



Република Србија
АП Војводина
Секретаријат за
енергетику и минералне
сировине



Факултет техничких наука
Департман за инжењерство
заштите животне средине и
заштите на раду



Студија просторног размештаја наменских јавних складишта аграрне биомасе на територији АП Војводине

Нови Сад, 2016.



Republika Srbija
AP Vojvodina
Sekretarijat za energetiku i
mineralne sirovine



Fakultet tehničkih nauka
Departman za inženjerstvo
zaštite životne sredine i
zaštite na radu



Studija prostornog razmeštaja namenskih javnih skladišta agrarne biomase na teritoriji AP Vojvodine

Novi Sad, 2016.



Izradu Studije finansirao je

**Sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine
Autonomne pokrajine Vojvodine**

**Studiju je realizovao tim Fakulteta tehničkih nauka,
Novi Sad, u sastavu:**

**Prof. dr Milan Martinov, editor
MSc Miodrag Višković
Doc. dr Sanja Bojić
Doc. dr Boris Dumnić
MSc Marko Golub
Jovan Krstić, dipl. inž.**

SADRŽAJ

LISTA SLIKA	1
LISTA TABELA	2
REZIME	3
EXECUTIVE SUMMARY	5
1. UVOD	7
2. POTENCIJALI I KORIŠĆENJE AGRARNE BIOMASE	10
2.1 Potencijali agrarne biomase	10
2.2 Sadašnje korišćenje agrarne biomase	15
2.3 Korišćenje u budućnosti	19
3. FORME I KVALITET AGRARNE BIOMASE	22
3.1 Forme agrarne biomase i gustina	22
3.2 Ostale karakteristike agrarne biomase	26
3.3 Standardi iz oblasti agrarne biomase	29
3.4 Ostali zahtevi za skladištenje agrarne biomase	33
4. SKLADIŠTENJE - UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU I ODRŽIVOST	35
4.1 Logistika i skladištenje za biogoriva	35
5. LOGISTIKA BIOMASE - ISKUSTVA	38
5.1 Iskustva u inostranstvu	38
5.2 Iskustva u AP Vojvodini	42
6. OCENA PROGRAMA JAVNIH SKLADIŠTA	46
6.1 Ocena skladišta u Apatinu	46
6.2 Komercijalno skladište agrarne biomase	51
7. PREDLOG SKLADIŠTENJA AGRARNE BIOMASE	54
7.1 Razmeštaj skladišta – <i>Location Allocation Problem</i>	54
7.2 Predlozi za postupke skladištenja	62
8. ZAKLJUČCI	64
LITERATURA	67

LISTA SLIKA

Sl. 1 Procena potencijala OIE u Srbiji (Anonim, 2013a)	7
Sl. 2 Gustina proizvodnje pšenice i kukuruza u opštinama Srbije, podaci se odnose na prinos zrna ravnotežnog sadržaja vlage (Ilić i dr, 2003; Martinov i Tešić, 2008)	10
Sl. 3 Udeo parcela ≥ 5 ha, pogodnih za ubiranje žetvenih ostataka presama za velike bale, u opštinama Vojvodine	14
Sl. 4 Gustine raspoloživih energetske potencijala žetvenih ostataka u 43 opštine Vojvodine, svedeno na sadržaj vlage 15 % (Bojić, 2013)	14
Sl. 5 Primeri malih generatora toplote za grejanje domaćinstava a) modifikovana tradicionalna panonska peć, b) unapređeno rešenje peći za oklasak i drvo, c) kotao za bale slame, d) kotao za agro pelete	16
Sl. 6 Instalacija za grejanje prasilišta korišćenjem agrarne biomase	17
Sl. 7 Primer generatora toplog vazduha za sušenje klipa semenskog kukuruza, koji kao gorivo koristi oklasak	17
Sl. 8 Jedino postrojenje za daljinsko grejanje koje koristi biomasu u Vojvodini, u Sremskoj Mitrovici	18
Sl. 9 Primeri definisanja lokacija potencijalnih elektrana koje koriste biomasu u AP Vojvodini (Bojić, 2013)	20
Sl. 10 Tipovi presa za baliranje agrarne biomase (Kaltschmitt i Hartmann, 2001)	23
Sl. 11 Skladištenje i masene gustine za bale agrarne biomase	25
Sl. 12 Gustina različitih goriva i raznih formi agrarne biomase	25
Sl. 13 Poređenje svojstava mekog drveta, slame i zrna tritikale (Kaltschmitt i Hartmann, 2001)	26
Sl. 14 Primer uređaja za brzo utvrđivanje sadržaja vlage u balama biomase	28
Sl. 15 Poređenje tipičnih vrednosti emisija ugljendioksida različitih vidova transporta (Anonim, 2009c)	35
Sl. 16 Pozicija skladištenja biomase u okviru proizvodnog ciklusa biogoriva/biotečnosti (Anonim, 2014)	37
Sl. 17 Korišćena biomasa, oklasak kukuruza na ulazu u generator toplog vazduha sušare, levo; velike četvrtaste bale slame i valjkaste bale sena, desno	39
Sl. 18 Patentirano rešenje za ubiranje oklasaka (bez komušine) tokom berbe zrna	39
Sl. 19 Kogenerativno postrojenje Czesnica, koja za kosagorevanje sa drvenom sečkom koristi vlažnu kukuruzovinu	40
Sl. 20 Unutrašenje skladište kogenerativnog postrojenja i uređaji za automatsko loženje bala slame	41
Sl. 21 Prijem velikih četvrtastih bala u fabrici LCB PROESA, u mestu Crescentino, Italija	42
Sl. 22 Fabrika <i>Miva Eko pelet</i> sa finalnim skladištem velikih četvrtastih bala slame	44
Sl. 23 Regioni snabdevanja kukuruzovinom, sa navedenim količinama, kao i potencijalnim lokacijama postrojenja za proizvodnju lignoceluloznog bioetanola –LCB	45
Sl. 24 Nacrt javnog skladišta u Apatinu-Prigrevici, prema idejnom projektu	47
Sl. 25 Požar na skladištu baliranih žetveni ostataka	48
Sl. 26 Pretpostavljeni način skladištenja, kamare na otvoreno pokrivene namenskim folijama, levo, skladištenje pod nadstrešnicom, desno	51
Sl. 27 Lanci snabdevanja baliranom agrarnom biomasom	55
Sl. 28 Namenske traktorske prikolice za transport velikih bala biomase	56
Sl. 29 Sredstva za drumski transport biomase a) kamionske poluprikolice, b) kamion sa prikolicom	56
Sl. 30 Tipični plovni objekti u Srbiji a) barže, b) samohodna plovila	57
Sl. 31 Potencijalne makro lokacije skladišta agrarne biomase u AP Vojvodini	61

LISTA TABELA

Tab. 1 Procena potencijala žetvenih ostataka najzastupljenijih ratarskih biljnih vrsta u Srbiji (Ilić <i>i dr</i> , 2003, delimično prerađeno; Martinov i Tešić, 2008)	12
Tab. 2 Procena energetskog potencijala žetvenih ostataka u AP Vojvodini, svedeno na sadržaj vlage oko 15 % (Martinov <i>i dr</i> , 2011)	12
Tab. 3 Udeo parcela jednakih i većih od 5 ha u regionima i opštinama AP Vojvodine	13
Tab. 4 Donja toplotna moć, sadržaj pepela i volatila (lako isparljivih materija) za odabrane vrste agrarne biomase (Kaltschmitt i Hartmann, 2001; Kitani i Hall, 1989)	27
Tab. 5 Važeći standardi usvojeni na nacionalnom nivou od interesa za čvrstu biomasu, čvrsta biogoriva	29
Tab. 6 Standardi u pripremi za usvajanje na nacionalnom nivou od interesa za čvrstu biomasu, čvrsta biogoriva	31
Tab. 7 Međunarodni standardi od interesa za čvrstu biomasu, čvrsta biogoriva, koje Institut za standardizaciju Srbije još nije usvojio	32
Tab. 8 Važeći standardi usvojeni na nacionalnom nivou od interesa za određivanje održivosti tečnih biogoriva	32
Tab. 9 Vrednost investicije	49
Tab. 10 Procenjeni godišnji troškovi rada skladišta	49
Tab. 11 Vrednost investicije	50
Tab. 12 Rashodi poslovanja	50
Tab. 13 Finansijski efekti investicije	50
Tab. 14 Vrednost investicije	52
Tab. 15 Poslovni rashodi	52
Tab. 16 Pregled finansijskih efekata	52
Tab. 17 Vozila za sakupljanje i transport biomase, (Kaltschmitt i dr., 2009)	56
Tab. 18 Karakteristike plovnih objekata na mreži unutrašnjih plovnih puteva u Vojvodini	58

REZIME

Agrarna biomasa, ovde se pod tim pojmom podrazumevaju žetveni ostaci ratarske proizvodnje, predstavlja značajan resurs obnovljivih izvora energije u Srbiji, a posebno u AP Vojvodini. Uvedeni su pojmovi održivi i energetske potencijal, a procenjeno je da je energetske potencijal u Vojvodini, za ratarske biljne vrste, oko 550 ktoe, pri čemu se koristi 180 do 200 ktoe. Nacionalnim akcionim planom za obnovljive izvore energije predviđeno je da se do 2020, u odnosu na stanje 2009, poveća energetske korišćenje biomase za oko 280 ktoe, a pošto su resursi drvne biomase u velikom udelu već iskorišćeni, pretpostavlja se da bi se na agrarnu biomasu odnosilo oko 200 ktoe, od čega oko 100 ktoe u AP Vojvodini.

Gotovo celokupna količina agrarne biomase koristi se za sektor grejanje/hlađenje, a verovatno bi, do 2020, imala udeo i u generisanju električne energije i biogoriva. Najmanje je pokriven sektor goriva za transport, a predviđa se da će obnovljivi izvori 2020. pokrivati oko 9,2 % potrošnje u sektoru, sa udelom uvoza oko 60 %, pri čemu u strukturi nisu predviđena biogoriva druge generacije (bazirana na sirovinama koje nisu hrana).

Sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine započeo je 2014. godine program formiranja javnih skladišta za biomasu, pri čemu je osnovna namera bila da se time raspoloživi resursi dodatno mobilizuju. To je ispravna intencija, ali joj nije prethodila stručna, pa i naučna, analiza opravdanosti takvog poduhvata. Stoga je postavljen cilj da se ovom Studijom oceni opravdanost formiranja javnih skladišta biomase, te predlože eventualna alternativna rešenja.

U Studiji su razmotreni sledeći aspekti skladištenja agrarne biomase:

1. Iskustva u zemlji i inostranstvu.
2. Ocena kvaliteta biomase.
3. Uticaji na životnu sredinu.
4. Logistička ocena.

Konstatovano je da predloženim programom nisu definisane ciljne grupe korisnika biomase, te njihove specifičnosti i potrebe. Zbog razlike u postupcima spremanja i korišćenja, posebno su razmatrani slučajevi korisnika malih količina, do nekoliko desetina tona godišnje, i korisnika velikih količina, i do više stotina hiljada tona.

Utvrđeno je da u inostranstvu i zemlji nema primera korišćenja javnih skladišta za biomasu. Korisnici malih količina upotrebljavaju sopstvene resurse, one u okviru naselja ili neposrednoj blizini. Za dobavljanje većih količina brinu se logističke službe preduzeća, a eventualno se koriste usluge drugih. Kao dobar primer naveden je projekat logističkih centara, koji bi bili formirani u okviru prerađivačkih kapaciteta, sa ciljem da biomasu prerade u proizvode više vrednosti, na primer, peletiranjem. U zemlji je dobar primer logističke službe kompanije *Victoria Group*. Naveden je i primer studije kojom je razmotreno snabdevanje za proizvodnju lignoceluloznog bioetanola –LCB, u AP Vojvodini, u kojoj je detaljno opisano snabdevanje biomasom.

Navedeno je da se čine napori da se biomasa standardizuje, te da je donešen značajan broj ISO CEN i nacionalnih standarda. Sa stanovišta primene agrarne biomase od najvećeg značaja je utvrđivanje sadržaja vlage i zaprljanja zemljom.

Primenom biomase trebalo bi da se značajno smanji emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG –*Greenhouse Gases*), izraženo kroz količinu CO_{2ekv}. 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 sprovede i za druge primene biomase. Uštede bi morale da se dokumentuju, a korišćenjem javnih skladišta to je nemoguće ili vrlo teško sprovodljivo. Takođe, dodatna transportna rastojanja i manipulacija biomasom utiču na povećanje emisija GHG.

Primenom *Location Allocation Problem*, i metode razvijene za biomasu, takođe je utvrđeno da korišćenje javnih skladišta nije povoljno rešenje. Na osnovu mapiranih resursa agrarne biomase, te uzimanja u obzir mogućnosti izvoza/uvoza došlo se do lokacija koje bi u Vojvodini bile najpovoljnije za formiranje logističkih centara, korisnika velikih količina biomase, te bi, na najpovoljniji način, bio omogućen izvoz/uvoz biomase i produkata.

Na osnovu raspoložive dokumentacije, a pre svega idejnog projekta, sprovedena je tehnička i ekonomska analiza planiranog javnog skladišta u Apatinu-Prigrevici. Najznačajnije tehničke zamerke su:

- na osnovu planirane zapremine kapacitet je značajno niži od zacrtanog,
- nisu predviđene mere za zaštitu od groma i požara,
- značajno je precenjen broj potrebnih radnika,
- nije predviđena kontrola kvaliteta biomase.

Ekonomskom analizom je utvrđeno da bi troškovi skladištenja, u prvih pet godina kada je za korisnike korišćenje besplatno, koštali Opštinu 12,7 €/t. Korisnike, nakon uvođenja komercijalnog poslovanje skladišta to bi koštalo 14 €/t. U slučaju gradnje privatnog skladišta korektne konfiguracije, cena bi bila 10 €/t. Ocenjuje se da bi ovi troškovi za vlasnike i korisnike biomase bili neprihvatljivi. Navedeni su i predlozi za eventualno restrukturiranje planiranog skladišta.

Navedene su ideje za podsticajne mere za povećanje kvaliteta i kvantiteta korišćenja agrarne biomase u budućnosti:

1. Unapređenje generatora toplote malih termičkih snaga, sa ciljem povećanja stepena korisnosti i smanjenja emisija zagađujućih materija. Iznalaženje rešenja za povećanje pogodnosti za transport i skladištenje oklaska kukuruza, koji je značajan resurs na malim farmama.
2. Korišćenje agrarne biomase kao sirovine za proizvodnju biogoriva i kao kosupstrata za generisanje biogasa, pa i biometana. Trebalo bi da se razmotre i druge mogućnosti korišćenja biomase, sa ciljem dobijanja produkata više vrednosti.
3. Nadalje treba da se radi na iznalaženju tehnički i ekonomski povoljnih rešenja skladištenja biomase, te postupaka ubiranja i transporta.

EXECUTIVE SUMMARY

Study of spatial distribution of public storages intended for agricultural biomass in Autonomous Province Vojvodina

Agricultural biomass, this term is here used for field crops' residues, is an important renewable energy source in Serbia and especially in Vojvodina. The concepts of sustainable and energy potentials were introduced, and it is estimated that the annual energy potential in Vojvodina is approximately 550 ktoe, of which between 180 and 200 ktoe is now in use. According to the National Renewable Energy Action Plan, is foreseen that by 2020, increase of biomass use will rise for additional 280 ktoe. Since wooden biomass resources are already used to high extent, it is assumed that the contribution of agricultural biomass will be about 200 ktoe, of which about 100 ktoe in Vojvodina.

Almost entire amount of agricultural biomass is currently used for the heating/cooling sector, and until 2020 will be also used for electricity generation and as a feedstock for biofuels. Yet the sector of biofuels is least covered, and it is anticipated that renewables, until 2020, will cover approximately 9.2 % of energy consumption in this sector, whereby about 60 % will be imported. These projections are made without accounting second generation biofuels, based on non-food feedstock

Provincial Secretariat for Energy and Mineral Resources began in 2014 a program of establishment of public storages for biomass, whereby the main intention was to further mobilize available resources. This is positive intention, but it was not preceded by an expert or scientifically analysis of feasibility. Therefore, an objective was to evaluate the establishment of public storages for biomass, and to possibly propose alternative solutions.

The study examined the following aspects of storage of agricultural biomass:

1. Experiences in Serbia and abroad.
2. Quality assessment of biomass.
3. The impacts on environment.
4. The assessment of biomass supply logistic.

It was remarked that the proposed program does not define target groups of biomass users and their specific needs. Due to differences in the methods of biomass collection and use, special attention was given to cases when small amounts of biomass are used, up to several tons per year, and to use of large amounts, even more then several hundred thousand tons.

It was found that there are no examples of the use of public storages for biomass in Serbia and abroad. Users of small amounts consume their own resources, those within the village or in the vicinity. Supply of a large amount is done by a user company own logistical unit, or optionally, companies can use services of other outsourcing service of specialized companies. As a good example, European project of logistical centres was stated, which could be formed within the processing facilities, with the aim to process biomass into higher valuable products, for example, pellets. A good domestic example is the logistic unit of company *Victoria Group*. It is also mentioned newly developed study of possibilities of production lignocellulosic bioethanol –LCB in Vojvodina, where the supply of needed biomass is elaborated.

It is stated that the standardization of biomass is in progress and in this regard numerous ISO, CEN and national standards are developed/adopted. For this case of the utmost importance is to determine the moisture content and soiling of biomass.

The use of biomass should significantly reduce the emission of greenhouse gases – GHG, expressed by the amount of CO_{2eq}. European directives already specify that GHG emissions savings should be at least 60 % as acceptance criterion of biofuels. It is expected that the same criterion will be implemented also for other forms of biomass utilization, in form of solid and gaseous biomass. The savings should be documented, and the use of public storages could make it difficult. Also, additional transportation distances and the manipulation of biomass, affect the increase in GHG emissions.

By applying *Location Allocation Problem* and method developed for biomass, it was also found that the use of public storages is not a viable solution. Available data of biomass recourses led to the defining of most suitable locations in Vojvodina that could be used for the establishment of logistical centres, and export/import of biomass and biomass products.

Based on the available documentation, of which primary was the preliminary project, a technical and economic evaluation of the planned public storage in Apatin-Prigrevica was carried out. The most important technical complaints are:

- the capacity is significantly lower than planned,
- safety measures for protection against lightning strike and fire are not foreseen,
- the number of needed workers is significantly overestimated,
- the quality control of biomass is not included.

Economic appraisal has shown that the storage costs in the first five years when the storage of biomass is for users free of charge, will cost the Municipality 12.7 €/t. After the introduction of storage being self-financing, users will have to pay 14 €/t. If the storage of same capacity would be established as private, and properly designed, these cost would be about 10 €/t. It is estimated that these costs for owners and buyers of biomass would be unacceptable. Additionally are stated proposals for the possible reorganization of the planned storage.

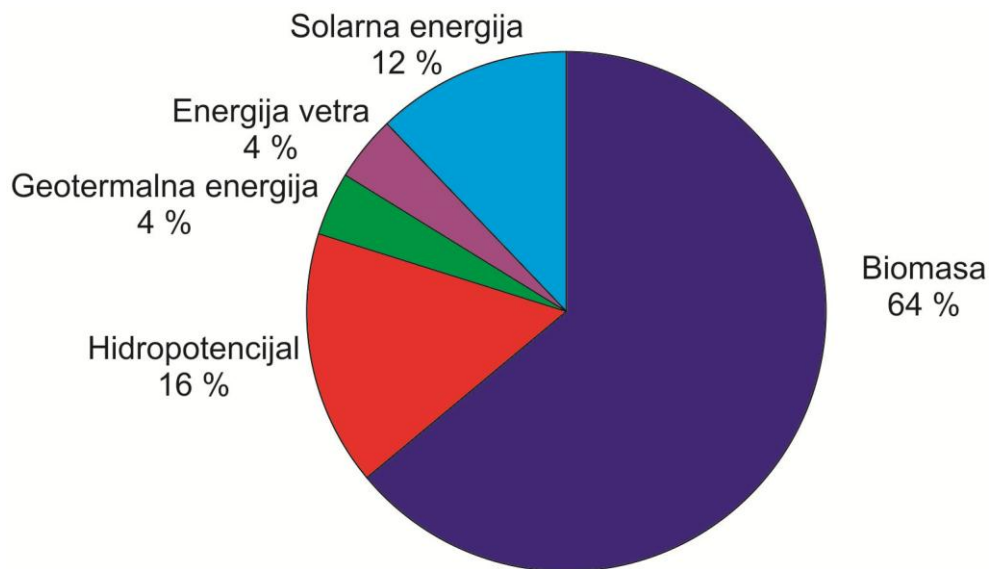
Furthermore, ideas of measures for enhancement the quality and quantity of agricultural biomass use in the future are suggested:

1. Improvement of the small scale heat generators in order to increase the efficiency and to reduce emissions of pollutants. Finding solutions to improve the characteristics of corn cobs necessary for better transportability and storability, because, they are important resource on small farms.
2. Use of agricultural biomass as a feedstock for the production of second generation biofuels, as a co-substrate for biogas production and even biomethane. Other processing possibilities should also be considered, and aim should be to obtain products of higher values.
3. Future work should also be oriented toward finding technical and economical favourable solutions for storage of biomass, harvesting procedures and transportation.

1. UVOD

Republika Srbija je, kao član Energetske zajednice, prihvatila da sledi energetske politiku Evropske unije (Anonim, 2007), što podrazumeva i korišćenje obnovljivih izvora energije (OIE) u obimu koji je definisan u takozvanoj RED (*Renewable Energy Directive*), Direktivi 2009/28/EC (Anonim, 2009a).

Prema Nacionalnom planu za obnovljive izvore energije Republike Srbije (Anonim, 2013a), biomasa predstavlja najznačajniji potencijal OIE, sl. 1.



Sl. 1 Procena potencijala OIE u Srbiji (Anonim, 2013a)

U okviru navedenog dokumenta date su i procene realizacije korišćenja biomase kao izvora, pre svega toplotne, energije. Predviđa se da generisanje električne energije na bazi čvrste biomase započne 2017. godine sa nazivnom električnom snagom 10 MW, a da do 2020. godine dostigne 100 MW. U istom izvoru navodi se da bi kapacitet za generisanje električne energije na bazi biogasa trebalo 2020. godine da dostigne 30 MW.

Navodi se da je već sada ukupno korišćenje čvrste biomase, za grejanje/hlađenje, na nivou 1.034 ktoe (toe – *tons of oil equivalent*), a da će do 2020. godine porasti na 1.092 ktoe. Očigledno je da se najveći deo čvrste biomase koristi za domaćinstva, grejanje. Nije procenjeno koji deo se odnosi na drvnu, a koji na agrarnu biomasu.

Kao najveći problem u ostvarenju ciljeva definisanih u RED bi na osnovu Nacionalnog plana bilo ostvarenje proizvodnje, odnosno korišćenja biogoriva za transport. Prema podacima najveći deo biogoriva, oko 60 %, bi 2020. godine bio iz uvoza.

Autonomna pokrajina Vojvodina takođe ima obavezu i potrebu da učestvuje u realizaciji Nacionalnog plana za OIE. U Pokrajini najznačajniji potencijal predstavlja agrarna biomasa (u ovoj Studiji se pod pojmom agrarna biomasa podrazumevaju žetveni ostaci ratarskih biljnih vrsta). Pod agrarnom biomasom podrazumevaju se razne kategorije, od otpada, preko nusproizvoda (uključujući i ostatke rezidbe voćnjaka i vinograda), do energetske bilja i brzorastućih šuma.

Otpad je stajnjak, čvrsti, polutečni i tečni iz stočarstva (strikno gledajući stajnjak nije tipičan otpad, jer je vrlo značajan za amelioraciju zemljišta). Tipičan otpad su materijali koji nastaju pri čišćenju i preradi primarnih poljoprivrednih produkata, zrna, a šire gledajući i otpad prehrambene industrije.

Nusproizvodi su žetveni ostaci, koji imaju svoj značaj za očuvanje plodnosti zemljišta, te su viši nivo od otpada. Posebno su značajni nusproizvodi prehrambene industrije, od kojih mnogi mogu da se koriste kao stočna hrana ili sirovina za druge proizvode. Tipični primeri su melasa, repin rezanac i pivski trop.

Energetsko bilje predstavlja namenski gajene biljne vrste. Posebna grupa je poljoprivredno energetsko bilje (ne i brzorastuće šume), koje se koristi kao sirovina za energente ili energetska postrojenja. Tipično su to biljna ulja, koja se uz doradu, koriste kao goriva za motore sa unutrašnjim sagorevanjem, kao što je biodizel. Za proizvodnju biogasa najčešće se koristi silaža kukuruza, ali i silaža drugih biljnih vrsta, na primer, sirka šećerca. Korišćenje energetskog bilja je manje poželjno, jer se time utiče na smanjenje proizvodnje hrane i krmiva. Ova oblast je posebno regulisana ograničenjima koja su definisana u RED i novoj direktivi koja obrađuje ovu oblast (Anonim, 2015). To se, pre svega, odnosi na ugrožavanje sigurnosti snabdevanja hranom, a taksativno na efekte smanjenja emisije gasova sa efektom staklene bašte. U RED direktivi, članovima 19 do 22, definisani uslovi za sticanje prava na subvencije za biogoriva, a vezano za uštedu emisija GHG (*Greenhouse Gases*).

