

Verdiepende RIE Lichaamstrillingen

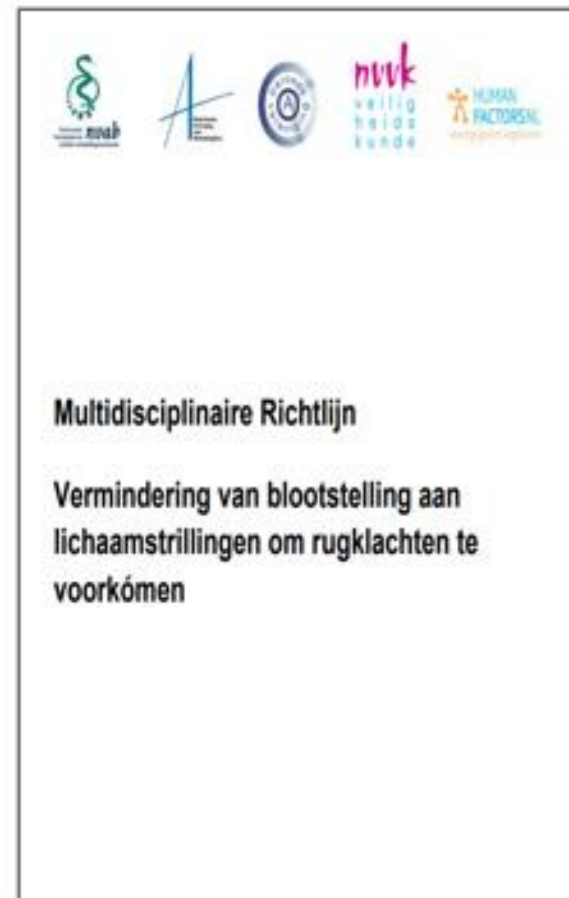
Multidisciplinaire Richtlijn lichaamstrillingen in de praktijk

José Jakobs

09-04-2025



Documenten



Multidisciplinaire richtlijn lichaamstrillingen

NEN-ISO 2631-1

www.ergonomiesite.be

AI-36 Trillingen

Verdiepende RI&E Lichaamstrillingen 2024 / 2025



**Artikel 6.11b van het Arbeidsomstandighedenbesluit
/ RICHTLIJN 2002/44/EG → ISO-norm 2631-1
Multidisciplinaire richtlijn (lichaamstrillingen)**

Trillingsbelasting door voertuigen:

- heftrucks (70)
- EPT's (5)
- zijladers (2)
- shovels (3)
- voorzetwagens: haakarmen, bakkenwagens en trekkers (9)



Aanpak verdiepende RI&E Lichaamstrillingen

Stap 1

Inventarisatie voertuigen

- type, duur, banden, ondergrond, rijsnelheid etc
- MD richtlijn: duur < 1 uur -> blootstelling beheerst, verdere beoordeling niet nodig



Vehicle type	Duration	Tires	Ground	Speed	Other

Stap 2

Inschatten blootstelling trillingen

- trillingsgegevens fabrikant of uit database
- trillingsniveau inschatten met Vibration calculator:

< 0,5 m/s ²	Schatting lager dan actiewaarde	Geen actie nodig,
> 0,5 m/s ²	Schatting tussen actie- en grenswaarde	Voer trillingsmetingen uit
> 1,15 m/s ²	Schatting hoger dan grenswaarde	Neem maatregelen STOP strategie Of beoordeel nauwkeuriger d.m.v. metingen
Niet bekend	Geen gegevens leverancier/database	Voer trillingsmetingen uit



Stap 3

Metingen uitvoeren

- gemiddelde versnelling (RMS)
- bijdrage van schokken beoordelen (crestfactor, VDV of MTVV)
- overschrijding actie of grenswaarde -> maatregelen nemen



Stap 4

Maatregelen nemen conform STOP strategie

Inventarisatie voertuigen (1 uur)

Benaming en referentie voertuig:	Shovel Hyundai LS 382
Type:	HL940A
Bouwjaar:	2022
Bandensoort:	Lucht
Indien van toepassing bandenspanning:	4,5 bar
Type stoel:	Luchtgeveerd
Datum laatst uitgevoerde onderhoud:	03-03-2023 (Iedere 1000 uur)
Algemene staat van het voertuig:	Goed (max 2 jaar oud)
Vooras	starre vooras met pendel-functie / geen actieve vering
Vermogen	157pk

Factoren die de trillingsblootstelling kunnen beïnvloeden.

