

# Rasadnička klijavost sjemena i morfološke značajke dvogodišnjih sadnica (2+0) poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) gologa korijena različitih populacija i načina predsjetvene pripreme

---

Hodalj, Sebastian

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:818513>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-01**



Repository / Repozitorij:

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



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

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ**  
**ŠUMARSTVO**

**SEBASTIAN HODALJ**

**RASADNIČKA KLIJAVOST SJEMENA I MORFOLOŠKE  
ZNAČAJKE DVOGODIŠNJIH SADNICA (2+0) POLJSKOG JASENA  
(*Fraxinus angustifolia* Vahl) GOLOGA KORIJENA RAZLIČITIH  
POPULACIJA I NAČINA PREDSJETVENE PRIPREME**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB (TRAVANJ, 2021)**

## PODACI O ZAVRŠNOM RADU

<b>Zavod:</b>	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
<b>Predmet:</b>	Osnivanje šuma
<b>Mentor:</b>	Izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić
<b>Student:</b>	Sebastian Hodalj
<b>JMBAG:</b>	0068224214
<b>Akad. godina:</b>	2020./2021.
<b>Mjesto, datum obrane</b>	Zagreb, 16.04.2021.
<b>Sadržaj rada:</b>	Slika:15 Tablica: 23 Navodi literature:13
<b>Sažetak:</b>	<p>U ovom završnom radu ispitivat će se rasadnička klijavost sjemena sakupljenog sa 6 različitih populacija i 2 načina predstetvene pripreme sjemena. Izmjerit će se važnije morfološke značajke dvogodišnjih (2+0) sadnica gologa korijena (visina, promjer vrata korijena te broj primarnih grana). Na osnovu provedenih istraživanja utvrdit će se koje populacije imaju najveći postotak rasadničke klijavosti i najbolju morfološku kvalitetu sadnica.</p>



# IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

OB FŠDT 05 07

Revizija: 1

Datum: 28.6.2017.

„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*

*Sebastian Hodalj*

U Zagrebu, 16.04.2021.

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	1
2. CILJ RADA.....	3
3. METODE I MATERIJALI .....	4
3.1. Metode, materijali i oprema korištena za predsjetvenu pripremu sjemena .....	4
3.2. Metoda i oprema korištena za izmjeru morfoloških značajki.....	5
4. REZULTATI.....	6
4.1. Rasadnička klijavost .....	6
4.2. Morfološke značajke 2+0 sadnica.....	7
ZAKLJUČAK.....	28
ZAHVALA.....	30
LITERATURA.....	31

## 1. UVOD

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) je vrsta koja raste kao stablo do 30 m visine i odlikuje ju sivkastosmeđa, poprečno izbrazdana i uzdužno isprekidana kora (Idžojtić, 2005.), te plitki korijenski sustav s prevladavajućim bočnim korijenjem koje se vodoravno ili koso širi zrakastom simetrijom (Tikvić i suradnici, 2018.). Listopadna je vrsta s neparno perasto sastavljenim, 15-25 cm dugim lišćem, najčešće sastavljeni od 7-11 liski (3,5-7,5 cm dužine; 1-2 cm širine) koje su duguljasto kopljaste šiljastog vrha i klinaste osnove te su rubovi krupno napiljeni (Idžojtić, 2009.). Kao andromonoecična vrsta sadrži dvospolne i jednospolne muške ahlamidejske<sup>1</sup> cvjetove koji su neuočljivi. Više cvjetova je zajedno u uspravim grozdovima na prošlogodišnjim izbojcima jer se cvjetanje odvija u veljači i ožujku, dakle prije listanja (Idžojtić, 2013.).

Prirodno područje obitavanja poljskog jasena je savsko-dravsko međuriječje te manja područja uz Dinarski masiv i u dolini rijeke Mirne u Istri (Motovunska šuma), no uglavnom okupira nizinska područja koja su periodično plavljena. Šume poljskog jasena na razini mikroreljefa uz naše velike rijeke pridolazi u trima skupinama staništa. Na gredi uglavnom dolazi u okviru šume Hrasta lužnjaka i običnog graba, u nizi uglavnom u šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom te u bari u šumi poljskog jasena s kasnim drijemovcem (asocijacija *Leucojoaestivi-Fraxinetumangustifoliae* Glavač 1959). Upravo u bari nalazi svoj ekološki optimum zbog slabe konkurentnosti s ostalim vrstama. Bara karakterizira zadržavanje vode na površini tla što poljski jasen jako dobro podnosi obzirom da je higrofitna vrsta, no i on traži oko dva vegetacijska mjeseca bez stajaće vode. Vrlo je važna vrsta u nizinskim površinama kao pionirska vrsta drveća obzirom da je specifičan upravo za barska mokra područja, te posljednje vrijeme kao vrsta kojom se saniraju zamočvarena područja u staništima gdje se prethodno nalazila šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genistoelatae-Quercetumroboris* Horvat 1938). U mlađim razvojnim stadijima se ponaša kao poluheliofit, dok odrastanjem se potreba za svjetlom povećava (Vukelić, 2012., Pejčić, 2016., Bačić 2016.).

Šume poljskog jasena u panonskom dijelu Hrvatske zauzimaju oko 30 000 ha te kao gospodarska vrsta je vrlo vrijedna, cjenovno ponekad u razini s hrastom lužnjakom. Kao drvo se često koristi za proizvodnju podova, namještaja te za proizvodnju drvenih dijelova koje je potrebno savijati kao što su sportske sprave i sl.

---

<sup>1</sup> Cvjetovi bez ocvijeća

Plod je jednosjemeni okriljeni oraščić – perutka, skupljena u visećim grozdovima. Sam oraščić je najčešće duži od polovine dužine perutke (Idžojtić, 2013.). Tijekom povijesti se dozrijevanje plodova opisivalo krajem kolovoza i u rujnu, da su otpadali sa stabla u zimi i početkom proljeća te da je plodonošenje svakih 1 do 2 godine. Danas u izmijenjenim ekološkim uvjetima, vrsta dozrijeva tijekom kolovoza i rujna te često izostaje urod plodova, odnosno interval između punog uroda je dugačak i bez pravila. Perutke se ne odvajaju od sjemenki jer su čvrsto prirasle uz nju.

Preporuka sakupljanja sjemena je odmah po dozrijevanju, nakon što požuti ili posmeđi na način da se dozrijelo sjeme trga sa stojećih stabala, udaranjem štapa ili nakon što otpadne se sakuplja sa tla. Ubrzo nakon dozrijevanja, sjeme pod utjecajem klimatskih čimbenika (vjetra, kiše) ubrzo pada na tlo zbog navlaženog perikarpa, pa je sama sjemenka teža (Drvodelić i Oršanić, 2016.).

Regent (1980.) definira klijanje kao skup svih procesa koji se zbivaju u sjemenci, a počinju vlaženjem i bubrenjem sjemena do određene granice, nastavljaju se pretvorbom rezervnih tvari i završavaju razvojem radikule, odnosno rastenjem embrija. Početak klijanja karakteriziraju dva neophodna uvjeta, a to su: povoljni vanjski uvjeti kao što je dovoljna količina vode i kisika te povoljna temperatura i jačina svjetla i povoljni unutarnji uvjeti klijanja sjemena kao što je savladavanje dormantnosti sjemena. Predsjetvenom pripremom sjemena ubrzavaju se procesi do njegovog potpunog klijanja, a sami predsjetveni postupak ovisi o stupnju dormantnosti sjemena.

Klijavost sjemena je broj sjemenki koje su normalno isključale u određenim uvjetima i u određenom vremenskom roku (ovisno o vrsti), izražen u postotku od ukupnog broja sjemenki uzetog u ispitivanje radi utvrđivanja kvalitete sjemena, odnosno koliku količinu sjemena moramo posijati da bismo dobili potreban broj biljaka, pa samim time rasadnička klijavost je utvrđivanje kvalitete sjemena obzirom na vanjske prirodne uvjete.

Sjetva bez stratifikacije se obavlja u jesen, najbolje odmah po sakupljanju tijekom listopada jer su vidljivi dobri rezultati narednog proljeća. Stratificirano sjeme se sije u proljeće (travanj-svibanj) u razmacima od 15 do 30 cm i u količini od 80 do 90 sjemenki po dužnom metru (Drvodelić i Oršanić, 2016.).

Morfološke značajke određene sadnice su povezane s vanjskim izgledom i stanjem sadnice, a sama morfologija sadnice je interakcija između nasljednih genetskih osobina naslijeđenih od roditelja i klimatskih čimbenika.

Obzirom na sve gore navedeno, poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) jedna je od najvažnijih autohtonih vrsta drveća u Republici Hrvatskoj u biološkom, fitocenološkom, ekološkom i gospodarskom smislu te ju čini doista jedinstvenom i nezamjenjivom vrstom našeg šumskog ekosustava. No, vrsta kao takva ne može opstati bez kvalitetnog nasljedstva o čemu i piše ovaj stručni rad. Prikazat će metode predstjetvene pripreme sjemena, rasadničku energiju klijavosti sjemena i morfološke značajke dvogodišnjih sadnica gologa korijena.

## **2. CILJ RADA**

Cilj ovog stručnog rada je ispitivanje rasadničke klijavosti sjemena po populacijama i utvrđivanje morfoloških značajki sadnica gologa korijena poljskog jasena obzirom na izvor sjemena, a svemu tome prethodi sakupljanje samog sjemena. Sjeme korišteno za ovaj pokus sakupljano je s područja Šumarije Lipovljani, Šumarije Čakovec, sjemenske sastojine na području Šumarije Nova Gradiška, klonske sjemenske plantaže (KSK) Prvča, stabala na ušću rijeke Cetine i sjeme klona koje se raste u rasadniku „Cernik“.



### 3. METODE I MATERIJALI

#### 3.1. Metode, materijali i oprema korištena za predsjetvenu pripremu sjemena

ISTA (International seed test association) propisuje dva mjeseca tople stratifikacije na 20°C i sedam mjeseci hladne stratifikacije na 3-5°C za rod *Fraxinus* spp., što je obzirom na uobičajenu rasadničku praksu predugačak proces, te smo propisanu stratifikaciju koristili kao osnovnu smjernicu za istraživanje. U ovom istraživanju korištene su dvije metode stratifikacije sjemena: hladno-vlažna stratifikacija sjemena i kombinirana toplo-vlažna i hladno-vlažna stratifikacija sjemena.

Hladno stratificiranje sjemena česta je metoda predsjetvene pripreme u kojem se sjeme izlaže kroz određeno vrijeme obilnoj vlazi i kisiku na niskoj temperaturi u odabranom mediju. Sjeme poljskog jasena korišteno u ovom radu je stratificirano pri konstantnoj temperaturi od 3°C u trajanju od 22 tjedna u prženom kvarcnom pijesku granulacije 0,1 do 0,4 mm.

