



---

---

**Državni izpitni center**

---

---



M 1 0 2 8 0 1 1 3

JESENSKI IZPITNI ROK

# **MATERIALI**

---

---

---

**NAVODILA ZA OCENJEVANJE**

**Ponedeljek, 30. avgust 2010**

---

---

**SPLOŠNA MATURA**

---

---

## OSNOVNI MODUL

### 01. NALOGA

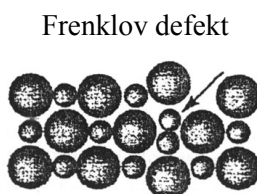
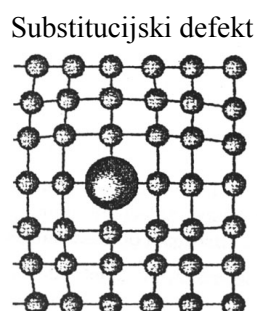
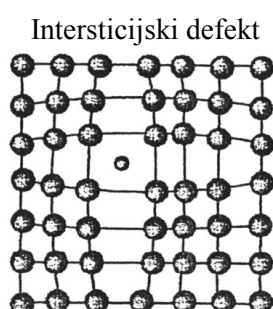
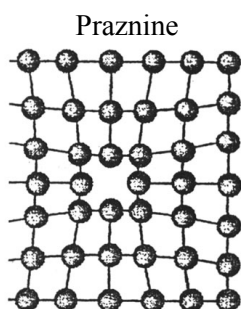
1. Kovine, polimeri – plasti, keramika (kompoziti, materiali za elektroniko). ..... 2 točki
2. Keramični materiali so anorganski nekovinski materiali, za katere je značilen proces izdelave – sintranje; to je segrevanje pri visoki temperaturi, ki utrdi izdelek. .... 1 točka
3. NaCl , FeS , Ag<sub>3</sub>Cu , CO<sub>2</sub> ..... 2 točki  
(5 točk)

### 02. NALOGA

1. Ionska, kovalentna, kovinska. .... 1 točka
2. Anion je ion z negativnim nabojem, ki nastane tako, da atom (običajno nekovinski) privzame enega ali več elektronov. .... 1 točka
3. NaCl / diamant, kremen / baker, železo ... ..... 3 točke  
(5 točk)

### 03. NALOGA

1. Točkaste, črtne (linijske), ploskovne. .... 1 točka
- 2.



..... 4 točke  
(5 točk)

**04. NALOGA**

1. Elastična deformacije je deformacija, ki se odpravi, ko preneha delovati sila. .... 1 točka
2. Plastična deformacije je trajna in ostane tudi po prenehanju obremenitve.  
..... 1 točka
3. Viskoelastična deformacija je deformacija materialov, ki se pri nizkih temp., pri majhnih deformacijah obnašajo elastično, skladno s Hookovim zakonom; pri visokih temp. se obnašajo viskozno, bolj podobno tekočini; v vmesnem temp. območju pa imajo mehanske lastnosti obeh ekstremnih stanj. .... 2 točki
4. V območju elastične deformacije. .... 1 točka  
(5 točk)

**05. NALOGA**

1. Termoplasti, duroplasti, elastoplasti. .... 1 točka
2. Termoplasti se pri segrevanju omehčajo (mogoča je večkratna predelava), duroplasti so odporni proti visokim temperaturam (reciklaža ni možna), elastoplasti pri povišani temperaturi začnejo razpadati. .... 3 točke
3. Zaradi zmanjšanja onesnaženosti okolja. .... 1 točka  
(5 točk)

**06. NALOGA**

1. Keramika. .... 1 točka
2. Keramični materiali so krhki, kovine so žilave; keramični materiali imajo nižjo natezno trdnost in višjo tlačno trdnost kakor kovine. .... 3 točke
3. Ker imajo visoka tališča. .... 1 točka  
(5 točk)

**07. NALOGA**

1. Črnjava. .... 2 točki
2. Traheide (iglavci) in traheje (listavci) prevajajo vodo z rudninskimi snovmi iz korenin v krošnjo, v živih parenhimskih celicah beljave pa se skladišči v procesu fotosinteze nastala hrana. .... 2 točki
3. Dosežemo ravnovesno vlažnost in tako dimenzijsko stabilnost lesa ter preprečimo trohnenje. .... 1 točka  
(5 točk)

**08. NALOGA**

1. Iz vode, cementa in agregata (naravni kamen, žlindra, drobljena opeka, organski materiali).  
..... 1 točka  
Naravni kamen, žlindra, drobljena opeka, organski materiali ..... 1 točka
2. Za zidanje in ometavanje. .... 1 točka  
Iz veziva, agregata (pesek) in vode. .... 1 točka
3. Zračno apno se strdi samo na zraku (veže se s CO<sub>2</sub> iz zraka), hidravlično pa v vodi in zraku.  
..... 1 točka  
(5 točk)

**09. NALOGA**

1.  $\sigma_{\text{dop}} = 55 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ ;  $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ;  $l = 3,2 \text{ m}$ ;  $d = 0,8 \text{ mm}$ ;  $\Delta l = 8 \text{ mm}$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{8 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{3,2 \text{ m}} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma = E \varepsilon = 2,1 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 5,25 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} < 55 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

