

Електране на биомасу

Здравко Миловановић, Валентина Јаничић Миловановић

Сажетак. *Историјски гледано, употреба биомасе у облику дрвета, као примарног и готово јединог извора енергије, претходила је почетку коришћења фосилних горива. За разлику од земаља у транзицији које као извор топлотне енергије имају биомасу, развијене земље производе значајну количину топлотне енергије из биомасе засноване на начелима одрживог развоја и одговорног коришћења енергетских ресурса. У дрвној индустрији користе се модерне биоенергане за производњу електричне и топлотне енергије, као и технолошке паре неопходне за производне ланце у погонима дрвне индустрије. Такође, у домаћинствима, системима регионалног централизованог гријања, когенерацији и тригенерацији, уграђују се све више постројења и опрема са високим технолошким достигнућима. Предност коришћења биомасе у односу на друге видове обновљивих извора енергије је могућност изградње електрана са стабилном производњом енергије (топлотне и електричне) на мјестима која одговарају конзуму, за разлику од других облика обновљивих извора енергије који траже изградњу постројења на мјесту настанка енергије. При томе, број сати рада који се очекују у зависности од технологија за истовремени рад свих постројења у GWh за електране на чврсту биомасу*

Цитирање: Миловановић З, Јаничић Миловановић В (2023) Електране на биомасу. У: Тркуља В, Говедар З, Пржуљ Н (уредници) Управљање ресурсима у производњи и преради биомасе. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LII:581–702

Cite as: Milovanović Z, Jančić Milovanović V (2023) Biomass power plants. In: Trkulja V, Govedar Z, Pržulj N (eds) Resource management in biomass production and processing. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LII:581–702

износи 6500, док за електране на биогаз број сати рада достиже и 8000. Полазећи од примијењене технологије, из пољопривредне чврсте биомасе могуће је производити топлотну и електричну енергију, као и деривате из којих се добијају финални (корисни) облици енергије. Најчешћи примјери деривата пољопривредне биомасе су брикети, пелети, биогаз, те биогорива (етанол и биодизел).

Директно спаљивање биомасе, најчешће реализовано на решеткастом ложишту, представља уходану технологију за трансформацију биомасе у топлоту на комерцијалном нивоу. На овај начин омогућује се мијешање биомасе као горива и контролисан доток ваздуха за њено потпуно сагоријевање. Најчешће коришћени облици горива за сагоријевање биомасе у ложиштима котлова различите снаге су дрвени отпаци из шумарства и дрвне индустрије, слама и разни пољопривредни отпад, комунални и индустријски отпад који је биоразградив.

Интензиван развој когенерационих процеса у задњих тридесетак година имао је за резултат појаву доступних нових постројења и опреме на комерцијалном тржишту. Когенерациона постројења за истовремену производњу топлотне и електричне енергије представљају најзначајнији и најоптималнији начин производње електричне енергије из биомасе. Топлота која се добија сагоријевањем биомасе користи се на два начина – за добијање рада гаса на турбини и корисне топлоте. Осим самосталних система електрана на биомасу, у склопу европских електропривредних компанија у примјени су когенерациона постројења електричне снаге веће од 1.200 MW.

Најновији развојни трендови код расхладне технике издвајају апсорпционе системе на бази топлотне енергије, који за разлику од уобичајених компресорских расхладних система, поред топлотне енергије захтијевају и електричну енергију за погон компресора. Код оваквих система, компресор је замијењен са термичким системом којег чине генератор паре, апсорбер, измјењивач топлоте, контролни вентил и пумпе радног флуида. Како многа индустријска постројења и објекти у сектору услужних дјелатности имају потребу за расхлађивањем својих простора, коришћењем нових апсорпционих расхладних система троше знатно мање количине електричне енергије, што доприноси задовољењу потреба за расхладном енергијом, уз поштивање свих благодати коришћења обновљивих извора енергије, с обзиром на извор топлоте базиран на сагоријевању биомасе.

Хибридни енергетски системи дизајнирани су за производњу електричне и топлотне енергије. Они су углавном независни, користе се у удаљеним

подручјима, а могу бити и спојени на мрежне системе за дистрибуцију електричне енергије. Најчешће садрже компоненте засноване на обновљивим изворима као што су мале вјетротурбине, фотонапонски панели, микро-хидро турбине, те друге компоненте, као што су генератори фосилних горива, горивне ћелије и слично. Поред тога, самостални хибридни системи садрже и батерије за акумулацију енергије, као и одговарајуће електронске уређаје којима се обезбјеђује функционалност и сигурност система. Концептом хибридног система интегрису се разни извори енергије у јединствен систем, а с циљем повећања расположивости енергије, при чему хибридни систем, поред биомасе, садржи барем још један различит извор енергије, као и спремник (складиштење) енергије. Да би изградња хибридног система била оправдана, он треба да има задовољавајућу ефикасност, континуирану расположивост електричном енергијом, малу емисију штетних гасова и прихватљиву цијену. Компоненте система бирају се сходно расположивости обновљивих извора и могућности испуњавања основних захтјева који се пред њих постављају.

У случају централизованог снабдијевања већег подручја са топлотном (расхладном) и електричном енергијом, као и снабдијевања индустријских постројења са електричном и топлотном енергијом (и технолошком паром) као извор енергије могу се, поред биомасе, користити различите комбинације примарног горива на бази обновљивих (енергија сунчевог зрачења, вјетроенергија, енергија воде, геотермална енергија и сл.) и необновљивих енергетских ресурса (угаљ, нафта и нафтни деривати, природни гас), као и нови ресурси који ће се користити у будућности (нуклеарна фузија и сл.).

Биогорива данас представљају релативно најновији облик обновљивих извора енергије добијених на бази биомасе. У посљедњих неколико година производња и потрошња биогорива расте и све више замјењује фосилна горива. Еколошки су прихватљивија од фосилних горива. Најинтензивнија им је производња у Бразилу из шећерне трске, у САД из кукуруза, те Европи из уљане репице. За производњу биодизела у ЕУ највише се користи уље уљане репице (82,8%) и уље сунцокрета (12,5%), док се у Америци највише користи уље соје, а у азијским земљама користи се још и палмино уље. Могућности за повећање коришћења биомасе у енергетске сврхе постоје, и то коришћењем деградираних и некоришћеног земљишта за узгајање лигноцелулозних сировина, као и узгајањем водених организама (алге).

Потенцијал биомасе у БиХ ограничен је на биомасу која се добија из прераде дрвета (остац и отпад) и пољопривредних сектора (остац из сточарства и остац од усјева). Циљ будућих активности је да се повећа коришћење доступне биомасе, повећа удио обновљивих извора у производњи електричне енергије и да се осигура додатни приход за фирме. Приходи су осигурани кроз продају произведене електричне енергије по feed-inn тарифама које су одредиле ентитетске регулаторне агенције (Регулаторна комисија за енергију у Федерацији Босне и Херцеговине – ФЕРК и Регулаторна комисија за енергетику Републике Српске – РЕРС).

Кључне ријечи: Биомаса, електране на биомасу, когенеративни системи на биомасу, хибридни системи на биомасу, децентрализовани системи на биомасу, тренд развоја коришћења електрана на биомасе, ограничења, ризици

13.1. Увод

Према директиви Европске уније (ЕУ) 2009/28/ЕЗ, биомаса је дефинисана као „биоразградиви дијелови производа, отпада или остатака из пољопривреде, шумски отпад и отпад сродних индустрија (укључујући остатке из рибарства и аквакултуре), као и биоразградиви дијелови индустријског и градског отпада”. Политика коришћења обновљивих извора енергије, одређена ЕУ Директивом 2009/28 о промоцији производње електричне енергије из обновљивих извора, презентује се у сигурном, квалитетном и поузданом снабдијевању електричном енергијом, уз виши ниво заштите животне средине и смањењу енергетске зависности од увоза и коришћења фосилних горива (Арсеновић 2015).

Биомаса (енг. *biomass*, њем. *biomasse*) је природни обновљиви извор енергије који је органског поријекла, а који се у општем случају дијели у три групе: шумска биомаса (уз шумску биомасу убраја се остатак из дрвне индустрије), остац из пољопривреде (долазе из ратарске, сточарске и воћарске производње као што су слама, кукурузовина, окласак, стабљике, коштице и љуске, затим остац из виноградарске производње те из рибарства), органски дио индустријског и комуналног отпада (обухвата органски дио трговачког, индустријског и кућанског отпада, те биомасу из паркова и вртова са урбаних површина).

Биомасу сусрећемо у различитим облицима. Има је у облику отпадне биомасе из различитих дјелатности: шумарства, прераде дрвета, ратарства,

сточарства, воћарства и виноградарства, као посљедица газдовања шумама, одржавања и уређења паркова, дрвореда, те као посљедица прикупљања комуналног отпада или као намјенски гајене културе за производњу биомасе за енергетске сврхе (биоенергетске културе).

Биомаса представља ускладиштену соларну енергију у процесу фотосинтезе у облику хемијских једињења која формирају структуру биљака. У процесу сагоријевања, кисеоник из атмосфере спаја се са угљеником у биомаси, а као продукти сагоријевања добијају се поново CO_2 и вода (добијена енергија сматра се CO_2 неутралном). При томе, занемарено је значајно загађење које се дешава у процесима сакупљања, припреме и транспорта биомасе, као и чињеница да одређене количине емисија CO_2 настају управо од фосилних горива, коришћених приликом производње, прикупљања и транспорта биомасе (биогорива). Као код сваког горива, овдје су битни: хемијски састав, огревна (калорична) вриједност, температура сагоријевања и физичко-хемијска својства која утичу на топлотну моћ биомасе. Биомаса из групе остатака из пољопривреде је хетерогеног састава и различитих карактеристика. Најчешће има ниску топлотну моћ, прије свега због високог удјела влаге и различитих примјеса које садржи.

Повећано интересовање за употребу биомасе као горива у енергетске сврхе на глобалном нивоу резултат је одређених политичких бенефиција (повећана добит, супституција увезене нафте са домаћим обновљивим ресурсом), могућности отварања нових радних мјеста у пословима скупљања и прераде биомасе у гориво (обично у руралним подручјима), као и могућности очувања животне средине и смањење штетних емисија гасова стаклене баште (Babić i Milovanović 2017).

13.2. Енергетско искоришћење биомасе као ресурса

Коришћење биомасе у облику дрвета као примарног и готово јединог извора енергије претходило је почетку коришћења фосилних горива. За разлику од земаља у транзицији које и данас биомасу највише користе као извор топлотне енергије, развијене земље, поред топлотне енергије из биомасе, производе и значајну количину електричне енергије, уз поштовање начела одрживог развоја и одговорног коришћења енергетских ресурса. При томе, савремени енергетски системи коришћења биомасе имају високу ефикасност коришћења горива, која износи и преко 90%.

Модерне биоенергане за производњу електричне и топлотне енергије, као и технолошке паре неопходне за производне ланце у погонима, користе се

посебно у дрвној индустрији. Такође, у домаћинствима и системима регионалног централизованог гријања, когенерацији и тригенерацији уграђују се све више постројења и опреме са високим технолошким достигнућима на бази коришћења биомасе као горива. При томе, посебна пажња посвећује се димним гасовима и чврстом остатку насталом у процесу сагоријевања биомасе, уз емисије и имисије које морају бити знатно испод законски прописаних дозвољених граничних вриједности за мала и за велика ложишта. Обично се под малим топлотним постројењима на бази коришћења биомасе (преовладавају по правилу аутоматизована постројења на дрвну масу и сламу) подразумевају системи који имају снагу до 1 MW, за разлику од постројења која се користе за централизована регионална гријања (системи са снагом од 1 до 10 MW).

Могућности коришћења биомасе (посебно аграрне чврсте биомасе) у зависности од појединих привредних грана (сектора) обухватају: аграрни сектор (у ратарству као поврат органске материје пољопривредном земљишту, у сточарству као подлога за узгој животиња или као додатак у производњи сточне хране), индустрију (као сировина за индустријске производе), енергетику (као енергент) и грађевинарство (као грађевински материјал).

Нове инвестиције везане за улагања у изградњу електрана на биомасу у Републици Српској, поред заинтересованости јавних компанија у оквиру енергетског сектора (МХ Електропривреда Републике Српске, градске топлане), све више обухватају и приватне инвеститоре, који свој профит виде на бази остварења повлашћеног статуса произвођача електричне и топлотне енергије са повлашћеном тарифом за испоручену електричну и топлотну енергију (ефикасна когенерација и тригенерација, хибридни системи, децентрализовани системи за производњу електричне енергије). С друге стране, отварање енергетског тржишта са учешћем обновљивих извора енергије и ефикасне когенерације ствара услове за изградњу нових постројења која су тржишно оријентисана. Ако се разматра коришћење биомасе у енергетске сврхе (биомаса као енергент), треба истаћи неколико позитивних елемената, као што су:

- повећање сопствене снабдјевености енергентима и смањење енергетске зависности од увоза других (најчешће фосилних) горива;
- смањење емисије стакленичких гасова у односу на коришћење фосилних горива (уз обавезно узимање у обзир и емисија везаних за све фазе циклуса производње, почев од прикупљања, транспорта и складиштења, па све до добијања корисних облика енергије);

- остварења додатног прихода у пољопривреди, шумарству и дрвној индустрији проистеклог из продаје биомасе (примјер ранијег спаљивања пиљевине и дрвне сјечке у дрвној индустрији и новог коришћења као полуфабриката за пелет и брикете);
- усвајање нових технологија и отварање нових производних погона у индустрији, процесној и енергетској техници (косагоријевање, ретрофит коришћењем биоенергије, когенерација, тригенерација итд.);
- повећање дјелатности везане за транспорт биомасе (превоз сировина);
- развој предузетништва, кроз покретање нових компанија и нове структуре послова;
- покретање и интензивнији развој истраживачких пројеката у науци и технологији, уз развој нових или побољшаних технологија;
- повећање локалне и регионалне привредне активности, уз већи трансфер новчаних токова (инвестиције – плате – порези) посебно на нивоу локалних заједница (општина и градова);
- повећање нивоа запошљавања кроз отварање нових и задржавање постојећих радних мјеста (социјални аспект).

Претходно наведене карактеристике коришћења биомасе у енергетске сврхе, уз стварање предуслова за тржишни модел валоризације биомасе као обновљивог извора енергије, захтијевају и пратећи стручни кадар, који ће на бази примјера добре праксе у иностранству и сусједним земљама, а на бази пратеће легислативе за подстицајну производњу корисних облика енергије, допринијети повећању процентуалног учешћа овог енергента у покривању потреба за енергијом на подручју посматраног региона.

Валоризација потенцијала обновљивих извора енергије и њено искоришћавање мора започети билансирањем ових потенцијала, изучавањем енергетских ланаца, уз уважавање еколошког стања природне средине на датом локалитету кроз санирање или онемогућење локалне еколошке угрожености. Битан предуслов за ово је предвиђање потреба тржишта и корисника тих облика енергије, уз уважавање комплексног питања развоја локалних заједница (искоришћења расположивих природних потенцијала, искоришћења постојећих инфраструктурних објеката и запошљавања локалних људских ресурса).

Биомаса као обновљиви извор енергије има значајну улогу у реализацији више развојних циљева Републике Српске, односно БиХ у цјелини. Повећање енергетске ефикасности, диверсификација производње и добијање корисних облика енергије, уз поузданост и сигурност снабдијевања, детерминисаће раст и развој домаће производње и

смањење увоза и повећање извоза енергије, уз усвајање постојећих и развој нових технологија и значајније смањење утицаја на животну средину из енергетског сектора. Индиректно, ово ће се значајно одразити и на сегмент развоја школства и на процес улагања (нови инвестициони циклуси) и ново запошљавање посебно у руралним подручјима.

Коришћење биомасе као енергента је у порасту и у сектору производње топлотне енергије и у сектору производње електричне енергије. У 2013. години, у оквиру земаља ЕУ око 26% електричне енергије добијено је из обновљивих извора, а циљ је да то буде најмање 34% до 2020. године, односно 45% до 2030. године (Ћерић et al. 2017a). Коришћење биомасе у производњи електричне енергије расло је просјечном стопом од 11% годишње током периода 2005–2012. године, да би у 2013. години достигло 18,7% финалне потрошње електричне енергије добијене из *Обновљивих Извора Енергије*, ОИЕ. Постојале су и прогнозе да ће електрична енергија добијена из биомасе премашити 839 петаџула до 2020. године (Giuntoli et al. 2016).

За разлику од тренутно доминантнијих вјетроелектрана и соларних електрана из групе обновљивих (нетрадиционалних) извора, електране на биомасу нуде предвидљивост и могућност планирања производње, карактеристика које су тешко остварљиве када је извор енергије сунце или вјетар. Како се у свијету све више тежи повећању енергије из обновљивих извора, биомаса, и електране на биомасу ће у наредном периоду свакако имати значајнију улогу у производњи електричне енергије (Dimonjić-Milovanović 2013).

У зависности од величине постројења, најчешће коришћене технологије сагоријевања код постројења са биомасом као погонским горивом су са сагоријевањем у непокретном слоју у ложиштима са решетком, сагоријевањем у мјехурастом флуидизованом слоју (*Bubbling Fluidised Bed*, ВFB), сагоријевањем у циркулационом флуидизованом слоју (*Circulating Fluidised Bed*, CFB) и сагоријевањем спрашеног горива у простору. Директно спаљивање биомасе, најчешће реализовано на решеткастом ложишту, представља уходану технологију за трансформацију биомасе у топлоту на комерцијалном нивоу. На овај начин омогућује се мијешање биомасе као горива и контролисан доток ваздуха за њено потпуно сагоријевање. Тамо гдје постоје уједначене потребе за топлотном и електричном енергијом своју примјену нашла су когенерацијска постројења, при чему је најчешћи традиционални парно-турбински циклус заснован на коришћењу отпадне паре за процесну топлоту. Интензиван развој когенерацијских процеса у задњих тридесетак година имао је за резултат појаву доступних нових

постројења и опреме на комерцијалном тржишту. С обзиром на врсту погонског агрегата, разликују се сљедећи основни типови когенерацијских процеса: когенерација на бази парних турбина, когенерација на бази гасних турбина, когенерација на бази мотора са унутрашњим сагоријевањем (СУС мотори), когенерација на бази комбинованог циклуса и когенерација на бази горивних ћелија. Технологије, попут клипних парних и осталих мотора, ријетко су коришћене или су још увијек у демонстрационом, а не комерцијалном погону. Мотори са унутрашњим сагоријевањем или гасне турбине мале снаге најчешће се користе за електричне потребе до инсталисане снаге од неколико MW. У случају да потражња прелази 3 MWe, чешће се користе гасне турбине, док у пројектима индустријских когенерација великих снага најчешће се користи комбиновани циклус или, рјеђе, парне турбине.

Најновији развојни трендови код расхладне технике издвајају апсорпционе системе на бази топлотне енергије, који представљају развојни тренд код расхладне технике. Како коришћење нових апсорпционих расхладних система подразумијева знатно мању потрошњу електричне енергије, ова постројења доприносе задовољавању потреба за расхладном енергијом, уз уважавање свих користи које носи коришћење ОИЕ, с обзиром на извор топлоте на бази сагоријевања биомасе.

Посебна пажња расте за нискотемпературне изворе топлоте у циљу производње електричне енергије, првенствено због све актуелнијих питања која се односе на загађење животне средине и одрживи развој као нови правац у коме је свијет усмјерен (климатске промјене и одрживи развој, уз енергетску ефикасност и штедњу енергије). Велики број начина искоришћења нискотемпературних извора присутан је у свијету, од Стирлинговог циклуса, па до процеса пиролизе и гасификације. Технологија базирана на *Органском Ранкиновом Циклусу* (ОРЦ) је међу предложеним рјешењима најчешће присутна, а базира се на производњи електричне енергије посредством Ранкиновог циклуса са разликом у коришћеном радном флуиду. Као радни флуид у класичним Ранкиновим циклусима коришћена је вода. За разлику од класичног, у ОРЦ користе се различите варијације органских флуида, чији избор превасходно зависи од већег броја критеријума. Велика моларна маса радног флуида омогућава ефикасно искоришћење топлотног извора ниске температуре за производњу електричне енергије у дијапазону снага од 3 kWe до 3,5 MWe захваљујући сљедећим предностима у односу на конвенционалан Ранкинов кружни циклус (велика ефикасност турбине – изентропски степен корисности до 85%, мала механичка напрезања турбине због смањеног броја обртаја у односу на турбине са воденом паром, изостанак ерозије турбинских

лопатица због одсуства влаге у процесу експанзије паре, дужи радни вијек турбинског постројења, омогућена је директна спрега турбине и генератора због смањеног броја обртаја турбине). Релативно велики инвестициони трошкови, уз увођење додатних сигурносних мјера због коришћења отровних и запаљивих радних флуида, представљају главне недостатке ових ОРЦ технологија. С друге стране, конверзиона ефикасност ОРЦ постројења је висока (15%–20% од уложене топлоте), чак и за снаге постројења испод 200 kWe. Оваква постројења имају једноставну процедуру пуштања у рад и заустављања, миран рад, ефикасан рад при смањеном оптерећењу и минималне захтјеве за одржавање током радног вијека. ОРЦ технологије имају широку примјену у индустрији, у постројењима ложеним биомасом, постројењима за рекулпацију отпадне топлоте (са температуром топлотног извора у обиму 250–550 °С), геотермалним и соларним енергетским постројењима (Milovanović i sar. 2017a).

Пиролиза, као термо-хемијски процес конверзије биомасе, одвија се на температури 300–650 °С при потпуном одсуству оксиданта (ваздуха), уз настајање продуката пиролизе у облику волатила (гасови и пиролитичко уље-тер) и кокс. Пиролиза практично представља први корак при сагоријевању и гасификацији биомасе, при којима се одвија потпуна, односно дјелимична оксидација примарних продуката, респективно (Bridgwater 2003). Ако је циљ пиролизе добијање максималног приноса (тара), пиролиза треба да се одвија на ниским температурама, при великим брзинама загријавања и са кратким временом боравка пиролизоване биомасе у реакционој зони, док за велики принос кокса, пиролиза треба да се одвија на ниским температурама и при малим брзинама загријавања. За велики принос пиролитичког гаса, пиролиза треба да се одвија на високим температурама, при малим брзинама загријавања и са дугим временом боравка пиролизоване биомасе у реакционој зони (Brankov 2016; Ћерић et al. 2017b).

Гасификација, као наставак процеса пиролизе, представља сложени термо-хемијски процес који обухвата бројне хемијске реакције. Сам процес гасификације биомасе дијели се на двије фазе – пиролизу и гасификацију. Након пиролизе биомасе, која се одвија у инертној атмосфери, односно без присуства кисеоника који би омогућио сагоријевање, настали продукти даље реагују, образујући мјешавину водоника, угљен-моноксида, лаквих угљоводоника (као што је метан) и других несагорљивих гасова (угљен-диоксид, водена пара и азот), као и различите нечистоће (честице, катран, азотна једињења, сумпорна једињења и алкални метали) (Ћерић 2017). Температура на којој се одвија процес гасификације представља један од најугицајнијих фактора, који детерминише количину и састав произведеног

гаса, а самим тим утиче и на његову топлотну моћ. Процес гасификације одвија се на релативно високим температурама (700–1.000 °C) (Илић 2003). Осим што састав произведеног гаса зависи од услова одвијања процеса гасификације (температуре, притиска и оксидационог агенса, брзине загријавања и времена боравка у уређају за гасификацију), он зависи и од врсте биомасе, садржаја влаге, типа гасификатора и многих других параметара (Basu 2013).

13.2.1. Коришћење биомасе за гријање и припрему топле воде у домаћинствима, мањим објектима и у системима централног гријања у већим објектима и мањим насељима

Основно питање везано за коришћење биомасе у системима централног гријања подразумејева побољшање енергетске ефикасности (стабилна цијена горива, новчана уштеда) и замјену фосилних горива (лож уља и угља, уз смањење емисија SO_x и NO_x, које су највећи узрочници тзв. киселих киша, искоришћење дрвних отпадака, који би у противном били отпад и велики губитак енергије), уз додатно мобилизирање сектора шумарства и пољопривреде како би се остварили циљеви одрживог развоја, отварања нових радних мјеста и остваривања општег добра (смањење загађења стакленичким гасовима – CO и CO₂, подршка одрживом развоју, смањење количине „искористивог“ отпада на депонијама, побољшана оцјена енергетске ефикасности објеката, локална производња енергије на бази локалног горива, смањења ефекта на климатске промјене употребом обновљивог извора енергије и провођењем система енергетске ефикасности). Велики значај и улогу у укупној енергији из обновљивих извора енергије у производњи енергије за гријање и хлађење има чврста маса, која укључује дрвну биомасу и биомасу из пољопривреде. Коришћење биомасе, у односу на друге видове обновљивих извора енергије, ствара могућност изградње електрана са стабилном производњом енергије (топлотне и електричне) на мјестима која одговарају конзуму (предност у односу на друге енергетске ресурсе), за разлику од других облика обновљивих извора енергије који траже изградњу постројења на мјесту настанка енергије. При томе, број сати рада који се очекују у зависности од технологија за истовремени рад свих постројења у GWh за електроане на чврсту биомасу износи 6.500, док за електроане на биогаз број сати рада достиже и 8.000. Производња и подизање енергана на биомасу може имати позитивне посљедице на мање локалне заједнице, и то кроз директно запошљавање, али и кроз подршку припадајућим дјелатностима и

пратећој индустрији. Ово свакако директно утиче на смањење високе стопе исељавања становништва из Републике Српске, посебно из руралних подручја којима пријети нестанак. Увоз нафте и нафтних деривата, због престанка рада Рафинерије у Броду, неповољно утиче на увозно-извозну билансу, што негативно утиче како на привреду тако и на политичку стабилност Републике Српске и БиХ у цјелини, због све веће зависности од увоза неопходних енергената. Овај проблем земље ЕУ рјешавају кроз давање апсолутног приоритета домаћим (локалним) обновљивим изворима енергије, те систематском смањењу увоза фосилних енергената (Pavlović i sar. 2013).

Уважавајући трендове у земљама ЕУ у вези коришћења биомасе као енергента за гријање и припрему топле потрошне воде, као и специфичности везане за развој и структуру становништва Републике Српске, могуће опције за коришћење овог горива су: уградња малих аутоматизованих и ефикасних котлова на биомасу за гријање и припрему топле воде у домаћинствима и мањим објектима и изградња напредних централизованих система гријања на биомасу у већим објектима и мањим и средњим насељима. При томе, у било каквим анализама економске и финансијске оправданости реализације оваквих објеката, осим инвестиционих трошкова везаних за улагање у опрему и адаптацију постојеће опреме и објеката (Таб. 13.1), потребно је дефинисати и пратити трошкове везане за експлоатацију (трошкове горива, трошкове рада и експлоатације, посебно трошкове везане за сопствену потрошњу енергије), управљање и регулацију рада ових система (трошкове модернизације и редизајнирања, трошкове уклањања или промјене намјене постројења по истеку радног вијека) (Таб. 13.2).

Код система гријања чија је снага мања од 25 kW, трошкови рада и одржавања чине мали проценат укупних трошкова и приближно су исти за све врсте горива. При томе, цијена горива чини највећи дио трошкова (предност биомасе у односу на остале енергенте – лож уље, електрична енергија, гас итд.). Разлике код система веће снаге везане за трошкове рада и одржавања у смислу захтјева везаних за потрошњу електричне енергије, број радних сати на пословима редовног одржавања и потребе за годишњим ремонтом су значајније. Систем аутоматског ложења и регулације значајно повећава степен ефикасности процеса сагоријевања и производње енергије. Дрвени пелети имају огревну вриједност од цца 5 kWh/kg. То значи да 1 килограм пелета одговара отприлике 0,5 литара ложивог уља. У пракси то значи: цца 2 килограма пелета = 1 литра ложивог уља = 1,8 м³ гаса.

Таб. 13.1. Трошкови изградње котловница различитих снага у зависности од типа горива

Table 13.1. Costs of construction of boiler rooms of different power depending on the type of fuel

Тип горива	Илустрација	Потребан простор**, м ²	Снага, kW	Инсталациони трошкови а*/б, KM	Јединични трошкови а*/б, KM/kW
Лож уље		2–3	25	–/12.000	–/380
Пелет		6	25	(6.497–14.991)	(260–599)
Брикет		9	25	(4.498–9.994)	(180–400)
Чипс		16–18	25	–/17.000	–/460
Цјепанице		12	25	(2.998–5.997)	(120–240)
Дрвна сјечка		24	300	(106.440–159.909)	(354–533)
			500	(126.429–224.872)	(253–450)
			1.000	(245.065–380.213)	(245–380)
Остатак из пилања		20	200	–/18.000	–/650

Извор: * UNDP (2011); ** Потребан простор за складиштење горива потребног за 20 MWh енергије, м². Истраживање аутора јули – новембар 2020. године;








Анализа потребне топлотне енергије у изабраним објектима који потенцијално могу користити биомасу као енергент за њихово загријавање подразумијева рјешавање следећих активности:

- извршити оптималну селекцију објеката који потенцијално могу користити биомасу као енергент за њихово загријавање;
- за изабране објекте дати графички приказ објеката са распоредом гријних инсталација;
- припремити „енергетски пасош“ техничких карактеристика гријних система, уз анализу губитака топлоте за изабране објекте (старост зграде и инсталација, врста прозора и врста стакла, постројења за топлу воду, начин гријања, врста горива итд.);

- анализирати мјере за побољшање енергетске ефикасности у објектима, уз обезбјеђење препоруке да се код загријавања тих објеката коришћењем биомасе као енергента достигне високи ниво ефикасности енергетских уштеда.

Таб. 13.2. Трошкови експлоатације и одржавања котловница различитих снага у зависности од типа горива

Table 13.2. Costs of operation and maintenance of boiler rooms of different power depending on the type of fuel

Тип горива	Илустрација	Снага, kW	Трошкови инсталације система а*/б, КМ	Годишњи оперативни трошкови а*/б, КМ	Годишњи трошкови горива а*/б, КМ
Лож уље		150	19.600	400	24.880
Пелет		150	-/58.000	-/2.100	-/8.300
Брикет		150	-/59.000	-/2.300	/8.400
Чипс обрађени		180	55.500	1.800	7.500
Цјепанице		150	-/32.000	-/1.300	-/6.900
Дрвна сјечка		150	51.500	1.800	6.112
Остатак из пилана		20	200	-/990	-/7.600

Извор: * UNDP (2011); ** Истраживање аутора јули – новембар 2020. године

13.2.2. Електроане са сагоријевањем биомасе на решеткама или различитим изведбама у флуидизованом слоју

Технологије припреме и сагоријевања биомасе у ложиштима котлова различите снаге зависе од њених улазних карактеристика (врста, влажност, крупноћа комада, енергетска вриједност). Прерада биомасе у неки други тип енергије или у биогориво може бити реализована на неки од сљедећих начина: механичка прерада (сјечење, ситњење, сушење, пресовање – брикетирање, пелетирање), биохемијска прерада (анаеробна дигестија – труљење, разградња, трансестерификација), термичко-хемијска прерада (сагоријевање – загријавање и сушење, пиролиза, вађење састојака, сагоријевање масе, гасификација) и физичко-хемијска прерада (пресовање, екстракција). При томе, за претварање биомасе у неки од облика корисне енергије (топлота, рад, електрична енергија, енергија расвјете и хемијска енергија) користе се: примарне технологије, које служе за прераду биомасе у неки квалитетнији вид енергије или енергента (пара, брикет, пелет, гориви гас, течно гориво) и секундарне технологије, које служе за финално добијање употребљивог облика енергије за крајње потрошаче (електрична енергија, рад и сл.).

Дрвни отпацци из шумарства и дрвне индустрије, слама и разни пољопривредни отпад, комунални и индустријски отпад који је биоразградив, представљају најчешће коришћене облике горива за сагоријевање биомасе у ложиштима котлова различите снаге. Према начину непосредне припреме биомасе за сагоријевање, разликују се технологије код којих се врши непосредно сагоријевање биомасе у ложиштима са различитом решетком класичних или посебних конструкција котлова, и технологије код којих се прво врши пиролиза или гасификација биомасе, а касније се врши сагоријевање добијеног горива у адекватно прилагођеним конструкцијама котлова или у моторима (Livingston 2006).

Разликују се у суштини четири главне групе постројења за сагоријевање биомасе (Васковић 2017):

- Постројења са решетком базирана су на класичној технологији развијеној за сагоријевање угља и за спаљивање чврстог комуналног отпада, гдје гориво сагоријева у слоју на покретној или непокретној решетки. Постоје различита конструкциона рјешења решетки на којима се спаљује биомаса (коса решетка, равна решетка и сл.);
- Постројења са инјекционим сагоријевањем су у основи модификована модерна постројења за сагоријевање горива ситне гранулације, примарно развијена за погон термоелектрана на угаљ.

Принцип рада је такав да се гориво (углавном пиљевина) великом брзином убризгава у комору за сагоријевање, заједно са ваздухом;

- Код постројења за сагоријевање биомасе у флуидизованом слоју, гориво сагоријева у слоју пијеска или неког другог инертног минерала који је покретљив са ваздухом за сагоријевање. Овдје се гориво додаје у контролисану количину, тако да се температура флуидизованог слоја одржава између 800 и 900 °С. Смисао оваквог начина сагоријевања биомасе јесте да велика маса инертног материјала одржава константну температуру у ложишту.
- Специјална постројења за сагоријевање уобичајено се граде искључиво као уређаји велике снаге за коришћење одређених врста горива (тунелске пећи, ротационе цијевне пећи, уређаји за сагоријевање сламе итд.). Највећу примјену нашли су уређаји за сагоријевање сламе.

Од највећег значаја за енергетску, економску и еколошку ефикасност процеса намјенског сагоријевања биомасе у циљу добијања топлотне енергије, представља одговарајући избор технологије њеног сагоријевања. При томе, постоје одређени фактори којима се детерминише избор неке од могућих примјенљивих технологија сагоријевања биомасе, као што су: врста и облик (форма) расположиве биомасе, потребна инсталирана снага термоенергетског постројења, тип ложишта за сагоријевање биомасе, садржај и особине пепела у биомаси, захтјеви везани за екологију (параметри штетних утицаја на животну и радну средину), захтјеви везани за величину расположивих инвестиционих средстава (начин обезбјеђења потребних средстава, сопствено учешће, подстицаји и др.).

Обезбјеђење процеса за ефикасно сагоријевање конкретног типа биомасе на конкретној локацији, поред економских и еколошких доприноса, треба да обезбиједи и одрживост њеног коришћења као природног ресурса кроз обезбјеђење механизма приступачности (односи се на баријере за експлоатацију биомасе: техничке баријере, инфраструктурне проблеме, фискалне режиме, финансијске и људске ресурсе и геополитичке баријере), доступности (снабдијевање биомасом по цијенама прихватљивим за крајње кориснике) и прихватљивости (односи се на социо-економске аспекте коришћења биомасе: нова радна мјеста, смањење сиромаштва, положај жена и дјеце итд., аспекте животне средине и све израженији утицај климатских промјена на експлоатацију ресурса). Концепт ресурсне ефикасности подразумева правило производње веће количине неког добра (корисних облика енергије), уз мање коришћење природних ресурса (биомаса) на економски прихватљив начин, са минимумом ефеката на животну средину, људе и природне вриједности.

Модел разматрања употребе биомасе обухвата цио животни циклус производње корисних облика енергије и рјешавање питања нуспроизвода добијених у току технолошког процеса трансформације примарног у корисне облике енергије. Избор технологије сагоријевања биомасе углавном зависи од температуре ложишта за сагоријевање, интензитета мијешања горива (волатила) и ваздуха за сагоријевање, времена боравка гориве смјеше у ложишту, утицаја високих температура, утицај коефицијента вишка ваздуха и др. Ови параметри зависе од низа техничких елемената, као што су: конструкција (дизајн) ложишта и начина контроле процеса сагоријевања, начина подешавања режима сагоријевања (примарни и секундарни однос ваздуха, начин убацивања ваздуха за сагоријевање у ложиште), оптерећења постројења или режима рада (номинални режим рада са потпуним оптерећењем, остали режими рада који одступају од номиналног режима рада са дјелимичним радним оптерећењем, промјена оптерећења, нестационарни режими рада: покретање или заустављање постројења), и физичко-хемијске карактеристике биомасе (врста, облик, величина, начин убацивања у ложиште, садржај воде, садржај пепела, склоност пепела ка топљењу) и др. (Yin et al. 2008)

Одређене карактеристике биомасе могу додатно да усложњавају њен процес сагоријевања. Главни проблем у дозирању биомасе у ложиште представља њена ниска густина енергије, док се потешкоће у сагоријевању углавном односе на њен садржај неорганских састојака, тј. пепела (Сл. 13.1).

