



Državni izpitni center



M 1 0 1 8 0 1 1 3

SPOMLADANSKI IZPITNI ROK

MATERIALI

NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Petek, 28. maj 2010

SPLOŠNA MATURA

Moderirana različica

OSNOVNI MODUL

01. NALOGA

1. Znanost o materialih se ukvarja predvsem s pridobivanjem osnovnega teoretičnega znanja o materialih – njihovi zgradbi, lastnostih, predelavi ...; inženirstvo pa te dosežke uporablja in uveljavlja v življenju tako, da naredi različne materiale in izdelke za uporabo. *(2 točki)*
2. Materiali so snovi, iz katerih so zgrajene različne naprave, konstrukcije, stroji, orodje, vsakdanje preproste stvari, pa tudi vesoljske naprave. *(1 točka)*
3. Polimeri – plasti, kovine, keramika, (kompoziti, materiali za elektroniko). Ali konstrukcijska, vezivna, izolacijska. *(1 točka)*
4. Raba je zato zelo široka: embalaža; platenke, rezervoarji, posoda za vodo, plošče, cevi, plašči za kable, cevke v medicini, bela tehnika, elektronika, igrače, avtomobilska ind., čelade, ohišja, pohištvo ... *(1 točka)*

02. NALOGA

1. Ionska, kovalentna, kovinska. *(2 točki)*
2. Kovalentna vez je vez med atomoma, pri kateri si atomi delijo valenčne elektrone. *(1 točka)*
3. Je električna privlačna sila med valenčnimi elektroni in pozitivno nabitimi atomi (kationi). *(1 točka)*
4. Vodikovo vez uvrščamo med sekundarne ali fizikalne – Van der Waalsove vezi. *(1 točka)*

03. NALOGA

1. Vsaka točka ima identično – enako okolico. Takšna urejenost se ponavlja v vseh smereh prostora (z za smer značilnim razporedom ali vzorcem). Ureditev dolgega reda je pravilen, periodičen razpored atomov v materialu, ki velja za zelo velike razdalje. *(2 točki)*
2. Ureditev kratkega reda je praviloma razporeditev atomov na kratkih razdaljah – navadno na eni ali dveh medatomskih razdaljah. *(2 točki)*
3. Ureditev dolgega reda. *(1 točka)*

04. NALOGA

1. Po prenehanju delovanja sile se material ne povrne v prvotno obliko, atomi se ne vrnejo v prvotni položaj – plastična deformacija; ko sila preneha delovati, se vezi in atomi vrnejo v primarno lego – material se vrne v prvotno obliko – elastična deformacija.
(2 točki)
2. V stanju viskoelastične deformacije se materiali (polimeri) pri nizkih temperaturah in majhnih deformacijah obnašajo elastično – skladno s Hookovim zakonom. Pri visokih temperaturah se obnašajo viskozno, bolj podobno tekočini. V vmesnem temperaturnem območju pa imajo mehanske lastnosti obeh ekstremnih stanj.
(Polimeri se pri nizkih temperaturah obnašajo kakor steklo, pri vmesnih temperaturah se obnašajo kakor mehka trdna snov in pri visokih temp. kakor viskozna tekočina.)
(3 točke)

05. NALOGA

1. Za izdelavo strojnih delov, orožja, orodja; noži, žage, svedri; da se ne skrhalo, da lahko prevrtamo drugo snov ...
(2 točki)
2. Jekleno kroglico ali kroglico iz karbidne trdine za določen čas (10–15 sek.) vtisnemo v površino preizkušane materiala pod neko obremenitvijo. Premer odtisa, ki ga pusti kroglica, izmerimo v dveh smereh, ki sta pravokotni ena na drugo, z optičnim mikroskopom. Nato iz povprečnega premera vtiska izračunamo trdoto ali jo odčitamo iz preglednic.
(3 točke)

06. NALOGA

1. Keramični materiali so anorganski nekovinski materiali, za katere je značilen proces izdelave – sintranje; to je segrevanje pri visoki temperaturi, ki utrdi izdelek.
(1 točka)
2. Zaradi narave kemijske vezi. Pri kovalentni in ionski vezi so elektroni lokalizirani, pripadajo določenim ionom ali atomom in niso prosto gibljivi.
(2 točki)
3. Ker imajo visoka tališča.
(1 točka)
4. Pri električnih izolatorjih npr. v transformatorskih postajah in mikroelektronskih vezjih, gospodinjskih aparatih.
(1 točka)

