

5. TEHNIKA ŠTANCANJA

5.1 Temeljni pojmovi

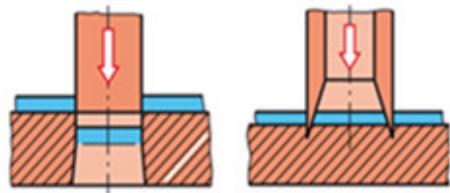
Štancanje je obrada materijala bez odvajanja čestica postupcima **rezanja ili trajne deformacije**.

Štance su alati koji na preši **razdvajaju, preoblikuju ili spajaju materijal**.

Podjela štanci prema namjeni: **za izrezivanje, probijanje, savijanje, vučenje, zakivanje...**

Opis štance:

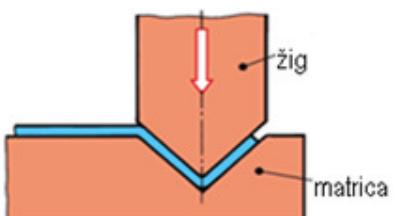
- Sastoji se od **gornjeg pomicnog sklopa** pričvršćenog na pritiskivalo preše i **donjeg nepomicnog sklopa** pričvršćenog na radni stol preše.
- **Radni ili rezni elementi** štance su **žigovi** ugrađeni u gornji i matrica u donji sklop.



SI.1. Razdvajanje: normalni i nožasti rez

Polazni materijal:

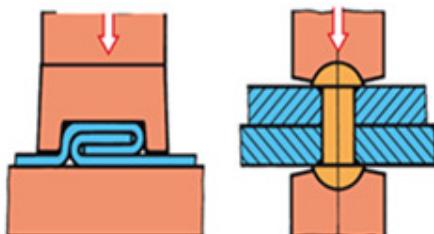
- metalni limovi u obliku ploča ili platine, trake ili koluta
- osim metala štancaju se polimeri, papir, koža, guma, tekstil...
- režu se čelični limovi debljine do 6 mm, a za veće debljine nužne su posebne izvedbe ili zagrijavanje materijala.
- savijanje je moguće za debljine do 100 mm



SI.2. Preoblikovanje: savijanje

Proizvod:

- serijska i masovna proizvodnja
- klasa točnosti mjera IT11 do IT9, a kod kalibriranja IT7 do IT6
- štancani proizvodi su lakši u odnosu na kovane ili lijevane
- vrijeme izrade je mnogostruko kraće u odnosu na obradu odvajanjem čestica



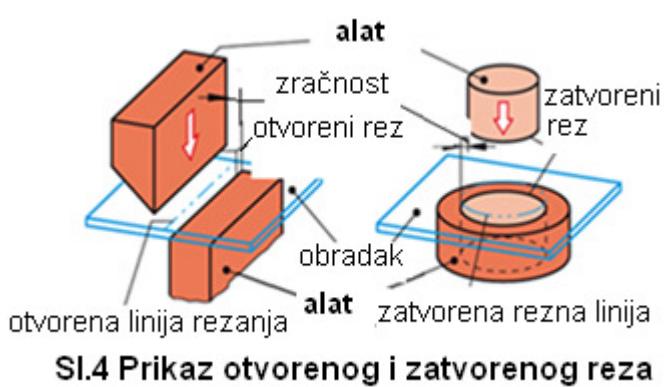
SI.3. Preoblikovanje: presavijanje i zakivanje

Posluživanje štance:

- **ručno**: ulaganje platine ili pomicanje trake lima
- **strojno** (automatski): pomoću odmatalice, ravnalice i dodavalice trake koluta lima.

Rezna linija na obratku može biti:

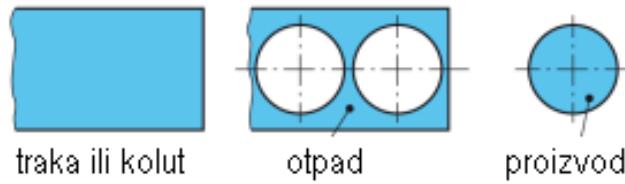
- **otvoreni rez**: reže samo dio obratka, npr: odrezivanje
- **zatvoreni rez**: reže cijeli oblik obratka, npr: izrezivanje



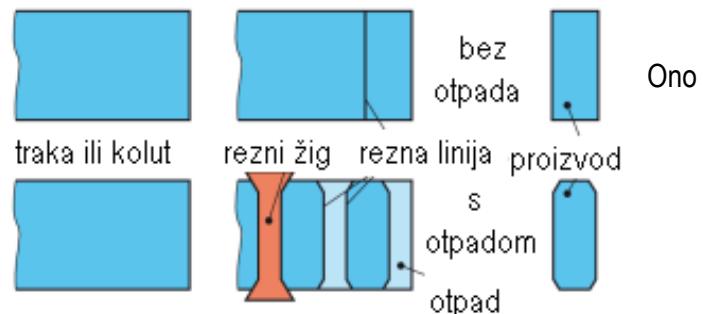
SI.4 Prikaz otvorenog i zatvorenog reza

5.2 Postupci rezanja (sječenja)

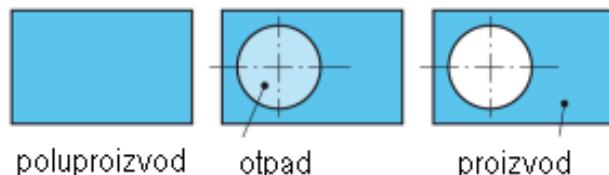
- a. **Irezivanje** je rezanje duž zatvorene rezne linije za proizvode s **točnim vanjskim oblikom**. Ono što se izdvoji iz trake je proizvod, a ostatak trake je otpad.



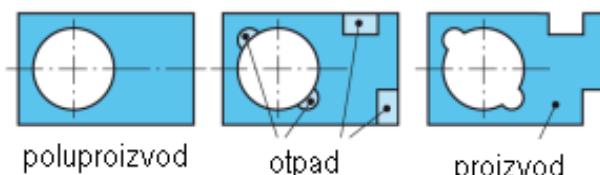
- b. **Odrezivanje** je rezanje duž otvorene rezne linije za **jednostavne proizvode**. što se odvaja od trake je proizvod zahtjevane širine. Odrezivanje može biti s otpadom ili bez njega.



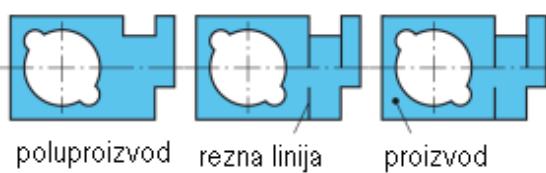
- c. **Probijanje** je rezanje duž zatvorene rezne linije za proizvode s **točnim unutarnjim oblikom**. Ono što se izdvoji iz platine je otpad, a ostatak je proizvod.