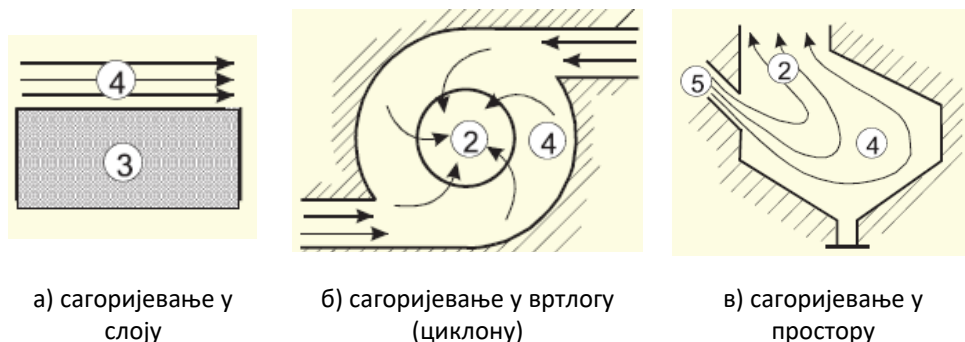


Сл. 13.1. Шема процеса потпуног и непотпуног сагоријевања биомасе (Milovanović i sar. 2017a)

Fig. 13.1. Scheme of the process of complete and incomplete combustion of biomass (Milovanović i sar. 2017a)

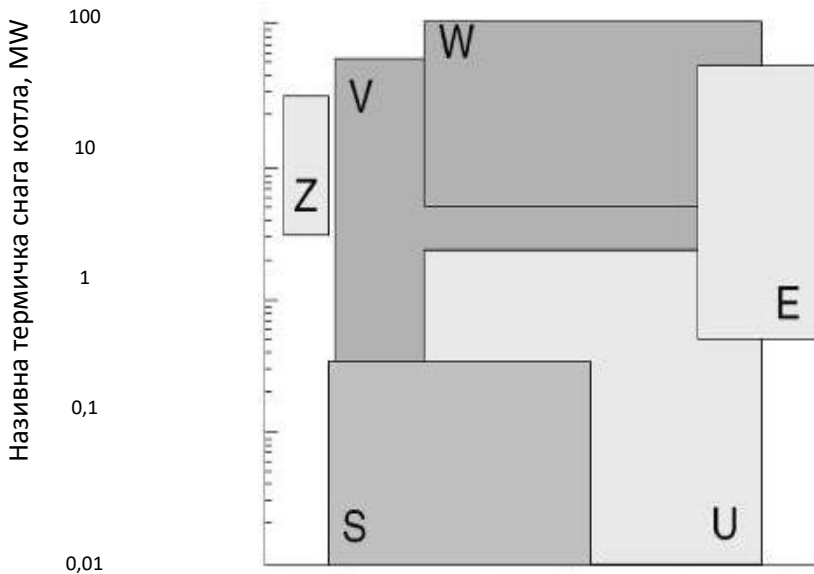
Постоје и врсте биомасе које садрже значајне количине хлора, сумпора и калијума (соли KCl и K_2SO_4). Таложењем ових компоненти у ложишту и гасном тракту може да се умањи степен преноса топлоте, што доводи до смањења енергетске ефикасности постројења и његове повећане корозије.

Принципијелно, могу се разликовати три начина за сагоријевање биомасе, приказана на Сл. 13.2.



Сл. 13.2. Принципијелни начини сагоријевања биомасе (Бркић и сар. 2012)
Fig. 13.2. Principled ways of burning biomass (Бркић и сар. 2012)

Техничко-технолошка рјешења код сагоријевања биомасе иницијално се могу одабрати према Сл. 13.3. Пећи и котлови за спаљивање биомасе углавном се састоје из сличних елемената, као што су: опрема за допремање горива, опрема за сагоријевање горива (ложиште), опрема за убацивање горива, опрема за убацивање ваздуха за сагоријевање, опрема за изузимање чврстих продуката сагоријевања, опрема за пречишћавање и одвођење летећих продуката сагоријевања, опрема за допремање флуида којим се врши размјена топлоте, опрема за размјену топлоте (котлови), мјерно-регулациона опрема и сигурносна опрема итд. Иако у свијету превазиђен, у БиХ је још увијек најчешћи начин сагоријевања биомасе директно на непокретним решеткама, на начин да се она у ложиште убацује ручно.



Бале Цјепанице Ивер Пелети Обловина Пиљевина Љуска

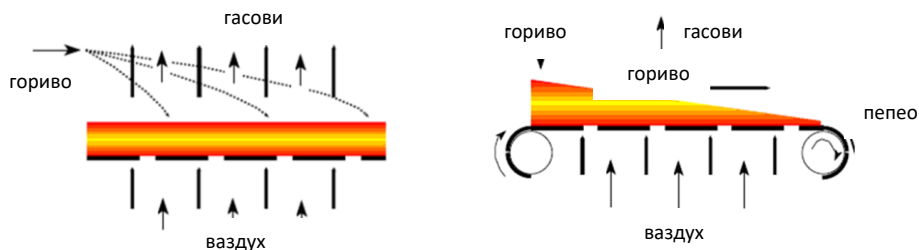
S – шаржни, са непокретном решетком; V – са покретном решетком; U – са доњим ложењем (реторта); E – са сагоријевањем у простору (циклонско или вртложно ложиште), W – са флуидизованим слојем; Z – са чеоним сагоријевањем (цигарета)

Сл. 13.3. Могућа техничко-технолошка рјешења код сагоријевања биомасе (иницијални избор у зависности од типа биомасе и називне термичке снаге) (Јанић 2016)

Fig. 13.3. Possible technical-technological solutions for biomass combustion (initial choice depending on the type of biomass and nominal thermal power) (Јанић 2016)

У односу на коришћену опрему и начин убацавања биомасе у ложиште, разликују се конструкционе изведбе ложишта за директно сагоријевање биомасе: ложишта за сагоријевање биомасе која се убацује изнад решетке на непокретним и покретним (пућујућим) решеткама, које могу бити: косе, равне (хоризонталне), ланчасте (пужасте), ротирајуће (ротирајућа и ротирајућа конусна решетка) и вибрационе, ложишта за сагоријевање биомасе по систему цигарете, ложишта за сагоријевање биомасе у циклонским ложиштима, као и ложишта за сагоријевање биомасе у флуидизованом лебдећем и циркулишућем слоју (Јанић и Сомер 2006). Непокретна решетка принципијелно се реализује као метална решетка са прорезима за ваздух који се уводи кроз њих одоздо (Сл. 13.4.а). Може бити хлађена водом. Гориво се дозира одозго помоћу дозатора. У принципу, због слабе могућности регулације процеса сагоријевања, нема већу примјену.

Покретна (путујућа) решетка састављена је од сегмената који чине непрекидну траку (Сл. 13.4.б).



а) непокретна хоризонтална решетка

б) хоризонтална покретна решетка



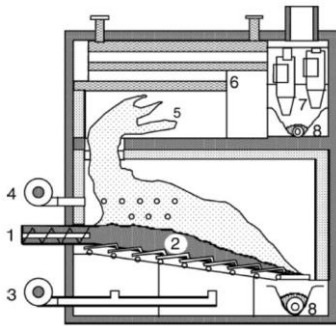
в) McNeil електрана на дрвну биомасу у Бурлингтону, САД, снаге од 50 MWe

Сл. 13.4. Приказ ложишта са непокретном решетком и хоризонтално покретном (путујућом) решетком (Јанић 2016)

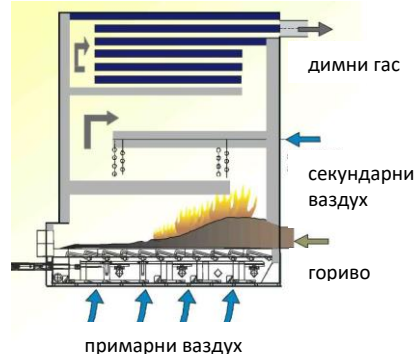
Fig. 13.4. View of a firebox with a fixed grate and a horizontally movable (traveling) grate (Јанић 2016)

Гориво се дозира одозго помоћу дозатора и заједно са решетком путује кроз ложиште. Ваздух се уводи кроз прорезе одоздо. Несагорјело гориво и пепео испадају на другом крају ложишта. Зависно од степена сагорјелости горива подешава се брзина кретања путујуће решетке. Примјер гдје је инсталисано ложиште са овим типом решетке је McNeil електрана на дрвну биомасу у САД инсталисане снаге од 50 MW_e (Сл. 13.4.в).

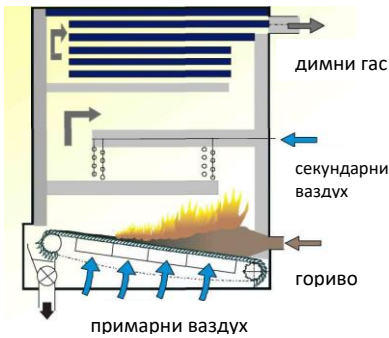
Покретна коса решетка састоји се од каскадно постављених сегмената, по којима се, због наизмјеничног хоризонталног кретања сегмената, изазива помјерање и спуштање горива надоље, а које се реализује хидрауличким или електричним механизмима (Сл. 13.5а). Ваздух се уводи кроз прорезе одоздо. Пепео и несагорјело гориво испада на другом крају ложишта. Код ове решетке подешавање брзине кретања горива доста је сложеније него код помичне (путујуће) решетке.



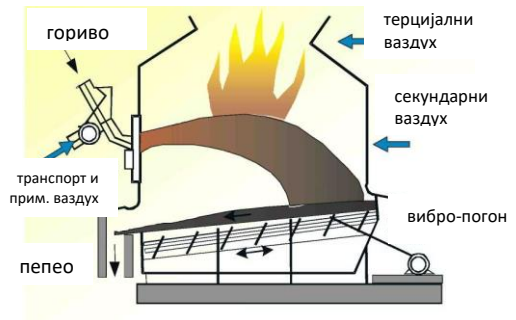
а) покретна коса решетка



б) хоризонтална покретна решетка



в) хоризонтална помична ланчаста решетка



г) вибрирајућа решетка

Сл. 13.5. Приказ ложишта са покретном решетком и убацивањем горива – механизам одозго (Бркић и сар. 2012)

Fig. 13.5. View of the combustion chamber with movable grate and fuel injection – mechanism from above (Бркић и сар. 2012)

Код ложишта са хоризонталном покретном решетком (Сл. 13.5б) гориво се налази са горње стране укосе постављених решетница, чиме је омогућено да се гориво у слоју добро окреће и покреће. Обезбијеђена је уједначена дебљина слоја и његова хомогеност, за разлику од косих решетки и утицаја гравитационе силе, и смањена је укупна висина ложишта, што чини основне предности коришћења ових решетака.

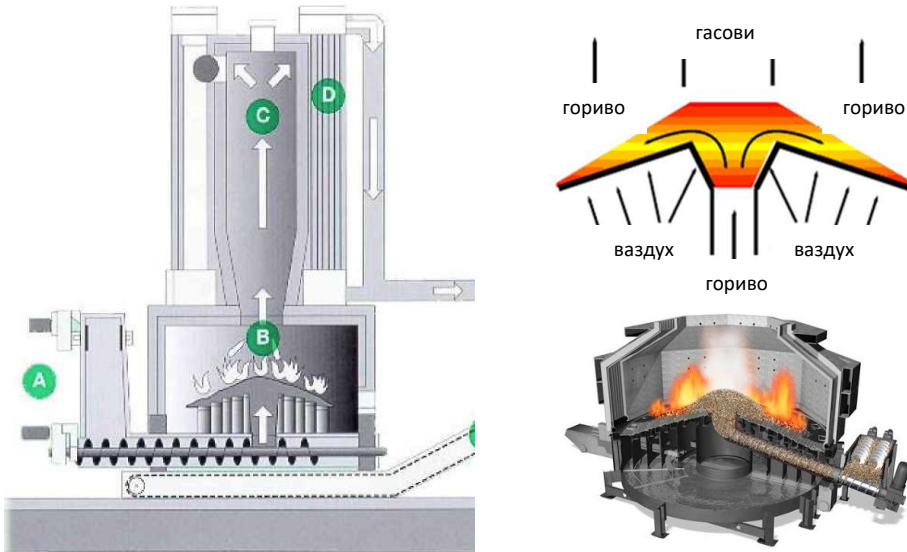
Ако је решетка сачињена од бескрајне ротирајуће металне гусјенице (ланца), тада говоримо о ложиштима са хоризонтално покретном – ланчастом решетком (Сл. 13.5в). У овом случају, гориво се у односу на решетку не помјера, већ по истресању на решетку путује сагоријевајући са њом кроз ложиште, да би на крају ложишта на решетки остао само пепео,

који се по обртању решетке избацује на транспортер за изношење пепела и евентуално несагорјелог горива код непотпуног сагоријевања из ложишта. Основна предност овог начина сагоријевања на хоризонталној или косој покретној – ланчастој решетки „чипса“ од дрвета, пелета и брикета биомасе је у уједначеном сагоријевању по појединим зонама сагоријевања. Такође, приликом експлоатације ових ложишта њихово одржавање је лако, посебно измјене оштећених решетница. Вријеме сагоријевања код ових решетки у поређењу са покретним решеткама је дуже и интензивније је додавање примарног ваздуха.

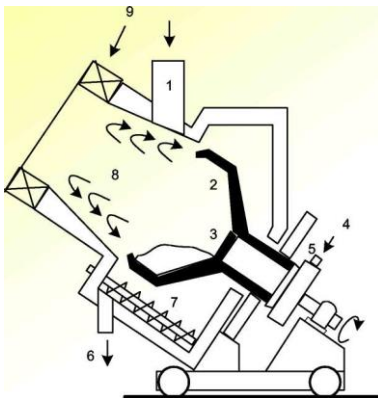
У случају ложишта са вибрирајућом решетком (Сл. 13.5г), сама решетка од два или више сегмента постављена је на опругама, које омогућавају њено љуљање због вибро погона, које даље помјера гориво ка транспортеру за уклањање пепела из ложишта. Кроз рупе које се налазе на ребрима сегмената решетки додаје се примарни ваздух. Код ове технологије сагоријевања долази до зашљакивања горива због његовог сабијања вибрирањем решетки, па се ова технологија не препоручује код горива која лако синтерују (омекшавају) и код којих долази до зашљакивања (нпр., влажна уситњена биомаса). Недостаци оваквог начина сагоријевања биомасе манифестују се високом емисијом летећег пепела из ложишта коју проузрокују вибрације. Често имају и повишену емисију CO.

Приказ ложишта са довођењем горива одоздо дат је на Сл. 13.6, док је на Сл. 13.7. дат приказ ложишта за сагоријевање горива у гранулацији прашине. Ложишта за сагоријевање горива у флуидизованом слоју приказана су на Сл. 13.8.

Ложишта са ротирајућом решетком и довођењем горива одоздо имају решетку састављену из сегмената који имају супротносмјерно обртање (осигурање доброг мијешања, што је од посебног значаја код сагоријевања влажне биомасе) и кроз које се у средишњем дијелу доводи биомаса као гориво (потискивана најчешће пужним транспортером) и примарни ваздух (Сл. 13.6а).



а) ротирајућа решетка са додавањем горива одоздо



Легенда:

- 1 - убацавање горива
- 2 - ротирајућа решетка за сагоријевање,
- 3 - дно конуса решетке,
- 4 - убацавање примарног ваздуха,
- 5 - регулација убацавања примарног ваздуха,
- 6 - изузимање ваздуха,
- 7 - пужни транспортер за изузимање пепела,
- 8 - комора за сагоријевање волатила,
- 9 - убацавање секундарног ваздуха

б) ложиште у облику ротирајуће купе

Сл. 13.5. Ложишта за сагоријевање биомасе са довођењем горива одоздо (Бркић и сар. 2012)

Fig. 13.5. Biomass combustion plants with fuel supply from below (Бркић и сар. 2012)

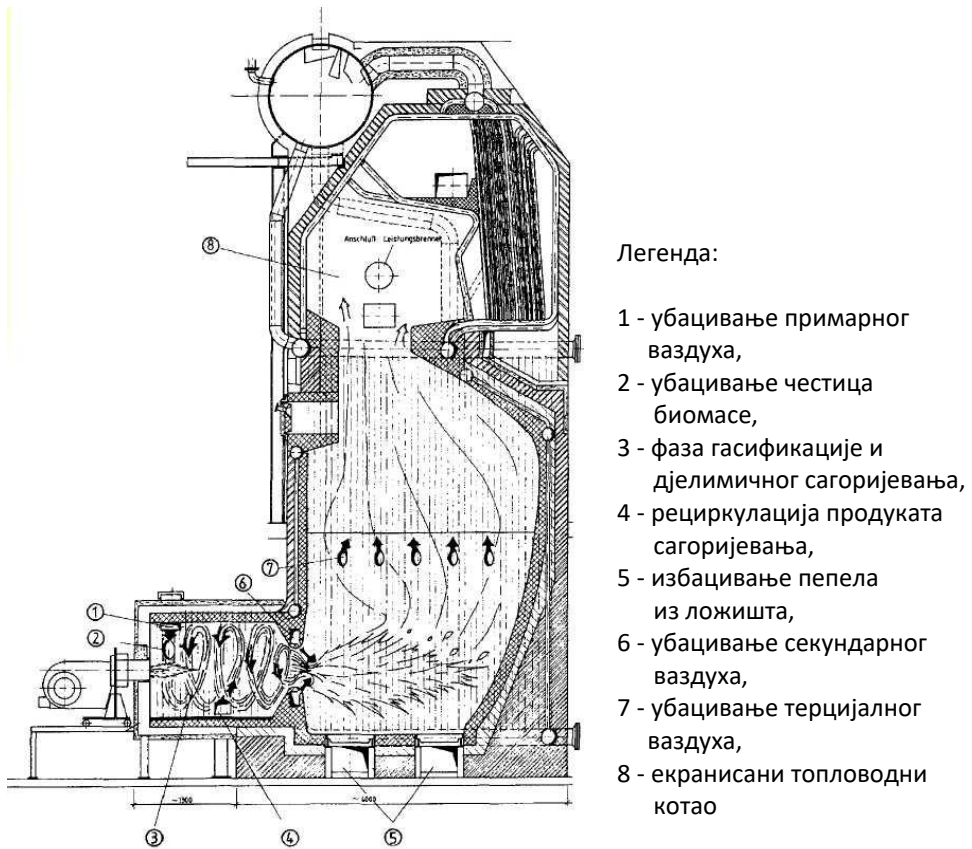
У ложиштима са ротирајућом решетком и довођењем горива одоздо, поред влажне биомасе, могу се сагоријевати и влажне мјешавине чврсте биомасе и животињских екскремената. Сагорљиви испарљиви продукти сагоријевања (волатили) сагоријевају у горњим хоризонталним или вертикалним коморама за сагоријевање, гдје се мијешају са секундарним

ваздухом. Примјери већ изведених рјешења налазе се у Финској, постројења Картсули 10 MW_t и Коуневеси 1,25 MW_t.

Ложишта у облику ротирајуће купе (Сл. 13.6б) у основи се састоје од полако ротирајуће решетке у облику обрнутог косог конуса. Кроз централну цијев, која улази у доњи дио конуса решетке у ложиште, улази примарни ваздух, док се секундарни ваздух убацује у његов средишњи дио са великим брзинама при врху цилиндричне коморе за сагоријевање. Како код сагоријевања биомасе ова решетка још увијек није довољно испитана, постоји одређена забринутост за њихово коришћење у случају биомасе као енергента.

Системи за сагоријевање биомасе у облику прашине (пиљевина, фина струготина или уситњена биомаса из пољопривредне производње), приказани на Сл. 13.7, имају најчешће тангенцијално пнеуматско убацавање у ложишта, која су обично израђена у облику вертикалних или хоризонталних циклона или вртложног ложишта. Биомаса сагоријевана у овим ложиштима, треба бити уједначених димензија (максималне величине честица од 10–20 мм), са влажношћу биомасе испод 20%. Почетно сагоријевање у ложишту изводи се помоћу додатног горионика, који је у функцији док се не стабилизују радни параметри у ложишту. Током сагоријевања биомаса се прво гасификује, затим претвара у волатиле, да би након тога, на крају, у кратком времену сагорјела. Због малих димензија честица сагоријеване биомасе, процес је релативно брз. Због брзине одвијања процеса сагоријевања биомасе веома важно је праћење процеса са прецизном мјерном техником брзог одзива, како би потребне параметре регулисали аутоматски. Ова технологија сагоријевања биомасе има релативно брзо пропадање озиди ложишног простора, који се деградира због топлотног стреса и ерозије од стране летећих сагорјелих честица биомасе, што представља и њен највећи недостатак.

Поред технологија сагоријевања биомасе у форми прашине, у примјени су и неки други системи код којих се прашина биомасе у ложиште убацује без њеног ковитлања. Да би се остварила ниска емисија азотних оксида, поред примарних мјера које се реализују у процесу конструисања ложишта и обезбјеђењем потпуног сагоријевања, неопходно је и коришћење секундарних мјера за њихово накнадно уклањање из димног гаса, који се преко димњака емитује у атмосферу. Такође, висока емисија честица захтијева увођење пречистача честица (електростатски филтери или врећасти отпращивачи). Могућност регулације вишка ваздуха код примјене вртложних горионика креће се у дијапазону од 1,3 до 1,5.

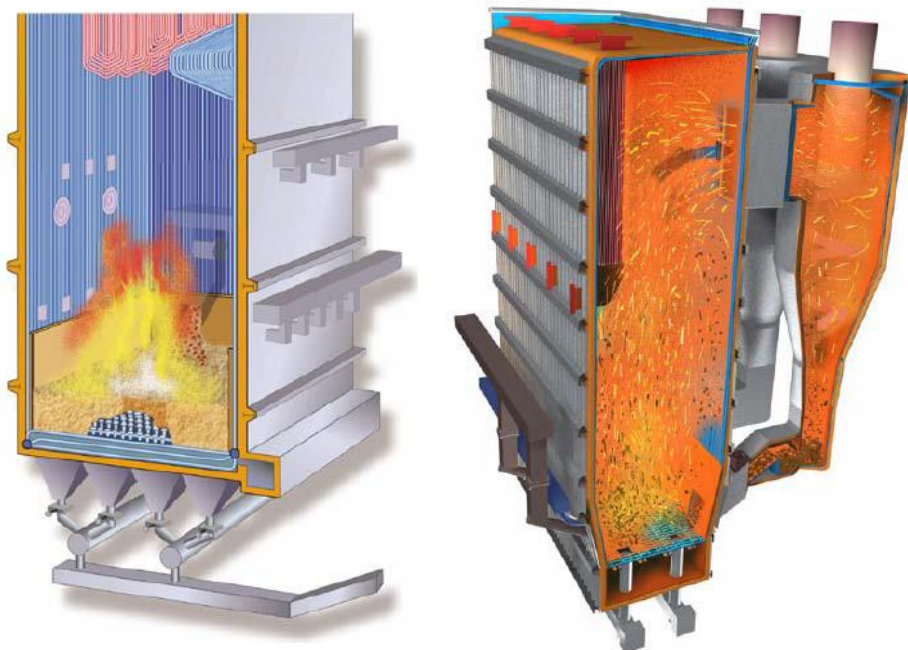


Сл. 13.6. Приказ ложишта за сагоријевање биомасе у гранулацији прашине (Labudović i sar. 2012)

Fig. 13.6. Demonstration of biomass combustion furnaces in dust granulation (Labudović i sar. 2012)

Ложишта за сагоријевање у флуидизованом слоју су у облику цилиндричне посуде која на дну има перфорирану плочу. У кориту посуде налази се суспензија врућег инертног материјала (силицијумски пијесак и доломит). Примарни ваздух улази одоздо у цилиндар ложишта и подиже до лебдења флуидизовани слој. Брзина код флуидизације за технологију мјехурастог флуидизованог слоја (*Bubbling Fluidised Bed Furnace*, BLB) износи 1–2,5 м/с, а за циркулациони флуидизовани слој (*Circulating Fluidised Bed Furnace*, CFB) 5–10 м/с. Интензиван пренос топлоте и мијешање обезбеђују добре услове за потпуно сагоријевање биомасе са ниским коефицијентом вишка ваздуха. Температуру сагоријевања треба одржавати нижом од уобичајених 800–900 °С, како би спрјечили процес синтеровања пепела у

флуидизованом слоју. Ова технологија сагоријевања флексибилна је у погледу коришћења различитих мјешавина горива, али се ограничења испољавају у погледу величине честица гориве биомасе и нечистоћа које се налазе у сагоријеваној биомаси. Такође, неопходна је одговарајућа припрема биомасе која се сагоријева како у погледу величина честица тако и у погледу неопходног одвајања евентуално присутног метала из биомасе.



а) ложишта са мјехурастим флуидизованим слојем

б) ложишта са циркулационим флуидизованим слојем

Сл. 13.7. Ложишта за сагоријевање горива у флуидизованом слоју (Labudović i sar. 2012)

Fig. 13.7. Fluidized fuel combustion furnaces (Labudović i sar. 2012)

Поређење примјене појединих врста ложишта за сагоријевање различитих форми биомасе дато је у Таб. 13.3. Треба истаћи чињеницу да до сада комерцијално развијени системи за сагоријевање углавном су били намијењени сагоријевању шумске биомасе, док развој система за сагоријевање пољопривредне биомасе још увијек није у фази комерцијалне исплативости (високи трошкови припреме пољопривредне биомасе, висока сопствена потрошња постројења, итд.) (Savić 2013).

Таб. 13.3. Поређење ложишта за сагоријевање различитих облика биомасе (Erić 2019)

Table 13.3. Comparison of combustion plants for different forms of biomass (Erić 2019)

Врста ложишта	Огревно дрво	Дрвени чипс	Пиљевина	Пелети	Брикети	Слама
Отворено ложиште	0	–	–	–	0	–
Пећи за домаћинства	+	–	–	–	+	–
Аутоматска ложишта	--	+	–	++	--	+
Трајножареће пећи	0	--	--	--	–	+
Коса непокретна решетка	--	+	–	+	–	–
Покретна решетка	--	++	–	++	–	+
Вибрациона решетка	--	+	–	+	–	+
Ложишта са ложењем одоздо	--	+	–	+	--	–
Вртложни горионик	--	--	+	--	--	–
Цигаретно ложиште	--	--	–	--	--	++

Поређење карактеристика технологија и расположивих техника за сагоријевање биомасе дато је у Таб. 10.4.

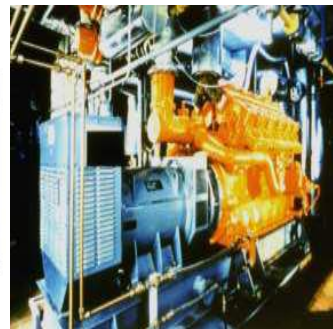
Алтернативна рјешења која омогућују смањење емисије гасова, а која утичу на ефекат стаклене баште, представљају технологије косагоријевања (суспаљивања). Технологије косагоријевања (суспаљивања) биомасе представљају директно суспаљивање у великим постројењима на угаљ и тренутно представљају најефикасније коришћење биомасе за производњу електричне енергије (Миловановић и сар. 2016).

Таб. 10.4. Упоредне карактеристике технологија и техника за сагоријевање биомасе (Milovanović i sar. 2017a)
 Table 10.4. Comparative characteristics of technologies and techniques for biomass combustion (Milovanović i sar. 2017a)

Врста ложишта за сагоријевање Параметар	Ложишта са непокретном решетком	Ложиште са додавањем горива одоздо	Ложиште са помјерљивом решетком	Ложиште са сагоријевањем прашине	Ложиште са лебдећим флуидизованим слојем	Ложиште са циркулирајућим флуидизованим слојем
Однос цијена/снага	Ниска за ложишта снаге < 5 MW	Ниска за ложишта снаге < 6 MW	Ниска за ложишта снаге < 15 MW	–	Велика цијена коштања, оправданост за >20 MW	Велика цијена коштања, оправданост за >30 MW
Експлоатациони трошкови	Ниски	–	Ниски	–	Високи	Високи, посебно ако се користе адитиви за побољшање услова сагоријевања
Садржај пепела у продуктима сагоријевања	Мали	Користе се за биомасу са малим садржајем пепела	Мали	–	Висок садржај пепела	Висок садржај пепела
Осјетљивост на зашљакивање	Јако осјетљиви	–	Релативно нису осјетљиви	Мала	Осредња	Осредња
Флексибилност у погледу величине и форме сагоријеване биомасе	Добра	Ниска	Добра	Величина честица < (10–20мм)	Мала флексибилност у односу на величину <80 мм, према врсти биомасе флексибилна су	Велика флексибилност према врсти биомасе. Мала флексибилност у односу на величину < 40мм
Погодност за сагоријевање влажне биомасе	Нису погодна	–	Флексибилна су	–	Флексибилна су	Велика флексибилност
Коефицијент вишка ваздуха	Висок	–	Висок	Мали (4–6%)	Мали (3–4%)	Мали (1–2%)
Ефикасност рада ложишта	Смањена	–	Смањена	Повећана	Повећана	Велика
Хомогеност услова за сагоријевање	Нису хомогена	–	Нису хомогена	–	–	Могуће остварити и код коришћења више врста горива
Ниске емисије штетних гасова	Тешко постизљиве	Мала емисија	Тешко постизљиве	Значајна редукција NOx	Смањена емисија. Добра редукција NOx.	Смањена емисија. Добра редукција NOx.

Таб. 10.4. Упоредне карактеристике технологија и техника за сагоријевање биомасе, наставак
 Table 10.4. Comparative characteristics of technologies and techniques for biomass combustion, continued

Врста ложишта за сагоријевање	Ложишта са непокретном решетком	Ложиште са додавањем горива одоздо	Ложиште са помјерљивом решетком	Ложиште са сагоријевањем прашине	Ложиште са лебдећим флуидизованим слојем	Ложиште са циркулирајућим флуидизованим слојем
Параметар						
Коришћење додатног горионика и другог горива за стартовање до успостављања стабилних параметара рада	Није потребно	Није потребно	Није потребно	Потребно	Рад у дјелимичном оптерећењу захтијева посебну технологију	Рад ложишта у дјелимичном оптерећењу захтијева други слој материјала
Остале карактеристике (напомене)	–	–	–	Ложиште нема покретних дијелова. Хабање озида код циклонског или вртложног ложишта	Губитак инертног материјала са честицама пепела. У раду постројења јавља се ерозија измјењивача топлоте у флуидизованом слоју	Ложиште нема покретних дијелова. Губитак инертног материјала са честицама пепела. У раду постројења јавља се ерозија измјењивача топлоте у флуидизованом слоју



Ефикасност искориштавања биомасе износи 35–45%. Међутим, у већини случајева удио биомасе је ограничен на око 5–10%. Највећи проблеми јављају се везано за пепео настао сагоријевањем. Из тог разлога развијене су технологије које омогућују избегавање оваквог загађења, које су још увијек доста скупе. При индиректном косагоријевању (суспаљивању) врши се расплињавање биомасе прије косагоријевања са угљем, док се код паралелног косагоријевања биомаса сагоријева у одвојеном котлу, али користећи пару произведену унутар главног парног котла у постројењу.

У случају производње електричне енергије као корисног облика енергије трошкове улагања треба разграничити на постројења која производе електричну енергију искључиво из биомасе, те на постројења која производе електричну енергију косагоријевањем биомасе са фосилним горивима. При томе, постројења за производњу електричне енергије искључиво из биомасе захтијевају сложеније котлове, што повећава инвестиционе трошкове. Главна компонента промјенљивих (варијабилних) трошкова у постројењима за производњу електричне енергије је трошак горива (биомасе), чак и у случају индустријског отпада. Узимајући у обзир велику потрошњу биомасе у оваквим постројењима, утицај снабдијевања је прилично велик, што имплицира и велики утицај трошкова превоза на коначну цијену биомасе. За постројења која користе косагоријевање (суспаљивање), трошак улагања своди се на трошак опреме која је намијењена припреми биомасе за убризгавање у котлоу, те на преправљање и прилагођавање постојећих котлова и прикључних елемената. Остала опрема једнака је као и у традиционалним постројењима. Ова врста производње електричне енергије омогућава већу инсталсану снагу и већу ефикасност (до 30%) у односу на ефикасност у специфичним или индустријским погонима, која износи око 23%.

13.2.3. Хибридни системи за производњу корисних облика енергије

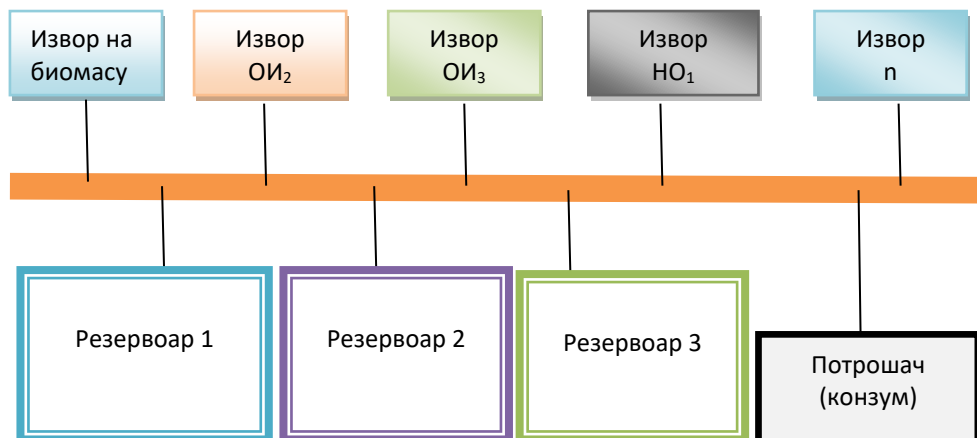
Хибридни енергетски системи за производњу електричне и топлотне енергије се, углавном, користе у удаљеним подручјима (независни или острвски системи), а могу бити и спојени на мрежне системе за дистрибуцију електричне енергије (дистрибутивни или дистрибуирани енергетски извори). Поред коришћења биомасе, најчешће садрже компоненте засноване на обновљивим изворима, као што су мале вјетротурбине, фотонапонски панели, микро-хидро турбине, као и друге компоненте, попут генератора фосилних горива, горивних ћелија и слично. Поред тога, самостални хибридни системи садрже и батерије за

акумулацију енергије, као и одговарајуће електронске уређаје којима се обезбеђује функционалност и сигурност рада система. Да би изградња хибридног система била оправдана, он треба да има одређене карактеристике: задовољавајућу ефикасност, континуирану расположивост електричном енергијом, малу емисију штетних гасова и прихватљиву цијену. Компоненте система бирају се сходно расположивости обновљивих извора и могућности испуњења основних захтјева који се пред њих постављају на датом локалитету (Миловановић 2017).

Дефинисање концепта за инсталисање аутономног хибридног система кроз примјену комерцијално расположивих технологија, његова анализа и оптимизација његових параметара, уз прорачун исплативости и евентуалних бенефита у односу на конвенционалне изворе енергије, представљају основне елементе битне за њихову примјену. При томе је важно истаћи да коришћење аутономних система заснованих на обновљивим изворима енергије буди свијест за примјену мјера енергетске ефикасности, односно бољи приступ увођењу рационалног располагања енергетским ресурсима. Наравно да ово не искључује и примјену мрежно повезаног система (локације на којима већ постоји дистрибутивна мрежа), чиме се постиже ублажавање сезонских преоптерећења електричне мреже дистрибутивном производњом електричне енергије, уз смањење губитака електричне енергије. Оваква примјена је нарочито погодна за рубна (рурална) подручја покривена дистрибутивном мрежом (која карактеришу веома високи губици и доста велика несигурност у снабдијевању, посебно у зимском периоду), као и за разуђена подручја са малим бројем становника (типична подручја која покривају електродистрибуције Источно Сарајево и Електро Херцеговина). С друге стране, имајући у виду и програме подстицања за повећање удјела енергије из обновљивих извора, отварају се могућности инсталисања оваквих система за производњу енергије и продају, најчешће према програму обавезног откупа по гарантованим откупним цијенама.

Концептом хибридног система интегришу се разни извори енергије у јединствен систем, а с циљем повећања расположивости енергије, при чему хибридни систем, поред биомасе, садржи барем још један различит извор енергије, као и резервоар (спремник) за складиштење енергије (Сл. 13.8). Извори који се користе могу бити обновљиви (ОИ) и необновљиви (НО) извори енергије, при чему су обновљиви извори значајно заступљени у хибридним системима (фотонапонски модули, мали вјетроагрегати, мале хидроелектране, горивне ћелије и сл.). Од класичних извора енергије најприсутнији је дизел–генераторски агрегат. Складишта енергије најчешће су присутна у облику електрохемијских батерија, док се користи и резервоар (спремник) водоника у спрези са електролизером и горивним ћелијама.

Употребом паметног начина управљања (*Smart Energy Management*) појединим изворима енергије (нпр., дизел–генераторски сет и горивне ћелије), постиже се још већа расположивост и економичност у раду са мањим ресурсима.



Сл. 13.8. Приказ концепта хибридног система са биомасом као енергетским горивом (Milovanović et al. 2017б)

Fig. 13.8. Review of the concept of a hybrid system with biomass as an energy fuel (Milovanović et al. 2017б)

13.2.3.1. Преглед досадашњих истраживања хибридних система

У контексту смањења штетних утицаја на животну средину и климатске промјене, те могућност искоришћења резерви фосилних горива, ОИЕ су јасно промовисани као битан фактор у снабдијевању енергијом. Због њихове изражене стохастичке природе или неравномјерне заступљености, они не представљају истовремено и извор који гарантује сигурност у снабдијевању корисним облицима енергије. Ради побољшања сигурности у снабдијевању комбинују се са другим технологијама, а између осталог и са технологијама за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије (*Combined Heating and Power Systems, CHP Systems*), односно (*Combined Cooling, Heating and Power Systems, CCHP Systems*), када се топлота из когенерационог процеса користи и за хлађење примјеном расхладних уређаја.

Сложени системи у којима се производи енергија из више различитих извора енергије су у стручној и научној литератури познати као системи са

дистрибуираним енергетским ресурсима (*Distributed Energy Resources Systems*, DER Systems или *Multi Energy Systems*, MES), а често и као хибридни системи (нпр. *Hybrid Photovoltaic – Trigeneneration Systems*, *Hybrid Photovoltaic – Cogeneration Systems* и сл.). Производња енергије из система са дистрибуираним енергетским ресурсима одвија се у непосредној близини потрошача, па је због одсуства губитака преноса и високог степена искоришћења топлоте њихова ефикасност већа у односу на централизоване системе. Актуелност коришћења ових система, посебно са аспекта повећања њихове примјене ОИЕ, потврђена је кроз велики број до сада публикованих радова у свијету, на просторима земаља насталих распадом бивше Југославије, као и у Републици Српској.

