



DRŽAVNO TEKMOVANJE MLADIH RAZISKOVALCEV

PODROČJE

TEHNIKA IN TEHNOLOGIJA

Raziskovalna naloga



KUHINJSKA DESKA IN VRTNA VISOKA GREDA, IZ SMREKE ALI BUKVE?

AVTORJA: Sofia Matelič in Matevž Frančeškin

Mentorja: Milan Ambrožič in Mojca Milone

Šola: OŠ Solkan

Šol. leto: 2023/24



POVZETEK

V Trnovskem gozdu, ki se nahaja v naši neposredni bližini, med drevjem prevladujeta smreka in bukev. Obe vrsti lesa uporabljamo v razne namene in za razne uporabne izdelke. V naši raziskovalno eksperimentalni nalogi smo se osredotočili na izbiro primernega lesa za izdelavo dveh predmetov in sicer na desko za rezanje domače salame in visoko vrtno gredo.

Prvi izdelek bo izdelal devetošolec pri izbirnem predmetu Obdelava gradiv les, drugi izdelek pa zanima učiteljico Tehnike in tehnologije, ki bo namesto vrta vzgajala zelenjavo v vrtnih visokih gredah.

Skozi raziskavo smo primerjali naslednje lastnosti bukovega in smrekovega lesa: gostoto, vpojnost vode, trdoto, elastičnost (togost), trdnost in akustične lastnosti. Uporabili smo čim bolj priročne in preproste pripomočke in nekaj meritev izvedli po lastnih zamislih. Rezultate poskusov smo tudi primerjali z znanimi fizikalnimi parametri, dostopnimi v različnih virih. Ugotovili smo, da nima niti smrekov niti bukov les prav vseh prednosti, ko ju primerjamo enega z drugim. Poskusi so nam pomagali, da smo dobili širši vpogled v uporabnost obeh drevesnih vrst. Glede na lastnost trdnosti in vpojnosti se potem ni bilo težko odločiti, iz katerega gradiva bosta naša deska in greda.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorjema dr. doc. fizike Milanu Ambrožiču in učiteljici tehnike in fizike Mojci Milone za spodbudo in pomoč, upokojenemu gozdarskemu inženirju in inšpektorju Milanu Trkmanu za dodatne napotke ter vodstvu šole za nudenje prostora in potrebnih pripomočkov.

1 UVOD

Preden smo se lotili naše raziskave, smo poiskali informacije iz spletnih, pisnih in človeških virov. Pri pouku tehnike in tehnologije smo v šestem razredu spoznali različne vrste lesa z načinom raziskovanja njihovih lastnosti, kot so barva, gostota in trdota. V tej raziskavi pa smo šli dlje in primerjali več lastnosti dveh najznačilnejših drevesnih vrst v naši bližnji okolici: na Trnovski planoti. Želeli smo izvedeti kar največ o bukvi in smreki. Pred leti je v Trnovskem gozdu prišlo do drastičnih sečenj in zato sta prav ti dve vrsti doživeli veliko redčenje in goloseke. Zavedamo se, da drevo postane zares mogočno pri starosti 80 in več let, zato bodo naše generacije oškodovane večjega dela gozda, ki ima pomembne ekološke, socialne in celo psihološke funkcije.

Ukvarjali smo se z naslednjima raziskovalnima vprašanjema:

- **Katere oz. kolikšne so razlike v fizikalnih in mehanskih lastnostih smrekovega in bukovega lesa?**
- **Katera drevesna vrsta je glede na lastnosti boljša za izdelovanje specifičnih predmetov?**

Našo raziskavo je usmerjala osnovna hipoteza:

Kuhinjska deska je izdelana iz tršega lesa, visoka greda pa iz lesa, ki je bolj odporen na vlago.

2 TEORETIČNI DEL

Smreka (*Picea abies*) je najpogostejše drevo v naših gozdovih. Nekoč je uspevala bolj v gorskem svetu, vendar se je zaradi izjemne prilagodljivosti prijela tudi v nižjih predelih in celo v Primorju (slika 1).

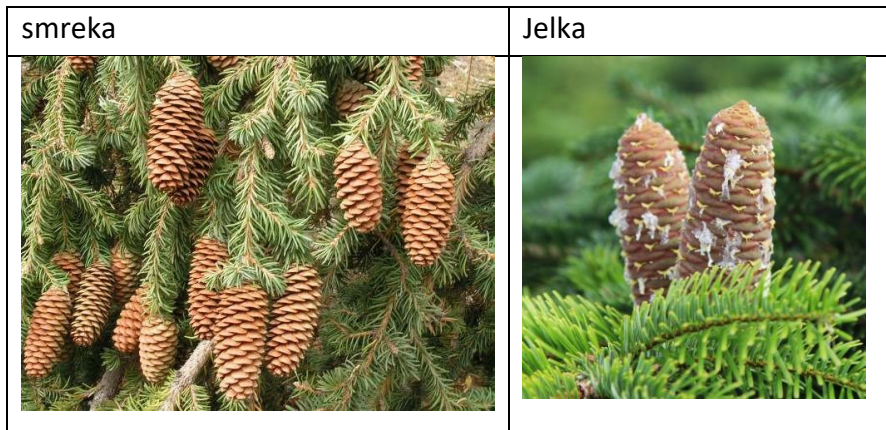


Slika 1: Smreka se prilagaja klimatskim spremembam. Vir:

<https://www.booking.com/hotel/bg/tanja.sl.html?activeTab=photosGallery>

Smreke v Trnovskem gozdu dosegaajo višine tudi čez 50 m. Višina teh dreves ni odvisna samo od starosti, temveč tudi od strukture tal. Smreke, ki rastejo na kamenitih pobočjih, v mraziščih in na skalnatem terenu, imajo slabše pogoje, zato so tudi nižje.

Deblo je rdečkasto rjavo in z razpokano skorjo, iglice so po prerezu kvadratne oblike, dolge povprečno 2 cm. Smreka ima moške in ženske cvetove. Ženski so na zgornjem delu smreke, na koncu poganjkov, moški pa so na lanskih poganjkih v srednjem in zgornjem delu krošnje. Iz ženskih socvetij se razvijejo storži, ki visijo navzdol. Storži dozoriijo jeseni, vendar ostanejo zaprti. Odpirati se začnejo februarja, iz njih pa izpadajo semena s krilci. Storži poleti odpadejo. Smreka ima zelo plitev koreninski sistem. Korenine segajo le nekaj decimetrov globoko, so pa zato široko razvejane. Njeno deblo je ravno, zato ima dober izkoristek tehničnega lesnega deleža.



Slika 2: Iglice in storži. Vir: <https://www.lifehabitats.com/sl/temenica/rastline/rastlina/227/navadna-smreka.html>

Slika 2 levo prikazuje storž, ki visi navzdol. Jelko razlikujemo od smreke po obliki storža in po legi. Pri smreki storž visi navzdol, pri jelki pa je obrnjen navzgor (slika 2 desno).

