

**PREDMETNI IZPITNI KATALOG
ZA DRUGI PREDMET POKLICNE MATURE**

STEKLARSTVO

za naziv srednje strokovne izobrazbe

TEHNIK STEKLARSTVA / TEHNICA STEKLARSTVA

Predmetni izpitni katalog je določil Strokovni svet RS za poklicno in strokovno izobraževanje na 182. seji, 18. 12. 2020 in se uporablja od spomladanskega izpitnega roka 2023, dokler ni določen novi.

Po *Predmetnem izpitnem katalogu za drugi predmet poklicne mature – steklarstvo* opravljajo poklicno matura kandidati, ki so izpolnili obveznosti za pristop k opravljanju poklicne mature po teh izobraževalnih programih:

Ime in vrsta programa	Sprejetje programa (Ur. l.)
Tehnik steklarstva, SSI	24/2021, 13/2020 in 53/2008
Tehnik steklarstva, PTI	53/2008

VSEBINA

- 1. UVOD**
- 2. IZPITNI CILJI**
- 3. ZGRADBA IN VREDNOTENJE IZPITA**
 - 3.1 Zgradba izpita**
 - 3.1.1 Pisni izpit**
 - 3.1.2 Ustni izpit**
 - 3.2 Načini in oblike ocenjevanja**
- 4. ZNANJA IN KOMPETENCE, KI SE PREVERJAJO NA POSAMEZNI RAVNI ZAHTEVNOSTI**
- 5. PRIMERI IZPITNIH VPRAŠANJ Z REŠITVAMI**
 - 5.1 Pisni izpit**
 - 5.1.1 Prvi del izpitne pole**
 - 5.1.2 Drugi del izpitne pole**
 - 5.2 Ustni izpit**
- 6. PRILAGODITVE ZA KANDIDATE S POSEBNIMI POTREBAMI**

1 UVOD

*Predmetni izpitni katalog za drugi predmet poklicne mature – steklarstvo je podlaga za izvedbo tega izpita. Namenjen je kandidatom, ki izpolnjujejo pogoje za pristop k poklicni maturi in so poklicne kompetence usvojili pri obveznih strokovnih modulih v izobraževalnem programu *Tehnik steklarstva srednjega strokovnega izobraževanja (SSI)* ali *Tehnik steklarstva poklicno tehniškega izobraževanja (PTI)*.*

Predmetni izpitni katalog vsebuje izpitne cilje ter znanja in kompetence, ki jih kandidati izkazujejo na izpitu. Predstavljeni so tipični primeri nalog oziroma vprašanj, ki so sestavni del izpita.

2 IZPITNI CILJI

Kandidat:

- uporablja temeljne pojme, definicije, zakone in relacije s področja steklarstva,
- pojasni soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe stekla,
- predstavi znanje o surovinah za steklo in njihovih lastnostih ter njihovo vlogo v proizvodnji stekla,
- razloži celoten proces proizvodnje stekla,
- primerja različne vrste peči za taljenje stekla ter stroje, naprave in orodja v steklarski industriji,
- opiše lastnosti steklenih izdelkov na podlagi zgradbe ,
- uporablja strokovno terminologijo s področja steklarstva,
- uporablja znanje o varnosti v proizvodnji stekla,
- razume ključne ukrepe, potrebne za učinkovito varovanje okolja.

3 ZGRADBA IN VREDNOTENJE IZPITA

3.1 Zgradba izpita

Izpit je sestavljen iz pisnega in ustnega izpita.

3.1.1 Pisni izpit

Pisni izpit sestavlja izpitna pola s prvim in drugim delom. Prvi del sestavljajo naloge zaprtega tipa. Drugi del sestavljajo strukturirane naloge z razčlenjenimi podvprašanji.

Shema zgradbe in vrednotenje pisnega izpita.

