

# Utjecaj sušenja i inicijalnog sadržaja vode usitnjene hrastovine na njenu topivost u hladnoj vodi

---

**Matišev, Borno**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:325209>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-27**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ  
DRVNA TEHNOLOGIJA**

**BORNO MATIŠEV**

**UTJECAJ SUŠENJA I INICIJALNOG SADRŽAJA VODE  
USITNJENE HRASTOVINE NA NJENU TOPIVOST U HLADNOJ  
VODI**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB, RUJAN, 2022.**

## Podaci o završnom radu

<b>Autor</b>	Borno Matišev 07.05. 1998., Koprivnica JMBAG: 0068232468
<b>Naslov</b>	Utjecaj sušenja i inicijalnog sadržaja vode usitnjene hrastovine na njenu topivost u hladnoj vodi
<b>Predmet</b>	Hidrotermička obrada drva
<b>Mentor</b>	doc. dr. sc. Miljenko Klarić
<b>Komentor</b>	/
<b>Rad je izrađen</b>	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Drvnotehnoški odsjek, Zavod za tehnologije materijala
<b>Akad. god.</b>	2021./2022.
<b>Datum obrane</b>	28. rujna 2022.
<b>Rad sadrži</b>	Stranica: I - VI + 22 Slika: 26 Tablica: 6 Navoda literature: 9
<b>Sažetak</b>	<p>U ovom završnom radu proučen je i opisan postupak ekstrakcije hladnom vodom kojim se utvrđuju tanini, gumozne tvari, šećeri i tvari koje boje drvo. Ove tvari spadaju pod ekstraktivne tvari koje se, uz osnovne gradbene komponente (celuloza, hemiceluloza i lignin), također nalaze u kemijskom sastavu drva. Iako zauzimaju maleni postotak ukupno sastava drva, ove tvari mogu utjecati na kvalitetu provedbe hidrotermičkih postupaka. Mogu utjecati na brzinu sušenja, konačnu boju drva nakon sušenja, parenje drva te na kemijske reakcije kod parenja drva. Ove tvari mogu se iz drva ekstrahirati vodom ili drugim otapalima te je od iznimne važnosti istražiti koliko će se ekstraktiva dobiti tijekom ekstrakcije, u ovom slučaju, hladnom vodom na magnetnim miješalicama sukladno proceduri opisanoj u standardu ASTM D1110-21, s obzirom na početni sadržaj vode usitnjenih uzoraka drva. U ovom radu korištena je hrastovina kao naša tehnički najvrjednija vrsta drva. Navedenim saznanjima bi se moglo procijeniti što bi se moglo događati pri pojedinim hidrotermičkim postupcima, ovisno o početnom sadržaju vode hrastovine.</p>

	<b>IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI</b>	<b>OB FŠDT 05 07</b>
		Revizija: 2
		Datum: 2.2.2021.

„Izjavljujem da je moj *završni rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

---

*vlastoručni potpis*

*Borno Matišev*

U Zagrebu, 28.09. 2022.

## Sadržaj

Podaci o završnom radu .....	I
Sadržaj .....	III
Popis slika .....	IV
Popis tablica .....	V
Predgovor .....	VI
1. UVOD .....	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	3
3. MATERIJALI I METODE .....	4
3.1. Materijali .....	4
3.2. Mjerna oprema .....	4
3.3. Priprema, prosijavanje i sušenje drvnog iverja .....	4
3.4. Metode .....	8
3.4.1. Gravimetrijsko određivanje sadržaja vode drvnog iverja .....	9
3.4.2. Ekstrakcija .....	10
4. REZULTATI I DISKUSIJA .....	14
4.1. Rezultati određivanja sadržaja vode gravimetrijskom metodom .....	14
4.2. Obrada rezultata ekstrahiranih uzoraka .....	15
5. ZAKLJUČAK .....	20
6. POPIS LITERATURE .....	21
7. ŽIVOTOPIS .....	22

## **Popis slika**

*Slika 1. uzorak hrastovine (hrastove lamele)*

*Slika 2. tračna pila Einhell TC – SB 200/1*

*Slika 3. skica načina uzorkovanja za usitnjeno drvo*

*Slika 4. skica načina uzorkovanja za cjelovito drvo*

*Slika 5. dobiveni uzorci za ispitivanje cjelovitog drva*

*Slika 6. mlin Retsch SM400*

*Slika 7. sito granulacije 4 mm*

*Slika 8. mlin Retsch SR300*

*Slika 9. sito granulacije 1 mm*

*Slika 10. uzorci za ispitivanje usitnjenog drva (usitnjeni uzorak granulacije 4 mm)*

*Slika 11. uzorci za ispitivanje usitnjenog drva (usitnjeni uzorak granulacijom 0,5 mm)*

*Slika 12. Uzorci na sušenju u laboratorijskom sušioniku*

*Slika 13. Označeni i pripremljeni uzorci cjelovitog drva za ekstrakciju*

*Slika 14. Erlenmeyerova tikvica od 300 mL i uzorci usitnjenog drva koje je potrebno izvagati*

*Slika 15. Vaganje uzoraka na približno 2 grama*

*Slika 16. i Slika 17. Pripremljena otopina za ekstrakciju*

*Slika 18. i Slika 19. Ekstrakcija na elektromagnetskoj miješalici*

*Slika 20. Aparat za filtraciju*

*Slika 21. Vakuum filtracija*

*Slika 22. Grafički prikaz topljivosti usitnjenih uzoraka sa sadržajem vode i u apsolutno suhom stanju*

*Slika 23. grafički prikaz topljivosti cjelovitih uzoraka sa sadržajem vode i u apsolutno suhom stanju*

*Slika 24. Grafički prikaz topljivosti usitnjenih i cjelovitih uzoraka sad sadržajem vode*

*Slika 25. Grafički prikaz topljivosti usitnjenih i cjelovitih uzoraka u apsolutno suhom stanju*

*Slika 26. grafički prikaz topljivosti svih uzoraka*

## **Popis tablica**

*Tablica 1. Sadržaj vode usitnjenog uzorka*

*Tablica 2. Sadržaj vode cjelovitih uzoraka*

*Tablica 3. Topljivost usitnjenih uzoraka sa sadržajem vode*

*Tablica 4. Topljivost usitnjenih uzoraka u apsolutno suhom stanju*

*Tablica 5. Topljivost cjelovitih uzoraka sa sadržajem vode*

*Tablica 6. Topljivost cjelovitih uzoraka u apsolutno suhom stanju*

## **Predgovor**

U ovom radu provedeno je i opisano istraživanje kako različiti stadiji osušenosti usitnjene hrastovine i sadržaja vode utječu na topivost u hladnoj vodi.