Problematika potencijala i korišćenja OIE razmatrana je i elaborirana i u AP Vojvodini od strane nadležnog Sekretarijata za energetiku i mineralne sirovine. Izrađen je značajan broj studija i energetsko bilansiranje sa planovima delatnosti. Mnogi od podataka korišćeni su i za nacionalne dokumente. Može slobodno da se kaže da je u ovom pogledu AP Vojvodina prednjačila, ne samo u pogledu definisanja aktivnosti, već i u njihovom sprovođenju, kroz razne mere podsticanja primene OIE.

U Nacionalnom akcionom planu naznačena je potreba mobilizacije resursa, potencijala, ali nisu, osim izuzetaka, dati detalji o načinu sprovođenja. Polazeći od potrebe mobilizacije, većeg korišćenja održivih potencijala, Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine AP Vojvodine pokrenuo je inicijativu izgradnje javnih skladišta agrarne biomase (žetvenih ostataka), sa pretpostavkom da bi takva mera omogućila dobru komunikaciju između vlasnika agrarne biomase i potencijalnih korisnika.

Cilj ove Studije je da se, bazirano na naučno-stručnim podlogama, kao i na iskustvima u zemlji i inostranstvu, da ocena izvodljivosti predložene inicijative, a u slučaju negativne ocene predloži/e drugačije mogućnosti podsticanja mobilizacije poljoprivredne biomase u AP Vojvodini, pa i šire, u celoj Srbiji.

U skladu sa postavljenim ciljem Studije definisani su sledeći zadaci:

1. Na osnovu prethodnih studija i vlastitog iskustva u ovoj oblasti sagledati i mapirati potencijale biomase za energetsko korišćenje na sadašnjem nivou i dati procene za budućnost, posle 2020. godine. Razmotriti eventualne potencijale i u graničnim područjima susjednih zemalja.
2. Dati pregled očekivanih karakteristika biomase, vrsta, toplotna moć, sadržaj vlage, forma, sa ocenom njihove značajnosti, kako za kupoprodaju, tako i za skladištenje. Dati spisak relevantnih standarda za biomasu i navesti relevantne opise.

3. Sačiniti pregled trenutnog korišćenja biomase u većim količinama i dati procene u budućnosti. Utvrditi način prikupljanja biomase danas, sa mrežom lokacija i količinama, ukoliko postoje. Sagledati sredstva transporta, proceniti mrežu za transport i troškove.
4. Na bazi prethodnog sačiniti plan potencijalnih lokacija skladišta biomase za potrebe srednjih i velikih korisnika i potencijalni izvoz, korišćenjem programskih alata za ove namene.
5. Razmotriti plan gradnje javnih skladišta biomase koji je u prethodnom periodu donešen, sa posebnim osvrtom na karakteristike već izgrađenog skladišta u Apatinu.
6. Formirati mogući plan rada izgrađenog skladišta, te oceniti izvodljivost. Na osnovu jedne ili dve varijante rada oceniti opravdanost ulaganja. Bazirano na tome predložiti nastavak gradnje javnih skladišta ili obustavljanje programa uz obrazloženje.
7. Dati predlog potencijalnog rešenja skladištenja biomase sa ciljem njene mobilizacije, postizanja što boljih ekonomskih efekata i što povoljnijeg rešenja sa stanovišta zaštite životne sredine.

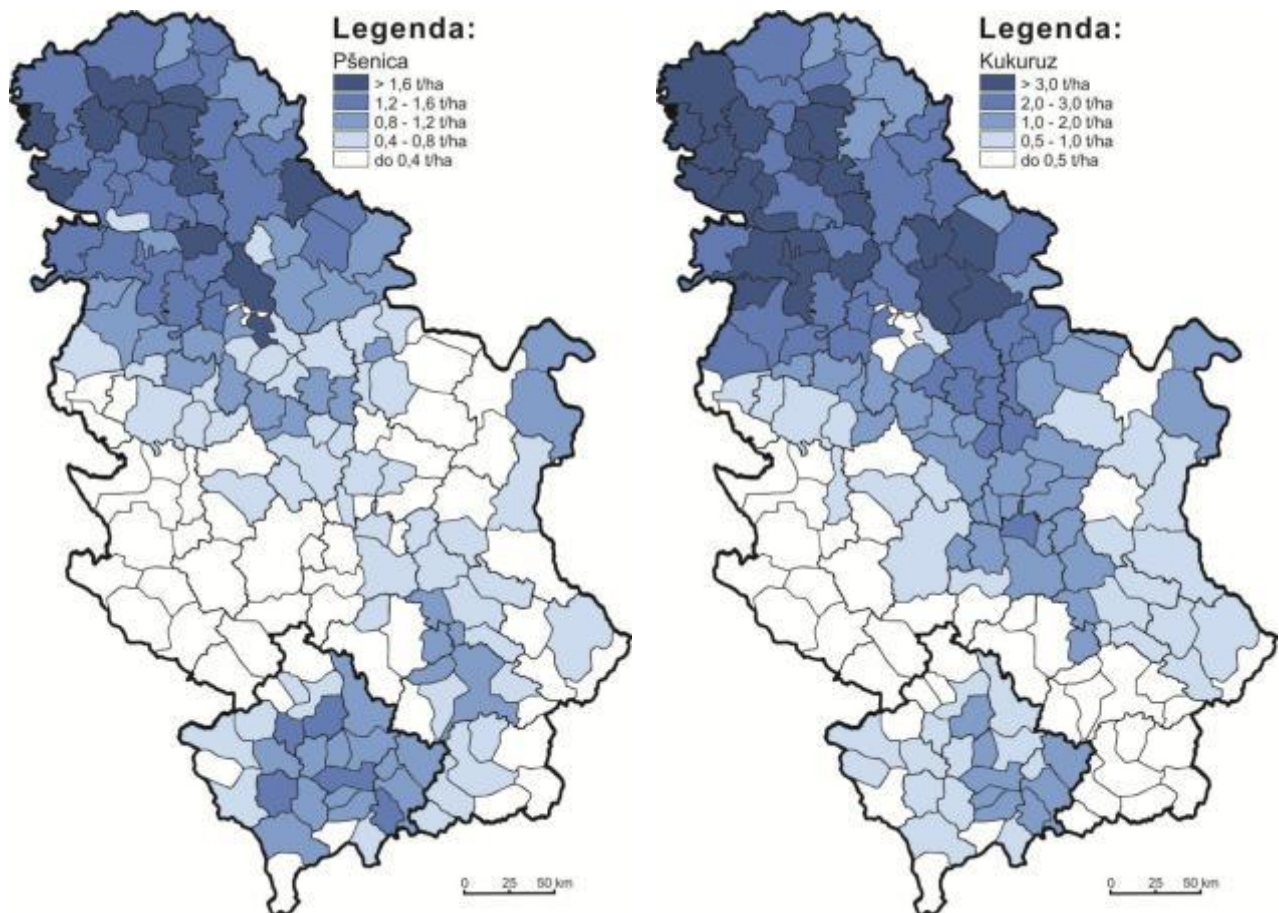
Ukoliko se zaključi da formiranje javnih skladišta agrarne biomase nije povoljno rešenje, potrebno je da se predlože potencijalna rešenja, sa ciljem da se mobilise agrarna biomasa i ostvare preduslovi za njeno bolje korišćenje. Takođe, predloženo rešenje/rešenja, treba da u obzir uzmu sprovođenje u skladu sa važećom politikom Evropske unije i Srbije u ovoj oblasti, što podrazumeva i zahteve održivosti, odnosno uticaja na životnu sredinu. Ovde treba naznačiti da veće korišćenje agrarne biomase može da doprinese i ruralnom razvoju u AP Vojvodini i Srbiji.

2. POTENCIJALI I KORIŠĆENJE AGRARNE BIOMASE

Agrarna biomasa predstavlja značajan obnovljivi energetski izvor u Srbiji, a najznačajniji u AP Vojvodini. Korišćenje agrarne biomase ima tradiciju, a primena je obnovljena osamdesetih godina prošlog veka. U novije vreme se teži proširenju korišćenja, pri čemu se prednost daje tehnologijama koje rezultuju generisanjem električne energije i biogoriva. Takođe, ističe se značaj očuvanja životne sredine, uključujući i očuvanje plodnosti zemljišta, kao i smanjenje korišćenja sirovina koje potencijalno predstavljaju hranu ili krmiva.

2.1 Potencijali agrarne biomase

U Akcionom planu za obnovljive izvore energije Republike Srbije ocenjuje se da je potencijal agrarne biomase oko 1,7 miliona toe. Iako AP Vojvodina ima samo oko jedne trećine poljoprivrednih površina, zbog viših prinosa i bolje mogućnosti ubiranja, udeo potencijala tog područja veći je od udela u površini. O ovom udelu takođe govori gustina proizvodnje pšenice i kukuruza, sl. 2.



Sl. 2 Gustina proizvodnje pšenice i kukuruza u opštinama Srbije, podaci se odnose na prinos zrna ravnotežnog sadržaja vlage (Ilić *i dr*, 2003; Martinov i Tešić, 2008)

Često se pri oceni potencijala primenjuje maksimalistički pristup, te računa na gotovo celokupan prinos žetvenih ostataka iznad površine zemljišta. Definisanje „realnog“ potencijala je važno i nije jednostavno. Autori Studije predlažu primenu sledećih kategorija:

1. Teoretski potencijal.
2. Tehnički potencijal.
3. Održivi potencijal.
4. Potencijal za energetske svrhe.

Teoretski potencijal

Podrazumeva ukupne nadzemne žetvene ostatke (ovom Studijom je obuhvaćena agrarna biomasa ratarstva) i nema nikakav značaj za primenu. Jedina korist je da se, na osnovu ostalih potencijala, oceni kolika količina ostaje na zemljištu, te utiče na očuvanje plodnosti.

Tehnički potencijal

Predstavlja količine žetvenih ostataka koji mogu da se, raspoloživom tehnikom i odabranim postupkom uberu. U najvećem broju slučajeva to je u opsegu od 22 do 65 % od teoretskog, što zavisi od biljne vrste i primenjenog postupka ubiranja, pa i stanja useva.

Održivi potencijal

Odnosi se na količinu žetvenih ostataka koji mogu da se uberu bez posledica po očuvanje plodnosti zemljišta. Njegovo određivanje je kompleksno, a zavisi od brojnih uticaja: stanje zemljišta, agroklimatskih uslova, biljne vrste, plodoreda i drugog. Ponekad se u proceni značaja žetvenih ostataka za plodnost zemljišta preteruje, a nekada njihov značaj i podcenjuje.

Energetski potencijal

Dobija se tako da se od održivog potencijala oduzme količine koje se koriste za druge namene. Na primer, slama se koristi kao prostirka, ili podloga za proizvodnju pečuraka i za druge namene.

Na definsanje održivog, pa time i energetskeg potencijala, utiče i primenjeni postupak obrade zemljišta. Pored konvencionalne obrade plugom, sa prevrtanjem, sve češće i na većim površinama, posebno u semi aridnim predelim, sa manjim količinama padavina, primenjuje se obrada bez prevrtanja. Ukoliko se, pri takvoj obradi, na površini ostave svi ili veći deo žetvenih ostataka, govori se o konzervacijskoj obradi zemljišta. Najjednostavnija definicija ovakve obrade podrazumeva da je, do trenutka setve naredne biljne vrste, bar 30 % površina prekriveno biljnim ostacima (najčešće žetvenim ostacima, mada mogu da budu i ostaci međuuseva, pa i čvrstog stajnjaka). Ovakav način obrade definisan je i stručnim dokumentima, kao i način utvrđivanja (Anonim, 2005; Hickman i Schoenberger, 1989). To takođe treba da se uzme u obzir, mada, 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.

Prema prvim ocenama količine agrarne biomase u Srbiji je procenjena na oko 1,7 miliona toe, što se još uvek koristi kao podatak, mada nije jasno na koji od navedenih se to odnosi. Treba naglasiti da su tu bili obuhvaćeni svi izvori, uključujući voćarstvo i vinogradarstvo (ostaci rezidbe).

Na osnovu prethodno definisanih pristupa sačinjena je dodatna procena, prikazana u tab. 1. Pri tome su količine žetvenih ostataka definisane za ravnotežni sadržaj vlage,

približno 15 %. Zbog različitosti postupaka ubiranja, posebno za kukuruz, posebno su predstavljene velike i male/srednje farme. Velike se odnose na one koje obrađuju više od 200 ha (pri tome se misli na obrađivane površine, a ne one koje su u posedu). Treba naglasiti da pri ovoj proceni nije u obzir uzet udeo površina na kojima se sprovodi konzervacijska obrada zemljišta.

Tab. 1 Procena potencijala žetvenih ostataka najzastupljenijih ratarskih biljnih vrsta u Srbiji (Ilić *i dr*, 2003, delimično prerađeno; Martinov i Tešić, 2008)

Biljna vrsta	T	Površine, 1.000 ha	Velike farme, 1.000 t	M/S farme, 1.000 t	Održivi potencijal, 1.000 t		Energetski potencijal, 1.000 t	
					Velike farme	M/S farme	Velike farme	M/S farme
Pšenica	↓	797	178	619	374	1.08	355	970
Raž	—	8,6	0,8	7,8	2	14	2	14
Ječam	—	135	46,6	88,4	80	154	80	138
Kukuruz	↑	1.358	133	1.225	k 130	k 735	k 130	k 660
					o 15	o 1.200	o 15	o 1.200
Suncokret	—	160	74,9	85,1	0	0	0	0
Soja	↑	83	54,8	28,2	105	50	105	50
Repica	↑	1,4	0,7	0,7	2	2	2	2
Ukupno					708	3.235	689	3.034
					3.943		3.723	

T– trend promene površina, M/S– male i srednje farme, k– kukuruzovina (za M/S farme nije računato sa ubiranjem ostataka na parceli, osim u slučaju da se za branje koristi berač-krunjač, tj. kombajn), o– oklasak (za korišćenje berača-komušača, na velikim farmama za branje semenskog kukuruza, a na M/S za ubiranje zrna)

Energetski potencijal je u ovom slučaju 1,24 milion toe. Ukoliko bi se dodali i ostaci rezidbe, ipak ne bi bila dostignuta prethodno navedena optimistična procena. Kao što se vidi, najveći potencijal predstavljaju slama pšenice i kukuruzovina. Takođe, potencijali su veći na malim i srednjim farmama. Potencijal žetvenih ostataka u AP Vojvodini prikazan je u tab. 2.

Tab. 2 Procena energetskog potencijala žetvenih ostataka u AP Vojvodini, svedeno na sadržaj vlage oko 15 % (Martinov *i dr*, 2011)

Biljna vrsta	Površina, 1.000 ha	Ukupna masa, 1.000 t	Održivi potencijal, 1.000 t		Energetski potencijal, 1.000 t	
			Velike farme	M/S farme	Velike farme	M/S farme
Pšenica	298	1.12	264	320	250	280
Raž	1,5	4,5	1	1	1	1
Ječam	48	155	52	50	48	45
Kukuruz	637	3.288	k 114	k 310	k 110	k 280
			o 10	o 360	o 10	o 330
Suncokret	172	680	0	0	0	0
Soja	128	620	150	130	150	130
Repica	4,2	17,6	6	5	6	5
Ukupno		5.885,1	597	ca. 1.176	ca. 575	ca. 1.071
			1.773		1.646	

Energetski potencijal žetvenih ostataka u AP Vojvodini predstavlja oko 45 % potencijala u Srbiji. Kao i u Srbiji, najveći potencijal predstavljaju žetveni ostaci

kukuruzovine, oko 260 ktoe, pa pšenične slame, oko 190 ktoe. Značajna je još i slama soje sa oko 95 ktoe.

Poslednjih godina prisutan je trend spontanog ukupnjavanja poseda, odnosno obrađivanih površina. To bi značilo objektivno povećanje potencijala, a posebno u grupi velikih farmi. Takođe, povećane su površine pod kukuruzom, na preko 700.000 ha.

Pored navedenog za definisanje energetskog potencijala, posebno za veće korisnike agrarne biomase, utiču i drugi faktori. Za potencijalne korisnike velikih količina od značaja je i to koliko ima velikih farmi sa ponudom velikih količina žetvenih ostataka. To je vezano za postupak ugovaranja i sigurnost snabdevanja. Savremeni postupci ubiranja žetvenih ostataka u formi velikih bala (valjkaste i velike četvrtaste), koji rezultiraju nižom cenom ubiranja, transporta i skladištenja, nisu sprovodljivi na malim parcelama. Ukoliko se radi o jednostavnijim presama za manje valjkaste bale veličina parcele trebalo bi da bude tri hektara i više, a za rad sa presama za veće valjkaste bale i velike četvrtaste, bar 5 ha. Zbog toga je, u konsultaciji sa naprednim poljoprivrednicima i stručnjacima iz Poljoprivredne savetodavne službe Vojvodine sačinjen pregled udela parcela ≥ 5 ha po opštinama i regionima Vojvodine. Pregled, koji je, na bazi dodatnih saznanja, podložan izmenama, prikazan je u tab. 3.

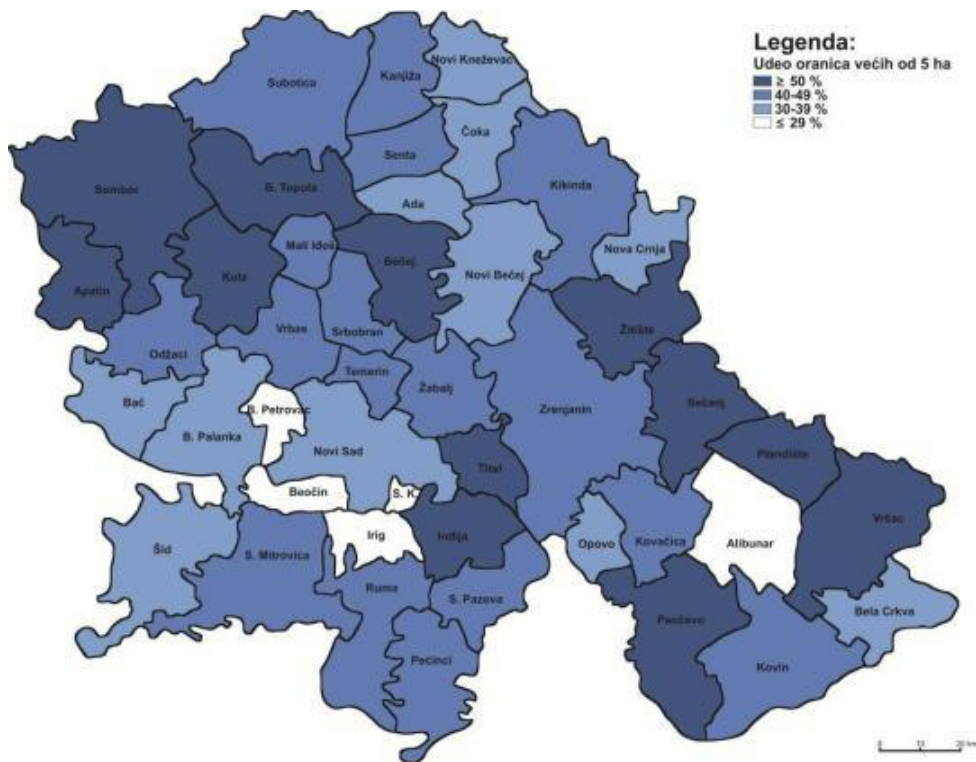
Tab. 3 Udeo parcela jednakih i većih od 5 ha u regionima i opštinama AP Vojvodine

Regioni

		Zapadna Bačka		Centralni Banat	
		Severna Bačka		Severni Banat	
		Južna Bačka		Srem	
		Južni Banat			
Opština	≥ 5 ha	Opština	≥ 5 ha	Opština	≥ 5 ha
Ada	0.35	Kovačica	0.40	Senta	0.40
Alibunar	0.20	Kovin	0.40	Šid	0.30
Apatin	0.65	Kula	0.45	Sombor	0.50
Bačka Topola	0.60	Mali Iđoš	0.40	Srem. Karlovci	0.15
Bač	0.30	Nova Crnja	0.35	Srem. Mitrovica	0.40
Bačka Palanka	0.30	Novi Bečej	0.30	Srbobran	0.40
Bački Petrovac	0.25	Novi Kneževac	0.35	Stara Pazova	0.40
Bečej	0.60	Novi Sad	0.30	Subotica	0.40
Bela Crkva	0.30	Odžaci	0.45	Temerin	0.40
Beočin	0.15	Opovo	0.30	Titel	0.60
Čoka	0.30	Pančevo	0.60	Vrbas	0.45
Indija	0.50	Pećinci	0.40	Vršac	0.50
Irig	0.15	Plandište	0.50	Žabalj	0.40
Kanjiža	0.40	Ruma	0.40	Žitiste	0.60
Kikinda	0.45	Sečanj	0.50	Zrenjanin	0.45

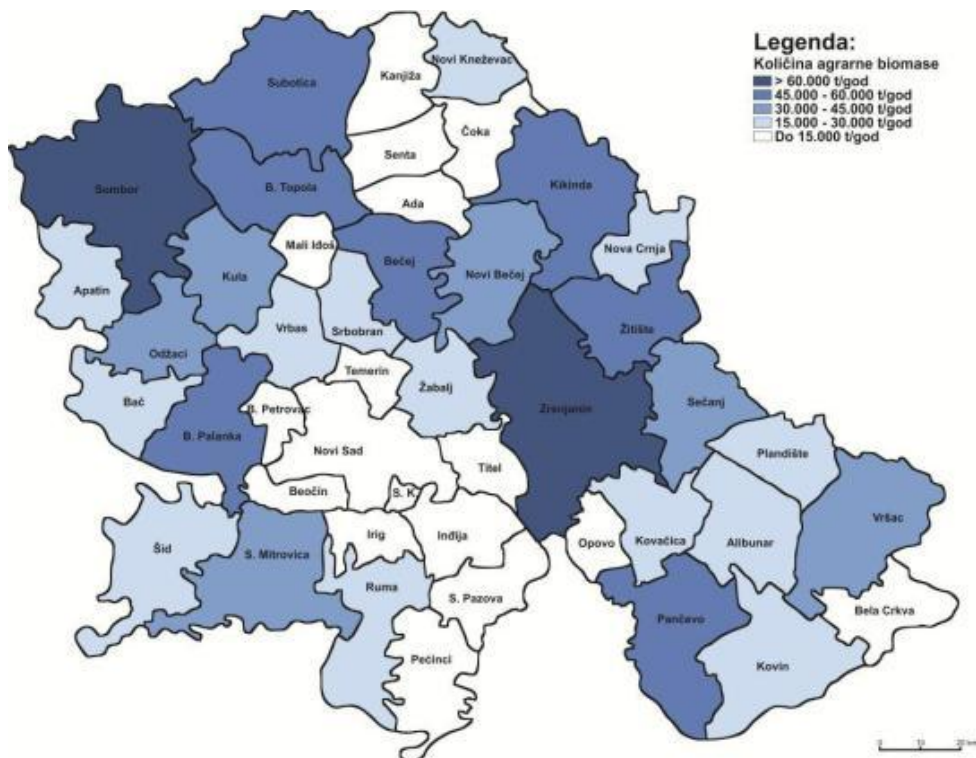
Na osnovu podataka u tab. 3 sačinjen je grafički prikaz udela većih parcela po opštinama Vojvodine, sl. 3. Ovaj prikaz može da posluži za definisanje prostorne raspoloživosti žetvenih ostataka, posebno za veće korisnike, ali i za planiranje razmeštaja javnih skladišta i/ili logističkih centara.

Napomena: Pod **logističkim centrima** se u ovoj Studiji podrazumevaju službe snabdevanja korisnika agrarne biomase. U užem smislu, a u skladu sa u poglavlju 5.1 opisanim primerom, projekat *SUCELLOG*, pod logističkim centrom podrazumeva se preduzeće koje koristi agrarnu biomasu kao sirovinu za druge proizvode, dajući biomasi novu dodatnu vrednost. Tipičan primer bila bi proizvodnja peleta i briketa i njihovo stavljanje na tržište.



Sl. 3 Udeo parcela ≥ 5 ha, pogodnih za ubiranje žetvenih ostataka presama za velike bale, u opštinama Vojvodine

Drugi grafički prikaz (Bojić, 2013) predstavlja gustinu žetvenih ostataka po opštinama Vojvodine, sl. 4. Sačinjen je kao podloga za donošenje odluke o razmeštaju potencijalnih kogenerativnih postrojenja i/ili električnih centrala koje bi kao gorivo koristile žetvene ostatke.



Sl. 4 Gustine raspoloživih energetskih potencijala žetvenih ostataka – agrarne biomase, u 43 opštine Vojvodine, svedeno na sadržaj vlage 15 % (Bojić, 2013)

Na osnovu prikazanih gustina može da se sprovede planiranje korišćenja agrarne biomase, ali i prostorni razmeštaj skladišta/logističkih centara.

Jedan od značajnih problema sa agrarnom biomasom je oscilovanje prinosa, koji zavise od agroklimatskih uslova, pa i delovanje štetočina i biljnih bolesti. Takođe, menja se i setvena struktura, te osciluje raspoloživa količina određene vrste agrarne biomase. Prema vlastitim merenjima u ekstremno sušnim sezonama, potencijali se smanjuju i do 40 %, što treba da se uzme u obzir pri planiranju i razmatranju sigurnosti snabdevanja.

Komentari

Pri definisanju potencijala agrarne biomase, od nivoa gazdinstva, preko opštine i regiona, do AP Vojvodine, pa i na nacionalnom nivou, treba voditi računa o svim uticajima, te doći do energetskog potencijala.

