



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I MENADŽMENT





Boris Žeželj

MODEL EFIKASNOG UPRAVLJANJA I NAČINA FINALNE PRERADE BIOMASE

Doktorska disertacija

Novi Sad, 2021. godine

	UNIVERZITET U NOVOM SADU • FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA 21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6	
	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	
Redni broj, RBR:		
Identifikacioni broj, IBR:		
Tip dokumentacije, TD:	Monografska publikacija	
Tip zapisa, TZ:	Tekstualni štampani materijal	
Vrsta rada, VR:	Doktorska disertacija	
Autor, AU:	Boris Žeželj	
Mentor, MN:	Dr Rado Maksimović	
Naslov rada, NR:	MODEL EFIKASNOG UPRAVLJANJA I NAČINA FINALNE PRERADE BIOMASE	
Jezik publikacije, JP:	Srpski	
Jezik izvoda, JI:	Srpski/engleski	
Zemlja publikovanja, ZP:	Srbija	
Uže geografsko područje, UGP:	Vojvodina	
Godina, GO:	2021.	
Izdavač, IZ:	Autorski reprint	
Mesto i adresa, MA:	Trg Dositeja Obradovića br. 7, Novi Sad	
Fizički opis rada, FO: <small>(poglavlja/strana/citata/tabela/slika/grafikona/priloga)</small>	7/124/130/50/46/0/1	
Naučna oblast, NO:	Industrijsko inženjerstvo i inženjerski menadžment	
Naučna disciplina, ND:	Inženjerski menadžment	
Predmetna odrednica/Ključne reči, PO:	Biomasa, Potencijal biomase, Upravljanje biomasom, Prerada biomase, Procena efikasnosti.	
UDK		
Čuva se, ČU:	Biblioteka Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu	
Važna napomena, VN:	-	
Izvod, IZ:	<p>Osnovni cilj istraživanja u ovoj disertaciji je razvoj modela za efikasno upravljanje energetskim potencijalom biomase u AP Vojvodini i načina finalne prerade biomase u pogodne oblike koji će omogućiti njeno efikasno korišćenje u energetske svrhe. U istraživanju su kao izvor korišćeni: statistički izvori o ukupnom potencijalu biomase u AP Vojvodini i stanje iskorišćenja tog potencijala, literatura vezana za korišćenje i preradu biomase. Empirijski deo istraživanja je izvršen na uzorku preduzeća iz AP Vojvodine, proizvođača ili generatora biomase. Analiziran je potencijal biomase po vrsti, formi i količinama, kao i načinu korišćenja, sa fokusom na perspektive efektivnijeg korišćenja. Istraživanje je omogućilo razvoj specifičnog modela efikasnog upravljanja i načina finalne prerade biomase koji je pokazao funkcionalnost kao dodatni, nekonvencionalni i značajan izvor "zelene" energije u AP Vojvodini.</p>	
Datum prihvatanja teme, DP:		
Datum odbrane, DO:		
Članovi komisije, KO:	Predsednik:	Dr Iija Ćosić, prof. emeritus, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
	Član:	Dr Zdravko Tešić, red. prof., Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
	Član:	Dr Peđa Milosavljević, red. prof., Mašinski Fakultet, Niš
	Član:	Dr Đorđe Đatkov, vanr. prof., Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
	Члан, ментор:	Dr Rado Maksimović, red. prof., Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
		Potpis mentora

	UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES 21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6	
	KEY WORDS DOCUMENTATION	
Accession number, ANO :		
Identification number, INO :		
Document type, DT :	Monographic publication	
Type of record, TR :	Textual material, printed	
Contents code, CC :	Doctorate dissertation	
Author, AU :	Boris Žeželj	
Mentor, MN :	Prof. Rado Maksimović, PhD	
Title, TI :	MODEL OF EFFECTIVE MANAGEMENT AND METHODS OF FINAL BIOMASS PROCESSING	
Language of text, LT :	Serbian	
Language of abstract, LA :	Serbian/English	
Country of publication, CP :	Serbia	
Locality of publication, LP :	Vojvodina	
Publication year, PY :	2020.	
Publisher, PB :	Author's reprint	
Publication place, PP :	Trg Dositeja Obradovića 7, Novi Sad	
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixs)	7/124/130/50/46/0/1	
Scientific field, SF :	Industrial engineering and engineering management	
Scientific discipline, SD :	Engineering management	
Subject/Key words, S/KW :	Biomass, Biomass Potential, Biomass Management, Biomass Processing, Effectiveness Assessment	
UC		
Holding data, HD :	Library of the Faculty of Technical Science in Novi Sad	
Note, N :	-	
Abstract, AB :	<p>The main goal of research in this dissertation is to develop a model for efficient management of biomass energy potential in AP Vojvodina and ways of final processing of biomass into suitable forms that will enable its efficient use for energy purposes. The following sources were used in the research: statistical sources on the total biomass potential in AP Vojvodina and the state of utilization of that potential, literature related to the use and processing of biomass. The empirical part of the research was performed on a sample of companies from AP Vojvodina, producers or biomass generators. The potential of biomass by type, form and quantities, as well as the way of use was analyzed, with a focus on the perspectives of more efficient use. The research enabled the development of a specific model of efficient management and methods of final processing of biomass, which showed functionality as an additional, unconventional and significant source of "green" energy in AP Vojvodina.</p>	
Accepted by the Scientific Board, ASB :		
Defended on, DE :		
Defended Board, DB :	President:	Prof. emeritus Ilija Čosić PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad
	Member:	Prof. Zdravko Tešić PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad
	Member:	Prof. Peđa Milosavljević PhD, Faculty of mechanical engineering, Niš
	Member:	Ass. Prof. Đorđe Đatkov PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad
	Member, Mentor:	Prof. Rado Maksimović PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad
		Mentor's signature

Zahvalnica

Veliku zahvalnost dugujem i svojoj porodici, deci Mihajlu i Eleni, jer su bili uskraćeni za vreme koje sam posvetio radu, a posebnu zahvalnost dugujem svojoj supruzi Mileni koja mi je bila najveći motivator u ostvarenju ciljeva. Zahvaljujem se svojoj majci i ocu, Dragani i Branku, na neizmernom strpljenju i podršci u svim fazama života i školovanja.

Potrudio sam se najbolje što umem, da prezentujem sve što sam kroz školovanje i rad čuo, pročitao, primetio i naučio i sve to zajedno prožima moje misli, reči i dela.

SADRŽAJ

1. UVOD	7
1.1 PREDMET (PROBLEM) ISTRAŽIVANJA	7
1.2 PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA U OBLASTI	8
1.3 POTREBE ZA ISTRAŽIVANJEM	10
1.4 CILJEVI ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZE	12
1.5 METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	13
1.6 REZIME DISERTACIJE	14
2. PREGLED POTENCIJALA I OSNOVE UPRAVLJANJA BIOMASOM	15
2.1 POTENCIJAL BIOMASE U VOJVODINI	15
2.1.1 Sirovinski potencijal biomase	15
2.1.2 Podela biomase po vrstama i količinama	16
2.1.3 Energetski potencijal biomase i njegov sadašnji udeo i mogući potencijal u ukupnoj potrošnji finalne energije u Vojvodini	17
2.2 MOGUĆNOSTI EFIKASNOG SAKUPLJANJA I SKLADIŠTENJA BIOMASE U VOJVODINI I NJEN UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU	22
2.2.1 Raspoloživih oblici biomase u Vojvodini i načini skladištenja	22
2.2.2 Primena biomase i uticaj na životnu sredinu	27
2.3 MOGUĆNOST DALJE PRERADE I PRIMENA BIOMASE U ENERGETSKE SVRHE	28
2.3.1 Generatori toplote	28
2.3.2 Sabijanje biomase pod pritiskom - briketiranje i peletiranje	30
2.3.3 Biogas, električna energija i biogoriva za transport	31
2.4 KVALITET I LOGISTIKA LANCA SNABDEVANJA BIOMASOM	32
2.4.1 Kvalitet biomase, standardizacija	32
2.4.2 Logistika lanca snabdevanja biomasom i ostali zahtevi	36
2.5 PROCES PELETIRANJA KAO VID FINALNE PRERADE BIOMASE	40
2.5.1 Počeci upotrebe procesa peletiranja biomase u svetu i kod nas	40
2.5.2 Proces proizvodnje peleta od drveta	41
2.5.3 Proces proizvodnje peleta od poljoprivredne biomase	44
2.5.4 Proces peletiranja biomase životinjskog porekla (komposta) i dobijanje đubriva	45
2.5.5 Standardi kvaliteta peleta	46
2.5.6 Brzo rastuća biomasa kao nova sirovina za peletiranje	48
2.6 BIOGAS POSTROJENJA KAO VID FINALNE PRERADE BIOMASE	49
3. ISTRAŽIVANJA EFIKASNOSTI UPRAVLJANJA BIOMASOM NA PODRUČJU VOJVODINE	53
3.1 METODOLOŠKE OSNOVE ISTRAŽIVANJA	53
3.2 OPIS UZORKA	53
3.3 OPIS UPITNIKA	54
3.4 REZULTATI ISTRAŽIVANJA I NJIHOVA ANALIZA	55
3.4.1 Analiza podataka u odnosu na osnovne podatke i opis delatnosti	55
3.4.2 Analiza podataka u odnosu na agro-biomasu iz ratarske proizvodnje i sadašnji način upotrebe biomase	55
3.4.3 Analiza podataka u odnosu na stočni stajnjak iz stočarske proizvodnje i sadašnji način upotrebe biomase	57
3.4.4 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na sadašnji način upotrebe biomase i perspektiva dalje prerade/distribucije	58
3.4.5 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na upućenost u tehnologiju bigasa	61
3.4.6 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na upućenost u tehnologiju peletiranja	62
3.4.7 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na potencijalnu lokaciju za izgradnju biogas postrojenja i postrojenja za peletiranje	63
3.4.8 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na pitanja vezana za definisanje njihovih snaga, slabosti, prilika i pretnji (SWOT analiza)	64
3.5 DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA I TESTIRANJE HIPOTEZA	69

4. MODEL - SCENARIO EFIKASNOG UPRAVLJANJA BIOMASOM U VOJVODINI	74
4.1 IZGRADNJA REGIONALNIH CENTARA ZA SKLADIŠTENJE I PRERADU BIOMASE.....	74
4.1.1 Namenska skladišta biomase	74
4.1.2 Prerada biomase u regionalnim centrima.....	83
4.2 USPOSTAVLJANJE BERZE BIOMASE I PROIZVODA IZ NJENE PRERADE.....	83
4.3 OSNIVANJE ENERGETSKIH ZADRUGA.....	86
4.4 PRIMENA INOVATIVNIH TEHNIČKIH REŠENJA ZA PRERADU BIOMASE	89
4.4.1 Mala biogas postrojenja.....	89
4.4.2 Inovativna rešenja za dalju preradu digestata iz biogas postrojenja.....	93
4.4.3 Miskantus - mogućnosti energetske primene.....	97
5. ZAKLJUČCI.....	104
6. LITERATURA	106
7. PRILOG	112

1. UVOD

1.1 PREDMET (PROBLEM) ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji je razvoj modela za efikasno upravljanje biomasom na području Vojvodine, sa posebnim fokusom na peletiranje biomase biogas postrojenja kao oblicima lakše i efikasnije upotrebe biomase u energetske svrhe. Biomasa u Vojvodini je resurs koji se obnavlja svake godine, međutim njena dalja primena i prerada još uvek su na veoma niskom nivou.

Problem predstavlja i prekomerna upotreba fosilnih goriva što je stvorilo veliki disbalans u količinama tih resursa i na ta goriva se ne može računati u budućnosti (posle 2090. godine). Upravo je to i razlog pojave, sedamdesetih godina prošlog veka, novog pokreta koji se oslanja na upotrebu obnovljivih izvora energije. Čovečanstvo će se još u ovom veku suočiti sa značajnim problemom obezbeđenja energije, neophodne za život i dalji razvoj ljudske populacije. Energija je integralni deo društva i ima jednu od ključnih uloga u socio-ekonomskom razvoju, podizanju standarda i kvaliteta života. Kroz istoriju, ljudi su koristili različite izvore energije - od drveta, uglja, nafte i petroleuma do nuklerane energije (Nakomcic-Smaragdakis et al., 2016).

Pored činjenice da fosilna goriva nestaju, mora se naznačiti i opšte poznat neželjeni efekat korišćenja fosilnih goriva, a to je emisija ugljen dioksida u atmosferu, sa posledicama efekta staklene bašte i negativnom promenom klime na Zemlji. Kako se količina fosilnih goriva bude približavala svojoj krajnjoj tački, tako će i njihova cena rasti uz velike nestašice, što će čovečanstvo voditi ka energetske krizama. Kao odgovor na to uspostavljen je scenario koji ima veoma dinamičan rast potrošnje čiste i obnovljive energije, na račun sve manjih zaliha fosilnih goriva. Čista energija je značajna zbog ekoloških standarda, jer se već danas na klimu, pa i na život ljudi, veoma negativno odražava efekat „staklene bašte“ i „globalnog zagrevanja“, koji je nastao prvenstveno zbog enormne emisije ugljen- dioksida u atmosferu Zemlje (HM Treasury, 2006).

Ugljen dioksid se smatra glavnim uzrokom globalnog otopljanja sa kojim se svet danas suočava, a najvećim delom se oslobađa u atmosferu spaljivanjem fosilnih goriva ili prekomernim uzgojem krupne stoke za potrebe ishrane ljudi. 90% globalne emisije ugljen dioksida je posledica spaljivanja uglja, nafte i gasa. Primera radi, da bi se obezbedilo 10 kWh primarne enregije spaljivanjem uglja oslobađa se 3,3 kg CO₂, spaljivanjem nafte oslobađa se 2,7 kg CO₂, a spaljivanjem gasa 1,9 kg CO₂. Sa druge strane, biomasa je karbon neutralna, jer se ugljen dioksid apsorbuje iz atmosfere tokom fotosinteze i rasta biljaka i vraća se u atmosferu tokom prirodnog raspadanja ili spaljivanjem, što predstavlja izbalansirano stanje (WBA, 2015). Problem u vezi sa tim evidentan je i iz činjenice da su gradovi u Srbiji već niz godina unazad na prvim mestima po stepenu zagađenja u svetu.

Važno je napomenuti i da je energetska zavisnost Srbije od uvoza fosilnih goriva na visokom nivou i potreban je hitan razvoj nacionalne energetske politike, koja bi se više oslanjala na sopstvene izvore, a najveći potencijal leži baš u biomasi čija je upotreba, trenutno, na zanemarljivo malom nivou. Svedoci smo i sve većih sukoba među državama, upravo onim koja drže rezerve fosilnih goriva i te krize i ratovi u budućnosti će samo da eskaliraju većim intezitetom.

Žetveni ostaci su najveća zaliha biomase na svetu i njihova godišnja geneza se procenjuje na nivou od 1,5 Gt slame u svetu (Donghui et al., 2014). Primenom peletiranja, kao jednim od vidova finalizacije, žetveni ostaci kao sirovina mogu da se koriste u celosti. Intenzivno se razvija praktična primena biomase za proizvodnju goriva kao što su pelete. Energetske pelete se koriste kao gorivo u mnogim savremenim i tehnički sofisticiranim energetskim sistemima. Peći i kotlovi na energetske pelete se koriste u sistemima za grejanje stambenih objekata i u proizvodnim procesima sušara, plastenika, staklenika i sl. Kod korišćenja peleta, nizom tehničkih rešenja i primenjene automatizacije, može se postići komfor koji je približan onom kada se koriste zemni gas ili tečnog goriva (Karkania et al., 2012).

U Vojvodini se svake godine prosečno generiše oko 11 miliona tona biomase. Ako se iskoristi 25% biomase koja je na raspolaganju za energetske svrhe, uštede bi bile oko 1,3 miliona tona ekvivalenta nafte (dizela D2). To je približno potrošnja goriva za potrebe poljoprivrede na nivou cele Republike Srbije (Ostojić et al., 2003). Od ukupne količine biomase za energetske potrebe bi se realno moglo iskoristiti oko 4 miliona tona ili 37.6%, što odgovara 0,879 Mtoe (Zeželj et al., 2020). Ukupna potrošnja energije u Vojvodini iznosi oko 2,939 Mtoe i u ukupnoj potrošnji obnovljivi izvori energije učestvuju sa 1,25 % ili 0,026 Mtoe (Statistical Office of the Republic of Serbia, 2014). Analizom podataka o realnoj energiji koja bi se mogla dobiti iz biomase i poređenjem sa ukupnom potrošnjom energije u Vojvodini, dolazi se do podatka da bi se sa realnim potencijalom energije iz biomase moglo zadovoljiti oko 30% ukupnih energetskih potreba. Analiza, po vrstama fosilnih goriva pokazuje da bi se iz sopstvenih resursa u biomasi moglo izbeći 56% ukupnog uvoza nafte ili 73,8% uvoza prirodnog gasa u Vojvodini. Ako se uporedi sa uvozom uglja, od realnog potencijala za energetske svrhe, u Vojvodini biomase na godišnjem nivou ima dovoljno da zameni narednih 7 godina uvoza uglja za ogrev (Zeželj et al., 2020).

Od realnog potencijala biomase, koji iznosi 30%, trenutno je iskorišćeno oko 1,25% ili 24 puta manje. To je suština problema kojim se disertacija bavi, uz analizu mogućnosti i pravaca za iskorišćenje ovog potencijala.

1.2 PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA U OBLASTI

Rad (Nakomčić-Smaragdakis B, Čepić Z, Dragutinović N, 2016) “*Analysis of solid biomass energy potential in Autonomous Province of Vojvodina*” daje prikaz energije kao veoma važnog faktora u socio-ekonomskom razvoju zemlje, sa oslanjanjem na energetske održivost u snabdevanju. Fokus je na lokalne zahteve u budućnosti i na oslanjanje na sopstvene obnovljive izvore energije koji su održivi. Rad daje analizu biomase po vrstama, poreklu, količinama, energetskim vrednostima. Daje se prikaz izazova i barijera u procesu iskorišćenja biomase u energetske svrhe.

Rad (Aswathanarayana U, Harikrishnan T, Thayyib Sahini KM, 2010) “*Green energy: technology, economics and policy*”, daje prikaz obnovljivih goriva, poput vetra, sunca, biomase, plime i oseke i geotermalne energije, naglašava njihovu neiscrpnost, autohtonost i činjenicu da je često besplatna. Međutim, njihovo pretvaranje u električnu energiju, vodonik ili čista goriva za transport često nije.

Zelena energija: tehnologija, ekonomija i politika govori o tome kako pristupiti i primeniti tehnologiju, ekonomiju i politiku za smanjenje troškova povezanih sa obnovljivim izvorima energije, što je najvažniji izazov u zelenoj eri.

Istražuju se i načini i sredstva upotrebe tehnologije, ekonomije i politike za rešavanje problema vezanih za istraživanje i razvoj, prodiranje na tržište, poboljšanu efikasnost, investicioni kapital, promene politika. Razjašnjavaju se „*Green New Deal*“ modeli u kojima su dvostruki ciljevi: otvaranje radnih mesta i ublažavanje uticaja klimatskih promena.

Rad (Laschi A, Marchi E, Gonzalez-Garcia S, 2016) „*Environmental performance of wood pellets production through life cycle analysis*“ se fokusira na šume koje imaju ključnu ulogu kao izvor neophodnog obnovljivog materijala i/ili goriva - drveta. Cilj navedene studije bila je procena uticaja na životnu sredinu u vezi sa visokokvalitetnom proizvodnjom peleta za grejanje u domaćinstvu prema metodologiji „LCA“ (procena životnog ciklusa), u regionu Toskane. Analiza životne sredine izvršena je u pogledu sedam kategorija uticaja. Rezultati su pokazali kako su najvažnija ekološka opterećenja povezana sa upotrebom električne energije tokom proizvodnje peleta. Operacije koje se izvode u šumi proizvode manji deo uticaja (od 1% do manje od 10%, u zavisnosti od kategorije). Predložena su i istražena četiri različita alternativna scenarija za proizvodnju i isporuku električne i toplotne energije.

Rad (Nakomčić-Smaragdakis B, Šljivac D, Katić V, Stajić T, Čepić Z, Topić D, Vukobratić M, 2012) „*Solar energy potential in Pannonian part of Serbia and Croatia*“, ukazuje da obnovljivi izvori energije imaju svoj udeo u energetsom bilansu gotovo svake zemlje, ali ne onoliko koliko bi trebalo u poređenju sa energetsom potencijalom, iako omogućavaju primenu čistih tehnologija i smanjenje zagađenja, smanjuju energetska zavisnost od tržišta fosilnih goriva i omogućuju razvoj novih tehnologija i prateće infrastrukture koja otvaraju nova radna mesta. Sa sve većim rastom broja stanovnika i rastućim zahtevima za proizvodnjom i potrošnjom energije, kao i činjenicom da su ograničeni resursi fosilnih goriva čija upotreba dovodi do zagađenja životne sredine (pojava efekta staklene bašte i globalno zagrevanje), postoji interes za povećanje učešća obnovljivih izvora energije (OIE) u energetsom sektoru.

Akcionni plan za Vojvodinu (World Bioenergy Association, 2015) „*Bienergy action plan Vojvodina*“ je zasnovan je na realnim podacima i ekonomskim i prirodnim naukama, te na iskustvu „WBA“ u različitim zemljama. U Vojvodini postoji potencijal biomase, uglavnom poljoprivredne biomase koji se procenjuje na 20 – 40 PJ u srednjem roku, a dugoročno bi se mogao povećati. Ovaj potencijal se nedovoljno koristi - procene su se da se koristi 6 PJ, uključujući uvoz drveta. U budućnosti ovaj potencijal treba iskoristiti za isporuku električne energije, toplote i goriva za transport. Prioritet treba dati transformaciji tržišta toplote sa fosilnih goriva na biomasu kod svih korisnika toplote, uključujući privatne kuće, javne zgrade, industriju i toplane. Razvoj bioenergetskog sektora na način predložen u akcionom planu stvorio bi snažne ekonomske koristi za Vojvodinu u pogledu dodatnog zapošljavanja, ušteda u potrošnji energije, podsticanja ekonomskog rasta, smanjenja emisija gasova i zavisnosti od uvoza energije.

Elaborat (Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Pokrajinski centar za energetska efikasnost, 2012.) „*Uspostavljanje berze biomase u AP Vojvodini*“ je inicijativa uspostavljanja berze biomase u AP Vojvodini. Naglašena je potreba da se učesnici u procesima proizvodnje i korišćenja biomase u energetske svrhe povežu na racionalan način, u cilju intenziviranja korišćenja ovog energetskeg resursa u Vojvodini. Uspostavljanje berze treba da bude ključni podsticaj za organizovanu i plansku pripremu biomase u forme pogodne za trgovinu, transport i korišćenje u energetske svrhe izvan mesta nastanka. Istovremeno, problemi sa kojima se suočavaju ratari, voćari i vinogradari, iz čije proizvodnje ostaje znatna količina biomase, su dodatni motiv za trajno definisanje mesta i uloge svih raspoloživih viškova biomase. Korišćenje u energetske svrhe je pogodna i realna opcija. Time biomasa dobija i značajno mesto u energetsom bilansima.

Studija (Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, AP Vojvodine, 2016) „*Studija prostornog razmeštanja namenskih javnih skladišta agrarne biomase na teritoriji AP Vojvodine*“ bavi se žetvenim ostacima ratarske proizvodnje, kao značajnim resursom obnovljivih izvora energije u Srbiji, a posebno u AP Vojvodini. Sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine započeo je 2014. godine program formiranja javnih skladišta za biomasu, sa namerom da se raspoloživi resursi dodatno mobilizuju. Tom poduhvatu nije prethodila stručna i naučna analiza opravdanosti. Stoga je postavljen cilj da se ovom studijom oceni opravdanost formiranja javnih skladišta biomase, te predlože eventualna alternativna rešenja. Konstatovano je, da predloženim programom nisu definisane ciljne grupe korisnika biomase, te njihove specifičnosti i potrebe. Utvrđeno je da u praksi nema primera korišćenja javnih skladišta za biomasu i da se male količine upotrebljavaju u okviru naselja ili neposrednoj blizini. Za dobavljanje većih količina brinu se logističke službe preduzeća ili se koriste usluge. Primenom biomase trebalo bi da se značajno smanji emisija gasova koji uzrokuju efekat staklene bašte (GHG – *Greenhouse Gases*), izraženo kroz količinu CO₂ ekvivalent. Evropskim direktivama već je propisano da ušteda emisija GHG treba da bude najmanje 60% da bi se biogoriva smatrala prihvatljivim. Očekuje se da se to postigne i za druge primene biomase. Uštede bi morale da se dokumentuju, a korišćenjem javnih skladišta to je nemoguće ili vrlo teško izvodljivo. Takođe, dodatna transportna rastojanja i manipulacija biomasom utiču na povećanje emisija GHG.

Prethodno navedeni radovi, akcioni plan, elaborat i studija su samo neki od primera vezanih za oblasti kojima će se ova disertacija baviti.

1.3 POTREBE ZA ISTRAŽIVANJEM

Potreba za ovim istraživanjem inicirana je sve većim pritiskom na energetske i na sektor zaštite životne sredine, kao i zahtevima za dostizanje standarda u ovoj oblasti. Istraživanjem će se obezbediti i značajne podloge za finansijski sektor, u smislu osiguravanja konkurentnosti i smanjenja troškova na nivou regiona i države u celini.

Originalnom direktivom o obnovljivim izvorima energije (2009/28/EC) uspostavljena je sveobuhvatna politika za proizvodnju i promociju energije iz obnovljivih izvora u EU. Njom se zahtevalo od članica EU, da do 2020. godine zadovolje najmanje 20% svojih ukupnih energetske potrebe iz obnovljivih izvora energije. Sve zemlje EU morale su osigurati da najmanje 10% njihovih transportnih goriva dolazi iz obnovljivih izvora energije do kraja 2020. godine. U decembru 2018. godine na snagu je stupila i revidirana „*Direktiva o obnovljivim izvorima energije 2018/2001/EU*“, kao deo paketa „*Čista energija*“ za celu Evropu. Cilj revidirane direktive je zadržavanje EU kao globalnog lidera u obnovljivim izvorima energije i cilj je pomoć EU da ispuni svoje ciljeve i obaveze u vezi smanjenje emisije CO₂ iz „Pariskog sporazuma“. Nova direktiva uspostavlja novi obavezujući cilj u vezi sa obnovljivim izvorima energije u EU do 2030. godine. Cilj je najmanje 32% udela obnovljivih izvora energije, sa klauzulom za moguću reviziju (povećanje) ovog cilja do 2023. godine. Prema novoj „*Uredbi o upravljanju*“, koja je takođe deo „*Čiste energije*“, zemlje članice EU obavezale su se da sastave desetogodišnje „*Nacionalne energetske i klimatske planove*“ (NECP) za 2021-2030. godinu, navodeći kako će njima ispuniti nove ciljeve do 2030. godine, a koji se odnose na obnovljive izvore energije i energetske efikasnost. Države članice trebale su da podnesu nacrt NECP do 31. decembra 2018. godine i trebale su da budu spremne da podnesu konačne planove Evropskoj komisiji do 31. decembra 2019. godine ([Renewable Energy Directive 2009/28/EC, 2009](#)) ([Renewable Energy Directive 2018/2001/EU, 2018](#)).

Kao potencijalna članica Evropske unije, Srbija se obavezala, da preduzme konkretne i primerene mere ka održivoj potrošnji energije. U skladu sa direktivom 2009/28/EC Evropske unije, koja se takođe koristi za izračunavanje ciljeva za obnovljivu energiju za zemlje članice EU, Srbija se do sada obavezala za dostizanje veoma ambicioznog obavezujućeg cilja od 27% energije proizvedene iz obnovljivih izvora do 2020. godine ([National Renewable Energy Action Plan of the Republic of Serbia, 2013](#)). Sadašnje stanje je, da je otprilike 21% finalne energije koja se u Srbiji potroši, poreklom iz obnovljivih izvora, sa izvesnim povećanjem u poslednjih nekoliko godina ([Progress Report on the Implementation of the National Renewable Energy Action Plan of the Republic of Serbia, 2016](#)).

Skoro svu srpsku električnu energiju (oko 97%) proizvodi “Elektroprivreda Srbije” (EPS), koja je u potpunosti u državnom vlasništvu. Od električne energije koju proizvodi “EPS”, oko 21% dolazi iz hidroelektrana, što predstavlja najvažniji izvor obnovljive energije koja se koristi u Srbiji ([Electric Power Industry of Serbia Annual Report 2015, Elektroprivreda Srbije, 2015](#)). EPS se najviše oslanja na elektrane na lignit kako bi proizveo većinu električne energije, otprilike 64% srpske energije, što predstavlja neodrživ, visoko zagađujući i neefikasan izvor energije ([Serbia: Support to the Energy Sector, European Commission, 2014](#)). Termoelektrana Nikola Tesla (koja koristi lignit) proizvodi oko 50% električne energije u Srbiji ([Elektroprivreda Srbije, 2018](#)). U svakom slučaju, Srbija sa razlogom zavisi od lignita, jer energetske rezerve nafte i gasa čine simboličnih, manje od 1% ukupnih potreba. Različite vrste uglja čine preostalih 99%, od kojih lignit predstavlja oko 95% ([Energy sector developmet, 2017](#)).

Globalno gledano primena “Pariskog sporazuma”, zaključenog u decembru 2015. godine, zaostaje u pogledu dostizanja cilja, jer se njime nastojao ograničiti porast prosečne temperature na svetu na „znatno ispod“ 2° C, u poređenju sa predindustrijskim vremenom i to do kraja ovog veka. Ulažu se naponi na održavanju temperature na maksimumu 1,5° C iznad nivoa predindustrijskog vremena, međutim, temperature su već porasle 1° C u poređenju sa predindustrijskom erom. Poslednje četiri godine bile su najtoplije - rekordne (jul 2019. godine je bio najtopliji mesec u periodu otkad je merenje počelo ([Nakomcic-Smaragdakis et al., 2016](#)). Klimatske promene svuda ostavljaju vidljive posledice, od nestajućih koralnih grebena, do smanjenja debljine leda arktičkih mora, povećanja nivoa mora, velikih oluja, poplava itd.

U 2020. godini se od svih potpisnica “Pariskog sporazuma” očekivalo da ažuriraju svoj doprinos koji je utvrđen u “*Nationally Determined Contribution under the Paris Agreement*” (NDC) i postalo je jasno da je teško ostvariti smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte do 45% do 2030. godine i karbon neutralnost do 2050. godine, što je neophodno da bi se postigao cilj od 2° C (1,5° C) iz “Pariskog sporazuma”. Ako se prekorači granica povećanja temperature od 2° C, planeta Zemlja neće moći više da se prilagodi čovečanstvu i process je posle toga nepovratan, sa nesagledivim posledicama ([The Heat Is On: Taking Stock of Global Climate Ambition, 2019](#)).

Srbija je, prema “Pariskom sporazumu”, preuzela obavezu da smanji emisiju gasova sa efektom staklene bašte za 9,8% do 2030. godine u odnosu na 1990. godinu. Iako je Srbija uložila značajne napore da utvrdi potencijale smanjenja emisija ovih gasova u ključnim privrednim sektorima, postoji još niz mogućnosti za ambicioznije planove smanjenja, ali se na tome nedovoljno radi. U AP Vojvodini proteklih 14 godina urađeno je nekoliko studija, programa i elaborata i donet je akcioni plan na ovu temu. Nažalost malo elemenata iz navedenih studija, planova i elaborata je praktično primenjeno, skoro ništa, te je potrebno intenzivnije obnoviti napore ove vrste jer su obaveze preuzete, a posledice prekomerne upotrebe fosilnih goriva se, nažalost, već uveliko trpe.

Gradovi u Srbiji su, već standardno, na prvim mestima po zagađenju u odnosu na druge gradove u svetu. Desilo se i nekoliko katastrofalnih poplava, a poljoprivreda takođe trpi velike gubitke. Sa druge strane, razvojem sopstvenih izvora energije koji su obnovljivi, može se značajno smanjiti zavisnost od uvoza fosilnih goriva iz inostranstva, a samim tim i smanjiti geopolitički pritisak od strane razvijenih zemalja, koji će sigurno da postane intezivniji u predstojećim dekadama. Postoje sopstveni resursi koji su neiskorišćeni, a intezivniji razvoj u ovoj oblasti pruža šansu otvaranja novih radnih mesta, doprinosi ravnomernijem razvoju lokalnih sredina u AP Vojvodini i sigurno će smanjiti odliv radne snage u inostranstvo kao i unutrašnju migraciju ka velikim gradovima (Beograd i Novi Sad). Realna je potreba, da se što manje koriste energetske resursi u vidu fosilnih goriva koji se direktno uvoze i treba se što više fokusirati na racionalnu upotrebu sopstvenih resursa, nezavisnih od uvoza, koji su obnovljivi svake godine i koji su raspoloživi i održivi.

Sve navedeno navodi do potrebe razvoja modela za efikasno upravljanje obnovljivim izvorima energije i načina njihove finalne prerade. Cilj je korišćenja dostupnih izvora energije, pravilnog upravljanja obnovljivim izvorima energije, optimizacija skladištenja izvora energije, kao i razvoj i primena najsavremenijih proizvodnih procesa u preradi, sa manjim utrošcima energije i nemerljivo manjim zagađenjima prirodne sredine.

1.4 CILJEVI ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZE

Ciljevi istraživanja u okviru doktorske disertacije su analiza stanja i realnog potencijala biomase u Vojvodini, procena efikasnosti upravljanja biomasom u prethodnom periodu i razvoj modela efikasnog upravljanja biomasom na području Vojvodine, sa posebnim osvrtom na peletiranje biomase i biogas postrojenja, kao efikasnim i ekološki najprihvatljivijim vidovima finalne prerade.

Istraživanje treba da ponudi odgovore na pitanja koliki je stvarni potencijal biomase u Vojvodini, u kakvom je obliku i kakve je strukture. Istraživanje će dati podloge za razvoj modela efikasnog upravljanja biomasom na području Vojvodine, a dobijeni parametri za otvaranje mogućnosti dalje finalne prerade.

Opravdanost istraživanja u ovom području proizilazi iz činjenice da su najčešći ugrožavajući faktori vezani za biomasu nedostaci u procesu sakupljanja biomase, njeno neodgovarajuće skladištenje i odsustvo ideje o načinu za dalju finalnu preradu i upotrebu.

Na osnovu analize konsultovanih literaturnih izvora i postavljenih ciljeva, definisane su sledeće hipoteze istraživanja:

- H1: Potencijal biomase na području Vojvodine je značajan obnovljivi izvor energije, ali nije dovoljno iskorišćen u slučaju žetvenih ostataka;
- H2: Potencijal biomase na području Vojvodine je značajan obnovljivi izvor energije, ali nije dovoljno iskorišćen u slučaju stočnog stajnjaka;
- H3: Sadašnji način upotrebe žetvenih ostataka i stočnog stajnjaka ne daje dovoljne efekte u pogledu zaštite životne sredine;
- H4: Postojeća infrastruktura u Vojvodini nije na zadovoljavajućem nivou i ne omogućuje iskorišćenje potencijala biomase za izgradnju postrojenja za peletiranje žetvenih ostataka i za izgradnju postrojenja za biogas.

1.5 METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

U saglasnosti sa ciljevima, u istraživanju će biti primenjena odgovarajuća metodologija koja je zasnovana na prikupljanju podataka specifičnih za oblast istraživanja. Biće korišćene metode anketa i intervju sa zaposlenima iz preduzeća koja će biti obuhvaćena uzorkom.

U analizi i interpretaciji podataka, izvođenju zaključaka i razvoju modela efektivnog upravljanja biomasom biće kombinovane sledeće metode:

- za prikupljanje podataka će biti korišćene metode analize sadržaja (naučna literatura iz oblasti, podaci iz izveštaja strukovnih udruženja, sa berzi biomase, od najvećih firmi koje su generator biomase ili su korisnici biomase i proizvoda iz nje),
- za dobijanje saznanja od potencijalnih korisnika biomase će biti korišćene metode ankete i intervju,
- u obradi i analizi podataka će se koristiti odgovarajuće statističke metode i metode analize i predviđanja trendova,
- za interpretaciju rezultata istraživanja i proveru hipoteze istraživanja biće korišćene deskriptivne metod,
- u razvoju modela efikasnog upravljanja biomasom će se koristiti metode sistemskog modelovanja;
- metoda indukcije će se primeniti prilikom uopštavanja rezultata istraživanja,
- metode dedukcije će se primeniti radi uspostavljanja opštih teorija i provere njihove održivosti.

Analizom podataka biće obuhvaćen celokupan potencijal biomase u Vojvodini, po strukturi količini, vrsti i potencijalnoj energetske vrednosti. Podaci o potrošnji biomase će se uzimati iz stručne literature iz oblasti, statističkih izveštaja, izveštaja strukovnih udruženja i sa berzi biomase.

Istraživanjem putem ankete će biti obuhvaćena vodeća preduzeća koja su generator biomase i preduzeća koja su korisnici biomase i proizvoda iz nje. Konačan izbor preduzeća i broj anketiranih u istraživanju biće određen na osnovu analize preduzeća iz oblasti, koja posluju u Vojvodini. Anketiraće se zaposleni na menadžerskim pozicijama. Istraživanje će biti realizovano elektronski i putem interneta. Eksperimentalna istraživanja će biti realizovana u Vojvodini. Koristiće se zvanični statistički i drugi podaci.

Osnovne metode statističke obrade podataka će se zasnivati na deskriptivnoj i inferencijalnoj statistici. Koristiće se procentualna učešće, frekvencije, χ^2 test sa izraženom statističkom značajnošću i logistička regresija.

Metoda sistemskog modelovanja je predviđena u delu koji se odnosi na razvoj modela efikasnog upravljanja biomasom.

1.6 REZIME DISERTACIJE

U prvom delu istraživanja/disertacije definisan je predmet/problem istraživanja, postavljeni su ciljevi istraživanja i definisane hipoteze istraživanja. Prikazana je analiza raspoložive, relevantne literaturne građe vezane za predmet/problem istraživanja.

U okviru teorijskog dela istraživanja izvršena je procena potencijala biomase na području Vojvodine, po strukturi (vrsti), količini i potencijalnoj energetskej vrednosti. Analiziraju se mogućnosti prostornog razmeštaja namenskih javnih skladišta agrarne biomase na teritoriji Vojvodine. Prikazana je energetska slika Vojvodine sa udelom obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskej strukturi. Sagledane su mogućnosti dalje prerade biomase kroz proces peletiranja i izgradnju biogasa postrojenja.

Istraživački deo disertacije je podeljen na dve faze:

- Prva faza istraživanja se odnosi na prikupljanje podataka i analizu sadržaja iz naučne literature iz područja istraživanja, podataka iz izveštaja strukovnih udruženja, sa berzi biomase, od najvećih preduzeća koja su generator biomase ili su korisnici biomase i proizvoda iz nje i sl.;
- Druga faza istraživanja se odnosi na dobijanje saznanja od potencijalnih korisnika biomase i proizvoda iz nje. Primenjena je metoda intervjua, sa unapred pripremljenim uputnikom. Uzorak istraživanja je obuhvatio 53 velika poljoprivredna gazdinstva koja poseduju preko 100 ha zemlje na teritoriji Vojvodine.

Nakon prikaza i diskusije analiziranih rezultata, disertacija je usmerena na razvoj modela efikasnog upravljanja biomasom na području Vojvodine, sa posebnim osvrtom na peletiranje biomase, kao vidom finalne prerade i na izgradnju postrojenja za biogas.

Na kraju su izvedeni zaključci proistekli istraživanjem. Sastavni deo disertacije su korišćena literatura i prilozi.

2. PREGLED POTENCIJALA I OSNOVE UPRAVLJANJA BIOMASOM

2.1 POTENCIJAL BIOMASE U VOJVODINI

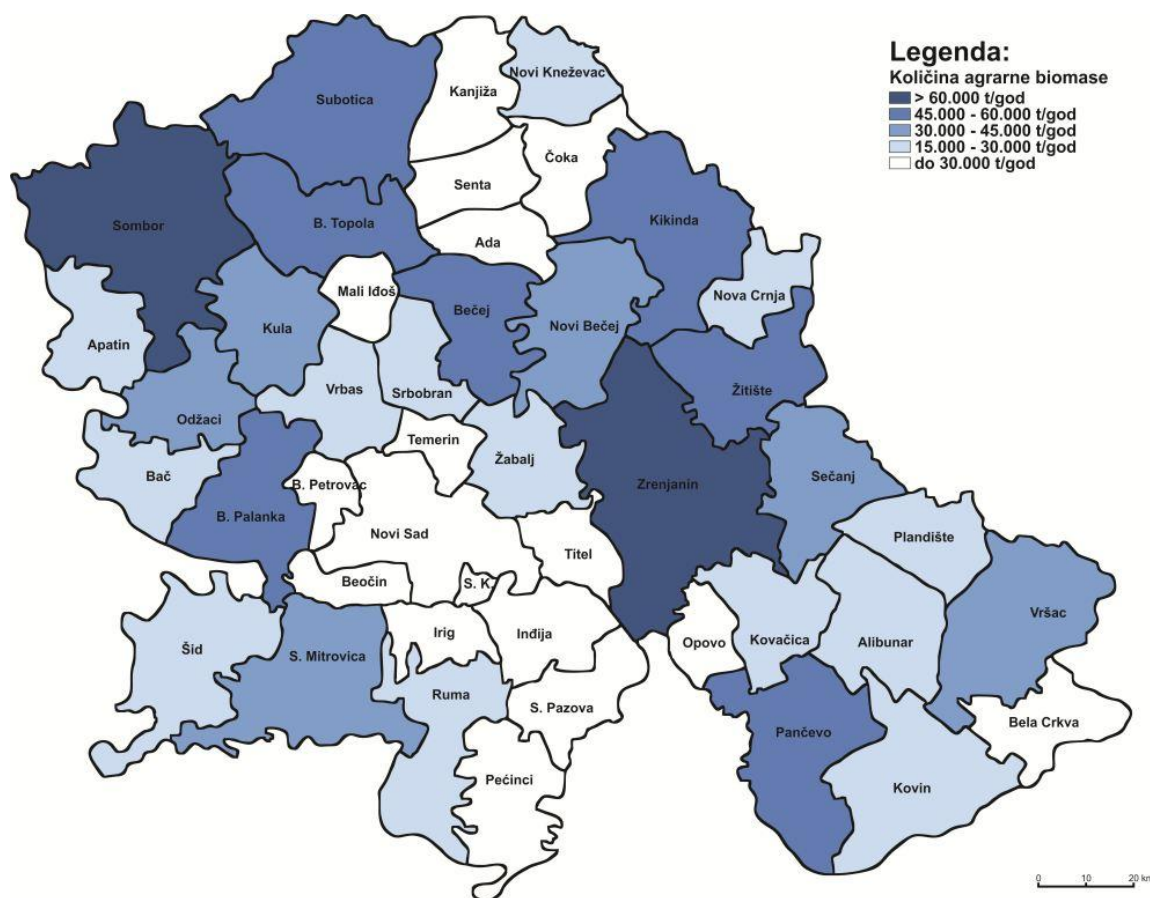
2.1.1 Sirovinski potencijal biomase

Autonomna Pokrajna Vojvodina je sastavni deo Republike Srbije. Locirana je na severu zemlje i podeljena je u 7 okruga, sa populacijom od 1,93 miliona stanovnika ([Statistical Office of the Republic of Serbia, 2014](#)). Kao region spada u oblasti Srbije sa upotrebom obnovljivih izvora energije u ukupnim izvorima energije na veoma niskom nivou. U 2011. godini taj udeo je bio samo 2%, odnosno 0,09 Mtoe ([Nakomcic-Smaragdakis et al., 2012](#)). Prema drugim procenama, taj udeo u potrošnji ukupne energije u 2011. godini je iznosio 1,25% ([Energetski bilans autonomne Pokrajne Vojvodine - plan za 2011., 2010](#)). Prema procenama iz 2015. godine od strane WBA ([World Bioenergy Association, 2015](#)) udeo obnovljivih izvora energije u primarnoj potrošnji se povećao i iznosi 3,2%. Ovako slaba zastupljenost ovih izvora energije u ukupnoj energiji, predstavlja svojevrsni paradoks, s obzirom na količinu biomase koja se u Vojvodini generiše na godišnjem nivou. Navedeni podaci pokazuju katastrofalnu energetska sliku Vojvodine, jer ukazuju na ogromnu energetska zavisnost od uvoza fosilnih goriva. U tabeli 1 su dati osnovni podaci vezani za region Vojvodine.

Tabela 1: Bazični podaci APV (Autonomne Pokrajne Vojvodine) (prilagođeno prema [Privredna komora Vojvodine](#))

Subjekt	Jedinica	Vrednost
Osnovni podaci		
Populacija	Mio. osoba	1.932
Površina zemljišta	ha	2.150.000
Obradivo zemljište	ha	1.780.000
Šume	ha	150.000
Stoka	grla	266.000
Svinje	grla	1.600.000

Analizom osnovnih podataka iz tabele 1, vidi se da je 83% zemlje u Vojvodini obradivo, dok je samo 7% zemlje pod šumom. Iz ovoga se zaključuje, da su žetveni ostaci primarna vrsta biomase koja je potencijalno na raspolaganju za iskorišćenje u energetske svrhe. Na slici 1 je dat prikaz gustine žetvenih ostataka u 43 opštine u Vojvodini, kao prikaz raspoloživosti ovog potencijalnog energenta u posmatranom regionu.



Slika 1. Raspoloživost energetskeg potencijala žetvenih ostataka - agrarne biomase u 43 opštine u Vojvodini (Martinov et al., 2016).

2.1.2 Podela biomase po vrstama i količinama

Sva biomasa koja je na raspolaganju, može se podeliti u više vrsta: drvena biomasa (drveće, otpad iz drvne industrije, brzorastuće drveće itd), nedrvena biomasa (žetveni ostaci, brzo rastuće trave, koštice, ljske biljnog porekla itd), biomasa životinjskog porekla i biomasa iz komunalnog i industrijskog otpada.

U tabeli 2, dat je prikaz ukupnih količina biomase, po vrstama, na području Vojvodine. U dosadašnjim radovima na ovu temu, prilikom prikazivanja količina biomase najčešće su se koristili prosečni podaci za period 2003-2007. godine. U tabeli 2 su prosečni podaci za perioda 2009-2011. godine.

Tabela 2: Ukupne količine biomase na teritoriji Vojvodine (prilagođeno prema Privredna komora Vojvodine)

Vrsta biomase	Prinos u tonama na godišnjem nivou
Agro-biomasa iz ratarske proizvodnje	6.245.000
Stočni stajnjak	3.600.000
Šumska biomasa (ostaci)	351.000
Uzgajanje voća i vinove loze-orezivanje	95.143
Komunalni otpad (organski)	393.000
Ukupno	10.684.143

Analizom podataka iz tabele 2, zaključuje se da, od sve biomase, najveći potencijal za energetska iskorišćenje leži u žetvenim ostacima, koji čine 58% ukupne biomase. Jasnija slika energetskeg potencijala u biomasi se stiče pregledom biljnih kultura koje daju najviše žetvenih ostataka. Ta procena data je tabelom 3, gde su prikazani prosečni prinosi žitarica, po vrstama.

Tabela 3: *Proizvodnja poljoprivredne biomase glavnih energetskih kultura (prilagođeno prema World Bioenergy Association, 2015)*

Poljoprivredna kultura	Površina [ha]	Prinos zrna [t/ha]	Masa zrna [t/ha]	Odnos mase [t/t]	Prinos slame [t/ha]	Masa slame [t/god]
Pšenica	262.900	3.7	972.730	1:1	3.7	972.730
Ostale žitarice	62.800	3.0	188.400	1:1	3.0	188.400
Kukuruz (stabljika + kukuruzni klip)	703.100	5.2	3.650.000	1:1	5.2	3.650.000
- Kukuruzni klip	-	-	-	1:0.2	1.04	940.000
Suncokret (stabljika+glava)	153.000	2.0	306.000	1:2	4.0	612.000
- Ljuska	-	-	-	1:0.3	0.6	91.800
Soja	148.000	2.4	355.200	1:2	4.8	710.400
Uljana repica	4.204	2.090	8.786	1:2	4.180	17.500
Duvan (list+stabljika)	4.321	1.475 (leaf)	6.373 (leaf)	1:0,35	0,516 (stem)	2.230 (stem)
Ukupno	1.338.325	4.25	5.487.489	1:1,2	4.76	6.245.060

Analizom podataka iz tabele 3, posebno onih koji se odnose na količine žetvenih ostataka, vidi se da je najveći potencijal u biomasi od kukuruza, zatim od pšenice, soje i suncokreta. Biomasa iz poljoprivrede ima primenu u različitim vidovima proizvodnje: proizvodnja humusa i stajnjaka, proizvodnja stočne hrane i toplotne energije, proizvodnja građevinskog materijala i nameštaja, proizvodnja alkohola i biogasa, proizvodnja papira, ambalaže i ukrasnih predmeta, proizvodnja sredstava za čišćenje metalnih površina, proizvodnja kozmetike itd.

Iz gore navedenog, kada se uzmu količine koje su na raspolaganju, ostaje otvoreno pitanje najboljeg načina korišćenja biomasa iz poljoprivrede. Biomasa je raspoloživa u velikim količinama i obnovljiva je svake godine, ali se koristi neracionalno i, nažalost, ogromne količine se još uvek spaljuju na njivama, uprkos postojanju zakonske zabrane.

Ukupna količina od 6,2 miliona tona raspoložive biomase od žetvenih ostataka je velika, ali usled ograničenih kapaciteta i nedostatka iskustva u početnoj fazi će moći da se iskoristi samo oko 10% tih količina za energetske svrhe. U perspektivi, iskorišćenje može da naraste do 25%. To znači, da je za energetske svrhe na raspolaganju količina od 1,5 miliona tona biomase od žetvenih ostataka.

2.1.3 Energetski potencijal biomase i njegov sadašnji udeo i mogući potencijal u ukupnoj potrošnji finalne energije u Vojvodini

Radi lakšeg praćenja teksta koji sledi, daje se razjašnjenje korišćenih mernih jedinica za energiju. Osnovna jedinica za energiju je džul (J), ali se u praksi koriste veće jedinice (KJ... PJ). Za velike količine energije, na primer godišnju potrošnju države, u praksi je uobičajena uporedna merna jedinica "ekvivalent tone nafte" *toe* (*Tonne of Oil Equivalent*) i druge merne jedinice. Veza između mernih jedinica za energiju je data u tabeli 4.

