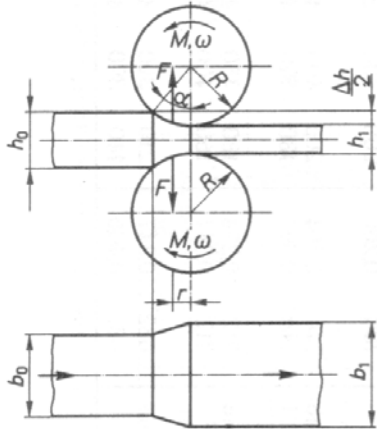
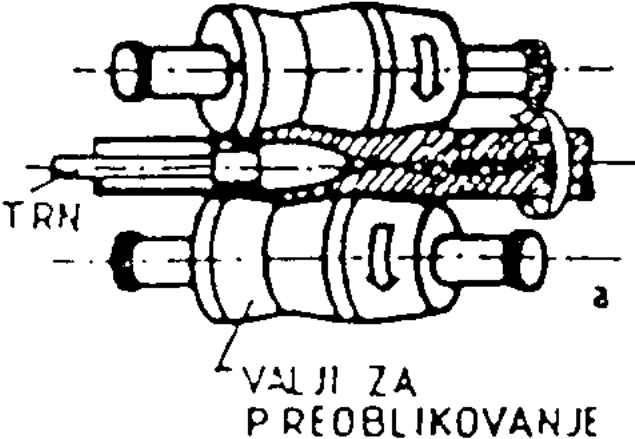


|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Naštejte vsaj štiri postopke plastičnega preoblikovanja in primerjajte lastnosti preoblikovanih izdelkov z lastnostmi ulitih izdelkov oz. izdelkov izdelanih z odrezovanjem.</b>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>20</b> |
|           | Postopki plastičnega preoblikovanja so kovanje, valjanje, vlečenje žic in profilov, iztiskovanje, upogibanje, globoko vlečenje ...                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2         |
|           | Postopki plastičnega preoblikovanja omogočajo proizvodnjo izdelkov brez odpadkov, torej ostane volumen izdelka enak volumnu surovca.<br>Tehnika odrezovanja se ukvarja s postopki oblikovanja strojnih delov z odvzemanjem majhnih delcev materiala od surovca, zato je volumen izdelka manjši od volumna surovca.<br>Čas izdelave izdelkov s preoblikovanjem je krajši kot pri odrezovanju. Prednost litja je dušenje vibracij. | 7         |
|           | Preoblikovani izdelki imajo zaradi utrditve pri preoblikovanju boljše mehanske lastnosti. Kristali se v smeri preoblikovanja stegnejo, potek vlaken je mogoče prilagoditi obliki obdelovanca (vlakna niso pretrgana), zato lahko material bolje izkoristimo. S preoblikovanjem lahko izboljšamo strukturo (grobo zrnato zdrobimo v fino zrnato). Preoblikovani izdelki so bolj primerni za dinamične obremenitve.                | 4         |
|           | Slabost preoblikovanja je, da potrebujemo draga preoblikovalna orodja, zato se uporablja pri serijski proizvodnji.<br>Tudi za litje izdelkov potrebujemo model, zato velja tudi za litje serijska proizvodnja.<br>Odrezovanje je praviloma uporabno (ekonomično) samo v individualni proizvodnji in kot nadaljnja obdelava ulitkov in odkovkov.                                                                                  | 7         |
|           | <b>Skupaj točk</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>20</b> |

|           |                                                                                                                                                                   |                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>2.</b> | <b>Obrazložite pojem utrditve pri preoblikovanju in njeno odpravo. Pojasnite še pojme: relaksacija, primarna rekristalizacija in sekundarna rekristalizacija.</b> | <b>15</b>       |
|           | <b>Odgovor:</b>                                                                                                                                                   | <b>Št. točk</b> |
|           | <b>Utrditev</b> pri preoblikovanju je pojav, ko se ustavi translatorno gibanje dislokacij v kristalni rešetki.                                                    | 3               |
|           | <b>Utrditev</b> pri preoblikovanju <b>odpravimo</b> z rekristalizacijskim žarjenjem                                                                               | 3               |
|           | <b>Relaksacija</b> pomeni popravo kristalov v kovinski strukturi.                                                                                                 | 3               |
|           | <b>Primarna rekristalizacija</b> je proces, ki omogoča regeneracijo deformirane strukture v prvotno nedeformirano strukturo.                                      | 3               |
|           | <b>Sekundarna rekristalizacija</b> je proces pri kateri postane struktura materiala grobo zrnata – pomeni rast kristalnih zrn.                                    | 3               |
|           | <b>Skupaj točk:</b>                                                                                                                                               | <b>15</b>       |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.</b> | <b>Razložite razlike med preoblikovanjem v toplem in hladnem stanju in pojasnite, kaj se dogaja z deformacijsko trdnostjo in deformacijskim odporom materiala.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>15</b> |
|           | <p><b>Razlike med toplim in hladnim preoblikovanjem</b><br/>                 Pod <i>toplím preoblikovanjem</i> razumemo vsako plastično preoblikovanje, ki poteka v območju zaznavne rekristalizacije. Utrditev ni obstojna in z rekristalizacijo takoj izgine. Kovina je tako najbolj plastična in jo lahko z ustreznimi postopki poljubno oblikujemo. Pri toplem preoblikovanju dobi material določeno obliko, obenem oa se mu tudi izboljšajo nekatere lastnosti. Material se zgosti in tako se zmanjšajo napake, ki so nastale pri litju (brame, ingoti). Izboljša se tudi struktura, postane finoznata, enakomernejša in vlaknasta, zato se povečata trdnost in žilavost. Zaradi zmanjšanja specifičnega deformacijskega odpora pa so pri toplem preoblikovanju potrebni tudi manjši pritiski. Postopki toplega preoblikovanja so: valjanje, vlečenje, kovanje, prešanje in iztiskavanje.</p>                                                                                                                                                                                                                                                          | 4         |
|           | <p>Pri <i>hladnem preoblikovanju</i> poteka plastično preoblikovanje pri temperaturi okolice. Preoblikovalnost tukaj ni neomejena, ker pride pri določeni stopnji deformacije do utrditve materiala (kovina postane trša in bolj krhka). Poveča se trdnost materiala in zmanjša njegova razteznost. Trdota, meja tečenja in meja elastičnosti se povečajo, kontrakcija, udarna žilavost in dinamična trdnost pa se zmanjšajo. Lahko se spremenijo tudi magnetne vrednosti. Za preoblikovanje so potrebni večji pritiski. Postopki hladnega preoblikovanja so: striženje, upogibanje, globoko vlečenje in štancanje</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3         |
|           | <p><b>Deformacijska trdnost</b><br/>                 Deformacijska trdnost (napetost) <math>k_f</math> je po hipotezi največjega preobrazbenega dela enaka</p> $k_f = \sigma_e = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$ <p>V enačbi so z znakom <math>\sigma</math> označene normalne, z znakom <math>\tau</math> pa tangencialne napetosti. Preoblikovalna ali deformacijska trdnost je odvisna od materiala in primerjalne deformacije, če je temperatura preoblikovanja večja od temperature rekristalizacije (toplo preoblikovanje) in od materiala hitrosti deformacije in temperature, če je temperatura preoblikovanja večja od temperature rekristalizacije (hladno preoblikovanje). Odvisnost deformacijske trdnosti od deformacije pa prikazuje naslednji diagram:</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">deformacijska trdnost <math>k_f</math></p> <p style="text-align: center;"><math>k_f = f(\varphi)</math></p> <p style="text-align: center;">logaritemska deformacija <math>\varphi</math></p> </div> | 4         |
|           | <p><b>Specifični deformacijski odpor (9 točk)</b><br/>                 Če deluje preoblikovalna sila v smeri glavne deformacije jo izračunamo z enačbo <math>F_{id} = Ak_f</math>, kjer je <math>F_{id}</math> idealna preoblikovalna sila <math>A</math> ploskev na katero deluje sila in <math>k_f</math> deformacijska trdnost.<br/>                 Ker pa se pri preoblikovanju pojavlja tudi trenje, so dejanske preoblikovalne sile večje od idealnih. Pri postopkih z neposrednim pritiskom so določene z enačbo:</p> $F_{dej} = F_{id} + \sum F_{tr} = A(k_f + k_r + k_i),$ kjer pomeni $k_r$ napetost zaradi zunanjega, $k_i$ pa notranjega trenja.<br>Pri postopkih z indirektnim pritiskom pa velja: $F_{dej} = A(k_{fm} + k_r + k_i)\rho$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4         |
|           | <b>Skupaj točk</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>30</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                              |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Skicirajte postopek valjanja, ga obrazložite in opišite značilne veličine, kot so deformacija prereza, deformacija dolžine, hitrosti in prijemni kot. Kaj so gladki in kaj kalibrirni valji? | 20        |
| <p>Skica</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                              | 8         |
| <p>Valjanje je postopek kontinuiranega preoblikovanja obdelovanca med dvema valjema. Pri tem se višina obdelovanca zmanjša, poveča se njegova dolžina, lahko pa tudi širina. Vstopna hitrost valjanca je manjša od obodne hitrosti valjev, izstopna hitrost valjanca pa je večja. Proces plastičnega preoblikovanja poteka med dvema, med seboj vzporednima valjema, ki imata običajno enak premer in enako vrtilno hitrost.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                              | 6         |
| <p>Razliko v debelini valjanca pred valjanjem in po njem imenujemo stanjšanje ali stisk in znaša <math>\Delta_h = h_0 - h_1</math><br/>         Specifično stanjšanje je <math>\varepsilon_h = (h_0 - h_1) / h_0</math><br/>         Specifična deformacija prereza je <math>\varepsilon_A = (A_0 - A_1) / A_0</math><br/>         Specifična deformacija dolžine je <math>\varepsilon_l = (l_1 - l_0) / l_0</math><br/>         Pogoji, da valji sploh zagrabijo valjanec in ga potegnjejo s seboj je, da deluje nanj določena pozitivna sila v smeri valjanja. Zato mora biti koeficient trenja večji od tangensa prijemnega kota <math>\mu &gt; \tan \alpha</math>.<br/>         Prijemni kot je odvisen od premera valjev in od absolutnega stanjšanja valjanca. Z večjim premerom valjev in manjšim stiskom lahko torej dosežemo boljše prijetanje valjev.</p> |                                                                                                                                                                                              | 10        |
| <p>Po obliki trupa valje razdelimo na gladke in kalibrirne valje.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gladki valji imajo po celotni dolžini enak premer in se uporabljajo za valjanje pločevine. Pri teh valjih se material širi na vse strani neovirano.</li> <li>Kalibrirni valji imajo vzdolž svoje dolžine neenakomerno obliko oziroma premer in se uporabljajo za izdelavo raznih profilov. Kot kaliber razumemo obliko oz. velikost odprtine med dvema valjema, skozi katero mora valjanec. Na posameznih valjih je običajno cela vrsta takih kalibrov, ki omogočajo postopno zmanjšanje prezera in hkrati ustrezno spremembo profila v končno obliko npr. okroglo, kvadratno, šestkotno ...</li> </ul>                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                              | 6         |
| <b>Skupaj točk</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                              | <b>30</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                           |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Opišite postopke izdelave cevi iz celega (npr. Mannesmanov postopek) in varjenih cevi. Predstavite značilnosti teh postopkov, prednosti oz. slabosti in uporabnosti posameznih vrst cevi. | 15 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                           | 8  |
| <p><b>Postopek izdelave cevi:</b> Ta postopek opravljamo na posebnih valjih, ki se vrtita v isto smer in sta pod kotom 3°. Pri vtiku surovca med oba valja se le-ta začne vrteti okrog svoje vzdolžne osi, hkrati pa se pomika naprej v smeri te osi; surovec se torej giblje vijačno. Izbočena oblika valjev pa hkrati, ko pomika blok naprej, razreza material tudi na površini, zato nastaja v notranjosti luknja. Mirujoč koničen trn med valjema nam tako nastajajočo luknjo širi, jo hkrati gladil in zadržuje v centrični legi. Cilindrični del valjev pa gladil nastajajočo cev na zunanji strani. Tako dobimo šele polizdelek, kratko debelo cev, ki jo moramo še naprej preoblikovati.</p> |                                                                                                                                                                                           | 2  |
| <p><b>Nadaljnje preoblikovanje:</b> Šele s tanjšanjem naredimo na strojih cevi ustrezne oblike in mer. Grobe cevi tanjšamo med koluti, ki imajo profilirano sredino z različnimi polmeri. Tanjšanje poteka samo takrat, ko z večjim premerom koluta stiskamo ali tanjšamo surovec, ko pride manjši premer, se surovec premakne naprej v smeri valjanja.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                           | 2  |
| <p><b>Uporaba:</b> Tako izdelane cevi so zelo kvalitetne in jih uporabljamo za velike obremenitve. Še posebej pomembna je uporaba teh cevi v industriji parnih kotlov, saj prenesejo višje tlake kot varjene cevi.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                           | 3  |
| <p><b>Skupaj točk</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                           | 15 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Opišite postopek vlečenja žic in profilov ter orodja in stroje za vlečenje. | 15 |
| <p>Valjane ali iztisnjene izdelke (žico, palice cevi) preoblikujemo pogosto še naprej, tako, da jih <b>hladno vlečemo</b> skozi vlečno orodje z ustreznim profilom. S tem lahko spremenimo <b>dimenzije</b> in <b>obliko</b> prereza vlečencev, ter dosežemo bolj <b>gladke površine</b>, večjo <b>natančnost</b> in ožje tolerance dimenzij.</p> <p>Postopke vlečenja ločimo po tem, ali vlečemo izhodni profil <b>skozi mirujočo vlečno matrico</b>, ali <b>skozi kaliber</b>, ki ga tvorita dva ali več vrtljivih valjev. Prvi način označujemo kot <b>drsni vlek (slika 1)</b>, drugega kot <b>kotalni vlek (slika 2)</b></p> |                                                                             |    |

