

Katedra za mašine alatke, tehnološke procese,
fleksibilne tehnološke sisteme i procese projektovanja

**LABORATORIJA ZA MAŠINE ALATKE, FLEKSIBILNE
TEHNOLOŠKE SISTEME I AUTOMATIZACIJU
POSTUPAKA PROJEKTOVANJA**

Novi Sad, 2023. god

Naziv predmeta:

BEZBEDNOST I ZAŠTITA NA RADU SA OPREMOM ZA RAD

**3.0 ZAKONSKA REGULATIVA U OBLASTI BEZBEDNOSTI MAŠINA
(Direktive, harmonizovani standardi)**

Harmonizovani standardi

SRPS EN 547-3 Mere ljudskog tela:

Deo 3: Antropometrijski podaci

Deo 1: Osnove za utvrđivanje mera otvora za ulaz čoveka celim telom u mašinu

Deo 2: Osnove za utvrđivanje mera prilaznih otvora

Predmet i područje primene

Ovaj evropski standard utvrđuje savremene zahteve za mere ljudskog tela (antropometrijske mere), koje su potrebne za **EN 547-1 i EN 547-2** za proračun mera ulaznih otvora i njihovu primenu na mašinama i opremi.

Antropometrijski podaci su dobijeni **statističkim merenjima** nagih osoba, pri čemu nisu uzimani u obzir pokreti tela, odeća, oprema, pogonski uslovi mašina i uslovi okoline.

Podaci su zasnovani na informacijama iz antropometrijskih reprezentativnih pregleda populacionih grupa **u okviru Evrope, većih od tri miliona ljudi**. U obzir su uzimani muškarci i žene.

Podaci su navedeni prema zahtevima EN 547-1 i 547-2 za **5, 95 i 99 percentila** relevantne grupe u okviru Evrope.

Tabela 1 – Antropometrijski podatci iz evropskih pregleda

Oznaka	Objašnjenje	Vrednost, mm
h_1	Visina tela P95	1881
h_1	Visina tela P99	1944
h_3	Visina članka	96
a_1	Širina od lakta do lakta P95	545
a_1	Širina od lakta do lakta P99	576
a_3	Širina ruke sa palcem P95	120
a_4	Širina nadlanice P95	97
a_5	Širina kažiprsta (proksimalna) P95	23
b_2	Prednji zahvat P5	615
b_2	Prednji zahvat P95	820
b_2	Prednji zahvat P99	845
b_3	Visina dlana P95	30
b_4	Visina ruke merena na palcu P95	35
c_1	Dužina butine P95	687
c_1	Dužina butine P99	725

c_2	Dužina stopala P5	211
c_2	Dužina stopala P95	285
c_2	Dužina stopala P99	295
c_3	Dužina glave do vrha nosa P95	240
d_1	Prečnik ramena P95	121
d_2	Prečnik donjeg dela ruke P95	120
d_3	Prečnik pesnice P95	120
t_1	Radna dužina ruke P5	340
t_2	Dohvat ruke do lakta P5	170
t_3	Dohvat ruke na jednu stranu P5	495
t_4	Dužina ruke P5	152
t_5	Dužina šake do palca P5	88
t_6	Dužina kažiprsta P5	59

Mere ljudskog tela: Deo 1: Osnove za utvrđivanje
mera otvora za ulaz čoveka celim telom u mašinu

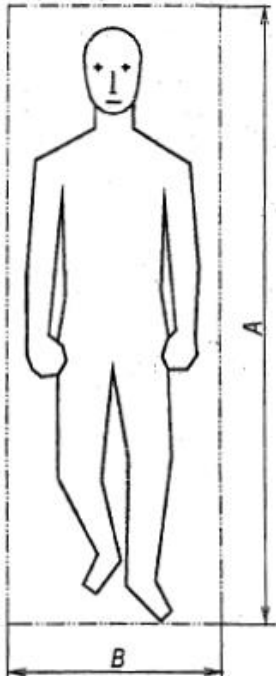
JUS EN 547-1

Otvori prolaza

Otvor prolaza **mora omogućiti** ulaz i pokrete celog tela, tako da se mogu vršiti zahvati kao što su opsluživanje rukovaoca, nadgledanje radnog procesa i kontrola rezultata rada.

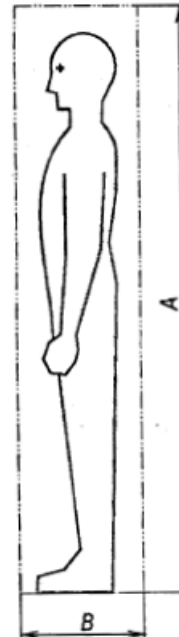
Ovaj standard utvrđuje **minimalne**, a **ne optimalne** mere otvora.