Veoma je važno da se definiše održivi potencijal. To se, pre svega, odnosi na očuvanje plodnosti zemljišta, kao neobnovljivog resursa!

2.2 Sadašnje korišćenje agrarne biomase

Već sada se agrarna biomasa široko koristi, mada udeo u energetskom bilansu može samo da se proceni na oko 400 ktoe u Srbiji, a od toga 180 do 200 ktoe u AP Vojvodini. Najveći je broj korisnika koji agrarnu biomasu upotrebljavaju za grejanje stambenog prostora. Dominira korišćenje slame pšenice i soje, te oklaska kukuruza.

Prema veličini generatora toplote korisnici bi mogli da se podele u sledeće grupe:

1. Mali – peći i kotlovi, sa nazivnom termičkom snagom do oko 50 kW, namenjeni za grejanje stambenog i poslovnog prostora.
2. Srednji – obično kotlovi, 50 do 500 kW, namenjeni za grejanje i tehonoške potrebe poljoprivrednih jedinica. Tipična bi bila i primena za grejanje staklenika/plastenika.
3. Veliki – uglavnom kotlovi i generatori toplog vazduha, za grejanje objekata, pa i daljinsko grejanje, te sušenje poljoprivrednih proizvoda.

Mali generatori toplote su najzastupljeniji, kako po broju, tako i po ukupnoj termičkoj snazi. Jedna studija Sekretarijata obradila je ovu oblast, a data su i detaljna uputstva potencijalnim investitorima (Martinov i Đatkov, 2011). Najčešće se radi o jednostavnim pećima i kotlovima, a dominira korišćenje slame pšenice i soje, te oklaska kukuruza. Često se koristi i kombinovanje sa drvenom biomasom. Na sl. 5 prikazani su primeri. Biomasa koju koriste je najčešće u formi malih četvrtastih bala slame i rinfuzi –oklasak, a potiču sa vlastitog imanja, ili se dobavljaju iz neposredne blizine.

U novije vreme razvijena je primena agro briketa i peleta. Njihova cena, po toni, je za oko 2,5 puta veća nego balirane slame. Ova forma ima prednost u pogledu automatizovanog loženja. Potreban skladišni prostor je znatno manji (gustina je šest do osam puta veća), te može da se koristi i u kućama koje nemaju skladišni prostor, nisu poljoprivredna gazdinstva. Agro peleti, čija cena je u rasponu od 60 do 70 % od cene drvnih, mogu da se koriste i u prigradskim naseljima. Zbog veće gustine, omogućen je transport na veća rastojanja.

Najveći problem sadašnjeg korišćenja agrarne biomase je taj što su u primeni, naročito za grejanje porodičnih stambenih objekata, jednostavna rešenja generatora toplote, sa niskim stepenom korisnosti i visokim emisijama zagađujućih materija, CO, CH, PM, pa i NO_x. Tipičan je slučaj da je sezonski stepen korisnosti peći ispod 50 %, a kotlova ispod 60 % (Martinov *i dr*, 2006). Poznato je da se stepen korisnosti smanjuje, a emisija

zagađujućih materija povećava kada kotao radi sa delimičnim opterećenjem, naročito ukoliko je značajno smanjeno. Ovaj problem prevazilazi se ugradnjom akumulatora toplote. Za mnoge korisnike je dopunsko ulaganje u akumulator toplote i prateće kontrolno upravljačke elemente prevelik izdatak.

Kao i u prethodnom slučaju, za ove generatore toplote prvenstveno se koriste vlastiti resursi, ili oni iz najbliže okoline.



a)



b)



c)



d)

Sl. 5 Primeri malih generatora toplote za grejanje domaćinstava
a) modifikovana tradicionalna panonska peć, b) unapređeno rešenje peći za oklasak i drvo, c) kotao za bale slame, d) kotao za agro pelete

Primena generatora toplote, kotlova i generatora toplog vazduha, srednje veličine, najčešća je za grejanje staklenika/plastenika, grejanje većih prostora, na primer, u poljoprivrednim preduzećima, te za manje sušare zrna. Pored toga, razvijena je primena korišćenja agrarne biomase za grejanje prasilišta. Na sl. 6 prikazan je primer instalacije takvog sistema za grejanje.

Najveći generatori toplote koriste se za potrebe poljoprivrednih preduzeća i u jedinicama prehrambene industrije. Tipičan primer je korišćenje oklasaka za sušenje klipova semenskog kukuruza, sl. 7. Energetski potencijal oklasaka nadmašuje energiju koja je potrebna za sušenje klipova, tako da preostaje višak za druge potrebe preduzeća, ili prodaju. Prelazak sa drugih goriva na agrarnu biomasu je kod ovih korisnika završen, ili će to uskoro biti. Dakle, i u ovom slučaju, kao gorivo se upotrebljava vlastita sirovina.



Sl. 6 Instalacija za grejanje prasilišta korišćenjem agrarne biomase

Više velikih postrojenja koristi se u poljoprivrednim preduzećima za podmirenje potreba u toplotnoj energiji za sušenje i proizvodne procese. Dobri primeri su *Sojaprotein* u Bečeju i uljara u Šidu, koji koriste pšeničnu i sojinu slamu. Ostale uljare najveći deo potreba za toplotnom energijom podmiruje od ostataka prerade, ljuske suncokreta. U prvom slučaju se gorivom snabdevaju od svojih kooperanata, a u drugom iz vlastitih izvora.



Sl. 7 Primer generatora toplog vazduha za sušenje klipa semenskog kukuruza, koji kao gorivo koristi oklasak

Očekuje se da će se primena velikih postrojenja i dalje širiti, a najviše onih koji će koristiti vlastite izvore agrarne biomase.

Poslednjih godina izrađeno je više studija u kojima je razmatrana mogućnost zamene prirodnog gasa biomasom za potrebe daljinskog grejanja, pri čemu se, u Vojvodini, prednost daje agrarnoj biomasi. Nijedna od studija nije dala podatke na zadovoljavajućem nivou, niti se došlo do realnih mogućnosti obezbeđenja biomasom. Jedini slučaj primene biomase za daljinsko grejanje je ostvaren u Sremskoj Mitrovici, u kombinaciji sa pokrivanjem vršnog opterećenja (ukupno manje od 20 % energetskeg inputa) korišćenjem postojećih kotlova za prirodni gas, sl. 8. Kao gorivo se koristi ljuska suncokreta iz uljare u Šidu.



Sl. 8 Jedino postrojenje za daljinsko grejanje koje koristi biomasu u Vojvodini, u Sremskoj Mitrovici

Poslednjih godina je značajno povećana primena proizvodnje otpresaka, briketa i peleta od slame pšenice i soje. Instalirani kapaciteti su preko 100.000 tona godišnje, a gotovo svi proizvođači planiraju izvoz, što do sada nije ostvareno u značajnoj meri. Sirovinama se snabdevaju na više načina, težeći da izvor bude što bliže postrojenju.

Vredno je napomenuti i negativne primere. Jedna kompanija planirala je izradu kogenerativnih postrojenja na bazi agrarne biomase, te motivisala više potencijalnih velikih snabdevača, koji bi trebalo da budu svojevrsni logistički centri. Prikupljanje je sprovedeno, a od namere gradnje kogenerativnog postrojenja se odustalo. Angažovani snabdevači imali su značajne gubitke, što je loš primer za neke slične poduhvate u budućnosti.

Drugi loš primer je veliko postrojenje za proizvodnju otpresaka na bazi agrarne biomase, koje je sagradio strani investitor u saradnji sa partnerima iz zemlje, a opresci su bili namenjeni izvozu. Tehnološki postupak nije dobro pripremljen, te je došlo do poteškoća, sa negativnim posledicama po snabdevače. Oni ili nisu bili plaćeni, ili je isplata značajno kasnila. To je takođe loš primer, a demotiviše potencijalne dobavljače agrarne biomase u budućnosti.

Komentari

Agrarna biomasa se već sada značajno koristi kao izvor energije u AP Vojvodini procen je 180 do 200 ktoe. U najvećem broju slučajeva, za korišćenje žetvenih ostataka odlučuju se oni koji njome raspolažu, pa tako nema nabavke i kupovine, prometa. Biomasa se skladišti na vlastitim površinama.

Neki negativni primeri prikupljanja agrarne biomase, za velike jedinice, loši su primeri za motivisanje snabdevača koji bi trebalo da obkrbe velike potrošače u budućnosti.

2.3 Korišćenje u budućnosti

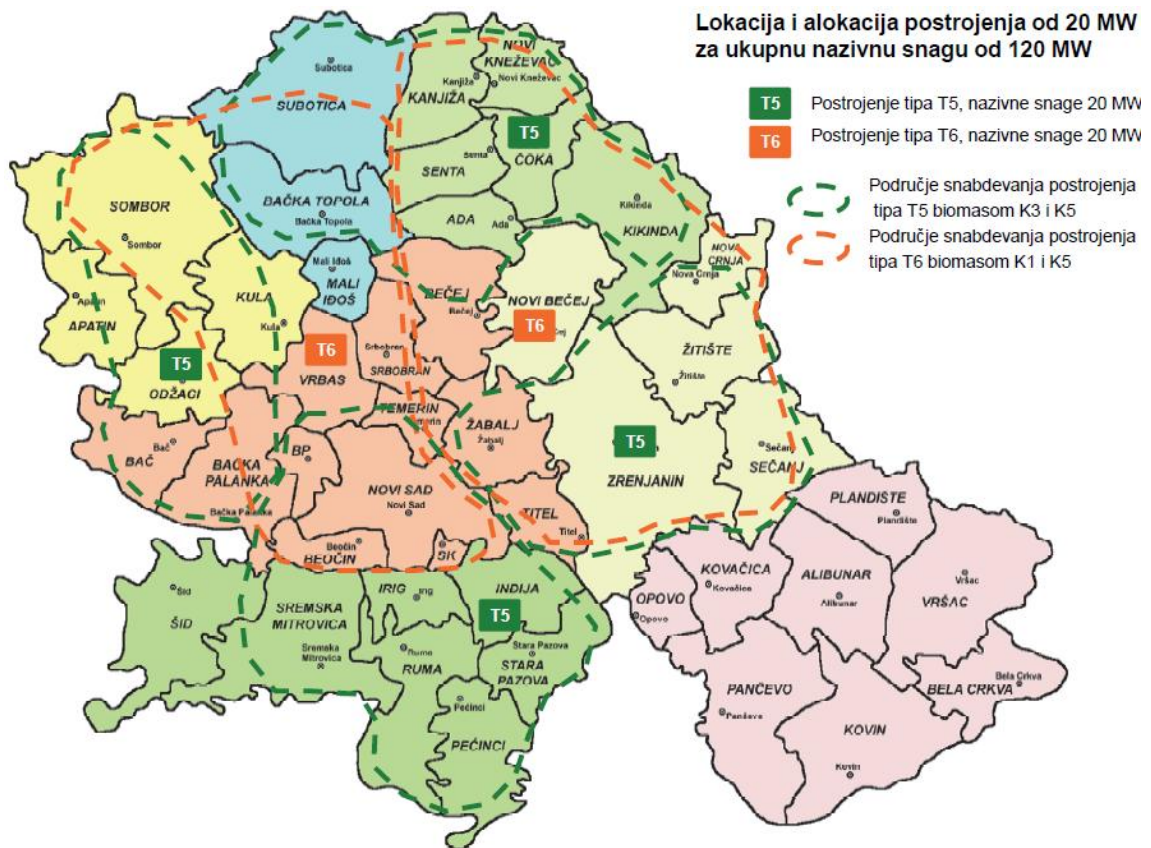
Postoji više zadataka za unapređenje postojećeg stanja i mogućnosti korišćenja agrarne biomase u budućnosti. Verovatno bi najznačajniji zadatak bio da se unaprede generatori toplotne energije, odnosno, da se odobri prodaja i puštanje u rad samo za one koji zadovoljavaju uslove u pogledu stepena korisnosti i emisija štetnih materija. U tom pogledu bi trebalo da se dogradi i domaće zakonodavstvo, što je komentarisano i u poglavlju 3.

Kogenerativna postrojenja i elektrane

Kogeneracija, odnosno kombinovano generisanje električne i toplotne energije, na bazi agrarne biomase, obrađeno je u ranije urađenoj studiji (Martinov i Đatkov, 2008). U odnosu na to vreme situacija se malo menjala. Agrarna biomasa ne primenjuje se za kogeneraciju, a i planovi za budućnost su skromni (Anonim, 2013a). Razlog tome je što su za to, osim kod nekih manje primenjivanih tehnologija, potrebni parni kotlovi, sa visokim temperaturama i problemima visokotemperaturne korozije. Takve kotlove nudi samo nekoliko proizvođača, uglavnom iz Danske, po visokim cenama. Na primer, u Nemačkoj radi jedno dobro postrojenje, koje takođe koristi dansku tehnologiju. Takođe, i na tom postrojenju, prioritet korišćenje je toplotne energije za proizvodnju skroba (detaljnije u poglavlju 5.1).

U navedenoj studiji predloženo je da se, zbog poteškoće plasiranja toplotne energije, jer su potencijali agrarne biomase obično udaljeni od većih potencijalnih korisnika toplotne energije, umesto kogenerativnih postrojenja grade elektrane, a da se toplotna energija koristi samo u obimu za koji postoje lokalne potrebe. Na bazi toga su Bojić (2013) i Bojić *i dr.* (2013), razradili gradnju elektrana koje bi koristile agrarnu biomasu, ali i kombinovali sa drvnom biomasom brzorastućih šuma (topola, a pre svega vrba). Korišćenjem razvijenog metoda za rešavanje *location-allocation-problem*, došlo se do potencijalnih lokacija. Jedan primer rasporeda potencijalnih elektrana prikazan je na sl. 9.

Ekonomska analiza pokazala je da pri definisanim cenama *feed-in* tarifa, u skladu sa važećom *feed-in* tarifom (Anonim, 2013b), takva investicija ne bi bila profitabilna. U vezi teme ove Studije treba naglasiti da se radi o potrebnim količinama agrarne i druge biomase (svedeno na sadržaj vlage od oko 15 %, donja toplotna moć oko 4 kWh/kg) od 80.000 tona godišnje za elektranu nazivne električne snage 10 MW_e. Za snabdevanje tim količinama bile bi zadužene vlastite logističke službe, a prihvatljive forme bile bi velike valjkaste i četvrtaste bale. Usluge javnih skladišta ne bi bile korišćene, ili samo u manjoj meri.



Sl. 9 Primeri definisanja lokacija potencijalnih elektrana koje koriste biomasu u AP Vojvodini (Bojić, 2013)

Biogas postrojenja

Osnovna ideja za biogas postrojenja je da se koristi stajnjak. Količine stajnjaka nisu dovoljne za investiranje u biogas postrojenja zadovoljavajućeg kapaciteta, obično 500 kW_e pa naviše. Na primer, farma sa 1.000 goveda prosečne mase 500 kg obezbeđuje substrat za postrojenje nominalne električne snage 120 do 150 kW_e. Za tako malo postrojenje su specifični investicioni troškovi visoki i ulaganje nije isplativo. To je razlog da se kao kosupstrat koristi energetska bilje, najčešće silaža kukuruza. Ovakva koncepcija nije poželjna, jer se radi o korišćenju hrane/krmiva. Poslednjih godina razrađena je tehnologija korišćenje žetvenih ostataka, uz dodatni tretman (primer za kukuruzovinu je *steam explosion*).

Kao što je navedeno, biogas može daljnjom preradom da se dovede do nivoa prirodnog gasa, biometan, te koristi kao gorivo za transport (Martinov *i dr*, 2012). Pošto je Srbija u toj oblasti u zaostatku, a električne energije od obnovljivih izvora, zahvaljujući postojećim i potencijalnim budućim hidrocentralama, generiše u poželjnoj količini, naponi bi mogli da se usmere u tom pravcu.

Za biogas postrojenje koje bi kao kosupstrat koristilo žetvene ostatke bilo bi potrebno 1.000 do 5.000 tona agrarne biomase godišnje (za sadržaj vlage 15 %), da bi se ostvarila, od tog materijala, nominalna električna snaga 100 do 500 kW_e. Ove količine obezbeđivao bi investitor sa svojih površina, ili od farmera u svojoj blizini, te ne bi koristio javna skladišta.

Lignocelulozni bioetanol –LCB

Kao što je ranije navedeno, savremeni trend je da se hrana i krmivo ne primenjuju kao sirovina za proizvodnju biogoriva. Pogodni su lignocelulozni materijali, kao što su žetveni ostaci, dakle, agrarna biomasa. Ovakvih postrojenja, koja koriste žetvene ostatke, u svetu je za sada, na komercijalnom nivou, tri u SAD i jedno u Evropi (ima više takvih postrojenja koja koriste drvenu biomasu). Ulaganje bi moglo da bude isplativo samo za veće kapacitete, a donjom granicom smatra se godišnja proizvodnja 40.000 tona etanola. Da bi se takva proizvodnja ostvarila potrebno je oko 200.000 tona sirovine (slama, kukuruzovina i dr.), svedeno na suhu masu.

Detalji o potencijalnom LCB postrojenju, kao i načinu snabdevanja agrarnom biomasom, prikazani su u poglavlju 5.2.

Komentari

Agrarna biomasa bi u budućnosti mogla da se koristi za generisanje električne energije, biogasa i biogoriva. Prednost bi trebalo, na nacionalnom nivou, da se da korišćenju za proizvodnju biogoriva, biometana i bioetanola –LCB.

Samo velika postrojenja bi, za navedenu namenu, mogla da budu profitabilna. Za to su potrebne velike količine agrarne biomase, a za obezbeđenje bi bile zadužene logističke službe samih preduzeća, ili posebni logistički centri. Ocenjuje se da ne bi bilo produktivno snabdevanje preko javnih skladišta.

3. FORME I KVALITET AGRARNE BIOMASE

Forma i kvalitet agrarne biomase ima značajnu ulogu, kako za korišćenje, tako i za transport manipulaciju i skladištenje. Kao što je navedeno, u ovoj Studiji razmatraju se samo najzastupljeniji žetveni ostaci: slama pšenice i soje, kukuruzovina (pretežno stabljika i lišće) i oklasak kukuruza.

3.1 Forme agrarne biomase i gustina

Gustina biomase, koja zavisi od forme, je od značaja za troškove transporta, manipulacije i skladištenja, a utiče i na mogućnost primene. Na primer, loženje i sagorevanje. Forme ovih materijala su: rinfuza (rasuti materijal), bale i otpresci.

Rinfuzna forma

To je forma rastresitog materijala. Slama ove forme, pri ravnotežnom sadržaju vlage, ima gustinu 30 do 50 kg/m³, u zavisnosti od usitnjenosti i debljine sloja. Slično je i sa kukuruzovinom. Stoga ovakva forma materijala nije pogodna za transport i skladištenje, a može da se kao energent kolisti samo u retkom slučajevima. Kukuruzovina visokog sadržaja vlage može da ima i veću gustinu, ali svedeno na suhu materiju, ali ni tada neće prevazići 50 kg/m³. Ipak, u takvoj formi može da se skladišti u anaerobnim uslovima.

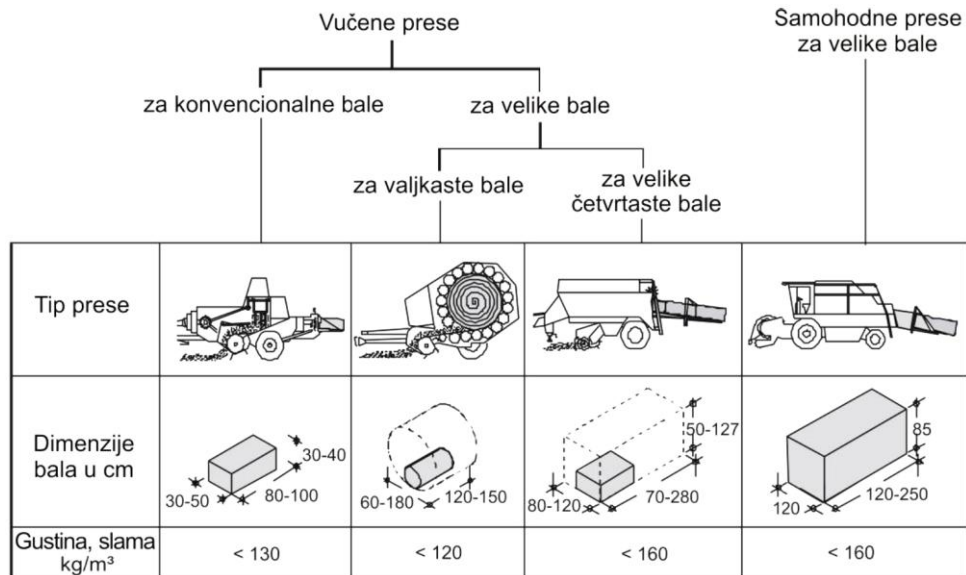
Oklasak kukuruza, koji preostaje nakon krunjenja u semenskim centrima ili u porodičnim gazdinstvima koji beru kukuruz u klipovima, takođe je u rinfuznoj formi. Gustina je, u zavisnosti od hibrida, usitnjenosti i visine sloja, 100 do 170 kg/m³. Ukoliko je oklasak drobljen, usitnjen, postiže se gustina i do 200 kg/m³. I ovaj materijal nije pogodan za transport i skladištenje, te se koristi samo za posebne svrhe. Delimično drobljen i usitnjen oklasak pogodan je za loženje u generatorima toplote, a može da se dozira pužnim prenosnicima. Čak je razvijen i postupak usitnjavanja, da bi se prilagodio primeni za takvo loženje u malim kotlovima (Martinov *i dr*, 2011).

Generalno, rinfuzna forma agrarne biomase nije pogodna za transport i skladištenje, osim retkih izuzetaka, a posebno ne bi bilo povoljno njeno skladištenje u javnim skladištima i logističkim centrima.

Balirana biomasa

Baliranje se, po pravilu, obavlja na parceli, neposredno posle žetve, branja. Poželjno je da biljni materijal bude u zboju, da je sadržaj vlage što bliže ravnotežnom, te da je zaprljanost zemljom što manja. Zboj bi trebalo da bude dovoljne gustine, kilograma po metru dužine, da bi mogao da se iskoristi potencijalni učinak prese, balirke. Ukoliko bi zboj bio „siromašan“, traktor i presa bi trebalo da se kreću većom brzinom, da bi se postigao veći učinak. Pri većoj brzini povećavaju se gubici na pikap uređaju, tj. veća je količina nepodignutog, neubranog biljnog materijala. Brzina je ograničena mogućnošću „normalnog“ rada, bez odskakivanja, a to zavisi od poravnatosti podloge, karakteristika traktora i donjeg postroja prese.

Tipovi presa za baliranje koji su u primeni u AP Vojvodini prikazani su na sl. 10. Najraširenija je primena presa za konvencionalne bale, a danas se uglavnom koristi na malim i srednjim gazdinstvima. Velike bale su valjkaste i četvrtaste. U Vojvodini, pa i u Evropi, ne koriste se samohodne prese za velike četvrtaste bale.



Sl. 10 Tipovi presa za baliranje agrarne biomase (Kaltschmitt i Hartmann, 2001)

Nedostatak **konvencionalnih** bala je u tome što je skupa manipulacija. Osim izuzetaka, svaka bala se ručno pojedinačno utovara/istovara i kamariše. Gustina bala i dužina može da se podešava, a obično se teži da masa ne bude preko 10 do 11 t, jer radnik ne bi mogao da duže vreme radi na utovaru/istovaru/kamarisanju sa većim težinama. Takođe, za ovu formu bala potrebna je veća količina veziva po jedinici mase. Obično se ostvaruje gustina, slama ravnotežnog sadržaja vlage, 90 do 110 kg/m³.

Presa za **valjkaste** bale ima više vrsta. Osnovna podela je na one sa konstantnom i promenljivom zapreminom (prečnikom) komore za presovanje. Dominiraju dve dimenzija, manje ϕ 1,5x1,2 m, i veće sa ϕ 1,8x1,5 m. Kod većih bala ostvaruju se bolji učinci, posebno pri utovaru/istovaru, ali za naše uslove nisu pogodne, jer se slaganjem dve bale po širini na transportno sredstvo, premašuje *Zakonom o bezbednosti saobraćaja na putevima* (Anonim, 2011) definisana dozvoljena širina 2,55 m. Gustina bala može da se podešava, obično u dijapazonu (slama ravnotežnog sadržaja vlage) 80 do 100 kg/m³. Masa manjih bala je tada 170 do 210 kg. Manipulacija je isključivo mehanička. Kao vezivo se koristi jednostruko ili dvostruko namotan kanap, a u novije vreme mrežica. "Najstabilnije" bale su sa jednostrukim kanapom i mrežicom, ali je u tom slučaju cena veziva udvostručena. Nedostatak ovih presa je u tome što pri vezivanju i izbacivanju bale iz komore presa mora da se zaustavi, što utiče na smanjenje učinka (postoje rešenja sa kontinualnim radom ovakve prese, ali se znatno manje primenjuju). Takođe, zbog cilindričnog oblika, obično na prevozno sredstvo staje manja količina, a manja je i gustina skladištenja.

