

# MATERIALI

**MODUL LESARSTVO**

**MODUL GRADBENIŠTVO**

**Predmetni izpitni katalog za splošno maturo** ■

---

Predmetni izpitni katalog se uporablja od spomladanskega roka **2007**, dokler ni določen novi. Veljavnost kataloga za leto, v katerem bo kandidat opravljal maturo, je navedena v Maturitetnem izpitnem katalogu za splošno maturo za tisto leto.



ric

Državni izpitni center



# VSEBINA

1. Uvod	5
2. Izpitni cilji	6
3. Zgradba in vrednotenje izpita	7
3.1 Shema izpita	7
3.2 Tipi nalog in vrednotenje	7
4. Izpitne vsebine – splošni del	9
5. Izpitne vsebine – modul	13
5.1 Modul lesarstvo	13
5.2 Modul gradbeništvo	20
6. Kandidati s posebnimi potrebami	27
7. Primeri izpitnih nalog	28
8. Literatura	32



# 1. UVOD

Predmetni izpitni katalog za splošno maturo v programu tehniške gimnazije je namenjen dijakom, ki so se odločili za materiale kot izbirni predmet na splošni maturi. Dijaki opravljajo maturo iz tistega modula, ki so ga poslušali v času šolanja na tehniški gimnaziji. V katalogu so prikazani izpitni cilji, zgradba in vrednotenje izpita, izpitne vsebine in literatura.

Preverjanje temelji na poznavanju dejstev in pojmov, na njihovem razumevanju in uporabi.

## 2. IZPITNI CILJI

Kandidat:

- zna pojasniti skupne osnove, potrebne za razumevanje lastnosti materialov;
- našteje glavne skupine materialov in napove njihove najpomembnejše lastnosti na podlagi njihove zgradbe;
- oceni prednost posameznih materialov z vidika življenjskega cikla materiala (LCA);
- povezuje temeljno strokovno znanje z vsakdanjimi izkušnjami;
- uporablja različne informacije in jih kritično analizira;
- prepozna in analizira dejavnike, ki vplivajo na okolje.

## 3. ZGRADBA IN VREDNOTENJE IZPITA

### 3.1 SHEMA IZPITA

#### ■ Pisni del

Izpitna pola	Čas reševanja	Delež pri oceni	Ocenjevanje	Pripomočki
1	90 minut	40 %	Zunanje	Nalivno pero ali kemični svinčnik, svinčnik, radirka,
2	90 minut	40 %	Zunanje	šilček, ravnilo, računalno, periodni sistem

#### Seminarska naloga

20 % Notranje

### 3.2 TIPI NALOG IN VREDNOTENJE

Izpitna pola	Tipi nalog	Vrednotenje
1	8 kratkih strukturiranih nalog 50 % nalog – vprašanj se uvršča v 1. kognitivno stopnjo 50 % nalog – vprašanj se uvršča v 2. kognitivno stopnjo  2 strukturirani – računski nalogi Uvrščata se v 2. in 3. kognitivno stopnjo	Vsaka naloga je ovrednotena s 5 točkami     Vsaka naloga je ovrednotena z 20 točkami
2	5 strukturiranih nalog 40 % nalog – vprašanj se uvršča v 1. kognitivno stopnjo – K1 40 % nalog – vprašanj se uvršča v 2. kognitivno stopnjo – K2 20 % nalog – vprašanj se uvršča v 3. kognitivno stopnjo – K3	Vsaka naloga je ovrednotena s 16 točkami

## ■ Seminariska naloga

Ocena seminariske naloge: notranjo oceno oblikuje učitelj na podlagi meril za ocenjevanje seminariske naloge. Ocena pomeni 20 % celotne ocene na splošni maturi.

Seminariska naloga obsega:

1. definiranje problema – teme,
2. teoretične osnove,
3. obdelavo problema, izvedbo eksperimenta,
4. sklep, komentar, rezultat,
5. zagovor.

### OCENJEVALNA SHEMA, MERILA OCENJEVANJA

<b>1. definiranje problema – teme</b> (max. 10 točk)	2 točki Ves čas potrebuje vodenje	4 točke Večji del časa potrebuje vodenje	6 točk Samostojen, a pogosta opozorila na napake	8 točk Samostojen, potrebuje občasno usmerjanje	10 točk Celovito, samostojno
<b>2. Teoretične osnove</b> (max. 20 točk)	4 točke Ves čas potrebuje vodenje	8 točk Večji del časa potrebuje vodenje	12 točk Samostojen, a pogosta opozorila na napake	16 točk Samostojen, potrebuje občasno usmerjanje	20 točk Obdelava celovita in samostojna
<b>3. Obdelava problema, izvedba eksperimenta</b> (max. 20 točk)	4 točke Ves čas potrebuje vodenje	8 točk Večji del časa potrebuje vodenje	12 točk Samostojen, a pogosta opozorila na napake	16 točk Samostojen, potrebuje občasno usmerjanje	20 točk Obdelava celovita in samostojna
<b>4. sklep, komentar, rezultat</b> (max. 10 točk)	2 točki Razlage ni oziroma razloži le, če ga vodimo	4 točke Sklep je povezan z opravljenim delom	6 točk Komentar – sklep ni vedno ustrezen	8 točk Ustrezen sklep, komentar, zna razložiti vpliv napak na rezultat	10 točk Obdelava celovita in samostojna, samostojna opažanja poveže s teoretičnim znanjem
<b>5. zagovor</b> (max. 40 točk)	8 točk Branje	16 točk Večinoma si pomaga z zapiski	24 točk Celovit, vendar ga za jasno predstavitev usmerjamo z vprašanji	32 točk Samostojen, zanimiv, jasen	40 točk Samostojen, zanimiv, uporablja predstavitvene tehnike
<b>SKUPAJ</b> (max. 100 točk)					



## 4. IZPITNE VSEBINE – SPLOŠNI DEL (vsi dijaki, ne glede na modul)

### 1. OSNOVNI POJMI MATERIALOV

#### ■ VSEBINA, POJMI

#### ■ CILJI

Kandidat:

- razloži pojem material,
- našteje glavne skupine materialov in njihov pomen ter rabo,
- opredeli znanost o materialih in inženirstvo.

### 2. NOTRANJA ZGRADBA MATERIALOV

#### ■ VSEBINA, POJMI

#### ■ CILJI

Kandidat:

#### 2.1 VEZI MED ATOMI

- razlikuje med ionsko, kovalentno in kovinsko vezjo,
- ve, kako je vrsta vezi med atomi odvisna od lege elementov v periodnem sistemu,
- ve, kaj so Van der Waalove vezi, zna opredeliti vrste privlačnih sil med molekulami in zna razložiti nastanek vodikove vezi,
- opredeli ionski kristal (npr. NaCl), kovalentni kristal (npr. diamant, kremen) in kovinski kristal (npr. baker, železo).

