# Workplace and Process Safety in Next Generation Europe - Teaching for Learning Safety4EU

## Project No. 101126832

Coordinator: Dr Milan Protić

Co-funded by the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

# L7: Ergonomski rizici

Dr Evica Stojiljkovic

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Co-funded by the European Union

# BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU U EU-STRATEŠKI OKVIR (2021-2027)

Prof. dr Evica Jovanović
Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu

Co-funded by the European Union

# Ključni ciljevi strategije BZR 2021-2027.

- Zakonodavstvo EU o bezbednosti i zdravlju na radu (BZR) ključno je za zaštitu zdravlja i bezbednost oko 170.000.000 radnika u EU.
- Ključni prioriteti strateškog okvira za **2014.–2020**. su:
  - ✓ sprečavanje bolesti povezanih s radom,
  - ✓ suočavanje s demografskim promenama i
  - ✓ sprovođenje zakonodavstva.
- Prioriteti ovog okvira relevantni su i danas.
- Strateški okvir **2021.–2027**. usmeren je na **tri ključna cilja**:
  - ✓ predviđanje promena u novom svetu rada - zelena, digitalna i demografska tranzicija i upravljanje ovim promenama,
  - ✓ poboljšanje prevencije nesreća i bolesti na radnom mestu,
  - ✓ povećanje pripravnosti za sve potencijalne buduće zdravstvene krize.

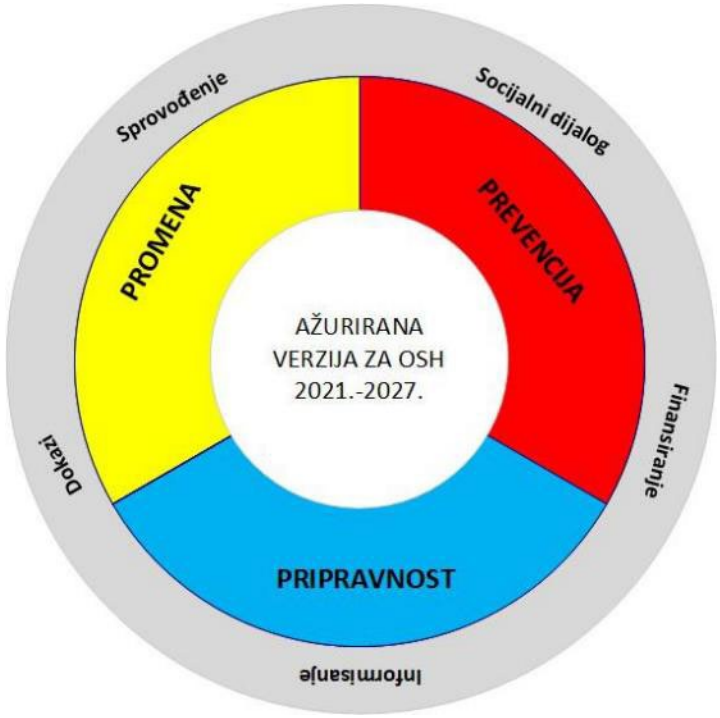
Co-funded by the European Union

# Ključvni ciljevi strategije BZR 2021-2027.

➢Sprovođenje ciljeva strateškog okvira 2021.–2027. omogućuje smanjenje zdravstvenih rizika na radu i poboljšanje standarda BZR u EU, u svim sektorima.

➢Temelji se na:

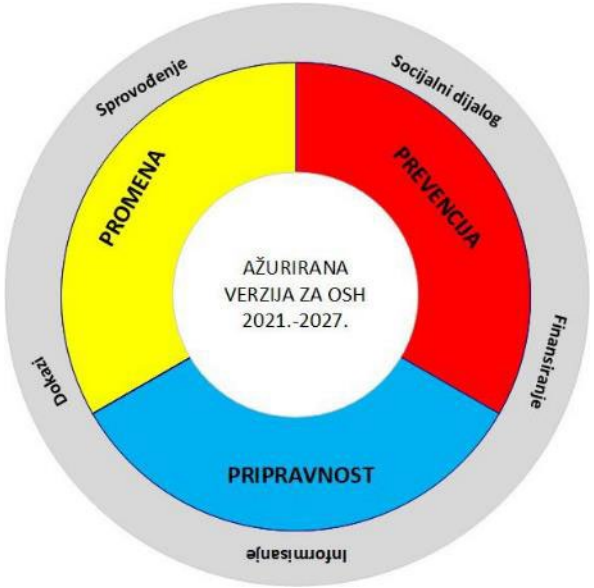
- ✓socijalnom dijalogu;
- ✓jačoj bazi dokaza;
- ✓jačanju implementacije;
- ✓informisanju;
- ✓finansiranju.



Co-funded by the European Union

# Ključni ciljevi strategije BZR 2021-2027.

➢**Promena**: Podstaknuta **zelenom i digitalnom tranzicijom**, otvorila su se radna mesta koja nisu postojala, a samim tim javljaju se i **novi rizici** (usled rada na daljinu (kada i gde se posao obavlja), optičkog i elektromagnetnog zračenja, klimatskih promena, zatim novi alati, veštačka inteligencija...).



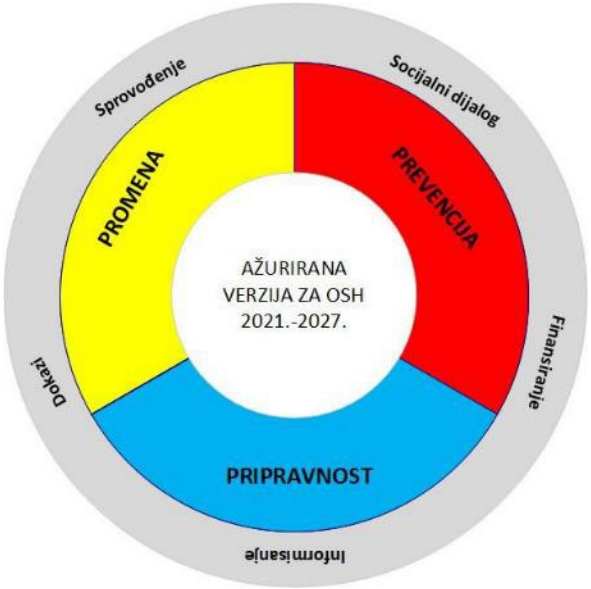

➢Granice između poslovnog i privatnog života postaju nejasne te zajedno s drugim trendovima rada na daljinu, kao što su stalna povezanost, nedostatak društvene interakcije i povećana upotreba IKT, dovode do dodatnih **psihosocijalnih i ergonomskih rizika**.

Co-funded by the European Union

# Ključni ciljevi strategije BZR 2021-2027.

➢**Promena**: Fokus strategije 2021-2027. je na:

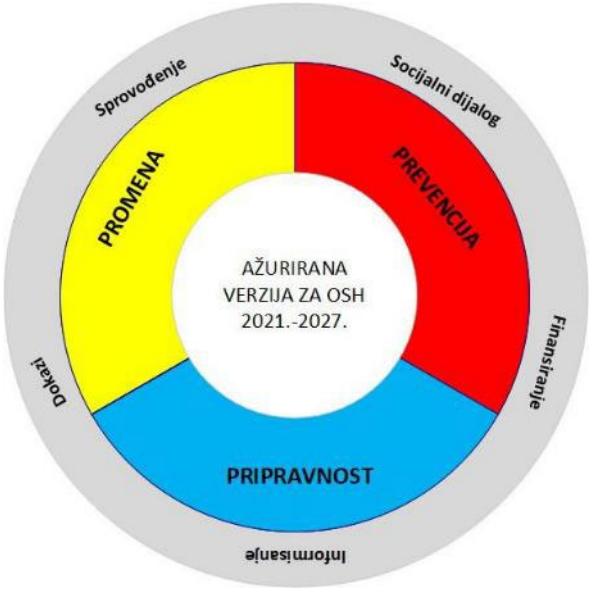
- ✓ osavremenjivanju zakonodavnog okvira u vezi sa digitalizacijom (direktiva za nova radna mesta, za zaslone),
- ✓ određivanju zaštitnih graničnih verdnosti za azbest, olovo, diizocijanate, kobalt,...
- ✓ **proceni psihosocijalnih i ergonomskih rizika,**
- ✓ poboljšanju mentalnog zdravlja na radnom mestu.



# Ključni ciljevi strategije BZR 2021-2027.

➢**Prevencija**: Uložiti napore kako bi se smanjio broj smrtnih slučajeva povezanih s radom u EU, u skladu s pristupom **„vizija nula”**. Rak je najčešći uzrok smrtnih slučajeva povezanih s radom u EU, zatim slede bolesti kardiovaskularnog sistema,...

➢Fokus strategije 2021-2027. je na istraživanju uzroka kardiovaskularnih, misićno-skeletnih i mentalnih poremaćaja povezanim sa radom. Zatim na utvrđivanju graničnih vrednosti velikog broja opasnih materija (npr. PAH, izopren i 1,4-dioksan, popis reproduktivno tosičnih materija), promociji zdravlja na radnom mestu, radna mesta za sve (rodna ravnopravnost), nasilju i uznemiravanju na radnom mestu...



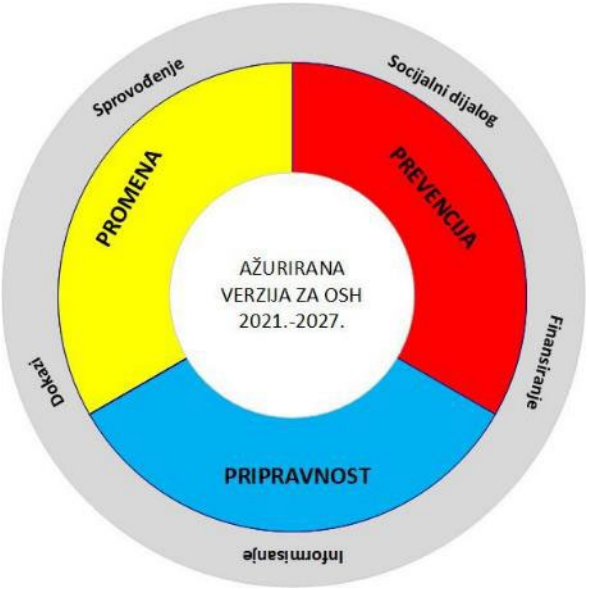
Co-funded by the European Union

# Ključni ciljevi strategije BZR 2021-2027.

➢**Pripravnost**: povećati pripravnost za moguće buduće zdravstvene krize, ali i nastavak rada nakon COVID-19 pandemije.

➢Fokus strategije 2021-2027. je na:

- ✓ „prava za sve sezone”, kojom se skreće pažnja na promovisanju pravednih i sigurnih radnih uslova sezonskih radnika zaposlenih u državama članicama EU
- ✓ priznavanju COVID-19 kao profesionalne bolesti
- ✓ izradi planova pripravnosti za buduće krize
- ✓ izradi smernica za inspektore rada o proceni i merama upravljanja rizikom u skladu s Direktivom o biološkim agensima



# U čemu je problem?

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Otprilike tri od pet radnika u EU žali se na mišićno-skeletne poremećaje.
- Od svih radnika u EU koji imaju zdravstveni problem povezan s radom, njih 60% navodi da su mišićno-skeletni poremećaji najozbiljniji.






# U čemu je problem?

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Tri od četiri najčešće prepoznata faktora rizika za bezbednost i zdravlje na radu su rizici od nastanka mišićno-skeletnih poremećaja:
- repetitivni pokreti šake ili ruke
- duže sedenje
- podizanje ili pomeranje ljudi ili teškog tereta



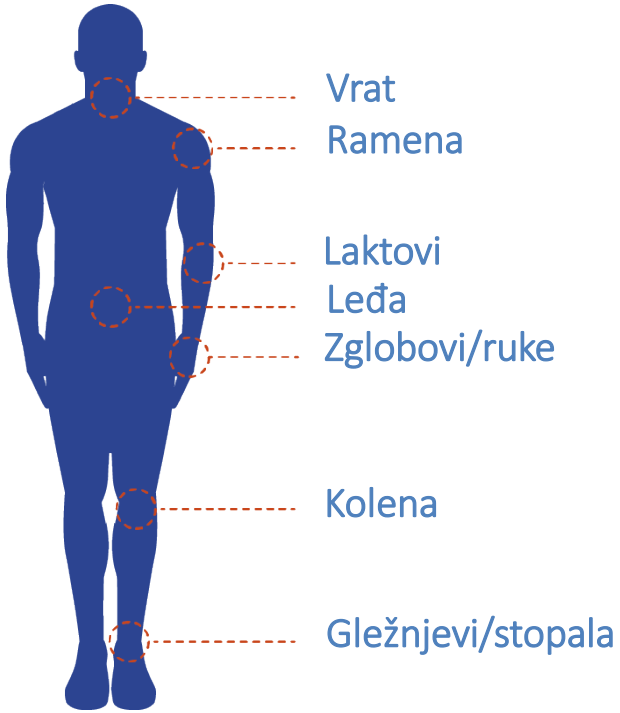


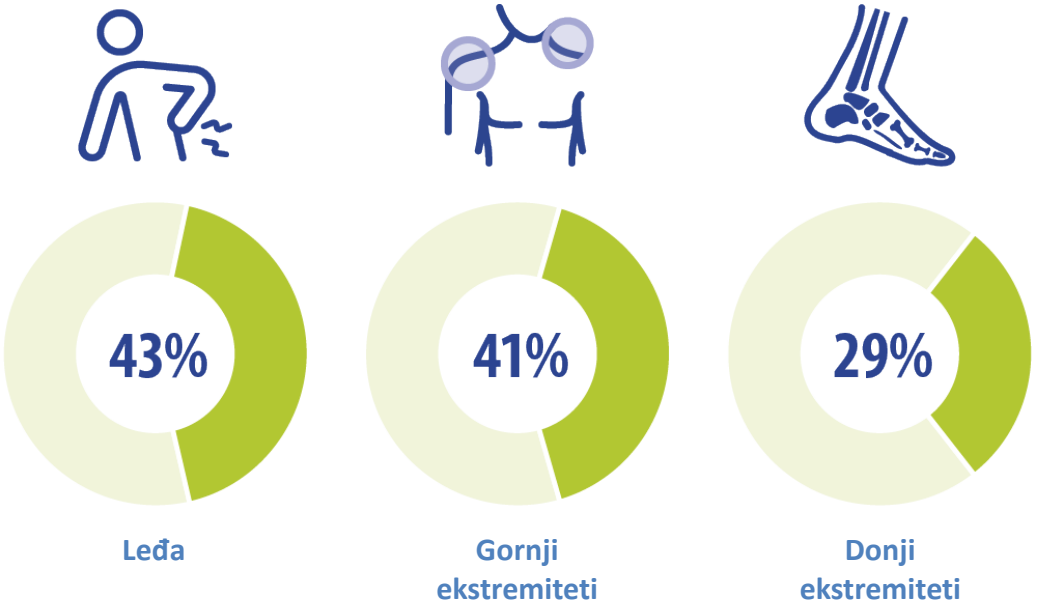




Co-funded by the European Union

# Delovi tela koji su obično zahvaćeni



Co-funded by the European Union

# ERGONOMIJA - zadaci, ciljevi, principi, područja primene

Evica Jovanović
Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu

# Ergonomija

Co-funded by the European Union

- Naziv Ergonomija dolazi od grške reči:
  - ✓*ERGON* – ljudski rad
  - ✓*NOMOS* – zakon ili pravilo
- Ergonomija se bavi proučavanjem rada i odnosa pri radu u skladu s mentalnim i telesnim sposobnostima ljudi.
- Njena suština je prilagođavanje posla (alata, radnih zadataka, radne okoline) radniku i njegovim potrebama, umesto prilagođavanja radnika potrebama posla.