V industriji uporabimo les smreke za izdelavo pohištva, glasbil, v gradbeništvu in papirni industriji. Prepogosto jo uporabljamo tudi za pelete namesto v druge namene z večjo vrednostjo. Les smreke je mehak in elastičen. Njegova gostota je od 350 kg/m^3 do 680 kg/m^3 , odvisno od pogojev rasti, kar smo že omenili. Iz iglic pridobivamo eterična olja. Smreko zaradi klimatskim sprememb (vroča sušna poletja) napadajo številni škodljivci in bolezni. Po lanskem poletju je v Trnovskem gozdu največ škode naredil podlubnik (lubadar).

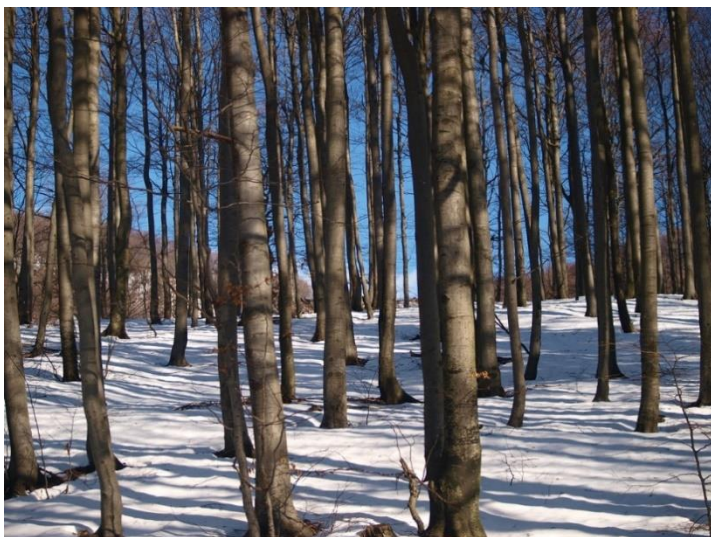
BUKEV

Bukev (*Fagus sylvatica*) je listavec in najbolj razširjeno drevo v Trnovskem gozdu (slika 4). Odrasla bukev je mogočno drevo, ki lahko doseže do 40 m višine in premer 1 m. Deblo ima prekrito z sivo in gladko skorjo (slika 3).



Slika 3: Bukovo drevo.

Vir: <https://www2.arnes.si/~arupn1/GOZD-Bukev.htm>



Slika 4: Bukev iz Trnovskega gozda (foto arhiv)

Listi so ovalni, približno 10 cm dolgi. Bukev cveti maja, plod (žir) zori zgodaj jeseni (slika 5). Žir se uporablja za prehrano živali in za izdelavo olja. Bukev ni trajen les in v neugodnih okoliščinah hitro razpada.



Slika 5: Žir – plod bukve

Bukev uspeva tudi v senčnih legah, saj mlade bukve lahko več deset let rastejo v senci drugih dreves. Škodi ji močno poletno sonce, ki ji lahko ožge liste, če ni v njeni okolici drugih dreves.

Les bukve se široko uporablja. Les slabše kakovosti naj bi bil primeren za kurjavo in izdelavo papirja (celuloza), boljši pa se uporablja za izdelavo pohištva, parketa, za kolarske izdelke in vezane plošče. Les je trd in gost.

LASTNOSTI LESA

Iz virov smo ugotovili, da razlikujemo veliko vrst lastnosti lesa. V grobem pa jih delimo v te skupine:

1. Fizikalne lastnosti
2. Estetske lastnosti
3. Fizikalno kemijske

Odločili smo se, da mehanske lastnosti, ki so povezane z obdelavo gradiva, obravnavamo kot fizikalne lastnosti, saj je ta pojem dovolj širok, da lahko sem umestimo še preizkus trdote in prožnosti.

FIZIKALNE/MEHANSKE LASTNOSTI

Te so odvisne od zgradbe lesa in pridejo do izraza, kadar na les delujejo zunanje naravne sile in pogoji, na primer: vlaga, valovanje zvoka, druge mehanske obremenitve (žled), toplota, sončni žarki. Te lastnosti pogojujejo uporabnost in ceno lesa. Preverili bomo trdoto, prožnost, trdnost, stopnjo absorpcije (vpojnosti) vode, gostoto in akustične lastnosti lesa.

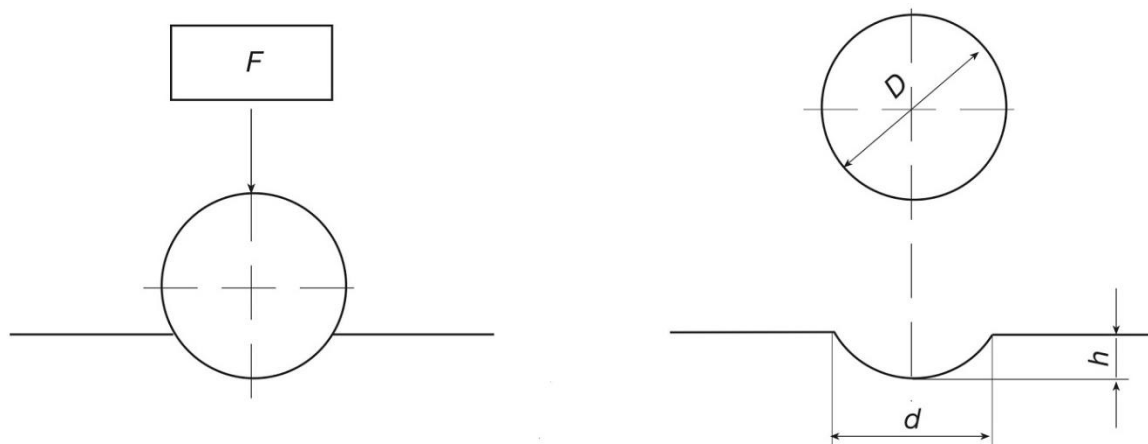
Trdota

Trdota meri stopnjo upiranja materiala (v našem primeru lesa) prodiranju tršega tujega telesa vanj. Ta upor čutimo pri raznih tehnikah obdelave lesa: pri zabijanju, vijačenju, žaganju in skobljanju (slika 6). Zato je trdota predvsem površinska lastnost, čeprav je pojav bolj zapleten in na trdoto vplivajo druge fizikalne lastnosti materiala tik pod površino. Vsekakor pa lahko na trdoto vpliva tudi posebna mehanska obdelava površine.



Slika 6: Žebljanje in vijačenje je v trši les zahtevnejše

Najbolj znan je poskus z vtiskavanjem kaljene kroglice v material. To je Brinellova metoda ki meri odtis, ki ga pusti krogla v materialu (slika 7).



Slika 7: Brinellova metoda ugotavljanja trdote

Midva sva se po priporočilu mentorice odločila, da si bomo naredili orodje za preizkus trdote, skozi katerega bomo spuščali jeklen predmet, zato sva se odločila za točkalo. Pričakujemo, da bo velikost vdrtine, ki jo bo naredilo točkalo, odvisno od njegove mase in od višine, s katere ga bomo spuščali časa. Lesna vzorca morata bili preizkušena pod enakimi pogoji. Le tako lahko pričakujemo merodajne rezultate.