Zahvaljujem svom mentoru doc. dr. sc. Miljenku Klariću na strpljenju, razumijevanju i svim savjetima vezanim za izradu ovog završnog rada. Zahvaljujem asistentici mag. ing. tech. lign. Nikolini Barlović i asistentu mag. ing. tech. lign. Mislavu Mikšiku pri pomoći oko provedbe eksperimentalnog dijela te analizi podataka. Također zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima koji su mi pružili podršku tijekom pisanja ovog završnog rada.



## 1. UVOD

Sušenje drva je postupak odstranjivanja najčešće jednog dijela ili sve vode iz drva na način da mu se ne umanjuje kvaliteta. Više je razloga zbog kojih se suši drvo, a jedan od tih razloga je kako bi se drvu povećala korisna svojstva, kako bi se umanjila neka nepovoljna ili kako bi se drvo pripremilo za neki daljnji proces obrade ili uporabe. Sušenjem se želi postići odstranjivanje vode iz drva koja se u drvu nalazi u dva osnovna oblika, kao slobodna i vezana voda. Slobodna voda nalazi se u staničnim šupljinama i njezina količina ne utječe na većinu svojstava drva, osim na masu, električnu vodljivost i slično, a njezina količina ovisi o volumenu pora. Vezana voda se pak nalazi u staničnim stijenkama i njezina količina utječe na svojstva drva. Za njeno sušenje potrebno je više energije u odnosu na sušenje slobodne vode kada govorimo o istoj količini. S obzirom na količinu, odnosno sadržaj vode, drvo se dijeli na sirovo (više od 55 %), polusuho (22 – 55 %) prosušeno (do 22 %), suho (do 15%) i apsolutno suho. S obzirom na uvjete i mjesto uporabe drvo se suši do željenog, odnosno za to primjerenog sadržaja vode. Osim sušenja drva, u hidrotermičku obradu spadaju još parenje i kuhanje drva.

Parenje drva je kada na hladno drvo djeluje vruća vodena para te se drvo zagrijava uz prisustvo vlage. Drvo se zagrijava vodenom parom ili vrućom vodom izvana, tj. od površine prema središtu. Temperatura sredstva kojim se grije znatno je veća na početku zagrijavanja od temperature drva. Između vodene pare ili vruće vode i drva izmjenjuje se toplina. Drvo se zagrijava uz prisustvo vlage te mu se mijenjaju svojstva, a svrha parenja može biti omekšavanje, promjena boje, sterilizacija drva ili uklanjanje i sprječavanje nastajanja grešaka pri sušenju. Promjene svojstava drva koje se postižu parenjem, mogu se postići i kuhanjem drva u vodi kod temperature koja je uvijek niža od njenog vrelišta. I kod kuhanja se na drvo djeluje toplinom uz prisustvo vlage (Krpan, J., 1965.). Ovim hidrotermičkim postupcima, može se promijeniti i boja sirovom drvu te ono može postati tamnije. Na promjenu boje također ovisi i kemijski sastav samog drva. Kemijski sastav drva sastoji se od primarnih i sekundarnih sastojaka koji se nalaze, odnosno tvore stanične stijenske drva. Kemijski sastav se razlikuje od vrste do vrste drva, no najveći udio u tom sastavu zauzima celuloza koje ima 40 – 50 %. Slijedi hemiceluloza koja obično zauzima udio 20 – 35 % te lignin kojeg ima 15 – 35 %. Osim ovih glavnih komponenata u kemijskom sastavu drva nalaze se i sekundarni sastojci, odnosno ekstraktivne tvari čiji udio je obično 1 – 5 %. Ove tvari mogu biti u cijelosti ili djelomično infiltrirane u staničnoj

Matišev, B., 2022.: Utjecaj sušenja i inicijalnog sadržaja vode usitnjene hrastovine na njenu topivost u hladnoj vodi

---

stijenci drva i te tvari nisu bitne za organizaciju drva i mogu se ukloniti bez značajnog utjecaja na strukturu i strukturalna svojstva drva. Obično se javljaju kao tanini, hlapiva ulja i smole, gumozne tvari, tvari koje boje drvo te pepeo. Iako ne zauzimaju veliki postotak u kemijskom sastavu drva, ove tvari mogu, ovisno o njihovoj prirodi, utjecati na različite karakteristike drva kao što su otpornost na biološku razgradnju i štetnike, boju i miris drva te je njihova prisutnost u drvu povezana s permeabilnošću i fizičkim svojstvima drva.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Uz osnovne gradbene komponentne staničnih stijenki (celuloza, hemiceluloza i lignin) u drvu su prisutne i razne ekstraktivne tvari. Usprkos njihovom ograničenom volumenu u sastavu, ove tvari doprinose mnogim svojstvima drva koje mogu povoljno ili nepovoljno utjecati na daljnju obradu drva. Ekstraktivne tvari tako utječu i na kvalitetu provedbe hidrotermičkih postupaka. Utječu na brzinu sušenja i konačnu boju drva nakon sušenja. Utječu i na parenje drva te na kemijske reakcije kod parenja drva. Ekstraktivne tvari se nazivaju tako zato što se mogu iz drva ekstrahirati vodom ili drugim otapalima. Stoga je cilj ovog rada istražiti koliko će se ekstraktiva dobiti ekstrakcijom hladnom vodom na elektromagnetskoj miješalici standardnom metodom prema normi D 1110-21, ovisno o početnom sadržaju vode uzoraka usitnjene hrastovine koja je uzeta kao naša tehnički najvrjednija vrsta drva. Ovim postupkom utvrđuju se tanini, gumozne tvari, šećeri i tvari koje boje drvo te bi se na taj način moglo procijeniti što bi se moglo događati prilikom pojedinih hidrotermičkih postupaka.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Materijali

Prilikom ovog eksperimenta korišteni su usitnjeni i dodatno cjeloviti uzorci hrastovine te destilirana voda koja se koristila kao otapalo pri ekstrakciji hladnom vodom za određivanje topljivosti.

#### 3.2. Mjerna oprema

- Mlin Retsch SM400
- Mlin Retsch SR300
- Sita otvora oka 425  $\mu\text{m}$  i 250  $\mu\text{m}$
- Analitička vaga
- Laboratorijski sušionik
- Elektromagnetska miješalica
- Vodena kupelj
- Aparatura za vakuum filtraciju

#### 3.3. Priprema, prosijavanje i sušenje drvnog iverja

Prilikom eksperimenta korišteni su veći uzorci hrastovine širine 13cm i debljine 7 mm.



