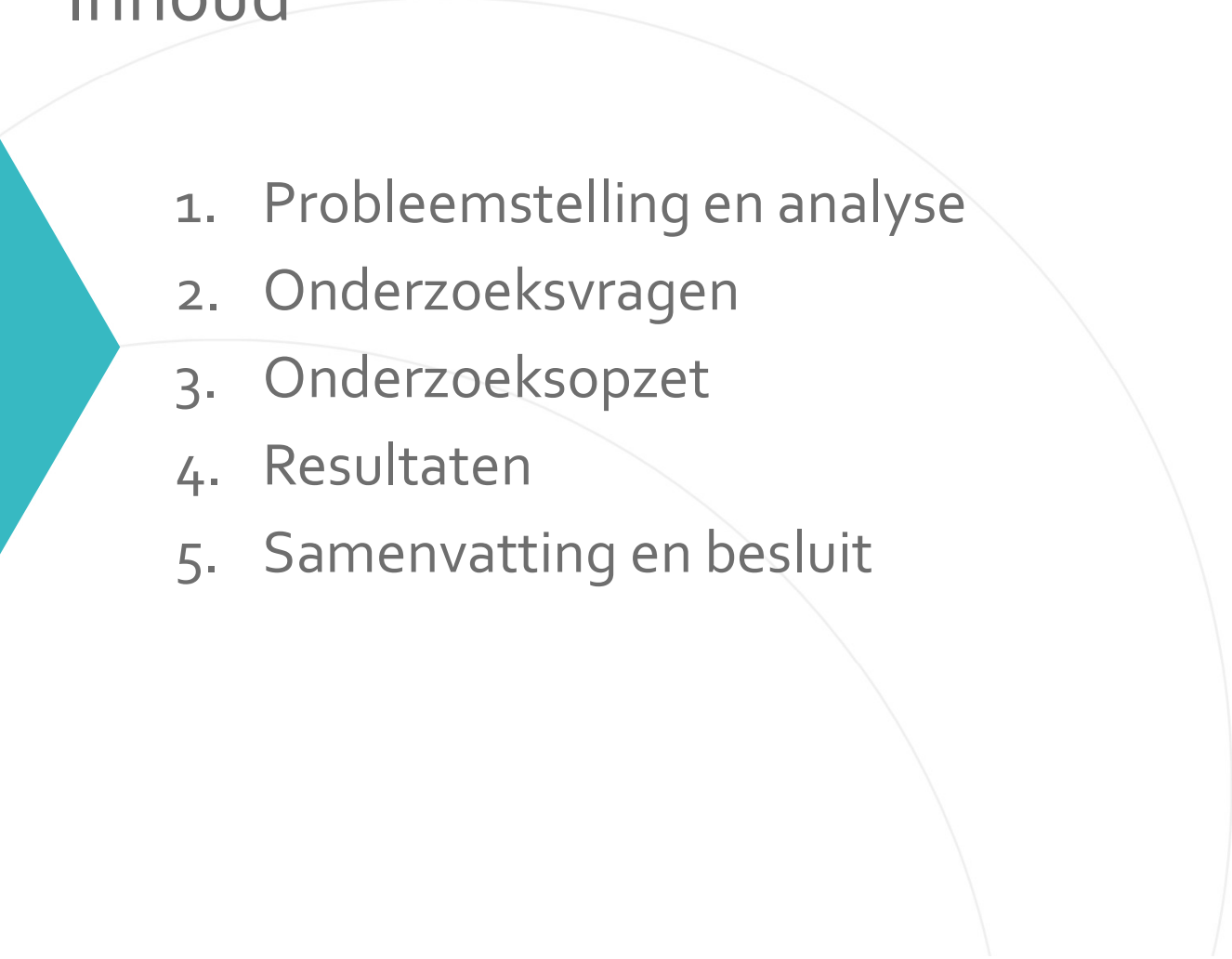
Promotoren: **Tuur Van der Have & Maarten Cox**

**V O L V O**

securex 

A large teal arrow graphic points from the left edge of the slide towards the center, where the table of contents is located.