Het voldoende nauwkeurig schatten van de blootstellingsduur kan indien dit aan een groep werknemers wordt gevraagd. (B Palmer et al. 2000, B Pinto en Stacchini 2006)

Functiegroepen (HBG) die de voertuigen besturen	Werkzaamheden-analyse m.b.t. het voertuig / afgelegde relevante rijroute(s) in km (relevante obstakels in/op het wegdek)	Duur blootstelling	Ondergrond binnen	Ondergrond buiten	Toelichting ondergrond	Rijsnelheid	Type lading	Vooruit / achteruit rijden
			(type en mate van gelijkheid)	(type en mate van gelijkheid)		(km/uur) / begrensd qua snelheid		
Medewerkers G&T (grondstoffen & terreinen)	Vullen van grondstoffen op de lijnen en de grondstoffenfabriek.	0,5 uur	n.v.t.	Hoofdzakelijk asfalt (+betonplaten)	Goede ondergrond indien geen schade.	15 Km/uur	Grondstoffen: cokes	Vooruit en achteruit.
	Opduwen aangeleverde grondstoffen.	1 uur		In de shotpit wordt over de shotpit gereden (lijn 2,6,7,8).	In shotpit zeer onregelmatige ondergrond.	Niet begrenst	briketten	
	Schoonmaken shotpitten.	1 uur				In de shotpit wordt geen snelheid bereikt	basalt	
	Vullen containers met Grondstoffen.	1,5 uur					en shotpit	
	Overige niet op voertuig	1 uur						
	Pauze	0,5 uur						

Schatting trillingsniveau op basis van de inventarisatie

Databases:

- <https://www.karla-info.de/ganzkoerper-vibration/gkv-immissionswerte-gemessen/>
- <https://www.vibration.db.umu.se/app/>
- https://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_list_macchinari_avanzata.php?lg=EN&page=0

↳ Meest complete volgende de Multidisciplinaire richtlijn trillingen

Trillings-gegevens van de leverancier m/s ²	Blootstellingsschatting op basis van inventarisatie
Niet bekend	0,7 m/s ²
Wheel Loader	6,5 uur -> 0,63 m/s ²
www.portaleagentifisici.it	
0,7 m/s ² : egaal wegdek	1,3 m/s ²
1,3 m/s ² : oneffen wegdek	6,5 uur -> 1,17 m/s ²
gemiddeld: 0,86 m/s ² (37 shovels)	
	0,86 m/s ²
	6,5 uur -> 0,78 m/s ²

De door fabrikanten in de gebruiksaanwijzing gegeven informatie over blootstelling aan lichaamstrillingen kan sterk afwijken van de blootstelling in de praktijk.
(B Oude Vrielink 2013)

Vibration Calculator

(<https://www.hse.gov.uk/vibration/wbv/calculator.htm>)



Whole-Body Vibration Calculator

Daily Vibration Exposure A(8)

K-factor included in input values

Measured or estimated vibration magnitude

Operation description	a_w x-axis m/s ²	a_w y-axis m/s ²	a_w z-axis m/s ²
1 Shovel Hyundai LS 376 (egaal)	0,5	0,65	0,7
2			
3			
4			
5			
6			

Daily exposures, A(8)

Daily exposures, points

Time to EAV/ELV

Points per hour

Exposure time

hours	mins
6	30

Partial Daily Vibration Exposures

A(8) x-axis m/s ² A(8)	A(8) y-axis m/s ² A(8)	A(8) z-axis m/s ² A(8)
#NAAM?	#NAAM?	0,63
#NAAM?	#NAAM?	#NAAM?
#NAAM?	#NAAM?	#NAAM?

Total A(8) exposures

#NAAM? #NAAM? #NAAM?

Daily Vibration exposure, m/s² A(8)

#NAAM?

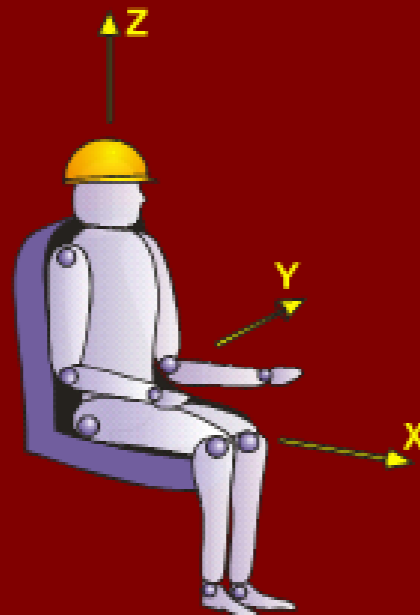
Colour key

Less than EAV (0.5 m/s² A(8)):

EAV (0.5 m/s² A(8)) or higher:

ELV (1.15 m/s² A(8)) or higher:

Copy descriptions from VDV calculator



Reset calculator


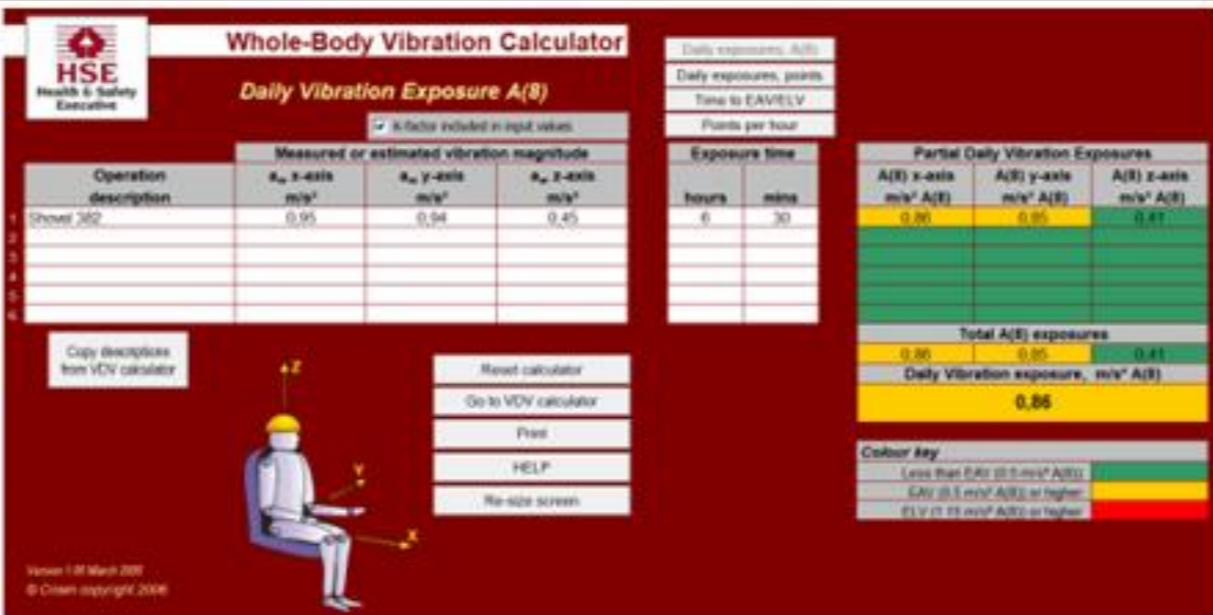

Go to VDV calculator

Print

HELP

Re-size screen

Trillingsmetingen: gemiddelde versnelling RMS (Root-Mean-Square, in m/s^2)

18	Voertuig	Merk: Hyundai / Model: Shovel LS 382 / Type: HL940A Specificaties machine zie Excel Inventarisatie en Blootstellingsschatting lichaamstrillingen 2023		
Afdeling / naam medewerker:		Mourik	dhr. _____	
Meetdatum / tijdstip:		23-11-2023	09:08 – 10:44 uur	
Temperatuur in °C:		Buiten: gem. 10,2 (echter gesloten cabine)	Binnen: n.v.t.	
Dagelijks werkpatroon:		Vullen van grondstoffen op de lijnen en de grondstoffenfabriek. Opduwen aangeleverde grondstoffen. Schoonmaken shotpitten. Vullen containers met grondstoffen.		
Duur:		6,5 uur		
Gebruikte gemonteerde hulpmiddelen / belading:		Transport grondstoffen en afval met dichte bak		
Ondergrond:		Egaal – zeer oneffen wegdek		
Rijsnelheid:		Max. 15 km/uur op _____ Begrensd op 25 km/uur		
Meetresultaat:				
Dagblootstelling: 0,86 m/s^2 A(8)				
Piekblootstelling:				
Tijdstip:				
<p>Ax: n.v.t.</p> <p>Ay: n.v.t.</p> <p>Az: n.v.t.</p>				

Conclusie trillingsmetingen

- Betrouwbare metingen: belangrijkste invloedfactoren zijn meegenomen in de meting en er is een goed beeld van de verschillende uitvoeringsvormen van de werkcycli ontstaan.
- Gemeten waarden: lager dan de geschatte waarden.
- 6 van de 20 metingen lagen hoger dan de actiewaarde ($0,5 \text{ m/s}^2$), de grenswaarde ($1,15 \text{ m/s}^2$) werd niet overschreden, de grenswaarde voor zwangeren ($0,25 \text{ m/s}^2$) werd overschreden op 18 van de 20 voertuigen.
- Dominante as bij snel rijdende voertuigen: Z
- Dominante as bij rustig rijdende voertuigen: Y
- Crestfactor overal lager dan 9 (meting RMS is voldoende)
- Meten Maximale Transiënte Trillingswaarde (MTVV),
Vibration Dose Value (VDV) ?



Bron: Ergonomiesite.be

Beheersmaatregelen



S

Pilot Automatisch Goederen Vervoer (AGV)

Start asfaltproject juli 2024

T

Voertuigen worden periodiek vervangen en periodiek onderhouden (om 500 (heftruck / voorzetwagen) – 1000 draaiuren (Shovel))

Begrenzing van voertuigen

O

Medewerkers ontvangen een heftruckcursus (veilig rij- en werkgedrag)

Proef ergonomische stoelen

Voorlichting

PAGO

Taakroulatie?

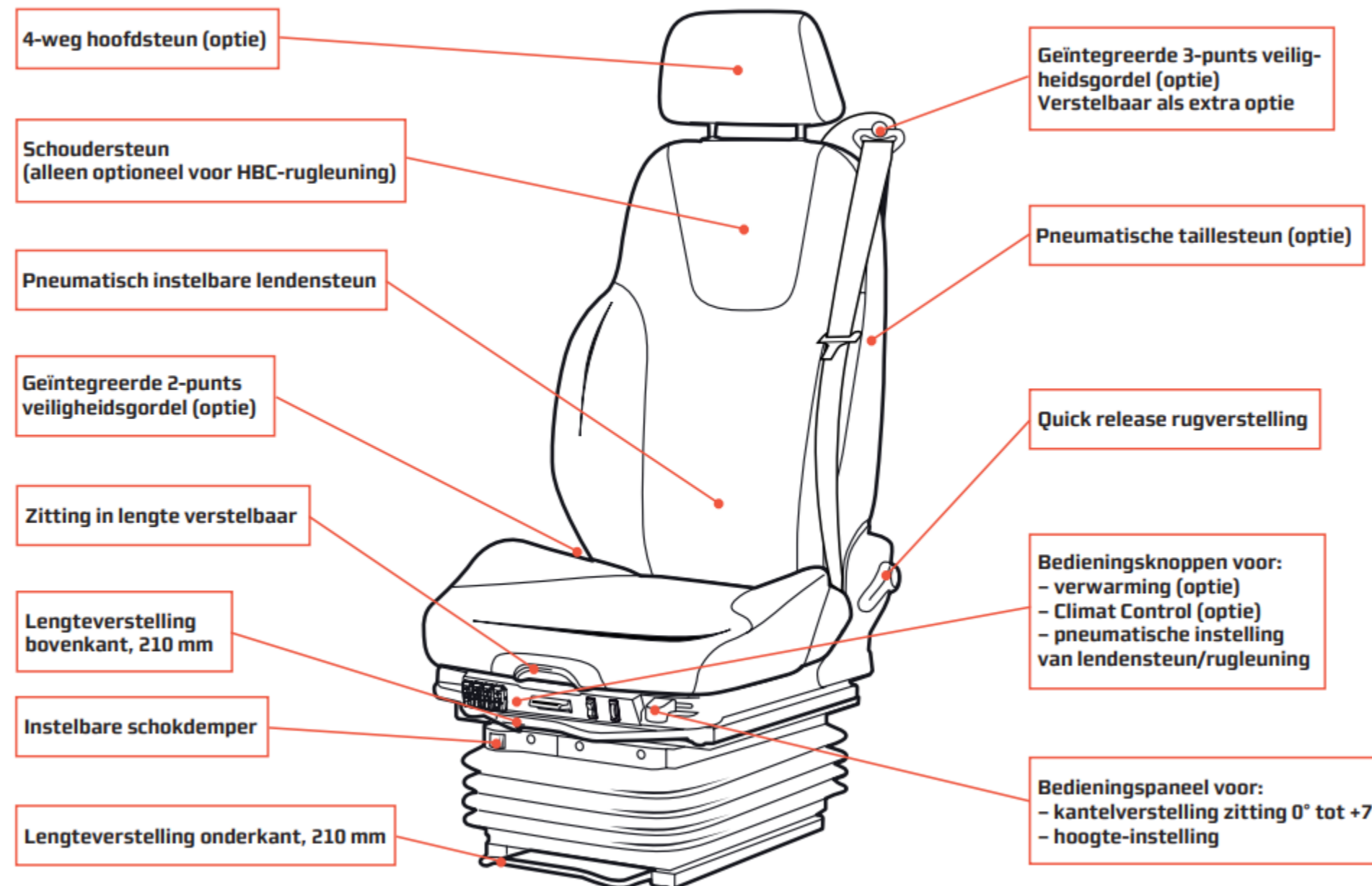
P

Warme kleding (schadelijke effecten van trillingen nemen toe bij kou / versnelt het ontstaan van klachten: ARBO RENDEMENT 7/8-2009)

Omwender

Voorlichting: stoelinstelling

- **Stel de stoel in** op je lichaamsgewicht, waar dit niet automatisch gebeurt / stel de stoel in op een betere lichaamsondersteuning



SEAT Factor

- Om de schokabsorptie tot uitdrukking te brengen is de SEAT-factor ingevoerd (Seat Effective Amplitude Transmissibility) ofwel het quotiënt van de (frequentiegewogen) trillingswaarde op de zitting en de (frequentiegewogen) trillingswaarde op het voertuig, gemeten op het bevestigingspunt van de stoel onder de zitting.
- SEAT-factor = 1 → stoelvering heeft geen toegevoegde waarde
- SEAT-factor > 1 → een versterking van de trillingen en schokken in plaats van een schokabsorptie
- SEAT-factor < 1 → schokabsorptie!



Gedrag: let op je rij- werkgedrag: voorkom hard optrekken / fel afremmen, frequent veranderen van richting





Voorkom het veelvuldig draaien van de romp of dat de romp inzakt: zorg voor een rechte zithouding

Oefeningen voor houdingsstabiliteit

Oullier et al (2009): Blootstelling aan lichaamstrillingen leidt tot vermindering van de houdingsstabiliteit. Daardoor bestaat er bij een voertuigbestuurder aan het einde van een werkdag of werkperiode een groter risico op misstappen of vallen, bijvoorbeeld bij het verlaten van het voertuig.

Oullier et al (2009): Zij vonden dat de gerichte lichamelijke oefeningen na het rijden op een bulldozer zorgen voor een significante verbetering van houdingsstabiliteit.

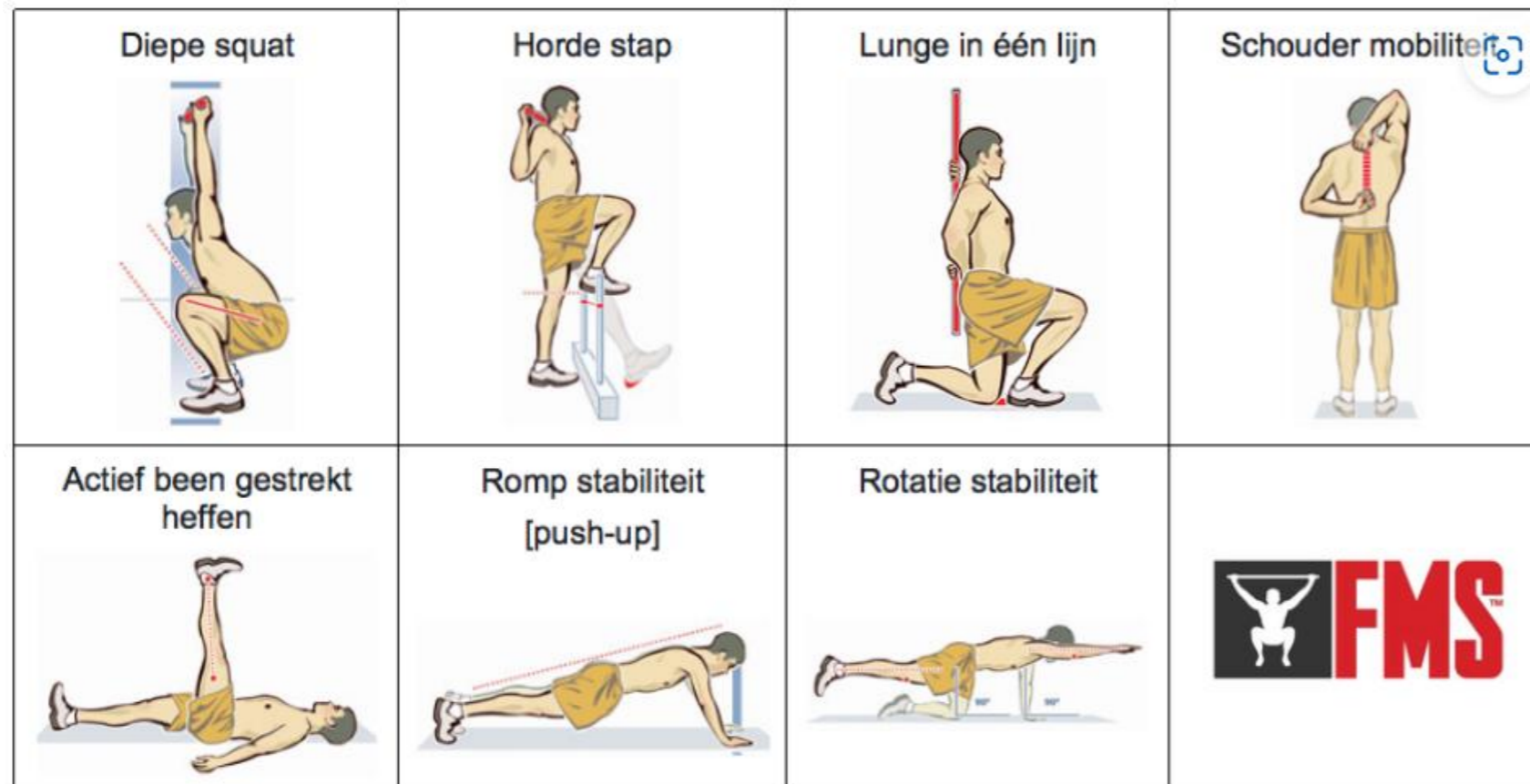


Oefeningen: strekcoefeningen en verbeteren houdingsstabiliteit



PAGO

- MDR: vooralsnog blijft een goede anamnese, het goed navragen van klachten en verschijnselen, de belangrijkste diagnostische methode. Niet door beeldvormend onderzoek van de wervelkolom. Lichamelijk onderzoek kan uitgevoerd worden omdat de cliënt dit verwacht en het een indruk kan geven van de beperkingen.
- Is de Functional Movement Screen (FMS) bruikbaar? “De test is ontwikkeld door Gray Cook en Lee Burton en wordt gebruikt om te bepalen of een persoon geschikt is op basis van stabiliteit, kracht en lenigheid voor een bepaalde fysieke activiteit of sport.”



Meerdere testen zijn nodig: push-up, plank, rugbrug, lopen, evenwicht etc.

Terugblik klant

Hoe kijkt de klant terug op het proces tot nu toe? Welke inzichten en resultaten heeft het onderzoek tot nu toe opgeleverd?

- **Positief over het meetproces:** objectieve data /grenswaarde van 1,15 m/s² is niet overschreden.
 - **Actie vereist voor voertuigen boven de actiewaarde:** Continueren periodiek onderhoud, **verbeterde rijroutes**, onderzoek naar andere (AGV) en/of **verbeterde wijze van transport** (geveerde vooras), betere stoelvering en taakroulatie om trillingen te verminderen.
 - **Nieuw inzicht in rijstijlen:** de klant maakt chauffeurs bewust van het effect van **rijnsnelheid, rij- en werkgedrag en zithouding** op trillingen.
 - **Verbeteren houdingsstabiliteit:** de klant wil chauffeurs wijzen op het nut van oefeningen ter verbetering van de houdingsstabiliteit.
 - **Verbetering PAGO:** de klant gaat onderzoeken hoe gericht het PAGO trillingen uitgevoerd kan worden.
- Verdiepend onderzoek nodig?:** de klant gaat aanvullende metingen (MTVV/VDV en/of seatfactor) of een analyse van de werkduur van chauffeurs uitvoeren.