

Nekonvencionalni procesi, 1. letnik II. stopnje RRP

- nabor možnih vprašanj -

Elektroerozijska obdelava

1. Razloži princip odnašanja pri elektroerozijskem procesu s pomočjo napetostnega in tokovnega signala v reži (podaj potek signalov v reži ($u_{\text{gen}}(t)$, $u_{\text{rež}}(t)$, $i_{\text{rež}}(t)$), označi tipične točke na signalu in za vsako točko napiši en stavek) in razširi razlago na primerne materiale za elektrodo in obdelovanec (navedi materiale in za vsakega napiši en stavek)!
2. Razloži princip prehajanja od grobe do fine obdelave (skica prehodov, kriterij za mesto prehoda v enem stavku)! Kaj so glavne prednosti orbitalne CNC elektroerozijske obdelave (naštej in vsak kriterij opiši v enem stavku) – naveži tudi na prvi del vprašanja?
3. Razloži princip odnašanja pri elektroerozijskem procesu s pomočjo dogajanja v reži (skice poteka razelektritve, k vsaki skici en stavek) in razširi razlago na primerne materiale za elektrodo in obdelovanec (tri stavke za elektrodo in en stavek za obdelovanec)!
4. Elektroerozija. Kaj povzroča vretje taline v kraterju (en stavek) in izmet taline iz kraterja (en stavek)? Kdaj talina zapusti krater (en stavek) in kolikšen je delež taline, ki ostane v kraterju. Kako to vpliva na lastnosti izdelka (tri stavke)? Razloži odnašanje materiala na diagramu spreminjanja radija kraterja in gradienta tlaka za izbran čas trajanja razelektritve (trije stavki)!
5. Kako (na podlagi česa) izberemo parametre grobe obdelave pri potopni elektroeroziji (naštej in napiši dva stavka)? Kaj vpliva na izbiro parametrov fine obdelave (dva stavka)?
6. V kateri industrijski panogi se elektroerozijska obdelava največ uporablja in zaradi katerih obdelovalnih lastnosti (panoga in tri lastnosti, skupaj 4 besede in kratek komentar)? Shematično prikaži kinematiko žične in potopne elektroerozije (dve skici)!
7. Kaj določa grobo in fino obdelavo pri elektroerozijski obdelavi (skica sekvence razelektritev za grobo in fino obdelavo, na skicah označi veličine, podaj enačbo za izračun energije)? Razloži kako energija razelektritve vpliva na velikost kraterja (trije stavki)!
8. Katera je bistvena razlika med izdelki, ki jih izdelamo z žično in potopno elektroerozijo (en stavek)? Skiciraj primer izdelka izdelanega z žično in potopno elektroerozijo (dve skici)! Naštej industrijsko panogo kjer se postopek elektroerozije najpogosteje uporablja in 3 lastnosti zakaj!
9. Skiciraj stroj za potopno elektroerozijo in poimenuj glavne komponente! Zakaj poteka obdelava v dielektriku (dva stavka)? Definiraj kaj pomeni dielektrik (en stavek) in naštej 4 najpomembnejše funkcije dielektrika)?
10. Skiciraj stroj za potopno elektroerozijo in poimenuj glavne komponente! Kako je zagotovljena primerna reža med elektrodo in obdelovancem (skiciraj kibernetsko shemo krmiljenja reže, nariši pravilnostno tabelo za 3 možna stanja reže in na kratko komentiraj, kaj se dogaja v reži pri vsakem izmed teh treh stanj z vidika tipičnih razelektritev)?
11. Skiciraj stroj za potopno elektroerozijo in poimenuj glavne komponente! Nariši potek 4 tipičnih razelektritev ($u_{\text{gen}}(t)$, $u_{\text{rež}}(t)$, $i_{\text{rež}}(t)$), jih poimenuj in za vsako obliko tipične razelektritve komentiraj kaj se dogaja znotraj reže (en stavek za vsak tip razelektritve)! Kako zmanjšamo možnost nastanka obločnih razelektritev (podaj vsaj 2 načina in vsakega komentiraj v dveh stavkih)?
12. Naštej 4 najpomembnejše lastnosti dielektrika! Zakaj pri postopku elektroerozije poteka obdelava v dielektriku (za vsako lastnost 1 stavek razlage)? Napiši vzrok zakaj med obdelavo prihaja do obločnih razelektritev in kakšne so posledice (3 stavki)! V kateri industrijski panogi