Kombinirano toplo-vlažno i hladno-vlažno stratificiranje sjemena je istovjetno hladnom stratificiranju sjemena osim što se sjeme prvo drži u toplom stratifikatu određeno vrijeme na određenoj temperaturi, a zatim se premješta u hladnu kontroliranu komoru. Sjeme poljskog jasena korišteno u ovom radu je stratificirano prvo na 20°C (Snijders B.V. model ECD01E, Tilburg, Nizozemska) tijekom 6 tjedana, a zatim premješteno u hladnu komoru na konstantnu temperaturu od 3°C (Kirsch Super-720, Offenburg, Njemačka) u periodu od 16 tjedana u prethodno navlaženom kvarcnom pijesku (udio vode u pijesku 37%). (Suszka i suradnici, 1996)

Volumni omjer sjemena i pijeska iznosi 1:4.

### 3.2. Metoda i oprema korištena za izmjeru morfoloških značajki

U istraživanju mjereni su osnovni elementi određivanja morfološke kvalitete sadnica, a to su visina izbojka od baze sadnice (ožiljak kotiledona) do baze vršnog pupa, promjer vrata korijena i broja primarnih grana nakon druge vegetacije. Mjerenje se provelo uz pomoć mjerne vrpce (visina) s milimetarskom točnošću i promjerke s preciznošću od 0,01 milimetra.

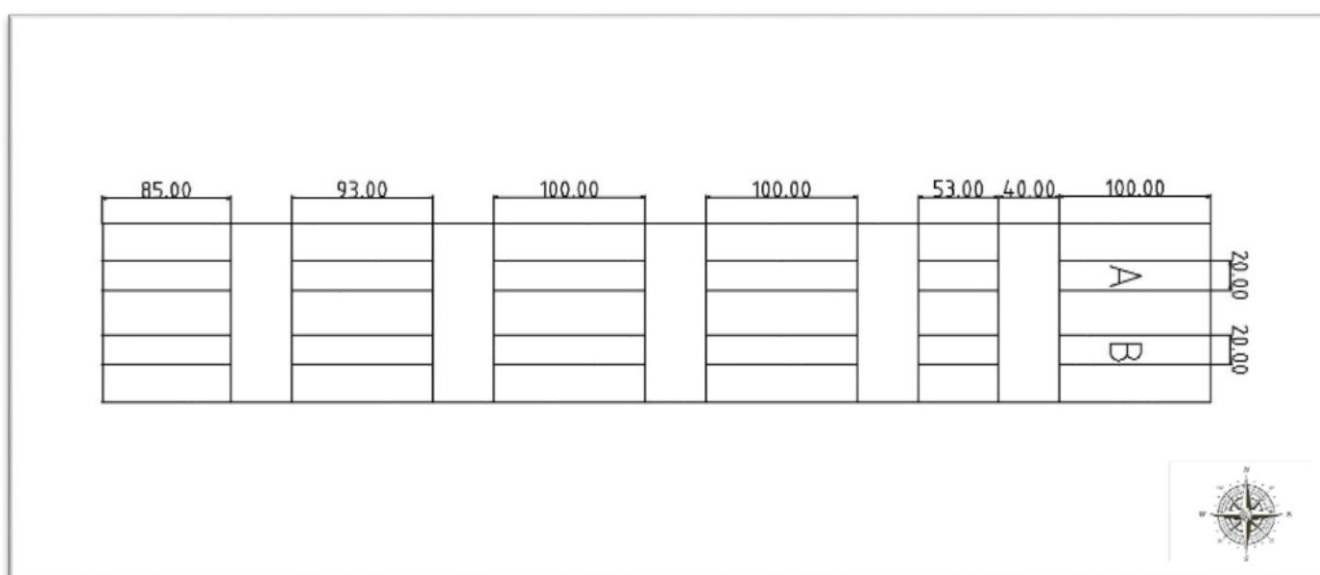


*Slika 1. i 2. ploha sa sadnicama (lijevo) i grupa sadnica iz rasadnika Cernik (desno)*

## 4. REZULTATI

### 4.1. Rasadnička klijavost

Sjetva stratificiranog sjemena obavljena je 09.5.2018. godine u rasadniku „Šumski vrt i arboretum“ Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Sjetva je vršena u smjeru istok-zapad na izdignutoj gredici širine 120 cm podijeljenih u šest grupa prema šest populacija. Unutar svake populacije su sijana četiri reda na dubini od 2 cm. Dva reda kombiniranom toplo-vlažnom i hladno-vlažnom stratifikacijom (označeno na slici 1. slovom „A“) i dva reda hladnom stratifikacijom (označeno na slici 1. slovom „B“).



Slika 3. Shema plohe kod sjetve sjemena gdje linije označavaju red sjetve

Početak nicanja započinje 18.5.2018. godine nakon svakodnevnog zalijevanja plohe. Kriterij brojanja bila je pojava kotiledona iznad površine tla. Prvo brojanje klijanaca obavljeno je 23.5.2018. godine, odnosno četrnaestog dana nakon sjetve, što ujedno predstavlja i energiju klijavosti sjemena. Brojanje je završilo 56. dana od sjetve, baš kako propisuju ISTA pravila za rod *Fraxinus* spp.

Energija klijavosti je računana prema formuli:

$$\text{Energija klijavosti} = \frac{\text{broj prokljalog sjemena}}{\text{ukupan broj posijanog sjemena}} \times 100 (\%)$$

i za pojedince populacije iznosi:

- Šumarija Nova Gradiška: 49,25 %
- KSK Prvča: 0,49 %
- Sjeme iz rasadnika „Cernik“: 4,50 %
- Šumarija Lipovljani: 18,75 %
- Šumarija Čakovec: 10,00 %
- Sjeme sa ušća rijeke Cetine: 1,47 %

## 4.2. Morfološke značajke 2+0 sadnica

Izmjera morfoloških značajki je izvršena 27.2.2020. godine.

### 4.2.1. Visina

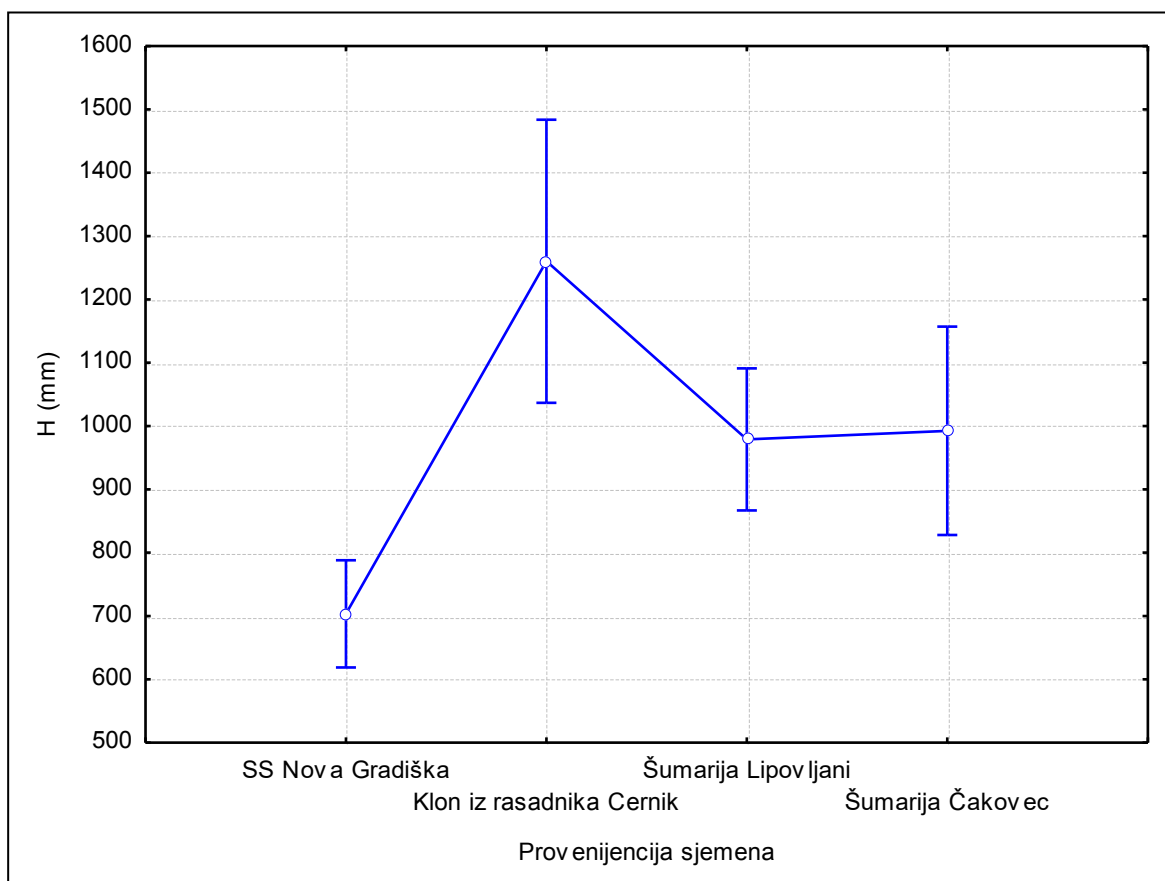
Tablica 1. Rezultati faktorijalne ANOVA za visinu sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

Izvor varijabilnosti	Jednovarijantni testovi značajnosti, veličine učinka i snage za H (mm)							
	SS	Stupanj slobode	MS	F	p	Djelomični eta-kvadrat	Necentralnost	Promatrana snaga (alpha=0,05)
<i>Sjecište (Intercept)</i>	<b>191910028</b>	<b>1</b>	<b>191910028</b>	<b>618,6506</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,636701</b>	<b>618,6506</b>	<b>1,000000</b>
<i>Provenijencija sjemena</i>	<b>10076406</b>	<b>3</b>	<b>3358802</b>	<b>10,8276</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,084265</b>	<b>32,4828</b>	<b>0,999100</b>
<i>Tretmani</i>	19125	1	19125	0,0617	0,804046	0,000175	0,0617	0,057054
<i>Provenijencija sjemena *Tretmani</i>	<b>2478352</b>	<b>3</b>	<b>826117</b>	<b>2,6631</b>	<b>0,047878</b>	<b>0,022132</b>	<b>7,9893</b>	<b>0,648075</b>
<i>Pogreška</i>	109503228	353	310207					

ANOVA analizom varijance je utvrđena statistički značajna razlika u provenijenciji sjemena (F=10,8276; p=0,000001) i kad se provenijenciji sjemena pridodaju različiti tretmani stratifikacije (F=2,6631; p=0,047878).