Otvor za horizontalno kretanje napred u uspravnom položaju



- $A = h_1(P95^{(1)}$ ili $P99^{(1)}) + x$
 $B = a_1(P95$ ili $P99) + y$
- A Visina otvora
 - B Širina otvora
 - h_1 Visina tela
 - a_1 Širina od lakta do lakta
 - x Tolerancija visine
 - y Tolerancija širine

Otvor za horizontalno bočno kretanje za male razdaljine u uspravnom položaju



- Ne primenjuje se za bezbednosne puteve za evakuaciju
- $A = h_1(P95) + x$
 $B = b_1(P95) + y$
- A Visina otvora
 - B Širina otvora
 - h_1 Visina tela
 - b_1 Bočna širina tela
 - x Tolerancija visine
 - y Tolerancija širine

Tolerancije visine X i širine Y za horizontalno i bočno kretanje

Tolerancije visine X:

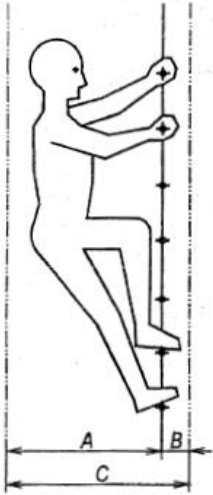
- osnovna tolerancija za pokrete tela.....50 mm
- brzi hod, trčanje ili dugotrajno korišćenje.....100 mm
- cipele ili teška obuća.....40 mm
- lična zaštitna sredstva koja povećavaju visinu tela, npr šlemovi.....60 mm

Tolerancija širine Y:

- osnovna tolerancija za pokrete tela.....50 mm
- brzi hod, trčanje ili dugotrajno korišćenje.....100 mm
- radna odeća.....20 mm
- odeća koja se oštećuje dodirrom sa zidovima prolaza.....100 mm
- deblja zimska odeća ili lična zaštitna odeća.....100 mm
- transport ranjenog lica.....200 mm

Otvori prolaza

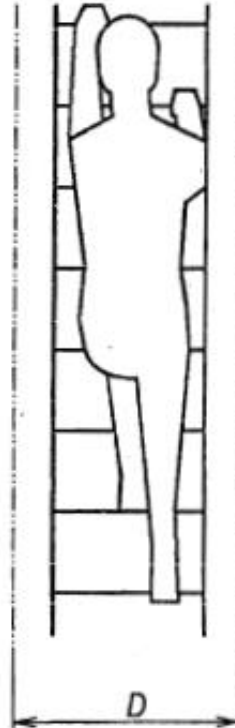
Vertikalno kretanje kroz cevovod korišćenjem lestvi



- $A = c_1(P95 \text{ ili } P99) + x$
 $B = 0,74 \cdot c_2 (P95)$
 $C = A + B$
- A Širina otvora²³
 - B Slobodni prostor za stopalo
 - C Širina cevovoda
 - c_1 Dužina butine
 - c_2 Dužina stopala
 - x Tolerancija širine

Tolerancija visine X širine Y:

- osnovna tolerancija za pokrete tela.....100 mm
- radna odeća.....20 mm
- deblja zimska odeća ili lična zaštitna odeća.....100 mm
- lična zaštitna sredstva.....100 mm

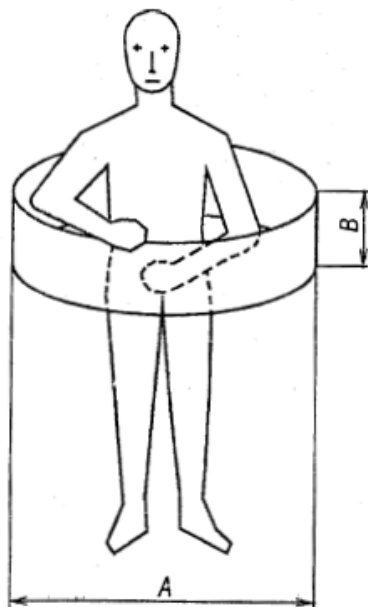


- $D = a_1 (P95 \text{ ili } P99) + y$
- D Širina otvora
 - a_1 Širina od lakta do lakta
 - y Tolerancija širine

Otvori prolaza

Tolerancije visine X i širine Y se koriste kao i kod vertikalnog kretanja kroz cevovod sa korišćenjem lestvica

Otvor kroz koji se mora omogućiti brzo aktivno kretanje



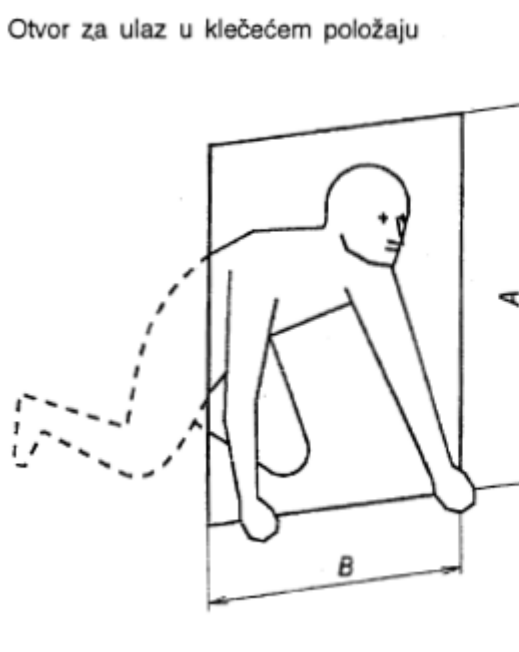
$$A = a_1 (P95 \text{ ili } P99) + x$$

A Prečnik otvora

B Dužina prolaza mora biti manja od 500 mm

a_1 Širina od lakta do lakta

x Tolerancija Otvor za ulaz u klečećem položaju



$$A = b_2 (P95 \text{ ili } P99) + x$$

$$B = a_1 (P95 \text{ ili } P99) + y$$

A Visina otvora

B Širina otvora

b_2 Prednji zahvat

a_1 Širina od lakta do lakta

x Tolerancija visine

y Tolerancija širine

Primena mera u praksi

Ovaj evropski standard navodi minimalne mere otvora, zasnovane na antropometrijskim merenjima, tj statičkim merenjima nagih osoba

