

# Utjecaj ektomikorize na kvalitetu kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton)

---

Šolić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:108:796754>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-15**



Repository / Repozitorij:

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



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**  
**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**  
**UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

**Ivan Šolić**

**UTJECAJ EKTOMIKORIZE NA KVALITETU**  
**KONTEJNERSKIH SADNICA PRIMORSKOG BORA (*Pinus***  
***pinaster* Aiton)**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2017.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**UTJECAJ EKTOMIKORIZE NA KVALITETU  
KONTEJNERSKIH SADNICA PRIMORSKOG BORA (*Pinus  
pinaster Aiton*)**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnom gospodarenjem

Predmet: Uzgajanje šuma posebne namjene

Ispitno povjerenstvo: 1. (mentor) Doc. dr. sc. Damir Drvodelić

2. (član) Prof. dr. sc. Milan Oršanić

3. (član) Doc. dr. sc. Damir Ugarković

4. (zamjenski član) Dr. sc. Vinko Paulić

Student: Ivan Šolić

JMBAG: 0023086969

Broj indeksa: 650/2015

Datum odobrenja teme: 20.4.2017.

Datum predaje rada: 14.9.2017.

Datum obrane rada: 22.9.2017.

**Zagreb, rujan, 2017.**

## Dokumentacijska kartica

---

<b>Naslov</b>	Utjecaj ektomikorize na kvalitetu kontejnerskih sadnica primorskog bora ( <i>Pinus pinaster</i> Aiton)
<b>Title</b>	The effect of ectomycorrhiza on quality of maritime pine ( <i>Pinus pinaster</i> Aiton) container seedlings
<b>Autor</b>	Ivan Šolić
<b>Adresa autora</b>	Šolići 29, Sutina
<b>Mjesto izrade</b>	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>Vrsta objave</b>	Diplomski rad
<b>Mentor</b>	Doc. dr. sc. Damir Drvodelić
<b>Izradu rada pomagao</b>	Doc. dr. sc. Damir Drvodelić Prof. dr. sc. Milan Oršanić Mario Šango, dipl. ing. šum.
<b>Godina objave</b>	2017.
<b>Obujam</b>	41 stranica, 22 slike, 16 tablica, 46 navoda literature
<b>Ključne riječi</b>	Flotacija sjemena, visina sadnica, promjer vrata korijena sadnica, vitalitet sadnica, Dicksonov indeks kvalitete (DQI)
<b>Key words</b>	Seed flotation, seedlings height, root collar diameter, seedlings viability, Dickson quality index (DQI)
<b>Sažetak</b>	Primorski je bor izrazita vrsta svjetla, rijetke krošnje, osjetljiv je na niske temperature, kserofit je i dobro podnosi ljetne žege i nedostatak vode u staništu. Nije zahtjevan ni osjetljiv na ekološke profile tla, ali daje prednost pjeskovitim i silikatnim tlima te područjima s visokom zračnom vlagom. Koristi se za pošumljavanje pokretnih pijesaka. Istraživanje je provedeno u rasadniku „Šumski vrt i arboretum“ Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Rasadnik pripada području umjereno tople kišne klime s oznakom „Cfwbx“. Pokus je postavljen u 3 tretiranja (A, B, C), s ukupno 33 kontejnera sa po 12 otvora. Prije sjetve obavljena je flotacija i određivanje

apsolutne težine sjemena za sjetvu. U istraživanju su korišteni polistirenski biorazgradivi kontejneri volumena jednog otvora od 620 cm<sup>3</sup>. Sjetva sjemena obavljena je 6.5.2015. god. Inokulacija sadnica obavljena je 6.7.2015. god. Izmjera važnijih morfoloških značajki sadnica provedena je na kraju prve vegetacije. Za određivanje svježe i suhe tvari sadnica odvojene su 3 sadnice iz svakog tretiranja. Utvrđena je statistički značajna razlika u visinama inokuliranih i klasično uzgojenih sadnica. Dobivene su statistički značajne razlike u promjeru vrata korijena i vitalitetu sadnica između svih tretiranja. Rezultati morfološke analize korijena ukazuju na postojanje statistički značajne razlike samo u varijabli- prosječni promjer korijena. Sve sadnice A i B tretiranja imaju suhu masu korijenskog sustava manju od 0,70 g i pretpostavljamo da će te sadnice imati loš primitak na terenu. Sa suhom masom korijenskog sustava od 0,82 g i s omjerom nadzemnog dijela sadnice i korijenskog sustava od 0,42, potencijalno najpovoljnije uvjete za opstanak na terenu pokazala je srednja sadnica po visini iz C tretiranja. Dicksonov indeks kvalitete sadnica (DQI) tretiranja A iznosio je 0,06, tretiranja B 0,03, a tretiranje C 0,32.

	<b>IZJAVA O IZVORNOSTI RADA</b>	<b>OB ŠF 05 07</b>
		Revizija: 1
		Datum: 14.9.2017.

„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 Šolić*

U Zagrebu, 14.9.2017.

## ZAHVALA

*Zahvaljujem se svojem mentoru Doc. dr. sc. Damiru Drvodeliću na ukazanom povjerenju i pruženoj pomoći prilikom izrade diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se Prof. dr. sc. Milanu Oršaniću na pruženoj pomoći i savjetima tijekom izrade diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se stručnom suradniku pri Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma Mariju Šangi, dipl. ing. šum. te svim djelatnicima rasadnika „Šumski vrt i arboretum“ Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na pomoći prilikom obrade podataka i rada na terenu.*

*Od srca zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je omogućila studiranje na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te prijateljima koji su me motivirali i bili mi velika podrška kroz sve vrijeme studiranja.*

*Zahvaljujem se djelatnicima šumarije Split na savjetima, pomoći i susretljivosti prilikom izrade diplomskog rada.*

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. RASPROSTRANJENOST VRSTE Pinus pinaster Aiton .....	1
1.2.    BIOLOŠKA SVOJSTVA VRSTE Pinus pinaster Aiton.....	2
1.3.    EKOLOŠKI ZAHTJEVI VRSTE Pinus pinaster Aiton.....	3
1.4.    ŠUMSKOUZGOJNE ZNAČAJKE VRSTE Pinus pinaster Aiton .....	6
1.5. PLODOVI I SJEME VRSTE Pinus pinaster Aiton .....	9
1.5.1. Čuvanje sjemena vrste Pinus pinaster Aiton .....	11
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....	12
3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....	17
4. MATERIJALI I METODE .....	18
4.1. FLOTACIJA SJEMENA.....	18
4.2. IZRAČUNAVANJE APSOLUTNE TEŽINE SJEMENA.....	18
4.3. PREDSJETVENA PRIPREMA SJEMENA .....	19
4.4. PRIPREMA SUPSTRATA, TLA, KONTEJNERA, GNOJIVA I HUMINSKIH KISELINA.....	19
4.4.1. Priprema kontejnera .....	19
4.4.2. Priprema gnojiva i supstrata.....	19
4.5. SJETVA SJEMENA .....	21
4.6. PRAĆENJE TIJEKA KLIJAVOSTI SJEMENA .....	22
4.7. INOKULACIJA KONTEJNERSKIH SADNICA EKTOMIKORIZNIM CJEPIVIMA.....	23
4.8. MJERENJE VISINA, PROMJERA VRATA KORIJENA I VITALITETA SADNICA NA KRAJU PRVE VEGETACIJSKE SEZONE .....	24
4.9. ODREĐIVANJE SVJEŽE I SUHE TVARI SADNICE .....	25
4.10. IZRAČUN DICKSONOVOG INDEKSA KVALITETE SADNICA .....	26
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	28
6. ZAKLJUČCI.....	40
LITERATURA.....	



## PREDGOVOR

Ovim diplomskim radom smo željeli usporediti, na tržištu sve prisutnije, suvremene rasadničarske tehnologije s klasičnim desetljetnim tehnologijama uzgoja šumskih sadnica primorskog bora u kontejnerima. Suvremene rasadničarske tehnologije još uvijek nisu dovoljno istražene i nemaju veliku primjenu u praksi.

Cilj nam je bio istražiti može li njihova primjena u praksi unaprijediti morfološke karakteristike sadnica i ostale neophodne preduvjete u pridobivanju kvalitetnih sadnica koje će se oduprijeti brojnim nepovoljnim ekološkim čimbenicima koji ih čekaju na terenu i osigurati što bržu progresiju i stvoriti uvjete za povratak elemenata vrsta konačne (klimatogene) šume.

Dobiveni rezultati istraživanja nisu bili u skladu s našim očekivanjima. Sadnice uzgojene primjenom suvremene rasadničarske tehnologije uz dodatak ektomikoriznih gljiva, huminskih kiselina i matičnog tla u iznosu od 20 % ukupnog supstrata pokazale su izrazito negativne rezultate zbog kojih smo morali odustati od početnih projekcija izrade ovog diplomskog rada koje su uključivale pošumljavanje krša sadnicama koje smo proizveli u rasadniku našeg fakulteta. Njihova sadnja na terenu ne bi bila ekonomski opravdana. Ako i uspiju, malena je vjerojatnost kako bi one mogle popraviti fizikalna i kemijska svojstva tla, te njegovu biološku aktivnost kao limitirajuće čimbenike pojave i opstanka elemenata klimatogene vrste drveća. Naša istraživanja su pokazala kako novo ne znači nužno i bolje.

Proizvesti kvalitetnu sadnicu u današnje vrijeme, kad su negativni ekološki čimbenici o kojima ovisi uspjeh presadnje sadnica na terenu sve ekstremniji, postao je pravi izazov za šumara. Iz tog razloga preporučamo daljnja istraživanja u potrazi za ekološki i ekonomski najopravdanijom metodom rasadničarske proizvodnje sadnica koja će najbolje ispuniti ciljeve što su pred nju postavljeni presadnjom na teren.

## 1. UVOD

### 1.1. RASPROSTRANJENOST VRSTE *Pinus pinaster* Aiton

**Sinonimi:** *P. maritima* Lam. non Mill., *P. glomerata* Salisb., *P. hamiltonii* Ten., *P. mesogeensis* Fieschi et Gaussen

Primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton; engl. maritime pine, njem. Strandkiefer) prirodno je rasprostranjen na Pirenejskom poluotoku, u južnoj i jugozapadnoj Francuskoj uz Atlantsku obalu i u sjeverozapadnom obalnom području Italije, u sjevernoj Africi od Maroka do Tunisa i na otocima Sardiniji i Korzici (Vidaković, 1993). Glavna su područja prirodne rasprostranjenosti u zapadnoj Francuskoj, Korzika; posvuda je proširen u Portugalu, jugoistočnoj i srednjoj Španjolskoj, ligurijskoj obali Italije, Alžiru, Tunisu i u Maroku (Meštrović, 1972). Mediteranski bor termofilna je vrsta koja se proširila iz zapadnog Sredozemlja. Povećao je svoju prisutnost zbog umjetnog zasađivanja i uspješne naturalizacije, primjerice na obalama jugozapadne Francuske, Grčke i zemalja Jadranskog mora, ali i u sjevernoj Europi (Ujedinjeno Kraljevstvo i Belgija) (A. Farjon, 2003; J. Jalas i J. Suominen 1973; W. B. Critchfield i E. L. Little, 1966; J. S. Pereira, 2002). Nastanjuje obale, srednje uzvisine Iberskoga poluotoka (1600 m) i unutrašnjost Korzike, pa sve do područja Maroka koja dosežu čak i do 2000 m nadmorske visine (N. Wahid i sur., 2006; Farjon, 2010). Vode se rasprave oko točnog broja podvrsta primorskog bora. Određeni izvori navode da postoji čak 5 različitih podvrsta koje su podijeljeni po geografskom položaju. Drugi autori smatraju da postoji čak 18 podvrsta koje bi mogle biti grupirane u 3 glavne kategorije: atlantski, srednjemediteranski i sjevernoafrički (N. Wahid i sur., 2006; S. C. Gonzalez-Martinez i sur., 2002; L. Salvador i sur., 2000). Prema Catalanu (1969.), u Španjolskoj dolaze tri varijeteta ili rase primorskog bora (atlantska, centralna i mediteranska). Prema Reschu (1974.), ova se vrsta može podijeliti u pet glavnih rasa (atlantska, provensalska, otočna, kontinentalna iberijska i sjevernoafrička).

Postoji 5 glavnih rasa primorskog bora :

- 1) Francuski ili Atlantski tip - vrlo varijabilni tip koji obično nastanjuje obalne pijeske.
- 2) Portugalski tip - također nastanjuje obalna pjeskovita tla, ali nadilazi francuski tip u formi stabla, visini i otpornosti na suše.
  - raste uspješno u južnoj Africi i zapadnoj Australiji

- ima dormantno sjeme  
(Hopkins, 1960; Wright, 1962).
- 3) Iberski planinski tip - spororastući i kontinentalan.  
(Resch, 1974).
  - 4) Korzički tip - javlja se uglavnom u planinama.
  - 5) Marokanski tip - stabla rastu od sjemena planinskog podrijetla drugačijeg od priobalnog, stoga rast/uzgoj ne uspijeva ako su posađeni u priobalnoj zoni.

Općenito, stabla južnog podrijetla su vrlo osjetljiva na mraz dok se za stabla planinskog podrijetla vjeruje da su otporna na mraz (Magini i Tulstrup, 1955).