**Slika 1.** Uzorak hrastovine (hrastove lamele)

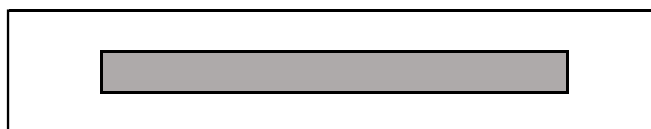
Za svrhu daljnjeg ispitivanja, velike uzorke hrastovine bilo je potrebno podijeliti na manje dijelove na uzorke za ispitivanje cjelovitog drva i ispitivanje usitnjenog drva.

Lamele hrastovine rezane su na tračnoj pili Einhell TC-SB 200/1.



**Slika 2.** Tračna pila Einhell TC-SB 200/1

Rezanje hrastovih lamela vršeno je tako da se najprije odstranio višak materijala skidanjem po 7 cm uzorka s čela sa svake strane te po 3 cm uzdužno sa svake strane lamele. Ovime se željelo postići da se uzorci uzimaju iz središnjeg dijela lamele.



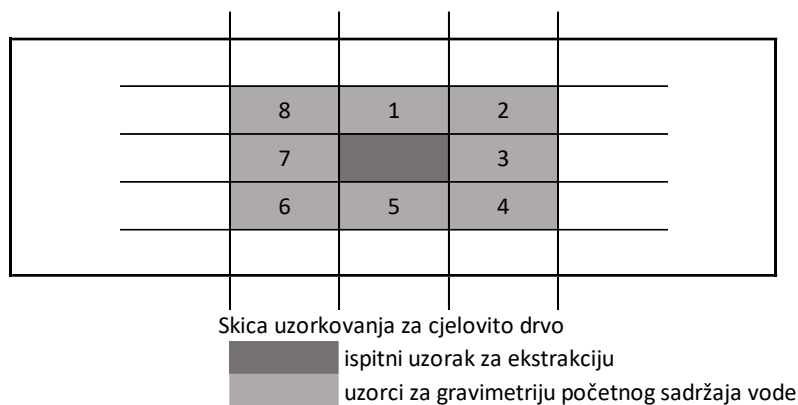
Skica uzorkovanja za usitnjeno drvo  
uzeti uzorci iz sredine lamele

**Slika 3.** Skica načina uzorkovanja za usitnjeno drvo

Središnji dio lamele je prerezan još jednom uzdužno te je nakon toga rezano poprečno kako bi se dobili manji uzorci za usitnjavanje približnih dimenzija 31 x 18 mm

Matišev, B., 2022.: Utjecaj sušenja i inicijalnog sadržaja vode usitnjene hrastovine na njenu topivost u hladnoj vodi

kako bi kasnije stali u mlin za daljnje usitnjavanje. Uzorci za ispitivanje cjelovitog drva rezani su na približnu dimenziju 20 x 15 mm kako bi zadovoljili približnu masu od 2 grama. U ovom slučaju uzeti su uzorci za ekstrakciju i uzorci za određivanja početnog sadržaja vode. Uzorci su također uzeti iz središnjeg dijela lamele.



**Slika 4.** Skica načina uzorkovanja za cjelovito drvo



**Slika 5.** Dobiveni uzorci za ispitivanje cjelovitog drva

Uzorke za ispitivanje usitnjenog drva bilo je potrebno dodatno usitniti do određene granulacije te je za primarno usitnjavanje korišten mlin Retsch SM400 te je korišteno sito granulacije 4 mm.



**Slika 6.** mlin Retsch SM400



**Slika 7.** Sito granulacije 4 mm

Nakon toga je korišten mlin Retsch SR300 za finije usitnjavanje sa sitima od 1mm i 0,5 mm.



**Slika 8.** Mlin Retsch SR300



**Slika 9.** Sito granulacije 1mm





**Slika 10.** Uzorci za ispitivanje usitnjenog drva (usitnjeni uzorak granulacije 4 mm)



**Slika 11.** Uzorci za ispitivanje usitnjenog drva (usitnjeni uzorak granulacijom 0,5 mm)

Nakon usitnjavanja slijedilo je prosijavanje usitnjenog uzorka na laboratorijskim sitima od 425  $\mu\text{m}$  i 250  $\mu\text{m}$ . Uzorak koji je zadržan na situ od 250  $\mu\text{m}$  dalje je korišten u eksperimentu dok se krupnije i sitnije iverje nije koristilo u daljnjem eksperimentu.

### 3.4. Metode

Eksperiment je rađen prema normi D 1110 – 21 Standard test methods for water solubility of wood.

Za ovu metodu potreban je laboratorijski pribor koji se sastoji od staklenih ili porculanskih lončića, posuda i tikvica te ostalog pribora i aparature za filtraciju. Potrebno je koristiti usitnjene uzorke koji su prosijani sitima od 425 i 250  $\mu\text{m}$  te se uzima uzorak zadržan na situ od 250  $\mu\text{m}$ . Zatim je potrebno odvagati 2 g usitnjenog uzorka, staviti ga u tikvicu te dodati 300 mL destilirane vode. Dobivenu smjesu potrebno je konstantno miješati 48 sati pri sobnoj temperaturi od  $23 \pm 2$  °C. Nakon isteka 48 sati, smjesu je potrebno filtrirati aparaturom za filtraciju te dobiveni sadržaj osušiti na temperaturi  $103 \pm 2$  °C do konstantne mase. Sušenje obično traje 4 sata. Po završetku sušenja uzorke staviti u eksikator, ohladiti ih do sobne temperature te im nakon toga odrediti masu.



### 3.4.1. Gravimetrijsko određivanje sadržaja vode drvnog iverja

Gravimetrijska metoda određivanja sadržaja vode jedna je od najstarijih direktnih metoda određivanja vode u drvu. Rezultat dobiven ovom metodom obično je izražen kao postotni sadržaj omjera mase uzorka u sirovom stanju i mase tog istog uzorka prosušenog do apsolutno suhog stanja. Apsolutno suho stanje uzorka postiže se sušenjem pri konstantnoj temperaturi od  $103\pm 2$  °C, stoga nam je za izvođenje ove metode potreban sušionik koji osigurava konstantnu temperaturu od  $103\pm 2$  °C. Uz sušionik, potrebna nam je i analitička vaga kojom određujemo masu uzoraka te eksikator sa silika gelom koji osigurava hlađenje osušenih uzoraka bez upijanja dodatne vlage.

