

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука у Крагујевцу

Зорица Р. Васиљевић

**Одређивање потенцијала обновљивих
извора енергије у општини у Републици
Србији**
Мастер рад

Крагујевац, 2020.

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука у Крагујевцу



Назив студијског програма: Урбано инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Предмет: Локално енергетско и еколошко планирање

Број индекса: 315/2019

Зорица Р. Васиљевић

**Одређивање потенцијала обновљивих
извора енергије у општини у Републици
Србији**
Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Владимир Вукашиновић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Резиме

Примарна потрошња енергије у Србији се заснива у највећем делу на потрошњи фосилних горива и нешто мањем проценту на обновљивим изворима енергије. Иако Република Србија располаже значајним потенцијалом, обновљиви извори енергије се не користе довољно. У оквиру мастер рада извршена процена потенцијала обновљивих извора енергије у општини у Републици Србији. Циљ рада је истраживање и представљање потенцијала обновљивих извора енергије на територији општине Краљево, како би се истакао неискоришћени енергетски потенцијал. Одређивање расположивог потенцијала на територији општине Краљево извршено је за обновљиве изворе енергије, као што су соларна енергија, енергија ветра, хидроенергија, геотермална енергија и биомаса. Како је подручје општине Краљево богато шумом, као обновљиви извор енергије са највећим потенцијалом расположивости се издваја биомаса која није довољно искоришћена.

Кључне речи: обновљиви извори енергије, потенцијал, Република Србија, Краљево

Abstract

Primary energy consumption in Serbia is based mostly on fossil fuels' consumption and a slightly lower percentage of renewable energy sources. Although the Republic of Serbia has significant potential, renewable energy sources are not used enough. This master thesis evaluates the potential of renewable energy sources in the municipality in the Republic of Serbia. This paper aims to research and present the potential of renewable energy sources in the municipality of Kraljevo to highlight the unexploited energy potential. The determination of the available potential on the municipality of Kraljevo territory was performed for renewable energy sources, such as solar energy, wind energy, hydro energy, geothermal energy and biomass. The area of the municipality of Kraljevo is rich in forests, and biomass is the renewable energy source with the most significant potential for availability that is not used enough.

Keywords: renewable energy sources, potential, Republic of Serbia, Kraljevo

САДРЖАЈ

1. Увод	1
2. Енергија	2
2.1 Обновљиви извори енергије.....	2
2.1.1 Соларна енергија	2
2.1.2 Биомаса.....	5
2.1.3 Хидроенергија	6
2.1.4. Геотермална енергија	7
2.1.5 Енергија ветра	8
3. ОИЕ у глобалним енергетским потребама.....	10
3.1 ОИЕ у будућности	13
4. ОИЕ у Србији и ЕУ.....	16
4.1 ОИЕ у ЕУ	16
4.2 ОИЕ у Србији.....	20
4.2.1 Енергија у Србији.....	20
4.2.2 Потенцијал ОИЕ у Србији	23
4.2.2.1 Биомаса	24
4.2.2.2 Хидроенергија.....	27
4.2.2.3 Енергија ветра	28
4.2.2.4 Соларна енергија.....	30
4.2.2.5 Геотермална енергија	31
5. Принцип одређивања расположивог потенцијала на локалном нивоу	33
5.1 Прелиминарна процена ОИЕ	33
5.1.1 Отпад	33
5.1.2 Сунчева енергија	34
5.1.3 Биомаса.....	35
6. Потенцијал обновљивих извора енергије у Краљеву	42
6.1. Општи подаци о Краљеву	42
6.2 Расположиви потенцијал биомасе	44
6.2.1. Пољопривредна биомаса.....	44
6.2.1.1 Остаци пољопривредних култура	44
6.2.1.2 Остаци воћарстава	46
6.2.2 Биомаса из сточарства.....	48
6.2.3 Дрвна биомаса	49
6.2.4 Отпад	50
6.3 Енергија сунчевог зрачења.....	52

6.4 Енергија ветра.....	53
6.5 Геотермална енергија	55
6.6 Хидропотенцијал	56
7. Закључак.....	59
8. Литература	60

1. Увод

Данас када се број становника лагано приближава осмој милијарди све је теже порицати чињеницу да људи и њихове активности негативно утичу на климу Земље. Све већи градови и села, све више магистралних и аутопутева, захтевају све већу количину енергије. Готово 80% светске енергије долази од сагоревања нафте, угља и гаса. Очигледно је да велике количине сагорелих фосилних горива доносе одређену корист, али ништа није бесплатно. Све је више доказа да је планета у великом проблему. Како су извори фосилних горива исцрпљени, а цена енергената расте, потребно је наћи алтернативне изворе енергије. Научници су почетком 1970-тих схватили да се планети Земљи свакодневно наноси штета, као и да природни ресурси не трају вечно. Све веће број природних катастрофа, изливање опасног отпада, уништавање шума и чисте воде, допринели су одлуци да се по питању заштите животне средине нешто предузме. Иако је прошло на хиљаде година, велики број људи још увек зависе од енергије добијене сагоревањем дрвета. Сагоревањем дрвета се обезбеђује се енергије потребна за припрему хране и огрев. Такође, велики проблем представља и употреба фосилних горива у транспорту, домаћинствима и индустрији. У 2018. години потрошња финалне енергије на светском нивоу износила је 1 615 Мтое природног гаса, 4 043 Мтое нафте, 984 Мтое угља и 620 Мтое чврсте биомасе. У већини земаља повећава се удео обновљивих извора енергије, како би се смањила емисија штетних гасова, зависност од увоза нафте и смањила производња енергије сагоревањем фосилних горива. Међународне политике захтевају производњу електричне енергије из обновљивих извора енергије и пружају подстицаје за употребу биогорива у транспорту. Употреба обновљивих извора енергије више није ствар воље, већ обавезе. Европска унија путем својих директива налаже веома јасне циљеве када је употреба обновљивих извора енергије у питању. Република Србија је у процесу приступања ЕУ, па самим тим усаглашава законе са њиховим директивама. Поред тога, Србија је чланица Енергетске заједнице, што је обавезује да повећа удео обновљивих извора енергије. У наредним поглављима биће објашњено шта су обновљиви извори енергије, затим ће бити приказани подаци о томе колико се енергије троши на светском нивоу, на нивоу ЕУ и Србије, какви су планови и пројекције по питању обновљивих извора енергије, а у посебном поглављу биће приказани потенцијали обновљивих извора енергије у општини у Републици Србији.

2. Енергија

Да би лакше живели и обављали посао, људи су кроз векове научили да производе енергију и складиште је. Добија се из различитих извора, односно система који могу обезбедити обилну, ефикасну и економичну конверзију енергије за потребе корисника. Како потреба за енергијом зависи од времена и места, пренос и складиштење су веома битни. Потрошња енергије се може поделити на неколико сектора: стамбени (енергија се користи за грејање, хлађење, освету, уређаје итд.), комерцијални (користи се за освету, грејање, хлађење, уређаје итд.), индустријски (користи се за погон машина, пренос топлотне енергије у електричну, за грејање простора итд.) и транспорт (аутомобили, возови, авиони итд.). У оквиру свих сектора електрична енергије се највише користи, као финална енергија произведена од неке примарне енергије [1].

2.1 Обновљиви извори енергије

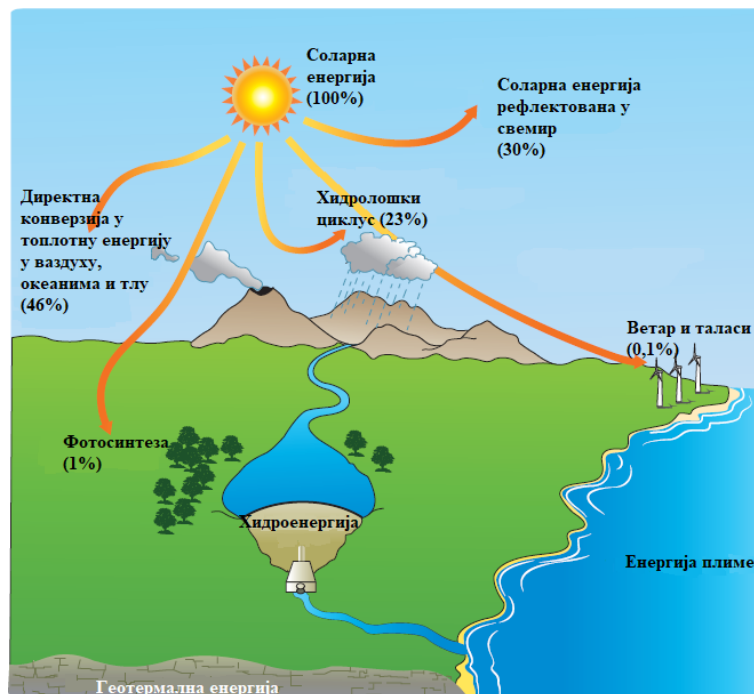
Финални облик енергије која се данас користи како би се подмириле људске потребе углавном је електрична или топлотна, а добија се у великом проценту од фосилних горива. Фосилна горива спадају у необновљиве изворе енергије. Термин необновљиви извори енергије односи се на горива, која су настала у неком прошлом времену, а период за њихову обнову је дуг. У фосилна горива спадају: нафта и њени деривати, угаљ, тресет и природни гас. Поред ових извора енергије постоје и обновљиви извори енергије. Према Закону о енергетици („Службени гласник РС" бр. 145/2014 и 95/2018 – др. закон) обновљиви извори енергије представљају нефосилне изворе енергије попут водотокова, биомасе, ветра, сунца, биогаса, депонијског гаса, гаса из погона за прераду канализационих вода и извори геотермалне енергије [2].

2.1.1 Соларна енергија

Сунце произведе више енергије за сат времена, него што човечанство може за годину дана. Земља, океани и атмосфера апсорбују већину ове енергије, али облаци, ледници и друге рефлектујуће површине, враћају 30% ове енергије назад у свемир (слика 1). Соларна енергија покреће сложени систем на планети и манифестује се у четири различита облика:

- **енергија биомасе**, која подразумева дрво, отпад, стајњак, остатке од пољопривреде и отпадне воде. Помоћу фотосинтезе биљке упијају сунчеву енергију и тако стварају угљене хидрате, који су основа дрвета и других органских материјала. Дакле, Сунчева енергија обезбеђује вршење процеса фотосинтезе и због тога се може рећи да је и биомаса трансформисани вид соларне енергије.
- **хидроенергије**: Како сунце загрева копнене и водене површине, део воде испарава и покреће хидролошки процес. Падавине које падају окупљају се у рекама и враћају језерима и океанима. Енергија водотокова који се формирају у том процесу може се искористити на различите начине. У воденицама за млевење жита, енергија воде која се креће преноси се на воденичко коло, које се окреће и преноси кретање на млински камен, који дробило зрневље у брашно. На сличан начин, енергија водотока покреће турбину која је повезана са генератором електричне енергије.

- **енергија ветра:** Како распоред топлотне енергије, услед Сунчевог зрачења, није једнак по целој површини Земље, јављају се кретања ваздуха у атмосфери - ветрови. Највећи прилив сунчеве енергије је на екватору, а смањује се са географском ширином. Кретања великих размера у атмосфери, која се јављају као последица неравномерне расподеле топлотне енергије, обухваћена су називом „Општа циркулација атмосфере“.
- **фосилна горива:** Трансформација биолошких остатака у фосилна горива се може посматрати као процес у коме се кисеоник отклања из биолошких супстанци. Фотосинтеза и стварање фосилних горива су секвенцијални процеси у којима једињења система C-H-O- (N-S) дезоксигенишу. Заправо, фосилна горива настају природним процесима, попут анаеробне разградњом наталожених мртвих организама, који садрже органске молекуле настале древном фотосинтезом [3].



Слика 1. Конверзија сунчеве светлости[4]

Сунчева светлост у директним и изведеним облицима чини око 99,97% доступне енергије на земљи. Количина соларне енергије, која је доступна на одређеном месту, варира од локације до локације и годишњег доба. Да би се одредила количина произведене електричне енергије фотонапонским панелом, количина загрејане воде у колекторима, захтева знање о расположивој соларној енергије која се назива инсолација или соларна ирадијација. Инсолација је енергија укупног зрачења Сунца (директног и индиректног), која прође кроз атмосферу и доспе на површину Земље. Зависи од географске ширине, годишњег доба и временских услова. Инсолација је највећа на екватору, а најмања на половима[4].

Соларна енергија се може користити за грејање воде или производњу електричне енергије. Иако коришћење соларне енергије за грејање воде датира још од античких

времена, први модерни соларни системи за загревање воде јављају се тек 1800-тих, када је топла вода постала уобичајена у објектима. Систем је обухватао једноставне црне резервоаре постављене на крову. Мана је била та што се вода споро грејала дању, а брзо хладила ноћу услед недостатка изолације. Након почетне популарности 1900-тих опада интересовање услед јефтиних фосилних горива. Томе је допринела чињеница, да фосилна горива могу обезбедити топлу воду током целог дана, а не зависе од временских прилика. Тек након нафтне кризе 1973. године ови системи постају значајни. Савремени системи укључују разне система прилагођавања соларних система на било које подручје. Неки су остали непромењени од најранијих верзија, док други укључују пумпе, сензоре и изолацију.

Соларна енергија се не користи само за загревање топле воде, већ се може користити за производњу електричне енергије. Соларна енергија се претвара у електричну енергију директно преко PV (*photovoltaic*) панела. Фотонапонски ефекат је открио Едмунд Бекерел (*Edmond Becquerel*) 1839. године, а касније објаснио Алберт Анштајн (*Albert Einstein*) 1905. године. Открићем технологије за производњу монокристалних силицијумских ћелија, важност производње фотонапонских ћелија је постала очигледна. Данас се фотонапонски панели користе за пуњење телефона, функционисање сатова, обезбеђивање електричне енергије у удаљеним подручјима итд. Иако фотонапонска технологија представља директну конверзију соларне енергије у електричну, није и једини начин за добијање електричне енергије путем ове врсте енергије. Соларне термоелектране такође производе електричну енергију, тако што се вода загревана помоћу соларне енергије, претвара у пару и покреће турбине као конвенционалне термоелектране. Иако се ова технологија може користити и за стамбене објекте, тренутно се користи само за индустријске и комерцијалне [4].

Соларну енергију је могуће искористити пасивним системима. Пасивни објекти за своје функционисање не користе додатну опрему већ цео објекат врши улогу соларног колектора. Делови и елементи објекта преузимају све функције система. Познато је да највећи део енергије која се троши у зградама одлази на грејање простора, што се лако може обезбедити употребом соларне енергије, бар за делимично подмирење грејних потреба. Зграде се могу дизајнирати тако да великим прозорима на фасади прикупљају што више соларне енергије, мада треба бити обазрив приликом пројектовања јер потребе за енергијом лети и зими нису исте. Постоји три различита типа соларног пасивног грејања: директни, индиректни и изолацијски соларни добици. Једно од решења пасивно соларне архитектуре је Тромбеов зид. У суштини, то је зид велике дебљине обојен у црно тако да акумулира што већу количину сунчевог зрачења. Поред тога, постоји застакљење споља одвојено од површине зида, које ствара ваздушни простор који додатно штити од губитка топлоте [5].

Пројектовање система за напајање уређаја сунчевом енергијом је ограничено бројним факторима, при чему се приоритет даје аутономији, односно могућности да систем у било ком тренутку буде снабдевен електричном енергијом. За пројектовање оваквих система је веома важно познавање потенцијала енергије сунчевог зрачења за одређену локацију [6].

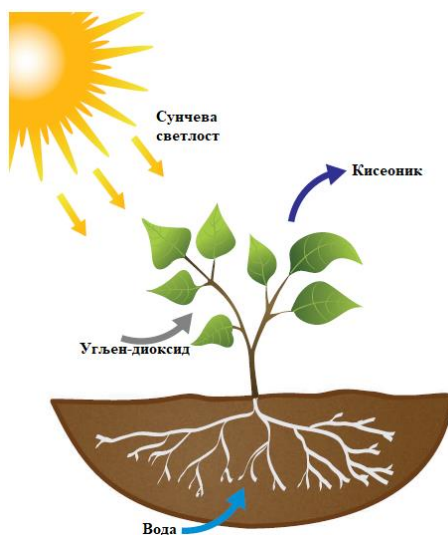
За конверзију соларне енергију у електричну се користе фотонапонски панели. Уз помоћ фотонапонских панела најједноставније се производи електрична енергија, а такав

вид трансформације је синоним за соларне електране. Електрична енергија произведена на овај начин може делимично или попуно задовољити потребе за овом врстом енергије. Уколико се јави вишак електричне енергије, додатна количина се може продати електродистрибутивној мрежи. Термо соларне електране имају значајна фактор у развоју соларне енергетике. Примена ове врсте електрана погодна је само у пределима са неплодним пустињским земљиштем и у пределима са интензивним сунчевим зрачењем[6].

2.1.2 Биомаса

Може се рећи да је енергија биомасе стара колико и човечанство, а да датира још од првих огњишта која су пружала светлост, топлоту и место окупљања. Биомаса је подстакла успон цивилизације. Сагоревање дрвета је дало кувану храну, уљане сијалице су дале вештачку светлост, а ферментисана зрна алкохол. Укључује шумске производе као што су дрво, ивер, кора и пиљевина. Такође, ту спадају пољопривредни остаци попут сламе, стабљике кукуруза и љуске пиринча. Поред већ наведеног у биомасу спада комунални отпад, индустријски отпад и стајско ђубриво. Постоје и енергетски засади, који се посебно узгајају за енергетске потребе [4].

Током историје у многим земљама за огрев се користило дрво, пољопривредни остаци и осушени стајњак. Енергија биомасе добијена од траве и житарица, подстакла је развој транспортног система човека, који је користио волове и коње за кочије, вагоне и обраду земљишта. Светиљке и свеће од животињске масти обезбедиле су светлост и већу продуктивност ноћу. За постизање виших температура, користио се дрвени угаљ, који има већу топлотну моћ од дрвета.



Слика 2. Процес фотосинтезе [4]

Процес фотосинтезе укључује апсорпцију угљен-диоксида из атмосфере, ради добијања угљених хидрата и кисеоника (слика 2). Угљени хидрати укључују шећере, скроб и влакна, а основа су свих материјала биљног порекла. Ефикасност којом биљке претварају сунчеву енергију у биомасу варира од врсте и услова, са максималним нивоом од 6%. Упркос ниској ефикасности, сунчева светлост ствара биомасу брзином већом

седам пута од брзине потрошње укупне енергије у свету. Сагоревање биомасе је обрнути процес фотосинтезе. Биомаса се сагорева помоћу кисеоника и добија се угљен-диоксид. Количина угљен-диоксида који се овом приликом емитује у атмосферу, није већа од количине која се апсорбује током фотосинтезе. Закључује се да сагоревање биомасе не доприноси глобалном загревању (уколико се користи на одрживи начин), што је није случај са фосилним горивима [4].

Различите врсте биомасе дају различите облике корисне енергије. Док неке врсте биомасе сагоревањем могу дати топлоту или електричну енергију, друге се морају трансформисати различитим процесима у течна или гасовита горива. Постоје три процеса конверзије биомасе у корисну енергију:

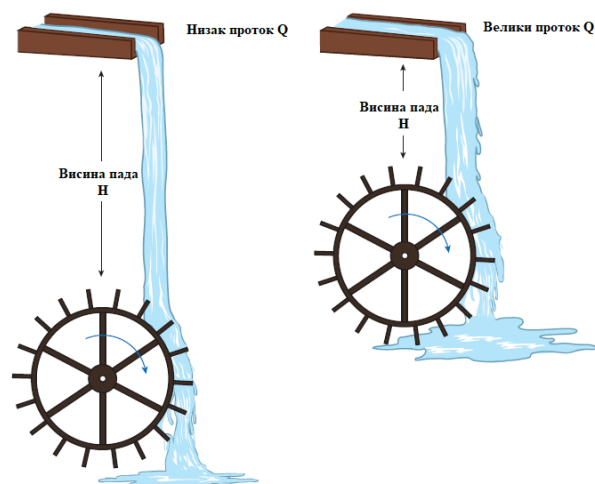
- **механичка конверзија** (цепање, уситњавање, пресовање)
- **термохемијска конверзија** (сагоревање, пиролиза и гасификација)
- **биохемијска конверзија** (анаеробна дигестија, естерификација и ферментација).

2.1.3 Хидроенергија

Хидроелектране су биле места прве примене механичке снаге, а откриле су их још древни народи. Већ 200. године пре нове ере, људи су користили водене точкове како би млели жито и пумпали воду. Ови точкови су повећавали продуктивност и смањили потребу за људском и животињском снагом. Како је водена енергија постала средство за већу продуктивност, локације са добрим воденим ресурсима су постале су индустријски центри. Многи велики градови су настали на овај начин.

За разлику од ветра и сунца, хидроенергија је предвидива и поуздана. Веома брзо реагује на промене захтева. Хидроелектрана се може зауставити готово у тренутку, уколико се промени проток воде. У САД-у до раних 1900-тих 40% електричне енергије се производило путем хидроелектрана, а крајем 1940-тих, хидроелектране су производиле чак 75% електричне енергије. Други светски рат је повећао потрошњу електричне енергије у САД-у и тај тренд се наставио до 1970-тих, када се доносе закони о животној средини. Ови закони су ограничили број хидроелектрана, што је за последицу имало повећање број термоелектрана и смањење процента хидроелектрана у производњи електричне енергије. Сада проценат хидроелектрана износи око 7%.

Хидроелектрана претвара потенцијалну енергију воде у електричну енергију ротирањем турбине спојене са генератором. Располагаива снага воде зависи од два фактора: протока Q (представља запремину воде која дотиче до турбине у секунди) и висине H (представља висину са које вода пада и одређује њен притисак). Будући да произведена снага зависи од протока и висине, иста количина енергије се може произвести у различитим околностима. Дизајн објекта и саме турбине зависе од специфичности локације хидроелектране. У зависности од висине пада воде, хидроелектране могу бити са ниским, средњим и високим притиском (слика 3) [4].



Слика 3. Приказ хидроелектране у зависности од висине пада воде H и протока воде Q [4]

Утицаји хидроелектрана на животну средину су многобројни. Бране могу поплавити плодно земљиште, уништити станишта дивљих животиња, прекинути миграцију риба, пореметити речни екосистем, иселити локално становништво, угрозити квалитет воде, поплавити археолошка налазишта и уништити драгоцену пољопривредно земљиште. Поред тога, повремено отпуштање воде у зависности потреба за електричном енергијом, не наликује природним поплавама, па може доћи до слегања или ерозије земљишта низводно. Такође, вода која се испушта из бране је топлија, па може изазвати поремећаје код риба и другог живог света, али и подстаћи развој неких инвазивних врста и паразита штетних по људско здравље. Поред мана постоји и низ предности. За рад оваквих електрана није потребно додатно гориво, а енергија је готово бесплатна и обновљива. Изузетно су ефикасне у производњи електричне енергије. Имају веома ниске трошкове рада и одржавања, а при том су веома поуздане. Нуде велику оперативну флексибилност у поређењу са било којим другим извором, прилагођавајући се флукутирајућим потребама за електричном енергијом [4].