Преглед истраживања о тренутном статусу заступљености разних енергетских ресурса и предности децентрализованих система заснованих на ОИЕ, у свом раду дали су Базми и Захеда (Bazmi and Zahedi 2011). Наглашено је да савремени енергетски системи морају задовољити више важних циљева, укључујући еколошке, економске и друштвене циљеве одрживог развоја. У том смислу, технологије базиране на обновљивим изворима имају велики потенцијал за развој енергетског сектора. У публикованом раду наведено је око три стотине релевантних радова са овом тематиком, било да се ради о студијама истраживања потенцијала и ефекта ОИЕ или моделирања процеса, оптимизације и симулације. Методологије за процјену система са дистрибуираним енергетским ресурсима могу имати квалитативну природу, али у највећем броју случајева квантитативна метрика је од кључне важности за обављање анализа и формулисање проблема оптимизације (Mancarella 2014). У том контексту су споменути и софтверски алати RETScreen, EnergyPLAN, DER-CAM (*Distributed Energy Resources Customer Adoption Model*, DER-CAM) и други.

Истражујући могућности примјене хибридних система са ОИЕ (Zhou et al. 2010), као могуће критерије оптимизације хибридних система наводе критеријум анализе расположивости енергијом и неколико економских критеријума. У контексту оптималног димензионисања саставних компоненти хибридних система са ОИЕ, указано је на могућности примјене софтверских рјешења, као што су HOMER (*Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources*, HOMER), HYBRID2, HOGA (*Hybrid Optimization by Genetic Algorithms*, HOGA) и HYBRIDS, а такође и могућност примјене разних оптимизационих техника, од којих су за идентификацију глобалних минимума најпогодније технике вјештачке интелигенције (Ooka and Komamura 2007). Лу и сарадници оптимизацију хибридног система базирају на два критерија – максималној ексергетској ефикасности (*Exergy Efficiency*, EE) и минималним трошковима животног циклуса (*Life Cycle Cost*, LCC) (Lu et

al. 2014). Критериј минималног трошка животног циклуса спада у економске критерије оптимизације, док је концепт максималне ексергетске ефикасности заснован на чињеници да се кроз ексергију изражава и квалитативна и квантитативна мјера енергије. Ексергија је мјера максимално остваривог рада у интеракцији система и референтног окружења. Овај метод оптимизације примијењен је кроз студију случаја, гдје је спроведена оптимизација система за снабдијевање енергијом једног пословног комплекса у Кини. У односу на примијењени радни циклус унутар постројења, добијају се различити односи произведене електричне и топлотне енергије, а у контексту снабдијевања одређеног типа потрошача као предмет оптимизације може се поставити и критериј избора оптималног примијењеног радног циклуса. У истраживањима везаним за изучавање перформанси когенеративних постројења (Kanoglu and Dincer 2009), показано је да је ексергијска анализа користан алат у процјени успјешности когенеративних система те да омогућава рационалне употребе различитих когенеративних система у односу на њихову дјелотворност.

Кроз истраживање које је спроведено за подручје Рансберга у Белгији (Swolfs and Haeseldonckx 2012), представљен је техно-економски модел оптимизације аутономног хибридног система, заснованог на примјени система за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије, фотонапонских панела и вјетротурбина. На основу метеоролошких података, економских параметара и познатих потреба за топлотном и електричном енергијом, примјеном MATLAB (*MATrix LABoratory*, MATLAB) и GAMS (*General Algebraic Modelling System*, GAMS) програмских пакета, извршено је моделирање процеса, а након низа итеративних процедура и избор оптималне конфигурације (примјеном линеарног програмирања кроз функцију циља). При томе су минимизирани укупни трошкови животног циклуса. Сличан примјер оптимизације представљен је и за подручје Атине (Mehleri et al. 2013), гдје је анализиран мрежно повезан хибридни систем, заснован на примјени постројења за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије и фотонапонских панела. Функција циља оптимизације базирана је на одређивању минимума укупних трошкова енергетског система. Анализирана су три сценарија снабдијевања стамбеног сектора топлотном и електричном енергијом (конвенционални начин снабдијевања, снабдијевање уз рад СНР система са капацитетом задовољења потреба за гријањем и концепт снабдијевања енергијом преко PV-CHP система). Према резултатима спроведене оптимизације, најбољи ефекти у економском смислу везују се уз PV-CHP систем. Такође, по питању смањења емисије CO₂ овај систем је издвојен као најповољнији. У низу других истраживања значајно је издвојити упоредну анализу система на бази фотонапонско-

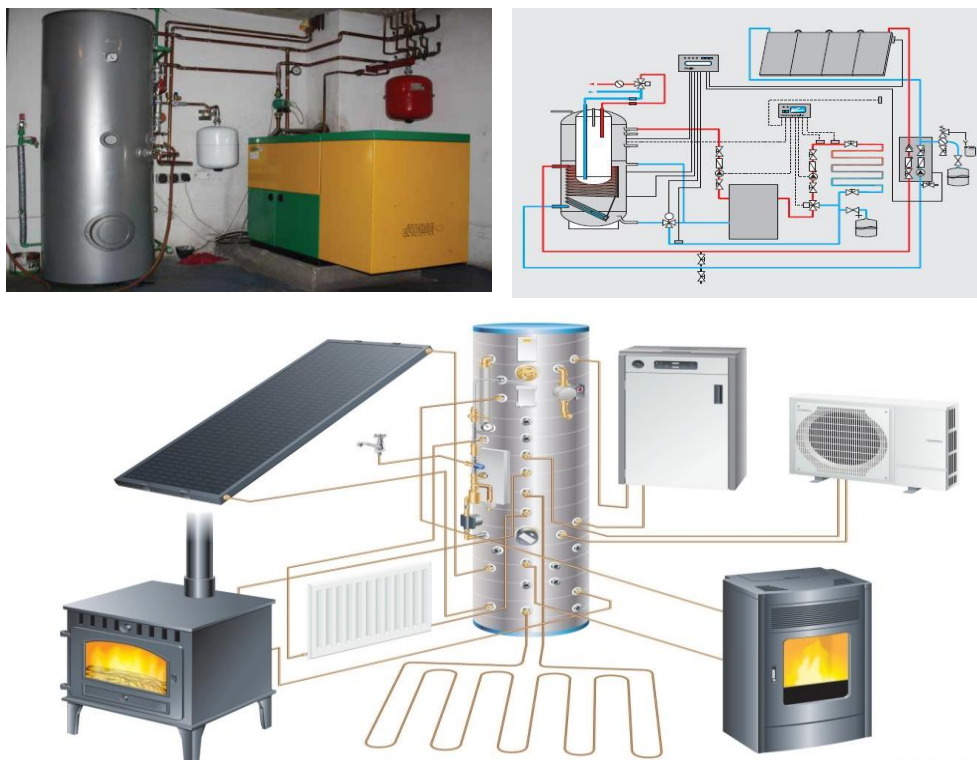
когенеративне и фотонапонско-тригенеративне производње енергије постављених у условима истог географског подручја (Nosrat et al. 2013). У истраживању је примијењен фотонапонско-тригенерациони оптимизациони модел (*PV-Trigeneration Optimization Model*, PVTOM), базиран на генетичком алгоритму (*Genetic Algorithm*, GA). Кроз резултате симулације и оптимизације показано је да фотонапонско-тригенеративни систем у оптималној конфигурацији има боље перформансе са становишта ефикасности коришћења енергије у односу на фотонапонско-когенеративни систем, а такође и боље перформансе по питању смањења емисије CO₂. Истраживања везана за оптимизацију система за снабдијевање енергијом болнице у Јапану (Кауо and Оока 2009), уз примјену технике вишециљног генетичког оптимизационог алгоритма, указала су на могућност оптимизације структуре уређаја коришћених за непосредно снабдијевање објекта енергијом (гријање, хлађење, топла вода и електрична енергија). Полазећи од перформанси сваког од уређаја, њихове цијене и стварних потреба за енергијом, изабрана је оптимална структура према критеријумима минималне потрошње и цијене енергије. Примјеном постројења за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије унутар хибридног система, остварује се више алтернативних могућности по питању избора примијењене технологије, односно примијењеног термодинамичког радног циклуса унутар постројења.

Petrović i sar. (2009), Lončar i sar. (2009), те Ebrahimi and Kashavarz (2015), у оквиру наведених референци датих у прилогу, наводе више типова таквих постројења. У оквиру анализе хибридних система често се проучавају постројења номиналне снаге до 100 kWe, па су због тога у фокус интересовања стављене Стирлингове машине и постројења са примјеном Органског Ранкиновог циклуса са погоном на биомасу.

13.2.3.2. Преглед најчешће коришћених хибридних система са погоном на биомасу као дијела система

Соларно гријање и припрема топле потрошне воде сматра се најчешћом и свакако најбржом исплативом инвестицијом на објектима као што су: спортске дворане, школе, студентски домови итд. Два система се при томе најчешће користе, и то термосифонски системи и системи са принудном циркулацијом радног медија. Предност двокружних циркулационих соларних система је то што се колектори могу поставити на кров, док се котловница на биомасу може поставити у подруму зграде, одакле креће развод топле воде по цијелој згради, чиме сви постојећи електрични

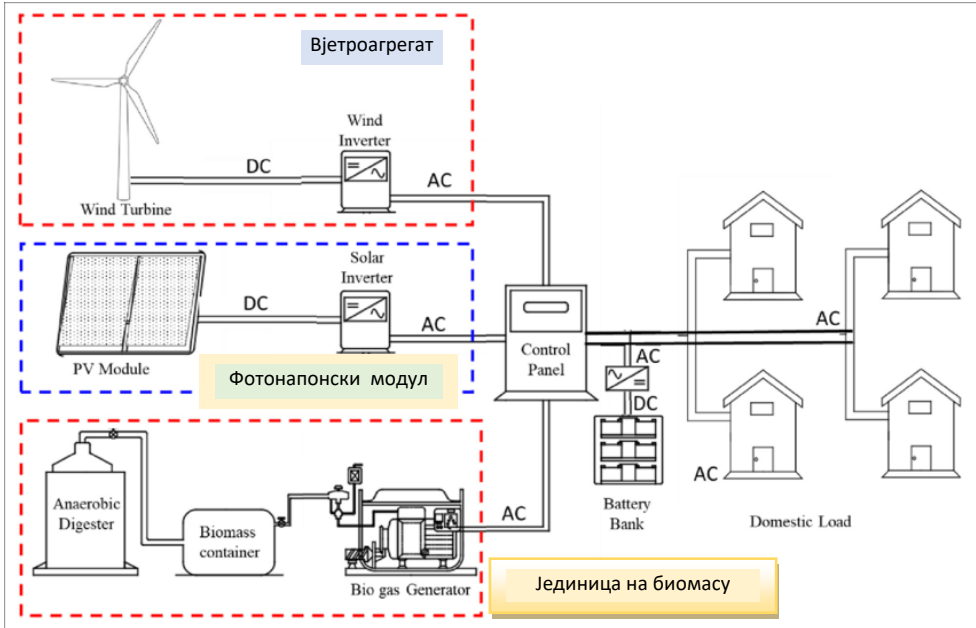
бојлери постају сувишни. Соларни системи за припрему потрошне топле воде у правилу се димензионишу на основу захтјева љетне потрошње. Уколико је потрошња топле воде приближно на нивоу 50% љетне, тада ће иста инсталација и зими задовољавати све потребе у згради. Међутим, уколико су и зими потребне једнаке количине потрошне топле воде, у данима недовољне инсолације потребно је укључити електрични гријач, проточни бојлер на природни или течни нафтни гас или катао на лож уље или катао на биомасу. Примјер хибридног система соларни колектор – катао на биомасу дат је на Сл. 13.9.



Сл. 13.9. Соларно гријање топле воде комбиновано са котлом на pellet (Petrović i sar. 2009)

Fig. 13.9. Solar hot water heating combined with pellet boiler (Petrović i sar. 2009)

Примјер комплекснијег хибридног система са вјетрогенератором, фотонапонским модулом и јединицом за биомасу дат је на Сл. 13.10.



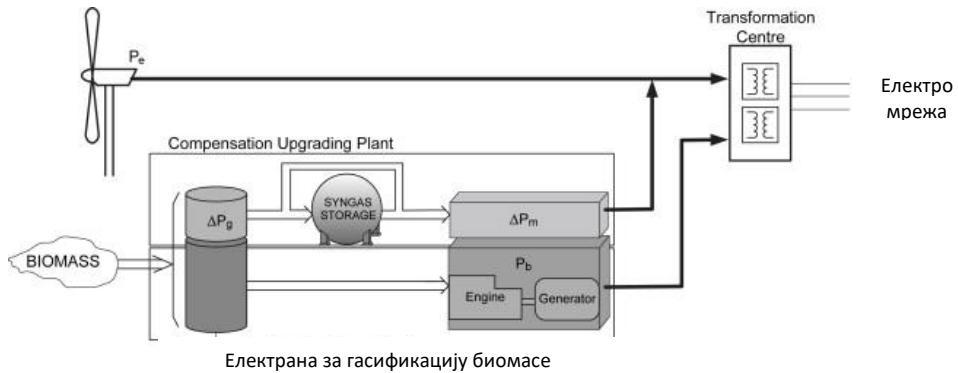
Сл. 13.10. Хибридни систем са вјетрогенератором, фотонапонским модулом и јединицом за биомасу која користи добијени биогаз из анаеробног дигестора (Mudgal et al. 2019)

Fig. 13.10. Hybrid system with wind generator, photovoltaic module and biomass unit using biogas obtained from anaerobic digester (Mudgal et al. 2019)

На Сл. 13.11. дат је хибридни систем за производњу само електричне енергије са два модула: биомаса и вјетроагрегат.

Примјер сличног хибридног система, који је додатно побољшан са реверзибилном хидроелектраном дат је на Сл. 13.12.

Свако усложњавање система подразумијева бољу покривеност захтјева везаних за потрошњу енергије, али и веће иницијалне инвестиционе трошкове, као и сложенију шему за управљање и регулацију таквих система. Неопходно је, кроз одређене студијске анализе, извршити оптимизацију избора најбољег варијантног рјешења за хибридни конкретни систем за дату локацију.



Сл. 13.11. Хибридни систем са модулима на биомасу (гасификација биомасе) и вјетроагрегат за производњу електричне енергије (Pérez-Navarro et al. 2010)

Fig. 13.11. Hybrid system with biomass modules (biomass gasification) and wind turbine for electricity generation (Pérez-Navarro et al. 2010)



Сл. 13.12. Примјер хибридног система са фотонапонским модулом, модулом вјетроагрегата, модула на биомасу (биогенератор) и модулом реверзибилне хидроелектране (Yimen et al. 2018)

Fig. 13.12. Example of a hybrid system with photovoltaic module, wind turbine module, biomass module (biogenerator) and hydropower plant reversible module (Yimen et al. 2018)

Постоје и комбинације хибридних система Сл.13.13.

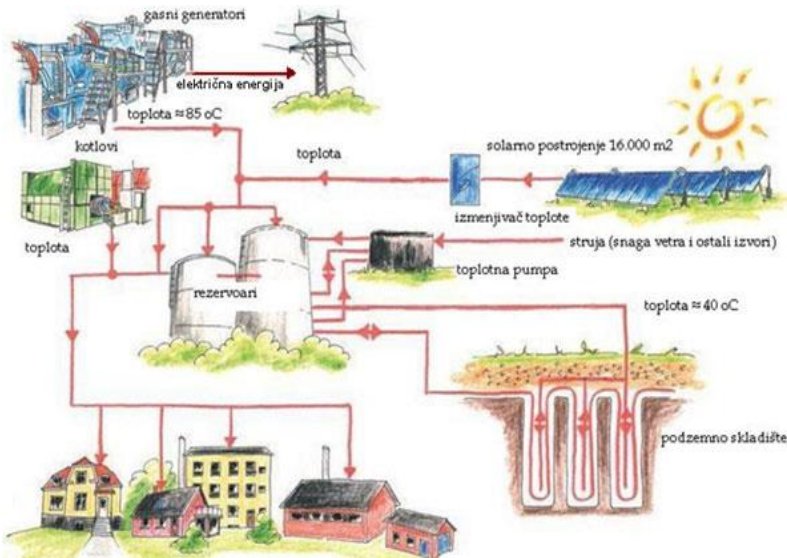


Сл. 13.13. Приказ хибридног система за производњу електричне и топлотне енергије на бази модула хидроелектране, биогаза, когенерације и тригенерације и геотермалне енергије (Tester et al. 2015)

Fig. 13.13. Demonstration of a hybrid system for the production of electricity and heat based on modules of hydropower, biogas, cogeneration and trigeneration and geothermal energy (Tester et al. 2015)

Егзистирају и хибридни системи који имају додатно и модуле за складиштење топлотне и/или електричне енергије (Сл. 13.14). Наиме, већа одступања потрошње електричне енергије од њене производње доводе у питање стабилност рада цијелог система. Као посљедица неједнакости производње и потрошње електричне енергије, јављају се проблеми везани за одступање напона и фреквенције од њихових номиналних вриједности.

Појам „складиштење енергије“ односи се на трансформацију неких прелазних облика енергије (електрична енергија, топлотна енергија, механички рад или рад трења), у облик погодан за складиштење (неки облик унутрашње енергије) и поновну повратну трансформацију.



а) шема постројења

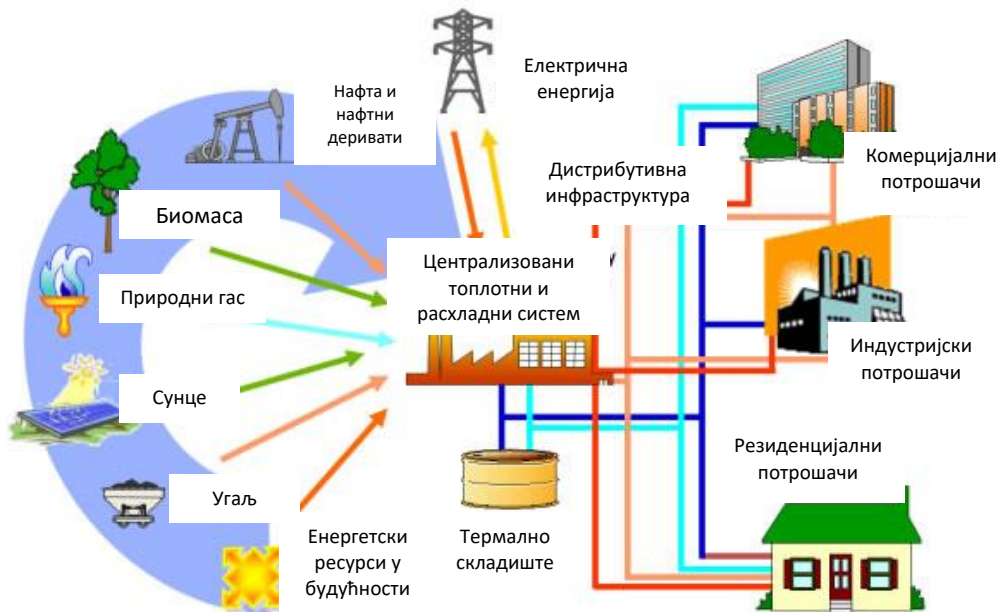


б) изглед хибридне конфигурације постројења инсталисане снаге -10MW до +70MW (СУС мотор 60 MW, модул за складиштење енергије 10MW/2,5MW)

Сл. 13.14. Хибридни системи са модулом за складиштење топлотне (и/или електричне) енергије (Rutz et al. 2017)

Fig. 13.14. Hybrid systems with a module for storing heat (and/or electricity) energy (Rutz et al. 2017)

Поред биомасе, као извор енергије у случају централизованог снабдијевања већег подручја са топлотном (расхладном) и електричном енергијом, као и снабдијевања индустријских постројења са електричном и топлотном енергијом (и технолошком паром), користе се различите комбинације примарног горива на бази обновљивих (енергија сунчевог зрачења, вјетроенергија, енергија воде, геотермална енергија и сл.) и необновљивих (угаљ, нафта и нафтни деривати, природни гас) енергетских ресурса, као и нови ресурси који ће се користити у будућности (нуклеарна фузија и сл.) (Сл. 13.15).



Сл. 13.15. Централизовано снабдијевање корисним облицима енергије на бази различитих обновљивих и необновљивих енергетских ресурса (IDEA 2012)

Fig. 13.15. Centralized supply of useful forms of energy based on various renewable and non-renewable energy resources (IDEA 2012)

Појавом обновљивих извора и њиховом све већом имплементацијом у електроенергетски систем долази до значајнијих промјена у самој организацији хијерархије система. Полазећи од улоге преносне мреже да се електрична енергија произведена у електранама (генераторима електричне енергије) пренесе високонапонским (400 kV, 220 kV, 110 kV) водовима и кабловима до потрошача, тј. прво до дистрибутивне мреже, која даље ту

преузету енергију трансформише на ниже напонске нивое (35 kV, 10 (20) kV и 0,4 kV), те је преноси и дистрибуира до крајњих потрошача. При томе је ток снаге једносмјеран и иде од вишег према нижем напонском нивоу, односно од електричног генератора према крајњем потрошачу. Спајањем обновљивих извора (осим вјетропаркова) на дистрибутивну мрежу мијења се и класична конфигурација, схваћање, управљање, подјела улога и дјеловање преносне и дистрибутивне електроенергетске мреже, при чему дистрибутивна мрежа више није пасивна (активно учествује у производњи), те стога долази и до промјене смјера токова снаге.

Дистрибуирана производња електричне енергије представља термин који се у електроенергетици користи за производњу електричне енергије на локацији потрошача. Као производни систем електричне енергије, прикључен је директно на средњенапонску или нисконапонску дистрибутивну мрежу или је прикључен у инсталацији са потрошачке стране, при чему у дистрибуиране изворе спадају и аутономни извори (*Stand Alone*) и извори за резервно напајање потрошача у дистрибутивном систему.

Децентрализована производња, као алтернатива или као допуна централизованих система производње електричне енергије, за резултат има повећање поузданости снабдијевања и смањење губитака енергије, уз смањење емисије штетних материја. Такође, пад цијена опреме дистрибуираних система, увођење подстицајних мјера или субвенција на нивоу државе (што је као резултат имало повољне откупне цијене за произведен 1 kWh електричне енергије из ових извора), довеле су до неконтролисаних масовних инсталација дистрибуираних извора различите снаге, при чему овај развој најчешће није био праћен адекватним планирањем и усклађивањем са стањем и могућностима енергетске инфраструктуре, развијене за централизоване енергетске изворе великих снага. Резултат овог диспаратитета били су бројни проблеми везани уз сложеност планирања и вођења погона дистрибутивних мрежа (масовно увођење нерегулисаних и неуправљивих генератора у дистрибутивну мрежу, проблематичног избора њихове оптималне локације и инсталисане снаге, увођење приватних инвеститора као власника дистрибуираних извора електричне енергије уз постојећа јавна производна предузећа, технички проблеми везани за критеријум дозвољене снаге мале електране, критеријум фликера, критеријум дозвољених струја виших хармоника, критеријум струја трофазног кратког споја и сл.). Сви ови проблеми су знатно усложњавали рад планерима дистрибутивних мрежа у процесу

планирања и помирења захтјева са једне стране за квалитетном испоруком електричне енергије крајњим купцима, те са друге стране захтјева инвеститора за што већом производњом електричне енергије, с циљем повећања њиховог профита.

13.2.4. Системи когенерације за производњу електричне енергије из биомасе

Когенерациона постројења за истовремену производњу топлотне и електричне енергије представљају најзначајнији и најоптималнији начин производње електричне енергије из биомасе. Топлоту која се добија сагоревањем биомасе користи се на два начина – за добијање рада гаса на турбини и корисне топлоте. Рад гаса на турбини користи се за добијање електричне енергије која се онда шаље у мрежу док се корисна топлота користи за загријавање воде за гријање (стамбених простора, базена, стакленика и других простора) и за разне технолошке процесе сушења (који се одвијају у прехранбеној индустрији за сушење воћа и поврћа и печење у процесној индустрији, али и у постројењима за производњу палета за сушење сјечки). Осим самосталних система електрана на биомасу, у склопу европских електропривредних компанија у примјени су когенерациона постројења електричне снаге веће од 1.200 MW.

13.2.4.1. Класификација когенерације на основу редослиједа коришћења енергије

Когенерација, као термодинамички узастопна производња два или више корисних облика енергије из једног примарног енергетског извора (комбинована производња електричне и топлотне енергије у једном постројењу), најчешће се класификује у одређене групе према одређеним и унапријед дефинисаним критеријумима. Најчешћа класификација когенерације је према инсталисаној електричној снази, затим према редослиједу коришћења енергије и према прихваћеној шеми рада. У случају када се производе три различита облика енергије (електрична, топлотна и расхладна енергија), ради се о тзв. тригенеративним постројењима. Након когенерације и тригенерације, сљедећи корак у развоју представља полигенерација, као интегрисани процес са више различитих облика излазне енергије (електрична, топлотна, расхладна), произведене примјеном једног или више природних ресурса. Полигенерација као савремени концепт

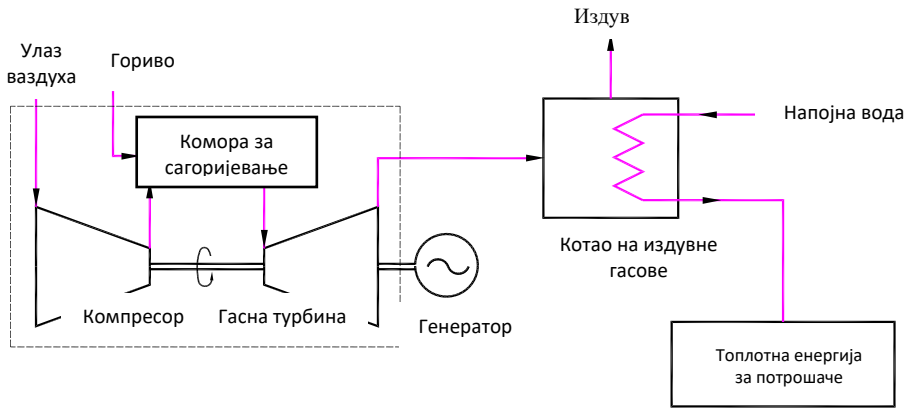
у условима одрживог развоја треба обезбиједити бољу енергетску ефикасност, смањење емисије штетних продуката сагоријевања, смањење трошкова транспорта енергије и сл. На основу *редослиједа коришћења енергије*, системи когенерације се класифицирају у постројења са вршним (*topping*, горњим) или базичним (*bottoming*, доњим) циклусом. Когенерација са вршним циклусом (Сл. 13.16а) погодна је код постројења са прерадом целулозе, затим постројења за производњу хране, у текстилној индустрији, даљинском гријању, као и код клиничких и универзитетских центара. Код постројења са доњим циклусом (Сл. 13.16б) производи се термална енергија високе температуре, док се отпадна топлота користи за производњу електричне енергије, коришћењем котла утилизатора и адекватног припадајућег турбогенераторског постројења. Погодни су за коришћење у производним процесима који захтијевају топлотну енергију са високим температурама, а одбацују топлоту на ниским температурама (пећи и сушаре). Ова постројења се често срећу у индустријама цемента, петрохемији, челичанама и сл. Укупна ефикасност когенерације представља однос укупне годишње бруто производње електричне и/или механичке енергије и корисне топлоте према годишњој потрошњи горива за наведену производњу корисне топлоте и електричне енергије.

Ефикасност се израчунава на бази нето (доње) топлотне моћи горива. Директива утврђује и референтне вриједности ефикасности за одвојену производњу коју когенерација треба да замијени, као и референтне вриједности ефикасности за когенерацију, у зависности од године изградње, врсте горива и врсте примијењене технологије.

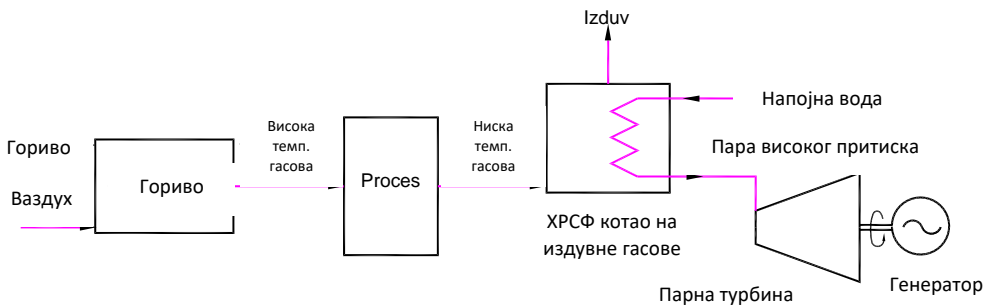
13.2.4.2. Технолошке шеме енергетских постројења за когенерациону производњу енергије

Топлотне шеме когенерационих постројења имају четири главна елемента (Milovanović i Miličić 2012):

- главни агрегат или покретачки систем (*prime mover*), па разликујемо когенерацијска постројења са: парном турбином, гасном турбином, постројења са комбинованим циклусима, постројења са СУС моторима (термомоторна когенерација), постројења са новим или технологијама у развоју (гориве ћелије, МХД генератори и сл.);
- електрични генератор (*electricity generator*);
- систем за регенерацију топлоте (*heat recovery system*);
- управљачки и мјерни системи (*control system*).



а) приказ постројења са вршним (topping, горњим) циклусом

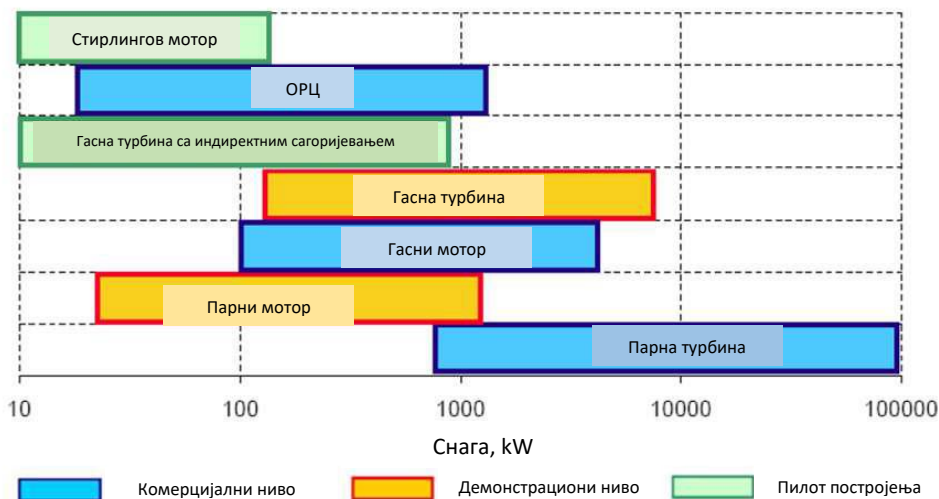


б) приказ постројења са базичним (bottoming, доњим) циклусом

Сл. 13.16. Приказ постројења са вршним (topping, горњим) циклусом и постројења са базичним (bottoming, доњим) циклусом (Milovanović i Miličić 2012)

Fig. 13.16. Display of plants with peak (topping, upper) cycle and plants with basic (bottoming), lower cycle (Milovanović i Miličić 2012)

Доступност појединих технологија у зависности од инсталисане снаге приказана је на Сл. 13.17.



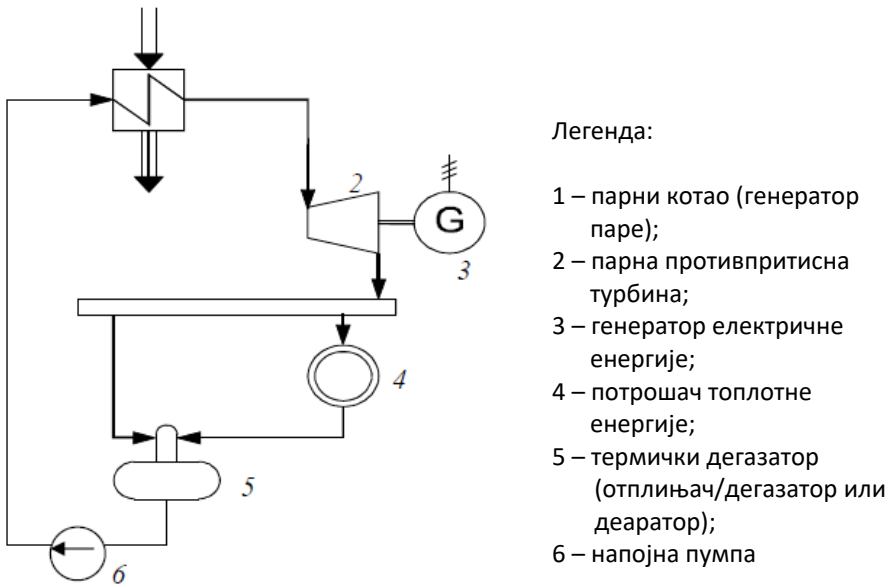
Сл. 13.17. Технологије коришћења биомасе у когенерацији (Lončar 2009)
 Fig. 13.17. Biomass technologies in cogeneration (Lončar 2009)

13.2.4.2.1. Систем когенерације са парном турбином

Најкласичнији и најчешће примјењиван систем за комбиновану производњу механичке и топлотне енергије састоји се од производње паре у ложеним генераторима паре, експанзије у турбини до одређеног притиска, те њеног развођења у систем за искоришћење топлотне енергије (Milovanović i Miličić 2012). Парна турбина је моторна (погонска) турбомашина у којој се потенцијална енергија паре трансформише у кинетичку, а кинетичка енергија се претвара у механички рад (енергију) обртања вратила. Вратило турбине је непосредно, или преко зупчаног преноса, спојено са радном машином. Најчешће се примјењује у енергетици за погон електричних генератора, а у индустрији мање турбине служе за погон великих пумпи, вентилатора, компресора и слично. Парна турбина може да се користи само у склопу са другом енергетском опремом и постројењима која у цјелини чине термоенергетска постројења, при чему се термоенергетско постројење у принципу састоји из: генератора паре/парног котла (у којем се напојна вода под одређеним притиском претвара у сувозасићену пару), прегријача паре (у којем се врши повећање температуре, тј. прегријавање паре до задане вриједности), парне турбине (у којој се потенцијална енергија паре трансформише у кинетичку, а ова у механички рад на вратилу турбине),

кондензатора (предвиђеног за кондензацију израђене паре у турбини), кондензационе пумпе (која враћа кондензат из кондензатора у систем), spremника напојне воде са отплињачем/дегазатором (у којем се из напојне воде одстрањује кисеоник и други гасови), затим од напојне пумпе која даје напојну воду у парни котлоу и електричног генератора који производи електричну енергију.

Системи когенерације са парном турбином углавном су засновани на коришћењу протупритисне парне (Сл. 13.18) и одузимно-кондензационе турбине, зависно од количина паре и топлотне енергије, температурног нивоа (квалитет) топлотне енергије и економских показатеља.



Сл. 13.18. Парни когенеративни систем са противпритисном турбином (Milovanović i Miličić 2012)

Fig. 13.18. Steam cogeneration system with pressure turbine (Milovanović i Miličić 2012)

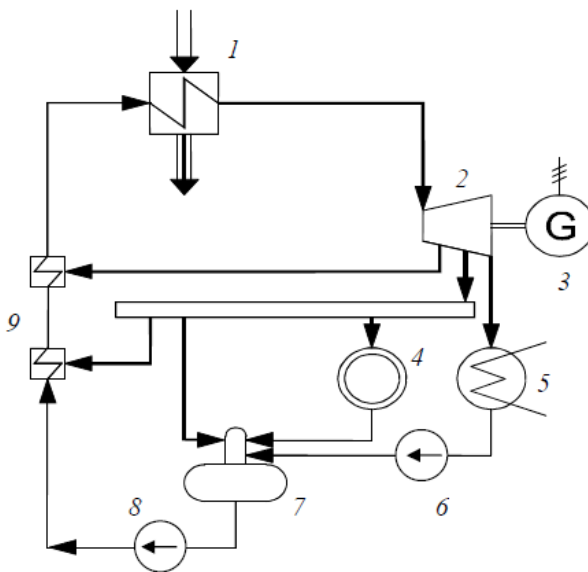
У случају када потрошач захтијева топлотну енергију на два температурна нивоа, систем когенерације састоји се од одузимно-противпритисне турбине, док се чисто кондензационе парне турбине користе на локацијама гдје се сва отпадна топлота користи искључиво за производњу електричне енергије. У поређењу са другим примарним покретачима, највећа предност система парних котлова и парних турбина је њихова флексибилност у

коришћењу конвенционалних (угаљ, нафта, природни гас) и алтернативних горива (дрво, биомаса, продукти отпада и сл.). Такође, животни вијек парних турбина је веома дуг. Уз правилно одржавање, парне турбине уз ревитализацију достижу и 50 година експлоатације. Своју примјену у когенеративним системима нашле су типске јединице снаге од 100 kW па до преко 250 MW. Шематски приказ когенеративног система са постројењем противпритисне турбине показује да пара иде из парног котла (генератора паре) у противпритисну турбину, гдје експандира до противпритиска, који има температуру засићења која одговара температури потребној за загријавање неког технолошког процеса (Сл. 13.18).