Prilikom ovog eksperimenta korišten je laboratorijski sušionik te je za određivanje sadržaja vode uzet dio prethodno prosijanog uzorka, koji se odvagao po otprilike 1 g u prethodno izvagane posudice koje su nakon toga stavljene u sušionik na sušenje pri temperaturi od  $103\pm 2$  °C do konstantne mase. Nakon sušenja, uzorci su stavljeni u eksikator na hlađenje do sobne temperature te su potom ponovno izvagani.



**Slika 12.** Uzorci na sušenju u laboratorijskom sušioniku

Sadržaj vode određuje se pomoću slijedeće formule :

$$\omega = \left[ \frac{W_1 - W_0}{W_0} \right] * 100, [\%]$$

gdje je  $\omega$  sadržaj vode u drvu (%),  $W_1$  masa uzorka u sirovom stanju (g) i  $W_0$  masa uzorka u apsolutno suhom stanju (g).

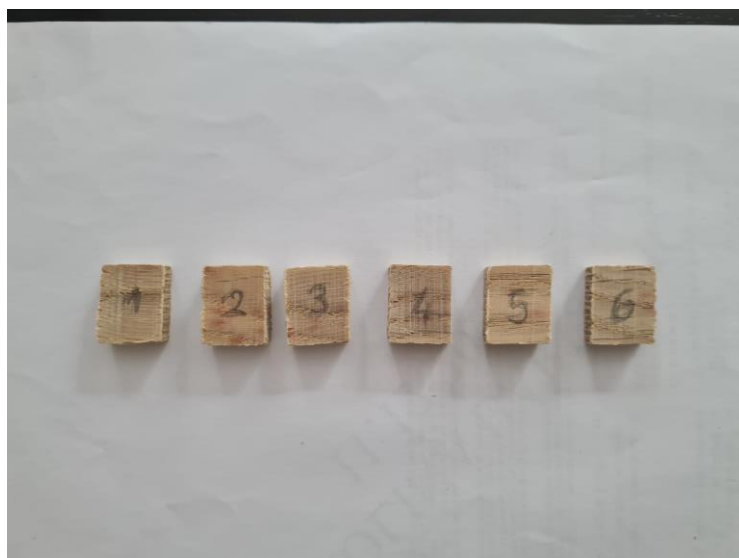
### 3.4.2. Ekstrakcija

Pojam ekstrakcije obuhvaća postupak odvajanja jedne ili više odabranih tvari iz neke smjese ili tvari (krutine) pomoću nekog drugog prikladnog otapala ili otopine prilikom čega ostale sastavnice smjese ili tvari nisu topljive ili su manje topljive u tom otapalu. U ovom eksperimentu korišteni su uzorci hrastovine te hladna voda koja je služila kao otapalo.

Ranijim opisom uzorkovanja i pripreme uzoraka hrastovine, dobili smo 4 različita seta uzoraka koji su korišteni u daljnjem eksperimentu. Ekstrakcije su se sastojale od 4 seta uzoraka sa po 6 ponavljanja u svakom setu. Dobili smo :

1. Usitnjeni uzorak sa sadržajem vode
2. Usitnjeni uzorak u apsolutno suhom stanju
3. Cjeloviti uzorak sa sadržajem vode
4. Cjeloviti uzorak u apsolutno suhom stanju

Postupak ekstrakcije se ponavlja te je jednak za svaki set uzoraka. Prije samog početka aparaturu i uzorke je potrebno označiti kako bi sam postupak bio jednostavniji i pregledniji te kako ne bi došlo do miješanja uzoraka i kako bi očitavanje rezultata bilo jednostavnije i brže.



**Slika 13.** Označeni i pripremljeni uzorci cjelovitog drva za ekstrakciju

Za određivanje topljivosti hladnom vodom, odvađnuto je otprilike 2 grama, od svakog seta uzoraka, u Erlenmeyerovu tikvicu od 300 mL.

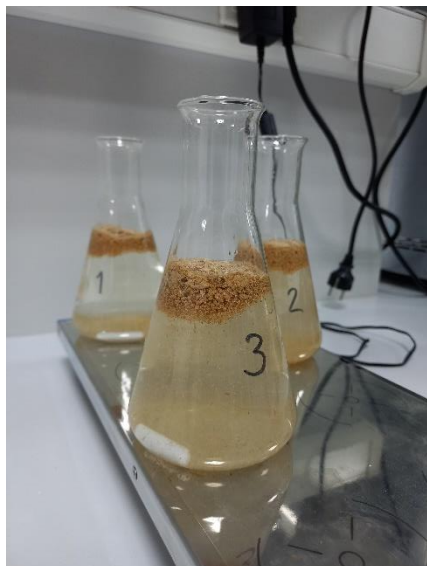


**Slika 14.** Erlenmeyerova tikvica od 300 mL i uzorci usitnjenog drva koje je potrebno izvagati



**Slika 15.** Vaganje uzoraka na približno 2 grama

Nakon vaganja u tikvicu se zatim ulilo 300 mL destilirane vode. Pripremljena otopina stavljena je da se ekstrahira na elektromagnetnu mješalicu. U tikvicu je dodan maleni magnet koji osigurava konstantno miješanje otopine.



**Slika 16. i slika 17.** Pripremljena otopina za ekstrakciju

Elektromagnetska miješalica namještena je na 700 okretaja po minuti te se ekstrakcija odvija 48 sati uz konstantno miješanje pri sobnoj temperaturi od  $23 \pm 2$  °C.

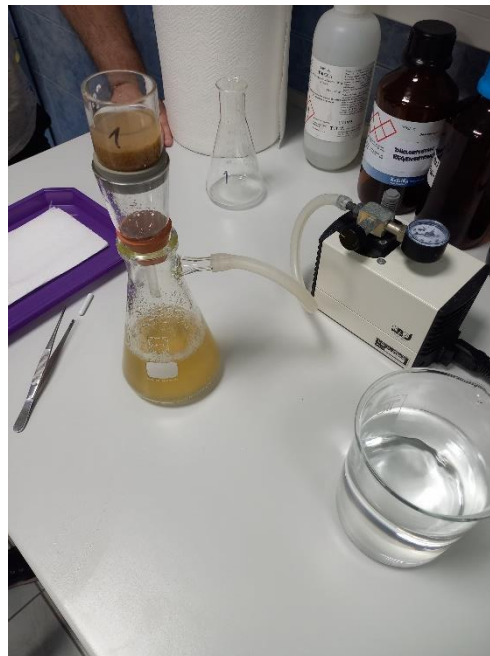


**Slika 18. i slika 19.** Ekstrakcija na elektromagnetskoj miješalici

Po isteku 48 sati, uzorci su filtrirani vakuum filtracijom. Aparatura za filtraciju sastojala se od vakuum pumpe, vakuum boce i filter lončića s poroznim dnom.