Obremenitev žice je v dopustnih mejah. .... 5 točk

$$F = \sigma S = \sigma \frac{\pi d^2}{4} = 5,25 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\pi (0,8 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 1,2 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-3} \cdot 4\pi \cdot 10^{-8}$$

$$F = 264 \text{ N} \dots\dots\dots 5 \text{ točk}$$

(10 točk)

2.  $E \text{ bakra} = 1,25 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ;  $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-4}$ ;  $l = 1 \text{ m}$ ;  $d = 2 \text{ mm}$

$$\Delta l = \varepsilon l = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \text{ m} = 0,5 \text{ mm}$$

$$\sigma = E \varepsilon \dots\dots\dots 5 \text{ točk}$$

$$F = \sigma S = \sigma \frac{\pi d^2}{4} = E \varepsilon \frac{\pi d^2}{4} = 1,25 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{\pi (2 \text{ mm} \cdot 10^{-3})^2}{4} = 196 \text{ N} \dots 5 \text{ točk}$$

(10 točk)

## 10. NALOGA

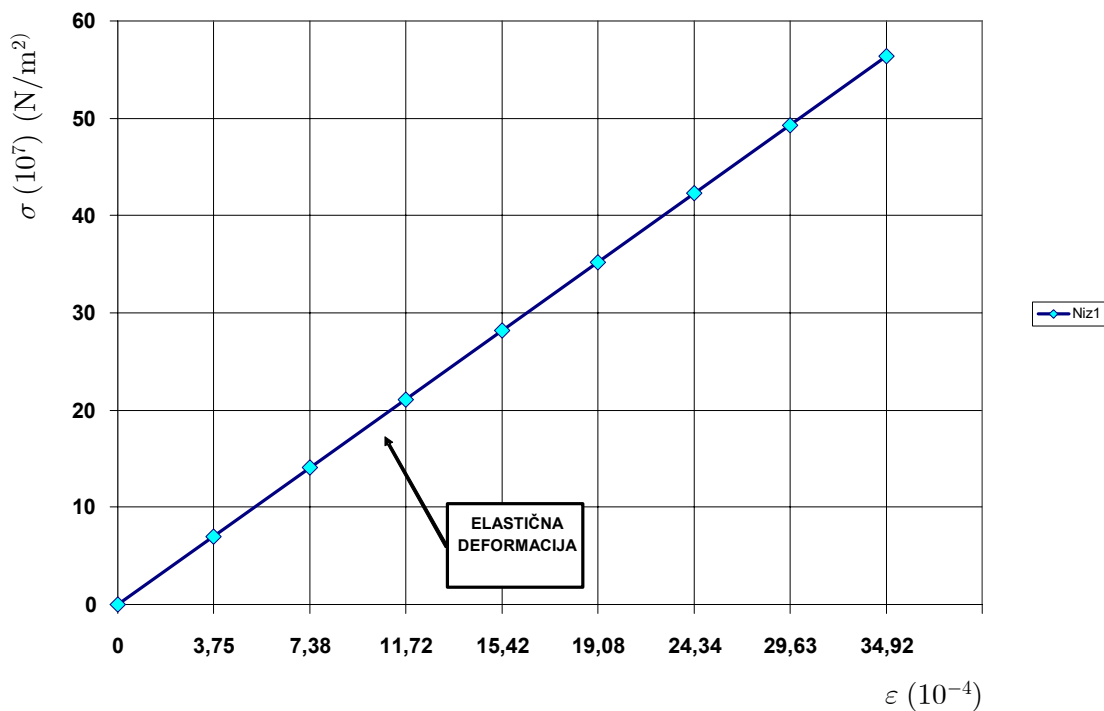
$$1. \sigma = \frac{F}{S_0} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d_0^2}{4}} = \frac{50 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,95 \text{ mm})^2} = \frac{50 \text{ N}}{122,7 \text{ mm}^2} = 7,04 \cdot 10^7 \text{ Nm}^{-2} \dots\dots\dots 5 \text{ točk}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{1,22}{3250} = 0,000375 \text{ mm} \cdot \text{mm}^{-1} = 0,000375 \dots\dots\dots 5 \text{ točk}$$

	Sila $F$ (N)	$\Delta l$ (mm)	$\sigma$ (N/m <sup>2</sup> ) · 10 <sup>7</sup>	$E \cdot 10^{-4}$ E
1	50	1,22	7,04	3,75
2	100	2,40	14,08	7,38
3	150	3,81	21,13	11,72
4	200	5,01	28,16	15,42
5	250	6,20	35,21	19,08
6	300	7,92	42,25	24,34
8	350	9,63	49,30	29,63
5	400	11,35	56,34	34,92

$$2. E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} = 1,9 \cdot 10^{11} \text{ N} / \text{m}^2 \dots\dots\dots 3 \text{ točke}$$

3.



