

PRODUKCIJA BIOMASE AMORFE U GOSPODARSKOJ JEDINICI „SLAVIR“

INDIGOBUSH BIOMASS PRODUCTION IN MANAGEMENT UNIT „SLAVIR“

Željko ZEČIĆ¹, Željko TOMAŠIĆ², Tomislav TOPALOVIĆ³, Dinko VUSIĆ (CA)¹

Sažetak

Istraživanje produkcije biomase amorfe provedeno je na području UŠP Vinkovci, Šumarije Otok, u gospodarskoj jedinici „Slavir“ na pet pokusnih ploha.

Na odabranim plohama u zimskom je razdoblju obavljena sječa svih stabalaca amorfe i određena je njihova masa. Uzeti su uzorci za gravimetrijsko određivanje postotnog udjela vode i stereometrijsko određivanje obujma. Utvrđena je gustoća uzoraka u svježem stanju. Na posebnoj pokusnoj plohi primijenjena je ista metoda za pomladak hrasta i jasena.

U ljetnom razdoblju su na istim plohama uzeti uzorci s ciljem određivanja udjela vode u razdoblju vegetacije.

Utvrđen prosječni udio vode u zimskom razdoblju iznosio je 30,35 %, a u ljetnom 48,38 %. Na temelju mase svih stabalaca u zimskom razdoblju i pripadajućeg srednjeg udjela vode te površine pojedine pokusne plohe izračunata je produkcija drvene tvari amorfe, koja se kretala od 3,08 t/ha do 6,96 t/ha suhe tvari. Iznimka je pokusna ploha 1 gdje se nalaze samo višegodišnje biljke, te je zbog njihovog akumuliranog prirasta produkcija na ovoj plohi znatno veća, s utvrđenim iznosom od 16,82 t/ha suhe tvari. Prosječna gustoća uzoraka drva amorfe u svježem stanju iznosi 0,80 g/cm³.

Za usporedbu, prosječni udio vode u pomlatku hrasta i jasena za zimsko razdoblje je 40,64 %, a za ljetno 51,51 %. Produkcija biomase pomlatka hrasta i jasena iznosi 5,46 t/ha suhe tvari. Prosječna gustoća utvrđena na uzorcima hrasta i jasena u svježem stanju iznosi 1,09 g/cm³.

KLJUČNE RIJEČI: amorfa, biomasa, produkcija, udio vode, suha tvar, gustoća

UVOD INTRODUCTION

Amorfa, *Amorpha fruticosa* L., se još naziva divlji bagrem, kineski bagrem, bagremac ili čivitnjača (Glavaš 1990) te spada u rod listopadnih grmova ili polugrmova iz porodice mahunarki.

U Hrvatskoj je početkom prošloga stoljeća često uzgajana uz željezničke pruge, ponajprije za stabilizaciju pokosa nasipa, ali i kao dekorativna i medonosna vrsta (Petračić 1938). Ettinger 1889. godine amorfu spominje u pregledu drveća i grmlja koje raste u perivoju Maksimir. Petračić (1938) piše, „Neprijatna je (amorfa) napose i zato, jer raste

¹ Izv. prof. dr. sc. Željko Zečić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: zecic@sumfak.hr

(CA)¹ Dr. sc. Dinko Vusić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

³ Tomislav Topalović, dipl. ing. šum., Braće Radića 69, 32252 Otok, Hrvatska, e-mail: vusic@sumfak.hr

² Dr. sc. Željko Tomašić, Hrvatske šume d.o.o., Direkcija, Lj. F. Vukotinovića 2, 10000 Zagreb, Hrvatska, zeljko.tomasic@hrsume.hr

šiboliko, te nije podesna gotovo ni za kakvu upotrebu. Radi svojih sitnih dimenzija ne dolazi ona u obzir ni kao ogrjevno drvo.“

Zbog svojih bioloških svojstava, ali i pogoršanih ekoloških uvjeta u ekosustavima nizinskih šuma, amorfa se proširila našim posavskim, pokupskim, podravskim i podunavskim šumama. Znanstvena su istraživanja amorfe do unazad nekoliko godina bila ponajprije usmjerena na njezina biološka svojstva i ekološke zahtjeve.

Petračić (1938) piše o njenom širenju na poplavne šume u Posavini i raznošenju sjemena vodom. Anić (1943) istražuje klijavost sjemena amorfe iz park-šume Maksimir. Spaić (1957) postavlja pokus suzbijanja amorfe herbicidima na području Nove Gradiške. Liović i Halambek (1988) pišu o problemima obnove prirodnim putem ili pošumljavanjem na površinama zakorovljenim amorfom. Glavaš (1990) piše i o korisnosti amorfe posebice kao cijenjene medonosne biljke. Oršanić i dr. (2006) istražuju morfološko-biološke značajke plodova i sjemena amorfe.

Puljak (2005) istražuje goriva svojstva amorfe. Utvrđuje udio vode od 58 % na kraju vegetacijskog razdoblja, a 31 % u mirovanju vegetacije. Uspoređuje podatke o sagorijevanju drvene sječke jele i smreke s podacima o sagorijevanju drvene sječke amorfe i zaključuje da se na biomasu amorfe može računati kao na potencijalni izvor energije.

