



## 4.0 DEFINISANJE IZVORA I ZONA OPASNOSTI



## Izvori i zone opasnosti

---

- Važan segment u bezbednom korišćenju opreme za rad je **identifikacija zagađivača radne sredine** da bi se mogle preduzeti aktivnosti da se isti uklone pre nego što dođe do povrede.
- Isto se odnosi na nove mašine o čemu moraju voditi računa projektanti, tako i na postojeće mašine o čemu mora da brine poslodavac.
- Opasnosti deluju u kratkom vremenskom periodu (vrlo često u deliću sekunde) i izazivaju povrede radnika uključujući i fatalne.
- Opasnosti se nalaze svuda oko nas ali radnik nije uvek izložen njihovom uticaju. Situacija u kojoj se radnik nalazi u zoni dejstva određene opasnosti naziva se **opasna pojava**.

# Izvori i zone opasnosti

---

- Povrede na radnom mestu obično nastaju kao **kombinacija faktora**, koja uključuje opasnosti nastale od pokretnih elemenata mašine i nemarnosti rukovaoca.
- **Zaštitne naprave** su od suštinske važnosti za zaštitu radnika od nepotrebnih i predvidivih povreda.
- Pravilo koje treba zapamtiti: Svaki deo mašine, **funkcije ili procesa** koji može da izazove povrede mora biti **zaštićen**.
- Kada rad mašine ili slučajan kontakt sa njom može da povredi rukovaoca ili druge osobe u okolini, **opasnosti** moraju biti ranije kontrolisane ili eliminisane.

# Izvori i zone opasnosti

---

➤ Mehaničke opasnosti su povezane sa mašinama i opremom, njihovim delovima, površinama, alatima, radnim komadima, opterećenjima i čvrstim materijama ili fluidima koji se koriste na mašinama i opremi, a koje mogu dovesti do:

- Prignječenja
- Posekotina
- Odsecanja
- Povlačenja ili zahvatanja
- Udaranja
- Ubadanja ili probadanja
- Trenja ili abrazije
- Povreda nastalih pod uticajem fluida pod pritiskom



# Izvori i zone opasnosti

---

- Zona opasnosti mora biti definisana, označena i na najpovoljniji način izolovana (ograđena).
- Intenzitet opasnosti i veličina zone zavisi od vrste izvora opasnosti.
- Mnoge zone opasnosti se mogu izolovati, one koje se ne mogu potpuno izolovati, označavaju se na odgovarajući način da se njihovo delovanje svede na minimalni nivo.
- Zona opasnosti je svako područje na mašini/opremi za rad ili oko nje u kojem su rukovaoc ili druge osobe izložene riziku od povreda ili štetnosti po zdravlje.



*Znaci obaveze*



*Znaci opasnosti*

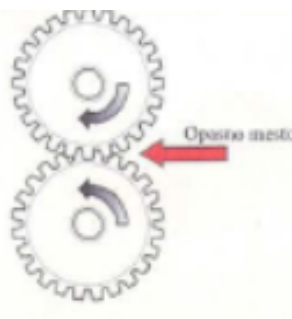


*Znaci zabrane*

# Gde nastaju mehaničke opasnosti ?

Kod mašina/opreme za rad mogu se identifikovati tri osnovna područja (zone) opasnosti:

- **Zona obrade**: to je zona gde se vrši preoblikovanje materijala, kao što je obrada rezanjem, plastično deformisanje, bušenje ili oblikovanje pripremkama;
- **Uređaji za prenos snage**: sve komponente mehaničkih sistema koji prenose energiju delovima mašine koja vrši neki rad. Ove komponente obuhvataju: zamajce, kaišnike, kaiševe, bregaste ploče, lance, krivaje ili zupčanike, itd;
- **Ostali pokretni delovi**: svi delovi mašine koji se kreću tokom rada mašine. Uključujući naizmenično, rotirajuće i translatorno pokretne elemente, kao i mehanizme za ostvarivanje bilo kakvog uključujući pomoćne delove mašine;



Različiti oblici povreda koji su izazvani mehaničkim kretanjem i radnim operacijama su karakteristični i tipični za gotovo sve mašine.

### **Opasnosti na mašinama nastaju od diskretnih brojnih izvora:**

- a) kretanja;
- b) akumulisane energija;
- c) oštrih ivica;
- d) električna energija;
- e) materijala (supstanci);
- f) zračenja;
- g) fizički agenasa;

**Osnovni tipovi kretanja na mašinama su: *rotaciono, pravolinijsko i naizmenicno***, a osnovne operacije su *sečenje i rezanje, probijanje i odsecanje, savijanje i presovanje*.

Svaki od ovih izvora se mora uzeti u obzir pri identifikaciji zona opasnosti.

## A. Opasnosti (zone) zbog promena (raznih vrsta kretanja):

### 1. Rotaciono kretanje

- namotavanje
- štipanje
- makaze
- odsecanje



### 2. Translаторно kretanje

- hvatanje, drobljenje
- makaze
- ubod



### 3. Kombinovano rotaciono i translаторно kretanje

### 4. Abrazivi

- opekotine zbog trenja
- ogrebotine

### 5. Izbacivanje

- materijal
- komponente
- delovi mašina





## B. Opasnosti (zone) zbog akumulisane energije:

- vazduh, para ili gas pod pritiskom;
- opruge;
- iznenadno oslobađanje (puštanje na slobodu);
- tegovi i delovi velike mase na određenoj visini;



## C. Opasnosti (zone) zbog oštih ivica:

- tocila;
- sečiva (giljotine, noževi, glodala, alati za drvo i metal);



## D. Opasnosti (zone) zbog električne energije:

- šok (otkaz izolacije, nema uzemljenja);
- kratak spoj (požari, eksplozija, opekotine, električni luk);
- preopterećenje (požari, opekotine);



## E. Opasnosti (zone) zbog materije :

- izbacivanje (izletanje) iz mašine;
- curenje (opasnih materija, pare i vazduha visokog pritiska, zapaljivih gasova i tečnosti);



Opasnost  
od nadražujuće  
materije

## F. Opasnosti - štetnosti (zone) zbog zračenja:

- jonizujućeg (X-zraci, sterilizacija, nuklearno, ...);
- nejonizujućeg (ultra ljubičasto, infracrveno, laseri, radio-frekvencija indukcija-grejanje);



OPASNOST OD  
IONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA

## G. Opasnosti - štetnosti (zone) zbog fizičkih agenasa:

- buka;
- vibracije (neuravnoteženost vratila, vibracioni alati);
- pritisak/vakum (tunel, ronjenje, rad u razređenoj atmosferi);
- temperatura (visoka – peći za livenje, termička obrada, hladnjače);
- gušenje (ograničenim prostorima, izduvnim gasovima, curenje gasa);
- gušenje (zrnasti materijali, prah, žitarice, tečnosti);



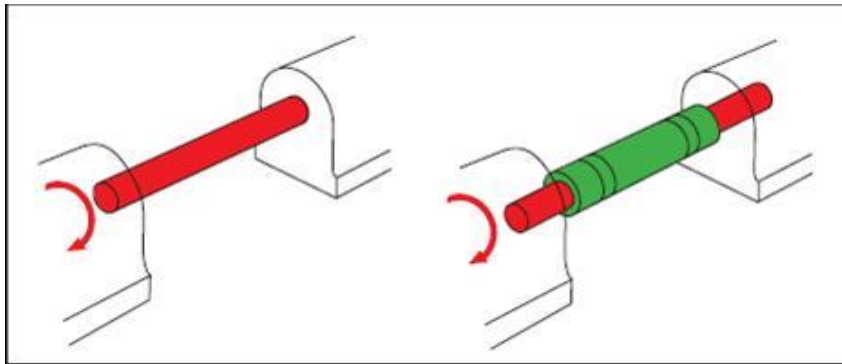
Opasnost  
od buke

## A. Opsanosti zbog kretanja - 1. Rotaciono kretanje

### 1. Glatka vratila

Bez obzira što su vratila glatka kada se obrću predstavljaju izvor opasnosti jer mogu da namotaju labave delove odeće.

Ako se ne može postaviti zaštitna naprava glatka vratila se mogu zaštititi jednostavnim zaštitnikom koji je većeg prečnika od vratila (**minimalni zazor 12 mm**) i da se dve polovine zaštitnika spoje.

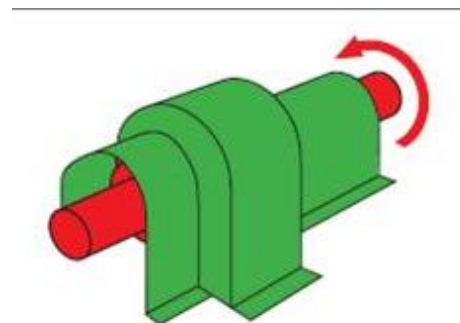
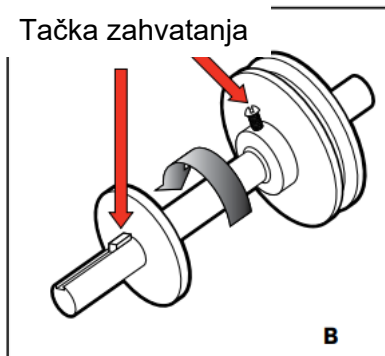
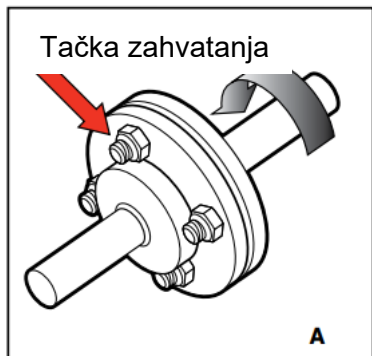


*SRPS EN ISO 14120:2017 -Bezbednost mašina -  
Zaštitnici - Opšti zahtevi za projektovanje i  
konstruisanje nepokretnih i pokretnih zaštitnika*

# A. Opasnosti zbog kretanja - 1. Rotaciono kretanje

## 2. Vratila promenljivog prečnika (vratila sa spojnicom)

Ovi obrtni elementi ne samo da će zahvatiti delove odeće već će izazvati i povredu delova tela sa kojima se nađu u kontaktu i zato moraju biti zaštićeni zaštitnim napravama.



A. Opasnost od zahvatanja zbog isturenih vijaka na spojnici.

B. Opasnost od zahvatanja zbog isturenog klina i vijka na vratilu.

*SRPS EN ISO 14120:2017 -Bezbednost mašina -  
Zaštitnici - Opšti zahtevi za projektovanje i  
konstruisanje nepokretnih i pokretnih zaštitnika*

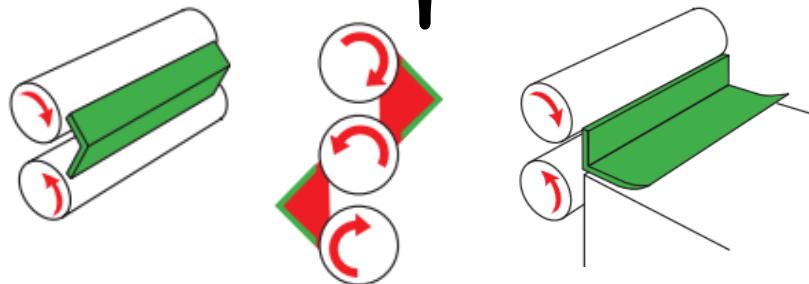
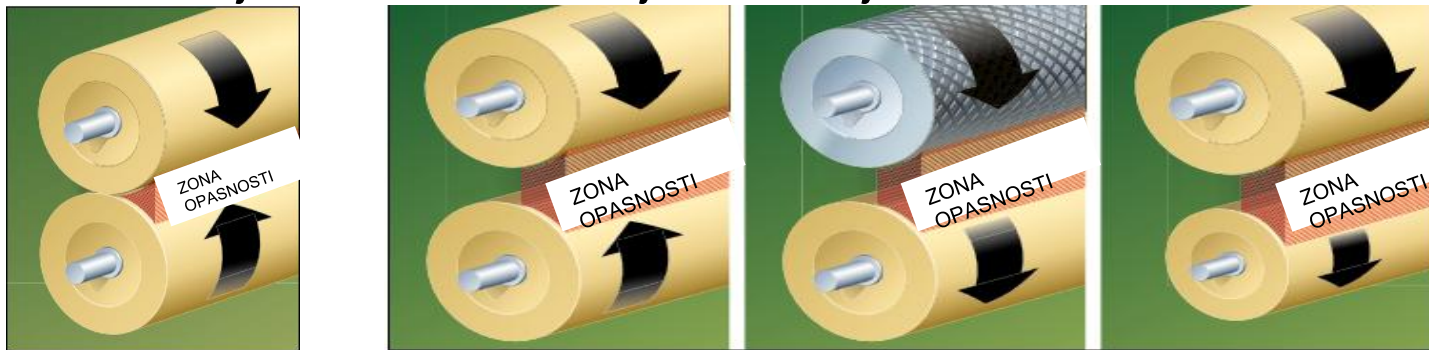


# A. Opasnosti zbog kretanja - 1. Rotaciono kretanje

## 3. Rotirajući valjci

Izazivaju mehaničke opasnosti kao što su štipanje i/ili uvlačenje delova tela /odeće i to u slučajevima kada :

- su dva valjka u kontaktu (ili sa malim zazorom) i obrću se u suprotnim smerovima;
- dva valjka nisu u kontaktima i obrću se u suprotnom smeru ili dva valjka koja nisu u kontaktu a obrću se u istom smeru sa različitim obimnim brzinama ili imaju različite koeficijente trenja.