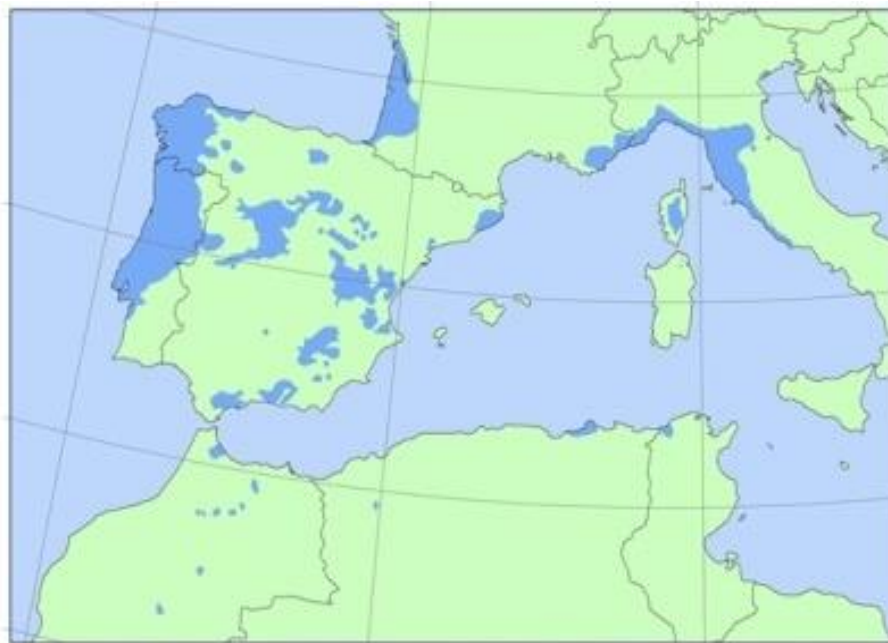
U našoj zemlji, primorski bor se uzgaja u primorskim parkovima (Vidaković, 1993) i koristi se za pošumljivanje u eumediteranskoj i submediteranskoj vegetacijskoj zoni. Visinska rasprostranjenost od razine mora do 1400 m nadmorske visine u Francuskoj, gdje se miješa s običnim borom (Horvat, 1965). Kao i s ostalim četinjačama, zadiranje u bivše poljoprivredne površine je rezultiralo njegovim proširenjem tijekom 19. i 20. stoljeća, a ono je bilo motivirano zaštitom tla i pošumljavanjem degradiranih staništa (D. C. Le Maitre, 1998). Češće sadnje su se počele događati na južnoj hemisferi s ekonomskim i ekološkim ciljevima, u južnoj Australiji, Novom Zelandu, Južnoj Americi i južnoj Africi gdje je on smatran invazivnom vrstom (J. S. Pereira, 2002; S. I. Higgins, 1998; P. Ritson i S. Sochack, 2003).

## **1.2. BIOLOŠKA SVOJSTVA VRSTE *Pinus pinaster* Aiton**

Mediterranski bor, komparirajući ga s ostalim borovima iz vrste, bor je srednje veličine, 20-30 m visok te maksimalno postiže visine do 40 m (J. E. Eckenwalder, 2009). Kora mu je jarke crvenkasto-smeđe boje, gusta i duboko izbrazdana, dok je krošnja široko zaobljena. Igljice su grupirane po dvije na kratkom izbojku, krute, sjajnozeleno, 10-20 cm duge, bodljikasto ušiljene i jače otklonjene. Vrijeme cvjetanja na godišnjoj bazi je u travnju, a počinje cvasti oko šeste godine nakon sadnje; češeri su na stapci dugoj 1,5 do 2 cm, većinom grupirani 2-4 zajedno, 9-18 cm dugi, 5-8 cm široki, svijetlosmeđi i jajolikostožasti. Češeri sazrijevaju u XI. i XII. mjesecu i ostaju na stablu zatvoreni više godina (Vidaković, 1993). Raste izvanredno brzo, u deset godina naraste 3-4 m. Počinje plodonositi između 15. i 20. godine (Horvat, 1965).

Puni je urod svakih 3-5 godina; u 1 kg ima 15 000 do 28 600 sjemenki (Vidaković, 1993). Sjemenke su sjajno crno-smeđe na vrhu i sive ispod s krilcima koja se lako uklanjaju (C. J. Earle, 2015).

Klijavost je sjemena 75-80 %; iz 100 kg češera dobije se 8 kg sjemenki (Horvat, 1965). Visinski i debljinski prirast nastupa oko petnaeste godine, a volumni oko tridesete godine (Meštrović, 1972).



**Slika 1.** Rasprostranjenost vrste *Pinus pinaster* Aiton (izvor: <http://www.euforgen.org/species/pinus-pinaster/>)

### **1.3. EKOLOŠKI ZAHTJEVI VRSTE *Pinus pinaster* Aiton**

Primorski bor je ekološki raznovrstan, pokazuje široki raspon ekspresivnih osobina u pogledu karakteristika rasta, otpornosti na mraz i adaptacije na ljetne suše te vapnenjačke podloge. Prirodno raste u regijama s visokim temperaturama i oceanskim utjecajem na klimu, u vlažnim i umjereno vlažnim zonama gdje je ukupna godišnja količina oborina veća od 600 mm. Unatoč tomu moguće je da primorski bor preživi u zonama sa samo 400 mm ukupne godišnje količine oborina, ali pod uvjetima da u takvim zonama postoji dovoljna količina vlažnosti zraka (J. S. Pereira, 2002).

Primorski bor nezahtjevna je i brzorastuća vrsta koja zauzima širok spektar visina, klima i tla te kao rezultat toga ima iznimnu genetsku raznolikost (R. Alia, 1996; A. Praciak, 2013). Primorski bor najbolje raste na dubokim pjeskovitim tlima silikatne podloge u stojbinama s visokom zračnom vlagom, vrsta je svjetla koja podnosi niže zimske temperature od alepskog bora (Matić i Prpić, 1983). Istodobno dolazi i na vapnencima. Kao pionirska vrsta kserofit je i otporan na posolicu; razvija jaki sustav korijenja; podnosi temperature do  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ako su kratkotrajne (Horvat, 1965). Za prirodnu regeneraciju potrebna je srednja mjesečna relativna vlaga zraka viša od 60 %. Primorski je bor izrazita vrsta svjetla, rijetke krošnje (Anić, 1950), osjetljiv je na niske temperature, kserofit je i dobro podnosi ljetne žege i nedostatak vode u staništu. Nije zahtjevan ni osjetljiv na ekološke profile tla, ali daje prednost pjeskovitim i silikatnim tlima te područjima s visokom zračnom vlagom te se koristi za pošumljavanje pokretnih pijesaka (Prpić i sur., 2011). Primorski bor ne tolerira izloženost sjeni kao ni silikatnim tlima grube teksture, posebice dinamama i drugim siromašnim podlogama. (J. S. Pereira, 2002 ).

Pokušaj unošenja u unutrašnjost Hrvatske (Kutjevo) pokazao je dobre rezultate i u takvim uvjetima, ali mu prijete opasnost od hladnoće i snijega. Uspijevanje u kulturama vezano je za neutralna do slabo alkalična tla (pH 6,6 do 7,4) – mediteranski dio krša, i za nešto kiselija tla u području Kutjeva (Meštrović, 1972). Uvjeti podneblja koji određuju rasprostiranje primorskog bora (Forestry Compendium, 2000) su: visinska rasprostranjenost: 0-1 200 m, srednja godišnja količina oborina: 400-1 200 mm, kišno razdoblje: zimsko, trajanje sušnog razdoblja: 0-4 mjeseca, srednja godišnja temperatura:  $10-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , srednja maksimalna temperatura najtoplijega mjeseca:  $15-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ , srednja minimalna temperatura najhladnijega mjeseca: od 0 do  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , apsolutna minimalna temperatura:  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Primorski bor je pirofitna vrsta pa je vatra često puta povoljna za njegovo održavanje u ekosustavu, ali je također i najveća prepreka sadnji i glavna opasnost na Sredozemlju (M. Barbéro i sur., 1998; P. M. Fernandes i E. Rigolot, 2007). Šumski požari su najveća prijetnja primorskom boru, ali i smetnja koja igra važnu ulogu u slaganju prirodnog poretka. Vrsta ima fizikalnu karakteristiku da preživi manji požar. Zatvoren i gust sklop koji karakterizira postupke uzgajanja za maksimiziranje produkcije biomase uzrokuje akumulaciju ekstremno zapaljivog šumskog goriva. Osim toga velika količina gustog podrasta u čistoj sastojini glavni je čimbenik u procjeni visoke razine zapaljivosti (M. E. Alexander, 1998). U normalnim okolnostima, češeri primorskog bora se otvaraju sporo tijekom nekoliko godina, a u slučaju požara se otvaraju brzo, 8-12 cm u širinu te otpuštaju sjeme.

Šumski požari djeluju negativno na klijavost ove vrste, s druge strane, češeri se brže otvaraju, a sjeme se rasipa. Vatra uništava štetočine, a primorski bor to koristi kako bi regenerirao svoju populaciju nakon požara, također se povećava svjetlost i koncentracija nekih pogodnih spojeva u tlu. Istraživanja vezana uz utjecaj pepela na klijavost primorskog bora pokazala su kako pepeo ne stimulira klijanje, naprotiv djeluje kontraproduktivno na klijavost, tako da se s povećanjem koncentracije pepela klijavost smanjuje. Dokazano je da pepeo smanjuje klijavost sa 48,8 % na 17,8 %. U ispitivanjima čiji je cilj bio dokazati kako šumski požar djeluje na klijavost sjemena različite starosti dokazano je da za razliku od nekih drugih vrsta (npr. *Pinus radiata*), primorski bor je osjetljiv. Maksimalna klijavost koju možemo postići uz požar je pri temperaturi od 110 °C, u trajanju od 1 min i ona se poveća 33,3 %, dok se inače poveća oko 24 % (<https://minerva.usc.es>, 10. rujan 2017. ).



**Slika 2.** Češeri primorskog bora (izvor : European atlas of forest tree species)

#### 1.4. ŠUMSKOUZGOJNE ZNAČAJKE VRSTE *Pinus pinaster* Aiton

U francuskoj pokrajini Landes i u obalnom području jugoistočne Španjolske, gdje se nalaze velike površine bora, primjenjuju se razni tipovi čistih sječa uz prirodno pomlađivanje. Podizanje kultura uglavnom se izvodi sadnicama. U Sredozemlju se podižu kulture gustoće 1 670 sadnica po hektaru (2x3 m), 1 330 sadnica/ha (2,5x3 m), 1 100 sadnica/ha (3x3 m).

(Matić i sur., 1997) navode 1000-2000 sadnica po hektaru za primorski, alepski, brucijski bor i piniju i navodi da veći broj biljaka po jedinici površine ubrzava procese stabilizacije staništa glede stvaranja povoljnih mikroklimatskih uvjeta, što uvjetuje bolji i kvalitetniji rast te uspijevanje novopodignute kulture. Ako se podižu kulture veće gustoće (1600-2000 biljaka/ha), prvi bi šumsko-uzgojni radovi njege trebali biti obavljani kod starosti 8-10 godina radi smanjivanja gustoće na 1000-1200 stabala/ha (Forestry Compendium, 2000).

Posebno su važni radovi čišćenja donjih grana ako je namjena sastojine gospodarska (npr. za furnirske trupce) radi bolje kvalitete drva. Jednako su važne i prorjede (izvode se u tri navrata) koje bi trebale započeti negdje oko 15. godine. Na kraju ophodnje u takvim sastojinama ima između 300 i 500 stabala/ha; naravno, na lošijim staništima, bonitetima broj stabala po hektaru mora biti veći.

Na Pirenejskom se poluotoku volumni prirast u sastojinama primorskog bora kreće između 5 i 10 m<sup>3</sup>/ha, a drvena zaliha između 300 i 470 m<sup>3</sup>/ha, što ovisi o kvaliteti staništa. Ophodnja se kreće u granicama od 30 (najkvalitetnija staništa) pa do 80 godina (Forestry Compendium, 2000).

Tečajni godišnji prirast sastojina primorskog bora u kulturama Republike Hrvatske iznosi 3 do 8 m<sup>3</sup> u starosti od 60 godina (Meštrović, 1972). U Francuskoj se godišnji volumni prirast kreće između 4 i 5 m<sup>3</sup>/ha (loša staništa) i do 14 m<sup>3</sup>/ha na najboljim staništima (Alexandrian, 1992).

Često uspostavlja čista i otvorena staništa ili je pomiješan s drugim vrstama kao na primjer s alepskim borom (*Pinus halepensis*) i pinijom (*Pinus pinea*) na pješćanim obalama ili ponekad na kamenim uzvisinama. U Maroku ga nalazimo u mješovitim šumama četinjača zajedno s crnim borom (*Pinus nigra*), španjolskom jelom (*Abies pinsapo*), atlaskim cedrom (*Cedrus atlantica*) i tisom (*Taxus baccata*) (A. Farjon i D. Filer, 2013).

Primorski bor je naširoko korišten za stabilizaciju dina (A. Farjon, 2010), da bi omogućio poljoprivrednu upotrebu širokih površina uz zapadnu obalu Iberskog polutoka i kao zaštitni pojas poljoprivrednim kulturama od morske soli (J. S. Pereira, 2002). Na jugozapadu Francuske je korišten u sanitarne svrhe i ekonomski razvoj u pokrajini Landes gdje se nalazi najveća kontinuirano zasađena šuma u Europi gdje je primorski bor glavna vrsta (A. Farjon, 2010; E. Brockerhoff i sur., 2008).