Gostota

Za merjenje gostote lesa moramo tega najprej tehtati (maso lesa označimo z m) in hkrati izračunati njegovo prostornino V . Gostota je količnik med maso in prostornino (slika 8):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Zato je ustrezna fizikalna enota za gostoto kg/m^3 . Uporabni sta tudi enoti kg/dm^3 in g/cm^3 , ki sta enako veliki, le drugače zapisani. Suhi les plava na vodi, torej je njegova gostota manjša kot gostota vode 1000 kg/m^3 .



Slika 8: Zveza med maso, prostornino in gostoto

Gostota lesa vpliva tudi na njegove druge lastnosti, še posebno na trdnost, trajnost in kurilno vrednost, zato je gostota pomembno merilo kakovosti. Najpogosteje velja: gostejši les je trdnější in trši, ni pa vedno tako, posebno če primerjamo med seboj različne vrste lesa. V splošnem se moramo zavedati, da razne fizikalne lastnosti niso enolično povezane samo z gostoto.

Akustične lastnosti

Akustična lastnost lesa med drugim pomeni, v kolikšni meri les prevaja zvok in kolikšno zmožnost vpijanja zvoka ima. V primerjavi z drugimi materiali je les zelo dober akustični prevodnik. Zato je primeren za izdelavo glasbil, kot npr. violine, kitare, klavirja itd. (slika 9).



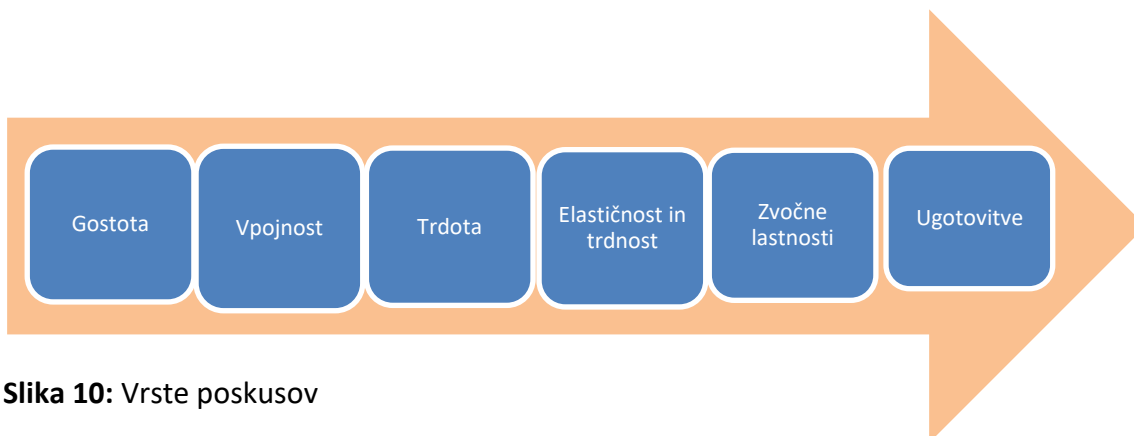
Slika 9: Glasbeni instrumenti, ki potrebujejo resonančno telo, so narejeni iz posebnih lesov.

Prevodnost je odvisna tudi od tega, v kateri smeri se zvok širi. V smeri lesnih vlaken se po zračno suhem lesu širi zvočno valovanje 10 do 15-krat hitreje kot v zraku. Pravimo, da ima takšen material anizotropne lastnosti, to je, lastnosti so odvisne od smeri.

Ker Sofia že več let uspešno igra kitaro, je našla podatek, da je njena kitara narejena iz lesa s tujim imenom rosewood. Torej, kvaliteta instrumenta je odvisna od ustrezno izbranega, oblikovanega in obdelanega lesa, ki je nenadomestljiv del nekaterih instrumentov. Resonančni les je enakomerne, pravilne in goste zgradbe (smreka, ki ima od 1 do 2 mm široke branike), tako da je idealen za izdelavo godal.

3 EKSPERIMENTALNI DEL

Pri vsakem poskusu smo opredelili, katere količine bodo ostale nespremenjene in katere bodo spremenljivke, da bomo poskus lažje kontrolirali in prišli do pravih ugotovitev. Osrednji metodi, ki ju bomo v nalogi uporabili, bosta tehnično raziskovanje in eksperiment. Shema zaporedja poskusov je podana na sliki 10.



Slika 10: Vrste poskusov

Z izbranimi poskusi smo predvsem hoteli prikazati vpliv opazovanih in merjenih lastnosti na vsestransko uporabo lesa.

Poskus 1: GOSTOTA

Cilj: primerjava gostote lesa smreke in bukve

Pripomočka: kljunasto merilo in tehtnica

Postopek: Vzorcem v obliki kvadrov smo najprej izmerili robove in maso. Imeli smo tri smrekove in tri bukove vzorce. Iz izmerjenih dimenzij l (dolžina), $\check{s}$ (širina) in h (višina ali debelina) smo izračunali prostornino vsakega vzorca: $V = l \times \check{s} \times h$. Potem smo za vsak vzorec posebej izračunali gostoto po enačbi (1): $\rho = \frac{m}{V}$. Nazadnje smo izračunali povprečno gostoto.

Pretvorba enot pri računu gostote: Prostornino smo pretvorili iz mm^3 v cm^3 z deljenjem s 1000. Tako dobimo najprej gostoto v enoti g/cm^3 . V istem merskem številu dobimo gostoto v enoti kg/dm^3 . Če pa hočemo imeti enoto kg/m^3 , pomnožimo to s 1000. Izmerjeni podatki so prikazani v tabeli 1, izračunane gostote in obe povprečni vrednosti gostot pa v tabeli 2.

Tabela 1: Dimenzije in mase vzorcev

ŠTEVILKA VZORCA	SMREKA				BUKEV			
	<i>l</i> (mm)	<i>š</i> (mm)	<i>h</i> (mm)	<i>m</i> (g)	<i>l</i> (mm)	<i>š</i> (mm)	<i>h</i> (mm)	<i>m</i> (g)
1	59,5	44,5	10	12	59,5	45	10	19
2	59	45	10	13	59,5	43	10	19
3	59	44	10	12	60	45	10	21

Navajamo primer izračuna gostote (bukev, prvi vzorec v tabeli 1):

$$V = 59,5 \text{ mm} \times 45 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$$

$$V = 26\,775 \text{ mm}^3 = 26,775 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 19 \text{ g} / 26,775 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 0,71 \text{ g} / \text{cm}^3 = 0,71 \text{ kg} / \text{dm}^3 = 710 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Tabela 2: Izračunane gostote vzorcev

Vzorec SMREKA	Masa (g)	Volumen (mm ³)	Gostota (kg/m ³)
1	12	26 478	453
2	13	26 845	484
3	12	25 960	462
Povprečna gostota			466