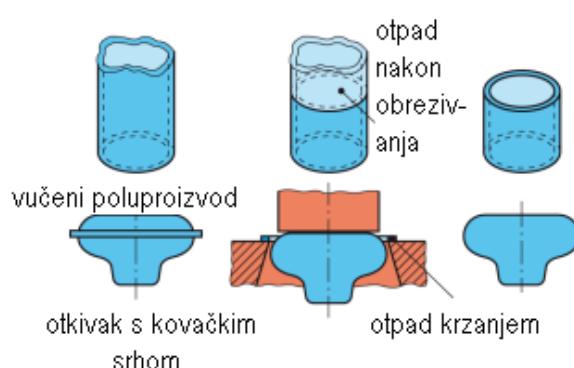
- d. **Dorezivanje** je otvoreni rez na konturi proizvoda radi **odvajanja dijelova površine**. Ono što se odvoji je otpad.



- e. **Zarezivanje** je otvoreni rez na konturi proizvoda bez **bez odvajanja dijelova površine**.



- f. **Obrezivanje** je odvajanje ruba ili dodatka za obradu na proizvodima duž otvorene ili zatvorene rezne linije (npr: nakon dubokog vučenja).

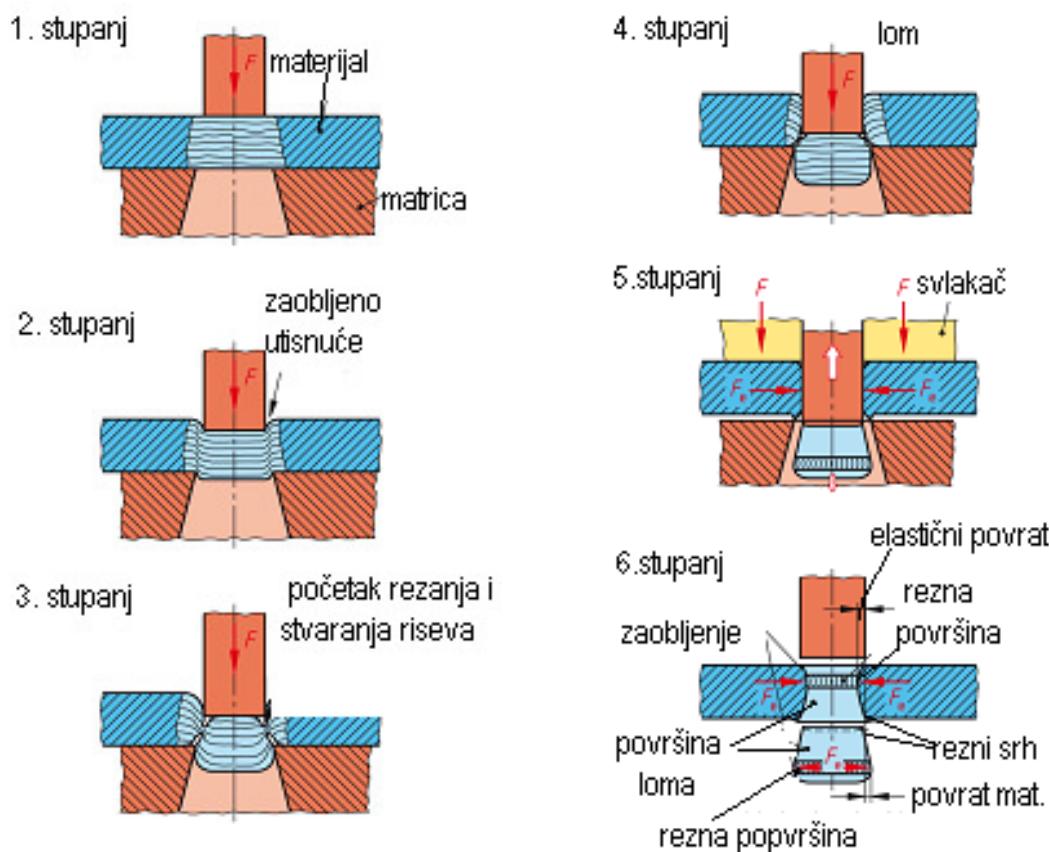


- g. **Krzanje** je odvajanje ljevačkog ili kovačkog dodatka (srha).

5.3 Proces rezanja na štancama

Proces rezanja materijala na štancama odvija se **uzajamnim djelovanjem reznih bridova žiga i matrice** u nekoliko stupnjeva (faza):

1. stupanj: **Elastična deformacija** uslijed prodiranja žiga u materijal.
2. stupanj: **Trajna deformacija** uslijed daljnog prodiranja žiga i prekoračenja granice elastičnosti materijala. Nastaju zaobljena ulegnuća.
3. stupanj: **Sječenje materijala** na reznim rubovima žiga i matrice uslijed prekoračenja smične čvrstoće materijala. Nastaju risevi.
4. stupanj: **Lom materijala** uslijed smanjena otpora (čvrstoće) preostalog dijela. Nastaju risevi i lom.
5. stupanj: **Zaglađivanje rezne plohe materijala** zbog elastičnog pritiska na žig pri njegovu izvlačenju. Potreban svlakač materijala sa žiga.
6. Stupanj: **Elastični povrat materijala** nakon izvlačenja žiga zbog čega se smanjuje mjeru provrta, a povećava mjeru izrezanog dijela u odnosu na mjeru žiga.