Primorski bor, kao široko rasprostranjena vrsta u Sredozemlju, upotrebljava se i za melioracije pijesaka (povoljan se utjecaj očituje na količinu šumske prostirke), podizanje vjetrozaštitnih pojaseva radi zaštite poljoprivrednih kultura od posolice, za zaštitu tla od erozije, za pošumljavanje napuštenoga poljoprivrednog zemljišta, šumske kulture se podižu i za turističku namjenu (park-šume, parkovi, kampovi i dr.). Drvo primorskog bora, među ostalim, rabi se u brodogradnji, u građevinskoj stolariji, za izradu ploča iverica i vlaknatica, šperploča, za izradu paleta, željezničkih pragova, izradu namještaja, za celulozu i dr.

Kulture primorskog bora stare 40 godina na Biokovu sa 1285 stabala po hektaru imaju temeljnicu 50,91 m<sup>2</sup>/ha i volumen od 295,59 m<sup>3</sup>/ha, srednji promjer je 21 cm, a srednja visina 10,25 m (Lalić, 1984).

Drvo je jedričavo, bjeljika široka, godovi široki, markantni, drvo bogato smolom, smolni kanali krupni i brojni, drvni traci na poprečnom presjeku jedva vidljivi, na radijalnom presjeku lako se raspoznaju, zona kasnog drveta tamnija je od ranog drveta. Bjeljkovina je bjelkasta, srž crvenkasta ili crvenosmeđa. Drvo je poteško. Primorski bor upotrebljava se kao građevno drvo, u stolarstvu, za tarcanje cesta; ne cijeni se kao rudničko drvo zbog lomljivosti (smola); odlično gorivo drvo. Sporedni proizvodi: smolarenje; iz smole se dobiva tzv. "francusko terpentinsko ulje" (Horvat, 1980). Zbog brzog rasta i tolerancije na neplodna tla služi za očuvanje tla i zaštitu strmina od erozije, te omogućava sjenu u rekreacijskim parkovima i izletištima. Drvo koje se dobiva iz primorskog bora ima široku uporabu kao drvo za izgradnju, za namještaj te drvene stupove (A. Praciak, 2013). Smola je najvažnija od nedrvenih proizvoda te se nakon destilacije koristi za proizvodnju terpentina i kalofonija, oboje korišteno u širokom spektru proizvoda: ulju, vosku, sapunima i lijekovima (A. Farjon, 2010).



Kora primorskog bora je destilirana za proizvodnju katrana ili je smrvljena i kompostirana za proizvodnju lakog supstrata za dječje posude (A. Praciak, 2013; A. Farjon, 2010). Konačno, njegovo stanište je idealan ekosustav za razvoj jestivih gljiva kao naprimjer vrganja (*Boletus*) i mliječnica (*Lactarius*) (J. S. Pereira, 2002).

U pogledu biotskih prijetnji, velike se štete pripisuju nematodi (*Bursaphelenchus xylophilus*) koja je odgovorna za velika sušenja borova. Nematoda se smatra najvećom biološkom prijetnjom i najopasnijim uzročnikom šteta na šumama četinjača diljem svijeta (B. Ribeiro, 2012).

Češere i sjeme napadaju žižak (*Pissodes validirostris*) i crv (*Dioryctria mendacella*). Glavni štetnici koji napadaju borove iglice larve su moljaca koje se hrane lišćem (*Thaumetopoea pityocampa*) i borove lisne ose (*Neodiprion sertifer*), dok se krljušt primorskog bora (*Matsucoccus feytaudi*) hrani sokom borove iglice. Konačno, gljive *Lophodermium* spp. i *Cyclaneusma niveum* uzrokuju opadanje iglica. Kora primorskog bora može biti zaražena od strane štetnika iz porodice *Scolytidae* kao npr. *Ips sexdentatus*, *Tomicus* spp. *Orthotomicus erosus*, *Pityogenes bidentatus* i *Hylaster* spp. Korijenje napadaju gljive iz porodica *Armillaria* i *Heterobasidion* (J. S. Pereira, 2002; A. Praciak, 2013).

Veliki borov žižak (*Hylobius abietis*) među najopasnijim je nametnicima što napadaju mlade šume četinjača u Europi. Primorska jela djelomično koegzistira sa prirodnom nišom ovog nametnika (J. I. Barredo, 2015; CABI, 2015).

Izvan Europe, primorski bor se smatra jednim od 5 najinvazivnijih borova, ponajviše u južnoj Africi s utjecajem na bogatstvo vrsta, ubrzavajući eroziju tla i mijenjajući razinu vode (Q. C. B. Cronk i J. L. Fuller, 1995; CABI, 2015; S. I. Higgins, 1998; E. Brockerhoff, 2008).



**Slika 3.** Šuma primorskog bora u Granadi, Španjolska (izvor: European atlas of forest tree species)

### **1.5. PLODOVI I SJEME VRSTE *Pinus pinaster* Aiton**

Sjeme borova je smješteno u češerima. Pri dnu svake ljuske nalaze se po dvije sjemenke. Sjeme vrste *Pinus pinaster* Aiton je okriljeno. Zrelo sjeme je većinom smeđe ili crno, ima endosperm, a embrij je dobro razvijen. Sjemenke su sjajno crno-smeđe na vrhu i sive ispod s krilcima koja se lako uklanjaju. Češeri mu dozrijevaju u ljeto 2. godine, a otpadaju u proljeće 3. godine. Češeri se uskoro otvaraju poslije dozrijevanja. Cvjeta u 3. mjesecu, a rađa u prosjeku svakih 15-ak godina. Zreli se češeri borova sakupljaju sa stojećih stabala ili tek oborenih stabala. Prije toga, dobro je na nekoliko češera provjeriti rodnost i zdravstveno stanje sjemena. Primorski bor počinje rađati oko 6. godine, a od 10.-15. redovito svake godine. Klijavost sjemena je oko 65 %. Primorski bor ima životni vijek preko 200 godina (Prpić i sur., 2011).

Preporučljivo je da se češeri bora ne skupljaju odmah po dozrijevanju nego poslije kad izgube određeni postotak vlage. Nakon sabiranja češeri se suše u tankom sloju na suncu ili u trušnici. Od sjemena se odvajaju krilca gnječenjem u vrećama ili uz korištenje prikladnih strojeva. U 1 kg ima 15 000-28 500 sjemenki vrste *Pinus pinaster* Aiton.

Primorski bor klije nadzemno (epigeično), a njegovo se sjeme može sijati bez tretiranja, iako ćemo bolje rezultate dobiti ukoliko sjeme prethodno stratificiramo u trajanju od 60 dana.

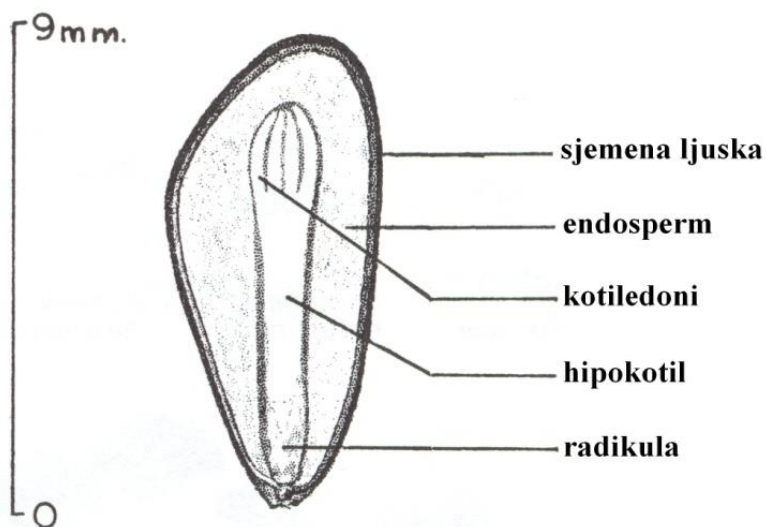
Prosječno klijanje: 70-90 %.

Broj sjemenki po kilogramu: 15 000-28 000 komada (18 000-20 000 komada).

Dugoročno skladištenje sjemenki je moguće uz održavanje njihove vlažnosti na 5-8 % u hermetičkim zatvorenim posudama na temperaturi od 3 do 4 °C.

Sjetva se odvija u proljeće sa sjemenom koje je bilo prethodno tretirano ili hladno stratificirano 4-12 tjedana (uobičajeno 4). Sjetva u proljeće sa ili bez predtretmana (hladno stratificirano sjeme ima bolje karakteristike) ili sjetva na kraj ljeta bez predtretmana.

Predtretman ima pozitivan učinak na ujednačenost pojave, posebice kada se koristi sjeme koje je bilo skladišteno duže vremena. Hladna stratifikacija bez supstrata je česta. Razdoblje hladne stratifikacije iznosi 0-4 tjedana. U vrućim južnim područjima se preporuča kasna ljetna sjetva (Seed propagation of mediterranean trees and shrubs, 2003).



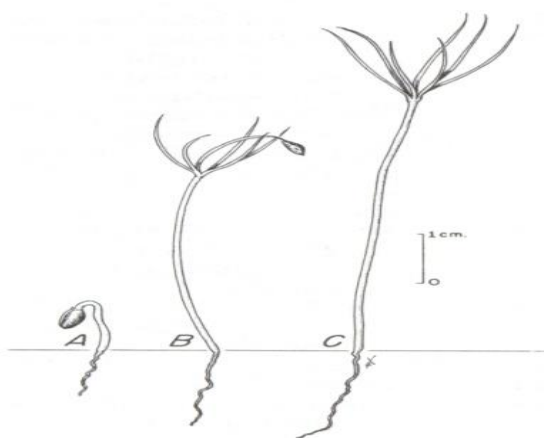
**Slika 4.** *Pinus resinosa*, smolavi bor: uzdužni presjek sjemena (izvor: Krugman i Jenkinson, 1974)

### 1.5.1. Čuvanje sjemena vrste *Pinus pinaster* Aiton

Prosušeno se sjeme može vrlo dobro ušćuvati 1-2 godine na temperaturi okoline. Bolje ga je konzervirati u hermetički zatvorenim posudama na temperaturi od 0-5 °C. Ako se radi o dužem vremenskom razdoblju, vlagu treba smanjiti na 8 %. Sjeme vrste *Pinus pinaster* Aiton uvrštavamo u kategoriju vrsta pravog sjemena (koje se vadi iz suhih plodova ili iz češera). Vađenje sjemena se svodi na sušenje češera na suncu ili umjetnoj toplini, mlaćenje te rešetanje. S obzirom na sposobnost čuvanja spada u *Ortodox/Shallow* tip sjemena, čuva se sa sadržajem vlage 6-8 % na temperaturi <4 °C. Predsjetvena priprema uključuje 6 (3-9) tjedana stratifikacije pri temperaturi od 4 °C. Općenito je učinkovit postupak predsjetvene pripreme (veliki postotak vitalnih sjemenki će isključiti). Ukoliko se sjetva sjemena u rasadniku obavlja 1. ožujka, za početak predsjetvene pripreme predlaže se 18. siječnja (Gosling, 2007).

#### HLADNO-SUHO ČUVANJE :

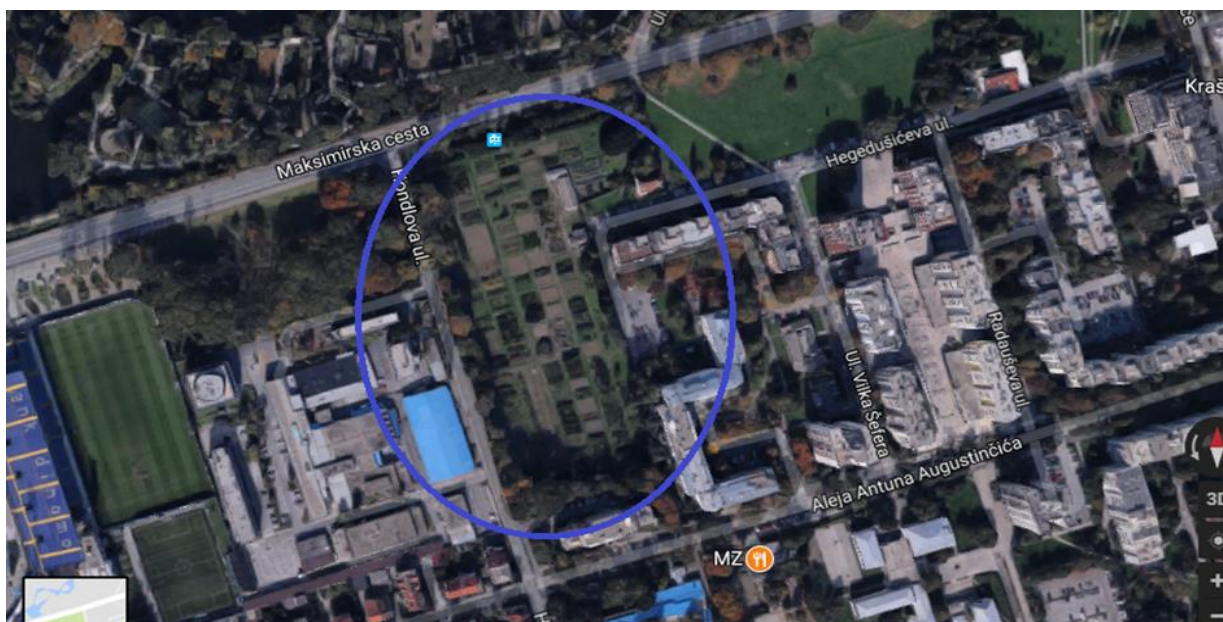
Čuvanje sjemena na niskim temperaturama koje se kreću oko 3 °C ili nešto iznad toga. Tako niske temperature svode biološku aktivnost sjemena na minimum i na taj način se postiže očuvanje vitaliteta. Za hladno čuvanje upotrebljavaju se hladnjaci ili hladne komore, hladni podrumi i sl. Bitna je konstantna temperatura u granicama vrijednosti 0-5 °C. (Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma; Osnivanje šuma, Vježba 1: *Ispitivanje klijavosti šumskog sjemena*, 2012/2013).



