

УНИВЕРЗИТЕТ ПРИВРЕДНА АКАДЕМИЈА

У НОВОМ САДУ

Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду



ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

**Ниво искоришћености чврсте биомасе из биљне производње
за енергетске потребе у АП Војводини**

Ментор

Проф. др Александар Н. Ашоња

Докторанд

Мр Сениша Шкрбић

Нови Сад, 2020.

UNIVERSITY BUSINESS ACADEMY IN NOVI SAD

Faculty of Economics and Engineering Management in Novi Sad

DOCTORAL DISSERTATION

**The Usability Level of Solid Biomass Obtained from Plant Production
for Energy Purposes in AP Vojvodina**

Mentor

Ph.D. Aleksandar N. Ašonja

Doctoral student

M.Sc. Siniša Škrbić

Novi Sad, 2020.

УНИВЕРЗИТЕТ ПРИВРЕДНА АКАДЕМИЈА У НОВОМ САДУ
Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду

КЉУЧНИ ПОДАЦИ О ЗАВРШНОМ РАДУ

| | |
|--|--|
| Врста рада: | Докторска дисертација |
| Име и презиме аутора: | Мр Синиша Шкрбић |
| Ментор (титула, име, презиме, звање, институција): | Проф. др Александар Н. Ашоња – ванредни професор Универзитет Привредна академија у Новом Саду Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду |
| Наслов рада: | „Ниво искоришћености чврсте биомасе из биљне производње за енергетске потребе у АП Војводини” |
| Језик публикације (писмо): | Српски језик (ћирилица) |
| Физички опис рада: | Страница - 174 Поглавља - 8 Референци - 187 Табела - 68 Слика - 29 Једначина - 10 Прилога - 6 |
| Научна/уметничка област: | Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент Агрономија, технологија и инжењерски менаџмент |
| Предметна одредница, кључне речи: | Пољопривредна биомаса, жетвени остаци, биљна производња, потенцијали биомасе, одрживост, обновљиви извори енергије |
| Извод (апстракт или резиме) на језику завршног рада: | Циљ истраживања био је да се квантификује ниво искоришћености чврсте биомасе из биљне производње у АП Војводини за енергетске потребе (директним сагоревањем), односно да се идентификују кључни фактори који би допринели оптималном управљању овим ресурсом. Крајњи циљ истраживања је да креатори друштвених политика у области пољопривреде, привреде и енергетике добију јасан еталон за дефинисање мера, које ће за резултат имати оптималну употребу биомасе за енергетске потребе. Концепција истраживачког рада састојала се од два истраживања. У првом делу истраживања рачунала се искоришћеност биомасе за |

| | |
|---|--|
| | <p>енергетске и друге потребе, а у другом делу су истраживани разлози који најбоље описују све недостатке тренутне искоришћености биомасе за енергетске потребе. За истраживање потенцијала биомасе коришћена је методологија о потенцијалу биомасе, док је за потребе идентификације фактора који указују на тренутну искоришћеност биомасе коришћена метода факторске анализе.</p> <p>Подаци везани за ниво искоришћености чврсте биомасе из биљне производње прикупљени су са 75 пољопривредних газдинстава са територије АП Војводине, који су били подељени у три групе према величини обрадивих површина. Укупне анализирани површине за прорачун укупне расположиве биомасе у истраживању износиле су 51.382 ha.</p> <p>У укупној количини искоришћености биомасе за различите намене 3,15% је било искоришћено за енергетске потребе, 91,46% за простирање и заоравање, 2,75% за исхрану стоке и 2,64% је спаљено на њиви.</p> <p>Резултати истраживања указују на постојање огромног потенцијала чврсте пољопривредне биомасе која би се могла искористити за енергетске потребе. За енергетске потребе тренутно се користи свега 3,15% теоријског потенцијала биомасе, односно 9,95% њеног техничког потенцијала.</p> <p>Најзначајнији научни допринос истраживања представљеног у дисертацији огледа се у оригиналном приступу решавању проблема истраживања, заснованог на моделу вишеструке линеарне регресије. Спроведено истраживање на својствен начин како математички, тако и научно, резултовало је решењем које указује који су кључни разлози недовољне искоришћености чврсте биомасе за енергетске потребе.</p> <p>Као кључни разлози ниске искоришћености чврсте биомасе из биљне производње за енергетске потребе у АП Војводини истичу се непостојање економске оправданости употребе биомасе, високи трошкови инвестиција у пољопривредне машине, опрему и енергетска постројења, проблем континуираног пласмана енергије током читаве године и утицај и активности одређених интересних група које не фаворизују овај извор енергије.</p> |
| <p>Датум одбране: (Попуњава накнадно одговарајућа служба)</p> | |

| | |
|---|--|
| <p>Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)</p> | <p>Председник: проф. др Радивој В. Продановић - ванредни професор Универзитет Привредна академија у Новом Саду, Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду, Ужа научна област: Агрономија, технологија и инжењерски менаџмент;</p> <p>Члан: проф. др Живослав Ж. Адамовић - професор емеритус Универзитет „Унион - Никола Тесла” у Београду, Факултет примењених наука у Нишу, Ужа научна област: Машинско инжењерство;</p> <p>Члан: доц. др Јасмина С. Пекез - доцент Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин” у Зрењанину, Ужа научна област: Индустријско инжењерство, Машинство;</p> <p>Члан: проф. др Саша М. Игић - ванредни професор Универзитет Привредна академија у Новом Саду, Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду, Ужа научна област: Агрономија, технологија и инжењерски менаџмент;</p> <p>Ментор: проф. др Александар Н. Ашоња - ванредни професор Универзитет Привредна академија у Новом Саду, Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду, Ужа научна област: Агрономија, технологија и инжењерски менаџмент.</p> |
| <p>Напомена:</p> | <p>Аутор докторске дисертације потписао је следеће Изјаве:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изјава о ауторству, 2. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада, 3. Изјава о коришћењу. <p>Ове Изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику.</p> |
| <p>UDK</p> | <p>620.95:662.63(497.113)</p> |

UNIVERSITY BUSINESS ACADEMY IN NOVI SAD

Faculty of Economics and Engineering Management in Novi Sad

KEY WORD DOCUMENTATION

| | |
|---|--|
| Document type: | Doctoral dissertation |
| Author: | Mr. Siniša Škrbić |
| Menthor (title, first name, last name, position, institution) | Aleksandar N. Ašonja, Ph.D., Associate Professor Faculty of Economics and Engineering Management in Novi Sad University Business Academy in Novi Sad |
| Title: | The Usability Level of Solid Biomass Obtained from Plant Production for Energy Purposes in AP Vojvodina |
| Language of text (script): | Serbian language (Cyrillic) |
| Physical description: | Pages - 174 Chapters - 8 References - 187 Tables - 68 Figures - 29 Equations - 10 Attachments - 6 |
| Scientific/artistic field: | Industrial engineering and engineering management Agronomy, technology and engineering management |
| Subject, Key words: | Agricultural biomass, crop residue, crop production, biomass potentials, sustainability, renewable energy sources |
| Abstract (or resume) in the language of the text: | <p>The goal of this study was to quantify the usability level of solid biomass from plant production in the Autonomous Province of Vojvodina for energy purposes (by means of direct combustion), that is, to identify the key factors that would contribute to the optimal management of this resource. The final goal of the study is to provide the creators of social policies in the areas of agriculture, economy, and energy with a clear standard for the definition of measures which will have as their final result the optimal use of biomass for energy purposes.</p> <p>The conception of research work consisted of two parts. The first part of research work included the calculation of biomass usability for energy and</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>other purposes, and the second part included the examination of reasons that describe all the drawbacks of current biomass usability for energy purposes. For the study of biomass potential, the methodology of biomass potential was used, and when it comes to identifying the factors which point to the current usability of biomass, we used the method of factor analysis.</p> <p>The data relating to the usability level of solid biomass from plant production were collected from 75 farms in the territory of AP Vojvodina, which were divided into three groups according to the size of arable land areas. The total area of analyzed land for calculating the overall available biomass in the study was 51,382 ha.</p> <p>Of the total amount of obtained usable biomass for different purposes, 3.15% was used for energy purposes, 91.46% for bedding or plowing, 2.75% for livestock feeding, and 2.64% was burned in the field.</p> <p>The results of the study point to the existence of enormous solid agricultural biomass potential that could be used for energy purposes. For energy purposes, only 3.15% of the theoretical potential of biomass are currently being used, that is, 9.95% of its technical potential.</p> <p>The most significant scientific contribution of the study presented in this dissertation is reflected in its original approach to solving the study's problem, as being based on the model of multiple linear regression. The conducted study has, in its own way – in both mathematical and scientific terms – resulted in a solution which indicates the key reasons for insufficient solid biomass usability for energy purposes.</p> <p>According to this dissertation, the key reasons for the low usability of solid biomass obtained from plant production for energy purposes in AP Vojvodina are as follows: the absence of economic justifiability for the use of biomass; high costs of investing in agricultural machines, equipment, and power plants; the issue of continuous energy placement throughout the entire year and the impact and activity of particular interest groups which do not favor this source of energy.</p> |
| <p>Defended: (The faculty service fills later.)</p> | |

| | |
|--|---|
| <p>Thesis Defence Board: (title, first name, last name, position, institution)</p> | <p>President: Radivoj V. Prodanović, Ph.D. - Associate Professor University Business Academy in Novi Sad, Faculty of Economics and Engineering Management in Novi Sad, Scientific Subfield: Agronomy, technology and engineering management;</p> <p>Member: Živoslav Ž. Adamović, Ph.D. - Professor Emeritus University “Union – Nikola Tesla” in Belgrade, Faculty of Applied Sciences in Nis, Scientific Subfield: Mechanical engineering;</p> <p>Member: Jasmina S. Pekez, Ph.D. - Assistant Professor University of Novi Sad, Technical Faculty “Mihajlo Pupin” in Zrenjanin, Scientific Subfield: Industrial engineering, Mechanical engineering;</p> <p>Member: Saša M. Igić, Ph.D. - Associate Professor University Business Academy in Novi Sad, Faculty of Economics and Engineering Management in Novi Sad, Scientific Subfield: Agronomy, technology and engineering management;</p> <p>Mentor: Aleksandar N. Ašonja, Ph.D. - Associate Professor University Business Academy in Novi Sad, Faculty of Economics and Engineering Management in Novi Sad, Scientific Subfield: Agronomy, technology and engineering management.</p> |
| <p>Note:</p> | <p>The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Statement on the authority, 2. Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical and 3. Statement on copyright licenses. <p>The paper and e-versions of Statements are held at the faculty.</p> |
| <p>UDC</p> | <p>620.95:662.63(497.113)</p> |

САДРЖАЈ

| | |
|--|-----------|
| 1. УВОД | 3 |
| 2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА | 7 |
| 3. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА | 10 |
| 3.1. ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА | 10 |
| 3.2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА | 14 |
| 3.3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА | 15 |
| 3.4. ХИПОТЕЗЕ У ИСТРАЖИВАЊУ | 16 |
| 3.5. ЗНАЧАЈ И АКТУЕЛНОСТ ИСТРАЖИВАЊА | 16 |
| 3.6. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА | 18 |
| 3.7. ПОДРУЧЈЕ ИСТРАЖИВАЊА..... | 20 |
| 4. ТЕОРИЈСКА ИСТРАЖИВАЊА | 21 |
| 4.1. ЕНЕРГИЈА И ЕНЕРГЕТСКЕ КРИЗЕ..... | 21 |
| 4.1.1. Горива..... | 21 |
| 4.1.2. Енергетске кризе | 21 |
| 4.1.2.1. Јапан и енергетска криза | 23 |
| 4.1.2.2. Србија и енергетска криза..... | 23 |
| 4.1.3. Потенцијал ОИЕ у Републици Србији | 24 |
| 4.1.4. Емисије CO ₂ | 26 |
| 4.2. БИОМАСА | 29 |
| 4.2.1. Историја биомасе | 29 |
| 4.2.2. Уопштено о биомаси..... | 30 |
| 4.2.3. Потенцијал биомасе на глобалном нивоу..... | 32 |
| 4.2.4. Техничко-технолошки показатељи пољопривредне биомасе | 33 |
| 4.3. ПОЉОПРИВРЕДНА БИОМАСА | 35 |
| 4.3.1. Пољопривредна производња у Републици Србији..... | 35 |
| 4.3.2. Потенцијал пољопривредне биомасе из биљне производње | 36 |
| 4.3.2.1. Потенцијал пољопривредне биомасе на глобалном нивоу..... | 37 |
| 4.3.2.2. Потенцијал пољопривредне биомасе на нивоу ЕУ..... | 37 |
| 4.3.2.3. Потенцијал пољопривредне биомасе у Републици Србији | 39 |
| 4.3.2.3.1. Потенцијал пољопривредне биомасе из ратарске производње у Републици Србији..... | 40 |
| 4.3.2.3.2. Потенцијал биомасе из воћарско-виноградарске производње у Републици Србији..... | 41 |
| 4.3.3. Потребе за енергијом из пољопривредне биомасе | 42 |
| 4.3.4. Економска оправданост производње биомасе | 43 |
| 4.3.4.1. Цена биомасе..... | 44 |
| 4.3.4.2. Предности и недостаци биомасе као енергента..... | 46 |
| 4.3.4.3. Предности савремених котлова на биомасу..... | 47 |
| 4.4. ЕНЕРГЕТСКЕ БИЉКЕ..... | 48 |
| 4.5. ШУМСКА БИОМАСА..... | 48 |
| 4.6. СИСТЕМ ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА НА БИОМАСУ | 49 |
| 4.7. ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ НА НИВОУ ЕУ | 50 |
| 4.7.1. Развој тржишта биомасе у Републици Литванији | 51 |
| 4.7.2. Коришћење пољопривредне биомасе у стакленичкој производњи у Краљевини Шведској..... | 51 |
| 4.8. ПРИМЕРИ ЛОШЕ ПРАКСЕ У КОРИШЋЕЊУ БИОМАСЕ | 52 |
| 5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСТРАЖИВАЊА | 54 |
| 5.1. ИСТРАЖИВАЊА ИСКОРИШЋЕНОСТИ ЖЕТВЕНИХ ОСТАКА ЗА ЕНЕРГЕТСКЕ И ДРУГЕ ПОТРЕБЕ | 54 |
| 5.1.1. Методолошки приступ истраживању искоришћености жетвених остатака за енергетске и друге потребе..... | 54 |
| 5.1.1.1. Методолошки приступ рачунању потенцијала биомасе (жетвених остатака)..... | 55 |

| | |
|--|------------|
| 5.1.2. Приказ посматраних узгајаних пољопривредних култура | 61 |
| 5.1.2.1. Основне информације о испитиваним пољопривредним газдинствима | 61 |
| 5.1.2.1.1. Приказ посматраних пољопривредних газдинстава према власничкој структури и локацији | 65 |
| 5.1.2.1.2. Приказ посматраних пољопривредних газдинстава према оснивачко-правној форми..... | 67 |
| 5.1.2.1.3. Анализа посматраних сетвених структура према гранама у биљној производњи..... | 68 |
| 5.1.3. Основне информације о испитиваним пољопривредним површинама и приносима | 70 |
| 5.1.4. Основне информације о испитиваним енергетским постројењима | 72 |
| 5.2. ИСТРАЖИВАЊЕ КЉУЧНИХ ФАКТОРА ИСКОРИШЋЕНОСТИ БИОМАСЕ ЗА ЕНЕРГЕТСКЕ ПОТРЕБЕ..... | 75 |
| 5.2.1. Методолошки приступ истраживању кључних фактора искоришћености биомасе за енергетске потребе | 75 |
| 5.2.1.1. Техника приступа спровођења истраживања из упитника | 75 |
| 5.2.1.2. Евалуација валидности упитника..... | 76 |
| 6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА..... | 99 |
| 6.1. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА НИВОА ИСКОРИШЋЕНОСТИ ЖЕТВЕНИХ ОСТАКА ЗА ЕНЕРГЕТСКЕ И ДРУГЕ ПОТРЕБЕ | 99 |
| 6.1.1. Резултати истраживања расположивих потенцијала биомасе..... | 99 |
| 6.1.1.1. Истраживања расположивих потенцијала биомасе из биљне производње..... | 99 |
| 6.1.1.2. Истраживања потенцијала биомасе искоришћене за енергетске потребе (директним сагоревањем) | 103 |
| 6.1.1.3. Истраживања потенцијала биомасе искоришћене за исхрану стоке | 106 |
| 6.1.1.4. Истраживања потенцијала биомасе искоришћене за простирку и заоравање | 107 |
| 6.1.1.5. Истраживања потенцијала биомасе спаљене на њиви | 110 |
| 6.1.2. Резултати истраживања расположивости енергетских постројења | 112 |
| 6.1.3. Енергетска еквивалентност техничког потенцијала пољопривредне биомасе у АП Војводини у односу на фосилна горива | 113 |
| 6.2. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА РАЗЛОГА НИСКЕ УПОТРЕБЕ ЧВРСТЕ БИОМАСЕ ЗА ЕНЕРГЕТСКЕ ПОТРЕБЕ..... | 113 |
| 6.2.1. Резултати истраживања кључних фактора искоришћености биомасе за енергетске потребе..... | 113 |
| 6.3. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА | 116 |
| 6.3.1. Представљање резултата истраживања | 116 |
| 6.3.1.1. Сумарна анализа искоришћених потенцијала биомасе..... | 116 |
| 6.3.1.2. Сумарна анализа функционалности енергетских постројења | 120 |
| 6.3.1.3. Сумарна анализа идентификације главних узрочника ниске искоришћености биомасе за енергетске потребе..... | 120 |
| 6.3.2. Упоредивање резултата истраживања са резултатима других аутора..... | 122 |
| 6.3.3. Завршна анализа резултата истраживања | 122 |
| 6.4. КЉУЧНИ РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА | 126 |
| 7. ЗАКЉУЧАК | 127 |
| 7.1. Научни допринос истраживања | 128 |
| 7.2. Доказивање (оповргавање) хипотеза | 129 |
| 8. ЛИТЕРАТУРА | 130 |
| Биографија | 145 |
| Списак табела и слика | 147 |
| Прилози | 151 |

1. УВОД

Биомаса је органска разградива материја биљног или животињског порекла, која се различитим процесима може претварати у друге видове корисне енергије [69]. Биомаса је општеприхваћен термин, који се користи за описивање свих биолошки произведених материја. У току свог раста биљке у процесу фотосинтезе узимају CO_2 из ваздуха и воду из земљишта и користе их за стварање угљених хидрата, односно основних градивних елемената биомасе [87]. Они доприносе да се један мали део сунчеве енергије (према неким анализама свега 0,1%) посредством фотосинтезе акумулира у биљкама [12]. Овако акумулирана енергија у биомаси је хемијске природе [68].

Биомаса има знатан број карактеристика и фосилних горива, из разлога јер су фосилна горива заправо фосилизирани облици биомасе [91].

До индустријске револуције биомаса је била главни извор производње топлотне енергије у свету. Од тада па до данас, најдоминантнији извор енергије јесу фосилна горива. Нафтне кризе, које су се десиле у прошлом веку биле су подстрек за изналажење нових поузданих локално доступних извора енергије. Након глобалних нафтних криза, током осамдесетих година прошлог века, у Републици Србији односно у АП Војводини, пољопривредна биомаса постаје енергент вредан пажње, доношењем законске регулативе и давањем значајнијих подстицајних средстава. Међутим, у годинама које су уследиле после деведесетих није обезбеђен континуитет подстицајних средстава и осим више локалних покушаја употребе пољопривредне биомасе нису забележена значајнија системска улагања.

Најзначајније потенцијале биомасе чине пољопривредна и шумска биомаса. У пољопривредну биомасу убрајају се остаци из биљне производње (ратарске, повртарске и воћарско-виноградарске), сточарске производње (споредни производи животињског порекла, стајњак и осока) и енергетски гајене културе (мисхантус, брзорастућа топола, брзорастућа врба итд.). Пољопривредна биомаса из биљне производње састоји се из разних остатака попут сламе житарица, стабљике биљака, окласака, плева, махуна, коштица, љуски итд. Главне карактеристике пољопривредне биомасе су ниска топлотна моћ по јединици масе, велики удео влаге и присуство разних нечистоћа [9].

Биомаса је веома обиман и значајан ресурс, који је потпуно обновљив, за разлику од фосилних горива. Њена значајнија искоришћеност може допринети повећању сигурности снабдевања енергијом уз истовремено смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште. Производња биомасе може бити спор процес препуштен природним условима или процес контролисан од стране човека. Тако, примера ради, када се дрвна биомаса користи за

енергетске потребе, читав процес стварања дрвета траје више деценија (нпр. код букове шуме природна сеча се врши на сваких 20 до 30 година), док код пољопривредне биомасе човек у континуитету/сезонски може производити значајне количине, које се не искоришћавају за енергетске потребе и производњу енергије у оном обиму у којем би могле.

Шта радити са преосталом биомасом (жетвеним остацима) из биљне производње предмет је спорења на светском нивоу. У суштини је то веома сложен проблем, који зависи од више променљивих, као нпр. од: педолошког састава земљишта (садржај хумуса у земљишту), плана ротације култура, примене агротехничких мера (ђубрења и обраде) и сл. Тако, на пример, по питању изношења биомасе са њива, у научним литературним изворима постоје опречни изнети ставови, који указују на чињенице, да због одржања плодности земљишта ништа не треба износити са њива [74], до става да се може износити од 25 до 50% [118,136], односно 33% биомасе [88] и сл.

Данас се широм света раде бројна истраживања базирана на новим технологијама и процесима, како би се из биомасе добило што више енергије. У ту сврху тестирају се различите технологије за добијање енергије из биогорива, где се поред добијања чисто енергетских бенефита акценат све више ставља и на заштиту животне средине, односно тренутне потенцијалне загађиваче (споредне производе животињског порекла, депоније отпада, отпадне/процесне воде, неискоришћене вишкове хране итд.). Зато се с правом од биомасе очекује да ће донети највише користи у блиској будућности, како у области пољопривреде, привреде и енергетике, тако и у области заштите животне средине.

Значај ресурса биомасе најбоље се може представити на примеру сламе. Поред потреба за заоравањем, где је слама драгоцени ресурс, она је и даље најзаступљенији биљни (пољопривредни) ресурс у производњи енергије, најзначајнији ресурс у простирци и делимично значајан ресурс у исхрани стоке (из разлога што има ниску хранљиву вредност). Колико је она значајан ресурс у заоравању лежи у чињеници да у просечном садржају сламе пшенице има: 3,89 g/kg N, 454,42 g/kg C, 0,50 g/kg P, 4,49 g/kg K, 2,87 g/kg Ca и 0,56 g/kg M [33]. Када је у питању димензионисање техничких система за производњу, транспорт и сагоревање биомасе полазну основу свакако представљају карактеристике сламе. У термоенергетици чврсте пољопривредне биомасе, слама представља меру свих ствари. Слама је важан ресурс у простирци, где животињама прави топлину и удобно лежиште, односно она упија у себе течне екскременте. За простирку се највише користе сламе озимих жита и то по правилу се користи она слама која се не даје стоци у исхрани. На њен значај у простирци најбоље указује чињеница да она може упити од 300 до 400% више течних екскремената, него што износи њена првобитна тежина [96]. Исецкана слама има још веће капацитете

упијања. Такође, слама је значајан ресурс, који се може користити за исхрану стоке, а највећу хранљиву вредност имају слама од јечма и овса, а знатно мању слама од пшенице и ражи.

У оквиру дисертације сва спроведена истраживања имала су мултидисциплинарни карактер. Тако се сама истраживања прожимају кроз више научних области, од биотехничких наука, које имају примат у истраживању до машинског инжењерства и инжењерства заштите животне средине. Само из биотехничких наука уже научне области, које су предмет истраживања биле су: пољопривредна техника (процесна техника и енергетика, термодинамика, сушење и складиштење, обновљиви извори енергије), ратарство и повртарство, воћарство и виноградарство, економика пољопривреде итд.

Циљ истраживања у дисертацији био је да се квантификује ниво искоришћености чврсте биомасе из биљне производње у АП Војводини за енергетске потребе (директним сагоревањем), односно да се идентификују кључни фактори који би допринели оптималном управљању овим ресурсом.

Представљена истраживања у дисертацији, кроз одређена поглавља, на систематизован начин приказују проблематику истраживања, методолошки приступ истраживању, добијене резултате, анализе резултата истраживања и закључке спроведених истраживања. Свако поглавље у дисертацији је тако конципирано да је оно пружало полазну основу за презентацију сваког наредног поглавља. Тако је у поглављу „Методолошки оквир истраживања” описана проблематика истраживања, предмет истраживања, преглед досадашњих истраживања, циљеви, хипотезе, методе и организација истраживања. Теоријска истраживања описују како глобално, тако и локално проблеме, потенцијале, могућности, предности и недостатке, примере добре и лоше праксе који се односе првенствено на пољопривредну биомасу, док емпиријска истраживања представљена кроз експериментална истраживања указују на методолошке приступе за извођење истраживања, основне информације о испитиваним газдинствима, узгајаним културама, површинама и приносима, енергетским постројењима и сл. Сви резултати истраживања исказани су текстуално, табеларно, графички и математички, што је омогућило тестирање хипотеза, извођење резултата истраживања и закључка.

Спроведена истраживања у оквиру докторске дисертације представљају значајан допринос у истраживању проблематике искоришћености чврсте пољопривредне биомасе, исказан кроз комбинацију разних метода, техника и анализа. Извршена истраживања на својствен начин како математички, тако и научно, резултовала су решењем које указује који су кључни разлози недовољне искоришћености чврсте биомасе из биљне производње за енергетске потребе. Најзначајнији научни допринос истраживања представљеног у

дисертацији огледа се у оригиналном приступу решавању проблема истраживања, заснованог на моделу вишеструке линеарне регресије. На овај начин спроведена истраживања и верификовани математички модел могу послужити као пример за решавање разних научних проблема, како у пољопривредној производњи, тако и у другим областима и делатностима.

2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

У овом поглављу наведен је преглед владајућих ставова, схватања и изнетих научних чињеница у подручју истраживања искоришћености чврсте биомасе из биљне производње у пољопривреди.

Бројни су примери коришћења пољопривредне биомасе за потребе производње енергије. Међутим, за сада у Републици Србији нема значајнијих истраживања на тему искоришћености чврсте пољопривредне биомасе за ове намене, за разлику од истраживања на међународном нивоу. У научно-стручној литератури постоје различита гледишта по питању коришћења пољопривредне биомасе за енергетске потребе, почев од тог да је то нужност, па до ставова да је то још увек неоправдано из различитих разлога. С обзиром да је Република Србија према одређеним критеријумима дефинисана као рурална, односно пољопривредна регија, она је као таква с једне стране зависна од увоза енергената, а с друге стране има значајне количине пољопривредне биомасе коју не користи. Стога је у истраживању веома важно било представити с једне стране ситуацију у свету, а с друге истражити ситуацију на терену код нас и на основу тога изнети валидне закључке.

Како би се прорачунао оптимални ниво жетвених остатака (технички потенцијал биомасе) који се безбедно може уклонити са њива, у истраживањима је пре свега прво испоштован постулат одрживости, тј. одржавања плодности пољопривредног земљишта. Остаци жетвених остатака играју важну улогу у одржавању или побољшању карактеристика земљишта, штите земљиште од ерозије, одржавају или повећавају органску материју у земљишту, одржавају минералне вредности у земљишту и задржавају воду.

Kadam et al. (2003) наводе да утицај уклањања жетвених остатака зависи од усева, примене агротехничких операција (плодореда, обраде земљишта и ђубрења), услова на терену (тип земљишта, плодности земљишта, органске материје у земљишту, количине угљеника у земљишту, влаге, топографије и нагиба, ризика од ерозија итд.) [71]. *Montgomery (2007)* наводи да ће се ниво одржавања органске материје у земљишту који сугерише наука нарушити, уколико се жетвени остаци уклоне без планског управљања овим процесима [101]. *Johnson et al. (2006)*, сматрају да прекомерно уклањање жетвених остатака може смањити квалитет земљишта, довести до губитка органске материје у земљишту (садржаја угљеника) и повећати ерозију [70]. У пракси се, уклањање органске материје у виду жетвених остатака може компензовати адекватном обрадом земљишта, адекватном ротацијом усева, ђубрењем земљишта стајњаком и компостом из биогазних постројења или пепела из постројења за сагоревање биомасе итд.

Milhau and Fallot (2013) истичу да су жетвени остаци биомасе директно повезани са приносом усева током производње пољопривредних култура. Што су приноси усева већи, тиме се добија и већа количина жетвених остатака [97]. *Summers et al. (2003)* наводе да приноси усева зависе од специфичних локалних агроколошких услова (климе и падавина, карактеристика земљишта итд.), биљне сорте, агро технике (технике бербе и висине сечења) [157].

Bentsen et al. (2014) истичу да тренутна употреба жетвених остатака за различите намене није позната, јер веома мали број земаља прикупља и обрађује податке о производњи и употреби жетвених остатака [17].

Данашња међународна научна заједница наводи опречне ставове по питању уклањања оптималних количина жетвених остатака са њива. Тако се, према истраживањима *Kastori and Tešić (2005)* указује на то да због одржања плодности земљишта ништа не треба износити са њиве [74], до става *Powlson (2006)* и *Rosentrater et al. (2009)* да се може износити од 25 до 50% [118,136], те става *Scarlat-a et al. (2010)* да се може износити од 15 до 60% за већину усева [158], односно 33% *Мартинов и сар. (2011)* [88].

Börjesson (1996) сматра да је за осигурање дугорочне продуктивности земљишта неопходно само део жетвених остатака сакупити са њива, да би се избегло исцрпљивање органске материје у земљишту [31]. Преовлађујући став научне јавности је да се $\frac{1}{4}$ биљних остатака може искористити у енергетске сврхе (*Jovanović and Parović (2009)*; *Palková et al. (2016)*; *Царић и Солеша (2014)*) [67,110,178]. *Hall et al. (1993)* износе податке да се од 1 t жетвених остатака сламе може искористити 0,22 t сламе за енергетске потребе, а од 1 t жетвених остатака кукуруза може се искористити 0,25 t за енергетске потребе [169].

Ако се посматрају засебно количине појединих култура које се могу уклонити са њива, истраживања *Scarlat et al. (2010)* су указала да стопе одрживог уклањања жетвених остатака без обзира на локалитет могу да иду и до 40% за културе пшенице, јечма, зоби и ражи, и око 50% за културе кукуруза, уљане репице, пиринча и сунцокрета [158].

Krausmann et al. (2008) наводе да су рађене бројне студије о процени пољопривредне биомасе [80]. Исти аутори наводе да је укупна производња биомасе у 2000-тој години износила 4,4 Tg/год, од чега је 2,9 Tg или (66%) искоришћено за различите сврхе (сточна храна, простирка и производња енергије) [80].

Према *Rathod et al. (2019)* укупна количина произведених жетвених остатака у Индији током 2008/2009. године износила је 620,4 Mt, од чега је око 15,9% остатака спаљено на њивама, а највише су паљене пиринчана слама ~40%, пшенична слама ~22% и шећерна трска ~20% [131]. Ови, глобално гледано, неразумни поступци спаљивања жетвених остатака не

само да доводе до загађења животне средине, већ и резултирају губитком хранљивих материја присутним у жетвеним остацима. Сва количина С, отприлике 80-90% N, 25% P, 20% K и 50% S присутних у усевима се губи у облику разних гасова и честица, што резултира знатним загађењем животне средине [131]. *Gadi et al. (2011)* наводе пример да се од 1 t пиринчане сламе сагоревањем ослобађа око 3 kg прашкастих материја, 60 kg CO, 1.460 kg CO₂, 199 kg пепела и 2 kg SO₂ [34].

Chum et al. (2011) истичу да би технички потенцијал пољопривредних остатака, укључујући и отпад за прераду (секундарних остатака) до 2050. године требао да износи 15-70 EJ/год [179]. Према наводима Међународне агенције за енергију *IEA - International Energy Agency (2017)* очекује се од биогорива друге генерације да би за 1/3 требало да смање губитке и трошкове конверзије [22].

3. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

3.1. ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА

Проблем истраживања био је усмерен на дефинисање тачних количина чврсте биомасе из пољопривреде (биљне производње) која се користи за производњу енергије. На основу овако постављеног проблема истражени су разлози који најбоље описују проблематику тренутне искоришћености биомасе.

Научна и стручна јавност, како на националном, тако и на међународном нивоу, је подељена по питању коришћења биомасе у енергетске сврхе. Тако, примера ради, ратари и педолози сматрају да највећи део биомасе треба заорати и тако одржавати/повећавати плодност земљишта, сточари сматрају да биомасу треба користити углавном за потребе простирке и производње сточне хране, инжењери сматрају да исту треба користити за производњу енергије [27]. Суштина је да чврсте биомасе из пољопривредне производње има у огромним количинама и да се често не користи рационално (спаљивање на њивама, труљење испресоване биомасе која се не искористи из разних разлога итд.).

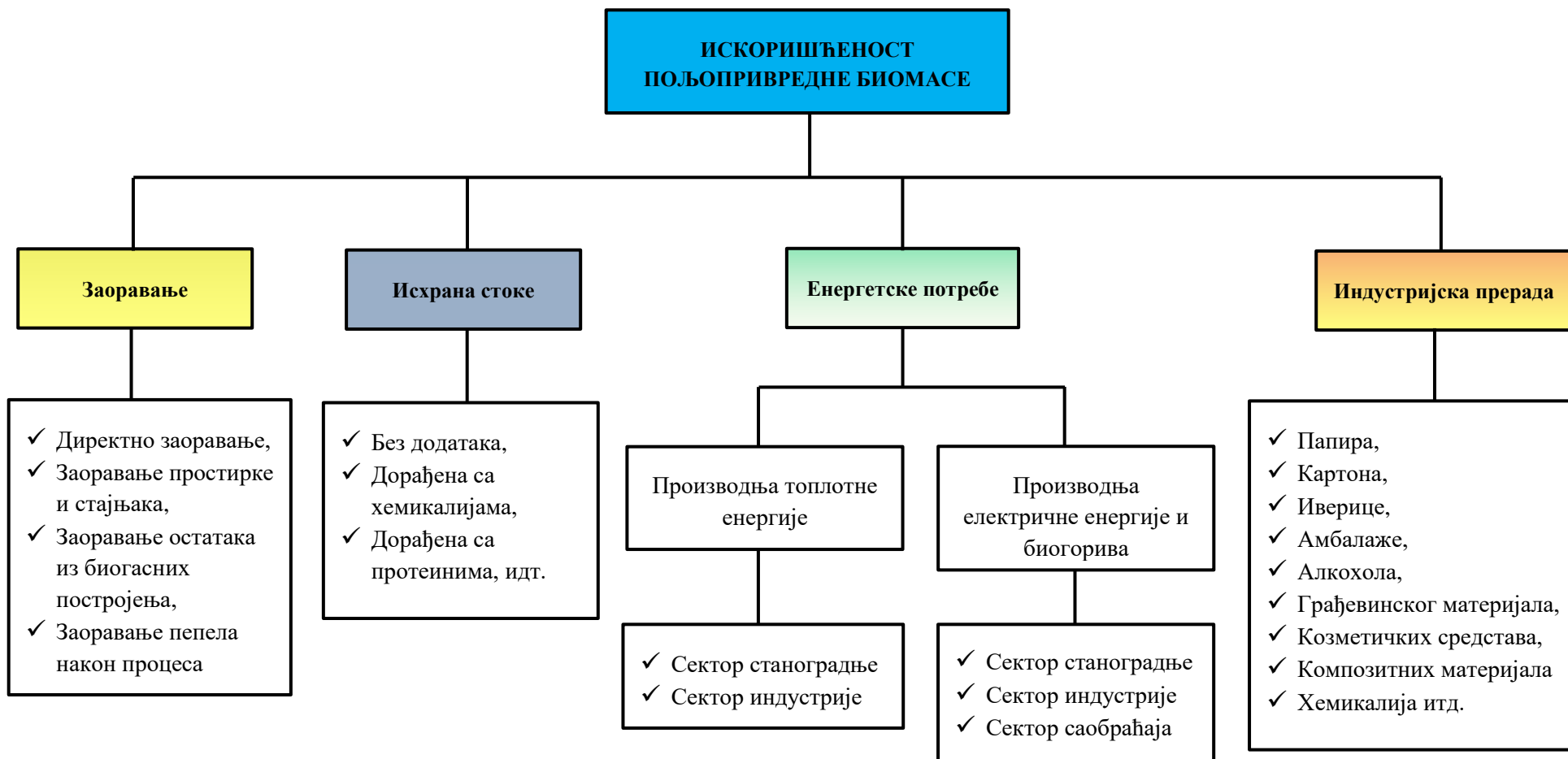
Посматрано са аспекта одржавања плодности земљишта, став ратара је оправдан, јер бројна истраживања указују на то да се проценат органске материје у земљишту на територији Републике Србије рапидно смањује. Ове наводе поткрепљује истраживање садржаја укупног органског угљеника у Републици Србији, чија је вредност на обрадивом земљишту износила 1,9 % - што одговара класи ниског садржаја (1,01 - 2,00 %), а на пашњацима 2,7 % - што одговара класи средњег садржаја (2,01 - 6,00 %) [32]. Разлога зашто је тренутна ситуација оваква има више, али пре свега треба истаћи антропогени утицај, који није мали и испољава се неадекватним агротехничким операцијама (обрада земљишта, ротација усева и сл.), спаљивањем жетвених остатака на њивама, некоришћењем стајњака и осоке за ђубрење, прекомерном сечом шума итд. Свакако да на ове промене, поред антропогених утицаја, утичу и природне појаве, попут неконтролисаних природних пожара, промене климе итд.

Како у свету, тако и у Републици Србији, приметна су неконтролисана спаљивања пољопривредних остатака на њивама, која доводе до стварања еколошких проблема тј. до ослобађања честица чађи и дима које првенствено изазивају здравствене проблеме код људи и животиња. Такође, емисије гасова са ефектом стаклене баште, стварају гасове попут CO_2 , C_2H_4 и N_2O , изазивајући глобално загревање и губитке биљних хранљивих састојака као што су N, P, K и S [112]. У наведеном контексту пољопривредни системи чине један од најјачих

потенцијалних извора емисија гасова са ефектом стаклене баште (GHG - *Greenhouse gas*) широм света, доприносећи око 10-12% годишње антропогених емисија у свету односно 24% укључујући и шумарство [144].

Уместо неконтролисаног спаљивања жетвених остатака на њивама, алтернатива је свакако у већој мери заоравањем жетвених остатака и у мањој мери коришћењем у енергетске сврхе. Тако се, заоравањем жетвених остатака, враћају значајне количине биљних хранљивих материја у земљиште, чиме се повећава садржај његове органске материје, побољшава структура земљишта и утиче на влажност и температурни режим [82]. Такође се може утицати на способност задржавања хранљивих материја у земљишту доводећи тако до смањене потребе за ђубривима, што посредно резултира смањеним трошковима производње енергије и здравијом животном средином. Ово указује на чињеницу да се адекватним планским управљањем/повећањем органског угљеника (SOC - *Soil organic carbon*) у земљишту, може утицати на нижу емисију гасова са ефектом стаклене баште, јер се нпр. смањује потрошња фосилних горива неопходних за производњу, транспорт и разбацавање минералних ђубрива. Коришћењем жетвених остатака за енергетске потребе штити се животна средина (природни ресурси), флора, фауна, производе се значајне количине обновљиве енергије, смањује се употреба фосилних горива и сл.

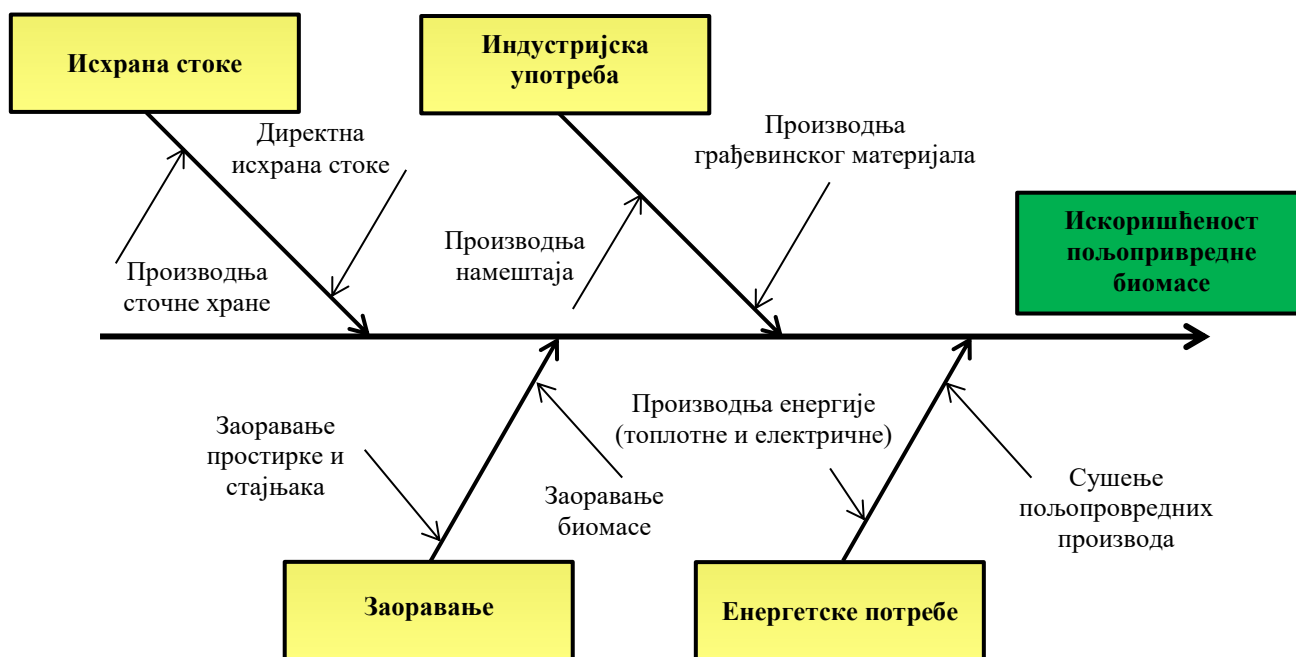
Проблем истраживања у дисертацији који се односи на могућности коришћења пољопривредне биомасе за различите намене, приказан је на сл.2.1. Према сл.2.1 сва произведена пољопривредна биомаса се може искористити за потребе заоравања, исхране стоке, енергетске потребе или за индустријску прераду, сл.2.1. Пољопривредна биомаса која се користи за процес заоравања, добија се заоравањем жетвених остатака на пољу, простирке са стајњаком, компоста и пепела, сл.2.1. За потребе исхране стоке користи се биомаса без додатака, дорађена хемикалијама или протеинима, сл.2.1. Ако се посматра примарна пољопривредна производња сва расположива биомаса која би се могла искористити за енергетске потребе налази се у два стања, и то у сувом и влажном. Биљна производња гравитира ка сувој биомаси, а сточарска ка влажној. Без обзира на агрегатно стање сва пољопривредна биомаса може се искористити за производњу енергије и то за производњу топлотне енергије (сектори станоградње и индустрије) и за производњу електричне енергије и биогорива (сектори станоградње, индустрије и саобраћаја), сл.2.1. У индустријској преради биомаса се може користити за производњу папира, картона, иверице, амбалаже, алкохола итд., сл.2.1. За производњу папира могу се користити влакна биљака, односно цела биљка сламе или конопље за производњу картона.



Слика 2.1. Шематски приказ могућности коришћења пољопривредне биомасе

Како би се што боље представио енергетски значај пољопривредне биомасе, према подацима наведеним у таб.4.1, количина природног гаса од 1 m³ еквивалентна је количини сламе од 2,30 kg.

Како би се што боље представила проблематика искоришћености потенцијала пољопривредне биомасе употребљен је Ишикава дијаграм (дијаграм рибље кости), сл.2.2. Овим дијаграмом на веома препознатљив и разумљив начин исказане су све узрочно последичне везе, које имају утицаја на искоришћеност пољопривредне биомасе. Тако исхрана стоке може бити са биомасом без додатака или као дорађена сточна храна; индустријска употреба може се нпр. односити на производњу намештаја или грађевинског материјала; заоравање биомасе може се изводити одмах на њиви или касније са простирком и стајњаком; за енергетске потребе биомаса се користи у производњи енергије (топлотне за грејање или сушење и електричне енергије).



Слика 2.2. Представљање проблема истраживања искоришћености биомасе

У АП Војводини изграђен је велики број енергетских постројења на пољопривредним газдинствима који користе као енергент чврсту пољопривредну биомасу. Наиме, ови објекти изграђени су како властитим улагањем појединаца и привредних друштава, тако и суфинансирањем од стране јединица локалних самоуправа, покрајинских и републичких органа власти, међународних фондова и сл. Проблем који се наметнуо у овом истраживању јесте и дефинисање њиховог радног стања и других показатеља рада.

Проблем опште оправданости/искоришћености свих постројења са обновљивим изворима енергије (ОИЕ), а поготово оних са биогоривима на територији АП Војводине је посебно упитан. Примера ради, већи део изграђених биогасних когенеративних постројења (Mirotin Врбас, Global Seed Чуруг, Bioelektrana Ботош, БГС Гама БП - Бач, Bioelektro Nak - Честерег и др.) која су стекла статус повлашћених произвођача за електричну енергију (*Feed in* тарифе), не производе / не дистрибуирају топлотну енергију јер немају топлотни конзум којем би предали/продали исту. Један број ових биогасних постројења производи само топлотну енергију, иако нису ни повлашћени произвођачи енергије, као што је то случај са биогасним постројењем у Carlsberg Srbija d.o.o. у Челареву. Један редак пример потпуно искоришћеног биогасног когенеративног постројења је у фабрици Alltech Fermin a.d. у Сенти, које има статус повлашћеног произвођача за електричну енергију, а топлотну енергију у потпуности користи за своје потребе.

С обзиром на то да наши пољопривредни произвођачи издвајају значајна финансијска средства за производњу биомасе (балирање, сакупљање, транспорт и складиштење), део истраживања, превасходно оних теоријских, ће обухватити и економику производње, односно економску оправданост употребе биомасе. Конкретно, истражиће се у којој мери се исплати са економског аспекта овакав вид производње енергије.

3.2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања била је чврста пољопривредна биомаса (жетвени остаци) из биљне производње. Истраживања превасходно посматрају искористивост чврсте пољопривредне биомасе за енергетске потребе (директним сагоревањем). Такође, поред чврсте биомасе искоришћене за енергетске потребе истражене су и остале њене намене и то за простирку и заоравање, исхрану стоке и индустријску употребу.

Наиме, како је данас свет практично суочен са исцрпљивањем фосилних енергетских извора, све више истраживања и научних расправа иде у правцу изналажења могућности коришћења обновљивих извора енергије. Поред соларне енергије, енергије ветра, хидроенергије, геотермалне енергије, све већи значај се придаје енергији биомасе. Енергија биомасе се великим делом може производити на пољопривредним површинама, те је ово истраживање управо усмерено у том правцу. Предмет истраживања у дисертацији је била чврста биомаса из биљне производње, односно жетвени и други остаци који се добијају као нус/споредни производи у биљној производњи (стабљике, листови, плеве, махуне, листови, коштице, љуске и сл.). Предмет истраживања се није односио на чврсту пољопривредну

биомасу добијену из циљно узгајаних култура у биљној производњи намењену за производњу биогаза.

Зашто је предмет истраживања значајан за посматрање, лежи у чињеници да се на годишњем нивоу продукује огромна количина чврсте пољопривредне биомасе односно жетвених остатака, која представља итекако значајну количину сировине која се може искористити за разне потребе, а између осталог и за производњу енергије. Тако се, на пример, према истраживању *Јаћимовић и сар. (2017)* наводи да у ратарској производњи после жетве на њиви остаје: 4-6 t/ha сламе пшенице, око 4 t/ha сламе соје, до 12 t/ha кукурузовине, 4-5 t/ha надземних остатака сунцокрета и 40-60 t/ha остатака шећерне репе [65].

Кључна предметна одредница у овом истраживању је чврста пољопривредна биомаса, која сама по себи указује на сву чврсту биомасу из биљне производње (ратарства, повртарства, воћарства и виноградарства). Међутим, неретко се у истраживањима користи и предметна одредница жетвени остаци која указује на нешто ужи термин тј. на чврсту биомасу, која се односи само на биомасу из ратарске и повртарске производње.

3.3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања био је да се квантификује ниво искоришћености чврсте биомасе из биљне производње у АП Војводини за енергетске потребе (директним сагоревањем), односно да се идентификују кључни фактори који би допринели оптималном управљању овим ресурсом. Крајњи циљ истраживања је да креатори друштвених политика у области пољопривреде, привреде и енергетике добију јасан еталон за дефинисање мера, које ће за резултат имати оптималну употребу биомасе за енергетске потребе. Суштина оваквог приступа истраживању заснована је на томе, да се с једне стране обезбеди одрживост пољопривредне производње, одржи плодност земљишта и заштити животна средина, а с друге стране да се добију значајне количине енергената, отворе нова радна места и остваре финансијске уштеде. Другим речима, циљ је био да предложене мере у наредном периоду доведу до оптималног компромиса између количине биомасе која би се користила за остале намене и оних количина које би се у одређеној мери могле користити за енергетске потребе.

Како би се постављени циљ истраживања што боље описао, у истраживањима је анализирано радно стање изграђених енергетских постројења за сагоревање чврсте биомасе на пољопривредним газдинствима, на основу чега је представљена њихова тренутна расположивост.

3.4. ХИПОТЕЗЕ У ИСТРАЖИВАЊУ

Шира јавност нема генерално усвојен став по питању која је количина жетвених остатака која се мора вратити у земљиште, односно која се може користити за друге намене. Такође, с аспекта науке изнети су опречни ставови од оних да не треба ништа износити са њива, јер би се направила штета огромних размера, до оних да се може користити од 25 до 50% жетвених остатака [88,118,136]. За потребе дефинисања хипотезе у раду, односно за потребе рачунања техничког потенцијала биомасе, а како би се задовољиле све пољопривредне делатности, пошло се од опште прихваћене научне претпоставке која преовладава у Републици Србији, а то је да: $\frac{1}{4}$ чврсте биомасе треба користити за повећавање плодности земљишта (она се одмах заорава или се као простирка након употребе заорава), $\frac{1}{4}$ се треба користити за производњу сточне хране, $\frac{1}{4}$ за индустријску прераду (у индустрији: папира, картона, амбалаже, алкохола, козметичких средстава и сл.) и $\frac{1}{4}$ користити за производњу енергије [67,110,178].

Хипотезе на којима су се заснивала истраживања гласиле су:

X1: За енергетске потребе (директним сагоревањем) користи се мање од 20% техничког потенцијала биомасе из биљне производње;

X2: Нерационално коришћење биомасе - спаљивањем износи до 3% техничког потенцијала биомасе;

X3: На пољопривредним газдинствима која обрађују < 100 ha, фактор са највећим утицајем на оптимално управљање ресурсом биомасе у енергетске сврхе је „Непостојање слободног тржишта биомасе”;

X4: На пољопривредним газдинствима која обрађују >1.000 ha, фактор са највећим утицајем на оптимално управљање ресурсом биомасе у енергетске сврхе је „Проблем континуираног пласмана енергије током читаве године”.

3.5. ЗНАЧАЈ И АКТУЕЛНОСТ ИСТРАЖИВАЊА

Питање које се наметнуло у овом истраживању тиче се постојања оправданости искоришћења пољопривредне биомасе за енергетске потребе (директним сагоревањем). Ако се изузме употреба биомасе за енергетске потребе, даљи разлози њене употребе, пре свега, треба да буду базирани на одрживој пољопривредној производњи и даље на екологији и економији. Разлози који пре свега доприносе употреби биомасе у енергетске сврхе су заштита животне средине (природних ресурса), отварање нових радних места, остваривање

профита и производња значајне количине обновљиве енергије. Алтернатива коришћењу пољопривредне биомасе за енергетске потребе је свакако њена употреба као органског ђубрива за повећавање плодности земљишта (она се одмах заорава или се као простирка заорава заједно са стајњаком), сточне хране, или за индустријску прераду (папира, амбалаже, алкохола, козметичких средстава и сл.).

Спроведена истраживања су усмеравана у правцу идентификације искористивости биомасе, као пољопривредног ресурса. С обзиром да у Републици Србији односно АП Војводини нису спроведена свеобухватна истраживања на тему искоришћености чврсте биомасе из сектора примарне пољопривреде за енергетске потребе, наметнуло се као нужно и значајно истражити који се заиста потенцијал пољопривредне биомасе користи и за које намене, односно за које намене би се ови потенцијали могли више или мање користити. Такође, истраживања су на крају показала зашто су између осталог тренутно неповољни услови за већу производњу и коришћење пољопривредне биомасе за енергетске потребе.

Последице конвенционалне пољопривредне производње, која између осталог укључује и употребу фосилних горива, су смањење агробiodиверзитета, загађење животне средине, климатске промене, нарушавање квалитета здравствено безбедне хране за људе и животиње итд. Алтернатива је свакако коришћење пољопривредне биомасе у енергетске сврхе, чије предности пре свега утичу на: смањење потрошње фосилних горива (дизел горива, природног гаса и угља) и смањење зависности од истих, остварење економских уштеда за пољопривреднике, повећање здравствене безбедности хране и избегавање контаминације продуктима сагоревања фосилних горива, отварање нових радних места у руралним подручјима, остваривање профита продајом енергије (након добијања статуса повлашћеног произвођача енергије) итд. Пољопривредни произвођачи, самом диверзификацијом и бољом организацијом процеса производње могу остварити све ове предности.

Сматра се да су биљке/биогорива неутралне у погледу емисије CO₂. Тако се, на пример, при употреби биогорива, не ствара већа количина CO₂ од оне која се апсорбује током раста биљке. Младе биљке у процесу раста више уклањају CO₂ из атмосфере, него што га касније при сагоревању производе.

Побуда за истраживањем могућности производње биогорива на пољопривредним газдинствима долази и због схватања, да постојећа технологија пољопривредне производње неће бити у стању да испуни своју основну сврху у наредном периоду, а то је производња високо квалитетне здравствено безбедне хране и других производа. У питању је концепт органске производње хране у ком је инкорпориран принцип коришћења ОИЕ, тј. производња биогорива на самом пољопривредном газдинству.

Пољопривредна производња, коју многи гледају у будућности као огроман потенцијал сировина за производњу енергије, не може бити супституција фосилним изворима енергије. Да би се заменило само 1% употребљене количине нафте, требало би користити 10% обрадивог пољопривредног земљишта за производњу биогорива [9], што је незамисливо.

Истраживања у овој области односно истраживања нивоа искоришћености чврсте биомасе из биљне производње у пољопривреди, требала би допринети побољшању економије пољопривредне производње, очувању животне средине и природних ресурса (земље, воде и ваздуха) кроз смањење употребе фосилних горива чија производња и експлоатација тј. продукти сагоревања имају значајан негативан ефекат на еколошки систем. Угрожавање екосистема или пак агроекосистема продуктима сагоревања фосилних горива је све више преокупација научника и стручњака из области екологије, пољопривреде и енергетике.

Тема истраживања је посебно веома актуелна из разлога што се у будућности на глобалном нивоу очекује знатно већи обим пољопривредне производње, а самим тим и већи обим приноса и жетвених остатака. Повећани приноси биомасе у будућности свакако ће допринети повећању удела производње енергије из пољопривредне биомасе.

Друштвена оправданост истраживања која се односи на примену пољопривредне биомасе у енергетске сврхе је вишеструка и пре свега треба истаћи њене следеће користи:

- ✓ еколошку,
- ✓ економску,
- ✓ енергетску,
- ✓ локалну, регионалну и глобалну и
- ✓ социјалну.

3.6. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Како би се што боље представиле методе истраживања важно је истаћи да су истраживачки радови тако били конципирани да је у првом делу истраживана искоришћеност биомасе за енергетске потребе, а у другом разлози који најбоље описују све недостатке тренутне искоришћености биомасе за енергетске потребе.

За потребе спровођења истраживања коришћене су одређене методе, анализе и мерни инструменти.

У истраживању су коришћене следеће методе:

- ✓ опште научне методе,

- ✓ експериментална метода,
- ✓ историјска метода,
- ✓ метода анкете,
- ✓ метода моделовања,
- ✓ метода факторске анализе, односно PCA (*Principal Component Analysis* - анализа главних компоненти) метода,
- ✓ метода најмањих квадрата - OLS (*Ordinal Least Square*) метода,
- ✓ рационална метода,
- ✓ квантитативна метода,
- ✓ графичка метода,
- ✓ статистичка метода и
- ✓ методе и технике за пројектовање и управљање (Ишикава дијаграм, метода планирања и сл.).

Анализе:

- ✓ дескриптивна анализа - анализа нормалности (*Kolmogorov-Smirnov* и *Shapiro-Wilk* -ов тест) и
- ✓ SWOT анализа.

Мерни инструменти: петостепена Ликертова скала.

У првом делу истраживања, а након сакупљених резултата о искоришћености пољопривредне биомасе урађена је квантитативна процена количине искоришћености биомасе за енергетске и друге потребе. За овај прорачун коришћена је методологија о потенцијалу биомасе. У питању је ексел апликација за израду биланса пољопривредне биомасе.

У другом делу истраживања, како би се указало на проблематику искоришћености биомасе за енергетске потребе, развијен је упитник односно идентификовани су кључни фактори применом методе факторске анализе. За идентификовање смера и интензитета утицаја откривених фактора користио се модел вишеструке линеарне регресије чији су параметри оцењени применом метода најмањих квадрата.

Израда релевантног упитника састојала се из три корака. У првом кораку за израду упитника ангажовани су експерти у циљу добијања валидних ставки упитника који је укључивао 60 питања која се односе на економске, социјалне, образовне, друштвене и

техничко-технолошке аспекте употребе чврсте пољопривредне биомасе за енергетске потребе. У другом кораку у циљу спровођења експлоративне факторске анализе спроведено је истраживање на узорку 601-ог испитаника. Важно је истаћи да испитаници који су учествовали у испитивању валидације упитника нису били укључени у прикупљању података везаних за утицај идентификованих фактора на ниво искоришћености биомасе. У трећем кораку за истраживање утицаја идентификовања кључних фактора учествовало је 75 пољопривредних газдинстава која су била подељена у три групе према величини површина које обрађују.

За потребе извођења прорачуна у дисертацији коришћени су софтверски програми SPSS и GRETЛ. У завршној обради података за табеларна рачунања коришћен је Мајкрософтов ексел програм.

3.7. ПОДРУЧЈЕ ИСТРАЖИВАЊА

Територија АП Војводине је узета као локалитет на коме су спроведена истраживања из разлога што је на југу Републике Србије најзаступљенија шумска биомаса, а на северу пољопривредна биомаса (слама, кукурузовина, плева, окласак, махуне, коштице, љуске, орезотине и сл.).