5.4 Podjela štanci za rezanje

Štance za rezanje su mnogobrojne i raznovrsne. Mogu se promatrati i klasificirati po različitim kriterijima i njihovim kombinacijama:

a) Podjela prema postupku rezanja (točka 5.2. na str. 2):

- sukladno postupku rezanja nazivaju se **štance za izrezivanje, odrezivanje, probijanje...**

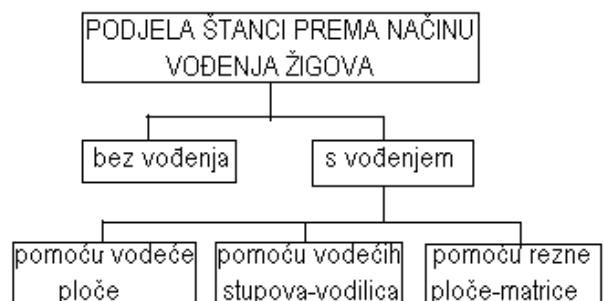
b) Podjela štanci prema broju rezova:

- **jednerezne štance:** samo jedan postupak rezanja, npr: izrezivanje, odrezivanje ili probijanje...
- **višerezne štance:** više postupaka rezanja **slijedno** s više hodova preše ili **kompletno** s jednim hodom preše.



c) Podjela štanci prema načinu vođenja žigova:

- **štance bez vođenja žigova** koriste vođenje pritiskivala preše.
- **štance s vođenjem žiga** koriste dijelove alata za vođenje kao što su vodeća ploča, vodeći stupovi, rezna ploča ili više njih zajedno.



d) Posebne štance:

- prema izvedbi, kao što su **štance za obrezivanje, krzanje, naknadno i fino rezanje te štance za probadanje** zadebljanja ili vrata u limu, npr: priprema za narezivanje.

e) Kombinirane štance:

- osim rezanja uključuju i postupke trajne deformacije, najčešće slijedni alati za proizvode s vrlo komplikiranim oblikom

f) Podjela štanci prema kvaliteti i troškovima izrade:

- **štance visoke kvalitete:** prvenstveno za proizvode visoke točnosti, ali i za proizvode srednje točnosti velikih serija.
- **štance srednje kvalitete:** za proizvode srednje točnosti i srednjih serija.
- **štance niže kvalitete:** kao pomoćni alat za jednostavne proizvode manjih točnosti i količina.

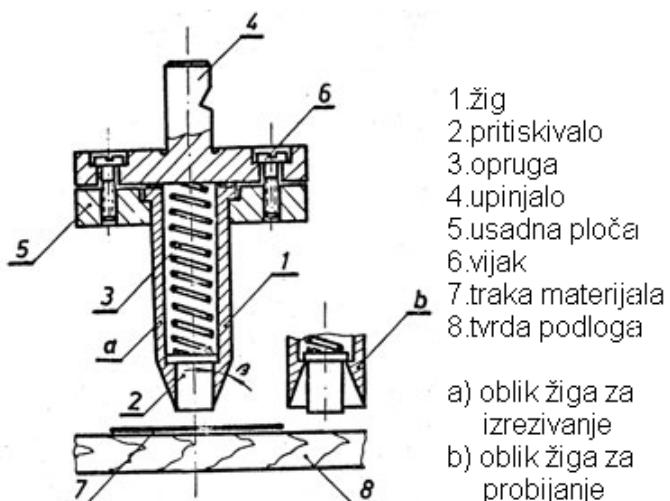
5.5 Štance bez vođenja žigova

5.5.1 Štance s nožastim rezom

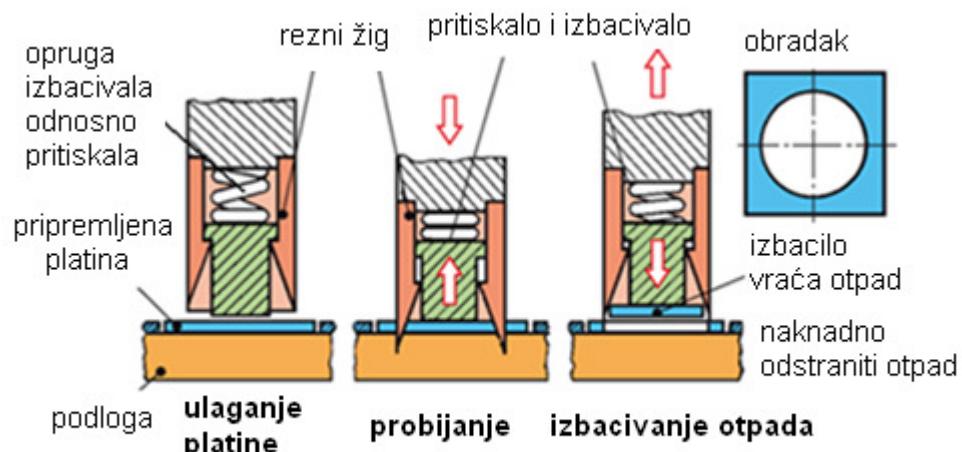
Sastoje se od **gornjeg sklopa sa žigom** pričvršćenog na pritiskivalo preše i **podloge** (umjesto matrice) od tvrdog drveta, klingerita ili tvrdog papira. Namjenjena za rezanje kože, papira, gume, polimera, tekstila, ali i listića mekog metala.

Rezna oštrica je u obliku kline (noža) s kutom β . Pri rezanju oštrica ulazi ponešto u podlogu. Obzirom na položaj kuta β razlikuju se žigovi za unutarnje (probijanje) i vanjske mjere (izrezivanje) na proizvodu.

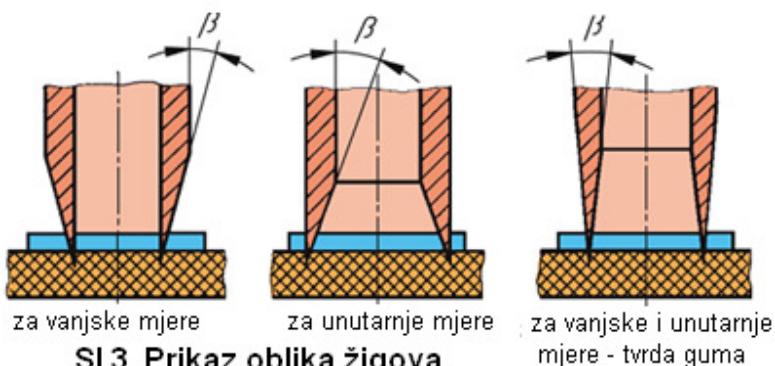
Mogu biti **ručni** i **strojni alat**.



