

## ISTRAŽIVANJE GORIVIH SVOJSTAVA NEKOMERCIJALNIH VRSTA DRVEĆA ZA POTREBE PROIZVODNJE TOPLINE I ELEKTRIČNE ENERGIJE

INVESTIGATING THE COMBUSTIBLE PROPERTY OF NONCOMMERCIAL  
TREE SPECIES FOR GENERATING HEAT AND ELECTRICAL ENERGY

Stjepan PULJAK\*

**SAŽETAK:** Problematika korištenja šumske biomase sve je prisutnija kod iznalaženja novih rješenja te kako najučinkovitije pokazati da se može od nekomercijalnih vrsta drveća, kao i drvnih ostataka iz šume, opskrbljivati objekte za proizvodnju toplinske i električne energije.

U ovom radu nastoji se pokazati način uklanjanja i gospodarenja s jednom nekomercijalnom vrstom drveta grmolikog oblika zvanom čivitnjaka, (*Amorpha fruticosa L.*), a možda zanimljivom upravo za dobivanje određenog oblika energije.

Čivitnjaka je posjećena na jednoj šumskoj površini gdje su učinjena dva uzorka i to jedan u kasnu jesen, a drugi u proljeće s namjerom utvrđivanja mokrine drva. Oba su uzorka usitnjavana iveraćem i dobivena sječka priređena je bila za loženje u kotlu nazivne snage 1 MW.

Loženjem sječke na mjernim uređajima kotlovnog postrojenja praćene su toplinske karakteristike, temperatura ložišta kotla, temperatura dimnih plinova i temperatura vode u kotlu. Mjerenje mokrine drva učinjeno je u laboratoriju i neposredno na skladištu.

*Ključne riječi:* čivitnjaka, sječka, energija

### UVOD – Introduction

Nastajanjem sve većih potreba za korištenje toplinske i električne energije, sve je veći izazov da se od raspoloživih sirovina biljnog porijekla iznađe mogućnost njezina korištenja u energetske svrhe, s tehničko-tehnološkog tako i ekonomskog, a jasno i s ekološko-zaštitnog gledišta.

Dobivanje topline i nekih drugih oblika energije nije nova stvar što se tiče uporabe drvne tvari, no način na koji danas funkcioniра tehnološki razvoj, daje naznake da se bolje može iskoristiti i neke biljne vrste drvenaste građe, koje su u nas za sada smatrane korovom, s kojim često puta imamo takve probleme da i nemamo pravih rješenja kako ga se oslobođiti.

Uklanjanjem korova često se puta stvaraju i depozihti materijala, koji često upravo zastrašujuće prijete zapaljenjem, a prema tome i požarima, koji često puta eskaliraju do šteta i nemjerljivih razmjera.

Na našim prostorima poveći dio zemljišta nastanjuje više drvenastih biljnih vrsta koje predstavljaju korov u određenom smislu, no taj korov predstavlja potencijalnu vrijednost da se koristi u obliku šumske biomase za dobivanje nekog oblika energije. U tom smislu je i nastojanje da se iznađu moguća rješenja najpovoljnijih oblika gospodarenja s takvom biomasom.

Među značajnim kriterijima vrlo važnu poziciju imaju goriva svojstva proizvedene biomase, pa se tim problemom u ovom radu nastojimo baviti.

U bazenu srednje Posavine, Podravine i Donje pokupskom bazenu, potpuno se već udomaćila grmolika vrsta drveća divlji bagrem ili čevitnjaka (*Amorpha fruticosa L.*) te predstavlja korov koji bismo mogli ukloniti iz šumskih sastojina i drugih zakorovljenih površina, na način da raspoloživim tehničko-tehnološkim postupcima pretvorimo taj biljni materijal u biomasu koja bi poslužila gorenju u dobivanju toplinske energije.

\* Mr. sc. Stjepan Puljak, dipl. ing. šum.  
Hrvatske šume d.o.o., Direkcija Zagreb.

