

Stručno obrazovanje u BiH

Drugi modul:
MJERENJE I
KALIBRIRANJE

Radna sveska za učenike

Sarajevo, 2021.

IMPRINT

Izdavač: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sjedište Bonn i Eschborn, Savezna Republika Njemačka
Projekat „Stručno obrazovanje u BiH“
Splitska 7, 71 000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina
T + 387 33 223 785
F + 387 33 200 494
www.giz.de

Naslov publikacije: Mjerenje i kalibriranje,
radna sveska za učenike
Autor sadržaja: Hans Stingl, GIZ
Priredivački tim: Anela Jamak, Alma Dervišević, Esed Ahmić,
Srđan Đukanović, Mile Vajkić
Koordinator tima: Damir Kadribašić
Dizajn: Emir Isović

Mjesto i godina
izdavanja: Sarajevo, januar 2021.

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost GIZ-a.

Projekat je sufinansiran od strane Ministarstva za ekonomsku saradnju i razvoj
Savezne Republike Njemačke (BMZ) i Švicarske agencije za razvoj i saradnju (SDC).

Upotreba ženskog ili muškog roda: Terminološko korištenje ženskog ili muškog
roda u ovom dokumentu podrazumijeva uključivanje oba roda.

Stručna oblast: **Osnovna obrada metala**

Drugi modul: Mjerenje i kalibriranje



Ishodi učenja:

1. Razlikovanje metričkog i imperijalnog sistema mjera
2. Klasifikacija mjernih instrumenata, mjerila i šabloni
3. Očitavanje mjernih instrumenata
4. Izračunavanje ukupne dužine radnog komada
5. Obavljanje projektnog rada

Sadržaj

| | | |
|------|---|----|
| 1. | Uvod i osnovne napomene | 9 |
| 2. | Imperijalni sistem mjera | 14 |
| 3. | SI – količine i metričke mjerne jedinice | 16 |
| 4. | Mjerni alat | 19 |
| 4.1. | Pregled mjernih instrumenata..... | 20 |
| 4.2. | Pregled mjerila i šablonu | 23 |
| 4.3. | Etaloni za umjeravanje | 25 |
| 5. | Komparator | 26 |
| 6. | Vernierovo pomično mjerilo (šubler) – kljunasto pomično mjerilo | 27 |
| 7. | Mikrometar za vanjski prečnik | 29 |
| 8. | Vježba očitavanja za univerzalni uglomjer | 30 |
| 9. | Kontrolnici oblika i položaja..... | 31 |
| 9.1. | Mjerenje odstupanja od pravosti (pravocrtnosti) i ravnosti | 31 |
| 9.2. | Mjerenje odstupanja od kružnosti..... | 32 |
| 10. | Mjerenje hrapavosti | 34 |
| 11. | Senzori u mjernej tehnici | 36 |
| 12. | Održavanje alata za mjerenje i označavanje..... | 37 |
| 13. | Pitanja i zadaci za ponavljanje i produbljivanje znanja | 38 |
| 14. | Proračuni vezani za obradni materijal | 39 |
| 15. | Izračunavanje efektivne dužine savijenih oblika | 41 |
| 16. | Konverzijske tablice – inči u milimetre | 43 |
| 17. | Tehničke tablice/ formule za dužinu luka, dužina kompozitnog materijala | 46 |
| 18. | Projektni rad: Kuka za vješanje odjeće | 47 |
| 19. | Popis slika | 52 |
| 20. | Popis tabela | 54 |
| 21. | Literatura | 54 |

Uputstvo za korištenje, distribuiranje i reproduciranje sadržaja:

Ovaj priručnik se smije koristiti u nastavne svrhe, na način da podatke, informacije, fotografije i slikovne prikaze iz Priručnika mogu koristiti nastavnici ili mentori u srednjim školama za stručno obrazovanje, za izradu vlastitog nastavnog materijala u okviru neposrednog poučavanja i predavanja na nastavi. Navedene sadržaje dozvoljeno je shodno broju učenika umnožavati u papirnom obliku. Nije dozvoljeno bilo kakvo daljnje reproduciranje, distribuiranje, prenošenje podataka, informacija, fotografija i slikovnih prikaza u digitalnom obliku ili objavljivanje Priručnika ili dijela Priručnika putem interneta ili intraneta.

Učenici mogu koristiti podatke, informacije, fotografije i slikovne prikaze u okviru školske nastave za izradu svojih radova, referata, PowerPoint prezentacija i slično. Umnožavanje navedenog sadržaja je dozvoljeno u broju primjenom i neophodnom za nastavu, a daljnje reproduciranje, distribuiranje te prenošenje podataka, informacija, fotografija i slikovnih prikaza digitalnim putem ili objavljivanje na internetu ili intranetu nije dozvoljeno.

Upotreba Priručnika u gore navedenim slučajevima dopuštena je isključivo uz obavezu da se navedu izvor i ime autora.

Ovaj priručnik se dostavlja korisnicima uz upozorenje da bilo kakva upotreba u druge svrhe koja nije izričito dozvoljena podliježe obaveznom prethodnom pisanom odobrenju GIZ-a.

Primjena sadržaja:

Priručnik se može primjeniti u izvođenju nastave iz stručnih predmeta i praktične nastave u zanimanjima i zvanjima iz porodice mašinstvo i obrada metala a kako slijedi:

| | |
|------|---|
| RS | Tehničar CNC tehnologija, Mašinski tehničar za kompjutersko konstruisanje, Tehničar mehatronike, Bravar-zavarivač, Automehaničar, Alatničar, Obrađivač metala rezanjem, Varilac, Bravar i Instalater. U zanimanjima trećeg stepena Priručnik se može upotrijebiti za izvođenje sadržaja Praktične nastave u 1. razredu kao i u izvođenju nastave iz predmeta Tehnologija zanimanja. U zanimanjima četvrtog stepena priručnik se može upotrijebiti za izvođenje sadržaja Praktične nastave u 1., 3. i 4. razredu, kao i za izvođenje nastave iz predmeta Mjerna tehniku. Sadržaj Priručnika je prilagođen za upotrebu i u ostalim zanimanjima: Limar, Monter, Mehaničar, Mehaničar mehatronike, hidraulike i pneumatike, Mehaničar grejne i rashladne tehnike, Operater savremenim tehnologijama, Operater za obradu brizganjem, Mašinski tehničar energetike (2. razred – Mjerenje i kontrola) i Mašinski tehničar za kompjutersko konstruisanje (Praktična nastava 1. i 3. razred). |
| FBiH | Mašinski tehničar za CNC tehnologiju, Automehaničar, CNC operater, Vozač motornih vozila, Zavarivač, Obrađivač metala rezanjem i Prerađivač plastike. U zanimanju četvrtog stepena Priručnik se može upotrijebiti za izvođenje sadržaja iz predmeta Praktična nastava za 1. razred u okviru modula “Mjerenje i kalibriranje”. |

| | |
|------|---|
| FBiH | <p>U zanimanjima trećeg stepena Priručnik se može upotrijebiti za izvođenje sadržaja praktične nastave 1. razred kao i za predmete Tehnologija materijala i Tehnologija obrade, a za 2. razred u predmetu Praktična nastava te Tehnologija obrade i Konstruisanje.</p> <p>Sadržaj Priručnika je prilagođen za upotrebu i u ostalim zanimanjima: Instalater, Mehaničar i Mašinski tehničar unutar predmeta Tehničko crtanje, Konstrukcije alata, Tehnologija obrade te u toku izvođenja Praktične nastave.</p> |
|------|---|

Autor sadržaja i pripeđivački tim:**Hans Stingl**, autor sadržaja – GIZ**Anela Jamak**, prof. mašinske grupe predmeta – JU Srednja stručna škola "Džemal Bijedić", Goražde**Alma Dervišević**, prof. mašinske grupe predmeta – JU Srednja tehnička škola "Hasib Hadžović", Goražde**Esed Ahmić**, prof. mašinske grupe predmeta – JU Mješovita srednja škola, Tešanj**Srđan Đukanović**, prof. mašinske grupe predmeta – JU Tehnička škola, Gradiška**Mile Vajkić**, prof. mašinske grupe predmeta – JU Mašinska škola, Prijedor**Damir Kadribošić**, prof. – koordinator tima**Učenik je nakon završetka modula Mjerenje i kalibriranje u stanju da:**

- zna mjerne jedinice SI sistema,
- izvrši podjelu mjernih alata,
- objasni njihovu namjenu,
- navede dijelove pomičnog mjerila,
- definiše tačnost i upotrebu pomičnog mjerila,
- izvrši podjelu mikrometara,
- definiše tačnost mikrometra,
- nabroji dijelove mikrometra,
- navede jedinice za mjerenje uglova,
- izvrši podjelu uglomjera,
- nabroji dijelove uglomjera,
- navede razlike između kontrolnih i mjerila za mjerenje dužine i uglova,
- nabroji tolerancijska mjerila,
- navede namjenu i primjenu komparatora,
- nabroji dijelove komparatora,
- definiše tolerancijska mjerila za osovine i otvore,
- objasni kada se koriste račve i čepovi,
- kratko opiše etalone,
- objasni gdje se koriste etaloni,
- definiše u koliko garnitura se najčešće izrađuju etaloni,
- objasni u koliko stepeni tačnosti se izrađuju garniture etalona,
- navede vrste kontrolnika.

1. Uvod i osnovne napomene

Nauka o mjerenu ili metrologija je specijalizirani dio pojedinih prirodnih i tehničkih nauka koji se bavi metodama mjerena fizikalnih veličina, razvojem i izradom mjernih uređaja, reproducijom i pohranjivanjem mjernih jedinica, te svim ostalim aktivnostima koje omogućavaju mjerenu i usavršavanje mjernih postupaka.

Mjerenu predstavlja skup aktivnosti čiji je cilj dobivanje vrijednosti mjerne veličine (fizičke veličine).

Kontrola je upoređivanje kontrolisane mjere sa standardnim kontrolnikom.

Razlika između mjerena i kontrole se ogleda u tome što mjerenujemo utvrđujemo brojčanu vrijednost (očitane) veličine, a kontrolom utvrđujemo ispravnost upoređene veličine sa zadatom na crtežu.

Tačnost u mjerenu se definiše kao razlika između postignute mjere i crtežom zadate mjere, a preciznost je odstupanje zadate mjere na crtežu i gotovo očitane mjere, i naziva se odstupanje ili **tolerancija**.

Značaj mjerena kao praktične tehničke djelatnosti od prvenstvene je važnosti kako u svakodnevnom životu tako i u svim područjima privrede i nauke. Kuda god krenemo susrećemo se sa mjerenu.

U trgovinama se roba kupuje na komad, po dužini i težini, voda, električna energija i toplota se mjere, a posljedice toga se osjećaju i u našim ličnim finansijama.

Industrijska proizvodnja zahtjeva česta mjerena. U tehničkoj dijagnostici se vrše mjerena u cilju utvrđivanja stanja tehničkih sistema. Nakon konstrukcije novog proizvoda vrše se ispitivanja karakteristika prototipnog rješenja. Kontrola i mjerena se vrše u svrhu automatskog upravljanja procesima. Bez mjerena se ne može zamisliti kontrola kvaliteta proizvoda kao uslova za njegovu prodaju.

Izradi ili proizvodnji bilo kakvog radnog komada mora prethoditi odgovarajuće planiranje radnih koraka. Radni komad se može izraditi, na zadovoljstvo kupca, samo ukoliko se pitanja poput sljedećih riješe unaprijed:

Koje su dimenzije radnog komada?

Da li postoji tehnički crtež?

Koja će se vrsta materijala koristiti za proizvod?

Koja opterećenja, sile proizvod mora izdržati?

Koje će se metode/ tehnologije izrade primijeniti?

Koliki će biti trošak proizvoda?

U slučaju da nije dostupan tehnički crtež, to će morati obaviti stručan majstor kako bi zabilježio sve bitne podatke (dimenzije, materijali, pribor...) potrebne za izradu.

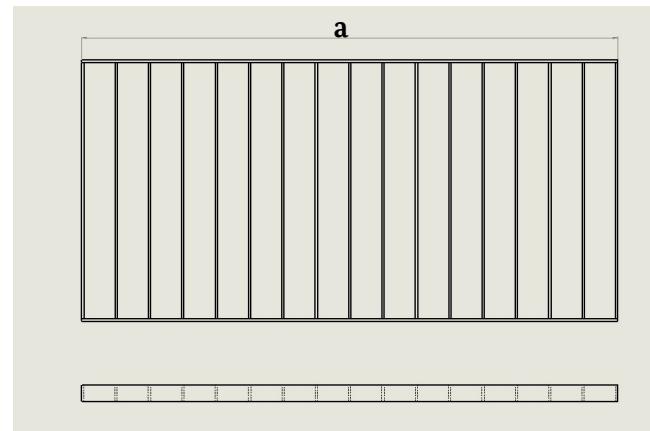
Pogledajmo tipičan primjer. Kupac za svoju novu kuću želi balkonsku ogradu sličnu fotografiji ispod.



Slika 1

Majstor daje zadatku učeniku da ode do kupca u kuću, napravi skicu balkonske ograde, obavi sva mjerena i unese mjere u skicu, tako da se ograda kasnije može izraditi u radionici.

Zadatak 1: Skica ispod prikazuje balkonsku ogradu koju treba izraditi u vašoj radionici. Upišite sve mjere koje su potrebne za izradu! (Umjesto mjera u mm ili inčima koristiti slova a, b, c, d,... za dužinu, visinu, debljinu, itd. Širina **a** je već upisana, slijedite dati primjer.)



Slika 2

Grupni rad 1: Razgovarajte o tome kako se balkonska ograda može sigurno ugraditi u cigle zida i u pod balkona.

Važno je da budete svjesni da se svaki radni komad mora izraditi **vrhunski kvalitetno i na zadovoljstvo kupca**. Ugled preduzeća, moguće dodatne narudžbe i ekonomski uspjeh radionice za proizvodnju i izradu zavise od toga.

Nakon završetka izrade balkonske ograde, potrebno je obaviti temeljitu provjeru prije nego se ugradi kod kupca. Sve mjere se provjeravaju prema dimenzijama navedenim na crtežu.

Pitanje: Šta mislite koje će posljedice biti ukoliko se tokom provjere ustanovi da su neke mjere pogrešne?

.....
.....
.....
.....

Na osnovu odgovora, vjerovatno shvatate da znanje i vještine u **mjerenu i označavanju** igraju ključnu ulogu u vašem zanimanju.

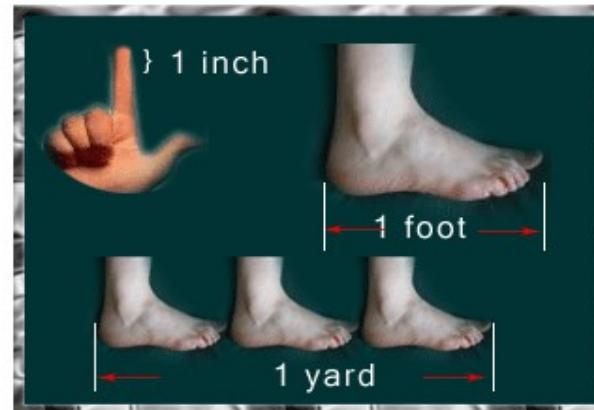
Ishod učenja 1: Razlikovanje metričkog i imperijalnog sistema mjera

Mjerenje je bilo ključan element u razvijanju ljudske sredine od početaka zabilježene historije (otprilike prije 6000 godina). U mnogim kulturama su se dijelovi ljudskoga tijela koristili kao jedinice mjere. Naprimjer, stopa i inč (što je širina prosječnog ljudskog palca). Tvrdi se da je jard izmislio Henry I, kralj Engleske od 1100. do 1135. godine, kao udaljenost od vrha njegovog nosa do kraja njegovog palca.

Jedan jard (kralj Henry I)



Jard, stopa, inč



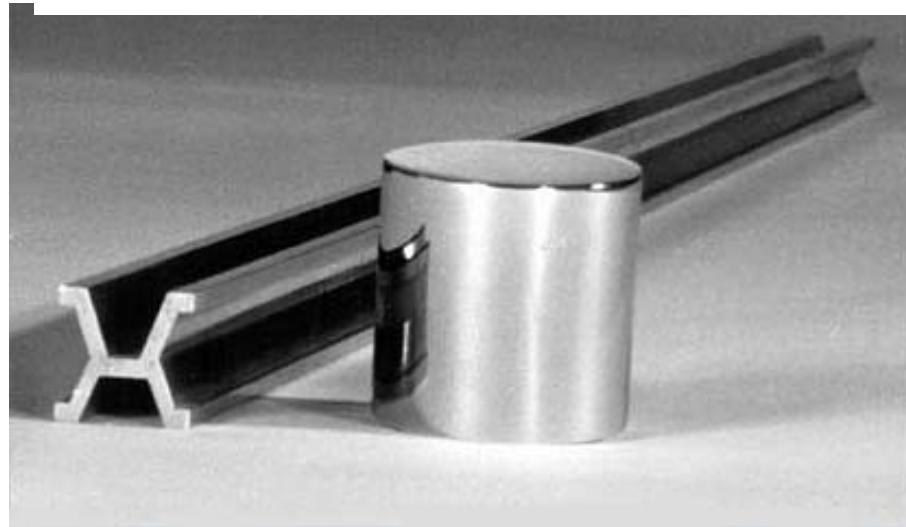
Slika 3 - Historijske jedinice mjere

Pitanje: Šta mislite o pouzdanosti i primjenjivosti ovakvih historijskih mjernih jedinica?