SI.1. Štanca sa nožastim rezom



SI.2. Princip rada nožastog reza



SI.3. Prikaz oblika žigova

Materijal obratka:	tekstil guma umjetna koža	koža ljepenka put pluto	meki bakar tvrdi papir umjetna smola metalni listići
Kut klini: β	$8^\circ \dots 12^\circ$	$16^\circ \dots 18^\circ$	20°

SI.4. Veličine kuta β

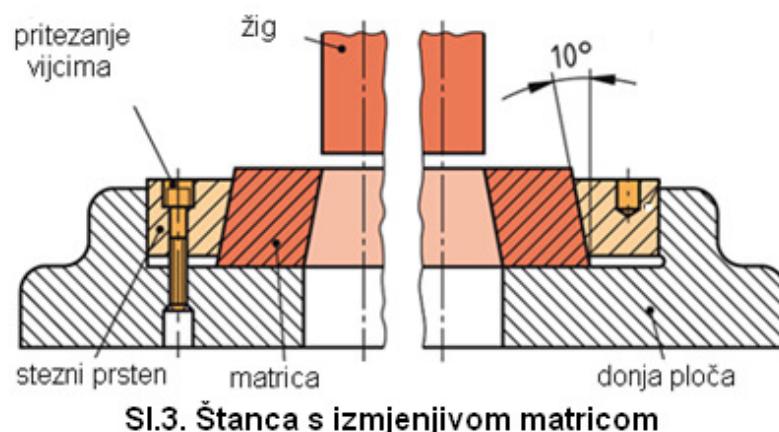
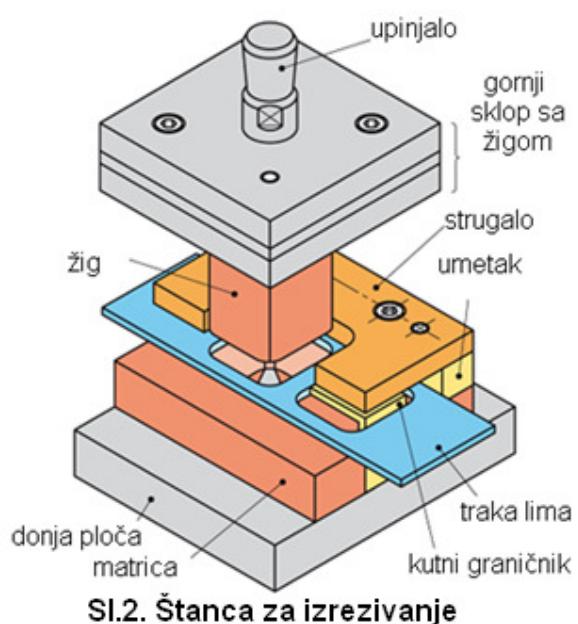
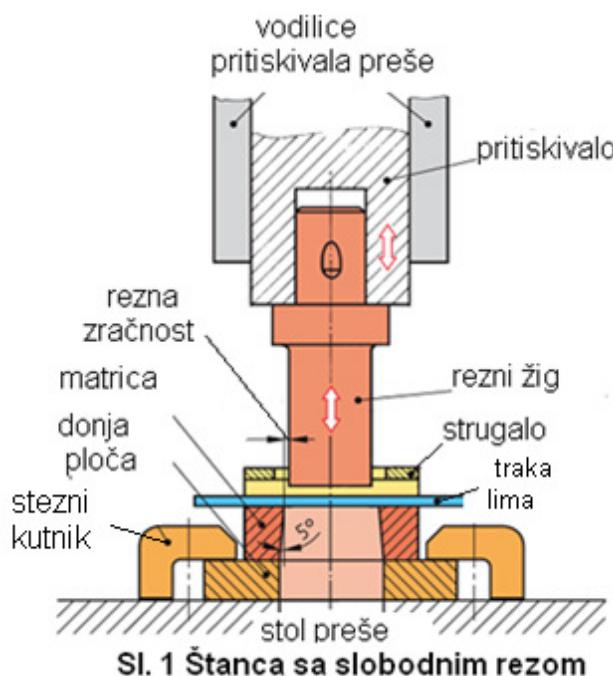
5.5.2 Štance sa slobodnim rezom

Sastoje se od **gornjeg sklopa sa žigom** pričvršćenog na pritiskivalo preše i **donjeg sklopa s matricom** pričvršćenog na radni stol preše. Točnost položaja i vođenja žiga u odnosu na matricu ovisi o kvaliteti postavljanja alata i vođenja same preše. Obično su jednerezni alati za **okrugle pločice i druge jednostavne oblike s malim serijama**

Slika 1: Gornji dio štanice je samo žig koji ujedno služi i kao **upinjalo**. Matrica je postavljena na nešto veću **donju ploču** radi lakšeg pritezanja na stol. Na matrici je **strugalo** materijala sa žiga pri povratnom hodu.

Slika 2: Štanca za izrezivanje s kompletiranim gornjim i donjim sklopom. Ugrađeni **kutni graničnik** za pozicioniranje trake lima te **umetak** koji služi kao bočni graničnik i visinski odstojnik za strugalo trake lima sa žiga.

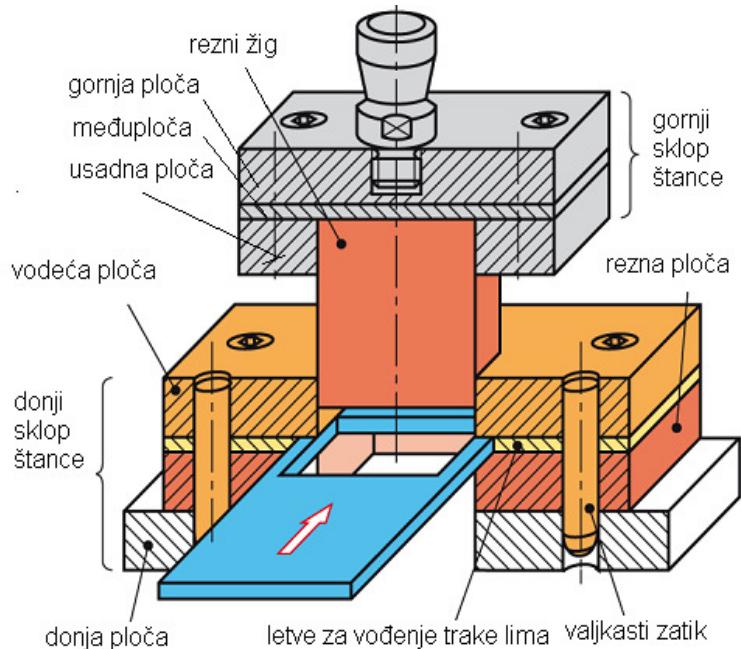
Slika 3: Štanca s **izmjenjivom** matricom za različite proizvode sličnih veličina. Matrica s vanjskim konusom se ulaže u **donju ploču**, steže i centriра **prstenom** s unutarnjim konusom. Stezanje je obično s 4 do 6 inbus vijaka.



5.6 Štance s vodećom pločom

Vodeća ploča usmjerava i vodi žigove obzirom na rezne otvore u matrici, a pri povratnom hodu struje traku lima sa žigova. Vijcima je stegnuta, a zaticima centrirana s reznom pločom. Rezna ploča je povezana istim vijcima i zaticima za donju ploču štance.

