

# Genetička varijabilnost visina u testovima polusrodnika hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)

---

Peles, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:166022>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-12**



Repository / Repozitorij:

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



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVO**

**UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

**IVAN PELES**

**GENETIČKA VARIJABILNOST VISINA U TESTOVIMA  
POLUSRODNIKA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.)**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2019.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**GENETIČKA VARIJABILNOST VISINA U TESTOVIMA  
POLUSRODNIKA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.)**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij šumarstvo: smjer Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Oplemenjivanje šumskog drveća

Ispitno povjerenstvo: 1. Prof. dr. sc. Davorin Kajba  
2. Doc. dr. sc. Ida Katičić Bogdan  
3. Prof. dr. sc. Marilena Idžojtić  
4. Doc. dr. sc. Igor Poljak (zamjenski član)

Student: Ivan Peles

JMBAG: 0135197814

Broj indeksa: 907/17

Datum odobrenja teme: 25.04.2019.

Datum predaje rada: 27. 09. 2019.

Datum obrane rada: 27. 09. 2019.

**Zagreb, rujan 2019.**

## Dokumentacijska kartica

Naslov	Genetička varijabilnost visina u testovima polusrodnika hrasta lužnjaka ( <i>Quercus robur</i> L)
Title	Genetic variability of total heights in half sib progeny tests of Pedunculate oak ( <i>Quercus robur</i> L.)
Autor	Ivan Peles, univ. bacc. ing. silv.
Adresa autora	Odvojak Vjekoslava Klaića 9 , 10 430 Samobor
Rad izrađen	Odvojak V. Klaića 9 Samobor; Šumarski fakultet Zagreb
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Prof. dr. sc. Davorin Kajba
Izradu rada pomogao	Prof. dr. sc. Davorin Kajba
Godina objave	2019.
Obujam	32 stranice, 5 slika, 2 grafička prikaza, 17 navoda literature
Ključne riječi	Genetička varijabilnost visina, hrast lužnjak, test polusrodnika
Keywords	Genetic variability of total heights, Pedunculate oak, half sib progeny tests
Sažetak	Analizom kvantitativnog svojstva totalnih visina utvrditi će se varijabilnost polusrodnika iz klonskih sjemenskih plantaža Vinkovci i Čazma. Majčinska stabla su porijeklom iz dviju sjemenskih regija (1.2.1. sjemenska regija donje Posavine) i 1.2.3. sjemenska regija Pokuplja, središnje Hrvatske i gornje Posavine). Izmjere će se izvršiti u dva testa potomstva pri plantažnoj dobi od 2+5 godina, a razmak sadnje iznosi 3×2 metra. U testove je uključena i kontrola koja predstavlja potomstvo iz komercijalnog rasadničkog uzgoja hrasta lužnjaka. Usporedbom oba testova ustanovljene su statistički značajne razlike između polusrodnika.

	<b>IZJAVA O IZVORNOSTI RADA</b>	<b>OB ŠF 05 07</b>
		<b>Revizija: 1</b>
		<b>Datum: 28.6.2019.</b>

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

---

*vlastoručni potpis*

*Ivan Peles*

U Zagrebu, 27.09.2019.

# SADRŽAJ

POPIS SLIKA.....	
POPIS TABLICA.....	
PREDGOVOR.....	
1. UVOD.....	1
2. OPĆE ZNAČAJKE RODA <i>Quercus</i> .....	2
2.1. TAKSONOMSKA KLASIFIKACIJA HRASTA LUŽNJAKA.....	2
3. BIOLOŠKA I MORFOLOŠKA SVOJSTVA HRASTA LUŽNJAKA.....	3-4
3.1.VARIJABILNOST HRASTA LUŽNJAKA.....	4
4. EKOLOŠKE ZNAČAJKE HRASTA LUŽNJAKA.....	4-5
5. UZGAJANJE HRASTA LUŽNJAKA.....	6-9
6. PRIDOLAZAK HRASTA LUŽNJAKA U HRVATSKOJ.....	10-11
7. GENETIKA I OPLEMENJIVANJE HRASTA LUŽNJAKA.....	12-15
8. SVRHA, CILJ I PRETPOSTAVKE ISTRAŽIVANJA.....	16
9. MATERIJALI I METODE.....	17-22
10. REZULTATI.....	23-28
11. RASPRAVA.....	29-30
12. ZAKLJUČCI.....	31 - 32
13. LITERATURA.....	34

## POPIS SLIKA

**Slika 1.** Poplavna šuma hrasta lužnjaka; 9. str.

**Slika 2.** Sjemenske oblasti i sjemenske zone; 13. str.

**Slika 3.** Rasprostranjenost hrasta lužnjaka u Hrvatskoj; 15. str.

**Slika 4.** Shematski prikaz testa potomstva hrasta lužnjaka u KSP – i Petkovac UŠP Vinkovci: Šumarija Vinkovci, površine ~ 0.79 hektara, str. 18

**Slika 5.** . Shematski prikaz testa potomstva hrasta lužnjaka dobiveno slobodnim oprašivanjem klonova u KSP – i Plešćice , UŠP Bjelovar: Šumarija Čazma površine ~1, 35 ha, str. 21

**Graf 1.** Prosječne visine testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Vinkovci (2015), 17. str.

**Graf 2.** Prosječne visine testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Čazma (2016); 20. str.

## POPIS TABLICA

**Tablica 1.** Potomstvo hrasta lužnjaka u dobi 2+5 godina (2015) dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP Petkovac, UŠP Vinkovci , Šumarija Vinkovc

**Tablica 2.** Potomstvo hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina (2016) dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP Pleščice, UŠP Bjelovar, Šumarija Čazma

**Tablica 3.** Deskriptivni statistički parametri za svojstvo visine u dobi od 2+5 godina za polusrodnike hrasta lužnjaka KSP Vinkovci (2015), 18. str

**Tablica 4.** Analiza varijance (ANOVA) za polusrodnike hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Vinkovci (2015), 19. str.

**Tablica 5.** Deskriptivni statistički parametri za svojstvo visine u dobi od 2+5 godina za polusrodnike hrasta lužnjaka KSP Čazma (2016), 21. str.

**Tablica 6..** Analiza varijance (ANOVA) za polusrodnike 2+5 hrasta lužnjaka KSP Čazma (2016), 22. str.



## PREDGOVOR

*Zahvaljujem ,mentoru Prof. dr. sc. Davorinu Kajbi na izboru teme, statističkoj obradi podataka, savjetima i nesebičnoj pomoći prilikom realizacije ovog rada.*

*Također zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je bila podrška tijekom studiranja.*

*Ivan Peles*

## 1.UVOD

Hrast lužnjak je jedna od najznačajnijih šumskogospodarskih vrsta u Republici Hrvatskoj. Jedan od zadataka šumarske genetike i genetskog oplemenjivanja u postupcima s hrastom lužnjakom je prepoznati u prirodi one primjerke stabala koji imaju ona obilježja koja se smatraju kvalitetnima (biološka i morfološka obilježja; odlika visine, prsnog promjera, bolja kvaliteta drva, veća otpornost na bolesti i štetnike, itd.) Selekcioniranjem i kontroliranim uzgajanjem primjenom klonskog šumarstva uzgajaju se stabla sa željenim biološkim, morfološkim i drugim kvalitetnim obilježjima u klonskim sjemenskim plantažama sa ciljem dobivanja kvalitetnijeg sjemena koje će imati genetsku predispoziciju za dobivanje tih željenih svojstava.

U ovome radu cilj je analizirati kvantitativna svojstva totalnih visina i utvrditi varijabilnost polusrodnika iz klonskih sjemenskih plantaža Vinkovci i Čazma. Majčinska stabla su porijeklom iz dviju sjemenskih regija (1.2.1. Sjemenska regija donja Posavina i 1. 2. 3. Sjemenska regija gornja Posavina i Pokuplje). Izmjere će se izvršiti u dva testa potomstva pri plantažnoj dobi od 2+5 godina, a razmak sadnje iznosi 3×2 metra. U testove je uključena i kontrola koja predstavlja potomstvo iz komecijalnog rasadničkog uzgoja hrasta lužnjaka.

## 2. OPĆE ZNAČAJKE RODA *Quercus*

Rod *Quercus* (*hrastovi ili dubovi*) je jedan od značajnijih rodova drveća iz porodice Fagaceae (bukve ili bukovke), kojoj pripada preko 600 priznatih vrsta, a najsvojstvenija im je karakteristika otpornost i čvrstoća.

Vrste roda *Quercus* su rasprostranjene od Sjeverne Amerike do zapadnog dijela tropske južne Amerike, zatim u umjerenoj i suptopskoj zoni Euroazije i sjeverne Afrike, te u tropskom području jedino u planinama. Većinom rastu kao krupno drveće. Muški su im cvjetovi u dugim i rijetkim resama, s 6-10 prašnika. Ženski su cvjetovi pojedinačno u kupuli, plodnicu čine 3 plodna lista. Cvjetovi su jednospolni, jednodomni, anemogamni. Za vrijeme cvatnje, kupula je sitna i nalik na pup. Kasnije se razvije u naboranu, veću ili manju čašicu, koja je obrasla kratkim i većinom prileglim ili duguljastim i čekinjavim ljuskama. Oprašivanje se vrši putem vjetra (anemohorija). U čašici je po jedan plod, žir, koji je jajolikog oblika. (WIKIPEDIA).