Prese za **velike četvrtaste** bale su najvećeg učinka. Gustina i dužina bala mogu da se podešavaju. U ponudi su prese sa različitim poprečnim preseccima i dužinama bala (koja može da se podešava). Dobro bi bilo da se koristi presa sa širinom bala 1,2 m, a da dužina bude 2,4, jer bi mogle da se bolje slažu na transportno sredstvo uz primenu ukrštanja, što bi dalo veću povezanost i smanjenu opasnost od ispadanja. Dimenzije se tada uklapaju u navedene propise o dozvoljenoj širini. Uobičajene gustine, za slamu sa ravnotežnim sadržajem vlage, su 100 do 120 kg/m³. Za balu dimenzija 1,2x0,9x2,4 m masa je 260 do 310 kg. Utovar, istovar i skladištenje obavljaju se mehanički. Ova forma bala je najpovoljnija za manipulaciju, transport i skladištenje, a obično ima i najmanji utrošak veziva. Jedini nedostatak je visoka cena presa i to što je za rad potreban skuplji traktor, veće snage. To se nadoknađuje angažovanjem u radu sa „bogatim“ zbojem i na većim parcelama (poželjno je da budu bar 5 ha).

Korisnici većih količina agrarne biomase opredeljuju se isključivo za velike bale, valjkaste ili četvrtaste. Za transport na veća rastojanja, iznad 50 km, prednost bi imale velike četvrtaste bale.

Otpresci

Sabijanje biomase na veće gustine ima dugu tradiciju. Danas se primenjuju, gotovo isključivo, briketi i peleti. Obe forme su cilindrične, valjkaste, različitih prečnika i dužina pojedinačnog komada. U svetu se primenjuju i drugi tipovi otpresaka, ali u manjem broju slučajeva. Prečnik peleta je standardizovan i treba da je u dijapazonu 6 do 25 mm, a dužina je obično do 50 mm. Dimenzije briketa nisu standardizovane, a prečnik je obično veći od 50 mm. Gustina pojedinačnih otpresaka, zavisno od vrste materijala i podešenosti presa, obično je u granicama 650 do 900 kg/m³. Da bi se ostvarilo presovanje briketa i peleta materijal treba da se pripremi, tj. da se stvore uslovi za to. Sadržaj vlage treba da je u dijapazonu, najčešće 13 do 16 %, a materijal ustinjen, kako bi se eliminisala elastičnost biomase. To zahteva dodatno ulaganje energije i opreme. U nekim slučajevima dodaje se i vezivno sredstvo, što su dodatni troškovi, uključujući i homogenizaciju mase. Posledica svih operacija i troškova je povećanje cene otpresaka, u odnosu na sirovinu za oko 2,5 puta.

Pri formiranju otpresaka raste temperatura, smanjuje se sadržaj vlage, pa je i donja toplotna moć otpresaka viša. Ukoliko bi bili duže skladišteni, došlo bi do sorpcije vlage iz vazduha, pa čak i raspadanja formiranih otpresaka. Zbog toga je najbolje da se, na duže vreme, čuvaju izolovani, hermetički pakovani u plastičnoj foliji.

Forma otpresaka povoljna je za transport i skladištenje. Briketi, a posebno peleti, pogodni su i za automatsko loženje, doziranje, te se povećava stepen korisnosti, a akumulator toplote nije neophodan kao u slučaju sagorevanja bala. Otpresci su pogodni za korišćenje i u slučaju da nema dovoljno skladišnog prostora, dakle, i za grejanje nepoljoprivrednih domaćinstava i druge svrhe. Otpresci imaju brojne prednosti, te značajan nedostatak, visoku cenu. Sa stanovišta zaštite životne sredine negativan je efekat dodatnih inputa energije, a eventualno i vezivnog sredstva.

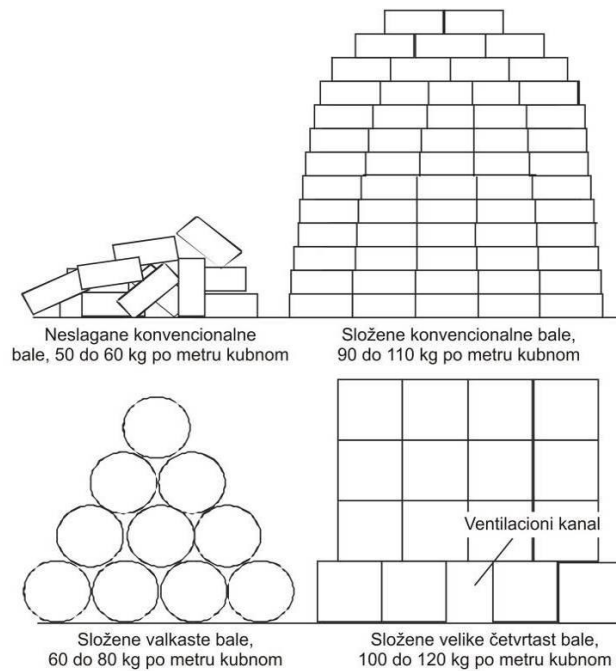
Gustina skladištenja

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 sl. 11 prikazan je način skladištenja balirane biomase. Potrebna površina skladišta zavisi od visine koja se ostvaruje. Sa sl. 10 se vidi da su gustine približno iste, najniža za valjkase, 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 sprovede zaštita od padavina i zemljišne vlage. To se efikasno ostvaruje postavljanjem bala na izdignuti teren, po mogućnosti na drvenu ili kamenu podlogu, te prekrivanje višegodišnjim folijama sa zatezanjem, da bi se sprečilo otkrivanje dejstvom vetra.

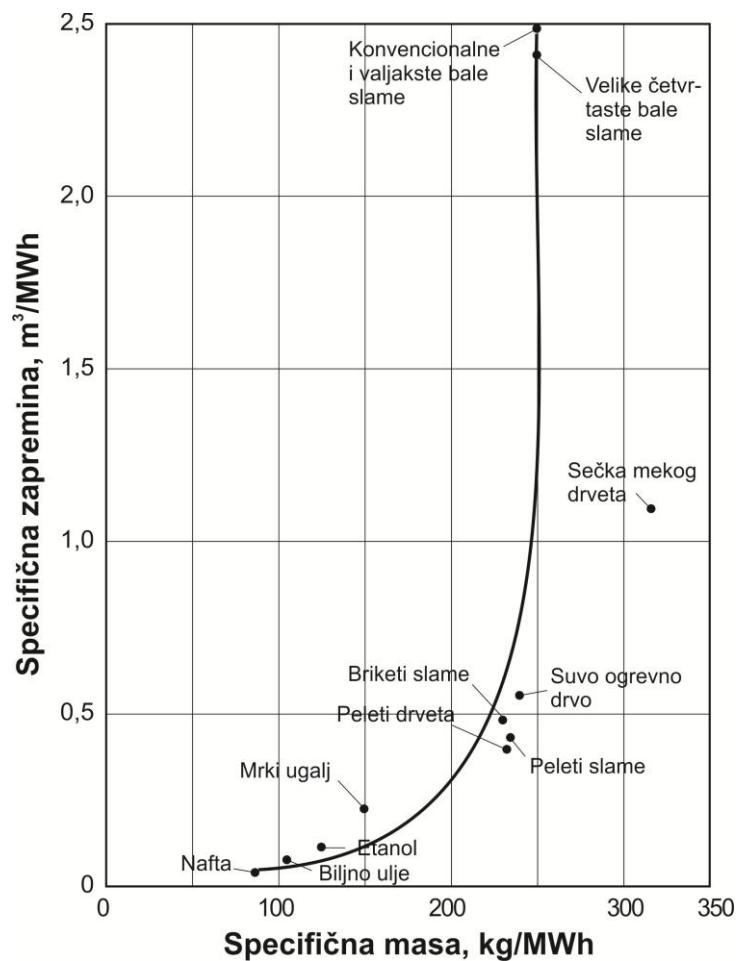
Skladišna gustina otpresaka, briketa i peleta, znatno je veća. Stoga je primena pokrivenih skladišta za ove forme biomase opravdana. Posebno ukoliko se u obzir uzme i njihova cena.

Na sl. 12 prikazana je i energetska gustina za pojedina goriva, a posebno forme agrarne biomase. Za proračun energetske gustine korišćeni su podaci sa sl. 10 za bale biomase. Za pelete je računato sa skladišnom gustinom 650 kg/m³, a za brikete oko 600 kg/m³. Donja toplotna moć je usvojena kao prosečna za pojedina goriva i biomasu. Pri tome je uvaženo da otpresci, na osnovu navedenog razloga, nižeg sadržaja vlage, imaju

više vrednosti od biomase u formi bala. Donje toplotne moći, za suhu masu, preuzete su iz tab. 4, te preračunate za ravnotežni sadržaj vlage za baliranu slamu, odnosno očekivani za otpreske.



Sl. 11 Skladištenje i masene gustine za bale agrarne biomase



Sl. 12 Gustina različitih goriva i raznih formi agrarne biomase

Specifična energetska zapremina nafte je oko 0,075 m³/MWh. Za istu količinu energije agropelet zauzima oko 0,37 m³ (računato sa nasipnom gustinom, a ne gustinom pojedinog peleta), a za valjkaste bale slame je to oko 2,5 m³ (računato sa skladišnom gustinom i ravnotežnim sadržajem vlage). Očigledne su razlike u zapremini, odnosno potrebnom skladišnom prostoru. Dakle, za pojedine forme agrarne biomase, a za isti energetske potencijal, potrebne su značajno veće skladišne zapremine, te bi i cene skladištenja bile više.

Komentari

Rasuta biomasa obično se koristi na samim farmama. Transport na veća rastojanja je neisplativ, kao i skladištenje na drugim lokacijama.

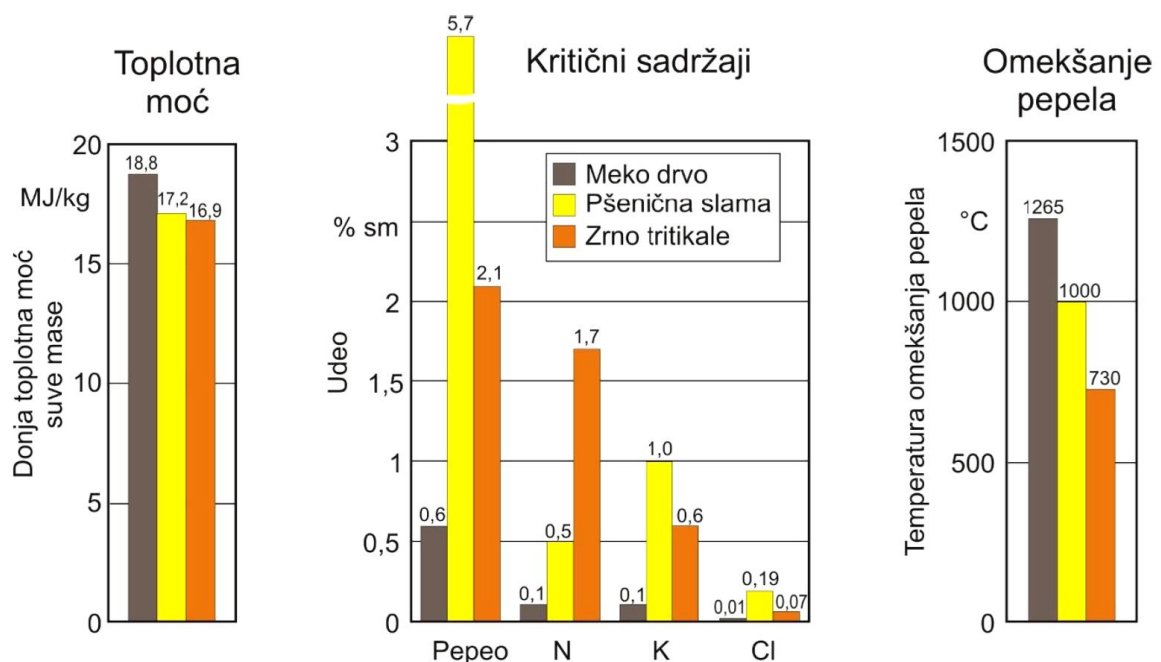
Forma konvencionalnih bala, iz više razloga, nije pogodna za transport na veća rastojanja i primenu većih količina od strane korisnika. Forma velikih četvrtastih bala je najpovoljnija za manipulaciju, transport i skladištenje.

Skladištenje biomase u formi bala, bilo koje vrste, nije ekonomski opravdano u namenski građenim skladištima, čak i jednostavnim nadstrešnicama. Prihvatljivo je skladištenje na uzvišenom prostoru, zbog zaštite od zemljišne vlage i prekrivanje folijom da se biomasa zaštiti od padavina.

Zbog značajno veće energetske gustine skladištenje otpresaka biomase, briketa i peleta, bilo bi opravdano u zaštićenom, građenom objektu.

3.2 Ostale karakteristike agrarne biomase

Sa stanovišta korišćenja agrarne biomase kao goriva značajne su i druge karakteristike, svojstva. To je, pre svega, toplotna moć, količina hemijske energije koja stoji na raspolaganja. Nadalje su to sadržaj vlage i pepela. Od značaja, sa gledišta pogodnosti za sagorevanje, kao i uticaja na životnu sredinu, je sadržaj azota, kalijuma i hlora, kao i karakteristike pepela u pogledu omekšavanja i topljenja. Na sl. 13 dato je poređenje najznačajnijih osobina za drvo, slamu pšenice i zrno tritikale.



Sl. 13 Poređenje svojstava mekog drveta, slame i zrna tritikale (Kaltschmitt i Hartmann, 2001)

Toplotna moć

Mera energetskog potencijala je donja toplotna moć, kako se u narodu kaže, energija goriva. Izražava se u MJ/kg, a u novije vreme, iz praktičnih razloga sve češće, u kWh/kg. Vrednost za drugu jedinicu dobija se deljenjem vrednosti za prvu sa 3,6. Vrednosti donje toplotne moći, pa i drugih značajnih karakteristika, za odabrane agrarne biomase prikazane su u tab. 4.

Tab. 4 Donja toplotna moć, sadržaj pepela i volatila (lako isparljivih materija) za odabrane vrste agrarne biomase (Kaltschmitt i Hartmann, 2001; Kitani i Hall, 1989)

Agrarna biomasa	Donja toplotna moć, MJ/kg	Sadržaj pepela, %	Udeo volatila, %
Slama pšenice	17,2	5,7	77,0
Slama soje	17,7	4,8	69,0
Kukuruzovina	16,5	5,6	75,2
Oklasak kukuruza	17,6	1,4	80,1

Kao što se vidi, donja toplotna moć za sve odabrane vrste biomase je približno ista. Nešto niža donja toplotna moć u odnosu na drvo je samo zbog većeg sadržaja mineralnih negorivih materija, pepela. Dakle, nema značajnih razlika, te ni razloga za posebno ocenjivanje. Na pogodnost primene za sagorevanje i druge primene od uticaja je sadržaj vlage, te gustina forme, koja utiče na brzinu izdvajanja volatila. U tom pogledu su, za većinu generatora toplote, pogodniji briketi i peleti od bala ili rinfuze.

Sadržaj vlage

Vrlo važna karakteristika biomase je sadržaj vlage. Donja toplotna moć opada sa porastom količine vode u gorivu. To je, pre svega, stoga što jedan deo mase predstavlja negoriva materija, voda. Tome treba da se doda i energija koja se ulaže u zagrevanje i isparavanje te vode. Promena vrednosti donje toplotne moći u zavisnosti od sadržaja vlage računa se prema jednačini:

$$H_{vm} = \frac{H_{sm} \cdot (100 - w) - 2,44 \cdot w}{100}$$

U ovoj formuli H_{vm} je donja toplotna moć vlažne biomase u MJ/kg, H_{sm} donja toplotna moć suve materije, a w sadržaj vlage u %. Drugi član u brojiocu odnosi se na energiju potrebnu za grejanje i isparavanje vode. Ukoliko se formula primeni na pšeničnu slamu, sadržaj vlage 15 %, koristeći podatak iz tab 4, donja toplotna moć takvog materijala bila bi oko 14,3 MJ/kg, odnosno oko 4 kWh/kg, što je podatak koji se u praksi i koristi. Ukoliko bi sadržaj vlage bio 30 %, slama koja je pokisla, donja toplotna moć bila bi 11,3 MJ/kg, odnosno oko 3,1 kWh/kg.

Dakle, sadržaj vlage ima značajan uticaj na donju toplotnu moć biomase, a prilikom otkupa i prodaje treba da je poznat, izmeren. Pravilno i na duži period skladištena biomasa ima ravnotežni sadržaj vlage, pri kojem su sorpcija („upijanje“ vlage) i desorpcija („odavanje“ vlage) ujednačeni. Vrednost ravnotežnog sadržaja vlage zavisi od temperature i relativne vlažnosti okolnog vazduha. Za sve razmatrane vrste biomase ravnotežni sadržaj vlage je tokom leta oko 13, a zimi oko 15 %. Kupovinom biomase sa povišenim sadržajem vlage dobija se manje energetskog potencijala, a postoje i drugi negativni uticaji.

Povišeni sadržaj vlage ne utiče samo na vrednost donje toplotne moći, već može da ometa neke procese konverzije, na primer, sagorevanje. Smatra se da za sagorevanje u manjim generatorima toplote sadržaj vlage ne bi smeo da bude preko 25 %. Kao što je

ranije navedeno, proces proizvodnje otpresaka, može uspešno da se odvija samo ukoliko je sadržaj vlage u oblasti koja je bliska ravnotežnoj. Povišen sadržaj vlage pogoduje aktivnosti mikroorganizama, što za posledicu ima smanjenje količine organske materije, pa i donje toplotne moći (truljenje). Pri daljnjem stajanju na skladištu biološka razgradnja biće nastavljena.

Briketi i peleti, koji su dobro skladišteni i pakovani u foliju, po pravilu, kao što je navedeno, imaju sadržaj vlage niži od ravnotežnog, pa i višu donju toplotnu moć. Ukoliko bi bili ovlaženi, to ne samo da bi uticalo na njihovu energetska vrednost, već i na čvrstoću i postojanost forme. Vlažni opresci se dezintegrišu, osipaju.

Dobro skladištena slama pšenice i soje u formi bala, zaštićena od atmosferske i zemljišne vlage, obično ima sadržaj vlage koji je ravnotežni, ili vrlo blizak toj vrednosti. Sadržaj vlage kukuruzovine, posebno ukoliko nije bila dovoljno dugo i ispravno skladištena, ima povišen sadržaj vlage, što bi moralo da se uzme u obzir pri otkupu, a da se ne preuzima biomasa koja ima sadržaj vlage iznad oko 25 %.

Sadržaj vlage može da bude značajno različit po prečniku bala. Ukoliko je bala bila izložena padavinama, sadržaj vlage biće po površini veći, a ukoliko nije dovoljno osušena, biće veći u sredini. Pri prijemu bala sadržaj vlage trebalo bi da se utvrdi u više područja bala. Za to se koriste posebni uređaji sa senzorom za sadržaj vlage na vrhu šiljka kojim se prodire u unutrašnjost bale, sl. 14. Tačnost merenja ovakvim uređajima nije visoka, ali dobijeni podaci su dovoljno dobri za ocenu i primenu u komercijalne svrhe.



Sl. 14 Primer uređaja za brzo utvrđivanje sadržaja vlage u balama biomase

Sadržaj pepela

Sadržaj pepela je kod većine vrsta agrarne biomase oko 5 %, dakle, znatno viši nego drveta (obično 0,5 do 0,6 %) što ima uticaja na konstrukciju generatora toplotne. Posebno se, u tom pogledu, razlikuju peći i kotlovi za pelete agro biomase u odnosu na one za pelete drveta. Pored toga, posebno u slučaju kukuruzovine, velik je značaj dodatne količine pepela, koja je posledica zaprljanja zemljom. Zemlja se uglavnom sastoji od mineralnih materija, koje su negorive i nalaze se u pepelu. To otežava mnoge procese energetskog korišćenja. Najčešće je ukupna količina pepela, sa tehnološkog aspekta, ograničena na 10 % (vlastiti pepeo oko polovine). Takođe, to ulazi u masu kukuruzovine, a nije energetski upotrebljivo. Dakle, pri preuzimanju kukuruzovine, a u ekstremnim slučajevima i druge agrarne biomase, morao bi da se utvrdi nivo zaprljanja, prisustva zemlje u materijalu. Takva biomasa ne bi trebalo da bude prihvaćena, ili bi, u najblažem slučaju, njenja cena trebalo da bude umanjena.

Sadržaj pepela utvrđuje se sagorevanjem uzoraka i merenjem ostatka. Taj postupak nije brz. Verovatno bi se sprovodio samo pri otkupu većih količina kukuruzovine, a merenje bi bilo povereno instituciji koja poseduje opremu za njegovo sprovođenje.

Treba nalasiti da je, pre svega zbog višeg sadržaja kalijuma, pepeo agrarne biomase „topljiviji“ od pepela drveta, sl. 13, što otežava proces sagorevanja. Ova osobina nema posebnog značaja za otkup i skladištenje agrarne biomase.

3.3 Standardi iz oblasti agrarne biomase

O značaju koji se pridaje korišćenju biomase kao izvora energije govori i to što je započet postupak standardizacije. Teži se tome da se biomasa i biogoriva opišu i definišu njihove karakteristike značajne za promet i korišćenje. Ovim se bave timovi u okviru *International Organization for Standardization –ISO* i *European Committee for Standardization –CEN*. *Institut za standardizaciju Srbije –ISS*, je najveći broj standarda iz oblasti transformisao u nacionalne –SRPS.

Spisak relevantnih, važećih, standarda važnih za agrarnu biomasu, čvrsta biogoriva, dat je u tab. 5. Spisak standarda koji su u pripremi za usvajanje na nacionalnom nivou dat je u tab. 6, dok su standardi važeći na međunarodnom nivou, a čije usvajanje se može očekivati na nacionalnom nivou dati u tab. 7.

Kako se određeni broj standarda odnosi na drvnu biomasu, vrstu biomase koja nije od interesa za ovu Studiju, relevantni opis je naveden samo za standarde od interesa za agrarnu biomasu.

Tab. 5 Važeći standardi usvojeni na nacionalnom nivou od interesa za čvrstu biomasu, čvrsta biogoriva

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. Namenjani su osobama i
8.	SRPS EN 15210–2: 2011	Čvrsta biogoriva – Određivanje mehaničke otpornosti peleta i briketa – Deo 2: Briketi	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.
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	Drvena 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: Ogreveno 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 donešenih 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	Drvena biomasa
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	
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.

Tab. 6 Standardi u pripremi za usvajanje na nacionalnom nivou od interesa za čvrstu biomasu, čvrsta biogoriva

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

Tab. 7 Međunarodni standardi od interesa za čvrstu biomasu, čvrsta biogoriva, koje Institut za standardizaciju Srbije još nije usvojio

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

Na nacionalnom nivou usvojena su i četiri standarda koji primenu nalaze pri određivanju održivosti tečnih biogoriva (na primer, naprednih biogoriva druge generacije – 2G, proizvedenih od lignocelulozne agrarne biomase). Javna skladišta teoretski mogu predstavljati integralni deo lanca snabdevanja takvih biogoriva u fazi skladištenja sirovina za njihovu proizvodnju. Lista standarda predstavljena je u tab. 8

Tab. 8 Važeći standardi usvojeni na nacionalnom nivou od interesa za određivanje održivosti tečnih biogoriva

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

Standardi koji su usvojeni kao nacionalni, SRPS, su na srpskom ili engleskom jeziku. Na engleskom su oni za koje je ocenjeno da su značajni za manji broj potencijalnih korisnika, pa se tada samo daje nacionalni predgovor na srpskom.

Primena standarda nije obavezna sve dok ne budu obuhvaćeni nekim podzakonskim aktom. Ipak, standardi predstavljaju visok nivo obrađenosti neke oblasti, te se primena preporučuje. Od značaja bi za primenu u oblasti otkupa i skladištenja agrarne biomase u logističkim centrima mogu da budu sledeći standardi: SRPS EN 14778: 2014, kojim se oposije način uzimanja uzoraka, SRPS EN ISO 17225-1, 5 i 6 koji obezbeđuju tačno definisane klase kvaliteta na osnovu karakteristika 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. Standard SRPS EN 15324-1 jasno definiše neophodnost adekvatnog skladištenja za obezbeđenje potrebnog kvaliteta čvrstog biogoriva što treba da bude dokumentovano u dogovoru sa krajnjim korisnikom (kao predlog daje se mogućnost korišćenja ugovora o isporuci). Pomenuti standard daje i listu faktora kojima treba da se posveti pažnja u okviru sistema obezbeđenja kvaliteta čvrstog biogoriva: vremenski i klimatski uslovi, uslovi skladištenja i predviđeno trajanje skladištenja, konstrukcija skladišta i njegova veličina, moguća kontaminacija drugim gorivima, prikladnost i čistoća opreme, efekti transporta i profesionalna stručnost osoblja. Niz standarda čije se usvajanje na nacionalnom nivou može očekivati, tab. 7, definišu metode za karakterizaciju biomase neophodnih za potvrđivanje klasa kvaliteta prema standardima serije SRPS ISO 17225. Postavlja se pitanje primenljivosti tih standarda pri prijemu biomase u skladišta, s obzirom na količinu, brzinu sprovođenja analiza, dostupnosti opreme i slično.

3.4 Ostali zahtevi za skladištenje agrarne biomase

Kao što je u 3.3 navedeno vrlo je važno da se pri prijemu balirane agrarne biomase utvrdi da li je u dobrom stanju. Delimično ili značajno biološki razgrađena biomasa (proces truljenja) nije pogodna, kako za primenu, tako i za skladištenje, te takva biomasa ne bi trebalo da bude primljena u skladište. Bitno je, za utvrđivanje cene pa i mogućnosti skladištenja, da se utvrdi sadržaj vlage po preseku bala, a posebno u slučaju kukuruzovine ili druge pokvašene biomase. Za te potrebe može da se koristi namenski merač, sl. 14. Načelno ne bi trebalo da se prihvata biomasa sadržaja vlage preko 25 %.