## DIVLJI BAGREM ILI ČIVITNJAČA (*Amorpha fruticosa* L.)

Prema Šumarskoj enciklopediji čivitnjača spada u rod listopadnih grmova ili polugrmova, rijetko zeljaniča iz porodice *Leguminosae*. Rasprostranjene su od južnog dijela Kanade do Meksika. Lišće je neparno, perasto i naizmjenično. Listići su cijela ruba. Cvjetovi su u gustim, uspravnim vršnim klasovima, sličnim grozdovima, sitni, plavoljubičasti, bijeli ili tamnogrimizni. Zastavica je obrnuto jajolika i ovija prašnike. Krilca i lađice nisu razvijeni. Prašnici su jednoobratni. Plod je većinom jednosjemena mahuna. Većina vrsta otporna je na zimu. Uspijevaju na suhim terenima i sunčanim ekspozicijama. Razmnažaju se obično sjemenom, ali i vegetativnim putem, pomoću reznica. Domovina joj je Florida i Karolina. U Europu je unesena 1724. godine. Raste kao grm u manjim ili većim, često vrlo gustim skupinama. Izraste oko 2–3 m visoko. Izbojci su joj šiboliki, najviše 2–3 cm debeli. Pupovi su sitni. Lišće je do 20 cm dugo, sastavljeno od 11–25 ja-

jolikih ili eliptičnih, kratkodlakavih, 1,5–4 cm dugih listića, s donje strane više ili manje točkastih. Peteljčice listića su 2–3 mm duge. Mladi izbojci su nešto dlačavi. Cvate ljeti. Cvatori su dugi oko 10–15 cm. Zastavica cvijeta je tamnoplavoljubičasta. Mahuna je nešto srpsasta, oko 1 cm duga i 2,5 mm široka; po sebi ima mnoge male žljezdaste izbočine. Lišće i plodovi imaju u sebi nešto eteričnog ulja, dok mladi izbojci sadržavaju mastilo, slično indigu. Ima mnogo varijeteta. U Podkuplju, Posavini i Podravini se potpuno udomačila i prilično raširila. Često se uzgaja po željezničkim nasipima, odakle se vodom proširila u nizinske šume. Važna je i kao pčelinja paša. U našim se šumama pojavila početkom dvadesetog stoljeća. Podnosi zasjenu starijih mješovitih sastojina jasena, briješta i lužnjaka. Na pojedinim mjestima uzraste vrlo gusto, pa je često opasan korov kod pomlađivanja lužnjakovih sastojina, jer zasjenjivanjem ugrožava mlade biljke.

### MJESTO ISTRAŽIVANJA I NAČIN

Pokus oko istraživanja gorivih svojstava čivitnjače bio je postavljen na području Uprave šuma Podružnica Karlovac, Rj. Šumarija Jastrebarsko, Gospodarska jedinica Jastrebarski lugovi, odjel 65 A površine 26,20 ha.

Uzet je uzorak čivitnjače u dva navrata, i to prvi uzorak koji je uzet na kraju vegetacijskog razdoblja, točnije 17. 10. 2002 godine, a drugi uzorak na kraju

zime prije kretanja vegetacije, dakle ponovljen je uzorak iz istog odjela 19. 3. 2003 godine.

Pošto je čivitnjača grmolika vrsta, određeno je bilo da sjekači posjeku određenu količinu stabalaca koju su povezali običnom špagom u snopove koje može nositi radnik samostalno, a isti su primjereni za iveranje s iveračem Brucks CT 800. Prvi uzorak čivitnjače pove-



Snopovi čivitnjače

(Foto: S. Puljak)



Kotlovska postrojenje i skladište sječke u Ogulinu

(Foto: S. Puljak)



Hrpe sječke od čivitnjače

(Foto: S. Puljak)

zan u snopove težio je netto 280 kg, a drugi uzorak je težio 360 kg. Tako pripremljeni uzorci čivitnjače u različito doba, u dva navrata su bili prevezeni kamionom Rj. Mehanizacija Karlovac na odredište, odnosno na lokaciju Rj. Transport i mehanizacija Ogulin. Kako se tamo nalazi iverač i kotlovnica od 1 MW instalirane snage marke Kolbach, korišteni su raspoloživi uvjeti da se drvni materijal čivitnjače usitni iveranjem i loži u Kolbachovom kotlu.