..... 7 točk  
(20 točk)

## MODUL GRADBENIŠTVO

### 01. OSNOVNI POJMI, LASTNOSTI MATERIALOV

1. Snov imenujemo vse, kar nas v naravi obdaja.  
Gradbeni materiali so dobrine, namenjene izkoriščanju oziroma uporabi v gradbeništvu. (3 točke)
2. To so materiali, katerih primarna naloga je v povezovanju različnih materialov ali delcev v celoto, tako pa omogočajo vsestransko uporabo na videz neuporabnih gradiv. Vežejo lahko na zraku, v vodi ali pod ekstremnimi pogoji. Npr. cement povezuje delce gramoza z vodo v nov material – beton. (3 točke)

3.  $m = \rho V$

$$V = (a b - a_1 b_1) l$$

$$a_1 = a - 2d = 0,5 \text{ m} - 2 \cdot 0,01 \text{ m} = 0,48 \text{ m}; \quad b_1 = b - d = 0,3 \text{ m} - 0,01 \text{ m} = 0,29 \text{ m}$$

$$V = (0,5 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m} - 0,48 \text{ m} \cdot 0,29 \text{ m}) \cdot 2 \text{ m} = 0,0216 \text{ m}^3$$

$$m = \rho V = 164,16 \text{ kg}$$

(10 točk)

### 02. PREISKAVE MATERIALOV

1. S temi preiskavami ugotavljamo kompaktnost materiala. Odkrivamo lunke, mehurje, vključke in razpoke v materialu. Glavne metode so:
  - metoda z magnetnim prahom
  - penetracijska metoda
  - ultrazvočna metoda
  - metoda z magnetno indukcijo
  - radiografska metoda

(6 točk)

2. 
$$\sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n} = 1,0$$

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}} = 0,129$$

$$\nu = \frac{\sigma_n \cdot 100\%}{\bar{X}} = \frac{0,129 \cdot 100\%}{1} = 12,9\%$$

(10 točk)

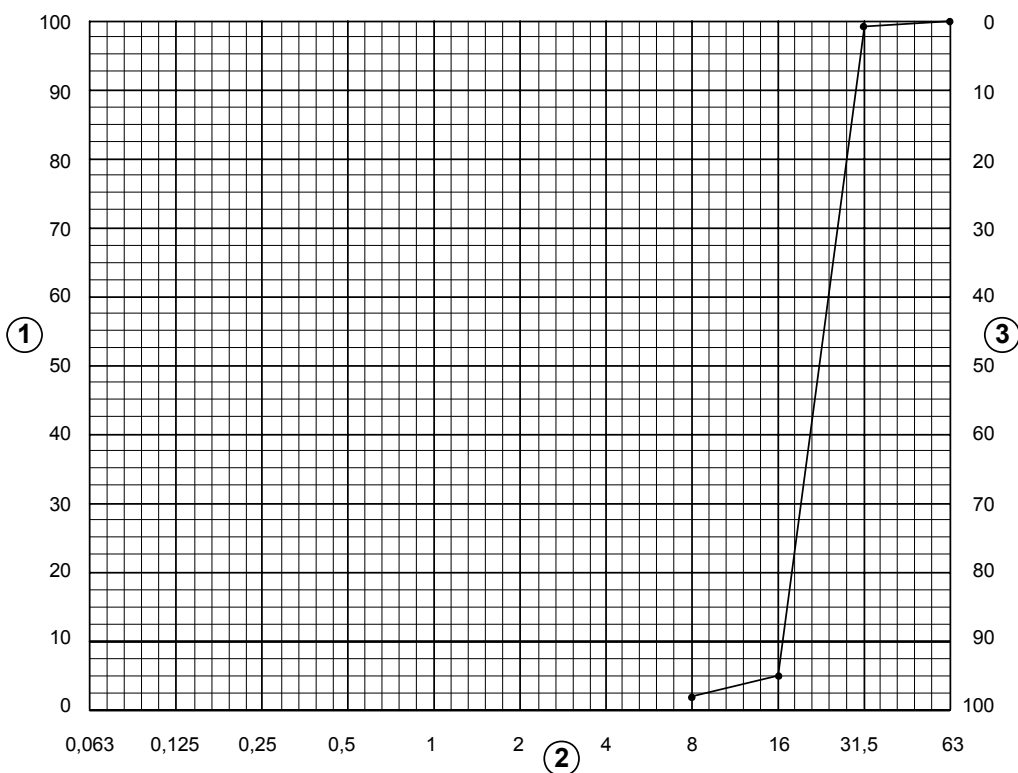
### 03. NARAVNI KAMEN, KAMENI AGREGAT

1.

- a) Magmatske kamnine so najstarejša skupina kamnin. Nastale so na dva načina:  
Kadar je vroča magma predrla zemeljsko skorjo zaradi razgibanosti zemeljske notranjosti in je izbruhnil vulkan, so nastale predornine, ki so se hitro ohlajale. Kadar pa se je vroča magma ustalila pod zemeljsko skorjo in se počasi ohlajala, so nastale globočnine ali plutoniti. Za predornine je značilen porfirski zlog, za globočnine pa granitni zlog. .... 2 točki
- b) Velika mehanska trdnost  
Odpornost zoper atmosferilije  
Odpornost zoper visoke temperature  
Odpornost zoper obrabo ..... 2 točki
- c) Za tlakovanje cest, za robnike, spomenike, tlakovanje zunanjih površin ... ..... 2 točki  
(6 točk)

2.