Место експерименталног истраживања:

- ✓ Пољопривредна газдинства са територије АП Војводине,
- ✓ Факултет за економију и инжењерски менаџмент Нови Сад,
- ✓ Агенција за енергетику Града Новог Сада.

4. ТЕОРИЈСКА ИСТРАЖИВАЊА

4.1. ЕНЕРГИЈА И ЕНЕРГЕТСКЕ КРИЗЕ

4.1.1. Горива

Под горивима се сматрају материје органског или минералног порекла које се пале на одређеној температури и у процесу сагоревања производе енергију. Постоји више подела горива, попут оних према настајању, агрегатном стању, начину добијања и сл. Основне особине које треба да имају горива да би се могла користити за ширу примену су [150]:

- ✓ да их има у довољним количинама,
- ✓ да им је процес добијања економски оправдан,
- ✓ да им место стварања/добијања није превише удаљено од места потрошње,
- ✓ да су погодног облика за транспорт,
- ✓ да се могу складиштити,
- ✓ да нису подложна самозапаљењу и сл.

Горива органског порекла данас су најзаступљенија у индустријској примени. Њих карактерише знатан садржај енергије по јединици запремине [84]. У горива органског (фосилног) порекла спадају све материје биљног и животињског порекла, које су се стварале (анаеробним распадањем организама) милионима година под одређеним условима и процесима.

Сагоревањем фосилних горива повећава се концентрација CO_2 у атмосфери која доводи до поремећаја климе и глобалног загревања. Нажалост, мало је напора уложено како би се показала оправданост израчунавања количине енергије која је потребна за производњу фосилних горива тј. да се квантификује неодрживост друштвене употребе ове енергије [44].

Просечна глобална потрошња енергије у 2018. години износила је 76 GJ по глави становника и она указује на раст потрошње од 1,8 % у односу на 2017. годину, што је знатно више од просечног раста од 0,3% у периоду од 2007-2017. године [23].

4.1.2. Енергетске кризе

Енергетске кризе утрле су пут значајнијој примени ОИЕ. Анализирајући најзначајније енергетске кризе из прошлости, може се закључити да иза свих ових дешавања стоје озбиљна

геополитичка поткусуривања моћних држава. Све енергетске кризе су вештачки свесно изазиване под утицајем одређених земаља. У свакој од ових криза, три основна циља од стране САД-а су била изражена, а то је да држи под контролом државе које су богате нафтом, да истисне Русију као партнера овим земљама, односно да помаже Израел у рату са својим суседима. У најважније догађаје који су обележиле енергетске кризе на светском нивоу убрајају се:

- ✓ први покушај увођења нафтне кризе 1967. године,
- ✓ прва нафтна криза 1973. године и
- ✓ друга нафтна криза 1979. године.

Први пут да се нафта користи као средство за решавања геополитичких циљева забележен је 1967. године. У овој кризи Саудијска Арабија, Кувајт, Ирак, Либија и Алжир увode санкције, односно смањују испоруке нафте САД-у и Великој Британији, како би утицале на исход Арапско-Израелског рата који је трајао 6 дана [37]. Рат је вођен између Израела с једне стране и Египта, Сирије, Ирака и Јордана с друге стране. У ових неколико дана колико је рат трајао нису забележене несташице нафте, јер се у исто време води више ратова, што је утицало на пад њене потражње.

Прва нафтна криза догодила се 1973. године, и последица је Јомкипурског рата у коме су Египат и Сирија напаале Израел [170]. Рат је трајао 20 дана. Ове земље су желеле да поврате Синај и Голанску висораван, које им је Израел 1967. године окупирао [53]. Како би казнили заштитника Израела (САД), арапске чланице Организације земаља извозница нафте (*OPEC - Organization of the Petroleum Exporting Countries*) увode санкције САД-у и Холандији на извоз и смањују производњу. Ове санкције најалост више погађају америчке савезнике Западну Европу, Канаду и Јапан него САД-е, јер су САД у то време биле енергетски независне [93]. На врхунцу ове кризе цене нафте су биле увећане и до 400%.

Прва нафтна криза, посматрана с историјског аспекта, утрла је пут ОИЕ. Њене последице испољавају позитивна дејства кроз чињеницу да „јефтине”, лако доступне енергије нема у неограниченим количинама. Током ове кризе и након ње научна и стручна јавност по први пут говори о ограничениости фосилних горива и расту њихових цена. Поучени последицама ове енергетске кризе, већина развијених земаља мења своју енергетску политику и усмерава је на изналажење других обновљивих енергетских извора. Првенствено је циљ био смањење зависности од коришћења нафте и изналажење својих локалних/државних енергетских извора.

Друга нафтна криза догодила се 1979. године углавном као резултат „Иранске револуције” [54]. Иран је био друга земља извозник нафте после Саудијске Арабије, при

чему је 4/5 произведене нафте извозио, а 1/5 користио за своје потребе. У јеку кризе у Ирану обустављена је производња и извоз нафте, али Саудијска Арабија надокнађује ову смањену производњу из Ирана. Ова колебања на тржишту користе мултинационалне компаније како би подигле цену нафте на тржишту. На врхунцу ове кризе цене нафте су увећане и до 200%.

4.1.2.1. Јапан и енергетска криза

После брзог опоравка јапанске привреде након другог светског рата забележен је раст БДП-а од 10%, али нажалост само до појаве прве нафтне кризе [159]. Привреда Јапана, за разлику од Европе која је имала алтернативу, била је везана за нафту и она је око 78% укупне потребе за нафтом увозила [160].

У првој нафтној кризи у Јапану све залихе нафте су се потрошиле за неколико дана, што је довело до пропасти више компанија и појаве пораста незапослености. Јапанци ово доживљавају као велики шок и постају свесни да морају тражити алтернативу. Јапанска влада у циљу ублажавања ових последица доноси адекватне мере (штедње и управљања енергијом) и политичке одлуке. Прва мера штедње имала је за циљ да се у читавој индустрији смањи потрошња нафте и електричне енергије за 15% [103]. Друга је мера била увођење система управљања енергијом на нивоу државе, у оквиру које се између осталог граде нуклеарне електране Фукушима 4,7 GW. Најзначајнија политичка одлука коју јапанска влада спроводи је замрзавања односа с Израелом и поправљање односа се арапским земљама богатим нафтним изворима.

Оно што је Јапан започео у смислу штедње енергије после нафтних криза, у Републици Србији се остварује у последњих пар година, а то је увођење система енергетског менаџмента на нивоу државе, односно тежња да се направе енергетске уштеде у свим областима. Наиме, пре пар година, Јапан је помогао Републику Србију увођењем информационог система енергетског менаџмента (ИСЕМ-а).

Јапанска влада после катастрофалних догађаја са нуклеарном електраном Фукушима I 2011. године, будући развој енергетике базира на ОИЕ (геотермалној и хидроенергији), а на уштрб нуклеарне енергије. Подстицајне тарифе за производњу електричне енергије из геотермалних извора износиле су 40 америчких центи за 1 kWh [47].

4.1.2.2. Србија и енергетска криза

Почетком 80-тих година прошлог века бившу СФРЈ по први пут погађа енергетска криза, која се огледа у несташици нафте и њеном поскупљењу. Како би се ублажиле ове

последнице недостатка нафте тадашње власти доносе законску регулативу која се односи на возњу аутомобила по принципу „пар-непар”. Данас, много година касније и поједине богате развијене земље попут нпр. Италије и Кине, али и друге попут Индије и БиХ уводе „пар-непар” систем возње, али из разлога да се смањи загађење градова и избегну гужве у саобраћају.

Последнице друге нафтне кризе 1979. године и Иранско-ирачки рат 1980. године осетиле су се и у нашој држави, као последнице чега се доноси одређена законска регулатива. Тако се на нивоу АП Војводине 1981. године доноси закон чији бенефити биомаси придају одређен значај, забрањује се паљење биомасе на њивама, основан је комитет за енергетику, финансирају се програми за израду енергетских постројења и сл. [25]. Како би се обезбедила потребна средства за финансирање ових пројеката уводи се акциза од 1% на сваку литру продатог бензина, што је допринело да се за изградњу постројења издваја 30% у виду субвенција, а остатак од 70% су обезбеђивали инвеститори [24]. Резултати свих ових активности су ти да је у периоду од 1982-1988 године изграђено укупно 1.300 котловских постројења и пећи (на бале сламе снаге од 20 до 340 kW) на биомасу укупне топлотне снаге 140 MWt [25].

Цене електричне енергије су, како некада у бившој СФРЈ тако и данас у Републици Србији, биле ниске што је између осталог утицало на низак обим коришћења како пољопривредне биомасе тако и других ОИЕ. У том контексту, почетком деведесетих година прошлог века услед наметнутих санкција и недостатка горива била је велика потреба за додатним количинама енергије (топлотне) које су се у то време могле надоместити из пољопривредне биомасе, али тада пак нису постојала значајна финансијска средства за озбиљније инвестиције [26].

4.1.3. Потенцијал ОИЕ у Републици Србији

Повећање удела ОИЕ у бруто финалној потрошњи (БФП) енергије, пре свега значи чување животне средине, мању зависност од фосилних горива и несташицу енергената на тржишту, испуњавање законских и других обавеза односно остваривање дефинисаних циљева о уделу ОИЕ у укупној финалној потрошњи енергије итд.

Технички искористив потенцијал ОИЕ у Републици Србији је процењен на око 5,64 Мтое годишње [77]. Потенцијал биомасе је процењен на око 3,4 Мтое годишње (2,3 Мтое је неискоришћен, а 1,1 Мтое се већ користи), хидропотенцијал на 1,7 Мтое годишње (0,8 Мтое је неискоришћен, а 0,9 Мтое се већ користи), геотермални потенцијал на 0,2 Мтое годишње,

потенцијал соларне енергије на 0,2 Мтое годишње, потенцијал енергије ветра на 0,1 Мтое годишње и потенцијал биоразградивог отпада 0,04 Мтое годишње [106], таб.3.1. У Републици Србији се до 2015. године користило 35% ОИЕ од укупно расположивог техничког потенцијала ОИЕ (19% потенцијала биомасе и 16% хидропотенцијала), таб.3.2.

Табела 3.1. Технички искористив потенцијал биомасе у Републици Србији [106]

| ОИЕ | Потенцијал (Мтое) | Искористићен потенцијал (Мтое) | Неискористићен потенцијал (Мтое) |
|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Биомаса | 3,4 | 1,1 | 2,3 |
| Хидроенергија | 1,7 | 0,9 | 0,8 |
| Геотермална енергија | 0,2 | - | - |
| Соларна енергија | 0,2 | - | - |
| Енергија ветра | 0,1 | - | - |
| Биоразградиви отпад | 0,04 | - | - |
| Укупно= | 5,64 | | |

Табела 3.2. Процент искористићености техничког потенцијала ОИЕ у Републици Србији [28]

| ОИЕ | Искористићеност ОИЕ (%) | Неискористићеност ОИЕ (%) |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| Биомаса | 19 | 41 |
| Хидроенергија | 16 | 14 |
| Геотермална енергија | - | 3 |
| Соларна енергија | - | 4 |
| Енергија ветра | - | 2 |
| Биоразградиви отпад | - | 1 |
| Укупно= | 35 | 65 |

Национални општи циљ Републике Србије је да се удео ОИЕ у БФП енергије који је у 2009. години износио 21,2%, до краја 2020. године повећа на мин. 27% (или 2.563,6 тое) [106]. За разлику од Републике Србије, ЕУ има још амбициозније циљеве када је реч о примени и коришћењу ОИЕ. Она планира повећање удела ОИЕ у БФП енергије са 2.458 PJ у 2005. на 4.605 PJ до 2020. године [14], што ће представљати релативни раст од 87%.

Како би остварила планиране циљеве до 2020. године Република Србија је примера ради, само у сектору биомасе планирала да од новоизграђених постројења на ОИЕ оствари производњу енергије од 209 ктое, од чега 75 ктое од производње електричне енергије и 134 ктое од производње енергије у сектору грејања и хлађења, таб.3.3.

Табела 3.3. Производња енергије из биомасе код нових постројења које користе ОИЕ до 2020. године [106]

| ОИЕ | Производња електричне енергије из нових постројења (ktoe) | Производња енергије у сектору грејања и хлађења (ktoe) |
|---------------------------------------|---|--|
| Биомаса - когенерације | 55 | 49 |
| Биогас (стајњак) - когенерације | 19 | 10 |
| Биомаса - даљинско грејање | - | 25 |
| Биомаса у индивидуалним домаћинствима | - | 50 |
| Укупно= | 75 | 134 |

4.1.4. Емисије CO₂

Правилно управљање жетвеним остацима из пољопривредне производње може имати веома важну улогу у друштвено одговорном понашању које се односи на проблеме повећаних емисија гасова са ефектом стаклене баште, првенствено због сагоревања фосилних горива. Примарна пољопривредна производња има велики капацитет за уклањање емисија CO₂ из атмосфере и елиминисање властитих емисија гасова са ефектом стаклене баште [132].

Значај шума на уклањању емисија CO₂, најбоље илуструје чињеница да шуме са 1 ha површине годишње апсорбују једнаку количину CO₂ која се ослобађа сагоревањем 88.000 l лож-уља или 134.000 m³ природног гаса [94].

Емисије CO₂ за поједине врсте биомасе током животног циклуса из постројења која користе биомасу за производњу електричне енергије приказане су у таб.3.4. Према овим подацима из таб.3.4 пољопривредна биомаса емитује од 67 до 847 gCO_{2e}/kWh.

Табела 3.4. Емисија CO₂ током животног циклуса из постројења која користе биомасу за производњу електричне енергије [77]

| Врста биомасе | Мин. (gCO _{2e} /kWh) | Max. (gCO _{2e} /kWh) |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Пољопривредни остаци | 67 | 847 |
| Енергетски засади | 17 | 1.086 |
| Биомаса из шумарства | 10 | 82 |
| Биомаса из индустрије | 7 | 66 |

Коефицијенти емисије CO₂ за различите врсте горива приказани су у таб.3.5. Из таб.3.5 се може закључити да за исте остварене енергетске вредности, природни гас има најмањи

коэффициент емисије од 56,1 kgCO₂/GJ, док биомаса има емисије од 110 kgCO₂/GJ. Природни гас има најмање емисије зато што има највише метана и знатно мање угљеника због чега сагоревањем поред CO₂ емитује и водену пару, док код биомасе, због кружења CO₂, односно због циклуса производње и елиминисања CO₂, стварни коефицијент емисије CO₂ је ~0 kgCO₂/GJ. Претходно наведено важи под условом да се процес вегетације биомасе и сагоревања биомасе надовезују у континуитету, у супротном валидан коефицијент емисије CO₂ за биомасу је 110 kgCO₂/GJ.

Табела 3.5. Коефицијент емисије CO₂ за различите врсте горива [61]

| Р.Б. | Категорија горива | Емисије (kgCO ₂ /GJ) |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Фосилна горива | | |
| 1. | Петрол кокс | 92,8 |
| 2. | Дизел уље | 74,1 |
| 3. | Природни гас (суви) | 56,1 |
| 4. | Нафтни шкриљци | 107 |
| 5. | Лигнит | 101 |
| 6. | Бензин | 69,3 |
| 7. | (Ултра) тешко гориво | 77,4 |
| Алтернативна фосилна горива | | |
| 8. | Отпадна уља | 74 |
| 9. | Гума | 85 |
| 10. | Пластика | 75 |
| 11. | Растварач | 74 |
| 12. | Импрегрирана пиљевина | 75 |
| 13. | Мешани индустријски отпад | 83 |
| Горива биомасе | | |
| 14. | Осушени муљ | 110 |
| 15. | Дрво, неимпрегнирана пиљевина | 110 |
| 16. | Папир, картон | 110 |
| 17. | Животињска коштана брашна | 89 |
| 18. | Животињска маст | 89 |
| 19. | Пољопривредни отпад, дрвени угаљ | 110 |
| 20. | Остала биомаса | 110 |

Коефицијент емисије CO₂ (kCO_2) се може израчунати преко јед.3.1 и он представља масу емитованог CO₂ у атмосферу сведену на јединицу енергије [138]:

$$kCO_2 = 3,67 \cdot w_c \cdot H^{-1} \quad \left(\text{kg CO}_2 / \text{MJ} \right) \quad 3.1$$

где је:

$3,67$ - стехиометријски коефицијент (-),

w_c - масени удео горивог С у гориву (kg/kg),

H - топлотна моћ горива – може бити горња или доња (MJ/kg).

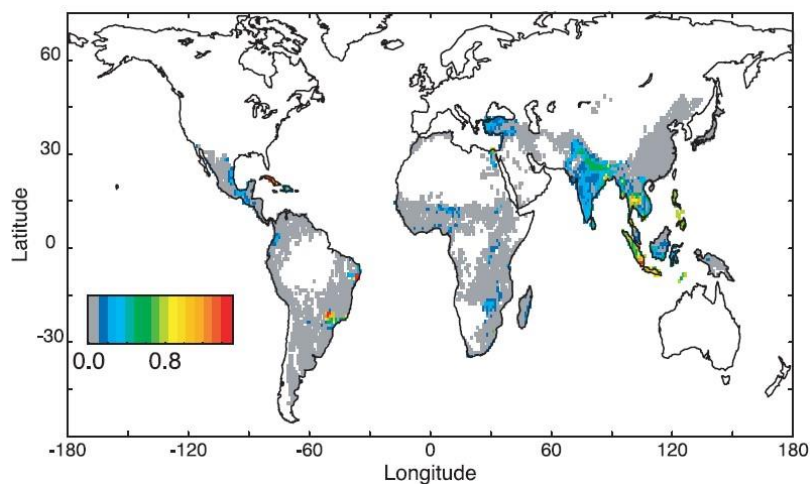
Као последица неконтролисаног паљења жетвених и других остатака одређен број држава данас је суочен са озбиљним еколошким загађењима. Тако се, на пример, током 2017. године неколико великих градова у Пакистану и Индији (Лахоре, Њу Делхи, Лукав и Канпур) суочило са повишеним нивоом загађења. На сл.3.1 се виде загађења од запаљених усева широм Индије и Пакистана, где се с почетком јесени, дим помешан са маглом, прашином и индустријским загађењем претвара у густу маглу. Ови снимци (сл.3.1) су послужили државним органима у поменутиим државама да наплате казне пољопривредницима, након чега је стопа паљења жетвених остатака на њивама ових држава смањена за 38% односно 25% [4].



Слика 3.1. Загађења снимљена из ваздуха у Индији и Пакистану [4,30]

Спаљивање жетвених остатака на њивама доминира у земљама у развоју у којима су пре свега забележена паљења пиринчане сламе, као што је то случај у Југоисточној Азији. Евидентна су паљења жетвених остатака на њивама и у Турској и Индији, сл.3.2. Такође је приметно паљење жетвених остатака и у Бразилу (где се узгаја преко 50% шећерне трске), Куби и у тропским деловима Африке [184].

Процењује се да се само у Кини годишње спали 122 Тg жетвених остатака на њивама, а у неким регионима се спали и до 43% жетвених остатака [55].



Слика 3.2. Спаљивање жетвених остатака на пољима у земљама у развоју [184]

4.2. БИОМАСА

4.2.1. Историја биомасе

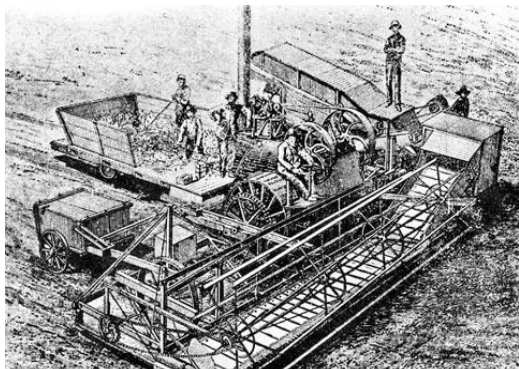
Проналазак ватре пре скоро 500.000 година је догађај који је био прекретница наглог развоја наше цивилизације. Њена намена кроз историју је била вишеструка - од припреме хране, грејања и осветљавања просторија, па до производње оруђа, за одбрану и сл. [13].

Шумска биомаса је временом, како због својих вишенамених функција, тако и због своје релативно брзе обновљивости, била и остала најшире употребљавани природан материјал. Дрво се највише користило као сировина за енергетске и грађевинске потребе. Тако су до 18. века енергија ветра и воде једини ОИЕ који се били доступни, захваљујући ветрењачама и воденицама. Изум парне машине и њена значајна примена с почетка 18. века омогућио је човечанству да добије енергију и поступком сагоревања дрвета.

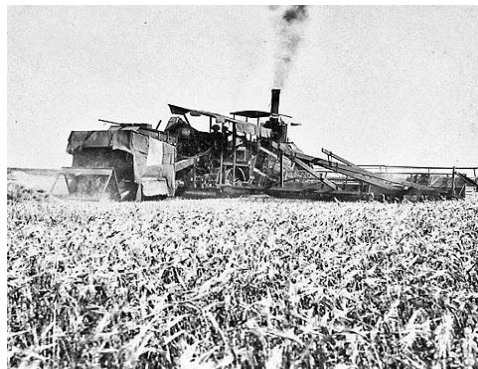
Примена парних машина на биомасу за пољопривредне потребе у значајној мери је елиминисала животињска грла као покретачку снагу за разне машине. Примера ради, применом сламе на парним лукобилима житних комбајна смањује се употреба и до 40 грла стоке по једном комбајну. Први комбајн погоњен парном машином произведен је 1871. године. Неке од слика првих парних машина на биомасу с краја 19. и почетком 20. века приказане су на сл.3.3а и б.

У развоју/коришћењу пољопривредне биомасе постоје две фазе и оне су углавном везане за начин обраде пољопривредног земљишта (ручни или механизовани). У првој фази биомаса се користи у изворном облику углавном на месту где је и стварана/произведена. У другој фази како би се биомаса транспортовала до одређених места, она се морала сабијати

под притиском, како би добила првенствено погодан облик односно тежину погодну за манипулацију, транспорт и складиштење.



а)



б)

Слика 3.3. Житни комбајни погоњени парним лукобилом у САД а) крајем 19. века, б) почетком 20. века [57]

4.2.2. Уопштено о биомаси

Биомаса је биолошки материјал изведен из живих организама. Ако биомасу посматрамо као сировину за производњу енергије под њом се у ширем смислу подразумевају различити производи биолошког порекла (пољопривредни и шумски остаци, отпад из дрвне индустрије, животињски отпад, отпад из прехранбене индустрије, енергетски узгајане биљке, зелени део чврстог градског отпада и други типови индустријског отпада са хетерогеним саставом).

Вегетација која покрива већи део наше планете чини природни депозит соларне енергије. Органска материја од које је направљена вегетација је биомаса. Енергија биљног порекла представља акумулирану светлосну енергију којом се сунчева светлост процесом фотосинтезе трансформисала у хемијску енергију. Биомаса се производи процесом фотосинтезе, током које, захваљујући сунчевој енергији, CO_2 у атмосфери односно води производи одређене материје за њен прираст. Веома мали део дозрачене сунчеве енергије се акумулира посредством фотосинтезе (према неким анализама свега 0,1%), од које 45% остаје у биљкама, а 55% се дисањем враћа у атмосферу [12]. Соларна енергија која је активирала фотосинтезу се складишти у хемијским везама ових супстанци. Поред тога што се посредством фотосинтезе обезбеђује храна неопходна за опстанак свих живих бића на планети, њеним посредством, биљке у биомасу у току једне године претворе/ускладиште око 100 милијарди тона угљеника [166].

Енергија коју биљка производи/ствара је потенцијална, и она се ничим другим не може заменити/произвести. Опште је познато да се енергија не може створити, већ се само један облик енергије може претворити у други. Суштина биљне производње је да у њој биљка претвара кинетичку енергију сунчеве светлости у потенцијалну енергију, односно у принос биомасе/хране [96].

Биомаса је потпуно обновљиви ресурс [163], а њено коришћење не повећава садржај CO_2 у атмосфери. Рачуна се да је оптерећење атмосфере са CO_2 при коришћењу биомасе као горива занемарљиво, будући да је количина емитованог CO_2 приликом сагоревања једнака количини апсорбованог CO_2 током раста биљке [8], тако да производња и употреба биомасе нуди значајне користи како за животну средину, тако и за енергетику и економију.

Као што је претходно наведено биомаса у погледу емисија CO_2 задовољава нулте емисије, односно критеријум затвореног система. Улазне сировине у процесу сагоревања су биомаса као гориво и O_2 , док су излазне сировине добијена енергија, пепео и CO_2 . Приликом сагоревања биомасе O_2 се у атмосфери комбинује са C који се налази у биомаси, ослобађају се CO_2 и H_2O , на основу чега се производи топлотна енергија. CO_2 се потом емитује/враћа у атмосферу и постаје поново доступан да буде укључен у процес фотосинтезе, како би се произвела нова биомаса. Ово је само једна од формулација зашто се биомаса назива обновљиви извор енергије. На овај начин се добијена енергија користи за задовољавање основних човекових потреба, пепео се може користити за ђубрење, а произведене количине CO_2 створене приликом сагоревања, биљке потроше у току свог раста.

Основни аспект коришћења биомасе треба да буде њена одрживост. Одрживост коришћења пољопривредне биомасе подразумева да њен највећи део треба да буде враћен у земљиште како би се одржала/повећала плодност земљишта. Такође, када је реч о шумској биомаси одрживост подразумева да се одређене материје (лишће, плодови, и сл.) остављају на земљи и да постоји избалансиран однос сече и пошумљавања.

У пољопривредној производњи након жетве и убирања плодова једна велика количина биомасе остаје неискоришћена [161]. Различити пољопривредни остаци, као што су стабљике кукуруза, стабљике сунцокрета, окласци, слама, резине из воћњака и винограда и сл., на дохват руке су доступни и лако употребљиви извори енергије [11]. Производњом и коришћењем биомасе у енергетске сврхе смањује се емисија штетних гасова и доприноси се заштити земљишта и вода. Биомаса је врло прихватљиво гориво са гледишта утицаја на околину, јер има мали потенцијал емисије CO_2 и SO_2 у односу на фосилна горива [164], односно не садржи сумпор и тешке метале који се налазе у фосилним горивима [7].

4.2.3. Потенцијал биомасе на глобалном нивоу

Укупна количина биомасе која се може прикупити у одређеном времену зависи од различитих фактора, као што су: начин обраде земљишта и примена агротехничких операција, климатски услови, ефикасност механизације (за жетву, сакупљање и паковање), одржавање продуктивности земљишта, одржавање нивоа угљеника у земљишту и сл.

Енергетски потенцијал биомасе није само ограничен просторном локацијом погодном за производњу фотосинтезе, већ је пресудна и слаба енергетска ефикасност фотосинтезе. Биљке су изузетно неефикасни претварачи соларне енергије, чак далеко неефикаснији од соларних фотонапонских панела и колектора. Биљке, конкретно, могу да понуде свега око $0,5 \text{ W/m}^2$ због њихове просторне густине [73], а то је далеко мање од онога што нпр. дају соларни фотонапонски панели тј. око 125 W/m^2 .

Укупан годишњи потенцијал биомасе дефинисан је укупном количином енергије произведеном у процесу фотосинтезе. Биљке сакупе укупни енергетски еквивалент од око 3.150 EJ/год или готово седам пута више од глобалне тренутне искоришћене количине енергије (примарне енергије) која је у 2004. години износила око 460 EJ [73]. Примера ради, скоро $1/3$ фотосинтезе, или око 1.150 EJ/год производе фитопланктони и друге биљке у океанима [149].

Процењено је да је глобални технички потенцијал биогорива у 1990. години износио 225 EJ/год , а до 2050. године би се могао повећати на око 400 EJ/год [167]. Овај раст потенцијала ће бити остварен повећањем приноса (обима производње) као резултат раста броја становника. Такође се сматра да ће учешће биогорива у потрошњи енергије у догледно време бити увећано за $\sim 60\%$ [167].

Светска производња биомасе, углавном раста дивљих биљака, процењена је на 146 милијарди метричких тона годишње [186]. Процењен укупни потенцијал биомасе који се може добити са земљаних површина на планети Земљи износи $200 \times 10^{12} \text{ kg}$ годишње (220 милијарди тона) [121,172], што је приближно 5 пута више енергије од оне садржане у укупној потрошњи сирове нафте (за топлотна сагоревања) широм света.

Капацитет биоенергије се повећао за око 7% у 2017. години, односно на 122 GW , а производња енергије за 11% на 555 TWh [134]. Водеће земље које су производиле електричну енергију из биомасе у 2017. години биле су Кина ($79,4 \text{ TWh}$), САД-е (69 TWh), Бразил (49 TWh), Јапан (37 TWh) и Индија ($32,5 \text{ TWh}$) [134].

Веома је тешко на глобалном нивоу доћи до процена које указују на количину произведене енергије из биомасе, с обзиром на неформалну природу снабдевања и несигурност у вези с коришћењем. Ипак, међународна институционална тела редовно прате

ове промене у потрошњи биомасе. Према њиховим наводима укупна светска потрошња примарне енергије биомасе у 2013. години износила је 57 EJ/год, од чега је 60% чинило шумско дрво, а остатак од 40% други облици биомасе (чврста, течна и гасовита биогорива) [133]. У 2016. години ова потрошња је износила 46,4 EJ/год [2].

Према наводима Међународне агенције за енергетику биомаса представља један од најраспрострањенијих обновљивих извора енергије на нашој планети [76]. У 2015. години она је задовољила 9,7% светских енергетских потреба, али њено коришћење није равномерно распоређено [76]. Неке процене указују на то да биомаса данас учествује са 15% у укупној светској потрошњи енергије [59]. У неким регионима/државама она се често користи да обезбеди укупно 1%, или као што је то нпр. случај у Русији 9 TWh/годишње [72]. Русија има огромне резерве шума и тресета, а њен укупни технички потенцијал биомасе процењен је на 285 TWh/год [72].

Биомаса у индустријализованим земљама учествује у укупној потрошњи са 5% примарне енергије [62], док у земљама у развоју са 35% [186]. Земље у развоју чине око 50% светске популације, и оне се углавном ослањају на шумску биомасу као извор енергије. Овакав традиционалан начин коришћења биомасе овим земљама у развоју обезбеђује од 34% до 40% укупних енергетских потреба. Ова чињеница која указује на то да ослањање на дрвну биомасу у земљама у развоју не охрабрује, прети уништењу готово свих шумских потенцијала у тим регионима, што ће додатно утицати на погоршање стања животне средине.

Савремена постројења на биомасу, с друге стране, примарно се користе у развијеним земљама Европе, Азије и Северне Америке [134].

4.2.4. Техничко-технолошки показатељи пољопривредне биомасе

Након третирања/прераде биомаса се јавља у три агрегатна стања [10]:

- ✓ чврстом стању (у изворном облику биомаса, пелетирана, брикетирани и пресована),
- ✓ течном (биодизел, биоетанол, биометанол и сл.) и
- ✓ гасовитом (биогаз из отпадних и процесних вода, биогаз из силаже, депонијски гас итд.).

Карактеристике сагоревања пољопривредне биомасе у знатној мери се разликују од карактеристика сагоревања шумске биомасе, зато је то чињеница на коју треба обратити пажњу код димензионисања ових техничких система [49-51,109].

Садржај влаге и пепела значајно утиче на топлотну вредност биомасе и са смањењем садржаја влаге и пепела у биомаси долази до повећања њихове топлотне вредности и

обрнуто. У наведеном контексту, пелете произведене од пољопривредне биомасе због већег садржаја воде и пепела имају ниже топлотне вредности од пелета произведених од дрвне биомасе [79]. Садржај пепела пелета од ратарске биомасе зависи од низа фактора локације сакупљања, примењених агротехничких мера, састава материје, нечистоће, прашине и сл. [79].

Најважнији показатељи корисности сваке врсте горива па и биомасе јесу њене физичке карактеристике односно топлотна моћ. У случају да не постоје прецизнији подаци за доњу топлотну моћ и односа приноса/жетвених остатака, за извођење прорачуна могу се употребити подаци наведени у таб.3.6. Подаци из таб.3.6 су у дисертацији коришћени за извођење прорачуна потенцијала искоришћености биомасе за одређене намене. У таб.3.7 приказане су доње топлотне моћи за разне врсте обновљивих и фосилних горива.

Табела 3.6. Показатељи доње топлотне моћи биљних остатака (при влажности од 14%) и односа приноса/остатака [119]

| Врста биомасе | Доња топлотна моћ (MJ/kg) | Однос приноса/остатака |
|--|---------------------------|------------------------|
| Пшенична слама | 14,00 | 1:1 |
| Јечмена слама | 14,20 | 1:1 |
| Овсена слама | 14,40 | 1:1 [77] |
| Ражена слама | 14,40 | 1:1,12 [77] |
| Слама од соје | 15,70 | 1:2 |
| Тритикале | 14,40 [77] | 1:1 [77] |
| Меркантилни кукуруз | 13,50 | 1:2 |
| Окласак меркантилног кукуруза | 14,70 | 1:0,2 |
| Кукурузовина семенског кукуруза | 13,85 | 1:1,5 [27] |
| Окласак семенског кукуруза | 14,70 | 1:0,21 [95] |
| Стабљика сунцокрета | 14,5 | 1:2 |
| Љуске сунцокрета | 17,60 | 1:0,3 [27] |
| Слама уљане репице | 17,40 | 1:2 [77] |
| Стабљика хмеља | 14,00 | - |
| Стабљика дувана | 13,85 | 1:0,35 |
| Орезотине у воћњацима | 15,30-19,70 | 1:0,325 |
| Орезотине у виноградима | 14,00 | 1:0,457 |
| Стајњак | 23,00 | - |
| Пасуљ, боб, грашак, кикирики, сочиво, наут (леблебија) | 14,40 [75] | 1:0,5 [64] |
| Остаци биљака из вртова, паркова, одржавања путева, воћњака и винограда (траве) | 13,20 [75] | - |
| Остаци биљака из вртова, паркова, одржавања путева, воћњака и винограда (дрвна маса) | 15,50 [75] | - |

Табела 3.7. Показатељи доње топлотне моћи за поједине врсте обновљивих и фосилних горива [38]

| Гориво | Јединица мере за количину (j.m.) | Доња топлотна моћ (MJ/j.m.) | Доња топлотна моћ (kWh/j.m.) |
|--------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Биогас 55% метана | Nm ³ | 18,73 | 5,20 |
| Биогас 56% метана | Nm ³ | 19,22 | 5,34 |
| Биогас 64% метана | Nm ³ | 22,04 | 6,12 |
| Дрвна биомаса | kg суве материје | 18,50 | 5,14 |
| Комунални отпад | kg суве материје | 18,60 | 5,17 |
| Пулпа шећерне репе | kg суве материје | 17,90 | 4,97 |
| Трава | kg суве материје | 18,60 | 5,17 |
| Метан | Nm ³ | 35,80 | 9,94 |
| Природни гас | Nm ³ | 34,43 | 9,56 |

Доња топлотна моћ (H_d) служи да се преко ње изрази енергетски садржај одређене врсте биомасе. Она зависи од садржаја влаге у биомаси. Уколико је познат садржај влаге у биомаси, доња топлотна моћ апсолутно суве биомасе се може израчунати преко јед.3.2 [180]:

$$H_d = H_{ds} \frac{100 - w}{100} - 2,44 \cdot w \quad (\text{kJ/kg}) \quad 3.2$$

где је:

H_{ds} - доња топлотна моћ потпуно суве биомасе (kJ/kg),

w - садржај влаге (%) и

2,44 - константа.

4.3. ПОЉОПРИВРЕДНА БИОМАСА

4.3.1. Пољопривредна производња у Републици Србији

Процењује се да Република Србија поседује око 5.069.000 ha пољопривредног земљишта, од тога ораница и баште 3.298.000 ha (65%), воћњака 239.000 ha (4,72%), винограда 50.000 ha (0,99%), ливада 653.000 ha (12,88%) и пашњака 829.000 ha (16,35%) [141]. Према истом извору, обрадиво је око 4.221.000 ha (82,88%), односно за пољопривреду се користи око 3.355.859 ha (79,50%), од чега 2.816.424 ha (84%) обрађују породична газдинства њих 628.550 - са просечном величином имања од 4,5 ha и 539.437 ha (16%) обрађују правна лица и предузетници, а њих 2.567 - са просечном величином имања од 210,10 ha [141].

Према подацима из 2012. године укупно расположиво пољопривредно земљиште у АП Војводини износило је 1.768.000 ha, од којих је обрадиво било 1.647.000 ha или 93,16% [181]. Према попису из 2012. године АП Војводина је на својих 7 области/округа имала 147.588 пољопривредних газдинстава и 1.598.066 ha пољопривредног земљишта у употреби, таб.3.8.

Главни проблем продуктивности и конкурентности пољопривредне производње у Републици Србији данас представљају уситњена пољопривредна имања чија је просечна величина 5,77 ha [48]. Такође, пољопривредно земљиште у Републици Србији није у целости искоришћено. Газдинства у планинским регионима не користе између 1/3 и 1/4 својих поседа због лошег квалитета земљишта, неприступачности, непостојања путне инфраструктуре итд. [128].

Република Србија има 0,47 ha/стан. обрадивих површина, што је изнад просека чак и на нивоу ЕУ, тако нпр. Мађарска има 0,51 ha/стан., Данска 0,50 ha/стан., Француска 0,33 ha/стан., Италија 0,20 ha/стан., Немачка 0,19 ha/стан. и Холандија 0,06 ha/стан. [115].

Табела 3.8. Основни подаци о пољопривредним газдинствима и пољопривредном земљишту у АП Војводини [116]

| Посматране области у АП Војводина | Пољопривредна газдинства | Коришћено пољопривредно земљиште (ha) |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Сремска област | 29.309 | 229.180 |
| Јужнобачка област | 31.867 | 287.997 |
| Западнобачка област | 18.332 | 185.374 |
| Севернобачка област | 11.361 | 138.802 |
| Севернобанатска област | 14.346 | 179.871 |
| Средњебанатска област | 16.755 | 261.595 |
| Јужнобанатска област | 25.618 | 315.247 |
| Укупно= | 147.588 | 1.598.066 |

4.3.2. Потенцијал пољопривредне биомасе из биљне производње

У биљној производњи након убирања плодова, на њивама остају знатне количине жетвених остатака. Због променљивих, првенствено спољних климатских утицаја, на првом месту прилива кише (водених талога) веома је незахвално и тешко проценити укупне количине биомасе (приноса и жетвених остатака). Тако се у изразито повољним климатским условима са довољном количином водених талога може добити и до 30% више биомасе, односно у сушним периодима и до 30% мање биомасе.

4.3.2.1. Потенцијал пољопривредне биомасе на глобалном нивоу

Процене су да се на планети Земљи годишње створи око 2.000 милијарди тона суве биомасе, од чега се око 1,2% користи за храну, 1% за папир и 1% за енергетске потребе, док око 96% биомасе труне и распада се или се један мали део користи за органско ђубриво [176]. Процењени потенцијали енергетски неискоришћених пољопривредних остатака износе око 20.000 ТЈ/год [8].

Различити циљеви за биомасу постављени су како би се постигли виши циљеви у погледу енергетске сигурности и ублажавања последица климатских промена. Међународна агенција за енергију (*IEA*) процењује да ће светска потрошња енергије бити повећана за 48% у периоду од 2012. до 2040. године [60], док Међународна агенција за обновљиву енергију (*IRENA - International Renewable Energy Agency*), процењује да ће се до 2030. године користити 13-30 ЕЈ/год пољопривредних остатака како би се задовољили циљеви одрживе енергије [104].

Тренутни глобални теоријски потенцијал примарне пољопривредне производње жетвених остатака од житарица и шећерне трске процењен је на ~3,7 милијарди Мт/год суве материје, односно ~ 65 ЕЈ/год, при чему би исте могле чинити 80% укупне производње жетвених остатака [17].

4.3.2.2. Потенцијал пољопривредне биомасе на нивоу ЕУ

Средином осамдесетих година прошлог века у многим индустријализованим земљама, посебно у Европи, субвенције пољопривредницима, као и технолошки напредак, изазвали су превелику производњу многих пољопривредних производа. На пример, у ЕУ повећање пољопривредне производње за око 2% годишње, повећало је потражњу за храном за око 0,5% годишње. Ова повећања довела су до стварања вишкова хране што је на крају допринело стварању додатних финансијских оптерећења за складиштење, давању субвенција за извоз, трошковима за додатну прераду или за уништење [146].

Процењени укупни годишњи остаци суве материје пољопривредне биомасе на нивоу земаља ЕУ износе 146.067 kt, док су годишњи потенцијали бруто примарне енергије који би се могли добити са когенеративних постројења (од 1.260 до 1.276 електрана) процењени између 2.291 и 2.320 PJ, таб.3.9 [102]. Ови резултати редефинисали су однос потенцијалне доступности и искористивости пољопривредних остатака у земљама ЕУ-27, узимајући у обзир очување земљишта као природног ресурса. Земље са највећим потенцијалом остатака

суве материје пољопривредне биомасе су Француска са 33.994 kt, Немачка са 21.771 kt, Шпанија 16.337 kt, Велика Британија са 15.067 kt итд., сл.3.9.

Табела 3.9. Доступни остаци пољопривредне биомасе, потенцијални број електрана и потенцијали производње примарне енергије у ЕУ-27 [102]

| Земља ЕУ | На располагању остаци суве материје (kt) | Потенцијални број електрана (ком) | Потенцијали производње примарне енергије из когенерација (PJ) |
|------------------|--|-----------------------------------|---|
| Белгија | 1.389 | 12-17 | 21,5-31,1 |
| Бугарска | 715 | 2-6 | 3,5-10,8 |
| Чешка | 6.224 | 54-64 | 98,5-116,9 |
| Данска | 4.342 | 38-40 | 68,6-72,9 |
| Немачка | 21.771 | 190-202 | 343,7-367,1 |
| Естонија | 363 | 1 | 1,8 |
| Ирска | 909 | 4-6 | 7,2-10,8 |
| Грчка | 3.421 | 25-28 | 45,0-50,4 |
| Шпанија | 16.337 | 140-146 | 254,0-264,9 |
| Француска | 33.994 | 299-309 | 547,2-565,9 |
| Италија | 9.756 | 79-84 | 142,6-151,1 |
| Литванија | 378 | 2-4 | 3,6-7,4 |
| Летонија | 2.314 | 16-20 | 28,7-36,2 |
| Луксембург | 105 | 1-3 | 1,8-5,4 |
| Мађарска | 3.201 | 25-33 | 45,1-59,4 |
| Холандија | 771 | 3-10 | 5,4-17,9 |
| Аустрија | 2.017 | 15-21 | 27,0-38,1 |
| Пољска | 12.438 | 106-113 | 192,2-205,1 |
| Португал | 494 | 2-4 | 3,5-7,2 |
| Румунија | 2.688 | 16-21 | 28,9-37,2 |
| Словенија | 277 | 1-3 | 1,8-5,3 |
| Словачка | 1.713 | 11-18 | 19,7-32,5 |
| Финска | 1.977 | 11-14 | 19,7-24,9 |
| Шведска | 3.323 | 23-26 | 41,3-46,7 |
| Велика Британија | 15.067 | 135-138 | 248,2-254,2 |
| ЕУ-27 | 146.067 | 1.260-1.276 | 2.290,8-2.319,8 |

Укупна процењена количина пољопривредне биомасе у ЕУ током 2013. године износила је око 818 Mt суве материје еквивалентне биљној биомаси, таб.3.10. Ове количине састојале су се од 478 Mt усева из примарне производње, 100 Mt сакупљених жетвених остатака, 119 Mt биомасе са пашњака и ливада и 121 Mt увезених производа на бази биомасе.

Укупна пољопривредна биомаса која се данас годишње произведе у ЕУ без пашњака, процењена је на 956 Mt суве материје. Од ове количине 54% биомасе добијено је од

примарних пољопривредних производа, док је преосталих 46% добијено из производње остатака (нупроизвода) и других остатака као што су лишће и стабљике [177].

Табела 3.10. Укупне процењене количине пољопривредне биомасе у ЕУ 2013. године [177]

| Опис посматраног производа од биомасе | Укупно биомаса (Mt) |
|--|---------------------|
| Производња примарних пољопривредних производа за 28 земаља ЕУ (око 1 милијарде t свеже биомасе) | 478 |
| Сакупљени жетвени остаци | 100 |
| Биомаса са пашњака и ливада | 119 |
| Увоз роба еквивалентних биљној биомаси, (60% у облику готове хране, 30% у облику непрерађених пољопривредних производа, 10% (целулозна влакна, кукурузни скроб итд). | 121 |
| Укупно= | 818 |

Према истраживању *Magó (2010)* укупна количина пољопривредне биомасе у Мађарској износи од 350 до 360 Mt од чега се око 30% или (105 до 110 Mt) годишње обнавља [85]. Укупан годишњи потенцијал биомасе у Мађарској процењен је на 1.185 PJ што је за 5% више од укупне годишње потрошње енергије у земљи (1.120 PJ) [85].

4.3.2.3. Потенцијал пољопривредне биомасе у Републици Србији

Постоји више експертских процена расположивих количина биомасе у Републици Србији. Највише навођена процена указује да укупни годишњи процењени потенцијали биомасе износе око 12,5 милиона тона (9 милиона у АП Војводини и 3,5 милиона тона у остатку Републике Србије) [27,113]. Енергија која би се могла добити коришћењем ове биомасе процењена је на 2,68 Mтое, од чега се 1,66 Mтое односи на пољопривреду, а око 1 Mтое на шумску биомасу [126].

У Републици Србији постоји велики потенцијал за производњу биомасе од пољопривредних и шумских остатака у износу од $2,7 \times 10^6$ t/год ($1,7 \times 10^6$ t/год остатака из пољопривреде и 1×10^6 t/год из шумске биомасе) [110]. Овај потенцијал би свакако могао бити увећан ако се додају биљне културе за производњу биогорива (уљана репица, сирак, кукуруз итд.), отпад из сточарске производње, енергетски засади и сл.

Укупан потенцијал чврсте биомасе у АП Војводини процењен је на 6,45 Mt годишње (таб.3.11), од чега би се само 2,45 Mt биомасе могло искористити у енергетске сврхе

годишње, (што чини 2 Mt остатака из ратарства и око 0,45 Mt остатака из воћарства, виноградарства и шумарства) [105].

Табела 3.11. Укупна количина чврсте биомасе у АП Војводини [105]

| Тип чврсте биомасе | Маса (t) | Енергетски потенцијал | | |
|---|------------------|-----------------------|--------------|------------|
| | | (TJ) | (GWh) | (Mtoe) |
| Остаци из ратарске производње | 6.003.112 | 28.200 | 7.830 | 0,67 |
| Остаци из воћарско-виноградарске производње | 95.143 | 1.340 | 370 | 0,03 |
| Остаци дрвне биомасе из шумарства | 352.048 | 4.030 | 1.120 | 0,1 |
| Укупно = | 6.450.303 | 33.570 | 9.320 | 0,8 |

4.3.2.3.1. Потенцијал пољопривредне биомасе из ратарске производње у Републици Србији

Анализе структуре биомасе из остатака пољопривредне производње у Републици Србији указују на чињеницу да више од $\frac{1}{2}$ половине ресурса лежи у кукурузној биомаси, више од $\frac{1}{4}$ ресурса лежи у слами стрних жита (пре свега пшеничној), а остатак у преосталој количини ресурса лежи у жетвеним остацима сунцокрета, соје, уљане репице и резидбеним остацима из воћарске и виноградарске производње [129].

Реални потенцијал пољопривредне биомасе и биоразградивог комуналног отпада у Републици Србији процењен је на 1.532.636 toe, где пре свега доминирају жетвени остаци са 1.036.828 toe, таб.3.12 [77].

Табела 3.12. Реални потенцијал пољопривредне биомасе у Републици Србији [77]

| Врста биомасе | Реални енергетски потенцијал (toe) |
|---|------------------------------------|
| Жетвени остаци | 1.036.828 |
| Остаци орезотина из воћарства и виноградарства | 133.602 |
| Биогорива | 142.770 |
| Стајњак | 176.526 |
| Прерада индустрија и биоразградивог комуналног отпада | 42.910 |
| Укупно= | 1.532.636 |

На примеру анализе студија случаја потенцијала чврсте биомасе из ратарске и воћарске производње у општини Бечеј са 28.500 ha (што је ~67% обрадивог пољопривредног земљишта), установљено је да би иста могла да задовољи око 37% потреба за топлотном енергијом за грејање читаве општине [90].

4.3.2.3.2. Потенцијал биомасе из воћарско-виноградарске производње у Републици Србији

Орезавање у воћарско-виноградарској производњи је обавезна агротехничка мера која је прилагођена биолошким особинама сваке врсте и сорте, за разлику од ратарске производње где се жетвени остаци могу вратити у земљу, у воћарско-виноградарској производњи је то неизводљиво.

Годишња количина орезина из воћарско-виноградарске производње у АП Војводини процењена је на 325.000 t [99]. Ако се узме да су око 10% губици у скупљању орезина, годишње би се могло добити око 1.300 GWh примарне енергије. Оквирне вредности тежине остатака и енергетских потенцијала за одређене културе у воћарству и виноградарству у Републици Србији приказане су у таб.3.13. Према подацима из таб.3.13 енергетски потенцијал остатака биомасе из производње и прераде одређених култура воћа и грожђа у Републици Србији износио је 360.500 toe.

Табела 3.13. Енергетски потенцијал остатака биомасе из производње и прераде воћа и грожђа у Републици Србији [110]

| Воће | Површина под воћњацима (ha) | Тип остатака | Тежина остатака (t) | Енергетски потенцијал (toe) |
|---------|-----------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Шљива | 50.630 | Гране, коштице | 393.500 | 132.600 |
| Јабука | 17.570 | Гране, омотач плода | 36.200 | 10.900 |
| Вишња | 12.280 | Гране, коштице | 55.000 | 16.500 |
| Крушка | 7.080 | Гране, омотач плода | 14.000 | 4.300 |
| Бресква | 4.450 | Гране, коштице | 35.100 | 11.700 |
| Кајсија | 1.900 | Гране, коштице | 15.500 | 4.100 |
| Орах | 2.100 | Гране, омотач плода | 55.000 | 14.100 |
| Грожђе | 77.390 | Гране, омотач плода, коштице | 515.000 | 166.300 |
| | | | Укупно = | 360.500 |

Енергетски потенцијал биомасе у Републици Србији у знатној мери чине орезине, чији потенцијал резидбе код приватних воћњака и винограда износи 350 ТЈ/год, односно 900 ТЈ/год [108].

Код винове лозе принос орезина може да варира од 0,619 до 1,237 kg/чокоту, под условом да је задовољен распоред садње 2,5 x 1,5 m [127]. Такође, количина орезина зависи и од врсте сорте након резидбе винограда, те она може да износи 4.000 до 6.000 kg/ha за сорте

„каберне франк” и „ерло”, односно од 6.000 до 8.000 kg/ha за сорте „италија”, „афуз-али” и др. [108].

Однос основних производа и остатака у воћарству варира у зависности од култура и он нпр. при 40% влажности може бити од 1:2,84 код кајсије до 1:0,28 код бадема, таб.3.14. Такође, маса резина у воћарству у знатној мери зависи од биолошких особина сорти воћа и она се нпр. код брескве (културе која даје знатну количину остатака из резидбе) креће у зависности од гајене сорте, од 4,13 до 9,83 kg/стаб [43].

Табела 3.14. Однос производа и остатака код неких врста у воћарству при 40% влажности [125]

| Култура | Однос производ/остаци | Горња топлотна моћ (MJ/kg) |
|-----------|-----------------------|----------------------------|
| Бресква | 2,51 | 19,4 |
| Крушка | 1,26 | 18,0 |
| Јабука | 1,20 | 17,8 |
| Кајсија | 2,84 | 19,3 |
| Трешња | 1,20 | 19,1 |
| Мандарина | 1,55 | 17,6 |
| Бадем | 0,28 | 18,4 |

4.3.3. Потребе за енергијом из пољопривредне биомасе

Пољопривредна биомаса може се искористити за производњу топлотне енергије, електричне енергије или истовремено и топлотне и електричне енергије. Најјефтинији и најједноставнији начин употребе пољопривредне биомасе је сагоревање у котловима и производња само топлотне енергије (топле воде, топлог ваздуха или паре) [21], а знатно скупљи начини су производња електричне енергије односно комбинована производња топлотне и електричне енергије.

Укупне потребе за енергијом у пољопривредној производњи у Републици Србији износе 1.123.600,8 toe, од тога за потребе њивских операција у пољопривреди 638.119,8 toe, водопривреди 25.851,1 toe, шумарству 20.681,2 toe, односно за топлотном енергијом у ванњивским операцијама (без транспорта на који иде 18.096,0 toe) 420.851,8 toe [107], таб.3.15.

Највећи потрошачи топлотне енергије, која би се могла добити из сагоревања пољопривредне биомасе, јесу сушаре, фарме, машинске радионице, стакленици, пластеници, административни објекти итд. Топлотна енергија за потребе сушења пољопривредних

производа могла би се искористити за сушење семенског кукуруза, дувана, хмеља, лековитог биља, воћа, поврћа итд.

Табела 3.15. Потрошња топлотне енергије у пољопривреди у ванљивским операцијама [107]

| Р.Б. | Врсте потрошача топлотне енергије | Лож уље (toe) | Природни гас (toe) | Укупно (toe) | Укупне емисије (CO ₂) |
|----------------|-----------------------------------|---------------|--------------------|------------------|-----------------------------------|
| 1. | Сушаре | 161.197,8 | 144.311,6 | 305.509,4 | 860.593,3 |
| 2. | Котлови | 58.012,3 | 47.213,8 | 105.226,1 | 298.730,5 |
| 3. | Калорифери | 5.337,9 | 4.778,4 | 10.116,3 | 28.496,9 |
| Укупно= | | | | 420.851,8 | 1.187.820,7 |

4.3.4. Економска оправданост производње биомасе

Искуства из праксе показала су да је производња енергије из појединих постројења која производе енергију из ОИЕ (ветрогенератора и соларних панела) скупа и зависи углавном од доступности појединих природних ресурса. За разлику од њих постројења на биомасу не захтевају балансирање енергије. Иако се биомаса у значајној мери до сада користила за производњу топлотне енергије, последњих година се граде когенеративна и тригенеративна постројења, која у знатној мери доприносе поправљању економских показатеља рада.

Чврста биомаса из пољопривредне производње доспева сезонски што јој је главна мањкавост у односу на ону из дрвопрерађивачке индустрије која се код предузећа која прерађују дрво ствара у континуитету. Такође, њено сакупљање, транспорт, складиштење и паковање је знатно сложеније и у великој мери може да дефинише њену цену на тржишту. У овим наводима се донекле огледају и предности фосилних горива, а то је да се набављају према потреби и плаћају се према потрошњи.

Однос уложене и произведене енергије при брикетирању сламе износи 1:18 [18], док тај однос за поједине пољопривредне остатке може да износи [26,124]:

- ✓ пшеничне сламе - 1:8,9,
- ✓ кукурузовине - 1:3,2,
- ✓ љуске сунцокрета (са стационарном механизацијом) - 1:8,4,
- ✓ љуске сунцокрета (са мобилном механизацијом) - од 1:3,1 до 1:6,4.

Идеално би било користити пољопривредну биомасу за производњу топлотне енергије, а природан гас који је код нас доминантан извор енергије користити за неке друге намене, попут производње метанола, сирћетне киселине, пластичних и других производа. Примера

ради, цена природног гаса је 2,22 пута виша од цене окласка при истом енергетском еквиваленту [7].

4.3.4.1. Цена биомасе

Цене биомасе у Републици Србији су и до 30% ниже него у земљама у ЕУ. Веома битан фактор за формирање цене биомасе јесте то да ли се она може добити и прикупити са властитог газдинства или се мора купити на тржишту. Најниже су цене из властите производње (пољопривредне или дрвопрерађивачке). Цене биомасе по kWh расположиве (брutto) и корисне (нето) енергије приказане су у таб.3.16.

Табела 3.16. Цене биомасе по kWh расположиве (брutto) и корисне (нето) енергије [99]

| Р.Б. | Биомаса | €с/kWh | | Доња топлотна моћ MJ/kg |
|------|--|--------|------|-------------------------|
| | | брutto | нето | |
| 1. | Биљни остаци (слама), садржај влаге ~15% | 1,0 | 1,6 | ~14 |
| 2. | Окласак кукуруза, садржај влаге ~15% | 0,9 | 1,5 | ~14 |
| 3. | Ивер, садржај влаге ~15% -транспорт до 50 km | 1,5 | 1,7 | ~15 |
| 4. | Ивер, садржај влаге ~35% -транспорт до 20 km | 1,6 | 2,1 | ~11,5 |
| 5. | Остаци из пилана, садржај влаге ~10% | 0,6 | 0,7 | ~15,5 |
| 6. | Биљно уље | 5,5 | 6,1 | ~41 |

У пракси је тешко проценити укупно све трошкове које изискује производња биомасе. Примера ради, трошкови производње балиране биомасе од жетвених остатака поред саме биомасе зависе од следећих операција: припреме биомасе, балирања, транспорта, утовара, истовара и сл. Такође, на њих имају утицаја и следећи фактори, као што су доступност механизације, цена радне снаге, тржиште и сл. У таб.3.17 наведене су јединичне цене транспорта, утовара и истовара балиране сламе у зависности од носивости камиона, врсте превоза и дужине транспорта. Пре било које организације система транспорта утовара и истовара треба имати на уму о којем типу биомасе (балиране сламе) се ради. Илустрације ради, обично се ради о следећим балама:

- ✓ кружним - димензија ф1,2 x 1,2 m (маса ~160 kg);
 - димензија ф1,5 x 1,2 m (маса ~250 kg);
- ✓ призматичним - димензија 0,8x0,5x0,35 m (маса ~20 kg);
 - димензија 2,5x1,2x0,7 m (маса ~330 kg);
 - димензија 2,5x1,2x1 m (маса ~470 kg).

Табела 3.17. Јединичне цене транспорта, утовара и истовара балиране сламе [119]

| р.б. | Врста услуге – превоз сламе/утовар сламе | Цена (€) | | | |
|------|--|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|
| | | Камионским транспортом 20 t | | Камионским транспортом 25 t | |
| | | Сопствени превоз | Услужни превоз | Сопствени превоз | Услужни превоз |
| 1. | Превоз сламе до 30 km | 3,5 | 3,6 | 2,9 | 3,0 |
| 2. | Превоз сламе до 50 km | 4,1 | 4,3 | 3,4 | 3,5 |
| | | Сопствени превоз | | Услужни превоз | |
| 3. | Утовар сламе | 0,65 | | 0,9 | |
| 4. | Истовар сламе | 0,65 | | 0,9 | |

Како би биомаса била што конкурентнија на тржишту и парирала осталим изворима енергије неопходно је дефинисати њену реалну тренутну цену. Трошкови за поједине фазе прикупљања, припреме и складиштења биомасе приказани су у таб.3.18. Ови укупни трошкови припреме брикетирание биомасе износе 15.016 дин/t, таб.3.18. Међутим, како би постројења на биомасу за производњу топлотне и електричне енергије била економски оправдана, набавна цена биомасе не би требала да износи преко 40 €/t [21]. Такође да би се оваква постројења отплатила што пре, потребно је да она у току године раде што више дана.