Izpitna pola	Skupno število točk v izpitni poli	Čas reševanja (v min)	Dovoljeni pripomočki
1. del	20		Nalivno pero ali kemični svinčnik, žepno računalno brez grafičnega zaslona in brez možnosti simbolnega računanja, periodni sistem elementov.
2. del	30		
SKUPAJ	50	90	

3.1.2 Ustni izpit

Izpitni listek je sestavljen iz treh vprašanj, ki imajo lahko tudi podvprašanja. Z ustnim izpitom lahko kandidat doseže največ 50 točk. Priporočljivo je, da sta dve vprašanji ovrednoteni z 20 točkami in eno z 10 točkami.

3.2 Načini in oblike ocenjevanja

Pri pisnem izpitu ima kandidat na razpolago 90 minut za reševanje obeh delov izpitne pole in lahko doseže največ 50 točk. Pri ustnem izpitu lahko kandidat s pravilnimi odgovori doseže največ 50 točk.

4 ZNANJA IN KOMPETENCE, KI SE PREVERJAJO NA POSAMEZNI RAVNI ZAHTEVNOSTI

Kandidati, ki opravljajo poklicno maturo po programu srednjega strokovnega izobraževanja *Tehnik steklarstva SSI* ali *Tehnik steklarstva PTI*, na izpitu izkazujejo splošne in poklicne kompetence, ki so jih pridobili v sledečih obveznih strokovnih modulih:

- tehnologije v steklarstvu,
- vroče steklo,
- hladno steklo.

Poklicne kompetence:	Znanja, spretnosti, veščine:
Poznavanje soodvisnosti zgradbe, lastnosti in uporabe stekla.	<p>Kandidat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pojasni odvisnost fizikalnih in kemijskih lastnosti stekla od notranje zgradbe stekla; - razlikuje med amorfnostjo in kristalno zgradbo snovi; - primerja zgradbo stekla z zgradbo drugih materialov; - ovrednoti pomen posameznih fizikalnih lastnosti pri procesu proizvodnje stekla; - pojasni pomen toplotnih lastnosti stekla v trdnem in tekočem agregatnem stanju; - opiše kemijske lastnosti stekla, določa hidrolitsko obstojnost in primerja različne vrste stekel glede kemijsko obstojnost; - razvrsti snovi, ki najedajo steklo, in jih medsebojno primerja.
Izbiranje glavnih in pomožnih surovin za pripravo steklarske zmesi, glede na zgradbo in lastnosti stekla.	<ul style="list-style-type: none"> - ovrednoti vlogo tvorcev stekla, talil in stabilizatorjev kot glavnih sestavin stekla; - razloži pomen vseh pomožnih surovin za steklo za lastnosti stekla (bistrila, motnilci, barvila, razbarvila); - primerja vplive posameznih oksidov na fizikalne in kemijske lastnosti stekla; - načrtuje sestavo enostavne steklarske zmesi za določeno vrsto stekla; - razloži pomen lastnosti steklarske zmesi za kvaliteto steklenega izdelka; - izbere potrebne surovine in izračuna odstotno sestavo steklarske zmesi glede na oksidno sestavo stekla.
Razumevanje pomena lastnosti in uporabe različnih vrst stekla.	<p>Kandidat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razvrsti in primerja različne vrste stekla glede na kemijsko sestavo in namen uporabe; - primerja stekla po fizikalnih lastnostih; - razloži prednosti in slabosti posamezne vrste stekla; - utemelji uporabo različnih vrst stekla na različnih področjih vsakdanjega življenja.
Obvladovanje procesa proizvodnje stekla.	<p>Kandidat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - razvrsti vse faze procesa nastanka stekla; - opiše potek posameznih faz proizvodnje stekla (priprave steklarske zmesi, taljenja in bistrenja, oblikovanja steklenega izdelka, popuščanja napetosti v steklu); - razloži vpliv fizikalnih lastnosti stekla na izvedbo posamezne faze procesa proizvodnje stekla; - razloži vpliv toplotnih lastnosti na različne postopke v procesu nastanka steklenega izdelka; - utemelji pomen ponovne uporabe steklenih odpadkov; - povezuje znanje o fizikalnih in kemijskih lastnostih surovin in stekla s procesom proizvodnje stekla; - pojasni vpliv temperaturnih sprememb na procese, ki potekajo od priprave steklarske zmesi do nastanka steklenega izdelka.