### 2.1. TAKSONOMSKA KLASIFIKACIJA HRASTA LUŽNJAKA

Carstvo	Plantae
Odjeljak	Magnoliophyta
Razred	Magnoliopsida
Red	Fagales
Porodica	Fagaceae
Rod	<i>Quercus</i>
Vrsta	<i>Quercus robur</i>

### 3. BIOLOŠKA I MORFOLOŠKA SVOJSTVA HRASTA LUŽNJAKA

Hrast lužnjak je listopadno stablo visoko do 50 metara i prsnog promjera do 3 metra. Vrlo je dugovječno, može doživjeti starost od 500 do 800 godina. Krošnja mu je široka, nepravilna i dobro razgranata. Kora mu je u mladosti glatka s laganim sivo - zelenkastim sjajem, a u kasnijoj dobi tamna, sivosmeđa uzdužno izbrazdana. U kasnijoj dobi kora može biti do preko 10 cm debela, a uzdužne brazde mogu biti dubine 3-4 cm s poprečnim plitkim brazdama. Korijenov sustav je jako razvijen, s centralnim korijenom koji prodire u dubinu do nekoliko metara, a bočni korijeni se šire znatno u širinu. Do šeste ili do osme godine starosti korijen se u rahlome tlu sastoji isključivo od žile srčanice, koja prodire više od dva metra u dubinu i od manjeg broja bočnih korjenova. U kasnijoj dobi oko tridesete godine starosti, prevladava bočno korijenje koje djelomično dopire na veliku udaljenost od debla, a djelomično prodire koso prema dolje duboko u tlo. Pupovi su mu pokriveni brojnim, golim spiralno raspoređenim ljuskama svjetlosmeđe boje. Vršni pup mu je okružen s više manjih postranih pupova. Listovi su na dosta debelim, poluokruglim, 2- 10 milimetara dugim peteljka, plojka je duga 8 - 15 (20) cm i 3 – 10 centimetara široka. Na osnovi je asimetrična, okruglasta ili ušasta. Cvjetovi su jednospolni, muški su u 2 – 5 centimetara dugim resama, a ženski se javljaju pojedinačno ili u grupicama po pet, također u resama. Ženske rese su smještene u pazušcima listova na ovogodišnjim izbojcima. Ženski cvjetovi su građeni od tučka sa sitnom nerazvijenom plodnicom i s tri lapovite žućkaste ili crvene njuške, te od šesterodjelnog perigona koji obavija plodnicu. Muške rese se razvijaju iz posebnih bočnih pupova na lanjskim izbojcima, ili pak izlaze iz pazušaca listova na ovogodišnjim izbojcima. Muški cvijet je građen od kožastog žutozelenog perigona koji je rascijepljen na 4-7 nepravilnih dijelova i od 4 – 12 žutih prašnika. Cvjetovi cvatu u travnju i svibnju.

Plod hrasta lužnjaka je žir oko 1,5 do 5 centimetara dugačak, 0,7 – 2,7 centimetara širok s površinskim uzdužnim prugama, svjetlosmeđe ili žućkaste

boje. Viri iz kupole 1/2 do 2/3 duljine žira, te visi na 2- 3 centimetara dugoj peteljci. Sazrijeva u rujnu i listopadu.

### **3.1. VARIJABILNOST HRASTA LUŽNJAKA**

Hrast lužnjak, kao i sve vrste roda *Quercus* bilježi veliku varijabilnost unutar vrste izraženu u morfologiji, fenološkim značajkama, te u rastu. Smatra se da je to posljedica vrlo raznolikih okolišnih prilika unutar njegovog širokog areala, a moguće djelomično i zbog mogućnosti križanja lužnjaka s ostalim vrstama hrastova. Genetska varijabilnost između jedinki unutar neke populacije za većinu dosad istraživanih svojstava, kao i za neutralne molekularne biljege jače je izražena nego varijabilnost između samih populacija. Visoka razina varijabilnosti može se pripisati i njegovoj velikoj geografskoj rasprostranjenosti, a uz to i protoku gena na velike udaljenosti (zbog anemofilnog oprašivanja). (GORTAN, 2019)

## **4. EKOLOŠKE ZNAČAJKE HRASTA LUŽNJAKA**

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) je heliofit. Već od rane mladosti mu je potrebna velika količina svjetla, ali je osjetljiviji u starijoj dobi (HERMAN, 1971). Vrlo je osjetljiv na kasne proljetne mrazeve, ali može izdržati visoke temperature. Zbog dobro razvijenog korijenovog sustava otporan je na vjetroizvale. U Hrvatskoj su najznačajnija područja hrasta lužnjaka Posavina, Podravina, Pokupski bazen, te šire područje Slavonije. Na najvećim kompleksima hrasta lužnjaka u Hrvatskoj (Pokupski bazen, Lonjsko polje, Spačva) dominantno tlo je euglej, a vrlo vrijedne šume koje tamo prevladavaju su šume hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpinus betuli* – *Quercetum roboris*) i šume hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genista elatae* – *Quercetum roboris*) (PERNAR, 2017).



**Slika 1.** Poplavna šuma hrasta lužnjaka u Posavini

## 5. UZGAJANJE HRASTA LUŽNJAKA

Sastojine hrasta lužnjaka uspijevaju na dvije vrste mikroreljefa: na mikrouzvisinama i u mikroudubinama. Na mikrouzvisinama, tzv. gredama nalaze se svježā, ocjedita staništa koja s odlikuju dovoljnom, ali ne prevelikom količinom vlage u tlu. Redovito su izvan dohvata poplavnih voda. U mikroudubinama, tzv. nizama nalazi se vlažnije stanište u kojem su plavljenja redovito periodična, kratkotrajna u tolikoj mjeri da nikada ne dođe do zabarivanja.

Sve se sastojine hrasta lužnjaka prirodno pomlađuju pod zastorom krošanja starih stabala matične sastojine, metodom oplodnih sječa. Najčešće se sastojine na mikrouzvisinama pomlađuju u tri sječa (pripremni, naplodni i dovršni), a sastojine u mikroudubinama u dva sječa (naplodni i dovršni).

Pripremni sijek se izvede nekoliko godina prije nego se očekuje da će sastojina dobro uroditi sjemenom. U pravilu se posiječe do jedne trećine drvene zalihe, međutim koliko će se stvarno posjeći ovisi ponajprije o stanju sastojine glede drvene zalihe, okomite i vertikalne strukture, o stanju tla, postojećem pomlatku i dr. Ako je sastojina tijekom ophodnje normalno njegovana pripremni sijek nije potrebno izvoditi s obzirom na to da su prorjede s vremenom pripremile sastojinu i stanište za dobro prirodno pomlađivanje.

Naplodni sijek se izvodi u godini dobrog uroda hrastovih stabala ili najkasnije godinu do dvije nakon uroda. Intenzitet naplodnog sijekā je oko 50% postojeće drvene zalihe, s tim da je važnije postići da nakon obavljenog sijekā ostala stabla budu ravnomjerno raspoređena po površini.

Dovršni sijek se izvodi u doba kada se na cijeloj pomladnoj površini, ili na njezinom velikom dijelu, javi i razvije pomladak kojemu više nije potrebna zaštita matične sastojine.

Naplodno razdoblje u sastojinama hrasta lužnjaka iznosi 3-5 godina. Pomladno razdoblje u sastojinama hrasta lužnjaka u kojima vladaju normalni sastojinski i stanišni uvjeti iznosi 6 do 8 godina ( ANIĆ, 2009).

Oplodne sječe u sastojinama hrasta lužnjaka izvode se na velikim i na malim površinama. Pri sječi na malim površinama, sječine imaju oblik krugova.

Oplodne sječe na malim površinama u obliku krugova imaju prednost u intenzivnom šumskom gospodarenju, u uvjetima današnjeg uroda žira i u zaštiti čovjekova okoliša.

Umjetno pomlađivanje hrasta lužnjaka obavlja se na jedan od sljedećih načina:

- sjetvom žira omaške pod zastorom starih stabala ili na goloj površini sa ili bez pokrivanja posijanog žira, s tim da se sjetva i pokrivanje mogu izvoditi ručno ili mehanizirano
- sadnjom sjemena pod motiku, lopatu, ručno ili mehanizirano
- sadnjom biljaka s golim korijenjem u jame, zasjeke, ručno ili mehanizirano
- sadnjom biljaka s obloženim korijenjem (kontejnerske sadnice) u jame, ručno ili mehanizirano uz upotrebu specijalnih sadnih lopata ili sadilja
- sjetvom ili sadnjom žira na reduciranoj površini (krpe, pruge)

Kod sjetve je potrebno posijati 700 – 1000 kg žira, a za sadnju je potrebno 400-600 kg žira po hektaru. Prilikom pomlađivanja sadnicama hrasta lužnjaka potrebno je posaditi 10 000 – 15 000 komada sadnica po hektaru.

Za uspješno pomlađivanje je potrebno osigurati kvalitetno sjeme i/ili sadni materijal što se može postići pravilnim sakupljanjem i upotrebom sjemena, kao i kvalitetnom rasadničkom proizvodnjom. Zakonska regulativa o prometu šumskim reprodukcijским materijalom zahtijeva da svaka država na svome teritoriju geografski razgraniči zone u kojima treba prikupljati reprodukcijški materijal da bi mogao biti certificiran kao kategorija „poznatog podrijetla“ i da bi zadovoljio kriterij „lokalnog izvora“.



Šume hrasta lužnjaka su podijeljene na sjemenske oblasti, zone i rajone (GRAČAN, 1996):

*I. Oblast nizinskih šuma.* Pripada eurosibirsko – sjevernoameričkoj šumskoj regiji, a rasprostire se uz naše velike rijeke i njihove pritoke. Oblast nizinskih šuma hrasta lužnjaka obuhvaća planarni i najniži dio Republike hrvatske do 200 metara nadmorske visine. Glavnina oblasti je smještena između Save, Drave i Dunava, u njihovim dolinama i oko njihovih pritoka. Ova sjemenska oblast se dijeli na dvije sjemenske zone i 6 sjemenskih rajona.