Sito (mm)	Ostanek na situ (g)	Presevek skozi sito (g)	Presevek skozi sito (%)	Ostanek na situ (%)
63,0	0	5321	100,0	0
31,5	69	5252	98,7	1,3
16,0	5222	30	0,5	98,1
8,0	21	9	0,2	0,4
DNO	0	9	0,2	0,0



(10 točk)

**04. VEZIVA**

1. Uporaba zračnega apna: je najvažnejše vezno sredstvo poleg cementa in ga uporabljamo za pripravo apnenih malt za zidanje in ometavanje.

*(1 točka)*

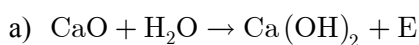
2. Zračno apno se strdi na zraku, hidravlično apno pa je vezivo, ki se strdi v vodi in na zraku. Uporabljamo ga za temeljne zidove in močno obremenjene zidove ter zunanje omete. Je odporen zoper atmosferilije.

Osnovne sestavine vsakega hidravličnega veziva so:

- anhidrit kremenčeve kisline –  $\text{SiO}_2$  -----
- aluminijev oksid – glinica –  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ----- ..... **HIDRAVLIČNI DEJAVNIKI!**
- železov oksid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -----

*(3 točke)*

3.



Žgano apno    voda    gašeno apno ..... 2 točki

b)

$$56,1 \text{ kg CaO} \dots\dots\dots 74,1 \text{ kg Ca}(\text{OH})_2$$

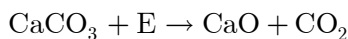
$$82 \text{ kg CaO} \dots\dots\dots x$$

$$x = 74,1 \text{ kg} \cdot 82 \text{ kg} / 56,1 \text{ kg} = 108,3 \text{ kg Ca}(\text{OH})_2$$

..... 2 točki

- c) Reakcija je eksotermna, ker se energija pri njej sprošča ..... 2 točki  
*(6 točk)*

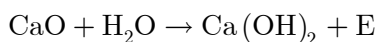
4.



$$100,1 \text{ kg CaCO}_3 \dots\dots\dots 56,1 \text{ kg CaO}$$

$$118 \text{ kg CaCO}_3 \dots\dots\dots x$$

$$x = 56,1 \text{ kg} \cdot 118 \text{ kg} / 100,1 \text{ kg} = 66,1 \text{ kg CaO}$$



$$56,1 \text{ kg CaO} \dots\dots\dots 18 \text{ kg H}_2\text{O}$$

$$66,1 \text{ kg CaO} \dots\dots\dots x$$

$$x = 18 \text{ kg} \cdot 66,1 \text{ kg} / 56,1 \text{ kg} = 21,2 \text{ kg H}_2\text{O}, \text{ to je } 21,2 \text{ l vode.}$$

*(6 točk)***05. BIOMATERIALI, LES**

1. Danes pod tem pojmom razumemo material, ki ustreza merilom, kakršna so:
- neoporečnost z okoljsko-zdravstvenega vidika,
  - biološka razgradljivost.

*(2 točki)*

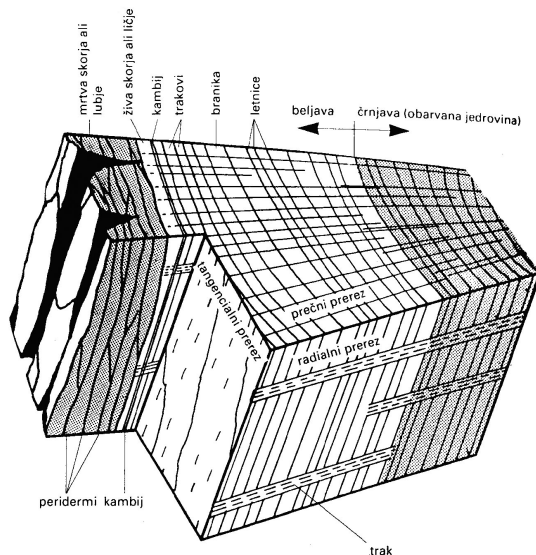


2.

- Želi ustvariti alternative h kapitalno in energetsko intenzivni, centralizirani in industrializirani gradnji človeških bivališč.
- Poskuša odpraviti konflikte med ljudmi in njihovim naravnim in tehničnim okoljem.
- Želi ustvariti človekova bivališča, ki bodo neškodljivo vključena v naravni krog (zato uporablja lokalne vire energije in lokalne, naravne materiale).
- Poskuša varčevati z neobnovljivimi materiali in surovinami.
- Poskuša spodbuditi ekološko-alternativni način življenja stanovalcev.
- Želi okrepiti decentralizirano oskrbo in avtonomno življenje ljudi.
- Želi poglobiti socialne in kulturne odnose med stanovalci.
- Je fleksibilna, tako da jo je zlahka mogoče prilagoditi spremenjenim življenjskim razmeram stanovalcev.
- Novogradnje so idealno uresničevanje alternativnih predstav, toda tudi stare stavbe je mogoče ekološko preurediti.

(4 točke)

3.



(3 točke)

4. Higroskopnost je lastnost oziroma sposobnost sprejemanja in vezanja vodne pare iz vlažnega zraka. Les kot higroskopi material vzpostavlja ravnotežno vlažnost, to je vlažnost, ki je v ravnotežju z zračno vlažnostjo.