07. NALOGA

1. Polimerizacija je povezovanje molekul.
Polikondenzacija je povezava enakih ali različnih molekul pri razpadanju ene od snovi (voda, amonijak).
Poliadiciija je povezovanje enakih ali različnih molekul brez razpadanja ene od snovi. (3 točke)
2. Prednosti: cena, barvanje kot varovanje pred korozijo ni potrebno, poljubno obarvanje, enostavno čiščenje, odpornost proti vlagi ...
Slabosti: pridobivanje surovine je v primerjavi z lesom ekološko oporečno, prav tako uničenje odsluženih izdelkov, staranje materiala. (2 točki)

08. NALOGA

1. Magmatske, sedimentne in metamorfne. (3 točke)
2. Obstojen na mrazu, velika trdnost, majhna obraba. (2 točki)

09. NALOGA

1. Trdota je odpor gradiva proti vtiskovanju tujega telesa, trdnost pa je mejna napetost, pri kateri se material poruši. (3 točke)
2. Pa (pascal), N/m², N/mm². (1 točka)
3. Natezna, tlačna, strižna, upogibna, torzijska (vzvojnja) napetost. (3 točke)
4.
 - a) $\sigma = \frac{F}{S} = \frac{10000}{25 \cdot 4} = 100 \text{ MPa}$ (3 točke)
 - b) $\sigma = E \cdot \varepsilon \Rightarrow \varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{100}{125000} = 0,0008$ 2 točki
 $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \Rightarrow \Delta L = \varepsilon \cdot L_0 = 0,0008 \cdot 1000 = 0,8 \text{ mm}$ 2 točki
(4 točke)
 - c) $\varepsilon(\%) = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100 \% = 0,08 \%$ (2 točki)
5. $R_E \leq \frac{F}{S} \Rightarrow F \leq R_E \cdot S = 150 \cdot 25 \cdot 4 = 15000 \text{ N} = 15 \text{ kN}$
 $F \leq 15 \text{ kN}$ (4 točke)

10. NALOGA

$$1. S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 314,16 \text{ mm}^2; \sigma = \frac{F}{S}$$

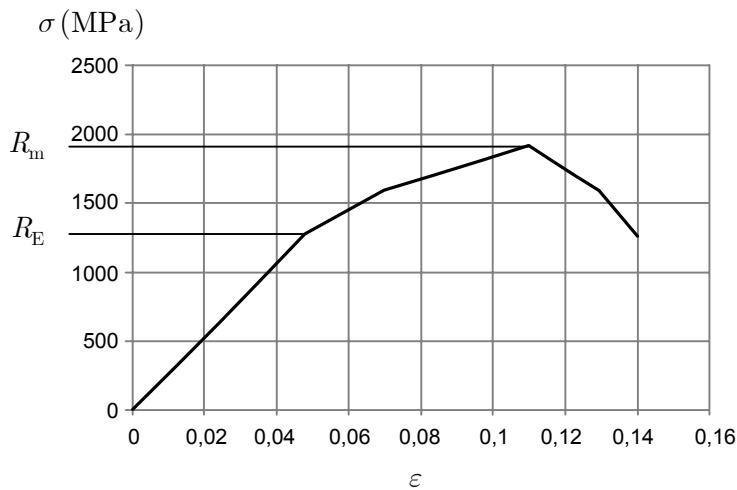
(5 točk)

$$2. \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

ΔL (mm)	F (kN)	ε (%)	σ (MPa)
0	0	0	0
1,2	100	1,2	318,31
2,4	200	2,4	636,62
3,6	300	3,6	954,93
4,8	400	4,8	1273,24
7	500	7	1591,55
11	600	11	1909,86
13	500	13	1591,55
14	400	14	1273,24

(5 točk)

3.



(7 točk)

4.

$$E = \frac{\frac{F_2 - F_1}{S_0}}{\frac{\Delta L_2 - \Delta L_1}{L_0}} = \frac{200\,000 - 100\,000}{\frac{314,16}{2,4 - 1,2}} = 26,53 \text{ GPa}$$

(3 točke)

MODUL GRADBENIŠTVO

1. KLASIFIKACIJA MATERIALOV, PREISKAVA MATERIALOV

1. IZOLACIJSKA GRADIVA delimo predvsem glede na namen, ki ga z izoliranjem želimo doseči – torej, pred čim izoliramo.

a) **Hidroizolacije** so gradiva, ki preprečijo vdor oziroma prehod vode in/ali vlage v neki material.

Značilni predstavnik teh izolacijskih materialov je **bitumen, katran**.

Termoizolacije so materiali, ki s svojo porozno zgradbo onemogočajo hiter prehod in prenos toplote.