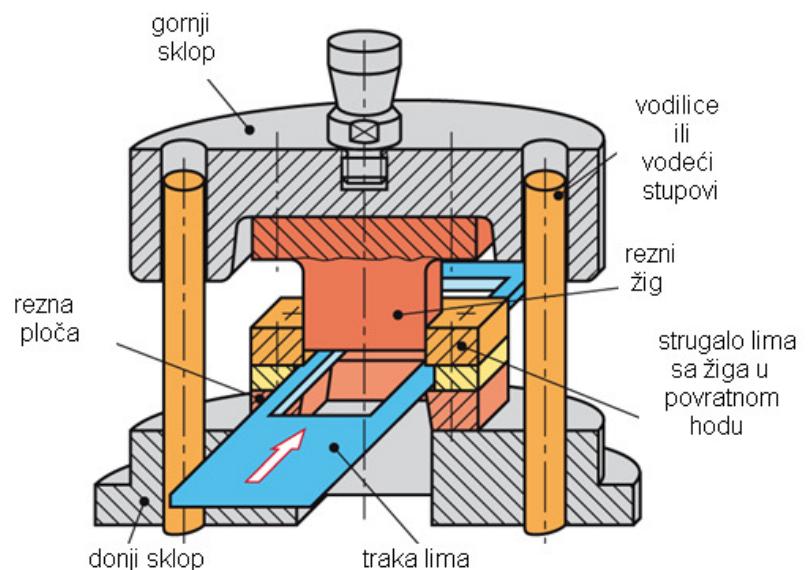
- **Letve služe za vođenje trake lima**, ali i kao visinski odstojnik za slobodan pomak trake. Obično su debljine 5-8 mm.
- **Žigovi** su smješteni u **usadnu ploču**. **U radnom hodu** ne izlaze previše iz vodeće ploče pa su manje izloženi izvijanju.
- **Povratni hod preše** podešava se tako da žigovi ne izlaze iz vodeće ploče.
- **Međuploča** od tvrdog čelika između usadne i gornje ploče sprječava utiskivanje glave žigova u gornju ploču i pojavu praznog hoda žigova.



Sl. 1. Jednorezna štanca s vodećom pločom

5.7 Štance s vodećim stupovima

- **Vodilice ili vodeći stupovi** usmjeravaju i vode kompletni gornji sklop sa žigovima.
- s donjom pločom su u čvrstom dosjedu, a s gornjom u kliznom.
- bolje vođenje u odnosu na vodeću ploču obzirom na veliki razmak između vodilica
- za tanje žigove nužno je i ovdje ugraditi vodeću ploču



Sl. 2 Štanca s vodećim stupovima

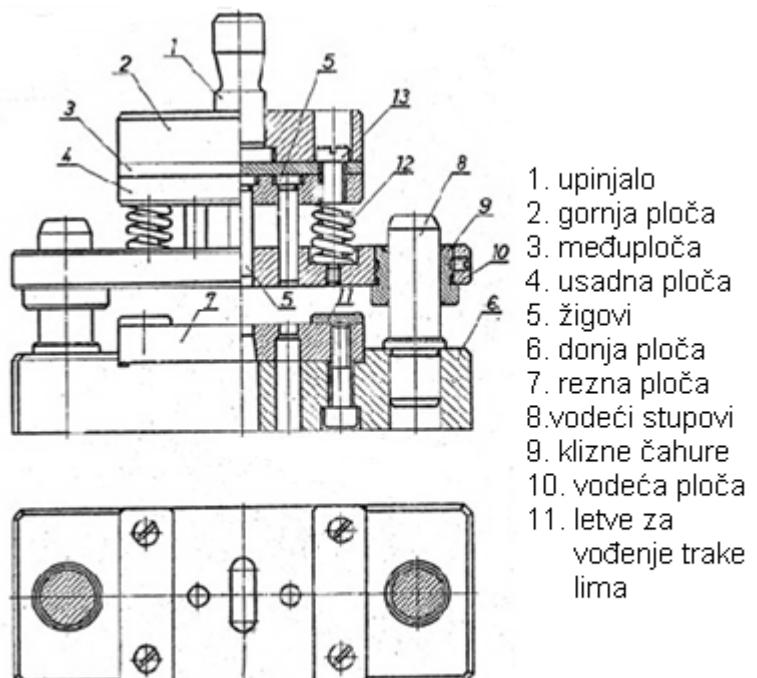
5.8 Štance s kombiniranim vođenjem

Kombinirano vođenje je kombinacija **vodeće ploče i vodećih stupova**. Primjenjuje se za štance s više tankih žigova.

Vodeća ploča je preko vijaka i opruga povezana s gornjim sklopom i tijekom rada klizi po **vodećim stupovima**.

U radnom hodu spušta se do letvi za vođenje trake, a žigovi nastavljaju s rezanjem trake.

U povratnom hodu vodeća ploča zaostaje za žigovima i pod pritiskom opruga skida traku lima.

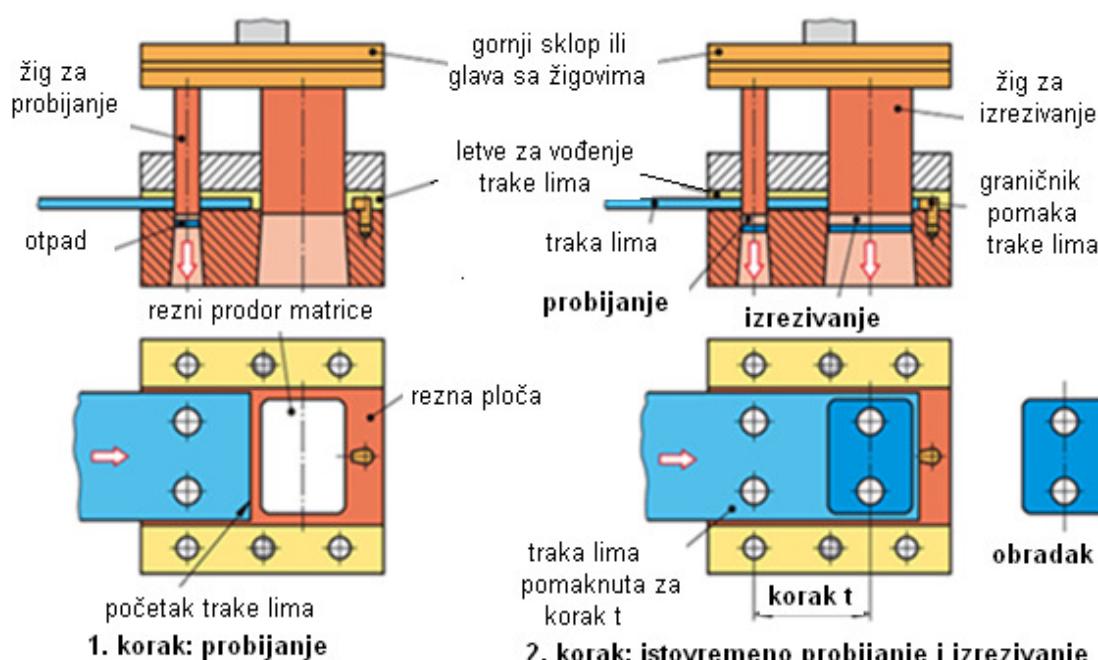


Sl.1. Šanca s kombiniranim vođenjem pomoću rezne ploče i stupova

5.9 Štance sa slijednim rezom

To su **višerezne štance** koje **slijedno** primjenjuju različite postupke rezanja (jedan za drugim). Namjenjene su za izradu sitnih proizvoda **kompliciranog oblika i velikih količina**.