Табела 3.18. Анализа трошкова припреме брикетирание биомасе [77]

| Посматрана биомаса/фазе у производњи и складиштењу | Трошкови | |
|--|------------------|---------------|
| | (дин/t) | (%) |
| Слама | 4.374,94 | 29,13 |
| Брикетирање | 8.923,24 | 59,42 |
| Паковање | 540,00 | 3,60 |
| Складиштење | 1.178,57 | 7,85 |
| Укупно= | 15.016,75 | 100,00 |

Термичка снага енергетских постројења на сламу, чак и под претпоставком највеће густине, треба да је ограничена на 40 kW, у супротном би цена добијеног енергента била превисока [187]. На економске показатеље изградње постројења на биомасу утичу:

- ✓ вредност инвестиције,
- ✓ локална/тржишна цена биомасе,
- ✓ трошкови радне снаге,
- ✓ укупни часови рада постројења у току године,
- ✓ коефицијент корисности постројења и
- ✓ тржишна/договорена цена произведене енергије.

Даље поред ових економских и технолошких питања за инвестиције у изградњу нових енергетских постројења на биомасу, изузетно су важна темељна планирања на принципима кружне економије [171].

4.3.4.2. Предности и недостаци биомасе као енергента

Предности употребе биомасе као енергента су:

- ✓ огроман потенцијал енергије,
- ✓ остварење степена енергетске независности (домаћинства, предузећа, пољопривредног газдинства, општине, регије и државе),
- ✓ обновљива је (треба је плански користити и помоћи јој у регенерацији),
- ✓ она не повећава глобални износ CO₂ у атмосферу - заправо, процесом сагоревања биомасе ослобађа се иста количина CO₂ као и количина коју биљке апсорбују током читавог њиховог живота,
- ✓ доприноси стварању нових радних места,
- ✓ доприноси оживљавању руралних насеља [137],
- ✓ доводи до стварања мање зависности од фосилних горива и ублажава њихове несташнице на тржишту [41],
- ✓ нус производ (пепео) може да се користи као ђубриво за повећавање плодности земљишта,
- ✓ низак садржај сумпора у емисијама не доприноси формирању киселих киша,
- ✓ манипулација готовом биомасом (пелетом или брикетом), у односу нпр. на угаљ је знатно лакша [142],
- ✓ од 1m³ шумске (огревне) биомасе може се произвести ~ 0,1582 toe примарне енергије,
- ✓ од 1 kg пелета може се произвести 5 kWh топлотне енергије, односно количина енергије добијена сагоревањем 2 kg пелета еквивалентна је 1 l лож уља [162],
- ✓ коришћењем биомасе доприноси се очувању животне средине и
- ✓ нема значајнијег стварања прашине у односу нпр. на угаљ, што ствара боље предуслове за очување здравља за руковооце котловима и за друга лица задужена за рад ових постројења [142].

Недостаци употребе пољопривредне биомасе као енергента су:

- ✓ прекомерно паљење/изношење може довести до смањења садржаја органског угљеника у земљишту,

- ✓ периодичност настајања,
- ✓ висока влажност,
- ✓ pepeo подложен лепљењу [86],
- ✓ ниска огревна вредност због високог удела влаге и различитих примеса,
- ✓ балирана биомаса има неповољан облик за манипулацију и транспорт,
- ✓ разуђеност у простору,
- ✓ непогодност за складиштење због мале запреминске густине, доприноси да је запремински потребно 6 до 15 пута више простора за биомасу, него нпр. за угаљ, (насишна густина сламе без припреме износи до 60 kg/m^3 , густина сламених бала износи до 150 kg/m^3 , насипна густина угља износи 900 kg/m^3) [138],
- ✓ економски неисплативо скупљање са локација удаљених више од 30 km и
- ✓ високе инвестиције за складиштење, прераду и сагоревање.

Недостаци сламе за ширу примену су:

- ✓ мала густина - што чини транспорт неекономичним,
- ✓ ниска температура топивости пепела - проузрокована неповољним хемијским саставом пепела и
- ✓ за производњу брикета и пелета поред притиска у преси и влаге битна је уситњеност материјала, јер она повећава сабијеност [156].

4.3.4.3. Предности савремених котлова на биомасу

Избор и дизајн било ког система за сагоревање биомасе углавном зависи од карактеристика горива које се користи, националног законодавства у области животне средине, трошкова и перформанси опреме и потребне енергије/капацитета [36].

Савремене котлове на биомасу одликују следеће предности у раду:

- ✓ имају широке дијапазоне горива (биомасе),
- ✓ влажност горива (биомасе) може бити од 5 до 50%,
- ✓ могу користити сву биомасу (шумску и пољопривредну),
- ✓ имају температуре сагоревања преко 850°C како би сагорели сву биомасу и
- ✓ имају аутоматизован систем рада - неколико дана без присуства човека.

Недостаци котлова на биомасу у односу на гасне котлове:

- ✓ не могу бити у дужем периоду потпуно аутоматизовани тј. без присуства човека,
- ✓ неопходан поступак набавке, транспорта и складиштења биомасе и
- ✓ имају спорије стартовање и испоручивање енергије [21].

4.4. ЕНЕРГЕТСКЕ БИЉКЕ

Под енергетском биомасом убрајају се наменски узгајана шумска или пољопривредна биомаса, тзв. биомаса брзорастућих биљака (*SRC - Short rotation coppice*). Обично се ова биомаса гаји на неплодном пољопривредном земљишту у којима је неоправдано изводити биљну производњу.

Енергетске биљке захтевају мање одржавања те су јефтиније за производњу. Поједина брзорастућа стабла праве одличне енергетске усеве, пошто поново расту након одсецања. Ове дрвенасте културе са кратком ротацијом могу нарасти до 12 m за мање од осам година и могу да расту од 10 до 20 година пре поновног пресађивања. Најпознатије ове биљне врсте су пауловнија, мискантус, памучно дрво, врба, топола и др.

Под енергетским биљкама у пољопривреди подразумева се наменски узгајана биљна маса, која се најчешће силира и на тај начин се складишти. Највећи потенцијал за производњу биогаса има силажа кукуруза, где се од њене 1 t у когенеративним постројењима може добити од 350 до 400 kWh_e, односно са 1 ha кукурузне силаже са приносом од 60 t/ha, може се добити од 2 до 3 kW [89].

4.5. ШУМСКА БИОМАСА

Шумска биомаса представља дрвни остатак који настаје у шумарству и у индустрији прераде дрвета. При самој сечи дрвета око 90% представљају сортименти, а око 10% представља дрвни остатак који настаје при сечи [20]. Обично до укупне количине дрвета који се преради у фабрикама (пиланама) од 50-65% чини комерцијални производ, а остатак од 35-50% чини дрвни отпад. Поред овога, у шуми остаје још око 42% укупне запремине дрвне масе дрвета, тј. разни неискоришћени делови дрвета, као што су коре, пањеви, танке гране, иглице, лишће и сл. [155].

Експлоатација биомасе има утицај на животну средину, поготово тамо где се дрво користи као примарни енергент. На глобалном нивоу, у неким областима које немају много обновљивих извора енергије, овај утицај је итекако изражен. Данас, већина енергије која долази из биомасе потиче из шумске биомасе. Постоје неке земље у Трећем свету, посебно у Африци, код којих се преко 70% енергетских потреба добија од сагоревања дрвета.

Процењује се да потенцијал остатака из шумарства у АП Војводини износи 50.000 t/год, што у односу на друге потенцијале није значајна количина [99]. Ове шуме се налазе

дуж речних токова и брдовитих предела где чине око 90% површина, а само око 10% површина се налази у равници/пољима АП Војводине [117].

Енергетски садржај биомасе обично се исказује преко топлотне моћи која највише зависи од удела воде. Тако се у зависности од удела воде топлотна моћ дрвета креће од 8,2 до 18,7 MJ/kg [15], што највише зависи од тога да ли је листопадно или четинарско дрво.

Влажност дрвне биомасе је веома важан фактор при разматрању техно-економске анализе исплативости одређене врсте горива (биомасе). Удео дрвне биомасе може се одредити преко јед.3.3 као удео масе воде у целокупној маси дрвне биомасе [35]:

$$W = \frac{m_v}{m} = \frac{m_v}{m_v + m_s}, \quad 3.3$$

где је:

W - влажност (-),

m - маса влажне биомасе (kg),

m_v - маса воде у биомаси (kg) и

m_s - маса суве биомасе (kg).

Према влажности дрвна биомаса се дели [81]:

- ✓ $\geq 40\%$ - сирово дрво,
- ✓ 20 - 40% - делимично просушено дрво,
- ✓ 8 - 22% - просушено дрво и
- ✓ 0% - потпуно суво дрво.

За прорачун доње топлотне моћи дрвне биомасе, може се користити следећа емпиријска јед.3.4 [35]:

$$H_d = 2500 \cdot \left(6,83 - \frac{W}{1+W}\right), \quad 3.4$$

4.6. СИСТЕМ ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА НА БИОМАСУ

Највећи део чврсте биомасе се претвара у енергију поступком директног сагоревања. Тако произведена топлотна енергија се може користити директно за грејање зграда, сушење усева, за производњу технолошке паре за потребе разних индустријских процеса и сл. Топлотна енергија за претходно наведене потребе производи се у виду паре, топле воде или прегрејане воде.

Највећу примену биомаса би могла да има за производњу топлотне енергије у систему даљинског грејања (СДГ). Ови системи служе за грејање више објеката, а састоје се од постројења за производњу топлотне енергије и дистрибутивне мреже. Као енергент ови системи могу користити само биомасу или комбиновану биомасу и фосилна горива (природни гас, угаљ и сл.).

Један од најбољих примера у заштити животне средине у СДГ долази из Данске. Наиме, до половине седамдесетих година прошлог века у Данској за потребе даљинског грејања користи се угаљ и мазут, које затим смењује природни гас као енергент, а њега смењују постројења са ОИЕ. Према истраживању *Dyrelund (2008)* од 1980. године, број станова који користе СДГ у Данској порастао је за 16% и тренутно је на нивоу 46%, док је ниво емисија CO₂ за протеклих 39 година смањен са 25 на 10 kg/m³ [45]. План ове државе је да у сектору СДГ до 2020. године смањи емисије CO₂ за 50%, а до 2030. године да постане „CO₂ неутрална” [45].

Данашња политика и законодавство ЕУ подстичу конверзију биомасе у електричну енергију за продају у јавно комуналним предузећима. Савет ЕУ је још деведесетих година прошлог века препоручио да су јавна комунална предузећа обавезна да купују електричну енергију произведену из биомасе по цени која се темељи на оправданим трошковима производње [66]. Примера ради, према италијанским законима још из 1991. године национална електропривреда је куповала електричну енергију из биомасе по цени од око 13 америчких центи по 1 kWh [40].

4.7. ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ НА НИВОУ ЕУ

Амбициозни национални циљеви у енергетској политици ЕУ воде ка радикалним променама у енергетској индустрији ЕУ, што је посебно изражено кроз ширење постројења са ОИЕ. Немачка је већ генерисала 30% електричне енергије са технологијама обновљиве енергије у 2016. години, укључујући око 50 GW ветра, око 7 GW биоенергије и 40 GW фотонапонских постројења, од којих је око 98% прикључено на ниски напон дистрибутивне мреже [185].

Земље ЕУ интензивно користе биомасу као извор енергије преко 40. година. У укупној количини енергије добијеној из ОИЕ у ЕУ током 2003. године 51% је био из биомасе. Донете директиве на нивоу ЕУ земаља чланица захтевају да се до 2030. године обезбеди 32% енергије из ОИЕ [19].

Примери добре праксе у коришћењу биомасе долазе из Републике Хрватске, тако нпр. према званичним подацима из 2001. године у Загребачкој жупанији 49,7% становништва користи биомасу као једини или примарни извор енергије за грејање [151], у Карловачкој жупанији 73,1% [152] и у Крапинско-загорској жупанији 55,0% [153].

4.7.1. Развој тржишта биомасе у Републици Литванији

Република Литванија у циљу смањења зависности од руског гаса у сектору СДГ је диверзификовала своје тржиште енергената биомасом (у већем обиму шумском). Тако је она у 2017. години већ имала 69% учешћа биомасе у СДГ, уштедела 205 милиона €/год, отворила 7.500 нових радних места итд., таб.3.19.

Табела 3.19. Остварени бенефити применом биомасе у енергетском сектору у Републици Литванији [56]

| Остварени бенефити применом биомасе | Вредност |
|---|---------------|
| Удео биомасе у енергетској потрошњи | 69% |
| Остварене уштеде на годишњем нивоу у СДГ | 205.000.000 € |
| Остварене уштеде на годишњем нивоу у сектору индустрије | 38.000.000 € |
| Просек смањених цена за грејање и топлу воду | 35 до 50% |
| Обрт новчаних средстава на тржишту биомасе | 300.000.000 € |
| Број новоотворених радних места | 7.500 |

4.7.2. Коришћење пољопривредне биомасе у стакленичкој производњи у Краљевини Шведској

Више од 75% топлотне енергије у пољопривредној производњи земаља Северне Европе се троши на грејање стакленика [183]. До скоро су ове земље као примарне енергенте користиле фосилна горива (природни и течни нафтни гас), а данас у тој производњи доминирају ОИЕ. Како би субвенционисала ова постројења са ОИЕ, првенствено она са пољопривредном биомасом, Шведска је увела додатне порезе на гас, нафту и остала фосилна горива. Резултат ових мера је да се данас око 75% пољопривредне биомасе производи и сакупи на малим и средњим газдинствима и око 25% на великим газдинствима.

Према подацима из 2017. године у Шведској стакленичка производња поврћа простира се на 110 ха, од чега краставаца на 70 ха и парадајза на 40 ха, таб.3.20. Увођењем ОИЕ, првенствено биомасе, потрошња енергије је смањена за 42,6% у периоду од 2002.

године када је износила 540 GWh/год, до 2017. године када је износила 310 GWh/год. Упоредне цене биомасе по јединици произведене енергије у односу на друга фосилна горива у Шведској, приказане су у таб.3.21. Ове цене по јединици произведене енергије указују на то да је нпр. пелет 1,8 пута јефтинији од природног гаса и 2,7 пута од лож уља, односно да су цене дрвне биомасе од 2,5 до 4,7 пута јефтиније од природног гаса и 3,6 до 6,8 пута од лож уља.

Табела 3.20. Учешће ОИЕ у стакленичкој производњи поврћа у Шведској [120]

| Узгајано поврће | Површина под стаклеником (ha) | Потрошња енергије (GWh/год.) | Учешће ОИЕ у производњи (%) |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Краставац | 70 | 210 | 87 |
| Парадајз | 40 | 100 | 94 |

Табела 3.21. Упоредне цене биомасе по јединици произведене енергије у односу на друга фосилна горива у Шведској [120]

| Упоређивани енергенти | Цена (€/MWh) |
|--|--------------|
| Рециклирано дрво* | 15 |
| Дрвена сечка (чисто дрво) | 28 |
| Пелет | 38 |
| Природни гас | 70 |
| Лож уље | 102 |
| Напомена: *Рециклирано дрво карактерише садржај: <ul style="list-style-type: none"> ✓ пепела од 3-10%, ✓ немагнетних метала (алуминијум, месинг, бакар итд.), ✓ висок проценат неорганских састојака. | |

4.8. ПРИМЕРИ ЛОШЕ ПРАКСЕ У КОРИШЋЕЊУ БИОМАСЕ

Сагоревање биомасе представља спаљивање живе и неживе вегетације под антропогеним или природним утицајем. Сматра се да је 19% свих сагоревања биомасе иницирано од стране човека [5].

Глобално посматрано постоји много примера лоше праксе када је у питању управљање пољопривредном биомасом. Овде пре свега треба истаћи паљење жетвених остатака из ратарске производње, паљење орезина из воћарско - виноградарске производње, трулење биомасе (неискоришћеност припремљене биомасе) [13]. Паљења жетвених остатака су

евидентна, међутим много веће проблеме по животну средину, тренутно представљају примери лоше праксе у коришћењу/крчењу шумске биомасе.

Паљење жетвених остатака (сл.3.4) у пракси се јавља из два разлога, и то због пабирчења (сакупљање полеглих и разасутих клипова и главица), односно непосредовање механизације за заоравање жетвених остатака код одређених биљних култура у ратарској производњи.

Претпоставља се да је пабирчење старо више хиљада година. До изражаја долази са увећавањем површина на којима се гаје пољопривредне културе, односно поготово после 1871. године и примене првих комбајна. Први приказ пабирчења у својим ликовним радовима је представио француски сликар *Жан-Франсоа Мије (1814-1875)*. Најпознатије његово дело је из 1857. године, и оно приказује људе из нижих слојева друштва како пабирче, сл.3.5. Приказ са сл.3.5 дочарава социјални статус жена које су имале дозволу власника имања да, по заласку сунца, а после одласка жетелаца, уђу у поља (док се још види) и да сакупе разасуте плодове [13].



Слика 3.4. Спаљивање жетвених остатака [13]



Слика 3.5. Пабирчење - слика уље на платну [145]

5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСТРАЖИВАЊА

5.1. ИСТРАЖИВАЊА ИСКОРИШЋЕНОСТИ ЖЕТВЕНИХ ОСТАКА ЗА ЕНЕРГЕТСКЕ И ДРУГЕ ПОТРЕБЕ

5.1.1. Методолошки приступ истраживању искоришћености жетвених остатака за енергетске и друге потребе

За потребе истраживања нивоа искоришћености чврсте биомасе из биљне производње за енергетске и друге потребе у АП Војводини на изабраним пољопривредним газдинствима, прикупљени су подаци о:

- ✓ укупним обрадивим површинама,
- ✓ укупно засејаним површинама на посматраним газдинствима,
- ✓ структури засејаних површина,
- ✓ просечним приносима посматраних култура,
- ✓ броју запослених радника,
- ✓ односу између основног производа и биљних остатака посматраних култура,
- ✓ одрживој количини жетвених остатака који би се могли уклонити са површина итд.

За потребе истраживања прикупљени су подаци на терену директно од непосредних вршилаца/руководилаца пољопривредном производњом, као званични статистички подаци или на други публикуван начин. Како би се олакшао посао на терену, прикупљени подаци су уношени у већ припремљене радне инструкције (прилог 1), чијом каснијом обрадом је у значајној мери била олакшана обрада података.

Испитивана пољопривредна газдинства изабрана су под тачно дефинисаним критеријумима, и они су представљали репрезентативне узорке, што је омогућило извођење закључака о читавој пољопривредној површини у АП Војводини. Према регионалном критеријуму услови за избор посматраних пољопривредних газдинстава су били следећи:

- ✓ испитивања су била ограничена на локалитет АП Војводине,
- ✓ делатност газдинстава: биљна производња,
- ✓ избор газдинстава: методом случајног узорка,
- ✓ заступљеност испитивања на сва три региона (Срем, Банат и Бачка) и
- ✓ минимална заступљеност газдинстава по окрузима је износила 4 газдинства, тако да су била испитивана газдинства са свих округа (Јужнобачки, Севернобачки,

Западнобачки, Јужнобанатски, Севернобанатски, Средњебанатски и Сремски),
сл.4.1.



Слика 4.1. АП Војводина по областима/окрузима

Према критеријуму величине обрадивих површина, за потребе истраживања испитана су следећа пољопривредна газдинства:

- ✓ 25 газдинстава која обрађују до 100 ha земље,
- ✓ 25 газдинстава која обрађују од 100 до 1.000 ha земље,
- ✓ 25 газдинстава која обрађују преко 1.000 ha земље.

Референтна календарска година за коју су спровођена истраживања искоришћености чврсте биомасе за енергетске и друге потребе била је 2018. година.

Начин избора, величина и конструкција узорка за анализу радног стања енергетских постројења за сагоревање чврсте биомасе:

- ✓ ограниченост локалитета за узимање узорка: територија АП Војводине и
- ✓ величина узорка: сва енергетска постројења на чврсту биомасу, без обзира на ограничења по снази.

5.1.1.1. Методолошки приступ рачунању потенцијала биомасе (жетвених остатака)

У истраживачким радовима у зависности од намене биомасе посматрали су се потенцијали биомасе. Посматрани потенцијали биомасе из биљне пољопривредне производње у истраживањима су представљени на три начина, и то као:

- ✓ теоријски потенцијал биомасе (E_{teo}),
- ✓ технички потенцијал биомасе (E_{teh}) и
- ✓ енергетски потенцијал биомасе (E_{en}).

Поред ових потенцијала у литератури се често говори још и о економском, реалном и другим потенцијалима биомасе. За потребе одређивања и дефинисања одређених потенцијала биомасе потребне су јасне границе система који се посматра. Разлика између свих ових потенцијала је евидентна, и њихово коришћење зависи од постављених истраживачких питања.

За израчунавање укупног енергетског потенцијала пољопривредних остатака коришћен је поступак који је приказан у виду дијаграма тока, сл.4.2. Сличан дијаграм тока за израчунавање енергетских потенцијала жетвених остатака, наведен је у истраживању [1]. Као што је то приказано на сл.4.2, производња пољопривредних култура (P_{olj}) зависи првенствено од саме гајене културе, региона (плодности земљишта), примењених агротехничких операција (плодореда, ђубрења, наводњавања и сл.), климатских услова итд.

Теоријски потенцијал биомасе (E_{teo}) представља укупну годишњу произведену биомасу која се може добити из пољопривредних остатака на одређеном подручју/локацији. Он заправо дефинише горњу теоријску границу употребе биомасе. Теоријски потенцијал у раду је коришћен како би се представила укупна количина биомасе на посматраном подручју, односно да би се даље израчунао технички потенцијал биомасе (E_{teh}). Теоријски потенцијал биомасе зависи од приноса основног производа (P_{op}) и карактеристике остатка биомасе (тј. од односа основног производа / пољопривредног остатка ($O_p P_o$)). Он се може се израчунати помоћу следеће јед.4.1 [182]:

$$E_{teo} = \sum_{i=1}^n P_{op(i)} \cdot O_p P_o(i) \quad (\text{t/год}) \quad 4.1$$

где је:

$P_{op(i)}$ - укупни принос основних производа (t/год) и

$O_p P_o(i)$ - масени однос основни производи / пољопривредни остаци (t/t).

Принос основног производа (P_{op}) представља умножак површине земљишта на којима се усевају (P_{zu}) и јединичног приноса основног производа (J_{pop}). Приноси основних производа пољопривредних култура директно утичу на теоријски потенцијал биомасе, сл.4.2.

Теоријски потенцијал биомасе се користи за рачунање количине пољопривредних остатака суве биомасе. Однос остатка основног производа од пољопривредних остатака, зависи поред примењених агротехничких операција и од региона до региона. У истраживању *Ryan and Openshaw (1991)* објашњен је овај однос, тако да се он нпр. код остатака кукурузовине креће у границама од 1,0 до 2,5 при садржају влаге од 15%, што значи да када је нпр. $(O_p P_o)=2$, да се 2 t пољопривредних остатака може добити од 1 t приноса основног производа [140]. На пример, када се пиринач сече око 5 cm изнад тла $(O_p P_o) = 1,75$, а ако је исечен на погрешном месту које је више од 5 cm $(O_p P_o)$ може се смањити и до 0,452 [78].

Стварни употребљиви део ове горње границе теоријског потенцијала зависи од различитих ограничења и описује се техничким потенцијалом биомасе (E_{teh}). Ограничења која се узимају у обзир могу бити биолошке природе (нпр. обезбеђење одрживости плодности земљишта), али пак могу произићи и из других законских и друштвено дефинисаних ограничења (нпр. производња сточне хране, компостирање и сл.) [29]. И теоријски и технички потенцијал биомасе описује количину биомасе која зависи од времена посматрања и локације. У неким производњама ова два потенцијала имају исту вредност, као што је то случај нпр. у воћарско-виноградској производњи.

Технички потенцијал биомасе, добијен у истраживањима, рачунао се на основу израчунатог теоријског потенцијала биомасе и фактора одрживости (F_o), сл.4.2. Технички потенцијал искоришћености пољопривредних остатака је знатно мањи од теоријског потенцијала. У основи он је заправо онај део теоријског потенцијала који би се могао искористити у пракси за производњу енергије. Остатак потенцијала, односно већи део жетвених остатака, мора бити остављен и заоран на земљишту ради одржавања продуктивности земљишта или се накнадно преко биомасе намењене за исхрану и простирку мора вратити у земљиште. Технички потенцијал биомасе може се изразити преко јед.4.2 [182]:

$$E_{teh} = \sum_{i=1}^n E_{teo(i)} \cdot F_{o(i)} \quad (\text{t/год}) \quad 4.2$$

где је:

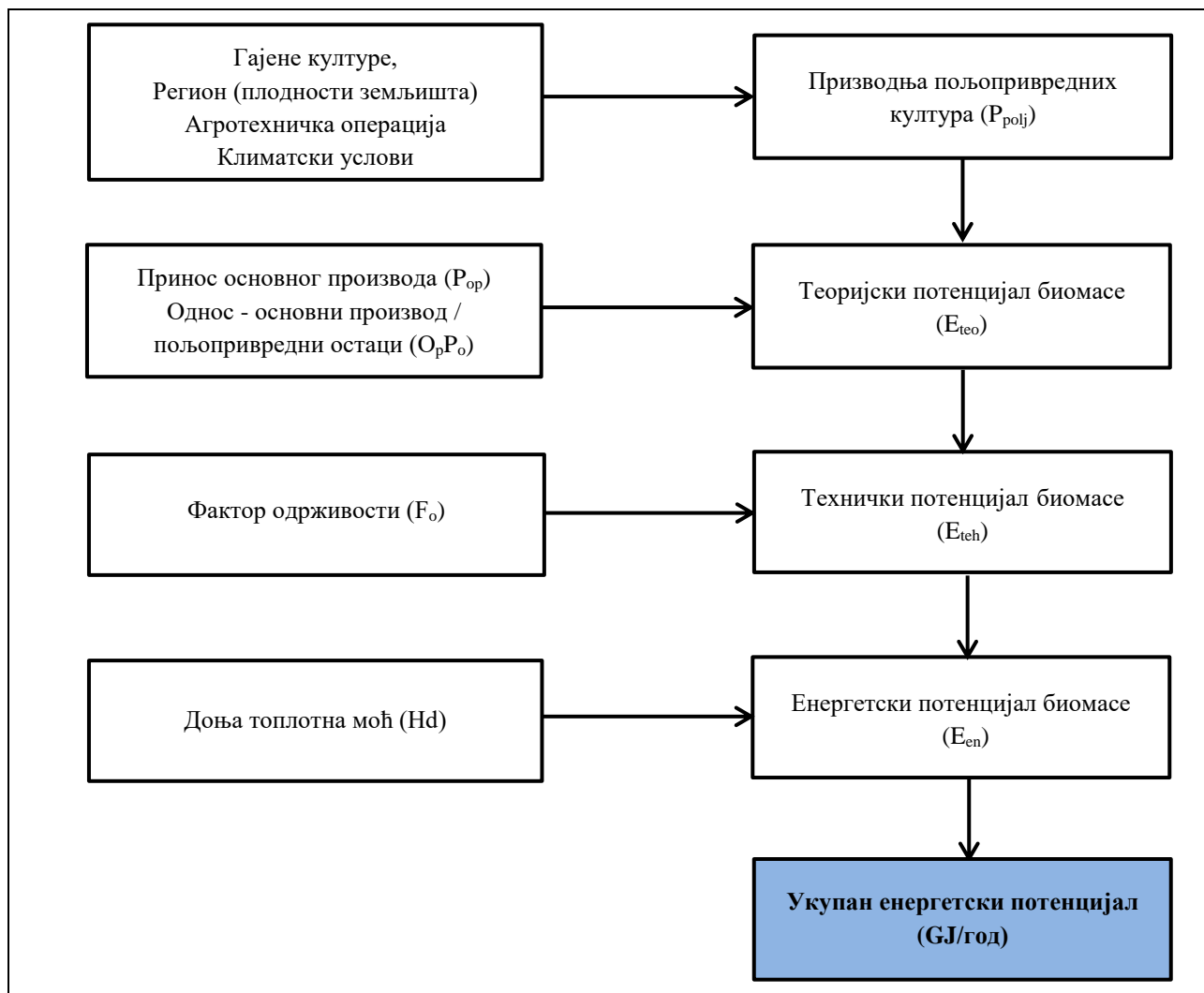
- $F_{o(i)}$ - фактор одрживости (%).

Због потребе одрживости плодности пољопривредног земљишта у истраживањима усвојено/рачунато је да се $\frac{1}{4}$ или 25% ($F_o=0,25$) биомасе може изнети са њива у ратарској и

повртарској производњи, док је за прорачун остатака орезина у воћарско-виноградарској производњи, окласака семенског кукуруза и љуске сунцокрета усвојено ($F_o=1$).

На овај начин представљен технички потенцијал биомасе у резултатима истраживања упоређен је са стварним количинама биомасе искоришћеним за енергетске потребе.

Енергетски потенцијал биомасе (E_{en}) добијен у истраживањима, рачунао се на основу израчунатог техничког потенцијала биомасе и саме физичке карактеристике биомасе тј. њене доње топлотне моћи (H_d), сл.4.2.



Слика 4.2. Дијаграм тока за израчунавање укупног енергетског потенцијала пољопривредних остатака

У истраживачким радовима доња топлотна моћ за већину култура се односила за влажност од 14%. Енергетски потенцијал биомасе изражен преко јед.4.3 је заправо део техничког потенцијала где се сва расположива количина биомасе приказује кроз енергију:

$$E_{en} = \sum_{i=1}^n E_{teh(i)} \cdot Hd(i) \quad (\text{GJ/год}) \quad 4.3$$

где је:

- $Hd(i)$ - доња топлотна моћ (MJ/kg).

Процењени енергетски потенцијал жетвених остатака за 2005. годину за читав регион ЕУ износио је 34 EJ/год. (технички потенцијал) односно 78 EJ/год. (теоријски потенцијал) [135]. Такође, процењено је да ће ови потенцијали за 2050. годину износити 49 EJ/год. (технички потенцијал) и 107 EJ/год. (теоријски потенцијал) [17].

Како би се што боље приказао значај потенцијалних уштеда које би се могле остварити применом биомасе за енергетске потребе, у истраживањима је приказана анализа енергетске еквивалентности техничког потенцијала пољопривредне биомасе у АП Војводини у односу на поједина фосилна горива. У оквиру ове анализе за исте еквиваленте енергије дате су и увећане емисије CO_2 појединих врста фосилних горива у односу на биомасу. За потребе извођења прорачуна коришћена је конверзија мерних јединица наведена у таб.4.1.

Табела 4.1. Конверзије мерних јединица [39]

| Енергија/гориво | | Јед. | Густина | Финална енергија (MJ/јед.) | Финална енергија (kWh/јед.) | Финална енергија (toe/јед.) | Примарна енергија (toe/јед.) | CO ₂ фактор (kgCO ₂ /kWh) | CO ₂ (kgCO ₂ /јед.) | |
|---------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---|---|-----|
| | | | | А | Б=А/3,6 | Ц=Б/11630 | Д=Ц/ефикас. | Е | Ф=Е·Б | |
| Гориво | Лигнит | t | 1,35 t/m ³ | 7.523 | 2.090 | 0,1797 | 0,1797 | 0,36 | 752 | |
| | Сушени лигнит | t | 1,35 t/m ³ | 17.600 | 4.889 | 0,4204 | 0,4204 | 0,36 | 1.760 | |
| | Мрки угаљ | t | 1,55 t/m ³ | 15.988 | 4.441 | 0,3819 | 0,3819 | 0,35 | 1.554 | |
| | Камени угаљ | t | 1,35 t/m ³ | 26.900 | 7.472 | 0,6425 | 0,6425 | 0,34 | 2.541 | |
| | Коксни угаљ | t | 0,50 t/m ³ | 29.300 | 8.139 | 0,6998 | 0,6998 | 0,38 | 3.093 | |
| | Високо пећни гас | 1000 m ³ | 1,25 kg/m ³ | 4.212 | 1.170 | 0,1006 | 0,1006 | 0,21 | 246 | |
| | Рафинеријски гас | 1000 m ³ | | 36.950 | 10.264 | 0,8825 | 0,8825 | 0,21 | 2.155 | |
| | Бензин (моторни бензин) | 1000 l | 0,71 t/kl | 31.807 | 8.835 | 0,7597 | 0,7597 | 0,25 | 2.209 | |
| | Дизел гориво (гасно уље 0,1) | 1000 l | 0,86 t/kl | 36.800 | 10.222 | 0,8790 | 0,8790 | 0,27 | 2.760 | |
| | Уље за лож. средње С (мазут) | t | 0,95 t/m ³ | 40.872 | 11.353 | 0,9762 | 0,9762 | 0,28 | 3.179 | |
| | Нафтни кокс | t | 0,98 t/m ³ | 38.000 | 10.556 | 0,9076 | 0,9076 | 0,35 | 3.694 | |
| | Течни нафтни гас | t | 0,558 t/m ³ | 46.340 | 12.872 | 1,1068 | 1,1068 | 0,23 | 2.961 | |
| | Природни гас | 1000 m ³ | 0,68 kg/m ³ | 33.338 | 9.261 | 0,7963 | 0,7963 | 0,20 | 1.852 | |
| | Биогас | 1000 m ³ | 1,22 kg/m ³ | 26.500 | 7.361 | 0,6329 | 0,6329 | 0,20 | 1.472 | |
| | Огривно дрво | просто. m ³ | 0,40 t/m ³ | 6.624 | 1.840 | 0,1582 | 0,1582 | 0,01 | 18 | |
| | Дрвени пелет | t | 0,64 t/m ³ | 17.640 | 4.900 | 0,4213 | 0,4213 | 0,03 | 131 | |
| | Дрвени брикет | t | 1,025 t/m ³ | 16.560 | 4.600 | 0,3955 | 0,3955 | 0,03 | 135 | |
| | Дрвна сечка | насил. m ³ | 0,362 t/m ³ | 2.695 | 749 | 0,0644 | 0,0644 | 0,02 | 16 | |
| | Дрвени угаљ | t | 0,60 t/m ³ | 25.900 | 7.194 | 0,6186 | 0,6186 | 0,35 | 2.518 | |
| Љуска сунцокрета | t | 0,10 t/m ³ | 17.500 | 4.861 | 0,4180 | 0,4180 | 0,04 | 194 | | |
| Слама | t | 0,17 t/m ³ | 14.500 | 4.028 | 0,3463 | 0,3463 | 0,04 | 161 | | |
| Топлотна енергија | купљена | Пара | 1000 kWh | - | 3.600 | 1.000 | 0,0860 | 0,1344 | 0,40 | 400 |
| | | Топла вода | 1000 kWh | - | 3.600 | 1.000 | 0,0860 | 0,1344 | 0,40 | 400 |
| сопствена производ. | Соларна енергија | Соларна енергија | 1000 kWh | - | 3.600 | 1.000 | 0,0860 | 0,0860 | 0,00 | 0 |
| | | Геотермална енергија | 1000 kWh | - | 3.600 | 1.000 | 0,0860 | 0,0860 | 0,00 | 0 |
| Електрична енергија | купљена | ЕПС снабдевање | 1000 kWh | - | 3.600 | 1.000 | 0,0860 | 0,2150 | 0,80 | 800 |
| | | Остали снабдевачи | 1000 kWh | - | 3.600 | 1.000 | 0,0860 | 0,2150 | 0,80 | 800 |
| | сопствена производ. | Соларна енергија | 1000 kWh | - | 3.600 | 1.000 | 0,0860 | 0,0860 | 0,00 | 0 |
| | | Геотермална енергија | 1000 kWh | - | 3.600 | 1.000 | 0,0860 | 0,0860 | 0,00 | 0 |
| | | Енергија ветра | 1000 kWh | - | 3.600 | 1.000 | 0,0860 | 0,0860 | 0,00 | 0 |

5.1.2. Приказ посматраних узгајаних пољопривредних култура

5.1.2.1. Основне информације о испитиваним пољопривредним газдинствима

Анализирана пољопривредна газдинства разврстана према критеријуму величине обрадивих површина приказана су у таб.4.2. Подаци о величини обрадивих површина и броју запослених на посматраним пољопривредним газдинствима наведени су у таб.4.3, док су просечни подаци о величини обрадивих површина и броја запослених радника на посматраним пољопривредним газдинствима наведени у таб.4.4.

На испитиваним пољопривредним газдинствима укупне искоришћене обрадиве површине износиле су 55.880 ha, од чега су оне на газдинствима < 100 ha износиле 1.073 ha, на газдинствима од 100 до 1.000 ha износиле 8.278 ha и на газдинствима >1.000 ha површине су износиле 46.529 ha, таб.4.3. На датим пољопривредним газдинствима укупан број запослених лица износио је 2.029, од тога је на газдинствима < 100 ha - било 61, на газдинствима од 100 до 1.000 ha - 249 и на газдинствима >1.000 ha - 1.719 запослених лица, таб.4.3.

Просечна величина испитиваних пољопривредних газдинстава износила је 745,07 ha, од чега је на пољопривредним газдинствима < 100 ha просечна величина износила 42,92 ha, на газдинствима од 100 до 1.000 ha просечна величина износила је 331,12 и на газдинствима >1.000 ha просечна величина износила је 1.861,16 ha, таб.4.4. Просечан број запослених радника на газдинствима износио је 27,05 радника/газ., од тога на газдинствима < 100 ha - 2,44 радника/газ., на газдинствима од 100 до 1.000 ha - 9,96 радника/газ. и на газдинствима >1.000 ha - 68,76 радника/газ., таб.4.4. Просечан број радника по хектару обрађене површине на испитиваним газдинствима износио је 0,041 радника/ha, од тога на газдинствима < 100 ha - 0,057 радника/ha, на газдинствима од 100 до 1.000 ha - 0,030 радника/ha и на газдинствима >1.000 ha - 0,037 радника/ha, таб.4.4.

Као што је већ речено, укупне искоришћене обрадиве површине у биљној производњи на посматраним газдинствима износиле су 55.880 ha, од чега у ратарској производњи 51.692 ha (таб.4.5 а и б), у повртарској 1.637 ha (таб.4.6) и у воћарско-виноградарској 2.551 ha (таб.4.7).

Табела 4.2. Анализирана пољопривредна газдинства разврстана према критеријумима величине обрадивих површина

| Р.Б. | до 100 ха | | од 100 до 1.000 ха | | преко 1.000 ха | |
|------|---------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Назив газдинства | Локација | Назив газдинства | Локација | Назив газдинства | Локација |
| 1 | ПГ Божовић | Сивац, Кула | ПГ „Узелац” | Рума | „Рит” доо | Чока |
| 2 | ПГ Јаковљевић | Витојевци, Рума | ВУ „Моровић” - РЈ Никинци | Грабовци, Рума | ПП „Сава Ковачевић” АД | Врбас |
| 3 | ПГ Медић Предраг | Александрово, Нова Црња | ПГ Лалић | Нови Козјак | Мат-Агро доо Футог | Футог |
| 4 | ПГ Петровић Дарко | Пећинци | ПГ Ковачев | Нови Козјак | ДТД Рибарство доо | Банатско Аранђелово |
| 5 | ПГ Радосављевић | Марадик | „Биосен” доо | Кикинда | ОЗЗ Агроном | Деспотово, Пивнице |
| 6 | ПГ Гал Пишта | Марадик | ПГ Давид Балаш | Торак | Подунавље АД | Челарево, Бачка Паланка |
| 7 | ПГ Ивица Вуков | Идвор | ПГ Дариан Вулку | Вршац | Јединство Апатин АД | Апатин |
| 8 | ПГ Иванка Грујић | Равно Село | ПГ Илић Мирослав | Бач | ДТД Рибарство доо | Мали Иђош, Ловћенац |
| 9 | ПГ Мирослав Николић | Деспотово, Силбаш | „Горан -Пром” доо | Оџаци | ПГ Сениша Ромић | Кикинда |
| 10 | ПГ Драган Секички | Деспотово | „Горан” & ЗМ доо | Сомбор | ПГ Драгомир Добросављев | Мокрин |
| 11 | ПГ Григоријевић | Деспотово | ПГ Горан Салонски | Госпођинци | АД Банатски Деспотовац | Банатски Деспотовац |
| 12 | ПГ Ђирић Милош | Сремска Митровица | РПГ Срђан Мунџић | Куцура | Global seed доо | Чуруг |
| 13 | ПГ Ђирић Коста | Сремска Митровица | ЗЗ „Грабовци” | Грабовци, Рума | Житна поља & ЛМД доо | Чуруг |
| 14 | ПГ Грозданић | Нови Козјак | Агро маус доо | Надаљ | Нова будућност доо | Жарковац, Рума |
| 15 | ПГ Жика Ердељац | Ириг | ОЗЗ Три бразде | Тител | Митросрем доо | Сремска Митровица |
| 16 | ПГ Милован Панић | Вилово | ОЗЗ Чуруг | Чуруг | Михпет доо | Честерег |
| 17 | ПГ Кнежевић Илија | Оџаци | Агроомега доо | Жабал | Паор доо | Жабал |
| 18 | ПГ Милан Лека | Оџаци | ПГ Лаза Фрајз | Ковиљ | АД Слога | Каћ |
| 19 | ПГ Павловић | Инђија | ПГ Георгијевић Ђорђе | Буковац | Криваја доо | Криваја |
| 20 | ПГ Белић | Србобран | ПГ Стојновић Ђока | Житиште | ПГ Вучко - Раде Вучковић | Кузмин |
| 21 | ПГ Гајић | Деспотово | ПГ Иванишевић | Гајдобра, Бачка Паланка | ПП „Милетић” АД | Милетић |
| 22 | ПГ Снежана Ађански | Србобран | Његошево доо | Бачка Топола | Мајс доо | Оџаци |
| 23 | ПГ Ана Лабат | Бачки Петровац | ПГ Миодоровић | Руско Село | ПП Агроплод доо | Стапар |
| 24 | ПГ Стојаковић Дана | Александрово, Нова Црња | ЗЗ „Брестово” | Оџаци | ПИК „Јужни Банат” доо | Бела Црква |
| 25 | ПГ Фабок | Силбаш | Технокоп доо | Сомбор | Козара доо | Кикинда |

Табела 4.3. Подаци о величини обрадивих површина и броју запослених на пољопривредним газдинствима

| Величина газдинства | Укупно обрадиве површине (ha) | Укупан број запослених лица (ha) |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| <100 | 1.073 | 61 |
| 100-1000 | 8.278 | 249 |
| >1000 | 46.529 | 1.719 |
| Σ= | 55.880 | 2.029 |

Табела 4.4. Просечни подаци о величини обрадивих површина и броју запослених радника на пољопривредним газдинствима [182]

| Величина газдинства | Просечна величина газдинства | Просечан број запослених радника по газдинству | Просечан број радника по хектару обрађене површине (рад/ha) |
|---------------------|------------------------------|--|---|
| <100 | 42,92 | 2,44 | 0,057 |
| 100-1000 | 331,12 | 9,96 | 0,030 |
| >1000 | 1.861,16 | 68,76 | 0,037 |
| Σ= | 745,07 | 27,05 | 0,041 |

Табела 4.5а. Укупне површине под ратарским културама на пољопривредним газдинствима - први део

| Ратарске културе (ha) | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|----------|---------------------|------------------|-------|-----------|--------------|-----------|
| Меркантилна пшеница | Семенска пшеница | Соја | Меркантилни кукуруз | Семенски кукуруз | Јечам | Сунцокрет | Уљана репица | Тритикале |
| 10.873 | 186 | 10.267,5 | 13.282,5 | 3.605 | 1.881 | 5.123 | 2.587 | 290 |

Табела 4.5б. Укупне површине под ратарским културама на пољопривредним газдинствима - други део

| Ратарске културе (ha) | | | | | | Укупно |
|-----------------------|------------------|-------|--------------------|-----------------|-------|---------------|
| Детелина луцерка | Ливадско сено | Дуван | Силажни кукуруз | Шећерна репа | Сирак | |
| 907 | 10 | 25 | 231 | 2.174 | 250 | 51.692 |

Табела 4.6. Укупне површине под повртарским културама на пољопривредним газдинствима

| Повртарске културе (ha) | | | | | | | | | | | Укупно |
|-------------------------|----------|---------|-------|---------|-----------|-----------|----------|--------|----------|---------------|--------------|
| Грашак | Црни лук | Кромпир | Купус | Паприка | Шаргарепа | Краставац | Боранија | Цвекла | Парадајз | Сточни грашак | |
| 467 | 297 | 303 | 17 | 125 | 80 | 10 | 250 | 3 | 2 | 83 | 1.637 |

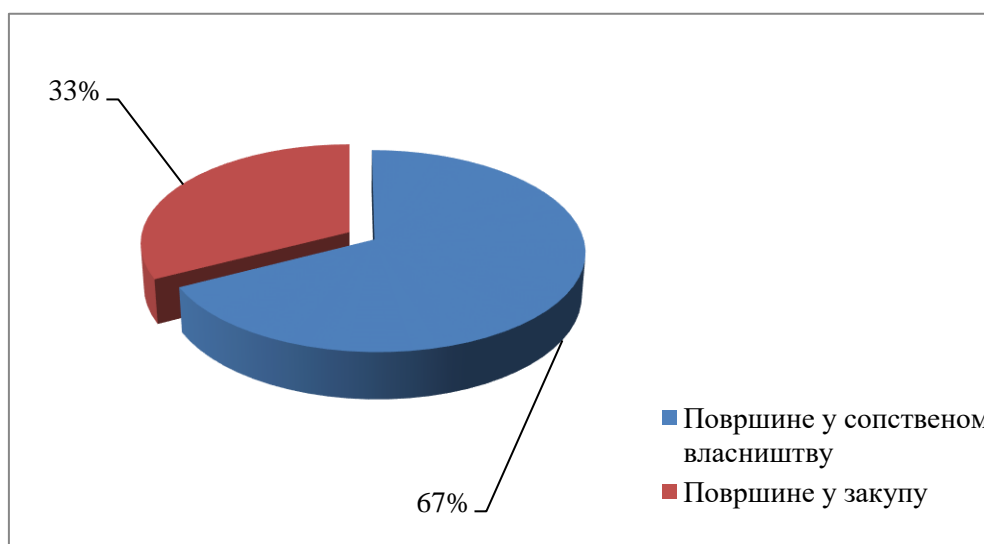
Табела 4.7. Укупне површине под вишегодишњим културама на пољопривредним газдинствима

| Воћарско-виноградарска производња (ha) | | | | | | | | | | | | Укупно |
|--|-------|---------|----------|--------|---------|-------|------|------|--------|--------|-------------|--------------|
| Јабука | Вишња | Бресква | Лубеница | Крушка | Кајсија | Шљива | Орах | Дуња | Лешник | Малина | Винова лоза | |
| 927 | 422 | 375 | 6 | 359 | 192 | 102 | 1 | 2 | 8 | 1 | 156 | 2.551 |

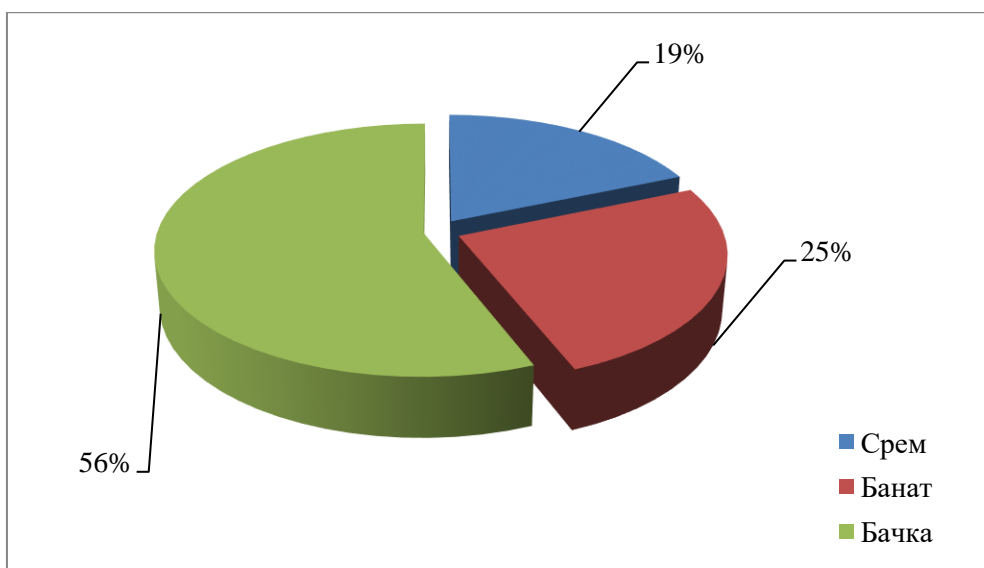
5.1.2.1.1. Приказ посматраних пољопривредних газдинстава према власничкој структури и локацији

На посматраним пољопривредним газдинствима укупне обрадиве површине износиле су 56.765 ха и оне су били искоришћене (под усевима) 98,44% или 55.880 ха. Од тога се 67% површина под усевима или 37.708 ха налазило у сопственом власништву корисника обрадивих површина, а 33% или 18.172 ха у закупу, сл.4.3.

Према заступљености посматраних газдинстава у регионима АП Војводине: 19% (или 14 газдинстава) се налазило у Срему, 25% (или 19 газдинстава) у Банату и 56% (или 42 газдинства) у Бачкој, сл.4.4.



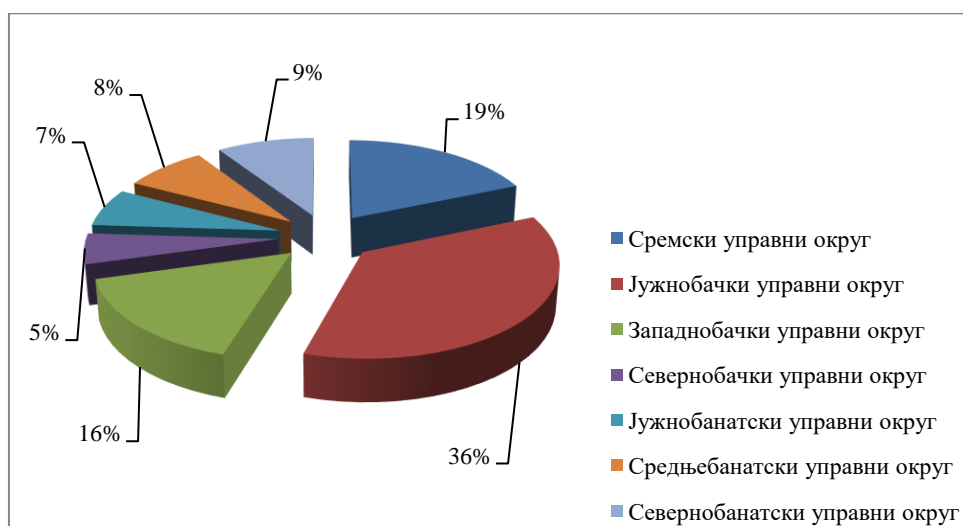
Слика 4.3. Однос власништва над земљиштем на пољопривредним газдинствима



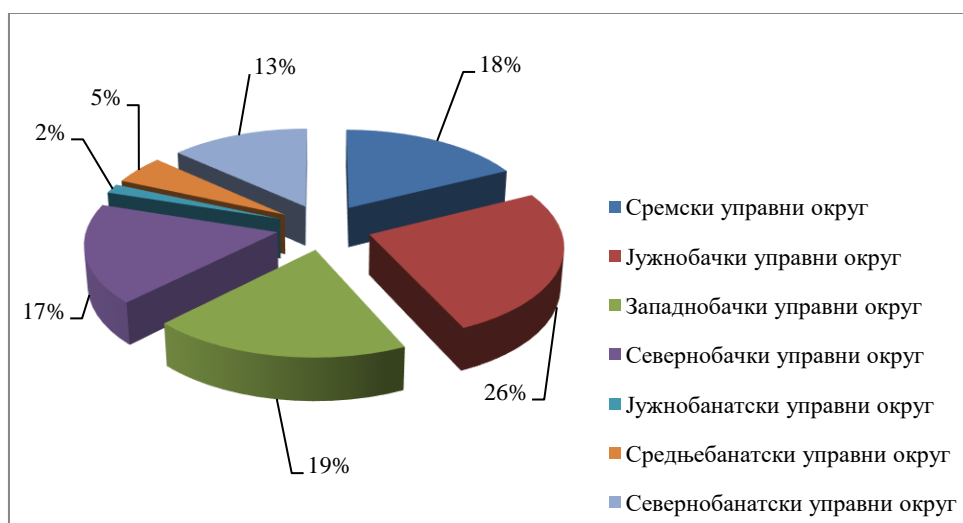
Слика 4.4. Заступљеност пољопривредних газдинстава по регионима у АП Војводини

Према заступљености посматраних газдинстава по управним окрузима у АП Војводини: 19% (или 14 газдинстава) налазило се у Сремском округу, 36% (или 27 газдинстава) у Јужнобачком округу, 16% (или 12 газдинстава) у Западнобачком округу, 5% (или 4 газдинства) у Севернобачком округу, 7% (или 5 газдинстава) у Јужнобанатском округу, 8% (или 6 газдинстава) у Средњебанатском округу и 9% (или 7 газдинстава) у Севернобанатском округу, сл.4.5.

Према величини искоришћених обрадивих површина по управним окрузима у АП Војводини: 18% површина (или 9.842 ha) се налазило у Сремском округу, 26% (или 14.300 ha) у Јужнобачком округу, 19% (или 10.784 ha) у Западнобачком округу, 17% (или 9.746 ha) у Севернобачком округу, 2% (или 911 ha) у Јужнобанатском округу, 5% (или 2.843 ha) у Средњебанатском округу и 13% (или 7.454 ha) у Севернобанатском округу, сл.4.6.

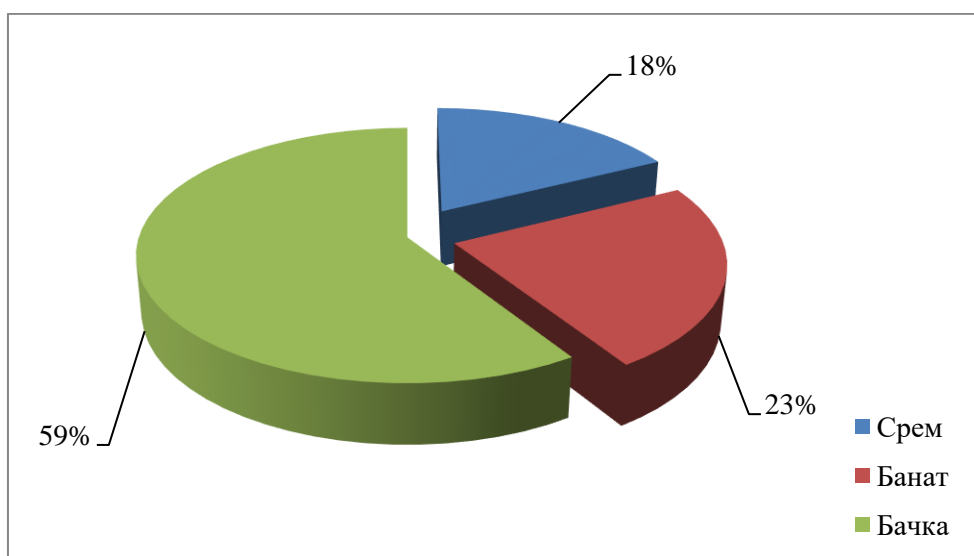


Слика 4.5. Заступљеност пољопривредних газдинстава по управним окрузима у АП Војводини



Слика 4.6. Величина искоришћених обрадивих површина по окрузима у АП Војводини

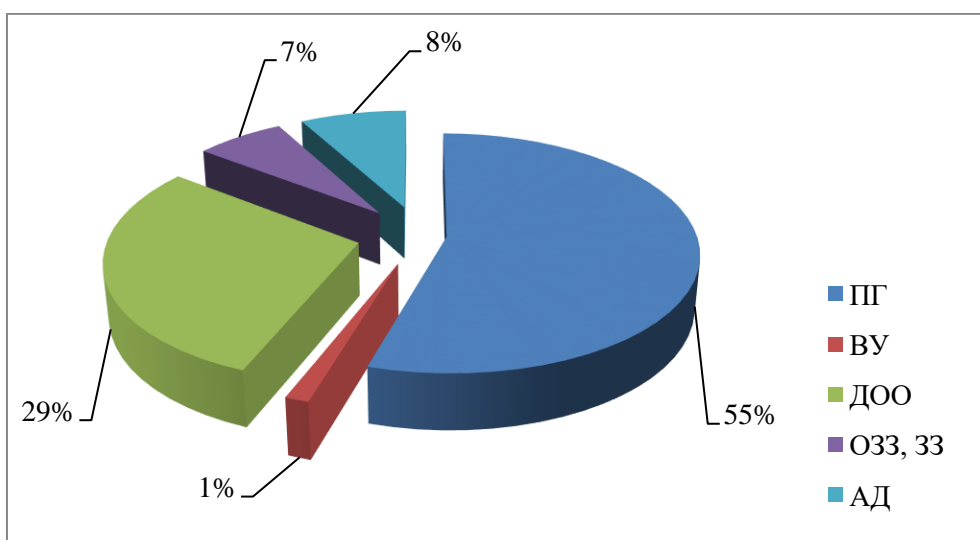
Према величини искоришћених обрадивих површина по регионима у АП Војводини: 18% површина (или 9.842 ha) се налазило у Срему, 23% (или 13.038 ha) у Банату и 59% (или 33.000 ha) у Бачкој, сл.4.7.