U prvom uzorku čivitnjača je posjećena na plohi 30x30 m, što daje površinu od 900 m četvornih. Drvni materijal povezan u devet snopova, od stabalaca promjera kod pridanka svega 1-2,5 cm i visine 2-3 m. Uzveši u obzir odvagu oba uzorka od 280 kg i 360 kg, dolazi se računom do podatka da na jednom hektaru raste približno 4000 kg drvne mase čivitnjače, čija su stabalaca starosti jednu do dvije godine. Iveranje snopova čivitnjače učinjeno je kraj depoa za iver u neposrednoj blizini kotlovnice u posjedu Rj. Transport i mehanizacija Ogulin. Iver čivitnjače spremljen je u PVC vreće 23. 10. 2002. te tako materijal pripremljen za loženje. Kod iveranja izuzeto je deset štapića za potrebe mjerjenja i utvrđivanja mokrine drva u svježem stanju. Također u PVC vrećicu uzet je uzorak ivera u svježem stanju, koji je težio oko dva kg. U Šumarskom institutu Jastrebarsko učinjeno je utvrđivanje mokrine ivera metodom sušenja na 105 stupnjeva. Uzorak ivera u svježem stanju težio je točno 1994,84 g, a poslije sušenja težio je 1153,66 g. Postupkom sušenja utvrđena je mokrina 841,18 g, što daje 58 % od svježeg uzorka.

U poduzeću Drvoproizvod Jastrebarsko obavljeno je mjerjenje mokrine uzorka uzetog u drvenim štapićima pomoću električnog vlagomjera marke GANN tip HYDROMETTE M 2050. Taj vlagomjer pouzdano mjeri mokrinu do 60 %. U ovom slučaju mjerjenja uzorak je pokazao mokrinu blizu granice mjernih mogućnosti vlagomjera, tako da su mjereni podaci dobiveni

laboratorijski i neposrednim mjerjenjem Gann-ovim vlagomjerom vrlu blizu. Dakle rezultat mokrine drva čivitnjače u uzorku je oko 60%.

Pripremljeni uzorak ivera čivitnjače za loženje 29. 10. 2002. godine postavljen je na ulazni transporter kotla, odakle je iver ulazio u ložište gdje je sagorijevao.

Na kontrolnim mjernim uređajima praćeno je sagorijevanje ivera kao i nekoliko važnih čimbenika koji karakteriziraju proces sagorijevanja ivera u kotlu.

Mjerena je temperatura ložišta, temperatura vode, temperatura dimnih plinova i podtlak. Podaci mjerjenja su pregledno iskazani u tabličnom obliku. Vremenski mjerjenje je trajalo od devet sati i trideset minuta pa do jedanaest sati i dvadeset pet minuta. U tom vremenu izgorio je uzorak ivera čivitnjače od 280 kg.

Imajući u vidu da je uzorak čivitnjače bio pripremljen u jesen 2002. godine i što je zapamćeno da je vegetacijsko razdoblje trajalo duže od uobičajenog trajanja, mišljenja smo da uzorak čivitnjače sadrži više mokrine nego što bi bilo da je uzorak načinjen za trajanja mirovanja vegetacije. Da bi se potvrdio takav zaključak, pred proljeće 2003. god., odnosno 19. 3. na istom objektu učinjen je još jedan uzorak i proveden postupak sušenja uzorka na isti način kao i onaj prvi zaključak. Tako je novi uzorak težio 3589,68 g, a nakon sušenja težina je 2479,39 g. Vidljiva je razlika 1110,29 g. Tu se vidi da je učešće mokrine manje nego u prvom uzorku, a iznosi svega 31 %. Ovaj pak primjer ukazuje na tehnološko vrijeme, kada je najprimjerije vršiti sjeću takve drvne mase koja treba poslužiti za gorenje. Na isti način obavljen je pokus gorenja ivera iz drugog uzorka, a rezultati su složeni također a tabličnom obliku i pokazuju uspoređeno stanje prema tabličnim podacima iz prvog uzorka. Sam pokus gorenja obavljen je 25. 4. 2003. godine, a vremenski je trajao od 11,03 sati pa do 13,28 sati, kada je promatrani uzorak potpuno izgorio.

## KOTLOVSKO POSTROJENJE I KOTLOVNICA

U neposrednoj blizini poslovno gospodarske zgrade Rj. Transport i mehanizacija Ogulin izgrađena je zgrada kotlovnice s natkrivenim skladištem za iver ili sjećku za loženje. U zgradi kotlovnice smješten je kotao marke Kolbach koji služi za dobivanje toplinske energije i industrijske tople vode. Toplina se koristi za poslovno-gospodarsku zgradu a topla voda koristi se za potrebe mehaničko-remontne radionice. Instalirana snaga kotlovnog postrojenja je jedan megawatt. Do sada se koristi samo 600 KW energije, a ostatak od 400 KW je za sada nekorišten. Kotao je opremljen sa svim potrebnim uređajima za sigurno i kvalitetno funkcioniranje postrojenja. Nadzor kotlovnog postrojenja uređen je samo s jednim stručnim radnikom. Posluživanje se kotlovnog postrojenja vrši pomoću transportne trake koje

funkcioniraju automatski. Iz većeg depoa iver se do transportne trake poslužuje utevarivačem.

Mjerni uređaji kotlovnog postrojenja neposredno su poslužili kod praćenja gorenja ivera čivitnjače. Do sada za gorenje se koristi iver proizveden od četinjača, ponajčešće od rudničkog drva jele i smreke.

### 1.1 Tehnički podaci toplovodnog kotla Kolbach

Toplovodni kotao je izведен i ispitán u skladu s austrijskim standardima OENORM M 7550 i B 8131, te njemačkim normama TRD 702 za vrelovodne kotlove grupe II (do 120 °C).

Kotao tipa K8-2500 je izведен u horizontalnoj izvedbi s vatrostalno ozidanom donjom stranom (prvi prolaz produkata izgaranja između ložišta i kotla) i ho-

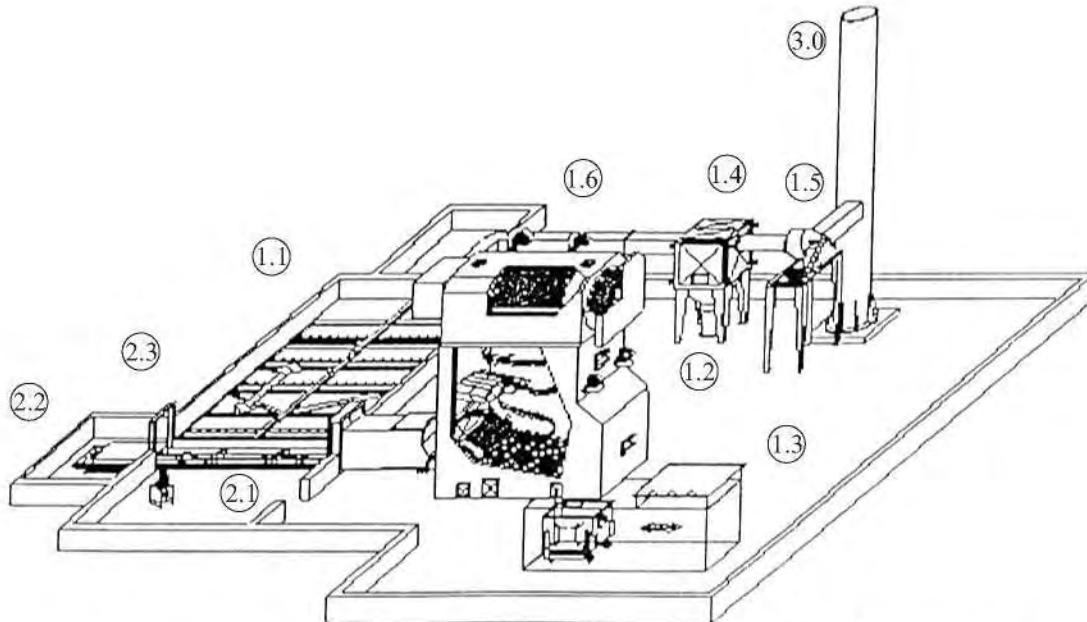
rzizontalnim dimnim cijevima koje tvore drugi i treći prolaz ("zug") produkata izgaranja. Velika vrata za čišćenje dimnih cijevi na strani prelaza iz drugog u treći prolaz, priključak za dimovodne (odvodne) kanale na suprotnoj strani. Izolacija je prema OEN M 7550 i lakanata je vanjska oplata.

• Ogrjevna površina	58 m <sup>2</sup>
• Sadržaj vode u kotlu	2011 lit.
• Nazivni toplinski učinak kotla pri x=50 % goriva	1000 kW
• u opsegu učinka kotla od	20 % do 100 %
• Dimenzije kotla LxBxH	3350x1480x1425 mm
• Prirubnice razvod/povrat	125 DN
• Težina kotla (bez vode)	6800 kg

#### Standardna oprema:

- Regulator temperature vode na izlazu iz kotla prema OENORM B 8131,

- Sigurnosni temperaturni graničnik (termostat) prema OENORM B 8131,
- Dva sigurnosna ventila DN 40/65, PN 16, (u Hrvatskoj ih isporučuje i montira domaći izvoditelj toplovodnih instalacija),
- Mjerni priključci i osjetnici za razvodnu i povratnu temperaturu,
- Mjerni priključak i osjetnik za temperaturu produkata izgaranja na izlazu iz kotla,
- Mjerni priključak i sonda za 0<sup>2</sup> – reguliranje,
- Normirani kontrolni otvor (Kopfloch) za kontrolu ogrijevnih površina s vodene strane.
- Priključak i ventil za ispuštanje vode iz kotla,
- Prirubnice PN 16 na izlazu i ulazu u kotao, kao granica mase isporuke.



- 1.1 Kota
- 1.2 Ložiste
- 1.3 Mehaničko otpepeljavanje
- 1.4 Multiciklonski prečistač dimnih plinova
- 1.5 Ventilator dimnih plinova

- 1.6 Komplet dimovodnih kanala
- 2.1 Transportna linija
- 2.2 Kotlovska oprema
- 2.3 Hidraulički agregat
- 3.0 Kamin

#### 1.2 Ložište

Ložište predstavlja jedinstvenu KOLBACH-konstrukciju koja omogućava potpuno izgaranje heterogene biomase uz minimalne emisione vrijednosti štetnih tvari u dimnim plinovima. Ložište je adijabatsko, s hidraulički pogonjenom rešetkom, automatskim reguliranjem sloja goriva i visokotemperaturnom zonom dogrijevanja u drugom stupnju izgaranja.

- Toplinski učinak ložišta 1200 kW
- Težina, komplet s vatrostalnim zidom 10500 kg

- Dimenzija LxBxH 1220x1680x2900 mm

#### Posebnosti ove KOLBACH-konstrukcije su:

- masivno ozidano, dovoljno veliko i jako dobro izolirano ložište tako da je razmjena topline s okolinom minimirana (adijabatsko ložište). Time je omogućeno izgaranje i vlažnog, potpuno svježeg goriva.
- geometrija ložišta i posebno oblik vatrostalnog svoda omogućuju "frakcioniranje" pepela, što znači da se dio pepela ponesen produktima izgaranja izdvaja još u ložištu i nije opterećen emisijama teških metala.

- vanjska oplata je od limenih panela. Ti paneli laktirani su po želji, omogućuju povratno korištenje predgrijanog zraka. Time se skoro 100 % reduciraju gubici topline zračenjem i omogućuje dodatno predgrijavanje zraka za izgaranje.
- kompaktna je konstrukcija, ložište se isporučuje gotovo i opremljeno tako da je montaža jednostavna i kratka.
- velika, dobro izolirana i lako otvoriva ložišna vrata koja omogućuju ručno potpaljivanje i loženje krupnjim komadima drva.



### 1.3 Oprema za mehanizirano sakupljanje i iznošenje pepela

Ispod kotla postavljena je normirana posuda od 800 l, odnosno postavljena je ispod otvora, kroz koji pepeo s rešetke i prostora ispod rešetke pada na dolje. Posuda se postavlja na nosač – kolica koja se aksijalno pomiču po bočnim nosačima, koji su također dio ispruge. Oprema sadrži i električnu dizalicu za iznošenje, odnosno zamjenu posude s pepelom te poklopac za otvor u podu ispred kotla.

**1.4 Multiciklonski prečistač dimnih plinova** sastoji se od određenog broja malih ciklonskih odvajača

koji funkcioniraju po načelu centrifugalnog odvajanja djelića koji još imaju dovoljnu težinu za centrifugalno odvajanje, (jamčeno prečišćavanje do ostatka manjeg od 150 mg finog "letećeg" pepela po Nm dimnog plina). Ciklonski odvajači, multicikloni, ugrađeni su u kompaktnu jedinicu i toplinski izolirani. Izdvojeni pepeo sakuplja se u normiranoj posudi od 800 l postavljenoj na vlastitim kotačima ispod prečistača.

**1.5 Ventilator dimnih plinova** za točno definirano i bezstupnjevito regulirano (preko automatske regulacije podtlaka u ložištu) prostrujavanje dimnih plinova od ložišta do dimnjaka. Ventilator se isporučuje s elastičnim priključcima na dimovodne kanale, postavljen na amortizere vibracija. Izvedba ventilatora i pogonskog motora za povišenu radnu temperaturu medija i uvjete postavljanja u kotlovnici ili izvan kotlovnice. Podest na koji se postavlja ventilator spada u građevinske radove te se tako i izvodi.

**1.6 Komplet dimovodnih kanala za spoj kotla, prečistača i ventilatora dimnih plinova s dimnjakom.** Dimovodni kanali izvedeni su od čeličnog lima debljine 3 mm sa svim potrebnim prirubnicama, brtvljenjem i otvorima za čišćenje. Toplinska izolacija, po pravilu debljine 80 mm s vanjskom zaštitom od Alu-lima za postrojenja povjerava se specijaliziranim tvrtkama.

### 1.7 Automatska regulacija podtlaka u ložištu

Potpuno elektronska, bez primjene žive, vrlo je važan preduvjet za automatski i učinkovit rad postrojenja. Djeluje tako da preko pretvarača frekvencije bezstupnjevito mijenja broj okretaja ventilatora dimnih plinova. Na taj način postiže se i znatnija ušteda električne energije.

### 1.8 Mikroprocesorski (PLS) uređaj

Služi za reguliranje automatskog pogona kotla, izuzimanja iz silosa doziranja goriva u ložište, izgaranje, prečišćavanja i odvoda dimnih plinova do dimnjaka. Proces optimiranog i automatskog rada je već opisan u konceptu postrojenja. Programiranje je tzv. slobodno programiranje, tako da je moguće i podešavanje programa prema specifičnim potrebama svakog korisnika, kao i promjene tijekom rada

#### Pripadajuća oprema uz kotao:

- Programiranje i komandni ormari sa svim priborom i pretvaračima frekvencije
- Hardware i Software
- Komunikacija s postrojenjem preko display-a s tastaturom, standardna izvedba
- Vizualiziranje i komunikacija s Personal-Computer-om.
- Signaliziranje i automatska dojava svih smetnji u radu
- Elektroinstalacije (polaganje kablova od komandnog ormara do pojedinih priključaka na postrojenju)

**Elektro priključci (nazivne snage elektromotora)**

- Hidraulički agregat izuzimača iz silosa 11 kw
- Hidraulički agregat pomicne rešetke ložišta 0,75 kw
- Ventilator primarnog zraka 1,7 kw
- Ventilator sekundarnog zraka 1,5 kw
- Ventilator tercijarnog zraka 0,25 kw
- Ventilator dimnih plinova 5,5 kw

**2.0 Izuzimač iz silosa s dozirnom jedinicom tip SiA**

SiA je kompletan, potpuno hidraulički pogonjeni uređaj kojim se gorivo (usitnjeni ostaci nakon prerade drveta) izuzimaju iz silosa i doziraju u ložište kotla. Izuzimač je prilagođen dimenzijama silosa širine 4,5 m i korisne dužine 10 m.

**Sastoji se od:**

**2.12 Potisne poluge s hidrauličnim cilindrima,** svim spojnim dijelovima i kompletom opremom. Klizni profili koji se ugrađuju u betonski pod silosa također su sastavnice postrojenja.

**2.21 Poprečni, potpuno hidraulički pogonjen transporter-dozator** s pripadajućim hidrauličkim cilindrom, spojnim dijelovima, opremom i elektronskim regulatorom razine goriva. Sve je ugrađeno u masivno čelično kućište, montirano, gotovo za ugradnju.

**2.31 Hidraulični agregat** – kompaktna jedinica s pogonom, pumpom, razdjelnim blokom i svim ventilima, regulacijskom i sigurnosnom opremom. Uz agregat se isporučuju i sve cijevi, crijeva i armature za spoj s cilindrima. Dijelovi za nošenje, pričvršćivanje i potpore tih spojeva i armatura također čine sastavnice standardne opreme.

Pregled mjernih podataka pri loženju ivera čivitnjače

Tablica 1. Uzorak- 1 29. 10. 2002.

Vrijeme praćenja t	Temperatura ložišta °C	Temperatura vode °C	Temperatura dimnih plinova °C
0	1	2	3
9,30	512,00	70,00	70,00
9,63	822,00	79,00	127,00
10,05	686,00	82,00	105,00
10,13	719,00	81,00	97,00
10,17	695,00	81,00	92,00
10,24	789,00	88,00	14,00
10,30	766,00	85,00	104,00
10,35	789,00	84,00	97,00
10,43	775,00	84,00	91,00
10,55	763,00	83,00	88,00
11,00	747,00	83,00	89,00
11,10	742,00	82,00	87,00
11,10	728,00	82,00	84,00
11,20	723,00	81,00	85,00
11,25	705,00	81,00	85,00

**Značajke vrsta goriva koje mora zadovoljavati****ložište****Sječka**

- Vlažnost/sadržaj vode (w) % w 10 do w 50
- Dužina ivera (G) u mm G 30 do G 100
- Nasipna težina (S) u kg/m S 160 do S 250
- Sadržaj pepela (A) u % A 1 do A 5

Snimljeni podaci iz tablice 1 i tablice 2 pokazuju da se podaci praćenih temperatura ložišta, vode i dimnih plinova razlikuju. Podaci tablice 2 daju veće vrijednosti, što ukazuje na činjenicu da je riječ o suhljem materijalu, odnosno radi se o uzorku koji je sadržavao manje učešće mokrine. Iz tog saznanja proizlazi da bi iver odnosno sječku čivitnjače trebalo proizvoditi iz prosušenog drvnog materijala. Ukupno usporedivši podatke o gorenju ivera iz jеле smreke kao i drugih četinjača proizlazi da se može računati i s materijalom čivitnjače za dobivanje toplinske i električne energije.

Tablica 2.

Uzorak- 2

25. 4. 2003.

Vrijeme praćenja t	Temperatura ložišta °C	Temperatura vode °C	Temperatura dimnih plinova °C
0	1	2	3
11,03	596	81	109
11,08	596	81	171
11,13	705	83	232
11,18	874	88	299
11,23	766	85	111
11,28	733	85	107
11,33	723	85	103
11,38	705	85	107
11,43	860	90	242
11,48	897	90	154
11,53	822	89	128
11,58	836	88	114
12,03	883	89	110
12,08	902	88	110
12,13	902	89	108
12,18	822	87	103
12,23	761	86	109
12,28	714	86	105
12,33	784	86	103
12,38	874	86	106
12,43	897	86	109
12,48	888	86	107
12,53	925	87	105
12,58	930	87	105
13,03	916	87	102
13,08	911	87	101
13,13	893	87	98
13,18	864	86	97
13,23	841	86	97
13,28	836	84	96

## KOMENTAR POKUSA I ZAKLJUČNA RAZMIŠLJANJA

Prema raspoloživim pozicijama i elementarnim sastavnicama pokus je izведен i u određenom obliku završen.

Pokus je opravdao postavljenu tezu o gorivim svojstvima i mogućnosti korištenja ivera čivitnjače za dobivanje toplinske energije.

Radom na ovoj problematici javlja se potreba po balansiranju površina i drvne mase nekomercijalnih grmolikih vrsta drveća u šumskim sastojinama i izvan.

Javlja se potreba iznalaženja prikladnih tehničkih i tehnoloških rješenja pri trenutnom gospodarenju s takvim vrstama drveća i površinama.

U okviru organizacije rada izraditi sustav najučinkovitijeg funkcioniranja po načelu stvaranja prihoda i dobiti te razvoja modela tržišta za proizvode koji nastaju ovakvim procesima.

Iznaći rješenje za investicijska sredstva za nabavu opreme i gradnju objekata i postrojenja za ciljanu proizvodnju energije.

Ciljano izvršiti ustroj kadrova koji bi bili siguran oslonac pri razvoju i ostvarivanju rezultata na čitavom području iz ove djelatnosti.

## LITERATURA – Literature

Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva: Energija u Hrvatskoj 2002. Godišnji energetski pregleđ.

Energetski institut "Hrvoje Požar" Zagreb, 1996: Razvoj i organizacija Hrvatskoga energetskoga sektora. 6 Gospodarenje šumama u Hrvatskoj, proizvodnja i potrošnja energevata i energije, Zagreb.

Dimitrov, T., 2002.: Klima i prirodno sušenje drva, Zagreb, Šumarska enciklopedija Knjiga 1.

Martinović, J., 2003.: Gospodarenje šumskim tlima u Hrvatskoj, Jastrebarsko.

Horvat, D., S. Puljak, S. Sever, 2000.: Istraživanje pogodnosti dvaju skupova traktora Valtra VALMET 8550 s uzgojnim sitnilicama. STUDIJA, Vrbovec-Zagreb.

Kolbach: Tehnička ponuda, Prospekti materijal.

Figurić, M., S. Risović, 2003.: Šumska biomasa, Zagreb. Nakladnik: Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb.

*SUMMARY: Forest biomass has increasingly been used as a means of finding new solutions for heat and electrical energy production. Non-commercial tree species, as well as wood remains from forests can efficiently supply heat-generating and electrical energy production plants.*

*The paper presents a method of extracting and managing a non-commercial tree species of a shrub form called False indigo (*Amorpha fruticosa L.*). This species is very interesting for the production of a certain kind of energy. False indigo was felled in a forest area and two samples were made: one in late autumn and the other in spring with the goal of determining wood moisture. Both samples were chipped and the obtained material was prepared for burning in a boiler of 1 MW.*

*By burning the material, heat characteristics, the temperature of firebox, the temperature of smoke gases and the temperature of water in the boiler were monitored on the measuring device. Wood moisture was measured in the laboratory and directly in the storage.*