**Slika 5.** *Pinus resinosa*, smolavi bor: prikaz razvoja klijanca 1., 7. i 30. dana nakon klijanja (izvor: Krugman i Jenkinson, 1974)

## 2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

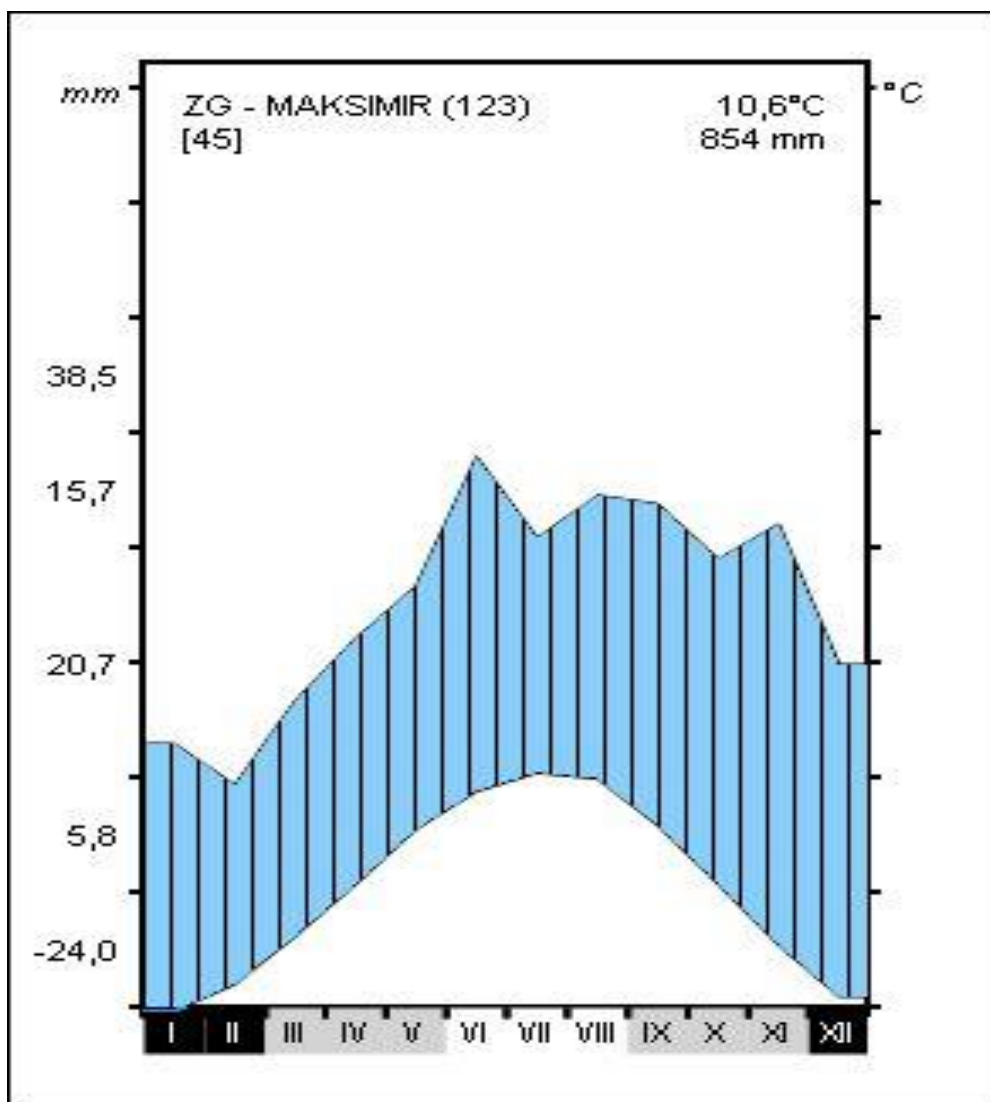
Rasadnik Šumarskog fakulteta u Zagrebu „Šumski vrt i arboretum“ osnovan je 1919. godine. Njegova površina iznosi 3 ha. U sklopu rasadnika se nalaze: 2 staklenika (od kojih je jedan opremljen grijanjem i automatiziranim sustavom zamagljivanja), 9 Dunemannovih lijeha (u kojima se sije sjeme i školuju zakorijenjene reznice), sustav za zalijevanje i ostala pripadajuća mehanizacija. U staklenicima se vegetativno razmnožavaju različiti kultivari ukrasnog drveća i grmlja. U taksonomskom pogledu tlo u rasadniku pripada pseudogleju ravničarskom (stagnosol).



**Slika 6.** Položaj rasadnika i arboretuma „Šumski vrt“, Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Izvor : Google maps)

U gornjih 30 cm tlo je prema teksturi glinasta ilovača, a dublje poprima neznatno težu teksturu i prelazi u laku glinu. Tlo je neutralne do slabo alkalne reakcije te je osrednje opskrbljeno humusom u površinskih 10 cm. Humuznost tla do dubine od 50 cm tla u rasadniku je zadovoljavajuća (Oršanić i sur., 2008).

Po KÖPPENOVJOJ i THORNTWAITOVOJ klimatskoj razdiobi rasadnik i arboretum „Šumski vrt“ pripada u područje umjereno tople kišne klime s oznakom „Cfbwx“. Nadmorska visina rasadnika iznosi 123 m.



**Slika 7.** Klimadijagram za meteorološku postaju Zagreb– Maksimir (izvor: DHMZ)

## OPĆI PODATCI

---

**Meteorološka postaja:** Zagreb - Maksimir

**Razdoblje:** 1960. - 2004.

**Period:** 45 god.

**Tablica 1.** Srednje mjesečne temperature (izvor: DHMZ)

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Sr.
-0,2	2,1	6,3	10,8	15,6	18,9	20,5	20	15,9	10,8	5,5	1,0	10,6

**Srednja (poprečna) temperatura zraka po godišnjim dobima** (izvor: DHMZ):

- proljeće: 10,9 °C
- ljeto: 19,8 °C
- jesen: 10,7 °C
- zima: 1,0 °C

**Srednja (poprečna) temperatura zraka u vegetacijskom razdoblju** (izvor: DHMZ):

- Sr. temp (IV. do IX. mj.): 17,0 °C

**Kardinalne temperature** (izvor: DHMZ) :

- Apsolutni minimum: -24,0 °C
- Apsolutni maksimum: 38,5 °C
- Srednji minimum: 5,8 °C
- Srednji maksimum: 15,7 °C

## PODATCI O OBORINAMA

---

**Tablica 2.** Tablica oborina ( izvor: DHMZ)

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Tot.
46	38,9	53,6	64,4	73,5	96	81,9	89,3	87,8	78,2	84,3	59,8	853,7

**Ukupna količina oborina u vegetacijskom razdoblju** (izvor: DHMZ) :

- Ukupno oborina (IV. do IX. mj.) : 492,9 mm

**Ukupna količina oborina po godišnjim dobima** (izvor: DHMZ) :

- proljeće: 191,5 mm
- ljeto: 267,2 mm
- jesen: 250,3 mm
- zima: 144,7 mm

**Kolebanja temperature, amplitude** (izvor: DHMZ) :

- Srednje kolebanje temperature zraka: 20,7 °C
- Apsolutno kolebanje temperature zraka: 62,5 °C
- Srednje kolebanje temperature zraka između mjeseci (od veljače do lipnja): 4,2 °C
- Srednje kolebanje temperature zraka između mjeseci (od rujna do studenog): 5,2 °C

Sjeme koje smo koristili u pokusu potječe iz G. J. „Runjevica“, šumskog predjela Grede u općini Muć. Zajednica mješovite šume hrasta medunca i bijelog graba. Sastojina se nalazi na IV. bonitetu, na nadmorskoj visini između 450 – 465 m. Stanište je ugroženo od požara.



**Obrazac O-2**

Šumski predjel: **Grede** Uredajni razred: **Primorski bor**

Odjel/odsjek: **29 a** Površina: **1,65 ha** Ophodnja: **60 god**

Starost: **40 god** Bonitet: **IV** Obrast:

EGT: Sklop: **Z** Nagib: **0 - 5**

Tip tla: **Smeđe tlo na vapn.i dolomitu** Općina: **Muč** Nad.vis.: **450-465 m**

Filociklus: **Mješovita šuma medunca i bijelog graba** Stara oznaka:

Način izmjere: **Primjermi krugovi**

**Opis staništa i sastojine**  
*Kultura primorskog bora na dubokom zemljištu. Odsjek je potpunog sklopa, sa stablima granatim do zemlje, nepravilnog oblika i kvalitete. U podstojnoj etaži ima nešto hrasta medunca, bijelog graba i crnog jasena.*

Vrsta drveća	P.BOR																			Ukupno
Tarifa	65/ 9																			
Broj stabala N/ha	793																			793
Temeljnica m <sup>2</sup> /ha	35,76																			35,76
Sr.ploš.stab. d - cm	24,0																			24,0
Sred.nast.vis. h - m	11,7																			
Drvena zaloha	m <sup>3</sup> /ha	227																		227
	m <sup>3</sup>	375																		375
	%	100,00																		100,00
Tečajni godišnji prirast	m <sup>3</sup> /ha	5,9																		5,9
	m <sup>3</sup>	10																		10
	%	2,60																		2,60

**Broj stabala po hektaru:**

Vrsta drveća	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	97,5	
P.BOR			95	177	200	190	120	10													
Ostale vrste																					
Ukupno			95	177	200	190	120	10													

**Smjernice gospodarenja i obrazloženje etata:**  
*Prepustiti prirodnom razvoju uz obvezno čuvanje od požara biljnih bolesti i štetnika.*

**Slika 8.** Obrazac 0-2 sastojine u kojoj je prikupljeno sjeme za istraživanje (izvor: Osnova gospodarenja za G. J. „Runjevica“, UŠP Split- Šumarija Split)

### 3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

- Utvrditi korisnost metode flotacije sjemena primorskog bora na povećanje njegove apsolutne težine
- Ispitati utjecaj inokulacije sadnica ektomikoriznim gljivama uz dodatak huminskih kiselina na važnije morfološke značajke kontejnerskih sadnica primorskog bora u odnosu na uzgoj istih bez ektomikoriznih gljiva i huminskih kiselina (kontrola) i klasičnog načina uzgoja (rasadnici Hrvatskih šuma d.o.o.)
- Usporediti klasičan način uzgoja kontejnerskih sadnica primorskog bora u odnosu na uzgoj u supstratu s dodanim matičnim tлом (20 %) i s dvostruko manjom dozom gnojiva
- Utvrditi Dicksonov indeks kvalitete kontejnerskih sadnica primorskog bora s obzirom na postavljena tretiranja
- Na osnovu provedenih istraživanja preporučiti tehnološki najbolji način uzgoja kontejnerskih sadnica primorskog bora s obzirom na njegove morfološke značajke i izvedene indekse koji opisuju njegovu morfološku kvalitetu

## 4. MATERIJALI I METODE

### 4.1. FLOTACIJA SJEMENA

Flotacija sjemena je jedna od mehaničkih metoda ispitivanja vitaliteta sjemena kao jedan od načina za poboljšanje sjetvene vrijednosti sjemena nekih vrsta (neki borovi, hrastov žir i dr.) na taj način da se odstrane sjemenke koje plutaju, a koje su pretežno prazne. Nikako se ne smije upotrijebiti za makar i samo aproksimativno, određivanje klijavosti (vitaliteta) sjemena, jer za to ne postoje kriteriji koji bi je mogli preporučiti kao imalo ozbiljnu metodu (Regent, 1980).

Flotacijom se dobro sjeme odvaja od lošeg sjemena pomoću vode. Obavljena je u Laboratoriju za šumsko sjemenarstvo i rasadničarstvo na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma. Izbrojeno je 800 sjemenki koje su poslije flotacije stavljene na prosušivanje.



**Slika 9.** Flotacija sjemena primorskog bora, 26.3.2015. (izvor: Ivan Šolić / privatni album)

### 4.2. IZRAČUNAVANJE APSOLUTNE TEŽINE SJEMENA

U laboratoriju smo pomoću digitalne vage Sartorius u gramima s točnošću na dvije decimale izračunali apsolutnu težinu sjemena na uzorku od 4x 100 sjemenki koje su potonule na dno posude i koje će se koristiti u rasadničkom pokusu. Također, izračunali smo i apsolutno težinu sjemena koje je plutalo na površini vode.

### 4.3. PREDSJETVENA PRIPREMA SJEMENA

Dana 4.5.2015. godine obavljeno je močenje sjemena u vodi u trajanju od 24 sata.

### 4.4. PRIPREMA SUPSTRATA, TLA, KONTEJNERA, GNOJIVA I HUMINSKIH KISELINA

Dana 5.5.2015. u rasadniku su pripremljeni nosači za kontejnere i odmaknuti od zida kako bi se izbjeglo zagrijavanje. Krenulo se od pretpostavke da mnogo toga ovisi o prihrani sadnica.