2.1.4. Геотермална енергија

Геотермална енергија долази из унутрашњости Земље. Велика разлика у температури између земљиног језгра и површине, резултира огромним протоком топлоте ка површини земље. Ова топлота изазива конвективна кретања, дели земљину кору на тектонске плоче, ствара вулкани и земљотресе и загрева подземне воде стварајући гејзире и врела. Кроз историју људи су користили воду из геотермалних извора за кување, чишћење, купање и лечење. Такође, градили су куће близу геотермалних извора, како би добили грејање. Римљани су градили купатила на геотермалним изворима, користећи геотермалну воду за лечење и рекреацију. Савремене примене геотермалних извора отпочела су 1800-тих година у лечилиштима и бањама. Прва производња електричне енергије била је у Италији у Лардерелу 1904. године, где је мали генератор паре произвео толико електричне енергије да упали пет сијалица. Године 1911. започета је изградња прве геотермалне електране, која је завршена 1913. године и чија снага је била 250 kW. Принцип производње електричне енергије помоћу геотермалне енергије је исти као помоћу конвенционалних термоелектрана. Постоје три различите методе претварања геотермалне енергије у електричну: електране на суву пару, електране са испаравањем и електране са бинарним циклусом. У зависности од температуре воде користи се неки од

поменутих метода. Извори који немају топлоту која је потребна да би се произвела електричне енергија, користе се за грејање објеката. Поред тога, нискотемпературни извори се користе у аквакултури, за прераду хране и у разним индустријским процесима.

Тачност која циркулише међу стенама садржи мноштво растворених минерала, соли и гасова, који могу негативно утицати на животну средину. Неки штетни гасови, који су емитовани из неких геотермалних извора, утицали су на критике еколошких организација и зауставили градњу неких нових објеката. Геотермалне електране заузимају мање простора него класичне електране. Иако се при формирању бушотина могу јавити одређене штете за животну средину, традиционални геотермални објекти могу радити са минималним утицајима на животну средину [4].

2.1.5 Енергија ветра

Од најранијих цивилизација ветар је био симбол снаге, пролазна сила која долази и нестаје, да би се поново неочекивано вратила. Иако се претпоставља да су људи користили ветрењаче још пре 2000 година у Кини и Вавилону, не постоји археолошки доказ за то. До XI века на Блиском истоку ветрењаче су се увелико користиле за млевење жита. Холанђани су користили ветрењаче за пумпање воде и одводњавање низија, а до почетка XVI века су прерадили ветрењаче и добили облика какав се данас виђа. Некада су људи користили ветрењаче како би смањили ручни рад и подигли животни стандард. Поред тога што су млеле жито и одводњавале низије, ветрењаче су уситњавале камен и пасирале семе за добијање уља. Непостојаност ветра ограничила је његову употребу, па је снага ветра замењена неким поузданијим изворима енергије. Са појавом парне машине отпочела је пропаст ветрењача. Парна машина није постала само средство за млевење жита, већ га је и превозила на велике удаљености. Локомотиве на парни погон и прекоокеански трговачки бродови погоњени углавном на угаљ, превозили су робу широм света. Угаљ је испоручивао потребну снагу, тако да је ветрењача брзо пала у заборав. Једини изузетак је било пумпање воде, које се наставило као и до тада [4].

Енергија ветра је била веома битна становницима Великих равница Сједињених Америчких држава. Како су се досељеници ширили на запад, ветрењаче су обезбеђивале воду за њихове ранчеве, јер је већина њих била далеко од других извора енергије. Традиционалну ветрењачу са четири велике лопатице, заменила је ветрењача са кратким лопатицама названа ветропумпа. До 1890-тих америчка ветропумпа на решеткастом постољу је постала обележје Велике равнице. Напори да се произведе електрична енергија помоћу ветрењача отпочели су 1880-тих година. Ни традиционална европска ветрењача, као ни америчка, нису се једноставно могле прилагодити производњи електричне енергије, јер њихови зупчаници нису били прилагођени променљивим оптерећењима која намећу електрични генератори. Након Првог светског рата, инжењери су применили знање у дизајну елиса авиона на ветрењаче. На тај начин створене су прве ветротурбине, које су производиле електричну енергију.

Електране на ветар користе кинетичку енергију ветра и претварају је у механичку, која се преко електричних генератора претвара у електричну енергију. Снага која је на располагању ветрогенератору зависи од брзине ветра, површине коју покрива ротор и густине ваздуха (слика 4). Брзина ветра одређује кинетичку енергију ветра и брзину којом та енергију удара у лопатице ротора, чинећи је далеко доминантним фактором у одређивању снаге која је ветротурбини на располагању. Подручје ротора је једнако површини круга, чији је радијус дужина лопатице. Што је ротор већи, више енергије се генерише. Што је густина ваздуха већа, јачи ће бити удари ветра у роторе генератора. Снага која је на располагању ветрогенератору се рачуна по обрасцу:

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

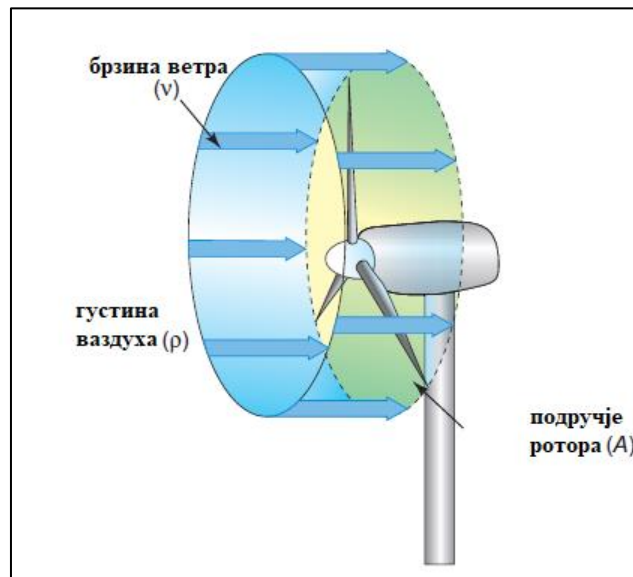
где је:

ρ – густина ваздуха,

A – подручје ротора и

v – брзина ветра.

Након што елиса преузме енергију од ваздуха, брзина ваздуха пада. Алберт Беџ (Albert Betz) 1919. године је први израчунао да максимална ефикасност идеалне турбине износи 59% [4].



Слика 4. Ветрогенератор [4]

Утицај енергије ветра на животну средину је изузетно мали, посебно у поређењу са фосилним горивима. Рад ветрогенератора на ствара угљен-диоксид и не ослобађа загађиваче који могу допринети киселим кишама или смогу. Енергија ветра не ослобађа токсична једињења и тешке метале, нити загађује водене ресурсе и ваздух. Мана ове врсте енергије могу бити ветротурбине које стварају велику буку, па узнемиравају становништво. Овај проблем се може решити смањењем брзине ротације, редизајном лопатица или постављање ветротурбина изван насељеног места [4].

3. ОИЕ у глобалним енергетским потребама

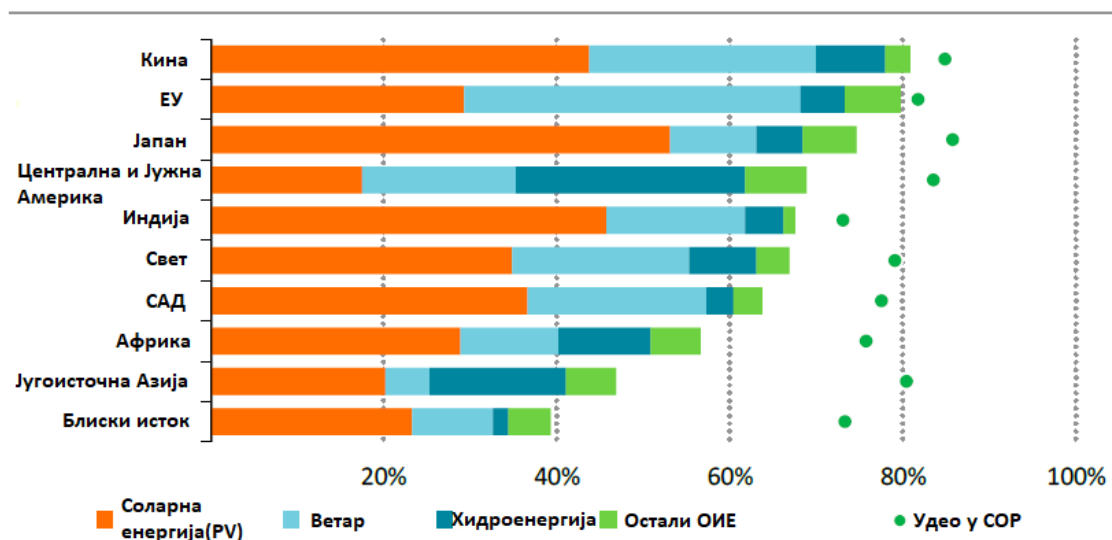
У протекле две године обновљиви извори енергије су наставили импресиван темпо раста, а повећање њихове производње покрило је скоро половину повећања глобалне потражње за електричном енергијом. Све више људи има приступ новим технологијама за добијање енергије из обновљивих извора енергије. У Индији су сва села добила прикључак на електродистрибутивну мрежу, што је велики помак. Емисија угљен-диоксида, која је последица употребе енергије из фосилних горива, достигла је историјски максимум 2018. године, а раст од 1,9% је највећи годишњи пораст од 2013. године. Лош квалитет ваздуха има велики утицај на здравље људи. Међународна агенција за енергију (International Energy Agency – IEA) је проценила да скоро петина раста потражње енергије у 2018. години, има везе са променом климатских услова, односно топлије лето у неким крајевима изискује више хлађења, а хладније зиме више грејања. Око 1,8 милијарди долара сваке године се инвестира за енергетске потребе, што је битан показатељ начина на који се систем развија у правцу понуде и потражње енергије. Глобална потражња за примарном енергијом порасла је за 2,3% у 2018. години, што је највећи раст од 2010. године. Иако је пораст производње енергије из обновљивих извора енергије надмашио раст осталих облика енергије од 2010. године, удео фосилних горива у глобалној потражњи енергије је изнад 80%. Светска потражња за примарном енергијом приказана је у табели 1 [7].

Табела 1. Светска потражња за примарном енергијом (Mtoe) [7]

			Утврђена политика		Одрживи развој		Тренутна политика	
	2000	2018	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Угаљ	2 317	3 831	3 848	3 779	2 430	1 470	4 154	4479
Нафта	3 665	4 501	4 872	4 921	3 995	3 041	5 174	5626
Природни гас	2 083	3 273	3 889	4 445	3 513	3 162	4 070	4847
Нуклеарна енергија	675	709	801	906	895	1 149	811	937
ОИЕ	659	1 391	2 287	3 127	2 776	4 381	2138	2741
Хидроенергија	225	361	452	524	489	596	445	509
Савремена биоенергија	374	737	1 058	1 282	1 179	1 554	1013	1 190
Чврста биомаса	60	293	777	1 320	1 109	2231	681	1 042
Остало	638	620	613	546	140	75	613	546
Укупно	10037	14314	16311	17723	13750	13279	16960	19177
Удео фосилних горива	80%	81%	77%	74%	72%	58%	79%	78%
CO ₂ емисија (Gt)	23,1	33,2	34,9	35,6	25,2	15,8	37,4	41,3

Сценарио тренутне политике представља политику која предвиђа раст потрошње од 1,3% процената на годишњем нивоу до 2040. године. Раст у складу са овим сценаријем би значао већу потрошњу свих врста горива, што би довело до пораста емисије и повећања оптерећења у свим енергетским аспектима. У сценарију утврђене политике, потрошња примарне енергије расте за четвртину до 2040. године. Извори са ниском емисијом угљен-диоксида задовољавају више од половине повећања потражње до 2040. године у овом сценарију. Оваква политика доводи до енергетског сектора, где доминирају обновљиви извори енергије (слика 4). Међутим, потражња за свим изворима енергија још увек расте, осим угља. У сценарију одрживог развоја фокус је на

побољшање енергетске ефикасности и смањење процента добијања електричне енергије из необновљивих извора енергије сагоревањем. Сматра се да повећање броја становника неће изазвати повећање потрошње примарне енергије. Како нема повећања потрошње примарне енергије, сва количина угљен-диоксида емитује се због употребе нафте и угља. У наредним годинама расте потражња за нафтом. Уколико се половина светске флоте аутомобила преведе на електрично напајање до 2040. године, смањиће се потражња за нафтом за 40% [7].



Слика 5. Удео обновљивих извора енергије у укупном повећању капацитета по регионима[5] (COP-сценарио одрживог развоја)[7]

Највећи потрошачи примарне енергије су земље Азијско-пацифичког региона, а Кина се истиче као највећи потрошач (табела 2). Обзиром да је Кина највећи потрошач примарне енергија, уједно је и највећи емитер угљен-диоксида. Потражња за енергијом расте на Блиском истоку, а условљена је потрошњом енергије на хлађење и десалинизацију. У већини економија у развоју сва горива и технологије се мобилишу, како би се задовољио раст потражње енергије. Кина је донекле посебан случај, имајући у виду изванредну инфраструктуру изграђену у протекле две деценије, изазов је управљање импликацијама развојне фазе која се углавном ослања на тешку индустрију и угаљ. У напредним државама, опадајућа или непромењена потражња за енергијом мења динамику улагања, што значи да је темпо промене је диктиран променом или надоградњом постојеће инфраструктуре која користи енергију [7].

Потрошња финалне енергија по секторима приказана је у табели 3. Највише енергије се троши у зградама, а гориво које се највише користи је нафта. У развијеним економијама користе се најсавременије технологије, како би се задовољиле потребе за енергијом, услед брзог раста броја градског становништва. Изградња брзорастућих градова, индустрије која се овом приликом користи, као и различите услуге представљају критична питања по енергетске изгледе. Растућа потражња за хлађењем простора, као и све већи број електричних уређаја у оквиру домаћинства, доводе до све веће потражње за финалном енергијом. Потрошња енергије у транспорту би требало да опада наредних година, услед употребе ефикаснијих горива и возила на електричну енергију. Увођењем ригорознијих стандарда и прописа у грађевинарству, потрошње енергије у зградама падаће за 10% до 2040. године [7].

Табела 2. Укупна потрошња примарне енергије по регионима изражена у Mtoe [7]

	2000	2018
Северна Америка	2678	2714
<i>САД</i>	2271	2230
Централна и Јужна Америка	449	660
<i>Бразил</i>	184	285
Европа	2027	2000
<i>ЕУ</i>	1692	1613
Африка	489	838
<i>Јужна Африка</i>	108	134
Блиски исток	365	763
Евроазија	742	934
<i>Русија</i>	621	751
Азија-Пацифик	3 012	5 989
<i>Кина</i>	1 143	3 187
<i>Индија</i>	441	916
<i>Јапан</i>	518	434
<i>Југоисточна Азија</i>	384	701
*Међународни бункери	274	416
Укупно	10 037	14 314

*Међународни бункери обухватају поморска и ваздухопловна горива.

Табела 3. Потрошња финалне енергије по секторима изражена у Mtoe[7]

	2000	2018
Индустрија	1 881	2 898
Транспорт	1 958	2 863
Зграде	2 446	3 101
Остало	758	1 092
*од чега су сировине	433	549
Електрична енергија	1 092	1 915
Даљинско грејање	248	296
Директна употреба ОИЕ	272	482
*од чега савремена биоенергија	263	430
Природни гас	1 127	1 615
Нафта	3 124	4 043
Угаљ	542	984
Чврста биомаса	638	620
Укупно	7 043	9 954

Глобалне емисије CO₂ повезане су са употребом енергије, које су се током 2018. године поново повећале и достигле рекордан ниво (табела 4). Пораст емисије је последица низа фактора, укључујући снажан економски раст, успоравање процеса унапређења ефикасности и чињеницу да примена ОИЕ не прати повећану потражњу за

енергијом. Све већи број земаља, укључујући и ЕУ, активно разматра или је најавио постављање дугорочних циљева смањења емисије CO₂ и ефекта стаклене баште. Само неколико њих је формално усвојено, док тамо где их нема, врши се процена посебних политика које су утврђење ради постизања дугорочних циљева. Улажу се велики напори како би до 2070. године постигла глобална нето-нулта емисија CO₂. Поред повећања употребе ОИЕ ради смањења емисије угљен-диоксида, могуће је сакупљати, употребити и ускладиштити угљеник [7].

Табела 4. Глобална емисија CO₂ у зависности од врсте енергије изражена у Mt [7]

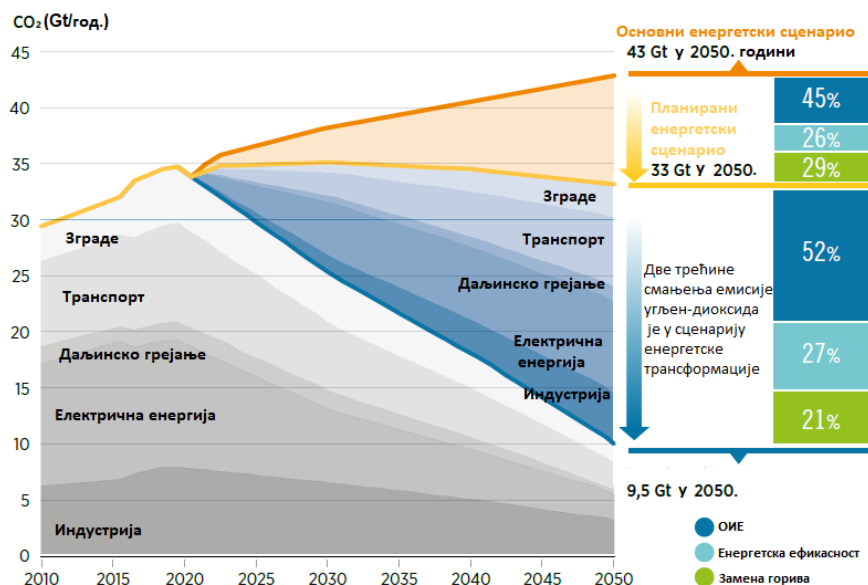
	2000	2018
Угаљ	8 946	14 664
Нафта	9 640	11 446
Природни гас	4 551	7 134
Укупно CO ₂	23 137	33 243

3.1 ОИЕ у будућности

У оквиру студије коју спроводи Међународна агенција за обновљиву енергију (The International Renewable Energy Agency -IRENA) приказано је неколико енергетских сценарија:

- **„Планирани енергетски сценарио (Planned Energy Scenario-PES)“** је главни референтни сценарио студије, који приказује перспективу развоја енергетског система на основу тренутних енергетских планова и других планираних политика (од 2019. године), укључујући утврђене националне доприносе.
- **„Сценарио трансформације енергетике (Transforming Energy Scenario-TES)“** представља амбициозан, али реалистичан пут трансформације енергетике заснован углавном на ОИЕ и непрекидно побољшаној енергетској ефикасности.
- **„Перспектива дубље декарбонизације (Deeper Decarbonisation Perspective-DDP)“** представља ставове о додатним опцијама смањења емисије CO₂. Такође, предлаже могућности за убрзано деловање у одређеним областима, како би се емисија CO₂ смањила на нулу до 2060. године.
- **„Основни енергетски сценарио (Baseline Energy Scenario-BES)“** одражава политике које су постојале у време Париског споразума 2015. године, додајући историјски преглед енергетских кретања тамо где је то потребно.

Да би се постигао сценарио енергетске трансформације, емисије CO₂ би требало да падају у просеку за 3,8% годишње до 2050. године (слика 5). До смањења емисије CO₂ 2050. године долази због обновљивих извора енергије и повећања енергетске ефикасности. Укључујући директну и индиректну електрификацију, укупно смањење емисије CO₂ биће за 90% [8].



Слика 6. Емисија CO₂ 2010-2050[8]

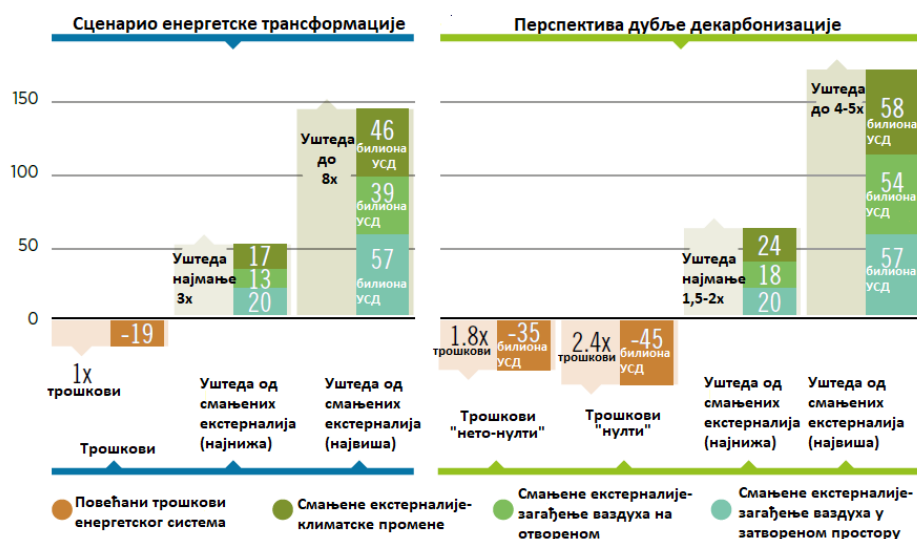
Да би се смањиле климатске промене потребно је повећати и усмерити улагања у чисте технологије. Улагања у фосилна горива потребно је преусмерити на обновљиве изворе енергије и енергетску ефикасност, а субвенције за фосилна горива укинати. Укупно улагање у енергетски систем према сценарију енергетске трансформације би требало да достигне 110 милијарди америчких долара до 2050. године или око 2% просечног годишњег БДП-а током периода (слика 7). Перспектива дубоке декарбонизације би захтевала додатна улагања од 20 милијарди УСД, што значи да је за нето-нулту емисију угљен-диоксида потребно издвојити 130 милијарди УСД. Да би убрзала преусмеравања финансија са фосилних горива на ОИЕ, IRENA сарађује са партнерима на платформи за климатска улагања (Climate Investment Platform - CIP). Бавећи се ризицима и баријерама које ометају повећање ОИЕ, CIP ће убрзати транзицију ка нето-нултој емисији и одрживом развоју [8].



Слика 7. Нова инвестициона улагања[8]

Увођење ОИЕ и мера енергетске ефикасности је веома исплативо. У сценарију енергетске трансформације, сваки долар потрошен на енергетску трансформацију донео

би повраћај између 3 и 8 долара (слика 8). Укратко, повраћај новаца издвојеног за сценарио енергетске трансформације у износу од 19 милијарди УСД, износио би између 50 милијарди и 142 милијарди УСД до 2050. године. Перспектива дубље декарбонизације би коштала додатних 16 милијарди УСД, односно постизање потпуне нулте емисије угљен-диоксида би коштало додатних 26 милијарди УСД [8].



Слика 8. Поређење трошкова са добробитима [8]

Климатске промене могу имати штетне и дестабилишуће ефекте на светски финансијски систем. Пожари, поплаве, суше, подизање нивоа мора и други утицаји климатских промена, наносиће све већу еколошку и економску штету људима, што на крају плаћају порески обавезници. Улагања за проширење инфраструктуре за снабдевање фосилним горивима су све ризичнија. Ниске цене нафте подсећају на нестабилност тржишта нафте и других фосилних горива, као и на геополитику повезану са тренутним енергетским системом. Обновљиви извори енергије и енергетска ефикасност могу испоручивати енергију по нижим трошковима у односу на фосилна горива, посебно уколико су у комбинацији са технологијама уклањања угљеника и технологијама рециклаже.