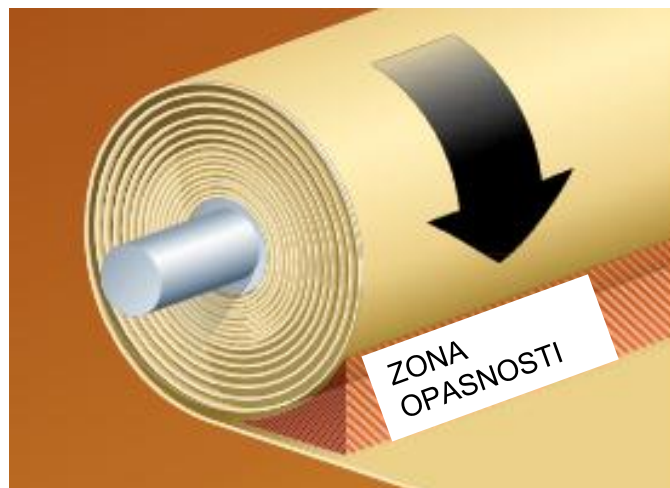


# A. Opasnosti zbog kretanja - 1. Rotaciono kretanje

## 4. Valjci i nepokretna mesta

Na mestu između valjaka i nepokretne podloge može doći do povreda kao što su štipanje i/ili uvlačenje izahvatanje delova tela i/ili odeće i to na primer u slučajevima:

- kada se valjak nalazi u blizini nepokretne prepreke;
- kada je valjak u kontaktu sa kaišom (lancem) ili radnim materijalom.



*SRPS EN ISO 13857:2010 - Bezbednost mašina - Bezbednosna rastojanja za sprečavanje dosezanja zona opasnosti gornjim i donjim ekstremitetima*

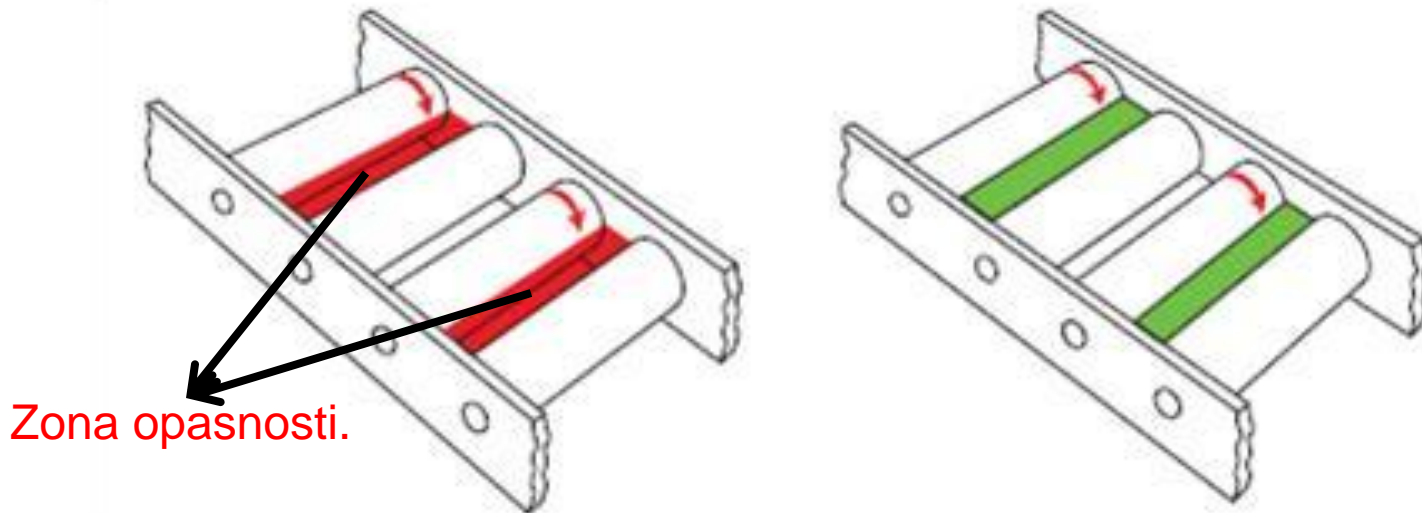
## A. Opasnosti zbog kretanja – 1. Rotaciono kretanje

---

### 5. Valjčasti transporter sa naizmeničnim pogonskim valjcima

Zaštitnik mora biti postavljen da štiti pogonski valjak.

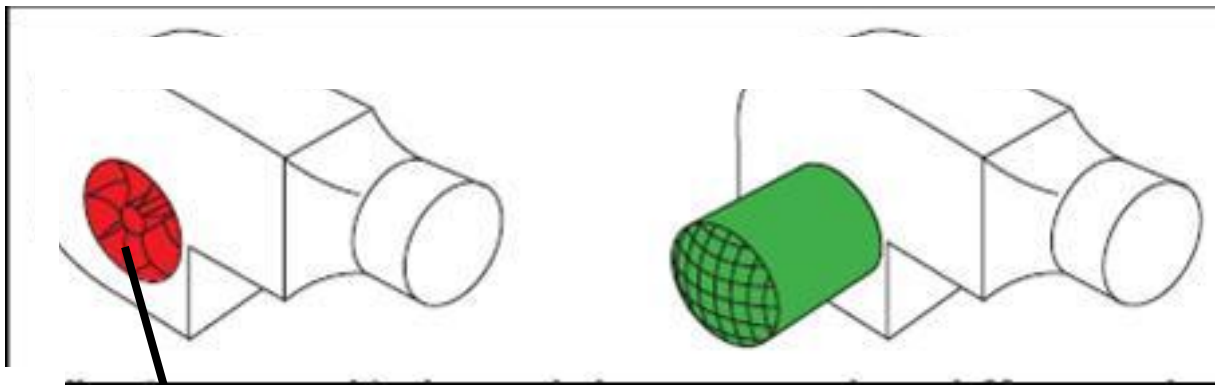
Ako su svi valjci pogonski u ne postoji opasnost uvlačenja i ne treba zaštita.





## 7. Radijalni ventilator

Lopaticice ventilatora moraju biti zaštićene tako da je moguće slobodno strujanje vazduha **a da se prsti ne mogu provući kroz zaštitnik.**



**Zona opasnosti.**

*Pravilnik o tehničkim normativima za sisteme za ventilaciju ili klimatizaciju, "Sl. glasnik RS. br. 118/2014"*

*SRPS EN ISO 13857:2010 Bezbednost mašina - Bezbednosna rastojanja za sprečavanje dosezanja zona opasnosti gornjim i donjim ekstremitetima*

# Opasnosti zbog kretanja – 1. Rotaciono kretanje

---

## 8. Zupčasti prenos

- Većina zupčanika se nalazi u kućištu mašine.
- **Svi izloženi zupčanici moraju biti potpuno zatvoreni u fiksni štitnik.**



*SRPS EN ISO 14120:2017 -Bezbednost mašina -  
Zaštitnici - Opšti zahtevi za projektovanje i  
konstruisanje nepokretnih i pokretnih zaštitnika*

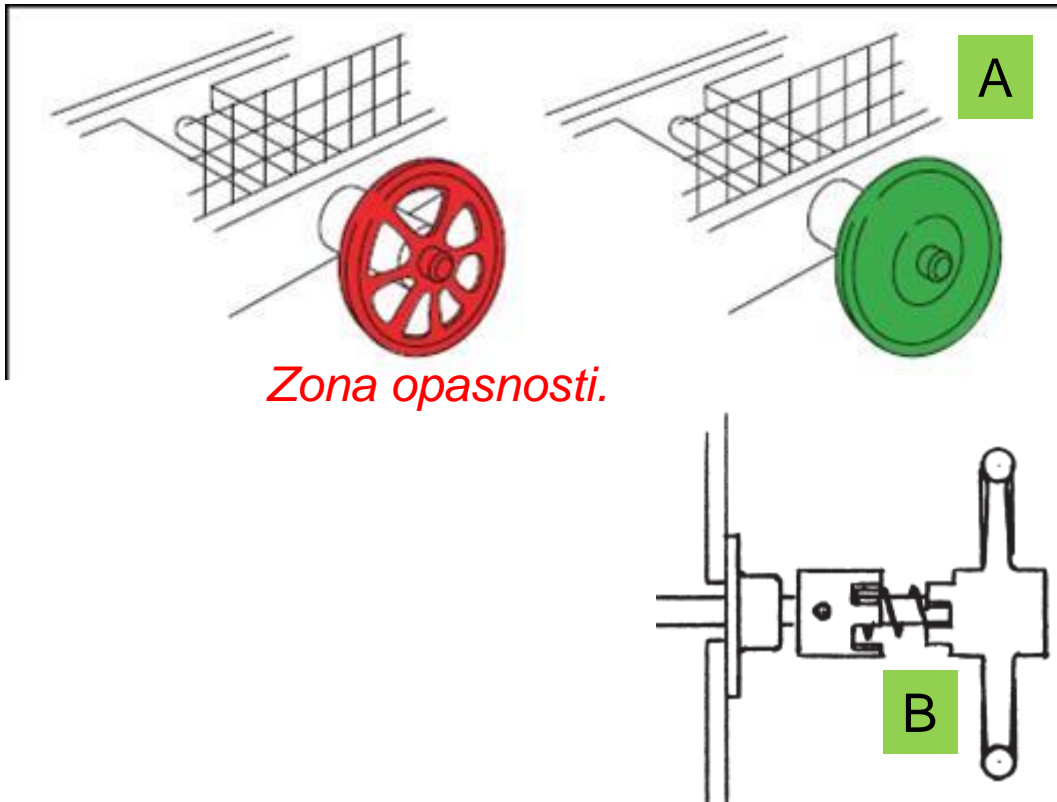
# Opasnosti zbog kretanja – 1. Rotaciono kretanje

## 9. Obrtni točak za rukovanje

Obrtni točak može predstavljati opasnost ako su pričvršćeni na pogonsko vratilo.

A. Zaštita se može obezbediti punjenjem središta krakova limom.

B. Alternativno, ručni točak se može opremiti kvačilom sa oprugom tako da slobodno radi kada se vratilo obrće.

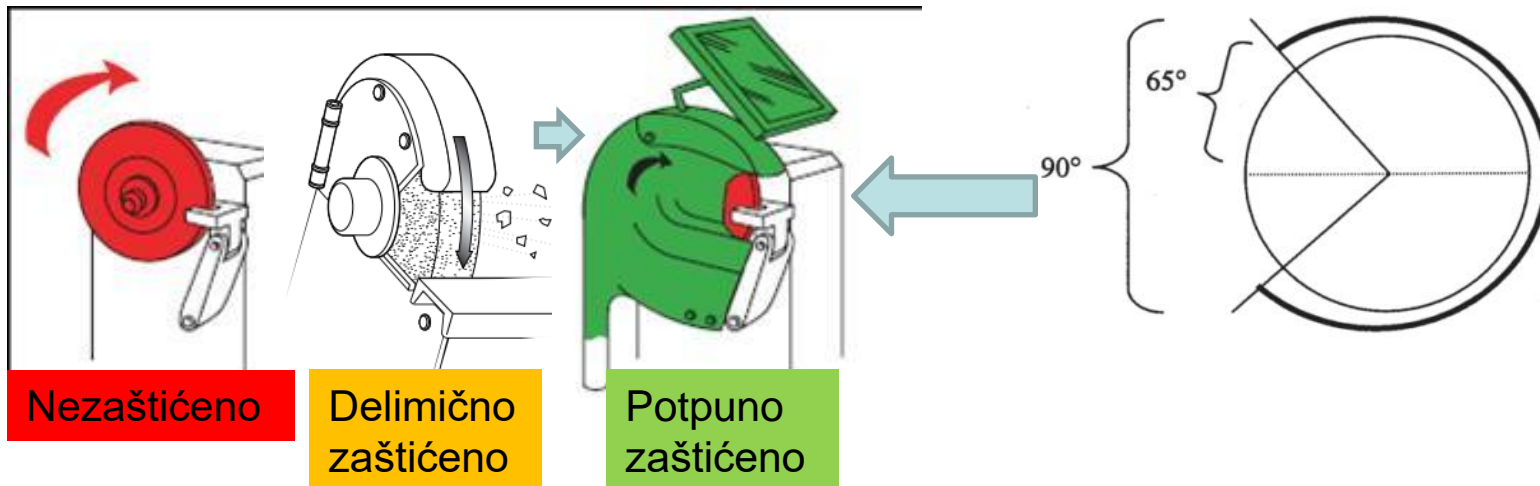


# A. Opasnosti zbog kretanja – 1. Rotaciono kretanje

## 10. Tocila

Tocila, bez obzira da li su ručna ili fiksna, moraju biti **potpuno zaštićena fiksnom zaštitnom napravom, osim dela koji vrši obradu.**

Na štitniku treba da je naznačen smer obrtanja i maksimalni broj obrtaja.



*SRPS EN ISO 14120:2017 -Bezbednost mašina - Zaštitnici - Opšti zahtevi za projektovanje i konstruisanje nepokretnih i pokretnih zaštitnika*

*SRPS EN 61029-2-4:2011 Bezbednost prenosnih električnih alata sa motorom - Deo 2-4: Posebni zahtevi za stone brusilice*

## A. Opasnosti zbog kretanja – 1. Rotaciono kretanje

---

### 12. Rendisaljke za drvo

Na rendisaljkama (blanjalicama) za drvo **deo noža koji ne reže treba da je zaštićen fiksnim zaštitnikom.**

Kod ručnih rendisaljki za drvo nož treba da je zaštićen zaštitnikom da se može podešavati dubina obrade.



*SRPS EN 61029-2-3:2012- Bezbednost prenosnih električnih alata sa motorom - Deo 2-3: Posebni zahtevi za rendisaljke i rendisaljke tanjilice*



## A. Opasnosti zbog kretanja – 2. Translatorsno kretanje

---

### 1. Noževi (Naizmenično translatorsno kretanje)

Sečiva noževa za sečenje papira, plastike, tkanine, itd. su izuzetno oštra i predstavljaju zone opasnosti velikog rizika.



**Na primer standard tipa C:**

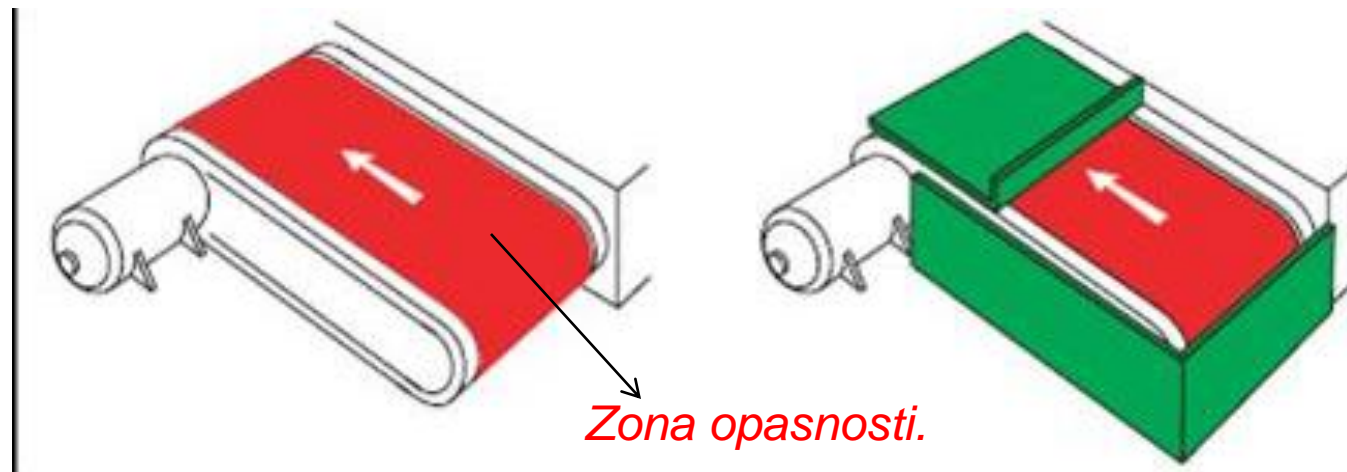
*SRPS EN 1010-3:2009 Bezbednost mašina -  
Zahtevi za bezbednost za projektovanje i  
konstrukciju mašina za štampanje i preradu  
papira - Deo 3: Mašine za rezanje*

## A. Opasnosti zbog kretanja – 2. Translatorsno kretanje

---

### 2. Neprekidno translatorsno kretanje

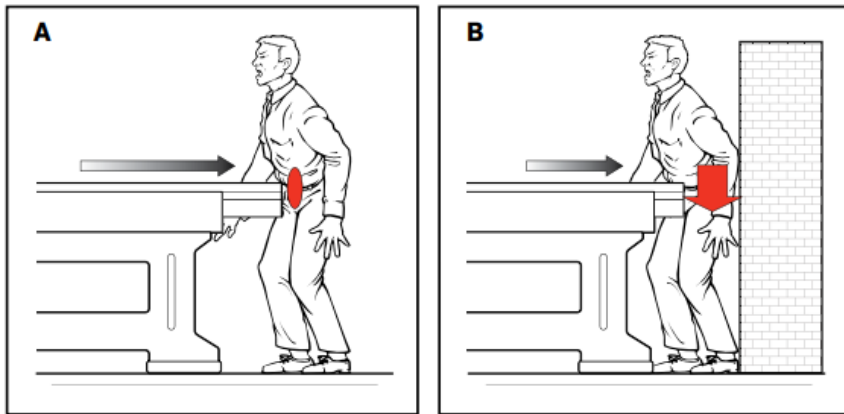
Transportna traka treba da je udaljena od operatora i da raspolaže uređajem za kretanje unazad. Samo dužina trake koja se koristi treba da je slobodna.



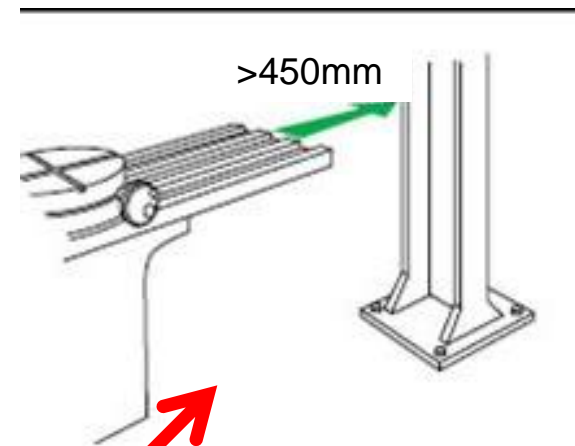
## A. Opasnosti od kretanja – 2. Translatorno kretanje

### 3. Fiksne pregrade

Mašine sa pokretnim stolovima treba da bude postavljena tako da u krajnjim graničnim položajima stola isti treba da je udaljen **najmanje 450 mm od fiksne pregrade.**



- A. Opasnost usled udara pokretnog dela stola
- B. Opasnost usled prikliještenja



*SRPS EN 349:2009 Bezbednost mašina-  
Minimalna rastojanja za sprečavanje  
prignječenja delova tela*

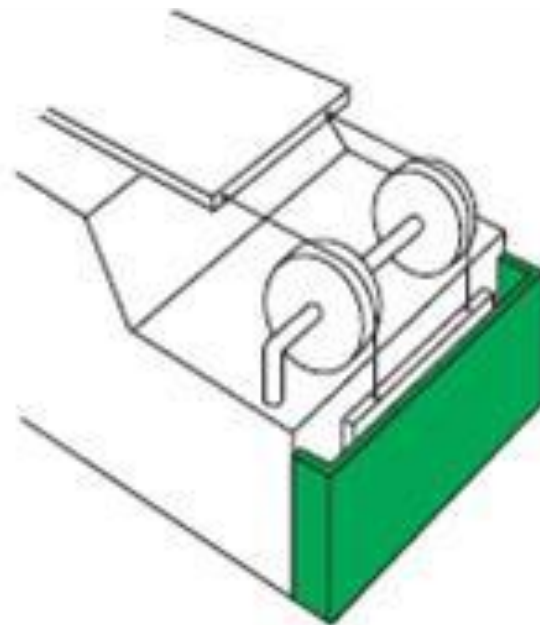
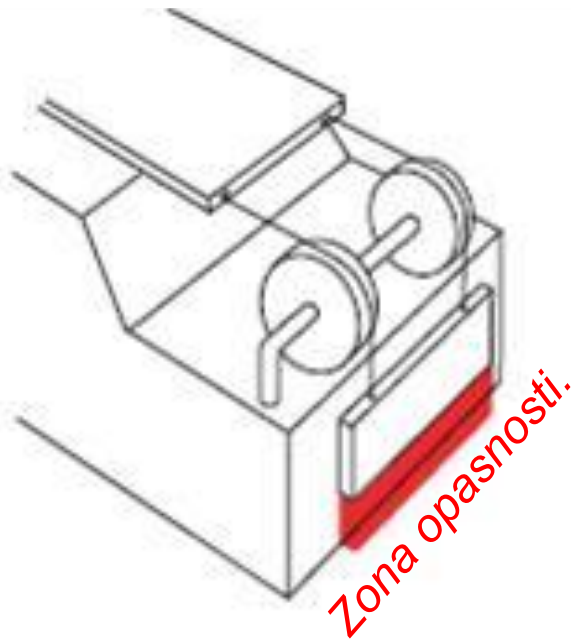


## A. Opasnosti od kretanja – 2. Translatorno kretanje

---

### 4. Teg i balans mase (težine)

Konstrukcije gde se koriste kontra-tegovi treba da su tako izvedene da su tegovi zaštićeni u punoj dužini svog kretanja.

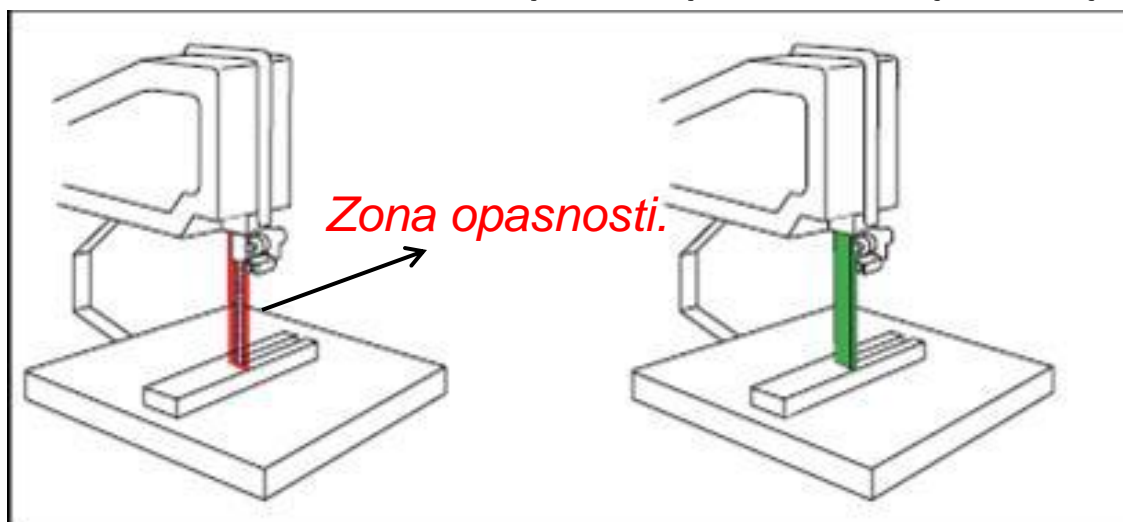


## A. Opasnosti zbog kretanja – 2. Translatorno kretanje

---

### 5. Trakasta testera

Podesivi zaštitnik treba tako podesiti da je nezaštićena samo dužina trakaste testere kolika je debljina materijala koji se seče.



*SRPS EN 1807-1:2014 Bezbednost mašina za obradu drveta - Mašine sa trakastom testerom - Deo 1: Stone trakaste testere i rastružne trakaste testere*

## A. Opasnosti zbog kretanja – 2. Translatorno kretanje

---

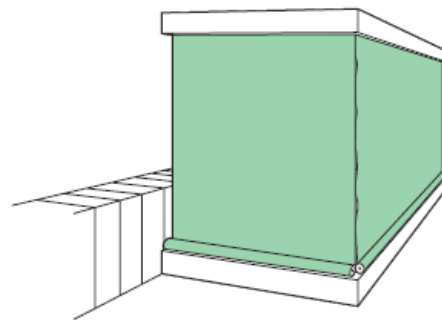
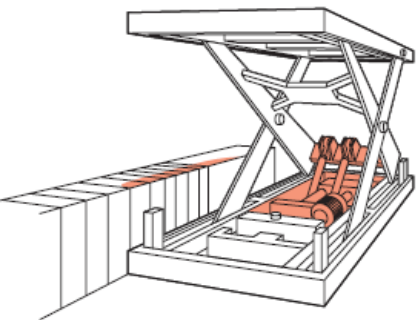
### 7. Podizači sa makazama

Veliku opasnost predstavlja prignječenje između stola i susedne radne platforme kada se sto spušta.

Zaštita se može obezbediti zavesom ili roletnama koje sprečavaju operatora da stavlja stopala pod sto.

Tokom održavanja, osnovna opasnost je zatvaranje mehanizma makaza ako je hidraulični pritisak ispušten dok se radi.