#### 4.4.1. Priprema kontejnera

**Tablica 3.** Značajke polistirenskih biorazgradivih multikontejnera korištenih u pokusu (izvor: [www.polim-plastic-kr.hr](http://www.polim-plastic-kr.hr))

ŠIFRA PROIZVODA	KONTEJNER					OTVOR U KONTEJNERU				
	Dimenzije (mm)			Otvori	Volumen (L)	Broj otvora (kom)	Dimenzije (mm)			Volumen (cm <sup>3</sup> )
	d	š	v				d	š	v	
KP-0012-00-03	395	295	175	bušene	7,44	12	75	70	175	620

U istraživanju su korišteni multikontejneri od biorazgradive plastike s 12 otvora ukupnog volumena 7,44 L, što znači da je volumen jednog otvora iznosio 620 cm<sup>3</sup>. Kontejneri su dezinficirani alkoholom koncentracije 98%.

#### 4.4.2. Priprema gnojiva i supstrata

Izmiješano je 2 g gnojiva s produženim djelovanjem tipa Osmocote Exact Standard High K (11-11-18+TE) po 1 L izmiješanog supstrata. Supstrat 1 sastojao se od mješavine slabo razgrađenog bijelog treseta (H2-H5) i crnog treseta (H6-H8), električne provodljivosti mS/m (+/- 25 %), pH vrijednosti (H<sub>2</sub>O) 5,5-6,5, ukupne količine dodanoga gnojiva NPK (14:10:18)- 1 kg/m<sup>3</sup>; proizvođač Klassman-Deilmann GmbH).

Cilj je uzgojiti sadnice što manjih visina, a što većega volumena korijena i promjera vrata korijena. Za kontrolu je izmiješan Supstrat 1, matično tlo (20%) iz borove sastojine na Zelovu u općini Muć u Dalmatinskoj zagori, te gnojivo osmocote.

Pokus je postavljen s 3 tretiranja (A, B i C). Prvo tretiranje bilo je A (ektomikoriza+ huminske kiseline+matično tlo+supstrat i gnojivo). Drugo tretiranje je bilo B-kontrola (matično tlo+supstrat+gnojivo). Treće tretiranje (C) odnosilo se na klasičan uzgoj kontejnerskih sadnica primorskog bora koji se prakticira u rasadnicima Hrvatske šume d.o.o. (supstrat, gnojivo 4 g / L).

Nakon zalijevanja kontejnera vodom, dodane su huminske kiseline u dozi od 0,15 g/L supstrata nakon čega je ponovno pristupljeno zalijevanju. Matično tlo je dodavano supstratu kako bi se umanjio šok sadnica nakon presadnje na terenu.

Nakon punjenja supstratom, pristupilo se zalijevanju i obilježavanju kontejnera. Zalijevanje je obavljeno s količinom vode koja je potrebna da se primijeti njezino otjecanje kroz drenažne otvore na dnu kontejnera.

Inokulacija sadnica s ekomikoriznim cjepivima je izvedena u trenutku kada su sadnice razvile prvi čuperak pravih iglica (6.7.2015.). Od vremena sjetve do inokulacije sadnica proteklo je 60 dana.



**Slika 10.** Priprema supstrata matičnog tla i gnojiva, 5.5.2015. (izvor: Ivan Šolić / privatni album)



**Slika 11.** Način uzgoja sadnica s tri tretiranja (izvor: Ivan Šolić/ privatni album)

#### 4.5. SJETVA SJEMENA

Dana 6.5.2015. obavljena je sjetva po 2 sjemenke u svaki otvor multikontejnera. Sjeme se posijalo na dubinu od dva promjera sjemena. Multikontejneri su postavljeni na nosače ([www.polim-plastic-kr.hr](http://www.polim-plastic-kr.hr)) zbog zračnog podrezivanja korijenja. Na okvire iznad multikontejnera je postavljena trstika za zasjenu, a iznad nje mreža za zaštitu od ptica i dodatnu zasjenu (s gornje i bočne strane).



**Slika 12.** Sjetva sjemena pomoću pincete u prethodno izbušene rupice u središtu otvora multikontejnera, 6.5.2015. (izvor : Ivan Šolić / privatni album)

#### 4.6. PRAĆENJE TIJEKA KLIJAVOSTI SJEMENA

Nakon 12 dana od sjetve (18.5.2015.) na tretiranjima B i C je isključila 1 sjemenka, dok na tretiranju A nije proklijala nijedna sjemenka.

Nakon 20 dana od sjetve na tretiranju A zabilježena su 4 klijanca. Na tretiranju B nije zabilježen nijedan klijanac.

U tretiranju C je zabilježeno 14 klijanaca.

Dana 27.5.2015. u kontejnere je dodan pužomor limacid s aktivnom tvari metaldehid 66g / kg (6,6 % w/w) (2, 4, 6, 8- tetrametil- 1, 3, 5, 7, -tetraoksaciklooktan) kako bi se klijanca zaštitilo od šteta od puževa.



**Slika 13.** Izgled klijanca primorskog bora, svibanj 2015. (izvor : Ivan Šolić / privatni album)

#### 4.7. INOKULACIJA KONTEJNERSKIH SADNICA EKTOMIKORIZNIM CJEPIVIMA

Dana 6.7.2015. obavljena je mikorizacija sadnica iz A tretiranja. Upotrijebljeni su živi ektomikorizni miceliji suspenzirani u otopini hidrofилnih polimera i aplicirani metodom brizgaljke Marolex u svaki otvor multikontejnera.

U jedan otvor multikontejnera aplicirano je 10 mL suspenzije iz poljskog laboratorija Mykoflora (<http://mykoflor.pl/en/main-page/>), a unutra je bilo 2000 propagacijskih jedinica živog ektomikoriznog micelija za četinjače- uz nadopunu entomopatogenim gljivama. Micelijima za četinjače dodane su 2 vrste tartufa (*Tuber Aestivum* i *Tuber Borchii*).

Od vode i zgušnjivača je napravljena suspenzija, na 10 L vode je stavljeno 60 g prirodnog zgušnjivača. Sadnice su mikorizirane fizičkim putem u zoni korijena na dubini od 5-6 cm, pazeći da se sadnica ne ošteti.



**Slika 14.** Mikorizacija kontejnerskih sadnica pomoću Marolex aplikatora, 6.7.2015. (izvor: Ivan Šolić / privatni album)



#### 4.8. MJERENJE VISINA, PROMJERA VRATA KORIJENA I VITALITETA SADNICA NA KRAJU PRVE VEGETACIJSKE SEZONE

Dana 21.10.2015. obavljena je izmjera važnijih morfoloških karakteristika sadnica u rasadniku.

Promjerkom su izmjereni promjeri vrata korijena sadnica s točnošću na milimetar, a mjernom letvom visine sadnice od vrata korijena do vrha iglica, u milimetrima. Klasifikacija vitaliteta lista sadnica (1-5) obavljena je prema skali od Savolainenena i dr. (2004.).

Za potrebu izmjere Dicksonovog indeksa kvalitete izračunale su se srednje vrijednosti visine, a za svako tretiranje su iz kontejnera izvađene te sadnice. Uzeli smo 3 sadnice po visinama kako bismo obuhvatili varijabilnost morfologije korijenskog sustava (srednja, minimalna, maksimalna). Na uzorku od 9 sadnica obavljeno je skeniranje opranog korijenskog sustava uz pomoć skenera Epson Expression 10 000 XL i softvera WINRHIZO V 2005 a ([http://regent.qc.ca/assets/winrhizo\\_about.html](http://regent.qc.ca/assets/winrhizo_about.html)).



**Slika 15.** Morfološki oblik sadnice uzgojene u klasičnim uvjetima, 21.10.2015.(izvor : Ivan Šolić / privatni album)



**Slika 16.** Morfološki izgled kontejnerskih sadnica primorskog bora na tri načina tretiranja na kraju prve vegetacije (izvor: Ivan Šolić / privatni album)

#### **4.9. ODREĐIVANJE SVJEŽE I SUHE TVARI SADNICE**

Iz svakog tretiranja su odvojene tri sadnice po visini (minimalna, maksimalna i srednja) za analizu svježe i suhe biomase nadzemnoga i podzemnoga dijela sadnice. Sadnice su ostavljene na zrako-suhom prostoru 10 dana, nakon čega je utvrđena biomasa u suhom stanju u sušioniku „BINDER“ (<https://www.binder-world.com/us>), na temperaturi od 68 °C i u trajanju od 48 sati.



**Slika 17.** Izvađene sadnice opranog korijenskog sustava za analizu svježe i suhe biomase, 9.11.2015. (autor: Ivan Šolić / privatni album)

#### **4.10. IZRAČUN DICKSONOVOG INDEKSA KVALITETE SADNICA**

Za srednju biljku po visini iz svakog tretiranja izračunat je Dicksonov indeks kvalitete.

Formula za izračunavanje **Dicksonovog indeksa kvalitete**:

$$DQI = \frac{UB(g)}{\frac{H(cm)}{PVK(mm)} + \frac{MS(g)}{MK(g)}}$$

UB= ukupna biomasa biljke (suha tvar)

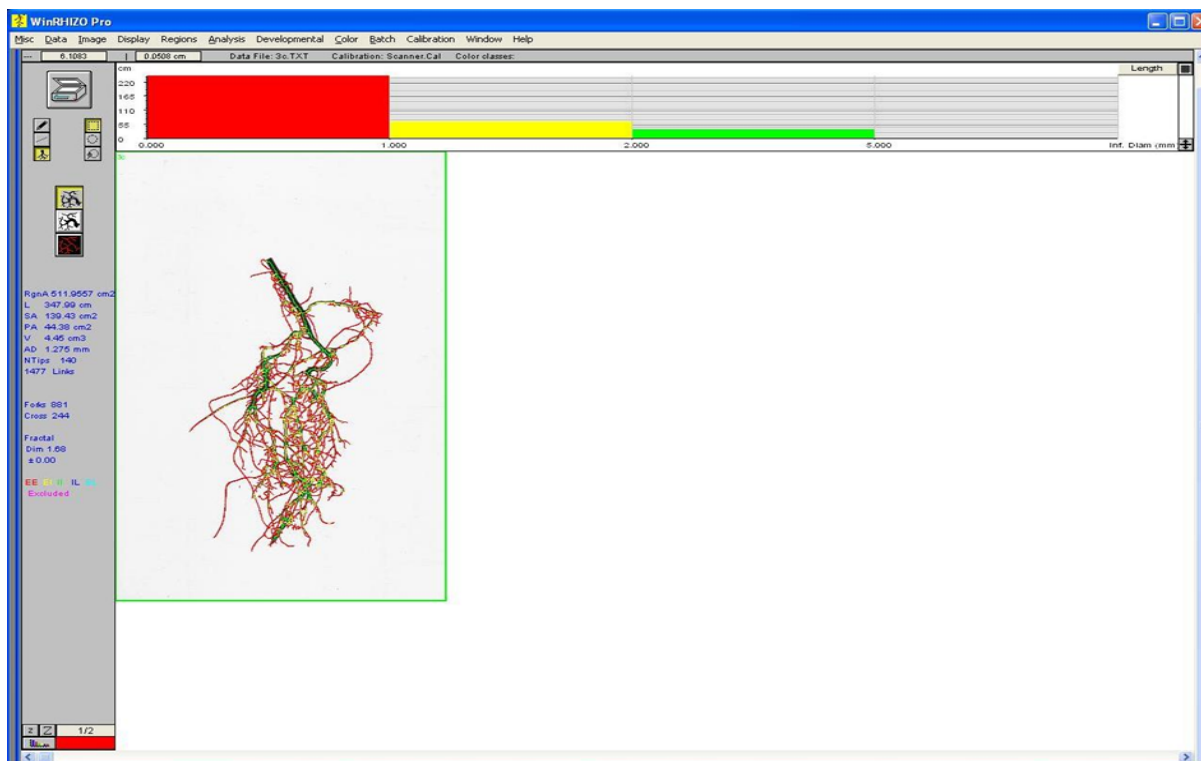
H= visina nadzemnog dijela biljke

PVK= promjer vrata korijena

MS= masa stabljike (suha tvar)

MK= masa korijena (suha tvar)

Rezultati dobiveni ovim istraživanjima obrađeni su statističkim paketom Statistica 7.1.



**Slika 18.** Zaslom na računalu nakon obavljene analize korijena uz pomoć WinRHIZO softvera (izvor : WinRHIZO)

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prilikom flotacije utvrđeno je 39,47 % sjemena koje je potonulo na dno posude za koje smatramo da ima dobar vitalitet. Flotirano sjeme smo koristili u istraživanjima.

Apsolutna težina sjemena koje je potonulo u posudi iznosila je 66 g, a onoga koje je plutalo na površini vode iznosila je 39 g.

Apsolutna težina flotiranog sjemena iznosila je u prosjeku 6,57 g (6,43 g- 6,65 g), a sjemena koje je plutalo na površini vode 3,88 g. (3,77 g-4,03 g).

Prvi klijanci su se pojavili 13 dana od sjetve. U tretiranju A nije proklijala niti jedna sjemenka, a u tretiranju B i tretiranju C proklijalo je 0,38 % sjemenki od ukupnog posijanog.