Потребно је успоставити дугорочне стратегије интегрисаног енергетског планирања, дефинисати циљеве и прилагодити политике и прописе, који обликују енергетски систем погодан клими. Да би се увидели свеобухватни утицаји трансформације, потребан је интегрисан приступ енергетском планирању, који комбинује холистичку перспективу планирања у енергетском планирању и дугорочну перспективу планирања [8].

4. ОИЕ у Србији и ЕУ

4.1 ОИЕ у ЕУ

Почетком 2007. године ЕУ је предложила интегрисани пакет о енергетским и климатским променама за смањење емисије штетних гасова за 21. век, заснован на снажној посвећености у корист ниске потрошње енергије, конкурентније економије и одрживог развоја. Дана 23.04.2009. године званично је усвојен законодавни пакет под називом 20-20-20 енергетски и климатски пакет, који званично показује да је ЕУ спремна да преузме глобално лидерство у борби против климатских промена, како би се изборила са изазовима енергетске сигурности, чинећи при том Европу моделом одрживог развоја за 21. век.

Европска комисија средином септембра 2020. године издала је саопштење, које представља процену 27 националних енергетских и климатских планова (*NECP - National Energy and Climate Plans*). Планове су поднеле државе чланице у складу са Уредбом ЕУ о управљању. Државе чланице су биле у обавези да израде планове и предају их до 31. децембра 2019. године. У јуну 2019. године Комисија је издала нове планове и пружила појединачне повратне информације државама чланицама, које су узеле у обзир већину препорука. Државе чланице су представиле коначне планове, који садрже интегрисану визију енергетске и климатске транзиције за наредних десет година. Планови које су чланице предале дају увид, колико се чланице приближавају првој фази транзиције ка климатској неутралности и њихово напредовање у периоду 2021 – 2030 у оквиру области декарбонизације, енергетске ефикасности, енергетске сигурности, унутрашњег енергетског тржишта и истраживања, иновација и конкурентности [9].

Процена *NECP-а* показује да би удео ОИЕ у финалној потрошњи енергије, могао достићи распон од 33,1 до 33,7% до 2030. године на нивоу ЕУ, премашујући циљеве од најмање 32% до 2030. године и стављајући обновљиве изворе енергије у први план за постизање циљева предвиђених Саопштењем о јачању европских климатских амбиција до 2030. године. Анализа Еуростатових података за 2018. годину (слика 9) и пројекције очекиваног удела ОИЕ у финалној потрошњи енергије држава чланица до 2020. године, показује да ће ЕУ достићи удео ОИЕ између 22,5% и 22,7%, као и да ће већина држава чланица постићи циљ предвиђен националним планом. Ипак, неколико држава чланица, посебно оне за које се предвиђа да заостају у овој фази, требало би да размотре додатне мере како би осигурале постизање обавезујућег циља до краја 2020. године.

Додатна улагања у производњу, која не би наносила штету околини, могла би смањити емисију штетних гасова за 55% до 2030. године и повећати шансе ЕУ, да до 2050. године постане климатски неутрална. Додатна улагања у ОИЕ, такође, могу имати брз и позитиван утицај за опоравак економије [9].



Слика 9. Удео ОИЕ у бруто потрошњи финалне енергије у ЕУ(НАП-Национални акциони план)[10]

Удео ОИЕ 2018. године у бруто потрошњи финалне енергије износи 17,5%, што је веома близу циља предвиђеног за 2020. годину (20%)(табела 5) [10].

Табела 5. Производња финалне енергије из ОИЕ [10]

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020 циљ
ЕУ-27	9.6	10.2	10.8	11.9	12.6	13.9	14.4	14.6	16.1	16.7	17.5	17.9	18.1	18.5	18.9	20
ЕУ-28	8.5	9.1	9.7	10.6	11.4	12.6	13.2	13.4	14.7	15.4	16.2	16.7	17.0	17.5	18.0	20
Белгија	1.9	2.3	2.6	3.1	3.6	4.7	5.6	6.3	7.2	7.5	8.0	8.0	8.7	9.1	9.4	13
Бугарска	9.2	9.2	9.4	9.1	10.3	12.0	13.9	14.2	15.8	18.9	18.0	18.3	18.8	18.7	20.5	16
Чешка	6.8	7.1	7.4	7.9	8.7	10.0	10.5	10.9	12.8	13.9	15.1	15.1	14.9	14.8	15.1	13
Данска	14.8	16.0	16.3	17.7	18.5	20.0	21.9	23.4	25.5	27.2	29.3	30.9	32.0	35.0	36.1	30
Немачка	6.2	7.2	8.5	10.1	10.1	10.9	11.7	12.5	13.6	13.8	14.4	14.9	14.9	15.5	16.5	18
Естонија	18.4	17.4	16.0	17.0	18.6	22.9	24.6	25.3	25.5	25.3	26.1	28.2	28.7	29.1	30.0	25
Ирска	2.4	2.8	3.0	3.5	3.9	5.2	5.7	6.6	7.1	7.6	8.6	9.1	9.3	10.6	11.1	16
Грчка	7.2	7.3	7.5	8.2	8.2	8.7	10.1	11.2	13.7	15.3	15.7	15.7	15.4	17.0	18.0	18
Шпанија	8.3	8.4	9.1	9.7	10.7	13.0	13.8	13.2	14.3	15.3	16.1	16.2	17.4	17.6	17.4	20
Француска	9.5	9.6	9.3	10.2	11.2	12.2	12.7	11.0	13.4	14.0	14.6	15.0	15.7	16.0	16.6	23
Хрватска	23.4	23.7	22.7	22.2	23.6	25.1	25.4	26.8	28.0	27.8	29.0	28.3	27.3	28.0	28.0	20
Италија	6.3	7.5	8.3	9.8	11.5	12.8	13.0	12.9	15.4	16.7	17.1	17.5	17.4	18.3	17.8	17
Кипар	3.1	3.1	3.3	4.0	5.1	5.9	6.2	6.3	7.1	8.5	9.2	9.9	9.9	10.5	13.9	13
Летонија	32.8	32.3	31.1	29.6	29.8	34.3	30.4	33.5	35.7	37.0	38.6	37.5	37.1	39.0	40.3	40
Литванија	17.2	16.8	16.9	16.5	17.8	19.8	19.6	19.9	21.4	22.7	23.6	25.8	25.6	26.0	24.4	23
Луксембург	0.9	1.4	1.5	2.7	2.8	2.9	2.9	2.9	3.1	3.5	4.5	5.0	5.4	6.3	9.1	11
Мађарска	4.4	6.9	7.4	8.6	8.6	11.7	12.7	14.0	15.5	16.2	14.6	14.5	14.3	13.5	12.5	13
Малта	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	1.0	1.8	2.9	3.8	4.7	5.1	6.2	7.3	8.0	10
Холандија	2.0	2.5	2.8	3.3	3.6	4.3	3.9	4.5	4.7	4.7	5.4	5.7	5.8	6.5	7.4	14
Аустрија	22.6	24.4	26.3	28.2	28.9	31.0	31.2	31.6	32.7	32.8	33.7	33.5	33.4	33.1	33.4	34
Пољска	6.9	6.9	6.9	6.9	7.7	8.7	9.3	10.3	10.9	11.4	11.5	11.7	11.3	11.0	11.3	15
Португал	19.2	19.5	20.8	21.9	22.9	24.4	24.2	24.6	24.6	25.7	29.5	30.5	30.9	30.6	30.3	31
Румунија	16.8	17.6	17.1	18.2	20.2	22.2	22.8	21.2	22.8	23.9	24.8	24.8	25.0	24.5	23.9	24
Словенија	16.1	16.0	15.6	15.6	15.0	20.1	20.4	20.3	20.8	22.4	21.5	21.9	21.3	21.1	21.1	25
Словачка	6.4	6.4	6.6	7.8	7.7	9.4	9.1	10.3	10.5	10.1	11.7	12.9	12.0	11.5	11.9	14
Финска	29.3	28.8	30.1	29.6	31.4	31.3	32.4	32.8	34.4	36.7	38.8	39.3	39.0	40.9	41.2	38
Шведска	38.7	40.7	42.4	43.9	44.7	47.9	47.0	48.2	50.2	50.8	51.9	53.0	53.4	54.2	54.6	49
Уједињено Краљевство	0.9	1.1	1.3	1.6	2.7	3.3	3.8	4.3	4.4	5.5	6.7	8.3	9.0	9.7	11.0	15
Норвешка	58.5	60.1	60.5	60.3	61.9	64.9	61.3	65.0	65.5	66.7	69.2	69.1	70.2	71.6	72.8	67.5
Црна Гора	-	35.9	35.0	33.1	32.5	39.5	40.7	40.7	41.5	43.7	44.1	43.1	41.6	39.7	38.8	33
Северна Македонија	15.7	16.5	16.5	15.0	15.6	17.2	16.5	16.4	18.1	18.5	19.6	19.5	18.0	19.6	18.1	23
Албанија	29.6	31.4	32.1	32.7	32.4	31.4	31.9	31.2	35.2	33.2	31.5	34.4	35.5	34.5	34.9	38
Србија	12.7	14.3	14.5	14.3	15.9	21.0	19.8	19.1	20.8	21.1	22.9	22.0	21.1	20.3	20.3	27
Турска	16.2	15.5	14.1	13.2	13.5	14.1	14.0	12.8	13.2	13.9	13.6	13.6	13.7	12.8	13.7	-
Косово*	20.5	19.8	19.5	18.8	18.4	18.2	18.2	17.6	18.6	18.6	19.5	18.5	24.5	23.1	24.9	25

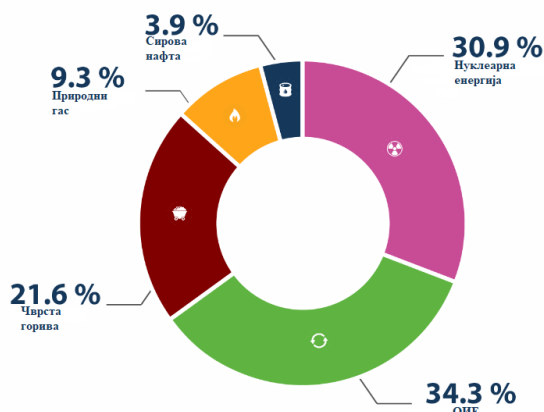
Енергија која се троши у оквиру ЕУ долази из производње у ЕУ и увоза. Током 2018. године ЕУ је произвела око 42% потребне енергије, док је 55% било увезено. Те године у ЕУ енергија је била доступна из следећих извора (слика 10): нафта и њени

деривати – 36,4%, природни гас – 22,9%, чврста фосилна горива – 14,1%, обновљива енергија – 14,2% и нуклеарна енергија – 12,3%. У зависности о којој држави чланици је реч, мења се и количина доступне енергије. Нафтни производи чине значајан удео на Кипру – 91%, Малти – 87% и у Луксембургу – 65%, док природни гас чини нешто више од трећине у Италији – 37% и Холандији – 35%. Скоро три четвртине доступне енергије у Естонији – 72% и скоро половину у Пољској – 47% се добија из чврстих фосилних горива, док нуклеарна енергија чини 42% у Француској и 32% у Шведској. Енергија из обновљивих извора чина 39% у Летонији и Шведској [10].



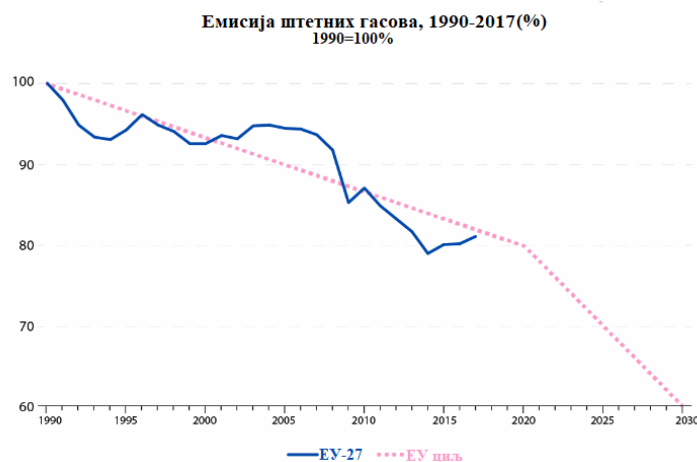
Слика 10. Извори доступне енергије у ЕУ, 2018[10]

У оквиру ЕУ енергија се производи из различитих извора. Највећи део енергије 2018. године добијен је из ОИЕ – 34,3% (слика 11). Други највећи извор је нуклеарна енергија са 30,9%, а затим следи чврсто фосилно гориво са 21,6%, док је од природног гаса добијено 9,3%, а од нафте 3,9%. Производња енергије зависи од чланице. Нуклеарна енергија је веома важан извору у Француској (78% укупне енергије), Белгији (65%) и Словачкој (63%). Обновљиви извори енергије су главни извор енергије на Малти, Кипру, у Летонији, Литванији и Португалији. У Пољској (78%), Естонији (74%), Грчкој (57%) и Чешкој (55%) највећи значај имају чврста фосилна горива, док је природни гас главни извор у Холандији (76%). Сирова нафта представља главни извор енергије у Данској (41%) [10].

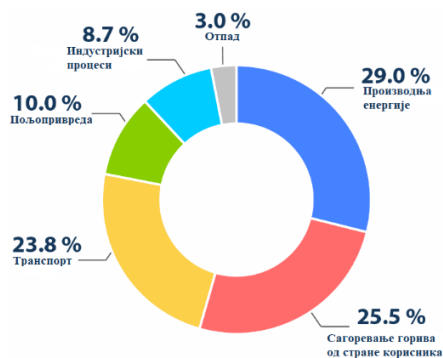


Слика 11. Удео различитих извора енергије у ЕУ, 2018 [10]

Емисија гасова који утичу на ефекат стаклене баште у ЕУ непрестано је опадала у периоду између 2010. и 2014. године, након чега се тај тренд променио и почео расти поново (слика 11). До 2017. године емисија штетних гасова смањена је за 19% у односу на 1990. годину, што представља смањење од 935 милиона тона CO₂. Ова вредност показује да је ЕУ на добром путу, да испуни свој циљ смањење гасова стаклене баште за 20% до 2020. и 40% до 2030. године у односу на 1990. годину. У 2017. години највећи удео у емисији штетних гасова је имала енергетска индустрија (индустрија укључена у производњу и прераду енергије, укључујући вађење горива, производњу и прераду) (29%), затим следи емисија настала сагоревањем од стране корисника (25,5%) и транспорт (23,8) (слика 13). У поређењу са 1990. годином смањио се удео већине извора, али се удео транспортног сектора повећао са 14,8% на 23,8% [10].



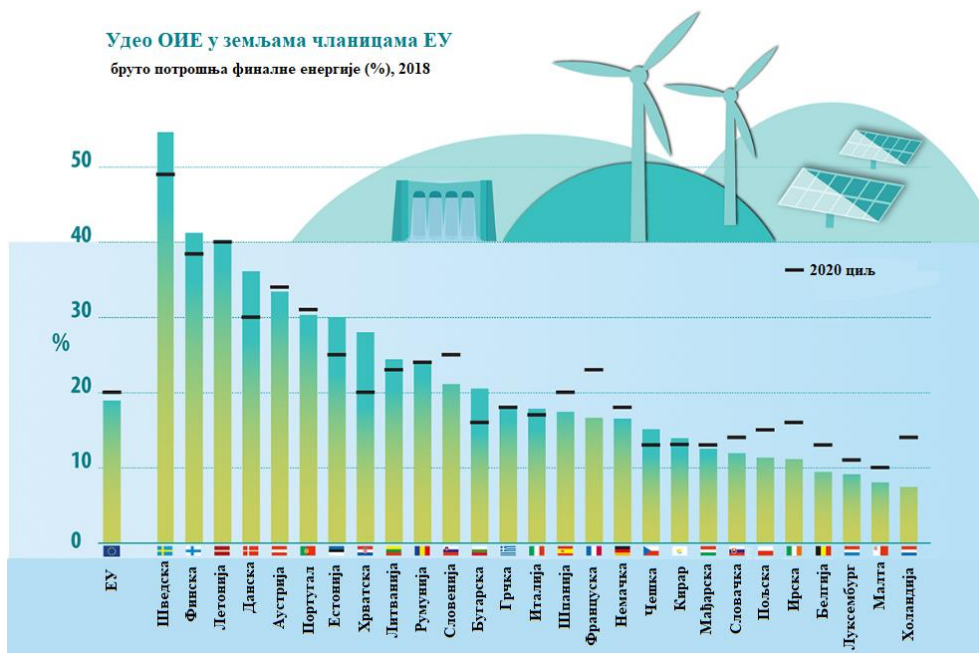
Слика 12. Емисија штетних гасова [10]



Слика 13. Удео емисије штетних гасова у зависности од извора, 2018 [10]

Удео обновљивих извора енергије у потрошњи финалне енергије је константно растао од 2004. до 2018. године са 9,6% на 18,9%. Као што је већа напоменуто, ЕУ је себи за циљ дала удео ОИЕ у потрошњи финалне енергије од 20% до 2020. године и 32% до 2030. године. Највећи удео ОИЕ у потрошњи финалне енергије је у Шведској (54,6% од укупне потрошње), а за њом следе Финска (41,2%) и Летонија (40,3%). Најмањи удео ОИЕ у потрошњи финалне енергије је у Холандији (7,4%) и Луксембургу (9,1%). Разлике произилазе из различитих потенцијала ОИЕ, углавном у потенцијалу за изградњу хидроелектрана и доступности биомасе. Све државе чланице су повећале удео ОИЕ између 2004. и 2018. године, бар четрнаест је удвостручило удео. Удео обновљивих

извора енергије у бруто потрошњи финалне енергије у чланицама ЕУ приказан је на слици 14 [10].

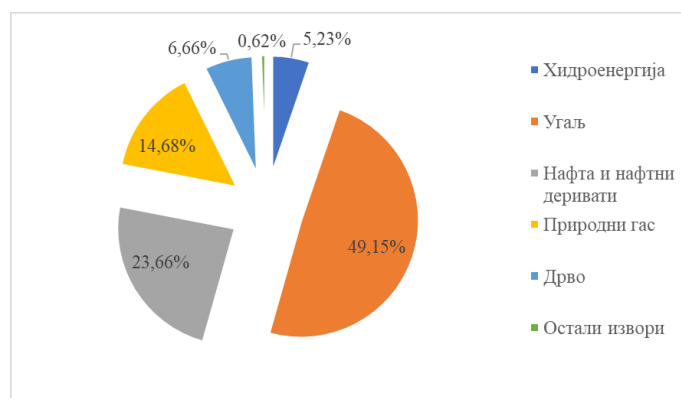


Слика 14. Удео ОИЕ у бруто потрошњи финалне енергије у земљама чланицама ЕУ [10]

4.2 ОИЕ у Србији

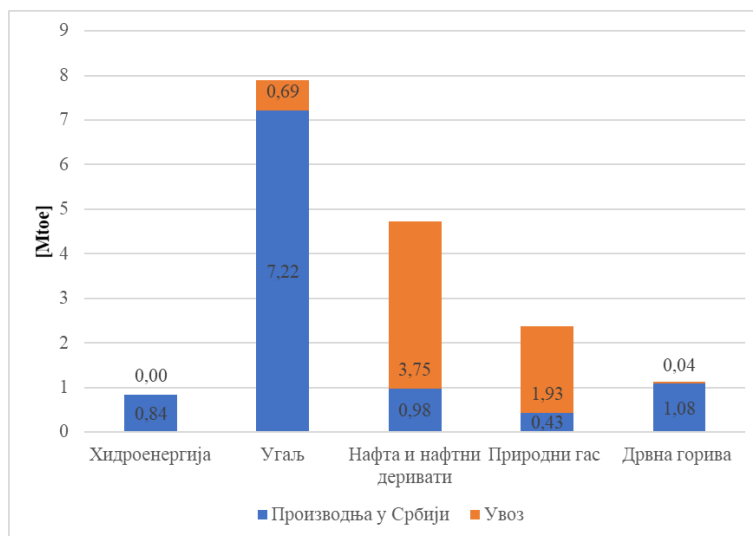
4.2.1 Енергија у Србији

У Републици Србији потрошња примарне енергије у 2017. години износила је око 15,4 Мтое, а њена расподела приказана је на слици 15. Примарна потрошња енергије заснива се у највећем делу на потрошњи фосилних горива и у нешто мањем проценту на ОИЕ (углавном на хидроенергији за производњу електричне енергије и огревном дрвету) [11].



Слика 15. Потрошња примарне енергије

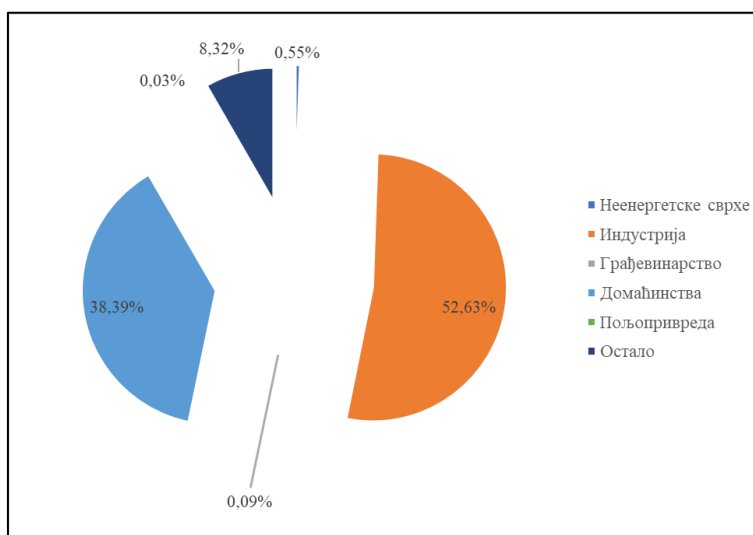
Укупној потрошњи примарне енергије највише доприносе фосилна горива са 82%, где највећи удео има угаљ са 49,15%. За разлику од угља, 79% сирове нафте и 82% природног гаса обезбеђено је увозом (слика 16) [11].



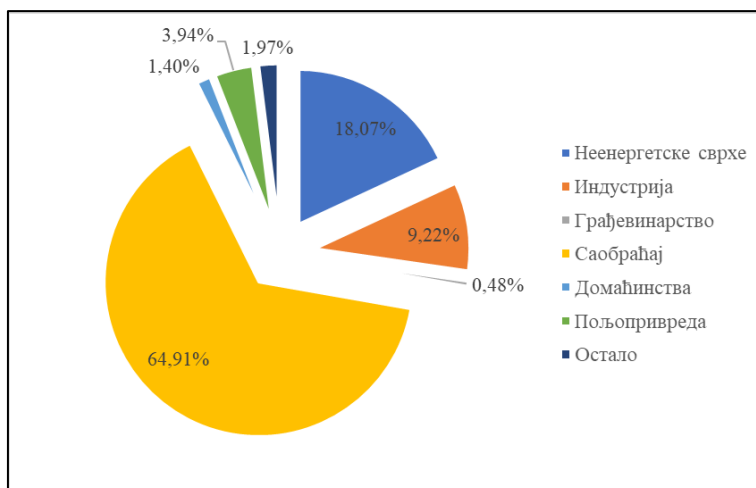
Слика 16. *Расположива енергија*

Са дијаграма се јасно уочава да највећи удео у примарној производњи заузима угаљ, који потиче из домаћих копова (око 91%).