Značilno zanje je, da z njihovo debelino (v zidu, na podu, na stropu idr.) uravnavamo in določamo količino energije (npr. toplotne), ki jo potrebujemo, da bo v nekem prostoru želena temperatura konstantna (stalna).

Značilni predstavnik teh izolacijskih materialov je **stiropor, siporeks, les**.

b) ZVOČNOIZOLACIJSKA GRADIVA imajo namen:

izolirati pred zvočno obremenitvijo – hrupom. Zvok se kot vibracija prenaša po konstrukciji in vsakega izoliramo drugače.

c) GRADIVA ZA ZAŠČITO PRED RADIOAKTIVNIM SEVANJEM imajo namen:

zaščititi ljudi pred nevarnim RA-sevanjem.

Značilni primeri zaščite pred tovrstnim sevanjem so: nasipi iz kamnitih agregatov, masivni ali težki beton (uporaba pri JE), kjer mora biti prostorninska masa večja od 3.000 kg/m^3 . Tudi težke oziroma težje kovine (Pb) se uporabljajo za zaščito pred radioaktivnim sevanjem, in to navadno za manjše gradbene elemente (npr.: okna, vrata, pokrovi).

d) GRADIVA ZA ZAŠČITO PRED POŽAROM imajo namen:

zaščititi objekte in konstrukcije pred požarom.

(8 točk)

2. Trdota je odpornost materiala proti vdiranju drugega tršega telesa.

(1 točka)

3. Bistvo postopka je v tem, da kroglico iz karbidne trdnine vtiskamo v površino preizkušanca.

Trdota po Brinellu (HB) je razmerje med silo, s katero vtiskamo kroglico s premerom D, in površino odtiska S.

(1 točka)

$$4. \sigma_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n} = 0,995$$

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}} = 0,011$$

(6 točk)

2. GOSTOTA, VARNOSTNI KOLIČNIK

1. Svinec, jeklo, aluminij. (3 točke)

2. Guma, polietilen, stiropor. (3 točke)

3. Prostornina plošče: $V_{\text{plošče}} = 2 \cdot 1 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ m}^3$

Prostornina betona: $V_{\text{betona}} = 0,85 \cdot V_{\text{plošče}} = 0,34 \text{ m}^3$

Masa betona: $m_{\text{betona}} = \rho_{\text{betona}} \cdot V_{\text{betona}} = 850 \text{ kg}$

Prostornina jekla: $V_{\text{jekla}} = 0,15 \cdot V_{\text{plošče}} = 0,06 \text{ m}^3$

Masa jekla: $m_{\text{jekla}} = \rho_{\text{jekla}} \cdot V_{\text{jekla}} = 471 \text{ kg}$

Masa plošče: $m_{\text{plošče}} = m_{\text{betona}} + m_{\text{jekla}} = 1321 \text{ kg}$

(6 točk)

4.
$$\nu = \frac{\sigma_p}{\sigma_d} = \frac{9 \text{ MPa}}{3 \text{ MPa}} = 3$$

(4 točke)

3. LASTNOSTI MATERIALOV, VODA

1. Kemijske lastnosti se nanašajo na:

Obstojnost materiala proti delovanju snovi iz okolja, kakršne so kisline, voda, lugji in soli. Zaradi njihovega delovanja se spreminja kemična sestava materiala, kar vpliva na videz in obstojnost materiala v določenem okolju.

Primer 1: oksidacija kovin – oksidacija železnega okvirja kolesa na dežju – rja – korozija!

Primer 2: apnenca ne moremo uporabljati za zidanje konstrukcij, ki so izpostavljene visokim temperaturam, ker bi se v takih razmerah pretvoril v popolnoma drugačen material (živo apno). Konstrukcija bi se porušila.

(3 točke)

2. Znanost, ki proučuje predelavo in obdelavo, se imenuje tehnologija.

(2 točki)

3. Mehanska tehnologija je tista, pri procesih katere se menja samo oblika materiala, Primeri: rezanje desk in tramov, kamnitih blokov, valjanje, kovanje železa.

(4 točke)

4. Obravnavamo palico, ki ima neki prerez. Na ta prerez delujemo s pravokotno silo, ki jo imenujemo tlačna sila. Pri takem delovanju se pojavi v palici tlačna napetost, ki jo označimo s sigmo (σ). Tisto tlačno napetost, pri kateri se material poruši (zlomi), imenujemo tlačno trdnost.

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \text{ (Pa, MPa ali N/m}^2\text{)} \text{ (tlačna napetost)}$$

F ... tlačna sila (N – Newton)

S ... prerez palice (m^2)

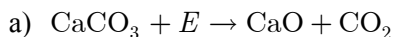
(4 točke)

5. pH < 7 do 0 → Voda je kisla.
 pH = 7 → Voda je nevtralna.
 pH > 7 do 14 → Voda je bazična.