Kako bi se standardizirale jedinice mjere, vlade su proizvele mjerila, izrađena od izdržljivih metalnih legura, koja su korištена kao uzorci.



Slika 4 - Standardne dužine na zidu Kraljevskog opservatorija, Greenwich, London, osnova imperijalnog sistema mjera



Slika 5 - Uzorak metra, osnova metričkog sistema dužina, izrađen od legure platine/ iridijsuma, deponovan u Međunarodnom uredju za utege i mjere

2. Imperijalni sistem mjera

Imperijalni sistem mjera je prvi put definisan u Engleskoj 1824. godine, a kasnije je dalje razrađen. Ubrzo se sistem počeo zvanično koristiti širom Britanskog carstva. Do kraja 20. vijeka, većina zemalja imperije zvanično je, također, usvojila metrički i to paralelno s imperijalnim sistemom. Iako metričke jedinice mjere prevladavaju u upotrebi u međunarodnoj industriji, postoje oblasti u kojima se još uvijek upotrebljava imperijalni sistem:

| Imperijalni sistem koristi se za: | Upotreba: |
|---|---|
| Imperijalni navozi | Međunarodno |
| Cijevni navozi | Međunarodno |
| Američki nacionalni navoj | SAD |
| Kvadratne cijevi | Velika Britanija, SAD, Kanada, Australija, Afrika |
| Okrugle cijevi | Velika Britanija, SAD, Kanada, Australija, Afrika |
| Konstrukcijski čelik (jednaki uglovi, nejednaki uglovi, T-čelik, I-profil...) | Velika Britanija, SAD, Kanada, Australija, Afrika |
| Limovi | Velika Britanija, SAD, Kanada, Australija, Afrika |

Tablica imperijalnih jedinica za dužinu:

| Jedinica | Skraćenica | Konverzija u mm | Informacija |
|----------|------------|-----------------|-------------------|
| 1 inč | 1" | 1" = 25,4 mm | 12 inča = 1 stopa |
| 1 stopa | ft ili 1' | 1' = 304,8 mm | 3 stope = 1 jard |
| 1 jard | yd | 1 yd = 914,4 mm | 1760 yd = 1 milja |

Prilikom izrade, jedinica "inč" se koristi češće nego stopa ili jard. Inč se dalje dijeli na razlomke ($\frac{1}{2}$ ", $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{8}$ ", $\frac{1}{16}$ "...) ili na decimale, obično do 4 decimalne tačke.

Tablica podjele inča:

| Razlomak | Decimale |
|------------------|----------|
| $\frac{1}{2}$ " | 0,5" |
| $\frac{1}{4}$ " | 0,25" |
| $\frac{1}{8}$ " | 0,125" |
| $\frac{1}{16}$ " | 0,0625" |
| $\frac{1}{32}$ " | 0,03125" |
| $\frac{5}{8}$ " | 0,625" |
| $\frac{7}{16}$ " | 0,4375" |

Konverzija inč → mm (Uporediti konverzijsku tablicu na 31. strani)

Kako je 1" jednako 25,4 mm, da bi se dobio tačan ekvivalent u metričkoj jedinici mm jednostavno se multiplicira vrijednost inča sa 25,4 mm.

Primjer: 7/16" je potrebno konvertovati u mm.

Rješenje: 7/16" konvertovano u decimale: = 0,4375" i zatim konvertovano u metrički sistem:

$$0,4375" \times 25,4 \text{ mm/"} = \underline{\underline{11,1125 \text{ mm}}}$$

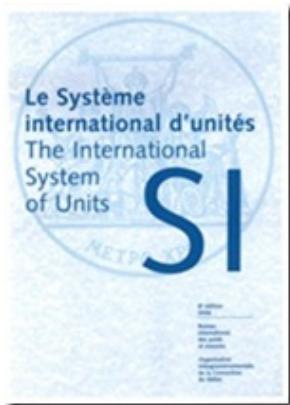
Zadatak: Obavi konverziju sljedećih mjera koje su date u **inčima u mm!**

| Inč | Mm |
|--------------------|----|
| 7/8" | |
| 3 $\frac{3}{4}$ " | |
| 15 $\frac{3}{8}$ " | |
| 100" | |
| 12,125" | |
| 47,8125" | |

3. SI – količine i metričke mjerne jedinice

Jedinice mjere definirane su u Međunarodnom sistemu mjernih jedinica zasnovanom na sedam osnovnih jedinica (osnovne jedinice SI) iz kojih se dobijaju druge jedinice.

Tablica : osnovne jedinice SI



Slika 6

| Osnovna jedinica SI | | |
|-----------------------------------|----------|--------|
| Osnovna količina | Naziv | Simbol |
| Dužina | metar | m |
| Masa | kilogram | kg |
| Vrijeme | sekunda | s |
| Električna struja | amper | A |
| Termodinamička temperatura kelvin | Kelvin | K |
| Količina tvari | mol | mol |
| Jačina svjetlosti | kandela | cd |

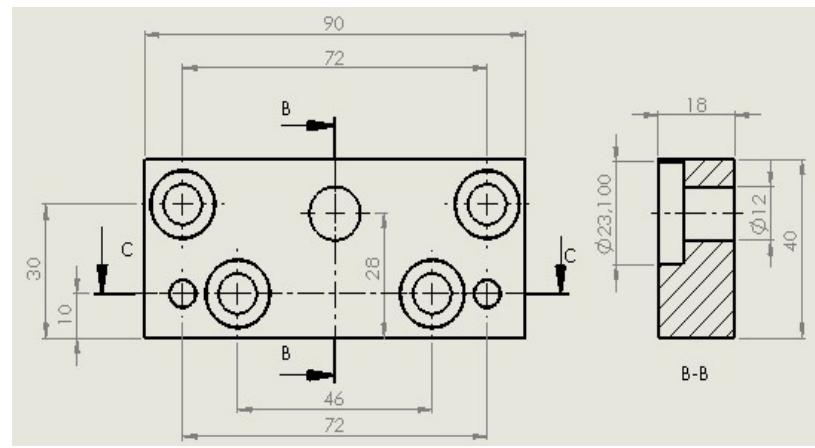
Tablica nekih izvedenih jedinica SI

| Veličina | Naziv | Simbol |
|------------------|----------------------------|------------------|
| Frekvencija | herc (herz) | Hz |
| Sila | njutn (newton) | N |
| Energija | džul (joule) | J |
| Snaga | vat (watt) | W |
| Pritisak | paskal | Pa |
| Osvjetljenost | luks | lx |
| Brzina | metar u sekundi | m/s |
| Ubrzanje | metar u sekundi na kvadrat | m/s ² |
| Električni otpor | om (ohm) | Ω |
| Gustoća | kilogram po kubnom metru | ρ |

Dužina: **1 metar = 1000 milimetara (1m = 1000 mm)**

Prilikom obrade metala, preferira se metrička jedinica milimetar (mm) u odnosu na druge jedinice kao što su decimetar (dm) ili centimetar (cm). Postoji konvencija da se sve dimenzije na tehničkim crtežima, npr. dužina, visina, širina, dijametar, udaljenosti i tako dalje, uvijek upisuju u jedinici **mm**. Nema potrebe da se dodaje "mm". Upisuju se samo brojevi.

Primjer:
Mjere na ovom crtežu
su navedene u **mm**!



Slika 7

Konverzija mm u inče:

$$25,4 \text{ mm} = 1"$$

Ukoliko želite konvertovati neku dimenziju koja je izražena u **mm** u dimenziju izraženu u **inčima**, jednostavno podijelite dimenziju u mm sa **25,4 mm**.

Primjer: Koliko inča je jednako 1500 mm?

$$\text{Rješenje: } 1500 \text{ mm} / 25,4 \text{ mm} = \underline{\underline{59,0551}}$$

Zadatak: Konvertujte sljedeće metričke dimenzije u inče!

| Dimenzija (mm) | Dimenzija (inči) |
|----------------|------------------|
| 9,525 mm | |
| 774,7 mm | |
| 76,2 mm | |
| 23,8125 mm | |
| 304,8 mm | |

Metričke jedinice u odnosu na imperijalni sistem mjera

Širenjem ISO standarda, svugdje po svijetu i ogromnim povećanjem uvoza i izvoza, SI jedinice su zamijenile imperijalni sistem mjera u mnogim područjima. Međutim, mnoge zemlje se još uvijek drže imperijalnih mjera zbog tradicije, iako su zakoni nametnuli upotrebu metričkih jedinica.

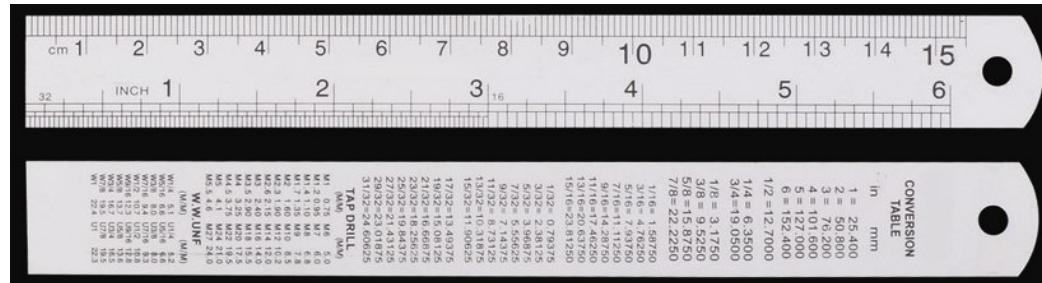
Ujedinjeno Kraljevstvo je okončalo djelimični zakonski prelazak na metrički sistem 1995. godine, pri čemu je nekoliko imperijalnih jedinica još uvijek zakonski predviđeno za određene primjene. Udaljenosti na saobraćajnim znakovima moraju biti navedene u jardima i miljama, ograničenja dužine i širine moraju biti u stopama i inčima na saobraćajnim znakovima (iako se može prikazati i ekvivalent u metrima), a ograničenja dozvoljene brzine moraju biti navedena u miljama po satu.

U drugim zemljama engleskog govornog područja kao što su Kanada, Irska i Australija, prelazak na metrički sistem je uglavnom okončan, iako se imperijalne jedinice i dalje

koriste u nekim oblastima, obično tamo gdje međunarodni standard ostaje neprilagođen metričkom sistemu (kao što je upotreba inča za televizijske i kompjuterske ekrane, i slično).

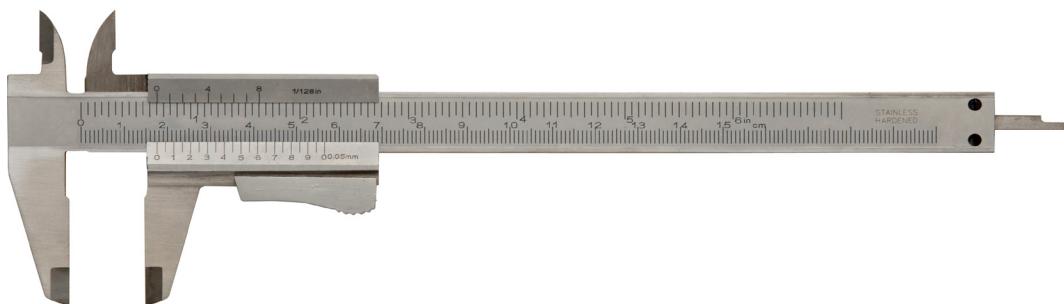
Ako se prilikom rada koriste oba sistema mjerjenja, korisno je na mjernim instrumentima imati kombiniranu skalu u inčima i metričku skalu:

Primjer 1: Čelični linijar koji posjeduje skalu i u mm i u inčima



Slika 8

Primjer 2: Vernierovo kljunasto pomicno mjerilo (šubler) ima skalu i u milimetrima i u inčima.



Slika 9

Prednosti/ nedostaci dva mjerna sistema

Metrički koristi sistem kojem je osnova 10 (deset) za sve jedinice mjere zbog čega je konverzija veoma jednostavna.

U budućnosti će vjerovatno metrički prevladati kao jedini sistem mjerjenja koji se primjenjuje širom svijeta, a oni koji ga ne budu koristili ili nastave koristiti nemetričke jedinice mjere će zaostati u globalnoj ekonomiji.

Veoma je skupo preći sa imperijalnog na metrički sistem i to je razlog zašto u SAD-u imperijalni sistem još uvijek prevladava u mnogim područjima.

Mnoge osobe u zemljama engleskog govornog područja ne vole metrički sistem jer drže do svoje tradicije, žele živjeti u izolaciji i ne žele mijenjati navike.

Ishod učenja 2: Klasifikacija mjernih instrumenata, mjerila i šablonu

4. Mjerni alat

Mjerni alat koji se koristi prilikom izrade i proizvodnje u radionicama mora biti otporan na trošenje i izdržljiv kako bi izdržao grubo rukovanje, hemijske i okolinske utjecaje. Mjerni alat se može klasificirati prema:

Području mjerjenja (maksimalna mjerna dužina)

Skaliranju, što predstavlja udaljenost od jedne linije do sljedeće linije podjele, tj. granicu greške prema ISO klasifikaciji.

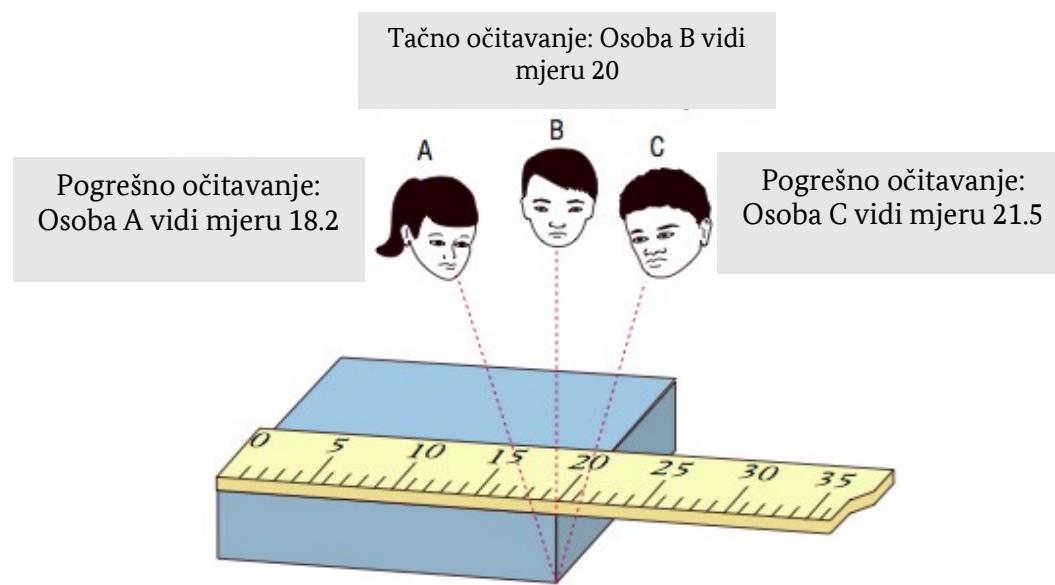
Najmanjoj vrijednosti očitanja (Least count) što je najviši stepen preciznosti očitanja koji se može postići pomoću mjernog instrumenta.

Dužina se može izraziti kao udaljenost između dvije linije (= mjerjenje dužine) npr. čeličnim linijarima, mjernim trakama, zidarskim metrima ili udaljenost između dvije strane (= mjerjenje od kraja do kraja) npr. Vernierovim pomičnim mjerilom (šublerom).

Kada se uzimaju mjere pomoću mjernog instrumenta treba ga držati tako da skalirane linije budu što bliže (po mogućnosti da ih dodiruju) stranama koje se mjere. Oko kojim se vrši očitavanje trebalo bi biti što bliže nasuprot oznake koja se očitava. Na ovaj način se izbjegava pojava poznata pod nazivom "paralaks".

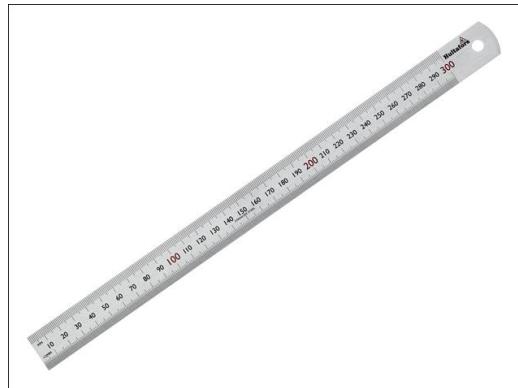
Prema mogućnostima, potrebno je držati kraj mjernog instrumenta ravno s jednom od strana koje se mjere, a u tom slučaju se očitanje vrši negdje duž linijara.