# Ergonomija

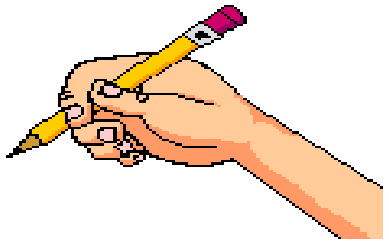
Co-funded by the European Union

➢je u suštini, ali i sadržajno multi i interdisciplinarna sistemska nauka koja se bavi sistemom čovek-mašina kako bi se mašina prilagodila čovekovim bio-psiho-socijalnim ograničenjima i zahtevima, a da bi upotreba mašine bila efikasnija, bezbednija i pouzdanija.

➢Pod pojmom mašina podrazumeva se svaki materijalni predmet sa kojim čovek dolazi u dodir prilikom obavljanja nekog posla (mašina je npr. tastatura računara, obična olovka, ali i lokomitiva, automobil, avion itd).









# Ergonomija

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

➢je naučna disciplina koja se bavi razumevanjem interakcija između ljudi i ostalih elemenata sistema, ali je i struka koja primjenjuje teoriju, načela, podatke i metode dizajna/projektovanja u cilju optimizacije blagostanja ljudi i ukupnih performansi sistema (*International Ergonomic Association - IEA*).




IEA
International Ergonomics Association

# Ergonomija

Co-funded by the European Union

**Fizička ergonomija** se bavi anatomskim, antropometrijskim, fiziološkim i biomehaničkim karakteristikama ljudi, koje se odnose na fizičku aktivnost. Relevantne teme uključuju:

- izučavanje radnih položaja,
- rukovanje materijalima,
- ponavljajuće pokrete,
- **radom uzrokovane mišićno-skeletne poremećaje**,
- uređenje radnog mesta,
- bezbednost i zdravlje na radu.



# Ergonomija

Co-funded by the European Union

**Kognitivna ergonomija** se bavi mentalnim procesima, kao što su percepcija, pamćenje, rasuđivanje, motorički odgovor, jer oni utiču na interakcije između ljudi i drugih elemenata sistema. Relevantne teme uključuju:

- mentalna opterećenja,
- donošenje odluka,
- interakciju čoveka i računara,
- ljudsku pouzdanost,
- stres na radu i obuku.

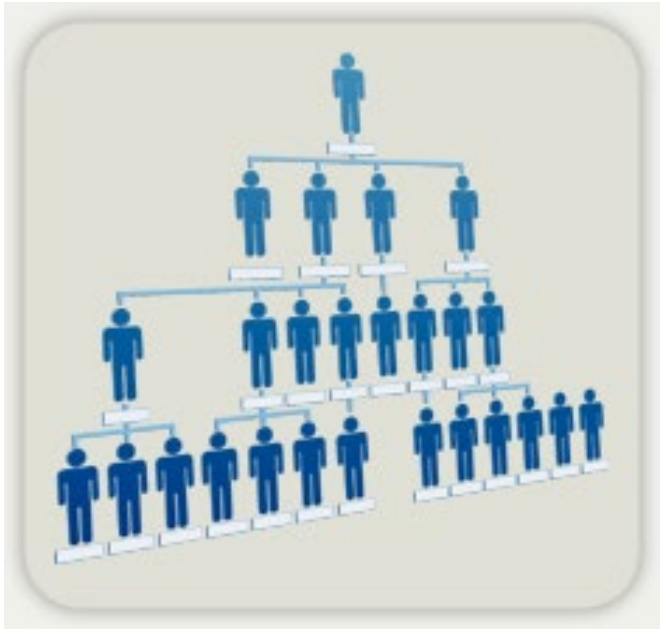


# Ergonomija

Co-funded by the European Union

**Organizaciona ergonomija** se bavi optimizacijom sociotehničkih sistema, uključujući i njihove organizacione strukture, politike i procese. Relevantne teme uključuju:

- komunikaciju,
- upravljanje resursima,
- projektovanje rada,
- dizajn radnog vremena,
- timski rad,
- participativni dizajn,
- ergonomiju zajednice,
- kooperativni rad,
- nove radne paradigme,
- virtualne organizacije,
- rad na daljinu i upravljanje kvalitetom.



# Ergonomski sistemi

Co-funded by the European Union

**Ergatički sistem (biokibernetski sistem, sistem „čovek-mašina“)** je svrsishodna celina složenog sistema koji se sastoji od čoveka, sredstava rada, predmeta rada i unutrašnje sredine.

**Ergonomski sistemi (ES)** su stabilni, dinamički, stohastički i otvoreni. ES sadrže 4 komponente:

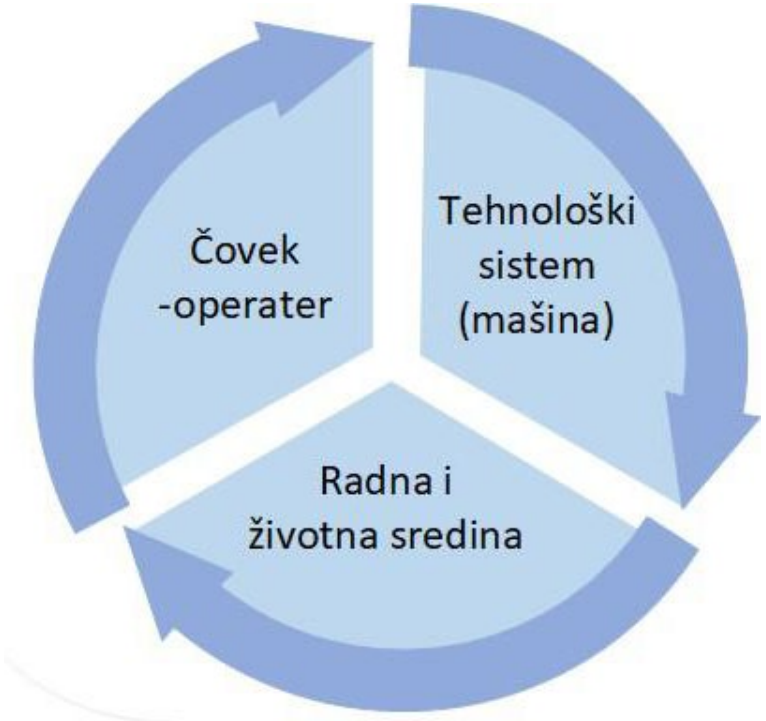
- Struktura sistema
- Funkcionisanje sistema
- Kooperativnost sistema
- Upravljanje ergonomskim sistemom

# Ergonomski sistemi

Co-funded by the European Union

**Struktura sistema** sastoji se iz 3 podsistema:

- podsistem čovek-operater,
- tehnološki podsistem (mašina) i
- podsistem radne i životne sredine.



# Ergonomski sistemi

Co-funded by the European Union

- **Funkcionisanje sistema** (sastoji se od potčinjavanja svih pojedinačnih ciljeva opštem cilju funkcionisanja jedinstvenog ES čovek-mašina-okruženje (ČMO)).
- **Kooperativnost sistema** (sastoji se u proučavanju kooperativnih veza, pojava i informacionih tokova u ES ČMO, pošto jedna pojava u bilo kom podsistemu određuje ili uslovljava drugu pojavu u nekom drugom podsistemu).
- **Upravljanje ergonomskim sistemom** (se ostvaruje pomoću: automatskog sistema (upravljački organ je mašina), poluautomatskog sistema (upravljački organ je čovek-mašina) ili neautomatskog sistema (upravljački organ je čovek).

# Ergonomski ciljevi

Co-funded by the European Union

**Osnovni cilj ergonomije** jeste ostvarivanje ljudske i tehničko-tehnološke efikasnosti i produktivnosti kroz sveobuhvatnu organizaciju, racionalizaciju i humanizaciju rada.

Ciljevi ergonomije se često dele na:

- one koji teže boljitku za pojedince (zaposleni i korisnici) i
- one koji teže boljitku za radne/proizvodne sisteme.

# Ergonomski ciljevi

Co-funded by the European Union

- Ciljevi nekog proizvodnog sistema za **zaposlene** su bezbednost, komfor, zdravlje i zadovoljstvo, što dovodi do **humanizacije rada**.
- Za **korisnika** nekog proizvoda najvažnija je pouzdanost i bezbednost proizvoda, tj. **kvalitetan proizvod**.
- Za **proizvođača** je, sa druge strane, najvažnija produktivnost rada koja dovodi do najvećeg **profita**.



# Ergonomski zadaci

Co-funded by the European Union

- **Sistemski** (primena sistemskog pristupa u istraživanju ČMO i njegova 3 podsistema (ČO, TH i posistem RiŽS)),
- **Metodski** (empirijski, matematički, simulacioni),
- **Projektantski** (konstrukcija uređaja, alata, radnog prostora, analiza delatnosti (brzina, pouzdanost, efiksnost,...) i funkcionalnih stanja operatera (zamor, stres,...),...) i
- **Obrazovni** (edukacija, prekvalifikacija, ekspertna rešenja, naučni progres,...).







# Ergonomski principi

Co-funded by the European Union

Različiti autori  definisali su različite koncepcije i principe.

Linčenko daje sledeće principe pri ergonomskom projektovanju:

- Princip odgovornosti
- Princip prioritetnih mogućnosti
- Princip racionalnog opterećenja čoveka
- Princip uzajamnog dopunjavanja
- Princip motivacije
- Princip tehničke realizacije
- Princip maksimalizacije pokazatelja sistema
- Princip aktivnog operatera
- Princip humanizacije rada

Co-funded by the European Union

# Područja ergonomskih istraživanja

- Psihofiziološko područje
- Sistemotehničko područje
- Organizaciono područje
- Pedagoško područje
- Područje zaštite radne i životne sredine







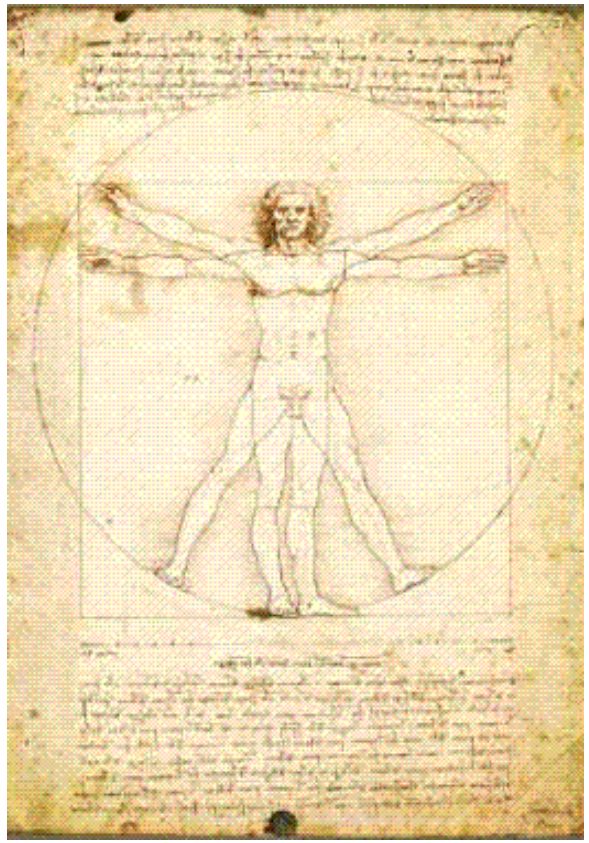





# Ergonomsko projektovanje

Co-funded by the European Union

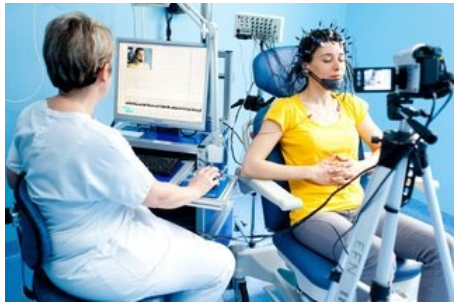
- podrazumeva proces oblikovanja sistema čovek-mašina-okruženje na osnovu ergonomskih principa.
- Ergonomski podaci (egzaktni, empirijski, i izvedeni).
- Ergonomski podaci mogu biti namenjeni projektovanju za opštu, posebnu i specijalnu populaciju.



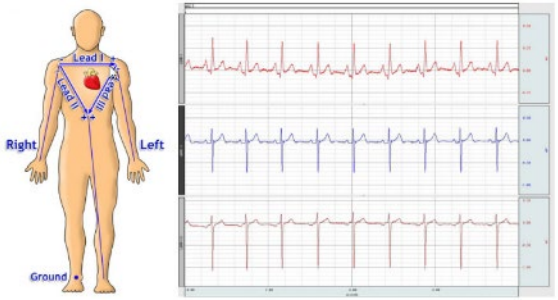
Co-funded by the European Union
Safety 4EU

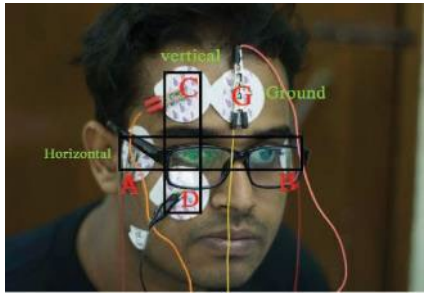
# Metode i tehnike ergonomskog projektovanja

- **Psihološke** (analiza delatnosti operatera (posmatranje – mimika, govor tela; intervju, anketiranje, eksperiment, testovi).
- **Fiziološke** (izučavanje funkcionalnih stanja operatera – EEG, EMG, EKG, EOG, KGR,... ).
- **Matematičke** (kombinacija više metoda: matrice, teorija verovatnoće, statistika, teorija informacija, automatskog upravljanja, Monte Carlo,...).
- **Imitacione** (modeliranje delatnosti operatera – formiranje imitacionog modela)



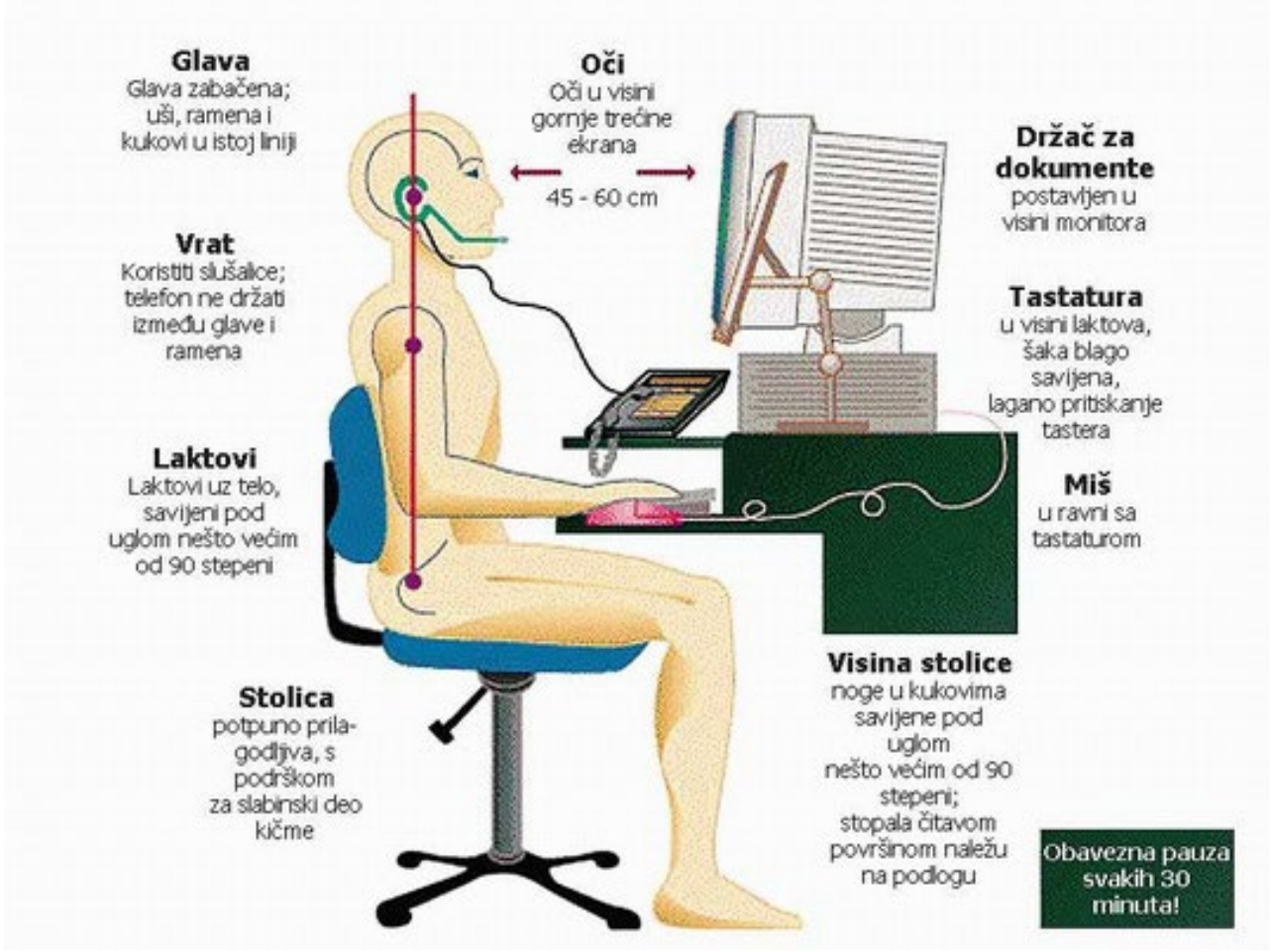




Co-funded by the European Union

# Dizajn radnog mesta-sedenje




➢Sedeći radni položaj dovodi do statičkog napora, koji se mora smanjiti češćim promenama položaja ili pauzama.