Mere otvora uključujući tolerancije, u ovom standardu **ne uzimaju** uvek u obzir, na primer:

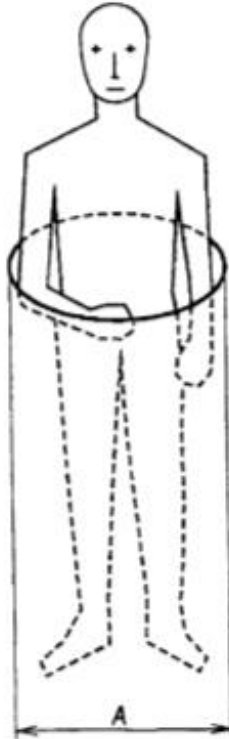
- aspekte bezbednosti i zdravlja koji nastaju usled **kontakta** sa prolazom;
- rizik za bezbednost i zdravlje korisnika, zbog **položaja tela i pokreta** koji se koriste u prolazu;
- zazuzimanje određenog položaja tela, **radi ispunjenja zahteva za korišćenje odgovarajuće snage bez preopterećenja**;
- prostor potreban za **dopremu uređaja, alata**
- prostor potreban za **korišćenje alata i uređaja u prolazu pravilnim ergonomskim načinom**;
- **lična zaštitna sredstva** koje korisnik nosi za vreme kretanja kroz prolaz;
- zahteve vezane za prostor na **ulazu i izlazu iz prolaza**.

Mere ljudskog tela: Deo 2: Osnove za
utvrđivanje mera prilaznih otvora

JUS EN 547-2

Prilazni otvori

Prilazni otvor za gornji deo tela i gornje
ekstremitete



$$A = a_1 (P95^{1}) + x$$

A	Prečnik otvora
a_1	Širina od lakta do lakta
x	Tolerancija širine

Tolerancija visine X :

- slobodan prostor za ulaz u prilazni otvor.....50 mm
- radna odeća.....20 mm
- deblja zimska odeća ili lična zaštitna odeća.....100 mm
- odeća koja se oštećuje dodirnom sa zidovima prilaznog otvora.....100 mm
- lična zaštitna sredstva.....100 mm

Uslovi koji se ispunjavaju položajem prilaznih otvora

Prilazni otvori za gornji deo tela i gornje ekstremitete



Slika B.2

Ispod prilaznog otvora ostavlja se dovoljno slobodnog prostora. Za prilazne otvore navedene su najmanje mere u tački 4.1; ove mere važe za visoke osobe u sagnutom položaju. Povećanje mera prilaznog otvora omogućava smanjenje prostora ispod njega. Smanjenje mera ne sme biti izvan mera utvrđenih u tački 4.5 u EN 547-1.

Otvor za ulaz u klečećem položaju



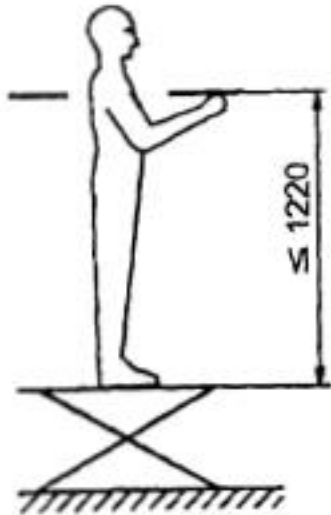
Slika B.3

Dovoljan prostor za visoku osobu u uspravnom stojećem položaju proračunava se prema tački 4.1 u EN 547-1.

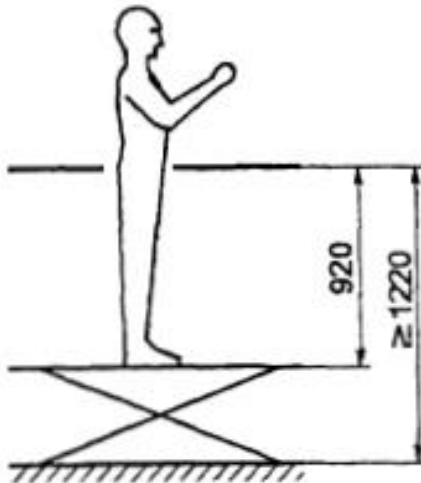
Otvor za horizontalno kretanje napred u uspravnom položaju

Uslovi koji se ispunjavaju položajem prilaznih otvora

Prilazni otvori za gornji deo tela i gornje ekstremitete



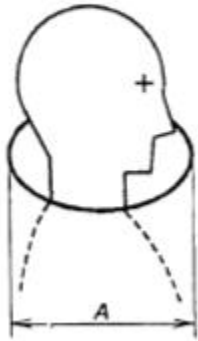
Prilazni otvor za vršenje pregleda treba da se nalazi iznad platforme najviše na visini ramena niske osobe u uspravnom stojećem položaju.



Ako rad koji se vrši kroz prilazni otvor zahteva korišćenje gornjih ekstremiteta, otvor mora biti ispod lakta osobe koja obavlja rad u stojećem položaju. Ispunjavanje zahteva u vezi sa prostorom nije moguće samo obezbeđenjem radne platforme. Predmeti koje čovek treba da dotakne moraju biti pristupačni za malu osobu.