Paralaks greška u očitavanju A i C – ispravno čitanje B



Slika 10

4.1. Pregled mjernih instrumenata:



Slika 11

Čelični linijar:

Područje mjerena:

0 mm–150 mm...200 mm...2000 mm

Udaljenost na skali: 1 mm



Slika 12

Džepna mjerna traka:

Područje mjerena: 0 m – 1 m...5 m

Udaljenost na skali: 1 mm

Materijal: Čelik, obložen plastikom



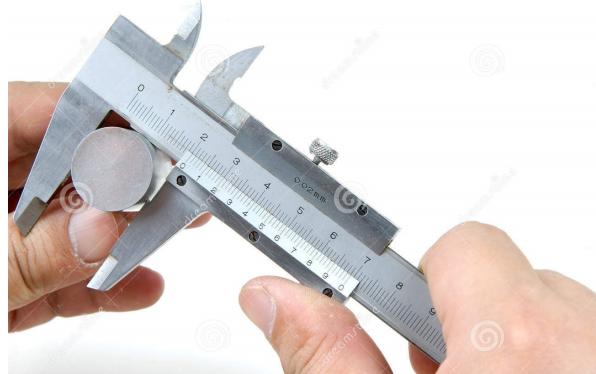
Slika 13

Mjerna traka:

Područje mjerena: 0 m – 10 m... 50 m

Udaljenost na skali: 1 mm

Materijal: Plastično kućište, tekstilna traka



Slika 14

Vernierovo pomicno mjerilo (šubler)

Područje mjerena: 0 m – 150 mm... 500 mm
Najmanja vrijednost očitanja¹⁾: 0,1 mm... 0,02 mm

Materijal: Nehrđajući čelik

Primjena: za mjerene dužine, dijametra, unutrašnje i vanjske dubine



Slika 15

Vernierov dubinomjer

Područje mjerena: 0 mm – 150 mm... 500 mm

Najmanja vrijednost očitanja¹⁾: 0,1 mm... 0,02 mm

Primjena: za mjerene dubine rupa ili udubljenja



Slika 16

Mikrometar za vanjski prečnik

Područje mjerena: 0 – 25 mm, 25 mm – 50 mm, 50 mm – 75 mm...

Najmanja vrijednost očitanja¹⁾: 0,01 mm

Primjena: za vanjsko mjerene – dužina, dijametar/ prečnik



Slika 17

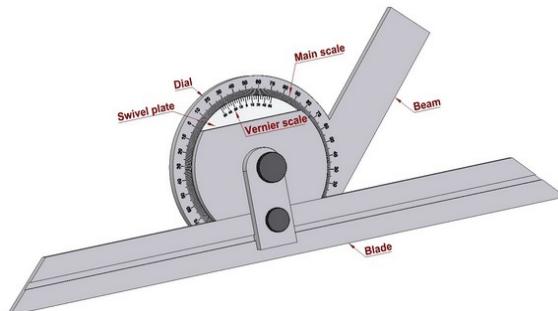
Mikrometar za unutrašnji prečnik

Područje mjerena: 5 – 55 mm

Najmanja vrijednost očitanja¹⁾: 0,01 mm

Primjena: za vanjsko mjerene – dužina, dijametar/ prečnik, udubljenja

1) Najmanja vrijednost očitanja (eng. *least count*) predstavlja najviši mogući stepen preciznosti očitavanja koji je moguće postići.



Slika 18



Slika 19

Univerzalni uglomjer

Područje mjerena: 0 – 360°

Najmanja vrijednost očitanja: 5 lučnih minuta

Primjena: za mjerene uglova

Mikrometar za mjerene dubine

Područje mjerena: 0 mm... 25 mm... 300 mm

Najmanja vrijednost očitanja¹⁾: 0,1 mm... 0,02 mm

Primjena: za mjerene dubine rupa ili udubljenja



Slika 20 - Digitalno pomično mjerilo



Slika 21 - Digitalni mikrometar

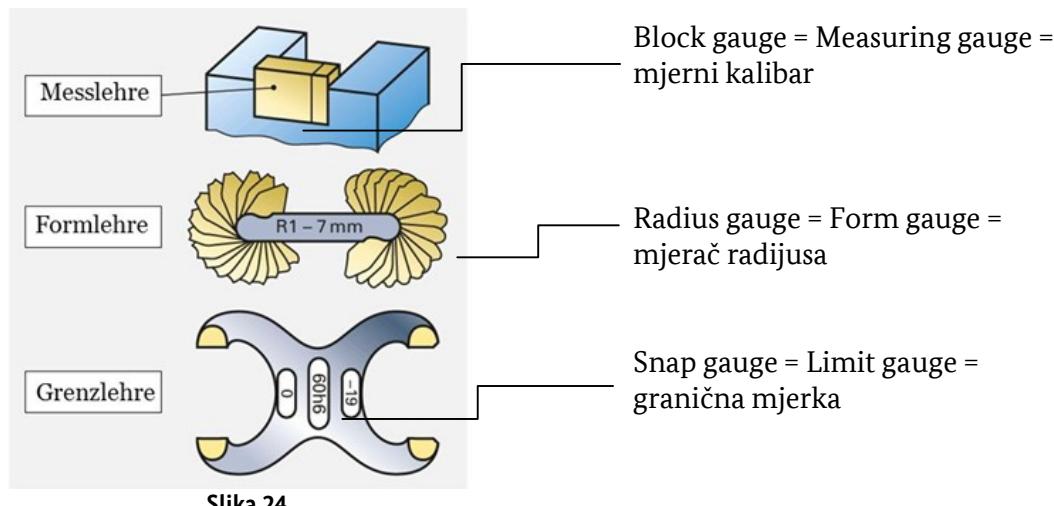


Slika 22 - Digitalni subitor



Slika 23 - Digitalni dubinomjer

4.2. Pregled mjerila i šablonaa:



Slika 25

Block gauge = Measuring gauge = mjerni kalibr

Radius gauge = Form gauge = mjerač radijusa

Snap gauge = Limit gauge = granična mjerka

Granična mjerka

Primjena: za provjeravanje vanjskih dimenzija i da li potпадaju unutar datih tolerancija.

Posjeduje dvije strane: **Ide i Ne ide (go i no go)**. Spada u granične mjerke.



Slika 26

Graničnik za unutrašnje mjere

Primjena: za provjeravanje unutrašnjih dijametara.

Posjeduje dvije strane: **Ide i Ne ide (go i no go)**. Spada u granične mjerke.



Slika 27

Šestar za unutrašnje mjerene

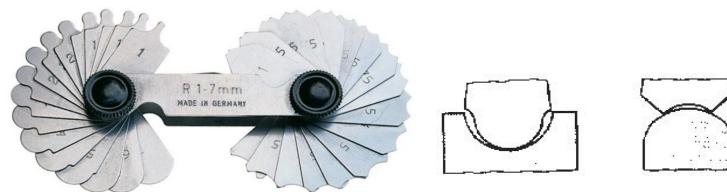
Primjena: za provjeravanje unutrašnjih dijametara ili udaljenosti između površina nekog predmeta.



Слика 28

Шаблон за навоје

Примјена: За провјеравање нагиба навоја и облика навоја методом свјетлосне зрачности (енг. light gap method).



Слика 29 – Мјерац радијуса



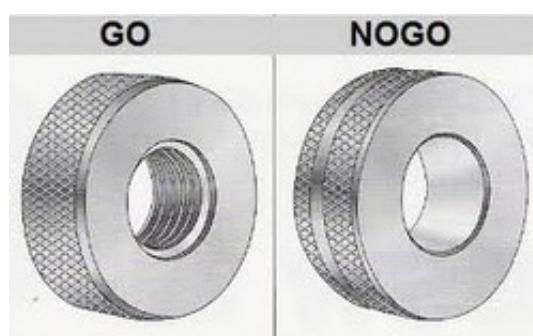
Слика 30 – Мјерни листићи



Слика 20 – Границник за унутрашње мјере за навоје

Границник за унутрашње мјере за навоје користи се за провјеравање унутрашњих навоја и посједује двије стране: Иде и Не иде (go and no go).

Да би се извршила провјера исправности израђеног навоја страна “Иде” треба лако да се уврти у навој, док не би требало бити могуће да се страна “Не иде” уврти у навој.



Слика 21 – Контролни прстен

Контролни прстенови користе се за провјеравање вањских навоја. Постоје прстенови Иде и Не иде (go-rings and no go-rings). Требало би бити могуће да се прстен “Иде” лако уврти у вијак, док не би требало бити могуће да се прстен “Не иде” уврти у вијак.

4.3. Etaloni za umjeravanje:

Etaloni ili mjerne pločice nam služe za preciznu kontrolu mjernih instrumenata.

Njihova osnovna namjena je kontrola ostalih mjera pa su zato etaloni rađeni od čelika otpornih na topotnu dilataciju, habanje, koroziju, vlagu, obavezno su kaljeni, brušeni, lepovali i polirani do visokog sjaja.

Prilikom umjeravanja mjernih instrumenata i/ili mjerjenja etalone je moguće slagati jedan na drugi kako bi se dobila željena vrijednost. Veoma je bitno da se prilikom manipulacije s etalonima koriste kožne rukavice ili čak pinceta kako bi se etaloni što bolje zaštitili od negativnih utjecaja uzrokovanih vlagom ili temperaturom.



Slika 33 – Garnitura etalona za umjeravanje – mjerne pločice

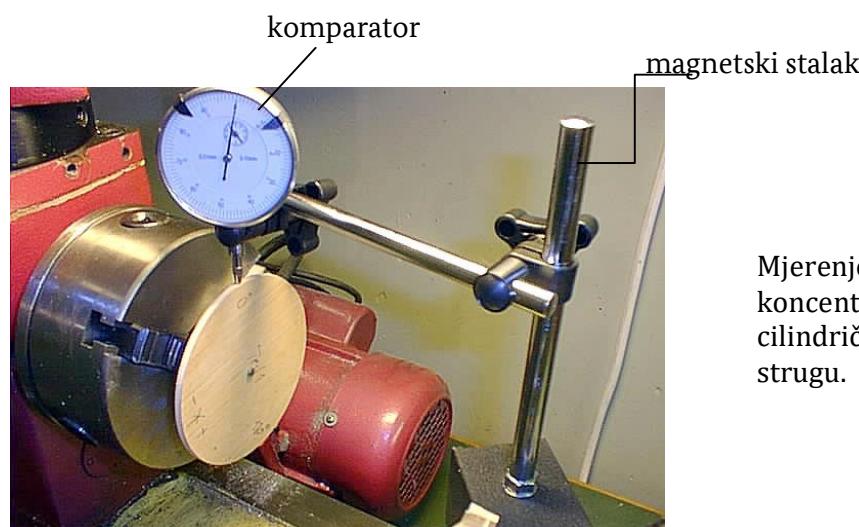
5. Komparator



Kada se mjerni šiljak gurne prema gore, igla komparatora rotira i prikazuje rezultat očitanja.

Najmanja vrijednost očitanja:
0,01 mm ili 0.001

Slika 34



Mjerenje koncentričnosti cilindričnog dijela na strugu.

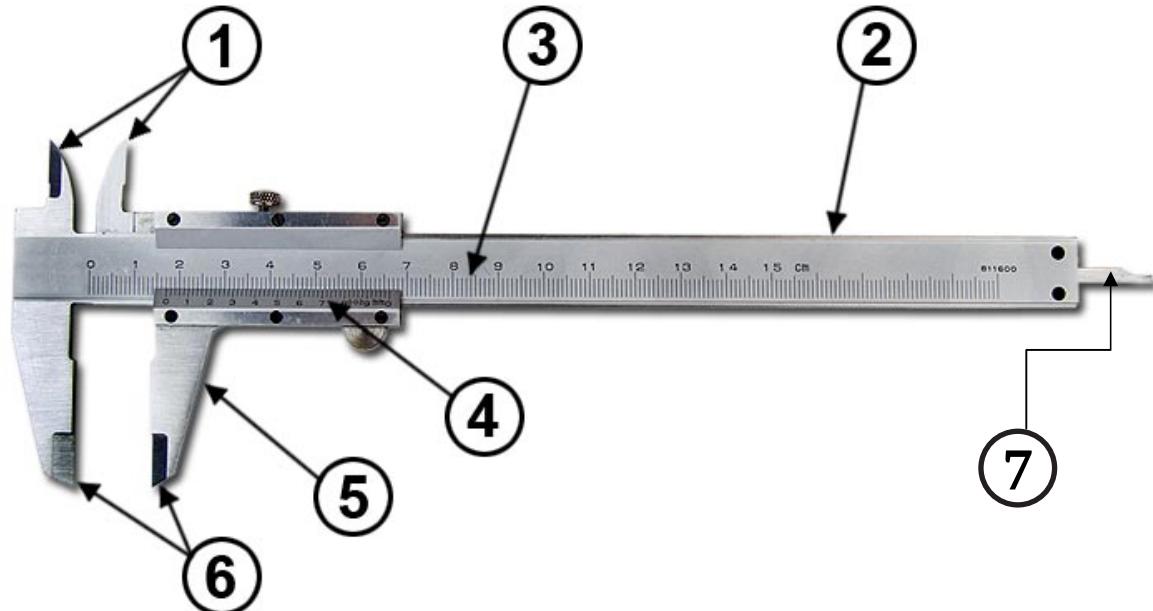
Slika 35



Mjerenje koncentričnosti cilindričnih dijelova u osi dijela (zabušena gnijezda).

Slika 36

6. Vernierovo pomično mjerilo (šubler) – kljunasto pomično mjerilo



Slika 37

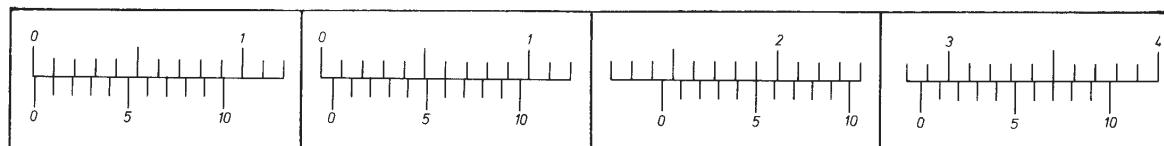
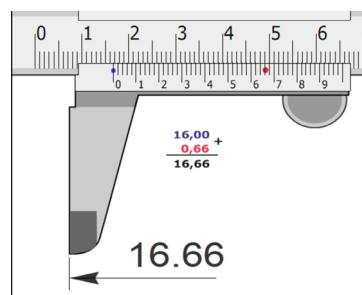
| Br. | Opis |
|-----|------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |

Mjerna letva: (3) prikazuje milimetre.

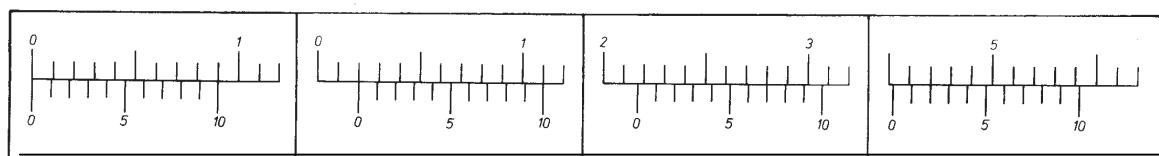
Nonius skala: (4) Očitavanje 0,1 mm... 0,02 mm u zavisnosti od Nonius skale.