Zatvaranje mehanizma se može sprečiti tako što se blokira, odnosno **ubacivanjem oslonaca koji će sprečiti kretanje stola na niže.**



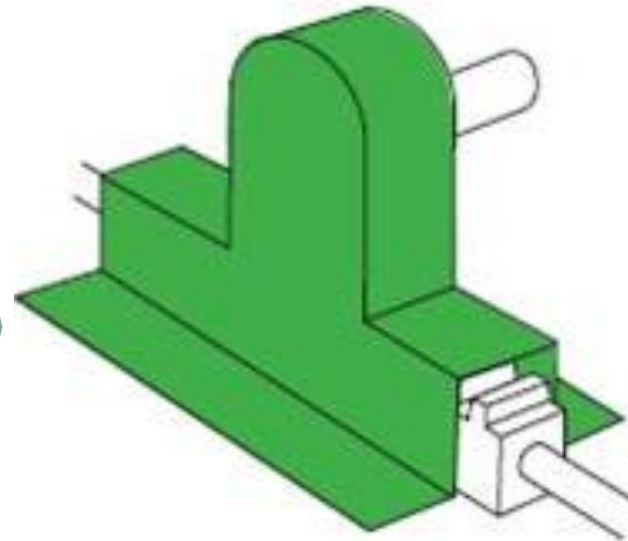
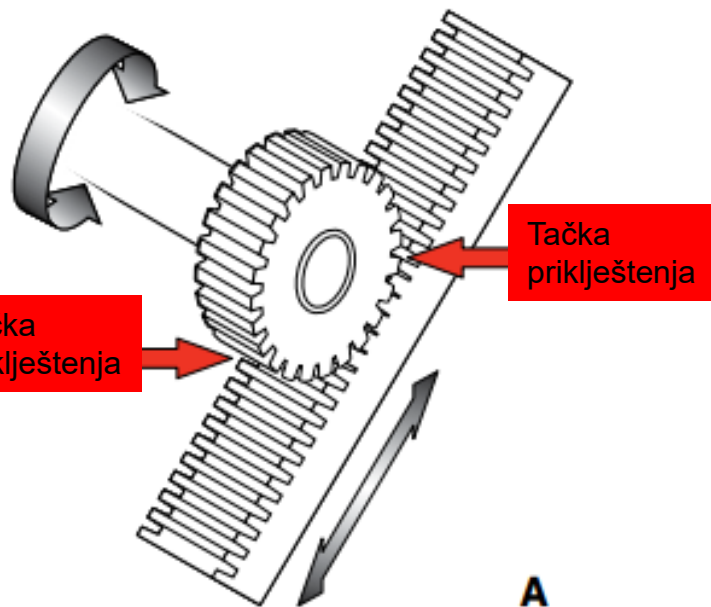
*SRPS EN 280:2016 Mobilne podizne radne platforme - Projektni proračuni - Kriterijumi za stabilnost - Izrada - Bezbednost - Pregledi i ispitivanja*

# A. Opasnosti zbog kretanja –

## 3. Kombinovano rotaciono i translatorno kretanje

### 1. Zupčanik i zupčasta letva

Zupčanik i zupčasta letva treba da su **zaštićeni fiksnim zaštitnikom koji u potpunosti prekriva iste.**



## A. Opasnosti zbog kretanja –

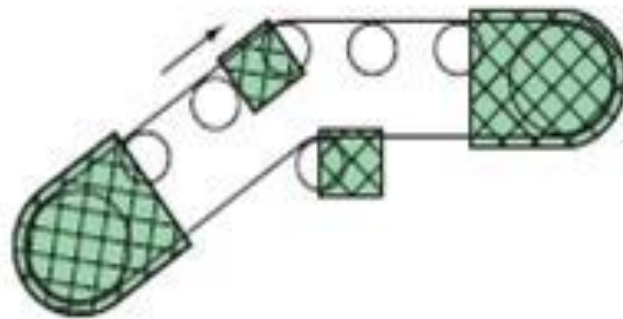
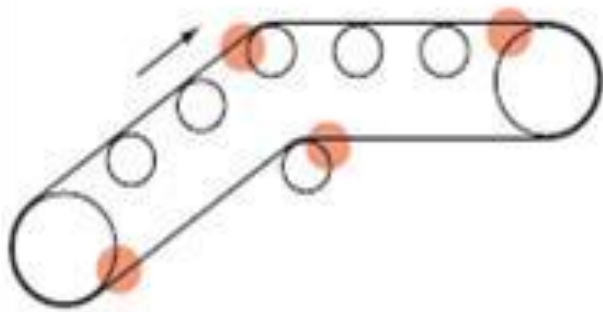
### 3. Kombinovano rotaciono i translatorno kretanje

---

#### 3. Trakasti transporter

Opasne zone su gde traka menja pravac i gde prolazi ispod fiksne strukture kao što su koševi za punjenje.

Ove opasne zone moraju biti zaštićene. U slučaju kratkih transportera isti mogu biti potpuno zaštićeni.



# A. Opasnosti zbog kretanja –

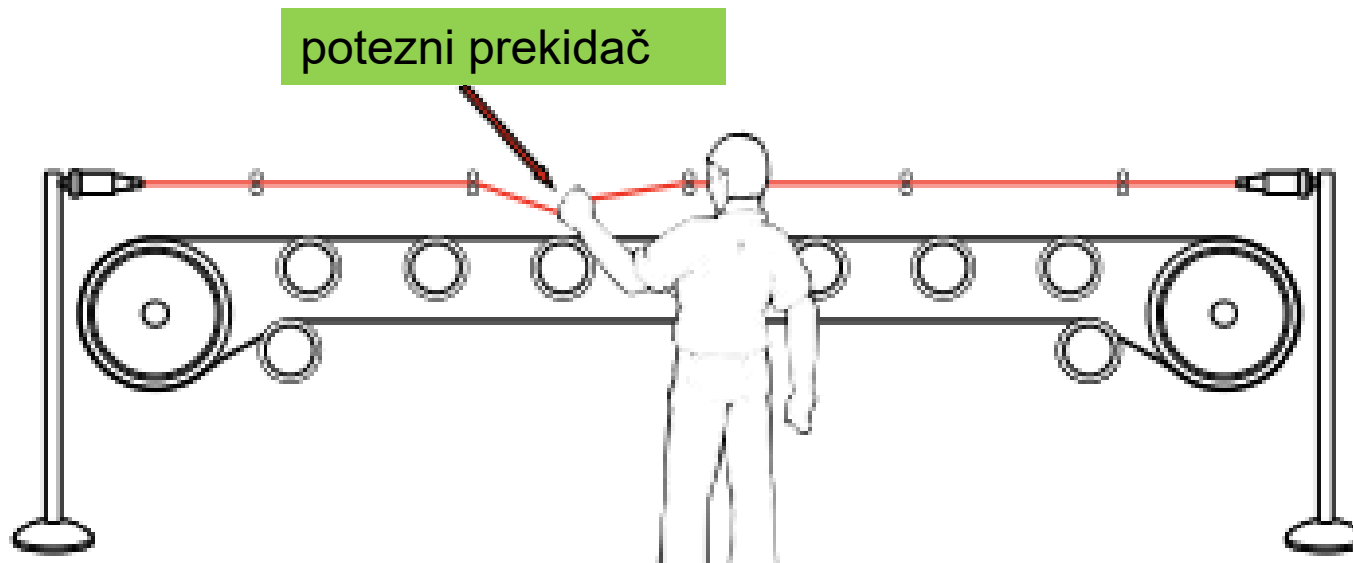
## 3. Kombinovano rotaciono i translatorno kretanje

---

### 3. Trakasti transporter

Kod dugih transportera treba obezbediti žicu za hitno zaustavljanje dostupnu svakom ko se nađe u zoni opasnosti od valjaka.

Ovi uređaji obično omogućavaju radniku „prvu/poslednju priliku“ da zaustave mašinu u slučaju nezgode. Moraju biti montirani tako da povlačenje žice/kabla iz bilo kog pravca aktivira zaustavljanje u slučaju opasnosti.



Prekidač za hitno zaustavljanje sa zateznom žicom

# A. Opasnosti zbog kretanja –

## 3. Kombinovano rotaciono i translatorno kretanje

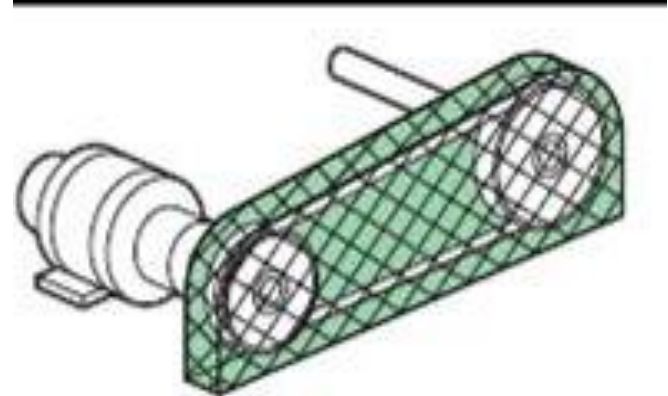
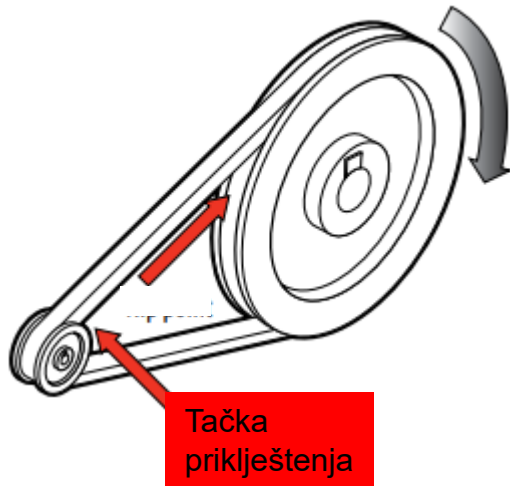
### 4. Kaišni prenosnik

Opasnosti od kaišnika i kaiša, bez obzira da li je ravan ili profilni se javljaju na mestu gde kaiš nailazi na kaišnik.

Kod ovog prenosa se zbog trenja generiše toplota, tako da zaštitna sredstva treba da dozvole adekvatno hlađenje.

Presovani metal je pogodan za izradu zaštitnih sredstava, ali se mora voditi računa o veličini otvora.

Zaštitnik kaišnog pogona treba da u potpunosti okružuje kaišnike.



*SRPS EN ISO 13857:2010 Bezbednost mašina  
- Bezbednosna rastojanja za sprečavanje  
dosezanja zona opasnosti gornjim i donjim  
ekstremitetima*

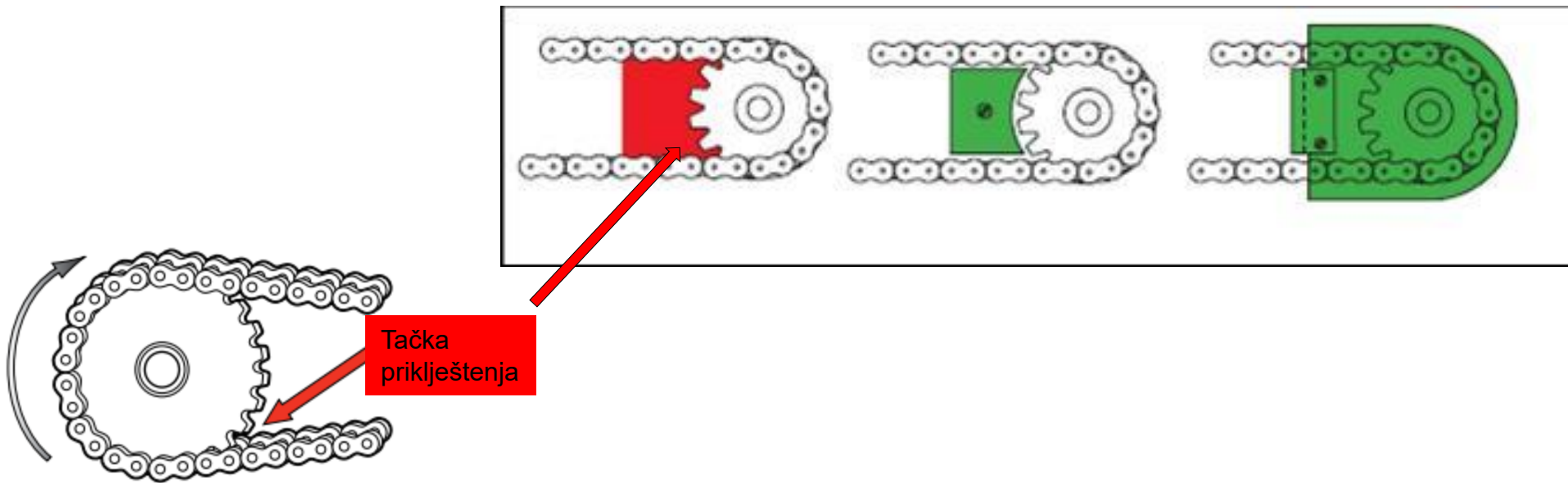
# A. Opasnosti zbog kretanja –

## 3. Kombinovano rotaciono i translatorno kretanje

### 5. Lanac i lančanici

Opasnosti proističu iz oblika i mogućnosti prignječenja tako da su opasne zone kod oba lančanika.

Zaštitna sredstva treba spreče pristup u opasne zone.



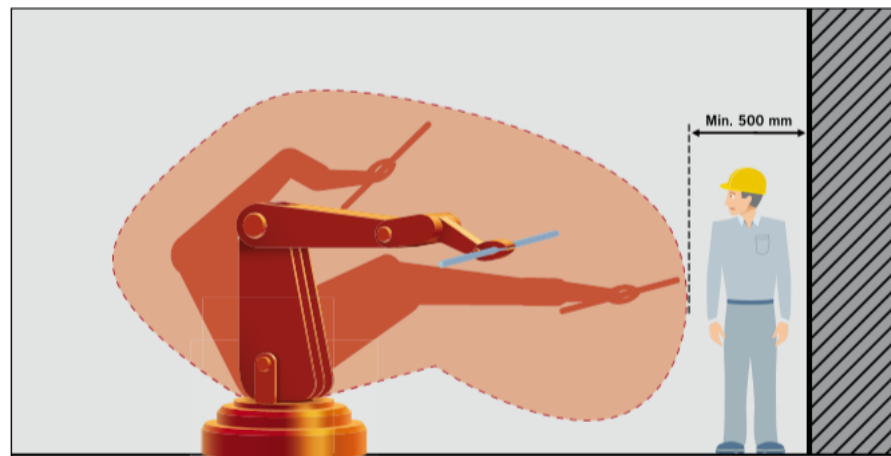
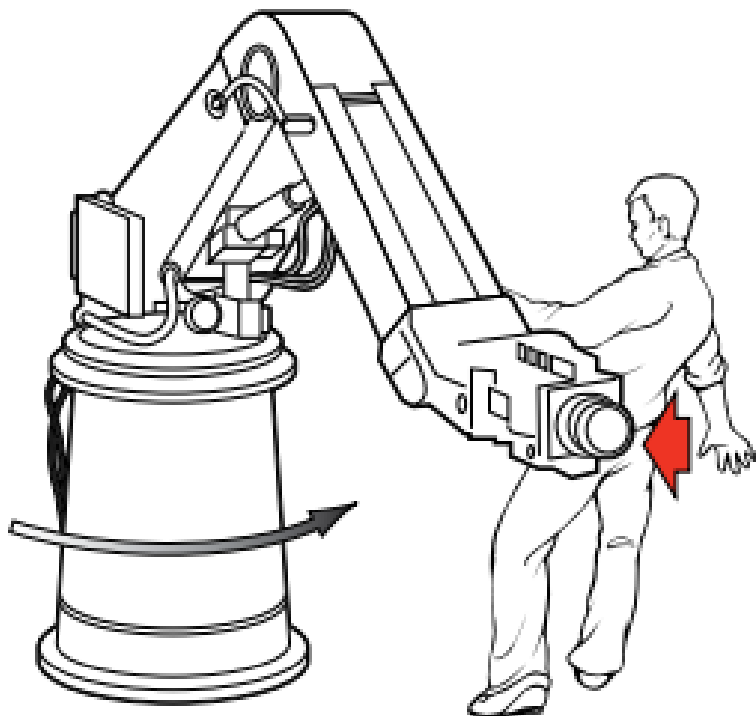


## B. Akumulisana potencijalna energija

### 1. Roboti

Kod industrijskih robota i NUMA prisutne su opasne zone zbog neočekivanih pokreta kao odgovor na upravljačke signale ili niz prekidača.

Oni također mogu da sadrže akumulisanu energiju koja može biti nekontrolisano ispuštena i da izazove neočekivane pokrete.



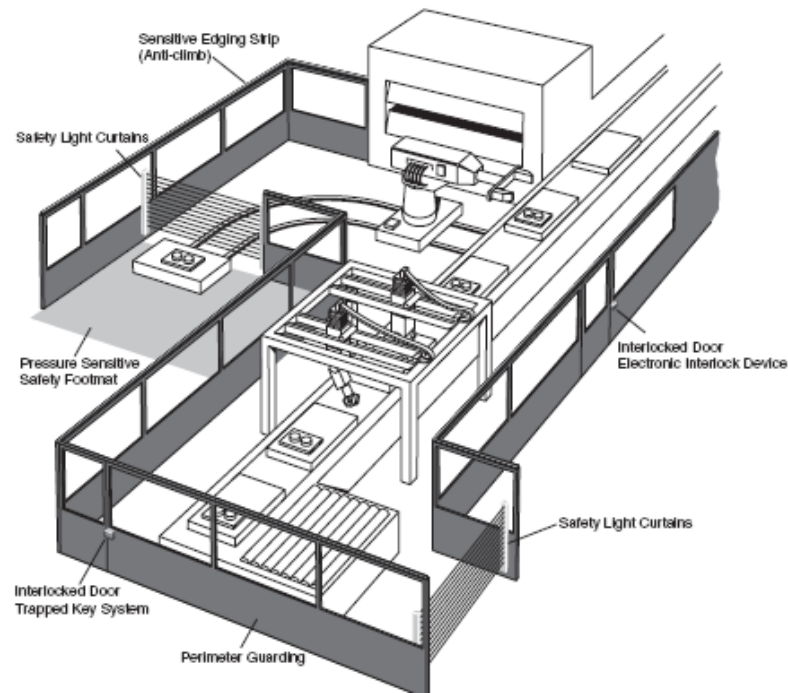
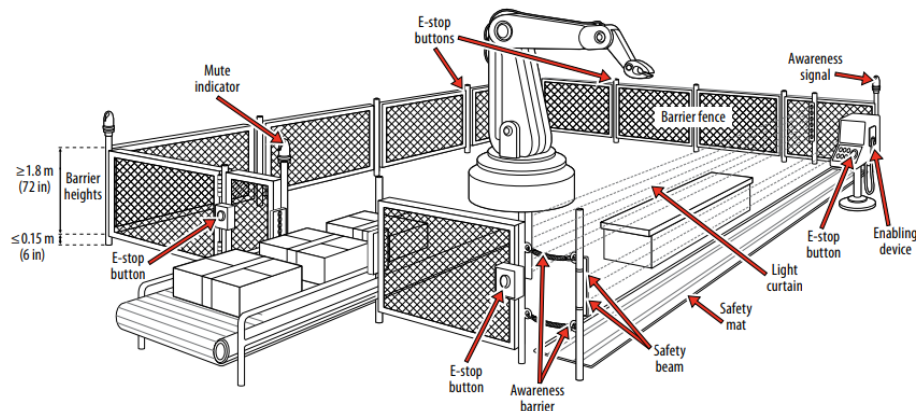
# B. Akumulisana potencijalna energija

## 1. Roboti

Zaštitne mere treba da obuhvate kompletno ograđivanje radni prostor sa sa međusobno zaključanim pristupnim vratima.

Površinama unutar radnog prostora bi trebalo zaštititi podom ositljivim na pritisak ili fotoelektričnim zavesama.

Posebne mere opreza su neophodne kada se robot obučava (programira) sa rukovaocem unutar zaštićenog prostora, a robot je aktivan. **Jedinica za obučavanje** kojom rukuje rukovaoc treba da sadrži i dugme za hitno zaustavljanje.



## B. Akumulisana potencijalna energija

---

1. Opasnosti od potencijalne energija tegova za protivtežu. Opasna zona mora biti zaštićena po celoj putanji kretanja tega.
2. Može da dođe da havarije potrošača vazduha ako radni pritisak pređe dozvoljenu vrednost ;
3. Creva za vazduh, pogrešno usmerena mlaznica može da izazove povrede od energije vazduha koji ističe, a isto tako slobodni kraj fleksibilnog creva predstavlja opasnu zonu;
4. Parni kotlovi i cevi gde se gubi para koja ima veliku toplotnu energiju mogu da izazovu ozbiljne opekotine;
5. Neočekivano kretanje pneumatskih cilindara zbog:
  - (I) vazdušnog pritiska;
  - (II) oslobađanja komprimovanog izvora vazduha.

## C. Oštre ivice

---

### 1. Sečiva i ivice opreme za rad

Opasnosti potiču od oštarih ivica sečiva alata kao što je ravni nož, glodala, kružne i trakaste testere, noževi, skalperi,..., i kada su postavljaju na mašine i kada se njima rukuje.

Na mašinama za sečenje, ivica noža treba da je nezaštićena samo u dužini koja neposredno reže.

Noževima treba rukovati samo kada su obezbeđena posebni šabloni zanošenje ili kada postoji posebna vrsta zaštitnih rukavica.



## C. Oštre ivice

---

### 4. Hrapave ivice nakon mašinske obrade

Gde god je moguće mašinskom obradom treba, umesto oštih, napraviti zaobljene ivice.

Ako ovo nije izvodljivo oštre ivice treba ručno zaobliti (oboriti).



## D. Električna energija

---

Osnovne opasnosti pri korišćenju električne energije, zbog kojih nastaje strujni udar su:

- 1) **Direktni dodir delova pod naponom je obično uslovljen neispravnošću uređaja koji se** neposredno koristi ili nestručnim korišćenjem odnosno održavanjem električnog uređaja.
- 2) **Indirektni dodir delova pod naponom se dešava kada se uređaj koji je priključen na električni napon neposredno ne koristi,** ali se zbog neispravnosti uređaja i povoljnih uslova za provođenje električne energije u blizini tog uređaja (vlaga, metalni delovi, vodovodne instalacije, instalacije grejanja) dolazi pod uticaj električne energije.
- 3) Jedna od mogućnosti štetnog dejstva je i **povratak napajanja električnom energijom** posle privremenog nestanka kada se električni uređaj može sam uključiti i naneti štete.

## D. Električna energija

---

- 4) Pri korišćenju električne energije u procesu varenja pojavljuje se opasnost od **električnog luka koje može izazvati ostećenja oka i opekotine.**
- 5) Posebnu vrstu štetnog dejstva elektricne energije predstavljaju **atmosferska pražnjenja** koja mogu izazvati prestanak rada električnih uređaja kao i strujne udare (udar groma).

Izvori opasnosti pri korišćenju električne energije su brojni i veoma je bitno da se oni upoznaju kako bi se mogli prepoznati na radnom mestu:

- a) **Neadekvatna električna instalacija (preopterećenje električne instalacije uključivanjem većeg broja potrošaca od dozvoljenog)**
- b) **Opasnost od nezaštićenih električnih delova (delovi pod naponom izloženi direktnom kontaktu, usled nepostojanja ili uklanjanja zaštitnih poklopaca)**
- c) **Visokonaponski kablovi za distribuciju električne energije (visokonaponski kablovi obično nisu izolovani i zaštićeni su samo svojim položajem)**

## D. Električna energija

---

- d) **Električni provodnici sa lošom iii oštećenom izolacijom (pre svega kod produžnih i fleksibilnih kablova za napajanje mašina, uređaja i opreme)**
- e) **Opasnost od nepravilnog uzemljenja (potpuni nedostatak uzemljenja iii nepravilno povezivanje delova opreme na sistem uzemljenja)**
- f) **Opasnost od vlažnih uslova na radnom mestu (pri radu u vlažnim uslovima rizik od električnih opasnosti se značajno uvećava)**
- g) **Intervencije na električnim instalacijama pod naponom (usled brzine iii nepaznje)**
- h) **Neadekvatna sredstva lične zaštite (korišćenje ručnog elektro alata bez izolacije iii sa oštećenom izolacijom, oštećena sredstva licne zaštite)**
- i) **Nestručno održavanje električnih instalacija (otkaze na električnoj instalaciji otklanjaju nestručne i neovlašćene osobe)**

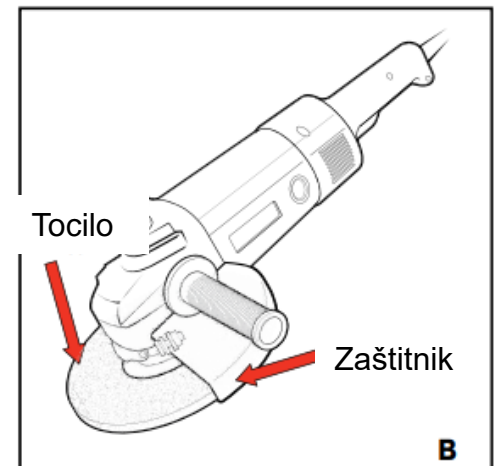
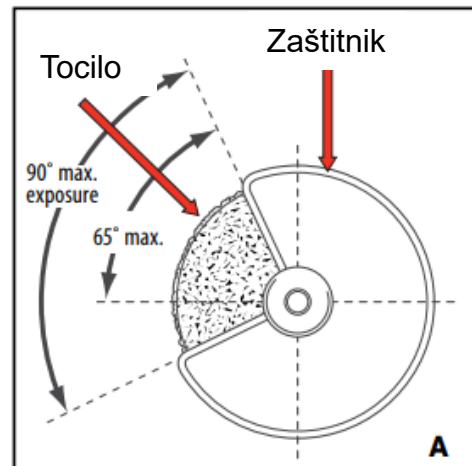


## E. Opasnosti zbog materijala - **Izletanje materijala ili delova**

1. Dvostrana tocila, pored opasnosti od samih tocila, stvaraju opasnosti od **izbacivanja prašine i otpadaka**.

Na postolje na koja se montiraju dvostrana tocila opiljci treba da bude sprovedeni daleko i da se prikupljaju, vodeći računa da spreči paljenje.

Ručne brusilice stvaraju iskre koje mogu izazvati požar.



## E. Opasnosti zbog materijala - **Izletanje materijala ili delova**

---

Zavarivanje može dovesti do rizika od oštećenja očiju kao i od opekotina. Rukovalac treba da nosi zaštitne naočare. Takođe postoji opasnost od paljenja zapaljivih materija u blizini pa određene protivpožarne mere se moraju preduzeti.



## E. Opasnosti zbog materijala - **Izletanje materijala ili delova**

---

3. Curenje tečnosti iz cevi može da stvara zonu opasnosti zbog:
- **Opasne prirode materije** koja curi i zato je neophodna odgovarajuć zaštitna odeća
  - **Stvaranje mrlja tečnosti po podu** koji može biti uzrok stvaranju opasne zone zbog opasnosti klizanja.
4. Curenje gasova iz cevi i/ili isparenja mogu dovesti da opasnih zona zbog svoje **otrovne ili zapaljive prirode**



## E. Opasnosti zbog materijala - **Curenje materije**

---

1. Visok pritisak pare predstavlja veliki rizik, jer na mestu curenja, pare mogu biti nevidljive;
2. Opasne hemikalije koje mogu biti toksične, korozivne, kancerogene, veoma zapaljive i nadražujuće;



## E. Opasnosti zbog materijala - **Curenje materijala**

---

3. Prašina nastala u procesu obrade može predstavljati opasnost po zdravlje i rizik od požara, a posebno veoma fini prah (metalni i organski). Gde je prašina prisutna, postoji rizik od požara i eksplozije pa se rizik može smanjiti visokim standardima za održavanje i održavanjem.
4. Za procese koji stvaraju gasove koji mogu da odu u atmosferu ili kao direktna posledica rada ili isparenja (lemljenje, zavarivanje) **treba obezbediti sistem za odsisavanje.**



## F. Zračenja

---

**Zračenja, jonizujućeg i nejonizujućeg karaktera, se mogu pojaviti pri korišćenju opreme za rad i mogu predstaviti značajne opasnosti po zdravlje**

**1. Jonizujuća zračenja** mogu da izazovu unutrašnja oštećenja ćelija tela i da ometaju stvaranje novih krvnih ćelija. U industrijskim primenama, izvori jonizujućeg zračenja treba da bude postavljeni u odgovarajuće kapsule u koji su ugrađeni tako da kada nisu u upotrebi kapsule se mogu smestiti na bezbedno mesto.

Rendgen aparati, kod kojih je jonizujuće zračenje električno generisano, treba da bude odgovarajuće pregledani i tako projektovani da se mogu isključiti osim kada je potrebno zračenje (pregled).

Jonizujuća zračenja imaju **talasne dužine manje od  $10^{-8}$  metara sa frekvencijama iznad  $10^{14}$  kHz**

## F. Zračenja

---

2. **nejonizujuća zračenja** pokrivaju opseg **talasnih dužina od  $10^{-9}$  do  $10^5$  metara i frekvencije od 1 do  $10^{14}$  kHz.**

Oni imaju oblast primene:

- (I) **UV zračenja**, se koristi za ubrzavanje sušenja materijala, može da izazove rak kože i kataraktu oka. Pri projektovanju opreme za rad treba ultravioletni izvor zaštititi da ne postoji curenje ultraljubičastog zračenja.
- (II) **Infracrveni zraci**, koji se koriste u kontroli i stvaraju određene opasnosti, osim na talasnim dužinama na kraju svog spektra.

## F. Zračenja

---

- (III) **laseri**, se koriste u hirurgiji, sečenju materijala, graviranju, merenju, a javljaju se preko infracrvene vidljive svetlosti u UV oblastima spektra. Visok intenzitet generisanog snopa može da bude štetan po oči i u upotrebi snop treba da budu potpuno zatvorene ili da rukovaoc nosi specijalne zaštitne naočari.
- (IV) **radio frekvencija**, koja se koriste kod indukcionog grejanja i kod mikrotalasnih peći, može da izazove unutrašnje zagrevanje tkiva. Mašine i oprema koja koristi ove tehnologije bi trebalo da imaju zaštine oklope i da su bezbedno uzemljene.



## F. Zračenja

3. **Svetlost** je deo spektra elektromagnetnog zračenja iz opsega dužina vidljivih golim okom.

- U širem smislu termin svetlosti se koristi da označi elektromagnetno zračenje bilo koje talasne dužine.
- Vidljiv deo elektromagnetnog spektra je u području talasnih dužina od 380 do 780 nm, odnosno frekvencije od  $4 \times 10^{14}$  do  $7,9 \times 10^{14}$  Hz.
- Stepem vidljivosti i udobnosti potrebno je u širokom spektru radnih mesta, a regulisan je vrstom i trajanjem aktivnosti.

Mjesto izvođenja rada	Njemački DIN (lx)	Inženjerijsko udruženje za osvjetljenje IES (lx)
Precizni montažni rad	1000	3000
Vrlo precizan rad na alatnim mašinama	1000	7500
Opšti rad u kancelarijama	500	750

*Nivo osvetljenosti prema pojedinim standardima*

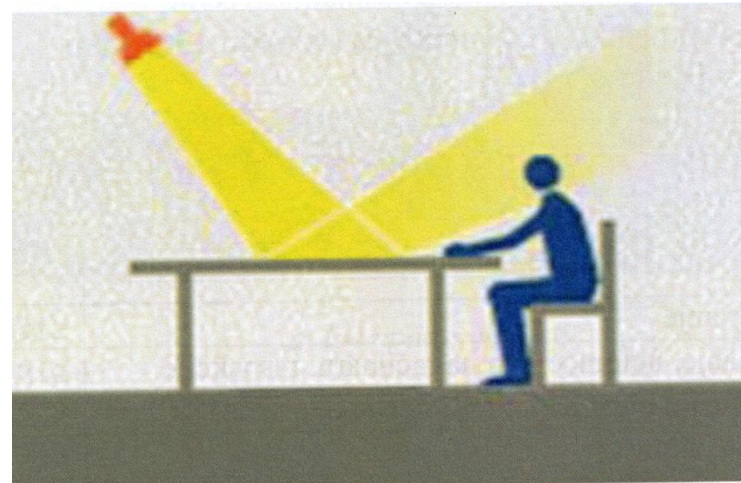
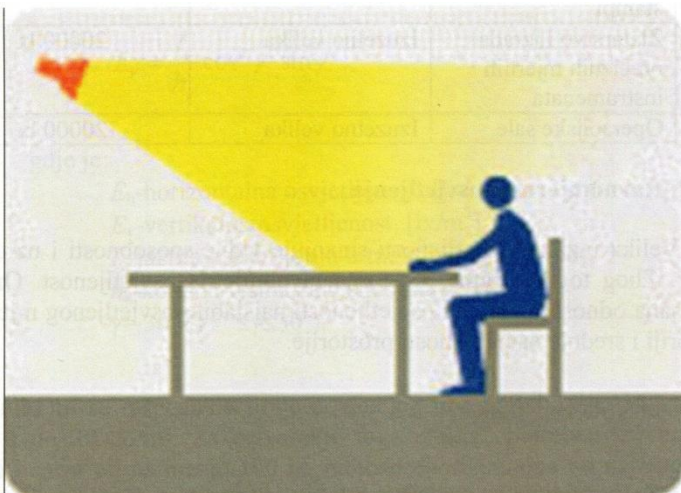
## F. Zračenja

Odgovarajuće **osvetljenje** je neophodno za efikasno i bezbedno korišćenje opreme za rad, ali se mora projektovati, tako da osigura da ne stvara opasnosti. Te opasnosti mogu biti:

(I) **Odsjaj**, loše pozicionirane svetiljke koje mogu ometati pravila pregled rada. To je poseban problem gde je neophodna kontrola rada za održavanje kvaliteta.

Odsjaj dovodi do smanjene vidne sposobosti i zamora. Postoje tri vrste odsjaja:

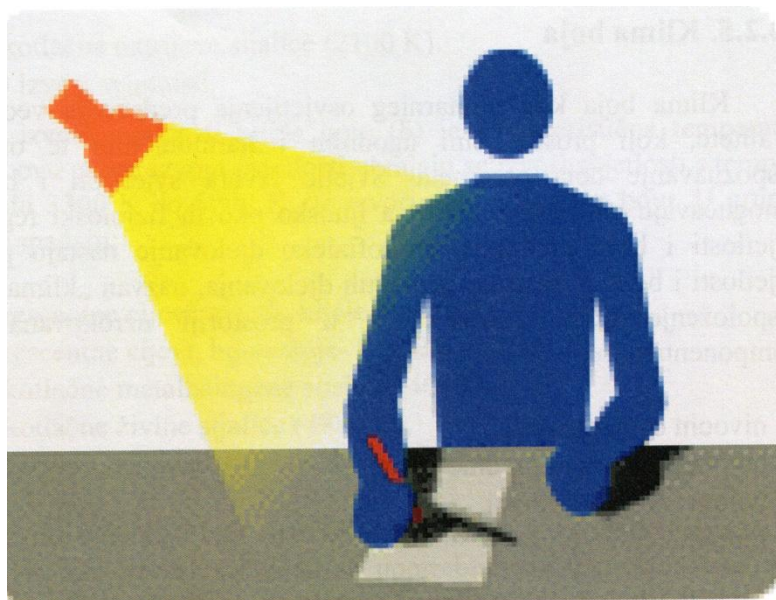
1. **direktno** – potiče od samog izvor svetlosti,
2. **indirektno** – nastaje refleksijom svetlosti od različitih površina u prostoriji,



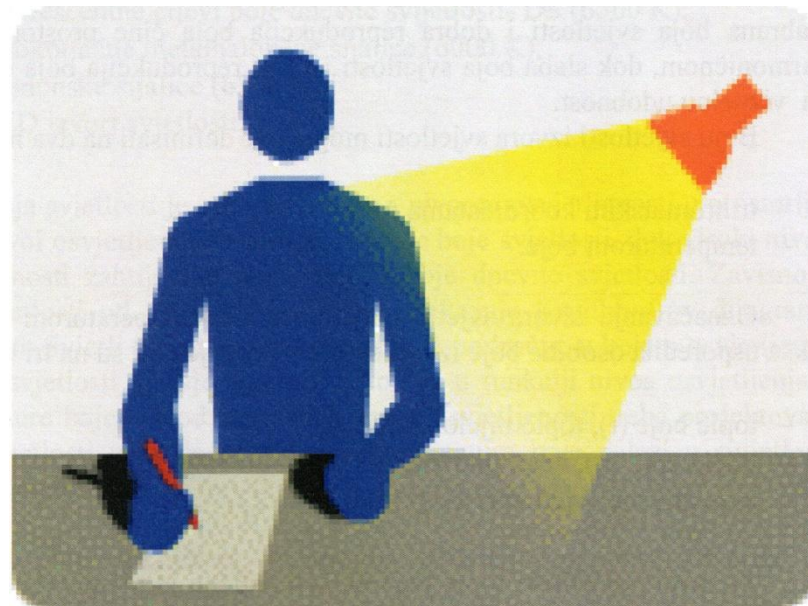
## F. Zračenja

**3. kontrasto (Stroboskopski efekti)** nastaje kada se rotirajući delovi, diskovi, itd., obrću sa istom frekvencijom kao i treperenje osvetljenja. Ovo može stvoriti efekat da delovi miruju, a u stvari, oni se i dalje obrću. To se dešava kod primene fluorescentnih svetiljki. Ovo može biti prevaziđeno korišćenjem sijalica sa užarenim vlaknima ili upotrebom para fluorescentnih svetiljki koje se napajaju sa različitih faza.

**(II) Senke** koje sprečavaju jasnu pregled zone rada. Raspored mašina treba da obezbedi postavljanje osvetljenja da ne stvara senke.



*Loš upad svetlosti*



*Dobar upad svetlosti*

## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Buka

---

Pod dejstvom dinamičkih sila javlja se vibriranje čestica mehaničkog sistema. Na graničnim površinama mehaničkog sistema se to vibriranje prenosi na čestice elastične sredine - vazduh i tada se naziva akustično oscilovanje, odnosno **zvuk**.

Obzirom da se pri radu mašine/opreme, čak i u praznom hodu, javlja veliki broj dinamičkih sila, njihov odziv je u elastičnoj sredini zapravo buka.

U cilju kvantifikovanja buke radi procene njenog štetnog delovanja na čoveka, razmatraju se njeni parametri počev od akustične energije. To je zapravo novi oblik energije prenet, na graničnim površinama mehaničkog sistema, spoljnoj sredini:

$E = P \cdot t$ , gde je

$P$  zvučna ili (akustična) snaga:  $P = I \cdot A$

Intenzitet zvuka je:  $I = (p^2)/(\rho \cdot c)$

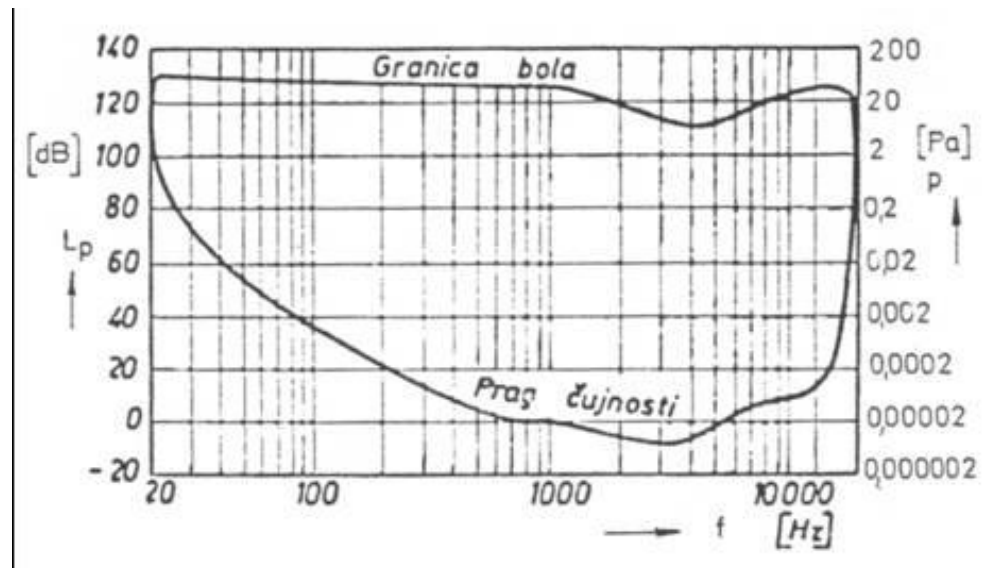
## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Buka

---

- Zvučni pritisak “p” je (za razliku od statičkog - atmosferskog) posledica elastičnog oscilovanja čestica vazduha i osnovni je parametar utvrđivanja veličine buke.
- Obzirom da je on, kao posledica oscilovanja, promenljiv, uobičajeno je njegovo iskazivanje u vidu tzv. “efektivne vrednosti” ili RMS vrednosti.
- Usled toga što se buka ovde razmatra zbog uticaja na čoveka, područje interesovanja se ograničava na oblast u kojem organ sluha čoveka reaguje. Uvode se naime granične frekvencije i zvučni pritisci kojima je definisana tzv. čujna oblast

## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Buka

- Najmanja frekvencija reagovanja ljudskog uha usvojena je 20 [Hz] , a najveća 20.000 [Hz]. Akustične pojave postoje i ispod i iznad tih granica, i onda je to infrazvuk i ultrazvuk.
- Što se pritiska tiče, neophodna je neka najmanja vrednost da bi se kod čoveka izazvao osećaj čujnog zvuka. Ona se naziva **prag čujnosti**, i promenljiva je po pojedinim frekvencijama.
- Gornja granica pritiska je tzv. **granica bola** (koja naravno ne sme da se prekorači u prisustvu čoveka) i ona je takođe promenljiva, tj. nelinearna.



## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Buka

Buke koju stvara mašina treba procenjivati u završnoj fazi montaže.

Mere predostrožnosti, kao što je smanjenje kontakta metal na metal, kočenje, ugradnja apsorbera zvuka, itd. treba preduzeti da se smanji emisija buke na minimum.

Nivo buke koju emituju mašine **treba meriti i kupac i korisnik.**

Vrsta djelatnosti	doozvoljeni nivo buke na radnom mjestu, dB(A)		
	a	b	c
– fizički rad bez zahtjeva za mentalnim naprezanjem i opažanjem okoline sluhom	90	84	80
– fizički rad usmjeren na tačnost i koncentraciju; – povremeno praćenje i kontrola okoline sluhom; – upravljanje prevoznim sredstvom	80	74	70
– rad koji se obavlja po čestim govornim komandama i akustičnim signalima; – rad koji zahtjeva stalno praćenje okoline sluhom – rad pretežno mentalnog karaktera ali rutinski	-	70	60
– rad pretežno mentalnog karaktera koji zahtjeva koncentraciju, ali rutinski rad	70	64	55
– mentalni rad usmjeren na kontolu rada grupe ljudi koja obavlja pretežno fizički rad; – rad koji zahtjeva koncentraciju ili neposredno govorno i telefonsko komuniciranje	-	60	50
– mentalni rad usmjeren na kontolu rada grupe ljudi koja obavlja pretežno mentalni rad; – rad koji zahtjeva koncentraciju, neposredno govornu i telefonsku komunikaciju – rad isključivo vezan za razgovore preko komunikacijskih sredstava (telefon)	-	55	45
– mentalni rad koji zahtjeva veliku koncentraciju, isključivanje iz okoline, preciznu psihomotoriku ili komuniciranje sa grupom ljudi	-	-	40
– rad vezan za veliku odgovornost, komunikaciju radi dogovora sa grupom ljudi	-	-	35

## **G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Buka**

---

Pojedini standardi za merenje buke:

SRPS EN ISO 11200:2015 - Akustika - Buka koju emituju mašine i oprema - Smernice za korišćenje osnovnih standarda za određivanje nivoa zvučnog pritiska na radnom mestu i na drugim definisanim položajima.

SRPS EN ISO 11201:2014 - Akustika - Buka koju emituju mašine i oprema - Određivanje nivoa zvučnog pritiska emisije na radnom mestu i na drugim definisanim položajima u približno slobodnom polju iznad refleksione ravni, sa neznatnim korekcijama okoline.

SRPS EN ISO 11202:2011 - Akustika - Buka koju emituju mašine i oprema - Merenje nivoa zvučnog pritiska emisije na radnom mestu i na drugim definisanim položajima primenom aproksimativnih korekcija životne sredine.

SRPS EN ISO 11203:2011 - Akustika - Buka koju emituju mašine i oprema - Određivanje nivoa zvučnog pritiska emisije na radnom mestu i drugim definisanim položajima na osnovu nivoa zvučne snage.



## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

---

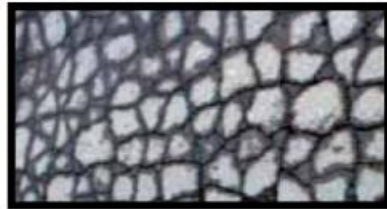
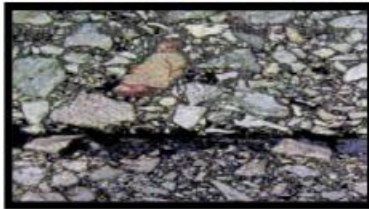
- Pri radu mašine/opreme se javljaju sile promenljivog intenziteta u vremenu, tj. dinamičke sile. One su prisutne čak i pri radu u praznom hodu, uz dodatne koje nastaju u procesu obrade materijala.
- Često se primenjuju dva naziva za istu pojavu koja predstavlja odziv nekog sistema izloženog dejstvu dinamičke sile: oscilovanje (oscilacije) i vibriranje (vibracije).
- Promena neke veličine u funkciji vremena u odnosu na neku referentnu vrednost te veličine, pri čemu su vrednosti te veličine naizmenično veće i manje od referentne vrednosti nazivaju se oscilacijama.
- Vibracije predstavljaju oscilatorno kretanje mehaničkog sistema pri čemu su pomeranja tačke sistema mala u poređenju sa dimenzijama samog sistema, a period oscilovanja znatno manji od vremena u kome se kretanje posmatra.

## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

---

U radnoj sredini pobuda vibracija može biti:

- spoljašnja (nastaje usled dejstva veličine neravnina podloge po kojoj se kreću transportna sredstva i brzine kretanja transportnih sredstava)

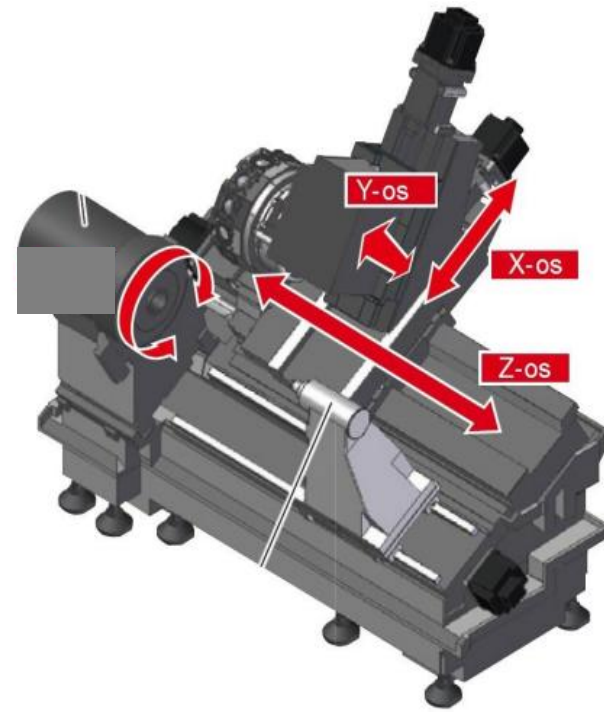


## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

---

U radnoj sredini pobuda vibracija može biti:

- unutrašnja (nastale zbog odvijanja procesa između pokretnih delova mašinskih sistema koji uzrokuju dejstvo sila koje pobuđuju vibracije: inercijalne sile, sile sudara delova, sile trenja tj. klizanje delova mašina i kotrljanje).



## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

---

Čovek je izložen dejstvu vibracija koje se mogu svrstati u tri kategorije:

I. samopobudne vibracije: dolaze od pokreta koji su sastavni deo njegovog svakodnevnog života (pešačenja, trčanja, sportska ili rekreaciona aktivnost);



## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

---

Čovek je izložen dejstvu vibracija koje se mogu svrstati u tri kategorije:

II prinudne vibracije pri psihofiziološkom angažovanju: nastaju pri njegovom aktivnom učešću u sistemu čovek-mašina sa određenim zadatkom i ciljem (vozač, traktorista, radnik sa vibroalatom i sl.)



## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

---

Čovek je izložen dejstvu vibracija koje se mogu svrstati u tri kategorije:

III prinudne vibracije bez psihofiziološkog angažovanja:  
izložen je njihovom dejstvu nezavisno od svoje volje (putnik u prevoznom sredstvu, radnik u kancelariji i sl.).

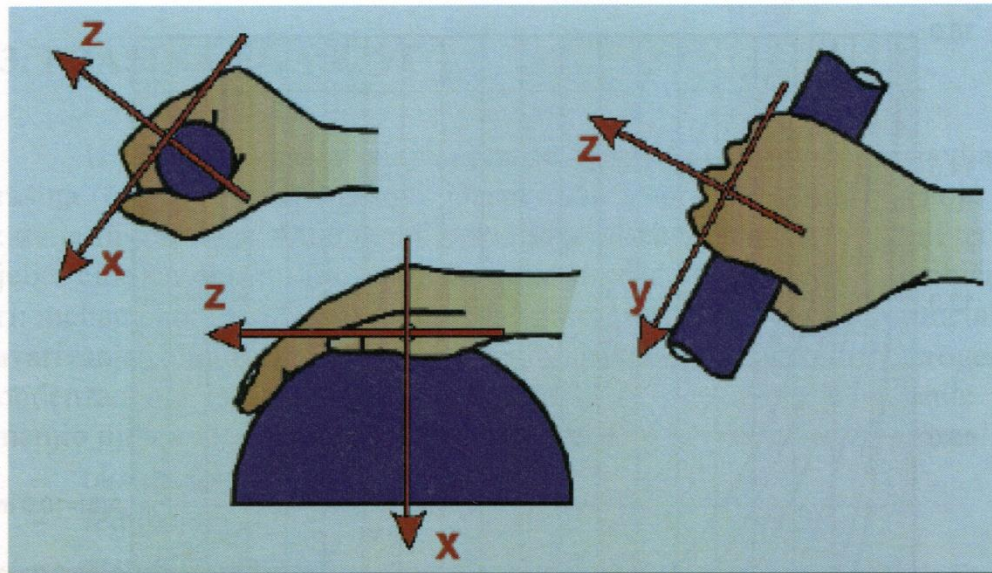


## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

---

Pri tom vibracije mogu biti i:

- opšte: javljaju se samo kada se čovek nalazi u vibrirajućoj sredini i deluju na celo telo, npr. kada sedi, leži ili stoji na nekoj vibrirajućoj potpornoj površini; pravci delovanja opštih vibracija određeni su prema trima anatomskim osama čoveka (x,y,z) koje se seku u predelu srca;
- lokalne: deluju na pojedine delove čovečjeg tela, npr. lokalne ručne vibracije gde je pravac delovanja određen pravouglim koordinatnim sistemom sa osama (x<sub>h</sub>,y<sub>h</sub>,z<sub>h</sub>) koje se seku u predelu treće metakarpalne kosti šake.



## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

---

Ako se ljudsko telo posmatra kao mehanički sistem, onda je pri niskim frekvencijama i niskom nivou vibracija utvrđeno da se vibracije sa frekvencijom:

- od 10Hz do 30Hz osećaju celim telom;
- do 40Hz uglavnom u predelu glava i vilica;
- od 50Hz do 70Hz u oblasti donjih ekstremiteta (u predelu kolena) i
- preko 70Hz samo u predelu stopala.



## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

---

Rezonanca nastaje pri podudarnosti frekvencije prinudnih ili samopobudnih vibracija sa frekvencijom tkiva određenog organa. U takvim slučajevima čak i vibracije sa relativno malom amplitudom mogu dovesti do velikih poremećaja u unutrašnjim organima.

Део људског тела	$f_0(\text{Hz})$
Глава-аксијално	25
Очна јабучица, интраокуларне структуре	30-80
Рамени појас	4-5
Доњи део руке	16-30
Кичмени стуб-аксијално	10-12
Стисак шаке	50-200
<i>Особа у стајаћем положају</i>	
Грудни кош	60
<i>Шака-рука</i>	
Абдоминална маса	4-8
<i>Особа у седећем положају</i>	
Ноге за савијена колена	2
Ноге при стајању	>20

*Karakteristične rezonantne frekvencije ljudskog tela*

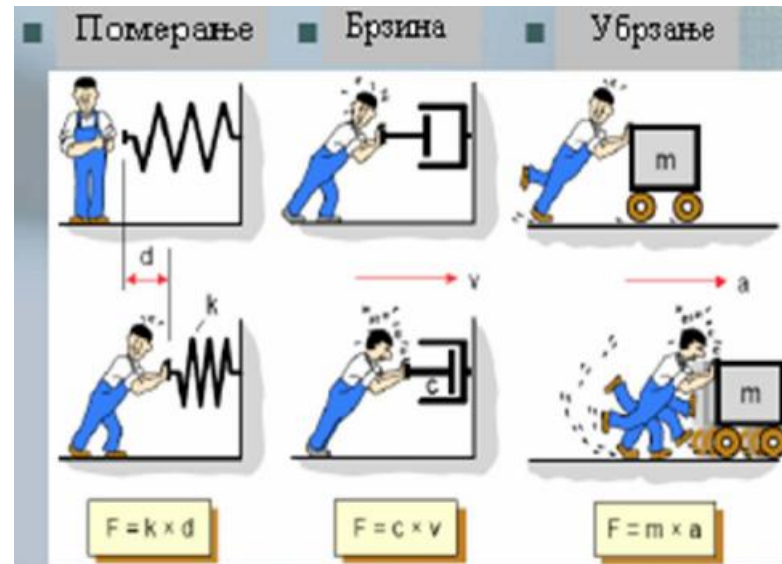
# G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

Procena uticaja vibracija na organizam vrši se pomoću standarda:

- ISO 2631 – Vibracije celog tela
- ISO 5349 – Vibracije sistema šaka-ruka
- ISO 8041 – Projektovanje i klasifikacija merne opreme za vibracije

Faktori za procenjivanje štetnog dejstva vibracija na čovekovo telo su:

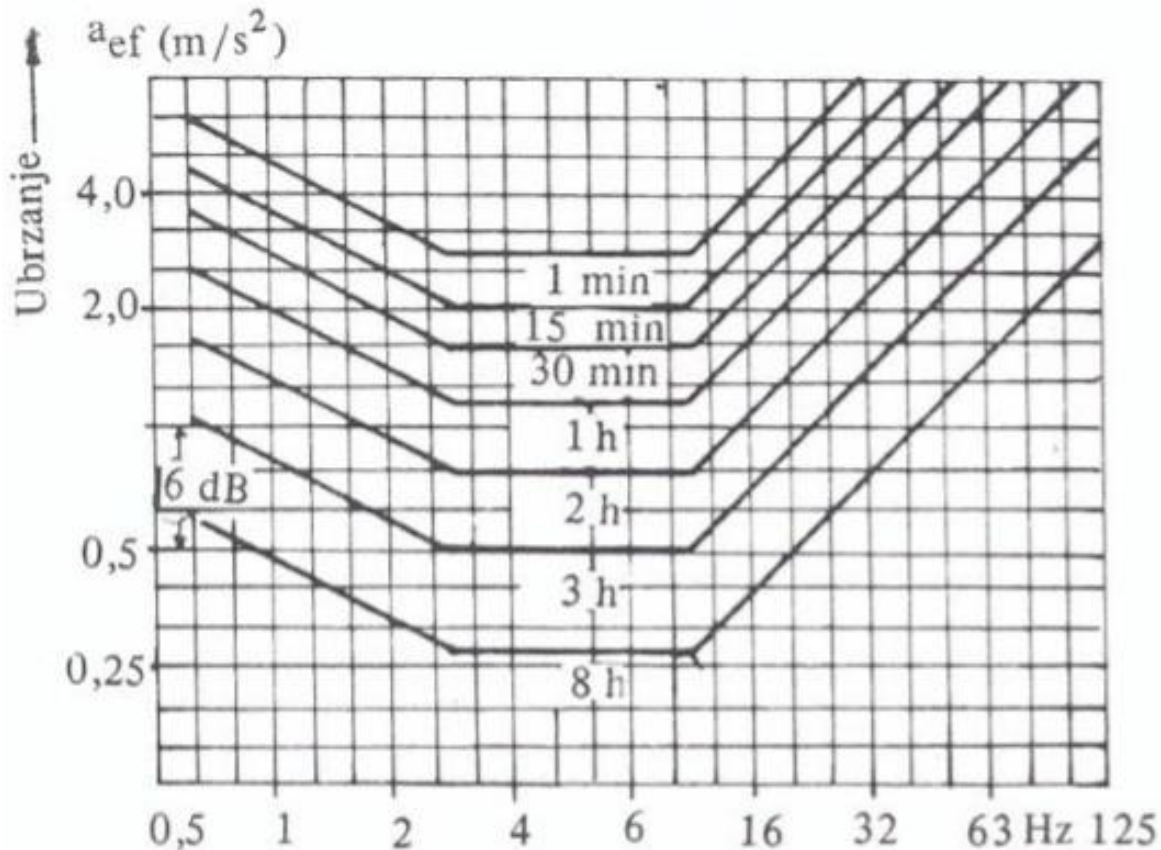
- kinematski parametri,
- smer dejstva,
- frekvencija,
- vreme izloženosti



## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije

Dnevna izloženost vibracijama je ukupni nivo vibracija kojoj je izložen rukovaoc u toku osam sati izražena u  $m/s^2$ .

Nivo dnevne izloženosti vibracijama je ograničen na  $5 m/s^2$  koji se ne sme prekoračiti, a nivo upozoravajuće vrednosti je  $2,5 m/s^2$ .



## **G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Vibracije**

---

Pojedini standardi koji se odnose na vibracije:

SRPS EN 13490:2010 - Mehaničke vibracije - Vozila za unutrašnji transport - Laboratorijsko vrednovanje i specifikacija mehaničkih vibracija sedišta rukovaoca.

SRPS EN ISO 13753:2010 - Mehaničke vibracije i udari - Vibracija ruke - Metoda za merenje prenošenja vibracije elastičnih materijala onda kada su opterećeni rukom.

SRPS EN ISO 20643:2010 - Mehaničke vibracije - Ručne i ručno vođene mašine - Principi za ocenjivanje emisije vibracija

SRPS EN 30326-1:2008 SRPS EN 30326- 1:2008/A1:2012 SRPS EN 30326- 1:2008/A2:2012 - Mehaničke vibracije - Metoda laboratorijskog vrednovanja vibracija na sedištima vozila - Deo 1: Osnovni zahtevi

## G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Temperatura

---

Ekstremne temperature mogu imati štetan uticaj na karakteristike materijala i ozbiljno ugroziti njihovu sposobnost da zadrže potrebne performanse. Gde je mašina odgovorna za rad na ekstremnoj temperaturi, to se mora uzeti u obzir pri projektovanju.

Velike mase toplote kao što su kupolne, visoke peći, tečni metali, itd., daju efikasno upozorenje na visoke temperature.

Međutim, lokalna topla mesta, kao što su elektrolučno zavarivanje, lemljenje, visoke temperature delova procesa, možda nedovoljan kapacitet grejanja ne daje očigledno upozorenje.

## **G. Štetnosti zbog fizičkih agenasa - Temperatura**

---

Gde god moguće, tople komponente treba da budu adekvatno zaštićene i / ili treba da postoji odgovarajuće upozorenje.

Kontakt sa ekstremno niskim temperaturama, kao i visoke temperature može da izazove opekotine.

I u tim slučajevima treba da postoji upozorenje o opasnosti.

# Ergonomske opasnosti

- Ergonomija proučava uslove rada, kao i mogućnosti prilagođavanja čoveka tim uslovima, odnosno načine i metode za prilagođavanje uslova rada čoveku.
- Glavni cilj ergonomije predstavlja smanjenje broja obolelih radnika od grupe oboljenja koje se zajednički zovu **mišićno- koštani poremećaji (MKP)** i koji predstavljaju najčešća oboljenja u vezi sa radom.
- Ukoliko se ne poštuju ergonomske principi, radnik je izložen nizu faktora rizika, a krajnji rezultat je razvoj niza bolesti mišićnog koštanog sistema.



# Ergonomske opasnosti

Osnovni ergonomske faktori rizika su:

1. Ponavljanje jednog pokreta mnogo puta
2. Neprestano ili besprekidno izvođenje pokreta
3. Neudoban položaj, statički položaj tela, vibracije
4. Dugotrajno sedenje
5. Koriscenje velike sile delova ili celog tela u okviru radnih aktivnosti
6. Izvođenje radnih aktivnosti koji zahtevaju velika istezanja tela ili delova tela
7. Manualni poslovi (podizanje, spustanje, guranje, nosenje) i rad sa teskim
8. predmetima
9. Manipulacija teretima ispod visine kolena ili iznad visine ramena
10. Manipulacija gabaritno velikim predmetima
11. Ne prirodan položaj zglobova i kontaktna opterećenja.





# Ergonomske opasnosti

---

Postoji jako veliki broj mera i aktivnosti koje se mogu preduzeti u cilju smanjivanja ergonomskih rizika i mogućnosti nastajanja mišićno koštanih poremećaja.

**Osnovne grupe aktivnosti su:**

## 1) Promene u dizajnu i organizaciji radnog mesta

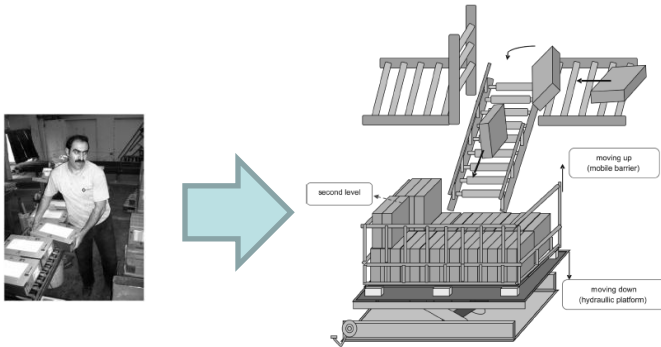
Redizajn radnog mesta može biti i veoma jednostavan i da se odnosi samo na preraspodelu i pravilniju organizaciju sredstava za rad i materijala kako bi sve bilo na dohvat ruke. Redizajn radnog mesta može se odnositi i na upotrebu ergonomske oblikovanih sredstava za rad.



# Ergonomske opasnosti

## 2) Promene u načinu organizovanja i realizaciji radnih aktivnosti

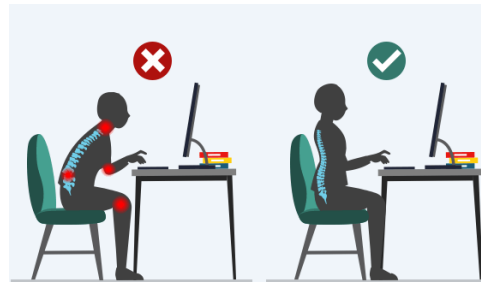
- Primenom organizacionih mera i promenama u načinu organizovanja i realizacije radnih aktivnosti mogu se postići značajna poboljšanja i smanjenja negativnog uticaja radnog mesta na radnike.



## 3) Odmor i fizičke vezbe



## 4) Obuka radnika za rad na ergonomski ispravan način



## Ergonomske opasnosti – Ručno podizanje i prenošenje tereta

Veliki broj radnih aktivnosti uključuje i određeni oblik ručne manipulacije teretom kao što su podizanje, spužtanje, držanje, odlaganje, vučenje, guranje, premeštanje, pomeranje i prenošenje.

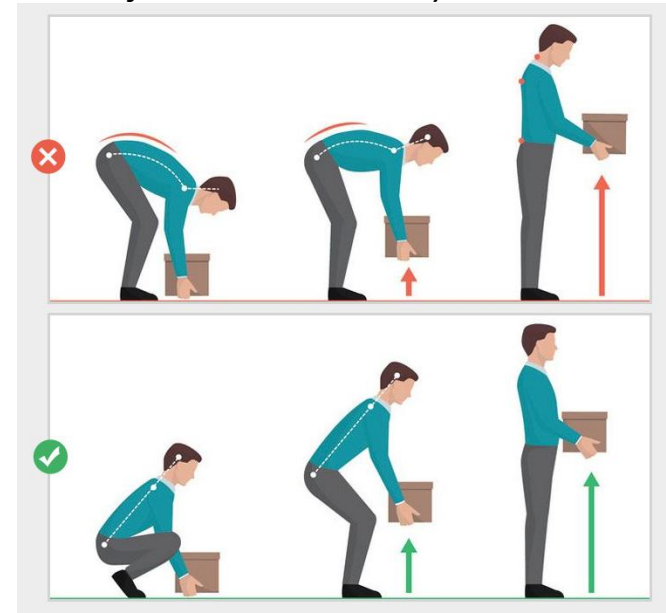
Korišćenje neodgovarajućih tehnika za ručnu manipulaciju teretom predstavlja ozbiljnu opasnost po zdravlje radnika. Povrede leđa, ramena, vrata, dlanova, ruku i nogu su često posledica ručnog manipulisanja teretima različitih karakteristika.



# Ergonomske opasnosti – Ručno podizanje i prenošenje tereta

Rizik od povrede pri ručnom prenošenju tereta zavisi od više faktora od kojih su najvažniji:

- ✓ **Vrste i karakteristika tereta** (teret je suviše težak iiii suviše veliki, teret je **teško** uhvatiti, nestabilan teret, teret može prouzrokovati povrede radnika)
- ✓ **Potreban fizički napor za podizanje i prenošenje** (potrebno je konstantno naprezanje, određena aktivnost može se izvoditi samo sa rotacijom tela, može doći do iznenadnog pomeranja tereta, aktivnost traži nestabilan položaj tela)
- ✓ **Karakteristike radne okoline** (nedovoljna visina radnog prostora, neravni iiii klizavi podovi, razlike u visini podova, nestabilnost podova i gazišta, i sl.)
- ✓ **Zahtevi posla** (visoka učestanost, suviše dug fizički napor, nije obezbeđen dovoljan odmor, prevelika rastojanja dizanja iiii prenošenja, brzina rada).



# Ergonomske opasnosti – Ručno podizanje i prenošenje tereta

---

Pravilnici i standardi povezani sa ručnom manipulacijom tereta:

Directive 90/269/EEC o minimumu zdravstvenih i sigurnosnih uslova pri ručnom prenošenju tereta u slučajevima kad postoji opasnost osobito od ozleda leđa radnika.

ISO 11228-1:2021 - Ergonomics — Manual handling — Part 1: Lifting, lowering and carrying.

SRPS EN 1005 -1:2009 - Bezbednost mašina - Fizičke performanse ljudi - Deo 1: Termini i definicije.

SRPS EN 1005 -4:2010 - Bezbednost mašina - Fizičke performanse ljudi - Deo 4: Vrednovanje položaja rada i kretanja u odnosu na mašine.

PRAVILNIK o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri ručnom prenošenju tereta („Službeni glasnik RS”, broj 106/09).

# Ponavljajuće radnje

Stanje poznato kao rad vezan za poremećaj rada gornjih ekstremiteta može nastati kada upotreba mašina i opreme zahteva često nasilno ponavljanje pokreta ruku i zglobova. Javlja se u kod korišćenja računara, postavljanja električnih instalacija, crtanja, itd.

Oprema za korišćenje u tim procesima treba da bude projektovana da smanji potrebu za ponavljajućim radnjama na minimum.

