



Državni izpitni center



SPOMLADANSKI IZPITNI ROK

MATERIALI

NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Sreda, 27. maj 2009

SPLOŠNA MATURA

OSNOVNI MODUL

01. NALOGA

1. Materiali so snovi, iz katerih so zgrajene različne naprave, konstrukcije, stroji, orodje, vsakdanje preproste stvari, pa tudi vesoljske naprave.
(1 točka)
2. Keramični materiali so pomembni zaradi nekaterih prednosti pred drugimi materiali (so mehansko trdni, zato so obstojni proti abraziji in imajo visoko tlačno trdnost; kemijsko so dobro obstojni pri sobni in povišanih temperaturah; imajo visoka tališča in so zato obstojni pri visokih temperaturah), njihova uporabnost je v skladu s temi lastnostmi. Uporabljajo se za brusilna sredstva, kamnino, lončevino, porcelan, ploščice, strešnike, umetne kolke, obloge v pečeh in opeko (toplotni izolatorji), transformatorske postaje, mikroelektronska vezja, gospodinjski aparati (električni izolatorji).
(2 točki)
3. Kovine imajo zaradi značilnih lastnosti (trdota, trdnost, kovnost, električna in toplotna prevodnost) velik pomen za človeštvo. Uporabljajo se za izdelavo velikih konstrukcij: mostovi, stavbe, žerjavi (mehanska trdnost); strojni deli, orožje, orodje (trdota); avtomobilska vrata, ohišje strojev ipd. (kovnost); električne žice (električna prevodnost).
(2 točki)

02. NALOGA

1. Kovinska vez je posledica električne privlačne sile med valenčnimi elektroni in pozitivno nabitimi atomi (kationi).
(1 točka)
2. Kovinska vez je značilna za kovine in njihove zlitine.
(1 točka)
3. Ionska vez je vez med dvema ionoma – kationom in anionom. Atoma povezuje elektrostatična privlačna sila.
(1 točka)
4. Elementi, ki so v periodnem sistemu daleč narazen, pogosto reagirajo na ta način (spojine kovinskih in nekovinskih elementov): natrij in klor (natrijev klorid), magnezij in kisik (magnezijev oksid) ...
(1 točka)
5. Van der Waalsove vezi, vodikove vezi.
(1 točka)

03. NALOGA

1. Lastnosti trdnih snovi so odvisne od razporeditve atomov (ionov, molekul ...) in sil med njimi.
(1 točka)
2. Polimorfizem je ime za spremembe pri razporeditvi atomov v kristalni mreži zaradi spremembe temperature in/ali tlaka. (Ista snov se pojavlja v več kristalnih oblikah; odvisno od temp. in tlaka.) (Pojem alotropija se običajno uporablja za čiste elemente, polimorfizem pa je splošnejši pojem ter velja tudi za oznako pojava v spojinah in zlitinah.)
(2 točki)
3. V naravi se pojavlja v obliki saj, diamanta, grafita.
(1 točka)
4. Pri visoki temperaturi in visokem tlaku se grafit lahko spremeni v diamant.
(1 točka)

04. NALOGA

1. Elastična deformacije je deformacija, ki se odpravi, ko preneha delovati sila.
(1 točka)
2. Plastična deformacije je trajna deformacija, ki 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)

05. NALOGA

1. S polimerizacijo raznih plinov – naftnih derivatov.
(2 točki)
2. Pri segrevanju se omehčajo in postanejo plastično preoblikovani.
(2 točki)
3. Polietilen, polipropilen, polivinilklorid, polistiren, akrilonitril butadien stiren, poliamid, poliacetal, polikarbonat.
(1 točka)

06. NALOGA

1. Gibanje atomov v materialu; najpogosteje zato, da bi se zmanjšale ali popolnoma odpravile razlike v koncentraciji med posameznimi mesti materiala. (2 točki)
2. Toplotna obdelava, strjevanje, izdelava keramike, izdelava tranzistorjev. (2 točki)
3. Od temp. in toplotne energije. (1 točka)

07. NALOGA

1. So skupina materialov, ki imajo električno prevodnost med kovinami in dielektriki. (2 točki)
2. Silicij in germanij. (1 točka)
3. Električna prevodnost močno narašča. (2 točki)

08. NALOGA

1. Magmatske, sedimentne in metamorfne. (3 točke)
2. Kamnine v zemeljski skorji se segrejejo ali pa so pod visokimi pritiski, ker jih prekrijejo plasti drugih kamnin. Toplota in pritisk spremenijo kamnine, metamorfozo pa pospešuje tudi voda. (2 točki)

09. NALOGA

1. $l = 80 \text{ cm}$; $\Delta l = 1 \text{ mm}$; $E \text{ srebra} = 80 \text{ kN/mm}^2$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta l}{l} = 80 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{1 \text{ mm}}{800 \text{ mm}} = 0,1 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} = 10^8 \text{ Pa} .$$

(4 točke)

2. $l_1 = 75 \text{ cm}$; $l_2 = 2 \text{ m}$; $\sigma = E \cdot \varepsilon$; $\varepsilon_1 = \frac{\Delta l_1}{l_1} = \frac{1,2 \text{ mm}}{750 \text{ mm}} = 0,0016$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2; \Delta l_2 = \varepsilon_2 \cdot l_2 = 0,0016 \cdot 2 \text{ m} = 0,0032 \text{ m} = 3,2 \text{ mm} .$$