**Slika 20.** Aparatura za filtraciju



**Slika 21.** Vakuum filtracija

Filter lončić s poroznim dnom pričvršćen je gumom kako bi se osigurao tjesniji spoj između lončića i vakuum boce. Ovaj postupak odnosi se na uzorke na ispitivanju usitjenog drva zbog toga što se usitnjeni uzorak morao odvojiti od vode nakon ekstrakcije te to nije moguće bez filtracije. U ovom postupku korištena je i vakuum pumpa koja je osigurala kompletan i brži protok vode kroz filter lončić te samim time ubrzala postupak filtracije. Nakon filtracije sadržaj koji se zadržao na lončiću suši se na temperaturi od  $103 \pm 2$  °C do konstantne mase. Sušenje u prosjeku traje 4 sata, a za sušenje je u ovom eksperimentu korišten sušionik Memmert UF 110 plus. Po završetku sušenja, lončići s uzorcima odlažu se u eksikator i hlade se do sobne temperature, nakon čega se određuje masa uzoraka.

## 4. REZULTATI I DISKUSIJA

### 4.1. Rezultati određivanja sadržaja vode gravimetrijskom metodom

Sadržaj vode određuje se pomoću slijedeće formule :

$$\omega = \left[ \frac{W_1 - W_0}{W_0} \right] * 100, [\%]$$

gdje je  $\omega$  sadržaj vode u drvu (%),  $W_1$  masa uzorka u sirovom stanju (g) i  $W_0$  masa uzorka u apsolutno suhom stanju (g).

Sadržaj vode - usitnjeni uzorak				
Broj uzorka	$m_p$ , g	$m_1$ , g	$m_0$ , g	sadržaj vode (%)
1	24,7143	1,0248	25,6525	9,2304
2	26,0102	1,0187	26,9439	9,1036
3	29,9199	1,0579	27,8883	9,242
				9,19

**Tablica 1.** Sadržaj vode usitnjenog uzorka

Sadržaj vode - cjeloviti uzorak			
Broj uzorka	$m_1$ , g	$m_0$ , g	sadržaj vode (%)
1	1,2157	1,0916	11,37
2	1,3875	1,2453	11,42
3	1,553	1,3941	11,40
			11,40

**Tablica 2.** Sadržaj vode cjelovitih uzoraka

Gravimetrijskom metodom određen je sadržaj vode usitnjenih uzoraka i cjelovitih uzoraka. Iz tablica je vidljivo kako usitnjeni uzorci imaju prosječan sadržaj vode od 9,19 % što je nešto niže od prosječnog sadržaja vode cjelovitih uzoraka koji imaju 11,40 % sadržaja vode.



## 4.2. Obrada rezultata ekstrahiranih uzoraka

Nakon određenih sadržaja vode i završenih ekstrakcija iz kojih su dobivene vrijednosti mase uzoraka, pomoću formule izračunata je topljivost :

$$\% = \left[ \frac{W_1 - W_2}{W_1} \right] * 100, [\%]$$

gdje je % topljivost (%),  $W_1$  masa apsolutno suhog uzorka prije ekstrakcije (g) i  $W_2$  masa ekstrahiranog uzorka (g).

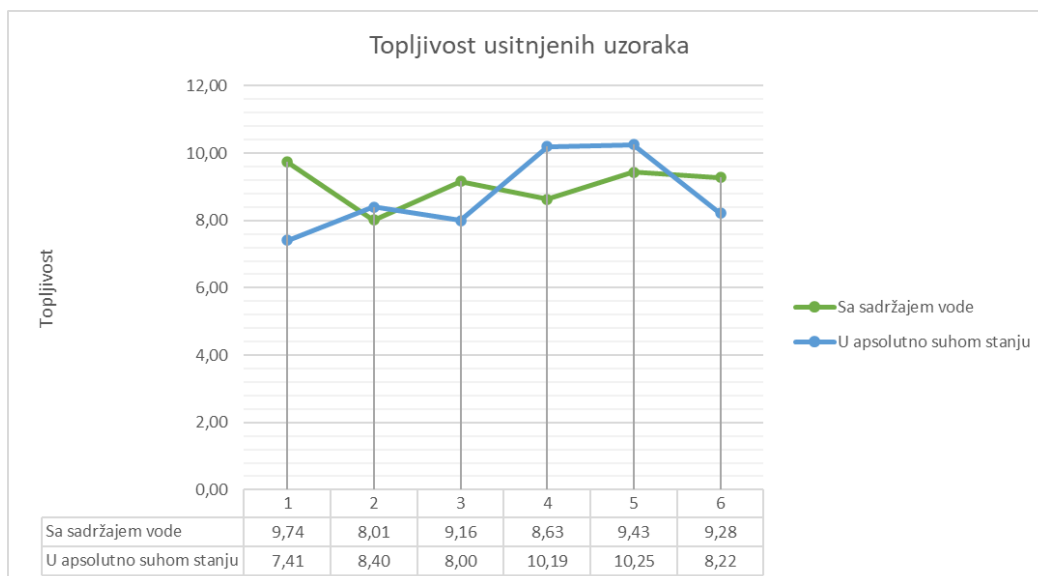
Cold water solubility - usitnjeni uzorak sa sadržajem vode								
Br. uzorka	Masa uzorka prije tretmana, g	Masa uzorka u apsolutno suhom stanju, g	Sadržaj vode, %	Oznaka filter lončića	Masa filter lončića, g	Masa filter lončića s uzorkom, g	Masa ekstrahiranog uzorka nakon sušenja, g	Topljivost, %
1	2,0282	1,8418	9,19	1	49,3658	51,0283	1,6625	9,74
2	2,0845	1,8929	9,19	2	50,0500	51,7914	1,7414	8,01
3	2,0795	1,8884	9,19	3	49,6558	51,3712	1,7154	9,16
4	2,1305	1,9347	9,19	4	50,4248	52,1925	1,7677	8,63
5	2,0259	1,8397	9,19	5	48,9354	50,6016	1,6662	9,43
6	2,0437	1,8559	9,19	6	47,0935	48,7772	1,6837	9,28
								9,04