Противпритисне турбине су најчешће мањих снага, са доста једноставном и комерцијално прихватљивом (јефтином) изведбом. Користе се најчешће у индустријским енерганама за спрегнуту производњу топлотне и електричне енергије. Како се конзум електричне и топлотне енергије не поклапа у потпуности с њиховом производњом, постројење се може опремити заобилазним водом око турбине с редуccionим вентилом, за случајеве када потреба конзума топлотне енергијом премаши производњу паре која одговара производњи електричне енергије. У супротном случају, када је произведена количина паре већа од количине потребне за гријање, вишак се може испуштати у атмосферу што се одражава на слабљење економских ефеката. На овај начин погон постројења постаје флексибилнији. Битан недостатак овакве везане производње механичке и топлотне енергије састоји се у немогућности билансирања произведене електричне енергије и топлоте са потребама корисника у поједином тренутку, па се процес обично подешава тако да задовољи потребе у топлотној енергији, а електрична енергија се билансира упоредним спојем са јавном мрежом из које се узима или у њу додаје разлика енергије.

Претходно дефинисан недостатак рјешава се ефикасно уградњом кондензационо-одузимне турбине за погон генератора, гдје се топлотна енергија за потрошаче подешава промјеном одузимања паре из турбине, а електрична енергија регулацијом протока паре кроз њен кондензациони дио. Шема таквог постројења са регулисаним одузимањем паре приказана је на Сл. 13.19. Турбина има најмање два степена: високопритисни (ВП), и нископритисни дио (НП). Између ВП и НП врши се одузимање паре за загријавање гријног флуида за топлификацију на такав начин да се одржава константна вриједност притиска, док око високопритисног дијела турбине постоји обилазни паровод са редуцир вентилом, ради остварења флексибилности погона у односу на промјене захтјева конзума. Сви режими рада налазе се између два гранична теоретска режима погона: остварљивог *чисто кондензационог погона*, када егзистра потреба за електричном

енергијом, а нема потребе за топлотном енергијом, и теоретског *чисто противпритисног погона*, када је потреба за топлотном енергијом толико велика да не преостаје паре за нископритисни турбински степен. У реалној експлоатацији чисти противпритисни погон није могуће остварити, јер један дио паре (око 10% називног протока) увијек мора струјати кроз нископритисни дио турбине због хлађења лопатица и дискова. Кондензациона постројења се са регулисаним одузимањем паре користе најчешће у градским топланама.



Легенда:

- 1 – парни котло (генератор паре);
- 2 – парни кондензациона турбина;
- 3 – генератор електричне енергије;
- 4 – потрошач топлотне енергије;
- 5 – парни кондензатор;
- 6 – пумпа кондензата;
- 7 – термички дегазатор (отплињач или деаратор);
- 8 – напојна пумпа;
- 9 – регенеративни загријачи напојне воде

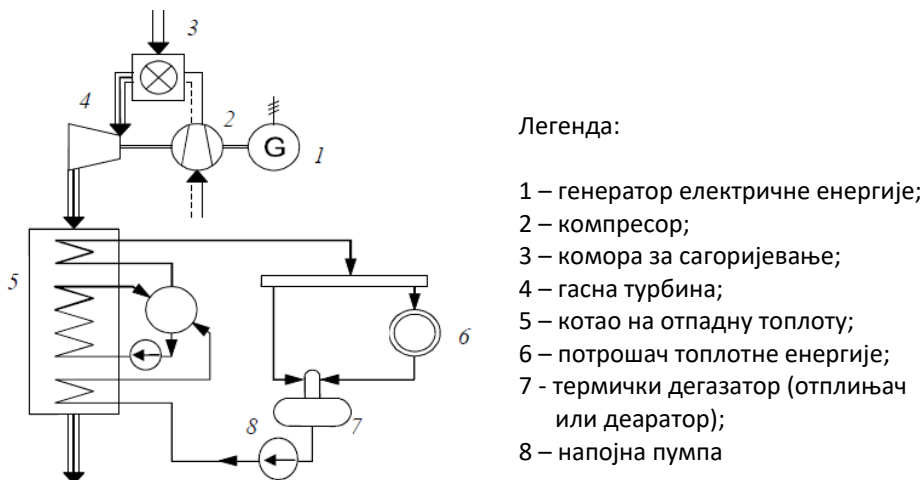
Сл. 13.19. Парни когенеративни систем са кондензационом турбином са одузимањем паре (Milovanović i Miličić 2012)

Sl. 13.19. Steam cogeneration system with condensing turbine with steam extraction (Milovanović i Miličić 2012)

Оваква комбинована производња електричне и топлотне енергије погодна је у рафинеријским, петрохемијским и сличним процесним погонима (најчешћа примјена), који су врло осјетљиви на прекиде у снабдијевању енергијом. Користе се као неопходни аутономан извор за осигурање сталног и сигурног снабдијевања електричном енергијом, при чему треба имати у виду да се већим удјелом рада кондензационог дијела турбине смањује степен корисног дејства (СКД) процеса.

13.2.4.2.2. Системи когенерације са гасном турбином

Систем когенерације са гасном турбином користи се за производњу дијела или укупне потребне електричне енергије на датој локацији, док се енергија са димног отсиса може даље користити за потребе гријања и/или хлађења (Сл. 13.20). Као гориво најчешће се користи природни гас, а могуће је користити и друга горива, као што су лож уље или дизел гориво.

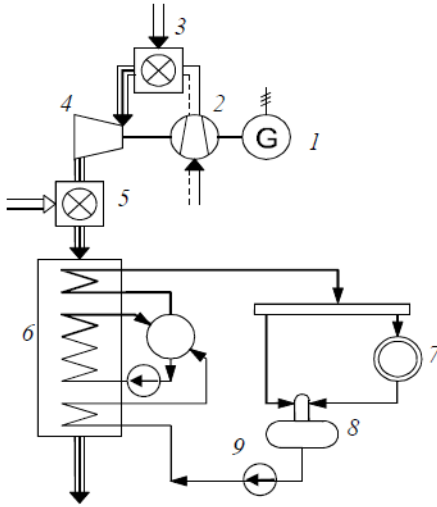


Сл. 13.20. Когенеративни систем са гасном турбином (Milovanović i Miličić 2012)

Fig. 13.20. Cogeneration system with gas turbine (Milovanović i Miličić 2012)

Модерне гасне турбине, које се користе у когенеративним циклусима, уз правилно одржавање и коришћење, могу постићи и 25.000 до 50.000 радних сати. Типичан опсег снага гасних турбина у когенерацијама креће се од 0,5 до 250 MW. Веома интензиван развој когенерације са гасним турбинама последица је све веће доступности природног гаса, брзог развоја технологије, смањења трошкова градње (могућност модуларне изведбе), као и повољности у вези заштите животне средине. Гасне турбине имају и краћи период покретања, а флексибилније су за рад са прекидима. На Сл. 13.21 дат је приказ когенеративног система са гасном турбином са додатним ложењем. Један од најједноставнијих начина когенерације је снабдијевање гасне турбине котлом на издувне гасове, који производи пару и/или топлу воду за примјену у процесној индустрији и/или за гријање. Замјена пламеника парног котла гасном турбином представља ефективан начин да се старом постројењу, уз релативно мале инвестиционе трошкове омогући

додатна производња електричне енергије. Из гасних турбина издувним гасовима испушта се велика количина топлоте због њихове релативно високе температуре (до 520 °C), и она се помоћу генератора паре може рекуперисати односно искористити за производњу додатне количине паре.



Легенда:

- 1 – генератор електричне енергије;
- 2 – компресор;
- 3 – комора за сагоријевање;
- 4 – гасна турбина;
- 5 – систем додатног ложења;
- 6 – коџа на отпадну топлоту са додатним ложењем;
- 7 – потрошач топлотне енергије;
- 8 – термички дегазатор (отплињач или деаратор);
- 9 – напојна пумпа

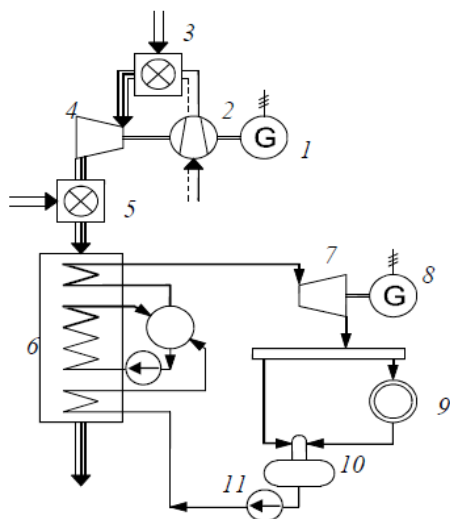
Сл. 13.21. Когенеративни систем са гасном турбином и генератором паре на издувне димне гасове уз додатно ложење (Milovanović i Miličić 2012)

Fig. 13.21. Cogeneration system with gas turbine and steam generator on exhaust flue gases with additional heating (Milovanović i Miličić 2012)

13.2.4.2.3. Когенеративни системи са парно-гасном турбином

У настојању да се повећа ефикасност гасно-турбинских постројења, као и да се задовољи већа потражња за електричном енергијом на једном локалитету, у пракси се врло често користи комбиновани систем когенерације са изградњом комбинованих гасно-парних турбина (Сл. 13.22). Увођењем додатног ложења код генератора паре на издувне димне гасове, омогућује се регулисање и повећање његовог учинка, чиме систем постаје потпуно аутономан за производњу електричне и топлотне енергије, зависно о потребама конзума. Како издувни гасови из гасних турбина имају велики удио слободног кисеоника (до 18% вол.), увођење накнадног сагоријевања у струји издувних димних гасова још више побољшава ефикасност таквих процеса. Енергетски систем постаје још ефикаснијим ако пару, која је произведена у генератору паре на издувне димне гасове, искористимо за

производњу електричне енергије у противпритисној турбини. У том случају, полазни СКД самих гасних турбина (око 25 до 35%, зависно од типа и радних параметара турбине) у комбинованих система има повећање енергетске искоришћености чак и до 85%.



Легенда:

- 1 – генератор електричне енергије;
- 2 – компресор;
- 3 – комора за сагоријевање;
- 4 – гасна турбина;
- 5 – систем додатног ложења;
- 6 – котао на отпадну топлоту са додатним ложењем;
- 7 – парна противпритисна турбина;
- 8 – генератор електричне енергије;
- 9 – потрошач топлотне енергије;
- 10 – термички дегазатор (отплињач или деаратор);
- 11 – напојна пумпа

Сл. 13.22. Когенеративни систем са гасном и противпритисном турбином са додатно ложењем генератором паре на издувне димне гасове (Milovanović i Miličić 2012)

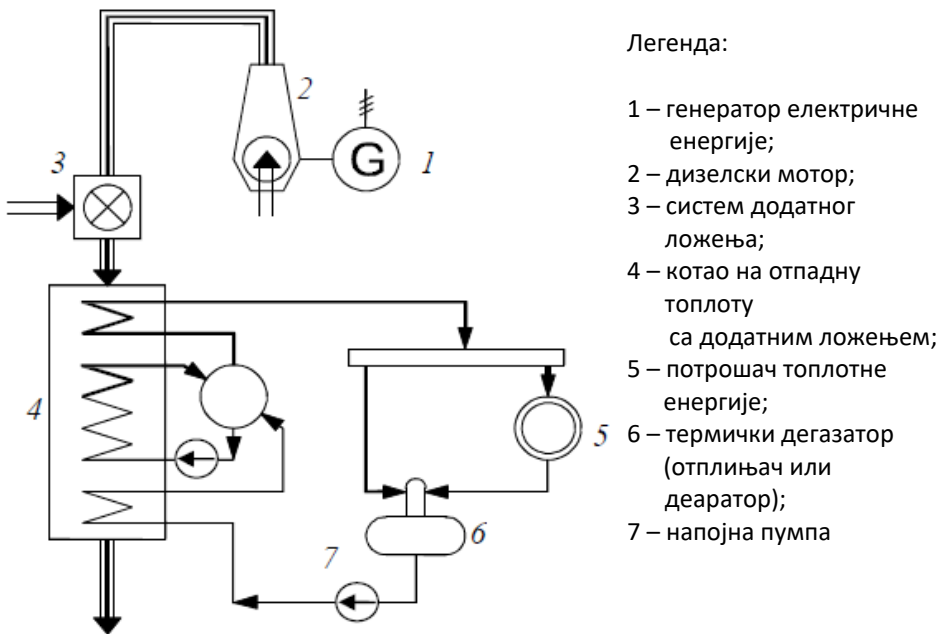
Fig. 13.22. Cogeneration system with gas and pressure turbine with additionally fired steam generator on exhaust flue gases (Milovanović i Miličić 2012)

Комбинованим парно-гасним (или гасно-парним) постројењима називају се постројења у којима се истовремено користе два радна флуида: *вода-пара*, која мијења агрегатно стање и *гас* који не мијења стање. Велики број различитих типова комбинованих постројења може да се разврста у двије принципијелне групе: комбинована постројења са раздвојеним контурама радних флуида (гасно-турбинска, парно-турбинска и контактна, мијешана) гасно-парна постројења са гасно-парним турбинама у којима се користи смјеса продуката сагоријевања органског горива са воденом паром. Чест је случај да постојеће индустријско когенерацијско постројење не задовољава неког кориштеног показатеља „квалитета“ производње електричне и топлотне енергије, па је потребно повисити ефикасност постројења надоградњом новог система на постојећи. Први корак у симулацији тог процеса је израда математичког модела цијелог система за симулацију

његовог рада, као и оптимизације његових елемената за задату производњу електричне и топлотне енергије.

13.2.4.2.4. Системи когенерације са дизел, клипним (СУС) и гасним моторима

Когенеративни системи са дизел (Сл. 13.23), клипним моторима, односно моторима са унутрашњим сагоријевањем и гасним моторима, имају високе степене ефикасности производње електричне енергије у односу на друге примарне погонске машине. Карактерише их већа популарност при коришћењу у малим системима потрошње енергије, посебно када се захтијева већа потрошња електричне у односу на топлотну енергију, као и на мјестима гдје се захтијева да термички ниво топлоте буде низак (пара ниског притиска, топла вода и сл.).



Сл. 13.23. Когенеративни систем са дизелским мотором и ложењем генератором паре на издувне димне гасове (Milovanović i Miličić 2012)

Fig. 13.23. Cogeneration system with diesel engine and fired steam generator on exhaust flue gases (Milovanović i Miličić 2012)

Елементи когенеративних система са гасним мотором су мотор, генератор, систем за искоришћење отпадне топлотне енергије и управљачко-контролни системи. У когенеративним постројењима мотори имају покретачку улогу у односу на генераторе, односно у енергетском смислу, да путем конверзије хемијске енергије горива у механичку енергију обртања изврше одговарајући рад. Користе се два извора поврата топлотне енергије – издувни гасови на високој температури и расхладна вода из кошуљице мотора на ниском температурном нивоу. Величина инсталисане снаге клипних мотора иде од неколико киловата (10 и више), па и до 5 MW за моторе са високим бројем обртаја.

Умјесто дизел горива, све више се за погон примарне машине користе дестилати нафте или природни гас. Примјена оваквих система потврдила је њихову велику погодност код захтјева за погонима са великим бројем прекида. Њихове перформансе су, у односу на гасне турбине, мање осјетљиве на промјену температуре спољашњег ваздуха. Гориво, односно радни флуид који представља мјешавину горива и ваздуха сагоријева, при чему се хемијска енергија горива претвара у топлотну енергију. Топлота која се може искористити је топлота издувних гасова, затим топлота расхладног система мотора (систем воденог хлађења, систем за хлађење средства за подмазивање и хладњака након компресије смјеше код турбо прехрањиваних мотора), као и топлота спољних површина мотора.

Низак однос снага и цијене, могућност примјене различитих врста горива, висока оперативност, дуги сервисни интервали и кратко вријеме стајања ради одржавања представљају основне захтјеве који се постављају пред моторе когенеративних постројења. Употреба гасних машина као стационарних извора механичке и електричне енергије конципирана је у виду дијела постројења са когенерацијом. Како стационарна постројења за производњу електричне и топлотне енергије захтијевају знатно дужи вијек трајања у континуираној експлоатацији, него што је то код мотора са унутрашњим сагоријевањем за погон саобраћајних средстава (компактност машине одлучујуће важна), данас су развијени спороходни мотори СУС са 1.500 обртаја у минути (аутомобилски су са преко 5.000). Поред тога, дошло је и до снижења температуре у процесу сагоријевања, чиме је вијек континуалног рада продужен на преко 100.000 сати (уз нормално одржавање). Снижавање температуре сагоријевања доноси значајно смањење удјела штетних састојака у издувним гасовима (посебно азотни оксиди). Уз електронску контролу процеса сагоријевања и осталих процеса, гасни мотори задовољавају све захтјеве везане за изградњу и експлоатацију когенеративних погона. Стационарна когенеративна постројења економски

подносе и течна и гасовита горива, али су значајно повољнија гасовита, нарочито код већ развијене мреже гасовода.

Данас је код нас ова мрежа прилично ограничена на зворничко и подручје Источног Сарајева, али се очекује њено скоро проширење и у западном дијелу Републике Српске. Недовољна искоришћеност постојеће гасне мреже високог притиска (посљедица ниског нивоа ангажованости индустријских постројења, економске рецесије и сл.) побољшава изгледе за изградњу комбинованих постројења са гасном турбином, али и са масовнијом употребом гасних мотора. Услов за ово је стварање претпоставки за побољшање економске исплативости и једних и других постројења.

Досадашње анализе и студије о економској оправданости показале су да комбинована постројења (гасна + парна турбомашина), као и такође добро конципирани когенеративни погони скоро сигурно задовољавају економске критеријуме, посебно када постоје механизми за подстицање производње и коректан однос цијена појединих видова енергије. Спороходни и средњеходни дизелски мотори, иако због ниже температуре излазних димних гасова мање су атрактивни од гасних турбина за рекулпацију топлоте, али примјењују се све чешће код комбиноване производње механичке (електричне) енергије и топлоте. Њихове новије конструкције прилагођене су за коришћење и тешких остатних горива. Одређени недостатак им је немогућност производње паре виших притисака и температура (ниже температуре издувних гасова). Њихова предност у односу на гасне турбине је њихова једноставност и инвестициона погодност, а могу се комбиновати како са неложеним тако и са ложеним генератором паре на издувне димне гасове. Користе се како код мобилних система (бродски погони), тако и код стационарних постројења (усавршавање мотора за трошење тешких остатних горива), при чему сама примјена когенерационих система у таквим погонима омогућава врло добру искоришћеност енергије).

Изведени су тзв. тотални енергетски системи с дизелским мотором укупне енергетске искористивости чак 87%. Избор најповољнијег система комбиноване производње механичке и топлотне енергије у појединим радним околностима представља сложен и веома одговоран задатак који се пред енергетичаре поставља у фази пројектовања, при чему се коначна одлука доноси на бази реализованих техничко-економских студија. Од њихове исправности и утврђених процјена за оптимално рјешење зависе и крајњи ефекти експлоатације, као и сама исплативост одабраних система. Најчешће се мотор конструише тако да му блок хлади вода на нешто

повишеном нивоу температура у односу на уобичајене моторе из широке употребе (саобраћај, грађевинске машине и сл.), која сакупља релативно ситне отпатке топлоте у процесима хлађења мазива и мјешавине горивог гаса и ваздуха и предаје даље појединим корисницима. Проблем сигурног хлађења мотора у случају да не раде потрошачи загријане воде ријешен је на начин да вода из моторног блока циркулише кроз хладњак мотора (расхладна кула). Слично рјешење је обезбијеђено и за хлађење мјешавине гаса и ваздуха. Предвиђене везе аутоматског управљања потпуно контролишу безбједан и ефикасан рад цијелог постројења и његово прилагођавање актуелним потребама потрошача.

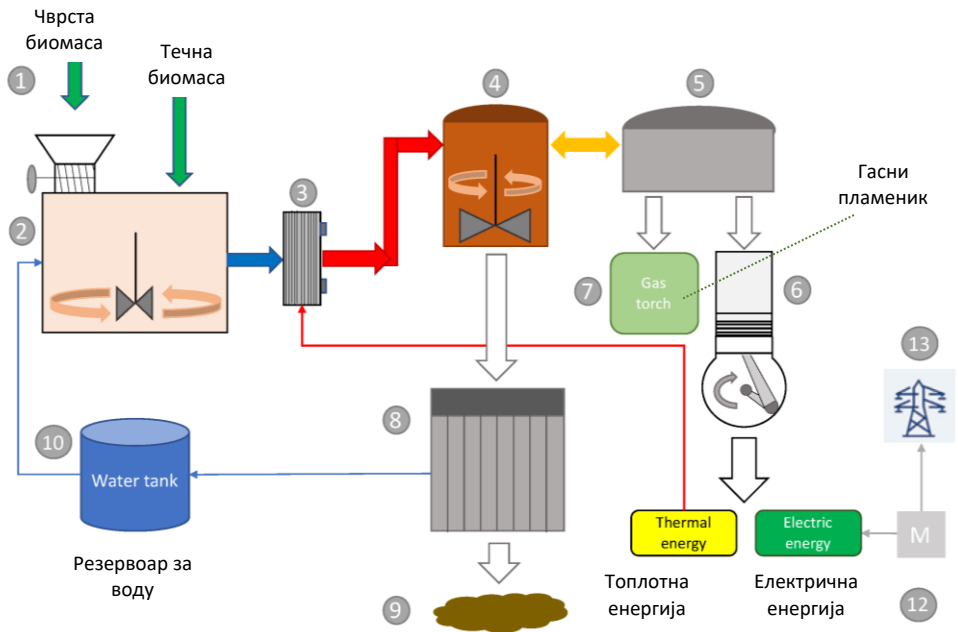
13.2.4.2.5. Интегрисани когенеративни систем

Интегрисани когенеративни системи представљају сложене системе најчешће коришћене у процесној (нафтној, хемијској и петрохемијској) индустрији. Код ових система електрична енергија се најчешће производи помоћу генератора покретаног гасном или парном турбином, гдје парна турбина може бити кондензационог типа са једним или два одузимања паре или противпритисног типа.

Електрична енергија се такође може преузимати из спољашње мреже или у њу по потреби слати могући вишак електричне енергије. Карактеристика ових система је еластичност с обзиром на властите производне могућности и поузданост и сигурност у снабдијевању електричном енергијом. Пара за потребе турбогенератора, као и за потребе технолошког процеса може се произвести у високопритисним генераторима ложеним комбинацијом течног и гасовитог горива.

Средњепритисна пара производи се у котловима утилизаторима, који искоришћавају осјетну топлоту излазних димних гасова из гасне турбине и процесних пећи. Индустријски развијене земље у задње вријеме све више улажу велика средства у истраживања која се односе на примјену отпадне биомасе у енергетске сврхе и гасификацију чврстих горива.

Од посебног интереса у коришћењу биомасе представља процес производње генераторског гаса како за добијање топлотне енергије, тако и за погон мотора са унутрашњим сагоријевањем (СУС) и когенеративно добијање топлотне и електричне енергије (Сл. 13.24).



Легенда: 1 – избор и уситњавање, 2 – резервоар за складиштење, 3 – измјењивач топлоте, 4 – дигестор, 5 – гасометар, 6 – мотор са унутрашњим сагорејевањем, 7 – гасни пламеник, 8 – постројење за дехидрацију, 9 – ђубриво, 10 – резервоар за воду, 11 – СНР топлотне и електричне енергије, 12 – мјерач електричне размјене, 13 – електрична мрежа

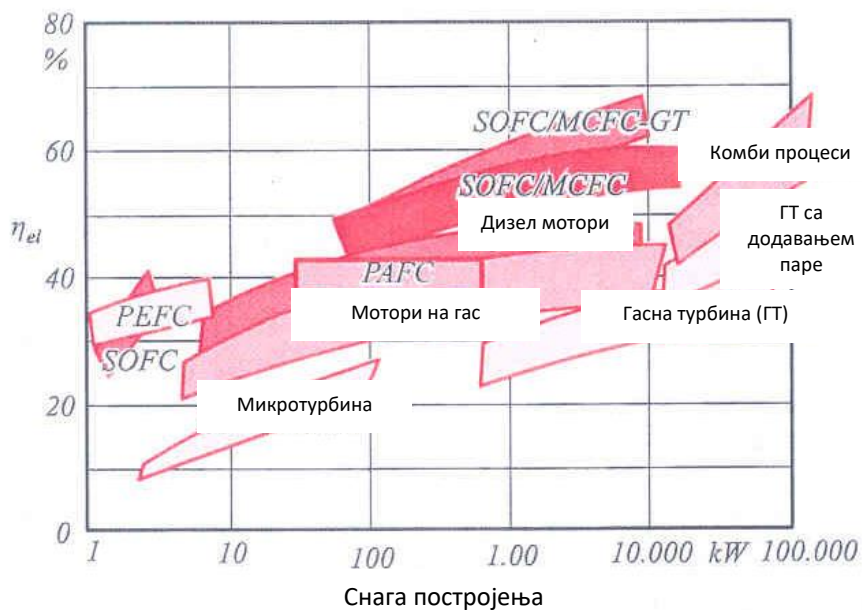
Сл. 13.24. Производни циклус интегрисаног постројења на биомасу (Carić i Soleša 2017)

Fig. 13.24. Production cycle of an integrated biomass plant (Carić i Soleša 2017)

13.2.4.2.6. Системи когенерације са микротурбинама

Уобичајено је да се под микротурбинама подразумевају мале гасне турбине за испоручене снаге од 5 до 300 kW. Карактерише их велика флексибилност у погледу коришћења погонског горива (природни гас, течни нафтни деривати, биогас, депонијски гас, алкохол и сл.). Због малог степена искоришћења (Сл. 13.25), у случају производње само електричне енергије (мали степен компресије од 3 до 5), најчешће се користе као саставни дио когенерацијског постројења (Сл. 13.26). Као такве, оне су и обухваћене Директивом 2004/8/EC (Directive 2004/8/EC). С обзиром да користе рекуператор за поврат топлоте издувних гасова сагорејевања, микротурбине су далеко ефикасније у односу на друге гасне турбине (25–30%). Рекуператор, снижавајући температуру издувних гасова на

температуру испод вриједности при којој настају неки азотни оксиди, има и своју еколошку прихватљивост у односу на друге гасне турбине. Овим се укупан степен искоришћења примарне енергије садржане у гориву диже и до 70–90%.

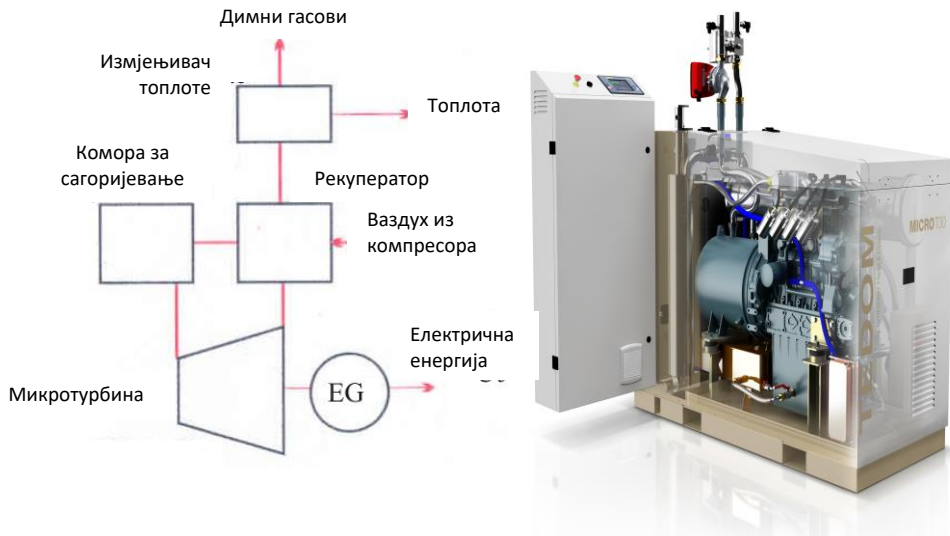


Сл. 13.25. Степен искоришћења микротурбине у поређењу са другим постројењима за производњу енергије без когенерације (Smajević i Hanjalić 2007)

Fig. 13.25. The degree of utilization of the microturbine compared to other plants for energy production without cogeneration (Smajević i Hanjalić 2007)

Микротурбине се хладе ваздухом, а постоје и изведбе са тзв. ваздухом подмазиваним лежиштима, чиме је елиминисана потреба за системима хлађења воде и уља за подмазивање лежишта.

Животни вијек ових постројења је 40.000 до 80.000 сати рада, уз адекватно опслуживање и одржавање током експлоатације. Код већине микротурбина, број обртаја ротора се креће изнад 100.000 мин⁻¹, па је неопходан и погон високобрзинског генератора. Излаз из генератора се претвара на 50 или 60 mHz. У оптицају су и рјешења са двоосовинском турбином за погон расхладних система (350 до 1.000 kW или 100 до 350 тона леда дневно).

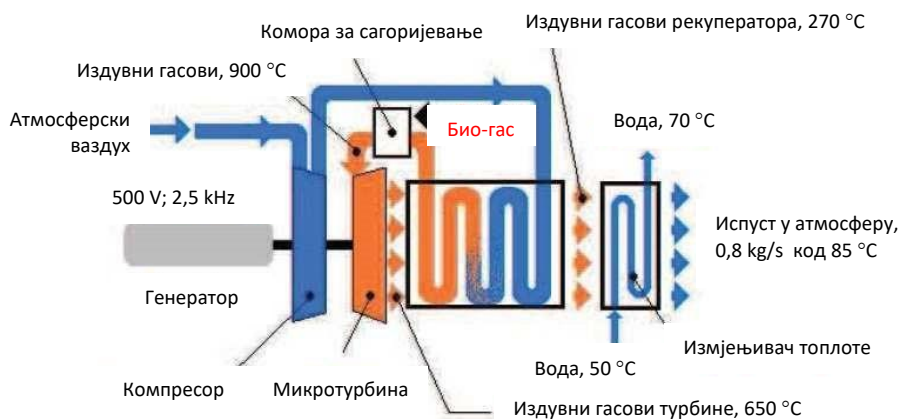


Сл. 13.26. Микротурбина у саставу когенерацијског система (Milovanović i Miličić 2012)

Fig. 13.26. Microturbine in the cogeneration system (Milovanović i Miličić 2012)

Осим фосилних горива, микротурбинска постројења као гориво користе и биогас или депонијски гас, што обједињава коришћење обновљивих извора и технологија когенерације (Сл. 13.27). Код биогасних микротурбина ваздух помијешан са биогасом утискује се у комору за сагоревање под високим притиском, гдје мјешавина ваздуха и биогаса сагорејева. Гасна мјешавина улази у микротурбинско постројење и експандира, претварајући потенцијалну преко кинетичке енергије у механички рад обртања вратила радног кола, које је директно или преко спојнице повезано са вратилом генератора електричне енергије, гдје се производи електрична енергија. Карактеристична снага микротурбине је испод 200 kWe, иако су тржишно доступне снаге од 30 kWe до 1 MWe.

Микротурбине имају бројне предности у односу на остале технологије мале снаге (могућност поузданог напајања, коришћење на удаљеним локацијама, покривање вршног оптерећења, једноставно одржавање, дуг животно вијек трајања, релативно ниска емисија буке, већа ефикасност, мање емисије стакленичких гасова, те брзи старт). Основни недостатак коришћења ове технологије је релативно скромно искуство у њиховом коришћењу, те већи трошкови у односу на гасне моторе. Очекивања у наредном периоду су да ће, паралелно са напредовањем технологије, у будућности доћи и до смањења њихових инвестиционих трошкова (набавка).



Сл. 13.27. Функционални приказ микротурбине на бази коришћења биогаза (Milovanović i Miličić 2012)

Fig. 13.27. Functional representation of a microturbine based on the use of biogas (Milovanović i Miličić 2012)

13.2.4.2.7. Системи когенерације са коришћењем горивних ћелија

Принципијелни систем когенерације обухвата углавном неке од следећих врста горивних ћелија: горивне ћелије са фосфорном киселином (*Phosphoric Acid Fuel Cell*, PAFC), горивне ћелије са течним карбонатом (*Molten Carbonate Fuel Cell*, MCFC), горивне ћелије са чврстим оксидом (*Solid Oxide Fuel Cell*, SOFC), као и горивне ћелије са мембранском размјеном протона (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*, PEMFC). Горивне ћелије се, у принципу, групишу у неколико секција (Milovanović i sar. 2017a):

- процесор горива (средство за добијање водоника из природног гаса помоћу водене паре и топлоте, важи следећа једначина $CH_4 + 2H_2O + \text{топлота} \rightarrow CO_2 + 4H_2$ или из процеса електролизе за који се користе обновљиви извори енергије, попут биомасе);
- снап или број склопова горивних ћелија за генерисање снаге;
- кондиционер снаге (уређај за претварање једносмјерне у наизмјеничну електричну енергију),
- система за рекулерацију топлотне енергије, односно производњу топле воде и водене паре.

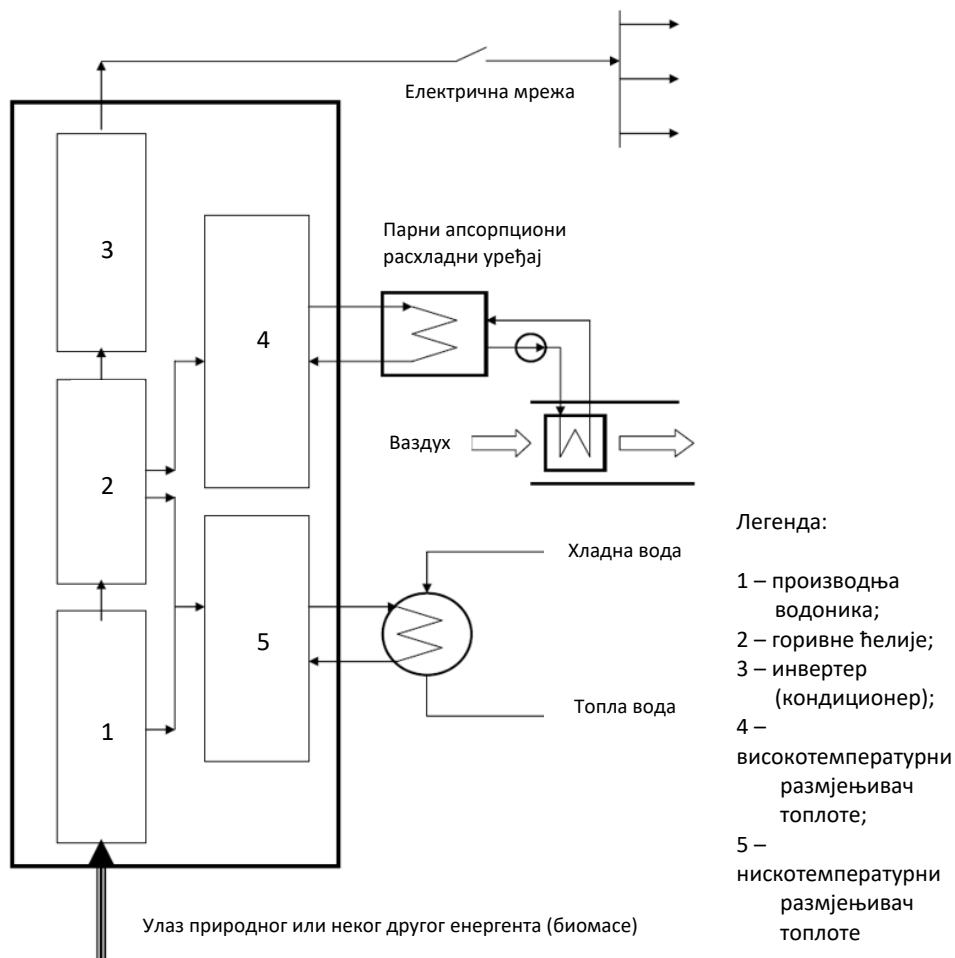
Повећање концентрације водоника врши се трансформацијом горива у процесору, одакле се гориво обогаћено водоником и кисеоником из

ваздуха даље води у секцију за генерисање енергије, гдје се производи једносмјерна електрична енергија и корисна топлотна енергија. Ова једносмјерна електрична енергија даље се претвара у наизмјеничну у кондиционеру (трансформатору, инвертору) енергије.

Гасификација представља термохемијски процес конверзије чврстог у гасовито гориво, гдје је водоник основни производ гасификације (поред CO , CO_2 и C_nH_m као негасификованог продукта пиролизе). Гасификација чврстог горива подразумијева термички процес разградње чврстих материјала при повишеним температурама у присуству медијума за гасификацију, у циљу добијања гасовитог горива. Као медијум за овај процес најчешће се користе ваздух, водена пара, кисеоник, угљен-диоксид и водоник. Након превођења чврстог у гасовито гориво, може се промијенити састав гаса у зависности од температуре, притиска и атмосферских услова, као и врсте процеса који се користи. Гасификацијом се у повољним условима може произвести и синтетички гас, који представља мјешавину угљен-моноксида и водоника. Састав добијеног гаса зависи од типа гасификатора, карактеристика горивог дијела биомасе, садржаја воде у биомаси, температуре гасификације, врсте оксиданта и додавања водене паре.

Зависно од намјене, бира се и тип горивних ћелија за СНР постројење. Тако, горивне ћелије са чврстим оксидом веома су погодне за комбиновану хибридно производњу електричне енергије са гасном турбином. Горивне ћелије се према радној температури и врсти електролита дијеле на ниско-температурне (око $200\text{ }^\circ\text{C}$), средње-температурне (од 500 до $700\text{ }^\circ\text{C}$) и високо-температурне (око $1.000\text{ }^\circ\text{C}$) (Milovanović i sar. 2017a). Принципијелна шема једног когенеративног система са горивним ћелијама дата је на Сл. 13.28.