Prilazni otvori

Prilazni otvor za glavu do ramena, za vršenje pregleda



Ovaj tip prilaznog otvora treba izbegavati gde je to moguće

$$A = c_3 (P95) + x$$

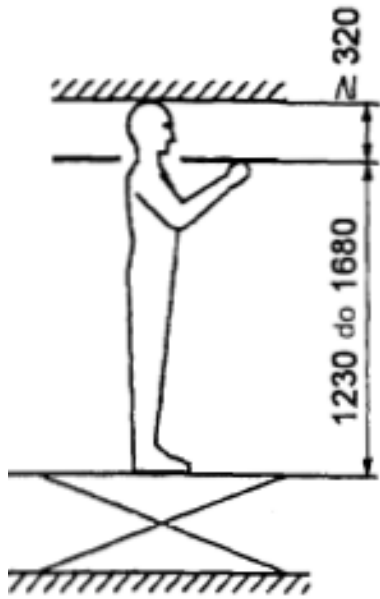
- | | |
|-------|---------------------------|
| A | Prečnik otvora |
| c_3 | Dužina glave do vrha nosa |
| x | Tolerancija |

Tolerancija visine X :

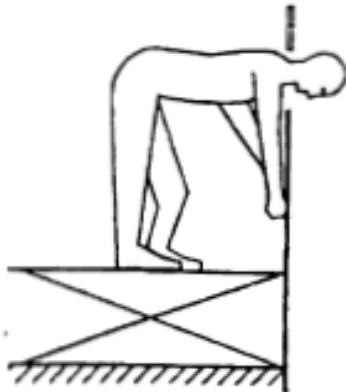
- slobodan prostor za pokrete glave50 mm
- lična zaštitna sredstva (šlem, štitnici protiv buke, naočare itd.).....100 mm
- preventivna zaštita od dodira sa prilaznim otvorom, npr. zbog hemikalija, nečistoća, itd.....100 mm

Uslovi koji se ispunjavaju položajem prilaznih otvora

Prilazni otvori za glavu do ramena za vršenje pregleda



Za glavu do ramena mora se obezbediti dovoljno prostora na unutrašnjoj strani prilaznog otvora.

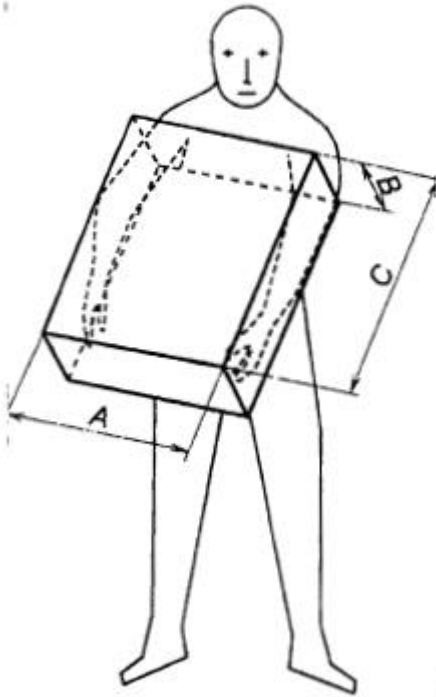


Za tip prilaznog otvora smeštenog na vertikalnoj površini osobe moraju osmatrati napred, nadole i sa strane. U tom slučaju bitan je odgovarajući razmeštaj platforme i rukohvata, a rad u ovom položaju mora trajati vrlo kratko.

Ulaženje glavom u prilazni otvor može izazvati gušenje. Zato se tamo gde je potrebno često ulaženje preporučuje vršenje pregleda na drugi način, npr. videometrijom.

Prilazni otvori

Prilazni otvor za obe ruke (u pravcu napred ili nadole)



$$A = a_1 (P95) + x$$

$$B = d_1 (P95) + y$$

$$C = t_1 (P5)$$

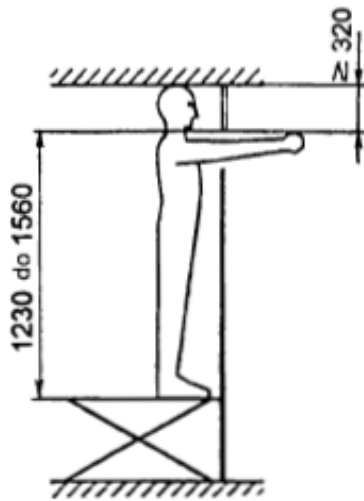
<i>A</i>	Širina otvora
<i>B</i>	Dubina otvora
<i>C</i>	Visina otvora
<i>a₁</i>	Širina od lakta do lakta
<i>d₁</i>	Širina ramena
<i>t₁</i>	Radna dužina ruke
<i>x</i>	Tolerancija širine
<i>y</i>	Tolerancija dubine

Tolerancija širine X i visine Y:

- osnovna tolerancija za pokrete.....20 mm
- radna odeća.....20 mm
- deblja zimska odeća ili lična zaštitna odeća.....100 mm
- odeća koja se oštećuje dodirrom sa zidovima prilaznog otvora.....100 mm

Uslovi koji se ispunjavaju položajem prilaznih otvora

Prilazni otvori za obe ruke, u pravcu napred ili nadole



Slika B.8

Za prilazni otvor na vertikalnim površinama u ovom evropskom standardu važe mere samo za prilazne otvore smeštene u visini ramena tela u uspravnom stojećem položaju. Ovaj položaj može se obezbediti samo ako se visina površine oslanjanja podese odgovarajućim platformama, stepenicama itd.

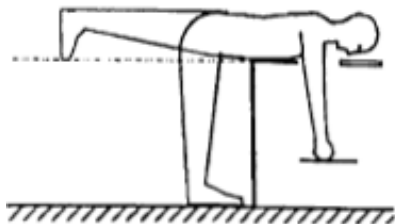
Ako nije moguće vršiti izmene površine oslanjanja, moraju se povećati mere prilaznih otvora ili smanjiti razdaljine dohvata.