Слика 4.7. Величина искоришћених обрадивих површина по регионима у АП Војводини

5.1.2.1.2. Приказ посматраних пољопривредних газдинстава према оснивачко-правној форми

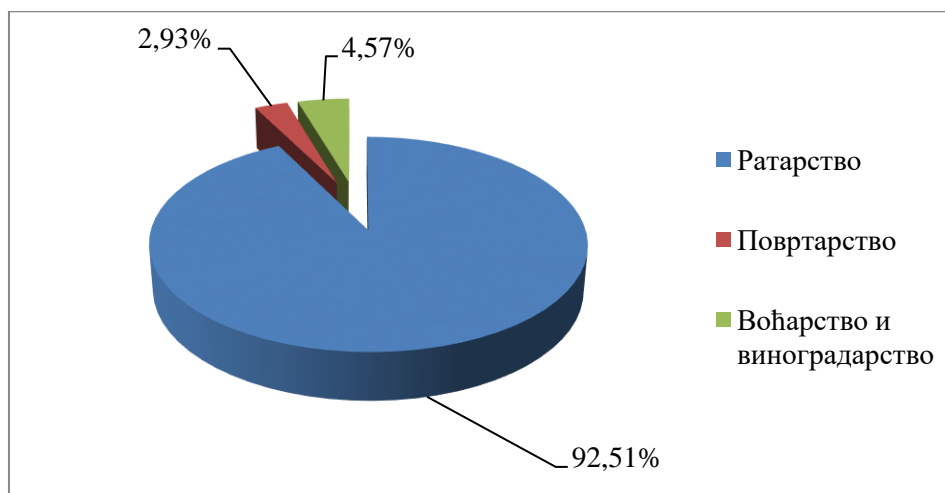
Према правној форми оснивања, посматрана пољопривредна газдинства су имала следећи статус: 55% пољопривредних газдинстава (ПГ) или 41 газдинство, 1% војна установа (ВУ) или 1 газдинство, 29% друштва са ограниченом одговорношћу (ДОО) или 22 газдинства, 7% општих земљорадничких задруга и земљорадничких задруга (ОЗЗ и ЗЗ) или 5 газдинстава и 8% акционарских друштва (АД) или 6 газдинстава, сл.4.8.



Слика 4.8. Посматрана пољопривредна газдинства према оснивачко-правној форми

5.1.2.1.3. Анализа посматраних сетвених структура према гранама у биљној производњи

На посматраним пољопривредним газдинствима узгајане су културе из биљне производње, које су биле заступљене: 92,51% (или 51.692 ha) у ратарској производњи, 2,93% (или 1.637 ha) у повртарској производњи и 4,57% (или 2.551 ha) у воћарско-виноградарској производњи, сл.4.9.

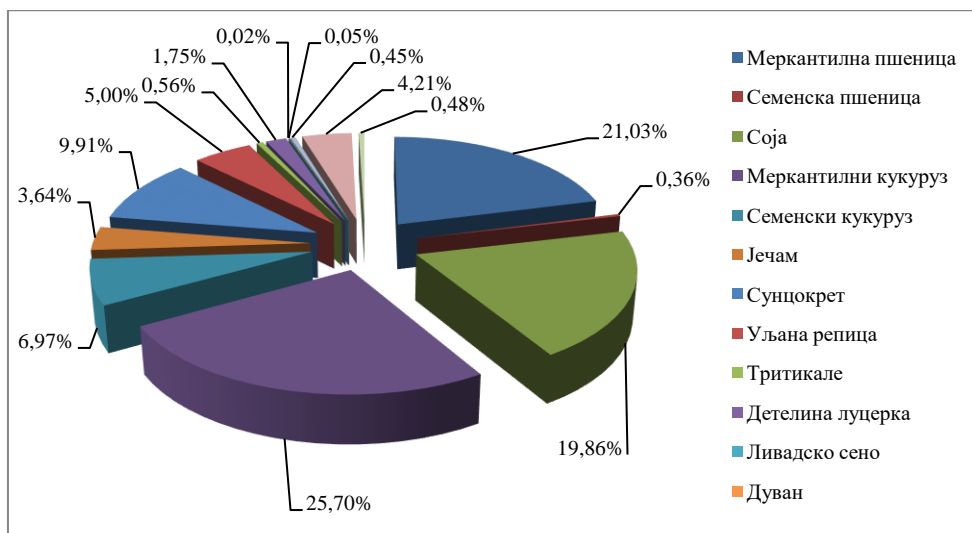


Слика 4.9. Гајене културе према гранама у биљној производњи

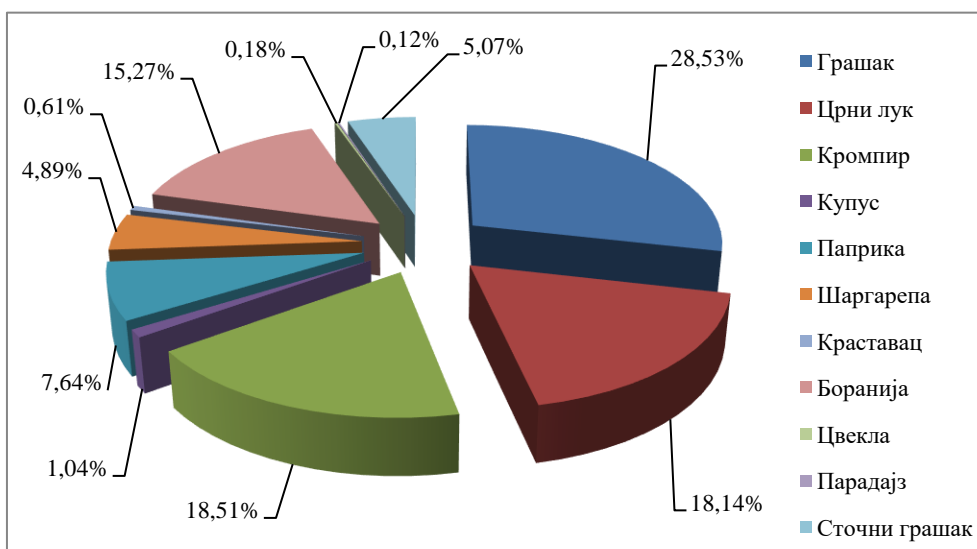
У ратарској производњи на посматраним газдинствима биле су засејане културе: 21,03% (или 10.873 ha) меркантилна пшеница, 0,36% (или 186 ha) семенска пшеница, 19,86% (или 10.267,5 ha) соја, 25,70% (или 13.282,5 ha) меркантилни кукуруз, 6,97% (или 3.605 ha) семенски кукуруз, 3,64% (или 1.881 ha) јечам, 9,91% (или 5.123 ha) сунцокрет, 5,00% (или 2.587 ha) уљана репица, 0,56% (или 290 ha) тритикале, 1,75% (или 907 ha) детелина луцерка, 0,02% (или 10 ha) ливадско сено, 0,05% (или 25 ha) дуван, 0,45% (или 231 ha) силажни кукуруз, 4,21% (или 2.174 ha) шећерна репа и 0,48% (или 250 ha) сирак, сл.4.10.

У повртарској производњи на посматраним газдинствима биле су засејане културе: 28,53% (или 467 ha) грашак, 18,14% (или 297 ha) црни лук, 18,51% (или 303 ha) кромпир, 1,04% (или 17 ha) купус, 7,64% (или 125 ha) паприка, 4,89% (или 80 ha) шаргарепа, 0,61% (или 10 ha) краставац, 15,27% (или 250 ha) боранија, 0,18% (или 3 ha) цвекла, 0,12% (или 2 ha) парадајз и 5,07% (или 83 ha) сточни грашак, сл.4.11.

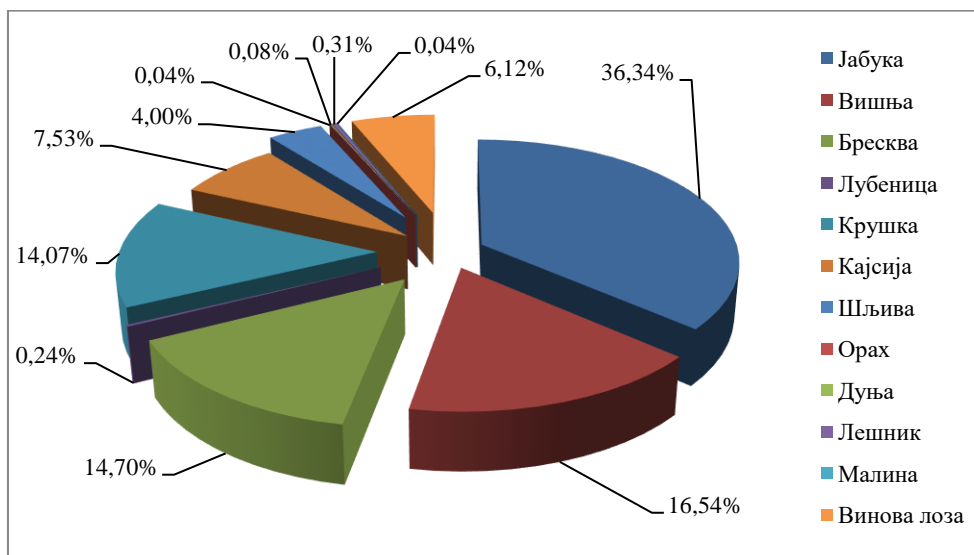
У воћарско-виноградарској производњи на посматраним газдинствима гајене су културе: 36,34% (или 927 ha) јабука, 16,54% (или 422 ha) вишња, 14,70% (или 375 ha) бресква, 0,24% (или 6 ha) лубеница, 14,07% (или 359 ha) крушка, 7,53% (или 192 ha) кајсија, 4,00% (или 102 ha) шљива, 0,04% (или 1 ha) орах, 0,08% (или 2 ha) дуња, 0,31% (или 8 ha) лешник, 0,04% (или 1 ha) малина и 6,12% (или 156 ha) винова лоза, 4.12.



Слика 4.10. Анализирана сетвена структура гајених усева у ратарској производњи



Слика 4.11. Анализирана сетвена структура гајених усева у повртарској производњи



Слика 4.12. Анализирани усеви гајени у воћарско-виноградарској производњи

5.1.3. Основне информације о испитиваним пољопривредним површинама и приносима

Као што је већ наведено, укупне површине у биљној производњи на посматраним газдинствима износиле су 55.880 ha, од чега у ратарској производњи 51.692 ha, у повртарској 1.637 ha и у воћарско-виноградској 2.551 ha. Међутим, за потребе истраживања и приказ укупних количина расположиве биомасе која је анализирана, узете су само оне површине односно количине биомасе које су се могле искористити за производњу енергије у процесу директног сагоревања. Односно, изостављене су оне количине биомасе које су се наменски гајиле за исхрану стоке, производњу биогаса и сл. Примера ради, у анализи биомасе из ратарске производње изостављени су приноси појединих култура (детелине луцерке, ливадског сена, силажног кукуруза, шећерне репе и сирка), тако да су укупне површине под анализираним културама у ратарској производњи износиле 48.120 ha, таб.5.1a. У повртарској производњи у анализу су биле укључене само културе бораније и грашка, тако да су површине под анализираним културама у повртарској производњи износиле 717 ha, таб.5.2a. Док је у воћарско-виноградској производњи из анализе искључена само култура лубенице, тако да су укупне површине под анализираним културама износиле 2.545 ha, таб.5.3. Укупне анализирани површине за прорачун укупне расположиве биомасе у истраживању износиле су 51.382 ha, таб.5.4a.

За потребе прорачуна укупно расположивих количина биомасе из биљне производње у истраживању коришћени су званични статистички подаци - приноси за биљне културе у 2018. години. За оне културе за које нису евидентирани званични статистички подаци приноса, усвојени су просечни приноси утврђени на терену. Просечни приноси пољопривредних култура у периоду 2016-2018. године за регион АП Војводине дати су у таб.4.8-4.10. Ови просечни приноси узгајаних култура у периоду 2016-2018. година за регион АП Војводине дати су, у таб.4.8 за ратарске културе, у таб.4.9 за повртарске културе и у таб.4.10 за културе у воћарству и виноградарству.

Табела 4.8. Просечни приноси узгајаних култура у ратарству у периоду 2016-2018. године за регион АП Војводине [147]

| Година | Културе (t/ha) | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------|---------|------|-----|-----------|--------------|--------------|-----------|------|-------|---------|----------|-----------------|--------|
| | Пшеница | Јечам | Кукуруз | Овас | Раж | Тритикале | Уљана репица | Шећерна репа | Сунцокрет | Соја | Дуван | Луцерка | Детелина | Кукуруз за крму | Ливаде |
| 2016 | 5,9 | 5,0 | 8,5 | 3,3 | 3,6 | 5,1 | 3,1 | 55,3 | 3,2 | 3,2 | 1,6 | 7,0 | 4,4 | 28,3 | 2,6 |
| 2017 | 4,7 | 4,2 | 4,7 | 3,3 | 2,8 | 4,3 | 2,7 | 47,2 | 2,5 | 2,3 | 1,5 | 4,9 | 4,5 | 20,8 | 1,2 |
| 2018 | 5,5 | 4,5 | 9,0 | 3,9 | 3,2 | 4,5 | 3,1 | 48,5 | 3,1 | 3,3 | 1,3 | 5,7 | 4,8 | 25,7 | 2,0 |

Табела 4.9. Просечни приноси узгајаних култура у повртарству у периоду 2016-2018. године за регион АП Војводине [147]

| Година | Културе (t/ha) | | | | | | | | | |
|--------|----------------|----------|--------|-------------|----------|---------|-------|-----------|-----------|----------|
| | Кромпир | Парадајз | Грашак | Купус и кељ | Црни лук | Паприка | Пасуљ | Шаргарепа | Краставац | Бели лук |
| 2016 | 23,3 | 22,5 | 6,3 | 32,0 | 16,3 | 15,8 | 1,4 | 24,0 | 15,7 | 4,3 |
| 2017 | 21,9 | 22,5 | 5,3 | 31,0 | 12,2 | 14,1 | 1,2 | 22,0 | 13,5 | 3,7 |
| 2018 | 23,7 | 22,2 | 5,0 | 30,9 | 12,1 | 14,9 | 1,4 | 21,8 | 13,4 | 3,3 |

Табела 4.10. Просечни приноси узгајаних култура у воћарству и виноградарству 2016-2018. године за регион АП Војводине [148]

| Година | Културе (t/ha) | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|--------|--------|-------|------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|-----------------|--------|------|------------|
| | Кајсија | Јабука | Крушка | Шљива | Дуња | Бресква | Трешња | Вишња | Купина | Малина | Јагода | Диња и лубеница | Грожђе | Орах | Лешник [6] |
| 2016 | 5,4 | 23,9 | 11,9 | 15,3 | 14,4 | 13,3 | 4,9 | 7,7 | 6,5 | 6,7 | 6,5 | 44,2 | 7,4 | 6,6 | 1,6 |
| 2017 | 8,6 | 22,7 | 10,1 | 13,9 | 12,2 | 12,9 | 6,3 | 6,7 | 5,8 | 6,4 | 3,8 | 38,6 | 8,4 | 6,6 | 1,5 |
| 2018 | 4,9 | 24,0 | 11,7 | 15,0 | 13,2 | 11,7 | 4,6 | 7,6 | 6,3 | 7,0 | 2,6 | 38,2 | 7,8 | 5,9 | 1,4 |

5.1.4. Основне информације о испитиваним енергетским постројењима

На газдинствима која су била предмет истраживања укупно се налазило 30 енергетских постројења која су испитивана, од чега је 25 постројења произвело топлотну енергију у процесу директног сагоревања чврсте биомасе, а 5 постројења су била биогасна когенеративна постројења.

У таб.4.11 наведени су основни подаци о испитиваним енергетским постројењима за сагоревање чврсте биомасе на пољопривредним газдинствима. Од 25 анализираних постројења 22 су била домаћа, а 3 постројења су била из увоза.

Енергетска когенеративна постројења на пољопривредним газдинствима нису била предмет истраживања, али на анализираним пољопривредним газдинствима евидентирано је 5 биогасних когенеративних постројења. У таб.4.12 наведени су основни подаци о овим биогасним когенеративним постројењима. Сва постројења су била из увоза.

Табела 4.11. Енергетска постројења за сагоревање чврсте биомасе

| Р.Б. | Опис енергетског постројења | Тип котла | Произвођач | Снага (kW) | Година производње | Радно стање | Ниво аутоматизације | Просечан број сати у току дана (h) | Просечан број радних дана у току године | Намена |
|------|---|------------------|---------------------|------------|-------------------|-------------|---------------------|------------------------------------|---|------------------------|
| 1 | Котао на бале сламе (призматичне) | ВВК60 | Вајус Сента | 60 | 2013 | у раду | ручни | 15 | 180 | грејање простора и ТПВ |
| 2 | Котао на бале сламе (призматичне) | TKLK-BIO 80 | Tehnoserv Суботица | 80 | 1998 | у раду | ручни | 4 | 150 | грејање простора |
| 3 | Котао на бале сламе (призматичне) сопствене производње без дефинисаних техничких параметара | / | / | 70 | 2002 | ван рада | ручни | / | / | грејање простора |
| 4 | Котао на чврсто гориво и брикет | TKU3-W | Термомонт Шимановци | 50 | 2013 | у раду | ручни | 20 | 180 | грејање простора |
| 5 | Котао на бале сламе (призматичне) сопствене производње без дефинисаних техничких параметара | / | / | 120 | 1997 | у раду | ручни | 12 | 150 | грејање простора |
| 6 | Котао на бале сламе (призматичне) | TIG SH40 | АТИ Терминг Кула | 40 | 2018 | у раду | ручни | 18 | 180 | грејање простора |
| 7 | Котао на бале сламе (призматичне) сопствене производње без дефинисаних техничких параметара | / | / | 100 | 2012 | у раду | ручни | 16 | 140 | грејање простора и ТПВ |
| 8 | Котао на пелет сопствене производње, без дефинисаних техничких параметара | / | / | 38 | 2013 | у раду | аутоматизован | 14 | 160 | грејање простора и ТПВ |
| 9 | Котао на пелет | COMMO COMPACT 32 | Alfa-Plam Врање | 32 | 2017 | у раду | аутоматизован | 20 | 190 | грејање простора и ТПВ |
| 10 | Котао на пелет | Viadrus U22 | Bohumín, Чешка | 20 | 2016 | у раду | аутоматизован | 24 | 180 | грејање простора |
| 11 | Котао на бале сламе (призматичне) | ВВК40 | Вајус Сента | 40 | 2010 | у раду | ручни | 15 | 130 | грејање простора |
| 12 | Котао на пелет сопствене производње без дефинисаних техничких параметара | / | / | 35 | 2014 | у раду | ручни | 12 | 180 | грејање простора |
| 13 | Котао на бале сламе (призматичне) | ВВК60 | Вајус Сента | 60 | 2013 | у раду | ручни | 10 | 180 | грејање простора |
| 14 | Котао на бале сламе (призматичне) | TIG SH40 | АТИ Терминг Кула | 40 | 2014 | у раду | ручни | 20 | 150 | грејање простора |

Наставак табеле 4.11 са претходне стране

| | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------------|----------------|--------------------------------------|-------|------|-------------|---------------|----|-----|---------------------|
| 15 | Котао на бале сламе (призматичне) | Unimax 40 | Uniko Ковачица | 40 | 2009 | ван рада | ручни | / | / | грејање простора |
| 16 | Котао на пелет | Centrometal 50 | Centrometal, Masines, Хрватска | 50 | 2010 | у раду | ручни | 20 | 120 | грејање простора |
| 17 | Котао на бале сламе (призматичне) | TIG SH60 | АТИ Терминг Кула | 60 | 2014 | у раду | ручни | 16 | 180 | грејање простора |
| 18 | Котао на бале сламе (призматичне) | Vulkan super | Радијатор Зрењанин | 301 | 1991 | у раду | ручни | 7 | 100 | грејање простора |
| 19 | Котао на бале сламе (призматичне) | BST-240 | Братство Суботица | 240 | 1998 | у раду | аутоматизован | 7 | 150 | грејање простора |
| 20 | Котао на бале сламе (призматичне) | TIG-S 150 | АТИ Терминг Кула | 150 | 2015 | у раду | ручни | 12 | 120 | грејање простора |
| 21 | Котао на пелет | Pelling 50 | Termo FLUX Јајце | 50 | 2011 | у раду | аутоматизован | 8 | 175 | грејање простора |
| 22 | Котао на окласак - термоген | UT-850 | Термоплин С. Паланка | 850 | 2013 | у раду | аутоматизован | 8 | 30 | Сушење |
| 23 | Котао на окласак - термоген | UT-850 | Термоплин С. Паланка | 850 | 2013 | у раду | аутоматизован | 8 | 30 | Сушење |
| 24 | Котао на окласак - термоген | UT-850 | Термоплин С. Паланка | 850 | 2013 | у раду | аутоматизован | 8 | 30 | Сушење |
| 25 | Котао на окласак | / | Перовић Ловћенац | 2.500 | 2006 | ван рада | аутоматизован | / | / | Сушење |

Табела 4.12. Енергетска когенеративна постројења

| Р.Б. | Опис енергетског постројења | Произвођач гасног мотора | Снага (kW) | Година производње | Радно стање | Ниво аутоматизације | Просечан број сати у току дана (h) | Просечан број радних дана у току године | Намена |
|------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|----------------------|----------------|------------------------|--|---|--------------------------------|
| 1 | Когенерација (CHP постројење) | Jenbacher (Аустрија) | 637 | 2018 | у раду | аутоматизован | 24 | 360 | Грејање и ел. енергија |
| 2 | Когенерација (CHP постројење) | | 990 | 2012 | у раду | аутоматизован | 22 | 365 | Грејање, сушење и ел. енергија |
| 3 | Когенерација (CHP постројење) | | 500 | 2014 | у раду | аутоматизован | 22 | 365 | Грејање, сушење и ел. енергија |
| 4 | Когенерација (CHP постројење) | | 635 | 2012 | у раду | аутоматизован | 24 | 360 | Грејање и ел. енергија |
| 5 | Когенерација (CHP постројење) | | 635 | 2016 | у раду | аутоматизован | 24 | 360 | Грејање и ел. енергија |

5.2. ИСТРАЖИВАЊЕ КЉУЧНИХ ФАКТОРА ИСКОРИШЋЕНОСТИ БИОМАСЕ ЗА ЕНЕРГЕТСКЕ ПОТРЕБЕ

5.2.1. Методолошки приступ истраживању кључних фактора искоришћености биомасе за енергетске потребе

За потребе спровођења истраживачких радова на истраживању кључних фактора искоришћености биомасе за енергетске потребе, развијен је јединствени упитник за испитивање јавног мњења, који се односио на различите групе релевантних учесника који се налазе у ланцу (производње биомасе, коришћења биомасе, креирања закона и образовања/истраживања). Циљ овог дела истраживања је био да се на основу анализе искоришћености биомасе за енергетске потребе, идентификују главни фактори (узрочници) ниске искоришћености биомасе у АП Војводини, на основу којих су креиране одговарајуће мере за унапређење употребе биомасе за енергетске потребе, уз истовремено уважавање трошкова имплементације и њихових резултата.

Приликом развијања упитника посебно је вођено рачуна о принципу да израда и евалуација упитника представља саставни део тзв. „емпиријског циклуса” [42,139] али и о садржају упитника, односно шта се испитаници тачно питају са једне стране и о статистичким и нумеричким оценама са друге стране (које ставке из упитника треба да генеришу). Другим речима, вођено је рачуна о поузданости и валидности самог упитника.

5.2.1.1. Техника приступа спровођења истраживања из упитника

Први корак у изради релевантног упитника подразумевао је ангажовање експерата у циљу добијања валидних ставки упитника. У складу са постулатима класичне тест теорије, односно на основу искуства експерата у читавом ланцу биомасе, изграђен је иницијални упитник (прилог 2), који је укључивао 60 питања која се односе на економске, социјалне, образовне, друштвене и техничко-технолошке аспекте употребе биомасе за енергетске потребе.

Прецизније говорећи, улога експерата из области пољопривреде и енергетике огледала се у евалуацији валидних ставки из упитника. За ту сврху коришћен је тзв. рационални метод. На основу свог знања и искуства експерти су дефинисали 60 питања (прилог 2) посебно водећи рачуна о правилима и захтевима дефинисања ставки упитника. Претходно речено, постигнуто је на тај начин што се приликом формулисања питања (ставки из упитника) посебно водило рачуна о:

- ✓ Унутрашњој конзистентности упитника. У истраживањима ово се постигло на тај начин што се приликом дефинисања питања водило рачуна да она међусобно корелирају, уз уважавање захтева да питања из сродних области буду груписана у блокове. Испуњење овог захтева истовремено омогућава валидно сумирање скорова (резултата) питања;
- ✓ У формулацијама су избегнута дуплирања негативности. Није било питања која у себи имају дуплу негацију;
- ✓ Коришћене су речи и синтагме које су разумљиве изабраном узорку, уз уважавање значаја позиције одређених речи у конструкцијама питања;
- ✓ Избегнута су питања која су усмерена на лична сећања и мотиве сопственог понашања;
- ✓ Избегнута су једносмерна питања, будући да је опште познато да људи теже процењују питања формулисана у истом смеру на исти начин [130].

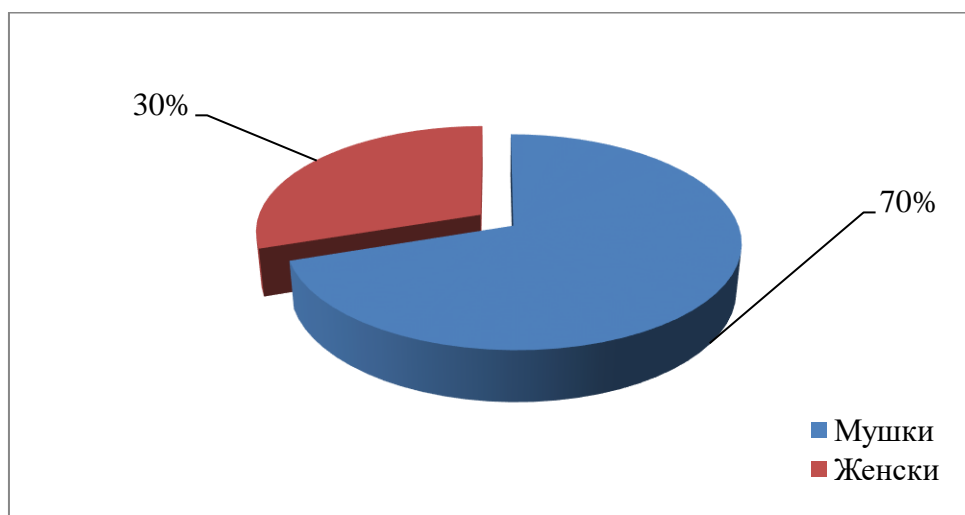
Примена оваквог приступа истраживању требала је да обезбеди да упитник представља добру меру основног теоријског конструктора [111]. Међутим, за евалуацију валидности садржаја упитника, односно домена садржаја коришћене су квантитативне методе. Тачније, квантитативне методе су коришћене за испитивање границе и структуре домена садржаја, тј. испитивање да ли свака ставка из упитника покрива (мери) домен садржаја конструкта, о чему ће бити више речи у бити у наставку истраживања.

5.2.1.2. Евалуација валидности упитника

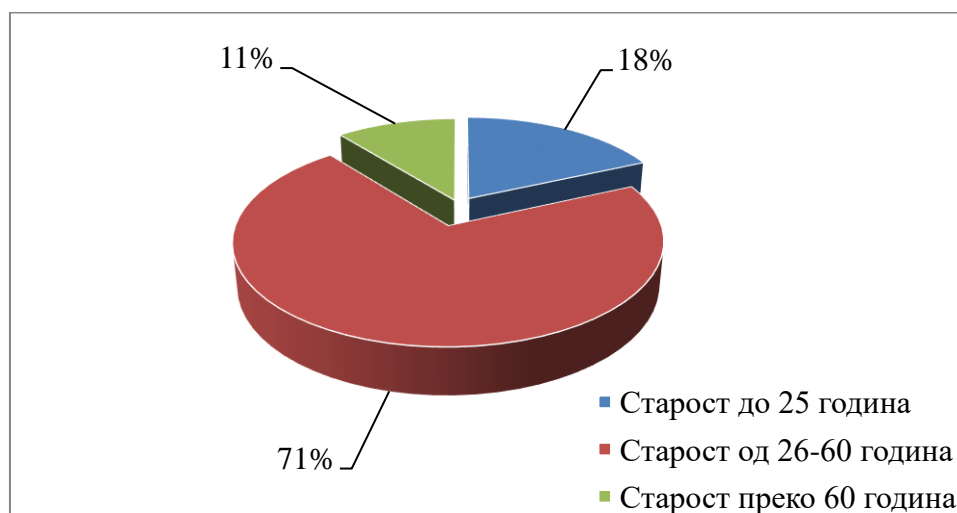
Други корак у изради релевантног упитника подразумевао је примену експлоративне факторске анализе. За ту сврху у истраживању је коришћена анализа главних компоненти. У циљу спровођења експлоративне факторске анализе спроведено је истраживање на узорку од 601-ог испитаника. Важно је истаћи да испитаници који су учествовали у испитивању валидације упитника нису били укључени у прикупљању података везаних за утицај идентификованих фактора на ниво искоришћености биомасе. На тај начин настојало се да се избегне пристрасност у одговорима.

Трећи корак у истраживању утицаја идентификовања кључних фактора подразумевао је учешће 75 пољопривредних газдинстава која су била подељена у три групе према величини површина које обрађују.

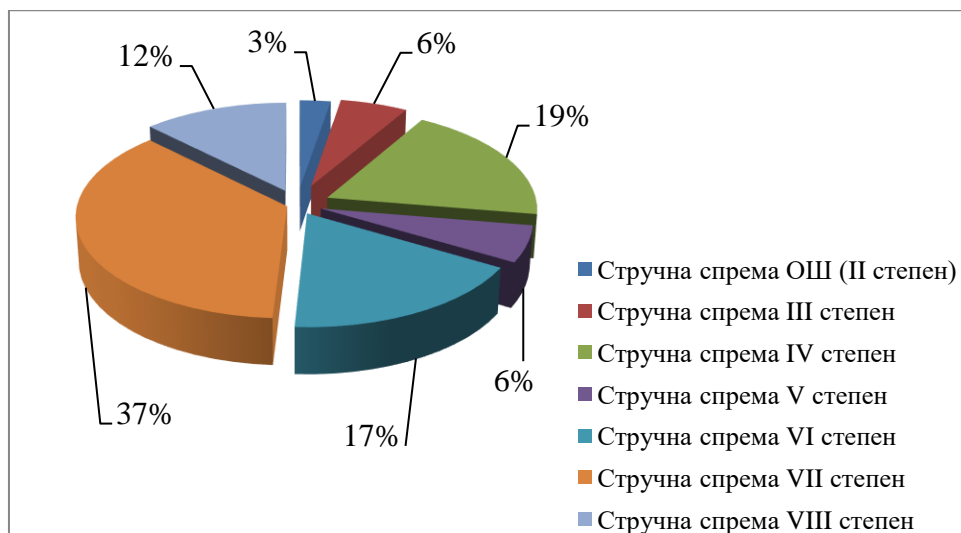
Структура испитаника приказана је на сл.4.13-4.16. Према полу структуру испитаника су чинили мушкарци 70% (420 особа) и жене 30% (181 особа), сл.4.13. Према старосној доби структура испитаника је износила до 25 година 18% (110 особа), од 26 до 60 година 71% (426 особа) и преко 60 година 11% (65 особа), сл.4.14. Према степену стручне спреме структура испитаника је била са ОШ (II степен) 3% (16 особа), III степеном 6% (35 особа), IV степеном 19% (115 особа), V степеном 6% (35 особа), VI степеном 17% (105 особа), VII степеном 37% (220 особа) и VIII степеном 12% (75 особа), сл.4.15. Према запослености у одређеним секторима структура испитаника је износила у пољопривреди 35% (211 особа), енергетском сектору 18% (110 особа), јавном сектору 19% (115 особа), невладином сектору 15% (90 особа), образовним установама (факултетима и високим школама) 13% (75 особа), сл.4.16.



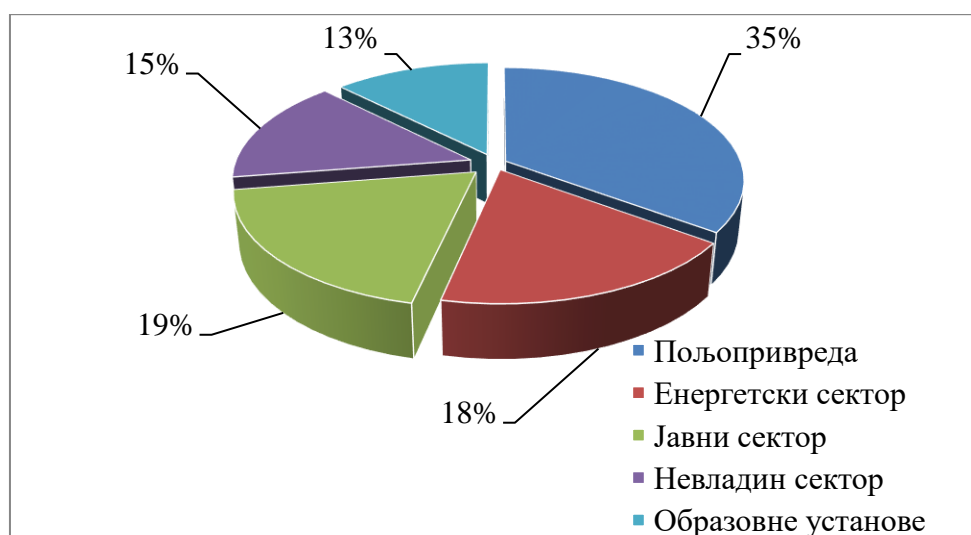
Слика 4.13. Структура испитаника према полу



Слика 4.14. Структура испитаника према старости



Слика 4.15. Структура испитаника према стручној спреми



Слика 4.16. Структура испитаника према сектору радног ангажовања

Као што се може видети са сл.4.13-4.16, приликом избора узорка водило се рачуна о заступљености испитаника према полу, животној доби, степену образовања и радном ангажовању. Наиме, како би се обухватили представници свих релевантних учесника који се налазе у ланцу пољопривредне биомасе, у истраживању се поред пољопривредног сектора, подједнака пажња поклонила и енергетском, јавном, невладином и образовном/научном сектору. Наведени сектори заједничким снагама и механизмима из својих домена и ауторитета могу да утичу на креирање свести о бенефитима које доноси употреба биомасе за енергетске потребе. Доминантан број испитаника из пољопривредног сектора (35%) је логичан, јер су они кључни актери у овом процесу, од чије мотивисаности и оспособљености зависи цео процес. Уважавање старосне доби испитаника везано је за уважавање њихове

свести и ставова који се односе на значај и могућности употребе биомасе као ОИЕ, али и спремности да промене традиционалне обрасце понашања. Претходно наведено је итекако значајно из разлога када се имају у виду резултати истраживања, како глобално тако и у овом истраживању, који указују на то да се на њивама пале значајне количине биомасе. Свакако, блиско повезано са структурирањем испитаника према животној доби јесте и уважавање разлика у погледу степена образовања. Наиме, одређен број индивидуалних пољопривредних произвођача је нижег степена образовања и старије старосне структуре, те је очекивано да имају већу дозу антагонизма према промени традиционалних начина употребе биомасе и свести о значају и могућностима (знања) употребе биомасе као ОИЕ.

Иако је реално очекивати да погледи о ограничењима и разлозима зашто је ниска употреба биомасе за енергетске потребе буду различити, између релевантних учесника у ланцу пољопривредне биомасе, нпр. из јавног и пољопривредног сектора, овај иницијални упитник развијен је тако да све различите групе релевантних учесника могу из свог угла да их сагледају, без могућности тумачења питања стављајући се у улогу испитаника из другог сектора. Сама питања су тако формулисана да испитаници из различитих сектора могу подједнако валидно на њих да одговоре сходно својим знањима и искуствима. Другим речима, нема питања која се више или мање односе на испитанике из једног или другог сектора.

За оцену ставова испитаника коришћена је петостепена Ликертова скала, са могућношћу одговора од потпуно се не слажем (1) до потпуно се слажем (5), без уважавања чињенице да се ради о ординираним подацима. Другим речима, за потребе дескриптивне, али и факторске анализе направљена је претпоставка да се ради о интервалним подацима. Пре саме дескриптивне анализе извршена је провера ваљаности попуњености упитника и уноса одговора. За те потребе коришћена је анализа фреквенције. Резултати показују да се опсег вредности за све ставке креће од 1 до 5, што је еквивалентно одговорима од потпуно се слажем до потпуно се не слажем. Резултати дескриптивне анализе приказани су таб.4.13

Табела 4.13. Резултати дескриптивне анализе

| Ставке (питања) | Број опсервација | Минимална вредност | Максимална вредност | Средња вредност | Стандардна девијација |
|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| Q1 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.32 |
| Q2 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.15 |
| Q3 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.09 |
| Q4 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.28 |
| Q5 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.20 |
| Q6 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.17 |

Наставак табеле 4.13 са претходне стране

| Ставке (питања) | Број опсервација | Минимална вредност | Максимална вредност | Средња вредност | Стандардна девијација |
|--------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|
| Q7 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.22 |
| Q8 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.13 |
| Q9 | 600 | 1 | 5 | 3 | 1.13 |
| Q10 | 600 | 1 | 5 | 3 | 1.03 |
| Q11 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.19 |
| Q12 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.20 |
| Q13 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.22 |
| Q14 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.27 |
| Q15 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.17 |
| Q16 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.23 |
| Q17 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.26 |
| Q18 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.17 |
| Q19 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.17 |
| Q20 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.12 |
| Q21 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.24 |
| Q22 | 599 | 1 | 5 | 4 | 1.17 |
| Q23 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.13 |
| Q24 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.19 |
| Q25 | 598 | 1 | 5 | 4 | 1.18 |
| Q26 | 600 | 1 | 5 | 3 | 1.18 |
| Q27 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.17 |
| Q28 | 598 | 1 | 5 | 4 | 1.08 |
| Q29 | 598 | 1 | 5 | 3 | 1.17 |
| Q30 | 600 | 1 | 5 | 3 | 1.11 |
| Q31 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.10 |
| Q32 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.07 |
| Q33 | 600 | 1 | 5 | 4 | 1.14 |
| Q34 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.13 |
| Q35 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.16 |
| Q36 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.14 |
| Q37 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.24 |
| Q38 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.15 |
| Q39 | 600 | 1 | 5 | 4 | 1.17 |
| Q40 | 600 | 1 | 5 | 4 | 1.17 |
| Q41 | 600 | 1 | 5 | 4 | 1.19 |
| Q42 | 600 | 1 | 5 | 4 | 1.07 |
| Q43 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.16 |
| Q44 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.14 |
| Q45 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.15 |
| Q46 | 600 | 1 | 5 | 4 | 1.15 |

Наставак табеле 4.13 са претходне стране

| Ставке (питања) | Број опсервација | Минимална вредност | Максимална вредност | Средња вредност | Стандардна девијација |
|--------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|
| Q47 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.33 |
| Q48 | 590 | 1 | 5 | 4 | 1.13 |
| Q49 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.18 |
| Q50 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.20 |
| Q51 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.15 |
| Q52 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.24 |
| Q53 | 600 | 1 | 5 | 3 | 1.20 |
| Q54 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.09 |
| Q55 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.22 |
| Q56 | 601 | 1 | 5 | 4 | 1.13 |
| Q57 | 600 | 1 | 5 | 3 | 1.19 |
| Q58 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.24 |
| Q59 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.08 |
| Q60 | 601 | 1 | 5 | 3 | 1.15 |

На основу резултата приказаних у таб.4.13, види се да су испитаници на сва питања одговорили са максималном, односно са минималном оценом. Ово само указује на разноврсност ставова, односно адекватност узорка. Уопштено, у случају постојања значајне средње вредности, уз малу вредност стандардне девијације, значи да су испитаници више сагласни и компатибилни у погледу одређеног става (одговора на постављено питање). Супротно је у случају мале вредности, средње вредности и високе стандардне девијације. Из таб.4.13, види се да су, у принципу, код већине ставки из примарног упитника високе вредности стандардне девијације. Ово указује на различитост ставова испитаника у погледу истог питања.

За мерење интерне конзистентности упитника у истраживању коришћен је *Chronbach*-ов алфа коефицијент (α), који се математички може исказати преко јед.4.4 [173]:

$$\alpha = \frac{(N^2 M(Cov))}{(\sum s^2 + \sum Cov)} \quad 4.4$$

где је:

N - број варијабли/питања,

M - број варијабли/питања умањен за 1,

s^2 - варијанса и

Cov - коваријанса између варијабли (питања/ставки).

Chronbach-ов алфа коефицијент је изграђен на претпоставци да интерна конзистентна постоји ако и само ако варијанса унутар варијабли има мању вредност од вредности коваријанси између ставки. Иако не постоји јединствен став у погледу тога која је то вредност коју овај коефицијент треба да има да би се упитник сматрао валидним, у литератури преовладава став да вредност коефицијента већа од 0,6 јесте задовољавајућа. Вредност *Cronbach*-овог алфа коефицијента износи 0,801, што указује да постоји значајна унутрашња конзистентност.

У циљу добијања робусних оцена поред *Cronbach*-овог алфа коефицијента у истраживању је у циљу испитивања валидности и поузданости упитника коришћена РСА метода. Први корак у примени ове методе експлоративне факторске анализе подразумевало је испитивање адекватности величине узорка применом КМО теста. Разлог за примену овог теста налази се у чињеници да при евалуацији валидности и поузданости упитника треба обезбедити од 10 до 15 испитаника по ставки (питању) [114], што је у овом случају задовољено. Разлог зашто се претпоставља да је ова величина узорка довољна налази се у инверзном односу између величине узорка и вероватноће да ће се коефицијенти корелације између ставки из упитника разликовати од коефицијената корелације између ставки у осталим узорцима [165]. Наравно, ово треба прихватити са великим опрезом јер је ово детерминисано пропорцијом варијансе у одређеном скупу података. Фактори са четири или више оптерећења веће вредности од 0,6 поуздани су без обзира на величину узорка [175]. Важно је истаћи да испитаници који су учествовали у истраживању за валидацију упитника нису били укључени у истраживање које се односи на предмет истраживања у дисертацији. На тај начин настојало се да се избегне пристрасност у одговорима. Резултати *КМО* и *Bartlett*-овог теста су приказани у таб.4.14.

Табела 4.14. *КМО* и *Bartlett*-ов тест

| | | |
|------------------------------|----------------------|----------|
| КМО тест адекватности узорка | | .743 |
| Bartlett-ов тест сферичности | χ^2 квадрат | 8602.423 |
| | Број степени слободе | 1770 |
| | p - вредност | 0.000 |

Из таб.4.14 се види да је вредност *КМО* теста задовољавајућа и износи 0,743. Поред овог теста у истраживању је спроведен и *Bartlett*-ов тест сферичности, чија је вредност *p*-вредност мања од 0,05 (уз напомену да је тест рађен за ниво поверења од 95%). Имајући у виду добијене резултате, настављена је факторска анализа. Потврду овога доказују вредности из матрице корелације (прилог 3).

Будући да РСА метода факторске анализе захтева да подаци буду интервални, како би се њени резултати могли генерализовати, у истраживању није уважена претпоставка да је реч о ординарним подацима, већ се пошло од претпоставке да је реч о интервалним подацима. То је из разлога што се РСА метода, при оцени параметара, ослања на технику максималне веродостојности [122,123], која подразумева да су подаци нормално дистрибуирани. Тестови нормалности често не могу да идентификују да су подаци нормално дистрибуирани, када се ради са дискреционим подацима, упркос чињеници да је очигледно да они то јесу. То је разлог зашто се у евалуацију упитника пошло од претпоставке да је реч о интервалним, а не о дискретним подацима. Анализа нормалности извршена је применом *Kolmogorov-Smirnov*-ог и *Shapiro-Wilk*-овог теста, таб.4.15.

Табела 4.15. Резултати тестова нормалности (*Kolmogorov-Smirnov* и *Shapiro-Wilk*-ов тест)

| Ставке (питања) | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|----------------------------|-----------------|
| | Вредност теста | Број степени слободе | р - вредност | Вредност теста | Број степени слободе | р - вредност |
| Q1 | .202 | 579 | .000 | .902 | 579 | .000 |
| Q2 | .207 | 579 | .000 | .908 | 579 | .000 |
| Q3 | .203 | 579 | .000 | .874 | 579 | .000 |
| Q4 | .173 | 579 | .000 | .903 | 579 | .000 |
| Q5 | .172 | 579 | .000 | .915 | 579 | .000 |
| Q6 | .165 | 579 | .000 | .915 | 579 | .000 |
| Q7 | .187 | 579 | .000 | .910 | 579 | .000 |
| Q8 | .218 | 579 | .000 | .902 | 579 | .000 |
| Q9 | .202 | 579 | .000 | .906 | 579 | .000 |
| Q10 | .215 | 579 | .000 | .903 | 579 | .000 |
| Q11 | .266 | 579 | .000 | .877 | 579 | .000 |
| Q12 | .193 | 579 | .000 | .906 | 579 | .000 |
| Q13 | .222 | 579 | .000 | .896 | 579 | .000 |
| Q14 | .194 | 579 | .000 | .893 | 579 | .000 |
| Q15 | .281 | 579 | .000 | .863 | 579 | .000 |
| Q16 | .172 | 579 | .000 | .912 | 579 | .000 |
| Q17 | .172 | 579 | .000 | .905 | 579 | .000 |
| Q18 | .192 | 579 | .000 | .909 | 579 | .000 |
| Q19 | .212 | 579 | .000 | .888 | 579 | .000 |
| Q20 | .207 | 579 | .000 | .902 | 579 | .000 |
| Q21 | .218 | 579 | .000 | .884 | 579 | .000 |
| Q22 | .240 | 579 | .000 | .878 | 579 | .000 |
| Q23 | .233 | 579 | .000 | .896 | 579 | .000 |

Наставак табеле 4.15 са претходне стране

| Ставке (питања) | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|-----------------|
| | Вредност теста | Број степен слободе | р - вредност | Вредност теста | Број степен слободе | р - вредност |
| Q24 | .257 | 579 | .000 | .864 | 579 | .000 |
| Q25 | .238 | 579 | .000 | .866 | 579 | .000 |
| Q26 | .221 | 579 | .000 | .890 | 579 | .000 |
| Q27 | .227 | 579 | .000 | .901 | 579 | .000 |
| Q28 | .262 | 579 | .000 | .874 | 579 | .000 |
| Q29 | .244 | 579 | .000 | .881 | 579 | .000 |
| Q30 | .209 | 579 | .000 | .903 | 579 | .000 |
| Q31 | .239 | 579 | .000 | .888 | 579 | .000 |
| Q32 | .254 | 579 | .000 | .879 | 579 | .000 |
| Q33 | .257 | 579 | .000 | .867 | 579 | .000 |
| Q34 | .225 | 579 | .000 | .882 | 579 | .000 |
| Q35 | .250 | 579 | .000 | .871 | 579 | .000 |
| Q36 | .218 | 579 | .000 | .875 | 579 | .000 |
| Q37 | .217 | 579 | .000 | .881 | 579 | .000 |
| Q38 | .269 | 579 | .000 | .846 | 579 | .000 |
| Q39 | .248 | 579 | .000 | .853 | 579 | .000 |
| Q40 | .252 | 579 | .000 | .838 | 579 | .000 |
| Q41 | .246 | 579 | .000 | .857 | 579 | .000 |
| Q42 | .257 | 579 | .000 | .868 | 579 | .000 |
| Q43 | .230 | 579 | .000 | .856 | 579 | .000 |
| Q44 | .211 | 579 | .000 | .879 | 579 | .000 |
| Q45 | .224 | 579 | .000 | .854 | 579 | .000 |
| Q46 | .232 | 579 | .000 | .879 | 579 | .000 |
| Q47 | .175 | 579 | .000 | .900 | 579 | .000 |
| Q48 | .261 | 579 | .000 | .873 | 579 | .000 |
| Q49 | .244 | 579 | .000 | .891 | 579 | .000 |
| Q50 | .230 | 579 | .000 | .898 | 579 | .000 |
| Q51 | .229 | 579 | .000 | .900 | 579 | .000 |
| Q52 | .254 | 579 | .000 | .876 | 579 | .000 |
| Q53 | .228 | 579 | .000 | .892 | 579 | .000 |
| Q54 | .227 | 579 | .000 | .902 | 579 | .000 |
| Q55 | .217 | 579 | .000 | .897 | 579 | .000 |
| Q56 | .231 | 579 | .000 | .888 | 579 | .000 |
| Q57 | .192 | 579 | .000 | .912 | 579 | .000 |
| Q58 | .165 | 579 | .000 | .913 | 579 | .000 |
| Q59 | .218 | 579 | .000 | .899 | 579 | .000 |
| Q60 | .182 | 579 | .000 | .905 | 579 | .000 |

Резултати анализе показују да су подаци нормално дистрибуирани, те да се они могу користити даље у анализи. С обзиром на претходно речено, потврда овог налаза верификована је и графичким путем применом QQ графика за свако питање из упитника посебно (прилог 4).

Број издвојених фактора и проценат објашњене варијансе, применом РСА методе, приказан је у таб.4.16. Критеријум за екстраховање фактора јесте да фактор има својствену вредност већу од 1, што подразумева да је објашњен бар једном компонентом. Управо циљ факторске анализе је био да редукује број варијабли правећи компромис између екстраховања што мањег броја фактора уз што верније обнављање оригиналне матрице корелације [114].

Табела 4.16. Издвојени фактори - проценат објашњене варијансе

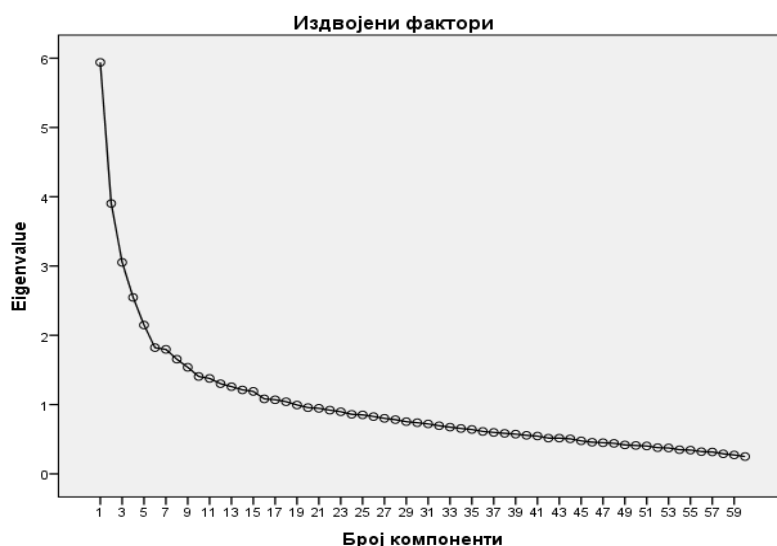
| Фактори | Почетне својствене вредности фактора | | | Процент објашњене варијансе | | | Факторска оптерећења |
|---------|--------------------------------------|--------------|-------------|-----------------------------|--------------|-------------|----------------------|
| | Укупно | % варијације | Кумулатив % | Укупно | % варијације | Кумулатив % | Укупно |
| 1 | 5.940 | 9.899 | 9.899 | 5.940 | 9.899 | 9.899 | 4.305 |
| 2 | 3.902 | 6.504 | 16.403 | 3.902 | 6.504 | 16.403 | 2.988 |
| 3 | 3.053 | 5.088 | 21.491 | 3.053 | 5.088 | 21.491 | 2.478 |
| 4 | 2.547 | 4.244 | 25.735 | 2.547 | 4.244 | 25.735 | 2.557 |
| 5 | 2.148 | 3.579 | 29.315 | 2.148 | 3.579 | 29.315 | 3.084 |
| 6 | 1.821 | 3.036 | 32.350 | 1.821 | 3.036 | 32.350 | 2.319 |
| 7 | 1.797 | 2.995 | 35.345 | 1.797 | 2.995 | 35.345 | 2.634 |
| 8 | 1.655 | 2.759 | 38.104 | 1.655 | 2.759 | 38.104 | 2.616 |
| 9 | 1.538 | 2.564 | 40.668 | 1.538 | 2.564 | 40.668 | 3.030 |
| 10 | 1.406 | 2.344 | 43.011 | 1.406 | 2.344 | 43.011 | 1.832 |
| 11 | 1.377 | 2.296 | 45.307 | 1.377 | 2.296 | 45.307 | 2.172 |
| 12 | 1.301 | 2.169 | 47.476 | 1.301 | 2.169 | 47.476 | 2.114 |
| 13 | 1.259 | 2.098 | 49.574 | 1.259 | 2.098 | 49.574 | 1.606 |
| 14 | 1.212 | 2.020 | 51.594 | 1.212 | 2.020 | 51.594 | 1.886 |
| 15 | 1.190 | 1.983 | 53.577 | 1.190 | 1.983 | 53.577 | 2.237 |
| 16 | 1.082 | 1.804 | 55.381 | 1.082 | 1.804 | 55.381 | 1.938 |
| 17 | 1.070 | 1.783 | 57.164 | 1.070 | 1.783 | 57.164 | 1.897 |
| 18 | 1.041 | 1.735 | 58.899 | 1.041 | 1.735 | 58.899 | 1.460 |
| 19 | .994 | 1.657 | 60.556 | | | | |
| 20 | .956 | 1.594 | 62.150 | | | | |
| 21 | .946 | 1.576 | 63.726 | | | | |
| 22 | .919 | 1.532 | 65.259 | | | | |
| 23 | .897 | 1.494 | 66.753 | | | | |
| 24 | .860 | 1.433 | 68.185 | | | | |

Наставак табеле 4.16 са претходне стране

| Фактори | Почетне својствене вредности фактора | | | Процент објашњене варијансе | | | Факторска оптерећења |
|---------|--------------------------------------|--------------|-------------|-----------------------------|--------------|-------------|----------------------|
| | Укупно | % варијације | Кумулатив % | Укупно | % варијације | Кумулатив % | Укупно |
| 25 | .851 | 1.419 | 69.604 | | | | |
| 26 | .827 | 1.379 | 70.983 | | | | |
| 27 | .801 | 1.336 | 72.319 | | | | |
| 28 | .782 | 1.304 | 73.623 | | | | |
| 29 | .753 | 1.255 | 74.878 | | | | |
| 30 | .738 | 1.231 | 76.108 | | | | |
| 31 | .720 | 1.201 | 77.309 | | | | |
| 32 | .695 | 1.158 | 78.467 | | | | |
| 33 | .674 | 1.123 | 79.590 | | | | |
| 34 | .655 | 1.092 | 80.681 | | | | |
| 35 | .640 | 1.067 | 81.748 | | | | |
| 36 | .612 | 1.020 | 82.769 | | | | |
| 37 | .598 | .997 | 83.765 | | | | |
| 38 | .585 | .975 | 84.740 | | | | |
| 39 | .573 | .955 | 85.695 | | | | |
| 40 | .556 | .926 | 86.621 | | | | |
| 41 | .545 | .909 | 87.530 | | | | |
| 42 | .516 | .860 | 88.390 | | | | |
| 43 | .516 | .860 | 89.250 | | | | |
| 44 | .506 | .843 | 90.093 | | | | |
| 45 | .476 | .794 | 90.886 | | | | |
| 46 | .456 | .761 | 91.647 | | | | |
| 47 | .449 | .748 | 92.395 | | | | |
| 48 | .441 | .735 | 93.130 | | | | |
| 49 | .417 | .695 | 93.825 | | | | |
| 50 | .410 | .683 | 94.508 | | | | |
| 51 | .402 | .671 | 95.179 | | | | |
| 52 | .378 | .630 | 95.809 | | | | |
| 53 | .374 | .623 | 96.432 | | | | |
| 54 | .348 | .581 | 97.012 | | | | |
| 55 | .343 | .572 | 97.584 | | | | |
| 56 | .321 | .534 | 98.119 | | | | |
| 57 | .316 | .527 | 98.645 | | | | |
| 58 | .290 | .483 | 99.128 | | | | |
| 59 | .273 | .455 | 99.584 | | | | |
| 60 | .250 | .416 | 100.000 | | | | |

Применом анализе главних компоненти издвојено је 18 фактора који испуњавају услов да су њихове својствене вредности веће од 1, таб.4.16. Анализа показује да ових 18 издвојених фактора објашњава око 59% укупне варијације. Вредности комуналитета, које указују на количину варијабилитета ставки из упитника, која је објашњена издвојеним факторима приказана је у прилогу 5 ове дисертације. Првих тринаест фактора објашњава око 50% варијација, таб.4.16. Издвајањем ових 18 фактора, могуће је имати валидан упитник, са могућим губитком мањим од 41% информација, таб.4.16.

Будући да се у теорији инсистира на употреби већег броја критеријума приликом одређивања броја фактора које треба издвојити, у дисертацији је из тог разлога коришћена и графичка метода. Тачније, коришћена је screen plot метода, чији је графички приказ представљен на сл.4.17.



Слика 4.17. Број издвојених фактора

Као што се може видети са сл.4.17, поклапа се број фактора (компоненти) које треба издвојити са резултатима приказаним у таб.4.16.

У наставку истраживања приказана је матрица компоненти, која представља факторска оптерећења неротираних фактора, таб.4.17. Будући да је на основу података приказаних у таб.4.17 тешко одредити које ставке из упитника треба груписати у коју компоненту, у наредном кораку извршена је ротација фактора. За ту сврху коришћена је *Promax* ротација (са *Kaiser*-овом нормализацијом), која неротирана решења поново ортогонално ротира, како би се омогућиле корелације између фактора. Циљ ове ротације јесте да се мала и средња ортогонална оптерећења сведу на нулу. Примена овог решења олакшава тумачење чињенице који фактори корелирају међусобно. Матрица структуре приказана је у таб.4.18.

На основу података приказаних у таб.4.18, извршено је груписање ставки из теста, на основу чега је идентификовано следећих 18 фактора (прилог 6) која се односе на економске, социјалне, образовне, друштвене и технолошке аспекте употребе биомасе за енергетске потребе. Као што се може видети из таб.4.18, након примене факторске анализе дошло је до значајних промена у груписању ставки у односу на иницијални упитник. Последица овога је да ће се скорови на појединачним факторима формирати на основу факторске анализе, а не на основу иницијалног упитника. Матрица скорова компоненти приказана је у таб.4.19.

На основу података приказаних у таб.4.19, применом јед.4.5 израчунати су скорови:

$$F_i = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n b_{ij} \cdot X_{ij} \quad 4.5$$

где је:

F_i - вредност стандардизованог i -тог факторског скорa,

b_{ij} - коефицијент скорa за i -ти фактор j -тог питања,

X_{ij} - вредност одговора,

n - број фактора (компоненти) и

m - број ставки из упитника.

На претходно описан начин добијени скорови коришћени су у моделу вишеструке линеарне регресије јед.4.6 за испитивање појединачних фактора искоришћености биомасе у енергетске потребе, при чему су енергетске потребе исказане кроз проценат искоришћености биомасе за енергетске потребе - y (%) [182]:

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot x_i \quad 4.6$$

где је:

α - коефицијент одсечка у моделу,

β_i - регресиони коефицијент уз i -ту независну варијаблу,

x_i - независна варијабла i -ти фактор који утиче на ниво искоришћености биомасе.

Циљ примене регресионог модела је био да идентификује значај фактора, који су од стране испитиваних учесника (на основу упитника) идентификовани као значајни, на основу чега су из ове анализе предложене одговарајуће мере које би требале довести до оптималније (више) употребе биомасе за енергетске потребе.