**Tablica 3.** Topljivost usitnjenih uzoraka sa sadržajem vode

Cold water solubility - usitnjeni uzorak u apsolutno suhom stanju								
Br. uzorka	Masa uzorka prije tretmana, g	Masa uzorka u apsolutno suhom stanju, g	Sadržaj vode, %	Oznaka filter lončića	Masa filter lončića, g	Masa filter lončića s uzorkom, g	Masa ekstrahiranog uzorka nakon sušenja, g	Topljivost, %
1	2,3663	2,3663	0,00	1	50,3207	52,5117	2,1910	7,41
2	2,3311	2,3311	0,00	2	49,2738	51,4092	2,1354	8,40
3	2,3676	2,3676	0,00	3	49,7549	51,9331	2,1782	8,00
4	2,2498	2,2498	0,00	4	47,6643	49,6848	2,0205	10,19
5	2,7691	2,7691	0,00	5	49,4862	51,9714	2,4852	10,25
6	2,1143	2,1143	0,00	6	48,8214	50,7619	1,9405	8,22
								8,74

**Tablica 4.** Topljivost usitnjenih uzoraka u apsolutno suhom stanju

Iz tablica su vidljive izračunate vrijednosti topljivosti usitnjenih uzoraka sa sadržajem vode i u apsolutnom suhom stanju. Dobivene vrijednosti prosječne topljivosti se ne razlikuju previše, prosječna topljivost uzoraka sa sadržajem vode je 9,04 % dok je prosječna topljivost uzoraka u apsolutno suhom stanju 8,74 %.



**Slika 22.** Grafički prikaz topljivosti usitnjenih uzoraka sa sadržajem vode i u apsolutno suhom stanju

Iz grafičkog prikaza topljivosti usitnjenih uzoraka sa sadržajem vode i u apsolutno suhom stanju možemo uočiti da su vrijednosti topljivosti približno jednake u oba slučaja, stoga, prema ovim rezultatima, možemo vidjeti kako sadržaj vode nema prevelik utjecaj na topljivost usitnjenih uzoraka.

Cold water solubility - cjeloviti uzorak sa sadržajem vode					
Br. uzorka	Masa uzorka prije tretmana, g	Masa uzorka u apsolutno suhom stanju, g	Sadržaj vode, %	Masa uzorka nakon ekstrakcije, g	Topljivost, %
1	1,9365	1,7157	11,40	1,4336	16,44
2	1,9688	1,7444	11,40	1,4394	17,48
3	1,9674	1,7431	11,40	1,4378	17,52
4	1,7812	1,5781	11,40	1,3384	15,19
5	1,9316	1,7114	11,40	1,3675	20,09
6	1,8722	1,6588	11,40	1,4165	14,61
					16,89

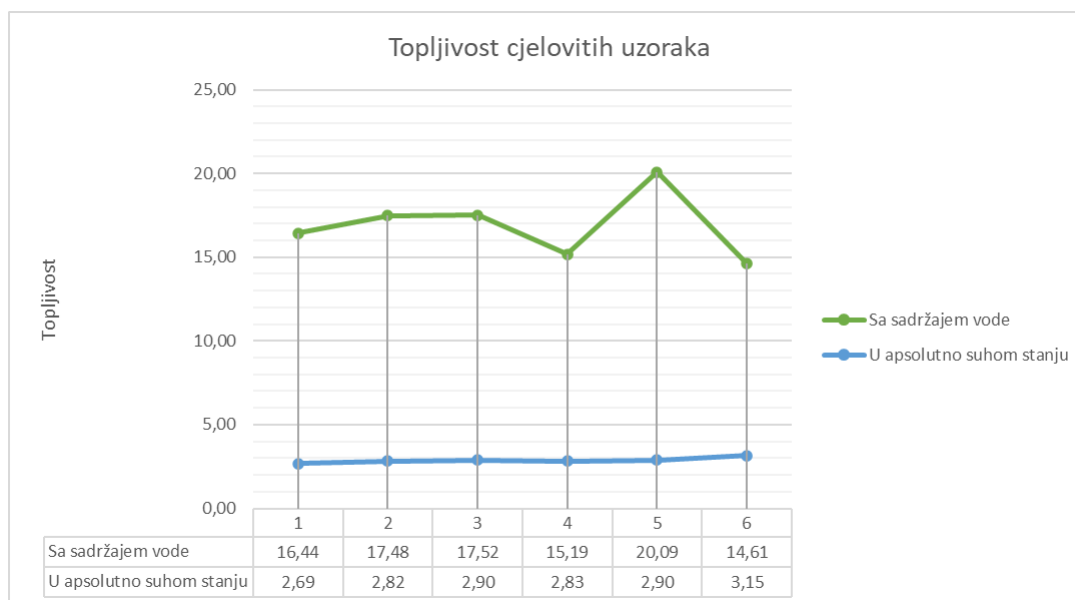
**Tablica 5.** Topljivost cjelovitih uzoraka sa sadržajem vode

Cold water solubility - cjeloviti uzorak u apsolutno suhom stanju					
Br. uzorka	Masa uzorka prije tretmana, g	Masa uzorka u apsolutno suhom stanju, g	Sadržaj vode, %	Masa uzorka nakon ekstrakcije, g	Topljivost, %
1	1,3855	1,3855	0,00	1,3482	2,69
2	1,4290	1,4290	0,00	1,3887	2,82
3	1,3554	1,3554	0,00	1,3161	2,90
4	1,4394	1,4394	0,00	1,3986	2,83
5	1,3777	1,3777	0,00	1,3378	2,90
6	1,4424	1,4424	0,00	1,3969	3,15
					2,88