- je postopek elektroerozije najbolj zastopan?
13. Pri opazovanju razelektritev pri obdelavi z elektroerozijo na osciloskopu opazimo velik delež obločnih razelektritev:
 - Narišite skico časovnega poteka delovne in obločne razelektritve ($u_{\text{gen}}(t)$, $u_{\text{rež}}(t)$, $i_{\text{rež}}(t)$)!
 - Vzroki obločnih razelektritev (vsak vzrok pojasnite v enem stavku)!
 - Zakaj je ta pojav neugoden za kvaliteto obdelave (dva stavka)?
 - Kako zmanjšamo možnost nastanka obločnih razelektritev (podaj 2 načina in vsakega komentiraj v dveh stavkih)?
 14. Skiciraj stroj za potopno elektroerozijo in poimenuj glavne komponente! Od katere veličine je prvenstveno odvisna hitrost odnašanja materiala – (2 besedi)? Napišite definicijo za izračun te veličine in skiciraj potek signalov v reži na primeru delovne razelektritve ($u_{\text{gen}}(t)$, $u_{\text{rež}}(t)$, $i_{\text{rež}}(t)$)! Na skici poteka delovne razelektritve ustrezno označite obdelovalne parametre. Katero fizikalno lastnost mora imeti obdelovanec, da ga lahko obdelujemo z elektroerozijo (2 besedi)?
 15. Katere lastnosti omogočajo mehki bakreni oziroma krhki grafitni elektrodi, da z elektroerozijskim postopkom obdelujemo kaljeno jeklo? Prikaži z diagramom meje taljenja materiala. Razloži zakaj sta baker in grafit primerna elektrodna materiala! Poimenuj industrijsko panogo kjer se postopek elektroerozije najpogosteje uporablja in naštej 3 vzroke/lastnosti zakaj!
 16. Predstavi vzroke za nestabilen proces žične elektroerozije in za vsak vzrok podaj rešitev (en stavek za vzrok in največ dva stavka za odpravo)! Prikaži na primeru vlaka razelektritev na napetostnem in tokovnem signalu v reži ($u_{\text{gen}}(t)$, $u_{\text{rež}}(t)$, $i_{\text{rež}}(t)$)! Razloži v največ dveh stavkih!
 17. Elektroerozija: Kako vpliva izpiranje reže med elektrodo in obdelovancem na hitrost odnašanja (razloži s pogostostjo (frekvenco) pojavljanja različnih tipov razelektritev)? Prikaži eno obliko obdelovanca za obdelavo s potopno elektroerozijo, kjer je zagotovljeno dobro izpiranje reže, in enega, kjer je izpiranje slabo! Kako v tem primeru zagotovimo dobro izpiranje (dva stavka)?
 18. Kdaj izberemo bakreno in kdaj grafitno elektrodo (podaj posamezne kriterije in v enem stavku za vsak kriterij utemelji odločitev)!
 19. Shematsko prikaži stroj za žično elektroerozijo! Prikaži in razloži sistem vodenja žice (največ štiri stavki)! Zakaj je pomembno, da so vodila in šobe čim bližje površini obdelovanca (dva stavka)?
 20. Naštej vse probleme, ki jih povzroča sprememba debeline obdelovanca pri rezanju z žično elektroerozijo (vsakega opiši z enim stavkom)! Kako jih odpravimo (en stavek za vsakega)?
 21. Razloži način prehajanja od grobe k fini obdelavi pri žični elektroeroziji (skice, kriterij za mesto prehoda)! Glede na kaj izberemo grobe in fine obdelovalne parametre (naštej in vsakega opiši z enim stavkom)?
 22. Kakšne žice (premer, material) se uporabljajo pri rezanju z žično elektroerozijo? Razloži vpliv cinka v žici (en stavek)! Kako debelina materiala, ki ga režemo, vpliva na izbiro premera in materiala žice (dva stavka)?
 23. Kakšne so karakteristike reza pri rezanju z žično elektroerozijo in površine na obdelovancu po obdelavi s potopno elektroerozijo (skice, kratak opis)? Kakšne natančnosti dosežemo s tega postopkoma (navedi tolerance, ki jih dosežemo)?