Tabela 4: Veza između mernih jedinica za energiju

	J	PJ	kWh	toe
J	1	1×10^{-15}	$2,78 \times 10^{-7}$	$2,39 \times 10^{-11}$
PJ	1×10^{15}	1	$2,78 \times 10^8$	$2,39 \times 10^4$
kWh	$3,60 \times 10^6$	3600×10^{-9}	1	$8,60 \times 10^{-5}$
toe	$4,19 \times 10^{10}$	$4,19 \times 10^{-5}$	$1,16 \times 10^4$	1

Potrošnja energije u Srbiji je oko 15 miliona tona ekvivalent nafte (15 Mtoe), a sa druge strane Srbija potencijalno raspolaže sa 3,2 Mtoe samo u obnovljivim izvorima, a koristi zanemarljive količine (Golusin et al., 2010). Od 3,2 Mtoe u obnovljivim izvorima energije, biomasa ima najveće učešće sa 2,6 Mtoe, a od toga je 60% poljoprivrednog porekla (pretežno lociranog u Vojvodini), a 40% je šumska biomasa (Đerčan et al, 2012). Pored žetvenih ostataka i šumske biomase, udeo u ukupnoj biomasi, koja je na raspolaganju su i stajnjak i biomasa iz organskog otpada. Jedan od najvažnijih indikatora kvaliteta goriva uopšte je njegova toplotna vrednost. Toplotna vrednost biomase zavisi od tipa i strukture biomase, ali najviše od sadržaja vlage (Nakomčić-Smaragdakis et al., 2014).

Sa povećanjem vlage u strukturi biomase, smanjuje se njena toplotna vrednost. U tabeli 5, (Brkić et al., 2000) su prikazane procene približne ogrevne vrednosti za biomasu (za ravnotežni sadržaj vlage od 14%), a u tabeli 6 date su toplotne vrednosti drveta u zavisnosti od sadržaja vlage u njemu (Danon, 2014).

Tabela 5: Neto toplotne vrednosti biomase za ravnotežni sadržaj vlage (Brkić et al., 2000)

Vrsta Biomase	Neto kalorična vrednost [MJ/kg]
Pšenična slama	14,00
Ječmena slama	14,20
Ovsena slama	14,50
Ražena slama	14,00
Kukuruzovina	13,50
Kukuruzovina semenskog kukuruza	13,85
Oklasak	14,70
Suncokretova stabljika	14,50
Suncokretova ljuska	17,55
Sojina slama	15,70
Slama od repice	17,40
Duvanska stabljika	13,85
Voćarska orezovina	14,15
Orezovina iz vinograda	14,00
Stabljika hmelja	14,00
Stajnjak	23,00
Ukupno/prosek	14,26

Tabela 6: Neto toplotna vrednost drveta u zavisnosti od sadržaja vlage (prilagođeno prema Danon, 2014)

Sadržaj vlage u odnosu na apsolutno suvo [%]	Neto kalorična vrednost [MJ/kg]
0	18.2
15	15.4
30	13.5
45	11.9
60	10.5
100	8.5

Tabela 7 daje prikaz primarne energije koju je moguće proizvesti iz biomase raspoložive na teritoriji Vojvodine, razvrstano po vrstama biomase. Vidi se da je ukupna primarna energija iz biomase 71 PJ, a kada se uključi i primarna energija iz uvezenog drveta, brzo rastućeg drveća i žetvenih ostataka za transportna biogoriva, ukupna primarna energija dostiže 98 PJ (World Bioenergy Association, 2015).

Tabela 7: Procena energetske sadržaja biomase po proizvodima u Vojvodini (prilagođeno prema World Bioenergy Association, 2015)

	Količina [Tona/god]	Prosečan sadržaj energije po toni [kWh]	Primarna energija [GWh]	Primarna energija [PJ]	Primarna energija [Mtoe]
Agro biomasa kao nusproizvod	6 245 060	3 200	19 984 615	61.5	1.469
Agro biomasa za 70 miliona litara biogoriva ¹	58 000	8 900	516	1.9	0,045
Stočni stajnjak	3 600 000	130	480	1.7	0,040
Šumska biomasa	351 000	3 400	1 190	4.3	0.103
Orezovina od voća i vinove loze	95 143	3 400	323	1.16	0.027
Komunalni otpad	393 000	550	216	0.8	0,019
Σ nusproizvoda i biogoriva				71.36	1.695
Uvoz drva za ogrev	250 000	3 900	900	3.2	0.076
Pored toga, 100 000 ha šume sa kratkom rotacijom (suvo)	1 200 000	5 000	6 000	21.6	0.516
Usevi za transportna goriva	52 000	11 000	572	2.0	0.048
UKUPNO	11.044.203			98.16	2,335

1) Pola etanol, pola biodizel

Ukupna primarna energija iz biomase iz tabele 7 se znatno razlikuje od ranije objavljenog podataka u radu Nakomcic-Smaragdakis et al. Ova razlika je posledica analize novih podataka za promenjenu strukturu i obim zasada, kao i uključivanja ranije nedostajućih podataka za biomasu životinjskog porekla, biomasu dobijenu iz organskog otpada i biomasu koja se koristi za biogorivo i novih podataka za drvo iz uvoza, brzo rastuće šume i useve za transportna goriva.

Važno je napomenuti da se navedeni potencijal u biomasi, koji je raspoloživ za korišćenje u energetske svrhe, razlikuje od realnog potencijala koji se može iskoristiti. Često se, pri oceni potencijala, primenjuje maksimalistički pristup i računa se potencijal za celokupan prinos, odnosno ukupne količine žetvenih ostataka iznad površine zemljišta.

Definisanje realnog energetskog potencijala biomase je uslovljeno podelom potencijala biomase na sledeće kategorije:

1. Teoretski potencijal - koji podrazumeva ukupne nadzemne ostatke.
2. Tehnički potencijal - koji podrazumeva količine ostataka, koje mogu da se, raspoloživom tehnikom i odabranim postupkom, uberu i sakupe. Ovde se, u najvećem broju slučajeva, radi o 22-65% od teoretskog potencijala, što zavisi od biljne vrste, životinjske vrste, kao i strukture otpada.
3. Održivi potencijal - koji se odnosi na količine koje mogu da se uberu i sakupe bez posledica po očuvanje plodnosti zemljišta. Njegovo određivanje je kompleksno i zavisno od sledećih faktora: stanje zemljišta, agroklimatski uslovi, biljne vrste, plodored i dr.
4. Energetski potencijal - dobijen kao razlika održivog potencijala i količina koje se koriste za druge namene (prostirka, proizvodnja stočne hrane, proizvodnja pečuraka, grančarska industrija, proizvodnja građevinskog materijala itd) (Veselinov et al., 2015) (Hickman et al., 1989).

Na definisanje održivog, pa time i energetskog potencijala utiče i primenjeni postupak obrade zemljišta. Pored konvencionalne obrade plugom, sa prevrtanjem, sve češće i na većim površinama, posebno u predelima sa manjim količinama padavina, se primenjuje obrada bez prevrtanja. Ukoliko se, pri takvoj obradi, na površini ostavi sav ili veći deo žetvenih ostataka, radi se o konzervacijskoj obradi zemljišta. Ovakva vrsta obrade podrazumeva, da je do trenutka setve naredne biljne vrste, oko 30% površina prekriveno biljnim ostacima, najčešće žetvenim ostacima, mada mogu da budu i ostaci međuuseva, pa i čvrstog stajnjaka. Međutim, za pojedine biljne vrste, čak i sa ubiranjem polovine žetvenih ostataka na njivama ostaje dovoljna masa da bi se ostvarili zahtevi definisani za konzervacijsku obradu (Veselinov et al., 2015) (Hickman et al., 1989).

Realna je procena, da se 25% žetvenih ostataka može iskoristi u energetske svrhe, a ostatak za druge namene. Voćarska i vinogradarska biomasa (orezovina) se uglavnom u malom procentu koristi za zagrevanje objekata u domaćinstvima, te je njen potencijal za korišćenje u energetske svrhe, primenom odgovarajuće tehnologije, na nivou do 50%. Stočarska biomasa se može koristiti za proizvodnju biogasa. Procenjuje se da bi se na ovaj način moglo iskoristiti do 30% ove biomase. Šumska i drvoprerađivačka biomasa se koristi za proizvodnju briketa i peleta. Procene su, da bi se moglo koristiti do 50% ove biomase. Komunalni otpad se za sada ne koristi u energetske svrhe. Pošto u komunalnom otpadu ima do 60% organskog dela, jedan deo bi mogao da se koristi za proizvodnju biogasa, drugi deo za proizvodnju komposta i treći za proizvodnju toplotne energije. Procenjuje se, da bi se do 50% komunalnog otpada moglo koristiti u energetske svrhe (Uspostavljanje berze biomase u AP Vojvodini, 2012).

Kada se uzmu u obzir navedena ograničenja, dolazi se do realnog energetskog potencijala biomase na području Vojvodine, prikazanog u tabeli 8.

Tabela 8: Kalkulacija realnog energetskeg potencijala biomase na području Vojvodine
(prilagođeno prema *World Bioenergy Association, 2015*)

	Primarna energija [PJ]	Primarna energija [Mtoe]	Koeficijent iskorišćenja u realne energetske svrhe	Realni energetskeg potencijal [Mtoe]	Realni energetskeg potencijal [PJ]
Agro biomasa kao nusproizvod	61.5	1.469	25%	0.367	15.37
Agro biomasa za 70 miliona litara biogoriva ¹⁾	1.9	0.045	100%	0.045	1.9
Stočni stajnjak	1.7	0,040	30%	0.012	0.51
Šumska biomasa	4.3	0.103	50%	0.05	2.15
Orezovina od voća i vinove loze	1.16	0.027	50%	0.013	0.58
Komunalni otpad	0.8	0.019	50%	0.01	0.4
SUMA nusproizvoda i biogoriva	71.36	1,695	Avarage 29.3%	0.497	20.9
Pored toga, 100 000 ha šume sa kratkom rotacijom	21.6	0.516	50%	0.258	10.8
Uvoz drva za ogrev	3.2	0.076	100%	0.076	3.2
Usevi za transportna goriva	2.0	0.048	100%	0.048	2.0
UKUPNO	98.16	2,335	Avarage 37.6 %	0.879	36.9

1) Pola etanol, pola biodizel

To znači, da bi se od ukupne količine biomase, koja iznosi oko 11 miliona tona godišnje, za energetske potrebe realno moglo koristiti približno 4 miliona tona ili 37.6%, što odgovara 0,879 Mtoe.

Tabela 9 pokazuje ukupnu potrošnju energije u Vojvodini. Ona iznosi oko 2.939 Mtoe i u ukupnoj potrošnji, obnovljivi izvori energije po ovoj tabeli učestvuju sa 1.25 % ili 0,026 Mtoe (*Energetski bilans autonomne Pokrajne Vojvodine - plan za 2011 godinu, 2010*).

Tabela 9: Zbirni energetskeg bilans Vojvodine
(*Energetski bilans autonomne Pokrajne Vojvodine - plan za 2011 godinu, 2010*)

Stavka	Mtoe	%
Proizvodnja primarne energije	1,509	41,03%
ZALIHE	-0,288	-7,82%
Neto uvoz energenata/energije*	2,457	66,79%
Raspoloživa energija za potrošnju	3,678	100,00%
Ugalj	0,125	3,40%
Nafta	1,569	42,66%
Prirodni gas	1,190	32,36%
Preuzeta električna energija	0,768	20,87%
Obnovljivi izvori energije	0,026	0,70%
Raspoloživa energija za potrošnju	3,678	100,00%
U energetskeg sektoru	0,521	14,16%
Za transformacije	1,280	34,81%
Za direktnu potrošnju	1,738	47,26%
Gubici u transportu i distribuciji	0,139	3,77%

Transformacije			
Energenti za transformacije	Ukupno	2,678	100,00%
	U vojvodini	1,280	47,81%
	Za potrebe centralne Srbije	1,398	52,19%
Proizvodnja transformisane energije	Ukupno	2,458	100,00%
	Za potrebe Vojvodine	1,061	43,16%
	Za potrebe centralne Srbije	1,397	56,84%
<i>Efikasnost transformacija</i>			<i>91,80%</i>
Ukupna potrošnja finalne energije		2,939	
Neenergetska potrošnja		0,841	28,61%
Energetska potrošnja - po sektorima potrošnje		2,098	71,39%
Industrija		0,543	25,90%
Saobraćaj		0,571	27,23%
Ostalo		0,983	46,88%
Energetska potrošnja - prema vrsti energije		2,098	
Čvrsta goriva		0,125	5,94%
Tečna goriva		0,672	32,03%
Gasovita goriva		0,496	23,63%
Električna energija		0,656	31,27%
Toplotna energija		0,124	5,92%
Obnovljivi izvori energije		0,026	1,25%

Analizom podataka o realnoj energiji koja bi se mogla dobiti iz biomase i poređenjem sa ukupnom potrošnjom energije u Vojvodini, dolazi se do podatka da bi se sa realnim potencijalom energije iz biomase moglo zadovoljiti oko 30% ukupne potrošnje energije.

Dalja analiza, po stavkama fosilnih goriva, pokazuje da bi se iz sopstvenih resursa u biomasi, moglo zadovoljiti 56% ukupnog uvoza nafte ili 73.8% uvoza prirodnog gasa u Vojvodini. Ako se uporedi sa uvozom uglja, biomase na godišnjem nivou u Vojvodini ima dovoljno da u narednih 7 godina potpuno zameni uvoza uglja. Od realnog potencijala od 30%, trenutno je iskorišćeno oko 1.25% ili 24 puta manje od potencijala. U nastavku se daju mogući pravci iskorišćenja ovog potencijala i analiza faktora koji uslovljavaju najbolje iskorišćenje.

2.2 MOGUĆNOSTI EFIKASNOG SAKUPLJANJA I SKLADIŠTENJA BIOMASE U VOJVODINI I NJEN UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU

2.2.1 Raspoloživi oblici biomase u Vojvodini i načini skladištenja

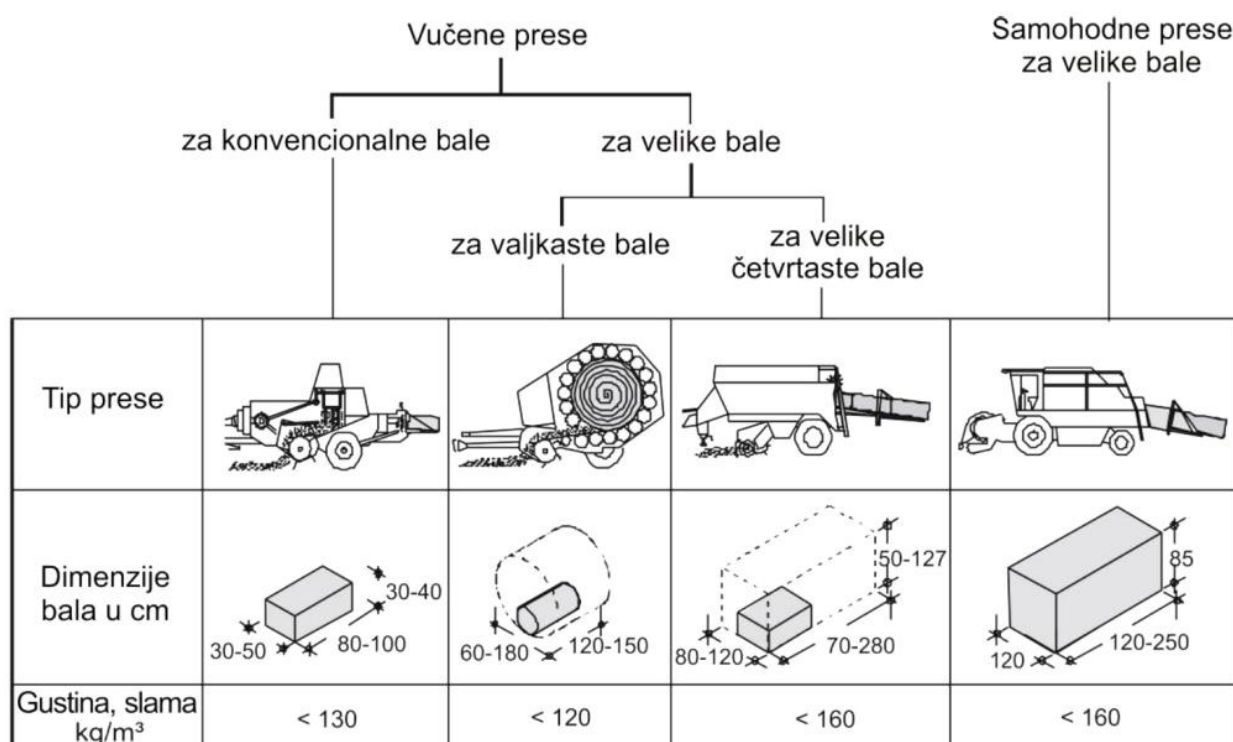
Od sve biomase najviše ima žetvenih ostataka od kukuruzovine, pšenice, soje i suncokreta (sa ljuskom) i ostataka od brzo rastućeg drveća. Što se tiče žetvenih ostataka, oni su u formi slame u rinfuznim i baliranim oblicima, a daljom preradom mogu se briketirati i peletirati.

Biomasa u rinfuzi je sirova slama (pšenična, sojina i slama uljane repice), kukuruzovina i stabljike sa „glavama“ suncokreta. Ovaj oblik žetvenih ostataka posle ubiranja zrna ostaje na njivi rasut po površini zemljišta u tzv. rinfuznom obliku. Prinos slame može da bude od 3 do 6 t, kukuruzovine od 6 do 8 t, a stabljika sa „glavama“ suncokreta oko 2 t. Biomasi u obliku rinfuze karakteriše veliki utrošak mehanizovanog i ručnog rada i mala iskorišćenost prostora ([Studija: uspostavljanje berze biomase u AP Vojvodini, 2012](#)). Njeno prikupljanje se obavlja raznim vrstama ručnog alata, a utovar slame može da se obavi utovarivačima, samoutovarnim prikolicama i silažnim kombajnima.

Skladištenje biomase u rinfuzi obavlja se u gomile sa krovnim završetkom zbog slivanja kiše, uz sadržaj vlage od 12-14%. Pošto je biomasa kabast i lagan materijal, zahteva veliku površinu za skladištenje. Biomasa u rinfuzi se otežano utovara u prikolice, transportuje i slaže u gomile, jer je rastresita, nepovezana i klizava. Oblici bala mogu biti sledeći:

- male konvencionalne (prizmatične) bale,
- rol (valjkaste) bale,
- velike prizmatične bale i
- stogovi.

Balirana biomasa se na samoj njivi presuje u bale različitih oblika i dimenzija. Slika 2 pokazuje tipove presa za baliranje različitih oblika bala.



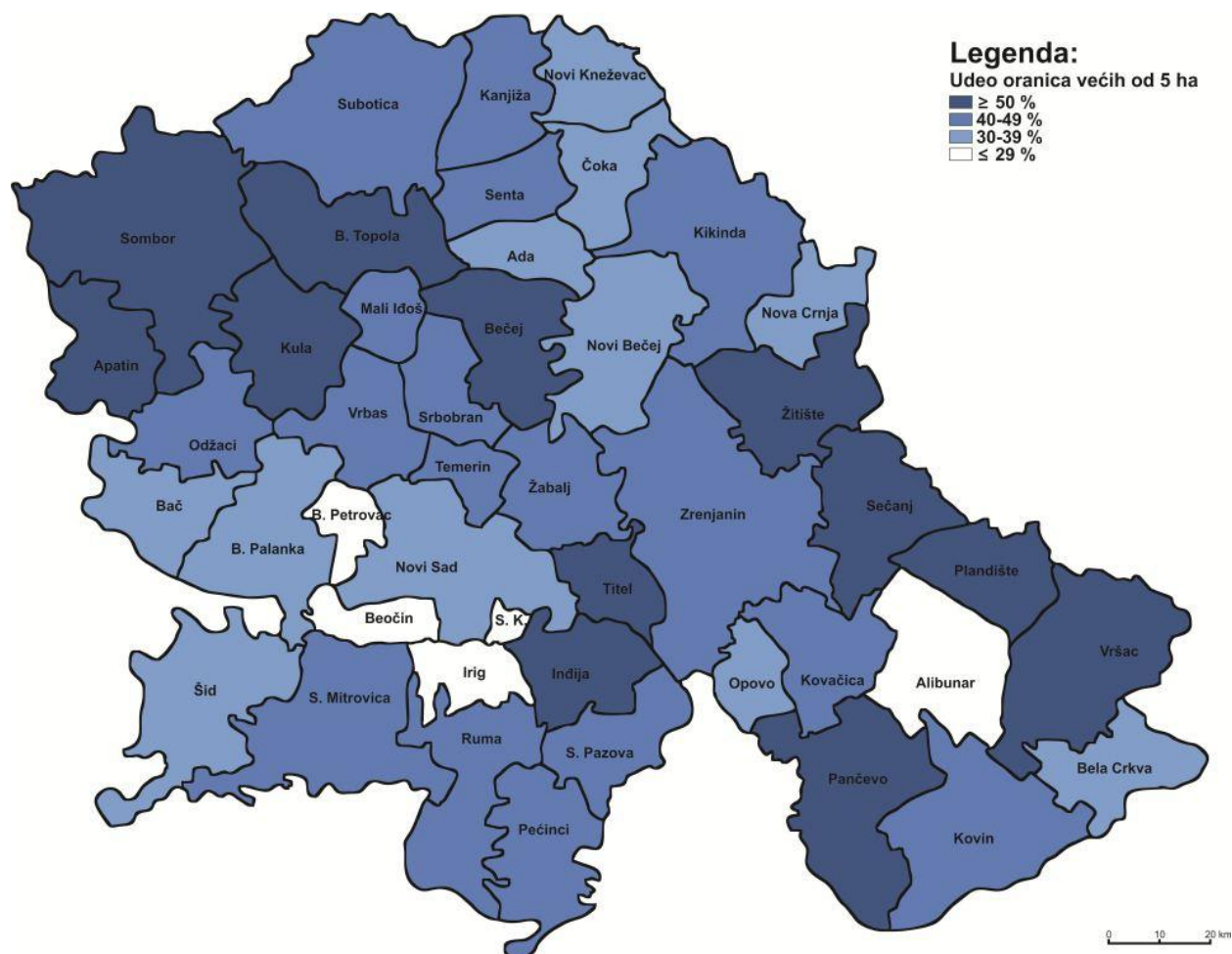
Slika 2. Tipovi presa za baliranje agrarne biomase (Kaltschmitt i Hartmann, 2001)

Konvencionalne bale se obično ručno, pojedinačno utovaraju/istovarju i slažu, što uzrokuje visoke operativne troškove. Gustina i dimenzije bala mogu da se podešavaju, a obično se teži da masa bala ne bude preko 10 do 11 kg, zbog potrebe ručnog rada. Sadržaj vlage u bali može da bude 14-20%. Obično se ostvaruje ravnotežni sadržaj vlage u balama i gustina od 90-110 kg/m³. Pogodne su za loženje na manjim postrojenjima. (Martinov et al., 2016) (Martinov et al., 2011).

Valjkaste bale mogu biti male, velike i bale promenljivih dimenzija. Prečnik male valjkaste bale je 150 cm, a dužina 120 cm, prečnik velike bale je 180 cm, a dužina 150 cm, prečnik bale promenljivih dimenzija je od 60 do 210 cm, a dužina 120-180 cm. Masa malih valjkastih bale je 140-240 kg, velikih 250-420 kg, a bala promenljivih dimenzija 70-680 kg. Sadržaj vlage u bali može da bude 14-20%. Gustina je 70-110 kg/m³ za sve rol bale. Ove bale lako se skladište, ali nedostatak je to što za neke tipove generatora toplote moraju da se dezintegrišu. Valjkaste bale su pogodne za mehanizovani utovar i istovar, ali zbog oblika imaju manju skladišnu gustinu, te se na transportno sredstvo utovara manja količina biomase.

To za posledicu ima više troškove transporta i skladištenja. Za ekonomski opravdano ubiranje slame u formi valjkastih bala, parcele ne treba da budu manje od oko 3 ha. Transportno rastojanje do prvog skladišta, ne bi smelo da bude preko 10-15 km. (Martinov et al., 2016)

Velike četvrtaste bale mogu biti presovane normalnim i visokim pritiskom. Dimenzije bala mogu biti 150x150x210-240 cm i 70x120x160-270 cm, respektivno od vrednosti pritiska. Masa manjih bala je 240-570 kg, a velikih 500-1.000 kg. Sadržaj vlage u bali može da bude 14-20%. Gustina je 50-100 kg/m³ i 140-180 kg/m³. Ove bale lako se skladište, ali nedostatak je to što za neke tipove generatora toplote moraju da se dezintegrišu. Primena presa za velike četvrtaste bale je ekonomski opravdana samo za parcele veće od 10 ha. Za duža transportna rastojanja ove bale imaju izrazitu prednost. Primenjuju se za snabdevanje većih energetske jedinica. Stogovi (velike zaobljene gomile) imaju dimenzije 240x300x260-640 cm, masu 1.300-2.000 kg i gustinu 60-90 kg/m³. Posebno ograničenje za takvo korišćenje biomase je površina polja u Vojvodini, koja su znatno manja u odnosu na prosečnu površinu polja u EU. Slika 3 daje uvid u raspored obradivih polja po površinama i opštinama u Vojvodini, sa lokacijama polja pogodnih za sakupljanje slame, presama za velike bale (Martinov et al., 2016)

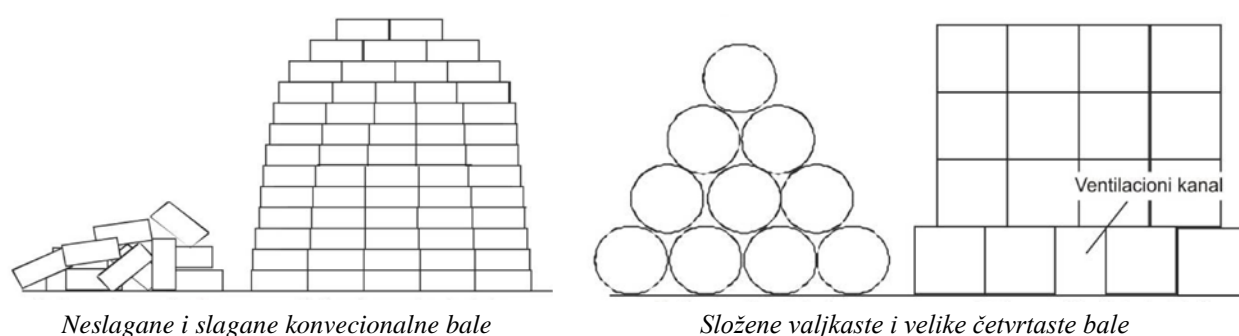


Slika 3. Udeo parcela ≥ 5 ha, pogodnih za sakupljanje žetvenih ostataka presama za velike bale, u opštinama u Vojvodini (Martinov et al., 2016).

Bale se najčešće skladište formiranjem kupa na otvorenom. Mogu da se koriste i raspoloživi skladišni prostori, a namenska gradnja nadstrešnica nije isplativa. Način skladištenja je sličan za sve oblike bala, s tim da se velikim balama - valjkastim i četvrtastim, u skladištu rukuje mehanizovano.

Za razmatranje problema javnih skladišta za agrarnu biomasu od posebnog je značaja gustina skladištenja. Skladištenje rinfuznog materijala je nepovoljno, ali i transport i manipulacija, te ne treba ni da se razmatra. Na slici 4 prikazan je način skladištenja balirane biomase. Potrebna površina skladišta zavisi od visine koja se ostvaruje.

Na slici 4 se vidi, da su gustine približno iste. Najniža je za valjkaste, a najviša za velike četvrtaste bale. Gustina materijala je u svim slučajevima niska, te kako je već decenijama poznato i opšteprihvaćeno primena građenih skladišta, čak i najjednostavnijih nadstrešnica, nije isplativa. Obavezno je da se primeni zaštita od padavina i zemljišne vlage. To se efikasno ostvaruje postavljanjem bala na izdignuti teren, po mogućnosti na drvenu ili kamenu podlogu, te prekrivanjem višegodišnjim folijama sa zatezanjem, da bi se sprečilo otkrivanje dejstvom vetra (Martinov et al., 2011).



Slika 4. Način skladištenja bala (Martinov et al., 2011)

Drugu kategoriju biomase u Vojvodini biljnog porekla, po učešću, čini drvena klasa biomase odnosno drvena biomasa iz brzo rastućih šuma, drvo iz šuma i ogrevno drvo iz uvoza. U tabeli 10 se, kao pokazatelj potencijala ove vrste biomase, daje se pregled gustine ogrevnog drveta, u zavisnosti od sadržaja vlage i oblika.

Tabela 10: Gustina raznih vrsta i oblika drveta (Derčan et al., 2012).

Sadržaj vlage [%]	Bukva			Hrast			Meko drvo			U skladištu, složeno		
	DM	SL	CP	DM	SL	CP	DM	SL	CP	DM	SL	CP
	Masa [kg/m ³]											
0	558	390	230	588	411	242	361	253	149	448	313	184
10	620	434	255	654	457	269	401	281	165	498	348	205
15	657	459	270	692	484	285	425	297	175	527	369	217
20	698	488	287	735	514	303	452	316	186	560	392	231
30	798	558	328	840	588	346	516	361	212	640	448	264
40	930	651	383	980	686	403	602	421	248	747	522	307
50	1117	781	459	1177	823	484	722	505	297	897	627	369

DM - drvo bez međuprostora, drvena masa, SL - složene cepanice, prosečno; CP - iver, gomila

Ogrevno drvo prodaje se u obliku složenih cepanica. Za mnoge generatore toplote je poželjno da bude podužno cepano i rezano na cepanice dužine, najčešće, 25 ili 33 cm. Drvo u obliku cepanica pogodno je za skladištenje i u dvorištima kuća i za potrebe centralnog grejanja zgrada sa manjim brojem stanova. Na slici 5 prikazana su pakovanja prethodno obrađenog drveta u formi pogodnoj za utovar, transport i istovar, pa i loženje.



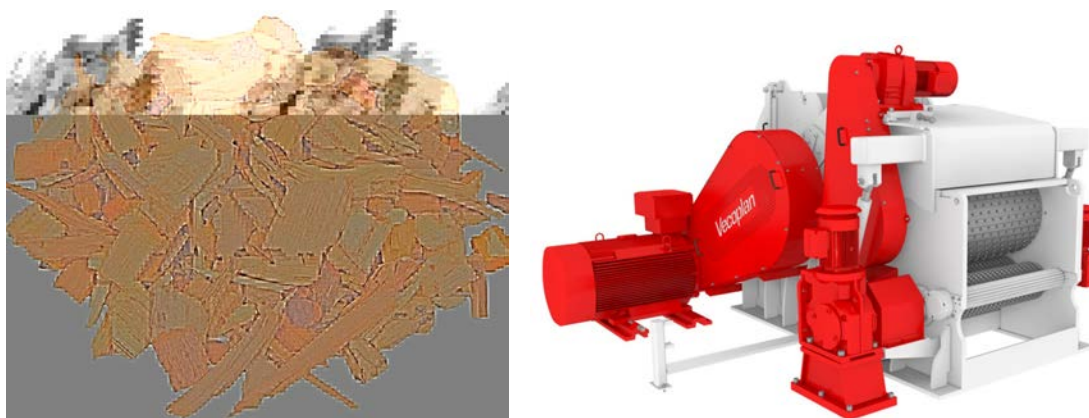
Slika 5. Savremena pakovanja ogrevnog drveta, dugačke i kratke cepanice (Martinov et al., 2011)

U grupu drvenaste biomase ubrajaju se i ostaci od rezidbe vinograda i voćnjaka. Na slici 6 prikazane su dve forme bala ostataka rezidbe. Prese za ove bale bile su zaboravljene, ali je njihova upotreba ponovo aktuelna.



Slika 6. Valjkaste i četvrtaste bale ostataka rezidbe vinograda i voćnjaka (Martinov et al., 2011)

Posebna forma drvene biomase je iver prikazan na slici 7, a nastaje seckanjem ili drobljenjem drveta. Mogu da se koriste i grane brzorastućih šuma, a prečnici grana su najčešće do 15 cm. Sadržaj vlage ivera zavisi od sirovine, a za ostatke seče šume je do 55 %. Takav materijal nije pogodan za sagorevanje u manjim kotlovima i drugim generatorima toplote, već u specijalnim kotlovima. Za manje jedinice, do 100 kW, poželjno je da sadržaj vlage bude do 25%, a to su grane koje su bile na otvorenom preko leta.



Slika 7. Iver i drobilica za drvo (prilagođeno prema <https://www.ligna.de>)

Pri skladištenju vlažnog drveta dolazi do određenih gubitaka usled mikrobiološke razgradnje. Gubitak čvrste mase ivera sadržaja vlage 30-40% je do 2% mesečno, što zavisi od niza faktora - sadržaja vlage, spoljašnje temperature, usitnjenosti ivera, vremena skladištenja, početne količine mikroorganizama itd. Područja gubitaka prikazana su u tabeli 11.

Tabela 11: Godišnji gubici čvrste mase pri skladištenju vlažnog drveta (Derčan et al., 2012).

Materijal	Gubici suve materije [%]
Ogrevno drvo, vlažno, nepokriveno	1 do 3
Sitni iver, vlažan, nepokriven	20 do >35
Sitni iver, osušen, pokriven	2 do 4
Krupan iver (7-15 cm), vlažan, pokriven	približno 4

Sušenje ivera nije isplativo, osim u posebnim slučajevima. Primenjuje se i produvanje - aktivna ventilacija, uz upotrebu posebne opreme i dodatni utrošak električne energije. Aktivnom ventilacijom snižava se sadržaj vlage i smanjuje mikrobiološka razgradnja. Iver drveta je pogodniji za transport od nekih formi slame. Veće količine skladište se u gomilama na otvorenom prostoru, a manje pod nadstrešnicama, u provetranim prostorijama, ili za kratkotrajne potrebe u silosima. Pretovar se lako ostvaruje i pneumatskim putem.

Da bi se biomasa mogla transportovati na udaljenosti veće od 100 km, skladištiti u manjem prostoru i da bi se s njom moglo lakše rukovati, ona može i da se sabija pod visokim pritiskom, u znatno manju zapreminu od prirodne, odnosno transformiše u brikete ili pelet. Taj vid prerade biće detaljnije obrađen u narednim poglavljima.

2.2.2 Primena biomase i uticaj na životnu sredinu.

Biomasa imaće najveću primenu kao energent u Vojvodini sa obzirom na dostupnost i količine, a posebno zbog činjenice da se njenom primenom smanjuje efekat staklene bašte putem stabilizacije emisije CO₂, jer proizvodnja i sagorevanje biomase u cilju dobijanja energije predstavlja zatvoren CO₂ ciklus. U tabeli 12 dato je poređenje emisije CO₂ u zavisnosti od različitih izvora iz kojih može da se generiše električna energija.

Podaci iz tabele 12 pokazuju da se korišćenjem biomase za proizvodnju električne energije za 1 GWh energije, generiše skoro 20 puta manje CO₂ u odnosu na ugalj, 16 puta manje u odnosu na naftu i 11 puta manje u odnosu prirodni gas, kao energente raspoložive u Vojvodini.

Tabela 12: Rezime intenziteta emisije gasova koje izazivaju efekat staklene bašte u životnom ciklusu. (prilagođeno prema, World Nuclear Association Report, 2011)

Tehnologija	Niska	Jedinica	Visoka
	Tone CO ₂ e/GWh		
Lignit	790	1.054	1.372
Ugalj	756	888	1.310
Nafta	547	733	935
Prirodni gas	362	499	891
Solarni PV	13	85	731
Biomasa	10	45	101
Nuklearna teh.	2	29	130
Hidroelektrane	2	26	237
Vetro elektrane	6	26	124

Pored toga što se korišćenjem biomase neuporedivo manje generiše štetnog CO₂, interesantno je razmotriti utrošak različitih energenata za proizvodnju energije. Tabela 13 pokazuje, da se iz 1 kg peleta i briketa od biomase dobija nešto manje energije nego spaljivanjem uglja. U poređenju sa naftom i sa prirodnim gasom, ta energija je 2,5-3 puta manja.

Tabela 13: Upporedni pregled kalorijske snage određenih goriva
(prilagođeno prema, [Iain, 2011](#)) (prilagođeno prema, [Argonne, IL, 2010](#))

Tip goriva	Sadržaj vlage [%]	Kalorijske vrednosti od donje niže, ka gornjoj višoj [MJ/kg]
Briket	10	16.74-17.10
Pelet	9	17.10-17.46
Piljevina	8	17.28-17.64
Drveni iver/čips	50	8.10-8.46
Sirova nafta	0	43.05-45.30
Ugalj	5	22.732-23.968
Prirodni gas	0	45.86-50.84

Od značaja, sa gledišta pogodnosti za sagorevanje, kao i uticaja na životnu sredinu, je sadržaj azota, sumpora, kalijuma i hlora, kao i karakteristike pepela u pogledu omekšavanja i topljenja. Azot (N) i sumpor (S) kao sastojci goriva su nepoželjni, jer doprinose stvaranju i emisiji azotnih oksida (NO_x) i sumpor-dioksida (SO₂) pri sagorevanju. U poređenju sa ugljem, biomasa se ističe niskim sadržajem sumpora, pri istovremenom primarnom spajanju nastajućeg SO₂ u pepelu, tako da se granične vrednosti emisije SO₂ lako održavaju u dozvoljenim granicama. Sadržaj azota u gorivu zavisi od vrste i načina sađenja biomase. Drvo poseduje nizak sadržaj azota, ali pri spaljivanju slame on može da bude isti ili veći nego kod uglja, što zavisi od količine đubriva i načina prihrane žitarica. Mnogo problematičniji od azota i sumpora u gorivu je hlor koji pored emisije, generiše i probleme u postrojenju za sagorevanje. Visok sadržaj hlora u slami ili miscanthusu, u poređenju sa ugljem, rezultat je primene kalijumskog đubriva (KCl) u poljoprivredi. Hlor izaziva koroziju, posebno pri visokim temperaturama u parnim grejačima. Dakle, drvena biomasa je pogodna i ekološki prihvatljiva kao gorivo. Slama, miscanthus i druge žitarice, zbog svojih gorivnih sastojaka, mogu biti izvor tehničkih problema u postrojenjima za sagorevanje, pa se preporučuje upotreba u obliku peleta za manje i srednje veličine kotlova ([Počuča et al., 2012](#)).

2.3 MOGUĆNOST DALJE PRERADE I PRIMENA BIOMASE U ENERGETSKE SVRHE

2.3.1 Generatori toplote

Generatori toplote su sve vrste uređaja, koji hemijsku energiju goriva transformišu u toplotnu, bilo za grejanje ili procesne svrhe. Podela generatora toplote data je u tabeli 14. Od namene generatora toplote, zavisi i način izvedbe postrojenja i vrsta nosioca toplote, koji se koristi. Ako generator toplote energiju predaje okolnom vazduhu, radi se o kaminima, pećima i štednjacima, a ako se kao nosilac toplote koristi voda ili vodena para, koje se dalje mogu koristiti za grejanje ili procesne svrhe, onda se postrojenje klasifikuje kao kotao. Na kraju, ako je produkt topao vazduh, koji se koristi na primer za proces sušenja, onda se radi o generatorima toplog vazduha ([Martinov et al. 2011](#)).

Tabela 14: Podela generatora toplote koji koriste biomasu kao gorivo (Martinov et al.2011)

Postrojenje	Nosilac toplote	Namena
Kamini	Vazduh	Grejanje, direktno
Otvoreni kamini		
Zatvoreni kamini, kamin-peć		
Peći	Vazduh	Grejanje, direktno
Livene peći		
Zidane peći		
Posebne vrste peći, npr. peć-kamin		
Štednjaci	Vazduh, kombinacija voda/vazduh	Grejanje, kuvanje
Štednjaci		
Kombinovani štednjaci		
Kotlovi	Voda (para)	Grejanje, procesna para
Toplovodni kotlovi		
Parni kotlovi		
Generatori toplog vazduha	Vazduh	Sušenje

Svi generatori toplote imaju ili kontinualno ili povremeno loženje. Kontinualno loženje se, zbog podešavanja prema potrebi potrošača za toplotnom energijom, često naziva i automatsko loženje. Generatori toplote sa povremenim, ručnim loženjem, nazivaju se i šaržni. Razlika je u tome što je za ručno loženje potrebno uložiti ljudski rad. Važno je napomenuti da je za automatsko loženje potrebna određena forma biomase kao goriva u generatoru toplote. Automatsko loženje se lako ostavljuje kada je biomasa u formi peleta, drvenog ivera, drobljenog oklaska, usitnjene slame itd. Ako je biomasa u formi bala slame, cepanica drveta, briketa, nije moguće postići automatsko loženje i tu se radi o šaržnim generatorima toplote i oni se „hrane“ ručno, odnosno potrebno je angažovanje ljudskog rada (Martinov et al.2011).

Tabela 15, daje prikaz različitih tipova potrošača toplote u Vojvodini. Dat je prikaz po tipu potrošača, tehnologiji generatora toplote i njegove snage, vrsti biomase koje koristi i organizacione strukture.

Važno je napomenuti da svi generatori toplote zahtevaju redovno i pravilno održavanje sa naznačenim merama zaštite na radu. Potrebno je vršiti redovno čišćenje, posebno površina razmenjivača. Na ovim površinama dolazi do taloženja naslaga, koje nepovoljno utiču na smanjenje toplotnog kapaciteta razmenjivača i u tom slučaju toplotna energija se ne iskoristi u zadovoljavajućoj meri. Smanjuje se snaga generatora toplote i skraćuje se radni vek. U principu, čišćenje bi trebalo da se vrši kod kotlova veće snage na nedeljnom nivou, a kod manjih generatora toplote približno dva puta u toku sezone (u zavisnosti od korišćenja tokom sezone). Kod kotlova je potrebno vršiti preglede, otklanjanje nedostataka, čak i konzervaciju na kraju grejne sezone, kako bi se sprečila korozija. Takođe, potrebno je redovno vršiti preglede i uređaja za regulaciju. U održavanje spada i periodično čišćenje dimnjaka, jer se na zidovima dimnjaka lepe teški nesagoreli ugljovodonici, koji mogu da se upale i uzrokuju požar (Martinov et al.2011).

Tabela 15: Pregled potrošača toplote i sistema grejanja zasnovanih na biomasi (prilagođeno prema, [WBA, 2015](#))

Br.	Tip potrošača toplote	Tehnologija biomase, tipične veličine u kW	Sirovina od biomase	Organizaciona struktura
1	Pojedinačne kuće	Peći na biomasu, kotlovi na biomasu 10 – 30 kW	Drva za ogrev, klipovi kukuruza, pelet od drveta ili slame	Privatna rešenja
2	Velike porodišne stambene jedinice	Kotlovi na pelet, kotlovi na drvenu sečku 50 -150 kW	Drveni iver(čips), pelet ili briket, od drveta ili slame,	Privatna rešenje i ugovaranje isporuke toplote
3	Javne zgrade - škole, poslovne zgrade, bolnice	100 – 500 kW	Drveni iver (čips), pelet ili briket od drveta ili slame.	Javna rešenja, ugovaranje isporuke toplote, kompanije za isporuku toplote
4	Farme, proizvodne kompanije, uslužni sektor	50 – 1.000 kW	Drveni iver(čips), pelet ili briket od drveta ili slame, bale slame, toplotna energija iz biogasa.	Privatna rešenja
5	Industrija	1.000 – 30.000 kW	Bale od slame, iverje, drvni ostaci, toplota iz biogasa	Kompanijska rešenja
6	Toplane daljinskog grejanja	1.000 – 80.000 kW	Bale slame, iverje, drvni ostaci, drugi ostaci	Opštine, privatne kompanije, pokrivaju sve vrste potrošača

2.3.2 Sabijanje biomase pod pritiskom - briketiranje i peletiranje

Zbog lakšeg transporta (na relacijama preko 100 km), skladištenja i radi lakšeg rukovanja, biomasa može da se sabija pod visokim pritiskom, u znatno manju zapreminu od prirodne, odnosno u brikete. Dakle, briketi se formiraju presovanjem usitnjenih čestica lignoceluloznog materijala, najčešće bez vezivnog sredstva, a pod posebnim uslovima: visok pritisak, povišena temperatura i optimalni sadržaj vlage u materijalu. Udarni pritisak klipa prese iznosi 150-210 bara. Presovanjem se zapremina biološkog materijala smanjuje 10-12 puta, uz dostizanje velike zapremine briketa $100-1.400 \text{ kg/m}^3$ ([Đerčan et al., 2012](#)). Nasipna masa (gustina gomile) briketa je $600-750 \text{ kg/m}^3$. Prostor za skladištenje smanjuje se tri puta u odnosu na bale. Ulazna granulacija materijala treba da je 3-5 mm, a optimalna vlaga pre ulaza u presu je oko 15%. Oblik briketa je cilindričan sa prečnikom od 25-90 mm i različitim dužinama. Briket se pakuje u termo propusnu foliju, kartonske kutije, papirne ili plastične kese ([Brkić et al., 2010](#)) ([Brkić et al., 2009](#)) ([Urbanovičová et al., 2010](#)) ([Danilović et al., 2006](#)).

Pored briketa, biomasa se presuje i u manje jedinice - pelete, sa poboljšanom gorivnom vrednošću, povećanom nasipnom masom, a sve u cilju mehanizovanog i automatizovanog rukovanja i isplativosti transporta na velike udaljenosti (do 1.000 km). Tržište peleta rapidno raste zadnjih deset godina, a očekuje se još veći rast u bliskoj budućnosti. Dimenzije peleta su: prečnik 6 do 20 mm i dužina 5-40 mm. Usitnjenost biomase treba da bude do 4 mm (90% manje od 4 mm). Takođe, kao i kod briketiranja, radi se sa pritiskom od 80-150 bara. Zapreminska masa peleta iznosi $1.000-1.400 \text{ kg/m}^3$, a nasipna masa (gustina) oko 700 kg/m^3 . Prostor za skladištenje peleta smanjuje se 3 do 5 puta u odnosu na bale.

Uporedna proizvodna cena briketa i peleta od žetvenih ostataka i peleta od drveta data je u tabeli 16 (Presslinge aus naturbelassenem Holz - Anforderungen und Prüfung, 1996) (Sokhansanj et al., 2004) (Gil et al., 2010) (Oberberger et al., 2004) (Junginger et al., 2009) (Li et al., 2012) (Janic et al., 2012).

Tabela 16: Pregled stavki u proizvodnoj ceni agro briketa i peleta i drvenog peleta (prilagođeno prema, Brkić et al., 2010) (prilagođeno prema, Brkić et al., 2009)

Cena	Agro briket	Agro pelet	Drveni pelet
Cena balirane slame za agro proizvode i drveta za drveni pelet sa transportom.	3,0-3,4 c€/kg	3,0-3,4 c€/kg	4-4,3 c€/kg
Usitnjavanje	2,0 c€/kg	2,5 c€/kg	3 c€/kg
Presovanje	5,0 c€/kg	6,0 c€/kg	6,0 c€/kg
Pakovanje	1,5 c€/kg	1,0 c€/kg	1,0 c€/kg
Skladištenje	1,0 c€/kg	1,5 c€/kg	0,5 c€/kg
Prevoz	2,0 c€/kg (do 500 km)	3,0 c€/kg (do 1000 km)	3,0 c€/kg (do 1000 km)
Ukupno	14,5-14,9 c€/kg	16,0 16,4 c€/kg	17,8 c€/kg

2.3.3 Biogas, električna energija i biogoriva za transport

Trenutna proizvodnja biogasa u Vojvodini iznosi oko 18 miliona m³, ili oko 0,4 PJ (WBA, 2015). Nije zabeležena proizvodnja bioetanola ili biodizela kao biogoriva za transport, iako ima potreba da postoji u budućnosti, a tu su i obaveze koje je Srbija preuzela kao zemlja koja aplicira za punopravno članstvo u EU. Što se tiče proizvodnje električne energije, ona je na zanemarljivo malom nivou sa oko 0,1 PJ. Sigurno je da će u narednom periodu potrebe za dobijanjem električne energije iz biomase biti ogromne, a neke procene idu i do čak do 30 PJ.

Proizvodnja biogasa je zasnovana na anaerobnoj fermentaciji ogranskih materija različitih oblika. Glavni sastojci biogasa su metan (CH₄) i CO₂. U jednom m³ biogasa ima, približno, 65% CH₄ sa energetske sadržajem od 5-6 kWh. Ulazne sirovine za proizvodnju biogasa, se uzimaju iz poljoprivrede ili industrije otpada. Najčešće sirovine za proizvodnju biogasa su:

- Poljoprivreda: ostaci iz gajenja useva (slama), stajsko đubrivo, namenski energetske usevi kao što je kukuruz (silaza), različite vrste trava;
- Industrija otpada: organski otpad sa deponija, kanalizacioni mulj, otpad organskog porekla iz prehrambene industrije i domaćinstava.

Biogas se, najčešće, kao decentralizovana energetska varijanta, koristi kod manjih preduzetnika (WBA, 2015). Sirovine za proizvodnju biogasa, poput stajskog đubriva i otpada, mogu biti bez privredne vrednosti čime se proširuju izvori sirovina za proizvodnju električne energije. Treba imati u vidu i činjenicu da u anaerobnim uslovima organski materijali (stajsko đubrivo i otpad sa deponija) generišu CH₄, gas sa efektom staklene bašte opasniji od CO₂. Njihovim korišćenjem za proizvodnju biogasa, emisije gasova sa efektom staklene bašte se dvostruko umanjuju - eliminiše se prirodna emisija CH₄ i smanjuje emisija CO₂ zbog zamene fosilnih goriva biogasom. Navedena, dvostruka prednost opravdava visoke troškove proizvodnje biogasa uslovljene visokim kapitalnim troškovima (CAPEX). Postrojenja za biogas su pogodna za poljoprivredna gazdinstva jer sadrže njima komplementarne elemente, kao što su skladišta za tečno stajsko đubrivo, skladišta za energetske useve, prostor za prijem, digestor, skladište gasa i kogenerativno postrojenje sa mrežnim priključcima za električnu energiju i potrošače toplotne energije.

Osnovni problem u primeni biogasa su visoki troškovi ulaganja. Troškovi su obrnuto proporcionalni specifičnom energetsom sadržaju sirovine, jer upotreba sirovine sa niskim energetske sastavom zahteva veće kapacitete za skladištenje i fermentaciju. U Vojvodini postoji značajan potencijal za proizvodnju biogasa. Procene su, da je taj potencijal 1,7 PJ iz stajskog đubriva, 0,8 PJ iz čvrstog komunalnog otpada uz poljoprivredne ostatake - slama, biomasa nastala održavanjem pejzaža i otpad iz prehrambene industrije. Tu se može dodati i kanalizacioni otpad kao i biomasu iz energetske useva. Sve ovo čini ukupan potencijal od 6-8 PJ. Podaci iz 2015. godine pokazuju, da su u funkciji postrojenja koja rade sa instalisanim električnim kapacitetima od 0,6-4 MW i proizvode približno 18 miliona m³ biogasa (oko 0,4PJ), što odgovara 30 GWh električne energije kada rade tokom cele godine (WBA, 2015).