Primerjanje različnih vrst peči za taljenje stekla ter strojev, naprav in orodij v steklarski industriji.	Kandidat: <ul style="list-style-type: none">- primerja peči glede na način ogrevanja, način delovanja in na glede na izkoriščanje toplote dimnih plinov;- ovrednoti pomen strojev, naprav in orodij, ki se uporabljajo v steklarski industriji in jih ustrezno klasificira.
Razumevanje procesa popuščanja stekla.	Kandidat: <ul style="list-style-type: none">- pojasni zgradbo in način delovanja peči za popuščanje stekla (hladilne peči);- pojasni pomen viskoznosti za pravilno izvedbo popuščanja napetosti;- načrtuje ustrezen režim popuščanja napetosti za določeno vrsto steklenih izdelkov.

5 PRIMERI IZPITNIH VPRAŠANJ Z REŠITVAMI**5.1 Pisni izpit****5.1.1 Prvi del izpitne pole***Primeri nalog zaprtega tipa.*

1 Med odgovori izberite dva najbolj pomembna pozitivna vpliva svinčevega oksida na lastnosti stekla in obkrožite črko pred pravilnima odgovoroma.

- A Zviša tališče.
- B Pospešuje proces taljenja in bistrenja.
- C Izboljša optične lastnosti.
- D Poveča toplotno razteznost.
- E Omogoča lažje brušenje izdelka.

(1 točka)

Naloga	Točke	Rešitev	Dodatna navodila
1	1	◆ C, E	Za dva pravilna odgovora 1 točka. Za en pravilni odgovor 0 točk.

2 Procese, ki potekajo med proizvodnjo stekla oštevilčite od 1 do 4 v pravilnem vrstnem redu kot si sledijo.

Proces med proizvodnjo stekla	Zaporedna številka procesa
izhlapevanje plinov iz steklene taline	
popušcanje napetosti	
oblikovanje izdelka	
priprava steklarske zmesi	

(1 točka)

Naloga	Točke	Rešitev	Dodatna navodila
2	1	◆ 2, 4, 3, 1	

- 3 V tabeli dopolnite manjkajoča imena in kemijske formule plinov, ki lahko nastanejo med taljenjem.

Kemijsko ime plina	Kemijska formula
žveplov dioksid	
	NO _x
	CO ₂
vodna para	

(1 točka)

Naloga	Točke	Rešitev	Dodatna navodila
3	1	◆ SO ₂ , dušikovi oksidi, ogljikov dioksid, H ₂ O	Za štiri pravilne odgovore 1 točka. Za en, dva ali tri pravilne odgovore 0 točk.

5.1.2 Drugi del izpitne pole

Primeri strukturiranih nalog.
Število možnih točk je navedeno pri posamezni nalogi.

1 Velik napredek v steklarstvu se je zgodil z uvedbo peči s kontinuiranim obratovanjem.

1.1 Kako poteka proizvodnja stekla v kontinuirnih pečeh?

(1 točka)

1.2 Navedite prednosti kontinuirnih peči v primerjavi s pečjo s prekinjenim delovanjem.

(2 točki)

Naloga 1	Točke	Rešitev	Dodatna navodila
1.1	1	◆ Proizvodnja poteka neprekinjeno, brez prekinitve delovnega procesa.	
1.2	2	◆ Prednosti kontinuirnih peči so: - večja hitrost proizvodnje, - nižji stroški proizvodnje, - veliko število izdelkov enake kvalitete, - manjše število napak na izdelkih.	Za dve pravilni navedbi 2 točki. Za eno pravilno navedbo 1 točka.
Skupaj	3		

2 Surovine za steklo.

2.1 Naslednje snovi vpišite v ustrezno vrstico v tabeli. Rešitev zapišite s kemijsko formulo snovi v steklu: kalcijev fluorid, kromov (III) oksid, kalijev oksid in aluminijev oksid.