Abrazivno vodno rezanje

1. Izpelji enačbo za izstopno hitrost vode (na podlagi Bernoullijeve enačbe) pri rezanju z vodnim

- curkom in izračunaj hitrost vode pri tlaku črpalke 2000 in 4000 bar! Kakšna je odvisnost med tlakom vode in njeno izstopno hitrostjo (linearna, kvadratna,...)?
2. Izpelji enačbo za hitrost abrazivnega vodnega curka z uporabo zakona o ohranitvi gibalne količine. Primerjaj hitrost abrazivnega vodnega curka pri injekcijskem in suspenzijskem principu ustvarjanja curka (katera hitrost je večja pri enakem tlaku pred šobo)?
 3. Razloži suspenzijski in injekcijski princip rezanja z abrazivnim vodnim curkom (skica obeh rezalnih glav)! Primerjaj ju s stališča produktivnosti in vzdrževanja stroja!
 4. Razloži princip odnašanja materiala pri vodnem in abrazivnem vodnem curku! Kaj je vzrok različne hitrosti odnašanja?
 5. Primerjaj batno in hidravlično črpalko za doseganje visokih tlakov pri abrazivnem vodnem rezanju! Prikaži in razloži nihanje tlaka!
 6. Kateri so glavni obdelovalni parametri abrazivnega vodnega rezanja in kako vplivajo na kvaliteto površine oziroma hitrost rezanja?
 7. Naštej področja uporabe fragmentacije z vodnim curkom! Prikaži na obliki curka, kateri del curka je uporaben za fragmentacijo!
 8. Skiciraj glavo za rezanje z abrazivnim vodnim curkom, poimenuj bistvene dele in razloži funkcijo vsakega dela (za vsak del en stavek)!
 9. Kateri parametri vplivajo na hitrost odnašanja pri rezanju z abrazivnim vodnim curkom? Njihov vpliv prikaži v diagramih!
 10. Kakšne so zahteve za abraziv za rezanje z abrazivnim vodnim curkom? V katerem primeru bi bilo smiselno večkrat uporabiti isti abraziv?
 11. Podaj (nariši) značilnosti reza, ki nastanejo pri rezanju z abrazivnim vodnim curkom (skica za vsako značilnost in poimenovanje)! Kateri obdelovalni parametri vplivajo na posamezno značilnost (naštej), kako se sprememba odraža na značilnosti reza (tabela: značilnost – majhna vrednost parametra – velika vrednost parametra)?
 12. Razloži pojav brazd(=strij) (skice in tri stavke)! Kako brazde vplivajo na hrapavost površine (en stavek)? Zakaj je večja hrapavost na spodnji strani reza (dve besedi)?
 13. Primerjaj rezanje z vodnim curkom in rezanje z abrazivnim vodnim curkom s stališča hitrosti odnašanja in ekonomike! Navedi materiale, ki jih je smiselno rezati z vodnim curkom (brez abraziva)!
 14. Kdaj bi se odločil za uporabo rezanja z abrazivnim vodnim curkom (natančnost, materiali, debeline) in kdaj za rezanje z vodnim curkom?
 15. Razloži potek prebijanja (vrtanja) z abrazivnim vodnim curkom!
 16. Razloži potek dolbenja z abrazivnim vodnim curkom! Kdaj se uporablja maska? Kaj je največji problem dolbenja?
 17. Katera dva načina struženja z abrazivnim vodnim curkom poznaš (skici, poimenovanje)? Kdaj se uporablja en in kdaj drugi način?
 18. Nariši shemo stroja za obdelavo z AVC z vsemi glavnimi elementi! Kratko opiši vlogo vsakega elementa!
 19. Skiciraj hidravlično črpalko z ojačevalnikom in črpalko z ročično gredjo. Opiši delovanje vsake črpalke. Posebej pojasni princip delovanja ojačevalnika.
 20. Nariši grafa pretoka vode v odvisnosti od časa $Q(t) - t$ za obe črpalke in z njima pojasni razliko v delovanju črpalk. Zakaj potrebujemo predčrpalko? Opiši krmiljenje za oba tipa črpalk (vklop-izklop curka, regulacija tlaka).
 21. Skiciraj in opiši delovanje injekcijskega tipa rezalne glave za rezanje z abrazivnim vodnim