Električna energija je visokokvalitetni oblik energije, koji se može proizvesti različitim tehnologijama sa obnovljivim izvorima, ne samo iz biomase. Tu je vetar, fotonaponski sistem i hidro elektrane. Ove tehnologije isporučuju električnu energiju delimično po nižim troškovima nego tehnologije zasnovane na biomasi, ali sa druge strane, biomasa isporučuje električnu energiju na stabilnoj, pouzdanoj osnovi u bilo koje vreme godine. Zato se razvija opcija primene biomase za električnu energiju, posebno biogas za električnu energiju, u okviru definisanih ograničenja u pogledu efikasnosti, troškova proizvodnje i prihvatljivih finansijskih opterećenja. Pretvaranjem čvrste biomase u električnu energiju se ostvaruje prosečna efikasnost od 26%, odnosno biomasa sa energetske potencijalom od 1000 kWh obezbeđuje 260 kWh električne energije. U postrojenjima koja koriste čvrstu biomasu samo za proizvodnju električne energije 74% energije se gubi u vidu toplotne energije. Primenom kogeneracijskih postrojenja (CHP) se koristi sva toplotna energija i dostiže se efikasnost između 85 i 90%. Efikasnost gasnih motora u postrojenjima na biogas za proizvodnju električne energije je 37%. Postrojenja za proizvodnju električne energije iz čvrste biomase su složena i skuplja od grejnih kotlova. To uslovljava činjenica da su troškovi dobijanja električne energije iz biomase veći od tržišne cene. Ovu razliku mnoge zemlje kompenzuju podsticajnim tarifama (*feed in tarife*) (WBA, 2015).

Biogorivo koje se koristi za drumski i vazdušni transport na dugim relacijama je jedino alternativno rešenje obnovljivih izvora energije za ovu namenu. U Vojvodini nema proizvodnje biogoriva prve generacije (G1) - bioetanol i biodizela, mada se u svetu primenjuje razvijena tehnologija. Od biljaka (kukuruz, žitarice, soja) kao sirovina, ne proizvodi se samo biogorivo već i skupocena proteinska hrana. Razvoj i komercijalna primena biogoriva druge generacije (G2) je tek u početku u svetskim razmerama. Takođe, biometan kao biogas ima ista svojstva kao prirodni gas i može se koristiti kao gorivo za drumski transport (WBA, 2015).

2.4 KVALITET I LOGISTIKA LANCA SNABDEVANJA BIOMASOM

2.4.1 Kvalitet biomase, standardizacija

U Srbiji je počeo postupak standardizacije što ukazuje da ipak postoji određeni progres i da se vidi perspektiva u korišćenju biomase u energetske svrhe. Svrha standardizacije je da se biomasa opiše i da se jasno definišu njene karakteristike, kako bi se sa biomasom moglo trgovati i kako bi se ona mogla koristiti. U okviru EU, ovim poslom se bave sledeće organizacije: ISO (*International Organization for Standardization*) i CEN (*European Committee for Standardization*). U Srbiji taj posao je preuzeo ISS (*Institut za standardizaciju Srbije*) i on je, suštinski, preuzeo najveći broj međunarodnih standarda iz date oblasti i transformisao u nacionalne – SRPS. U tabeli 17, dat je spisak važećih standarda za biomasu i čvrsta goriva.

Tabela 17: Važeći standardi usvojeni na nacionalnom nivou od interesa za čvrstu biomasu, čvrsta biogoriva (prilagođeno prema, *Martinov et al., 2016*)

Grupa nacionalnih standarda donešenih na osnovu evropskih EN standarda			
1.	SRPS EN 14778:2014	Čvrsta biogoriva – Uzimanje uzoraka	Opisuje metode za pripremu planova uzimanja uzoraka čvrstih biogoriva sa različitih lokacija u okviru lanca snabdevanja biogoriva, između ostalih i skladišta. Obuhvata ručne i mehaničke metode koje primenu nalaze, između ostalog, i za balirani materijal kao i za uzorkovanje peleta i briketa od biomase.
2.	SRPS EN 14780:2014	Čvrsta biogoriva – Metode za pripremu uzoraka	Opisuje metode za deljenje kombinovanih uzoraka (ili pojedinačnih uzoraka) na laboratorijske uzorke i laboratorijskih uzoraka na poduzorke i uzorke za opštu analizu i primenjiv je za čvrsta biogoriva
3.	SRPS EN 15149-1:2011	Čvrsta biogoriva – Određivanje raspodele veličine čestice – Deo 1: Metoda oscilatornog sita sa otvorima od 1 mm i većim	Utvrđuju metode za određivanje raspodele veličina čestica goriva pomoću vibrirajućeg, oscilujućeg i rotacionog sita. Metodi koji su opisani namenjeni su samo za zrnasta biogoriva, odnosno za materijale koji su usitnjeni, kao što je većina goriva od drveta, ili su fizički u obliku čestice.
4.	SRPS EN 15149-2:2011	Čvrsta biogoriva – Određivanje raspodele veličine čestice – Deo 2: Metoda vibracionog sita sa otvorima od 3,15 mm i manjim	
5.	SRPS CEN/TR 15149-3:2015	Čvrsta biogoriva – Određivanje raspodele veličine čestica – Deo 3: Metoda rotacionog sita	
6.	SRPS EN 15150:2012	Čvrsta biogoriva – Metode za određivanje gustine čestica	Opisuje metodu za određivanje gustine čestica presovanih goriva, kao što su peleti ili briketi
7.	SRPS EN 15210-1:2011	Čvrsta biogoriva – Određivanje mehaničke otpornosti peleta i briketa – Deo 1: Peleti	Definišu uslove i metode za ispitivanje mehaničke trajnost peleta i briketa. Namenjeni su osobama i organizacijama koje se bave njihovom proizvodnjom, planiranjem, prodajom, izradom ili korišćenjem mašina, opreme, alata i celih postrojenja u vezi sa peletima i briketima, kao i za sve osobe i organizacije uključene u proizvodnju, nabavku, prodaju i korišćenje peleta i briketa.
8.	SRPS EN 15210-2:2011	Čvrsta biogoriva – Određivanje mehaničke otpornosti peleta i briketa – Deo 2: Briketi	
9.	SRPS EN 15234-1:2014	Čvrsta biogoriva – Obezbeđenje kvaliteta biogoriva – Deo 1: Opšti zahtevi	Definiše procedure za ispunjavanje zahteva za kvalitet (upravljanje kvalitetom) i opisuju mere za obezbeđenje odgovarajućeg poverenja u to da su specificirani zahtevi za kvalitet biogoriva ispunjeni (obezbeđenje kvaliteta). Obuhvata ceo lanac isporuke sirovina, sve do isporuke krajnjem korisniku. Obuhvata samo čvrsta biogoriva koja potiču, između ostalog i iz poljoprivredne proizvodnje.
10.	SRPS EN 15234-2:2014	Čvrsta biogoriva – Obezbeđenje kvaliteta biogoriva – Deo 2: Drvni peleti za neindustrijsku upotrebu	Ovim evropskim standardom se definišu procedure za ispunjavanje zahteva za kvalitet (upravljanje kvalitetom) i opisuju mere za obezbeđenje odgovarajućeg poverenja u to da je specifikacija drvnog peleta drvnog briketa, drvne sečke, ogrevnog drveta opisana u EN 14961-2,-3,-4,-5 ispunjena (obezbeđenje kvaliteta). Ovaj evropski standard obuhvata lanac proizvodnje i isporuke, od nabavke sirovina do isporuke krajnjem korisniku. Drvna biomasa
11.	SRPS EN 15234-3:2014	Čvrsta biogoriva – Obezbeđenje kvaliteta biogoriva – Deo 3: Drvni briketi za neindustrijsku upotrebu	
12.	SRPS EN 15234-4:2014	Čvrsta biogoriva – Obezbeđenje kvaliteta biogoriva – Deo 4: Drvni sečka za neindustrijsku upotrebu	
13.	SRPS EN 15234-5:2014	Čvrsta biogoriva – Obezbeđenje kvaliteta biogoriva – Deo 5: Ogrevno drvo za neindustrijsku upotrebu	

14.	SRPS EN 15234-6:2014	Čvrsta biogoriva – Obezbeđenje kvaliteta biogoriva – Deo 6: Nedrvni peleti za neindustrijsku upotrebu	Definiše procedure za ispunjavanje zahteva za kvalitet (upravljanje kvalitetom) i opisuju mere za obezbeđenje odgovarajućeg poverenja u to da je specifikacija nedravnog peleta (opisana u povučenom SRPS EN 14961-6: 2012) ispunjena. Obuhvata lanac proizvodnje i isporuke, od nabavke sirovina do isporuke krajnjem korisniku.
15.	SRPS EN 15270:2011	Pelet–gorionici za male kotlove za grejanje –Definicije, zahtevi, ispitivanja, obeležavanje	Sadrži zahteve i metode ispitivanja za bezbednost, kvalitet sagorevanja, radne karakteristike i održavanje pelet- gorionika, i odnosi se i na svu spoljnu opremu koja utiče na bezbednost sistema. Pritom se odnosi na pelet- gorionike kod kojih najveće toplotno opterećenje nije veće od 70 kW; namenjeni su za ugradnju sa odgovarajućim kotlovima za toplu vodu i predviđeni su za visoki kvalitet peleta.
16.	SRPS EN 303-5:2012/ Ispr 1:2015	Generatori toplote. Deo 5: Generatori toplote na čvrsta goriva opsluživani ručno i automatski, nazivne snage do 300 kW. Termini i definicije, zahtevi, ispitivanje i obeležavanje	Primenjuje se na kotlove za grejanje uključujući sigurnosne uređaje nazivne toplotne snage od 500 kW koji su projektovani za sagorevanje čvrstih goriva i koji rade u skladu sa uputstvima proizvođača kotla.
Grupa standarda donesenih na osnovu internacionalnih ISO standarda			
17.	SRPS EN ISO 16559:2015	Čvrsta biogoriva – Terminologija, definicije i opisi	Određuje terminologiju i definicije za čvrsta biogoriva. Obuhvata sirove i prerađene materijale koji potiču, između ostalog i iz poljoprivredne proizvodnje.
18.	SRPS EN ISO 17225-1:2014	Čvrsta biogoriva – Specifikacije i klase goriva – Deo 1: Opšti zahtevi	Klasifikuje izvore biomase, određuje klase kvaliteta i specifikacije čvrstih biogoriva od sirovih i prerađenih materijala koji potiču, između ostalog i iz poljoprivredne proizvodnje. Standard omogućava efikasnu trgovinu i razumevanje između prodavaca i kupaca biomase (čvrstih biogoriva) kao i efikasnu komunikaciju sa proizvođačima opreme.
19.	SRPS EN ISO 17225-2:2014	Čvrsta biogoriva – Specifikacije i klase goriva – Deo 2: Klasiranje drvnih peleta	Specifikacije i klasifikacija goriva -Klasiranje drvnih peleta, drvnog briketa, drvene sečke i ogrevnog drveta. U okviru navedene grupe standarda naznačeni su pojedinačni standardi iz ISO grupe standarda po kojima se vrši ispitivanje pojedinačnih karakteristika.
20.	SRPS EN ISO 17225-3:2015	Čvrsta biogoriva – Specifikacije i klase goriva – Deo 3: Klasiranje drvnog briketa	
21.	SRPS EN ISO 17225-4:2014	Čvrsta biogoriva – Specifikacije i klase goriva – Deo 4: Klasiranje drvene sečke	
22.	SRPS EN ISO 17225-5:2015	Čvrsta biogoriva – Specifikacije i klase goriva – Deo 5: Klasiranje ogrevnog drveta	
23.	SRPS EN ISO 17225-6:2014	Čvrsta biogoriva – Specifikacije i klase goriva – Deo 6: Klasiranje nedravnog peleta	Određuje klase kvaliteta goriva i specifikacije klasiranih nedravnih peleta, između ostalih i peleta iz slame i duge poljoprivredne biomase.
24.	SRPS EN ISO 17225-7:2014	Čvrsta biogoriva – Specifikacije i klase goriva – Deo 7: Klasiranje nedravnog briketa	Određuje klase kvaliteta goriva i specifikacije klasiranih nedravnih briketa, između ostalih i briketa iz poljoprivredne biomase.

Pored standarda usvojenih na nacionalnom nivou, postoji i određena grupa standarda, koji su u pripremi za usvajanje. Njihov pregled dat je u tabeli 18.

Tabela 18: Standardi u pripremi za usvajanje na nacionalnom nivou od interesa za čvrstu biomasu, čvrsta biogoriva (prilagođeno prema, [Martinov et al., 2016](#))

1.	SRPS EN ISO 16967:2015	Čvrsta biogoriva – Određivanje osnovnih elemenata – Al, Ca, Fe, Mg, P, K, Si, Na i Ti
2.	SRPS EN ISO 16993:2015	Čvrsta biogoriva – Preračunavanje analitičkih rezultata iz jedne osnove u drugu
3.	SRPS EN ISO 16994:2015	Čvrsta biogoriva – Određivanje ukupnog sadržaja sumpora i hlora

Standardi koje Institut za standardizaciju Srbije još nije usvojio, a tiču se međunarodnih standarda za čvrstu biomasu, dati su u tabeli 19.

Tabela 19: Međunarodni standardi od interesa za čvrstu biomasu, čvrsta biogoriva, koje Institut za standardizaciju Srbije još nije usvojio (prilagođeno prema, [Martinov et al., 2016](#))

1.	ISO 16948: 2014	<i>Solid biofuels – Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen</i>
2.	ISO 16968:2015	<i>Solid biofuels – Determination of minor elements</i>
3.	ISO 17828	<i>Solid biofuels – Determination of bulk density</i>
4.	ISO 17829:2015	<i>Solid Biofuels – Determination of length and diameter of pellets</i>
5.	ISO 17831-1	<i>Solid biofuels – Determination of mechanical durability of pellets and briquettes – Part 1: Pellets</i>
6.	ISO/FDIS 17831-2	<i>Solid biofuels – Determination of mechanical durability of pellets and briquettes – Part 2: Briquettes</i>
7.	ISO 18122:2015	<i>Solid biofuels – Determination of ash content</i>
8.	ISO 18123:2015	<i>Solid biofuels – Determination of the content of volatile matter</i>
9.	ISO 18134–1:2015	<i>Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 1: Total moisture – Reference method</i>
10.	ISO 18134–2:2015	<i>Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 2: Total moisture – Simplified method</i>
11.	ISO 18134–3:2015	<i>Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 3: Moisture in general analysis sample</i>

Važno je napomenuti da su usvojena i četiri standarda u vezi održivosti biogoriva i oni su dati u tabeli 20. Javna skladišta tako, teoretski, mogu biti deo lanca snabdevanja takvim biogorivima i to u fazi skladištenja sirovina za njihovu proizvodnju.

Tabela 20: Važeći standardi usvojeni na nacionalnom nivou od interesa za određivanje održivosti tečnih biogoriva (prilagođeno prema, [Martinov et al., 2016](#))

1.	SRPS EN 16214–1:2014	Kriterijum za održivu proizvodnju biogoriva i biotečnosti za energetske potrebe – Principi, kriterijumi, indikatori i verifikatori – Deo 1: Terminologija
2.	SRPS EN 16214–2:2014	Kriterijumi održivosti za proizvodnju biogoriva i biotečnosti za energetske potrebe – Principi, kriterijumi, indikatori i verifikatori – Deo 2: Ocenjivanje usaglašenosti, uključujući lanac sledljivosti i maseni bilans
3.	SRPS EN 16214–3:2014	Kriterijumi održivosti za proizvodnju biogoriva i biotečnosti za energetske potrebe – Principi, kriterijumi, indikatori i verifikatori – Deo 3: Biodiverzitet i aspekti životne sredine koji se odnose na zaštitu prirode
4.	SRPS EN 16214–4:2014	Kriterijum održivosti za proizvodnju biogoriva i biotečnosti za energetske potrebe – Principi, kriterijumi, indikatori i verifikatori – Deo 4: Metode izračunavanja bilansa emisije gasova sa efektom staklene bašte pomoću analize životnog ciklusa

Primena standarda još uvek nije obavezna i tako će biti sve dok ne budu obuhvaćeni podzakonskim aktom. To naravno ne umanjuje potrebu za njihovu primenu. Značajna bi bila njihova primena prilikom otkupa i skladištenja agrarne biomase. Zadovoljenje određenih klasa kvaliteta, poput sadržaja vlage ili pepela (na primer, M25 za vlagu i A10 za pepeo), mogu da se koriste kao referentne vrednosti za odluku o prijemu biomase i formiranje cene. Standardi će pomagati i za definisanje adekvatnog načina skladištenja, trajanja skladištenja, samu formu skladišnog prostora, efekte transporta i najbolje načine transporta, a sve u cilju da se obezbedi neophodan kvalitet biomase (Martinov et al., 2016).

2.4.2 Logistika lanca snabdevanja biomasom i ostali zahtevi

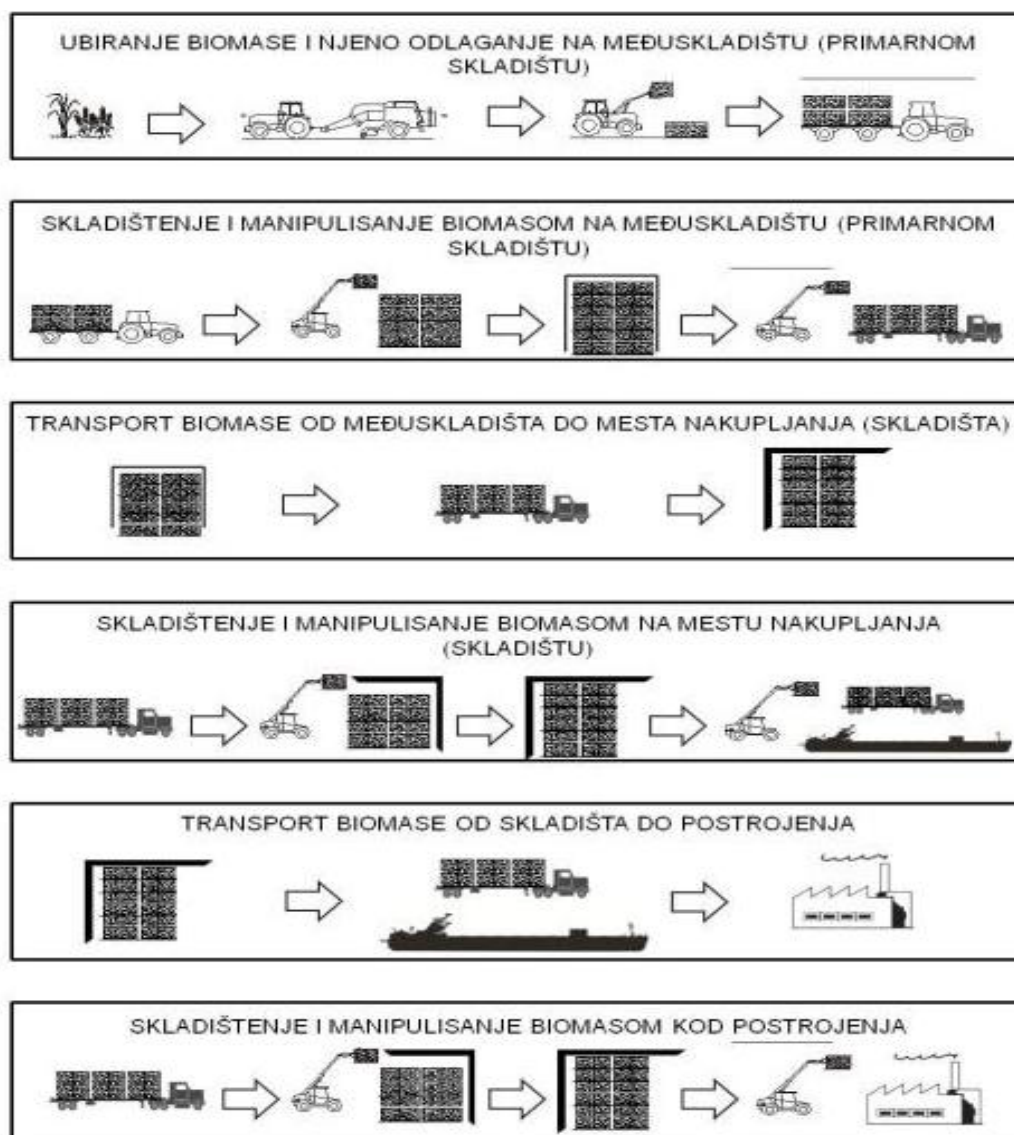
U procesu snabdevanja biomasom, može se uočiti više manjih podprocesa, koji zajedno čine lanac logistike snabdevanja. Uopšteno se može govoriti o procesima kao što su proizvodnja biomase, žetva biomase (odnosi se na poljoprivrednu biomasu), njeno sakupljanje, tretman (u zavisnosti od vrste), skladištenje i na kraju transformacija u energiju (De Meyer et al., 2014).

Po drugim autorima radova na ovu temu, uprošćeno, ceo logistički lanac se prikazuje putem sledećih faza: sakupljanje biomase sa polja, utovar i procesuiranje, transport, istovar, skladištenje, energetska eksploatacija (Rentizelas et al., 2009).

Za šumsku biomasu osnovne logističke faze su: pre-procesuiranje, sakupljanje, skladištenje i prenos (Akhtari, et al., 2014).



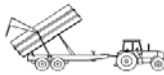


Za poljoprivrednu biomasu koja ostaje posle žetve autori u radu (Cobuloglu et al., 2014) smatraju da ceo postupak obuhvata 5 faza i to: odabir tipa zemljišta, sejanje, žetva (prikupljanje), transport biomase i konverzija biomase.

Kao bitne faze u lancu snabdevanja biomasom su svakako prikupljanje i transport. Različita su rastojanja koja se u literaturi navode kao isplativa, a razlike nastaju u odnosu na karakteristike koje se posmatraju. Tako se kao bitan faktor za odabir načina transporta prikupljene biomase, gledano sa aspekta troškova transporta i uticaja transporta na životnu sredinu, navodi razdaljina do postrojenja u kojima se prerađuje, ili do međuskladišta u kojima se još čuva/skladišti i nosivost vozila za transport kao i njegova namena, jer su troškovi transporta i uticaj transporta na životnu sredinu od presudnog značaja (Ruiz, et al., 2013). Slika 8 pokazuje lance snabdevanja baliranom poljoprivrednom biomasom, a tabela 21, pokazuje različite tipove vozila za transport biomase.



Slika 8. Lanac snabdevanje baliranom poljoprivrednom biomasaom (Martin et al., 2016)

Tabela 21: Vozila za transport biomase, (Kaltschmitt i Hartmann, 2001)

					
	Traktor sa prikolicom	Traktor sa visokopodiznom kiper prikolicom	Traktor sa kiper prikolicom	Kamion sa poluprikolicom	Kontejner
Maksimalna zapremina, m ³	18	14	20	100	40 ^a
Maksimalna nosivost, t	14	10	10	27	13 ^b ; 23 ^c

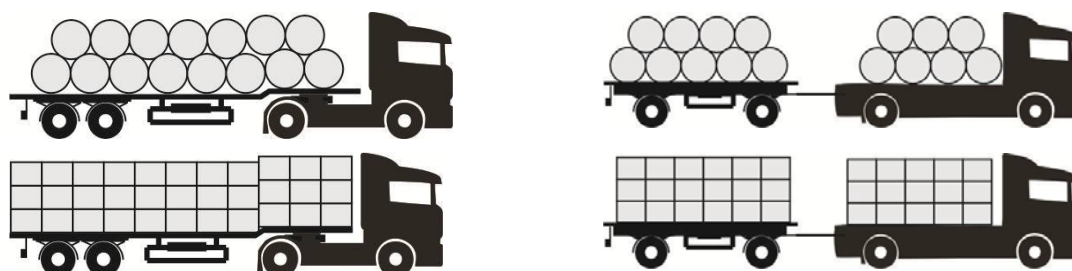
^a TEU, ^b samo kamion, ^c sa prikolicom

Postrojenja ili međuskladišta se dele tako da je na prvom mestu kategorija veoma malih i sa prosečnom udaljenošću do 25 km. Transport biomase se do njih se obično odvija uz pomoć namenske traktorske prikolice (Slika 9).



Slika 9. Namenske traktorske prikolicice za transport velikih bala biomase (Martin et al., 2016)

Sledeća u kategoriji su mala postrojenja sa aspekta potrošnje i ona su udaljena do 50 km. Za ove vidove postrojenja ili međuskladišta, najčešći je vid drumskog saobraćaja je kamionski transport. Slika 10 pokazuje sredstva za drumski transport.



Slika 10. Sredstva za drumski transport kamion sa poluprikolicom i prikolicom (Martin et al., 2016)

Za transport vozom odlučuju se postrojenja srednje veličine i sa rastojanjima većim od 100 km, dok je za velika postrojenja za transport suve biomase brod najpogodniji. U Vojvodini postoji dobra infrastruktura kanala i postojeća flota (barže i samohodna plovila). Zato je plovni transport posebno interesantan, jer pored infrastrukture i povoljne cene, ovaj vid transporta omogućuje transport velikih količina biomase u jednom ciklusu u odnosu na drumski saobraćaj. Takođe je važno napomenuti i znatno manji negativan uticaj na životnu sredinu. U tabeli 22 dat je pregled raspoloživih plovnih objekata na mreži unutrašnjih plovnih puteva u Vojvodini.

Tabela 22: Karakteristike plovnih objekata na mreži unutrašnjih plovnih puteva u Vojvodini (Martin et al., 2016)

Karakteristike plovila	“Europe II” barže	“Stein” samohotke
Dužina u m	76,5	95
Širina u m	11,4	11,4
Visina bočne strane u m	2,8	3,2
Nosivost u t	1.500	2.000
Broj četvrtastih bala / tona	576/219	732/278
Broj valjkastih bala / tona	609/152	771/192

Pored transporta i u procesu skladištenje biomase nameće se pitanje izbora tipa skladišta. Bale se najčešće skladište formiranjem gomila na otvorenom. Postoji podela prema vlasničkoj strukturi skladišta i to na javna i na komercijalna. S obzirom da javna skladišta nikad nisu zaživela, u nastavku poglavlja ona neće biti predmet posebne pažnje.

Pored ove podele u praksi su poznati tzv. „suvi“, kao i „vlažni“ načini skladištenja (Hess et al., 2003). Što se „suvog“ tipa skladištenja tiče, prednost je u tome što je ovaj tip već prilično razvijen u nekim drugim oblastima (industrija znastih materijala, rude, uglja), a u mane bi se mogle ubrojati cena i verovatno neprihvatljivo visok nivo rizika od požara. Mogu se koristiti i raspoloživi skladištni prostori, a namenska gradnja nadstrešnica nije isplativa.

Alternativno rešenje u slučaju velikih bala najčešće je prekrivanje jednogodišnjim (jeftinija varijanta) ili višegodišnjim folijama. Sa druge strane, za „vlažno“ skladištenje nema toliko objavljenih rezultata kao za „suvo“ skladištenje, iako je takav tip skladištenja istorijski „stariji“. Osnovne prednosti vlažnog načina skladištenja je jednostavnost, brzina, niži troškovi infrastrukture (Atchison et al., 2004).

Gustina uskladištenih bala prikazana je na slici 4. Slična je za sve forme bala, s tim, da se za velike valjkaste i četvrtaste bale skladištenje i izuzimanje iz skladišta obavlja mehanizovano, dakle lakše i jeftinije. Mesto postavljanja stogova, njihova veličina i razmak, definisani su zakonom, radi zaštite od požara. Skladište treba da sadrži količinu biomase potrebnu za najmanje sedmodnevni rad. Ovo skladište je obično pod nadstrešnicom (Hess et al., 2003). Vrlo je važno da se pri prijemu balirane agrarne biomase utvrdi da li je ona u dobrom stanju. U koliko je došlo do truljenja biomase ona suštinski nije pogodna, kako za primenu, tako i za skladištenje, te takva biomasa ne treba da bude primljena u skladište. Bitno je, za utvrđivanje cene pa i mogućnosti skladištenja, da se utvrdi sadržaj vlage po preseku bala. Načelno ne bi trebalo da se prihvata biomasa sa sadržaja vlage preko 25%.

Zaprjane biomase ne bi smelo da bude iznad definisane granice. Izražava se kao razlika ukupnog pepela i količine pepela koju sadrži biljni materijal. Granična vrednost ukupnog pepela je oko 10%. Suštinski, sve nečistoće biomase potiču od zemlje i peska - materijali koji ne sagorevaju u generatorima toplote i ostaju u vidu pepela, odnosno ne sagore kao što je slučaj sa biomasom.

Od posebnog značaja je i zaštita od udara groma i požara, jer u skladištu se nalazi značajna količina gorivnog materijala, te bi nastankom požara ona bila uništena, uništeni ili oštećeni bili bi i objekti skladišta, te ugrožena okolina. Mesto postavljanja gomila, njihova veličina i razmak, definisani su, sa ciljem omogućavanja gašenja i sprečavanja širenja požara, sledećim podzakonskim aktom (Martin et al., 2016), čiji se izvod daje u nastavku:

PRAVILNIK O POSEBNIM MERAMA ZAŠTITE OD POŽARA U POLJOPRIVREDI - IZVOD
(„Sl. glasnik SRS“, br. 27/84)

Član 7

Kamarisanje neovršenih strnih useva i slame van naselja može se vršiti na udaljenosti od najmanje 100 metara od železničke pruge, voda visokog napona, trafostanice, skladišta zapaljivih materija, objekata u kojima se loži vatra i sličnih objekata koji mogu izazvati požar.

Član 8

Organizacije udruženog rada u oblasti poljoprivrede neovršene strne useve i slamu mogu slagati ukamare veličine 20x6 metara, s rastojanjem i odstojanjem od 20 metara ili veličine 50x8 metara sarastojanjem i odstojanjem 50 metara

Član 9

Individualni poljoprivredni proizvođači neovršene strne useve i slamu mogu kamarisati na zajedničkim gumnima van naselja ili u sopstvenom dvorištu. Na zajedničkim gumnima kamarisanje se može vršiti po sistemu parnih kamara veličine 2x10 metara, tako da rastojanje između kamara bude 4 metra, a rastojanje i odstojanje para kamara najmanje 20 metara. Kamare neovršenih strnih useva u dvorištu individualnih poljoprivrednih proizvođača moraju biti udaljene najmanje 6 metara od objekata ili zapaljivih materija.

Ovaj pravilnik je sada van snage, a očekuje se donošenje novog, u skladu sa Zakonom o zaštiti od požara.

2.5 PROCES PELETIRANJA KAO VID FINALNE PRERADE BIOMASE

2.5.1 Počeci upotrebe peletirane biomase u svetu i kod nas

Proizvodnja peleta u Evropi i Severnoj Americi pokrenuta je, kao ideja, kada se dogodila naftna kriza 1973. i 1979. godine. Drveni pelet je tada privukao pažnju jer je imao potencijal i mogao je biti alternativa za naftu. Ali čim se cena nafte oporavila, cena drvenih peleta je relativno porasla i kao rezultat toga, korišćenje peleta je smanjeno, a proizvodnja drvenih pelete je u značajnoj meri stagnirala. Početkom devedesetih godina prošlog veka proizvodnja drvenih peleta je ponovo zaživela, a pojedine zemlje podsticale su upotrebu drvenih peleta kroz svoju politiku (zeleni porez, podrška uvođenju opreme, javno obrazovanje, itd.), kao mere protiv globalnog zagrevanja i rasta cena nafte, te povećanja energetske sigurnosti, sa dobrim efektima.

Čak i bez podrške vlada širom sveta, tržište drvenih peleta je sve brže raslo zbog svoje zelene slike i prednosti u ceni, što se jasno može videti u svetskoj trgovini gorivom od drvenih peleta. Trenutno je drveni pelet kao gorivo u žestokoj cenovnoj konkurenciji sa prirodnim gasom u mnogim zemljama. Potražnja za peletom se neprestano povećava, jedan od razloga je svakako zbog prednosti kao što su briga za životnu sredinu, visok kvalitet i lakoća upotrebe, uz visok stepen automatizacije i stepena iskorišćenja generatora toplote.

Prva namenska proizvodnja drvenih peleta počela je u Švedskoj, odlukom o izgradnji pogona za proizvodnju peleta u gradu Mora. Pogon je počeo proizvodnju u novembru 1982. godine i odmah je naišao na probleme, jer su troškovi investicije i proizvodnje bili mnogo veći nego što je planirano. Razvijana je nova oprema i praktično su se postojeći kotlovi na ulje, redizajnirali u kotlove na pelete. U praksi se to praktično pokazalo, u svim slučajevima, kao vrlo neefikasno rešenje i ne samo zbog lošeg kvaliteta peleta. Tokom prve godine rada sirovina je obično bila kora. Pelet je često imao sadržaj pepela od 2,5% pa do čak 17%. Pogon u gradu Mora nažalost je na kraju zatvoren 1986. godine.

1984. godine u Vargardi je izgrađena druga fabrika peleta. Poslednji vlasnik pogona bila je grupa Volvo. Nažalost i ona je zatvoren posle 5 godina. 1987. godine u Kilu je izgrađena prva fabrika za peletiranje osušenog materijala. Projektovana je za proizvodnju kapaciteta od 3.000 metričkih tona godišnje. Ovo postrojenje i dalje radi i najstarije je komercijalno postrojenje za peletiranje drveta u Švedskoj. Početkom 1990-ih švedska vlada je iznela predlog za oporezivanje mineralnog goriva. U to vreme je, takođe, ograničena i emisija ugljen-dioksida. U kratkom vremenskom periodu perspektiva sagorevanja fosilnih goriva postala je neisplativa i baš tada dolazi do velike upotrebe biogoriva, sa ciljem da popune prazninu u proizvodnji energije. Ovo je označilo prekretnicu i proizvodnja i upotreba drvnih peleta počela je eksponencijalno da raste (Selkimäki et al., 2010).

Slični ambiciozni programi čiste energije i proizvodnje peleta pojavili su se i na drugim mestima u Evropi. Kao rezultat tih aktivnosti, Evropa danas vodi u svetu po potrošnji peleta iz biomase u energetske svrhe. Nivo sofisticiranosti porastao je na evropskom kontinentu do te mere, da proizvedene pelete mogu da se isporučuju na veliko kamionima cisternama i deponuju direktno u stambene prostore za skladištenje, slično načinu na koji se benzinske pumpe obnavljaju benzinom. Pored grejanja u stanovima, evropske elektrane sve više koriste pelete na biomasu za proizvodnju električne energije, kao i za energiju u drugim industrijskim primenama.

U Holandiji, Belgiji i Velikoj Britaniji pelet se uglavnom koristi u velikim elektranama. U Danskoj i Švedskoj pelet se koristi u velikim elektranama, sistemima daljinskog grejanja srednjih razmera i u malim sistemima grejanja za stanovanje.

U Nemačkoj, Austriji, Italiji i Francuskoj, pelet se uglavnom koristi za malu stambenu i industrijsku genuzu toplote. U Austriji, vodećem tržištu peći za centralno grejanje na pelet (u odnosu na stanovništvo), procenjuje se da su 2/3 svih novih peći za grejanje u domaćinstvima gorionici na pelet. U Italiji je takođe veliko tržište vezano za automatske peći na pelete. U Italiji glavni potrošači peleta su mali privatni stambeni i industrijski kotlovi za grejanje (IHB, 2013).

Nemačka sama ima godišnju potrošnju peleta preko 2 miliona tona. Peleti se uglavnom troše u stambenom sektoru grejanja. Postrojenja za sagorevanje koja koriste pelet za proizvodnju energije, nisu široko rasprostranjena u zemlji. Najveća količina drvenih peleta je sertifikovana i to su peleti najvišeg kvaliteta. Peleti slabijeg kvaliteta se po pravilu izvoze (Retka Schill, 2013).

Primeru radi od 2009. godine je oko 800.000 stanovnika SAD koristilo drvene pelete za grejanje, a samo 4 godine kasnije taj broj je porastao na 2,33 miliona tona drvenih peleta za grejanje (Olesen et al., 2015). Američki izvoz drvenih peleta u Evropu porastao je sa 1,24 miliona tona u 2006. godini, na 7 miliona tona u 2012. godini (Retka Schill, 2013).

Proizvodnja peleta od poljoprivrednih ostataka počela je u Srbiji 1988. godine u Kovačici gde je počelo peletiranje pšenične slame. Nažalost, turbulentna vremena koja su došla ubrzo, naglo su prekinula dalji razvoj ovog vida proizvodnje. Tek 2007. godine počelo se sa proizvodnjom drvenog peleta u Boljevcu (Bioenergy-point). Do 2012. godine, ukupna proizvodnja dostigla je nivo od blizu 100.000 tona peleta godišnje. U narednim godinama (posle 2012. godine) potražnja za peletom na domaćem tržištu počela je naglo da raste, a rast potrebe svakako je uslovio i sve veći broj proizvođača kotlova na pelet za kućnu upotrebu. U 2016. godini u Srbiji se proizvodilo oko 300.000 tona drvenog peleta godišnje, iako su procene bile da je ta proizvodnja veća. Trenutna proizvodnja peleta je na nivou od oko 600.000 tona godišnje. Do 2017. godine bio je primetan veliki rast broja novih proizvođača, ali dosta fabrika je i zatvoreno ili ostvaruju proizvodnju koja je do čak 50% manja od projektovane (Milijić, 2014). Trenutno je registrovano nešto više od 75 fabrika za proizvodnju peleta, ali stvarno radi nešto preko 50 fabrika. Razlog za ovakvu situaciju se može naći prvenstveno u lošem odabiru opreme od strane projekatara fabrika. Često je cena presudan faktor u izboru opreme za proizvodnju i upravo iz tih razloga se iznalaze nezadovoljavajući kompromisi između cene opreme i njenog kvaliteta, što se odražava na neefektivnu proizvodnju bez mogućnosti kontinuiranog i stabilnog rada. Ipak, situacija sa proizvođačima peleta u zadnje dve godine se značajno popravila u smislu kvaliteta opreme i gotovog proizvoda.

2.5.2 Proces proizvodnje peleta od drveta

Proces peletiranja drveta počinje skladištenjem drveta na način koji zavisi od vrste i oblika drveta. Nakon skladištenja, u zavisnosti od standarda kvaliteta drveta kao ulazne sirovine koji se želi postići, može da se radi otkoravanje (postizanje najvišeg kvaliteta) ili se ne radi otkoravanje. Ako se radi otkoravanje i ako se radi o celuloznom drvetu (celo stablo) ili se radi o ogrevnom drvetu, koje se mora otkoravati pre dalje prerade, povoljno je da drvo bude u dužinama od najmanje 3 metra, što obezbeđuje veću produktivnost uređaja za otkoravanje. Planu seča i načinu transporta drveta, potrebno je pokloniti značajnu stručnu pažnju. U principu, skladištenje drveta vrši se na otvorenom i najpovoljnije je, kada je drvo već otkoreno.

Prilikom otkoravanja, 10–30% drvene mase ostaje u obliku finog „čipsa“ od kore. Kako je kora takođe korisna drvena masa, veoma je racionalno da se i ona iskoristi radi povećanja ekonomija rada pogona i da se dobije novi prihod kroz preradu, odnosno najčešće sagorevanjem te kore.

Kora drveta zavisi od vrste drveta, ali u principu ne postoje velike razlike u kvalitetu kore (sem četinara), pa se valorizacija kore, može tretirati na jedinstven način. Na sistemu otkoravanja vlaga kore, zavisno od doba godine, se kreće od 25–45%. To je vlažna kora. Uz pogon za proizvodnju energetskih peleta, valorizacija kore se postiže na dva načina. Prvi način je sagorevanje kore u specijalnim toplovodnim kotlovima. Drugi način je sagorevanje i proizvodnja toplog vazduha za sušenje „čipsa“ u “fluid lift”, rotacionim i trakastim sušarama. Prva varijanta, korišćenja kore je optimalna kada postoji potrošač toplotne energije tokom zime, dok je druga varijanta korišćenja kore optimalna, sa stanovišta korišćenja kore, skoro u istom trenutku kada je kora i nastala na skladištu, posle sistema za otkoravanje.

Nakon što se sirovina otkori, prelazi se na proces pripreme sečke–ivera, drobilicom za drvo i mlinom za vlažno mlevenje. Osnovni cilj ove pripreme je da se ulazna sirovina, celulozno ili ogrovne drvo, izdrobi na granulaciju krupne sečke–ivera i nakon toga, da se iver u vlažnom stanju samelje u vlažnom mlinu na dimenziju ivera koji je optimalan za rad sušare. To je veličina ivera do 15 mm dužine i debljine oko 1,5 mm ili se odmah sa vlažnim mlinom ide na granulaciju posle sita 6-7 mm. U liniji postoje uređaji za izdvajanje stranih predmeta, koji su eventualno dospeli u sečku, kao što su kamen, šut i metalni predmeti.

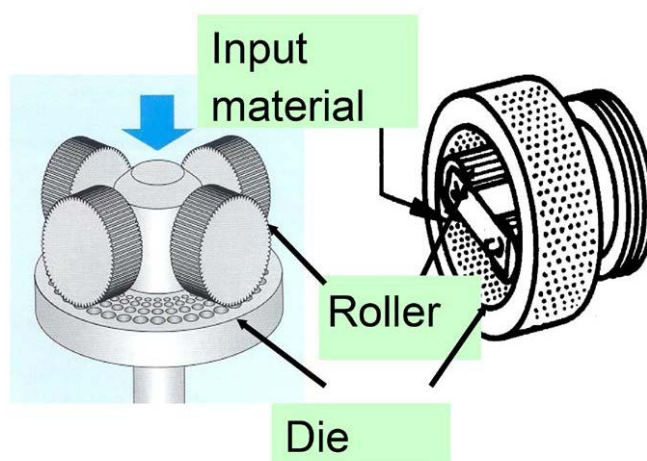
Nakon drobljenja sirovine i vlažnog mlevenja, iver/piljevina ide na liniju sušenja, do dostizanja izlazne vlage materijala od 10–12%. Postoji nekoliko vrsta sušara koje se koriste za proizvodnju peleta i najčešće su to rotacione sušare, trakaste sušare i fluid-lift sušare. Osušeni materijal transportuje se u silos suvog materijala, pred liniju suvog mlevenja. Važno je i napomenuti da ukoliko se vlažnim mlevenjem, na mlinu čekićaru sa sitima, postiže granulacija od 6-7 mm, suvo mlevenje nije potrebno za neke vrste pelet presa. U koliko ovo nije slučaj osušeni materijal nakon sušenja ide u proces finog, suvog mlevenja, gde se sva granulacija izjednačava na veličinu ispod 4-6 mm, i nakon toga materijal je spreman za proces peletiranja i hlađenja peleta. Ovo se napominje kao važno, jer upravo ovaj deo fabrike za peletiranje drveta nosi najveći rizik od požara i eksplozije materijala. U sistemu sušare, moraju da postoje sistemi za detekciju iskre i sistemi za automatsko javljanje i gašenja eventualnog upaljenog materijala. Takođe u silosu/košu suvog materijala moraju da postoje sistemi za gašenje eventualnog požara, u vidu prskalica i mlaznica.

Sama linija peletiranja i hlađenja je centralni deo svake fabrike za proizvodnju peleta od drveta. Sastoji se od dozirnog puža i kondicionera sirovine (sa mogućnošću dodavanja vode ili vodene pare), pelet prese, hladnjaka, sortera peleta i aspiracionog sistema. Aspiracioni sistem izdvaja finu prašinu u liniji peletiranja u cilju obezbeđenja smanjenog rizika od eksplozije i požara prašine i zbog zaštite životne sredine (prema standardima EU koji se odnose na emisiju prašine).

Prese za peletiranje svih dobavljača u svetu se dele na dve grupe - tipa (Slika 11):

1. Pelet prese sa ravnom matricom - tip prese kod koje je matrica fiksirana, a obrće se glava sa rolerima i materijal pada gravitaciono na dole i
2. Pelet prese sa prstenastom matricom - tip prese kod koje su valjci fiksirani, a matrica se obrće i materijal se uvodi horizontalno.

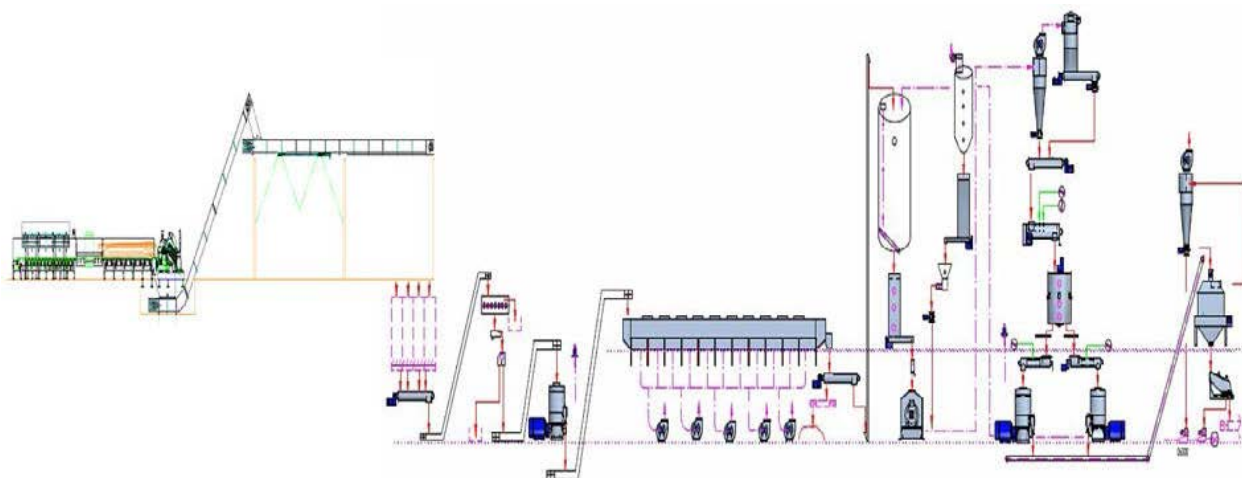
Nakon što je materijal peletiran i ohlađen sledi linija pakovanja. Postoje dva sistema pakovanja i to: pakovanje u PE dizajnirane reklamne kese 1/15 kg na paletama, obmotane streč folijom, težine oko 1,080 tona po paleti i pakovanje u „Jumbo“ vrećama od 1/600 do 1/1.000 kg za velike kupce, odnosno veće energetske sisteme.



Slika 11. Pelet presa sa ravnom i prstenastom matricom
(prilagođeno prema [Amandus KAHL, 2007](#))

Suštinski gledano, sve linije za proizvodnju peleta rade na istom principu. Materijal se drobi, melje i suši do granulacije sirovine ispod 4 mm i vlage 10-12%, pre samog ulaza u pelet presu gde se peletira. Svi proizvođači mašina i opreme za peletiranje nude linije koje su principijalno iste. Jedan prikaz linije za peletiranje drveta prikazan je na slici 12. Zbog niske gustine drvnog materijala ($120-240 \text{ kg/m}^3$), proces peletiranja je zahtevan, jer peletiranje predstavlja kombinaciju sekvencijalnih operacija u kojima se biomasa sabija pod visokim pritiskom. Međutim, ovaj problem se rešava denzifikacijom - povećanjem zapreminske gustine na visokim pritiscima, što smanjuje tehnička ograničenja u procesima doziranja, skladištenja, rukovanja i transporta ([Kylili et al., 2016](#)) ([Tumuluru et al., 2010](#)).

Pelet kao finalni proizvod za upotrebu u domaćinstvima ima prečnik 6-8 mm. Za industrijsku upotrebu pelet ima prečnik 10-12 mm, a dužine od 3,15-40 mm. Ukupna vlaga peleta je obično manja ili jednaka od 10% njegove mase ([Alakangas, 2011](#)). Zapreminska gustina drvenih peleta je približno $550-700 \text{ kg/m}^3$, dakle 5-7 puta veća od biomase od koje su napravljene ([Sikkema, 2011](#)).



Slika 12. Tehnološka šema linije za peletiranje drveta
(prilagođeno prema, [Amandus KAHL, 2014](#))

2.5.3 Proces proizvodnje peleta od poljoprivredne biomase

Prijem sirovine je prva tehnološka faza u pogonu peletiranja poljoprivredne biomase (žetvenih ostataka) i počinje dopremanjem bala. Bale žetvenih ostataka potrebno je da budu četvrtastog oblika ili rol bale, sa sadržajem vlage u balama najviše 15-18%, kako bi se tehnološki proces dalje prerade ravnomerno odvijao i dobio kvalitetan gotov proizvod.

Bale se, nakon prijema, postavljaju na transporter bala, kojim se odvođe u tehnološku fazu seckanja, kako bi se slama usitnila na granulaciju materijala 50–100 mm. Tehnološka faza seckanja se odvija na seckalici u kojoj su na rotoru integrisani noževi, koji velikom brzinom lako usitnjavaju bale.

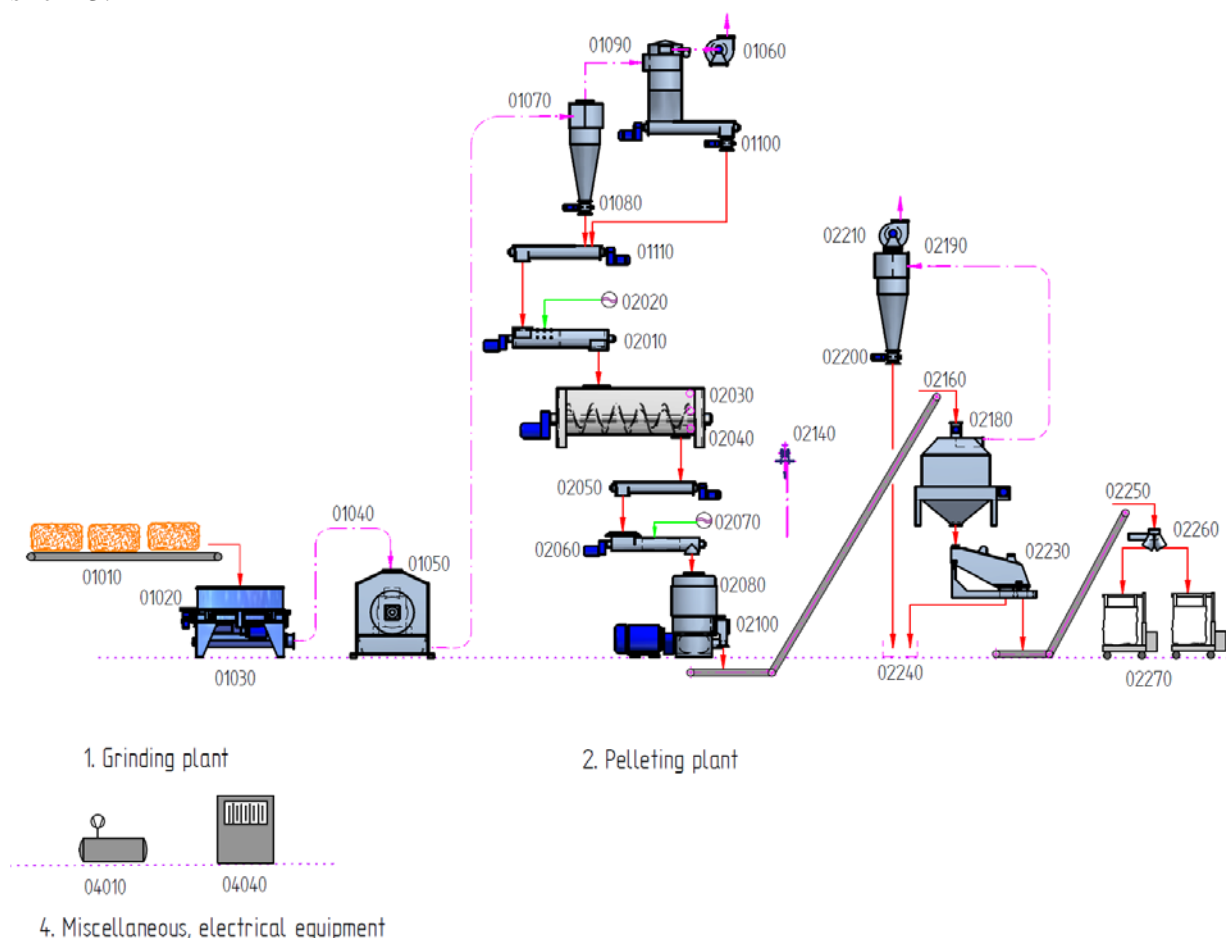
Nakon faze seckanja, isečena slama se vodi na tehnološku fazu - liniju uklanjanja nečistoća, sa ciljem oslobađanja materijala od kamenja i metala, koji su često prisutni u žetvenim ostacima. Prisutno kamenje i metal se uklanja pomoću hvatača kamena iz slame i magneta, kako ne bi došlo do oštećenja opreme u daljem toku tehnološkog procesa proizvodnje peleta. Iseckana slama se dalje vodi na tehnološku fazu - liniju mlevenja. Da bi se dobio visok kvalitet gotovih peleta potrebno je prethodno isečenu slamu dodatno usitniti. Mlevenje slame se vrši na mlinu čekićaru, koji ima integrisano sito sa otvorima $\varnothing 7$ mm, najčešće (maksimalno 10 mm) kako bi se ispunili uslovi za dalji proces prerade. Tako samlevena slama je pogodna za sledeću tehnološku fazu kondicioniranja.