(8 točk)

3. $d = 1 \text{ mm}$; $\sigma = 50 \text{ MPa}$; $\sigma = \frac{F}{S}$; $F = \sigma \cdot S = \sigma \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 39 \text{ N}$

$$F = m \cdot g; m = \frac{F}{g} = \frac{39 \text{ N}}{9,81 \text{ ms}^{-2}} = 3,9 \text{ kg} .$$

(8 točk)

10. NALOGA

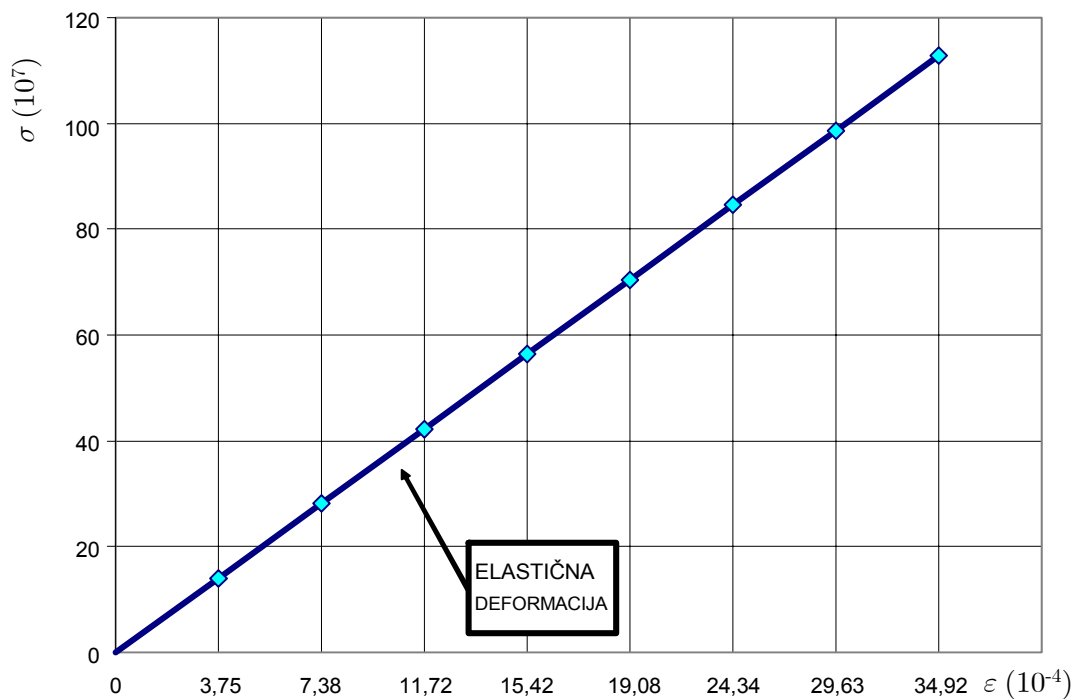
$$1. \sigma = \frac{F}{S_0} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d_0^2}{4}} = \frac{100 \text{ N}}{\frac{\pi \cdot (0,95 \text{ mm})^2}{4}} = \frac{100 \text{ N}}{0,71 \text{ mm}^2} = 14,08 \cdot 10^7 \text{ Nm}^{-2} \dots\dots\dots 5 \text{ točk}$$

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{1,22}{3250} = 0,000375 \text{ mm} \cdot \text{mm}^{-1} = 0,000375 \dots\dots\dots 5 \text{ točk}$$

	Sila F (N)	Δl (mm)	σ ($\cdot 10^7 \text{ Nm}^{-2}$)	ε ($\cdot 10^{-4}$)
1	100	1,22	14,08	3,75
2	200	2,40	28,16	7,38
3	300	3,81	42,26	11,72
4	400	5,01	56,32	15,42
5	500	6,20	70,42	19,08
6	600	7,92	84,50	24,34
7	700	9,63	98,60	29,63
8	800	11,35	112,68	34,92

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

3.



..... 7 točk

MODUL GRADBENIŠTVO

01. OSNOVNI POJMI, LASTNOSTI MATERIALOV

1. Surovino imenujemo vse snovi, ki jih lahko izkoriščamo za uporabo v različne namene. Gradiva so dobrine, ki so namenjene izkoriščanju oz. uporabi v gradbeništvu.

(3 točke)

2. To so materiali, ki jih delimo glede na namen, ki ga z izoliranjem želimo doseči – torej pred čim izoliramo.

1. **HIDROIZOLACIJSKA GRADIVA** (*hidroizolacije*): namen teh gradiv je, da preprečimo vdor oz. prehod vode in/ali vlage v neki material.

Značilni predstavnik teh izolacijskih materialov so izdelki in materiali iz bitumna in katrana.

2. **TERMOIZOLACIJSKA GRADIVA** (*termoizolacije*): so materiali, ki onemogočajo hiter prehod energijskih tokov (toplih oz. hladnih).

Med najstarejše predstavnike termoizolacijskih gradiv prištevamo LES in različne lesovinske izdelke.

Siporex – beton YTONG, značilen predstavnik celičastih termoizolacijskih betonov.

3. **ZVOČNOIZOLACIJSKA GRADIVA** (*zvočne izolacije*): v gradbeništvu ločimo 2 (dva) tipa zvoka, in sicer pohodni zvok in telesni zvok. Zvok se kot vibracija prenaša po konstrukciji in vsakega izoliramo drugače.