Tablica 2. Tukeyev HSD test za visinu sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) obzirom na provenijenciju sjemena

		Tukey HSD test; varijabla H (mm)			
		Približne vrijednosti za Post Hoc testove			
		Pogreška: između MS = 3102E2, df = 353,00			
Broj ćelije	Provenijencija sjemena	{1}	{2}	{3}	{4}
		700,08	1166,4	955,43	995,83
1	Šumarija Nova Gradiška		<b>0,000082</b>	<b>0,001519</b>	<b>0,004184</b>
2	Rasadnik „Cernik“	<b>0,000082</b>		0,245133	0,522456
3	Šumarija Lipovljani	<b>0,001519</b>	0,245133		0,974612
4	Šumarija Čakovec	<b>0,004184</b>	0,522456	0,974612	

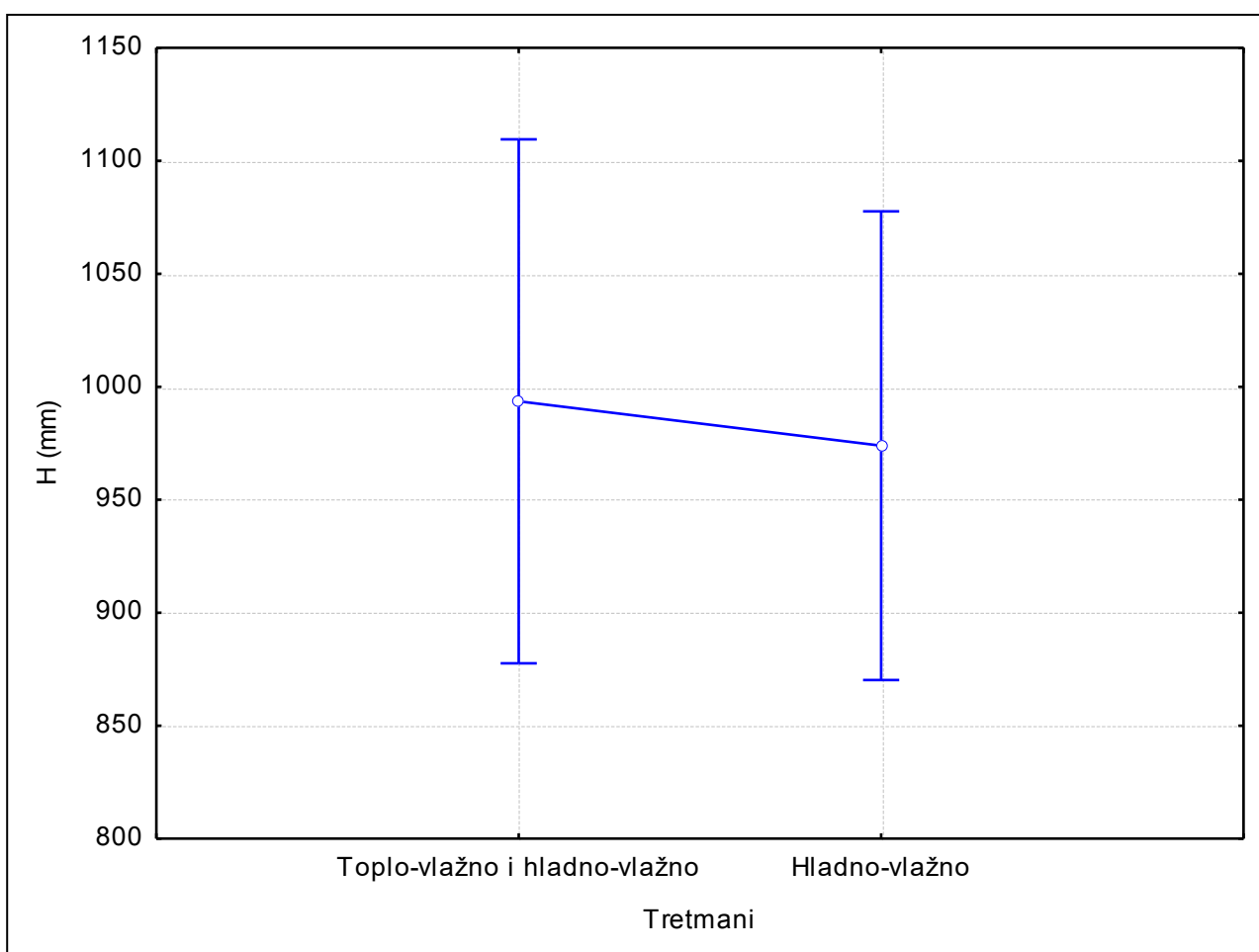


Grafikon 1. Prikaz prosjeka visina sadnica poljskog jasena (*F. angustifolia* Vahl) obzirom na provenijenciju sjemena

Tukeyev HSD testom je utvrđena statistički značajna razlika u visini sadnica između sjemenske sastojine u Novoj Gradiški i ostalih provenijencija sjemena. Prosječna visina sadnica je najniža iz SS Nova Gradiška (700 mm), a najviša klon iz rasadnika Cernik (1166 mm).

Tablica 3. Tukeyev HSD test za visinu sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) obzirom na tretman sjemena

Tukey HSD test; varijabla H (mm)			
Približne vrijednosti za Post Hoc testove			
Pogreška: između MS = 3102E2, df = 353,00			
Broj ćelije	Tretman	{1}	{2}
1	Toplo-vlažno i Hladno-vlažno	809,92	915,83
2	Hladno-vlažno	0,075585	

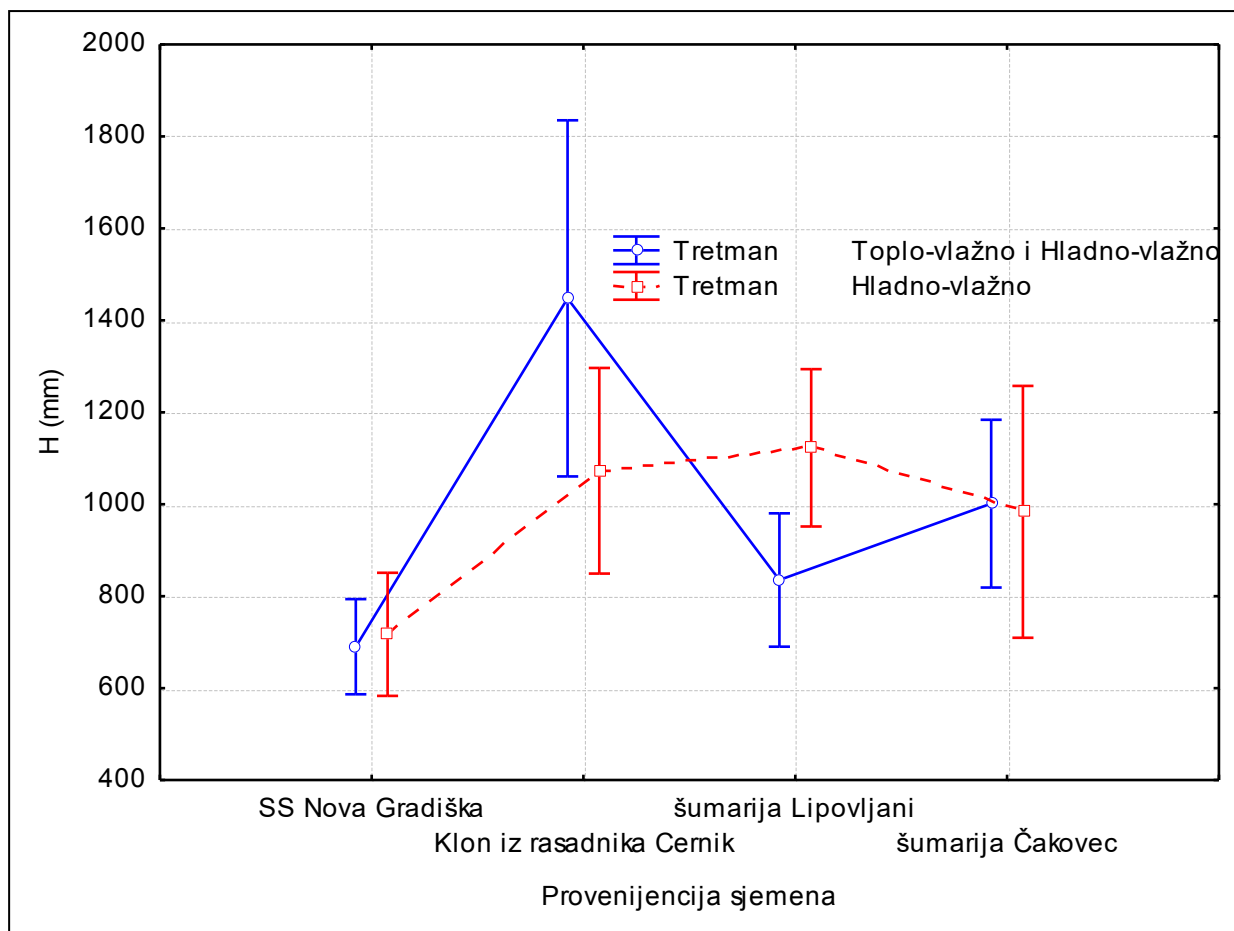


Grafikon 2. Prikaz prosjeka visina sadnica poljskog jasena obzirom na tretman sjemena

Tukeyev HSD testom nije utvrđena statistički značajna razlika između toplo-vlažnog i hladno-vlažnog tretmana te hladno-vlažnog tretmana. Prosječna visina sadnica za toplo-vlažni i hladno-vlažni tretman iznosi 810 mm, a za hladno vlažni tretman iznosi 916 mm.

Tablica 4. Tukeyev HSD test za visinu sadnica poslijskog jasena (*F. angustifolia* Vahl) obzirom na provenijenciju sjemena i na tretman sjemena

Tukey HSD test; varijabla H (mm)										
Približne vrijednosti za Post Hoc testove										
Pogreška: između MS = 3102E2, df = 353,00										
Broj ćelije	Provenijencija	Tretman	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
			689,98	716,96	1447,8	1072,7	835,18	1122,6	1001,3	983,44
1	Šumarija Nova gradiška	Toplo-vlažno i hladno-vlažno		0,999986	<b>0,004963</b>	<b>0,046621</b>	0,749207	<b>0,000569</b>	0,069062	0,501378
2		Hladno-vlažno	0,999986		<b>0,010703</b>	0,127161	0,938370	<b>0,005865</b>	0,207988	0,674537
3	Rasadnik „Cernik“	Toplo-vlažno i hladno-vlažno	<b>0,004963</b>	<b>0,010703</b>		0,719848	0,069962	0,802192	0,447487	0,533334
4		Hladno-vlažno	<b>0,046621</b>	0,127161	0,719848		0,652523	0,999970	0,999722	0,999680
5	Šumarija Lipovljani	Toplo-vlažno i hladno-vlažno	0,749207	0,938370	0,069962	0,652523		0,186747	0,857043	0,982050
6		Hladno-vlažno	<b>0,000569</b>	<b>0,005865</b>	0,802192	0,999970	0,186747		0,980636	0,990295
7	Šumarija Čakovec	Toplo-vlažno i hladno-vlažno	0,069062	0,207988	0,447487	0,999722	0,857043	0,980636		1,000000
8		Hladno-vlažno	0,501378	0,674537	0,533334	0,999680	0,982050	0,990295	1,000000	



Grafikon 3. Usporedni prikaz prosječnih visina sadnica poljskog jasena (*F. angustifolia* Vahl) obzirom na provenijenciju i tretman sjemena

Usporedimo li provenijenciju i tretman sjemena u visini sadnica, dolazimo do najvećih razlika između sjemenske sastojine Nova Gradiška i klona iz rasadnika Cernik u oba tretmana ( $F_{3,4} = 0,4963$  i  $0,010703$ ;  $F_{4,6} = 0,046621$ ) i prosječnim visinama (grafikon 3.). Vidljive su manje razlike između SS Nova Gradiška u oba tretmana i između hladno-vlažnog tretmana Šumarije Lipovljani ( $F_{6,6} = 0,000569$  i  $0,005865$ ).