curkom. Kako je izveden dovod abraziva? Na kakšne načine reguliramo pretoka abrazivnega peska?

22. Skicirajte blokovni diagram procesa rezanja z abrazivnim vodnim curkom in opiši glavne skupine parametrov.
23. Kako kakovost vpliva na natančnost rezanja? Kakšne so karakteristične napake postopka rezanja z abrazivnim vodnim curkom? Skiciraj in jih opiši ter komentiraj njihov vpliv na kakovost obdelave!
24. Kakšne vrste koničnosti rezanih površin nastopajo pri rezanju z abrazivnim vodnim curkom? Kako vplivamo na koničnost?
25. Opiši glavne značilnosti programiranja konturnega rezanja (preboj, vhod in izhod s konture, rezanje v vogalih in na krivinah, možne napake pri programiranju)!
26. Na stroju za rezanje z abrazivnim vodnim curkom obdelujemo obdelovanec iz nerjavečega jekla z obdelovalnim številom $N_{mFe}=80$ in obdelovanec iz aluminija z obdelovalnim številom $N_{mAl}=315$, oba debeline $h=5$ mm. Z uporabo Zengove enačbe izračunaj rezalne hitrosti za oba materiala in pojasni razliko. V obeh primerih uporabljamo naslednje parametre: tlak vode je 300 MPa, pretok vode 3 l/min, pretok abraziva je 4 g/s, $C_z=8800$ [/], debelina obdelovanca je 5 mm, kvaliteta reza 3.

$$v = \left(\frac{N_m \cdot p^{1,25} \cdot V^{0,687} \cdot \dot{m}_a^{0,343}}{C_z \cdot h \cdot Q \cdot d_f^{0,618}} \right)^{1,15} \quad [\text{mm/s}]$$

27. Utemelji zakaj spreminjanje tlaka vode vpliva na hitrost odnašanja materiala pri rezanju z abrazivnim vodnim curkom!
28. Izračunaj silo curka na ravno ploskev in moč abrazivnega vodnega curka! Podatki: premer vodne šobe $d_o = 0,25$ mm, gostota vode $\rho = 1000$ kg/m³, masni pretok abraziva $m_a = 3,75$ g/s, tlak vode $p = 300$ MPa.
29. Skiciraj obliko luknje, ki nastane pri prebijanju materiala z abrazivnim vodnim curkom in komentiraj njeno obliko! Kako skrajšamo čase prebijanja?
30. Določite hitrost odnašanja za jeklo in aluminij debeline 15 mm pri različnih tlakih. Za povprečni premer izvrtane luknje vzemite vrednost 1 mm. Izračunajte moč curka in skicirajte graf, kjer primerjate moč abrazivnega vodnega curka in hitrost odnašanja za različna materiala in komentirajte razliko! Podatke za izračun najdete v spodnji tabeli. Bodite pozorni na enote!