## Inhoud

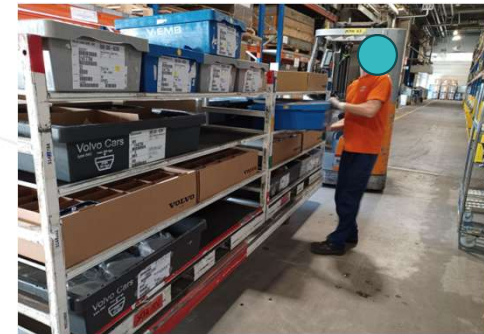
- 
- Two thin, light-grey curved lines arc across the right side of the slide, framing the table of contents.
1. Probleemstelling en analyse
  2. Onderzoeksvragen
  3. Onderzoeksopzet
  4. Resultaten
  5. Samenvatting en besluit

1

# Probleemstelling en RA

## Probleemstelling en analyse

- Ondanks inzet op automatisatie en ergonomie in VCG:
  - Assemblage: repetitief werk
  - **Logistiek: heffen en tillen**
- Geanalyseerde werkpost voor eindwerk: 'BOMA'
  - KIM heffen en tillen: **112** mannen, **127** dames
  - MULTI-NIOSH: **5,2**
- Fysieke belasting is niet aanvaardbaar
- Aanpassingen zijn noodzakelijk



# 2

## Onderzoeksvragen



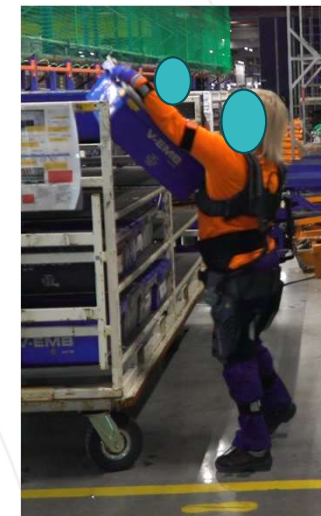
1. Welke type passief exoskeleton kiezen in logistiek VCG?
  - Rugexoskeleton
  - Schouderexoskeleton
  - Gecombineerd
2. Reduceert Auxivo Omnisuit de fysieke belasting van dynamische tiltaken en aankoop verantwoord voor groter aantal van MW?
3. Hoe exoskeletons best introduceren op de werkvloer om de acceptatie te faciliteren?

# 4

## Onderzoeksopzet

1. Vrijwillige gebruikerstest (3 weken) en  
subjectieve bevraging (5 testpersonen)
2. Reële logistieke taak op de werkvloer (6 testpersonen):

- 3 trials van 36 tilbewegingen: zonder, Auxivo Omnisuit & Paexo Otto Bock
- Registratie van EMG of spieractivatie: EMG impuls (totaal) en maximaal
- Registratie van bewegingscoördinaten en kinematica  
=> input voor biomechanisch model: gewrichtsreactiekrachten (JRF)  
impuls (totaal) en maximaal
- Registratie van hartslag (HS)