Zaprljanje biomase, na primer, kukuruzovine, 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 bila bi oko 10 %.

Od posebnog značaja je i zaštita od udara groma i požara. U skladištu se nalazi značajna količina gorivog materijala, te bi nastankom požara ona bila uništena, uništeni ili oštećeni bili bi i objekti skladišta, te ugrožena okolina.

Mesto postavljanja kamara, njihova veličina i razmak, bili su definisani, sa ciljem omogućavanja gašenja i sprečavanja širenja požara, sledećim podzakonskim aktom:

PRAVILNIK O POSEBNIM MERAMA ZAŠTITE OD POŽARA U POLJOPRIVREDI

("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 guvnima van naselja ili u sopstvenom dvorištu. Na zajedničkim guvnima 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 (Anonim, 2009d), u čijem članu 49, pored ostalog, stoji: *Ministar nadležan za poljoprivredu, uz saglasnost Ministra, donosi propis kojim bliže uređuje mere zaštite od požara u poljoprivredi.*

Kako to nije sprovedeno, zaštita od požara trebalo bi da se sprovede u skladu sa odredbama Zakona o zaštiti od požara.

Komentari

Od posebnog je značaja da se utvrdi sadržaj vlage agrarne biomase koja se prihvata na javnom skladištu. To ima uticaja na cenu, mogućnost skladištenja i primene. Ne bi trebalo da se prihvati biomasa koja je u fazi kvarenja i ona sa sadržajem vlage iznad 25 %.

Značajan je i povišeni sadržaj pepela, posebno kod kukuruzovine. On može samo da se vizuelno proceni, a merenja da se obave za prijem većih količina od istog isporučioaca.

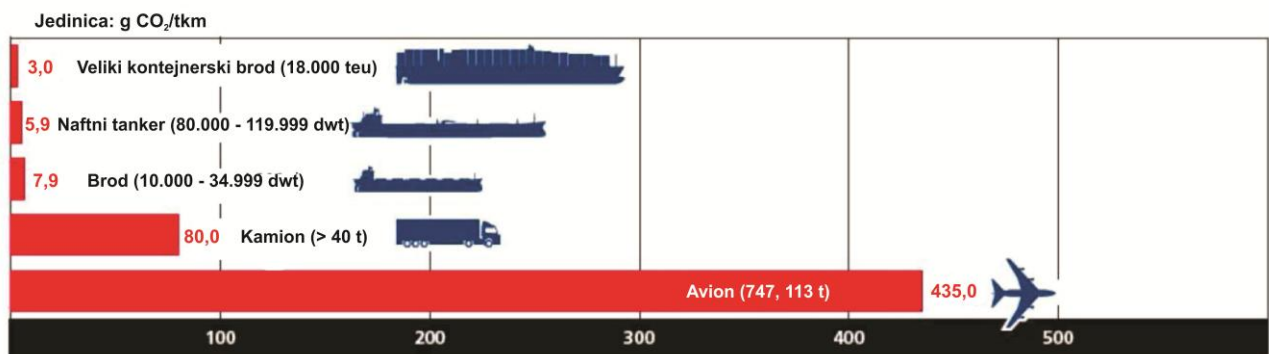
Poželjno je da se, gde kod je to moguće, koriste nacionalni standardi koji se odnose na agrarnu biomasu, a posebno za definisanje pojedinih osobina.

Vrlo je važno, sa stanovišta bezbednosti i zaštite imovine, da se skladište obezbedi od udara groma i požara.

4. SKLADIŠTENJE - UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU I ODRŽIVOST

Energesko korišćenje agrarne biomase pozitivno je sa aspekta zaštite životne sredine, pošto se time zamenjuju fosilna goriva, pa smanjuje emisija gasova s efektom staklene bašte (na engleskom *Greenhouse gases* –GHG). Najznačajniji GHG su ugljendioksid, metan i azotsuboksid. Ipak, treba u obzir da se uzmu i emisije GHG koje su posledica korišćenja različitih imputa i sprovođenja operacija gajenja, ubiranja i prerade. Tek potpuna analiza svih generatora GHG daje sliku o ostvarenim uštedama emisija.

Skladištenje je integralni deo logističkog lanca agrarne biomase. Lokacija skladišta, odnosno udaljenost od izvora biomase i mesta njenog krajnjeg korišćenja, direktno utiče na količinu emitovanih GHG, pretežno ugljendioksida. Od značaja su i manipulacija biomasom na samoj lokaciji skladišta koja podrazumeva upotrebu mehanizacije, kao i prerada za korišćenje (dezintegracija bala, seckanje i ostalo). Optimizacijom lokacija skladišta omogućava se da pri transportu, pored povoljnih ekonomskih efekata, emisija ugljendioksida bude minimizirana. Na sl. 15 prikazane su tipične vrednosti emisija ugljendioksida za različite vidove transporta. Na primer, svakim kilometrom se u atmosferu pri drumskom kamionskom transportu emituje oko 80 g ugljendioksida po toni robe. U slučaju agrarne biomase, zbog nepovoljne gustine materijala, vrednost tih emisija je čak i veća, jer se nosivost prevoznog sredstva delimično koristi. Za traktorski transport mogu da se očekuju takođe veće vrednosti što je direktna posledica ostvarene nosivosti i brzine kretanja (viša potrošnja goriva po kilometru).



Sl. 15 Poređenje tipičnih vrednosti emisija ugljendioksida različitih vidova transporta (Anonim, 2009c)

4.1 Logistika i skladištenje za biogoriva

U poglavlju 2 navedeno je da agrarna biomasa ima značajan potencijal za proizvodnju biogoriva druge generacije (ovde se pod tim pojmom podrazumevaju biogoriva za čiju proizvodnju se ne koriste sirovine koje su hrana ili krmivo). Potreba korišćenja obnovljivih izvora energijem pa tako i agrarne biomase, jasno je definisana na nivou Evropske unije (Anonim, 2009a; Anonim 2009b; Anonim, 2015). Ono što je karakteristično za biogoriva je da njihovo korišćenje mora da bude u skladu sa kriterijumima održivosti. Sa tim u vezi definisani su zahtevi vezani za uštetu emisija GHG, koji moraju da budu ispunjeni, što je preduslov za ostvarenje prava na ekonomske podsticaje, subvencije, ali i priznavanje doprinosa ciljevima EU. U Srbiji se očekuje usvajanje pravilnika koji će da potvrde neophodnost ostvarenja održivosti pri proizvodnji i korišćenju biogoriva i

podsticajne mere za njihovu proizvodnju, a za to postoje i dobre podloge (Denvir i dr, 2015).

Najznačajniji kriterijum održivosti je ostvarenje uštede u emisijama GHG, koja mora da bude najmanje 60 % u poređenju sa fosilnim komparatorom. To zapravo znači da biogoriva koja su proizvedena, između ostalog i iz agrarne biomase, moraju da u toku životnog ciklusa emituju manje od 33,5 g CO_{2ekv}/MJ biogoriva. Prema metodu definisanim u RED, 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.

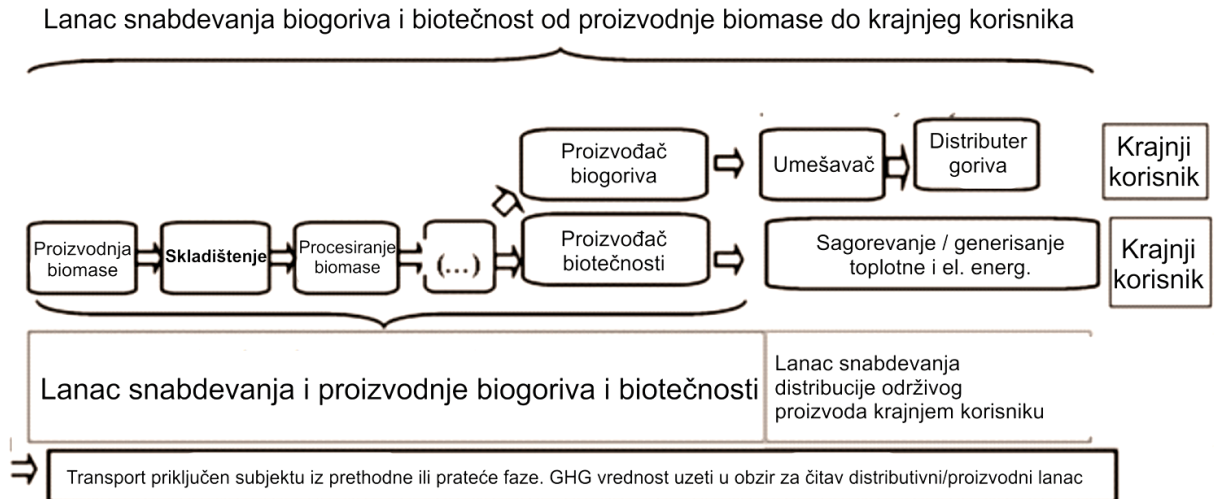
Kao što je navedeno, lokacijom skladišta direktno utiče na vrednost emisija GHG pri transportu. Na primer, pri transportu do skladišta na udaljenosti 5 km, koristeći traktor sa prikolicom na koji je utovareno 14 valjkastih bala kukuruzovine namenjenih za proizvodnju bioetanola, uz uračunat povratak, emituje se oko 2.000 g CO_{2ekv} 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 CO_{2ekv}/MJ bioetanola. Ukoliko se dodatno razmotri i transport od skladišta do mesta procesiranja kamionom koji nosi oko 30 bala na udaljenost od 100 km, vrednost emisija iznosi oko 25.000 g CO_{2ekv}/t suve materije kukuruzovine (oko 21.000 g je posledica sagorevanja dizela), odnosno približno 6 g CO_{2ekv}/MJ bioetanola. Pri tome su tipične emisije traktora i kamiona oko 210 i 130 g CO₂/t,km, respektivno.

Očigledno je da lokacija skladišta odnosno udaljenost do mesta korišćenja može da iznosi 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. Pri tome, rad mehanizacije se karakteriše visokim specifičnim emisijama po masi balirane agrarne biomase. Sve emisije GHG, koje su posledice operacija tokom skladištenja, moraju da se dodaju onima za gajenje i ekstrakciju.

Utvrđivanje karakteristika biogoriva u pogledu održivosti zasniva se na informacijama obezbeđenih od strane svakog privrednog subjekta u okviru proizvodnog lanca koji neophodne podatke dostavljaju narednom privrednom subjektu u lancu. Pri tome je svaki privredni subjekt u okviru lanca odgovoran za navedene podatke. Primer uprošćenog proizvodnog lanca biogoriva/biotečnosti prikazan je na sl. 16, a očigledna je pozicija skladištenja koja treba da bude obuhvaćena.

Proizvođač agrarne biomase koji koristi uslugu javnog skladišta, pre njene prodaje proizvođaču biogoriva, dužan je da pri prodaji ima produktnu deklaraciju kojom garantuje ispunjenost postavljenih kriterijuma održivosti, a koja sadrži i vrednost GHG emisija. U slučaju određivanja stvarnih vrednosti GHG emisija, morao bi da uzme u obzir i emisije nastale tokom skladištenja, a detaljan opis obaveza i primer produktne deklaracije naveden je u standardu SRPS CEN/TS 16214-2: 2014 (Anonim, 2014).

U slučaju korišćenja javnih skladišta, u kojima proizvođač samo skladišti biomasu pre prodaje proizvođaču biogoriva, neophodno je da se omogući njena sledljivost. Razlog za to je primena sistema masenog bilansa pri obračunavanju krajnje vrednosti emisija GHG, odnosno ušteda u njihovim emisijama za posmatrano biogorivo. Sistem masenog bilansiranja podrazumeva da svaka pošiljka sirovine, agrarne biomase u tom slučaju, ima poznatu vrednost GHG emisija. To zapravo znači, da u okviru javnog skladišta najverovatnije ne bi smelo da dođe do mešanja agrarne biomase namenjene za proizvodnju biogoriva sa biomasom namenjenom za druge svrhe.



Sl. 16 Pozicija skladištenja biomase u okviru proizvodnog ciklusa biogoriva/biotečnosti (Anonim, 2014)

Kako je u poglavlju 3 navedeno, ovakva uloga javnih skladišta je, iz ekonomskih razloga, praktično neizvodljiva, s obzirom na to da proizvođač biogoriva iz agrarne biomase nižu cenu sirovine ostvaruje organizovanjem sopstvene logističke podrške, izbegavajući posrednika u nabavci. U slučaju korišćenja javnih skladišta, kao dela logističkog lanca sirovina za biogoriva koja se proizvode iz agrarne biomase, obaveze u pogledu zadovoljenja kriterijuma održivosti ne bi smele da budu zanemarene.

Sve navedeno specificirano je za slučaj korišćenja agrarne biomase za proizvodnju biogoriva druge generacije. Mada za druge primene agrarne biomase zahtevi u pogledu uštede emisija GHG nisu definisani propisima, o njima treba da se vodi računa. Najpre, treba imati u vidu da je svako produženje transporta i uključivanje drugih operacija, praćeno emisijom GHG, dakle, ima negativan uticaj na životnu sredinu.

Komentari

Proizvodnja biogoriva na bazi agrarne biomase mora da bude u skladu sa definisanim kriterijumima održivosti, što mora da bude i adekvatno verifikovano od strane nadležne institucije. Korišćenjem javnih skladišta, kao rešenja za mobilizaciju biomase koja bi se koristila kao sirovina za biogoriva, može negativno da se odrazi na vrednost emisija GHG usled dodatnog transporta i manipulacije.

Zajedničko skladištenje biomase od strane više proizvođača biomase u javnim skladištima može da stvori probleme pri sledljivosti biomase i tako da utiče na proces primene masenog bilansa pri utvrđivanju uštede u emisijama GHG karakterističnih za proizvedeno biogorivo.

Svako povećanje transportnog rastojanja i primena dodatnih operacija (na primer, utovar/istovar), što se očekuje korišćenjem javnih skladišta, praćeno je povećanjem emisija GHG.

5. LOGISTIKA BIOMASE - ISKUSTVA

U ovom poglavlju razmatraju se postupci snabdevanja korisnika agrarne biomase, koje obuhvata obezbeđenje (ugovaranje, kupovinu) i snabdevanje, od primarnog skladišta vlasnika do skladišta korisnika. Postupak obuhvata više aktivnosti i operacija, a sve zajedno obuhvaćene su pojmom logistika.

Značajan uticaj na logistiku ima količina agrarne biomase koja je korisniku potrebna. Ona se kreće od nekoliko tona ili desetina tona, za potrebe grejanja stambenih i drugih manjih objekata, pa do nekoliko hiljada ili stotina hiljada tona za, na primer, postrojenja za proizvodnju biogasa ili biogoriva. To je uzeto u obzir, kao snabdevanje malim i velikim količinama.

Ovim razmatranjem nije obuhvaćena logistika otpresaka, briketa i peleta, već samo agrarne biomase u formi bala.

Razmotrena su i prezentovana iskustva u logistici agrarne biomase, u inostranstvu i AP Vojvodini.

5.1 Iskustva u inostranstvu

Pregledom raspoložive stručne i naučne literature utvrđeno je da **nema** primera korišćenja javnih, ili drugačijih centralizovanih skladišta za agrarnu biomasu. Obično se, za potrebe snabdevanja, posebno velikim količinama, razmatra optimizacija troškova, bilansiranje energije i emisija GHG, kao i obezbeđenje sigurnosti snabdevanja. U nastavku je navedeno nekoliko primera, koji mogu da posluže za ocenu stanja i trendova. Razmotreni su samo slučajevi snabdevanja velikim količinama. O malim količinama nema podataka, a verovatno se primenjuje logistika slična onoj u AP Vojvodini.

Evropski projekat za logistiku SUCELLOG

Projekat *Sucellog*, kofinansiran od Evropske komisije, za cilj ima da sagleda mogućnosti dodatne aktivnosti agro-industrijskih preduzeća u oblasti bioenergije, bazirane na žetvenim ostacima. U projektu učestvuju institucije i firme iz Austrije, Francuske, Nemačke i Španije. Ideja je da se razmotri mogućnost ovakve aktivnosti, pri čemu bi se proširile delatnosti agro-industrijskih centara u vansezoni, ili periodu smanjenih aktivnosti, a da se pri tome koriste žetveni ostaci. Namena korišćenja žetvenih ostataka bila bi za energetske, ali i druge svrhe. Projektom je zacrtano da agro-industrijska postrojenja razviju doradu žetvenih ostataka, te da postanu **logistički centri**, koji organizuju ubiranje, transport, skladištenje, preradu i prodaju prerađenih žetvenih ostataka.

Početakom novembra 2015. jedan od učesnika u projektu, firma *Tschiggerl Agrar GmbH* iz mesta Halbenrain, Austrija, prezentovala je svoje delatnosti. Firma poseduje vlastitih oko 150 ha poljoprivrednog zemljišta, a uslužno ubire kukuruz, žetvene ostatke i seno. Poseduje dve sušare i peletirnicu. Proizvodi su: drobljeni oklasak, peleti slame i oklaska, peleti mešavine oklaska i sena, te slame i sena. Uslužno obavlja sušenje zrna, koristeći oklasak kao gorivo. Snabdevanje sirovinom zasniva se na vlastitom ubiranju agrarne biomase.

Godišnje se prikupi i preradi oko 5.000 tona biomase, od čega je polovina oklasak kukuruza. Od te količine oklaska oko 750 tona koristi se za sušenje. Slama i seno su u formi velikih četvrtastih i valjkastih bala, a oklasak u rinfuzi, sl. 17.

Posebno se izdvaja ubiranje oklasak kukuruza, a sprovodi se kombajnom sa dodatnim uređajem. Njime se prihvata oklasak na izlasku iz separatora kombajna, pri čemu se, što je predmet posebnog, patentiranog rešenja, sl. 18, komušina izdvaja, ne ubire, već odlaže na parcelu.



Sl. 17 Korišćena biomasa, oklasak kukuruza na ulazu u generator toplog vazduha sušare, levo; velike četvrtaste bale slame i valjkaste bale sena, desno

U okviru navedenog projekta, koji je još u toku, razmatrana su i rešenja logistike za centre u Španiji i Francuskoj, mada kod njih prevladavaju drugi tipovi biomase, atipični za AP Vojvodinu. U svim slučajevima logistika se ostvaruje u okviru samih firmi. Materijal sami ubiru, ili dovoze sa međuskladišta prodavca.



Sl. 18 Patentirano rešenje za ubiranje oklasak (bez komušine) tokom berbe zrna

Peletirnica Adijabata Ing, Hrvatska

Firma *Adijabata Ing* izgradila je postrojenje za peletiranje slame u mestu Bilje, Hrvatska. Primenjena je tehnologija i oprema firme *Bioenergija Invest S.A.* iz Poljske. Godišnja količina slame je oko 10.000 tona, a sve proizvedeno, pelete, preuzima, u skladu sa petogodišnjim ugovorom, isporučilac opreme.

Potrebnu sirovinu obezbeđuje *Adijabata*, koja poseduje balirku za velike četvrtaste bale. Dakle, ne samo logistiku, već i ubiranje, sprovode sami. Vlasniku slame plaća se nadoknada za vrednost žetvenih ostataka na parceli.

Kogenerativno postrojenje u Poljskoj

Kogenerativno postrojenje *Czechnica* u blizini Vroclava u Poljskoj koristi za kosagorevanje, sa sečkom drveta, iseckanu vlažnu kukuruzovinu (sadržaj vlage i do 50 %). Godišnja količina je oko 48.000 t, čime kukuruzovina učestvuje sa 20 % u generisanju električnoj energiji, sl. 19. Celokupni logistički lanac preuzela je firma *Lehmann Agrotechnika*. Poseduje celokupnu mehanizaciju za ubiranje i transport kukuruzovine, koju ubire sa svojih i drugih parcela, ukupno oko 5.000 ha. Dakle, celokupno snabdevanje kogenerativnog postrojenja obavlja podugovarač.



Sl. 19 Kogenerativno postrojenje Czesnica, koja za kosagorevanje sa drvenom sečkom koristi vlažnu kukuruzovinu

Kogenerativno postrojenje u Nemačkoj

Firme *Bioenergiekraftwerk Emsland*, u mestu Emlichheim, u Nemačkoj, poseduje kogenerativno postrojenje koje kao gorivo koristi isključivo pšeničnu slamu u formi velikih četvrtastih bala. Godišnji konzum je oko 75.000 t. Maksimalni električni učinak postrojenja je 12 MW. Pošto je postrojenje u okviru skrobare, sa značajnim potrebama u toplotnoj energiji, električna energija tretira se kao nusproizvod, tako da, u proseku, radi sa snagom oko 7 MW_e.

U hangaru, koji je sastavni deo postrojenja, sl. 20, nalazi se količina slame potrebna za do tri dana rada. Bilo bi poželjno da je ovo skladište veće, ali bi to zahtevalo posebne mere zaštite od požara, što bi značajno povećalo troškove.



Sl. 20 Unutrašenje skladište kogenerativnog postrojenja i uređaji za automatsko loženje bala slame

Celokupnu logistiku, uključujući i ugovaranje sa dobavljačima, sprovodi logistička služba same firme. Cena slame na postrojenju, uključujući troškove skladištenja i transporta, je 65 do 80 € po toni. Zavisí od sadržaja vlage i udaljenosti primarnog skladišta isporučioaca. Troškovi transporta svedeni su na najmanju moguću vrednost, pored ostalog, i time što se, kada se za to ukaže prilika, koriste prazni povratni hodovi kamiona,.

LCB u SAD i Italiji

U SAD su izgrađeni značajni kapaciteti za proizvodnju etanola na bazi zrna kukuruza (kapacitet je oko 130 miliona tona zrna godišnje). Kao i u Evropi, sve više se teži ostvarenju boljih efekata u pogledu uticaja na životnu sredinu, a pre svega, smanjenje emisija GHG, što je opisano u poglavlju 4. Proizvodnja goriva od otpada i nusproizvoda, kao što su i žetveni ostaci, rezultuje sa značajnim uštedama emisije GHG, ali i primerenijeg korišćenja raspoloživog zemljišta (*Land Use*). Istraživačko razvojni napori usmereni su ka tome da se iznađe isplativa proizvodnja biogoriva za koja se ne koriste sirovine koje predstavljaju hranu, druga generacija biogoriva (2G). Jedno od biogoriva tog tipa je lignocelulozni bioetanol –LCB. Kao sirovina može da se koristi drvena biomasa ili žetveni ostaci, kukuruzovina i slama.

Za proizvodnju LCB može da se primeni više postupaka, za razgradnju lignoceluloznog materijala, saharizaciju i proizvodnju alkohola. Ova tehnologija dostigla je ranu komercijalnu zrelost poslednje dve godine, a za sada su izgrađena tri postrojenja u SAD i jedno u Italiji. Investicioni troškovi za ovakva postrojenja su visoki, a specifični investicioni opadaju sa porastom kapaciteta. Smatra se da je minimalan isplativ kapacitet 40.000 tona LCB godišnje. Da bi se ostvario takav kapacitet potrebno je oko 200.000 tona suve mase kukuruzovine ili slame. Dakle, vrlo velika količina, što podrazumeva veći radijus snabdevanja, više troškove, pa i više emisije GHG.

Sva postojeća postrojenja koriste svoje logističke službe za obezbeđenje sirovina, ugovaranje, terminiranje dopremanja i transport. Ove službe dogovaraju i kvalitet sirovine, što se posebno odnosi na sadržaj pepela, zaprljanost, i sadržaj vlage. U slučaju prijema kukuruzovine je ovaj problem više izražen, pa je uvedena kategorizacija, koja se primenjuje za plaćanje, pa i eliminaciju nepovoljne sirovine.

Jedan od očekivanih problema je sigurnost snabdevanja. U SAD se, kao jedna mera za obezbeđenje snabdevanja, sprovodi i posebna mera, farmeri koji se opredele za snabdevanja, pored ugovora, kupuju i akcije fabrika, što utiče na njihov interes da ona nesmetano funkcioniše.



Sl. 21 Prijem velikih četvrtastih bala u fabrici LCB PROESA, u mestu Crescentino, Italija

5.2 Iskustva u AP Vojvodini

Kao što je u uvodnom delu poglavlja naglašeno, za logistiku, pa i skladištenje, od značaja je količina potrebne biomase. To je razlog da se, za slučaj AP Vojvodine, razmatraju korisnici malih i velikih količina.

Korisnici malih količina

Za male potrebne količine agrarne biomase, do nekoliko desetina tona, koriste se vlastiti izvori, ili oni koji su u neposrednoj blizini, u samom naselju. Tipično je korišćenje oklasa kukuruza, koji u ekonomskom dvorištu preostaje nakon postupka ubiranja beračem-komušačem, te prirodnog sušenja. Krunjenje klipova obavlja se nakon sušenja, obično najranije krajem februara, te se kao gorivo koristi naredne grejnjne sezone ili za posebne potrebe i u drugom periodu. Ukoliko se raspoložuje viškom, on se obično prodaje u najbližoj okolini. To je jedina rinfuzna forma agrarne biomase ratarske proizvodnje koja se u značajnoj meri koristi kao energetska izvor. Količine su značajne, te se pretpostavlja da bi oklasak mogao da se koristi i za druge svrhe. Značajan nedostatak je mala gustina, kao što je u poglavlju 3.1 navedeno, od 100 do 170 kg/m³, te bi za transport na veća rastojanja (ovde može da se smatra da je veće rastojanje već iznad 5 km), mogao da se razmatra tek ukoliko bi se koristile posebne prikolice i skladišta, jer ne može da se slaže po visini, kao što je to slučaj za baliranu biomasu. Na primer, u traktorsku prikolicu nosivosti osam tona, sa povišenim stranicama, smešta se do 1,5 tona oklasaka.