I.1 Sjemenska zona nizinskih šuma u Podravini i Podunavlju (80 do 200 m.n.v.)

I.1.1. Sjemenski rajon Baranja, đakovački i vukovarski ravnjak

I.1.2. Sjemenski rajon srednja Podravina (D.Miholjac, Našice, Slatina, Suhopolje, Virovitica)

I.1.3. Sjemenski rajon gornja Podravina (Repaš)

I.2. Sjemenska zona nizinskih šuma u Posavini, srednjoj Hrvatskoj i

Pokuplju (80 – 200 m. n.v.)

I.2.1. Sjemenski rajon donja Posavina ( Spačva)

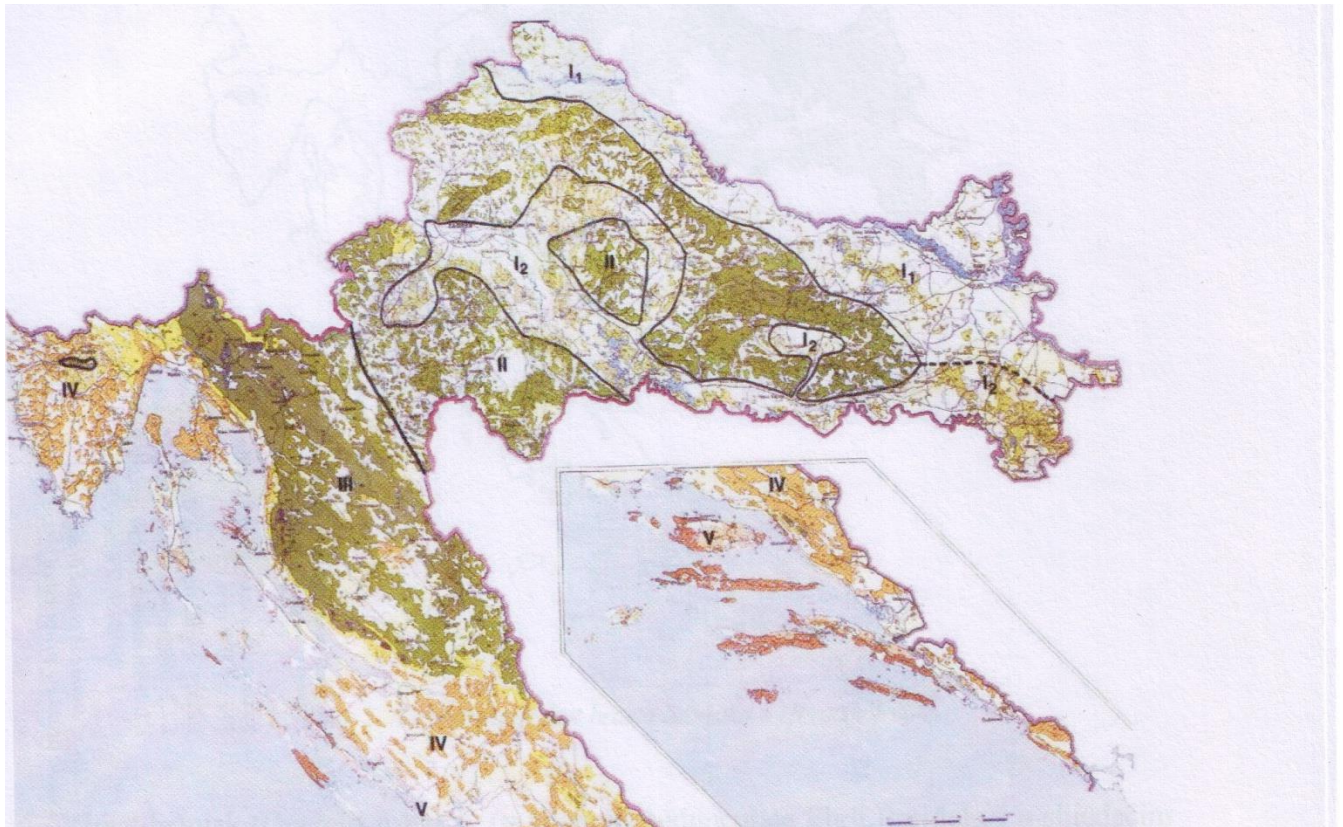
I.2.2. Sjemenski rajon srednja Posavina (Slavonski Brod – Lipovljani)

I.2.3. Sjemenski rajon gornja Posavina i Pokuplje (Kutina, Novoselec, Bjelovar, Zagreb, Pokuplje)

*IV. Oblast submediteranskih šuma.* Obuhvaća nešto hladniji pojas našeg primorja, koji se pruža na primorskoj strani Dinarida. Ova se oblast dijeli na dvije zone, a hrast lužnjak uspijeva u samo jednoj sjemenskoj zoni i jednom sjemenskom rajonu:

IV.1. Sjemenska zona jugozapadna Istra

IV.1.1. Sjemenski rajon Motovunska šuma



**Slika 2.** Sjemenske oblasti i sjemenske zone hrasta lužnjaka

## 6. PRIDOLAZAK HRASTA LUŽNJAKA U HRVATSKOJ

U Republici Hrvatskoj hrast lužnjak raste na površini od više od 215 000 hektara (ANIĆ, 2009) i jedna je od najvažnijih i svakako najvrjednijih šumsko gospodarskih vrsta u Hrvatskoj. Rasprostranjena je u područjima velikih rijeka Save, Drave i Kupe u nizinskom području, te njihovih većih i manjih pritoka. Izvan tog područja lužnjak se razvija u poplavnim dijelovima Ličkog, Imotskog, Sinjskog i Vrličkog polja, u poriječju rijeke Mirne u Istri, te u Omišaljskom lugu na otoku Krku

Biljne zajednice hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj (VUKELIĆ, 2012):

1. Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris typicum*)
2. Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s bukvom (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris fagetosum*)
3. Šuma hrasta i običnog graba sa cerom (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris quercetosum cerridis*)
4. Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba sa srebrnolisnom lipom (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris tilietosum tomentosae*)
5. Šuma hrasta s velikom žutilovkom (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris*)
6. Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom subasocija sa drhtavim šašem (*Genisto elatae* – *quercetum roboris caricetosum brizoides*)
7. Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom subasocijacija sa rastavljenim šašem (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris caricetosum remotae*)
8. Šuma hrasta lužnjaka s celikom žutilovkom subasocijacija sa žestiljem (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris aceretosum tatarici*)
9. Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom subasocijacija s običnim grabom (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris carpinetosum betuli*)



**Slika 3.** Rasprostranjenost hrasta lužnjaka u Hrvatskoj

## 7. GENETIKA I OPLEMENJIVANJE HRASTA LUŽNJAKA

U Hrvatskoj se dostignuća na oplemenjivanju hrasta lužnjaka odnose na proučavanje rasprostranjenosti i taksonomije lužnjaka, unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti, masovne i individualne selekcije, svih vidova reprodukcije, proizvodnje kultivara, međuvrskog križanja, proizvodnje žira u klonskim sjemenskim plantažama i očuvanju genofonda ove vrste drveća.

U našim rasadnicima najviše se uzgaja kultivar '*Fastigiata*' koji se koristi za sadnju u urbanim sredinama. *Quercus robur* '*Fastigiata*' nije pravi kultivar u klonskom smislu, jer svi primjerci nisu istoga genotipa, odnosno ramete. Nisu vegetativno razmnoženi primjerci jedne selekcionirane biljke, već se iz žireva sakupljenih sa čunjolikih hrastova primjenjuje mogućnost uspijevanja biljaka u rasponu od 25 -35 % koje svoj čunjoliki habitus očituju u prvoj ili drugoj godini.

Hrast lužnjak je monoecijska vrsta koja ima jednospolne cvjetove smještene u resama. Postotak zrelih žireva nije visok u odnosu na količinu oformljenih cvjetova. Sazrijevanje muških i ženskih cvjetova nije simultano, što u određenoj mjeri omogućuje strano – oprašivanje. Uvjeti za dobru cvatnju su povoljno fiziološko stanje stabla, povoljno stanje cvjetnih pupova za vrijeme njihova razvoja, vrijeme odmora nakon punog uroda, dovoljan broj muških i ženskih cvjetova, te povoljan odnos muških i ženskih cvjetova. Na urod žira utječe dob stabla, njegova genetska konstitucija, zdravstveno stanje i razvijenost krošnje, te količina svjetla koja prodire u krošnju. Na razvoj uroda žira utječe veliki broj zdravih ženskih cvjetova, velika količina za klijanje sposobnog polena, suho i toplo vrijeme za oprašivanje, a nakon toga razmjerno visoka zračna vlaga i dovoljno oborina. Prognoza uroda žira je veoma važna kako bismo mogli organizirati sakupljanje, skladištenje žira, te uzgoj biljaka u rasadniku. Periodičnost punog uroda žira varira, ovisno o klimatskim uvjetima, a najčešće se očekuje barem jedan puni urod u 10 godina.

Vegetativno se lužnjak može razmnožavati na nekoliko načina. Najčešće reznicama, kulturom tkiva i cijepljenjem. U prirodi je moguće i zakorjenjivanje povaljenicama.

Najjednostavnija metoda razmnožavanja drvenastih vrsta je pomoću reznica. Kulturom tkiva su postignuti određeni rezultati i puno se lakše razmnožavaju juvenilni primjerci, a kod adultnih se javljaju određene teškoće, a sama metoda se još ne primjenjuje s velikom pouzdanošću u praksi.