U skladu s prethodno navedenim, ali i zbog sve veće tražnje alternativnih i obnovljivih izvora energije, u posljednje se vrijeme počelo razmišljati o opravdanosti istraživanja amorfe sa stajališta energijskog potencijala biomase, odnosno mogućnosti njezinog komercijalnog iskorištenja. Takvo jedno istraživanje započelo je 2008. godine u šumariji Sunja u sklopu projekta „Šumski proizvodi i tehnologije pridobivanja“ (Krpan i Tomašić 2009), a nastavilo se sve do 2014. godine, s ukupnim razdobljem istraživanja od šest godina.

Istraživanje amorfe na području Uprave šuma Podružnice (u daljnjem tekstu UŠP) Vinkovci, koje je predmet ovoga rada, potvrdilo je nazočnost te rasprostranjenije i prodor ove invazivne vrste i na krajnji istok Republike Hrvatske, što ukazuje na sve veći problem koji se javlja pri obnovi šumskih sastojina zbog pojave i širenja amorfe.

PROBLEMATIKA I CILJ ISTRAŽIVANJA PROBLEM AND AIM OF RESEARCH

Amorfa predstavlja velik problem kod prirodnog pomlađivanja i obnove šuma. Izrazito je agresivna vrsta i ima veliku izbojnu snagu, tako da je hrast, jasen i druge gospodarski važne vrste u mladosti svojim rastom ne mogu ugroziti, što rezultira potpunim zatvaranjem sklopa, zasjenjivanjem te gušenjem pomlatka hrasta, jasena, ali i ostalih prisutnih vrsta drveća (slike 1 i 2).



Slika 1. Površina gusto obrasla amorfom nakon dovršnog sijeka
Figure 1 Area densely covered by indigobush after final felling



Slika 2. Površina obrasla amorfom tijekom oplodnih sječa
Figure 2 Area covered by indigobush during regeneration feelings

Zbog navedenog, amorfu se mora suzbijati uzgojnim radovima njege (sastojine koju agresivno zaposjeda). Neovisno o kojoj se metodi suzbijanja radi (biološkoj, mehaničkoj ili kemijskoj) svaka od njih u konačnici rezultira poskupljenjem uzgojnih radova, uz neizvjestan, a često i poražavajući uspjeh. Za smanjenje troškova suzbijanja nužno je mehaniziranje radova koje otvara i mogućnost prikupljanja biomase amorfe te korištenja ove drvene tvari u energijske svrhe.

Uz poznate probleme primjene mehanizacije u poplavnim područjima, u kojima amorfa stvara najviše problema, za izbor sredstava i metoda rada ključnu ulogu ima i količina, koju u uzgojnom smislu s određene površine treba ukloniti, odnosno količina suhe tvari koju je moguće pridobiti.

Cilj ovoga rada je istražiti potencijale amorfe u smislu produkcije drvene tvari, te je usporediti s produkcijom biomase mladog naraštaja lužnjaka i jasena na uzgojnim prosjekama (šljukaricama) u gospodarskoj jedinici „Slavir“. Osim na-

vedenog, nužno je utvrditi udio vode tijekom i za vrijeme mirovanja vegetacije te gustoću drvene tvari.

Isto tako, ovo istraživanje valja staviti u odnos te usporediti s rezultatima provedenog istraživanja slične problematike na području UŠP Sisak (Krpan i Tomašić 2009; Krpan i dr., 2011; Krpan i dr., 2014 i Krpan i dr., 2015).

MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA MATERIAL AND METHODS OF RESEARCH

Terensko istraživanje obavljeno je tijekom veljače i srpnja, odnosno za vrijeme mirovanja i tijekom vegetacije na području UŠP Vinkovci, šumarija Otok, gospodarska jedinica



Slika 3. Pokusna ploha 1, odsjek 43 B

Figure 3 Sample plot No.1, located in Forest subcompartment 43 B of Forest Management Unit (FMU) „Slavir“



Slika 4. Pokusna ploha 2, odsjek 129 B (desno)

Figure 4 Sample plot No.2, located in Forest subcompartment 129 B of Forest Management Unit (FMU) „Slavir“ (right)

„Slavir“. Ta je gospodarska jedinica po površini najveća na području UŠP Vinkovci, a obuhvaća središnji i sjeverni dio spačvanskih šuma.

Izbor ploha za navedeno istraživanje obavljen je metodom slučajnog uzorka. Uzorkovanje je obavljeno na plohama veličine 5x5 m (osim jedne plohe dimenzija 5x10 m) u odsjecima 43 B, 129 B, 150 A i 64 B. Svi navedeni odsjeci se prema osnovi gospodarenja nalaze u istoj biljnoj zajednici, šumi hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938).

Starost istraživanih biljaka utvrđena je brojanjem godina na poprečnom presjeku te na temelju podataka o sječi, odnosno evidenciji pošumljavanja.