Co-funded by the European Union

# ERGONOMSKI RIZIK

Prof. dr Evica Jovanović
Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu

# Ergonomski rizik

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Efekti lošeg ergonomskog projektovanja gotovo nikad nisu ograničeni na jedan organ ili jedan sistem organa.
- Obično stradaju brojni sistemi, s tim da poremećaj jednog sistema često inicira poremećaje drugih sistema.
- Ergonomska oštećenja do kojih može doći na radnom mestu uključuju široku lepezu različitih dijagnoza.




| Problem | bolovi u leđima | bol u ramenu i vratu | problem sa kolenima | problem sa kukovima |
|---|---|---|---|---|
| | 88% | 73% | 53% | 33% |



# Ergonomski rizik

Co-funded by the European Union

- Termin **ergonomski rizik** je novijeg datuma, a odabran je da bi **istakao faktore rizika vezane za radni proces**, koji utiču na nastanak i **razvoj mišićno - skeletnih poremećaja**.
- Ergonomski rizik odnosi se na fizičke stresogene faktore i uslove radnog mesta koji u sebi nose rizik od oštećenja ili oboljenja mišićno - skeletnog sistema operatera.
- Generalno, **ergonomski rizik je prisutan uvek kada zahtevi posla prevazilaze mogućnosti operatera da izvrši radni zadatak**.

# Rizik od nastanka radom uzrokovanih mišićno - skeletnih poremećaja

Co-funded by the European Union

Safety 4EU



# Rizik od nastanka radom uzrokovanih mišićno - skeletnih poremećaja

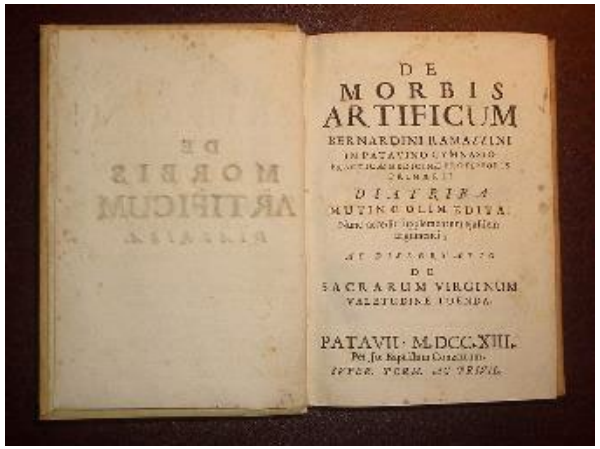
Co-funded by the European Union

- Poslednjih dvadesetak godina razvijene zemlje su se suočile sa problemom porasta broja radom uzrokovanih mišićno-skeletnih poremećaja (RUMSP), koji su postali vodeća grupa profesionalnih oboljenja.
- RUMSP predstavljaju veliki problem, kako u zdravstvenom, tako i u ekonomskom smislu.
- Ergonomija i primena ergonomskih principa je od krucijalnog značaja za rešavanje ovog problema.

# Definicije RUMSP

Co-funded by the European Union
Safety 4EU






- Radom uzrokovani mišićno-skeletni poremećaji prepoznati su kao problem još početkom osamnaestog veka, kada je *Bernardo Ramazzini* (1717. godine) prvi opisao bolesti izazvane "snažnim i nepravilnim pokretima i neprirodnim položajem tela".
- U svom delu *De Morbis Artificum* on navodi naprezanja šaka i prstiju pisara, koja dovode do "nedostatka snage desne šake".

# Definicije RUMSP

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Svetska zdravstvena organizacija (SZO) karakteriše radom uzrokovane bolesti kao multifaktorske, da bi ukazala na prisustvo većeg broja faktora rizika koji doprinose uzroku nastanka ovih bolesti.
- Muskulo-skeletni poremećaji predstavljaju povrede ili poremećaje na bilo kom delu muskuloskeletnog sistema.
- Muskulo-skeletni poremećaji obuhvataju preko 150 različitih bolesti/stanja koje zahvataju muskulo-skeletni sistem.






# Definicije RUMSP

Co-funded by the European Union

U upotrebi su i termini:

- sindrom prekomerne upotrebe (*Overuse Syndrome*),
- **oboljenja usled ponavljajućih pokreta** (*Repetitive Strain Injuries - RSI*),
- kumulativni traumatski poremećaji (*Cumulative Trauma Disorders - CTD*)
- povrede usled ponavljajućih pokreta (*Repetitive Motion Injuries - RMIs*)...

# Faktori rizika za RUMSP

Co-funded by the European Union

- Najčešće je za nastanak mišićno-skeletnih poremećaja odgovorno više faktora rizika, pri čemu sinergetsko dejstvo različitih faktora usložnjava rizik.
- Samo prisustvo, tj. izloženost faktorima rizika nije dovoljno za nastanak RUMSP, ali je važno utvrditi sve faktore rizika prisutne na određenom radnom mestu.
- Postoji mnogo, kako profesionalnih, tako i neprofesionalnih uzroka nastanka RUMSP, mada još uvek ne postoji saglasnost, ni oko samih faktora rizika ni oko njihovog grupisanja u određene kategorije.

# Faktori rizika za RUMSP

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

Generalno se može izvršiti podela faktora rizika na:

- Faktore rizika radnog mesta/rada;
- Organizacione faktore rizika;
- Psihosocijalne faktore rizika;
- Individualne faktore rizika.



Co-funded by the European Union

# Faktori rizika radnog mesta / rada

➢Definišu se kao radnje na radnom mestu, uslovi rada ili kombinacija radnji i uslova koji mogu uzrokovati ili pogoršati mišićno-skeletne poremećaje.











# Faktori rizika radnog mesta / rada

Značajni faktori iz ove grupe su:

- ponavljanje;
- snažan ili dugotrajan napor (prekomerna sila);
- statički ili neudoban radni položaj;
- neergonomski dizajn (elemenata radnog mesta, alata, mašina i sl.);
- kontaktni stres;
- vibracije (lokalnog ili opšteg tipa);
- ekstremne temperature (naročito niske).



# Psihosocijalni faktori

Co-funded by the European Union

Psihosocijalni faktori predstavljaju opšte faktore rizika za RUMSP.

Mogu se podeliti u tri velike grupe faktora:

- faktori povezani sa radom i radnom sredinom (organizacioni faktori rizika),
- faktori povezani sa sredinom van radnog mesta (socijalni faktori rizika) i
- faktori povezani sa karakteristikama svakog pojedinca (individualni faktori rizika).

# Organizacioni faktori

Co-funded by the European Union

Uključiju:

- različite aspekte sadržaja posla (npr: radno opterećenje, mentalni zahtevi, kontrola posla itd.),
- organizacione karakteristike (npr: organizaciona struktura, način komunikacije i sl.),
- interpersonalne odnose (npr: odnos šef-zaposleni, socijalna podrška itd.),
- vremenske aspekte rada (npr: vreme ciklusa ili smenski rad),
- finansijske i ekonomske aspekte (npr: način plaćanja zaposlenog), kao i
- društvene aspekte (npr: profesionalni status, mogućnost napretka i sl.).

# Organizacioni faktori

Co-funded by the European Union

Najčešći OF, koji su u mnogim studijama, povezani sa nastankom RUMSP:

- neadekvatni ciklusi rada i odmora;
- smenski rad;
- prekovremeni rad (produženo trajanje rada);
- monoton rad (nedostatak različitosti radnih zadataka);
- tempo rada (posebno diktiran tempo koji određuje mašina);
- način/sistem nagrađivanja;
- zadovoljstvo poslom.

# Individualni faktori rizika

Co-funded by the European Union

- pol;
- godine starosti;
- godine provedene na radnom mestu;
- predispozicija/prethodna istorija bolesti (dijabetes, hipertenzija, artritis, poremećaji štitaste žlezde, hronični mišićno-skeletni problemi...);
- navike (pušenje, alkoholizam, način života, spavanja...);
- hobi (bavljenje određenim sportovima, štrikanje, kukičanje, vrtlarstvo, modelarstvo, sviranje nekih instrumenata,...);
- antropometrijske karakteristike (posebno telesna težina – gojaznost).

# Klasifikacija RUMSP

Co-funded by the European Union

Poremećaji MSS su oboljenja koja oštećuju mišiće, kosti, periferne nerve i neurovaskularni sistem, a koji su uzrokovani ili pogoršani usled izloženosti ergonomskom riziku na radu.

Tri najpoznatije kategorije radom uzrokovanih MSP su:

- poremećaji tetiva
- poremećaji nerava i
- vaskularni poremećaji.







# Poremećaji tetiva

Co-funded by the European Union

- ***Tendinitis***
- *Peritendinitis*
- ***Tenosinovitis***
- *Sinovitis*
- *Epikondilitis*
- ***DeQuervain***-ova bolest
- Okidački prst





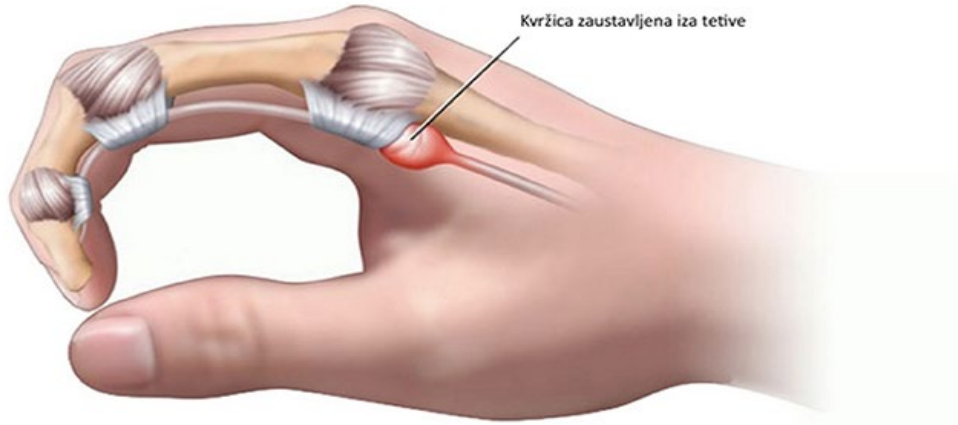


# Poremećaji tetiva

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- **Okidački prst** je uzrokovan upalom tetiva koje savijaju prste, stvarajući osetljivost i bol u prstima.
- Stanje ograničava kretanje prsta i može otežati ispravljanje i savijanje.
- U većini slučajeva je češći kod žena nego kod muškaraca.



# Poremećaji tetiva

Co-funded by the European Union

**Okidački prst -** simptomi:

- produženi bol u dnu palca ili na drugom prstu,
- izbočina ili kvrga oko osnove prsta blizu dlana,
- zvuk škljocanja ili kliktanja pri kretanju,
- ukočenost u prstu.



Simptomi okidača prsta obično se pogoršavaju ujutru.

Prst počinje da se opušta i kreće lakše kako dan prolazi.

# Poremećaji tetiva

Co-funded by the European Union

**Okidački prst -** faktori rizika povezani sa okidačem uključuju osobe:

- između 40 i 60 godina,
- koje imaju dijabetes,
- koje ima hipotireozu,
- koje imaju reumatoidni artritis,
- koje imaju tuberkulozu,
- koje obavljaju aktivnosti koje se ponavljaju,
- koje mogu da istegnu ruku, kao što je sviranje muzičkog instrumenta.

# Poremećaji tetiva

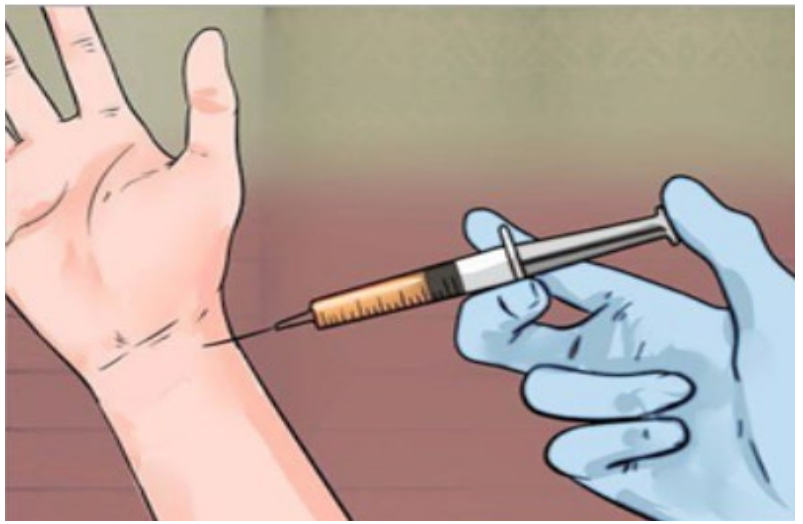
Co-funded by the European Union

Safety 4EU

**Okidački prst - lečenje** zavisi od težine simptoma.

- Kućni tretman (nošenje rukavice, stavljanje leda za smanjenje otoka, stavljanje ruke u toplu vodu da bi se opustile tetive i mišići, pauza od aktivnosti 4-6 nedelja).
- Hiruško lečenje (nakon injekcije anestetika, hirurg pravi mali rez na dlanu, a zatim seče zategnuti omotač tetive što pomaže prstu da se lakše kreće, fizikalna terapija).

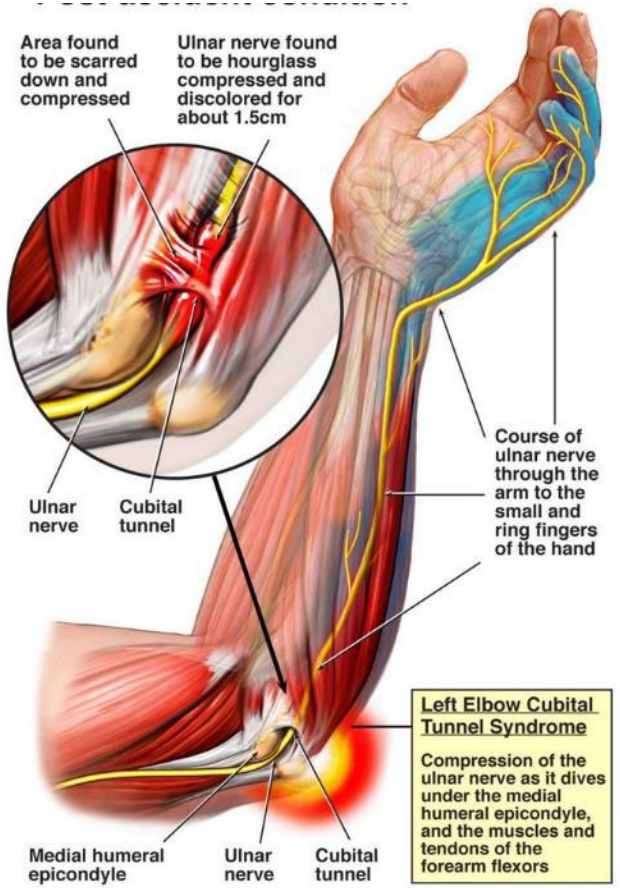




# Poremećaji nerava

Co-funded by the European Union
Safety 4EU

- Sindrom karpalnog tunela
- **Sindrom kubitalnog tunela**
- Sindrom Gijonovog kanala
- **Sindrom radijalnog tunela**
- Sindrom gornjeg torakalnog otvora
- Digitalni neuritis



# Poremećaji nerava

Co-funded by the European Union

➢**Sindrom karpalnog tunela (SKT)** je najčešća kompresivna neuropatija koja utiče na nerv *n. medianus* (NM) u predelu karpalnog tunela (KT) i čini 90% svih kompresionih neuropatija u telu.