Če je njegova vlažnost nižja od ravnotežne, vodno paro sprejema (in nabreka), če pa je njegova vlažnost višja od ravnotežne, pri uravnoteženju vlago izgublja (in se krči).

(3 točke)

5. Material je anizotropen, če so njegove lastnosti različne v različnih smereh. Zaradi različne usmerjenosti tkiv je les izrazito anizotropen. Zaradi vzdolžne usmerjenosti vlaken in togih celuloznih mikrofibril v njihovih stenah je krčenje in nabrekanje v vzdolžni smeri (= v smeri drevesne osi) zelo majhno, krči in nabreka (0,1–0,4 %). V radialni smeri je krčenje in nabrekanje 10x večje in v tangencialni 20x kakor v vzdolžni smeri. Razmerje med radialnim in tangencialnim nabrekanjem je potemtakem 1:2. Zaradi neenakega krčenja in nabrekanja lesa se les med sušenjem ali nabrekanjem veži in poka.

(4 točke)

## MODUL LESARSTVO

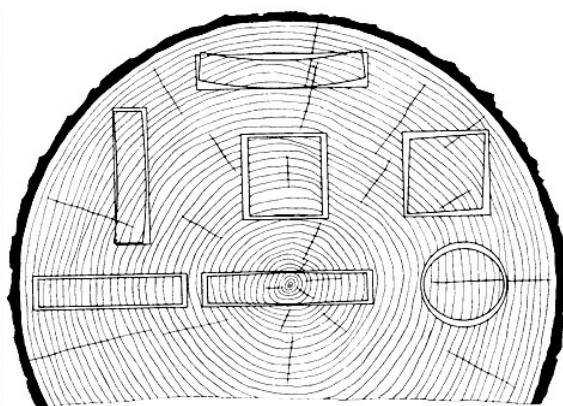
### 01. ZGRADBA LESA

I.

1. Prečno prerezani trakovi, parabolno potekajoč kasni les letnih prirastnih plasti, letnic ne vidimo. (2 točki)
2. Vzdolžno prerezani trakovi ("zrcala", če gre za zelo široke/mnogoredne trakove – npr. hrast), vzporedno potekajoče branike in letnice med njimi. (2 točki)
3. Radialni rez, to je rez v ravnini (strženskih) trakov. (1 točka)
4. Vzdolžno prerezani debeli trakovi (npr. hrast) dajejo zaradi svetlobnega odboja videz »zrcalc«. (1 točka)

II.

1.



(2 točki)

2. Radialne. .... 1 točka

Radialne deske se v radialni smeri najmanj krčijo in se praktično ne vežijo. Tangencialne deske se močno krčijo v tangencialni smeri in se močno vežijo v obliki korita »koritenje«.

..... 1 točka  
(2 točki)

3. Pri nastanku letnega prirastnega plašča sodelujeta dva neodvisna mehanizma: (a) nastajanje asimilatov pri fotosintezi in njihova gradientna porazdelitev vzdolž debla ter (b) nastajanje avksina v delujočih apikalnih in listnih meristemih ter njegova gradientna distribucija navzdol po deblu. Oskrba vaskularnega kambija z asimilati vpliva na debelino celične stene, oskrba z avksinom pa na velikost celičnega lumna.

Na začetku rastne dobe (to je vegetacijskega obdobja) mora drevo vlagati hrano predvsem v rast listne površine in poganjkov, zato je manj ostane kambiju za tvorbo lesa (ksilogenezo) in ličja: tanke stene. Na drugi strani pa aktivni listni in apikalni meristemi intenzivno proizvajajo avksin: široki lumni. Tanke celične stene in široki lumni so značilnost ranega lesa. Ko sta razvoj listne oziroma asimilacijske površine in rast poganjkov končana, je kambij dobro oskrbljen z asimilati: debele stene, mnogo slabše pa z avksinom: ožji lumni. Debele stene in ozki lumni so značilnosti kasnega lesa.

(2 točki)

## III.

1. »Anizotropen« pomeni, da so lastnosti materiala različne v različnih smereh oziroma da so lastnosti usmerjene. (1 točka)
2. Les je anizotropen, ker so lesna tkiva – glede na funkcijo, ki jo opravljajo – različno usmerjena: (a) trahearne celice (traheide in traheje), ki prevajajo vodo in povezujejo koreninski sistem s krošnjo, so usmerjene ósno oziroma vzdolžno (= aksialno, = longitudinalno), to je v smeri drevesne osi; (b) vlakna so prav tako usmerjena kakor drevesna os – največja upogibna trdnost je v ósni smeri. (c) Trakovi fiziološko povezujejo periferne dele z notranjimi in potekajo radialno; (č) drevo prirašča v plasteh, pri čemer se menjavajo gostejši kasni les z redkejšim ranim lesom. (2 točki)
3. Razmerje med osnim, radialnim in tangencialnim skrčkom je približno 1:10:20 (npr. 0,4 % : 4 % : 8 %). Manjše razlike med vrstami so posledica specifičnih strukturnih posebnosti. (1 točka)