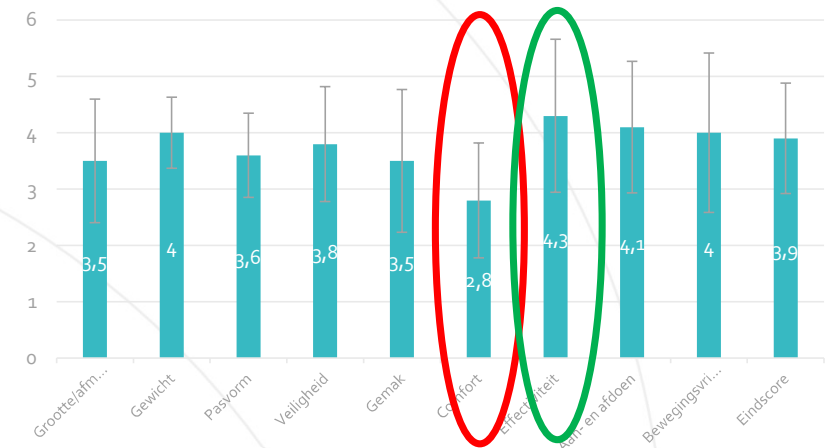


# 5 Resultaten

# Gebruikerstest en bevraging

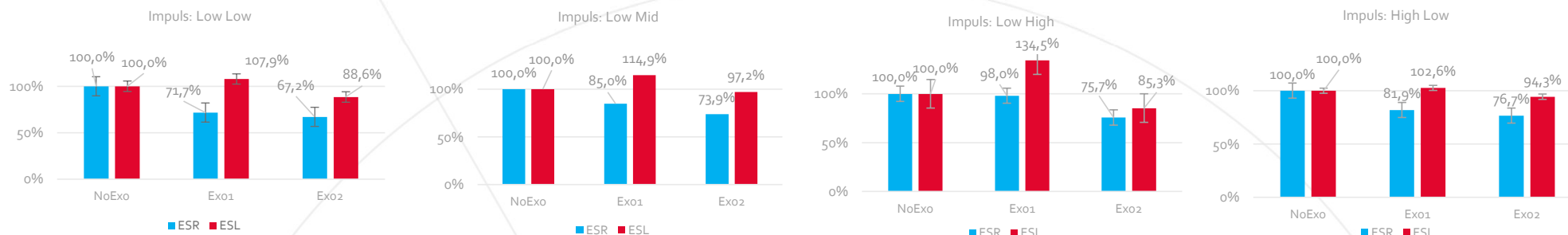


- Vooraf:
  - Weinig enthousiasme in team om deel te nemen & veel schroom
  - Medische voorgeschiedenis en MW met 'lichte' armen niet
- Vragenlijst: relatief positief t.o.v. informele gesprekken
  - Comfort scoort duidelijk het laagst
  - Effectiviteit het hoogst
- Opmerkingen vragenlijst & informeel:
  - Stoort tijdens het zitten op trekker
  - Binnen & buiten= jas en exo aan- en uit doen
  - Rode striemen schouders
  - Straps aan benen kruipen omhoog
  - Complex om aan en af te doen/instellen + toiletbezoek
  - Zweten



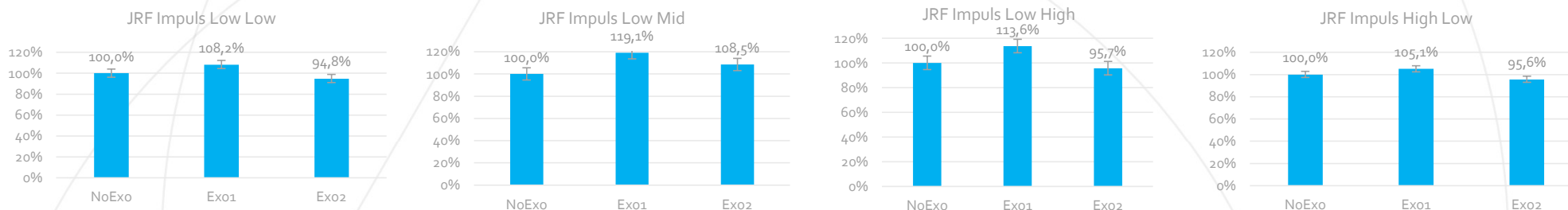
# Impuls: Lage rug

## • EMG impuls



- Omnisuit: slechts één zijde verlaagd, andere zijde vaak hoger dan NO EXO
- Paexo: meestal beide zijden lager dan NO EXO

## • JRF impuls (L5/S1)



- OMNISUIT: altijd hogere waarden t.o.v. NO EXO en PAEXO
- PAEXO: meestal lagere waarden t.o.v. NO EXO

# Impuls: Schouders

## EMG impuls

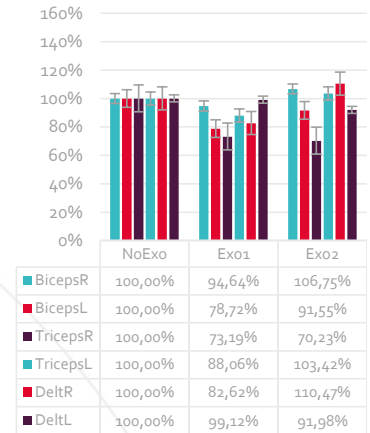
- Deltoideus: meestal lager t.o.v NO EXO
- Biceps: tendens in voordeel van OMNISUIT bij tillen op hoogste niveaus
- Triceps: parallel met Biceps, maar minder duidelijk