Табела 4.17. Матрица компоненти

| | Компоненте | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Q1 | .119 | .145 | .348 | .194 | .164 | -.171 | .115 | .093 | -.076 | -.195 | .250 | .325 | -.100 | -.124 | -.166 | .011 | -.013 | -.142 |
| Q2 | .122 | .166 | .321 | .085 | .332 | .049 | .134 | -.183 | -.211 | -.409 | .130 | .180 | .100 | -.062 | .030 | -.081 | -.004 | -.083 |
| Q3 | .191 | .004 | .370 | .213 | .140 | .075 | .045 | -.019 | -.015 | -.184 | -.106 | -.196 | .206 | -.224 | .191 | -.371 | .207 | .045 |
| Q4 | -.182 | .369 | .437 | .179 | .292 | .043 | .160 | .119 | .060 | .105 | -.008 | .053 | .134 | -.006 | -.073 | -.125 | .064 | -.163 |
| Q5 | -.213 | .402 | .359 | .107 | .305 | .079 | -.021 | -.035 | .016 | .017 | -.069 | -.111 | -.052 | -.137 | -.072 | .136 | .170 | -.144 |
| Q6 | -.155 | .221 | .389 | .217 | .285 | -.036 | -.200 | -.112 | -.030 | .026 | .051 | .029 | -.121 | -.296 | .212 | .103 | .161 | .002 |
| Q7 | -.233 | .350 | .285 | .196 | .175 | -.123 | .021 | .202 | .205 | .263 | -.115 | -.113 | .033 | .202 | .085 | .043 | -.155 | .101 |
| Q8 | .097 | .333 | .115 | .145 | .190 | -.087 | .070 | -.102 | .086 | .212 | .301 | -.196 | -.102 | -.040 | .314 | .193 | -.222 | -.039 |
| Q9 | .147 | .454 | .146 | -.078 | .098 | -.123 | -.093 | -.066 | -.399 | .105 | .045 | -.079 | .030 | .064 | -.141 | -.275 | -.261 | .263 |
| Q10 | .119 | .390 | .163 | -.059 | .298 | -.214 | .140 | -.007 | -.053 | .129 | -.020 | -.085 | -.042 | -.074 | -.351 | .030 | -.033 | .304 |
| Q11 | .132 | .461 | -.200 | .092 | -.110 | -.053 | -.155 | .167 | -.148 | .049 | .251 | -.011 | -.211 | .102 | .014 | -.145 | .259 | -.068 |
| Q12 | .182 | .454 | -.182 | .084 | -.177 | -.097 | -.136 | .224 | -.219 | -.109 | .275 | -.115 | -.057 | .071 | -.213 | -.128 | .124 | .036 |
| Q13 | .085 | .305 | -.049 | .135 | .036 | .066 | -.439 | .147 | -.124 | .046 | .192 | -.199 | .002 | -.133 | .184 | .284 | -.214 | -.015 |
| Q14 | .029 | .459 | -.223 | .094 | -.239 | -.148 | -.329 | .113 | .108 | .062 | .021 | .163 | .038 | .044 | .110 | -.073 | .077 | .073 |
| Q15 | .278 | .307 | .102 | -.200 | .002 | -.031 | -.312 | -.018 | -.142 | -.131 | -.320 | .032 | .141 | .290 | -.132 | -.035 | .180 | .114 |
| Q16 | -.023 | .445 | .189 | -.088 | .020 | .083 | -.428 | -.012 | .137 | -.104 | -.210 | -.080 | .206 | .211 | .161 | .074 | .073 | -.137 |
| Q17 | .212 | .133 | -.191 | -.133 | .096 | -.344 | .091 | .330 | -.034 | -.041 | .288 | .186 | .044 | .036 | .166 | -.061 | -.159 | -.035 |
| Q18 | .093 | .275 | -.008 | -.223 | .028 | -.339 | -.085 | .161 | .210 | -.241 | -.110 | .330 | .079 | .071 | .162 | -.053 | -.175 | .074 |
| Q19 | .441 | .141 | .222 | -.321 | -.145 | -.134 | .121 | -.004 | -.035 | -.068 | -.277 | -.050 | .037 | -.048 | .051 | .115 | .043 | -.142 |
| Q20 | .264 | .215 | .146 | -.234 | -.081 | -.244 | .245 | .220 | -.036 | .305 | -.142 | -.065 | -.059 | .108 | .105 | -.095 | -.126 | -.257 |
| Q21 | .419 | .247 | .096 | -.321 | -.154 | -.312 | .186 | -.103 | .007 | -.027 | -.070 | -.082 | -.141 | -.013 | .048 | .225 | .182 | .035 |
| Q22 | .401 | .190 | .147 | -.298 | -.105 | -.270 | .209 | -.052 | .052 | -.229 | -.065 | -.188 | -.111 | -.042 | -.067 | .360 | .190 | .069 |
| Q23 | .122 | .363 | .177 | .088 | -.381 | .085 | .130 | .013 | .244 | .139 | .116 | -.090 | -.192 | -.143 | -.145 | -.026 | .039 | .065 |
| Q24 | .380 | .138 | .100 | -.015 | -.487 | -.048 | .118 | -.199 | .147 | -.013 | .151 | -.228 | .139 | .027 | .066 | -.203 | .107 | -.144 |
| Q25 | .497 | .061 | .061 | -.075 | -.239 | -.025 | .049 | -.205 | .173 | -.016 | .135 | -.118 | .103 | -.080 | .141 | -.082 | -.173 | .116 |
| Q26 | .377 | .134 | .081 | -.133 | -.224 | .089 | -.094 | -.227 | -.080 | .088 | .064 | .250 | .105 | -.066 | .122 | -.167 | .115 | -.090 |

Наставак табеле 4.17 са претходне стране

| | Компоненте | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Q27 | -.054 | .315 | .134 | .034 | -.151 | .407 | -.162 | -.238 | -.058 | .220 | .148 | .171 | .219 | .127 | -.037 | .115 | .056 | .048 |
| Q28 | .427 | .112 | .128 | -.225 | -.171 | .136 | -.138 | -.204 | -.088 | .164 | .113 | .145 | .218 | -.175 | -.022 | .111 | -.098 | -.152 |
| Q29 | .386 | .151 | .205 | -.300 | .028 | .329 | -.010 | -.144 | .074 | .111 | -.049 | .158 | -.128 | -.146 | -.093 | -.023 | -.243 | -.157 |
| Q30 | .361 | .128 | .145 | -.294 | .025 | .337 | -.033 | -.163 | -.004 | .003 | -.002 | .271 | -.248 | .043 | -.064 | .085 | -.054 | .302 |
| Q31 | .364 | .107 | -.048 | -.286 | .118 | .270 | .020 | .281 | .029 | .112 | -.109 | .098 | -.280 | -.076 | .114 | -.204 | -.079 | .007 |
| Q32 | .394 | -.153 | .083 | -.300 | .208 | .409 | .097 | .300 | -.069 | .141 | -.023 | -.010 | -.076 | .042 | .032 | -.085 | .043 | .027 |
| Q33 | .342 | -.122 | .010 | -.205 | .146 | .357 | .128 | .387 | .009 | -.008 | .113 | -.237 | .082 | .126 | .046 | .052 | .148 | .151 |
| Q34 | .368 | -.104 | .025 | -.080 | .178 | .216 | -.047 | .351 | .164 | -.054 | .191 | -.093 | .209 | -.030 | .126 | .206 | .176 | .014 |
| Q35 | .492 | -.102 | -.046 | -.113 | .130 | .150 | -.178 | .161 | .034 | -.326 | .146 | -.030 | .006 | .153 | .023 | .069 | -.088 | -.175 |
| Q36 | .443 | -.091 | .257 | .091 | .146 | .026 | .059 | -.035 | .165 | -.120 | -.011 | -.275 | .106 | .098 | -.257 | -.144 | -.149 | -.049 |
| Q37 | .338 | -.101 | .097 | .368 | -.139 | .134 | -.080 | -.074 | .350 | -.224 | .101 | -.082 | -.221 | -.018 | .004 | -.112 | -.152 | .098 |
| Q38 | .545 | -.201 | .177 | .201 | -.014 | -.121 | -.073 | -.058 | .153 | -.026 | .006 | .103 | -.116 | -.076 | .186 | -.114 | .143 | .284 |
| Q39 | .577 | -.196 | .135 | .240 | .020 | -.015 | .000 | -.008 | .145 | .053 | .014 | -.032 | -.204 | .208 | -.061 | -.072 | .092 | -.075 |
| Q40 | .494 | -.246 | .048 | .376 | .015 | -.032 | -.103 | -.036 | -.199 | -.010 | .002 | -.001 | -.124 | .165 | -.005 | -.016 | .001 | -.017 |
| Q41 | .551 | -.238 | .128 | .286 | .128 | -.144 | -.120 | -.006 | .045 | .061 | -.144 | .260 | -.175 | .086 | .079 | .133 | .003 | .077 |
| Q42 | .486 | -.252 | .027 | .315 | .036 | -.137 | -.076 | .088 | .098 | .237 | .007 | .085 | .209 | .175 | -.116 | .051 | -.030 | -.089 |
| Q43 | .499 | -.234 | .075 | .256 | .153 | -.184 | -.146 | -.028 | .021 | .185 | -.130 | .112 | -.032 | .048 | -.145 | .092 | .033 | -.177 |
| Q44 | .333 | -.111 | -.116 | .168 | -.125 | -.022 | .196 | .086 | -.080 | .320 | .010 | .164 | .184 | -.185 | -.092 | .064 | .210 | -.124 |
| Q45 | .519 | -.090 | -.110 | .184 | -.018 | .009 | .005 | .070 | -.305 | .184 | -.048 | -.118 | .077 | -.105 | -.152 | .070 | -.073 | -.024 |
| Q46 | .432 | -.105 | -.058 | .137 | .019 | -.048 | .085 | .165 | -.040 | -.055 | -.039 | .107 | .435 | -.162 | -.034 | .098 | -.031 | .286 |
| Q47 | -.128 | .338 | -.153 | .079 | .035 | .122 | .132 | -.102 | .451 | -.029 | .144 | .079 | .175 | .178 | -.339 | .166 | -.063 | .071 |
| Q48 | .287 | -.134 | -.069 | .100 | .106 | -.073 | .075 | -.316 | -.289 | .062 | .034 | -.128 | .172 | .201 | .263 | .080 | -.051 | .161 |
| Q49 | .324 | .170 | -.464 | -.043 | .279 | -.008 | .208 | -.225 | .105 | -.013 | .238 | -.052 | .090 | .035 | .018 | -.062 | .006 | -.005 |
| Q50 | .248 | .154 | -.509 | -.044 | .416 | -.048 | .039 | -.294 | .151 | -.015 | .073 | -.039 | -.024 | .014 | -.024 | -.048 | .130 | -.127 |
| Q51 | .191 | .216 | -.545 | -.095 | .403 | -.025 | -.062 | -.203 | .131 | .123 | -.066 | .098 | -.011 | -.028 | -.010 | -.045 | .167 | .066 |
| Q52 | .270 | .154 | -.537 | .029 | .150 | -.013 | -.023 | -.094 | -.001 | .046 | -.171 | -.113 | -.090 | -.113 | .050 | -.090 | -.019 | -.156 |

Наставак табеле 4.17 са претходне стране

| | Компоненте | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Q53 | .207 | .291 | -.197 | .300 | -.011 | .157 | -.253 | -.055 | .046 | -.081 | -.357 | -.190 | -.107 | .004 | -.093 | -.016 | -.124 | -.098 |
| Q54 | .092 | .198 | -.340 | .031 | .167 | .035 | .074 | .074 | .227 | .070 | -.270 | .026 | .098 | -.305 | .133 | -.073 | -.013 | .103 |
| Q55 | .211 | .302 | -.359 | .197 | -.086 | .115 | -.007 | .158 | -.258 | -.206 | -.061 | -.048 | -.042 | -.276 | -.155 | .089 | .005 | -.026 |
| Q56 | .201 | .113 | -.149 | .356 | -.284 | .101 | .120 | .083 | -.071 | -.145 | -.228 | -.004 | .020 | -.213 | .037 | .150 | -.199 | .082 |
| Q57 | .065 | .320 | -.155 | .280 | -.176 | .155 | .222 | .177 | .084 | -.222 | -.037 | .262 | .004 | .087 | .005 | .097 | -.007 | -.138 |
| Q58 | -.114 | .442 | .025 | .322 | -.128 | .111 | .320 | .129 | .067 | .094 | -.157 | .096 | .144 | .057 | .115 | -.124 | .042 | .080 |
| Q59 | .086 | .257 | -.094 | .103 | .077 | .164 | .450 | -.153 | -.259 | -.186 | -.135 | .013 | .017 | .267 | .153 | .053 | -.190 | -.140 |
| Q60 | -.111 | .199 | -.055 | .327 | -.080 | .237 | .318 | -.079 | -.171 | .074 | -.023 | .070 | -.218 | .262 | .222 | .132 | .199 | .133 |

Табела 4.18. Матрица структуре

| | Компоненте | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Q1 | .193 | -.171 | .563 | .102 | -.024 | .119 | .032 | .036 | .063 | .050 | -.176 | -.078 | .044 | .224 | .088 | .133 | -.010 | -.003 |
| Q2 | .025 | .022 | .593 | .039 | .083 | -.114 | .104 | .008 | .168 | -.015 | .036 | -.195 | .325 | .176 | .247 | -.068 | -.090 | -.121 |
| Q3 | .117 | .021 | .433 | -.017 | .271 | -.185 | .025 | .053 | .454 | -.105 | .134 | .136 | -.009 | -.025 | .164 | -.387 | -.161 | -.046 |
| Q4 | -.104 | -.157 | .656 | -.115 | -.021 | .017 | -.125 | -.126 | -.036 | .043 | .192 | .295 | -.023 | -.116 | .082 | .247 | .114 | .213 |
| Q5 | -.177 | -.082 | .591 | .068 | -.154 | .055 | -.196 | -.079 | -.138 | .140 | .316 | .216 | -.101 | -.300 | .012 | .188 | .293 | .044 |
| Q6 | -.014 | -.111 | .515 | .063 | -.196 | .015 | -.114 | -.166 | -.088 | .110 | .192 | .280 | -.157 | -.115 | -.050 | -.147 | .434 | -.278 |
| Q7 | -.053 | -.201 | .250 | -.084 | -.116 | .014 | -.320 | -.172 | -.084 | .052 | .304 | .432 | -.086 | -.044 | .077 | .272 | .404 | .149 |
| Q8 | .040 | .102 | .186 | .106 | -.018 | .074 | .012 | -.071 | .129 | .050 | .004 | .133 | .106 | .022 | .103 | .098 | .639 | .065 |
| Q9 | -.030 | .031 | .124 | .061 | -.024 | .176 | .158 | .058 | .060 | .074 | .204 | -.001 | .115 | .076 | .696 | -.026 | .116 | .096 |
| Q10 | .048 | .119 | .285 | .315 | .042 | .031 | -.054 | .024 | -.043 | .104 | .038 | .141 | -.106 | -.002 | .551 | .217 | .092 | .078 |
| Q11 | .009 | .139 | .012 | .069 | -.042 | .718 | .071 | .116 | .001 | .108 | .124 | .112 | .064 | .063 | .000 | .060 | .165 | .044 |
| Q12 | -.009 | .070 | .008 | .078 | .058 | .660 | .104 | .288 | .080 | -.037 | .095 | -.044 | .038 | .103 | .220 | .153 | .041 | .099 |
| Q13 | .014 | .007 | -.002 | -.075 | .036 | .234 | .070 | .270 | -.068 | .033 | .279 | -.037 | -.123 | .017 | .072 | .012 | .601 | -.047 |

Наставак табеле 4.18 са претходне стране

| | Компоненте | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Q14 | -.024 | .080 | -.140 | .026 | -.184 | .503 | .121 | .152 | -.034 | .058 | .319 | .322 | -.137 | .271 | -.091 | .117 | .219 | -.088 |
| Q15 | .131 | .066 | .010 | .259 | .099 | .116 | .179 | .086 | .037 | .122 | .564 | -.045 | .038 | .111 | .353 | -.035 | -.188 | -.009 |
| Q16 | -.134 | -.040 | .171 | .033 | -.081 | .111 | .028 | -.015 | .023 | .121 | .763 | .108 | -.069 | .013 | -.017 | .117 | .238 | .033 |
| Q17 | .075 | .180 | -.036 | .066 | .210 | .186 | .110 | .091 | -.013 | -.090 | -.211 | -.104 | .028 | .592 | .122 | -.014 | .044 | .182 |
| Q18 | -.034 | .059 | .047 | .190 | -.067 | .028 | .003 | .033 | .028 | .120 | .225 | .062 | -.075 | .650 | .044 | .062 | -.014 | .005 |
| Q19 | .149 | .040 | .061 | .543 | .187 | -.114 | .291 | .166 | .243 | .137 | .148 | -.105 | .013 | .144 | .189 | -.127 | -.185 | .287 |
| Q20 | .093 | .021 | .023 | .265 | .110 | .055 | .128 | .025 | .106 | .120 | .012 | .050 | .008 | .125 | .162 | -.013 | -.012 | .592 |
| Q21 | .137 | .130 | -.031 | .760 | .085 | .100 | .243 | .029 | .196 | .125 | .006 | -.005 | .049 | .180 | .198 | -.053 | -.026 | .117 |
| Q22 | .115 | .071 | .058 | .790 | .164 | .015 | .129 | .101 | .227 | .076 | .009 | -.119 | .029 | .141 | .202 | .028 | -.066 | .077 |
| Q23 | -.018 | -.181 | .092 | .272 | -.116 | .351 | .080 | .093 | .310 | .275 | -.006 | .304 | -.105 | -.148 | -.056 | .308 | .144 | .089 |
| Q24 | .094 | .014 | -.083 | .281 | .103 | .184 | .394 | .076 | .618 | -.104 | .000 | -.004 | .098 | .004 | .036 | -.007 | -.128 | .211 |
| Q25 | .213 | .127 | -.139 | .287 | .204 | -.066 | .379 | .127 | .570 | .039 | -.049 | -.064 | .062 | .207 | .217 | -.078 | .017 | .025 |
| Q26 | .164 | .090 | -.020 | .197 | .075 | .124 | .566 | .032 | .243 | .131 | .056 | .011 | .090 | .146 | .083 | -.162 | -.124 | -.029 |
| Q27 | -.093 | -.156 | .040 | -.078 | -.055 | .181 | .397 | -.099 | -.081 | .113 | .253 | .200 | .160 | -.207 | .041 | .276 | .200 | -.169 |
| Q28 | .168 | .058 | -.021 | .225 | .177 | -.045 | .662 | .156 | .163 | .101 | .037 | -.163 | -.034 | .064 | .204 | -.007 | .014 | .108 |
| Q29 | .104 | .072 | .134 | .179 | .084 | -.115 | .323 | .112 | .215 | .535 | .092 | -.183 | -.006 | -.031 | .151 | .103 | -.012 | .190 |
| Q30 | .161 | .010 | -.028 | .332 | .107 | .003 | .255 | -.048 | .109 | .588 | .066 | -.059 | .162 | .077 | .224 | .046 | -.025 | -.258 |
| Q31 | .107 | .196 | -.028 | .086 | .271 | .079 | .050 | .149 | .112 | .559 | .039 | -.032 | -.031 | .141 | .064 | -.134 | -.069 | .181 |
| Q32 | .198 | .102 | -.012 | .039 | .569 | -.125 | .137 | .037 | .087 | .363 | -.071 | -.173 | .052 | -.017 | .164 | -.163 | -.203 | .176 |
| Q33 | .132 | .078 | -.067 | .068 | .702 | -.052 | .062 | .068 | .149 | .110 | -.061 | -.146 | .082 | .003 | .155 | -.066 | -.142 | .106 |
| Q34 | .232 | .115 | .049 | .078 | .647 | -.071 | .156 | .128 | .134 | -.004 | -.021 | -.111 | -.093 | .161 | -.001 | -.038 | .007 | .016 |
| Q35 | .294 | .168 | .001 | .030 | .415 | -.013 | .127 | .233 | .284 | .111 | .087 | -.522 | .115 | .251 | .080 | -.043 | -.103 | .086 |
| Q36 | .355 | .078 | .208 | .053 | .330 | -.248 | .011 | .144 | .530 | -.014 | .051 | -.299 | .007 | -.052 | .353 | .072 | -.187 | .247 |
| Q37 | .364 | -.039 | .034 | -.017 | .028 | .027 | -.108 | .176 | .604 | .193 | -.018 | -.064 | .030 | .039 | -.097 | .035 | .053 | -.183 |
| Q38 | .599 | .078 | -.005 | .281 | .251 | -.082 | .151 | .018 | .470 | .103 | -.114 | .098 | -.032 | .262 | .110 | -.368 | -.077 | -.310 |
| Q39 | .659 | .093 | .020 | .152 | .259 | .013 | .062 | .068 | .455 | .126 | -.079 | -.150 | .093 | .005 | .075 | -.091 | -.130 | .063 |

Наставак табеле 4.18 са претходне стране

| | Компоненте | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Q40 | .649 | .054 | -.045 | .002 | .215 | .008 | .124 | .195 | .290 | -.064 | -.096 | -.220 | .212 | .019 | .175 | -.263 | -.086 | -.070 |
| Q41 | .772 | .078 | .002 | .196 | .185 | -.141 | .108 | .118 | .206 | .128 | -.065 | -.037 | .042 | .235 | .089 | -.237 | -.024 | -.180 |
| Q42 | .687 | .096 | -.079 | -.044 | .348 | -.127 | .245 | .171 | .213 | -.214 | -.113 | -.085 | -.049 | .121 | .149 | -.007 | -.107 | .143 |
| Q43 | .705 | .164 | .039 | .095 | .182 | -.142 | .156 | .173 | .140 | -.037 | -.053 | -.153 | -.104 | .033 | .129 | -.121 | -.087 | .102 |
| Q44 | .367 | .149 | -.065 | .096 | .295 | .035 | .416 | .258 | .005 | -.183 | -.335 | .127 | -.054 | .007 | .005 | -.059 | -.202 | .160 |
| Q45 | .474 | .196 | -.122 | .066 | .364 | -.016 | .326 | .451 | .137 | -.128 | -.163 | -.183 | .040 | -.048 | .349 | -.172 | -.095 | .190 |
| Q46 | .377 | .139 | -.053 | .101 | .524 | -.223 | .353 | .383 | .164 | -.272 | -.162 | .026 | -.024 | .352 | .321 | -.118 | -.217 | -.080 |
| Q47 | -.152 | .096 | .072 | -.039 | -.090 | .115 | -.054 | .021 | -.006 | .025 | .098 | .141 | .025 | -.004 | -.044 | .730 | .090 | .002 |
| Q48 | .282 | .220 | -.194 | .081 | .222 | -.211 | .271 | -.033 | .141 | -.287 | -.077 | -.119 | .406 | .064 | .347 | -.321 | .050 | -.140 |
| Q49 | .079 | .669 | -.090 | .062 | .232 | .062 | .186 | .141 | .166 | -.081 | -.162 | -.144 | .228 | .193 | .198 | .101 | .000 | .058 |
| Q50 | .089 | .776 | -.040 | .047 | .078 | .052 | .042 | .110 | .036 | -.004 | -.004 | -.156 | .094 | .086 | .083 | .060 | .013 | .031 |
| Q51 | .073 | .750 | -.133 | .056 | .056 | .081 | .063 | .107 | -.143 | .100 | .081 | .058 | -.025 | .134 | .104 | .024 | .032 | -.081 |
| Q52 | .095 | .634 | -.191 | -.011 | .034 | .109 | .036 | .389 | .046 | .051 | .059 | -.084 | .021 | .040 | .032 | -.096 | .010 | .170 |
| Q53 | .160 | .240 | -.011 | -.094 | -.115 | .149 | -.112 | .490 | .178 | .175 | .442 | .001 | .001 | -.162 | .033 | .080 | .118 | .091 |
| Q54 | -.035 | .446 | -.039 | -.009 | .094 | -.073 | -.027 | .320 | -.004 | .089 | .076 | .294 | -.176 | .164 | -.036 | -.035 | .029 | .030 |
| Q55 | .020 | .242 | .005 | .027 | .087 | .335 | .100 | .664 | -.014 | .005 | .013 | -.064 | .056 | .034 | .081 | .035 | -.024 | .045 |
| Q56 | .155 | -.012 | -.081 | .029 | .029 | .044 | .084 | .585 | .179 | -.024 | -.025 | .116 | .128 | .072 | -.024 | -.001 | .006 | -.022 |
| Q57 | .020 | -.013 | .126 | -.036 | -.018 | .307 | .028 | .359 | .058 | .076 | .037 | .142 | .288 | .195 | -.236 | .323 | -.053 | .052 |
| Q58 | -.109 | -.067 | .192 | -.083 | -.044 | .212 | -.017 | .145 | .054 | -.003 | .122 | .549 | .215 | .030 | -.053 | .217 | .043 | .082 |
| Q59 | -.063 | .144 | .115 | -.004 | .026 | -.021 | .050 | .185 | .078 | -.010 | .029 | -.094 | .688 | .042 | .139 | .090 | -.056 | .173 |
| Q60 | .008 | -.079 | .004 | .018 | -.098 | .274 | -.074 | -.068 | -.086 | .084 | -.043 | .350 | .539 | -.173 | -.151 | .052 | .143 | -.217 |

Табела 4.19. Матрица скорова компоненти

| | Компоненте | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Q1 | 0.06 | -0.08 | 0.28 | 0.02 | -0.06 | 0.09 | 0.02 | 0.04 | -0.03 | 0.02 | -0.17 | -0.11 | 0.01 | 0.14 | -0.02 | 0.11 | -0.05 | 0.00 |
| Q2 | -0.04 | 0.03 | 0.29 | -0.03 | 0.02 | -0.06 | 0.07 | 0.02 | 0.07 | -0.06 | -0.02 | -0.16 | 0.20 | 0.13 | 0.08 | -0.06 | -0.11 | -0.09 |
| Q3 | -0.05 | 0.08 | 0.21 | -0.07 | 0.14 | -0.08 | -0.01 | 0.02 | 0.25 | -0.11 | 0.08 | 0.13 | -0.04 | -0.01 | 0.05 | -0.30 | -0.15 | -0.04 |
| Q4 | 0.00 | -0.01 | 0.27 | -0.10 | 0.05 | -0.01 | -0.01 | -0.03 | 0.00 | -0.02 | 0.04 | 0.08 | -0.03 | -0.05 | 0.02 | 0.09 | -0.05 | 0.17 |
| Q5 | -0.02 | 0.02 | 0.24 | 0.08 | -0.02 | 0.00 | -0.06 | 0.01 | -0.07 | 0.04 | 0.10 | 0.04 | -0.09 | -0.19 | -0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.04 |
| Q6 | 0.02 | 0.01 | 0.20 | 0.09 | -0.06 | 0.01 | -0.01 | -0.05 | -0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.14 | -0.11 | -0.04 | -0.09 | -0.17 | 0.23 | -0.20 |
| Q7 | 0.06 | -0.07 | 0.00 | -0.04 | 0.02 | -0.06 | -0.15 | -0.08 | -0.01 | 0.02 | 0.13 | 0.18 | -0.03 | 0.01 | 0.07 | 0.11 | 0.20 | 0.10 |
| Q8 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | -0.02 | -0.02 | -0.01 | -0.08 | 0.05 | 0.00 | -0.07 | 0.03 | 0.06 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.44 | 0.03 |
| Q9 | -0.02 | -0.02 | -0.03 | -0.09 | -0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.03 | -0.01 | 0.03 | -0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.45 | -0.06 | 0.00 | 0.02 |
| Q10 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.15 | 0.02 | -0.03 | -0.07 | 0.00 | -0.06 | 0.02 | -0.07 | 0.07 | -0.11 | -0.05 | 0.33 | 0.12 | 0.00 | -0.03 |
| Q11 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | -0.02 | 0.39 | -0.01 | -0.06 | -0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | -0.02 | -0.07 | -0.04 | 0.03 | 0.00 |
| Q12 | -0.02 | -0.03 | 0.01 | -0.01 | 0.04 | 0.33 | 0.00 | 0.06 | 0.02 | -0.07 | -0.02 | -0.08 | -0.01 | 0.00 | 0.11 | 0.05 | -0.05 | 0.03 |
| Q13 | -0.01 | -0.05 | -0.05 | -0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.14 | -0.07 | -0.02 | 0.10 | -0.08 | -0.08 | 0.00 | 0.01 | -0.02 | 0.41 | -0.03 |
| Q14 | 0.03 | 0.00 | -0.09 | -0.01 | -0.06 | 0.19 | 0.06 | 0.00 | -0.02 | 0.02 | 0.12 | 0.17 | -0.09 | 0.16 | -0.07 | -0.01 | 0.07 | -0.10 |
| Q15 | 0.05 | -0.01 | -0.04 | 0.08 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | -0.02 | -0.05 | -0.01 | 0.32 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.16 | -0.03 | -0.19 | -0.07 |
| Q16 | -0.03 | 0.00 | 0.03 | -0.02 | 0.01 | -0.02 | 0.01 | -0.02 | 0.01 | -0.02 | 0.40 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | -0.07 | 0.01 | 0.07 | 0.03 |
| Q17 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | -0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | -0.01 | -0.03 | -0.07 | -0.15 | -0.06 | 0.03 | 0.35 | 0.02 | -0.01 | 0.05 | 0.08 |
| Q18 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 0.03 | -0.05 | -0.06 | -0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.10 | 0.03 | -0.02 | 0.43 | -0.01 | 0.01 | -0.03 | -0.05 |
| Q19 | -0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.20 | 0.01 | -0.09 | 0.06 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 0.09 | -0.03 | -0.01 | 0.01 | -0.02 | -0.06 | -0.08 | 0.15 |
| Q20 | 0.01 | -0.01 | -0.01 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.02 | 0.00 | 0.03 | -0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | -0.01 | 0.01 | 0.40 |
| Q21 | 0.01 | 0.02 | -0.03 | 0.38 | -0.03 | 0.04 | 0.02 | -0.05 | -0.01 | 0.02 | -0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | -0.01 | -0.03 | 0.03 | -0.02 |
| Q22 | -0.01 | -0.01 | 0.02 | 0.42 | 0.02 | 0.00 | -0.05 | 0.02 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | -0.03 | 0.00 | -0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | -0.05 |
| Q23 | -0.02 | -0.09 | 0.01 | 0.12 | -0.07 | 0.15 | -0.02 | 0.01 | 0.13 | 0.15 | -0.09 | 0.14 | -0.12 | -0.13 | -0.06 | 0.15 | 0.06 | 0.02 |
| Q24 | -0.06 | 0.01 | -0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.09 | 0.13 | -0.04 | 0.29 | -0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | -0.06 | -0.05 | -0.01 | -0.08 | 0.14 |
| Q25 | -0.03 | 0.02 | -0.08 | 0.04 | 0.02 | -0.08 | 0.11 | -0.01 | 0.24 | -0.03 | -0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.09 | 0.08 | -0.03 | 0.08 | -0.03 |

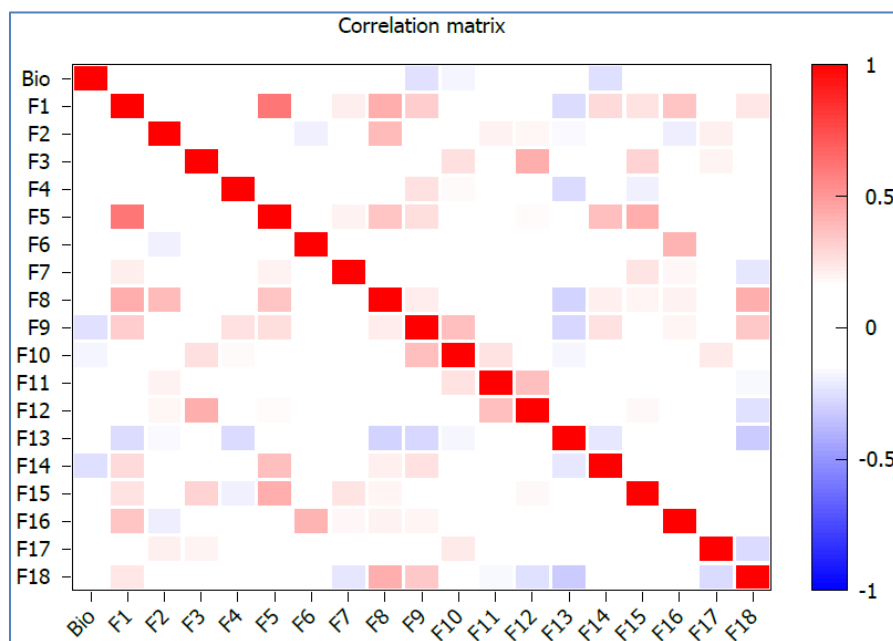
Наставак табеле 4.19 са претходне стране

| | Компоненте | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Q26 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | -0.03 | 0.06 | 0.27 | -0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | -0.05 | -0.11 | -0.08 | -0.05 |
| Q27 | 0.01 | -0.07 | -0.04 | -0.06 | 0.03 | 0.05 | 0.27 | -0.08 | -0.08 | 0.00 | 0.08 | 0.08 | 0.10 | -0.10 | 0.03 | 0.14 | 0.07 | -0.13 |
| Q28 | -0.01 | -0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | -0.06 | 0.33 | 0.06 | -0.04 | -0.02 | -0.02 | -0.07 | -0.05 | -0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 |
| Q29 | -0.02 | 0.00 | 0.07 | -0.03 | -0.08 | -0.09 | 0.09 | 0.06 | 0.03 | 0.28 | 0.01 | -0.11 | -0.04 | -0.06 | -0.01 | 0.10 | 0.03 | 0.13 |
| Q30 | 0.04 | -0.06 | -0.06 | 0.13 | -0.04 | 0.01 | 0.04 | -0.09 | -0.05 | 0.33 | -0.01 | 0.04 | 0.09 | 0.03 | 0.08 | 0.06 | 0.02 | -0.28 |
| Q31 | -0.01 | 0.04 | -0.01 | -0.05 | 0.03 | 0.05 | -0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.33 | 0.00 | 0.05 | -0.04 | 0.04 | -0.05 | -0.10 | -0.01 | 0.07 |
| Q32 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | -0.06 | 0.21 | -0.01 | -0.01 | -0.02 | -0.03 | 0.18 | -0.02 | 0.00 | 0.02 | -0.06 | 0.03 | -0.06 | -0.07 | 0.08 |
| Q33 | -0.02 | -0.01 | -0.04 | 0.01 | 0.35 | 0.02 | -0.04 | -0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | -0.05 | 0.05 | 0.00 | -0.03 | 0.00 |
| Q34 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.32 | -0.01 | 0.05 | 0.02 | -0.02 | -0.07 | 0.01 | 0.02 | -0.07 | 0.06 | -0.09 | 0.02 | 0.07 | -0.04 |
| Q35 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | -0.08 | 0.11 | 0.02 | -0.03 | 0.07 | 0.07 | 0.02 | 0.09 | -0.29 | 0.09 | 0.10 | -0.05 | 0.06 | 0.00 | 0.06 |
| Q36 | 0.03 | 0.02 | 0.09 | -0.09 | 0.08 | -0.12 | -0.10 | 0.06 | 0.23 | -0.05 | 0.06 | -0.17 | -0.02 | -0.09 | 0.17 | 0.14 | -0.10 | 0.19 |
| Q37 | 0.06 | -0.04 | 0.01 | -0.05 | -0.08 | 0.03 | -0.17 | 0.03 | 0.29 | 0.15 | 0.00 | -0.03 | 0.00 | 0.02 | -0.08 | 0.06 | 0.07 | -0.12 |
| Q38 | 0.14 | 0.01 | -0.02 | 0.12 | 0.02 | 0.01 | -0.02 | -0.10 | 0.14 | 0.07 | -0.04 | 0.20 | -0.04 | 0.14 | -0.01 | -0.20 | 0.01 | -0.29 |
| Q39 | 0.18 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | -0.01 | 0.08 | -0.10 | -0.08 | 0.12 | 0.08 | 0.01 | -0.03 | 0.04 | -0.07 | -0.06 | 0.03 | -0.03 | 0.04 |
| Q40 | 0.18 | -0.03 | -0.02 | -0.04 | -0.01 | 0.06 | -0.02 | 0.01 | 0.03 | -0.02 | 0.00 | -0.08 | 0.13 | -0.04 | 0.05 | -0.08 | 0.00 | -0.04 |
| Q41 | 0.25 | -0.02 | -0.01 | 0.08 | -0.05 | -0.03 | -0.04 | -0.03 | -0.06 | 0.11 | 0.01 | 0.08 | 0.02 | 0.11 | -0.04 | -0.06 | 0.06 | -0.16 |
| Q42 | 0.21 | -0.01 | -0.03 | -0.09 | 0.09 | -0.04 | 0.09 | 0.01 | -0.02 | -0.14 | 0.00 | 0.01 | -0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.12 | -0.02 | 0.12 |
| Q43 | 0.23 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | -0.04 | -0.03 | 0.02 | 0.04 | -0.08 | -0.02 | 0.02 | -0.04 | -0.09 | -0.06 | -0.02 | 0.04 | -0.01 | 0.10 |
| Q44 | 0.10 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.11 | 0.04 | 0.23 | 0.08 | -0.12 | -0.13 | -0.18 | 0.14 | -0.10 | -0.06 | -0.06 | 0.01 | -0.10 | 0.10 |
| Q45 | 0.10 | 0.02 | -0.04 | -0.03 | 0.09 | -0.02 | 0.10 | 0.19 | -0.06 | -0.10 | -0.07 | -0.06 | -0.03 | -0.12 | 0.16 | -0.03 | 0.00 | 0.12 |
| Q46 | 0.07 | 0.00 | -0.02 | 0.02 | 0.25 | -0.17 | 0.17 | 0.17 | -0.02 | -0.21 | -0.07 | 0.11 | -0.06 | 0.20 | 0.19 | -0.02 | -0.09 | -0.13 |
| Q47 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | -0.02 | 0.00 | -0.01 | 0.02 | -0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.46 | -0.01 | -0.01 |
| Q48 | 0.06 | 0.06 | -0.13 | 0.02 | 0.08 | -0.12 | 0.12 | -0.10 | 0.02 | -0.20 | 0.01 | 0.00 | 0.27 | 0.03 | 0.20 | -0.17 | 0.10 | -0.13 |
| Q49 | -0.03 | 0.24 | 0.00 | -0.02 | 0.07 | 0.00 | 0.06 | -0.04 | 0.08 | -0.08 | -0.10 | -0.06 | 0.11 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.01 | 0.01 |
| Q50 | 0.00 | 0.31 | 0.04 | 0.01 | -0.02 | 0.01 | -0.02 | -0.04 | 0.02 | -0.02 | 0.00 | -0.07 | 0.02 | -0.03 | -0.03 | 0.03 | -0.01 | 0.02 |

Наставак табеле 4.19 са претходне стране

| | Компоненте | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Q51 | 0.03 | 0.29 | -0.03 | 0.03 | -0.01 | 0.01 | 0.01 | -0.05 | -0.09 | 0.05 | 0.03 | 0.10 | -0.05 | 0.02 | 0.01 | -0.02 | -0.01 | -0.10 |
| Q52 | -0.01 | 0.24 | -0.03 | -0.04 | -0.06 | 0.01 | -0.04 | 0.14 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | -0.03 | -0.03 | -0.06 | -0.04 | -0.08 | 0.01 | 0.13 |
| Q53 | 0.03 | 0.07 | -0.01 | -0.09 | -0.11 | -0.01 | -0.14 | 0.23 | 0.07 | 0.10 | 0.25 | -0.05 | -0.04 | -0.16 | -0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.09 |
| Q54 | -0.03 | 0.19 | 0.00 | -0.01 | 0.05 | -0.13 | -0.02 | 0.15 | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.22 | -0.16 | 0.08 | -0.04 | -0.09 | 0.00 | -0.02 |
| Q55 | -0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.10 | 0.01 | 0.33 | -0.06 | -0.01 | -0.03 | -0.07 | -0.03 | -0.04 | 0.02 | -0.01 | -0.04 | 0.01 |
| Q56 | 0.01 | -0.06 | -0.04 | 0.01 | -0.02 | -0.07 | 0.00 | 0.31 | 0.04 | 0.00 | -0.02 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | -0.01 | -0.01 | 0.03 | -0.03 |
| Q57 | 0.02 | -0.05 | 0.08 | -0.03 | -0.01 | 0.10 | 0.01 | 0.15 | -0.01 | 0.04 | -0.01 | 0.01 | 0.16 | 0.13 | -0.19 | 0.17 | -0.08 | 0.03 |
| Q58 | -0.01 | -0.02 | 0.04 | -0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | -0.02 | 0.02 | 0.27 | 0.11 | 0.05 | -0.02 | 0.02 | -0.07 | 0.03 |
| Q59 | -0.04 | 0.03 | 0.03 | -0.05 | -0.01 | -0.08 | 0.00 | 0.07 | 0.03 | -0.03 | 0.02 | -0.13 | 0.44 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | -0.04 | 0.12 |
| Q60 | 0.06 | -0.05 | -0.06 | 0.09 | -0.01 | 0.14 | -0.03 | -0.12 | -0.06 | 0.08 | -0.04 | 0.19 | 0.35 | -0.08 | -0.09 | -0.04 | 0.07 | -0.19 |

За оцену модела коришћен је метод најмањих квадрата (OLS метода). С обзиром на то да први корак у примени регресионих модела подразумева да се испита матрица корелације, односно да се идентификује евентуални проблем мултиколинеарности, у наставку истраживања приказана је матрица корелације између фактора и зависне варијабле. Због великог броја података матрица је приказана у форми графика, сл.4.18.



Слика 4.18. Матрица корелације

Као што се може видети са сл.4.18 између фактора нема високих коефицијената корелације, али проблем је и мала корелација између фактора и независне варијабле. Због тога је при оцени модела коришћена OLS метода (техника *stepwise*). Дакле, модел према јед.4.6 оцењен је у два случаја искоришћености биомасе, и то:

- ✓ без диференцирања према величини пољопривредних газдинстава и
- ✓ са диференцирањем три групе пољопривредних газдинстава, и то до 100 ha, од 100 до 1.000 ha и преко 1000 ha.

У таб.4.20 приказани су резултати оцене параметара модела према јед.4.6 без диференцирања према величини пољопривредних газдинстава (техника *enter*).

На основу резултата из таб.4.20 види се да се само фактор 14 издвојио као значајан. Међутим, ANOVA анализа указује да модел није валидан. Имајући у виду овакве резултате модел је оцењен применом технике *stepwise*. Добијени резултати истраживања приказани су у потпоглављу 6.2.

Табела 4.20. Резултати оцене параметара модела искоришћености биомасе без диференцирања према величини пољопривредних газдинстава

| Варијабле | Коефицијент | Стандардна грешка | Вредност Т теста | р-вредност | |
|----------------|---------------|-------------------|------------------|------------------|------------|
| Константа | .350 | .259 | 1.352 | .182 | |
| F1 | .027 | .030 | .894 | .375 | |
| F2 | -.034 | .026 | -1.299 | .200 | |
| F3 | -.015 | .017 | -.849 | .400 | |
| F4 | .006 | .023 | .265 | .792 | |
| F5 | .028 | .028 | .972 | .335 | |
| F6 | -.004 | .031 | -.130 | .897 | |
| F7 | -.015 | .023 | -.647 | .520 | |
| F8 | .015 | .028 | .538 | .593 | |
| F9 | -.026 | .029 | -.923 | .360 | |
| F10 | -.022 | .026 | -.861 | .393 | |
| F11 | -.001 | .022 | -.047 | .963 | |
| F12 | .021 | .030 | .712 | .479 | |
| F13 | .003 | .022 | .131 | .896 | |
| F14 | -.052 | .022 | -2.390 | .020 | |
| F15 | -.002 | .024 | -.100 | .921 | |
| F16 | -.031 | .032 | -.967 | .338 | |
| F17 | -.004 | .031 | -.114 | .909 | |
| F18 | -.020 | .028 | -.705 | .484 | |
| R ² | 0.24 | | | | |
| ANOVA | | | | | |
| | Сума квадрата | Степен слободе | Квадрат средине | Вредност F теста | р-вредност |
| Регресор | .511 | 18 | .028 | .949 | 0.528 |
| Резидуал | 1.615 | 54 | .030 | | |
| Укупно | 2.126 | 72 | | | |

6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

6.1. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА НИВОА ИСКОРИШЋЕНОСТИ ЖЕТВЕНИХ ОСТАКА ЗА ЕНЕРГЕТСКЕ И ДРУГЕ ПОТРЕБЕ

6.1.1. Резултати истраживања расположивих потенцијала биомасе

6.1.1.1. Истраживања расположивих потенцијала биомасе из биљне производње

Прорачун расположивих потенцијала биомасе био је базиран на методологији о потенцијалу биомасе [64]. Већи део података коришћен је из ове методологије односно подаци о доњој топлотној моћи и односу остатака основни производ - жетвени остаци, само је коригован фактор одрживости. За један број биљних култура које нису обухваћене у наведеној методологији коришћени су релевантни доступни извори.

Као што је то наведено у потпоглављима 5.1.2 и 5.1.3 површине под биљном производњом на посматраним газдинствима износиле су 55.880 ha, али из анализе су искључене оне количине биомасе (површине) које су се наменски гајиле за исхрану стоке (сено, луцерка и детелина), те користиле за производњу биогаса (силажни кукуруз, силажни сирак и сл.) односно остаци других култура које нису могле бити искоришћене у процесу сагоревања. Укупне анализирани површине са којих су прорачунати потенцијали биомасе у истраживању износиле су 51.382 ha, таб.5.4а.

Укупан теоријски потенцијал биомасе на посматраним газдинствима износио је 481.326,89 t/год (таб.5.4а), од чега се 466.259,87 t/год (таб.5.1б и 5.4а) добило од култура из ратарске производње, 2.605,00 t/год (таб.5.2б и 5.4а) од култура из повртарске производње и 12.462,03 t/год (таб.5.3 и 5.4а) од култура из воћарско-виноградарске производње.

Укупан технички потенцијал биомасе, односно део надземне масе, који би се могао искористити за енергетске потребе (директним сагоревањем) износио је 152.318,49 t/год (таб.5.4б), од чега се 139.205,21 t/год (таб.5.1б и 5.4б) могло добити од култура из ратарске производње, 651,25 t/год (таб.5.2б и 5.4б) од култура из повртарске производње и 12.462,03 t/год (таб.5.3 и 5.4б) од култура из воћарско-виноградарске производње.

Укупан енергетски потенцијал биомасе који би се могао добити директним сагоревањем износио је 2.201.389,03 GJ/год (таб.5.4б), од чега би се 2.000.486,81 GJ/год (таб.5.1б и 5.4б) могло добити од култура из ратарске производње, 9.117,50 GJ/год (таб.5.2б и 5.4б) од култура из повртарске производње и 191.784,72 GJ/год (таб.5.3 и 5.4б) од култура из воћарско-виноградарске производње.

Табела 5.1а. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње - први део

| Р.Б. | Култура у ратарству | P_{zu} (ha) | (J_{pop}) (t/ha) | P_{op} (t/год) | Део биљке који се користи за производњу енергије | O_pP_o (t/t) |
|------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|------------------|--|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Пшеница | 11.059,00 | 5,50 | 60.824,50 | Стабло, лист и плева | 1 : 1 [27] |
| 2 | Тритикале | 290,00 | 4,50 | 1.305,00 | Стабло, лист и плева | 1 : 1 [77] |
| 3 | Јечам | 1.881,00 | 4,50 | 8.464,50 | Стабло, лист и плева | 1 : 1 |
| 4 | Кукуруз | 13.282,50 | 9,00 | 119.542,50 | Стабло и лист | 1 : 2 |
| 5 | Окласак | 13.282,50 | 9,00 | 119.542,50 | Окласак | 1 : 0,2 |
| 6 | Семенски кукуруз | 3.605,00 | 2,00 | 7.210,00 | Стабло и лист | 1:1,5 [27] |
| 7 | Окласак сем. кукуруза | 3.605,00 | 2,00 | 7.210,00 | Окласак | 1 : 0,21 [95] |
| 8 | Соја | 10.267,50 | 3,30 | 33.882,75 | Стабло, лист и махуна | 1 : 2 [27] |
| 9 | Уљана репица | 2.587,00 | 3,10 | 8.019,70 | Стабло, лист и махуна | 1 : 2 [27] |
| 10 | Сунцокрет | 5.123,00 | 3,10 | 15.881,30 | Стабло и лист | 1 : 2 [27] |
| 11 | Љуска сунцокрета | 5.123,00 | 3,10 | 15.881,30 | Љуска | 1 : 0,3 [27] |
| 12 | Дуван | 25,00 | 1,30 | 32,50 | Стабло | 1 : 0,35 [27] |
| Укупно за сагоревање= | | 48.120,00 | - | - | - | - |

Табела 5.1б. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње - други део

| Р.Б. | Култура у ратарству | $E_{\text{тео}}$ | $E_{\text{тех}}$ | Енергетска употреба | H_d | $E_{\text{ен}}$ |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|------------------------|------------|---------------------|
| | | (t/год) | (t/год) | | (MJ/kg) | (GJ/год) |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Пшеница | 60.824,50 | 15.206,13 | Сагоревање | 14,00 | 212.885,75 |
| 2 | Тритикале | 1.305,00 | 326,25 | Сагоревање | 14,40 [77] | 4.698,00 |
| 3 | Јечам | 8.464,50 | 2.116,13 | Сагоревање | 14,20 | 30.048,98 |
| 4 | Кукуруз | 239.085,00 | 59.771,25 | Сагоревање | 13,50 | 806.911,88 |
| 5 | Окласак | 23.908,50 | 23.908,50 | Сагоревање | 14,70 | 351.454,95 |
| 6 | Семенски кукуруз | 10.815,00 | 2.703,75 | Сагоревање | 13,85 [27] | 37.446,94 |
| 7 | Окласак сем. кукуруза | 1.514,10 | 1.514,10 | Сагоревање | 14,70 | 22.257,27 |
| 8 | Соја | 67.765,50 | 16.941,38 | Сагоревање | 15,70 [27] | 265.979,59 |
| 9 | Уљана репица | 16.039,40 | 4.009,85 | Сагоревање | 17,40 [27] | 69.771,39 |
| 10 | Сунцокрет | 31.762,60 | 7.940,65 | Сагоревање | 14,50 [27] | 115.139,43 |
| 11 | Љуска сунцокрета | 4.764,39 | 4.764,39 | Сагоревање | 17,60 [27] | 83.853,26 |
| 12 | Дуван | 11,38 | 2,84 | Сагоревање | 13,85 [27] | 39,39 |
| Укупно за сагоревање | | 466.259,87 | 139.205,21 | - | - | 2.000.486,81 |

Табела 5.2а. Укупни потенцијали биомасе из повртарске производње - први део

| Р.Б. | Култура у повртарству | P_{zu} | $J_{\text{роп}}$ | $P_{\text{оп}}$ | Део биљке који се користи за производњу енергије | $O_p P_o$ |
|----------------|--------------------------|---------------|------------------|-----------------|---|-----------|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | | (t/t) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Грашак | 467,00 | 5,00 | 2.335,00 | Стабло, лист и махуна | 1 : 0,5 |
| 2 | Боранија | 250,00 | 11,50 [58] | 2.875,00 | Стабло, лист и махуна | 1 : 0,5 |
| Укупно= | | 717,00 | - | - | - | - |

Табела 5.2б. Укупни потенцијали биомасе из повртарске производње - други део

| Р.Б. | Култура у повртарству | $E_{тео}$ | $E_{тех}$ | Енергетска употреба | H_d | $E_{ен}$ |
|----------------|-----------------------|-----------------|---------------|---------------------|---------|-----------------|
| | | (t/год) | (t/год) | | (MJ/kg) | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Грашак | 1.167,50 | 291,88 | Сагоревање | 14,00 | 4.086,25 |
| 2 | Боранија | 1.437,50 | 359,38 | Сагоревање | 14,00 | 5.031,25 |
| Укупно= | | 2.605,00 | 651,25 | - | - | 9.117,50 |

Табела 5.3. Укупни потенцијали биомасе из воћарско-виноградарске производње

| Р.Б. | Култура у воћарству и виноградарству | P_{zu} | $J_{роп}$ | $P_{ор}$ | $O_p P_o$ | $E_{тео}, E_{тех}$ | H_d | $E_{ен}$ |
|----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------|------------------|-----------------|--------------------|-------------|-------------------|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | (t/t) | (t/год) | (MJ/kg) | (GJ/год) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Јабука | 927,00 | 24,00 | 22.248,00 | 1 : 0,325 | 7.230,60 | 15,30 | 110.628,18 |
| 2 | Крушка | 359,00 | 11,70 | 4.200,30 | 1 : 0,325 | 1.365,10 | 15,30 | 20.885,99 |
| 3 | Кајсија | 192,00 | 4,90 | 940,80 | 1 : 0,325 | 305,76 | 15,80 | 4.831,01 |
| 4 | Бресква | 375,00 | 11,70 | 4.387,50 | 1 : 0,325 | 1.425,94 | 15,80 | 22.529,81 |
| 5 | Вишња | 422,00 | 7,60 | 3.207,20 | 1 : 0,325 | 1.042,34 | 15,90 | 16.573,21 |
| 6 | Шљива | 102,00 | 15,00 | 1.530,00 | 1 : 0,325 | 497,25 | 15,80 | 7.856,55 |
| 7 | Малина | 1,00 | 7,00 | 7,00 | 1 : 0,312* | 2,18 | 19,70 [174] | 43,02 |
| 8 | Дуња | 2,00 | 13,20 | 26,40 | 1 : 0,325 | 8,58 | 16,50 [77] | 141,57 |
| 9 | Лешник | 8,00 | 1,40 | 11,20 | 1 : 0,678 [100] | 7,59 | 16,10 [168] | 122,26 |
| 10 | Орах | 1,00 | 5,90 | 5,90 | 1 : 0,325 | 1,92 | 16,50 | 31,64 |
| 11 | Винова лоза | 156,00 | 7,80 | 1.216,80 | 1 : 0,457 | 556,08 | 14,00 | 7.785,09 |
| 12 | Љуска ораха | 1,00 | 5,90 | 5,90 | 1 : 1 [98] | 5,90 | 19,00 [46] | 112,10 |
| 13 | Љуска лешника | 8,00 | 1,40 | 11,20 | 1 : 1,142* | 12,79 | 19,10 [92] | 244,30 |
| Укупно= | | 2.545,00 | - | 37.798,20 | - | 12.462,03 | - | 191.784,72 |

Напомена: * Усвојени подаци након анализе приноса/остатака више сорти

Табела 5.4а. Укупни потенцијали биомасе - први део

| Р.Б. | Биљне културе | P_{zu} | E_{teo} |
|----------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| | | (ha) | (t/год) |
| | | 1 | 2 |
| 1 | Ратарска производња | 48.120,00 | 466.259,87 |
| 2 | Повртарска производња | 717,00 | 2.605,00 |
| 3 | Вишегодишњи засади | 2.545,00 | 12.462,03 |
| Укупно= | | 51.382,00 | 481.326,89 |

Табела 5.4б. Укупни потенцијали биомасе - други део

| Р.Б. | Биљне културе | E_{teh} | E_{en} |
|----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| | | (t/год) | (GJ/год) |
| | | 3 | 4 |
| 1 | Ратарска производња | 139.205,21 | 2.000.486,81 |
| 2 | Повртарска производња | 651,25 | 9.117,50 |
| 3 | Вишегодишњи засади | 12.462,03 | 191.784,72 |
| Укупно= | | 152.318,49 | 2.201.389,03 |

*6.1.1.2. Истраживања потенцијала биомасе искоришћене за енергетске потребе
(директним сагоревањем)*

За потребе извођења прорачуна усвојени су подаци са терена да је искоришћена сва количина биомасе окласка семенског кукуруза која се користила као енергент у сушарама семенских центара за производњу топлотне енергије за сушење клипа и зрна семенског кукуруза, као и љуска од сунцокрета која се користила као енергент за производњу топлотне енергије у уљарама.

Укупне површине под културама, које су анализирани и чија је биомаса искоришћена за енергетске потребе, износиле су 1.213 ha (таб.5.7), од чега је 1.162 ha (таб.5.5а и таб.5.7) било из ратарске производње и 51 ha (таб.5.6 и таб.5.7) из воћарско-виноградарске производње.

Укупно искоришћене количине биомасе за енергетске потребе (директним сагоревањем) износиле су 15.149,42 t/год (таб.5.7), од чега се 14.813,69 t/год (таб.5.5б и 5.7) добило од култура из ратарске производње и 335,73 t/год (таб.5.6 и 5.7) од култура из воћарско-виноградарске производње.

Укупан енергетски потенцијал биомасе искоришћене за енергетске потребе директним сагоревањем износио је 236.723,38 GJ/год (таб.5.7), од чега је 231.578,82 GJ/год (таб.5.5б и 5.7) добијено од култура из ратарске производње и 5.144,56 GJ/год (таб.5.6 и 5.7) од култура из воћарско-виноградарске производње.