Iduće brojanje klijanaca obavljeno je 21. dana od sjetve. U tretiranju A proklijalo je 1,52 % sjemenki, u tretiranju B 0 %, a u tretiranju C 5,30 % sjemenki.

U tablici četiri prikazani su rezultati deskriptivne statistike mjerenih varijabli kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja.

**Tablica 4.** Deskriptivna statistika visina, promjera vrata korijena i vitaliteta kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

Varijable	Tretiranje	N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.
Visina (mm)	A	97	93	95	51	151	385	20
Promjer vrata korijena (mm)			1,66	1,64	1,07	2,72	0,09	0,30
Vitalitet			2,9	3,0	1,5	4,0	0,3	0,5
Visina (mm)	B	98	100	103	48	155	538	23
Promjer vrata korijena (mm)			1,93	1,91	1,11	3,23	0,16	0,40
Vitalitet			3,2	3,5	1,0	4,5	0,6	0,8
Visina (mm)	C	95	193	193	66	284	1280	36
Promjer vrata korijena (mm)			3,08	3,09	1,74	4,30	0,26	0,51
Vitalitet			4,7	5,0	2,0	5,0	0,2	0,4

Prosječna visina sadnica tretiranja A iznosila je 93 mm (51-151 mm), promjer vrata korijena 1,66 mm (1,07-2,72 mm) i vitalitet od 2,9 (1,5-4,0).

Prosječna visina sadnica tretiranja B iznosila je 100 mm (48-155 mm), promjer vrata korijena 1,93 mm (1,11-3,23 mm) i vitalitet 3,2 (1,0-4,5).

Prosječna visina sadnica tretiranja C iznosila je 193 mm (66-284 mm), promjer vrata korijena 3,08 mm (1,74-4,30 mm) i vitalitet 4,7 (2,0-5,0).

U tablici pet prikazani su rezultati analize varijance za visinu kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja.

**Tablica 5.** ANOVA za visinu (mm) kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

Univariate Tests of Significance for Visina (mm) (podaci ukupno) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4776354	1	4776354	6542,679	0,00
Tretiranje	598347	2	299174	409,810	0,00
Error	209519	287	730		

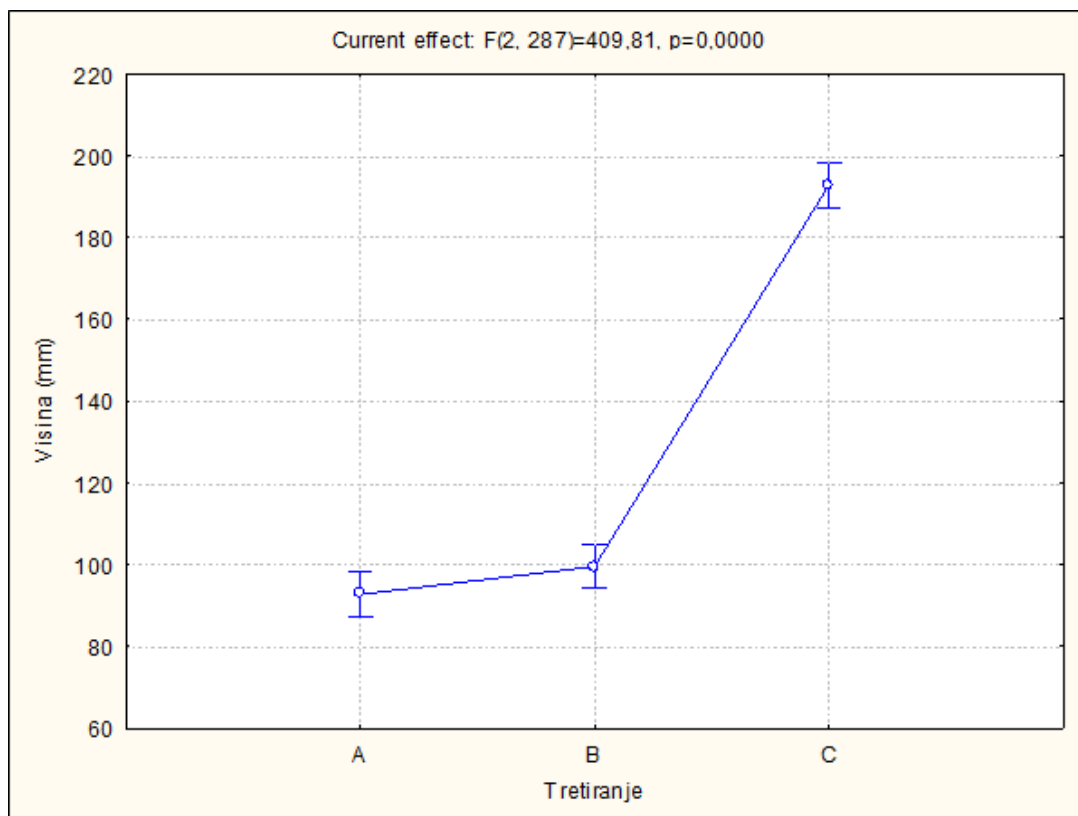
Analizom varijance utvrđena je statistički značajna razlika u visinama kontejnerskih sadnica s obzirom na tretiranje (F=409,810; p=0,00).

U tablici šest prikazani su rezultati Tukeyev-a HSD post-hoch test za visinu (mm) kontejnerskih sadnica tri tretiranja.

**Tablica 6.** Tukeyev HSD post-hoch test za visinu (mm) kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

Tukey HSD test; variable Visina (mm) (podaci ukupno) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 730,03, df = 287,00				
Cell No.	Tretiranje	{1}	{2}	{3}
1	A	92,732	99,551	192,76
2	B	0,182484	0,182484	0,000022
3	C	0,000022	0,000022	0,000022

Utvrđena je statistički značajna razlika u visinama sadnica između tretiranja A i C (p= 0, 000022) te B i C ( p= 0, 000022 ).



**Slika 19.** Visine (mm) kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

U tablici sedam prikazani su rezultati analize varijance za promjer vrata korijena (mm) kontejnerskih sadnica

**Tablica 7.** ANOVA za promjer vrata korijena (mm) kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

Effect	Univariate Tests of Significance for Promjer vrata korijena (mm) (podaci ukupno) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1433,398	1	1433,398	8409,350	0,00
Tretiranje	108,883	2	54,441	319,393	0,00
Error	48,920	287	0,170		

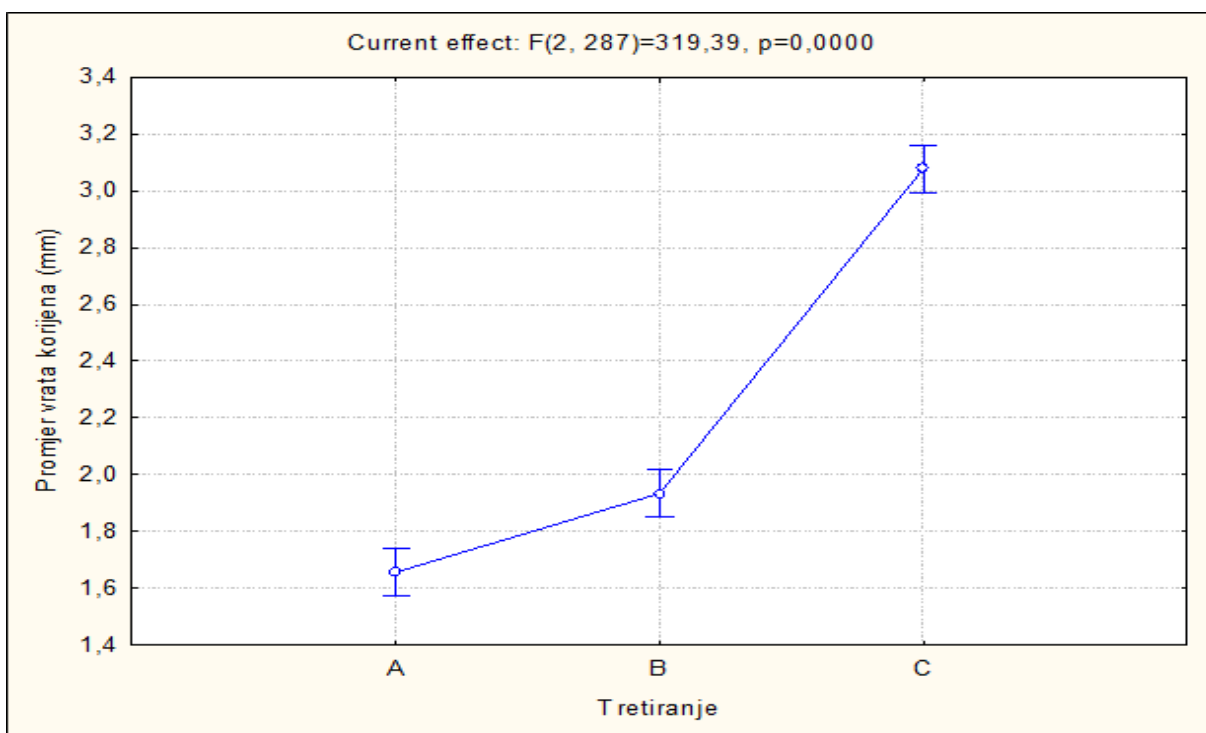
Analizom varijance utvrđenu su statistički značajne razlike u promjeru vrata korijena s obzirom na tretiranje (F=319,393 ; p= 0,00).

U tablici osam prikazani su rezultati Tukeyev-og HSD post-hoch test za promjer vrata korijena (mm) kontejnerskih sadnica.

**Tablica 8.** Tukeyev HSD post-hoc test za promjer vrata korijena (mm) kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

Tukey HSD test; variable Promjer vrata korijena (mm) (podaci ukupno)				
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,17045, df = 287,00				
Cell No.	Tretiranje	{1} 1,6569	{2} 1,9342	{3} 3,0792
1	A		0,000029	0,000022
2	B	0,000029		0,000022
3	C	0,000022	0,000022	

Utvrđene su statistički značajne razlike u promjeru vrata korijena sadnica između svih tretiranja.



**Slika 20.** Promjer vrata korijena (mm) kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja



U tablici devet prikazani su rezultati za vitalitet (1-5) kontejnerskih sadnica tri tretiranja.

**Tablica 9.** ANOVA za vitalitet (1-5) kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

Univariate Tests of Significance for vitalitet (podaci ukupno) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3784,511	1	3784,511	10457,13	0,00
Tretiranje	183,529	2	91,765	253,56	0,00
Error	103,867	287	0,362		

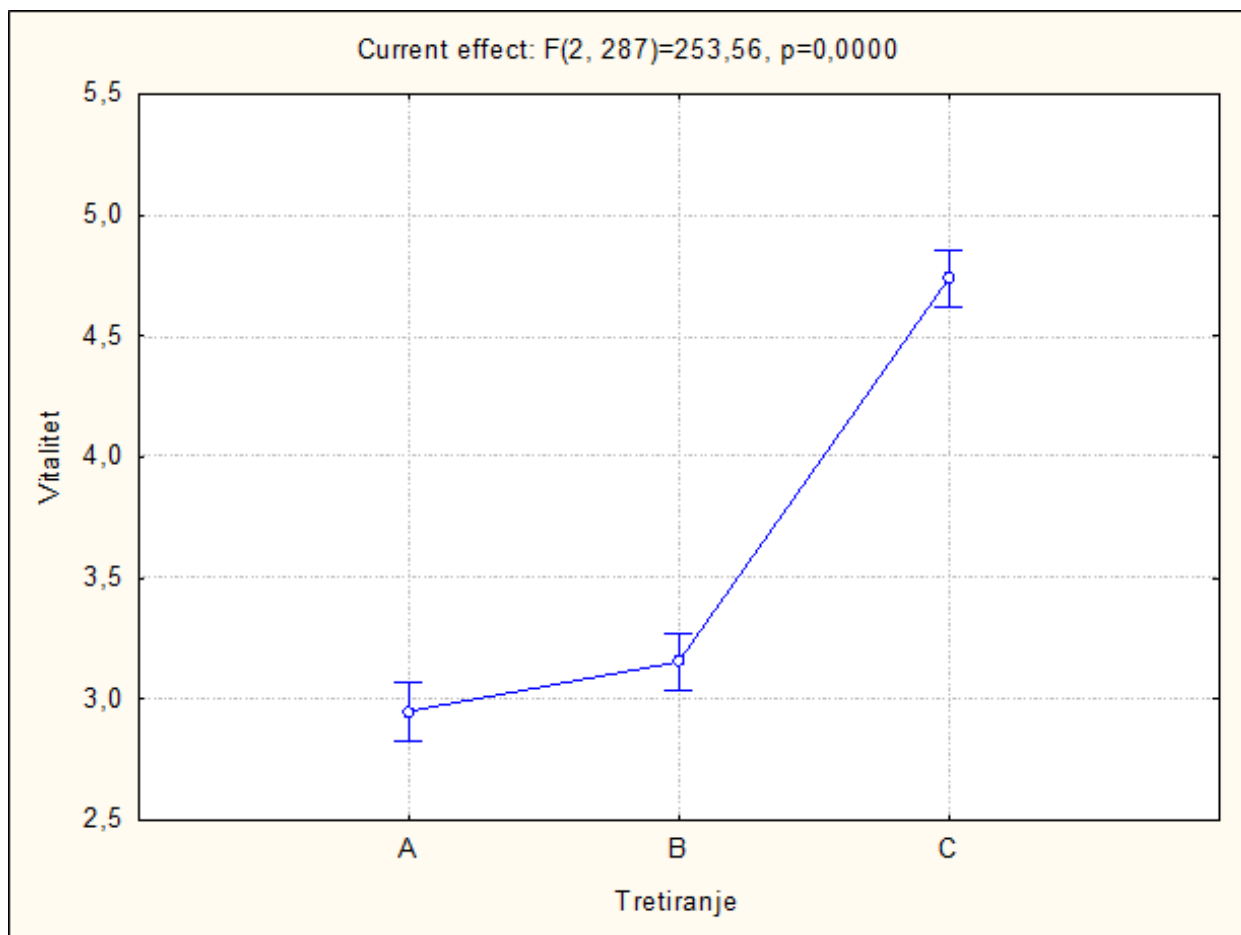
Analizom varijance dobivene su statistički značajne razlike u vitalitetu sadnica s obzirom na tretiranja (  $F=253,56$ ,  $p=0,00$  ).

U tablici deset prikazani su rezultati Tukeyev-og HSD post-hoc test za vitalitet kontejnerskih sadnica.

**Tablica 10.** Tukeyev HSD post-hoc test za vitalitet (1-5) kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

Tukey HSD test; variable vitalitet (podaci ukupno) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,36191, df = 287,00				
Cell No.	Tretiranje	{1}	{2}	{3}
		2,9485	3,1531	4,7368
1	A		0,046213	0,000022
2	B	0,046213		0,000022
3	C	0,000022	0,000022	

Dobivene su statistički značajne razlike u vitalitetu sadnica između svih tretiranja.



**Slika 21.** Vitalitet (1-5) kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

U tablici jedanaest prikazani su rezultati značajnih morfoloških varijabli korijenskog sustava kontejnerskih sadnica tri tretiranja.

**Tablica 11.** Deskriptivna statistika značajnijih morfoloških varijabli korijenskog sustava kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

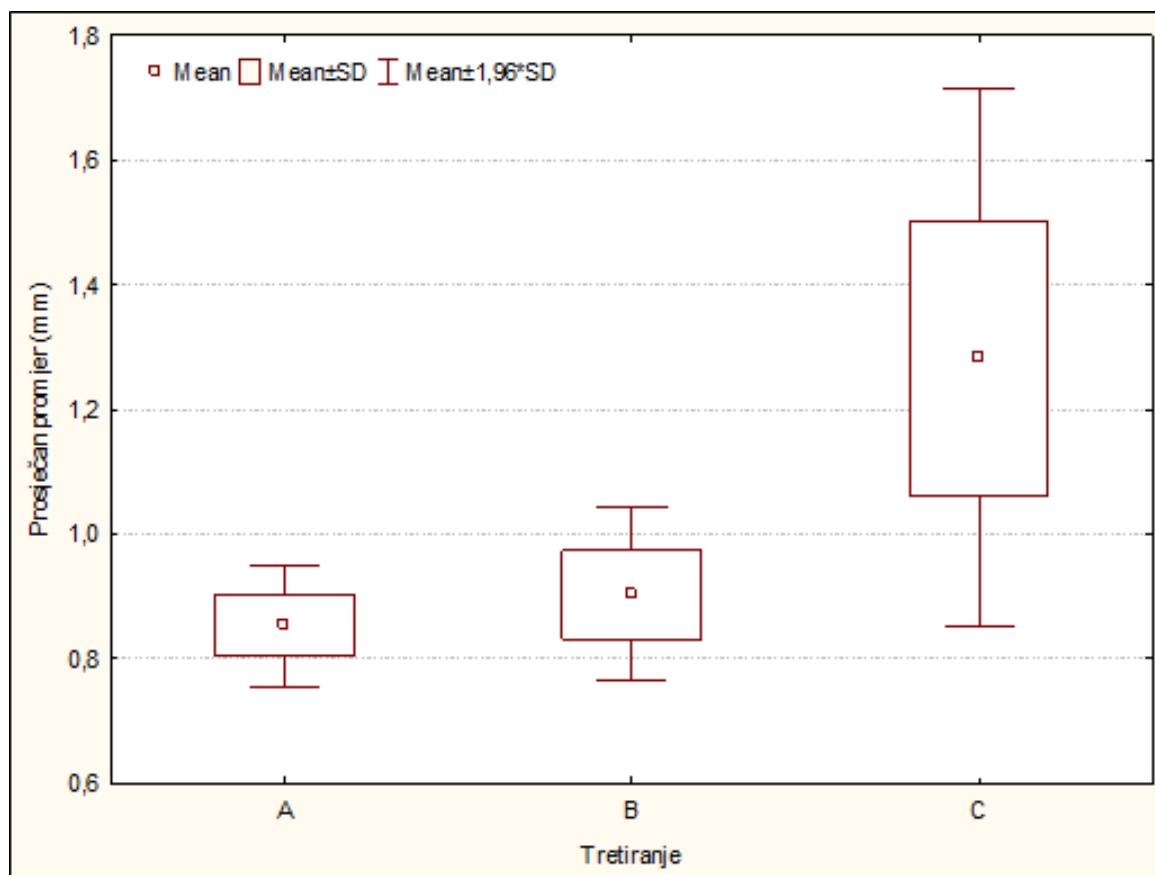
Varijable	Tretiranje	N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.		
Duljina (cm)	A	3	121,83	142,03	54,10	169,36	3627,18	60,23		
Površina projekcije (cm <sup>2</sup> )			10,44	12,93	4,47	13,91	26,92	5,19		
Oplošje (cm <sup>2</sup> )			32,79	40,61	14,06	43,71	265,69	16,30		
Prosječan promjer (mm)			0,85	0,83	0,82	0,91	0,00	0,05		
Volumen (cm <sup>3</sup> )			0,70	0,90	0,29	0,92	0,13	0,36		
Vrhovi (kom)			64	73	34	86	732	27		
Račvanja (kom)			249	317	69	361	24784	157		
Križanja (kom)			71	90	20	103	1993	45		
0.000<.vrhovi.<=1.000			62	71	32	82	690	26		
1.000<.vrhovi.<=2.000			2	2	1	4	2	2		
2.000<.vrhovi.<=5.000			0	0	0	1	0	1		
Duljina (cm)			B	3	119,34	84,02	26,72	247,30	13099,71	114,45
Površina projekcije (cm <sup>2</sup> )					10,83	6,91	2,55	23,03	116,42	10,79
Oplošje (cm <sup>2</sup> )	34,03	21,70			8,02	72,36	1148,98	33,90		
Prosječan promjer (mm)	0,90	0,93			0,82	0,96	0,01	0,07		
Volumen (cm <sup>3</sup> )	0,77	0,45			0,19	1,69	0,64	0,80		
Vrhovi (kom)	98	79			15	200	8827	94		
Račvanja (kom)	298	139			35	720	136267	369		
Križanja (kom)	75	41			7	176	7990	89		
0.000<.vrhovi.<=1.000	95	77			13	195	8524	92		
1.000<.vrhovi.<=2.000	3	2			2	4	1	1		
2.000<.vrhovi.<=5.000	0	0			0	1	0	1		
Duljina (cm)	C	3			271,83	347,99	23,38	444,12	48607,15	220,47
Površina projekcije (cm <sup>2</sup> )					37,94	44,38	2,49	66,94	1069,41	32,70
Oplošje (cm <sup>2</sup> )			119,18	139,43	7,83	210,29	10554,67	102,74		
Prosječan promjer (mm)			1,28	1,28	1,07	1,51	0,05	0,22		
Volumen (cm <sup>3</sup> )			4,19	4,45	0,21	7,92	14,92	3,86		
Vrhovi (kom)			116	140	22	186	7156	85		
Račvanja (kom)			855	881	27	1657	664732	815		
Križanja (kom)			204	244	5	362	33082	182		
0.000<.vrhovi.<=1.000			111	137	20	175	6526	81		
1.000<.vrhovi.<=2.000			4	2	2	9	16	4		
2.000<.vrhovi.<=5.000			1	1	0	2	1	1		

Analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike jedino u varijabli prosječni promjer korijena s obzirom na tretiranje. U ostalim varijablama korijenskog sustava nisu utvrđene statistički značajne razlike između tretiranja.

U tablici dvanaest dobivene su statistički značajne razlike u promjeru vrata korijena između tretiranja (  $p = 0,429$  ).

**Tablica 12.** Analiza varijance za prosječni promjer vrata korijena kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

Median Test, Overall Median = ,931400; AvgDiam(mm) (Global in Imported from C:\Users\Damir\Desktop\diplomski_solice_uk.xls)				
Independent (grouping) variable: Tretiranje				
Chi-Square = 6,300000 df = 2 p = ,0429				
Dependent:	1	2	3	Total
AvgDiam(mm)				
<= Median: observed	3,00000	2,00000	0,00000	5,00000
expected	1,66667	1,66667	1,66667	
obs.-exp.	1,33333	0,33333	-1,66667	
> Median: observed	0,00000	1,00000	3,00000	4,00000
expected	1,33333	1,33333	1,33333	
obs.-exp.	-1,33333	-0,33333	1,66667	
Total: observed	3,00000	3,00000	3,00000	9,00000



**Slika 22.** Prosječan promjer vrata korijena kontejnerskih sadnica primorskog bora (*Pinus pinaster* Aiton) tri tretiranja

Prosječan promjer vrata korijena sadnica tretiranja C statistički se značajno razlikovao od promjera vrata korijena sadnica tretiranja A i B.

**Tablica 13.** Svježa masa podzemnoga i nadzemnoga dijela sadnica; omjer svježe mase (nadzemni dio/podzemni dio) i postotni udio svježe mase nadzemnoga i podzemnoga dijela u ukupnoj svježoj masi

Tretiranja	Sadnica	Podzemni dio	Nadzemni dio	Omjer svježe mase Nadzemni dio / Podzemni dio	Postotno udio svježe mase nadzemnoga i podzemnoga dijela u ukupnoj svježoj masi
A	MIN.	0,05 g	0,26 g	5,20	1: 0,19
	SRED.	0,13 g	0,41 g	3,15	1: 0,32
	MAX.	0,17 g	0,40 g	2,35	1: 0,43
B		<b>Podzemni dio</b>	<b>Nadzemni dio</b>		
	MIN.	0,04 g	0,07 g	1,75	1: 0,57
	SRED.	0,07 g	0,22 g	3,14	1: 0,32
	MAX.	0,28 g	0,64 g	2,29	1: 0,44
C		<b>Podzemni dio</b>	<b>Nadzemni dio</b>		
	MIN.	0,01 g	0,15 g	15,00	1: 0,07
	SRED.	0,87 g	2,10 g	2,41	1: 0,41
	MAX.	0,74 g	2,26 g	3,05	1: 0,33

Svježa masa nadzemnoga dijela tretiranja A čini od 70,18 % (maksimalna sadnica po visini) do 83,87 % (minimalna sadnica po visini) cjelokupne svježe mase.

Svježa masa nadzemnoga dijela tretiranja B čini od 63,64 % (minimalna sadnica po visini) do 75,86 % (srednja sadnica po visini) cjelokupne svježe mase.

Svježa masa nadzemnoga dijela tretiranja C čini od 70,71 % (srednja sadnica po visini) do 93,75 % (minimalna sadnica po visini) cjelokupne svježe mase.

Izmjereni su omjeri svježe mase nadzemnoga dijela i podzemnoga dijela za tretiranje A od 2,35 (maksimalna sadnica po visini) do 5,20 (minimalna sadnica po visini).

Izmjereni su omjeri svježe mase nadzemnoga dijela i podzemnoga dijela za tretiranje B od 1,75 (minimalna sadnica po visini) do 3,14 (srednja sadnica po visini).

Izmjereni su omjeri svježe mase nadzemnoga dijela i podzemnoga dijela za tretiranje C od 2,41 (srednja sadnica po visini) do 15,00 ( minimalna sadnica po visini).

**Tablica 14.** Suha masa podzemnoga i nadzemnoga dijela sadnica ; omjer suhe mase ( nadzemni dio/podzemni dio) i postotni udio suhe mase nadzemnoga i podzemnoga dijela u ukupnoj suhoj masi

Tretiranje	Sadnica	Podzemni dio	Nadzemni dio	Omjer suhe mase Nadzemni dio/ Podzemni dio	Postotni udio suhe mase nadzemnoga i podzemnoga dijela u ukupnoj suhoj masi
A	MIN.	0,04 g	0,23 g	5,75	1:0,17
	SRED.	0,12 g	0,37 g	3,08	1:0,32
	MAX.	0,15 g	0,37 g	2,47	1:0,41
B		<b>Podzemni dio</b>	<b>Nadzemni dio</b>		
	MIN.	0,01 g	0,07 g	7,00	1:0,14
	SRED.	0,06 g	0,21 g	3,50	1:0,29
	MAX.	0,26 g	0,60 g	2,31	1:0,43
C		<b>Podzemni dio</b>	<b>Nadzemni dio</b>		
	MIN.	0,01 g	0,14 g	14,00	1:0,07
	SRED.	0,82 g	1,94 g	2,37	1:0,42
	MAX.	0,62 g	2,09 g	3,37	1:0,30

Suha masa nadzemnoga dijela tretiranja A čini od 71,15 % (maksimalna sadnica po visini) do 85,19 % (minimalna sadnica po visini) cjelokupne suhe mase.

Suha masa nadzemnoga dijela tretiranja B čini od 69,77 % (maksimalna sadnica po visini) do 87,50% (minimalna sadnica po visini) cjelokupne suhe mase.

Suha masa nadzemnoga dijela tretiranja C čini od 70,23 % ( srednja sadnica po visini) do 93,33 % (minimalna sadnica po visini) cjelokupne suhe mase.

Izmjereni su omjeri suhe mase nadzemnoga dijela i podzemnoga dijela za tretiranje A od 2,47 (maksimalna sadnica po visini) do 5,75 (minimalna sadnica po visini).

Izmjereni su omjeri suhe mase nadzemnoga dijela i podzemnoga dijela za tretiranje B od 2,31 (maksimalna sadnica po visini) do 7,00 (minimalna sadnica po visini).

Izmjereni su omjeri suhe mase nadzemnoga dijela i podzemnoga dijela za tretiranje C od 2,37 (srednja sadnica po visini) do 14,00 (minimalna sadnica po visini).

Dobra razvijenost korijena odlučujući je preduvjet za dobar primitak na terenu (Ocvirek, 1997), jer što je manja transpiracijska, a veća apsorpcijska površina, bolji su uvjeti preživljenja sadnica nakon presadnje i bolji je inicijalni rast. Suha masa korijena, prepoznata je kao jedan od najvažnijih čimbenika koji utječu na opstanak i rast biljke nakon presadnje pa visoki omjer S/K ne znači nužno i manji opstanak ako sadnice imaju dobro razvijen korijenski sustav.

U našem istraživanju ukupno je 9 uzorka s omjerom suhe mase nadzemnoga dijela sadnica i suhe mase korijenskog sustava 0,43 ili manjim, i možemo pretpostaviti da taj omjer definira kvalitetnu sadnicu. Povoljan omjer suhe mase nadzemnoga dijela i suhe mase korijenskog sustava je jedan od preduvjeta za dobar opstanak i zadovoljavajući inicijalni rast sadnice nakon presadnje.

Sadnice s omjerom suhe mase nadzemnoga dijela i suhe mase korijenskog sustava većim od 0,40 dobivene su od ukupno 3 sadnice. Sve sadnice A i B tretiranja imaju suhu masu korijenskog sustava manju od 0,70 g i pretpostavljamo da će te sadnice imati loš primitak na terenu. Sa suhom masom korijenskog sustava od 0,82 g i s omjerom nadzemnoga dijela sadnice i korijenskog sustava od 0,42, potencijalno najpovoljnije uvjete za opstanak na terenu pokazala je srednja sadnica po visini iz C tretiranja, odnosno klasičnog uzgoja kontejnerskih sadnica. Nepovoljne uvjete za opstanak na terenu pokazale su sve sadnice iz A i B tretiranja te bi njihova presadnja na teren vjerojatno bila ekonomski neopravdana.

**Tablica 15.** Utvrđivanje biomase sadnica u zrako- suhom stanju nakon 10 dana sušenja

<b>TRETIRANJE/ SADNICA</b>	<b>PODZEMNI DIO (g)</b>	<b>NADZEMNI DIO (g)</b>
<b>A</b>		
<b>MIN.</b>	0,13	0,90
<b>SRED.</b>	0,44	1,55
<b>MAX.</b>	0,47	1,24
<b>B</b>		
<b>MIN.</b>	0,11	0,19
<b>SRED.</b>	0,19	0,76
<b>MAX.</b>	0,85	1,98
<b>C</b>		
<b>MIN.</b>	0,10	0,59
<b>SRED.</b>	4,44	7,48
<b>MAX.</b>	2,68	7,38

**Tablica 16.** Dicksonov indeks kvalitete sadnica (DQI) s obzirom na tretiranje

<b>TRETIRANJE</b>	<b>DQI</b>
<b>A</b>	0,06
<b>B</b>	0,03
<b>C</b>	0,32

Dicksonov indeks kvalitete sadnica (DQI) tretiranja A iznosio je 0,06, tretiranja B 0,03, a tretiranje C 0,32.



## 6. ZAKLJUČCI

- Apsolutna težina flotiranog sjemena primorskog bora koje je potonulo na dno posude iznosila je 6,57 g, a sjemena koje je plutalo na površini vode 3,88 g.
- Na kraju prve vegetacije (1+0) sadnice uzgojene klasičnom metodom imale su najveću prosječnu visinu od 193 mm, kontrolne sadnice bile su visoke prosječno 100 mm, a sadnice inokulirane s ektomikoriznim micelijima uz dodatak huminskih kiselina 93 mm.
- Promjer vrata korijena sadnica uzgojenih klasičnom metodom iznosio je prosječno 3,08 mm, kontrolnih sadnica 1,93 mm, a inokuliranih sadnica 1,66 mm.  
Vitalitet sadnica uzgojenih klasičnom metodom iznosio je prosječno 4,7, kontrolnih sadnica 3,2, a inokuliranih sadnica 2,9.
- Utvrđena je statistički značajka razlika u visinama kontejnerskih sadnica s obzirom na tretiranje. Sadnice inokulirane s ektomikoriznim micelijima uz dodatak huminskih kiselina i matičnog tla statistički su se značajno razlikovale od sadnica uzgojenih klasičnom tehnologijom. Visina kontrolnih sadnica statistički se značajno razlikovala od sadnica uzgojenih klasičnom tehnologijom. Utvrđene su statistički značajne razlike u promjeru vrata korijena i vitalitetu između svih tretiranja. Inokulacija ektomikoriznim gljivama i huminskim kiselinama negativno je utjecala na visine, promjere vrata korijena i vitalitet sadnica.
- Dodatak matičnog tla supstratu u iznosu od 20 % dovelo je do statistički značajno manjih visina, promjera vrata korijena i vitaliteta sadnica. Pretpostavka je da su se s matičnim tlom pogoršali uvjeti za rast i razvoj sadnica u smislu unošenja inkompatibilnih gljivljih vrsta i gljivama sličnim organizmima te mikroorganizama. Supstrat je promijenio svoje fizikalne karakteristike u smislu duljeg zadržavanja vlage i povećane sposobnosti ponovnog vlaženja nakon sušenja. Sadnice uzgajane u klasičnom supstratu imale su na raspolaganju manje vlage od navodnjavanja budući da je voda otjecala niz zidove kontejnera kad se supstrat osušio i smanjio volumen te postao hidrofobniji za vodu. U vlažnim uvjetima razvoj mikorize je ograničen što se nepovoljno odražava na morfološku kvalitetu sadnica.

- Utvrđene su statistički značajne razlike jedino u varijabli prosječnog promjera korijena s obzirom na tretiranje. Sadnice uzgojene klasičnom tehnologijom imale su statistički značajno veći prosječni promjer korijena.
- Utvrđeni su omjeri suhe biomase nadzemnoga i podzemnoga dijela inokuliranih sadnica od 2,47 do 5,75 , kontrolnih sadnica od 2,31 do 7,00 i sadnica uzgojenih klasičnom tehnologijom od 2,37 do 14,00.
- Sve inokulirane i kontrolne sadnice imaju suhu masu korijenskog sustava manju od 0,70 g i pretpostavljamo da će te sadnice imati loš primitak na terenu. Potencijalno najpovoljnije uvjete za opstanak na terenu, od svih uzorkovanih sadnica, pokazala je srednja sadnici po visini iz klasičnog uzgoja sa suhom masom korijenskog sustava od 0,82 g i s postotnim udjelom suhe mase nadzemnoga i podzemnoga dijela u ukupnoj suhoj masi u iznos od 0,42.
- S obzirom na Dicksonov indeks kvalitete (DQI) od 0,32 najbolje su se pokazale sadnice uzgojene klasičnom rasadničkom tehnologijom. Kod inokuliranih sadnica utvrđen je Dicksonov indeks kvalitete od 0,06, a kod kontrolnih sadnica 0,03.

## LITERATURA

1. Farjon, A handbook of the world's conifers (Brill, 2010).
2. A. Farjon, D. Filer, An Atlas of the World's Conifers: An Analysis of their Distribution, Biogeography, Diversity and Conservation Status (Brill, 2013).
3. A. Praciak, et al., The CABI encyclopedia of forest trees (CABI, Oxfordshire, UK, 2013).
4. B. Ribeiro, et al., Forest Pathology 42, 521 (2012).
5. CABI, *Hylobius abietis* (large pine weevil) (2015). Invasive Species Compendium. <http://www.cabi.org>
6. CABI, *Pinus pinaster* (maritime pine) (2015). Invasive Species Compendium. <http://www.cabi.org>
7. C. J. Earle, The gymnosperm database (2015). <http://www.conifers.org>
8. D. C. Le Maitre, Ecology and Biogeography of *Pinus*, D. M. Richardson, ed. (Cambridge University Press, 1998), pp. 407–431.
9. Donald DGM. 1987. The effect of long term stratification on the germination of *Pinus pinaster* Ait. South African Forestry Journal 143: 25–29.
10. Duff CE. 1928. The varieties and geographical forms of *Pinus pinaster* Soland., in Europe and South Africa, with notes on the silviculture of the species. South Africa Department of Forestry Bulletin 22-a: 1–55.
11. E. Brockerhoff, H. Jactel, J. Parrotta, C. Quine, J. Sayer, Biodiversity and Conservation 17, 925 (2008).
12. Gosling, P., 2007: Raising trees and shrubs from seed: practice guide. Forestry Commission, Edinburgh, 28 str.
13. Hopkins ER. 1960. Germination stimulation in *Pinus pinaster*. Bull. 66. Perth: Western Australia Forestry Department. 10 p.
14. J. E. Eckenwalder, *Conifers of the World: The Complete Reference* (Timber Press, 2009).
15. J. I. Barredo, et al., EPPO Bulletin 45, 273 (2015).
16. J. Jalas, J. Suominen, *Atlas Florae Europaeae: distribution of vascular plants in Europe* Vol. 2 Gymnospermae (Pinaceae to Ephedraceae) (Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki, 1973).

17. J. S. Pereira, Pines of Silvicultural Importance, CABI, ed. (CABI, Wallingford, UK, 2002), pp. 316–328.
18. L. Salvador, R. Alía, D. Agúndez, L. Gil, Theoretical and Applied Genetics 100, 89 (2000).
19. M. Barbéro, R. Loisel, P. Quézel, D. M. Richardson, F. Romane, Ecology and Biogeography of Pinus, D. M. Richardson, ed. (Cambridge University Press, 1998), pp. 153–170.
20. M. E. Alexander, Crown fire thresholds in exotic pine plantations of australasia, Ph.D. thesis, Australian National University, Canberra (1998).
21. M. Rejmánek, Plant invasions: general aspects and special problems, P. Pyšek, K. Prach, M. Rejmánek, M. Wade, eds., Workshop held at Kostelec nad Černými lesy, Czech Republic, 16-19 September 1993 (SPB Academic, 1995), pp. 3–13.
22. N. Wahid, S. C. González-Martínez, I. El Hadrami, A. Boulli, Annals of Forest Science 63, 83 (2006).
23. P. M. Fernandes, E. Rigolot, Forest Ecology and Management 241, 1 (2007).
24. P. Ritson, S. Sochacki, Forest Ecology and Management 175, 103 (2003).
25. Prpić, Branimir, Matić, Slavko, 1983. Pošumljavanje, Zagreb.
26. Prpić, Branimir, Tikvić, Ivica, Idžojić, Seletković, Zvonko, 2011.: Ekološka konstitucija značajnih vrsta drveća i grmlja u: Šume hrvatskog sredozemlja, Zagreb.
27. Q. C. B. Cronk, J. L. Fuller, Plant invaders: the threat to natural ecosystems (Springer, London, 1995).
28. R. Alia, et al., Regiones de procedencia Pinus pinaster Aiton (Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid, 1996).
29. Regent, B., 1980: Šumsko sjemenarstvo, jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar- Beograd- Služba šumske proizvodnje, 85. , 86. str.
30. Resch T. 1974. Essai de description morphologique des races majeours de Pinus pinaster [in French]. Annales de Recherche Forestiere du Maroc 1–4.
31. S. C. Gonzalez-Martinez, R. Alia, L. Gil, Heredity 89, 199 (2002).
32. Seed propagation of mediterranean trees and shrubs ( 14., 54. str. , 2003 )
33. S. I. Higgins, D. M. Richardson, Plant Ecology 135, 79 (1998).
34. Statsoft, Inc. 2007: Statistica for Windows. Tulsa: StatSoft, Inc.
35. W. B. Critchfield, E. L. Little, Geographic distribution of the pines of the world, no. 991 (U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C., 1966).

36. WinRhizo Pro.V., 2005: Basic, Reg & Pro for Washed root measurement. Regent Instruments Inc., Canada. 106 pp.
37. Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma; Osnivanje šuma:  
Vježba 1: Ispitivanje klijavosti šumskog sjemena  
Vježba 2: Određivanje vitaliteta šumskog sjemena s posebnim osvrtom na indigokarmin i tetrazol metodu

#### INTERNETSKI IZVORI:

1. <https://www.binder-world.com/us>
2. <http://www.euforgen.org/species/pinus-pinaster/>
3. <http://forest.jrc.ec.europa.eu/european-atlas-of-forest-tree-species/atlas-download-page/>
4. <https://minerva.usc.es>
5. <http://mykoflor.pl/en/main-page/>
6. [http://regent.qc.ca/assets/winrhizo\\_about.html](http://regent.qc.ca/assets/winrhizo_about.html).
7. <https://www.google.hr/maps>
8. <https://www.polim-plastic-kr.hr>
9. <http://www.dhmz.htnet.hr/>