Na sl.2. je šanca koja u prvom koraku **probija otvore**, a nakon **pomaka trake**, u drugom koraku **izrezuje vanjski oblik**. Točnost pomaka trake osigurava točnost međusobnog položaja otvora i vanjskog oblika na proizvodu. Koriste se razni graničnici, bočni noževi i automatske dodavalice trake.

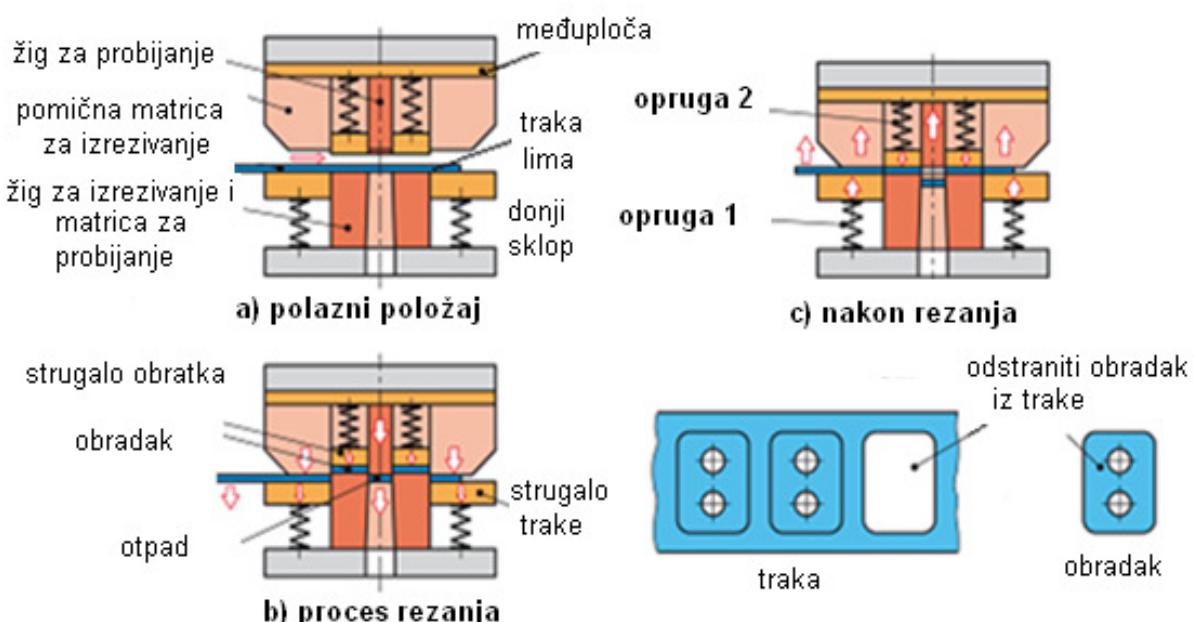


Sl. 2. Prikaz štance slijedno probijanje i izrezivanje obratka

5.10 Štance s kompletним rezom

To su **višerezne štance** koje odjednom (istovremeno) primjenjuju različite postupke rezanja. Namjenjene su za izradu proizvoda s vrlo točnim međusobnim položajem vanjskog i unutarnjeg oblika.

Na sl. 1. je šanca sa **žigom za izrezivanje vanjskog oblika** u donjem dijelu, a koji je ujedno i **matrica za probijanje otvora**. U radnom hodu spušta se gornji sklop sa **žigom za probijanje i matricom za izrezivanje**. Prvo počinje probijanje, a zatim izrezivanje. U povratnom hodu podiže se žig za probijanje i matrica za izrezivanje. Pri tome **opruga 1** podiže traku lima sa žiga za izrezivanje, a **opruga 2** izbacuje proizvod iz matrice za izrezivanje.

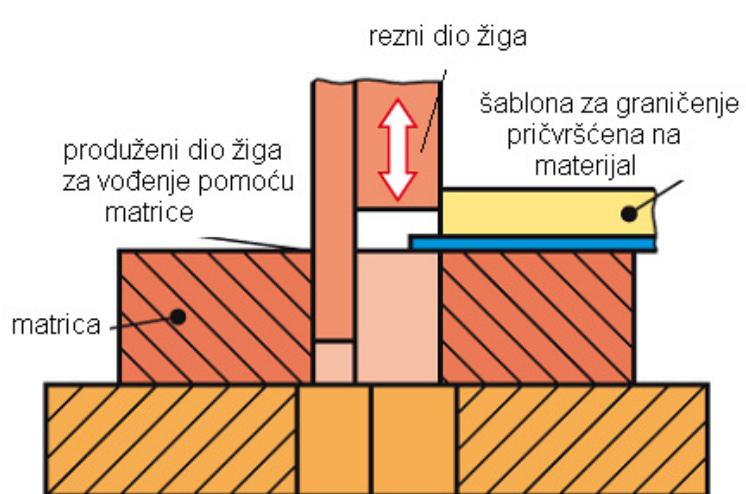


Sl. 1. Princip rada štance s kompletnim rezom

5.11 Štance s vođenjem pomoću rezne ploče

Vođenje je pomoću **produženog dijela žiga** koji je potopljen u matricu i nije u funkciji rezanja materijala.

Služi za vođenje reznog dijela žiga i oslanjanjem na matricu sprečava savijanje uslijed bočnih sila pri rezanju.