(3 točke)

4. KARBONATNO STRJEVANJE

1.



Apnenec, energija (toplota), žgano apno (kalcijev oksid), ogljikov dioksid.

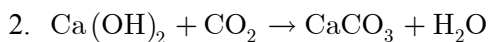
b)

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

$$250 \text{ kg CaCO}_3 \dots\dots\dots x$$

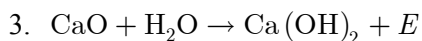
$$x = 56,1 \text{ kg} \cdot 250 \text{ kg} / 100,1 \text{ kg} = 140,2 \text{ kg CaO}$$

(4 točke)



Gašeno apno, ogljikov dioksid, apnenec, voda.

(3 točke)



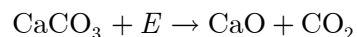
Reakcija je eksotermna.

(2 točki)

4. Pri endotermni kemijski reakciji se energija porablja, pri eksotermni pa sprošča v okolico.

(1 točka)

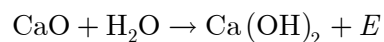
5.



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

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

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



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

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

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

(6 točk)

5. KAMENI AGREGAT, SEJALNA ANALIZA

1.

Sito (mm)	Ostanek na situ (g)	Presevek skozi sito (g)	Presevek skozi sito (%)	Ostanek na situ (%)
63,0	0	13352	100,0	0
31,5	921	12431	93,1	6,9
16,0	1522	10909	81,7	11,4
8,0	1683	9226	69,1	12,6
4,0	2029	7197	53,9	15,2
2,0	2858	4339	32,5	21,4
1,0	2149	2190	16,4	16,1
0,500	788	1402	10,5	5,9
0,250	374	1028	7,7	2,8
0,125	427	601	4,5	3,2
0,063	134	467	3,5	1,0
DNO	467	-	-	3,5

(10 točk)

2. Frakcije:

$$0,125/0,5 : 427 + 374 = 801 \text{ g}$$

$$1,0/4,0 : 2149 + 2858 = 5007 \text{ g}$$

$$16/31,5 : 1522 \text{ g}$$

(2 točki)

3. Ta analiza se izvaja na agregatu velikosti zrn do 8 mm. Pred preiskavo agregata ni treba osušiti. V menzuro 350 cm³ stresemo agregat do oznake 130 cm³. Nanj nalijemo raztopino 30 g natrijevega hidroksida v enem litru vode. Menzuro zapremo, dobro stresemo in pustimo 24 ur v zatemnjenem prostoru. Po 24 urah primerjamo barvo bistre tekočine nad agregatom s primerjalno raztopino standardne barve, ki jo pripravimo po točki 3 standarda. Če je tekočina nad agregatom temnejše barve, ima agregat precejšnje količino organskih primesi. V takem primeru moramo narediti preizkus tlačne in upogibne trdnosti preizkušancev z očiščenim in neočiščenim agregatom po standardu.

(4 točke)

MODUL LESARSTVO

1. GOZD, EKOLOGIJA

I.

1. Gozd je ekosistem, v katerem prevladujejo drevesa. (1 točka)
2. Zdajšnja gozdnatost je 60 %. Površina gozdov se še povečuje. (1 točka)
3. Manjša površina z enotnimi biološkimi danostmi (podnebje, tla, nadmorska višina itd.). (1 točka)
4. Ekosistem je skupnost soodvisnih organizmov in fizičnega okolja, v katerem živijo (npr. gozd, jezero). (1 točka)
5. Ogljikov cikel je zaporedje procesov kroženja ogljika (kot ogljikovega dioksida) med živimi organizmi in atmosfero.
Med fotosintezo se ogljikov dioksid (CO₂) 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 naravni reciklator ogljikovih atomov. (2 točki)

II.