**Tablica 6.** Topljivost cjelovitih uzoraka u apsolutno suhom stanju

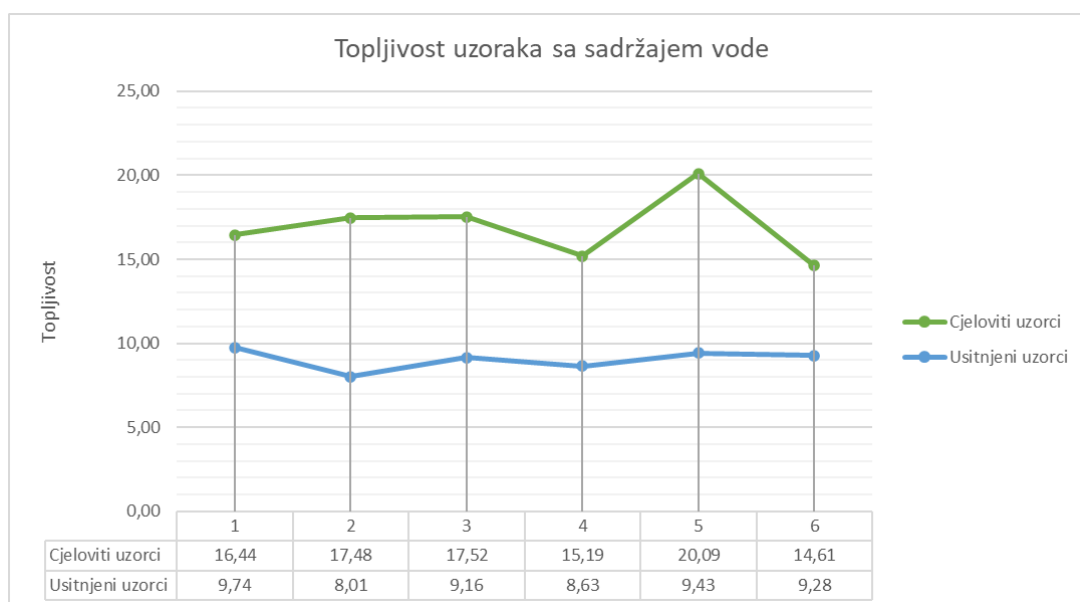


Iz tablica je vidljivo da topljivost varira kod cjelovitih uzoraka sa sadržajem vode te je znatno viša u odnosu na topljivost cjelovitih uzoraka u apsolutno suhom stanju čije vrijednosti nemaju velikih odstupanja te njihova prosječna topljivost iznosi 2,88 %, dok prosječna topljivost cjelovitih uzoraka sa sadržajem vode iznosi 16,89 %.



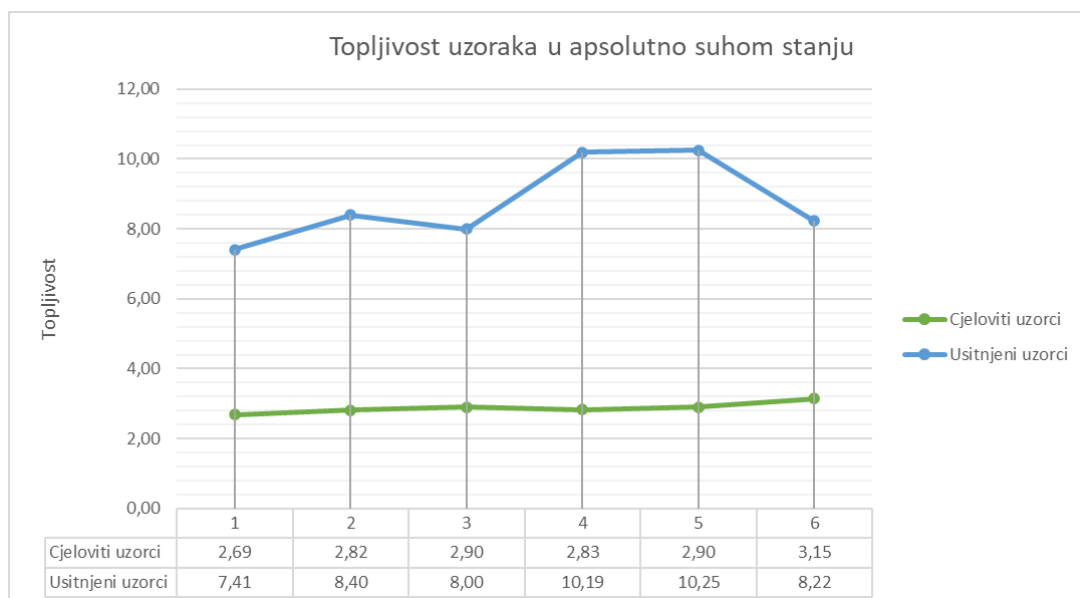
**Slika 23.** Grafički prikaz topljivosti cjelovitih uzoraka sa sadržajem vode i u apsolutno suhom stanju

Iz grafičkog prikaza topljivosti cjelovitih uzoraka sa sadržajem vode i u apsolutno suhom stanju vidljivo je kako su vrijednosti topljivosti uzoraka sa sadržajem vode znatno veće u odnosu na vrijednosti topljivosti uzoraka u apsolutno suhom stanju, stoga, prema ovim rezultatima, možemo reći kako sadržaj vode ima velik utjecaj na topljivost cjelovitih uzorka.



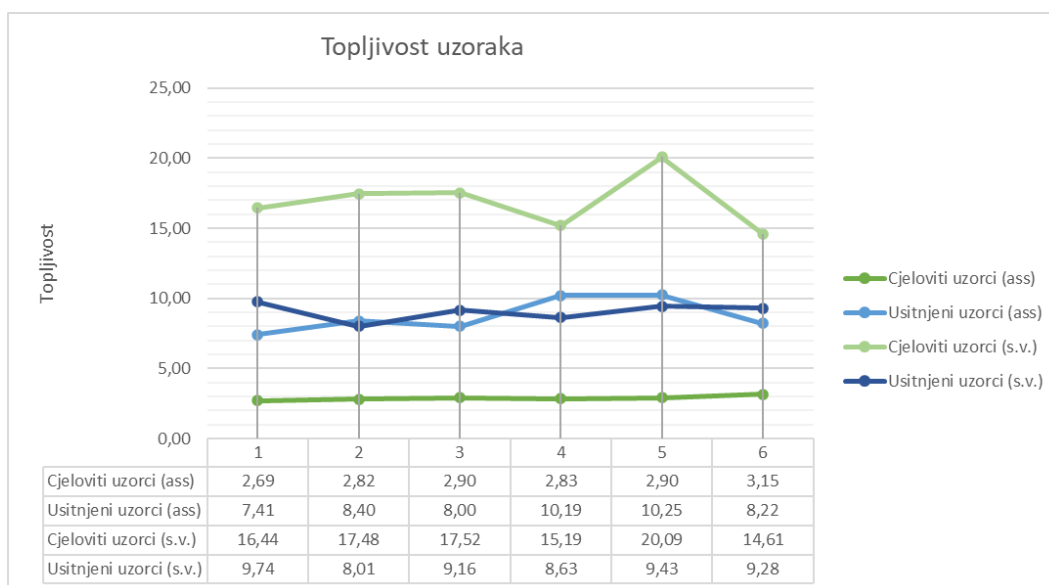
**Slika 24.** Grafički prikaz topljivosti usitnjenih i cjelovitih uzoraka sa sadržajem vode

Graf prikazuje odnos topljivosti cjelovitih i usitnjenih uzoraka sa sadržajem vode. Uočljivo je kako cjeloviti uzorci poprimaju veće vrijednosti topljivosti u odnosu na usitnjene uzorke te je također uočljivo da su te vrijednosti, u nekim slučajevima, dvostruko veće.