#### 2.2 KRISTALNA ZGRADBA MATERIALOV

- opredeli in opiše periodičnost notranje zgradbe materialov, zlog atomov, dolgi in kratki red,
- loči amorfno in kristalno zgradbo,
- opredeli pojme kristalna mreža, osnovna celica in koordinacijsko število,
- poimenuje kristalne sisteme na danih skicah Bravaisovih mrež,
- določi povezavo med atomi in (geometrijo) kristalno mrežo (osnovne celice) in zna izračunati ustrezne medsebojne korelacije pri kubični kristalni mreži,
- opredeli pojav polimorfizma (alotropije) in zna naštet primere polimorfizma.

#### 2.3 NAPAKE V KRISTALNI ZGRADBI

- našteje in opiše osnovne skupine napak v kristalni zgradbi: točkaste, črtne (linijske), dvodimenzionalne in tridimenzionalne,
- prepozna in opredeli vrsto točkaste napake: praznina, intersticijski atom, substitucijski atom, Frenklov defekt, Schotkyjev defekt.

## 2.4 DEFORMACIJA MATERIALOV

- pozna osnovne značilnosti elastične in plastične deformacije in opiše značilnosti viskoelastične deformacije,
- našteje in opiše preizkušanje mehanskih lastnosti materialov; natezni preizkus, merjenje trdote po Brinellu, udarni preizkus – Charpy, metodo razenja,
- nariše in opiše natezni napetostno-deformacijski diagram,
- definira Youngov modul elastičnosti,
- izračuna specifične raztezke pri nategu materiala in kontrakcije oziroma zožitve prereza,
- izračuna povezave med obremenitvijo – silo, napetostmi v materialu glede na dani prerez in raztezki.

## 3. ZGRADBA, LASTNOSTI, RABA, PREIZKUŠANJE, PROPADANJE, ZAŠČITA IN RECIKLIRANJE MATERIALOV

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Kandidat:

### 3.1 KOVINE

#### 3.1.1 Kovine in njihove lastnosti

- definira najpomembnejše mehanske, fizikalne in tehnološke lastnosti kovin (gostota, trdnost, žilavost, trdota, kovnost, prevodnost).

#### 3.1.2 Kovine in zlitine

- razlikuje med čisto kovino in zlitino.

#### 3.1.3 Jekla

- definira jeklo (zgradba, lastnosti, pridobivanje, uporaba).

#### 3.1.4 Barvne kovine

- pozna vrste barvnih kovin in njihove lastnosti ter način pridobivanja.

### 3.2 POLIMERI

#### 3.2.1 Značilne lastnosti in področja uporabe polimerov

- pozna prednosti in pomanjkljivosti polimerov v primerjavi z drugimi materiali, na primer kovinami.

#### 3.2.2 Ekologija polimerov, ponovna uporaba polimerov, smeri razvoja polimerov v prihodnosti

- opiše vpliv polimerov na okolje,
- razloži, zakaj je pomembna reciklaža polimerov.

### 3.3 ANORGANSKI NEKOVINSKI MATERIALI

#### 3.3.1 Keramični materiali

*Kemijska sestava keramičnih materialov*

- navede skupine keramičnih materialov glede na kemijsko sestavo.

*Lastnosti keramičnih materialov*

*Kemijske lastnosti*

- pozna visoko kemijsko odpornost keramičnih materialov.

*Fizikalne lastnosti*

- pozna slabo toplotno prevodnost keramičnih materialov in zna navesti njihovo uporabo.

*Mehanske lastnosti*

- ve, da imajo keramični materiali nizko natezno trdnost in visoko tlačno trdnost,
- razume, da imajo keramični materiali nizko upogibno trdnost.

*Klasična in sodobna tehnična keramika*

*Definicija klasične in sodobne tehnične keramike*

- pozna razliko med klasično in sodobno tehnično keramiko in zna navesti primere.

*Surovine za proizvodnjo klasične keramike*

- opiše surovine za proizvodnjo klasične keramike.

*Izdelki klasične keramike*

- navede nekaj najbolj znanih izdelkov klasične keramike.

*Izdelki sodobne tehnične keramike*

- navede nekaj izdelkov sodobne tehnične keramike in mesto njihove uporabe.

#### 3.3.2 Steklo

- našteje osnovne surovine,
- opiše sestavo stekla,
- razloži postopek pridobivanja stekla.

### 3.4 LES

3.4.1 Les kot naravni polimerni material in kompozit, zgradba lesa

- loči zelinate rastline (zelize) od lesnih rastlin,
- definira pojma les in skorja,
- razloži pojme kambij, letni prirastni plašč, letnica, branika; rani in kasni les,
- opiše zgradbo lesa kot kompleksa več tkiv z različnimi funkcijami,
- opiše "masivni" les kot naravni kompozit iz vlaken, povezanih z ligninskim vezivom (matrico),
- navede razloge za veliko variabilnost zgradbe lesa in njegovih lastnosti.

3.4.2 Les kot higroskopen, nehomogeni in anizotropni material

- razloži pojem higroskopen in njene posledice (nabrekanje in krčenje lesa),
- razloži pojem anizotropija in jo opiše pri anizotropnem krčenju in nabrekanju lesa,
- razloži pomen ravnovesne vlažnosti in sušenja lesa.

3.4.3 Lesna tvoriva kot kompoziti, vrste lesnih kompozitov, papir: zgradba, lastnosti in raba

- opiše nekaj lesnih tvoriv, na primer vezani les, iverne in vlaknene plošče in papir,
- poveže zgradbo lesnih tvoriv z njihovimi lastnostmi.

#### 3.4.4 Les kot obnovljiv, ekološki material

- utemelji les kot okolju prijazen material.

#### 3.4.5 Gozd, najpogostejše drevesne vrste, vrste gospodarjenja z gozdom, sonaravno gospodarjenje z gozdom, načelo trajnosti, ekološki in socialni pomen gozda

- razloži načelo sonaravnega, trajnostnega in večnamenskega (multifunkcionalnega) gospodarjenja z gozdom,
- našteje najpomembnejše lesne vrste v Sloveniji in na kratko opiše njihove lastnosti in uporabnost.

### **3.5 NARAVNI KAMEN, VEZIVA, BETON**

#### 3.5.1 Nastanek kamnin in vrste

- razloži nastanek posameznih kamnin in jih opiše,
- definira pojma mineral in mineralna sestava,
- definira magmatske kamnine; loči prodornine in globočnine in imenuje vsaj dva predstavnika iz vsake skupine,
- definira sedimentne kamnine; loči posamezne vrste (mehanske, kemijske, biološke) in imenuje vsaj enega predstavnika iz vsake skupine,
- loči vezane in nevezane usedline in jih razloži na primerih (pesek – peščenjak, gramoz – konglomerat, krš – breča ...),
- definira metamorfne kamnine in razloži pojem preobrazbe (metamorfoze) ter imenuje vsaj dva predstavnika metamorfnih kamnin.