1. Na razdalji 1 000 000 km avtomobil izpusti v zrak 200 000 kg CO₂ ali

$$\frac{200\,000}{3,7} = 54\,054 \text{ kg C oziroma približno } 54 \text{ tC.} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
 Toliko ogljika vsebuje $\frac{54}{90} = 0,6 \text{ ha C}$ odraslega bukovnega gozda. (2 točki)
2. Med fotosintezo drevo absorbira tudi »toplogredni« ogljikov dioksid (CO₂) in ga spreminja iz plinaste v trdno obliko v lesu. 1 točka
 Raba obnovljivega CO₂-nevtralnega lesa z nizko vsebnostjo »sive« energije ter ekološko in energijsko ugodnim življenjskim ciklom znižuje raven CO₂ v ozračju. Z rabo lesa kot surovine zmanjšujemo rabo materialov, ki potrebujejo pri pridobivanju, predelavi, obdelavi in deponiji veliko (»fosilne«) energije. Drevje in izdelki iz lesa lahko še desetletja ali stoletja »skladiščijo« ogljik. 1 točka
 CO₂-nevtralni les lahko uporabimo kot gorivo, pri čemer les odda ogljik, ki ga je med rastjo s fotosintezo sprejel iz ozračja. Isto količino ogljika bi lahko oddal med biološkim razkrojem. 1 točka
(3 točke)
3. Kubični meter sveže bukovine vsebuje 578 kg absolutno suhe lesne snovi oziroma približno

$$\frac{578}{2} = 289 \text{ kg C ali } 289 \cdot 3,7 = 1069 \text{ kg ekvivalentov CO}_2.$$
 (1 točka)

III.

1. Zaradi človekove dejavnosti, predvsem zaradi čezmernega požiganja za pridobivanje poljedelskih površin in površin za živinorejo. Klasično požigalništvo ob dovolj dolgem mirovanju med požigoma praviloma ne ogroža gozda in rodovitnosti tal. (1 točka)

2. Na tleh požganih gozdov so plantaže donosnih kultur kavčukovca, kave, čaja, banan, oljne palme, trsnega sladkorja. Z njihovo uporabo vsaj posredno prispevamo k uničevanju tropskih gozdov. (1 točka)

3. Gozdove ščiti ekonomsko donosno ekosistemsko, zdržno gospodarjenje z gozdovi. Če takšna raba ni dovolj donosna, jo kaj rado nadomesti poljedelstvo in živinoreja, ki utegneta v kratkem času uničiti gozd ali zmanjšati možnost njegove obnove. Bojkot tropskega lesa se je izkazal kot neučinkovit. 1 točka
 Upanje vzbuja certifikacija ravnanja z gozdom in označevanje lesa iz certificiranih/potrjenih gozdov. Certifikacija potrjuje, da les resnično prihaja iz trajnostno gospodarjenih gozdov. Okoljsko ozaveščeni kupujejo le izdelke iz certificiranega lesa in tako pomagajo k ohranjanju gozdov. Certifikacija je nastala kot odziv na hitro uničevanje gozdov. Obstaja več certifikacijskih shem (FSC in PEFC). 1 točka
(2 točki)

2. VODA V LESU

I.

1. Lesno vlažnost opredeljujemo kot delež mase vode glede na maso absolutno suhega lesa:

$$u = \frac{m_{\text{vlaž}} - m_0}{m_0} \cdot 100 [\%]$$
(1 točka)

2. 100 % vlažnost pomeni, da je masa vode, ki jo vsebuje kos lesa, enaka masi taistega kosa lesa v absolutno suhem stanju. (1 točka)

3. Zaradi opredelitve lesne vlažnosti kot relativne lesne vlažnosti je lahko vlažnost tudi višja od 100 % . (1 točka)

4. Voda v lesu je lahko vezana v celičnih stenah (vezana ali higroskopska voda). 1 točka
 Pri vlažnosti, višji od u_f (TNCS) do napojenosti, se voda odlaga v celičnih lumnih (prosta ali kapilarna voda). 1 točka
(2 točki)

5. Točka nasičenja celičnih sten u_f (TNCS) (TNCS, angl. *fiber/fibre saturation point*, nem. *Fasersättigungspunkt*) je lesna vlažnost, pri kateri so celične stene nasičene z (vezano ali higroskopsko) vodo. Tedaj je lesna vlažnost u približno 30 % . (1 točka)

II.

1.

$$u = \frac{m_{v1} - m_0}{m_0} \cdot 100 [\%] \quad ; \quad u = \frac{55 \text{ g} - 45 \text{ g}}{45 \text{ g}} \cdot 100 \% = 22 \%$$

(2 točki)

2. Zračna suhost je ravnovesna vlažnost lesa v zunanjih razmerah (pod streho!). 1 točka
 Odvisna je od zunanje relativne zračne vlažnosti in temperature, ki skozi leto sicer nihata, vendar se sčasoma vzpostavi v lesu »zračna suhost«, ki znaša v naših krajih med 11 % (ob morju) in 16 % (v vlažnih neprevetrenih alpskih dolinah). V vlažnem tropskem ozračju lahko zračna suhost doseže vrednost do 19 % 1 točka

(2 točki)

3. Ravnovesna vlažnost je vlažnost, ki se vzpostavi v lesu, v odvisnosti od relativne zračne vlažnosti in temperature. Les se med vzpostavljanjem ravnovesne vlažnosti vlaži ali suši, odvisno od tega, ali je prvotna/začetna vlažnost lesa višja ali nižja od ravnovesne vlažnosti, ki jo narekuje klima v prostoru. 1 točka

Točka nasičenja celičnih sten u_f (TNCS) je (teoretično) ravnovesna vlažnost v 100 %

relativni zračni vlažnosti. Ravnovesno vlažnost za relativno zračno vlažnost in temperaturo odčitamo iz nomograma. 1 točka

(2 točki)

III.

1.

a)

$$U_{\text{TNCS}} = 30 \% \quad , \quad \beta_{\text{tan max}} = 8,5 \% \quad , \quad \Delta l = l_0 \beta_{\text{tan max}} \left[\frac{\Delta u}{u_{\text{TNCS}}} \right]$$

Δl = sprememba dimenzije zaradi sušenja

l_0 = začetna/izhodiščna dimenzija

$\beta_{\text{tan max}}$ = celotni skrčec od svežega stanja oziroma U_{TNCS} do absolutne suhosti

U_{TNCS} = točka nasičenja celičnih sten, približno 100 %

Ravnovesna vlažnost v nekurjenem prostoru je približno 12 % .

Sveža deska se bo sušila, in ko bo dosegla vlažnost u_f (TNCS) (30 %), se bo začela krčiti.

$$\text{Sprememba dimenzije } \Delta l \text{ bo } 20 \cdot 0,085 \cdot \left[\frac{0,30 - 0,12}{0,30} \right] = 1,02 \text{ cm} .$$

$$\text{Širina deske bo } 20,00 \cdot -1,02 = 18,98 \text{ cm} .$$

(2 točki)

- b) Ravnovesna vlažnost bo v kurjenem prostoru 7,5 % . Sprememba dimenzije Δl bo

$$\text{po končanem sušenju oziroma uravnovešanju } 18,98 \cdot 0,085 \cdot \left[\frac{0,12 - 0,075}{0,30} \right] = 0,24 \text{ cm} .$$

Končna dimenzija deske po dveh uravnovešanjih je $18,98 - 0,24 = 18,74 \text{ cm}$.

Opomba: ne glede na začetno vlažnost se les začne krčiti, ko med sušenjem doseže točko nasičenja celičnih sten u_f (TNCS) približno (30 %).

(2 točki)

3. BIOLOGIJA LESA

I.

1. Beljava je periferni, svetlejši del drevesa, kjer so parenhimske celice še žive in skladiščijo rezervne snovi. Beljava v celoti ali le delno (»venčastoporozne vrste«) prevaja vodo. (1 točka)
2. Najhujši razgrajevalci lesa so (a) glive, ki povzročajo trohnenje (do 80 % vsega biološkega razkroja v zmernem pasu!), (b) žuželko in zelo malo (c) bakterije, ki povzročajo gnitje. (1 točka)
3. V celičnih stenah jedrovine so toksične jedrovinske snovi. (1 točka)
4. Pod vlažnostjo pribl. $u = 20\%$ (varovalna vlažnost) glive nimajo dovolj vode za svoj razvoj. 1 točka
Pri vlažnosti približno nad $u = 80\%$ glivam primanjkuje kisika. Tako je zelo suh ali zelo vlažen les varen pred trohnenjem. 1 točka
Izjema so tropske brakične vode/slanice (školjke) in tropski kraji zaradi termitov. (2 točki)
5. Konstruktivna zaščita lesa je zaščita brez biocidov. Les vgradimo tako, da s konstrukcijo preprečimo vlaženje lesa zaradi padavin, kondenzacije ali talnega stika. (1 točka)

II.

1. Ločimo primarno rast v prvem letu kot posledico delitvene dejavnosti vršnih/apikalnih meristemov. Kaže se kot rast v višino (in globino) (»ekstenzijska« rast). 1 točka
V drugem letu in naslednjih letih raste drevo hkrati v višino in debelino (sekundarna ali debelinska rast). Nosilec debelitvene rasti sta (vasakularni) kambij in plutni kambij. Velikost krošnje oz. listne površine se od določene starosti ne povečuje več (prej nekoliko zmanjšuje), zato odmirajo starejša tkiva (npr. ojedritev, dehidracija debelne sredice). 1 točka (2 točki)
2. Reakcijski les nastane vselej, ko se drevo nagne (asimetrična krošnja v pobočju ali na robu gozda, povečana enostranska osvetlitev po poseku sosednjega drevja, stalni vetrovi). (1 točka)
3. Reakcijski les omogoča vzravnavo debla s krivljenjem. (1 točka)
4. Kompresijski les iglavcev je na spodnji strani nagnjenih debel, tenzijski les listavcev pa na zgornji strani. Enako velja za veje, ki zaradi poševne lege vselej tvorijo reakcijski les. Kjer je reakcijski les, je deblo ekscentrično in krivo. Reakcijski les je na širši strani ekscentričnega prereza. (1 točka)
5. Kompresijski les iglavcev in tenzijski les listavcev se zaradi nekajkrat večjega vzdolžnega skrčka od normalnega (do 1 %) pri sušenju lahko vežita (način bimetalnega traku!). Tenzijskega lesa zaradi žilavih tenzijskih/želatinskih vlaken (G-sloj) ni mogoče gladko poravnati ali strugati. Še tako ostro rezilo ne odreže tenzijskih vlaken, temveč jih trga s površine (»volnatost«). V vsakem primeru lokaliziran reakcijski bistveno zmanjšuje homogenost lesa in njegovo uporabnost. (1 točka)

III.

1. Tvorbo reakcijskega lesa lahko zmanjšamo s preprečevanjem enostranske osvetlitve krošnje in tako nastanka asimetrične krošnje. 1 točka
Ne moremo pa ga preprečiti (a) na strmih pobočjih, kjer so krošnje na spodnji strani bolj osvetljene in zato daljše (globlje) ter posledično močno asimetrične, ali pa na območjih s stalnimi vetrovi – burja na krasu). 1 točka
(2 točki)
2. Rastne ali notranje napetosti so napetosti, ki se vgrajujejo v les med rastjo. 1 točka
Zaradi notranjih napetosti je deblo prednapeti nosilec, ki laže kljubuje viharjem ali snežni obremenitvi. 1 točka
(2 točki)

4. FIZIKALNE LASTNOSTI LESA

I.

1. $\rho_{12...15}$ pomeni gostoto *zračno suhega* lesa, tj. pri lesni vlažnosti, ki je v ravnovesju z »zunanjim« lokalnim podnebjem; v našem primeru s klimo celinske Srednje Evrope. (1 točka)
2. ρ_0 je gostota absolutno suhega lesa; količnik med maso in prostornino v absolutno suhem stanju. V praksi pomeni »absolutno suh« »sušilnično suh les«, saj vsebuje še nekaj desetink odstotka vlage. (1 točka)
3. »Sušilnično suh« (angl. *oven-dry*, nem. *darrtrocken*) pomeni, da se je les »posušil« v ventiliranem sušilniku s temperaturo 103 ± 2 °C. Tedaj še vedno vsebuje nekaj (zanemarljivih) desetink odstotka vlage. Sušenje pri višji temperaturi ni dovoljeno, saj bi se les termično razkrojil. (1 točka)
4. Osnovna gostota R je količnik med maso absolutno suhega lesa in maksimalno prostornino, tj. z vlažnostjo TNCS (u približno 30 %) in več. $R = \frac{m_0}{V_{\text{maks}}} \left[\text{kg/m}^3 \right]$ (1 točka)
5. Osnovna gostota nam pove količino suhe lesne snovi v svežem volumnu. (Važno za papirničarje.) Njena prednost je tudi v tem, da jo je razmeroma lahko določiti: maso vzorca določimo v ventiliranem sušilniku do stalne mase, prostornino pa v svežem stanju, tj. pri vlažnosti, enaki ali višji od u_f (TNCS, približno 30 %). (1 točka)
6. Gostota absolutno suhe celične stene ρ_{ss} znaša približno 1500 kg/m^3 . (1 točka)

II.

1. Les je porozna snov; njegova gostota je odvisna od deleža tkiv, zlasti vlaknenih. Najgostejši les ima visok delež debelostenskih vlaken, pri najredkejšem pa prevladuje tankosteni parenhim. (1 točka)

2. Les je zvočni prevodnik.
Hitrost zvoka vzdolžno pri lesu je med 3500 in 6000 m/s (pri železu in steklu 5000–6000 m/s, vendar je njuna gostota znatno višja kakor pri lesu).
(1 točka)
3. Na hitrost zvoka v lesu vplivajo gostota, vlažnost, delež ranega in kasnega lesa, kot vlaken /rast/, dolžina vlaken, lesne napake.
(1 točka)
4. Resonančni les je brez »napak«, ima zelo ozke branike (pod 2 mm) in manjši delež kasnega od običajnega lesa.
(1 točka)
5. Les nima prostih elektronov, ki hitro prevajajo toploto in električni tok v kovinah, zato poteka prevajanje toplote z razmeroma neučinkovitim prenosom vibracijske energije z enega delca na drugega. Zato in zaradi zraka v lesnih porah imajo les in lesna tvoriva nizko toplotno prevodnost λ . Les je topel na dotik, ker odvajala malo toplote s površine kože, kjer so za toploto občutljivi živci.
(1 točka)
6. Visok delež por je vzrok majhni toplotni prevodnosti lesa.
(1 točka)

III.

1. Les sušimo, da povečamo njegovo odpornost proti glivam 1 točka
in da dosežemo ravnovesno vlažnost, ki vlada v prostorih uporabe oz. vgraditve lesa. . 1 točka
(2 točki)
2. Z gostoto lesa pada hitrost sušenja. 1 točka
Les jedrovine se pod u_f (TNCS) suši počasneje od lesa beljave. Nizkomolekularne jedrovinske snovi, ki med ojedritvijo prepojijo celično steno, delujejo kot difuzijska bariera. 1 točka
(2 točki)

5. LESNA TVORIVA, KOMERCIALNE VRSTE LESA IN LASTNOSTI, ZVEZA MED ZGRADBO, LASTNOSTMI IN RABO LESA

I.

1. Lesna tvoriva so materiali oziroma izdelki na osnovi lesa, zlasti plošče /angl. wood based materials, nem. Holzwerkstoffe/, ki se izdelujejo z razstavljanjem /disintegracijo/, žaganjem, luščenjem, iverjenjem, skobljanjem, razvlaknjevanjem in ponovnim sestavljanjem/integracijo lesa, večinoma z dodajanjem umetnih smol in mineralnih vezi.
(2 točki)
2. Primeri: furnirski vezani les, lesnovolnena plošča, iverna plošča, vlaknena plošča, furnirski lamelirani les, lamelirani nosilci, lesnocementne plošče, OSB-plošče ...
(2 točki)

3. Prednosti lesnih tvoriv: dimenzij ne omejujejo dimenzije drevesa, zmanjšanje anizotropnosti in variabilnost lesnih lastnosti, večja homogenost, poljubne dimenzije plošč in posebne lastnosti, ki jih dosežemo z različnimi dodatki, npr. večja vodoodbojnost, dimenzijska stabilnost, ognjevarnost itd., možnost uporabe manjvrednega lesa, večja dimenzijska stabilnost; 1 točka
 slabosti: les nima več dekorativnih lastnosti »masivnega« lesa, zmanjšujejo se prednosti lesa s stališča LCA-analize, lahko višja cena 1 točka
 (2 točki)

II.

1. Na supermolekularni ravni je les kompozit, sestavljen iz celuloznega skeleta, amorfnega lignina in hemiceluloze oziroma na submikroskopski ravni je celična stena iz celičnih slojev. 1 točka
 Na mikroskopski in makroskopski ravni je les lameliran kompozitni sistem iz menjavajočih se plasti redkejšega ranega lesa in gostejšega kasnega lesa. 1 točka
 Les in lesna tvoriva si lahko predstavljamo tudi kot večfazni sistem, ki poleg lesnih sestavin vsebuje vlogo, prazne prostore in (pri lesnih tvorivih) aditive. 1 točka
 (3 točke)
2. Nitaste celulozne molekule tečejo ponekod povsem vzporedno (kristaliti s kristalnimi lastnostmi; vmes so amorfne regije). Celulozni skelet obdajajo hemiceluloze, nanje se veže amorfni in vodoodbojni lignin. Naslednja organizacijska stopnja so lamele, ki sestavljajo celične sloje, te pa celično steno ...
 (2 točki)
3. Lastnosti kompozitov so funkcija lastnosti sestavinskih faz, njihovega razmerja in geometrije dispergirane faze.
 (1 točka)

III.

1. Z dimenzijsko stabilnostjo označujemo obnašanje predelanega lesa z vidika dimenzij in oblike v spreminjajočem se ozračju okolja.
 (1 točka)
2. Seveda. 1 točka
 V celičnih stenah se med ojedritvijo inkrustirajo nizkomolekularne jedrovinske snovi, ki »odvzamejo« prostor vezani vodi. Posledično se ustrezno zmanjša krčenje in nabrekanje. Jedrovina je zato vselej bolj dimenzijsko in oblikovna stabilna od beljave iste lesne vrste.
 1 točka
 (2 točki)
3. Dimenzijska stabilnost vezanega lesa je v ravnini plošče zaradi navzkrižnega lameliranja zelo velika, po debelini (radialno) pa podobna masivnemu lesu radialne smeri.
 (1 točka)