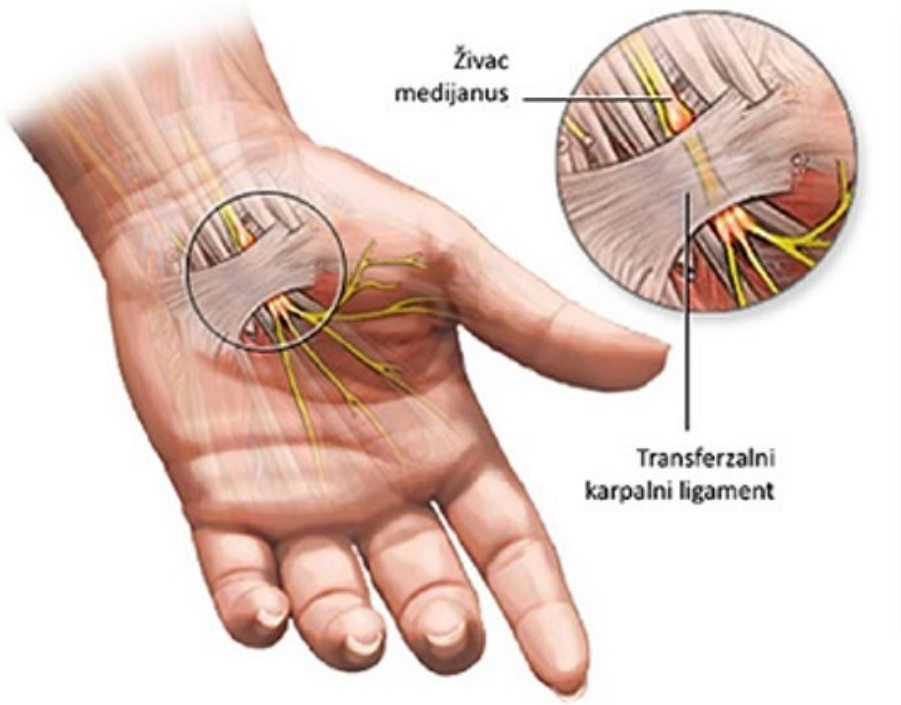
➢Češći kod žena nego kod muškaraca (kod žena (9,2%), kod muškaraca (6%), dok je kod 3,8% prisutan u opštoj populaciji), jer one imaju anatomski manji karpalni kanal pa je porast pritiska u kanalu značajno češći.

➢Nedostatak zaštitnog premaza i neelastičnost karpalnog ligamenta *retinaculum flexorum* (RF) .

# Poremećaji nerava

Co-funded by the European Union

➢**Sindrom karpalnog tunela (SKT) -** Paget je prvi opisao SKT, a prema *Chammasu*, klasifikuje se kao idiopatski i sekundarni.



# Poremećaji nerava

Co-funded by the European Union

**Sindrom karpalnog tunela (SKT) –** simptomi:

- Trnjenje u šaci, koje je često praćeno bolom.
- Bol se može proširiti do lakta, pa čak i ramena.
- Tegobe su najizraženije tokom noći i ranog jutra.
- Pacijenti imaju osećaj da su šake otečene, iako okom otok ne može da se vidi.

# Poremećaji nerava

Co-funded by the European Union

**Sindrom karpalnog tunela (SKT) –** faktori rizika povezani sa ovim sindromom su:

- Gojaznost,
- Naporan fizički rad,
- Dijabetes,
- Insulinska rezistencija.

# Poremećaji nerava

Co-funded by the European Union

**Sindrom karpalnog tunela (SKT) -** lečenje**:**

- Prvi korak u lečenju sindroma karpalnog tunela je primena fizikalne terapije i nesteroidnih antiinflamatornih lekova.
- Davanjem depo preparata kortikosteroida pod kontrolom ultrazvuka postiže se potpuni i dugotrajni oporavak.
- Hirurško lečenje je efikasno u 90% slučajeva. Međutim, kod 35% pacijenata se simptomi vraćaju nakon 5 godina.

# Vaskularni poremećaji

Co-funded by the European Union

➢Najčešći cirkulatorni/vaskularni poremećaj jeste „Vibracioni sindrom“.

➢Javlja se kod radnika koji rade sa vibrirajućim ručnim alatima.

➢Vibracione sile uzrokuju periferne vaskularne i nervne promene u tkivu koje je izloženo vibracijama, a koje se mogu, ali i ne moraju, vratiti u normalno stanje, zavisno od dužine trajanja i intenziteta izloženosti.

# Vaskularni poremećaji

Co-funded by the European Union

**Sindrom vibracije šaka-ruka (sindrom belih prstiju)** je termin za hronično stanje i odnosi se na periferne neurovaskularne promene koje su rezultat produženog izlaganja vibracijama ili izloženosti intenzivnoj vibraciji.



# Vaskularni poremećaji

Co-funded by the European Union

## Sindrom vibracije šaka-ruka

- Vibracije mogu oštetiti krvne sudove u područjima izloženim vibracijama - hronično suženje krvotoka.
- Ove lezije postaju posebno uočljive kada su izložene niskim temperaturama, kada se krvni sudovi teško šire nakon sužavanja.



# Vaskularni poremećaji

Co-funded by the European Union

**Sindrom vibracije šaka-ruka -** simptomi**:**

- utrnulost i peckanje u prstima,
- bledilo prstiju kada su hladni,
- bol prilikom obnavljanja i uspostavljanja cirkulacije i
- smanjenje snage i spretnosti hvata u prstima.

Ovi simptomi u početku nestaju kada se ruke zagreju i vibracije se smanje.

Bol u prstima, gubitak osetljivosti i postepeni gubitak funkcije ostaju potencijalne pretnje ako se uslovi rada ne poboljšaju.

# Vaskularni poremećaji

Co-funded by the European Union

**Sindrom vibracije šaka-ruka -** uzroci su brojne varijable, uključujući:

- nivo ubrzanja (vibraciono opterećenje),
- frekvenciju/učestalost,
- trajanje upotrebe alata tokom dana,
- kumulativno za mesec dana ili na godišnjem nivou, kao i
- ergonomičnost samog alata koji se koristi.

# Vaskularni poremećaji

Co-funded by the European Union

**Sindrom vibracije šaka-ruka** lečenje:

- Opšte mere podrazumevaju savete da radnici izbegavaju hladnoću, duvan, uzbuđenja, fizički napor.
- Simptomatsko lečenje podrazumeva primenu vazodilatatornih lekova.
- Hirurško lečenje može dovesti do tranzitornog poboljšanja krvotoka u prstima.
- Inficirane ulceracije treba lečiti antibioticima.

# RUMSP - primeri

Co-funded by the European Union

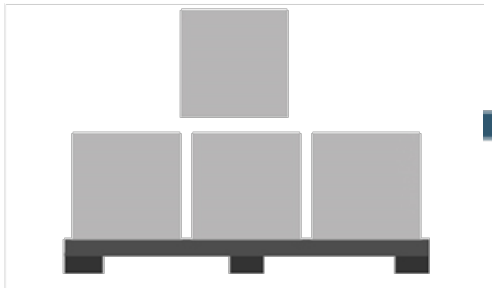
| Vrsta poremećaja | Uzrok poremećaja | Izložena populacija |
|---|---|---|
| Sindrom karpalnog tunela | Ponavljajući pokreti ručnog zgloba, posebno puna fleksija ili ekstenzija;<br>Ponavljajuće savijanje ručnog zgloba u stranu (radijalna u ulnarna devijacija);<br>Držanje alata i sredstava za rad prstima. | Zaposleni na unosu podataka;<br>Novinari;<br>Zaposleni na registar kasama;<br>Mesari;<br>Zaposleni na pakovanju mesa;<br>Muzičari; Hirurzi; Zidari;<br>Zaposleni na linijama za sklapanje; |
| *Tendinitis* ručnog zgloba | Snažno savijanje ručnog zgloba napred – nazad;<br>Snažno savijanje ručnog zgloba sa palacem na gore (ulnarna devijacija); | Zaposleni na linijama za sklapanje;<br>Zaposleni na pakovanju mesa;<br>Električari; Vodoinstalateri;<br>Operatori na bušilicama (pikamerima)... |
| *Tendinitis* ramena (sindrom rotirajuće manžete) | Rad sa podignutim laktovima;<br>Rad sa šakama iznad ramena;<br>Nošenje tereta preko ramena;<br>Bacanje predmeta. | Građevinski radnici;<br>Moleri; Poštari;<br>Automehaničari;... |
| Bolni cervikalni sindrom | Održavanje istog položaja u toku dugog vremenskog perioda;<br>Nošenje tereta na ramenu ili u rukama. | Daktilografi;<br>Zaposleni na pakovanju;<br>Radnici na sklapanju sitnijih delova;<br>Poštari... |
| *DeQuervain-ova* bolest | Ponavljajući pokreti ručnog zgloba;<br>Snažno pokretanje šaka napred – nazad ili u stranu levo – desno;<br>Brzo rotiranje šaka; | Kovači; Stolari; Hirurzi;<br>Zaposleni na sklapanju teških delova... |

# Rešavanje problema MSP

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Mišićno-skeletni poremećaji mogu se sprečiti i njima se može upravljati.
- Integrisan pristup i kultura prevencije.
- Mere zasnovane na opštim načelima prevencije (izbegavanje rizika; suzbijanje rizika na samom izvoru; prilagođenje rada pojedincu; prilagođenje tehnološkim dostignućima; zamena rizičnih praksi sigurnim ili manje rizičnim praksama; razvoj koherentnih politika za prevenciju; prioritizacija kolektivnih mera; pružanje kvalitetne obuke i uputstava radnicima i sl.).





# Ergonomsko upravljanje rizikom

Prof. dr Evica Jovanović

Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

➢Radnici u građevinarstvu, transportu, skladištenju i sl. izloženi su ergonomskim rizicima na radnom mestu kao što su:

- ✓ loši položaji tela,
- ✓ podizanje teških predmeta,
- ✓ guranje i povlačenje teških predmeta, podizanje predmeta iznad glave,
- ✓ savijanje,...

➢Ovi zadaci, ako se izvode na pogrešan način, utiču na nastanak mišićno-skeletnih poremećaja.

➢Izloženost takvim faktorima rizika za nastanak MSP povećava rizik od povreda radnika.

# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

1. Dizajn i visina radne stolice
2. Osvetljenje
3. Buka
4. Loše pozicioniranje tastature i monitora
5. Statičan rad
6. Raspored opreme
7. Neuredni kablovi
8. Podizanje tereta
9. Nespretni pokreti
10. Vibracije
11. Ekstremne temperature
12. Uslovi koji uključuju direktan pritisak
13. Preterani napor ili sila

✓ Primenom odgovarajućih kontrolnih mera, preduzeća mogu poboljšati dobrobit i učinak svojih zaposlenih, smanjiti rizik od povreda na radu i stvoriti produktivnije radno okruženje u celini.

Co-funded by the European Union

# Ergonomske mere kontrole opasnosti

Kontrolisanje ergonomskih opasnosti je od suštinskog značaja za održavanje bezbednog i produktivnog radnog okruženja.

- Postoje tri glavne kontrolne mere:
  - ✓ inženjerske kontrole,
  - ✓ administrativne kontrole i
  - ✓ lična zaštitna oprema.
- Kombinacija ovih mera je najbolja za efikasnu kontrolu ergonomskih opasnosti.

Co-funded by the European Union

# Ergonomske mere kontrole opasnosti

Inženjerske kontrole - najefikasniji metod kontrole, ciljajući opasnost na samom izvoru.

- **Redizajn radnih stolica**: Prilagođavanje radnih stolica (visina stola ili dizajn stolice), tako da odgovaraju antropometriji radnika i tako da sve bude na dohvat ruke radniku.
- **Upotreba opreme**: Uključivanje alata ili opreme za smanjenje fizičkog napora. Na primer, korišćenje pomagala za podizanje, za rukovanje teškim materijalima smanjuje opterećenje radnika.
- **Prilagođavanje uslova okoline**: Promena osvetljenja, temperature ili nivoa buke može da smanji naprezanje i nelagodnost.
- **Dizajn alata**: Primena ergonomski dizajniranih alata, koji smanjuju potrebnu silu i poboljšavaju dohvat ruke, smanjuje rizik od povreda.

Co-funded by the European Union

# Ergonomske mere kontrole opasnosti

Administrativne kontrole uključuju promene radnih procedura, politika ili rasporeda. Obično su manje efikasne od inženjerskih kontrola jer ne uklanjaju opasnost, ali smanjuju izloženost ili verovatnoću povrede.

- **Radne prakse**: Primena bezbednijih postupaka, kao što su pravilne tehnike podizanja za smanjenje naprezanja leđa.
- **Rotacija poslova**: Rotiranje radnika između nekoliko poslova sa različitim fizičkim zahtevima smanjuje trajanje izloženosti određenoj opasnosti.

Co-funded by the European Union

# Ergonomske mere kontrole opasnosti

## Administrativne kontrole

- **Raspored pauza**: Redovne pauze omogućuju radnicima da se odmore i oporave, smanjujući kumulativno opterećenje tela.
- **Obuka**: Pružanje obrazovanja i obuke o ergonomiji podiže svest među zaposlenima o potencijalnim opasnostima i bezbednim radnim praksama.
- **Sistemi ranog prijavljivanja**: Primena sistema za rano prijavljivanje simptoma pomaže u ranom otkrivanju i lečenju potencijalnih problema.

Co-funded by the European Union

# Ergonomske mere kontrole opasnosti

Lična zaštitna oprema se smatra poslednjom linijom odbrane i obično se koristi sa drugim kontrolama. Ona ne eliminiše opasnost, ali može da stvori barijeru između radnika i ergonomske opasnosti.

- **Antivibracione rukavice**: Mogu se koristiti u zadacima koji uključuju teške mašine kako bi se smanjio prenos vibracija na šake i ruke.

- **Pojasevi za podršku**: Radnici mogu da nose pojaseve za podršku leđima kada podižu teške predmete kako bi smanjili opterećenje na leđima.






Co-funded by the European Union

# Ergonomske mere kontrole opasnosti

## Lična zaštitna oprema

➢**Podstavljene rukavice** pomažu u distribuciji sile koja deluje na veću površinu ruku, smanjujući pritisak na bilo koje mesto.

➢**Ergonomska prostirka** smanjuje opterećenje na nogama, stopalima i donjem delu leđa kod radnika koji svoje zadatke obavljaju u stojećem položaju duže vreme.





# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Dizajn i visina radne stolice

### Ergo-mera:

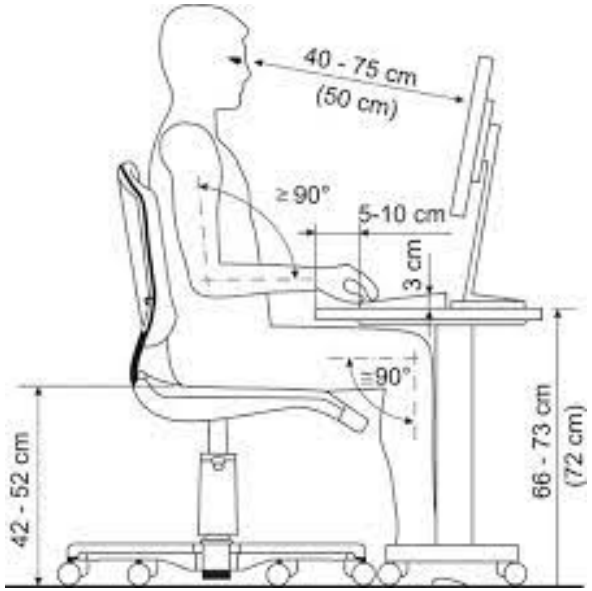
- Optimalni dizajn radne stolice treba da uzme u obzir zadatke, alate i opremu, kao i fizičke atribute osobe koja ih koristi.
- Podešavanjem visine i rasporeda radnih površina, obezbeđivanjem podesivih stolica i obezbeđivanjem adekvatnog prostora za kretanje, može se sprečiti prekomerno opterećenje mišića i zglobova.
- Ergonomska stolica treba da ima podesivu visinu, dubinu sedišta i lumbalni oslonac kako bi se prilagodila prirodnoj zakrivljenosti kičme.
- Trebalo bi da ima podesive naslone za ruke kako bi podržao ruke i smanjio opterećenje na ramenima i vratu.

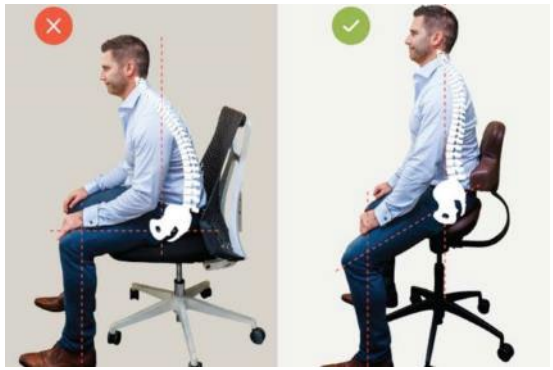
# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## Dizajn i visina radne stolice








# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Osvetljenje

### Ergo-mera:

- Odgovarajući dizajn osvetljenja uzima u obzir prirodu zadatka i uključene vizuelne zahteve.
- Odabir odgovarajućih izvora svetlosti, obezbeđivanje ravnomerne distribucije i pružanje opcija za podešavanje osvetljenosti prema individualnim željama.
- Prirodno osvetljenje treba maksimalno koristiti gde god je to moguće, jer poboljšava raspoloženje i produktivnost.







# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## Buka

### Ergo-mera:

- Minimiziranje nivoa buke kroz pravilan dizajn radnog prostora, korišćenje materijala koji smanjuju buku i obezbeđivanje lične zaštitne opreme kada je to potrebno.
- Stvaranje tihih prostora u kojima zaposleni mogu da se koncentrišu na zadatke ili da se opuste.





# Ergonomske opasnosti

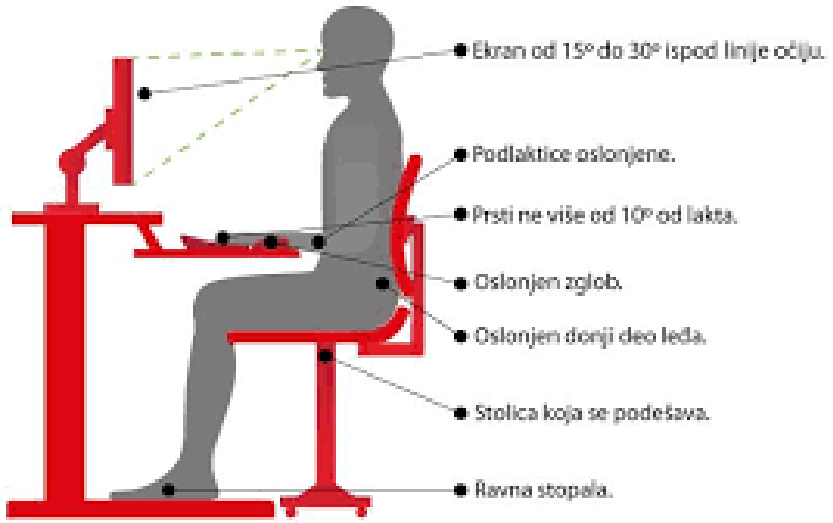
Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## Loše pozicioniranje tastature i monitora

### Ergo-mera:

- Tastatura i monitor treba da budu postavljeni tako da ručni zglobovi budu neutralni, a vrh ekrana monitora u visini očiju.
- Podesiva postolja i nasloni za ruke mogu olakšati prilagođavanje.









# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Statičan rad

### Ergomera:

- Aktivnije radno okruženje, podesivi stolovi i stolice, redovne pauze za istezanje, sastanci u šetnji.
- Edukacija zaposlenih o važnosti posturalnih varijacija i pokreta.





# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Klizave površine

### Ergomera:

➢Podovi treba da se održavaju čistim i suvim, da se u najkraćem roku otklone izlivanja i da se po potrebi koriste prostirke ili neklizajuće površine.





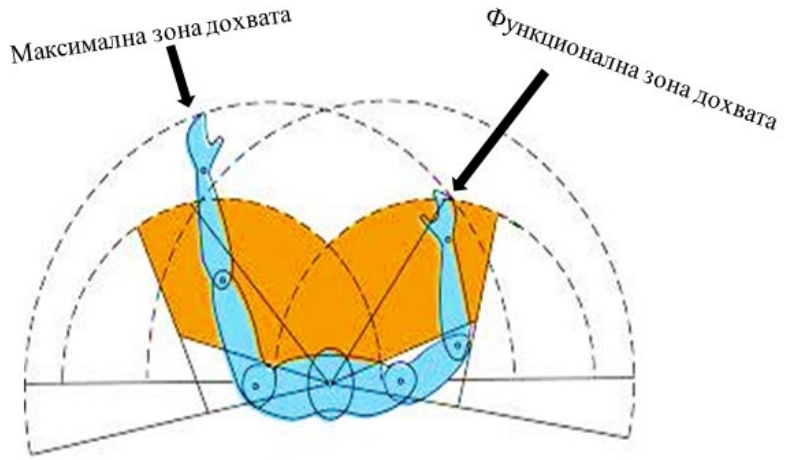

# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Raspored opreme

### Ergomera:

- Raspored opreme treba da minimalizuje kretanje i da je prilagođen specifičnim potrebama svakog zaposlenog.
- Ergonomski dizajn opreme kako bi se minimizirala ponavljajuća ili nasilna dejstva.



# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Neuredni kablovi

➢Kablovi razbacani po podu ili u oblastima sa velikim prometom predstavljaju „ranu na očima“ i opasnost od spoticanja.

## Ergomera:

➢Kablove treba organizovati i udaljiti od puta.

➢Koristiti vezice za kablove, vodove ili nosače koji drže kablove od poda.





# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Podizanje tereta

### Ergomera:

- Obuka zaposlenih o pravilnim tehnikama dizanja je od suštinskog značaja. Ovo uključuje savijanje u kolenima, držanje tereta blizu tela i izbegavanje uvrtanja tokom podizanja.
- Obezbediti mehanička pomagala gde je to moguće kako bi se fizički napor sveo na minimum.
- Redovne procene rizika da bi se identifikovale i ublažile opasnosti povezane sa zadacima podizanja.

# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Preterani napor ili sila

➢Poslovi koji zahtevaju naprezanje, visoki nivo fizičke sile, značajno opterećuju MSS (guranje, povlačenje ili nošenje teških predmeta).

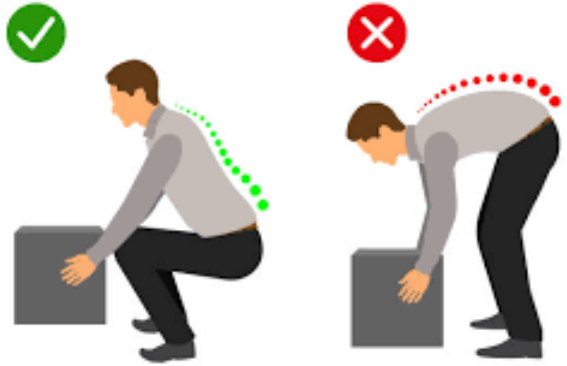
## Ergomera:

➢Proceniti zadatke za potrebe sile i primeniti strategije kao što su korišćenje mehaničkih pomagala, timski rad ili redizajn zadataka da bi se smanjio nivo potrebne sile.

# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Podizanje tereta









# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Nespretni pokreti

➢Obavljanje zadataka koji uključuju nezgodne pokrete, kao što su uvrtanje, savijanje ili posezanje, može značajno da napreže MSS.

**Ergomera:**

➢Minimiziranje ovakvih pokreta

➢Podešavanje visine polica

➢Obezbeđivanje alata sa dužim ručkama

➢Obuka o bezbednijoj mehanici tela smanjuju rizik povezan sa nezgodnim pokretima.

# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Uslovi koji uključuju direktan pritisak

➢Zadaci koji uključuju oslanjanje na tvrde površine ili direktan pritisak na delove tela mogu da dovedu do povreda kao što su modrice, rane od pritiska ili oštećenje nerava.

## Ergomera:

➢Podloge za površine na koje se zaposleni mogu nasloniti.

➢Edukacija zaposlenih o važnosti redovnog menjanja pozicija.

# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

## Vibracije

### Ergomera:

- Obezbeđivanje antivibracionih rukavica.
- Obezbeđivanje dobrog održavanja mašina radi smanjenja nivoa vibracija.
- Ograničavanje trajanja izlaganja vibrirajućim alatima.



# Ergonomske opasnosti

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## Ekstremne temperature

➢Rad u okruženjima sa ekstremnim temperaturama, bilo da je veoma vruće ili hladno, može štetiti MSS i opštem zdravlju.

## Ergomera:

➢Odgovarajuća odeća,

➢Češće pause,

➢Radni prostori dobro provetreni i zagrejani po potrebi.







Co-funded by the European Union

# UPRAVLJANJE ERGONOMSKIM RIZIKOM – primeri dobre prakse

Prof. dr Evica Jovanović
Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

➢ Ergonomskim rizicima (ER) treba upravljati, kao i svim varijablama/ međusobno povezanim delovima, uključujući:

- ✓vrstu radne aktivnosti koja se obavlja,
- ✓radno okruženje,
- ✓zainteresovane strane itd.

➢kako bi se radilo na prevenciji i zbrinjavanju mišićno-skeletnih poremećaja i opšteg zdravlja.

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Čovek u kontekstu radne aktivnosti koja uključuje fizički napor
- Pravni kontekst
- Relevantna istraživanja
- Ključni elementi za upravljanje ergonomskim rizikom za rad na prevenciji i upravljanju MSP na radnom mestu

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union




## Čovek u kontekstu radne aktivnosti koja uključuje fizički napor

- Treba uzeti u obzir sve varijable koje se odnose na stvarnu radnu aktivnost. Ključne varijable su:
- vrsta posla koji se obavlja,
- radno okruženje,
- korišćeni materijali i oprema,
- uključeni pojedinci.

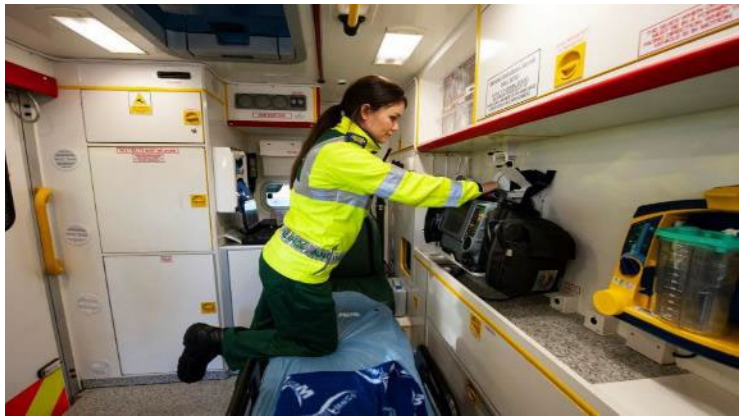
# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Čovek u kontekstu radne aktivnosti koja uključuje fizički napor











# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

➢ Pravni kontekst: Razmotriti zakonske obaveze za rešavanje ergonomskih rizika - MSP (ručno rukovanje teretom, propisi o opremi za ekrane, hijerarhija principa prevencije u oblasti bezbednosti, zdravlja i dobrobiti na radu, zakon o BZR,...)

➢ Relevantna istraživanja i primeri dobre prakse:

- ✓Sistematsko planiranje i implementacija inicijativa politike, uključujući i formalnu evaluaciju uticaja bilo koje intervencije.
- ✓Fokus na proceni rizika i preventivne aktivnosti na radnim mestima; Razmena primera dobre prakse.
- ✓Opseg preventivnih aktivnosti treba proširiti tako da se fokusira na dizajn rada i ergonomiju kao sredstvo za uklanjanje rizika na izvoru.
- ✓Radnici treba da budu uključeni u procenu i prevenciju rizika kako bi se povećala relevantnost procena i poboljšalo prihvatanje svih identifikovanih preventivnih aktivnosti.

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

➢ <u>Ključni elementi za upravljanje ER</u>: Sistemski pristup u šest koraka ka prevenciji i upravljanju MSP.



# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

**<u>Element 1:</u> Politika prevencije i upravljanja muskuloskeletnim poremećajima**

- Izjava o namerama kako da se postignu regulatorni zahtevi da bi se ublažila izloženost ER-MSP.
- Identifikacija aktivnosti koje se odvijaju na radnom mestu, sa primerima u kojima će radna aktivnost uključivati podizanje ili ponavljajući rad gornjih ektremiteta, itd.
- Objasniti proces procene rizika koji će se koristiti.
- Obuka za one koji će vršiti procenu rizika.
- Objasniti način primene mera za smanjenje rizika.
- Stalne konsultacije sa osobljem tokom procesa procene rizika.
- Objašnjenje procesa praćenja i kontrole rizika.
- Nova procena rizika tamo gde je to potrebno.