Potrebno područje osmatranja ispunjava se npr. otvorima za osmatranje.



Slika B.9

Za prilazne otvore na vertikalnim površinama za klečeći položaj bez obezbeđenja povećanog prostora za kolena opslužioca, efektivna dužina radnog vremena smanjena je za 30 % zbog otežanog održavanja ovog položaja tela, a vršenje ovih aktivnosti ne sme biti često i mora trajati kratko.



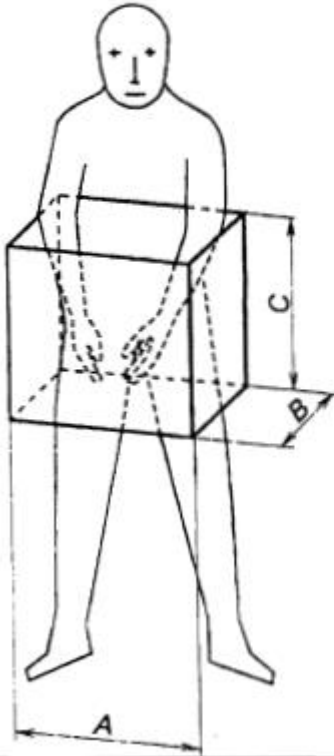
Slika B.10

Za prilazne otvore na horizontalnim površinama za ulaz u smeru nadole mora se obezbediti prostor izvan otvora za telo rukovaoca. Ovaj položaj izaziva opterećenje ako telo nema oslonac.

Ako je razdaljina od otvora do najudaljenije tačke koju treba dohvatiti veća od t_1 , moraju se povećati mere otvora da bi se omogućio ulaz gornjeg dela tela.

Prilazni otvori

Prilazni otvor za obe podlaktice (ruke do lakata) u pravcu napred ili nadole



$$A = 2d_2 (P95) + x$$
$$B = d_2 (P95) + y$$
$$C = t_2 (P5)$$

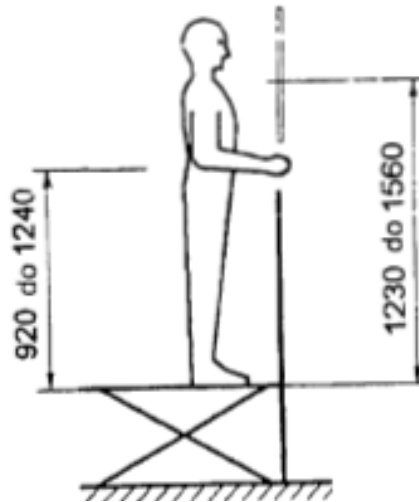
- A* Širina otvora
- B* Dubina otvora
- C* Visina otvora
- d_2 Prečnik donjeg dela ruke
- t_2 Dohvat ruke do lakta
- x* Tolerancija širine
- y* Tolerancija dubine

Tolerancija širine X i visine Y:

-osnovna tolerancija za pokrete.....20 mm

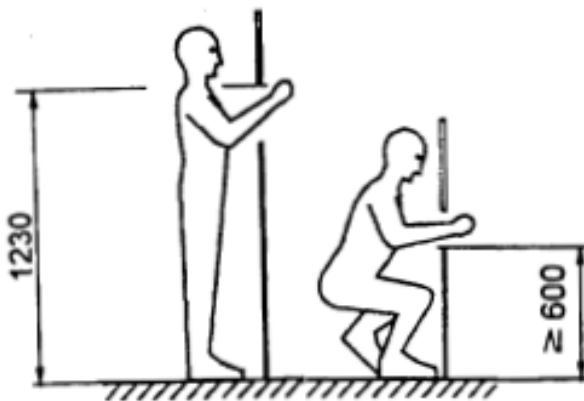
Uslovi koji se ispunjavaju položajem prilaznih otvora

Prilazni otvori za obe podlaktice (ruke do lakata) u pravcu napred ili nadole



Za prilazne otvore na vertikalnim površinama u ovom evropskom standardu važe mere za otvore koji se nalaze između visine ramena i lakta u uspravnom položaju tela.

Ovaj položaj obezbeđuje se mogućnošću promene visine površine oslanjanja pomoću npr. radnih platformi, stepenika i slično.



Slika B.12

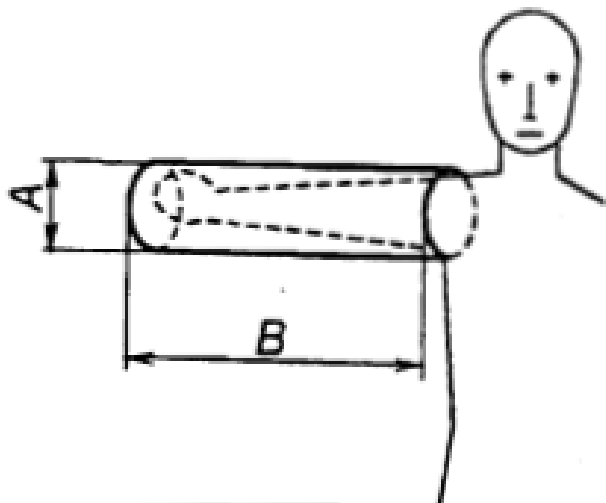
Ako nije obezbeđena mogućnost promene visine površine oslanjanja, povećavaju se mere prilaznih otvora i/ili se smanjuje razdaljina dohvata.