#### 3.5.2 Veziva

- našteje in na kratko definira posamezne vrste veziv (zračna, hidravlična, ogljikovodikova veziva),
- razloži način vezanja zračnih veziv, našteje glavne predstavnike (zračno apno, mavec, glina) in na kratko opiše lastnosti in uporabo zračnega apna,
- razloži način vezanja hidravličnih veziv, našteje glavne predstavnike (hidravlično apno, cementi) in na kratko opiše lastnosti in uporabo cementa,
- definira pojem ogljikovodikova veziva in našteje njihove predstavnike.

#### 3.5.3 Beton

- definira pojem beton in našteje njegove sestavine,
- razloži in opiše odvisnost kakovosti betona od posameznih sestavin: agregata, vode in cementa.

### 5.1 MODUL LESARSTVO

#### 1. GOZD – sonaravno, trajnostno in večnamensko gospodarjenje z gozdom

##### ■ VSEBINA, POJMI

##### ■ CILJI

#### 1.1 GOZD

Ekosistem, biotop, biocenoza, biom

#### 1.2 GOZDNI BIOMI NA PODLAGI KLIMATSKIH CON IN FIZIOGNOMIJE

Borealni gozdovi

Listopadni gozdovi zmernega pasu

Gozdovi iglavcev zmernega pasu

Mešani gozdovi

Vednozeleni gozdovi listavcev zmernega pasu

Vednozeleni in listopadni tropski gozdovi

#### 1.3 GOZD V SLOVENIJI

#### 1.4 NAJPOGOSTEJŠE DREVESNE VRSTE

Dendrološke značilnosti najpomembnejših drevesnih vrst

#### 1.5 EKOLOŠKI IN SOCIALNI POMEN GOZDA

#### 1.6 OGROŽENOST GOZDOV

#### 1.7 SODOBNO GOSPODARJENJE Z GOZDOVI

Trajnostno, večnamensko gospodarjenje z gozdom

Certificiranje ravnanja z gozdovi in označevanje

Kandidat:

- definira pojem gozd kot življenjsko združbo rastlin in živali z ustrežno klimo, tlemi in fiziognomijo.
- pri gozdu kot primeru razloži pojme ekosistem, biotop, biocenoza.
- opiše posamezne tipe gozdov.
- opiše glavne gozdne tipe v Sloveniji.
- opiše botanične značilnosti smreke, jelke, bukve in hrastov doba in gradna, črnike, belega in črnega gabra, javorjev in jesena.
- pozna funkcije gozda in njihov pomen.
- opiše učinke onesnaženega ozračja in mehanskih poškodovanj.
- razloži načelo sonaravnega, trajnostnega in večnamenskega (multifunkcionalnega) gospodarjenja z gozdom.
- opiše pomen certificiranja.

## 2. DREVO

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

#### 2.1 ZELIKE IN LESNE RASTLINE, KAMBIJ

Kandidat:

- razloži razliko med rastjo rastlin in živali,
- razloži pojem tvorno tkivo/meristem,
- razlikuje meristeme glede na relativni čas delovanje (primarni in sekundarni meristemi) in glede na mesto (vršni/apikalni in obstranski/lateralni),
- razloži razliko med zeliko in lesno rastlino in navede primere,
- opiše zgradbo in delovanje kambija in njegove derivate (les, ličje, skorja, lubje).

#### 2.2 LESNE RASTLINE: DREVO IN GRM

- našteje glavne značilnosti lesnih rastlin in definira pojma drevo in grm.

#### 2.3 ZGRADBA IN NASTANEK DEBLA

Letna prirastna plast, branika, rani in kasni les, letnica, dendrokronologija, staranje in ojedritev

- opiše rast lesne rastline,
- definira pojme.

#### 2.4 DREVO IN OKOLJE

Blagodejni učinek drevesa na okolje

- razloži vpliv drevesa na okolje.

## 3. LES

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

#### 3.1 LES KOT TKIVNI KOMPLEKS

Kandidat:

- našteje tkiva, ki sestavljajo les: osnovno vlakneno tkivo, prevajalno in založno tkivo in opiše njihovo vlogo.

#### 3.2 MAKROSKOPSKA, MIKROSKOPSKA IN SUBMIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA

- opiše zgradbo lesa na vseh treh ravneh.

#### 3.3 VARIABILNOST LESA

- našteje dejavnike variabilnosti in jih pojasni.

#### 3.4 LASTNOSTI LESA

- definira les kot rasli, naravni, heterogeni, anizotropni, higroskopi, viskoelastični in biološko razgradljivi material.

## 4. GOSTOTA IN POROZNOST LESA

### ■ VSEBINA, POJMI

Določitev gostote  
Gostota in raba lesa

### ■ CILJI

Kandidat:

- definira gostoto in relativno gostoto,
- opiše dejavnike, ki vplivajo na gostoto lesa,
- opiše vpliv vlažnosti na gostoto oziroma na maso in volumen,
- definira glavne vrste gostote:  
$$\rho_u = \frac{m_u}{V_u} \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$
Masa in volumen, izmerjena pri poljubni in isti vlažnosti  $u$ : definira gostoto pri zračni suhosti  $p$  12...15
- relativna gostota lesa – razmerje med definirano gostoto lesa in gostoto vode pri 4°:  $d = \frac{\rho_{lesa}}{\rho_{vode \text{ pri } 4^{\circ}C}}$
- osnovna gostota lesa  $R = \frac{m_0}{V_{max}} \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$
- določi poroznost lesa:  
$$V_{c.s.} = \frac{\rho_0}{1500} \cdot 100 (\%), V_{por} = 100 - V_{c.s.} (\%)$$
- opiše postopek določanja gostote,
- pojasni vpliv gostote lesa na njegovo uporabo.

## 5. VODA V LESU: HIGROSKOPNOST LESA, KRČENJE IN NABREKANJE

### ■ VSEBINA, POJMI

#### 5.1 LESNA VLAŽNOST

Lesna vlažnost  
Gravimetrično in električno določanje lesne vlažnosti  
Vlažnost svežega lesa

### ■ CILJI

Kandidat:

- definira relativno lesno vlažnost:  
$$U = \frac{m_{vode}}{m_0} \cdot 100\%$$
- opiše oba postopka določanja lesne vlažnosti, izračuna vlažnost lesa,
- pozna vlažnost svežega lesa in značilno razporeditev vlažnosti v živem drevesu pri različnih vrstah.
- definira pojem vezana – higroskopska voda,
- definira pojem prosta – kapilarna voda.
- definira pojem TNCS,
- razloži pomen TNCS za krčenje in nabrekanje lesa.