Vzorec BUKEV		Volumen (mm ³)	Gostota (kg/m ³)
1	19	26 775	710
2	19	25 585	743
3	21	27 000	778
Povprečna gostota			744

Preverili smo tudi podatka za gostoto obeh vrst lesa iz učbenika TIT 6: 470 kg/m³ za smreko in 720 kg/m³ za bukev. Naši povprečni vrednosti se od teh podatkov razlikujeta za 4 kg/m³ za smreko in 24 kg/m³ za bukev. Ti razliki sta dovolj majhni in lahko trdimo, da smo bili pri meritvah dokaj natančni. Napako meritve gostote pa ocenimo kot največjo razliko pri vseh treh vzorcih od povprečne vrednosti. Tako je napaka meritve 18 kg/m³ za smreko in 34 kg/m³ za bukev. Različne vrednosti gostote pri treh vzorcih istega lesa so lahko posledica: nenatančne meritve mase (tehtnica pokaže samo grame in ne manjših vrednosti), nenatančne meritve robov kvadrov, lahko pa tudi resnične razlike v gostoti zaradi napak v lesu.

Poskus 2: VPOJNOST ZA VODO

Cilj: meritev količine vpijanja vode po daljšem namakanju

Pripomočki: tehtnica, posoda z vodo, papirnate brisače

Postopek: Vseh šest vzorcev lesa smo potopili v vodo. Pomagali smo si z utežmi, da so tiščale vzorce na dno posode in niso priplavali na površje. Čas namakanja vzorcev je bil 22 h. Naslednji dan smo vzorce na hitro obrisali s papirnato brisačo in jih ponovno stehali.

Izmerjeni podatki so prikazani v tabeli 3. Pomen simbolov v tabeli je naslednji: m = masa pred namakanjem (gl. tabelo 1), m' = masa po namakanju, $\Delta m = m' - m$ = sprememba mase, $rs_m = \Delta m / m$ = relativna sprememba mase.

Tabela 3: Sprememba mase vzorcev

ŠTEVILKA VZORCA	SMREKA				BUKEV			
	m (g)	m' (g)	Δm (g)	rs_m	m (g)	m' (g)	Δm (g)	rs_m
1	12	16	4	0,33	19	26	7	0,37
2	13	18	5	0,38	19	24	5	0,26
3	12	16	4	0,33	21	26	5	0,24

Osnovne ugotovitve tega poskusa so naslednje. Bukov les pri enakem začetnem volumnu vpije malo več vode kot smrekov. Zaradi večje gostote bukovega lesa pa se obe vrsti lesa pri vpojnosti vode drugače razlikujeta po relativni spremembi mase (četrty stolpec v tabeli 2 za obe vrsti vzorcev) v primerjavi z absolutno spremembo mase. Če izračunamo povprečno vrednost za rs_m iz treh meritev, dobimo rezultat: $rs_m = 0,347 = 34,7\%$ za smrekov les in $rs_m = 0,29 = 29\%$ za bukov. Torej, če opazujemo relativno spremembo mase lesa, je ta večja pri smrekovem lesu kot pri bukovem.

Potem smo vseh šest vzorcev dali na radiator in jih pustili, da so se tako sušili dva dni. Temu lahko rečemo prisilno sušenje. Pri ponovnem tehtanju so bili vzorci še nekoliko lažji kot pri začetni meritvi mase pred namakanjem. Mase smrekovih vzorcev so bile po vrsti 11 g, 13 g in 11 g, bukovih pa 18 g, 18 g in 20 g. Povprečno so imeli vzorci po sušenju na radiatorju 1 g manj kot na začetku. To pomeni, da tako kot lahko les vpija vodo, jo lahko dokaj preprosto spravimo nazaj ven iz njega.

Nazadnje smo preverili še naravno regeneracijo vlažnosti lesa. Po zadnjem tehtanju smo vseh šest vzorcev pustili še dva dni v učilnici pri normalnih zračnih pogojih. Vzorce smo ponovno tehtali. Smrekovi vzorci so imeli po vrsti mase 12 g, 13 g in 11 g, bukov pa 18 g, 18 g in 20 g. Glede na meritve mas po sušenju na radiatorju praktično ni spremembe. Sklepamo lahko, da je vlažnost lesa z izjemo ekstremnih pogojev (namakanje v vodi ali nasprotno prisilno sušenje pri povečanih temperaturah) razmeroma stabilna fizikalna lastnost.

Poskus 3: TRDOTA

Cilj: kvalitativna primerjava trdote obeh lesnih vrst

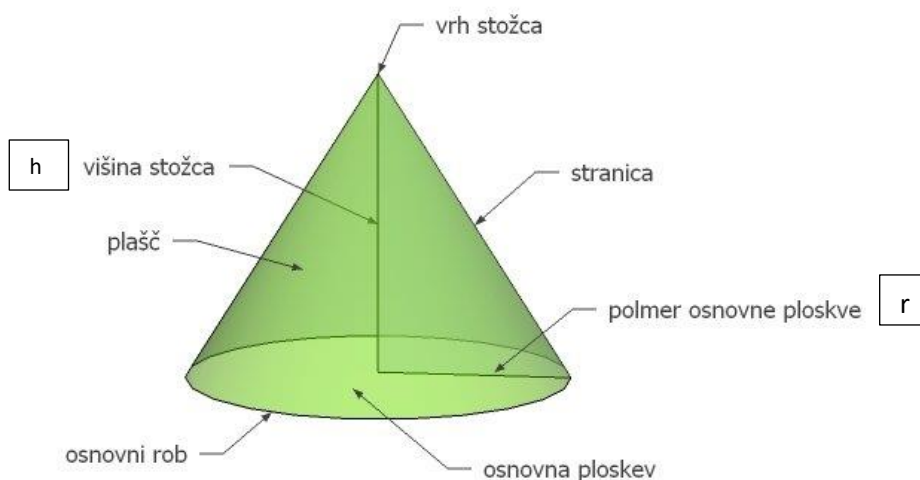
Pripomočki: točkalo, aluminijaste cevi, lesni vzorci, kljunasto merilo, metrski trak, tehtnica

Že v teoretičnem delu smo povedali, da je trdota lastnost lesa, ki mu določa tudi uporabo in kvaliteto. Odločili smo se, da bomo naredili poseben poskus, pri katerem bomo točkalo (slika 11) spuščali po različno dolgih ceveh na vzorce smreke in bukve v obliki kvadrov. Preučevali smo tudi obliko vdolbine. Konica točkala ima obliko stožca (sliki 12), zato smo izračunali tudi volumen vdrtnine in s tem dobili dodatne informacije. Tu gre samo za primerjavo, fizikalne količine trdota pa ne računamo.



Slika 11: Točkalo, vir: <https://www.merkur.si/tockalo-unior-110x3-mm-art-642/>

Za izračun volumna stožca bomo potrebovali dva podatka, ki ju lahko izmerimo: polmer in višina.