Kondicioniranje predstavlja tehnološku fazu tretiranja slame vodom, ili parom visoke temperature (90–100 °C) u kondicioneru, u cilju aktivacije lignina prisutnog u slami. Lignin ima ulogu vezivnog sredstva i samim tim njegovom aktivacijom dobija se veća količina gotovog peleta i manja količina sitnih delova koji se kasnije ponovo vraćaju u proces. Kondicionirana slama se dalje vodi u silos/koš za odležavanje kako bi se izvršila homogenizacija i ravnomerno izjednačavanje vlage u slami. Odležavanje kondicionirane slame se vrši u trajanju od oko 25 minuta, a potom se dalje ponovo vodi na još jedno kondicioniranje vodom ili parom visoke temperature u kondicioneru. Količina vode koja se dodaje u procesu kondicioniranja je proporcionalno 1-5% od ukupne mase sirovine koja se kondicionira. Važno je napomenuti da sirovina tokom jesenjeg i zimskog perioda ima veći nivo vlage, pa je proces kondicioniranja nepotreban. Ipak tokom dužeg stajanja i tokom letnjeg perioda, vlaga je izuzetno niska i proizvodna linija mora imati u sebi predviđenu mogućnost za podizanje sadržaja vlage, pre procesa peletiranja, kako bi on uopšte i bio moguć.

Nakon faze kondicioniranja materijal se vodi na tehnološku fazu - liniju peletiranja slame. Peletiranje predstavlja tehnološku fazu sabijanja, u kome se slama pod pritiskom tretira tako da se od nje formira pelet. Peletiranje se vrši u presi za peletiranje u kojoj se pomoću integrisanih valjaka kondicionirana slama pod pritiskom sabija u kružne otvore i formiraju se peleti cilindričnog oblika koji se pomoću noževa koji se nalaze u presi seku na određenu dužinu, pogodnu za dalju manipulaciju. Peleti od slame se dalje vode u tehnološku fazu - liniju hlađenja u hladnjaku, sa ciljem da se ohlade na ambijentalnu temperaturu oko 20-25°C. Hlađenje se vrši u hladnjaku u kojem se peleti raspoređuju na traku i jakom strujom vazduha se vrši hlađenje peleta.

Nakon tehnološke faze hlađenja, ohlađeni peleti se dalje odvođe na tehnološku fazu - liniju prosejavanja, kako bi se gotovi, celi peleti oslobodili sitnih i polomljenih delova peleta. Prosejavanje se vrši na vibro situ koje pelet razdvaja na dve frakcije, frakcija gotovi celi peleti i frakcija sitni i polomljeni delovi peleta. Gotovi celi peleti se vode dalje u tehnološku fazu - liniju pakovanja, a sitni i polomljeni delovi peleta se vraćaju u proces peletiranja.

Tehnološka šema standardne fabrike za proizvodnju peleta od žetvenih ostataka, data je na slici 13.



Slika 13: Tehnološka šema linije za peletiranje žetvenih ostataka (Amandus KAHL, 2014)

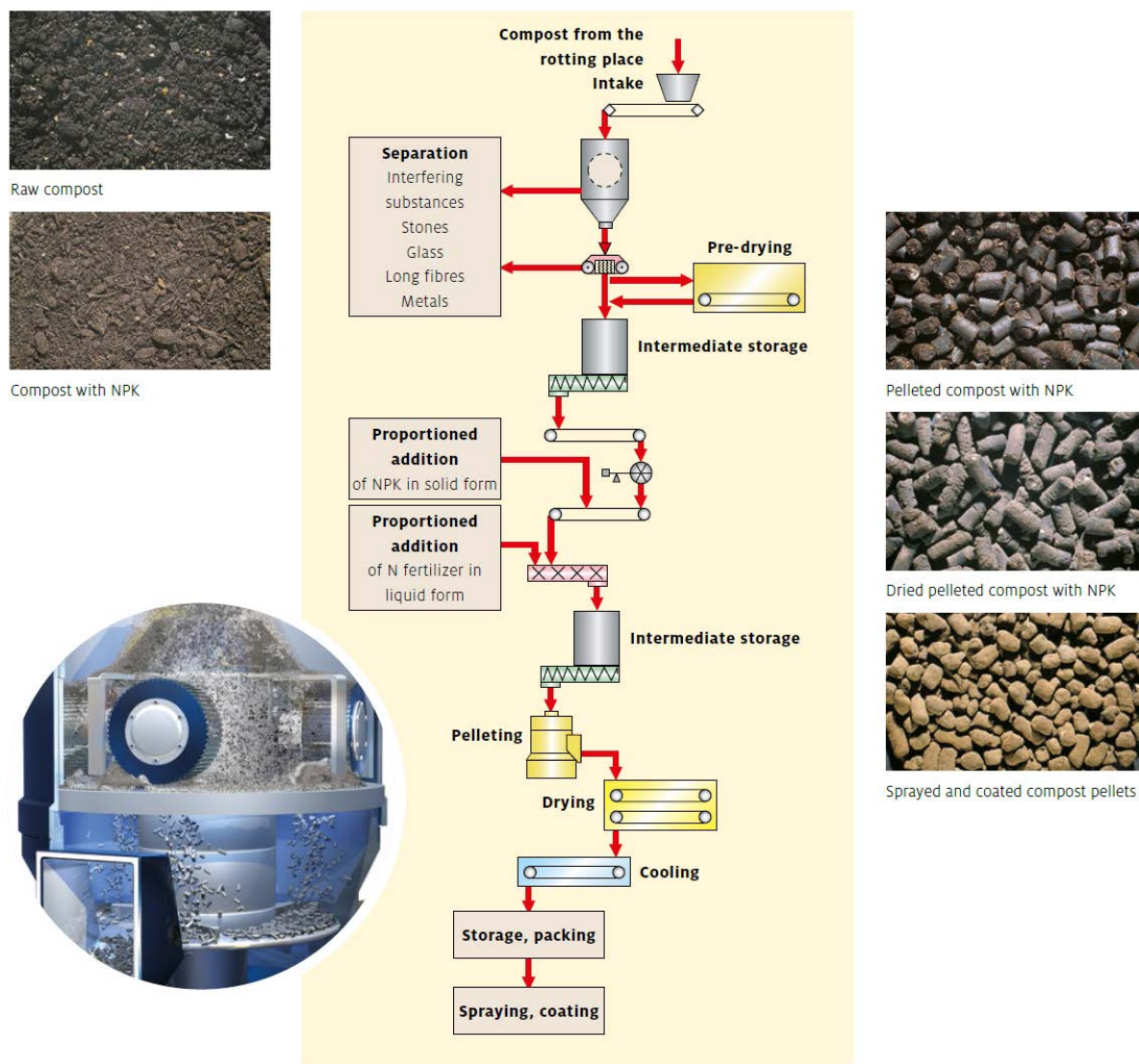
Poljoprivredna biomasa ima nižu nasipnu težinu od drveta ($80\text{-}150\text{ kg/m}^3$) i izuzetno je teška za proces peletiranja, jer se sabijanje vrši u odnosu 1:7 i nasipna težina gotovog proizvoda (peleta) je oko 650 kg/m^3 . Takozvani “agro pelet” ima široku primenu, od eneretskog za spaljivanje, do raznih vrsta prostirki za životinje (konje, kućne ljubimce, pernate životinje itd), pa do stočne hrane. Ukoliko se koristi za energetske svrhe najčešće je pelet prečnika 8 mm, dok kada se koristi za prostirke za životinje može biti i manjeg i većeg prečnika.

2.5.4 Proces peletiranja biomase životinjskog porekla (komposta) i dobijanje đubriva

Kao što je navedeno u prethodnom tekstu, u ukupnoj biomasi postoji određeni udeo i biomase koja je životinjskog porekla, najčešće stajnjaka od krupne stoke, pernatih životinja itd. Ova vrsta biomase se takođe može tretirati, peletirati, čak i obogatiti mineralima, kako bi se dobilo kvalitetno đubrivo za poljoprivrednu upotrebu i za cvečarstvo.

Proces počinje separacijom (kamenja, stakla, metala itd), nakon čega materijal ide u fazu predušenja. Posle predušenja sledi faza međuskladištenja posle koje se obogaćuje mineralima u dozirnim puževima sa NPK (azot, fosfor, kalijum) u čvrstoj formi. Takođe, može da se dodaje i azot (N) u tečnom stanju i da se masa meša, kako bi se što bolje homogenizovala.

Homogenizovani materijal se odnosi u silos/koš i spreman je za peletiranje. Peletiranje je suštinski isto kao i kod prethodna dva procesa (drvo/slama), a razlikuje da se posle peletiranja materijal, umesto u hladnjak, odvodi na sušenje pa tek onda na hlađenje i pakovanje. Pelet je obično prečnika 3-6 mm i koristi se kao đubrivo za zemlju. Slika 14 daje pregled tehnološkog procesa peletiranja komposta u cilju dobijanja đubriva, sa slikama ulaznog i izlaznog materijala.



Slika 14. Peletiranje komposta – proizvodnja đubriva (Amandus KAHL, 2019)

2.5.5 Standardi kvaliteta peleta

Peletiranje različitih vrsta biomase (drvena, poljoprivredna, životinjska biomasa) nosi sa sobom rizik promene u kvalitetu peleta. U prodajnoj ceni peleta, jedan od najvažnijih podataka koji određuju kvalitet peleta, a samim tim i njegovu cenu, je sadržaj pepela.

U drvetu, prirodno, ima mnogo manje nesagorivih materija (pepela) nego u slami žetvenih ostataka. Jedan od razloga za to je što se prilikom žetve balirka namerno podesi na niži nivo (kako bi balirala veću masu), a samim tim mašina pored slame kupi i zemlju, pesak i silikate. Ti materijali, kasnije, iz bala dospevaju i u pelet i te čestice ne sagorevaju u kotlu i javlja se povećani sadržaj pepela.

Postoje više standarda vezanih za kvalitetu peleta - nemački "DINplus" ili "DIN 51731" ili austrijski "Ö NORM M 7135". Danas je na snazi opšte prihvaćena "ENplus" sertifikaciona šema, koja definiše kvalitet peleta u tri klase (Tabela 23). Prema "ISO 17225-2" nazivi su sledeći:

1. **ENplus A1**- industrijski pelet dobijen samo iz otkorenog drveta,
2. **ENplus A2** - industrijski pelet dobijen iz drveta sa korom,
3. **ENplus B** - industrijski pelet dobijen iz žetvenih ostataka.

Tabela 23: ENplus sertifikaciona šema, koja definiše kvalitet peleta (ENplus Handbook, 2015)

Parametar	Jedinica	ENplus-A1	ENplus-A2	ENplus - B
Prečnik	mm	6 – 8mm (± 1)	6 – 8mm (± 1)	6 – 8mm (± 1)
Dužina	mm	$3,15 \leq L \leq 40$ Max. 45mm (1%)	$3,15 \leq L \leq 40$ Max. 45mm (1%)	$3,15 \leq L \leq 40$ Max. 45mm (1%)
Nasipna težina	kg/m ³	≥ 600	≥ 600	≥ 600
Toplotna vrednost	MJ/kg	$\geq 16,5$ [4.6 kWh/kg]	$\geq 16,5$ [4.6 kWh/kg]	$\geq 16,0$ [4.4 kWh/kg]
Vlaga	Ma.-%	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sitne čestice	Ma.-%	Količina fine prašine mora biti $\leq 1\%$ računajući na količinu prašine kod pakovanja peleta ili kod krajnjeg kupca, ako se vrši rinfuzni transport. Količina fine prašine, može biti predmet dogovora između proizvođača i kupca.		
Durabiliti indeks	Ma.-%	≥ 98	$\geq 97,5$	$\geq 97,5$
Sadržaj pepela	Ma.-%	$\leq 0,7$	$\leq 1,2$	$\leq 2,0$
Tačka topljenja pepela	°C	≥ 1200	≥ 1100	≥ 1100
Sadržaj hlora	Ma.-%	$\leq 0,02$	$\leq 0,02$	$\leq 0,03$
Sadržaj sumpora	Ma.-%	$\leq 0,04$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$
Sadržaj azota	Ma.-%	$\leq 0,3$	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$
Sadržaj bakra	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sadržaj hroma	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sadržaj arsena	mg/kg	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Sadržaj kadmiuma	mg/kg	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$
Sadržaj srebra	mg/kg	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$
Sadržaj olova	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sadržaj nikla	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sadržaj cinka	mg/kg	≤ 100	≤ 100	≤ 100
Sadržaj žive	mg/kg	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$

Prema kvalitetu peleta, veleprodajna cena za ENplus-A1 pelet je od 220-260 Eur/t, za ENplus-A2 je od 160-220 Eur/t, dok je za industrijski pelet ENplus-B cena od 120-160 Eur/t. Ove cene variraju iz godine u godinu, a u zavisnosti su i od perioda godine. Primetno je da se sa toplijim zimama povećava količina peleta na skladištu, a samim tim i cena je niža i kako grejna sezona dospeva u svoj zenit tako i cena peleta raste sa povećanjem tražnje i smanjem ponude.

2.5.6 Brzo rastuća biomasa kao nova potencijalna sirovina za peletiranje

Sve veća potražnja za biomasom kao izvorom energije, zahteva definisanje održivog lanca snabdevanja ovom vrstom ekološkog energenta. U cilju smanjenja pritiska na šumu, šumarstvo i poljoprivredu, ali i umanjena zavisnosti od fosilnih goriva i povećanja potencijala za ublažavanje efekata klimatskih promena, značajnu ulogu mogu imati namenski energetske zasadi brzo rastućih vrsta drveća i drugih vrsta biomase.

Razvoj plantaža brzo rastućih vrsta drveća i biomase, sa ciljem upotrebe u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora, je relativno nov sektor sa potencijalom za značajnu ekspanziju i generiše koristi za uzgajivače, lokalne sredine i životnu sredinu u celini. Naznačajnije vrste drveća i druge biomase, pogodne za razvoj plantaža sa ciljem upotrebe u proizvodnji energije su vrbe, topole, bagrem, paulovnja i miskantus. Plan je formiranje gustih zasada pomenutih vrsta u preporučenim intervalima (2)3-4(5) godina (za vrbe, topole i paulovnije) ili (3)5-7 godina (za bagrem).

Prosečna produkcija biomase iz vrbe i topole, ako se uzmu gusti zasadi namenjeni za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, iznosi 9-12 tona/hektaru/god (navedeni podatak je prosek na teritoriji Evrope). Na prinos biomase utiču brojni faktori - klima, vrsta drveta ili hibrida, primenjene agrotehničke mere, kvalitet zemljišta itd.

U novije vreme sve je veći broj privatnih preduzetnika na prostoru Srbije koji su se odlučili za zasad paulovnije kao strane vrste brzo rastućeg drveća (Slika 15).



Zasad posle 40 dana

Zasad posle 100 dana

Zasad posle 4 godine

Slika 15. Zasad brzo rastućeg drveta paulovnije

Paulovnja daje prinos i do 1 m³ po stablu i ima ogroman potencijal u drvnoj masi. Za biomasu se predviđa sadnja u formaciji 2x2 m, što na hektaru daje prinos oko 2.300 sadnica ili približno 2.300 m³/ha.

Pored paulovnije sve više se sadi i trava miskantus (Slika 16), koja dostiže visinu od 4 m i daje prinos 20-30 tona biomase po hektaru dok, primera radi, posle žetve kukuruza, ostaje 19 tona biomase za dalju preradu! Miskantus zahteva slične uslove kao i kukuruz i biomasa dobijena od ove vrste trave ima veoma visoku energetska vrednost (1 kg miskantusa - 4.9 kWh, 17,5 MJ) i povoljan ugljen-dioksidni (CO₂) balans.



Slika 16. Zasad brzo rastuće trave miskantus za potrebe dobijanja biomase

U narednim godinama očekuje se trend rasta navedenih vidova zasada i verovatno je da će u budućem periodu navedeni zasadi postati izvori alternativnog goriva, koje će moći da se koristi za fabrike za proizvodnju peleta na prostoru Vojvodine i šire. Kombinovanjem ovih biljnih vrsta sa postojećom poljoprivrednom biomasom smanjivaće se i sadržaj pepela u peletu, dok se sa druge strane povećava toplotna moć takvog peleta, a oba faktora pozitivno utiču na povećanje kvaliteta peleta.

2.6 BIOGAS POSTROJENJA KAO VID FINALNE PRERADE BIOMASE

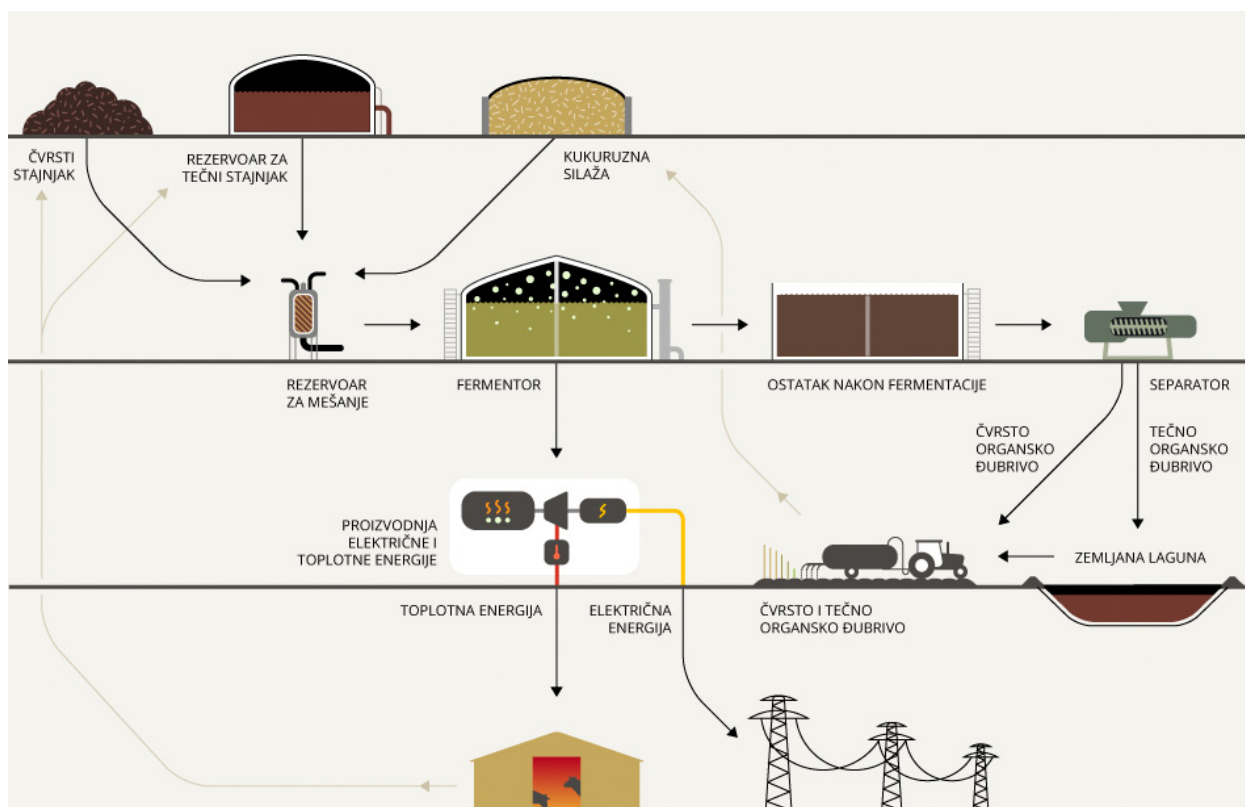
U cilju iskorišćenja obnovljivih izvora energije, pored procesa peletiranja i briketiranja drveta i žetvenih ostataka, značajno je i razmotranje i upotreba čvrstog i tečnog stajnjaka nastalog u stočarskoj proizvodnji, kukuruzne silaže i drugih biljnih sirovina.

Sa stočarskih farmi genereše se velika količina stajnjaka i, ukoliko se ne nađe rešenje za njegovu upotrebu, može da predstavlja ozbiljan problem. Otvara se pitanje šta sa njim raditi, gde ga odlagati i to je problem u svim poljoprivrednim gazdinstvima u Srbiji i svetu.

Rešenje je nađeno u vidu proizvodnje biogasa i konverzije većih količina otpada u energiju, kroz proces anaerobne digestije. Na taj način se organski otpad upotrebljava u proizvodnji energije, a posle proizvodnje biogasa ostatak tog materijala - takozvani digestat se naknadno može ponovo prerađivati i koristiti za đubrenje zemlje.

Čvrsti digestat može, takođe, da se peletira (poglavlje 2.5.4) i tako dodatno poboljša kvalitet đubriva.

Slika 17, daje pregled postrojenja za proizvodnju biogasa, električne energije i toplotne energije.



Slika 17. Biogas postrojenje (prilagođeno prema globalseed.info)

Biogas kao proizvod se dobija od čvrstog i tečnog stajnjaka (Slika 18) i, u najvećem broju slučajeva, od kukuruzne silaže. Ulazni materijali se mogu kombinovati i u suštini se radi o organskom otpadu koji ide u proces mešanja kako bi se materijal homogenizovao i kao takav puni u posebne rezervoare, fermentore.

U fermentorima (Slika 19) se odvija proces fermentacije i proizvodnje bigasa, koji je mešavina metana i ugljen-dioksida sa tragovima amonijaka, vodonika, azota, sumpor vodonika, ugljen monoksida i vodene pare. Gas se dobija uz pomoć metanogenih bakterija koje učestvuju u procesu biološke razgradnje materijala - anareobna digestija (bez prisustva kiseonika). Isti proces može se odvijati i u prirodi, na primer u močvarama, barama, probavnim traktovima preživara.



Plato za čvrsti stajnjak



Rezervoar za tečni stajnjak



Laguna za tečni digestat

Slika 18. Skladištenje čvrstog i tečnog stajnjaka i tečnog digestata (prilagođeno prema Tim inženjering)



*Slika 19. Fermentor i proizvodnja električne i toplotne energije
(prilagođeno prema [Global Seed doo](#))*

Proizvodnjom biogasa anaerobnom digestijom smanjuju se emisije metana (CH_4) i nitro oksida (N_2O), do kojih dolazi tokom odlaganja i korišćenja stajskog đubriva bez ikakvog naknadnog tretmana. Ugljen dioksid je glavni uzročnik globalnog zagrevanja i stvaranja efekta staklene bašte, a isparavanjem biogasa takođe se oslobađa CO_2 . U odnosu na fosilna goriva razlika je u tome što CO_2 iz biogasa biva brzo apsorbovan iz atmosfere fotosintetskom aktivnošću biljaka. Zato se korišćenje biogasa posmatra kao CO_2 neutralan proces jer ne utiče na povećanje količine gasova sa efektom staklene bašte. Upotreba biogasa doprinosi ublažavanju pojave globalnog zagrevanja, jer zamenjuje potrošnju fosilnih goriva za proizvodnju energije i pogonskog goriva, te se i na taj način znatno smanjuje emisija CO_2 , CH_4 i N_2O . Ipak, najveći doprinos biogas postrojenja na smanjenje emisije štetnih gasova ogleda se u činjenici da se sagoreva metan (CH_4), koji je za ozonski omotač štetniji oko 22 puta više od ugljen dioksida ([Global Seed, info](#)) ([Martinov et al., 2012](#)).

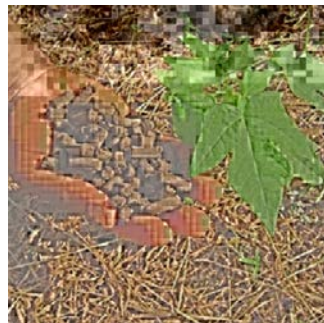
Nakon fermentacije, proizvedeni biogas se kasnije koristi za proizvodnju električne energije i, kao nus-proizvod, javlja se skoro ista tolika količina toplotne energije. Električna energija se plasira u elektroenergetski sistem po definisanim “feed in tarifama”, koje proizvođači dobijaju na osnovu državnih propisa. Prodaja električne energije se odvija po subvencionisanim uslovima i predstavlja glavni izvor prihoda za proizvođače. Ugovori o otkupu električne energije se sklapaju na 12 godina, a cena je u direktnoj korelaciji sa instalisanom snagom elektrane. Pored električne enerije, drugi bitan efekat je iskorišćenje velike količine toplotne energije. Ona se obično koristi za zagrevanja hala i objekata (plastenika, štala itd.) u zimskom periodu. U letnjem periodu toplotna energija se može koristiti u naknadnoj preradi digestata.

Pored proizvodnje električne i toplotne energije, posle fermentacije se javlja novi organski otpad - digestat. U tom delu postrojenja neophodno je da se vrši separacija digestata. Tečni deo se skladišti u posebno izgrađene lagune (Slika 18), a naknadno distribuiraju po obradivoj zemlji kao đubrivo. Čvrsti deo digestata se odmah distribuiraju po obradivoj zemlji, a može i da se suši i da prođe kroz proces peletiranja i oplemenjivanja mineralima “NPK” (azot, fosfor, kalijum). Na ovaj način se dobija mešavina bio-mineralnog đubriva. Takođe suvi digestat može da se meša i sa pilećim stajnjakom i posle peletira, kako bi se na prirodan način đubrivo obogatilo veštačkim mineralima, bez dodavanja “NPK” i u tom slučaju se kao proizvod dobija bio-đubrivo (Slika 20), koje kao takvo može da se sertifikuje i dalje upotrebljava u organskoj proizvodnji. Za proces sušenja digestata najčešće se koriste trakaste sušare koje mogu da koriste toplotnu energiju koja se javlja kao nus-proizvod proizvodnji električne energije. Time se celokupan sistem energetski zatvara i iskorišćava se sve, a suvi digestat može da ide na proces peletiranja (Slika 21). Ovim procesom zemljištu se vraćaju hranjivi sastojci, koje je ona izgubila tokom žetve i berbe.

Bio-đubrivo je potpuno đubrivo, za razliku od veštačkog đubriva koje je dopunsko đubrivo. Sa organskim đubrivom postiže se rastresito zemljište, lakše se održava toplota u zemljištu, bolje i ranije se zagreva, pa setva može da krene ranije. Ovakvo tretirano zemljište upija bolje i vlagu.



*Slika 20. Bio-đubrivo
(prilagođeno prema [Farma Nešić](#))*



*Slika 21. Bio-đubrivo u formi peleta (prilagođeno
prema [Idealna prihrana za cveće i biljke](#))*

3. ISTRAŽIVANJA EFIKASNOSTI UPRAVLJANJA BIOMASOM NA PODRUČJU VOJVODINE

3.1 METODOLOŠKE OSNOVE ISTRAŽIVANJA

U skladu sa metodologijom istraživanja datom u poglavlju 1.6, eksperimentalna istraživanja su obuhvatila ukupan potencijal biomase u Vojvodini, po strukturi, količini, vrsti i potencijalnoj energetske vrednosti. Podaci o potrošnji biomase prikupljeni su iz stručne literature iz oblasti, statističkih izveštaja, izveštaja strukovnih udruženja i sa berzi biomase. Istraživanjem putem ankete obuhvaćena su vodeća preduzeća i organizacije koja su generator biomase i preduzeća koja su korisnici biomase i proizvoda iz nje.

Konačan izbor preduzeća i broj anketiranih u eksperimentalnom istraživanju je određen na osnovu analize preduzeća i organizacija iz oblasti, koja posluju u Vojvodini. Anketirani su zaposleni na menadžerskim pozicijama i vlasnici preduzeća. Istraživanje je realizovano direktnim intervjuom, elektronskim putem (email sa prilogom i poseban „link“ za upitnik) i putem telefona. Korišćena je CATI (*computer assisted telephone interviewing*) tehnika prikupljanja podataka. Postupak prikupljanja podataka je tekao tako da su ispitanici kontaktirani putem telefona, a nakon toga su sami odlučivali o načinu nastavka intervjuja. Prilikom pozivanja, potencijalnim ispitanicima je predstavljen cilj i svrha istraživanja.

Za obradu podataka korišćene su osnovne statističke metode. Pored osnovnih metoda, obrada podataka je vršena putem SPSS 20.0, dok je za vizualizaciju podataka korišćen „Excel“. Statistička obrada podataka, rađena je u okviru deskriptivne i inferencijalne statistike. Korišćeni su procenti, frekvencije, χ^2 test sa izraženom statističkom značajnošću i logistička regresija. Svi otvoreni odgovori su ručno rekodirani na osnovu semantike i klasifikovani u nadređene kategorije. Metoda sistemskog modelovanja korišćena u delu koji se odnosi na razvoj modela efikasnog upravljanja biomasom.

3.2 OPIS UZORKA

Uzorak čine preduzeća i organizacije proizvođači ili generator biomase u Vojvodini. Proizvođači ili generatori biomase u Vojvodini čine poljoprivrednici, ratari koji se bave uzgojom žitarica. Posle žetve, na poljima ostaju žetveni ostaci koji se sakupljaju i, u skladu sa mogućnostima, baliraju. Na takav način se generiše najveća količina biomase koja je na raspolaganju za dalju upotrebu. Pored biomase iz žetvenih ostataka od ratarske proizvodnje, uzorak čine i preduzeća i organizacije koje se bave uzgojom stoke, jer je upravo stočni stajnjak, posle žetvenih ostataka, nosilac najveće količine biomase koja je na raspolaganju u Vojvodini. Šuma u Vojvodini ima malo i većina su u sklopu javnih preduzeća, tako da su ove organizacije izuzete iz anketiranja, jer se radi o javnim preduzećima koje neće širiti poslovanje na proizvodnju peleta od drveta.

Uzorkom, delom koji se odnosi na generatore biomase, su razmatrane samo organizacije koje mogu da generišu biomasu za potencijalni proces peletiranja, kapaciteta od minimalno 0,5 t/h ili koji imaju na raspolaganju minimalno 500 tona biomase u vidu žetvenih ostataka na godišnjem nivou. Ispod tog kapaciteta se, kako su pokazala praktična iskustva, ne isplate investicije u opremu za preradu biomase.

Kada se radi o biogas postrojenjima, usled investicionih ulaganja u opremu, kao i zbog visine „feed in tarifa“ i uslova dobijanja dozvola za priključenje na elektroenergetski sistem, optimalni kapacitet je oko 1 MW snage elektrane. Ispod kapaciteta od 0,5 MW investicija nije isplativa. Kada se navedeno prevede u konkretnu obradivu površinu koju organizacija eksploatiše, to je najmanje 100 ha obradive zemlje u vlasništvu, tako da uzorak i nije razmatrao organizacije (generatore biomase) koji imaju manje posede.

Kada se sve navedeno uzme u obzir, korišćen je ciljani, neslučajni, takozvani “prigodni uzorak”.

3.3 OPIS UPITNIKA

Za definisanje upitnika, odnosno za osnovnu bazu pitanja i definisanja okvira, u najvećoj meri je korišćen postojeći materijal na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu proistekao iz IPA prekograničnog programa Mađarska-Srbija, vezan za projekat „Biogas HU-SRB“ koji je bio sufinansiran od strane Evropske Unije i realizovan u periodu 2011-2013. godine.

Upitnik za doktorsku disertaciju prilagođen je uzorku koji je nov (prošiten) i sadrži nove ideje (peletiranje kao način finalne prerade biomase) u odnosu na prethodno vršena istraživanja na prostoru istraživanja (Vojvodina), a njegov fokus je na davanju odgovora na postavljene hipoteze. Upitnik je definisan u sledećih 6 grupa pitanja:

- Prva grupa pitanja odnosi se na osnovne podake organizacije, kao i lokaciju i delatnost koju organizacija obavlja, a u vezi sa generisanjem i korišćenjem biomase.
- Druga grupa pitanja se fokusira na konkretan potencijal u biomasi sa kojim organizacija raspolaže. Razvrstane su dve podgrupe pitanja u zavisnosti od tipa biomase i to na agrobiomasu iz ratarstva i biomasu koja se generiše u vidu stočnog stajnjaka. Ove dve podgrupe biomase imaju najveći udeo u ukupnoj biomasi i zato su i uzete u razmatranje. Postoje određene granice isplativosti i mogućnosti korišćenja, tako da je uzorak i time uveden u realne okvire.
- Treća grupa pitanja ima cilj da da uvid u sadašnji način upotrebe biomase, buduću perspektivu organizacije za nove investicije i efekte u pogledu zaštite životne sredine.
- Četvrta i peta grupa pitanja je usko fokusirana na pogodnosti postojećih organizacija za izgradnju biogas postrojenja ili postrojenja za peletiranje ili, ako to već rade, na nove vidove finalizacije proizvoda ili unapređenje postojećih proizvodnih i organizacionih aktivnosti.
- Poslednja, šesta grupa pitanja je namenjena samovrednovanju organizacija putem „SWOT“ analize.

U Prilogu 1 je dat celokupan, originalni sadržaj upitnika koji je korišćen.

3.4 REZULTATA ISTRAŽIVANJA I NJIHOVA ANALIZA

3.4.1 Analiza podataka u odnosu na osnovne podatke i opis delatnosti

U odnosu na pravni status od 53 preduzeća koja čine ukupan uzorak 49 se izjasnilo kao poljoprivredno gazdinstvo, a 4 kao „d.o.o.“ (društvo sa ograničenom odgovornošću). Od ukupnog broja 8 je izjavilo da je delatnost pravnog lica stočarstvo uz ratarstvo/poljoprivredu, 27 se bavi prvenstveno ratarstvom (uz povrtarstvo) i 18 se izjasnilo kao poljoprivredna proizvodnja. U tabeli 24, prikazano je ukrštanje ovih kategorija. Među preduzećima („d.o.o.“) nije bilo onih koji se bave stočarstvom, dok je bilo 8 poljoprivrednih gazdinstava u ovoj kategoriji. Bilo je 26 gazdinstava koje se bave ratarstvom i 1 „d.o.o.“, a 15 gazdinstava koja se bave poljoprivrednom proizvodnjom i 3 „d.o.o.“.

Tabela 24: Ukrštanje pravnog statusa preduzeća i opisa delatnosti.

	<i>d.o.o.</i>	<i>Poljoprivredno gazdinstvo</i>
Stočarstvo i ratarstvo/poljoprivreda	0	8
Ratarstvo (i povrtarstvo)	1	26
Poljoprivredna proizvodnja	3	15

Od ukupnog broja uzorkovanih organizacija (53), iz Bačke je 23 (43,4%), iz Banata je 19 (35,8%) i iz Srema je 11 (20,8%) organizacija. Vlasnika preduzeća je intervjuisano 21 (39,6%), direktora 2 (3,8%), zamenika direktora 1 (1,9%), rukovodilaca 29 (54,7%).

3.4.2 Analiza podataka u odnosu na agro-biomasa iz ratarske proizvodnje i sadašnji način upotrebe biomase

Kada se radi o ratarskim površinama, kako bi se identifikovali oni sa visokim i niskim potencijalom za biomasa, pravna lica su kategorisana u odnosu na to da li poseduju više ili manje od 250 ha ratarskih površina. Bilo je 31 pravno lice sa manje od 250 ha i 20 pravnih lica sa više od 250 ha (2 pravna lica od ukupnog uzorka ne poseduju ratarske površine). U ovom uzorku bilo je 37,7% onih koji imaju visok potencijal za generisanje biomase u odnosu na svoje ratarske površine. U tabeli 25 je prikazano ukrštanje ratarskih površina u odnosu na opis delatnosti.

Tabela 25: Ukrštanje ratarskih površina i opisa delatnosti.

	<i>Manje od 250ha</i>	<i>Više od 250ha</i>
Stočarstvo i ratarstvo/poljoprivreda	4	3
Ratarstvo (i povrtarstvo)	16	11
Poljoprivredna proizvodnja	11	6

U Tabeli 26 su prikazane setvene strukture koje gaje preduzeća, broj preduzeća koji gaji određenu setvenu strukturu, broj ha (površina) pod strukturom i informacija šta rade sa žetvenim ostacima (kako ih koriste). Najveća površina je pod kukuruzom, dok je druga setvena struktura po zasađenoj površini pšenica. Nakon kukuruza i pšenice slede suncokret, soja, ječam, šećerna repa, detelina i uljana repica.

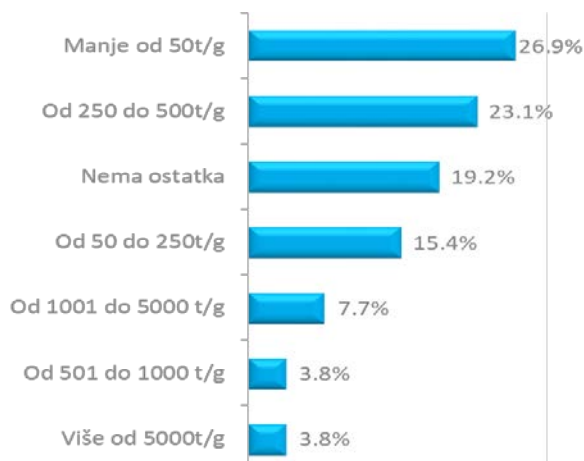
U slučaju svih struktura i preduzeća sa većim i preduzeća sa manjim ratarskim površinama izjavljuju da najčešće zaoravaju žetveni ostatak, dok se samo par odgovora odnosi na energetski efikasne načine prerade ostataka (baliranje i loženje).

Na pitanje šta, generalno, rade sa žetvenim ostacima sa svim kulturama zajedno, 84% je izjavilo da zaorava, 4,7 % da balira ostatke i 11,3 nije dalo nikakv odgovor.

Tabela 26: Setvene strukture, žetveni ostaci i način upotrebe

	Setvena struktura	Broj preduzeća	Površina (ha)	Šta se radi sa žetvenim ostacima
Total	Kukuruz	45	4606.5	
Manje od 250 ha	Kukuruz	27	1518	zaoravanje (21), balira (4), , bez odgovora - ne znam (2)
Više od 250 ha	Kukuruz	17	2788.5	zaoravanje (12), balira (3), bez odgovora - ne znam (2)
Total	Pšenica	44	3489	
Manje od 250 ha	Pšenica	28	1183	zaoravanje (20), balira (4), bez odgovora - ne znam (4)
Više od 250 ha	Pšenica	16	2306	zaoravanje (10), balira (4), bez odgovora - ne znam (2)
Total	Suncokret	36	2615	
Manje od 250 ha	Suncokret	23	913	zaoravanje (22), bez odgovora - ne znam (1)
Više od 250 ha	Suncokret	13	1702	zaoravanje (10), bez odgovora - ne znam (3)
Total	Soja	27	2456	
Manje od 250 ha	Soja	16	716	zaoravanje (12), balira (2), bez odgovora - ne znam (2)
Više od 250 ha	Soja	11	1740	zaoravanje (7), balira (4)
Total	Ječam	13	622	
Manje od 250 ha	Ječam	6	107	zaoravanje (5), bez odgovora - ne znam (1)
Više od 250 ha	Ječam	7	515	zaoravanje (3), baliranje (3), bez odgovora - ne znam (1)
Total	Repa	8	1127	
Manje od 250 ha	Repa	5	157	zaoravanje (3), bez odgovora - ne znam (2)
Više od 250 ha	Repa	3	970	zaoravanje (2), bez odgovora - ne znam (1)
Total	Detelina	7	157	
Manje od 250 ha	Detelina	5	77	zaoravanje (2), baliranje (1), bez odgovora - ne znam (2)
Više od 250 ha	Detelina	2	80	balira (2)
Total	Uljana repica	6	300	
Manje od 250 ha	Uljana repica	5	180	zaoravanje (5),
Više od 250 ha	Uljana repica	1	120	zaoravanje (1)
Total	Luk	3	140	
Manje od 250 ha	Luk	1	50	zaoravanje (1)
Više od 250 ha	Luk	2	90	zaoravanje (1), bez odgovora - ne znam (1)
Total	Paprika	2	40	
Manje od 250 ha	Paprika	1	10	zaoravanje (1)
Više od 250 ha	Paprika	1	30	zaoravanje (1)
Total	Šargarepa	2	32	
Manje od 250 ha	Šargarepa	0		
Više od 250 ha	Šargarepa	2	32	Zaoravanje, izdaje se na loženje (1)

Slika 22 daje prikaz odgovora vezan za količine žetvenih ostataka koje se generišu na nivou godie, bez obzira da li se zaoravaju, baliraju ili drugo. Praktično, svi koji generišu 500 t/g i više predstavljaju potencijal. Takođe organizacije (grupa) koje generišu od 250-500 t/g takođe predstavljaju potencijal, jer uz zakup ili kupovinu dodatnog zemljišta u budućnosti mogu dostići traženi minimum za dalju preradu u energetske svrhe.



Slika 22. Količina žetvenih ostataka koja se generiše na godišnjem nivou

3.4.3 Analiza podataka u odnosu na stočni stajnjak iz stočarske proizvodnje i sadašnji način upotrebe biomase

U tabeli 27 su prikazane životinje koje gaje preduzeća, raspon broja grla za goveda, svinje i perad. Poljoprivrednici su se u velikoj meri razlikovali po broju grla koje gaje tako da je i u slučaju goveda i u slučaju svinja izrazito veliki raspon u broju grla između preduzeća.

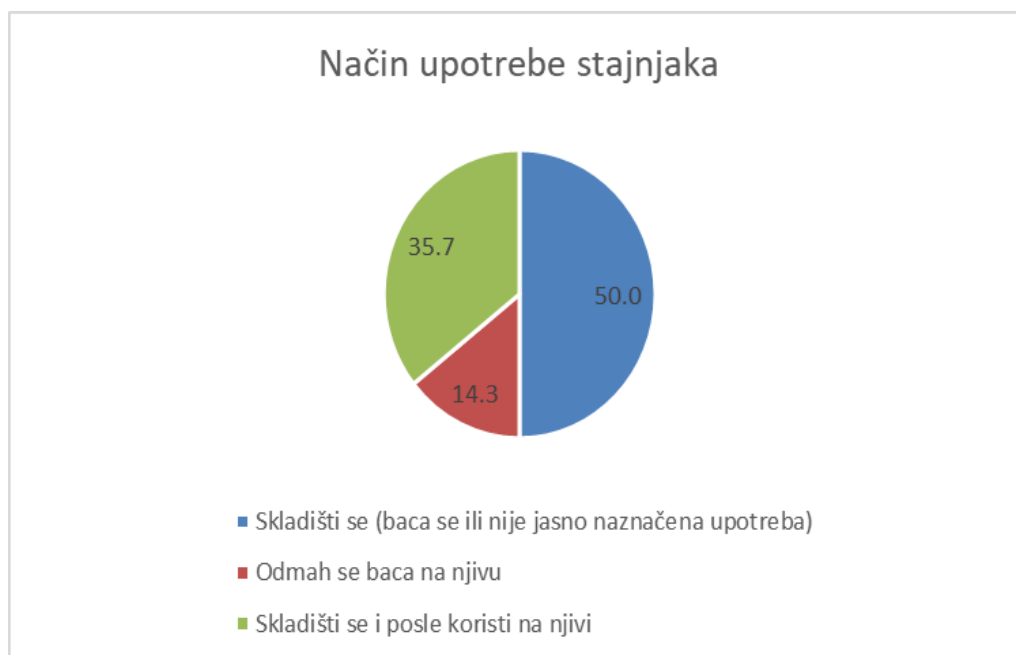
Od svih preduzeća, 15 je izjavilo da skladišti stočni stajnjak na farmi. Što se tiče načina, 7 je izjavilo da se stajnjak skladišti (kasnije se baca ili nije jasno naznačena upotreba), 2 je izjavilo da se odmah baca na njivu, a 5 da se skladišti i posle se koristi na njivi (Slika 23).

Bilo je 10 ispitanika koji su naveli konkretne težine stajnjaka u godini i među njima je bilo 6 onih koji su imali manje od 1000 tona stajnjaka u godini i 4 onih koji su imali više od 1000 tona u godini. Među onima koji su imali manje od 1000 t/g, 3 je izjavilo da se stajnjak skladišti (kasnije se baca ili nije jasno naznačena upotreba), 2 da se odmah baca na njivu i 1 da se skladišti i posle koristi na njivi. Od ispitanika koji su imali više od 1000 t/g, 1 je izjavio da se skladišti (kasnije se baca, ili nije jasno naznačena upotreba), a 2 je izjavilo da se skladišti radi kasnijeg korišćenja na njivi. Potencijal za gradnju biogas postrojenja se nalazi praktično u samo ova 4 ispitanika koja generišu preko 1.000 t/g stajnjaka.

Tabela 27: Životinje, broj grla i stajnjak (t/g)

Vrsta	Broj preduzeća koje gaje životinje	Raspon broja grla	Raspon stajnjaka (t/g)
Goveda	11	4 – 2100 (mdn = 200)	30 – 75.000 (mdn = 500)
Svinje	11	5 – 50000 (mdn = 150)	27 – 40.000 (mdn = 500)
Perad	2	200 i 5000	3 i 350
Ovce	4	5, 10, 100, 150	5 - 30

Komentar: mdn – medijana



Slika 23. Način upotrebe stajnjaka

Rezultati ispitanika su očekivani i najveći potencijal leži upravo u onima koji gaje goveda i svinje, jer oni generišu najveće količine stajnjaka i predstavljaju potencijal za eventualnu proizvodnju biogasa. Takođe, stočni stajnjak se može kombinovati i sa drugom biomasom kako bi se dobio neophodan ulazni materijal za biogas postrojenja.

3.4.4 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na sadašnji način upotrebe biomase i perspektiva dalje prerade/distribucije

Od svih ispitanika, njih 44 je izjavilo da stajnak i žetvene ostatke koristi za distribuciju i zaoravanje po poljoprivrednim površinama, pri čemu je 42 ispitanika dalo informaciju o površinama na kojima se realizuje distribucija između 6 i 3000 hektara (mdn = 200). Deset preduzeća je izjavilo da u okolini postoji mogućnost za distribuciju dodatnih količina stajnjaka. Od ostalih ispitanika koji nemaju mogućnosti za dalju distribuciju (43) većina nije dala dodatno objašnjenje, dok je njih nekoliko izjavilo da se sve iskoristi na vlastitom zemljištu.

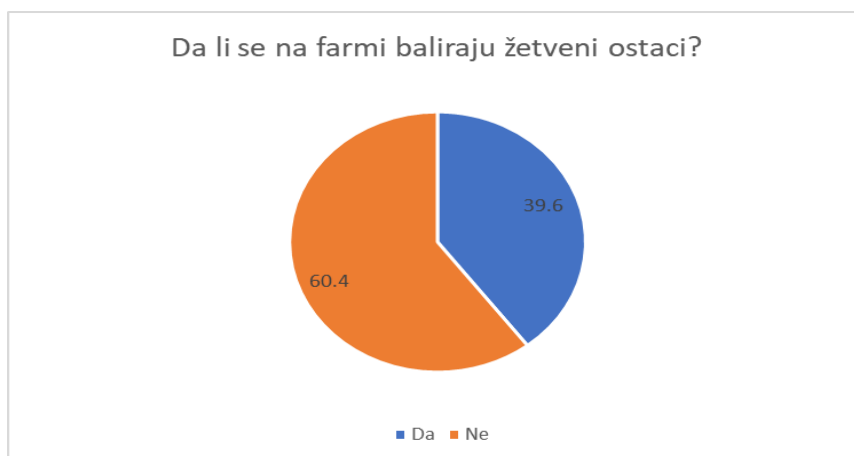
Kada se uzme u razmatranje analiza zemljišta, 40 ispitanika je izjavilo da vrše analizu sastava zemljišta. U tabeli 28. prikazano je ukrštanje u odnosu ratarske površine. Primetno je da skoro svi ispitanici sa više od 250 ha vrše analizu zemljišta.

Takođe, 50% ispitanika je izjavilo da ima dobar kvalitet zemlje i solidno stanje, 37,5 % je prijavilo da ima neki problem sa zemljom (nedostatak minerala, kisela zemlja, niska vrednost humusa itd) i 12,5% je izjavilo da ne zna.

Tabela 28: Ukrštanje ratarskih površina sa pitanjem, da li se vrši analiza sastava zemljišta

	Manje od 250ha	Više od 250ha	Ne poseduju
Da	22	17	1
Ne	9	3	1

Kada su konkretno pitani da li se baliraju žetveni ostaci 21 predstavnik preduzeća je izjavio da, a 32 ne (Slika 24).