#### 5.2 VEZANA IN PROSTA VODA, TNCS

Pomen TNCS za rabo lesa – higroskopsko območje

### 5.3 RAVNOVESNA VLAŽNOST

Pomen ravnovesne vlažnosti za rabo lesa in lesnih izdelkov

- definira ravnovesno vlažnost lesa,
- zna uporabiti nomogram lesne ravnovesne vlažnosti.
- pojasni pomen ravnovesne vlažnosti za rabo lesa in lesnih izdelkov.

### 5.4 KRČENJE IN NABREKANJE LESA

Meritve

Izračun skrčka in nabreka

Sorpcijska histerezna zanka za les

Dejavniki, ki vplivajo na krčenje in nabrekanje

Dimenzijska stabilizacija lesa

- opiše postopek meritve.
- izračuna skrček in nabrek lesa.
- razloži, zakaj se vrednosti za krčenje in nabrekanje za isto spremembo vlažnosti razlikujeta.
- razloži pomen anizotropne zgradbe lesa in ekstraktivov na krčenje in nabrekanje lesa.
- našteje nekaj načinov dimenzijske stabilizacije: vezani les, polimerni les, površinska obdelava lesa.
- opiše pomen lesne vlažnosti za razvoj gliv in bakterij.
- razloži pojem varovalna vlažnost.

### 5.4 VLAŽNOST IN BIOLOŠKI RAZKROJ

Varovalna vlažnost

## 6. MEHANSKE LASTNOSTI

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

#### 6.1 SILA, NAPETOST, VRSTE NAPETOSTI, ELASTIČNI MODUL, MEJA PROPORCIONALNOSTI, TRDNOST

#### 6.2 TRDNOST

Natezna trdnost

Tlačna trdnost

Strižna trdnost

Upogibna trdnost

Kandidat:

- definira pojme.
- definira pojme.
- opiše načine določanja posameznih trdnosti.
- opredeli pomen anizotropije.

#### 6.3 CEPKOST, ŽILAVOST

#### 6.4 ELASTIČNOST

- definira pojma in opiše način testiranja.
- definira elastičnost,
- opiše elastični modul kot mero za togost.

#### 6.5 TRDOTA

- definira trdoto.
- opiše način določanja trdote lesa.

#### 6.6 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA MEHANSKE LASTNOSTI

- našteje glavne dejavnike (gostota, vlaga, zgradba, temperatura, trajanje obremenitve, napake v lesu, rast, anizotropija),
- razloži vpliv teh dejavnikov na mehanske lastnosti.



## 7. ZGODOVINA RABE LESA

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Kandidat:

- opiše rabo lesa skozi zgodovino.

## 8. BIOLOGIJA LESA

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Kandidat:

#### 8.1 EVOLUCIJA LESNIH RASTLIN

- skicira evolucijo in njene mejnike v razvoju lesnih rastlin.

#### 8.2 NASTANEK LESA

Zgradba kambija, vrste delitev, nastanek olesenele celične stene

- opiše zgradbo kambija, vrste delitev in nastanek olesenele celične stene.

#### 8.3 RAST DREVESA

Višinska in debelinska rast drevesa

- opiše višinsko in debelinsko rast.

Dejavniki, ki vplivajo na obliko debla

- opiše dejavnike, ki vplivajo na obliko debla.

#### 8.4 REAKCIJSKI LES

Aktivno usmerjevalno tkivo

- pozna vlogo aktivnega usmerjevalnega tkiva.

Anatomske posebnosti, vpliv na obdelavo, predelavo in rabo

- pozna anatomske posebnosti tega lesa in njihov vpliv na obdelavo, predelavo in rabo lesa.

#### 8.5 RASTNE NAPETOSTI IN NJIHOV VPLIV NA KVALITETO LESA

- opiše nastanek napetosti,
- opiše značilne učinke sproščanja rastnih napetosti.

#### 8.6 OJEDRITEV

- definira ojedritev kot genetsko fiksiran starostni pojav in ga loči od diskoloriranega lesa, ki ga sprožijo ranitve,
- razloži razliko med jedrovino in črnjavo.

#### 8.7 DISKOLORIRANI LES – ODZIV DREVESA NA POŠKODBE

- opiše nastanek diskoloriranega lesa, primer: rdeče srce bukve.

#### 8.8 TROHNOBE – BIOLOŠKI RAZKROJ ZARADI RASTLINSKIH ŠKODLJIVCEV

- našteje primere bele in rjave trohnobe in njihov videz, škodo in preprečevanje.

#### 8.9 ŽIVALSKI ŠKODLJIVCI – INSEKTI, ŠKOLJKE

- našteje primere, njihov videz, škodo in preprečevanje.

## 9. FIZIKALNE LASTNOSTI LESA

### ■ VSEBINA, POJMI

#### 9.1 GOSTOTA CELIČNE STENE IN GOSTOTA LESA KOT POROZNE SNOVI

#### 9.2 TRANSPORT VODE V LESU

Difuzija

Kapilarnost

#### 9.3 FIZIKALNE OSNOVE SUŠENJA LESA

Vpliv gostote, permeabilnosti in ojedritve na sušenje

#### 9.4 ELEKTRIČNE LASTNOSTI – ELEKTRIČNI MERILNIKI LESNE VLAŽNOSTI

#### 9.5 AKUSTIČNE LASTNOSTI

Konsonanca – resonanca

Absorpcija zvoka

Hitrost zvoka

Dušenje zvoka

#### 9.6 TOPLLOTNE LASTNOSTI

Dilatacija in kontrakcija

Toplotna prevodnost

Specifična toplota

Gorljivost lesa

Kurilna vrednost lesa

### ■ CILJI

Kandidat:

- loči gostoto celične stene oziroma lesne substance od gostote masivnega lesa kot porozne snovi.
- opiše oba procesa,
- poveže transport vezane vode z difuzijo in transport proste vode s kapilarnostjo.
- pozna vpliv dejavnikov na sušenje,
- pozna posebnosti sušenja posameznih drevesnih vrst.
- opiše zvezo med električno upornostjo in vlažnostjo.
- opiše pojme,
- pojasni rabo lesa v dvoranih in za glasbene inštrumente.
- definira pojme,
- pozna pomen lastnosti za rabo lesa.

## 10. MEHANSKE LASTNOSTI LESA

### ■ VSEBINA, POJMI

#### 10.1 LES KOT ELASTIČNI MATERIAL

Napetostno-deformacijski diagram

### ■ CILJI

Kandidat:

- skicira napetostno-deformacijski diagram,
- pojasni pojem elastični modul, meje proporcionalnosti in posebnosti mehanskega obnašanja lesa.

## 10.2 LES KOT VISKOELASTIČNI MATERIAL

Lezenje in popuščanje napetosti

- opiše pojma in njun praktični pomen.

## 10.3 TRDNOST

- definira natezno, tlačno, upogibno in strižno trdnost,
- razloži vpliv anizotropije lesa na trdnost,
- primerja les z izotropnimi lastnostmi.

## 10.4 VPLIV VLAGE NA MEHANSKE LASTNOSTI

- pozna vpliv vlage na elastičnost, zadržano elastičnost in viskozno deformacijo.

# 11. KVALITETA LESA

## ■ VSEBINA, POJMI

Dejavniki kvalitete lesa

## ■ CILJI

Kandidat:

- našteje dekorativne, mehanske in biološke dejavnike kvalitete lesa in jih ilustrira s posameznimi primeri (tekstura, rast, grče, obarvanost).

# 12. OPIS GLAVNIH KOMERCIALNIH VRST LESA

## ■ VSEBINA, POJMI

## ■ CILJI

Kandidat:

- pozna glavne komercialne vrste lesa in njihove značilnosti.

# 13. ZVEZA MED ZGRADBO, LASTNOSTMI IN RABO LESA

## ■ VSEBINA, POJMI

## ■ CILJI

Kandidat:

- opiše bistvene lastnosti lesa za posamezne rabe,
- zna navesti najprimernejše vrste lesa za posamezne rabe.

# 14. LESNA TVORIVA SISTEMATIKA

## ■ VSEBINA, POJMI

## ■ CILJI

Kandidat:

- opiše posamezna lesna tvoriva glede na stopnjo in način dezintegracije in ponovne sestave.

## **5.2. MODUL GRADBENIŠTVO**

### **1. KLASIFIKACIJA GRADBENIH MATERIALOV**

#### **■ VSEBINA, POJMI**

Osnovni pojmi

Razdelitev gradbenih materialov

#### **■ CILJI**

Kandidat razloži pojme:

- snov, surovina, dobrina, sekundarna surovina in gradivo.

Kandidat loči vrste materialov po:

- izvoru (naravni in umetni material),
- sestavi (anorganski in organski materiali),
- uporabi (konstrukcijski, vezivni, izolacijski, dekorativni ...).

### **2. LASTNOSTI GRADBENIH MATERIALOV**

#### **■ VSEBINA, POJMI**

Lastnosti materialov

#### **■ CILJI**

Kandidat zna opisati in razložiti naslednje lastnosti:

- kemijske,
- fizikalne,
- mehanske,
- tehnološke.

Kandidat zna opisati in definirati pojme:

- napetost,
- tlačna trdnost,
- natezna trdnost,
- upogibna trdnost,
- trdota,
- žilavost,
- elastičnost,
- plastičnost.

Kandidat pozna definicije in povezave za izračun naslednjih količin:

- gostota oziroma prostorninska masa,
- specifična teža.

Kandidat ve, kako se izračuna napetost oziroma trdnost v znanem elementu z znano zunanjo silo in z danimi karakteristikami elementa.

Kandidat pozna pojem varnostni količnik  $v$  in zna izračunati preprost primer ob poznavanju dopustne oziroma porušne napetosti  $\sigma_d$  in  $\sigma_p$ .

Kandidat opiše določitev volumna telesa nepravilne oblike.

Kandidat zna izračunati maso oziroma gostoto telesa (gradbenega elementa) prizmatične oblike različnih prereзов, če pozna njegove dimenzije in gostoto oziroma maso.

### 3. VODA

#### ■ VSEBINA, POJMI

Vrste voda

#### ■ CILJI

Kandidat našteje in pojasni:

- vrste voda v naravi (stoječe, tekoče in podzemne),
- razloži pojem erozija,
- pojasni pojma izvir in podtalnica ter vododržna plast.

Pojmi in najpomembnejše lastnosti

Kandidat razloži:

- pojma disperzija in raztopina,
- molekularno zgradbo vode,
- gostoto vode,
- trdoto vode,
- trojni diagram agregatnih stanj vode.

Voda v gradbeništvu

Kandidat razloži in opiše:

- uporabo vode kot surovine v proizvodnji betona.

### 4. NARAVNI KAMEN (kot gradbeni material)

#### ■ VSEBINA, POJMI

Nastanek kamnin

#### ■ CILJI

Kandidat:

- opiše vrste kamnin glede na nastanek (magmatske, sedimentne in metamorfne),
- opredeli predstavnike in karakteristike vseh skupin kamnin,
- loči kamnine po izvoru in obdelavi ter zrnivosti,
- opiše uporabo in zaščito kamnin v gradbeništvu.

Kameni agregat

- zna določiti (izračunati) krivuljo zrnivosti (granulometrijska analiza) kamenega agregata,
- opiše metodo določanja navzočnosti organskih snovi v kamenem agregatu,
- opredeli in razloži obliko zrn kamenega agregata,
- opiše določanje prostorninske mase zrn kamenega agregata.

## 5. GRADBENA KERAMIKA

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Kandidat:

- se seznani z zgodovino keramike,
- se seznani z vrstami keramike (sodobna, tehnična),
- spozna postopek proizvodnje opečnih izdelkov ter našteje in opiše faze v proizvodnji,
- opredeli uporabo gradbene keramike in drugih izdelkov iz keramike,
- zna opisati gradbene keramične – opečne izdelke (oblika, lastnosti idr.).

## 6. MINERALNA (ANORGANSKA) VEZIVA

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Kandidat:

Vrste veziv

- našteje vrste veziv (anorganska, ogljikovodikova in avtoklavna) in jih definira.

Zračna (nehidravlična) veziva

- opiše proizvodni postopek apna in njegovo uporabo (tudi kemijski zapis),
- opiše proizvodni postopek mavca in njegovo uporabo.

Hidravlična veziva

- opiše vrste teh veziv,
- opiše proizvodnjo in uporabo hidravličnega apna (z opredelitvijo hidravličnih faktorjev),
- opiše proizvodnjo in uporabo cementov.

## 7. OGLJIKOVODIKOVA (ORGANSKA) VEZIVA

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Kandidat:

- opiše surovine in postopke pridobivanja veziv (bitumna, katrana),
- razloži osnovne lastnosti posameznih vrst veziv (bitumna, katrana),
- opiše uporabnost v gradbeništvu,
- pojasni bistvene razlike v sestavi, lastnostih in uporabi (hidroizolacije, cestogradnja).

## 8. MALTE

### ■ VSEBINA, POJMI

Osnovni pojmi

Vrste malt

Lastnosti malte

### ■ CILJI

Kandidat:

- pozna definicijo malt.
- našteje osnovne vrste malt,
- določi komponente posameznih malt.
- opiše lastnosti malte (konsistenca, trdnost, odpornost na mraz, sprejemljivost s podlago).

## 9. PREISKAVE MATERIALOV

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Kandidat:

- našteje glavne vrste preiskav materialov,
- opiše napake pri meritvah (naključne in sistemske),
- opiše načine prikazovanja rezultatov in zna iz danih meritev izračunati srednjo vrednost in standardno deviacijo,
- opiše namen preiskav: dokazovanje kvalitete in kontrola proizvodnje.

## 10. BETONI in ARMIRANI BETONI

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Osnovni pojmi in sestava betona

Preverjanje tlačne trdnosti betona

Vrste betona

Kandidat:

- pozna definicijo betona in armiranega betona in bistveno razliko med njima,
- opredeli osnovne sestavine betonov in dodatke k njim,
- definira in zna določiti vodocementni faktor betona; definira in loči konsistence betona,
- definira in razloži pojem marka betona,
- našteje in razloži glavne vrste betona (beton, armirani beton in lahki beton).
- našteje postopke za preverjanje kvalitete betona (npr. tlačna trdnost – kaj je marka betona in določanje marke).
- opiše pojem lahki beton, katerega specifična prostorninska masa je manjša od  $2000 \text{ kg/m}^3$ ,
- opiše pojem prednapetega betona.

Armirani beton	<ul style="list-style-type: none"> <li>– opiše pojem armirani beton,</li> <li>– spozna vrste armature in njihov pomen (gladka, rebrasta, mrežna, Bi jeklo),</li> <li>– spozna pojem adhezija – sodelovanje: armatura + beton.</li> </ul>
Betonski izdelki	<ul style="list-style-type: none"> <li>– našteje najpomembnejše betonske izdelke.</li> </ul>

## 11. LES

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Gozdna ekologija, pomen gozda

Kandidat:

- opiše gozd kot ekosistem,
- našteje in opiše lastnosti lesa najpogostejših iglavcev in listavcev,
- utemelji pomen gozdov in lesa za Slovenijo,
- utemelji uporabnost lesa v gradbeništvu.

Struktura lesa

- pojasni higroskopičnost in oriše transport vode v živem drevesu ter transport proste (kapilarne) in vezane (higroskopske) vode v mrtvem lesu,
- pojasni in opiše makroskopsko in mikroskopsko strukturo lesa,
- definira fizikalne in mehanske lastnosti lesa (gostota, vlažnost, krčenje in nabrekanje, upogibna trdnost, tlačna trdnost),
- definira in izračuna vlažnost lesa,
- našteje napake v lesu in navede vzroke,
- našteje poglobitve postopke zaščite lesa.

## 12. KOVINE

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Črne (železne) kovine

Kandidat:

- razdeli vrste kovin v črne in barvne in pojasni klasifikacijo kovin,
- razloži kristalno strukturo kovin (kubični in heksagonalni sistem),
- opiše postopke pridobivanja kovin (Fe, Cu, Al),
- spozna kemične lastnosti (korozija).
- pozna vrste črnih kovin,
- pozna fizikalno-mehanske lastnosti (natezna trdnost, tlačna trdnost idr.),
- našteje in opiše zlitine črnih kovin in njihove lastnosti,
- pozna postopke preizkušanja kovin,



Barvne kovine

- opredeli uporabo v gradbeništvu,
- pozna označevanje vrst jekla (gradbena jekla).
- pozna vrste barvnih kovin,
- spozna fizikalno-mehanske lastnosti (natezna trdnost, tlačna trdnost idr.),
- našteje zlitine barvnih kovin in njihove lastnosti,
- pozna postopke preizkušanja kovin,
- opredeli uporabo in pomen v gradbeništvu.

## 13. GRADBENO STEKLO

### ■ VSEBINA, POJMI

Vrste stekla

Lastnosti gradbenega stekla in uporaba

### ■ CILJI

Kandidat:

- opiše postopek pridobivanja stekla in oblikovanja steklenih izdelkov,
- razloži namembnost uporabe posameznih vrst steklenih izdelkov glede na način oblikovanja,
- našteje in opiše vrste stekel: po sestavi (natrijevo, kalijevo, svinčevo, barvno, mlečno, opalno, jensko, varnostno, kremenovo, umetno, optično, vodno, kristalno, steklena volna, steklena pena),
- našteje in opiše vrste stekel steklenih gradbenih elementov: po načinu proizvodnje (ravno steklo, votlo steklo).
- opiše lastnosti gradbenih stekel: gostota, tališče, trdnost, trdota, temperaturna razteznost, temperaturna odpornost, optične lastnost stekla),
- našteje in opiše vrste in uporabo steklenih gradbenih elementov (strešniki, plošče, votlaki).

## 14. UMETNI MATERIALI

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

Kandidat:

- našteje in opiše vrste (polimeri: termoplasti, duroplasti, elastomer, silikoni, polysintetični materiali idr.),
- spozna strukture in lastnosti,
- spozna mehansko-kemijske lastnosti,
- spozna kemijsko obstojnost pomembnih umetnih snovi,
- razume staranje materialov,
- pozna sintetične malte in polimerne betone.

## 15. BARVE IN LAKI

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

---

Kandidat:

- našteje vrste barv, našteje in opiše: vodotopne barve, barve, topne v alkoholu, vodonetopne barve,
- opiše sestavo barv: pigmenti, polnila,
- opredeli barve in lake kot gradbeni material,
- razume pomen vpliva na okolje pri deponiranju ostankov barv in lakov.

## 16. BIOMATERIALI

### ■ VSEBINA, POJMI

### ■ CILJI

---

Kandidat:

- pozna pomen varstva okolja in izbire ustreznih materialov,
- razloži pomen prijaznega bivalnega okolja oziroma biohiše,
- našteje vrste biomaterialov,
- opiše lastnosti biomaterialov,
- pozna možnosti nadomeščanja klasičnih materialov z okolju prijaznejšimi.

Kandidati zna primerjalno analizirati uporabo klasičnih materialov in uporabo biomaterialov z vidika:

- bivalne kakovosti,
- varstva okolja,
- ekonomičnosti.

## 6. KANDIDATI S POSEBNIMI POTREBAMI

Zakon o maturi v 4. členu določa, da kandidati opravljajo maturo pod enakimi pogoji. Kandidatom s posebnimi potrebami, ki so bili usmerjeni v izobraževalne programe z odločbo o usmeritvi, v utemeljenih primerih pa tudi drugim kandidatom (poškodba, bolezen) se lahko glede na vrsto in stopnjo primanjkljaja, ovire oziroma motnje prilagodi način opravljanja mature in način ocenjevanja znanja.

Možne so naslednje prilagoditve:

1. opravljanje mature v dveh delih, v dveh zaporednih rokih;
2. podaljšanje časa opravljanja maturitetnega izpita (tudi odmorov, možno je več krajših odmorov);
3. prilagojena oblika izpitnega gradiva (npr. Braillova pisava, povečava, kjer je prevod vprašanj nemogoč, zapis izpitnega gradiva na disketi ...);
4. poseben prostor;
5. prilagojena delovna površina (dodatna osvetlitev, možnost dviga ...);
6. uporaba posebnih pripomočkov (Braillov pisalni stroj, ustrezna pisala, folije za pozitivno risanje ...);
7. izpit s pomočnikom (npr. pomočnik bralec ali pisar);
8. uporaba računalnika;
9. prirejeni ustni izpit in izpit slušnega razumevanja (oprostitev, branje z ustnic, prevajanje v znakovni jezik);
10. prilagoditev opravljanja praktičnega dela maturitetnega izpita (npr. prilagoditev opravljanja seminarske naloge, vaj);
11. prilagojen način ocenjevanja (npr. napake, ki so posledica kandidatove motnje, se ne upoštevajo, pri ocenjevanju zunanji ocenjevalci sodelujejo s strokovnjaki za komunikacijo s kandidati s posebnimi potrebami).

## 7. PRIMERI IZPITNIH NALOG

### Primer strukturirane naloge iz izpitne pole 1

1. Obravnavamo natezni preizkus vzorčne epruvete aluminijeve zlitine. Pri zapisu smo dobili vrednosti dolžine preizkušanca glede na izpostavljeni obremenitev – silo, prikazane v spodnji tabeli.

	Sila; $F$ (kN)	Dolžina; $l$ (mm)		Sila; $F$ (kN)	Dolžina; $l$ (mm)
1	0	50,00	6	25	50,15
2	5	50,03	7	30	50,185
3	10	50,06	8	35,3	52,00
4	15	50,09	9	35,6 (max.)	53,00
5	20	50,12	10	33,8 (porušitev)	55,30

a) Na osnovi znanih vrednosti za sile ( $F$ ) in dolžine epruvete ( $l_1$ ), dobljene pri nateznem preizkusu napetosti, izračunajte  $\sigma$  ( $\text{MNmm}^{-2}$ ) in raztezek,  $\varepsilon$  ( $\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}$ ; -), če je začetni premer epruvete 12.5 mm.

10 točk

b) Narišite krivuljo  $\sigma$ - $\varepsilon$  diagram za to aluminijevo zlitino.

5 točk

c) Na krivulji določite napetost tečenja  $R_e$ , natezno trdnost  $R_m$  in porušno trdnost  $R_f$ . Ločite področji elastične in plastične deformacije.

5 točk

Skupaj: 20 točk

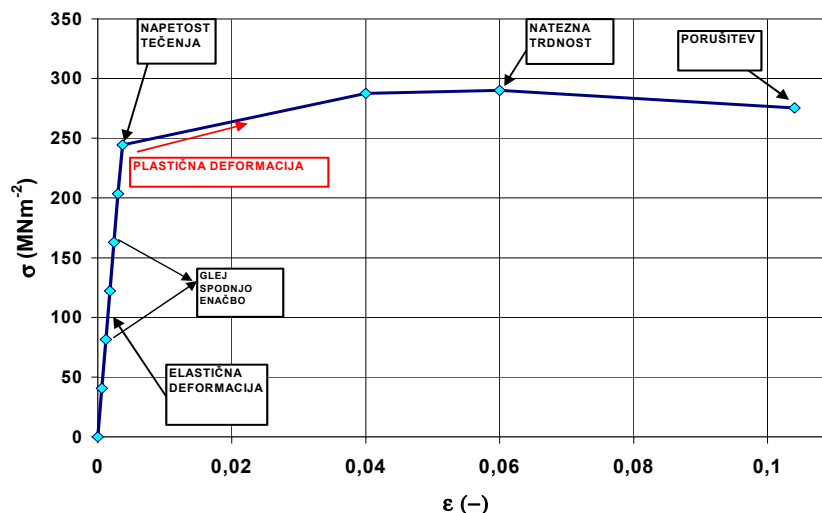
Rešitve:

$$\sigma = \frac{F}{S_0} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d_0^2}{4}} = \frac{5000 \text{ N}}{\frac{\pi \cdot (12.5 \text{ mm})^2}{4}} = \frac{5000 \text{ N}}{122.7 \text{ mm}^2} = 40.7 \text{ Nmm}^{-2} = 40.7 \text{ MNmm}^{-2} \quad 5 \text{ točk}$$

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{50,03 - 50,00}{50,00} = 0,0006 \text{ mm} \cdot \text{mm}^{-1} = 0,0006 \quad 5 \text{ točk}$$

ali  $\varepsilon = 0,06 \%$

$\sigma$ ( $\text{MNmm}^{-2}$ )	$\varepsilon$ (-)
0	0
40,7	0,0006
81,5	0,0012
122,2	0,0018
163,0	0,0024
203,7	0,0030
244,5	0,0037
287,7	0,04
290,1	0,06
275,4	0,104



10 točk

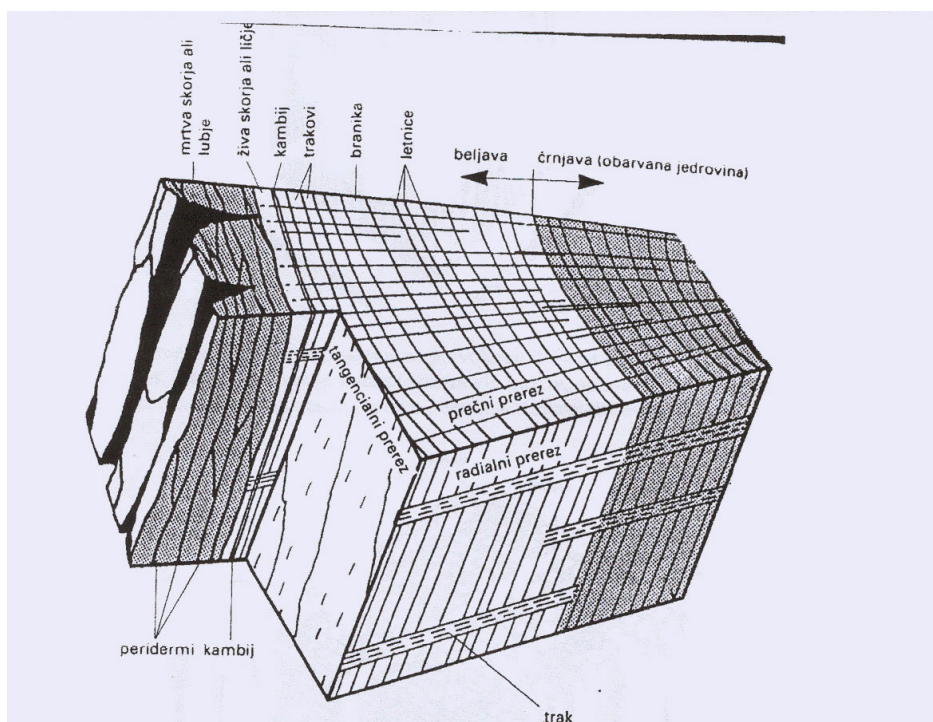
Točkovanje:

- |  |         |
|--|---------|
| Pravilno izračuna napetosti  | 5 točke |
| Pravilno izračuna raztezke   | 5 točke |
| Pravilno nariše krivuljo napetost/raztezek                           | 5 točke |
| Pravilno označi napetost tečenja $R_e$ ,                             | 1 točka |
| Pravilno označi natezno trdnost $R_m$                                | 1 točka |
| Pravilno označi porušno trdnost $R_f$ .                              | 1 točka |
| Pravilno označi ter loči področji elastične in plastične deformacije | 2 točki |

Skupaj: 20 točk

## Primer strukturirane naloge iz izpitne pole 2 za modul lesarstvo

Na sliki je izsek debla z lesom in skorjo.



## K1

1. Označite prečni prerez lesa in naštejte njegove značilnosti. 2 točki

Odgovor: branike, letnice, beljava/črnjava, rani in kasni les.

2. Označite radialni prerez in opišite njegove značilnosti. 2 točki

Odgovor: vzdolžno prerezani strženovi trakovi, letnice, branike, črnjava, beljava.

3. Označite kambij, braniko in letnice ter mejo med beljavo in črnjavo. 2 točki

## K2

4. Definirajte braniko in letnico. 2 točki

Odgovor: Branika je letni prirastni oplašč lesa v prečnem ali radialnem prerezu. Letnica je nematerialna meja med prirastnima plastema – branikama v prerezu.

5. Definirajte beljavo in črnjavo. 2 točki

(Odgovor: Beljava je zunanji del drevesa z živimi parenhimskimi celicami in z delujočim vodoprednim sistemom. Črnjava je obarvana, fiziološko mrtva debelna ali vejina sredica.)

6. Definirajte kambij in njegovo vlogo. 2 točki

Odgovor: Kambij je tvorno tkivo, ki z delitvami navzven producira celice ličja, navznoter pa celice lesa.

## K3

7. Opišite način priraščanja debla lesne rastline. 2 točki

Odgovor: Kambij vsako leto navznoter proizvede letno lesno prirastno plast, ki jo v prečnem in radialnem prerezu vidimo kot braniko.

8. Les je anizotropni tkivni kompleks. Definirajte pojma tkivni kompleks in anizotropijo. 2 točki

Odgovor: Anizotropija pomeni, da so zgradba in lastnosti lesa odvisne od smeri. Les sestavlja več tkiv, vsako s svojo funkcijo:  
– vodovodne cevi pri listavcih in traheide pri iglavcih prevajajo vodo z rudninskimi snovmi,  
– vlakna imajo mehansko vlogo,  
– parenhimske celice so založne celice.

## Primer strukturirane naloge iz izpitne pole 2 za modul gradbeništvo

### Vrste lastnosti materialov

1. Definirajte skupino mehanskih lastnosti materialov in razložite, kaj si predstavljate pod tem pojmom na konkretnem primeru. 2 točki

Odgovor: Mehanske lastnosti so značilnosti materiala kot odziv na delovanje zunanjih sil: npr. nateznih, tlačnih, strižnih ...

2. Definirajte mehansko tehnologijo materiala in jo razložite na konkretnem primeru. 2 točki

Odgovor: Mehanska tehnologija materiala je tista, pri kateri se spremeni oblika, npr. rezanje lesa, izdelava kamnitih kock ...

3. Definirajte elastičnost materiala. 2 točki

Odgovor: Elastičnost materiala je lastnost, ko se material po prenehanju delovanja zunanje sile  $F$  hipoma vrne v prvotno stanje.

4. Tlačna trdnost materiala. 4 točke

- a) Definiraj tlačno trdnost materiala.  
b) Zapišite tlačno trdnost v obliki enačbe in poimenujte posamezne količine.  
c) Zapišite enoto za tlačno trdnost.

d) V katero skupino lastnosti sodi tlačna trdnost materiala: kemijske, fizikalne, mehanske ali tehnološke?

Odgovor:

a) Tlačna napetost je maksimalna napetost, pri kateri pride do porušitve. (1 točka)

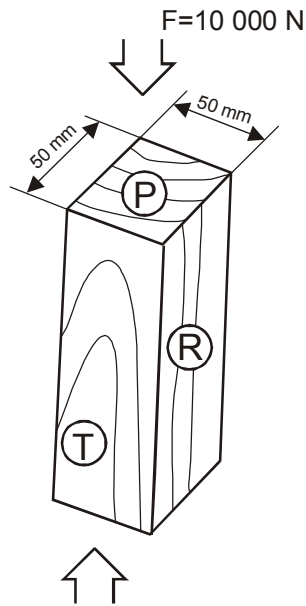
b)  $\sigma_{tp} = \frac{F_1}{S}$   $\sigma_{tp}$  – tlačna trdnost,  $F_1$  – tlačna sila,  $S$  – presek elementa (1 točka)

c)  $\sigma_{tp} = \frac{\sigma_{F_1}}{S} \left[ \frac{N}{m^2} = Pa \right]$  (1 točka)

d) Tlačna napetost sodi med mehanske lastnosti. (1 točka)

5. Element na sliki je obremenjen s silo, kot je prikazano.

6 točk



a) Ugotovite, kakšna napetost nastane na ploskvi P.

b) Izračunajte napetost, ki se pojavi na ploskvi P.

Odgovor:

a) Pojavijo se tlačne napetosti. (2 točki)

b)  $\sigma_t = \frac{F_t}{P} = \frac{10000 \text{ N}}{2500 \text{ mm}^2} = \frac{10 \text{ kN}}{0,0025 \text{ m}^2} = 4 \text{ MPa}$  (4 točke)

## 8. LITERATURA

Pri pripravi na splošno maturo kandidati poleg navedene literature obvezno uporabljajo učbenike in učna sredstva, ki jih je potrdil Strokovni svet Republike Slovenije za splošno izobraževanje. Potrjeni učbeniki in učna sredstva so zbrani v Katalogu učbenikov za srednjo šolo, ki je objavljen na spletni strani Zavoda Republike Slovenije za šolstvo ([www.zrss.si](http://www.zrss.si)).

Bezjak, J.: Preiskava materiala. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1993

Bezjak, J.: Materiali v tehniki. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1997

Grum, J., in D. Ferlan: Gradiva. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1987

Kolar, D.: Tehnična keramika 1 in 2. MŠŠ, Ljubljana, 1992

Kosovinc, I.: Metalografija, OMM, NTF, UL; 2.1.6. PIS za kovinarstvo in metalurgijo, Ljubljana, 1988

Krautov strojniški priročnik. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1993

Torelli, N.: Makroskopska in mikroskopska identifikacija lesa (ključi), Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, 1991

Torelli, N.: Les in skorja (slovar strokovnih izrazov). Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, 1990

Mlakar, J.: Dendrologija. Drevesa in grmi Slovenije, 1990

Polanc, J., in Leban, I.: Les – zgradba in lastnosti. Učbenik za predmet tvoriva v programu srednjega tehniškega oziroma strokovnega izobraževanja za 1. letnik, Lesarska založba, Ljubljana, 2004