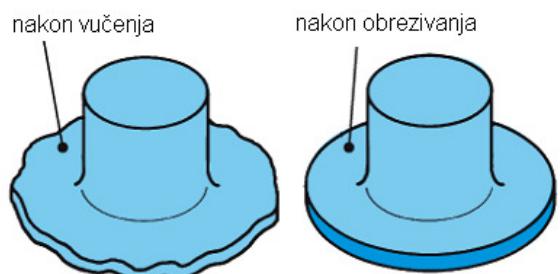
Sl. 2. Vođenje pomoću rezne ploče-matrice

5.12 Posebne izvedbe štanci

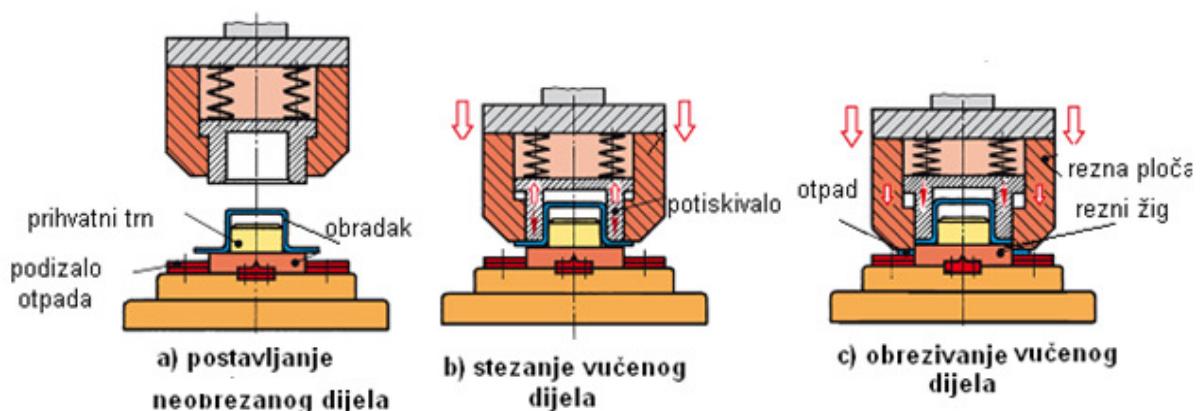
5.12.1 Štance za obrezivanje

Namjenjene su za **rezanje rubova proizvoda** na točnu mjeru i oblik nakon prethodne operacije preoblikovanja, najčešće nakon dubokog vučenja.

Na sl.1. je prikazana prirubnica nakon vučenja i nakon obrezivanja.



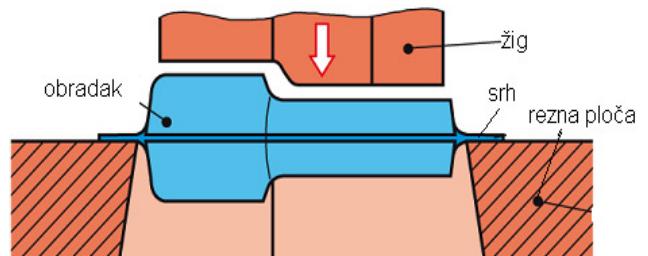
Sl.1. Oblik prirubnice nakon dubokog vučenja i obrezivanja



Sl.2. Princip rada štance za obrezivanje

5.12.2 Štance za krzanje

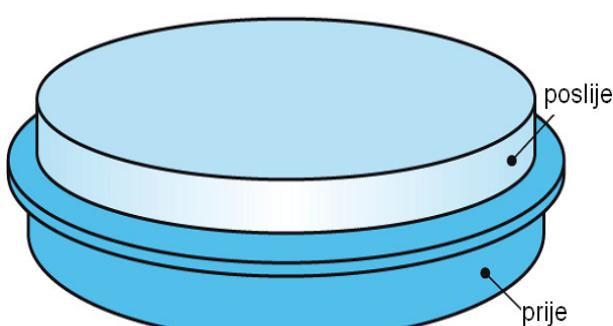
Služe za uklanjanje viška materijala na proizvodu koji se pojavljuje na spojnoj liniji kalupa pri kovanju, prešanju ili tlačnom lijevanju (sl.3).



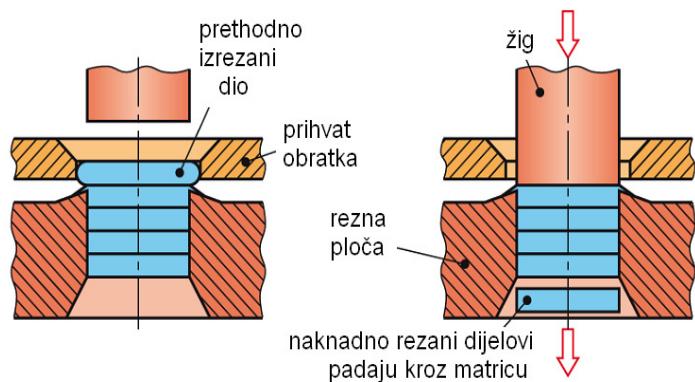
Sl.3. Princip rada štance za krzanje kovačkog ili ljevačkog srha

5.12.3 Štance za naknadno rezanje

Namjenjene za naknadno rezanje proizvoda kod kojih se posebno zahtjevaju okomitost gornje i rezane površine obratka te kvaliteta obrade i oštiri bridovi (sl.4 i 5).



Sl.4. Prikaz površine prije i poslije naknadnog rezanja

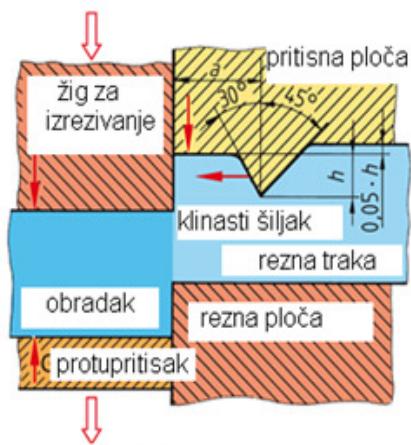


Sl.5. Prikaz ulaganja i naknadnog rezanja

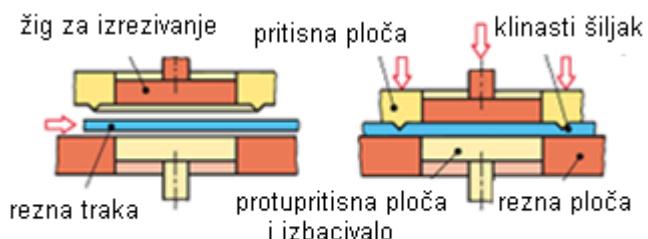
5.12.4 Štance za fino rezanje

Finorezne štance u jednom radnom hodu postižu točnost mjera, paralelnost gornje i donje plohe obratka, glatku i okomitu reznu plohu.

Na pritisnoj ploči je klinasti šiljak (zubac) koji prati reznu liniju na određenoj udaljenosti, prodire u materijal i potiskuje ga bočnom silom na rezni žig uz istovremeni protupritisak s donje strane. Time se smanjuje kidanje, a povećava zona rezanja sa smanjenom hrapavošću. Za fino rezanje potrebna je troradna preša.



SI.1 Prikaz djelovanja šiljka i protupritisne ploče na proces rezanja



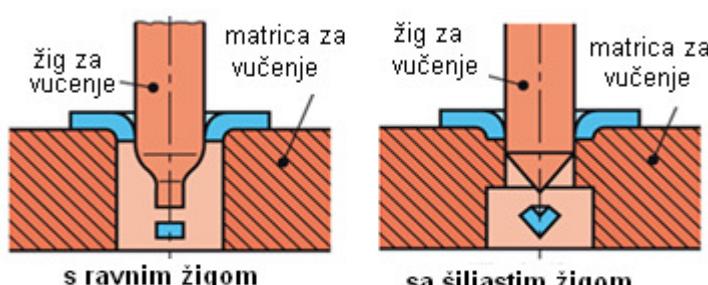
SI.2. Princip rada štance za fino rezanje

5.12.5 Štance za probadanje

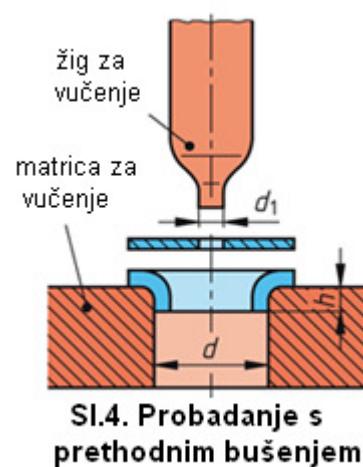
Probadanje je kidanje, a ne rezanje materijala. Mali žig s kuglastim ili piramidalnim šiljkom utiskuje se lim. Na suprotnoj strani lima stvaraju se rusevi i mali šiljasti zupci, a daljnjem prodiranjem žiga u materijal, izvlači se produžetak, odnosno vrat, koji najčešće služi za rezanje nareza na tankom limu.

Izvlačenje produžetka može biti s prethodnim bušenjem (probijanjem) ili bez njega. Oblik žiga ovisi o žilavosti i debljinji materijala. **Visina vrata** se računa prema izrazu:

$$h = (d^2 - d_1^2) / 4d$$



SI.3. Probadanje bez prethodnog bušenja

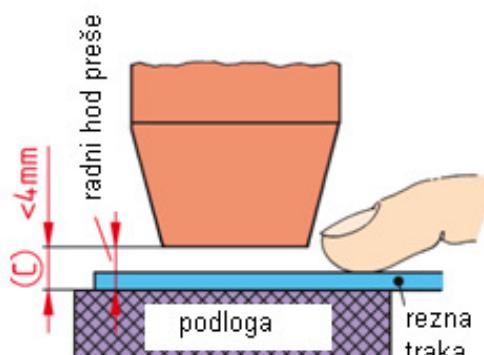
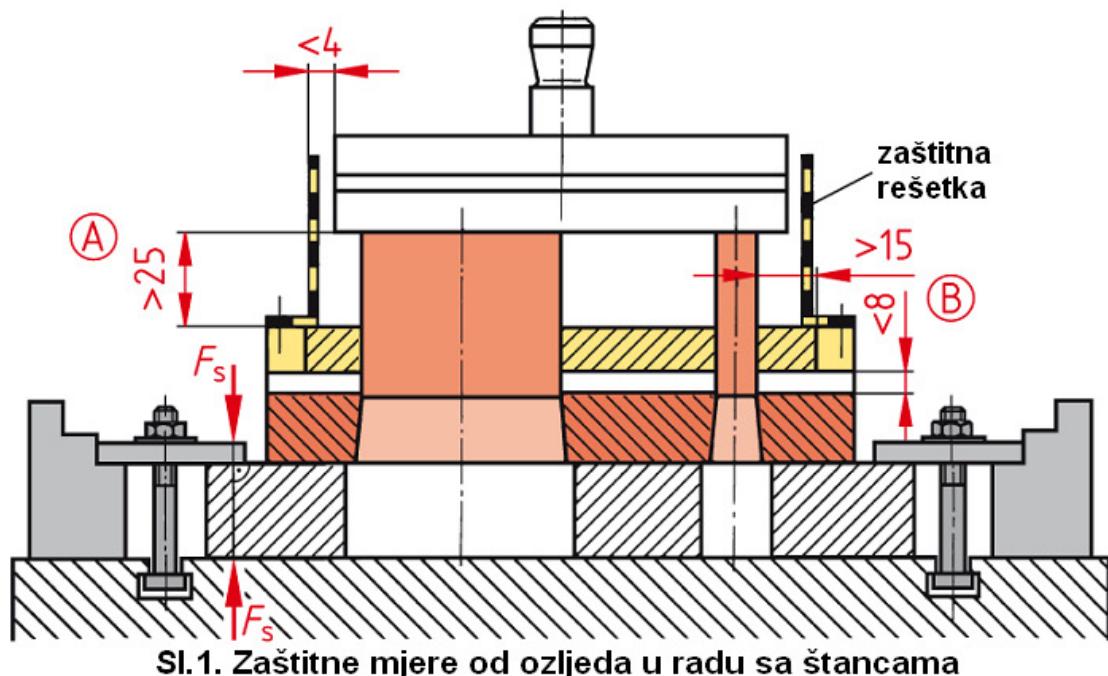


SI.4. Probadanje s prethodnim bušenjem

5.13 Zaštitne mјere na štancama

Da bi se izbjegle ozljede pri podešavanju, posluživanju ili održavanju štanci, nužno je poduzeti zaštitne mјere:

- čvrsto stegnuti gornji sklop u pritiskalo preše preko upinjala.
- veličina i oblik donje ploče treba omogućiti sigurno stezanje donjeg sklopa na stol preše
- pravilno postaviti pribor za stezanje na stol preše (vijci, odstojnici, poluge..)
- konstrukcija štance (kote na sl.1.) ne smije omogućiti pristup prstima i ruci u opasnu zonu.
- ako navedene mјere nije moguće izvesti potrebno je postaviti zaštitnu rešetku ili acrilno staklo
- pri postavljanju štanci s nožastim rezom pridržavati se mјere na sl.2.
- pri održavanju i oštrenju alata paziti na oštре bridove i male razmake među njima.



Sl.2. Max. hod preše kod nožastog reza