Npr. z mehкими elastičnimi materiali, kakršni so guma, penasti sendviči, plastične mase in tekstilne obloge.

4. **GRADIVA ZA ZAŠČITO PRED RADIOAKTIVNIM SEVANJEM**: na prvem mestu so nasipi iz kamnitih agregatov, nato masivni ali težki betoni (uporaba pri JE), kjer mora biti prostorninska masa večja od 3.000 kg/m^3 .

5. **GRADIVA ZA ZAŠČITO PRED POŽAROM**: te materiale razlikujemo po tem, v kolikem času se zaradi poškodb ognja poškodujejo.

Med anorganska gradiva štejemo lahke in težke betone, opečne izdelke, azbestno-cementne izdelke (te že zamenjujejo drugi proizvodi, ki so zdravju manj škodljivi). K organskim požarnovarnostnim gradivom štejemo fenolne, poliuretanske, gumene idr. materiale, ki so v glavnem gorljivi, a so samogasni.

(3 točke)

- 3.

$$m = \rho \cdot V$$

$$V = (a^2 - (a - 2d)^2) \cdot l = (0,3^2 - (0,3 - 2 \cdot 0,05)^2) \cdot 2 = 0,1 \text{ m}^3$$

$$m = 7600 \cdot 0,1 = 760 \text{ kg}.$$

(10 točk)

02. BETONI

1. Beton je gradbeni material, ki je sestavljen iz vode, cementa in agregata. Odporen je na tlačne obremenitve – ima visoko tlačno in majhno natezno trdnost.

Armirani beton je gradbeni material, ki je sestavljen iz vode, cementa in agregata, v katerega smo vgradili armaturo (jeklene mreže, pletiva, palice ...). Na ta način je armirani beton odporen tudi proti upogibu – armatura prenaša natezne napetosti, beton pa tlačne. Beton in jeklo v armiranem betonu statično sodelujeta

(4 točke)

2. Lahki beton je gradbeni material, podoben betonu s prostorninsko maso pod 2000 kg/m^3 .
(2 točki)
3. Plinasti beton- npr. siporeks, ki ga izdelujemo iz zelo kremenčevega peska, cementa (portland ali metalurškega) in vode z dodatkom aluminijevega prahu. V procesu proizvodnje prihaja do tvorbe plinov, kateri pri strjevanju povzročajo poroznost ali luknjičavost in s tem manjšo prostorninsko maso.
Beton iz lahkih agregatov – npr. heraklit, ki je iz lesne volne in Sorelovega cementa. Ali pa Ksilolit, kjer magnezijev oksid pomešamo z lesnimi ostružki.
Enoznati beton je lahki beton, kjer uporabljamo kot agregat zrna enake velikosti in na ta način dosežemo nižjo gostoto.
Penasti beton – dobimo z dodatki penilcev, ki v kemijskem procesu povzročajo penjenje in s tem porozen gradbeni material v strjenem stanju.
(6 točk)
4. Klase betona ugotavljamo s preiskovanjem tlačne trdnosti potrebnega števila kock s stranico 15 cm po 28 dneh.
Preizkus se izvaja na tlačni stiskalnici $\sigma = F_t/S$.
(2 točki)
5. Adhezija predstavlja statično sodelovanje med betonom in jeklom v armiranem betonu.
Adhezijske sile med beton in jeklom so zelo močne in preprečujejo ločitev teh materialov- oz. izvlek armature iz armiranega betona.
(2 točki)

03. NARAVNI KAMEN

1. Predormine so nastale s prodiranjem magme skozi zemeljsko skorjo – z vulkani. Lava se je izlivala po površini in se pri tem ohlajala mnogo hitreje kakor pri globočinah.
(2 točki)
2. Porfirji, diabazi, bazalti. Vsi imajo porfirsko strukturo ali zlog, pri čemer so med manjšimi kristali vidni večji – vtrošniki, ki izhajajo iz globljih predelov magmatskega ohlajevanja.
(2 točki)
3. Minerali ali rudnine so naravne anorganske snovi, ki imajo neko kemijsko sestavo in kristalno zgradbo. Vsi minerali imajo naslednje skupne značilnosti:
- enotno ali homogeno sestavo,
 - naravni nastanek,
 - so del zemeljske skorje.
- (2 točki)

4.

Sito (mm)	Ostanek na situ (g)	Presevek skozi sito (g)	Presevek skozi sito (%)	Ostanek na situ (%)
63,0	0	12555	100,0	0
31,5	2278	10277	81,9	18,1
16,0	1988	8289	66,1	15,8
8,0	2592	5697	45,5	20,6
4,0	1922	3775	30,2	15,3
2,0	1489	2286	18,4	11,9
1,0	1183	1103	9,0	9,4
0,500	515	588	4,9	4,1
0,250	226	362	3,1	1,8
0,125	165	197	1,8	1,3
0,063	112	85	0,9	0,9
DNO	85	–	–	0,7

Frakcija agregata 8/16 je: 2592 g.

(10 točk)

04. VEZIVA

1. Anorganska veziva se delijo glede na način strjevanja v tri skupine:

- NEHIDRAVLICNA VEZIVA – ZRAČNA:
so tista, ki vežejo in se strjujejo samo na zraku (zračno apno, mavec, anhidrit, magnezitno vezivo ter ilovica in glina);
- HIDRAVLICNA VEZIVA:
so tista, ki vežejo vse v vodi in na zraku (hidravlično apno, cementi);
- AVTOKLAVNA VEZIVA:
so tista, ki vežejo pri ekstremnih tzmperaturah, pritiskih in agresivnem okolju.

(4 točke)

2. Ogljikovodikova ali organska veziva so na osnovi ogljikovodikov- katran in bitumen.

(2 točki)

3. Mavec je zračno vezivo.

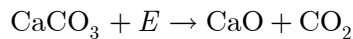
Uporaba:

- ŠTUKATURNI mavec
- MODELARSKI
- MAVEC ZA MALTE
- MAVČNI ESTRIH
- v poljedelstvu kot gnojilo
- v papirni industriji
- v industriji barvil
- v steklarstvu
- v kemijski industriji
- v medicini
- v gradbeništvu

(4 točke)

4.

a)



Apnenec, žgano apno, ogljikov dioksid.

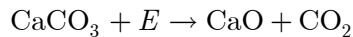
(2 točki)

b)

100,1 kg CaCO_3 56,1 kg CaO

140 kg CaCO_3 x

$$x = 56,1 \text{ kg} \cdot 140 \text{ kg} / 100,1 \text{ kg} = 78,4 \text{ kg CaO}$$



(2 točki)

c) Reakcija je endotermna, ker se energija za potek reakcije dovaja.

(2 točki)

05. LES, UMETNE MASE, BIOMATERIALI

1. V najsplošnejšem pomenu so kompoziti materiali iz več sestavin in imajo boljše lastnosti od posameznih sestavin. Tipični kompoziti so npr. vezani les, iverne plošče in beton. Glede na kemično sestavo je les naravni polimerni kompozit, sestavljen iz več polimerov: celuloze, hemiceluloze in lignina. Lahko si ga predstavljamo kot kompozit iz celic, ki jih medcelični sloj zleplja v lesno tkivo, ali pa kot kompozit iz lamel redkejšega kasnega lesa in gostejšega kasnega lesa.

(2 točki)

2. Lesovi se ločijo glede na botanični izvor (les iglavcev se bistveno loči od lesa listavcev). Variabilnost znotraj vrste je posledica spremenljivih rastnih pogojev, ki jih narekujejo podnebne razmere, naklon rastišča, lega, rodovitnost tal in »socialni« položaj, starost drevesa, poškodovanje, itd.

(2 točki)

3. Duroplastične mase oblikujemo tako, da predpolimerizirane izdelke med segrevanjem zamrežimo med seboj v visokomolekulske strukture.

Bakelit je zelo trden in odporen proti visokim temperaturam (320 °C). Za predelavo ga dobimo v obliki tablet ali prahu. Ker se da predelati le enkrat, ni mogoča reciklaža. Z dovodom toplote se molekule mrežasto prepletejo in material se utrdi.

(3 točke)

4. TERMOPLASTI

Dobimo jih s polimerizacijo raznih plinov – naftnih derivatov. V reaktorjih pri visokih pritiskih se spremenijo v kroglice – trdo stanje. Termoplaste lahko večkrat predelamo, ker se pri segrevanju omehčajo in postanejo plastično preoblikovani.

ELASTOPLASTI

So pri normalni temperaturi prostora elastični, z dodatnim pregrevanjem pa ne postanejo mehki, temveč začnejo razpadati. Dobimo jih s polimerizacijo raznih plinov – naftnih derivatov. V reaktorjih pri visokih pritiskih se spremenijo v kroglice – trdo stanje. Termoplaste lahko večkrat predelamo, ker se pri segrevanju omehčajo in postanejo plastično preoblikovani.

(4 točke)

5. Dandanes je vse bolj pomembno ekološko ravnanje in ekološka ozaveščenost, česar se zaveda večina ljudi.

Stanovanja, hiše, zaselki vasi in mesta so podoba našega sociokulturnega stanja – žalostna kultura žalostnih razmer. Cilj našega bivanja namreč ne določajo več socialni, zdravstveni, estetski in ekološki vidiki, ampak ekonomski računi in gola funkcionalnost. V tej brezdušnosti med gradbenimi materiali prevladujejo beton, steklo in umetne snovi, vrata in okna so bolj in bolj iz aluminija ali polivinilklorida, obloge iz sintetične barve, laki in impregnacijske snovi iz strupenih kemičnih sestavkov itd. Isto velja za notranjo opremo. Pomembno pa je, da se zavedamo, da je življenje v ekološkem okolju in gradnja z biomateriali boljše tudi za nas in ne samo za naše okolje. Biološke materiale oziroma bio-materiale so uporabljali že naši predniki, vendar se tega niso zavedali, saj so takrat poznali samo glino, lapor, kamen, slamo itd. Danes pod tem pojmom razumemo material, ki ustreza raznim kriterijem, kakršni sta:

- neoporečnost,
- biološka razgradljivost.

Potrebe po materialu so v gradbeništvu velikanske. Zato ni čudno, da se pojavljajo vedno novi materiali, o katerih pa navadno le malo vemo, kako vplivajo na človekovo počutje, zdravje in okolje. Zdravi gradbeni materiali, ki ob pridobivanju, pridelovanju in kot sestavni del hiše ne škodijo ljudem in okolju, morajo izpolnjevati naslednje zahteve:

- za njihovo izdelovanje in transport ni treba veliko energije,
- ne smejo oddajati strupenih plinov ali zdravju škodljivega prahu,
- morajo biti zelo malo radioaktivni,
- za njihovo izdelavo niso potrebne neobnovljive surovine,
- mogoče jih je znova uporabiti, tudi čez deset, dvajset ali sto let,
- ustrezati morajo drugim zdravstvenim in ekološkim zahtevam (npr. niso elektrostatični ali slabi toplotni in zvočni izolatorji),
- omogočena mora biti decentralizirana proizvodnja.
- morajo biti naravno razgradljivi,
- po končani funkciji ne smejo ogroziti okolja.

(5 točk)

MODUL LESARSTVO

01. GOZD IN DREVO

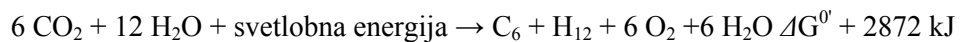
I.

1. Jesen, javor, bukev, smreka. Ena točka za dva pravilna odgovora. (2 točki)

2. V procesu fotosinteze drevo absorbira »toplogredni« ogljikov dvokis (CO₂) in ga spreminja iz plinaste oblike v trdno obliko v lesu. 1 točka
 Raba obnovljivega CO₂-nevtralnega lesa z nizko vsebnostjo »sive« energije ter z energijsko in naravi prijaznim življenjskim ciklom (LCA) znižuje raven CO₂ v ozračju. Izdelki iz lesa lahko še desetletja ali stoletja »skladiščijo« ogljik. 1 točka
(2 točki)

3. Fotosinteza je osnovni življenjski proces na Zemlji. Od fotoavtotrofov so neposredno ali posredno odvisne vse druge oblike življenja (avtotrofi, rastline, ki potrebujejo ogljikov dioksid kot edini vir ogljika: kopenske rastline in alge). Ves atmosferski kisik je »odpadni« produkt fotosinteze. Fotosinteza je praktično edina pot, s katero vstopa energija v biosfero. S fotosintezo je nastalo tudi fosilno gorivo, ki ga danes tako nekritično kurimo. 1 točka

Energija sončnega sevanja, ki jo v fotosintezo aktivnem delu spektra absorbirajo pigmenti, se pretvori v energijo kemičnih vezi. Med oksidativno cepitvijo vodnih molekul nastajata vodik in kisik (kot odpadni produkt). Vodik se nato prenese na ogljikov dioksid in ustali v obliki metastabilne ogljikove spojine. Ogljikov dioksid je le sprejemnik (akceptor) za vodik. Cepitev vodika od kisika je endergona reakcija, ki potrebuje prav toliko energije, kolikor se je sprosti pri tvorbi vode iz vodika in kisika.



Presenetljivo je, da kisik, ki ga rastlina kot odpadni produkt oddaja pri fotosintezi, ne izvira iz ogljikovega dioksida, temveč iz vode. 1 točka

Ogljikovi atomi so v nenehnem kroženju med živimi organizmi in okoljem. Atomi, ki so »trenutno« v našem telesu, so bili v zemeljski zgodovini nešteto krat uporabljeni v drugih molekulah. CO₂, ki je morda pred desetletjem nastal ob gorenju lesa, je s fotosintezo in asimilacijo postal del poljščine in po zaužitju del našega telesa itd. itd. CO₂ se vrača v atmosfero z respiracijo živih organizmov ali z gorenjem.

(2 točki)

II.

1. Lubje – odmrla skorja: mehanska, termična in biocidna zaščita sekundarnega floema (živa skorja, »ličje«)
 Ličje – živi del skorje prevaja in skladišči asimilate. 1 točka
 Kambij – sekundarni lateralni meristem/tvorno tkivo, ki navznoter z delitvijo proizvaja celice sek. ksilema (= lesa), navzven pa celice sek. floema (= ličja), ki je del skorje. 1 točka
 Les – centripetalni derivat kambija – mehansko, prevajalno in založno tkivo.
 Beljava – zunanji del debla, ki vsebuje žive parenhimske celice. Prevaja vodo iz koreninskega sistema v krošnjo ter prevaja in skladišči organske snovi. Pri venčasto poroznih vrstah jo delimo v prevodni in skladiščni del.

Jedrovina je notranji del debla brez živih parenhimskih celic. Jedrovinske snovi, ki inkrustirajo celične stene, so bolj ali manj strupene, zato je jedrovina naravno odpornejša od beljave. Črnjava je obarvana jedrovina. 1 točka
(3 točke)

2. Sonaravno pomeni ekosistemsko, ko gospodarimo z gozdom celovito z vsemi sestavinami gozdnega ekosistema, ki vključuje vse žive organizme (rastline, živali, mikrobe) in njihovo neživo okolje (pri gozdu podnebje in tla). »Zdržno« pomeni, da »trajno« vzdržujemo gozd in njegovo biološko raznoterost (»biodiverzitetu«) ter njegove ekonomske in neekonomske funkcije. »Multifunkcijsko« pomeni, da hkrati in seveda zdržno ohranjamo ekološke, socialne, ekonomske, kulturne in duhovne vrednote gozda. Vsak pojem 1 točka.
(3 točke)

III.

1. Z oceno življenjskega cikla materiala, izdelkov in zgradb želimo količinsko ovrednotiti vpliv njihovega pridobivanja, obdelave, rabe in deponije od »zibelke do groba«, tj. njihove splošne okoljske »prijaznosti« in energijske varčnosti.

Pridobivanje lesa v gozdu zahteva le pribl. 1 % energije, ki jo vsebuje les. Upošteva celoten življenjski cikel, je treba npr. za izdelavo lesenih hiš in pohištva manj energije, kakor jo dobimo s kurjenjem ostankov, nastalih med proizvodnim procesom ali z uporabo celotne v lesu vsebovane energije, ki jo pridobimo na koncu življenjskega cikla. Še več, les je material z vsaj dvema ali tremi uporabnostnimi cikli: (1) najprej ga uporabimo kot izdelek (gradbeni les, pohištvo, plošče), (2) nato kot material v reciklirnem procesu (lesne plošče, papir) in (3) slednjič za pridobivanje energije. Veliko materialov konkurira lesu: PVC ali aluminij za okna, steklo in beton za večje zgradbe, zidaki za stene, kovina in plastika za pohištvo. Ne da se zanikati nekaterih tehničnih prednosti teh materialov, vendar je njihovo energijsko in okoljsko ravnovesje, temelječe na LCA-kriterijih, dramatično slabše v primerjavi z lesom in lesnimi tvorivi. Les potrebuje le malo energije za pridobivanje, predelavo in obdelavo v primerjavi z drugimi tvorivi in gradivi, zato je LCA-profil lesnih proizvodov izrazita prednost. Predelava in obdelava lesa ima poleg nizke porabe energije jasne prednosti glede okoljskih kazalnikov kakršni so acidifikacija, tvorba ozona, toksičnostni potencial, predvsem glede globalnega segrevanja.

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. Z LCA lahko stvarno ocenimo okoljsko »prijaznost«, škodljivost in energijsko potratnost uporabljenih materialov ter prepoznamo komponente, pri katerih je mogoče izvesti nujne okoljske »popravke«. LCA je zato pomemben instrument za optimiranje izdelka oz. zgradbe v ekonomskem in ekološkem pogledu. LCA je 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.

(2 točki)

2. Kompeticijski – 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.

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 po tem, ko je odslužil, ob pridobitvi energije neškodljivo vrnemo v ogljikov cikel.

(2 točki)

02. BIOLOGIJA LESA, LES

I.

1. Z delitvijo dela oz. specializacijo med evolucijo 1 točka
postaja zgradba lesa vse bolj celovita. Pri evolucijsko primitivnih iglavcih traheide opravljajo hkrati mehansko in prevajalno funkcijo. Pri evolucijsko najbolj naprednih listavcih (npr. jesen) najbolj specializirana vlakna (libriformska vlakna) z zakrnelimi pknjami in debelimi stenami opravljajo izključno mehansko oporno funkcijo, medtem ko široke traheje s tankimi stenami opravljajo izključno prevajalno funkcijo. Evolucijski razvoj lesa se kaže v delitvi dela, ki sloni na tkivnem razlikovanju. 1 točka
(2 točki)
2. Osnovno tkivo lesa predstavljajo vlakna: traheide pri iglavcih in pri listavcih – odvisno od dosežene evolucijske stopnje – traheide, vlaknaste traheide in libriformska vlakna. Osnovno tkivo služi predvsem mehanski trdnosti (debele stene, ozki lumni). Iglavci in listavci imajo še radialni parenhim (trakovi) in aksialni parenhim. V osnovnem vlaknenem tkivu so pri listavcih vključene traheje (»vodovodne cevi«), zato je njihova zgradba celovitejša od zgradbe iglavcev.) Tkiva in opis iglavcev, 2 točki, listavcev 2 točki.

(4 točke)

II.

1. Les hitro rastočih iglavcev ima široke branike z majhnim deležem gostejšega kasnega lesa: nižja gostota – manj trden in trd je les. 1 točka
Les hitro rastočih venčasto poroznih listavcev ima širše branike in večji delež gostejšega kasnega lesa: višja gostota – trdnejši in trd je les. 1 točka
Pri difuzno poroznih vrstah hitrost priraščanja ne vpliva na delež kasnega lesa in zato tudi ne na lesne lastnosti. 1 točka
(3 točke)
2. Veja v deblu.
(1 točka)
3. Dokler je veja živa, so njena tkiva zrasla s tkivom debla. Rezultat: »zrasla« grča. Ko veja odmre, vejna tkiva nimajo stika z debelnimi tkivi – debla vejo s skorjo vred le obrašča. Rezultat: »izpadna« grča.
(1 točka)
4. Po naravni poti veja pred odmrtnjem dlje časa (tudi več desetletij) hira. Pri iglavcih se v spodnjem delu veje nabira smola, kar zatesni meso kasnejšega odloma mrtve veje. S smolo zaščiteni štelci še dolgo časa ostanejo na deblu in so vir izpadnih grč. Pri listavcih pa v fazi odmiranja veje nastane tik ob deblu pribl. do 5 mm debela otiljena in s polifenoli prepojena »zaščitna plast«, ki zaščiti odlomljeno mesto pred vdorom zraka in okužbo.)
(1 točka)

III.

1. Aktivno usmerjevalno tkivo, ki se pri iglavcih odlaga na spodnji strani debla (»kompresijski« les) in pri listavcih na zgornji strani (»tenzijski« les). Zaradi specifične anatomske zgradbe omogočata krivljenje debla navzgor, tj. v negativni geotropski položaj.) (1 točka)
2. Omogoča vzravnavo nagnjenih debel; na lokaciji tvorbe reakcijskega tkiva se močno poveča kambijeva delitvena aktivnost – letne prirastne plasti/branike so zelo široke in deblo je na tem mestu ekscentrično in ukrivljeno. Krivljenje tudi več ton težkih debel poteka počasi in temelji na mehanskem delovanju tisočih vlaken, olajšuje pa ga viskoelastična narava lesa. (1 točka)
3. Tenzijska vlakna vsebujejo zelo žilav želatinski G-sloj, ki ga rezilo praviloma ne odreže, temveč iztrga iz površine (»volnatost«). Tenzijski les se krči nekajkrat bolj od normalnega lesa. Ker se pojavlja le sporadično (na krivinah), med sušenjem povzroča veženje in pokanje lesa. Za vrednejše rabe ga je treba predhodno izločiti.) (1 točka)
4. S preprečevanjem enostranske osvetlitve krošnje pri poseku in s tem nastanka asimetrične krošnje. Ne more pa ga preprečiti na strmih pobočjih, kjer so krošnje na spodnji strani daljše, močneje osvetljene in zato asimetrične, ali pa v območjih s stalnimi vetrovi – burja na krasu.) (1 točka)

03. GOSTOTA IN VODA V LESU

I.

$$1. \rho_{12...15} = \frac{m_{12...15}}{V_{12...15}}$$

$\rho_{12...15}$ pomeni gostoto *zračno suhega* lesa, tj. pri lesni vlažnosti, ki je v ravnovesju s prevladujočo »zunanjo« v Srednji Evropi. »Zračna suhost« je relativen pojem: v tropih je višja, v sušnem podnebnju pa nižja.)

(2 točki)

$$2. \rho_0 = \frac{m_0}{V_0}$$

ρ_0 je gostota »absolutno« suhega lesa, natančneje *sušilnično* suhega lesa, tj. osušenega v laboratorijskem sušilniku, ki pa vsebuje še nekaj desetink odstotka vlage. Ob gostoti moramo vselej notirati vlažnost, pri kateri je bila določena. Lesna vlažnost v higroskopskem območju, tj. od absolutne suhosti do točke nasičenja celičnih sten, bistveno vpliva na gostoto.)

(2 točki)

$$3. R = \frac{m_0}{V_{\text{maks}}}$$

Osnovna ali bazna gostota R predstavlja količnik med maso absolutno suhega lesa in maksimalnim volumnom, ki ga ima svež les, ali natančneje, ki ga ima les, katerega vlažnost je enaka vsaj TNCS (tj. $U \approx 30\%$). Takšne gostote ni težko določiti.

(1 točka)

4. Predstavlja količino absolutne suhe lesne snovi v svežem lesu.

(1 točka)

II.

1. Napojitvena vlažnost se izračuna, upoštevaje volumen por.

$$\text{Bukovina } U_{\text{maks}} = U_{\text{TNCS}} + \left(\frac{1500 - \rho_0}{1,5 \cdot \rho_0 \cdot 10^{-2}} \right) (\%) = 30 + \left(\frac{1500 - 680}{1,5 \cdot 680 \cdot 10^{-2}} \right) = 110 \% \dots 1 \text{ točka}$$

$$\text{Balzovina } U_{\text{maks}} = U_{\text{TNCS}} + \left(\frac{1500 - \rho_0}{1,5 \cdot \rho_0 \cdot 10^{-2}} \right) (\%) = 30 + \left(\frac{1500 - 150}{1,5 \cdot 150 \cdot 10^{-2}} \right) = 630 \% \dots 1 \text{ točka}$$

(2 točki)

2. Bukovina $c = 100 \% - \left(\frac{100 \cdot \rho_0}{\rho_{\xi}} \right) [\%] = 100 \% - \left(\frac{100 \cdot 680}{1500} \right) [\%] = 55 \% \dots 1 \text{ točka}$

Balzovina $c = 100 \% - \left(\frac{100 \cdot 150}{1500} \right) [\%] = 90 \% \dots 1 \text{ točka}$

(2 točki)

3. Maksimalne dimenzije doseže les pri točki nasičenja celičnih sten, TNCS, tj. pri vlažnosti $U \approx 30 \%$; tedaj je celična stena nasičena in ne more več sprejemati vode. Pojasnilo: pri krčenju in nabrekanju lesa se krčijo in nabrekajo le celične stene, celične votline (lumni) ostajajo skoraj nespremenjene.

(1 točka)

4. Trdnost in trdota z gostoto naraščata.

(1 točka)

III.

1. Z naraščanjem lesne vlažnosti se povečujeta masa in volumen. 1 točka
Pri točki nasičenja celičnih sten (TNCS), t.j. pri pribl. $U = 30 \%$, se nabrekanje lesa ustavi, medtem ko se masa lesa povečuje še naprej. Načelno gostota lesa ρ do TNCS počasi narašča, nad njo pa hitreje. 1 točka

(2 točki)

2. Da bi obrazložili zvezo med vlažnostjo in relativno gostoto, moramo predvsem definirati pogoje, pri katerih sta bili izmerjeni masa lesa in volumen. Z naraščanjem vlažnosti ostaja masa nespremenjena (po dogovoru), volumen lesa pa se povečuje do TNCS, nato ostane konstanten. Relativna gostota zato do TNCS pada, nato pa ostane konstantna (in minimalna).