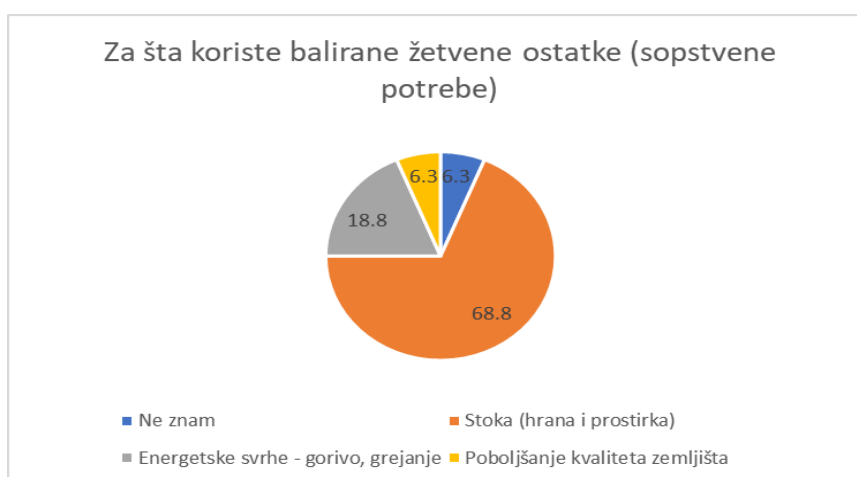
Slika 24. Da li se na farmi baliraju žetveni ostaci

Ukrštanjem ovih odgovora sa ratarskim površinama koje poseduju, vidi se da je sličan odnos između onih sa većim i manjim površinama, u odnosu na to da li baliraju ili ne baliraju žetvene ostatke (Tabela 29). Od svih ispitanika 12 je izjavilo da balira manje od 1000 t/g, 5 da balira između 1000 i 3000 t/g, 1 da balira više od 3000 t/g (3 nisu mogli da procene). Rezultati pokazuju određena odstupanja jer kada se ispitanici pitaju direktno da li baliraju daju veći broj pozitivnih odgovora, nego kada je pitanje postavljeno uopšteno i zahteva opis.

Tabela 29: Ukrštanje ratarskih površina sa pitanjem, da li se baliraju žetveni ostaci

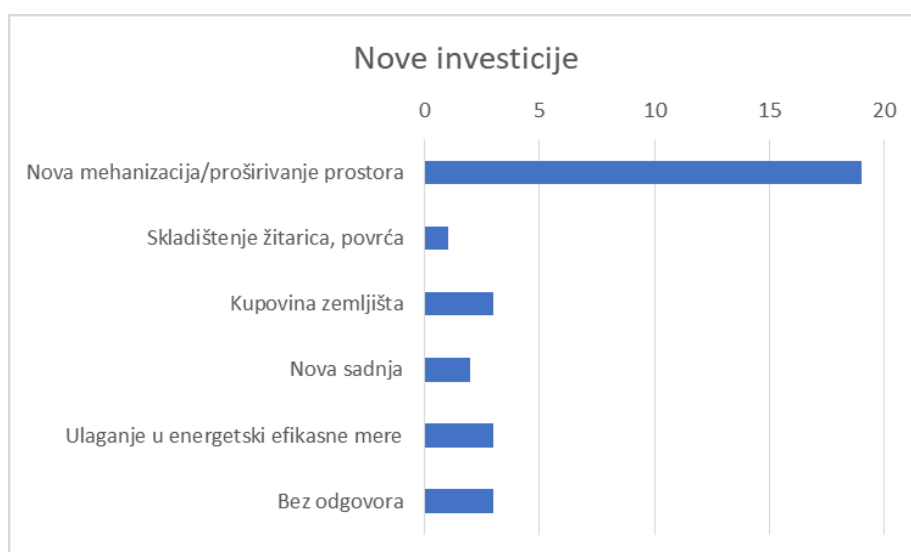
	Manje od 250ha	Više od 250ha	Ne zna da proceni
Da	12	6	3
Ne	18	13	0

Od 21 predstavnika koji žetvene ostatke baliraju, 16 je izjavilo da ih koristi za svoje potrebe i ubedljivo najveći broj koristi za stoku (hrana i prostirka; Slika 25). Praktično samo 3 ispitanika koristi žetvene ostatke za energetske svrhe, a jedan ispitanik koji je izjavio da *ne zna* takođe bi mogao biti potencijal.



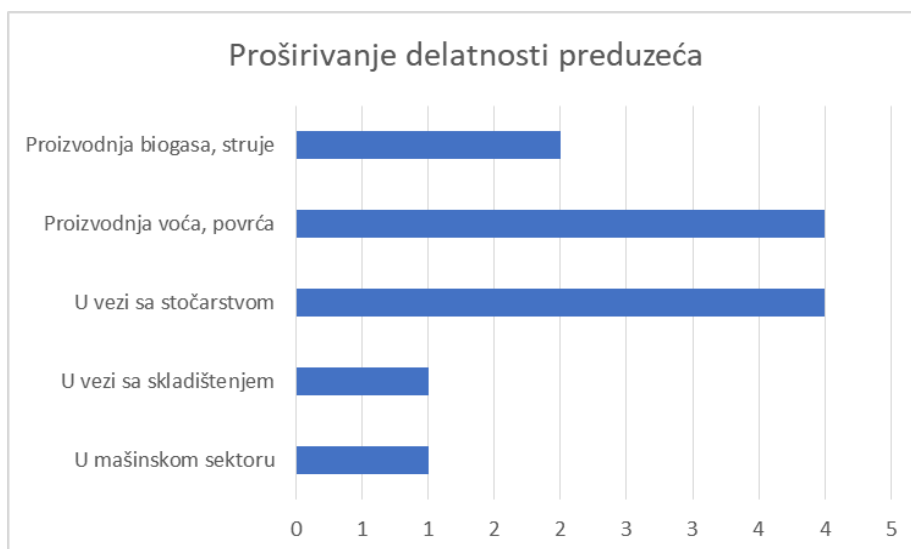
Slika 25. Korišćenje žetvenih ostataka za svoje potrebe

Među predstavnicima preduzeća 31 je izjavio da je planirano da se u skorijoj budućnosti realizuju nove investicije, nezavisno od biogas postrojenja ili postrojenja za peletiranje. Najveći broj planiranih investicija se odnosi na novu mehanizaciju i proširivanje prostora (Slika 26).



Slika 26: Nove investicije, nezavisno od biogas postrojenja ili postrojenja za peletiranje.

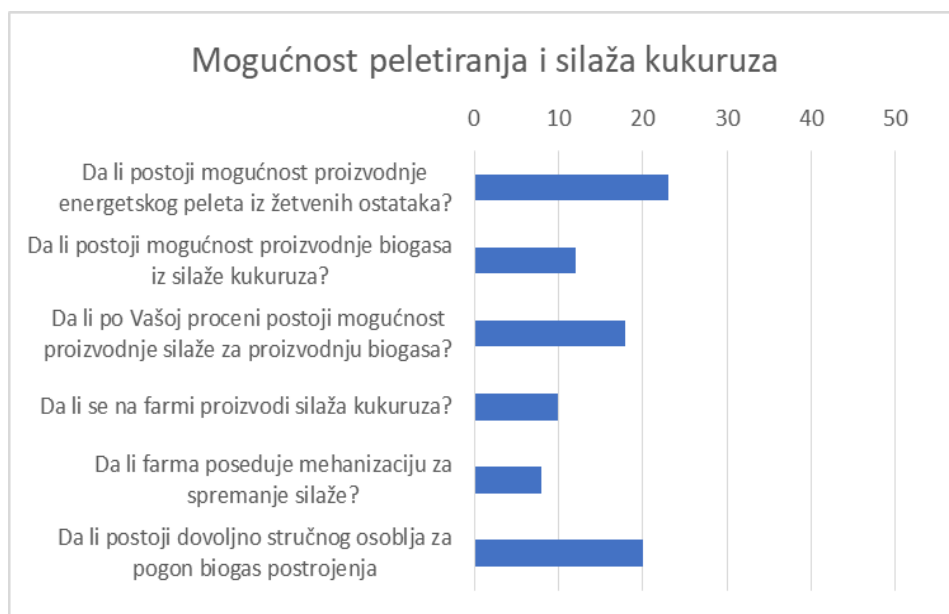
Dvanaest preduzeća planira da u skorijoj budućnosti proširi delatnost preduzeća i najčešći planovi su u vezi sa stočarstvom ili sa proizvodnjom voća i povrća (Slika 27). Samo tri preduzeća planiraju da redukuju delatnost, a navedeni razlozi su da prestaju sa stočarstvom i problem što se mladi ne zadržavaju na selu.



Slika 27. Planovi za proširivanje delatnosti preduzeća u skorijoj budućnosti

Od svih ispitanih preduzeća 23 je izjavilo da postoji mogućnost proizvodnje energetskog peleta iz žetvenih ostataka, 12 da postoji mogućnost proizvodnje biogasa, a 18 je izjavilo da postoji mogućnost proizvodnje silaže kukuruza. Ipak, samo 10 preduzeća proizvodi silažu, a samo 8 ima mehanizaciju za spremanje silaže (Slika 28).

Na pitanje da li među zaposlenima na farmi postoji dovoljno stručnog osoblja, koje bi mogli da se još obuču i obrazuju za pogon biogas postrojenja (2-3 KV radnika koji imaju tehničko predznanje), 20 preduzeća je odgovorilo potvrdno.

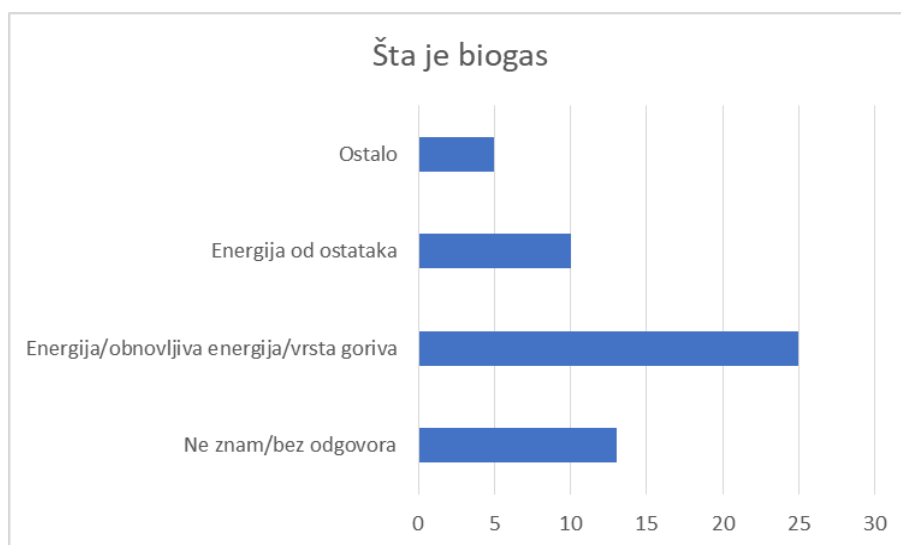


Slika 28. Mogućnost peletiranja i silaža kukuruza

3.4.5 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na upućenost u tehnologiju biogasa

Od svih preduzeća 52 je izjavilo da su čuli za biogas postrojenja, a samo jedno da nije. Odgovori na pitanje šta predstavlja biogas kategorisani su na 3 osnovne kategorije i ostalo. Kategorije (Slika 29) su bile:

- 1) Ne znam/bez odgovora;
- 2) Odgovori koji se odnose na (obnovljivu) energiju i gorivo;
- 3) Energija od ostataka i
- 4) Ostalo, gde su se nalazili odgovori poput „budućnost“, „posao za velike“, „fermentacija i sagorevanje“, „proces vrenja“ i „silos sa tehnologijom biomase“.



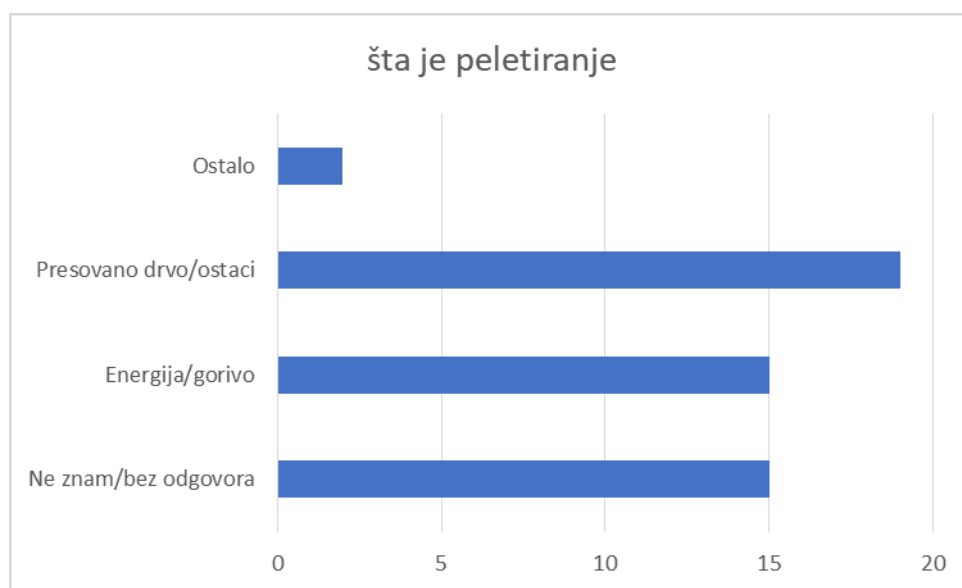
Slika 29. Po Vašem mišljenju, šta predstavlja biogas?

Više od polovine, 31 preduzeće, nije izrazilo želju, dok je 22 izrazilo želju da se više informiše o tehnologiji biogasa. Sa druge strane 30 preduzeća smatra, da bi izgradnja biogas postrojenja mogla da unapredi poslovanje preduzeća, dok 23 ne smatra da bi unapredilo poslovanje. U hipotetičkoj situaciji u kojoj bi postojala tehnička i ekonomska izvodljivost za izgradnju biogas postrojenja 21 preduzeće bi bilo spremno za takvu investiciju, dok 32 ne bi bilo spremno, što ukazuje da čak i da su svi uslovi za postrojenje obezbeđeni preduzeća imaju strepnju prema ovoj investiciji.

3.4.6 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na upućenost u tehnologiju peletiranja

Od svih preduzeća 52 je izjavilo da su čuli za tehnologiju peletiranja, a samo jedno nije. Odgovori na pitanje šta predstavlja peletirana biomasa kategorisani su na 3 osnovne kategorije i ostalo. Kategorije (Slika 30) su bile:

- 1) Ne znam/bez odgovora;
- 2) Odgovori koji se odnose na (obnovljivu) energiju i gorivo;
- 3) Presovano drvo i ostaci i
- 4) Ostalo, gde su se nalazili odgovori poput „dobar biznis“ i „đubrenje, smanjenjem vlage“.



Slika 30. Po Vašem mišljenju, šta predstavlja pojam peletirane biomase?

Samo 17 preduzeća želi da se dodatno informiše više o ovoj tehnologiji peletiranja, a malo više od polovine (29) preduzeća je izjavilo, da zna da se digestat iz biogas postrojenja peletira i da se time dobija visoko kvalitetno biođubrivo i da zna da se biomasa generalno može peletirati. Malo više od polovine (28) se slaže i sa tvrdnjom da izgradnja postrojenja za peletiranje može da unapredi poslovanje preduzeća, a samo 14 bi bilo spremno za ovu investiciju, čak i ako bi postojala tehnička i ekonomska izvodljivost za izgradnju postrojenja za peletiranje.

3.4.7 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na potencijalnu lokaciju za izgradnju biogas postrojenja i postrojenja za peletiranje

Kao uslov za potencijalnu lokaciju za izgradnju biogas postrojenja preduzeća su pitana, da li je potencijalna lokacija povezana asfaltiranim putem sa mrežom puteva pri čemu je 21 preduzeće odgovorilo sa da, a 32 sa ne. Još je manje preduzeća koji imaju u blizini dalekovod za srednjenaponsku distributivnu mrežu, odnosno 18 preduzeća. Od svih preduzeća, samo 6 poseduje transformator u svojoj infrastrukturi, a 9 je izjavilo da postoji mogućnost izgradnje objekata u kojima bi bila iskorišćena toplotna energija u slučaju izgradnje biogas postrojenja. Od 6 preduzeća koja su navela da postoji neiskorišćeni prostor koji se može nameniti biogas postrojenju, odgovori su se kretali od 1000 do 65000 m² neiskorišćenog prostora.

Kada se radi o rezultatima ispitivanja vezanim za potencijalnu lokaciju za postrojenje za peletiranje, samo 4 preduzeća je izjavilo da se u blizini nalaze veliki potrošači toplotne energije koji imaju kotlove na biomasu. Sedam preduzeća je izjavilo da postoji mogućnost izgradnje objekta ili postrojenja sa iskorišćenje toplotne energije u slučaju izgradnje postrojenja za peletiranje. Među onima koji su izjavili da postoji neiskorišćeni prostor koji se može nameniti izgradnji postrojenja za peletiranje, prostor koji su mogli nameniti kretao se od 1000 do 40000 m².

Tabela 30: Preduzeće kao potencijalna lokacija za biogas postrojenja i postrojenja za peletiranje

<i>Pitanje</i>	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Da li je potencijalna lokacija povezana asfaltiranim putem sa mrežom puteva?	21	32
Da li se u blizini nalazi dalekovod za srednjenaponsku distributivnu mrežu?	18	35
Da li preduzeće u sopstvenoj infrastrukturi poseduje transformator?	6	47
Da li na potencijalnoj lokaciji postoji potrošnja energenata za proizvodnju toplotne energije?	2	51
Da li postoji mogućnost izgradnje objekta ili postrojenja sa iskorišćenje toplotne energije u slučaju izgradnje biogas postrojenja?	9	44
Da li u ekonomskom dvorištu ima neiskorišćenog prostora koji može da se nameni za izgradnju biogas postrojenja?	6	47
Da li se u blizini nalazi veliki potrošači toplotne energije, koji imaju kotlove na biomasu?	4	49
Da li preduzeće u sopstvenoj infrastrukturi poseduje generator toplotne energije koji troši pelet?	1	52
Da li postoji mogućnost izgradnje objekta ili postrojenja sa iskorišćenje toplotne energije u slučaju izgradnje postrojenja za peletiranje?	7	46
Da li u ekonomskom dvorištu ima neiskorišćenog prostora koji može da se nameni za izgradnju postrojenja za peletiranje?	7	46

Tabela 30 daje pregled ukrštenih rezultata preduzeća kao potencijalnih lokacija za biogas postrojenja i postrojenja za peletiranje.

3.4.8 Analiza podataka svih ispitanika u odnosu na pitanja vezana za definisanje njihovih snaga, slabosti, prilika i pretnji (SWOT analiza)

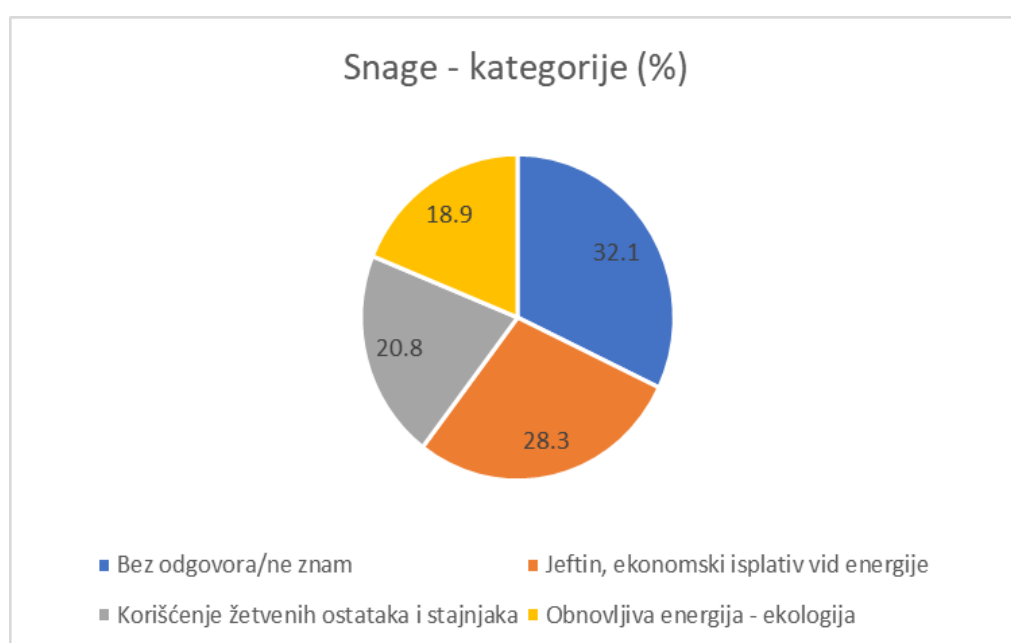
Kada su pitani da navedu snage vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa kao i za proizvodnju i korišćenje peleta u sopstvenom preduzeću, odgovori ispitanika su se mogli klasifikovati u četiri šire kategorije:

- 1) Bez odgovora / ne znam;
- 2) Jeftin, ekonomski isplativ vid energije;
- 3) Korišćenje žetvenih ostataka i stajnjaka; i
- 4) Obnovljiva energija – ekologija.

U tabeli 31 prikazani su neki od tipičnih odgovora za svaku od kategorija, pri čemu su, u prvom redu, navedeni nazivi svake od kategorija. Na slici 31 prikazan je procentualni udeo pojedinih kategorija odgovora.

Tabela 31: Primeri odgovora ispitanika za snage vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa kao i proizvodnju i korišćenje peleta u datom preduzeću.

<i>Bez odgovora/ne znam</i>	<i>Jeftin, ekonomski isplativ vid energije</i>	<i>Korišćenje žetvenih ostataka i stajnjaka</i>	<i>Obnovljiva energija – ekologija</i>
Bez odgovora	Alternativni, dodatni izvor zarade	Postojanje stajnjaka	Zdrava struja
Ne znam	Jeftin izvor energije	Žetveni ostaci su jeftini, lako ih je nabaviti	Obnovljiva energija
Nisam informisan	Smanjenje troškova proizvodnje	Značajne količine žetvenih ostataka i stajnjaka	Ekološki, ekološko gorivo

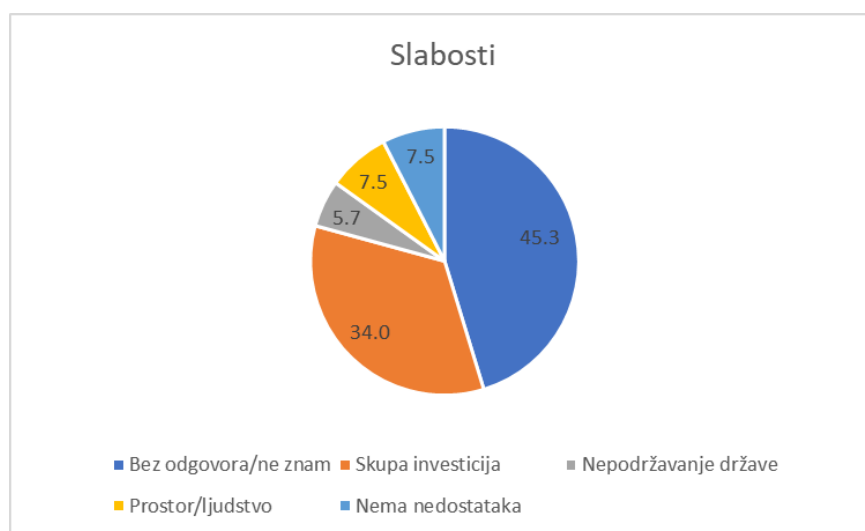


Slika 31. Kategorije odgovora ispitanika za snage vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase..

Kada su pitani da navedu slabosti vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase u sopstvenom preduzeću odgovori ispitanika su se mogli klasifikovati u 5 kategorija (Slika 32). Ubedljivo najveća kategorija koja je obuhvatala skoro polovinu ispitanika ($n = 24$, 45.3%) su oni koji nisu imali odgovor, nisu znali šta da navedu. Osamnaest pravnih lica je navelo da je to skupa investicija, 3 je navelo nepodržavanje od strane države, 4 je navelo manjak prostora, ljudskih resursa, iskustva i 4 je navelo da nema nedostaka. U tabeli 32 prikazani su neki od tipičnih odgovora za svaku od kategorija, pri čemu su, u prvom redu, navedeni nazivi svake od kategorija.

Tabela 32: Primeri odgovora ispitanika za slabosti vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću.

<i>Bez odgovora/ne znam</i>	<i>Skupa investicija</i>	<i>Nepodržavanje države</i>	<i>Prostor/ljudstvo</i>	<i>Nema nedostataka</i>
Bez odgovora	Skupa investicija	Država se mora dobro postaviti	Nemam iskustva	Nema ih
Ne znam	Veliki izdatci	Neprepoznavanje države	Prostor	
Nisam informisan	Veliki troškovi za izgradnju	Potrebne subvencije	Nemam koga da angažujem	



Slika 32. Kategorije odgovora ispitanika za slabosti vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase.

Za prilike vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa u sopstvenom preduzeću, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase, identifikovano je 5 tema na osnovu kojih je moguće kategorisati odgovore ispitanika:

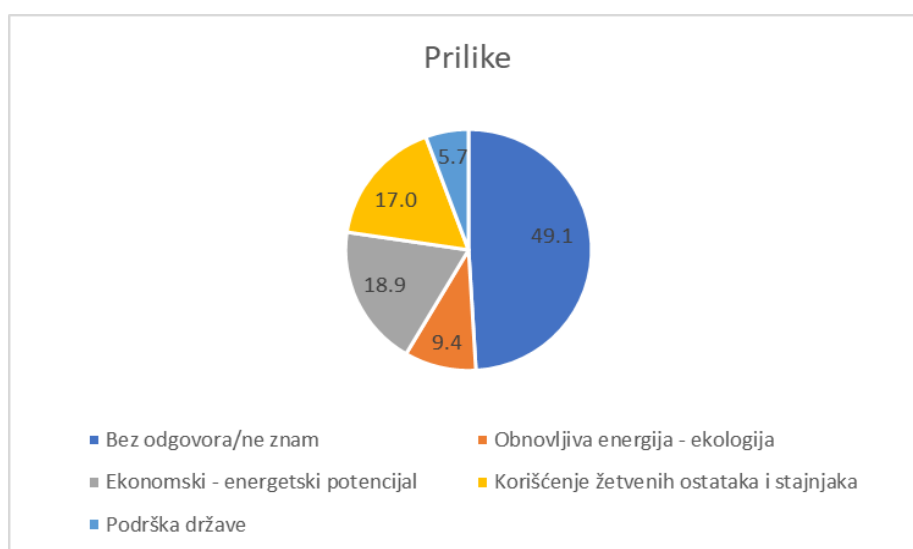
- 1) Bez odgovora / ne znam;
- 2) Obnovljiva energija – ekologija;
- 3) Ekonomski – energetska potencijal;
- 4) Korišćenje žetvenih ostataka i stajnjaka; i
- 5) Podrška države.

U tabeli 33, prikazani su tipični odgovori ispitanika vezani za potencijale koje vide u proizvodnji i korišćenju biogasa, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase. Ispitanici u maloj meri razlikuju potencijale i snage i sadržaj odgovora je u velikoj meri sličan za ova dva aspekta.

Tabela 33: Primeri odgovora ispitanika za potencijale vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase.

<i>Bez odgovora/ne znam</i>	<i>Ekonomski – energetski potencijal</i>	<i>Obnovljiva energija - ekologija</i>	<i>Korišćenje žetvenih ostataka i stajnjaka</i>	<i>Podrška države</i>
Bez odgovora	Ekonomska efikasnost	Očuvanje životne sredine	Koristi se biomasa	Subvencije
Ne znam	Ekonomska motivacija	Obnovljivi izvor energije	Skloni se bolesno sa njive	Vezano za državu
Nisam informisan	Jeftinija struja	Zdravija životna sredina	Imam žitarice/stanjak...	Potrebna je motivacija od države

Na slici 33 su kategorije odgovora ispitanika za prilike vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase.



Slika 33. Kategorije odgovora ispitanika za prilike vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase..

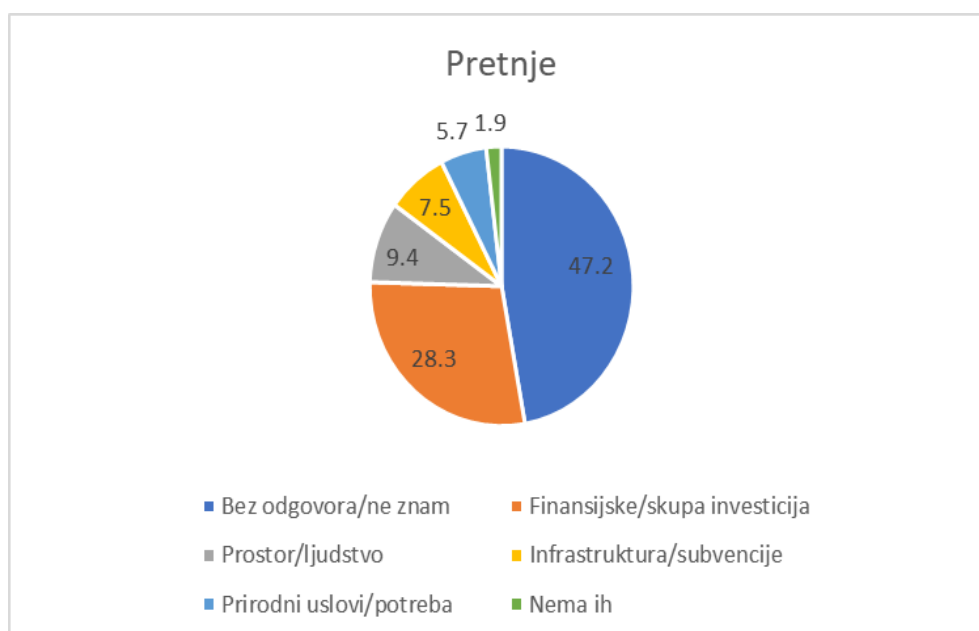
Za pretnje vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa u sopstvenom preduzeću, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase, identifikovano je 5 tema na osnovu kojih je moguće kategorisati odgovore ispitanika (Tabela 34):

- 1) Bez odgovora / ne znam;
- 2) Finansijske / skupa investicija;
- 3) Prostor / ljudski resursi;
- 4) Infrastruktura/subvencije; i
- 5) Prirodni uslovi/potreba, i jedan ispitanik je odgovorio da nema pretnji.

Tabela 34: Primeri odgovora ispitanika za pretnje vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase..

Bez odgovora/ne znam	Finansije/ Skupa investicija	Prostor/ ljudstvo	Infrastruktura/ subvencije	Prirodni uslovi/ potreba
Bez odgovora	Finansijske	Nedostatak potrebnog znanja	Odsutstvo subvencija	Sve je već iskorišćeno
Ne znam	Neisplativost	Površina koja je potrebna	Sve se svodi na socijalnu pomoć, uništena privreda	Suša
Nisam informisan	Velika ulaganja	Mora biti van naseljenog mesta	Nedostatak garantovanih dobavljača	Zemlja koja je u suštini postala građevinska

Kategorije odgovora ispitanika za pretnje vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase, date su na slici 34.



Slika 34. Kategorije odgovora ispitanika za pretnje vezane za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću, kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase.

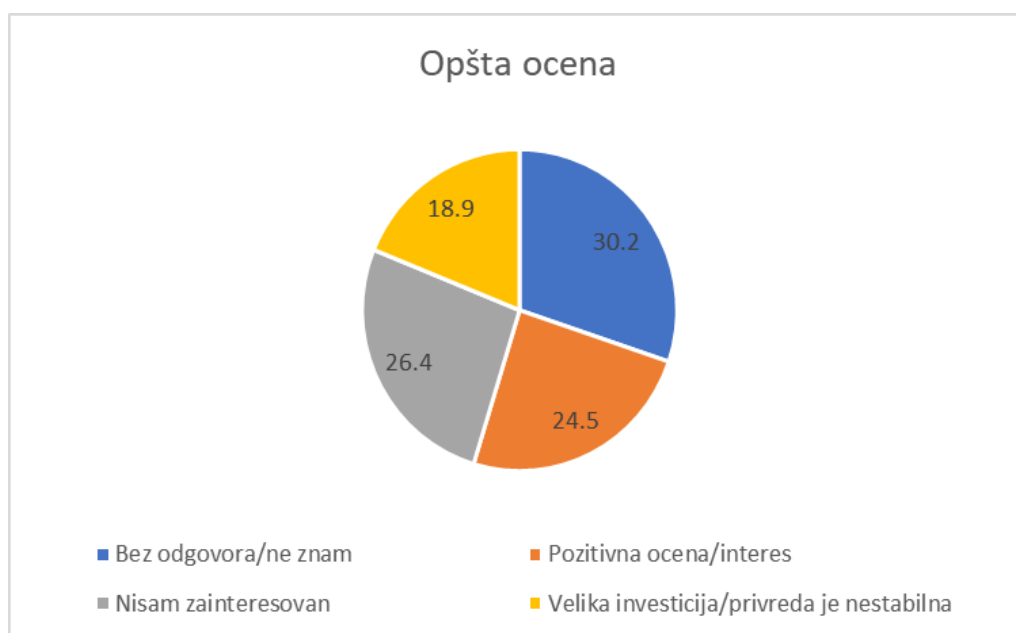
Kada se u obzir uzme opšta ocena bilo je četiri kategorije odgovora koje su se pojavljivale:

- 1) Bez odgovora / ne znam;
- 2) Pozitivna ocena / interes;
- 3) Nisam zainteresovan i
- 4) Velika investicija / privreda je nestabilna.

U tabeli 35, prikazani su tipični odgovori ispitanika vezani za opšte utiske u proizvodnji i korišćenju biogasa kao i proizvodnju i korišćenje peleta od biomase, a na slici 35 date su odgovarajuće kategorije.

Tabela 35: Primeri odgovora ispitanika za opštu ocenu vezanu za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću kao i proizvodnje i korišćenja peleta od biomase.

<i>Bez odgovora/ne znam</i>	<i>Pozitivna ocena/ interes</i>	<i>Nisam zainteresovan</i>	<i>Velika investicija/ privreda je nestabilna</i>
Bez odgovora	Veoma pozitivno	Nije zainteresovan	Privreda ne može opstati
Ne znam	Dobar potencijal	Stariji čovek	Finansijski neisplativo
Nisam informisan	Daje prednost jeftinije energije (ali uz velika ulaganja)	Ne želi	Velika investicija uz nedovoljno prednosti



Slika 35. Kategorije odgovora ispitanika za opštu ocenu vezanu za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću kao i za proizvodnju i korišćenje peleta od biomase.

U celosti, SWOT analiza ukazuje na to da ispitanici nisu dovoljno upoznati sa prednostima, ali i nedostacima biogas postrojenja i postrojenja za peletiranje. Za svaki procenjivani aspekt značajan udeo ispitanika nije imao mišljenje ili nije znao da odgovori. Snage i prilike su se grupisale u vrlo slične kategorije, a mogući razlog tome je niska zastupljenost primera postrojenja za peletiranje, ili zastupljenost biogas postrojenja kod velikih preduzeća, te ih ispitanici posmatraju kao nešto potencijalno, nešto čije su snage i prilike vrlo slične. I u slučaju pretnji i slabosti je sadržaj odgovora sličan i pokazuje da je bolja infrastruktura i podrška države vrlo važna kako bi se ovaj sistem razvio, odnosno kako bi se prevazišla finansijska barijera ulaska u rad sa biogas postrojenjima i postrojenjima za peletiranje.

3.5 DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA I TESTIRANJE HIPOTEZA

Hipoteza H1: “Potencijal biomase na području Vojvodine je značajan obnovljivi izvor energije, ali nije dovoljno iskorišćen u slučaju žetvenih ostataka”

Prikupljeni podaci i analize sadržaja (naučna literatura iz oblasti, podaci iz izveštaja strukovnih udruženja, sa berzi biomase, od vodećih firmi koje su generator biomase ili su korisnici biomase i proizvoda iz nje), kao i rezultati dobijeni istraživanjem kroz metode ankete i intervjua, pokazuju da je hipoteza pod rednim brojem 1 (H1) tačna.

Uopšteno posmatrano, realni energetske potencijal koji je sadržan u žetvenim ostacima na nivou Vojvodine je veliki i iznosi oko 0,367 Mtoe ([World Bioenergy Association, 2015](#)), ali nije u dovoljnoj meri iskorišćen. Broj preduzeća koja se bave preradom žetvenih ostataka peletiranjem, a imaju funkcionalnu proizvodnju, manji je od 5. Od toga, dve su fabrike zaista u radu i peletiraju punim kapacitetom pretežno pšeničnu slamu, nešto soje i nešto malo uljane repice.

Pored postrojenja za peletiranje, značajniji potrošač žetvenih ostataka u energetske svrhe, osim „Termoelektrane-toplane Sremska Mitrovica“ praktično i da ne postoji. „IPOK“ iz Zrenjenina je prešao sa korišćenja balirane slame na korišćenje peleta u kotlovima za proizvodnju pare za potrebe sopstvene primarne proizvodnje. Proizvođač jestivog ulja „VICTORIAOIL“ iz Šida, koristi za svoje potrebe deo otpadne biomase od suncokreta, konkretno ljusku, koju dozira direktno u gorionik.

Potencijalno veliki potrošači žetvenih ostataka mogu biti biogas postrojenja koja su instalisana ili će biti instalisana po Vojvodini. Trenutno je situacija takva da se samo u manjoj meri koristi žetveni ostatak kao supstrat i to u vidu dopune. Pretežno se koristi silaža kukuruza, koja se ne može smatrati žetvenim ostatkom, koristi se i stočni stajnjak, a ima i preduzeća koja koriste otpadnu biomasu iz raznih drugih proizvodnji (bundeva, repa, itd).

Prikupljeni i analizirani podaci pokazuju, da se najveći deo žetvenih ostataka zaorava, iako je činjenica da je samo trećina žetvenih ostataka ustvari potrebna zemlji, osim u situaciji kada se zemljište konzervira. To znači da se 25% ukupnih žetvenih ostataka može balirati i koristiti u energetske svrhe. Odgovori na pitanja koja su bila postavljena kroz istraživački deo, a vezana su za analizu zemljišta i njeno opšte stanje takođe idu u prilog tome da nije potrebno ostavljati tolike količine žetvenih ostataka i zaoravati ih.

Jedam od mogućih odgovora na pitanje zašto se još uvek tako malo žetvenih ostataka balira je taj što ne postoji realno i uređeno tržište biomase, kao i što ne postoje javna skladišta gde bi se žetveni ostaci skladištili i gde bi se vršila kupovina i prodaja po tačno uređenim pravilima, karakterističnim za postojanje tržišta te robe. Postoji inicijativa na sajtu „PKS“ ([Privredna komora Srbije](#)), na odeljku zelena energija, ali u trenutku pisanja disertacije, na sajtu nije mogla da se nađe ni jedna konkretna ponuda za biomasu od žetvenih ostataka.

Utvrđeno je da i mehanizacija za baliranje nije u velikoj meri zastupljena. Sa druge strane, u svetu postoji trend ukрупnjavanja zemljišta, dok u Vojvodini to nije slučaj. Sa ukрупnjavanjem zemljišta proces baliranja bio bi znatno brži i efikasniji.

Transport balirane slame ima i svoja ograničenja vezana za isplativost na određenoj distanci. Zbog velikog volumena i nasipne težine koja je izrazito mala kod žetvenih ostataka, čak i potencijalni proizvođači peleta odustaju od te ideje, posebno zbog nestabilnosti obezbeđenja ove vrste sirovina iz godine u godinu.

Regionalni centri za skladištenje i preradu biomase izgrađeni na osnovu javno-privatnog partnerstva bi svakako ideju baliranja žetvenih ostataka, usklađivanja tržišta i dalje prerade u energetske svrhe, podigla na mnogo izvesniji i uređeniji nivo. Namerno se naglašava termin "javno", jer bez jasne državne strategije teško je napraviti veći iskorak u ovoj oblasti ako se ima u vidu da investicije u skladištenje i preradu biomase nisu ni mala.

Hipoteza H2: „Potencijal biomase na području Vojvodine je značajan obnovljivi izvor energije, a nije dovoljno iskorišćen u slučaju stočnog stajnjaka”

Prikupljeni podaci i analize sadržaja (naučna literatura iz oblasti, podaci iz izveštaja strukovnih udruženja, sa berzi biomase, od vodećih firmi koje su generator biomase ili su korisnici biomase i proizvoda iz nje), kao i rezultati dobijeni istraživanjem kroz metode ankete i intervjua, pokazuju da je hipoteza pod rednim brojem 2 (H2) netačna ili opovrgnuta.

Svi rezultati istraživanja i zvanični dostupni podaci pokazuju da se zaista radi o značajnom obnovljivom izvoru energije, ali da je, radom brojnih biogas postrojenja koja su instalisana u pretekloj deceniji (i koja su u pripremi za instalisanje), ovaj vid biomase u velikoj meri iskorišćen.

Tržište biogasa u Srbiji, a samim tim i u pokrajni Vojvodini, počinje značajnije da se razvija donošenjem mera za otkup električne energije proizvedene iz biogasa, koje je inicirala Republika Srbija 2009. godine, *Uredbom o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije*. Uredbom je definisana cena zavisna od kapaciteta postrojenja. Tako je za postrojenja do 0,2 MW cena iznosila 16 euro centi po kWh, dok za postrojenja preko 2 MW cena iznosila 12,04 euro centi po kWh. Proizodači električne energije sa povlašćenim statusom dobijali bi ove otkupne cene u periodu od 12 godina. 2014. godine podsticajne otkupne cene električne energije, definisane navedenom uredbom, iznosile su između 12,31 i 15,66 euro centi po kWh zavisno od kapaciteta postrojenja. Poslednje promene u ceni otkupa električne energije proizvedene iz biogasa uvedene su 2016. godine, gde su cene bile sledeće: za postrojenja snage do 2 MW cena u euro centima po kWh se izračunava po obrascu - $18,333-1,111 * snaga\ postrojenja\ u\ MW$, za postrojenja snage od 2 do 5MW obrazac je $16,85-0,370 * snaga\ postrojenja\ u\ MW$ i za postrojenja preko 5 MW cena otkupa električne energije je 15 euro centi po kWh. 2011. godine izgrađeno je prvo biogas postrojenje sa povlašćenim statusom, dok danas u Srbiji radi 22 biogas postrojenja, sa ukupnom instalisanom snagom od 21 MW. Takođe, status privremeno povlašćenih proizvođača električne energije ima još 28 postrojenja, sa ukupnom snagom od 27,266 MW, od kojih se u narednom periodu očekuje da počnu sa radom. Sa dobijanjem statusa privremeno povlašćenog proizvođača električne energije, očekuje se da postrojenja u naredne 3 godine bude izgrađena. Trenutno najveće postrojenje u Srbiji se nalazi u Alibunaru sa ukupnom instalisanom snagom od 3,6 MW. Ogromna većina svih biogas postrojenja u Srbiji je pretežno locirana u Vojvodini. Razlog tome je dostupnost sirovina koje se koriste za generisanje biogasa, a naknadno i električne energije ([Bioenergy-Serbia](#), [Razvoj održivog tržišta bioenergije u Srbiji](#), [GIZ tehnička podrška](#)).

Realizovana istraživanja su se odnosila na ona preduzeća koja nisu realizovala izgradnju postrojenja za biogas, jer se analizirao potencijal, a ne oni koji su svoj potencijal već iskoristili. Rezultati su pokazali da od 98% ispitanika uopšteno zna za pojam biogasa, samo jedan ispitanik nije nikad čuo za biogas. 41% ispitanika izrazilo je želju da se više informiše o tehnologiji biogasa, dok čak 56,6 % smatra da bi izgradnja biogas postrojenja mogla da unapredi poslovanje preduzeća. Rezultati pokazuju i da skoro 40% ispitanika je spremno za investiciju u hipotetičkoj situaciji u kojoj bi postojala tehnička i ekonomska izvodljivost za izgradnju biogas postrojenja.

Veliki broj ispitanika vidi biogas postrojenje kao šansu i priliku u budućnosti, ali visinu investicije vide kao ozbiljnu pretnju. Razvoj zadrugarstva, između ostalog i u cilju realizacije investicija u biogas postrojenja, može biti rešenje za veliki broj malih i farmi srednje veličine na prostoru Vojvodine. Sve navedeno upućuje da će se u budućnosti investicije u biogas postrojenja nastaviti u velikoj meri.

Hipoteza H3: “Sadašnji način upotrebe žetvenih ostataka i stočnog stajnjaka ne daje dovoljne efekte u pogledu zaštite životne sredine“

Ova se hipoteza, nakon analize svih podataka, pokazala kao tačna.

Biomasa će imati najveću primenu kao energent u Vojvodini, s obzirom na dostupnost i količine, a posebno zbog činjenice da se njenom primenom smanjuje efekat staklene bašte putem stabilizacije emisije CO₂, jer proizvodnja i sagorevanje biomase u cilju dobijanja energije predstavlja zatvoren CO₂ ciklus. Podaci iz tabele 12 pokazuju da se korišćenjem biomase za proizvodnju električne energije za 1 GWh energije, generiše skoro 20 puta manje CO₂ u odnosu na ugalj, 16 puta manje u odnosu na naftu i 11 puta manje u odnosu prirodni gas, kao energente raspoložive u Vojvodini. Ovo je sve teorijski ispravno, međutim proizvodnja peleta ili briketa od žetvenih ostataka ili prosto baliranje žetvenih ostataka, ostalo je na jako niskom nivou.

Tačnost prethodne hipoteze H1, navodi i na tačnost hipoteze H3, posebno kada se radi o žetvenim ostacima i njihovoj iskorišćenosti. Istraživanja su vršena samo za veće ratare, a i kod njih je primetno da ne baliraju već u ogromnoj meri zaoravaju žetvene ostake. To verovatno znači da se deo tih odgovora odnosi i na paljenje žetvenih ostataka na njivi, a to je posebno indikativno kod manjih farmi i ratara koji obrađuju manje površine zemlje, a koji nisu bili deo uzorka koji se ispitivao. Iako je zakonom zabranjeno paljenje žetvenih ostataka, to se i danas u velikoj meri radi i time se značajno nepovoljno utiče na biljni i životinjski diverzitet, a samim tim se generišu negativni efekti u pogledu zaštite životne sredine.

Primena fosilnih goriva za grejanje (gas, ugalj, mazut itd) i dalje je na visokom nivou u Vojvodini. U poređenju sa ugljem, biomasa se ističe niskim sadržajem sumpora pri istovremenom primarnom spajanju nastajućeg SO₂ u pepelu, tako da se granične vrednosti emisije SO₂ lako održavaju u dozvoljenim granicama. Sadržaj azota u gorivu zavisi od vrste i načina sađenja biomase. Drvo poseduje nizak sadržaj azota, ali pri spaljivanju slame, količina azota može biti ista ili veća nego kod uglja, što zavisi od količine đubriva i načina prihrane žitarica. Mnogo problematičniji od azota i sumpora u gorivu je hlor koji, pored emisije, generiše i probleme u postrojenju za sagorevanje. Visok sadržaj hlora u slami ili miskantusu, u poređenju sa ugljem, rezultat je primene kalijumskog đubriva (KCl) u poljoprivredi. Hlor izaziva koroziju, posebno pri visokim temperaturama u parnim grejačima. Dakle, drvena biomasa je pogodna i ekološki prihvatljiva kao gorivo. Slama, miscanthus i druge žitarice, zbog svojih gorivnih sastojaka, mogu biti izvor tehničkih problema u postrojenjima za sagorevanje, pa se preporučuje upotreba u obliku peleta za manje i srednje veličine kotlova (Počuča et al., 2012). Pošto ne postoje značajnija postrojenja za peletiranje slame u Vojvodini od pomenuta dva u Klajićevu (Betacorn doo) i u Bođanima (Energreen doo), izvodi se zaključak da sadašnji način upotrebe biomase ne daje dovoljne efekte u pogledu zaštite životne sredine. Namerno se kaže biomase (ukupna) jer biomasa od žetvenih ostataka čini ogromnu većinu u ukupnom realnom energetskom potencijalu Vojvodine, u odnosu na stočni stajnjak (Tabela 8).

Što se tiče stočnog stajnjaka, evidentno je da najveći broj velikih farmi stoke već ima instalirana biogas postrojenja ili su ona u fazi izgradnje, a određene farme su u fazi dobijenih povlašćenih uslova.

Međutim, i dalje veliki broj malih farmi nema rešaja za odlaganje stajskog đubriva, za pravilno skladištenje, niti za dalju ubotrebu. Ovo predstavlja veliki problem u pogledu zaštite životne sredine. Organski materijali kao što su stajsko đubrivo i otpad sa deponija proizvode CH_4 , gas sa efektom staklene bašte koji je višestruko opasniji od CO_2 . Da bi se metan prirodno razgradio potrebno je oko 12 godina. To jeste mnogo brže od CO_2 , kojem je potrebno 120 godina, međutim, CH_4 apsorbuje više toplote. Naučnici stoga pretpostavljaju da je metan oko 25 puta "jači" od ugljendioksida kada se uzme u obzir apsorbovanje toplote. Korišćenjem ovog materijala u postrojenjima na biogas, emisije gasa sa efektom staklene bašte smanjuju se dvostruko: nema emisija CH_4 i smanjuje se emisija CO_2 usled zamene fosilnih goriva biogasom.

Rešenje navedenih problema je;ponovo, u zadrugarstvu. GIZ DKTI Program je izradio studiju o mogućnosti udruživanja i formiranja energetske zajednice u selu Verušić u blizini Subotice. Studija predviđa udruživanje 19 farmera, koji poseduju ukupno 500 h zemlje i 1.055 grla stoke. Sa ovih farma se godišnje može prikupiti oko 3.450 tona stajnjaka, koji predstavlja osnovnu sirovinu za proizvodnju biogasa, pored silaže. Uzevši u obzir 12 godina povlašćenih tarifa za otkup električne energije i iskorišćenje toplotne energije za sušenje poljoprivrednih proizvoda, rezultati studije su pokazali da bi izgradnja biogas postrojenja, snage preko 500 kWh, bila isplativa u pomenutom slučaju. Realizacijom ovakvog projekta zbrinuo bi se i otpad na farmama, čime bi se i uticalo na smanjenje emisija štetnih gasova. Takođe, projekat bi uticao i na zaposlenost i ekonomski razvoj u okrugu ([Bioenergy-Serbia, Razvoj održivog tržišta bioenergije u Srbiji, GIZ tehnička podrška](#)).

Hipoteza H4: „Postojeća infrastruktura u Vojvodini nije na zadovoljavajućem nivou i ne omogućuje iskorišćenje potencijala biomase za izgradnju postrojenja za peletiranje žetvenih ostataka i za izgradnju postrojenja za biogas“

Analizom podataka, utvrđeno je da je ova hipoteza tačna.

Rezultati pokazuju da 60,3% ispitanika i njihovih potencijalnih lokacija za postrojenja, nije povezana asfaltiranim putem sa mrežom puteva. 66% njih se ne nalazi u blizini dalekovoda sredjenaponske distributivne mrežu, 88,6% nema transformator u sopstvenoj infrastrukturi, a 96% ispitanika nema u okolini potencijalnog potrošača energenta u vidu toplotne energije.

83% ispitanika je odgovorilo i da nema mogućnost izgradnje objekta ili postrojenja sa iskorišćenjem toplotne energije u slučaju izgradnje biogas postrojenja. Nešto više 86,8% je izjavilo da nema mogućnost izgradnje postrojenja za peletiranje. 92,5% je izjavilo, da se u njihovoj blizini ne nalaze potrošači toplotne energije koji imaju kotlove na biomasu, a 98% ispitanika nema ni u sopstvenoj infrastrukturi generator toplote na pelet, a 86,8% u ekonomskom dvorištu nema neiskorišćenog prostora koji može da se nameni za izgradnju postrojenja za peletiranje i moralo bi da dokupi zemlju. Uopšteno posmatrano nešto preko 28% ispitanika smatra da je investicija za takva postrojenja velika, a čak četvrtina smatra i da je zbog nestabilne privrede to rizična investicija.