#### 4.2.2.Promjer vrata korijena

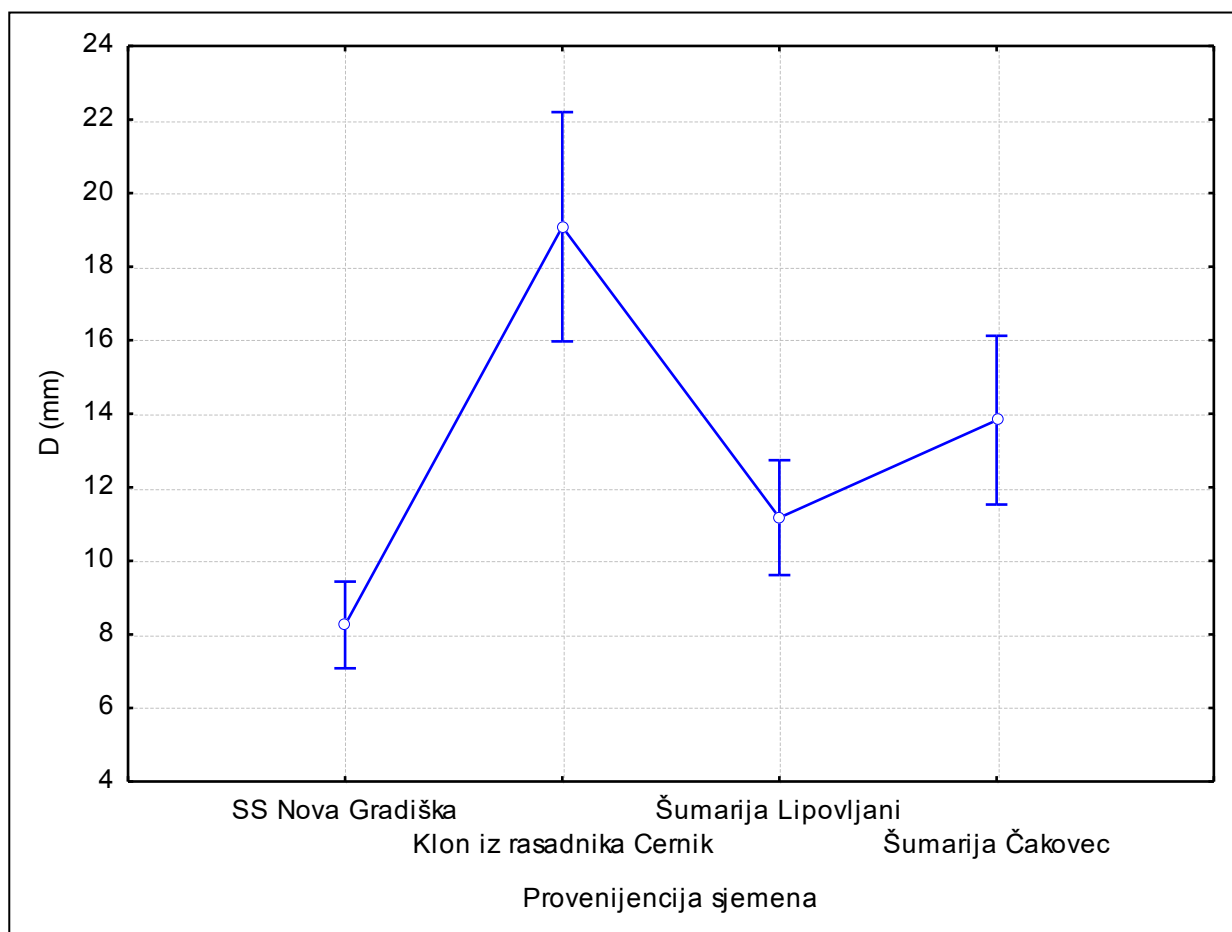
Tablica 5. Rezultati faktorijalne ANOVA za promjer vrata korijena sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia*Vahl)

Izvor varijabilnosti	Jednovarijantni testovi značajnosti, veličine učinka i snage za D (mm)							
	SS	Stupanj slobode	M S	F	p	Djelomični eta-kvadrat	Necentralnost	Promatrana snaga (alpha=0,05)
<i>Sjecište (Intercept)</i>	<b>33960,13</b>	<b>1</b>	<b>33960,13</b>	<b>563,5569</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,614863</b>	<b>563,5569</b>	<b>1,000000</b>
<i>Provenijencija sjemena</i>	<b>3140,36</b>	<b>3</b>	<b>1046,79</b>	<b>17,3710</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,128639</b>	<b>52,1131</b>	<b>0,999998</b>
<i>Tretman</i>	52,83	1	52,83	0,8766	0,349765	0,002477	0,8766	0,154297
<i>Provenijencija sjemena *Tretman</i>	176,26	3	58,75	0,9750	0,404600	0,008218	2,9249	0,265665
<i>Pogreška</i>	21271,90	353	60,26					

ANOVA analizom varijance je ustanovljena statistički značajna razlika između provenijencija sjemena ( $F=17,3710$ ;  $p=0,000000$ ).

Tablica 6. Tukeyev HSD test promjera vrata (mm) korijena za sadnice poljskog jasena (*F. angustifolia* Vahl) obzirom na provenijenciju sjemena

Tukey HSD test; varijabla D (mm)					
Približne vrijednosti za Post Hoc testove					
Pogreška: između MS = 60,260, df = 353,00					
Broj ćelije	Provenijencija sjemena	{1}	{2}	{3}	{4}
		8,1281	18,692	11,151	12,987
1	Šumarija Nova Gradiška		<b>0,000008</b>	<b>0,010487</b>	<b>0,000436</b>
2	Rasadnik „Cernik“	<b>0,000008</b>		<b>0,000018</b>	<b>0,005908</b>
3	Šumarija Lipovljani	<b>0,010487</b>	<b>0,000018</b>		0,512964
4	Šumarija Čakovec	<b>0,000436</b>	<b>0,005908</b>	0,512964	

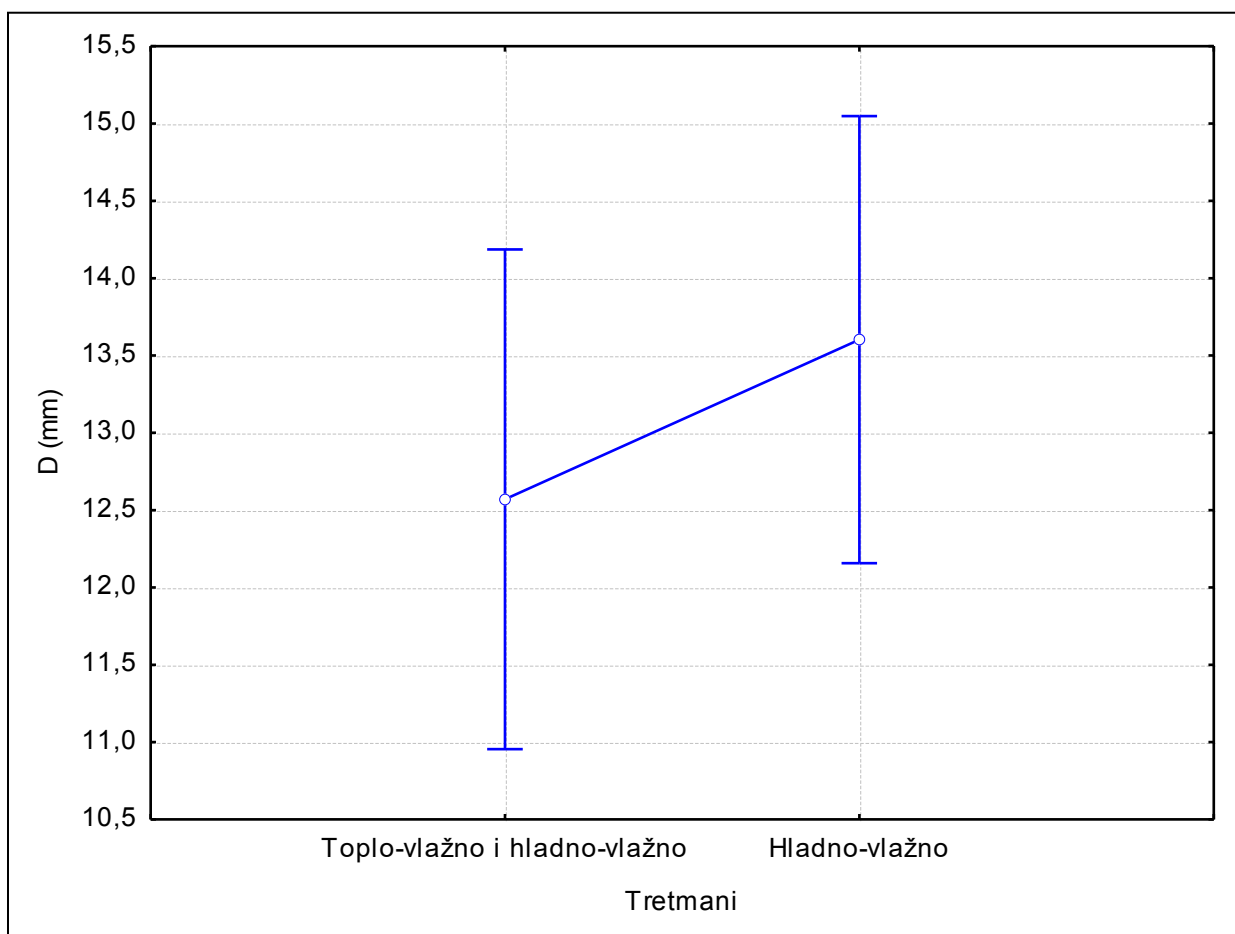


Grafikon 4. Prikaz prosječnog promjera vrata korijena sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) obzirom na provenijenciju sjemena

Razlike između promjera vrata korijena (mm) obzirom na provenijenciju su statistički značajne za sve usporedbe osim između sjemena iz Šumarije Lipovljani i Šumarije Čakovec. Prosječni promjer vrata korijena za sadnice sjemenske sastojine Nova Gradiška iznosi 8,13 mm, sadnice klona iz rasadnika Cernik 18,69 mm, sadnice Šumarije Lipovljani 11,15 mm i sadnice Šumarije Čakovec 12,99 mm.