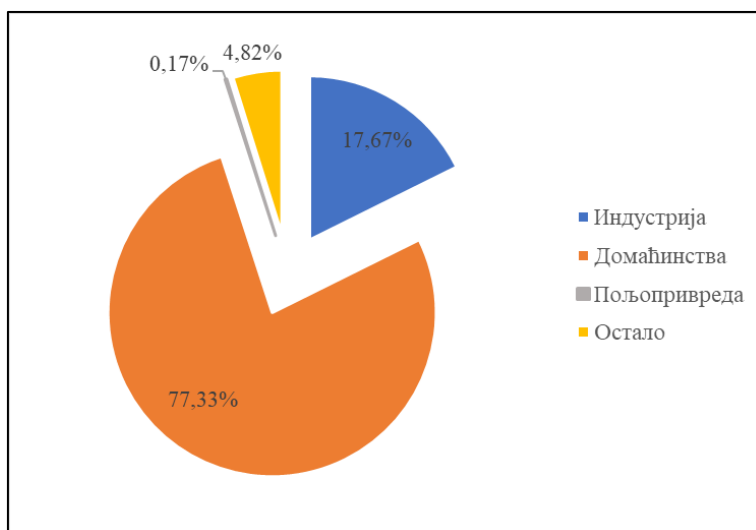
Потрошња финалне енергије у Србији 2017. године је износила 8,83 Мтое. Највећим делом финална енергија се трошила у домаћинствима (око 28%), док се најмања количина финалне енергије користила у грађевинарству (око 0,5%). На сликама 17, 18, 19, 20 и 21 приказана је потрошња финалне енергије у зависности од енергента[11].



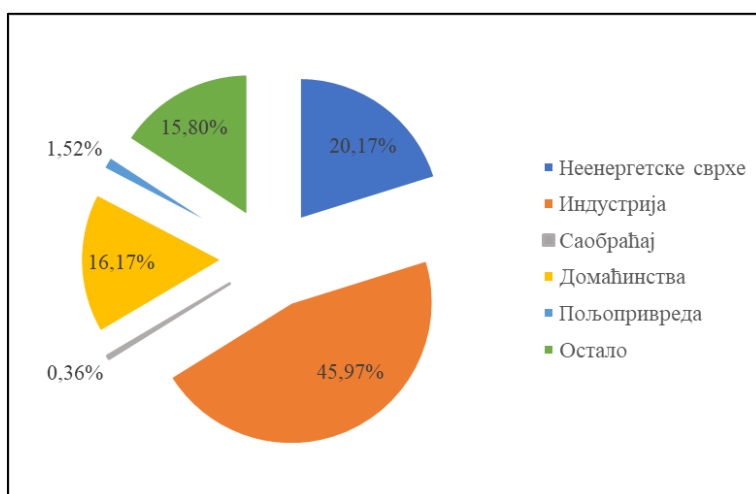
Слика 17. *Финална потрошња угља по секторима у 2017. години*



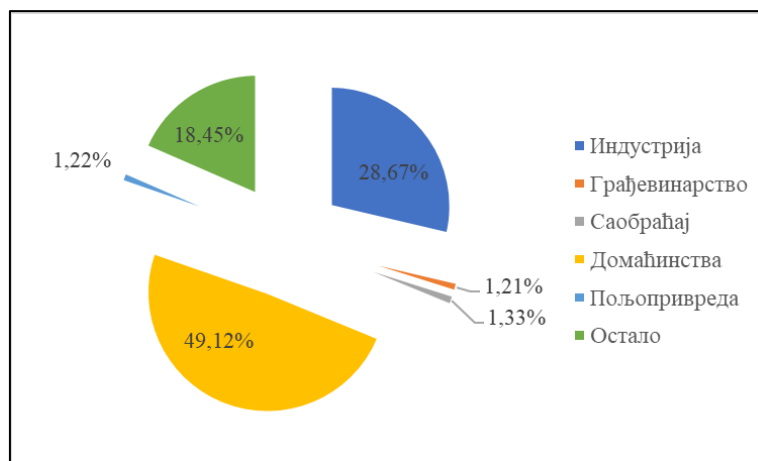
Слика 18. Финална потрошња нафте и њених деривата у 2017. години



Слика 19. Финална потрошња дрвених горива у 2017. години



Слика 20. Финална потрошња природног гаса, 2017



Слика 21. Финална потрошња природног гаса, 2017

4.2.2 Потенцијал ОИЕ у Србији

ОИЕ би могли одиграти веома битну улогу у будућности Србије. Процењује се да је укупан технички потенцијал ове врсте енергије у Србији износи 5,65 Мтое годишње, а да се искористи око 35%. Највећи потенцијал има биомаса (61%), затим хидроенергија (29,7%), док соларна (4,25%), геотермална (3,19%) и енергија ветра (1,82%) имају веома мали удео. У табели 6 је приказан потенцијал ОИЕ у Србији [12].

Табела 6. Потенцијал ОИЕ у Србији[12]

Врста ОИЕ	Доступан технички потенцијал [Мтое/год.]		
	Искоришћено	Неискоришћено	Укупно
Биомаса	1,054	2,394	3,448
<i>Пољопривредна биомаса</i>	0,033	1,637	1,670
<i>Течно ђубриво</i>	-	0,042	0,042
<i>Шумска биомаса</i>	1,021	0,509	1,530
<i>Биоразградиви отпад</i>	0	0,248	0,248
Хидроенергија	0,909	0,770	1,679
<i>Инсталирани капацитети до 10MW</i>	0,004	0,151	0,155
<i>Инсталирани капацитети од 10 MW до 30 MW</i>	0,020	0,102	0,122
<i>Инсталирани капацитети преко 30 MW</i>	0,885	0,517	1,402
Енергија ветра	≈0	0,103	0,103
Соларна енергија	≈0	0,240	0,240
<i>Производња електричне енергије</i>	≈0	0,046	0,046
<i>Производња топлотне енергије</i>	≈0	0,194	0,194
Геотермална енергија	0,005	0,175	0,180
<i>Производња електричне енергије</i>	≈0	≈0	≈0
<i>Производња топлотне енергије</i>	0,005	0,175	0,180
Укупно из ОИЕ	1,968	3,682	5.65

4.2.2.1 Биомаса

Један од значајнијих енергетских потенцијала Србије је биомаса. Њен потенцијал се процењује на 3,448 милиона тое, што чини 61% од укупног потенцијала ОИЕ. Дрвна биомаса чини највећи део овог потенцијала (1,53 милиона тое), као и пољопривредна биомаса (1,67 милиона тое). Нешто мањи удео чини биоразградиви комунални отпад са 205 хиљада тое. Ова врста ОИЕ доступна је на целој територији Србије. На простору централне Србије се углавном налази дрвна биомаса, док се пољопривредна биомаса налази на територији Војводине. Ниво искоришћења дрвне биомасе је висок (око 61%), док је ниво искоришћења пољопривредна биомасе веома низак (око 2%). Енергетски потенцијал комуналног биоразградивог отпада се уопште не користи. Потенцијал биомасе би се могао повећати, уколико би се искористило запуштено земљиште за енергетске засаде. Горива попут биоетанола и биодизела могуће је произвести у Србији. За производњу биоетанола користе се сировине попут житарица, кромпира, проса и артичоке, док се за производњу биодизела користе соја, сунцокрет, уљана репица и отпадна јестива уља. Након што се задовоље све потребе за поменутим сировинама, узимају се у обзир као потенцијал за производњу горива [12].

Енергетски засади

Енергетски засади су једногодишње или вишегодишње врсте, које се узгајају наменски за производњу неког облика енергије. Енергија може да се производи директним сагоревањем или гасификацијом засада ради производње електричне или топлотне енергије, или конверзијом у течна горива као што су етанол и биодизел за употребу у друмском, поморском или ваздушном саобраћају. Једногодишњи енергетски засади завршавају свој животни циклус - од клијања до производње семена - у току једне године. Летње једногодишње врсте клијају у пролеће или рано лето и сазревају до јесени исте године. Зимске једногодишње врсте клијају током јесени и сазревају током пролећа или лета наредне године [13].

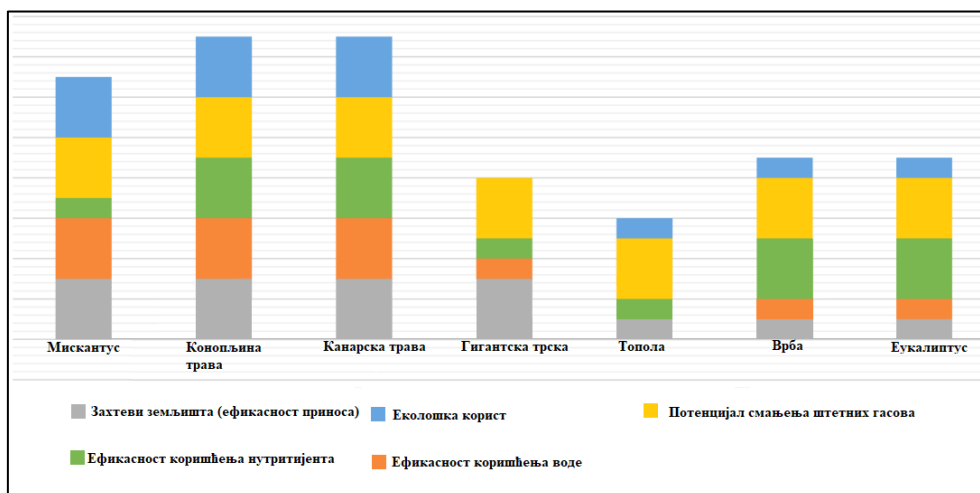
Како дрво, као основни обновљиви енергент који се користи у Србији, чини око 12% финалне енергетске потрошње, потребно је подићи што већи број енергетских засада и повећати коришћење ових енергента. У поређењу са нафтом и њеним дериватима, као и са електричном енергијом, коришћење дрвета у термичке сврхе спада у исти ред квалитета употребе, а у неким случајевима, квалитет употребе дрвета је виши него нафте и електричне енергије, нпр. у домаћинствима. У областима које су дефицитарне са количином дрвећа за огрев, а великом површином напуштеног пољопривредног земљишта, прибегава се узгоју биљака у енергетске сврхе. У зависности од средине узгајају се различите врсте биљака [13].

Енергетски засади се могу подићи на земљишту различитог квалитета и категорије. На земљишту које је доброг квалитета најбоље је подићи плантажу са кратким временом опходње (1-2 године), користећи врбу и тополу. Овакав узгој се највише исплати и даће дрво доброг квалитета. Уколико се засад подиже на земљишту лошег квалитета, период опходње је нешто дужи него код земље бољег квалитета, али је и принос мањи. На земљишту слабијег квалитета могу се гајити различите врсте дрвећа. Плантаже са кратком опходњом углавном подразумевају гајење брзорастућих врста дрвећа, како би се постигао економски оптималан принос у трајању од 1 до 15 година, што се постиже ђубрењем, наводњавањем, уклањањем корова итд. Плантажни засади

шумског дрвећа са кратким опходњама, засађени на пољопривредном земљишту се третирају као индустријски усеви. Ове плантаже се подижу ради добијања велике количине дрвне масе за добијање енергије. За подизање плантажа користе се углавном селекционисани клонови врбе и тополе. У пракси се, такође, користе и неселекционисане саднице брезе, црне и сиве јове, јавора, кошарачке врбе, јасике, беле врбе, црне тополе, јасена, багрема и др [14].

У Европи се прибегава садњи изданичких засада са кратком опходњом и сечком која се одвија на сваке две до три године. Код оваквих засада се сади од 5.000 до 16.000 биљака по хектару и размаком 0.5 x 3 m, а опходња траје од 1,5 до 3 године. Из оваквог засада се добија сечка. У Америчком моделу изданичке шуме су мање густине и трајањем опходње од пет до осам година. Код овог модела из засада се добијају огревно дрво и сечка. На слици 22 се може видети еколошки профил засада са еколошким питањима која се односе на:

- предуслове који су везани за земљиште, ради боље ефикасности и одређивање колико је земљишта потребно за 1 t производа,
- ефикасност коришћења воде, која је блиско повезана са управљањем природним ресурсима (дата количина воде се претвара у биомасу),
- ефикасност коришћења нутријената, што се односи на ефикасност засада да расту и производе корисне материје уз оптимално коришћење нутријената, што представља важан фактор у управљању еколошким ресурсима,
- потенцијал смањења гасова са ефектом стаклене баште (потенцијал анализираних засада да поправе баланс гасова са ефектом баште за анализу комплетног циклуса),
- еколошку корист, што подразумева свеукупну корист засада за екосистем, узимајући у обзир биодиверзитет, станишта, визуелне погодности итд. [15].



Слика 22. Еколошки профил засада[15]

Код засада са кратком опходњом принос зависи од типа земљишта и климатских карактеристика подручја на коме се узгаја. За сваку од врста је потребно утврдити на којој локацији су најбољи услови за њен узгој. У Европи принос суве дрвене сечке креће се од 5 до 18 t по хектару. Влажност свеже посеченог дрвета износи 55%. Принос од прве сече је углавном нижи у односу на другу и трећу, али он се смањује са старошћу засада.

У табели 7 приказан је преглед основних карактеристика засада кратке опходње за три различите врсте дрвета у Европи.

Табела 7. Преглед главних карактеристика засада кратке опходње [15]

Врста	Врба	Топола	Багрем
Део Европе	Северна, средња и западна	Средња и јужна	Средоземна, Мађарска и Пољска
Густина засада/ha	12500 – 15000	8000 – 12000	8000 – 12000
Циклус сече (године)	1 – 4	1 – 6	2 – 4
Просечна дебљина пања у време сече (mm)	15 – 40	20 – 80	20 – 40
Просечна висина у време сече (m)	3,5 – 5,0	2,5 – 7,5	2,0 – 5,0
Дрвна маса при сечи (свежа t/ha)	30 – 60	20 - 45	15 – 40
Садржај воде у дрвету (%)	45 – 62	50 – 55	40 – 45

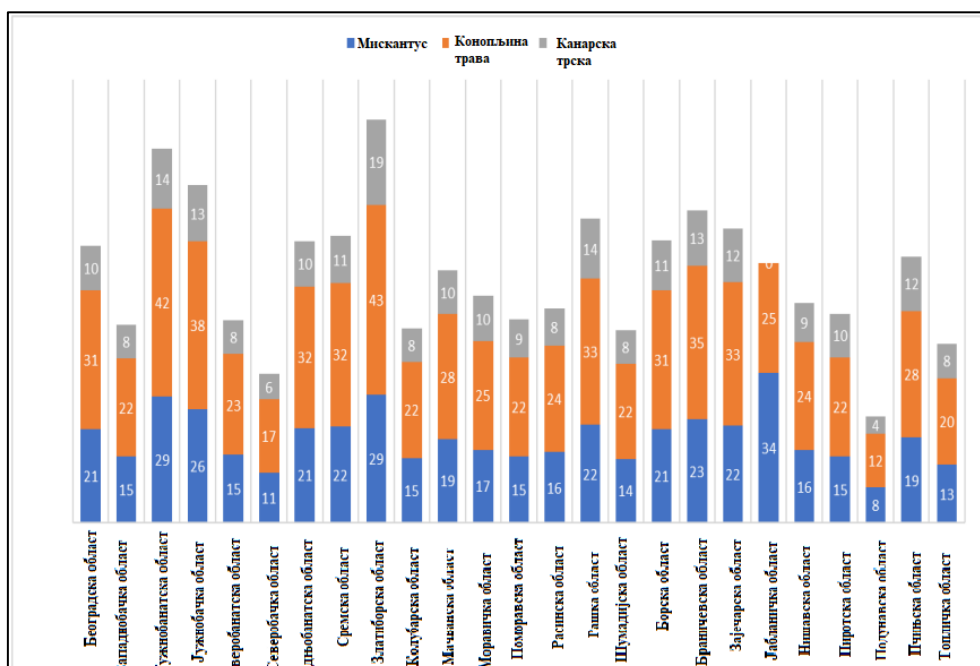
Како би подизање енергетског засада било исплативо, морају бити задовољени одређени услови који се односе на земљиште, приступачност, доступност воде и величину засада. Када је земљиште у питању, тренутно не постоје посебни захтеви по питању земљишта, али се подразумева да ће принос бити већи на земљишту бољег квалитета. Доступност воде је веома битан фактор приликом подизања засада у првом периоду, када биљке немају још увек развијен коренски систем. Посебно је потребно истражити доступност воде у сушним пределима. Иако је вода потребна за опстанка засада, ни претерано влажна подручја нису погодна због експлоатације засада. Због примене механизације приликом експлоатације, енергетски засади морају имати приступ путној инфраструктури. Због тежине биомасе пожељна је близина асфалтираних путева. Величина засада игра веома велику улогу, јер директно утиче начин управљања засадом, што утиче на трошкове. Најпожељније је користити правоугаоне парцеле, код којих се лакше врши садња и сеча. Углавном се овакве површине користе за пољопривредне усеве, па парцеле неправилног облика остају као једнина опција за ове засаде[15].

Маргинална земљишта се најчешће препоручују за подизање засада, а то су углавном земљишта уз железничку пругу, клизишта, земљишта испод далековода, загађене површине итд. Овакво земљиште, према дефиницији FAO, представља земљиште које је под утицајем ограничавајућих фактора, који су у збиру значајни за одрживо коришћење:

- услед повећаних инпута потребних за очување продуктивности,
- ниске плодности, лошег дренажа, плиткоће, салинитета, стрмости терена, неповољних климатских услова,
- отежаног приступа тржишту, уситњених поседа, лоше инфраструктуре, и
- ограничених могућности диверсификације.

У ЕУ, такве области су до 2013 у оквиру Заједничке пољопривредне политике (CAP) биле дефинисане као „мање повољне области“ (LFA). Од тог времена, прешло се на коришћење термина „области са природним ограничењима“ (ANC). Уз унапређења (и

био-физичке и социо-економске природе) таква врста земљишта може да се култивише индустријским засадама. [15].

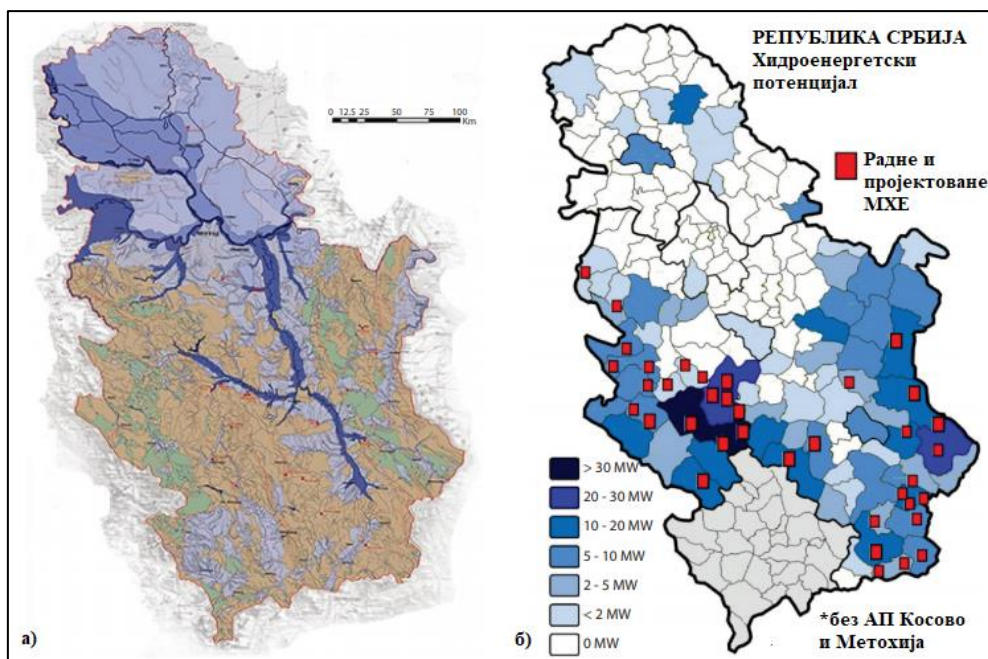


Слика 23. *Процењен годишњи одрживи потенцијал за одређене енергетске засаде у Србији[15]*

На слици 23 је процењен годишњи одрживи потенцијал (у хиљадама тона суве биомасе) за мискантус, конопљину траву и канарску трску у Србији. Претпоставке укључују одржавање удела од 10 % обрадивог запуштеног земљишта и без коришћења наводњавања за засаде. Укупна процењена вредност је 480000 тона годишње суве биомасе [15].

4.2.2.2 Хидроенергија

Технички употребљив потенцијал хидроенергије у Србији процењује се на 1,679 Мтое, од чега је велики део искоришћен. Укупан теоријски потенцијал водотокова који протичу преко територије Србије износи око 30 000 GWh годишње, док је употребљиво мање од 20 000 GWh годишње. Највећи део хидроенергетског потенцијала је на сликовима Дунава, Дрине, Лима, Велике Мораве и Ибра са преко 10000 GWh годишње. Тренутно 16 хидроелектрана производи више од 10 TWh годишње, што је око 32% укупне годишње производње електричне енергије. Према проценама Србија би могла изградити неколико стотина малих хидроелектрана (МХЕ), чија је инсталисана снага процењена на 500 MW, а годишња производња око 1600 GWh годишње. На слици 24 је приказана хидрографија Србије, као и дистрибуција МХЕ у различитим деловима Србије [16].