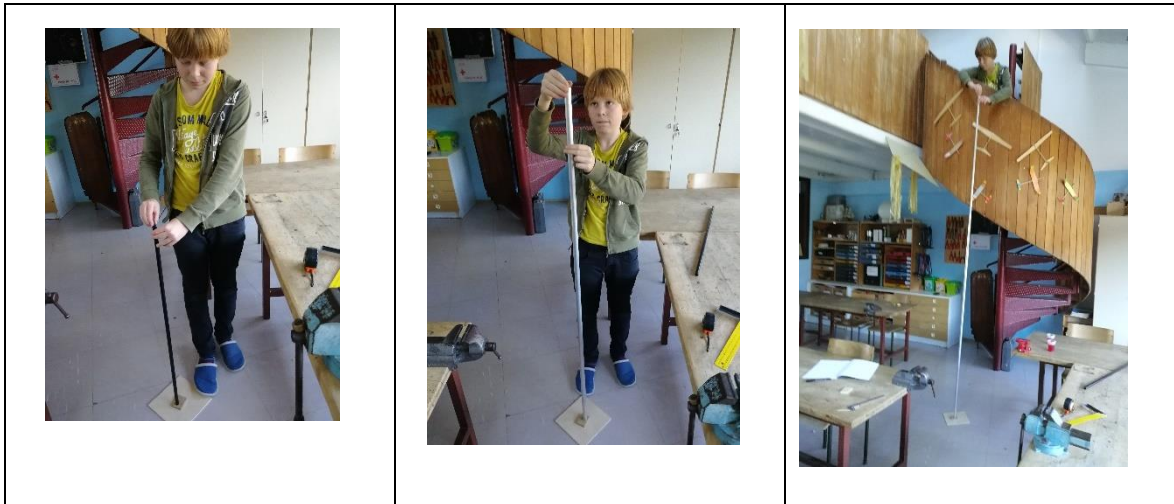


Slika 12: Podatki stožca

Formula za izračun volumna stožca je:

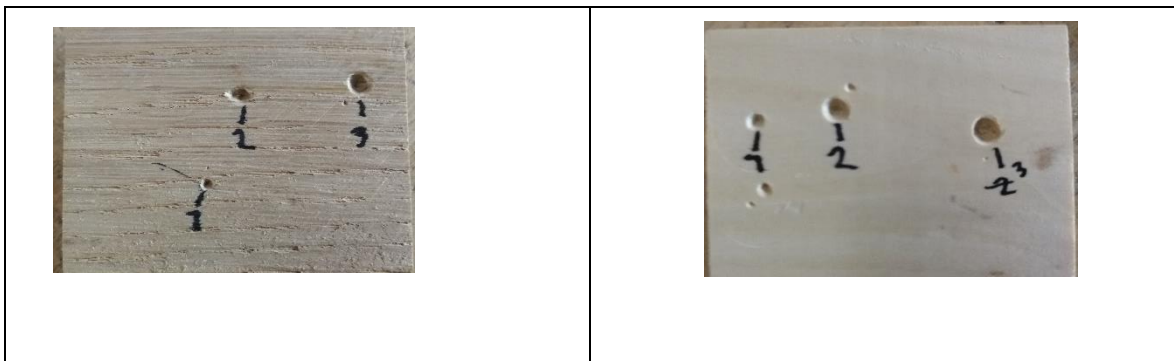
$$V = \frac{\pi r^2 h}{3} \quad (2)$$

Postopek: Vzorec smo postavili pod cev. Skozi cev smo z vrha spustili točkalo na vzorec, potem pa izmerili globino in premer vdrtine (slika 13). Primerjali smo obe vrsti lesa in spust s treh različnih višin. Pričakovati je bilo, da bo spust točkala z večje višine naredil tudi večji odtis, kar so poskusi potrdili. Rezultati so prikazani v tabeli 4. Pri računu upoštevamo, da je polmer r enak polovici premera, podanega v tabeli. Globina vdrtine pa je višina h v enačbi (2).



Slika 13: Spust točkala s treh različnih višin. Pri tretjem poskusu smo sestavili skupaj dve daljši aluminijasti cevi.

Vdrtine za obe vrsti lesa so prikazane na sliki 14.



Slika 14: Vdrtine pri spustu točkala iz treh različnih višin za vzorec iz smreke (levo) in bukve (desno)

Tabela 4 : Meritve odtisov spusta točkala

ŠTEVILKA SPUSTA IN VIŠINA (CM)	SMREKA			BUKEV		
	Premier (mm)	Globina (mm)	Volumen (mm ³)	Premier (mm)	Globina (mm)	Volumen (mm ³)
1 (68,5)	2	0,5	0,524	1	0,33	0,086
2 (157,5)	4,5	2	10,6	3	1	2,36
3 (306)	5	3	19,6	4	2	8,38

Poskusi so očitno pokazali, da je bukov les trši od smrekovega, ker so vdrtine manjše. Vendar čeprav je naš poskus izviren, ne moremo najti direktne povezave z drugačnimi merjenji trdote materiala, kot jih izvajajo v laboratorijih. Ena od razlik je že v tem, da so v laboratorijih meritve statične. To pomeni, da počasi obtežijo vzorec z znanimi utežmi in npr. diamantno konico. V osnovi je obremenitev vzorcev pri mirovanju. Naš poskus pa je izrazito dinamičen: špica prileti na vzorec z neko hitrostjo. Lahko bi računali potencialno energijo točkala, preden ga spustimo na vzorec. Dvakrat večja višina spusta pomeni dvakrat večjo potencialno energijo. Tu vidimo samo, da z večjo začetno potencialno energijo točkala dobimo večjo vdrtino, ne vidimo pa točne količinske zveze.

Poskus 4: PROŽNOST (togost)

Cilj: primerjava prožnosti obeh lesnih vrst s poskusom obremenjevanja

Pripomočki: leseni palici z okroglim prerezom (bukova, smrekova), bakrena žica, pleten koš, plastična vreča, športne uteži (po 1 kg in 2 kg), merilni trak, kladiva, kljunasto merilo.

Postopek: Izmerili smo dolžini in premera palic.

BUKEV: dolžina $l = 91$ cm; premer $2r = 12$ mm (merili smo ga na 3 različnih mestih). Poudarimo, da podana dolžina l ni v resnici celotna dolžina palice, ampak njenega dela med notranjima roboma obeh miz. Konca palice sta za nekaj centimetrov slonela na mizah.

SMREKA: dolžina $l = 82$ cm; premer $2r = 12$ mm (merili smo ga na 3 različnih mestih).

Vsako palico smo potem položili med dve delavniški mizi. Ob testni palici smo postavili še ravno letvico, ki nam bo merodajna pri merjenju upogiba. Določili smo sredino palice in jo označili. Palico smo fiksirali z dvema žebljema in izmerili pravokotno lego glede na rob mize. Na oznaki smo z bakreno žico pritrdili koš. V koš smo polagali uteži, tako da smo dobili kombinacijo mas od 1 kg do 5 kg. Izmerili smo, za koliko se je povela, glede na ravno letvico. Iz tabele lahko ugotovimo da so bili povesi približno linearno odvisni od mase, ne pa natančno. Podatki za obe palici so prikazani v tabeli 5. Koš je tako lahek, da smo lahko njegovo maso zanemarili.