Od balirane forme mali potrošači koriste gotovo isključivo formu konvencionalnih, malih četvrtastih bala. Razlog je jednostavan, za manipulaciju velikim balama potrebna je posebna oprema. Bale su iz vlastitih izvora, ili se nabavljaju u neposrednoj blizini. Zbog povoljnijeg transporta to bi značilo i iz susednih naselja, odnosno, radijus snabdevanja do oko 20 km (u slučaju posebnih transportnih sredstava može da bude i znatno veći). Skladištenje bala je jednostavno, a kamare se formiraju ručno. Pored toga povoljno je to što se ručno obavlja i dezintegracija bala.

Korisnici velikih količina

U AP Vojvodini takođe ima većih korisnika agrarne biomase, a očekuje se povećanje broja. Posebno se očekuje primena žetvenih ostataka kao kosupstrata za proizvodnju biogasa.

Victoria Logistic

Kompanija *Victoria Group* orijentisana je, pored ostalog, i ka korišćenju agrarne biomase kao izvora energije. Koriste se dva kotla, jedan u *Sojaprotein* a.d. u Bečeju i jedan u uljari *Victoriaoil* a.d. u Šidu, za generisanje termičke energije za vlastite potrebe. Pored toga, kompanija ima i postrojenje za peletiranje žetvenih ostataka *Victoria Starch* d.o.o. u Zrenjaninu. Godišnje se za ova postrojenja obezbeđuje oko 40.000 tona slame. Ta količina prikuplja se na teritoriji opština Bečej, Novi Bečej, Srbobran i Vrbas, a delimično Kula i Novi Sad. Vlasnicima se plaća 10 do 15 € po hektaru, za vrednost materijala na parceli, a prikupljanje, manipulacija i transport posebno.

Potrebne količine agrarne biomase obezbeđuje organizaciona jedinica *Victoria Logistic*. Ova jedinica zadužena je za sve logističke funkcije, pa i za obezbeđenje agrarne biomase. To je jedina služba takvog tipa na teritoriji Srbije i AP Vojvodine. U potpunosti je zasnovana na principima koje definiše ranije naveden projekat *SUCELLOG*.

Miva Eko pelet

Firma *Miva Eko pelet* d.o.o. iz Indije proizvodi pelete pšenične slame, kao i malu količinu peleta hrane za kućne ljubimce. Proizvode se peleti prečnika osam i deset milimetara. Godišnje otkupi oko 10.000 tona slame, a proizvodnja peleta je oko 90 % od te količine, jer je deo sirovine neupotrebljiv za ove svrhe (visokovlažna i razgrađena slama). Peleti se pakuju u plastične vreće koje sadrže 15 kg, te džambo vreće od jedne tone.

Sirovinu obezbeđuje, uglavnom, ugovaranjem sa poljoprivrednicima koji uslužno obavljaju presovanje i dovoze do pogona. Ostalo se ugovara sa poljoprivrednicima koji slamu sami baliraju i transportuju.

Nova primena peleta slame je za prostirku u peradarstvu. Takva primena je pokazala dobre rezultate, iako je ova forma biomase 2,5 puta skuplja. Merenja su pokazala da je prinos biogasa stajnjaka koji je dobijen korišćenjem peleta slame veći, što je posledica mehaničkog i termičkog (pri proizvodnji peleta temperatura dostiže i više od 80 °C) tretmana slame (Martinov i Đatkov, 2015). Takođe, povišena temperatura pri peletiranju utiče kao fito-sanitarna mera, jer se eliminišu mikroorganizmi, pa se smanjuju oboljenja peradi.



Sl. 22 Fabrika *Miva Eko pelet* sa finalnim skladištem velikih četvrtastih bala slame

Logistika za LCB

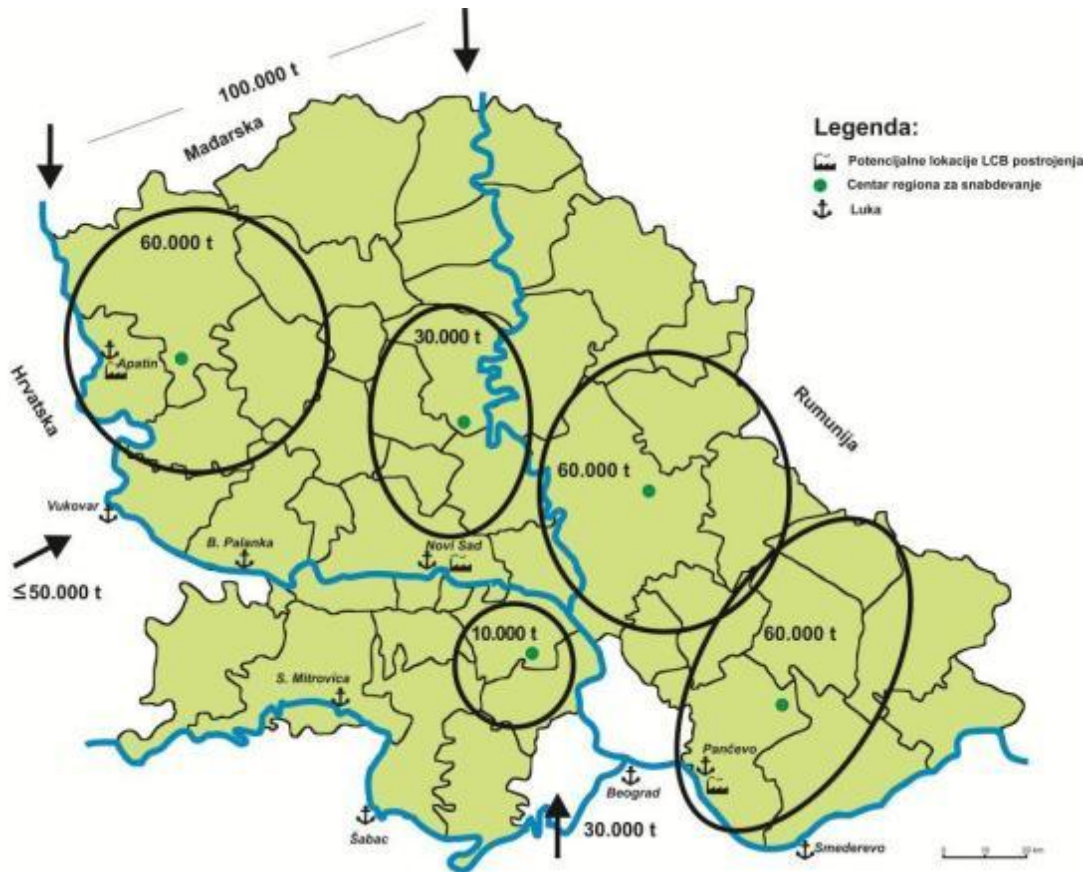
U okviru FP 7 projekta, S2BIOM, Fakultet tehničkih nauka iz Novog Sada je kao podugovrač izradio studiju

Plant for lignocellulosic bioethanol production in Serbia – Case study.

U Studiji je obrađena mogućnost gradnje postrojenja za proizvodnju druge generacije biogoriva, na bazi lignoceluloznog materijala –LCB, u AP Vojvodini. Kao sirovina je predviđena kukuruzovina, a potrebna količina je oko 250.000 tona godišnje. Na osnovu pregleda stanja u svetu sačinjen je predlog za snabdevanje, odnosno logistički lanac. Razmotrene su tri lokacije postrojenja, pri čemu je preduslov bio da to bude lokacija sa rečnom lukom. Na sl. 23 prikazan je dobijeni rezultat.

Pri određivanju potencijala i logističkih lanaca se, pored troškova, vodilo računa i o uticajima na životnu sredinu, pre svega emisijama gasova sa efektom staklene bašte.

Kao jedino prihvatljivo rešenje za obezbeđenje sirovina predloženo je formiranje vlastite, ili nezavisne logističke službe.



Sl. 23 Regioni snabdevanja kukuruzovinom, sa navedenim količinama, kao i potencijalnim lokacijama postrojenja za proizvodnju lignoceluloznog bioetanola –LCB (Martinov, 2015)

Pored navedenih primera na teritoriji Vojvodine postoji više postrojenja za peletiranje agrarne biomase. Najveći je BPI – *Bridge Power Investment* u Doroslovu. Ovo postrojenje trebalo je da proizvodi agro pelete koristeći oko 100.000 tona slame i kukuruzovine. Zbog više tehničkih i drugih propusta ovo postrojenje nije dalo dobre rezultate, a trenutno je, prema saznanju autora Studije, u stečaju. To je razlog što nije posebno obrađeno.

Komentari

U svetu i Srbiji/Vojvodini **nema** primera korišćenja javnih ili privatnih skladišta agrarne biomase za nepoznate potencijalne kupce.

Korisnici manjih količina, do nekoliko desetina tona godišnje, oslanjaju se na vlastite resurse, ili biomasu pribavljaju u blizini, pre svega, u samom naselju.

Korisnici velikih količina oslanjaju se na vlastitu logističku službu, ili to obavlja druga organizacija. Cilj je da se obezbedi biomase po najpovoljnijim uslovima, što, pre svega, znači sa manjeg rastojanja, te da snabdevanje bude sigurno.

6. OCENA PROGRAMA JAVNIH SKLADIŠTA

Sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine AP Vojvodine pokrenuo je 2014. godine projekat izgradnje namenskih javnih skladišta za agrarnu biomasu. Ova namera bila je motivisana pretpostavkom da će na taj način da se podstaken mobilizacija potencijala, odnosno stvori neka vrsta berze agrarne biomase, zasnovana na ponudi i potražnji. Aktivnosti su započete izgradnjom javnog skladišta biomase u opštini Apatin, koja, prema sl. 3 i sl. 4, ima, uključujući i susedne opštine, značajne potencijale. Pored toga, u Apatinu je i rečna luka, što bi omogućilo rečni prevoz biomase na veća rastojanja.

U nastavku je data tehnička ocena predloženog skladišta i sprovedena ekonomska analiza poduhvata. Takođe je sačinjena i ekonomska analiza takvog skladišta ukoliko bi bilo privatno, ili u okviru javno-privatnog partnerstva.

6.1 Ocena skladišta u Apatinu

Kao što je navedeno, aktivnost je započeta finansiranjem gradnje javnog skladišta u opštini Apatin, mesto Prigrevica. Predviđeno je da godišnji kapacitet uskladištene agrarne biomase bude 100.000 tona, što se ne odnosi na količinu koja je trenutno na skladištu, jer je zamišljeno da će se biomasa dovoziti povremeno, uglavnom u fazi ubiranja, te odvoziti u skladu sa potražnjom, potrebama kupaca.

Ukupna cena skladišta je oko dva miliona evra. Nepovratnim sredstvima AP Vojvodine, 142,5 miliona RSD, finansirani su građevinski radovi i građevine, dok je oko 50 miliona RSD, trebalo da obezbedi Opština Apatin. Vrednost i izvor sredstava za mehanizaciju za manipulaciju (telehendler), 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, prvih pet godina, koriste skladište bez nadoknade.

Nadalje prezentirane ocene baziraju se na podacima navedenim u idejnom projektu i drugim dokumentima vezanim za javno skladište u Apatinu-Prigrevici.

Pravno organizaciona ocena

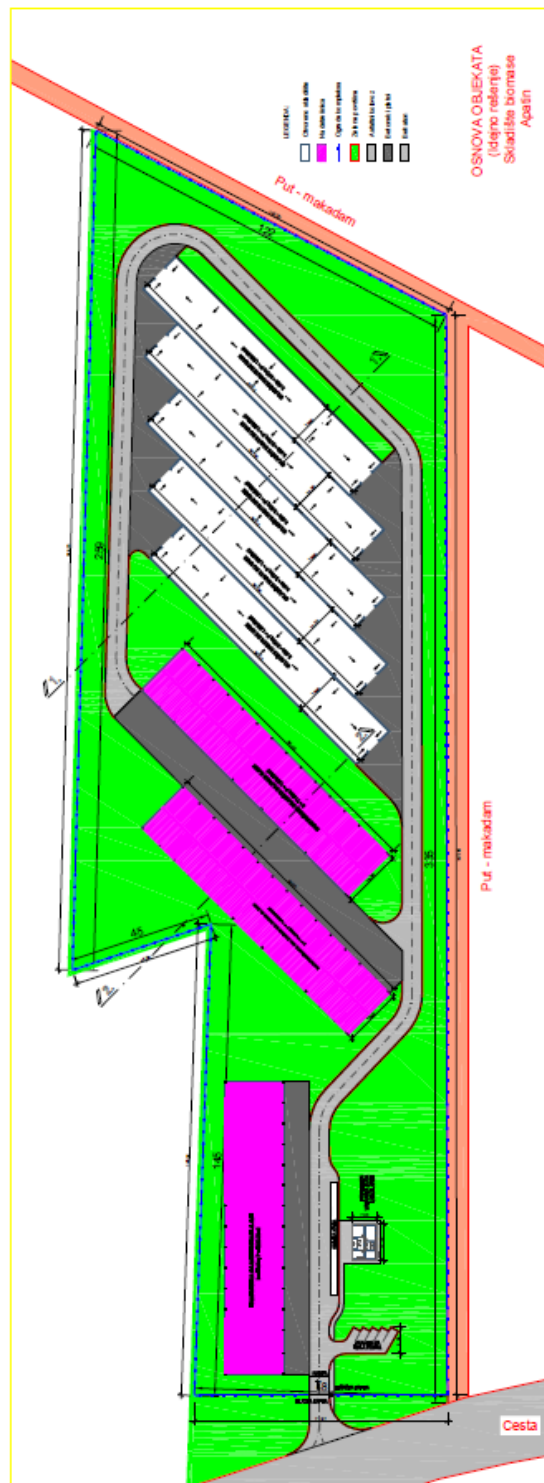
Sa društvenog aspekta ovo je načelno poželjan projekat, koji bi trebalo da unapredi korišćenje agrarne biomase. Mada ocena sa pravnog stanovišta nije predmet ove Studije, uočava se da projekat nije u skladu sa zakonodavnom regulativom o poslovanju privrednih, odnosno javnih preduzeća, jer je planirano da se usluge skladištenja ne naplaćuju, već da će se troškovi poslovanja podmirivati iz budžeta Opštine. Dodatni problem ovakvom načinu poslovanja je i organizacija rada, jer nije jasan status skladišta. Jedno od rešenja bi bilo da bude nezavisna profitna jedinica, bez obzira na to kako se profit ostvaruje (što je nemoguće bez naplate usluga), ili, da se prevede u javno-privatno partnerstvo sa jasno definisanim odnosima, a u skladu sa postojećim zakonima.

Ipak je predviđeno da nakon pet godina dođe do promene načina rada, tj. da se započne sa naplatom usluga. Radnici bi se plaćali od tog prihoda, a verovatno bi se podmirivale i druge finansijske obaveze.

Tehnička ocena

Prema idejnom projektu predviđeno je da se skladištenje obavlja na dva načina: kamarisanjem na otvorenom prostoru, na betonskoj ocednoj podlozi, i u natkrivenom prostoru, sl. 24, 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 nadkrivenog prostora. Zapremina raspoloživog prostora je oko 50.000 m³.



Sl. 24 Nacrt javnog skladišta u Apatinu-Prigrevici, prema idejnom projektu

Predviđena je 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, u nastavku komentarisani.

Komentar 1: Celokupna navedena zapremina ne može da se koristi zbog visine. Pretpostavka je da je korisna zapremina najviše oko 60.000 m³. Kao što je na sl. 10 prikazano, očekivana gustina uskladištene biomase je oko 100 kg/m³, te je skladišni kapacitet oko 6.000 tona. U idejnom projektu nije naveden dijagram predviđenog donošenja i odnošenja biomase. On je sezonski, te bi, u realnim uslovima, moglo da se računa sa godišnjim kapacitetom koji bi bio nešto veći od navedenog. U najboljem slučaju, sa odvoženjem količina biomase nakon ubiranja slame cerealija, do dovoženja slame soje, moglo bi skladište da se iskoristi za maksimalno 10.000 tona. To je deset puta manje nego što je projektom zacrtano.

Komentar 2: Nije jasno kako bi za formiranje kamara mogao da se koristi telehender, za čije manipulisanje je potreban prostor. To bi posebno predstavljalo problem s obzirom da vlasnici skladište svoju biomasu, te je, nakon nalaženja kupca prodaju. Kvalitet biomase se, kao što je navedeno u poglavlju 3, razlikuje, a potencijalni kupac odlučuje se za određeni, koji mu odgovara, a ta biomasa ima svog vlasnika.

Komentar 3: Idejnim projektom nije obuhvaćen problem protivpožarnih mera. To se, pre svega, odnosi na razmak među kamarama, koji treba da je takav da se spreči prenošenje požara sa jedne na drugu, te da se obezbedi prostor za prolaz i delovanje vatrogasnih vozila. Iako je pravilnik o zaštiti od požara u poljoprivredi van važnosti, moraju da se poštuju opšti principi zaštite, kao što je navedeno u poglavlju 3.4. Prema sl. 24 to nije moguće.



Sl. 25 Požar na skladištu baliranih žetveni ostataka

Komentar 4: Predviđena je ugradnja kolske vage za masu do 60 tona, što je znatno više od očekivanih vrednosti za ovu vrsta transporta. Bilo bi opravdano ukoliko bi se koristila i za druge namene i terete.

Komentar 5: Idejnim projektom nije predviđeno da postoji oprema za merenje sadržaja vlage. Tačno je da se u skladištu nalazi biomasa pojedinih vlasnika, ali njen sadržaj vlage se menja, tokom vremena, pa tako i masa.

Komentar 6: Zacrtano je da na skladištu bude 50 zaposlenih, što višestruko premašuje potrebe.

Ekonomska ocena

Sprovođenje uobičajene ekonomske analize u ovom slučaju nije moguće, jer se ne radi o uobičajenom načinu investiranja. Stoga je sproveden proračun godišnjih troškova, da bi se dobio podatak o ukupnim obavezama opštine, te izračunata veličina troškova po toni skladištene biomase. U vrednost investicije pored uloženi sredstava za infrastrukturu i građevine, obuhvaćena su sredstva za nabavku mehanizacije, tj. telehendlera-manipulatora balama, vlagomer i merač sadržaja pepela, kao i u stavci nepredviđeni troškovi sredstva za protivpožarnu zaštitu i zaštitu na radu.

Tab. 9 Vrednost investicije

Stavka	Iznos, RSD	Iznos, €	Vek trajanja, god
Infrastruktura	50.000.000	409.850	30
Građevine i građevinski radovi	142.500.000	1.168.030	30
Mehanizacija	9.760.000	80.000	15
Ostala oprema	4.880.000	40.000	15
Nepredviđeni troškovi	4.880.000	40.000	
UKUPNO	212.020.000	1.737.880	

Napomena: Kurs €/RSD 122

Kao što je u *komentaru 6* navedeno, predviđeni broj radnika višestruko premašuje realne potrebe za rad na skladištenju. To je sezonski, povremeni posao, koji zahteva delimično angažovanje radnika koji rade na drugim poslovima i zadacima. Tako je u narednoj kalkulaciji i predviđeno. Ukoliko bi se koristili podaci dati u idejnom projektu, troškovi bi bili znatno veći.

Tab. 10 Procenjeni godišnji troškovi rada skladišta

	Kadrovi	Broj	Angažovanje, godišnje	Bruto plata/mes, €	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				34.760
Amortizacija	Osnovna sredstva	Vek trajanja 30 god			40.270
	Osnovna sredstva	Vek trajanja 15 god			5.350
Ostali rashodi (osiguranje, marketing...)					30.000
UKUPNO					126.980

Ukoliko se, kao što je navedeno u idejnom projektu, u prvih 5 godina ne bi naplaćivale usluge skladištenja, opština bi morala da snosi troškove poslovanja u iznosu 126.890 €/god, odnosno to bi bilo oko **12,7 €** po toni skladištene biomase.

Ekonomska ocena skladišta kao posebne jedinice

Ukoliko bi opština, kao što je planirano u idejnom projektu, odlučila da skladište nakon pet godina, posluje tako da samo pokriva troškove svog poslovanja naplatom usluga, pri čemu su pretpostavljeni kriterijumi za sprovođenje ekonomske ocene:

- Likvidnost u svim godinama, i
- Poslovanje bez gubitaka po bilansu uspeha.

Cena skladištenja, tj. prihoda, određena je iterativnim postupkom u programskom alatu **BiomasaPRO** (Martinov i Đatkov, 2011) na osnovu procenjene vrednosti investicije i rashoda poslovanja (tab. 11 i 12), do ispunjavanja gore navedenih kriterijuma.

Tab. 11 Vrednost investicije

Stavka	Iznos, €	Vek trajanja, god
Projekti, dozvole, nadzor...		
Infrastruktura	341.531	30
Građevine	973.360	30
Mehanizacija	53.333	15
Ostala oprema	26.666	15
Nepredviđeni troškovi	26.666	
Trajna obrtna sredstva	30.000	
UKUPNO	1.451.556	

Tab. 12 Rashodi poslovanja

Energija	3.500
Bruto plate	23.100
Održavanje	34.760
Amortizacija	45.620
Ostali rashodi (osiguranje,...)	20.000
UKUPNI RASHODI	126.980

Tab. 13 Finansijski efekti investicije

Cena usluga, €/tona	Likvidnost	Neto dobit, €/god	NPV, €	IRR, %	Vreme povrata, god
13	DA	2.567	-708.968	<0	Nema
15	DA	19.567	-469.041	0,88	22,4
17	DA	36.567	-229.114	2,83	17,7
19	DA	53.567	10.813	4,58	14,7

Dakle, cena skladištenja pri kojoj bi bili ispunjeni postavljene kriterijumi, iznosila bi oko **14 €** po toni skladištene biomase.

Napomena:

- Vrednost investicije u kalkulacijama umanjena je za amortizovani iznos osnovnih sredstava u periodu prethodnih 5 godina.
- Ovaj scenario nije prihvatljiv za poduhvate koji se finansiraju privatnim kapitalom.

6.2 Komercijalno skladište agrarne biomase

U ovom potpoglavlju sprovedena je finansijska analiza gradnje i korišćenja komercijalnog skladišta namenjenog za oko 10.000 tona agrarne biomase godišnje, odnosno maksimalno 8.000 tona trenutno. Ovo skladište bilo bi građeno kao privatno, ili po principu javno-privatnog partnerstva.

Uzimajući u obzir da je visina skladištenja oko pet metara, a gustina uskladištenih bala 100 kg/m³, za maksimalnu količinu potrebno je oko 16.000 m². Uzimajući u obzir potreban prostor za manipulaciju i razmak među kamarama, skladište bi zauzimalo površinu od oko četiri hektara. Bilo bi smešteno na nepoljoprivrednom zemljištu, u blizini javnog puta. Takođe je predviđeno da se kamare pokrivanju specijalnim folijama, a da je 2.000 m² pod nadstrešnicom, za smeštaj bala pripremljenih za isporuku.

Ceo prostor je ograđen. Za radnike, uređaje za smeštaj mernih uređaja (dva merača sadržaja vlage i uređaj za utvrđivanje sadržaja pepela), administrativnog dela sa računarom, sanitarni čvor i poslovni prostor i drugo, predviđena je nabavka kontejnera. Takođe, obuhvaćena je oprema za suzbijanje požara.



Sl. 26 Pretpostavljeni način skladištenja, kamare na otvoreno pokrivene namenskim folijama, levo, skladištenje pod nadstrešnicom, desno

Usvojeni su uobičajeni kriterijumi za ocenu prihvatljivosti ulaganja privatnog kapitala preporučeni i od Ministarstva energetike Republike Srbije u priručniku „Uputstvo za pripremu projekata u oblasti energetske efikasnosti u opštinama“, a to su: likvidnost u svim godinama veka projekta, neto dobit veća od 10 % godišnjeg prihoda, neto sadašnja vrednost veća od 0, interna stopa rentabilnosti dva puta veća od diskontne stope i vreme povrata ulaganja prosto, tj. bez diskontovanja, manje od pola veka projekta.

Cena skladištenja, tj. prihoda, i u ovom slučaju određena je iterativnim postupkom primenom programskog alata **BIOMASAPRO**, na osnovu procenjene vrednosti investicije i rashoda poslovanja, tab. 14 i 15, do ispunjavanja navedenih kriterijuma.

Tab. 14. Vrednost investicije

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
Palete 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	

Tab. 15 Poslovni rashodi

	Kadrovi	Broj	Angažovanje, godišnje	Bruto plata/mes, €	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

Tab. 16 Pregled finansijskih efekata

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 (Bojić, 2013).

Ovaj proračun je sproveden 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.

Komentari

Forma i sadržaj javnog skladišta u Apatinu-Prigrevici, ne ispunjava zahteve u pogledu navedenog kapaciteta, a uočeni su i drugi tehnički i organizacioni nedostaci.

Ekonomska analiza pokazala je, uz primenu smanjenog broja radnika i realnog kapaciteta, da bi godišnji troškovi opštine bili oko 127.000 €, odnosno, oko 12,7 € po toni skladištene biomase.

Prelaskom na rad skladišta kao ekonomski nezavisne jedinice, nakon pet godina rada, kao što je predviđeno Idejnim projektom, za ostvarenje pozitivnog poslovanja usluga skladištenja biomase trebalo bi da bude najmanje 14 € po toni.