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

## Element 2: Procena rizika i bezbedni sistemi

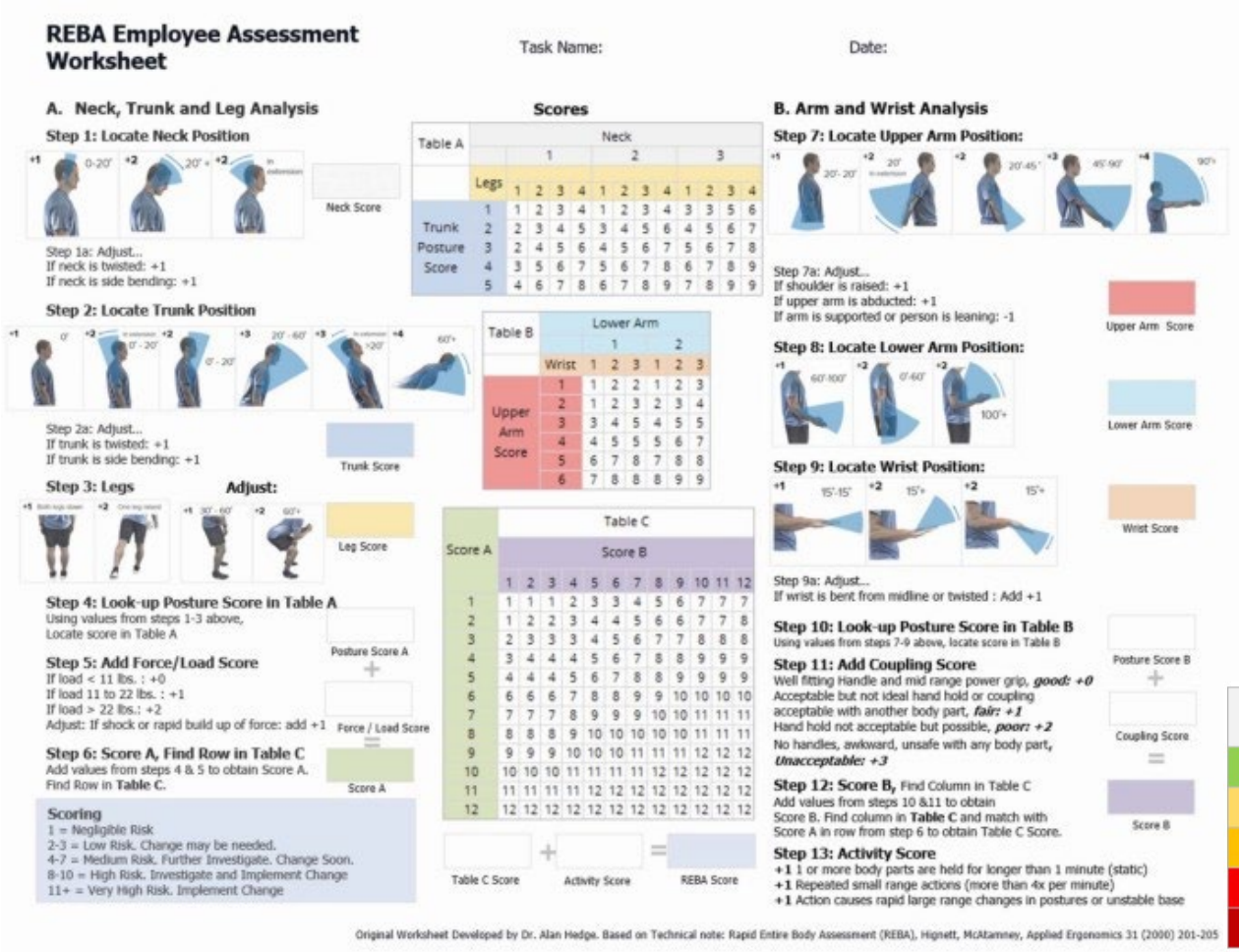
- Posvećenost menadžmenta prepoznavanju i upravljanju ER u skladu sa politikom.
- Razvijanje kompetencija u upravljanju ER korišćenjem odgovarajućih alata za procenu rizika.
- Procena rizika za aktivnosti koje se odnose na rukovanje i koje jasno identifikuju ergonomske faktore visokog/veoma visokog rizika (izloženost riziku) i odgovarajuće kontrole.
- Razvijanje inovativnog inženjeringa ili organizacionih procedura za upravljanje ER.
- Komunikacija i konsultacije sa zaposlenima u svim fazama procesa.
- Pružanje relevantne obuke u korišćenju nove opreme i izjava o novim metodama, itd.

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## Element 2: Procena rizika i bezbedni sistemi



**REBA Employee Assessment Worksheet**

Task Name: Date:

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

**Step 2: Locate Trunk Position**

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

**Step 3: Legs** **Adjust:**

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**
Using values from steps 1-3 above, Locate score in Table A

**Step 5: Add Force/Load Score**
If load < 11 lbs. : +0
If load 11 to 22 lbs. : +1
If load > 22 lbs.: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in **Table C**.

**Scoring**
1 = Negligible Risk
2-3 = Low Risk. Change may be needed.
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
11+ = Very High Risk. Implement Change

**Scores**

| Table A | Neck 1 | | | | Neck 2 | | | | Neck 3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trunk Posture Score \ Legs | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 6 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | 2 | 4 | 5 | 6 | 4 | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 4 | 3 | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5 | 4 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 | 9 |

| Table B | Lower Arm 1 | | | Lower Arm 2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Upper Arm Score \ Wrist | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 |
| 6 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 |

| Table C | Score B 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Score A | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 |
| 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

Table C Score + Activity Score = REBA Score

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

Step 7a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

**Step 9: Locate Wrist Position:**

Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted : Add +1

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

**Step 11: Add Coupling Score**
Well fitting Handle and mid range power grip, ***good: +0***
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, ***fair: +1***
Hand hold not acceptable but possible, ***poor: +2***
No handles, awkward, unsafe with any body part, ***Unacceptable: +3***

**Step 12: Score B,** Find Column in Table C
Add values from steps 10 &11 to obtain Score B. Find column in **Table C** and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

**Step 13: Activity Score**
**+1** 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
**+1** Repeated small range actions (more than 4x per minute)
**+1** Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Upper Arm Score
Lower Arm Score
Wrist Score
Posture Score A
Force / Load Score
Score A
Leg Score
Trunk Score
Neck Score
Posture Score B
Coupling Score
Score B

Original Worksheet Developed by Dr. Alan Hedge. Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

| Score | Level of MSD Risk |
|---|---|
| 1 | negligible risk, no action required |
| 2-3 | low risk, change may be needed |
| 4-7 | medium risk, further investigation, change soon |
| 8-10 | high risk, investigate and implement change |
| 11+ | very high risk, implement change |

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## Element 2: Procena rizika i bezbedni sistemi

- Primeri (teško opterećenje i nezgodno držanje)







# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## Element 3: Obuka

- Obuka treba da bude deo opšte strategije upravljanja rizikom kojom se efikasno upravlja i sprovodi.
- Sama obuka ne rešava izloženost riziku.
- Obuka je najefikasnija kada je podržana sistemom upravljanja rizikom koji omogućava procenu rizika i uvođenje kontrolnih mera koje mogu imati oblik bezbednih planova rada sistema.





# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## Element 3: Obuka - primer

- Uveden novi sistem rada za postavljanje kamenih obloga.
- Izvođač obloga je razvio Izjavu o metodi procene rizika, sa pisanim uputstvima korak po korak, sa slikama svake faze procesa instalacije.
- Praćenje uputstva za sve operativce uključene u ove aktivnosti.
- Proces instalacije.



# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

**<u>Element 4</u>: Prijavljivanje i istraga akcidenta i „near miss“ akcidenta (izbegnuta nesreća)**

- Upravljanje akcidentima koji dovode do povrede MSS sa ciljem efikasnosti i sprečavanja ponovne pojave.
- Blagovremena istraga svakog akcidenta.
- Analiza uzroka, obezbeđivanje informacija i dokumentovanje relevantnih činjenica o akcidentu.
- Korektivne aktivnosti i provera da li su aktivnosti iz akcionog plana završene.
- Informacije o izloženosti riziku.

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

**<u>Element 4</u>: Prijavljivanje i istraga akcidenta i „near miss“ akcidenta (izbegnuta nesreća)**

- Upravljanje ER na radnom mestu obično se fokusira na stopu povreda i bolesti, a ne na izloženost riziku.
- **Izloženost riziku kao ključni indikator učinka.**
- Mišićno-skeletne povrede često dovode do kumulativnog oštećenja MSS tokom vremena, zbog izloženosti ergonomskim rizicima, uključujući prekomernu silu, nezgodne položaje, ponavljajuće pokrete i loše dizajnirane sisteme rada.

| Risk Factors | Colour Band (G,A,R or P) | | | Numerical Score | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lift | Carry | Team | Lift | Carry | Team |
| Load weight and lift/carry frequency | P | | | 10 | | |
| Hand distance form the lower back | R | | | 6 | | |
| Vertical lift region | G | | | 0 | | |
| Trunk twisting / sideways bending Asymmetrical trunk / load carrying | R | | | 2 | | |
| Postural constraints | A | | | 1 | | |
| Grip on load | R | | | 2 | | |
| Floor surface | G | | | 0 | | |
| Other environment factors | G | | | 0 | | |
| Carry distance (carrying only) | | | | | | |
| Obstacles en route (carrying on) | | | | | | |
| Communication and co-ordination (team handling only) | | | | | | |
| Other risk factors e.g. individual factors, psychosocial factor, etc. | TOTAL SCORE: | | | 21 | | |

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

## Element 5: Lečenje povreda (zadržavanje, rehabilitacija i povratak na posao)

- Uprava za zdravlje i bezbednost nema regulatornu nadležnost ali prepoznaju da upravljanje povredama ima važnu ulogu u smanjenju izgubljenog vremena i odsustva sa posla.

- „Program povratka na posao“ - studija koja se bavila intervencijama povratka na posao na radnom mestu pronašla je dokaze da je trajanje invaliditeta i izostanaka sa posla smanjeno kroz uvođenje intervencija, uključujući rani kontakt sa zaposlenima od strane poslodavca, ergonomsku procenu rizika i prisustvo osobe za koordinaciju.

# Upravljanje ER

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## Element 6: Interna revizija

➢je strukturirani proces prikupljanja informacija o efikasnosti postojećih sistema za prevenciju i upravljanje MSP na radnom mestu.



# PRIMER DOBRE PRAKSE

Co-funded by the European Union

- *Zadatak*: Postavljanje kamenih obloga
- *Problem*: Izlaganje veoma velikom ER, uključujući prekomernu silu i nezgodne položaje
- *Intervencija*: Inspektor obustavlja rad, poslodavac angažuje projektni tim, postavljenje inženjerskog sistem da se izbegne ručno podizanje tereta
- *Uključene zainteresovane strane*: podizvođači/izvođač skela/inženjeri koji sertifikuju opremu, dobavljač opreme, dobavljači kamenih obloga,...

# PRIMER DOBRE PRAKSE

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

➢ Primer izloženosti riziku (teško opterećenje i nezgodno držanje)



➢Primer dobre prakse (bez rukovanja velikim i teškim teretima, neutralno držanje)



# PRIMERI DOBRE PRAKSE

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

| Zadatak/Situacija | Posledice | Intervencije/najbolja praksa | Rezultati (na 200.000 radnih sati) |
|---|---|---|---|
| Podizanje teških tereta, nošenje kabastih tereta, često podizanje, savijanje radi podizanja predmeta i guranje ili povlačenje tereta | • Stres na rukama, zglobovima, laktovima, ramenima i kičmi<br>• Rizik od povrede leđa | Liftovi<br>• podizni stolovi sa pogonom i oprugom<br><br>Mehanički uređaji za pomoć pri podizanju<br>• dizalice<br>• manipulatori<br>• vakumski podizači<br><br>Transportni uređaji<br>• kolica<br>• motorna kolica<br>• transporteri<br>• tegljači<br>• viljuškari | Redukcija MSP:<br>• Stopa incidenata od 9,8 do 4,9<br>• Izgubljeni dani sa 110 dana na 36,2 dana<br>• Ograničeno 102 dana na 39,5 dana<br>• Stopa obrta 53,2 do 44,5<br>• Prosečna ocena faktora rizika 33 do 19 |
| Materijali za pakovanje na palete | • Neugodni položaji u trupu i ramenima | Mašine za streč pakovanje | Redukcija MSP:<br>• Stopa incidenata od 9,2 do 7,9<br>• Izgubljeni dani sa 369 dana na 0<br>• Ograničeno 125 dana na 39,3 dana<br>• Stopa obrta 94,6 do 35,3 |

# PRIMERI DOBRE PRAKSE

Co-funded by the European Union

| Zadatak/Situacija | Posledice | Intervencije/najbolja praksa | Rezultati (na 200.000 radnih sati) |
|---|---|---|---|
| Korišćenje ručnih alata sa produženim ili ponavljajućim velikim silama, nespretni položaji zgloba i kontaktni stres | • Rizik od MSP gornjih ekstremiteta (npr. tendinitis ili sindrom karpalnog tunela) | Ručni alati (karakteristike)<br>Električni alati<br>• Dizajn okidača (poželjno je aktiviranje palcem, ako drugi prsti koriste dva ili više)<br>• Izolacija/prigušenje vibracija<br>• Zaštita od izduvnih gasova i toplote koju generiše motor ili alat<br>Smanjenje potrebe za silom<br>• Mehanizmi protivravnoteže<br>• Opružni oblik, veličina i orijentacija<br>• Dužina ručke (min. 4”)<br>• Prečnik ručke (min. 1,5”)<br>• Raspon ručke (maks. 3”)<br>• Materijal ručke<br>• Podloga (neporozna)<br>• Dobar koeficijent trenja (neprovodljiv)<br>Sila hvatanja<br>• Snažni zahvat je poželjniji od hvatanja sa štipaljkom<br>• Drške za alat odgovarajuće veličine<br>• Dvoručni rukohvati za raspodelu naprezanja sile<br>Posture<br>• Zglob u liniji sa rukom i podlakticom | Redukcija MSP:<br>• Ograničeno 57,1 dana na 44,8 dana<br>• Stopa obrta 28,4 do 17,3<br>• Prosečna ocena faktora rizika 23,5 do 20,7 |

# PRIMERI DOBRE PRAKSE

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

| Zadatak/Situacija | Posledice | Intervencije/najbolja praksa | Rezultati (na 200.000 radnih sati) |
|---|---|---|---|
| Čišćenje, sastavljanje ili pakovanje delova | • Stres na ramenima i kičmi<br>• Rizik od MSP (npr. sindrom karpalnog tunela) | Ergonomski dizajn radne stanice<br>• Podne prostirke protiv zamora<br>• Stolice sa lumbalnom potporom, naslonom za ruke, podesivim funkcijama, podstavom i lako dostupnim kontrolama i upravljanjem | Redukcija MSP:<br>• Stopa incidenata od 10,0 do 1,6<br>• Izgubljeni dani sa 24,9 dana na 16,0 dana<br>• Ograničeno 58,5 dana na 6,4 dana<br>• Prosečna ocena faktora rizika 29,7 do 17,5 |
| Čišćenje, sastavljanje ili pakovanje delova | • Stres na šaci, zglobu, laktu i ramenu<br>• Rizik kod gornjih ekstremiteta - MSP (npr. tendinitis ili sindrom karpalnog tunela) | Automatizacija<br>• CNC (kompjuterska numerička kontrola) mašine<br>• Automatski pakeri i paletizatori | Redukcija MSP:<br>• Stopa incidenata od 10,4 do 7,2<br>• Izgubljeni dani sa 123 dana na 23,1 dan<br>• Ograničeno na 239 dana na 57,4 dana<br>• Stopa prometa 103 do 43,1<br>• Prosečna ocena faktora rizika 28,5 do 15,4 |
| | | Polu-automatizacija<br>• Kontrolisani strugovi<br>• Testere<br>• Brusilice<br>• Prese | Redukcija MSP:<br>• Stopa incidenata od 32,4 do 9,7<br>• Izgubljeni dani sa 215 dana na 63,0 dana<br>• Ograničeno na 197 dana na 0<br>• Stopa obrta 94,6 do 64,6<br>• Prosečna ocena faktora rizika 21,4 do 10,4 |

Co-funded by the European Union

# PREVENCIJA ERGONOMSKOG RIZIKA

Prof. dr Evica Jovanović
Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu

# Prevencija RUMSP

Co-funded by the European Union

- Primenom raznovrsnih i kompleksnih preventivnih mera, koje utiču na smanjenje rizika od nastanka MSP, ostvaruje se bezbedan život i rad ljudima.
- Preventivne mere i rana intervencija MSP mogu smanjiti izostajanje s posla, povećati produktivnost i doneti velike uštede kako za preduzeća, tako i za nacionalni sistem zdravstvene zaštite i sisteme socijalne zaštite.
- Najbolji metod za prevenciju muskuloskeletnih poremećaja jeste primena ergonomskih principa na radnom mestu.
- Takođe, razvoj novih tehnologija (npr. egzoskeleta) omogućava značajano smanjivanje rizika za nastanak bolesti koje onemogućavaju ne samo normalno obavljanje radnih obaveza nego i normalan život.

# Pojam egzoskeleta

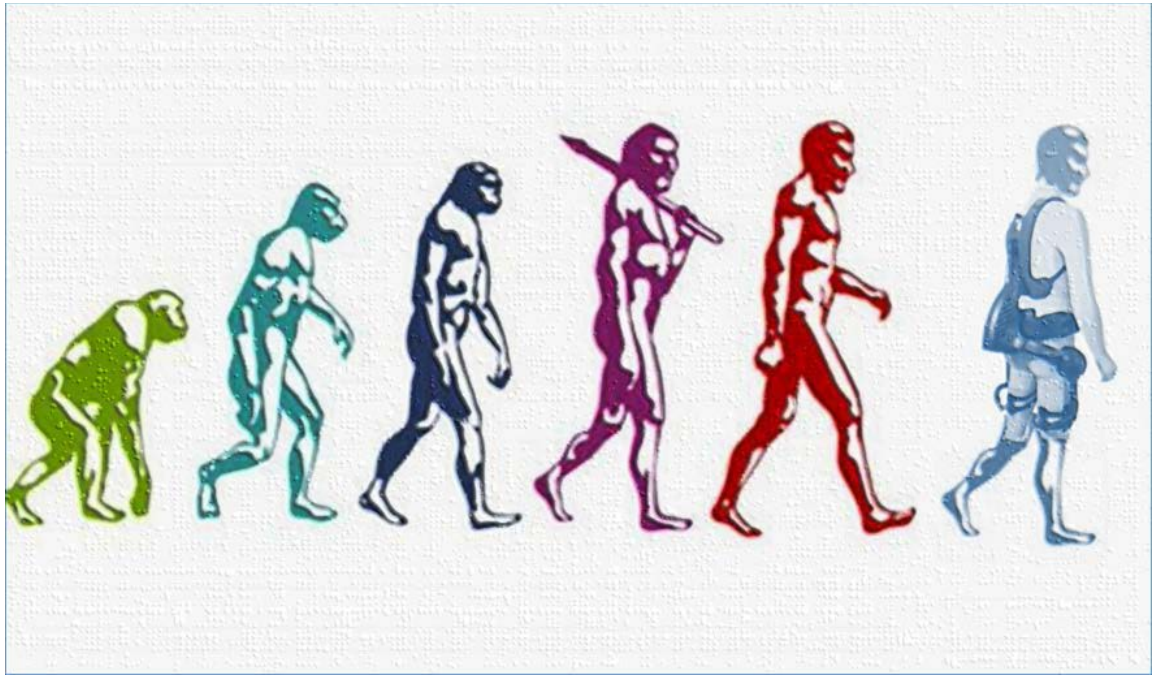
Co-funded by the European Union

- Egzoskelet – spoljni skelet
- Oprema koju radnik nosi sa ciljem smanjenja opterećenja na muskuloskeletni sistem
- Egzoskeleti koji se koriste na radnom mestu nazivaju se „industrijski egzoskeleti“
- Njihova svrha je da pospeše performanse pojedinih delova tela radnika - prvenstveno donjeg dela leđa i gornjih ekstremiteta (ruke i ramena)
- Osnovna uloga egzoskeleta na radnom mestu je smanjenje rizika od nastanka muskuloskeletnih poremećaja

# Egzoskeleti u svetu

Co-funded by the European Union

- 1890. god. Ruski naučnik Jagin registruje patent za pasivni egzoskelet za pomoć kretanju – bez uspeha
- 1917. Kili registruje patent za „pedomotor“ aktivni egzoskelet za kretanje – bez uspeha



# Egzoskeleti u svetu

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- 1960. *General Electric* i americka vojska rade na razvoju egzoskeleta „Hardiman“
- Hardiman je bio težak 680 kg
- Nakon 6 godina istraživanja projekat je ugašen



# Egzoskeleti u svetu

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Danas veliki broj kompanija se uspešno bave prizvodnjom egzoskeleta
- 118 kompanija na svetu se trenutno bavi razvojem egzoskeleta
- oko 172 proizvoda je već na tržištu

Neke od najpoznatijih kompanija su:

- Lockheed Martin
- Ekso bionics
- Otto bock
- SuitX...

SUITX

LOCKHEED MARTIN

ekso BIONICS

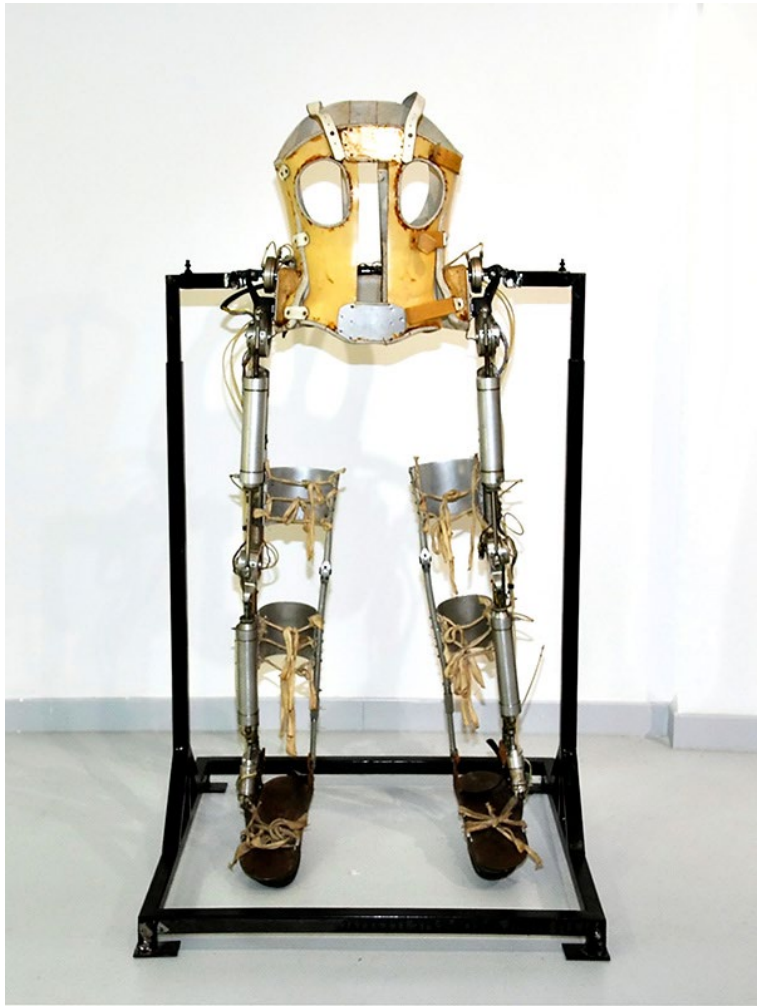
ottobock.

# Egzoskeleti u Srbiji

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Tim laboratorije za robotiku, Instituta Mihajlo Pupin, pod vođstvom prof. Vukobratića, 1969. godine izrađuje hodajući aktivni egzoskelet
- Namena rehabilitacija hoda kod povreda
- Jedan od prvih uspešnih primena aktivnih egzoskeleta u svetu!!!
- Primenjivan na ortopedskoj klinici u Beogradu



# Vrste egzoskeleta

Co-funded by the European Union
Safety 4EU

- Aktivni egzoskelet - pokreće se pomoću eksternog izvora napajanja
- Često se nazivaju i „robotski egzoskeleti“



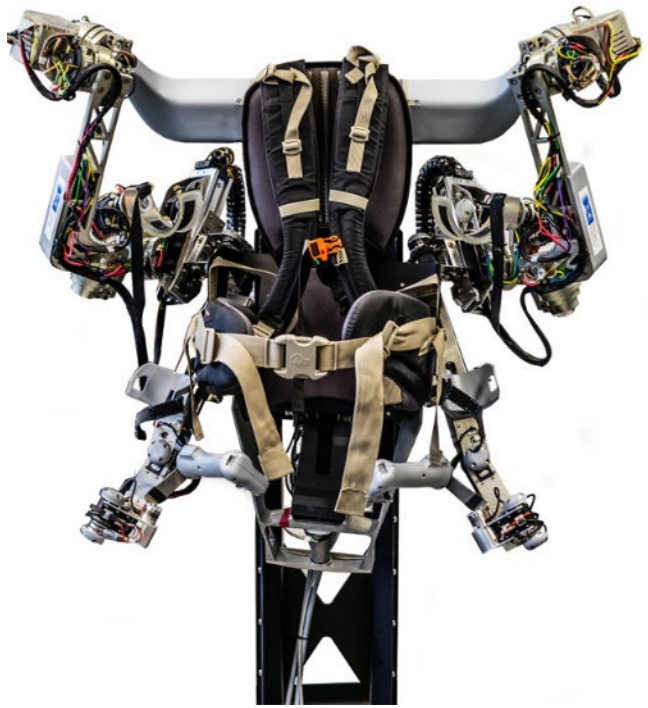
# Aktivni egzoskelet

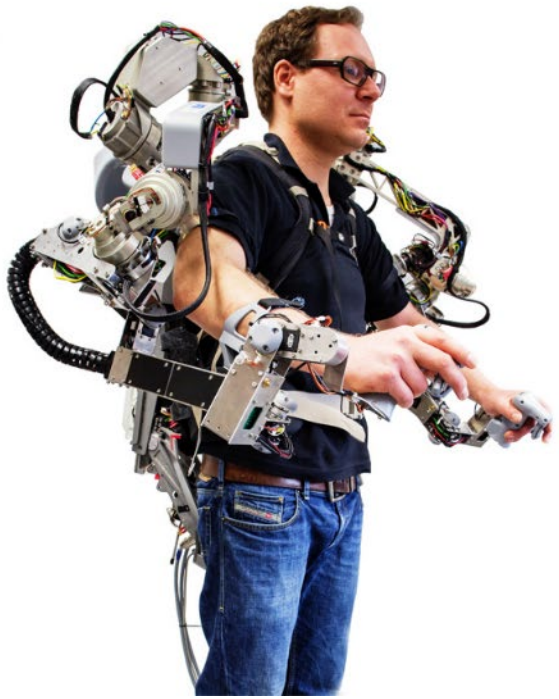
Co-funded by the European Union

Safety 4EU

Vrste napajanja:

- Pneumatski
- Električni
- Hidraulički
- Hibridni
- Mehanički





# Egzoskeleti

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Aktivni egzoskelet - vrste

Хибридни помоћни екстремитет (ХАЛ):
- Побољшајте могућности корисника
- Користи ДЦ моторе
- Активно контролише кук и колено и опругу за скочни зглоб.
- Два комплементарна контролна система заснована на ЕМГ подацима и стању робота и корисника.





Меко егзоодело са више зглобова од Wyss Ins.:
- Користи контролу положаја Бовден каблова заснована на итеративној сили.
- Вишезглобни контролер детектује ударац петом и помаже код одгуривања скочног зглоба.
- Контролер екстензије кука помаже у раном ставу користећи константне параметре времена.
- Користи кости корисника за силе компресије.

MINDWALKER:
- Егзоскелет доњих екстремитета контролисан мозгом.
- Користи систем контроле ЕЕГ-а са ЕМГ комплементарним.
- Оптимизовано да минимизира трошкове ходања.





Меки пнеуматски ручни егзоскелет:
- Ручна терапија.
- Користи различите пнеуматске меке актуаторе са променљивом крутошћу уграђене у рукавицу за постизање различитих профила савијања.

ATLAS:
- Корисник ручно контролише опште команде.
- Контролор импедансе прати нормалну путању хода мерећи стање.





Егзоскелет доњих екстремитета:
- Подршка покрета код особа са инвалицитетом
- Користи сензоре силе, Хола и ЕМГ.
- Користи линеарни актуатор у зглобу колена.

Антропометријски параметризован ексоскелет доњих екстремитета:
- Помаже код кука и колена у сагиталној равни.
- Користи DC моторе без четкица које покрећу серво-појачала
- Пропорционално-интегрално-деривациони контролер.





ATLANTE:
- Контролисано 6 активних зглобова у свакој нози.
- Користи линеарне актуаторе и DC моторе без четкица.
- Регулациони оквир заснован на виртуелним ограничењима о тачки нултог момента.

Помоћ при ходању:
- Модуларни лагани егзоскелет.
- Помаже особама са повредом кичмене мождине.
- IMU и угаони енкодер.
- DC мотор без четкица.





Рехабилитативна роботска рукавица:
- IDoF круте везе упарене са CEA
- Помаже пацијентима са парализом са стабилним хватањем предмета.
- Користи равнотежу силе и момента да спречи деформацију објекта.

Меко роботско егзоодело доњих екстремитета:
- Не ограничавајте мобилност корисника.
- Користи актуаторе у McKibben стилу.
- Триангулисана нерастављива мрежа.





LOPES:
- Егзоскелет за рехабилитацију хода.
- Активирани зглобови у колену и куку.
- Контрола импедансе може да ради и као „patient-in-charge" и „robot-in-charge".

# Pasivni egzoskelet

Co-funded by the European Union

- Pasivni egzoskeleti - nemaju mehanički pogonjene komponente
- Koriste opruge, amortizere ili slične naprave da olakšaju pokrete



# Egzoskeleti

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## ➢ Pasivni egzoskelet - vrste

Пасивни Laevo:
- Савијени положаји.
- Смањује мишићну активност и нелагодност.
- Повећава време издржљивости.
- Користи еластичну цев за пренос силе са доњег дела леђа на груди и ноге.





Пасивни егзоскелет који помаже колену:
- Смањује максимални момент колена.
- Жичано уже повезано са опругом за притискање, која се креће око ексцентричне ременице на месту колена.

Егзоскелет са једним листом:
- Смањује брзину метаболизма.
- Користи сет опруга од фибергласа паралелних са ногама корисника.





Panto-Arm Exo:
- Екс-оскелет за подршку руке за компензацију гравитације.
- Смањите активност бицепса брацхии до 52%.

Егзоскелет без напајања:
- Користи опругу за спајање стопала и дршке.
- Пасивно квачило, на зглобу
- Помаже код мишића листа и Ахилове тетиве.





Levitate:
- Подржава руке радника.
- Преноси тежину горњег екстремитета на метално језгро.

Професионални егзоскелет:
- Помаже у задацима са подигнутим рукама.
- Користи две равне опруге позади.
- Смањује напрезање горњег дела тела.





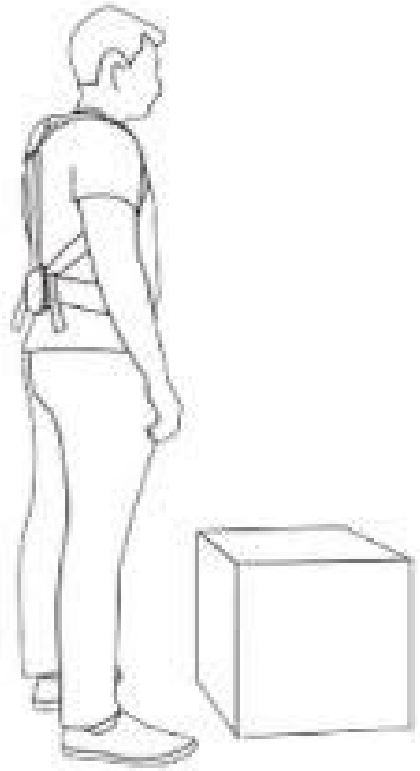

SpringExo:
- Помаже код екстензије колена током чучња.
- Намотај опруге повезује манжетне за бутину и потколеницу за складиштење енергије савијања колена.

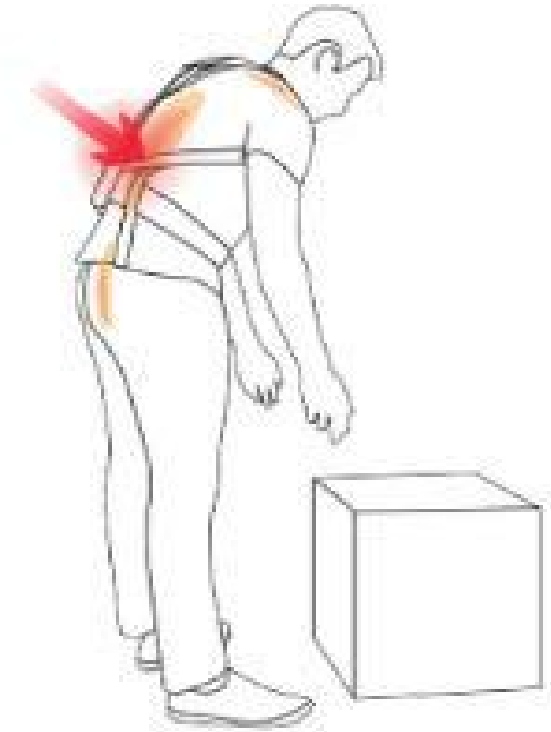
# Egzoskeleti

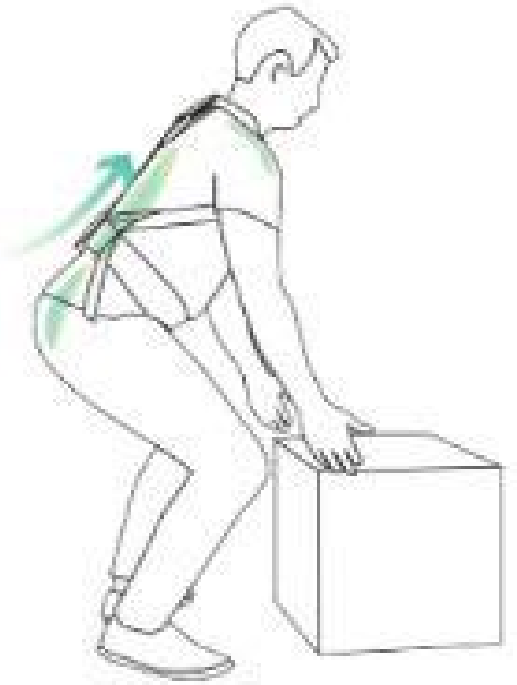
Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Pasivni egzoskelet za bolji položaj tela pri radu





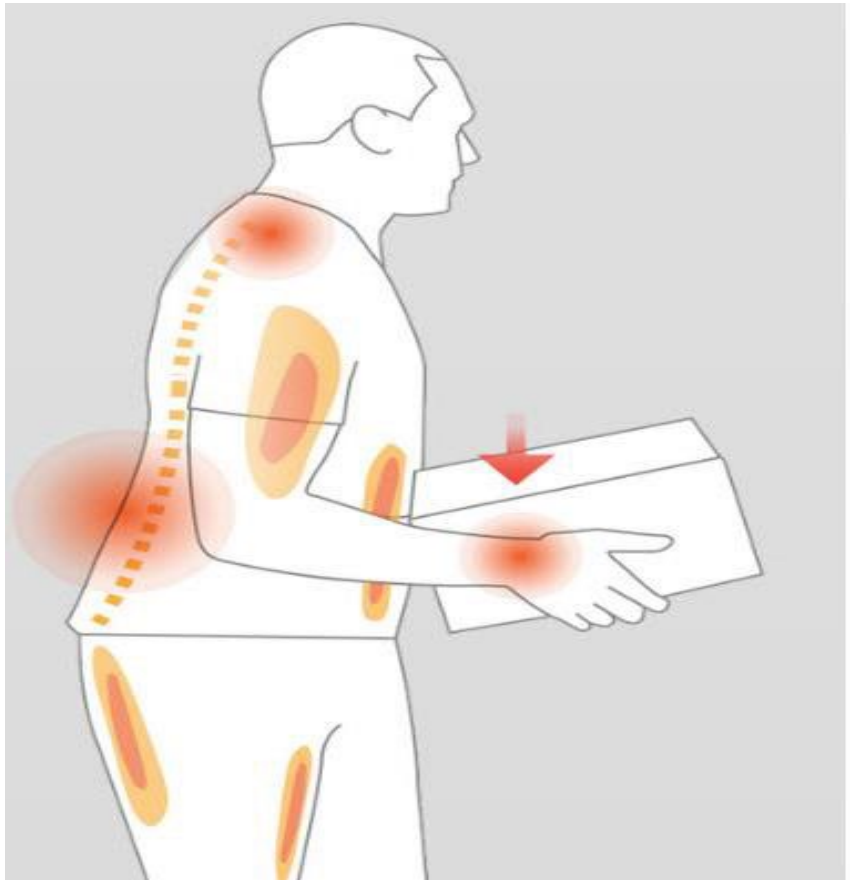


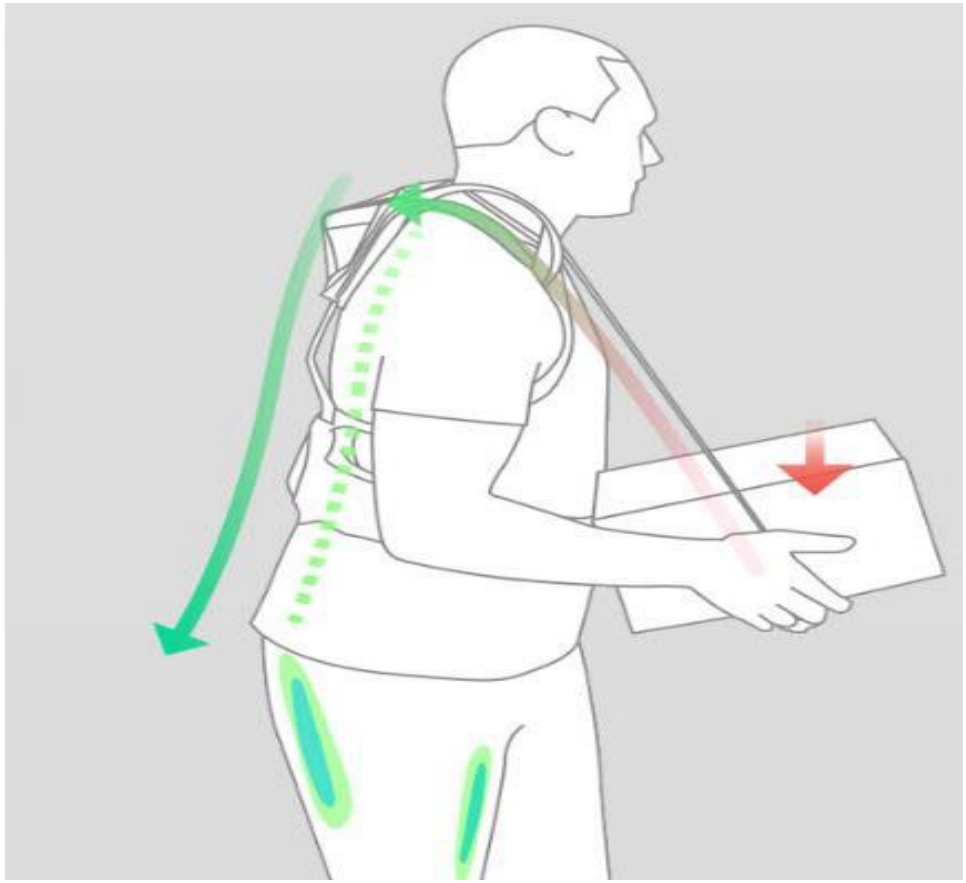
# Egzoskeleti

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

- Pasivni egzoskelet – redistribucija opterećenja





# Egzoskeleti

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## ➢ Polupasivni egzoskelet - vrste

H-PULSE:
- Егзоскелет за помоћ при раду горњих екстремитета.
- Подешава однос помоћи на основу угла раменог зглоба и нивоа који је изабрао корисник.





Одећа од XoSoft:
- Користи еластичне траке чува и ослобађа енергију.
- Помаже пацијентима са сметњама у кретању.
- Користи контакт стопала и угао колена да идентификује фазу хода.

Квазипасивни егзоскелет скочног зглоба:
- Користи контролу тражења екстрема у дискретном времену без модела за оптимизацију крутости опруге.
- Чува енергију у раном и средњем ставу и ослобађа је приликом одгуривања скочног зглоба.





Квазипасивни егзоскелет колена:
- Помаже код екстензора колена током пристојног.
- Користи ваздушни јастук.
- Контролни електромагнетни вентил и заптивке на удару пете.

Квазипасивни егзоскелет доњих екстремитета:
- Пребацује рад колена у касној фази замаха да би помогао при потискивању скочног зглоба у фази средњег става.
- Користи два серво-контролисана квачила на сваком крају опруге за мерење времена.





Квазипасивни егзоскелет колена:
- Идентификује фазу хода помоћу контактних прекидача на пети и прстима.
- Машина коначног стања контролише механизам за закључавање заснован на трењу да би искључио/захватио опругу и постигао два нивоа крутости.

Квазипасивни вештачки мишић потколенице:
- Систем опруге са квачилом упарен са протезом скочног зглоба са погоном.
- Помаже код колена и скочног зглоба.





Егзоскелет скочног зглоба са квачилом:
- Користи серво контролисано квачило које се повезује са линеарном опругом.
- Ардуино контролише квачило на основу ударца пете.

# Primena egzoskeleta

Co-funded by the European Union

- Medicina
- Industrija
- Vojska
- Svakodnevni život





# Primena egzoskeleta

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

## MEDICINA

- Rehabilitacija pacijenata, npr. nakon povreda MSS, šloga,...
- Pomoć nepokretnim osobama
- Bolja preciznosti prilikom izvođenja operacija
- Pomoć medicinskom osoblju prilikom manipulacije pacijentima



# Primena egzoskeleta

Co-funded by the European Union








# Primena egzoskeleta

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

VOJSKA – poboljšanje sposobnosti vojnika





# Primena egzoskeleta

Co-funded by the European Union

Safety 4EU

INDUSTRIJA – Poboljšanje performansi i smanjenje opterećenja pri radu





# Primena egzoskeleta

Co-funded by the European Union
Safety 4EU

SMANJENJE OPTEREĆENJA PRI SPORTSKIM ILI SVAKODNEVNIM AKTIVNOSTIMA








Co-funded by the European Union

# Klasifikacije prema delu tela

- Za celo telo
- Za gornji deo tela
- Za donji deo tela
- Za poseban deo tela
- Za poseban zglob



# Egzoskelet za celo telo

Co-funded by the European Union

- Preuzima kompletno opterećenje svih ekstremiteta ili većeg dela tela
- Jako glomazne naprave (neke od najlakših na tržištu su oko 15 kg)



Co-funded by the European Union

# Egzoskelet za donji deo tela

- Preuzima opterećenja sa donjih ekstremiteta
- Skoro polovina egzoskeleta na tržistu je ovog tipa
- Najveću primenu ima u rehabilitaciji
- Ređe se primenjuje u industriji kao pojedinačni egzoskelet



Co-funded by
the European Union

# Egzoskelet za donji deo tela





Co-funded by the European Union

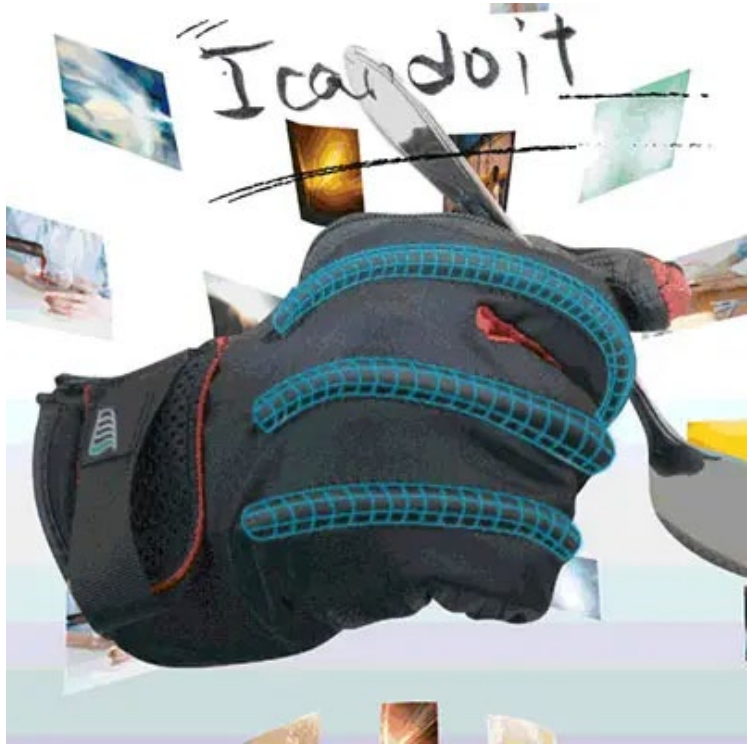
# Egzoskelet za gornji deo tela

- Preuzima opterećenje sa gornjih ekstremiteta
- Smanjuje opterećene grudi, vrata, leđa i ramena
- Postoje rešenja za ceo gornji deo tela i za pojedinačne delove (samo za vrat, ramena, ruke, šake)



Co-funded by
the European Union

# Egzoskelet za gornji deo tela









# Industrijski egzoskeleti

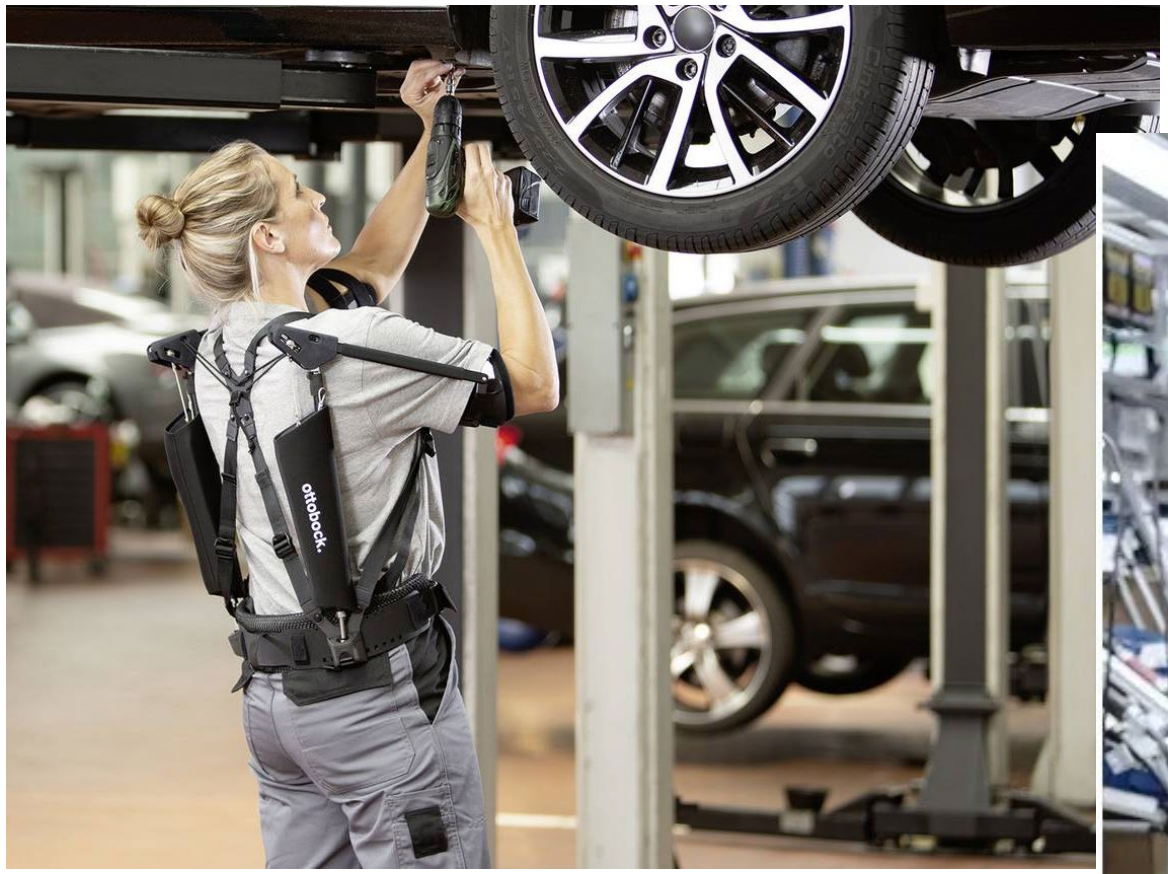
Co-funded by the European Union

- Najčešća primena industrijskih egzoskeleta je u auto industriji
- Proizvođači kao što su *Hyundai, Ford, General Motors, Volkswagen* godinama koriste razne tipove egzoskeleta u svojim pogonima
- Većina velikih proizvođača automobila koristi egzoskelete u nekom delu svog proizvodnog procesa

# Industrijski egzoskeleti

Co-funded by the European Union

Safety 4EU






# Industrijski egzoskeleti

Co-funded by the European Union

Safety 4EU





# Egzoskeleti - ključne tačke

Co-funded by the European Union

- Egzoskeleti smanjuju zamaranje radnika
- Egzoskeleti poboljšavaju performanse radnika
- Istraživanja su dokazala da nošenje egzoskeleta smanjuje opterećenje mišića
- Većina egzoskeleta na tržištu ima visoku cenu
- Upotreba egzoskeleta donosi sa sobom nove rizike