Poznata je činjenica da lužnjak tjera iz panja do dobi od pedesetak godina, te starija stabla imaju manju izbojnu moć iz panja.

Cijepljenjem hrasta lužnjaka u rasadničkim uvjetima na otvorenom, rijetko se postižu veći uspjesi od 5 do 7 % što nije zadovoljavajući rezultat za masovnu primjenu u proizvodnji kultivara za potrebe urbanog šumarstva. Dobri su se rezultati cijepljenja postigli u stakleniku, gdje su se mogli kontrolirati odgovarajući uvjeti, te se povećao postotak primljenih cjepova (BORZAN, 1996).

Mnogi autori navode činjenicu da je spontana hibridizacija hrasta lužnjaka s drugim srodnim vrstama hrastova, u prvom redu s hrastom kitnjakom, također uvjetovala vrlo izraženu unutarpopulacijsku i međupopulacijsku varijabilnost. Hrast lužnjak je posebno osjetljiv na promjenu vodnog režima, te u tom smislu postoje izdiferencirane lokalne rase, što pokazuju dobiveni rezultati istraživanja građe puči između različitih vrsta hrastova (BAČIĆ, 1981), te genetska izdiferenciranost lokalnih populacija hrasta lužnjaka u Hrvatskoj na osnovi broja i veličine puči (KRSTINIĆ i dr., 1995).

Što se tiče razlika u početku listanja u testovima provenijencija, između ranog i kasnog hrasta lužnjaka, u literaturi postoje različiti podaci iz kojih izlazi da se razlike kreću od 7 dana (HEINRICH, 1973) do 2 – 4 tjedna (ŠAFAR, 1966). Kasne forme se preporučuju za sadnju na vlažnim staništima, dok se rane i intermedijarne forme preporučuju za sadnju na ocjeditim zemljištima. Također je utvrđena vrlo velika varijabilnost oblika krošnje i na unutar – populacijskoj i međupopulacijskoj razini, te je opisano više kultivara, npr. '*Pendula*', '*Fastigiata*', '*Pyramidalis*' i dr. Oblik krošnje kod hrasta visoko je nasljedan. U testovima provenijencija također je utvrđena izrazita varijabilnost oblika krošnje odnosno pravnosti debla. Odnos dužine i širine žira kod hrasta lužnjaka veći je od 1,6. S obzirom na to svojstvo veće su razlike utvrđene na razini provenijencija nego na razini vrsta (*Quercus robur* i *Quercus petraea*). Za većinu istraživanih svojstava

hrasta lužnjaka utvrđena je češća ekotipska nego klinalna varijabilnost. Međutim osim specifične adaptacije lokalnih populacija hrasta lužnjaka, u smislu tvorbe ekotipskih rasa, eksperimenti su pokazali da pojedine provenijencije, kao što je slavonska pokazuju tendenciju k općoj adaptabilnosti (GRAČAN, 1996). Masovna selekcija je odabir boljih stabala u populaciji i uzgoj potomstva iz sjemena dobivenog slobodnim oprašivanjem s time da sjeme odnosno biljke nisu klasirane prema roditeljima, tj. bez testova potomstva (VIDAKOVIĆ I KRSTINIĆ, 1985). U praksi se zapravo radi o sakupljanju sjemena (žira) od fenotipski boljih stabala u sjemenskim sastojinama, te o njegovoj upotrebi u uzgoju biljaka sljedeće generacije (GRAČAN, 1996).

Rad na odabiru sjemenskih sastojina hrasta lužnjaka započeo je sredinom pedesetih godina njihovom genetskom inventarizacijom, koja se sastoji u utvrđivanju proizvodnje i kvalitete drva. Pod sjemenskom sastojinom hrasta lužnjaka smatra se plus sastojina koja je prorjeđivana i tretirana kako bi proizvela velike količine žira visoke kvalitete. Preporučuje se da sjemenska sastojina ne bude manja od 5 do 8 ha, odnosno da u priznatoj sjemenskoj sastojini ne ostane manje od 40 % sjemenskih stabala nakon obavljene genetske melioracije. Površina sastojina hrasta lužnjaka iznosi 13,54% u odnosu na ukupnu površinu listača. 60 priznatih sjemenskih sastojina na području 10 uprava šuma na 2812 ha čini samo 1,30 % površine šuma hrasta lužnjaka, ali čak 76, 08% površine priznatih sjemenskih sastojina listača (GRAČAN, 1996).

Istraživanjima genetske varijabilnosti hrasta lužnjaka pristupilo se u Europi posljednjih 150 godina. U Hrvatskoj su prvi provenijencijski pokusi osnovani 1988. godine, u koje su uključene isključivo lokalne populacije. Varijabilnost morfoloških i fizioloških svojstava hrasta lužnjaka ( listanje, morfologija lista, broj i veličina puči lista, veličina žira, itd.) istražuje se posljednjih dvadesetak godina, a pokazala su da postoji vrlo izražena varijabilnost spomenutih svojstava među lokalnim populacijama i unutar svake pojedine populacije. S obzirom na dobivene podatke, koji se odnose na genetsku diferenciranost lokalnih populacija na osnovu testova potomstva, za upotrebu sjemena i reprodukcijskog materijala u Hrvatskoj, preporuča se u prirodnim populacijama selekcija primjeraka kasnog

hrasta lužnjaka, čija je frekvencija u prirodnim populacijama između 1 i 2 %. Sjeme i sadnice možemo koristiti samo u jednostavnoj biološkoj reprodukciji šuma, umjetnoj obnovi i popunjavanju. Pritom je dopuštena upotreba sjemena ili sadnica samo unutar postojećeg sjemenskog rajona (GRAČAN, 1996).

U posljednjih nekoliko desetljeća postoje problemi prirodne obnove lužnjakovih sastojina zbog toga što urod žira nije više regularan, tj. nije periodičan kao što je bio nekada svakih 5 ili 6 godina puni urod s dva ili tri manja uroda. Danas se očekuje jedan puni urod unutar 10 godina. To je jedan od razloga problema ne samo uspješne prirodne obnove, već i kod popunjavanja nedovoljno prirodno pomlađenih površina. Da se takav problem izbjegne ili da se umani, moguće je proizvoditi žir u sjemenskim plantažama, gdje se može kontrolirati proizvodnja s obzirom na genetsku kvalitetu i na urod žira. Prednost ovakve proizvodnje je kvalitetnije sjeme i dobivanje biljaka sa kvalitetnijim, željenim svojstvima. Pri izboru plus stabala uzima se u obzir 11 svojstava: totalna visina, prsni promjer, visina debla do krošnje, debljina grana, visina do prve mrtve grane, pravost debla, usukanost debla, rašljivost i kvaliteta stabala. Također stablo mora biti zdravo i neoštećeno. (BEDENIKOVIĆ, 2007).

Što se tiče genetske raznolikosti moguće ju je očuvati osnivanjem kulture ove vrste na staništima koja su manje podložna ekološkim promjenama, i to u formi komparativnih nasada, testovima provenijencija, klonskih arhiva i sjemenskih plantaža (KRSTINIĆ I KAJBA, 1994).



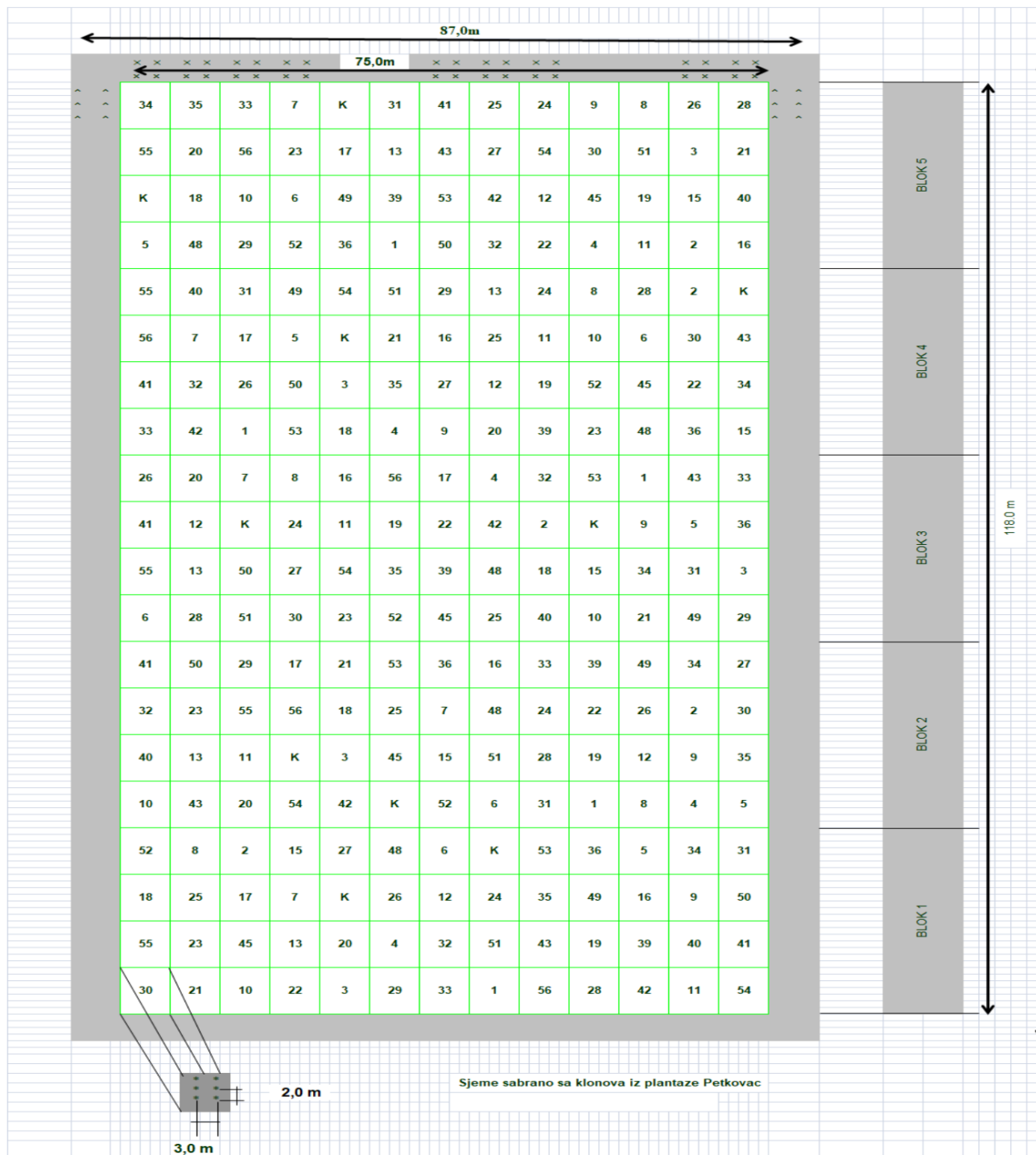
## **8. SVRHA, CILJ I PRETPOSTAVKE ISTRAŽIVANJA**