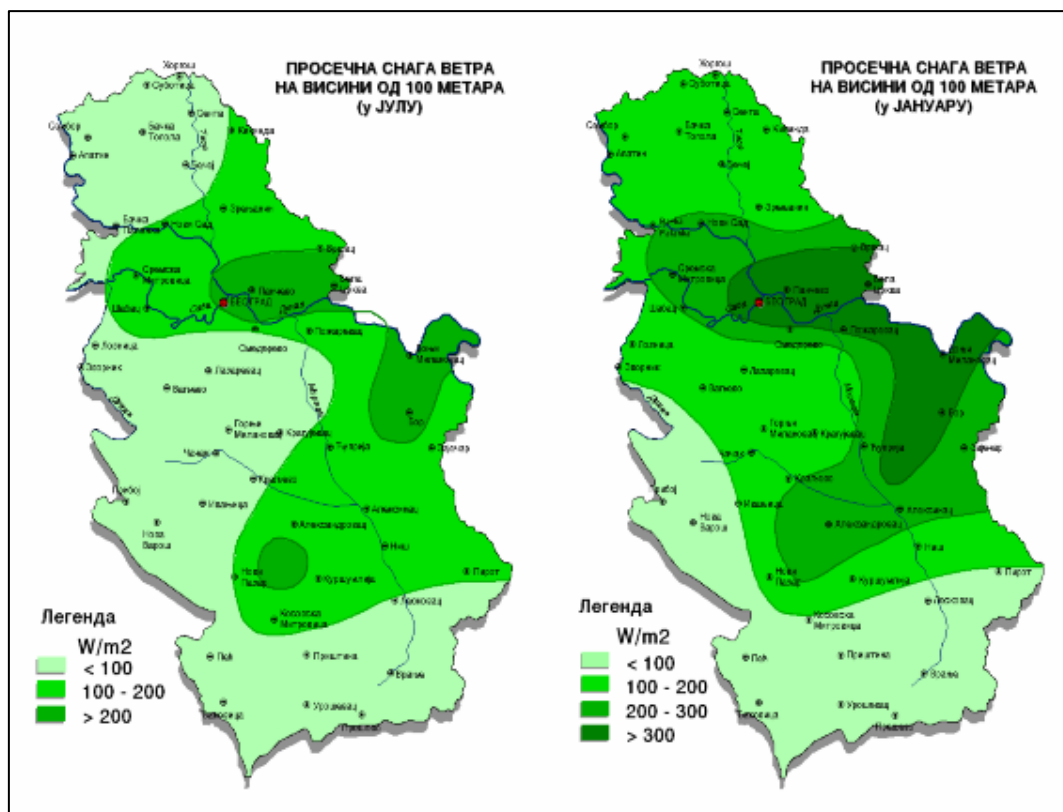


Слика 24. Преглед хидрологије (а) и мапа малих хидроелектрана (б) у Србији [16]

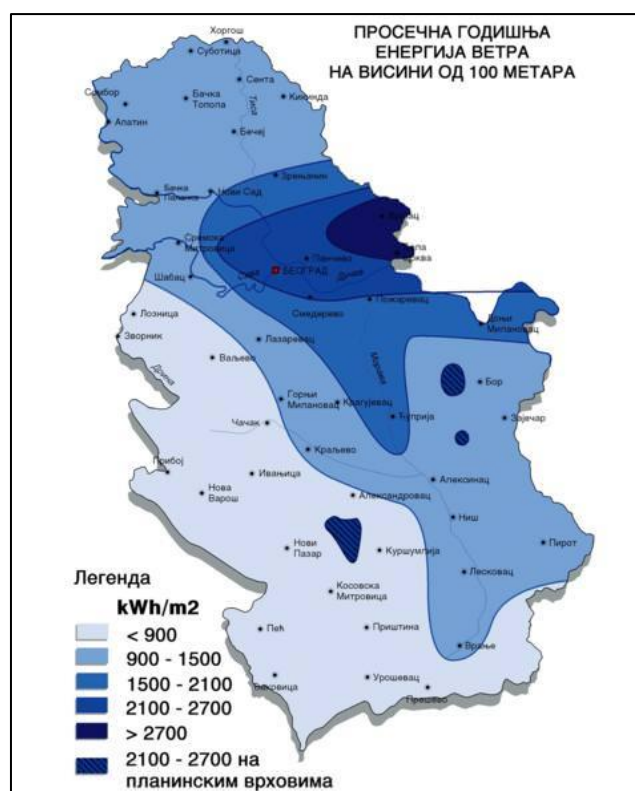
Укупни технички употребљив потенцијал у Србији је око 20 TWh од чега на МХЕ одлази око 1,5 TWh на годишњем нивоу. Уколико се искористе све МХЕ могуће је произвести само 4,2 – 4,7% тренутне укупне произведене електричне енергије у Србији и око 15% тренутне електричне енергије произведене у хидроелектранама. Али многи негативни утицаји ограничавају њихову употребу [16].

4.2.2.3 Енергија ветра

Процењени технички употребљив потенцијал у Србији је око 0,103 Mtoe. Континентално-медитеранска клима ствара значајне ветрове у источном делу Србије. Посебно су занимљиви делови Војводине, као и планинска подручја Јужне и Источне Србије, углавном 1 000 – 1 500 m надморске висине. Највећи потенцијал енергије ветра у Србији се налази у кошавском подручју као што су Јужни Банат и источна Србија, затим на источној страни Копаоника, на подручју Златибора, Пештера и на локалитетима планинарских превоја на надморским висинама изнад 800m, као и у долинама река Дунава, Саве и Мораве. На сликама 25 и 26 су приказане просечна годишња снага ветра на висини од 100m (W/m^2) и просечна укупна годишња енергија ветра на висини од 100m (kWh/m^2) [16].



Слика 25. Просечна снага ветра на висини од 100m (W/m^2) [17]



Слика 26. Просечна укупна годишња енергија ветра на висини од 100m (kWh/m^2) [18]

Да би се искористила енергија ветра потребно је одабрати адекватну локацију, где има највише расположиве енергије ветра, како би ветроенергетски систем највећи део те енергије конвертовао у употребљив облик. Технички услови омогућају употребу енергије ветра до висине од 150 m, па је проблем одређивања микро локације већи услед изражене турбуленције и пратећих ефеката. Пре почетка експлоатације енергије ветра, потребно је одредити место за постављање ветрењача, са најбољим квалитетом ветра у смислу његове брзине и честине. Таква места није једноставно одредити, па је потребно много прорачуна и мерења [19].

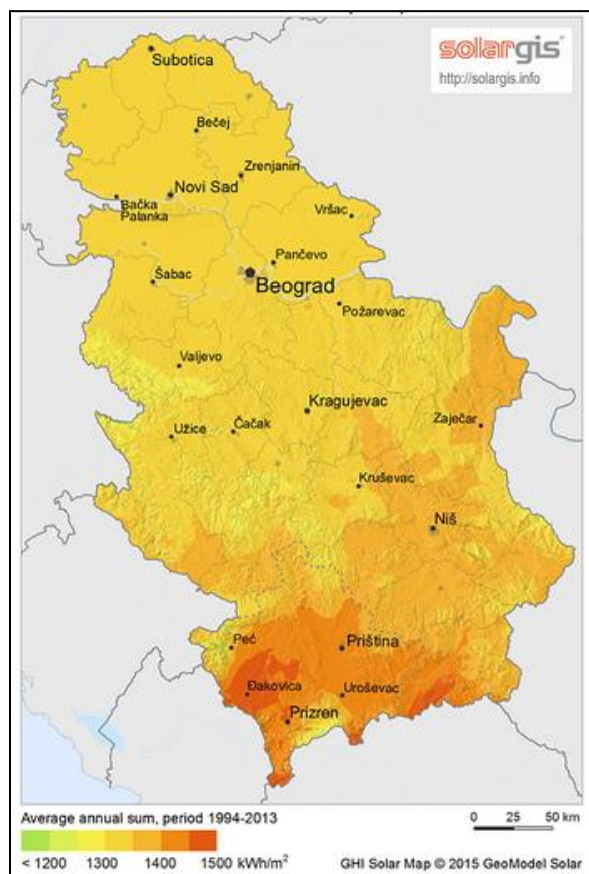
Кинетичка енергија ветра није адекватна за директно конвертовање у електричну енергију, па се зато прво преводи у облик погодан за добијање ове врсте енергије. Механичка енергија обртних маса користи се као улазни облик енергије код свих конвенционалних електричних генератора. Енергију ветра је потребно превести у механичку енергију помоћу турбине. Лопатице су основни елемент турбине, од чијег облика зависи силе које се развијају, а уједно и степен корисности турбине. Како је циљ максимална исплативост турбине, а брзина ветра се често мења, потребно је контролисати излазну снагу заокретањем лопатица и применом одговарајућег облика лопатица. Ветар је енергетски извор чија се снага мења током времена и чије промене се не могу прогнозировать на дужи временски период. Зато није могуће управљати производњом електричне енергије у ветроелектранама, јер она зависи од тренутних карактеристика ветра [19].

Први ветрогенератор у Србији постављен је у околине Београда 2003. године, чија снага је била само 21 kW. Прва ветроелектрана са значајним капацитетом постављена је у новембру 2015. године у близини Куле, са инсталисаном снагом од 9,9 MW и способношћу да генерише око 27 GWh зелене енергије годишње, што је довољно за око 8 000 домаћинстава. Током 2016. године завршене су две ветрењаче снаге 6,6 MW у близини града Вршца. У 2018. години покренута је ветроелектрана Алибунар снаге 42 MW.

Нафтна индустрија Србије и компанија *MET Renewables* отпочели су заједничку изградњу ветропарка у Пландишту, који ће се сачињавати 34 ветортурбине са укупним капацитетом од 102 MW, што би подмирило енергетске потребе за око 85 000 домаћинстава. Изградња ветропарка је отпочела 2019. године, а до краја 2021. године очекује се да бити потпуно оперативан [16].

4.2.2.4 Соларна енергија

Корисна енергија соларног зрачења по јединици површине зависи од оријентације, нагиба и енергетских карактеристика пријемника соларне енергије, доба године, доба дана, атмосферских услова итд. Просечна соларна радијација на територији Србије је за око 40% већа од европског просека. Укупан технички потенцијал соларне радијације је 0,240 Mtoe, што чини 16,7% од укупног потенцијала ОИЕ у Србији. Просечна вредност соларне енергије 1200 kWh/m² годишње у северозападном делу, у централном делу око 1400 kWh/m², док је у југосторчном делу Србије 1550 kWh/m² на годишњем нивоу. На слици 27 приказана је просечна вредност инсолације на територији Србије [16].

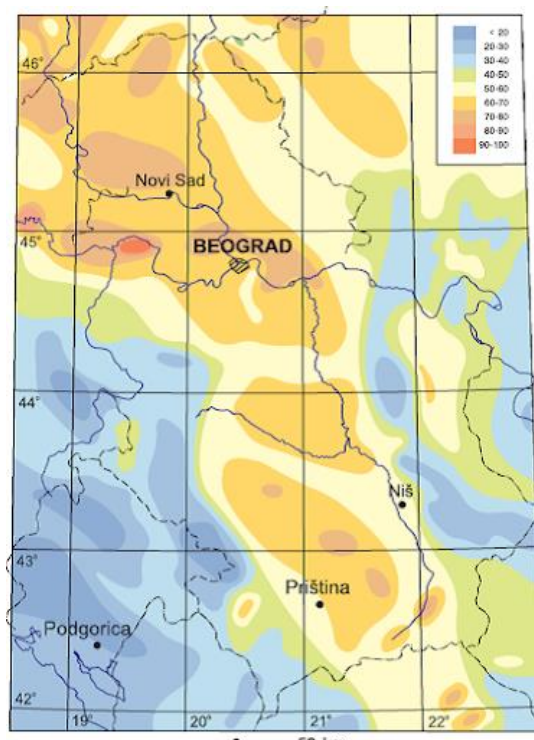


Слика 27. Графички приказ просечне инсолације у Србији [20]

Технички искористив енергетски потенцијал енергије сунчевог зрачења за производњу електричне енергије је променљива величина која зависи од динамике, којом се буду развијале преносна и дистрибутивна мрежа електроенергетског система Републике Србије[20].

4.2.2.5 Геотермална енергија

Република Србија је у повољној зони геотермалног потенцијала енергије, јер је значајно богата геотермалном енергијом. Употреба ове врсте енергије за грејање и друге намене у енергетском сектору је у почетној фази. Геотермални потенцијал Србије јасно показује постојање природних извора и бања за температуром воде изнад 30°C . На територији преко 60 општина идентификовани су многи природни и вештачки извори термалне воде. Температура воде се креће углавном у распону до 40°C , изузев на територији шест општина (Рашка, Врање, Куршумлија, Шабац, Апатин и Медвеђа) где је изнад 60°C . Процењује се да технички потенцијал геотермалне енергије у Србији износи око 0,180 Мтое. Република Србија има значајан геотермални потенцијал са великом густином геотермалног протока од 100 mW/m^2 у Војводини и централној Србији, док је европски просек око 60 mW/m^2 . Геотермални потенцијали на територији Србије нису правилно распоређени, јер температура варира у зависности од подручја (слика 28). Укупна процењена снага свих геотермалних бушотина у Србији процењује се на 160 MW од чега се користи око 100 MW [16].



Слика 28. Карта температурног поља Србије[16]

Укупни термоенергетски капацитет изграђен у Србији је 100,8 MWt где на балнеологију и рекреацију одлази 39,8 MWt, затим на грејање простора 20,9 MWt и грејање топлотним пумпама 9,9 MWt, на стакленике 18,5 MWt, рибарство и сточарство 6,4 MWt, индустрију 4,6 MWt и на пољопривреду 0,7 MWt [16].

5. Принцип одређивања расположивог потенцијала на локалном нивоу

Да би се утврдило да ли нека општина има расположиве потенцијале ОИЕ, потребно је одговорити на неколико питања попут: количине и квалитета ОИЕ, економски, еколошки, социјални и други критеријуми оправданости употребе ОИЕ. Да би се ови подаци добили потребно је извести претходне радове, који за резултат имају претходну студију оправданости и студију оправданости.

5.1 Прелиминарна процена ОИЕ

Прва фаза процене примене ОИЕ у општини је прелиминарна процена расположивости ОИЕ. Најпре се идентификују врсте обновљивих извора енергије у оквиру једне општине, затим се врши њихово мапирање и на крају се добија прелиминарна процена потенцијала ОИЕ и процена њиховог искоришћења. Као што је већ напоменуто, у оквиру једне општине постоје различите врсте ОИЕ, па је на почетку неопходна идентификација врсте и мапирање. Када се врши прелиминарна процена расположивости ОИЕ отпад се третира као ОИЕ, јер поседује велики потенцијал за добијање енергије, а непрестано се генерише. Као и код других врста ОИЕ, отпаду је потребна идентификација, лоцирање и прелиминарна процена његовог енергетског потенцијала. Извори који морају бити обухваћени прелиминарном проценом расположивости, приказани су на слици 29 [21].



Слика 29. Извори енергије које је потребно обухватити прелиминарном проценом расположивости [21]

5.1.1 Отпад

„Отпад јесте свака материја или предмет, који држалац одбацује, намерава или је неопходно да одбаци.“ Постоје три врсте отпада: комунални, комерцијални и

индустријски. Отпад се може класификовати и на основу људских активности које га генеришу на: амбалажни, пољопривредни и баштенски, грађевински, медицински и животињски отпад, отпад из екстракције и експлоатације руда и минералних сировина, муљ, талог, пепео и шљаку. У зависности од утицаја на људско здравље, животиње и животну средину, отпад може бити опасан, неопасан и инертан. поред тога, постоје групе које се посебно дефинишу попут биолошког разградивог отпада, биоотпада и биоразградивог комуналног отпада [21].

На почетку прелиминарне процене расположивости ОИЕ, одређује се о којој врсти отпада је реч и на којој локацији. Када је прва фаза прелиминарне процене завршена, следи прелиминарна процена количине и квалитета отпада. До ових података је могуће доћи из различитих извора попут претходно изведених студија, из глобалних, националних, регионалних и локалних извора. Уколико не постоје готови подаци о отпаду, потребно је да лице које врши прелиминарну процену (енергетски менаџер), дође до података о квалитету и количини отпада. Ове податке је потребно систематизовати у виду табела, где се уносе локације и процењена количина. Такође, неопходно је унети локације извора на географску карту, као и капацитет извора [21].

5.1.2 Сунчева енергија

Начин на који се ова енергија користи зависи првенствено од потреба и могућности економски исплативог коришћења овог извора, како би се задовољиле потребе за грејањем, односно од економске исплативости изградње соларних електрана. У зависности од тога, разликују се не само техничка решења и врсте уређаја за трансформацију, већ и поступци прелиминарне процене расположивости и процене могућности коришћења овог ресурса. Уколико се енергија сунчевог зрачења користи за потребе грејања, ова енергија је првенствено економски исплатива за грејање топле потрошне воде и за грејање воде у отвореним базенима лети. При прелиминарној процени расположивости соларне енергије, пажњу је потребно преусмерити на претходне две могућности. Пренос енергије од места пријема до места испоруке при коришћењу енергије сунчевог зрачења, врши се преко загрејаног флуида, што значи да место пријема и место испоруке морају бити у непосредној близини. Стога је чак и током фазе прелиминарне процене расположивости и могућности коришћења соларне енергије за потребе грејања, неопходно пронаћи објекте који ће имати погодне површине за постављање пријемника соларне енергије (ПСЕ). Такође, потребно је пронаћи објекте који имају релативно велике и сталне потребе за загревањем топле потрошне, односно базенске воде. Због потреба за релативно ниским температурама воде (24-30°C) загревање воде системом са ПСЕ представља један од најефикаснијих и најјефтинијих начина коришћења соларне енергије. Најчешће се користе плочасте ПСЕ, који служе за прикупљање соларне енергије за покривање топлотних губитака базена услед испаравања, прскања, преноса топлоте на ваздух (ветар), као и зрачења топлоте ка небу и околним објектима. На територији Србије грејање базена врши се конвенционалним грејањем. Базенска вода се може грејати помоћу ПСЕ само лети, док зими може послужити само као допуна основном систему. У табели 8 приказане су препоручене вредности ПСЕ у зависности од локације, за случај да се базен ноћу не покрива, док су у табели 9 приказне вредности за случај када је базен покривен [21].

Табела 8. Препоручене вредности ПСЕ у зависности од локације и у случају да се базен не покрива ноћу[21]

Годишња енергија глобалног сунчевог зрачења G_a [kWh/(m ² a)]	Однос између површине ПСЕ и површине базена [%]
<1 000	60%
1 100	50%
1 200	40%
1 400	30%
1 600	25%
1 800	20%

Табела 9. Препоручене вредности ПСЕ у зависности од глобалног сунчевог зрачења у случају када је базен затворен[21]

Годишња енергија глобалног сунчевог зрачења G_a [kWh/(m ² a)]	Однос између површине ПСЕ и површине базена [%]
<1 000	40%
1 100	30%
1 200	25%
1 400	20%
1 600	20%
1 800	30%

Друга могућност коришћења соларне енергије је за производњу електричне енергије. У том случају се користи соларне за коју је процена могућности коришћења једноставнија, него у случају коришћења соларне енергије за грејање. У овом случају место пријема и испоруке не морају бити у непосредној близини. Обзиром да Србија располаже соларном енергијом, осим просторно-смештајних не постоје друга ограничења за изградњу соларних електрана. Како се произведена енергија предаје електродистрибутивном систему, пожељно је да се соларна електрана изгради близу постојећих дистрибутивних система или система за пренос електричне енергије. Република Србија је 2009. године увела „*feed in*“ тарифни систем, где је гарантовани снабдевач (тренутно ЈП Електропривреда Србије), који је у обавези да откупи електричну енергију произведену из ОИЕ по знатно вишим ценама од тржишне. У зависности од локације на којој се општина налази, варира количина расположиве соларне енергије[21].

5.1.3 Биомаса

Биомаса је обновљиви извор енергије, који се сматра најстаријим и најјекономичнијим извором енергије. Када је у питању биомаса, разликује се њено порекло, облик у коме се јавља, као и начин конвертовања у жељени облик енергије. Поред процене расположивог потенцијала биомасе, потребно је сагледати потребе производње и потрошње, али и могућности њеног сигурног дугорочног обезбеђивања и складиштења. Овакав приступ се назива интегративни приступ (слика 30). Спровођење овог принципа подразумева прикупљање података о:

- секторима потрошње у оквиру општине
- постојећој инфраструктури и енергетским системима који користе неки облик ОИЕ
- расположивим потенцијалима биомасе на територији општине, пореклом из сточарства, пољопривреде, шумарства и индустрије за прераду дрвета и
- расположивим потенцијалима и управљању отпада у оквиру општине [21].
-



Слика 30. Интегративни приступ[21]

Подаци о секторима потрошње у општини

Активни и потенцијални потрошачи ОИЕ у општинама су индустрија, јавни сектор и домаћинства. Из тог разлога је потребни су подаци о потрошњи енергије, како и се што боље проценила потреба за енергијом унутар општине, пре свега енергијом за грејање. Посебан значај потребно је придодати објектима од јавног значаја, нпр. школама, болницама, вртићима итд [21].

Подаци о постојећој енергетској инфраструктури

Подаци о постојећој инфраструктури обухватају податке о системима за производњу енергије, пренос и дистрибуцију електричне енергије, природног гаса и топлотне енергије, тренутним снабдевачима, потребама и могућностима изградње нових или замене већ постојећих система на фосилна горива, као и податке о системима који већ користе ОИЕ [21].

Подаци о инфраструктурним, планским и логистичким условима прикупљања биомасе

Обухватају податке о свим постојећим планским документима и планираним проширењима употребе биомасе за производњу енергије, могућностима и расположивим средствима возног парка, општим подацима и ценама утовара, истовара и транспорта биомасе уколико ове делатности обавља треће лице. Као помоћ при процени трошкова може послужити табела 10, где су приказане оквирне цене транспорта, утовара и истовара балиране сламе, приказане у еврима по тони балиране сламе. Цене су такође, приказане и за транспорт, утовар и истовара, када те делатности обављају трећа лица. Цене су формиране у зависности од носивости камиона и удаљености локације, односно дужине транспорта [21].

Табела 10. Цене транспорта, утовара и истовара балиране сламе [21]

Димензија бала сламе: пречник – 1,2 m (350 kg); 2,5x1,2x0,7 m (400 kg); 2,5x1,2x1 m (500 kg)					
Редни број		Цена [EUR]			
		20 t		25 t	
	Врста услуге	Сопствени возни парк	Изнајмљивање	Сопствени возни парк	Изнајмљивање
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 возни парк		Изнајмљивање	
3	Утовар сламе	0,65		0,9	
4	Истовар сламе	0,65		0,9	

Подаци о расположивим потенцијалима биомасе

Најпре је потребно прегледати све расположиве ресурсе биомасе на територији општине, а у неким случајевима и у широј околини. Како би се одредио потенцијал биомасе из пољопривреде потребно је поседовати податке о површинама под засадама одређене културе (житарице, крмно биље, индустријско биље, повртно биље, воће и грожђе). Такође, потребно је имати податке о просечном годишњем приносу по хектару за сваку од претходно поменутих култура, као и о односу основног производа и остатака. Још неки подаци који се узимају у обзир су власничка структура површина под засадом, начин уклањања и евентуалној употреби биомасе, времену када је остатак доступан и заинтересованост и условима за уступање биљног остатка. Уколико не постоје прецизнији подаци за процену просечног годишњег приноса по хектару, могуће је извршити прорачун према табели 11 [21].

Табела 11. Просечан годишњи принос у зависности од пољопривредне културе [21]

Култура	Пшеница	Јечам	Овас	Раж	Кукуруз	Семенски кукуруз	Окласак	Сунцокрет	Љуске сунцокрета	Соја	Уљана репица	Хмељ	Дуван	Воћњаци	Виногради	Стајњак
Принос [t/ha]	3,5	2,5	1,6	2	5,5	2,3	/	2	/	2	2,5	1,6	1	2,05	0,95	/

У табели 12 приказана је доња топлотна моћ, као и однос приноса и остатака, који могу послужити да се одреди енергија добијена од биомасе, уколико не постоје тачни подаци.

Када се сви потребно подаци прикупе, могуће је израчунати вредност теоријског енергетског потенцијала пољопривредне биомасе ($E_{teo, polj}$). Овај теоријски енергетски потенцијал биомасе се рачуна као збир свих теоријских потенцијала биомасе на годишњем нивоу:

$$E_{teo, polj} = \sum_j \sum_i w_i \cdot m_{i,j} \cdot H_{d,i}$$

Где су:

w_i – масени однос биљног остатка и приноса i -те пољопривредне културе [-],

$m_{i,j}$ – годишњи принос i -те пољопривредне културе на j -ој парцели [t],

$H_{d,i}$ – доња топлотна моћ i -те пољопривредне културе [KJ/t].