Tablica 7. Tukeyev HSD test promjera vrata korijena za sadnice poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) obzirom na tretman sjemena

Tukey HSD test; varijabla D (mm)			
Približne vrijednosti za Post Hoc testove			
Pogreška: između MS = 60,260, df = 353,00			
Broj ćelije	Tretman	{1}	{2}
		9,7348	11,808
1	Toplo-vlažno i Hladno-vlažno		<b>0,012565</b>
2	Hladno-vlažno	<b>0,012565</b>	

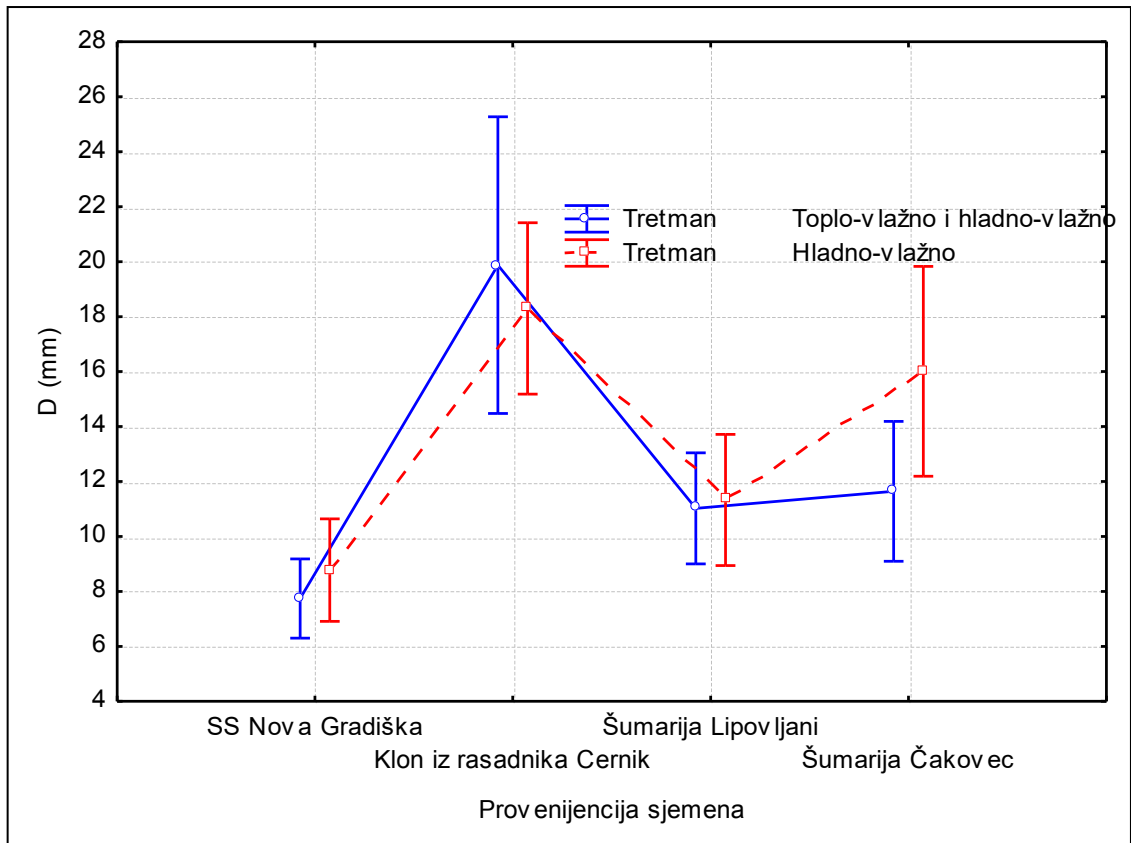


*Grafikon 5. Prikaz prosječnog promjera vrata korijena (mm) za sadnice poljskog jasena obzirom na tretman*

Prema Tukey HSD testu je utvrđena statistički značajna razlika između kombiniranog toplo-vlažnog i hladno-vlažnog tretmana i hladnog tretmana. Prosječni promjer vrata korijena sadnica iznosi 9,73 mm za kombinirani toplo-vlažni i hladno-vlažni tretman i 11,81 mm za hladno-vlažni tretman.

Tablica 8. Tukeyev HSD test promjera vrata korijena sadnica poljskog jasena obzirom na provenijenciju i tretman sjemena

Tukey HSD test; varijabla D (mm)										
Približne vrijednosti za Post Hoc testove										
Pogreška: između MS = 60,260, df = 353,00										
Broj ćelije	Provenijencija sjemena	Tretman	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
			7,7414	8,7745	19,872	18,298	11,023	11,328	11,643	16,009
1	Šumarija Nova gradiška	Toplo-vlažno i hladno-vlažno		0,989300	<b>0,000534</b>	<b>0,000032</b>	0,156299	0,182222	0,147346	<b>0,001744</b>
2		Hladno-vlažno	0,989300		<b>0,003329</b>	<b>0,000038</b>	0,745868	0,713869	0,628047	<b>0,018431</b>
3	Rasadnik „Cernik“	Toplo-vlažno i hladno-vlažno	<b>0,000534</b>	<b>0,003329</b>		0,999679	0,051725	0,083611	0,118798	0,945722
4		Hladno-vlažno	<b>0,000032</b>	<b>0,000038</b>	0,999679		<b>0,002968</b>	<b>0,011244</b>	<b>0,025239</b>	0,984850
5	Šumarija Lipovljani	Toplo-vlažno i hladno-vlažno	0,156299	0,745868	0,051725	<b>0,002968</b>		1,000000	0,999951	0,310283
6		Hladno-vlažno	0,182222	0,713869	0,083611	<b>0,011244</b>	1,000000		1,000000	0,450888
7	Šumarija Čakovec	Toplo-vlažno i hladno-vlažno	0,147346	0,628047	0,118798	<b>0,025239</b>	0,999951	1,000000		0,570582
8		Hladno-vlažno	<b>0,001744</b>	<b>0,018431</b>	0,945722	0,984850	0,310283	0,450888	0,570582	



Grafikon 6. Prikaz prosječnog promjera vrata korijena sadnica poljskog jasena obzirom na tretman i provenijenciju sjemena

Kada usporedimo provenijenciju i tretman sjemena u promjeru vrata korijena sadnici, dolazimo do najvećih razlika između sjemenske sastojine Nova Gradiška i ostalih provenijencija sjemena u tretmanu i prosječnom promjeru vrata korijena.

### 4.2.3. Odnos visine (mm) i promjera (mm)

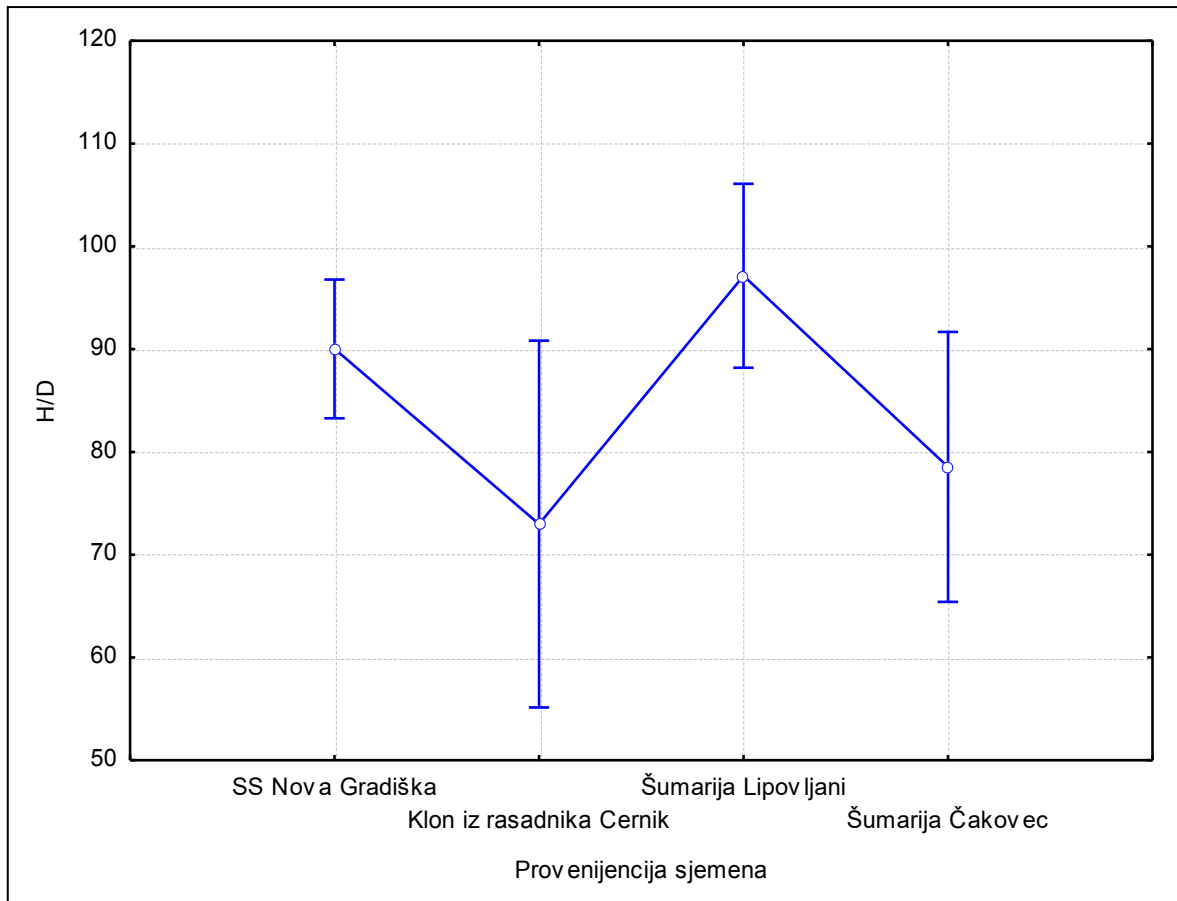
Tablica 9. rezultati faktorijalne ANOVA za H/D sadnica poljskog jasena

Varijable	Jednovarijantni testovi značajnosti, veličine učinka i snage za H/D							
	SS	Stupanj slobode	M S	F	p	Djelomični eta-kvadrat	Necentralnost	Promatrana snaga (alpha=0,05)
Sjecište (Intercept)	<b>1421751</b>	<b>1</b>	<b>1421751</b>	<b>719,8653</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,670975</b>	<b>719,8653</b>	<b>1,000000</b>
Provenijencija sjemena	<b>17460</b>	<b>3</b>	<b>5820</b>	<b>2,9468</b>	<b>0,032897</b>	<b>0,024432</b>	<b>8,8404</b>	<b>0,697283</b>
Tretman	1181	1	1181	0,5979	0,439895	0,001691	0,5979	0,120411
Provenijencija sjemena *Tretman	8328	3	2776	1,4055	0,240927	0,011804	4,2164	0,372689
Pogreška	697183	353	1975					

ANOVA analizom varijance je utvrđena statistički značajna razlika u provenijenciji sjemena ( $F=2,9468$ ;  $p=0,032897$ ).

Tablica 10. Tukeyev HSD test H/D za sadnice poljskog jasena obzirom na provenijenciju sjemena

Tukey HSD test; varijabla H/D					
Približne vrijednosti za Post Hoc testove					
Pogreška: između MS = 1975, df = 353,00					
Broj ćelije	Provenijencija sjemena	{1}	{2}	{3}	{4}
		90,527	72,209	96,311	82,881
1	Šumarija Nova Gradiška		0,138238	0,728464	0,694337
2	Rasadnik „Cernik“	0,138238		<b>0,038705</b>	0,708619
3	Šumarija Lipovljani	0,728464	<b>0,038705</b>		0,292110
4	Šumarija Čakovec	0,694337	0,708619	0,292110	

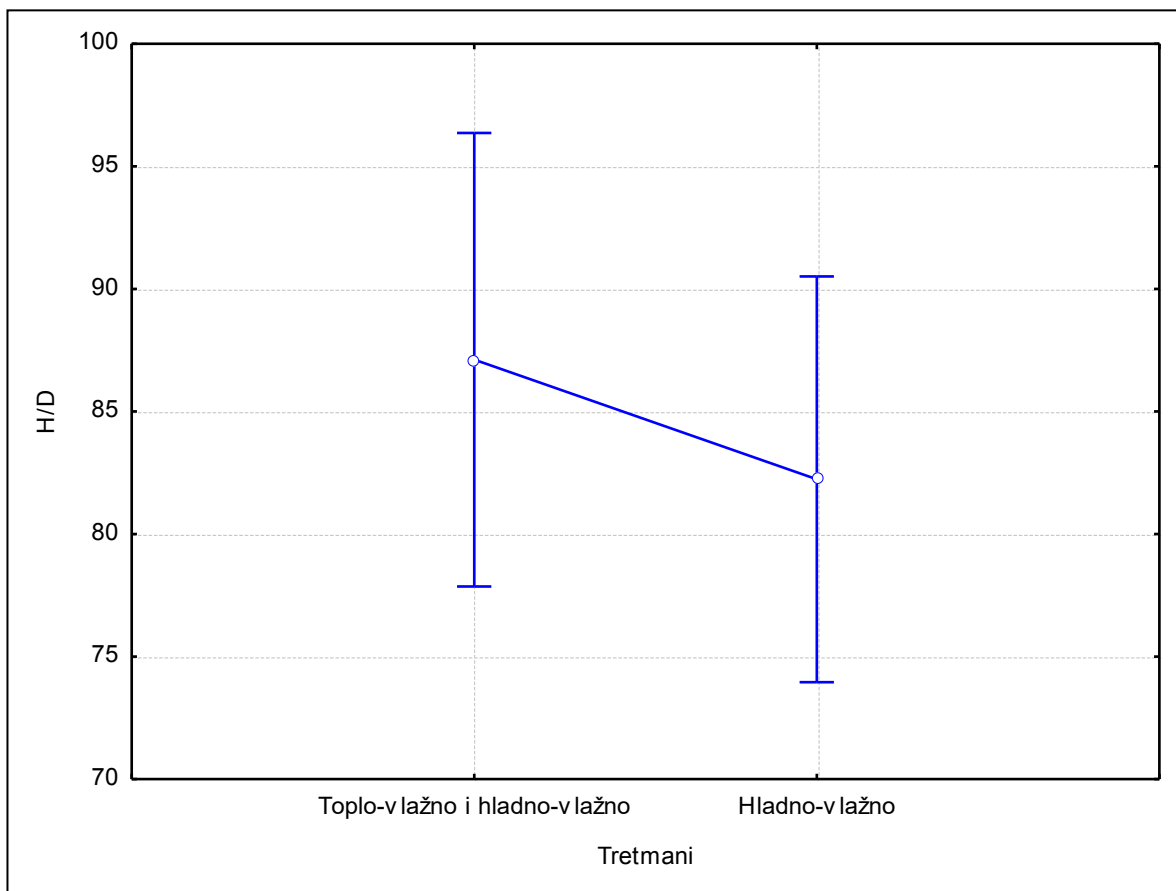


Grafikon 7. Prikaz odnosa H/D prema provenijenciji sadnica poljskog jasena

Postoji statistička razlika između sadnica klona iz rasadnika Cernik i Šumarije Lipovljani ( $=0,038705$ ).

Tablica 11. Tukeyev HSD test za odnos H/D sadnica poljskog jasena obzirom na tretman sjemena

Tukey HSD test; varijabla H/D			
Približne vrijednosti za Post Hoc testove			
Pogreška: između MS = 1975, df = 353,00			
Broj ćelije	Tretman	{1}	{2}
	1	Toplo-vlažno i Hladno-vlažno	91,006
2	Hladno-vlažno	0,402118	



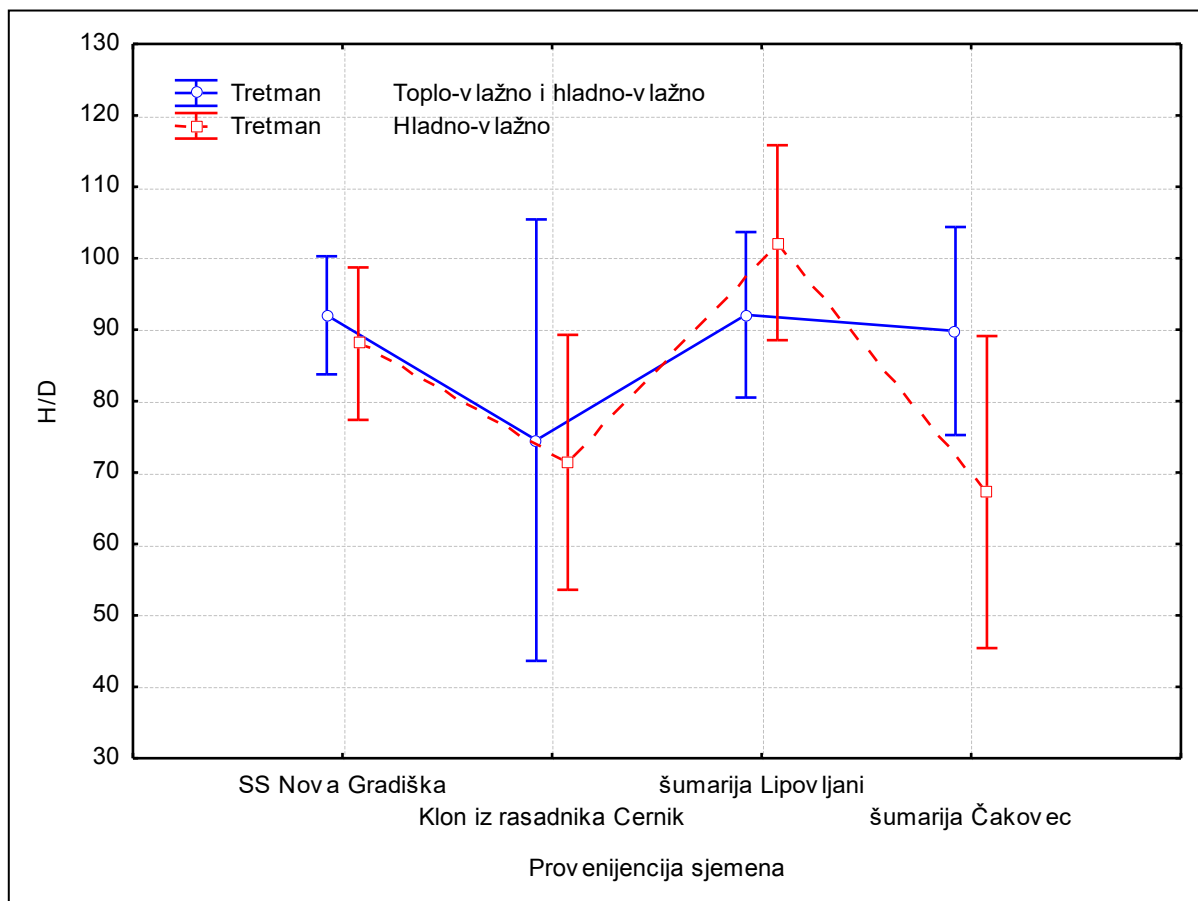
Grafikon 8. grafički prikaz H/D sadnica poljskog jasena obzirom na tretman sjemena

Nema statistički značajne razlike H/D odnosa obzirom na tretman sjemena.



Tablica 12. Tukeyev HSD test H/D odnosa sadnica poljskog jasena obzirom na provenijenciju i tretman sjemena

Broj ćelije	Tukey HSD test; varijabla H/D									
	Približne vrijednosti za Post Hoc testove									
Pogreška: između MS = 1975, df = 353,00										
	Provenijencija sjemena	Tretman	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
			92,013	88,043	74,532	71,435	92,087	106,18	89,819	67,269
1	Šumarija Nova gradiška	Toplo-vlažno i hladno-vlažno		0,999124	0,962071	0,442150	1,000000	0,915551	0,999996	0,425729
2		Hladno-vlažno	0,999124		0,992475	0,767905	0,999641	0,747709	0,999999	0,700434
3	Rasadnik „Cernik“	Toplo-vlažno i hladno-vlažno	0,962071	0,992475		1,000000	0,967282	0,744607	0,987863	0,999949
4		Hladno-vlažno	0,442150	0,767905	1,000000		0,544082	0,124881	0,768548	0,999992
5	Šumarija Lipovljani	Toplo-vlažno i hladno-vlažno	1,000000	0,999641	0,967282	0,544082		0,955019	0,999998	0,499684
6		Hladno-vlažno	0,915551	0,747709	0,744607	0,124881	0,955019		0,926872	0,133335
7	Šumarija Čakovec	Toplo-vlažno i hladno-vlažno	0,999996	0,999999	0,987863	0,768548	0,999998	0,926872		0,694671
8		Hladno-vlažno	0,425729	0,700434	0,999949	0,999992	0,499684	0,133335	0,694671	



Grafikon 9. Prikaz H/D odnosa sadnica poljskog jasena obzirom na provenijenciju i tretman sjemena

Nema statistički značajne razlike u odnosu H/D sadnica poljskog jasena obzirom na provenijenciju i tretman sjemena.

#### 4.2.4. Broj primarnih grana (kom)

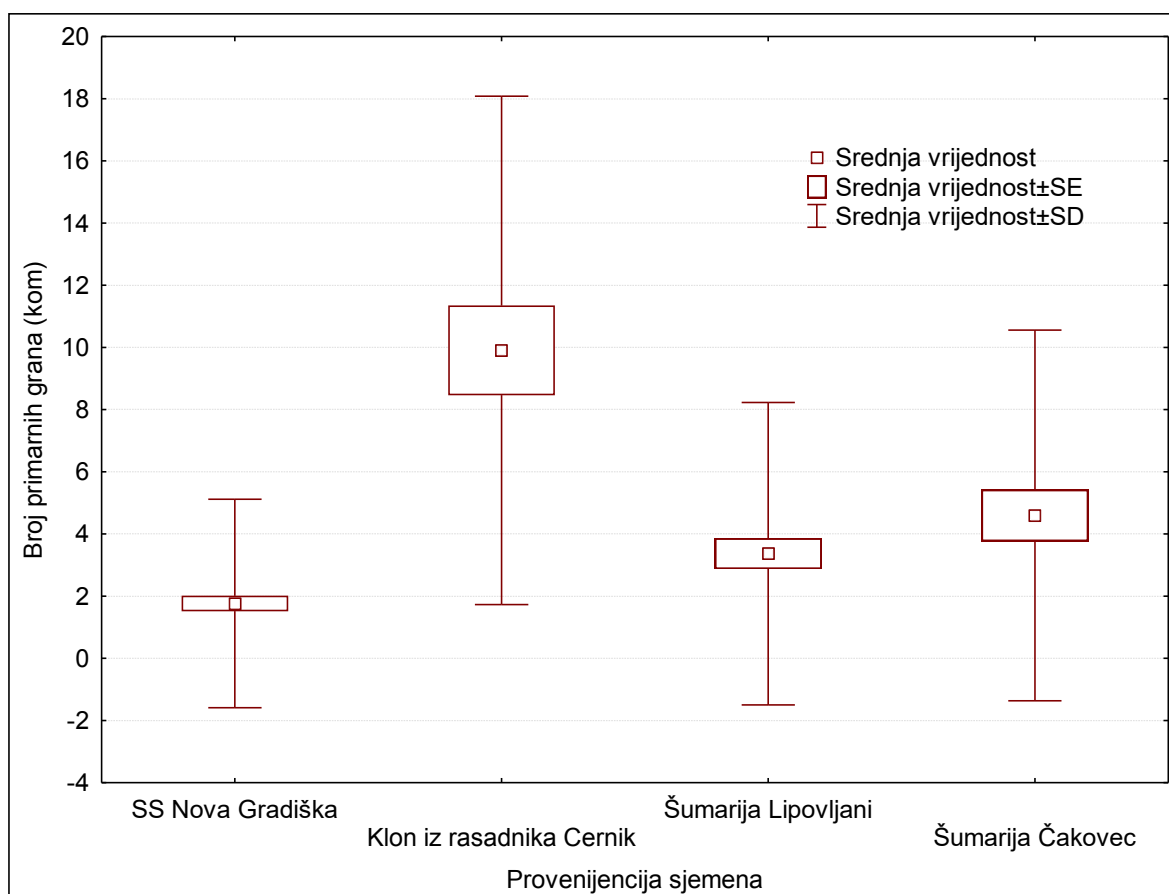
Tablica 13. Medijan test za broj primarnih grana (kom) sadnica poljskog jasena

Zavisna varijabla: Broj primarnih grana	Medijan Test, Ukupni Medijan = 1,00000; Broj primarnih grana (kom)				
	Nezavisna (grupirana) varijabla: podrijetlo sjemena Chi-kvadrat = 42,19990 df=3 p=0,0000				
	Šumarija Nova Gradiška	Rasadnik „Cernik“	Šumarija Lipovljani	Šumarija Čakovec	Ukupno
$\leq$ Medijan: promatrano	121,0000	4,0000	50,00000	19,00000	194,0000
Očekivano	96,1939	17,1967	52,66482	27,94460	
Promatrano- očekivano	24,8061	-13,1967	-2,66482	-8,94460	
$>$ Medijan: promatrano	58,0000	28,0000	48,00000	33,00000	167,0000
Očekivano	82,8061	14,8033	45,33518	24,05540	
Promatrano- očekivano	-24,8061	13,1967	2,66482	8,94460	
Ukupno: promatrano	179,0000	32,0000	98,00000	52,00000	361,0000

Tablica 14. Usporedba p vrijednosti broja primarnih grana sadnica poljskog jasena obzirom na provenijenciju sjemena

Zavisna varijabla: Broj primarnih grana	Višestruke usporedbe p vrijednosti (dvostrane); broj primarnih grana (kom)			
	Nezavisna (grupirana) varijabla: provenijencija sjemena Kruskal-Wallisov test: H (3, N= 361) =50,55078 p = 0,0000			
	Šumarija Nova Gradiška	Rasadnik „Cernik“	Šumarija Lipovljani	Šumarija Čakovec
SS Nova Gradiška		<b>0,000000</b>	0,062640	<b>0,003770</b>
Rasadnik „Cernik“	<b>0,000000</b>		<b>0,000069</b>	<b>0,015722</b>
Šumarija Lipovljani	0,062640	<b>0,000069</b>		1,000000
Šumarija Čakovec	<b>0,003770</b>	<b>0,015722</b>	1,000000	

Postoji statistički značajna razlika u p-vrijednostima broja primarnih grana (kom) obzirom na provenijenciju sjemena, posebice između sadnica klonova iz Rasadnica Cernik i ostalih sadnica.



Grafikon 10. Prikaz srednje vrijednosti broja primarnih grana obzirom na provenijenciju sjemena sadnica poljskog jasena

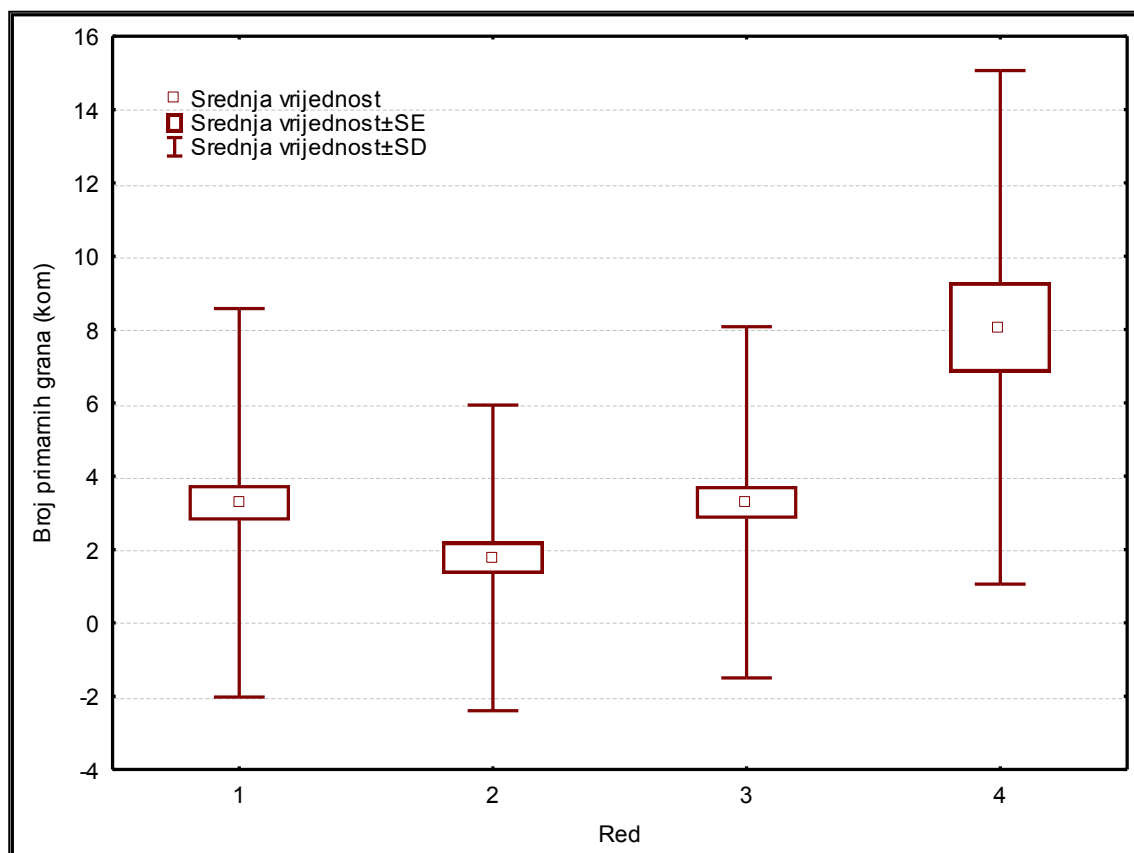
Tablica 15. Medijan test za broj primarnih grana (kom) obzirom na red unutar plohe sadnica poljskog jasena

Zavisna varijabla: Broj primarnih grana (kom)	Medijan Test, Ukupni Medijan = 1,00000; Broj primarnih grana (kom) Nezavisna (grupirana) varijabla: Red Chi-kvadrat = 22,83136df=3 p=0,0000				
	1	2	3	4	Ukupno
<= Medijan: promatrano	64,0000	64,0000	59,0000	7,0000	194,0000
Očekivano	68,4875	49,9778	61,8006	17,7341	
Promatrano-očekivano	-0,4875	14,0222	-2,8006	-10,7341	
>Medijan: promatrano	56,0000	29,0000	56,0000	26,0000	167,0000
Očekivano	55,5125	43,0222	53,1994	15,2659	
Promatrano-očekivano	0,4875	-14,0222	2,8006	10,7341	
Ukupno: promatrano	120,0000	93,0000	115,0000	33,0000	361,0000

Tablica 16. Usporedba p-vrijednosti broja primarnih grana (kom) obzirom na red sadnica poljskog jasena unutar plohe

Zavisna varijabla: Broj primarnih grana (kom)	Višestruke usporedbe p vrijednosti (dvostrane); broj primarnih grana (kom) Nezavisna (grupirana) varijabla: Red Kruskal-Wallisov test: H (3, N= 361) = 36,43254 p = 0,0000			
	1 R: 181,30	2 R: 144,26	3 R: 186,49	4 R: 264,32
1		0,061204	1,000000	<b>0,000311</b>
2	0,061204		<b>0,022296</b>	<b>0,000000</b>
3	1,000000	<b>0,022296</b>		<b>0,000954</b>
4	<b>0,000311</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000954</b>	

Postoji statistički značajna razlika p-vrijednosti broja primarnih grana obzirom na red sjetve jer sadnice koje su niknule na južnom rubu plohe (red 4) su s najvećom razlikom u odnosu na najsjeverniji red u kojemu je gotovo i nema statističke razlike.



Grafikon 11. Prikaz srednje vrijednosti broja primarnih grana obzirom na red sadnica poljskog jasena unutar gredice

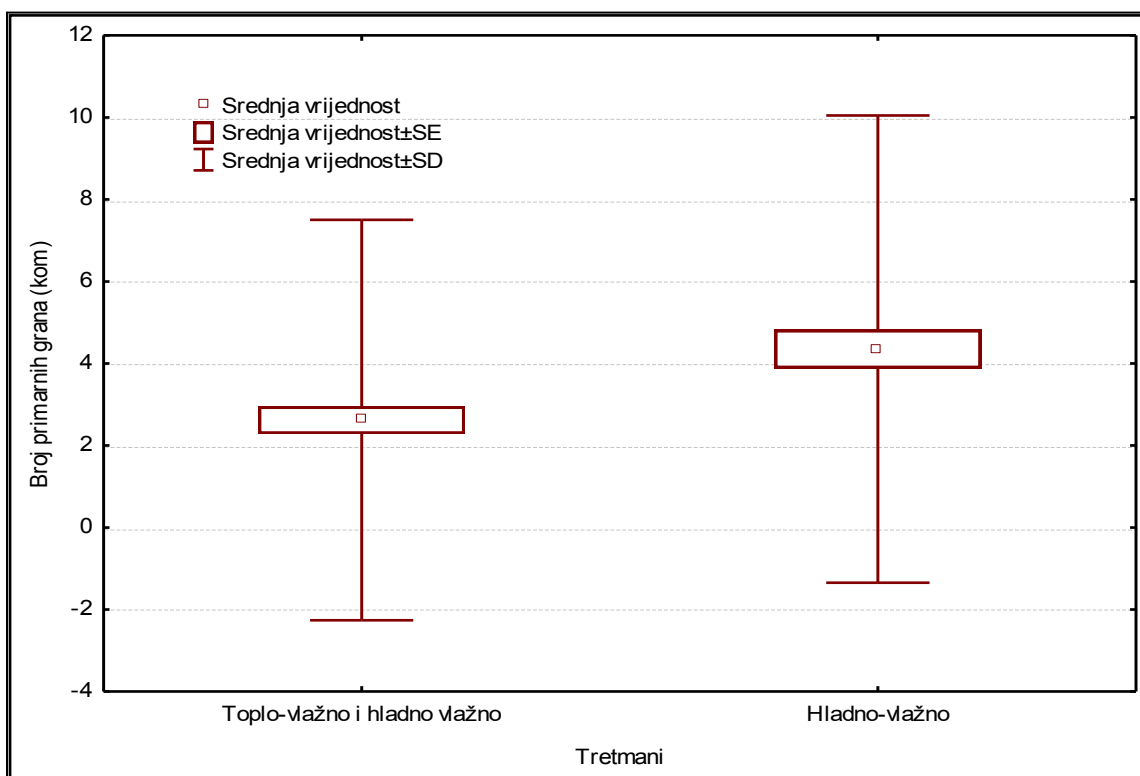
Tablica 17. Medijan test broja primarnih grana sadnica poljskog jasena obzirom na tretman sjemena

Zavisna varijabla: Broj primarnih grana (kom)	Medijan test, sveukupni medijan = 1,00000; broj primarnih grana (kom) Nezavisna (grupirana) varijabla: Tretman Chi-kvadrat = 8,438293 df = 1 p = 0,0037		
	Toplo-vlažno i Hladno-vlažno	Hladno-vlažno	Ukupno:
<= Medijan: promatrano	128,0000	66,0000	194,0000
Očekivano	114,4564	79,5346	
Prom.-oček.	13,5346	-13,5346	
>Medijan: promatrano	85,0000	82,0000	167,0000
Očekivano	98,5346	68,4654	
Prom.-oček.	-13,5346	13,5346	
Ukupno promatrano	213,0000	148,0000	361,0000

Tablica 18. Usporedba p-vrijednosti broja primarnih grana (kom) sadnica poljskog jasena obzirom na tretman sjemena

<b>Zavisna varijabla:</b> <b>Broj primarnih grana (kom)</b>	<b>Višestruke usporedbe p vrijednosti (dvostrane); broj primarnih grana (kom)</b>	
	<b>Nezavisna (grupirana) varijabla: Tretman</b> <b>Kruskal-Wallisov test: H (1, N= 361) = 13,31536 p = 0,0003</b>	
	Toplo-vlažno i hladno-vlažno R:165,13	Hladno-vlažno R:203,84
<i>Toplo-vlažno i hladno-vlažno</i>		<b>0,000527</b>
<i>Hladno-vlažno</i>	<b>0,000527</b>	

Postoji statistički značajna razlika između p-vrijednosti sadnica poljskog jasena obzirom na tretman sjemena za  $p=0,000527$ .



Grafikon 12. Prikaz srednjih vrijednosti broja primarnih grana sadnica poljskog jasena obzirom na tretman sjemena

Tablica 23. Deskriptivna statistika morfoloških značajki sadnica poljskog jasena

<i>Varijabla</i>	Deskriptivna statistika						
	Važeći N	Srednja vrijednost	Medijan	Minimum	Maksimum	Varijanca	Standardna devijacija
<i>H (mm)</i>	361	853,3393	850,0000	11,80000	9525,000	338250,2	581,5928
<i>D (mm)</i>	361	10,5849	8,8700	1,00000	100,290	69,6	8,3433
<i>H/D</i>	361	89,3721	88,3318	1,10280	799,748	2007,1	44,8002
<i>Broj primarnih grana (kom)</i>	361	3,3296	1,0000	0,00000	28,000	28,0	5,2935



## ZAKLJUČAK

Energija klijavosti tretiranog sjemena za SS Nova Gradiška iznosi 49,25 %, KSK Prvča 0,49 %, sjeme klona iz rasadnika Cernik 4,50 %, Šumarija Lipovljani 18,75 %, Šumarija Čakovec 10,00 % i sjeme s ušća rijeke Cetine 1,47 %. Obzirom na nisku energiju klijavosti i na daljnji razvitak klijanaca, sjeme iz KSK Prvča i sjeme sa ušća rijeke Cetine nisu dali sadnice kojima bi se mogle prikazati morfološke značajke tako da su te populacije izostavljene iz statističke obrade podataka.

Prosječna visina sadnica SS Nova Gradiška iznosi 700 mm, klonske sadnice iz rasadnika Cernik 1166 mm, sadnice iz Šumarije Lipovljani 955 mm i sadnice iz Šumarije Čakovec 996 mm. SS Nova Gradiška daje statistički najveće razlike u visini naspram drugih populacija i u prosjeku najniže sadnice od ostalih promatranih populacija.

Promjer vrata korijena sadnica statistički se najviše razlikuje obzirom na provenijenciju sadnica te prosječni promjer vrata korijena iznosi: SS Nova Gradiška 8 mm, klon iz rasadnika Cernik 19 mm, Šumarija Lipovljani 11 mm i Šumarija Čakovec 13 mm. SS Nova Gradiška ima najmanji prosječni promjer vrata korijena obzirom na činjenicu da je imalo najveću energiju klijavosti, jer je najviše sadnica doživjelo drugu godinu i stvorile su najveći sklop za razliku od ostalih populacija koje su bile rjeđeg sklopa i imale su više prostora za debljinski rast. Ujedno je obzirom na tretman sjemena bila statistički značajna razlika u iznosu od 0,012565 prema Tukey HSD testu varijabilnosti gdje je za kombinirani toplo-vlažni i hladno-vlažni tretman iznosi 10 mm, a za hladno-vlažni tretman iznosi 12 mm.

Broj primarnih grana obzirom na provenijenciju sjemena je prikazalo statistički značajnu razliku, posebice između sadnica klona iz rasadnika Cernik i ostalih provenijencija. Broj primarnih grana obzirom na red u kojem su proklijale sadnice na plohi je statistički značajan, posebice je vrlo uočljiva razlika rubnih redova gdje je 1. red bio smješten najsjevernije, a 4. red smješten najjužnije obzirom na orijentaciju plohe. Također je statistički uočljiva razlika u iznosu od 0,000527 obzirom na tretman koji se koristio u predsjetvenoj pripremi.

Korelacije između visine sadnice (mm) i promjera vrata korijena (mm) iznosi, 0,34, između visine sadnice (mm) i broja primarnih grana iznosi 0,41 i korelacija između

promjera i broja primarnih grana iznosi 0,55. Sve korelacije su statistički značajne obzirom na  $p < 0,05000$  sa  $N=361$ .

Proučavajući sve mjerene morfološke značajke i statistički obrađene parametre, možemo zaključiti da je primjetna razlika između sadnica različitih provenijencija i različito tretiranog sjemena, iako su sadnice različitih provenijencija rasle u istim klimatskim uvjetima i na istoj plohi.

## **ZAHVALA**

Ovaj stručni rad je plod višegodišnjeg rada te se želim zahvaliti prije svega svom mentoru, izv. prof. dr. sc. Damiru Drvodeliću, koji mi je otvorio vrata u svijet šumskog sjemenarstva i rasadničarstva te mi svojim neizmjernim znanjem pomogao u izradi jer bez njegove pomoći, ovaj stručni rad ne bi ugledao svjetlost dana.

Želim se zahvaliti cjelokupnom osoblju rasadnika Šumarskog fakulteta koji su uvijek bili spremni pomoći i naučili pokoji trik u rasadničkoj praksi.

Naposljetku, želim posvetiti ovaj rad Stjepanu Dejanoviću, tadašnjem šefu rasadnika u Hondlovoj koji je poznatiji među profesorima i studentima bio znan kao Stipe, na velikom srcu i nesebičnoj pomoći tijekom mojeg studija i izrade ovog stručnog rada koji mu je ujedno i bio posljednji rad na kojemu je radio sa studentom.

Hvala Vam svima!

## LITERATURA

1. Franjić, J.; Škvorc, Ž., 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb; str. 194-195.
2. Idžojtić, M., 2005: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb; str. 106.
3. Idžojtić, M., 2009: Dendrologija list, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb; str. 362-363
4. Idžojtić, M., 2013: Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme; Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb; str. 250
5. Tikvić, I. i suradnici, 2018: Branimir Prpić: Ekologija šuma i šumarstvo; Hrvatsko šumarsko društvo i Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb; str. 95-103
6. Regent, B., 1980: Šumsko sjemenarstvo, Jugoslavenski poljoprivredno-šumarski centar, Beograd
7. Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, DZZP, Zagreb; str. 69-81
8. Drvodelić, D.; Oršanić, M., 2016: Procjena vitaliteta svježeg i preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl). Šumarski list, 11-12; str. 539-547
9. Drvodelić, D.; Oršanić, M., 2019: Izbor kvalitetne šumske sadnice poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) za umjetnu obnovu i pošumljavanje. Šumarski list, 11-12; str. 577-585
10. Pejčić, S., 2016: Prilog poznavanju šuma poljskoga jasena u Hrvatskoj (Diplomski rad), Zagreb; preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:715387>
11. Bačić, S., 2016: Odnos hidroloških čimbenika i odumiranja stabala poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) (Diplomski rad), Zagreb; preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:885801>
12. Drvodelić, D.; Oršanić, M., 2020: Sadnja sadnica Poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u uvjetima sanacije šumskih sastojina uslijed sušenja. Šumarski list, 5-6; str. 289-301
13. Suszka, B., C. Muller, M. Bonnet-Masimbert 1996: Seeds of forest broadleaves from harvest to sowing, Institut National de la Recherche Agronomique, 295pp., Paris, str: 199.