Табела 5.5а. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за енергетске потребе (директним сагоревањем)-први део

| Р.Б. | Култура у ратарству | P_{zu} | J_{rop} | P_{op} | Део биљке искоришћен за производњу енергије (-) | O_pP_o |
|----------------|-----------------------|-----------------|-----------|-----------|---|----------|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Пшеница | 575,00 | 5,50 | 3.162,50 | Стабло, лист и плева | 1 : 1 |
| 2 | Кукуруз | 38,00 | 9,00 | 342,00 | Стабло и лист | 1 : 2 |
| 3 | Окласак | 608,50 | 9,00 | 5.476,50 | Окласак | 1 : 0,2 |
| 4 | Окласак сем. кукуруза | 3.605,00 | 2,00 | 7.210,00 | Окласак | 1 : 0,21 |
| 5 | Соја | 474,00 | 3,30 | 1.564,20 | Стабло, лист и махуна | 1 : 2 |
| 6 | Сунцокрет | 75,00 | 3,10 | 232,50 | Стабло и лист | 1 : 2 |
| 7 | Љуска сунцокрета | 5.123,00 | 3,10 | 15.881,30 | Љуска | 1 : 0,3 |
| Укупно= | | 1.162,00 | - | - | - | - |

Табела 5.5б. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за енергетске потребе (директним сагоревањем)-други део

| Р.Б. | Култура у ратарству | Укупна количина биомасе искоришћена за енергетске потребе (директним сагоревањем) (t/год) | Енергетска употреба | H_d | E_{en} |
|----------------|-----------------------|---|---------------------|----------|-------------------|
| | | 6 | 7 | (MJ/kg) | (GJ/год) |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Пшеница | 3.162,50 | Сагоревање | 14,00 | 44.275,00 |
| 2 | Кукуруз | 684,00 | Сагоревање | 13,50 | 9.234,00 |
| 3 | Окласак | 1.095,30 | Сагоревање | 14,70 | 16.100,91 |
| 4 | Окласак сем. кукуруза | 1.514,10 | Сагоревање | 14,70 | 22.257,27 |
| 5 | Соја | 3.128,40 | Сагоревање | 15,70 | 49.115,88 |
| 6 | Сунцокрет | 465,00 | Сагоревање | 14,50 | 6.742,50 |
| 7 | Љуска сунцокрета | 4.764,39 | Сагоревање | 17,60 | 83.853,26 |
| Укупно= | | 14.813,69 | - | - | 231.578,82 |

Табела 5.6. Укупни потенцијали биомасе из воћарско-виноградарске производње искоришћени за енергетске потребе (директним сагоревањем)

| Р.Б. | Култура у воћарству и виноградарству | P_{zu} | J_{rop} | P_{op} | $O_p P_o$ | Укупна количина биомасе искоришћена за енергетске потребе (директним сагоревањем) - (t/год) | H_d (MJ/kg) | E_{en} (GJ/год) |
|----------------|--------------------------------------|--------------|-----------|-----------------|-----------|---|------------------|----------------------|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | (t/t) | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Јабука | 41,00 | 24,00 | 984,00 | 1 : 0,325 | 319,80 | 15,30 | 4.892,94 |
| 2 | Кајсија | 10,00 | 4,90 | 49,00 | 1 : 0,325 | 15,93 | 15,80 | 251,62 |
| Укупно= | | 51,00 | - | 1.033,00 | - | 335,73 | - | 5.144,56 |

Табела 5.7. Укупни потенцијали биомасе искоришћени за енергетске потребе (директним сагоревањем)

| Р.Б. | Биљне културе | P_{zu} | Укупна количина расположиве биомасе на њиви | Укупна количина биомасе искоришћена за енергетске потребе (директним сагоревањем) | E_{en} (GJ/год) |
|----------------|-----------------------|-----------------|---|---|----------------------|
| | | (ha) | (t/год) | (t/год) | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Ратарска производња | 1.162,00 | 14.813,69 | 14.813,69 | 231.578,82 |
| 2 | Повртарска производња | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | Вишегодишњи засади | 51,00 | 335,73 | 335,73 | 5.144,56 |
| Укупно= | | 1.213,00 | 15.149,42 | 15.149,42 | 236.723,38 |

6.1.1.3. Истраживања потенцијала биомасе искоришћене за исхрану стоке

Укупне површине под културама које су анализиране и чији су приноси искоришћени за исхрану стоке износиле су 2.020 ha, таб.5.8 и 5.9.

Укупно расположиве/искоришћене количине биомасе за исхрану стоке износиле су 13.252,90 t/год (таб.5.8 и 5.9) и све су биле од остатака из ратарске производње. Еквивалентна енергетска вредност те биомасе да се иста користила за енергетске потребе (директним сагоревањем) износила би 191.629,58 GJ/год, таб.5.9.

Табела 5.8. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за исхрану стоке

| Р.Б. | Култура у ратарству | P_{zu} | J_{pop} | P_{op} | $O_p P_o$ | Укупна количина биомасе искоришћена за исхрану стоке (t/год) |
|----------------|---------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|--|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | (t/t) | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Пшеница | 817,00 | 5,50 | 4.493,50 | 1 : 1 | 4.493,50 |
| 2 | Јечам | 424,00 | 4,50 | 1.908,00 | 1 : 1 | 1.908,00 |
| 3 | Кукуруз | 150,00 | 9,00 | 1.350,00 | 1 : 2 | 2.700,00 |
| 4 | Соја | 629,00 | 3,30 | 2.075,70 | 1 : 2 | 4.151,40 |
| Укупно= | | 2.020,00 | - | - | - | 13.252,90 |

Табела 5.9. Укупни потенцијали биомасе искоришћени за исхрану стоке

| Р.Б. | Биљне културе | P_{zu} | Укупна количина биомасе искоришћена за исхрану стоке (t/год) | Еквивалентне енергетске вредности биомасе да се иста користила за енергетске потребе (директним сагоревањем) (GJ/год) |
|----------------|---------------------|-----------------|--|---|
| | | (ha) | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Ратарска производња | 2.020,00 | 13.252,90 | 191.629,58 |
| Укупно= | | 2.020,00 | 13.252,90 | 191.629,58 |

6.1.1.4. Истраживања потенцијала биомасе искоришћене за простирку и заоравање

Укупне површине под културама које су анализирани и чији су приноси биомасе искоришћени за простирку и заоравање, износиле су 45.618 ha (таб.5.14), од чега је 44.901 ha (таб.5.13 и 5.14) било из ратарске производње и 717 ha (таб.5.11 и 5.14) из повртарске производње.

Укупне количине биомасе из ратарске производње које су заоране износиле су 431.264,78 t/год (таб.5.10), а из повртарске производње 2.605 t/год (таб.5.11). Док су укупне количине биомасе из ратарске производње искоришћене само за простирку износиле 6.338,90 t/год (таб.5.12).

Укупне искоришћене количине биомасе за потребе простирке и заоравања износиле су 440.208,68 t/год (таб.5.14), од чега је 437.603,68 t/год (таб.5.13 и 5.14) било од култура из ратарске производње и 2.605 t/год (таб.5.11 и 5.14) од култура из повртарске производње. Еквивалентна енергетска вредност укупно искоришћене биомасе за потребе простирке и заоравања - биомаси искоришћеној за енергетске потребе (директним сагоревањем), износила би 6.234.446,96 GJ/год, од чега се 6.197.996,96 GJ/год односило на културе из ратарске производње и 36.470,00 GJ/год на културе из повртарске производње, таб.5.14.

Табела 5.10. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње који су заорани

| Р.Б. | Култура у ратарству | P_{zu} | J_{pop} | P_{op} | O_pP_o | Укупне количине биомасе заоране на њиви (t/год) |
|-----------------|---------------------|------------------|-----------|------------|----------|--|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | (t/t) | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Пшеница | 9.136,00 | 5,50 | 50.248,00 | 1 : 1 | 50.248,00 |
| 2 | Тритикале | 290,00 | 4,50 | 1.305,00 | 1 : 1 | 1.305,00 |
| 3 | Јечам | 1.333,00 | 4,50 | 5.998,50 | 1 : 1 | 5.998,50 |
| 4 | Кукуруз | 13.022,50 | 9,00 | 117.202,50 | 1 : 2 | 234.405,00 |
| 5 | Окласак | 12.647,00 | 9,00 | 113.823,00 | 1 : 0,2 | 22.764,60 |
| 6 | Семенски кукуруз | 3.605,00 | 2,00 | 7.210,00 | 1:1,5 | 10.815,00 |
| 7 | Соја | 8.845,50 | 3,30 | 29.190,15 | 1 : 2 | 58.380,30 |
| 8 | Уљана репица | 2.587,00 | 3,10 | 8.019,70 | 1 : 2 | 16.039,40 |
| 9 | Сунцокрет | 5.048,00 | 3,10 | 15.648,80 | 1 : 2 | 31.297,60 |
| 10 | Дуван | 25,00 | 1,30 | 32,50 | 1 : 0,35 | 11,38 |
| Укупно = | | 43.892,00 | - | - | - | 431.264,78 |

Табела 5.11. Укупни потенцијали биомасе из повртарске производње који су заорани

| Р.Б. | Култура у повртарству | P_{zu} | J_{pop} | P_{op} | O_pP_o | Укупне количине биомасе заоране на њиви (t/год) |
|-----------------|-----------------------|---------------|-----------|----------|----------|--|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | (t/t) | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Грашак | 467,00 | 5,00 | 2.335,00 | 1 : 0,5 | 1.167,50 |
| 2 | Боранија | 250,00 | 11,50 | 2.875,00 | 1 : 0,5 | 1.437,50 |
| Укупно = | | 717,00 | - | - | - | 2.605,00 |

Табела 5.12. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за простирку

| Р.Б. | Култура у ратарству | P_{zu} | J_{pop} | P_{op} | $O_p P_o$ | Укупне количине биомасе искоришћене за простирку (t/год) |
|-----------------|---------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|---|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | (t/t) | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Пшеница | 521,00 | 5,50 | 2.865,50 | 1 : 1 | 2.865,50 |
| 2 | Јечам | 124,00 | 4,50 | 558,00 | 1 : 1 | 558,00 |
| 3 | Кукуруз | 45,00 | 9,00 | 405,00 | 1 : 2 | 810,00 |
| 4 | Соја | 319,00 | 3,30 | 1.052,70 | 1 : 2 | 2.105,40 |
| Укупно = | | 1.009,00 | - | - | - | 6.338,90 |

Табела 5.13. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за простирку и заоравање

| Р.Б. | Култура у ратарству | P_{zu} | J_{pop} | P_{op} | $O_p P_o$ | Укупна искоришћена биомаса за простирку и заоравање (t/год) |
|-----------------|---------------------|------------------|-----------|------------|-----------|---|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | (t/t) | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Пшеница | 9.657,00 | 5,50 | 53.113,50 | 1 : 1 | 53.113,50 |
| 2 | Тритикале | 290,00 | 4,50 | 1.305,00 | 1 : 1 | 1.305,00 |
| 3 | Јечам | 1.457,00 | 4,50 | 6.556,50 | 1 : 1 | 6.556,50 |
| 4 | Кукуруз | 13.067,50 | 9,00 | 117.607,50 | 1 : 2 | 235.215,00 |
| 5 | Окласак | 12.647,00 | 9,00 | 113.823,00 | 1 : 0,2 | 22.764,60 |
| 6 | Семенски кукуруз | 3.605,00 | 2,00 | 7.210,00 | 1:1,5 | 10.815,00 |
| 7 | Соја | 9.164,50 | 3,30 | 30.242,85 | 1 : 2 | 60.485,70 |
| 8 | Уљана репица | 2.587,00 | 3,10 | 8.019,70 | 1 : 2 | 16.039,40 |
| 9 | Сунцокрет | 5.048,00 | 3,10 | 15.648,80 | 1 : 2 | 31.297,60 |
| 10 | Дуван | 25,00 | 1,30 | 32,50 | 1 : 0,35 | 11,38 |
| Укупно = | | 44.901,00 | - | - | - | 437.603,68 |

Табела 5.14. Укупни потенцијали биомасе искоришћени за простирку и заоравање

| Р.Б. | Биљне културе | P_{zu} (ha) | Укупна искоришћена биомаса за заоравање и простирку (t/год) | Еквивалентне енергетске вредности биомасе (GJ/год) |
|----------------|-----------------------|------------------|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Ратарска производња | 44.901,00 | 437.603,68 | 6.197.996,96 |
| 2 | Повртарска производња | 717,00 | 2.605,00 | 36.470,00 |
| Укупно= | | 45.618,00 | 440.208,68 | 6.234.446,96 |

6.1.1.5. Истраживања потенцијала биомасе спаљене на њиви

Укупне површине на којима су забележена паљења биомасе износиле су 2.531 ha (таб.5.17), од чега је 37 ha (таб.5.15а и таб.5.17) било у ратарској производњи и 2.494 ha (таб.5.16) у воћарско-виноградарској производњи. Укупна количина биомасе која је спаљена на њиви износила је 12.715,90 t/год (таб.5.17), од чега је 589,60 t/год (таб.5.15б и 5.17) било од култура из ратарске производње и 12.126,30 t/год (таб.5.16 и 5.17) од култура из воћарско-виноградарске производње. Еквивалентна енергетска вредност биомасе да се иста користила за енергетске потребе (директним сагоревањем) износила би 194.685,52 GJ/год (таб.5.17), од чега би се 8.045,42 GJ/год (таб.5.15б и 5.17) добило од култура из ратарске производње и 186.640,10 GJ/год (таб.5.16 и 5.17) од култура из воћарско-виноградарске производње.

Табела 5.15а. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње спаљен на њиви - први део

| Р.Б. | Култура у ратарству | P_{zu} (ha) | J_{pop} (t/ha) | P_{op} (t/год) | Део биљке искористив за произ. енергије | $O_p P_o$ (t/t) |
|-----------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|--|--------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Пшеница | 10,00 | 5,50 | 55,00 | Стабло, лист и плева | 1 : 1 |
| 2 | Кукуруз | 27,00 | 9,00 | 243,00 | Стабло и лист | 1 : 2 |
| 3 | Окласак | 27,00 | 9,00 | 243,00 | Окласак | 1 : 0,2 |
| Укупно = | | 37,00 | - | - | - | - |

Табела 5.15б. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње спаљен на њиви - други део

| Р.Б. | Култура у ратарству | Укупна количина спаљене биомасе (t/год) | Енергетска употреба | H_d (MJ/kg) | Еквивалентне енергетске вредности спаљене биомасе (GJ/год) |
|-----------------|------------------------|---|------------------------|------------------|--|
| | | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Пшеница | 55,00 | Сагоревање | 14,00 | 770,00 |
| 2 | Кукуруз | 486,00 | Сагоревање | 13,50 | 6.561,00 |
| 3 | Окласак | 48,60 | Сагоревање | 14,70 | 714,42 |
| Укупно = | | 589,60 | - | - | 8.045,42 |

Табела 5.16. Укупни потенцијали биомасе из воћарско-виноградарске производње спаљен на њиви

| Р.Б. | Култура у воћарству и виноградарству | P _{zu} | J _{пор} | P _{ор} | O _p P _o | Орезана биомаса спаљена на њиви (t/год) | H _d | Укупан енергетски потенцијал спаљене биомасе (GJ/год) |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------------------|---|----------------|---|
| | | (ha) | (t/ha) | (t/год) | (t/t) | | (MJ/kg) | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Јабука | 886,00 | 24,00 | 21.264,00 | 1 : 0,325 | 6.910,80 | 15,30 | 105.735,24 |
| 2 | Крушка | 359,00 | 11,70 | 4.200,30 | 1 : 0,325 | 1.365,10 | 15,30 | 20.885,99 |
| 3 | Кајсија | 122,00 | 4,90 | 891,80 | 1 : 0,325 | 289,84 | 15,80 | 4.579,39 |
| 4 | Бресква | 375,00 | 11,70 | 4.387,50 | 1 : 0,325 | 1.425,94 | 15,80 | 22.529,81 |
| 5 | Вишња | 422,00 | 7,60 | 3.207,20 | 1 : 0,325 | 1.042,34 | 15,90 | 16.573,21 |
| 6 | Шљива | 102,00 | 15,00 | 1.530,00 | 1 : 0,325 | 497,25 | 15,80 | 7.856,55 |
| 7 | Малина | 1,00 | 7,00 | 7,00 | 1 : 0,312 | 2,18 | 19,67 | 42,96 |
| 8 | Дуња | 2,00 | 13,20 | 26,40 | 1 : 0,325 | 8,58 | 16,50 | 141,57 |
| 9 | Лешник | 8,00 | 1,40 | 11,20 | 1 : 0,678 | 7,59 | 16,10 | 122,26 |
| 10 | Орах | 1,00 | 5,90 | 5,90 | 1 : 0,325 | 1,92 | 16,50 | 31,64 |
| 11 | Винова лоза | 156,00 | 7,80 | 1.216,80 | 1 : 0,457 | 556,08 | 14,00 | 7.785,09 |
| 12 | Љуска ораха | 1,00 | 5,90 | 5,90 | 1 : 1 | 5,90 | 19,00 | 112,10 |
| 13 | Љуска лешника | 8,00 | 1,40 | 11,20 | 1 : 1,142 | 12,79 | 19,10 | 244,30 |
| Укупно = | | 2.494,00 | - | 36.765,20 | - | 12.126,30 | - | 186.640,10 |

Табела 5.17. Укупне количине биомасе спаљене на њиви

| Р.Б. | Биљне културе | P _{zu} | Укупно расположива биомаса на њиви (t/год) | Укупне количине биомасе спаљене на њиви (t/год) | Еквивалентне енергетске вредности биомасе да се иста користила за енергетске потребе (директним сагоревањем) (GJ/год) |
|----------------|---------------------|-----------------|---|--|---|
| | | (ha) | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Ратарска производња | 37,00 | 589,60 | 589,60 | 8.045,42 |
| 2 | Вишегодишњи засади | 2.494,00 | 12.126,30 | 12.126,30 | 186.640,10 |
| Укупно= | | 2.531,00 | 12.715,90 | 12.715,90 | 194.685,52 |

6.1.2. Резултати истраживања расположивости енергетских постројења

На посматраним газдинствима укупно се налазило 30 енергетских постројења, од чега 25 постројења за сагоревање чврсте биомасе и производњу топлотне енергије и 5 биогазних когенеративних постројења. У таб.4.11 наведени су основни подаци са испитиваних енергетских постројења на пољопривредним газдинствима за сагоревање чврсте биомасе. На основу анализе ових постројења може се закључити да је:

- ✓ укупна инсталисана снага свих котлова износила 6.726 kW,
- ✓ просечна снага по котлу износила 269,04 kW,
- ✓ просечна старост котлова износила ~11 година,
- ✓ проценат котлова који се налазе у стању рада износио 88%,
- ✓ ниво допремања биомасе до ложишта у 64% био ручни, а у 36% аутоматизован,
- ✓ просечан број радних сати постројења у току дана износио 13,36 h,
- ✓ просечан број радних дана у току године износио 140,23 дана и
- ✓ 88% котлова било домаће производње, а 12% иностране.

Према намени искоришћености топлотне енергије посматрана енергетска постројења су имала следећу структуру:

- ✓ за потребе грејања коришћено је 68% енергетских извора,
- ✓ за потребе грејања и припреме топле потрошне воде (ТПВ) коришћено је 16% енергетских извора и
- ✓ за потребе сушења пољопривредних производа коришћено је 16% енергетских извора.

Енергетска когенеративна постројења на пољопривредним газдинствима нису предмет истраживања, али на анализираним газдинствима забележено је 5 биогазних когенеративних постројења. У таб.4.12 наведени су основни подаци са биогазних когенеративних постројења. На основу анализе ових постројења може се закључити да је:

- ✓ укупна инсталисана снага свих постројења износила 3.397 kW,
- ✓ просечна снага по постројењу износила 679,4 kW,
- ✓ просечна старост постројења износила ~6 година,
- ✓ просечан број радних сати постројења у току дана износио 23,2 h,
- ✓ просечан број радних дана постројења у току године износио 362 дана.

6.1.3. Енергетска еквивалентност техничког потенцијала пољопривредне биомасе у АП Војводини у односу на фосилна горива

Како би се што боље представио значај техничког потенцијала пољопривредне биомасе (сламе), анализирани су њене еквивалентне енергетске вредности према појединим енергетским потенцијалима фосилних горива. За ову анализу усвојен је податак да се у енергетске сврхе у АП Војводини може искористити 0,7 Мтое [88] биомасе из биљне производње.

Према подацима из таб.4.1 енергетске вредности биомасе (сламе) од $2,02 \cdot 10^6$ t еквивалентне су количини од $1,83 \cdot 10^6$ t мрког угља, $1,09 \cdot 10^6$ t каменог угља, $0,92 \cdot 10^9$ l бензина (моторног бензина), $0,80 \cdot 10^9$ l дизел горива (гасног уља 0,1) итд.

За исту еквивалентну енергетску вредност фосилна горива имају више емисије CO₂ у односу на биомасу (сламу), и то 8,75 пута више код мрког угља, 8,5 пута код каменог угља, 6,25 пута код бензина (моторног бензина), 6,75 код дизел горива (гасног уља 0,1) итд.

6.2. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА РАЗЛОГА НИСКЕ УПОТРЕБЕ ЧВРСТЕ БИОМАСЕ ЗА ЕНЕРГЕТСКЕ ПОТРЕБЕ

6.2.1. Резултати истраживања кључних фактора искоришћености биомасе за енергетске потребе

Резултати истраживања у којима је модел из јед.4.6 оцењен применом технике *stepwise* у првом случају искоришћености биомасе без диференцирања према величини пољопривредних газдинстава приказани су у таб.5.18.

На основу резултата истраживања приказаних у таб.5.18 може се закључити да је модел статистички значајан, односно да је само један фактор значајан. Оцене параметара модела показују да је то фактор 14. Фактор 14 се односи на утицај и активности одређених интересних група (доносиоца одлука, лобиста и сл.) које не фаворизују употребу пољопривредне биомасе, која би се могла користити за производњу енергије у процесу директног сагоревања. Вредност коефицијента фактора 14 износи -0,037, што се може протумачити да ће промена од 1% у овом фактору довести до промене од -3,7% у употреби биомасе за енергетске потребе. Говорећи у контексту мера за унапређење употребе биомасе за енергетске потребе, добијени резултат може се протумачити да ће смањења утицаја ових интересних група од 1%, довести до повећања употребе биомасе за енергетске потребе за

3,7%. Међутим, приликом тумачења овог резултата треба бити опрезан, с обзиром на то да је модел имао малу вредност коефицијента детерминације.

Табела 5.18. Оцена параметара модела искоришћености биомасе без диференцирања према величини пољопривредних газдинстава

| Варијабле | Коефицијент | Стандардна грешка | Вредност Т теста | р-вредност | |
|----------------|---------------|-------------------|------------------|------------------|------------|
| Константа | .209 | .055 | 3.818 | .000 | |
| F14 | -.037 | .017 | -2.237 | .028 | |
| R ² | .066 | | | | |
| ANOVA | | | | | |
| | Сума квадрата | Степени слободе | Квадрат средине | Вредност F теста | р-вредност |
| Регресор | .140 | 1 | .140 | 5.006 | 0.028 |
| Резидуал | 1.986 | 71 | .028 | | |
| Укупно | 2.126 | 72 | | | |

Резултати истраживања у којима је модел из јед.4.6 оцењен применом технике *stepwise* у другом случају искоришћености биомасе са диференцирањем три групе пољопривредних газдинстава према величини обрадивих површина и то <100 ha, од 100 до 1.000 ha и >1.000 ha, приказани су у таб.5.19. Оцена параметара модела у овом случају уважава разлике величине обрадивих површина пољопривредних газдинстава.

На основу резултата истраживања оцене параметара модела из таб.5.19 може се закључити да су за пољопривредне произвођаче који обрађују до 100 ha значајна два фактора. Оцене параметара модела показују да су то фактори 6 и 14. Оба фактора су са негативним предзнаком што значи да ће раст у овим факторима довести до опадања употребе биомасе за енергетске потребе. Фактор 6 се односи на високе трошкове инвестиција у пољопривредне машине, опрему и савремена енергетска постројења. Добијени податак се може протумачити да ће свако повећање цена пољопривредних машина, опреме и савремених енергетских постројења од 1% довести до опадања употребе биомасе за енергетске потребе за -13,2% код ове групе испитаника (пољопривредних газдинстава). Фактор 14 се односи на утицај и активности одређених интересних група (доносиоца одлука, лобиста и сл.) које не фаворизују употребу пољопривредне биомасе. Смањење утицаја ових интересних група од 1% би довело до повећања употребе биомасе за енергетске потребе од 5,6% код ове групе испитаника/пољопривредних газдинстава. Имајући у виду релативно високу вредност R², представљене резултате анализе треба прихватити са великим уважавањем.

Табела 5.19. Оцена параметара модела искористићености биомасе са диференцирањем три групе пољопривредних газдинстава према величини обрадивих површина и то <100 ha, од 100 до 1.000 ha и >1.000 ha [182]

| Модел јед.4.6 <100 ha | | | | | |
|----------------------------------|---------------|-------------------|------------------|------------------|------------|
| Варијабле | Коефицијент | Стандардна грешка | Вредност Т теста | р-вредност | |
| Константа | .719 | .151 | 4.763 | .000 | |
| F6 | -.132 | .049 | -2.702 | .013 | |
| F14 | -.056 | .024 | -2.276 | .033 | |
| R ² | .399 | | | | |
| ANOVA | | | | | |
| | Сума квадрата | Степен слободe | Квадрат средине | Вредност F теста | р-вредност |
| Регресор | .340 | 2 | .170 | 7.315 | 0.004 |
| Резидуал | .511 | 22 | .023 | | |
| Укупно | .851 | 24 | | | |
| Модел јед.4.6 од 100 до 1.000 ha | | | | | |
| ANOVA | | | | | |
| | Сума квадрата | Степен слободe | Квадрат средине | Вредност F теста | р-вредност |
| Регресор | .398 | 18 | .022 | .239 | .992 |
| Резидуал | .556 | 6 | .093 | | |
| Укупно | .955 | 24 | | | |
| Модел јед.4.6 >1.000 ha | | | | | |
| Варијабле | Коефицијент | Стандардна грешка | Вредност Т теста | р-вредност | |
| Константа | -.003 | .045 | -.071 | .944 | |
| F16 | -.037 | .011 | -3.297 | .004 | |
| F1 | .019 | .008 | 2.504 | .021 | |
| R ² | .403 | | | | |
| ANOVA | | | | | |
| | Сума квадрата | Степен слободe | Квадрат средине | Вредност F теста | р-вредност |
| Регресор | .021 | 2 | .010 | 6.751 | 0.006 |
| Резидуал | .030 | 20 | .002 | | |
| Укупно | .051 | 22 | | | |

Због статистике неадекватности модела у случају пољопривредних газдинстава која обрађују од 100 до 1.000 ha у таб.5.19 нису приказане оцене параметара модела.

На основу резултата истраживања оцене параметара модела из таб.5.19 може се закључити да су за пољопривредна газдинства која обрађују >1.000 ha значајна два фактора. Оцене параметара модела показују да су то фактори 1 и 16. Фактор 1 се односи на

непостојање економске оправданости употребе биомасе за енергетске потребе. Добијени податак се може протумачити да ће свако даље погоршање услова економске оправданости употребе биомасе за енергетске потребе од 1% довести до даљег смањења употребе биомасе код ове групе испитаника (пољопривредних газдинстава) за 1,9%. Непостојање економске оправданости не односи се само на непостојање слободног тржишта биомасе, загарантованих откупних цена за повлашћене произвођаче енергије, већ се односи и на чињеницу да повећање употребе биомасе захтева ангажовање додатне радне снаге које би изискивала веће трошкове него што су користи од повећања обима употребе биомасе. Такође, односи се и на економски неисплативу употребу нуспроизвода биомасе, тј. проблем даљег пласмана за произвођаче енергије који немају сопствене обрадиве површине. Фактор 16 се односи на проблем континуираног пласмана енергије током читаве године. Добијени податак се може протумачити да ће свако смањење ограничења пласмана енергије од 1% довести до повећања употребе биомасе за енергетске потребе за 3,7%. Разлог за овакво тумачење јесте чињеница да су питања постављена у негативном контексту. Вредност фактора детерминације у овом случају износи око 40%, тако да су добијени резултати веома значајни. Проблем пласмана/производње топлотне енергије код нас је везан за период грејања објеката у зимском периоду и за цикличне периоде сушења пољопривредних производа. Такође, да би се оваква постројења отплатила што пре потребно је да она у току године раде што већи број дана.

6.3. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

6.3.1. Представљање резултата истраживања

6.3.1.1. Сумарна анализа искоришћених потенцијала биомасе

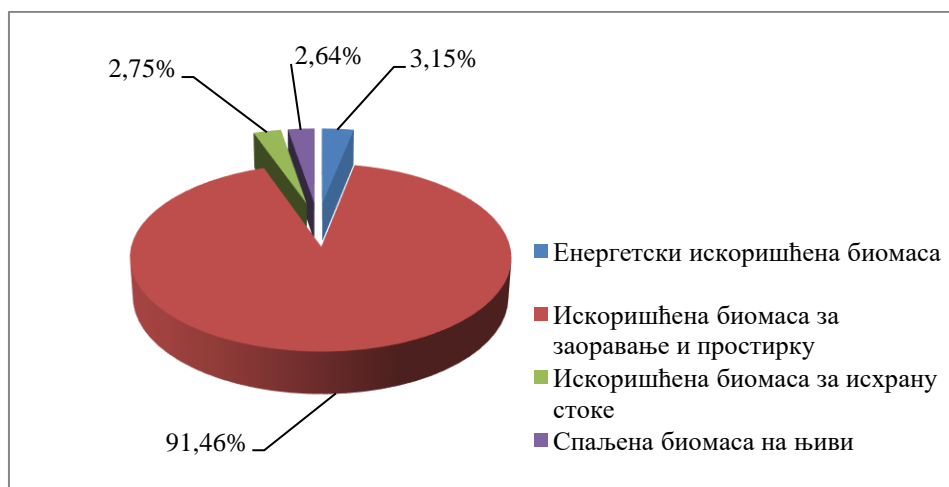
Укупне количине расположиве биомасе (теоријски потенцијал) у истраживању износиле су 481.326,90 t/год, таб.5.20. Истраживања су показала да је 15.149,42 t/год биомасе искоришћено за енергетске потребе, 13.252,90 t/год за исхрану стоке, 440.208,68 t/год за простирку и заоравање и 12.715,90 t/год је директно спаљено на њиви, таб.5.20. У истраживању нису забележене количине биомасе које су се могле користити за потребе индустрије.

У укупној количини искоришћености биомасе за различите намене 3,15% је било искоришћено за енергетске потребе, 91,46% за простирку и заоравање, 2,75% за исхрану стоке и 2,64% је спаљено на њиви, сл.5.1. Уколико се у анализи обједине количине биомасе

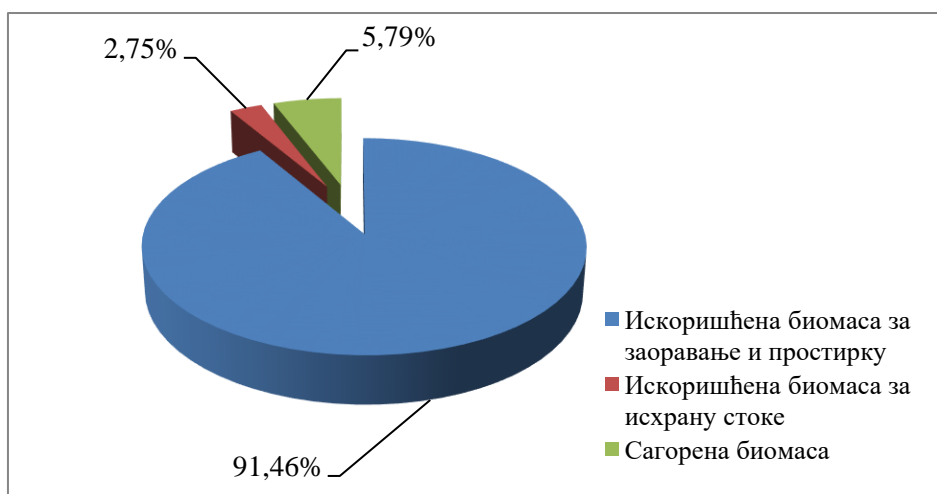
које су по било ком основу сагорене/спаљене, онда су те количине биомасе износиле 5,79%, односно за исхрану стоке 2,75% и за заоравање и простирку 91,46%, сл.5.2.

Табела 5.20. Анализа искоришћених потенцијала чврсте биомасе [182]

| Р.Б. | Биљне културе | Укупно расположива/искоришћена биомаса (t/год) | | | | |
|------|-----------------------|--|------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| | | Укупни расположиви потенцијали на њиви | Енергетски искоришћена | Искоришћена за исхрану стоке | Искоришћена за простирку и заоравање | Спаљена на њиви |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Ратарска производња | 466.259,87 | 14.813,69 | 13.252,90 | 437.603,68 | 589,60 |
| 2 | Повртарска производња | 2.605,00 | 0,00 | 0,00 | 2.605,00 | 0,00 |
| 3 | Вишегодишњи засади | 12.462,03 | 335,73 | 0,00 | 0,00 | 12.126,30 |
| | Укупно= | 481.326,90 | 15.149,42 | 13.252,90 | 440.208,68 | 12.715,90 |



Слика 5.1. Стварна искоришћеност биомасе - раздвојени приказ сагорене биомасе [182]



Слика 5.2. Искоришћеност биомасе за различите намене - збирни приказ сагорене биомасе (производња топлотне енергије и спаљивање на њиви) [182]

Када су у питању спаљивања биомасе на њиви, генерално су у истраживању евидентирана четири случаја:

- ✓ спаљивање култура на њиви из разлога немогућности извођења основне обраде, због непоседовања механизације веће снаге,
- ✓ спаљивање на њиви резина из воћарско - виноградарске производње, због непоседовања енергетских постројења за сагоревање биомасе и машина за скупљање/припрему биомасе,
- ✓ спаљивање из разлога пабирчења, јер на њиви остаје један број плодова (клипова кукуруза, главица сунцокрета и сл.) због неодговарајућег рада комбајна и полеглих стабљика са плодовима, разасутих плодова и
- ✓ спаљивање биомасе на њиви у циљу заштите цветова на воћкама (кајсије, брескве, шљиве итд.) од касних пролећних мразева све до почетка маја, како би се температура повећала од 0,5 до 1,5° С.

Само у ратарској производњи спаљивање жетвених остатака од стране човека, произилази из два разлога:

- ✓ Због немогућности извођења основне обраде и заоравања тежих жетвених остатака као што је кукурузовина, поједини пољопривредни произвођачи због непоседовања трактора веће снаге и машина за основну обраду самоиницијативно пале жетвену масу како би исту сагорели и олакшали даљи поступак основне обраде земљишта тракторима мање снаге;
- ✓ Због пабирчења - сакупљања разних плодова (клипова кукуруза и главица сунцокрета). Сакупљачи углавном мимо дозволе власника имања улазе на имања и пале преостале жетвене остатке како би скупили неубране/расуте плодове. Они тако пале све преостале жетвене остатке, како би сакупили већу количину разасутих плодова односно како би боље учили неубране/расуте плодове. Примера ради, искуствени подаци указују на то да четири човека на пабирчењу за један дан могу да прикупе од 500 до 1.000 kg кукуруза у клипу.

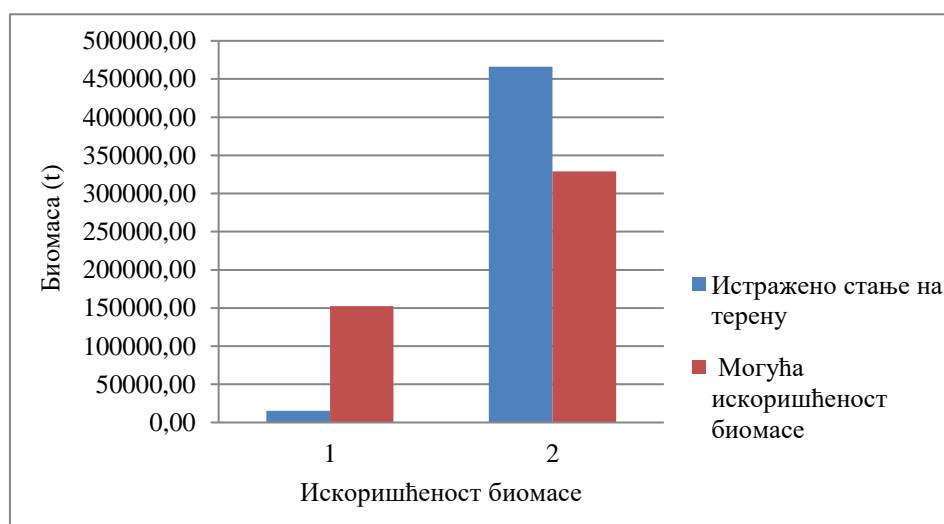
Према представљеној анализи прорачуна биомасе, дошло се до закључка да је укупан теоријски потенцијал биомасе износио 481.326,90 t/год, док је технички потенцијал односно део биомасе који би се могао искористити за енергетске потребе износио 152.318,49 t/год, таб.5.21. Овај технички потенцијал биомасе износио је 31,65% од расположиве количине теоријског потенцијала. У анализи за рачунање техничког потенцијала биомасе поред тога што се 25% биомасе из ратарске и повртарске производње могло искористити за енергетске

потребе, укључени су и они потенцијали биомасе који се могу у потпуности искористити за енергетске потребе, као што је то случај код култура у воћарско-виноградској производњи, окласка кукуруза, љуске сунцокрета и сл.

Табела 5.21. Потенцијали чврсте биомасе из биљне производње [182]

| Р.Б. | Биљне културе | Потенцијали биомасе | |
|----------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | $E_{\text{тео}}$ (t/год) | $E_{\text{тех}}$ (t/год) |
| 1 | Ратарска производња | 466.259,87 | 139.205,21 |
| 2 | Повртарска производња | 2.605,00 | 651,25 |
| 3 | Вишегодишњи засади | 12.462,03 | 12.462,03 |
| Укупно= | | 481.326,90 | 152.318,49 |

На сл.5.3 приказана је тренутна искоришћеност биомасе за енергетске и друге потребе. Ознака 1 (сл.5.3) односи се на тренутну искоришћеност биомасе за енергетске потребе и могућу искоришћеност биомасе за енергетске потребе уколико се у потпуности искористи технички потенцијал биомасе, а ознака 2 (сл.5.3) се односи на тренутну искоришћеност биомасе за остале намене и могућу искоришћеност биомасе за остале намене уколико се у потпуности искористи технички потенцијал биомасе за енергетске потребе. Са сл.5.3 може се видети да је тренутна искоришћеност биомасе за енергетске потребе износила 15.149,42 t/год, а за остале намене искоришћено је 466.177,48 t/год. Такође, ако се у потпуности искористи технички потенцијал биомасе за енергетске потребе могло би се сагорети 152.318,49 t/год, а за остала намене преостало би 329.008,41 t/год.



Слика 5.3. Анализа искоришћености биомасе за енергетске и друге потребе [182]

Према резултатима истраживања укупан технички потенцијал биомасе који би се могао искористити за енергетске потребе износио је 31,65% од укупног теоријског потенцијала биомасе, док би се за остале намене могло искористити 68,35% преосталог потенцијала биомасе. Резултати истраживања су показали да се тренутно за енергетске потребе (директним сагоревањем) користи свега 3,15% биомасе у односу на укупан теоријски потенцијал биомасе, док се за остале намене користи 96,85% биомасе. Такође, резултати истраживања су показали да се тренутно за енергетске потребе користи 9,95% од укупног техничког потенцијала биомасе, а да би се евентуално још могло искористити 90,05% овог потенцијала биомасе, без тога да се значајније утиче на угрожавање плодности пољопривредног земљишта.

6.3.1.2. Сумарна анализа функционалности енергетских постројења

На посматраним газдинствима налазило се 25 постројења за сагоревање чврсте биомасе и производњу топлотне енергије. Основни функционални показатељи ових постројења су, да им је просечна снага по котлу износила 269,04 kW, у радном стању било је 88% постројења и ниво аутоматизације (допремања биомасе до ложишта) је износио 36%.

На територији АП Војводине нема енергетских постројења на чврсту пољопривредну биомасу која производе енергију у процесу директног сагоревања, а која су стекла статус повлашћеног произвођача енергије.

На посматраним газдинствима налазило се 5 биогасних когенеративних постројења. Са свих постројења производи се и продаје електрична енергија кроз подстицајне *Feed-in* тарифе. Ни једно постројење нема у потпуности искоришћен пласман топлотне енергије. Идентичан је случај и са осталим постројењима на подручју АП Војводине. Од 10 постројења која имају статус повлашћеног произвођача, само једно постројење у потпуности користи топлотну енергију поред електричне енергије. Проблем искоришћавања топлотне енергије је у непостојању топлотног конзума којем би се понудила иста или у неисплативости дистрибуције на удаљене локације.

6.3.1.3. Сумарна анализа идентификације главних узрочника ниске искоришћености биомасе за енергетске потребе

Имајући у виду добијене резултате истраживања кључних фактора искоришћености биомасе за енергетске потребе (представљене у потпоглављу 6.2) истакнуте су препоруке

које би значајније допринеле коришћењу биомасе за енергетске потребе и оне би подразумевале следеће [182]:

- ✓ Давање подстицајних средстава пољопривредним произвођачима за куповину механизације, опреме и постројења (од стране републичких и покрајинских органа власти), али и улагање у едукацију пољопривредних произвођача;
- ✓ Увођењем загарантованих квота за откуп произведене енергије у процесу директног сагоревања пољопривредне биомасе, односно загарантованих откупних цена енергије за повлашћене произвођаче енергије, смањио би се утицај одређених интересних група које не фаворизују овај вид енергије;
- ✓ Имплементацијом претходна два навода као и отварањем слободног тржишта биомасе (више регионалних центара за откуп биомасе) и обезбеђење загарантованих откупних цена биомасе, омогућила би се економска оправданост коришћења биомасе. На овај начин корист од употребе биомасе имао би већи број људи (произвођачи биомасе, трговци, логистичари, повлашћени произвођачи, крајњи корисници итд.);
- ✓ Обезбеђењем топлотног конзума за произведену енергију током читаве године решио би се проблем континуираног пласмана енергије и оправданости овог вида производње енергије. Коришћењем нпр. произведене топлотне енергије за испомоћ у грејању градова и општина у знатној мери би се могло умањити коришћење фосилних горива с једне стране, а с друге стране би се користили локално доступни извори енергије. Овакав вид пласмана топлотне енергије је сасвим оправдан из разлога што би јединице локалне самоуправе произвођачима топлотне енергије могле дати/платити подстицајне *Feed-in* тарифе за произведену топлотну енергију, а ови би даље могли платити биомасу пољопривредним произвођачима.

У будућем периоду уз уважавање претходно наведених препорука, за очекивати је остварење следећих бенефита:

- ✓ производња значајних количина енергије,
- ✓ диверзификација националног тржишта енергента,
- ✓ пласман произведене топлотне енергије за испомоћ у грејању градова и општина,
- ✓ остваривање профита,
- ✓ могућност извоза биомасе,
- ✓ корист од употребе биомасе имаће већи број људи (произвођачи биомасе, трговци, логистичари, крајњи корисници итд.),
- ✓ заштита природних ресурса (воде, ваздуха, земљишта), фауне итд.

6.3.2. Упоредивање резултата истраживања са резултатима других аутора

Веома је значајно упоредити резултате истраживања искоришћености биомасе за енергетске и друге потребе са истраживањима спроведеним у земљама које су лидери у кориштењу пољопривредне биомасе у енергетске сврхе, као што су Шведска и Данска. *Bentsen et al. (2016)* су 2012. године у Шведској анализирали искоришћеност биомасе сламе за различите намене. Њихова истраживања су показала да је слама сакупљена на 40% укупних површина засађених житарицама, односно са ~1,02 милиона ха [16]. Од сламе са ових површина 73% је искоришћено за простирку/заоравање, 13% за потребе исхране стоке и 9% за енергетске потребе грејања, (тј. 3,6% од укупне површине или 36.000 ха) [16]. Истраживања која су спровели *Ericsson and Nilsson (2006)* указују на чињеницу да се у Данској од 20 до 40% жетвених остатака из пољопривредне производње користи за енергетске потребе [52].

Слични резултати истраживања искоришћености потенцијала биомасе за енергетске потребе (директним сагоревањем) из дисертације су изнети у *Стратегији развоја енергетике Републике Србије до 2025. године са пројекцијама до 2030. године (2015)*, према којима се пољопривредна биомаса користи свега око 2% [154].

Резултати истраживања у дисертацији су показали да се 2,64% жетвених остатака спаљује на њиви. Паљење жетвених остатака у пољима је проблем у великом броју земаља широм света. Према *Liu et al. (2008)* у Кини се 20,5% жетвених остатака одбацује или директно неконтролисано спаљује на њивама, за енергетске потребе користи се 37,5% (од чега 37% биљних остатака директно сагоревају пољопривредници, а 0,5% се користи за биогазна постројења), 23% се користи за сточну храну, 4% за индустријске потребе и 15% губи током сакупљања [83]. У Индији удео спаљених жетвених остатака износи од 8 до 80% (*Bhuvaneshwari et al. (2019); Jain et al. (2014)*) [30,63], највише се пале жетвени остаци риже ~43%, пшенице ~21%, шећерне трске ~19% и уљарица ~5% (*Bhuvaneshwari et al. (2019); Sahai et al. (2011)*) [30,143]. *Alatzas et al. (2019)* наводе да се на територији Европе, конкретно у Грчкој, пале значајне количине биомасе на њивама [3].

6.3.3. Завршна анализа резултата истраживања

Производња биомасе (жетвених остатака) у пољопривреди зависи од више фактора као што су: врсте усева, примене агротехничких операција, климатских услова, педолошких услова, региона и сл. Количина остатака биомасе директно је зависна од производње културе која се узгаја, јединичног приноса пољопривредне културе и површине на којима се узгаја.

Доступност укупно посматраних количина биомасе (жетвених остатака) у истраживању зависила је од количине остатака који су се безбедно могли уклонити са земљишта, на тај начин да се обезбеди одрживост пољопривредне производње, пре свега плодност земљишта.

Резултати истраживања искоришћености биомасе показали су следеће резултате: 2,75% биомасе је искоришћено за исхрану стоке, 91,46% за простирку и заоравање и 5,79% је сагорено. Резултати истраживања су показали да се од укупно расположиве пољопривредне биомасе из биљне производње сагорело 5,79% биомасе, од чега се 3,15% искористило за енергетске потребе (директно сагоревање), а 2,64% је спаљено на њиви. У истраживањима биомасе искоришћене за енергетске потребе, биомаса се користила за производњу топлотне енергије у газдинствима која су производила биомасу и предузећима која су купила овај енергент, односно индустријским комплексима, као што су фабрике уља, сушаре семенског кукуруза и сл.

Веома значајан проблем данас у АП Војводини јесте тај што се без икакве контроле спаљују жетвени остаци на њивама, загађујући тако животну средину (природне ресурсе) и штетно делујући на микрофлору и фауну у агроекосистему. Истраживања представљена у оквиру дисертације указују на то да на ове проблеме нису имуне и друге земље широм света. Међутим, на овај начин збрињавање/уништавање жетвених остатака причињава и велике материјалне штете, јер неретко ватрене стихије захватају и шуме и друге објекте. Такође, нарушена је безбедност учесника у саобраћају и много људи је на крају изгубило своје животе. Неконтролисаним спаљивањем жетвених остатака на њивама, у континуитету се губе значајне количине енергије, а самим тим и значајни износи новца.

Искуства са терена такође указују да су поједини пољопривредни произвођачи/власници газдинстава заинтересовани за коришћење биомасе у својим енергетским постројењима и коју би најрадије купили. Прецизније речено, они нису вољни да исту користе са својих поседа јер је заоравају у циљу повећања плодности земљишта.

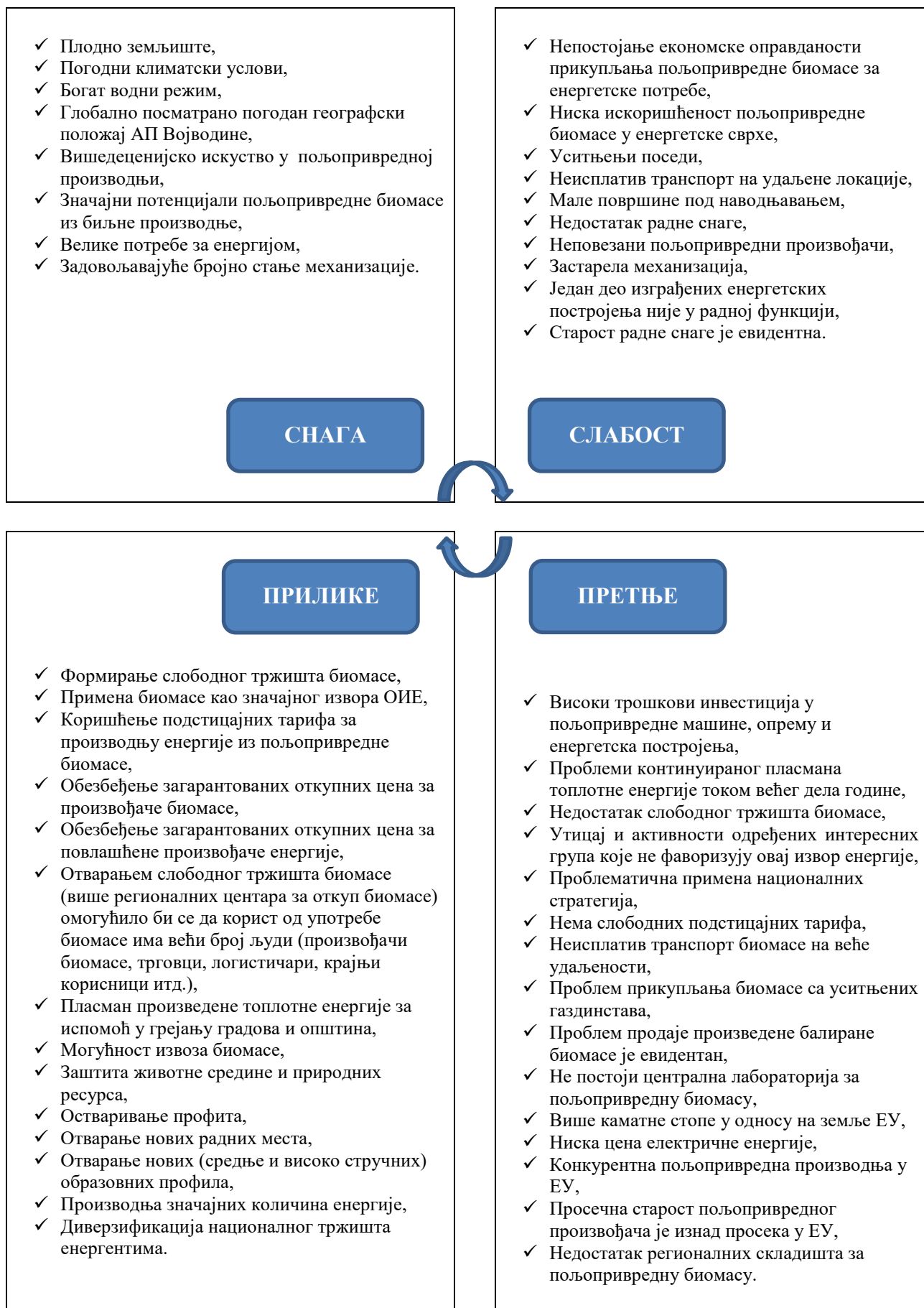
Истраживања су показала да се на посматраним газдинствима налазе енергетска постројења која производе топлотну енергију у процесу директног сагоревања чврсте пољопривредне биомасе чија је просечна старост ~11 година. Код њих не постоји устаљена производња енергије из чврсте биомасе у континуитету током читаве године. Највећи проблем прикупљања биомасе у пракси представљају свакако уситњена газдинства. Биомасом за енергетске потребе углавном се не тргује, него су енергетска постројења оријентисана на извор сировина са сопствених газдинстава. Истраживања на посматраним енергетским постројењима су показала да се 88% котлова на биомасу налази у радном стању, а да свега 36% има аутоматизован просец рада.

За озбиљније инвестиције у примени биомасе у енергетске сврхе потребна је подстицајна подршка свих органа власти. До данас, ако посматрамо период од 1980. године мало је било планских подстицајних подршки од органа власти. АП Војводина је почетком осамдесетих година прошлог века донела законску регулативу која је допринела значајнијим улагањима у изградњу енергетских постројења. Република Србија давањем *Feed in tariff-a* после 2010. године потпомогла је бржу исплативост појединих енергетских постројења на биогорива (биогазних), кроз подстицајне цене за произведену електричну енергију. Међутим, ако се посматра само чврста пољопривредна биомаса односно производња топлотне енергије директним сагоревањем биомасе, нису евидентирани неки помаци. Као кључан недостатак истиче се непостојање економске оправданости употребе биомасе за енергетске потребе, високи трошкови инвестиција у пољопривредне машине, опрему и енергетска постројења, проблем континуираног пласмана енергије током читаве године и утицај и активности одређених интересних група које не фаворизују овај извор енергије. За било каква даља планска и системска улагања, поред претходно наведених доказаних недостатака, треба кренути од формирања слободних одрживих тржишта биомасе, као што је нпр. урађено у Литванији. Слободно тржиште биомасе је први предуслов за озбиљне одрживе инвестиције, нова радна места, сигурно снабдевање овим енергентом, диверзификацију локалног/регионалног енергетског тржишта, остваривање профита итд. Такође, за оправданост рада ових техничких система треба обезбедити континуиран пласман енергије, односно пре свега топлотни конзум током читаве године.

Сва проблематика везана за искоришћеност биомасе у енергетске сврхе представљена кроз теоријска и експериментална истраживања, као и искуства стечена током израде ове дисертације приказана је применом технике SWOT анализе. Ова анализа приказује снагу и слабости посматраних пољопривредних газдинстава односно, шансе и опасности из спољње средине, сл.5.4.

Код инсталираних когенеративних биогазних постројења може се закључити да ретки искоришћавају топлотну енергију, јер имају проблем са дистрибуцијом топлотне енергије односно са недостатком топлотног конзума.

Прелазак на биомасу у АП Војводини је идеалан за све енергане које користе фосилна горива, јер су то енергенти који су како ценовно тако и еколошки потпуно неприхватљиви. За исти еквивалент произведене енергије, биомаса је од 6,25 до 8,75 пута еколошки прихватљивија од других фосилних извора енергије. У дисертацији је наведен пример у којем је показано да је пољопривредна биомаса (окласак) 2,22 пута јефтинија од природног гаса.



Слика 5.4. SWOT анализе - Искоришћеност пољопривредне биомасе за енергетске потребе

6.4. КЉУЧНИ РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Кључни резултати истраживања су:

- ✓ За енергетске потребе тренутно се користи свега 3,15% теоријског потенцијала биомасе, односно 9,95% техничког потенцијала биомасе;
- ✓ Како би се достигао укупан технички потенцијал чврсте пољопривредне биомасе, тренутна искоришћеност се може увећати још за 10,05 пута, а да се негативно не утиче на одрживост пољопривредне производње;
- ✓ У укупној количини искоришћености биомасе за различите намене 5,79% је било сагорено (за потребе производње топлотне енергије и спаљено на њиви), 91,46% је искоришћено за простирку и заоравање, 2,75% за исхрану стоке [182];
- ✓ Од укупно сагорене биомасе из биљне производње 54,40% је искоришћено за производњу топлотне енергије, а 45,60% је спаљено на њиви;
- ✓ Енергетска постројења за производњу топлотне енергије у процесу директног сагоревања чврсте биомасе раде мали број дана у току године (просечно 140,23 дана);
- ✓ Процент постројења за сагоревање чврсте биомасе који се налази у радном стању износио је 88%;
- ✓ Ниво аутоматизованих постројења за сагоревање чврсте биомасе је био 36%;
- ✓ Просечна старост постројења за сагоревање чврсте биомасе износила је ~11 година.

Као главни фактори ниске искоришћености употребе биомасе за енергетске потребе у процесу директног сагоревања истичу се:

- ✓ непостојање економске оправданости употребе биомасе за енергетске потребе,
- ✓ високи трошкови инвестиција у пољопривредне машине, опрему и енергетска постројења,
- ✓ проблем континуираног пласмана енергије током читаве године и
- ✓ утицај и активности одређених интересних група које не фаворизују овај извор енергије.

7. ЗАКЉУЧАК

Коришћење пољопривредне биомасе за енергетске потребе у Републици Србији, односно АП Војводини, могло би да има у перспективи кључну улогу која се уклапа у постојеће стратегије које промовише ЕУ у циљу ублажавања климатских промена, побољшања енергетске сигурности и одрживог развоја пољопривреде и руралних подручја.

Истраживања су показала ниску искоришћеност пољопривредне биомасе за енергетске потребе директним сагоревањем. Резултати истраживања указују на постојање огромног потенцијала неискоришћене пољопривредне биомасе у енергетске сврхе у АП Војводини, где постоји могућност да се још 90,05% техничког потенцијала биомасе искористи за енергетске потребе. Знатан део биомасе пали се на њиви уместо да се искористи за енергетске потребе. Негативне последице паљења жетвених остатака су свакако уништење флоре и фауне, негативан утицај на стање животне средине, смањења органске материје у земљишту и сл.

Бројни су разлози који указују зашто је ниска искоришћеност чврсте биомасе за енергетске потребе производње енергије у процесу директног сагоревања. Као кључни разлози истичу се непостојање економске оправданости употребе биомасе за енергетске потребе, високи трошкови инвестиција у пољопривредне машине, опрему и енергетска постројења, проблем континуираног пласмана енергије током читаве године и утицај и активности одређених интересних група које не фаворизују овај извор енергије. Како би се елиминисале ове баријере, први корак би свакако требао да буде помоћ владиног сектора кроз давање загарантованих подстицајних тарифа за произвођаче топлотне енергије из процеса директног сагоревања чврсте пољопривредне биомасе. За очекивати је да ова мера допринесе расту откупних цена биомасе (које треба да у дужем временском периоду буду загарантоване), отварању и уређењу слободног тржишта биомасе, отварању више регионалних центара за откуп биомасе, едукацији пољопривредних произвођача и сл.

С обзиром да јединице локалне самоуправе (градови и општине) имају надлежност над топлотном енергијом, а Република Србија над гасом и електричном енергијом, за очекивати је да се у наредном периоду кроз правна акта јединице локалне самоуправе пропишу подстицајне мере за давање *Feed in* тарифе за производњу топлотне енергије из разних ОИЕ, па и из процеса директног сагоревања пољопривредне биомасе. Ове подстицајне мере у значајној мери ће допринети већем уделу искоришћености пољопривредне биомасе за енергетске потребе и заштити природних ресурса.

Како би се унапредила употреба овог извора енергије у наредном периоду требало би истраживачке радове усмерити у истраживања економике производње биомасе, разлоге

спаљивања жетвених остатака на њивама, стања технике, опреме и постројења за биомасу, бенефите које доноси употреба биомасе у односу на друга фосилна горива и сл.

Такође, очекује се ће се са повећањем броја становника на планети земљи повећати и пољопривредне површине које ће засигурно утицати и на количину биомасе која ће се производити. У том контексту потенцијали енергије који се очекују од пољопривредне биомасе из биљне производње ће бити итекако значајнији.

7.1. Научни допринос истраживања

Сва изложена и презентована материја кроз истраживачке радове у оквиру докторске дисертације представља значајан допринос истраживању искоришћености потенцијала чврсте биомасе из биљне производње за енергетске потребе, односно главним узрочницима који најбоље описују тренутну искоришћеност биомасе у пракси.

Допринос спроведених истраживања огледа се у оригиналности приступа истраживању проблематике искоришћености чврсте пољопривредне биомасе, исказаном кроз комбинацију разних метода, техника и анализа. Најзначајнији научни допринос истраживања представљеног у дисертацији огледа се у оригиналном приступу решавању проблема истраживања, заснованог на моделу вишеструке линеарне регресије. Спроведено истраживање на својствен начин како математички, тако и научно, резултовало је решењем које указује који су кључни разлози недовољне искоришћености чврсте биомасе из биљне производње за енергетске потребе. На овај начин спроведена истраживања и верификовани математички модел могу послужити за решавања разних научних проблема, како у пољопривредној производњи, тако и у другим областима и делатностима.