Горивне ћелије за производњу електричне енергије можемо подијелити у неколико основних група, зависно од намјене, повезаности са потрошачима, називне излазне снаге, начину одговарања на оптерећења, затим према врсти горива које користе, према њиховом смјештају, као и према когенерацији. Велики допринос смањењу загађења околине дала би и примјена горивних ћелија у системима за гријање, за припрему топле воде у домаћинствима, породичним кућама, стамбено-пословним објектима, те би омогућиле још ширу употребу природног гаса као извора енергије. Примјеном горивних ћелија на овај начин би се истовремено производила топлотна и електрична енергија, па би се тако губици при прелазу енергије из једног облика у други значајно смањили. Истовремено би се у електранама смањила производња уз помоћ фосилних горива, па би и то довело до непосредног смањења загађења околине.



Сл. 13.28. Принципијелна шема когенерацијског система са горивним ћелијама (Milovanović i Miličić 2012)

Fig. 13.28. Schematic diagram of a cogeneration system with fuel cells (Milovanović i Miličić 2012)

Примјена горивних ћелија има, како одређене предности, тако и недостатке. Као предности примјене, наводи се њихова велика искоришћеност примарне енергије горива (65 до 85%, и то око 40% на електро и 25 до 45% на топлификационом дијелу), рад без покретних (обртних, ротационих) дијелова, минимално загађење животне средине и занемарљив ниво буке, док се као главни недостаци примјене горивних ћелија издвајају: висока цијена по јединици инсталисане снаге, техничка изводљивост за релативно мале снаге (до 500 kW) и, још актуелно, њихово

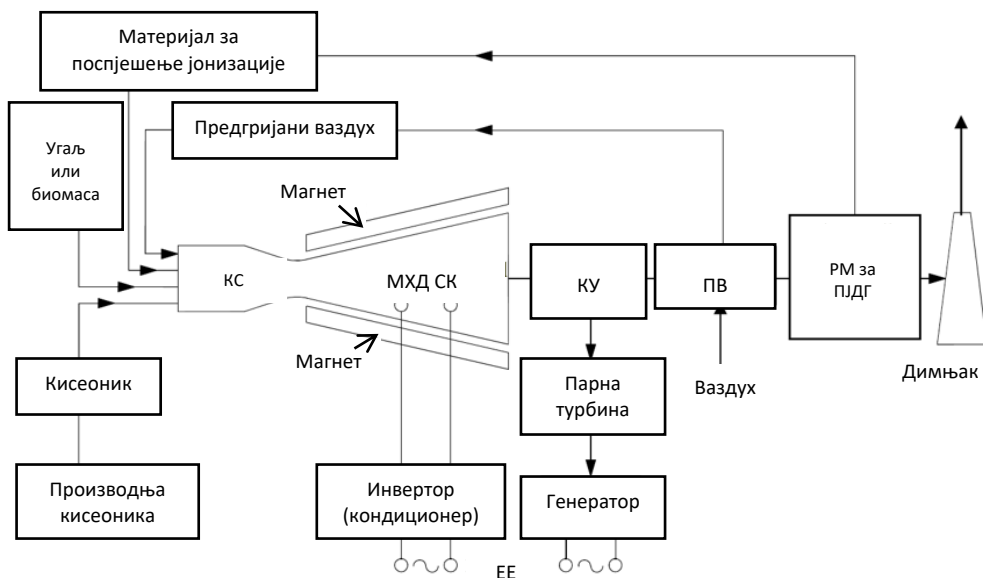
техничко усавршавање и развој за примјену у условима енергетског рада у оквиру постојећих електроенергетских система (ЕЕС).

13.2.4.2.8. Системи когенерације са коришћењем магнетног хидродинамичког (МХД) генератора

За МХД генератор не можемо рећи да је неконвенционалан извор енергије, већ помоћу њега имамо неконвенционално добијање енергије, слично као и код горивних ћелија. МХД генератор топлотну енергију сагоријевања горива (биомасе), или топлотну енергију ослобођену у нуклеарном реактору, директно претвара у електричну енергију. Предност је што изостаје претварање у унутрашњу енергију водене паре и механичку енергију турбине (укључујући нове губитке и смањење укупног степена искоришћења процеса).

Принцип рада МХД генератора заснива се на Фарадејевом закону електромагнетне индукције, при чему се ствара електромоторна сила и електрична енергија у млазу врелих јонизованих гасова (нискотемпературна плазма умјесто проводника), која се креће у магнетном пољу. Електрична енергија се производи као резултат пресијецања магнетних силница од стране струје (млаза) јонизованих гасова у магнетном каналу, при чему се на колекторима (электродама) индукује једносмјерна електрична струја, коју је даље могуће трансформисати у наизмјеничну струју. Гасна струја се доводи у канал (изведен у облику дифузора или се он завршава са дифузором) кроз млазник, гдје се топлотна енергија гаса трансформише у кинетичку енергију усмјереног кретања. Да би јонизовани гас имао својства проводника потребне су високе температуре (2.000–3.000 °C). Ово представља и основни проблем код њихове реализације, јер су потребни материјали који истовремено требају да издрже те температуре, а при томе морају остати комерцијално прихватљиви. Гасови из канала излазе са температуром 1.500–2.000 °C. Допунско коришћење топлоте излазних гасова из МХД генератора може се реализовати у постројењима парних или гасних турбина. Заједничким радом парних или гасних турбина са МХД генератором могао би се постићи степен искоришћења у електрани од 50 до 60%, у односу на тренутно максималних 35–45%. Топлотна енергија горива у МХД генератору претварала би се директно у електричну енергију, а затим би се преостала топлотна енергија гасова који напуштају канал МХД генератора користила у класичним генераторским јединицама (Сл. 13.29). У комори МХД генератора сагоријева гориво у смјеси са кисеоником, која садржи калијум или цезијум-елемента, чији атоми лако јонизују. Наиме, додавањем неких

средстава постиже се електропроводност јонизованих гасова и индукована електромоторна сила. У струју продуката сагоријевања органских горива додају се алкални метали (нпр. натријум, калијум).



Легенда: КС – комора за сагоријевање; ЕЕ – електрична енергија; КУ – катаа утилизатор; ПВ – предгријач ваздуха; РМ за ПЈДГ – рекуперација материјала за поспјешење јонизације димних гасова; МХД СК – МХД струјни канал

Сл. 13.29. Принципијелна шема енергетског система са МХД генератором (Milovanović i Miličić 2012)

Fig. 13.29. Schematic diagram of the power system with magnetohydrodynamic generator (MHD) (Milovanović i Miličić 2012)

Инертним гасовима (хелиј, аргон) додаје се скупљи цезиј. Услед високе температуре сагоријевања, долази до јонизације атома и молекула смјеше, па се ствара велики број слободних електрона и позитивних јона, чиме се обезбјеђује потребна велика проводљивост гасне смјеше. Великом брзином смјеша улази у конусну цијев дужине 10 м. Горњи и доњи дио ове цијеви имају електроде, а бочни зидови су направљени од специјалног керамичког изолатора. Цијев се налази у веома јаком магнетном пољу индукције B_{ind} , чији је вектор нормалан на правац протока смјеше, а паралелан са електродама. На наелектрисане честице смјеше дјелује Лоренцова сила, услед чега електрони одлазе на једну, а јони на другу электроду. Као резултат добија се разлика потенцијала, која је једнака електромоторној сили, реда величине 1.000 V.

Електрична енергија добијена у јединици времена из јединичне запремине гаса износи

$$E = k \cdot d \cdot v^2 \cdot B^2,$$

гдје су: k – константа, d – проводљивост гаса, v – брзина протицања, B_{ind} – индукција магнетног поља.

Што су веће температуре, тада су веће и брзина v и проводљивост d , док се довољно јака магнетска поља (око 5 Т) у великим запреминама могу добити само помоћу суперпроводних магнета. За рад суперпроводних магнета потребне су ниске температуре (десетак К), што је повезано са многим тешкоћама. Задовољавањем ових услова може се постићи да МХД генератори дају снагу око 100 MW, али због свих наведених проблема примјена МХД генератора је врло ограничена. Извор топлоте за добијање високотемпературног гаса може бити органско гориво (угаљ, биомаса) или нуклеарно гориво, па се сходно томе користи отворена (угаљ и биомаса, одвођење израђених гасова директно у атмосферу) или затворена (нуклеарно гориво) шема, са кружном циркулацијом гасних носилаца топлоте. При изради постројења са МХД генераторима користе се ватроотпорни материјали (керамика, нитриди, карбиди, оксиди метала, неки чисти метали попут волфрама, фантала, ниобија, молибдена и др.).

13.2.5. Електроане на биогаз

Биогаз (често се користе и називи као што су барски гас, депонијски гас, мочварски гас и слично, већ према мјесту настанка) представља мјешавину гасова која настаје ферментацијом биоразградивог материјала у условима без присуства ваздуха (анаеробни услови), као што су стајњак, муљ из отпадних вода, градски чврсти отпад. Биогаз је мјешавина метана CH_4 (од 40 до 75%), угљен-диоксида CO_2 (од 25 до 60%) и око 2% осталих гасова (водоника, H_2 , сумповодоника H_2S и угљен-моноксида CO), при чему, у зависности од начина настајања, мијењају се и нивои метана и угљен-диоксида. Биогаз је отприлике 20% лакши од ваздуха и нема мириса нити боје. Температура паљења му је између 650 и 750 °C, а гори чисто плавим пламеном. Његова калоријска вриједност је око 20 MJ/Nm³ и гори у конвенционалном биогасном котлу са ефикасности од око 60%.

За гријање воде коришћен је биогаз још у Сирији 1.000 година п.н.е., а први модерни биодигестор пуштен је у рад 1859. године у Бомбају. Производња и сакупљање биогаза из биолошког поступка у Великој

Британији веже се за 1895. годину (освјетљавање градића Exeter-а). Шездесетих година прошлог вијека биљежи се интензивнији развој биогасних технологија. Биогасна постројења (дигестори) грађена су у земљама у развоју које нису имале развијене преносне системе енергије, ради задовољења енергетских потреба са малим улагањима. Раст интересовања за биогасну технологију у развијеним земљама везан је за почетак енергетске кризе седамдесетих година. Повећање интересовања резултат је глобалних напора усмјерених на замјену фосилних горива обновљивим изворима, као и проналажењу еколошки прихватљивог рјешења за обраду животињских екскремената и осталог органског отпада. Индустијску примјену највише имају процеси производње погонског алкохола и производње биогаса биотехнолошким поступцима за прераду отпадних материјала органског поријекла (заштита животне средине). Најширу примјену имају постројења за добијање биогаса из пољопривредног и индустријског отпада, затим при обради отпадних вода и стабилизацији муља, као и чврстог комуналног отпада.

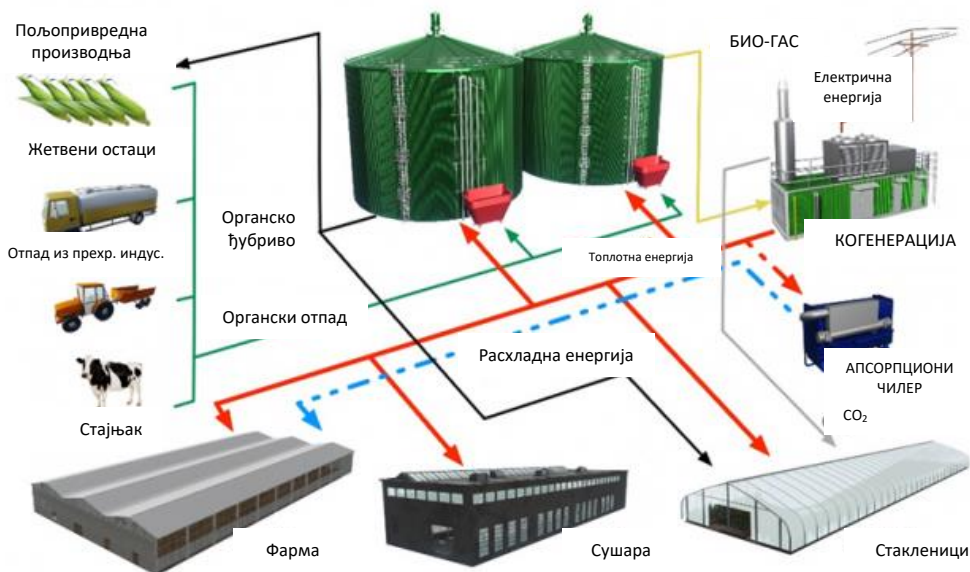
Биолошки процеси који се најчешће примјењују за третман органског отпада различитог поријекла су анаеробна дигестија (вишестепени биохемијски процес који се може примијенити на различите врсте органских материја) и аеробна разградња или компостирање (биолошка разградња биоотпада у присуству ваздуха, при чему настају угљен-диоксид, вода, топлота и, као коначни производ, компост – хумус), при чему поступци анаеробне дигестије имају предност у односу на компостирање, јер омогућују једноставније управљање органским отпадом са великим удјелом влаге, добијање биогаса као енергента и контролу емисије непријатних мириса. Услови које процес компостирања захтијева су: стална влажност (превелика количина влаге онемогућује прозачност, угибају аеробни микроорганизми, долази до застоја процеса, брзо се развијају анаеробни микроорганизми, појава неугодног мириса), довољна количина ваздуха (недовољно ваздуха има за посљедицу неугодан мирис; превртањем и мијешањем компостне гомиле постиже се прозачивање, као и додавањем структурног материјала најбоље уситњене гранчице), те одговарајућа температура (погодна је температура околине 20–25 °С, при чему зимске температуре не погодују биолошким процесима, док љетне могу исушити материјал) (Giuntoli et al. 2016) .

Анаеробна дигестија најчешће се примјењује при процесу обраде комуналних и индустријских отпадних вода, отпадних вода са фарми домаћих животиња и других врста органског отпада, при чему се добија биогас и преврели остатак. Овај остатак у неким случајевима представља квалитетно природно ђубриво (биођубриво). Ефикасност процеса

анаеробне дигестије у функцији је испуњења одређених технолошких услова (квалитет метанских бактерија, константност температуре и притиска у току процеса, рН вриједност средине, континуирано мијешање и хомогенизација сировине која се обрађује, безкисеонична атмосфера средине, потребно вријеме за одвијање процеса, однос органске суве материје и воде у дигестованој маси и др.).

Биогас се добија разградњом органских материја у анаеробним условима, при чему његов састав и својства зависе од врсте сировине и технолошких услова процеса. Сирови (непречишћени) биогас састоји се од метана, угљен-диоксида и осталих гасова и елемената у траговима. Биогас као гориво има широку област примјене, од чијих услова зависи и ниво пречишћавања биогаса како би се повећала његова топлотна моћ и добио гас стандардног квалитета. Према мјесту настанка, биогас се условно може подијелити на депонијски гас, биогас из пољопривреде, биогас из дрвета и биогас из отпадних вода. Посебно је интересантна гасификација дрвеног отпада насталог на мјесту одлагања отпада из пилана, дрво-прерађивачке индустрије, индустрије папира, шумског и пољопривредног чврстог отпада. Иако је у задње вријеме његова количина значајно смањена (раст производње пелета и брикета, уз значајан раст цијена и потражње), гасификација дрвеног отпада, поред рјешавања еколошког проблема, има значајну економску карактеристику (искоришћење за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије). Помоћу постројења за пречишћавање отпадних вода са анаеробном стабилизацијом муља настаје такође биогас. Ефикасност његове производње представља функционалну зависност одржавања одређених параметара: температуре (око 35 °С), рН вриједности, процеса мијешања и одстрањивањем кисеоника и токсичних материја.

Биогасне електроане представљају постројења састављена од анаеробних дигестора који омогућавају генерисање биогаса од улазних сировина и од система за конверзију биогаса, који претвара биогас у корисне облике енергије (Сл. 13.30). Вријеме задржавања улазних сировина у дигесторима је 30 до 60 дана (у посебним случајевима може и задржавање дуже од 90 дана), у циљу добијања веће количине биогаса. То значи већу ефикасност, али са друге стране захтијева и већу инвестицију. Биогасне електроане предвиђене за рад у мезофилним условима су се наметнуле као оптимално рјешење са аспекта ефикасности и стабилности, па су и најраспрострањеније. Температуре на којима се процес анаеробне дигестије одвија, најчешће су у интервалу од 38 до 42 °С.



а) шема електране на биогаз (<http://business-magazine.ba/2019/01/04/biogasne-elektране-mogu-biti-dodatni-prihod-farmera/>)



б) изглед електране на биогаз Алибунар (Иланча) снаге 3570 kW_e и 2028 kW_t (супстрат: силажа кукуруза, стајњак и јечам) (<https://biogas.org.rs/project/biogas-energy-doo/>)

Сл. 13.30. Приказ шеме и изглед електране на биогаз

Fig. 13.30. Schematic presentation and layout of a biogas power plant

Третирање органског чврстог отпада (отпад из пољопривреде, прехранбене индустрије, домаћинства и сл.) омогућава погодан начин за претварања отпада у корисни облик енергије, чиме се смањује и количина отпада, што смањује притисак на депоније, као и број патогених материја које се налазе у отпаду и њихов утицај на други отпад који се складишти на депонијама.

Примјера ради, расте број постројења која користе биогаз добијен са депонија и из отпадних вода. Важно је истаћи да због свог садржаја депонијски гас се мора прописно одложити и пречистити, због могућег утицаја на животну средину (сагоријевањем неких од њих настаје смог). Биогаз који има ниво чистоће за транспорт гасоводом познат је под називом и обновљиви природни гас, што омогућује његово шире коришћење (слично земном гасу). Сабјени биогаз користи се и као погонско гориво за возила. Биогазни дигестори користе биоразградиве материје, од којих се добијају два корисна производа: биогаз и ферментисано биођубриво врхунског квалитета присутни су у великим количинама и код нас, али се углавном одлажу на депоније заједно са другим отпадом.

Рјешавање органског отпада у задњих неколико десетина година изводи се примјеном биолошких процеса, као што су анаеробна дигестија (ферментација) и аеробна разградња (компостирање). Предности анаеробне дигестије у односу на компостирање су боље руковање мокрим отпадом, производња биогаза као енергента, те контрола мириса. Анаеробна ферментација органског отпада данас се све више примјењује као метода за прераду сточних и других врста органског отпада ради производње биогаза и гнојива. Она се одвија кроз низ сложених биолошких реакција: хидролизе, киселинске и метанске ферментације које обављају различите врсте микроорганизама. Производ анаеробне ферментације органских састојака је биогаз, а његови основни састојци су метан CH_4 и угљен-диоксид CO_2 .

Биогорива данас представљају релативно најновији облик обновљивих извора енергије добијених на бази биомасе. Зависно од извора материјала за производњу, технологије производње, цијене и емисије CO_2 , постоје различите врсте биогорива, које се дијеле на прву, другу и трећу генерацију. Прва генерација биогорива (биодизел, биоетанол, биогаз) заснива се на производњи конвенционалним технологијама из шећерне трске, уљане репице, биљних уља и животињских масноћа, при чему биоетанол представља алтернативу бензину, а биодизел дизелском гориву, па су самим тим тренутно и најзаступљенији (могуће коришћење у постојећим возилима без значајнијих модификација мотора, те могу користити постојећу инфраструктуру). Како производња прве генерације

биогорива може замијенити тек неколико процената свјетских потреба за горивом и добија се већином из усјева, развијена је друга генерација биогорива (биодиметилетер, биометанол, диметилформамид, биоетанол из лигноцелулозне масе, Fischer – Tropisch дизел, мјешавине алкохола), која се добијају на бази прераде пољопривредног и шумског отпада. За разлику од прве генерације, биогорива друге генерације значајније би могла редуковати емисију CO₂, а уз то не користе изворе хране као основ за производњу. У трећу генерацију биогорива спадају биоводоник добијен из биомасе, сировог глицерола или биоразградивих отпадака те, према неким ауторима, биодизел из алги. У посљедњих неколико година производња и потрошња биогорива расте и све више замјењује фосилна горива. Еколошки су прихватљивија од фосилних горива. Најинтензивнија им је производња у Бразилу из шећерне трске, у САД из кукуруза, те Европи из уљане репице. За производњу биодизела у ЕУ се највише користи уље уљне репице (82,8%) и уље сунцокрета (12,5%), док се у Америци највише користи уље соје, а у азијским земљама користи се још и палмино уље.

Током 2016. године потрошња одрживих биогорива у земљама ЕУ износила је 13.840 ktоe, од чега се 11.083 ktоe (80%) односило на биодизел, а 620 ktоe (19%) на биоетанол (Таб. 13.5). Већина биодизела потрошеног у 2016. години у ЕУ произведена је од сировина из ЕУ (64%), углавном од уљане репице (око 38%), употријебљеног уља за кухање (13%), животињске масти (8%) и тал-уља (2,5%). Преосталих 36% биодизела потрошеног у ЕУ-у 19,6% произведено је од палминог уља из Индонезије (13,3%) и Малезије (6,3%), 6,1% од уљане репице углавном из Аустралије (2,6%), Украјине (1,8%) и Канаде (1,2%), 4,8% од употријебљеног уља за кухање из различитих земаља изван ЕУ и 4,3% од соје углавном из САД (1,5%) и Бразила (1,5%). Етанол потрошен у земљама ЕУ производи се углавном од сировина из ЕУ (65%), укључујући пшеницу (око 25%), кукуруз (око 22%) и шећерну репу (17%), а само мали дио (око 1%) од целулозног етанола. Сировине на бази етанола које потичу изван земаља ЕУ укључују кукуруз (16,4%), пшеницу (2,9%) и шећерну трску (2,9%) из различитих извора: Украјина (9,8%), Русија (2,1%), Бразил (1,8%), САД (1,7%) и Канада (1,6%). Скоро сав биогаз који је 2016. године потрошен у ЕУ добијен је из домаћих сировина (културе и пољопривредно-прехрамбени отпад, укључујући гнојиво – 75%, депонијски гас – 16% и гас канализационог муља – 9%). Поријекло течних биогорива, са удјелом у току 2016. године мањим од 1% укупне потрошње биоенергије у ЕУ, тешко је одредити (државе чланице не дијеле сировине према употреби за биогорива и течна биогорива) (СОМ 952 final 2020).

Таб. 13.5. Коначна потрошња биоенергије у сектору транспорта у ЕУ (2016, ktоe) (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview&oldid=552859)

Tab. 13.5. Final bioenergy consumption in the EU transport sector (2016, ktоe)(https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview&oldid=552859)

Категорија / транспорт	Биогас	Био бензин	Био дизел	Остала течна биогорива	Биокерозин за млазне авионе	Укупно течна биогорива	Укупно
Цестовни транспорт	131	2.619	11.041	4,5	–	13.664	13.796
Жељезнички транспорт	0,2	32,9	0	–	32,9	32,9	33,1
Међународни ваздушни транспорт	–	0	0	0	0	0	0
Унутрашњи ваздушни транспорт	–	0	0	0	0	0	0
Унутрашња пловидба	0	1,4	3,5	0	–	5,0	5,0
Неспецифицирани промет (транспорт)	0,5	0	6,2	0	0	6,2	6,7
Укупно	131,7	2.653,3	11.050,7	4,5	0	13.708,1	13.840,8

Биогорива која се троше у ЕУ и даље се у великој мјери производе из домаћих сировина. Дефинисаним и усвојеним критеријима одрживости повезаних са биогоривима, ЕУ је смањила ризик значајнијих директних утицаја на животну средину, при чему добровољни програми које признаје Европска комисија постају главно средство за доказивање усклађености са критеријима одрживости биогорива ЕУ, уз појачан јавни надзор и учешће јавног мишљења. У Директиву РЕД 2 (*Renewable Energy Directive II, RED II*) укључен је појачан оквир за одрживост свих коришћења биоенергије, а који, поред биогорива, обухвата сва коришћења биомасе и биогаса за гријање и електричну енергију, уз укључење ограничења улоге биогорива са високим ризиком од индиректне промјене употребе земљишта (тзв. нови приступ).

13.3. Тренутно стање коришћења биомасе у свијету за производњу електричне енергије

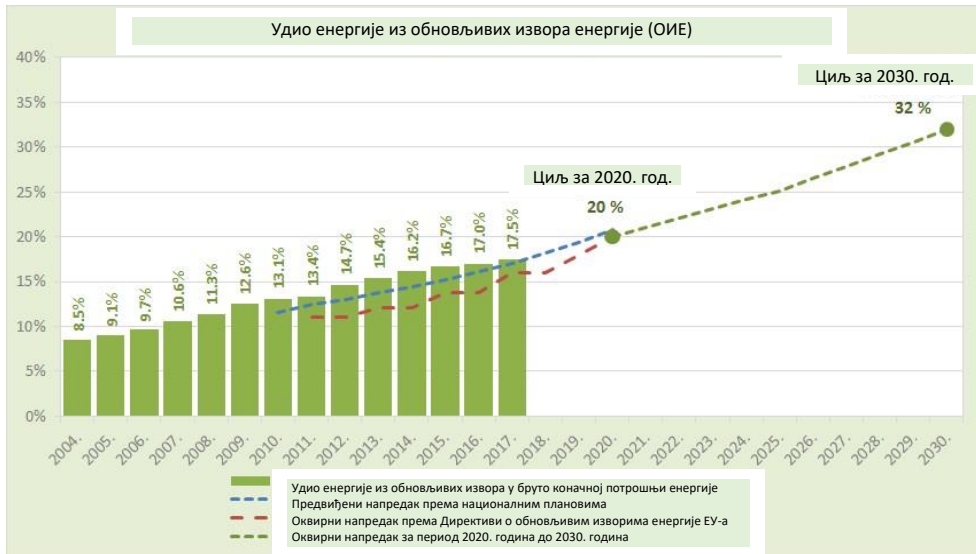
Тренутно свијет покрива већину својих енергетских потреба углавном необновљивим изворима енергије (угљом, нафтом и природним гасом), док се са обновљивим изворима енергије производи далеко мањи дио енергије, а најмањи дио енергије производи се нуклеарним горивом. Како овакав начин производње енергије доводи до климатских промјена, као и

штете по здравље људске популације због испуштања велике количине стакленичких гасова (СО, СО₂) и других гасова у атмосферу (сумпорни и азотни оксиди, прашина, чађ и несагорјеле честице горива), замјена фосилних горива са обновљивим изворима енергије представља императив у наредном периоду. Повећање цијене фосилних горива врши додатни притисак на свјетску глобалну економију. С циљем рјешавања ових проблема, урађени су многи сценарији за замјену традиционалних фосилних горива са нетрадиционалним обновљивим изворима енергије.

Смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште за најмање 40%, повећање удјела обновљиве енергије за најмање 27% и повећање енергетске ефикасности за најмање 27%, представљају основицу политичког дјеловања земаља ЕУ у оквиру енергетског сектора до 2030. године. Овај оквир треба омогућити и изградњу компетитивног и безбједног енергетског система у коме ће енергија бити приступачна за све потрошаче, уз повећање безбједности снабдијевања ЕУ енергијом и смањење зависности од увоза енергије и обезбјеђење нових могућности за развој и запошљавање.

Планираном ревизијом Директиве о подстицању коришћења енергије из обновљивих извора и Директиве о енергетској ефикасности у јуну 2021. године треба да се осигура да политике ЕУ о обновљивим изворима енергије и енергетској ефикасности допринесу смањењу емисија стакленичких гасова за најмање 55% до 2030. године, у поређењу са нивоима из базе 1990. године. Почев од 2014. године, удио енергије из обновљивих извора у структури извора енергије ЕУ има тренд значајнијег раста, достигавши 17,5% у 2017. години (COM 952 final 2020). Оно што треба истаћи је секторска неравномјерност повећања удјела обновљивих извора (у сектору електричне енергије удио обновљивих извора енергије достигао је 30,8%, 19,5% у сектору гријања и хлађења и 7,6% у сектору транспорта). Иако је ЕУ на путу да оствари своје циљеве у погледу обновљиве енергије до 2020. године, потребно је повећати напоре како би се осигурало постизање циљева до 2030. године (Сл. 13.31).

Раст производње електричне енергије коришћењем биомасе као енергента на нивоу 28 држава чланица ЕУ порасла је са отприлике 9 Мтое (2010. године) на 13 Мтое (2015. године), при чему планирани ниво за ту годину није достигнут. При томе, употреба биогаса и течних биогорива заједно, са занемарљивог нивоа 2004. године, достиже крајем 2015. године удио од 7% у производњи електричне енергије из обновљивих извора. При томе, употреба биогаса расла је брже него што се очекивало, посебно у Њемачкој и Италији (COM 952 final 2020).



Сл. 13.31. Удио обновљивих извора енергије у бруто коначној потрошњи енергије ЕУ у односу на путање из Директиве о обновљивој енергији и националним акционим плановима за обновљиве изворе енергије (Report on Renewable Energy 2016)

Fig. 13.31. The share of renewable energy sources in the gross final energy consumption of the EU in relation to the paths from the Renewable Energy Directive and national renewable energy action plans (Report on Renewable Energy 2016)

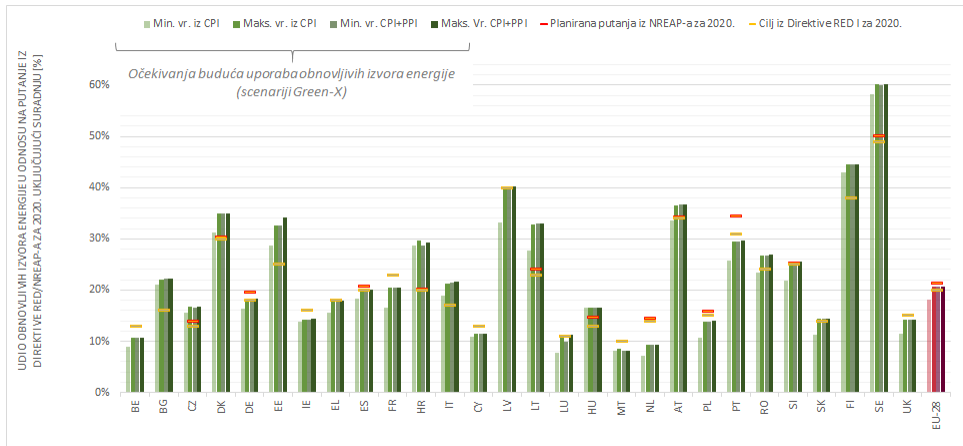
Остварени удио од 17,52% обновљиве енергије у коначној бруто потрошњи енергије у ЕУ у цјелини у 2017. години, у односу на циљаних 20% за 2020. годину, био је изнад оквирне путање од 16% за период од 2017. до 2018. године. Стално повећање укупног удјела обновљивих извора енергије (*Renewable Energy Sources, RES*) и секторских удјела обновљиве енергије у сектору електричне енергије (*Renewable Energy Sources-Electricity sector, RES-ES*), сектору гријања и хлађења (*Renewable Energy Sources-Heating and Cooling Sector, RES-H&CS*), те, у мањој мјери, у сектору транспорта (*Renewable Energy Sources-Transport Sector, RES-TS*), у ЕУ представља тренд који треба даље наставити. При томе, удио обновљиве енергије у сектору електричне енергије, гријања и хлађења на нивоу ЕУ континуирано је изнад нивоа које су државе чланице утврдиле у својим националним акционим плановима за обновљиву енергију, док у сектору транспорта удио обновљивих извора енергије слиједи планирану путању. Ако се посматра апсолутна потрошња обновљиве енергије, сектор

гријања и хлађења остварује највећи допринос са укупно 102 Mtoe (2017. године), а одмах иза њега слиједе обновљива електрична енергија са потрошњом од 86,7 Mtoe и транспортни сектор са потрошњом од 23,65 Mtoe. Главни обновљиви извори енергије који су се употребљавали у потрошњи енергије били су биомаса у сектору гријања и хлађења, хидроенергија и енергија вјетра у сектору електричне енергије и биогорива у сектору транспорта.

Други важан параметар за повећање корпоративне набавке обновљиве енергије представља смањење трошкова производње 1 kWh електричне енергије или 1 kJ топлотне енергије. Ово је посебно битно у случају када корпоративни потрошачи енергије потпишу споразум о директној куповини електричне енергије са предузећима за развој и коришћење обновљиве енергије (тренд раста са 506 MW 2015. године на 1967 MW до 2018. године). Треба истаћи и чињеницу да за 11 држава чланица ЕУ (Белгија, Кипар, Француска, Грчка, Ирска, Луксембург, Малта, Низоземска, Пољска, Португал и Уједињено Краљевство, која је у међувремену напустила чланство у ЕУ) политике у подручју обновљиве енергије које се спроводе и планиране иницијативе у подручју обновљиве енергије нису биле у претходном периоду довољне да доведу до потребних удјела обновљиве енергије на националном нивоу. За седам држава чланица ЕУ (Аустрија, Њемачка, Летонија, Румунија, Словенија, Словачка и Шпанија) констатована је одређена несигурност у погледу остваривања циља обновљиве енергије за 2020. годину. Способност држава чланица ЕУ за реализацију обавезујућих циљева на националном нивоу за 2020. годину зависила је, прије свега, од нивоа потражње за енергијом (Сл. 13.32).

У случају великог повећања потражње за енергијом, захваљујући којем ће потрошња енергије поново бити у складу са изворним кретањем које је наведено у најновијем референтном сценарију ЕУ. Резултати приказани на Сл. 13.32 укључују договорене механизме сарадње Луксембурга, Естоније и Литваније.

Сљедећи важан предуслов представља мобилизација улагања у обновљиве изворе енергије, енергетску ефикасност и енергетску инфраструктуру која је дефинисана Планом улагања за Европу. Планирано је да се од укупно 390 милијарди евра улагања, мобилисаних од стране Европског фонда за стратешка улагања, готово 70 милијарди евра пласира у енергетски сектор.



Сл. 13.32. Очекивани удјели обновљиве енергије у односу на циљеве из Директиве RED и планиране циљеве за 2020. годину (из националног акционог плана за обновљиву енергију (NREAP)), укључујући механизме сарадње (државе чланице, %) (Navigant 2019)

Fig. 13.32. Expected shares of renewable energy in relation to the targets from the RED Directive and the planned targets for 2020 (from the National Renewable Energy Action Plan (NREAP)), including cooperation mechanisms (Member States, %) (Navigant 2019)

13.4. Коришћење биомасе за производњу електричне енергије у Републици Српској и БиХ

Реформа електроенергетског сектора БиХ кроз имплементацију стратешких пројеката, који имају за циљ обезбјеђење високог квалитета универзалне услуге испоруке енергије и снабдијевања и заштите крајњих купаца, тј. потрошача, створиће предуслове за регионалну сарадњу на енергетском тржишту у складу са Уговором о Енергетској заједници Југоисточне Европе. Иако је тренутна предност Републике Српске суфицит електричне енергије, постепена и планирана либерализација тржишта енергије ће укинути привилегије монополског положаја, а увести оштрију конкуренцију тржишног надметања која не трпи статичне и неприлагодљиве системе, о чему ће се морати водити рачуна у будућности (Milovanović i sar. 2017a).

У до сада усвојеним документима у области енергетике постоји одређеност да се у структуру производње уведу алтернативни извори и енергија добијена из обновљивих извора, као што су: биодизел,

хидроенергија, биогаз, биомаса, соларна енергија, енергија вјетра и др. Пошто су најзначајнији обновљиви извори енергије у Републици Српској енергија биомасе и хидроенергија, стимулативне мјере треба у највећој мери усмјерити на ова два вида обновљивих извора енергије, при чему треба подстицати и повећано коришћење остатака биомасе за производњу топлотне енергије, као и производњу течног моторног биогорива.

Подразумијева се да саставни дио политике управљања енергијом треба да буде обавезна политика заштите животне средине, у складу са стандардима Европске уније. У свјетлу тренутне енергетске позиције земаља Европске уније, од посебне важности су два аспекта енергетске политике: енергетска независност и енергетска сигурност. При том се у сваком случају обавезно узима у обзир потреба одрживог развоја енергетике (до данас је Кјото протокол ратификовало око 170 земаља), односно економски аспект и аспект заштите животне средине кроз смањење потрошње фосилних горива. У том контексту, најбитнији механизми за остваривање ових циљева енергетске политике су константно повећање учешћа обновљивих (нефосилних) извора енергије, и други, повећање енергетске ефикасности. Ова тренутна и широка иницијатива даје посебан значај детаљнијем вођењу енергетских биланса кроз које се врши мјерење и евидентирање напретка оствареног кроз реализацију активности за уштеду енергије и смањење потрошње фосилних горива.

У годинама економске кризе треба препознати филозофију енергетске ефикасности и њен потенцијал који може трајно остварити значајне уштеде (без губитка стандарда) не само у кућним буџетима грађана, него чак и у јавном буџету, ако се адекватне едукације, програми и техничко-технолошке мјере примјене у управи, административним установама, јавним установама, општинама, болницама, судству, васпитно-образовним установама, јавним топланама, јавном саобраћају и др.

Енергетска независност чини битан дио независности и стабилности једне државе, па њој треба посветити посебан значај, и то за сваки сектор посебно (сектор природног гаса, сектор нафте и деривата нафте, сектор угља и електричне енергије и сектор биогорива и биомасе). Јединствено тржиште електричне енергије и гаса, успостављено потписивањем Уговора о Енергетској заједници (*Treaty establishing the Energy Community*) у 33 земље Европе, детерминише дио енергетске политике између Европске уније и земаља Југоисточне Европе (Хрватске, Босне и Херцеговине, Србије, Црне Горе, Македоније, Бугарске, Румуније, Албаније и Привремене Управе УН-а на Косову). На овај начин створена је обавеза поштовања правне регулативе Европске уније за подручје енергетике, а коначан циљ оваквог уређења је

стварање правног и институционалног оквира за слободан пренос и трговање енергентима, те веће обавезе заштите животне средине и права крајњег купца, тј. потрошача.