## JRF impuls

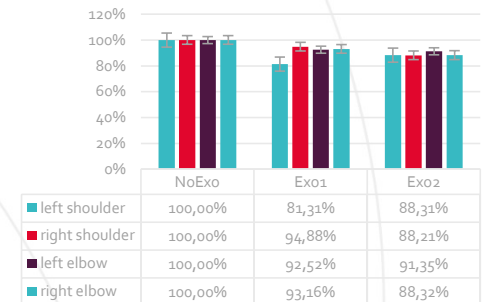
- OMNISUIT: kleinere maar consistente verlaging
- PAEXO ook...(?)

# Impuls: Ellebogen

- Minder duidelijk patroon
- Bij PAEXO soms ook...



JRF Impuls High Low



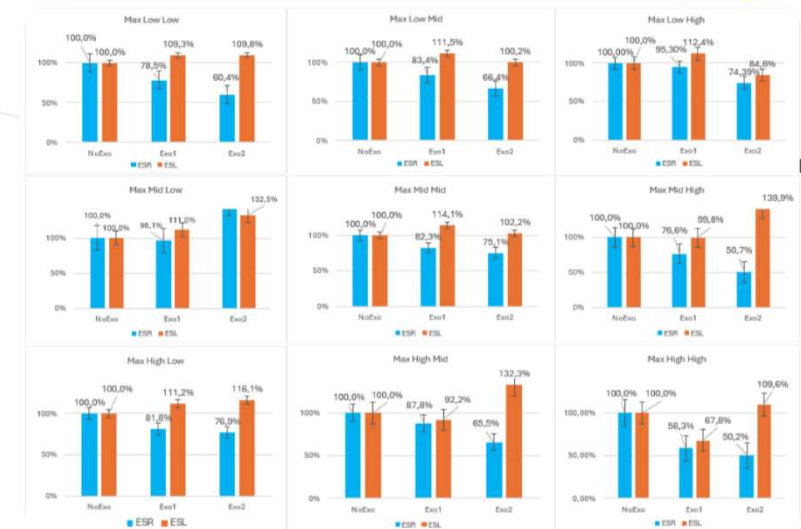
# Maximaal: Lage Rug

## EMG max

- ES: OMNI en PAEXO => vaak één zijde hoger dan NO EXO
- PAEXO meer uitgesproken

## JRF max

- Globaal geen duidelijk patroon te herkennen



# Maximaal: Schouders

## EMG max

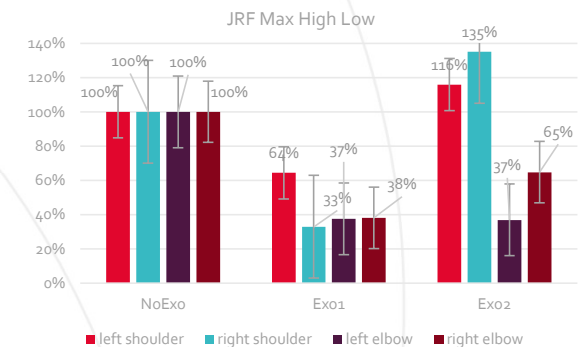
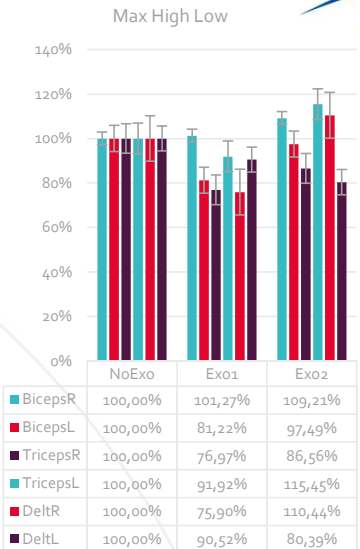
- Deltoideus: OMNISUIT meestal lager dan bij NO EXO én PAEXO
- Biceps: meestal lager dan bij NO EXO, minder duidelijk
- Triceps: idem Biceps