(2 točki)

04. FIZIKALNE LASTNOSTI LESA

I.

1. Kurilna vrednost lesa je količina toplote, ki se sprosti pri sežigu. *(1 točka)*
2. Pri sežigu mokrega lesa se del toplote »izgubi« oz. porabi za izparevanje vode iz lesa. *(1 točka)*
3. Izraža količino toplote v J, ki se pri temperaturni razliki 1 K (= 1 °C) transportira skozi prerez 1m² na razdaljo 1 m (W/mK). *(2 točki)*
4. Les vpija nizke in srednje tone ter vpliva na akustičnost prostora. *(1 točka)*
5. Je les, ki krepi zvočno valovanje. *(1 točka)*

II.

1. Ozke, enakomerne branike, nastale v kratkih rastnih dobah na nerodovitnih tleh v gorah; brez napak. *(1 točka)*
2. Za izdelavo glasbil. *(1 točka)*
3. Gorska smrekovina s Pokljuke in Jelovice in gorska javorovina z rebrasto teksturo. *(1 točka)*
4. Vzrok leži v visokem deležu por. *(1 točka)*
5. Talne, stenske obloge, podstavki za posodo, ročaji, kuhalnice ...; v gradbeništvu, kot konstrukcijski in izolacijski material. *(1 točka)*
6. Da, vendar je ta močno odvisna od gostote oz. deleža por. *(1 točka)*

III.

1. Električna upornost lesa je močno odvisna od vlažnosti lesa v higroskopskem območju. 1 točka
V absolutno suhem lesu je električna upornost 10⁶ - do 10¹² -krat večja kakor v lesu pri vlažnosti točke nasičenja celičnih sten. 1 točka
Povečanje lesne vlažnosti nad TNCS ne vpliva bistveno na električno upornost. Na teh dejstvih temelji delovanje električnega uporabnega merilnika, pri čemer upoštevamo, da električna upornost lesa ni odvisna samo od lesne vlažnosti, ampak tudi od smeri vlaken, temperature in akcesornih snovi, značilnih za posamezne lesne vrste. 1 točka *(3 točke)*
2. Smer lesnih vlaken, temperatura lesa, akcesorne sestavine. *(1 točka)*

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

I.

1. Materiali oz. 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 vezi.
(2 točki)
2. Prednosti npr. dimenzij ne omejujejo dimenzije drevesa, zmanjšanje anizotropnosti in variabilnost lesnih lastnosti, možnost uporabe manjvrednega lesa, večja dimenzijska stabilnost; slabosti: les nima več dekorativnih lastnosti »masivnega« lesa, vsebuje pa tudi nelesne snovi (lepila).
(2 točki)
3. Posamezni furnirji v vezani plošči so zlepljeni (vezani) pod pravim kotom, tako da z zanemarljivim vzdolžnim skrčkom (nekaj desetink %!) »zapremo« velik tangencialni skrček. Po debelini plošče »zaviralnega« učinka seveda ni, vendar je v tej smeri zaradi majhne debeline skrček zanemarljiv.
(1 točka)
4. Večja požarna varnost, estetski videz, vzdrževanje, trajnost, okoljska prijaznost.
(1 točka)

II.

1. Tekstura je značilni videz lesnega prereza kot izraz zgradbe/strukture lesa, rasti in različne obarvanosti lesnega tkiva.)
(1 točka)
2. Smrekovina je rdečkastobela, s svilnatim leskom in vonjem po smoli. Gostota je komaj opazna s prostim očesom. Pogosti smolni žepi eljava se komajda loči od neobarvane jedrovine. Branike so razločne, prehod iz ranega v markanten kasni les je postopen. Smolni kanali pretežno v kasnem lesu. Gostota $\rho_{12...15} = 450 \text{ kg/m}^3$. Ožje so branike, večji je delež kasnega lesa, višja je gostota in večja je trdnost. Na splošno je smrekovina mehka, srednje trdna in žilava. Suši se lahko, brez pokanja in veženja ter je po sušenju dimenzijsko stabilna. Les ni trajen in se težko impregnira. Priporoča se konstrukcijska zaščita. Lahko se obdeluje, prav tako žebnja, vijači, lepi in površinsko obdeluje. Smrekovina je vsestransko uporabna: za gradbeni les (žaganice, četrtaki), za drogo, opaž, pohištvo, stropne in stenske obloge, stopnice, sredice, luščeni furnir, vezani les, vžigalice, v kolarstvu, za papir, lesno volno itd. Enakomerno in počasi rasla smrekovina z višjih leg, z manjšim deležem kasnega lesa, priložnostno z vboklimi branikami (smreka »leščarka«) brez kakršnihkoli napak (kompresijski les, grče, smolni žepi), nenadkriljiv material za pokrove godal (tonski, zvenski ali »resonančni« les).
Odvisno od širine branik oz. hitrosti rasti ima smrekovina elastičnostni modul do $12\,000 \text{ N/mm}^2$ in upogibno trdnost aksialno do 80 N/mm^2 .) Vsaka lastnost 1 točka.
(5 točk)

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. Les si lahko predstavljamo zgraje iz amorfne 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 tudi vlago, prazne prostore, akcesorne sestavine (pri lesnih tvorivih). Eno dejstvo – ena točka.

(3 točke)