Vježbe očitavanja za Vernierovo pomično mjerilo (šubler)

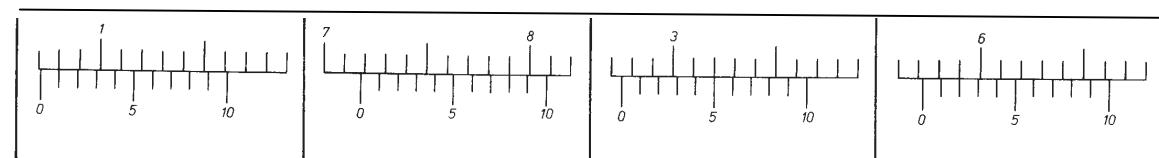
Primjer:



Mjere:

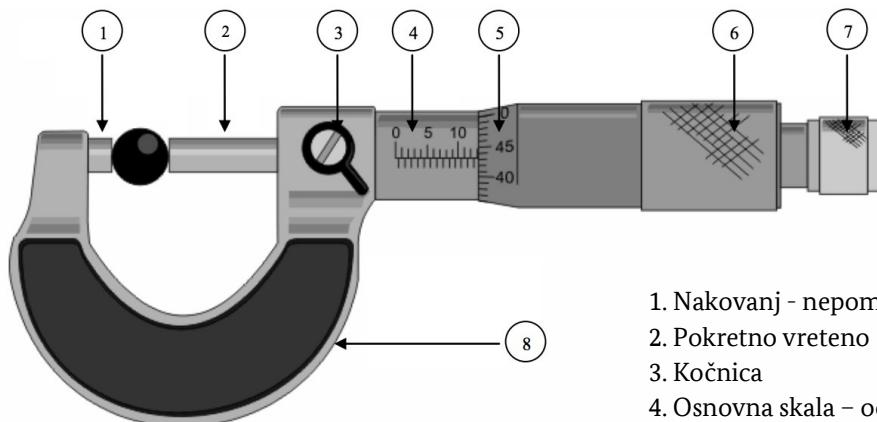


Mjere:



Mjere:

7. Mikrometar za vanjski prečnik

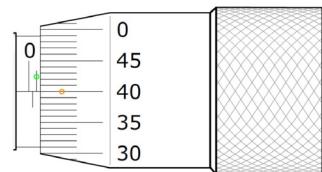


Slika 38

- 1. Nakovanj - nepomični mjerni trn
- 2. Pokretno vreteno
- 3. Kočnica
- 4. Osnovna skala – očitvanje milimetara i polovine milimetra
- 5. Skala na bubenju – očitavanje stotih dijelova milimetra
- 6. Bubanj
- 7. Graničnik sile, čegrtaljka
- 8. Tijelo

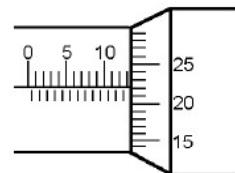
Vježbe očitavanja za mikrometar za vanjski prečnik:

Primjer:

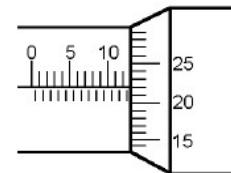


1.00mm
 0.00mm
 + 0.40mm
 1.40mm

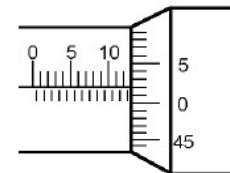
a)



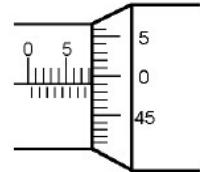
b)



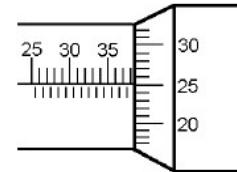
c)



d)

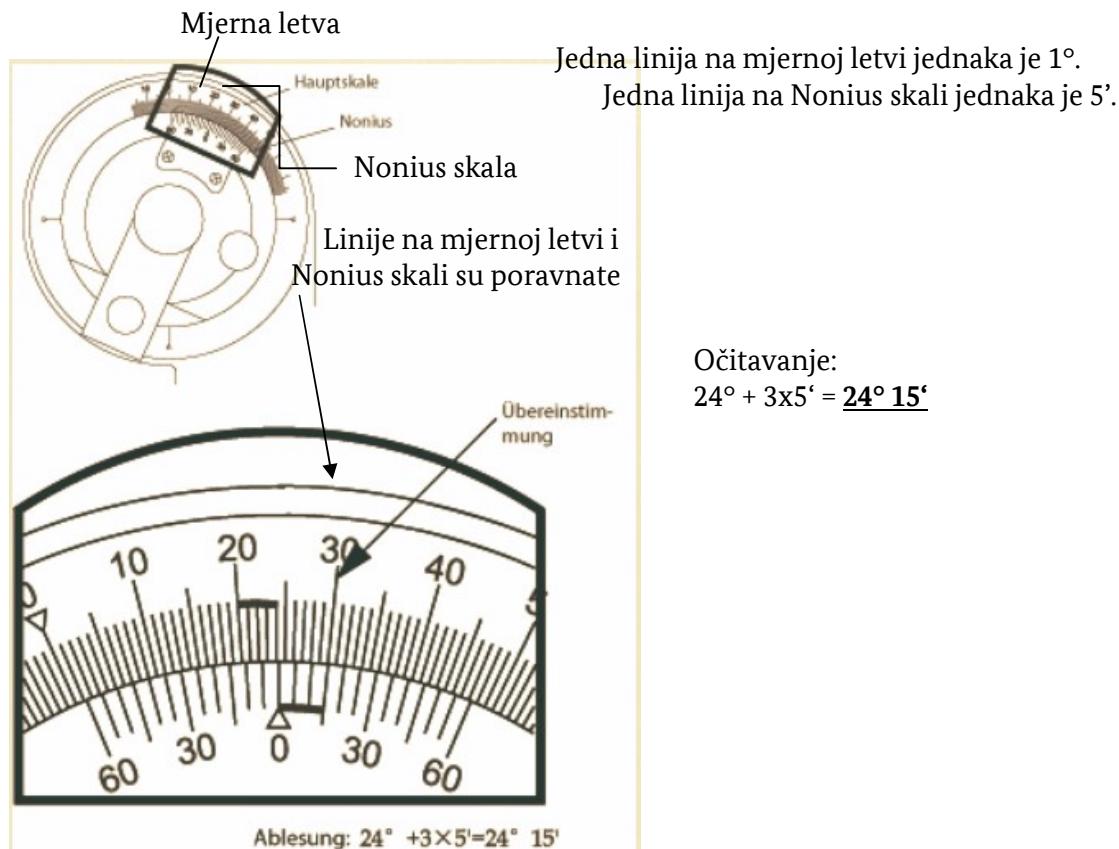


e)



f)

8. Vježba očitavanja za univerzalni uglomjer



Slika 39

9. Kontrolnički oblika i položaja

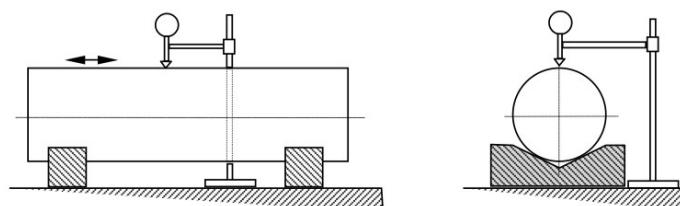
Kontrolnički oblika i položaja su naprave koje nam omogućuju da pouzdano utvrdimo eventualna odstupanje površine u smislu oblika i položaja na predmetu u odnosu na predmet prikazan tehničkim crtežom.

| TOLERANCIJE OBLIKA | | TOLERANCIJE POLOŽAJA | |
|---------------------------------|--------|---------------------------------|--------|
| Karakteristika koja se toleriše | Simbol | Karakteristika koja se toleriše | Simbol |
| Pravost | — | Paralelnost | // |
| Ravnoća | □ | Okomitost | ⊥ |
| Kružnost | ○ | Ugao nagiba | ∠ |
| Cilindričnost | ◎ | Lokacija | ○ |
| Oblak linije | ⌒ | Koncentričnost | ◎ |
| Oblak površine | ⌒ | Simetričnost | ≡ |

9.1. Mjerenje odstupanja od pravosti (pravocrtnosti) i ravnosti

Pravost (pravocrtnost) je stanje kod kojeg je element površine prava linija.

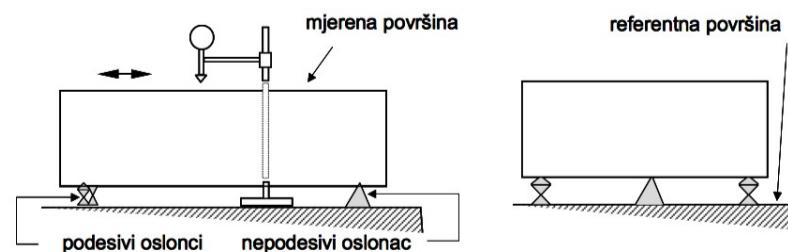
Dozvoljeno odstupanje od pravosti (u ravnini) određeno je površinom između dva paralelna pravca, koji su udaljeni za vrijednost naznačenog odstupanja.



Slika 40. Mjerenje odstupanja od pravosti (pravocrtnosti) pomoću lineala sa komparatorom

Ravnost je stanje površine kod koje su sve tačke u jednoj ravnini.

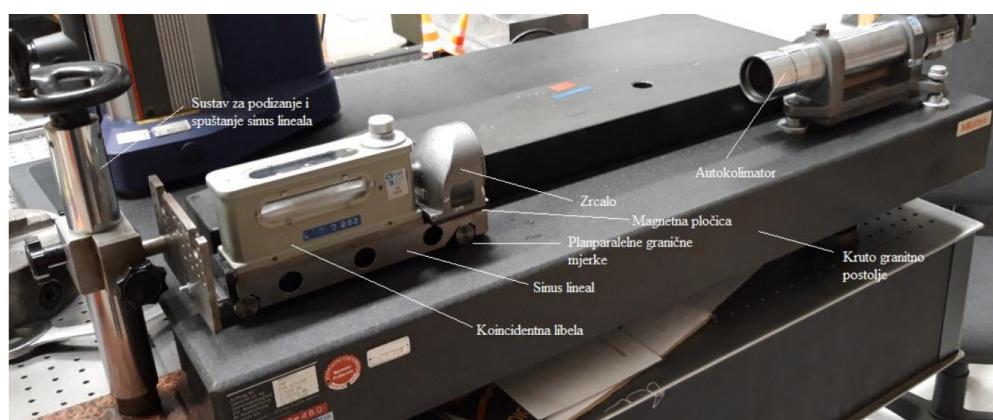
Dozvoljeno odstupanje od ravnosti određeno je prostorom između dvije ravnine, koje su udaljene za vrijednost naznačenog odstupanja.



Slika 41. Mjerenje odstupanja od ravnosti pomoću lineala sa komparatorom

Na raspolaganju je velik broj metoda mjerena odstupanja od pravosti (pravocrtnosti) i ravnosti, a prvenstveno se dijele s obzirom na korištenu mjernu opremu:

- lineal s komparatorom
- 3D mjerni uređaji
- autokolimator
- laserski mjerni sistem
- libela i dr.

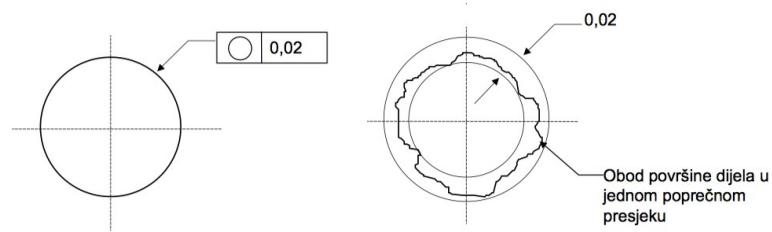


Slika 42. Primjer mjernog sistema

9.2. Mjerenje odstupanja od kružnosti

Kružnost se odnosi na stanje kružne linije ili površine kružnog dijela, kod kojeg su sve tačke na liniji, ili na obodu poprečnog presjeka dijela, jednako udaljene od središnje tačke.

Dozvoljeno odstupanje od kružnosti određeno je površinom između dvije koncentrične kružnice, u istoj ravnini. Linija profila dijela ne smije ni jednom tačkom izlaziti van kružnog vijenca.



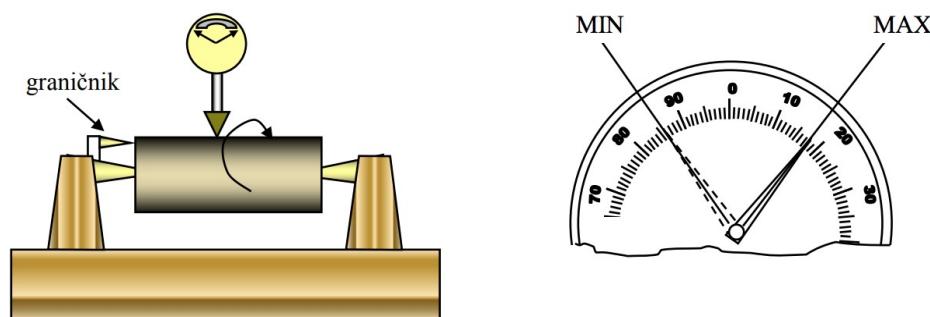
Slika 43. Kružnost



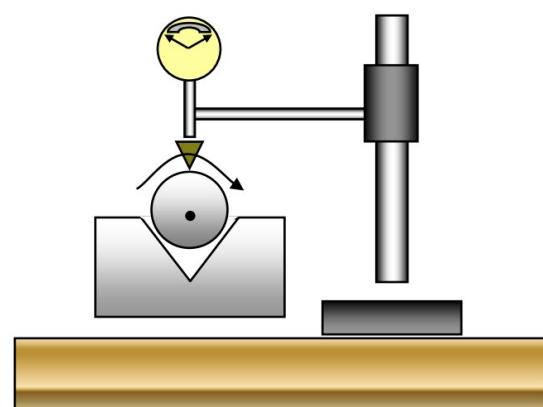
Slika 44. Karakteristične greške kružnosti

Metode mjerenja odstupanja od kružnosti su:

1. Ispitivanje kružnosti sa unutrašnjom mjernom referencom (konvencionalne metode)
2. Ispitivanje kružnosti sa vanjskom mjernom referencem



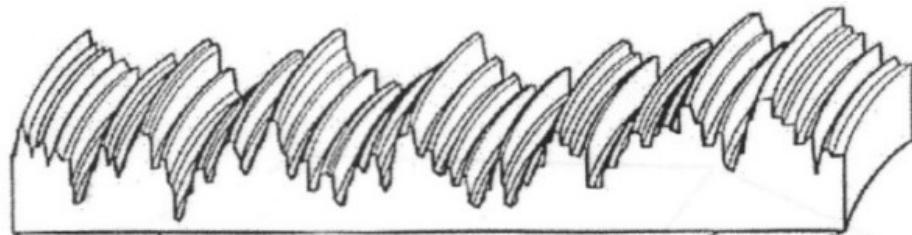
Slika 45. Mjerenje kružnosti primjenom mjernih šiljaka



Slika 46. Mjerenje kružnosti primjenom V-prizmi

10. Mjerenje hrapavosti

Hrapavost površine je, u najjednostavnijem smislu, mikrogeometrijska nepravilnost površine koja nastaje tokom postupka obrade. Hrapavost površine u određenim slučajevima bitno utječe na radna svojstva mašinskih dijelova, posebno na mjestima međusobnog spoja pojedinih elemenata (trenje, podmazivanje). Mašinski dijelovi s manjom hrapavošću imaju veću dinamičku čvrstoću, veću otpornost na koroziju, veću sposobnost nalijeganja, bolje prenose toplinu itd. Kako je postizanje niskog stepena hrapavosti uvijek povezano s dužim i skupljim postupcima obrade, ono ima za posljedicu povećanje cijene dijela koji se obrađuje.



Slika 47. Izgled nepravilnosti na površini obrađenog dijela (uvećanje mikroskopom)



Slika 48. Izgled površine sa grubljom obradom (lijeko) i finijom obradom (desno)

Mjerenje hrapavosti površine vrši se pomoću različitih mjernih instrumenata a njihova podjela je zasnovana prema fizikalnim načelima snimanja površine, i prema tome postoje:

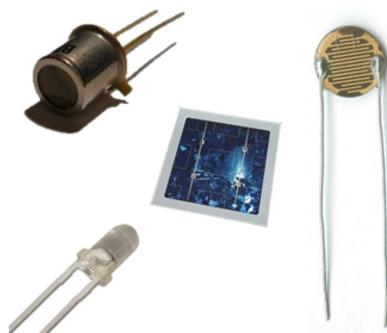
1. Skenirajući mikroskopi
2. Optički uređaji
3. Uređaji sa ticalom



Slika 49. Različiti primjeri mjerenja hrapavosti površine pomoću uređaja sa ticalom

11. Senzori u mjernoj tehnici

Senzor je uređaj koji mjeri fizičke veličine i pretvara ih u signal prepoznatljiv (čitljiv) posmatraču i/ili instrumentu. Senzori imaju široku primjenu u svakodnevnom životu: kod ekrana osjetljivih na dodir, kod vrata liftova i elevatorsa, kod osvjetljenja i alarma i mnogih drugih uređaja: automobila, aviona, medicinskih uređaja, robova, industrijskih mašina ali i kod mjernih instrumenata i tokom procesa mjerena i kontrole.



Slika 50. Primjeri svjetlosnih senzora

Senzori se dijele na: toplotne, mehaničke, kinematičke, geometrijske, radijacijske, vremenske i električne, hemijske i fizikalne.

- Toplotni se koriste za mjerjenje temperature, topotnog kapaciteta, topote izgaranja.
- Mehanički senzori se koriste za mjerjenje sile i momenta, pritiska, vakuma, mehaničkog naprezanja.
- Kinematički senzori se koriste za mjerjenje linearnog i ugaonog ubrzanja i brzine, protoka.
- Geometrijski senzori se koriste za mjerjenje položaja (koordinata) tijela razmjere, nivoa.
- Radijacijski senzori se koriste za mjerjenje intenziteta topotnog, nuklearnog, akustičnog i elektromagnetskog zračenja, boje, parametara talasnog procesa.
- Vremenski senzori se koriste za mjerjenje vremenskog perioda i frekvencije.
- Električni senzori se koriste za mjerjenje elektromotorne sile, struje, otpora, induktivnosti, kapaciteta, provodnosti.
- Hemijski senzori se koriste za mjerjenje hemijskog sastava.
- Fizikalni senzori se koriste za mjerjenje mase, gustine, vlažnosti, tvrdoće, plastičnosti, hraptavosti

Važno je znati:

Pred početak mjerjenja, sva mjerna sredstva moraju proći provjeru da li su ispravna, kako bi proces mjerjenja ili očitavanja mjerena bio što pouzdaniji i tačniji.