## 02. VODA V LESU

## I.

1. To je razmerje med maso vode v lesu in maso lesa v absolutno suhem stanju, izračunano v odstotkih:  $U = \frac{m_{v1} - m_0}{m_0} \cdot 100 [\%]$ . (1 točka)
2.  $U = \frac{m_{v1} - m_0}{m_0} \cdot 100 [\%] = \frac{50 \text{ g} - 40 \text{ g}}{40 \text{ g}} \cdot 100 \% = 25 \%$  (1 točka)
3. Da. .... 1 točka  
 Pri zelo poroznih lesovih je lahko masa vode v lesu nekajkrat večja od mase absolutno suhega lesa. .... 1 točka  
(2 točki)
4. Voda, "vezana" v celični steni. Higroskopne celične stene lesa lahko sprejemajo vodno paro iz vlažnega zraka in jo vežejo v celični steni. Če je les dovolj dolgo v atmosferi s 100-odstotno relativno zračno vlažnostjo, bo njegova vlažnost dosegla približno vlažnost točke nasičenja celičnih sten TNCS. Tedaj bodo celične stene nasičene z »vezano« oziroma »higroskopsko« vodo, lumni pa prazni. (1 točka)
5. Prosta voda je v celičnih lumnih. Ne vpliva na lastnosti lesa in se giblje po zakonih kapilarne fizike. (1 točka)

## II.

1.  $U_{\text{TNCs}}$  je vlažnost, pri kateri je celična stena nasičena z (vezano/higroskopsko) vodo. (1 točka)
2. Vlažnost TNCs,  $U_{\text{TNCs}}$ , je najnižja vlažnost, pri kateri ima les maksimalne dimenzije. Ko les med sušenjem doseže  $U_{\text{TNCs}}$ , se začne krčiti. Ko les pri vlaženju doseže  $U_{\text{TNCs}}$ , preneha nabrekati.  $U_{\text{TNCs}}$  je približno 30 %. (1 točka)
3. Pohištvo, podi, obloge morajo imeti ravnovesno vlažnost, kakršna vlada v prostorih uporabe oziroma vgraditve, sicer pride do krčenja ali nabrekanja ter posledično do veženja in pokanja. (1 točka)
4.  $U_{\text{rav}} \approx 11\%$ . (1 točka)
5. Razlika v zračni suhosti med obema krajema znaša pribl. 10 %. Posledica: čeprav je bil les v Manausu sušen do zračne suhosti to je na približno 17 %, je zračna suhost v pustinskem Las Vegasu le približno 7 %. Nastopilo bi znatno krčenje in spremljajoče veženje in pokanje lesa. .... 1 točka  
Les v Manausu bi morali (tehnično) posušiti do »pustinjske« zračne suhosti ter ga z zaščitnimi čeli in morda zaščitene v nepredušni foliji poslati v Las Vegas. .... 1 točka  
(2 točki)

## III.

1.
  - a) Odčitana ravnovesna vlažnost  $U_{\text{rav}} \approx 7,5\%$  ..... 1 točka
  - b) Skrček za dano spremembo vlažnosti  

$$\beta_{\Delta U} = \frac{\text{dejanski skrček} \cdot 100}{l_1} = \frac{1,0 \cdot 100}{45} = 2,2\% \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
  - c) Začetno vlažnost  $U_{\text{zac}}$  parketne deščice izračunamo iz krčitvene formule  

$$\Delta l = l_1 \beta_{\text{rad maks}} \left( \frac{\Delta U}{U_{\text{TNCs}}} \right), \text{ torej } 1,0 = 45 \cdot 0,045 \left( \frac{U_{\text{zac}} - 7,5}{30} \right); 1,0 = \frac{U_{\text{zac}} - 7,5}{15}$$

$$U_{\text{zac}} = 15 + 7,5 = 22,5\% \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$
(4 točke)

### 03. MEHANSKE LASTNOSTI

I.

1. Odpor lesa proti prodiranju tršega predmeta. (1 točka)
2. Trdnost materiala je maksimalna ali porušna napetost. (1 točka)
3. .... 1 točka  
..... 1 točka  
..... (2 točki)
4. .... 1 točka

□ **Preglednica 4.16.** Trdota lesa po Brinellu, (HB), na prečnem prerezu, vzporedno z lesnimi vlakni, (||) in na vzdolžnem prerezu, pravokotno na smer lesnih vlaken (⊥), (kriterij, Torelli 1989, podatki Wagenführ, 1996)

Trdota lesa HB v N/mm <sup>2</sup>	Lesna vrsta	Trdota HB v N/mm <sup>2</sup>	
		na prečnem prerezu	na vzdolžnem prerezu ⊥
Zelo mehak les do 35	jelovina	18-30-57	16
	smrekovina	32	12
	topolovina	24.....37	10.....15
Mehak les od 35 do 40	kostanjevina domača	27-38-47	18
	lipovina	27-38-47	13-16-20
	brezovina		22.....49
	jelševina	33.....38	7-8 - (17)
Srednje trd od 41 do 50	borovina rdeča	35-40-95	13-19-24
	češnjevina	51.....59	31
Trd les od 51 do 70	(na meji) macesnovina	53	19
	javorjevina	53-62-70	19-27-35
	jesenovina	36-65-100	37.....41
	hrastovina	66	34
	orehovina	70	52
Zelo trd les nad 70	bukovina	72	34
	gabrovina, bela	71.....89	29.....36

..... 1 točka  
(2 točki)

II.

1. Presek ene noge je  $A = 4\pi r^2 = 4\pi \cdot 15^2 = 2826 \text{ mm}^2$ .  
Štiri noge zdržijo breme  $2826 \text{ mm}^2 \cdot 4 \cdot 40 = 452160 \text{ N}$ . ..... 2 točki  
Tlačna trdnost osno je pri lesu presenetljivo visoka, kar je zelo pomembno zlasti v gradbeništvu. .... 1 točka  
Do meje proporcionalnosti so deformacije reverzibilne. .... 1 točka  
(4 točke)
2. Lignin povečuje tlačno trdnost (zaradi abnormalno visoke vsebnosti lignina je tlačna trdnost kompresijskega/tlačnega lesa še posebno visoka). (1 točka)
3.  $690 \text{ kg/m}^3$   
Glede na gostoto ima les visoko trdnost (teža ostrešja). (1 točka)

## III.

1. Trdota, trdnosti in E-modul imajo najvišje vrednosti pri absolutni suhosti, ..... 1 točka  
 nakar padajo do TNCS in ostanejo do napojenosti nespremenjene. .... 1 točka
- Ko celična stena v procesih kemisorpcije, adsorpcije in kapilarne kondenzacije sprejema vezano (higroskopsko) vodo, se razklepajo vezi med stenski sestavinami: trdnost in trdota lesa padata. .... 1 točka
- Spreminjajo se tudi fizikalne lastnosti. Na lesne lastnosti zato vpliva le vezana voda, to je do  $U_{TNCS}$ . Prosta ali kapilarna voda v celičnih lumnih ne vpliva na lesne lastnosti.  
 ..... 1 točka  
 (4 točke)

## 04. LESNA TVORIVA IN RABA LESA

## I.

1. Materiali oziroma izdelki na osnovi lesa, zlasti plošče /angl. wood based materials, nem. Holzwerkstoffe/, ki se izdelujejo z razstavljanjem/disintegracijo (žaganje, luščenje, iverjenje, skobljanje, razvlaknjevanje) in ponovnim sestavljanjem/integracijo lesa, večinoma z dodajanjem umetnih smol in mineralnih veziv. (2 točki)
2. Furnirski vezani les, lesnovolnena plošča, iverna plošča, vlaknena plošča ... (1 točka)
3. Prednosti npr. dimenzij ne omejujejo dimenzije drevesa, zmanjšanje anizotropnosti in variabilnost lesnih lastnosti, možnost uporabe manjvrednega lesa, večja dimenzijska stabilnost; hiba: les nima več dekorativnih lastnosti »masivnega« lesa, vsebuje pa tudi nelesne snovi (lepila). Obstaja možnost onesnaženja pri deponiranju. (3 točke)

## II.

1. Večja požarna varnost, estetski videz, vzdrževanje, trajnost, okoljska prijaznost. (2 točki)
2. Za: enostavno, hitro polaganje, ni lakiranja, velika izbira kakovostnih razredov – tudi dobra odpornost proti obrabi, razenju, velika izbira barv in vzorcev. Proti: umeten material, ni možnosti obnavljanja – veliko krajša obstojnost, nekatere slabosti pri tehniki polaganja – škripanje, usedanje, ekološka neprijaznost. Primerna odločitev okoljsko ozaveščenega kupca je lesen pod z zelo ugodno oceno življenjskega cikla (LCA). (2 točki)
3. Neobdelan ladijski pod. Les ima nizko toplotno prevodnost, odvaja le malo toplote s površine kože. Pri lakiranem parketu občutek toplote določa lak, ne pa les. (2 točki)

## III.

1. Največkrat sestavljata kompozit dve fazi: matrica in v njej dispergirana faza. (Lastnosti kompozita so funkcija lastnosti njegovih sestavin, njihovega razmerja in geometrije dispergirane faze.)  
(1 točka)
2. Les je naravni polimerni kompozit. Lahko si ga predstavljamo zgrajenega iz amorfnе matrice – srednje lamele, v katero so vključena vlakna. Les je tudi lameliran kompozitni sistem iz menjavajočih se plasti redkejšega ranega lesa in gostejšega kasnega lesa. Primarno celično steno si lahko predstavljamo zgrajeno iz hemicelulozno-pektinske matrice, v katero so vključene toge celulozne mikrofibrile. V sekundarni steni lahko pektine v matrici nadomesti lignin. Les in lesna tvoriva si lahko predstavljamo kot večfazni sistem, ki poleg lesnih sestavin vsebuje vlago, prazne prostore, akcesorne sestavine in (pri lesnih tvorivih) aditive.  
(3 točke)

**05. GOZD, EKOLOGIJA**

## I.

1. Ohranjamo naravno sestavo gozda, vzdržujemo ravnovesje med rastlinami, živalmi in neživim okoljem, upoštevamo naravne zakonitosti razvoja gozda kot ekosistema.  
(2 točki)
2. Vsi posegi v gozd so »elastični«, nobena od funkcij ne sme biti trajno prizadeta. Nekoč smo si pod trajnostjo/zdržnostjo predstavljali predvsem trajnost/zdržnost »lesne« funkcije, to je »trajno« zagotavljanje lesa, danes pa je pojem v trajnosti (angl. *sustainability*, nem. *Nachhaltigkeit*) mnogo širši in vsebuje tudi »nelesne« funkcije (ekološke, socialne).  
(2 točki)
3. Doslej so bile v ospredju predvsem ekonomske funkcije (npr. pridobivanje lesa), zdaj postajajo vse pomembnejše ekološke (zaščita tal in rodovitnosti, zaščita pred erozijo, stabilizacija podnebja, sekvestracija in skladiščenje ogljika, ohranjanje vode in njene čistosti), čiščenje zraka (gozd ima ogromno filtrsko oz. sedimentacijsko površino), ohranjanje bioraznovrstnosti (nobene rastlinske, živalske vrste ne smemo »izgubiti«), socialne (rekreacija, krepitev zdravja, turizem, kultura).  
(2 točki)

## II.

1. Zaporedje procesov kroženja ogljika (kot ogljikovega dioksida) med živimi organizmi in atmosfero. Pri fotosintezi se ogljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ) vgrajuje v kompleksne ogljikove spojine rastlin. Z uživanjem rastlin ali živali ogljik prehaja v živali in človeka. Z dihanjem (respiracijo) ali razkrojem po smrti se ogljik v obliki ogljikovega dioksida vrača v atmosfero. Ogljikov cikel je naravna reciklaža ogljikovih atomov.  
(2 točki)
2. Kubični meter srednje gostega lesa vsebuje 255 kg ogljika oziroma 935 kg  $\text{CO}_2$ . Z rabo lesa kot surovine zmanjšujemo rabo materialov, ki potrebujejo pri pridobivanju, predelavi in obdelavi veliko (»fosilne«) energije; z rabo  $\text{CO}_2$  nevtralnega lesa nadomeščamo fosilno gorivo. V drevju in lesnih izdelkih se dolgoročno skladišči ogljik.  
(2 točki)

3. Količino uskladiščenega ogljika dosežemo z varovanjem gozdnih ekosistemov (preprečevanje požarov, bolezni in škodljivcev), s povečevanjem lesne zaloge in širjenjem gozdnih površin (slednje v Sloveniji ni potrebno in je posledica demografske opustelosti podeželja) in zelo uspešno z nadomeščanjem nelesnih, energijsko intenzivnih, »umazanih« materialov (plastika, kovine, cement, beton) z lesnimi ter z nadomeščanjem fosilnega goriva s čistim, CO<sub>2</sub> nevtralnimi lesom.

(2 točki)

### III.

1. Sežig: 1 kg O<sub>2</sub> + 1 kg lesa (PEČ) nastane 1,44 kg CO<sub>2</sub> + 0,56 kg O<sub>2</sub> + 18,5 MJ ... 1 točka

V povprečju približno 18,5 MJ – kurilna vrednost, les kot energenta.

Kurilna vrednost lesa z več lignina in smolo je nekoliko višja. .... 1 točka  
(2 točki)

2. Konkurenčni materiali (PVC, aluminij, opeka, jeklo) sicer utegnejo imeti nekatere tehnične prednosti, vendar je njihova energijska in ekološka bilanca, ki jo lahko določimo z oceno življenjskega cikla (angl. *life cycle assessment*, LCA), dramatično slabša od lesa. Z LCA je treba proučiti porabo in vrsto energije ter uporabljene materiale z vidika pridobivanja, izdelave, transporta, možnosti ponovne uporabe/reciklaže in deponiranja oz. uničenja po njihovem odsluženju. Za vsako »življenjsko« obdobje je treba izdelati popis (inventarizacijo) porabe energije in materialov, pa tudi vseh spremljajočih emisij v okolje. LCA omogoča realistično oceniti okoljsko "prijaznost", škodljivost in energijsko potratnost uporabljenih materialov ter identificirati komponente, kjer je mogoče izvesti nujne okoljske »popravke«. LCA je zato pomemben instrument za optimiranje izdelka oz. zgradbe v ekonomskem in ekološkem pogledu. LCA predstavlja integrirani način za ocenitev okoljske kakovosti izdelkov, zgradb in storitev. Okoljsko prijazni izdelki imajo tržno prednost, saj postajajo kupci vse bolj okoljsko ozaveščeni in energijsko varčni. Hkrati se uveljavlja zakonodaja, ki daje prednost okoljsko prijazni praksi. LCA je tako postal bistveni element za uveljavljanje lesa. Les v masivnem stanju, pa tudi kot tvorivo, pokaže svoje resnične prednosti pred konkurenčnimi materiali šele z LCA. LCA upošteva okoljske učinke pridobivanja materiala, izdelave izdelka, transporta, rabe, vzdrževanja, gretja (stavba) in slednjič uničenja. Tako je razmerje porabe energije za pridobivanje, izdelavo in vgradnjo med gradbenim lesom in aluminijem 1:126! Les nastaja ob blagodejnem vplivu na okolje. Za pridobivanje lesa porabimo le pribl. 1 % energije, ki jo vsebuje les. Z lesnimi ostanki, nastalimi med obdelavo in predelavo, krijemo potrebno energijo. Lesni izdelek je mogoče ponovno uporabiti ali pa ga potem, ko je odslužil, ob pridobitvi energije neškodljivo vrnemo v ogljikov cikel).

(2 točki)