Ukoliko bi, privatnim kapitalom, bilo građeno skladište za 10.000 tona biomase godišnje, investicija bi bila niža. Minimalna cena skladištenja za ostvarenje pozitivnog poslovanja bila bi 10 € po toni. Ocenjuje se da je ova cena skladištenja viša od one na primarnom skladištu vlasnika biomase.

7. PREDLOG SKLADIŠTENJA AGRARNE BIOMASE

Osnovni cilj je da se ostvari pouzdano skladištenje, uz očuvanje kvaliteta agrarne biomase, te obezbedi što veća mobilizacija tog resursa, što podrazumeva plasman do krajnjih kupaca i sigurnost snabdevanja. Pri tome bi to trebalo da se ostvari uz što niže troškove i što manje negativne uticaje na životnu sredinu, uključujući i bezbednost saobraćaja. Takođe, trebala bi da postoji i potpuna obaveštenost o raspoloživim količinama, ponuđenim formama, kvalitetu i ceni. Sa druge strane, potencijalni korisnici trebalo bi da su obavešteni o svemu navedenom, kako bi mogli sa sigurnošću da sprovedu ocenu tehničke izvodljivosti i opravdanosti ulaganja.

Da bi se to ostvarilo potrebno je da se daju osnove za donošenje ocena i odluka o skladištima, a za to je korišćen logistički pristup pod nazivom *Location Allocation Problem* i primenjen na resurse agrarne biomase u AP Vojvodini. Naravno, ovaj pristup odnosi se samo na korisnike velikih količina agrarne biomase.

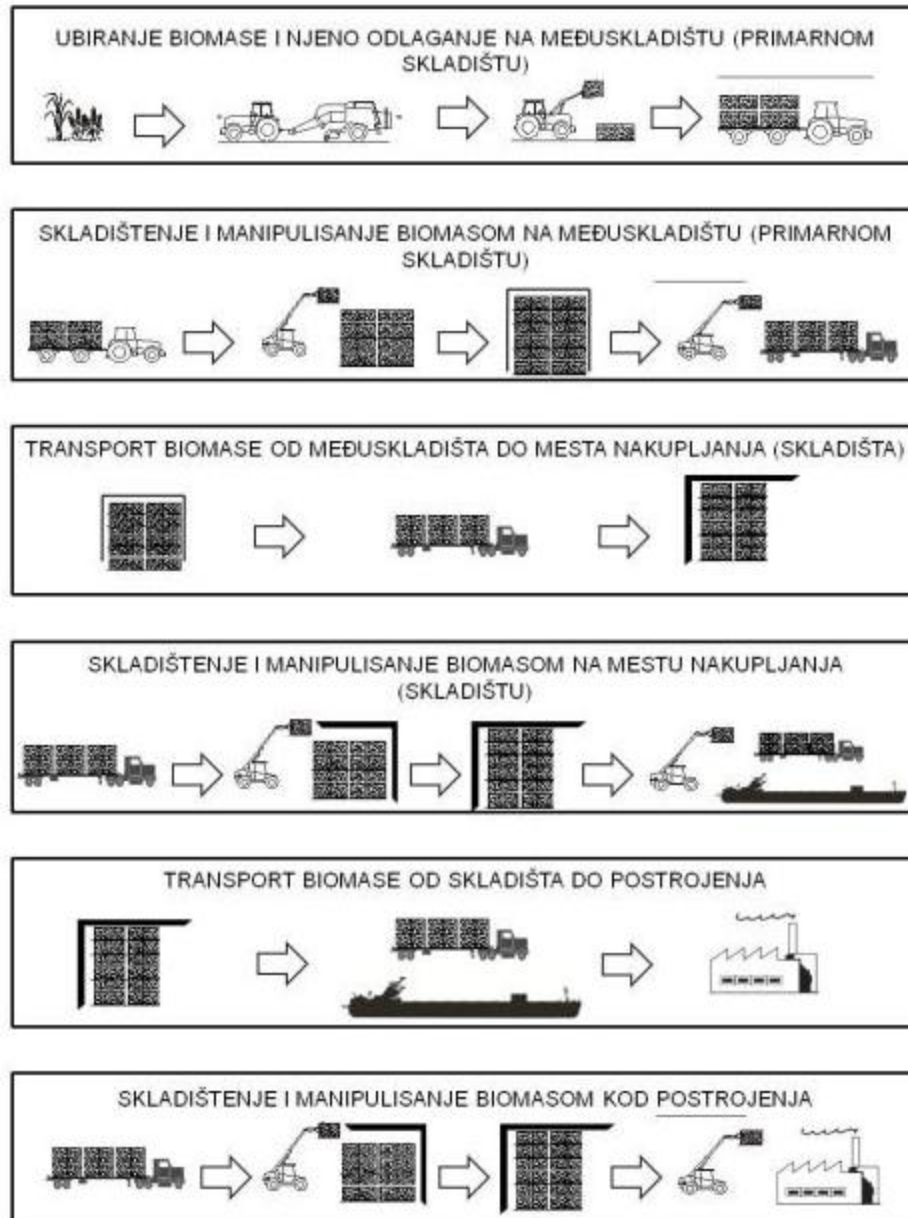
U nastavku su, na osnovu prikazanih iskustava u zemlji i inostranstvu, dati predlozi za moguće organizovanje skladištenja agrarne biomase u AP Vojvodini, uz uvažavanje navedenih principa troškova i uticaja na životnu sredinu.

7.1 Razmeštaj skladišta – *Location Allocation Problem*

Zadatak logistike jeste da omogući pravovremeno snabdevanje postrojenja potrebnom količinom biomase, uz minimalne logističke troškove i minimalan uticaj na životnu sredinu. Kada je reč o efikasnosti i ceni logističkih procesa u lancu snabdevanja biomasom, pored sadržaja vlage, najveću ulogu imaju gustina i forma biomase. S obzirom na navedene karakteristike biomase kao materijala i kao goriva, u ovom istraživanju je analizirano korišćenje poljoprivredne biomase u formi velikih valjkastih i četvrtastih bala. Uzimajući u obzir moguće varijante transporta i skladištenja, usvojen je lanac snabdevanja prikazan na sl. 27, za koji je definisan matematički model za određivanje optimalnog broja, kapaciteta i lokacije skladišta za biomasu.

Bale žetvenih ostataka se traktorom sa prednjim utovarivačem ili manipulatorom sa odgovarajućim priključcima utovaraju na prikolice, transportni voz, koje vuče drugi traktor. Prevoze se do međuskladišta na maloj udaljenosti od polja, obično do 5 km, pored tvrdog puta, kako bi bale mogle da se utovare i dalje prevoze kamionima do skladišta ili postrojenja. Bale biomase se na međuskladištu odlažu poštujući zakonsku regulativu o zaštiti od požara. Tako uskladištene bale prekrivaju se folijom, obično za višekratnu upotrebu, radi zaštite od padavina. Biomasa uskladištena na međuskladištu se, u skladu sa potrebama, prevozi ili direktno do postrojenja za njenu preradu ili do mesta nakupljanja (skladišta) gde se određeno vreme čuva a potom dalje prevozi do postrojenja postojećom mrežom javnih puteva. U svakom slučaju, u sklopu postrojenja postoje skladišta, najčešće natkrivena, koja omogućavaju stvaranje takozvanih sigurnosnih zaliha biomase potrebnih ukoliko iz bilo kojih razloga snabdevanje postrojenja bude onemogućeno.

Imajući na umu definisani lanac snabdevanja, raspoložive tipove i količine biomase, u nastavku su definisane mogućnosti za njen transport i skladištenje, a potom je modeliran lokacijsko alokacijski problem skladišta biomase, koji treba da utvrdi da li je sa aspekta transportnih troškova opravdano lociranje skladišta (mesta nakupljanja) biomase i ukoliko jeste da odredi broj, kapacitet i lokaciju tih skladišta na teritoriji Vojvodine.

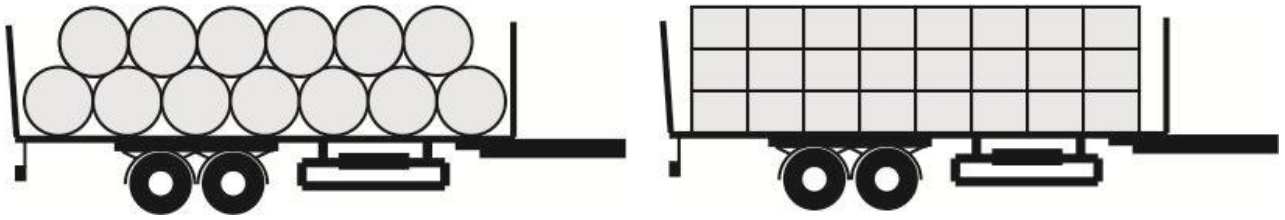


Sl. 27 Lanci snabdevanja baliranom agrarnom biomasom

Transport biomase sa logističkog stanovišta

Organizacija transporta biomase direktno je uslovljena transportnim troškovima a indirektno i uticajem tog transporta na životnu sredinu. Transportni troškovi su direktno uslovljeni transportnim rastojanjem, količinom robe i jediničnom cenom transporta. Uticaj transporta na životnu sredinu je u direktnoj vezi sa emisijom štetnih gasova koji su opet u direktnoj vezi sa transportnim rastojanjem i primenjenim vidom transporta. Iz tog razloga, optimalnim lociranjem skladišta i postrojenja za preradu biomase, kao i adekvatnim terminiranjem i rutiranjem snabdevanja postrojenja biomasom moguće je ostvariti značajne uštede i minimizirati štetan uticaj na životnu sredinu.

Transport biomase sa polja do primarnog skladišta (međuskladišta) uglavnom se obavlja uz pomoć traktora sa prikolicama. U slučaju rastojanja do 40 km, koriste se posebne prikolice sa dužom platformom, oko 11 m, sl. 28. Za veća rastojanja koriste se kamioni.


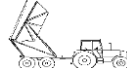





Sl. 28 Namenske traktorske prikolice za transport velikih bala biomase

Transport biomase od međuskladišta do skladišta ili postrojenja uglavnom se obavlja drumskim prevoznim sredstvima - kamionima sa prikolicama, tab. 17. Železnički transport bi mogao da omogući jeftiniji transport sa značajno manjim štetnim uticajem na životnu sredinu, ali usred trenutnog stanja železničke transportne mreže u Srbiji, kao i nedostatka vagona, lokomotiva i pretovarne mehanizacije, u ovom slučaju neće biti uzet u obzir. Sa druge strane, u slučaju AP Vojvodine i njene izuzetno razgranate mreže vodnih puteva, potrebno je razmotriti mogućnost korišćenja vodnog transporta za prevoz biomase.

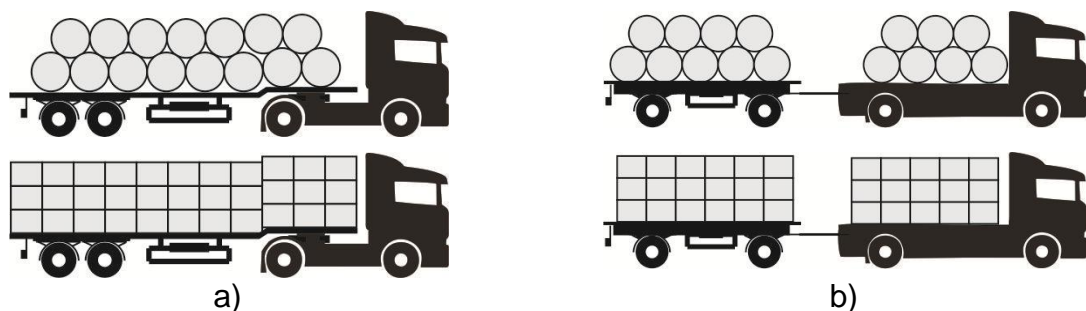
U slučaju drumskog transporta, zbog relativno male specifične gustine biomase, količina transportovane biomase po jednoj turi je limitirana zapreminskom nosivošću prikolice, dok je dozvoljena nosivost traktora, kamiona i prikolica samo delimično iskorišćena.

Tab. 17 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

Prema nacionalnom zakonodavstvu, širina vozila i prikolica je limitirana na 2,55 m, a visina na 4,0 m. Velike četvrtaste bale dimenzija 1,2x0,9x2,4 m i valjkaste bale $\phi 1,5 \times 1,2$ m mogu da se na kamionu transportuju u tri, odnosno dva reda-nivoa. Prevoz biomase moguć je prikolicama dužine 13,6 m i kamionima sa prikolicom dužine 6,2+8,2 m, sl. 29.



Sl. 29 Sredstva za drumski transport biomase a) kamionske poluprikolice, b) kamion sa prikolicom

Prevoz valjkastih bala

Gustina biomase u bali je 90 kg/m^3 , za suhu materiju.
Dimenzije bale $\phi 1,5 \times 1,2 \text{ m}$, zapremina $2,12 \text{ m}^3$.

Masa bala:

- Za slučaj suve materije masa je 190 kg.
- Za slučaj sadržaja vlage od 25 %, masa je 250 kg.

Prevoz:

- Traktorima sa poluprikolicom: ukupan broj bala 30, ukupna masa 7,5 t.
- Kamion sa prikolicom: ukupan broj bala 32, ukupna masa 8 t.
- Poljoprivrednim prikolicama: ukupan broj bala 26, ukupna masa 6,5 t.

Prevoz velikih četvrtastih bala

Gustina biomase u bali je 110 kg/m^3 , za suhu materiju.
Dimenzije bale $1,2 \times 0,9 \times 2,4 \text{ m}$, zapremina $2,59 \text{ m}^3$.

Masa bala:

- Za slučaj suve materije masa je 285 kg.
- Za slučaj sadržaja vlage od 25 %, masa je 380 kg.

Prevoz:

- Traktorima sa poluprikolicom: ukupan broj bala 33, ukupna masa 12,5 t.
- Kamion sa prikolicom: ukupan broj bala 33, ukupna masa 12,5 t.
- Poljoprivrednim prikolicama: ukupan broj bala 24, ukupna masa 9,1 t.

Glavni razlozi za razmatranje prevoza biomase unutrašnjim plovnim putevima su: značajno povoljnija cena ovog vida transporta u odnosu na ostale vidove, mogućnost transporta mnogo veće količine biomase u jednoj turi u odnosu na drumski transport, mnogo manji uticaj na životnu sredinu i mali značaj trajanja transporta za biomasu kao robu.

Za prevoz biomase na Dunavu moguće je koristiti već postojeću flotu koja se pretežno sastoji od barži i samohodnih plovila. Iako postoje različite vrste barži i brodova, u Srbiji su najzastupljenije barže *Europe II* i samohotke *Stein* klase, sl. 30. Njihove karakteristike nalaze se u tab. 18.



Sl. 30 Tipični plovni objekti u Srbiji a) barže, b) samohodna plovila

Ne postoje prepreke za transport biomase na unutrašnjim plovnim putevima u Vojvodini, s obzirom da količina biomase koja zapreminski može da se utovari u baržu ili samohotku ima mali gaz koji je garantovan na vodno transportnoj mreži u Vojvodini skoro cele godine (eventualna ograničenja mogu se javiti samo u periodima pojave leda – obično ne više od nekoliko sedmica godišnje).

Za utovar, istovar i manipulaciju biomasom na skladištu, mogu se koristiti različita sredstva u zavisnosti od raspoloživosti i cene.

Tab. 18 Karakteristike plovnih objekata na mreži unutrašnjih plovnih puteva u Vojvodini

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

Skladištenje biomase sa logističkog stanovišta

Bale se najčešće skladište formiranjem kamara na otvorenom. Mogu da se koriste i raspoloživi skladišni prostori, ali namenska gradnja nadstrešnica nije isplativa. U slučaju velikih bala najčešće se primenjuje prekrivanje jednogodišnjim (jeftinija varijanta) ili višegodišnjim folijama. Gustina uskladištenih bala prikazana je na sl. 10. Slična je za sve forme bala, sa time da se za velike valjkaste i četvrtaste bale, uskladištenje i izuzimanje iz skladišta, obavlja mehanizovano, dakle, lakše i jeftinije.

Mesto postavljanja kamara, njihova veličina i razmak, definisani su zakonom, radi zaštite od širenja požara, što je navedeno u poglavlju 3.4.

Skladište postrojenja sadrži količinu biomase potrebnu za najmanje sedmodnevni rad. Ovo skladište je, obično, pod nadstrešnicom.

Model lokacijsko alokacijskog problema skladišta biomase

Model lokacijskog problema skladišta razvijen je na osnovu prethodno definisanog modela lanca snabdevanja. Model je namenjen za primenu za definisano geografsko područje sa jasnim granicama i raspoloživim resursima. Model ima za cilj da na definisanom području odredi optimalan broj, kapacitet i lokacije skladišta za biomasu rukovodeći se minimizacijom ukupnih troškova lanca snabdevanja, kao osnovnim kriterijumom optimizacije. Testiranje modela sprovedeno je uz pomoć softvera *LP solve 5.0.0.0*.

Modeliran problem je posmatran kao jednokriterijumski, diskretan, statički, lokacijsko-alokacijski problem na mreži. Pritom, problem alociranja se nije bavio raspodelom prerađene biomase, nego raspodelom raspoloživih resursa biomase lociranim skladištima.

U formiranju modela, a u pogledu definisanja raspoloživih resursa žetvenih ostataka, uvedena su dva nova koeficijenta, koji doprinose realnosti procene:

Koeficijent dostupnosti žetvenih ostataka s obzirom na mogućnost ubiranja u formi velikih valjkastih i četvrtastih bala (a_i^k). Kao što je ranije navedeno, primena presovanja u formi velikih bala isplativa je samo na većim parcelama. Ovaj koeficijent u obzir uzima udeo parcela veličine iznad 5 ha, na posmatranoj teritoriji (videti sl. 3). Ukupne količine žetvenih ostataka množe se s ovim koeficijentom.

Procena raspoloživih količina biomase s obzirom na razne uticaje (b_i^k):

- Primena žetvenih ostataka za druge svrhe, prostirka i ostalo, obrađeno kod Martinova *i dr.* (2011).

- Smanjenje raspoloživih količina na osnovu primene konzervacijske obrade zemljišta, pri kojoj žetveni ostaci ostaju na parcelama.
- Smanjenje raspoloživih količina iz drugih razloga, na primer, problemi s ugovaranjem otkupa, nedostatak potrebne mehanizacije, loše vremenske prilike u vreme ubiranja, itd.

Vrednosti ovog koeficijenta definišu eksperti u oblasti i poznavaoi lokalnih prilika. Količine realno raspoloživih žetvenih ostataka dobijaju se množenjem navedenih koeficijenata sa površinom pod određenim resursima i prosečnim godišnjim prinosom tih resursa po jedinici površine.

Model razmatra postojanje skupa $i = 1, 2, 3 \dots I$ čvorova u kojima se nalaze resursi biomase – primarna skladišta (međuskladišta); skupa $j = 1, 2, 3 \dots J$ čvorova u kojima je moguće locirati mesta nakupljanja - skladišta, skupa $k = 1, 2, 3 \dots K$ čvorova u kojima su locirani potrošači i skupa $t = 1, 2, 3 \dots T$ raspoloživih vidova transporta između određenog seta čvorova.

Raspoloživa količina biomase u nekom čvoru i , definisana je kao:

$$Q_i = \sum_{t \in T} p_i \alpha a_i b_i$$

gde je:

p_i – površina obradivog zemljišta na lokaciji i u ha,

α – prosečan godišnji prinos biomase u t/ha,

a_i – koeficijent raspoloživosti biomase na lokaciji i u zavisnosti od stepena isplativosti primene savremene tehnologije ubiranja biomase,

b_i – koeficijent raspoloživosti biomase na lokaciji i u zavisnosti od stepena primene konzervacijske obrade zemljišta i ostalih uticaja.

U cilju određivanja optimalnog broja i lokacije skladišta, pretpostavljen je različit stepen potražnje biomase w_k u svakom čvoru k .

Ostali parametri modela su:

d_{ij} – transportno rastojanje od međuskladišta i do potencijalne lokacije skladišta j u km,

d_{jk} – transportno rastojanje od potencijalne lokacije skladišta j do lokacije potrošača k u km,

α_t – jedinični troškovi transporta biomase vidom transporta t u €/t km.

w_k – definisana potražnja za biomasom.

Varijable, definisane u modelu su:

$$Y_j = \begin{cases} 1, & \text{ukoliko je na lokaciji } j \text{ locirano skladište,} \\ 0, & \text{ukoliko nije} \end{cases}$$

X_{ijk}^t = proporcija snabdevanja potrošača lociranog u čvoru k sa međuskladišta lociranog u čvoru i preko skladišta lociranog u čvoru j , koristeći vid transporta t , $0 \leq X_{ijk}^t \leq 1$.

Definisani matematički model glasi:

$$\min C_t = \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \alpha_t (d_{ij}^t + d_{jk}^t) w_k X_{ijk}^t \quad (1)$$

uz ograničenja:

$$\sum_{j \in J} Y_j \leq m \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$X_{ijk}^t \leq Y_j \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall k \in K, \forall t \in T \quad (3)$$

$$\sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{ijk}^t = 1 \quad \forall k \in K \quad (4)$$

$$Y_j \in \{0, 1\} \quad \forall j \in J \quad (5)$$

Kriterijumska funkcija (1), uz pomoć definisanih varijabli, određuje optimalne lokacije i kapacitetskladišta za biomasu za unapred definisane resurse, težeći pritom da minimizira ukupne troškove posmatranog lanca snabdevanja.

Ograničenje (2) definiše broj skladišta koje treba locirati. Ograničenje (3) je logičko ograničenje koje dozvoljava transport raspoložive biomase samo do lociranih skladišta. Ograničenje (4) osigurava potpunu pokrivenost definisane potražnje za biomasom. Ograničenje (5) osigurava binarnost odluke koje model treba da donese.

U modelu je pretpostavljeno da posmatrani lanac snabdevanja počinje i završava se u čvorovima postojeće saobraćajne mreže. Podrazumeva se da su svi čvorovi sa resursima i povezani sa svim čvorovima j , koji predstavljaju potencijalne lokacije skladišta, kao i sa svim lokacijama potrošača k .

Modelom se omogućava distribucija biomase sa svih međuskladišta direktno do skladišta kod postrojenja ($j=k$) ili preko mesta nakupljanja - skladišta do postrojenja ($j \neq k$) ka svim potencijalnim lokacijama skladišta.

Opisani model, za definisani broj skladišta, u brojnim iteracijama, varira potencijalne lokacije i za svaku potencijalnu lokaciju varira primenu raspoloživih vidova transporta, kao i potreban region raspoloživih resursa, računajući pritom ukupne transportne troškove posmatranog lanca snabdevanja za svaku od mogućih varijanti. Optimalnim rešenjem se na kraju smatra ona kombinacija varijabli koja dovodi do minimalnih ukupnih transportnih troškova. Testiranje modela sprovedeno je za područje AP Vojvodine. U skladu sa definisanim matematičkim modelom, za primer AP Vojvodine, obavljeno je mapiranje resursa, definisani su različiti obimi potražnje na različitim lokacijama, kao i moguće lokacije skladišta. Mapiranje je podrazumevalo definisanje ukupne raspoložive biomase u tonama po godini za svaku od 45 opština u Vojvodini (videti sl. 4). Raspoloživa količina biomase je računata kao proizvod površine zasejane određenom biljnom vrstom, prosečnog godišnjeg prinosa te biljne vrste i dva gorepomenuta koeficijenta raspoloživosti svake biljne vrste posebno za svaku opštinu. Vrednosti koeficijenta dostupnosti po opštinama korišćeni u ovom istraživanju predstavljaju ekspertsku procenu obavljenu nakon konsultacije sa lokalnim samoupravama. Definisani su različiti obimi potražnje za svaku od opština a potom varirani u rasponu od 0 - 250.000 t biomase. Takođe, svaka od opština je razmatrana i kao potencijalna lokacija mesta nakupljanja - skladišta biomase.

Jedinični transportni troškovi (€/t km) za drumski i vodni transport definisani su na osnovu aktuelnih cena na tržištu transportnih usluga u Vojvodini.

Transportna rastojanja između svakog para čvorova su definisana na osnovu realnih rastojanja na postojećoj saobraćajnoj mreži.

Pored toga, model je testiran za dve krajnje vrednosti koeficijenta raspoloživih količina biomase (b_i^k). Za slučaj, kada se usled brojnih navedenih razloga planirana količina biomase može računati kao 50 % od raspoložive, $b_i^k = 0,5$. Drugi krajnji slučaj bio

bi da može da se iskoriste celokupni potencijali, koji su na raspolaganju, uz primenu savremenih sistema ubiranja. Za njega bi vrednost koeficijenta raspoloživosti b_i^k bila 1.