Kod univerzalnih mjernih sredstava sa skalnom podjelom provjeravanje ispravnosti se vrši pomjeranjem pokretnog dijela mjernog instrumenta tri do pet puta pri čemu se kazaljka treba vratiti uvijek u istu tačku.

Kod digitalnih univerzalnih mjerila provjeravanje se vrši dovođenjem pokretnog dijela u početni položaj i nuliranjem – resetovanjem vrijednosti na displeju mjernog sredstva.

U industrijskoj praksi od velike je važnosti da sva mjerna sredstva – koja se koriste u procesu mjerjenja pa samim tim i u procesu proizvodnje – budu redovno kontrolisana od strane ovlaštene osobe.

12. Održavanje alata za mjerjenje i označavanje

Kada ga ne koristite, držite mjerni alat u drvenim kutijama kako bi izbjegli izloženost prašini, vlažnosti, koroziji.

Nakon upotrebe mjerne instrumente uvijek očistiti mekanom krpom.

Prije uzimanja mjera očistiti površine koje treba premjeriti.

Često provjeravati mjerni alat u pogledu habanja i oštećenja.

Ne odlagati mjerne instrumente blizu magnetskih materijala.

Ne izlagati mjerne instrumente suncu koje ga može zagrijati i prouzrokovati pogrešna mjerena.

Nanijeti ulje na površinu mekog čelika radi izbjegavanja korozije.

13. Pitanja i zadaci za ponavljanje i produbljivanje znanja

Šta podrazumijevate pod paralaksom u vezi s mjerenjem?

Koja je najmanja vrijednost očitanja Vernierovog pomičnog mjerila (šublera)?

Koji mjerni instrument predlažete za identificiranje dijametra okruglih predmeta?

Zašto se metrički sistem mjera preferira u odnosu na imperijalni sistem, u većini industrijskih zemalja?

Okrugli i cilindrični predmeti se moraju premjeriti do tačnosti 0,01. Koji mjerni instrument predlažete i zašto?

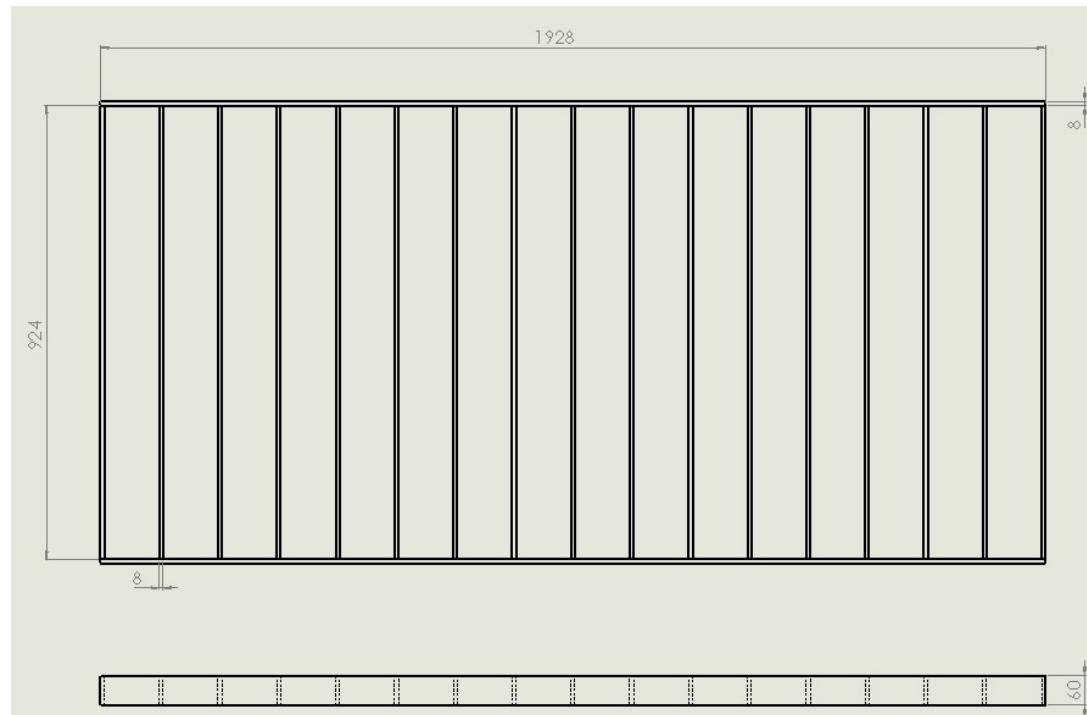
Nekoliko rupa Ø16H7 treba provjeriti. Koji mjerni instrument predlažete?

Ishod učenja 3: Izračunavanje ukupne dužine radnog komada

14. Proračuni vezani za obradni materijal:

Radni komadi se često izrađuju od građevinskog čelika koji se reže na željenu dužinu prema tehničkom crtežu nakon čega se obavljaju montaža, zavarivanje, spajanje vijcima, itd. da bi se obavio radni nalog. Prije izrade se mora identificirati dužina dijelova i mora se izračunati ukupno potrebni (ukupna dužina) građevinski čelik (tj. šipke). Ovo je neophodno radi naručivanja materijala i izračunavanja troškova.

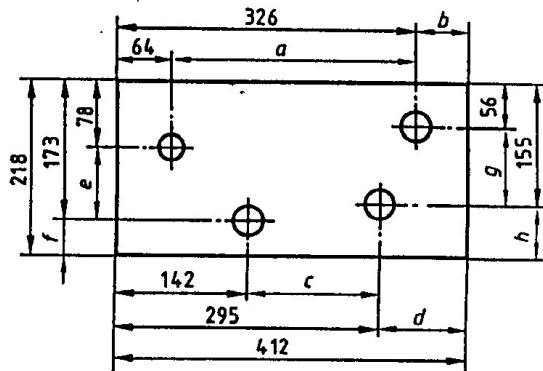
Zadatak 1: Ispod je skica za ogradu balkona. Izrađena je od šipki valjanog čelika 60 x 8. Izračunaj koliko je ukupno potrebno šipke!



Slika 51

Izračunavanje nedostajućih dimenzija: (Također uporediti tehničke tablice na str. 40)

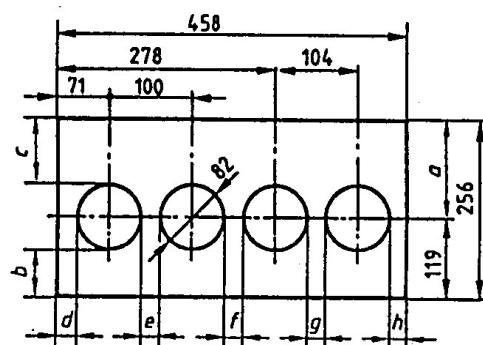
Zadatak 2:



Slika 52

Izračunajte dimenzije koje nedostaju!
Morate dodati i oduzeti dimenzije da
biste odredili vrijednosti: a, b, c, d, e, f,
g, h.

Zadatak 3:



Slika 53

Izračunajte dimenzije a, b, c, d, e, f, g, h
koje nedostaju.

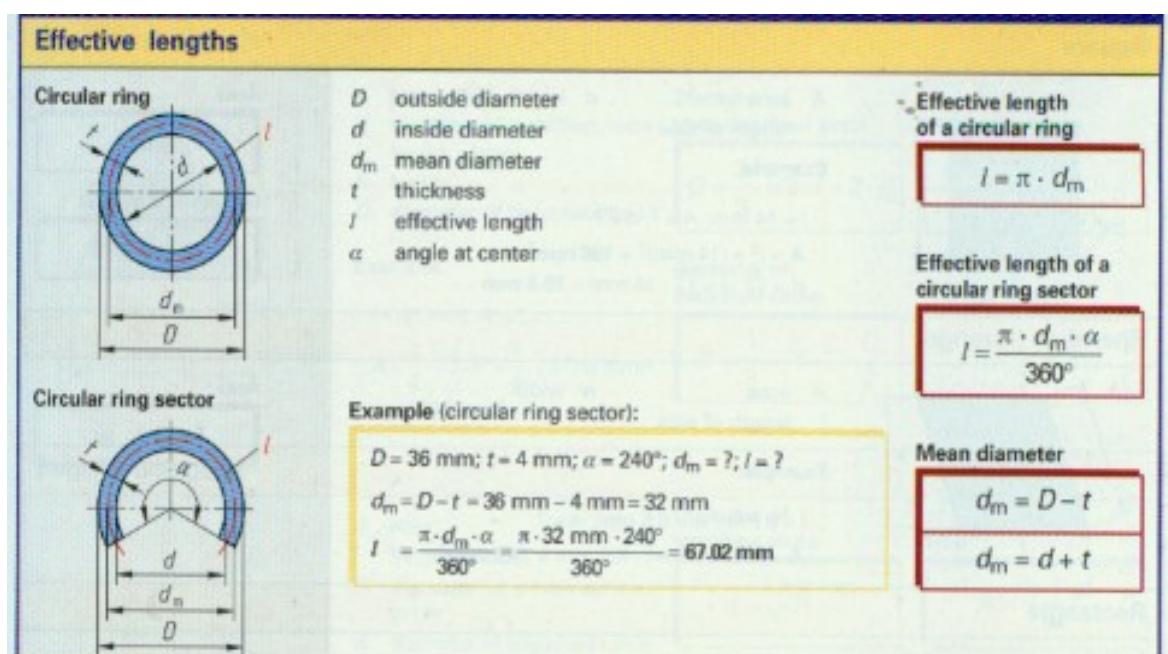
15. Izračunavanje efektivne dužine savijenih oblika:

Kada se neki radni komad treba saviti, potrebno je uzeti u obzir radijus odnosno dijametar (prečnik) radnog komada radi izračunavanja. U takvim slučajevima moramo koristiti srednji dijametar radnog komada (d_m) radi izračunavanja. Ovaj d_m se računa kada je vanjski dijametar (D) naveden kao:

$$D_m = D - t;$$

Kada je unutrašnji dijametar (d) naveden kao: $d_m = d + t$

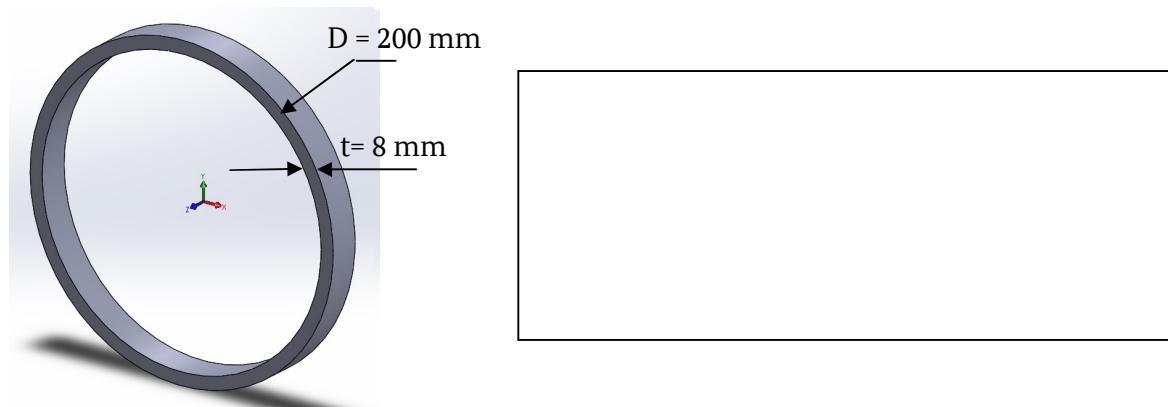
Uporedite ilustracije i formule ispod.



Slika 54

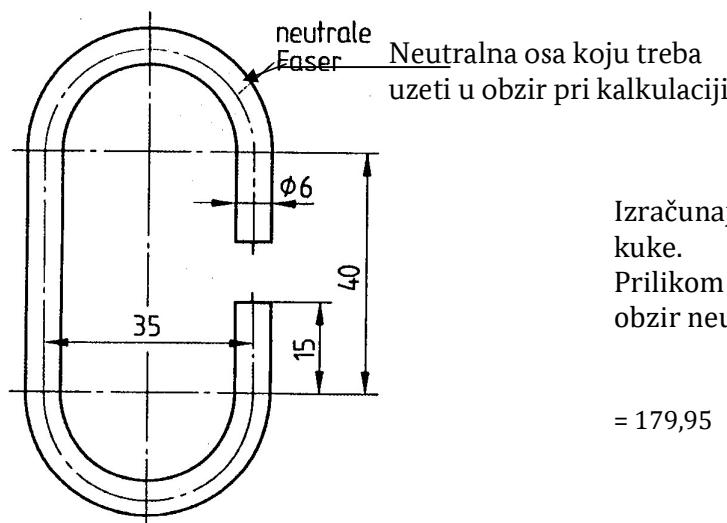
Primjer:

Od valjanog čelika je potrebno izraditi prsten. $T = 8 \text{ mm}$ i $D = 200 \text{ mm}$ (vanjski dijametar). Izračunajte efektivnu dužinu materijala!



Slika 55

Zadatak 4:



Izračunajte efektivnu dužinu kuke.

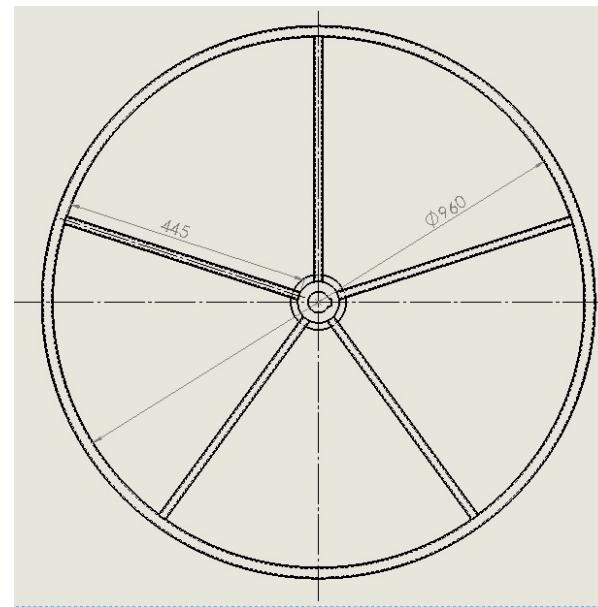
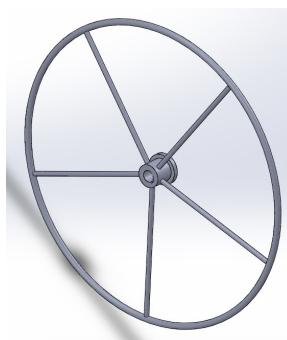
Prilikom kalkulacije uzmite u obzir neutralnu osu!

$$= 179,95$$

Slika 56

Zadatak 5:

Izračunajte ukupno potretni materijal za cijev $\varnothing 20$ mm, debljina zida 5 mm, za ručno kolo.