Slika 15: Obremenitev palice

Tabela 5: Odvisnost sredinskega povesa palice od mase bremena

OBTEŽITEV (kg)	Smreka POVES (mm)	Bukev POVES (mm)
1	5	17
2	12	30
3	19	45
4	26	60
5	30	70

Čeprav obe lesni vrsti spadata po podatkih iz spleta v srednje prožne lesne vrste, lahko zaključimo, da je smrekovina v našem primeru bolj toga (manj prožna). Prožnost pa je odvisna tudi od smeri, v kateri deluje sila (les je v smeri vlaken prožnejši kot v prečni smeri).

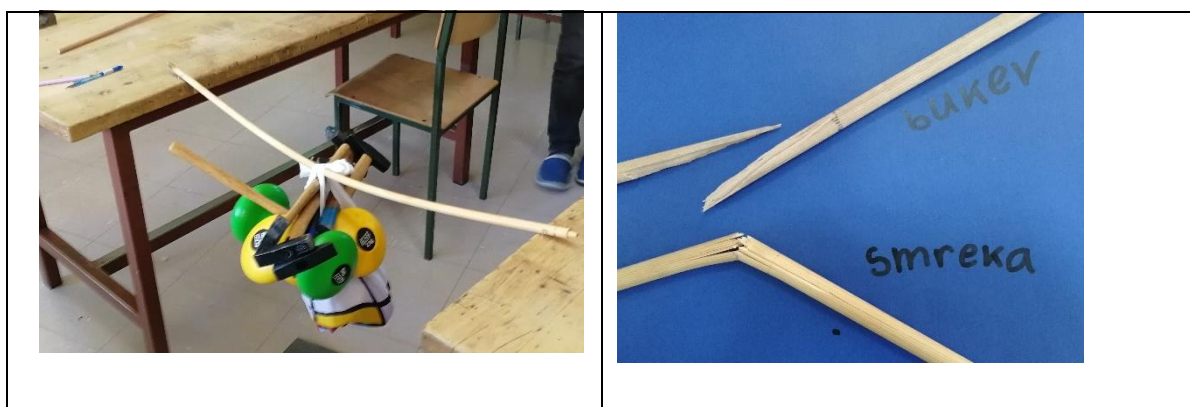
Smrekov les je bolj tog kot bukov, ker se pri enaki obtežitvi manj upogne. Po fizikalno rečemo, da je njegov Youngov elastični modul večji kot pri bukvi. V dodatku bomo kot zanimivost, ki sicer močno presega tako osnovnošolski kot tudi srednješolski nivo, podali tudi izračun elastičnega modula.

Poskus 5: UPOGIBNA TRDNOST

Cilj: primerjava upogibne trdnosti obeh lesnih vrst s poskusom obremenjevanja

Pripomočki in postopek: Pripomočki in postopek so takšni kot pri merjenju prožnosti, le da smo palice obremenili do zloma.

Dolžini delov palic, ki sta bili nameščeni med mizama, sta bili nekoliko drugačni, kot pri poskusu prožnosti: $l = 72$ cm za bukev in $l = 80$ cm za smreko. Podatka sta različna zaradi različnih dolžin palic, poleg tega pa se ena palica bolj upogne kot druga. Zato sta morala na mizah sloneti dovolj dolga konca (čeprav samo po nekaj cm), da med poskusi palici nista zdrsnili z miz. Primer obteževanja, ko je bila obtežitev 8 kg, prikazuje slika 16.



Slika 16: Obtežitev palice z bremenom mase pred zlomom in prikaz obeh zlomljenih palic

Ugotovili smo, da se je bukova palica zlomila pri obremenitvi 12,3 kg, smrekova pa pri obremenitvi 12,65 kg. Sklepamo, da imata smrekov in bukov les podobno trdnost. Pazili smo, da je bila obremenitev čimbolj na sredini dela palice med mizama. Z dolžinami smo označili ravno ta del palic, ne pa celotnih dolžin. Na naše presenečenje se je pri obremenjevanju smrekove palice (nad 8 kg) zlomil ročaj košare in ne palica. Zato smo košaro zamenjali s sintetično nakupovalno vrečo. Začuden smo bili, nad velikim upogibom obeh

palic pred zlomom. Ker nismo imeli več športnih uteži smo si pri obremenjevanju pomagali s 300 – 500 g kladivi.

Strokovnjaki opozarjajo, da moramo biti pri meritvi prožnosti materiala pozorni na to, da preobremenitev ni prevelika, da ne bi zašli iz elastičnega območja obremenitve v plastično. Plastična deformacija je trajna, ko se predmet pri razbremenitvi ne vrne več v prvotno obliko. Večkrat se pri obremenitvah materialov omenja podatek, da je varno območje elastične obremenitve do okrog 70 % obremenitve pri zlomu. Mi smo obe palici pri merjenju prožnosti obremenili le do 5 kg, kar je več kot dvakrat manj kot obremenitev pri zlomu. Zato lahko trdimo, da smo bili pri ugotavljanju prožnosti v varnem območju.

NAČRTOVALNI EKSPERIMENTALNI DODATEK:

Zavedali smo se, da smo obremenjevali le en lesni vzorec za posamezno vrsto lesa. To bi lahko tudi zapeljalo naše meritve, saj je predvsem ta poskus odvisen od strukture, homogenosti, pogojev rastišča obeh vzorcev. Zato je težko trditi, da je smreka bolj toga. V naslednjih dneh bomo nabavili vsaj 4 palice za primer smreke in 4 za primer bukve. Poskus bomo ponovili in ugotovili, če je bila naša ugotovitev dokazana. Če se bomo uvrstili v drugi krog bomo naše ugotovitve tudi predstavili v predstavitvi.

Poskus 6: ZVOČNA PREVODNOST

Cilj: Ugotoviti, po katerem lesu bolje potuje zvočno valovanje

Pripomočki: Smrekova in bukova letvica, primež, palica za ksilofon, pametni telefon z aplikacijo Sound Analyzer.

Postopek: Letvici smo vpeli v čeljusti primeža. Vkllopili smo aplikacijo. Matevž je udarjal večkrat približno enako močno po palici (slika 17). Sofia je držala telefon na drugi strani palice, tako da se je stran telefon z mikrofonom dotikala palice (direktna meritev). Pri kontrolnem poskusu pa je postavila telefon na mizo, ki je bila odmaknjena približno 1 meter

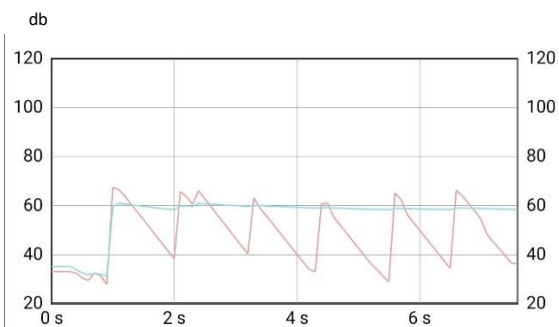


od vira zvoka. Kontrolni preizkus pri vsaki palici in pri obeh načinih vzbujanja zvoka je bil potreben, da bi izključili širjenje zvoka po zraku.