## JRF max

- Bij OMNI ook meestal wel verlaging t.o.v. NO EXO

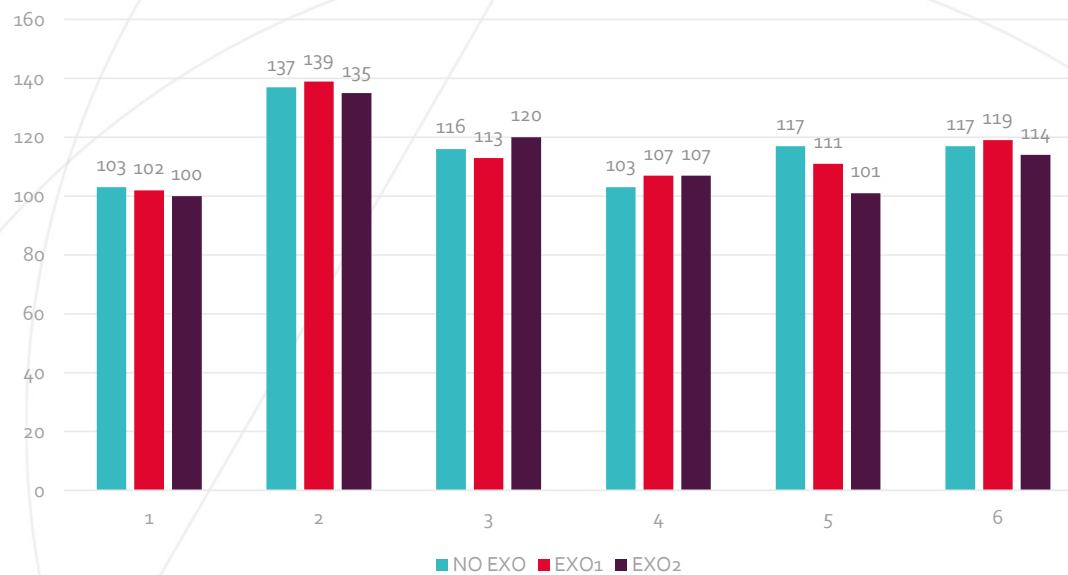
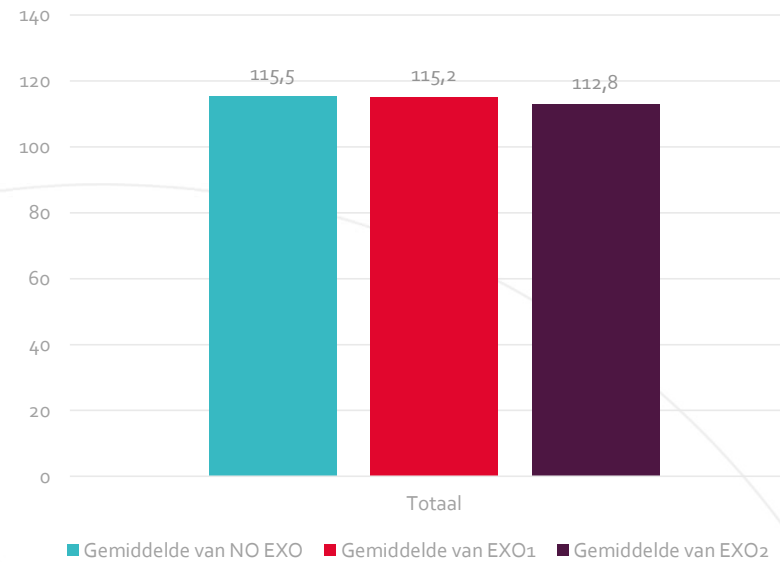
## Ellebogen