Potrebno područje osmatranja ispunjava se npr. otvorima za osmatranje.

Ako se prilazni otvor ne koristi često a samo korišćenje traje kratko, prilazni otvor može biti smešten između visine ramena niske osobe u uspravnom položaju i visine lakta visoke osobe u sagnutom položaju.

Prilazni otvori

Otvor za prilaz sa strane za jednu ruku do ramena



A
 B

$$A = d_1 (P95) + x$$

$$B = \xi (P5)$$

Prečnik otvora
Dubina otvora

d_1
 ξ
 x

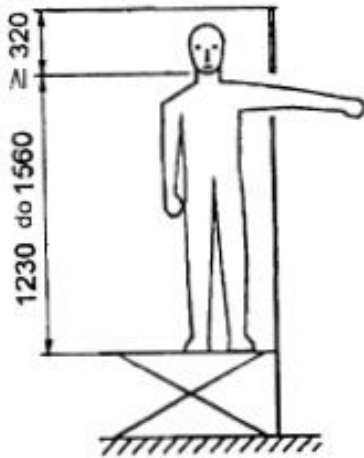
Prečnik ramena
Bočni dohvat ruke do lakta
Tolerancija

Tolerancija širine X i visine Y:

- osnovna tolerancija za pokrete.....20 mm
- radna odeća.....20 mm
- deblja zimska odeća ili lična zaštitna odeća.....100 mm
- odeća koja se oštećuje dodirrom sa zidovima prilaznog otvora.....100 mm

Uslovi koji se ispunjavaju položajem prilaznih otvora

Prilazni otvori za jednu ruku do ramena

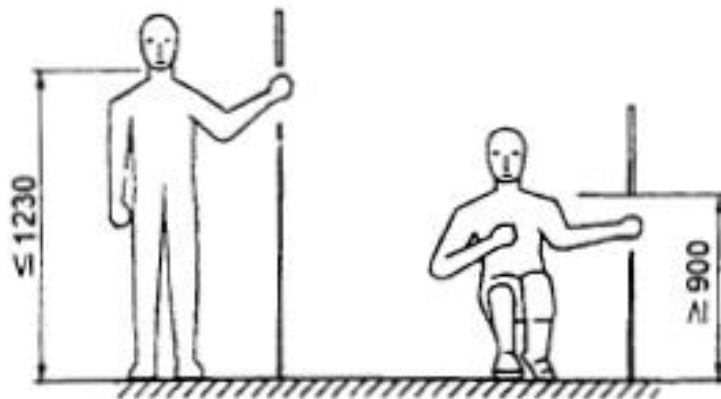


Za prilazne otvore na vertikalnim površinama u ovom evropskom standardu važe mere za otvore koje se nalaze u visini ramena tela u uspravnom položaju.

Ovaj položaj obezbeđuje se promenom visine površine oslanjanja pomoću radnih platformi, stepenika i slično.

Ako promena visine nije obezbeđena, povećava se mera *A* i/ili se smanjuje mera *B* razdaljine dohvata.

Potrebno područje osmatranja ispunjava se npr. otvorima za osmatranje.

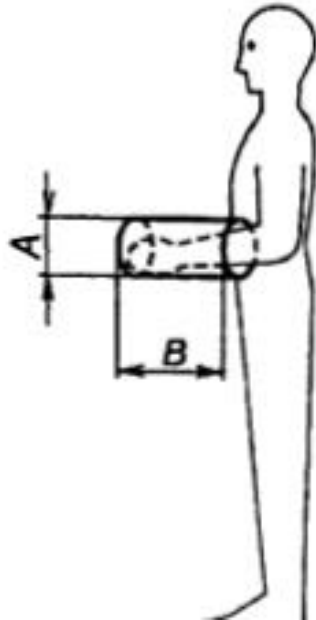


Ako se prilazni otvor ne koristi često a samo korišćenje traje kratko, prilazni otvor može biti smešten između visine ramena niske osobe u uspravnom položaju i visine ramena visoke osobe u sagnutom položaju.

Slika B.14

Prilazni otvori

Prilazni otvor za podlakticu (ruke do lakta)



$$A = a_3 (P95) + x$$

$$B = t_2 (P5)$$

A

Prečnik otvora

B

Dubina otvora

a_3

Širina ruke sa palcem

t_2

Dohvat ruke do lakta

x

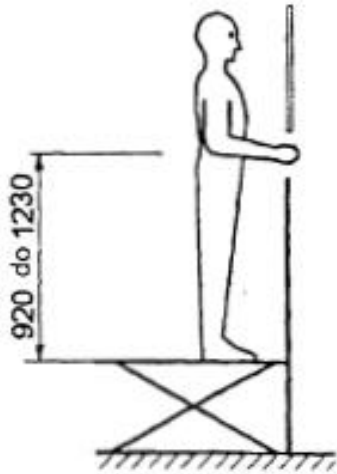
Tolerancija dohvata

Tolerancija širine X i visine Y :

- osnovna tolerancija za pokrete.....20 mm
- radna odeća.....20 mm
- deblja zimska odeća ili lična zaštitna odeća.....100 mm
- odeća koja se oštećuje dodirrom sa zidovima prilaznog otvora.....100 mm

Uslovi koji se ispunjavaju položajem prilaznih otvora

Prilazni otvori za podlakticu (ruka do lakta)

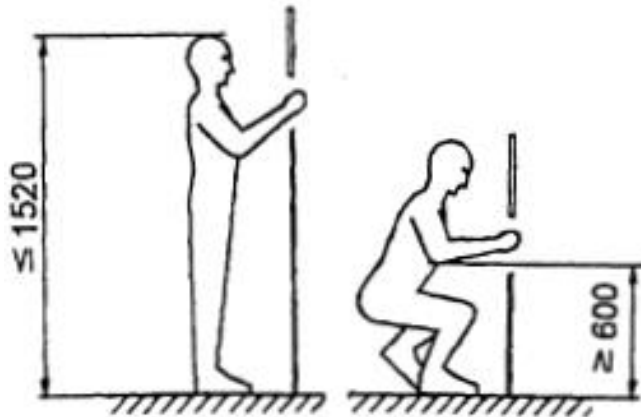


Za prilazne otvore na vertikalnim površinama u ovom evropskom standardu važe mere za otvore koji se nalaze između visine ramena i lakta tela u uspravnom položaju.

Ovaj položaj obezbeđuje se promenom visine površine oslanjanja pomoću radnih platformi, stepenika i slično.

Ako promena visine nije obezbeđena, povećava se mera *A* i/ili se smanjuje mera *B* razdaljine dohvata.

Potrebno područje osmatranja ispunjava se npr. otvorima za osmatranje.

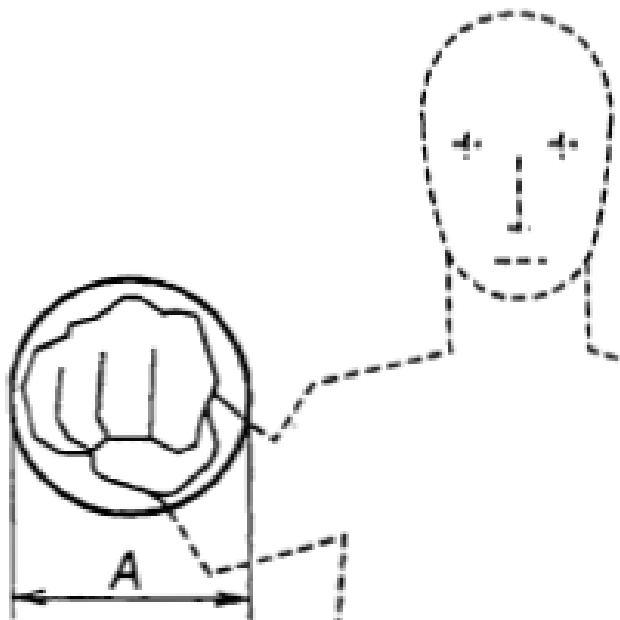


Ako se prilazni otvor ne koristi često a samo korišćenje traje kratko, prilazni otvor može biti smešten između visine tela niske osobe u uspravnom položaju i visine lakta visoke osobe u sagnutom položaju.

Slika B.16

Prilazni otvori

Prilazni otvor za pesnicu



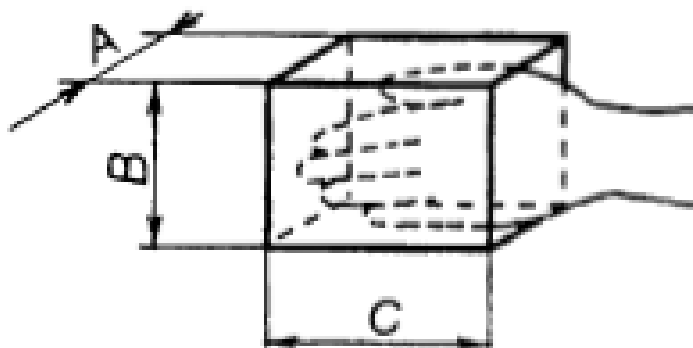
	$A = d_3 (P95) + x$
A	Prečnik otvora
d_3	Prečnik pesnice
x	Tolerancija dohvata

Tolerancija širine X:

- osnovna tolerancija za pokrete.....10 mm
- korišćenje zaštitnih sredstava za ruke.....20 mm

Prilazni otvori

Prilazni otvor za šaku, uključujući i palac



$$A = b_4 (P95) + x$$

$$B = a_3 (P95) + y$$

$$C = t_4 (P5)$$

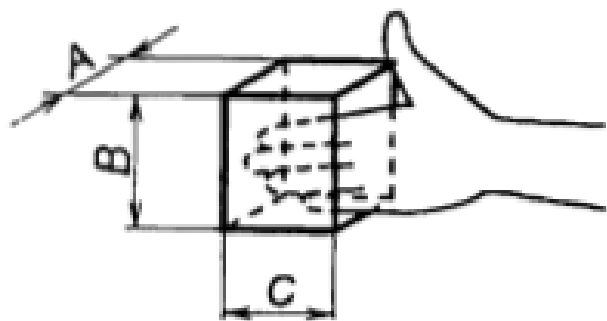
<i>A</i>	Širina otvora
<i>B</i>	Visina otvora
<i>C</i>	Dubina otvora
<i>a₃</i>	Širina šake sa palcem
<i>b₄</i>	Visina šake sa palcem
<i>t₄</i>	Dužina šake
<i>x</i>	Tolerancija širine
<i>y</i>	Tolerancija visine

Tolerancija širine X i visine Y:

- osnovna tolerancija za pokrete.....10 mm
- korišćenje zaštitnih sredstava za ruke.....20 mm