Tlak vode p [MPa]	Volumski pretok vode \dot{V} [l/min]	Čas vrtanja t [s] aluminij	V – aluminij	Čas vrtanja t [s] jeklo	V – jeklo	Moč AVC P_{AVC} [kW]
150	1,3	20		30		
200	1,6	15		20		
250	1,9	12		14		
300	2,1	10		12		

31. Določite hitrost odnašanja za jeklo in aluminij debeline 15 mm pri različnih tlakih. Za

povprečni premer izvrtane luknje vzemite vrednost 1 mm. Izračunajte moč curka in skicirajte graf, kjer primerjate moč abrazivnega vodnega curka in hitrost odnašanja za različna materiala in komentirajte razliko! Podatke za izračun najdete v spodnji tabeli. Premer vodne šobe znaša $d_o=0,25$ mm. Bodite pozorni na enote!

Tlak vode p [MPa]	Volumski pretok vode \dot{V} [l/min]	Čas vrtanja t [s] aluminij	V – aluminij	Čas vrtanja t [s] jeklo	V – jeklo	Moč AVC P_{AVC} [kW]
150		20		30		
200		15		20		
250		12		14		
300		10		12		

Lasersko rezanje

- Kaj je rod (mode) laserskega žarka (skiciraj nekaj primerov in napiši en stavek)? Zakaj je rod žarka pomemben pri laserskih aplikacijah?
- Navedi parametre, ki določajo dolžino in premer laserskega žarka v gorišču! Kakšna je razlika v dimenzijah gorišča pri rezanju pločevine debeline 1 mm in 10 mm? Utemelji (en stavek)! Kje je lega gorišča pri oksidacijskem in kje pri talilnem rezanju? Utemelji (en stavek)!
- Opiši in skiciraj interakcijo laserskega žarka in materiala! Pojasni zakaj se material ob tem segreje oz. spremeni agregatno stanje! Zakaj dosegamo manjšo hitrost odnašanja pri prevelikih ploskovnih gostotah moči?
- Katere so pomembne lastnosti materiala za lasersko rezanje? Zakaj se aluminij slabše reže s CO_2 laserjem kot nerjavno jeklo? Kako je to v primeru rezanja z Nd:Yag laserjem?
- Na primeru prebijanja z laserjem pojasni mehanizem odnašanja materiala z uparjanjem (sublimacijo)! Kaj so prednosti in slabosti glede na prebijanje s talilnim mehanizmom? Pojasni kakšna je razlika med obdelavo s kontinuiranim in pulznim laserskim žarkom.
- Kateri rezalni plin običajno uporabljamo za rezanje nerjavnega jekla (beseda)? Kako se imenuje tovrstno rezanje (beseda)? Kako je s tem, če kvaliteta površine ni pomembna (par stavkov)?
- Kateri rezalni plin običajno uporabljamo za rezanje aluminija (beseda)? Kako se imenuje tovrstno rezanje (beseda)? Kako je s tem, če kvaliteta površine ni pomembna (par stavkov)?
- Kateri rezalni plin običajno uporabljamo za rezanje konstrukcijskega jekla (beseda)? Kako se imenuje tovrstno rezanje (beseda)? Kakšna je vloga rezalnega plina pri rezanju tega materiala?
- Katere pline uporabljamo pri laserskem talilnem in laserskem oksidacijskem rezanju? Primerjaj volumski pretok plina pri teh dveh postopkih! Kako to vpliva na ceno strojne ure?
- Razloži potek laserskega talilnega rezanja (skice, nekaj stavkov)?
- Razloži potek laserskega oksidacijskega rezanja (skice, nekaj stavkov)? Kaj se zgodi pri majhnih hitrostih rezanja?
- Naštej obdelovalne parametre laserskega rezanja! Podaj bistvene razlike pri izbiri obdelovalnih

parametrov za štiri primere rezanja: debelina – velika, majhna; material: konstrukcijsko – nerjavno jeklo (podaj tabelarično)!

13. S CO₂ laserjem moči $P_L = 1000$ W režemo dvoje jekel debeline $h = 2$ mm: konstrukcijsko in nerjavno. Glede na podatke določi čas rezanja obeh materialov in utemelji zakaj sta hitrosti rezanja različni! Dolžina reza je v obeh primerih enaka $L = 1$ m. Hitrost rezanja izračunaj po enačbi $v = Q \cdot P_L \cdot h^{-B}$ [mm/min]. Koefficienta Q in B sta eksperimentalno določena: : $Q_{\text{konstrukcijsko}}=7,04$; $Q_{\text{nerjavno}}=4,65$; $B_{\text{konstrukcijsko}}=1,053$; $B_{\text{nerjavno}}=1,265$.
14. Skiciraj rezalno glavo za lasersko rezanje, poimenuj in podaj funkcijo vsake od komponent!
15. Zakaj je pomembna dolžina optične poti pri laserskem rezanju? Kako je zagotovljena konstantna dolžina poti pri CO₂ laserju in kako pri Nd:Yag laserju?
16. Razloži pojav žlebljenja pri laserskem rezanju! Navedi razloge!
17. Razloži pojav srha pri laserskem rezanju! Kako ga odpravljamo? Poznaš tri načine laserskega rezanja; pri katerem se srh največ pojavlja in kako ga preprečujemo?
18. Skiciraj toplotno vplivano področje in označi področje nateznih in tlačnih zaostalnih napetosti pri laserskem rezanju!
19. Skiciraj resonator laserskega sistema Nd:Yag in poimenuj glavne dele!
20. Skiciraj lasersko rezalno glavo in opiši vlogo rezalnega plina in položaj gorišča pri rezanju!

Plazemsko rezanje

1. Kakšne so splošne zahteve za material, da je primeren za plazemsko rezanje? Razloži potek vzpostavitve obloka med elektrodo in obdelovancem! Ali je mogoče rezati tudi električno neprevodne materiale? Utemelji!
2. Zakaj je pomemben proces rekombinacije pri plazemskem rezanju? Kakšno vlogo ima pri tem disociacija in ionizacija (katera poteka pri višji temperaturi)? Navedi vse toplotne vire pri plazemskem rezanju!
3. Skiciraj rezalno glavo za klasično plazemsko rezanje! Razloži vlogo rezalnega plina! Kateri plin uporabljamo za rezanje aluminija? Utemelji!
4. Skiciraj rezalno glavo za plazemsko rezanje z dvema plinoma! Razloži vlogo rezalnega in zaščitnega plina! Katera kombinacija plinov je primerna za rezanje konstrukcijskih jekel? Utemelji!
5. Skiciraj rezalno glavo za plazemsko rezanje z vbrizgavanjem vode! Razloži vlogo vode! Katerim pogojem mora zadostiti voda? Kateri rezalni plin se uporablja v kombinaciji z vodo za rezanje nerjavnih jekel? Utemelji!
6. Kakšne so zahteve za material elektrode pri plazemskem rezanju? Iz kakšnega materiala je elektroda pri plazemskem rezanju: (a) konstrukcijskih jekel in (b) aluminija?
7. Naštej glavne obdelovalne parametre pri plazemskem rezanju! Kako tlak rezalnega plina vpliva na proces rezanja?
8. Skiciraj in razloži obliko brazd pri plazemskem rezanju z dušikom in argonom v vodni zavesi!
9. Primerjaj plazemsko, plamensko in lasersko rezanje s stališča toplotno vplivanega področja in širine reza (skica, utemeljitev)! Kako hitrost rezanja vpliva na globino toplotno vplivanega področja in širino reza?