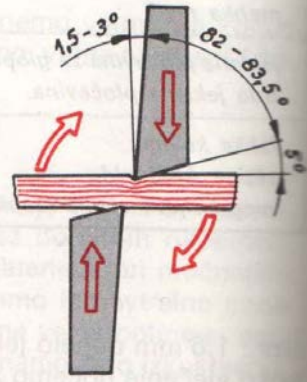
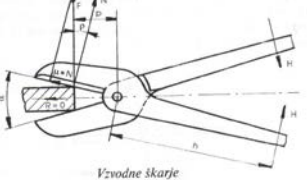
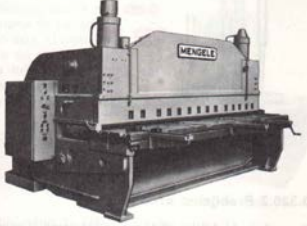
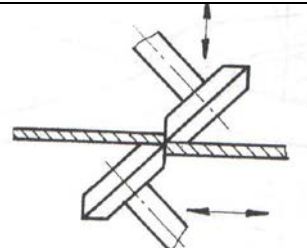
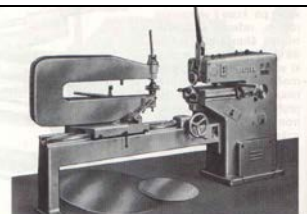
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                   |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                   | <p><b>6</b></p>  |
| <p>Slika 1</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Slika 2</p>                    |                  |
| <p><b>Orodja za vlečenje:</b> imajo kot nagiba <math>\alpha</math> med <b>5 in 15°</b>- torej veliko bolj položen kot pri iztiskavanju, kar je razumljivo, saj tu izdelek vlečemo in bi se prej pretrgal zaradi nateznih napetosti. Poleg <b>nateznih</b> srečamo pri vlečenju tudi <b>tlačne</b> napetosti. <b>Orodja so lahko iz kaljenega jekla</b>, za vlečenje trših materialov <b>iz volframovega karbida</b>, za vlečenje zelo tankih žic (celo premera 2<math>\mu</math>m) pa je orodje <b>iz diamanta</b>.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="271 806 766 1052"> </div> <div data-bbox="909 806 1276 1030"> </div> </div> |                                   | <p><b>5</b></p>  |
| <p><b>Stroji za vlečenje:</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="159 1120 590 1366"> </div> <div data-bbox="622 1164 1340 1366"> </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   | <p><b>4</b></p>  |
| <p>stroj za vlečenje žice</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>stroj za vlečenje profilov</p> |                  |
| <p><b>Skupaj točk:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   | <p><b>15</b></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                           |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <p>7.</p>                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>Pojasnite potek prostega oziroma utopnega kovanja in naštejte vrste utopov. Kdaj se odločimo za utopno kovanje in navedite nekaj odkovkov utopnega kovanja?</b></p> | <p><b>20</b></p> |
| <p><b>Prosto kovanje poteka</b> z razmeroma enostavnimi orodji, katera ne objemajo obdelovanca, željena oblika izkovka nastaja kot posledica neomejenega ali omejenega gibanja med orodjem in kovancem (kladiva, stiskalnice).</p> |                                                                                                                                                                           | <p>5</p>         |
| <p><b>Utopno kovanje</b> je oblikovanje surovca med dvema polovicama oblikovalnega orodja (utopa), ki se gibljeta druga proti drugi in obdelovanec povsem ali pretežno objameta.</p>                                               |                                                                                                                                                                           | <p>5</p>         |

**Poklicna matura – druga izpitna enota TEHNOLOGIJA - ustno**

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vrste utopov:</b> - enodelni -večdelni -pol odprti -zaprti<br>- dvodelni -odprti -pol zaprti                     | 3         |
| <b>Za utopno kovanje se odločimo</b> kadar imamo velike serije enakih izdelkov.                                     | 3         |
| <b>Najbolj značilni odkovki utopnega kovanja so</b> viličasti ključi, ojnice pri motorjih z notranjim izgorevanjem. | 4         |
| <b>Skupaj točk:</b>                                                                                                 | <b>20</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                   |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 8.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Navedite značilnosti postopkov toplega in hladnega iztiskovanja, nakrčevanja in reduciranja ter navedite nekaj tipičnih izdelkov. | 15       |
| Odgovor:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                   | Št. točk |
| Iztiskovanje je premočrtno tlačno preoblikovanje materiala obdelovanca. Iztiskujemo skozi oblikovano odprtino dela orodja – matrico, lahko s togim delom orodja – pestičem ali pa je orodje tekočina. Pri toplim iztiskovanju morajo biti vložki pred začetkom segreti na temperaturo (odvisno od materiala, pri jeklu okrog 1250°C), ki zagotavlja veliko plastičnost materiala. Glede na smer gibanja bata in širjenje deformacij pa razlikujemo istosmerno in protismerno ter kombinirano iztiskovanje. Velika prednost iztiskovanja je zelo natančna izdelava, čiste površine izdelkov in ugodne trdnostne lastnosti. Uporabljamo predvsem naslednje neželezne kovine: Al, Mg, Cu, Sn, in Pb. Pri iztiskovanju jekla je potrebna veliko večja pritisna sila. |                                                                                                                                   | 5        |
| Nakrčevanje in reduciranje je postopek preoblikovanja podolgovatih surovcev, ki jih na določenem mestu odebelimo ali stanjšamo. Bistvena prednost tega postopka je hitra izdelava in nepretrgan potek vlaken v izdelku.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                   | 5        |
| Izdelki pri iztiskovanju so lahko dolgi do 25 m in so lahko kompliciranih oblik. Premer izdelka je lahko do 420 mm pri neželeznih materialih. Izdelki so različni polni ali votli izdelki, ki jih na drug način težje oblikujemo. Postopek nakrčevanja in reduciranja se uporablja predvsem za izdelavo vijakov, kovic, ventilov, žeblicev in drugih izdelkov, pri čemer se kot surovec uporablja žica ali material v palicah.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                   | 5        |

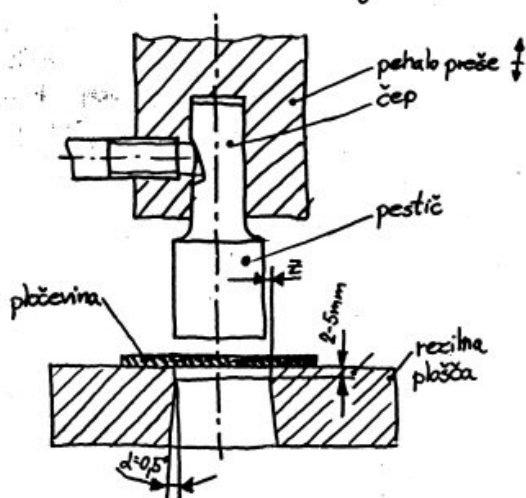
| 9.                              | Razložite proces striženja in navedite različne postopke striženja. Katere vrste škarij poznate?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 20                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Odgovor:                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Skica                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Postopek striženja              | <p>Striženje je postopek preoblikovanja s porušitvijo z namenom izdelati izdelek ali polizdelek za nadaljnjo obdelavo. Ločimo striženje s škarijami (rezanje) in striženje v rezilnih orodjih. Koti pri škarijah: <math>\alpha=1,5-3^\circ</math>, <math>\beta=82-83,5^\circ</math>, <math>\gamma=5^\circ</math>. Pri rezanju na ročnih, vzvodnih in giljotinskih škarijah je prisoten še kot mad rezili, ki ne sme biti prevelik (<math>3-10^\circ</math>), ker izriva obdelovanec.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                |
| Striženje z ročnimi škarijami   | <p>Je postopek rezanja tanjših pločevin z različnimi vrstami ročnih škarij: navadne, skozirezne, zakrivljene, vzvodne ročne škarije... V to vrsto spadajo tudi namizne vzvodne škarije, ki so namenjene rezanju pločevine do 5 mm in so pogosto kombinirane s pripravo za striženje kotnih profilov in okroglih in kvadratnih paličastih materialov</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                               |
| Striženje s strojnimi škarijami | <p><u>Giljotinske škarije</u>, so škarije z ravnimi rezili dolge običajno od 2 do nekaj metrov, pri katerih običajno uporabljamo postopni rez z namenom zmanjševanja rezalne sile. S tem zagotovimo rezanje pločevine do 20 mm. Obvezna pri takem rezanju so pločevinska držala, ki nam preprečijo dvigovanje pločevine med rezanjem. Pri ožjih in dolgih odrezanih trakovih se pojavlja zvijanje in upogibanje odrezanih trakov (zvitoperjenje).</p> <p><u>Krožne ali kolutne škarije</u> za ravno rezanje so namenjene za kontinuirani razrez pločevinastih kolutov v trakove. V tem primeru lahko na dve paralelni vreteni namestimo več krožnih nožev z medsebojno razdaljo, kot jo zahteva širina traku. Tako postrojenje je kombinirano z odvijalno in navijalno napravo ali s škarijami, ki trakove režejo še na dolžino. Premer nožev krožnih škarij je pogojen s togostjo vreten, kakor tudi z zagotavljanjem dovolj majhnega vprijemnega kota in mora biti 20 – 30 kratna debelina pločevine, ki jo režemo. Krožne škarije za izdelavo pločevinskih rondel imajo dodano centrirno napravo s katero obdelovanec držimo v središču. Oddaljenost rezalnih robov od tega središča pogojuje premer rondel.</p> |    |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |   |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Striženje v orodjih              | <p>Je industrijski način rezanja za proizvodnjo serijskih izdelkov, pri katerih dosegamo večjo ali dokončno stopnjo dodelave izdelka, zato rezanje kombiniramo z upogibanjem ali z globokim vlečenjem v kombiniranih orodjih. Orodja so lahko enostavna, orodja z vodenjem, kombinirana, večrezna, sledna orodja, izdelana z različno stopnjo avtomatizacije in dodatne opreme, npr. naprava za štetje izdelkov. Ker se orodje med uporabo otopi ga je potrebno ostriti, kar izvedemo s ploskovnim brušenjem matrice in pestiča. Iz tega izhaja, da matrica in pestič ne moreta imeti oblikovanega prostega kota in je kot klina <math>\beta=90^\circ</math>, velja za matrico in pestič.</p> |                                                                                                                       | 2 |
| Izračun rezalne sile             | <p>Pri striženju nastane nova površina, ki jo je pod vplivom rezalne sile potrebno doseči s porušitvijo. Ker se površine lotimo z ostrim rezalnim robom, povzročimo na obdelovancu zarezni učinek, kar zmanjša trdnost in pri izračunu upoštevamo strižno trdnost »<math>\tau_s</math>«. To strižno trdnost pomnožimo s strižno površino »<math>A</math>«, ki je odvisna od dolžine reza »<math>l</math>« in debeline pločevine »<math>s</math>«. Sila rezanja <math>F</math></p>                                                                                                                                                                                                             | $F = l \cdot s \cdot \tau_s \text{ [N]}$                                                                              | 2 |
| Centriranje orodja               | <p>Rezultanta rezalne sile ali vseh rezalnih sil pri večreznih orodjih mora vprijetati v osi paha, kar prepreči nedovoljeno obremenitev orodja in stroja. Te koordinate moramo izračunati in jih določiti s pozicioniranjem centrirno vpenjalnega čepa na orodju, ki zagotovi pravilno postavitev orodja v os stroja. Koordinate <math>X_0</math> in <math>Y_0</math> izračunamo:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $x_0 = \frac{\sum x_i \cdot l_i}{\sum l_i}$ $y_0 = \frac{\sum y_i \cdot l_i}{\sum l_i}$ <p><math>i = 1 - n</math></p> | 2 |
| Načini zmanjševanja rezalne sile | <p>Pri rezanju na škarjah zmanjšujemo rezalno silo s postopnim rezom. Isto upoštevamo tudi pri rezanju v orodjih, s tem, da matrico ali pestič priostrimo poševno, pri čem moramo paziti, da ohranimo centriranje orodja. (priositrno simetrično). Pri večreznih orodjih uporabimo pestiče različnih dolžin in na tak način dosežemo stopnjevani postopni rez.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                       | 2 |
| Vrste škarij                     | <p>Ročne: navadne, skozirezne, zakrivljene, vzvodne(dvojne)škarje, namizne vzvodne škarje in ročne knakerje (ročne štanice).<br/>Strojne: giljotinske za ravne odreze in krožne škarje za ravne ali krožne odreze.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                       | 2 |

|            |                                                                                                                                                                                                 |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>10.</b> | <p><b>Katera rezilna orodja poznate? Opišite in grafično ponazorite tipično konstrukcijo rezilnega orodja ter pojasnite vpliv razporeditve rezov na izkoristek traku.</b></p>                   | <b>15</b> |
|            | <p><b>1.Opišite in grafično ponazorite tipično konstrukcijo prostega rezilnega orodja ter pojasnite vpliv razporeditve izrezov na izkoristek traku.</b></p> <p><b>Prosto rezilno orodje</b></p> |           |