Slika 57

$$dm_1 = 960 \text{ mm} + 20 \text{ mm} = 980 \text{ mm}$$

$$L_1 = dm_1 \pi = 980 \text{ mm} \times 3,1415 = 3078,6 \text{ mm}$$

$$L_3 = 5 \times 445 \text{ mm} = 2225 \text{ mm}$$

$$dm_2 = 70 \text{ mm} + 20 \text{ mm} = 90 \text{ mm}$$

$$L_2 = dm_2 \pi = 282,14 \text{ mm}$$

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 5585,81 \text{ mm}$$

Utvrdjivanje znanja i tehničke tablice

16. Konverzija tablice – inči u milimetre

Konverzija tablica 1:

| INČI | | METRIČKI | INČI | | METRIČKI | INČI | | METRIČKI |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| RAZLOMAK | DECIMALA | mm | RAZLOMAK | DECIMALA | mm | RAZLOMAK | DECIMALA | mm |
| . | 0.0039 | 0.1000 | . | 0.5512 | 14.0000 | . | 1.8898 | 48.0000 |
| . | 0.0079 | 0.2000 | 9/16 | 0.5625 | 14.2875 | . | 1.9291 | 49.0000 |
| . | 0.0118 | 0.3000 | . | 0.5709 | 14.5000 | . | 1.9685 | 50.0000 |
| 1/64 | 0.0156 | 0.3969 | 37/64 | 0.5781 | 14.6844 | 2 | 2.0000 | 50.8000 |
| . | 0.0157 | 0.4000 | . | 0.5906 | 15.0000 | . | 2.0079 | 51.0000 |
| . | 0.0197 | 0.5000 | 19/32 | 0.5938 | 15.0813 | . | 2.0472 | 52.0000 |
| . | 0.0236 | 0.6000 | 39/64 | 0.6094 | 15.4781 | . | 2.0866 | 53.0000 |
| . | 0.0276 | 0.7000 | . | 0.6102 | 15.5000 | . | 2.1260 | 54.0000 |
| 1/32 | 0.0313 | 0.7938 | 5/8 | 0.6250 | 15.8750 | . | 2.1654 | 55.0000 |
| . | 0.0315 | 0.8000 | . | 0.6299 | 16.0000 | . | 2.2047 | 56.0000 |
| . | 0.0354 | 0.9000 | 41/64 | 0.6406 | 16.2719 | . | 2.2441 | 57.0000 |
| . | 0.0394 | 1.0000 | . | 0.6496 | 16.5000 | 2 1/4 | 2.2500 | 57.1500 |
| . | 0.0433 | 1.1000 | 21/32 | 0.6563 | 16.6688 | . | 2.2835 | 58.0000 |
| 3/64 | 0.0469 | 1.1906 | . | 0.6693 | 17.0000 | . | 2.3228 | 59.0000 |
| . | 0.0472 | 1.2000 | 43/64 | 0.6719 | 17.0656 | . | 2.3622 | 60.0000 |
| . | 0.0512 | 1.3000 | 11/16 | 0.6875 | 17.4625 | . | 2.4016 | 61.0000 |
| . | 0.0551 | 1.4000 | . | 0.6890 | 17.5000 | . | 2.4409 | 62.0000 |
| . | 0.0591 | 1.5000 | 45/64 | 0.7031 | 17.8594 | . | 2.4803 | 63.0000 |
| 1/16 | 0.0625 | 1.5875 | . | 0.7087 | 18.0000 | 2 1/2 | 2.5000 | 63.5000 |
| . | 0.0630 | 1.6000 | 23/32 | 0.7188 | 18.2563 | . | 2.5197 | 64.0000 |
| . | 0.0669 | 1.7000 | . | 0.7283 | 18.5000 | . | 2.5591 | 65.0000 |
| . | 0.0709 | 1.8000 | 47/64 | 0.7344 | 18.6531 | . | 2.5984 | 66.0000 |
| . | 0.0748 | 1.9000 | . | 0.7480 | 19.0000 | . | 2.6378 | 67.0000 |
| 5/64 | 0.0781 | 1.9844 | 3/4 | 0.7500 | 19.0500 | . | 2.6772 | 68.0000 |
| . | 0.0787 | 2.0000 | 49/64 | 0.7656 | 19.4469 | . | 2.7165 | 69.0000 |
| . | 0.0827 | 2.1000 | . | 0.7677 | 19.5000 | 2 3/4 | 2.7500 | 69.8500 |
| . | 0.0866 | 2.2000 | 25/32 | 0.7813 | 19.8438 | . | 2.7559 | 70.0000 |
| . | 0.0906 | 2.3000 | . | 0.7874 | 20.0000 | . | 2.7953 | 71.0000 |
| 3/32 | 0.0938 | 2.3813 | 51/64 | 0.7969 | 20.2406 | . | 2.8346 | 72.0000 |
| . | 0.0945 | 2.4000 | . | 0.8071 | 20.5000 | . | 2.8740 | 73.0000 |
| . | 0.0984 | 2.5000 | 13/16 | 0.8125 | 20.6375 | . | 2.9134 | 74.0000 |
| 7/64 | 0.1094 | 2.7781 | . | 0.8268 | 21.0000 | . | 2.9528 | 75.0000 |
| . | 0.1181 | 3.0000 | 53/64 | 0.8281 | 21.0344 | . | 2.9921 | 76.0000 |
| 1/8 | 0.1250 | 3.1750 | 27/32 | 0.8438 | 21.4313 | 3 | 3.0000 | 76.2000 |
| . | 0.1378 | 3.5000 | . | 0.8465 | 21.5000 | . | 3.0315 | 77.0000 |
| 9/64 | 0.1406 | 3.5719 | 55/64 | 0.8594 | 21.8281 | . | 3.0709 | 78.0000 |
| 5/32 | 0.1563 | 3.9688 | . | 0.8661 | 22.0000 | . | 3.1102 | 79.0000 |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|----------|-----------|
| . | 0.1575 | 4.0000 | 7/8 | 0.8750 | 22.2250 | . | 3.1496 | 80.0000 |
| 11/64 | 0.1719 | 4.3656 | . | 0.8858 | 22.5000 | . | 3.1890 | 81.0000 |
| . | 0.1772 | 4.5000 | 57/64 | 0.8906 | 22.6219 | . | 3.2283 | 82.0000 |
| 3/16 | 0.1875 | 4.7625 | . | 0.9055 | 23.0000 | . | 3.2677 | 83.0000 |
| . | 0.1969 | 5.0000 | 29/32 | 0.9063 | 23.0188 | . | 3.3071 | 84.0000 |
| 13/64 | 0.2031 | 5.1594 | 59/64 | 0.9219 | 23.4156 | . | 3.3465 | 85.0000 |
| . | 0.2165 | 5.5000 | . | 0.9252 | 23.5000 | . | 3.3858 | 86.0000 |
| 7/32 | 0.2188 | 5.5563 | 15/16 | 0.9375 | 23.8125 | . | 3.4252 | 87.0000 |
| 15/64 | 0.2344 | 5.9531 | . | 0.9449 | 24.0000 | . | 3.4646 | 88.0000 |
| . | 0.2362 | 6.0000 | 61/64 | 0.9531 | 24.2094 | 3 1/2 | 3.5000 | 88.9000 |
| 1/4 | 0.2500 | 6.3500 | . | 0.9646 | 24.5000 | . | 3.5039 | 89.0000 |
| . | 0.2559 | 6.5000 | 31/32 | 0.9688 | 24.6063 | . | 3.5433 | 90.0000 |
| 17/64 | 0.2656 | 6.7469 | . | 0.9843 | 25.0000 | . | 3.5827 | 91.0000 |
| . | 0.2756 | 7.0000 | 63/64 | 0.9844 | 25.0031 | . | 3.6220 | 92.0000 |
| 9/32 | 0.2813 | 7.1438 | 1 | 1.0000 | 25.4000 | . | 3.6614 | 93.0000 |
| . | 0.2953 | 7.5000 | . | 1.0039 | 25.5000 | . | 3.7008 | 94.0000 |
| 19/64 | 0.2969 | 7.5406 | . | 1.0236 | 26.0000 | . | 3.7402 | 95.0000 |
| 5/16 | 0.3125 | 7.9375 | . | 1.0433 | 26.5000 | . | 3.7795 | 96.0000 |
| . | 0.3150 | 8.0000 | . | 1.0630 | 27.0000 | . | 3.8189 | 97.0000 |
| 21/64 | 0.3281 | 8.3344 | . | 1.0827 | 27.5000 | . | 3.8583 | 98.0000 |
| . | 0.3346 | 8.5000 | . | 1.1024 | 28.0000 | . | 3.8976 | 99.0000 |
| 11/32 | 0.3438 | 8.7313 | . | 1.1220 | 28.5000 | . | 3.9370 | 100.0000 |
| . | 0.3543 | 9.0000 | . | 1.1417 | 29.0000 | 4 | 4.0000 | 101.6000 |
| 23/64 | 0.3594 | 9.1281 | . | 1.1614 | 29.5000 | . | 4.3307 | 110.0000 |
| . | 0.3740 | 9.5000 | . | 1.1811 | 30.0000 | 4 1/2 | 4.5000 | 114.3000 |
| 3/8 | 0.3750 | 9.5250 | . | 1.2205 | 31.0000 | . | 4.7244 | 120.0000 |
| 25/64 | 0.3906 | 9.9219 | 1 1/4 | 1.2500 | 31.7500 | 5 | 5.0000 | 127.0000 |
| . | 0.3937 | 10.0000 | . | 1.2598 | 32.0000 | . | 5.1181 | 130.0000 |
| 13/32 | 0.4063 | 10.3188 | . | 1.2992 | 33.0000 | . | 5.5118 | 140.0000 |
| . | 0.4134 | 10.5000 | . | 1.3386 | 34.0000 | . | 5.9055 | 150.0000 |
| 27/64 | 0.4219 | 10.7156 | . | 1.3780 | 35.0000 | 6 | 6.0000 | 152.4000 |
| . | 0.4331 | 11.0000 | . | 1.4173 | 36.0000 | . | 6.2992 | 160.0000 |
| 7/16 | 0.4375 | 11.1125 | . | 1.4567 | 37.0000 | . | 6.6929 | 170.0000 |
| . | 0.4528 | 11.5000 | . | 1.4961 | 38.0000 | . | 7.0866 | 180.0000 |
| 29/64 | 0.4531 | 11.5094 | 1 1/2 | 1.5000 | 38.1000 | . | 7.4803 | 190.0000 |
| 15/32 | 0.4688 | 11.9063 | . | 1.5354 | 39.0000 | . | 7.8740 | 200.0000 |
| . | 0.4724 | 12.0000 | . | 1.5748 | 40.0000 | 8 | 8.0000 | 203.2000 |
| 31/64 | 0.4844 | 12.3031 | . | 1.6142 | 41.0000 | . | 9.8425 | 250.0000 |
| . | 0.4921 | 12.5000 | . | 1.6535 | 42.0000 | 10 | 10.0000 | 254.0000 |
| 1/2 | 0.5000 | 12.7000 | . | 1.6929 | 43.0000 | 20 | 20.0000 | 508.0000 |
| . | 0.5118 | 13.0000 | . | 1.7323 | 44.0000 | 30 | 30.0000 | 762.0000 |
| 33/64 | 0.5156 | 13.0969 | 1 3/4 | 1.7500 | 44.4500 | 40 | 40.0000 | 1016.0000 |
| 17/32 | 0.5313 | 13.4938 | . | 1.7717 | 45.0000 | 60 | 60.0000 | 1524.0000 |
| . | 0.5315 | 13.5000 | . | 1.8110 | 46.0000 | 80 | 80.0000 | 2032.0000 |
| 35/64 | 0.5469 | 13.8906 | . | 1.8504 | 47.0000 | 100 | 100.0000 | 2540.0000 |

**Inches to Millimeter
Conversion Table**

| Inches (decimal) | Inches (Fraction) | Millimeters |
|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|
| 0.0625 | 1/16 | 1.5875 | 1.0625 | 1 1/16 | 26.9876 | 2.0625 | 2 1/16 | 52.3877 | 3.0625 | 3 1/16 | 77.7878 | 4.0625 | 4 1/16 | 103.1879 |
| 0.1250 | 1/8 | 3.1750 | 1.1250 | 1 1/8 | 28.5751 | 2.1250 | 2 1/8 | 53.9752 | 3.1250 | 3 1/8 | 79.3753 | 4.1250 | 4 1/8 | 104.7754 |
| 0.1875 | 3/16 | 4.7625 | 1.1875 | 1 3/16 | 30.1626 | 2.1875 | 2 3/16 | 55.5627 | 3.1875 | 3 3/16 | 80.9628 | 4.1875 | 4 3/16 | 106.3629 |
| 0.2500 | 1/4 | 6.3500 | 1.2500 | 1 1/4 | 31.7501 | 2.2500 | 2 1/4 | 57.1502 | 3.2500 | 3 1/4 | 82.5503 | 4.2500 | 4 1/4 | 107.9504 |
| 0.3125 | 5/16 | 7.9375 | 1.3125 | 1 5/16 | 33.3376 | 2.3125 | 2 5/16 | 58.7377 | 3.3125 | 3 5/16 | 84.1378 | 4.3125 | 4 5/16 | 109.5379 |
| 0.3750 | 3/8 | 9.5250 | 1.3750 | 1 3/8 | 34.9251 | 2.3750 | 2 3/8 | 60.3252 | 3.3750 | 3 3/8 | 85.7253 | 4.3750 | 4 3/8 | 111.1254 |
| 0.4375 | 7/16 | 11.1125 | 1.4375 | 1 7/16 | 36.5126 | 2.4375 | 2 7/16 | 61.9127 | 3.4375 | 3 7/16 | 87.3128 | 4.4375 | 4 7/16 | 112.7129 |
| 0.5000 | 1/2 | 12.7001 | 1.5000 | 1 1/2 | 38.1002 | 2.5000 | 2 1/2 | 63.5003 | 3.5000 | 3 1/2 | 88.9004 | 4.5000 | 4 1/2 | 114.3005 |
| 0.5625 | 9/16 | 14.2876 | 1.5625 | 1 9/16 | 39.6877 | 2.5625 | 2 9/16 | 65.0878 | 3.5625 | 3 9/16 | 90.4879 | 4.5625 | 4 9/16 | 115.8880 |
| 0.6250 | 5/8 | 15.8751 | 1.6250 | 1 5/8 | 41.2752 | 2.6250 | 2 5/8 | 66.6753 | 3.6250 | 3 5/8 | 92.0754 | 4.6250 | 4 5/8 | 117.4755 |
| 0.6875 | 11/16 | 17.4626 | 1.6875 | 1 11/16 | 42.8627 | 2.6875 | 2 11/16 | 68.2628 | 3.6875 | 3 11/16 | 93.6629 | 4.6875 | 4 11/16 | 119.0630 |
| 0.7500 | 3/4 | 19.0501 | 1.7500 | 1 3/4 | 44.4502 | 2.7500 | 2 3/4 | 69.8503 | 3.7500 | 3 3/4 | 95.2504 | 4.7500 | 4 3/4 | 120.6505 |
| 0.8125 | 13/16 | 20.6376 | 1.8125 | 1 13/16 | 46.0377 | 2.8125 | 2 13/16 | 71.4378 | 3.8125 | 3 13/16 | 96.8379 | 4.8125 | 4 13/16 | 122.2380 |
| 0.8750 | 7/8 | 22.2251 | 1.8750 | 1 7/8 | 47.6252 | 2.8750 | 2 7/8 | 73.0253 | 3.8750 | 3 7/8 | 98.4254 | 4.8750 | 4 7/8 | 123.8255 |
| 0.9375 | 15/16 | 23.8126 | 1.9375 | 1 15/16 | 49.2127 | 2.9375 | 2 15/16 | 74.6128 | 3.9375 | 3 15/16 | 100.0129 | 4.9375 | 4 15/16 | 125.4130 |
| 1.0000 | 1 | 25.4001 | 2.0000 | 2 | 50.8002 | 3.0000 | 3 | 76.2003 | 4.0000 | 4 | 101.6004 | 5.0000 | 5 | 127.0005 |

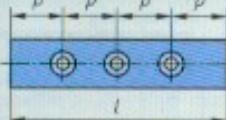
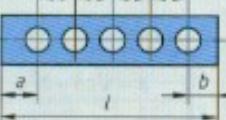
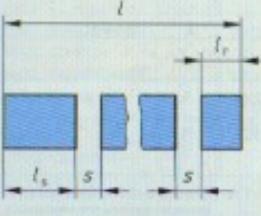
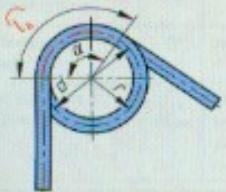
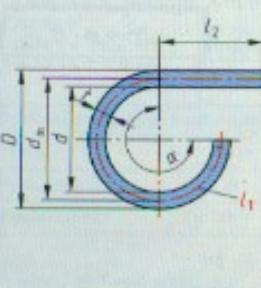
| Inches (decimal) | Inches (Fraction) | Millimeters |
|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|
| 5.0625 | 5 1/16 | 128.5880 | 6.0625 | 6 1/16 | 153.9881 | 7.0625 | 7 1/16 | 179.3882 | 8.0625 | 8 1/16 | 204.7883 | 9.0625 | 9 1/16 | 230.1884 |
| 5.1250 | 5 1/8 | 130.1755 | 6.1250 | 6 1/8 | 155.5756 | 7.1250 | 7 1/8 | 180.9757 | 8.1250 | 8 1/8 | 206.3758 | 9.1250 | 9 1/8 | 231.7759 |
| 5.1875 | 5 3/16 | 131.7630 | 6.1875 | 6 3/16 | 157.1631 | 7.1875 | 7 3/16 | 182.5632 | 8.1875 | 8 3/16 | 207.9633 | 9.1875 | 9 3/16 | 233.3634 |
| 5.2500 | 5 1/4 | 133.3505 | 6.2500 | 6 1/4 | 158.7506 | 7.2500 | 7 1/4 | 184.1507 | 8.2500 | 8 1/4 | 209.5508 | 9.2500 | 9 1/4 | 234.9509 |
| 5.3125 | 5 5/16 | 134.9380 | 6.3125 | 6 5/16 | 160.3381 | 7.3125 | 7 5/16 | 185.7382 | 8.3125 | 8 5/16 | 211.1383 | 9.3125 | 9 5/16 | 236.5384 |
| 5.3750 | 5 3/8 | 136.5255 | 6.3750 | 6 3/8 | 161.9256 | 7.3750 | 7 3/8 | 187.3257 | 8.3750 | 8 3/8 | 212.7258 | 9.3750 | 9 3/8 | 238.1259 |
| 5.4375 | 5 7/16 | 138.1130 | 6.4375 | 6 7/16 | 163.5131 | 7.4375 | 7 7/16 | 188.9132 | 8.4375 | 8 7/16 | 214.3133 | 9.4375 | 9 7/16 | 239.7134 |
| 5.5000 | 5 1/2 | 139.7006 | 6.5000 | 6 1/2 | 165.1007 | 7.5000 | 7 1/2 | 190.5008 | 8.5000 | 8 1/2 | 215.9009 | 9.5000 | 9 1/2 | 241.3010 |
| 5.5625 | 5 9/16 | 141.2881 | 6.5625 | 6 9/16 | 166.6882 | 7.5625 | 7 9/16 | 192.0883 | 8.5625 | 8 9/16 | 171.4884 | 9.5625 | 9 9/16 | 242.8885 |
| 5.6250 | 5 5/8 | 142.8756 | 6.6250 | 6 5/8 | 168.2757 | 7.6250 | 7 5/8 | 193.6758 | 8.6250 | 8 5/8 | 219.0759 | 9.6250 | 9 5/8 | 244.4760 |
| 5.6875 | 5 11/16 | 144.4631 | 6.6875 | 6 11/16 | 169.8632 | 7.6875 | 7 11/16 | 195.2633 | 8.6875 | 8 11/16 | 220.6634 | 9.6875 | 9 11/16 | 246.0635 |
| 5.7500 | 5 3/4 | 146.0506 | 6.7500 | 6 3/4 | 171.4507 | 7.7500 | 7 3/4 | 196.8508 | 8.7500 | 8 3/4 | 222.2509 | 9.7500 | 9 3/4 | 247.6510 |
| 5.8125 | 5 13/16 | 147.6381 | 6.8125 | 6 13/16 | 173.0382 | 7.8125 | 7 13/16 | 198.4383 | 8.8125 | 8 13/16 | 223.8384 | 9.8125 | 9 13/16 | 249.2385 |
| 5.8750 | 5 7/8 | 149.2256 | 6.8750 | 6 7/8 | 174.6257 | 7.8750 | 7 7/8 | 200.0258 | 8.8750 | 8 7/8 | 225.4259 | 9.8750 | 9 7/8 | 250.8260 |
| 5.9375 | 5 15/16 | 150.8131 | 6.9375 | 6 15/16 | 176.2132 | 7.9375 | 7 15/16 | 201.6133 | 8.9375 | 8 15/16 | 227.0134 | 9.9375 | 9 15/16 | 252.4135 |
| 6.0000 | 6 | 152.4006 | 7.0000 | 7 | 177.8007 | 8.0000 | 8 | 203.2008 | 9.0000 | 9 | 228.6009 | 10.0000 | 10 | 254.0010 |