U klonskim sjemenskim plantažama Vinkovci i Čazma testirano je ukupno 109 familija, (Vinkovci – 56 familija i Čazma 53 familije), te analizom totalnih visina zadatak je utvrditi varijabilnost polusrodnika iz tih dviju klonskih sjemenskih plantaža. Majčinska stabla su porijeklom iz dviju sjemenskih regija (1.2.1. Sjemenska regija donje Posavine i 1.2.3. Sjemenska regija gornja Posavina i Pokuplje). Izmjere su izvršene u dva testa potomstva pri plantažnoj dobi od 2 + 5 godina, a razmak sadnje iznosi 3×2 metra. U testove je uključena i kontrola koja predstavlja potomstvo iz komercijalnog rasadničkog uzgoja hrasta lužnjaka. Cilj istraživanja je utvrditi trend genetskih parametara, nasljednosti i genetske dobiti za svojstvo visine hrasta lužnjaka.

## 9. MATERIJALI I METODE

### Potomstvo KSP Vinkovci

Potomstvo je dobiveno slobodnim oprašivanjem klonova u klonskoj sjemenskoj plantaži Petkovac, UŠP Vinkovci: Šumarija Vinkovci. Površina testa potomstva je približno 0,79 hektara .Potomstvo je starosti 2 + 5 godina, a razmak sadnje je 3x2 metra. (**tablica1.**) Testirano 50 familija + kontrola. Test ima ukupno pet ponavljanja (Blokova), te se 6 biljaka/ familija se ponavljaju u u testu. Također postoje dva zaštitna rubna reda sa svake strane (**slika 4.**) U testu je izvršena izmjera totalnih visina biljaka u plantažnoj dobi 2+5 godina, 2015. godine.



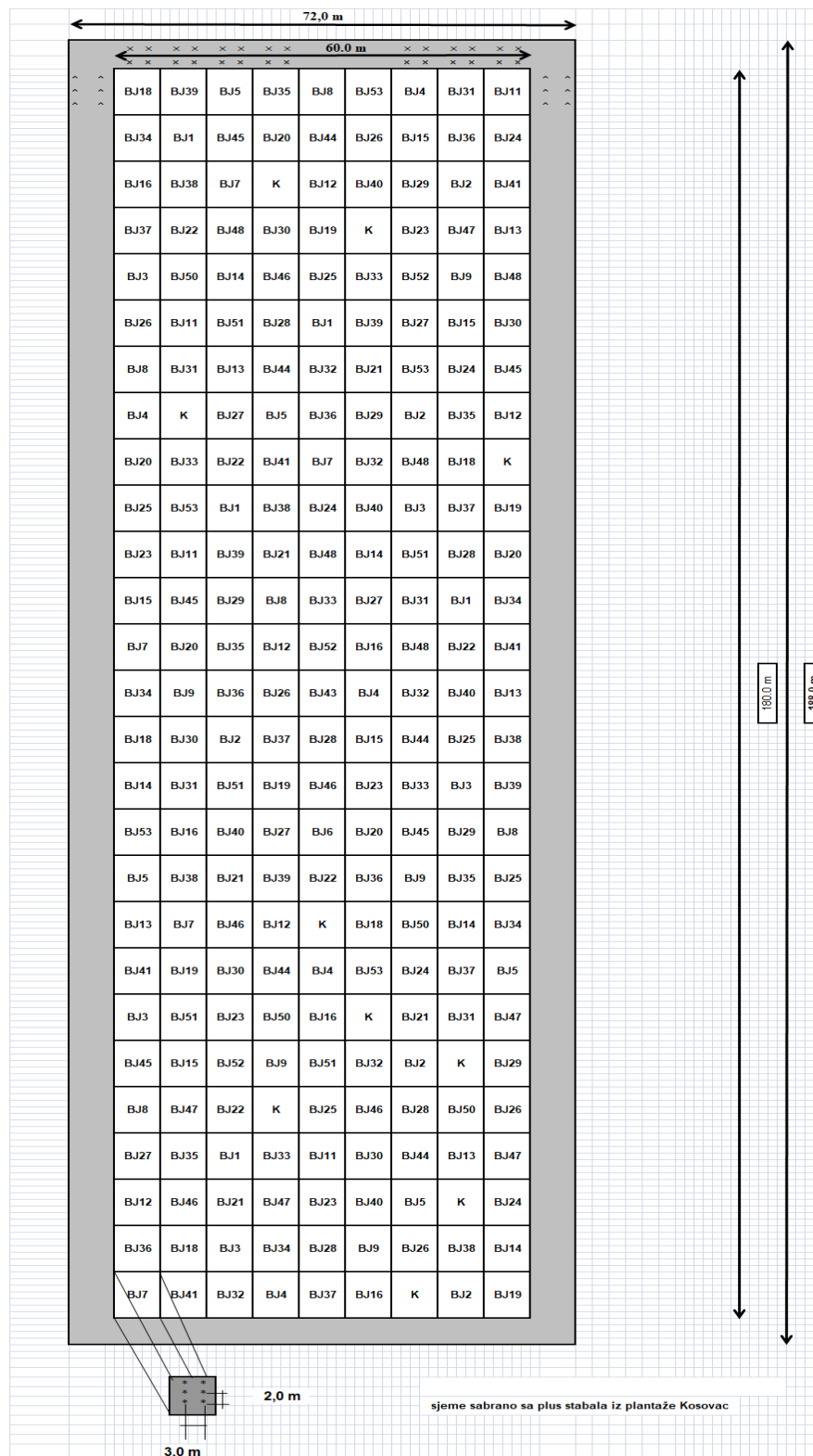
**Slika 4.** Shematski prikaz testa potomstva hrasta lužnjaka dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP – i Petkovac UŠP Vinkovci: Šumarija Vinkovci Površine ~ 0,79 hektara

**Tablica 1.** Potomstvo hrasta lužnjaka u dobi 2+5 godina (2015) dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP Petkovac, UŠP Vinkovci : Šumarija Vinkovci

Redni broj	Oznaka familije	Broj biljaka
1	1	30
2	2	30
3	3	30
4	4	30
5	5	30
6	6	30
7	7	30
8	8	30
9	9	30
10	10	30
11	11	30
12	12	30
13	13	30
14	15	30
15	16	30
16	17	30
17	18	30
18	19	30
19	20	30
20	21	30
21	22	30
22	23	30
23	24	30
24	25	30
25	26	30
26	27	30
27	28	30
28	29	30
29	30	30
30	31	30
31	32	30
32	33	30
33	34	30
34	35	30
35	36	30
36	39	30
37	40	30
38	41	30
39	42	30
40	43	30
41	45	30
42	48	30
43	49	30
44	50	30
45	51	30
46	52	30
47	53	30
48	54	30
49	55	30
50	56	30
51	kontrola	60
	ukupno	1560

## Potomstvo KSP Čazma

Potomstvo je dobiveno slobodnim oprašivanjem klonova u KSP- i Pleščice, UŠP Bjelovar; Šumarija Čazma. Površina testa potomstva je približno 1,35 ha. Potomstvo je starosti 2+5 godina, te je razmak sadnje 3 × 2 m). (**tablica 2.**). Ukupno je testirano 50 familija + 2 kontrole. Test ima 5 ponavljanja (blokova)., 6 biljaka/ familija se ponavljaju, te postoje dva zaštitna rubna reda sa svake strane (**slika 5.**). U testu je izvršena izmjera totalnih visina biljaka u plantažnoj dobi 2+5 godina, 2016. godine.



**Slika 5.** Shematski prikaz testa potomstva hrasta lužnjaka dobiveno slobodnim oprašivanjem klonova u KSP – i Plešćice , UŠP Bjelovar: Šumarija Čazma površine ~1, 35 ha

**Tablica 2.** Potomstvo hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina (2016) dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP Pleščice, UŠP Bjelovar: Šumarija Čazma

Oznaka	Broj		Broj
familije	sadnica	Opaska	ponavljanja
BJ1	30		5
BJ2	30		5
BJ3	30		5
BJ4	30		5
BJ5	30		5
BJ6	6		1
BJ7	30		5
BJ8	30		5
BJ9	30		5
BJ11	24		4
BJ12	30		5
BJ13	30		5
BJ14	30		5
BJ15	30		5
BJ16	30		5
BJ18	30		5
BJ19	30		5
BJ20	30		5
BJ21	30		5
BJ22	30		5
BJ23	30		5
BJ24	30		5
BJ25	30		5
BJ26	30		5
BJ27	30		5
BJ28	30		5
BJ29	30		5
BJ30	30		5
BJ31	30		5
BJ32	30		5
BJ33	30		5
BJ34	30		5
BJ35	30		5
BJ36	30		5
BJ37	30		5
BJ38	30		5
BJ39	30		5
BJ40	30		5
BJ41	30		5
BJ43	6		1
BJ44	30		5
BJ45	30		5
BJ46	30		5
BJ47	30		5
BJ48	30		5
BJ50	24		4
BJ51	30		5
BJ52	18		3
BJ53	30		5
K1	30	kontrola	5
K2	30	kontrola	5

## 10. REZULTATI

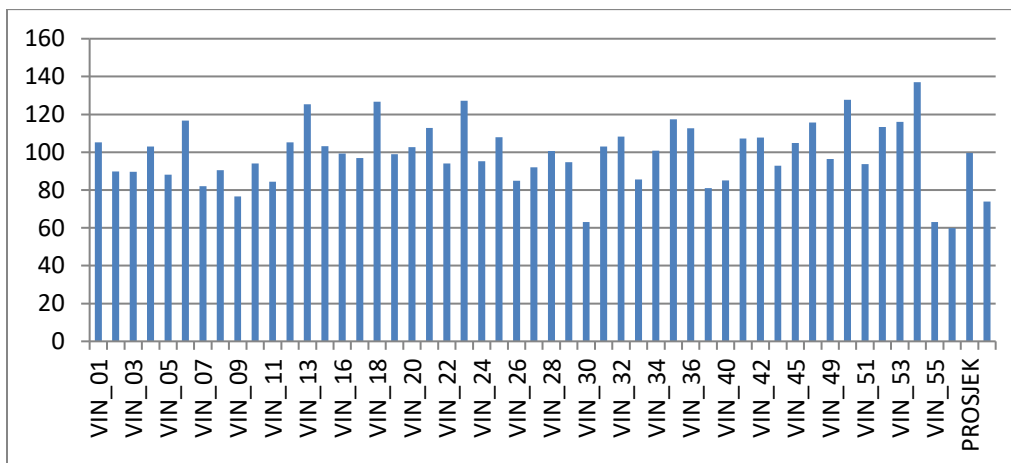
Analiza visina testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka izvršena je u klonskim sjemenskim plantažama Vinkovci i Čazma s ciljem utvrđivanja varijabilnosti polusrodnika tih dviju sjemenskih plantaža. Sve testirane biljke u obje klonske sjemenske plantaže su jednake starosti 2 + 5 godina.

### Potomstvo KSP Vinkovci

Najmanja prosječna visina testiranih polusrodnika u KSP Vinkovci je 59,81 cm ustanovljena je u familiji 56 , a najveća prosječna visina 137, 07 cm u familiji 54 (**graf 1.**).

Preživljavanje je bilo na vrlo visokoj razini, prosječno 91%. Najmanje preživljavanje od 73% ustanovljeno je u familiji 04, a najviše preživljavanje u vrijednosti 100% imale su familije 08, 24, 36, 43, 51 i 55 (**Tablica 3.**).

Analiza varijance ukazuje na statistički značajne razlike između polusrodnika, kao i između repeticija, što ukazuje da je svojstvo pod jakim utjecajem okoliša (**Tablica 4.**)



**Graf 1.** Prosječne visine testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Vinkovci (2015)



**Tablica 3.** Deskriptivni statistički parametri za svojstvo visine u dobi od 2 + 5 godina za polusrodnike hrasta lužnjaka KSP Vinkovci (2015)

<b>FAMILIJA</b>	<b>AVERAGE</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>	<b>SP</b>	<b>PREŽIV. (%)</b>
VIN_01	105,22	53	192	27	30,55	5,88	90
VIN_02	89,80	25	212	25	43,94	8,79	83
VIN_03	89,61	24	143	28	29,41	5,56	93
VIN_04	103,00	22	250	22	70,95	15,13	73
VIN_05	88,04	30	162	25	38,29	7,66	83
VIN_06	116,71	46	214	28	44,14	8,34	93
VIN_07	82,04	34	146	25	32,14	6,43	83
VIN_08	90,53	27	167	30	38,15	6,97	100
VIN_09	76,67	34	163	24	39,34	8,03	80
VIN_10	94,07	20	166	28	40,93	7,74	93
VIN_11	84,38	25	160	29	37,91	7,04	97
VIN_12	105,24	20	178	29	43,01	7,99	97
VIN_13	125,28	50	231	29	44,52	8,27	97
VIN_15	103,23	35	170	26	41,06	8,05	87
VIN_16	99,37	37	170	27	31,50	6,06	90
VIN_17	96,89	18	208	28	40,75	7,70	93
VIN_18	126,77	28	218	26	51,22	10,04	87
VIN_19	98,96	12	194	27	43,80	8,43	90
VIN_20	102,61	12	228	28	56,22	10,62	93
VIN_21	112,85	30	212	27	51,53	9,92	90
VIN_22	94,11	30	190	27	48,45	9,32	90
VIN_23	127,28	54	196	25	40,41	8,08	83
VIN_24	95,17	17	190	30	42,63	7,78	100
VIN_25	107,85	38	186	27	42,89	8,25	90
VIN_26	84,96	33	167	27	31,44	6,05	90
VIN_27	92,07	13	200	28	42,28	7,99	93
VIN_28	100,68	26	185	28	50,68	9,58	93
VIN_29	94,69	45	163	26	32,36	6,35	87
VIN_30	63,04	13	120	23	27,38	5,71	77
VIN_31	103,00	34	165	29	35,24	6,54	97
VIN_32	108,32	30	182	28	45,01	8,51	93
VIN_33	85,66	33	156	29	32,41	6,02	97
VIN_34	100,86	15	156	28	38,69	7,31	93
VIN_35	117,39	45	187	28	41,04	7,76	93
VIN_36	112,63	62	220	30	37,06	6,77	100
VIN_39	81,07	10	155	28	35,36	6,68	93
VIN_40	85,00	12	153	27	35,21	6,78	90
VIN_41	107,26	20	153	27	33,16	6,38	90
VIN_42	107,74	30	218	27	45,75	8,80	90
VIN_43	92,80	16	217	30	49,53	9,04	100
VIN_45	104,79	40	200	28	42,02	7,94	93
VIN_48	115,70	20	212	23	50,55	10,54	77
VIN_49	96,34	26	210	29	40,45	7,51	97
VIN_50	127,71	46	192	28	33,46	6,32	93
VIN_51	93,77	30	200	30	42,66	7,79	100
VIN_52	113,31	49	189	26	37,06	7,27	87
VIN_53	116,04	30	191	24	38,95	7,95	80
VIN_54	137,07	43	217	28	42,29	7,99	93
VIN_55	63,10	13	128	30	30,45	5,56	100
VIN_56	59,81	11	96	27	20,55	3,95	90
<b>ΣX</b>	<b>99,61</b>						<b>91</b>
<b>KONTROLA</b>	<b>73,86</b>	<b>17</b>	<b>182</b>	<b>51</b>	<b>35,73</b>	<b>5,00</b>	<b>85</b>

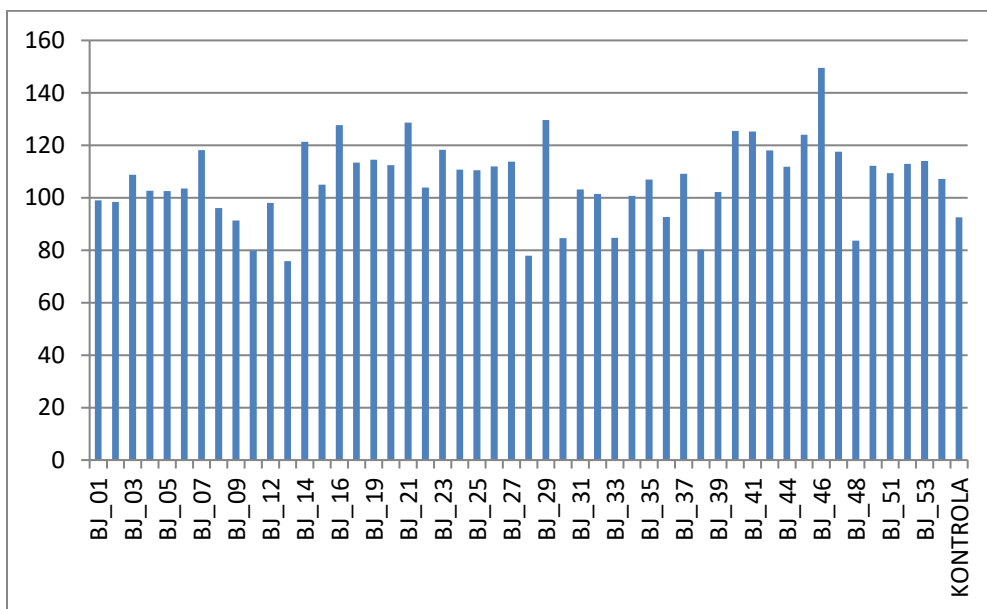
**Tablica 4.** Analiza varijance (ANOVA) za polusrodnike hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Vinkovci (2015)

<i>SUMMARY</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
VIN_01	5	523,3333	104,6667	282,36		
VIN_02	5	471,3833	94,27667	1292,55		
VIN_03	5	447,0667	89,41333	330,07		
VIN_04	5	547,1	109,42	1979,61		
VIN_05	5	432,1	86,42	326,97		
VIN_06	5	581,4167	116,2833	647,31		
VIN_07	5	408,7	81,74	489,39		
VIN_08	5	452,6667	90,53333	441,85		
VIN_09	5	370,6667	74,13333	555,26		
VIN_10	5	465,9333	93,18667	1036,49		
VIN_11	5	424,3	84,86	497,65		
VIN_12	5	524,6	104,92	838,18		
VIN_13	5	631,2333	126,2467	1080,27		
VIN_15	5	493,0167	98,60333	1376,94		
VIN_16	5	502,4	100,48	135,22		
VIN_17	5	473,9	94,78	869,53		
VIN_18	5	636,7667	127,3533	965,39		
VIN_19	5	492,2	98,44	489,30		
VIN_20	5	503	100,6	2345,18		
VIN_21	5	551,6833	110,3367	1286,65		
VIN_22	5	467,4167	93,48333	1566,76		
VIN_23	5	626,0833	125,2167	920,17		
VIN_24	5	475,8333	95,16667	432,19		
VIN_25	5	535,3333	107,0667	236,59		
VIN_26	5	418,2333	83,64667	231,32		
VIN_27	5	456,7667	91,35333	120,90		
VIN_28	5	494,4	98,88	2053,89		
VIN_29	5	462,7167	92,54333	435,49		
VIN_30	5	318,4	63,68	87,42		
VIN_31	5	516,1667	103,2333	46,63		
VIN_32	5	539,8	107,96	401,89		
VIN_33	5	428,8667	85,77333	261,15		
VIN_34	5	505,4667	101,0933	1165,51		
VIN_35	5	586,6333	117,3267	482,57		
VIN_36	5	563,1667	112,6333	644,52		
VIN_39	5	408,5667	81,71333	199,73		
VIN_40	5	418,9667	83,79333	254,99		
VIN_41	5	539,5667	107,9133	391,64		
VIN_42	5	533,4333	106,6867	285,32		
VIN_43	5	464	92,8	1276,98		
VIN_45	5	526,6333	105,3267	575,33		
VIN_48	5	560,7167	112,1433	1814,84		
VIN_49	5	476,6333	95,32667	944,19		
VIN_50	5	639,1667	127,8333	210,91		
VIN_51	5	468,8333	93,76667	175,62		
VIN_52	5	573,1667	114,6333	299,26		
VIN_53	5	573,3667	114,6733	889,54		
VIN_54	5	689,7333	137,9467	899,66		
VIN_55	5	315,5	63,1	287,16		
VIN_56	5	296,0667	59,21333	128,35		
KONTROLA	5	368,9778	73,79556	153,48		
I	51	5034,811	98,72179	924,4503		
II	51	4753,45	93,2049	673,6733		
III	51	4807,683	94,2683	863,0734		
IV	51	4878,933	95,66536	822,3462		
V	51	5707,2	111,9059	704,5276		
ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Između familija	70747,61	50	1414,952	<b>2,20</b>	<b>0,00</b>	<b>1,41</b>
Između repeticija	11904,76	4	2976,191	<b>4,63</b>	<b>0,00</b>	<b>2,42</b>
Error	128655,9	200	643,2797			
Total	211308,3	254				

## Potomstvo KSP Čazma

U KSP Čazma najmanja prosječna visina testiranih polusrodnika je iznosila 75,88 cm u familiji 13, a najveća prosječna visina je 149,48 cm u familiji 46. (graf 2.). Preživljavanje testiranih polusrodnika je bilo vrlo zadovoljavajuće i na vrlo visokoj razini, prosječno 90%. Najmanje preživljavanje od 20% je bilo u familijama 6 i 43, a najveće u familijama 07, 16, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 32 i 47. ( **Tablica 5.**).

Analiza varijance ukazuje na statistički značajne razlike između polusrodnika, kao i između repeticija, što ukazuje da je svojstvo pod jakim utjecajem okoliša (**Tablica 6.**).



**Graf 2.** Prosječne visine testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Čazma (2016)

**Tablica 5.** Deskriptivni statistički parametri za svojstvo visine u dobi od 2+5 godina za polusrodnike hrasta lužnjaka KSP Čazma (2016)

Čazma 2016.							
DEKRIPTIVNA STATISTIKA							Starost 2+5 god.
FAMILIJA	AVERAGE	MIN	MAX	N	SD	SP	PREŽIV. (%)
BJ_01	99,03	36	163	29	29,45	5,47	97
BJ_02	98,37	40	224	27	49,96	9,62	90
BJ_03	108,75	28	213	28	48,66	9,20	93
BJ_04	102,74	56	182	27	33,73	6,49	90
BJ_05	102,50	24	192	28	43,44	8,21	93
BJ_06	103,50	60	162	6	43,04	17,57	20
BJ_07	118,17	57	213	30	50,97	9,31	100
BJ_08	96,07	27	161	29	34,98	6,49	97
BJ_09	91,29	24	210	28	44,99	8,50	93
BJ_11	79,70	14	151	20	32,89	7,36	67
BJ_12	98,07	38	176	29	36,33	6,75	97
BJ_13	75,88	24	146	26	30,70	6,02	87
BJ_14	121,35	37	237	26	55,80	10,94	87
BJ_15	105,04	24	194	28	44,61	8,43	93
BJ_16	127,73	56	242	30	54,36	9,93	100
BJ_18	113,43	59	167	30	34,91	6,37	100
BJ_19	114,57	45	230	28	50,56	9,55	93
BJ_20	112,48	38	185	27	38,93	7,49	90
BJ_21	128,72	47	230	29	52,34	9,72	97
BJ_22	103,90	45	263	29	46,35	8,61	97
BJ_23	118,33	70	202	30	31,29	5,71	100
BJ_24	110,73	35	196	30	43,56	7,95	100
BJ_25	110,50	24	208	30	51,55	9,41	100
BJ_26	111,90	29	243	30	42,26	7,72	100
BJ_27	113,73	41	272	30	61,67	11,26	100
BJ_28	77,96	28	154	28	29,75	5,62	93
BJ_29	129,63	23	213	30	49,57	9,05	100
BJ_30	84,62	41	200	29	41,84	7,77	97
BJ_31	103,22	37	250	27	39,57	7,61	90
BJ_32	101,40	28	214	30	42,17	7,70	100
BJ_33	84,77	23	223	26	44,93	8,81	87
BJ_34	100,67	22	184	27	50,05	9,63	90
BJ_35	106,93	30	187	29	38,43	7,14	97
BJ_36	92,62	14	170	29	41,87	7,78	97
BJ_37	109,17	28	198	29	41,09	7,63	97
BJ_38	80,27	15	116	26	25,07	4,92	87
BJ_39	102,17	37	155	29	31,37	5,83	97
BJ_40	125,54	54	200	28	46,54	8,79	93
BJ_41	125,29	45	210	28	47,13	8,91	93
BJ_43	118,00	87	143	6	22,65	9,25	20
BJ_44	111,81	40	211	27	38,79	7,47	90
BJ_45	124,07	39	190	29	43,44	8,07	97
BJ_46	149,48	71	255	29	37,55	6,97	97
BJ_47	117,57	38	200	30	48,95	8,94	100
BJ_48	83,64	39	153	28	30,97	5,85	93
BJ_50	112,25	28	195	20	48,64	10,88	67
BJ_51	109,43	34	175	28	38,12	7,20	93
BJ_52	112,93	42	213	15	59,68	15,41	50
BJ_53	114,04	32	235	28	49,17	9,29	93
ΣX	<b>107,23</b>						<b>90</b>
KONTROLA	92,60	17	193	55	46,42	6,26	92

**Tablica 6.** Analiza varijance (ANOVA) za polusrodnike hrasta lužnjaka 2+5 KSP Čazma (2016)

<i>SUMMARY</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
BJ_01	5	437	87,4	348,45		
BJ_02	5	544,1	108,82	2758,16		
BJ_03	5	443,1667	88,63333	348,67		
BJ_04	5	468,7	93,74	68,49		
BJ_05	5	465,3333	93,06667	35,29		
BJ_06	5	659,4333	131,8867	2156,87		
BJ_07	5	463,6833	92,73667	147,45		
BJ_08	5	462,5833	92,51667	305,42		
BJ_09	5	261,8333	52,36667	1075,39		
BJ_11	5	434,7	86,94	526,21		
BJ_12	5	446,6333	89,32667	285,68		
BJ_13	5	499,6	99,92	608,52		
BJ_14	5	511	102,2	257,71		
BJ_15	5	565,4667	113,0933	816,28		
BJ_16	5	501,1333	100,2267	295,62		
BJ_18	5	466,7	93,34	451,35		
BJ_19	5	418,5167	83,70333	52,84		
BJ_20	5	492,3333	98,46667	665,01		
BJ_21	5	576,1667	115,2333	675,40		
BJ_22	5	356	71,2	179,07		
BJ_23	5	495,8667	99,17333	580,78		
BJ_24	5	412,5086	82,50172	241,97		
BJ_25	5	397,2667	79,45333	71,47		
BJ_26	5	522,4667	104,4933	666,83		
BJ_27	5	578,8333	115,7667	328,54		
BJ_28	5	458,8333	91,76667	356,86		
BJ_29	5	563,1667	112,6333	721,44		
BJ_30	5	479,2667	95,85333	169,32		
BJ_31	5	459,3333	91,86667	205,99		
BJ_32	5	360,8333	72,16667	388,89		
BJ_33	5	353,3333	70,66667	132,18		
BJ_34	5	490,8167	98,16333	1041,42		
BJ_35	5	516,6667	103,3333	233,11		
BJ_36	5	524,0333	104,8067	528,60		
BJ_37	5	334,8333	66,96667	225,40		
BJ_38	5	477,3667	95,47333	199,07		
BJ_39	5	377,1667	75,43333	1933,94		
BJ_40	5	430,1667	86,03333	1399,39		
BJ_41	5	631,4667	126,2933	352,33		
BJ_43	5	526,6667	105,3333	586,64		
BJ_44	5	371,8667	74,37333	330,36		
BJ_45	5	278,3	55,66	2937,38		
BJ_46	5	361,5	72,3	302,59		
BJ_47	5	504,1333	100,8267	223,21		
BJ_48	5	329,5	65,9	147,29		
BJ_50	5	514,1667	102,8333	1491,97		
BJ_51	5	455	91	672,97		
BJ_52	5	532,2667	106,4533	798,49		
BJ_53	5	107,1667	21,43333	2296,94		
KONTROLA	5	79,33333	15,86667	1258,76		
I	50	4504,367	90,08733	988,6535		
II	50	4412,503	88,25006	739,7575		
III	50	4744,683	94,89367	969,6483		
IV	50	4489,967	89,79933	973,6774		
V	50	4246,689	84,93378	1389,482		
<b>ANOVA</b>						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Između familija	119066,5	49	2429,929	<b>3,69</b>	<b>0,00</b>	<b>1,42</b>
Između repeticija	2594,792	4	648,698	<b>0,99</b>	<b>0,42</b>	<b>2,42</b>
Error	128933,2	196	657,8224			
Total	250594,5	249				

## 11. RASPRAVA

Hrast lužnjak u Hrvatskoj zauzima znatne površine (više od 215 000 ha), te je jedna od najvažnijih šumskogospodarskih vrsta drveća. Sredinom pedesetih godina prošlog stoljeća započeli su radovi na oplemenjivanju ove vrste u Hrvatskoj. Oplemenjivanje šumskog drveća temelji se na selekciji jedinki koje pokazuju superiorna obilježja gospodarskih svojstava, te uporabi sjemena sa takvih stabala, bilo izravno iz prirodnih sastojina ili iz formiranih klonskih sjemenskih plantaža. Ocjena superiornosti svojstava selekcioniranih stabala temelji se na odabiru njihova fenotipa. Budući da je fenotip reuzultanta djelovanja gena koji utječu na promatrano svojstvo i okoliša u kojem jedinka živi, bitno je razlučiti ta dva skupa čimbenika i utvrditi genetsku vrijednost stabla (selekcija po genotipu). Fenotipskom selekcijom plus stabala hrasta lužnjaka utvrđeno je da se može ostvariti genetska dobit do 4,2 % za visinu, odnosno 3,2 % za prsni promjer u dobi potomstva do trinaest godina. Testiranjem potomstva i selekcijom po genotipu putem poboljšane klonske sjemenske plantaže očekivana se genetska dobit kreće do 22,3 % za visinu, odnosno 17,3 % za debljinski prirast u dobi od pet do trinaest godina. Utvrđena je statistički značajna varijabilnost unutar istraživanih populacija, a procjene genetskih parametara i genetske dobiti upućuju na značajnu mogućnost oplemenjivanja individualnom selekcijom plus stabala, osnivanjem klonskih sjemenskih plantaža i testiranjem potomstva.

Poznavanje veličine i tipa genetske varijabilnosti hrasta lužnjaka ograničeno je, a testovi potomstva su se počeli primjenjivati tek sredinom 90-ih godina prošlog stoljeća. (KAJBA i dr., 1996).

Svojstvo rasta pripada ekonomski važnim svojstvima koja se nazivaju metričkima ili kvantitativnim svojstvima. Takva svojstva odlikuje da su pod utjecajem mnogo gena, od kojih svaki ima relativno mali efekt na fenotip, te su pod znatnim utjecajem okoliša. Razdvajanje genetske i okolišne komponente fenotipske varijabilnosti kvantitativnih svojstava i što preciznija procjena tzv. kvantitativnih genetskih parametara temeljni je cilj genetičkih testova. Nasljednosti, genetske dobiti i koeficijenti aditivne genetske varijabilnosti, važni su genetski parametri

čije je poznavanje nužno za planiranje oplemenjivanja i očuvanja genetske raznolikosti hrasta lužnjaka, kao i drugih vrsta drveća.

Nasljednost je udio aditivne genetske varijance u fenotipskoj varijabilnosti nekog svojstva tj. Indicira stupanj mogućnost prijenosa osobina roditelja na potomstvo, dok je koeficijent aditivne genetske varijabilnosti temeljni kriterij za usporedbu genetske raznolikosti između različitih svojstava i populacija. Genetska dobit ovisi o varijabilnosti svojstva u populaciji, njegovoj nasljednosti i primjenjenom intenzitetu selekcije (JANNSON, 2005). Genetski parametri su procijenjeni za ona svojstva za koja je utvrđena statistički značajna genetska komponenta fenotipske varijabilnosti (statistički značajna varijabilnost uzrokovana efektom familija).

## 12. ZAKLJUČCI

### 1. POTOMSTVO KSP HRAST LUŽNJAK VINKOVCI

U dobi od 2+5 godina (2015) prosječna vrijednost visina testiranih polusrodnika iznosila je 99,61 cm u odnosu na kontrolu od 73,86 cm, odnosno testirani polusrodnici bili su u prosjeku 34,9% višji od kontrole.

### 2. POTOMSTVO KSP HRAST LUŽNJAK ČAZMA

U dobi od 2+5 godina (2016) prosječna vrijednost visina testiranih polusrodnika iznosila je 107,23 cm, a kontrole 92,60 cm, odnosno testirani polusrodnici su bili 16% višji od kontrole.

### 3. USPOREDBA TESTOVA POLUSRODNIKA

Analizom visina polusrodnika starosti 2+5 godina za obje plantaže utvrđene su statistički značajne razlike između polusrodnika, kao i između repeticija što ukazuje da je svojstvo pod jakim utjecajem okoliša, te da je greška eksperimenta u ovoj juvenilnoj dobi relativno velika (**tablice 4. i 6.** analize varijance ANOVA).

Usporedbom oba testa polusrodnika pri istoj starosti 2+5 godina utvrđena je mala razlika u visinama. Sadnice KSP Čazma su prosječne visine 107,23 cm, a sadnice KSP Vinkovci 99,61 cm, te je prosječno preživljavanje sadnica gotovo identično 90 i 91 %.

U oba testa polusrodnika tijekom dvije godine izmjera pojavljuju se po 3 klona u svakoj plantaži sa ispod prosječnim visinama. U Vinkovcima to je potomstvo klonova br. 30, 55, 56, a u Čazmi polusrodnici klonova br. 9, 33



i 48. Budući se radi o juvenilnim primjercima ne donosimo zaključke, već će se pratiti trend testiranja uključujući i debljinski prirast pri slijedećoj izmjeri.

## 13.LITERATURA

ANIĆ, I., 2009: Uzgajanje šuma II – Predavanja, vježbe i terenska nastava, Poglavlje Šumskouzgojni postupci u šumama Republike Hrvatske, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 10 – 12 str.

BAČIĆ, T., 1981: Investigation of stomata of three oak species with light and scanning electron microscope , Acta Bot.. Croat. Vol. 40, Zagreb, 85 -90 str.

BEDENIKOVIĆ, D. : 2007 : Procjena genetskih parametara u testu familija dobivenih slobodnim oprašivanjem plus stabla hrasta lužnjaka, Diplomski rad Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu , 4 – 13 str.

BORZAN, Ž 1996: Vegetativno razmnožavanje hrasta lužnjaka, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, J.P. Hrvatske šume , 108 – 111 str.

GORTAN, D.; 2019: Zimska retencija lišća u pokusnom nasadu hrasta lužnjaka (*Quercus robur*), Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 5

GRAČAN, J., 1996: Masovna selekcija, 118 str., Sjemenske sastojine hrasta lužnjaka, 118-121 str, Podjela šuma hrasta lužnjaka na sjemenske oblasti, zone i rajone, 121-126, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, J.P Hrvatske šume

HERMAN, J., 1971 Šumarska Dendrologija. Stanbiro. Zagreb, 242-252

JANSSON, G., 2005: Quantitative genetics. U: Th. Geburek, J.Turok, ur. Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe, Zvolen. Arbora Publishers, 213 – 235 str.

KAJBA, D., BOGDAN S., KATIČIĆ, I., 2006: Procjena genetskog poboljšanja bujnosti rasta putem klonskih sjemenskih plantaža hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), Glas. Šum. Pokuse, pos. izd. 5, 251- 252. str.

KRSTINIĆ, A., KAJBA, D., 1994: Conservation of poplar and arborvitae willow genetic resources in Croatia. *Populus nigra* Network (EUFORGEN), 29 – 36 str.

KRSTINIĆ, A., TRINAJSTIĆ, I., GRAČAN, J., FRANJIĆ, J., KAJBA, D.,  
BRITVEC, M., 1995: Genetska izdiferenciranost lokalnih populacija hrasta  
lužnjaka (*Quercus robur*, L.) na području Hrvatske

PERNAR, N.; 2017 :Tlo, nastanak, značajke, gospodarenje, Udžbenici  
Sveučilišta u Zagrebu, 612 str.

ŠAFAR, J., 1966: Problem fizioloških, ekoloških I ekonomskih karakteristika I  
ranog listanja hrasta lužnjaka, Šumarski list XC/11-12; Zagreb, 503 – 515 str

VUKELIĆ, J.; 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Udžbenici Sveučilišta u  
Zagrebu , 81 – 103 str

WIKIPEDIA: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Hrast\\_lu%C5%BEnjak](https://hr.wikipedia.org/wiki/Hrast_lu%C5%BEnjak)