Plamensko rezanje

1. Kakšne so zahteve za obdelovanec pri plamenskem rezanju? Utemelji! Kako legirni elementi v materialu vplivajo na uspešnost plamenskega rezanja?

2. Razloži princip odnašanja materiala pri plamenskem rezanju! Skiciraj rezalno glavo! Skiciraj strukturo plamena in označi najtoplejšo točko v plamenu! Katere reakcije potekajo v plamenu?
3. Kateri gorilni plini se uporabljajo pri plamenskem rezanju? Ali se poleg kisika uporablja še kakšen plin? Utemelji!

Primerjava konturnih postopkov rezanja

1. Kako bi izrezal krog premera 1000 mm iz konstrukcijskega jekla, katerega debelina znaša 700 mm?
2. Kako bi izrezal elipso iz jekla C15D debeline 50 mm? Predpisana natančnost je 0,1 mm. Utemelji svojo odločitev!
3. Iz materiala x120Mn12 je potrebno izdelati valj premera 200 mm in višine 50 mm. Dopustna toleranca premera je 2 mm. Kako bi najbolj ekonomično izdelal tak valj in utemelji odločitev!
4. Primerjaj lasersko in plazemsko rezanje s stališča debeline materiala, dosežene natančnosti in cene stroja!
5. Prikaži tehnološka okna konturnih postopkov rezanja (hrapavost površine - natančnost)! Posebej označi postopke, ki so primerni za rezanje debelejših materialov (npr. nad 100 mm)!
6. Pri katerih konturnih postopkih rezanja je globina toplotno vplivanega področja odvisna od debeline obdelovanca? Utemelji!
7. Primerjaj rezultate laserskega rezanja in rezanja z abrazivnim vodnim curkom! Kateri materiali so primerni za en in drug postopek?

Elektrokemijska obdelava

1. Razloži princip odnašanja materiala pri elektrokemijski obdelavi!
2. Skiciraj stroj za elektrokemijsko obdelavo in poimenuj osnovne komponente! Kateri materiali so primerni za elektrodo (en stavek za vsak naveden material)?
3. Kaj je glavni razlog, da se elektrokemijska obdelava ne uporablja v orodjarstvu! Utemelji s kratko primerjavo tega postopka s potopno elektroerozijo!

Ekonomika

1. Izračunaj ceno strojne ure za rezanje z abrazivnim vodnim curkom. Upoštevaj 100 € kot približek cene vodne in mešalne šobe skupaj, njuna življenjska doba je 60 ur. Smiselno določi in eksplicitno navedi sledeče cene: nabavna vrednost stroja, priključna moč stroja, cena vode, cena abraziva, cena energije, cena delavca in stroške vzdrževanja!
2. Izračunaj ceno strojne ure za lasersko rezanje jekla. Upoštevaj ceno kisika 1 €/m³ in ceno dušika 7 €/m³ ter porabo 1 m³/h kisika oz. 10 m³/h dušika. Smiselno določi in eksplicitno navedi sledeče cene: nabavna vrednost stroja, priključna moč stroja, cena energije, cena delavca in stroške vzdrževanja!
3. Izračunaj ceno strojne ure za potopno elektroerozijo. Upoštevaj, da je cena dielektrika 3 €/l, rezervoar drži 200 l in da je v dvoizmenskem delu potrebno dielektrik menjati vsake tri mesece. Smiselno določi in eksplicitno navedi sledeče cene: nabavna vrednost stroja, priključna moč stroja, cena energije, cena delavca in stroške vzdrževanja!
4. Izračunaj ceno strojne ure za žično elektroerozijo. Upoštevaj, da je cena medeninaste žice 5 €/kg in hitrost previjanja žice 5 m/min. Smiselno določi in eksplicitno navedi sledeče cene: nabavna vrednost stroja, priključna moč stroja, cena energije, cena delavca in stroške vzdrževanja!