**Slika 25.** Grafički prikaz topljivosti usitnjenih i cjelovitih uzoraka u apsolutno suhom stanju

Graf prikazuje odnos između topljivosti cjelovitih i usitjenih uzoraka u apsolutno suhom stanju. U ovom slučaju uočljiva je obrnuta situacija te vidimo kako uzorci usitjenog drva sada imaju, u nekim slučajevima i do tri puta veće vrijednosti topljivosti u odnosu na uzorke cjelovitog drva. Iz ovih relacija i odnosa možemo vidjeti kako se usitnjeni i cjeloviti uzorci ne ponašaju jednako s obzirom na sadržaj vode. Usitnjeni uzorci skloni su manjim promjenama, dok su cjeloviti uzorci znatno više skloniji promjenama topljivosti s obzirom na sadržaj vode te su te razlike bitno uočljive.



**Slika 26.** grafički prikaz topljivosti svih uzoraka

Ovim grafičkim prikazom vidimo usporedbu topljivosti svih ispitanih uzoraka iz kojeg je vidljivo koliko znatno sadržaj vode utječe na topljivost cjelovitih uzoraka gdje oni poprimaju najveće, odnosno najmanje vrijednosti topljivosti ispitanih uzoraka. Vidimo kako cjeloviti uzorci sa sadržajem vode zauzimaju najveće vrijednosti, dok cjeloviti uzorci u apsolutno suhom stanju zauzimaju najmanje vrijednosti topljivosti. Vrijednosti topljivosti usitjenih uzoraka kreću se unutar granica vrijednosti topljivosti cjelovitih uzoraka te njihove vrijednosti ne variraju mnogo s obzirom na sadržaj vode kao što je to slučaj kod cjelovitih uzoraka.

## 5. ZAKLJUČAK

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti kako je topljivost usitnjenih uzoraka približno jednake vrijednosti bez obzira na sadržaj vode kod kojega je provedeno ispitivanje, dok za uzorke cjelovitog drva ne možemo reći isto. Njihove vrijednosti topljivosti uvelike se razlikuju u odnosu na sadržaj vode. Vrijednosti kod uzoraka cjelovitog drva sa sadržajem vode variraju u odnosu jedan na drugog te u prosjeku imaju najveću vrijednost topljivosti ekstraktivnih tvari, od ispitivanih. Usporedimo li usitnjene i cjelovite uzorke sa sadržajem vode, tada možemo vidjeti da neki cjeloviti uzorci imaju čak duplo veću topljivost u odnosu na usitnjene uzorke. Ovo ne možemo reći i za uzorke u apsolutno suhom stanju gdje je relacija dobivenih vrijednosti suprotna u odnosu na uzorke sa sadržajem vode. Usporedimo li tako vrijednosti usitnjenih i cjelovitih uzoraka u apsolutno suhom stanju tada vidimo kako usitnjeni uzorci poprimaju veće vrijednosti topljivosti te su ti rezultati gotovo tri puta veći u odnosu na vrijednosti cjelovitih uzoraka.

Na kraju, prema dobivenim rezultatima, možemo reći kako usitnjeni uzorci imaju podjednake vrijednosti topljivosti, 9,04 % sa sadržajem vode i 8,74 % u apsolutno suhom stanju, te njihova topljivost suviše ne ovisi o njihovom sadržaju vode u ispitivanom slučaju. S druge strane, topljivost cjelovitih uzoraka uvelike ovisi o njihovom sadržaju vode. Uočavamo velike razlike između topljivosti cjelovitih uzoraka sa sadržajem vode i cjelovitih uzoraka u apsolutno suhom stanju, gdje uzorci sa sadržajem vode poprimaju najveću vrijednosti topljivosti, od 16,88 % prosječne vrijednosti, od svih ispitivanih uzoraka, dok uzorci u apsolutno suhom stanju poprimaju najmanju vrijednost topljivosti od 2,88 %.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Denig, J., Wengert, E., M., Simpson, W., T., Drying Hardwood Lumber, United States Department of Agriculture
2. Krpan, J., 1965. : Sušenje i parenje drva (drugo prerađeno i prošireno izdanje). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, (295. str.)
3. Pervan, S.; Klarić, M., 2018: Odnosi između vode i drva (Vježba, preddiplomski studij Drvna tehnologija). Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb, Hrvatska.
4. Trajković, J., Šefc, B., 2017., Anatomija drva (Skripta za studente sveučilišnog preddiplomskog studija Drvne tehnologije Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)., Zagreb, Hrvatska
5. Sinković, T. 2017., Sadržaj vode (Predavanja, preddiplomski studij Drvna tehnologija). Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb, Hrvatska
6. Wood Handbook, Wood as an Engineering Material, United States Department of Agriculture
7. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, Variation in hot and cold water soluble extractive content in gymnosperms from Western Hiimalays  
<https://www.phytojournal.com/archives/2020/vo19issue5/PartP/9-5-162-439.pdf>
8. Enciklopedija, 2022., Ekstrakcija  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=17468>
9. Wikipedia, 2022. Ekstrakcija  
<https://hr.wikipedia.org/wiki/Ekstrakcija>

## 7. ŽIVOTOPIS

Borno Matišev, rođen 7. svibnja 1998. godine u Koprivnici. Završetkom školovanja u Đurđevcu, u kojem provodi svoje cijelo djetinjstvo te pohađa Gimnaziju dr. Ivana Kranjčeva, svoj put odlučio je nastaviti upisom Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije, smjer Drvna tehnologija, u Zagrebu. Dolaskom u novu sredinu i početkom studiranja ponestaje mu vremena za aktivnim bavljenjem njegovim najdražim hobijem, nogometom, kojeg igra od malena. No, sport ga dovodi do priključivanja nogometnoj ekipi studenata Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije preko koje stječe puno novih poznanstava i prijatelja te prisustvuje raznim sportskim međusveučilišnim i sveučilišnim natjecanjima. Uz sport, koji ga konstantno prati na njegovom putu, vremena je našao i za posao kako bi ostvario dodatne prihode pa se okušao u različitim studentskim poslovima od rada u skladištu, trgovini obućom, administrativnih poslova pa sve do rada u kafiću u kojem trenutno radi. Uz sve to, fakultetske obaveze bile su prioritet stoga je i dosta svog vremena odvajao na izvršavanje tih obaveza. Naposljetku zbog ničeg nije dozvolilo da skrene sa svog puta te u trenutku pisanja ovog teksta, završava pisanje njegovog završnog rada te počinje razmišljanje o slijedećem koraku na njegovom putu, a to je upis diplomskog studija.