Pokusna ploha 1 (slika 3) nalazi se na rubnom dijelu odsjeka 43 B, pet metara od odvodnog kanala šumske ceste. Na slici su uočljiva stabalca jasena, a ispod njih gusti višegodišnji grmovi amorfe (ponajviše trogodišnja stabalca).

Pokusna ploha 2 (slika 4) se nalazi na rubu odsjeka 129 B, odnosno na pokosima odvodnog kanala šumske ceste. Na kosini kanala uz granicu odjela (uzorak 5x5 m) rastu srednje gusti grmovi dvogodišnjih i trogodišnjih stabalaca, dok na kosini kanala uz šumsku cestu (uzorak 5x5 m) gusto rastu samo jednogodišnja stabalca amorfe.

U odsjeku 150 A postavljene su tri pokusne plohe (slika 5). Na pokusnoj plohi 3 nalazi se jedno stablo hrasta i nekoliko srednje gustih jednogodišnjih grmova amorfe. Na pokusnoj plohi 4, uz ostale vrste, raste veći broj rijetkih jednogodišnjih grmova amorfe, a na pokusnoj plohi 5, uz pretežito hrast i jasen, rastu samo dvogodišnji srednje gusti grmovi amorfe.

Pokusna ploha 6 postavljena je u odsjeku 64 B koji je nastao pošumljavanjem dotada poljoprivredne površine žirom



Slika 5. Pokusne plohe 3 i 4, odsjek 150 A

Figure 5 Sample plot No.3&4, located in Forest subcompartment 150 A of Forest Management Unit (FMU) „Slavir“



Slika 6. Pokusna ploha 5, odsjek 150 A

Figure 6 Sample plot No.5, located in Forest subcompartment 150 A of Forest Management Unit (FMU) „Slavir“

hrasta lužnjaka i jasenovim sjemenom u omjeru 90:10. Ploha je gusto obrasla pomlatkom hrasta i jasena.

Na označenim i opisanim ploham od broja 1 do 5 u veljači je obavljena sječa svih stabalaca amorfe te na plohi 6 stabalca hrasta i jasena, njihovo vezivanje u snopove (slika 7) i vaganje tih snopova (slika 8). Posjećenim jednogodišnjim, dvogodišnjim i trogodišnjim stabalcima izmjerene su visine, odnosno duljine.

Sa svake primjerne plohe uzorkovano je nekoliko stabalaca uzimanjem uzoraka raznih promjera (slika 9). Udio vode u uzorcima određen je gravimetrijskom metodom. Stereometrijski je utvrđen obujam uzorka i izračunata je gustoća u svježem stanju (slika 10). Uzorkovanje je ponovljeno u srpnju iste godine i utvrđen je postotni udio vode.



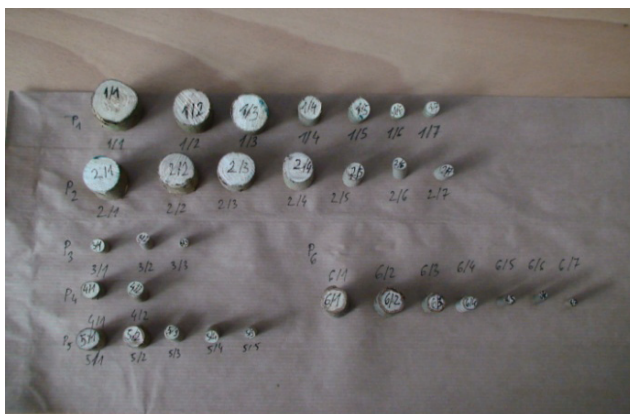
Slika 7. Snopovi amorfe

Figure 7 Indigobush bundles



Slika 8. Određivanje mase u svježem stanju

Figure 8 Indigobush fresh mass determination



Slika 9. Priprema uzoraka stabalaca amorfe za laboratorijsku obradu

Figure 9 Indigobush samples taken from different sample plots prepared for laboratory analysis



Slika 10. Stereometrijsko određivanje obujma uzoraka

Figure 10 Stereometric sample volume determination



Slika 11. Mjerenje mase uzorka
Figure 11 Sample mass determination

Ploha 6, na kojoj raste pomladak hrasta i jasena, odabrana je kao referentna (kontrolna) ploha za vrijednosti postotnog udjela vode, gustoće uzorka u svježem stanju i produkcije/proizvodnje biomase na šljukaricama.

Laboratorijska su istraživanja i mjerenja obavljena u Laboratoriju za šumsku biomasu Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Stereometrijska su mjerenja svakog pojedinoga uzorka obavljena preciznim pomičnim mjerilom prikazanim na slici 10. Izmjerena je srednja duljina i srednji promjer uzorka te je Huberovom formulom izračunat obujam. Gustoća (p) je izračunata na temelju masa u svježem stanju i pripadajućeg obujma u svježem stanju prema formuli: $p = m / V$ (g/cm^3), gdje je m – masa u gramima, a V – obujam u cm^3 .