Analizom podataka iz literature, naučnih časopisa, elaborata i studija rađenih na ovu temu, utvrđeno je da zvanična berza za kupovinu biomase ne postoji. Ima nekih formalnih pomaka u vidu „web“ sajta, ali se sadržajno nije ništa uradilo. Kada su u pitanju skladišta, takođe se radi o velikim investicijama i ukoliko bi bila u privatnoj svojini, njihovo instaliranje je svrsishodno kroz zadrugarstvo i udruživanje. Pored toga postoji situacija da su planirana namenska javna skladišta ostala na nivou ideja. Bilo je inicijativa i u Apatinu je pokrenuta izgradnja prvog namenskog javnog skladišta biomase, ali je projekat završen postavljenjem kamena temeljca.

Skoro sva preduzeća koja su izgradila postrojenja za peletiranje, biogas ili koriste biomasu u energetske svrhe, oslonjeni su na sopstvenu primarnu proizvodnju (ratarsku ili stočarsku) i zaokružili su proces. Situacija kakva je danas može nepovoljno da utiče na dalji razvoj malih i srednjih farmera ukoliko ne dođe to udruživanja. Kroz zadruge bi uspeli, u početaku, da plasiraju ostatke svoje biomase za dalju preradu i upotrebu u energetske svrhe. Potrebna je podrška države u smislu puteva i elektroenergetske infrastrukture, a potrebna je i šira primena kotlova na biomasu i generatora toplote na pelet. Značajna podrška bi se postigla i kada bi se pelet počeo mnogo više koristiti prvo u zagrevanju javnih objekta (opštine, škole, sportski centri itd), a kasnije u domaćinstvima (kuće, za stanovanje i drugi objekti) i privredu (hale, štale, kancelarije, staklenici itd). U koliko bi opštine više planirale i ulagale u razvoj infrastrukture otvaralo bi se i više postrojenja za peletiranje i proizvodnju biogasa. Paralelno bi trebalo da se radi na razvoju skladišta biomase, zadrugarstva i tržišta ovih proizvoda što bi ostvarilo veći prihod privrednih subjekata, a samim tim i veći prihod opština, koje bi putem poreza ostvarile povraćaj investicija u infrastrukturu. Povoljni su efekti i dodatno zapošljavanje u ovom poslovnom lancu, a zaustavio bi se i negativan trend migracija mladog stanovništva iz sela u grad i, što je još gore, iz domaćih sela u inostranstvo.

4. MODEL - SCENARIO EFIKASNOG UPRAVLJANJA BIOMASOM U VOJVODINI

4.1 IZGRADNJA REGIONALNIH CENTARA ZA SKLADIŠTENJE I PRERADU BIOMASE

4.1.1 Namenska skladišta biomase

Za izgradnju namenskih skladišta, centralizovanih i sa većim količinama biomase na raspolagnju, mora se razmatrati emisija GHG („Green hous gas“) - gasova se efektima staklene bašte, optimizacija troškova i sigurnost snabdevanja. Sakupljeni i uskladišteni žetveni ostatak bili bi korišćeni pretežno za energetske svrhe. Skladištenje je sastavni deo logističkog lanca snabdevanja. Lokacija skladišta i njena udaljenost od mesta generisanja biomase i mesta njenog korišćenja direktno utiče na količinu emitovanih „GHG“, pretežno CO₂. Važno je napomenuti i da manipulacija biomasom na samoj lokaciji skladišta, kao i njena prerada, podrazumevaju upotrebu mehanizacije. Pravilnim odabirom lokacija skladišta omogućava se, da pri transportu pored povoljnih ekonomskih efekata, emisija CO₂ bude minimizirana.

Primer radi, sa svakim kilometrom pređenim u drumskom kamionskom sabračaju, u atmosferu se emituje oko 80 g CO₂ po toni robe. U slučaju agrarne biomase, zbog male nasipne mase materijala (kg/m³), emisije CO₂ su i veće, jer se nosivost prevoznog sredstva samo delimično koristi. Traktorski transport je još nepovoljniji, što je direktna posledica ostvarene nosivosti i brzine kretanja. Najbitniji kriterijum održivosti je ostvarenje uštede u emisijama GHG, koja mora da bude najmanje 60% u poređenju sa primenom fosilnog goriva. To znači, da biogoriva koja su proizvedena između ostalog i iz agrarne biomase, moraju da u toku životnog ciklusa emituju manje od 33,5 g CO₂ekv/MJ biogoriva (Martinov et al., 2016).

Životni ciklus biogoriva sastoji se iz više faza, a najvažnije su kultivacija i ekstrakcija sirovina, procesiranje (proizvodnja) biogoriva kao i svi oblici transporta uključujući i distribuciju i manipulaciju. Lokacija skladišta direktno utiče na nivo emisija GHG pri transportu. Na primer, pri transportu do skladišta na udaljenosti 5 km, koristeći traktor sa prikolicom na koji je utovareno 14 valjkastih bala kukuruzovine namenjenih za proizvodnju bioetanola, uz uračunat povratak, emituje se oko 2.000 g CO₂ekv po toni suve materije - kukuruzovine (od čega je oko 300 g posledica proizvodnje dizela, a 1.700 g posledica sagorevanja dizela), odnosno oko 0,5 g CO₂ekv/MJ bioetanola. Ako se dodatno razmotri i transport od skladišta do mesta procesiranja, kamionom koji nosi oko 30 bala, na udaljenost od 100 km, nivo emisija iznosi oko 25.000 g CO₂ekv/t suve materije - kukuruzovine (oko 21.000 g je posledica sagorevanja dizela), odnosno približno 6 g CO₂ekv/MJ bioetanola. Pri tome su tipične emisije traktora i kamiona oko 210 i 130 g CO₂/t.km, respektivno. Iz navedenog se vidi da lokacija skladišta i njegova udaljenost do mesta korišćenja, može da uslovi petinu ukupno dozvoljenih emisija GHG biogoriva.

Sa druge strane, ne treba zanemariti ni manipulaciju agrarnom biomasom na mestu skladištenja. Istovar i ponovni utovar balirane agrarne biomase su operacije koje zahtevaju upotrebu mehanizacije i, ponovo, potrošnju fosilnih goriva. Proizvođač agrarne biomase koji koristi uslugu namenskog skladišta, pre prodaje biomase proizvođaču biogoriva, dužan je da pri prodaji ima proizvodnu deklaraciju, kojom garantuje ispunjenost postavljenih kriterijuma održivosti, a koja sadrži i vrednost GHG emisija (Martinov et al., 2016).

Gradovi i opštine koje se nameću sa najviše poljoprivredne biomase i u kojima raspoloživa biomasa ima potencijal prikupljanja u bale velikih dimenzija i čije količine prelaze 100.000 tona godišnje po opštini su: Zrenjanin, Sombor, Subotica, Kikinda Pančevo i Sremska Mitrovica. Na osnovu toga može se uspostaviti hipotetička lokacija budućih namenskih skladišta i to po gradovima i opštinama: Sombor, Senta, Kikinda, Pančevo i Sremska Mitrovica.

Grad Sombor, se nalazi u Zapadnobačkom okrugu Vojvodine. Gradovi i opštine bi u tom slučaju u prvoj zoni snabdevanja bili u poluprečniku 25 km od centra, odnosno Sombora. Tu su Sombor i Apatin. Drugu zonu snabdevanja čine opštine u poluprečniku 50 km. Tu su Odžaci, Kula, Bačka Topola, Subotica, Mali Idoš, Vrbas i Bač. Tabele 36 i 37 pokazuju količine žetvenih ostataka koje je moguće prikupiti u zonama snabdevanja Sombora i to u vidu bala malih i velikih dimenzija. Ukupna situaciju u Somboru je veoma povoljna za mobilizaciju poljoprivredne biomase, na šta ukazuje stepen razvijenosti tržišta i postojanje specijalizovanih preduzeća za baliranje slame (Wieser et al., 2017).

Tabela 36: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama malih dimenzija u zonama snabdevanja Sombora (Wieser et al., 2017)

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Somboru (tona godišnje)	5.721	282	152	68.841	871	220.637	13.970	29.640	340.114	-47.138	292.976
Zona 2 u Somboru (tona godišnje)	21.832	1.047	474	154.021	3.096	546.162	30.859	62.717	820.208	-159.727	660.481

Tabela 37: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama velikih dimenzija u zonama snabdevanja Sombora (Wieser et al., 2017)

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Somboru (tona godišnje)	4.078	158	128	41.972	349	118.751	9.042	19.300	193.779	-10.784	182.995
Zona 2 u Somboru (tona godišnje)	14.754	462	363	96.070	1.531	299.117	17.676	43.185	473.158	-59.092	414.066

Opština Senta nalazi se u Severnobanatskom okrugu. Gradovi/opštine koji pripadaju prvoj zoni snabdevanja (u poluprečniku od 25 km od Sente) su Senta, Čoka, Ada, Kanjiža i Novi Kneževac. Opštine koje pripadaju drugoj zoni snabdevanja (u poluprečniku od 50 km od Sente) su Subotica, Bačka Topola, Mali Idoš, Srbobran, Bečej, Novi Bečej i Kikinda. Tabele 38 i 39 pokazuju količine žetvenih ostataka koje je moguće prikupiti u zonama snabdevanja Sente i to u vidu bala malih i velikih dimenzija. Senta je oblast u Vojvodini sa jednom od najvećih mogućnosti primene poljoprivredne biomase za proizvodnju energije (Wieser at al., 2017).

Tabela 38: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama malih dimenzija u zonama snabdevanja Sente (Wieser at al., 2017)

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Senti (tona godišnje)	7.509	1.262	416	71.168	1.763	194.362	1.857	32.466	310.804	-82.099	228.705
Zona 2 u Senti (tona godišnje)	24.143	1.350	396	195.593	2.675	629.801	23.219	127.953	1.005.129	-186.646	818.483

Tabela 39: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama velikih dimenzija u zonama snabdevanja Sente (Wieser at al., 2017)

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Senti (tona godišnje)	3.793	436	324	37.640	578	78.786	1.313	19.701	142.569	-16.892	125.677
Zona 2 u Senti (tona godišnje)	17.020	612	294	126.353	878	354.786	14.681	85.216	599.840	-61.162	538.677

Grad Kikinda se nalazi u Severnobanatskom okrugu. Gradovi i opštine koji pripadaju prvoj zoni snabdevanja (u poluprečniku od 25 km od Kikinde) su Kikinda, Čoka i Nova Crnja. Opštine koje pripadaju drugoj zoni snabdevanja (u poluprečniku od 50 km od Kikinde) su Novi Kneževac, Kanjiža, Senta, Ada, Bečej, Novi Bečej i Žitište. Tabele 40 i 41 pokazuju količine žetvenih ostataka koje je moguće prikupiti u zonama snabdevanja Kikinde i to u vidu bala, malih i velikih dimenzija. Kikinda je još jedna od oblasti veoma povoljnih za razvoj proizvodnje energije od poljoprivredne biomase (Wieser at al., 2017).

Tabela 40: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama malih dimenzija u zonama snabdevanja Kikinde (Wieser at al., 2017)

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Kikindi (tona godišnje)	4.244	999	381	46.023	1.231	127.736	597	28.080	209.290	-47.190	162.100
Zona 2 u Kikindi (tona godišnje)	11.814	1.202	150	153.087	1.964	397.509	8.977	89.564	664.267	-143.448	520.819

Tabela 41: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama velikih dimenzija u zonama snabdevanja Kikinde (Wieser at al., 2017) 96.

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Kikinde (tona godišnje)	1.675	371	311	20.919	448	50.330	413	16.296	90.763	-7.618	83.145
Zona 2 u Kikinde (tona godišnje)	7.395	483	62	89.670	543	195.536	5.558	56.203	355.450	-38.789	316.660

Grad Pančevo nalazi se u Južnobanatskoj oblasti. Gradovi/opštine koji pripadaju prvoj zoni snabdevanja (u poluprečniku od 25 km oko Pančeva) su Pančevo, Palilula i Grocka. Opštine koje pripadaju drugoj zoni snabdevanja (u poluprečniku od 50 km oko Pančeva) su Opovo, Kovačica, Alibunar, Kovin, Smederevo, Sopot, Voždovac, Surčin i Stara Pazova. Tabele 42 i 43 pokazuju količine žetvenih ostataka, koje je moguće prikupiti u zonama snabdevanja Pančeva. Područje je fragmentisanije nego u Somboru, Kikindi i Senti. Sa druge strane, potrošnja slame u stočarskoj proizvodnji znatno je veća zbog velikih stočarskih proizvođača na teritoriji Pančeva i preduzeća "Al-Dahra" u Beogradu. Ipak se može reći da je Pančevo interesantno kao lokacija za razvoj kapaciteta za proizvodnju energije iz biomase (Wieser at al., 2017).

Tabela 42: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama malih dimenzija u zonama snabdevanja Pančeva (Wieser at al., 2017)

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Pančevu (tona godišnje)	3.406	124	26	34.797	399	165.924	3.508	33.514	241.698	-76.200	165.498
Zona 2 u Pančevu (tona godišnje)	9.252	1.508	165	104.018	1.920	519.750	10.094	84.749	731.457	-88.467	642.990

Tabela 43: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama velikih dimenzija u zonama snabdevanja Pančeva (Wieser at al., 2017)

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Pančevu (tona godišnje)	2.339	1	0	22.865	109	72.558	3.357	15.439	116.668	-64.912	51.757
Zona 2 u Pančevu (tona godišnje)	3.187	352	42	42.161	567	221.759	6.403	39.408	313.878	-24.461	289.417

Grad Sremska Mitrovica nalazi se u Sremskom okrugu. Gradovi/opštine koji pripadaju prvoj zoni snabdevanja (u poluprečniku od 25 km od Sremske Mitrovice) su Sremska Mitrovica, Ruma i Bogatić. Opštine koje pripadaju drugoj zoni snabdevanja (u poluprečniku od 50 km od Sremske Mitrovice) su Šabac, Vladimirci, Pećinci, Stara Pazova, Inđija, Sremski Karlovci, Beočin, Novi Sad, Bački Petrovac, Bačka Palanka, Irig i Šid. Tabele 44 i 45 pokazuju količine žetvenih ostataka, koje je moguće prikupiti u zonama snabdevanja Sremske Mitrovice i to u vidu bala malih i velikih dimenzija. Struktura prostora je fragmentisana, dok je proizvodnja stoke manja nego u Pančevu, što umanjuje količinu dostupne slame. Sremska Mitrovica se može smatrati privlačnom lokacijom u pogledu potencijala za razvoj kapaciteta za izgradnju objekata za proizvodnju energije iz biomase (Wieser at al., 2017).

Tabela 44: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama malih dimenzija u zonama snabdevanja Sremska Mitrovica (Wieser at al., 2017)

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Sremskoj Mitrovici (tona godišnje)	5.364	119	81	82.817	1.579	242.913	13.578	8.058	354.509	-97.586	256.922
Zona 2 u Sremskoj Mitrovici (tona godišnje)	13.497	1.608	196	166.803	3.883	552.836	48.389	23.442	810.654	-206.867	603.787

Tabela 45: Poljoprivredni ostaci koje je moguće prikupiti u balama velikih dimenzija u zonama snabdevanja Sremska Mitrovica (Wieser at al., 2017) 96.

	Ječam	Ovas	Raž	Pšenica	Ostale zrnaste žitarice	Kukuruz	Soja	Suncokret	Podzbir	Prostirka	Ukupno
Zona 1 u Sremska Mitrovica (tona godišnje)	841	35	0	24.257	200	66.947	5.575	5.632	103.485	-5.311	98.174
Zona 2 u Sremska Mitrovica (tona godišnje)	3.468	204	52	60.810	1.027	163.651	19.654	12.942	261.809	-26.554	235.254

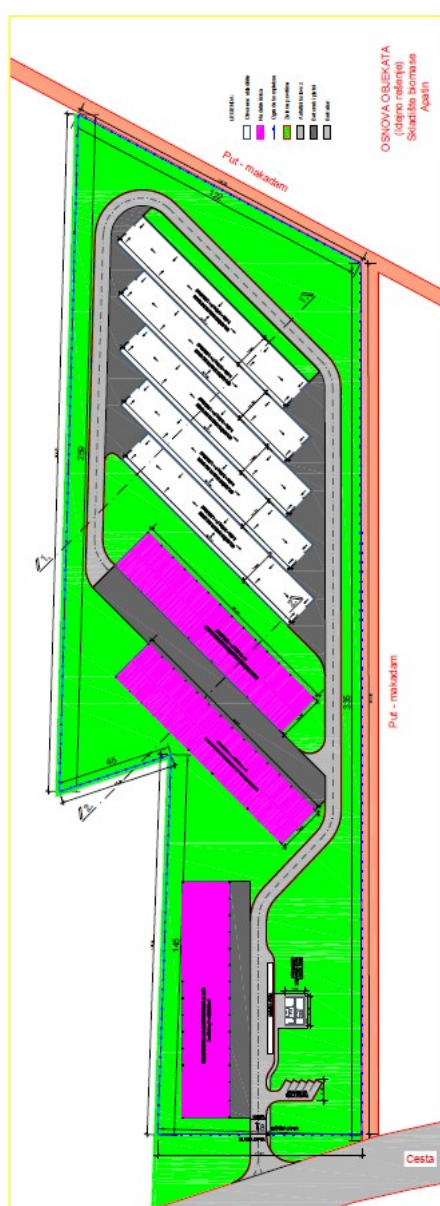
Pored razmatrane emisije GHG i odabira pogodnih lokaciju za buduća namenska skladišta, sledeća bitna stavka je optimalna veličina namenskih skladišta balirane biomase. Za potrebe manjih količina biomase, do nekoliko tona, koriste se vlastite lokacije za skladištenje, ili one koje su u neposrednoj blizini i u samom naselju. Na primer, oklasak od kukuruza se koristi u rinfuznoj formi i koristi se na rastojanju poluprečnika do 5 km. Tek upotrebom posebnih prikolica trebalo bi razmatrati neko veće skladište. Drugi mali potrošači koriste mahom bale koje su male i četvrtaste. Manipulacija njima ne zahteva posebnu opremu kao za velike bale. Takve bale su iz sopstvenog izvora ili iz okoline sa poluprečnikom snabdevanja od 20 km. Skladište bala je malo i jednostavno, a kamarisanje se vrši ručno. Ručno se obično vrši i dezintegracija bala.

Za velike potrošače situacija postaje kompleksnija, a posebno će biti još složenija sa sve većom primenom žetvenih ostataka, kao komponente u proizvodnji biogasa. Na tu temu pokušana je izgradnja velikog javnog skladišta biomase u Apatinu, kapaciteta oko 100.000 tona. Prema podacima koji su bili dostupni ukupna cena skladišta iznosila je oko dva miliona evra.

Nepovratnim sredstvima AP Vojvodine, 142,5 miliona RSD, finansirani bi građevinski radovi i građevine, dok je oko 50 miliona RSD trebalo da obezbedi Opština Apatin. Vrednost i izvor sredstava za mehanizaciju za manipulaciju (telehendleri), gromobransku i protivpožarnu opremu, računarski hardver i softver i telekomunikacije nisu navedeni. Opština je preuzela obavezu da obezbedi plate za predviđenih 50 radnika. Predviđeno je da vlasnici agrarne biomase koriste skladište bez nadoknade prvih pet godina (Martinov et al., 2016).

Idejnim projektom su predviđena dva načina skladištenja: na otvorenom prostoru - betonskoj ocednoj podlozi i u natkrivenom prostoru (Slika 36), što podrazumeva:

1. Izradu pet otvorenih prostora za kamarisanje biomase, svaki 1.250 m², ukupno 6.250 m². Količina koja može da se skladištiti, zapreminski je do 37.500 m³.
2. Izradu tri nadstrešnice za kamarisanje biomase, svaka od 1.620 m², ukupno 4.860 m² natkrivenog prostora. Zapremina raspoloživog prostora je oko 50.000 m³.



Slika 36. Nacrt javnog skladišta u Apatinu-Prigrevici, prema idejnom projektu (Martinov et al., 2016)

Predviđena je bila i kolska vaga za masu do 60 t, kao i poslovni prostor sa pripadajućim sadržajima. Pregledom idejnog projekta uočeni su nedostaci, od kojih su najznačajniji da celokupna navedena zapremina ne može da se koristi zbog visine. Pretpostavka je bila da je korisna zapremina najviše oko 60.000 m³. Očekivana gustina uskladištene biomase je oko 100 kg/m³, te je skladišni kapacitet oko 6.000 tona. U najboljem slučaju, sa odvoženjem količina biomase nakon ubiranja slame cerealijske, do dovoženja slame soje, skladište bi se moglo iskoristiti za maksimalno 10.000 tona. To je deset puta manje nego što je projektom predviđeno. Nije jasno ni kako bi za formiranje kamara mogao da se koristi telehandler, za čije manipulisanje je potreban prostor. To bi posebno predstavljalo problem s obzirom da vlasnici skladište svoju biomasu, te je nakon nalaženja kupca prodaju. Projektom je trebalo biti obuhvaćen problem protivpožarnih mera kao i postojanje opreme za merenje sadržaja vlage. (Martinov et al., 2016).

U nastavku je dat prikaz sa finansijskom analizom namenskog skladišta biomase koje je najoptimalnije rešenje i po veličini i po troškovima, a i po potencijalnim dobavljačima i potrošačima. U pitanju je namensko skladište za oko 10.000 tona balirane agrarne biomase godišnje, odnosno maksimalno 8.000 tona trenutno. Za potrebe za biomasom koje iznose više od 10.000 tona godišnje, predlaže se građenje više istih tipskih decentralizovanih skladišta, a sve u cilju optimizacije. Razlozi su brojni, a najbitnije je smanjenje troškova manipulacije i transporta agrarne balirane biomase (nepovoljna nasipna težina kg/m³, kabasta a laka roba), kao i bitan faktor emisije GHG koji ne sme da se zaboravi, jer je cilj ukupno smanjenje emisije CO₂. Skladište može biti privatnoj, javno-privatnoj, javnoj ili u svojini zadruge. Za skladištenje maksimalne količine balirane agrarne biomase potrebno je 16.000 m², a sa svim prostorom za manipulaciju, uključujući razmak među kamarama, sve ukupno bi bila potrebna površina od 40.000 m². Korišćeno zemljište bi bilo nepoljoprivredno, sa lokacijom pored ili u neposrednoj blizini javnog puta. Visina na koju bi se dizale kamare bila bi 5 m, a gustina balirane slame je oko 100 kg/m³. Od 16.000 m², 2.000 m² bi bilo pod nadstrešnicom za robu koja je spremna za isporuku dok na površini od oko 14.000 m² bi bila roba na otvorenom. Kamare bi bile prekrivene specijalnim folijama (Slika 37). Ceo prostor treba da je ograđen, potrebni su uređaji za merenje vlage i pepela u sirovini i potrebna je nabavka kontejnera sa sanitarnim čvorom, za smeštaj administracije, laboratorije, kuhinje, kancelarija i drugo. Takođe, mora se predvideti i oprema za zaštitu od požara (Martinov et al., 2016).



Slika 37. Pretpostavljeni način skladištenja, kamare na otvoreno prekrivene namenskim folijama, levo, skladištenje pod nadstrešnicom, desno (Martinov et al., 2016)

U nastavku su date tabele 46, 47 i 48 sa pregled procenjenih vrednosti investicije, poslovnih rashoda i finansijskih efekata za ovakvo predloženo javno skladište.

Tabela 46: Vrednost investicije (Martinov et al., 2016)

Stavka	Iznos, €	Vek trajanja, god
Projekti, dozvole, nadzor	10.000	
Zemljište, najam	1.000	
Infrastruktura (put, el.energija, voda, tel.)	10.000	20
Ograda 1.000 m x 1,5 m, kapija i pristup	40.000	20
Montažni objekat	5.000	20
Vaga 30 t	22.000	20
Nadstrešnice 2.000 m ² x 40 €/m ²	80.000	20
Folije 16.000 m ² x 0,5 €/m ² i tegovi	9.000	4
Paleta za platformu	5.000	6
Telehender	80.000	20
Vlagomeri i merač sadržaja pepela	2.000	20
HTZ oprema i zaštita of požara	20.000	6
Hardver, softver, telekom i drugo	5.000	6
Trajna obrtna sredstva	20.000	
UKUPNO	308.000	

Tabela 47: Poslovni rashodi (Martinov et al., 2016)

	Kadrovi	Broj	Angažovanje, godišnje	Bruto plata, mesečno, €	Ukupno, godišnje, €
Zarade zaposlenih	Rukovodilac	1	0,5	1.200	7.200
	Tehničar na prijemu	1	0,5	850	5.100
	Radnici	3	0,5	600	10.800
	UKUPNO				23.100
Energija	Dizel gorivo, električna energija, maziva...				3.500
Održavanje	2 % vrednosti osnovnih sredstava				5.560
Amortizacija	Osnovna sredstva	Vek trajanja 20 god			11.950
	Osnovna sredstva	Vek trajanja 6 god			5.333
	Osnovna sredstva	Vek trajanja 4 god			1.750
Ostali rashodi (najam, osiguranje, marketing...)					20.000
UKUPNO					71.193

Tabela 48: Pregled finansijskih efekata (Martinov et al., 2016)

Cena usluga, €/tona	Likvidnost	Neto dobit, €/god	NPV, €	IRR, %	Vreme povrata, god
8	DA	7.486	-29.867	3,33	15,1
9	DA	15.986	73.994	7,18	10,4
10	DA	24.486	177.854	10,58	8,4

Rezultat pokazuje, da bi navedeni kriterijumi bili ispunjeni ukoliko bi cena skladištenja bila najmanje 10,0 € po toni biomase, što je više od troškova skladištenja na primarnom skladištu vlasnika biomase. Ovaj proračun je izveden za slučaj da se skladište koristi uslužno. Ukoliko bi biomasa bila otkupljivana te prodavana korisnicima, investicija bi bila povećana za vrednost obrtnih sredstava, što bi uticalo na povećanje cene (Bojić, 2013).

4.1.2 Prerada biomase u regionalnim centrima

Imajući u vidu da dosadašnji naponi na izgradnji javnih skladišta biomase u Vojvodini nisu dali očekivane rezultate, prvenstveno usled visokih ulaganja, predlaže se da regionalni centri sadrže i postrojenja za preradu biomase u proizvode namenjene za energetska upotrebu. Tip i vrsta tih postrojenja bi bili usklađeni sa vrstom i količinama biomase u skladištima (detaljno obrazloženim u poglavlju 2.3, 2.4 i 2.5), uz primenu inovativnih tehnologija (poglavlje 4.4). Na ovaj način bi se, pored efekata vezanih za povišenje količina biomase u skladištu, postigli dodatni efekti u vidu isplativosti postrojenja za nenu preradu i nižih troškova distribucije gotovog proizvoda do mesta korišćenja.

4.2 USPOSTAVLJANJE BERZE BIOMASE I PROIZVODA IZ NJENE PRERADE

Tržište biomase u Vojvodini već uveliko postoji i preduzetnici međusobno kupuju i prodaju biomasu i proizvode od nje. Međutim, tržište biomase je potrebno dodatno urediti uspostavljanjem berze, na kojoj bi se slobodno trgovalo biomasom i proizvodima od nje. Ima nekih pomaka i, kao što je ranije naglašeno, napravljen je sajt (Privredna komora Srbije, zelena energija) vezan za ponudu i tražnju biomase na prostoru Srbije. Ne može se reći da je to berza, ali određeni vid informacija postoji, koji bi naknadno mogao da rezultira dogovorom o trgovini. U prethodnim poglavljima, objašnjen je potencijal i koliki je, koji su to standardi kvaliteta, koje forme biomase postoje itd. Kada bi sve informacije bile unete i prezentovane putem namenskog portala on bi, praktično gledano, bio online berza biomase. U suštini ulazni podaci za budući portal za berzu biomase bili bi podeljeni po sledećoj logici: sva biomasa morala bi prvo biti razvrstana po lokaciji, proizvođačima, vrsti, kvalitetu (fizičkim i hemijskim karakteristikama), a naknadno bi se definisala količina robe, način pakovanja, cena, paritet na kojem se roba nalazi, uslovi plaćanja, podaci o isporuci, rok važenja naloga.

Predlog ulaznih podataka za trgovinu biomasom iz poljoprivrede na berzi:

1. Poreklo proizvoda
 - a. Zemlja i regija porekla, grad -
 - b. Proizvođač -
2. Vrsta biomase
 - a. Sirovina -
 - b. Proizvod i forma -
 - 1) Biomasa u rinfuzu
 - a) Biomasa u standardnom rinfuzu
 - b) Biomasa u dodatno samlevenom rinfuzu
 - 2) Biomasa u formi bale
 - a) Male rol bale
 - b) Velike rol bale
 - c) Male kvadro bale
 - d) Velike kvadro bale

- 3) Biomasa u formi briketa
- 4) Biomasa u formi peleta
- 5) Stočni stajnjak
 - a) Goveda
 - b) Svinje
 - c) Perad
 - d) Ovce
- c. Godina proizvodnje
3. Neophodne informacije
 - a. Dimenzije (cm)
 - b. Težina (kg)
 - c. Vlažnost (kg)
 - d. Toplotna vrednost (kWh/kg ili MJ/kg)
4. Kvalitet - fizičke i hemijske karakteristike proizvoda
 - a. Standard kvaliteta- važeći standard
 - b. Predlog domaće standardizacije
 - 1) Prečnik
 - 2) Oblika
 - 3) Dužina
 - 4) Sadržaj vlage
 - 5) Nasipna težina (kg/m^3)
 - 6) Pepeo (K, P, Ca, Mg, u %)
 - 7) Energetska vrednost (kWh/kg ili MJ/kg)
 - 8) Sumpor (S, mg/kg)
 - 9) Azot(N, mg/kg)
 - 10) Hlor(CL, mg/kg)
 - 11) Arsenic(As, mg/kg)
 - 12) Kadijum(Cd, mg/kg)
 - 13) Hrom(Cr, mg/kg)
 - 14) Bakar(Cu, mg/kg)
 - 15) Živa(Hg, mg/kg)
 - 16) Olovo(Pb, mg/kg)
 - 17) Cink(Zn, mg/kg)
 - 18) Ekstrahovani organski halogeni(EOH, mg/kg)
 - 19) Finoća čestica
5. Pakovanje
6. Količina robe
7. Cena
8. Paritet na kojem se roba nalazi
9. Uslovi plaćanja
10. Podaci o isporuci
11. Rok važenja naloga

Pristup berzanskoj trgovini bio bi omogućen samo članovima berze koji moraju biti pravna lica. Status člana berze stiče se uplatom članarine za kalendarsko polugodište/godište. Kako bi se omogućilo korišćenje pogodnosti berzanske trgovine i individualnim poljoprivrednim proizvođačima, berza bi osnovala posebno preduzeće čija bi osnovna funkcija bila spona između individualnih poljoprivrednih proizvođača i berze.

Delatnošću otkupa poljoprivrednih proizvoda i iznošenje na berzu naloga za prodaju identičnih klijentovim, to posebno preduzeće je, istovremeno, zastupnik individualnih poljoprivrednih proizvođača i pravno lice - prodavac poljoprivrednih proizvoda u svojstvu člana berze.

Standardizacija tržišnog materijala je uobičajena praksa na berzama na kojima se odvija trgovina robom. Kako se trgovina odvija bez direktnog kontakta prodavca i kupca, potrebno je standardizovati "proizvod" koji predstavlja tržišni materijal, tako da obe strane mogu slobodno i bez rizika zaključiti transakciju.

Ukoliko ne bi postojala standardizacija tržišnog materijala, ne bi bila moguća efikasna berzanska trgovina i učesnici u transakciji bi morali direktno i pojedinačno da ugovaraju sve specifičnosti pojedinačnog ugovora, uz proveru kvaliteta robe na licu mesta ([Uspostavljanje berze biomase u AP Vojvodini, 2012](#)).

Na berzi se određuju jasna i kruta pravila u vezi davanja naloga, zaključenja posla i plaćanja. Primenom odgovarajuće procedure se sprečavaju odustajanja od transakcije nakon zaključenja, izbegavanje plaćanja, izbegavanje isporuke robe, isporuka robe koja ne odgovara po kvalitetu i slični elementi operativnog rizika koji postoje u trgovini. Standardizaciju tržišnog materijala realizuje berza na osnovu kriterijuma likvidnosti tržišta. Ukoliko je tržište izuzetno likvidno, berza mora odrediti izuzetno krute standarde, kako bi se trgovina mogla nesmetano odvijati putem elektronskih platformi. Ukoliko je tržište u fazi razvoja, berza može šire primeniti standarde i posvetiti više vremena svakom pojedinačnom ugovoru, kako bi se povećao obim trgovine. Uobičajena je praksa je da dolazi do manjih odstupanja u kvalitetu u odnosu na standard. Tom prilikom primenjuje se unapred definisano umanjenje ili uvećanje cene prilikom plaćanja robe. S obzirom da na kvalitet biomase utiču različiti faktori, ovaj segment je potrebno dobro urediti i ugraditi u pravila trgovine biomasom, kako bi se izbegli sporovi vezani za kvalitet robe. Prilikom određivanja pravila trgovanja na berzi, potrebno je predvideti angažovanje stručnjaka za kvalitet biomase u slučaju arbitraže na tržištu. Trgovina na berzi se bazira na razmeni informacija o ponudi i tražnji robe između brokera koji su zaposleni na berzi. Ponuda i tražnja stiže na berzu putem naloga koji klijenti (članovi berze) šalju i podaci se unose u informacioni sistem berze. U sadašnjim uslovima poslovanja je moguća potpuno automatizovana elektronska trgovina ([Uspostavljanje berze biomase u AP Vojvodini, 2012](#)).

Berza posluje prijemom naloga za prodaju i naloga za kupovinu. Oba naloga su po načinu izražavanja cene "limit" nalozi. U nalogu za prodaju, prodavac robe određuje najnižu cenu po kojoj je spreman da proda robu. U nalogu za kupovinu, kupac robe određuje najvišu cenu koju je spreman da plati za robu. Nalozi koji stignu na berzu moraju biti autorizovani od strane ovlašćenog lica člana berze i obavezujući su do trenutka isteka važenja ili do opoziva. U jednom delu obrazca su navedeni svi obavezujući elementi naloga koji je definisan kao određena vrsta predračuna. Nakon unošenja podataka iz pojedinačnih naloga za trgovinu (prodaju ili kupovinu) u informacioni sistem, vrši se uparivanje naloga koji se podudaraju po svim zadatim kriterijumima. S obzirom na velik broj različitih varijabli i veliki broj mogućih kombinacija, brokeri berze imaju aktivnu ulogu u procesu usaglašavanja naloga za prodaju i naloga za kupovinu. Kada informacioni sistem berze upari naloge, automatski se generiše potvrda o izvršenoj transakciji koju dobijaju i prodavac i kupac. Ta potvrda je ujedno i račun koji berza ispostavlja za izvršene usluge posredovanja. Pored članarine koja se naplaćuje polugodišnje ili godišnje, berza prilikom svake transakcije naplaćuje proviziju i od kupca i od prodavca. Visina provizije se određuje kao procenat od ukupne vrednosti ugovora, posebno za članove berze i za ne-članove i individualne poljoprivredne proizvođače koje zastupa posebno osnovano preduzeće ([Uspostavljanje berze biomase u AP Vojvodini, 2012](#)).

4.3 OSNIVANJE ENERGETSKIH ZADRUGA

Zadruga je samostalno udruženje pojedinaca koji se dobrovoljno ujedinjuju radi ispunjavanja sopstvenih i zajedničkih ekonomskih, socijalnih i kulturnih potreba i težnji putem zajedničkog, demokratski kontrolisanog, poduzeća. Zadruge primenjuju određena međunarodno dogovorena načela i organizovane su na demokratskoj osnovi, najčešće delujući po principu „jedan član – jedan glas“. U tim slučajevima nijedan član ne može imati nesrazmernu kontrolu nad zadrugom, jer se glasačka prava ne povećavaju na osnovu uloženog kapitala. Često je dovoljan samo mali ulog, da se postane član zadruge i time stekne pravo glasa u daljem razvoju zadruge ([International Co-operative Alliance, 2019](#)).

Energetska zadruga je pravno lice organizovano u skladu sa zakonom o zadrugama. Praktično, energetska zadruga predstavlja nadogradnju poljoprivredne zadruge, proširenjem delatnosti u domenu energetike. Da bi zadruga bila energetska, mora da u svom poslovanju i poslovanju svojih članova proizvodi električnu i toplotnu energiju iz obnovljivih izvora energije (OIE). Takve zadruge bi ostvarivale profit prodajom električne energije, toplotne energije i, dodatno, prodajom nusproizvoda, kao na primer digestata (đubriva) iz biogas postrojenja. Formiranjem energetskih zadruga mogao bi se rešiti ogroman problem stanovništva u ruralnim zajednicama jer takve zadruge mogu da pruže napredak u ekonomskom, ekološkom i razvojnom smislu. Istraživanje je pokazalo da su upravo visine investicija u biogas postrojenja i fabrike peleta, glavna prepreka za ove investicije. Udruživanjem u energetske zadruge ne samo da se prevazilazi finansijski jaz za investicije ovog tipa u odnosu na pojedinačne investicione mogućnosti, nego se ujedno i mnogo lakše uspostavlja sirovinska baza neophodna za održivo energetske postrojenje. Energetske zadruge potencijalno mogu postići uvećanje prihoda u zajednici, generisanjem novih poslova, zadržavanjem kvalifikovanih ljudskih resursa, podsticanjem proizvodnje bioenergenta, angažovanjem lokalnih firmi na održavanju i pozitivnim uticajem na kvalitet vazduha, podzemnih i nadzemnih voda putem ekološkog tretmana biorazgradivog otpada. Osim toga, energetske zadruge imaju pozitivan uticaj na opšte unapređenje kvaliteta života zajednice potencijalom za grejanje domaćinstava i javnih objekata i modernizaciju primenom novih tehnologija. Članovi energetske zadruge stiču profit iz prodaje sopstvene proizvedene energije, a takođe imaju i priliku da unaprede sopstvenu proizvodnju proširivanjem delatnosti, na primer toplotnu energiju mogu dalje da iskoriste za zagrevanje staklenika, kao energent za sušare, da koriste digestat kao organsko đubrivo itd. ([Stalna konferencija gradova i opština](#)). Članovi energetske zadruge mogu aktivirati svoje neiskorišćene resurse u vidu zemlje, mehanizacije, ljudske radne snage i tako postati deo mreže kooperanata. Članovi energetske zadruge mogu imati različite ciljeve i očekivanja, mogućnosti kao i interese, pa je jedan od glavnih zadataka i izazova upravo jasno definisanje prava i obaveze članova, kao i jasno utvrđivanje potencijalnog doprinosa svakog člana.

Osnivanje energetske zadruge, kao pravnog lica, može da pokrene bilo koje zainteresovano fizičko lice, koji će ujedno biti i budući član zadruge. Često su to ratari i stočari koji su ostvareni, ali imaju želje za daljim unapređenjem poslovanja i iskorišćenjem svih resursa i potencijala koji im stoje na raspolaganju, koji teže da se zaštite od tržišnih i sezonskih promena, kao i budući kooperanti koji istražuju mogućnosti za uspešan plasman finansijskih viškova. To može biti i ratar i stočar koji je uočio energetske potencijal svoje proizvodnje, sa nedovoljno angažovanim poljoprivrednim zemljištem ili mehanizacijom, viškovima biomase i drugih resursa. Kako bi se inicijativa unapređenja poslovanja i uspešnog rada energetske zadruge ostvarila, potrebno je mobilisati što je moguće veće učešće lokalnih resursa ([Stalna konferencija gradova i opština](#)). Koncept energetske zadruge ne samo da omogućuje okrupnjavanje resursa za ulaganja, već ubrzava pronalazak potencijalnih lokacija za proizvodnju obnovljivih izvora energije.

Za osnivanje energetske zadruge, potrebno je ispuniti određene uslove propisane zakonom o zadrugama. Za osnivanje zadruge neophodno je da najmanje 5 fizičkih lica održe osnivačku skupštinu zadruge. Osnivački ulog je najmanje 100 dinara. Tokom osnivačke skupštine, članovi daju naziv budućoj zadruzi, određuju osnovna načela poslovanja, visinu osnovnog kapitala i biraju organe upravljanja donošenjem pravno obavezujućih dokumenata. U ugovor o osnivanju unose se detalji o upravljačkoj strukturi, visini uloga i ostalim tehničkim elementima kojima se zakonski određuje rad zadruge, a zadružna pravila definišu način na koji će funkcionisati, odnosno kako će se upravljati zadrugom, šta su njeni ciljevi, delatnosti, utvrđuju se registar članova, prava i obaveze zadrugara, upravljanje profitom i druga pitanja u vezi sa administrativnim upravljanjem i radom. Zadruga je zvanično osnovana upisom u registar privrednih društava Agencije za privredne registre ([Stalna konferencija gradova i opština](#)).

Energetska zadruga odgovorna je samo interesima svojih članova. U većini slučajeva organizacija će biti lokalnog ili regionalnog karaktera, čime se obezbeđuje snažan osećaj zajedništva. Kooperacija lokalne vlasti, osim ulaganja i finansijske koristi, može povećati poverenje u celi projekat i dovesti do povećanja broja uključenih građana. Lokalne samouprave mogu biti izvrsni pokretači energetske zadruge i imati ključnu ulogu u prenošenju koristi građanima.

Osnovni efekti energetske zadruge su:

- Korišćenje privatnog kapitala za lokalne energetske projekte.
- Stvaranje prihoda koji ostaje u lokalnoj zajednici i koji se može ponovo uložiti u lokalne (društvene) potrebe.
- Znatno povećanje društvene prihvaćenosti korišćenja lokalnih resursa za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora.
- Omogućavanje pristupa lokalnim obnovljivim izvorima energije i energetskim uslugama građanima,
- Stvaranje prilika za saradnju sa motivisanim lokalnim građanima koji mogu pružiti (tehničku) stručnu podršku zadrugama na volonterskoj bazi ([Compete4SECAP – 754162, 2020](#)).

Osnovna ograničenja energetske zadruge su:

- Pretežna zavisnost od dobrovoljnog angažovanja članova koji nisu uvek profesionalci u energetskom sektoru i nedostaje im iskustva u savladavanju administrativnih prepreka.
- Problemi u prikupljanju početnog kapitala, što može biti izazov ako se prilike i koristi dovoljno dobro ne prenesu potencijalnim članovima.
- Teškoće koje energetske zadruge imaju u "takmičenju" sa postojećim učesnicima na tržištu, posebno za veće projekte, jer se projekti za obnovljive izvore energije naručuju putem tendera ([Compete4SECAP – 754162, 2020](#)).

Energetska zadruga ostvaruje profit prodajom električne energije iz postrojenja u nacionalnu energetska mrežu po ustanovljenoj tarifi (tzv. „feed-in tarifa“). Da bi mogla da vrši ovu delatnost, energetska zadruga mora, u skladu sa zakonom o energetici, da ima status „povlašćenog proizvođača“. U smislu pomenutog zakona, povlašćeni proizvođač je "energetski subjekt koji proizvodi električnu energiju iz OIE ili visokoeфикаsne kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije i ima pravo na podsticajne mere". Energetske zadruge za proizvodnju energije u biogas postrojenjima najpre pristupaju izradi dokumentacije potrebne za izgradnju biogas postrojenja. Ona se izrađuje u skladu sa propisima o izgradnji i zakonom o energetici, a nakon toga se izrađuje studija izvodljivosti.

Osim administrativnih zahteva, u ovoj fazi projekta energetska zadruga treba da utvrdi načine za finansiranje izgradnje npr. biogas postrojenja i osnovne aspekte poslovanja, kao što je obezbeđivanje kontinualnog priliva energenta (biomase). Nakon toga, prikupljena dokumentacija podnosi se resornom ministarstvu (Ministarstvo za rudarstvo i energetiku) na propisanom obrascu. Status povlašćenog proizvođača potvrđen je rešenjem, 30 dana nakon podnošenja zahteva i zvaničnom evidencijom u „Registru povlašćenih proizvođača električne energije“.

Prilikom odlučivanja o tehnologiji koja će biti korišćena u biogas postrojenju, postrojenju kogeneracije, postrojenju peletiranja ili briketiranja ili proizvodnje bioetanol, veoma je važno da se članovi zadruge i donosioci odluka informišu o primerima dobre prakse i primenjivosti određenih rešenja u specifičnim lokalnim uslovima. Osim toga, poželjno je da se u proces odlučivanja uključe tehnički obrazovana lica i konsultuju predstavnici energetskih zadruga odnosno pravnih lica koja već imaju iskustva sa određenim tehnologijama, uslovima održavanja i drugim zahtevima za nesmetani rad postrojenja. Proces osnivanja i uspešnog rada energetske zadruge u najvećoj meri će zavisiti od posvećenosti članova ciljevima koje žele da postignu u kratkom, srednjem i dužem roku. To znači da je važno, već na početku, pronaći odgovore na pitanja: koja su očekivanja članova, koja znanja i resurse treba da poseduju, koji su ciljevi udruživanja, šta će energetska zadruga ponuditi kupcima i članovima i koja tehnička rešenja su neophodna da bi se ostvarili poslovni ciljevi energetske zadruge. Precizno definisana očekivanja, interesi i način na koji se do njega dolazi, važan su početni uslov da se izbegnu nesporazumi tokom primene i operativnog veka projekta.

Najčešće prepreke udruživanju su nedostatak interesa i izgubljeno poverenje u ideju zadrugarstva. Osim toga, nedostatak kulture udruživanja i nerazumevanje osnovnih principa zadrugarstva uslovalo je nedostatak potrebnih veština za zajedničko upravljanje. Nizak nivo državnih podsticaja za energetske zadruge takođe je jedan od ograničavajućih faktora prilikom opredeljenja za ideju o udruživanju. Važno je napomenuti da se pomenute prepreke mogu prevazići informisanjem o primerima dobre prakse, edukacijom, treninzima i zagovaranjem kod relevantnih institucija da opredele sredstva za ove namene ([Stalna konferencija gradova i opština](#)). Standardizovani model formiranja energetske zadruge za proizvodnju električne i toplotne energije iz OIE bi se sastojao od sledećih faza:

1. *Faza iniciranja osnivanja energetske zadruge.* Svrha ove faze je popularizacija ideje i identifikacija potencijalnih članova zadruge. Koraci koje treba provesti u ovoj fazi su:

- (1) Prezentacija i popularizacija ideje;
- (2) Identifikacija potencijalnih članova i njihovo motivisanje za pristupanje energetske zadruzi;
- (3) Definisanje ciljeva i identifikacija dostupnosti potrebnih resursa;
- (4) Sazivanje osnivačke skupštine.

Rezultat realizacije neophodnih koraka u ovoj fazi je organizovana i zakazana osnivačka skupština energetske zadruge.

2. *Faza osnivanja energetske zadruge.* Svrha druge faze je formalno osnivanje energetske zadruge. Koraci u ovoj fazi su:

- (1) Održavanje osnivačke skupštine (najmanje 5 članova);
- (2) Usvajanje poslovnog imena, ugovora o osnivanju i zadružnih pravila;
- (3) Izbor organa upravljanja;
- (4) Upisivanje energetske zadruge u registar APR u skladu sa Zakonom o privrednim društvima;

Rezultat ove faze je upis energetske zadruge u registar Agencije za privredne registre, čime zadruga stiče svojstvo pravnog lica.

3. *Faza sticanja statusa povlašćenog proizvođača.* Svrha treće faze je sticanje statusa povlašćenog proizvođača energetske zadruge. Koraci treće faze ovog modela su:
- (1) Izrada dokumentacije za izgradnju biogas postrojenja (projektno tehnička dokumentacija, prikupljanje neophodnih dozvola i saglasnosti);
 - (2) Izrada studije izvodljivosti koja pruža ocenu i analizu potencijala projekta (ekološka, finansijska, društvena i tržišna opravdanost investicije);
 - (3) Identifikacija načina finansiranja izgradnje;
 - (4) Utvrđivanje lanca snabdevanja biomasom;
 - (5) Podnošenje dokumentacije za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije u skladu sa Zakonom o energetici.

Rezultat ove faze je rešenje o sticanju statusa povlašćenog proizvođača, odnosno statusa privremenog povlašćenog proizvođača (GIZ DKTI, 2014).

4.4 PRIMENA INOVATIVNIH TEHNIČKIH REŠENJA ZA PRERADU BIOMASE

4.4.1 Mala biogas postrojenja

Mala biogas postrojenja predstavljaju postrojenja na manjim farmama, koja kao ulaznu sirovinu za proizvodnju biogasa koriste pretežno životinjski stajnjak, a proizvedeni biogas koristi se na lokaciji postrojenja za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije (Đatkov et al., 2021). Primeri ovakvih postrojenja, mogu se naći u Nemačkoj i ovakva postrojenja imaju instaliranu snagu do 75 kW i koriste kao supstrat najmanje 80% životinjskog stajnjaka (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2014). Farma sa 100 uslovnih grla (UG) generiše dobijanje tečnog stajnjaka potrebnog za biogas postrojenje kapaciteta od 15 do 18 kW snage. Samim tim, biogas postrojenju kapaciteta 75 kW snage, potrebno je oko 500 UG, ne računajući nusproizvode ili otpad iz poljoprivrede i prehrambene industrije kao kosupstrate za proizvodnju biogasa (Đatkov et al., 2021).

Mala biogas postrojenja nisu definisana u važećim i planiranim zakonskim i podzakonskim dokumentima Republike Srbije, čime nije podržan ni njihov razvoj i primena (Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, Zakon o energetici 2014) (Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, Podsticajne mere 2014) (Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2021). Rezultat je da podaci malim biogas postrojenjima u Republici Srbiji nisu dostupni u zvaničnim pregledima, a nisu dovoljno zastupljeni ni u stručnoj literaturi.

Zbog nedostupnosti zvaničnih podataka, izložene informacije u nastavku se odnose samo na potencijal za mala biogas postrojenja, na njihovu optimalnu veličinu i na uslove za uspešnu izgradnju postrojenja.

Primer dobre prakse iz ove oblasti je svakako Nemačka, gde je do 2019. godine u radu bilo ukupno 9.527 biogas postrojenja, s ukupnom instalisanom snagom od 5.000 MW i to je čak polovina svih biogas postrojenja u Evropi (European Biogas Association (EBA), 2021) (Fachverband Biogas e.V., 2021). Od tog broja, 520 postrojenja je snage manje od 75 kW i 430 postrojenja je snage od 75 do 150 kW, koja mogu da se smatraju malim biogas postrojenjima i oni čine manjinu (Bundesnetzagentur, 2021). Više od jedne trećine malih biogas postrojenja nalaze se u Bavarskoj. U Nemačkoj se manje od 30% ukupne količine životinjskog stajnjaka koristi u biogas postrojenjima (Scholwin et al., 2019). Pri tome, životinjski stajnjak ostaje neiskorišćen pretežno na malim farmama.