(2 točki)

Skupina surovin	Kemijska formula
talila	
stabilizatorji	
motnilci	
barvila	

1.2 Navedite prednosti borovega oksida kot steklotvornega oksida v primerjavi s silicijevim dioksidom.

(2 točki)

Naloga 2	Točke	Rešitev	Dodatna navodila										
2.1	2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Skupina surovin</th> <th>Kemijska formula</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>talila</td> <td>K₂O</td> </tr> <tr> <td>stabilizatorji</td> <td>Al₂O₃</td> </tr> <tr> <td>motnilci</td> <td>CaF₂</td> </tr> <tr> <td>barvila</td> <td>Cr₂O₃</td> </tr> </tbody> </table>	Skupina surovin	Kemijska formula	talila	K ₂ O	stabilizatorji	Al ₂ O ₃	motnilci	CaF ₂	barvila	Cr ₂ O ₃	Štirje ali trije pravilni odgovori 2 točki. Dva pravilna odgovora 1 točka.
Skupina surovin	Kemijska formula												
talila	K ₂ O												
stabilizatorji	Al ₂ O ₃												
motnilci	CaF ₂												
barvila	Cr ₂ O ₃												
2.2	2	<p>◆ Borov oksid:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zniža tališče podobno kot talila, - izboljša optične lastnosti, - zniža nagnjenost stekla h kristalizaciji, - poveča kemijsko obstojnost stekla, - povzroča nizek razteznostni koeficient, zato poveča toplotno obstojnost stekla. 	Štirje ali trije pravilni odgovori 2 točki. Dva pravilna odgovora 1 točka.										
Skupaj	4												

3. Za proizvodnjo steklenih izdelkov s pihanjem stekla se uporablja steklo s sestavo, ki je zapisana v spodnji tabeli. Kot surovine uporabimo sodo, kremenčev pesek, pepeliko, apnenec in barijev karbonat. V spodnji tabeli je navedena kemijska sestava tega stekla.

3.1 Dopolnite manjkajoče podatke.

(3 točke)

Vrsta oksida v steklu	Molska masa surovine [g/mol]	Kemijsko ime surovine	Kemijska formula surovine
SiO ₂		silicijev dioksid	SiO ₂
Na ₂ O	62,0		
K ₂ O			
CaO	56,1		
BaO			

3.2 Katera dva oksida v tem steklu spadata med talila?

(1 točka)

3.3 Izračunajte stehiometrični koeficient (F) za vnos barijevega oksida v steklo, če med taljenjem poteka reakcija: $\text{BaCO}_3 \longrightarrow \text{BaO} + \text{CO}_2$

(1 točka)

Izračun:

Naloga 3	Točke	Rešitev	Dodatna navodila																								
3.1	3	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vrsta oksida v steklu</th> <th>Molska masa surovine [g/mol]</th> <th>Kemijsko ime surovine</th> <th>Kemijska formula surovine</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SiO₂</td> <td>60,1</td> <td>silicijev dioksid</td> <td>SiO₂</td> </tr> <tr> <td>Na₂O</td> <td>62,0</td> <td>natrijev karbonat</td> <td>Na₂CO₃</td> </tr> <tr> <td>K₂O</td> <td>94,2</td> <td>kalijev karbonat</td> <td>K₂CO₃</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>56,1</td> <td>kalcijev karbonat</td> <td>CaCO₃</td> </tr> <tr> <td>BaO</td> <td>153,3</td> <td>barijev karbonat</td> <td>BaCO₃</td> </tr> </tbody> </table>	Vrsta oksida v steklu	Molska masa surovine [g/mol]	Kemijsko ime surovine	Kemijska formula surovine	SiO ₂	60,1	silicijev dioksid	SiO ₂	Na ₂ O	62,0	natrijev karbonat	Na ₂ CO ₃	K ₂ O	94,2	kalijev karbonat	K ₂ CO ₃	CaO	56,1	kalcijev karbonat	CaCO ₃	BaO	153,3	barijev karbonat	BaCO ₃	Za vsak pravilno rešen stolpec se dodeli 1 točka.
Vrsta oksida v steklu	Molska masa surovine [g/mol]	Kemijsko ime surovine	Kemijska formula surovine																								
SiO ₂	60,1	silicijev dioksid	SiO ₂																								
Na ₂ O	62,0	natrijev karbonat	Na ₂ CO ₃																								
K ₂ O	94,2	kalijev karbonat	K ₂ CO ₃																								
CaO	56,1	kalcijev karbonat	CaCO ₃																								
BaO	153,3	barijev karbonat	BaCO ₃																								
3.2	1	◆ Natrijev in kalijev oksid.																									
3.3	1	<ul style="list-style-type: none"> ◆ $M_r(\text{BaO}) = 153,3$ ◆ $M_r(\text{BaCO}_3) = 197,3$ ◆ $F = M_r(\text{oksida}) / M_r(\text{surovine})$ ◆ $F = 153,3 / 197,3 = 0,777$ 	Za rešitev s pravilnim zapisom podatkov in formule se dodeli 1 točka.																								
Skupaj	5																										