- Minder duidelijk patroon bij beide exoskeletons t.o.v. NO EXO



# Hartslag

- Geen duidelijke trend



# 6

## Samenvatting en advies



## Samenvatting en bespreking

- **Subjectief**

- Beperkte bereidheid tot vrijwillige deelname: moeilijke acceptatie?
- Comfort scoorde laag: klachten over striemen, warmte, hinder bij zitten, moeilijk aan/uit te doen
- Effectiviteit scoort relatief goed
- Informele gesprekken: vaak meer negatieve feedback dan in de vragenlijst + weinig gebruikt tijdens test

- **Rugondersteuning**

- Auxivo Omnisuit: spieractiviteit ééNZijdig verhoogd en JRF verhoogd
- Paexo Back: wel vrij consistente verlaging in EMG en JRF vastgesteld

⇒ *Het ontwerp van de Omnisuit (softsuit met elastieken) lijkt mogelijk minder geschikt, mogelijks door krachten van elastieken parallel met wervelkolom: druk op tussenwervelschijven?*

⇔ PAEXO (moment)

- **Schouderondersteuning**

- Omnisuit: meestal verlaging van spieractiviteit en reactiekrachten in de schouders
- Ook bij de Paexo Back soms een lichte daling in schouderbelasting gemeten (!)...

- **Hartslagmetingen**

- Geen duidelijke verschillen tussen de condities
- Mogelijk door lagere taakintensiteit en/of beperkte nauwkeurigheid van hartslagmeter

- **Beperkingen van de studie**

- Klein aantal testpersonen
- Variatie in uitvoering tussen deelnemers
- Epidemiologisch onderzoek over effect van exoskeletons op MSA nodig

# Advies

## 1. Welk type exoskeleton is geschikt voor logistieke magazijnen VCG?

- Rugondersteuning: iets minder relevant gezien ergonomische aanpassingen (laagste niveau = 60 cm).
- Schouderondersteuning: wel potentieel, voor tillen naar hoge niveaus
- Een gecombineerd exoskeleton (rug + schouder): in deze context minder kostenefficiënt  
*=> Indien toch rugondersteuning gewenst is, dan eerder een rigide exoskeleton met gasveren (zoals Paexo Back) dan een softsuit (zoals Omnisuit)*

## 2. Reductie fysieke belasting en is de Auxivo Omnisuit opportuun voor aankoop?

- Het schoudergedeelte (=Deltasuit) toont zijn meerwaarde
- Rugondersteuning is beperkt en lijkt eerder nadelig (unilateraal verhoogde EMG en verhoogde JRF)
- Praktische problemen: niet geschikt voor alle medewerkers, comfortproblemen, hinder bij zitten, extra opslag en onderhoud nodig.  
*=> Aankoop van de volledige Auxivo Omnisuit (gecombineerd) wordt minder aangeraden*

### 3. Hoe implementeren en acceptatie bevorderen?

- Acceptatie wordt sterk beïnvloed door comfort, gebruiksgemak, perceptie, veiligheid en taakcompatibiliteit
- Vooraf inspelen op deze factoren is cruciaal (bv. voorbeeldfiguren, aangepaste infrastructuur, onderhoudsplan)
- Algemeen verplicht gebruik (cfr. PBM) lijkt momenteel niet haalbaar (bepaalde MW mogen niet)  
*=> Leveranciers: prioritair het ontwerp verbeteren, vooral op vlak van draagcomfort en gebruiksgemak*

## Concreet advies

- **Voorlopig geen aankoopadvies voor brede implementatie van de Auxivo Omnisuit :**
  - Exoskeleton blijft op niveau PBM
  - Niet geschikt voor iedereen
  - Lage bereidheid tot spontaan testen onder operatoren.
  - Moeilijker combineerbaar met buitenwerk (cfr. jas)
  - Comfortproblemen: striemen, warmte, hinder bij zitten, moeilijk aan/uit te doen, complex,...
  - Beperkte effectiviteit (?) t.h.v. lage rug
  - Schouderondersteuning lijkt wel aanwezig, maar meestal niet voldoende om nadelen te compenseren
- **Aanbeveling: investeer verder in collectieve maatregelen (technisch & organisatorisch)**
- **Toekomstgericht: marktontwikkelingen opvolgen & overweeg her-evaluatie bij verbeterde modellen**



# THANK YOU

Cedric Knockaert