Uzorci su osušeni u sušioniku na 105 ± 2 °C do konstantne mase, koja ne prelazi 0,2 % ukupnog gubitka mase tijekom



Slika 12. Sušenje uzoraka u sušioniku
Figure 12 Drying of samples

sljedećeg vremena sušenja u trajanju od 60 minuta. Vrijeme sušenja ne treba prelaziti 24 sata, kako bi se spriječio nepoželjan gubitak hlapljivih tvari i posljedično njihov iskaz u udjelu vode. Postotni udio vode na mokroj bazi u biomasi M_{ar} (%) izražen kao maseni udio izračunat je prema formuli:

$$M_{ar} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

m_1, m_1 – masa u gramima svježeg uzorka

m_2, m_2 – masa u gramima uzorka nakon sušenja

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM RESEARCH RESULTS WITH DISCUSSION

Prosječni postotni udio vode (slika 13) utvrđen je za pojedinu plohu za zimsko (W) i ljetno (S) razdoblje. Određena je prosječna gustoća uzorka u svježem stanju za pojedine plohe (slika 14). Na temelju izmjerenih ukupnih masa u zimskom razdoblju i pripadajućeg srednjeg postotnog udjela vode iskazana je produkcija suhe tvari u tonama po hektaru (slika 15).

Pokusna ploha 1

Prosječni udio vode sedam uzorka u zimskom razdoblju iznosi 33,24 %, a za pet uzorka u ljetnom razdoblju je 43,48 %. Prosječna gustoća uzorka u zimskom razdoblju iznosi $0,80 \text{ g}/\text{cm}^3$. Na plohi 1 izmjerom je utvrđena prosječna visina trogodišnjih stabalaca od 4,70 m te visina dvogodišnjih stabalaca od 4,50 m.

Ukupna masa posječenih stabalaca s plohe 1 iznosi 63 kg. Procijenjena količina svježe drvene tvari na (plohi 1 – temeljem izmjere plohe) iznosi 25,20 t/ha, a suhe tvari 16,82 t/ha.

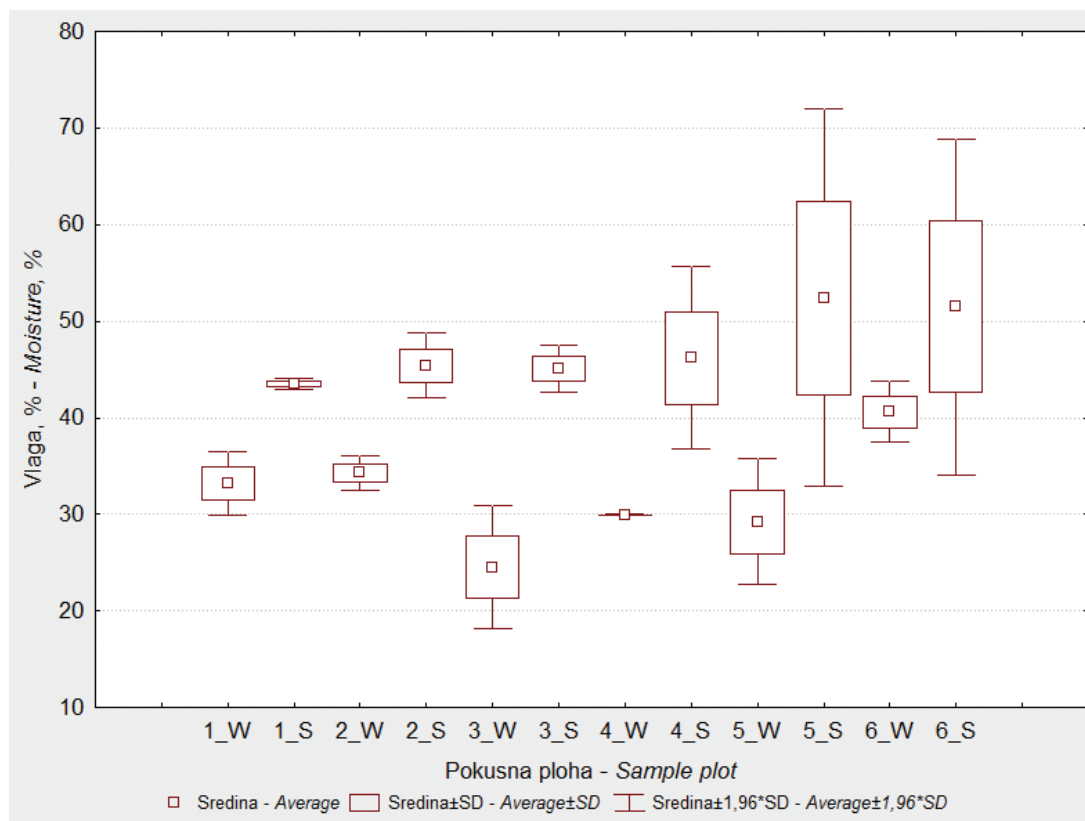
Pokusna ploha 2

Prosječni udio vode sedam uzorka uzetih u zimskom razdoblju iznosi 34,31 %, a pet uzorka u ljetnom razdoblju iznosi 45,39 %. Prosječna gustoća uzorka u zimskom razdoblju iznosi $0,80 \text{ g}/\text{cm}^3$. Na plohi 2 izmjerom je utvrđena prosječna visina jednogodišnjih stabalaca od 2,50 m te visina dvogodišnjih stabalaca od 3,50 m i trogodišnjih stabalaca 4,50 m.