Табела 12. Доња топлотна моћ и однос принос/остатак [21]

Врста биомасе	Доња топлотна моћ $H_{d,i}$ (KJ/t)	Однос принос/остатак
Пшенична слама	14	1:1
Јечмена слама	14,2	1:2
Овсена слама	14,5	/
Ражена слама	14	/
Кукурузовина	13,5	1:1,1
Кукурузовина семенског кукуруза	13,85	/
Окласак	14,7	1:1,1
Стабљика сунцокрета	14,5	/
Љуске сунцокрета	17,55	1:2,5
Слама уљене репице	17,4	1:2,5
Стабљика хмеља	14	/
Стабљика дувана	13,85	/
Остаци резидбе у воћњацима	14,15	1,05 t/ha
Остаци резидбе у виноградима	14	0,95 t/ha
Стајњак	23	/
Слама од соје	15,7	1:2

Поред теоријског потенцијала пољопривредне биомасе постоји технички потенцијал биомасе. Технички потенцијал је мањи од теоријског потенцијала биомаса, јер узима у обзир део биомасе која се користи у неке друге сврхе (за исхрану стоке, у индустрији грађевинског материјала, заорава се итд.). Вредност техничког потенцијала пољопривредне биомасе је:

$$E_{\text{teh, polj}} = 0,25 E_{\text{teo, polj}}$$

На крају, вредност стварно расположивог потенцијала биомасе је мања и од вредности техничког потенцијала. Вредност техничког потенцијала се смањује услед уситњености парцела и производње пољопривредних култура, јер се биомаса сакупља само са већих газдинстава.

Слично као код пољопривредне биомасе, потребно је на почетку прикупити податке везане за шумску биомасу, што се односи на врсту шума, њихов природни прираст, количину дрвне биомасе која се добија крчењем и чишћењем шума, топлотну моћ, садржај влаге, али и на начин управљања шумом и њену власничку културу. Када се прикупе потребни подаци, рачуна се вредност теоријског енергетског потенцијала шумске биомасе на годишњем нивоу $E_{\text{teo.sum}}$, што представља збир појединих теоријских енергетских потенцијала шумске биомасе:

$$E_{\text{teo.sum}} = \sum_j \sum_i \Delta m_{i,j} \cdot H_{d,i}$$

Где су:

$\Delta m_{i,j}$ – годишњи природни прираст i -те врсте шуме на j -ој парцели [t],

$H_{d,i}$ – доња топлотна моћ i -те шумске масе на j -ој парцели [KJ/t], чије су вредности дате у табели 9.

Услед недостатака прецизнијих података о годишњем природном прирасту, приликом прорачуна претпоставља се да се запремина дрвета годишње повећа за $0,025 \text{ m}^3/\text{m}^3$. У шумама Србије однос између запремине посеченог дрвета и запреминског прираста дрвета износи око 50%. У развијеним земљама са развијеном инфраструктуром, где је мрежа квалитетних шумских путева веома добро развијена, овај однос иде и до 75%. Вредност енергетског потенцијала шумске биомасе зависи и од садржаја влаге, што је приказано у табелама 13 и 14 [21].

Табела 13. Енергетска вредност дрвних горива произведених од букве при различитим садржајима влаге [21]

Влажност (v) [%]	Буква					
	Компактно дрво		Огривно дрво (1 m)		Дрвна сечка (G30)	
	Густина [kg/m ³]	Доња топлотна моћ [kWh/m ³]	Густина [kg/prm]	Доња топлотна моћ [kWh/prm]	Густина [kg/nm ³]	Доња топлотна моћ [kWh/nm ³]
0	680	3 400	476	2 380	272	1 360
10	697	3 088	488	2 162	279	1 235
15	707	2 931	495	2 052	283	1 172
20	718	2 773	502	1 941	287	1 109
25	744	2 665	521	1 865	298	1 066
30	798	2 629	558	1 840	319	1 052
35	859	2 587	601	1 811	344	1 035
40	930	2 538	651	1 777	372	1 015
45	1 015	2 481	711	1 737	406	992
50	1 117	2 412	782	1 688	447	965

Током анализе потенцијала шумске биомасе, потребно је обратити пажњу на индиректне потенцијале који укључују дрвни остатак у шумарству и дрвне остатке који настају у индустрији дрвне прераде. Одрасло дрво се састоји од стабла, дебелих грана, танких грана и пања са кореном. Како су техничко дрво и просторно дрво два различита сортимента, који се износе из шуме, након сече у шуми остаје дрвни остатак. Након сече дрвета 90% представља сортимент, а 10% остатке. Такође, након сече се јављају остаци који остају у шуми попут коре, иглица, пањева, лишћа, што чини 42% о укупне запремине дрвне масе дрвета. Ови остаци се могу прикупити, па се узимају у обзир при анализи потенцијала. У равничарским пределима је приступ шуми лак, па се већи део ових остатака искористи, док је у планинским пределима прикупљање отежано, а самим тим и прикупљена количина је мања.

Табела 14. Енергетска вредност дрвних горива произведених од смрче при различитим садржајима влаге [21]

Смрека						
Влажност (v) [%]	Компактно дрво		Огревно дрво (1 m)		Дрвна сечка (G30)	
	Густина [kg/m³]	Доња топлотна моћ [kWh/m³]	Густина [kg/prm] Доња топлотна моћ [kWh/prm]		Густина [kg/nm³]	Доња топлотна моћ [kWh/nm³]
0	430	2 269	301	1 589	172	908
10	453	2 123	317	1 486	181	849
20	483	1 973	338	1 381	193	789
30	542	1 893	380	1 325	217	757
40	633	1 832	443	1 282	253	733
50	759	1 746	532	1 222	304	698

Дрвни остаци који настају у индустрији прераде дрвета су други важан потенцијални извор дрвне биомасе. Након обраде дрвета настају три посебне врсте остатака: кора, крупни остаци после сечења обловине и ситни остаци. У пилама између 50% и 65% је комерцијални производ, а остатак је дрвни отпад (табела 15) [21].

Табела 15. Количина дрвних остатака у пилани [21]

	Тврди лишћари (буква, храст) [%]	Меки лишћари и четинари [%]
Комерцијални главни производ	50	65
Остаци		
Крупни комади	24	12
Струготина	18	14
Ситни комадићи и прашина	8	7
Укупно	100	100
Кора	14*	14*

*кора је додатни остатак

На крају, посебну пажњу приликом анализе енергетског потенцијала дрвне масе, посебну пажњу је потрено усмерити на биомасу прикупљену из паркова на територији општине, која настаје као последица одржавања јавних површина. Анализом је неопходно обухватити и постројења за производњу брикета и пелета [21].

Остатак сточарске производње, такође, представља ОИЕ. Овај остатак у највећој мери садржи стајњак, који се може искористити за добијање биогаса. Нешто мањи удео остатака сточарске производње чини отпад из кланица и прехранбене индустрије, као и остаци од прераде коже. Као и код претходних случајева и овде се може израчунати теоријски потенцијал од сточарске производње помоћу обрасца:

$$E_{\text{teo.stoč.}} = \sum_j \sum_i z_{i,j} \cdot m_i \cdot Y_i \cdot H_{d,i}$$

Где су:

$z_{i,j}$ – број животиња i -те врсте на j -ој фарми,

m_i – маса течног стајњака [t],

Y_i – количина биогаса који се добије од једне тоне течног стајњака животиња i -те врсте,

$H_{d,i}$ – доња топлотна моћ биогаса произведеног од течног стајњака животиња i -те врсте.

У табели 16 приказане су приближне масе стајњака, очекивана производња биогаса и доња топлотна моћ за различите врсте стоке и живине [21].

Табела 16. *Маса стајњака, очекивана количина биогаса и доња топлотна моћ за различите врсте стоке и живине [21]*

	Течни стајњак [t/год]	Количина биогаса [m ³ /t течнога стајњака]	X_d [GJ/m ³]
Говеда	1,62	245	0,0216
Свиње	0,30	430	0,0216
Живина	0,021	450	0,0234

Коначно, прелиминарна процена расположивости треба да обухвати и анализу расположивости коришћења комерцијалног, комуналног и индустријског отпада у енергетске сврхе. Заједничко за све ОИЕ и све врсте отпада је потреба, да се обухвати и анализа могућности и трошкова транспорта од места сакупљања до места употребе, као и анализа могућности и трошкова складиштења прикупљеног енергента [21].

6. Потенцијал обновљивих извора енергије у Краљеву

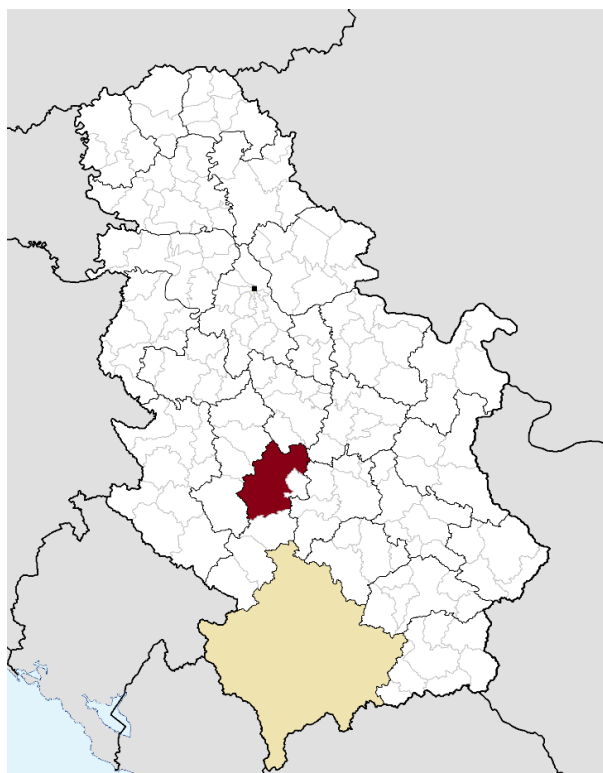
6.1. Општи подаци о Краљеву

Град Краљево територијално припада Рашком округу, заузима простор око средњег тока реке Западне Мораве и доњег тока реке Ибар и заузима површину од 1 529,65 km². Налази се у централном делу Србије на 43° 43' сгш и 20° 41' сгд и на надморској висини 203 – 257 m². Представља центар Рашког округа коме још припадају: Нови Пазар, Тутин, Рашка и Врњачка Бања. Град обухвата 92 насеља на чијој територији живи 125 488 становника (према попису из 2011. године), од тога 54,8% у градским насељима, а 45,2% у приградским. Просечна старост становништва је 41,9 година. На северу се граничи са Крагујевцем и Чачком и општинама Кнић и Рековац, на истоку са општинама Врњачка Бања, Александровац и Трстеник, на југу са Рашком, а на западу са Ивањицом и Лучанима. Краљевачка котлина је са свих странама уоквирена планинама и њиховим побрђима. Пружа се између планине Чемерна на југозападу и Гледићких планина на североистоку, па територија града има издужен облик правца југозапад-југоисток. На југу се простире до планине Жењин, а на југоистоку до планине Гоч, док се на северозападу и северу налазе планине Јелица и Котленик. Подручје града Краљева налази се у средњем току реке Западна Морава и доњем току реке Ибар. Поред Западне Мораве и Ибра, ово подручје захвата доњи ток реке Груже и целе сливове река: Рибнице, Чукојевачке реке и Лопатнице. на изласку реке Западне Мораве из града налази се најнижа тачка града која износи 185 m, док је највиша тачка на планини Жељин – 1 784 m. Када се говори о рељефу, већи део територије града Краљева је таласаст, нераван, испресецају рекама, потоцима и речицама. Само четвртина града припада равничарском пределу. Котлинске равни и најнижи котлински делови су погодни за ливадно-сточарску, ратарску и повртарску производњу. Планине се одликују шумским богатством и планинским сточарством, а рудна налазишта су од посебног значаја [22].

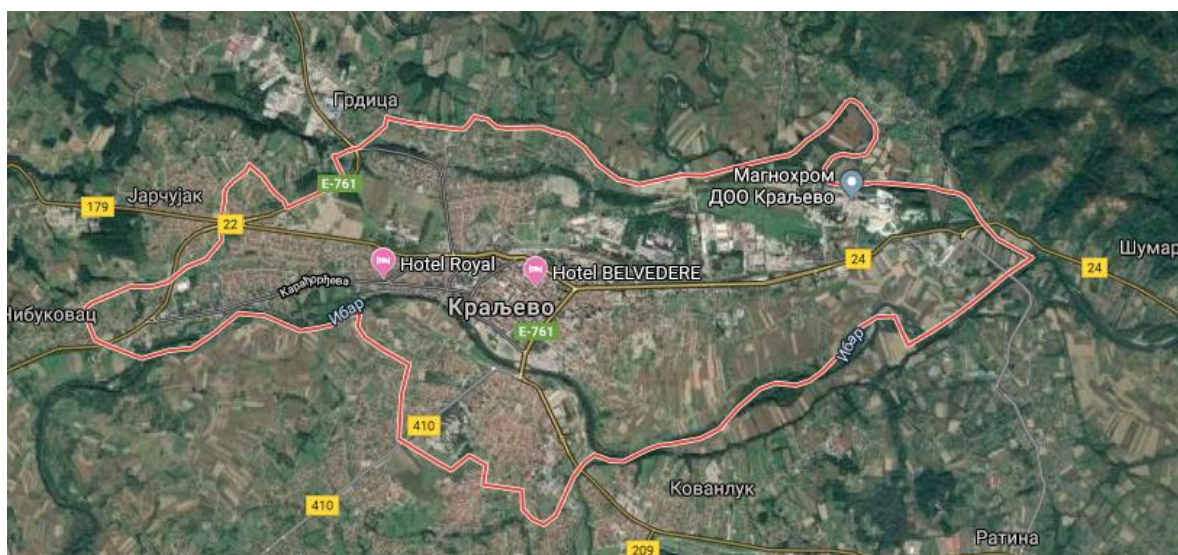
Клима на овом подручју је умерено континентална, а климатски фактори се мењају у зависности од годишњег доба. У краљевачком региону клима има неке специфичне карактеристике, које су последица географског положаја овог подручја. Западно Поморавље се налази на најјужнијем делу Панонске низије, па клима на овом простору садржи нека панонска обележја. На подручју Краљева су изражена два климатска типа: висинска планинска клима и низијска умерено континентална клима. Умерено континентална клима се одликује хладним зимама и топлим и доста сувим летима. Висинску климу карактеришу дуге и оштре зиме са пуно снега, као и лета са већом количином падавина. На ово подручје изузетан утицај има и клима са југа, што се посебно примети у наглом топљењу снега у пролеће. Средња годишња температура ваздуха је 10,9°C, при чему је најхладнији месец јануар са температуром -1,3°C, а најтоплији јул са 21,4°C. Просечан број дана са максималном температуром од 30°C је од 8 до 83 дана и то у периоду од марта до октобра. Број мразних дана креће се од 60 до 124 дана, који се јављају од септембра до маја, а највећа учесталост је у јануару. Укупна годишња инсолација је 3185,63 kWh/m², где је највиша вредност инсолације у јулу – 6113,2 kWh/m², а најнижа у јануару – 999,44 kWh/m². Инсолација је у тесној вези са нагибом терена, а терен града Краљева је такав, да су површине које нису осунчане током целе године незнатне. Просечна количина падавина на подручју Краљева је 755 mm, док

је просечан број дана са падавинама 130,3. Највећа количина падавина је у јуну – 90,6 mm, а најмања у јануару – 46 mm. Највећи број дана са падавинама је у мају – 14,3, а најмањи у августу – 7,6 [22].

На слици 31 је приказан географски положај Краљева у односу на Србију, а на слици 32 површина коју он заузима.



Слика 31. Географски положај Краљева у односу на Србију [23]



Слика 32. Површина коју заузима град Краљево [24]

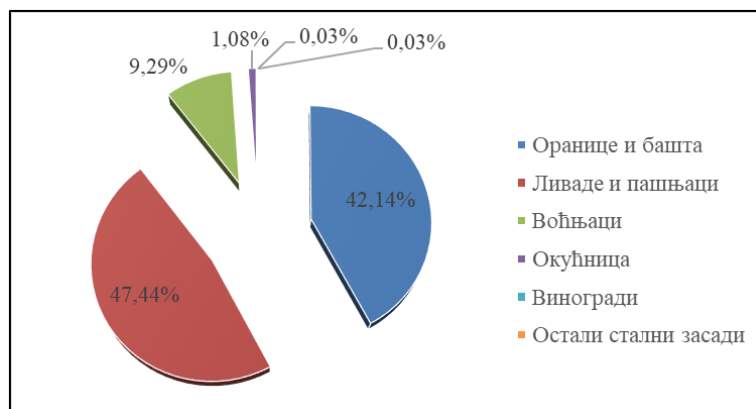
6.2 Распоживи потенцијал биомасе

6.2.1. Пољопривредна биомаса

Према резултатима Пописа пољопривреде из 2012. године у граду Краљеву постоји 11713 пољопривредних газдинстава, која су у пољопривредној 2011/2012. години користила 38377 ха пољопривредног земљишта.

Структура коришћеног пољопривредног земљишта је следећа (слика 33):

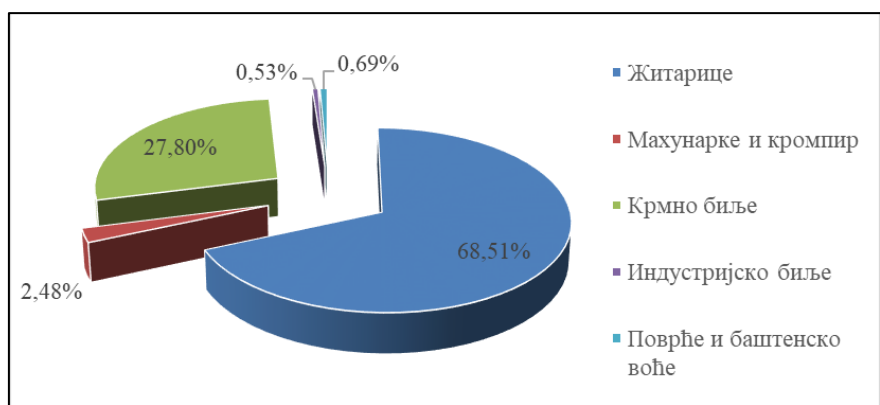
- 42,14% оранице и баште,
- 47,44% ливаде и пашњаци,
- 9,29% воћњаци,
- 0,03% виногради,
- 1,08% окућница и
- 0,03% остали стални засади [25].



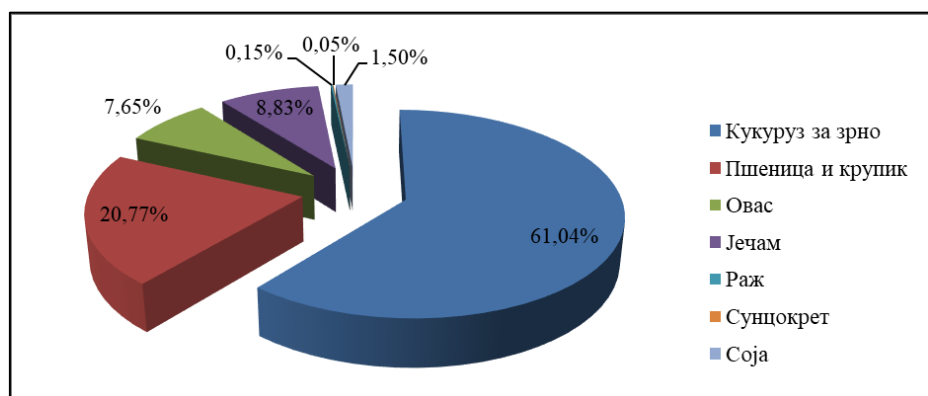
Слика 33. Структура коришћеног пољопривредног земљишта

6.2.1.1 Остаци пољопривредних култура

На територији града Краљева на површини од 16171 хектара се узгајају различите пољопривредне културе, међу којима су: житарице, крмно биље, индустријско биље и разне повртарске културе. На површини од 10997 хектара се узгајају житарице, затим следи крмно биље 4462 хектара, док остале културе заузимају 593 хектара. На 34 слици је приказан процентуални удео сваке културе. Од житарица се највише узгајају су кукуруз на површини од 6716 хектара и пшеница на површини од 2285 хектара. Што се крмног биља тиче, највише се узгаја луцерка (1379 хектара), затим детелина (1268 хектара) и мешана трава (1068 хектара), док се силажни кукуруз узгаја на површини од 664 хектара. На слици 35 приказан је удео различитих пољопривредних култура, које су обухваћене приликом процене потенцијала [25].



Слика 34. Удео пољопривредних култура на територији Краљева



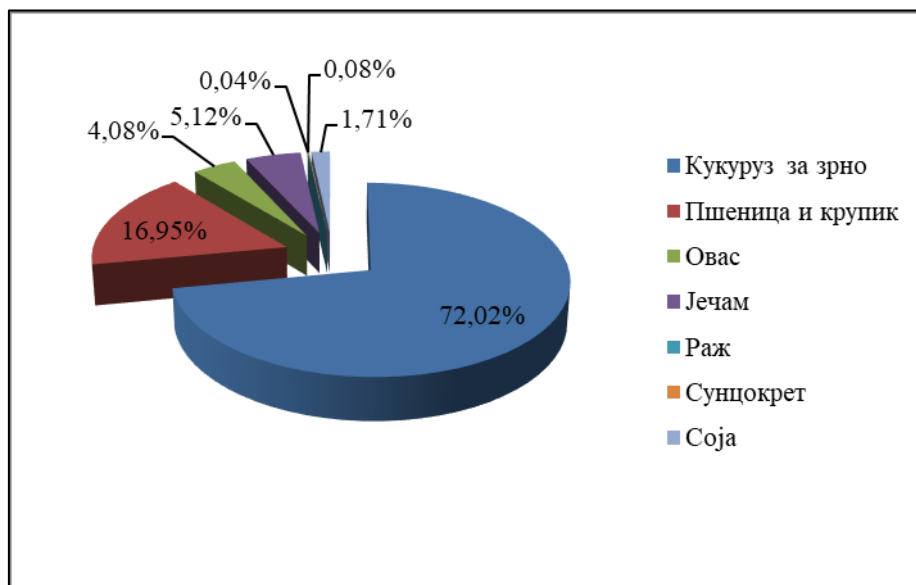
Слика 35. Удео појединих врста пољопривредних култура

Табела 17. Енергетски потенцијал остатака пољопривредних култура

	Засејана пов. [ha]	Принос [t]	Принос/остаци	Остаци* [t]	LHV [MWh/t]	Енергетски пот. [MWh]
Кукуруз за зрно	6716	40296	1:1,1	13298	4,03	53590,94
Пшеница и крупик	2285	10511	1:01	3153	4	12612
Овас	842	2526	1:01	756	4,02	3039,12
Јечам	972	3 888	1:0,8	933	4,08	3806,64
Раж	17	49,3	1:0,8	8	4	32
Сунцокрет	6	18,6	1:2,5	14	4,02	56,28
Соја	165	528	1:02	316	4,02	1270,32
УКУПНО	11003	57816,9		18478		74407,3

Поред примарних производа добијених узгајањем различитих пољопривредних култура, добија се одређена количина остатака, који се могу искористити енергетске сврхе као биомаса. Узгајивачи остатке пољопривредне производње користе у различите сврхе, па је некад тешко израчунати стварну количину остатака. Сојина слама има највећу енергетску вредност и користи се за огрев. Када је у питању слама других житарица (пшенична, јечмена, ражана и овсена) јавља се проблем сакупљања. Кукурузни клипови имају добре карактеристике сагоревања, али је проблем начин жетве приликом

које се ломе. У табели 17 је приказан енергетски потенцијал пољопривредних остатака, а на слици 36 је приказан процентуални удео [25].

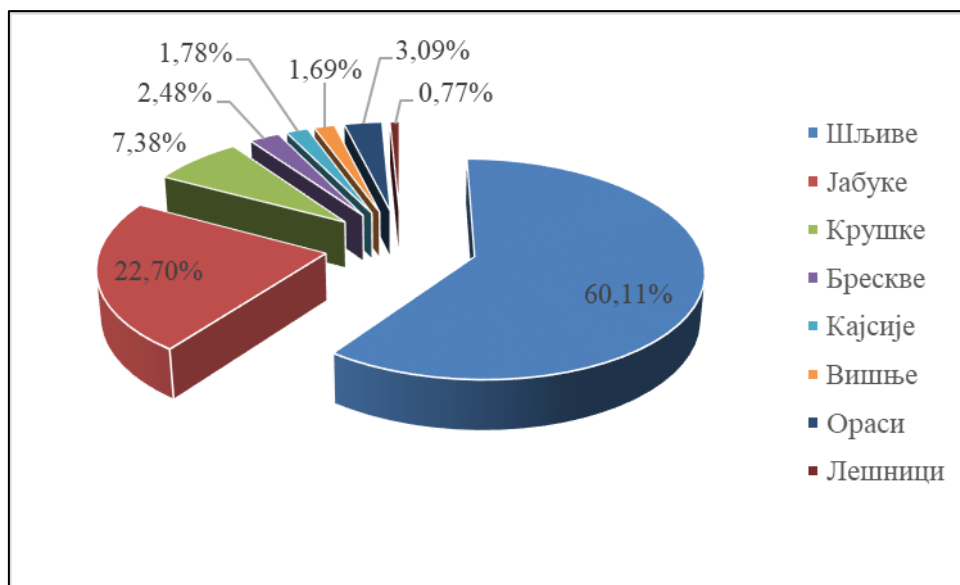


Слика 36. Енергетски потенцијал појединих врста пољопривредних култура

Количина енергије која се може добити од пољопривредних остатака на годишњем нивоу је 74407,3 MWh. Остаци се могу користити за грејање директним сагоревањем, производњу гаса анаеробном дигестијом или као брикети. У зависности од изабране технологије, проценат енергетског потенцијала се може разликовати. Најлакше се може искористити слама, тако што се врши њено сагоревање у котловима намењеним за пољопривредну биомасу. За производњу гаса се могу употребити зељасте остаци биљака, који би се касније користио за производњу електричне енергије.

6.2.1.2 Остаци воћарстава

На територији града Краљева се узгаја око 1053248 стабла различитих врста воћа (у плантажним и екстензивним воћњацима) на површини од 3379 хектара. Плантажни воћњаци се простиру на површини од 1186,5 хектара, а екстензивни на 2282,5 хектара. Највише се узгајају шљиве, затим јабуке и крушке, док најмање узгајају лешници (слика 37). Поред ових врста на територији ове општине се налазе засади малина и купина на површини од 44 хектара, али у овом случају нису узете у обзир. Такође, на овој територији виногради се простиру на површини од 10 хектара [25].



Слика 37. Удео стабала појединачних врста у укупном броју

Значајна количина остатака јавља се приликом резидбе грана, која остаје потпуно неискоришћена. Пољопривредници углавном спаљују ове гране на својим имањима, иако се оне могу искористити на бољи начин у енергетске сврхе. За свако стабло дата је количина остатака који се добијају резидбом за свако врсту воћа.

Табела 18. Енергетски потенцијал биомасе добијене од остатака воћарства

Врста воћа	Број стабала	Површина [ha]	Остатак [kg/стабло]	Остаци [t]	LHV [MWh/t]	Енергетски потенцијал [MWh]
Шљиве	633055	2350,3	7,34	4646,62	4,74	22025,00
Јабуке	239058	534,3	2,34	559,40	4,73	2645,94
Крушке	77754	201,9	2,45	190,50	4,65	885,81
Брескве	26117	34,5	7,23	188,83	4,92	929,02
Кајсије	18782	60	5,79	108,75	4,28	465,44
Вишње	17783	50,4	5,37	95,49	4,75	453,60
Ораси	32542	127,4	3,43	111,62	4,53	505,63
Лешници	8157	20	3,05	24,88	4,85	120,66
УКУПНО	1053248	3379		5926,08		28031,11

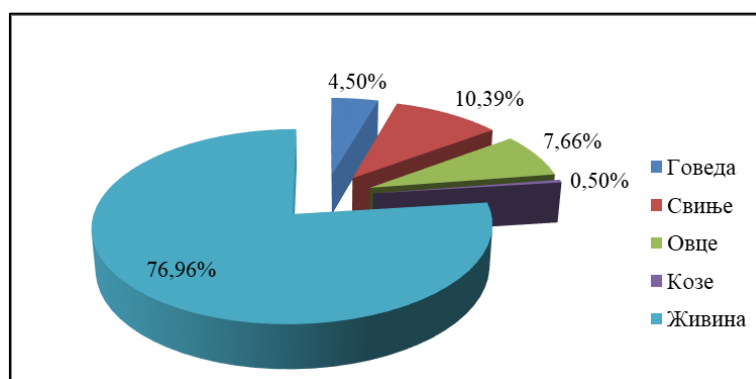
Процењени енергетски потенцијал које може добити од остатака резидбе износи 28031,11 MWh на годишњем нивоу (табела 18). Остаци се не користе на прави начина, иако је њихов енергетски потенцијал значајан. Могу се користити грејање директним сагоревањем у котлу или се од њих могу правити брикети.

Укупан потенцијал из биомасе на територији града Краљева је значајан. Иако је процена добра, Потенцијал биомаса из воћарства остаје неискоришћен, услед непостојања тржишта и организованог сакупљања остатака. Највећи проблем

представља транспорт, који некада није исплатив посебно ако се ради о удаљеним домаћинствима. Као што је већ напоменуто, пољопривредници највећи део остатака бацају или спаљују, а самим тим је велика количина енергије бачена у стар. Како би се одредила количина остатака која би економски оправдала сакупљање, потребно је одрадити детаљну студију.

6.2.2 Биомаса из сточарства

На територији града Краљева од укупног броја пољопривредних газдинстава око 83% гаји стоку. На територији ове општине највише се гаје свиње (54020), затим овце (39836), говеда (23396), док се најмање гаје козе (2580) (слика 38). Током узгоја ових животиња ствара се стајњак као нус-производ. Најчешће се користи за ђубрење њива, што је веома битно за квалитет земљишта. Поред тога стајњак се може користити за добијање биогаза анаеробном дигестијом. Овом приликом добија се одређена количина биогаза, а уједно се елиминишу штетне материје из стајњака, као и непријатни мириси. У зависности од врсте животиње генерише се различита количина стајњака. Количина течног стајњака се може одредити на годишњем нивоу, а затим вршити процена енергетског потенцијала. У табели 19 приказан је енергетски потенцијал биогаза који је добијен из стајњака [25].



Слика 38. Удео различитих врста животиња

Табела 19. Енергетски потенцијал биогаза добијеног из стајњака

Врста	Број грла	Течни стајњак [t/грло/год]	Укупна количина стајњака [t/год]	Количина биогаза [m ³ /t]	Укупна количина биогаза [m ³]	LHV [kWh/m ³]	Енергетски потенцијал [MWh]
Говеда	23396	1,62	37901,52	245	9285872,4	6	55715,23
Свиње	54020	0,3	16206	430	6 968580	6	41811,48
Овце	39836	0,3	11950,8	430	5138844	6	30833,06
Козе	2580	0,3	774	430	332820	6	1996,92
Живина	400200	0,021	8404,2	450	3781890	6,5	24582,28
УКУПНО							154938,97

На основу добијених резултата, закључује се да је енергетски потенцијал биогаза вишеструко већи од потенцијала остатака воћарске и ратарске производње. Количина биогаза која би се добила из стајског ђубрива може бити значајна. Биогаз добијен на овај начин се може користити у когенерационим постројењима са моторима са унутрашњим сагоревањем, који су специјално направљени за овакву врсту горива.

6.2.3 Дрвна биомаса

На подручју града Краљева од укупне површине града шумски ресурси обухватају 46,8%, што је изнад просека за Републику Србију (29,1%). На основу овог податка, закључује се да је територија града Краљева богата шумом. Према подацима Републичког завода за статистику обраста шумска површина у 2018. години обухватала је 72501,57 хектара. Власничка структура показује да је од укупне површине под шумом 62% (44950,97 хектара) је државно власништво, а 38% (27550,6 хектара) је приватна својина. Удео лишћара је 79,4%, а удео четинара 20,6%. Најзаступљенија на овом простору је буква 49,9%, а затим следи храст са 26,8%. На територији Краљева је посечено 119684 m³, а годишњи прираст износи 184298,85 m³. На основу ових података, добија се степен искоришћености од око 65%, док та вредност у развијеним земљама иде и до 75%, што значи да се може повећати обим сече. Од укупне количине дрвећа које се посече 63910 m³ је огревно дрво, док се остатак користи као техничко. Након сече дрвећа јављају се остаци који чине око 11% од укупне количине. Ово је процењено експериментално и у различитој литератури наћи ће се различите вредности. У 20 табели приказан је енергетски потенцијал биомасе од шумских остатака [25].

Табела 20. Енергетски потенцијал шумске биомасе

Врста	Бруто просечно [m ³]	Огревно дрво [m ³]	Шумски остаци [m ³]	Додатна количина* [m ³]	Укупно биомасе [m ³]	Просечна густина [kg/m ³]	LHV [MWh/t]	Енергетски потенцијал [MWh]
Лишћари	103107	58771	6465	51305	116541	710	4,24	695,96
Четинари	16577	5139	565	13310	19014	527	4,34	156,59
УКУПНО	119684	63910	7030	64615	135555			852,55

Град Краљево поседује велике површине под шумом, али упркос томе степен искоришћености је испод препорученог. Додатна количина у табели прорачуната је на основу препорученог процента искоришћености (75%). Биомаса која се добије из шумских остатака може се користити на више начина. Огревно дрво се као цепаница или сечка сагорева у котловима. Шумски остаци се могу искористити за прављење брикета, али се као и огревно дрво могу користити за директно сагоревање у котлу. Како би се искористили шумски остаци, потребно је размотрити начин сакупљања и дистрибуција, најбоље би било када би се остаци сакупљали упоредо са сечом дрвећа[25].

6.2.4 Отпад

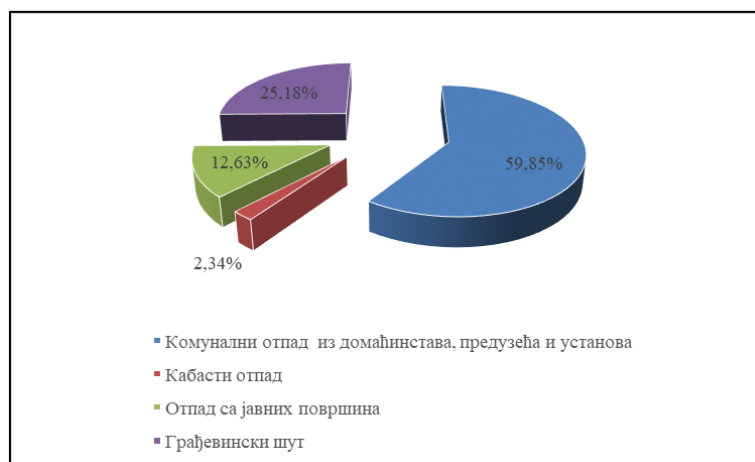
Отпад представља сваки материјал или предмет који настаје у току обављања производне, услужне или друге делатности, предмете који су искључени из употребе, као и отпадне материје које настају у потрошњи и које са аспекта произвођача, односно потрошача нису за даље коришћење и морају се одбацити. У закону о управљању отпаду разликују се три врсте отпада: комунални, комерцијални и индустријски [26].

Одлагање отпада на територији града Краљева врши се на депонију на локацији „Кулагића-ада“, која се налази северо-источно од града непосредно у близини реке Западна Морава (удаљеност 150-200 метара). На овом месту сметлиште је формирано 1971. године, које је од стамбене зоне удаљено 1,5 киломерата, а од индустријске 0,5 километара. Одређивање састава и количине комуналног отпада у Краљеву врши се у складу са Правилником о методологији за прикупљање података о саставу и количинама комуналног отпада. У табели 21 приказана је количина отпада која је прикупљена у 2014. години [26].

Табела 21. Количина отпада прикупљена 2014. године на територији Краљева[26]

Врста отпада	Количине отпада прикупљене у току сезонских анализа				Средња годишња вредност t/нед
	Пролећна анализа t/нед	Летња анализа t/нед	Јесења анализа t/нед	Зимска анализа t/нед	
Комунални отпад (осим кабастог отпада)	528,1	554,2	577,2	536,4	28548
Кабаста отпад	26	28	20	12	1118
Отпад са јавних површина	101,5	84,4	165	112,5	6204,2
Грађевински шут	281	334	48	261	12012

Структура и морфолошки састав комуналног отпада се утврђује анализом фракција у току различитих сезона, и он варира у односу на годишње доба у коме се посматра. На слици 39 приказан је удео отпада у зависности од врсте прикупљеног 2014. године [26].

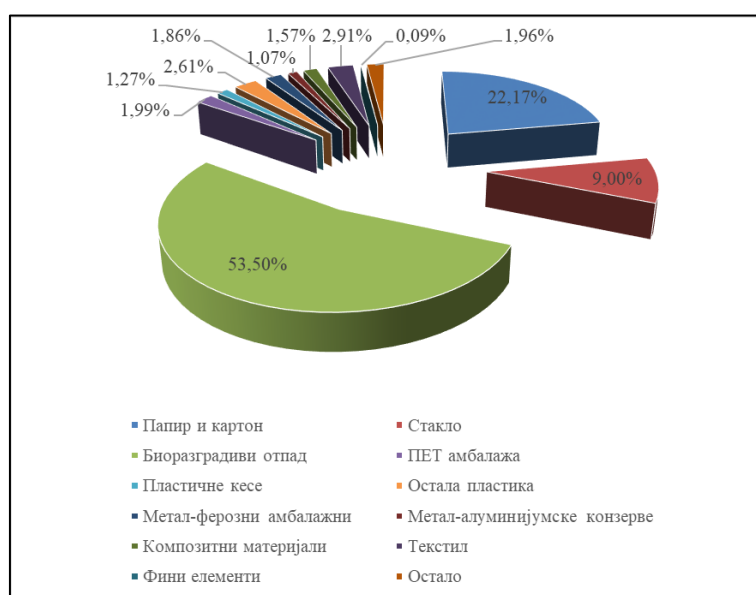


Слика 39. Удео прикупљеног отпада у зависности од врсте

За подручје на територији са које ЈКП "Чистоћа" организовано сакупља отпада, а састав прикупљеног отпада приказан је у табели 22, док је удео различитих фракција приказан на слици 40 [26].

Табела 22. *Састав отпада прикупљеног 2014. године на територији Краљева[26]*

Фракције	Количина (t)
Папир и картон	0,446
Стакло	0,181
Биоразградиви отпад	1,076
ПЕТ амбалажа	0,04
Пластичне кесе	0,0255
Остала пластика	0,0525
Метал-ферозни амбалажни	0,0375
Метал-алуминијумске конзерве	0,0215
Композитни материјали	0,0315
Текстил	0,0585
Фини елементи	0,0018
Остало	0,0395
УКУПНО	2,01



Слика 40. *Удео различитих фракција отпада на територији Краљева 2014. године*

На територији Краљева се не врши компостирање, већ се органски отпад настао у домаћинству одлаже на депонију или на сеоска сметлишта. Зелени отпад настао одржавањем зелених површина завршава на одлагалишту „Кулагића ада“. Процењују се да се на територији града Краљева генерише око 3 t зеленог отпада. У граду Краљеву нису заступљени остали процеси третмана отпада, уколико се занемари неконтролисано сагоревање отпада у домаћинствима ради грејања [26].

6.3 Енергија сунчевог зрачења

У табели 23 приказане су просечне вредности енергије Сунчевог зрачења на хоризонталну површину H_h [kWh/m²] и просечне вредности Сунчевог зрачења на површину под оптималним углом (34°) H_{opt} [kWh/m²] за град Краљево по месецима. У овој табели, такође, приказан је и однос дифузног и глобалног хоризонталног зрачења D/G [-]. Просечна годишња инсолација за град Краљево износи 1259,42 kWh/m², док је просечна количина соларне енергије при оптималном углу пријемника 1502,94 kWh/m² на годишњем нивоу [27].

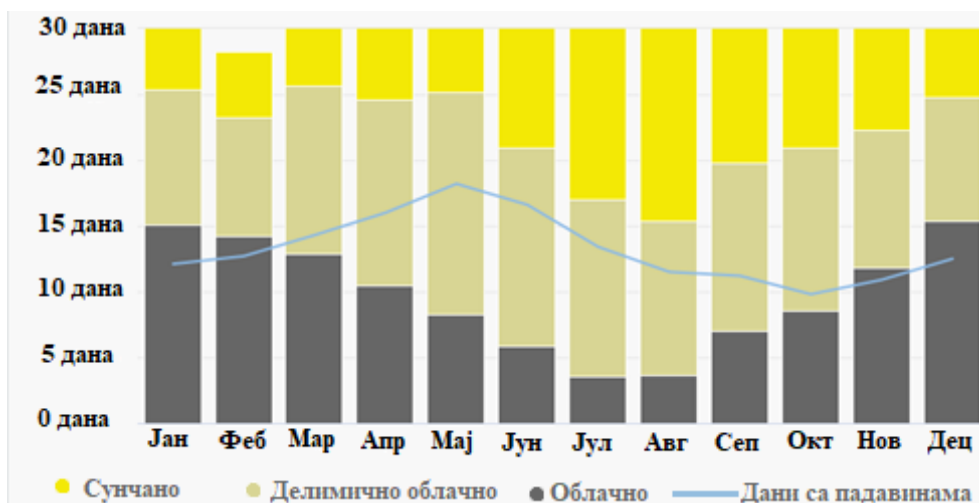
Табела 23. *Просечна инсолација за Краљево[27]*

Месец	H_h [kWh/m ²]	H_{opt} [kWh/m ²]	D/G
Јануар	999,44	1527,06	0,63
Фебруар	1595,44	2262,68	0,55
Март	2735,13	3273,91	0,55
Април	3993,9	4412,1	0,47
Мај	4904,1	5004,02	0,45
Јун	5412,4	5385,32	0,45
Јул	6113,2	5967,19	0,38
Август	5086,79	5438,64	0,38
Септембар	3824,1	4634,1	0,41
Октобар	2230,45	2999,87	0,42
Новембар	1590,55	2629,5	0,53
Децембар	1332,69	2425,44	0,49
Просечно	3185,63	3829,98	
ИНСОЛАЦИЈА	1259,42	1502,94	

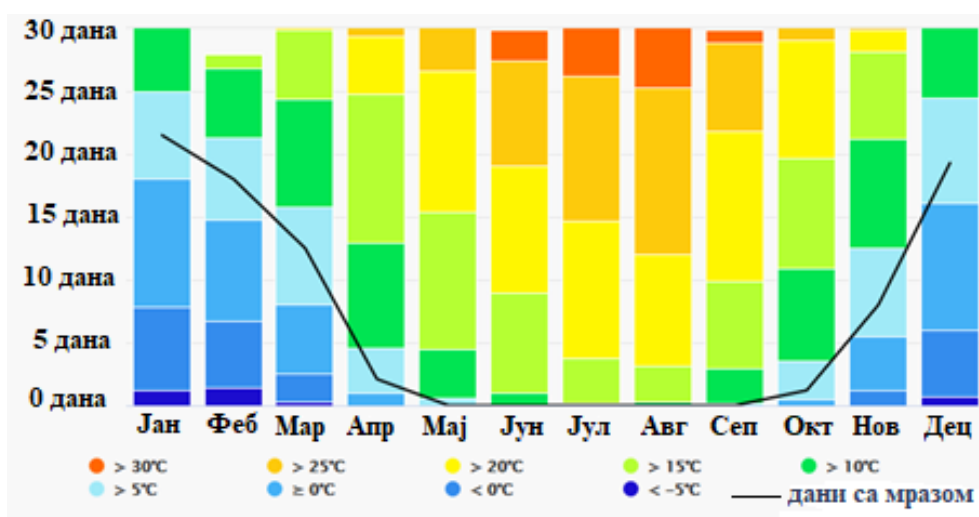
На основу вредности инсолације може се закључити да подручје града Краљева располаже са значајним потенцијалом соларне енергије у поређењу са већим делом Европе. Соларна енергија се углавном користи за производњу електричне енергије или за грејање простора. У 80% случајева, где се соларна енергија примењује као примаран извор, користи се за грејање топле потрошне воде. Разлог је то што су потребе за топлотом водом константне, чак и повећане лети, као и то што је потрошну воду потребно загрејати до релативно ниске температуре 40 – 60°C. Соларна енергија као самосталан топлотни извор, не може да задовољи потребе за загревање објекта током целе године. У зимским месецима када је потреба за топлотном енергијом највећа, соларне енергије има најмање. Распоживост соларне енергије зависи од броја сунчаних дана, који су свакако ређи зими него лети (слика 41). Зато се соларна енергија за грејање користи као допунски систем неком извору енергије (природни гас, биомаса, електрична енергија) или се користи само за грејање санитарне воде. Још једна мана је то што се топлота у флуиду веома кратко задржава, потребно је да соларни колектори буду у непосредној близини објекта у ком се топлотне енергија користи [23].

На слици 41 је приказан дијаграм који показује месечне вредности сунчаних, делимично облачних, облачних и кишних дана, док је на слици 42 приказана вредност температуре по месецима. Дани чија је облачност изнад 80% сматрају се облачим,

делимично облачним данима се сматрају дани, чија је облачност 20-80% и сунчани дани су они чија је облачност испод 20%[28].



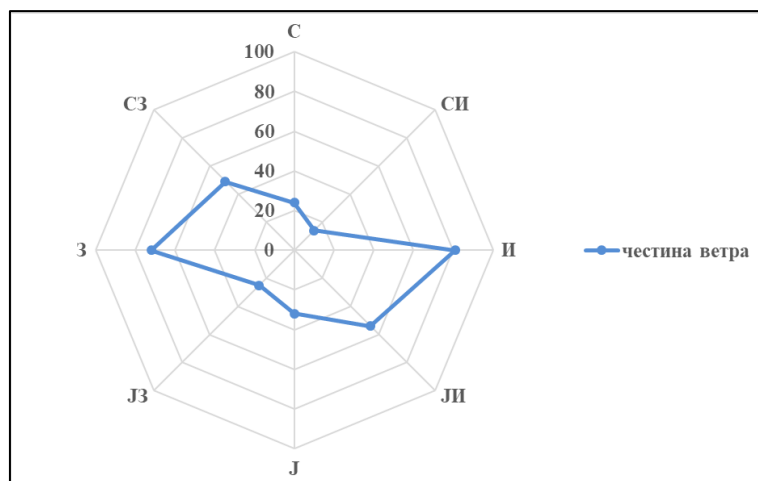
Слика 41. Број сунчаних дана по месецима за Краљево [28]



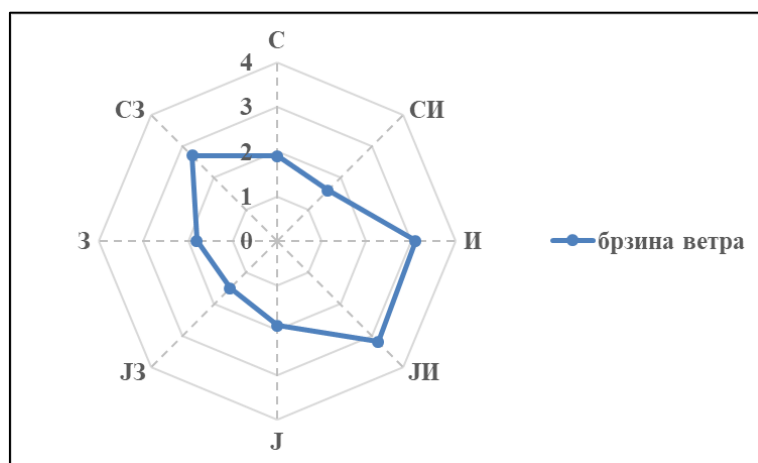
Слика 42. Дијаграм вредности температуре по месецима у Краљево [28]

6.4 Енергија ветра

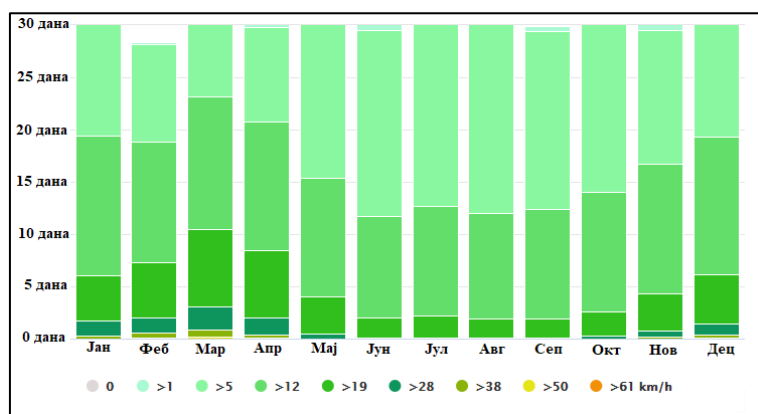
На територији града Краљева најчешћи ветар у току године је западни (70%). Поред њега доста чести ветрови који се јављају су ветрови са северозапада (60%) и југозапада (60%). Након њих се појављује источни ветар (50%). Ветрови из осталих праваца су доста ређи, као што су северни (18%) и јужни (9%). Остали ветрови су неизразити (1-2%). Честина ветра је приказана на слици 42, а њихова средња брзина је приказана на слици 43. Највећа средња брзина ветра јавља се у марту и марту, а најмања средња брзина јавља се у јуну, јулу, августу и септембру (слика 44) [28].



Слика 43. Честина ветра за подручје града Краљева[28]



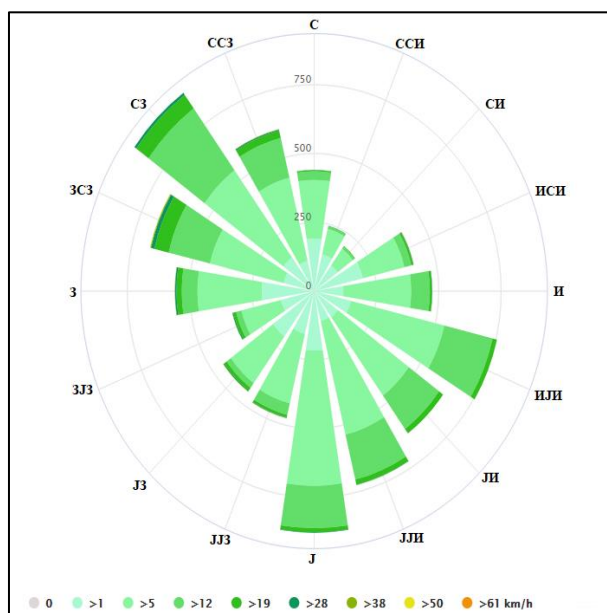
Слика 44. Средње брзине ветра на територији града Краљева[28]



Слика 45. Брзина ветра по месецима[28]

Ружа ветрова представља графички приказ средњих брзина и честина ветрова по месецима. То је заправо поларни дијаграм са главним странама и међуглавним странама света из којих дува ветар. Са овог дијаграма се најлакше читавају доминантни ветрови који дувају на неком подручју у одређеном временском периоду. Најчешће се израђује

за четири главна и четири међуглавна правца. На слици 45 је приказана ружа ветрова за подручје града Краљева[29].

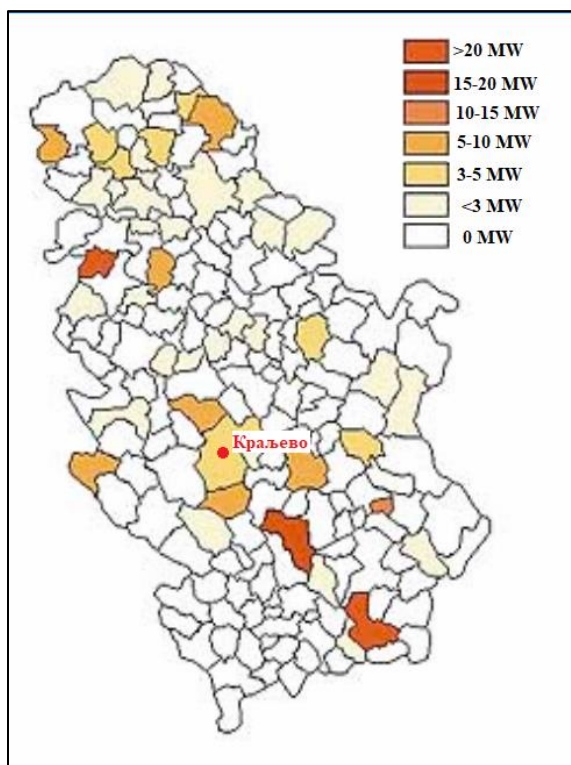


Слика 46. Ружа ветрова за град Краљево [28]

Како је просечна брзина ветра на територији Краљева мала, не постоји значајан потенцијал за изградњу стандардних ветрогенератора. Поред стандардних ветрогенератора, постоје и мини ветрогенератори, који се могу поставити у градским срединама. Да би мини ветрогенератори функционисали, потребна је минимална брзина ветра од 2 m/s, што значи да га је на територији града Краљева могуће поставити.

6.5 Геотермална енергија

На слици 47 је приказана укупна снага геотермалне енергије на територији Србије. На основу слике 47 се закључује да се општина Краљево налази у подручју где се снага термалне енергије креће 3 – 5 MW. Геотермални извори су најпогоднија места за пренос геотермалне енергије на површину. Поред геотермалних извора могуће је користити топлотну пумпу и топлоту из тла, која је на неколико метара дубине константна током целе године (10 – 12 °C). Употребом топлотних пумпи геотермална енергија може заменити две трећине конвенционалне топлотне енергије добијене сагоревањем фосилних горива. На тај начин би се могла искористити геотермална енергија на подручју Краљева, која се тренутно користи само у рекреативне сврхе и за лечење[20].



Слика 47. Укупна снага геотермалне енергије у Србији [20]

На територији града Краљева велики потенцијал минералних, термоминералних и термалних вода је веома слабо искоришћен. Матарушка и Богутовачка бања су најпознатија леčiliште на територији Краљева. Минералне воде Матарушке бање потичу из термалне издани. У води Матрушке бање налази се велики проценат сумпорводоника и натријум-карбоната. Због таквог састава термоминерална вода у овој бањи је сврстана у ред сумпоровитих алкалних киселих вода са слабијим карактером муријатичних вода. Температура воде се креће између 28 – 48 °C.

У раседној зони Богутовачке бање укрштају се два раседа, један који се пружа дуж десне обале Ибра (правац СИ-ЈЗ) и други који се пружа долином реке Лопатнице (правац СЗ-ЈИ). Термални извори Богутовачке бање избијају из измењеног серпентина. има три термална извора из којих избија слабо сумпоровита вода температуре 24 – 27 °C и укупне издашности од око 600 л/мин [30].

6.6 Хидропотенцијал

Преко територије града Краљева протичу три веће реке: доњи део реке Груже, доњи део реке Ибар и средњи део Западне Мораве. Остале реке и потоци припадају сливовима притока тих река и претежне и целом својом дужином леже на територији Краљева (слика 48). Краљево на 43 локације поседује МХЕ на реци Ибар. На 5 локације њихова снага је изнад од 1 MW, на 9 локација снага је између 1 MW и 0,5 MW, а на 29 локација до 0.5 MW. У табели 24 је приказан списак МХЕ на територији града Краљево [31].



Слика 48. Хидрографска карта Краљево [31]

Табела 24. Списак МХЕ на територији Краљево [32]

Број у катастру у МХЕ	Назив МХЕ	Слив	Општина	Река	Инсталисани протицај (м³/с)	Пад (м)	Снага (kW)	Годишња производња (kWh)	Запремина акумулације (hm³)	Тип турбине	Број турбине
493	Сокоља	Ибар	Краљево	Рибница, Сокоља	0,95	40	335	892 000	1,9	Francis	2
494	Светлановац	Ибар	Краљево	Лопатница	4,32	60	2.075	5 463 000	19,4	Francis	2
495	Купа	Ибар	Краљево	Лопатница, Топишница	1,26	96,5	880	3 867 000	0	Francis	2
496	Смољан До	Ибар	Краљево	Лопатница, Прољеница	0,243	114,5	280	1 080 000	0	Pelton	2
497	Коса	Ибар	Краљево	Лопатница, Борошница	0,342	73,5	180	787 000	0	Francis	2
498	Топишница	Ибар	Краљево	Лопатница, Лањачки поток	0,24	98	170	737 000	0	Pelton	2
499	Бресник	Ибар	Краљево	Дубочица, Дрсница	0,405	216	625	2 735 000	0	Pelton	2
500	Дубочица	Ибар	Краљево	Дубочица, Топишница	0,762	60,5	335	1 474 000	0	Francis	2
501	Главица	Ибар	Краљево	Копав	0,138	143	140	614 000	0	Pelton	2
502	Шљивац	Ибар	Краљево	Стољски Поток	0,087	255	155	685 000	0	Pelton	2
503	Дошница	Ибар	Краљево	Брезанска Гора, Кл.	1,872	291,5	4.450	9 662 000	11,5	Pelton	2
504	Платије	Ибар	Краљево	Брезанска, Шошаница	0,144	157	160	706 000	0	Pelton	2
505	Бела глава вар.	Ибар	Краљево	Брезанска, Шошаница	0,144	216	215	706 000	0	Pelton	2
506	Мрамор	Ибар	Краљево	Гајовска	0,18	198	250	1 106 000	0	Pelton	2
507	Зечушћин	Ибар	Краљево	Попова	0,144	136	130	576 000	0	Pelton	2
508	Мост	Ибар	Краљево	Желебић	0,248	262	460	2 016 000	0	Pelton	2
509	Градина I	Ибар	Краљево	Студеница, Брадуљичка	0,472	62	230	1 014 000	0	Francis	2
510	Дезићи I	Ибар	Краљево	Студеница	3	159	3 960	10 435 000	17,3	Francis	2
511	Остатја	Ибар	Краљево	Студеница	0,9	64	460	2 018 000	0	Francis	2
512	Ушће	Ибар	Краљево	Студеница, Радуша	0,285	91,5	200	763 000	0	Francis	2
513	Пришевићи	Ибар	Краљево	Студеница, Радуша	0,183	68,5	95	497 000	0	Pelton	2
514	Градина	Ибар	Краљево	Студеница, Краљска	0,158	223	265	1 162 000	0	Pelton	2
515	Прифани	Ибар	Краљево	Студеница, Брезина	0,612	143,5	645	2 824 000	0	Pelton	2
516	Рудак I	Ибар	Краљево	Студеница, Брезина	0,364	255	660	2 906 000	0	Pelton	2
517	Гребовица	Ибар	Краљево	Студеница, Брезина	0,63	245	1.180	3 115 000	33,75	Pelton	2
518	Рудак II	Ибар	Краљево	Студеница, Брезина, Забешки Поток	0,03	498,5	105	440 000	0	Pelton	2
519	Годовић	Ибар	Краљево	Студеница, Брезина, Вршки Поток	0,04	316,5	90	347 000	0	Pelton	2
520	Селиште	Ибар	Краљево	Студеница, Ђаковски Поток	0,158	148	165	724 000	0	Pelton	2
521	Калупра	Ибар	Краљево	Студеница, Савошница, Главачки Поток	0,405	235,5	685	3 008 000	0	Pelton	2
522	Савово	Ибар	Краљево	Студеница, Савошница	0,243	96,5	125	483 000	0	Pelton	2
523	Орачко брдо	Ибар	Краљево	Студеница, Савошница, Равни Поток	0,208	117,5	100	782 000	0	Pelton	2
524	Грајини	Ибар	Краљево	Студеница, Грачичка	1,148	102,5	895	3 926 000	0	Pelton	2
525	Миланча	Ибар	Краљево	Студеница, Грачичка	0,892	105	810	3 556 000	0	Pelton	2
545	Јелићи	Ибар	Краљево	Гокчаница	3,78	97	3.025	7 969 000	5,3	Francis	2
546	Међурече	Ибар	Краљево	Гокчаница, Рудњачка	0,888	129	810	2 151 000	7,68	Pelton	2
547	Међурече Вар.	Ибар	Краљево	Гокчаница, Рудњачка	0,444	81,5	265	1 151 000	0	Pelton	2
548	Жупљаци	Ибар	Краљево	Гокчаница, Рудњачка	0,188	156	210	922 000	0	Pelton	2
549	Дубово	Ибар	Краљево	Гокчаница, Колска	0,384	92,5	255	1 120 000	0	Francis	2
550	Косови	Ибар	Краљево	Гокчаница, Колска	0,17	113	135	599 000	0	Pelton	2
551	Игриште	Ибар	Краљево	Гокчаница, Предолска	1,5	79,5	840	2 243 000	4,65	Francis	2
552	Игриште вар.	Ибар	Краљево	Гокчаница, Предолска	0,75	77	420	1 830 000	0	Francis	2
553	Гајовићи	Ибар	Краљево	Гокчаница, Предолска, Мала река	0,6	109	485	2 120 000	0	Francis	2
554	Влас	Ибар	Краљево	Планска	0,09	231	150	650 000	0	Pelton	2

Град Краљево има значајан хидропотенцијал, који се већ користи за производњу електричне енергије. Према плану за изградњу МХЕ на територији на основу Катастра МХЕ из 1987. године, првобитно је била предвиђена изградња на 40 локација. Овај број се додатно повећао у Просторном плану града 2012-2020 на 52 локације. Тренутно нема података о тачном броју изграђених МХЕ на овој територији, јер подаци преузети са сајта

Министарства рударства и енергетике (табела 24) нису ажурирани од 2013. године. Грађани Краљева се не слажу са изградњом МХЕ, јер имају штетан утицај на речни екосистем [33].

7. Закључак

Уколико се потреба за фосилним горивима не смањи, проценат угљен-диоксида би могао достићи забрињавајући ниво. Поред тога што се велика количина штетних гасова отпрема у атмосферу, резерве фосилних горива су све мање. Како се фосилна горива веома споро обнављају, уколико се тренутни тренд потрошње настави, за неколико деценија их више неће бити. ОИЕ се чине као добро решење за ове проблеме, па би њихова употреба значајно смањила емисију штетних гасова, као и употребу фосилних горива у енергетске сврхе. На основу података на светском нивоу и на нивоу ЕУ, закључује се да је већима земаља на правом путу као смањењу емисије штетних гасова, а неке од чланица ЕУ настоје да до 2050. године буду климатски неутралне. Такође, закључује се да количине емисије штетних гасова, као и удео фосилних горива у производњи енергије зависе од економске развијености земље. Република Србија има значајан потенцијал обновљивих извора енергије, али је он недовољно искоришћен. На основу извршене анализе потенцијала ОИЕ на територији града Краљева, долази се до закључка да на овој територији постоји значајан потенцијал који недовољно искоришћен. Када је у питању биомаса која се добија од пољопривреде, велики део се спаљује на њивама, па се велика количина енергије неповратно губи. Велики проблем представља инфраструктура, односно немогућност да се биомаса прикупи на економски исплатив начин. Поред тога, енергија која би могла бити добијена из отпада, заувек се губи у депонијама. Депонијски гас који би се овом приликом могао добити се не сакупља. Иако постоји значајан потенцијал соларне енергије, на овим просторима се не користи довољно. Геотермална енергија се, такође, веома мало користи и поред тога што су топлотне пумпе једно од најефикаснијих решења за уштеду електричне енергије при добијању топлоте као финалног вида енергије. Ове пумпе осим што дају топлоту зиме, оне служе и као расхладни уређаји лети. Без обзира што се Краљево налази у кошавском подручју, могуће је произвести одређену количину енергије помоћу ветроелектрана. Град Краљево има значајан хидропотенцијал, па се на његовој територији налази велики број МХЕ које производе значајну количину електричне енергије. Оно што прави проблем код хидроелектрана је њихов негативан утицај на живи свет у води, па се јавља незадовољство код становништва. Уколико би се искористио потенцијал ОИЕ у општини Краљево, смањила би се потреба за фосилним горивима, а самим тим и штетно дејство на околину.

Литература

- [1] M. M. Kostic, Energy: Global and Historical Background, Department of Mechanical Engineering, Northern Illinois University, DeKalb, Illinois, U.S.A., 2007
- [2] Закону о енергетици („Службени гласник РС" бр. 145/2014 и 95/2018 – др. закон)
- [3] M. Sato, Thermochemistry of the formation of fossil fuels, U.S. Geological Survey, MS 959, Reston, Virginia 22092, U.S.A., 1990
- [4] S. Grinnell, Renewable Energy & Sustainable Design, Cengage Learning, Boston, USA, 2016
- [5] Bilgic S., Passive Solar Design Strategies for Buildings: A case study on Improvement of an existing Residential building's Thermal Performance by Passive Solar Design Tools, Izmir Institute of Technology, Izmir, Turkey, 2003
- [6] Ковачевић Лепотић Б., Лазаревић Б., Изградња соларних грејних система и производња топлотне енергије, Министарство рударства и енергетике, Београд, 2016
- [7] World Energy Outlook 2019, IEA, Интернет адреса, <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019> , посећена 09.07.2020.
- [8] IRENA (2020), Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050, Интернет адреса, <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020> , посећена 09.07.2020.
- [9] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions United in delivering the Energy Union and Climate Action - Setting the foundations for a successful clean energy transition, European Commission, Brussels, 2020
- [10] Eurostat - European statistics, Интернет адреса, https://ec.europa.eu/info/departments/eurostat-european-statistics_en, посећена 20.07.2020.
- [11] РЗС: Укупан енергетски биланс., Београд, Србија (2018)
- [12] Energy Sector Development Strategy of the Republic of Serbia for the period by 2025 with projections by 2030, Министарство рударства и енергетике, Београд, 2016
- [13] Panoutsou С., Вишегодишњи енергетски засади, Програм уједињених нација за развој (UNDP), Министарство рударства и енергетике, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, Београд, 2016
- [14] Потенцијали за производњу шумске биомасе за потребе града Врбаса, У оквиру пројекта „Декарбонизација система даљинског грејања у Србији“, Подржан од стране Амбасаде Финске у Београду, 2013
- [15] Студија оснивања интензивних шумских засада за енергетске и друге сврхе са Упутством за њихово подизањем, Министарство пољопривреде и заштите животне средине Републике Србије – Управа за шуме, Институт за шумарство, Београд, 2016
- [16] Драговић Њ., Вуковић М., Ризнић Д., Potentials and Prospects for Implementation of Renewable Sources in Serbia, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, Бор, 2019
- [17] Станков С., Напајање индивидуалних потрошача хибридним системима, Универзитет у Нишу, Електронски факултет, Ниш, 2017
- [18] Енергија ветра, Интернет адреса, <http://svetfizike.zvonkomaric.org/%D1%81%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%98%D0%B0-%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%98%D0%B0-%D0%B2%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B0/> , посећена 08.10.2020.

- [19] Катић В., Атлас ветрова АП Војводине, Студија, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом саду, Нови Сад, 2008
- [20] Енергија Сунца, Интернет адреса, <https://www.energetskiportal.rs/obnovljivi-izvori-energije/energija-sunca/> , посећена 07.10.2020.
- [21] Бањац, М., Ђукановић, Д., Матејић, М., Галић, Р., Брдаревић, Љ., Лазаревић, Б., Тица, С.: Приручник за енергетске менаџере за област општинске енергетике. Програм Уједињених нација за развој (UNDP), Београд, 2016
- [22] Стратегија развоја града Краљева за период 2015-2020, Службени лист града Краљева, бр. 011-31/2015-III
- [23] Положај општине Краљево у односу на Србију, Интернет адреса, https://pt.wikipedia.org/wiki/Kraljevo#/media/Ficheiro:Municipalities_of_Serbia_Kraljevo.png, посећена 02.10.2020.
- [24] Google Earth, Интернет адреса, <https://www.google.rs/intl/sr/earth/>, посећена 02.10.2020.
- [25] Попис пољопривреде 2012 – Пољопривреда у Републици Србији, Завод за статистику, Београд, 2012
- [26] Локални план управљања отпадом, град Краљево, 2012
- [27] PGIS, Интернет адреса, https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html , посећена 07.10.2020.
- [28] Клима Краљево, Интернет адреса, https://www.meteoblue.com/sr/vreme/historyclimate/climatemodelled/kraljevo_%D0%A1%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%98%D0%B0_789107 , посећена 08.10.2020.
- [29] Ветар и ружа ветрова, Интернет адреса, <http://www.meteologos.rs/vetar-i-ruza-vetrova/> , посећена 09.10.2020.
- [30] Бање, Интернет адреса, <http://www.kraljevo.com/kraljevo/geografija/banje.htm> , посећена 09.10.2020.
- [31] Александра Г., Стање и проблеми животне средине општине Краљево, Мастер рад, Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за географију, Ниш, 2018
- [32] Катастар МХЕ у Србији, Интернет адреса, <http://mhe.mre.gov.rs/Katastar%20MHE/?C=N;O=A> , посећена 09.10.2020.
- [33] Краљевчани против изградње МХЕ, Интернет адреса, <http://www.ruralsrbija.rs/srl/vest/kraljevcani-protiv-izgradnje-mini-hidroelektrana> , посећена 11.10.2020.