5.2 Ustni izpit

Primer izpitnega listka.

Vprašanja	Število točk
1 Kalcijev oksid, CaO v steklu	(10 točk)
a) Navedite, katere so surovine za kalcijev oksid in jih poimenujte.	(4)
b) Opišite vplive kalcijevega oksida, CaO, na lastnosti stekla.	(6)
2 Viskoznost	(20 točk)
a) Opišite pojem viskoznosti.	(6)
b) Opišite območja viskoznosti.	(5)
c) Narišite in opišite diagram viskoznosti.	(3)
d) Pojasnite pojma »dolgo« in »kratko« steklo.	(2)
e) Pojasnite pojma zgornja in spodnja temperatura popuščanja napetosti.	(4)
3 Steklarske peči	(20 točk)
a) Kako delimo steklarske peči glede na način ogrevanja in glede na način obratovanja?	(5)
b) Opišite vrste, delitev, najpomembnejše dele in način delovanja kadnih peči v steklarstvu.	(1) (11)
c) Kakšne so prednosti kadnih peči pred lončenimi pečmi pri uporabi v steklarstvu?	(3)

Rešitve in točkovanje:

Rešitve	Točkovanje	Število točk
1 Kalcijev oksid, CaO v steklu a) Surovini za kalcijev oksid sta: - kalcijev karbonat, - CaCO_3 , - dolomit ali kalcijev magnezijev karbonat, - $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$ ali $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$.	 1 1 1 1	(10 točk) (4)
b) Odpornost stekla pri učinkovanju vode narašča sorazmerno z rastočo vsebnostjo CaO. Podobno narašča tudi odpornost proti učinkovanju kislin. To naraščanje poteka do določene vsebnosti CaO, nato pa se odpornost zopet zmanjšuje. Dodatek CaO vpliva tudi na fizikalne lastnosti stekla: - zviša upogibno in natezno trdnost, od vseh stabilizatorjev najbolj zviša modul elastičnosti, - vpliva tudi na lastnosti steklene taline, prisotnost CaO namreč povečuje nagnjenost stekla h kristalizaciji, - do določene vsebnosti olajša taljenje.	 1 1 1 1 1 1	(6)
2 Viskoznost a) Viskoznost je lastnost tekočin. V tekočini je viskoznost merilo za notranje trenje plasti tekočine. Viskoznost med segrevanjem pada, med ohlajanjem pa narašča. Tekoče mlo ima višjo viskoznost od vode in nižjo od medu. Oznaka za viskoznost je grška črka eta, η Viskoznost je zelo odvisna od kemijske sestave stekla.	 1 1 1 1 1 1	(20 točk) (6)
b) Poznamo tri območja viskoznosti. Območje taljenja in bistrenja, v katerem je viskoznost najnižja. Če je previsoka bistrenje taline ne poteka. V območju predelave ima viskoznost srednje vrednosti. V tem območju je pomembna hitrost naraščanja η , med ohlajanjem. Najvišje vrednosti ima viskoznost v območju popuščanja napetosti.	 1 1 1 1 1	(5)
c) Diagram prikazuje odvisnost viskoznosti o temperature. Skica diagrama prikazuje primerjavo različnih vrst stekla. Nariše skico diagrama in prikaže obliko krivulje.	 1 1 1	(3)