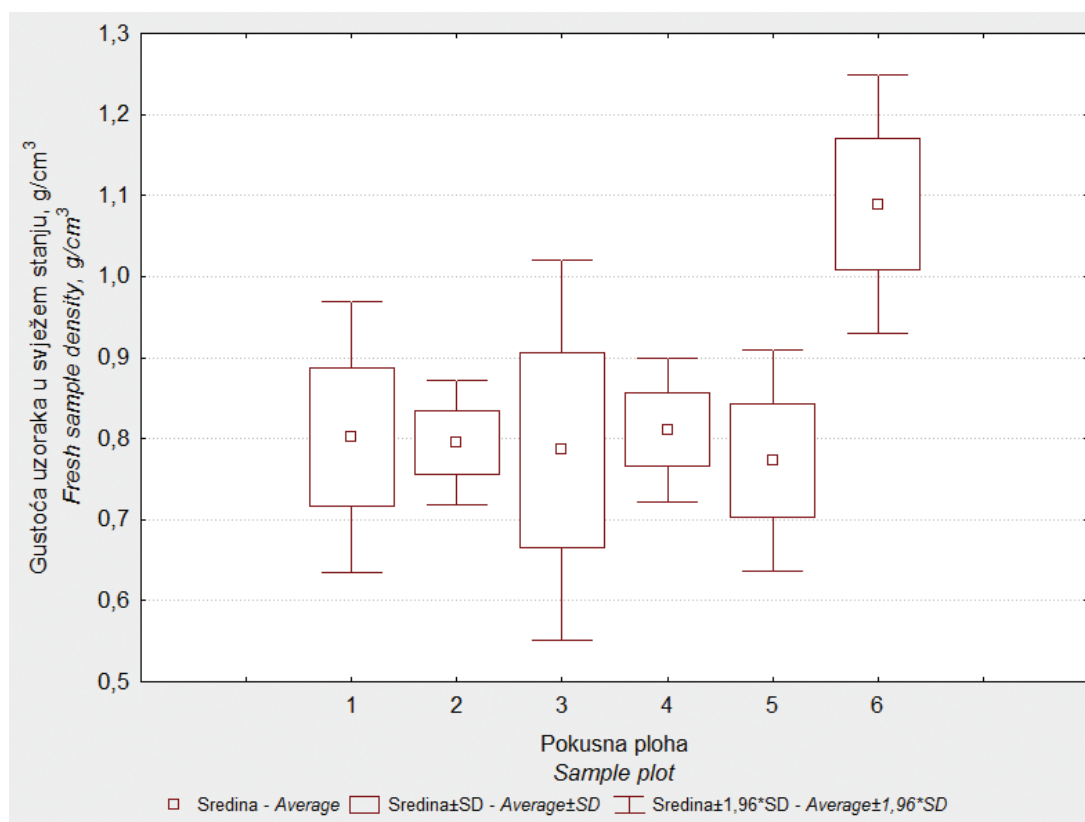
Ukupna je masa posječene amorfe 53 kg, uz napomenu da je na polovici plohe u ljeto iste godine obavljeno mehanizirano čišćenje bankine i dijela kanala uz šumsku cestu. Zbog toga se na polovici plohe nalaze samo jednogodišnje biljke, što se odražava i na procijenjenu količinu svježe drvene tvari od 10,60 t/ha, odnosno na količinu suhe tvari od 6,96 t/ha.

Pokusna ploha 3

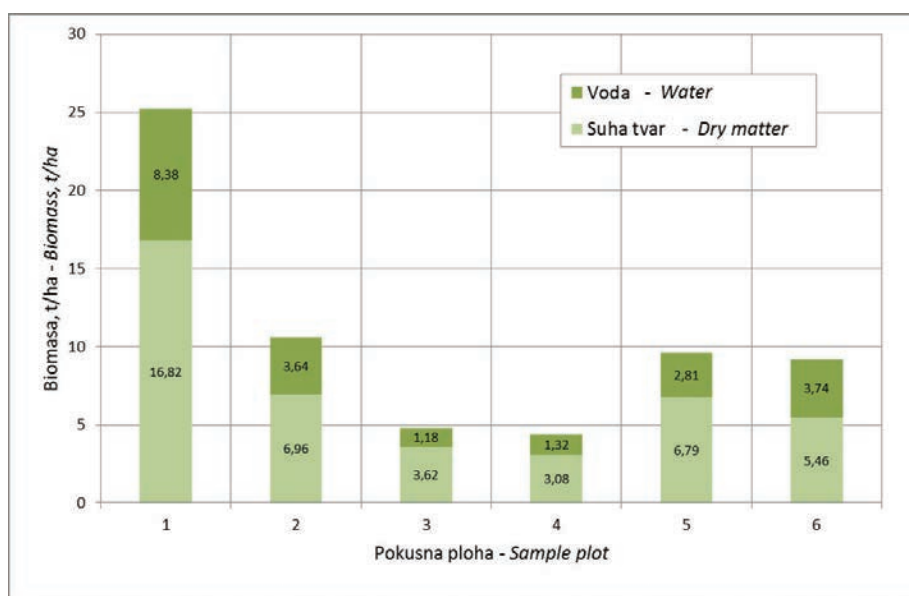
Prosječni udio vode za tri uzorka u zimskom razdoblju iznosi 24,54 %, a za četiri uzorka u ljetnom razdoblju iznosi 52,42 %. Prosječna gustoća uzorka u zimskom razdoblju



Slika 13. Prosječne vrijednosti i standardne devijacije postotnog udjela vode u drvu, prikazano po pokusnim plohama za ljetno i zimsko razdoblje.
Figure 13 Average moisture content values and standard deviations per sample plots for summer (S) and winter (W) period.



Slika 14. Prosječne vrijednosti i standardne devijacije gustoće uzorka u svježem stanju po pokusnim plohama
Figure 14 Average fresh sample density values and standard deviations per sample plots



Slika 15. Procjena količine suhe tvari i vode u drvu na pokusnim plohama iskazana u tonama po hektaru
Figure 15 Amount of dry matter and water in wood at sample plots (in tons per hectare)

iznosi 0,79 g/cm³. Na ovoj plohi izmjerom je utvrđena prosječna visina dvogodišnjih biljaka amorfe od 2,20 m te visina jednogodišnjih biljaka od 1,70 m. Ukupna je masa posječene amorfe 12 kg. Procjena svježe drvene tvari iznosi 4,80 t/ha, a suhe tvari 3,62 t/ha.

Pokusna ploha 4

Prosječni udio vode kod dva uzorka amorfe u zimskom razdoblju iznosi 29,93 %, a za pet uzoraka u ljetnom razdoblju iznosi 46,20 %. Prosječna gustoća uzorka amorfe u zimskom razdoblju iznosi 0,81 g/cm³. Na ovoj plohi izmjerom je utvrđena prosječna visina jednogodišnjih biljaka amorfe od 1,50 m.

Ukupna je masa amorfe na ovoj plohi 11 kg. Procjena svježe drvene tvari iznosi 4,40 t/ha, a suhe drvene tvari 3,08 t/ha.

Pokusna ploha 5

Prosječni udio vode za pet uzoraka amorfe u zimskom razdoblju iznosi 29,25 %, a za četiri uzorka u ljetnom razdoblju iznosi 54,42 %. Prosječna je gustoća uzorka u zimskom razdoblju 0,77 g/cm³. Na ovoj plohi nalaze se samo dvogodišnja stabalca, čija je prosječna visina 2,60 m. Ukupna je na plohi izvagano 24 kg drvene mase. Procjena svježe drvene tvari temeljem izmjere iznosi 9,60 t/ha, odnosno 6,79 t/ha suhe tvari.

Pokusna ploha 6

Prosječni udio vode za sedam uzoraka u zimskom razdoblju iznosi 40,64 %, a za četiri je uzorka u ljetnom razdoblju 51,51 %. Prosječna gustoća uzorka u zimskom razdoblju iznosi 1,09 g/cm³. Na ovoj plohi se nalazi samo pomladak

hrasta i jasena, izmjerenih visina u rasponu od 0,70 m do 1,20 m. Ukupna masa posječenih stabalaca hrasta i jasena je 23,00 kg. Procijenjena količina svježe drvene tvari iznosi 9,20 t/ha, a suhe tvari 5,46 t/ha.

Krpan i Tomašić (2009) na pokusnim ploham na području šumarije Sunja utvrđuju u proljeće 2008. godine prosječnu masu suhe tvari višegodišnje amorfe 37,6 t/ha uz 33,72 % vode. U jesen iste godine utvrđuju biomasa jednogodišnjih biljaka na pokusnim ploham u rasponu od 11,2 t/ha do 19,2 t/ha zelene tvari (prosječno 15,2 t/ha), odnosno prosječno 9,12 t/ha suhe tvari, uz prosječnih 40,00 % udjela vode u drvu.

Za vrijeme druge godine istraživanja (Krpan i dr. 2011) udjeli vode u drvu kretali su se u vrijednostima od 33,12 % (dvogodišnje biljke) do 34,23 % (jednogodišnje biljke) za mirovanja vegetacije (sječa i uzeti uzorci – ožujak 2010). Zelena masa drva jednogodišnje amorfe iznosila je prosječno 11,96 t/ha, a suhe 7,87 t/ha, dok je kod dvogodišnjih stabalaca zelena masa prinostila 24,52 t/ha te 16,39 t/ha suhe tvari.

U trećoj godini istraživanja (Krpan i dr., 2014) udjeli vode za vrijeme mirovanja vegetacije kretali su se s vrijednostima koje ne prelaze 35 %, uz prosječne prinose zelene biomase za jednogodišnje biljke od 14,8 t/ha (9,79 t/ha suhe tvari), a za trogodišnje biljke prinost je bio 30,70 t/ha zelene mase, odnosno 21,10 t/ha suhe.

U četvrtoj godini istraživanja (Krpan i dr., 2015) udio vode u drvu amorfe u razdoblju mirovanja vegetacije prosječno se kretao od 33,19 % kod amorfe starosti četiri godine, 35,71 % kod dvogodišnje amorfe, a kod jednogodišnjih biljaka udio vode iznosio je prosječnih 35,92 %.

Bioproizvodnja se prosječno kretala od 10,15 t/ha zelene mase (6,50 t/ha suhe biomase) kod biljaka starih jednu godinu, u dvogodišnjoj ophodnji je iznosila 24,52 t/ha zelene biomase (15,76 t/ha suhe biomase), dok je prosječna zelena biomasa biljaka amorfe u četverogodišnjoj ophodnji iznosila 42,06 t/ha (28,10 t/ha suhe biomase).

Na temelju usporedbe utvrđenih udjela vode u drvu amorfe za razdoblje mirovanja vegetacije pri istraživanjima na području UŠP Sisak (Šumarija Sunja), koji su se kretali od 33,12 % do 35,92 %, može se uočiti da su ove vrijednosti na području UŠP Vinkovci nešto manje, a kreću se od 24,54 % do 34,31 %. Razlog tomu može biti samo vrijeme kada su obavljena mjerenja na navedenim područjima, koje je odstupalo i za 1 do 3 mjeseca (siječanj-ožujak). Osim toga, na području UŠP Vinkovci prevladava aridnija klima u odnosu na sjevernije područje na kojemu se nalazi UŠP Sisak.

Utvrđene vrijednosti udjela vode u biljkama amorfe za vrijeme vegetacijskog razdoblja (ljetno) kreću se između minimalnih 43,48 % i maksimalnih 54,42 %. Ovo ukazuje da prosječne vrijednosti udjela vode za razdoblje vegetacije teže iznosu od oko 50 %, što je razlika od 20-tak % više u odnosu na vrijednosti utvrđene za razdoblje mirovanja vegetacije. O tome svakako treba voditi računa pri planiranju i izvedbi radova pridobivanja biomase amorfe, ukoliko se donese odluka o njezinom komercijalnom iskorištenju, pri čemu je jako važan što manji udio vode.

Usporedba rezultata istraživanja bioproizvodnje amorfe ukazuje na određenu podudarnost sisačkog i vinkovačkog slučaja glede utvrđenih vrijednosti na pokusnim plohamama 1 i 2 gospodarske jedinice „Slavir“, gdje se biološka proizvodnja drvene tvari amorfe kod jednogodišnjih biljaka kretala između 8,4 t/ha i 10,6 t/ha zelene biomase, odnosno 5,6 t/ha i 7,0 t/ha suhe tvari. Utvrđene vrijednosti jednogodišnje bioproizvodnje amorfe pri istraživanjima na području UŠP Sisak nešto su veće, a kretale su se od 10,15 t/ha do 14,8 t/ha zelene biomase ili 6,5 t/ha do 9,79 t/ha suhe drvene tvari.

Utvrđene vrijednosti ovog pokazatelja bioproizvodnje amorfe na plohamama 3, 4 i 5 u gospodarskoj jedinici „Slavir“ osjetno su niže od onih s područja UŠP Sisak. Jednogodišnja bioproizvodnja amorfe ovdje se kreće od 4,4 t/ha do 4,8 t/ha zelene biomase ili 3,1 t/ha do 3,6 t/ha suhe, što predstavlja dvostruko i trostruko niže iznose od onih sa sisačkoga područja. Razlozi nastanka ovako velikih razlika leže u činjenici da su pokusne plohe 3, 4 i 5 u odsjeku 150 A, gospodarske jedinice „Slavir“, osim stabalaca amorfe sadržavale i druge vrste koje nisu bile predmet mjerenja (hrast, jasen, grab, klen u dr.) te je broj biljaka amorfe na tim primjernim površinama bio znatno manji od onoga na pokusnim plohamama u UŠP Sisak, gdje su ove površine bile obrađene isključivo amorfom.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Ovim je istraživanjem utvrđeno da se postotni udjeli vode u zimskom razdoblju kreću se u rasponu od 24,54 % pa do 34,31 %, a prosječni postotni udio vode u drvu amorfe iznosi 30,25 %. Postotni udjeli vode u ljetnom razdoblju kretali su se od 43,48 % pa do 54,42 %, a prosječni je udio vode 48,38 %, što je za 18,13 % više u odnosu na zimsko razdoblje.

Na temelju ukupnih masa biljaka posječenih na primjernim površinama u zimskom razdoblju i pripadajućeg srednjeg postotnog udjela vode iskazana je produkcija suhe tvari po hektaru, koja se kreće od 3,08 t/ha do 16,82 t/ha. Za jednogodišnje i dvogodišnje biljke količina proizvedene suhe tvari se kreće od 3,08 t/ha do 6,96 t/ha, a produkcija od 16,82 t/ha se odnosi na pokusnu plohu višegodišnje amorfe. Prosječna gustoća uzoraka drva u svježem stanju iznosi 0,80 g/cm³.

Za usporedbu, na primjernoj plohi hrastovog i jasenovog pomlatka postotni udio vode u zimskom razdoblju iznosi 40,64 %, a postotni udio vode u ljetnom razdoblju iznosi 51,51 %. Produkcija suhe tvari je 5,46 t/ha, a prosječna gustoća uzoraka pomlatka hrasta i jasena iznosi 1,09 g/cm³.

Danas su na raspolaganju nove tehnologije kojima učinkovito pridobivamo energijsko drvo malih dimenzija prikladno za korištenje u postrojenjima za proizvodnju toplinske i električne energije. Stoga se korištenjem amorfe kao energijske sirovine, u postupku poticanja prirodne obnove nizinskih šuma, otvara mogućnost pokrivanja dijela troškova koji nastaju tijekom priprema staništa u cilju njezina suzbijanja.

LITERATURA REFERENCES

- Anić, M., 1943: O klijavosti amorfina sjemena. Šumarski list 67(9): 261–263.
- Ettinger, J., 1889: Priegled drveća i grmlja od osobite vrsti, koje raste u perivoju Maksimiru. Šumarski list 13(3): 112–119.
- Glavaš, M., 1990: Upoznajmo amorf. Pčela, 8(109): 223–227.
- HRN EN 14961-1:2010 – Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 1: General requirements – Čvrsta biogoriva – Specifikacije goriva i razredi – 1. dio: Opći zahtjevi.
- Krpan, A. P. B., Tomašić, Ž., 2009: Amorfa (*Amorpha fruticosa* L.) – izvor biomase za energiju. (*Indigobush (Amorpha fruticosa L.) – biomass source for energy*). Znanstveno savjetovanje s međunarodnim sudjelovanjem "Biološko-ekološke i energetske značajke amorfe (*Amorpha fruticosa* L.) u Hrvatskoj. Zagreb, 12. ožujka 2009. Knjiga sažetaka str. 18 (44).
- Krpan, A. P. B., Tomašić, Ž., Bašić Palković, P. 2011: Biopotencijal amorfe (*Amorpha fruticosa* L.) – druga godina istraživanja, Šumarski list 135, Posebni broj (2011): 103–113.

- Krpan, A. P. B., Tomašić, Ž., Stankić, I., 2014: Istraživanja bio-produkcijskih i energetskih potencijala amorfe (*Amorpha fruticosa* L.), Šumarski list 138(1-2): 43–54.
- Krpan, A. P. B., Tomašić, Ž., Zečić, Ž., Vuletić, D., 2015: Bio-proizvodnost amorfe (*Amorpha fruticosa* L.) u jednogodišnjoj, dvogodišnjoj i četverogodišnjoj ophodnji, Šumarski list 139(3-4): 123–135.
- Liović, B., Halambek, M., 1988: Suzbijanje bagremca (*Amorpha fruticosa* L.). Radovi 23(75): 141–145.
- Oršanić, M., Anić, I., Drvodelić, D., 2006: Prilog poznavanju morfološko-bioloških značajki plodova i sjemena grmaste amorfe (*Amorpha fruticosa* L.). Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje 5: 75–90.
- Petračić, A., 1938: *Amorpha fruticosa* L. kao nov i opasan korov u posavskim šumama. Šumarski list 62(9): 623–626.
- Puljak, S., 2005: Istraživanje gorivih svojstava nekomercijalnih vrsta drveća za potrebe proizvodnje topline i električne energije. Šumarski list 129(3-4): 169–175.
- Spaić, I., 1957: Suzbijanje amorfe herbicidima. Šumarski list 81(5-6): 216–222.

Summary:

Research was conducted in the area of UŠP Vinkovci, Forest office Otok, management unit „Slavir“, on five sample plots (figure 3-6).

In winter, felling of all indigobush plants on selected plots was done and their mass was determined. Samples for gravimetric moisture content determination and stereometric volume determination were taken. Density of fresh samples was calculated. Same method was applied for oak and ash young plants on extra sample plot.

On the same plots samples for vegetation period moisture content determination were taken in summer.

Average moisture content (figure 9) of 30.25% in wintertime (W) and 48.38% in sumertime (S) was determined. Based on the mass of all plants, average moisture content and size of each sample plot production of dry matter was calculated. Mass of dry matter (figure 11) ranges from 3.08 t/ha to 6.96 t/ha with exception of sample plot with older, multiannual plants that had a 16.82 t/ha dry mass production. Average density (figure 10) of fresh indigobush samples was 0.80 g/cm³.

For comparison, average moisture content of oak and ash young plant was 40.64% in wintertime and 51.51% in summertime. Biomass production was 5.46 t/ha. Average density of fresh oak and ash samples was 1.09 g/cm³.

KEY WORDS: indigobush, biomass, production, moisture content, dry mass, density