Научни допринос резултата истраживања огледа се у:

- ✓ Извођењу истраживања искоришћености чврсте биомасе из биљне производње за различите намене (енергетске потребе, исхрану стоке и за простирку и заоравање);
- ✓ Дефинисању вредности техничког потенцијала чврсте биомасе прорачунате са фактором одрживости који обезбеђује одржавање плодности пољопривредног земљишта;
- ✓ Указивању на ниску искоришћеност чврсте пољопривредне биомасе из биљне производње за енергетске потребе производње енергије (директним сагоревањем), односно постојање огромног потенцијала чврсте биомасе који би се могао искористити за енергетске потребе;
- ✓ Дефинисању главних узрочника који најбоље детерминишу ниску искоришћеност чврсте биомасе за енергетске потребе;

- ✓ Указивању на проблематику паљења чврсте биомасе (жетвених остатака) на њивама. На овај начин губе се огромне количине енергије, загађује се животна средина (природни ресурси), флора, фауна итд.

7.2. Доказивање (оповргавање) хипотеза

Научно истраживање спроведено у оквиру докторске дисертације имало је за циљ да квантификује ниво искоришћености чврсте биомасе из биљне производње у АП Војводини за енергетске потребе (директним сагоревањем), односно да идентификује кључне факторе који би допринели оптималном управљању овим ресурсом. На основу обављених истраживања постављени циљ у оквиру дисертације остварен је доказивањем следећих хипотеза:

- ✓ Хипотеза по којој се за енергетске потребе (директним сагоревањем) користи мање од 20% техничког потенцијала биомасе - **је потврђена**. Резултати истраживања указали су на ниску искоришћеност чврсте биомасе из биљне производње за енергетске потребе, где је свега 9,95% била искоришћеност техничког потенцијала биомасе;
- ✓ Хипотеза по којој *нерационално коришћење чврсте биомасе - спаљивањем износи до 3% техничког потенцијала биомасе* - **није потврђена**. Наиме, резултати истраживања указали су на то да нерационално спаљена биомаса износи 8,35% техничког потенцијала биомасе;
- ✓ Хипотеза по којој *на пољопривредним газдинствима која обрађују <100 ha, фактор са највећим утицајем на оптимално управљање ресурсом биомасе у енергетске сврхе је „Непостојање слободног тржишта биомасе”* - **није потврђена**. Резултати истраживања су показали да фактор са највећим утицајем представљају „Високи трошкови инвестиција у пољопривредне машине, опрему и савремена енергетска постројења”. Вредност коефицијента наведеног фактора износила је -0,132;
- ✓ Хипотеза по којој *на пољопривредним газдинствима која обрађују >1.000 ha, фактор са највећим утицајем на оптимално управљање ресурсом биомасе у енергетске сврхе је „Проблем континуираног пласмана енергије током читаве године”* - **је потврђена**. Резултати истраживања су показали да је вредност коефицијента наведеног фактора износила -0,037.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Avcioglu, A.O., Dayioglu, M.A., Türker, U. (2019). Assessment of the Energy Potential of Agricultural Biomass Residues in Turkey. *Renewable Energy*, 138, 610-619. <https://doi:10.1016/j.renene.2019.01.053>
- [2] Al Afif, R., Pfeifer, C., Pröll, T. (2019). In book: Cotton Research, Chapter: Bioenergy Recovery from Cotton Stalk. *Intechopen*, 1-19, p.1 <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.88005>
- [3] Alatzas, S., Moustakas, K., Malamis, D., Vakalis, S. (2019). Biomass Potential from Agricultural Waste for Energetic Utilization in Greece. *Energies*, 12, 1095. <https://doi.org/10.3390/en12061095>
- [4] Allen, A., Voiland, A. (2017). NASA Earth Observatory, Haze Blankets Northern India. Available online: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/91240/haze-blankets-northern-india> (Downloaded: 17 July 2019).
- [5] Andreae, M.O. (1991). Biomass Burning: Its History, Use, and Distribution and Its Impact on Environmental Quality and Global Climate. In *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*, Levine, J.S., Ed. *MIT Press*, London, UK, 3-21.
- [6] Анкета о структури пољопривредних газдинстава 2018. (2019). Воћарство. *Републички завод за статистику*, Република Србија, Београд, с.72.
- [7] Ашоња, А., Бркић, М. (2014). Еколошки аспекти коришћења окласка као биогорива на семенским центрима, *Proceedings of the International Scientific Conference ETIKUM 2014 - Metrology and Quality in Production Engineering and Environmental Protection*, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за производно машинство & CASE-LCA Network - LCA мрежа централне и југоисточне Европе, No.ЕЕ-4, 19-20 јун, 221-224, Нови Сад, Србија.
- [8] Ашоња, А, Бркић, М. (2013). Енергетска ефикасност сушаре семенског кукуруза на окласак, *Зборник радова са I научно-стручног скупа: „Енергетска ефикасност“*, Висока техничка школа струковних студија Нови Београд и Друштво за техничку дијагностику Србије, No.ЕЕ-4, 25 октобар, Београд, Србија, 34-52.
- [9] Ашоња, А., Бркић, М. (2014). Оправданост коришћења окласка као биогорива, *Зборник радова - II научно-стручни скуп „Енергетска ефикасност“*, Висока техничка школа струковних студија Нови Београд, No.ЕЕ-5, 12 децембар, 45-53.
- [10] Ашоња, А., Глуваков, З., Десница, Е., Пекез, Ј., Палинкаш, И. (2016). Проблематика производње енергије биомасе из животињског отпада у Републици Србији. *Техничка дијагностика*, 15 (1), 13-18.

- [11] Ašonja, A., Desnica, E., Radovanović Lj. (2017). Energy Efficiency Analysis of Corn Cob Used as a Fuel. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 12 (1), 1-7. <https://doi.org/10.1080/15567249.2014.881931>
- [12] Ашоња, А., Манојловић, К., Алиђукић, Е. (2017). Зелена енергија. *Тренинг центар за едукацију - Агенција за енергетику Града Новог Сада*, Нови Сад, р.19-20.
- [13] Ашоња. А., Шкрбић, С., Десница, Е. (2019). Анализа потенцијала биомасе ораха и лешника у Републици Србији. *Трактори и погонске машине*, 24 (3/4), 101-106.
- [14] Vanja, M., Scarlat, N., Monforti, F., Dallemand, J-F. (2013). Renewable energy progress in EU 27 (2005-2020), *Luxembourg: Publications Office of the European Union*, EUR 26481 EN.
- [15] Бањац, М. (2019). Неки еколошки и економски аспекти примене биомасе у топланама Републике Србије. *KeepWarm*, с.15.
- [16] Bentsen, N.S., Nilsson, D., Larsen, S., Stupak, I. (2016). Agricultural Residues for Energy in Sweden and Denmark – Differences and Commonalities. *IEA Bioenergy*, р.11.
- [17] Bentsen, N.S., Felby, C., Thorsen, B.J. (2014). Agricultural Residue Production and Potentials for Energy and Materials Services. *Progress in Energy and Combustion Science*, 40, 59-73. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2013.09.003>
- [18] Берадић, Ј. (1990). Енергетски биланс и економичност брикетирања пољопривредних отпадака на ДП „Бачка” Стара Моравица, *Зборник радова: са III научног скупа: „Процесна техника и енергетика у пољопривреди” (ПТЕП 90)*, Опатија, 84-88.
- [19] Билтен - Актуелно у свету енергетике, (2018). *Агенција за енергетику Републике Србије*, бр.482, с.1.
- [20] Билтен - Сеча шуме. (2006). *Републички завод за статистику Републике Србије*.
- [21] Биомаса - енергија свуда око нас. (2018). Водич за инвеститоре: реализација пројеката обновљивих извора енергије уз подршку IPARD програма. *UNDP-GEF-Министарство рударства и енергетике – Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије*, с.13,14 и 17.
- [22] Biofuels for transportation. (2004). *International Energy Agency (IEA)*, Paris.
- [23] BP Statistical Review of World Energy 2019, 68th edition. *BP*, London, UK, 2019, р.12.
- [24] Бркић, М. (1986). Коришћење неких неконвенционалних извора енергије у протеклој деценији у Војводини. *Савремена пољопривредна техника*, 12 (3), 81-85.
- [25] Бркић, М. (2016). Примена обновљивих извора енергије у пракси. *Трактори и погонске машине*, 21 (4), 76-85.
- [26] Бркић, М., Глуваков, З. (2016). Развој и опремање погона за пелетирање и брикетирање биомасе. *DIGNET*, Зрењанин, с.10 и17.

- [27] Бркић, М., Јанић, Т. (2009). Брикетирање и пелетирање биомасе. *Универзитет у Новом Саду - Пољопривредни Факултет Нови Сад*, с.17,18 и 20.
- [28] Brnabić, A., Turković, M. (2015). Renewable Energy Sources in Serbia and the Regional Perspective A Road Map for Deploying Renewable Energy Sources in Serbia and the Regional Perspective. *Center for International Relations and Sustainable Development (CIRSD)*, p.30.
- [29] Brosowski, A., Adler, P., Erdmann, G., Stinner, W., Thrän, D., Mantau, U., Blanke, C., Mahro, B., Hering, T., Reinholdt, G. (2015). Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen. Status quo in Deutschland. *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)*, Gülzow-Prüzen, Deutschland, p.5.
- [30] Bhuvaneshwari, S., Hettiarachchi, H., Meegoda, J. (2019). Crop Residue Burning in India: Policy Challenges and Potential Solutions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (5), 832, 1-19. <https://doi:10.3390/ijerph16050832>
- [31] Börjesson P.I.I. (1996). Energy analysis of Biomass Production and Transportation. *Biomass and Bioenergy*, 11 (4), 305-318. [https://doi.org/10.1016/0961-9534\(96\)00024-4](https://doi.org/10.1016/0961-9534(96)00024-4)
- [32] Видојевић, Д. (2016). Процена резерви органске материје у земљиштима Србије, Докторска дисертација. *Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет*, Нови Сад, с.190.
- [33] Висковић, Ј., Црнобарац, Ј., Латковић, Д., Јаћимовић, Г., Аћин, В. (2018). Хемијски састав зрна и сламе пшенице гајене при различитим количинама NPK хранива. *Зборник радова „ XXIII Саветовање о биотехнологији ”*, 9-10 март, Чачак, 102-106.
- [34] Gadi, R., Kulshrestha, U.C., Sarkar, A.K., Garg, S.C., Parashar, D.C. (2011). Emissions of SO₂ and NO_x from Bio-Fuels in India. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 55 (3), 787-795. <https://doi.org/10.3402/tellusb.v55i3.16370>
- [35] Гвозденац, Д., Накомчић-Смарагдакис, Б., Гвозденац-Урошевић, Б. (2011). Обновљиви извори енергије. *Факултет техничких наука*, Нови Сад, с.13 и 14.
- [36] Gebreegziabher, T., Oyedun, A.O., Luk, H.T., Lam, T.Y.G., Zhang, Y., Hui, C.W. (2014). Design and Optimization of Biomass Power Plant. *Chemical Engineering Research and Design*, 92 (8), 1412–1427. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2014.04.013>
- [37] Giovanni, C. (2014). The First Oil Shock, Stylized Facts, Reflections and the Easterly Puzzle in a Forty-Year Retrospective. *MPRA*, Paper No.58130, p.3.
- [38] Годишњи извештај Министарства рударства и енергетике Републике Србије за 2016. годину - Биогас Пример доо. *ГЕФ - Министарство рударства и енергетике Републике Србије - UNDP*, 2017, с.12.

- [39] Годишњи извештај о остваривању циљева уштеде енергије за ЈЛС, органе Републике Србије и органе Аутономне Покрајине, Табела: Конверзије мерних јединица.
- [40] Grassi, G. (1991). Produzione di elettricità da risorse da biomassa. *Agricoltura e Innovazione*, No.19, 40-46.
- [41] Devi, S., Gupta, C., Jat, S.L., Parmar, M.S. (2017). Crop Residue Recycling for Economic and Environmental Sustainability: The case of India. *Open Agriculture*, 2 (1), 486-494. <https://doi.org/10.1515/opag-2017-0053>
- [42] De Groot, A.D. (1961). Methodologie: Grondslagen van onderzoek en denken in de gedragswetenschappen (Methodology: Foundations of inference and research in the behavioral sciences). *The Hague: Mouton*, Netherlands.
- [43] Di Blasi, C., Tanzi, V., Lanzetta, M. (1997). A Study on the Production of Agricultural Residues in Italy. *Biomass and Bioenergy*, 12 (5), 321-331. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(96\)00073-6](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(96)00073-6)
- [44] Dukes, J.S. (2003). Burning Buried Sunshine: Human Consumption of Ancient Solar Energy. *Climatic Change*, 61(1/2), 31-44. <https://doi.org/10.1023/a:1026391317686>
- [45] Dyrelund, A. (2008). The Danish Heating Sector Can be CO₂ Neutral before 2030. Hot-Cool International magazine on district heating and cooling : Focus District Heating from a CO₂ Perspective. *DBDH*, No.4, 10-13.
- [46] Ђевић, М., Димитријевић, А., Блажин, Д., Блажин, С. (2008). Могућности коришћења остатака из прераде воћа као горивног материјала. *Часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди - РТЕР*, 12 (3), 111-114.
- [47] Ђукановић, С. (2014). Еколошка енергетика. *АГМ књига*, Београд, с.64.
- [48] Ђурић, К., Свијановић, Д., Продановић, Р., Ћавлин, М., Кузман, В., Лукач Булатовић, М. (2019). Serbian Agriculture Policy: Economic Analysis Using the PSE Approach. *Sustainability*, 11, 309. <https://doi.org/10.3390/su11020309>
- [49] Ђуровић, Д. (2008). Contribution to the Development of Baled Biomass Combustion from Agricultural Production, Master thesis. *Faculty of mechanical engineering*, Belgrade, Serbia.
- [50] Ђуровић, Д., Дакић, Д., Репић, Б., Немода, С., Живковић, Г., Ерић, А. (2010). Економска оправданост изградње постројења за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије коришћењем пољопривредне биомасе. *Савремена пољопривредна техника*, 36 (4), 373-381.
- [51] Ерић, А., Репић, В., Дакић, Д., Паприка, М. (2006). Analysis of the Characteristics Many Types of Agricultural Biomass Products, Internal report, NIV-ITE-315, Laboratory for thermal engineering and energy. *Institute of nuclear sciences "Vinča"*, Belgrade, Serbia.

- [52] Ericsson, K., Nilsson L. (2006). Assessment of the Potential Biomass Supply in Europe Using a Resource-Focused Approach. *Biomass Bioenergy*, 30 (1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2005.09.001>
- [53] Заилац, Е. (2017). Сједињене Државе и западни савезници за вријеме нафтне кризе 1973. године, Дипломски рад. *Филозофски факултет Свеучилиште у Загребу*, с.10.
- [54] Zhao, H. (2019). The Economics and Politics of China's Energy Security Transition, Chapter four Energy Crisis: "Natural Disaster" and "Man-Made Calamity". *Academic press*, 65-98. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815152-5.00004-X>
- [55] Zhao, H., Zhang, X., Zhang, S., Chen, W., Tong, D., Xiu, A. (2017). Effects of Agricultural Biomass Burning on Regional Haze in China: A Review. *Atmosphere*, 8 (12), 88. <https://doi.org/10.3390/atmos8050088>
- [56] Извештај са Организоване студијске посете Литванији за стручњаке из Србије на тему коришћења биомасе за производњу топлотне енергије у системима даљинског грејања. *UNDP Србија*. <http://biomasa.undp.org.rs/?p=2606> - (Преузето 26. фебруара 2019. године)
- [57] Из историје житних комбајна (1980). Клуб 100Р плус - <https://agroplus.rs/zanimljivosti-161-2/> (Преузето: 18. маја 2019. године)
- [58] Илин, Ж. Повртарство, Пољопривредни факултет у Новом Саду - Друштво повртара, с.43. Доступна на- <http://polj.uns.ac.rs/wp-content/uploads/files/povrtarstvo/prezentacije/specijalno/09-fabaceae-poaceae.pdf> (Преузето: 12. октобра 2019. године).
- [59] Илић, Б., Адамовић, Ж., Кењић, З., Блаженовић, Р. (2013). Обновљиви извори енергије и енергетска ефикасност. *Српски академски центар*, Нови Сад, с.132.
- [60] International Energy Outlook 2016. (2016). U.S. Energy Information Administration (EIA), Washington, USA, p.1.
- [61] IPCC (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. *IGES*, Japan.
- [62] IPCC (2011). Intergovernmental Panel on Climate Change, Special Reports on Renewable Energy Sources. Summary for Policy Makers, in: 11th Session of Working Group III of the IPCC, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 5-8 May, 2011.
- [63] Jain, N., Bhatia, A., Pathak, H. (2014). Emission of Air Pollutants from Crop Residue Burning in India. *Aerosol and Air Quality Research*. 14, 422-430. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2013.01.0031>

- [64] Јањић, Т. (2019). Ексел апликација за израду биланса пољопривредне биомасе, Пројекат „Смањење баријера за убрзани развој тржишта биомасе у Србији”, Канцеларије програма Уједињених нација за развој (UNDP) у Србији.
- [65] Јаћимовић, Г., Аћин, В., Црнобарац, Ј., Латковић, Д., Манојловић, М. (2017). Ефекти заоравања жетвених остатака на принос пшенице у дуготрајном пољском огледу. *Летопис научних радова*, 41 (1), 1-8.
- [66] Jackson, D., De Backer, C.M., Wilkins, B.C. (1990). Biomass Production Integrated with Electricity Generation in Small Dispersed Systems Connected to National Grids in the European Community - Economic and Social Viability. In: Biomass for Energy and Industry (G. Grassi, G. Gosse, G. dos Santos eds.). *Elsevier Applied Science*, London and New York, Vol.1, pp.341-347.
- [67] Jovanović, B., Parović, M. (2009). Condition and Development of Biomass in Serbia. *Jefferson Institute*, Belgrade, p.6.
- [68] Јордановић, М. (2012). Термички прорачун топоводног котла од 35kW на биомасу. *Универзитет у Нишу, Машињски факултет*, 2012, с.54.
- [69] Јордановић-Васић М. (2009). Употреба биомасе из пољопривредног отпада као обновљивог извора енергије. *Наука + пракса*, No.12, 60-63.
- [70] Johnson, J.M.F., Allmaras, R.R., Reicosky, D.C. (2006). Estimating Source Carbon from Crop Residues, Roots and Rhizodeposits Using the Grain-Yield Database. *Agronomy Journal*, 98 (3), 622-636. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0179>
- [71] Kadam, K.L., McMillan, J.D. (2003). Availability of Corn Stover as a Sustainable Feedstock for Bioethanol Production. *Bioresource Technology*, 88 (1), 17-25. [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(02\)00269-9](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(02)00269-9)
- [72] Kajaste R. (2008). NEFCO Renewable Energy Projects in Russia, Experiences and Challenges. *NEFCO*.
- [73] Kapur, J.C. (2004). Available Energy Resources and Environmental Imperatives, *World Affair*, 10 (1), pp.-
- [74] Kastori R., Tešić M. (2005). Use of Harvest Residues as Alternative Fuel - Advantages and Disadvantages, *Agricultural Engineering – Reports for Southeastern Europe*, 11 (1-4), 22-27.
- [75] Каталог производа од пољопривредне биомасе, (2016). *GEF, Република Србија Министарство рударства и енергетике и Министарство пољопривреде и заштите животне средине, UNDP*, с.17.
- [76] Key world energy statistics (2017). International Energy Agency. *IEA Publications*, Paris.

- [77] Kovačević, V. (2018). Status of Using Agricultural Biomass for Energy Purposes in Serbia. *UNDP Serbia*, p.11,13,14,16 and 30.
- [78] Koopmans, A., Koppejan, J. (1997). Agricultural and Forest Residues Generation, Utilization and Availability. Regional Wood Energy Development Programme in Asia, p.6.
- [79] Кошут, З., Глуваков, З., Ашоња, А., Пекез, Ј., Десница, Е. Палинкаш, И. (2016). Испитивање технолошких карактеристика енергетских пелета од биомасе. *Техничка дијагностика*, 15 (2), 7-13.
- [80] Krausmann, F., Erb, K-H., Gingrich, S., Lauk, C., Haberl, H. (2008). Global Patterns of Socioeconomic Biomass Flows in the Year 2000: A Comprehensive Assessment of Supply, Consumption and Constraints. *Ecological Economics*, 65 (3), 471-478. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.07.012>
- [81] Kulić, F., Gvozdenc, D. (2016). Katalog energetske tehnologije za proizvodnju električne i toplotne energije korištenjem biomase - 2. izdanje, Energy Investment Activity- EIA Project, *USAID Bosnia and Herzegovina*, p.24.
- [82] Lal, R. (1995). The Role of Residues Management in Sustainable Agricultural Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 5 (4), 51-78. https://doi.org/10.1300/j064v05n04_06
- [83] Liu, H., Jiang, G., Zhuang, H., Wang, K. (2008). Distribution, Utilization Structure and Potential of Biomass Resources in Rural China: With Special References of Crop Residues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12 (5), 1402-1418. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.01.011>
- [84] Luterbacher, C., Luterbacher, J. (2015). Break it Down! How Scientists are Making Fuel Out of Plants. *Front. Young Minds.*, 3 (10), pp.1-6. <https://doi.org/10.3389/frym.2015.00010>
- [85] Magó, L. (2010). Survey of Solid Biomass Potentials of Hungarian Agriculture. *Poljoprivredna tehnika*, 35 (4), 27-33.
- [86] Маринковић, А., Репић, Б., Дакић, Д., Младеновић, М., Немода, С. (2011). Експериментално одређивање утицаја адитива на карактеристике пепела пољопривредних биомаса. *Савремена пољопривредна техника*, 37 (2), 175-184.
- [87] Марковић, Д. (2010). Процесна и енергетска ефикасност, *Универзитет Сингидунум*, Београд, с.219.
- [88] Мартинов, М., Бркић, М., Јанић, Т., Ђатков, Ђ., Голуб, М., Бојић, С. (2011). Биомаса у Војводини - RES 2020. *Савремена пољопривредна техника*, 37 (2), 119-134.
- [89] Martinov, M., Kovacs, K., Djatkov Dj. (2012). Biogas Technology. *Faculty of Technical Science*, Novi Sad, p.13.

- [90] Мартинов, М., Тешић, М., Бркић, М. (2006). Остаци биљне производње као извор енергије Case study општина Бечеј, ПИК „Бечеј”. *Савремена пољопривредна техника*, 32 (1-2), 10-17.
- [91] Marulić, M. (2014). Bio Energija - Bio Energy. Centrala – Renewable Energy Resources Promotion, Development and Implementation Centre. Available through: http://www.centrala.org.rs/knjiga%20liber%20perpetuum/06Bio_energija_Bio_Energy.pdf. (Downloaded: 19.08.2016.)
- [92] Matin, A., Krička, T., Jurišić, V., Bilandžija, N., Voća, N., Mrkšić, J. (2013). Energetska iskoristivost ljuske oraħa i lješnjaka, *48th Croatian & 8th International Symposium on Agriculture*, 17-22 february, Dubrovnik, Croatia, pp.836-840.
- [93] "Memorandum From Jan Lodal and Helmut Sonnenfeldt of the National Security Staff to Secretary of State Kissinger" in Foreign Relations of the United States (FRUS) 1969-1974, Vol. XXXVI, 2011, 731.
- [94] Месаровић, М. (2007). Стратегија коришћења биомасе као обновљивог извора енергије. *Ревија агрономска сазнања*, 17 (6), 1-3.
- [95] Миливојевић, Н. (2017). Утицај начина укљањања метлица на принос семенског кукуруза, Мастер рад. *Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет*, Нови Сад, с.25-26.
- [96] Милојић, Б. (1983). Ратарство. *Научна књига*, Београд, с.1 и 233.
- [97] Milhau, A., Fallot, A. (2013). Assessing the Potentials of Agricultural Residues for Energy: What the CDM Experience of India Tells us about Their Availability. *Energy Policy*, 58 (C), 391-402. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.041>
- [98] Митровић, М., Огашановић, Д., Тешовић, Ж., Плазинић, Р., Марић, С., Лукић, М., Радичевић, С., Милинковић, В., Лепосавић, А. (2007). Резултати оплемењивања воћака у институту за воћарство у Чачку. *Савремена пољопривреда*, 56 (6), 50-61.
- [99] Могућности комбиноване производње електричне и топлотне енергије из биомасе у АП Војводини. *Факултет техничких наука у Новом Саду*, Нови Сад, 2008, с.19 и 23.
- [100] Monarca, D., Cecchini, M., Guerrieri, M., Colantoni, A. (2009). Conventional and Alternative Use of Biomasses Derivated by Hazelnut Cultivation and Processing. *Acta horticulturae*, 845, pp.627-634. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.845.98>
- [101] Montgomery, D.R. (2007). Soil Erosion and Agricultural Sustainability, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104 (33), 13268-13272. <https://doi.org/10.1073/pnas.0611508104>
- [102] Monforti, F., Lugato, E., Motola, V., Bodis, K., Scarlat, N., Dallemand, J.-F. (2015). Optimal Energy Use of Agricultural Crop Residues Preserving Soil Organic Carbon stocks

- in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 519529. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.033>
- [103] Morse, R.A. (1981). The Politics of Japan's Energy Strategy Resources-Diplomacy-Security. *Institute of East Asian Studies, University of California, Berkeley*, p.146.
- [104] Nakada, S., Saygin, D., Gielen, D. (2014). Global Bioenergy: Supply and Demand Projections. *IRENA*, Abu Dhabi, UAE.
- [105] Nakomcic-Smaragdakis, B., Sepic, Z., Dragutinovic, N. (2016). Analysis of Solid Biomass Energy Potential in Autonomous Province of Vojvodina. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 186-191. <https://doi:10.1016/j.rser.2015.12.118>
- [106] Национални акциони план за коришћење обновљивих izvora енергије Републике Србије, *Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине*, Република Србија, Београд, 2013, с.7,17 и 18.
- [107] Николић, Р., Бркић, М., Савин, Л., Фурман., Томић, М., Симикић, М. (2016). Потребне количине горива за пољопривреду, водопривреду и шумарство. *Трактори и погонске машине*, 17 (4), 7-14.
- [108] Новаковић, Д., Девић, М. (2000). Остаци резидбе у воћарству и виноградарству као извор енергије. *Часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди – РТЕР*, 4 (1-2), 51-53.
- [109] Ока, S., Jovanović, Lj. (1997). Combustion Cycle and Combustion Lines of Biomass, in Monograph "Biomass - a Renewable Energy Source", *Yugoslav Society of Thermal Engineers - Institute of Nuclear Sciences "Vinča"*, Belgrade, Serbia and Montenegro, p.25-28.
- [110] Palková, Z., Topisirović, G., Adamovský, F., Lukáč, O., Jeremić, M., Baláži, Juraj., Zarić, V. (2016). Agriculture Biomass: its Potential in Slovakia and Serbia. *Slovak University of Agriculture in Nitra*, p.30,41,42 and 45.
- [111] Pallant, J. (2007). SPSS Survival Manual. *Open University Press*, Buckingham. p.13.
- [112] Pathak, S., Jain, N., Bhatia, A. (2012). Crop Residues Management with Conservation Agriculture: Potential, Constraints and Policy Needs. *Indian Agricultural Research Institute Indian Council of Agricultural Research*, New Delhi, India, p.7.
- [113] Pekez, J., Radovanovic, Lj., Desnica, E., Lambic, M. (2016). Increase of Exploitability of Renewable Energy Sources. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 11 (1), 51-57. <https://doi.org/10.1080/15567249.2011.580318>
- [114] Петровић, И. (2013). Могућност примене факторске анализе у социологији: пример проучавања вредносних оријентација. *Социологија*, 55 (4), 557 - 588. <https://doi.org/10.2298/SOC1304557P>

- [115] Петровић, П., Петровић, М., Обрадовић Д. (2018). Потенцијали Србије у производњи пољопривредних производа. *Трактори и погонске машине*, 23 (3/4), 61-72.
- [116] Попис из пољопривреде 2012. (2013). *Републички завод за статистику*, Република Србија, Београд.
- [117] Потенцијали и могућности брикетирања и пелетирања отпадне биомасе на територији Покрајине Војводине. *Покрајински секретаријат за енергетику и минералне сировине*, Нови Сад, 2007, с.17.
- [118] Powlson D. (2006). Cereals Straw for Bioenergy: Environmental and Agronomic Constraints. *In Proc. Expert Consultation: Cereals Straw Resources for Bioenergy in the European Union*, 14-15 October, Pamplona, Spain, 45-59.
- [119] Приручник за енергетске менаџере за област општинске енергетике. *UNDP*, Београд, Србија, 2016, с.93 и 95.
- [120] Prospectus: Flamma Systems, Angelholm, Sweden, 2019.
- [121] Protic, M., Mitic, D., Vasovic, D., Stankovic, M. (2010). Renewable Energy Potentials in Serbia with Particular Regard to Forest and Agricultural Biomass. In: Barbir F., Ulgiati S. (eds) *Energy Options Impact on Regional Security*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. *Springer*, Dordrecht, 309-325. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9565-7_17
- [122] Radivojević, N., Cvijanović, D., Sekulic, D., Pavlovic, D., Jovic, S., Maksimović, G. (2019). Econometric Model of Non-Performing Loans Determinants. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 520 (C), 481-488. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.01.015>
- [123] Radivojevic, N., Cvjetkovic, D., Stepanov, S. (2016). The New Hybrid Value at Risk Approach Based on the Extreme Value Theory. *Estudios de Economia*, 43 (1), 29-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-52862016000100002>
- [124] Радовановић, М., Рац, А., Савић, А. (1995). Прилог карактеризацији брикета од љуске сунцокрета, Зборник радова: „Биомаса”. *ИПП Младост и Еколошки покрет Југославије*, Београд, 199-208.
- [125] Радојевић, Р., Живковић, М., Урошевић, М., Вулић, Т., Радивојевић, Д. (2005). Биљни остаци резидбе воћњака као биомаса и обновљиви извор енергије. *Часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди – РТЕР*, 9 (3-4), 85-88.
- [126] Радојевић, Р., Живковић, М., Радивојевић, Д., Божић, С. (2007). Стање и могућности коришћења биомасе као обновљивог извора енергије. *Пољопривредна техника*, 32 (2), 79-86.

- [127] Радојевић, Р., Живковић, М., Урошевић, М., Радивојевић, Д. (2007). Технолошко-технички аспекти коришћења остатака резидбе воћака и винове лозе. *Часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди – РТЕР*, 11 (1-2), 32-36.
- [128] Развој националног агро-еколошког програма за Србију (2011). *IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)*, Гланд, Швајцарска, с.18.
- [129] Раонић, Н. (2012). Примена иновација у процесу производње ЈКП „Зеленила”, Мастер рад, *Факултет за економију и инжењерски менаџмент*, Нови Сад, с.46.
- [130] Rattray, J.C., Jones, M.C. (2007). Essential Elements of Questionnaire Design and Development. *Journal of Clinical Nursing*, 16 (2), 234-243. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2006.01573.x>
- [131] Rathod, P.H., Bhojar, S.M., Katkar, R.N., Kadu, P.R., Jadhao, S.D., Konde, N.M., Deshmukh, P.W., Patle, P.N. (2019). Recycling and Management of Crop Residues for Sustainable Soil Health in Climate Change Scenario with Farmer’s Profit as Frontline Moto. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8 (2S), 51-55.
- [132] Reicosky, D.C., Wilts, A.R. (2005). Crop-Residue Management. *Encyclopedia of Soils in the Environment*, 334-338. <https://doi:10.1016/b0-12-348530-4/00254-x>
- [133] REN21 Secretariat (2014). Renewables 2014 Global Status Report, Paris France.
- [134] REN21 Secretariat (2018). Renewables 2018 Global Status Report, Paris France.
- [135] Rogner, H-H., Aguilera, R.F., Bertani, R., Bhattacharya, S.C., Dusseault, M.B., Gagnon, L., et al. Chapter 7 - Energy Resources and Potentials. In: *Global Energy Assessment e Toward a Sustainable Future*. Cambridge, UK and New York, NY/ Laxenburg, Austria: *Cambridge University Press/USA and the International Institute for Applied Systems Analysis*, 2012. p.423.
- [136] Rosentrater, K.A., Todey, D., Persyin, R. (2009). Quantifying Total and Sustainable Agricultural Biomass Resources in South Dakota - A Preliminary Assessment. *Agricultural Engineering International*, 11, Manuscript 1059-1058-1. <https://doi.org/10.13031/2013.23075>
- [137] Rossi, A.M., Hinrichs, C.C. (2011). Hope and Skepticism: Farmer and Local Community Views on the Socio-Economic Benefits of Agricultural Bioenergy. *Biomass and Bioenergy*, 35 (4), 1418-1428. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.08.036>
- [138] Ружичић, Л.Н., Костадиновић, Л., Почуча, Н., Петровић, П. (2012). Утицај биомасе на смањење емисије угљен диоксида. *Пољопривредна техника*, 37 (3), 37-44.
- [139] Runkel, P.J., McGrath, J.E. (1972). Research on Human Behavior: A Systematic Guide to Method. *Holt, Rinehart and Winston, Inc*, USA.

- [140] Ryan, P. Openshaw, K. (1991). Assessment of Biomass Energy Resources: A Discussion on it's Needs and Methodology. *World Bank*, p.51.
- [141] Савин, Л., Николић, Р., Томић, М., Милеуснић, З., Радосављевић, Д., Стеља, Ж. (2016). Мотори и трактори – стање и потребе 2017-2030. *Трактори и погонске машине*, 21 (4), 8-15.
- [142] Савић, Р. (2013). Могућност примене пелета и брикета од биомасе за производњу топлотне енергије у системима даљинског грејања Београда, Докторска дисертација. *Машински факултет*, Београд, с.98.
- [143] Sahai, S., Sharma, C., Singh, S.K., Gupta, P.K. (2011). Assessment of Trace Gases, Carbon and Nitrogen Emissions from Field Burning of Agricultural Residues in India. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 89, 143-157. <https://doi.org/10.1007/s10705-010-9384-2>
- [144] Singh, R., Babu, J.N., Kumar, R., Srivastava, P., Singh, P., Raghubanshi, A.S. (2015). Multifaceted Application of Crop Residue Biochar as a Tool for Sustainable Agriculture: An Ecological Perspective. *Ecological Engineering*, 77, 324-347. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.01.011>
- [145] Слика <https://artsandculture.google.com/asset/gleaners/GgHsT2RumWxbtw?hl=en> – (Преузето: 23. септембра 2019. године)
- [146] Sonnino, A. (1994). Agricultural Biomass Production is an Energy Option for the Future. *Renewable energy*, 5 (5-8), 857-865. [https://doi.org/10.1016/0960-1481\(94\)90105-8](https://doi.org/10.1016/0960-1481(94)90105-8)
- [147] Статистички подаци за биљну производњу 2016-2018, *Републички завод за статистику*, Република Србија, 2019.
- [148] Статистички подаци за вишегодишње засаде 2016-2018, *Републички завод за статистику*, Република Србија, 2019.
- [149] Sterner, M. (2009). Bioenergy and Renewable Power Methane in Integrated 100% Renewable Energy Systems: Limiting Global Warming by Transforming Energy Systems. *Kassel University Press*, Germany, p.45.
- [150] Стојић, М. (2018). Котлови за машинисте, руковаоце и ложаче. *Савез енергетичара Војводине*, Нови Сад, с.11.
- [151] Стратегија одрживог кориштења енергије Загребачке жупаније. Загребачка жупанија. *Регионална енергетска агенција Сјеверозападне Хрватске*, 2009, с.20.
- [152] Стратегија одрживог кориштења енергије Карловачке жупаније. Карловачка жупанија. *Регионална енергетска агенција Сјеверозападне Хрватске*, 2009, с.20.
- [153] Стратегија одрживог кориштења енергије Крапинско-загорске жупаније. Крапинско-загорска жупанија. *Регионална енергетска агенција Сјеверозападне Хрватске*, 2009, с.55.

- [154] Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2025. године са пројекцијама до 2030. године (2015). Службени гласник РС, број 101, с.7.
- [155] Студија: Оправданости коришћења дрвног отпада у Србији. (2009). *Energy Saving Group, Америчка агенција за међународни развој (USAID)*, с.15.
- [156] Студија: Потенцијали и могућности брикетирања и пелетирања отпадне биомасе на територији Покрајине Војводине. *Покрајински секретаријат за енергетику и минералне сировине*, Нови Сад, 2007, с.8.
- [157] Summers, M.D., Jenkins, B.M., Hyde, P.R., Williams, J.F., Mutters, R.G., Scardacci, S.C., Hair, M.W. (2003). Biomass Production and Allocation in Rice with Implications for Straw Harvesting and Utilization. *Biomass and Bioenergy*, 24, 163-173. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00132-0](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00132-0)
- [158] Scarlat, N., Martinov, M., Dallemand, J-F. (2010). Assessment of the Availability of Agricultural Crop Residues in the European Union: Potential and Limitations for Bioenergy Use. *Waste Management*, 30, 1889-1897. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.04.016>
- [159] Shibata, H. (1983). The Energy Crises and Japanese Response. *Resources and Energy*, 5 (2), 129-154. [https://doi.org/10.1016/0165-0572\(83\)90010-5](https://doi.org/10.1016/0165-0572(83)90010-5)
- [160] Toichi, T. (2002). Japan's Energy Policy and Its Implications for the Economy, *3rd Japan - Saudi Business Council Joint - Meeting held in Riyadh*, IEEJ, Saudi Arabia, 5-6 March.
- [161] Tolmac, J., Josimovic, Lj., Prvulovic, S., Cvejic, R., Radovanovic, Lj., Blagojevic, Z., Tolmac, D. (2016). Results of Research on the Energetic and Economic Efficiency of the Use of Biomass for Heating an Agricultural Farm. *Energy Sources Part B: Economics, Planning, and Policy*, 11 (1), 96-101. <https://doi.org/10.1080/15567249.2011.574188>
- [162] Топић, Р., Тупрић, Н. Живковић, М., Топић, Г., Аћимовић, Д. (2015). Развој решења и унапређење технологије за високо температурно сушење струготине, *10th International Scientific Conference on Production Engineering Development and modernization of production RIM 2015*, 4-7 октобар, Дубровник, 1-10.
- [163] Tsai, W.T., Kuo, K.C. (2014). Governmental Policy and Benefit Analysis for Biomass Energy: The Case Study of Taiwan. *Energy Sources. Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9 (1), 9-16. <https://doi.org/10.1080/15567240903586001>
- [164] Tsai, W.T. (2014). Potential Analysis of Common Crop Residues for Bioenergy Sources in Taiwan. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9 (1), 32-38. <https://doi.org/10.1080/15567241003699488>
- [165] Field, A. (2009). *Discovering Statistics using SPSS. Sage Publications Ltd., London*, p.8.

- [166] Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., Falkowski, P. (1998). Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. *Science*, 281 (5374): 237-240.
- [167] Fischer, G. Schrattenholzer, L. (2001). Global Bioenergy Potentials Through 2050. *Biomass and Bioenergy*, 20 (3), 151-159. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(00\)00074-X](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(00)00074-X)
- [168] Franco, S., Pancino, B., Cristofori, V. (2014). Hazelnut Production and Local Development in Italy. *Acta Horticulturae*, 1052, 347-352. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1052.48>
- [169] Hall D.O, Rosillo-Calle F., Williams R.H., Woods J. (1993). Biomass for Energy: Supply Prospects. In: Johansson T.B, et al., editors. *Renewable Energy-Sources for Fuels and Electricity*. Washington, DC: *Island Press*, 593-651.
- [170] Hamilton, J. (2011). Historical Oil Shocks. *Routledge Handbook of Major Events in Economic History*, p.14
- [171] Hennig, C., Brosowski, A., Majer, S. (2016). Sustainable Feedstock Potential – a Limitation for the Bio-Based Economy? *Journal of Cleaner Production*, 123, 200-202. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.130>
- [172] Himmel, M. (2008). Biomass Recalcitrance - Deconstructing the Plant Cell Wall for Bioenergy. *Blackwell Publishing*, London, p.7.
- [173] Hinkin, T.R. (1998). A Brief Tutorial on the Development of Measures for Use in Survey Questionnaires. *Organizational Research Methods*, 1 (1), 104-121. <https://doi.org/10.1177/109442819800100106>
- [174] Holubcik, M., Jandacka, J., Durcansky, P. (2016). Energy Properties of Wood Pellets Made from the Unusual Woody Plants. *AIP Conference Proceedings* 1768, 020013, pp.1-8. <https://doi.org/10.1063/1.4963035>
- [175] Hof, M. (2019). Questionnaire Evaluation with Factor Analysis and Cronbach's Alpha, An Example, working paper, pp.1-11.
- [176] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Bioplín> (Преузето: 07.02.2019. године)
- [177] Camia, A., Robert, N., Jonsson, R., Pilli, R., García-Condado, S., López-Lozano, R., van der Velde, M., Ronzon, T., Gurría, P., M'Barek, R., Tamosiunas, S., Fiore, G., Araujo, R., Hoepffner, N., Marelli, L., Giuntoli, J. (2018). Biomass Production, Supply, Uses and Flows in the European Union. First Results from an Integrated Assessment. *Joint Research Centre (JRC)*, European Union.
- [178] Царић, М., Солеша, Д. (2014). Биомаса као обновљив извор енергије и технологија за производњу биогаса. *DAI*, Лесковац, с.13.

- [179] Chum, H., Faaij, A., Moreira, J., Berndes, G., Dhamija, P., Dong, H., et al. Bioenergy. In: Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., et al., editors. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Cambridge, *Cambridge University Press*, United Kingdom and New York, USA, 2011.
- [180] Чепић, З. (2017). Математичко моделовање сагоревања пшеничне сламе у непокретном слоју са аспекта утицаја промене параметара процеса, Докторска дисертација. *Факултет техничких наука*, Нови Сад, с.46.
- [181] Шеварлић, М. Попис пољопривреде 2012 - Значај база података о пољопривредном земљишту у Србији. [Чланак без навођења имена издавача и године издања], 1-17.
- [182] Škrbić, Š., Ašonja, A., Prodanović, R., Ristić, V., Stevanović, G., Vulić, M., Janković, Z., Radosavac, A., Igić, S. (2020). Analysis of Plant - Production - Obtained Biomass in Function of Sustainable Energy. *Sustainability*, 12 (13), 5486. <https://doi.org/10.3390/su12135486>
- [183] Qiang, Z., Ray, B. (2011). Biomass Energy for Supplemental Heating in a Solar Energy Greenhouse, CSBE/SCGAB 2011 Annual Conference Inn at the Forks, Winnipeg, Manitoba 10-13 July 2011, Paper No.CSBE11-206, pp.1-8.
- [184] Yevich, R., Logan, J.A. (2003). An Assessment of Biofuel Use and Burning of Agricultural Waste in the Developing World. *Global Biogeochemical Cycles*, 17 (4), n/a–n/a. <https://doi:10.1029/2002gb001952>
- [185] Weinanda, J.M., McKennab, R., Fichtnera, W. (2019). Developing a Municipality Typology for Modelling Decentralised Energy Systems. *Utilities Policy*, 57, 75-96. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.02.003>
- [186] WEC, World Energy Council, Survey of Energy Resources 2010: Bioenergy. WEC, 2010. Available from: www.worldenergy.org/publications (Downloaded: 13 July 2018).
- [187] Wiesenthal, T. (2006). Cereals Straw for Bioenergy: Industrial and Logistic Issues, Costs and Implementation. Proceedings of Expert Consultation: Cereals Straw Resources for Bioenergy in the European Union, European Commission, Directorate-General. *Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability* (JRC-IES), 111-116.

Биографија



Синиша Шкрбић је рођен 29.06.1967. године у Новој Градишци, Република Хрватска.

Завршио је Математичку гимназију „Вељко Влаховић” у Београду 1986. године са просечном оценом 5,0. Учествовао је на неколико државних и међународних такмичења из физике и математике.

Дипломирао је на Електротехничком факултету у Београду на смеру Електроенергетски системи 1994. године са просечном оценом 8,2.

Магистарске студије на Електротехничком Факултету у Београду на смеру Електроенергетска постројења и опрема, завршио је 2007. године са просечном оценом 9,5.

Положио је стручни испит за пројектанта електроенергетских инсталација средњег и ниског напона 2001. године.

Поседује лиценцу за пројектовање инсталација средњег и ниског напона (бр.350 541 803) издату од стране Инжењерске коморе Србије

У периоду од 1994 - 2009. године радио је у фирми „Соко Штарк” Београд на радним местима инжењер електро одржавања, главни инжењер електро одржавања, шеф електро службе, помоћник генералног директора за стратешки развој и директор развоја и истраживања. У периоду од 2009 - 2011. године радио је у „Swisslion Таково” Београд на радном месту потпредседник концерна за индустријску производњу и инвестиције. У периоду од 2011 - 2013. године радио је у „Foodland” Нови Београд на радном месту директор технике развоја и инвестиција. Године 2013. оснива фирму „In Tech” Београд у којој до данас ради на радном месту директора. У протеклих 7 година радио је на пројектовању и извођењу радова на више десетина пројеката из области електро енергетских инсталација, ОИЕ, енергетске ефикасности и сл.

Аутор је неколико научних и стручних радова из домена оптимизације рада машина и техничког одржавања, обновљивих извора енергије, менаџмента и сл.

Докторанд је на Факултету за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду, смер Инжењерски менаџмент у агробизнису.

Говори енглески, немачки и италијански језик, а служи се и руским језиком.

Бавио се активно џудом и носилац је црног појаса - 3 дан. Данас је истакнути међународни судија у џудоу.

Ожењен је и отац је деветогодишње девојчице.

Референце:

- [1] Škrbić, Š., Ašonja, A., Prodanović, R., Ristić, V., Stevanović, G., Vulić, M., Janković, Z., Radosavac, A., Igić, S. (2020). Analysis of Plant-Production-Obtained Biomass in Function of Sustainable Energy. *Sustainability*, 12 (13), 5486. <https://doi.org/10.3390/su12135486> **M 22**
- [2] Dihovični, D., Ašonja, A., Radivojević, N., Cvijanović, D., Škrbić, S. (2020). Stability issues and program support for time delay systems in state over finite time interval. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 538, 122815, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.122815> **M 22**
- [3] Prodanovic, R., Boskovic, J., Skrbic, S. (2018). Potential of the Biogas Production from Waste Biomass in AP Vojvodina, *Proceedings 8th International Symposium on Natural Resources Management*, 19. may, Faculty of management Zajecar, Megatrend University Belgrade, Republic of Serbia, Zajecar, 43-51. **M 33**
- [4] Cavlin, M., Skrbic, S., Tepavac, R., Prodanovic, R. (2018). Analysis of the model of financing independent household solar systems in rural areas of the Republic of Serbia, *International Scientific Conference on Green Economy and Environment Protection*, Scientific and Professional Society for Environmental Protection "ECOLOGICA", 23-25 april, Belgrade, 165-166. **M 34**
- [5] Чавлин, М., Шкрбић, С., Тепавац, Р., Продановић, Р. (2018). Анализа модела финансирања самосталних соларних система домаћинстава у руралним подручјима Републике Србије. *Ecologica*, 25 (90), 307-313. **M 51**
- [6] Đurić, K., Lukač-Bulatović, M., Škrbić, S., Prodanović, R. (2019). Funding Models for Farm Advisory Services – the European Union Experience. *Ekonomija - teorija i praksa*, 12 (2), 93-108. **M 52**
- [7] Ашоња. А., Шкрбић, С., Десница, Е. (2019). Анализа потенцијала биомасе ораха и лешника у Републици Србији, *Трактори и погонске машине*, 24 (3/4), 101-106. **M 52**
- [8] Dihovični, D., Škrbić, S. (2020). Fuzzy Approach to Supply Chain Management for E-Commerce Store. *Applied Engineering Letters*, 5 (2), 62-67. <https://doi.org/10.18485/aeletters.2020.5.2.4> **M 53**

Списак табела и слика

Табеле

| | |
|---|----|
| Табела 3.1. Технички искористив потенцијал биомасе у Републици Србији..... | 25 |
| Табела 3.2. Процент искоришћености техничког потенцијала ОИЕ у Републици Србији..... | 25 |
| Табела 3.3. Производња енергије из биомасе код нових постројења које користе ОИЕ до 2020. године | 26 |
| Табела 3.4. Емисија CO ₂ током животног циклуса из постројења која користе биомасу за производњу електричне енергије..... | 26 |
| Табела 3.5. Коефицијент емисије CO ₂ за различите врсте горива | 27 |
| Табела 3.6. Показатељи доње топлотне моћи биљних остатака (при влажности од 14%) и односа приноса/остатака..... | 34 |
| Табела 3.7. Показатељи доње топлотне моћи за поједине врсте обновљивих и фосилних горива | 35 |
| Табела 3.8. Основни подаци о пољопривредним газдинствима и пољопривредном земљишту у АП Војводини | 36 |
| Табела 3.9. Доступни остаци пољопривредне биомасе, потенцијални број електрана и потенцијали производње примарне енергије у ЕУ-27..... | 38 |
| Табела 3.10. Укупне процењене количине пољопривредне биомасе у ЕУ 2013. године | 39 |
| Табела 3.11. Укупна количина чврсте биомасе у АП Војводини | 40 |
| Табела 3.12. Реални потенцијал пољопривредне биомасе у Републици Србији | 40 |
| Табела 3.13. Енергетски потенцијал остатака биомасе из производње и прераде воћа и грожђа у Републици Србији..... | 41 |
| Табела 3.14. Однос производа и остатака код неких врста у воћарству при 40% влажности..... | 42 |
| Табела 3.15. Потрошња топлотне енергије у пољопривреди у ванљивским операцијама | 43 |
| Табела 3.16. Цене биомасе по kWh расположиве (брuto) и корисне (нето) енергије..... | 44 |
| Табела 3.17. Јединичне цене транспорта, утовара и истовара балиране сламе | 45 |
| Табела 3.18. Анализа трошкова припреме брикетирание биомасе | 45 |
| Табела 3.19. Остварени бенефити применом биомасе у енергетском сектору у Републици Литванији | 51 |
| Табела 3.20. Учешће ОИЕ у стакленичкој производњи поврћа у Шведској | 52 |
| Табела 3.21. Упоредне цене биомасе по јединици произведене енергије у односу на друга фосилна горива у Шведској | 52 |
| Табела 4.1. Конверзије мерних јединица..... | 60 |
| Табела 4.2. Анализирана пољопривредна газдинства разврстана према критеријумима величине обрадивих површина | 62 |

| | |
|--|-------|
| Табела 4.3. Подаци о величини обрадивих површина и броја запослених на пољопривредним газдинствима | 63 |
| Табела 4.4. Просечни подаци о величини обрадивих површина и броја запослених радника на пољопривредним газдинствима | 63 |
| Табела 4.5а. Укупне површине под ратарским културама на пољопривредним газдинствима - први део | 63 |
| Табела 4.5б. Укупне површине под ратарским културама на пољопривредним газдинствима - други део | 64 |
| Табела 4.6. Укупне површине под повртарским културама на пољопривредним газдинствима | 64 |
| Табела 4.7. Укупне површине под вишегодишњим културама на пољопривредним газдинствима..... | 64 |
| Табела 4.8. Просечни приноси узгајаних култура у ратарству у периоду 2016-2018. године за регион АП Војводине..... | 71 |
| Табела 4.9. Просечни приноси узгајаних култура у повртарству у периоду 2016-2018. године за регион АП Војводине | 71 |
| Табела 4.10. Просечни приноси узгајаних култура у воћарству и виноградарству 2016-2018. године за регион АП Војводине | 71 |
| Табела 4.11. Енергетска постројења за сагоревање чврсте биомасе..... | 73-74 |
| Табела 4.12. Енергетска когенеративна постројења..... | 74 |
| Табела 4.13. Резултати дескриптивне анализе..... | 79-81 |
| Табела 4.14. КМО и Bartlett-ов test..... | 82 |
| Табела 4.15. Резултати тестова нормалности (Kolmogorov-Smirnov и Shapiro-Wilk-ов тест) | 83-84 |
| Табела 4.16. Издвојени фактори - проценат објашњене варијансе..... | 85-86 |
| Табела 4.17. Матрица компоненти..... | 89-91 |
| Табела 4.18. Матрица структуре | 91-93 |
| Табела 4.19. Матрица скорова компоненти | 94-96 |
| Табела 4.20. Резултати оцене параметара модела искоришћености биомасе без диференцирања према величини пољопривредних газдинстава..... | 98 |
| Табела 5.1а. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње - први део | 100 |
| Табела 5.1б. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње - други део | 101 |
| Табела 5.2а. Укупни потенцијали биомасе из повртарске производње - први део | 101 |
| Табела 5.2б. Укупни потенцијали биомасе из повртарске производње - други део | 102 |
| Табела 5.3. Укупни потенцијали биомасе из воћарско-виноградарске производње..... | 102 |
| Табела 5.4а. Укупни потенцијали биомасе - први део | 103 |
| Табела 5.4б. Укупни потенцијали биомасе - други део | 103 |
| Табела 5.5а. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за енергетске потребе (директним сагоревањем) - први део..... | 104 |
| Табела 5.5б. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за енергетске потребе (директним сагоревањем) - други део | 104 |

| | |
|---|-----|
| Табела 5.6. Укупни потенцијали биомасе из воћарско-виноградске производње искоришћени за енергетске потребе (директним сагоревањем)..... | 105 |
| Табела 5.7. Укупни потенцијали биомасе искоришћени за енергетске потребе (директним сагоревањем) | 105 |
| Табела 5.8. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за исхрану стоке ... | 106 |
| Табела 5.9. Укупни потенцијали биомасе искоришћени за исхрану стоке | 106 |
| Табела 5.10. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње који су заорани | 108 |
| Табела 5.11. Укупни потенцијали биомасе из повртарске производње који су заорани..... | 108 |
| Табела 5.12. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за простирку | 109 |
| Табела 5.13. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње искоришћени за простирку и заоравање..... | 109 |
| Табела 5.14. Укупни потенцијали биомасе искоришћени за простирку и заоравање..... | 110 |
| Табела 5.15а. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње спаљен на њиви - први део | 110 |
| Табела 5.15б. Укупни потенцијали биомасе из ратарске производње спаљен на њиви - други део | 110 |
| Табела 5.16. Укупни потенцијали биомасе из воћарско-виноградске производње спаљен на њиви | 111 |
| Табела 5.17. Укупне количине биомасе спаљене на њиви | 111 |
| Табела 5.18. Оцена параметара модела искоришћености биомасе без диференцирања према величини пољопривредних газдинстава..... | 114 |
| Табела 5.19. Оцена параметара модела искоришћености биомасе са диференцирањем три групе пољопривредних газдинстава према величини обрадивих површина и то <100 ha, од 100 до 1.000 ha и >1.000 ha | 115 |
| Табела 5.20. Анализа искоришћених потенцијала чврсте биомасе | 117 |
| Табела 5.21. Потенцијали чврсте биомасе из биљне производње | 119 |

Слике

| | |
|---|-----|
| Слика 2.1. Шематски приказ могућности коришћења пољопривредне биомасе | 12 |
| Слика 2.2. Представљање проблема истраживања искоришћености биомасе | 13 |
| Слика 3.1. Загађења снимљена из ваздуха у Индији и Пакистану..... | 28 |
| Слика 3.2. Спаљивање жетвених остатака на пољима у земљама у развоју..... | 29 |
| Слика 3.3. Житни комбајни погоњени парним лукобиллом у САД а) крајем 19. века, б) почетком 20. века | 30 |
| Слика 3.4. Спаљивање жетвених остатака | 53 |
| Слика 3.5. Пабирчење - слика уље на платну | 53 |
| Слика 4.1. АП Војводина по областима/окрузима | 55 |
| Слика 4.2. Дијаграм тока за израчунавање укупног енергетског потенцијала пољопривредних остатака | 58 |
| Слика 4.3. Однос власништва над земљиштем на пољопривредним газдинствима | 65 |
| Слика 4.4. Заступљеност пољопривредних газдинстава по регионима у АП Војводини | 65 |
| Слика 4.5. Заступљеност посматраних пољопривредних газдинстава по управним окрузима у АП Војводини..... | 66 |
| Слика 4.6. Величина искоришћених обрадивих површина по окрузима у АП Војводини | 66 |
| Слика 4.7. Величина искоришћених обрадивих површина по регионима у АП Војводини..... | 67 |
| Слика 4.8. Посматрана пољопривредна газдинства према оснивачко-правној форми..... | 67 |
| Слика 4.9. Гајене културе према гранама у биљној производњи | 68 |
| Слика 4.10. Анализирана сетвена структура гајених усева у ратарској производњи | 69 |
| Слика 4.11. Анализирана сетвена структура гајених усева у повртарској производњи..... | 69 |
| Слика 4.12. Анализирани усеви гајени у воћарско-виноградској производњи | 69 |
| Слика 4.13. Структура испитаника према полу..... | 77 |
| Слика 4.14. Структура испитаника према старости..... | 77 |
| Слика 4.15. Структура испитаника према стручној спреми..... | 78 |
| Слика 4.16. Структура испитаника према сектору радног ангажовања..... | 78 |
| Слика 4.17. Број издвојених фактора..... | 87 |
| Слика 4.18. Матрица корелације..... | 97 |
| Слика 5.1. Стварна искоришћеност биомасе - раздвојени приказ сагорене биомасе | 117 |
| Слика 5.2. Искоришћеност биомасе за различите намене - збирни приказ сагорене биомасе (производња топлотне енергије и спаљивање на њиви)..... | 117 |
| Слика 5.3. Анализа искоришћености биомасе за енергетске и друге потребе | 119 |
| Слика 5.4. SWOT анализе - Искоришћеност пољопривредне биомасе за енергетске потребе..... | 125 |

Прилози

Прилог 1. Радне инструкције за истраживање искоришћености чврсте биомасе из биљне производње за енергетске и друге потребе

Прилог 2. Иницијални упитник

Прилог 3. Матрица колерације

Прилог 4. QQ графици

Прилог 5. Вредности комуналитета

Прилог 6. Идентификовани фактори

Прилог 1. Радне инструкције за истраживање искоришћености чврсте биомасе из биљне производње за енергетске и друге потребе

Табела III.1. Основне информације о пољопривредном газдинству

| Р.Б | Основне информације о газдинству | - |
|-----|--|--|
| 1. | Назив пољопривредног газдинства | |
| 2. | Локација (општина) пољопривредног газдинства | |
| 3. | Локација пољопривредног газдинства у округу Републике Србије | |
| 4. | Број запослених лица на пољопривредном газдинству | |
| 5. | Власништво над пољопривредним површинама | <input type="checkbox"/> Сопствено <input type="checkbox"/> Закуп <input type="checkbox"/> Сопствено и закуп |
| 6. | Величина обрадивих површина у свом власништву (ha) | |
| 7. | Величина обрадивих површина у закупу (ha) | |
| 8. | Укупно обрађиване површине (6+7) (ha) | |

Табела П1.2. Истраживање структуре биомасе

| Р.Б | Биомаса | Узгајане културе (ha) | Искоришћена биомаса за енергетске потребе (ha) | Искоришћеност биомасе за остале намене (простирка и заоравање, исхрана стоке, индустријске потребе) (ha) | Начин припреме биомасе (балирање, пелетирање, брикетирање, коришћење у изворном облику) | Намена биомасе (за властите потребе, продају, компензацију и сл.) | Складиштење биомасе (на отвореном, у затвореним складиштима) | Уколико се биомаса продаје, навести продајну цену (дин/kg, дин/m ³ или сл.) |
|---------|---------------------------------|-----------------------|--|--|---|---|--|--|
| 1. | Кукурузовина | | | | | | | |
| 2. | Окласак од кукуруза | | | | | | | |
| 3. | Кукурузовина семенског кукуруза | | | | | | | |
| 4. | Јечмена слама | | | | | | | |
| 5. | Пшенична слама | | | | | | | |
| 6. | Овсена слама | | | | | | | |
| 7. | Ражена слама | | | | | | | |
| 8. | Стабљика сунцокрета | | | | | | | |
| 9. | Љуска сунцокрета | | | | | | | |
| 10. | Слама од уљане репице | | | | | | | |
| 11. | Слама од соје | | | | | | | |
| 12. | Стабљика дувана | | | | | | | |
| 13. | Стабљика хмеља | | | | | | | |
| 14. | Орезотине из воћарства | | | | | | | |
| 15. | Орезотине из виноградарства | | | | | | | |
| 16. | Остало | | | | | | | |
| 17. | Остало | | | | | | | |
| 18. | Остало | | | | | | | |
| 19. | Остало | | | | | | | |
| 20. | Остало | | | | | | | |
| УКУПНО= | | | | | | | | |

Табела III.3. Истраживање енергетских постројења (директно сагоревање биомасе)

| Р.Б | Назив енергетског постројења према врсти биомасе коју користи/другим карактеристикама | Произвођач | Тип котла | Снага (kW) | Година производње | Радно стање котла у раду / ван рада (неисправан) | Ниво аутоматизације допремања биомасе до ложишта (аутоматизован процес/ручни) | Намена (грејање простора, припрема топле потрошне воде, сушење и сл.) |
|-----|---|------------|-----------|------------|-------------------|--|---|---|
| 1. | Котао на бале сламе (кружне) | | | | | | | |
| 2. | Котао на бале сламе (призматичне) | | | | | | | |
| 3. | Котао на окласак | | | | | | | |
| 4. | Котао на пелет | | | | | | | |
| 5. | Котао на брикет | | | | | | | |
| 6. | Когенерација (CHP) | | | | | | | |
| 7. | Котао сопствене производње без дефинисаних техничких параметара | | | | | | | |
| 8. | Остало | | | | | | | |

Табела III.4. Истраживање енергетских постројења за сагоревање биомасе – радни параметри

| Р.Б | Параметри рада енергетског постројења | - |
|-----|---|---|
| 1. | Просечан број сати рада котла у току дана (h) | |
| 2. | Просечан број дана рада котла у току године (број дана) | |

Прилог 2. Иницијални упитник

Пред Вама је упитник направљен у сврху научног истраживања. Упитник је потпуно анониман. Прикупљени подаци као и добијени резултати биће искоришћени искључиво за потребе научног истраживања.