| Inches (decimal) | Inches (Fraction) | Millimeters |
|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|
| 10.0625 | 10 1/16 | 255.5885 | 11.0625 | 11 1/16 | 280.9886 | 12.0625 | 12 1/16 | 306.3887 | 13.0625 | 13 1/16 | 331.7888 | 14.0625 | 14 1/16 | 357.1889 |
| 10.1250 | 10 1/8 | 257.1760 | 11.1250 | 11 1/8 | 282.5761 | 12.1250 | 12 1/8 | 307.9762 | 13.1250 | 13 1/8 | 333.3763 | 14.1250 | 14 1/8 | 358.7764 |
| 10.1875 | 10 3/16 | 258.7635 | 11.1875 | 11 3/16 | 284.1636 | 12.1875 | 12 3/16 | 309.5637 | 13.1875 | 13 3/16 | 334.9638 | 14.1875 | 14 3/16 | 360.3639 |
| 10.2500 | 10 1/4 | 260.3510 | 11.2500 | 11 1/4 | 285.7511 | 12.2500 | 12 1/4 | 311.1512 | 13.2500 | 13 1/4 | 336.5513 | 14.2500 | 14 1/4 | 361.9514 |
| 10.3125 | 10 5/16 | 261.9385 | 11.3125 | 11 5/16 | 287.3386 | 12.3125 | 12 5/16 | 312.7387 | 13.3125 | 13 5/16 | 338.1388 | 14.3125 | 14 5/16 | 363.5389 |
| 10.3750 | 10 3/8 | 263.5260 | 11.3750 | 11 3/8 | 288.9261 | 12.3750 | 12 3/8 | 314.3262 | 13.3750 | 13 3/8 | 339.7263 | 14.3750 | 14 3/8 | 365.1264 |
| 10.4375 | 10 7/16 | 265.1135 | 11.4375 | 11 7/16 | 290.5136 | 12.4375 | 12 7/16 | 315.9137 | 13.4375 | 13 7/16 | 341.3138 | 14.4375 | 14 7/16 | 366.7139 |
| 10.5000 | 10 1/2 | 266.7011 | 11.5000 | 11 1/2 | 292.1012 | 12.5000 | 12 1/2 | 317.5013 | 13.5000 | 13 1/2 | 342.9014 | 14.5000 | 14 1/2 | 368.3015 |
| 10.5625 | 10 9/16 | 268.2886 | 11.5625 | 11 9/16 | 293.6887 | 12.5625 | 12 9/16 | 319.0888 | 13.5625 | 13 9/16 | 344.4889 | 14.5625 | 14 9/16 | 369.8890 |
| 10.6250 | 10 5/8 | 269.8761 | 11.6250 | 11 5/8 | 295.2762 | 12.6250 | 12 5/8 | 320.6763 | 13.6250 | 13 5/8 | 346.0764 | 14.6250 | 14 5/8 | 371.4765 |
| 10.6875 | 10 11/16 | 271.4636 | 11.6875 | 11 11/16 | 296.8637 | 12.6875 | 12 11/16 | 322.2638 | 13.6875 | 13 11/16 | 347.6639 | 14.6875 | 14 11/16 | 373.0640 |
| 10.7500 | 10 3/4 | 273.0511 | 11.7500 | 11 3/4 | 298.4512 | 12.7500 | 12 3/4 | 328.8513 | 13.7500 | 13 3/4 | 349.2514 | 14.7500 | 14 3/4 | 374.6515 |
| 10.8125 | 10 13/16 | 274.6386 | 11.8125 | 11 13/16 | 300.0387 | 12.8125 | 12 13/16 | 325.4388 | 13.8125 | 13 13/16 | 350.8389 | 14.8125 | 14 13/16 | 376.2390 |
| 10.8750 | 10 7/8 | 276.2261 | 11.8750 | 11 7/8 | 301.6262 | 12.8750 | 12 7/8 | 327.0263 | 13.8750 | 13 7/8 | 352.4264 | 14.8750 | 14 7/8 | 377.8265 |
| 10.9375 | 10 15/16 | 277.8136 | 11.9375 | 11 15/16 | 303.2137 | 12.9375 | 12 15/16 | 328.6138 | 13.9375 | 13 15/16 | 354.0139 | 14.9375 | 14 15/16 | 379.4140 |
| 11.0000 | 11 | 279.4011 | 12.0000 | 12 | 304.8012 | 13.0000 | 13 | 330.2013 | 14.0000 | 14 | 355.6014 | 15.0000 | 15 | 381.0015 |

| Inches (decimal) | Inches (Fraction) | Millimeters |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

<tbl_r cells="15" ix="3" maxcspan="1" maxrspan="1" usedcols

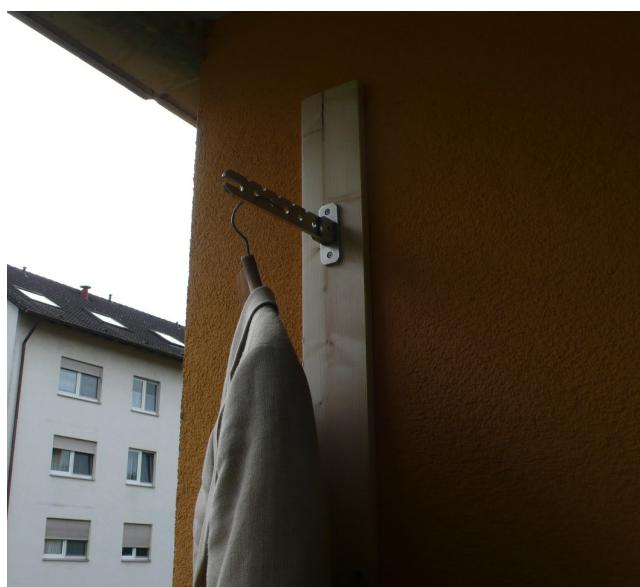
17. Tehničke tablice/ formule za dužinu luka, dužina kompozitnog materijala

| Division of lengths, Arc length, Composite length | | |
|--|---|---|
| Sub-dividing lengths | | |
| Edge distance = spacing  | l total length n number of holes p spacing | Spacing $p = \frac{l}{n+1}$ |
| Example: $l = 2 \text{ m}; n = 24 \text{ holes}; p = ?$ $p = \frac{l}{n+1} = \frac{2000 \text{ mm}}{24+1} = 80 \text{ mm}$ | | |
| Edge distance \neq spacing  | l total length n number of holes p spacing a, b edge distances | Spacing $p = \frac{l - (a + b)}{n-1}$ |
| Example: $l = 1950 \text{ mm}; a = 100 \text{ mm}; b = 50 \text{ mm};$ $n = 25 \text{ holes}; p = ?$ $p = \frac{l - (a + b)}{n-1} = \frac{1950 \text{ mm} - 150 \text{ mm}}{25-1} = 75 \text{ mm}$ | | |
| Subdividing into pieces  | l bar length s saw cutting width z number of pieces l_r remaining length l_s piece length | Number of pieces $z = \frac{l}{l_s + s}$ |
| Example: $l = 6000 \text{ mm}; s = 230 \text{ mm}; z = ?; l_r = ?$ $z = \frac{l}{l_s + s} = \frac{6000 \text{ mm}}{230 \text{ mm} + 1.2 \text{ mm}} = 25.95 = 25 \text{ pieces}$ $l_r = l - z \cdot (l_s + s) = 6000 \text{ mm} - 25 \cdot (230 \text{ mm} + 1.2 \text{ mm}) = 220 \text{ mm}$ | | Remaining length $l_r = l - z \cdot (l_s + s)$ |
| Arc length | | |
| Example: Torsion spring  | l_a arc length α angle at center r radius d diameter | Arc length $l_a = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ}$ $l_a = \frac{\pi \cdot d \cdot \alpha}{360^\circ}$ |
| Example: $r = 36 \text{ mm}; \alpha = 120^\circ; l_a = ?$ $l_a = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ} = \frac{\pi \cdot 36 \text{ mm} \cdot 120^\circ}{180^\circ} = 75.36 \text{ mm}$ | | |
| Composite length | | |
|  | D outside diameter d_m mean diameter l_1, l_2 section lengths α angle at center | d inside diameter t thickness L composite length |
| Example (composite length, picture left): $D = 360 \text{ mm}; t = 5 \text{ mm}; \alpha = 270^\circ; l_2 = 70 \text{ mm};$ $d_m = ?; L = ?$ $d_m = D - t = 360 \text{ mm} - 5 \text{ mm} = 355 \text{ mm}$ $L = l_1 + l_2 = \frac{\pi \cdot d_m \cdot \alpha}{360^\circ} + l_2$ $= \frac{\pi \cdot 355 \text{ mm} \cdot 270^\circ}{360^\circ} + 70 \text{ mm} = 906.45 \text{ mm}$ | | Composite length $L = l_1 + l_2 + \dots$ |

Slika 59

Ishod učenja 5: Obavljanje projektnog rada

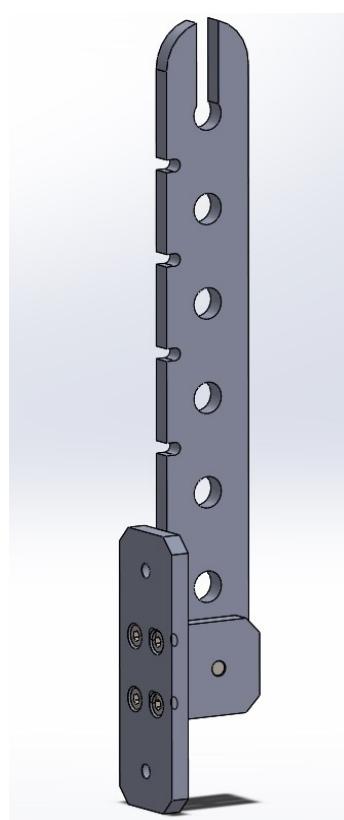
18. Projektni rad: Kuka za vješanje odjeće



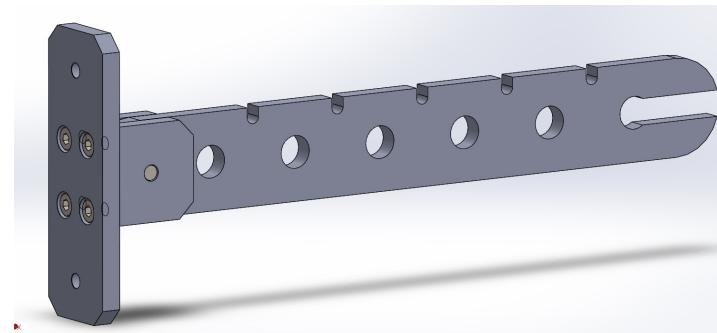
Slika 60

Kuka za vješanje odjeće je prilično koristan dodatak vašem domu i može se pričvrstiti na zid izvan doma da bi se vješala i provjetravala odjeća na način prikazan na slici pored. U isto vrijeme ovaj zadatak sadrži dosta označavanja i uključuje sav alat za označavanje poput čeličnog linijara, ugaonika, razdjelnika, Vernierovog visinskog mjerila i kao takav predstavlja odgovarajući zadatak za ovu jedinicu. Nakon proizvodnje, sve dimenzije se moraju provjeriti prema tehničkom crtežu uz upotrebu različitih vrsta mjernih instrumenata. Najbolje je kuku izraditi od aluminija da bi se izbjegla korozija. Ukoliko se izrađuje od čelika, treba obratiti pažnju na sprečavanje hrđanja.

Kuka za vješanje odjeće, podignuti položaj



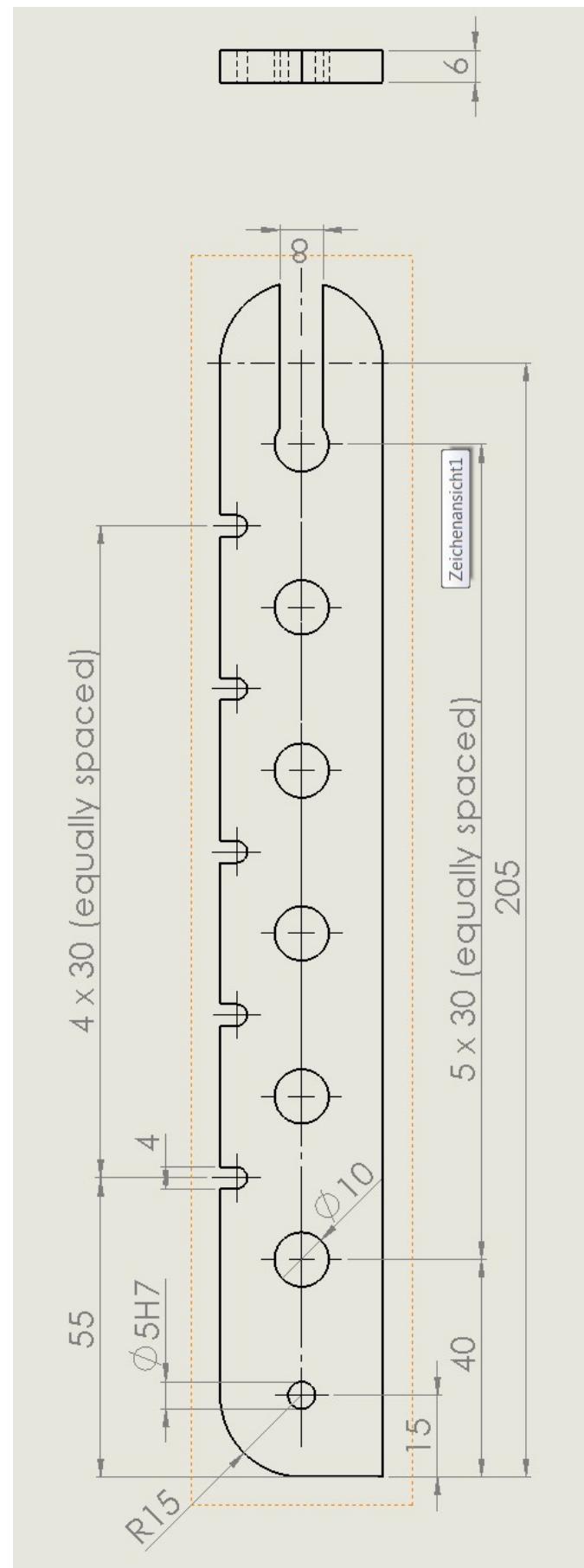
Kuka za vješanje odjeće, spušteni položaj