Prilazni otvori

Prilazni otvor za šaku (četiri prsta) do korena palca



$$A = b_3 (P95) + x$$

$$B = a_2 (P95) + y$$

$$C = \xi (P5)$$

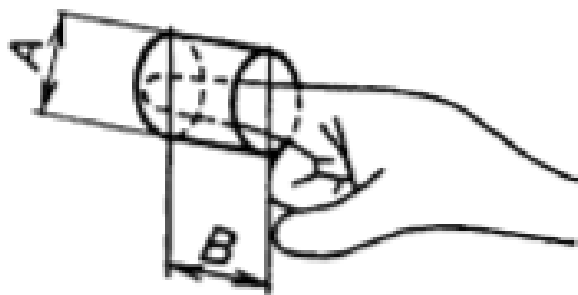
<i>A</i>	Širina otvora
<i>B</i>	Visina otvora
<i>C</i>	Dubina otvora
<i>a₂</i>	Širina šake u zapršću
<i>b₃</i>	Visina zapršća
<i>ξ</i>	Dužina šake do palca
<i>x</i>	Tolerancija širine
<i>y</i>	Tolerancija dužine

Tolerancija širine X i visine Y:

- osnovna tolerancija za pokrete.....10 mm
- korišćenje zaštitnih sredstava za ruke.....20 mm

Prilazni otvori

Prilazni otvor za kažiprst ograničen drugim prstima



$$A = a_5 (P95) + x$$

$$B = \zeta (P5)$$

A

Prečnik otvora

B

Dubina otvora

a_5

Približni prečnik kažiprsta

ζ

Dužina kažiprsta

x

Tolerancija prečnika

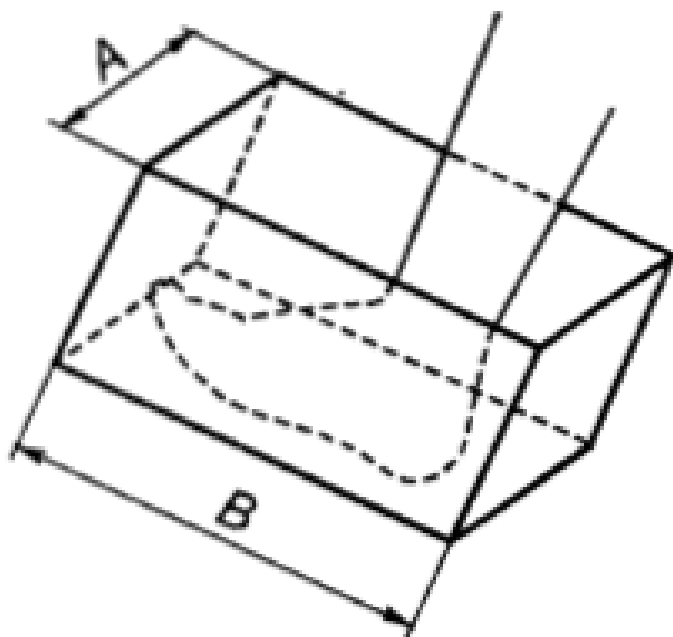
Tolerancija prečnika X :

-osnovna tolerancija za pokrete.....10 mm

-korišćenje zaštitnih sredstava za ruke.....20 mm

Prilazni otvori

Prilazni otvor za jedno stopalo do članka



$$A = a_0 (P95) + x$$

$$B = c_2 (P95) + y$$

A	Širina otvora
B	Dužina otvora
a_0	Širina stopala
c_2	Dužina stopala
x	Tolerancija širine
y	Tolerancija dužine

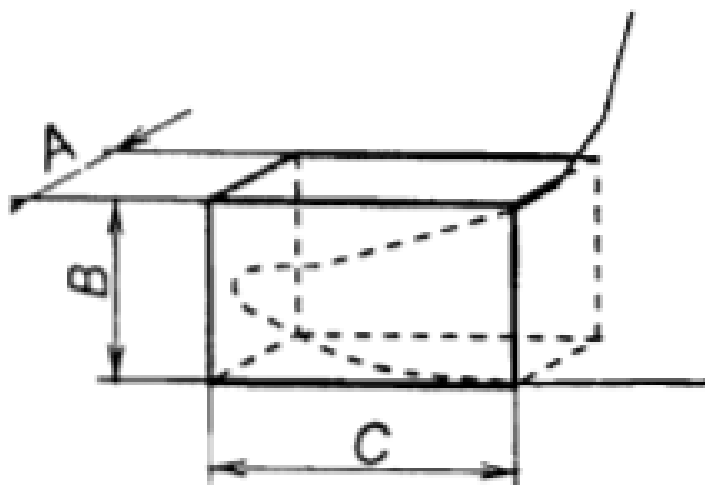
Tolerancija širine X i visine Y :

-osnovna tolerancija za pokrete.....10 mm

-obuća.....30 mm

Prilazni otvori

Prilazni otvor za prednji deo stopala kojim se deluje na uređaj za upravljanje



$$A = a_0 (P95) + x$$

$$B = h_0 (P95) + y$$

$$C \leq 0,74 \cdot c_2 (P5)$$

<i>A</i>	Širina otvora
<i>B</i>	Visina otvora
<i>C</i>	Dužina otvora
<i>h₀</i>	Visina članka
<i>a₀</i>	Širina stopala
<i>c₂</i>	Dužina stopala
<i>x</i>	Tolerancija širine
<i>y</i>	Tolerancija dužine

Tolerancija širine X i visine Y :

- osnovna tolerancija za pokrete.....10 mm
- obuća.....40 mm