d) Območje predelave stekla obravnava »dolgo« in »kratko« steklo. Čas oblikovanja določen s hitrostjo spremembe viskoznosti. Za »kratko« steklo je značilno, da imamo na razpolago manj časa za oblikovanje, pri »dolgem« steklu pa imamo več časa za oblikovanje.	1 1	(2)
e) Popuščanje napetosti traja veliko časa. Najhitreje se napetosti izenačijo, če je temperatura popuščanja napetosti blizu zgornje temperature popuščanja napetosti. Zelo počasi se napetosti izenačijo, če je temperatura popuščanja napetosti blizu spodnje temperature popuščanja napetosti. Če popuščanje napetosti ni pravilno izvedeno lahko pride do loma stekla, ko napetost v steklu preseže trdnost stekla.	1 1 1 1	(4)
3 Steklarske peči		(20 točk)
a) Steklarske peči lahko delimo po različnih kriterijih. Glede na način ogrevanja poznamo: - peči na fosilna goriva (kurilno olje, mazut, zemeljski plin), - električne peči, - kombinirane peči (peč na fosilna goriva z dodatnim električnim ogrevanjem). Glede na način obratovanja pa ločimo: - kontinuirne peči (pretočne kadne peči), - diskontinuirne peči (dnevne kadne peči in lončene peči).	1 1 1 1 1	(5)
b) V steklarstvu uporabljamo pretočne in dnevne kadne peči.	1	(1)
c) Glavni deli kadnih peči so talilni prostor, delovni prostor, pretočni kanal, regeneratorski ali rekuperatorski, gorilci, dimovodni kanal in kanali za dovod steklene taline. Taljenje poteka v talilnem prostoru, v njem se odvijajo naslednji procesi: kemijske reakcije, taljenje, bistrenje in homogenizacija. V delovnem prostoru nabiramo steklo ročno ali pa imamo pri avtomatski proizvodnji kanale za dovod steklene taline. Kanali so ogrevani, ker se steklo v kanalih ne sme prehitro ohlajati.	1 1 1 1 1	(11)

Pretočni kanal povezuje talilni in delovni prostor, omogoča ohlajanje na poti in dostop v delovni prostor.	1	
Slabo dimenzioniran oziroma zelo obrabljen pretočni kanal zniža kapaciteto peči, zaradi povratnih tokov, ki se pojavljajo v pretoku.	1	
Steklo v delovnem prostoru se vrača v talilni prostor, ker je hladnejše od vstopajočega stekla v delovni prostor.	1	
Hladnejše steklo je težje, pada na dno kanala in potuje nazaj v talilni prostor, medtem ko toplejše steklo potuje v obratni smeri skozi pretok v delovni prostor.	1	
Regeneratorji in rekuperatorji segrevajo zrak s pomočjo toplote dimnih plinov.	1	
Gorilci povezujejo rekuperatorje ali regeneratorje z izgorevalnim delom talilnega prostora.	1	
č) Kadne peči lahko delujejo brez prekinitve, kontinuirno.	1	(3)
Talimo lahko večjo količino stekla in zato lahko izdelamo večje število izdelkov.	1	
Veliko prihranimo pri stroških ogrevanja peči, ker peč dela neprekinjeno, se ne zaustavlja in je ves čas na delovni temperaturi.	1	

6 PRILAGODITVE ZA KANDIDATE S POSEBNIMI POTREBAMI

Prilagoditve za kandidate s posebnimi potrebami so navedene v *Maturitetnem izpitnem katalogu za poklicno maturo*.