Rezultati testiranja

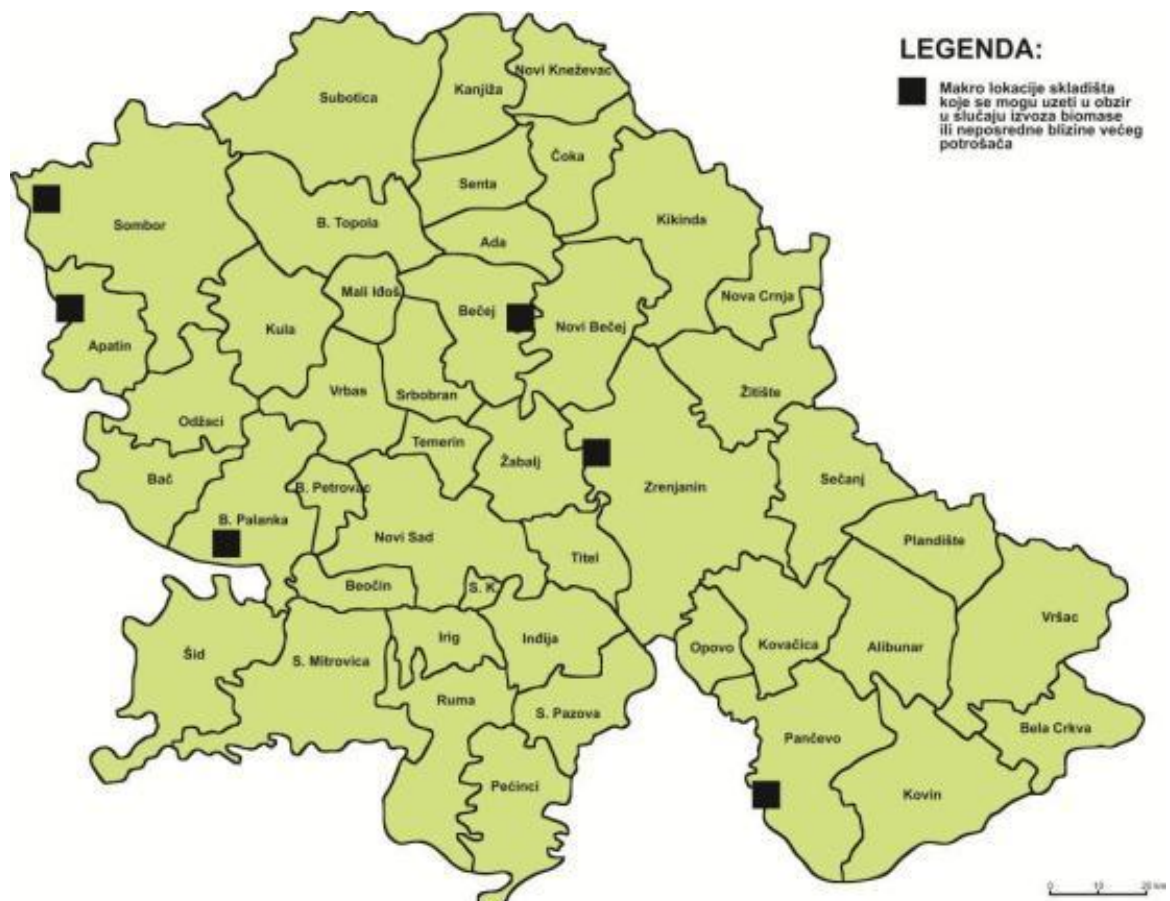
Rezultati testiranja, dobijeni posle više desetina kalkulacija uz variranje veličine potražnje na svakoj od posmatranih opština i za različiti broj skladišta koja se žele locirati (od 1 do 45) pokazali su da prostorna gustina biomase ima dominantan uticaj na izbor kapaciteta i lokacije skladišta.

Količnik ukupnih transportnih troškova i količine transportovane biomase ukazuju na to da logistički troškovi imaju veliki udeo u troškovima snabdevanja biomasom i za definisane uslove, taj udeo se kreće između 25 i 30 %.

Prosečni transportni troškovi rastu sa smanjenjem broja skladišta što je direktna posledica povećanja transportnog rastojanja po jedinici količine biomase. U slučaju lociranja manje od šest skladišta, porast ovih troškova ima eksponencijalni karakter.

Takođe, prosečni transportni troškovi biomase rastu sa porastom kapaciteta skladišta; što je opet direktna posledica povećanja transportnog rastojanja po jedinici količine biomase.

U slučaju Vojvodine, za lociranje između šest i deset skladišta, prosečni transportni troškovi se kreću između 5 i 12 €/t biomase. Rezultati ukazuju na mogućnost ušteda u prosečnim transportnim troškovima primenom vodnog transporta od oko 2 €/t, naravno na relacijama u kojima je vodni transport moguć.



Sl. 31 Potencijalne makro lokacije skladišta agrarne biomase u AP Vojvodini

Potrebno je da se naglasi da na donošenje odluke o lokaciji skladišta, osim transportnih troškova, utiču i brojni drugi faktori.

Komentari

Na osnovu *Location Allocation Problem* analize pokazano je da formiranje javnih, ili drugih skladišta agrarne biomase dovodi do povećanja transportnih rastojanja, pa time i troškovak, te nije opravdano. Za korisnike velikih količina biomase trebalo bi da se primenom ove analize, bazirane na poznavanju raspodele resursa, izaberu dobavljači, da se koriste međuskladišta, te sa njih, terminirano, biomasa doprema do krajnjeg korisnika. U posebnim slučajevima, kada se oceni da je potrebno da se formiranju skladišta agrarne biomase, na primer, sa ciljem ostvarenja izvoza-uvoza, obavezno treba da se pri izvoru lokacija u obzir uzme mogućnost vodnog transporta. Sa aspekta prostorne distribucije trenutno raspoložive biomase i transportnih troškova, takva skladišta bi mogla da budu na teritoriji sledećih opština: Sombor, Apatin, Bačka Palanka, Zrenjanin, Pančevo i Bečej.

7.2 Predlozi za postupke skladištenja

Teoretske i stručne podloge koje sadrže ocenu logistike, troškova i uticaja na životnu sredinu pokazuju da formiranje javnih skladišta ne bi bilo rešenje koje je prihvatljivo i ne bi doprinelo mobilizaciji i široj energetske primeni agrarne biomase. To se odnosi i na skladišta velikih količina agrarne biomase koja nisu javna, već privatna ili građena primenom javno-privatnog partnerstva. Predlozi rešenja dati su, po kategorijama, u nastavku.

Korisnici malih količina

Za korisnike malih količina agrarne biomase centralizovano skladište velikog kapaciteta nema značaja. Promet biomasom obavlja se, uglavnom, unutar naselja, a eventualno i susednih, na malom rastojanju. Cena zavisi od ponude i potražnje, a ponuda, pre svega, od raspoložive količine žetvenih ostataka.

Većina porodičnih gazdinstava raspolaže manjim površinama, te i manjim količinama potencijalno raspoložive biomase. Izuzetak su poljoprivrednici-preduzimači, koji obavljaju ubiranje biomase uslužno. Oni, u zavisnosti od količine, mogu da budu snabdevači korisnika velikih količina, a ubranu biomasu skladište na primarnom skladištu u okviru naselja.

Treba navesti da se u okviru porodičnih gazdinstva nalaze najveće količine osušenog oklaska, koji, prema tab. 2, predstavlja značajan potencijal agrarne biomase u Vojvodini. Zbog male gustine ova biomasa nije transportibilna, pa bi jedan od zadataka, u budućnosti, bio da se iznađe mogućnost da se poveća gustina ili koriste transportna sredstva velike zapremine, kako bi se i ovaj potencijal mobilizirao.

Iako to nije vezano za skladištenje, treba navesti da se u ovoj kategoriji biomasa koristi, gotovo isključivo, za grejanje stambenog i radnog prostora, a generatori toplote su nekvalitetni, sa niskim stepenom korisnosti i visokom emisijom zagađujućih materija. Rešavanje tog problema je važan zadatak u budućnosti.

Korisnici velikih količina

Najveći broj korisnika velikih količina mogao bi da se svrsta u grupu koja je, u ovoj Studiji, nazvana logistički centri, a tipična su, za sada, postrojenja za peletiranje i briketiranje. Ovi centri se snabdevaju direktno od vlasnika biomase, sa kojima ugovaraju količine i vreme isporuke. U nekim slučajevima, biomasu otkupljuju i celokupnu masu skladište na svojim površinama.

U budućnosti se očekuje primena agrarne biomase za generisanje biogasa. Potrebne količine su tada u dijapazonu 1.000 do 5.000 tona biomase ravnotežnog sadržaja vlage (oko 15 %) godišnje. Pretpostavlja se da će korisnici tih količina dogovarati i skladištiti agrarnu biomasu na isti način kao i logistički centri.

Korisnici najvećih količina agrarne biomase, kogenerativna postrojenja, električne centrale i fabrike biogoriva, koji bi koristili preko 40.000 tona biomase ravnotežnog sadržaja vlage (oko 15 %) godišnje, bi posedovali vlastitu logističku službu. Druga mogućnost je da tu delatnost prepuste drugom preduzeću. U oba slučaja bi se biomasa dovozila sa primarnog skladišta vlasnika, do skladišta postrojenja, prema unapred dogovorenoj dinamici.

Predlog za skladište Apatin-Prigrevica

Kao što je u poglavlju 6.1 navedeno ovo skladište, sa tehničkog stanovišta, ne zadovoljava zacrtanu namenu, pre svega raspoloživi prostor i mere zaštite od požara. Ono bi moglo da se transformiše u logistički centar nekog tipa, pri čemu bi osnovna namera trebalo da bude povećanje vrednosti (*added value*) biomase. Pored toga, predlaže se promena imovinsko organizacione strukture, a ocenjuje se da bi povoljno rešenje bilo da se primeni model javno-privatnog partnerstva.

Jedan od primera bilo bi formiranje postrojenja za peletiranje ili briketiranje. Takvih postrojenja ima u AP Vojvodini više, videti primer u poglavlju 5.2, ali ne i onih koja kao sirovinu koriste kukuruzovinu ili oklasak. U tom slučaju bi jedna od nadstrešnica mogla da se zatvori i u nju smesti oprema za kondicioniranje, pripremu i presovanje. Dve nadstrešnice mogle bi da se koriste za skladištenje otpresaka (gotovih proizvoda, peleta ili briketa), a otvoreni prostor bi poslužio kao skladište pogona. Dakle, za količinu sirovina za do mesec dana rada, uz ostvarenje mera zaštite od požara. Za skladištenje preostale biomase bilo bi potrebno oko dva hektara površina, ili bi se ta količina dogovarala sa isporučiocima, koji bi je, do trenutka isporuke, skladištili na vlastitim površinama. Za ovakvo rešenje potrebno je da se razradi odgovarajuća tehnologija i obezbedi oprema.

Druga mogućnost je da to skladište koristi za biomasu koja bi se koristila za daljinsko grejanje, ukoliko je ono u Apatinu izvodljivo. Takođe, skladište bi moglo da bude namenjeno za biomasu koja se, u raznim formama, izvozi ili uvozi. Jedno od rešenja je i promena namene skladišta za druge robe.

8. ZAKLJUČCI

Zamisao formiranja javnih skladišta za agrarnu biomasu bila je motivisana namerom da se mobilise što više raspoloživog potencijala. To je pozitivna intencija, ali pre toga nisu proverene, na odgovarajući stručni način, potrebe i mogućnosti. Prema Nacionalnom akcionom planu za obnovljive izvore energije (Anonim, 2013), već 2009. godine se za sektor grejanja/hlađenja koristi oko 1.054 ktoe biomase, a plan je da se do 2020. poveća na 1.152 ktoe, odnosno za 98 ktoe. Zacrtno je da će, na bazi biomase, do 2020. biti ostvaren kapacitet od 100 MW za generisanje električne energije, dok je za sektor transporta predviđena samo proizvodnja etanola i biodizela, biogoriva prve generacije. Dakle, trebalo bi da se razmotre elementi i izvodljivost akcionog plana, te u okviru njih traži rešenje za veće korišćenje potencijala agrarne biomase, pa eventualno i skladištenje.

Pored toga, pri razmatranju programa javnih skladišta nije razmatrano ko je ciljna grupa, sa stanovišta vlasnika i korisnika agrarne biomase. Kao što je Studijom pokazano, značajna je razlika u pristupu za korisnike malih količina, do nekoliko desetina tona godišnje, i velikih čije su godišnje potrebe i preko 100.000 tona. Konstatovano je da se korisnici malih količina uglavnom oslanjaju na sopstvene resurse i one u neposrednoj blizini, u svom ili susednim naseljima. Korisnici velikih količina obavezno razrađuju plan snabdevanja, logistiku, te formiraju sopstvenu ili ugovaraju uslužnu logističku službu. U oba slučaja javna skladišta ne bi bila poželjno rešenje.

Sa ciljem da se dođe do stvarnih podataka uvedeni su, za potencijale biomase, pojmovi održivi i energetski potencijal. Pri tome je naglašena važnost očuvanja plodnosti zemljišta, što je najvažniji uticaj pri definisanju održivog potencijala. Na osnovu analize podataka, kao i vlastitih ispitivanja i stavova, procenjeno je da je energetski potencijal agrarne biomase najznačajnijih ratarski biljnih vrsta u AP Vojvodini oko 550 ktoe, pri čemu je najveći za kukuruzovinu. I ovde se razlikuje proizvodnja na malim i srednjim/velikim farmama, jer se razlikuje postupak ubiranja i sušenja. Tako, na primer, pri primeni branja kukuruza u klip i prirodnom sušenju, nakon krunjenja je raspoloživ oklasak potencijala oko 100 ktoe, a on se već sada gotovo u celosti koristi kao energent. Posebno je data procena potencijala za proizvodnju biogoriva druge generacije, lignoceluloznog bioetanola –LCB, te ocenjeno da je najveći potencijal kukuruzovine.

Dat je pregled karakteristika agrarne biomase kao energenta i navedeno da se teži klasifikaciji i standardizaciji. Najznačajnije karakteristike su sadržaj vlage i pepela, odnosno, posebno kod kukuruzovine, zaprljanja zemljom. Takođe su navedeni standardi iz ove oblasti, koje je Institut za standardizaciju Srbije već usvojio kao SRPS, i oni čije je usvajanje u planu, na bazi ISO i CEN standarda.

Primena agrarne biomase je u AP Vojvodini vrlo raširena. Po broju i kapacitetu najviše je korisnika malih količina, pre svega za grejanje domaćinstava. Osnovni nedostatak takve primene je korišćenje zastarelih generatora toplote, niskog stepena korisnosti i visokih emisija zagađujućih materija. Dobar primer za korisnike velikih količina je upotreba oklasaka za sušenje klipa na pogonima za proizvodnju semenskog kukuruza. Za sada u Srbiji i AP Vojvodini postoji samo jedno postrojenje koje za centralno grejanje koristi biomasu. Značajan je i razvoj proizvodnje agro peleta i briketa. Navedeni su i loši primeri korisnika velikih količina, koji nisu uspešno finalizirani, što je negativna podloga za buduće poduhvate u ovoj oblasti.

Utvrđeno je da u svetu i zemlji nema primera primene javnih skladišta biomase. Navedeni su primeri snabdevanja biomasom korisnika velikih količina, u inostranstvu i

zemlji. U svim slučajevima korisnici organizuju vlastitu logističku službu. Dobar primer iz inostranstva je projekat koji za cilj ima formiranje logističko-proizvodnih centara u okviru prerađivačke industrije, dok je u Srbiji dobar primer organizovanja logističke službe kompanije *Victoria Group*.

Detaljna analiza pokazala je da sa stanovišta uticaja na životnu sredinu uspostavljanje javnih skladišta nije povoljno. Direktivama Evropske unije propisana je potreba uštede emisija gasova sa efektom staklene bašte –GHG, za sada samo za biogoriva i biotečnosti. Da bi se neko biogorivo prihvatilo kao doprinos postavljenim ciljevima ušteda emisija GHG, odnosno CO_{2ekv}, trebalo bi da bude najmanje 60 % po energetske jedinici, u poređenju sa fosilnim komparatorom. Svako povećanje transportnog puta i manipulacije (utovar, istovar, kamarisanje), povećava emisiju GHG, te je nepoželjno. Takođe, emisija GHG treba da se dokumentuje po fazama, a ukoliko u javnom skladištu dođe do mešanja biomase, to nije izvodljivo, te uštede ne mogu da se dokažu.

Analiza započetog skladišta u Apatinu-Prigrevici, sprovedena na bazi idejnog projekta i druge dokumentacije pokazala je više nedostataka, a najznačajniji su:

1. Na osnovu Idejnim projektom predviđenih skladištenih površina, a posebno zapremina, kapacitet je znatno niži od zacrtanih 100.000 tona godišnje. On bi bio najviše 10.000 tona.
2. Projektom nije predviđena zaštita od groma i požara, a to je od velikog značaja. Od posebnog značaja bi bilo ostavljanje razmaka među kamarama, za prolaz vatrogasnih vozila i sprečavanje širenja požara.
3. Predviđeni broj zaposlenih, 50, višestruko premašuje potrebe.
4. Projektom nije predviđena provera osnovnih karakteristika biomase.

Ideja je bila da usluga skladištenja prvih pet godina za korisnike bude besplatna. Ekonomska analiza je pokazala da bi, sa smanjenim brojem radnika, tada to Opštinu koštalo oko 12,7 € po toni skladištene mase. Ukoliko bi nakon pet godina skladište postalo ekonomski nezavisna jedinica, moralo bi da se naplaćuje najmanje 14 € po toni biomase. Razmotrena je i mogućnost da skladište za 10.000 tona godišnje radi kao privatno, ili kao javno-privatno partnerstvo, a da konfiguracija bude u skladu sa tehničkim zahtevima. Tada bi troškovi skladištenja bili 10 € po toni. Dakle, cena biomase bila bi povećana i verovatno neprihvatljiva za kupce. U Studiji su navedeni i predlozi za promenu organizacije poslovanja, pa i namene skladišta.

U okviru Studije sprovedena je i logistička analiza snabdevanja biomasom. Korišćenjem *Location Allocation Problem*, i metode razvijene za biomasu, takođe se došlo do zaključka da javna skladišta ne bi doprinela snabdevanju biomasom. Na osnovu mape resursa utvrđene su lokacije u AP Vojvodini koje bi bile najpovoljnije za korišćenje velikih količina biomase. Predloženo je da se za transport većih količina na veća rastojanja koristi vodni transport.

Predlozi za obezbeđenje, skladištenje agrarne biomase

Za potrebe malih korisnika, kupoprodaja biomase obavljala bi se na teritoriji samih naselja, ili najbližoj okolini, kao što je to i sada. Jedno od poboljšanja bilo bi da poljoprivrednici koji uslužno obavljaju sakupljanje, pa i kompletno ubiranje agrarne biomase, za umerenu naknadu povezuju vlasnike i kupce, ili čak da formiraju svoj skladišni prostor sa kojeg bi obavljali komisionu prodaju.

Korisnici velikih količina trebalo bi da sačine elaborat za snabdevanje agrarnom biomasom te sami, ili da to prepuste drugoj organizaciji, formiraju logistički lanac. Za

količine biomase preko 10.000 tona godišnje, najbolje bi bilo da se dogovori da se biomasa čuva na primarnim skladištima vlasnika, te da se postepeno dovozi do skladišta pogona. Na skladištu pogona trebalo bi da se nalaze zalihe za oko deset dana, za slučaj otežanog transporta (na primer, zavejani putevi). I u Srbiji bi mogli da se formiraju logistički centri, na kojima bi se agrarna biomasa prerađivala u proizvode više vrednosti.

Mogućnosti i posticajne mere za bolje i veće korišćenje agrarne biomase

Mere za unaređenje kvaliteta i kvantiteta korišćenja agrarne biomase, zasnovane na uočenim problemima, bile bi:

1. Unapređenje kvaliteta generatora toplote malih nazivnih termičkih snaga, na primer, 10 do 50 kW. Trebalo bi da postoji obaveza proizvođača da sprovede proveru, testiranje, sertifikaciju, kao preduslov puštanja u prodaju. Korišćenje bi bilo dozvoljeno samo za takve generatore toplote. Eventualno bi mogli da se uvedu bonusi za one proizvode koji pokažu najbolje rezultate, bolje od definisanih vrednosti. To bi doprinelo očuvanju životne sredine, ali i zbog povećanja stepena korisnosti, smanjenju utroška goriva. Dugoročno bi mogla da se uvede mera obaveznog sezonskog podešavanja i provere karakteristika.
2. Treba da se razmotre realne mogućnosti gradnje postrojenja velikog kapaciteta, za generisanje električne energije i proizvodnju biogoriva. U tom slučaju treba da se obezbedi i sigurnost snabdevanja. Pošto se takve primene stimulišu subvencijama, deo njih mogao bi da se usmeri ka otkupu biomase (viša cena), što bi sigurno podstaklo prikupljanje i prodaju, uz doprinos sigurnosti snabdevanja. Ovakva mera mogla bi da se primeni i za postrojenja za centralno grejanje.
3. Jedna od mogućnosti je korišćenje agrarne biomase kao kosupstrata za proizvodnju biogasa. Alternativa primeni kogenerativnog postrojenja je proizvodnja biometana, dakle biogoriva druge generacije.
4. Značajna mera bilo bi i podsticanje nabavke kvalitetne mehanizacije za ubiranje biomase. Na jednoj vrsti podsticaja već radi Garancijski fond AP Vojvodine.
5. U pogledu skladištenja trebalo bi da se, iako postoje osnovni pokazatelji, istraže mogući postupci, uključujući i ekonomsku analizu. To se odnosi i na celokupne lance snabdevanja.

Napomena

Uvek ostaje otvoreno pitanje očuvanja plodnosti zemljišta. Poželjno bi bilo da se ono rasvetli, ta daju bar podloge za sprovođenje održivog upravljanja ubiranjem žetvenih ostataka, ali na realnim, naučno i stručno zasnovanim podlogama.

LITERATURA

1. Bojic, Sanja, Djatkov, Dj., Brčanov, D., Georgijević, M., Martinov, M. 2013. Location allocation of solid biomass power plants: Case study of Vojvodina. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 26: 769-775.
2. Bojic, Sanja. 2013. Location Problems in Supply Chains and their influence on the logistic costs. PhD thesis. Faculty of Technical Sciences, Novi Sad.
3. Denvir, B., Bauen, A., Panoutsou, Calliope, Stojadinovic, D. 2015. Sustainability Criteria for Biofuels: Report for Serbia. E4tech Ltd, London.
4. Hickman, J.S., Schoenberger, D.L., 1989. Estimating corn residue, Cooperative Extension Service. Manhattan, Kansas, USA.
5. Ilić, M. (ed.). 2003. Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu pripremu i energetsko iskorišćenje u Srbiji. Institut Vinča, Beograd.
6. Kaltschmitt, M., Hartmann, H. (Eds.). 2001. Energie aus Biomasse, Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
7. Kitani, O., Hall, C.W. 1989. Physical properties of biomass. In *Biomass Handbook*, pp. 880-882. Gordon and Breach, New York.
8. Martinov, M., Đatkov, Đ. (eds.). 2008. Mogućnosti kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije iz biomase u AP Vojvodini. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
9. Martinov, M. (ed.). 2015. Plant for lignocellulosic bioethanol production in Serbia – Case Study. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
10. Martinov, M., Brkić, M., Janjić, T., Đatkov, Đ., Golub, M. 2011. Biomasa u Vojvodini – RES 2020. *Savremena poljoprivredna tehnika* 37(2): 119-134.
11. Martinov, M., Djatkov, Dj. (eds.). 2011. Program za ocenu ekonomskih pokazatelja za energetsku primenu biomase. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
12. Martinov, M., Djatkov, Dj. (eds.). 2015. Scientific report for the incorporation of dry agro-biomass straw residues and poultry manure as an alternative biogas substrate. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn.
13. Martinov, M., Kovacs, K., Đatkov, Đ. (eds.). 2012. Biometan. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
14. Martinov, M., Tesic, M. 2008. Cereal/soybean straw and other crop residues utilization as in Serbia—status and prospects. In Scarlat, N, Dallemand J.F, Martinov, M. ed.: "Cereals straw and agricultural residues for bioenergy in European Union New Member States and Candidate Countries", European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Novi Sad, Serbia, 2-3 October 2007, Book of Proceedings, 45-56.
15. Martinov, M., Tesic, M., Brkic, M. 2006. Efficiency and Emission of Solid Biomass Combustion Facilities in Serbia - Status and Needed Measures for Improvement. *Thermal Science* 10(4): 189-194.
16. Martinov, M., Veselinov, V., Bojic, S., Djatkov, Dj. 2011. Investigation of maize cobs crushing – preparation for use as a fuel. *Thermal Science* 15(1): 235-243.
17. Anonim. 2015. Directive 2015/1513 of the European parliament and of the council of 9 September 2015 amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources.

18. Anonim. 2014. SRPS CEN/TS 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. Institut za standardizaciju Republike Srbije, Beograd.
19. Anonim. 2013a. National renewable energy action plan of the Republic of Serbia (In accordance with the template foreseen in the Directive 2008/29/EC- Decision 2009/548/EC). NL Agency Utrecht, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine Republike Srbije, Beograd.
20. Anonim. 2013b. Uredba o merama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije. Sl. glasnik RS, br. 08/2013.
21. Anonim. 2011. Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima. Službeni glasnik Republike Srbije, br. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 - odluka US, 55/2014 i 96/2015 - dr. zakon.
22. Anonim. 2009a. 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.
23. Anonim. 2009b. Directive 2009/30/EC of the European parliament and of the council of 23 April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC.
24. Anonim. 2009c. Prevention of air pollution from ships - second IMO GHG study. International Maritime Organization (IMO), London.
25. Anonim. 2009d. Zakon o zaštiti od požara. Službeni glasnik Republike Srbije, br. 111/2009.
26. Anonim. 2007. Memorandum of Understanding on the Regional Energy Market in South East Europe and its Integration into the European Community Internal Energy Market, www.stabilitypact.org/energy.
27. Anonim. 2005. Standard ASAE EP291.3: Terminology and definitions for soil tillage and soil-tool relationships, American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE), St. Joseph, Michigan, USA.