U Srbiji je situacija neuporedivo lošija pa je zaključno sa 2019. godinom u radu bilo 22 biogas postrojenja, ukupne instalisane snage 21,21 MW (European Biogas Association (EBA), 2021). Većina postrojenja je snage oko 1 MW, nekoliko postrojenja je u rasponu 500 do 650 kW, a samo jedno snage 200 kW (Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2020). Ova postrojenja zajedno su u toj godini iskoristila oko 175.000 t ekvivalentne količine tečnog stajnjaka, što iznosi manje od 1% ukupnog potencijala u Srbiji i oko 4,8% potencijala u Vojvodini (Republički zavod za statistiku Srbije, 2021).

To jasno ukazuje, da ukupan udeo stajnjaka koji se zbrinjava na odgovarajući način u Vojvodini je do sada mali, a na malim farmama je apsolutno neiskorišćen. Životinjski stajnjak najviše se koristi kao organsko hranivo na poljoprivrednom zemljištu, ali način koji se najviše primenjuje u praksi uzrokuje značajne negativne uticaje na životnu sredinu. Najveći udeo ukupnog potencijala stajnjaka nalazi se na malim farmama. Zbog toga, izgradnja malih biogas postrojenja umnogome bi doprinela smanjenju negativnih uticaja na životnu sredinu iz oblasti upravljanja stajnjakom (Đatkov et al., 2021).

Stajnjak se sastoji od dve komponente i to životinjskog izmeta i mokraćne. Tečni stajnjak, predstavlja mešavinu ove dve komponente. U zavisnosti od opreme na farmi i načina izdubavanja staje, dobija se različita osoka. Tako, ukoliko se izdubavanje staje ostvaruje spiranjem vodom, dobija se osoka visokog sadržaja vode. Sa druge strane ako se u staji koristi slama kao prostirka za životinje, ona se pomeša sa tečnim stajnjakom i formira se čvrsti stajnjak. Životinjski stajnjak je izuzetno koristan materijal, koji ima svoju primenu kao organsko hranivo u poljoprivredi. Međutim, ukoliko držanje i upravljanje stajnjakom nije odgovarajuće, stajnjak može da ima veoma negativan uticaj na životnu sredinu i pretnja je po ljudsko zdravlje. Prekomerna primena na poljoprivrednom zemljištu uzrokuje zagađenje podzemnih voda i pogoršanje stanja zemljišta (Đatkov et al., 2021).

GHG emisije su značajne u toku procesa manipulisanja i skladištenja stajnjaka, direktno u formi metana (CH_4) i indirektno u formi azot-suboksida (N_2O) nakon primene na poljoprivrednom zemljištu. Globalne emisije ne- CO_2 gasova s efektom staklene bašte iz sektora poljoprivrede iznose oko 5,5 Gt CO_2 ekv godišnje ili 11% ukupnih GHG emisija (Edenhofer, O., et al., 2014), od kojih značajan udeo potiče iz upravljanja stajnjakom. Direktna GHG emisija iz upravljanja stajnjakom u Srbiji čine 35% ukupnih emisija iz stočarstva (Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije, 2017). Ukupni potencijal stajnjaka treba da se zbrine na odgovarajući način, bez posledica po životnu sredinu. Pošto su većina farmi porodične, koje poseduju od nekoliko do stotinu uslovnih grla, razvoj sektora malih biogas postrojenja predstavlja značajan cilj i izazov za održivo korišćenje stajnjaka.

Izgradnja malog biogas postrojenja zahteva visoke specifične investicione troškove. Prosečna visina investicije za biogas postrojenje instalisane snage 75 kW iznosi oko 9.000 €/kW, a investicija u malo biogas postrojenje snage 1.000 kW oko 3.750 €/kW (Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ), 2013). Investitori mogu da smanje troškove na 5.500 €/kW, koristeći većinom sopstvene resurse. Dodatno, električna efikasnost generatora je niska i iznosi do 35%, u poređenju s efikasnošću velikih generatora kod kojih se efikasnost dostiže do 44% (Stinner W., et al., 2015). Pošto malo biogas postrojenje zahteva više nego dvostruku specifičnu investiciju i generiše 20% manje električne energije nego veliko postrojenje, cena za isporučenu električnu energiju mora da bude znatno viša da bi se omogućio isplativ rad malih biogas postrojenja. U Nemačkoj je uvedena specijalna naknada za električnu energiju iz malih biogas postrojenja i iznosi oko 23 c€/kWh. Nasuprot tome, postojeća velika biogas postrojenja u postupku aukcija mogu da ostvare maksimalno oko 14,4 c€/kWh, dok nova maksimalno oko 16,4 c€/kWh (Bundesnetzagentur, 2021).

Ukoliko se koriste drugi supstrati osim tečnog stajnjaka (npr. energetske bilje, pileći stajnjak, ostaci krmiva, žetveni ostaci), potrebni su dodatni uređaji na postrojenju za predtretman supstrata i njihovo doziranje u fermentore. U tim slučajevima investicije se dodatno uvećavaju (Stinner W., et al., 2015). Ovo predstavlja nedostatak, pošto malo biogasa postrojenje snage 75 kW, koje koristi jedino tečni stajnjak kao supstrat, zahteva značajan broj životinja (500 UG). Zbog toga manje farme imaju ograničene mogućnosti za isplativu izgradnju funkcionisanje biogasa postrojenja.

Udeo energije potrebne za grejanje fermentora je viši za mala biogasa postrojenja koja koriste pretežno tečni stajnjak, pošto ovaj supstrat sadrži više od 90% vode. Da bi se povećala instalirana snaga postrojenja i obezbedilo dovoljno toplotne energije za sve korisnike, kofermentacija čvrstih supstrata predstavlja mogućnost. Ipak, to bi uzrokovalo povećanje investicionih troškova za opremu za dodatne supstrate. Uz to, povećan kapacitet fermentora i kogenerativnog postrojenja nije moguće u potpunosti iskoristiti tokom cele godine (Đatkov et al., 2021).

Mala biogasa postrojenja doprinose zaštiti životne sredine i ostvarenju socio-ekonomskih koristi. Pošto su pozitivni efekti za očuvanje životne sredine objašnjeni u prethodnom tekstu, u ovom poglavlju je u fokusu doprinos malih biogasa postrojenja poljoprivrednicima i malim farmama (Đatkov et al., 2021).

Mala biogasa postrojenja prvenstveno generišu dodatni prihod za poljoprivrednike koji se ostvaruje prodajom električne energije. Analiza isplativosti primera malih biogasa postrojenja snage 75 kW iz Nemačke, koja koriste jedino tečni stajnjak kao supstrat, mogu da ostvare neto godišnji prihod u iznosu do 38.500 € (Stinner W., et al., 2015).

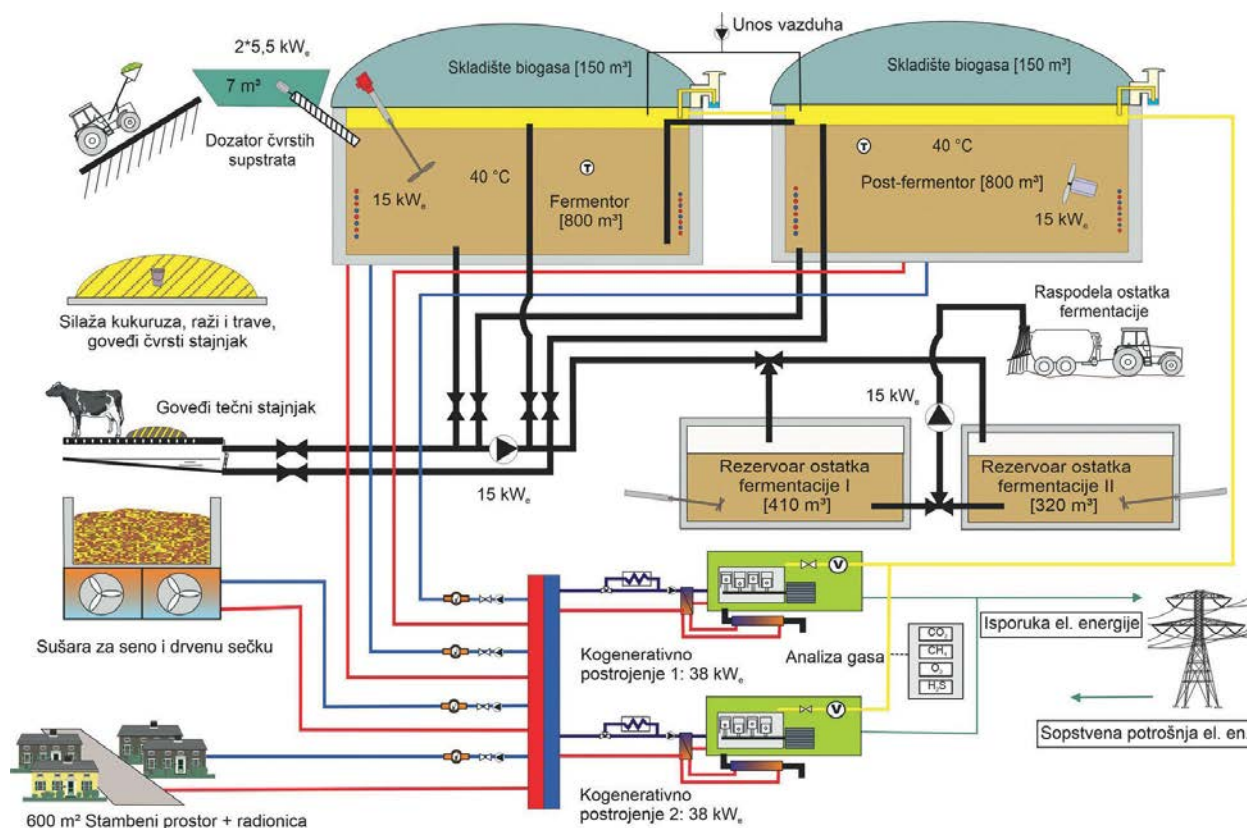
Korišćenje preostale količine toplotne energije je ograničeno, zbog povećane potrebe za grejanje fermentora, što je još izraženije tokom zimskih meseci. Ipak, termička snaga postrojenja može da bude dovoljna da zameni postojeći izvor za grejanje stambenog i drugih objekata na farmi. Uprkos relativno maloj termičkoj snazi za prosečne korisnike, većina toplotne energije mogla bi da se iskoristi u toku letnjih meseci ukoliko kapacitet odgovara obližnjim korisnicima. (Đatkov et al., 2021).

Malo biogasa postrojenje u najboljem slučaju može da se integriše u postojeću infrastrukturu farme. Na primer, sabirna jama za tečni stajnjak koja sadrži pumpe i cevovode mogla bi da se iskoristi da snabdeva biogasa postrojenje, dok rezervoar za skladištenje tečnog stajnjaka može da se iskoristi kao skladište za ostatak fermentacije (Đatkov et al., 2021). Ljudski rad u funkcionisanju malih biogasa postrojenja je zanemariv, pa nije potrebno zapošljavanje novih radnika. U proseku, dodatni rad za radnika na farmi vezan za malo biogasa postrojenje procenjen je u iznosu oko 30 min dnevno (Stinner W., et al., 2015).

U ovom poglavlju predstavljena su dva primera iz prakse malih biogasa postrojenja, integrisana u okviru poljoprivrednih farmi u Nemačkoj. Prvo karakteriše jednostavna konfiguracija, osmišljena s ciljem da troškovi investicije budu niski (Ebertseder F., et al., 2012). Drugo je projektovano da može uspešno koristiti visok udeo čvrstih supstrata koji su proizvedeni u organskoj proizvodnji (Barchmann T., et al., 2021).

Prvo postrojenje je pušteno u rad 2009. godine (Slika 38). Kao supstrate koristi pretežno tečni stajnjak i efikasno koristi toplotnu energiju na lokaciji postrojenja, što rezultuje visokim uštedama GHG emisija. U fazama planiranja i izgradnje, korišćeni su većinom sopstveni kapaciteti, usluge lokalnih firmi i radionica, kao i jeftinija oprema, radi smanjenja troškova. Pouzdani podaci o ekonomskim aspektima nisu dostupni, jer nije bilo moguće razdvojiti troškove izgradnje i rada biogasa postrojenja od ostalih troškova vezanih za farmu.

Prosečan dnevni unos supstrata iznosi oko 15,3 t i sastoji se pretežno od tečnog stajnjaka od 120 UG muznih krava. Preostalih 18% supstrata sastoji se od silaže raži, kukuruza i trave. Tečni stajnjak se direktno pumpa u fermentor iz kanala ispod stočnog objekta. Za unos čvrstih supstrata koristi se jednostavan uređaj sa horizontalnim pužnim transporterom i levkom zapremine 7 m³. Fermentor i post-fermentor imaju po 800 m³ i zagrevaju se na temperaturu od 40 °C (mezofilni režim). Hidrauličko retenciono vreme supstrata u fermentorima iznosi oko 120 dana. Visok udeo tečnog stajnjaka u supstratima omogućuje visoku stabilnost procesa. Ostatak fermentacije skladišti se u prethodnim rezervoarima za stajnjak zapremine 730 m³ (Đatkov et al., 2021).

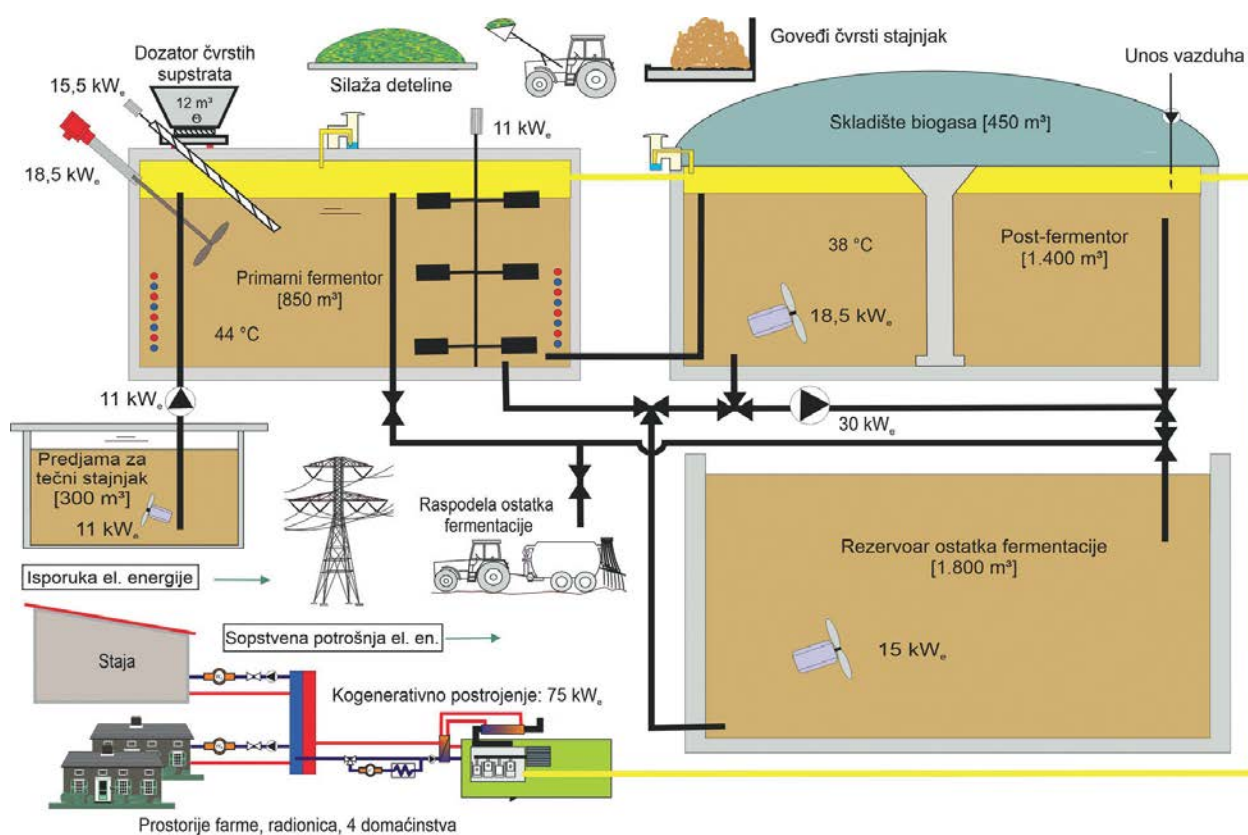


Slika 38. Šema malog biogas postrojenja, puštenog u rad 2009. godine. (Ebertseder F., et al., 2012)

Biogas se koristi u dva gasna motora ukupne instalirane snage 76 kW. Kompletna količina električne energije 1.830 kWh/d isporučuje se u mrežu, a energija za sopstvene potrebe u iznosu oko 10% od proizvedene se preuzima iz mreže, usled povoljnijih uslova. Potreba toplotne energije za zagrevanje fermentora je oko 30%, dok se ostatak koristi za grejanje objekata na farmi, kao i za sušenje sena i drvene sečke.

Drugo postrojenje je pušteno u rad 2016. godine (Slika 39) i integrisano je u organsku poljoprivrednu farmu, sa ciljem da doprinese njenoj isplativosti i zaštiti životne sredine. Mešavina supstrata sastoji se od govedjeg čvrstog stajnjaka i svinjskog tečnog stajnjaka, svaki po 41% od ukupnog unosa supstrata. Preostali udeo supstrata čini silaža deteline. Dnevni unos supstrata je oko 15 t, prosečnog sadržaja suve materije 20%. Tečni stajnjak se iz pred-jame zapremine 300 m³, pumpa u fermentor, dok se čvrsti supstrati ubacuju pomoću uređaja zapremine 12 m³ montiranog na betonski ravan krov fermentora. Fermentor ima radnu zapreminu 850 m³, a post-fermentor 1.400 m³ s integrisanim skladištem za biogas od 450 m³. Fermentori su zagrejani na 44 i 38 °C, respektivno (mezofilni režim).

Ukupno hidrauličko retenciono vreme je 150 dana u proseku, čime je ispunjen pravni zahtev, da rezervoar ostatka fermentacije zapremine 1.800 m³ ne mora da se pokriva. Kogenerativno postrojenje sa gasnim motorom ima instalisanu snagu 75 kW i električnu efikasnost oko 37%. Kompletna količina električne energije 1.780 kWh/dan isporučuje se u mrežu. Sopstvene potrebe za pogon biogas postrojenja iznose 10% za električnu i 19% za toplotnu energiju, u odnosu na generisane količine. Oko 22% generisane količine toplotne energije iskoristi se za grejanje svinjske staje, objekata u okviru farme i četiri stambena objekta. Ukupna investicija je bila 550.000 €. Prosečan godišnji prihod je oko 168.500 €, od čega se 87% ostvaruje prodajom električne energije, dok ostatak plasiranjem ostatka fermentacije i iskorišćenjem toplotne energije. Godišnji troškovi su oko 110.500 €, od čega je 23% za nabavku supstrata, 40% amortizacija, 31% operativni troškovi, a 6% za zarade zaposlenih (Datkov et al., 2021).



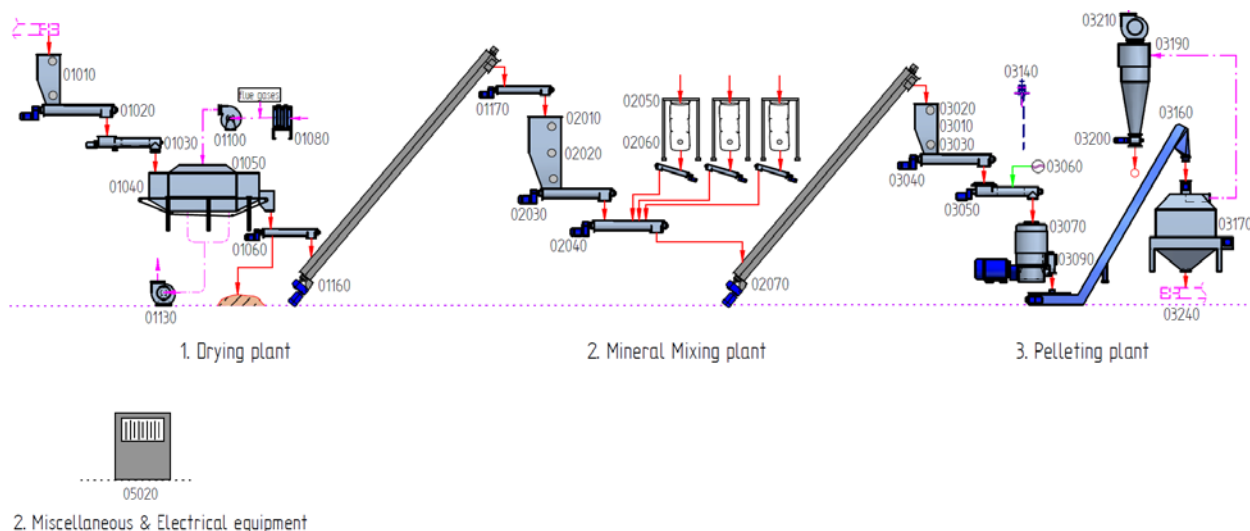
Slika 39. Šema malog biogas postrojenja, puštenog u rad 2016. godine
(Barchmann T., et al., 2021)

4.4.2 Inovativna rešenja za dalju preradu digestata iz biogas postrojenja

Sve većom ekspanzijom biogas postrojenja u Vojvodini, akumulira se i velika količina materijala, koji se javlja kao ostatak iz fermentora - digestat. Digestat prolazi kroz separator koji vrši separaciju na čvrst i tečni digestat (Slika 17).

Tečni digestat se sakuplja u posebno izgrađene lagune i zajedno sa čvrstim digestatom se najviše koristi kao organsko hranivo na poljoprivrednom zemljištu. Njegova prekomerna primena na poljoprivrednom zemljištu uzrokuje zagađenje podzemnih voda i pogoršanje stanja zemljišta. Postavlja se pitanje šta raditi sa viškovima i na koji način ih dalje tretirati. U nastavku se daje pregled inovacija na temu dalje prerade digestata.

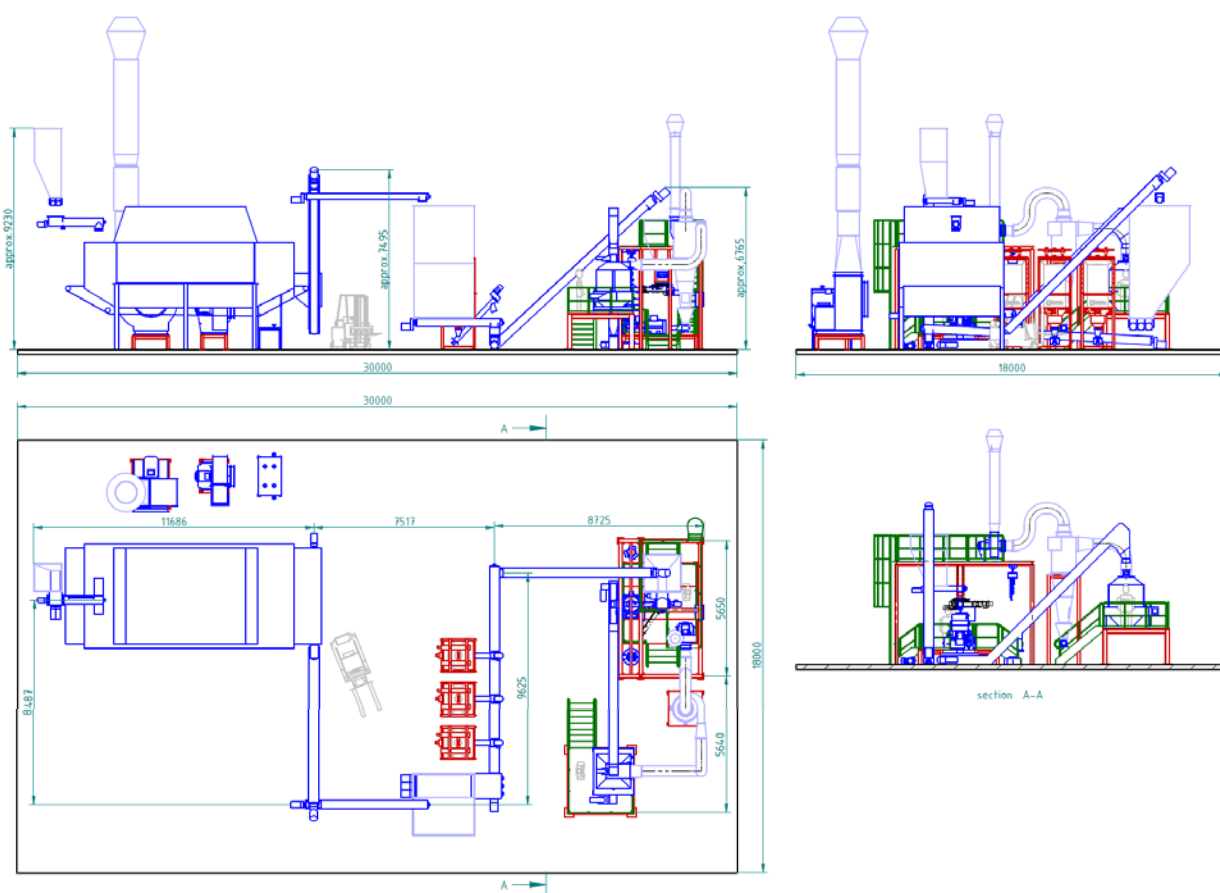
Prvi, najlakši način za dalju preradu digestata može biti kompresovanje digestata u formu peleta. Razlog za to je što u formi peleta digestat ima veću nasipnu masu (kg/m^3), lakši je za manipulaciju i otvaraju se i druge mogućnosti. Na slici 40 dat je prikaz tehnološke linije za peletiranje digestata.



Slika 40. Tehnološka šema linije peletiranja digestata (Amandus Kahl, 2021)

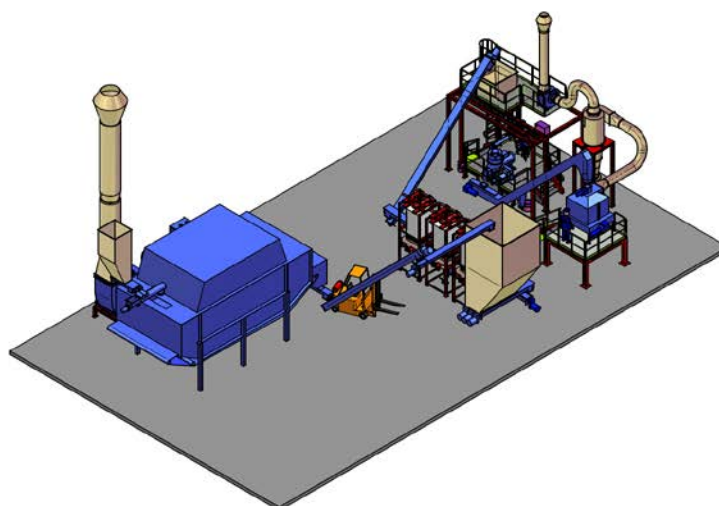
Predstavljena tehnologija na slici 40 je, praktično, dodatak biogaz postrojenju. Linija preuzima digestat iz separatora biogasnog postrojenja i suša ga. Sušara je trakasta, a koristi toplotnu energiju dobijenu iz biogaz postrojenja. Kako svi proizvođači biogasa proizvode električnu energiju koju prodaju po povlašćenim cenama, ali ostaje realan problem kako iskoristiti generisanu toplotnu energiju. Ovim se procesom obuhvaćena je i toplotna energija, jer se ona koristi za proces sušenja digestata.

Vlaga u digestatu, u zavisnosti od supstrata koji se koristi, je oko 70-80%, ali za proces daljeg peletiranja ona se „skida“ na 15% na izlazu iz sušare. Takav materijal se dalje transportuje na liniju gde postoji mogućnost mešanja sa mineralima, a sve u cilju dobijanja kvalitetnog đubriva. Kao minerali se dodaju NPK (azot, fosfor i kalijum) i to u procentima od po 2-5% po mineralu. Praktično posle ove linije dobija se bio-mineralno đubrivo i dalje u rastresitoj formi, koje 85-92% čini bio đubrivo (osušen digestat), a obogaćeno je sa maksimalno 8-15% veštački ubačenim mineralima u formi granula. Iskustva pokazuju da je struktura veštačkih minerala zadovoljavajuća u odnosu: N 4 % , F i K po 2%, odnosno da ukupan udeo dodatih veštačkih minerala ne prelazi 8% od ukupne mase. Nakon linije miksovanja sa mineralima, sledi linija peletiranja i hlađenja, gde se mešavina dovodi u kompaktnu formu u vidu peleta, koji se pakuje u veće džambo vreće od 1 t ili u manje vreće od 5-25 kg.



Slika 41: Prostorni razmeštaj linije peletiranja digestata (Amandus Kahl, 2021).

Na slici 41 prikatan je layout linije za peletiranje digestata i prostor potreban za instalisanje opreme, a na slici 42 trodimenzionalni prikaz tehnologije.



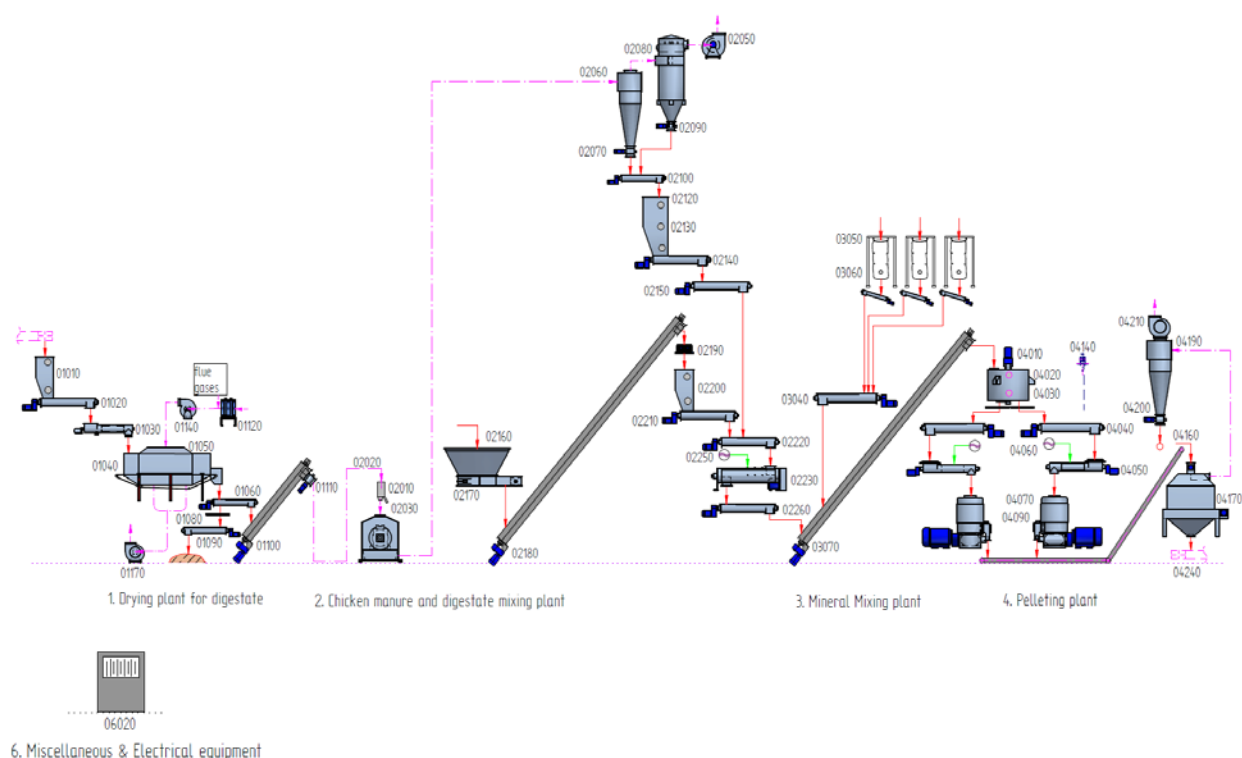
Slika 42: Trodimenzionalni prikaz linije peletiranja digestata (Amandus Kahl, 2021)

Potencijalno problematično za buduće trendove u poloprivredi ječinjača što ovako dobijeno đubrivo, u koje se dodaje veštački NPK, ipak ne može dobiti predznak „bio“ i da se koristi i u organskoj proizvodnji. Da bi se to postiglo, cela tehnološka linija može da se proširi kao na slici 43.

U odnosu na prethodnu tehnološku liniju, linija predstavljane na slici 43 ima i dopunski deo gde se dodaje pileći stajnjak. Pileći stajnjak je dobar sastojak jer sadrži prirodne minerale neophodne za hranjenje zemlje. Da bi se nadomestili prirodni minerali potrebno je da se pileći stajnjak doda u odnosu 3:1 (pileći stajnjak : digestat). To zahteva i podizanje kapaciteta linije peletiranja četiri puta, ali sa druge strane dobija se potpuno bio-đubrivo sa mogućnošću sertifikacije i daljeg korišćenja u organskoj proizvodnji. Ovakvo stopostotno bio-đubrivo još uvek se ne proizvodi na Balkanu, i celokupne količine u prodaji potiču iz uvoza (uglavnom iz Italije). Tražnja za ovakvim đubrivom u EU je velika, a mogućnosti proizvodnje u Vojvodini takođe - na raspolaganju su i biogas postrojenja i živinarske farme te bi u njihovoj kooperaciji nadogradnja biogas postrojenja bila isplativija.

U liniji navedenog tipa, posle sušare sledi mlin čekićar, kako bi se digestat što bolje pripremio mlevenjem na traženu granulaciju, neophodnu za homogeno mešanje sa pilećim stajnjakom. Ovo je posebno važno za biogas postrojenja koja koriste i žetvene ostatke kao supstrat i tada je mlin čekićar neizostavan.

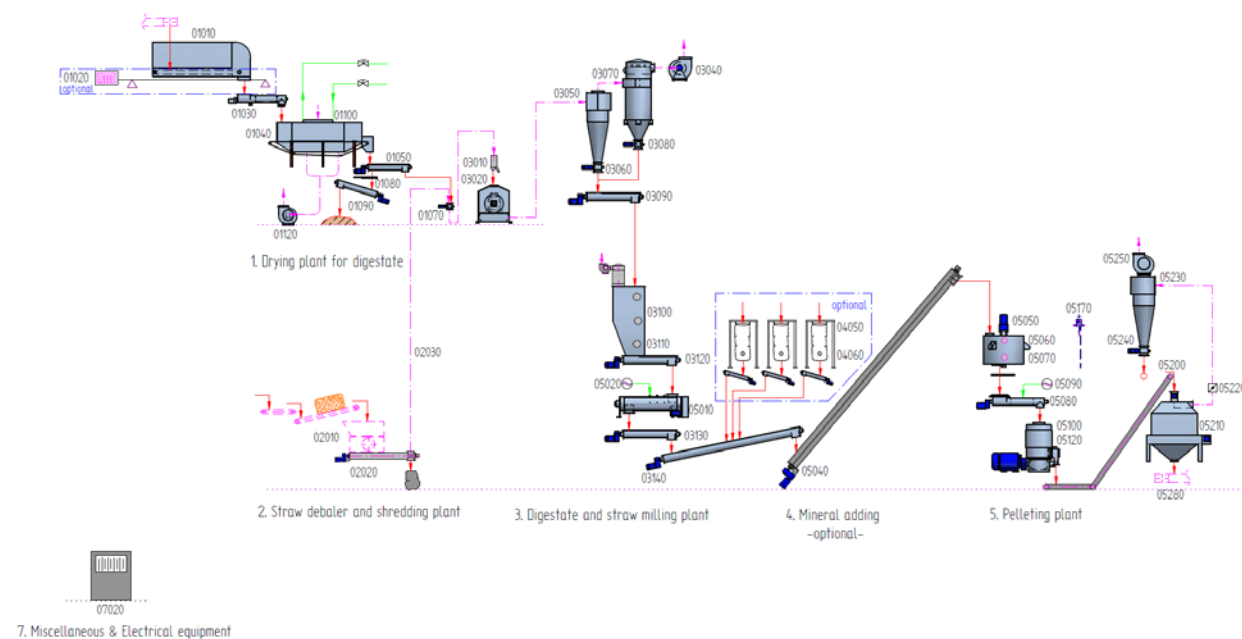
Postoji još jedna nepovoljna okolnost ako se radi mešanje pilećeg stajnjaka sa digestatom i posle peletiranja, a to je rizik pojave salmonela. Salmonela je realnost u pilećem stajnjaku i ne može se izbeći. Prilikom peletiranja, temperature u presi su 80-90 °C, ali to nije dovoljno da se uništi sva potencijalna salmonela u gotovom proizvodu - peletu, jer se materijal u presi zadržava kratko. Ovo bi predstavljao ogroman problem za plasman jer roba ne bi prošla fitosanitarni pregled. Zato se mora instalirati higijenzator na kraju linije, a pre pakovanja. Da bi se otklonila potencijalna salmonela, potrebno je da odstoji pelet sat vremena u higijenzatoru i to na temperaturi 70-80 °C. Druga mogućnost je da se prilikom nabavke ugovara otkup pilećeg stajnjaka koji je već prošao temperaturni tretman u sušari ili higijenzatoru te u njemu nema prisustva salmonela.



Slika 43. Tehnološka linija peletiranja digestata sa dodavanjem pilećeg stajnjaka (AmandusKahl, 2021)

Pored pomenute dve varijante kombinovanja digestata sa drugim komponentama i peletiranjem, ostala je još jedna zanimljiva kombinacija materijala za dobijanje đubriva. Digestat se može kombinovati i sa žetvenim ostacima, kako bi se dobio miks hranljivih vrednosti za zemlju, kombinacijom stajnjaka (digestat), žetvenih ostataka i minerala. Tehnološka linija ovog tipa, prikazana je na slici 44.

Praktično se u postojeći osušen digestat dodaje samlevena slama (pšenica, kukuruz, soja i sl.). Oba materijala se prethodno melju kako bi njihovo miksovanje bilo što homogenije. U tehnološkoj liniji je, zbog fleksibilnosti, ostavljeno postrojenje za dodavanje minerala NPK, kako bi bilo moguće krajnji proizvod obogatiti i mineralima. U zavisnosti od toga da li se minerali dodaju ili ne, proizvod bi imao oznaku ili bio-mineralno-đubrivo ili 100% bio-đubrivo.



Slika 44. Tehnološka linija peletiranja digestata sa dodavanjem žetvenih ostataka (AmandusKahl, 2021)

Linija ima fleksibilnost da radi samo peletiranje digestata iz biogas postrojenja, ili da radi samo peletiranje žetvenih ostataka ili da radi kombinovanje digestata i žetvenih ostataka.

4.4.3 Miskantus - mogućnosti energetske primene

Svetska i domaća industrija su stalno u potrazi za novim izvorima energije. Sve veća je potreba za gorivom i energijom dobijenom iz OIE, a sve u cilju zamene fosilnih izvora energije poput uglja, nafte ili zemnog gasa. U toj velikoj grupi koju čine OIE, postoji jedna interesantna podgrupa, a nju čine energetske biljke. Da bi biljka bila upotrebljena u energetske svrhe ona mora brzo rasti, ne treba da previše isušuje tlo i da preradom može biti upotrebljena za razne energetske svrhe.

Kao obnovljivi izvor energije ove vrste je najzastupljeniji hibrid “*Miscanthusx giganteus*”. U Evropu je donet početkom tridesetih godina 20. veka iz subtropskih krajeva Azije i od tada se površine pod ovom biljkom iz godine u godinu povećavaju (Poljska 4000 ha; Velika Britanija oko 10.000 ha). Namena miskantusa je pre svega za proizvodnju energije. Povoljan je za sadnju zbog izuzetno velikih prinosa (Dželetović et al., 2002) (Glamočlija et al., 2012) (Ikanović et al., 2015).

Miskantus podseća na bambus ili rogoz, raste do četiri metra visine, a uspeva i u Srednjoj Evropi. Brzorastući hibrid "*Miscanthus giganteus*" je biljka C₄ tipa fotosinteze, poznat i kao kineska trska ili kineska trava, odnosno slonova trava, odlikuje se snažnim rastom uz minimalno angažovanje i neznatno trošenju hranljivih sastojaka. Energetska vrednost 20 t suvog miskantusa je ekvivalentna količini od 12 t uglja (Ikanović et al., 2015). Izuzetan je energent i daje više biomase od bilo kog drugog useva, sa izuzetkom šećerne trske, ali u poređenju sa njom može se gajiti na širem prostoru (Ikanović et al., 2015).

Miskantus ne crpi puno vode iz zemlje. Kada se posadi, može se koristiti dugi niz godina, jer daje rod 20 godina bez ponovne sadnje. Njegovo jeftino uzgajanje, brz rast i visok prinos u biomasi čine ga sve popularnijim biogorivom u sveta. Može se lako briketirati i peletirati, jer sadrži samo 15% vlage i nije ga potrebno dodatno sušiti pre procesa peletiranja. Pri gorenju ne oslobađa ugljen monoksid.

Obrazac miskantusovog rasta ponavlja se svake godine tokom celog njegovog životnog veka. Stabljike niču svakog marta iz podzemnog kompleksa rizoma, a na kraju avgusta dosežu maksimalnu visinu. Usevi se preko zime ostavljaju na polju. U to doba lišće pada na zemlju reciklirajući hranjive materije, osiguravajući zaštitni sloj, koji u proleće praktično suzbija rast korova.

Krajnji proizvod svakog ciklusa su visoke trske koje liče na bambus. Prinos suve biomase "*Miscanthus giganteus*" u velikoj meri zavisi od vremena žetve. U trenutku maksimalnog biološkog prinosa usev je zelen, a procenat vlage visok i od tog vremena, usled starenja listova, postepeno se smanjuje.

Predžetveni gubici (vreme žetve: februar/mart naredne godine), potiču od starenja listova, opadanja nadzemnih vrhova na površinu zemljišta u toku zime i od žetvenih ostataka. Berbu treba izvesti tokom februara/marta, odnosno kad stabla odbace listove i imaju najmanje vode. Stabla se mogu pokositi običnim (rotacionim) kosilicama ili silo-kombajnima. Treba istaći da u zemljama Zapadne Evrope se koristi specijalizovana mehanizacija za berbu celih stabala, ako se ona dalje koriste u industriji papira, kao građevinski materijal ili u proizvodnji geotekstila.

Ukoliko se biljke koriste za direktno sagorevanje u velikim kotlovima termoelektrana, mogu se vezivati u snopove, seći u formu sečke, a mogu se balirati ili peletirati i briketirati za sagorevanje u malim i velikim kotlovima u domaćinstvu i slično (Slika 45). Tehnologija peletiranja je objašnjena u poglavljima 2.5.2 i 2.5.3 i nema nikakve razlike u odnosu na druge kulture. Briketiranje je, već odavno, prevaziđena tehnologija, jer ne omogućuje automatsko upravljanje uz stabilan proces sagorevanja i grejanja, zahteva mnogo manuelnog rada i nema, u tom pogledu, nikakvog unapređenja (osim ekoloških) u odnosu na drva ili ugalj.



Miscanthus x giganteus u formi briketa



Miscanthus x giganteus u formi briketa



Miscanthus x giganteus u formi bale



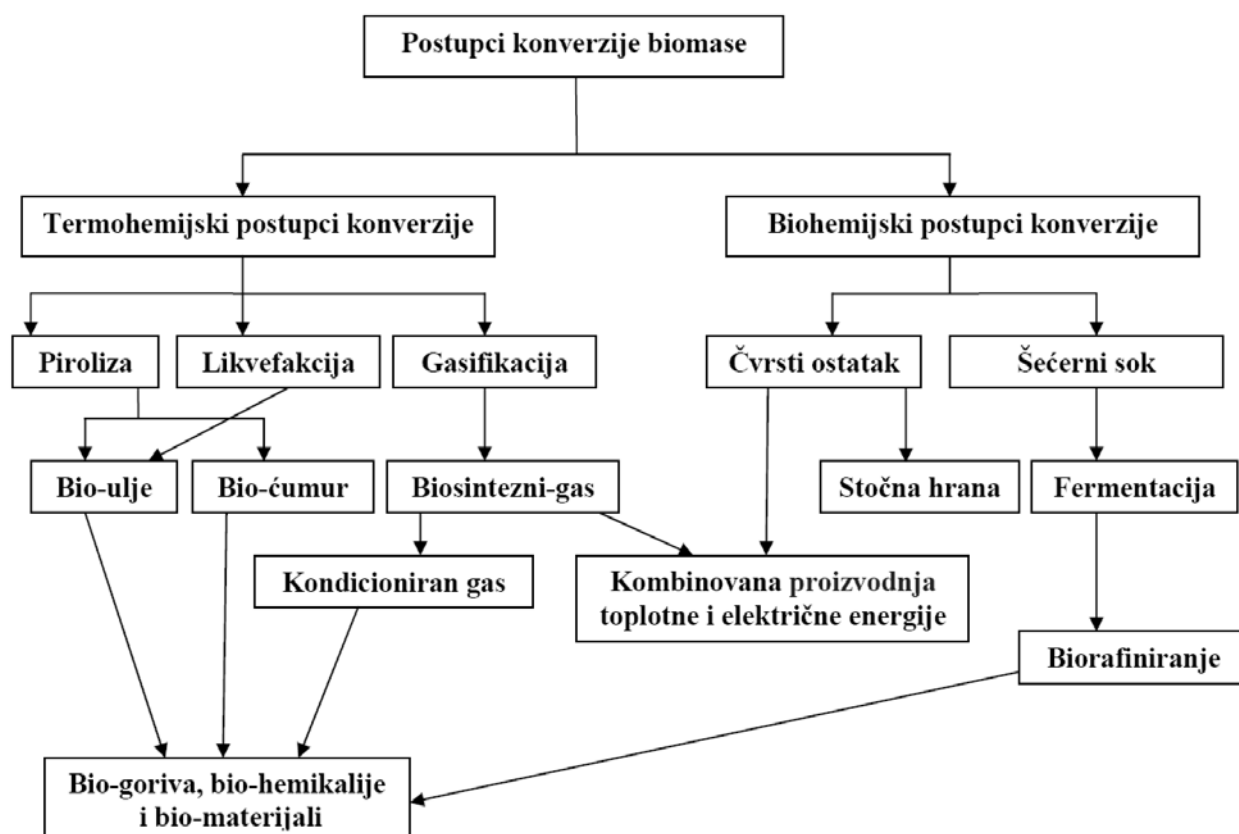
Miscanthus x giganteus u formi sečke

Slika 45: *Miscanthus x giganteus u formama pogodnim za energetske upotrebu*
(Bilandžija N., et al., 2014)

Potrebe lignocelulozne biomase kao sirovine za proizvodnju bioenergenata je, u posledne vreme, u značajnom porastu zahvaljujući mogućnosti njene široke primene i skoro zanemarivog uticaja na industriju proizvodnje hrane (Tilman D., et al., 2006) (Schmer M.R., et al., 2006). Nedavni rast cene kukuruza u SAD se desio usled povećane potražnje kukuruza za proizvodnju bioetanola. Lignocelulozni biotanol ima znatne prednosti u odnosu na biotanol koji se sada prvenstveno proizvodi od kukuruza, naročito zato što lignocelulozna biomasa zahteva mala ulaganja u uzgoju i raste na marginalizovanim vrstama zemljišta koja se primarno ne koriste za proizvodnju tradicionalnih useva za ishranu stanovništva.

Višegodišnje vrste trava, proso (*Panicum virgatum* – specijalna vrsta prosa, engl. *switchgrass*) i miskantus (*Miscanthus giganteus*) su lignocelulozni materijali, koji se danas proučavaju kao potencijalne sirovine za proizvodnju biogoriva. Čak je i koncept biorafinerija prvi put uspostavljen 1999. godine, kada je potvrđeno da se čist lignocelulozni materijal može konvertovati u različite bio-proizvode primenom integrisanih procesnih jedinica (Lynd L.R., et al., 1999).

Slika 46 šematski prikazuje koncepciju biorafinerije u kojoj su poljoprivredne sirovine i nusproizvodi izloženi nizu bioloških, hemijskih i fizičkih procesa radi dobijanja bio-goriva, bio-materijala, dijetetskih proizvoda, polimera i specijalnih hemijskih komponenti (Demirbas A., 2009). Ovaj koncept je uporediv sa rafinerijom nafte, gde nafta prolazi kroz niz procesa radi dobijanja goriva, plastičnih masa i petrohemijskih proizvoda. Proizvodi biorafinerije su u rasponu od osnovnih prehrambenih proizvoda do kompleksnih farmaceutskih proizvoda i od jednostavnih građevinskih materijala do složenih industrijskih kompozita i polimera. Biogoriva tipa bioetanol, vodonik ili biodizel i bio-hemikalije - ksilitol, glicerol, limunska kiselina, mlečna kiselina ili vitamini, se mogu proizvoditi radi dobijanja energije, za proizvodnju hrane, ali i za potrebe prehrambene, odnosno farmaceutske industrije. Vlakna, lepkovi, biorazgradivi plastični materijali, kao što su poliaktična kiselina, razgradive površinske aktivne materije, deterdženti i enzimi i ostali proizvodi biorafinerija se mogu kasnije koristiti u industrijskoj proizvodnji. Važno je, međutim, napomenuti da je proizvodnja velikog broja vrsta biogoriva ekonomski opravdana samo ako se i značajni koprodukti dobijaju u procesu njihove proizvodnje i ako je tehnologija koja se u primenjuje energetska efikasna (Babović N., et al., 2012).



Slika 46: Šematski dijagram koncepta biorafinerije prema literaturi (prilagođeno prema Demirbas A., 2009).

Proizvodnja bioetanola iz biomase je efikasan način za smanjenje potrošnje nafte i zagađenja životne sredine. Bioetanol ima izuzetan potencijal kao zamena za benzin, imajući u vidu činjenicu da se koristi već postoji distributivni sistem za tečna goriva i da potrošači - motori savremenih automobila mogu raditi sa do 10% bioetanola. Trenutno se, po komercijalnoj skali, sve vrste biogoriva proizvode tehnologijom „prve generacije“. Ta tehnologija je opterećena visokom cenom useva na bazi skroba/saharoze i ulja, kao ulaznih sirovina.

Drugi problem je taj što se biljna biomasa koja se koristi za proizvodnju bioetanol prve generacije istovremeno koristi i za ljudsku ishranu i ishranu životinja. To su žitarice (pšenica, kukuruz, ječam, raž) i šećerni usevi (šećerna trska, šećerna repa i slatki sirak). Navedeni usevi mogu biti štetni po zemljište i imati nepovoljan energetski odnos (output/input). Bioetanol druge generacije, proizveden iz različitih lignoceluloznih materijala, kao što su poljoprivredni ostaci (pšenična slama, otpaci iz prerade šećerne trske, kukurozovina), šumski proizvodi (tvrdo i meko drvo), i namenski usevi (miskantus, proso, trava, vrba, konoplja), ima potencijal kao zamena za benzin ili se može koristiti samo kao dodatak benzinu.