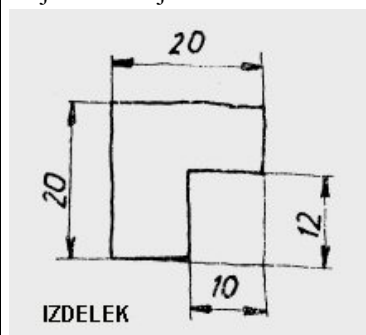
### Prosto rezilno orodje



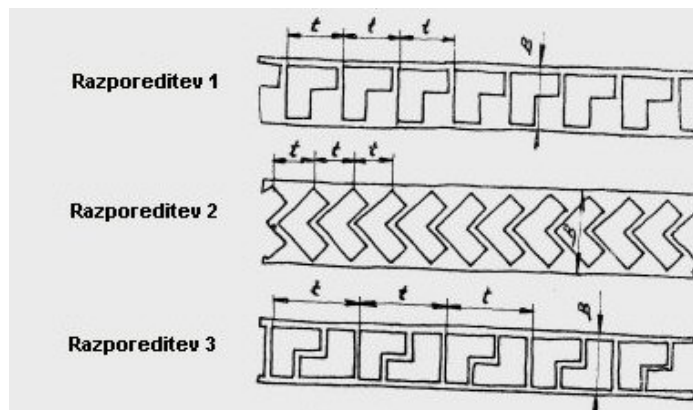
Najpreprostejše orodje te vrste je lahko sestavljeno samo iz rezilnega pestiča in rezilne plošče. Pestič pritrdimo na pehalo stiskalnice, rezilno ploščo pa pritrdimo na mizo stiskalnice. Gib stiskalnice moramo nastaviti tako, da rezilni pestič do določene globine seže v rezilno ploščo. Rezilna plošča ima odprtino izdelka, ki ga želimo izdelati. Da olajšamo izpadanje izrezanega izdelka se luknja v rezilni plošči navzdol širi. Ravni del je 2-5mm, ker tako rezilno ploščo lahko večkrat pobrusimo, ne da bi spremenili dimenzije obrisa odprtine. Prosta rezilna orodja rabimo skoraj izključno za izrezovanje okroglih obdelovancev ali luknjanje. Primerno je za izdelavo ne preveč zahtevnih izdelkov. Ker orodje nima lastnih vodil, lahko tako orodje uporabljamo le na stiskalnicah z dobro vodenim pehalom. Problem je v tem, da nam rezilni pestič lahko nasede na rezilno ploščo in orodje se lahko polomi. Prosta rezilna orodja se danes skorajda ne uporablja več, saj ne moremo zagotoviti optimalnega zraka (z) med pestičem in rezilno ploščo.

### Razporeditev izrezov

V rezilnih orodjih predelujemo pločevino v obliki plošč, pasov ali trakov. Plošče imajo obliko kvadrata ali pravokotnika. Pasovi so iz plošč izrezani ozki in dolgi pravokotniki. Trakovi so podobni pasovom, le da so daljši in običajno naviti na kolute. Plošče uporabljamo redko in to običajno na prostih rezilnih orodjih. Za postopna rezilna orodja so najugodnejši trakovi, kjer je zelo važna razporeditev izrezov v traku. Za izdelek prikazan na sliki imamo lahko tri različne razporeditve izrezov.



Razporeditve seveda niso enakovredne. Trak je najboljše izkoriščen v tretjem primeru, najslabše pa v prvem.



Izkoriščenost traku lahko preprosto izračunamo po enačbi:

$$\eta = \frac{A_1}{A_2}$$

$\eta$  ....izkoriščenost traku  
 $A_1$ ....površina izdelka  
 $A_2$ ....površina porabljene pločevine

Če je  $t = 22\text{mm}$  in  $B = 24\text{mm}$ , nam izračun pokaže, da je v prvem primeru izkoriščenost 53%, v drugem 55% in v tretjem 68,5%.

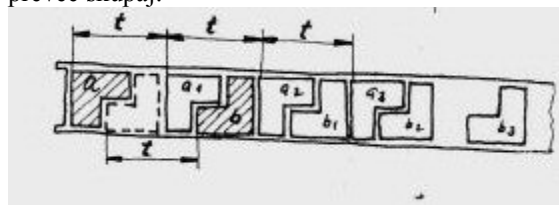
Druga razporeditev je nekoliko boljša od prve, orodje pa je ravno tako enostavno kot v prvem primeru. V obeh primerih rabimo za izrezovanje izdelkov en sam rezilni pestič.

Tretja razporeditev je najboljša. Upoštevati pa je treba nekoliko bolj komplicirano in dražje orodje. Tako orodje ima namreč dva rezilna pestiča, Razporejena kot kaže spodnja slika.

#### Razporeditev pestičev

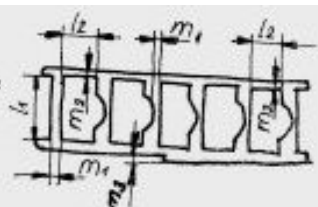


Nož  $a$  seka izdelke  $a_1, a_2, a_3, \dots$  nož  $b$  pa  $b_1, b_2, b_3, \dots$ . Za to izvedbo se bomo odločili, kadar bomo imeli veliko serijo. Noža (šrafirana) morata biti razporejena kot kaže slika, da luknji v rezilni plošči ne bi bili preveč skupaj.



Na dobro izkoriščenost traku, pa moramo paziti tudi tako, da izbira mostička  $m_1$  in  $m_2$  ter širine odreza stranskega noža  $m_3$  čim manjša. Minimalne vrednosti za mostičke dobimo v strojno- tehnološkem priročniku.

#### Tehnološke zahteve



Vsekakor optimalna razporeditev izrezov zahteva znanje in izkušnje. Pri tem je potrebno gledati na izkoriščenost traku in na izvedbo orodja.

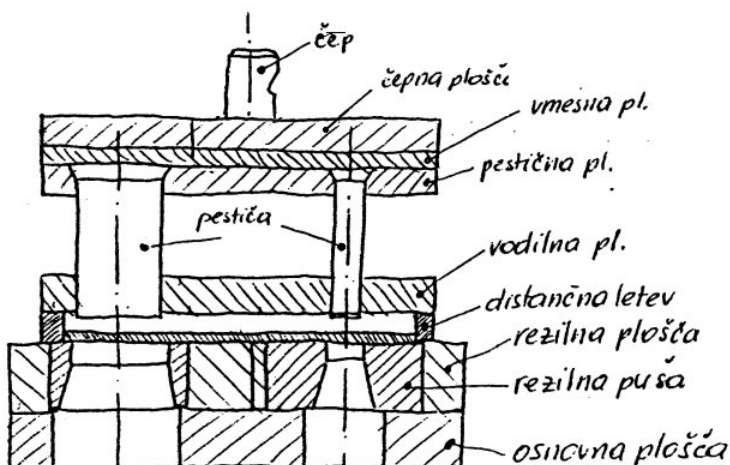
## 2.Opišite in grafično ponazorite tipično konstrukcijo vodenega rezilnega orodja

### Vodena rezilna orodja

Mnogo natančnejše izdelke dobimo z orodji, ki imajo lastna vodila.

### Rezilno orodje z vodilno ploščo

Pri takem orodju je na zgornjo stran rezilne plošče pritrjena vodilna plošča. Ta plošča ima luknje, ki se

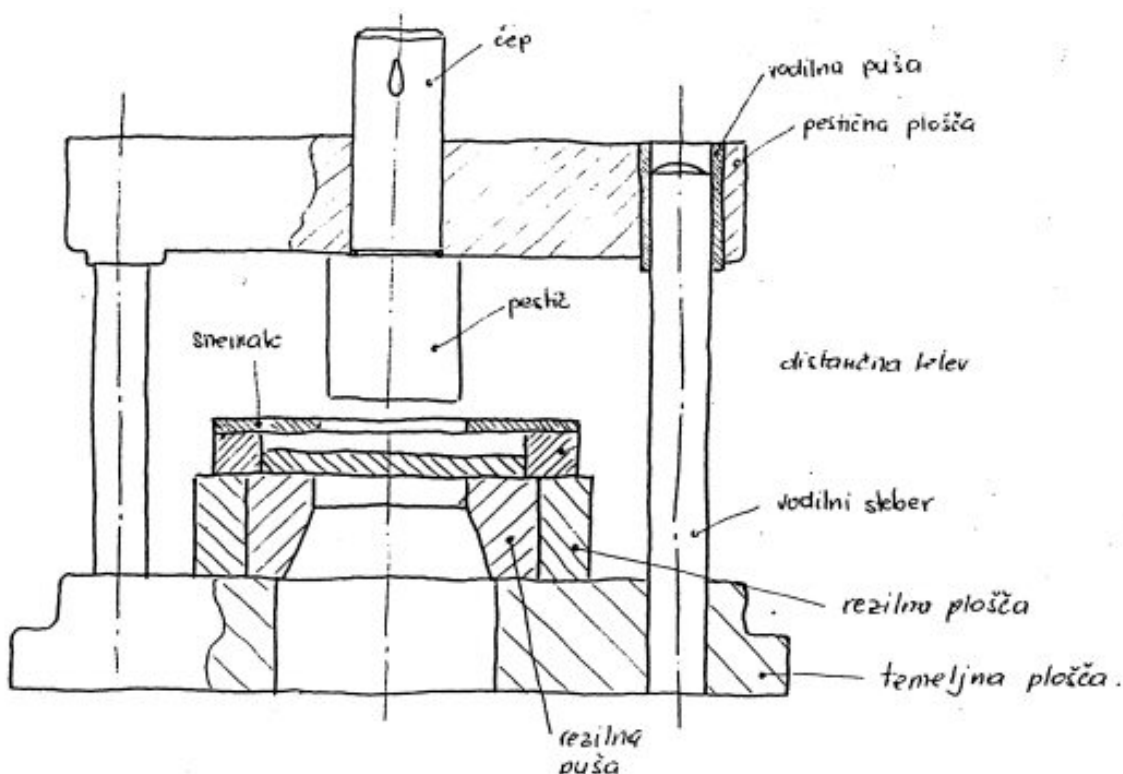


prilagajajo rezilnim pestičem in jih tako vodijo. Med rezilno in vodilno ploščo sta distančni letvi, ki sta nekoliko debelejši od pločevine, ki jo želimo obdelovati. Razdalja med letvami je odvisna od širine pločevine (traku), ki jo potiskamo skozi odprtino med letvama, zato nam letvi služita kot vodilo za trak. Običajna izvedba rezilnega orodja z vodilno ploščo ima za pritrditev čepa in pestiča še čepno in pestično

pestično ploščo. Med ti dve plošči vgradimo še vmesno ploščo, ki je poboljšana ali kaljena, da se pestiče ne vgreznejo v mehko čepno ploščo. Pod rezilno ploščo običajno dodamo še osnovno ploščo.

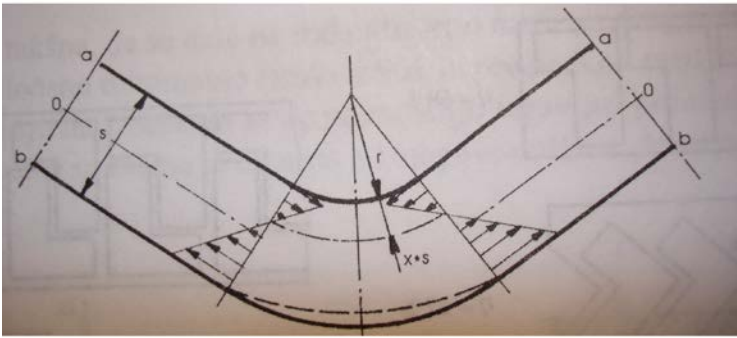
### S stebri vodeno rezilno orodje

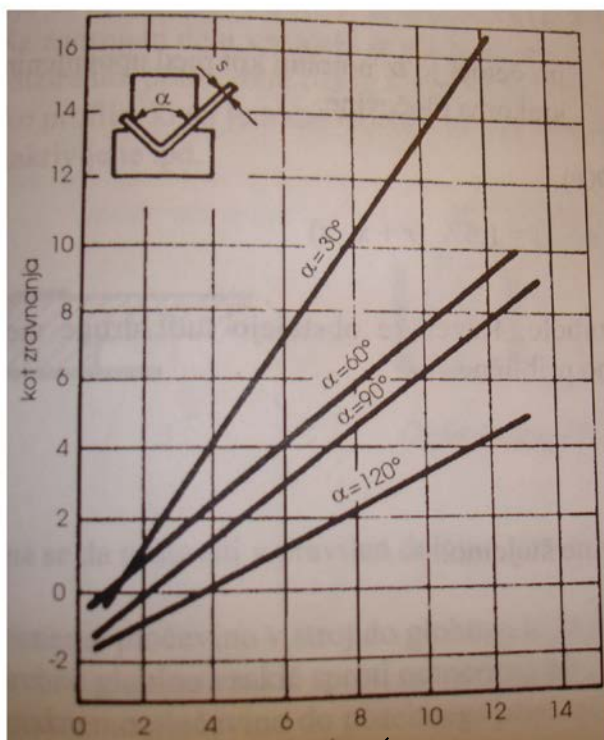
To je v bistvu prosto rezilno orodje vgrajeno v ogrodje s stebri. Uporabljamo jih za izrezovanje zelo natančnih oblik. Pri teh orodjih pestiča ne vodimo direktno pač pa vodimo celotni gornji del orodja, na katerega je pritrjen rezilni pestič. Gornji del drsi po dveh ali štirih vodilih v obliki stebra. Stebri so pritrjeni v osnovni plošči. Namesto debele vodilne plošče pa zadostuje že tanka snemalna plošča. Ogrodja so standardizirana. Izdelujejo jih razna podjetja (Steinel- Nemčija..)



Skupaj

15

| 11. | Opišite in grafično ponazorite postopek upogibanja ter pojasnite pojav proženja pri upogibanju. Kako določimo dolžino surovca?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | št.toč<br>k |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|     | <p>Pri upogibanju nastopijo v materialu trajne plastične deformacije, katerim se pridruži še elastična deformacija kar povzroči delno poravnavanje predmeta po preoblikovanju. Deformacije se v upogibnem prerezu med seboj razlikujejo. Notranja vlakna se nakrčijo, zunanja vlakna pa se razširijo in hkrati ožijo.</p>  <p>Deformacije pri upogibanju</p> | 7           |
|     | <p>Elastične deformacije povzročijo delno zravnvanje upogibnega dela. Povratna deformacija je odvisna od lastnosti materiala, debeline pločevine, upogibnega polmera in orodij ter načina upogibanja. Čim večja je meja plastičnosti, razmerje <math>r/s</math> in čim manjša je debelina <math>s</math>, tem večje je zravnvanje materiala.</p> <p>Diagram za določanje kota zravnvanja jeklene pločevine</p>                                 | 8           |



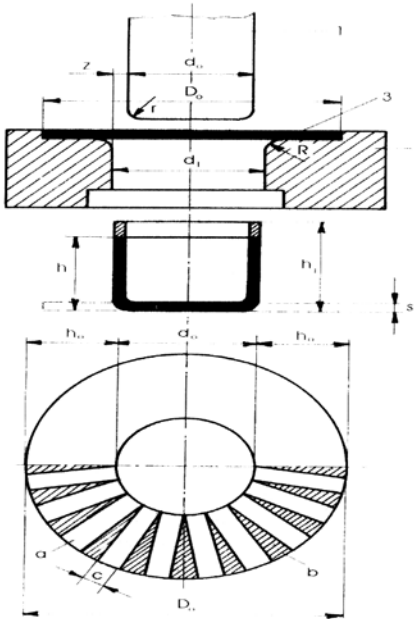
$r/s$

r....upogibni polmer orodja  
s debelina pločevine

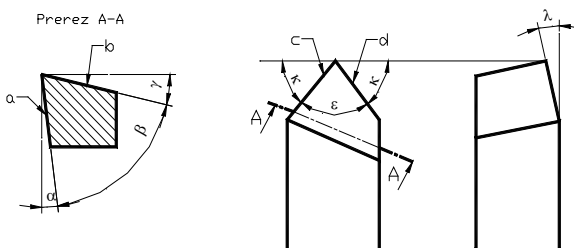
Skupaj točk

15

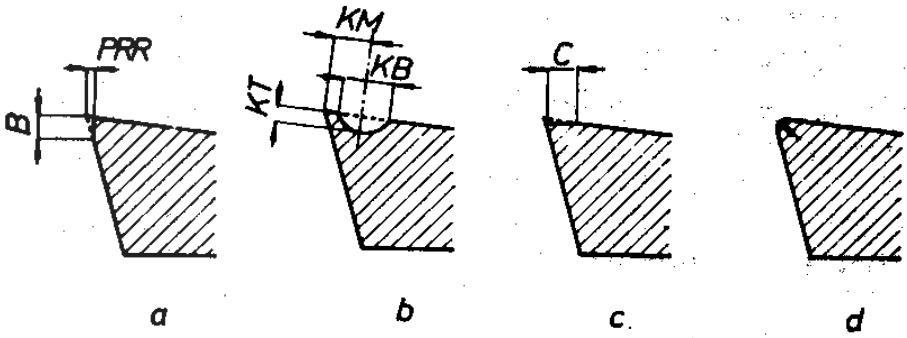
|                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 12.                                                                                                                                                                                                                                | Opišite in s skico ponazorite postopek globokega vlečenja. Pojasnite kako določimo velikost prereza in v čem se ločijo orodja za prvi in naslednji vlek. | 20 |
| <p><b>Značilnost globokega vleka:</b><br/>Globoko vlečenje je postopek preoblikovanja ravnih ploščatih surovcev (rondele ali platine) v poljubno oblikovana, na eni strani odprta, votla telesa okroglega ali drugega prereza.</p> |                                                                                                                                                          | 5  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <p><b>Zasnova orodja:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. vlečni pestič</li> <li>2. matrica</li> <li>3. pločevina</li> <li>4. D - premer pločevine</li> <li>5. d – premer izdelka</li> <li>6. h – višina izdelka</li> </ol>                                      |  | 12        |
| <p><b>Priprava in velikost rondel:</b><br/>         Pri izračunu velikosti rondel izhajamo iz dejstva, da je volumen pločevine konstanten.<br/> <math>V=A \times S</math><br/>         A.....površina prereza                      S.....debelina pločevine pred vlečenjem</p> |                                                                                    | 5         |
| <p><b>Faze izdelave:</b><br/>         Število faz je odvisno od vlečnega razmerja <math>b=D/d &gt; 1</math>. Vlečno razmerje je specifično za vsak material in debelino posebej. Orodja za 1. in 2. vlek se ločijo po obliki in centrinih čepih.</p>                           |                                                                                    | 5         |
| <p><b>Značilni izdelki:</b><br/>         posoda, lonci, karoserijski izdelki (izdelki množinske proizvodnje)</p>                                                                                                                                                               |                                                                                    | 3         |
| <p><b>Skupaj točk</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    | <b>30</b> |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>13.</b> | <b>Kaj so glavna, podajalna in nastavitvena gibanja na obdelovalnih strojih (pojasnite na primerih struženja, frezanja, vrtenja in brušenja)?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>15</b> |
|            | <p>Pogoj za nastanek odrezkov pri odrezovanju je relativno gibanje med orodjem in obdelovancem.</p> <p><b>Glavno gibanje</b> lahko opravlja obdelovanec ali orodje, lahko je krožno ali premočrtno (odvisno od postopka odrezovanja). Hitrost glavnega gibanja imenujemo rezalna hitrost, njeno enačbo lahko napišemo v naslednji obliki:</p> $v_c = \pi \cdot d \cdot n \quad \mathbf{m/min} \text{ ali } \mathbf{m/s},$ <p>pri čemer pomeni <math>d</math> - premer obdelovanca v <math>m</math> in<br/> <math>n</math> - vrtilno hitrost v <math>\mathbf{vrt/min}</math> ali <math>\mathbf{vrt/s}</math>.</p> <p><b>Podajalno gibanje</b> (<math>f</math> - <math>\mathbf{mm/min}</math>, <math>\mathbf{mm/vrt}</math>) je lahko prekinjeno ali neprekinjeno in je pogoj za odrezovanje. Opravimo ga lahko ročno ali strojno, običajno je premočrtno.</p> <p><b>Nastavitveno gibanje - globino rezanja</b> (<math>a</math> - <math>\mathbf{mm}</math>) običajno opravimo ročno, izjema so avtomati in CNC stroji.</p> <p>Ustrezna gibanja na obdelovalnih strojih dosežemo z glavnimi in podajalnimi pogoni ter prenosniki.</p> | 7         |
|            | <p>Pri struženju opravlja glavno gibanje obdelovanec, ki se vrti, podajalno in nastavitveno gibanje, ki je premočrtno, opravlja orodje.</p> <p>Pri frezanju je glavno gibanje krožno – vrtenje orodja, podajalno in nastavitveno gibanje je premočrtno in ga opravlja miza z obdelovancem.</p> <p>Pri vrtenju opravlja glavno gibanje orodje in je krožno. Podajalno gibanje tudi opravlja orodje in je premočrtno.</p> <p>Pri brušenju je glavno gibanje krožno in ga opravlja orodje. Podajalno gibanje je sestavljeno in odvisno od načina brušenja. Pri zunanjem okroglem brušenju je podajalno gibanje sestavljeno iz vrtenja obdelovanca in vzdolžnega premočrtnega podajalnega gibanja obdelovanca. Pri ploskovnem brušenju je podajalno gibanje sestavljeno iz vzdolžnega in prečnega premočrtnega gibanja mize z obdelovancem.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8         |
|            | <b>Skupaj točk</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>15</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                   |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 14.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Pojasnite pomen geometrije rezalnih orodij (koti alfa, beta, gama, kapa, epsilon, lambda...) na klasičnih in sodobnih rezalnih orodjih (rezalne ploščice).</b> | <b>20</b> |
| <p><b>Preprosto klasično</b> eno rezilno orodje je sestavljeno iz rezalnega dela, ki ga omejujejo prosta ploskev, cepilna ploskev in stranska prosta ploskev, ter vpenjalnega dela – držala.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                   |           |
| <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2; padding-left: 20px;"> <p>a – prosta ploskev,<br/> b – cepilna ploskev,<br/> c – glavni rezalni rob, presečišče proste in cepilne ploskve,<br/> d - stranski rezalni rob, presečišče stranske proste in cepilne ploskve</p> </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                   |           |
| <p>Ravni nož za struženje in skobljanje</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                   |           |
| <p>Geometrijsko obliko določajo sledeči koti:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                   |           |
| <p><math>\alpha</math> - prosti kot, kot med prosto ploskvijo in tangento na smer obdelave,<br/> <math>\beta</math> - kot klina, kot med prosto in cepilno ploskvijo,<br/> <math>\gamma</math> - cepilni kot, kot med cepilno ploskvijo in pravokotnico na smer obdelave,<br/> Vsota teh treh kotov <math>\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ</math><br/> <math>\epsilon</math> - kot konice, kot med glavnim in stranskim rezalnim robom,<br/> <math>\lambda</math> - nagibni kot, kot med glavnim rezalnim robom in tlorisno ravnino<br/> <math>\kappa</math> - nastavni kot, kot med glavnim rezalnim robom in obdelano površino<br/> <math>\kappa_1</math> – stranski nastavni kot, kot med stranskim rezalnim robom in obdelano površino</p> |                                                                                                                                                                   |           |
| <p>Pri več rezilnih orodjih je pri svedru pomemben še kot pri vrhu <math>\varphi</math>, ali kot konice in kot vzpona vijahnice <math>\omega</math>, po kateri odtekajo odrezki.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                   |           |
| <p>Kote na orodju pri frezalih označujemo podobno kot pri stružnih nožih. Pri frezalih s poševnimi ali vijahčno zavrtimi zobmi, poznamo še kot poševnosti <math>\lambda</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                   |           |
| <p><b>Sodobna rezalna orodja</b>, so orodja z mehansko pritrjenimi menjalnimi obračalnimi ploščicami, različnih oblik, ki imajo več rezalnih robov.</p> <p>Koti na ploščici so oblikovani enako kot koti na standardnem rezalnem orodju, odvisni so od materiala obdelovanca.</p> <p>Ploščice z ravno zgornjo ploskvijo in kotom klina <math>\beta = 90^\circ</math>, morajo biti pritrjene na držalo z nagnjenim ležiščem, če želimo pozitiven cepilni in prosti kot na rezalnem robu.</p> <p>Po obrabi enega rezalnega roba jih zavrtimo, nekatere lahko tudi obrnemo na drugo stran. Ko so obrabljeni vsi rezalni robovi, jih zavržemo</p>                                                                                                    |                                                                                                                                                                   |           |
| <b>Skupaj točk</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                   | <b>20</b> |

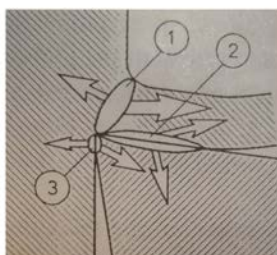


|                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                          |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 25.                                                                                                                                                                                                                                                                 | Navedite vzroke, oblike in mesta obrabe rezalnih orodij ter pojasnite vpliv posameznih tehnoloških parametrov na obrabo. | 20              |
| <b>Odgovor:</b>                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                          | <b>Št. točk</b> |
| <b>Vzroki za obrabo:</b> lom, mehansko abrazivno delovanje, zvarjanje in trganje zvarov, difuzijski pojavi, oksidacija.                                                                                                                                             |                                                                                                                          | 4               |
| <b>Oblike in mesta obrabe:</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                          | 8               |
|  <p>a..... obraba proste ploskve<br/> b..... kotanja na cepilni ploskvi<br/> c..... obraba cepilne ploskve<br/> d..... zaokrožitev rezalnega robu ali obraba na konici orodja</p> |                                                                                                                          |                 |
| <b>Vpliv tehnoloških parametrov na obrabo:</b>                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                          | 2               |
| Na obrabo vplivajo predvsem rezalna hitrost, podajanje in globina reza ter geometrija orodja. Vsi ti parametri tudi vplivajo na obrabno in temperaturno obstojnost orodij                                                                                           |                                                                                                                          | 2               |
| Obraba proste ploskve a je najpogostejši kriterij obrabe. Značilna je za večino rezalnih materialov in je posledica rezalne hitrosti.                                                                                                                               |                                                                                                                          | 2               |
| Kotanja na cepilni ploskvi b se pojavlja pri velikih $v_c$ in velikem podajanju na mestu najvišjih temperatur na orodju. Če se kotanja preveč približa rezalnemu robu, pride do zloma orodja.                                                                       |                                                                                                                          | 2               |
| Obraba cepilne ploskve je značilna za manjše rezalne hitrosti in podajanja.                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                          | 2               |
| Zaokrožitev rezalnega robu d je posledica še zmanjšane rezalne hitrosti in podajanja ali prevelikih pritiskov. Je združena obraba proste in cepilne ploskve.                                                                                                        |                                                                                                                          | 2               |
| <b>Skupaj točk</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                          | <b>20</b>       |

|                                                                                                          |                                                                                                                                           |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 16.                                                                                                      | Definirajte obstojnost orodja in pojasnite vplive nanjo, skicirajte diagram $v_c - T$ in pojasnite pomen oznak, kot so T60 in $v_{c60}$ . | 15              |
| <b>Odgovor:</b>                                                                                          |                                                                                                                                           | <b>Št. točk</b> |
| Obstojnost je efektivni čas orodja med dvema ostrenjema. Oznaka za obstojnost je T in jo merimo v [min]. |                                                                                                                                           | 3               |
| Na obstojnost orodja ima največji vpliv rezalna hitrost ( $v_c$ ) in material orodja.                    |                                                                                                                                           | 3               |
|                                                                                                          |                                                                                                                                           | 5               |

|                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                                                                                |           |
| T60... čas obstojnosti je 60 [min]<br>V60... rezalna hitrost pri času obstojnosti T = 60 [min] | <b>4</b>  |
| <b>Skupaj točk</b>                                                                             | <b>20</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                         |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 17.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Razložite toplotne razmere pri odrezovanju in vlogo hladilnih ter mazalnih sredstev (vrste in uporabnost teh sredstev). | 20              |
| <b>Odgovor:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                         | <b>Št. točk</b> |
| <p><b>Pojasniti nastanek toplote pri odrezavanju.</b><br/>                 Pri odrezavanju se večino potrebne moči za odrezavanje pretvori v toploto. Le del energije se porazgubi zaradi trenja v ležajih in vodilih. Imenujemo jo latentna energija.<br/>                 Največ toplote nastaja v strižni coni, na mestu nastajanja odrezka kot posledica deformacijskega dela. Preostanek toplote pa nastaja na cepilni ploskvi zaradi trenja odrezka po cepilni ploskvi in nekaj, najmanj, na prosti ploskvi zaradi trenja proste ploskve orodja ob obdelano površino obdelovanca.</p> <p>področje 1 – strižna cona<br/>                 področje 2 – področje vzdolž cepilne ploskve<br/>                 področje 3 – področje vzdolž proste ploskve</p> |                                                                                                                         | 8               |



**Pojasniti količine in smeri odvajanja nastale toplote.**

Največ nastale toplote se odvede z odrezkom ( do 70 % ), kar je dobro. Do 35 % se odvede v orodje, kar je zelo neugodno. To nam zmanjšuje obstojnost orodja in s tem povečuje stroške. Najmanjši del toplote pa se odvaja v obdelovanec ( do 20 % ). Na to moramo biti pazljivi predvsem takrat kadar obdelujemo obdelovance z veliko točnostjo mere. Koliko toplote nastaja na določenem mestu in količine ter smeri odvajanja toplote je odvisno od parametrov rezanja ( material orodja in obdelovanca, rezalna hitrost, podajalna hitrost ter globina rezanja ).

8

**Navesti naloge hladilnih sredstev.**

S hladilnimi sredstvi v prvi vrsti odvajamo toploto - hladimo, da povečamo obstojnost orodja in s tem zmanjšamo stroške ter povečamo produktivnost. Poleg hlajenja pa ima hladilno sredstvo tudi nalogo mazanja ( manjše trenje, boljša kakovost obdelane površine ) in odnašanje odrezkov. Prioriteta naloge hladilnega sredstva je odvisna od postopka obdelave.

4

**Skupaj točk**

**20**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                          |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 18.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Kako izbiramo optimalne parametre pri struženju glede na razpoložljivo moč elektromotorja, vrsto materiala obdelovanca in orodja, predvideno obstojnost in zahtevano kvaliteto površine? | 15              |
| <b>Odgovor</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          | <b>Št. točk</b> |
| Parametri rezanja so:<br>– rezalna hitrost,<br>– prerez odrezka,<br>– podajalna hitrost,<br>– globina struženja                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                          | 5               |
| Izbira rezalne hitrosti je odvisna od veliko faktorjev, kot so:<br>– material obdelovanca,<br>– material orodja,<br>– prerez odrezka,<br>– zaželeno obstojnost<br>– način hlajenja,...<br>Optimalna rezal. hitrost je hitrost, pri kateri je čas obdelave najkrajši (produktivnost največja). Običajno jo odčitamo iz tabel, ki jih objavljajo izdelovalci orodij. |                                                                                                                                                                                          | 5               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Če podatkov o rezalni hitrosti nimamo, jo lahko izračunamo (na voljo je več enačb) ali določimo na osnovi izkušenj.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |
| Prerez odrezka je odvisen od globine rezanja in podajanja.<br>Pri grobi obdelavi je odvisen od moči stroja. Upoštevati je treba tudi trdnost orodja.<br>Pri fini obdelavi je izbira prereza odvisna od<br>– zahtevane kakovosti površine in<br>– predpisane natančnosti (tolerance)<br>Manjše podajanje pomeni bolj kvalitetno površino<br>Manjša globina rezanja pomeni boljšo dimenzijsko natančnost, saj so manjše odrivne sile. | 5         |
| <b>Skupaj točk</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>15</b> |


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 19.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Opišite osnovne značilnosti glavnih delov univerzalne stružnice in razložite uporabnost linet. | 15              |
| <b>Odgovor:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | <b>Št. točk</b> |
| <p><b>Postelja</b> povezuje glavne sestavne dele stružnice. Vodila na zgornji strani postelje omogočajo vzdolžno premikanje sani in s tem vzdolžno podajanje, na njih pa je pritrjen tudi konjiček. Izpolnjevati mora naslednje zahteve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mora biti čim bolj toga</li> <li>- odstranjevanje odrezkov naj bo kolikor mogoče lahko</li> <li>- vodila na postelji morajo zelo natančno voditi sani in konjiček</li> <li>- oblika naj bo takšna, da vodil ni pretežno obdelati in da jih je kasneje pri popravilu stroja mogoče popraviti</li> <li>- vodila naj bojo po možnosti zaščitena pred padajočimi odrezki</li> </ul> <p>Postelja je skoraj vedno iz kvalitetne sive litine, ki dobro duši nihanja. Varjene izvedbe se niso najbolje obnesle v praksi. V zadnjih letih pa so postelje iz hidrobetona predvsem pri CNC strojih, ki ima podobne lastnosti kot siva litina</p> |                                                                                                | 3               |
| <p><b>Vretenjak</b>, v vretenjaku je vgrajeno glavno vreteno s svojimi ležaji. Pogon dobiva od menjalnika, ki je običajno v celoti vgrajen v vretenjak. Glavno vreteno sodobnih stružnic mora biti zelo toga. Ležaji so bili včasih drsni, dandanes pa so običajno kotalni. Število vrtljajev glavnega vretena spreminjamo s pomočjo zobniškega predležja (menjalnika). Glavno vreteno je votlo, da omogoča vpenjanje paličastega materiala. Za zelo natančne stružnice je največji povos zaradi upogiba glavnega vretena lahko 0,001 mm pri obremenitvi s silo 500N.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                | 3               |
| <p><b>Podajalni menjalnik</b>, naloga podajalnega menjalnika je pogon sani s supporti v vzdolžni in prečni smeri. Na sodobnih stružnicah so podajalni menjalniki sestavljeni iz menjalnikov s pomičnimi zobniki, nortonovega in meanderskega menjalnika.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                | 2               |
| <p><b>Sani s supporti</b>, sani stružnic so sestavljeni iz glavnih sani, prečnega in križnega supporta na katerega vpenjamo orodje. Sani lahko premikamo ročno ali strojno z utornim in vodilnim-vijačnim vretanom (pri struženju navojev). Prečni suport, ki ima vodila v obliki lastovičjega repa premikamo pravokotno na smet gibanja sani ročno ali strojno. Na prečnem supportu se nahaja križni suport, ki ima prav tako vodila v obliki lastovičjega repa. Na njem se nahaja vpenjalo za orodja. Pomik je ročen, lahko pa ga zavrtimo okrog navpične osi-struženje konusov.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                | 2               |
| <p><b>Konjiček</b> nosi ponavadi konico, ki služi kot dodatna opora, kadar obdelujemo dolge obdelovance. Namesto konice pa lahko v konjiček pritrjujemo tudi razna orodja. (npr. sveder). Konjiček običajne izvedbe ima pinolo, ki jo lahko premikamo ročno v vodoravni izvrtini telesa konjička. Premikanje omogoča vreteno na katero je pritrjeno ročno kolo. Vreteno deluje na pinolo preko matice, ki je vtisnjena v pinolo. Konjičkovo telo je pritrjeno na spodnjo ploščo, ki ima na spodnji strani vodilne ploskve. Te ploskve centrirajo konjiček proti postelji in omogočajo premikanje konjička v vzdolžni smeri. Važno je da sta pri struženju valjastih kosov konica konjička in konica v glavnem vretenu v isti osi, zato ima konjiček možnost, da ga z vijakom nastavljamo na prečno os stroja-struženje daljših konusov.</p>                                                                                 |                                                                                                | 2               |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | <p>Linete: nepomična lineta je med delom nepomično pritrjena na vodila, po katerih sicer drsi konjiček. Na vodila jo pritrdimo z vijakom in mostičkom. Običajne izvedbe imajo tri med seboj neodvisne prislone, ki jih lahko premikamo in nastavljamo ročno, vsakega zase. Gornjo polovico linete privzdignemo okrog tečaja, da lažje vložimo obdelovanec. Pomična lineta ima lahko dva ali tri prislone, pritrjena pa je z sanmi, je vedno v isti razdalji od orodja. Linete uporabljamo za podpiranje obdelovancev v primerih, kadar je razmerje med dolžino in premerom obdelovanca preveliko, bi se obdelovanec deformiral zaradi svoje lastne teže in rezalnih sil bolj od dopustnega.</p> | 3  |
|  | Skupaj točk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 20. | <p>Opišite načine vpetja obdelovancev in orodij na stružnici ter navedite primernost uporabe posameznega načina.</p>                                                                                                                                                                                                                                   | 15       |
|     | Odgovor:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Št. točk |
|     | <p>Vpenjanje v vpenjalno glavo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vpetje je konzolno, lahko je mehansko ali hidravlično</li> <li>• uporablja se za krajše obdelovance</li> <li>• glave so lahko dvočeljustne (nenatančno upetje), tričeljustne (zunanje, notranje upetje), štiričeljustne glave (popolnoma valjasti obdelovanci)</li> </ul> | 4        |
|     | Plana plošča se uporablja za vpenjanje nesimetričnih obdelovancev                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2        |
|     | Vpenjanje v vpenjalno glavo in konico se uporablja za daljše obdelovance. Konica je upata v konjiček.                                                                                                                                                                                                                                                  | 2        |
|     | Vpenjanje v vpenjalno glavo in konico ter uporaba linet. Uporaba za dolge obdelovance.                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2        |
|     | Vpenjanje med konici, ki sta v konjičku in glavnem vretenu (stružno srce).                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2        |
|     | Vpenjanje z vpenjalnimi stročnicami se uporablja pri paličastih obdelovancih.                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2        |
|     | Vpenjanje v vpenjalne trne se uporablja za obdelovance z luknjo (puše).                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2        |
|     | Skupaj točk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 15       |

| 21.                                                                                                                                                                                                                              | <p>Opišite najpogosteje uporabljena orodja za struženje. Predstavite možnosti pritrditve rezalnih ploščic na držala.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 15        |     |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                                                                                                                                                                                                                                  | Odgovor:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Št. točk  |     |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |   |
|                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Struženje je postopek obdelave z odrezovanjem in rabi predvsem za izdelavo valjastih izdelkov, čeprav je možno obdelovati tudi ravne ploskve in v zadnjem času izdelke posebno zahtevnih neokroglih oblik na CNC strojih.</p> <p>Na stružnicah lahko :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">STRUŽIMO</th> <th style="width: 50%;">ALI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• notranje in zunanje</li> <li>• vzdolžno in prečno</li> <li>• grobo in fino</li> <li>• stožčasto</li> <li>• kopirno, neokroglo</li> <li>• z oblikovnim nožem</li> <li>• navoj</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vrtamo , grezimo, povrtavamo</li> <li>• rebričimo</li> <li>• frezamo ali brusimo (z uporabo dodatnih paprav)</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> | STRUŽIMO  | ALI | <ul style="list-style-type: none"> <li>• notranje in zunanje</li> <li>• vzdolžno in prečno</li> <li>• grobo in fino</li> <li>• stožčasto</li> <li>• kopirno, neokroglo</li> <li>• z oblikovnim nožem</li> <li>• navoj</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vrtamo , grezimo, povrtavamo</li> <li>• rebričimo</li> <li>• frezamo ali brusimo (z uporabo dodatnih paprav)</li> </ul> | 7 |
| STRUŽIMO                                                                                                                                                                                                                         | ALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |     |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• notranje in zunanje</li> <li>• vzdolžno in prečno</li> <li>• grobo in fino</li> <li>• stožčasto</li> <li>• kopirno, neokroglo</li> <li>• z oblikovnim nožem</li> <li>• navoj</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vrtamo , grezimo, povrtavamo</li> <li>• rebričimo</li> <li>• frezamo ali brusimo (z uporabo dodatnih paprav)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |     |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |   |
|                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Ploščice lahko pridrimo na naslednje načine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pritrditev obračalnih ploščic s spono</li> <li>• pritrditev ploščic z vijakom</li> <li>• pritrditev ploščic z bočnim klinom</li> <li>• pritrditev ploščic z vzvodom</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8         |     |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |   |
|                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Skupaj točk</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>15</b> |     |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |   |

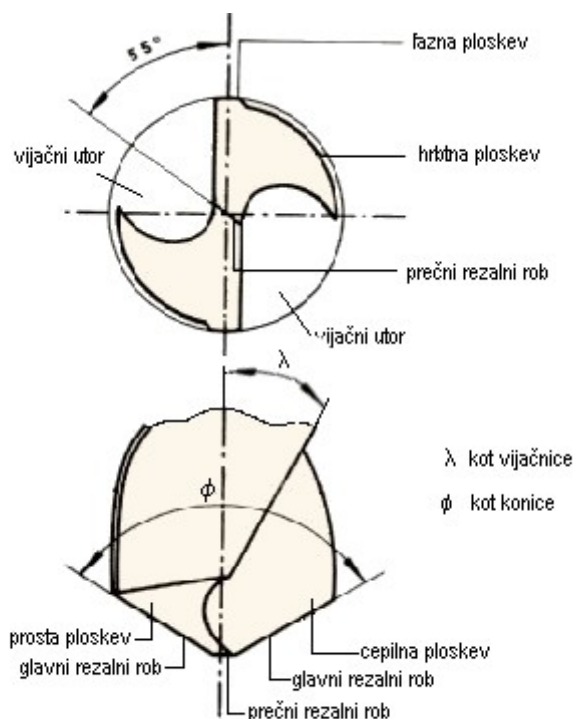
|                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                 |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 22.                                                                                                                                                                                                                      | Primerjajte postopek skobljanja s pehanjem in navedite primernost uporabe posameznega postopka. | 15              |
| <b>Odgovor:</b>                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                 | <b>Št. točk</b> |
| Skobljanje in pehanje sodita med postopke prekinjenega odrezovanja. Oprodje je običajno enako stružnemu nožu. Pri obeh postopkih so povratni gibi hitrejši, da so izgube čim manjše (še posebej pomembno pri skobljanju) |                                                                                                 | <b>6</b>        |
| Skobljanje je obdelava, kjer opravlja glavno gibanje miza z obdelovancem. Skobljanje je primerno za dolge in težke obdelovance.                                                                                          |                                                                                                 | <b>3</b>        |
| Vodoravno pehanje je podobno skobljanju, le da glavno gibanje opravlja orodje. Primerno je za obdelavo ravnih kratkih ploskev (do 500mm).                                                                                |                                                                                                 | <b>3</b>        |
| Navpično pehanje je uporabno za obdelavo notranjih ravnih površin (utori za moznike jermenic). Orodje opravlja premočrtno navpično gibanje. Podajalno gibanje opravlja miza.                                             |                                                                                                 | <b>3</b>        |
| Skupaj točk                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 | <b>15</b>       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                            |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 23.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Opreделите postopek vrtanja in načine vrtanja ter obrazložite geometrijo vijačnega svedra. | 20              |
| Odgovori                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                            | <b>Št. točk</b> |
| <b>Vrtanje</b> je postopek, s katerim izdelamo izvrtino; vrtamo torej takrat, kadar je potrebno narediti luknjo v poln material. Orodja za vrtanje se imenujejo svedri. Običajno vrtamo na vrtalnih strojih, lahko pa vrtamo tudi na stružnicah, rezkalnih strojih ali na drugih specialnih strojih. Glavno gibanje, ki je rotacijsko, pri običajnem vrtanju skoraj vedno opravlja sveder (na stružnici obdelovanec). Sveder opravlja tudi podajalno gibanje, tako da obdelovanec miruje. |                                                                                            | <b>5</b>        |
| <b>Vrtamo lahko:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                            |                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Navadno vrtanje;</b> globina vrtanja ni večja od 5xd (premer svedra)</li> <li>• <b>Globoko vrtanje;</b> izdelamo zelo globoke izvrtine</li> <li>• <b>Vrtanje z jedrom;</b> izrežemo samo ozek zunanji pas, jedro ostane celo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                       |                                                                                            | <b>5</b>        |
| V glavnem poznamo dve izvedbi vijačnega svedra: za manjše premere z valjastim držajem in za večje premere s stožčastim držajem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                            |                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                            |                 |
| <b>VIJAČNI SVEDER S TĀN PREVLEKO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                            | <b>10</b>       |



**VIJAČNI SVEDER**

Vrh vijáčnega svedra ima dve popolnoma enaki rezili. Iz slike so razvidni tudi posamezni nazivi in označbe posameznih delov vijáčnega svedra.



**NAZIVI IN OZNAČBE VIJAČNEGA SVEDRA**

Vsekakor sta za vijáčni sveder značilna dva vijáčna utora za odvajanje odrezkov, ki data v prerezu z obema prostima ploskvama dva ravna glavna rezalna roba. Utora morata imeti takšno globino, da ostaja v sredini, zaradi trdnostnih razlogov, jedro. Proti držalu postajata utora zaradi večjega jedra vedno plitvejša. Vijáčnici sta običajno zrezkani in zbrušeni. Praktično vso delo opravita oba glavna rezalna robova. Kot vijáčnice  $\lambda$  je odvisen od materiala, ki ga vrtamo. Od vrste materiala, ki ga vrtamo, je odvisen tudi kot konice svedra  $\varphi$ . Najprimernejši koti konice svedra so bili določeni le na podlagi izkušenj.

Skupaj točk

20

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 24.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Primerjajte postopke obdelave izvrtin in opišite njihove značilnosti (načini dela, uporaba). | 20       |
| Odgovori                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                              | Št. točk |
| <p><b>Vrtanje</b> je postopek obdelave z odrezovanjem z orodjem svedrom. Največkrat vrtamo v polno. Razlikujemo tri osnovne načine dela:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• navadno vrtanje, globina ne presega 5xd (premer izvrtine)</li> <li>• globoko vrtanje (vrtanje izvrtin v vretena)</li> <li>• vrtanje z jedrom (vrtanje ozkega zunanjšega pasu izvrtine)</li> </ul>                                   |                                                                                              | 5        |
| <p><b>Grezenje</b> je širjenje že obstoječe izvrtine, ki je bila izdelana z vrtanjem ali litjem ali kako drugače. Pri grezenju razlikujemo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grobo grezenje (širjenje izvrtine z večjimi svedri)</li> <li>• fino grezenje (natančnejša izdelava izvrtin z finimi grezili)</li> <li>• oblikovno grezenje (valjasto izvrtino oblikujemo v stožčasto ali stopničasto)</li> </ul> |                                                                                              | 5        |
| <p><b>Povrtavanje</b> je postopek fine obdelave izvrtine na predpisano toleranco (na primer <math>\phi 25H6</math>). Povrtavamo lahko z ročnimi povrtali ali pa s strojnimi povrtali, ki so natančnejša.</p>                                                                                                                                                                                                              |                                                                                              | 5        |
| Skupaj točk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                              | 15       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Opišite postopek grezenja in njegovo uporabnost ter obrazložite geometrijo orodja. | 15 |
| <p>Grezenje je širjenje že obstoječe izvrtine. Postopek je podoben vrtanju. Orodja za grezenje se imenujejo grezila. Grezilo vrta kvalitetnejšo luknjo od svedra ali pa pripravlja luknjo za povrtavanje. Ker grezilo ne reže v polno, je njegovo oblikovanje enostavnejše. Grezila imajo večje število žlebov, ki so navadno usmerjeni po vijačnici. Za manjše premere so grezila izdelana v enem kosu, za večje premere pa jih natikamo na trne. Robovi zob so na obodu brušeni po valju. Konica dosega največ 50% premera in je navadno oblikovana v kotu <math>120^{\circ}</math>. Grezila izdelana v enem kosu imajo navadno tri žlebove, medtem ko imajo natakljiva grezila štiri ali več žlebov.</p> <p>Za grobo grezenje oziroma za navadno širjenje že obstoječe izvrtine, lahko uporabljamo največkrat navadni vijačni sveder, za fino grezenje pa uporabljamo grezila. Gibanja orodja in obdelovanca so ista kot pri vrtanju.</p> <p><b>VRSTA GREZIL</b></p> <p><b>Vijačna grezila</b></p> <p>So zelo podobna vijačnim svedrom, ki se razlikujejo od svedrov po tem, da nimajo prečnega rezalnega roba. Držaj grezila je podobno kot pri vijačnem svedru lahko valjast ali stožčast. Premer je standardiziran s toleranco h8 od <math>\phi 5</math> pa do <math>\phi 50</math>. Vijačno grezilo ima ponavadi tri vijačne utore z ravno toliko rezili.</p> |                                                                                    | 5  |





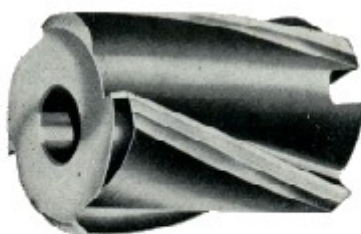
**VIJAČNO GREZILO**

***Natična grezila***

Natikamo jih na ustrezne trne, namenjeni pa so za grezenje večjih izvrtin (...100mm).

S posebnim varovalom lahko preprečimo zasuk orodja na trnu pri večji obremenitvi.

Ta grezila imajo ponavadi 4 rezila.



**NATIČNO GREZILO**

***Vratna grezila***

Uporabljamo jih za razširjanje izvrtin za vgreznjene vijake z valjasto glavo.



**VRATNO GREZILO**

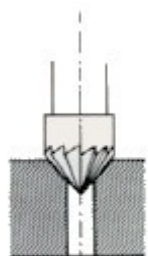
Za premere do 5 mm so dvorezilna, za večje premere pa imajo troje ali več rezil. Čep nam grezilo vodi in centrira po že prej izdelani izvrtini.



**VRATNO GREZILO**

**Oblikovna grezila**

Sem spadajo predvsem razna stožčasta enorezilna ali večrezilna grezila za oblikovanje izvrtin.



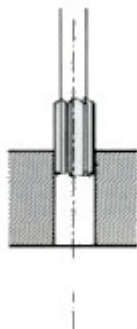
**OBLIKOVNO GREZILO**

*Grezila z vstavljenimi stružnimi noži*

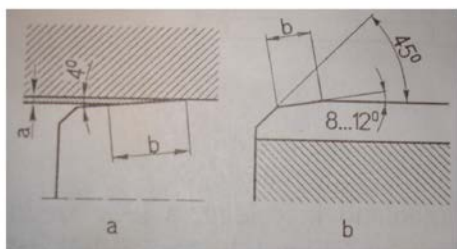
Sem spadajo stružni noži, ki jih vpenjamo na posebne držaje, uporabljamo pa jih predvsem na koordinatnih vrtačnih strojih

|             |    |
|-------------|----|
| Skupaj točk | 15 |
|-------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                       |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 26.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Opišite postopek povrtavanja in njegovo uporabnost ter obrazložite geometrijo orodja. | Št. točk |
| Odgovori                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       | 15       |
| <p>Povrtavanje je eden od načinov za fino obdelavo izvrtine. Orodja za povrtavanje so povrtala, ki imajo več rezil, šest ali tudi več. Po natančnosti oblike in kvaliteti površine povrtavanje že sega deloma v področje fine obdelave, saj dobimo gladko površino. Povrtavanje je uspešno samo takrat, če je potrebno odstraniti le tanko plast materiala. Posebna oblika povrtavanja je vrezovanje navoja. Orodja za vrezovanje navoja se imenujejo navojni vrezniki.</p> <p>Vsa gibanja pri povrtavanju in vrezovanju navojev so ista kot pri struženju ali grezenju.</p> |                                                                                       |          |

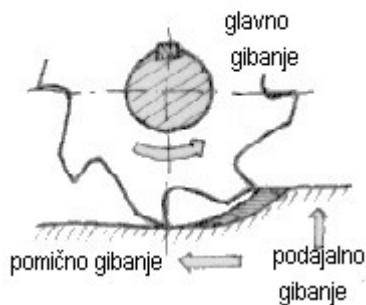


Geometrija povrtal



- a) geometrija ročnega povrtala
- b) geometrija strojnega povrtala

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                  |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 27.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Opreделите postopek frezanja. S skico ponazorite načine frezanja in opišite njihove značilnosti. | 20       |
| Odgovori                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | Št. točk |
| <p>Režkanje je postopek odrezavanja, pri katerem opravlja orodje – rezkalo - rotacijsko glavno gibanje, podajalna gibanja pa so lahko premočrtna ali rotacijska. Ponavadi opravlja podajalna gibanja obdelovanec. Pri večini obdelovalnih postopkov (struženju, vrtanju...) je smer podajanja pravokotna na smer rezanja. Pri režkanju pa se - če zasledujemo posamezen zob rezkala - lega smeri rezanja proti podajalni smeri neprestano spreminja.</p> |                                                                                                  | 10       |



**Valjasto rezkanje** je rezkanje z zobmi na obodu - rezkalo se obdelovanca dotika s svojim obodom. Prerez odrezka se med delom spreminja, zato obremenitev rezkala ni enakomerna.



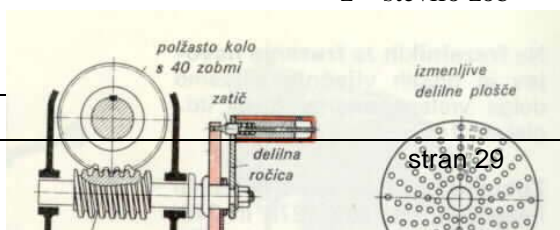
**Čelno rezkanje** je rezkanje z zobmi na čelu - rezkalo se obdelovanca dotika s svojim čelom. Odrezek ima enakomeren prerez.



10

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Skupaj točk</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20       |
| 28.                | Opišite istosmerno in protismerno frezanje, naštejte in opišite rezalne sile ter primerjajte uporabnost obeh postopkov.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 20       |
| Odgovor            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Št. točk |
|                    | <b>Opredelevitev istosmerne in protismerne frezanja</b><br>Pri istosmernem frezanju, ki je lahko z obodom ali čelom frezala, delujeta komponenti rezalne in podajalne hitrosti v isto smer. Orodje reže od zunaj navznoter, zato je nevarno, da potegne obdelovanec pod sebe, če ta ni dovolj zanesljivo vpet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3        |
|                    | Pri protismernem frezanju, ki je lahko z obodom ali čelom frezala, delujeta komponenti rezalne in podajalne hitrosti v nasprotnih smereh. Orodje na začetku odreže malo, potem pa se prerez postopno veča in s tem tudi rezalne sile.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3        |
|                    | <b>Rezne sile</b><br>Rezne sile se pri obodnem frezanju (istosmernem in protismernem) ves čas spreminjajo, ker se med vrtenjem frezala spreminja debelina odrezka. Ker te sile delujejo na vpenjalni trn (glavno vreteno) ga obremenjujejo na upogib. Pri frezanju s čelom se debelina odrezka ne spreminja, zato je obremenitev vretena ugodnejša. Ker je vreteno obremenjeno na tlak, so lahko sile večje, s tem pa tudi globina rezanja in podajalna hitrost.                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5        |
|                    | Sile pri frezanju z obodom moramo opazovati v dveh koordinatnih sistemih<br>- prvi sistem je vezan na konico orodja in se z njim vrti. V tem sistemu delujeta glavna sila $F_c$ in odzivna sila $F_p$<br>- drugi sistem je vezan na obdelovanec in v tem sistemu delujeta podajalna sila $F_f$ in navpična sila $F_v$ .<br>Pri istosmernem frezanju deluje navpična sila navzdol (v obdelovanec), pri protismernem frezanju pa deluje navpična sila navzgor (proti vretenu). Če so zobje frezala poševni ali vijačni pa se pojavlja še aksialna sila.<br>Z enačbo določimo glavno silo, katere največja velikost je $F_{cmaks} = k_{c1x1} \cdot b \cdot h_{maks}^{1-z}$ , velikosti odzivne in podajalne sile pa določimo z razmerjem proti glavni sili. | 5        |
|                    | <b>Uporabnost postopkov</b><br>Kvaliteta obdelane površine je pri istosmernem frezanju boljša, zato se uporablja za manjša podajanja in globine rezanja (fino obdelavo). Orodje reže na začetku večji prerez, potem pa se zmanjšuje, prav tako tudi sile pri rezanju.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2        |
|                    | Orodje pri protismernem frezanju reže od znotraj navzven, zato je ta način primeren za obdelavo ulitkov s trdo skorjo (zapečen pesek) in mehkejšo notranjostjo. Uporabno je za večja podajanja in globine rezanja (grobno obdelavo).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2        |
| Skupaj točk        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20       |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 29.      | Obrazložite indirektno in diferencialno deljenje na frezalnem stroju ter potek frezanja vijačnice.                                                                                                                                                                                         | 15       |
| Odgovor: |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Št. točk |
|          | <b>Indirektno deljenje</b> je deljenje z uporabo polževe prestave. Ta je običajno v razmerjih $I=1:40$ , to pomeni, da se polž zavrti za 40 polževo kolo pa za enkrat.<br>$n = \frac{i}{z}$<br>n – število vrtljajev delilne ročice<br>i – prestavno razmerje delilnika<br>z – število zob |          |



5

**Diferencialno delimo** vsa števila, ki so prafaktorji in niso deljiva s katerim drugim številom, ter ona ki jih ne moremo deliti direktno, ker ni na voljo ustreznega kroga. Število vrtljajev delilne ročice »n

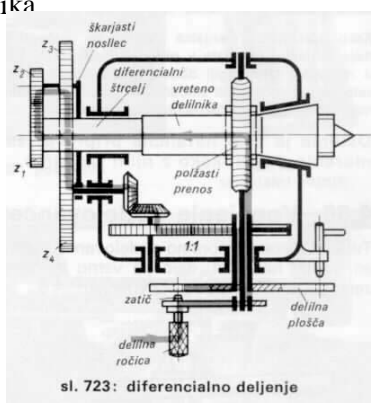
» določimo po enačbi:  $n = \frac{40}{X}$

X – pomožno število ki ga direktno lahko delimo.

Gibanje poteka od vretena delilnika prek menjalnih (diferencialnih) zobnikov in stožčastih zobnikov na delilno ploščo.

Menjalne zobnike določimo po enačbi:  $\frac{z_1}{z_4} = \frac{40}{X}(X - z)$

z- število zob menjalnega zobnika

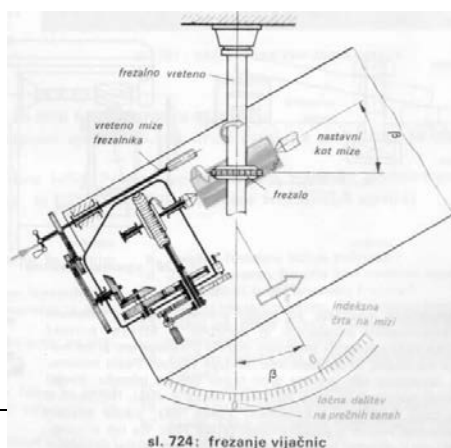


sl. 723: diferencialno deljenje

5

**Vijačnice frezamo** na frezalnem stroju, obdelovanec mora imeti poleg podajalnega še krožno gibanje. Slednje začne pri vijačnem vretenu mize in gre preko zobnikov in vmesnih zobnikov na delilno ploščo. Delilna plošča in delilna ročica se zaradi zatiča vrtita hkratno, s tem pa tudi polž in polžasto kolo, oziroma obdelovanec. Prestavno razmerje menjalnih zobnikov mora biti takšno, da je podajanje mize pri enem celem vrtljaju obdelovanca enako koraku frezane vijačnice. Mizo stroja nastavimo na želeni kot vijačnice.

5



sl. 724: frezanje vijačnic

|              |    |
|--------------|----|
|              |    |
| Skupaj točk: | 15 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                            |                                                            |                                                            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 30.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Opišite naravna in umetna brusna sredstva ter njihovo uporabo. Kako določamo in izbiramo strukturo brusca? | 20                                                         |                                                            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <b>Odgovor:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                            | <b>Št. točk</b>                                            |                                                            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <p>Gradiva za bruse so lahko naravna in umetna. Kot naravni brusni materiali so se uporabljali brusni kamni, danes pa uporabljamo z izjemo diamanta izključno umetne materiale.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                            | 3                                                          |                                                            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <p><b>Med te materiale štejemo:</b><br/>                 -<b>normalni korund</b>, pridobljen s taljenjem boksita. je rjave barve in vsebuje 95% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1% SiO<sub>2</sub>, 4% TiO<sub>2</sub>,<br/>                 -<b>plemeniti korund</b>, pridobljen s taljenjem čistega Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, vsebuje 99% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, in je bele barve,<br/>                 -<b>silicijev karbid</b> - SiC, pridobljen s taljenjem kremenčevega peska na elektrotermični način, je sive barve imenujemo ga tudi karbokorund,<br/>                 -<b>borov karbid</b> - B<sub>4</sub>C, pridobljen s topljenjem borove kisline,<br/>                 -<b>borov nitrid CBN</b>, je najtrši umetni brusni material, pridobljen iz borklorovega amoniaka,<br/>                 -<b>diamant</b> - najtrši brusni material, poznamo naravni in umetni diamant, ki ga pridobivajo iz grafita pri visoki temperaturi in tlaku,</p> |                                                                                                            | 5                                                          |                                                            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <p><b>Uporaba:</b><br/>                 -<b>normalni korund</b> za brušenje mehkih jekel,<br/>                 -<b>plemeniti korund</b> za brušenje kaljenih, legiranih in hitroreznih jekel,<br/>                 -<b>silicijev karbid</b> za brušenje sive litine, lahkih kovin ter bakra in bakrovih zlitin<br/>                 -<b>borov nitrid CBN</b> pri obdelavi orodij iz HSS, prevlečenih orodij...<br/>                 -<b>diamant</b> za ostrenje orodij iz karbidnih trdin, keramike ter brusov.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                            | 5                                                          |                                                            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <p><b>Struktura</b></p> <p>Z oznako strukture je označeno razmerje med brusilnim materialom, vezivom in porami. Pri trdih materialih izbiramo mehkejše bruse, pri mehkejših materialih pa izbiramo trše bruse.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                            | 7                                                          |                                                            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">10</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">11</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">12</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">13</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">14</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                  |                                                                                                            | 2                                                          | 3                                                          | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                                                                                                          | 4                                                          | 5                                                          | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |    |    |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="text-align: center;"><b>zaprta struktura</b></p> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="text-align: center;"><b>odprta struktura</b></p> </td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                            | <p style="text-align: center;"><b>zaprta struktura</b></p> | <p style="text-align: center;"><b>odprta struktura</b></p> |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <p style="text-align: center;"><b>zaprta struktura</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p style="text-align: center;"><b>odprta struktura</b></p>                                                 |                                                            |                                                            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |  |

**Poklicna matura – druga izpitna enota TEHNOLOGIJA - ustno**

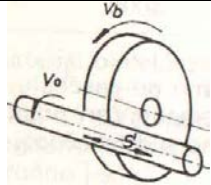
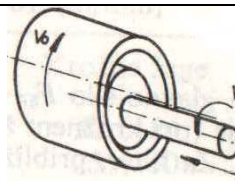
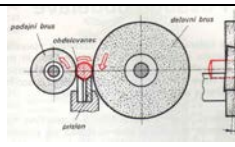
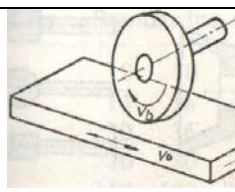
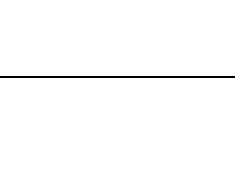
|        |    |
|--------|----|
| Skupaj | 20 |
|--------|----|

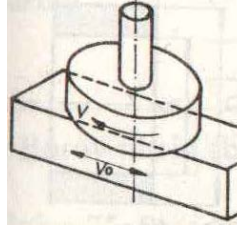
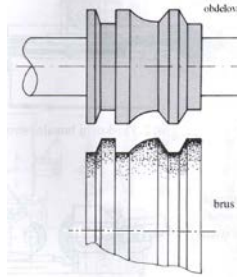

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 31.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Kakšna veziva uporabljamo za izdelavo brusov? Kako merimo in označujemo velikost zrn in trdoto brusa. Kakšen vpliv ima velikost zrn na kakovost obdelane površine? | 20              |
| <b>Odgovor:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    | <b>Št. točk</b> |
| <p><b>Veziva:</b><br/>                 Vezivo veže in povezuje brusna zrna, ter določa trdoto in obstojnost brusa kot celote. Veziva morajo imeti adhezijske lastnosti, v ta namen danes uporabljamo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keramično vezivo,</li> <li>- naravno smolo,</li> <li>- umetno smolo,</li> <li>- silikatno vezivo,</li> <li>- gumo,</li> <li>- magnezit,</li> <li>- kovinsko vezivo.</li> </ul>                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                    | 5               |
| <p><b>Velikost brusnih zrn - meritev in označevanje:</b></p> <p>Velikost brusnih zrn merimo posredno - s siti, ki imajo določeno število luknjic na 25, 4mm (1inch). Ta sita prepuščajo zrna določene velikosti gostejše kot je sito, manjša zrna prepušča in obratno.</p> <p>Oznake zrnatosti so določene s standardi in sicer: 8-12 zelo groba zrnatost (zelo velika zrna), 14-24 groba zrnatost, 30-60 srednja zrnatost, 70-120 fina zrnatost, 150-240 zelo fina zrnatost (zelo majhna zrna).</p> <p>Za zelo majhne delce (zrnatosti nad 600) določamo zrnatost z drugimi metodami - izpihovanjem in izpiranjem.</p> |                                                                                                                                                                    | 5               |
| <p><b>Trdota brusnih zrn - meritev in označevanje:</b></p> <p>Trdoto brusa merimo s Knoopovo skalo (2000 za korund, 7000 za diamant) ali za Mohsovo skalo (korund 6, diamant 10).</p> <p>Trdota brusa označujemo po standardih z velikimi čekani pri čemer so: E-G zelo mehki brusi, H-K mehki brusi, L-O srednje trdi brusi, P-S trdi brusi, T-V zelo trdi brusi, X-Z posebno trdi brusi.</p>                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    | 5               |
| <p><b>Kakovost obdelane površine:</b></p> <p>Pri izbiri brusa maramo upoštevati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- za grobo brušenje uporabljamo mehkejše bruse z grobim zrnom (zrnatosti 8-24),</li> <li>- za fino brušenje uporabljamo trše bruse z finim zrnom (zrnatosti do 120)</li> <li>- pri veliki dotikalni površini izbiramo mehkejše bruse z grobimi zrn, pa trše bruse z finimi zrn.</li> </ul> <p>Natančnejša navodila nam podajajo proizvajalci brusov.</p>                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                    | 5               |
| Skupaj                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    | 20              |

|     |                                                                                |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 32. | Kako opravljamo poravnavanje, ostrenje in vpenjanje brusov? Navedite varnostne | 15 |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|----|



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ukrepe, ki jih moramo pri tem upoštevati. |
| Odgovor:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Št. točk                                  |
| Na kakovost in natančnost izdelave ne vpliva samo pravilna izbira brusa ter brusnih parametrov, temveč tudi način vpetja, ostrenja in poravnave brusa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                                         |
| <p><b>Ostenje in poravnavanje brusa:</b></p> <p>Pri brušenju se brus obrablja, tako da se lomijo in izpadajo brusna zrna (brus izgubi pravilno geometrijsko obliko) ali pa da se zaobljijo ostri robovi na posameznih zrnih (brus izgubi rezalno sposobnost). Zato moramo brus ostriti in ravnati.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                         |
| <p>Bruse lahko ostrimo z:</p> <p>-ostrilnimi kolesci, ki jih pritiskamo k brusu tako da se vrtijo skupaj z njim. Kolesca v novejšem času izdelujejo iz kovine z oblogo iz diamantnih ali borazonovih zrn. (skica)</p> <div data-bbox="619 779 973 1099" data-label="Image"> </div> <p><i>Ostenje z ostrilnimi - kolesi</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                         |
| <p>-bruse lahko stružimo z diamantnim orodjem, pri čemer moramo paziti na pravilno lego diamanta-<b>(skica)</b></p> <div data-bbox="534 1305 1026 1494" data-label="Image"> </div> <p><i>Struženje brusa z diamantnim orodjem</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3                                         |
| <p><b>Vpenjanje brusa:</b></p> <p>Vsak brus moramo pred montažo ponovno pregledati. Pri montaži moramo upoštevati sledeče napotke:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-bruse s prirobnico moramo vpeti na vreteno brez uporabe sile,</li> <li>-vse površine brusa, elastičnega vložka in prirobnice morajo biti ravne in očiščene,</li> <li>-med brus in prirobnico je potrebno vstaviti elastični vložek (iz gume, usnja, ...)</li> <li>-le ta izravnava morebitne neravnosti brusa oz. prirobnice in preprečuje neposredni stik med brusom in prirobnico,</li> <li>-elastični vložek mora biti vsaj tako velik kot prirobnica.</li> </ul> | 4                                         |
| Skupaj                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 15                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                  |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 33.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | S skico prikažite in opišite načine brušenja ter navedite osnovne značilnosti brusilnih strojev. | 15                                                                                    |
| Odgovor:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 20 točk                                                                                          | Skica                                                                                 |
| <b>Ročno brušenje:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                  | Št. točk                                                                              |
| <p>Ročno brušenje z električnim ali pnevmatskim brusilnikom. Pogon je mehaniziran, orodje vpeto v ročni stroj vodimo ročno in s tem oblikujemo obdelovanec (bijaks, diprofil). Področje uporabe v orodjarstvu in tudi za čiščenje odlitkov.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                  | 2                                                                                     |
| <b>Okroglo zunanje brušenje:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                  | 3                                                                                     |
| <p>Zarezno, kadar je brus širši od brušene površine, ali natančno prilagojen namensko za obdelovanec. V tem primeru se obdelovanec vrti na mestu, pravilnost oblike je odvisna od kvalitete oblike brusa, kar zagotovimo s pogostim posnemanjem (poravnavanjem) brusa.</p> <p>Kadar je obdelovanec širši od brusa se obdelovanec med vrtenjem premika vzdolžno v osni smeri, pri enem vrtljaju obdelovanca približno za 0,7 širine brusa. V obeh primerih je potrebno z merjenjem ugotoviti pravilnost (cilindričnost) obdelovanca. Običajni način vpetja je s fiksnimi konicami v zasredilno izvrtino.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                  |    |
| <b>Okroglo notranje brušenje:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                  |   |
| <p>Pri notranjem okroglem brušenju tako kot pri zunanjem poznamo oba načina, le da se zarezni redko uporablja. Brušenje se izvaja znotraj valjastih oblik, kar pogojuje manjše premere brusa in potrebo po velikih vrtilnih hitrostih, da s tem zagotovimo primerno rezalno hitrost. Možno ga je kombinirati s čelnim brušenjem, vendar je potreben utor za iztek brušenja.</p> <p>Notranje koordinatno: Je v principu notranje okroglo brušenje s to razliko, da v tem primeru obdelovanec med obdelavo miruje in vso gibanje za rezanje kakor tudi oblikovno opravi orodje, torej brus. Brus se vrti (rezalna hitrost), izvaja planetarno gibanje po krožnici in se istočasno premika aksialno po osi. Kombinacija zadnjih dveh gibanj je podajalno gibanje. Postopek je dolgotrajen, natančnost pozicioniranja in natančnost izdelave je 0,001. Uporablja se predvsem v zakaljenem stanju obdelancev v orodjarstvu za izdelavo oblik, kakor tudi za vodenje in pozicioniranje orodnih plošč.</p> |                                                                                                  |  |
| <b>Brezkonično brušenje:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                  | 3                                                                                     |
| <p>Imenovano tudi prehodno brušenje je visoko produktivno, namenjeno predvsem brušenju največjega premera na obdelovancu, ali brušenju palic. Za to vrsto brušenja ni potrebno vpenjanje (za brušenje niso obvezne centrirne izvrtine), ampak samo vlaganje obdelovanca v stroj. Obdelovanec drsi po podporni letvi med dvema brusoma, od katerih je eden delovni in drugi podajalni brus.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                  |  |
| <b>Ploskovno brušenje z obodom brusa:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                  | 3                                                                                     |
| <p>Postopek je manj produktiven, saj je dotikalna površina brusa in obdelovanca linija na obodu brusa. Dosegamo kvalitetne površine, brusu se vsled porabe zmanjšuje premer, kar zmanjšuje rezalno hitrost in s tem dodatno zmanjšuje učinek brušenja. Glavno gibanje izvaja brus, podajalno pa obdelovanec v vzdolžni in primik v prečni smeri. Globino rezanja dodajamo s primikom brusa, običajno je vpenjanje na magnetno mizo. Potrebno je postopno obojestransko približevanje končni meri v izogib deformacijam po sproščanju obdelovanca.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                  |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <p><b>S čelom brusa:</b><br/>Postopek je bistveno bolj učinkovit od prejšnjega, saj je kontaktna površina brusa v tem primeru ploskev v obliki krožnega kolobarja, torej čelna ploskev brusa, ki ga imenujemo krožničasti ali skledasti brus. Poraba brusa je s čelne strani, torej mu ne zmanjšuje premera in je brušenje glede na rezalno hitrost brusa vedno enako učinkovito. Površina ima specifičen izgled, podoben ringlanju, potrebno je intenzivno hlajenje.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |    |
| <p><b>Profilno brušenje</b> izvajamo lahko tako v okrogli kakor tudi ploskovni izvedbi. Po načinu je to zarezni postopek brušenja z oblikovnim brusom. Brus direktno prenaša svojo obliko na obdelovanec, zato ga oblikujemo kot negativ potrebne oblike obdelovanca. Oblikujemo ga s posnemanjem z diamantnim zrnom, ki ga vodimo s kopirno napravo po šabloni, ali v novejšem času z računalniškim vodenjem po matematičnih krivuljah. Zaradi zaželjene natančnosti izdelujemo šablone v povečanem merilu, običajno 1:10, kar pri pomanjšanem kopiranju ustrezno v istem razmerju zmanjša dimenzijske in oblikovne napake iz šablone. Zaradi nenehnega posnemanja brusa zaradi obnavljanja oblike je prisotna velika poraba brusa.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   | 2  |
| <p><b>Značilnosti brusnih strojev:</b><br/>Ročni brusilni stroji so lahko električni ali pnevmatski, v preteklosti so bili značilni »biaks« pogoni, ki pa so danes preteklost, ker delavca pogon pri delu ovira. Taki stroji zaradi malega premera brusa zahtevajo veliko vrtilno hitrost, pazljivo rokovanje in zaščitna očala za delavca.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                      | 5  |
| <p>Brusilni stroji so kljub manjšim rezalnim silam kot pri ostalih mehanskih obdelavah grajeni še bolj togo in so težji od preostalih strojev. S tem dosežemo, da se lastna in vzbujevalna frekvenca med delom ne pokrivata, kar bi pripeljalo sistem v resonanco. Namembnost brusilnih strojev je dokončna obdelava, torej v natančnosti in kvalitetni površini izdelka. Natančnost izdelane dimenzije je v razredu 0,001mm, hrapavost pa v kvaliteti 0,0001mm<br/>Pri takih zahtevah in pri omenjenih vrtilnih hitrostih na brusilnih strojih odpadejo vsi zobniški prenosi, vsi gibljivi – vrteči deli morajo biti natančno uravnovešeni (balansirani), da s tem preprečimo tresljaje, ki so nedopustni. Prenosi so jermenski, pri nekaterih manjših strojih tudi vrvni. Brušenje uporabljamo v večini kot obdelavo po kaljenju v orodjarstvu (okroglo, ploskovno, koordinatno), ali kot dodelavo v serijski proizvodnji po predhodni obdelavi. V primeru serijskega brušenja stroj opremimo z avtomatskim merilnim sistemom, ki nam brušenje konča na točno določeni meri in zagotavlja ponovljivost v serijski proizvodnji.</p> |  |    |
| <p>Skupaj točk:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                      | 20 |