Да би се све претходно наведено испоштовало, неопходно је додатно усклађивање регулативе у складу са добром праксом и директивама Европске уније. Стога се и енергетска политика у БиХ базира, прије свега, на обезбјеђењу сигурног, квалитетног и поузданог снабдијевања енергијом и енергентима, обезбјеђењу оптималног развоја енергетске инфраструктуре, увођењу савремених технологија, обезбјеђењу услова за унапређење енергетске ефикасности, стварању услова за стимулисање коришћења обновљивих извора енергије и унапређења заштите животне средине. Разлози за реализацију пројеката из области побољшања енергетске ефикасности могу бити: економски (трошкови енергије), енергетски (локални и глобални), законодавни (Република Српска и БиХ у цјелини, Југоисточна Европа и ЕУ), заштита животне средине (локални и глобални) и конкурентност (локално, ЕУ и глобално).

Такође, треба водити рачуна о основним начелима на којима се заснива ефикасно коришћење капацитета производње електричне енергије, од којих су најважнија: енергетска сигурност, конкурентност производа и услуга, одрживост коришћења енергије, организовано управљање енергијом, економска исплативост мјера енергетске ефикасности, као и минимални захтјеви енергетске ефикасности. Полазећи од дефиниције енергетске ефикасности као односа између оствареног резултата у производњи корисних (финалних) облика енергије и за то утрошене енергије из енергената и губитака везаних за властиту потрошњу на електрани, потребно је користећи постојећу методологију за оцјену рада енергетских постројења (ЕП) у оквиру електроенергетског система (ЕЕС) израчунати одређене показатеље ефективности, као што су: коефицијенти искоришћења времена и снаге, коефицијент енергетске корисности саставних постројења и блока у цјелини, начин и количине произведене електричне енергије и утрошене топлотне енергије из горива, количине употребљене топлотне и електричне енергије за властите потребе и сл.

Правилно израчунавање остварених карактеристика блока омогућује оцјену енергетске ефикасности. Енергетску ефикасност блока електране треба да слиједе активности и радње које у нормалним околностима доводе до провјереног и мјерљивог повећања енергетске ефикасности постројења блока, техничких система блока, производних процеса и уштеде примарне енергије. Ове активности заснивају се на примјени енергетски ефикасне технологије, односно поступака којима се постижу уштеде енергије и други

пратећи позитивни ефекти, а могу да укључе одговарајућа руковања, одржавања и подешавања на блоку електране, побољшање ефикасности постојеће опреме и система, без измјена у било ком производном процесу датог постројења, или у систему снабдијевања енергијом. Студије о енергетској ефикасности најчешће су конципиране из неколико цјелина: анализе енергетске ефикасности постројења блока, техно-економске оцјене могућности повећања енергетског степена корисности постројења и приједлога мјера за побољшања енергетских својстава блока и производње електричне, топлотне и расхладне енергије (и технолошке паре) без измјене опреме, побољшање ефикасности производних капацитета за снабдијевање корисном енергијом увођењем нове опреме или демонтажом старе и замјене новом енергетски ефикаснијом опремом (ову врсту мјера карактеришу неопходна инвестициона улагања којима се у кратком року може значајно повећати енергетска ефикасност, чиме се посредно, преко остварених уштеда, обезбјеђују финансијска средства за повраћај инвестиције).

У прву групу мјера спадају иницијативе и мјере у погледу управљања и смањења потрошње и губитака енергије без промјене процеса, као и коришћење отпадне енергије, и то: заустављање рада опреме у празном ходу, снижење непотребно високе температуре у токовима процеса, ограничење употребе топле воде за чишћење и испирање, мониторинг потрошње енергије, даљински или „online“ надзор и управљање потрошњом електричне енергије ради избјегавања великог фактора истовремености и смањења вршних оптерећења, систематско и планско одржавање опреме, елиминација цурења паре, воде, сабијеног ваздуха и вакуума, побољшано планирање операција, боља изолација цијеви које преносе топлотну енергију, аутоматска контрола температуре, увођење централизованог управљања системима климатизације и гријања, увођење предиктивног одржавања, контролисано и рационално коришћење освјетљења у радним просторијама, инсталација високо ефикасне расвјете (замјена стандардних сијалица „штедљивим“), фреквентно „вођење“ великих електромоторних потрошача ради побољшања фактора снаге електромотора, компензација реактивне електричне енергије, предгријавање топлотом отпадних радних материја, повраћај кондензата и инсталисање додатних размјенивача топлоте итд.

Друга група мјера односи се на промјене у производном процесу и увођење технолошких и техничких иновација: замјена дијелова или цијелог производног постројења савременијим и ефикаснијим, реконструкција топоводних и парних инсталација, инсталисање савремених високо ефикасних котловских постројења, замјена индиректног сушења гријаним

ваздухом директним сушењем топлим гасовима из процеса сагоријевања природног гаса (биогаза), примјена нових или побољшаних технологија, као што су когенерација (спрегнута производња топлотне и електричне енергије из једног извора, чиме се постиже фактор искоришћења примарног горива преко 85%), и тригенерација (полигенерација) или комбинована парно-гасна постројења.

Министарски савјет је крајем 2012. године, у складу са Уговором о оснивању Енергетске заједнице, усвојио Одлуку о имплементацији Директиве 2009/28 о промоцији производње електричне енергије из обновљивих извора. Овом одлуком за Босну и Херцеговину је утврђен обавезујући циљ од 40% удјела обновљивих извора енергије (ОИЕ) у потрошњи електричне енергије до 2020. године. Чланом 16 наведене одлуке омогућена је ревизија износа циљева на иницијативу уговорне стране, у случају да се могу доказати другачији полазни статистички показатељи, имајући у виду да је приликом одређивања циља од 40% за Босну и Херцеговину на нивоу радне групе Секретаријата Енергетске заједнице, као полазни елемент узет податак за 2009. годину у износу од 34% учешћа ОИЕ. БиХ као цјелина има значајне потенцијале ОИЕ. Када се говори о системима даљинског гријања (СДГ), најзначајнији ОИЕ је дрвна биомаса, чије коришћење у оквиру СДГ-а веома брзо расте посљедњих година. У периоду од 2008. до 2017. године изграђено је седам СДГ-а на дрвну сјечку, поред два система која су изграђена осамдесетих година прошлог вијека. Та даљинска гријања углавном користе дрвну сјечку добијену из дрвног отпада из дрво-прерађивачких постројења и огревног дрвета ниског квалитета. Потенцијал шумског дрвног отпада користи се веома мало, тако да узевши у обзир и тај потенцијал, постоји основа за наставак тренда раста даљинских гријања на дрвну сјечку. Технички потенцијал биомасе (шумски дрвени остатак, огревно дрво и пилански дрвени отпад) у градовима који имају СДГ је велики, и то 407.066 MWh/god на подручју Бање Луке, 250.437 MWh/god у Приједору, 204.283 MWh/god на подручју Ливна, 104.875 MWh/god у Сребренику итд. Са друге стране постоји значајан потенцијал биомасе у мјестима која немају СДГ попут Теслића у износу од 356.653 MWh/god, гдје је у току припрема улагања у тзв. „green field“ даљинско гријање.

Ако се посматра Република Српска, онда се може констатовати да енергија из биомасе има значајну улогу углавном када се ради о огревном дрвету за производњу топлотне енергије, иако се користи и у другим кућним активностима у руралним подручјима (коришћење биомасе за гријање или кување). У задње вријеме расте број котловница на биомасу, што утиче на раст потрошње и пораст цијене овог енергента. Потенцијална нова постројења на когенерацију на биомасу у оквиру дрвопрерађивачке

индустрије су компаније „Фагус“ Котор Варош, „МБ ентеријери“ Бања Лука, док се у прехранбеној индустрији издвајају „Витаминка“ Бања Лука, „Сава“ Бијељина и „Бањалучка пивара“ Бања Лука. Сточне фарме у оквиру пољопривреде, регионалне и комуналне депоније смећа, пружају додатне могућности за развој и коришћење нових постројења на депонијски гас и постројења за спаљивање комуналног отпада.

13.5. Нови концепти у духу одрживог развоја електрана на биомасу као енергент

Когенерациони системи са горивним ћелијама и когенерациони системи са магнетно-хидродинамичким (МХД) генератором представљају системе који се у пракси мање користе и чије усавршавање ради уклањања одређених недостатака се очекује у наредном периоду. Топлота, која се ослобађа код сагоријевања горива користи се у систему централног гријања. При томе, гориво може бити фосилног поријекла (земни гас, течни нафтни гас, течна горива или чврста горива, односно угаљ) или обновљиви извор енергије (биомаса, биогаз, депонијски гас и сл.). Савремени системи за истовремену производњу корисних облика енергије достижу веома висок укупни степен корисног дејства (понекад и преко 90%). У односу на системе са одвојеном производњом електричне енергије, гдје се приближно двије трећине улазне енергије горива користи за покривање топлотних губитака, системи са истовременом производњом ту топлоту корисно употребе, чиме повећавају ниво искоришћености енергије улазног горива (у поређењу са одвојеном производњом електричне енергије и топлоте, постиже се уштеда енергије између 20 и 40%).

Планирана промјена структуре енергената из биомасе до 2050. године, према којој се традиционална биомаса (огревно дрво) замјењује са модерном биомасом, захтијева и додатна истраживања везана за аспект оптимизације режима рада и ефикасности њеног искоришћења. Претпоставља се да ће се течна биогорива производити у биорафинеријама, које ће и узгајати биомасу (алге у аквакултурама или енергетски усјеви). У конзервативном сценарију, са приносима од 7,45 тона с.т./ха биомасе, процјењује се да би било потребно око 150.000 ха пољопривредних површина за узгој сировине или око 15% данашњих ораничних површина, односно 6,5 пута више од данашњег узгоја. Премјештање интересовања са максимизације производње енергије из биомасе на максимизацију уштеда емисија стакленичких гасова у наредном периоду, кроз шири концепт коришћења биомасе у енергетске сврхе унутар биономије, подразумејева, поред оптимизације постојећих технологија и

развоја нових технологија трансформације примарне у корисне облике енергије, и развој нових пословних модела који се требају уклопити у постојећи производни процес (кратки и дуги ланци снабдијевања биомасом, сабирно-логистички центри као посредничко тијело стабилизације понуде и потражње за биомасом).

Развој електроане на биомасу треба да доведе до све већих предности коришћења ове врсте електроане у односу на електроане које за свој рад користе фосилна горива (смањење емисије стакленичких гасова, уштеде инвестиционих и трошкова експлоатације и одржавања, побољшање поузданости и сигурност у снабдијевању енергије, смањење збрињавања отпада и сл.). Могућност инвестиционе реализације и оцјене исплативости електроане на биомасу зависна је од коришћеног извора и природе сировине. Полазећи од основних технологија трансформације (топлотно-хемијски процес – сагоријевање, пиролиза и расплињавање и биохемијски процес – анаеробна дигестија), могуће је електричну енергију произвести из различитих сировина, уз коришћење различитих комерцијално доказаних технологија, са широким спектром избора произвођача, као и технологија које су још увијек у поступцима тестирања. При томе, важно је истаћи да код технологија директног сагоријевања биомасе (било класично на решетки или у флуидизованом слоју), као најраширенијег облика производње енергије из биомасе и инсталисане снаге од 1 до 100 MW или више, највећи утицај на исплативост има доступност, трошкови сировине и трошкови транспорта. Такође, код већине случајева истовремене производње електричне и топлотне енергије постиже се мање оптерећење околине у односу на раздвојену производњу појединих корисних облика енергије. С друге стране, како се електрична енергија у принципу производи на мјесту потрошње, повећава се сигурност испоруке крајњим корисницима, а смањује губитак код преноса и дистрибуције електричне енергије, што позитивно дјелује на смањење укупних штетних гасова у производњи електричне енергије. Остварење нижих трошкова, већа сигурност испоруке и флексибилност пословања, као и стимулативне мјере од стране државне и локалне заједнице представљају додатне мотиве за убрзанији развој когенерацијских енергетских система.

Комбиновање когенерационог постројења са апсорпционим расхладним системом, омогућава искоришћење сезонских вишкова топлотне енергије за хлађење. Топла вода из система за хлађење когенерационог постројења служи као покретачка енергија за апсорпционе чилере. Врући издувни гас може се искористити као енергетски извор за високо ефикасне парне чилере. На овај начин се више од 80% термалне енергије когенерационог

постројења може претворити у расхладну воду, уз знатно повећање укупне ефикасности когенерационог постројења.

Когенерација доприноси знатно бољој енергетској будућности, умањујући еколошка оштећења настала класичним енергетским активностима, а као најважнија корист детерминисано је смањење емисије угљен-диоксида (могуће смањење емисије CO₂ и за 50%, у поређењу са уобичајеним изворима топлотне и електричне енергије). Даља корист је и смањење емисије сумпор-диоксида, азотних оксида и других штетних гасова. Квалитетно урађено и добро управљано когенерационо постројење ће побољшати енергетску ефикасност и значајно смањити емисију CO₂. Са типичном енергетском ефикасношћу од 70 до 95%, когенерација је најбоље стандардно рјешење за секторе производње електричне енергије, односно топлотне енергије. Когенерација обезбјеђује цјеновно најефикаснију варијанту за производњу електричне енергије, када се у обзир узму уштеде од коришћења отпадне топлоте. У земљама у којима је либерализовано тржиште електричне енергије когенерација се може развијати много слободније него на тржиштима са управљаним тарифама. Босна и Херцеговина, са већ донесеном законском легислативом на нивоу ентитета и нивоу БиХ, има све предуслове за слободнији развој когенерације, па самим тим и у оквиру Републике Српске као њеног саставног ентитета. Економичност когенерације зависи од карактеристика њене конкретне примјене и националног законског оквира. Међутим, за многе кориснике когенерација је значајна инвестиција, па је неопходно дефинисати све полазне могуће опције прије почетка изградње објекта у смислу добијања повољнијих новчаних средстава (нпр., уз учешће фондова ИРБ Републике Српске). Како когенеративно постројење ради бар десет година, неопходно је у обзир узети трошкове читавог радног живота постројења.

У најбољем случају примјене, когенеративно постројење може да продаје своју електричну енергију другим потрошачима. Свакако, овакав начин рада омогућиће когенерационом систему да ради дуже, повећавајући енергетске и финансијске уштеде, као и саму зараду. Продаја електричне енергије захтијева приступ електро-дистрибутивној (ЕД) мрежи. Тренутни односи између когенератора и оператора ЕД мреже су такви да није увијек дозвољена продаја електричне енергије на начин који би омогућио даљи развој когенерације. Ово питање се може у будућности ријешити кроз доношење одговарајућих одлука и правилника од стране Регулационе комисије за енергију Републике Српске, односно Федерације БиХ. На овај начин би се обезбиједили и услови за знатнију стимулацију за производњу, чиме би потрошачи наставили да користе економске бенефиције које когенерација доноси. По природи технолошког процеса, комбиновано

постројење за производњу електричне и топлотне енергије треба да буде енергетски ефикасно, са значајном уштедом примарне енергије при њеној трансформацији у топлотну и електричну енергију. То би, са своје стране, условило ниже трошкове у производњи енергије и дало допринос релативном смањењу емисије штетних материја, а посебно гасова са ефектом стаклене баште. С друге стране, оваква постројења имају добру шансу да кроз примјену Директиве 2004/8/ЕК (*Directive 2004/8/EC*) обезбиједи повољно вредновање електричне енергије у спрегнутом процесу производње топлотне и електричне енергије („зелена“ енергија), те омогући коришћење стимулативних мјера при финансирању изградње, као и бенефиције при пласману такве енергије на енергетско тржиште. Ово би могло да створи добре услове за продор на енергетско тржиште, без обзира на релативно мале количине енергије и јаку конкуренцију на тржишту. Покретање националног програма за когенерацију и одговарајуће институционално организовање, олакшали би примјену когенерације у Републици Српској, односно БиХ у цјелини.

Недостатак данашњих класичних конвенционалних термоелектрана је управо некоришћење отпадне нискотемпературне енергије, која се хлађењем радног флуида у кондензатору неповратно губи и додатно прави проблеме ради претјераног загријавања ријечног тока, акумулације или околног ваздуха (зависно од изабраног концепта за њено хлађење). Индустриска процесна постројења, заједно са централизованим системима гријања, пружају могућност враћања и искоришћења те енергије у облику топлоте примјеном енергетских процеса са спрегнутом (везаном или комбинованом) производњом електричне и топлотне енергије (Milovanović i sar. 2017a).

13.6. Постојећи и неопходни ресурси биомасе за остварење новог приступа

Према Извјештају о тренутном стању и потенцијалу у БиХ за изградњу когенерационих постројења и електроана на биомасу из фебруара 2016. године, коју је радио USAID BiH (*United States Agency for International Development Bosnian and Herzegovina*, USAID B&H), потенцијал биомасе у БиХ ограничен је на биомасу која се добија из прераде дрвета (остац и отпад) и пољопривредних сектора (остац из сточарства и остац од усјева). Разлог је то што је једна од активности USAID EIA (*USAID Energy Investment Activity Project*, EIA) пројекта пружање подршке малим и средњим предузећима из

ова два сектора да користе биомасу из своје производње за производњу електричне енергије и топлоте.

Према уводном дијелу Извјештаја о праћењу потенцијала биомасе у БиХ, из 2019. године (Pfeiffer и сар. 2019), треба напоменути сљедеће чињенице:

- Биомаса као сировина за индустријску производњу и као обновљиви извор енергије игра значајну улогу у привреди Босне и Херцеговине (БиХ). Око 43% територије БиХ покривено је шумама, а земљиште које се користи у сврху пољопривредне производње заузима исти проценат површине БиХ. Дрвопрерађивачка индустрија, прије свега производња намјештаја и грађевинске столарије, као и растуће тржиште производње висококвалитетних енергената на бази дрвета (пелет, брикет и дрвна сјечка), у 2010. години учествовали са су отприлике 3% у укупном БДП-у БиХ и са 11% у извозу, са тенденцијом раста.
- Гријање на огревно дрво је уобичајен и традиционалан начин гријања домаћинстава у БиХ, посебно у руралним подручјима. У протеклој деценији дошло је до пораста употребе биомасе као ефикасне огревне сировине за системе даљинског гријања и веће зграде. То је учињено с циљем повећања удјела обновљиве енергије у коначној потрошњи енергије у БиХ и преласка са фосилних и дјелимично увезених горива на одржива и локално произведена горива. С друге стране, годишњи допринос пољопривредног сектора БДП-у се смањује са тренутним удјелом од 5,6% (2017. година). Пољопривредни остаци, попут сламе или животињског отпада, и даље остају неискоришћени, а могли би да значајно допринесу задовољавању потражње за биомасом у енергетске сврхе.
- Извјештај представља један од резултата активности праћења потенцијала биомасе у БиХ, коју су покренуле релевантне јавне институције и донаторске међународне организације с циљем процјене званично доступних података о тренутним потенцијалима и коришћењу различитих врста биомасе у земљи. У извјештају описан је контекст, примијењена методика, извори података и основни резултати, уз давање препорука за дугорочни процес праћења потенцијала биомасе. Резултати могу да послуже у процесу доношења одлука заснованих на доказима у вези са provedбом стратешких мјера у секторима енергетике, шумарства и пољопривреде и могу да се додатно узму у обзир при доношењу одлуке о приватним инвестицијама у овом сектору.
- Као земља потписница Уговора о успостављању Енергетске заједнице, Босна и Херцеговина (БиХ) се обавезала постићи циљани

удио од 40% обновљивих извора енергије у својој бруто коначној потрошњи енергије до 2020. године. У 2015. години БиХ је имала укупну снабдјевеност примарном енергијом (*Total Primary Energy Supply*, ТРЕС) од 336 петаџула (PJ), од чега 25% потиче из обновљивих извора енергије. Електрична енергија добијена из обновљивих извора енергије готово се искључиво добија из хидроенергије, док се топлота из обновљивих извора искључиво добија из чврстих биогорива. Укупно 33% коначне потрошње енергије покривено је обновљивим изворима енергије (ОИЕ). Када је ријеч о транспорту, постоји додатни циљ специфичан за тај сектор у смислу постизања 10% удјела обновљивих извора енергије у потрошњи енергије у сектору транспорта.

- Допринос биомасе и биогорива коначној потрошњи енергије у сектору транспорта још увијек није видљив у енергетској статистици. Укупни удио обновљиве енергије у коначној потрошњи енергије у сектору транспорта за 2015. годину износио је 0,4%, а заснива се само на удјелу обновљиве електричне енергије за нецестовни транспорт. Тренутни удјели биогорива не евидентирају се од институција надлежних за статистичке податке и не постоји механизам подршке који промовише или захтијева повећање удјела биогорива у транспорту. Међутим, да би се постигли циљеви дефинисани за сектор транспорта у склопу Уговора о успостављању Енергетске заједнице, потребно је повећати удио биогорива у енергетском миксу БиХ. Стога је неопходно дефинисати одговарајуће политичке мјере, које би, као и за остале секторе, требало да буду засноване на поузданим информацијама о потенцијалима биомасе у БиХ.
- Праћење потенцијала биомасе укључује идентификацију, прикупљање и успостављање релевантних података који се односе на процјену потенцијала биомасе у шумарству и пољопривреди у БиХ. Један од резултата овог процеса су јавно доступни подаци путем онлајн платформе/атласа који могу да се ажурирају. Платформа служи као извор одговарајућих података за доносиоце политика да би креирали одлуке које ће да доведу до даљњег развоја тржишта и одрживог коришћења биомасе у енергетске сврхе. Коначни резултат је база података повезана са доступним онлајн атласом (платформом) потенцијала биомасе. База података, а самим тим и атлас, садрже информације о релевантним подацима и одговарајућим изворима на нивоу државе, ентитета и Брчко дистрикта, кантона (у ФБиХ) и општина у БиХ.

Циљеви будућих активности треба да за резултат имају: повећање коришћења доступне биомасе, повећање удјела обновљивих извора у производњи електричне енергије и осигурање додатног прихода за фирме кроз продају произведене електричне енергије по одређеним тарифама у надлежности ентитетских регулаторних агенција за енергију (*Регулаторна комисија за енергију у Федерацији Босне и Херцеговине, ФЕРК и Регулаторна комисија за енергетику Републике Српске, РЕРС*).

13.7. Утицај нових технологија на безбједност и квалитет производа, здравље људи и животну средину

Према различитим дугорочним стратегијама развоја до 2050. године планира се раст удјела електричне енергије на бази обновљивих извора у укупној непосредној потрошњи енергије и електрификација сектора који су се снабдијевали енергијом на бази фосилних горива (електроенергетски, топлификациони и транспортни сектор). Иако предвиђања везана за коришћење обновљивих извора енергије показују како ће се главнина електричне енергије производити из енергије сунчевог зрачења и вјетроенергије, коришћење биомасе као енергетског ресурса своју шансу треба тражити у све већем одустајању од подстицања њиховог коришћења. Подстицаји у наредном периоду очекују се у форми поједностављења административних процедура потребних за њихову изградњу, улагања у развој електричне мреже, складиштење енергије, те повезивање енергетских система (електрични, топлификациони, гасни, транспортни итд.).

Осигурање активније улоге купаца енергије, као крајњег потрошача у ланцу снабдијевања енергијом, кроз њихово укључивање у енергетске заједнице и активније учешће на енергетским тржиштима, уз развој технологија које ће као резултат имати и значајнији допринос развоју других сектора (сектор пољопривреде и сектор управљања отпадом), потенцирају биомасу и геотермалну енергију у центар планираних политика развоја. Како се, због очувања енергетске сигурности и безбједности, очекује задржавање дијела производње електричне енергије из фосилних горива (изузетно неповољне метеоролошке прилике, немогућност увоза електричне енергије, спорији сценарио развоја учешћа ОИ у производњи корисних облика енергије и сл.), неопходан је наставак поштравања дозвољених норми за емисију и имисију димних гасова (посебно стакленичких гасова, уз њихово коришћење или трајно збрињавање). Додатна дигитализација електроенергетског сектора допринијеће повећању његове

флексибилности, што аутоматски оставља могућност додатне интеграције обновљивих извора енергије са већом стохастичношћу.

Развој нових нискоугљеничних технологија и њихово увођење у електроенергетски систем Републике Српске свакако тражи пуно поштовање досадашњих усвојених стратешких опредељења у оквиру концепција развоја енергетског сектора, како на ентитетском, тако и на нивоу БиХ. Успјешно рјешавање досадашњих питања везаних за производњу електричне енергије из обновљивих извора енергије (недовољна способност преносног/дистрибутивног система за преузимање варијабилних ОИЕ-а, еколошка и просторна регулатива, подијељеност на ресурсе, прилагођавање финансијског сектора и развој нових модела финансирања ОИЕ пројеката, попут оријентације ка тржишном начину функционисања), као и ограничења везана за саме климатске промјене (Париска конвенција), уносе нове елементе ризика које је потребно уклонити.

Паралелно са рјешавањем ових проблема, у наредном периоду неопходни су одлучнији кораци за рјешавање питања везаних за развој тржишта енергије, при чему његов утицај мора постати видљив на понашање појединаца у погледу потрошње, као и промјена начина вођења електроенергетског система (обавеза Независног оператора система и Преносне компаније на нивоу БиХ).

Како се у будућности прикључци свих нових корисника преносне и дистрибутивне мреже (као и HVDC постројења) морају почети изводити у складу са одговарајућом ЕУ регулативом, сви нови и постојећи корисници мреже, који ће ревитализирати своја постројења, мораће задовољити јединствене европске захтјеве у погледу карактеристика и техничких могућности њихових постројења, прикључених на преносну или дистрибутивну мрежу. Ово подразумијева и обавезу осигурања додатних финансијских средстава за уравнотежење система, прије свега набавку дијела помоћних услуга система. Ове трошкове, заједно са потребним финансијским средствима потребним за покривање трошкова изградње саме преносне и дистрибутивне мреже, потребно је увећати и за очекиване и трошкове везане за отклањање загушења у мрежи кроз редиспечеринг производних постројења и остале расположиве мјере.

Како би се постројења за производњу корисних облика енергије на бази коришћења обновљивих енергетских ресурса, која се најчешће повезују са дистрибутивним мрежама за дистрибуцију електричне енергије, могла поуздано и безбједно прикључити, неопходно је осигурати рјешавање сљедећих изазова: убрзање процеса промјене у начелима планирања, развоја, вођења и одржавања дистрибутивне и преносне мреже, уз

озбиљнији развој тржишта помоћних услуга. При томе, производња на бази дистрибуираних обновљивих извора не би требала прерасти локалну потрошњу енергије. Ако се то случајно и деси, дистрибутивна мрежа треба постићи сложеност опреме, услова приступа мреже и погонских услова истог нивоа барем као на преносној мрежи.

Оптимално уравнотежење токова снаге почиње прије производње електричне енергије. Први корак представља избор оптималне локације дистрибуираног извора на бази обновљивих извора (одређеност са: националном и регионалном стратегијом развоја, са националним, регионалним и локалним просторним планирањем, уз разрађене механизме подстицаја технолошки развијених пасивних, енергетских независних и локалних смарт зона, као и зонских електрана, а кроз стимулацију избора циљаних локација за нове енергетске објекте). Други корак је систем тарифирања, као најефикаснији механизам балансирања дневног оптерећења у мрежи (осјетљивост на напонски ниво, потрошњу током дана, уз дефинисање посебне подстицајне тарифе за купца са властитом електраном примарно за властите потребе). Трећи корак је систем помоћних услуга које даје корисник мреже (електрана) на захтјев независног оператора система, са подјелом одговорности између електроенергетских субјеката укључених у рад електроенергетског система чији рад утиче на нормалан погон и стабилност електроенергетског система (оптимизација токова снаге, стабилност напонских нивоа, балансирање дневног дијаграма оптерећења на свим нивоима, оптимизација распореда различитих дистрибуираних извора и потрошача у локалној мрежи, стабилност и поузданост електроенергетског система).

13.8. Анализа ризика различитих утицаја на експлоатацију ресурса

Процес пројектовања и изградње енергетских постројења (самим тим и електрана на биомасу) обухвата низ активности, почевши од фазе припремних и истражних радова везаних за локацију (подлоге за пројектовање), анализе услова на локацији (анализа подлога), резерви и квалитета енергетског ресурса итд., па до фазе пројектовања, изградње и монтаже, пуштања у рад и комерцијалне експлоатације, до продужења радног вијека (ревитализација) и његовог уклањања или промјене намјене. Прије тога, потребно је да енергетско постројење буде обухваћено одговарајућим просторним и регулационим плановима, као „потенцијални кандидат“, при чему сам ресурс природног горива

детерминише поједине макролокације као алтернативна рјешења за градњу. Обично се ранг листа кандидата за градњу одређује на бази средњорочних и дугорочних планова за градњу енергетских објеката (стратегија развоја енергетског сектора), који су засновани на електроенергетским билансима, са израженим перспективним потребама потрошача у вези са снабдијевањем електричном и топлотном енергијом, као и технолошком паром.

Пројектовању електроане на биомасу претходи низ припремних активности, које обухватају израду одговарајуће документације (претходна студија о економској оправданости изградње или студија о економској оправданости изградње) и обављање одређених претходних студијских и истражних радова (сировинска база, природне карактеристике потенцијалних локација, локална законска легислатива и сл.), на бази којих се може постићи доношење оптималних одлука у вези коришћења природних ресурса, добијања концесионог уговора, уз одређивање концесионе надокнаде, као и оцјена економско-финансијских показатеља будуће електроане на биомасу (benefit-cost анализа). Основе организације, планирања и уређења простора, врсте и садржај докумената просторног уређења, начин израде и поступак усвајања докумената просторног уређења, правила и план провођења докумената просторног уређења, врсте и садржај техничке документације, обавезе и међусобни односи између учесника у грађењу, издавање локацијских услова, одобрења за грађење, одобрења за употребу и одобрења за уклањање, вршење надзора над примјеном овог закона – дефинисани су законом легислативом којом се дефинише област уређења простора и грађења.

Енергетски пројекти имају свој временски слијед, односно динамику реализације, животни циклус и фазе, које прате доношење одређених одлука, кроз избор могућих опција и оптимизацију с циљем избора најповољнијих рјешења, а на бази специфицираних жеља (енергетска и економска политика, стратегије развоја, одрживи развој и сл.), знања и могућности. У општем случају, према временској динамици, пројект се може подијелити на три основне фазе: припремну или почетну, изведбену (извођачку) и завршну фазу. Почетна (припремна) фаза обухвата процес дефинисања идеје и визије о потреби и оправданости пројекта (студијска разматрања на нивоу генералног плана и идејног рјешења), са процесима избора метода и технологије, планирања и моделирања, прорачуна и евалуације трошкова ресурса и рјешењем извора финансирања. Друга изведбена фаза, или фаза имплементације енергетског пројекта, обухвата процесе прикупљања и организације рада пројектног тима, анализу, оптимизацију и одлучивање, рјешавање конкретних оперативних проблема,

уговарање набавке опреме и постројења, пратећег материјала, радова и других услуга, уз контролу извршења задатака и на крају предају завршеног пројекта. Трећа, завршна фаза, обухвата оцјену резултата изведеног пројекта (пробни рад), процеса и ефикасности пројекта и задовољства инвеститора, као и евалуацију, прикупљање и имплементацију знања ради примјене у будућности (пројектовање на бази аналога). Да би се приступило озбиљнијој изради пројектног задатка и изради потребне (законом прописане) пројектне документације, неопходно је дефинисати податке, као што су:

- пројектована снага електране на биомасу и планирана година уласка блока у погон (један или више енергетских блокова), на основу важеће стратегије (економске политике) и просторног (етапног) плана, као и спроведених студијских истраживања;
- сировинска база (расположиве количине биомасе за потребе електране, динамика развоја, динамика остале потрошње (општа потрошња и сл.), основне карактеристике горива које ће се користити за сагоријевање у енергетском објекту (облик биомасе, топлотна моћ, влажност итд.), уколико се за широку или другу потрошњу одваја биомаса бољег квалитета, потребно је прорачунати карактеристике преостале биомасе која ће се користити за потребе електране на биомасу;
- природне карактеристике шире околине потенцијалних локација односно простора за градњу (метеоролошке карактеристике: руже вјетрова за период зима–љето, температуре, падавине, оптерећења снијегом и категорије стабилности атмосфере, хидролошке карактеристике, хидрогеолошке карактеристике, коришћење водних ресурса, карактеристике флоре и фауне, карактеристике насељености у околини локације, тј. демографски подаци, подаци о коришћењу и намјени простора у околини потенцијалних локација, подаци о постојећој инфраструктури и плановима за њен развој, подаци о постојању заштићених подручја и/или локалитета);
- еколошка оптерећеност шире околине потенцијалних локација односно простора за градњу (постојећи објекти, планирани објекти, нулто стање квалитета ваздуха, воде и земљишта, анализа здравља људи, ендемичне врсте, заштита пејзажа, одрживи развој и сл.);
- перспективе могућности даљег проширења постројења са аспекта расположивог горива, перспективе примјене нових побољшаних технологија или алтернативних горива и сл.;
- локална законска регулатива (општинска, регионална, републичка), која обухвата урбанистичке планове са предвиђеним мјестима

- смјештаја евентуалних енергетских објеката, затим ограничења, урбанистичко техничке услове, законска акта и прописе Републике Српске и БиХ о уређењу простора и изградњи и пројектовању енергетских објеката (ЕП);
- основни подаци и карактеристике потенцијалних микролокација у оквиру шире потенцијалне зоне за градњу ЕП (заузетост простора на локацијама другим објектима, карте подручја у размјери 1:2.500, 1:10.000 или 1:25.000, сеизмолошке особине, коефицијент сеизмичности (Кс), геолошке карте, геолошке карактеристике, геолошки профил терена и геотехничке и геотектонске карактеристике тла, расположиве количине и квалитет воде из природних ресурса, максимални нивои подземних вода, могући реципијенти за отпадне воде, положај и распоред јавних саобраћајница (путеви, пруге) у околини локација, коте пруга и путева, подаци о могућим везама локација са електроенергетском мрежом (правци прикључења, напонски нивои и сл.), начин и услови депоновања нуспродуката – пепео и сл.);
 - остали подаци потребни пројектанту (став локалне заједнице према ЕП, претпоставке о укључењу у електроенергетски и просторни систем и др);
 - евентуалне потребне додатне подлоге, остала пројектна и друга документација, као и друге информације од важности за израду даље пројектне документације дефинишу се након обављених прелиминарних анализа и током поступка постепене израде документације (нижи ниво пројектне документације детерминише обим и садржај истражних радњи потребних за наредни виши ниво документације). У случају нерасположивости неких од подлога, инвеститор и пројектант заједно оцјењују утицај нерасположивости подлоге на очекиване резултате и динамику израде документације, као и могући ризик и начин превазилажења проблема.

Избор праве методе одлучивања код доношења одлука на нивоу пројектовања разних постројења, па и енергетских постројења и избор оптималног рјешења на одређеном простору (макролокацији) представља један од основних проблема, од чијег рјешења зависи даља реализација изградње, експлоатација и остварена економичност експлоатације. Иако се користе различите методе и технике одлучивања, проблематика доношења одлука представља важну активност, која је временом постајала све значајнија.

Најважнија етапа код пројектовања електроане на биомасу представља избор опреме, од чега зависи и процес експлоатације, односно поузданост и сигурност у испоруци енергије преко мреже ка крајњим корисницима. При

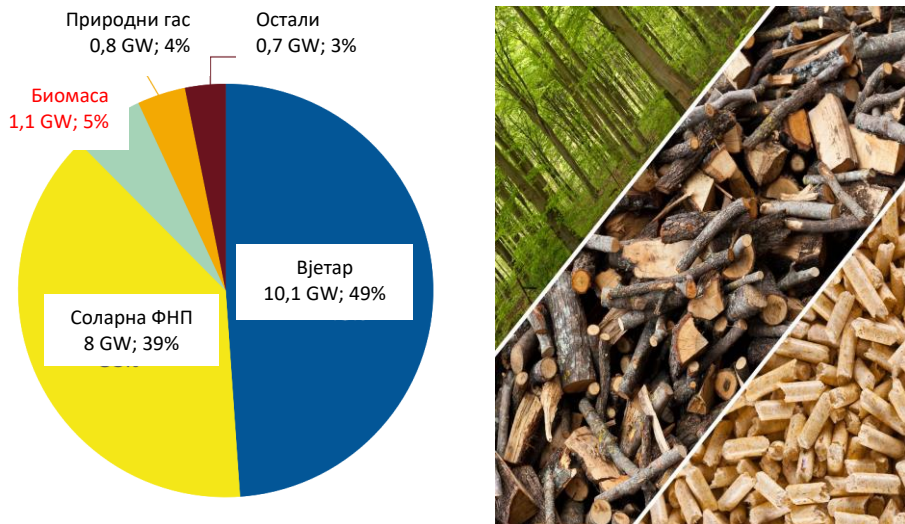
избору концепције главног погонског објекта неопходно је задовољити одређене техничке и економске захтјеве везане за осигурање погона, одржавања, економичности и ефикасности, као и минималног утицаја на здравље људи и околну животну средину, уз могућност проширења до потребних димензија ЕП.