Молимо Вас да попуните приложени упитник према наведеном упутству и да искрено одговорите на наведена питања.

Унапред хвала!

1. Заокружите

- Пол а) Мушки б) Женски
- Старост: а) до 25 година б) 26-60 година в) преко 60 година
- Стручна спрема: а) ОШ (II степен) б) III степен в) IV степен г) V степен д) VI степен њ) VII степен е) VIII степен
- Радно ангажован у: а) пољопривреди б) енергетском сектору в) јавном сектору г) невладином сектору д) универзитету

Молимо Вас да одговорите (заокружите) у којој мери се слажете са наведеним тврдњама у табели. Имајте у виду да понуђени бројеви имају следећа значења:

- 1 – уопште се не слажем 3 – неутралан сам 5 – потпуно се слажем
2 – не слажем се 4 – слажем се

Табела П2.1. Варијабле за факторску анализу

| Р.Б. | Назив фактора | Р.Б. | Варијабле | Ликертова скала | | | | |
|------|-------------------|------|--|-----------------|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Економски аспекти | 1. | Економски није оправдано прикупљање биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 2. | Цена биомасе на тржишту је ниска? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 3. | Не постоји слободно тржиште биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 4. | Овај вид ОИЕ је неисплатив? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 5. | Производња биомасе за енергетске потребе није оправдана јер су трошкови фосилних горива превисоки, и они утичу на крајњу цену биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 6. | Исплативије је биомасу користити за друге намене? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 7. | Цена енергената (електричне енергије и гаса) су у Републици Србији социјалне категорије и употреба биомасе за енергетске потребе је неисплатива? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 8. | Немам коме да продам биомасу коју сам произвео? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 9. | Трошкови транспорта у односу на вредност биомасе су превелики? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 10. | Удаљеност места где производим биомасу до места где би је могао продати је значајна, тако да ми је производња неисплатива? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 11. | Савремена механизација, машине и уређаји за производњу пољопривредне биомасе су прескупи? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 12. | Инвестиције у енергетска постројења на биомасу су превелике? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Наставак табеле П2.1. из прилога 2

| Р.Б. | Назив фактора | Р.Б. | Варијабле | Ликертова скала | | | | |
|------|-------------------|------|--|-----------------|---|---|---|---|
| 2. | Социјални аспекти | 1. | Мали пољопривредни произвођачи немају економску оправданост прикупљања биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 2. | Постоје привилеговани који се могу бавити овим послом? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 3. | Недостатак радне снаге на газдинствима која би радила на производњи биомасе за енергетске потребе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 4. | Цене радне снаге су превисоке, тако да је производња биомасе неисплатива? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 5. | Лобисти у Републици Србији фаворизују фосилна горива? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 6. | Лобисти у Републици Србији фаворизују друге ОИЕ? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 7. | Подстицајне тарифе за пољопривредну биомасу су недовољне? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 8. | Немогуће је добити подстицајне тарифе за производњу енергије у процесу директног сагоревања пољопривредне биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 9. | Владин сектор недовољно промовише употребу пољопривредне биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 10. | Нема мотивације од стране државе за коришћење биомасе за енергетске потребе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 11. | Старост радника у пољопривреди не може допринети значајнијој примени пољопривредне биомасе за енергетске потребе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 12. | Стари људи тешко мењају своја виђења о пољопривредној производњи и производњи енергије? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Наставак табеле П2.1. из прилога 2

| Р.Б. | Назив фактора | Р.Б. | Варијабле | Ликертова скала | | | | |
|------|-------------------|------|--|-----------------|---|---|---|---|
| 3. | Образовни аспекти | 1. | Образовни систем у Републици Србији у довољној мери не изучава пољопривредну биомасу? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 2. | У едукативном смислу биомаса је запостављена на уштрб других видова ОИЕ? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 3. | Пољопривредна биомаса има низ недостатака у односу на шумску биомасу? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 4. | Не постоји довољан број ванинституционалних активности у којима се истиче значај употребе пољопривредне биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 5. | Број научних и стручних пројеката на тему пољопривредне биомасе, одобрен од стране владиног сектора је недовољан? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 6. | Број добијених међународних пројеката на тему пољопривредне биомасе је недовољан? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 7. | Не постоје средња стручна усмерења за образовне профиле попут „агроиндустријског инжењерства” и сл. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 8. | Општи је проблем у држави са образовним кадровима који би се бавили пројектовањем и монтажом енергетских постројења на пољопривредну биомасу, из разлога јер Инжењерска комора Србије не препознаје инжењере „агроиндустријског инжењерства” као меродавна лица? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 9. | Не постоји довољан број кадрова на тржишту, који би се бавили развојем, пројектовањем и монтажом енергетских постројења на пољопривредну биомасу? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 10. | Не постоје уско специјализована високошколска усмерења за кадрове који би се бавили пољопривредном биомасом? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 11. | Пољопривредни произвођачи нису довољно едуковани о могућностима употребе биомасе и предностима које она доноси? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 12. | Не постоји централна лабораторија која би се бавила искључиво испитивањем пољопривредне биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

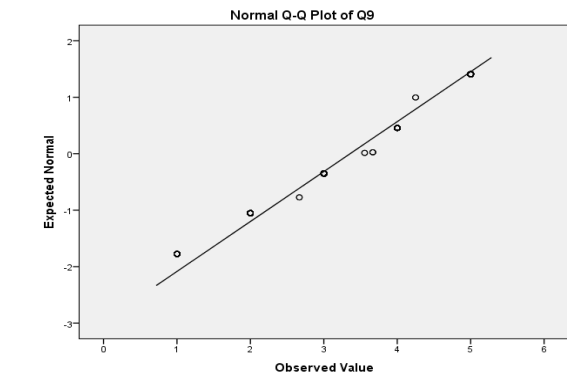
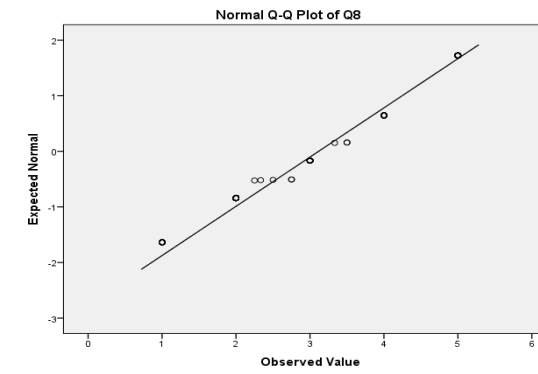
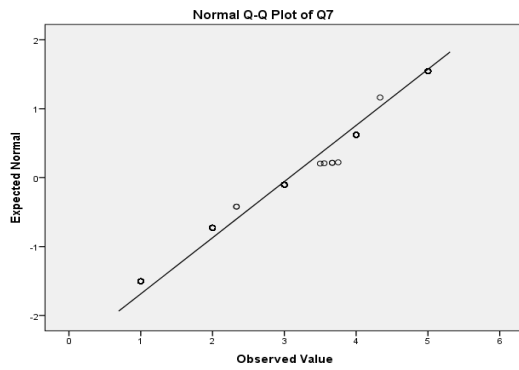
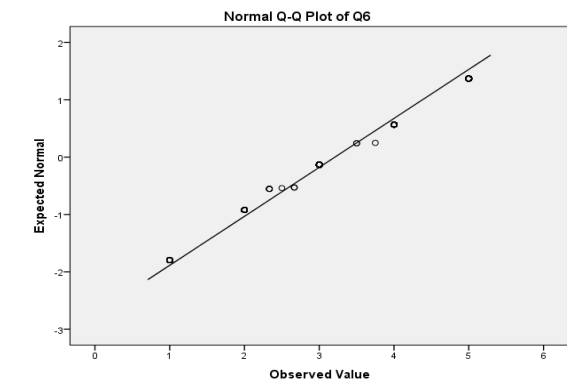
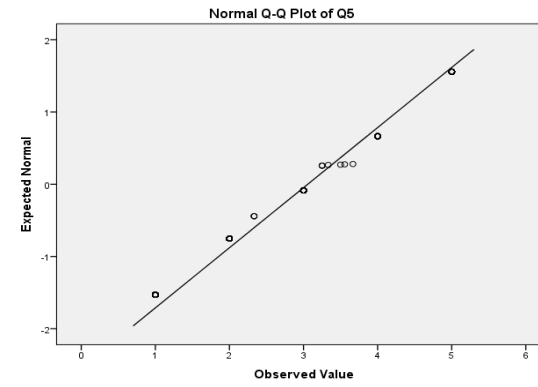
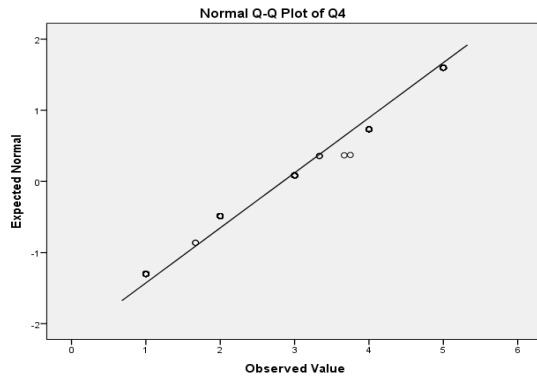
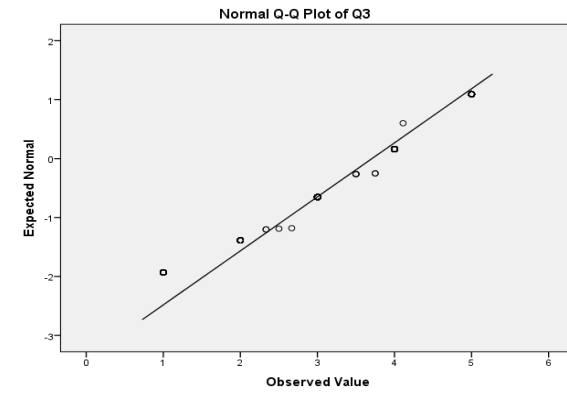
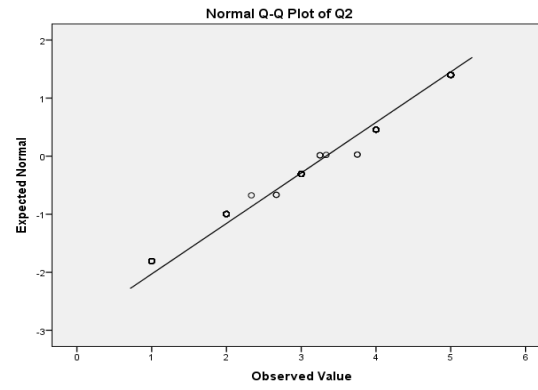
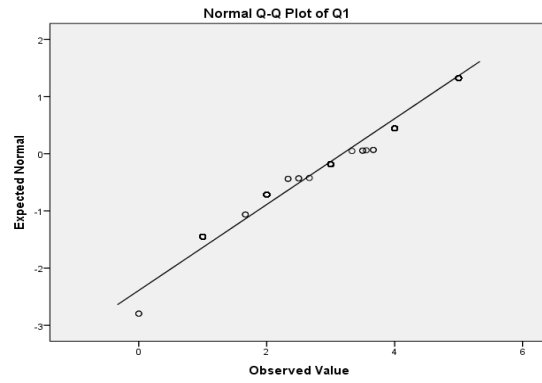
Наставак табеле П2.1. из прилога 2

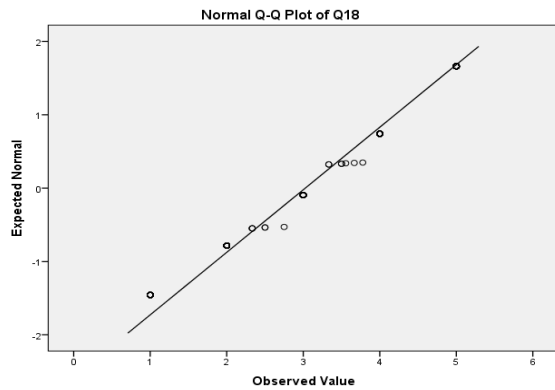
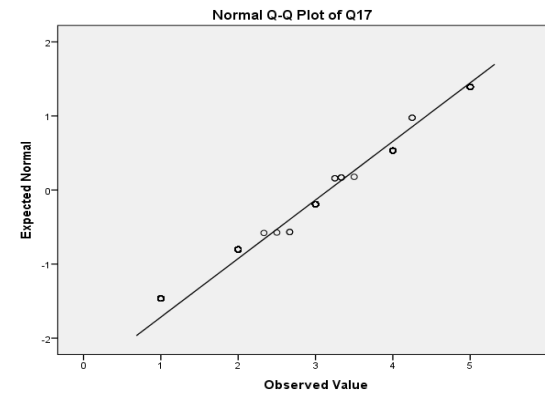
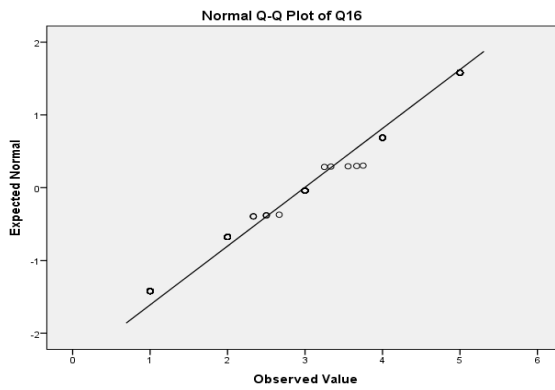
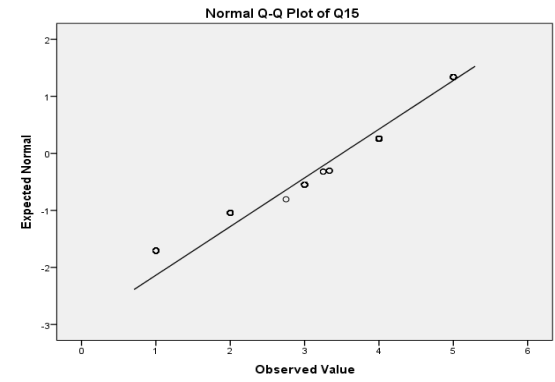
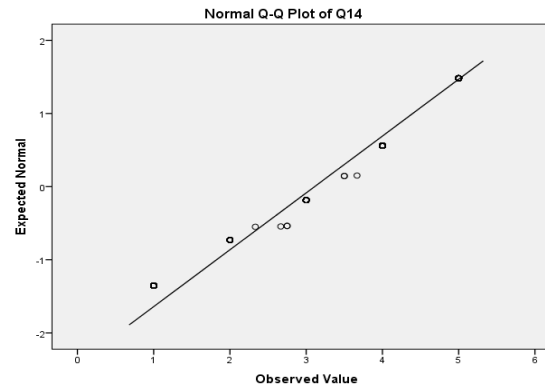
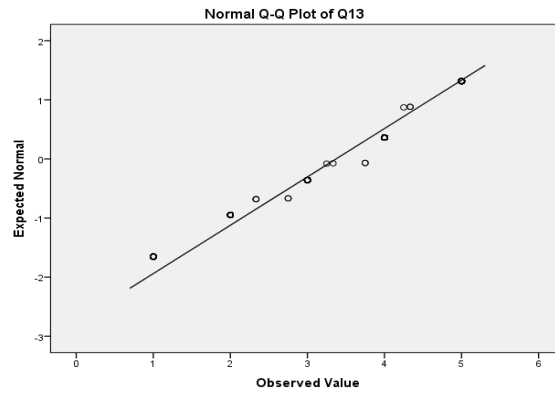
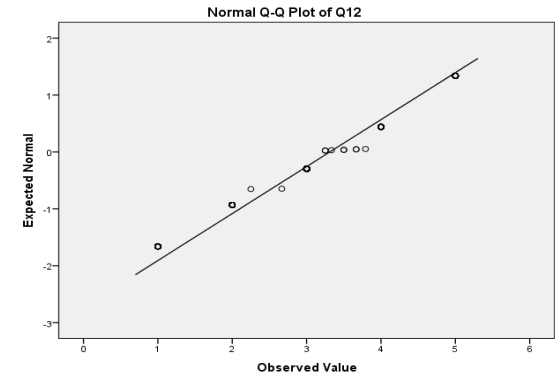
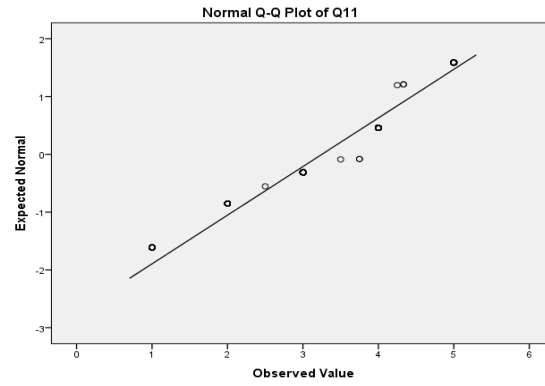
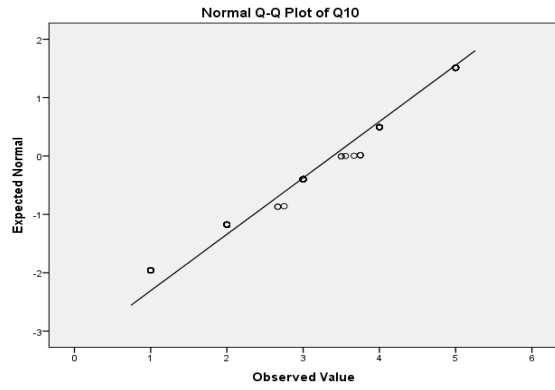
| Р.Б. | Назив фактора | Р.Б. | Варијабле | Ликертова скала | | | | |
|------|-------------------|------|--|-----------------|---|---|---|---|
| 4. | Друштвени аспекти | 1. | Већом употребом биомасе можемо утицати на проблем глобалног загревања? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 2. | Производњом биомасе могу се производити значајне количине енергије? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 3. | Производња биомасе би допринела отварању нових радних места? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 4. | Спречавањем паљења жетвених остатака на њивама сачувала би се флора и фауна? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 5. | Производњом биомасе смањили би увоз/зависност од фосилних горива? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 6. | Нус производи након сагоревања биомасе могу се искористити као ђубриво, односно за повећавање плодности земљишта? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 7. | Коришћењем биомасе штити се животна средина? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 8. | Законска регулатива у Републици Србији која се тиче биомасе није одговарајућа? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 9. | Законска регулатива у Републици Србији којом се кажњавају лица која пале на њиви жетвене остатке се не примењује у пракси? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 10. | Производња чврсте биомасе је оправдана јер се користи из НУС производа из биљне производње? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 11. | Мали број људи/газдинстава има потребе за топлотном енергијом током читаве године? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 12. | Корист од употребе биомасе имају општина, регион и држава? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

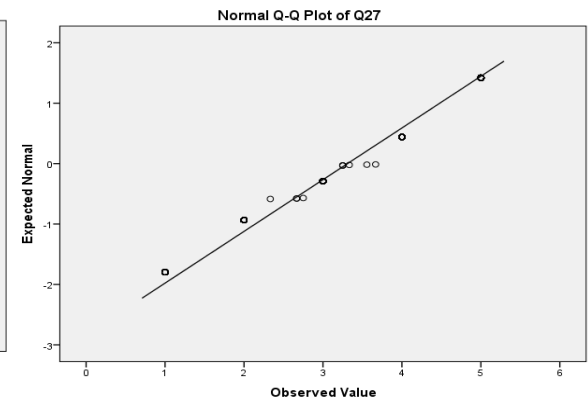
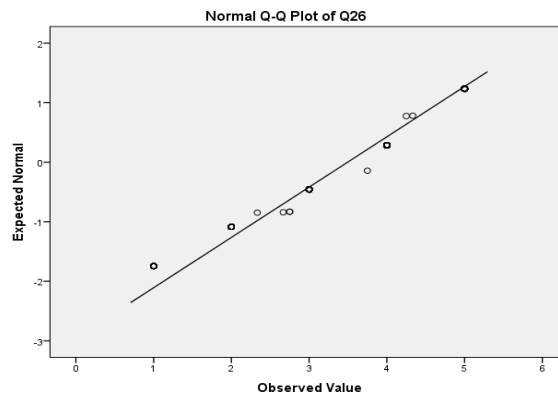
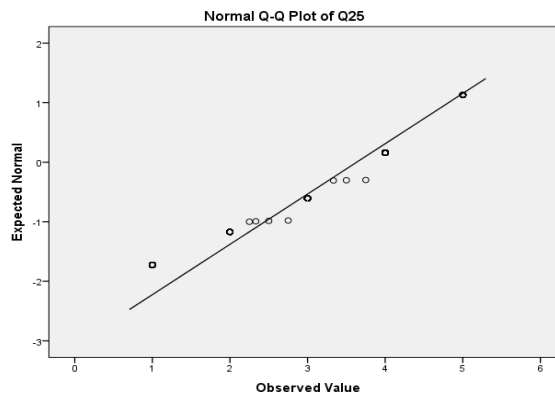
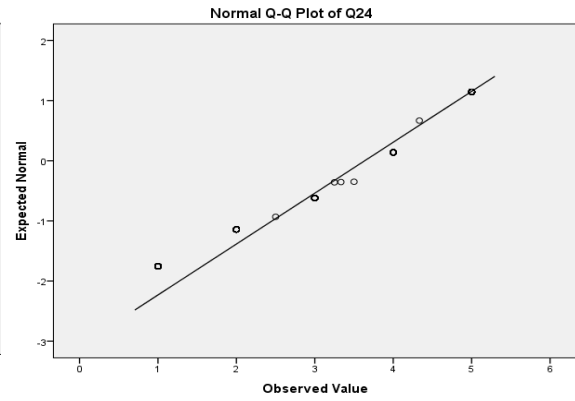
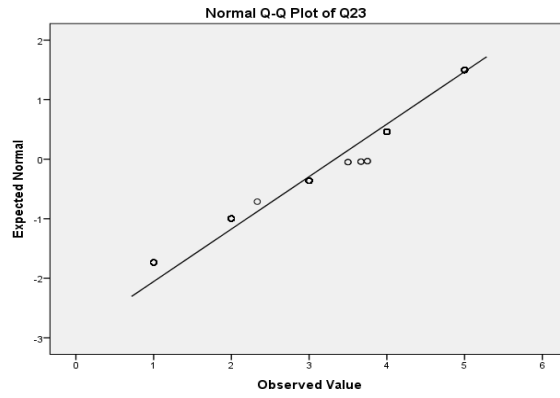
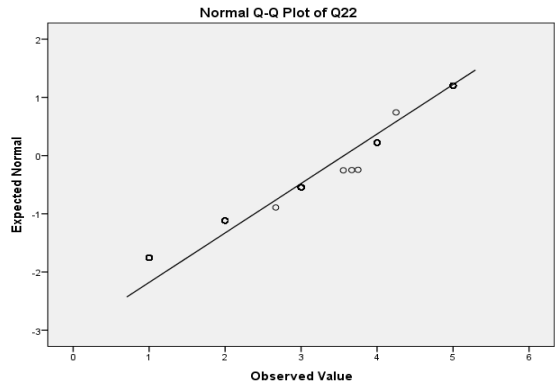
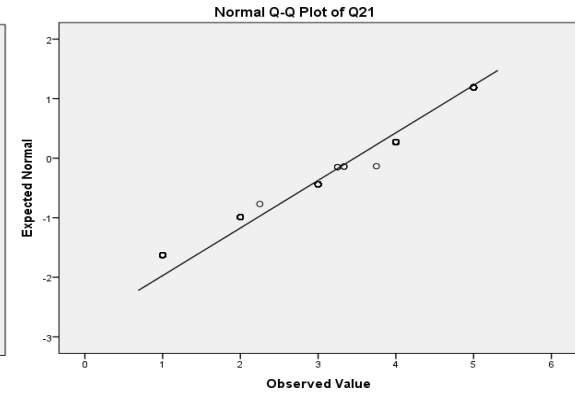
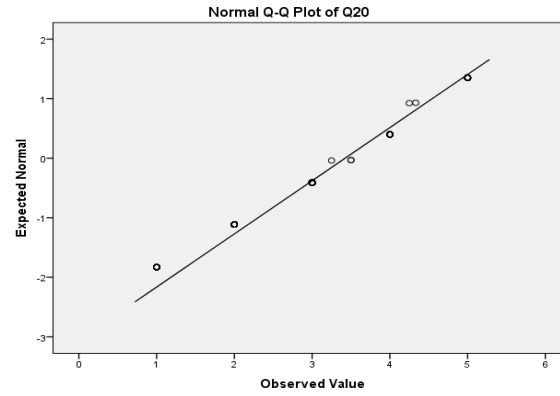
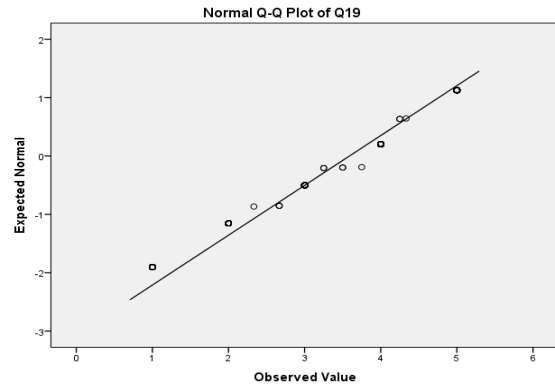
Наставак табеле П2.1. из прилога 2

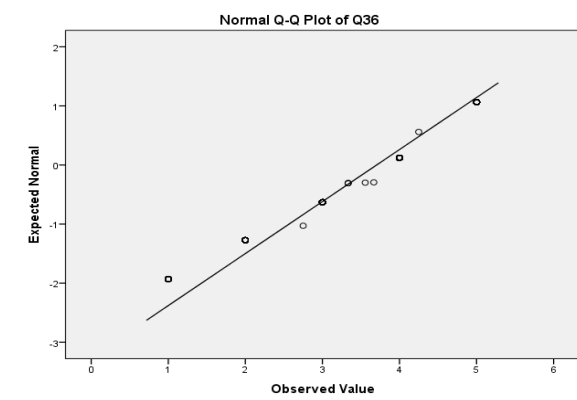
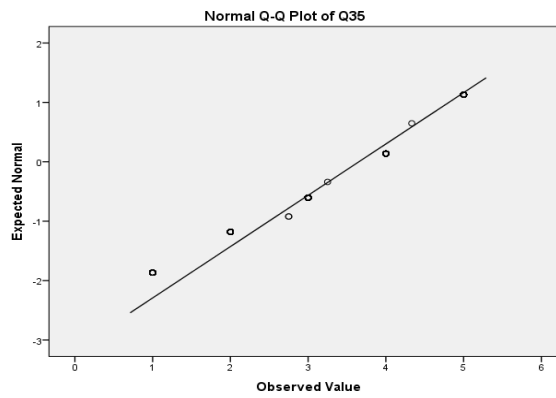
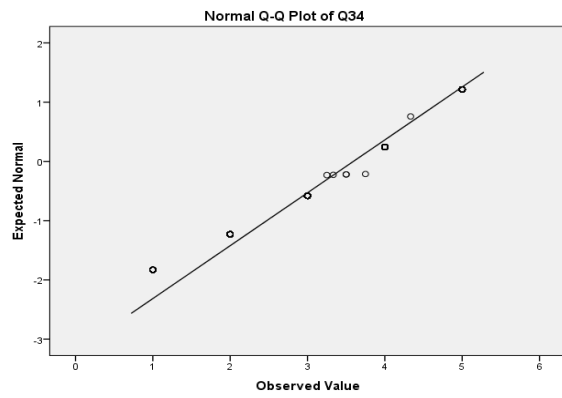
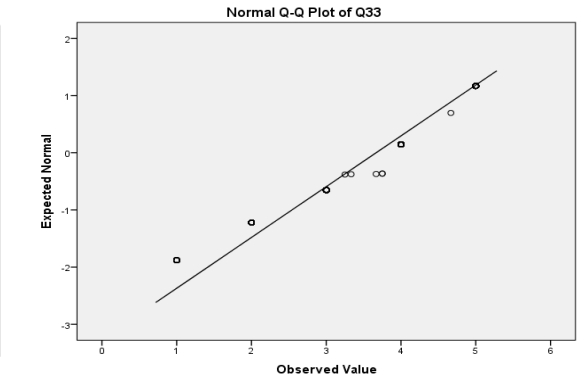
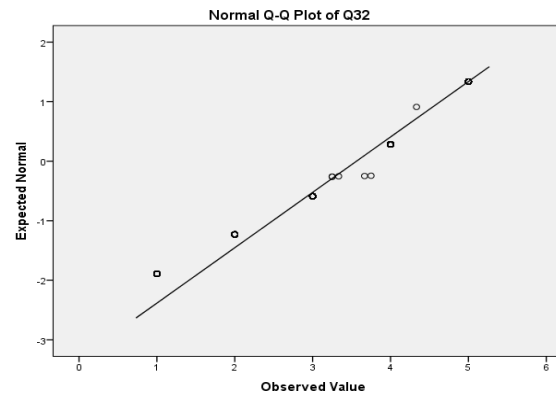
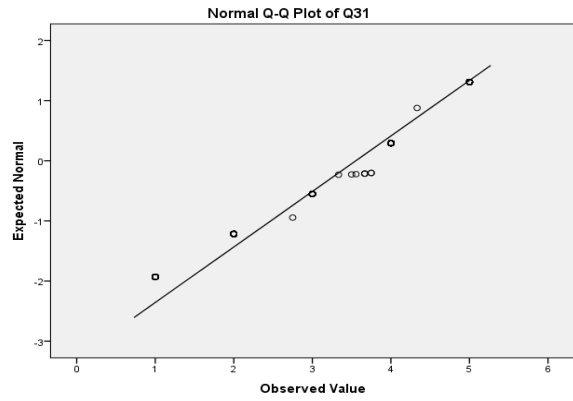
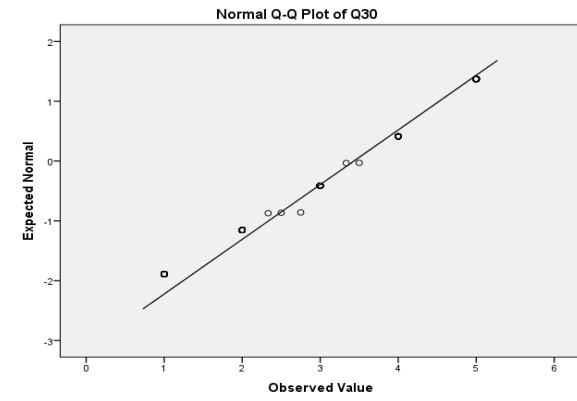
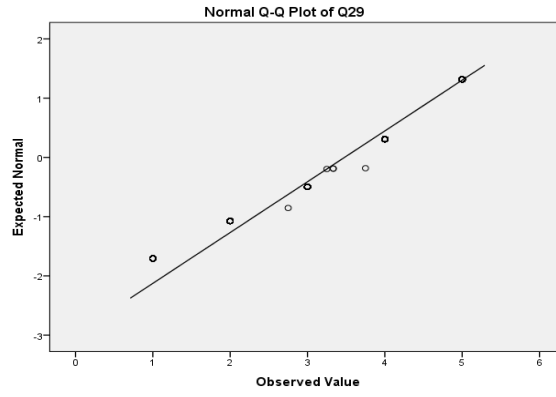
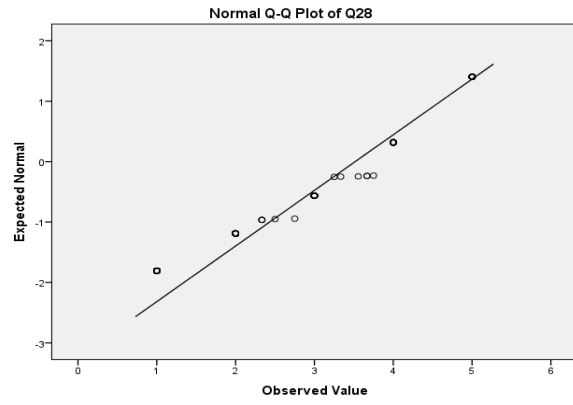
| Р.Б. | Назив фактора | Р.Б. | Варијабле | Ликертова скала | | | | |
|------|------------------|------|---|-----------------|---|---|---|---|
| 5. | Технички аспекти | 1. | Недостатак механизације за балирање биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 2. | Недостатак транспортних средстава за превоз биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 3. | Недостатак механизације за утовар и истовар биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 4. | Недостатак складишта за биомасу? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 5. | Проблем прикупљања биомасе због уситњених парцела? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 6. | Произведена биомаса углавном струне, јер је немогуће продати? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 7. | Аутоматизована постројења за биомасу су прескупа? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 8. | Енергетска постројења не могу на дуже време да раде без присуства човека? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 9. | Постоји опасност да се биомаса запали у складишту? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 10. | Количину топлотне енергије неопходне за сопствене потребе не могу добити из биомасе? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 11. | Биомаса је по јединици запремине лака што њену производњу чини скупљом? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 12. | Постројење за производњу топлотне енергије за моје потребе ради мали број сати годишње? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

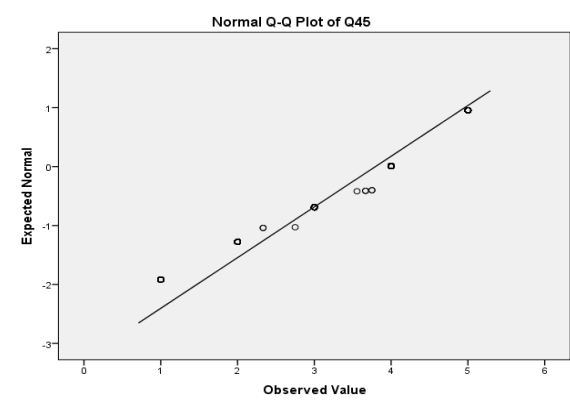
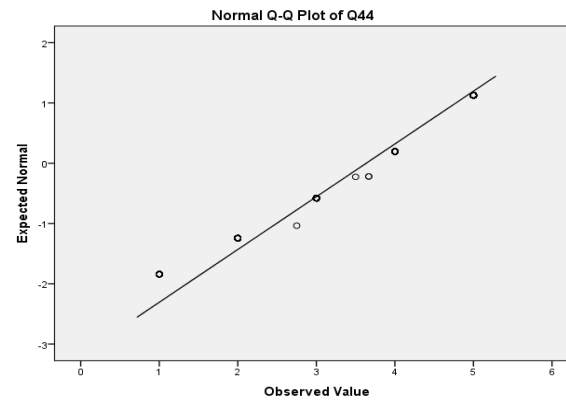
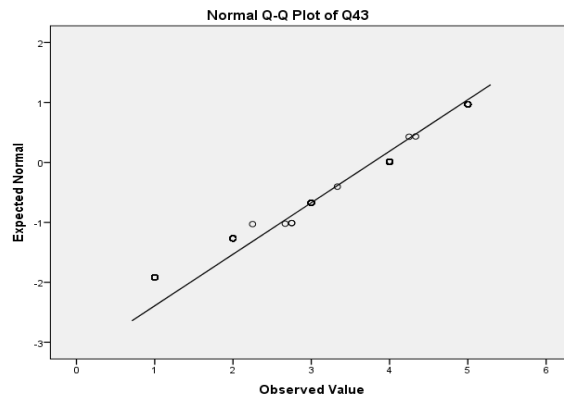
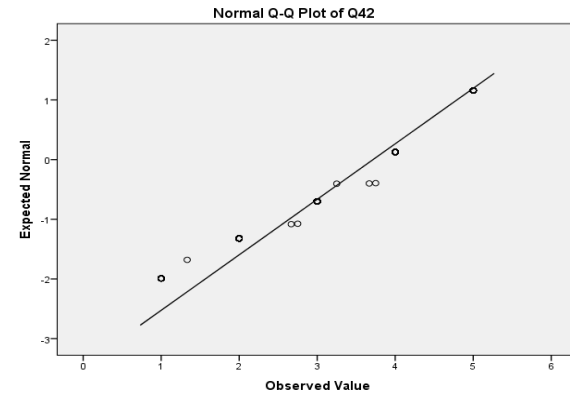
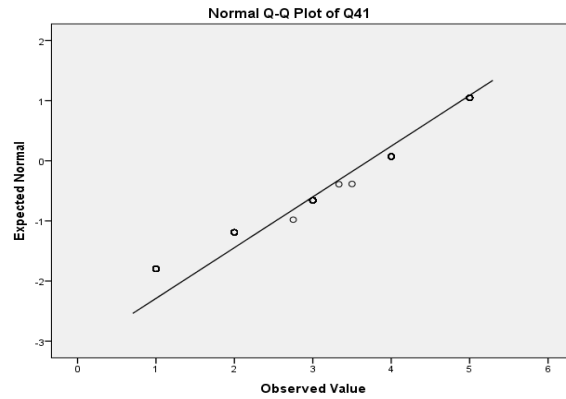
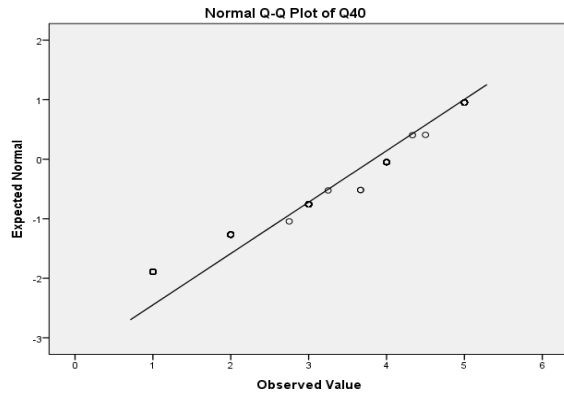
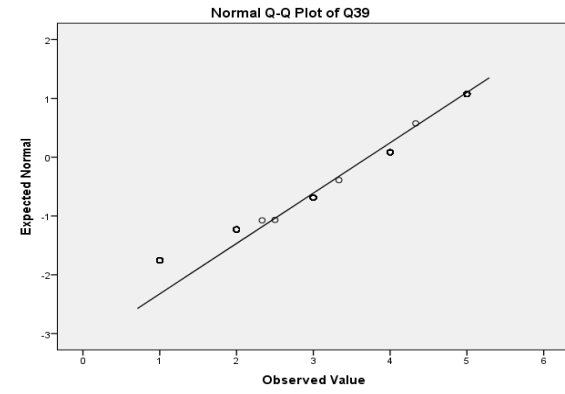
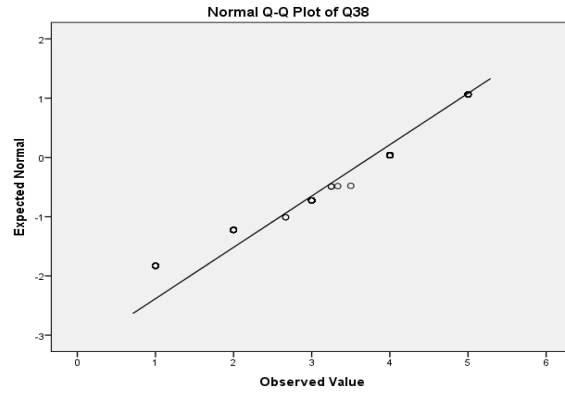
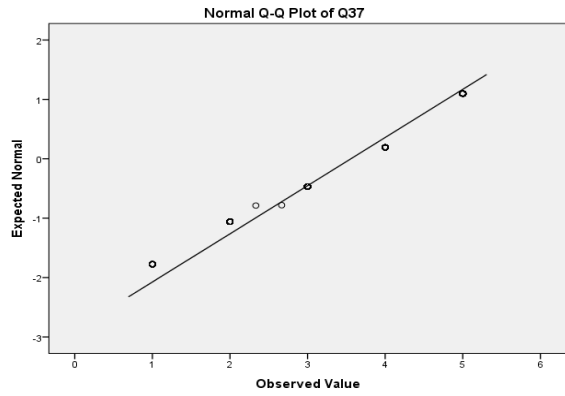
Прилог 4. QQ графици

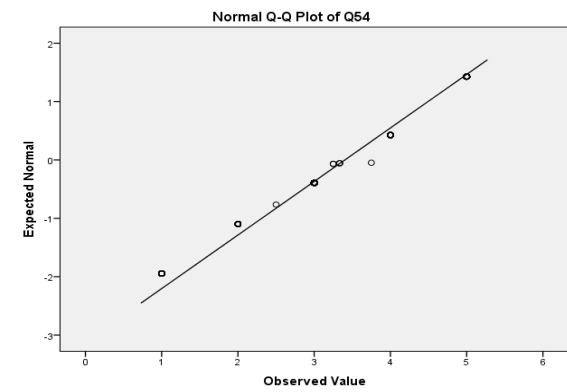
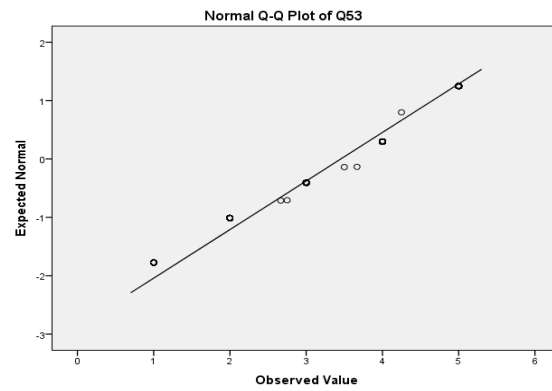
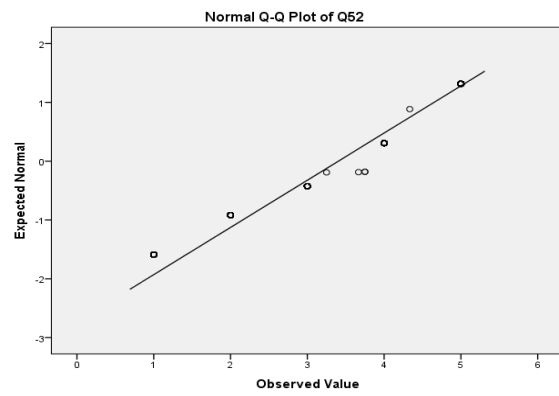
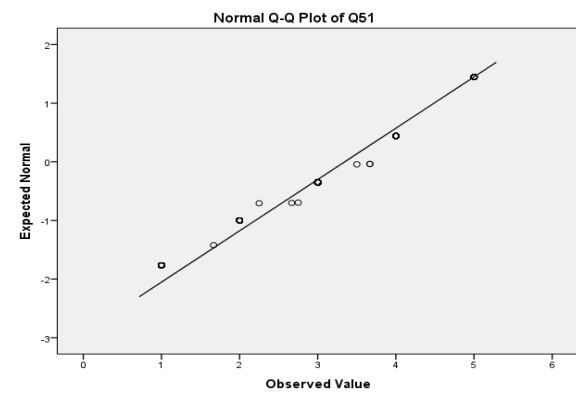
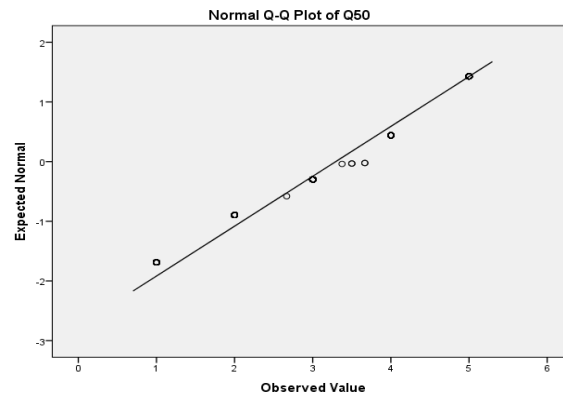
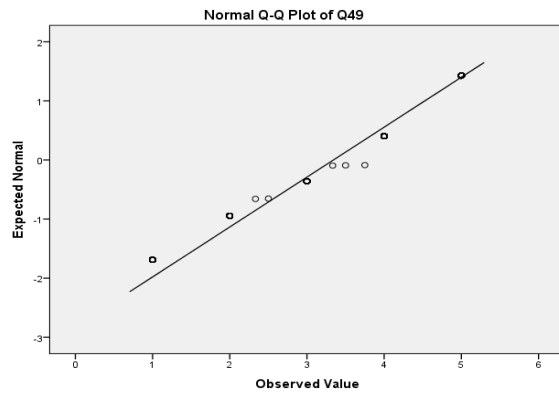
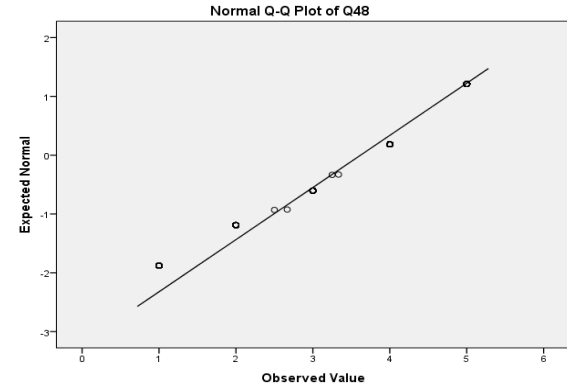
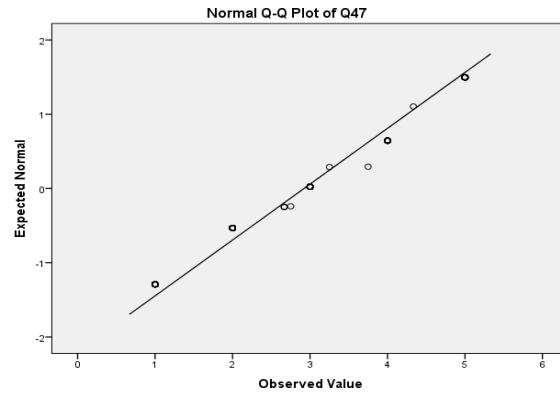
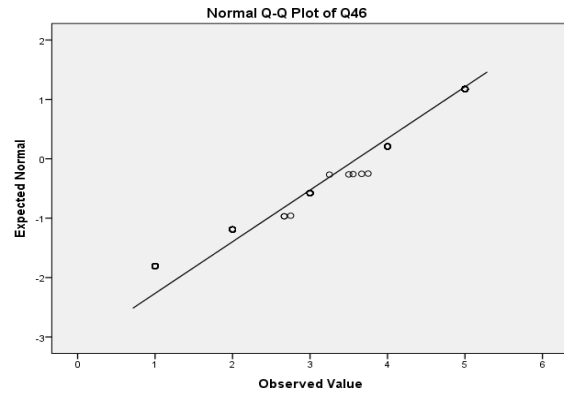


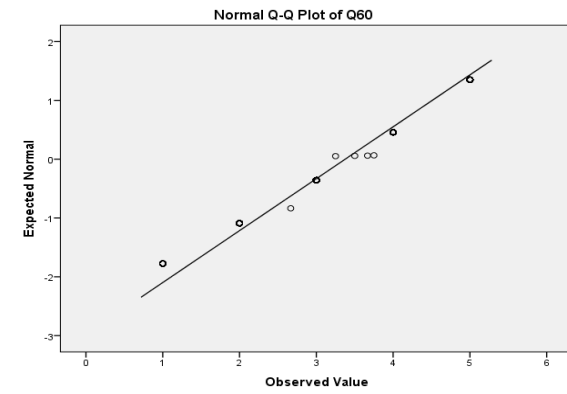
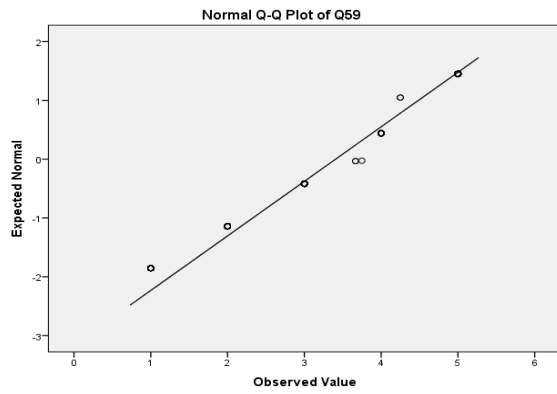
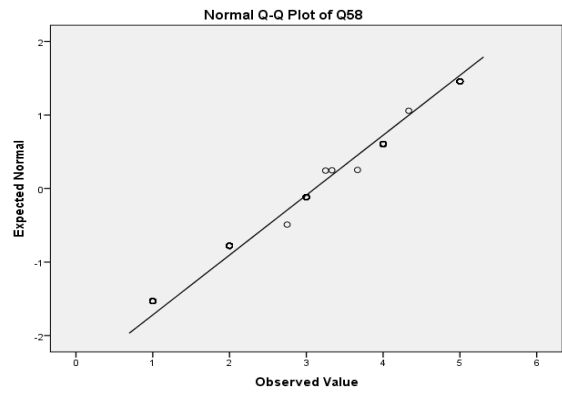
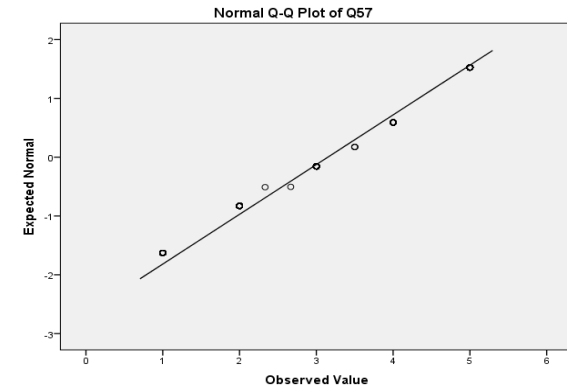
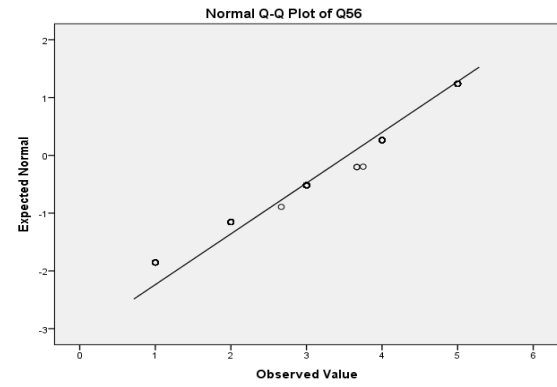
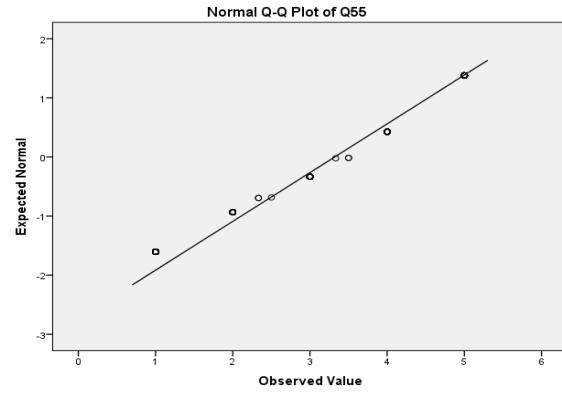












Прилог 5. Вредности комуналитета

| Communalities | | | | | | | | |
|--|----------------|-------------------|-----|----------------|-------------------|-----|----------------|-------------------|
| | Initial | Extraction | | Initial | Extraction | | Initial | Extraction |
| Q1 | 1,000 | ,557 | Q21 | 1,000 | ,636 | Q41 | 1,000 | ,671 |
| Q2 | 1,000 | ,606 | Q22 | 1,000 | ,721 | Q42 | 1,000 | ,606 |
| Q3 | 1,000 | ,643 | Q23 | 1,000 | ,540 | Q43 | 1,000 | ,583 |
| Q4 | 1,000 | ,606 | Q24 | 1,000 | ,660 | Q44 | 1,000 | ,502 |
| Q5 | 1,000 | ,560 | Q25 | 1,000 | ,512 | Q45 | 1,000 | ,522 |
| Q6 | 1,000 | ,595 | Q26 | 1,000 | ,463 | Q46 | 1,000 | ,583 |
| Q7 | 1,000 | ,605 | Q27 | 1,000 | ,580 | Q47 | 1,000 | ,649 |
| Q8 | 1,000 | ,593 | Q28 | 1,000 | ,562 | Q48 | 1,000 | ,516 |
| Q9 | 1,000 | ,709 | Q29 | 1,000 | ,609 | Q49 | 1,000 | ,606 |
| Q10 | 1,000 | ,603 | Q30 | 1,000 | ,638 | Q50 | 1,000 | ,677 |
| Q11 | 1,000 | ,581 | Q31 | 1,000 | ,574 | Q51 | 1,000 | ,678 |
| Q12 | 1,000 | ,623 | Q32 | 1,000 | ,628 | Q52 | 1,000 | ,518 |
| Q13 | 1,000 | ,613 | Q33 | 1,000 | ,630 | Q53 | 1,000 | ,566 |
| Q14 | 1,000 | ,545 | Q34 | 1,000 | ,565 | Q54 | 1,000 | ,470 |
| Q15 | 1,000 | ,629 | Q35 | 1,000 | ,561 | Q55 | 1,000 | ,575 |
| Q16 | 1,000 | ,655 | Q36 | 1,000 | ,555 | Q56 | 1,000 | ,509 |
| Q17 | 1,000 | ,543 | Q37 | 1,000 | ,602 | Q57 | 1,000 | ,507 |
| Q18 | 1,000 | ,582 | Q38 | 1,000 | ,635 | Q58 | 1,000 | ,568 |
| Q19 | 1,000 | ,547 | Q39 | 1,000 | ,581 | Q59 | 1,000 | ,625 |
| Q20 | 1,000 | ,602 | Q40 | 1,000 | ,544 | Q60 | 1,000 | ,612 |
| Extraction Method: Principal Component Analysis. | | | | | | | | |

Прилог 6. Идентификовани фактори

| Фактор | Назив фактора |
|--------|--|
| F1 | Не постоји економска оправданост употребе биомасе за енергетске потребе |
| F2 | Постојање проблема везаних за техничко-технолошку опремљеност процеса производње, манипулације и складиштења биомасе |
| F3 | Није профитабилно коришћење биомасе за енергетске потребе |
| F4 | Не постоје конкретне владине мере које би у значајнијој мери подстакле употребу чврсте пољопривредне биомасе за енергетске потребе |
| F5 | Школски систем није препознао потребу образовања уско стручних кадрова који би се бавили пољопривредном биомасом |
| F6 | Инвестиције у пољопривредне машине, опрему и савремена енергетска постројења су високе |
| F7 | Пољопривредна биомаса има лимитирајуће факторе у односу на остале ОИЕ |
| F8 | Постројења на биомасу у процесу директног сагоревања не могу да раде дуже време без присуства човека |
| F9 | Не постоји заживело слободно тржиште биомасе |
| F10 | Не постоје конкретни домаћи и међународни пројекти који би потпомогли изградњу постројења на биомасу |
| F11 | Недостатак радне снаге која би радила у сектору биомасе |
| F12 | Цена електричне енергије у Републици Србији је ниска и то је лимитирајући фактор зашто се не користи биомаса у већем обиму |
| F13 | Потреба рада постројења за биомасу која производе топлотну енергију у току године је ограничена |
| F14 | Одређене интересне групе не фаворизују употребу пољопривредне биомасе за енергетске потребе |
| F15 | Трошкови транспорта биомасе су веома значајни и они имају важну улогу у коначним критеријумима за дефинисање економске оправданости ове производње |
| F16 | Проблем континуираног пласмана енергије током читаве године |
| F17 | Изражена проблематика продаје произведене биомасе |
| F18 | Тешко се добијају подстицајне тарифе за производњу енергије (директним сагоревањем) из чврсте пољопривредне биомасе |