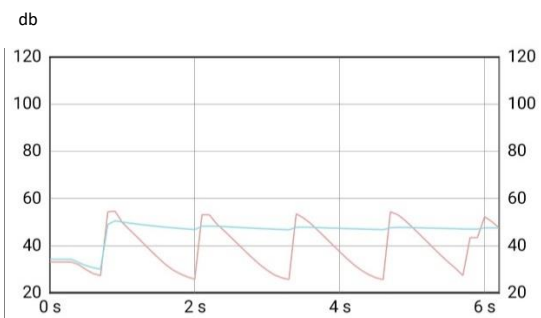
Slika 17: Preizkus akustičnosti lesa

Smreka

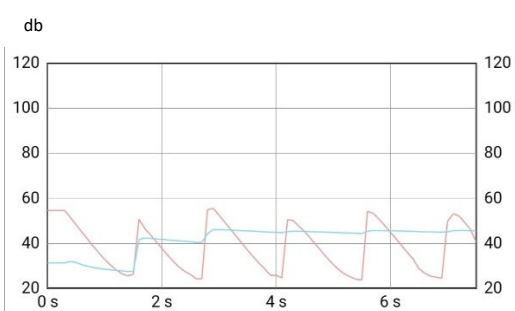
Direktna meritev (udarec od zgoraj)



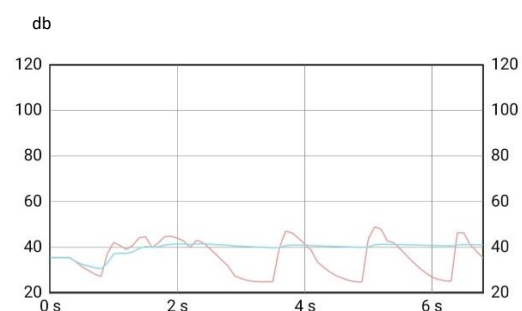
Kontrolni poskus (udarec od zgoraj)



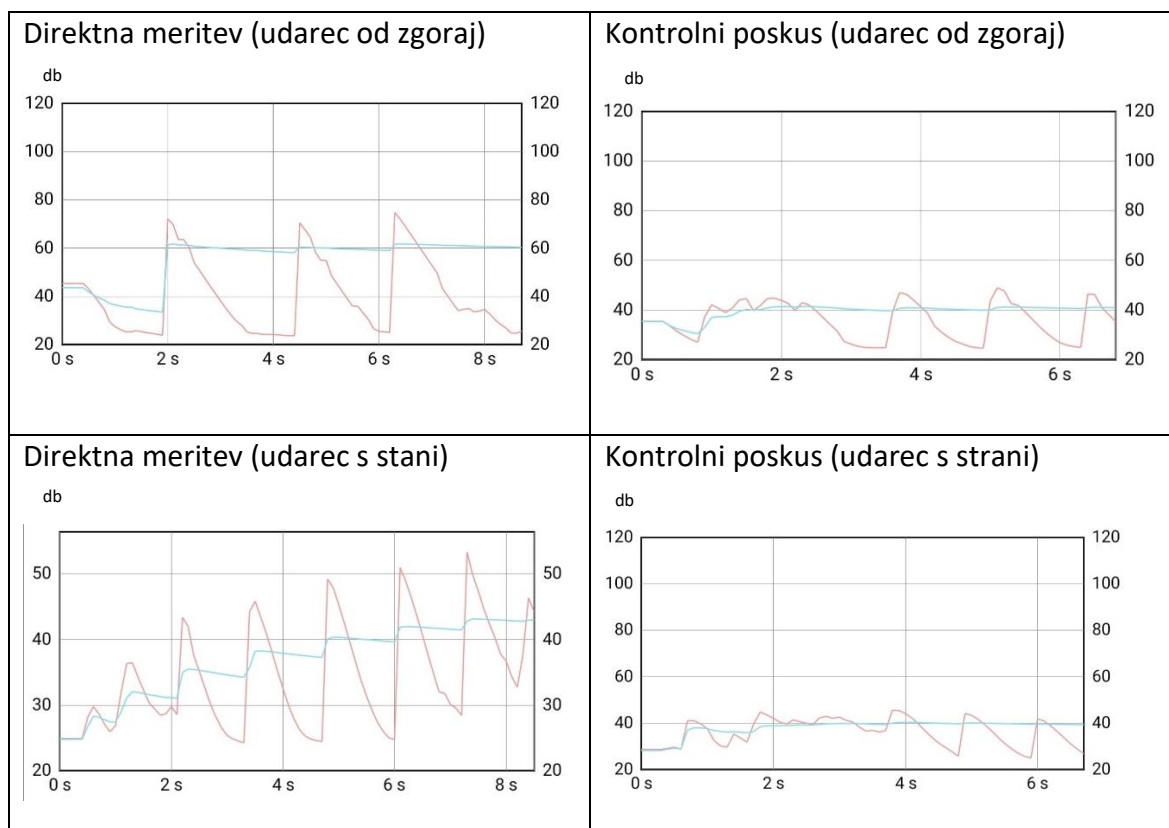
Direktna meritev (udarec s strani)



Kontrolni poskus (udarec s strani)