Slika 61

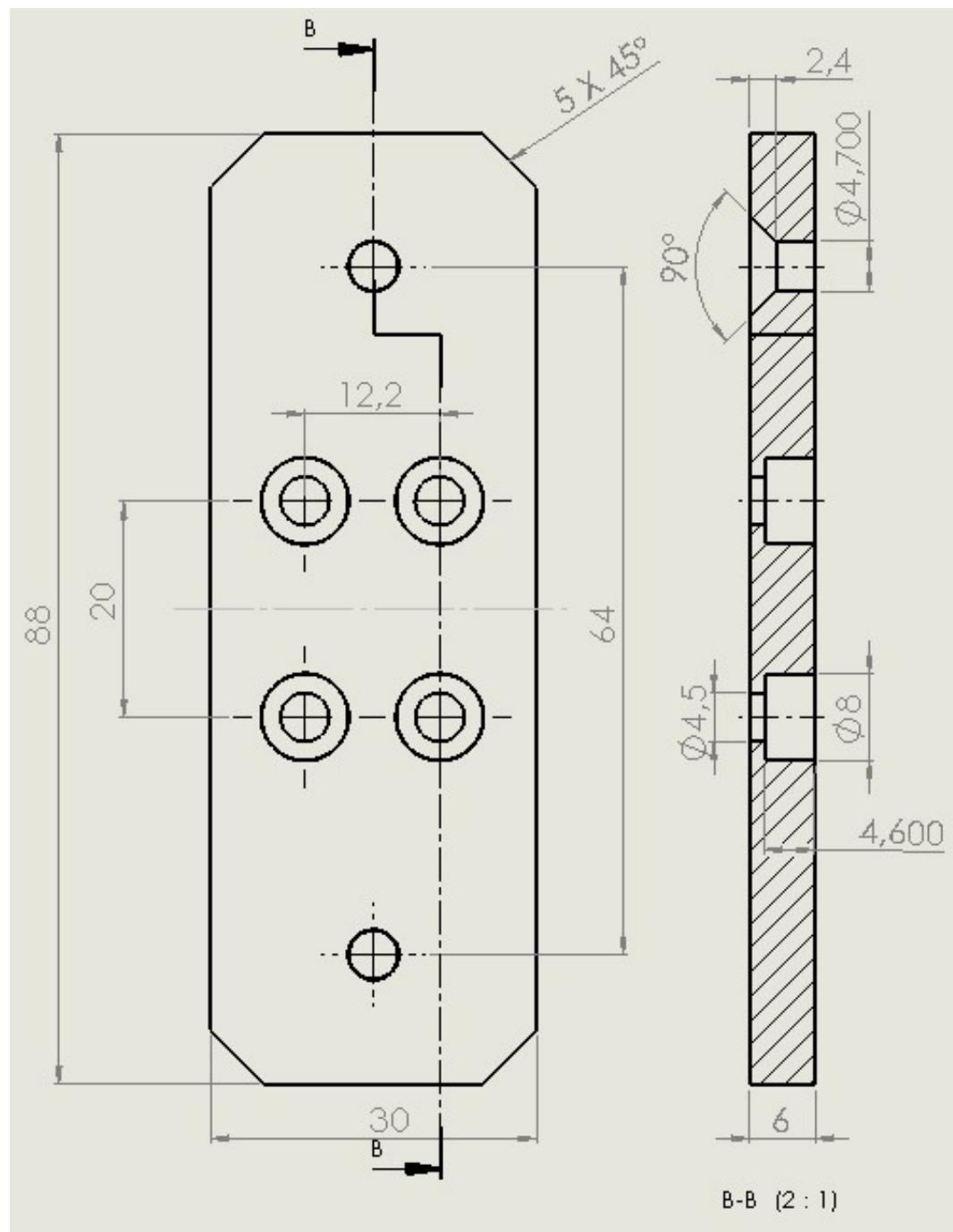
Tehnički crteži za kuku za vješanje odjeće

1. Kuka



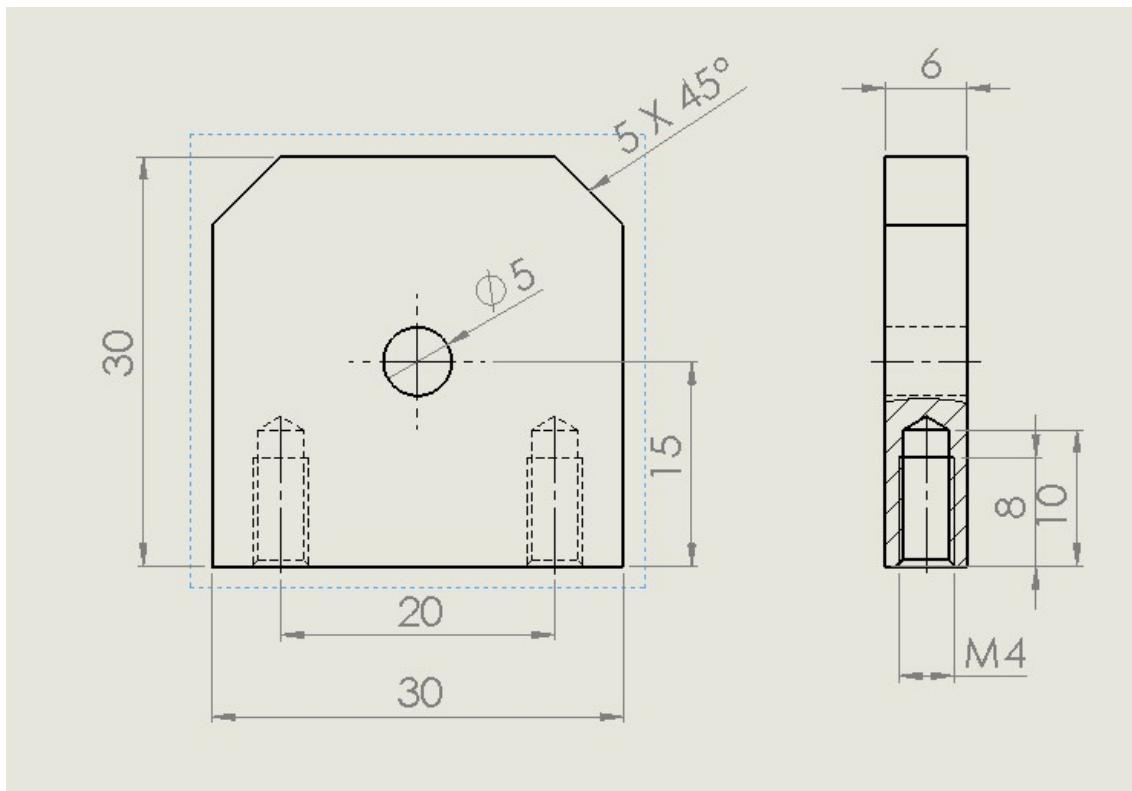
Slika 62

2. Osnovna ploča



Slika 63

3. Limena vodilica



Slika 64

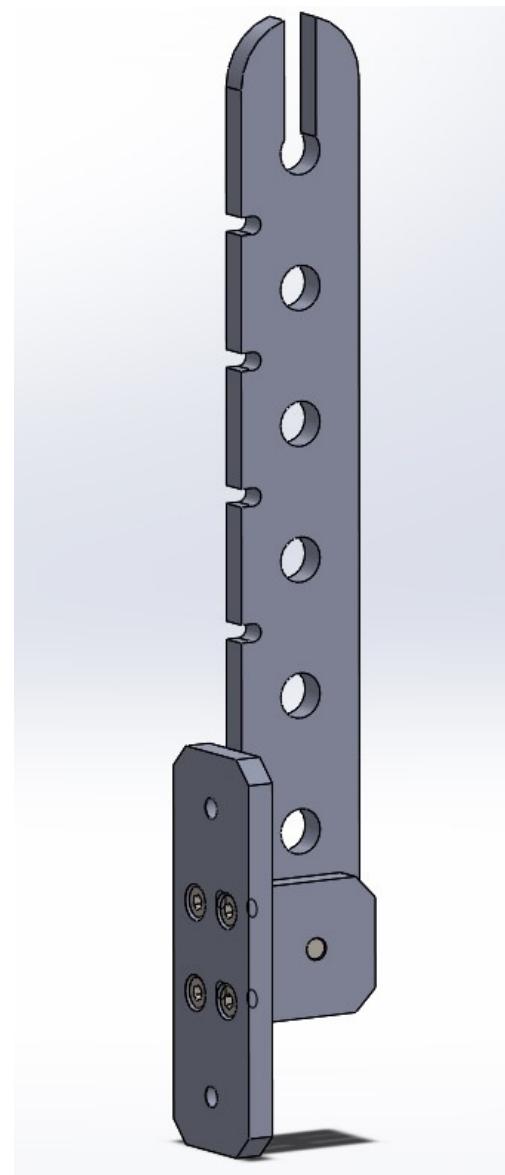
Nakon izrade svih dijelova potrebno je provjeriti sve dimenzije. Upotrijebiti Vernierovo pomicno mjerilo (šubler), naročito za mjerjenje udaljenosti rupa od centra do centra. Za montažu su potrebni sljedeći pričvršćivači:

| Količina | Opis |
|----------|---|
| 1 | Zakovica $\varnothing 5$ m 6 x 18, ISO 8734 |
| 4 | Imbus vijak s upuštenom glavom, M4 x 8, ISO4762 |
| 2 | Upušteni drveni vijci $\varnothing 4$ x 30 i odgovarajući klinovi |

Zadatak konstruisanja: (Grupni rad)

Kuka za vješanje odjeće ima dva položaja: podignuti i spušteni (uporedite slike na strani 30).

No, postoji nedostatak – u podignutom položaju bi mogla pasti jer ne postoji kvaka da je drži u tom položaju. Razgovarajte u grupama o tome kako se dizajn može promijeniti da kuka bude osigurana kada je u podignutom položaju. Nakon što dođete do nekog rješenja, promijenite dizajn i predstavite svoje rezultate ostalima.



Slika 65

19. Popis slika

| Br. | Izvor |
|----------|---|
| Slika 1 | Fotografija autora |
| Slika 2 | Fotografija autora |
| Slika 3 | Units & measurements cool-info.co.uk - google.com/search |
| Slika 4 | Standard imperial units of length measures in Greenwich, London ...en.wikipedia.com |
| Slika 5 | Das Ur-Meter in Paris – blikk.it - google.com/search |
| Slika 6 | BIMP – SI – Base units |
| Slika 7 | Crtež autora |
| Slika 8 | https://www.linear-tools.com google.com/search |
| Slika 9 | https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Vernier_Caliper_150mm.svg google.com/search |
| Slika 10 | https://slideplayer.com/slide/8162070/ google.com/search |
| Slika 11 | https://hardwaredepot.co.nz/product/lufkin-stainless-steel-rule-150mm/ google.com/search |
| Slika 12 | https://www.keyclampstore.com/stanley-pocket-tape-measure-3m-5m-10m |
| Slika 13 | https://www.stanleytools.com/products/hand-tools/tape-measures/fatmax |
| Slika 14 | https://www.messschieber-24.com/messschieber-150-mm |
| Slika 15 | https://www.helios-preisser.com/en/Products/Metrology/Calipers/Depth-gauge/ |
| Slika 16 | https://www.wabeco-remscheid.de/catalog/product/view/id/6561/s/. |
| Slika 17 | https://www.bautech-hoefer.de/Inside-micrometers-w-Measuring-jaws |
| Slika 18 | https://www.shakedeal.com/ajanta/measuring-layout-tools-testing... |
| Slika 19 | bakergauges.com/product-showcase/micrometers |
| Slika 20 | https://geek.hr/e-kako/drustvo/koristiti-pomicno-mjerilo/ |
| Slika 21 | https://www.meusburger.com/SR/RS/radionicka-oprema/measuring-equipment/micrometres/external-micrometres/mbd-50002 |
| Slika 22 | https://metal-kovis.hr/shop/cijena/subitor-digitalni-50-100-mm-insize |
| Slika 23 | https://metal-kovis.hr/shop/cijena/digitalni-dubinomjer-0-150-mm-insize |
| Slika 24 | Dobler H.D., Doll W., Fischer U., Günter W., Heinzler M., Ignatiwitz Dr. E., Vetter R.; Europa Fachkunde Metall, (2003); Verlag Europa Lehrmittel; p.18 |
| Slika 25 | Dobler H.D., Doll W., Fischer U., Günter W., Heinzler M., Ignatiwitz Dr. E., Vetter R.; Europa Fachkunde Metall, (2003); Verlag Europa Lehrmittel; p.18 |
| Slika 26 | www.vogel-germany.de - Messwerkzeuge |
| Slika 27 | https://www.indiamart.com/proddetail/plain-plug-gauge-13737735448.html |
| Slika 28 | https://www.starrett.com/caliper |
| Slika 29 | https://www.chronos.ltd.uk/product/combined-screw-pitch-gauge-metric-whitworth/ |
| Slika 30 | www.hoffmann-group.com/DE/de/hom/Messtechnik/Lehren/Formlehren/Radienlehre,-rostfreier-Stahl |
| Slika 31 | Master Metrology Thread Plug Gauge, M8x1.25-6H google.com/search |
| Slika 32 | https://www.moglix.com/yuzuki-go-and-not-go-6g-thread-ring-gauge-m20x150/mp/msn2vow4q2b581 |
| Slika 33 | https://www.helios-preisser.com Messuhren |
| Slika 34 | https://www.helios-preisser.com Messuhren |
| Slika 35 | http://hebeplattform.blogspot.com/2017/01/rundlauf-messuhr.html |

- Slika 36 <https://horst-benzing.de/DE/Messgeraete-Rundlauf.asp>
Slika 37 <https://www.dictum.com/de/messschieber-und-mikrometer-baic/analoger-messschieber->
- Slika 38 <https://www.mscdirect.com/basicsof/outside-micrometers>
Slika 39 <https://www.messwerkzeug.org/ablesung-des-nonus-beim-universal-winkelmessers.html>
- Slika 40 <https://pdfslide.tips/documents/jus-m-a1-240-tolerancije-oblika-definicije-i-primjeri-mjerenja.html>
Slika 41 <https://pdfslide.tips/documents/jus-m-a1-240-tolerancije-oblika-definicije-i-primjeri-mjerenja.html>
Slika 42 <doc/251571752/TNovačić-4rtB-Ref-Automatizacija-Mjernih-i-Ispitnih-Sustava>
Slika 43 <https://pdfslide.tips/documents/jus-m-a1-240-tolerancije-oblika-definicije-i-primjeri-mjerenja.html>
Slika 44 <https://pdfslide.tips/documents/jus-m-a1-240-tolerancije-oblika-definicije-i-primjeri-mjerenja.html>
Slika 45 <https://pdfslide.tips/documents/jus-m-a1-240-tolerancije-oblika-definicije-i-primjeri-mjerenja.html>
Slika 46 <https://pdfslide.tips/documents/jus-m-a1-240-tolerancije-oblika-definicije-i-primjeri-mjerenja.html>
Slika 47 https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepozitorij.unin.hr%2Fislandora%2Fobject%2Funin%253A1412%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&psig=AOvVaw0_OXnC6BL2lHRebrhq3ze&ust=1604428878729000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCPD
Slika 48 https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepozitorij.unin.hr%2Fislandora%2Fobject%2Funin%253A1412%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&psig=AOvVaw0_OXnC6BL2lHRebrhq3ze&ust=1604428878729000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCPDAm8LB5OwCFQAAAAAdAAAAABAD
Slika 49 https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepozitorij.unin.hr%2Fislandora%2Fobject%2Funin%253A1412%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&psig=AOvVaw0_OXnC6BL2lHRebrhq3ze&ust=1604428878729000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCPDAm8LB5OwCFQAAAAAdAAAAABAD
Slika 50 https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_8554/objava_30673/fajlovi/senzori1.pdf
Slika 51 Crtež autora
Slika 52 Hamm; Burk; Technische Mathematik für KFZ-Berufe; Holland und Josenhans Verlag (1990) p.32
Slika 53 Hamm; Burk; Technische Mathematik für KFZ-Berufe; Holland und Josenhans Verlag (1990) p.32
Slika 54 U.Fischer, M.Heinzler, F.Näher, H. Paetzold, R.Gomeringer, R.Kilgus, S.Oesterle, A. Stephan; (2012) Mechanical and Metal Trades Handbook; Verlag Europa Lehrmittel; str. 21

Slika 55 Crtež autora
Slika 56 Crtež autora
Slika 57 Crtež autora
Slika 58 <https://www.pinterest.de/pin/493496071667708174/>
Slika 59 U.Fischer, M.Heinzler, F.Näher, H. Paetzold, R.Gomeringer, R.Kilgus, S.Oesterle, A. Stephan; (2012) Mechanical and Metal Trades Handbook; Verlag Europa Lehrmittel; str. 20

Slika 60 Fotografija autora
Slika 61 Crtež autora
Slika 62 Crtež autora

- Slika 63 Crtež autora
 Slika 64 Crtež autora
 Slika 65 Crtež autora

20. Popis tabela

| Tabela | Opis | Izvor |
|--------|-----------------------------|---|
| T1 | Konverzija inča u milimetre | https://www.pinterest.de/pin/493496071667708174/ |
| T2 | Konverzija inča u milimetre | https://www.pinterest.de/pin/493496071667708174/ |

21. Literatura

| Br. | Opis |
|-----|---|
| 1 | Dobler H.D., Doll W., Fischer U., Günter W., Heinzler M., Ignatiwitz Dr. E., Vetter R.; Europa Fachkunde Metall, (2003); Verlag Europa Lehrmittel; |
| 2 | Hamm; Burk; Technische Mathematik für KFZ-Berufe; Holland und Josenhans Verlag (1990) |
| 3 | U. Fischer, M. Heinzler, F.Näher, H. Paetzold, R. Gomeringer, R. Kilgus, S.Oesterle, A. Stephan; (2012) Mechanical and Metal Trades Handbook; Verlag Europa Lehrmittel; |