Анализа ризика рада електрана на биомасу треба да обухвати оцјену ризика на етапи разраде и пројектовања, затим на етапи пробног рада, експлоатације у одржавања електране (обухвата основни и могући продужени радни вијек, уз обављену реконструкцију, модернизацију и ревитализацију), као и њеног утицаја са аспекта потреба њеног уклањања или промјене намјене по истеку радног вијека (утицај на људе и на животну средину). Битне међусобно повезане информације различитог поријекла и динамике за израчунавање потенцијала биомасе као полазног елемента потребног за одређивање инсталисане (номиналне) снаге електрана на биомасу су: теоретски и технички потенцијал биомасе, разврставање по питању употребе (за даљњу производњу, коришћење у енергетске сврхе, коришћење за даљњу производњу или у енергетске сврхе са процентом дозвољене грешке у процјени, могући технички потенцијал у наредном периоду, тачност полазних података и сл.). Ове информације су најчешће приказане у тонама суве материје, како би се обезбиједила упоредивост појединачних врста биомасе.

Као полазна база података за прелиминарну процјену могућности реализације електрана на биомасу, може се користити база података креирана као онлајн атлас, који визуелизује резултате на различитим просторним нивоима у БиХ (општине, кантони, Брчко дистрикт, ентитети и БиХ). У процесу креирања методике за праћење биомасе, као и развоја базе података и онлајн атласа, углавном су коришћени јавно доступни подаци и софтвер отвореног кода, ради лакшег ажурирања платформе, додатног и континуираног прикупљања података, као и праксе праћења и провјере. Подаци који недостају представљају важан резултат јер јасно показују недостатке у тренутном систему прикупљања података. Базе података и онлајн атлас могу да се користе за планирање и креирање нових политика за обновљиву енергију и биомасу (нпр. побољшање коришћења земљишта или давање субвенција за одређену производњу, укључујући развој интегрисаних међусекторских приступа усмјерених на одрживо управљање природним ресурсима), доношење одлуке од стране потенцијалних инвеститора о изводљивости енергетских пројеката изградње електрана на биомасу на посматраном локалитету на основу расположивих ресурса, као и за побољшање процеса прикупљања с циљем актуелизовања и већег квалитета и њихове доступности.

13.9. Економско-тржишна анализа

Крајем 2010. године, учешће биомасе у задовољавању свјетских енергетских потреба приближно је износило 14%, и то са поријеклом од остатака пољопривредне и дрвне производње, те из шума (Raguzin 2011). Појединачно учешће биомасе као енергетског ресурса за изграђене електроане на обновљиве изворе у ЕУ за 2018. годину дато је на Сл. 13.33. Чак 18,9% енергије потрошене у ЕУ потиче од обновљиве енергије, што је било у складу са динамиком реализације плана за остваривање циља од 20% за 2020. годину. У истом периоду, удио енергије из обновљивих извора која се употребљава у саобраћају и транспорту у ЕУ 2018. године достигао је 8,3%. Полазећи од једног од циљева који је предвиђао да удио обновљивих извора енергије у укупној енергетској потрошњи у 2020. години износи 20%, ЕУ је дефинисала и подстицаје за примјену биомасе, као обновљивог извора са знатним потенцијалом (допринос смањењу емисије стакленичких гасова, зависности од увоза нафте и фосилних горива, повећање сигурности енергетским снабдијевањем, развој технологије и индустрије за употребу биомасе), а који доприноси расту броја нових радних мјеста, развоју конкурентности те регионалном и руралном развоју.



Сл. 13.33. Изграђене електроане на обновљиве изворе као енергенте у земљама ЕУ у току 2018. године (Raguzin 2011)

Fig. 13.33. Renewable power plants were built as energy sources in EU countries during 2018 (Raguzin 2011)

Коришћење биомасе као горива је најисплативије у когенерационим, тригенерационим и полигенерационим процесима за истовремену производњу електричне, топлотне и расхладне енергије, као и индустријске технолошке паре. У односу на облике појединачне производње, троши се 20–40% мање примарног горива, самим тим и мање је процентуално учешће у емисији и имисији штетних гасова у животну средину. У случају када су ова постројења прикључена на електроенергетску мрежу, потребе за електричном енергијом могу бити задовољене и из мреже, док у случају изолованог (острвског) рада, захтјеви за електричном енергијом одређују рад ових постројења (електрична енергија мора бити произведена у тренутку потражње). Регулисање мањих осцилација потражње постиже се мјерама управљања потрошњом (*Demand Side Management, DSM*) или инсталисањем резервоара (спремника) топлоте. Оваква рјешења обично су и значајно скупља, стога когенерацијска постројења у изолованом раду морају бити флексибилна у свом топлотном дијелу, па су рјешења са помоћним вршним котловима на неко друго гориво (гас, мазут, угаљ) за покривање вршне потрошње готово обавезујућа. Додатне непознанице које оптерећују сам технолошки поступак истовремене производње различитих облика енергије из једног те истог горива представљају питања сложеног руковања и складиштења горива (биомасе). За мале когенерационе јединице успјешно се могу примијенити неке новије технологије (микрокогенерација са Стирлинговим мотором или когенерација са Органским Ранкиновим Циклусом (*Organic Rankine Cycle, ORC*) (Podesser 1999). Полазећи од већег броја потенцијалних циљева у енергетском планирању покривања потрошње и остварења елемената везаних за заштиту животне средине, поред економско-финансијских подстицаја у БиХ (Републици Српској, Брчко дистрикту и Федерацији БиХ), у позитивне ефекте везане за повећано учешће коришћења биомасе и осталих обновљивих извора убрајају се:

- смањење емисије стакленичких гасова, као и евентуалних трошкова произашлих из глобалних и локалних ефеката загађења животне средине;
- смањење загађивача из конвенционалних постројења за производњу електричне енергије (прашина и несагорјеле честице, азотни и сумпорни оксиди и друга загађења), чија емисија и имисија директно или индиректно утиче на здравље људи и припадајуће трошкове лијечења;
- повећање прихода локалних заједница кроз локално запошљавање и изградњу инфраструктуре;

- повећање квалитета и сигурности снабдијевања корисним облицима енергије кроз диверсификацију извора и производних локација;
- поштовање међународних обавеза и споразума (Париски протокол и др.).

Процес уравнотежења позитивних и негативних ефеката коришћења биомасе као енергента, уз избор и доношење стратешке одлуке између могућности за повећање цијене ради укључивања свих екстерних трошкова у цијену електричне енергије супротно тренду постизања јефтиније енергије као елемента бржег привредног развоја и могућности увођења система подстицаја за коришћење биомасе као обновљивог извора насупрот улагању у образовање или здравство или потенцијално јефтинијем увозу енергије од локалне производње из обновљивих извора, хипотетички детерминише коришћење биомасе као економског оправданог начина улагања у производњу корисних облика енергије.

Систематизација економских инструмената за додатни подстицај биомасе (као и осталих облика обновљиве енергије) обухвата однос понуде и потражње електричне енергије из биомасе (или осталих обновљивих извора), однос производње електричне енергије и инсталисаног капацитета електрана на биомасу (као и на електроане на остале обновљиве изворе), као и осталих показатеља ефективности техничког система (Сл. 13.34).

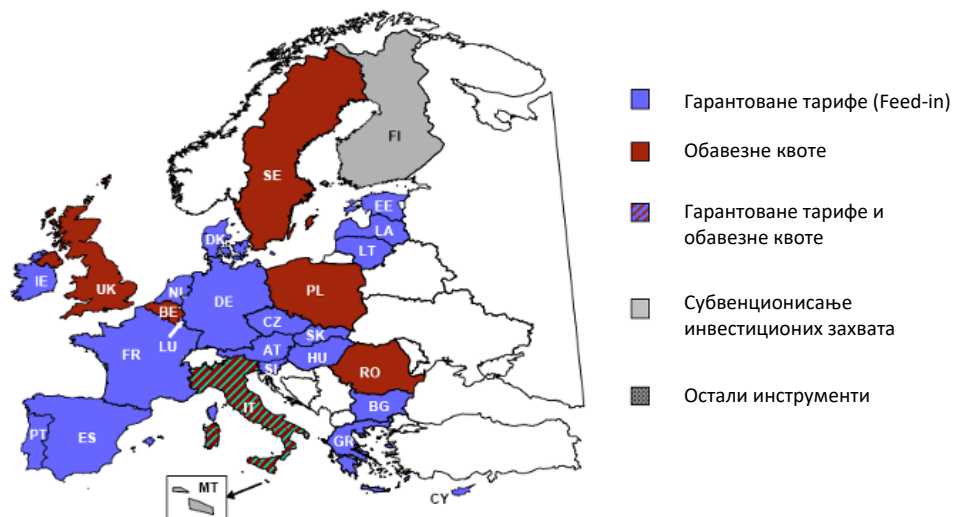
Производња (kWh)			
Понуда	Гарантоване тарифе (Feed-in) Фискалне мјере Систем лицитирања (Субвенције)	Обавезне квоте/зелени сертификати (Фискалне мјере)	Потражња
	Субвенције инвестиционих улагања (Фискалне мјере)	(Обавезне квоте)	
Инсталисани капацитет (kW)			

Сл. 13.34. Систематизација подстицајних мјера за електроане на биомасу као енергента (Raguzin 2011)

Fig. 13.34. Systematization of incentive measures for biomass power plants as an energy source (Raguzin 2011)

13.9.1. Класификација и развој подстицајних мјера за коришћење технологија на бази биомасе као енергента

Гарантоване тарифе, обавезне квоте у комбинацији са зеленим сертификатима и систем јавних лицитирања (набавке)/уговора представљају главне подстицајне мјере, које уз различите комплементарне механизме (субвенције инвестиција и фискалне мјере) представљају основ за будући развој биомасе и других обновљивих извора у земљама чланицама ЕУ (Сл. 13.35). Исто вриједи и за земље са кандидатским статусом за приступ у ЕУ.



Сл. 13.35. Преглед подстицајних мјера по државама чланицама ЕУ (Raguzin 2011)
Fig. 13.35. Overview of incentive measures by EU Member States (Raguzin 2011)

Законска основа за подстицај обновљивих извора енергије у Републици Српској је Закон о кориштењу обновљивих извора енергије и ефикасној когенерацији, док у Федерацији БиХ законска основа се састоји од Закона о кориштењу обновљивих извора енергије и ефикасне когенерације и владине Уредбе о подстицању производње електричне енергије из ОИЕ и ЕК и одређивању накнада за подстицање (Таб. 13.6).

Како су почетна улагања у израду пројекта и саму градњу постројења на бази коришћења биомасе као обновљивог извора енергије релативно висока, често она представљају и најзначајнију препреку за улагање могућих инвеститора. Због тога, поједине државе уводе субвенције инвестиција којима подстичу изградњу електрана на биомасу као обновљиви извор енергије. Као средство подршке биомасе као обновљивог извора, поједине

земље Европске уније увеле су фискалне мјере у разним облицима (снижени порези на електричну енергију, снижени порези на емисије, снижење рате ПДВ-а, изузимања од плаћања пореза итд.). Друге земље имају гарантоване тарифе за преузимање електричне енергије произведене на бази биомасе као обновљивог извора, које подразумевају два врло слична облика подстицаја.

Таб. 13.6. Кључни елементи система подстицаја ОИЕ (Raguzin 2011)
 Table 13.6. Key elements of the RES incentive system (Raguzin 2011)

Ентитети у БиХ	Федерација БиХ	Република Српска
Параметар		
Шеме подстицаја	- FIT (12 година) - Обавезан откуп електричне енергије - Смањена цијена умрежавања	- FIT/FIP (15 година) - Откуп електричне енергије - Смањена цијена балансирања са другим изворима енергије
Квалификованост за подстицај	- На основу годишњих квота	- На основу годишњих квота
Финансијска основа	- Накнада коју плаћају крајњи потрошачи енергије - Приоритет приступа мрежи	- Накнада коју плаћају крајњи потрошачи електричне енергије
Организациони приступ	- Приоритетни диспечеринг - Специјални статус за микро постројења (2kW<P<23 kW)	- Приоритет приступа мрежи - Специјални статус за микро постројења (2kW<P<50 kW)

Најзаступљенији облик подстицајних мјера за биомасу као обновљиви извор енергије представља минимална цијена откупа електричне енергије која се плаћа произвођачу електричне енергије, одређена на бази методологије прописане од стране владе неке државе, а реализује је регулаторни орган (регулаторна агенција или комисија за енергију). Други облик подстицаја по заступљености, који се такође исплаћује произвођачу електричне енергије из биомасе као обновљивог извора, јесте премија која се додатно исплаћује изнад тржишне цијене електричне енергије.

Гарантована тарифа коју добија произвођач електричне енергије из обновљивих извора је фиксна за одређени период, док инкременталне трошкове (трошкови који се односе на разлику између стварних трошкова у постројењу обновљивих извора енергије и саме цијене електричне енергије) плаћају купци електричне енергије. Произвођач електричне енергије на бази биомасе стимулише се средствима прикупљеним од крајњих купаца електричне енергије, а не средствима из државног буџета. Гарантоване тарифе, утврђене од стране надлеже регулаторне комисије за енергију (РЕРС у Републици Српској са сједиштем у Требињу и ФЕРК у Федерацији БиХ са сједиштем у Мостару), као облик субвенције не могу се класификовати као државна субвенција. Полазећи од обавезе снабдјевача енергијом о достављању купцу електричне енергије плаћене по унапријед одређеној цијени независном произвођачу обновљиве енергије, постоји могућност да се, поред развоја тренутно најефикаснијих технологија, заснованих на обновљивим изворима енергије, подстиче и развој тренутно неконкурентних технологија, које би послје могле имати велик значај на удјеле појединих облика обновљивих извора у покривању потрошње енергије датог конзума.

С друге стране, све присутније незадовољство грађана као крајњих купаца електричне енергије због повећања давања које, и поред мале вриједности (почев од 01.01.2019. године у Републици Српској је утврђена накнада у висини од 0,0075 КМ/кWh и не садржи порез на додатну вриједност), сматрају социјалном неправдом, што може довести и до пада читавог пројекта. Новија правила система државних подстицаја у земљама ЕУ прописују и додатне услове за подстицање примјене обновљивих извора енергије на бази њиховог утицаја на конкурентност на либерализованом тржишту електричне енергије. Уговарање цијене на вишегодишњи временски период, произвођачу обновљиве енергије осигурава гарантовани приход. Њена промјенљивост везана је за конкретни облик обновљивог извора (различити инвестициони трошкови, трошкови експлоатације и одржавања, трошкови евентуалне ревитализације, реконструкције и модернизације након истека основног радног вијека, трошкови уклањања по истеку радног основног и/или продуженог радног вијека или промјене њихове намјене) или пак опредјељења владе неке државе да жели подстицати тачно одређени обновљиви извор (нпр. вјетроенергију, биомасу итд.). При томе, гарантована тарифа може се базирати како на избјегнути трошак снабдјевача електричном енергијом или на коначну цијену коју плаћа купац електричне енергије (што је чешћи случај). Најуспјешније примјене ове подстицајне мјере имају Њемачка, Данска и Шпанија, које

имају чак 84% од укупно инсталисаног капацитета вјетроелектрана у цијелој Европи.

Други облик подстицања представљају **јавна надметања (тендери)** за могуће улагаче или произвођаче електричне енергије из обновљивих извора, које објављује држава по законској легислативи која покрива систем јавних набавки и уговарања. На расписани тендер у предвиђеном року потенцијални улагачи и произвођачи достављају своје понуде, уз задовољавање техничко-технолошких (количина електричне енергије која ће се производити из обновљивог извора, ниво раста капацитета или производње током времена, дужина радног и ревитализованог вијека итд.) и финансијских (висина дугорочне сигурне цијене која се нуди произвођачима). Уз помоћ оваквих облика подстицања обновљивих извора, држава има потпуни надзор над избором развоја, технологије и локација појединих облика обновљивих извора, док је негативна страна оваквог система конкурисања на тендер између понуђача чест избор јефтинијих рјешења (слабији квалитет уграђене опреме, јефтиније компоненте проблематичног квалитета, што може имати посљедице по испуњавању мјера заштите на раду, заштите од пожара и заштите животне средине). Како се јавна надметања објављују зависно од усвојених одређења, програма и планова владе, за разлику од гарантованих тарифа и зелених сертификата, она не представљају неки одређени континуирани програм, што може за посљедицу имати нарушеност сигурности улагања (унапријед није дефинисано нити сигурно да ће идући тендер бити објављен и са којим одредбама). Досадашња искуства на примјени овог система подстицања у државама које су га примјењивале (Ирска, Португал, Велика Британија и Француска) показала су се прилично успјешним у одржавању ниских трошкова пројеката (осим Ирске која је увела загарантоване тарифе), с тим да у посљедње вријеме његова примјена има силазни тренд.

Систем зелених сертификата, као потпуно тржишни облик подстицања обновљивих извора, уводи се постепено или је већ уведен у неким европским и свјетским државама. Иако је релативно компликован за коришћење, овај систем због своје велике ефикасности везане за подизање инсталисаног капацитета и повећања производње електричне енергије, има све већу употребу. Задатак сертификације електричне енергије је промовисање њене производње из свих врста обновљивих извора енергије. Како је условно технолошки неутрална, она највећу подршку пружа најекономичнијим технологијама обновљивих извора енергије. Систем сертификације електричне енергије има постављен рок за достизање постављеног циља производње обновљиве енергије, а снабдјевачима електричне енергије дефинише се обавезна квота с циљем стварања

потражње за сертификатима за електричну енергију (зависно од количине електричне енергије коју су продали у претходној календарској години, снабдјевачи морају посједовати одређен број сертификата). Уз то, произвођачи електричне енергије из ОИЕ добијају по један сертификат за сваки произведени MWh. Произвођач продајом сертификата, уз продају електричне енергије, има додатни извор прихода, што у коначници улагање у обновљиве изворе енергије чини исплативијим (произвођач из обновљивих извора продаје електричну енергију на тржишту по тренутној тржишној цијени, а за сваку јединицу продате енергије добија зелени сертификат који такође продаје на засебном тржишту). У случају да снабдјевач електричном енергијом не испуни своју обавезу испуњења одређеног удјела производње из обновљивих извора или ако сам нема обновљивих производних постројења, може тај удио намирити куповином зелених сертификата, што омогућује влади могућност контроле инсталисаних капацитета.

Постоји и примјер увођења зелених сертификата на тржиште заснованих на потражњи крајњих корисника (Низоземска), без увођења обавезних удјела (у потпуности тржишни модел и не укључује веће интервенције државе, осим прописивања обавезних удјела). Негативне карактеристике овог облика подстицања обновљивих извора, осим већ поменутог компликованог и несигурног увођења зелених сертификата на тржиште, представљају и несигурне цијене зелених сертификата, које могу обесхрабрити могуће улагаче. Примјењивање истих сертификата за све технологије додатно ојачава коришћење тренутно перспективнијих технологија, што би могло довести до смањења истраживања и улагања у нове и неконкурентније технологије (проблем дугорочне одрживости оваквог система).

Посматрајући Босну и Херцеговину, односно надлежност Републике Српске, за увођење система зелених сертификата неопходно је остваривање почетних предуслова у облику: доношења одговарајућих правних и институционалних претпоставки (примарно и секундарно законодавство), успостављања система гаранција везаних за поријекло, затим дефинисања постојеће институције РЕРС Требиње (као регулаторног тијела), које ће сертификовати произведену електричну енергију и усвојити одређене критеријуме и правила за издавање и трговину сертификатима, као и одређивање обавезних квота за снабдјеваче електричном енергијом и казне за неиспуњавање обавеза по отварању тржишта електричне енергије. Зеленим сертификатима се данас може трговати само унутар националних тржишта. Увођење система хармонизованог тржишта ЕУ са могућношћу трговања зеленим сертификатима у цијелој Европској унији, додатно би

подстакнуло развој тржишта зеленим сертификатима и на тај начин омогућило оптимизацију потенцијала, а тиме и трошкова производње електричне енергије из обновљивих извора, уз уважавање специфичности потенцијала и припадајуће производње у свакој од земаља ЕУ. Преглед и опис карактеристика свих система за подстицаје обновљивим изворима енергије у европским земљама почетком 2009. године приказан је у Таб. 13.7.

Таб. 13.7. Преглед система подстицаја обновљивим изворима у државама чланицама ЕУ (почетак 2009. године) (Raguzin 2011)
Table 13.7. Review of the system of incentives for renewable sources in EU member states (beginning of 2009) (Raguzin 2011)

Земља	Главни механизми за подстицање	Опис и главне карактеристике
Аустрија	ФИТ (гарантоване цијене) у комбинацији са регионалним подстицајима за улагање	До децембра 2004. године, ФИТ-ови су гарантовани за 13 година. У новембру 2005. године објављено је да, од 2006. године па надаље, потпуни ФИТ-ови ће бити доступни за 10 година, са 75% на располагању већ у 2011. години и 50% у 2012. години. Нови нивои ФИТ-а су најављени на годишњем нивоу, а подршка се одобрава првенством.
Белгија	Систем /ТГЦ (тржишни сертификати) прописаних квота у комбинацији са минималним цијенама електричне енергије из ОИЕ	Савезна влада је одредила минималне цијене електричне енергије из ОИЕ. Фландрија и Валонија су увеле систем прописаних квота (на бази ТГЦ-а) са обавезом за добављаче електричне енергије. У све три регије, створена су засебна тржишта зелених сертификата.
Бугарска	Обавезна куповина електричне енергије из обновљивих извора од добављача електричне енергије за минималне цијене (суштински ФИТ) уз порезне потицаје	Релативно ниски ниво подстицаја отежава продор обновљивих извора енергије, као и чињеница да је тренутна цијена електричне енергије још увијек релативно ниска. Предложен је систем зелених сертификата за стимулацију производње електричне енергије из обновљивих извора, за реализацију у 2012. години, као замјена набавне цијене.
Кипар	ФИТ-ови (од 2006. године), уз стимулацију шема улагања неповратних средстава за подстицање ОИЕ	Побољшана шема улагања неповратних средстава уведена је у јануару 2006. године, у облику државних подстицаја у вриједности од 30 до 55% инвестиције, како би осигурала финансијске подстицаје за све обновљиве изворе енергије. ФИТ-ови са дугорочним уговорима (15 година) су такође постављени од 2006. године.
Република Чешка	ФИТ-ови (од 2002. године), уз подршку неповратних средстава	Релативно високи ФИТ-ови, са доживотном гаранцијом подстицања. Произвођачи могу бирати фиксне ФИТ-ове или зелени бонус. За когенерацију биомасе се примјењује само зелени бонус. ФИТ нивои се објављују годишње, али су увећани за најмање 2% сваке године.

Таб. 13.7. Преглед система подстицаја обновљивим изворима у државама чланицама ЕУ (почетак 2009. године) (Raguzin 2011), наставак
Table 13.7. Review of the system of incentives for renewable sources in EU member states (beginning of 2009) (Raguzin 2011), continued

Земља	Главни механизми за подстицање	Опис и главне карактеристике
Данска	Одличан ФИТ за копнени вјетар, систем надметања за <i>offshore</i> вјетар и фиксни ФИТ-ови за остале	Трајање подршке варира од 10 до 20 година, зависно од технологије и примијењене шеме. Ниво тарифе је обично врло низак у односу на претходно високе ФИТ-ове.
Естонија	ФИТ систем	ФИТ-ови плаћени за 7÷12 година, с ограничењем примјене до закључно са 2015. годином. Један ФИТ ниво за све технологије ОИЕ. Релативно ниски ФИТ-ови отежавају нове инвестиције у ОИЕ.
Финска	Енергетско ослобођење од пореза у комбинацији са инвестиционим подстицајима	Поврат пореза и подстицаји за улагања до 40% за вјетар и до 30% за производњу електричне енергије из осталих обновљивих извора.
Француска	ФИТ са надметањима за велике пројекте	За електране <12 MW, ФИТ-ови су гарантовани за 15 или 20 година (<i>offshore</i> вјетар, хидроелектране и ФНП). Од јула 2005. године, ФИТ за вјетар је резервисан за нова постројења унутар посебне зоне развоја енергије вјетра. За електране > 12 MW (осим вјетра) примјењује се систем јавних надметања.
Њемачка	ФИТ-ови	ФИТ-ови су гарантовани за 20 година (Renewable Energy Act) и такође су доступни повољнији кредити.
Грчка	ФИТ-ови у комбинацији са инвестиционим подстицајима	ФИТ-ови су гарантовани за 12 година, уз могућност продужења до 20 година. Инвестициони подстицаји до 40%.
Мађарска	ФИТ (од јануара 2003. године, измијењен 2005. године), у комбинацији са куповином обавеза и подстицања	Фиксни ФИТ-ови су недавно повећани и подијељени према технологији ОИЕ. Нема временског ограничења за подршку која је законом одређена.
Ирска	ФИТ програм је замијенио програм надметања у 2006. години	Нови премијски ФИТ за биомасу, хидроелектране и вјетар је почео у 2006. години. Тарифе су гарантоване произвођачу до 15 година.
Италија	Систем прописаних квота са ТГЦ-ом; фиксни ФИТ за фотонапонске панеле (ФНП)	Обавеза (на бази ТГЦ-а) за произвођаче и увознике ел. е енергије. Сертификати се издају за ОИЕ-Е капацитет у првих 12 година рада, сем за биомасу (прима сертификат за 100% од производње електричне енергије за првих 8 година и 60% за сљедеће 4 године. Одвојени фиксни ФИТ за ФНП, подијељен по величини и интегрисан у изградњу. Гарантован за 20 година. Годишње повећање у складу са индексом цијена на мало.
Латвија	Главна политика у развоју; програм прописаних квота (од 2002. године) без ТГЦ-а, у комбинацији са ФИТ-овима (избачено у 2003. години)	Честе промјене политике и кратко трајање гарантованог ФИТ-а доводи до инвестиционе несигурности. Систем квота (без ТГЦ-а) обично одређује мале ОИЕ-Е износе који ће бити инсталисани. Високе ФИТ шеме за вјетар и мале хидроелектране (мање од 2 MW) су избачене од јануара 2003. године.

Таб. 13.7. Преглед система подстицаја обновљивим изворима у државама чланицама ЕУ (почетак 2009. године) (Raguzin 2011), наставак
Table 13.7. Review of the system of incentives for renewable sources in EU member states (beginning of 2009) (Raguzin 2011), continued

Земља	Главни механизми за подстицање	Опис и главне карактеристике
Литва	ФИТ-ови у комбинацији са обавезом куповине	Релативно високи фиксни ФИТ-ови за гарантовани 10 година. Инвестициони програми су ограничени на компаније које су регистроване у Литви. Постоје планови за увођење ТГЦ система након 2010. године.
Луксембург	ФИТ-ови	ФИТ-ови гарантовани за 10 година (20 година за ФНП). Такође су на располагању подстицаји улагањима.
Малта	Ниска стопа ПДВ-а и врло ниски ФИТ за соларе	До сада је било врло мало пажње на подршки ОИЕ-а. Врло ниски ФИТ за ФРНП је прелазна мјера.
Низоземска	ФИТ-ови (нулта тарифа од августа 2006. године)	Премијски ФИТ-ови гарантовани за 10 година су активни од јула 2003. године. За сваки произведени MWh из ОИЕ-Е, надлежно тијело даје произвођачу зелени сертификат (CERTIQ). Сертификат се затим испоручује ФИТ администратору (ENERQ) да откупи тарифу. Фискални подстицаји за улагања у ОИЕ су доступни.
Пољска	Систем обавезних квота; ТГЦ је уведен од краја 2005. године, те су обновљиви извори енергије изузети од (малих) накнада	Обавеза добављачима електричне енергије са циљевима одређенима од 2005. до 2010. године. Казне за непридржавање су одређене у 2004. години, али нису стварно уведене до краја 2005. године. Назначено је да ће се казне проводити од 2006. године па надаље.
Португал	ФИТ-ови у комбинацији са инвестиционим подстицајима	Фиксни ФИТ-ови гарантовани за 15 година. Ниво зависи од времене производње електричне енергије (вршно/без оптерећења), ОИЕ-Е технологија и ресурса. Мјесечна корекција за инфлацију. Подстицаји до 40%.
Румунија	Систем обавезних квота са ТГЦ-ом; фонд субвенција (од 2004. године)	Обавеза добављачима електричне енергије, са дефинисаним циљевима од 2005. до 2010. године. Румунско енергетско регулаторно тијело годишње дефинише мин. и мах. цијене сертификата.
Република Словачка	Програм подршке ОИЕ и енергетске ефикасности, укључујући ФИТ-ове и порезне потицаје	Фиксни ФИТ за ОИЕ-Е је уведен 2005. године. Цијене су постављене тако да је стопа поврата на улагања 12 година, када је ријеч о комерцијалном кредиту. Ниска подршка, недостатак финансијских средстава и недостатак дугорочне сигурности су у прошлости одбијале улагаче.
Словенија	ФИТ-ови, CO ₂ порези и јавна средстава за заштиту улагања у животну средину	Произвођачи електричне енергије из обновљивих извора бирају између фиксног ФИТ-а и премије. Тарифне нивое годишње прописује Влада Републике Словеније (али се нису промијенили од 2004. године). Тарифа је гарантована за 5 година, затим се смањује за 5%. Након 10 година, смањује се за 10% (у упоређењу са почетним нивоом).
Шпанија	ФИТ-ови	Произвођачи електричне енергије могу изабрати фиксни ФИТ или премију. Нема временског ограничења, али се фиксне тарифе смањују након 15, 20 или 25 година. Систем је врло транспарентан. Доступни су повољнији кредити, порески и регионални подстицаји за улагања.

Таб. 13.7. Преглед система подстицаја обновљивим изворима у државама чланицама ЕУ (почетак 2009. године) (Raguzin 2011), наставак
 Table 13.7. Review of the system of incentives for renewable sources in EU member states (beginning of 2009) (Raguzin 2011), continued

Земља	Главни механизми за подстицање	Опис и главне карактеристике
Шведска	Систем обавезних квота са ТГЦ-ом	Обавеза (на основу ТГЦ-а) за потрошаче електричне енергије. Ниво обавеза је дефинисан до 2010. године. Неиспуњење доводи до казне, која је утврђена на 150% од просјечне цијене сертификата за годину дана. За енергију вјетра су доступни подстицаји улагањима, као и мали бонус за животну средину.
Уједињено Краљевство *	Систем обавезних квота са ТГЦ-ом	Обавеза (на основу ТГЦ-а) за добављаче електричне енергије. Циљ обавеза се повећава до 2015. године. Гарантовано ће остати на том нивоу (као минимум) до 2027. године. Компаније електричном енергијом које нису у складу са обавезом морају платити казну. Доступно је ослобођење од пореза за електричну енергију произведену из обновљивих извора енергије.

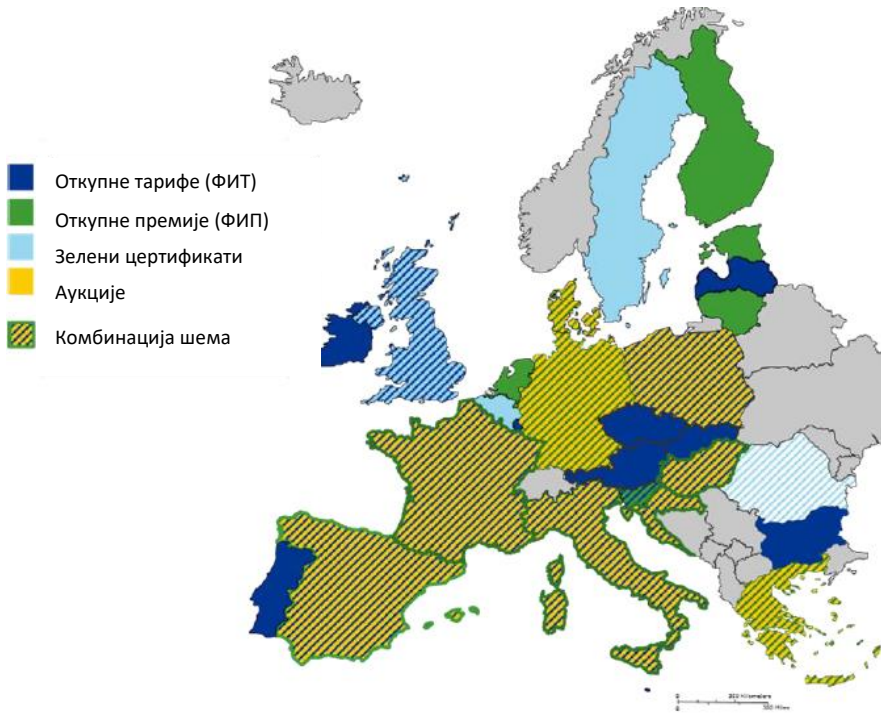
Напомена: * Није више члан ЕУ; ФИТ – гарантоване откупне цијене за електричну енергију (*feed-in tariffs*, FIT); ТГЦ – трговински зелени сертификат (Tradable Green Certificate, TGC)

12.9.2. Ефикасност подстицајних мјера за коришћење технологија на бази биомасе као енергента

Директива 2009/28/EZ о обновљивим изворима енергије углавном је усмјерена на елиминацију препрека уочених код припреме и реализације пилот, демо и комерцијалних пројеката коришћења појединих облика обновљивих извора, па и биомасе. Заједно са Смјерницама ЕУ за државну помоћ у заштити животне средине и енергију за период 2014. до 2020. године, дијелови ове директиве који су били привременог карактера постају трајни у новој Директиви о обновљивој енергији. Досадашња примјена система подстицаја у земљама ЕУ показала је да су земље које су имале постепено укључивање субвенција, без честих интервенција везаних за промјену пратеће законске легислативе, постигле и значајнији раст удјела обновљивих извора у односу на потрошњу корисних облика енергије. С друге стране, шеме подстицаја биомасе као обновљивом извору енергије требају бити тржишно засноване. Тржишним инструментима, као што су продаја на аукцији или конкурентни тендерски поступак отворен за све произвођаче који производе електричну енергију из обновљивих извора који се надмећу на равноправној основи, обично би се

требало осигурати да се субвенције смање на најмању могућу мјеру како би их се могло потпуно постепено искључити.

Досадашња пракса у земљама ЕУ међутим показује да промјена према тржишно заснованим шемама додјеле подстицаја за велике инсталације за ОИЕ споро напредује. Приказане шеме подстицаја за ОИЕ за велике инсталације, које се данас користе у државама чланицама ЕУ, још увијек укључују административно постављене „*feed-in*“ тарифе које ће ускоро бити укинуте, али и административно постављене *feed-in* премије, квотне системе и тендере (или аукције). Већина земаља ЕУ користи комбинацију шема подстицаја (Сл. 13.36), (GIZ 2018). Док је прије десетак година доминирала ФИТ (Сл. 13.35), данас све више земаља уводи аукције за ОИЕ, а зелени сертификати (ЗЦ) користе се само у три земље ЕУ.



Сл. 13.36. Досадашња пракса земаља ЕУ додјеле подстицаја за велике инсталације за обновљиве изворе енергије (GIZ 2018)

Fig. 13.36. The current practice of EU countries in granting incentives for large installations for renewable energy sources (GIZ 2018)

Трошкови производње електричне енергије из биомасе за старе чланице ЕУ номинално су највећи у Ирској, а најнижи у Белгији, Италији, Низоземској и Великој Британији, док код касније примљених земаља ЕУ минимални трошкови производње су далеко мањи, али је много већи распон од минималних до средњих трошкова. Аустрија, Белгија и Њемачка представљају земље са највишим подстицајима државе, који премашују просјечне трошкове производње. Финска, Ирска и Шведска представљају земље са подстицајима који су испод нивоа и не покривају ни минималне трошкове производње. Прилично слабо покривање трошкова имају најмлађе земље чланице ЕУ, једино Чешка донекле покрива просјечне трошкове, а Словенија је близу тог нивоа.

13.9.2.1. Директни трошкови експанзије технологија на бази ОИ у БиХ

Директан трошак или трошак директног подстицаја односи се на финансијска средства која се нормално рачунају као разлика између трошка производње електричне енергије из одређеног ресурса ОИЕ (укључујући оперативни и капитални трошак) и вриједности електричне енергије на тржишту (ЕЕС-у), при чему нису обухваћене потенцијалне марже носиоца пројекта и административни трошкови носиоца пројекта или надлежне државне институције (третирани као индиректни трошкови). Директни трошак третира се као додатни трошак производње ОИЕ у погледу производње електричне енергије у ЕЕС-у, поређен са савршеном конкуренцијом (тзв. нулта стопа). Како се врло тешко могу процијенити марже носиоца пројекта, овако дефинисан директни трошак представља његову доњу границу (теоретски идеал трошкова).

У случају административног одређивања параметара шеме подстицаја, марже произлазе из прецијењених потреба за плаћањем произведене електричне енергије из ОИЕ од стране стручњака који врше одређивање параметара шеме подстицаја, док се оне у случају аукције одређују у условима реализованим у окружењу несавршене конкуренције (нпр. мали број учесника аукције). Како би се процијенила вриједност 1 kWh електричне енергије у Републици Српској, односно у БиХ у цјелини, није могуће користити тржишну цијену, па се користе референтне цијене (одређене од стране РЕРС-а и ФЕРК-а), уз корекцију на бази коришћене максималне/основне цијене размјене енергије у регији.

На основу Одлуке о висини гарантованих цијена и премија за електричну енергију произведену у ОИ и у ефикасној когенерацији из марта 2020. године, гарантоване цијене и премије за електричну енергију произведену у

постројењима која користе обновљиве изворе енергије или у ефикасним когенеративним постројењима за која се остварује право на подстицај дате су у оквиру Таб. 13.8.

Таб 13.8. Гарантоване цијене и премије за електричну енергију произведену у постројењима која користе обновљиве изворе енергије или у ефикасним когенеративним постројењима за која се остварује право на подстицај, цијене без ПДВ-а (GIZ 2018)

Table 13.8. Guaranteed prices and premiums for electricity produced in plants using renewable energy sources or in efficient cogeneration plants for which the right to incentives is exercised, prices without VAT (GIZ 2018)

Тип електране према врсти извора енергије и инсталисаног снази	Продаја у обавезном откупу по гарантованим откупним цијенама			Продаја на тржишту и потрошња за властите потребе	
	Гарант. откупна цијена, КМ/кWh	Референтна цијена, КМ/кWh	Премија (у гарантованој цијени), КМ/кWh	Референтна цијена, КМ/кWh	Премија, КМ/кWh
Хидроелектране					
• До укључиво 1 MW	0,1396	0,057	0,0826	0,1026	0,0370
• Преко 1 MW до укључиво 5 MW	0,1152	0,057	0,0582	0,1026	0,0126
• Преко 5 MW до укључиво 10 MW	0,1113	0,057	0,0543	0,1026	0,0087
Електране на чврсту биомасу					
• До укључиво 1 MW	0,2298	0,057	0,1728	0,1026	0,1272
• Преко 1 MW до укључиво 10 MW	0,2153	0,057	0,1583	0,1026	0,1127
Електране на пољопривредни биогаз до укључиво 1 MW	0,2397	0,057	0,1827	0,1026	0,1371
Конвенционални извори енергије у ефикасном когенеративном постројењу (гарантована откупна цијена за постројења инсталисане снаге до укључиво 10 MW, а премија за продају на тржишту и потрошњу за властите потребе за постројења инсталисане снаге до укључиво 30 MW)					
■ Нова когенеративна постројења на гас до укључиво 1 MW	0,1311	0,057	0,0741	0,1026	0,0285
■ Нова когенеративна постројења на гас од 1 MW до укључиво 10 MW	0,1068	0,057	0,0498	0,1026	0,0042
■ Нова когенеративна постројења на гас од 10 MW до укључиво 30 MW	0	0	0	0	0,0042
■ Нова когенеративна постројења на лигнит до укључиво 1 MW	0,1088	0,057	0,0518	0,1026	0,0062
■ Нова когенеративна постројења на лигнит од 1–10 MW	0,0786	0,057	0,0216	0,1026	0
■ Нова когенеративна постројења на лигнит од 10–30 MW	0	0	0	0	0
Депонијски гас у ефикасном когенеративном постројењу					
■ До укључиво 1 MW	0,0632	0,057	0,0062	0,1026	0
■ Од 1 MW до укључиво 10 MW	0,0570	0,057	0	0,1026	0

Гарантоване откупне цијене утврђене претходном одлуком примјењују се код откупа електричне енергије од произвођача који остваре право на обавезан откуп електричне енергије по гарантованим откупним цијенама. У случају биомасе, степен подстицаја за наредни период остаје стабилан због чињенице да је очекивано побољшање технологије до 2030. године релативно ниско, па до повећања долази због раста трошкова експлоатације и одржавања, као и набавке биомасе као енергента.

Зависно од инсталисане снаге постројења на биомасу, будућих трошкова набавке биомасе као енергента и степена искоришћености топлоте настале сагоријевањем биомасе, очекивани трошкови везани за подстицај могу порастати изнад 80 €/MWh (GIZ 2018). Укупни трошкови повећавају се према растућем кумулативном циљу у MW. Што се тиче нивоа подстицаја за биогаз, осим стабилности везане за степен подстицаја очекује се и додатно релативно ниско побољшање технологије до 2030. године, док ће трошкови експлоатације и одржавања и набавке биомасе као енергента расти.

У случају да мала биогазна постројења (стајско ђубриво) требају бити подржана због специфичних политичких разлога (утицај на животну средину, рурални развој, социјални аспект), степен подстицаја може порастати изнад 80 €/MWh (GIZ 2018). Очекује се континуитет начина подстицања већих објеката на биомасу и биогаз до 2030. године. Мала постројења на биомасу и биогаз ће подлијегати ФИТ-у са прецизно дефинисаним квотама.

Закључци дати у оквиру ове студије подразумевају да технологије биомасе и биогаза не би требале подлијегати аукцији на основу система подстицаја (GIZ 2018). Умјесто тога, требало би административно одредити ФИП. Као разлог, наведено је да је укупни потенцијал биомасе и биогаза у БиХ прилично ограничен, а као посљедица тога, обим неке аукције би требао бити мали и због тога ће водити ка високом релативном административном оптерећењу. Непостојање конкуренције може бити други негативни резултат малих аукција. Постављањем свеобухватних аукција, укључујући све врсте биомасе и биогаза, под одређеним условима могуће је повећање обима аукције, уз промовисање конкуренције како између локација тако и између технологија коришћења биомасе и биогаза (GIZ 2018).

Такође, треба тежити компромису између ефикасности и различитости технолошких избора категорија подстицаја за биомасу и биогаз. Ирска има четири категорије подстицаја за биомасу и биогаз, Њемачка има четири за биогаз, али само једну категорију подстицаја за биомасу, Француска и Британија имају једну категорију за биогаз, али немају подстицајну

категорију за биомасу. Србија, као земља у окружењу, има једну категорију биомасе и двије категорије за подстицај биогаза.

За БиХ, препоручује се мали број категорија биомасе и биогаза, с циљем избегавања иницијално високих трошкова подстицаја (Таб. 13.9).

Таб. 13.9. Потенцијалне категорије за подстицај биомасе и биогаза (GIZ 2018)
Table 13.9. Potential categories for biomass and biogas incentives (GIZ 2018)

Врста	Класификација	Величина
Биомаса (чврста) од шумске и дрвне индустрије и пољопривреде (кукурузовина, слама итд.)	Мала	До 500 kWe
	Средња	Од 0,5 до 10 MWe
	Велика	Преко 10 MWe
Биогаз од стајњака и пољопривредних усјева (кукурузна силажа итд.)	Микро	До 25 kW
	Мини	25–150 kW
	Мала	150–500 kW
Биогаз од биоотпада (индустрије хране, кланица, млијечних производа итд.)	Средња	Преко 500 kW
	Мала	До 0,5 MWe
	Средња	0,5–1 MWe
Велика	Преко 1 MWe	
Гас са одлагалишта и из канализације	Класификација једне величине	

Мала постројења су одређена да се подстичу према ФИТ, а средња и велика према ФИП.

Како је у технологијама биомасе и биогаза веома тешко предвидјети будући технолошки напредак, а индивидуални технолошки циљни капацитети ће бити прилично мали, неопходно је разрадити механизам континуираног праћења подстицаја везаних за коришћење биомасе и биогаза, с циљем одређивања одговарајућих нивоа премија и прагова инсталисаних капацитета.

13.9.2.2. Индиректни трошкови експанзије технологија на бази ОИ у БиХ

Главни административни трошкови у оба ентитета Босне и Херцеговине састоје се од накнада за концесију, накнаде за коришћење воде, накнаде за коришћење земљишта и разних других регулаторних такси (ниво БиХ, ентитетски ниво, ниво кантона у ФБиХ, ниво локалних заједница). Сви остали трошкови који произлазе из административних поступака (попут одобрења, лиценци, дозвола итд.) најчешће су у облику једнократне исплате и имају незнатне вриједности, без већег утицаја на исплативост пројекта у цјелини. У највећем броју случајева, за биомасу се примјењују регулаторне накнаде.

13.10. Краткорочни и дугорочни правци развоја за побољшање стања

Удио енергије из обновљивих извора у бруто потрошњи коначне енергије у земљама ЕУ 2018. године износио је 18% (18,9% за ЕУ-27). Раније је постављен циљ за 2020. годину од најмање 20% удјела енергије из обновљивих извора у бруто потрошњи коначне корисне енергије у земљама ЕУ (20,6% за ЕУ-27), док је за раздобље од 2017. године до 2018. године, према оквирној путањи, био предвиђен удио од 16%. Током посљедњих година на нивоу ЕУ биљежи се континуирани раст укупног удјела обновљивих извора енергије, као и секторских удјела обновљиве енергије у сектору електричне енергије, сектору гријања и хлађења, те (у мањем обиму) у сектору саобраћаја и транспорта. Треба нагласити чињеницу да удио енергије из обновљивих извора у секторима електричне енергије, гријања и хлађења системски је на нивоу ЕУ виши од нивоа које су државе чланице утврдиле у својим националним акционим плановима за обновљиву енергију, док је у сектору транспорта и саобраћаја тај удио нешто нижи од планираног у тим плановима (остварених 8,03% у односу на планираних 8,5%) (GIZ 2018). Овај пад је резултат актуелних расправа везаних за политику ЕУ у подручју биогорива и повезаних трансформација и пратећег усаглашавања законодавног оквира. Појава и могући утицај неизвјесности око будућег оквира политике успорила је улагања у капацитете за производњу биогорива, укључујући и напредна биогорива. Ако се посматра биоенергија у општем случају, може се рећи да је она и даље главни извор обновљиве енергије у ЕУ, са удјелом од око 60% у 2018. години. Највећи удио биоенергије имају чврста биогорива (68,4%), од чега приближно 91% долази из шумарства. Остали облици биоенергије обухватају течна биогорива (12,6%), биогаз (11,6%), обновљиви удио комуналног отпада (7,2%) и дрвени угаљ (2%) (GIZ 2018).

Највећи удио у оквиру апсолутне потрошње енергије из обновљивих извора у 2018. години имају гријање и хлађење (укупно 102,9 Mtoe), након чега слиједе електрична енергија из обновљивих извора (90,3 Mtoe), па транспорт (25,1 Mtoe). Главни обновљиви извори енергије који су се употребљавали у секторима потрошње енергије били су биомаса у сектору гријања и хлађења, хидроенергија и енергија вјетра у сектору електричне енергије и биогорива у сектору промета (GIZ 2018).

Највидљивији је заокрет према обновљивим изворима енергије у сектору електричне енергије забиљежен у периоду 2010–2018. године, уз највећи раст кумулативног капацитета постројења за искоришћење енергије сунца и

вјетра у ЕУ (раст са 110 GW на 261 GW). Кључни фактори који су утицали на смањење трошкова електричне енергије из соларне фотонапонске енергије и енергије вјетра обухватају смањење трошкова капитала, побољшање ефикасности, побољшање ланца снабдијевања и конкурентног надметања у подручју програма подстицаја ОИЕ. Наставак овог тренда води према потпуно тржишно заснованим пројектима обновљивих извора енергије у сектору електричне енергије, што би, на крају, за резултат требало имати ограничење малопродајне цијене електричне енергије смањењем компоненте повезане са подстицајима.

Смањење трошкова експлоатације и одржавања такође је један од кључних покретача повећања корпоративне набавке енергије из обновљивих извора. Ово има посебан значај у тренутку када корпоративни потрошачи енергије потпишу споразум о директној куповини електричне енергије са предузећима за развој обновљиве енергије. За посматрани период 2015–2019. година, количина обновљиве електричне енергије у ЕУ испоручена на основу корпоративних уговора о куповини се утростручила и имала раст са 847 MW на 2487 MW (GIZ 2018).

Будућност европске енергетике у Стратегији за интеграцију енергетског система базирана је на све већем удјелу географски распоређених обновљивих извора енергије, са флексибилно интегрисаним различитим носиоцима енергије, који су истовремено и даље ефикасни у коришћењу ресурса, одрживи су и не узрокују загађење животне средине и губитак биоразноликости. Чиста и обновљива енергија ће бити и саставни елемент привредног опоравка након кризе узроковане болешћу COVID-19. У плану ЕУ комисије, везаном за опоравак, који је представљен 27. маја 2020. године, истакнута је потреба за бољом интеграцијом енергетског система као дијела настојања да се подстакну улагања у кључне чисте технологије и ланце вриједности, те повећа отпорност читавог привредног система у земљама ЕУ. У том контексту, свака држава чланица ЕУ треба припремити национални план за опоравак и одрживост који је усклађен са проблемима и приоритетима релевантним за њу, а који су важни или настали због зелене и дигиталне транзиције, као и информацијама које су државе чланице укључиле у националне програме реформи и у своје националне енергетске и климатске планове и њихове ажуриране верзије у складу са Уредбом (ЕУ) 2018/1999, као и у територијалне планове за праведну транзицију у оквиру Фонда за праведну транзицију, као и у споразуме о партнерству и програме у оквиру фондова ЕУ. Главни ослонац представља ступање на снагу Директиве (ЕУ) 2018/2001 о промовисању употребе енергије из обновљивих извора (*Renewable Energy – Recast to 2030*, RED II) од 24.12.2018. године, којом је успостављен чврст оквир за постизање обавезујућег циља ЕУ да се до

2030. године постигне удио енергије из обновљивих извора у бруто потрошњи коначне енергије од најмање 32% (GIZ 2018). Политички приоритет ЕУ, као будућег свјетског предводника у подручју обновљивих извора енергије, заснован је на постојању таквих извора у свим димензијама енергетске уније (посебно у погледу вјетра, океана, технологија паметних мрежа и обновљивог водоника), као и потребни додатних континуираних настојања о постизању те улоге у осталим подручјима ОИЕ (подручје батерија за складиштење корисних облика енергије и соларних фотонапонских система). Како ЕУ котира високо међу међународним конкурентима у погледу патената високе вриједности, тиме доказује и водећу позицију Европе у иновацијама и извозу нових и побољшаних технологија са ниским удјелом угљеника. У прилог томе иде и преглед већих електрана на биомасу дат у Таб. 13.10.

Таб. 13.10. Преглед већих електрана на биомасу у свијету (GIZ 2018)
Table 13.10. Overview of major biomass power plants in the world (GIZ 2018)

Ред. број	Назив	Земља	Инсталисана снага (MW)	Гориво	Година пуштања у погон
1.	Drax Power Stations	New Yorkshire, Енглеска	1320	дрвени пелет	2004.
2.	Ironbridge	Велика Британија	740	дрвени пелет	2013.
3.	Биоелектрана-топлана Alholmens Kraft	Alholmen, у близини Jakobstad-а, Финска	265	дрвна биомаса, тресет	2002.
4.	Toppila	Регија Топила, Oulu, Финска	210	биомаса	(1977) 1996.
5.	Massvlakte	Низоземска	220	биомаса	2016.
6.	Polaniec	Staszów Пољска	205	струготина	2012.
7.	Atikokan generating station	Atikokan, Ontario, Канада	205	биомаса	2012.
8.	Rodenhuize	Белгија	180	дрвени пелет	2005–2008.
9.	Kymijarvi	Lathi, Финска	160	отпад, пластика, папир, картон и дрво	2012.
10.	Värtan CHP8	Okolina Stockholma, Шведска	130 MWe, 280 MWth	отпад, пластика, папир, картон и дрво	2013.
11.	Nacogdoches	SAD	100	дрво, дрвни отпад, шумски отпад	2012.

Француска енергетска твртка GdF Seuz је у Пољској у погон пустила ТЕВ Green Unit, највећу свјетску електрану која ради искључиво на биомасу.

Електрана има номиналну (инсталисану) снагу 205 MW, а користиће мјешавину биомасе из воћњака и шумарства (80%) и пољопривреде (20%). Произведеном енергијом ова електрана могла би снабдијевати 600.000 домаћинстава, уз избегавање 1,2 милиона тона емисија угљеничног диоксида годишње.

Ретрофит кориштењем биоенергије подразумијева замјену дијелова фабрике или постројења најсавременијим технологијама кориштења биомасе, што омогућује замјену фосилних горива или надоградњу застарјеле технологије обновљивих извора енергије. Алтернатива ретрофиту била би монтажа потпуно нових постројења на биоенергију, што укључује рушење старе фабрике или постројења. Потенцијалне предности ретрофита могу бити мањи капитални издаци, краће вријеме испоруке, бржа имплементација, мањи губици у времену производње и мањи ризици (Rutz et al. 2020).

У индустрији целулозе и папира, у зависности од примијењене технологије добијања целулозе, може се примијенити биоенергетски ретрофит за замјену фосилних горива (природни гас, угаљ и лож уље), коришћених за производњу енергије обновљивим алтернативама или омогућење производње обновљивих горива из процесних споредних токова. Тако у крафт процесу добијања целулозе могу се ефикасно користити споредни токови за производњу вишка енергије. При добијању целулозе кроз сулфидни процес, шећери који остају у смеђој течности могу се претворити у биогаз, а само лигнин који се претвара у лигносулфонате обично се продаје и не сагоријева.

13.11. Закључак

Циљеви за енергију из обновљивих извора за 2020. годину остваривани су у контексту пандемије болести COVID-19, која је утицала како на друштво у цјелини тако и на енергетски сектор. Удио енергије из обновљивих извора у комбинацији извора енергије у земљама ЕУ током 2018. године био је 18% (18,9% за ЕУ-27), са тенденцијом раста улагања у обновљиву енергију (утицај тржишта) и смањења удјела јавних субвенција (нови пројекти). Овакви трендови су посљедица либерализације тржишта, као и знатног смањења трошкова технологија за енергију из обновљивих извора и смањења субвенција захваљујући конкурентнијим програмима подршке. Посљедице утицаја пандемије болести COVID-19 на раст потражње за енергијом већ утичу на свеукупно повећавање планираних удјела енергије из обновљивих извора за 2020. годину. Исти тренд се очекује и у току прве половине текуће 2021. године. Важно је напоменути да нека од тих повећања највјероватније

се у наредном времену (средина 2021. године) неће одржати, након што се санирају посљедице пандемије и привредна активност у потпуности опорави (крај 2021. године). Основни аспект при коришћењу биомасе треба бити одрживост коришћења, која подразумијева да количина биомасе коришћена за добијање различитих врста корисних облика енергије треба бити мања или једнака прирасту количине биомасе. При томе, одрживост коришћења шумске биомасе подразумијева дугорочна планирања у погледу пошумљавања и експлоатације шумске биомасе. Користећи еколошке предности биомасе као енергента за електране на биомасу, уз њено планско искоришћавање и систематичну регенерацију, поред других обновљивих извора енергије (соларне енергије, енергије вјетра, воде и геотермалне енергије), биомаса све више добија на значају као ресурс за добијање тзв. „чисте енергије“. Полазећи од привредних аспеката коришћења биомасе, од којих су од посебног значаја: превенција ерозије, смањење опасности од пожара, заштита животињског и биљног свијета и других компоненти њихових различитости, мања емисија штетних материја из генератора електричне енергије који користе биомасу као гориво (у поређењу са сличним технологијама које користе фосилна горива), као и редуција гасова који производе ефекат стаклене баште, отварање нових радних мјеста, неопходно је у руралним срединама додатно остварити и економске користи. И поред наведених предности које посједује биомаса као енергент, у њеној експлоатацији неопходно је паралелно оптимизирање рјешења која ограничавају њену већу примјену. Манипулациони и економски проблеми са сакупљањем, паковањем и складиштењем биомасе, периодичност њеног настанка, мала запреминска маса и топлотна моћ биомасе сведена на јединицу запремине, уз разуђеност у простору и често неповољан облик и високу њену влажност, још увијек захтијевају високе инвестиционе трошкове за постројења за прераду, припрему, сагоријевање биомасе и сл. Развој еколошке свијести, уз развој побољшаних и нових технологија, детерминише коришћење остатака из пољопривредне производње подстицањем и развојем програма, планова и оперативним дјеловањем. Раст цијена енергената за гријање и коришћење електричне енергије за снабдијевање домаћинстава отвара додатне могућности за коришћење биомасе као алтернативног обновљивог извора енергије за производњу корисних облика енергије. С друге стране, краћи рокови припреме и реализације постројења на биомасу (1 до 3 године) у односу на електране на бази конвенционалних фосилних горива (3 до 7 година) отвара простор за њихову рационалнију анализу као алтернативних рјешења у реализацији енергетских објеката. Примјера ради, цјелокупан процес планирања, изградње и пуштања у рад биогазне електране у просјеку траје око двије године, али може значајно да варира од случаја до

случаја (нпр. дуже ће трајати ако локалне заједнице немају усвојене регулационе планове). С обзиром на технологију и коришћено гориво, различите ефикасности уређаја за гријање могу се занемарити, па се предности и недостаци система гријања на биомасу у односу на природни гас и лож уља међусобно изједначавају. Системи гријања на бази дрвета генерално раде мањи број часова и дјелимично се загријавају користећи и друге материјале (горива на бази угља, лигнит или отпадни материјали). Трошкови експлоатације и одржавања електроана које користе биомасу као енергент углавном зависе од величине постројења, извора горива и близине доступне биомасе. Коришћењем дрвног отпада, уз прилагођавање величине постројења (инсталисане снаге и капацитета) доступним ресурсима, те бирајући мјесто које умањује трошкове њеног транспорта, постројење за прераду биомасе у корисне облике енергије може постати једна од алтернатива електроанама које користе фосилна горива.

Литература

- Arsenović B (2015) Mogućnosti korišćenja OI u Republici Srpskoj. SYNTHESIS 2015 – International Scientific Conference of IT and Business-Related Research, Republika Srbija, Beograd, pp 199–202
- Babić V, Milovanović Z (2017) Biomasa kao zamjena za fosilna goriva u sistemima daljinskog grijanja. Zbornik radaova ENEF 2017, Banja Luka, str 148–153
- Bazmi AA, Zahedi G (2011) Sustainable energy systems: Role of optimisation modeling techniques in power generation and supply – A review. *Renewable and Sustainable Reviews* 15(8):3480–3500
- Basu P (2013) Biomass gasification, pyrolysis and torrefaction. Second Edition, Elsevier, USA, pp 1–530
- Brankov S (2016) Mogućnosti korišćenja energije pirolizom poljoprivredne biomase. Doktorska teza, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, str 1–173
- Бркић М, Јанић Т, Пејовић Г, Костић Б (2012) Одрживост и трошкови биомасе за потребе система даљинског грејања на подручју општина Врбаса и Куле (Предстудија), Еко Продукт Нови Сад, стр 1–101
- Bridgwater AV (2003) Renewable fuels and chemical by thermal processing of biomass. *Chemical Engineering Journal* 91(2–3):87–102
- Васковић С (2017) Развој модела за оцјену прихватљивости енергетских ланаца при производњи енергије и енергената из биомасе. Докторска теза, Универзитет у Источноим Сарајеву, Машински факултет, Источно Сарајево, стр 1–249
- GIZ (2018) Finalni izvještaj o konceptu za reformu sistema poticaja za obnovljive izvore energije u BiH (faze A), Radna grupa / podgrupa za reformu sistema

- poticaja za OIE u Bosni i Hercegovini, Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Sarajevo, str 37
- Giuntoli J, Agostini A, Caserini S, Lugato E, Baxter D, Marelli L (2016) Climate change impacts of power generation from residual biomass. *Biomass and Bioenergy* 89:146–158
- Directive 2004/8/EC means Directive 2004/8/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC
- Dumonjić-Milovanović S (2013) Prilog optimizaciji hibridnog sistema za proizvodnju električne energije na bazi primarne energije Sunca I vjetrova sa analizom primjenljivosti na područje Banja Luke. Magistarski rad, Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, str 1–102
- Ebrahimi M, Kashavarz A (2015) Combined Cooling, Heating and Power – Decision-Making, Design and Optimization. 1st Edition. Elsevier, pp 1–218
- Erić A (2019) Biomasa i njeno korišćenje u sistemima daljinskog greijanja – Opšti principi, KeepWarm Project „Biomasa – Tehnologije za sagorevanje biomase“, Institut Vinča, Beograd, str 1–29
- Zhou W, Lou C, Li Y, Lu L, Yang H (2010) Current status of research on optimum sizing of stand-alone hybrid solar-wind power generation systems. *Applied Energy* 87(2):380–389
- IDEA (2012) International District Energy Association. Figure 1 courtesy of IDEA (Used with permission)
- COM 952 final (2020) Izvešće komisije europskom parlamentu, vijeću, europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija. Izvešće o napretku u području obnovljive energije, EC, Bruxelles
- Илић М (2003) Енергетски потенцијал и карактеристике остатака биомасе и технологије за њену припрему и енергетско искоришћење у Србији. Студија урађена у оквиру пројекта НП ЕЕ611–113А, Министарство за науку и технолошки и развој Републике. Србије, Београд, стр 109–112
- Јанић Т, Сомер Т (2006) Процесна техника и енергетика, Пољопривредни факултет, Нови Сад, стр 1–322
- Јанић Т (2016) Употреба жетвених остатака за продукцију топлотне енергије, Међународна конференција „Биомаса – Како је најбоље искористити“, АПВ, Нови Сад, стр 1–36
- Kanoglu M, Dincer I (2009) Performance assessment of cogeneration plants. *Energy Conversion and Management* 50(1):76–81
- Kayo G, Ooka R (2009) Application multi-objective genetic algorithm for optimal design method of distributed energy system. Build Simulation 2009. Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland, July 27–30, 2009, pp 167–172
- Labudović B, Grđan M, Hrešč I, Jelinić Lakušić B, Lovrak Ž, Uran V (2012) Osnove primjene biomase, Energetika marketing, Zagreb, str 1–318

- Livingston WR (2006) Biomass ash characteristics and behavior in combustion systems. Workshop on ash related issues in biomass combustion. IEA Task 32, Glasgow, Scotland, pp 87–99
- Lončar D, Krajačić G, Vujanović M (2009) Obnovljivi izvori energije. Podrška developerima – primjeri najbolje prakse za kogeneraciju na drvenu biomasu. Centar za transfer tehnologije – CTT i Hrvatska banka za obnovu i razvitak, Renewable Energy Resources Project No. P071464, str 1–147
- Lu H, Yu Z, Alanne K, Zhang L, Fan L, Xu X, Martinac I (2014) Transition path towards hybrid systems in China: Obtaining net-zero exergy district using a multi-objective optimization method. *Energy and Buildings* 85:524–535
- Mancarella P (2014) MES (multi-energy systems): An overview of concepts and evaluation models. *Energy* 65:1–17
- Mehleri ED, Sarimveis H, Markatos NC (2013) Optimal design and operation of distributed energy systems: Application to Greek residential sector. *Renewable Energy* 51(C):331–342
- Milovanović Z, Miličić D (2012) Parne turbine za kogeneracijsku proizvodnju energije, Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, str 1–99
- Milovanović Z (2016) Studija ekonomske opravdanosti sa elementima zaštite životne sredine za izgradnju i korišćenje „Termoelektrane Gacko II“ snage 350 MW na području opštine Gacko. Institut za građevinarstvo „IG“ Banja Luka, Poslovni centar Trebinje
- Milovanović Z (2017) Neka razmišljanja o planiranju optimalnog korišćenja obnovljivih izvora energije sa socijalnog i aspekta održivog razvoja – Objektivno vrednovanje i socijalni aspekt. Zbornik radaova ENEF 2017, Banja Luka, str 168–178
- Milovanović Z, Dumonjić-Milovanović S, Milašinić A, Knežević D, Škundrić J (2017a) Razvoj tehnologija za proizvodnju korisnih oblika energije – Čiste tehnologije i održivi razvoj. Zbornik radova ENEF 2017, Banja Luka, str 122–133
- Milovanović Z, Papić Lj, Dumonjić-Milovanović S, Milašinić A, Knežević D (2017b) Održivo planiranje energije: tehnologije i energetska efikasnost. Biblioteka DQM monografije „Kvalitet i pouzdanost u praksi“, Knjiga br. 9:782. ISBN 978-86-86355-35-5
- Mudgal V, Reddy KS, Mallick TK (2019) Techno-Economic Analysis of Standalone Solar Photovoltaic-Wind-Biogas Hybrid Renewable Energy System for Community Energy Requirement. *Future Cities and Environment*, 5(1):1–16
- Nosrat AH, Swan LG, Peace JM (2013) Improved performance of hybrid photovoltaic-trigeneration systems over photovoltaic-cogen including effects of battery storage. *Energy* 49:366–374
- Ooka R, Komamura K (2007) Optimal design method for buildings and urban energy systems using genetic algorithms. *Proceedings: Building Simulation*
- Pavlović T, Milosavljević D, Mirjanić D (2013) Obnovljivi izvori energije. Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Banja Luka, str 1–364
- Petrović P, Milovanović Z, Milanović D, Knežević D, Kotur M, Tica G, Papuga S (2009) Analiza mogućnosti perspektive korišćenja kogeneracije i trigeneracije u

- Republici Srpskoj. Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet Banja Luka, Naučno-istraživački projekat sufinansiran od strane Ministarstva nauke i tehnologije
- Pérez-Navarro A, Alfonso D, Álvarez C, Ibáñez F, Sánchez C, Segura I (2010) Hybrid biomass-wind power plant for reliable energy generation, *Renewable Energy*, 35(7):1436-1443
- Pfeiffer A, Krause T, Horschig T, Авдигеовић М, Чустовић Х, Љуша М, Чомић Д, Мркобрада А, Mitschke T, Мутабџија Бећировић С, Поњавић М, Карабеговић А, Brosowski A (2019) Извјештај о праћењу потенцијала биомасе у Босни и Херцеговини, Извјештај у оквиру Заједничког програма за биоенергију, GIZ, БМЗ, UNDP БиХ, Сарајево, стр 1–99
- Podesser E (1999) Electricity production in rural villages with a biomass Stirling engine. *Renewable Energy* 16(1–4):1049–1052
- Raguzin I (2011) Model analize troškova i dobiti uporabe mase u proizvodnji električne energije. Magistarski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmaseera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, str 1–183
- Report on Renewable Energy (2016) Study on Technical Assistance in Realisation of the 2016, Öko-Institut, <http://ec.europa.eu/energy/en/studies>
- Rutz D, Janssen R, Reumerman P, Spekrijse J, Matschegg D, Bacovsky D, Gröngroft A, Hauschild S, Dögnitz N, Karampinis E, Kourkoumpas D-S, Grammelis P, Melin K, Saastamoinen H, Torres AIS, Iglesias R, Ballesteros M, Gustavsson G, Johansson D, Kazagić A, Merzić A, Trešnje D, Dagevos H, Sijtsema SJ, Reinders MJ, Meeusen M (2017) Technical options for retrofitting industries with bioenergy: A handbook. ETA-Florence Renewable Energies, Germany, pp 1–96
- Savić R (2013) Mogućnost primene peleta i briketa od biomase za proizvodnju toplotne energije u sistemima daljinskog grejanja Beograda. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet Beograd, str 1–179
- Smajević I, Hanjalić K (2007) Toplotne turbomašine, Šahinpašić, Sarajevo, str 142
- Swolfs S, Haeseldonckx D (2012) Technical-economic optimisation of the integration of renewables and combined heat and power systems into electric-vehicle charging infrastructure using linear programming. 9th National Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Brussels 9–11 May 2012, pp 1–6
- Tester J.W, Reber T, Beckers K, Lukawski M, Camp E, Andrea G, Aguirre A, Jordan T, Horowitz F (2015) Integrating Geothermal Energy Use into Re-building American Infrastructure. Proceedings of the World Geothermal Congress 2015, Melbourne, Australia, <https://www.researchgate.net/publication/280308329>
- Carić M, Soleša D (2017) Biomasa kao obnovljiv izvor energije i tehnologija za proizvodnju biogasa. Priručnik za petodnevni kurs. DAI, Agencija za konsalting Leskovac, Srbija, str 1–121
- UNDP (2011) Cost/benefit analiza u sektoru biomase u BiH, sa posebnim fokusom na regiju Srebrenice) United Nations Development Programme (UNDP), U sklopu projekta: Zapošljavanje i sigurno snabdijevanje energijom korištenjem biomase u BiH, pp 1–24

- Čepić Z (2017) Matematičko modelovanje sagorevanja pšenične slame u nepokretnom sloju sa aspekta uticaja promene parametara procesa. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, str 1–196
- Čepić Z, Nakomčić-Smaragdakis B, Dragutinović N (2017a) Description of straw combustion in a fixed bed. ICET-2017 – International Conference on Engineering and Technology, Republic Serbia, Novi Sad, pp 1–3
- Čepić Z, Nakomčić-Smaragdakis B (2017b) Experimental analysis of the influence of air-flow rate on wheat straw combustion in a fixed bed. Thermal Science, 21 (3): 1443–1452
- Yimen N, Hamandjoda O, Meva'a L, Ndzana B, Nghanhou J. (2018) Analyzing of a Photovoltaic/Wind/Biogas/Pumped-Hydro Off-Grid Hybrid System for Rural Electrification in Sub-Saharan Africa – Case Study of Djoundé in Northern Cameroon, Energies, 11(10):2644
- Yin C, Rosendahl L, Ker SK (2008) Grate-firing of biomass for heat and power production. Progress in Energy and Combustion Science 34(6):725–754

Biomass power plants

Zdravko Milovanović, Valentina Janičić Milovanović

Summary

Historically, the use of wood-based biomass as the primary and almost the only source of energy preceded the beginning of the use of fossil fuels. Developing countries still have biomass as a source of thermal energy, with the big question of its sustainability. Unlike countries in transition, developed countries produce a significant amount of thermal energy from biomass based on the principles of sustainable development and responsible use of energy resources. In the wood industry, modern bioenergy plants are used for the production of electricity and heat, as well as technological steam necessary for production chains in wood industry plants. Also, in households of regional centralized heating, cogeneration and trigeneration, more and more plants and equipment with high technological achievements are being installed.

The advantage of using biomass compared to other types of renewable energy sources is the possibility of building power plants with stable energy production (heat and electricity) in places suitable for consumption, unlike other forms of renewable energy sources that require construction at the place of energy. The number of operating hours expected depending on the technologies for simultaneous operation of all plants in GWh for solid biomass power plants is 6500, while for biogas power plants the number of operating hours reaches 8000. Based on the applied technology, agricultural solid biomass is it is possible to produce heat and electricity, as well as derivatives from which the final (useful) forms of energy are obtained. The most common examples of agricultural biomass derivatives are briquettes, pellets, biogas, and biofuels (ethanol and biodiesel).

Direct combustion of biomass, most often realized on a grate furnace, is a well-established technology for the transformation of biomass into heat on a commercial level. In this way, it is possible to mix biomass as a fuel and controlled air supply for its complete combustion. is biodegradable.

Intensive development of cogeneration processes in the last thirty years has resulted in the emergence of available new plants and equipment on the commercial market. Cogeneration plants for simultaneous production of heat and electricity are the most important and optimal way of producing electricity from biomass. The heat obtained by burning biomass is used in two ways – to obtain the

work of gas on the turbine and useful heat. In addition to independent biomass power plant systems, cogeneration plants with an electricity capacity of more than 1,200 MW are in use within European power companies.

The latest development trends in refrigeration technology highlight absorption systems based on thermal energy, which, unlike conventional compressor refrigeration systems, in addition to thermal energy, also require electricity to drive the compressor. In such systems, the compressor is replaced with a thermal system consisting of a steam generator, an absorber, a heat exchanger, a control valve and working fluid pumps.

As many industrial plants and facilities in the service sector have a need to cool their premises, the use of new absorption cooling systems consumes significantly less electricity, which contributes to meeting the need for cooling energy, while respecting all the benefits of using renewable sources energy, given the heat source based on biomass combustion.

Hybrid energy systems are designed to produce electricity and heat. They are mostly independent, used in remote areas, and can be connected to grid systems for electricity distribution. They usually contain components based on renewable sources such as small wind turbines, photovoltaic panels, micro-hydro turbines, as well as other components such as fossil fuel generators, fuel cells and the like. In addition, stand-alone hybrid systems contain batteries for energy storage, as well as appropriate electronic devices that ensure the functionality and safety of the system. The concept of a hybrid system integrates various energy sources into a single system, with the aim of increasing energy availability, whereby the hybrid system, in addition to biomass, contains at least one other different energy source, as well as a storage (storage) of energy. In order for the construction of a hybrid system to be justified, it must have satisfactory efficiency, continuous availability of electricity, low emissions and an acceptable price. The components of the system are selected according to the availability of renewable sources and the possibility of meeting the basic requirements set before them.

In the case of centralized supply of a larger area with heat (cooling) and electricity, as well as supply of industrial plants with electricity and heat (and technological steam) In addition to biomass, various combinations of primary fuels can be used on the basis of renewable (solar energy, wind energy, water energy, geothermal energy, etc.) and non-renewable (coal, oil and oil derivatives, natural gas) energy resources, as and new resources to be used in the future (nuclear fusion, etc.).

Biofuels today represent a relatively new form of renewable energy sources obtained on the basis of biomass. In recent years, the production and consumption of biofuels is growing and increasingly replacing fossil fuels. They are more

environmentally friendly than fossil fuels. Their most intensive production is in Brazil from sugar cane, in the USA from corn, and in Europe from oilseed rape. Rapeseed oil (82.8%) and sunflower oil (12.5%) are mostly used for biodiesel production in the EU, while soybean oil is used the most in the United States, while palm oil is also used in Asian countries. The use of biomass for energy purposes exists through the use of degraded and unused land for the cultivation of lignocellulosic raw materials, as well as the cultivation of aquatic organisms (algae).

According to the February 2016 Report on the current situation and potential in BiH for the construction of biomass cogeneration plants and power plants, prepared by USAID BiH, the biomass potential in BiH is limited to biomass obtained from wood processing (residues and waste) and agricultural sector (livestock residues and crop residues). The goal of future activities is to increase the use of available biomass, increase the share of renewable sources in electricity production and to provide additional income for companies. Revenues are provided through the sale of produced electricity at feed-in tariffs set by the entity regulatory agencies (FERK and RERS).

Keywords: Biomass, biomass power plants, biomass cogeneration systems, biomass hybrid systems, decentralized biomass systems, trend of development of biomass power plant use, limitations, risks