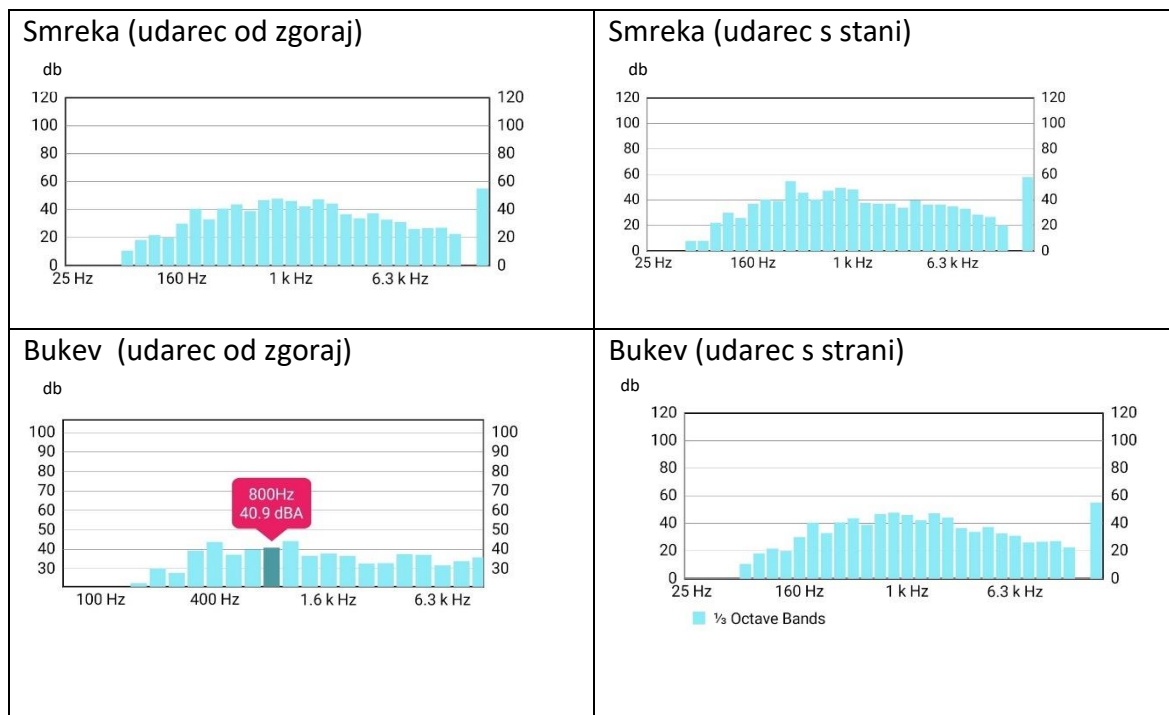
Bukev



Slika 18: Časovna odvisnost jakosti zvoka pri obeh vrstah lesa. Na vodoravni osi je čas, na navpični pa jakost v decibelih. Prve štiri slike so za smrekovo palico, naslednje štiri pa za bukovo.

Ugotovili smo naslednje. Kontrolni poskusi res pokažejo manjšo jakost zvoka. Razliko v jakosti med levo in desno sliko lahko pripišemo širjenju zvoka po lesu. Razlike v maksimumih signalov ocenimo od 5 db do 20 db (db = decibel). Iz poskusov se zdi, da dobimo nekaj večjo razliko v glasnosti za bukev kot za smreko ter za udarec s palico od zgoraj kot od strani. Vendar je za kakršno koli zanesljivo sklepanje o tem, kateri les je boljši za prevajanje zvoka, verjetno potreben bolj zapleten poskus. V našem primeru ima preveliko vlogo človeški faktor: kako močno vsakič udarimo ob les.

Potem smo posneli tudi frekvenčni spekter zvoka za oba načina vzbujanja in obe vrsti lesa (slika 19).



Slika 19: Frekvenčni spekter obeh vrst lesa za dva načina vzbujanja zvoka. Na vodoravni osi je frekvenca zvoka (skala ni enakomerna), na navpični osi pa jakost zvoka.

Na spektrih na sliki 19 pomeni simbol Hz fizikalno enoto hertz za fizikalno količino frekvenca in pomeni $\text{Hz} = 1/\text{s}$. Težko je natančno najti vrh spektra, v vseh štirih primerih pa je blizu frekvence 1 kHz (kilohertz = 1000 Hz). Širina spektra je precej velika, okrog 10 kHz.

Predvidevali smo, da je smreka bolj resonančen les. Vendar pa nam tako časovna odvisnot glasnosti kakor tudi frekvenčni spekter pri naših meritvah ne dajeta neke točne ugotovitve. Menimo, da na poskuse vplivajo : človeški faktor (način in jakost udarca), druge zvočne motnje in načini meritev (vpetost palce...)

4 SKLEP

Glede doslej izmerjenih količin smo ugotovili: smrekov les je precej bolj tog (se manj upogne pri enaki obremenitvi) in nekoliko trdnejši za zlom kot bukov les, ima pa manjšo gostoto in trdoto. Relativno glede na začetno maso ima smrekov les tudi nekaj večjo vpojnost za vodo, absolutno vpojnost pa nekaj manjšo. Iz teh ugotovitev takoj opazimo, da zveze med gostoto lesa in drugimi fizikalnimi lastnostmi nikakor niso enolične in preproste, če direktno primerjamo dve različni vrsti lesa. Zato lahko rečemo, da je bukov les npr. primernejši od smrekovega takrat, ko potrebujemo večjo trdoto, ki je predvsem površinska lastnost materiala. Smrekov les pa je po drugi strani boljši v tem, da se pri enaki obremenitvi manj upogne in tudi zdrži nekaj večje sile, preden se zlomi. Spet pa smrekov les vpije procentualno manj vode.

Obiskal nas je tudi upokojen gozdarski inženir in nam med drugim povedal, da ima smreka to lastnost, da se na površini smreke naredi patinska prevleka, ki les zaščiti pred propadanjem. Zato je neglede na vpijanje vode smrekov les obstojnejši. Ima pa smrekov les manjšo gostoto od bukovega, kar je koristno, če potrebujemo lahke in trdne konstrukcije. Glede na naša merjenja bi dali prednost smreki. Glede večje uporabnosti enega ali drugega lesa za glasbene instrumente pa iz naših akustičnih poskusov ne moremo navesti odločilnega sklepa.

Gospod Trkman je potrdil naše ugotovitve. Povedal nam je, za kaj vse se uporabljata obe vrsti lesa: smrekovino predvsem za gradbene konstrukcije, razne embalaže, svinčnike, vrtno pohištvo, tudi skodle za streho itd., bukovino pa za parket, frače, mize, ročaje orodij itd. Oba lesova pa enakovredno uporabljamo za izdelavo omar, okvirov slik, pručk in podobnih stvari. Za tehnične namene se v celoti bolj uporablja smrekovina.

Osnovna hipoteza je torej bila potrjena:

Našo domačo salamo bomo rezali na trdi bukovi deski, visoka greda pa bo narejena iz lažje in obstojnejše smreke.

Viri

- Spletni viri-slike: Navedeni ob slikah
- Spletni vir-teorija:
<https://www.gozd-les.com/slovenski-gozdovi/drevesa/smreka> (2. 2. 2024)
<https://www.tvambienti.si/01/10/2022/vrste-lesa-in-njihova-raba/> (18. 1. 2024)
Vir: <https://www2.arnes.si/~arupn1/GOZD-Bukev.htm>
- Fotografije poskusov: Mentorica Mojca Milone
- Učbenik za OŠ: Samo Fošnarič, Zdenko Puncer, Drago Slukan, Janez Vrtič, *Tehnika in tehnologija 6*, Učbenik za 6. razred osnovne šole, Limbuš 2004

PRILOGA – TABELA UPORABNOSTI Z IZDELKE (avtorsko delo učencev)

Miza	B
Okna	S
Omara	S,B
Visoka greda	S
Električni drog	S
Kuhalnica	B
Pručka	S,B
Gajbica za sadje	S
Parquet	B
Ptičja krmilnica	S
Violina, kitara, citre	S
Frača	B
Okvir slike	S,B
Svinčnik	B
Lesen okvir očal	B
Poštni nabiralnik	S
Ročaj kladiva in vrtnega orodja	B
Vrtno pohištvo	S
Palete	S
Deska za rezanje	B

B - bukovina

S - smrekovina