U dugoročnoj perspektivi, predviđnja su da će se proizvodnja bioetanol zasnovati pretežno na lignoceluloznim sirovinama, naročito imajući u vidu njihovo izobilje za razliku od dostupnih sirovina koje su bogate škrobom i prostim šećerima (Semenčenko V., et al., 2011) (Predojević Z., 2010) (Babović N., et al., 2012). U tabeli 49 su date vrednosti očekivanih (druga generacija) i realnih (prva generacija) prinosa biogoriva kao i procenjena redukcija emisije CO₂ (Lemus R., et al., 2009).

Tabela 49: Opseg projektovanih prinosa bioetanol i smanjenja emisije gasova staklene bašte za izvore biogoriva prve i druge generacije biogoriva (Lemus R., et al., 2009)

Usev (komponenta, generacija)	Projektovani prinos bioetanol, L ha ⁻¹ god ⁻¹	Projektovano smanjenje emisije GHG ^a , %
Kukuruz (zrno, I)	5200–5400	30–45
Miskantus (celulozna biomasa, II)	7000–7393	35–75
Šećerna trska (šećerni sok, I)	6797–8134	60–85
Slatki sirak (šećerni sok, I)	2524–7012	25–35
Svičgras (celulozna biomasa, II)	3085–7573	35–75

^aPredstavlja moguće redukcije koncentracije CO₂ u atmosferi uzimajući u obzir ugljenik u biomasi (iznad i ispod zemlje), smanjenje agronomskih ulaganja (oranje, gorivo, sadnja i prihranjivanje) u poređenju sa tradicionalnim gajenjem useva

Još jedna od prednosti proizvodnje biogoriva zasnovane na lignoceluloznim usevima odnosi se na eliminisanju konkurencije sa proizvodnjom prehrambenih useva, jer se lignocelulozni usevi (proso trava, miskantus, vrba i topola, itd.) mogu uzgajati i na zemljištima nepogodnim za useve namenjene ishrani ljudi ili životinja (Dželetović Ž., et al., 2007). Zbog visokog sadržaja celuloze i visokih prinosa biomase, miskantus se perspektivno može koristiti za proizvodnju bioetanol. Celuloza i hemiceluloza se enzimskim procesima mogu hidrolizovati do fermentabilnih šećera koji se naknadnom fermentacijom prevode u bioetanol. Utvrđeno je da visok sadržaj lignina ima inhibitorni efekat na procese biološke konverzije kao što su fermentacija i anaerobna digestija saglasno povećanoj otpornosti na mikrobiološku razgradnju. Lygin i saradnici (Lygin A.V., et al., 2011) utvrdili su da su sadržaj lignina i odnosi između sadržaja lignin/celuloza i celuloza/ksilan odlučujući faktori, koji ukazuju na mogućnost razgradnje biomase miskantusa. Zaključeno je da uzgoj i selekcija genotipova miskantusa sa smanjenim sadržajem lignina u perspektivi pospešuju veću proizvodnju biomase i veću efikasnost konverzije biomase u cilju proizvodnje većih količina biogoriva, po jedinici površine. Kako lignocelulozna biomasa prirodno ne podleže enzimskoj hidrolizi, neophodan je predtretman radi povećanja njene podložnosti enzimskim procesima i omogućeno dobijanje fermentabilnih šećera. U poslednje vreme je razvijen znatan broj fizičkih, hemijskih i enzimskih postupaka predtretmana, čije su prednosti i nedostaci prikazani u tabeli 50 (Semenčenko V., et al., 2011) (Kumar P., et al., 2009).

Tabela 50: Pregled različitih procesa koji se koriste za pripreme lignocelulozne biomase (Semenčenko V., et al., 2011) (Kumar P., et al., 2009)

<i>Predtretman</i>	<i>Prednosti</i>	<i>Ograničenja i nedostaci</i>
Mehaničko sitnjenje	Smanjuje se stepen kristalčnosti celuloze, ne koriste se hemikalije u procesu	Veliki utrošak energije, postupak nije ekonomski isplativ
Eksplozija pod dejstvom vodene pare	Dovodi do razlaganja hemiceluloze i transformacije lignina; ekonomski isplativ	Delimična destrukcija frakcije ksilana; nepotpuno razaranje matriksa lignin-ugljeni hidrati; izdvajaju se jedinjenja koja inhibiraju mikroorganizme
Eksplozija u prisustvu amonijaka	Povećava se specifična površina i poroznost celuloze, ne izdvajaju se inhibitori za dalje procese prerade	Lignin i hemiceluloza se delimično uklanjanju; nije podesna za biomasu sa visokim sadržajem lignina; amonijak se mora reciklirati zbog uštede i zaštite životne sredine
Eksplozija u prisustvu CO ₂	Povećava se specifična površina; natkritični CO ₂ jeftin, netoksičan, ne formiraju se inhibitori za dalje procese prerade	Ne modifikuje lignin i hemicelulozu; skup proces za industrijsku primenu
Ozonoliza	Efikasno razlaže lignin i deo hemiceluloze; obično se vrši na sobnoj temperaturi; ne formiraju se toksična jedinjenja	Potrebna velika količina ozona; skup postupak
Kisela hidroliza	Hidrolizuje se hemiceluloza do ksiloze i drugih šećera; menja se struktura lignina	Skup postupak; korozija opreme; formiranje toksičnih supstanci
Bazna hidroliza	Uklanjanje hemiceluloza i lignina; povećava se specifična površina	Dugo vreme trajanja procesa; formiraju se soli i inkorporiraju se u biomasu
Pretretman organskim rastvaračima	Lignin se dobija kao nus-proizvod	Rastvarači treba da se uklone iz reaktora, i recikliraju; visoka cena postupka
Piroliza	Dobijaju se gasoviti i tečni produkti	Visoka temperatura; produkcija pepela
Pulsirajuće električno polje	Normalni uslovi; razara biljne ćelije; jednostavna oprema	Proces zahteva dalja ispitivanja i istraživanja
Biološki predtretman	Razlaganje lignina i hemiceluloze; mali utrošak energije; ne koriste se hemikalije	Brzina hidrolize je mala, spor proces

Postupak predtretmana je jedan od najskupljih koraka, zbog koga je i proizvodnja bioetanola iz lignocelulozne biomase tehnološki zahtevna i skupa. Izbor tehnologije predtretmana određene vrste biomase zavisi od njenog sastava i nusprodukata nastalih kao rezultat predtretmana.

Ključni problemi koje treba rešiti u procesu predtretmana lignocelulozne biomase su sledeći:

- 1) Optimizacija procesa hidrolize hemiceluloze uz ograničenje njenog razlaganja do furana, koji deluju kao inhibitori fermentacije;
- 2) Smanjivanje kristaličnosti celuloze, odnosno povećavanje reaktivnosti celuloze;
- 3) Izbegavanje razlaganja i rekondenzacija lignina;
- 4) Razvijanje procesa, do nivoa primene na pilot, demonstrativnom i komercijalnom nivou (Brosse N.,et al., 2009) (Brosse N.,et al., 2010).

U literaturi je je veoma mali broj publikovanih studija koje se odnose na predtretman i enzimatsku hidrolizu miskantusa u postupku proizvodnje bioetanola. Primenjeni predtretmani za biomasu miskantusa su ekspanzija vlakana amonijakom (Murnen H.K., et al., 2007), predtretman sa razblaženom sumpornom kiselinom kombinovan sa predtretmanom sa organskim rastvaračem (etanol) (Brosse N.,et al., 2009) (Brosse N.,et al., 2010), predtretman sa razblaženom sumpornom kiselinom kombinovan sa eksplozijom pod uticajem vodene pare (Sørensen A.,et al 2008).

5. ZAKLJUČCI

Ovom doktorskom disertacijom se ukazuje na ogroman neiskorišćeni potencijal biomase u regionu Vojvodine, koji može biti iskorišćen prvenstveno u energetske svrhe i time omogućiti manja energetska zavisnost od uvoza fosilnih energenta. Suštinski, ukazano je na značaj "zaboravljenog" potencijala, koji se svake godine obnavlja i koji treba upotrebiti u značajnoj količini kao supstituciju za fosilna goriva koja se uvoze, što za posledice ima loš finansijski bilans i sve veću energetska zavisnost.

Prikazani su podaci o ukupnom sirovinskom potencijalu i izvršen je proračun primarnog energetskog potencijala biomase u Vojvodini i njegov proračun u realni energetski potencijal biomase. Analizirana je struktura raspoložive biomase u Vojvodini i mogućnosti njene konverzije u energiju. Urađeno je istraživanje stanja kod preduzeća i organizacija koji su generatori biomase na području Vojvodine, kao i analiza potencijala biomase. U strukturi biomase najveći potencijal imaju žetveni ostaci i stočni stajnjak, pa je istraživanjem i disertacijom stavljen poseban fokus na analizu potencijala za postrojenje peletiranja i postrojenje biogasa, kao dva najčešća načina za preradu upravo ovih vrsta biomase (žetveni ostaci i stočni stajnjak). Istraživanjem je izvršena analiza ispitnika iz uzorka u odnosu na sadašnji način upotrebe biomase i na perspektive i mogućnosti viših nivoa upotrebe biomase, kao i generalna upućenost na pojmove biogasa i peletiranja. Eksperimentalno istraživanje je obuhvatilo i SWOT analizu, a sve vezano za preduzeća i organizacije koji su generatori biomase.

Pored toga, istraživanja su ukazala i na aktuelni globalni problem emisije CO₂ i efekat staklene bašte, te na koristi od supstitucije značajnog dela fosilnih goriva biomasom. Za žetvene ostatke prikazane su mogućnosti efikasnog skupljanja i skladištenja, a date su i mogućnosti dalje prerade i primene biomase u energetske svrhe. Istraživanjem je ukazano i na značaj uspostavljanja merila kvaliteta i standardizacije biomase kao proizvoda. Ukazano je i na logističke lance snabdevanja, kao i na pripremne aktivnosti neophodne da bi se formirala berza biomase i kako bi se sa biomasom lako trgovalo. Životni ciklus biogoriva sastoji se iz više faza, a najvažnije su kultivacija i ekstrakcija sirovina, procesiranje (proizvodnja) biogoriva kao i svi oblici transporta uključujući i distribuciju i manipulaciju. Lokacija skladišta direktno utiče na vrednost emisija GHG pri transportu.

Razmotreni su gradovi i opštine koje se nameću sa najviše poljoprivredne biomase i u kojima raspoloživa biomasa ima potencijal prikupljanja u bale malih i velikih dimenzija i čije količine prelaze 100.000 tona godišnje po opštini. To su, Zrenjanin, Sombor, Subotica, Kikinda, Pančevo i Sremska Mitrovica. Na osnovu toga predložena je hipotetička lokacija budućih namenskih skladišta i to po gradovima i opštinama: Sombor, Senta, Kikinda, Pančevo i Sremska Mitrovica i dat je prikaz snabdevanja i količina po zoni 1 (poluprečnika 25 km od navedenih lokacija) i zoni 2 (poluprečnika 50 km od navedenih lokacija). Predlog namenskih skladišta dat je i sa potencijalom u količinama i po vrstama žetvenih ostataka. Pored potencijalnih lokacija i količina žetvenih ostataka u njima, dat je i prikaz jednog univerzalnog namenskog skladišta biomase sa potrebnim sadržajima kao i pregled procenjenih vrednosti investicije, poslovnih rashoda i finansijskih efekata za ovakvo predloženo skladište.

Modelom je prikazan i način formiranja berze biomase i potrebni ulazi da bi se biomasa jasno definisala kao proizvod i kako bi se njome slobodno i na transparentan način trgovalo. Dat je predlog ulaznih informacija za eventualni *online* portal, koji bi se odnosio na „Berzu biomase“.

Kao jedan od većih problema i prilikom istraživanja ispitanika i prilikom istraživanja stručne literature iz oblasti biomase, detektovan je problem malih i srednjih ratarskih i stočarskih organizacija i činjenica da ih ima mnogo na prostoru Vojvodine. Dat je predlog formiranja energetske zadruge, kao rešenja za ukрупnjavanje raspoložive biomase, kao i lakše finansiranje postrojenja za njeno sakupljanje, preradu i dalje korišćenje u energetske svrhe, a samim tim i prihodovanje. Upravo za ovu kategoriju ratara i stočara, data su i neka inovativna rešenja u vidu proizvodnje biogasa malog kapaciteta, kao i dalju preradu digestata kroz proces peletiranja. Takođe razmotren je i potencijal šire upotrebe nekih vrsta biomase kao što je miskantus, a dat je i predlog njihove prerade kroz proces proizvodnje u lignocelulozni bioetanol. U Vojvodini još uvek nema proizvodnje bioetanola iz biomase, posebno ne iz takozvane druge generacije, mada postoje naznake da će se izgraditi fabrika u Vrbasu, u sklopu šećerane.

Naglašeno je da oblast vazana za biomasu, s obzirom na malu iskorišćenost do sada, u bliskoj budućnosti može da kreira dodatne poslove velikih razmera, a samim tim otvori i veliki broj novih radnih mesta, koja bi bila raspoređena ravnomerno po opštinama u Vojvodini i time pozitivno uticala na problem velikog odliva radne snage u inostranstvo i još uvek veliki nivo nezaposlenosti. Upotreba biomase kao energenta pokreće lanac poslova i sistema, od manipulacije sirovinom, preko brojnih mogućnosti upotrebe i finalizacije, do sagorevanja radi energetske porošnje. Biomasa može pokrenuti lokalnu i regionalnu ekonomiju Srbije, jer kreira i zadržava novac u lokalnim sredinama i regionima i na taj način on ostaje u zemlji, umesto da odlazi izvan granica Srbije - za kupovinu fosilnih goriva namenjenih za potrošnju. Veća upotreba biomase dovešće, dodatno, do snižavanja troškova njene upotrebe, a krajnji scenario je uspostavljanje stabilne berze biomase, a samim tim i stabilne energetske primene obnovljivih izvora energije u budućnosti.

Pedmet istraživanja u ovom području u budućnosti je izazov organizovanja ukрупnjavanja površina prilikom sakupljanja, odnosno baliranja biomase, kako bi se troškovi sirovine smanjili i time povećala isplativost upotrebe biomase. Ovo uključuje i istraživanje optimalnog broja i rasporeda lokacija budućih skladišta biomase kao i postrojenja za preradu biomase i njenu finalizaciju u gotov proizvod, uzimajući u obzir tehnička i ekonomska ograničenja. Poseban segment budućih istraživanja je razvoj i organizovanje tržišta biomase u regionu i njegovo uključivanje u okolna razvijena tržišta ove sirovine. Takođe, istraživanja treba usmeriti ka unapređenju tehničkih karakteristika postrojenja koja baliranu biomasu koriste kao gorivo, kao i postrojenja koja biomasu prerađuju u briket, pelet, biogas ili bioetanol, a sve sa ciljem podizanja stepena iskorišćenje navedenih sistema i skraćanja vremena ciklusa: od biomase u polju i štali, do proizvoda raspoloživog za upotrebu u energetske svrhe.

6. LITERATURA

1. Akhtari, S., Sowlati, T., Day, K., The effects of variations in supply accessibility and amount on the economics of using regional forest biomass for generating district heat, *Energy*, 67, str. 631-640, 2014.
2. Alakangas E.,(2011) - New European pellets standards, EUBIONET 3 (http://www.foex.fi/uploads/bioenergy/New_European_pellets_standards_March_2011.pdf).
3. Amandus KAHL - AK51_Granulierung_Kompost_19e
4. Amandus Kahla technological scheme: Defibration, drying, grinding, pelleting and cooling plant for the production of wood peelts, 2014.
5. Amandus Kahl technological scheme: Drying, chicken manure mixing, mineral mixing, pelleting and cooling plant for the production of digestat pellets, 2021.
6. Amandus Kahl technological scheme: Drying, mineral mixing, pelleting and cooling plant for the production of digestat pellets, 2021.
7. Amandus Kahl technological scheme: Drying, straw debaling and shredding, digestat and straw milling, mineral mixing, pelleting and cooling plant for the production of digestat pellets, 2021.
8. Amandus Kahla technological scheme (2014): Grinding and pelleting plant, for production of straw pellets.
9. Atchison, J.E., Hettenhaus, J.R., Innovative Methods for Corn Stover Collecting, Handling, Storing and Transporting, NREL/SR-510-33893, NREL, 2004.
10. Babović, N., Dražić, G., Đorđević, A., Mogućnosti korišćenja biomase poreklom od brzorastuće trske *Miscanthus x giganteus*, Fakultet za primenjenu ekologiju „Futura“, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2012.
11. Bioenergy-Serbia, Razvoj održivog tržišta bioenergije u Srbiji, GIZ tehnička podrška; Link sajta: <http://www.bioenergy-serbia.rs/index.php/sr/giz-dkti-program/biogas-postrojenja>
12. Barchmann, T., Pohl, M., Denysenko, V., et al. 2021. Biogas-Messprogramm III. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow, Nemačka.
13. Bilandžija N.,: „Perspektiva i potencijal korišćenja *Miscanthus x giganteus* u Hrvatskoj“, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, 2014.
14. Brkić, M., Janić, T., Biomass as a source of raw materials, fertilizer, fodder and energy. *Tractors and Power Machines*, 2000, 5 23–5 28.
15. Brkić, M., Janić, T., Oprema i tehnološki postupci za peletiranje biomase, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 2010, 36(4), 387-96.
16. Brkić M., Janić, T., Standards for pelleted and briquetted biofuels, *Contemporary Agricultural Engineering*, 2009, 35(4), 260-7.
17. Brosse, N. , El Hage, R., Sannigrahi, P., Ragauskas A., Dilute sulphuric acid and ethanol organosolv pretreatment of *Miscanthus x Giganteus*. *Cell. Chem. Technol.* 44, 2010.
18. Brosse, N., Sannigrahi, P., Ragauskas, A., Pretreatment of *Miscanthus x giganteus* using the ethanol organosolv process for ethanol production, *Ind. Eng. Chem. Res.* 48, 2009.
19. Bojic, S., Location Problems in Supply Chains and their influence on the logistic costs. PhD thesis. Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, 2013.
20. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. 2014. Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2014). Berlin, Nemačka
21. Bundesnetzagentur. 2021. Beendete Ausschreibungen. Bonn, Nemačka. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Biomasse/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html
22. Bundesnetzagentur. 2021. Marktstammdatenregister: Erweiterte Einheitenübersicht. Bonn, Nemačka. <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/ErweiterteOeffentlicheEinheitenuebersicht>
23. Cobuloglu, H.I., Büyüktaktın, İ.E., A mixed-integer optimization model for the economic and environmental analysis of biomass production, *Biomass and bioenergy*, 67, str. 8-23, 2014.
24. Comparison of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources, World Nuclear Association Report, 2011.

25. Compete4SECAP – 754162- Energetske zadruge u okrugu Neustadt an der Waldnaab, Njemačka, Energetske zadruge, 2020.
https://compete4secap.eu/fileadmin/user_upload/Fact_sheets_countries/Croatia/7_Fact_Sheet_Energy_Cooperatives_HR_final.pdf
26. Danilović, M., Ilić, M., Savremene tehnologije iskorišćavanja šumske biomase za energiju, Traktori i pogonske mašine, 2006,11(3-4), 121-8.
27. Danon, G., Energy in wood processing industry, Belgrade Faculty of Forestry, University of Belgrade, 2014.
28. De Meyer, A., Cattrysse, D., Rasinmäki, J., Van Orshoven, J., Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, str. 657-670, 2014.
29. Demirbas A., Biorefineries: „For Biomass Upgrading Facilities, Springer“, 2009.
30. Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ). 2013. Leitfaden Biogas – von der Gewinnung zur Nutzung. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.(FNR), Gülzow, Nemačka.
31. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC
32. Directive 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources(recast)
33. Donghui, L., Tabil, L.G., Wang, D., Wang, G., Emami, S., Experimental trials to make wheat straw pellets with wood residue and binders, *Biomass and Bioenergy*, 2014, vol 69, 287-296
34. Dželetović, Ž., Bogdanović, M.: „Primena pepela u poljoprivredi“. U: Elektra II ISO 14000. Zbornik radova 2. međunarodne konferencije o upravljanju zaštitom □ 16.03.2013. godine u elektroprivredi, 1
Forum kvaliteta, Beograd, 2002.
35. Dželetović, Ž., Dražić, G., Glamočlija, Đ., Mihailović, N., Perspektive upotrebe biljaka kao bioenergetskih useva, *Polj. Teh.* 32, 2007.
36. Đatkov, Đ., Višković, M., Martinov, M., Nesterović, A., Bojić, S., Venus, T., Effenberger, M., Mala biogas postrojenja, Fakultet tehničkih nauka (FTN), Novi Sad, Srbija i Bavarski državni zavod za poljoprivredu (LfL), Fraising, Nemačka, 2021.
37. Đerčan, B., Lukić, T., Bubalo-Živković, M., Đurđev, B., Stojavljević, R., Pantelić, M., Possibility of efficient utilization of wood waste as a renewable energy resource in Serbia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012; 16, 1516-1527.
38. Ebertseder, F., Kissel, R., Lehner, A., Rivera Gracia, E., Bachmaier, H., Effenberger, M., 2012. Monitoring und Dokumentation von Praxis-Biogasanlagen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising, Nemačka.
39. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y. et al. 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
40. Electric Power Industry of Serbia Annual Report 2015, Elektroprivreda Srbije, 2015, p.27, available at: <http://eps.rs/En/Documents/yearreports/Godisnji%20izvestaj%202015%20english%20final.pdf>
41. Energetski bilans autonomne Pokrajne Vojvodine - plan za 2011. godinu, Republic of Serbia, Province of Vojvodina, Provincial Secretariat for Energy and Mineral Resources, 2010.
42. EnergySectorDevelopment, <https://mre.gov.rs/doc/efikasnost-izvori/PROGRAM%20FOR%20THE%20IMPLEMENTATION%20ENERGY%20STRATEGY%20for%20the%20period%20from%202017%20until%202023.pdf>
43. ENplus Handbook, For countries not managed by any national licensor/supporter, Part 3: Pellet Quality Requirements, Version 3.0, page 7, August (2015).
44. European Biogas Association (EBA). 2021. EBA Statistical Report 2020. Brussels, Belgija
45. Fachverband Biogas e.V. 2021. Branchenzahlen 2019 und Prognose der Branchenentwicklung 2020. Freising, Nemačka. https://biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen
46. Gil, M.V., Olego, P., Casal, M.D., Pevida, C., Pis, J.J., Rubiera, F., Mechanical durability and combustion characteristics of pellets from biomass blends, *Bioresource Technology*, 2010, 101, 8859-67.
47. GIZ DKTI Program „Razvoj održivog tržišta bioenergije u Srbiji“, 2014.
48. Glamočlija, Đ., Janković, S., Pivić, R., Alternativna žita, Institut za zemljište, Beograd. Monografija 2012.

49. Golusin, M., Tesic, Z., Ostojic, A., The analysis of the renewable energy production sector in Serbia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010, 14, 1477-1483
50. Hess, J Richard; Foust, Thomas D; Hoskinson, Reed; Thompson, David, Roadmap for Agriculture Biomass Feedstock Supply in the United States, DOE/NE-ID-11129 Rev0, DOE/ID/DOE-03-00005; TRN: US200917%489, 2003.
51. Hickman, J.S., Schoenberger, D.L, Estimating soybean and sunflower residue, Cooperative Extension Service, 1989, Manhattan, Kansas.
52. HM Treasury (2006). Stern Review on the Economics of Climate Change, str. 575 .
53. Iain, S., The Energy and Fuel Data Sheet, University of Birmingham, UK 2011.
54. Ikanović, J., Popović, V., Janković, S., Rakić, S., Dražić, G., Živanović, L.J., Kolarić, L.J., Lakić, Ž., *Produkcija biomase morskog gajenog na degradiranom zemljištu*, Zbornik radova Instituta PKB, Agroekonomik, 2015.
55. Ikanović, J., Rajić, Z., Dražić, G., Popović, V., *Bioenergetski izazov i efikasno korišćenje resursa zemljišta*, Savez energetičara Jugoslavije, Beograd, 2015.
56. International Co-operative Alliance, 2019. https://www.ica.coop/en/cooperatives/cooperative-identity?_ga=2.156084539.1486226339.1569570368-1259569996.1569570368
57. Izveštaj: Energetski zasadi brzorastućih vrsta drveća u Srbiji: produkcija biomase, legislativa, tržište i uticaj na životnu sredinu-potencijali i ograničenja. UNDP Srbija, septembar 2016. godine, Dr. Barnko Satjić, str. 69.
58. Izveštaj: Energetski zasadi brzorastućih vrsta drveća u Srbiji: produkcija biomase, legislativa, tržište i uticaj na životnu sredinu-potencijali i ograničenja. UNDP Srbija, septembar 2016. godine, Dr. Barnko Satjić, str. 69.
59. Izveštaj: Energetski zasadi brzorastućih vrsta drveća u Srbiji: produkcija biomase, legislativa, tržište i uticaj na životnu sredinu-potencijali i ograničenja. UNDP Srbija, septembar 2016. godine, Dr. Barnko Satjić, str. 31.
60. Janic, T., Milenkovic, B., Brkic, M., Janjatovic, Z., Pavlovic, D., Gluvakov, Z., Energy efficiency and biomass potential analysis - UNDP Study, NoviSad, UNDP, 2012.
61. Junginger, M., Sikkema, R., Faaij, A., Analysis of the global pellet market, Utrecht, Copernicus Institute, Utrecht University; 2009.
62. Kaltschmitt, M., Hartmann, H. (Eds.), 2001, *Energie aus Biomasse, Grundlagen, Techniken und Verfahren*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
63. Karkania, V., Fanara, E., Zabaniotou, A., Review of sustainable biomass pellets production - a study for agricultural residues pellets market in Greece, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, vol 16, 1426-1436.
64. Kylili, A., Christoforou, E., Fokaides, P.A., (2016) - Environmental evaluation of biomass pelleting using life cycle assessment. *Biomass and Bioenergy*, vol. 84, pages 107–117.
65. Kumar, P., Barrett, D.M., Delwiche, M.J., Stroeve, P., Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production, *Ind. Eng. Chem. Res.* 48, 2009.
66. Lemus, R., Parrish, D.J., *Herbaceous crops with potential for biofuel production in the USA*, CAB Reviews: Persp. Agr. Veter. Sci. Nutr. Nat. Res. 4, 2009.
67. Li, H., Liu, X., Legros, R., Bi, X.T., Lim, C.J., Sokhansanj S, Pelletization of torrefied sawdust and properties of torrefied pellets, *Applied Energy*, 2012, 93:680-685.
68. Lygin, A.V., Upton, J., Dohleman, F.G., Juvik, J., Zabolina, O.A., Widholm, J.M., Lozovaya, V.V., Composition of cell wall phenolics and polysaccharides of the potential bioenergy crop – *Miscanthus*, *GCB Bioenergy* 3, 2011.
69. Lynd, L.R., Wyman, C.E., Gerngross, T.U., *Biocommodity engineering*, *Biotechnol. Prog* 15, 1999
70. Main pellet consumers in Europe, IHB, September 2, (2013). Retrieved 14 September.
71. Martinov, M., Kovacs, K., Đatkov, Đ., *Biogas tehnologija*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
72. Martinov, M., Višković, M., Bojić, S., Dumnić, B., Golub, M., Krstić, J., *Studija prostornog razmeštaja namenskih javnih skladišta agrarne biomase na teritoriji AP Vojvodine*, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2016.
73. Milijić, V., (2014), Report on wood pellet production and market structure in Serbia, Subotica, str.4.
74. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2014, O podsticajnim merama za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i iz visokoefikasne kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije, Službeni glasnik 56/2016, Beograd, Srbija.

75. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2020, Registar povlašćenih proizvođača električne energije, privremenih povlašćenih proizvođača električne energije i proizvođača iz obnovljivih izvora energije, Beograd, Srbija, <http://mre.gov.rs/sites/default/files/registri/registar.html>
76. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2014, Zakon o energetici, Službeni glasnik 145/2014, Beograd, Srbija
77. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2021, Zakon o obnovljivim izvorima energije– Nacrt, Beograd, Srbija.
78. Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije, 2017, Second Report of the Republic of Serbia under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Beograd, Srbija. http://unfccc.int/sites/default/files/resource/SNC%20Eng_Serbia.pdf
79. Murnen, H.K., Balan, V. , Chundawat, S.P.S., Bals, B., da Costa Sousa, L., Dale, B. E., Optimization of ammonia fiber expansion (AFEX) pretreatment and enzymatic hydrolysis of Miscanthus x giganteus to fermentable sugars, *Biotechnol, Progr.* 23, 2007.
80. Nakomcic-Smaragdakis, B., Cepic, Z., Dragutinovic, N., Analysis of solid biomass energy potential in Autonomous Province of Vojvodina, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, 57: 186-191.
81. Nakomčić-Smaragdakis, B., Čepić, Z., Dragutinović, N., Wheat straw combustion process and its impact on air pollution, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, 40, 55-62.
82. Nakomcic-Smaragdakis, B., Šljivac, D, Katić, V., Stajić, T., Čepić, Z., Topić, D., Vukobratić, M., Solar energy potential in Pannonian part of Serbia and Croatia, *International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems*, 2012, 3: 31-9.
83. National Renewable Energy Action Plan of the Republic of Serbia, Ministry of Energy, Development and Environmental Protection of the Republic of Serbia, 2013, p. 4, available at: http://www.mre.gov.rs/doc/efikasnost-izvori/NREAP%20OF%20REPUBLIC%20OF%20SERBIA%2028_June_2013.pdf?uri=CELEX:32009L0028
84. Obernberger, I., Thek, G., Physical characterization and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behavior, *Biomass Bioenergy*, 2004;27:653–69
85. Ostojić, M., Simin, R., Igić, S., Upotreba biomase za proizvodnju toplotne energije na farmi, *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi*, 2003, 7(5), 121-123
86. Privredna komora Vojvodine Vojvodina. <https://www.pkv.rs/en/welcome-word/>
87. Počuča, N., Dražić, G., Production and burning of biomass as an option to the reduction of energy- dependant CO₂ emission, ENBIMA Institut Beograd, Faculty of Applied Ecology, University Singidunum, Futura, 2012.
88. Predojević, Z., Postupci pripreme lignocelulozne sirovine za dobijanje bioetanola, *Hem. ind.* 64, 2010.
89. Presslinge aus naturbelassenem Holz - Anforderungen und Prüfung, DIN 51731: 1996-10, 1996
90. Program za ocenu ekonomskih pokazatelja za energetske primenu biomase, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Pokrajinski centar za energetske efikasnost, 2011.
91. Progress Report on the Implementation of the National Renewable Energy Action Plan of the Republic of Serbia, Ministry of Mining and Energy of the Republic of Serbia, 2016, p.4, available at: https://www.energy-community.org/dam/jcr:8621bc72-eb62-4872-8fde-97bb066a834b/RS_RE_progress_2016.pdf
92. Rentizelas, A.A., Tolis, A.J., Tatsiopoulos, I.P., Logistics issues of biomass: The storage problem and the multi-biomass supply chain, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, str. 887-894, 2009.
93. Republički zavod za statistiku Srbije, 2021, Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo–Stočarstvo. Beograd, Srbija, <https://www.stat.gov.rs/oblasti/poljoprivreda-sumarstvo-i-ribarstvo/stocarstvo/>
94. Retka Schill, Sue (July 31, 2013), PFI conference: Continued growth expected in pellet market, *Biomass Magazine*.
95. Ruiz, J.A., Juárez, M.C., Morales, M.P., Muñoz, P., Mendivil, M.A., Biomass logistics: Financial & environmental costs. Case study: 2MW electrical power plants, *Biomass and bioenergy*, 56, str. 260-267, 2013.
96. Selkimäki, M., Mola-Yudego, B., Röser, D., Prinz, R., Sikanen, L., (2010), Present and future trends in pellet markets, raw materials, and supply logistics in Sweden and Finland, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pages 3068–3075.
97. Serbia: Support to the Energy Sector, European Commission, p.4, 2014, available at: <https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/pdf/serbia/ipa/2015/2014-032799.06-serbia-energy.pdf>

98. Sokhansanj, S., Turhollow, A.F., Biomass densification - cubing operations and costs for corn stover, *Applied Engineering in Agriculture*, 2004, 20, 495-9.
99. Statistical Office of the Republic of Serbia, (<http://popis2011.stat.rs/?lang=en>), 23. 09. 2014.
100. Studija prostornog razmeštaja namenskih javnih skladišta agrarne biomase na teritoriji AP Vojvodine, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, 2016, p. 23
101. Schmer M.R. , Vogel K.P., Mitchell R.B., Perrin R.K.,: „Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass“, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 105, 2008.
102. Scholwin F., Grope J., Clinkscales A., Daniel-Gromke J., Rensberg N., Denysenko V., Stinner W., Richter F., Raussen T., Kern M., Turk T., Reinhold G. 2019. Aktuelle Entwicklung und Perspektiven der Biogasproduktion aus Bioabfall und Gülle. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Nemačka.
103. Semenčenko V. , Mojić Lj., Petrović S., Očić O.,: „Novi trendovi u proizvodnji bioetanol“, *Hem. ind.* 65, 2011.
104. Sikkema R., et al., (2011) - The European wood pellet markets: current status and prospects for 2020. *Biofuels Bioprod. Biorefining*, vol. 5(3), pages 250–278.
105. Stalna konferencija gradova i opština, Platforma Bioenergije – UDRUŽIVANJE, <http://www.skgo.org/strane/395#link11>
106. Stinner, W., Stur, M., Paul, N., Riesel, D., 2015, Güllekleinanlagen, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow, Nemačka.
107. Strange Olesen, & S. L., Bager (COWI, DK), B., Kittler, W., Price, & F. Aguilar (Pinchot Institute for Conservation, US) December – (2015), Environmental Implications of Increased Reliance of the EU on Biomass from the South East US ,(<http://www.aebiom.org/wp-content/uploads/2016/08/DG-ENVI-study-imports-from-US-Final-report-July-2016.pdf>).
108. Sørensen, A., Teller, P.H. , Hilstrøm, T., Ahring, B.K., Hydrolysis of Miscanthus for bioethanol production using dilute acid presoaking combined with wet explosion pre-treatment and enzymatic treatment“, *Bioresource Technol.* 99, 2008.
109. Tilman, D., Hill, J., Lehman, C., Carbon-negative biofuels from lowinput high-diversity grassland biomass, *Science* 314, 2006.
110. The Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use In Transportation Model, GREET1.8d.1, developed by Argonne National Laboratory, Argonne, IL, released August 26, 2010, <http://greet.es.anl.gov/>
111. The Heat Is On: Taking Stock of Global Climate Ambition, September 2019, <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NDC%20Outlook.pdf>
112. Thermal power plants,“ *Elektroprivreda Srbije*, 2018, available at: <http://eps.rs/En/poslovanje-ee/Pages/Termoelektrane.aspx>
113. Tumuluru, J.S., Wright, C.T., Kenny, K.L., Hess, J.R., (2010) - A review on biomass densification technologies for energy application. Idaho National Laboratory.
114. Urbanovičová, O., Piszczalka, J., Lisowsk, A., Findura, P., Mechanical characteristics of briquettes made of biomass, *Contemporary Agricultural Engineering*, 2010, 36(4), 397-400
115. Uspostavljanje berze biomase u AP Vojvodini, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Pokrajinski centar za energetske efikasnost, 2012.
116. Veselinov, B., Martinov, M., Golub, M., Višković, M., Bojić, S, Đatkov, Đ., Potentials of rapeseed crop residues in Serbia, *Agricultural Engineering*, 2015, 3, 59-68.
117. Wieser, H., Milijić, V., Program: Razvoj održivog tržišta bioenergije u Srbiji: Dostupnost poljoprivredne biomase u Srbiji, DKTi (GIZ), Beograd, 2017.
118. World Bioenergy Association, Bioenergy action plan Vojvodina, 2015.
119. Zezelj, B., Maksimovic, R., Todorovic, T., Đatkov, Đ., Analysis of the Possibilities for Using Renewable Energy Sources in the Autonomous Province of Vojvodina, *Sustainability*, 12, 5645, 2020, doi:10.3390/su12145645
120. <http://www.magicnobilje.com/vesti/aktuelno/233479/miskantus-energetska-biljka-buducnosti>
121. <http://www.miskantus.rs/index.php/o-nama>
122. <http://www.paulovnja.info/>
123. <http://www.mionica.rs/index.php/sr-rs/news/1077-projekat-miskantus-uzgajanje-miskantusa-za-potrebe-dobijanja-biomase-u-opshtini-mionica>

124. <http://zelenaenergija.pks.rs/BiomasaPonudaTraznja/Pocetna.aspx>
125. <https://cvecarelite.rs/prihrana/>
126. <https://biogas.org.rs/project/global-seed-d-o-o/>
127. <https://farmanesic.blogspot.com/2018/05/crno-zlato-ubrivo-od-japanskih.html>
128. <https://www.globalseed.info/obnovljivi-izvori-energije.php>
129. <https://www.ligna.de/product/biomass-chipper-vth-105-60-4/152992/M345694>
130. <https://www.tim-inzenjering.com/sr/portfolio/bio-gas-power-plant-curug-serbia/>

2. POTENCIJAL BIOMASE

2.1 Agro-biomasa iz ratarske proizvodnje			
Ratarske površine	ha		
<i>Setvena struktura</i>			<i>Žetveni ostatak setvene strukture</i>
1.		ha	t/g
2.		ha	t/g
3.		ha	t/g
4.		ha	t/g
5.		ha	t/g
6.		ha	t/g
7.		ha	t/g
8.		ha	t/g
9.		ha	t/g
10.		ha	t/g

2.2 Stočni stajnjak					
Br.	Vrsta životinja	Broj grla	Godišnje količine stajnjaka		Sadržaj vlage %
1.	Goveda			t/g	
2.	Svinje			t/g	
3.	Perad			t/g	
4.	Ostalo			t/g	

3. SADAŠNJI NAČIN UPOTREBE BIOMASE I PERSPEKTIVA

3.1 Sadašnji način upotrebe biomase		
Opisati sadašnju primenu biomase, ukoliko se ona sprovodi. Ako postoje više različitih načina primene, opisati za svaku vrstu posebno.		
Da li na farmi skladištite stočni stajnjak?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U koliko je skladištite, opisati način na koji to radite?		
Da li se stajnjak i žetvene ostatke koristi za distribuciju po poljoprivrednim površinama?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Navedi poljoprivredne površine na kojima se sprovodi distribucija?	ha	
Da li u okolini postoji mogućnost za distribuciju dodatnih količina stajnjaka?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Ako da, navesti kolike su to površine i u čijem vlasništvu.	ha	
Ako ne, navesti razloge i barijere		
Da li se sprovodi analiza sastava zemljišta?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Ako da, opisati stanje		
Da li se na farmi baliraju žetveni ostaci?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Koliko tona balirane slame generišete godišnje, i na kojim površinama ?	t/g	ha
Da li farma poseduje mehanizaciju za baliranje žetvenih ostataka?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Da li koristite baliranu slamu za sopstvenu upotrebu?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Ako je odgovor da, opisati na koji način vršite upotrebu baliranih žetvenih ostataka? Ako je odgovor ne, opisati na koji način vršite upotrebu baliranih žetvenih ostataka?		
Da li postoji mogućnost proizvodnje energetskog peleta iz žetvenih ostataka?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Da li se na farmi proizvodi silaža kukuruza?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Da li farma poseduje mehanizaciju za spremanje silaže?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Da li po Vašoj proceni postoji mogućnost proizvodnje silaže za proizvodnju biogasa?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Kolike površine su raspoložive za silažu kukuruza za proizvodnju biogasa?	ha	
Da li postoji mogućnost proizvodnje biogasa iz silaže kukuruza?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>

3.2 Perspektivnost preduzeća		
Da li je planirano da se u skoroj budućnosti u preduzeću sprovedu nove investicije, nezavisno od biogas postrojenja?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da jesu, opisati koje.		
Da li je planirano da se u skoroj budućnosti proširi delatnost preduzeća?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da jeste, opisati u kojoj meri.		
Da li je planirano da se u budućnosti redukuje delatnost preduzeća?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da jeste, opisati u kojoj meri.		
Da li među zaposlenima na farmi postoji dovoljno stručnog osoblja, koji bi mogli da s je obuče i obrazuju za pogon biogas postrojenja (2-3 KV radnika, koji imaju tehničko ppredznanje)?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Ostalo.		

4. POGODNOST PREDUZEĆA ZA IZGRADNJU BIOGAS POSTROJENJA

4.1 Upućenost u tehnologiju biogasa		
Da li ste čuli za biogas postrojenja?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Po Vašem mišljenju, šta predstavlja biogas?		
Da li imate želju da se informišete više o tehnologiji proizvodnje biogasa i prednostima koje korišćenje ove tehnologije donosi?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Obrazložiti.		
Po Vašem mišljenju, da li izgradnja biogas postrojenja može da unapredi poslovanje preduzeća?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Obrazložiti.		
Ako bi postojala tehnička i ekonomska izvodljivost za izgradnju biogas postrojenja, da li biste bili spremni da realizujete takvu investiciju?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Obrazložiti.		

4.2 Preduzeće kao potencijalna lokacija za izgradnju biogas postrojenja			
Da li je potencijalna lokacija povezana asfaltiranim putem sa mrežom puteva?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da nije, koliko je rastojanje do prvog asfaltiranog puta?		km	
Mogućnost proizvodnje električne energije			
Da li se u blizini nalazi dalekovod za srednjenaponsku distributivnu mrežu?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da postoji, definisati napon i proceniti udaljenost.		kV	km
Da li preduzeće u sopstvenoj infrastrukturi poseduje transformator?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da poseduje, kolika je njegova snaga i mogućnost prenosa (kV/kV)?		kW	
Da li na potencijalnoj lokaciji postoji potrošnja energenata za proizvodnju toplotne energije?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Navedi koji su to energenti, zatim njihove količine i troškove na godišnjem nivou.			
1.			€/god
2.			€/god
3.			€/god
4.			€/god
Ako se u preduzeću greju poslovne prostorije, navesti površinu.		m ²	
Ako se u preduzeću greju radne prostorije (hale), navesti površinu.		m ²	
Ako se u preduzeću greju proizvodne prostorije (plastenici/staklenici), navesti površinu.		m ²	
Navedi objekte i namenu korišćenja toplotne energije.			
Da li postoji mogućnost izgradnje objekta ili postrojenja sa iskorišćenje toplotne energije u slučaju izgradnje biogas postrojenja?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da postoji, opisati.			
Da li u ekonomskom dvorištu ima neiskorišćenog prostora koji može da se nameni za izgradnju biogas postrojenja?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Ako ima, navesti njegovu površinu i skicirati šemu.		ha	

5. POGODNOST PREDUZEĆA ZA IZGRADNJU POSTROJENJA PELETIRANJE

5.1 Upućenost u tehnologiju peletiranja		
Da li ste čuli za pojam peletiranja biomase?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Po Vašem mišljenju, šta predstavlja pojam peletirane biomase?		
Da li imate želju da se informišete više o tehnologiji proizvodnje peleta i prednostima koje korišćenje ove tehnologije donosi?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Obrazložiti.		
Da li znate da se digestat iz biogas postrojenja peletira i da se time dobija visoko kvalitetno bio đubrivo?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Obrazložiti.		
Po Vašem mišljenju, da li izgradnja postrojenja za peletiranje može da unapredi poslovanje preduzeća?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Obrazložiti.		
Ako bi postojala tehnička i ekonomska izvodljivost za izgradnju postrojenja za peletiranje, da li biste bili spremni da realizujete takvu investiciju?	<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Obrazložiti.		

5.2 Preduzeće kao potencijalna lokacija za izgradnju postrojenja za peletiranje			
Da li je potencijalna lokacija povezana asfaltiranim putem sa mrežom puteva?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da nije, koliko je rastojanje do prvog asfaltiranog puta?		km	
Mogućnost proizvodnje peleta iz biomase			
Da li se u blizini nalazi veliki potrošači toplotne energije, koji imaju kotlove na biomasu?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da postoji, definisati snagu i proceniti udaljenost.		kW	km
Da li preduzeće u sopstvenoj infrastrukturi poseduje generator toplotne energije koji troši pelet?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da poseduje, kolika je njegova snaga i mogućnost povećanja?		kW	kW
U slučaju da ne postoji navesti koji su to energenti, zatim njihove količine i troškove na godišnjem nivou.			
1.			€/god
2.			€/god
3.			€/god
4.			€/god
Ako se u preduzeću greju poslovne prostorije, navesti površinu?		m ²	
Ako se u preduzeću greju radne prostorije (hale), navesti površinu?		m ²	
Ako se u preduzeću greju proizvodne prostorije (plastenici/staklenici), navesti površinu?		m ²	
Navesti objekte i namenu korišćenja toplotne energije?			
Da li postoji mogućnost izgradnje objekta ili postrojenja sa iskorišćenje toplotne energije u slučaju izgradnje postrojenja za peletiranje?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
U slučaju da postoji, opisati.			
Da li u ekonomskom dvorištu ima neiskorišćenog prostora koji može da se nameni za izgradnju postrojenja za peletiranje?		<i>Da</i>	<i>Ne</i>
Ako ima, navesti njegovu površinu i skicirati šemu.		ha	

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

6.1 Samovrednovanje (SWOT analiza)
Prema sopstvenom nađenju i dole navedenim stavkama, opisati sve pozitivne i negativne stavke koje idu u prilog ili predstavljaju barijeru za proizvodnju i korišćenje biogasa u datom preduzeću.
Snage (Strengths, dobre stvari)
Slabosti (Weaknesses, nedostaci)
Prilike (Opportunities, dobri izgledi, pogodnosti)
Pretnje (Threats, moguće smetnje)
Kratka opšta ocena

Datum i mesto obavljanja razgovora:

Razgovor obavili:

Овај Образац чини саставни део докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта који се брани на Универзитету у Новом Саду. Попуњен Образац се коричи иза текста докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта.

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
Модел ефикасног управљања и начина финалне прераде биомасе
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
а) Факултет техничких наука у Новом Саду б) 53 предузећа из АП Војводине, произвођача или генератора биомасе в) АП Војводина, Покрајински секретаријат за енергетику, грађевинарство и саобраћај
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
Истраживање је реализовано за потребе израде докторске дисертације и није рађено у оквиру пројектних активности другог типа.
1. Опис података
<p>1.1 Врста студије <i>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</i> Докторска дисертација</p> <p>Основни циљ истраживања је развој модела за ефикасно управљање енергетским потенцијалом биомасе у АП Војводини и начина финалне прераде биомасе у погодан облик за коришћење у енергетске сврхе. У истраживању су анализирани: литературни извори везани за коришћење и прераду биомасе, статистички извори о укупном потенцијалу биомасе у АП Војводини и стање искоришћења тог потенцијала. Емпиријски део истраживања је извршен на узорку који чине 53 предузећа из АП Војводине, произвођача или генератора биомасе, са преко 100 ha земље на територији АП Војводине. Применом одговарајуће методологије анализирана је структура биомасе по врсти, количинама и начину коришћења, са фокусом на перспективе ефективнијег коришћења. Истраживање је омогућило развој специфичног модела ефикасног управљања и начина финалне прераде биомасе. Развијени модел је показао функционалност као додатни, неконвенционални и значајан извор "зелене" енергије у АП Војводини.</p>
<p>1.2 Врсте података</p> <p><input type="radio"/> а) квантитативни <input type="radio"/> б) квалитативни</p>
<p>1.3 Начин прикупљања података</p> <p><input type="radio"/> а) анкете, упитници, тестови б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи в) генотипови: навести врсту _____ <input type="radio"/> г) административни подаци: <u>Подаци о потенцијалу биомасе у АП Војводини и начину њеног коришћења - из статистичких прегледа, студија и од званичних институција</u> д) узорци ткива: навести врсту _____ ђ) снимци, фотографије: навести врсту _____ е) текст: <u>Законски и подзаконски акти, конвенције, приручници и друга литература из области истраживања</u> ж) мапа, навести врсту _____ з) остало: описати _____</p>

1.4 Формат података, употребљене скале, количина података

1.4.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

- a) Excel фајл, датотека .xlsx
- b) SPSS фајл, датотека statis.exe
- c) PDF фајл, датотека _____
- d) Текстфајл, датотека _____
- e) JPG фајл, датотека _____
- f) Остало _____

1.4.2 Број записа (код квантитативних података)

- a) број варијабли 100
- b) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) 53

1.4.3 Поновљена мерења (испитивања)

- a) да
- b) не

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

- a) временски размак између поновљених мера је _____
- b) варијабле које се више пута мере односе се на _____
- v) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као _____

Напомене: _____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

- a) Да
- b) Не

Ако је одговор не, образложити _____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1 У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

- a) експеримент, навести тип _____
- b) корелационо истраживање: Корелациона и компарациона анализа прикупљених података
- v) анализа текста: Анализа обавеза из законских и подзаконских аката и конвенција, ставова у приручницима и другој литератури из области истраживања
- г) остало, навести шта _____

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

Варијабле и подаци о генерисању и начину коришћења биомасе су представљени нумеричким вредностима, одговорима са ДА или НЕ и у описном (квалитативном) облику. Сви отворени одговори су рекодирани на основу семантике, класификовани у одређене категорије.

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1 Третман недостајућих података

- a) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да Не

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

- а) Колики је број недостајућих података? _____
- б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да Не
- в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података
- 2.2.2 На који начин је контролисан квалитет података? Описати
У припремној фази, испитаници су пре анкетања контактирани путем телефона и добили информације о циљу и сврси испитивања. Одговоре на питања из упитника је уносио истраживач у директном контакту са испитаницима.
- 2.2.3 На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?
Податке је у матрицу уносио аутор дисертације. Пре анализе, извршено је ручно рекодирање одговора и њихова класификација у одређене категорије.

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

- 3.1.1 Подаци ће бити депоновани у CRIS репозиторијуму.
- 3.1.2 URL адреса: <https://cris.uns.ac.rs/searchDissertations.jsf>
- 3.1.3 DOI _____
- 3.1.4 Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?
 а) Да
 б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____
 в) Не
- Ако је одговор не, навести разлог _____

- 3.1.5 Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.
 Образложење _____

3.2. Метаподаци и документација података

- 3.2.1 Који стандард за метаподатке ће бити примењен? Стандард који примењује CRIS
- 3.2.1 Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.
Борис Жежељ (2021): Модел ефикасног управљања и начина финалне прераде биомасе. CRIS data.

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3. Стратегија и стандарди за чување података

- 3.3.1 До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? Неограничено
- 3.3.2 Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да Не
- 3.3.3 Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да Не
- 3.3.4 Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?
 Да Не
- Образложити _____
- _____

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.1 Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да Не

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

4.1.2 Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да Не

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- а) Подаци нису у отвореном приступу
- б) Подаци су анонимизирани
- в) Остало, навести шта

5. Доступност података

5.1 Подаци ће бити

- а) јавно доступни
- б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области
- в) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.2 Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

Ауторство – некомерцијално – без прераде

6. Улоге и одговорност

6.1 Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Борис Жежелј: industriaimport@gmail.com

6.2 Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

6.3 Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима