



Exoskelett för att förebygga ohälsa i arbetslivet – möjligheter och risker, och vad säger Arbetsmiljöverkets regelverk?

AMM Uppsala, Nätverksträff ergonomer, 2023-01-13

Carl Lind, Tekn. Dr. Ergonomi

Handläggare, sakkunnig inom ergonomi, MTO

Arbetsmiljöverket

Avdelningen för regler och internationella frågor

Enheten för människa och omgivning

Ingen ska bli sjuk, skadas eller dö av jobbet

Agenda

- **Arbetsmiljöverket**
- **Vad är exoskelett?**
- **Faktorer och risker att beakta**
- **Regelverk**
- **Effekter på hälsa?**

Arbetsmiljöverket

Vår vision

Ingen ska bli sjuk, skadas eller dö
av jobbet

Vår verksamhet

Vi arbetar för allas rätt till sunda, säkra
och utvecklande arbetsförhållanden





Arbetsmiljöverkets intressenter

- Arbetsgivare
- Arbetstagare
- Skyddsombud
- Tillverkare
- Importörer
- Distributörer
- Övriga aktörer

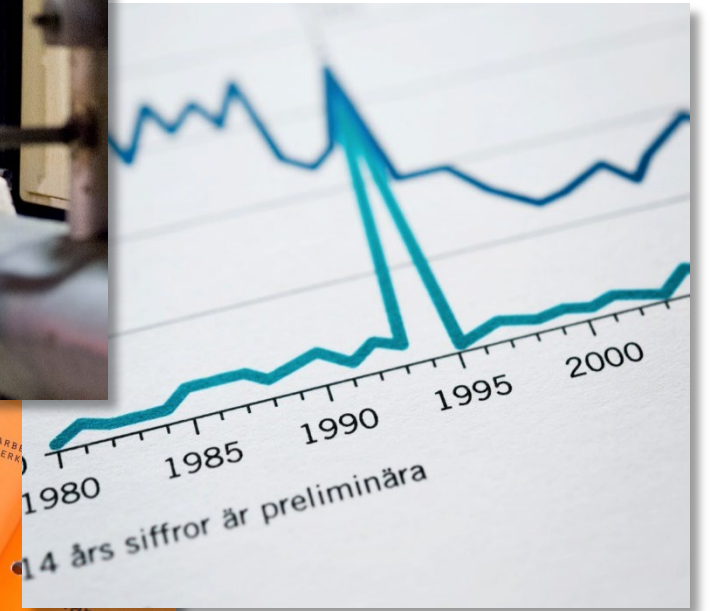
Arbetsmiljölagen omfattar

- Alla anställda
- Elever i utbildning
- Totalförsvarspliktiga



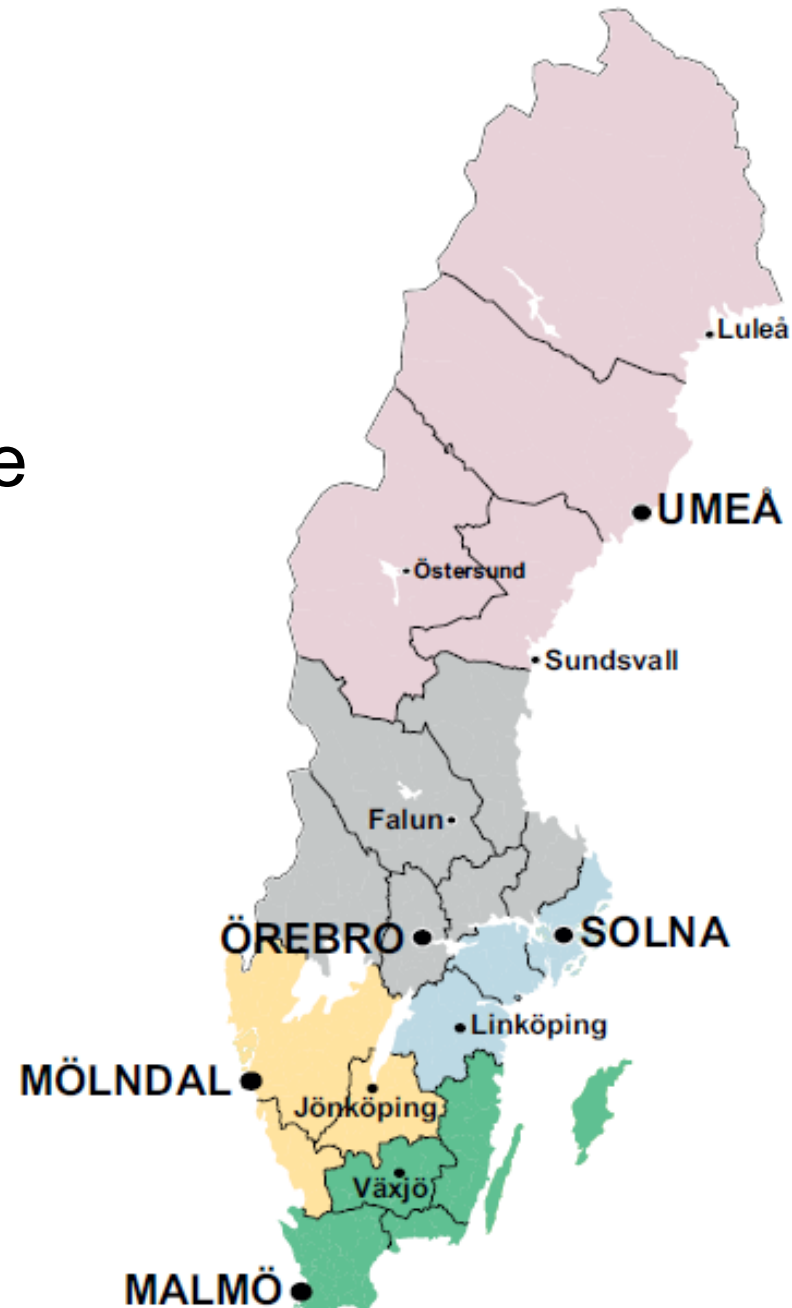
Våra kärnverksamheter

- Inspektion
- Regler
- Analys
- Kommunikation



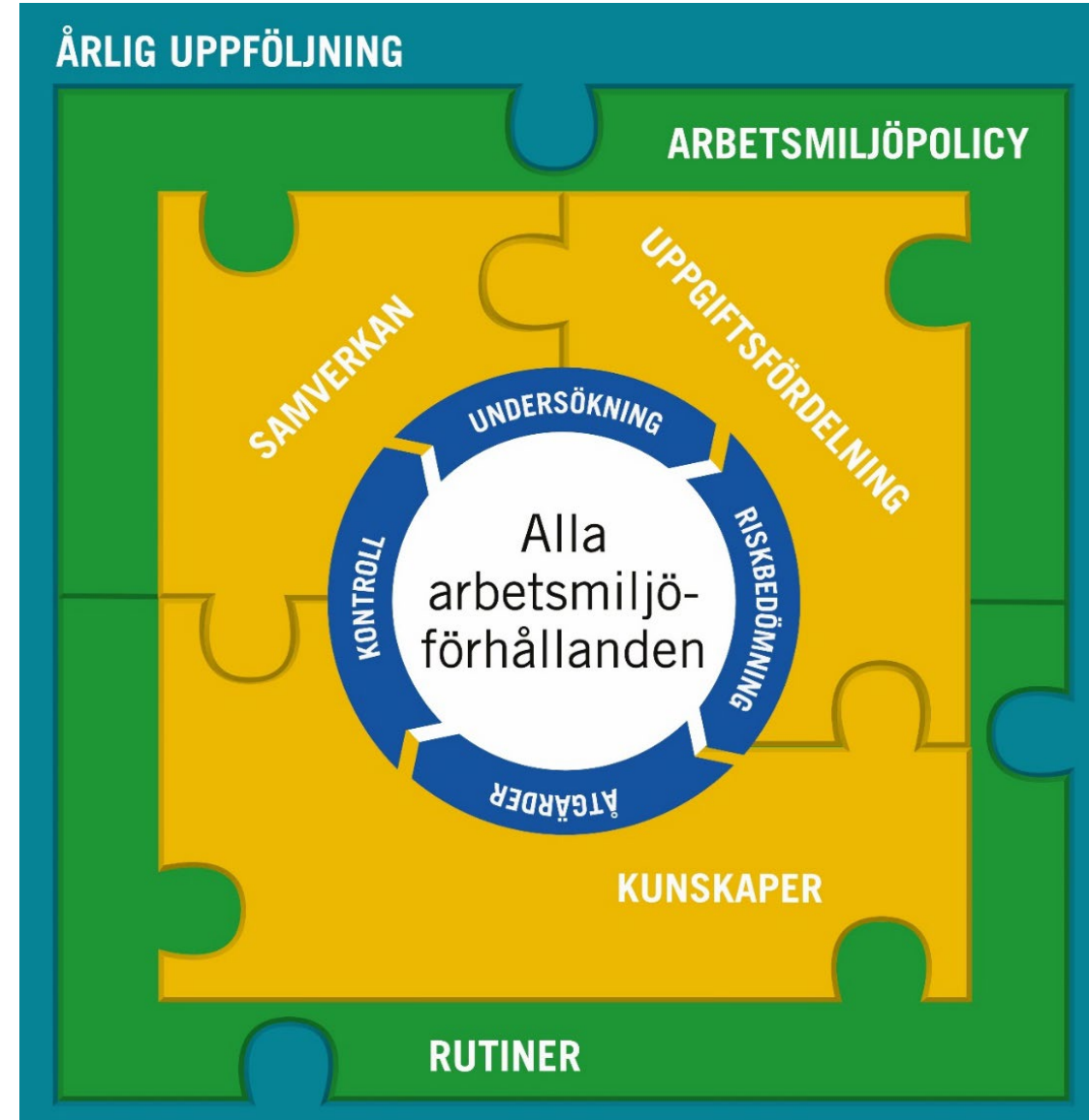
Vår organisation

- 8 avdelningar
- ~700 medarbetare
- 5 regioner



Systematiskt arbetsmiljöarbete

- Förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet
- Uppnå en tillfredsställande arbetsmiljö
- Fysiska arbetsförhållanden
- Organisatorisk och social arbetsmiljö
- Arbetsgivarens ansvar
- Samverkan med arbetstagare



Vad är Exoskelett?

Vad är Exoskelett?

Exoskelett (ektoskelett) (Nationalencyklopedin)
yttre skelett, i motsats till *endoskelett* (inre skelett).

Exoskeleton ([ASTM F48](#))

Wearable device that augments, enables, assists, and/or enhances physical activity through mechanical interaction with the body

Exoskeleton ([EU-OSHA thesaurus](#))

External wearable framework that augments a human's natural physical ability

Physical assistant robots (ISO 13482:2014)

Personal care robot that physically assists a user to perform required tasks by providing supplementation or augmentation of personal capabilities

Exosuit

Vad är Exoskelett?

E'xoskelett/ektoskelett (Nationalencyklopedin)
yttre skelett, i motsats till endoskelett, inre skelett.

Exoskelett (EU-OSHA thesaurus)
Wearable device that augments, enables, assists, and/or enhances physical activity through mechanical interaction with the body
~Bärbar enhet som förstärker, möjliggör, assisterar och/eller förbättrar fysisk aktivitet genom mekanisk interaktion med kroppen

Exoskeleton (EU-OSHA thesaurus)
External wearable framework that augments a human's natural physical ability

Physical assistant robots (ISO 13482:2014)
Personal care robot that physically assists a user to perform required tasks by providing supplementation or augmentation of personal capabilities

Är det nytt?

1890 N. Yagn

Apparatus for facilitating walking, running, and jumping

Tillämpningsområden

Tillämpning

- **Förstärka/optimera förmåga**
- **Bibehålla förmåga**
- **Rehabilitering / återställa förmåga**

Tillämpning

- **Arbetsutrustning (t.ex. tillverkningsindustri, vårdsektor, militär applikation)**
- **Rehabilitering**
- **Konsumentprodukter (sport/fritid)**

Yrkesmässig tillämpningsområde, t.ex.

- Kraftförstärkning vid manuell hantering (fysiska objekt och personförflyttning)
- Avlastning i "statiska" belastande arbetsställningar

Kategorier av exoskelett

Kategorier

Kategorier: passiv-aktiv

Passiv



Aktiv

Icke motoriserad

t.ex. lägesenergi med fjädringar

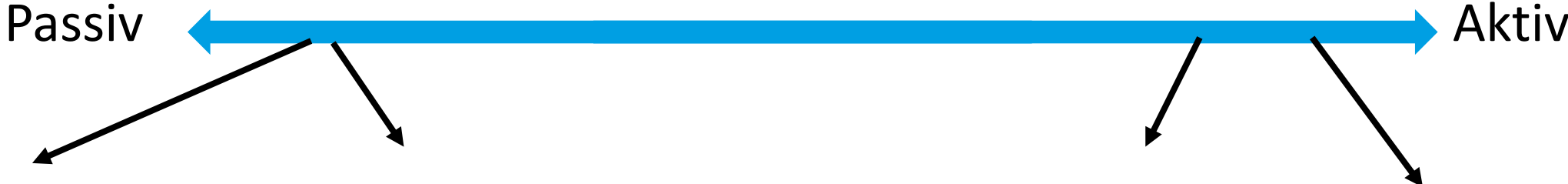
Motoriserad

batteridrivnen (elektrisk)

tryckluftsdreven (pneumatisk)

hydraulik

Kategorier: passiv-aktiv



Chairless Chair

SPEXOR

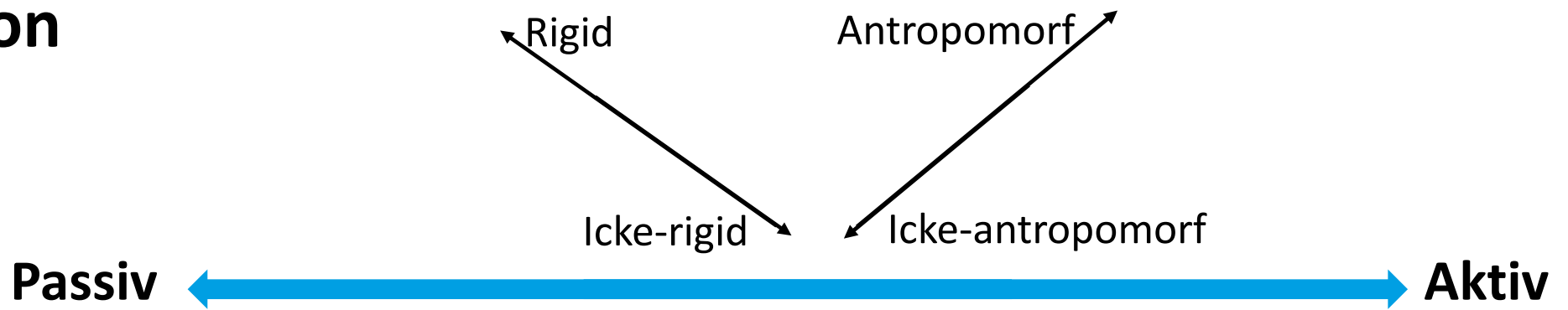
Kategorier: fokuserad kroppsdel

- **Övre extremiteter:** ofta armar, men även nacke, tumme etc.
- **Rygg/ländrygg**
- **Nedre extremiteter**
- **Helkropp**
- **Enskild kroppsdel**

Andra kategorier:

- **Antropomorf / icke-antropomorf**
- **Rigid / icke-rigid**

Kombination



Övre extremiteter

Rygg/ländrygg

Nedre extremiteter

Helkropp

Kategorier: extern arm / arbetsutrustningshållare

Fortis exoskeleton

Fawcett Exoves

Faktorer och risker att beakta (exempel)

Faktorer att beakta (exempel)

- **Statisk passform**
- **Dynamisk passform**
- **Kognitiv ”passform”**

Faktorer att beakta (exempel)

- Effekter på primära och sekundära kroppsregioner (t.ex. biomekanisk exponering, förflyttning av belastning)
- Effekter på primära och sekundära arbetsmoment
- Ändrade/begränsade rörelsemönster och mobilitet
- Led- och muskelbelastning (rörelser utanför normalt rörelseomfång)
- Halk-, fall- och kollisionsrisker
- Nedsatt fysisk konditionsnivå
- Termisk belastning
- Komfort
- Hygieniska aspekter
- Hudirritation (tryck, nötning, material, svett)
- Cirkulation
- Kemiska och termiska brännskador

Övrigt

- Hantering/förvaring, på-/avklädning, hygien
- Utbildning, tillvänjning

Referenser: U.S. Consumer Product Safety Commission, EU-OSHA, de Looze et al. 2016 doi:10.1080/00140139.2015.1081988, de Vries & de Looze 2019 doi:10.35248/2165-7556.19.9.255, Howard et al. 2019 doi:10.1002/ajim.23080, Steinhilber et al. 2020 doi:10.1080/24725838.2020.1844344, Baltrusch et al. 2018 doi:10.1016/j.apergo.2018.04.007, Kim et al. 2022 doi:10.1097/JOM.0000000000002438; Schwerha et al. 2022 doi:10.1080/24725838.2022.2059594

Potentiella fördelar?

- Minskad ländryggsbelastning¹ och ryggböjning (inklination) (ibland det motsatta)
- Minskad muskeltrötthet² och muskelaktivitet³ i prioriterad muskelgrupp
- Minskad anstränningsnivå och energetisk belastning
- Minskad diskomfort i prioriterad kroppsregion
- Stöd till arbetstagare med fysiska funktionshinder
- Möjlighet att förlänga arbetslivet (för en åldrande befolkning)

Övrigt

- Ökad produktivitet (Butler, 2019)
- Minskad tid men ökat antal kvalitetsavvikelser (Kim et al. 2018)

¹ kompressionskraft minskning 10–30% och skjuvkraft minskning ~12% (de Looze et al. 2016)

² EMG: amplitudökning-frekvensminskning

³ ryggmuskulatur t.ex. minskning med 10–40%, 10–25% (de Looze et al. 2016)

Regelverk

EU förordningar och EU direktiv

- **Direktiv om användning av arbetsutrustning i arbete (2009/104/EG)**
- **Maskindirektivet (EU 2006/42)**
- **Förordning om personlig skyddsutrustning (EU 2016/425)**

Tillsynsmyndighet

Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket

- **Förordning om medicintekniska produkter (2017/745)**

Läkemedelsverket

EU förordningar och EU direktiv

- Direktiv om användning av arbetsutrustning i arbete (2009/104/EG)
- Maskindirektivet (EU 2006/42)
- Förordning om personlig skyddsutrustning (EU 2016/425)



Arbetsmiljöverkets aktuella hållning: Exoskelett är inte personlig skyddsutrustning

- Förordning om medicintekniska produkter (2017/745)

Tillsynsmyndighet

Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket

Läkemedelsverket

Exempel på föreskrifter

AFS 2001:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete

AFS 2006:4 Användning av arbetsutrustning

AFS 2008:3 Maskiner

AFS 2012:2 Belastningsergonomi

Inte aktuell gällande exoskelett

AFS 2001:3 Användning av personlig skyddsutrustning



AFS 2001:1 om systematiskt arbetsmiljöarbete

Företagshälsovård

12 §

När kompetensen inom den egna verksamheten inte räcker för det

- systematiska arbetsmiljöarbetet eller för
 - arbetet med arbetsanpassning och rehabilitering,
- skall arbetsgivaren anlita företagshälsovård eller motsvarande sakkunnig hjälp utifrån.

När företagshälsovård eller motsvarande sakkunnig hjälp anlitas skall den

- vara av tillräcklig omfattning samt
 - ha tillräcklig kompetens och
 - tillräckliga resurser
- för detta arbete.

Arbetsutrustning

AFS 2006:4 om användning av arbetsutrustning

Maskin, anordning, verktyg, redskap eller installation som används i arbetet.

Undersökning och riskbedömning

- Är den arbetsutrustning som väljs och används **lämplig för det arbete** som skall utföras, kan den användas med **betryggande säkerhet**.
- De riskmoment som föreligger på grund av användningen av arbetsutrustningen skall undersökas och bedömas.

Åtgärder

Alla nödvändiga åtgärder ska vidtas för att förebygga ohälsa eller olycksfall



AFS 2006:4 om användning av arbetsutrustning

Krav vid användning

En arbetsutrustning får bara användas för det ändamål och under de förutsättningar den är avsedd eller lämpad för.

En arbetsutrustning skall användas:

- med lämpliga arbetsställningar och arbetsrörelser
- och i övrigt på ett ergonomiskt lämpligt sätt.

Maskiner

Maskiner – arbetsgivare/inköpare

- En arbetsgivare får endast använda maskinerna om de uppfyller de grundläggande hälso- och säkerhetskraven.
- Köparen måste därför vara uppmärksam på att de nya maskinerna verkligen uppfyller kraven.
- CE-märkningen anger endast att en produkt – enligt tillverkarens uppfattning – uppfyller direktivets grundläggande hälso-, (miljö) och säkerhetskrav.
- Du måste – som användare – själv försöka förvissa dig om att maskinen verkligen är säker att använda.

För tillverkare, importör och distributör
se **ADI 438 Säkra maskiner**

ADI 523



Maskiner - Att tänka på inför inköpet

Före köpet ska du tänka på:

- vad maskinen ska användas till,
- när och hur den kommer att användas,
- vilken kompetens användaren har,
- hur motsvarande maskiner från andra tillverkare ser ut,
- rengöring och underhåll,
- buller och vibrationsnivåer,
- ergonomiska aspekter.

ADI 523



Belastningsergonomi

AFS 2012:2 Belastningsergonomi

Arbetsgivaren ska

Ordna och utforma arbetsplatser och arbetsuppgifter så att:

- risker för **hälsofarliga** eller **onödigt tröttande** belastningar förebyggs.
- arbetstagarna kan använda **arbetsställningar och arbetsrörelser som är gynnsamma för kroppen**
- **man minskar eller undviker risken** för arbetstagarna att drabbas av belastningsbesvär, vid manuell hantering av bördor och laster eller vid andra arbetsuppgifter som kräver kraftutövning.
vidta lämpliga åtgärder: organisatoriska åtgärder och hjälpmedel (allt teknisk utrustning)

AFS 2012:2 Belastningsergonomi

Arbetsgivaren ska

Undersöka om arbetstagarna utför arbete som kan vara **hälsosfarligt eller onödigt tröttande** på grund av:

- Arbetsställningar
- arbetsrörelser
- manuell hantering
- repetitivt eller handintensivt arbete

Om synförhållanden påverkar arbetsställningarna och arbetsrörelserna negativt

Bedöma risk skador i rörelseorganen och på stämbanden pga belastningarna (enskilt och i kombination)

- duration (hur länge)
- frekvens (hur ofta)
- intensitet (hur mycket).

Ska också beakta fysiska, organisatoriska och psykosociala faktorer i arbetsmiljön

AFS 2012:2 Belastningsergonomi

Arbetsgivaren ska

Se till att arbetstagaren har tillräckliga kunskaper om:

- lämpliga arbetsställningar och arbetsrörelser
- **hur teknisk utrustning och hjälpmedel ska användas**
- vilka risker olämpliga arbetsställningar, arbetsrörelser och olämplig manuell hantering medför
- tidiga tecken på överbelastning av leder och muskler.

Effekter på hälsa?

Effekter på hälsa, ohälsa och olycksfall/säkerhet

Svårt att dra slutsatser

- Prospektiva randomiserade med uppföljningstid >6–12 mån (och med god kvalitet) saknas generellt
- Främst studier i labbmiljö med isolerade arbetsuppgifter (effekt i verklig komplex miljö?)
- Ofta små populationer och kort tidsperiod
- Ofta noviser, besvärnfria med smalt åldersspann, få kvinnor
- Skillnader på modell/system och beroende på applikation

Effekter på hälsa?

- Exoskelett verkar kunna (kortsiktigt) minska belastning och muskelaktivitet i den avsedda kroppsregionen
- Långsiktiga effekt på muskuloskeletala besvär är oklara
- Otillräckligt stöd för att kunna ge rekommendationer för användning av exoskelett för att minska belastningsbesvär

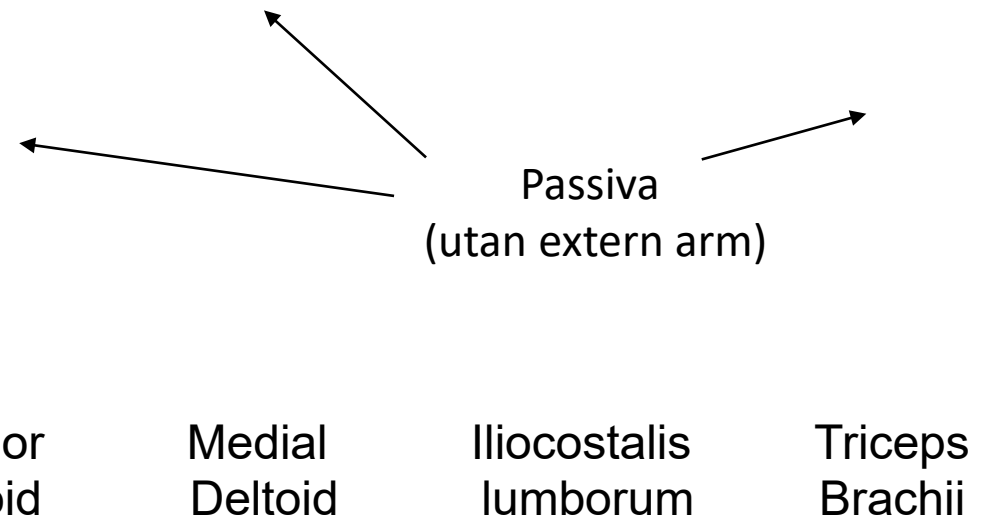
Bär, M., Steinhilber, B., Rieger, M. A., & Luger, T. (2021). The influence of using exoskeletons during occupational tasks on acute physical stress and strain compared to no exoskeleton - A systematic review and meta-analysis. *Applied ergonomics*, 94, 103385.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103385>

Exempel på effekter

**muskelaktivitet %
(erector spinae)**

Muskelaktivitet: rygg

Muskelaktivitet: överkropp



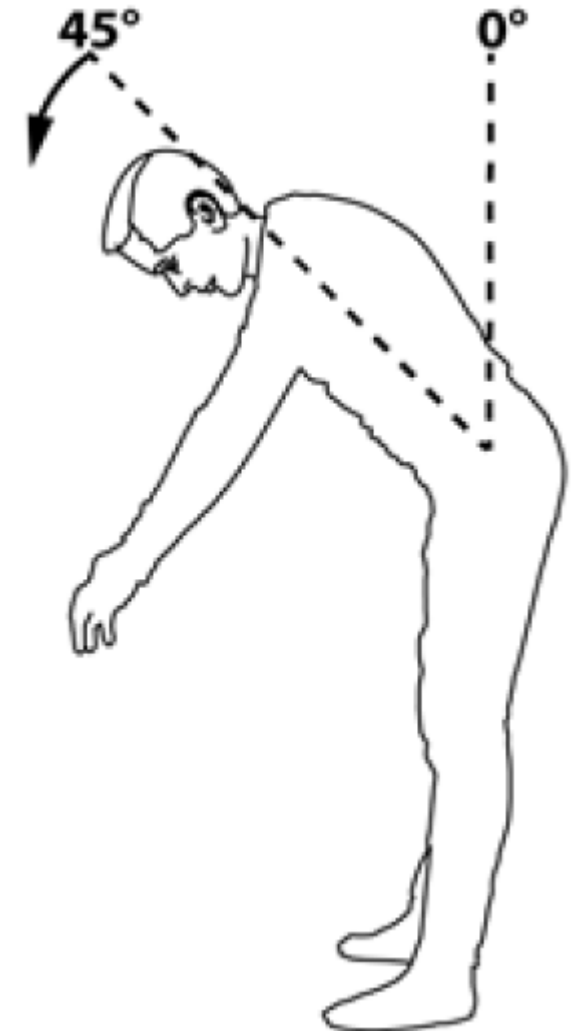
Sidoeffekter: presation

Laevo (rygg)

Baltrusch et al. 2018 doi:10.1016/j.apergo.2018.04.007

Sidoeffekter: Ökad framåt- och sidoböjning av rygg

Framåtböjning av rygg (flexion)



Rose & Lind 2017

Cycles to failure by torso flexion angle. Spine loads associated with lifting 9 kg

Sidoeffekter: Ökad framåt- och sidoböjning av rygg

Minskad muskelaktivitet

(men i vissa fall ökad)

Specifika riskbedömningsmetoder

IFA Risk assessment for exoskeletons (v. 1.1)

<https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-ergonomie/exoskelette/index-2.jsp>

Exo-LiFFT

Ej validerad!

Teoretisk beskrivning

Zelik et al. 2022. An ergonomic assessment tool for evaluating the effect of back exoskeletons on injury risk. *Appl Ergon*, 99, 103619. doi:10.1016/j.apergo.2021.103619

Tack för att du har lyssnat!

Läs mer på av.se

ARBETSMILJÖ VERKET

Vad letar du efter? **Sök**

Arbetsmiljöarbete och inspektioner Hälsa och säkerhet Inomhusmiljö Produktion, industri och logistik Om oss

§ **Lagar och regler**
Lagar, regler och föreskrifter om arbetsmiljö

🖥️ **E-tjänster**
E-tjänster och blanketter för anmälan och ansökningar

🗣️ **Inspektioner**
Inspektioner, utredningar och kontroller

🔧 **Stöd och verktyg**
Stöd och verktyg för ditt arbetsmiljöarbete

Arbetsgivare

- Ansvar för arbetsmiljön
- Systematiskt arbetsmiljöarbete, SAM
- Vad gör du som arbetsgivare vid begäran om åtgärder (6:6 a)?
- Vad gör du som arbetsgivare vid skyddsombudsstopp (6 kap 7§)
- Så går en inspektion till
- Anmäl arbetskada

Skyddsombud

- Arbeta med arbetsmiljön
- Skyddsombud och arbetsmiljöombud
- Begäran om åtgärder kring arbetsmiljö och arbetstider (6:6a)
- Skyddsombudsstopp (6 kap 7§)
- Psykisk ohälsa, stress, hot och våld

Arbetstagare

- Ditt deltagande i arbetsmiljöarbetet
- Din arbetsgivares ansvar för arbetsmiljön
- Lokaler och arbetsutrymme
- Psykisk ohälsa, stress, hot och våld
- Personlig skyddsutrustning

Teckenspråk

Teckenspråk Lyssna Other languages

Vad letar du efter? **Sök**

Inomhusmiljö Produktion, industri och logistik Om oss

english (engelska)

drag

ket har regeringens och riksdagens uppdrag att se till att arbetsmiljön uppfyller de krav som finns i arbetsmiljölagen och att alla har en bra och utvecklande arbetsmiljö. Vi tar fram och utvärderar föreskrifter, inspekterar arbetsställen och utvärderar information om arbetsmiljöregler.

Ingen ska bli sjuk, skadas eller dö av jobbet